



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΕΒΡΕΚΙΔΗΣ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΑΛΕΑ



Co-funded by
the European Union





ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ SEAQUEST ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΕΒΡΕΚΙΔΗΣ
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΑΛΕΑ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΕΛΛΑΔΑ 2026

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ

Λιβάδι *Halophila stipulacea* στον Παγασητικό Κόλπο, Βόρειο Αιγαίο, Ελλάδα
(φωτογραφία: Χρήστος Ζούμπος/Θεόδωρος Κεβρεκίδης)

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΕΒΡΕΚΙΔΗΣ

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΑΛΕΑ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΑΝΤΡΙΑ ΦΕΣΣΑ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ

ΘΕΟΔΩΡΑ ΜΠΟΥΜΠΟΝΑΡΗ

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

Βιβλιογραφική αναφορά:

Kevrekidis T. and P. Malea (eds.), 2026. SEAQUEST Educational Activities Guide for Teachers. “SEAQUEST” Erasmus+ project, 2024-1-EL01-KA220-SCH-000244654.





ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ SEAQUEST ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ

ERASMUS+

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ, ΤΗΝ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ,
ΤΗ ΝΕΟΛΑΙΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ:

SEAQUEST: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΛΕΙΜΩΝΕΣ,
ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ
ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΟΥ

2024-1-EL01-KA220-SCH-000244654



Co-funded by
the European Union

Με χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι απόψεις και οι γνώμες που διατυπώνονται εκφράζουν αποκλειστικά τους συγγραφείς και δεν αντιπροσωπεύουν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του Εθνικού Φορέα του Προγράμματος Erasmus+ και του Ευρωπαϊκού Σώματος Αλληλεγγύης. Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο φορέας που χορηγεί την επιχορήγηση μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΗΣΤΕ ΜΑΖΙ ΜΑΣ
sequest.duth@gmail.com





ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Στο έργο συμμετέχουν Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Ινστιτούτα και Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις από πέντε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης – Ελλάδα, Πορτογαλία, Δανία, Βέλγιο και Κύπρο.

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS
UNIVERSITY
OF THRACE

ΕΤΑΙΡΟΙ



ARISTOTLE
UNIVERSITY
OF THESSALONIKI



Co-funded by
the European Union

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το SEAQUEST είναι ένα έργο Erasmus+ που στοχεύει στην ευαισθητοποίηση σχετικά με την αξία, την ευαλωτότητα και την αναγκαιότητα διατήρησης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων. Πρόκειται για ανθοφόρα φυτά που αναπτύσσονται ριζωμένα και πλήρως βυθισμένα σε θαλάσσια περιβάλλοντα και εκβολές ποταμών σε όλο τον κόσμο. Σχηματίζουν εκτεταμένους λειμώνες, οι οποίοι επιτελούν πολλαπλές λειτουργίες και προσφέρουν οικοσυστημικές υπηρεσίες πολύτιμες για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Ωστόσο, η οικολογική και κοινωνικοοικονομική τους σημασία δεν έχει ακόμη αναγνωριστεί πλήρως. Επιπλέον, είναι πλέον καλά τεκμηριωμένο ότι υπάρχει μια παγκόσμια τάση συρρίκνωσης αυτών των λειμώνων, κυρίως λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας και ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, η ευαισθητοποίηση του κοινού είναι καθοριστική για τη βιωσιμότητα αυτών των κρίσιμων οικοσυστημάτων. Για τον σκοπό αυτό, έχουν αναπτυχθεί οι βασικές αρχές και έννοιες που οφείλει να γνωρίζει ένας πολίτης εγγράμματος σε θέματα θαλάσσιου περιβάλλοντος (Apostoloumi, C., Malea, P., Kevrekidis, T., 2021. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 112936).

Το SEAQUEST στοχεύει ειδικότερα στην προώθηση της γνώσης για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

σε όλη την Ευρώπη. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της έρευνας, της δημιουργίας μιας εκπαιδευτικής εργαλειοθήκης, της επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, της μάθησης με την υποστήριξη της τεχνολογίας (μέσω ενός διαδραστικού παιχνιδιού) και της ενεργού συμμετοχής της κοινότητας. Η Εκπαιδευτική Εργαλειοθήκη SEAQUEST περιλαμβάνει το “Πρόγραμμα Σπουδών για Εκπαιδευτικούς” και τον “Εκπαιδευτικό Οδηγό Δραστηριοτήτων”, εργαλεία σχεδιασμένα για την αποτελεσματική εισαγωγή του θέματος στα δημοτικά σχολεία, σε συνδυασμό με ένα ψηφιακό διαδραστικό παιχνίδι.

Προκειμένου να υποστηριχθούν οι εκπαιδευτικοί στην ενίσχυση της γνώσης γύρω από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, ο Εκπαιδευτικός Οδηγός Δραστηριοτήτων SEAQUEST περιλαμβάνει το κατάλληλο παιδαγωγικό πλαίσιο και οδηγίες, καθώς και μια σειρά σχεδίων μαθήματος. Τα σχέδια αυτά χωρίζονται σε επτά θεματικές ενότητες. Η πρώτη θεματική ενότητα αντιστοιχεί στην πέμπτη θεμελιώδη αρχή του Ωκεάνιου Εγγραμματισμού (Ο ωκεανός φιλοξενεί μεγάλη ποικιλότητα ζωής και οικοσυστημάτων· NOAA, 2013. Ocean literacy: the essential principles and fundamental concepts of Ocean Sciences for learners of all ages, http://oceanliteracy.wp2.coexploration.org/?page_id=164), ενώ καθεμία

από τις υπόλοιπες ενότητες αντιστοιχεί σε μία από τις θεμελιώδεις αρχές για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα (1. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι μοναδικά φυτά, 2. Σχηματίζουν εκτεταμένους λειμώνες, 3. Υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλότητα ζωής, 4. Σταθεροποιούν τον βυθό, βελτιώνουν την ποιότητα του νερού και αποθηκεύουν άνθρακα, 5. Ο άνθρωπος και τα θαλάσσια αγγειόσπερμα συνδέονται άρρηκτα, και 6. Παραμένουν σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητα: Apostoloumi, C., Malea, P., Kevrekidis, T., 2021. Marine Pollution Bulletin, 173, 112936). Ακολουθώντας τη δομή και την παιδαγωγική προσέγγιση των συγκεκριμένων σχεδίων, οι εκπαιδευτικοί μπορούν επίσης να αναπτύξουν επιπλέον σχέδια μαθήματος ευαισθητοποίησης και δράσης, εμπνευσμένα από τις δραστηριότητες και τα θέματα που παρουσιάζονται στο Πρόγραμμα Σπουδών SEAQUEST για Εκπαιδευτικούς.

Ευχαριστούμε θερμά όλους τους εταίρους του έργου SEAQUEST για τη συμβολή τους στην ανάπτυξη του παρόντος Οδηγού. Παράλληλα, εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας σε όλους τους συγγραφείς που συνέβαλαν στη συγγραφή των ενοτήτων του. Ευχαριστούμε επίσης την Adria Fessa για την καλλιτεχνική επιμέλεια και τη σελιδοποίηση, καθώς και όσους συνέβαλαν με φωτογραφίες και σχέδια.

Δεδομένου ότι, λόγω της μεγάλης ποικιλίας θεμάτων και της προσπάθειας απλοποίησης των εννοιών, ενδέχεται να υπάρχουν ορισμένα λάθη ή παραλείψεις σε αυτό το βιβλίο, κάθε σχόλιο και πρόταση που μπορεί να συμβάλει στη βελτίωσή του είναι ευπρόσδεκτα.

Θεόδωρος Κεβρεκίδης,

Καθηγητής,

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Παρασκευή Μαλέα,

Καθηγήτρια,

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 13

Θεοδώρα Μπουμπόναρη

A. ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ 15

Θεοδώρα Μπουμπόναρη

A1. Σκοπός και Στόχοι 16

A2. Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις 19

A3. Ικανότητες 22

A4. Στρατηγικές και Εργαλεία Αξιολόγησης 25

A5. Οδηγός για Εκπαιδευτικούς: Πώς να Χρησιμοποιήσετε τα Σχέδια Μαθήματος για τα Θαλάσσια Φαινόμενα 27

A6. Περαιτέρω Βιβλιογραφία 31

B. ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 32

B1. ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 1:

Ο ωκεανός φιλοξενεί μεγάλη ποικιλότητα ζωής και οικοσυστημάτων

Dominika Wojcieszek

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Βιοποικιλότητα στον Ωκεανό - Πλαγκτόν 34

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. Βιοποικιλότητα στον Ωκεανό - Βένθος 41

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. Βιοποικιλότητα στον Ωκεανό - Νηκτόν 48

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4. Ποικιλότητα Οικοσυστημάτων στον Ωκεανό 55

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 5. Ποικιλότητα Οικοσυστημάτων στον Ωκεανό 62

B2. ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2:

Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι μοναδικά φυτά

Θεοδώρα Μπουμπόναρη, Παρασκευή Μαλέα & Θεόδωρος Κεβρεκίδης

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Μορφολογία θαλάσσιων αγγειόσπερμων 71

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. Θαλάσσια αγγειόσπερμα έναντι μακροφυκών 78

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. Ταξινόμηση θαλάσσιων αγγειόσπερμων & αναγνώριση ειδών 91

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4. Παγκόσμια κατανομή θαλάσσιων αγγειόσπερμων 106

B3 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3:

Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα σχηματίζουν εκτεταμένους λειμώνες

Θεοδώρα Μπουμπόναρη, Παρασκευή Μαλέα & Θεόδωρος Κεβρεκίδης

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Απαιτήσεις ενδιαίτηματος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων - Περιβαλλοντικοί παράγοντες	118
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. Λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων	132
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. Λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης	145
ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4, 5 & 6. Δειγματοληψία θαλάσσιων αγγειόσπερμων στο πεδίο	159
ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 7, 8 & 9. Εργαστηριακή επεξεργασία & ανάλυση θαλάσσιων αγγειόσπερμων	167
ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 10, 11 & 12. Εργαστηριακή μελέτη της <i>Posidonia oceanica</i>	181

B4 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 4:

Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλότητα ζωής

Ana Alexandre

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι σημαντικοί πρωτογενείς παραγωγοί	199
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα παρέχουν τροφή σε άλλους οργανισμούς	204
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα παρέχουν ενδιαίτημα σε άλλους οργανισμούς	210
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4. Τροφικές αλληλεπιδράσεις με άλλα θαλάσσια οικοσυστήματα	216

B5 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 5:

Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα σταθεροποιούν τον βυθό, βελτιώνουν την ποιότητα του νερού και αποθηκεύουν άνθρακα

Ana Alexandre

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Οι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων σταθεροποιούν τα ιζήματα	222
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα λειτουργούν ως φίλτρα θρεπτικών συστατικών	227

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα βελτιώνουν την ποιότητα του νερού	233
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα δεσμεύουν και αποθηκεύουν άνθρακα	240
B6 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 6: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και οι άνθρωποι είναι άρρηκτα συνδεδεμένα <i>Damla Kiral, Anna Nicolaou, Merve Buba</i>	
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ως προστάτες της ακτής	247
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. Από τη στεριά στη θάλασσα – Πώς η περίσσεια θρεπτικών επηρεάζει τα θαλάσσια αγγειόσπερμα	257
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. Είμαστε Φύλακες των Θαλάσσιων Αγγειόσπερμων	270
B7 ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 7: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα παραμένουν σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητα <i>Damla Kiral, Anna Nicolaou, Merve Buba</i>	
ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. Ομάδες Επιστήμης Θαλάσσιων Αγγειόσπερμων & Τεχνολογία Ωκεανού	282

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θεοδώρα Μπουμπόναρη

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα

Οι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων είναι εξαιρετικά παραγωγικά και βιοποικίλα οικοσυστήματα που προσφέρουν σημαντικές υπηρεσίες, όπως η αποθήκευση άνθρακα, η προστασία των ακτών και η παροχή ενδιαιτημάτων για πληθώρα θαλάσσιων ειδών. Παρά την οικολογική τους αξία, φθίνουν με ταχείς ρυθμούς λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της κλιματικής αλλαγής. Η καλλιέργεια της γνώσης για τα φυτά αυτά από μικρή ηλικία είναι απαραίτητη, καθώς οι μαθητές του δημοτικού είναι ιδιαίτερα δεκτικοί στην ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης και θετικής στάσης απέναντι στην προστασία των ωκεανών. Η εισαγωγή της σχετικής εκπαίδευσης στο δημοτικό βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν επιστημονική κατανόηση, κριτική σκέψη και περιβαλλοντική υπευθυνότητα.

Το έργο SEAQUEST (Seagrass Education and Awareness through Quality Educational Solutions and Tools) του προγράμματος Erasmus+ στοχεύει στην αύξηση της ευαισθητοποίησης για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση σε όλη την Ευρώπη. Το έργο φέρνει

κοντά εκπαιδευτικούς και ειδικούς στη θαλάσσια βιολογία για την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού, την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και τη δημιουργία ψηφιακών εργαλείων μάθησης, καθιστώντας αυτά τα οικοσυστήματα προσιτά και ελκυστικά για τους μικρούς μαθητές. Το SEAQUEST υποστηρίζει ευρύτερους στόχους βιωσιμότητας και ωκεάνιου εγγραμματισμού, ενθαρρύνοντας την κατανόηση και την προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών, το SEAQUEST έχει αναπτύξει μια εκπαιδευτική εργαλειοθήκη που αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: το Πρόγραμμα Σπουδών SEAQUEST, τον Οδηγό Δραστηριοτήτων για Εκπαιδευτικούς και ένα ψηφιακό διαδραστικό παιχνίδι. Τα εργαλεία αυτά προσφέρουν από κοινού σαφείς μαθησιακούς στόχους, σχέδια μαθήματος, δραστηριότητες στην τάξη και στο πεδίο, καθώς και διαδραστικές εμπειρίες που υποστηρίζουν την αποτελεσματική και ελκυστική εκπαίδευση για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα. Η εργαλειοθήκη σχεδιάστηκε με βάση έρευνα που ανέδειξε την

ανάγκη για επιστημονικά ακριβές εκπαιδευτικό υλικό, κατάλληλο για την ηλικία των μαθητών.

Ο παρών οδηγός περιλαμβάνει τα εξής:

- a. μια επισκόπηση του σκοπού και των στόχων
- b. τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις οποίες βασίζονται τα σχέδια μαθήματος
- c. τις βασικές ικανότητες που θα αναπτύξουν οι μαθητές, συμπεριλαμβανομένων των επιστημονικών, περιβαλλοντικών, ψηφιακών και κοινωνικών δεξιοτήτων
- d. στρατηγικές και εργαλεία αξιολόγησης που καταγράφουν την πρόοδο των μαθητών σε όλους τους τομείς ικανοτήτων

- e. ένα πρακτικό τμήμα, υπό τον τίτλο: «Πώς να χρησιμοποιήσετε τα σχέδια μαθήματος για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα», που παρέχει συμβουλές για την προετοιμασία, την προσαρμογή, την υλοποίηση και την αξιολόγηση, δίνοντας τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς με διαφορετικό επίπεδο εμπειρίας να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά το υλικό
- f. το κύριο τμήμα του οδηγού, το οποίο περιλαμβάνει αναλυτικά σχέδια μαθήματος που οικοδομούν σταδιακά την κατανόηση των μαθητών, από την αναγνώριση και την οικολογία των φυτών αυτών έως την εργαστηριακή έρευνα και τη μελέτη πεδίου. Κάθε μάθημα περιλαμβάνει μαθησιακούς στόχους, υλικά, δραστηριότητες, μεθόδους αξιολόγησης και προτάσεις διαφοροποίησης, δημιουργώντας έναν συνεκτικό και προσιτό πόρο για την προώθηση του εγγραμματισμού γύρω από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και την προστασία των ωκεανών.

Α. ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ

Θεοδώρα Μπουμπόναρη

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα

A1. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ



ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ

Το έργο SEAQUEST στοχεύει στην ενίσχυση του εγγραμματος για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα (seagrass literacy) μεταξύ των μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε ολόκληρη την Ευρώπη, διαμορφώνοντας ενεργούς πολίτες οι οποίοι κατανοούν τον καθοριστικό ρόλο των οικοσυστημάτων των θαλάσσιων αγγειόσπερμων στη διατήρηση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, στη ρύθμιση του κλίματος καθώς και στην παγκόσμια περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Το πρόγραμμα σπουδών επιδιώκει να καλλιεργήσει υπεύθυνη περιβαλλοντική συνείδηση σε συμφωνία με τις διεθνείς πρωτοβουλίες προστασίας, ενισχύοντας την ικανότητα των μαθητών να γίνουν συνειδητοποιημένοι πρεσβευτές και ενεργοί συμμετέχοντες στην προστασία και αποκατάσταση αυτών των φυτών. Μέσα από μια ολοκληρωμένη σχετική εκπαίδευση, οι μαθητές θα αναπτύξουν τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις αξίες που είναι απαραίτητες για να συμβάλουν στη διατήρηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, αναγνωρίζοντας τα αγγειόσπερμα ως θεμελιώδη στοιχεία υγιών ωκεάνιων συστημάτων που στηρίζουν τόσο τη θαλάσσια ζωή όσο και την ανθρώπινη ευημερία.

ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Οικολογική κατανόηση: Να επιδεικνύουν ολοκληρωμένη γνώση της δομής, της λειτουργίας και της βιοποικιλότητας του συγκεκριμένου οικοσυστήματος.
- Περιβαλλοντικές διασυνδέσεις: Να αναλύουν τις σχέσεις μεταξύ των λειμώνων αγγειόσπερμων και των ευρύτερων θαλάσσιων και χερσαίων συστημάτων.
- Ευαισθητοποίηση για την προστασία: Να αναγνωρίζουν τις σημερινές απειλές για τα ενδιαιτήματά τους και να αξιολογούν στρατηγικές προστασίας στο πλαίσιο των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων και λύσεων.

ΣΤΟΧΟΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Επιστημονική διερεύνηση: Να σχεδιάζουν και να διεξάγουν έρευνες χρησιμοποιώντας επιστημονική μεθοδολογία για τη μελέτη των θαλάσσιων αυτών οικοσυστημάτων.
- Κριτική ανάλυση: Να αξιολογούν περιβαλλοντικά δεδομένα και ερευνητικά ευρήματα ώστε να καταλήγουν σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα.
- Επικοινωνία: Να επικοινωνούν αποτελεσματικά επιστημονικές έννοιες και μηνύματα περιβαλλοντικής προστασίας στο σχολείο τους και στην τοπική κοινότητα.
- Ψηφιακός εγγραμματισμός: Να αξιοποιούν ψηφιακούς πόρους για περιβαλλοντική έρευνα και παρουσίαση.

ΣΤΟΧΟΙ ΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΞΙΩΝ

Οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Περιβαλλοντική υπευθυνότητα: Να αναπτύσσουν προσωπική ευθύνη για την προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Συνείδηση του παγκόσμιου πολίτη: Να επιδεικνύουν κατανόηση του ρόλου τους στην αντιμετώπιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων.
- Συλλογική δράση: Να συμμετέχουν σε συλλογικές περιβαλλοντικές δράσεις και σε πρωτοβουλίες προστασίας της τοπικής κοινότητας

A2.

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ



Τα σχέδια μαθήματος βασίζονται στις αρχές του εποικοδομητισμού, σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές οικοδομούν ενεργά τη γνώση τους μέσα από βιωματικές εμπειρίες, συνδέοντας τις νέες έννοιες για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα με την προϋπάρχουσα κατανόησή τους για τα οικοσυστήματα και την περιβαλλοντική επιστήμη. Οι παρακάτω προσεγγίσεις αναγνωρίζουν ότι η ουσιαστική μάθηση συντελείται όταν οι μαθητές οικοδομούν τη δική τους κατανόηση μέσα από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και το κοινωνικό τους πλαίσιο

ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Οι μαθητές εμπλέκονται σε αυθεντικές επιστημονικές έρευνες, διατυπώνοντας υποθέσεις για τα συγκεκριμένα οικοσυστήματα, συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα, και καταλήγοντας σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Η προσέγγιση αυτή αντικατοπτρίζει τις πραγματικές διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας, αναπτύσσει την κριτική σκέψη και προάγει τη βαθιά εννοιολογική κατανόηση.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Πραγματικές προκλήσεις σχετικά με την προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων αποτελούν τη βάση των μαθησιακών εμπειριών. Οι μαθητές εργάζονται συνεργατικά για να λύσουν αυθεντικά προβλήματα, όπως ο σχεδιασμός σχεδίων αποκατάστασης ή η ανάπτυξη εκστρατειών ευαισθητοποίησης της κοινότητας. Η έρευνα δείχνει ότι η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη συμμετοχή των μαθητών και αναπτύσσει δεξιότητες του 21ου αιώνα.

ΒΙΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η άμεση επαφή με το περιβάλλον των φυτών αυτών μέσα από εργασία πεδίου, εργαστηριακές έρευνες και εμπειρίες εικονικής πραγματικότητας προσφέρει συγκεκριμένες ευκαιρίες μάθησης που στηρίζουν την ανάπτυξη αφηρημένων εννοιών. Αυτή η πρακτική προσέγγιση είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την περιβαλλοντική εκπαίδευση και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Δομημένες ομαδικές δραστηριότητες προάγουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών, την κοινή ευθύνη και τη συνεργατική οικοδόμηση της γνώσης. Οι μαθητές εργάζονται σε ανομοιογενείς ομάδες για να διερευνήσουν διαφορετικές πτυχές των υποβρύχιων αυτών λειμώνων, καθώς, όπως προκύπτει από τις σχετικές μελέτες, με τον τρόπο αυτό ενισχύονται τόσο η ακαδημαϊκή επίδοση όσο και οι κοινωνικές δεξιότητες.

ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων, διαδραστικών παιχνιδιών και εμπειριών εικονικής πραγματικότητας προσφέρει ελκυστικές, πολυμεσικές ευκαιρίες μάθησης που ανταποκρίνονται σε διαφορετικά μαθησιακά προφίλ. Η σύγχρονη έρευνα υποστηρίζει την αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών εμβυθιστικής μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.

A3. ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ



Ο Οδηγός Δραστηριοτήτων SEAQUEST αναπτύσσει ένα ολοκληρωμένο φάσμα ικανοτήτων που δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα να γίνουν ενεργοί υποστηρικτές του περιβάλλοντος και επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες. Οι ικανότητες αυτές συνδυάζουν γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις σε πολλαπλούς τομείς, διασφαλίζοντας ότι οι μαθητές αναπτύσσουν τόσο τις τεχνικές ικανότητες για τη μελέτη των συγκεκριμένων οικοσυστημάτων όσο και τις επικοινωνιακές δεξιότητες για την προστασία τους.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΕΓΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

- Συστηματική παρατήρηση και καταγραφή χαρακτηριστικών του θαλάσσιου οικοσυστήματος.
- Αναγνώριση των βασικών ειδών αγγειόσπερμων.
- Καταγραφή των μεταβολών στα ενδιαιτήματά τους με την πάροδο του χρόνου.
- Χρήση επιστημονικών εργαλείων και οργάνων για τη συλλογή δεδομένων.
- Συλλογή, οργάνωση και ανάλυση ποσοτικών και ποιοτικών περιβαλλοντικών δεδομένων.
- Δημιουργία γραφημάτων, διαγραμμάτων και οπτικών αναπαραστάσεων των ευρημάτων.
- Αναγνώριση προτύπων και τάσεων στα δεδομένα του οικοσυστήματος.
- Εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων από τα ερευνητικά ευρήματα.
- Παρουσίαση των ευρημάτων αυτών με χρήση της κατάλληλης επιστημονικής ορολογίας.
- Δημιουργία αναφορών, παρουσιάσεων και εκθεμάτων.
- Αποτελεσματική επικοινωνία μηνυμάτων περιβαλλοντικής προστασίας.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΕΓΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

- Κατανόηση των διασυνδέσεων μέσα στα συγκεκριμένα οικοσυστήματα.
- Ανάλυση των σχέσεων μεταξύ των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Αναγνώριση των περιβαλλοντικών προκλήσεων που επηρεάζουν τους λειμώνες.
- Κατανόηση των αρχών της βιώσιμης διαχείρισης.
- Αξιολόγηση των ανθρωπίνων πρακτικών που επηρεάζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

- Αποτελεσματική χρήση ψηφιακών βάσεων δεδομένων και ερευνητικών εργαλείων.
- Χρήση ψηφιακών εργαλείων για τη συλλογή, την ανάλυση και την παρουσίαση δεδομένων.
- Συνεργασία μέσω διαδικτυακών πλατφορμών και εργαλείων επικοινωνίας.

ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ

- Αποτελεσματική συνεργασία σε ομάδες για την υλοποίηση περιβαλλοντικών έργων.
- Ανάληψη κοινών ευθυνών και συμβολή στην επίτευξη των στόχων της ομάδας.
- Εποικοδομητική επίλυση συγκρούσεων κατά τις ομαδικές δραστηριότητες.
- Υποστήριξη και ενθάρρυνση της μάθησης μεταξύ των συμμαθητών.
- Κινητοποίηση τρίτων για συμμετοχή σε δράσεις προστασίας.
- Προάσπιση και ανάδειξη της σημασίας του οικοσυστήματος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

A4.

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ



Τα σχέδια μαθήματος αξιοποιούν ποικίλες, αυθεντικές στρατηγικές που καταγράφουν την πρόοδο των μαθητών σε όλους τους τομείς ικανοτήτων. Οι προσεγγίσεις αυτές συνδυάζουν τόσο παραδοσιακά ακαδημαϊκά κριτήρια όσο και καινοτόμες μεθόδους αξιολόγησης βασισμένες στην επίδοση, οι οποίες αντικατοπτρίζουν πρακτικές πραγματικής προστασίας του περιβάλλοντος.

- Προκλήσεις αναγνώρισης ειδών: Πρακτικές αξιολογήσεις της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν και να περιγράφουν είδη αγγειόσπερμων και συναφείς οργανισμούς.
- Συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων: Αξιολόγηση των δεξιοτήτων των μαθητών στη χρήση επιστημονικών οργάνων και στη συλλογή ακριβών δεδομένων.
- Δελτία εξόδου (Exit tickets): Σύντομες γραπτές απαντήσεις στο τέλος του μαθήματος για την αξιολόγηση της άμεσης κατανόησης και τον εντοπισμό τυχόν παρανοήσεων.
- Ψηφιακά κουίζ: Αξιολόγηση σε πραγματικό χρόνο μέσω εκπαιδευτικών πλατφορμών για τη διερεύνηση της κατανόησης και την άμεση προσαρμογή της διδασκαλίας.
- Τεστ γνώσεων: Δομημένες αξιολογήσεις που καλύπτουν πραγματολογικές πληροφορίες σχετικά με τη βιολογία, την οικολογία και την προστασία των φυτών αυτών.
- Ανατροφοδότηση μεταξύ συμμαθητών: Δομημένες ευκαιρίες ώστε οι μαθητές να δίνουν εποικοδομητικά σχόλια στη δουλειά και τις ιδέες των συμμαθητών τους.

- Εννοιολογική χαρτογράφηση: Οπτικές αναπαραστάσεις της κατανόησης των μαθητών, οι οποίες αναδεικνύουν τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών που αφορούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Αφήγηση ιστοριών: Δημιουργία παρουσιάσεων από τους μαθητές, οι οποίες συνδυάζουν το επιστημονικό περιεχόμενο με προσωπικές αφηγήσεις σχετικά με την προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Σενάρια παιχνιδιού ρόλων: Ανάλυση ρόλων από τους μαθητές, οι οποίοι εκπροσωπούν διαφορετικούς ενδιαφερόμενους φορείς στο πλαίσιο συζητήσεων για την προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Παρουσίαση στην κοινότητα: Δημόσιες παρουσιάσεις όπου οι μαθητές μοιράζονται όσα έμαθαν και τις προτάσεις τους με μέλη της τοπικής κοινότητας.
- Ανάπτυξη ηλεκτρονικού φακέλου (e-portfolio): Ολοκληρωμένη συλλογή της εργασίας των μαθητών που αναδεικνύει την πρόοδο και την επίτευξη στόχων σε πολλαπλούς τομείς.
- Κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων (Ρούμπρικες): Εργαλεία που καλύπτουν πολλαπλές διαστάσεις της επίδοσης των μαθητών ως προς την επιστημονική ακρίβεια, την κριτική σκέψη, την επικοινωνία και τη συνεργασία.

A5.

ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ:
ΠΩΣ ΝΑ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ
ΤΑ ΣΧΕΔΙΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ



Κάθε σχέδιο μαθήματος ακολουθεί μια σταθερή δομή βασισμένη στο διδακτικό μοντέλο των 5Ε (Εμπλοκή, Διερεύνηση, Επεξήγηση, Επεξεργασία, Αξιολόγηση), διασφαλίζοντας ότι οι μαθητές οικοδομούν ενεργά τη γνώση μέσα από την καθοδηγούμενη ανακάλυψη και την επιστημονική διερεύνηση. Ο παρακάτω οδηγός θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε τη δομή των σχεδίων μαθήματος και να αξιοποιήσετε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το υλικό αυτό στην τάξη σας.

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτή η εισαγωγική ενότητα παρέχει μια συνοπτική περιγραφή του σκοπού, του εύρους και της προσέγγισης του μαθήματος.

Πώς να την αξιοποιήσετε: Διαβάστε την πρώτη, ώστε να κατανοήσετε γρήγορα τη φιλοσοφία του μαθήματος και να δείτε πώς εντάσσεται στον διδακτικό σας σχεδιασμό.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθησιακοί στόχοι οργανώνονται σε τρεις κατηγορίες:

Στόχοι Γνώσης

Πραγματολογικές και εννοιολογικές γνώσεις που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές (με ρήματα όπως: Ορίζω, Αναγνωρίζω, Εξηγώ, Περιγράφω, Διακρίνω).

Στόχοι Δεξιοτήτων

Επιστημονικές και αναλυτικές δεξιότητες που θα αναπτύξουν οι μαθητές (με ρήματα όπως: Συγκρίνω, Αναλύω, Δημιουργώ, Αξιολογώ, Μετρώ).

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Συμπεριφορές και αξίες που αναμένεται να υιοθετήσουν οι μαθητές (με ρήματα όπως: Εκτιμώ, Αναγνωρίζω την αξία, Επιδεικνύω, Δείχνω).

Πώς να τους αξιοποιήσετε: Μοιραστείτε αυτούς τους στόχους με τους μαθητές στην αρχή του μαθήματος, χρησιμοποιώντας απλή και κατανοητή γλώσσα (“Μέχρι το τέλος του σημερινού μαθήματος, θα μπορείτε να...”). Ανατρέξτε ξανά σε αυτούς κατά τη διάρκεια του μαθήματος για να παραμείνετε προσηλωμένοι στον στόχο και να καθοδηγήσετε τη διαδικασία της αξιολόγησης.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Η ενότητα αυτή προσδιορίζει τις βασικές ικανότητες που αναπτύσσονται μέσα από το μάθημα σε τέσσερις τομείς: Επιστημονικό Εγγραμματισμό, Περιβαλλοντικό Εγγραμματισμό, Ψηφιακές Ικανότητες, καθώς και Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη. Παρόλο που δεν χρειάζεται να κάνετε ρητή διδασκαλία αυτών των ικανοτήτων, η επίγνωσή τους σας βοηθά να σχεδιάζετε δραστηριότητες που τις αναπτύσσουν ολιστικά.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

Αναφέρει όλα τα βασικά αντικείμενα που χρειάζονται για την επιτυχή διεξαγωγή του μαθήματος

Προαιρετικά/Συμπληρωματικά Υλικά

Προτείνει επιπλέον πόρους που μπορούν να εμπλουτίσουν τη μαθησιακή εμπειρία.

Πώς να τα αξιοποιήσετε: Ελέγξτε αυτή την ενότητα αρκετά νωρίτερα, ώστε να διασφαλίσετε ότι έχετε συγκεντρώσει όλα τα απαραίτητα υλικά. Τα προαιρετικά υλικά μπορούν να ενισχύσουν τη συμμετοχή των παιδιών, αλλά δεν είναι απαραίτητα για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Κεντρίστε το ενδιαφέρον των μαθητών, ενεργοποιήστε την προϋπάρχουσα γνώση τους και εισαγάγετε το κεντρικό ερώτημα του μαθήματος. Ξεκινήστε με ενέργεια και περιέργεια, αξιοποιώντας τις προτεινόμενες ερωτήσεις.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Επιτρέψτε στους μαθητές να διερευνήσουν έννοιες μέσα από πρακτικές δραστηριότητες πριν από την επίσημη διδασκαλία. Κάντε ένα βήμα πίσω και αφήστε τους ίδιους να καθοδηγήσουν τη δική τους ανακάλυψη. Αποφύγετε να εξηγήσετε πολλά πράγματα πολύ νωρίς.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Εισαγάγετε την επιστημονική ορολογία και τις έννοιες. Οικοδομήστε πάνω σε όσα παρατήρησαν οι μαθητές στη Φάση 2. Δώστε σαφείς εξηγήσεις χρησιμοποιώντας οπτικό υλικό και διενεργώντας συχνούς ελέγχους κατανόησης.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Επεκτείνετε και εφαρμόστε τη νέα γνώση σε νέες καταστάσεις ή προβλήματα. Προκαλέστε τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν όσα έμαθαν σε νέα πλαίσια, αποκαλύπτοντας πόσο καλά μπορούν να μεταφέρουν και να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Αξιολογήστε τη μάθηση των μαθητών μέσα από μια σύντομη ατομική δοκιμασία. Χρησιμοποιήστε αυτή τη φάση τόσο ως διαμορφωτική αξιολόγηση (για να καθοδηγήσετε το επόμενο μάθημά σας) όσο και ως κλείσιμο του μαθήματος.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση

Συνεχής παρακολούθηση καθ' όλη τη διάρκεια του μαθήματος μέσα από την παρατήρηση, τις ερωτήσεις και την εποπτεία της ομαδικής εργασίας. Προσαρμόστε τη διδασκαλία σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με την ανταπόκριση των μαθητών.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Αξιολόγηση στο τέλος του μαθήματος (συνήθως μέσω του Δελτίου Εξόδου) με βάση συγκεκριμένα κριτήρια.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ (ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ)

Προτάσεις με τη μορφή “Μπορώ να...” σε γλώσσα κατανοητή για τους μαθητές. Μπορείτε να τις μοιραστείτε μαζί τους στην αρχή, ώστε να γνωρίζουν ποιος είναι ο στόχος τους. Επανεξετάστε τις στο τέλος για τη διαδικασία της αυτοαξιολόγησης, η οποία ενδυναμώνει τους μαθητές και τους βοηθά να παρακολουθούν οι ίδιοι τη μάθησή τους.

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΟ ΣΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟ

Παρόλο που αυτά τα μαθήματα έχουν σχεδιαστεί με προσοχή, εσείς γνωρίζετε καλύτερα τους μαθητές σας. Μη διστάσετε να τα προσαρμόσετε στις ανάγκες της δικής σας τάξης και στις ιδιαιτερότητες της περιοχής σας. Μπορείτε, για παράδειγμα, να επιλέξετε τοπικά είδη φυτών και οργανισμών, να τροποποιήσετε τον χρόνο και τις δραστηριότητες ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους, ή να διαφοροποιήσετε τη διδασκαλία σας. Επίσης, μπορείτε να επεκτείνετε την ύλη σε περισσότερες διδακτικές ώρες, να συνδέσετε τα μαθήματα με τοπικά ζητήματα ή να προσκαλέσετε ειδικούς επιστήμονες, όπως θαλάσσιους βιολόγους και εκπροσώπους περιβαλλοντικών οργανώσεων.

Τα σχέδια μαθήματος έχουν δομηθεί με λογική αλληλουχία. Ωστόσο, μπορείτε να επιλέξετε διαφορετική σειρά υλοποίησης ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους, το ενδιαφέρον των μαθητών, την ένταξή τους στο επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών ή ακόμα και εποχιακούς παράγοντες (π.χ. για τη δειγματοληψία πεδίου).

Ελπίδα μας είναι αυτά τα μαθήματα να εμπνεύσουν την περιέργεια για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, να ενισχύσουν την επιστημονική σκέψη καθώς και να καλλιεργήσουν το αίσθημα περιβαλλοντικής υπευθυνότητας στους μαθητές σας.

A6.

ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Etherington, M. B. (2011). Investigative primary science: A problem-based learning approach. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 36(9), 53-74.

Hartmeyer, R., Stevenson, M. P., & Bentsen, P. (2018). A systematic review of concept mapping-based formative ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ processes in primary and secondary science education. *ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 598-619.

Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2001). Tools for assessing and teaching science in elementary and middle school. In *ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ in science: A guide to professional development and classroom practice* (pp. 119-147). Dordrecht: Springer Netherlands.

Suastra, I. W., Suarni, N. K., & Dharma, K. S. (2019). The effect of Problem Based Learning (PBL) model on elementary school students' science higher order thinking skill and learning autonomy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1318, No. 1, p. 012084). IOP Publishing.

Suduc, A. M., Bizoi, M., & Gorghiu, G. (2015). Inquiry based science learning in primary education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 205, 474-479.

Susiloningsih, E., Sumantri, M. S., & Marini, A. (2023). Experiential learning model in science learning: systematic literature review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 550-557.

Tay, L. Y., Melwani, M., Ong, J. L., & Ng, K. R. (2017). A case study of designing technology-enhanced learning in an elementary school in Singapore. *Learning: Research and Practice*, 3(2), 98-113.

Thurston, A., Topping, K. J., Tolmie, A., Christie, D., Karagiannidou, E., & Murray, P. (2010). Cooperative Learning in Science: Follow-up from primary to high school. *International Journal of Science Education*, 32(4), 501-522.

Vesterinen, M., & Ratinen, I. (2024). Sustainability competences in primary school education—a systematic literature review. *Environmental Education Research*, 30(1), 56-67.

Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of science and mathematics education*, 14(4), 659-680.

B.

ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

B1.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 1: Ο ΩΚΕΑΝΟΣ ΦΙΛΟΞΕΝΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Dominika Wojcieszek

Ευρωπαϊκή Ένωση Εκπαιδευτικών Θαλάσσιων Επιστημών, Βέλγιο



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ ΣΤΟΝ ΩΚΕΑΝΟ - ΠΛΑΓΚΤΟΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εισάγει τους μαθητές στο πλαγκτόν ως μία από τις τρεις βασικές ομάδες θαλάσσιων οργανισμών, με βάση τον τρόπο κίνησής τους και το περιβάλλον όπου ζουν στον ωκεανό. Βασιζόμενο στη γενική κατανόηση των μαθητών για τη θαλάσσια ζωή, το μάθημα εστιάζει στους μικροσκοπικούς οργανισμούς που επιπλέουν στη στήλη του νερού και δεν μπορούν να κολυμπήσουν ενεργά ενάντια στα ωκεάνια ρεύματα, το πλαγκτόν. Μέσα από τη συζήτηση, την οπτική παρατήρηση και μια πρωτότυπη σύνδεση με καθημερινά αντικείμενα της τάξης, οι μαθητές θα ανακαλύψουν ότι το πλαγκτόν, παρότι είναι σε μεγάλο βαθμό αόρατο με γυμνό μάτι, παίζει τεράστιο ρόλο στον ωκεανό και στον πλανήτη μας. Το μάθημα δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης, στην ανάπτυξη επιστημονικής ορολογίας και στην αναγνώριση της τεράστιας σημασίας της μικροσκοπικής ζωής.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν το πλαγκτόν ως το σύνολο των οργανισμών που επιπλέουν ελεύθερα και δεν μπορούν να κολυμπήσουν ενάντια στα θαλάσσια ρεύματα.
- Διακρίνουν τις τρεις βασικές ομάδες του: φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν και βακτηριοπλαγκτόν.
- Εξηγούν ότι το φυτοπλαγκτόν αποτελείται από φωτοσυνθετικούς οργανισμούς που αποτελούν τη βάση των θαλάσσιων τροφικών πλεγμάτων.
- Εξηγούν ότι η κιμωλία και μεγάλοι γεωλογικοί σχηματισμοί, όπως οι Λευκοί Βράχοι του Ντόβερ, είναι ιζηματογενή πετρώματα που σχηματίστηκαν από τη συσσώρευση σκελετικών υπολειμμάτων από κοκκολιθοφόρα σε βάθος εκατομμυρίων ετών.

Σημείωση για τον εκπαιδευτικό:

Τα κοκκολιθοφόρα είναι μονοκύτταροι, αυτότροφοι οργανισμοί που ανήκουν στο θαλάσσιο φυτοπλαγκτόν. Σε ορισμένες φάσεις του κύκλου ζωής τους, παράγουν πλάκες ανθρακικού ασβεστίου (κοκκόλιθους) που καλύπτουν το κύτταρο, σχηματίζοντας μια δομή που ονομάζεται κοκκόσφαιρα.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Παρατηρούν και να περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των πλαγκτονικών οργανισμών, αξιοποιώντας εικόνες και μικροσκοπικές φωτογραφίες.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία για την περιγραφή του πλαγκτόν και των ομάδων του.
- Προσδιορίζουν τη σωστή θέση των οργανισμών αυτών μέσα στη στήλη του νερού.
- Συγκρίνουν το φυτοπλαγκτόν με το ζωοπλαγκτόν με βάση τα χαρακτηριστικά τους.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για τη μικροσκοπική θαλάσσια ζωή και τον ρόλο της στον ωκεανό.
- Αναγνωρίζουν την αξία και τη σημασία των οργανισμών που είναι αόρατοι με γυμνό μάτι.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και περιγραφή πλαγκτονικών οργανισμών μέσα από εικόνες και μικροσκοπικές φωτογραφίες.
- Χρησιμοποιούν το κατάλληλο επιστημονικό λεξιλόγιο (πλαγκτόν, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, βακτηριοπλαγκτόν, κοκκολιθοφόρο, κοκκόλιθος, ανθρακικό ασβέστιο, φωτοσύνθεση).
- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις της στήλης του νερού με σωστά τοποθετημένους οργανισμούς.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τον θεμελιώδη ρόλο που διαδραματίζουν οι μικροσκοπικοί οργανισμοί στα οικοσυστήματα του ωκεανού καθώς και ολόκληρου του πλανήτη.
- Αναγνωρίζουν τη σύνδεση ανάμεσα στην αρχαία θαλάσσια ζωή, τους σύγχρονους γεωλογικούς σχηματισμούς και τα καθημερινά χρηστικά αντικείμενα.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων σε ζευγάρια και ομάδες.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- Εικόνες της επιφάνειας του ωκεανού και της ανοιχτής θάλασσας.
- Εικόνες από μικροσκόπιο με δείγματα φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν (συμπεριλαμβανομένων των κοκκολιθοφόρων και των κοκκολίθων τους).
- Εικόνες των Λευκών Βράχων του Ντόβερ.
- Ένα κομμάτι κιμωλίας (ως φυσικό αντικείμενο ή σε εικόνα).
- Καθαρά φύλλα Α4 (ένα ανά ζευγάρι μαθητών).
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι.
- Φωτοτυπίες του δελτίου εξόδου (ένα ανά μαθητή).
- Καρτέλες ή αφίσες λέξεων με το βασικό λεξιλόγιο (πλαγκτόν, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, βακτηριοπλαγκτόν, κοκκολιθοφόρο, κοκκόλιθος).
- Προαιρετικά: σύντομο βίντεο με πλαγκτόν κάτω από το μικροσκόπιο ή εικόνες από δορυφόρο που δείχνουν την άνθιση των κοκκολιθοφόρων.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Τι κρύβεται στον ωκεανό;»

- Προβολή εικόνων της επιφάνειας του ανοιχτού ωκεανού, που δείχνουν ήρεμα, γαλάζια και φαινομενικά άδεια νερά.
- Διατύπωση ερωτημάτων προς τους μαθητές: «Τι πιστεύετε ότι ζει σε αυτό το νερό; Μπορείτε να διακρίνετε κάτι; Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει ζωή εκεί;»
- Αποκάλυψη στοιχείων: Ο εκπαιδευτικός εξηγεί ότι ο ωκεανός είναι γεμάτος ζωντανούς οργανισμούς, τόσο μικρούς που είναι αόρατοι με γυμνό μάτι. Στη συνέχεια, απευθύνει την ερώτηση: «Μπορείτε να σκεφτείτε άλλα μικροσκοπικά πράγματα που δεν βλέπουμε, αλλά είναι πολύ σημαντικά;» Καθοδηγεί τους μαθητές προς παραδείγματα όπως τα βακτήρια και τα άκαρεα σκόνης, και μετά επαναφέρει την εστίαση στον ωκεανό.
- Σύνδεση με την επόμενη φάση: «Αν αυτοί οι οργανισμοί είναι τόσο μικροί που δεν μπορούμε να τους δούμε, πώς πιστεύετε ότι τους μελετούν οι επιστήμονες; Ας δούμε τι ανακάλυψαν!»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Μικρό αλλά ισχυρό»

- Προβολή εικόνων από μικροσκόπιο που δείχνουν διάφορα είδη φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν, τη μία δίπλα στην άλλη. Ο εκπαιδευτικός ρωτά τους μαθητές: «Τι παρατηρείτε; Μοιάζουν αυτά με φυτά ή με

ζώα – ή με κανένα από τα δύο; Μπορείτε να εντοπίσετε διαφορές μεταξύ τους;»
(Αξιοποίηση της Εικόνας 1.2, από το SEA-QUEST Curriculum for Teachers, σελ. 46).

- Ομαδική εργασία: Σε ζευγάρια, οι μαθητές λαμβάνουν ένα καθαρό φύλλο Α4 και χρωματιστά μολύβια. Σχεδιάζουν μια απλή διατομή του ωκεανού, σημειώνοντας την επιφάνεια, τη στήλη του νερού και τον βυθό. Στη συνέχεια, καλούνται να απαντήσουν: «Πού πιστεύετε ότι ζουν το φυτοπλαγκτόν και το ζωοπλαγκτόν – στην επιφάνεια, στα βαθύτερα στρώματα ή στον βυθό;» Οι μαθητές σημειώνουν την πρόβλεψή τους στο σχέδιό τους.
- Ολομέλεια: Συγκέντρωση της τάξης στην ολομέλεια προκειμένου οι μαθητές να παρουσιάσουν τις προβλέψεις και το σκεπτικό τους, πριν προχωρήσουν στη φάση της επεξήγησης.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Αξιοποιώντας οπτικά βοηθήματα (ψηφιακή παρουσίαση ή αφίσα), ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα παρακάτω, ενώ οι μαθητές παρακολουθούν και συμπληρώνουν το σχέδιο της στήλης του νερού από τη Φάση 2.

1. Τι είναι το πλαγκτόν;

- Οργανισμοί που επιπλέουν ελεύθερα και ζουν στη στήλη του νερού.
- Δεν μπορούν να κολυμπήσουν ενάντια στα ρεύματα – παρασύρονται από αυτά.

- Βρίσκονται κυρίως κοντά στην επιφάνεια, στη φωτική ζώνη, όπου το ηλιακό φως είναι επαρκές.
- Παρά το μικρό μέγεθος των οργανισμών, το πλαγκτόν αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας στον ωκεανό.

2. Οι τρεις ομάδες πλαγκτόν:

- **Φυτοπλαγκτόν:** Φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, αντίστοιχοι με τα φυτά της ξηράς· παράγουν οξυγόνο και αποτελούν τη βάση του θαλάσσιου τροφικού πλέγματος.
- **Ζωοπλαγκτόν:** Μικρά ζώα που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν, άλλο ζωοπλαγκτόν ή διασπώμενη οργανική ύλη
- **Βακτηριοπλαγκτόν:** Βακτήρια και αρχαιοβακτήρια· παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διάσπαση της οργανικής ύλης και στην ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών.

3. Γιατί είναι σημαντικό το πλαγκτόν;

- Το φυτοπλαγκτόν παράγει πάνω από το μισό οξυγόνο που αναπνέουμε.
- Το πλαγκτόν αποτελεί τη βάση σχεδόν όλων των θαλάσσιων τροφικών πλεγμάτων – χωρίς αυτό, μεγαλύτερα ζώα, όπως τα ψάρια και οι φάλαινες, δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν.

Δραστηριότητα: «Πού ζει το πλαγκτόν;»

- Με τη χρήση μιας τράπεζας λέξεων (πλαγκτόν, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, βακτηριοπλαγκτόν, στήλη του νερού,

επιφάνεια), οι μαθητές συμπληρώνουν με ετικέτες και σχόλια το σχέδιο της στήλης του νερού από τη Φάση 2, διορθώνοντας τυχόν προηγούμενες προβλέψεις τους.

- Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στην τάξη, θέτοντας ερωτήσεις εμβάθυνσης:
 - «Γιατί πιστεύετε ότι το φυτοπλαγκτόν ζει κοντά στην επιφάνεια;»
 - «Τι θα συνέβαινε στο ζωοπλαγκτόν αν εξαφανιζόταν όλο το φυτοπλαγκτόν;»
 - «Μπορεί το πλαγκτόν να επιλέξει προς τα πού θα κινηθεί;»

Έλεγχος κατανόησης: Σύντομο προφορικό κουίζ

- «Μπορεί το πλαγκτόν να κολυμπήσει ενάντια στο ρεύμα;»
- «Ποια είναι η διαφορά μεταξύ φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν;»
- «Πού στη στήλη του νερού, κοντά στην επιφάνεια ή στα βαθιά νερά, βρίσκουμε τα περισσότερα πλαγκτονικά είδη – και γιατί;

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Από τον ωκεανό στους βράχους»

- Επίδειξη ενός κομματιού κιμωλίας (ως φυσικό αντικείμενο ή σε εικόνα) και διατύπωση ερωτημάτων προς τους μαθητές: «Γνωρίζετε τι είναι αυτό; Ξέρετε από τι είναι φτιαγμένο; Από πού πιστεύετε ότι προέρχεται;»
- Προβολή μιας εικόνας των Λευκών Βράχων του Ντόβερ. Ακολουθούν οι ερωτήσεις: «Τους έχει δει ποτέ κανείς; Από τι πιστεύετε ότι είναι φτιαγμένοι; Πώς θα μπορούσε να έχει σχηματιστεί κάτι τόσο τεράστιο;»

- Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό: Η κιμωλία σχηματίζεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τα υπολείμματα των κοκκολιθοφόρων. Πρόκειται για ένα είδος φυτοπλαγκτού που παράγει μικροσκοπικές πλάκες ανθρακικού ασβεστίου, τους κοκκόλιθους. Όταν οι οργανισμοί αυτοί πεθαίνουν, οι κοκκόλιθοί τους βυθίζονται αργά στον πυθμένα και συσσωρεύονται σε βάθος εκατομμυρίων ετών, σχηματίζοντας τελικά παχιά στρώματα πετρωμάτων.
- Σύγκριση εικόνων: Προβολή εικόνων από μικροσκόπιο που δείχνουν τα κοκκολιθοφόρα και τους κοκκόλιθους, δίπλα στην εικόνα των Λευκών Βράχων του Ντόβερ. Ο εκπαιδευτικός ρωτά: «Τι μας δείχνει αυτό για την ποσότητα του φυτοπλαγκτού που έζησε και πέθανε στον ωκεανό επί εκατομμύρια χρόνια, ώστε να δημιουργηθούν τόσο μεγάλοι γεωλογικοί σχηματισμοί;»
- Σύνδεση με την καθημερινότητα: Ο εκπαιδευτικός εξηγεί στους μαθητές ότι η κιμωλία που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα στα σχολεία σχηματίστηκε από φυτοπλαγκτόν σε αρχαίους ωκεανούς. Σήμερα, οι περισσότερες τάξεις χρησιμοποιούν συνθετική κιμωλία ή μαρκαδόρους ασπροπίνακα, όμως η σύνδεση ανάμεσα στο πλαγκτόν και στον καθημερινό μας κόσμο παραμένει, καθώς ο βυθός του ωκεανού συνεχίζει να συσσωρεύει κοκκόλιθους καθημερινά.

- Κλείσιμο με ερώτηση προβληματισμού: «Αν κάτι τόσο μικρό και αόρατο όσο το φυτοπλαγκτόν μπορεί να χτίσει ολόκληρους βράχους και να προσφέρει την κιμωλία που χρησιμοποιούμε στις σχολικές τάξεις, τι μας δείχνει αυτό για τη σημασία του;

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Οι μαθητές συμπληρώνουν ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τρία ζητούμενα:

- **Σχεδιασμός και επισήμανση:** Μια απλή διατομή του ωκεανού που δείχνει πού μπορεί να βρεθεί το πλαγκτόν, με τουλάχιστον ένα παράδειγμα φυτοπλαγκτού και ένα ζωοπλαγκτόνου.
- **Επεξήγηση:** Γράψτε μία πρόταση που να εξηγεί γιατί το φυτοπλαγκτόν είναι σημαντικό για τη ζωή στον ωκεανό.
- **Αναστοχασμός:** «Το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθα σήμερα ήταν...»

Ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα δελτία εξόδου για να αξιολογήσει:

- Την ακρίβεια της τοποθέτησης και των επισημάνσεων στο σχέδιο.
- Την κατανόηση του ρόλου του φυτοπλαγκτού στο θαλάσσιο οικοσύστημα.
- Τα επίπεδα συμμετοχής και ενδιαφέροντος.

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Οι μαθητές τοποθετούν σωστά το πλαγκτόν στη στήλη του νερού.
- Οι μαθητές διακρίνουν το φυτοπλαγκτόν από το ζωοπλαγκτόν.
- Οι μαθητές χρησιμοποιούν κατάλληλα το επιστημονικό λεξιλόγιο.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις συζητήσεις και συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ζευγάρια.

2. Ερωτήσεις:

- Στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη διερεύνηση για τον έλεγχο της κατανόησης.
- Ερωτήσεις εμβάθυνσης που ενθαρρύνουν τον βαθύτερο προβληματισμό για τον ρόλο και τη σημασία του πλαγκτόν.

3. Ετεροαξιολόγηση:

- Αμοιβαίος έλεγχος μεταξύ των μελών κάθε ομάδας κατά τη δραστηριότητα σχεδίασης της στήλης του νερού στη Φάση 2.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση :

4. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- **Επιστημονική ακρίβεια:** Σωστά επισημασμένο σχέδιο της στήλης του νερού με τη χρήση του κατάλληλου λεξιλογίου
- **Κατανόηση:** Η επεξήγηση δείχνει ότι έγινε αντιληπτός ο ρόλος του φυτοπλαγκτού στον ωκεανό.
- **Συμμετοχή:** Ουσιαστικός αναστοχασμός που δείχνει περιέργεια για τη μικροσκοπική θαλάσσια ζωή

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να εξηγήσω τι είναι το πλαγκτόν και γιατί δεν μπορεί να κολυμπήσει ενάντια στο ρεύμα.
- Μπορώ να ονομάσω και να περιγράψω τις τρεις ομάδες πλαγκτόν.
- Μπορώ να εξηγήσω γιατί το φυτοπλαγκτόν είναι σημαντικό για τη ζωή στον ωκεανό και στη στεριά.
- Μπορώ να περιγράψω πώς οι Λευκοί Βράχοι του Ντόβερ και η κιμωλία της τάξης συνδέονται με το αρχαίο πλαγκτόν.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ ΣΤΟΝ ΩΚΕΑΝΟ - ΒΕΝΘΟΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εισάγει τους μαθητές στο βένθος ως τη δεύτερη από τις τρεις βασικές ομάδες θαλάσσιων οργανισμών, με βάση τον τρόπο κίνησής τους και το περιβάλλον όπου ζουν στον ωκεανό. Βασιζόμενο στη γνώση των μαθητών για το πλαγκτόν, το ενδιαφέρον στρέφεται τώρα στον βυθό – ένα τεράστιο και ποικιλόμορφο περιβάλλον που φιλοξενεί ένα εξαιρετικό εύρος οργανισμών. Μέσα από την παρατήρηση, τη συζήτηση και την υλοποίηση πρακτικών δραστηριοτήτων, οι μαθητές θα εξερευνήσουν τι ζει πάνω, μέσα και κοντά στον βυθό, πώς ταξινομούνται οι βενθικοί οργανισμοί ανάλογα με το μέγεθός τους, και πώς ο κύκλος ζωής ορισμένων ζώων μπορεί να εκτείνεται σε περισσότερες από μία οικολογικές ομάδες. Η διδασκαλία δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης, στην ανάπτυξη επιστημονικής ορολογίας και στην αναγνώριση της πολυπλοκότητας της ζωής στον βυθό του ωκεανού.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν το βένθος ως το σύνολο των οργανισμών που ζουν πάνω, μέσα ή κοντά στον βυθό.
- Διακρίνουν τους εδραίους (προσκολλημένους) από τους κινητούς βενθικούς οργανισμούς και να αναφέρουν παραδείγματα για κάθε κατηγορία.
- Αναγνωρίζουν τις τρεις υποδιαιρέσεις του βένθους με βάση το μέγεθος: μεγαβένθος, μακροβένθος και μεσοβένθος (μειοβένθος).
- Εξηγούν ότι το βένθος περιλαμβάνει ζώα, φυτά και μικροοργανισμούς.
- Περιγράφουν πώς ο κύκλος ζωής ορισμένων ζώων, όπως τα καβούρια και οι μέδουσες, μπορεί να εκτείνεται σε περισσότερες από μία κατηγορίες διαβίωσης.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Παρατηρούν συστηματικά και να περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των βενθικών οργανισμών, αξιοποιώντας εικόνες.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία για την περιγραφή του βένθους και των υποδιαιρέσεών του.
- Ταξινομούν τους βενθικούς οργανισμούς ως εδραίους ή κινητούς με βάση τα χαρακτηριστικά τους.

- Συνδέουν τη γνώση για το πλαγκτόν από το προηγούμενο μάθημα με τους κύκλους ζωής των βενθικών οργανισμών.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για τη ζωή στον βυθό και την ποικιλία των οργανισμών που βρίσκονται εκεί.
- Αναγνωρίζουν τη διασύνδεση μεταξύ των οικολογικών ομάδων στη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός οργανισμού.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και ταξινόμηση βενθικών οργανισμών από εικόνες.
- Χρησιμοποιούν το κατάλληλο επιστημονικό λεξιλόγιο (βένθος, εδραίος, κινητός, μεγαβένθος, μακροβένθος, μεσοβένθος, υπόστρωμα, προνύμφη).
- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις του βυθού με σωστά ταξινομημένους οργανισμούς.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν ότι ο βυθός είναι ένα ποικιλόμορφο και παραγωγικό περιβάλλον που στηρίζει μια μεγάλη ποικιλία ζωής.
- Αναγνωρίζουν ότι οι οικολογικές ομάδες δεν είναι πάντα σταθερές –καθώς ορισμένοι οργανισμοί μετακινούνται μεταξύ διαφορετικών ομάδων στη διάρκεια της ζωής τους.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των ομαδικών δραστηριοτήτων.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων και σκέψεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- Εικόνες διαφόρων βενθικών περιβαλλόντων – αμμώδης βυθός, βραχώδης ακτή, κοραλλιογενής ύφαλος, λειμώνας θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Εικόνες ποικίλων βενθικών οργανισμών, κοράλλια, βαλανίδια, καβούρια, θαλάσσια αγγειόσπερμα, σκουλήκια, αστερίες, όστρακα, σφουγγάρια.
- Εικόνες και απλά διαγράμματα του κύκλου ζωής ενός καβουριού και μιας μέδουσας.
- Καθαρά φύλλα Α4 ή Α3 (ένα ανά ζευγάρι μαθητών).
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι.
- Κόλλα.
- Καρτέλες ταξινόμησης με εικόνες ή ονόματα βενθικών οργανισμών (για τη δραστηριότητα διαχωρισμού σε εδραίους και κινητούς).
- Φωτοτυπίες του δελτίου εξόδου (ένα ανά μαθητή).
- Καρτέλες/αφίσες λέξεων με το βασικό λεξιλόγιο (βένθος, εδραίος, κινητός, μεγαβένθος, μακροβένθος, μεσοβένθος, υπόστρωμα, προνύμφη).
- Προαιρετικά: βίντεο με περιβάλλοντα του βυθού ή εικόνες από μικροσκόπιο που δείχνουν μεσοβενθικούς οργανισμούς.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Τι ζει στον βυθό;»

- Σύντομη υπενθύμιση των όσων έμαθαν οι μαθητές στο προηγούμενο μάθημα: το πλαγκτόν επιπλέει στη στήλη του νερού και δεν μπορεί να κολυμπήσει ενάντια στα ρεύματα. Στη συνέχεια, διατύπωση της ερώτησης: «Αν το πλαγκτόν ζει στη στήλη του νερού, τι πιστεύετε ότι ζει στον ίδιο τον βυθό του ωκεανού;»
- Προβολή εντυπωσιακών εικόνων περιβαλλόντων βυθού – ενός αμμώδους πυθμένα, μιας βραχώδους ακτής γεμάτης βαλανίδια και μύδια, ενός κοραλλιογενούς υφάλου και ενός λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων. Ο εκπαιδευτικός ρωτά: «Τι παρατηρείτε; Σας εκπλήσσει κάτι; Μοιάζει ο βυθός το ίδιο παντού;» (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.8 έως 1.14 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 51-54).
- Ενθάρρυνση των μαθητών να αναφέρουν ποιους οργανισμούς εντοπίζουν στις εικόνες. Ακολουθούν οι ερωτήσεις: «Αυτοί οι οργανισμοί φαίνεται να κινούνται ή να παραμένουν σταθεροί; Φαίνονται προσκολλημένοι σε κάτι ή είναι ελεύθεροι να μετακινηθούν;»
- Κλείσιμο με ερώτηση-γέφυρα: «Τι θα σήμαινε για έναν οργανισμό να περνά όλη του τη ζωή προσκολλημένος σε ένα σημείο του βυθού; Πώς θα τρεφόταν και πώς θα επιβίωνε;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Κολλημένο ή ελεύθερο;»

- Διανομή στους μαθητές ενός συνόλου εικόνων με ποικίλους βενθικούς οργανισμούς, όπως κοράλλια, βαλανίδια, καβούρια, θαλάσσια αγγειόσπερμα, αστερίες, σωληνοειδείς σκώληκες, μύδια, σφουγγάρια και ολοθούρια (θαλάσσια αγκούρια). (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.1, 1.4, 1.5, 1.6 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 45-49).
- Ομαδική εργασία: Σε ζευγάρια, οι μαθητές ταξινομούν τους οργανισμούς σε δύο ομάδες πάνω στο φύλλο A4/A3: σε αυτούς που φαίνονται προσκολλημένοι σε μια επιφάνεια και δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα, και σε αυτούς που φαίνεται ότι μπορούν να μετακινηθούν.
- Συζήτηση στην ολομέλεια: «Ποιους οργανισμούς βάλατε σε κάθε ομάδα; Υπήρχαν δύσκολες περιπτώσεις για ταξινόμηση και γιατί;» Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές προς τις έννοιες του «εδραίου» (μόνιμα προσκολλημένου) και του «κινητού» (ικανού να μετακινείται), χωρίς να τους εισαγάγει ακόμα επίσημα.
- Διατύπωση ερώτησης προβληματισμού: «Πιστεύετε ότι και οι δύο κατηγορίες ανήκουν ακόμα στην ίδια οικολογική ομάδα ή είναι πολύ διαφορετικές μεταξύ τους;

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Αξιοποιώντας οπτικά βοηθήματα (ψηφιακή παρουσίαση ή αφίσα), ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα παρακάτω, ενώ οι μαθητές παρακολουθούν και κολλούν τις εικόνες στο φύλλο τους για να δημιουργήσουν ένα απλό διάγραμμα των βενθικών οργανισμών.

1. Τι είναι το βένθος;

- Οργανισμοί που ζουν πάνω, μέσα ή κοντά στον βυθό.
- Απαντώνται σε όλα τα βάθη του ωκεανού, από τα ρηχά παράκτια νερά έως τα μεγάλα βάθη.
- Περιλαμβάνει ζώα, φυτά και μικροοργανισμούς.
- Δύο κύριοι τύποι με βάση την κίνηση:
 - **Εδραίοι** (sessile): Μόνιμα προσκολλημένοι σε ένα υπόστρωμα, όπως τα κοράλλια, τα βαλανίδια και τα σφουγγάρια.
 - **Κινητοί**: Ικανοί να μετακινούνται πάνω ή μέσα στον βυθό, όπως τα καβούρια, οι αστερίες και τα σαλιγκάρια.

2. Υποδιαιρέσεις του βένθους με βάση το μέγεθος:

- **Μεγαβένθος**: Μεγάλοι οργανισμοί ορατοί με γυμνό μάτι, όπως τα καβούρια, οι αστακοί, οι αχινοί και τα κοράλλια.
- **Μακροβένθος**: Μικρότεροι οργανισμοί, αλλά ορατοί χωρίς μεγέθυνση, όπως διάφοροι σκώληκες, μικρά μαλάκια και μικρά καρκινοειδή.

- **Μεσοβένθος** (μειοβένθος): Πολύ μικροί οργανισμοί που ζουν ανάμεσα στους κόκκους της άμμου και του ιζήματος, ορατοί μόνο με μεγέθυνση, όπως μικροσκοπικοί σκώληκες και καρκινοειδή.

3. Γιατί είναι σημαντικό το βένθος;

- Οι βενθικοί οργανισμοί παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διάσπαση της οργανικής ύλης και στην ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών στον πυθμένα.
- Αποτελούν τη βάση πολλών παράκτιων τροφικών αλυσίδων.
- Οικοσυστήματα όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι και οι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων χτίζονται και συντηρούνται από βενθικούς οργανισμούς.

Δραστηριότητα: «Επισημάνετε τον βυθό»

- Με τη χρήση των διαγραμμάτων που δημιούργησαν οι μαθητές στη δραστηριότητα «Κολλημένο ή ελεύθερο;» και μιας τράπεζας λέξεων (βένθος, εδραίος, κινητός, μεγαβένθος, μακροβένθος, μεσοβένθος), οι μαθητές επισημαίνουν τους οργανισμούς και τους ταξινομούν εκ νέου.
- Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στην τάξη, θέτοντας ερωτήσεις εμβάθυνσης:
 - «Πώς τρέφεται ένα βαλανίδι αν δεν μπορεί να μετακινηθεί για να βρει τροφή;»
 - «Γιατί μπορεί να είναι χρήσιμο για έναν οργανισμό να σκάβει στην άμμο;»
 - «Θα μπορούσε ένα φυτό να αποτελεί μέρος του βένθους;»

Έλεγχος κατανόησης: Σύντομο προφορικό κουίζ

- «Πώς ονομάζουμε έναν οργανισμό που είναι μόνιμα προσκολλημένος σε μια επιφάνεια;»
- «Μπορεί το βένθος να περιλαμβάνει φυτά – γιατί ή γιατί όχι;»
- «Ποια είναι η διαφορά μεταξύ μεγαβένθους και μεσοβένθους;

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Ένα ζώο, δύο κόσμοι»

- Διατύπωση ερωτήματος προβληματισμού: «Γνωρίζουμε ότι το πλαγκτόν επιπλέει στη στήλη του νερού και το βένθος ζει στον βυθό. Μπορεί, άραγε, ένα ζώο να ανήκει και στις δύο αυτές ομάδες κατά τη διάρκεια της ζωής του;»
- Μελέτη περιπτώσεων: Προβολή απλών διαγραμμάτων που απεικονίζουν τον κύκλο ζωής ενός καβουριού και μιας μέδουσας. Σε μικρές ομάδες των 3-4 ατόμων, οι μαθητές μελετούν κάθε κύκλο ζωής και προσδιορίζουν σε ποια οικολογική ομάδα ανήκει το ζώο σε κάθε στάδιο της ανάπτυξής του.
- Για το καβούρι: Τα αυγά του εκκολάπτονται σε προνύμφες, οι οποίες επιπλέουν στη στήλη του νερού ως ζωοπλαγκτόν. Τελικά, περνώντας από ένα τελικό προνυμφικό στάδιο, εγκαταλείπουν τη στήλη του νερού, καθιζάνουν στον πυθμένα και μεταμορφώνονται σε νεαρά καβούρια. Τα νεαρά και τα ενήλικα καβούρια ζουν στον βυθό ως βένθος.
- Για τη μέδουσα: Το στάδιο της προνύμφης είναι πλαγκτονικό. Το στάδιο του πολύποδα αποτελεί εδραίο βένθος, προσκολλημένο

στον βυθό, ενώ η τελική μορφή της μέδουσας είναι μια ελεύθερα κολυμβώσα, πλαγκτονική μορφή.

- Θέματα προς συζήτηση:
 - «Μπορεί το ίδιο ζώο να ανήκει σε περισσότερες από μία κατηγορίες διαβίωσης στη διάρκεια της ζωής του;»
 - «Τι αλλάζει, το ζώο ή το περιβάλλον του;»
 - «Γιατί μπορεί να είναι χρήσιμο για ένα ζώο να ξεκινήσει τη ζωή του ως πλαγκτόν πριν εγκατασταθεί μόνιμα στον βυθό;»
- Ολομέλεια: Συγκέντρωση της τάξης στην ολομέλεια για την παρουσίαση των ευρημάτων. Ο εκπαιδευτικός ενισχύει την ιδέα ότι οι οικολογικές ομάδες περιγράφουν πού και πώς ζει ένας οργανισμός σε μια δεδομένη στιγμή – και ότι αυτό μπορεί να αλλάξει καθώς ο οργανισμός μεγαλώνει.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Οι μαθητές συμπληρώνουν ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τρία ζητούμενα:

- **Σχεδιασμός και επισήμανση:** Μια απλή απεικόνιση του βυθού που δείχνει τουλάχιστον τρεις βενθικούς οργανισμούς, επισημαίνοντας τον καθένα ως εδραίο ή κινητό και προσδιορίζοντας την ομάδα μεγέθους του (μεγαβένθος, μακροβένθος ή μεσοβένθος).
- **Επεξήγηση:** Γράψτε μία πρόταση που να περιγράφει πώς ένα καβούρι ή μια μέδουσα ανήκει σε περισσότερες από μία οικολογικές ομάδες στη διάρκεια της ζωής του.
- **Αναστοχασμός:** «Το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθα σήμερα ήταν...»

Ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα δελτία εξόδου για να αξιολογήσει:

- Την ακρίβεια των επισημάνσεων και των ταξινομήσεων.
- Την κατανόηση της διάκρισης εδραίου/κινητού και των υποδιαιρέσεων μεγέθους.
- Την κατανόηση του πώς οι κύκλοι ζωής μπορεί να μεταβάλλονται μεταξύ διαφορετικών οικολογικών ομάδων.
- Τα επίπεδα συμμετοχής και ενδιαφέροντος.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Οι μαθητές ταξινομούν σωστά τους βενθικούς οργανισμούς ως εδραίους ή κινητούς.
- Οι μαθητές κατατάσσουν σωστά τους οργανισμούς στις υποδιαιρέσεις μεγέθους.
- Οι μαθητές χρησιμοποιούν κατάλληλα το επιστημονικό λεξιλόγιο.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις συζητήσεις και συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ζευγάρια και ομάδες.

2. Ερωτήσεις:

- Στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη διερεύνηση για τον έλεγχο της κατανόησης.
- Ερωτήσεις εμβάθυνσης που ενθαρρύνουν τον βαθύτερο προβληματισμό για τη ζωή στον βυθό και τις συνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών οικολογικών ομάδων.

3. Ετεροαξιολόγηση:

- Αμοιβαίος έλεγχος μεταξύ των μελών κάθε ομάδας κατά τη δραστηριότητα ταξινόμησης του βυθού στη Φάση 2.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

4. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- **Επιστημονική ακρίβεια:** Σωστά επισημασμένη σκηνή βυθού με τη χρήση του κατάλληλου λεξιλογίου και ακριβείς ταξινομήσεις.
- **Κατανόηση:** Η επεξήγηση δείχνει ότι έγινε αντιληπτό πώς οι κύκλοι ζωής μπορούν να μεταβάλλονται μεταξύ διαφορετικών οικολογικών ομάδων.
- **Συμμετοχή:** Ουσιαστικός αναστοχασμός που δείχνει περιέργεια για τη βενθική ζωή.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να ορίσω το βένθος και να δώσω τουλάχιστον τρία παραδείγματα βενθικών οργανισμών.
- Μπορώ να εξηγήσω τη διαφορά μεταξύ εδραίου και κινητού βένθους.
- Μπορώ να ονομάσω και να περιγράψω σύντομα τις τρεις υποδιαιρέσεις μεγέθους του βένθους.
- Μπορώ να εξηγήσω πώς ένα καβούρι ή μια μέδουσα ανήκει σε διαφορετικές οικολογικές ομάδες σε διαφορετικά στάδια της ανάπτυξής του.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3.

ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ

ΣΤΟΝ ΩΚΕΑΝΟ - ΝΗΚΤΟ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εισάγει τους μαθητές στο νηκτό ως την τρίτη και τελευταία βασική οικολογική ομάδα των θαλάσσιων οργανισμών. Βασιζόμενο στη γνώση των μαθητών για το πλαγκτόν και το βένθος, το μάθημα εστιάζει στους ισχυρούς, ενεργούς κολυμβητές του ωκεανού, οργανισμούς που μπορούν να κινούνται ελεύθερα ενάντια στα ρεύματα και να διανύουν τεράστιες αποστάσεις μέσα στη στήλη του νερού. Μέσα από τη συζήτηση, τις δραστηριότητες ταξινόμησης και μια συνθετική δραστηριότητα για όλη την τάξη που ενώνει και τις τρεις οικολογικές ομάδες, οι μαθητές θα εμπεδώσουν την κατανόησή τους για το πώς οργανώνεται η ζωή στον ωκεανό και θα εκτιμήσουν την αξιοσημείωτη ποικιλότητα των ζώων που απαρτίζουν το νηκτό. Το μάθημα δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης και ταξινόμησης, στην ανάπτυξη επιστημονικής ορολογίας και στην καλλιέργεια μιας αίσθησης θαυμασμού για την κλίμακα και την ποικιλία της ζωής στον ανοιχτό ωκεανό.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν το νηκτό ως το σύνολο των οργανισμών που είναι ικανοί να κολυμπούν ενεργά ενάντια στα θαλάσσια ρεύματα.
- Αναγνωρίζουν τις κύριες ζωικές ομάδες που απαντώνται στο νηκτό: ψάρια, θηλαστικά, ερπετά, πτηνά.
- Εξηγούν ότι το νηκτό ζει κυρίως στη στήλη του νερού, αλλά μπορεί να χρησιμοποιεί τον βυθό για ανάπαυση, εύρεση καταφυγίου, αναζήτηση τροφής και αναπαραγωγή.
- Εξηγούν ότι τα φυτά δεν μπορούν να αποτελούν μέρος του νηκτού, καθώς δεν έχουν την ικανότητα αυτόνομης κίνησης.
- Διακρίνουν το νηκτό από το πλαγκτόν και το βένθος, τοποθετώντας σωστά και τις τρεις οικολογικές ομάδες μέσα στη στήλη του νερού.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ταξινομούν τους θαλάσσιους οργανισμούς ως πλαγκτόν, νηκτό ή βένθος με βάση τα χαρακτηριστικά τους.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία για την περιγραφή του νηκτού και τη σύγκρισή του με τις άλλες δύο οικολογικές ομάδες.

- Τοποθετούν αντιπροσωπευτικά είδη και των τριών κατηγοριών σωστά μέσα στη στήλη του νερού.
- Αιτιολογούν τις αποφάσεις ταξινόμησης με βάση τα παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά και την προϋπάρχουσα γνώση τους.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για την ποικιλότητα των ζώων που απαρτίζουν το νηκτό.
- Αναγνωρίζουν την αξία του ωκεανού ως ενός σύνθετου, πολυεπίπεδου περιβάλλοντος το οποίο μοιράζονται τρεις διαφορετικές οικολογικές ομάδες.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και ταξινόμηση των θαλάσσιων οργανισμών και στις τρεις οικολογικές ομάδες.
- Χρησιμοποιούν το κατάλληλο επιστημονικό λεξιλόγιο (νηκτό, πλαγκτόν, βένθος, στήλη του νερού, οικολογική ομάδα, μετακίνηση).
- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις ολόκληρης της στήλης του νερού με σωστά τοποθετημένους οργανισμούς και από τις τρεις ομάδες.

Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν ότι ο ωκεανός οργανώνεται σε διακριτές οικολογικές ομάδες, ανάλογα με το πού και το πώς ζουν οι οργανισμοί.
- Αναγνωρίζουν τη μεγάλη ποικιλότητα και την πολυπλοκότητα της ζωής στον ανοιχτό ωκεανό.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων ταξινόμησης.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων και σκέψεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση κατά τη συνθετική δραστηριότητα της ολομέλειας.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- Εικόνες αντιπροσωπευτικών ειδών νηκτού (ψάρια, φάλαινες και θαλάσσιες χελώνες) σε ανοιχτά νερά.
- Καρτέλες ταξινόμησης με εικόνες ή ονόματα θαλάσσιων οργανισμών και από τις τρεις οικολογικές ομάδες (για τη δραστηριότητα ταξινόμησης στη Φάση 2).
- Μαγνητικά αποκόμματα διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών από όλες τις οικολογικές ομάδες, για τη συνθετική δραστηριότητα στον πίνακα.
- Καθαρά φύλλα Α4 (ένα ανά ζευγάρι μαθητών).
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι.
- Φωτοτυπίες του δελτίου εξόδου (ένα ανά μαθητή).

- Καρτέλες/αφίσες λέξεων με το βασικό λεξιλόγιο (νηκτό, πλαγκτόν, βένθος, στήλη του νερού, μετακίνηση, εδραίος).
- Προαιρετικά: βίντεο με μεγάλα ζώα του νηκτού στον ανοιχτό ωκεανό ή χάρτες δορυφορικής παρακολούθησης των κινήσεων που κάνουν οι φάλαινες και οι θαλάσσιες χελώνες

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Φτιαγμένα για κολύμπι»

- Σύντομη υπενθύμιση των όσων έμαθαν οι μαθητές στα δύο προηγούμενα μαθήματα: το πλαγκτόν επιπλέει στη στήλη του νερού και δεν μπορεί να κολυμπήσει ενάντια στα ρεύματα, ενώ το βένθος ζει πάνω, μέσα ή κοντά στον βυθό. Στη συνέχεια, διατύπωση της ερώτησης: «Τι συμβαίνει όμως με τα ζώα που βρίσκονται ανάμεσα — τους ισχυρούς κολυμβητές του ανοιχτού ωκεανού;»
- Προβολή εντυπωσιακών εικόνων μιας φάλαινας, ενός καρχαρία, μιας θαλάσσιας χελώνας και ενός κοπαδιού ψαριών που κινούνται στο ανοιχτό νερό. Ο εκπαιδευτικός ρωτά: «Τι κοινό έχουν όλα αυτά τα ζώα; Πώς κινούνται; Θα μπορούσαν να κολυμπήσουν ενάντια σε ένα δυνατό θαλάσσιο ρεύμα;» (Αξιοποίηση της Εικόνας 1.3 από το SEA-QUEST Curriculum for Teachers, σελ. 47).
- Καθοδήγηση παρατήρησης: Οι μαθητές ενθαρρύνονται να παρατηρήσουν ότι αυτά τα ζώα είναι διαμορφωμένα για ενεργητική κίνηση, διαθέτοντας υδροδυναμικά σώματα,

δυνατά πτερύγια ή ουρές και ισχυρό μυϊκό σύστημα. Ακολουθεί η ερώτηση: «Πιστεύετε ότι αυτά τα ζώα μένουν σε ένα σημείο ή ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις;»

- Προαιρετική επέκταση: Προβολή ενός χάρτη δορυφορικής παρακολούθησης των κινήσεων που κάνουν οι φάλαινες ή οι θαλάσσιες χελώνες στις ωκεάνιες λεκάνες. Τίθεται το ερώτημα: «Γιατί αυτοί οι οργανισμοί μετακινούνται σε τόσο μεγάλες εκτάσεις;»
- Κλείσιμο με ερώτηση-γέφυρα: «Αν το πλαγκτόν παρασύρεται από τα ρεύματα και το βένθος μένει στον βυθό, πώς θα ονομάζατε τα ζώα που μπορούν να κολυμπήσουν ελεύθερα προς όποια κατεύθυνση θέλουν;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Πλαγκτόν, βένθος ή νηκτό;»

- Διανομή σε κάθε ζευγάρι μαθητών ενός συνόλου καρτελών ταξινόμησης που δείχνουν διάφορους θαλάσσιους οργανισμούς και από τις τρεις οικολογικές ομάδες – συμπεριλαμβανομένων φυτοπλαγκτού, ζωοπλαγκτού, θαλάσσιων αγγειόσπερμων, κοραλλιών, καβουριών, βαλανιδιών, αστεριών, καρχαριών, άλλων ψαριών, φαλαινών και θαλάσσιων χελωνών. (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 46-49).
- Ομαδική εργασία: Σε ζευγάρια, οι μαθητές ταξινομούν τις κάρτες σε τρεις ομάδες πάνω στο φύλλο A4: πλαγκτόν, βένθος και νηκτό, αξιοποιώντας όσα έμαθαν στα προηγούμενα μαθήματα.
- Ενθάρρυνση συζήτησης: Οι μαθητές καλούνται να συζητούν για κάθε κάρτα πριν

την τοποθετήσουν: «Γιατί αυτός ο οργανισμός ανήκει εδώ; Ποιο χαρακτηριστικό σάς κάνει σίγουρους – ή αβέβαιους;»

- Ολομέλεια: Συγκέντρωση της τάξης στην ολομέλεια για τη σύγκριση των ομαδοποιήσεων. Ακολουθεί συζήτηση για τυχόν οργανισμούς που δυσκόλεψαν τους μαθητές κατά την ταξινόμηση, καθώς και για τους λόγους της δυσκολίας αυτής. Ο εκπαιδευτικός ρωτά: «Υπήρξαν εκπλήξεις; Κατέληξε κάποιος οργανισμός σε διαφορετική ομάδα από αυτή που περιμένατε;

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Αξιοποιώντας οπτικά βοηθήματα (ψηφιακή παρουσίαση ή αφίσα), ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα παρακάτω, ενώ οι μαθητές παρακολουθούν και συμπληρώνουν τα σχέδια της στήλης του νερού από τη Φάση 2.

1. Τι είναι το νηκτό;

- Οργανισμοί ικανοί να κολυμπούν ενεργά ενάντια στα θαλάσσια ρεύματα.
- Ζουν κυρίως στη στήλη του νερού, αλλά μπορεί να χρησιμοποιούν τον βυθό για ανάπαυση, εύρεση καταφυγίου, αναζήτηση τροφής και αναπαραγωγή.
- Απαντώνται σε ένα εύρος βαθών, από την επιφάνεια έως τα μεγάλα βάθη.
- Σε αντίθεση με το πλαγκτόν, το νηκτό ελέγχει την κατεύθυνση της κίνησής του· σε αντίθεση με το βένθος, δεν είναι προσκολλημένο στον πυθμένα.

2. Ποιος ανήκει στο νηκτό;

- **Ψάρια:** Η πιο ποικίλη και άφθονη ομάδα του νηκτού, που απαντάται σε όλα τα βάθη και σε όλες τις περιοχές του ωκεανού.
- **Καρχαρίες:** Ισχυροί θηρευτές και από τους πιο αποτελεσματικούς κολυμβητές στον ωκεανό.
- **Φάλαινες:** Τα μεγαλύτερα ζώα στη Γη (συγκεκριμένα οι γαλάζιες φάλαινες), ικανά να διασχίζουν ολόκληρες ωκεάνιες λεκάνες.
- **Θαλάσσιες χελώνες:** Ερπετά που περνούν σχεδώς όλη τους τη ζωή κολυμπώντας στον ανοιχτό ωκεανό, επιστρέφοντας στη στεριά μόνο για να ωοτοκήσουν στην άμμο.
- **Ενδιαφέρον στοιχείο:** Τα φυτά δεν μπορούν ποτέ να αποτελούν μέρος του νηκτού—όσο νερό κι αν κινείται γύρω τους, τα φυτά δεν μπορούν να κολυμπήσουν!

3. Συνοψίζοντας:

- Ο ωκεανός φιλοξενεί τρεις βασικές οικολογικές ομάδες: πλαγκτόν, νηκτό και βένθος.
- Κάθε οικολογική ομάδα ορίζεται από το πού ζουν οι οργανισμοί και πώς κινούνται.
- Μαζί, οι οικολογικές ομάδες καλύπτουν όλη τη ζωή στον ωκεανό — από τον πιο μικροσκοπικό μικροοργανισμό που παρασύρεται έως το μεγαλύτερο κολυμβητικό ζώο στη Γη.

Έλεγχος κατανόησης: Σύντομο προφορικό κουίζ

- «Μπορεί το νηκτό να κολυμπήσει ενάντια στο ρεύμα — τι το κάνει διαφορετικό από το πλαγκτόν;»
- «Ονομάστε ένα ζώο από καθεμία από τις τέσσερις ομάδες νηκτού που συζητήσαμε.»
- «Θα μπορούσε ένα φυτό θαλάσσιου αγγειόσπερμου να είναι ποτέ νηκτό — γιατί όχι;

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Ο ωκεανός ανήκει σε όλους»

Αυτή η δραστηριότητα συνδυάζει τη γνώση και από τα τρία μαθήματα για να χτίσει μια κοινή εικόνα της ζωής στον ωκεανό..

- Χρήση του μαυροπίνακα της τάξης ως αναπαράστασης του ωκεανού. Ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει έναν απλό βυθό στο κάτω μέρος, σημειώνει τη στήλη του νερού στη μέση και την επιφάνεια στην κορυφή.
- Προετοιμασία των υλικών: Χρήση χάρτινων αποκομμάτων από ένα ευρύ φάσμα θαλάσσιων οργανισμών και από τις τρεις οικολογικές ομάδες — συμπεριλαμβανομένων παραδειγμάτων φυτοπλαγκτού, ζωοπλαγκτού, θαλάσσιων αγγειόσπερμων, κοραλλιών, βαλανιδιών, καβουριών, αστεριών, καρχαριών, άλλων ψαριών, φαλαινών και θαλάσσιων χελωνών (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 46-49).
- Διανομή μαγνητών στους μαθητές, ώστε κάθε αποκόμμα να μπορεί να στερεωθεί στον πίνακα.

- Διαδικασία παιχνιδιού: Ο εκπαιδευτικός δείχνει τα αποκόμματα ένα-ένα και καλεί τους μαθητές να αναγνωρίσουν τον οργανισμό. Ο μαθητής που απαντά σωστά παίρνει το αντίστοιχο απόκομμα.
- Τοποθέτηση στον πίνακα: Αφού μοιραστούν όλα τα αποκόμματα, οι μαθητές καλούνται ένας-ένας στον πίνακα για να τοποθετήσουν τον οργανισμό τους στη σωστή θέση – το πλαγκτόν στη στήλη του νερού (κυρίως κοντά στην επιφάνεια για το φως), το νηκτό στη στήλη του νερού και το βένθος στον βυθό –, εξηγώντας σύντομα το σκεπτικό τους στην τάξη.
- Συζήτηση στην ολομέλεια: Αφού τοποθετηθούν όλοι οι οργανισμοί, η τάξη παρατηρεί συνολικά την πλήρη εικόνα. Ο εκπαιδευτικός θέτει τα εξής ερωτήματα:
 - «Ο ωκεανός φαίνεται τώρα γεμάτος ή άδειος;»
 - «Ποια οικολογική ομάδα περιλαμβάνει τους περισσότερους οργανισμούς και ποια τους μεγαλύτερους;»
 - «Μπορείτε να εντοπίσετε έναν οργανισμό που ξεκίνησε τη ζωή του σε διαφορετική οικολογική ομάδα;»
 - «Τι θα συνέβαινε σε ολόκληρο το οικοσύστημα αν εξαφανιζόταν μία οικολογική ομάδα;»
- Σύνοψη: Το μάθημα ολοκληρώνεται με την επισήμανση ότι ο ωκεανός είναι ένα σύνθετο, πολυεπίπεδο περιβάλλον, όπου κάθε οικολογική ομάδα εξαρτάται από τις άλλες – το πλαγκτόν τρέφει το νηκτό, το βένθος ανακυκλώνει τα θρεπτικά συστατικά που

στηρίζουν το πλαγκτόν και το νηκτό συνδέει την επιφάνεια με τα βαθύτερα στρώματα.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Οι μαθητές συμπληρώνουν ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τρία ζητούμενα:

- **Σχεδιασμός και επισήμανση:** Απεικόνιση των δύο στοιχείων του θαλάσσιου περιβάλλοντος (στήλη του νερού, βυθός) που να δείχνει και τις τρεις οικολογικές ομάδες (πλαγκτόν, νηκτό και βένθος), με τουλάχιστον δύο παραδείγματα οργανισμών ανά ομάδα.
- **Επεξήγηση:** Γράψτε μία πρόταση που να εξηγεί τι κάνει το νηκτό διαφορετικό τόσο από το πλαγκτόν όσο και από το βένθος.
- **Αναστοχασμός:** «Το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθα σε αυτά τα τρία μαθήματα ήταν...»

Ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα δελτία εξόδου για να αξιολογήσει:

- Την ακρίβεια της τοποθέτησης και των επισημάνσεων και στις τρεις οικολογικές ομάδες.
- Την κατανόηση των χαρακτηριστικών του νηκτού και του πώς διαφέρει από τις άλλες δύο ομάδες.
- Τα επίπεδα συμμετοχής και ενδιαφέροντος.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση):

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Οι μαθητές ταξινομούν σωστά τους οργανισμούς και στις τρεις οικολογικές ομάδες.
- Οι μαθητές χρησιμοποιούν με ακρίβεια το επιστημονικό λεξιλόγιο περιγράφοντας το νηκτό και συγκρίνοντάς το με το πλαγκτόν και το βένθος.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις συζητήσεις και στη συνθετική δραστηριότητα στον πίνακα.
- Οι μαθητές συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ζευγάρια και στο πλαίσιο της ολομέλειας.

2. Ερωτήσεις:

- Στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη δραστηριότητα ταξινόμησης για τον έλεγχο της κατανόησης και την αντιμετώπιση τυχόν παρανοήσεων.
- Ερωτήσεις εμβάθυνσης κατά τη συνθετική δραστηριότητα για την ενθάρρυνση βαθύτερης σκέψης σχετικά με τις σχέσεις μεταξύ των οικολογικών ομάδων.

3. Ετεροαξιολόγηση:

- Αμοιβαίος έλεγχος μεταξύ των μελών κάθε ομάδας κατά τη δραστηριότητα ταξινόμησης στη Φάση 2.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

4. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- **Επιστημονική ακρίβεια:** Σωστά επισημασμένο πλήρες διάγραμμα της

στήλης του νερού με τη χρήση του κατάλληλου λεξιλογίου και ακριβή τοποθέτηση και των τριών οικολογικών ομάδων.

- **Κατανόηση:** Η επεξήγηση δείχνει σαφή κατανόηση του τι ορίζει το νηκτό και πώς διαφέρει από το πλαγκτόν και το βένθος.
- **Συμμετοχή:** Ουσιαστικός αναστοχασμός που δείχνει περιέργεια και μια αίσθηση της ευρύτερης εικόνας που προέκυψε από τα τρία μαθήματα.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να ορίσω το νηκτό και να εξηγήσω τι το κάνει διαφορετικό από το πλαγκτόν και το βένθος.
- Μπορώ να ονομάσω τουλάχιστον ένα παράδειγμα νηκτού από καθεμία από τις τέσσερις ζωικές ομάδες που συζητήσαμε.
- Μπορώ να τοποθετήσω σωστά και τις τρεις οικολογικές ομάδες μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον (στη στήλη του νερού και στον βυθό).
- Μπορώ να εξηγήσω γιατί τα φυτά δεν μπορούν να ανήκουν στο νηκτό.
- Μπορώ να περιγράψω πώς οι τρεις οικολογικές ομάδες συνδέονται και εξαρτώνται η μία από την άλλη.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4. ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΩΚΕΑΝΟ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το εισαγωγικό μάθημα εστιάζει στις βασικές οικολογικές ομάδες των θαλάσσιων οργανισμών, πλαγκτόν, νηκτό και βένθος, παρέχοντας στους μαθητές τη θεμελιώδη γνώση για το πώς οργανώνεται η ζωή στον ωκεανό ανάλογα με το πού ζουν οι οργανισμοί και πώς κινούνται. Μέσα από τη συζήτηση, την πρακτική διερεύνηση και τις συνεργατικές δραστηριότητες, οι μαθητές θα ανακαλύψουν ότι διαφορετικοί οργανισμοί είναι προσαρμοσμένοι στη ζωή σε διαφορετικά τμήματα της στήλης του νερού. Το μάθημα δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης, στην ανάπτυξη επιστημονικής ορολογίας και στην κατανόηση ότι ο ωκεανός είναι ένα σύνθετο, πολυεπίπεδο περιβάλλον, το οποίο μοιράζεται μια εξαιρετική ποικιλία μορφών ζωής.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εξηγούν ότι ο ωκεανός φιλοξενεί μεγάλη ποικιλία μορφών ζωής που καταλαμβάνουν διαφορετικά τμήματα του θαλάσσιου περιβάλλοντος (στη στήλη του νερού και στον βυθό).
- Διακρίνουν τις τρεις βασικές οικολογικές ομάδες των θαλάσσιων οργανισμών: πλαγκτόν, νηκτό και βένθος.
- Αναφέρουν παραδείγματα από κάθε οικολογική ομάδα, συμπεριλαμβανομένων του φυτοπλαγκτού και του ζωοπλαγκτού, των ζωικών κατηγοριών που απαντώνται στο νηκτό (θηλαστικά, πτηνά, ερπετά, ψάρια), καθώς και παραδειγμάτων βενθικών οργανισμών και των υποκατηγοριών τους.
- Εξηγούν ότι ορισμένα ζώα ανήκουν σε διαφορετικές οικολογικές ομάδες σε διαφορετικά στάδια του κύκλου της ζωής τους.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Παρατηρούν συστηματικά και να καταγράφουν τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών οικολογικών ομάδων.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία για την περιγραφή αυτών των οικολογικών ομάδων.

- Τοποθετούν αντιπροσώπους κάθε κατηγορίας στη σωστή θέση μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον (στήλη του νερού, βυθός).
- Συγκρίνουν και να αντιπαραβάλλουν τις τρεις οικολογικές ομάδες με βάση τα χαρακτηριστικά τους

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για τη βιοποικιλότητα του ωκεανού.
- Αναγνωρίζουν την αξία και την πολυπλοκότητα της ζωής στο θαλάσσιο περιβάλλον.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και καταγραφή των χαρακτηριστικών των οικολογικών ομάδων των θαλάσσιων οργανισμών.
- Χρησιμοποιούν το κατάλληλο επιστημονικό λεξιλόγιο (νηκτό, πλαγκτόν, βένθος, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, βακτηριοπλαγκτόν, εδραίος).
- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις του θαλάσσιου περιβάλλοντος (στήλη του νερού, βυθός) με σωστά τοποθετημένους οργανισμούς.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τη βιοποικιλότητα του ωκεανού και την ποικιλία των μορφών ζωής που αυτή στηρίζει.
- Αναγνωρίζουν ότι διαφορετικοί οργανισμοί είναι προσαρμοσμένοι στη ζωή σε διαφορετικά τμήματα του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων σε ζευγάρια και ομάδες.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- Εικόνες διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών που αντιπροσωπεύουν και τις τρεις οικολογικές ομάδες (πλαγκτόν, νηκτό, βένθος).
- Μαγνητικά αποκόμματα διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών (ψάρια, θαλάσσιες χελώνες, φύκη, καβούρια, μαλάκια, πλαγκτονικοί οργανισμοί) για τη δραστηριότητα στον πίνακα.
- Καθαρά φύλλα Α4 (ένα ανά ζευγάρι μαθητών).
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι.
- Απλά διαγράμματα του κύκλου ζωής επιλεγμένων ζώων (ψάρι, καβούρι, μέδουσα) – ένα σετ ανά ομάδα ή προβαλλόμενα για όλη την τάξη.
- Φωτοτυπίες του δελτίου εξόδου (ένα ανά μαθητή).
- Καρτέλες/αφίσες λέξεων με το βασικό λεξιλόγιο (πλαγκτόν, νηκτό, βένθος, φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, βακτηριοπλαγκτόν, εδραίος).
- Προαιρετικά: βίντεο θαλάσσιων οικοσυστημάτων με τους οργανισμούς στο φυσικό τους περιβάλλον ή εικόνες από μικροσκόπιο που δείχνουν πλαγκτονικούς οργανισμούς.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Ζώα του ωκεανού»

- Προβολή εικόνων διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών, όπως ψάρια, φάλαινες, φύκη, πλαγκτόν, μαλάκια και καβούρια. (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 46-49).
- Ενθάρρυνση της συζήτησης μέσω των εξής ερωτήσεων: «Αναγνωρίζετε κάποιον από αυτούς τους οργανισμούς; Πώς κινούνται; Πού ζουν; Τι χρειάζονται για να επιβιώσουν; Χρειάζονται όλοι τα ίδια πράγματα; Τι χρειάζεται ένα φύκι, πρέπει πάντα να είναι προσκολλημένο σε κάτι; Πώς διαφέρει μια φάλαινα από ένα φύκι ως προς την κατηγορία διαβίωσης και τον τρόπο κίνησής της;»
- Σύνοψη: Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές να παρατηρήσουν ότι διαφορετικοί οργανισμοί καταλαμβάνουν διαφορετικά τμήματα του ωκεανού και έχουν πολύ διαφορετικούς τρόπους διαβίωσης.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Ωκεανός - υπάρχει χώρος για όλους»

- Παρουσίαση της λέξης **ΠΛΑΓΚΤΟΝ** μαζί με εικόνες φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού. Ο εκπαιδευτικός ρωτά τους μαθητές: «Έχετε ξανακούσει αυτή τη λέξη; Τι σας θυμίζει;» Αν οι μαθητές αναφέρουν τον χαρακτήρα «Μπομπ Σφουγγαράκης», ακολουθεί η ερώτηση: «Με βάση αυτό, πιστεύετε ότι το πλαγκτόν είναι

μεγάλο ή μικρό; Συνδέετε τη λέξη πλαγκτόν με τις φάλαινες (καθώς συχνά γνωρίζουν ότι αποτελεί τροφή τους), και αν ναι, τι μας δείχνει αυτό;»

- Παρουσίαση της λέξης **ΝΗΚΤΟ** μαζί με εικόνες ψαριών, θαλάσσιων χελωνών, φαλαινών και πιγκουίνων. Επαναλαμβάνεται μια αντίστοιχη συζήτηση: «Έχετε ξανακούσει αυτή τη λέξη; Τι κοινό έχουν αυτοί οι οργανισμοί;»
- Παρουσίαση της λέξης **ΒΕΝΘΟΣ** μαζί με εικόνες καβουριών, θαλάσσιων αγγειόσπερμων, βαλανιδιών και μαλακίων. Ο εκπαιδευτικός ζητά εκ νέου αρχικές παρατηρήσεις και συνειρμούς.
- Ομαδική εργασία: Σε ζευγάρια, οι μαθητές λαμβάνουν ένα καθαρό φύλλο A4 και χρωματιστά μολύβια. Σχεδιάζουν μια απλή διατομή του ωκεανού, σημειώνοντας την επιφάνεια, τη στήλη του νερού και τον βυθό. Στη συνέχεια, σχεδιάζουν ή γράφουν πού πιστεύουν ότι εντοπίζεται το πλαγκτόν, το νηκτό και το βένθος.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Αξιοποιώντας οπτικά βοηθήματα (ψηφιακή παρουσίαση ή αφίσα), ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα παρακάτω.

1. Πλαγκτόν

- Οργανισμοί που επιπλέουν ελεύθερα στη στήλη του νερού.
- Συνήθως μικροσκοπικοί ή πολύ μικροί σε μέγεθος.

- Δεν μπορούν να κολυμπήσουν ενάντια στα ρεύματα – παρασύρονται από αυτά.
- Περιλαμβάνει τρεις κύριες ομάδες: φυτοπλαγκτόν (φωτοσυνθετικοί οργανισμοί), ζωοπλαγκτόν (ζώα) και βακτηριοπλαγκτόν.
- Αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας στον ωκεανό.

2. Νηκτό

- Οργανισμοί ικανοί να κολυμπούν ενεργά και να κινούνται ενάντια στα θαλάσσια ρεύματα.
- Ζουν κυρίως στη στήλη του νερού, αλλά μπορεί να χρησιμοποιούν τον βυθό για ανάπαυση, εύρεση καταφυγίου, αναζήτηση τροφής και αναπαραγωγή.
- Περιλαμβάνει αντιπροσώπους πολλών ζωικών κατηγοριών: ψάρια, θηλαστικά, ερπετά, ακόμη και ορισμένα πτηνά.
- Τα φυτά δεν μπορούν να ανήκουν στο νηκτό, καθώς δεν έχουν την ικανότητα αυτόνομης μετακίνησης.

3. Βένθος

- Οργανισμοί που ζουν πάνω, μέσα ή κοντά στον βυθό.
- Υποδιαιρείται σε ομάδες με βάση το μέγεθος (π.χ. μακροβένθος, μεσοβένθος, μικροβένθος).
- Περιλαμβάνει ζώα, φυτά και μικροοργανισμούς.
- Κάποιοι οργανισμοί μετακινούνται στον βυθό, ενώ άλλοι είναι εδραίοι (μόνιμα

προσκολλημένοι σε ένα υπόστρωμα), όπως τα βαλανίδια ή τα κοράλλια.

Δραστηριότητα: «Ας τους βρούμε σπίτι»

- Προετοιμασία των υλικών: Χρήση χάρτινων αποκομμάτων από διάφορους θαλάσσιους οργανισμούς (ψάρια, θαλάσσιες χελώνες, φύκη, καβούρια, μαλάκια και πλαγκτονικοί οργανισμοί) που έχουν ήδη παρουσιαστεί. Τα είδη δεν απαιτείται να είναι συγκεκριμένα (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 46-49).
- Διαδικασία παιχνιδιού: Ο εκπαιδευτικός δείχνει τα αποκόμματα ένα-ένα και καλεί τους μαθητές να αναγνωρίσουν τον οργανισμό. Ο μαθητής που απαντά σωστά παίρνει το αντίστοιχο απόκομμα.
- Σχεδιασμός στον πίνακα: Αφού μοιραστούν όλα τα αποκόμματα, χρησιμοποιείται ο μαυροπίνακας της τάξης ως αναπαράσταση του ωκεανού, σχεδιάζεται ένας απλός βυθός στο κάτω μέρος και σημειώνεται η επιφάνεια στην κορυφή.
- Τοποθέτηση: Διανομή μαγνητών στους μαθητές, ώστε κάθε απόκομμα να μπορεί να στερεωθεί στον πίνακα. Οι μαθητές καλούνται ένας-ένας να τοποθετήσουν το αποκόμματά τους στη σωστή θέση, το πλαγκτόν στη στήλη του νερού (κυρίως κοντά στην επιφάνεια), το νηκτό στη στήλη του νερού και το βένθος στον βυθό, εξηγώντας σύντομα το σκεπτικό τους.

Έλεγχος κατανόησης: Σύντομο προφορικό κουίζ

- «Πώς ονομάζεται η ομάδα οργανισμών που ζουν πάνω ή κοντά στον βυθό του ωκεανού;»
- «Σε ποια ομάδα ανήκουν τα ψάρια, οι φάλαινες και οι θαλάσσιες χελώνες;»
- «Μπορεί το πλαγκτόν να κολυμπήσει ενάντια στο ρεύμα;

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Ένα ζώο, δύο κόσμοι»

Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες (3–4 άτομα) με απλά διαγράμματα του κύκλου ζωής επιλεγμένων ζώων, όπως ένα ψάρι, ένα καβούρι και μια μέδουσα. Ο στόχος είναι να ανακαλύψουν ότι δεν περνούν όλα τα ζώα ολόκληρη τη ζωή τους στην ίδια οικολογική ομάδα.

Τα διαγράμματα αυτά μπορούν να προβληθούν για όλη την τάξη ή να τυπωθούν για κάθε ομάδα. Οι μαθητές προσδιορίζουν σε ποια οικολογική ομάδα ανήκει το ζώο σε κάθε στάδιο της ανάπτυξής του, για παράδειγμα:

- **Ψάρι:** Αυγά και προνύμφες → πλαγκτόν, ενήλικο → νηκτό
- **Καβούρι:** Προνύμφες → πλαγκτόν, ενήλικο → βένθος
- **Μέδουσα:** Προνύμφες → πλαγκτόν, στάδιο πολύποδα → βένθος, στάδιο μέδουσας → πλαγκτόν

Θέματα προς συζήτηση:

- «Μπορεί το ίδιο ζώο να ανήκει σε περισσότερες από μία οικολογικές ομάδες στη διάρκεια της ζωής του;»
- «Τι αλλάζει, το ζώο ή το περιβάλλον του;»

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Οι μαθητές συμπληρώνουν ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τρία ζητούμενα:

- **Σχεδιασμός και επισήμανση:** Μια απλή διατομή του ωκεανού που δείχνει πού μπορούν να βρεθούν το πλαγκτόν, το νηκτό και το βένθος, με τουλάχιστον έναν αντιπροσωπευτικό οργανισμό για κάθε οικολογική ομάδα.
- **Επεξήγηση:** Γράψτε μία πρόταση που να περιγράφει ένα βασικό χαρακτηριστικό οποιασδήποτε οικολογικής ομάδας
- **Αναστοχασμός:** «Το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθα σήμερα ήταν...»

Ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα δελτία εξόδου για να αξιολογήσει:

- Την ακρίβεια της τοποθέτησης και των επισημάνσεων.
- Την κατανόηση των χαρακτηριστικών κάθε οικολογικής ομάδας.
- Τα επίπεδα συμμετοχής και ενδιαφέροντος.

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Οι μαθητές τοποθετούν σωστά τους οργανισμούς στην κατάλληλη οικολογική ομάδα.
- Οι μαθητές χρησιμοποιούν κατάλληλα το επιστημονικό λεξιλόγιο.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις συζητήσεις.
- Οι μαθητές συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ζευγάρια και ομάδες.

2. Ερωτήσεις:

- Στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη διερεύνηση για τον έλεγχο της κατανόησης.
- Ερωτήσεις εμβάθυνσης που ενθαρρύνουν τον βαθύτερο προβληματισμό για τα χαρακτηριστικά κάθε οικολογικής ομάδας.

3. Ετεροαξιολόγηση:

- Αμοιβαίος έλεγχος μεταξύ των μελών κάθε ομάδας κατά τη δραστηριότητα σχεδίασης του θαλάσσιου περιβάλλοντος (στήλης του νερού και βυθού) στη Φάση 2.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

4. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- **Επιστημονική ακρίβεια:** Σωστά επισημασμένο διάγραμμα του ωκεανού με τη χρήση του κατάλληλου λεξιλογίου και τουλάχιστον έναν αντιπροσωπευτικό οργανισμό ανά οικολογική ομάδα.
- **Κατανόηση:** Η επεξήγηση δείχνει κατανόηση των χαρακτηριστικών τουλάχιστον μίας οικολογικής ομάδας.
- **Συμμετοχή:** Ουσιαστικός αναστοχασμός που δείχνει περιέργεια για τη βιοποικιλότητα του ωκεανού.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να αναγνωρίσω και να περιγράψω τις τρεις βασικές οικολογικές ομάδες: πλαγκτόν, νηκτό και βένθος.
- Μπορώ να τοποθετήσω διαφορετικούς θαλάσσιους οργανισμούς στη σωστή θέση μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον (στη στήλη του νερού και στον βυθό).
- Μπορώ να εξηγήσω τουλάχιστον ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό κάθε οικολογικής ομάδας.
- Μπορώ να αναφέρω ένα παράδειγμα ζώου του οποίου η οικολογική ομάδα μεταβάλλεται σε διαφορετικά στάδια της ανάπτυξής του.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 5. ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΩΚΕΑΝΟ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εισάγει τους μαθητές στην ποικιλότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, παρέχοντας τη θεμελιώδη γνώση για τους φυσικούς και χημικούς παράγοντες που διαμορφώνουν τη ζωή στον ωκεανό. Μέσα από τη συζήτηση, τη συνεργατική χαρτογράφηση και τις δημιουργικές ομαδικές δραστηριότητες, οι μαθητές θα εξερευνήσουν πώς το φως, η θερμοκρασία, η αλατότητα και το οξυγόνο καθορίζουν ποιοι οργανισμοί μπορούν να επιβιώσουν σε διαφορετικά μέρη του ωκεανού. Το μάθημα καθοδηγεί τους μαθητές από μια ευρεία κατανόηση των συνθηκών του ωκεανού και των ζωνών φωτισμού σε μια πιο προσεκτική ματιά στις τρεις κύριες κατηγορίες θαλάσσιων οικοσυστημάτων, τον ανοιχτό ωκεανό, την παράκτια και κοντά στην ακτή ζώνη, καθώς και τα βαθιά νερά (αβυσσαία ζώνη), και στις μοναδικές κοινότητες οργανισμών που υποστηρίζει καθεμία. Το μάθημα δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης και σύγκρισης, στην ανάπτυξη επιστημονικής ορολογίας και στην αναγνώριση της αξιοσημείωτης ποικιλότητας και πολυπλοκότητας των θαλάσσιων περιβαλλόντων.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εξηγούν ότι τα θαλάσσια περιβάλλοντα διαμορφώνονται από φυσικούς παράγοντες, όπως το φως, η θερμοκρασία, η αλατότητα και το οξυγόνο.
- Περιγράφουν τις τρεις ζώνες φωτισμού του ωκεανού: φωτική, δυσφωτική και αφωτική.
- Αναγνωρίζουν τις τρεις κύριες κατηγορίες θαλάσσιων οικοσυστημάτων: τον ανοιχτό ωκεανό, την παράκτια και κοντά στην ακτή ζώνη, και τα βαθιά νερά.
- Περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας οικοσυστημάτων και να αναφέρουν παραδείγματα οργανισμών που απαντώνται εκεί.
- Εξηγούν ότι οι διαφορετικές φυσικές συνθήκες στηρίζουν διαφορετικά οικοσυστήματα και κοινότητες οργανισμών.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Παρατηρούν και να συγκρίνουν τα χαρακτηριστικά διαφορετικών θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία για την περιγραφή των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και των συνθηκών τους.
- Τοποθετούν τα θαλάσσια οικοσυστήματα και

τους οργανισμούς στο σωστό γεωγραφικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο σε έναν χάρτη των ωκεανών.

- Αιτιολογούν την αντιστοίχιση των οργανισμών στα οικοσυστήματα με βάση τις προσαρμογές και τις περιβαλλοντικές τους απαιτήσεις.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για την ποικιλότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και τη ζωή που στηρίζουν.
- Αναγνωρίζουν την αξία και την πολυπλοκότητα των οικοσυστημάτων του ωκεανού, καθώς και την εξάρτησή τους από μια εύθραυστη ισορροπία περιβαλλοντικών συνθηκών.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και σύγκριση των χαρακτηριστικών διαφορετικών θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Χρησιμοποιούν το κατάλληλο επιστημονικό λεξιλόγιο (φωτική, δυσφωτική, αφωτική, πελαγική, βενθική, αλατότητα, υδροθερμική πηγή, κοραλλιογενής ύφαλος, λειμώνας θαλάσσιων αγγειόσπερμων, μαγγρόβια οικοσυστήματα).
- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και της κατανομής τους.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν ότι η βιοποικιλότητα του ωκεανού διαμορφώνεται από τις φυσικές και χημικές περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Αναγνωρίζουν ότι διαφορετικά οικοσυστήματα στηρίζουν διαφορετικές κοινότητες οργανισμών, και ότι κάθε οικοσύστημα είναι μοναδικό και αναντικατάστατο

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των ομαδικών δραστηριοτήτων χαρτογράφησης και σχεδιασμού οικοσυστήματος.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων και σκέψεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- Εικόνες διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών και οικοσυστημάτων (ανοιχτός ωκεανός, κοραλλιογενής ύφαλος, λειμώνας θαλάσσιων αγγειόσπερμων, μαγγρόβια δάση, αμμώδης ακτή, βραχώδης ακτή).
- Παγκόσμιος γεωγραφικός χάρτης με ηπείρους και ωκεανούς για συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης.
- Χάρτες περιγράμματος της Γης (ένας ανά ομάδα).
- Εικόνες οικοσυστημάτων και οργανισμών ή κάρτες με ονομασίες (κοραλλιογενής ύφαλος, λειμώνας θαλάσσιων αγγειόσπερμων, μαγγρόβια δάση, ανοιχτός ωκεανός,

φάλαινες, μεγάλοι λευκοί καρχαρίες, θαλάσσιες χελώνες) για τη δραστηριότητα χαρτογράφησης.

- Κάρτες περιβαλλοντικών συνθηκών για τη δραστηριότητα «Σχεδιάστε το οικοσύστημά σας» (μία ανά ομάδα).
- Κενά πρότυπα ενδιατημάτων για τη δραστηριότητα «Σχεδιάστε το οικοσύστημά σας» (ένα ανά ομάδα).
- Κάρτες με εικόνες ή ονόματα οργανισμών για τη δραστηριότητα «Σχεδιάστε το οικοσύστημά σας».
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι.
- Φωτοτυπίες του δελτίου εξόδου (ένα ανά μαθητή).
- Καρτέλες/αφίσες λέξεων με το βασικό λεξιλόγιο (φωτική, δυσφωτική, αφωτική, πελαγική, αλατότητα, υδροθερμική πηγή, κοραλλιογενής ύφαλος, λειμώνας θαλάσσιων αγγειόσπερμων, μαγγρόβια).
- Προαιρετικά: βίντεο με διάφορα θαλάσσια οικοσυστήματα ή χάρτης καταγεγραμμένων κινήσεων φαλαινών ή θαλάσσιων χελωνών, που δείχνει την κατανομή στον ανοιχτό ωκεανό.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Ίδιες ανάγκες, διαφορετικοί τρόποι»

- Προβολή εικόνων διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών, όπως φύκη, θαλάσσια αγγειόσπερμα, ψάρια, δελφίνια, κοράλλια και καβούρια. (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.2,

1.3, 1.5, 1.6 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 46-49).

- Ενθάρρυνση της συζήτησης μέσω των εξής ερωτήσεων: «Τι κοινό έχουν όλοι αυτοί οι οργανισμοί; Τι χρειάζονται για να επιβιώσουν – τροφή, οξυγόνο, νερό, θερμότητα; Τα αποκτούν όλοι με τον ίδιο τρόπο;»
- Καθοδήγηση των μαθητών ώστε να παρατηρήσουν ότι, παρότι όλα τα ζωντανά όντα μοιράζονται τις ίδιες βασικές ανάγκες, τις καλύπτουν με πολύ διαφορετικούς τρόπους. Τα φυτά χρησιμοποιούν τη φωτοσύνθεση για να παράγουν τροφή και χρειάζονται φως για τον σκοπό αυτό. Τα ζώα δεν μπορούν να παράγουν τη δική τους τροφή και πρέπει να καταναλώνουν άλλους οργανισμούς. Δεν χρειάζονται όλοι οι οργανισμοί φως, αλλά οι περισσότεροι χρειάζονται οξυγόνο.
- Κλείσιμο της δραστηριότητας με ερώτηση-γέφυρα: «Αν οι οργανισμοί έχουν τόσο διαφορετικές ανάγκες και κατηγορίες διαβίωσης, πιστεύετε ότι ζουν όλοι στα ίδια μέρη – ή ότι διαφορετικά μέρη ταιριάζουν σε διαφορετικούς οργανισμούς;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Κάθε μέρος είναι διαφορετικό»

- Προβολή μιας διατομής του ωκεανού που δείχνει τη φωτική, τη δυσφωτική και την αφωτική ζώνη φωτισμού. Ενθάρρυνση της συζήτησης μέσω των εξής ερωτήσεων: «Τι πιστεύετε ότι μπορεί να ζήσει εκεί όπου δεν υπάρχει καθόλου φως; Μπορούν τα φυτά να επιβιώσουν στα βαθιά νερά του ωκεανού; Μπορούν κάποιοι οργανισμοί να μετακινούνται μεταξύ των ζωνών ή παραμένουν σε ένα μόνο μέρος;» (Αξιοποίηση

της Εικόνας 1.7 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 50).

- Μελέτη περίπτωσης (ανοιχτός ωκεανός): Προβολή μιας εικόνας μιας μεγάλης φάλαινας, όπως η γαλάζια φάλαινα. Ο εκπαιδευτικός θέτει τα ερωτήματα: «Πού ζει ένα ζώο αυτού του μεγέθους; Μπορούμε να το βρούμε κοντά στην ακτή; Ξεκουράζεται στον βυθό;» Καθοδηγεί τους μαθητές προς την ιδέα ότι κάποια ζώα ζουν στον ανοιχτό ωκεανό, μακριά από την ακτή, σε αυτό που ονομάζεται πελαγική ζώνη. Προαιρετικά, γίνεται προβολή ενός χάρτη καταγεγραμμένων κινήσεων φαλαινών για να απεικονιστεί πώς ταξιδεύουν σε τεράστιες εκτάσεις ανοιχτού ωκεανού.
- Σύγκριση παράκτιων οικοσυστημάτων: Προβολή εικόνων μιας αμμώδους ακτής, ενός κοραλλιογενούς υφάλου και ενός λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων, τη μία δίπλα στην άλλη. Για κάθε εικόνα, διατυπώνονται ερωτήματα όπως: «Τι είδους οργανισμοί ζουν εδώ; Μπορούν τα ζώα να σκάσουν ή να βρουν καταφύγιο στην άμμο; Είναι οι οργανισμοί προσκολλημένοι σε ένα υπόστρωμα ή κινούνται ελεύθερα – ή συμβαίνουν και τα δύο; Είναι εύκολο να βρεθεί τροφή ή καταφύγιο εδώ; Χρειάζεται φως αυτό το οικοσύστημα για να λειτουργήσει;» (Αξιοποίηση των Εικόνων 1.13, 1.14 στη σελ. 54, και των Εικόνων 3.2, 3.3, 3.4 στις σελ. 84-85 από το SEAQUEST Curriculum for Teachers).
- Ολομέλεια: Αφού συζητηθούν και τα τρία περιβάλλοντα, ο εκπαιδευτικός ρωτά: «Τι κοινό έχουν αυτά τα οικοσυστήματα και πώς διαφέρουν μεταξύ τους;» Καθοδηγεί τους μαθητές στο συμπέρασμα ότι κάθε οικοσύστημα έχει τα δικά του διακριτά χαρακτηριστικά – φυσικές συνθήκες,

διαθέσιμους πόρους και κοινότητες οργανισμών — και ότι αυτές οι διαφορές καθιστούν το καθένα έναν μοναδικό τόπο διαβίωσης.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Αξιοποιώντας οπτικά βοηθήματα (ψηφιακή παρουσίαση ή αφίσα), ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα παρακάτω

1. Παράγοντες που διαμορφώνουν τη ζωή στον ωκεανό

- Τα θαλάσσια περιβάλλοντα διαμορφώνονται από ποικίλους φυσικούς και χημικούς παράγοντες.
- Ανάμεσα στους πιο σημαντικούς είναι το φως, το οξυγόνο, η αλατότητα και η θερμοκρασία, οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των διάφορων θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Με βάση τη διαθεσιμότητα φωτός, ο ωκεανός χωρίζεται σε τρεις ζώνες φωτισμού: τη φωτική ζώνη (επαρκές φως για φωτοσύνθεση), τη δυσφωτική ζώνη (αμυδρό φως, ανεπαρκές για φωτοσύνθεση) και την αφωτική ζώνη (πλήρης σκοτάδι).
- Αυτές οι μεταβαλλόμενες συνθήκες δημιουργούν τρεις κύριες κατηγορίες θαλάσσιων οικοσυστημάτων: τον ανοιχτό ωκεανό, την παράκτια και κοντά στην ακτή ζώνη, και τα βαθιά νερά.

2. Ανοιχτός ωκεανός

- Καλύπτει περίπου το 70% της επιφάνειας της Γης.

- Χαρακτηρίζεται από τεράστιες εκτάσεις ανοιχτού νερού με λίγα φυσικά καταφύγια ή σημεία ανάπαυσης.
- Τα ζώα είναι προσαρμοσμένα για κολύμπι μεγάλων αποστάσεων και ζωή στο ανοιχτό νερό, όπως οι φάλαινες, οι τόνοι και οι καρχαρίες.

3. Παράκτια και κοντά στην ακτή ζώνη

- Αποτελεί ένα από τα πιο παραγωγικά και βιολογικά πλούσια περιβάλλοντα στη Γη.
- Περιλαμβάνει αμμώδεις και βραχώδεις ακτές, καθεμία με διακριτές κοινότητες οργανισμών.
- Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι σχηματίζονται σε ζεστά, καθαρά, ρηχά νερά όπου φτάνει το φως· είναι πολύ ευαίσθητοι σε αλλαγές της θερμοκρασίας και της ποιότητας του νερού.
- Οι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων μπορούν να σχηματιστούν σε ένα εύρος θερμοκρασιών (τα περισσότερα είδη ευδοκιμούν σε θερμοκρασίες 15°C - 30°C), αλλά απαιτούν άφθονο φως, καθώς πρόκειται για ανθοφόρα φυτά που εξαρτώνται απόλυτα από τη φωτοσύνθεση.

4.

5. Βαθύς ωκεανός

- Χαρακτηρίζεται από πλήρες σκοτάδι, ακραία υδροστατική πίεση και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.
- Κανένα φυτό δεν μπορεί να επιβιώσει εδώ λόγω της απουσίας φωτός.
- Όλοι οι οργανισμοί είναι εξαιρετικά εξειδικευμένοι, ώστε να αντέχουν αυτές τις ακραίες συνθήκες.

- Οι υδροθερμικές πηγές στον βυθό του ωκεανού στηρίζουν μοναδικές κοινότητες οργανισμών, οι οποίες εξαρτώνται από τη χημική ενέργεια (χημειοσύνθεση) αντί για το ηλιακό φως

Δραστηριότητα: «Πού στον κόσμο;»

- Προβολή ενός παγκόσμιου γεωγραφικού χάρτη με τις ηπείρους και τους ωκεανούς. Αρχικά, πραγματοποιείται συζήτηση στην ολομέλεια: «Πού συναντάμε θερμά και πού ψυχρά νερά; Τι κάνει ορισμένες περιοχές πιο θερμές από άλλες;» Στη συνέχεια, αποσαφηνίζεται η διάκριση μεταξύ των παράκτιων ζωνών και του ανοιχτού ωκεανού: «Πού τελειώνει η παράκτια ζώνη και πού αρχίζει ο ανοιχτός ωκεανός;»
- Διανομή χαρτών περιγράμματος της Γης (ένας ανά ομάδα).
- Ομαδική εργασία: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των 4–5 ατόμων. Κάθε ομάδα λαμβάνει ένα σύνολο εικόνων ή καρτών που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά θαλάσσια οικοσυστήματα και οργανισμούς – κοραλλιογενείς υφάλους, λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων, μαγγρόβια οικοσυστήματα, περιβάλλοντα ανοιχτού ωκεανού, καθώς και ζώα, όπως φάλαινες, μεγάλους λευκούς καρχαρίες και θαλάσσιες χελώνες.
- Διαδικασία χαρτογράφησης: Οι ομάδες συζητούν και τοποθετούν κάθε οικοσύστημα ή οργανισμό στη θέση του χάρτη όπου θεωρούν πιθανότερο να συναντάται. Για παράδειγμα: οι κοραλλιογενείς υφαλοι σε ρηχά τροπικά και υποτροπικά παράκτια νερά, οι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων από ψυχρά έως τροπικά παράκτια περιβάλλοντα, και τα

ζώα του ανοιχτού ωκεανού κατανεμημένα στις μεγάλες ωκεάνιες λεκάνες (Ειρηνικό, Ατλαντικό και Ινδικό Ωκεανό).

- Ολομέλεια: Συγκέντρωση της τάξης στην ολομέλεια για τη σύγκριση των χαρτών των ομάδων και τη συζήτηση τυχόν διαφορών. Ο εκπαιδευτικός διορθώνει τυχόν παρανοήσεις και ενισχύει την ιδέα ότι οι φυσικοί παράγοντες – ιδίως η θερμοκρασία, το φως και η εγγύτητα στην ακτή – καθορίζουν την κατανομή κάθε οικοσυστήματος.

Έλεγχος κατανόησης: Σύντομο προφορικό κουίζ

- «Σε ποιες θερμοκρασίες νερού συναντάμε κοραλλιογενείς υφάλους – θερμές, ψυχρές ή και στις δύο;»
- «Πού ζουν οι φάλαινες – κοντά στην ακτή, στον ανοιχτό ωκεανό ή και στα δύο περιβάλλοντα;»
- «Μπορεί ένα θαλάσσιο αγγειόσπερμο να επιβιώσει χωρίς φως – γιατί ή γιατί όχι;

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Διασχίζοντας σύνορα»

- Ομαδική εργασία: Κάθε ομάδα 4–5 μαθητών λαμβάνει μια κάρτα που περιγράφει ένα συγκεκριμένο σύνολο περιβαλλοντικών συνθηκών, για παράδειγμα:
 - «Ρηχά παράκτια νερά, τροπική περιοχή, υψηλή θερμοκρασία, άφθονο φως, καθαρό νερό»
 - «Ανοιχτά νερά, εύκρατη περιοχή, μέτρια θερμοκρασία, χωρίς προσβάσιμο βυθό»
 - «Παράκτια ζώνη, εύκρατη περιοχή, μέτριο φως, αμμώδες και λασπώδες υπόστρωμα»
 - «Πλήρες σκοτάδι, ακραία υδροστατική πίεση, πολύ χαμηλή θερμοκρασία, απουσία φωτός»

- **Λήψη αποφάσεων:** Με βάση την κάρτα συνθηκών που διαθέτει, η ομάδα πρέπει να αποφασίσει ποιο οικοσύστημα θα σχηματιζόταν στο συγκεκριμένο περιβάλλον. Στη συνέχεια, οι μαθητές «χτίζουν» το οικοσύστημά τους επιλέγοντας από ένα σύνολο εικόνων ή καρτών με ονόματα οργανισμών, τοποθετώντας τα σε ένα κενό πρότυπο ενδιαιτήματος (ένα σχεδιασμένο περίγραμμα του αντίστοιχου περιβάλλοντος).
- **Αιτιολόγηση επιλογών:** Οι ομάδες καλούνται να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους, απαντώντας από κοινού σε τρεις ερωτήσεις:
 - «Ποιο οικοσύστημα είναι αυτό και γιατί;»
 - «Ποιοι οργανισμοί μπορούν να επιβιώσουν εδώ και γιατί;»
 - «Ποιοι οργανισμοί σίγουρα δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν εδώ και για ποιο λόγο;»
- **Παρουσίαση στην ολομέλεια:** Κάθε ομάδα παρουσιάζει σύντομα το οικοσύστημά της στην τάξη, εξηγώντας το σκεπτικό της. Οι υπόλοιποι μαθητές μπορούν να θέσουν ερωτήσεις ή να σχολιάσουν τις επιλογές.
- **Αναστοχασμός:** Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με μια συζήτηση στην ολομέλεια: «Οδήγησαν πάντα οι διαφορετικές συνθήκες σε διαφορετικά οικοσυστήματα; Ποιος παράγοντας φάνηκε πιο σημαντικός στο να καθορίσει τι μπορεί να ζήσει σε ένα μέρος – η θερμοκρασία, το φως ή κάτι άλλο;

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Οι μαθητές συμπληρώνουν ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τρία ζητούμενα

- **Σχεδιασμός και επισήμανση:** Μια απλή

διατομή του ωκεανού που δείχνει τις τρεις κύριες κατηγορίες θαλάσσιων οικοσυστημάτων (ανοιχτός ωκεανός, παράκτια/κοντά στην ακτή ζώνη, βαθιά νερά) με τουλάχιστον έναν αντιπροσωπευτικό οργανισμό ή διακριτό χαρακτηριστικό για καθεμία.

- **Επεξήγηση:** Γράψτε μία πρόταση που να περιγράφει πώς ένας φυσικός παράγοντας (φως, θερμοκρασία, αλατότητα ή οξυγόνο) διαμορφώνει τη ζωή σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα.
- **Αναστοχασμός:** «Το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθα σήμερα ήταν...»

Ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα δελτία εξόδου για να αξιολογήσει:

- Την ακρίβεια της τοποθέτησης και των επισημάνσεων των οικοσυστημάτων στο σχέδιο.
- Την κατανόηση της σχέσης μεταξύ των φυσικών συνθηκών και των οικοσυστημάτων που αυτές στηρίζουν.
- Τα επίπεδα συμμετοχής και ενδιαφέροντος.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Οι μαθητές αναγνωρίζουν σωστά τις τρεις κύριες κατηγορίες θαλάσσιων οικοσυστημάτων και τα βασικά τους χαρακτηριστικά.
- Οι μαθητές τοποθετούν με ακρίβεια τα θαλάσσια οικοσυστήματα στο σωστό γεωγραφικό πλαίσιο σε έναν χάρτη των ωκεανών.

- Οι μαθητές χρησιμοποιούν κατάλληλα το επιστημονικό λεξιλόγιο.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις συζητήσεις και συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ζευγάρια και ομάδες.

2. Ερωτήσεις:

- Στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη διερεύνηση για τον έλεγχο της κατανόησης του πώς οι φυσικοί παράγοντες διαμορφώνουν τα οικοσυστήματα.
- Ερωτήσεις εμβάθυνσης κατά τις δραστηριότητες χαρτογράφησης και σχεδιασμού οικοσυστήματος, για την ενθάρρυνση βαθύτερης σκέψης σχετικά με τις σχέσεις μεταξύ των περιβαλλοντικών συνθηκών και των οργανισμών που αυτές στηρίζουν.

3. Ετεροαξιολόγηση:

- Ομαδικός έλεγχος και σχολιασμός κατά τη δραστηριότητα χαρτογράφησης «Πού στον κόσμο;» στη Φάση 3.3

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

4. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- **Επιστημονική ακρίβεια:** Σωστά επισημασμένη διατομή του ωκεανού που δείχνει και τις τρεις κατηγορίες οικοσυστημάτων με τη χρήση του κατάλληλου λεξιλογίου και τουλάχιστον έναν αντιπροσωπευτικό οργανισμό ή χαρακτηριστικό ανά οικοσύστημα.
- **Κατανόηση:** Η επεξήγηση δείχνει κατανόηση του πώς τουλάχιστον ένας φυσικός παράγοντας διαμορφώνει τη ζωή σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα.

- **Συμμετοχή:** Ουσιαστικός αναστοχασμός που δείχνει περιέργεια για την ποικιλότητα και την πολυπλοκότητα των θαλάσσιων περιβαλλόντων.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να ονομάσω και να περιγράψω τις τρεις κύριες κατηγορίες θαλάσσιων οικοσυστημάτων: τον ανοιχτό ωκεανό, την παράκτια και κοντά στην ακτή ζώνη, και τα βαθιά νερά.
- Μπορώ να εξηγήσω πώς οι αβιοτικοί παράγοντες, όπως το φως, η θερμοκρασία και η αλατότητα, καθορίζουν ποιοι οργανισμοί μπορούν να επιβιώσουν σε ένα δεδομένο οικοσύστημα.
- Μπορώ να τοποθετήσω τα θαλάσσια οικοσυστήματα στις σωστές γεωγραφικές τους θέσεις σε έναν χάρτη των ωκεανών.
- Μπορώ να περιγράψω τουλάχιστον ένα βασικό χαρακτηριστικό κάθε οικοσυστήματος και να δώσω ένα παράδειγμα οργανισμού που βρίσκεται εκεί.

B2.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΕΙΝΑΙ ΜΟΝΑΔΙΚΑ ΦΥΤΑ

Θεοδώρα Μπουμπόναρη

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα

Παρασκευή Μαλέα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα

Θεόδωρος Κεβρεκίδης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το εισαγωγικό μάθημα εστιάζει στη γενική μορφολογία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, παρέχοντας στους μαθητές τη θεμελιώδη γνώση για τα δομικά χαρακτηριστικά που είτε είναι κοινά είτε τα διαφοροποιούν από τα χερσαία φυτά. Μέσα από την πρακτική διερεύνηση, την οπτική ανάλυση και τις συγκριτικές δραστηριότητες, οι μαθητές θα ανακαλύψουν πώς οι οργανισμοί αυτοί είναι προσαρμοσμένοι στα θαλάσσια περιβάλλοντα. Το μάθημα δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης, στην ανάπτυξη επιστημονικής ορολογίας και στην κατανόηση της σχέσης δομής-λειτουργίας στα συγκεκριμένα ανθοφόρα φυτά.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ως θαλάσσια ανθοφόρα φυτά με εξειδικευμένες προσαρμογές.
- Αναγνωρίζουν και να επισημαίνουν τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά τους (ορθότροπο ρίζωμα, πλαγιότροπο ρίζωμα, κόμβοι, μεσογονάτια διαστήματα, ρίζες, βλαστοί, φύλλα, κολεός, έλασμα).
- Διακρίνουν τις δομές που αναπτύσσονται πάνω από τον πυθμένα από εκείνες που βρίσκονται μέσα στο υπόστρωμα.
- Εξηγούν ότι τα φυτά αυτά είναι αγγειόσπερμα (ανθοφόρα φυτά) προσαρμοσμένα σε θαλάσσια περιβάλλοντα.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών αυτών.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία περιγράφοντας τη μορφολογία των φυτών.
- Δημιουργούν επισημασμένα διαγράμματα που αποτυπώνουν τη δομή τους.
- Συγκρίνουν και αντιπαραβάλλουν τις δομές των θαλάσσιων αγγειόσπερμων με εκείνες των χερσαίων φυτών.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για τις προσαρμογές των θαλάσσιων φυτών.
- Δείχνουν σεβασμό για την επιστημονική παρατήρηση και ακρίβεια

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτών αυτών.
- Χρησιμοποιούν το κατάλληλο επιστημονικό λεξιλόγιο (ρίζωμα, κόμβος, μεσογονάτιο διάστημα, ρίζες, βλαστοί, φύλλα, κολεός, έλασμα).
- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις μέσω επισημασμένων διαγραμμάτων.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τη σημασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Αναγνωρίζουν τις μορφολογικές προσαρμογές τους στα αντίστοιχα θαλάσσια περιβάλλοντα.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των ομαδικών δραστηριοτήτων.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων , συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- Φωτογραφίες φυτών και λειμώνων θαλάσσιων αγγειόσπερμων (βλ. SEAQUEST Curriculum for Teachers, σελ. 71-72).
- Μεγάλη εικόνα ενός αντιπροσωπευτικού φυτού (τυπωμένη ή ψηφιακή).
- Φύλλα εργασίας με διάγραμμα του φυτού χωρίς επισημάνσεις (ένα ανά μαθητή).
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι.
- Φύλλα με το διάγραμμα Venn (ένα ανά ομάδα).
- Φωτοτυπίες του δελτίου εξόδου (ένα ανά μαθητή).
- Καρτέλες ή αφίσες λέξεων.
- Προαιρετικά: αποξηραμένα/διατηρημένα δείγματα φυτών ή βίντεο.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Τι ζει κάτω από το νερό;»

- Προβολή εικόνων διαφόρων υποβρύχιων

φυτών(μακροφύκη,θαλάσσια αγγειόσπερμα).

- Διατύπωση του ερωτήματος: «Ποια από αυτά μοιάζουν με τα φυτά της ξηράς που ήδη γνωρίζουμε και γιατί;»
- Επίδειξη εντυπωσιακών εικόνων από λειμώνες αγγειόσπερμων για να κεντρίσετε το ενδιαφέρον των μαθητών.
- Σύνδεση με την επόμενη φάση: «Ας εξερευνήσουμε αυτά τα μοναδικά είδη φυτών!»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Πάνω και κάτω από τον πυθμένα»

- Διανομή στους μαθητές μεγάλων διαγραμμάτων ή φωτογραφιών που δείχνουν πλήρη φυτά θαλάσσιων αγγειόσπερμων, όπου είναι ορατές τόσο οι δομές που αναπτύσσονται μέσα στο υπόστρωμα όσο και εκείνες που βρίσκονται πάνω από αυτό.
- Σε ζευγάρια, οι μαθητές χρησιμοποιούν χρωματιστά μολύβια για να πραγματοποιήσουν τα εξής:
 - Να κυκλώσουν τα ενάερια μέρη με πράσινο χρώμα.
 - Να κυκλώσουν τα υποστρωματικά μέρη με καφέ χρώμα.
- Συζήτηση στην ολομέλεια: «Τι εντοπίσατε πάνω από τον πυθμένα και τι μέσα σε αυτόν; Γιατί πιστεύετε ότι τα φυτά χρειάζονται και τις δύο αυτές δομές;»

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Αξιοποιώντας οπτικά βοηθήματα (αφίσα, ψηφιακή παρουσίαση ή φυσικό μοντέλο), ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα παρακάτω, ενώ οι μαθητές συμπληρώνουν ταυτόχρονα τη σχετική δραστηριότητα (Εικ. 1).

1. Τι είναι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;

- Θαλάσσια ανθοφόρα φυτά (αγγειόσπερμα).
- Διαθέτουν πραγματικές ρίζες, αγγειακό σύστημα, άνθη και καρπούς.
- Ζουν πλήρως βυθισμένα σε αλμυρό νερό.

2. Υποστρωματικές (υπόγειες) δομές:

- **Ριζώματα:** Οριζόντιοι (ή πλαγιότροποι) υποστρωματικοί βλαστοί που αναπτύσσονται κατά μήκος ή κάτω από το υπόστρωμα· παρέχουν στήριξη και βοηθούν το φυτό να εξαπλωθεί.
- **Κόμβοι:** Σημεία σύνδεσης στα ριζώματα όπου αναπτύσσονται οι ρίζες και οι βλαστοί.
- **Μεσογονάτια διαστήματα:** Τα τμήματα του ριζώματος ανάμεσα στους κόμβους.
- **Ρίζες:** Απορροφούν θρεπτικά συστατικά από το ενδοκοκκικό νερό (το νερό των πόρων του ιζήματος).

3. Ενάεριες (υπέργειες) δομές:

- **Βλαστοί:** Σύνολα φύλλων που εκφύονται από το ριζώμα, σε οριζόντια ή κάθετη διάταξη.
- **Φύλλα:** Αποτελούνται από δύο μέρη:

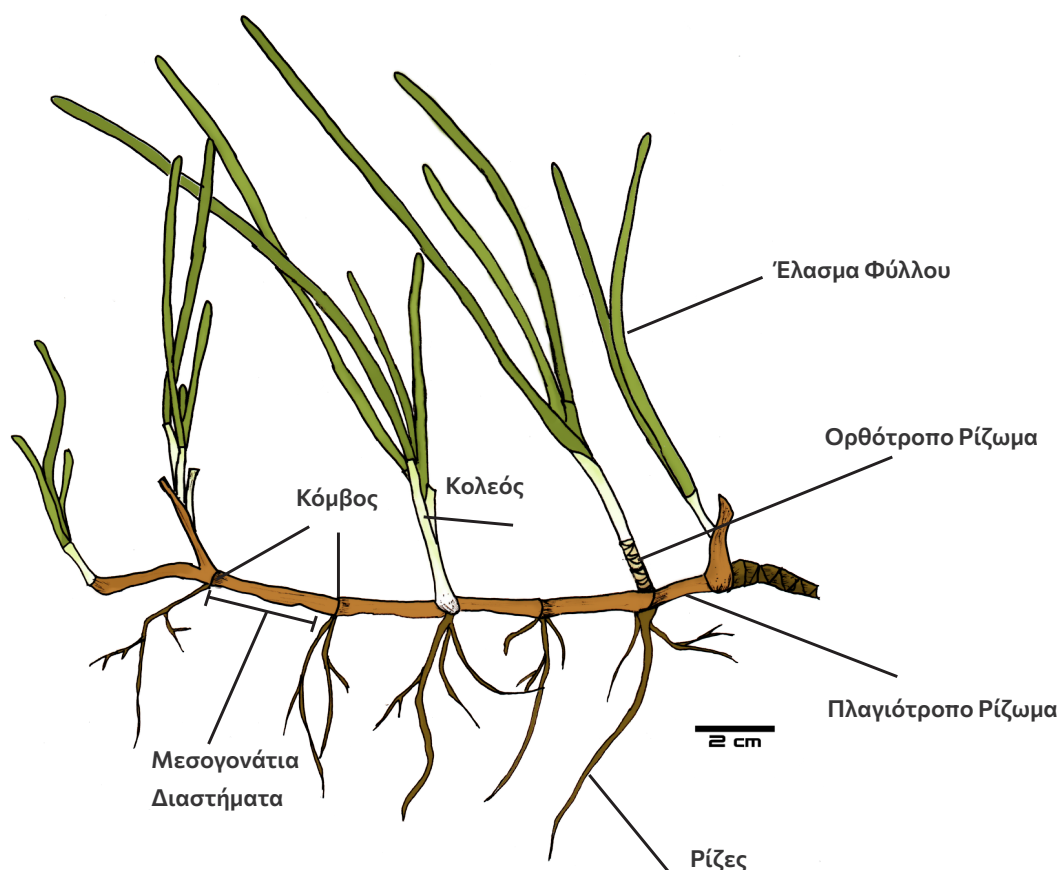
- **Κολεός:** Το βασικό τμήμα που αγκαλιάζει και προστατεύει τα αναπτυσσόμενα φύλλα
- **Έλασμα:** Το περιφερικό τμήμα του φύλλου, υπεύθυνο για τη φωτοσύνθεση και την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών από το θαλασσινό νερό.

4. Ειδικές προσαρμογές:

- Εύκαμπτα φύλλα για μεγάλη αντοχή στα θαλάσσια ρεύματα.
- Οριζόντια ριζώματα για τον αποικισμό του βυθού και τη σταθερή αγκυροβόληση του φυτού.
- Εξειδικευμένα φύλλα με πολύ μειωμένη εφυμενίδα και επιδερμίδα χωρίς στόματα, γεγονός που επιτρέπει στα φυτά αυτά να απορροφούν θρεπτικά συστατικά και αέρια, όπως το CO₂, απευθείας από το γύρω θαλασσινό νερό μέσω της επιφάνειάς τους.

Δραστηριότητα: «Επισημάνετε το θαλάσσιο αγγειόσπερμο»

- Διανομή φύλλων εργασίας με ένα μη επισημασμένο διάγραμμα του φυτού.
- Αξιοποιώντας μια τράπεζα λέξεων (ριζώμα, ρίζες, βλαστός, φύλλα, κόμβος, μεσογονάτιο διάστημα, κολεός, έλασμα), οι μαθητές επισημαίνουν τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά.



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση των βασικών στοιχείων ενός είδους θαλάσσιου αγγειόσπερμου.

- Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στην τάξη, παρέχοντας καθοδήγηση και θέτοντας ερωτήσεις εμβάθυνσης:
 - «Από πού πιστεύετε ότι προσλαμβάνει θρεπτικά συστατικά το φυτό;»
 - «Ποιο τμήμα του το βοηθά να εξαπλωθεί στον βυθό;»
 - «Σε ποιο μέρος πραγματοποιείται η φωτοσύνθεση;»
 - «Με ποιον τρόπο απορροφούν τα φύλλα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων θρεπτικά συστατικά διαφορετικά από εκείνα των χερσαίων φυτών;»
- Έλεγχος κατανόησης:** Σύντομο προφορικό κουίζ
- «Δείξτε πού βρίσκεται το ρίζωμα»
 - «Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του κόμβου και του μεσογονάτιου διαστήματος;»
 - «Ποιο τμήμα του φυτού είναι υπεύθυνο για τη φωτοσύνθεση;»
- ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**
- Δραστηριότητα: Σύγκριση «Θαλάσσιο αγγειόσπερμο εναντίον χερσαίου φυτού»**
- Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες (3-4 άτομα) με τη χρήση ενός διαγράμματος Venn ή με τη μελέτη φυσικών φυτών (Εικ. 2):



Εικόνα 2. “Δραστηριότητα με θαλάσσια αγγειόσπερμα vs χερσαία φυτά”

- Αριστερός κύκλος: Χερσαία ανθοφόρα φυτά.
- Δεξιός κύκλος: Θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Περιοχή επικάλυψης: Κοινά χαρακτηριστικά των δύο κατηγοριών (συμπληρώνονται από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της συζήτησης)

Θέματα προς συζήτηση:

- «Τι κοινό έχουν οι δύο κατηγορίες φυτών;»
- «Και τα δύο έχουν ρίζες, αλλά πώς διαφέρουν ως προς τη λειτουργία τους;»
- «Ποιες δομές βοηθούν το καθένα να επιβιώσει στο περιβάλλον του;»
- «Τα χερσαία φυτά έχουν παχιά εφυμενίδα και στόματα στα φύλλα τους. Γιατί πιστεύετε ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα έχουν διαφορετική δομή φύλλων;»



ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Students complete a quick exit ticket with three components:

- **Σχεδιασμός και επισήμανση:** A simple seagrass showing at least 5 morphological characteristics (rhizome, root, node, shoot, leaf with sheath and blade)
- **Επεξήγηση:** Write one sentence explaining why the rhizome is important for seagrasses
- **Αναστοχασμός:** One thing I found most interesting today was...

Ο εκπαιδευτικός συλλέγει τα δελτία εξόδου για να αξιολογήσει:

- Την ακρίβεια των επισημάνσεων στο σχέδιο.
- Την κατανόηση της σχέσης δομής-λειτουργίας.
- Τα επίπεδα συμμετοχής και ενδιαφέροντος.

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Οι μαθητές αναγνωρίζουν σωστά τις ενάριες δομές και τις δομές του υποστρώματος.
- Οι μαθητές χρησιμοποιούν κατάλληλα το επιστημονικό λεξιλόγιο.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις συζητήσεις.
- Οι μαθητές συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ζευγάρια και ομάδες.

2. Ερωτήσεις:

- Στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη διερεύνηση για τον έλεγχο της κατανόησης.
- Ερωτήσεις εμβάθυνσης που ενθαρρύνουν τον βαθύτερο προβληματισμό.

3. Ετεροαξιολόγηση:

- Αμοιβαίος έλεγχος μεταξύ των μελών κάθε ομάδας κατά τη δραστηριότητα επισήμανσης.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση :

4. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- **Επιστημονική ακρίβεια:** Σωστά επισημασμένο διάγραμμα με τη χρήση του κατάλληλου λεξιλογίου.
- **Κατανόηση:** Η επεξήγηση δείχνει κατανόηση της λειτουργίας του ριζώματος.
- **Συμμετοχή:** Ουσιαστικός αναστοχασμός που δείχνει περιέργεια.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να επισημάνω τουλάχιστον 5 μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός θαλάσσιου αγγειόσπερμου.
- Μπορώ να εξηγήσω τη διαφορά μεταξύ των ενάριων δομών και των δομών του υποστρώματος.
- Μπορώ να περιγράψω τουλάχιστον έναν τρόπο με τον οποίο τα φυτά αυτά είναι προσαρμοσμένα στο θαλάσσιο περιβάλλον.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΜΑΚΡΟΦΥΚΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα οικοδομεί πάνω στη θεμελιώδη γνώση των μαθητών για τη μορφολογία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, βοηθώντας τους να τα διακρίνουν από τα μακροφύκη – οργανισμούς που συχνά συγχέονται μαζί τους στα θαλάσσια περιβάλλοντα. Μέσα από τη συγκριτική ανάλυση, την πρακτική διερεύνηση και τις δραστηριότητες κριτικής σκέψης, οι μαθητές θα εξερευνήσουν τις θεμελιώδεις βιολογικές διαφορές μεταξύ αυτών των δύο ομάδων θαλάσσιων αυτότροφων οργανισμών. Το μάθημα δίνει έμφαση στις δεξιότητες παρατήρησης, στη συγκριτική σκέψη και στην κατανόηση της ποικιλότητας της θαλάσσιας ζωής, ενώ παράλληλα εμπεδώνει την ορολογία που έχει ήδη διδαχθεί.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν τα μακροφύκη ως πολυκύτταρους, αυτότροφους οργανισμούς, διακριτούς από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Αναγνωρίζουν τουλάχιστον πέντε βασικές δομικές και λειτουργικές διαφορές μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών.
- Εξηγούν ότι τα μακροφύκη δεν διαθέτουν πραγματικές ρίζες, αγγειακό σύστημα, άνθη, καρπούς και σπέρματα.
- Περιγράφουν πώς τα μακροφύκη αγκυρώνονται, πώς προσλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά μέσω άμεσης απορρόφησης, πώς φωτοσυνθέτουν (μέσω όλων των κυττάρων τους) και πώς αναπαράγονται (μέσω σπορίων).
- Αναγνωρίζουν τις τρεις κύριες ομάδες μακροφυκών (πράσινα/χλωροφύκη, κόκκινα/ροδοφύκη, καφέ/φαιοφύκη).

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Συγκρίνουν και να αντιπαραβάλλουν συστηματικά δύο διαφορετικούς τύπους θαλάσσιων αυτότροφων οργανισμών.
- Αναλύουν δομικά χαρακτηριστικά προκειμένου να ταξινομήσουν σωστά τους οργανισμούς.
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια τον κατάλληλο

συγκριτικό επιστημονικό λόγο.

- Δημιουργούν πίνακες σύγκρισης, οργανώνοντας πολλαπλά χαρακτηριστικά.
- Αξιολογούν οπτικά στοιχεία για να προβαίνουν σε τεκμηριωμένη αναγνώριση.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκδηλώνουν περιέργεια για την ταξινόμηση των οργανισμών και τις βιολογικές τους διαφορές.
- Επιδεικνύουν προσήλωση στην επιστημονική παρατήρηση και την ακρίβεια κατά την αναγνώριση.
- Αναγνωρίζουν την πολυπλοκότητα και τη μοναδικότητα των διαφορετικών θαλάσσιων οργανισμών.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική παρατήρηση και καταγραφή των χαρακτηριστικών διαφορετικών θαλάσσιων αυτότροφων οργανισμών.
- Πραγματοποιούν αναγνώριση των βασικών χαρακτηριστικών και διάκριση μεταξύ των ταξινομικών ομάδων.
- Χρησιμοποιούν επιστημονικά εργαλεία (πίνακες σύγκρισης, κλείδες ταξινόμησης) για τη διεξαγωγή της ανάλυσης.
- Παρουσιάζουν τα ευρήματα με τη χρήση της κατάλληλης επιστημονικής ορολογίας.

- Εξάγουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα από τις συγκριτικές παρατηρήσεις.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματος:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τη βιοποικιλότητα μέσα στο θαλάσσιο περιβάλλον.
- Αναλύουν τις δομικές προσαρμογές των οργανισμών στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Ψηφιακές Ικανότητες:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν ψηφιακούς πόρους για την αναγνώριση και τη σύγκριση των ειδών.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ομάδες για τη διεξαγωγή της συγκριτικής ανάλυσης.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη συλλογική κατανόηση.
- Υποστηρίζουν τη μάθηση μεταξύ των συμμαθητών μέσα από συνεργατικές δραστηριότητες αναγνώρισης

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

- 6-8 εικόνες θαλάσσιων αυτότροφων οργανισμών για την εναρκτήρια δραστηριότητα (ψηφιακές ή τυπωμένες) (βλ. Παράρτημα).
- Μεγάλες εικόνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων και μακροφυκών για την ομαδική διερεύνηση (ένα σετ ανά ομάδα).
- 10 εικόνες οργανισμών για την πρόκληση αναγνώρισης (ψηφιακές ή τυπωμένες κάρτες).
- Μαρκαδόροι ή χρωματιστά μολύβια.
- Μεγεθυντικοί φακοί.
- Αποξηραμένα/διατηρημένα δείγματα φυτών και φυκών (αν υπάρχουν διαθέσιμα).
- Βίντεο που δείχνουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και τα μακροφύκη στο φυσικό τους περιβάλλον.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Θαλάσσιο μυστήριο - Τι είμαι;»

Προβολή 6-8 εικόνων θαλάσσιων αυτότροφων οργανισμών ή επίδειξη φυσικών δειγμάτων (συνδυασμός θαλάσσιων αγγειόσπερμων, καθώς και χλωροφυκών, ροδοφυκών και φαιοφυκών).

Διαδραστική ψηφοφορία::

- «Σηκώστε το χέρι σας αν πιστεύετε ότι αυτό είναι θαλάσσιο αγγειόσπερμο».
- Καταγραφή των απαντήσεων της τάξης για κάθε εικόνα ή δείγμα.
- Διαπίστωση: «Ορισμένοι από εσάς είχατε διαφορετικές απαντήσεις. Γιατί πιστεύετε ότι αυτοί οι οργανισμοί μάς προκαλούν σύγχυση;»

Διατύπωση ερωτήματος προβληματισμού:

«Αν και οι δύο κατηγορίες ζουν κάτω από το νερό και έχουν πράσινο χρώμα, πώς μπορούμε να καταλάβουμε αν κάτι είναι θαλάσσιο αγγειόσπερμο ή μακροφύκος; Είναι τελικά το ίδιο πράγμα;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Κάρτες διερεύνησης»

Ομαδική εργασία: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των 3-4 ατόμων. Κάθε ομάδα λαμβάνει:

- 2 μεγάλες εικόνες: Μία σαφώς επισημασμένη ως θαλάσσιο αγγειόσπερμο και μία σαφώς επισημασμένη ως μακροφύκος.
- Φύλλο εργασίας διερεύνησης με ερωτήσεις παρατήρησης.

- Μεγεθυντικούς φακούς (αν υπάρχουν διαθέσιμοι)

Ερωτήσεις διερεύνησης (οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους):

1. Δομή αγκύρωσης:

- Πώς προσκολλάται κάθε οργανισμός στο υπόστρωμα;
- Σχεδιάστε αυτό που παρατηρείτε στη βάση τους.

2. Εσωτερική δομή:

- Μπορείτε να διακρίνετε αγγεία (αγγειακό σύστημα) στο εσωτερικό τους; Πού;
- Τι μας δείχνει αυτό για τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρονται οι ουσίες μέσα στον οργανισμό;

3. Ζώνες φωτοσύνθεσης::

- Πού πιστεύετε ότι πραγματοποιείται η φωτοσύνθεση σε κάθε οργανισμό;
- Γίνεται μόνο σε συγκεκριμένα τμήματα ή παντού;

4. Γενική δομή του σώματος:

- Διαθέτει διακριτά μέρη (ρίζες, βλαστούς, φύλλα);
- Ή μήπως η δομή του (ο θαλλός) είναι ομοιόμορφη σε όλο το σώμα;

5. Παρατήρηση χρώματος:

- Ποια χρώματα παρατηρείτε στα δείγματα των μακροφυκών;

Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στην τάξη, θέτοντας καθοδηγητικές ερωτήσεις:

- «Ποιες δομές από το προηγούμενο μάθημα αναγνωρίζετε στο θαλάσσιο αγγειόσπερμο;»
- «Βλέπετε παρόμοιες δομές στα μακροφύκη;»
- «Τι διαφορετικό εντοπίζετε στον τρόπο με τον οποίο προσκολλώνται στον βυθό;

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Δημιουργία ενός μεγάλου πίνακα σύγκρισης στον πίνακα κατά τη διάρκεια της επεξήγησης (παράλληλα, οι μαθητές κατασκευάζουν τη δική τους εκδοχή στα τετράδιά τους):

Πίνακας 1. Βασικές διαφορές μεταξύ θαλάσσιων αγγειόσπερμων και μακροφυκών

Χαρακτηριστικό	Θαλάσσια Αγγειόσπερμα	Μακροφύκη
Κατηγορία οργανισμού	Ανθοφόρα φυτά (αγγειόσπερμα)	Απλούστεροι οργανισμοί (μακροφύκη)
Δομή	Διακριτά όργανα: ρίζες, ριζώματα, βλαστοί, φύλλα	Απλό σώμα (θαλλός) - χωρίς όργανα
Αγκύρωση	Ριζώματα	Απλό προσαρτητικό όργανο (αγκυρώνεται σε βράχια/όστρακα)
Πού γίνεται η φωτοσύνθεση	Μόνο στα κύτταρα των φύλλων	Σε όλα τα κύτταρα σε ολόκληρο το σώμα
Πρόσληψη θρεπτικών και μεταλλικών στοιχείων	Μέσω των ριζών από το ίζημα και μέσω των φύλλων από το θαλασσινό νερό	Απευθείας από το θαλασσινό νερό σε όλη την επιφάνειά τους
Μεταφορά ουσιών	Αγγειακό σύστημα (θρεπτικά συστατικά, σάκχαρα - προϊόντα φωτοσύνθεσης)	Χωρίς αγγειακό σύστημα
Αναπαραγωγή	Άνθη, καρποί, σπέρματα	Σπόρια (χωρίς άνθη)

Λεπτομερής εξήγηση με οπτικό υλικό (Εικ. 1):

1. Τι είναι τα μακροφύκη;

- Πολυκύτταροι αυτότροφοι οργανισμοί (παράγουν τη δική τους τροφή).
- Ονομάζονται επίσης φύκη.
- Είναι πολύ απλούστεροι στη δομή τους σε σχέση με τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.

συστατικά και σάκχαρα (προϊόντα της φωτοσύνθεσης) σε όλο το φυτό.

- **Μακροφύκη:** Δεν διαθέτουν εσωτερικούς αγωγούς. Κάθε κύτταρο του θαλλού τους απορροφά ό,τι χρειάζεται απευθείας από το γύρω θαλασσινό νερό

2. Βασική διαφορά 1 - Σταθεροποίηση (Αγκύρωση):

- **Θαλάσσια αγγειόσπερμα:** Ριζώματα τα οποία αγκυρώνουν το φυτό στον βυθό
- **Μακροφύκη:** Απλά όργανα προσκόλλησης τα οποία απλώς συγκρατούνται πάνω σε σκληρές επιφάνειες, όπως βράχια ή κοχύλια (λειτουργώντας σαν βεντούζα)

3. Βασική διαφορά 2 - Εσωτερική μεταφορά ουσιών:

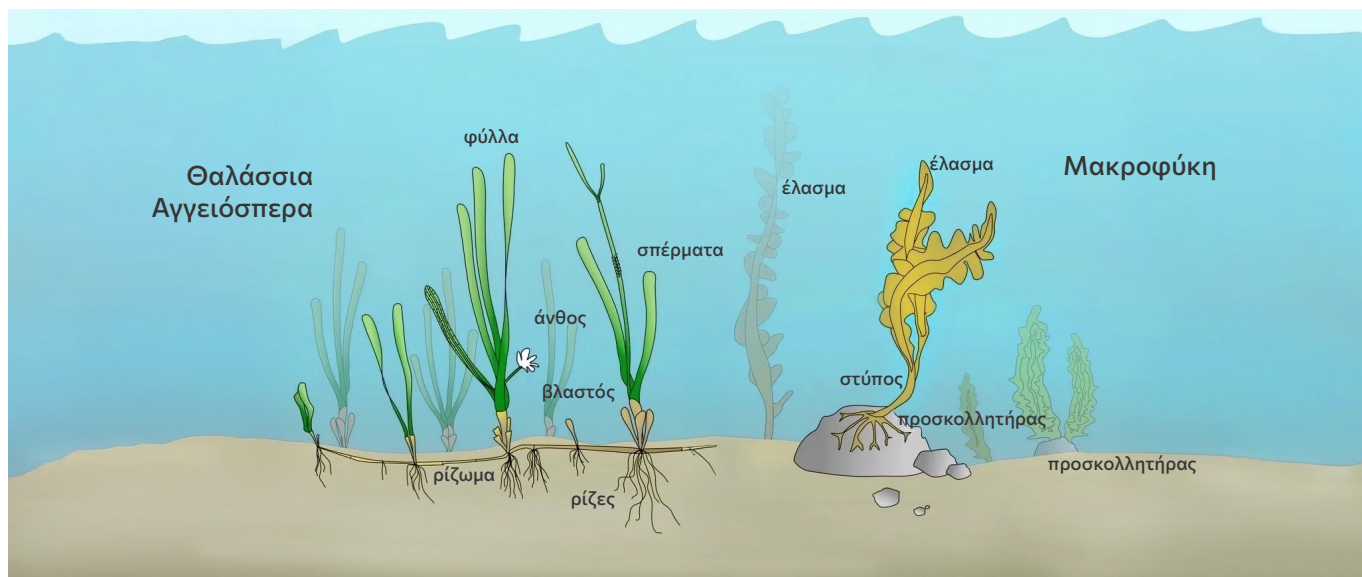
- **Θαλάσσια αγγειόσπερμα:** Έχουν εσωτερικούς αγωγούς (αγγειακό σύστημα) που μεταφέρουν θρεπτικά

4. Βασική διαφορά 3 - Σημείο φωτοσύνθεσης:

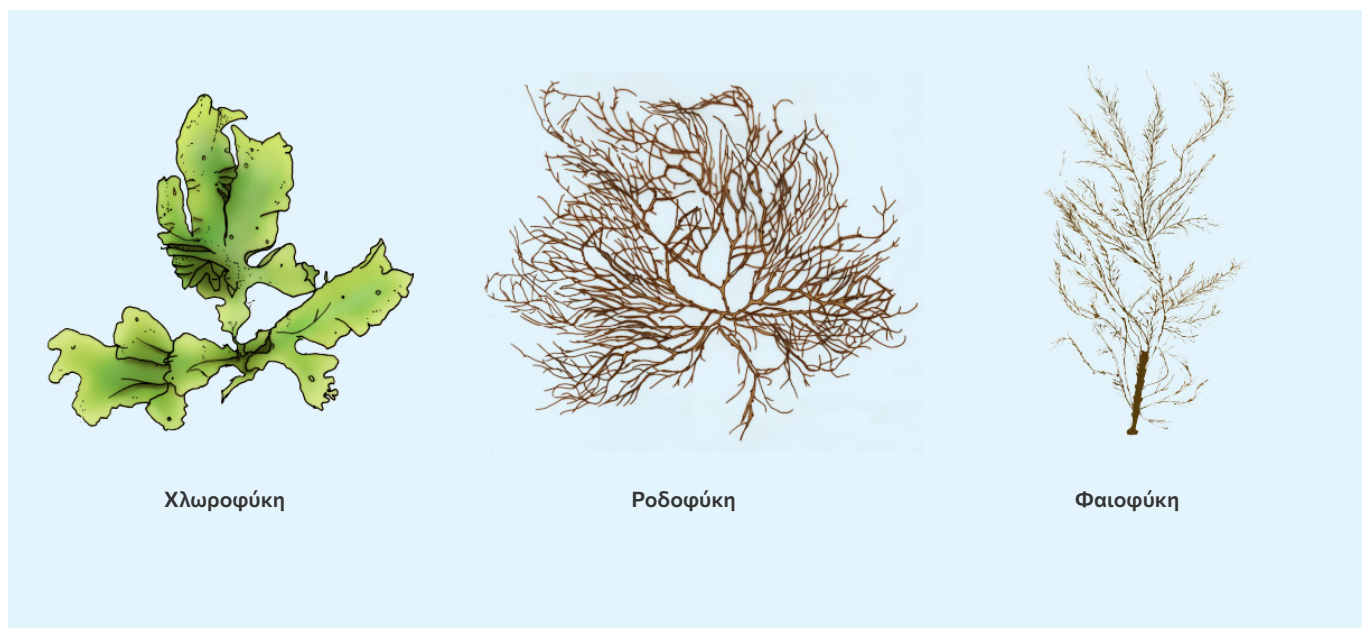
- **Θαλάσσια αγγειόσπερμα:** Μόνο εξειδικευμένα κύτταρα στα φύλλα (έλασμα) πραγματοποιούν φωτοσύνθεση
- **Μακροφύκη:** Όλα τα κύτταρα του σώματός τους (θαλλού) έχουν τη δυνατότητα να φωτοσυνθέτουν

5. Βασική διαφορά 4 - Αναπαραγωγή:

- **Θαλάσσια αγγειόσπερμα:** Παράγουν άνθη, καρπούς και σπέρματα (όπως ακριβώς και τα φυτά της ξηράς)
- **Μακροφύκη:** Απελευθερώνουν σπόρια στο νερό (όπως τα μανιτάρια)



Εικόνα 1. Σχηματικά διαγράμματα θαλάσσιου αγγειόσπερμου και μακροφύκους (προσαρμογή από το Seagrass-Watch, <https://www.seagrasswatch.org/>)



Εικόνα 2. Σχηματικά διαγράμματα πράσινων, κόκκινων και καφέ μακροφυκών

6. Ποικιλότητα μακροφυκών - Τρεις ομάδες

(Εικ. 2):

- **Χλωροφύκη:** Πράσινα μακροφύκη
- **Ροδοφύκη:** Κόκκινα μακροφύκη
- **Φαιοφύκη:** Καφέ μακροφύκη

- Προβολή αντιπροσωπευτικών εικόνων για κάθε κατηγορία.
- Τα χρώματα αυτά προέρχονται από διαφορετικές φωτοσυνθετικές χρωστικές.

Ο εκπαιδευτικός απαντά σε τυχόν ερωτήσεις των μαθητών και διευκρινίζει πιθανές παρανοήσεις.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Πρόκληση αναγνώρισης»

Μέρος Α: Ταξινόμηση εικόνων (5 λεπτά)

Προβολή 10 εικόνων στην οθόνη ή διανομή τυπωμένων καρτών στις ομάδες. Οι μαθητές καλούνται να πραγματοποιήσουν τα εξής:

7. Να ταξινομήσουν κάθε οργανισμό ως «Θαλάσσιο Αγγειόσπερμο» ή «Μακροφύκος».
8. Να καταγράψουν δύο αποδεικτικά στοιχεία που χρησιμοποίησαν για κάθε αναγνώριση.

Ενδεικτικές εικόνες μπορεί να δείχνουν:

- Θαλάσσιο αγγειόσπερμο με ορατό ρίζωμα και ρίζες.
- Καφέ φύκος με ορατό όργανο προσκόλλησης.
- Λειμώνας θαλάσσιου αγγειόσπερμου από ψηλά.
- Κόκκινο μακροφύκος πάνω σε βράχια.
- Πράσινο μακροφύκος από κοντά.
- Θαλάσσιο αγγειόσπερμο με ταινιοειδή φύλλα (σε σχήμα ταινίας).

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: «Δελτίο εξόδου - Σύντομο κουίζ»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

1. Αντιστοίχιση: Σύνδεση των χαρακτηριστικών με τον σωστό οργανισμό μέσω γραμμών:

όργανο προσκόλλησης για αγκύρωση •

Διαθέτει αγγεία στο εσωτερικό •

Αναπαράγεται με σπόρια •

Πραγματικές ρίζες και ριζώματα •

Όλα τα κύτταρα κάνουν φωτοσύνθεση •

Άνθη, καρποί και σπέρματα •

• Θαλάσσια αγγειόσπερμα

• Μακροφύκη

2. Σενάριο πραγματικής ζωής: «Κάνετε snorkeling (κολύμβηση με μάσκα και αναπνευστήρα) και εντοπίζετε έναν πράσινο οργανισμό κάτω από το νερό, προσκολλημένο σε έναν βράχο. Τι θα ελέγχατε για να καταλάβετε αν είναι θαλάσσιο αγγειόσπερμο ή μακροφύκος;

1 _____

2 _____

3 _____

3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να αναφέρω τουλάχιστον 4 διαφορές μεταξύ των θαλάσσιων αγγειόσπερμων και των μακροφυκών.
- Μπορώ να χρησιμοποιήσω παρατηρήσιμα στοιχεία προκειμένου να αναγνωρίσω αν ένας οργανισμός είναι θαλάσσιο αγγειόσπερμο ή μακροφύκος.
- Μπορώ να χρησιμοποιήσω με ακρίβεια το επιστημονικό λεξιλόγιο (όργανα προσκόλλησης, αγγειακό σύστημα, σπόρια κ.λπ.).

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση

- Απαντήσεις στην αρχική ψηφοφορία: Παρακολούθηση των αρχικών απαντήσεων των μαθητών για τον εντοπισμό τυχόν παρανοήσεων σχετικά με τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και τα μακροφύκη.
- Παρατηρήσεις στο φύλλο διερεύνησης: Εξέταση των απαντήσεων των ομάδων στα ερωτήματα διερεύνησης για τον έλεγχο της ακρίβειας των παρατηρήσεων και της χρήσης του κατάλληλου λεξιλογίου.
- Ερωτήσεις κατά την περιφορά του εκπαιδευτικού: Χρήση καθοδηγητικών ερωτήσεων για την άτυπη αξιολόγηση της ανάκλησης γνώσεων και της συγκριτικής σκέψης σε πραγματικό χρόνο.
- Συνδιαμόρφωση του πίνακα σύγκρισης: Παρατήρηση της συμβολής των μαθητών και έλεγχος για τη σωστή αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών στον κάθε οργανισμό.
- Πρόκληση αναγνώρισης (ταξινόμηση εικόνων): Αξιολόγηση των ταξινομήσεων και των αποδεικτικών στοιχείων, ώστε να διαπιστωθεί αν οι μαθητές εφαρμόζουν επιστημονικά κριτήρια αντί να βασίζονται αποκλειστικά στην εξωτερική εμφάνιση.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

- Σύντομο κουίζ - Δελτίο εξόδου (άσκηση αντιστοίχισης): Αξιολόγηση της ατομικής ακρίβειας στην αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών με τον σωστό οργανισμό.
- Απάντηση στο σενάριο πραγματικής ζωής: Αξιολογήστε τα κριτήρια αναγνώρισης που προτείνουν οι μαθητές, ελέγχοντας για τεκμηριωμένο επιστημονικό σκεπτικό αντί για απλές εικασίες με βάση το χρώμα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

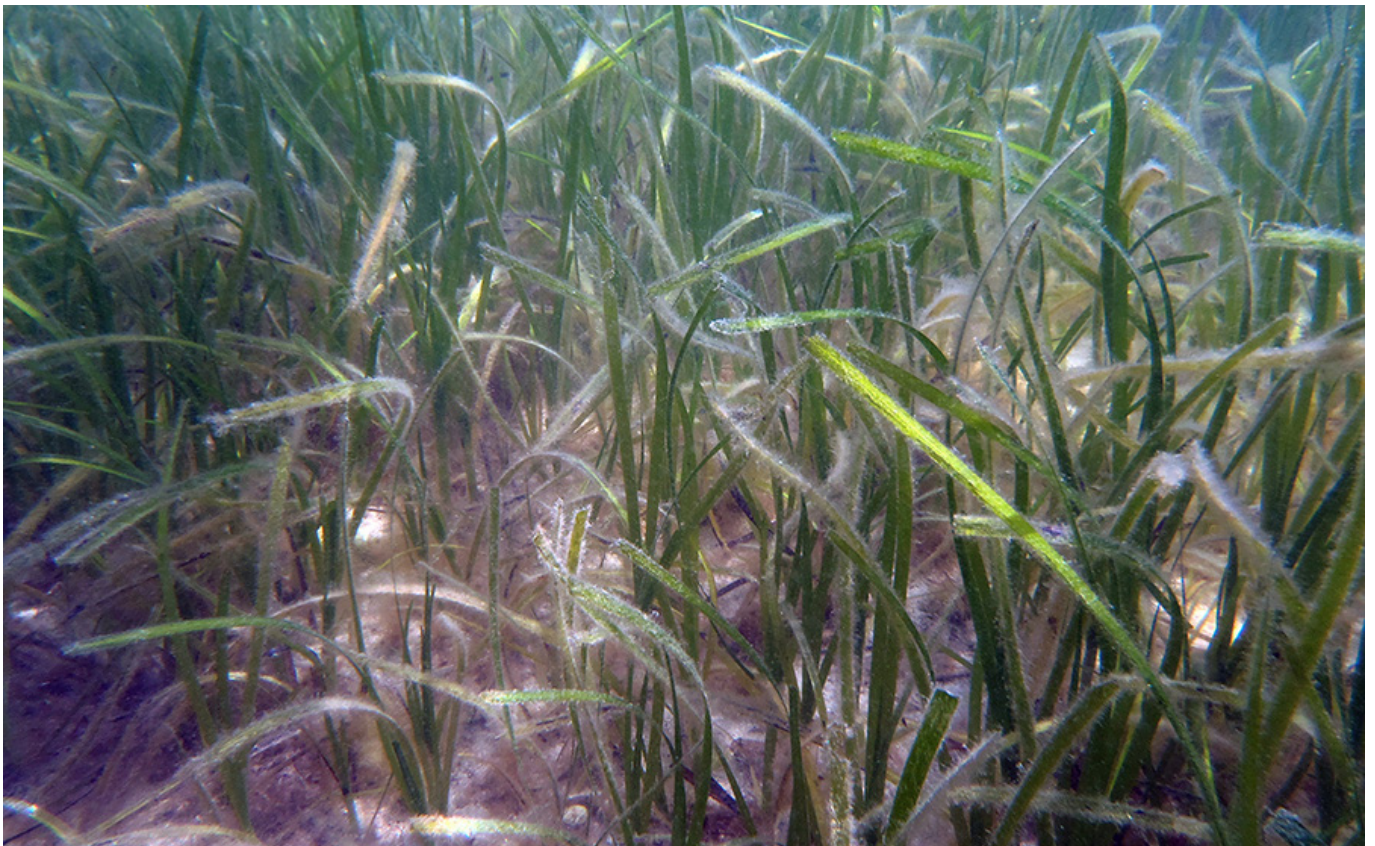
ΙΕκόνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων και μακροφυκών

Αγγειόσπερμα



Cymodocea nodosa (Mar Menor, Murcia, Spain; photo credit Isabel Rubio Perez/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=25038

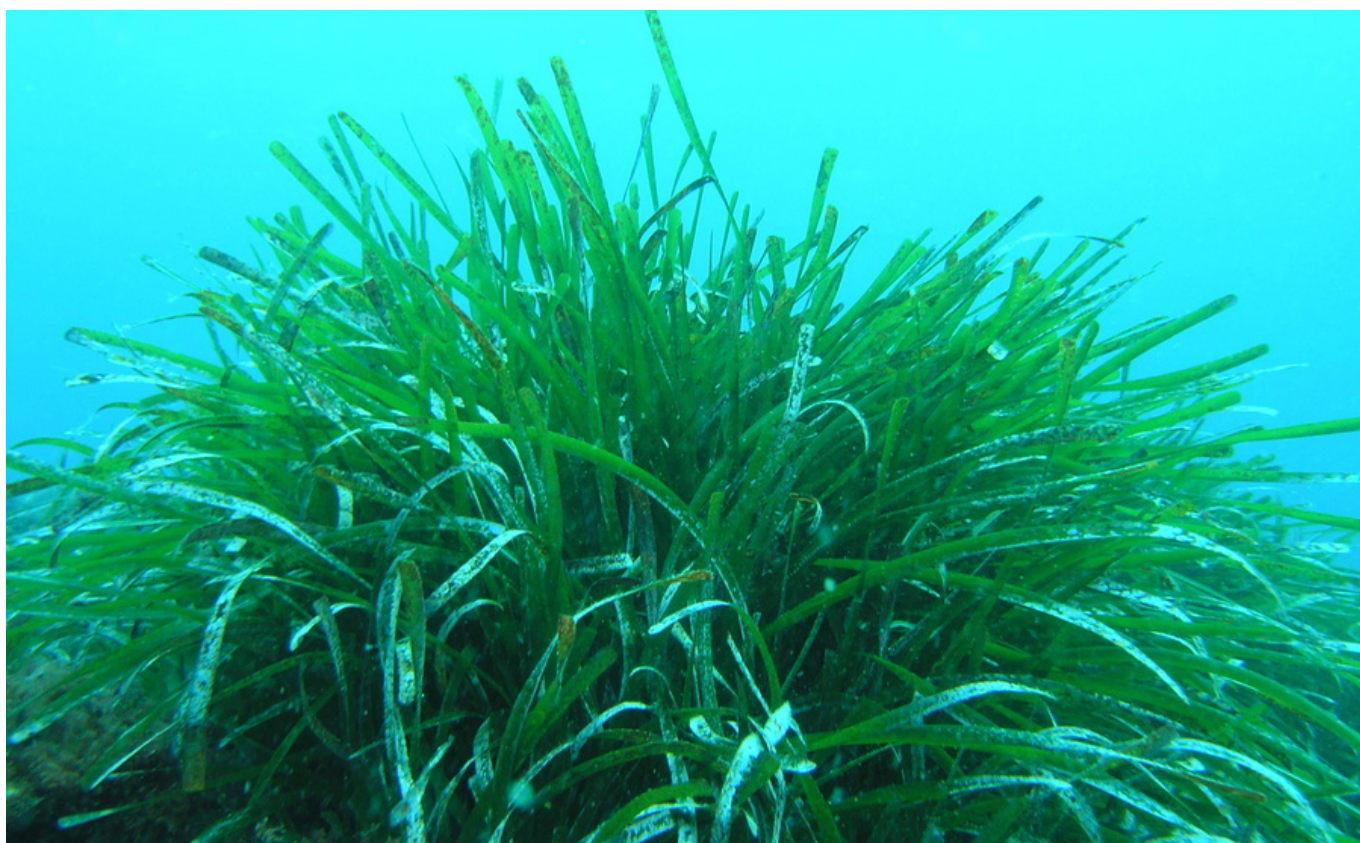


Zostera marina (Ria de Aldan, Galicia, Spain; photo credit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22743



Zostera noltei growing in the lower intertidal zone, Ría de Arousa, Galicia, Spain (photo credit Ignacio Barbara/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783



Posidonia oceanica (Portals Vells, Mallorca, Balearic Islands, Spain; photo credit Eduardo Infantes Ordas/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447

Χλωροφύκη



Ulva rigida (Black Hd., Co. Clare, Ireland; photo credit Michael Guiry)

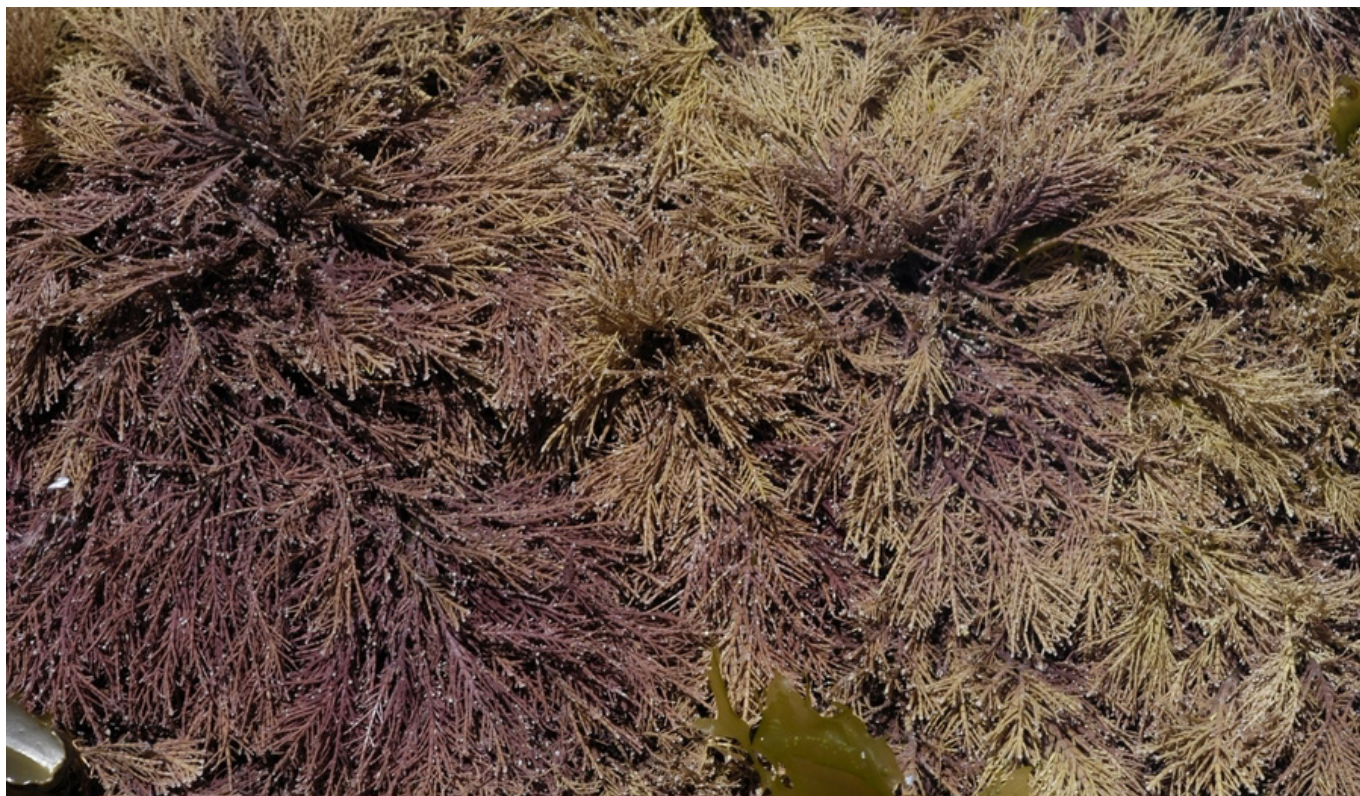
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=3904



Codium fragile (Ria de A Coruna, Galicia, Spain; photo credit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=12057

Ροδοφύκη



Corallina officinalis (Spanish Point, Co. Clare, Ireland; photo credit Michael Guiry/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=7285



Gelidium corneum (South of Portugal; photo credit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

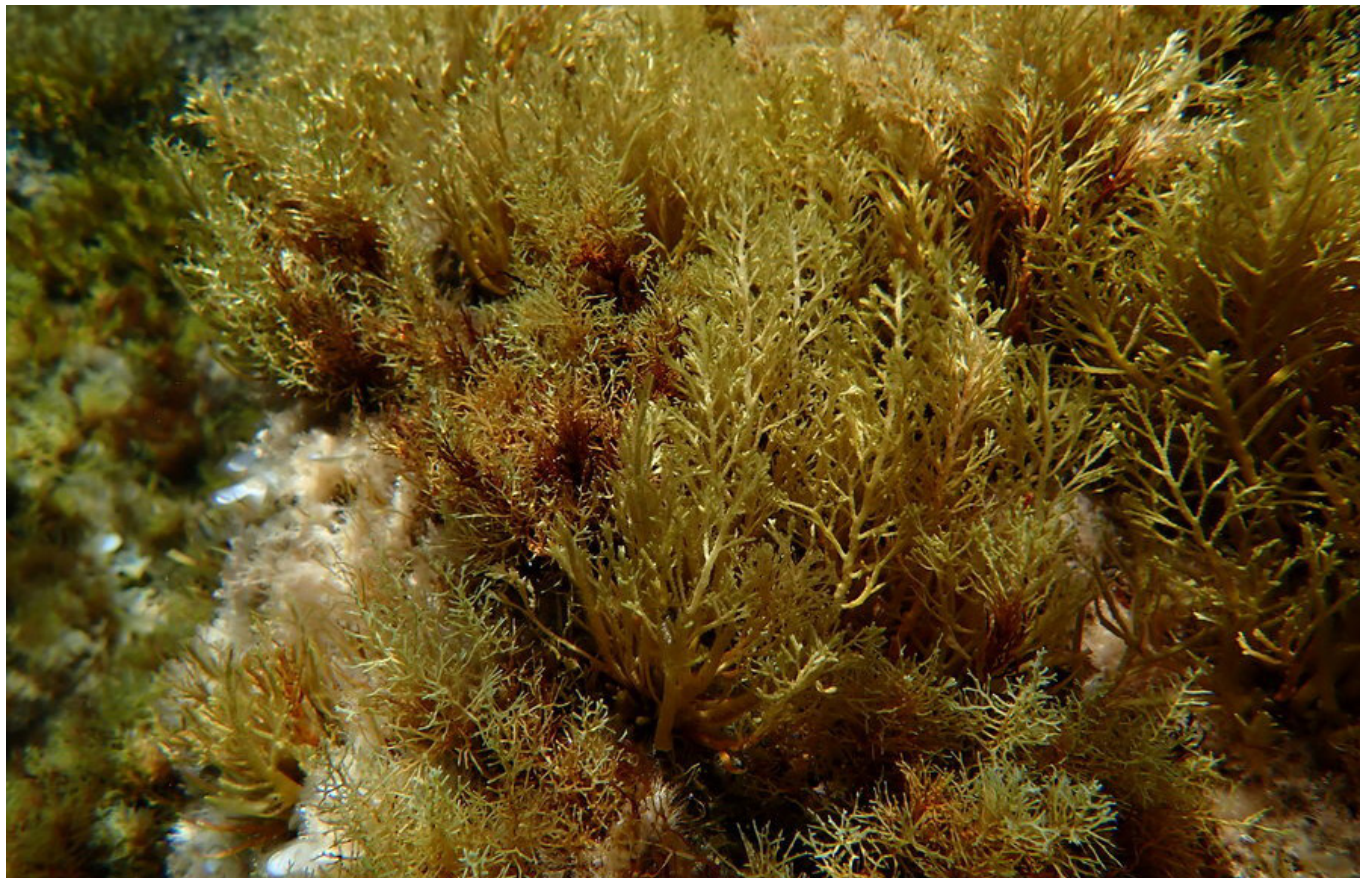
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=18513

Φαιοφύκη



Fucus vesiculosus (Silverstrand, Co. Galway, Ireland; photo credit M.D. Guiry/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=20906



Cystoseira compressa (Pantelleria, southern Italy; photo credit G. Marletta/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=35056

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ & ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΔΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εισάγει τους μαθητές στην ταξινομική, την επιστήμη της περιγραφής, ονομασίας και ταξινόμησης των οργανισμών, και τους καθοδηγεί στην αναγνώριση έξι βασικών ειδών θαλάσσιων αγγειόσπερμων. Μέσα από την πρακτική παρατήρηση και τις συγκριτικές δραστηριότητες, οι μαθητές θα εστιάσουν σε έξι αντιπροσωπευτικά είδη: *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltii* (ένα μικρότερο συγγενικό είδος του *Zostera marina*) και *Ruppia maritima* (ένα είδος που ευδοκιμεί σε υφάλμυρα νερά). Εξετάζοντας σχέδια και φωτογραφίες, οι μαθητές θα εντοπίσουν τα διακριτικά χαρακτηριστικά τους και θα μάθουν να αναγνωρίζουν το κάθε είδος.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν την ταξινομική ως την επιστήμη της περιγραφής, ονομασίας και ταξινόμησης των οργανισμών.
- Εξηγούν γιατί οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την επιστήμη αυτή για να οργανώσουν τους ζωντανούς οργανισμούς.
- Γνωρίζουν ότι υπάρχουν περίπου 70 είδη θαλάσσιων αγγειόσπερμων παγκοσμίως.
- Ονομάζουν έξι βασικά είδη τους: *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* και *Ruppia maritima*.
- Περιγράφουν τα διακριτικά χαρακτηριστικά καθενός από τα έξι αυτά είδη.
- Χρησιμοποιούν σωστά τις επιστημονικές συμβάσεις ονοματολογίας (διωνυμική ονοματολογία: όνομα γένους και είδους).

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Παρατηρούν και να συγκρίνουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά διαφορετικών ειδών αγγειόσπερμων.
- Εντοπίζουν τα διακριτικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τα είδη μεταξύ τους.
- Οργανώνουν συστηματικά τις παρατηρήσεις τους, χρησιμοποιώντας συγκριτικούς πίνακες.
- Συνεργάζονται για την ανάλυση οπτικών στοιχείων (σχεδίων και φωτογραφιών).

- Αιτιολογούν την αναγνώριση των ειδών, αξιοποιώντας παρατηρήσιμα επιστημονικά στοιχεία.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν την αξία των επιστημονικών μεθόδων οργάνωσης και επικοινωνίας για τη μελέτη της βιοποικιλότητας.
- Επιδεικνύουν υπομονή, παρατηρητικότητα και προσοχή στη λεπτομέρεια κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Παρατηρούν και να καταγράφουν τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών ειδών.
- Αναγνωρίζουν τα βασικά είδη με τη χρήση των μορφολογικών τους χαρακτηριστικών.
- Χρησιμοποιούν την επιστημονική ονοματολογία και το κατάλληλο λεξιλόγιο με ακρίβεια (ταξινομική, γένος, είδος).
- Καταγράφουν τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ των ειδών.
- Εξάγουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα από τις οπτικές παρατηρήσεις.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν την ποικιλότητα των ειδών των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (ειδική βιοποικιλότητα)

Ψηφιακές Ικανότητες:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν ψηφιακές εικόνες για την επιστημονική παρατήρηση και την αναγνώριση των ειδών.
- Πλοηγούνται σε βάσεις δεδομένων με θαλάσσια είδη (αν υπάρχουν διαθέσιμες).

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ομάδες για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων παρατήρησης και αναγνώρισης.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή παρατηρήσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στην ομαδική κατανόηση.
- Υποστηρίζουν τη μάθηση μεταξύ των συμμαθητών μέσα από συνεργατικές διαδικασίες αναγνώρισης ειδών

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Απαραίτητα:

- Φάκελοι διερεύνησης ειδών (ένας ανά ομάδα) που περιλαμβάνουν:
 - 3-4 φωτογραφίες ανά είδος για τα *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei*, και *Ruppia maritima*
 - 1-2 λεπτομερή σχέδια ανά είδος.
 - Μεγεθυμένες εικόνες λεπτομερειών (άκρες φύλλων, ριζώματα, κολεοί κ.λπ.).

Συμπληρωματικά:

- Πραγματικά αποξηραμένα/διατηρημένα δείγματα (αν υπάρχουν διαθέσιμα).
- Μεγεθυντικοί φακοί για την παρατήρηση των λεπτομερειών.
- Σύντομα βίντεο που δείχνουν κάθε είδος στο φυσικό του περιβάλλον (1-2 λεπτά συνολικά):

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Γκαλερί μυστηριωδών ειδών»

Προβολή 6 μη επισημασμένων εικόνων των έξι κεντρικών ειδών στον πίνακα ή στην οθόνη (βλ. Παράρτημα):

- *Halophila stipulacea*
- *Cymodocea nodosa*
- *Posidonia oceanica*
- *Zostera marina*
- *Zostera noltei*
- *Ruppia maritima*

Διαδραστική προτροπή:

- «Όλα αυτά είναι θαλάσσια αγγειόσπερμα, αλλά φαίνονται αρκετά διαφορετικά! Τι διαφορές παρατηρείτε;»
- Καταγραφή παρατηρήσεων: Οι μαθητές μοιράζονται τις παρατηρήσεις τους (μέγεθος, σχήμα φύλλου, γενική εμφάνιση). Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός θέτει το ερώτημα: «Πώς μπορούν οι επιστήμονες σε όλο τον κόσμο να μιλούν για αυτούς τους διαφορετικούς τύπους και να είναι σίγουροι ότι συζητούν για το ίδιο φυτό;»

Ερώτηση-άγκιστρο: «Φανταστείτε ότι είστε θαλάσσιος επιστήμονας στην Ελλάδα και θέλετε να μοιραστείτε τα ευρήματά σας για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα με έναν επιστήμονα στην Πορτογαλία. Πώς διασφαλίζετε ότι μιλάτε και οι δύο για το ίδιο ακριβώς είδος;»

Κοινοποίηση του μαθησιακού στόχου:

«Μέχρι το τέλος αυτού του μαθήματος, θα μπορείτε να αναγνωρίζετε έξι βασικά είδη θαλάσσιων αγγειόσπερμων».

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Ομάδες ντετέκτιβ ειδών»

Ομαδική εργασία: Διαχωρισμός της τάξης σε 6 ομάδες. Κάθε ομάδα λαμβάνει έναν «Φάκελο διερεύνησης είδους» για ένα από τα έξι είδη.

Οι φάκελοι διερεύνησης περιλαμβάνουν:

- 3-4 φωτογραφίες του είδους από διαφορετικές γωνίες.
- Ένα λεπτομερές σχέδιο που δείχνει τα βασικά του χαρακτηριστικά (βλ. Παράρτημα).
- Ένα κενό φύλλο εργασίας παρατήρησης.

Δομή του φύλλου εργασίας: Το φύλλο εργασίας παρατήρησης ζητά από κάθε ομάδα να καταγράψει τα εξής:

A. Χαρακτηριστικά φύλλου:

- Σχήμα (ωοειδές, ταινιοειδές, σε σχήμα λωρίδας).
- Μέγεθος (μικρό, μεσαίο, μεγάλο).
- Πλάτος (πολύ στενό, μεσαίο, πλατύ).
- Σχήμα άκρης (στρογγυλεμένη, μυτερή, με εγκοπή/οδοντωτή).
- Διάταξη (πώς είναι εκφυμένα/προσαρτημένα τα φύλλα);

B. Χαρακτηριστικά ριζώματος & ρίζας:

- Πάχος ριζώματος (λεπτό, ισχυρό).
- Ύπαρξη μόνο οριζόντιων ριζωμάτων ή συνδυασμός οριζόντιων και κάθετων ριζωμάτων.
- Ιδιαίτερα/διακριτικά χαρακτηριστικά στα ριζώματα.
- Χαρακτηριστικά των ριζών.

C. Γενική εμφάνιση:

- Φαίνεται ευαίσθητο ή ανθεκτικό;
- Υπάρχουν μοναδικές δομές (κολεοί, ίνες κ.λπ.);

D. Πιο διακριτικό χαρακτηριστικό:

- Ποιο είναι το ένα στοιχείο που κάνει αυτό το είδος να ξεχωρίζει;

Διαδικασία διερεύνησης:

- Οι ομάδες εξετάζουν προσεκτικά τις εικόνες και τα σχέδιά τους.
- Συζητούν και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στο φύλλο εργασίας.
- Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στην τάξη, θέτοντας καθοδηγητικές ερωτήσεις:
 - «Ποιο είναι το πρώτο πράγμα που παρατηρείτε στα φύλλα;»
 - «Πώς θα περιγράφατε το σχήμα του φύλλου σε κάποιον που δεν μπορεί να δει τη φωτογραφία;»
 - «Τι κάνει αυτό το είδος διαφορετικό από τα άλλα που έχετε δει;»

Περιήγηση στην γκαλερί:

- Κάθε ομάδα εκθέτει τον φάκελο διερεύνησης και το φύλλο εργασίας της στο τραπέζι της.
- Οι ομάδες μετακινούνται κυκλικά για να δουν τα άλλα πέντε είδη.
- Οι μαθητές παρατηρούν και σημειώνουν τις διαφορές.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Μέρος Α: Τι είναι η ταξινομική και γιατί τη χρειαζόμαστε;

- Οι επιστήμονες οργανώνουν τους οργανισμούς σε μια ιεραρχική δομή για να κατανοήσουν τη βιοποικιλότητα.
- **Ταξινομική** = η επιστήμη της αναγνώρισης, της ονοματολογίας και της ταξινόμησης των ζωντανών οργανισμών, δηλαδή η οργάνωση των ζωντανών όντων από πολύ μεγάλες και γενικές ομάδες σε πολύ μικρές και συγκεκριμένες. Στην κορυφή της ιεραρχίας, οι οργανισμοί μοιράζονται μόνο λίγα γενικά χαρακτηριστικά. Καθώς κατεβαίνουμε τα επίπεδα, μοιράζονται όλο και περισσότερες ομοιότητες.
- Τα επίπεδα ταξινόμησης για τους ζωντανούς οργανισμούς είναι: **Επικράτεια → Βασίλειο → Συνομοταξία → Ομοταξία → Τάξη → Οικογένεια → Γένος → Είδος**

Γιατί είναι σημαντική η ταξινομική:

- Υπάρχουν περίπου **70 είδη θαλάσσιων αγγειόσπερμων** παγκοσμίως — επομένως η συστηματική οργάνωση είναι απαραίτητη.
- Οιεπιστήμονες σε διαφορετικές χώρες μιλούν διαφορετικές γλώσσες, αλλά τα επιστημονικά ονόματα είναι διεθνή και κοινά για όλους.
- Οι προσπάθειες περιβαλλοντικής προστασίας απαιτούν ακριβή αναγνώριση των ειδών.
- Η έρευνα απαιτεί να γνωρίζουμε ακριβώς ποιο είδος μελετάται κάθε φορά.

Επιστημονική σύμβαση ονοματολογίας (Διωνυμική ονοματολογία):

- Το επιστημονικό όνομα αποτελείται από δύο μέρη: **Γένος** (το πρώτο γράμμα πάντα με κεφαλαίο) + **συγκεκριμένο είδος** (με πεζό γράμμα).
- Γράφεται πάντα με πλάγια γραφή: *Posidonia oceanica*
- *Posidonia* = γένος (αντίστοιχο με το οικογενειακό επίθετο)
- *oceanica* = είδος (αντίστοιχο με το μικρό όνομα)

Μέρος Β: Τα έξι γένη θαλάσσιων αγγειόσπερμων & τα είδη εστίασής μας

Δημιουργία ενός συγκριτικού πίνακα στον μαυροπίνακα κατά τη διάρκεια της παρουσίασης των ευρημάτων από τους μαθητές:»

Γένος	Είδος Εστίασης	Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα
<i>Halophila</i>	<i>Halophila stipulacea</i>	Μικρά φύλλα σε ζεύγη, ελάσματα ωοειδή-ελλειπτικά, διαφανείς κολεοί, ευαίσθητη εμφάνιση. Ρίζωμα ερπυστικό με έναν κοντό όρθιο πλάγιο βλαστό και μία μη διακλαδισμένη ρίζα σε κάθε κόμβο. Κάθε πλάγιος βλαστός με 2 κολεούς στη βάση και ένα ζεύγος μισχοφόρων φύλλων στην κορυφή. Ο ακραίος βλαστός έχει 3 ζεύγη φύλλων. Οι κολεοί είναι διαφανείς, καλύπτοντας τους κοντούς μίσχους. Τα ελάσματα είναι ωοειδή-ελλειπτικά, μήκους έως 6 cm και πλάτους 10 mm· το περιθώριο είναι λεπτά οδοντωτό· η κεντρική νεύρωση και οι ενδοπεριθωριακές πλάγιες νευρώσεις συνδέονται με εγκάρσιες νευρώσεις.

Γένος	Είδος Εστίασης	Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα
<i>Cymodocea</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>	Στενά φύλλα σε σχήμα ταινίας, κάθετα ριζώματα, μακριά, λευκά ή ροζ μεσογονάτια διαστήματα των οριζόντιων ριζωμάτων. Οριζόντιο ρίζωμα με διάμετρο έως 4 mm, με πλάγιους κλάδους· σε κάθε κόμβο 1 έντονα διακλαδισμένη ρίζα και ένας κοντός όρθιος βλαστός που φέρει 2-5 φύλλα. Ο κολεός του φύλλου είναι γραμμικός· όταν πέφτει, αφήνει μια κλειστή κυκλική ουλή στον όρθιο βλαστό. Τα ελάσματα των φύλλων είναι γραμμικά, μήκους 30-40 cm και πλάτους 2-4 mm, με 7-9 διαμήκεις νευρώσεις*. η κορυφή είναι στρογγυλεμένη, μερικές φορές ελαφρώς εγκοπτόμενη. *Οι νευρώσεις παρατηρούνται στην επιφάνεια του ελάσματος με μεγεθυντικό φακό ή στερεοσκόπιο, και σε εγκάρσια τομή στο μικροσκόπιο.
<i>Posidonia</i>	<i>Posidonia oceanica</i>	Ισχυρά, πλατιά φύλλα σε σχήμα ταινίας, καφέ ινώδη υπολείμματα στα ριζώματα (σαν πινέλο!) Κάθετα ριζώματα προσαρτημένα σε οριζόντια ριζώματα που διακλαδίζονται. Διάμετρος ριζώματος 5-10 mm. Ρίζες πάχους 3-4 mm, μήκους έως 40 cm και πλούσια διακλαδισμένες. Οι δέσμες φύλλων αποτελούνται από 5 έως 10 φύλλα προσαρτημένα σε κάθετο ρίζωμα. Φύλλα σε σχήμα ταινίας πλάτους 5-12 mm και μήκους 40-50 cm, έως και 1 m, με 13-17 διαμήκεις νευρώσεις· η κορυφή είναι αμβλεία έως εγκοπτόμενη. Το πιο εύρωστο θαλάσσιο αγγειόσπερμο στη Μεσόγειο. Πολυάριθμα καφέ ινώδη υπολείμματα παλιών κολεών καλύπτουν τα ριζώματα σαν πινέλο.
<i>Zostera</i>	<i>Zostera marina</i>	Μακριά φύλλα σε σχήμα ταινίας, μόνο οριζόντια ριζώματα, κλειστοί κολεοί φύλλων. Μόνο οριζόντια ριζώματα με μεσογονάτια διαστήματα μήκους 1-3 cm. Ελάσματα φύλλων μήκους 30-60 cm, πλάτους 3-12 mm· διαμήκεις νευρώσεις 5-11· η κορυφή του ελάσματος είναι στρογγυλεμένη έως ελαφρώς ακανθωτή. Ο κολεός του φύλλου είναι κλειστός.
<i>Zostera</i>	<i>Zostera noltei</i>	Πολύ μικρότερο από το <i>Zostera marina</i> , φύλλα σε σχήμα ταινίας αλλά πολύ στενά, μόνο οριζόντια ριζώματα. Μόνο οριζόντια ριζώματα. Ελάσματα φύλλων μήκους έως 30 cm και πλάτους 0,5-1,5 mm, με 3 διαμήκεις νευρώσεις· η κορυφή είναι συχνά ασύμμετρα εγκοπτόμενη. Ο κολεός του φύλλου είναι ανοιχτός.
<i>Ruppia</i>	<i>Ruppia maritima</i>	Πολύ λεπτή εμφάνιση - εξαιρετικά στενά φύλλα. Πολύ λεπτοί βλαστοί, μήκους έως 40 cm, διακλαδισμένοι. Φύλλα πλάτους 0,4-1,0 mm, μήκους 2-11,5 cm, με μυτερές άκρες. Τα φύλλα φέρονται σε υμενώδεις κολεούς. Λεπτά οριζόντια ριζώματα (πλάτος 0,8-1,0 mm) με λεπτές ρίζες.

Λεπτομερής παρουσίαση κάθε είδους από κάθε ομάδα με την υποστήριξη του εκπαιδευτικού (αξιοποίηση εικόνων και σχεδίων):

5. *Halophila stipulacea*

- Κύριο διακριτικό χαρακτηριστικό: Ζευγαρωτά μικρά φύλλα, με ελάσματα ωοειδή-ελλειπτικά (όχι σε σχήμα ταινίας).
- Μικρή, ευαίσθητη εμφάνιση.
- Διαφανείς κολεοί στη βάση του φύλλου.
- Κοντοί μίσχοι.
- Πολύ διαφορετικό στη μορφή του από τα άλλα πέντε είδη.

2. *Cymodocea nodosa*

- Κύριο διακριτικό χαρακτηριστικό: Μακριά, λευκά ή ροζ μεσογονάτια διαστήματα στο οριζόντιο ρίζωμα και παρουσία κάθετων ριζωμάτων (όρθιοι βλαστοί).
- Στενά φύλλα σε σχήμα ταινίας (μήκους 30-40 cm, πλάτους 2-4 mm).
- Συνήθως 2-5 φύλλα ανά βλαστό.
- Στρογγυλεμένες ή ελαφρώς εγκοπτόμενες (με μικρή εγκοπή) άκρες φύλλων.

3. *Posidonia oceanica*

- Κύριο διακριτικό χαρακτηριστικό: Καφέ ινώδη υπολείμματα παλιών κολεών που καλύπτουν τα ριζώματα (μοιάζουν με πινέλο).
- Πλατιά φύλλα σε σχήμα ταινίας (πλάτους 5-12 mm).
- Μπορεί να αναπτυχθεί πολύ (40-50 cm, ενίοτε έως 1 m).
- 5-10 φύλλα ανά δέσμη.

4. *Zostera marina*

- Κύριο διακριτικό χαρακτηριστικό: Μακριά φύλλα σε σχήμα ταινίας με κλειστούς κολεούς και παρουσία μόνο οριζόντιων ριζωμάτων.
- Μέτριο έως μεγάλο μέγεθος.
- Φύλλα μήκους 30-60 cm, πλάτους 3-12 mm.
- Στρογγυλεμένες έως ελαφρώς ακανθωτές (με μικρή μυτερή απόληξη) άκρες φύλλων.
- 3-7 φύλλα ανά βλαστό.

5. *Zostera noltei*

- Κύριο διακριτικό χαρακτηριστικό: Πολύ μικρότερο μέγεθος από τη *Zostera marina*, φύλλα σε σχήμα ταινίας αλλά πολύ στενά (πλάτους 0,5-1,5 mm) και παρουσία μόνο οριζόντιων ριζωμάτων.
- Ελάσματα φύλλων μήκους έως 30 cm.
- Μόνο 3 διαμήκεις νευρώσεις (σε σύγκριση με τις 5-11 της *Zostera marina*).
- Η κορυφή του φύλλου είναι συχνά ασύμμετρα εγκοπτόμενη.
- Ανοιχτός κολεός φύλλου (σε αντίθεση με τον κλειστό της *Zostera marina*).
- Συχνά απαντάται σε μεσοπαλιρροϊκές περιοχές.

6. *Ruppia maritima*

- Κύριο διακριτικό χαρακτηριστικό: Εξαιρετικά λεπτή εμφάνιση με πολύ στενά φύλλα (πλάτους 0,4-1,0 mm).
- Φύλλα μήκους 2,0-11,5 cm, με μυτερές και ελαφρώς οδοντωτές άκρες.
- Λεπτά, ισχνά ριζώματα (πλάτους 0,8-1,0 mm).
- Απαντάται σε περιβάλλοντα υφάλμυρων υδάτων.
- **Σημείωση:** Πολλοί επιστήμονες συζητούν αν τα είδη του γένους *Ruppia* θα πρέπει να ταξινομούνται ως «αληθινά» θαλάσσια αγγειόσπερμα.

Διαδραστικός έλεγχος με τη χρήση εικόνων::

- Προβολή εικόνας: «Ποιο είδος έχει ζευγαρωτά μικρά φύλλα και ωοειδή-ελλειπτικά ελάσματα;» (*Halophila stipulacea*)
- Προβολή εικόνας: «Ποιο είδος φέρει τα ινώδη ριζώματα που μοιάζουν με πινέλο;» (*Posidonia oceanica*)
- Προβολή εικόνας: «Ποιο είδος έχει μακριά, λευκά ή ροζ μεσογονάτια διαστήματα στο ριζωμά του;» (*Cymodocea nodosa*)

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Πρόκληση Αναγνώρισης Ειδών»

Μέρος Α: Πίνακας Σύγκρισης Ομάδων

Οι μαθητές εργάζονται στις αρχικές τους ομάδες των 3-4 ατόμων. Κάθε ομάδα λαμβάνει έναν μεγάλο κενό πίνακα σύγκρισης που περιλαμβάνει και τα έξι είδη.

Χαρακτηριστικό	<i>Halophila stipulacea</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>	<i>Posidonia oceanica</i>	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltei</i>	<i>Ruppia maritima</i>
Σχήμα Φύλλου						
Πλάτος Φύλλου						
Χαρακτηριστικό Ριζώματος						
Πιο Χαρακτηριστικό Γνώρισμα						

Διαδικασία συμπλήρωσης

Οι ομάδες συνεργάζονται για να συμπληρώσουν τον πίνακα με βάση:

- Τη δική τους διερεύνηση είδους από τη Φάση 2.
- Τις πληροφορίες από τις παρουσιάσεις των άλλων ομάδων.
- Τις παρατηρήσεις από την περιήγηση στην γκαλερί.

Ο εκπαιδευτικός περιφέρεται στην τάξη, θέτοντας συγκριτικές ερωτήσεις::

- «Ποιο είδος έχει τα πλατύτερα φύλλα;»
- «Ποιο είδος έχει την πιο ευαίσθητη εμφάνιση;»
- «Τι κοινό έχουν τα γένη *Cymodocea* και *Zostera*; Τι διαφορετικό;»
- «Πώς μπορείτε να ξεχωρίσετε αμέσως το γένος *Halophila* από τα άλλα πέντε;»

Μέρος Β: Παιχνίδι κουίζ αναγνώρισης

Προβολή εικόνων: Ο εκπαιδευτικός προβάλλει 8-10 εικόνες από τη διεθνή επιστημονική βάση δεδομένων algaebase.org (συνδυασμός των έξι ειδών, με πολλαπλές λήψεις ανά είδος). Οι εικόνες απεικονίζουν διαφορετικές γωνίες, στάδια ανάπτυξης ή περιβάλλοντα διαβίωσης.

Οι μαθητές εργάζονται σε ζευγάρια, χρησιμοποιώντας μικρούς ασπροπίνακες ή χαρτί:

- Προβολή κάθε εικόνας για 30 δευτερόλεπτα.
- Τα ζευγάρια γράφουν ποιο είδος πιστεύουν ότι απεικονίζεται.
- Άμεση αποκάλυψη της σωστής απάντησης και βαθμολόγηση.

Συζήτηση μετά το κουίζ:

- «Ποιο είδος ήταν το πιο εύκολο να αναγνωριστεί και για ποιο λόγο;»
- «Ποια χαρακτηριστικά κοιτάξατε πρώτα;»
- «Ποια είδη παρουσίαζαν τις περισσότερες ομοιότητες μεταξύ τους;»

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου - «Έλεγχος αναγνώρισης ειδών & ταξινομικής»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Αναγνώριση ειδών

[Παράθεση 4 μικρών εικόνων, μία από κάθε είδος]

Αντιστοιχίστε κάθε εικόνα με το σωστό όνομα είδους:

Εικόνα Α: _____

Εικόνα Β: _____

Εικόνα Γ: _____

Εικόνα Δ: _____

Μέρος 2: Επιστημονική ονοματολογία

Στο επιστημονικό όνομα *Cymodocea nodosa*, κυκλώστε το όνομα του γένους

Μέρος 3: Αναστοχασμός

«Το πιο εύκολο είδος για μένα να αναγνωρίσω είναι το _____ επειδή: _____»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:
 - Οι μαθητές εξετάζουν συστηματικά το οπτικό υλικό και καταγράφουν ακριβείς παρατηρήσεις στα φύλλα εργασίας.
 - Οι μαθητές αναγνωρίζουν τα διακριτικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών.
 - Οι μαθητές συμμετέχουν σε ουσιαστικές συζητήσεις σύγκρισης ειδών, χρησιμοποιώντας κατάλληλα την επιστημονική ορολογία.
2. Ερωτήσεις εμβάθυνσης:
 - Στοχευμένες ερωτήσεις κατά την επεξήγηση (π.χ. «Ποιο είδος έχει ζευγαρωτά φύλλα;»).
 - Ερωτήσεις κριτικής σκέψης κατά την επεξεργασία (π.χ. «Πώς μπορείτε να ξεχωρίσετε αυτά τα δύο είδη;»).
 - Καταγραφή των ερωτήσεων που διατυπώνουν οι ίδιοι οι μαθητές σχετικά με τα νέα είδη.
3. Παρακολούθηση της προόδου:
 - Αξιολόγηση της κατανόησης των ομοιοτήτων και των διαφορών, με σκοπό τον εντοπισμό συνήθων λαθών ή παρανοήσεων.
 - Καταγραφή των αποτελεσμάτων του κουίζ (ποια είδη αναγνωρίζονται σωστά ή λανθασμένα) και επισήμανση των εικόνων που προκαλούν τη μεγαλύτερη σύγχυση.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση :

1. Δραστηριότητα αξιολόγησης δελτίου εξόδου (περιγράφεται αναλυτικά παραπάνω)

2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να αναγνωρίσω και τα έξι είδη από φωτογραφίες.
- Μπορώ να ονομάσω τουλάχιστον ένα διακριτικό χαρακτηριστικό για κάθε είδος.
- Μπορώ να εξηγήσω τι κάνει κάθε είδος διαφορετικό από τα υπόλοιπα.
- Μπορώ να αναγνωρίσω το γένος σε ένα επιστημονικό όνομα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

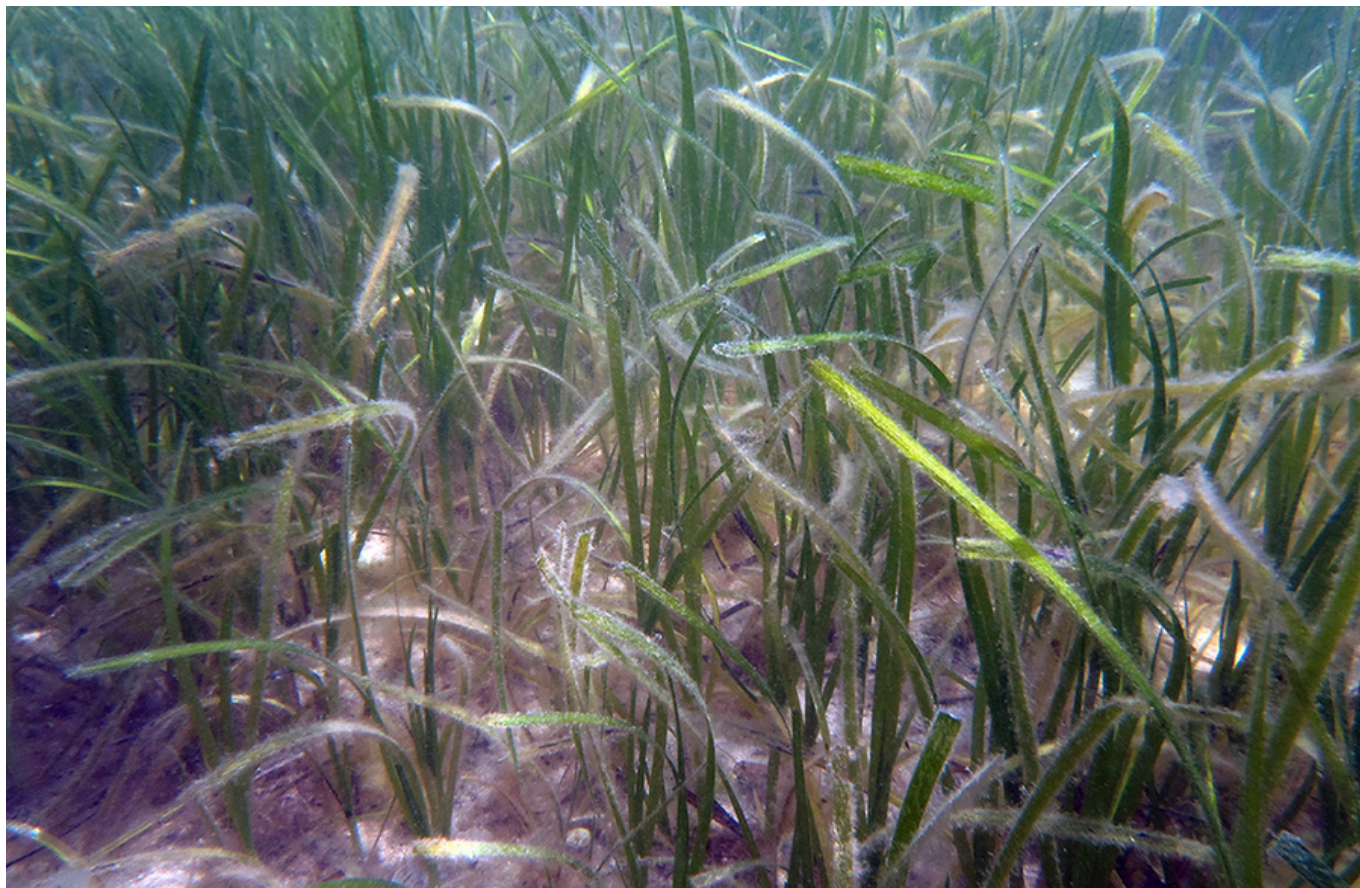
Εκτός από τις φωτογραφίες που παρέχονται παρακάτω, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναζητήσουν στη διεθνή βάση δεδομένων AlgaeBase (<https://www.algaebase.org/>) επιπλέον αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες κάθε είδους, πληκτρολογώντας το επιστημονικό όνομα (γένος + είδος) στη γραμμή αναζήτησης.



Εικόνα 1. *Halophila stipulacea* (Tanzania; photo credit Katrin Oesterlund/Algaebase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=12438



Εικόνα 2. *Cymodocea nodosa* (Mar Menor, Murcia, Spain; photo credit Isabel Rubio Perez/Algaebase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=25038



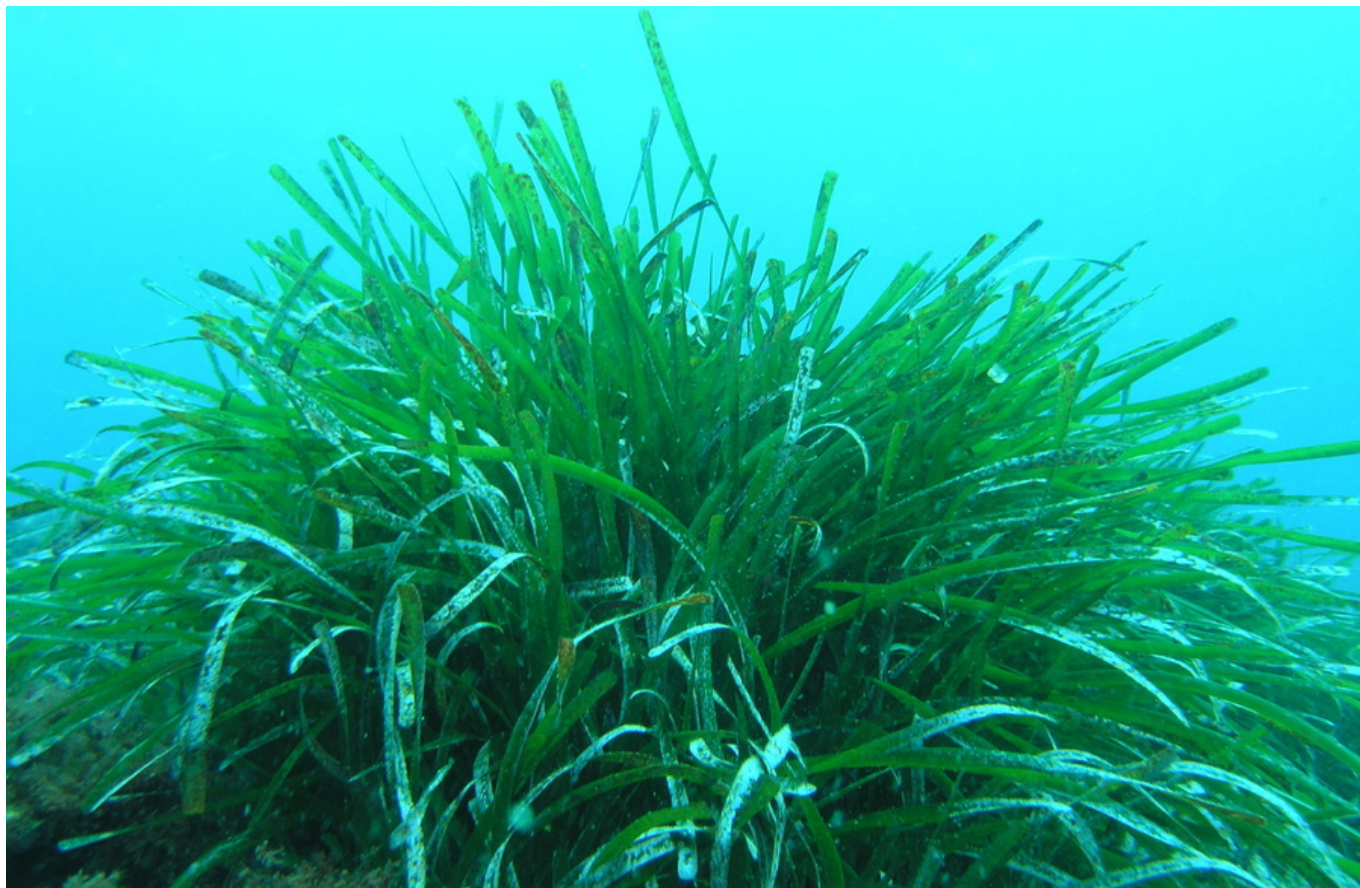
Εικόνα 3. *Zostera marina* (Ría de Aldan, Galicia, Spain; photo credit Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22743



Εικόνα 4. *Zostera noltei* growing in the lower intertidal zone, Ría de Arousa, Galicia, Spain (photo credit

Ignacio Barbara/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783

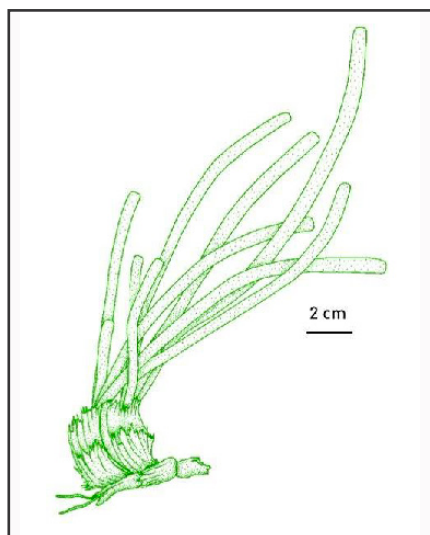
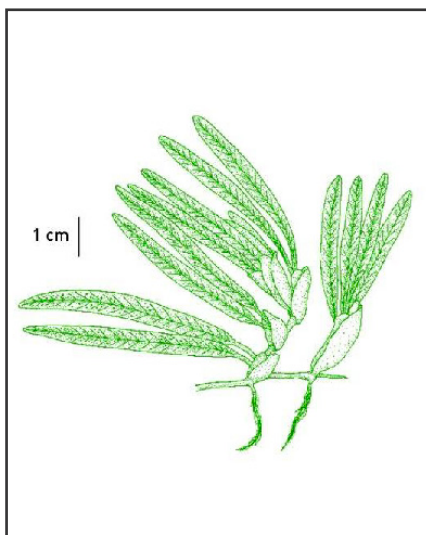
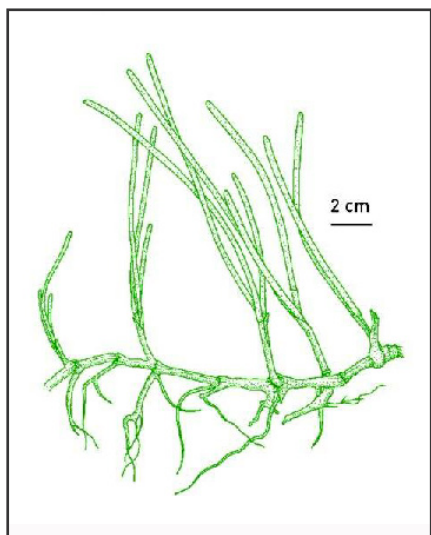


Εικόνα 5. *Posidonia oceanica* (Portals Vells, Mallorca, Balearic Islands, Spain; photo credit Eduardo Infantes Ordas/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447



Εικόνα 6. *Ruppia maritima* (Indian River Lagoon; photo credit Diane Litter/Algaebase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=13956

Αντιπροσωπευτική φωτογραφία και σκίτσο κάθε είδους



Εικόνα 7

Cymodocea nodosa

(photo credit Paraskevi Malea; Schematic depiction from Green E.P. and Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)

Εικόνα 8

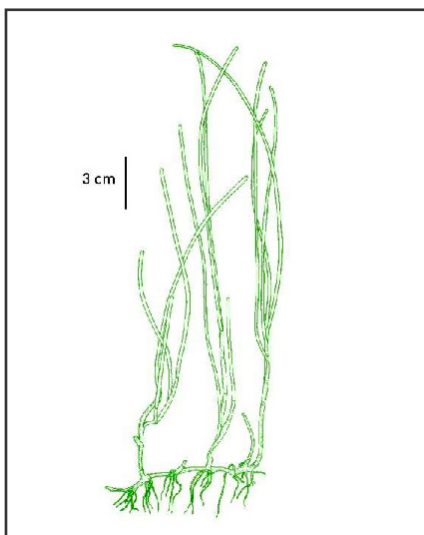
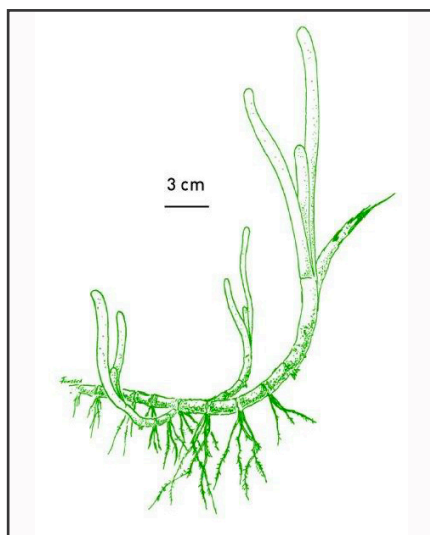
Halophila stipulacea

(photo credit Paraskevi Malea; schematic depiction from Green E.P. and Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)

Εικόνα 9

Posidonia oceanica

(photo credit Paraskevi Malea; schematic depiction from Green E.P. and Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)



Εικόνα 10

Zostera marina

(photo credit Michael Guiry/AlgaeBase; schematic depiction from Green E.P. and Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)

Εικόνα 11

Zostera noltei

(photo credit Ignacio Barbara/AlgaeBase; schematic depiction from Green E.P. and Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA)

Εικόνα 12

Ruppia maritima

(photo credit Paraskevi Malea; schematic depiction from T. Kevrekidis et al., 2024. Exploring the coastal lagoons, Hellenic Foundation for Research and Innovation)

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εξερευνά την παγκόσμια κατανομή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων και εισάγει τους μαθητές στην έννοια των βιοπεριοχών, μεγάλων γεωγραφικών ζωνών με χαρακτηριστικές κοινότητες ειδών. Βασιζόμενοι στην ταξινομική γνώση τους από το Μάθημα 3, οι μαθητές θα ανακαλύψουν ότι τα φυτά αυτά αναπτύσσονται σε κάθε ήπειρο εκτός από την Ανταρκτική, με περίπου 160 χώρες να φιλοξενούν λειμώνες. Μέσα από δραστηριότητες με χάρτες και συγκριτικές αναλύσεις, οι μαθητές θα εξερευνήσουν τις έξι παγκόσμιες βιοπεριοχές (τέσσερις εύκρατες και δύο τροπικές) και θα κατανοήσουν πώς η ποικιλότητα τους μεταβάλλεται σε όλο τον πλανήτη. Το μάθημα ολοκληρώνεται με μια εστιασμένη ματιά στα είδη που απαντώνται στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης, συνδέοντας τα παγκόσμια πρότυπα με την τοπική σημασία.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Γνωρίζουν ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα απαντώνται στα παράκτια ύδατα περισσότερων από 160 χωρών παγκοσμίως.
- Αναγνωρίζουν ότι απουσιάζουν μόνο από τις ακτές της Ανταρκτικής.
- Ορίζουν τη βιοπεριοχή ως μια γεωγραφική περιοχή με χαρακτηριστικές κοινότητες ειδών.
- Ονομάζουν τις έξι παγκόσμιες βιοπεριοχές: Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός, Τροπικός Ατλαντικός, Μεσόγειος, Εύκρατος Βόρειος Ειρηνικός, Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός και Εύκρατοι Νότιοι Ωκεανοί.
- Διακρίνουν τις εύκρατες από τις τροπικές βιοπεριοχές.
- Εντοπίζουν τα τρία κέντρα υψηλής ποικιλότητας των φυτών αυτών (Νοτιοανατολική Ασία, Ιαπωνία/Κορέα, νοτιοδυτική Αυστραλία).
- Ονομάζουν τουλάχιστον 3-5 είδη που απαντώνται στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης (*Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*).

- Κατανοούν ότι η Μεσόγειος είναι μια βιοπεριοχή μέτριας ποικιλότητας στην οποία κυριαρχεί το είδος *Posidonia oceanica*.
- Κατανοούν ότι ο Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός είναι μια βιοπεριοχή χαμηλής ποικιλότητας στην οποία κυριαρχεί το είδος *Zostera marina*.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγινώσκουν και ερμηνεύουν παγκόσμιους χάρτες κατανομής.
- Εντοπίζουν και σημειώνουν τις βιοπεριοχές σε έναν παγκόσμιο χάρτη.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν επίγνωση για τα τοπικά είδη και το βιοπεριφερειακό τους πλαίσιο.
- Αναγνωρίζουν τη σημασία της διεθνούς συνεργασίας για την προστασία αυτών των οικοσυστημάτων σε όλες τις βιοπεριοχές του πλανήτη.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τα βασικά είδη μέσα σε συγκεκριμένες βιοπεριοχές.
- Χρησιμοποιούν τη γεωγραφική ορολογία με ακρίβεια (βιοπεριοχή, κατανομή, εύκρατη, τροπική).
- Ερμηνεύουν επιστημονικούς χάρτες και οπτικοποιήσεις της βιοποικιλότητας.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τα βιογεωγραφικά πρότυπα που καθορίζουν την παγκόσμια εξάπλωση των φυτών αυτών.

Ψηφιακές Ικανότητες:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν ψηφιακούς χάρτες.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ομάδες για την υλοποίηση δραστηριοτήτων γεωγραφικής ανάλυσης.
- Προβαίνουν σε ανταλλαγή ευρημάτων σχετικά με τις διαφορετικές βιοπεριοχές.
- Κατανοούν ότι η προστασία των συγκεκριμένων οικοσυστημάτων απαιτεί διεθνή συνεργασία.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Απαραίτητα:

- Μεγάλος παγκόσμιος χάρτης (τυπωμένη αφίσα ή ψηφιακή προβολή) για χρήση στην ολομέλεια της τάξης.
- 6 κάρτες πληροφοριών για τις βιοπεριοχές (μία ανά ομάδα) (πληροφορίες στο Εκπαιδευτικό Εγχειρίδιο).
- Παγκόσμιος χάρτης βιοποικιλότητας των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (βλ. Παράρτημα, Εικ. 1).
- Χάρτης των παγκόσμιων βιοπεριοχών (βλ. Παράρτημα, Εικ. 2).
- Μικροί παγκόσμιοι χάρτες (ένας ανά ομάδα για τη δραστηριότητα χρωματικής αποτύπωσης) (βλ. Παράρτημα, Εικ. 3).
- Κενός πίνακας σύγκρισης βιοπεριοχών (ένας ανά ζευγάρι μαθητών).
- Εικόνες ή απεικονίσεις των 5 ειδών αγγειόσπερμων που απαντώνται στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Παγκόσμια περιοδεία θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

Προβολή ενός κενού παγκόσμιου χάρτη στον πίνακα ή στην οθόνη, με 6-8 παράκτιες τοποθεσίες σημειωμένες με ερωτηματικά (π.χ. Μεσόγειος Θάλασσα, Καραϊβική, Αυστραλία, Βόρειος Ατλαντικός, Ιαπωνία, Ανατολική Αφρική, Ανταρκτική).

Διαδραστική ψηφοφορία:

- «Θα σας δείξω μια παράκτια τοποθεσία. Δείξτε μου αντίχειρα προς τα πάνω αν πιστεύετε ότι εκεί αναπτύσσονται θαλάσσια αγγειόσπερμα, ή αντίχειρα προς τα κάτω αν πιστεύετε το αντίθετο».
- Αποκάλυψη των τοποθεσιών μία-μία, καθώς οι μαθητές ψηφίζουν με τους αντίχειρες.
- Καταμέτρηση των αποτελεσμάτων στον πίνακα: Πόσες από τις τοποθεσίες διαθέτουν τελικά λειμώνες;

Έκπληξη-αποκάλυψη: «Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα αναπτύσσονται στα παράκτια ύδατα περισσότερων από 160 χωρών σε όλο τον κόσμο – σε κάθε ήπειρο εκτός από μία! Μπορεί κανείς να μαντέψει ποια ήπειρος δεν έχει καθόλου τέτοια φυτά;»

Απάντηση: Ανταρκτική

Ερώτηση-άγκιστρο: «Ορισμένα μέρη φιλοξενούν μόλις 5 είδη, ενώ άλλα έχουν 24 διαφορετικά είδη! Γιατί πιστεύετε ότι ορισμένες περιοχές παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη ποικιλότητα από άλλες;»

Κοινοποίηση του μαθησιακού στόχου:

«Σήμερα ξεκινάμε ένα παγκόσμιο ταξίδι για να ανακαλύψουμε πού ζουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, γιατί ορισμένες περιοχές έχουν περισσότερα είδη, και ποια από αυτά αναπτύσσονται ακριβώς εδώ.»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Κάρτες εξερεύνησης βιοπεριοχών»

Ομαδική εργασία: Διαχωρισμός της τάξης σε 6 ομάδες. Κάθε ομάδα λαμβάνει μια κάρτα πληροφοριών για μία βιοπεριοχή, καθώς και έναν μικρό παγκόσμιο χάρτη (Εικ. 3).

Κάθε κάρτα βιοπεριοχής περιλαμβάνει:

- Το όνομα και τη γεωγραφική θέση της βιοπεριοχής.
- Τον αριθμό των ειδών που φιλοξενεί.
- Σχετική φωτογραφία ή απεικόνιση.

Οι έξι βιοπεριοχές (μοιράζονται από τον εκπαιδευτικό):

1. Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός (5 είδη)

- Τοποθεσία: Από τη Βόρεια Καρολίνα (ΗΠΑ) έως την Πορτογαλία.

2. Τροπικός Ατλαντικός (10 είδη)

- Τοποθεσία: Καραϊβική, Κόλπος του Μεξικού, Μπαχάμες, οι τροπικές ακτές του Ατλαντικού.

3. Μεσόγειος (9 είδη)

- Τοποθεσία: Μεσόγειος Θάλασσα, Μαύρη Θάλασσα, Κασπία και Αράλη, καθώς και η βορειοδυτική Αφρική.

4. Εύκρατος Βόρειος Ειρηνικός (15 είδη)

- Τοποθεσία: Από την Κορέα έως την Μπάχα (Μεξικό)

5. Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός (24 είδη)

- Τοποθεσία: Ανατολική Αφρική, νότια Ασία, τροπική Αυστραλία έως τον ανατολικό Ειρηνικό.

6. Εύκρατοι Νότιοι Ωκεανοί (18 είδη)

- Τοποθεσία: Νέα Ζηλανδία, εύκρατη Αυστραλία, Νότια Αμερική και Νότια Αφρική.

Διαδικασία επεξεργασίας στις ομάδες:

1. Ανάγνωση της κάρτας της αντίστοιχης βιοπεριοχής.
2. Χρωματική αποτύπωση (χρωματισμός) της βιοπεριοχής στον μικρό παγκόσμιο χάρτη.
3. Προετοιμασία για την παρουσίαση δύο βασικών στοιχείων στην ολομέλεια:
 - Πού βρίσκεται;
 - Πόσα είδη περιλαμβάνει;

Περιήγηση στην γκαλερί: Οι ομάδες μετακινούνται κυκλικά ανά τα θρανία για να παρατηρήσουν τους χάρτες και τα δεδομένα των υπόλοιπων βιοπεριοχών

Δραστηριότητα 2: «Σημεία υψηλής ποικιλότητας»

Προβολή του παγκόσμιου χάρτη βιοποικιλότητας των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, ο οποίος δείχνει διαβαθμίσεις χρώματος (πιο σκούρο χρώμα = μεγαλύτερος αριθμός ειδών) (Εικ. 1).

Καθοδηγούμενη παρατήρηση:

- «Παρατηρήστε αυτόν τον χάρτη. Πού εντοπίζετε τα πιο σκούρα χρώματα (δηλαδή τα περισσότερα είδη);»

- «Ποιο πρότυπο παρατηρείτε; Οι περιοχές υψηλής ποικιλότητας βρίσκονται κοντά η μία στην άλλη ή είναι διάσπαρτες;»

Βασικά σημεία προς επισήμανση από τον εκπαιδευτικό:

- Τρία κέντρα υψηλής ποικιλότητας: Νοτιοανατολική Ασία (το μεγαλύτερο), Ιαπωνία/Κορέα, νοτιοδυτική Αυστραλία.
- Και τα τρία αυτά κέντρα βρίσκονται στο Ανατολικό Ημισφαίριο.
- Άλλες περιοχές με σημαντική ποικιλότητα: Νότια Ινδία, ανατολική Αφρική.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Μέρος Α: Πρότυπα παγκόσμιας κατανομής

Αξιοποιώντας έναν μεγάλο παγκόσμιο χάρτη ή την ψηφιακή προβολή:

Παγκόσμια παρουσία:

- Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα απαντώνται στα παράκτια ύδατα περισσότερων από 160 χωρών.
- Εντοπίζονται σε όλες τις παράκτιες περιοχές, εκτός από τις ακτές της Ανταρκτικής.
- Γιατί απουσιάζουν από την Ανταρκτική; Λόγω του ακραίου ψύχους και της πολύ χαμηλής διαθεσιμότητας φωτός.
- Το είδος *Zostera marina* διασχίζει τον Αρκτικό Κύκλο στην Ευρώπη και απαντάται στον βόρειο Ειρηνικό.

Εύκρατα εναντίον τροπικών γενών:

- **7 τροπικά γένη:** *Thalassia*, *Halophila*, *Syringodium*, *Halodule*, *Cymodocea*, *Thalassodendron*, *Enhalus*
- **5 εύκρατα γένη:** *Zostera*, *Phyllospadix*, *Heterozostera*, *Posidonia*, *Amphibolis*

Σημαντικές εξαιρέσεις: καθώς οι κατηγορίες αυτές δεν είναι απόλυτα αυστηρές

- Ένα είδος του γένους *Cymodocea* (τροπικό γένος), συγκεκριμένα η *Cymodocea nodosa*, ευδοκیمی στην εύκρατη λεκάνη της Μεσογείου.
- Είδη του γένους *Zostera* (εύκρατο γένος) απαντώνται επίσης σε ορισμένες τροπικές ακτές.

Μέρος Β: Οι έξι παγκόσμιες βιοπεριοχές

Τι είναι η βιοπεριοχή;

- Μια βιοπεριοχή είναι μια μεγάλη γεωγραφική ζώνη με χαρακτηριστικές κοινότητες ειδών θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Συνάθροιση: Ομάδες διαφορετικών ειδών που συνυπάρχουν στον ίδιο τόπο την ίδια χρονική περίοδο.

Τέσσερις εύκρατες βιοπεριοχές:

Τέσσερις εύκρατες βιοπεριοχές (η αντίστοιχη ομάδα μαθητών υποστηρίζει τον εκπαιδευτικό):

4. **Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός**
(η χαμηλότερη ποικιλότητα, 5 είδη)
5. **Εύκρατος Βόρειος Ειρηνικός**
(υψηλή ποικιλότητα, 15 είδη)
6. **Μεσόγειος** (μέτρια ποικιλότητα, 9 είδη, μείγμα εύκρατων και τροπικών στοιχείων)
7. **Εύκρατοι Νότιοι Ωκεανοί** (χαμηλή έως υψηλή ποικιλότητα, 18 είδη)

Δύο τροπικές βιοπεριοχές (η αντίστοιχη ομάδα μαθητών υποστηρίζει τον εκπαιδευτικό):

1. **Τροπικός Ατλαντικός** (υψηλή ποικιλότητα, 10 είδη)
2. **Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός** (η υψηλότερη ποικιλότητα παγκοσμίως, 24 είδη, αποτελεί τη μεγαλύτερη βιοπεριοχή).

Στο τέλος της παρουσίασης, ο εκπαιδευτικός προβάλλει την Εικ. 2, όπου εμφανίζονται τα όρια των βιοπεριοχών αυτών

Μέρος Γ: Εστίαση στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης

Είδη στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης: Στα ευρωπαϊκά ύδατα συναντάμε πέντε κύρια είδη:

- ***Posidonia oceanica*** — Το «αστέρι» της Μεσογείου
- ***Zostera marina*** — Ευρέως διαδεδομένο στις βόρειες ακτές
- ***Zostera noltei*** — Μικρότερο σε μέγεθος
- ***Cymodocea nodosa*** — Απαντάται στη Μεσόγειο και στις ατλαντικές ακτές της Πορτογαλίας και της βορειοδυτικής Αφρικής
- ***Halophila stipulacea*** — Ξενικό είδος με καταγωγή από την Ερυθρά Θάλασσα, το οποίο εισήχθη στη Μεσόγειο μέσω της Διώρυγας του Σουέζ
- **Επιπλέον:** *Ruppia maritima* (είδος υφάλμυρων υδάτων, για το οποίο υπάρχει επιστημονική συζήτηση αν αποτελεί «αληθινό» θαλάσσιο αγγειόσπερμο)

Χαρακτηριστικά της βιοπεριοχής της Μεσογείου:

Γεωγραφική έκταση: Μεσόγειος Θάλασσα, Μαύρη Θάλασσα, Κασπία και Αράλη, καθώς και η βορειοδυτική Αφρική

Ποικιλότητα ειδών: Μέτρια ποικιλότητα, με ένα μείγμα εύκρατων και τροπικών ειδών (9 είδη συνολικά)

Κυρίαρχο είδος: *Posidonia oceanica* (ενδημικό της Μεσογείου, απαντάται αποκλειστικά εδώ)

Χαρακτηριστικά της βιοπεριοχής του εύκρατου βόρειου Ατλαντικού:

Γεωγραφική έκταση: Από τη Βόρεια Καρολίνα (ΗΠΑ) έως την Πορτογαλία

Ποικιλότητα ειδών: Χαμηλή ποικιλότητα εύκρατων ειδών (5 είδη)

Κυρίαρχο είδος: *Zostera marina* (κυρίαρχο), *Zostera noltei*, *Ruppia maritima*, *Cymodocea nodosa*, *Halodule wrightii*

Διαδραστικός έλεγχος κατανόησης:

- «Ποια βιοπεριοχή εμφανίζει τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών;» (Απάντηση: Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός: 24 είδη).
- «Ποια βιοπεριοχή εμφανίζει τον μικρότερο αριθμό ειδών;» (Απάντηση: Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός: 5 είδη).
- «Μπορείτε να ονομάσετε ένα είδος που απαντάται στα ευρωπαϊκά ύδατα;» (Δεκτές πολλαπλές απαντήσεις από τους μαθητές).

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Σύγκριση βιοπεριοχών & αντιστοίχιση ευρωπαϊκών ειδών»

Μέρος Α: Ανάλυση δεδομένων βιοπεριοχών

Οι μαθητές εργάζονται σε ζευγάρια, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω πίνακα σύγκρισης:

Βιοπεριοχή	Αριθμός Ειδών	Εύκρατη ή Τροπική;
Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός	5	Εύκρατη
Τροπικός Ατλαντικός	10	Τροπική
Μεσόγειος	9	Μικτή
Εύκρατος Βόρειος Ειρηνικός	15	Εύκρατη
Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός	24	Τροπική
Εύκρατοι Νότιοι Ωκεανοί	18	Εύκρατη

Ερωτήσεις ανάλυσης (τα ζευγάρια συζητούν και καταγράφουν τις απαντήσεις τους):

1. «Ποια βιοπεριοχή εμφανίζει την υψηλότερη ποικιλότητα;»
 - Απάντηση: Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός (24)
2. «Ποιο πρότυπο παρατηρείτε ανάμεσα στις εύκρατες και τις τροπικές βιοπεριοχές;»
 - Και οι δύο κλιματικές ζώνες μπορούν να εμφανίζουν υψηλή ποικιλότητα, αλλά ο Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός κατέχει τα πρωτεία.

Μέρος Β: Ντετέκτιβ ευρωπαϊκών ειδών

Δραστηριότητα αντιστοίχισης:

Προβολή 5 σύντομων περιγραφών ή εικόνων. Οι μαθητές καλούνται να τις αντιστοιχίσουν με το σωστό επιστημονικό όνομα είδους.

Ενδείξεις (Γρίφοι):

1. «Είμαι ο πρωταθλητής της Μεσογείου, με ινώδη υπολείμματα στα ριζώματά μου που μοιάζουν με πινέλο. Ποιο είδος είμαι;»
 - Απάντηση: *Posidonia oceanica*
2. «Απαντώμαι σε όλες τις βόρειες ευρωπαϊκές ακτές και μπορώ ακόμη και να επιβιώσω μέσα στον Αρκτικό Κύκλο. Τα φύλλα μου έχουν σχήμα μακριάς ταινίας. Ποιο είδος είμαι;»
 - Απάντηση: *Zostera marina*
3. «Είμαι ο μικρότερος “ξάδερφος” ενός άλλου είδους *Zostera*. Ποιο είδος είμαι;»
 - Απάντηση: *Zostera noltei*
4. «Ανήκω σε τροπικό γένος, αλλά έχω προσαρμοστεί απόλυτα στη Μεσόγειο. Έχω μακριά, λευκά ή ροζ οριζόντια ριζώματα. Ποιο είδος είμαι;»
 - Απάντηση: *Cymodocea nodosa*

5. «Είμαι ένα ξενικό είδος στη Μεσόγειο! Έφτασα εδώ μέσω της Διώρυγας του Σουέζ και έχω μικρά, ωοειδή φύλλα διατεταγμένα σε ζεύγη. Ποιο είδος είμαι;»
 - Απάντηση: *Halophila stipulacea*

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου - «Έλεγχος παγκόσμιας κατανομής των θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Παγκόσμια κατανομή

6. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα απαντώνται σε περισσότερες από _____ χώρες παγκοσμίως
α) 50 β) 100 γ) 160 δ) 200
7. Ημόνη ήπειρος χωρίς θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι η _____
8. Σωστό ή Λάθος: Όλες οι τροπικές βιοπεριοχές έχουν περισσότερα είδη από όλες τις εύκρατες βιοπεριοχές. _____

Μέρος 2: Βιοπεριοχές

9. Ποια βιοπεριοχή έχει την υψηλότερη ποικιλότητα θαλάσσιων αγγειόσπερμων;
α) Μεσόγειος β) Τροπικός Ατλαντικός γ) Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός δ) Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός
10. Η βιοπεριοχή της Μεσογείου κυριαρχείται από ποιο είδος; α) *Zostera marina* β) *Posidonia oceanica* γ) *Thalassia testudinum* δ) *Halophila stipulacea*
11. Ονομάστε ένα είδος θαλάσσιου αγγειόσπερμου: _____

Μέρος 3: Δεξιότητα χάρτη

Αξιοποίηση ενός μικρού παγκόσμιου χάρτη, όπου οι μαθητές καλούνται να προσδιορίσουν και να σημειώσουν τις 6 βιοπεριοχές.

Μέρος 4: Αναστοχασμός

«Ένα πράγμα που με εξέπληξε σχετικά με την παγκόσμια κατανομή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων είναι: _____»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης κατά την ομαδική εργασία:

- Οι μαθητές εντοπίζουν με ακρίβεια τη βιοπεριοχή τους στους χάρτες.
- Οι μαθητές αναγνωρίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά από τις κάρτες πληροφοριών.
- Οι μαθητές συμμετέχουν σε ουσιαστικές γεωγραφικές συζητήσεις.
- Οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στις παρατηρήσεις κατά την περιήγηση στην γκαλερί.

2. Ερωτήσεις εμβάθυνσης:

- «Ποια ήπειρος δεν έχει θαλάσσια αγγειόσπερμα και για ποιο λόγο;» (κατά την εναρκτήρια δραστηριότητα).
- Προφορικές ερωτήσεις αναγνώρισης κατά την επισήμανση των βιοπεριοχών στον μεγάλο χάρτη (κατά τη φάση της επεξήγησης).

3. Ομαδικές παρουσιάσεις:

- Ποιότητα των βασικών στοιχείων που παρουσίασαν οι ομάδες για την αντίστοιχη βιοπεριοχή.
- Ακρίβεια της χρωματικής αποτύπωσης (χρωματισμού) του χάρτη.

4. Παρακολούθηση της εργασίας σε ζευγάρια:

- Εποπτεία των συζητήσεων ανάλυσης κατά τη δραστηριότητα της σύγκρισης.
- Έλεγχος του σκεπτικού των μαθητών σχετικά με την αναγνώριση των παγκόσμιων προτύπων.
- Αξιολόγηση της ακρίβειας κατά τη δραστηριότητα της αντιστοίχισης των ευρωπαϊκών ειδών.
- Καταγραφή τυχόν παρανοήσεων με σκοπό την άμεση αντιμετώπισή τους στην ολομέλεια της τάξης.

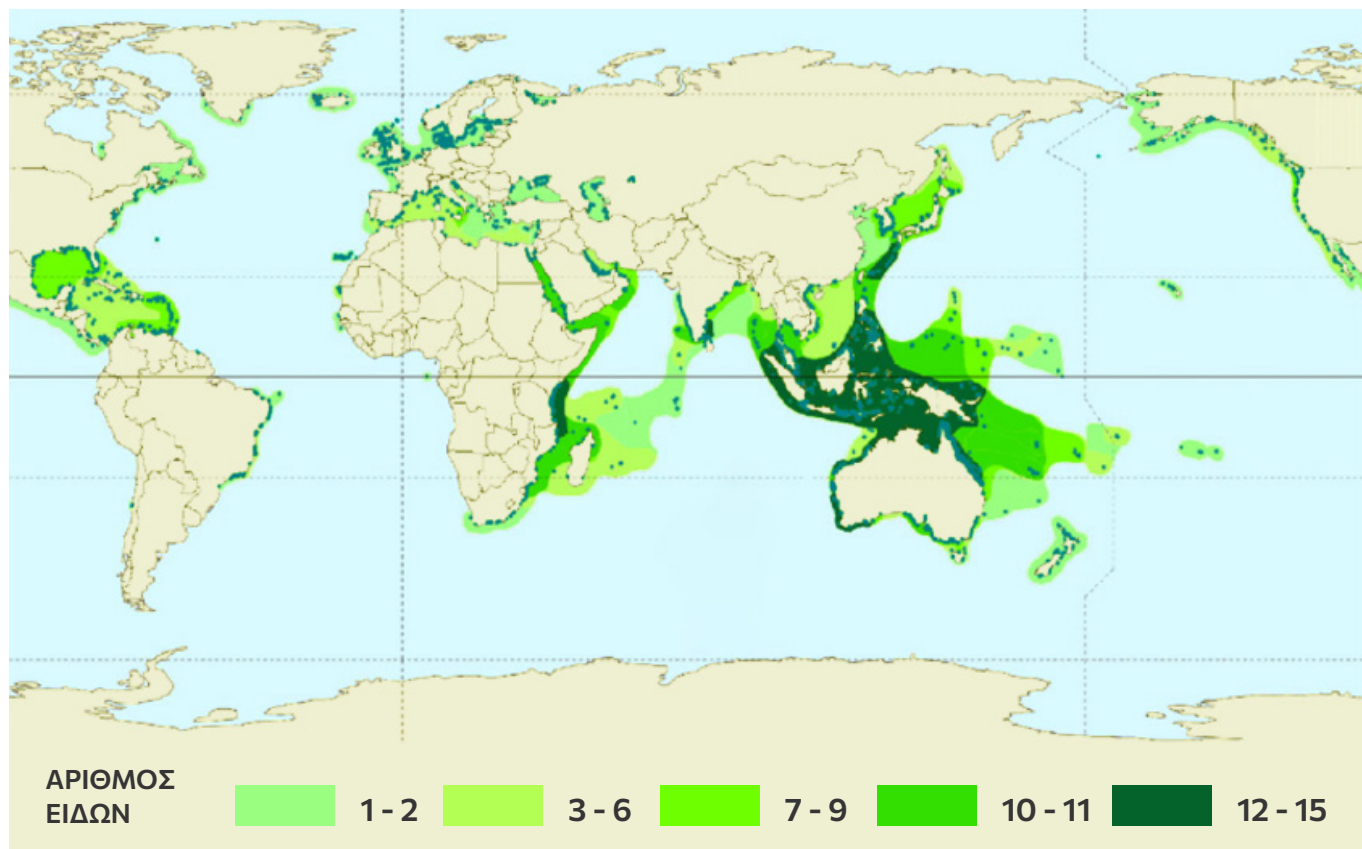
Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

1. Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:
2. Πραγματολογική γνώση
3. Γεωγραφική δεξιότητα

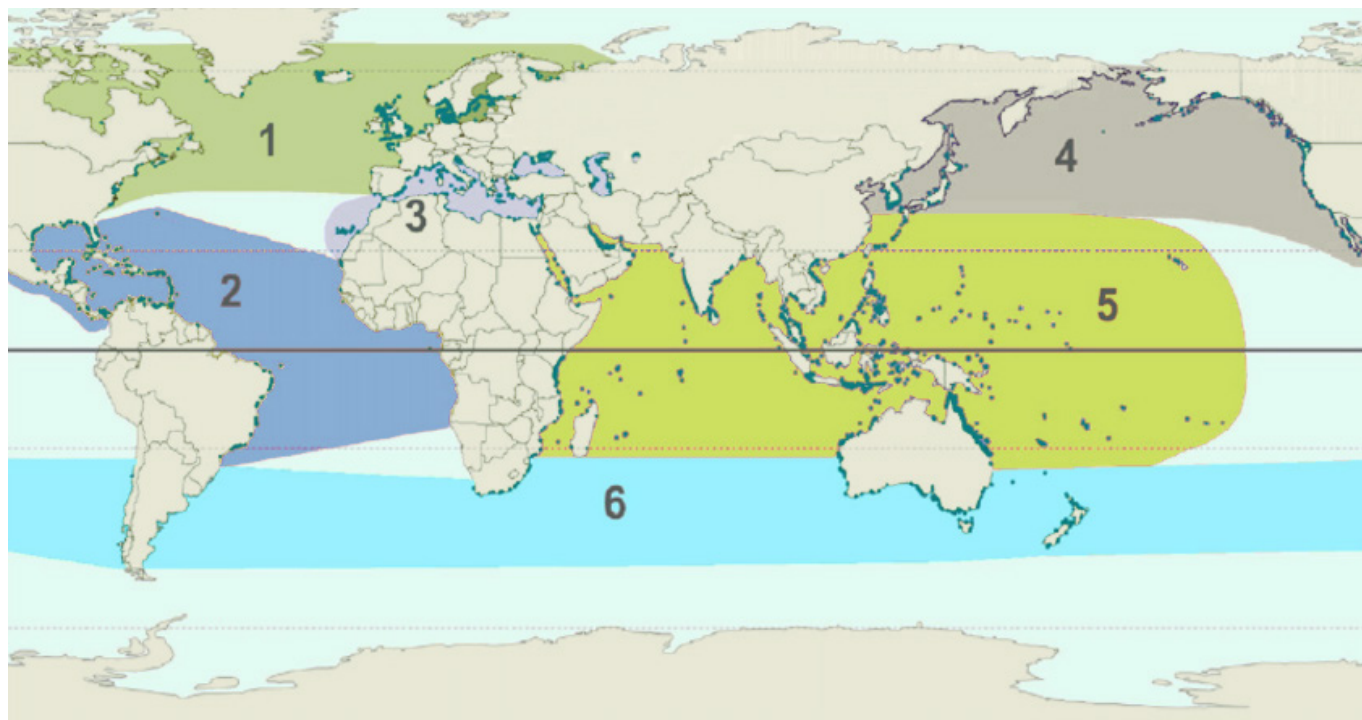
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να ονομάσω τις έξι παγκόσμιες βιοπεριοχές των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να αναγνωρίσω ποια βιοπεριοχή εμφανίζει την υψηλότερη ποικιλότητα ειδών παγκοσμίως.
- Μπορώ να ονομάσω τουλάχιστον τρία είδη.
- Μπορώ να εντοπίσω τις κύριες βιοπεριοχές πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 1. Παγκόσμια ποικιλότητα και κατανομή των θαλάσσιων φανερόγαμων. Οι αποχρώσεις του πράσινου υποδεικνύουν τον αριθμό των ειδών που έχουν καταγραφεί σε κάθε περιοχή: 1-2, 3-6, 7-9, 10-11 και 12-15 είδη. Οι μπλε κουκκίδες και τα πολύγωνα υποδεικνύουν τεκμηριωμένες καταγραφές παρουσίας θαλάσσιων φανερόγαμων (Short et al., 2007, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 3-20).



Εικόνα 2. Παγκόσμια κατανομή των θαλάσσιων φανερόγαμων, η οποία απεικονίζεται με μπλε κουκκίδες (δεδομένα από UNEP-WCMC, 2005), και οι γεωγραφικές βιοπεριοχές: 1. Εύκρατος Βόρειος Ατλαντικός, 2. Τροπικός Ατλαντικός, 3. Μεσόγειος, 4. Εύκρατος Βόρειος Ειρηνικός, 5. Τροπικός Ινδο-Ειρηνικός, 6. Εύκρατοι Νότιοι Ωκεανοί (τροποποιημένο από Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M., 2007, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 3-20).



Εικόνα 3. Μίνι παγκόσμιος χάρτης

B3.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 3: ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΥΝ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟΥΣ ΛΕΙΜΩΝΕΣ

Θεοδώρα Μπουμπόναρη

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα

Παρασκευή Μαλέα

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ελλάδα

Θεόδωρος Κεβρεκίδης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ελλάδα



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εισάγει τους μαθητές στους περιβαλλοντικούς παράγοντες που καθορίζουν πού μπορούν να αναπτυχθούν και να ευδοκιμήσουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα. Οι μαθητές θα εξερευνήσουν τις κρίσιμες φυσικές παραμέτρους (π.χ. φως, αλατότητα, θερμοκρασία, βάθος, υπόστρωμα, κύματα, ρεύματα) και τα φυσικά φαινόμενα (π.χ. παλιρροϊκή έκθεση, θρεπτικά συστατικά) που ρυθμίζουν την κατανομή αυτών των φυτών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Μέσα από διαδραστικές δραστηριότητες και διερευνήσεις, οι μαθητές θα κατανοήσουν ότι τα φυτά αυτά απαιτούν συγκεκριμένες συνθήκες: ένα θαλάσσιο περιβάλλον, επαρκή εμπύθιση σε θαλασσινό νερό, επαρκή διαθεσιμότητα φωτός και κατάλληλο υπόστρωμα στον πυθμένα. Οι μαθητές θα μάθουν τη βασική ορολογία, συμπεριλαμβανομένων των διαβαθμίσεων της αλατότητας (γλυκό νερό, υφάλμυρο νερό, θαλασσινό νερό, υπεραλμυρό νερό), της παλιρροϊκής ζώνης, των τύπων υποστρώματος και της διαύγειας του νερού, συνδέοντας τις περιβαλλοντικές συνθήκες με την παρουσία ή απουσία των λειμώνων.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν τις τέσσερις βασικές απαιτήσεις για την ανάπτυξη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων: Θαλάσσιο περιβάλλον, επαρκή κατάκλυση από το νερό, επαρκές φως και κατάλληλο υπόστρωμα στον πυθμένα.
- Εξηγούν τι είναι η αλατότητα και να κατανοούν τη βασική ταξινόμηση των υδάτων με βάση τα επίπεδα αλατότητας: Γλυκό νερό (<0,5), υφάλμυρο νερό (0,5-30), θαλασσινό νερό (~35) και υπεραλμυρό νερό (>40).
- Κατανοούν ότι τα περισσότερα είδη ανέχονται ένα ευρύ εύρος αλατότητας, αλλά υφίστανται πίεση (καταπόνηση) σε ακραίες τιμές.
- Ορίζουν τη μεσοπαλιρροϊκή (παλιρροϊκή) ζώνη ως την παράκτια περιοχή μεταξύ των ακραίων σημείων πλημμυρίδας και άμπωτης.
- Γνωρίζουν ότι ορισμένα είδη (π.χ. *Zostera noltei*, καθώς και είδη των γενών *Phyllospadix* και *Halophila*) απαντώνται συνήθως στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.
- Εξηγούν ότι το φως μειώνεται γρήγορα με το βάθος και ότι τα φυτά αυτά χρειάζονται το 10-20% του επιφανειακού φωτός για να επιβιώσουν.
- Γνωρίζουν ότι οι περισσότεροι λειμώνες απαντώνται σε βάθη μικρότερα των 20 μέτρων, με μέγιστο καταγεγραμμένο βάθος τα 90 μέτρα.

- Διακρίνουν το μαλακό υπόστρωμα (άμμος, λάσπη) από το σκληρό υπόστρωμα (βράχια, ογκόλιθοι).
- Κατανοούν ότι τα περισσότερα είδη αναπτύσσονται σε μαλακό υπόστρωμα, ενώ ορισμένα (π.χ. είδη του γένους *Phyllospadix*) μπορούν να αναπτυχθούν και σε σκληρό υπόστρωμα.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ερμηνεύουν διαγράμματα που δείχνουν περιβαλλοντικές διαβαθμίσεις (αλατότητα, φως, βάθος).
- Χρησιμοποιούν με ακρίβεια την κατάλληλη επιστημονική ορολογία περιγράφοντας τα θαλάσσια ενδιαίτηματα.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες καθορίζουν πού μπορούν να ζήσουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Κατανοούν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα του νερού και τη διείδυση του φωτός, είναι δυνατόν να επιδράσουν στην επιβίωση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν την επιστημονική ονοματολογία και το κατάλληλο λεξιλόγιο με ακρίβεια (αλατότητα, υπόστρωμα, μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, υφάλμυρο νερό κ.λπ.).
- Αναλύουν τις σχέσεις μεταξύ των περιβαλλοντικών συνθηκών και της κατανομής των φυτών αυτών στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τις βασικές περιβαλλοντικές παράμετρους οι οποίες επηρεάζουν την κατανομή και την ανάπτυξη των λειμώνων.
- Αναγνωρίζουν τον τρόπο με τον οποίο η περιβαλλοντική μεταβλητότητα καθορίζει την παρουσία ή την απουσία τους.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται κατά τη διάρκεια των ομαδικών διερευνήσεων

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Ανά ομάδα (3-4 μαθητές):

- Κάρτες περιβαλλοντικών σεναρίων (βλ. δραστηριότητες παρακάτω).
- Φύλλο εργασίας διαγράμματος διαβάθμισης της αλατότητας.
- Φύλλο εργασίας διαγράμματος διείσδυσης του φωτός ανάλογα με το βάθος.
- Εικόνες αναγνώρισης των τύπων υποστρώματος.
- Μαρκαδόροι ή χρωματιστά μολύβια.
- Μεγάλο χαρτί (χαρτόνι) για τη δημιουργία αφισών/πόστερ.

Υλικά για όλη την τάξη:

- Μεγάλος παγκόσμιος χάρτης.
- Εικόνες διαφορετικών παράκτιων περιβαλλόντων (εκβολή ποταμού, παράκτια λιμνοθάλασσα, θαλάσσια ακτή, βραχώδης ακτή, αμμώδης παραλία, ρηχή παράκτια περιοχή, βαθιά παράκτια περιοχή).
- Οπτικές αναπαραστάσεις της διαβάθμισης της αλατότητας (από τον ποταμό προς την εκβολή και τον ωκεανό).
- Διάγραμμα βάθους και διείσδυσης του φωτός (δείχνοντας τις ενδείξεις 0m, 5m, 10m, 20m, 50m, 90m, 200m).
- Δείγματα ή εικόνες διαφορετικών τύπων υποστρώματος (άμμος, λάσπη, βράχος)

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Γιατί δεν αναπτύσσονται τα θαλάσσια αγγειόσπερμα παντού;»

Εναρκτήρια δραστηριότητα

Προβολή εικόνων τεσσάρων διαφορετικών παράκτιων τοποθεσιών:

1. Το εσωτερικό τμήμα (ανώτερο όριο) μιας εκβολής ποταμού (χαμηλή αλατότητα <5).
2. Μια βραχώδη ακτή με γκρεμούς (σκληρό υπόστρωμα, έντονος κυματισμός).
3. Έναν ρηχό αμμώδη κόλπο (προστατευμένο περιβάλλον, καθαρά νερά).
4. Μια βαθιά περιοχή ανοιχτού ωκεανού (πολύ μεγάλο βάθος, σκοτάδι).

Διαδραστική προτροπή: «Γνωρίζουμε ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ζουν στη θάλασσα. Παρατηρήστε όμως αυτά τα τέσσερα μέρη, όλα είναι παράκτια ή θαλάσσια περιβάλλοντα. Σε ποια τοποθεσία θα περιμένατε να συναντήσετε λειμώνες;»

Ψηφοφορία: Οι μαθητές ψηφίζουν σηκώνοντας το χέρι για κάθε τοποθεσία.

Συζήτηση στην ολομέλεια

Ο εκπαιδευτικός διευκολύνει τη συζήτηση θέτοντας τα εξής ερωτήματα:

- «Γιατί επιλέξατε τον αμμώδη κόλπο;»
- «Τι θα μπορούσε να εμποδίσει την ανάπτυξη των φυτών στο εσωτερικό τμήμα της εκβολής;» (Απάντηση: Το νερό δεν είναι αρκετά αλμυρό).

- «Τι συμβαίνει με τη βραχώδη ακτή;» (Απάντηση: Απουσία μαλακού υποστρώματος, πολύ έντονη κυματική δράση).
- «Τι συμβαίνει με τον βαθύ ωκεανό;» (Απάντηση: Πολύ μεγάλο βάθος, ανεπαρκές φως).

Βασικό συμπέρασμα:

«Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα δεν αναπτύσσονται παντού στη θάλασσα. Χρειάζονται πολύ συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες».

Μαθησιακός στόχος

«Σήμερα θα ανακαλύψουμε ακριβώς ποιους περιβαλλοντικούς παράγοντες χρειάζονται τα θαλάσσια αγγειόσπερμα για να επιβιώσουν. Θα μάθουμε για την αλατότητα, το φως, το βάθος, το υπόστρωμα και άλλες συνθήκες που καθορίζουν πού μπορούν να αναπτυχθούν οι πολύτιμοι αυτοί λειμώνες».

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Σταθμοί διερεύνησης περιβαλλοντικών παραγόντων»

Κυκλική μετακίνηση (περιστροφή) των μαθητών σε 4 σταθμούς διερεύνησης:

ΣΤΑΘΜΟΣ 1: Αλατότητα - Πόσο αλμυρό είναι το νερό;

Υλικά: Διάγραμμα διαβάθμισης της αλατότητας που δείχνει τη ροή: Ποταμός → Εκβολή → Ωκεανός.

Το διάγραμμα απεικονίζει τα εξής (Εικ. 1):

- Γλυκό νερό (ποταμός): Αλατότητα < 0,5
- Υφάλμυρο νερό (εκβολή): Αλατότητα 0,5 - 30
- Θαλασσινό νερό (ανοιχτός ωκεανός): Αλατότητα ~35

- Υπεραλμυρό νερό (παράκτιες λιμνοθάλασσες απομονωμένες από τον ωκεανό): Αλατότητα > 40

Ερωτήσεις διερεύνησης:

1. «Τι είναι η αλατότητα;» (Απάντηση: Η συνολική ποσότητα διαλυμένων αλάτων στο νερό).
2. «Πού είναι η αλατότητα χαμηλότερη και πού υψηλότερη;»
3. «Μπορούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα να αναπτυχθούν σε γλυκό νερό;» (Απάντηση: Όχι).
4. «Μπορούν τα φυτά αυτά να αναπτυχθούν σε υφάλμυρο νερό;» (Απάντηση: Ναι, αρκετά είδη ανέχονται υφάλμυρες συνθήκες).

Βασικό συμπέρασμα: Τα περισσότερα είδη μπορούν να ανεχθούν αλατότητα από υφάλμυρες έως υπεραλμυρές συνθήκες, αλλά το τυπικό θαλασσινό νερό (~35) είναι το ιδανικό για την ανάπτυξή τους.

ΣΤΑΘΜΟΣ 2: Φως & βάθος - Πόσο βαθιά μπορούν να αναπτυχθούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;

Ερωτήσεις διερεύνησης κατά την παρατήρηση της Εικ. 2:

1. «Τι συμβαίνει στο φως καθώς πηγαίνετε βαθύτερα;» (Απάντηση: Μειώνεται γρήγορα).
2. «Ποιο είναι το ελάχιστο φως που χρειάζονται τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;» (Απάντηση: Το 10-20% του επιφανειακού φωτός).
3. «Σε ποιο βάθος εντοπίζονται οι περισσότεροι λειμώνες;» (Απάντηση: Σε βάθη μικρότερα των 20 μέτρων).
4. «Ποιο είναι το μέγιστο βάθος που έχει καταγραφεί ποτέ για ένα τέτοιο φυτό;» (Απάντηση: Τα 90 μέτρα, για ένα είδος του γένους *Halophila*).

5. «Γιατί δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε πολύ βαθιά νερά;» (Απάντηση: Το φως είναι ανεπαρκές για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης).

Πρόσθετος παράγοντας: Η διαύγεια του νερού επηρεάζει άμεσα τη διείσδυση του φωτός. Σε θολά νερά, το φως διεισδύει λιγότερο, οπότε το μέγιστο βάθος ανάπτυξης περιορίζεται σημαντικά.

Βασικό συμπέρασμα: Η διαθεσιμότητα του φωτός καθορίζει το μέγιστο βάθος εξάπλωσης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

ΣΤΑΘΜΟΣ 3: Μεσοπαλιρροϊκή ζώνη - Μπορούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα να επιβιώσουν στην έκθεση στον αέρα;

Υλικά: Διάγραμμα της μεσοπαλιρροϊκής ζώνης που δείχνει την πλημμυρίδα, την άμπωτη και την έκθεση στον αέρα.

Το διάγραμμα απεικονίζει τα εξής (Εικ. 3):

- Πλημμυρίδα: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι πλήρως βυθισμένα.
- Άμπωτη: Ορισμένα φυτά εκτίθενται στον αέρα.

Ερωτήσεις διερεύνησης:

1. «Τι είναι η μεσοπαλιρροϊκή ζώνη;» (Απάντηση: Η παράκτια περιοχή μεταξύ των ακραίων σημείων πλημμυρίδας και άμπωτης).
2. «Ποιες καταπονήσεις αντιμετωπίζουν τα φυτά όταν εκτίθενται στον αέρα κατά την άμπωτη;» (Απάντηση: Αφυδάτωση, ηλιακό έγκαυμα, βλάβη από την υπεριώδη ακτινοβολία UV-B και παγετό).
3. «Μπορούν όλα τα θαλάσσια αγγειόσπερμα

να ζήσουν στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη;»
(Απάντηση: Όχι, μόνο ορισμένα είδη).

4. «Ποια είδη είναι συνηθισμένα σε αυτή τη ζώνη;»

- *Zostera noltei*
(Δυτική Ευρώπη, Βορειοδυτική Αφρική)
- Είδη του γένους *Phyllospadix*
(βραχώδεις ακτές, Βόρειος Ειρηνικός)
- Ορισμένα είδη του γένους *Halophila*
(λασπώδεις πυθμένες, Ινδο-Ειρηνικός)

Βασικό συμπέρασμα: Ορισμένα είδη θαλάσσιων αγγειόσπερμων είναι προσαρμοσμένα ώστε να ανέχονται την περιοδική έκθεση στην ατμόσφαιρα, ενώ άλλα απαιτούν μόνιμη εμβύθιση στο νερό

ΣΤΑΘΜΟΣ 4: Υπόστρωμα - Σε τι αναπτύσσονται τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;

Υλικά: Εικόνες διαφορετικών τύπων υποστρώματος και των φυτών που αναπτύσσονται σε αυτά.

Οι εικόνες απεικονίζουν τα εξής (Εικ. 4-5):

- Μαλακό υπόστρωμα: Άμμος, λάσπη (το πιο συνηθισμένο για τους λειμώνες).
- Σκληρό υπόστρωμα: Βράχια, ογκόλιθοι (μόνο ορισμένα είδη, όπως αυτά του γένους *Phyllospadix*)

Ερωτήσεις διερεύνησης:

5. «Τι είναι το υπόστρωμα;» (Απάντηση: Το υλικό που σχηματίζει τον βυθό).
6. «Ποιον τύπο υποστρώματος προτιμούν τα περισσότερα θαλάσσια αγγειόσπερμα;» (Απάντηση: Το μαλακό υπόστρωμα, δηλαδή λασπώδη έως αμμώδη ιζήματα).
7. «Γιατί προτιμούν το μαλακό υπόστρωμα;» (Απάντηση: Οι ρίζες μπορούν εύκολα να διεισδύσουν για τη σταθερή αγκυροβόληση του φυτού και την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών).
8. «Μπορούν κάποια θαλάσσια αγγειόσπερμα να αναπτυχθούν πάνω σε βράχους;» (Απάντηση: Ναι, π.χ. τα είδη του γένους *Phyllospadix* διαθέτουν ανθεκτικές ρίζες που εισχωρούν στις ρωγμές των βράχων).

Βασικό συμπέρασμα: Ο τύπος του υποστρώματος καθορίζει αν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα μπορούν να εγκατασταθούν, να ριζώσουν και να αναπτυχθούν.

Μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας των σταθμών:

Οι ομάδες επιστρέφουν στις θέσεις τους και συζητούν σύντομα τα εξής ερωτήματα:

- «Ποιον περιβαλλοντικό παράγοντα θεωρείτε τον πιο σημαντικό για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»
- «Μπορούν τα φυτά αυτά να επιβιώσουν αν έστω και ένας παράγοντας δεν είναι ο κατάλληλος;

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τις τέσσερις βασικές απαιτήσεις:

«Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα χρειάζονται τέσσερις βασικές συνθήκες για να αναπτυχθούν:»

Συνοπτικός πίνακας στον μαυροπίνακα:

Απαίτηση/Παράγοντας	Επίδραση στο Θαλάσσιο Αγγειόσπερμα
Θαλάσσιο περιβάλλον/ Αλατότητα	Πρέπει να είναι θαλάσσιο ή υφάλμυρο· ακραίες τιμές αλατότητας προκαλούν καταπόνηση
Θαλάσσιο περιβάλλον/ Εμβάπτιση σε θαλασσινό νερό	Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα καταπονούνται από την έκθεση στον αέρα
Επαρκές φως/Βάθος, διαύγεια νερού	Η διαθεσιμότητα του φωτός καθορίζει το μέγιστο βάθος εξάπλωσης.
Κατάλληλο υπόστρωμα	Πρέπει να είναι κατάλληλο για αγκύρωση ριζών· τα περισσότερα είδη χρειάζονται μαλακό υπόστρωμα

Συμπληρωματικοί παράγοντες:

Αρκετές ακόμη παράμετροι είναι κρίσιμες για την εγκατάσταση και την ανάπτυξη των λειμώνων, συμπεριλαμβανομένης της θερμοκρασίας του νερού (η οποία επηρεάζει τη φυσιολογική τους δραστηριότητα), των κυμάτων και των ρευμάτων (που μπορούν να καταστρέψουν τα φυτά ή να εμποδίσουν την εγκατάστασή τους), καθώς και των θρεπτικών συστατικών (που μπορούν να περιορίσουν τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα).

Βασική έννοια: «Οι συνδυασμοί αυτών των παραμέτρων καθορίζουν αν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα θα εμφανιστούν σε μια τοποθεσία. Λειτουργούν συνεργατικά, είτε επιτρέποντας, είτε ενθαρρύνοντας, είτε αποκλείοντας την παρουσία τους από ένα συγκεκριμένο μέρος.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Μπορούν να αναπτυχθούν εδώ θαλάσσια αγγειόσπερμα; Περιβαλλοντικά σενάρια»

Ομαδική εργασία: Οι ομάδες λαμβάνουν κάρτες σεναρίων που περιγράφουν διαφορετικές παράκτιες τοποθεσίες. Για κάθε σενάριο, οι μαθητές καλούνται να αποφασίσουν:

- Μπορούν να αναπτυχθούν εδώ θαλάσσια αγγειόσπερμα; (Ναι / Όχι / Ίσως).
- Γιατί ή γιατί όχι; (Ποιοι παράγοντες υποστηρίζουν ή εμποδίζουν την ανάπτυξη;).

ΚΑΡΤΕΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ:

Σενάριο 1: Μέσο τμήμα εκβολής ποταμού

- Τοποθεσία: Εκεί όπου ο ποταμός συναντά τον ωκεανό.
- Αλατότητα: 5-18 (υφάλμυρα και μεταβαλλόμενα ύδατα).
- Βάθος: 1-5 μέτρα (ρηχά νερά).

- Υπόστρωμα: Λασπώδεις ίζημα.
- Διαύγεια νερού: Χαμηλή (λόγω των ιζημάτων που μεταφέρει ο ποταμός).
- Κυματισμός: Προστατευμένο, ήρεμο περιβάλλον.

Answer: ΙΣΩΣ - Πολλά είδη ανέχονται το υφάλμυρο νερό, το μαλακό υπόστρωμα είναι κατάλληλο και οι προστατευμένες συνθήκες είναι ευνοϊκές. Ωστόσο, η χαμηλή διαύγεια του νερού περιορίζει το φως και εμποδίζει την ανάπτυξη ορισμένων φυτών. Είδη των γενών *Zostera* ή *Ruppia* μπορούν να ανεχθούν τις δυναμικές, λασπώδεις συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Άλλα είδη, όπως η *Posidonia oceanica*, απουσιάζουν λόγω της υψηλής εισροής γλυκού νερού και λεπτόκοκκων ιζημάτων.

Σενάριο 2: Βαθιά παράκτια περιοχή ανοιχτής θάλασσας

- Τοποθεσία: Ανοιχτός ωκεανός.
- Αλατότητα: 35 (τυπικό θαλασσινό νερό).
- Βάθος: >50 μέτρα.
- Υπόστρωμα: Αμμώδης βυθός.
- Διαύγεια νερού: Πολύ καθαρό.
- Κυματισμός: Χαμηλός έως μέτριος.

Απάντηση: ΙΣΩΣ- Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα γενικά απαντώνται σε ρηχά παράκτια ύδατα, συνήθως σε βάθη μικρότερα των 20 μέτρων. Ορισμένα είδη μπορούν, υπό εξαιρετικές συνθήκες και σε περιπτώσεις υψηλής διαύγειας του νερού, να επιβιώσουν σε βάθη μεγαλύτερα των 50 μέτρων.

Σενάριο 3: Βραχώδης ακτογραμμή

- Τοποθεσία: Εκτεθειμένη βραχώδης ακτή.
- Αλατότητα: 35 (τυπικό θαλασσινό νερό).

- Βάθος: Μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.
- Υπόστρωμα: Συμπαγής βράχος.
- Διαύγεια νερού: Πολύ καθαρό.
- Κυματισμός: Πολύ ισχυρός, εκτεθειμένη περιοχή.

Απάντηση: ΙΣΩΣ - Το σκληρό υπόστρωμα αποκλείει τα περισσότερα είδη, αλλά τα φυτά του γένους *Phyllospadix* μπορούν να αναπτυχθούν εδώ διαθέτοντας εξειδικευμένες ρίζες. Ωστόσο, ο πολύ ισχυρός κυματισμός ενδέχεται να εμποδίσει την αρχική εγκατάσταση των οργανισμών.

Σενάριο 4: Ρηχός προστατευμένος κόλπος

- Τοποθεσία: Ήρεμος παράκτιος κόλπος.
- Αλατότητα: 30-35 (σχεδόν πλήρες θαλασσινό νερό).
- Βάθος: 2-10 μέτρα.
- Υπόστρωμα: Αμμώδεις ίζημα.
- Διαύγεια νερού: Υψηλή (καθαρά νερά).
- Κυματισμός: Πολύ ήρεμα νερά, προστατευμένος κόλπος.

Απάντηση: ΝΑΙ - Ιδανικές συνθήκες! Κατάλληλη αλατότητα, ρηχά νερά με καλό φωτισμό, μαλακό υπόστρωμα και ήρεμα νερά. Τέλειο περιβάλλον για την ανάπτυξη θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

Σενάριο 5: Υπεραλμυρή παράκτια λιμνοθάλασσα

- Τοποθεσία: Κλειστή παράκτια λιμνοθάλασσα.
- Αλατότητα: 45 (υπεραλμυρά, πολύ αλμυρά ύδατα).
- Βάθος: 1-2 μέτρα (πολύ ρηχά νερά).
- Υπόστρωμα: Λασπώδης άμμος.
- Διαύγεια νερού: Μέτρια.
- Κυματισμός: Ήρεμα νερά.

Απάντηση: ΙΣΩΣ - Η αλατότητα είναι πολύ υψηλή ($45 > 40$). Το βάθος, το υπόστρωμα και οι συνθήκες κυματισμού είναι ευνοϊκές, αλλά η ακραία αλατότητα αποτελεί περιοριστικό παράγοντα. Ορισμένα είδη, όπως αυτά του γένους *Ruppia*, μπορούν να ανεχθούν υπεραλμυρές συνθήκες.

Σενάριο 6: Λίμνη γλυκού νερού

- Τοποθεσία: Λίμνη (χωρίς σύνδεση με τη θάλασσα).
- Αλατότητα: 0,2 (γλυκό νερό).
- Βάθος: 3 μέτρα.
- Υπόστρωμα: Λάσπη.
- Διαύγεια νερού: Καθαρά νερά.
- Κυματισμός: Ήρεμα νερά.

Απάντηση: ΟΧΙ - Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα απαιτούν αυστηρά θαλάσσιο περιβάλλον. Η αλατότητα του γλυκού νερού ($< 0,5$) είναι πολύ χαμηλή για την επιβίωσή τους.

Ομαδική συζήτηση & παρουσίαση:

Κάθε ομάδα παρουσιάζει 1-2 σενάρια στην τάξη:

- Δημιουργία μιας σύντομης παρουσίασης, όπου η ομάδα δηλώνει την απόφασή της (Ναι / Όχι / Ίσως).
- Επεξήγηση των παραγόντων που υποστηρίζουν ή εμποδίζουν την ανάπτυξη των λειμώνων.
- Συζήτηση στην ολομέλεια, όπου ο εκπαιδευτικός επιβεβαιώνει ή διευκρινίζει τα συμπεράσματα.

Βασικά διδακτικά σημεία:

- Κανένας μεμονωμένος παράγοντας δεν καθορίζει την παρουσία των φυτών — σημασία έχει πάντα ο συνδυασμός τους.

- Ακόμα κι αν οι περισσότεροι παράγοντες είναι ευνοϊκοί, ένας και μόνο κρίσιμος παράγοντας (π.χ. ανεπαρκές φως, ακατάλληλη αλατότητα) μπορεί να αποκλείσει τα θαλάσσια αγγειόσπερμα από μια περιοχή.
- Διαφορετικά είδη έχουν διαφορετικές οικολογικές ανοχές — ορισμένα εμφανίζουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα από άλλα σε συγκεκριμένες συνθήκες.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου - «Απαιτήσεις ενδιαίτηματος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Βασικές απαιτήσεις

9. Αναφορά των τεσσάρων βασικών απαιτήσεων για την ανάπτυξη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων:

- j. _____
- k. _____
- l. _____
- m. _____

Μέρος 2: Περιβαλλοντικοί Όροι

Αντιστοιχίστε τον όρο με τον σωστό ορισμό:

Όρος	Ορισμός
Υφάλμυρο νερό	A. Παράκτια περιοχή μεταξύ πλημμυρίδας και άμπωτης
Μεσοπαλιρροϊκή ζώνη	B. Νερό με αλατότητα 0,5-30
Μαλακό υπόστρωμα	Γ. Αμμώδες ή λασπώδες ίζημα

Μέρος 3: Φως & Βάθος

14. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα χρειάζονται τουλάχιστον ____% του επιφανειακού φωτός για να επιβιώσουν.
15. Οι περισσότεροι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων απαντώνται σε βάθη μικρότερα από ____ μέτρα.

Μέρος 4: Εφαρμογή

16. Μια παράκτια περιοχή έχει τις εξής συνθήκες:

- Αλατότητα: 32 (θαλασσινό νερό)
- Βάθος: 6 μέτρα
- Υπόστρωμα: Αμμώδες
- Διαύγεια νερού: μέτρια (μετρίως θολό)

Μπορούν να αναπτυχθούν εδώ θαλάσσια αγγειόσπερμα; ____ (Ναι/Όχι/Ίσως)

Εξηγήστε γιατί: _____

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Ερωτήσεις εμβάθυνσης:

- «Γιατί δεν μπορούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα να αναπτυχθούν σε γλυκό νερό;»
- «Τι συμβαίνει στο φως καθώς αυξάνεται το βάθος;»
- «Ποιος τύπος υποστρώματος διευκολύνει τη διείδυση των ριζών;»
- «Μπορούν όλα τα φυτά αυτά να επιβιώσουν αν εκτεθούν στον αέρα κατά την άμπωτη;»

2. Ανάλυση σεναρίων:

- Εποπτεία των ομαδικών συζητήσεων κατά τη δραστηριότητα των περιβαλλοντικών σεναρίων.
- Αξιολόγηση της ποιότητας του επιστημονικού σκεπτικού (σωστή αξιοποίηση των αβιοτικών παραγόντων).
- Έλεγχος για την πρόληψη παρανοήσεων σχετικά με τη συνδυαστική δράση των παραγόντων.

3. Συζητήσεις στην τάξη:

- Ποιότητα των εξηγήσεων κατά τις παρουσιάσεις των σεναρίων από τις ομάδες.
- Χρήση της κατάλληλης επιστημονικής ορολογίας.
- Κατανόηση των συνδυαστικών επιδράσεων των παραγόντων.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

- Βασικές απαιτήσεις
- Περιβαλλοντικοί όροι
- Διαθεσιμότητα φωτός & βάθος
- Εφαρμογή & συλλογιστική

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να ονομάσω τις τέσσερις βασικές απαιτήσεις για την ανάπτυξη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να εξηγήσω τι είναι η αλατότητα και να αναγνωρίσω τις διαφορετικές κατηγορίες υδάτων (γλυκό νερό, υφάλμυρο νερό, θαλασσινό νερό, υπεραλμυρό νερό).
- Μπορώ να περιγράψω πώς η διαθεσιμότητα του φωτός μειώνεται με το βάθος.
- Μπορώ να εξηγήσω τι είναι η μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.
- Μπορώ να διακρίνω το μαλακό από το σκληρό υπόστρωμα.
- Μπορώ να προβλέψω αν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα μπορούν να αναπτυχθούν σε μια τοποθεσία με βάση τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Μπορώ να εξηγήσω πώς οι συνδυασμοί των αβιοτικών παραγόντων καθορίζουν την παρουσία τους.

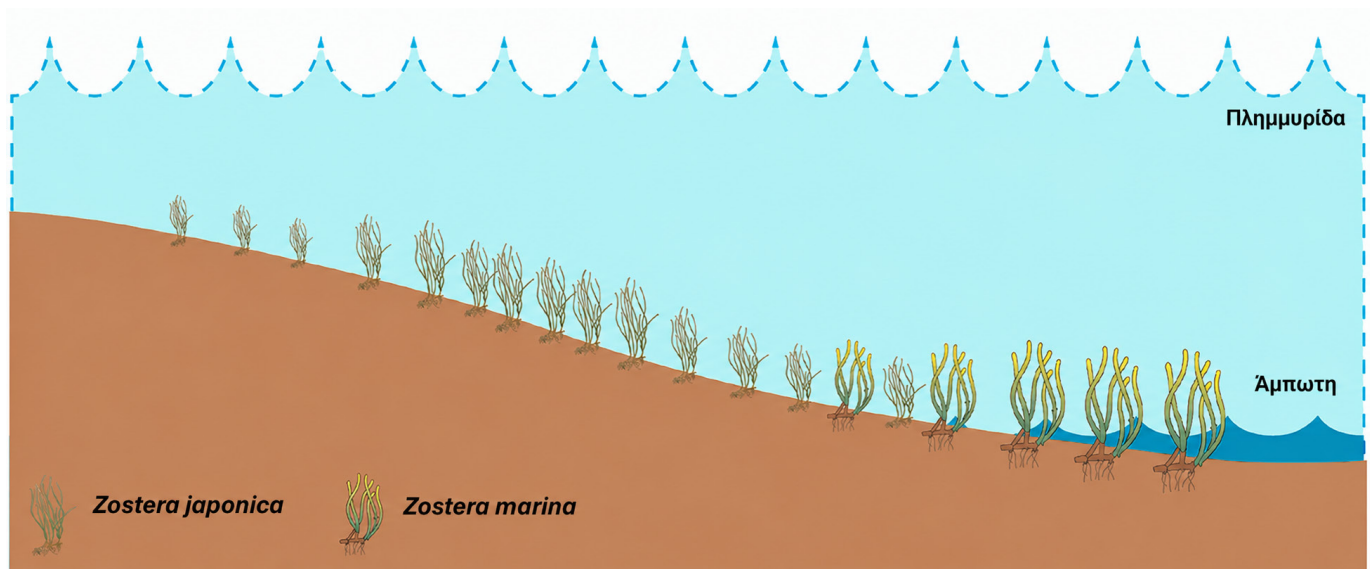
Κλίμακα Αλατότητας



Εικόνα 1. Κατηγοριοποίηση των υδάτων με βάση την αλατότητά τους



Εικόνα 2. Βαθυμετρική εξάπλωση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη



Εικόνα 3. Εξάπλωση των ειδών του γένους *Zostera* στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη
(τροποποιημένο από: Kim et al., 2016. Estuarine, Coastal and Shelf Science 175, σ. 1-9)



Εικόνα 4. Θαλάσσια αγγειόσπερμα που αναπτύσσονται σε αμμώδη ιζήματα (πηγή φωτογραφίας: Lilly Palmer / Ocean Image Bank)



Εικόνα 5. Θαλάσσια αγγειόσπερμα που αναπτύσσονται σε βραχώδες υπόστρωμα (πηγή φωτογραφίας: Hideki Haga / Algae-Base)

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. ΛΕΙΜΩΝΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εξερευνά τους λειμώνες (γνωστά διεθνώς ως «seagrass beds») ως μοναδικά θαλάσσια οικοσυστήματα με παγκόσμια οικολογική σημασία. Βασιζόμενοι στα προηγούμενα μαθήματα για τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις και την κατανομή, οι μαθητές θα διερευνήσουν αυτούς τους εκτεταμένους σχηματισμούς, εξετάζοντας τον αριθμό των ειδών που τα απαρτίζουν (μονοειδικοί έναντι πολυειδικών) και την παγκόσμια αφθονία τους. Οι μαθητές θα μάθουν ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα καλύπτουν περίπου το 10% του παράκτιου ωκεανού παγκοσμίως (160.000 - 600.000 km²), ποσοστό συγκρίσιμο με τα δάση μακροφυκών, τα μαγγρόβια και τους κοραλλιογενείς υφάλους. Το μάθημα δίνει έμφαση στη διάκριση μεταξύ μονοειδικών λειμώνων (που σχηματίζονται από ένα μόνο είδος, πολύ συνηθισμένα σε εύκρατες περιοχές) και πολυειδικών λειμώνων (που περιέχουν πολλαπλά συνυπάρχοντα είδη, και είναι πιο συνηθισμένα σε τροπικές περιοχές, όπως ο Ινδο-Ειρηνικός και η Ερυθρά Θάλασσα). Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στους λειμώνες *Posidonia oceanica* ως κορυφαία βιοκοινότητα (climax community), με μοναδικά χαρακτηριστικά όπως ο σχηματισμός του «τάπητα» (matte). Οι μαθητές θα κατανοήσουν τους λειμώνες όχι ως μεμονωμένα φυτά, αλλά ως σύνθετα οικοσυστήματα που στηρίζουν υψηλή βιομάζα και βιοποικιλότητα.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν τους λειμώνες ως εκτεταμένα και πυκνά υποβρύχια οικοσυστήματα.
- Διακρίνουν τους μονοειδικούς λειμώνες (που αποτελούνται από ένα μόνο είδος) από τους πολυειδικούς (που αποτελούνται από πολλαπλά είδη).
- Γνωρίζουν ότι οι περισσότερα από αυτά είναι μονοειδικοί, ιδιαίτερα στις εύκρατες ζώνες.
- Κατανοούν ότι οι πολυειδικοί λειμώνες είναι πιο συνηθισμένοι σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές, ειδικά στον Ινδο-Ειρηνικό και την Ερυθρά Θάλασσα.
- Γνωρίζουν ότι οι λειμώνες του Ινδο-Ειρηνικού και της Ερυθράς Θάλασσας μπορούν να περιέχουν έως και 12 συνυπάρχοντα είδη.
- Εξηγούν ότι τα αγγειόσπερμα μπορούν επίσης να αναπτύσσονται σε απομονωμένους θύλακες ή ως μέρος μωσαϊκών ενδιαιτημάτων μαζί με κοράλλια, μαγγρόβια, υφάλους δίθυρων μαλακίων, βραχώδες βένθος ή γυμνά ιζήματα.
- Αναφέρουν ότι οι λειμώνες καλύπτουν περίπου το 10% του παράκτιου ωκεανού παγκοσμίως.
- Να αναγνωρίζουν ότι η παγκόσμια έκτασή τους είναι συγκρίσιμη με εκείνη των δασών μακροφυκών, των μαγγροβίων και των κοραλλιογενών υφάλων.

- Κατανοούν ότι αυτά τα οικοσυστήματα στηρίζουν εξαιρετικά υψηλή βιομάζα.
- Γνωρίζουν ότι τα είδη των γενών *Amphibolis*, *Phyllospadix* και *Posidonia* στηρίζουν ιδιαίτερα υψηλή βιομάζα.
- Αναγνωρίζουν ότι τα είδη του γένους *Halophila* (λόγω των μικρών τους φύλλων) σπάνια εμφανίζουν υψηλή βιομάζα.
- Ορίζουν τη βιομάζα ως το συνολικό βάρος ή τη μάζα των ζωντανών οργανισμών σε μια συγκεκριμένη περιοχή.
- Κατανοούν ότι οι λειμώνες *Posidonia oceanica* αποτελούν κορυφαίες βιοκοινότητες (climax communities)
- Εξηγούν τα μοναδικά χαρακτηριστικά του είδους *P. oceanica*: μακροζωία, αργή ανάπτυξη, σχηματισμός τάπητα (matte) και εναπόθεση ξεραμένων φύλλων στην ακτή («banquettes»)

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Συγκρίνουν τους μονοειδικούς με τους πολυειδικούς λειμώνες.
- Αναλύουν τις σχέσεις μεταξύ των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών και της βιομάζας που αυτά παράγουν.
- Αντιλαμβάνονται τους λειμώνες ως σύνθετα οικοσυστήματα και όχι ως απλές συλλογές φυτών.
- Συνδέουν τα χαρακτηριστικά των λειμώνων με συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν ότι οι λειμώνες αυτά είναι πολύτιμα παράκτια οικοσυστήματα που αξίζουν συστηματική προστασία.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν την οικολογική ορολογία με ακρίβεια (οικοσύστημα, μονοειδικό, πολυειδικό, βιομάζα, κορυφαία βιοκοινότητα).
- Συγκρίνουν τα χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται σε διερευνήσεις που αφορούν τα θαλάσσια οικοσυστήματα.
- Κατανοούν τα θαλάσσια οικοσυστήματα ως φυσικούς πόρους με παγκόσμια οικολογική και περιβαλλοντική σημασία.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Υλικά για όλη την τάξη:

- Παγκόσμιος χάρτης που δείχνει τα σημεία υψηλής συγκέντρωσης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (π.χ. SEAQUEST Curriculum for Teachers, Εικ. 2.8).

- Χάρτες σύγκρισης της παγκόσμιας κάλυψης: Θαλάσσια αγγειόσπερμα, κοραλλιογενείς ύφαλοι, μαγγρόβια, παράκτια έλη (αλμυρόβαλτοι) (π.χ. UNEP-WCMC Ocean+ Habitats, GRID-Arendal).
- Εικόνες λειμώνων (π.χ. από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, ενότητα B5.3.3, και το Ocean Image Bank πληκτρολογώντας τον όρο «seagrass»).
- Εικόνες μωσαϊκών ενδιαιτημάτων (π.χ. από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, ενότητα B5.3.3, και το Ocean Image Bank).
- Βίντεο με λειμώνες (π.χ. Aquawork Productions Seagrass).
- Πρότυπο ραβδογράμματος για τη σύγκριση της βιομάζας ανά είδος (Εικ. 1).
- Εικόνες εύκρατων μονοειδικών λειμώνων (π.χ. *Zostera marina*, *Posidonia oceanica*) (π.χ. από το SEAQUEST Curriculum for Teachers, ενότητα B5.3.3, και τη βάση δεδομένων AlgaeBase πληκτρολογώντας το επιστημονικό όνομα του είδους).
- Εικόνες τροπικών πολυειδικών λειμώνων (π.χ. Εικ. 2).
- Εικόνες της δομής του τάπητα (matte) του είδους *Posidonia oceanica*.
- Φωτογραφία εναπόθεσης ξεραμένων φύλλων του είδους *Posidonia oceanica* στην ακτή / «banquettes» (Εικ. 3).

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Τι είναι ένας λειμώνας;»

Εισαγωγή της έννοιας

Επίδειξη δύο εικόνων, τη μία δίπλα στην άλλη:

1. Ένα χερσαίο λειμώνας με ποώδη βλάστηση (χωράφι με χόρτο στη στεριά).
2. Ένα λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων

Διατύπωση ερωτήματος: «Τι κοινό έχουν αυτά τα δύο μέρη;»

- Και στα δύο κυριαρχούν φυτά που μοιάζουν με χόρτο.
- Και τα δύο αποτελούν εκτεταμένες περιοχές καλυμμένες από παρόμοια φυτά.
- Και τα δύο στηρίζουν άλλους οργανισμούς (ζώα κ.λπ.).

Εισαγωγή όρου: Ο εκπαιδευτικός εισάγει τον όρο: «Όταν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα σχηματίζουν εκτεταμένες υποβρύχιες περιοχές, τα ονομάζουμε λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων ή “seagrass beds”. Είναι, κατά κάποιον τρόπο, τα λιβάδια της θάλασσας».

Η έννοια του οικοσυστήματος

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

«Ένας λειμώνας είναι κάτι πολύ περισσότερο από απλά φυτά. Αποτελεί ένα οικοσύστημα – δηλαδή μια κοινότητα ζωντανών οργανισμών που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, καθώς και με το φυσικό τους περιβάλλον».

Σύντομος καταγισμός ιδεών:

«Τι άλλο θα μπορούσε να ζει σε ένα τέτοιο λειμώνα εκτός από τα ίδια τα φυτά;»

- Οι μαθητές προτείνουν: Ψάρια, καβούρια, μαλάκια (οστρακοειδή), σκώληκες, φύκη κ.λπ.

Σύνοψη: «Σήμερα θα μάθουμε για τους λειμώνες ως ολοκληρωμένα οικοσυστήματα με διαφορετικές δομές και χαρακτηριστικά σε όλο τον κόσμο».

Παγκόσμια οπτική:

Προβολή ενός παγκόσμιου χάρτη που αποτυπώνει την κατανομή των λειμώνων:

«Τέτοιοι λειμώνες υπάρχουν σε ακτές σε όλο τον κόσμο. Ορισμένα αποτελούνται από ένα μόνο είδος, ενώ άλλα περιέχουν περισσότερα από ένα είδη που αναπτύσσονται μαζί. Ορισμένα είναι τεράστια, καλύπτοντας εκατοντάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα».

Ερώτηση-άγκιστρο: «Πόσο μέρος του ωκεανού πιστεύετε ότι καλύπτεται από αυτούς τους λειμώνες; Και πώς συγκρίνεται η έκτασή τους με εκείνη των κοραλλιογενών υφάλων ή των μαγγρόβιων δασών;

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Αριθμός ειδών στους λειμώνες»

Μέρος Α: Μονοειδικοί εναντίον πολυειδικών λειμώνων

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό:

Οι λειμώνες μπορούν να οργανωθούν με δύο κύριους τρόπους:

1. Μονοειδικοί λειμώνες:

- «Μόνο» = ένα.
- Ο λειμώνας αποτελείται από ένα μόνο είδος φυτού.
- Οι περισσότεροι λειμώνες παγκοσμίως ανήκουν σε αυτή την κατηγορία.
- Είναι ιδιαίτερα συνηθισμένα στην εύκρατη ζώνη (ψυχρότερα νερά).
- Παραδείγματα: Ένας αμιγής λειμώνας *Zostera marina* στη Βαλτική Θάλασσα ή ένας αντίστοιχος λειμώνας *Posidonia oceanica* στη Μεσόγειο.

2. Πολυειδικοί λειμώνες:

- «Πολύ» = πολλά.
- Ο λειμώνας περιέχει πολλαπλά συνυπάρχοντα είδη που αναπτύσσονται μαζί.
- Είναι πιο συνηθισμένα σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές.
- Παράδειγμα: Μικτοί λειμώνες στον Ινδο-Ειρηνικό και την Ερυθρά Θάλασσα, τα οποία μπορούν να περιέχουν έως και 12 διαφορετικά είδη στον ίδιο χώρο.

Ομαδική διερεύνηση

Οι ομάδες λαμβάνουν σελτ εικόνων που δείχνουν:

Σελτ Α: Μονοειδικό λειμώνα (είναι ορατό ένα μόνο είδος)

Σελτ Β: Πολυειδικό λειμώνα (είναι ορατά είδη με διαφορετικούς τύπους και μεγέθη φύλλων).

Ερωτήσεις διερεύνησης (οι ομάδες καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους):

1. Με βάση το Σελτ Α (Μονοειδικό):

- «Πόσα διαφορετικά είδη μπορείτε να αναγνωρίσετε;» (Απάντηση: Ένα).
- «Μοιάζουν όλα τα φυτά μεταξύ τους;» (Απάντηση: Ναι).
- «Πού θα μπορούσε να βρίσκεται αυτός ο λειμώνας;» (Απάντηση: Σε εύκρατη περιοχή, π.χ. Ευρώπη, Βόρεια Αμερική).

2. Με βάση το Σελτ Β (Πολυειδικό):

- «Πόσα διαφορετικά σχήματα και μεγέθη φύλλων παρατηρείτε;» (Απάντηση: Πολλαπλά).
- «Γιατί πιστεύετε ότι αναπτύσσονται εδώ μαζί πολλαπλά είδη;» (Απάντηση: Τα διαφορετικά είδη αξιοποιούν τους πόρους με διαφορετικό τρόπο· υπάρχει υψηλή περιβαλλοντική μεταβλητότητα).
- «Πού θα μπορούσε να βρίσκεται αυτός ο λειμώνας;» (Απάντηση: Σε τροπική περιοχή, π.χ. Ινδο-Ειρηνικός, Ερυθρά Θάλασσα).

3. Συνολική σύγκριση::

- «Ποιος τύπος λειμώνα θεωρείτε ότι είναι ο πιο συνηθισμένος παγκοσμίως;» (Απάντηση: Το μονοειδικό).
- «Ποιος τύπος εμφανίζει την υψηλότερη ποικιλότητα ειδών;» (Απάντηση: Το πολυειδικό)

Πρότυπα λειμώνων - Απομονωμένοι θύλακες εναντίον συνεχών λειμώνων

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό με τη χρήση οπτικού υλικού:

«Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα δεν σχηματίζουν πάντα συνεχείς και αδιάσπαστους λειμώνες. Στο φυσικό τους περιβάλλον εμφανίζονται με διαφορετικές χωρικές δομές (πρότυπα):»

1. Απομονωμένοι θύλακες:

- Μικρές, ξεχωριστές ομάδες φυτών.
- Διάσπαρτες πάνω στον βυθό.
- Εμφανίζονται κυρίως σε περιοχές όπου οι κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες είναι αποσπασματικές.

2. Συνεχείς λειμώνες:

- Μεγάλες, ενιαίες εκτάσεις βλάστησης.
- Μπορούν να εκτείνονται αδιάκοπα για πολλά χιλιόμετρα.

3. Μωσαϊκά ενδιαιτημάτων:

- Οι λειμώνες αναπτύσσονται σε άμεση γειτνίαση με άλλα οικοσυστήματα.
- Αναμειγνύονται με: κοράλλια, μαγγρόβια δάση, υφάλους δίθυρων μαλακίων, βραχώδες βένθος ή γυμνά ιζήματα.
- Δημιουργούν ένα «μωσαϊκό» διαφορετικών τύπων περιβαλλόντων.

Οπτική δραστηριότητα αναγνώρισης:

Προβολή υποβρύχιων εικόνων που απεικονίζουν:

- Έναν συνεχή λειμώνα.
- Ένα μωσαϊκό ενδιαίτημα (π.χ. αγγειόσπερμα δίπλα σε κοράλλια ή μαγγρόβια).

- Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν και να ονομάσουν ποιο χωρικό πρότυπο αντιπροσωπεύει κάθε εικόνα.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού:
«Λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων παγκοσμίως»

Παγκόσμια κάλυψη & αφθονία

Βασικά δεδομένα:

1. Συνολική παγκόσμια έκταση:

- Οι εκτιμήσεις των επιστημόνων ποικίλλουν: Από 160.000 έως 600.000 km².
- Γιατί υπάρχει τόσο μεγάλη διακύμανση; Οι χαμηλότερες εκτιμήσεις αντιπροσωπεύουν μόνο τις ήδη τεκμηριωμένες ή χαρτογραφημένες περιοχές. Αντίθετα, οι υψηλότερες προσπαθούν να συνυπολογίσουν συμπερασματικά τα πιθανά περιβάλλοντα σε αχαρτογράφητες, απομακρυσμένες ή βαθιές θαλάσσιες ζώνες.
- Καλύπτουν έως και το 10% της συνολικής έκτασης των παράκτιων υδάτων.

Βασικό συμπέρασμα: «Οι λειμώνες καλύπτουν μια παγκόσμια έκταση συγκρίσιμη με εκείνη των κοραλλιογενών υφάλων, των μαγγρόβιων δασών και των δασών μακροφυκών. Είναι εξίσου σημαντικά για τον πλανήτη».

Συζήτηση στην ολομέλεια: «Έχετε ακούσει περισσότερες πληροφορίες για τους κοραλλιογενείς υφάλους ή για τους λειμώνες;

Γιατί πιστεύετε ότι τα αγγειόσπερμα λαμβάνουν λιγότερη προσοχή από το κοινό, παρόλο που καλύπτουν παρόμοιες εκτάσεις;» (Απάντηση: Συχνά θεωρούνται λιγότερο «χαρισματικά» ή εντυπωσιακά στην εμφάνιση σε σχέση με τα πολύχρωμα κοράλλια).

Βιομάζα

Επεξήγηση της έννοιας από τον εκπαιδευτικό:

«Τι είναι η βιομάζα;»

- Βιομάζα = το συνολικό βάρος ή η μάζα των ζωντανών οργανισμών σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή όγκο.
- Τρόποι μέτρησης:
 - **Βιομάζα είδους:** Το βάρος των ατόμων ενός συγκεκριμένου είδους.
 - **Βιομάζα βιοκοινότητας:** Το συνολικό βάρος όλων των ειδών που συνυπάρχουν στην περιοχή.

Μονάδα μέτρησης: Συνήθως υπολογίζεται ανά μονάδα επιφάνειας (π.χ. γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο, g/m²).

Βιομάζα των λειμώνων:

«Οι λειμώνες στηρίζουν πολύ υψηλή βιομάζα σε σύγκριση με το θαλάσσιο φυτοπλαγκτόν (μικροσκοπικά φύκη που επιπλέουν)».

Μέση παγκόσμια βιομάζα: Περίπου 460 g ξηρού βάρους ανά m².

Μεταβολή της βιομάζας ανά είδος:

- Προβολή ενός ραβδογράμματος (Εικ. 1) που συγκρίνει τη βιομάζα διαφορετικών ειδών:

Είδος/Γένος	Επίπεδο Βιομάζας
<i>Amphibolis</i>	
<i>Phyllospadix</i>	
<i>Posidonia</i>	
<i>Zostera</i>	
<i>Cymodocea</i>	
<i>Halophila</i>	

Βασικό πρότυπο: «Οι πυκνοί λειμώνες που σχηματίζονται από μεγαλύτερα και πιο εύρωστα είδη τείνουν να υποστηρίζουν υψηλότερη βιομάζα».

Παραδείγματα:

- *Posidonia oceanica*: Μεγάλα φύλλα, χοντρά ριζώματα και πολύ πυκνοί λειμώνες → Υψηλή βιομάζα.
- Είδη του γένους *Halophila*: Μικρά, ευαίσθητα φύλλα → Σπάνια εμφανίζουν υψηλή βιομάζα

Θέματα προς συζήτηση: «Γιατί πιστεύετε ότι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος φυτά δημιουργούν περισσότερη βιομάζα;»

Απάντηση/Επεξήγηση: Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος θαλάσσια ανθοφόρα φυτά παράγουν περισσότερη βιομάζα επειδή διαθέτουν πλεονεκτήματα στη δομή, στις φυσιολογικές τους λειτουργίες και στις προσαρμογές διαβίωσής τους. Αυτό τους επιτρέπει να συνθέτουν και να συσσωρεύουν μεγαλύτερη ποσότητα οργανικής ύλης.

Ειδική εστίαση: Οι λειμώνες *Posidonia oceanica* ως κορυφαία βιοκοινότητα

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό με τη χρήση οπτικού υλικού:

«Στη Μεσόγειο, οι λειμώνες του είδους *Posidonia oceanica* είναι ξεχωριστά. Αποτελούν αυτό που οι οικολόγοι ονομάζουν κορυφαία βιοκοινότητα (climax community)»

Κορυφαία βιοκοινότητα:

- **Ορισμός:** Μια οικολογική κοινότητα στην οποία οι πληθυσμοί των ειδών παραμένουν σταθεροί και σε ισορροπία μεταξύ τους, καθώς και με το περιβάλλον τους.
- Αποτελεί το τελικό στάδιο της οικολογικής διαδοχής (οικολογική διαδοχή = η φυσική διαδικασία κατά την οποία η σύνθεση των ειδών και τα χαρακτηριστικά ενός ενδιαιτήματος μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου).
- Παραμένει σχετικά σταθερή και αμετάβλητη, εκτός εάν διαταραχθεί από κάποιο φυσικό γεγονός ή από την ανθρώπινη παρέμβαση.

Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των λειμώνων *Posidonia oceanica*:

Η *Posidonia oceanica* είναι ένα ιδιαίτερα μακρόβιο είδος, το οποίο σχηματίζει λειμώνες οι οποίοι:

1. Αγκυροβολούν σταθερά και επιβιώνουν σε μια ισορροπημένη κατάσταση μέσα στο περιβάλλον τους.
2. Φιλοξενούν χιλιάδες άλλα είδη, δημιουργώντας ένα ποικιλόμορφο οικοσύστημα που ευδοκimeί σε συνθήκες σταθερότητας.
3. Προσφέρουν υψηλή πρωτογενή παραγωγικότητα και κρίσιμες οικολογικές υπηρεσίες, στοιχεία που υποδηλώνουν ένα

ώριμο οικοσύστημα.

4. Εμφανίζουν χαμηλή προσαρμοστικότητα (ανθεκτικότητα) σε απότομες αλλαγές που προκαλούνται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, γεγονός που οδηγεί σε αργούς χρόνους ανάκαμψης και αποκατάστασης

Μοναδικά χαρακτηριστικά του είδους *Posidonia oceanica*:

- Μακρόβιο αλλά αργής ανάπτυξης.
- Οι βλαστοί του ζουν τουλάχιστον 30 χρόνια.
- Τα ριζώματα αναπτύσσονται οριζόντια μόνο λίγα εκατοστά το χρόνο.
- Εμφανίζει αργή αποσύνθεση, με αποτέλεσμα η οργανική ύλη να συσσωρεύεται με την πάροδο του χρόνου.
- Σχηματισμός του «τάπητα» (matte): Μια μοναδική, σταθερή δομή του πυθμένα, η οποία αποτελείται από ζωντανά και νεκρά ριζώματα, ρίζες και παγιδευμένο ίζημα. Η δομή αυτή επιτρέπει στον λειμώνα να ανυψώνει τον βυθό και να επιβιώνει για χιλιάδες χρόνια.
- Ο τάπητας (matte) μπορεί να αποκτήσει πάχος πολλών μέτρων.
- Η ηλικία του τάπητα μπορεί να φτάσει τις χιλιάδες έτη.

Εναπόθεση στην ακτή / «Banquettes»:

Προβολή φωτογραφιών με συσσωρευμένα φύλλα *Posidonia oceanica* σε μεσογειακές παραλίες (Εικ. 3).

- Τα νεκρά φύλλα ξεβράζονται στην ακτή από τα κύματα.
- [?] Σχηματίζουν θίνες (ή αναχώματα)

ξεραμένων φύλλων («banquettes») πάνω στις παραλίες.

- Προστατεύουν τις ακτές από τη διάβρωση που προκαλούν τα κύματα.
- Αποτελούν ενδιαίτημα για παράκτιους οργανισμούς.

Θέμα προς συζήτηση: «Έχετε παρατηρήσει ποτέ τέτοιους σωρούς από ξεραμένα φύλλα σε κάποια παραλία;»

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Σενάρια τύπων λειμώνων

Εφαρμογή γνώσεων: Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει τα παρακάτω σενάρια και οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τα χαρακτηριστικά του αντίστοιχου λειμώνα:

Σενάριο 1: «Κάνετε κατάδυση στην περιοχή του Ινδο-Ειρηνικού, κοντά σε έναν κοραλλιογενή ύφαλο. Τι τύπο λειμώνα θα συναντούσατε πιθανότατα;»

- **Απάντηση:** Πολυειδικός λειμώνας (με έως και 12 συνυπάρχοντα είδη), το οποίο πιθανότατα θα αποτελεί μέρος ενός μωσαϊκού ενδιαιτημάτων μαζί με τα κοράλλια, παρουσιάζοντας την τυπική υψηλή τροπική βιοποικιλότητα.

Σενάριο 2: «Εξερευνάτε τη Βαλτική Θάλασσα στη βόρεια Ευρώπη. Τι δομή λειμώνα θα περιμένατε να συναντήσετε;»

- **Απάντηση:** Μονοειδικός λειμώνας (κατά πάσα πιθανότητα του είδους *Zostera marina*), το οποίο σχηματίζει συνεχείς ή εκτεταμένους σχηματισμούς, τυπικούς για τις εύκρατες ζώνες.

Σενάριο 3: «Βρίσκεστε στη Μεσόγειο Θάλασσα, σε βάθος 25 μέτρων, πάνω σε έναν αμμώδη βυθό που δεν έχει διαταραχθεί εδώ και εκατοντάδες χρόνια. Τι θα εντοπίζατε εκεί;»

- **Απάντηση:** Πιθανόν πρόκειται για λειμώνα του είδους *Posidonia oceanica*, το οποίο είναι κατά πάσα πιθανότητα μονοειδικό. Αποτελεί την κορυφαία βιοκοινότητα, ενώ ενδέχεται να είναι ορατή η δομή του στρώματος “matte”

Σενάριο 4: «Επισκέπτεστε μια μεσογειακή παραλία και βλέπετε μεγάλους σωρούς από καφέ, ινώδες υλικό στην ακρογιαλιά. Τι είναι αυτό το υλικό και για ποιο λόγο βρίσκεται εκεί;»

- **Απάντηση:** Πρόκειται για θίνες/αναχώματα ξεραμένων φύλλων (banquettes) του είδους *Posidonia oceanica*. Αποτελούνται από νεκρά φύλλα που ξεβράστηκαν στην ακτή και είναι ένα φυσικό μέρος του παράκτιου οικοσυστήματος, καθώς προστατεύουν την παραλία από τη διάβρωση.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου - «Οι λειμώνες ως οικοσυστήματα»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Τύποι λειμώνων

5. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ ενός μονοειδικού και ενός πολυειδικού λειμώνα;

Μονοειδικό: _____

Πολυειδικό: _____

2. Οι περισσότεροι λειμώνες παγκοσμίως είναι _____ (μονοειδικοί / πολυειδικοί)

Μέρος 2: Παγκόσμια σημασία

3. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα καλύπτουν περίπου το ____% του παράκτιου ωκεανού παγκοσμίως.
4. Ονομάστε έναν τύπο παράκτιου οικοσυστήματος με συγκρίσιμη παγκόσμια κάλυψη: _____
5. Τι είναι η βιομάζα; _____

Μέρος 3: *Posidonia oceanica*

6. Τι είναι μια κορυφαία βιοκοινότητα;
7. Τι είναι ο «τάπητας» (matte) στους λειμώνες του είδους *Posidonia oceanica*;
8. Οι βλαστοί του είδους *Posidonia oceanica* μπορούν να ζήσουν τουλάχιστον ____ χρόνια.

Μέρος 4: Εφαρμογή

9. Η περιοχή του Ινδο-Ειρηνικού φιλοξενεί μικτούς λειμώνες με έως ____ συνυπάρχοντα είδη.
10. Γιατί τα είδη του γένους *Halophila* σπάνια εμφανίζουν υψηλή βιομάζα;

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Ερωτήσεις εμβάθυνσης:

- «Τι σημαίνει ο όρος “μονοειδικός” λειμώνας;»
- «Γιατί οι λειμώνες είναι εξίσου σημαντικά με τους κοραλλιογενείς υφάλους;»
- «Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των λειμώνων του είδους *Posidonia oceanica*;»

2. Προβλέψεις σεναρίων:

- Εποπτεία και αξιολόγηση της ποιότητας του επιστημονικού σκεπτικού κατά τις προβλέψεις για τους τύπους των λειμώνων.
- Έλεγχος της ικανότητας διασύνδεσης των νέων δεδομένων με τις γνώσεις από τα προηγούμενα μαθήματα.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

3. Τύποι λειμώνων
4. Παγκόσμια σημασία
5. Γνώση για το είδος *Posidonia oceanica*

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

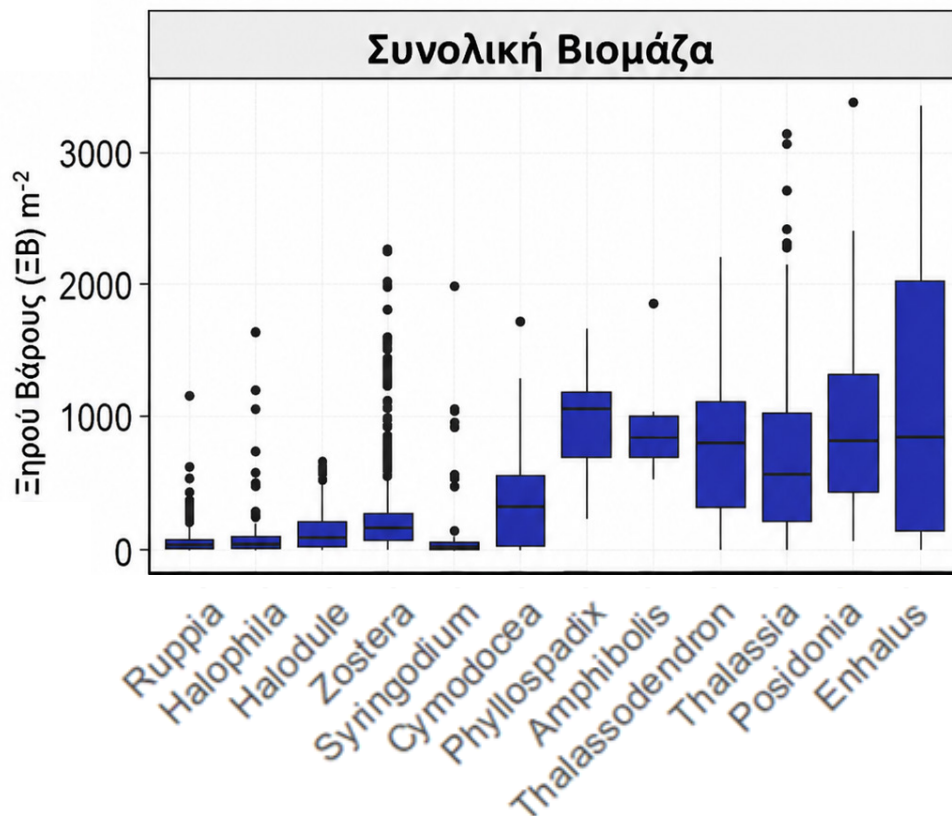
- Μπορώ να εξηγήσω τι είναι ένα λειμώνα («seagrass bed»).
- Μπορώ να διακρίνω μεταξύ μονοειδικών και πολυειδικών λειμώνων.
- Μπορώ να εξηγήσω ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα καλύπτουν περίπου το 10% του παράκτιου ωκεανού.
- Μπορώ να συγκρίνω την κάλυψη αυτών

των λειμώνων με εκείνη των κοραλλιογενών υφάλων, των μαγγοροβίων και των δασών μακροφυκών.

- Μπορώ να ορίσω τη βιομάζα και να εξηγήσω γιατί είναι σημαντική για ένα οικοσύστημα.
- Μπορώ να περιγράψω τα βασικά χαρακτηριστικά των λειμώνων του είδους *Posidonia oceanica*.
- Μπορώ να εξηγήσω τον σχηματισμό του «τάπητα» (matte) και την εναπόθεση ξεραμένων φύλλων στην ακτή («banquettes») του είδους *P. oceanica*.
- Μπορώ να αναγνωρίσω ότι ο αριθμός των ειδών σε ένα λειμώνα μεταβάλλεται ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή (εύκρατη εναντίον τροπικής ζώνης).

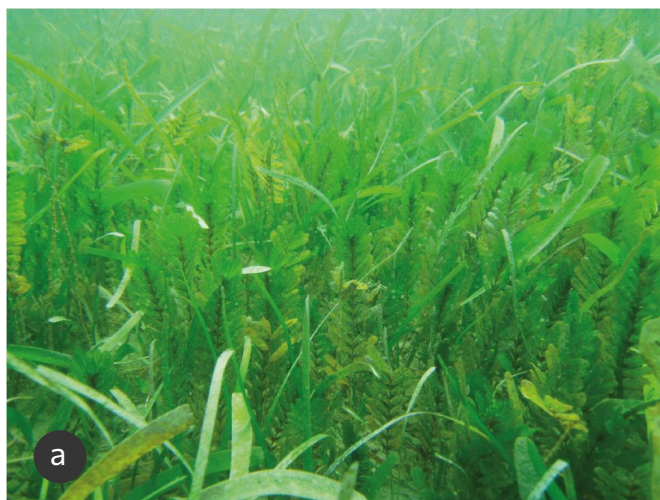
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Σύνολο παγκόσμιων δεδομένων για τη βιομάζα των θαλάσσιων λειμώνων



Εικόνα 1. Παγκόσμιο σύνολο δεδομένων για τη βιομάζα των λειμώνων θαλάσσιων αγγειόσπερμων ανά γένος· τα διαγράμματα πλαισίου-απολήξεων (box plots) δείχνουν τη διάμεση τιμή (μαύρη γραμμή μέσα στο πλαίσιο· τροποποιημένο από: Strydom et al., 2023. Earth System Science Data 15, σ. 511–519) <https://essd.copernicus.org/articles/15/511/2023/>

Πολυειδικοί λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων



Εικόνα 2. Παραδείγματα τροπικών πολυειδικών λειμώνων θαλάσσιων αγγειόσπερμων αποτελούμενων από (α) τα είδη *Cymodocea serrulata*, *Halodule uninervis* και *Halophila spinulosa* στη νήσο Magnetic Island, και (β) τα είδη *Halophila ovalis* και *Halodule uninervis* στη νήσο Green Island, Κουίνσλαντ, Αυστραλία (από: Collier et al., 2021. Ecological Indicators, 121, 107156) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20310955>

***Posidonia oceanica* “banquettes”**



Εικόνα 3. Θίνα (ανάχωμα) ξεραμένων φύλλων («banquette») που σχηματίστηκε σε παραλία από νεκρά φύλλα του είδους *Posidonia oceanica* (Παραλία Μέσης, παράκτια ύδατα της Θράκης, Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος, Ελλάδα· πηγή φωτογραφίας: Παρασκευή Μαλέα)

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. ΛΕΙΜΩΝΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ ΣΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΥΔΑΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εξερευνά τη γεωγραφική κατανομή έξι βασικών ειδών (*Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea*, and *Ruppia maritima*, βλ. Θεματική Ενότητα 2: Μάθημα 3. «Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι μοναδικά φυτά») στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης – από την αρκτική Νορβηγία έως τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα – μέσα από δραστηριότητες με χάρτες. Εξετάζει επίσης τα παράκτια περιβάλλοντα όπου απαντώνται αυτοί οι οργανισμοί (π.χ. μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, ρηχά και βαθιά παράκτια ύδατα, εκβολές ποταμών, παράκτιες λιμνοθάλασσες), συνδέοντας την παρουσία τους με περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η διαθεσιμότητα φωτός, το υπόστρωμα και η αλατότητα. Βασιζόμενοι σε προηγούμενες γνώσεις, οι μαθητές θα συνδέσουν τις απαιτήσεις κάθε είδους με την κατανομή των λειμώνων και θα εισαχθούν σε βασικές έννοιες, όπως το ενδημικό, το εισαγόμενο και το εμβληματικό είδος.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν τα έξι είδη που απαντώνται στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης (*Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea*, *Ruppia maritima*)
- Περιγράφουν τη γεωγραφική κατανομή κάθε είδους στις ευρωπαϊκές θάλασσες (Αρκτική, Ατλαντικός, Βαλτική, Μεσόγειος, Μαύρη Θάλασσα).
- Εξηγούν πώς οι φυσικοί παράγοντες (διαθεσιμότητα φωτός, υπόστρωμα, αλατότητα) επηρεάζουν την κατανομή τους.
- Αναφέρουν το εύρος βάθους, τον τύπο παράκτιου περιβάλλοντος και τις προτιμήσεις υποστρώματος για κάθε είδος.
- Γνωρίζουν τα βασικά οικολογικά χαρακτηριστικά κάθε είδους (π.χ. αντοχή στο ψύχος, παρουσία στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, προσαρμοστικότητα, ανοχή αλατότητας, χαρακτηριστικά ξενικού/εισβολικού είδους).
- Κατανοούν και χρησιμοποιούν σωστά τους όρους: Ενδημικό είδος, εισαγόμενο (μη αυτόχθονο/ξενικό) είδος, εισβολικό είδος, κορυφαία βιοκοινότητα, καθώς και εμβληματικό είδος.
- Εξηγούν γιατί ορισμένα είδη (π.χ. *Posidonia oceanica*) έχουν περιορισμένη κατανομή, ενώ άλλα (π.χ. *Zostera marina*, *Ruppia maritima*) είναι πολύ πιο ευρέως διαδεδομένα.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εντοπίζουν και χαρτογραφούν την κατανομή των διαφορετικών ειδών σε έναν ευρωπαϊκό χάρτη.
- Αναλύουν και εξηγούν τα πρότυπα εξάπλωσης με βάση τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Συγκρίνουν τα είδη και να εντοπίζουν ομοιότητες και διαφορές στις οικολογικές τους απαιτήσεις.
- Προβλέπουν ποια είδη είναι πιθανό να απαντώνται σε συγκεκριμένα περιβαλλοντικά σενάρια (π.χ. εκβολές, βαθιά παράκτια ύδατα, περιβάλλοντα υψηλής αλατότητας).
- Επικοινωνούν επιστημονικές πληροφορίες με σαφήνεια μέσα από την ομαδική συζήτηση και την παρουσίαση.
- Συνεργάζονται για τη διερεύνηση και την παρουσίαση πληροφοριών που αφορούν ένα συγκεκριμένο είδος.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Ερμηνεύουν και αναλύουν χάρτες γεωγραφικής κατανομής των ειδών θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Χρησιμοποιούν σωστά και με ακρίβεια τα επιστημονικά (λατινικά) ονόματα των ειδών.
- Κατανοούν και εφαρμόζουν οικολογικές έννοιες (π.χ. περιβαλλοντική κατανομή, ενδιαίτημα, περιβαλλοντικοί παράγοντες).
- Συνδέουν τα χαρακτηριστικά των ειδών (εύρος βάθους, ανοχή αλατότητας, προτίμηση υποστρώματος) με τα πρότυπα περιβαλλοντικής κατανομής τους.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ομαδικές εργασίες διερεύνησης.
- Μοιράζονται ευθύνες και συμβάλλουν σε ομαδικές μαθησιακές δραστηριότητες.
- Επικοινωνούν τα ευρήματά τους με σαφήνεια, χρησιμοποιώντας επιστημονική γλώσσα.
- Συμμετέχουν σε συζήτηση, σύγκριση και τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία βασισμένη σε στοιχεία.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Ανά ομάδα (3-4 μαθητές):

- Κάρτες προφίλ είδους (ένα είδος ανά ομάδα).
- Κενός χάρτης των ευρωπαϊκών υδάτων (ακτογραμμές που περιλαμβάνουν: Νορβηγική Θάλασσα, Βόρεια Θάλασσα, Βαλτική Θάλασσα, Ατλαντική ακτή, Μεσόγειος Θάλασσα και Μαύρη Θάλασσα).
- Εικόνα των βιοπεριοχών του Εύκρατου Βόρειου Ατλαντικού και της Μεσογείου (Εικ. 1).
- Χρωματιστά μολύβια ή μαρκαδόροι για τη χαρτογράφηση.
- Φύλλο εργασίας με τη λίστα χαρακτηριστικών του είδους.

Υλικά για όλη την τάξη:

- Μεγάλος επιτοίχιος χάρτης της Ευρώπης που δείχνει τις θάλασσες και τις ακτογραμμές.
- Έξι διαφορετικοί έγχρωμοι μαρκαδόροι ή πινέζες για τη σήμανση της κατανομής των ειδών.
- Εικόνες κάθε είδους (για οπτική αναφορά)

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Ευρωπαϊκή ποικιλότητα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

Προβολή ενός μεγάλου χάρτη της Ευρώπης με επισημασμένες τις εξής θαλάσσιες περιοχές:

- Νορβηγική Θάλασσα
- Βόρεια Θάλασσα
- Βαλτική Θάλασσα
- Ατλαντικός Ωκεανός (ανατολικές ακτές)
- Μεσόγειος Θάλασσα
- Μαύρη Θάλασσα
- Θάλασσα του Αζόφ
- Κασπία Θάλασσα

Ερώτηση προβληματισμού: «Σε ποιες γεωγραφικές περιοχές αναπτύσσονται οι λειμώνες και σε ποιους περιβαλλοντικούς παράγοντες οφείλεται αυτό;»

Οπτική παρουσίαση: Επίδειξη 6 εικόνων διαφορετικών ειδών (χωρίς επισήμανση) τη μία δίπλα στην άλλη.

Εισαγωγική επεξήγηση: «Αυτά είναι τα έξι είδη που συναντάμε στα ευρωπαϊκά ύδατα. Ορισμένα μπορούν να αναπτυχθούν στα ψυχρά αρκτικά νερά, ορισμένα στη θερμότερη Μεσόγειο, ορισμένα σε πολλά και διαφορετικά μέρη, ενώ ένα απαντάται αποκλειστικά στη Μεσόγειο. Ας ανακαλύψουμε πού αναπτύσσονται!»

Γρήγορη ψηφοφορία:

Ο εκπαιδευτικός θέτει τα εξής ερωτήματα προς την ολομέλεια:

1. «Ποια θάλασσα πιστεύετε ότι φιλοξενεί τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών;» (Οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις).
2. «Ποιο είδος πιστεύετε ότι μπορεί να επιβιώσει στα πιο ψυχρά νερά;» (Οι μαθητές παρατηρούν τις εικόνες και μαντεύουν).
3. «Πιστεύετε ότι όλα τα ευρωπαϊκά θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι αυτόχθονα ή μήπως κάποια αποτελούν ξενικά (μη αυτόχθονα) είδη που έχουν εισαχθεί από άλλες περιοχές;» (Σύντομη συζήτηση γύρω από την έννοια του αυτόχθονου εναντίον του ξενικού είδους).
4. «Σε τι είδους παράκτια περιβάλλοντα βρίσκουμε αυτά τα φυτά;»
5. «Σε τι βάθη αναπτύσσονται συνήθως οι λειμώνες;»
6. «Τι είδους βυθό (υπόστρωμα) προτιμούν;»
7. «Πώς επηρεάζει η αλατότητα το πού μπορεί να ζήσει το κάθε είδος;

Μαθησιακός στόχος:

«Σήμερα θα ανακαλύψουμε ότι κάθε είδος έχει τις δικές του προτιμήσεις όσον αφορά τις θάλασσες, τα βάθη και τους τύπους παράκτιων περιβαλλόντων όπου ζει. Στο τέλος του μαθήματος, θα μπορείτε να κοιτάζετε έναν χάρτη της Ευρώπης και να γνωρίζετε ποια θαλάσσια αγγειόσπερμα απαντώνται σε κάθε περιοχή».

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Διερεύνηση προφίλ είδους»

Ομαδική εργασία: Διαχωρισμός της τάξης σε 6 ομάδες. Κάθε ομάδα λαμβάνει μια κάρτα προφίλ για ένα συγκεκριμένο είδος και διερευνά:

1. Πού απαντάται (γεωγραφική εξάπλωση).
2. Το εύρος βάθους.
3. Την προτίμηση υποστρώματος (βυθού).
4. Τα ιδιαίτερα οικολογικά χαρακτηριστικά του.
5. Τους τύπους του παράκτιου περιβάλλοντος.
6. Τα επίπεδα αλατότητας.

ΚΑΡΤΕΣ ΠΡΟΦΙΛ ΕΙΔΟΥΣ:

ΟΜΑΔΑ 1: *Zostera marina*

Γεωγραφική εξάπλωση:

- Κοσμοπολίτικο είδος στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη.
- Απαντάται σε υποαρκτικές και εύκρατες περιοχές.
- Ευρέως διαδεδομένο στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης.
- Από την αρκτική Νορβηγία έως τη Μεσόγειο Θάλασσα, τη Μαύρη Θάλασσα και τη Θάλασσα του Αζόφ.

Εύρος βάθους:

- Από τη χαμηλή μεσοπαλιρροϊκή ζώνη έως τα 15 μέτρα βάθος.

Υπόστρωμα:

- Αμμώδεις ή λασπώδεις πυθμένες (μαλακό υπόστρωμα).

Τύποι περιβάλλοντος:

- Αναπτύσσεται κυρίως στην υποπαλιρροϊκή ζώνη (συνήθως έως τα 10-15 μέτρα).

- Μπορεί επίσης να εμφανιστεί στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.
- Προτιμά προστατευμένα παράκτια περιβάλλοντα: Ρηχούς κόλπους, όρμους, εκβολές ποταμών και παράκτιες λιμνοθάλασσες.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- Αποτελεί το πιο ευρέως διαδεδομένο είδος στην Ευρώπη.
- Είναι ανθεκτικό στο ψύχος.

Η εργασία της ομάδας:

1. Χρωματισμός των θαλάσσιων περιοχών όπου απαντάται η *Zostera marina* στον ομαδικό χάρτη.
2. Καταγραφή 3 βασικών χαρακτηριστικών του είδους αυτού.
3. Συμπλήρωση του διαγράμματος (Εικ. 1) με τη θέση όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο φυτό.
4. Διατύπωση εξήγησης σχετικά με τους λόγους που το είδος αυτό εμφανίζει τόσο ευρεία εξάπλωση (ποια χαρακτηριστικά το καθιστούν τόσο προσαρμοστικό;).

ΟΜΑΔΑ 2: *Zostera noltei*

Γεωγραφική εξάπλωση:

- Βορειοανατολικός Ατλαντικός Ωκεανός, Βαλτική Θάλασσα, Μεσόγειος Θάλασσα, Μαύρη Θάλασσα, Κασπία και Αράλη.
- Δυτική Αφρική (Μαυριτανία).
- Κανάρια Νησιά και Νησιά του Πράσινου Ακρωτηρίου.

Εύρος βάθους:

- Από τη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη έως τα 10 μέτρα βάθος.

Υπόστρωμα:

- Αμμώδεις έως λασπώδεις πυθμένες.

Τύποι περιβάλλοντος:

- Εντοπίζεται κατά κύριο λόγο στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.
- Μπορεί να εμφανιστεί σε υποπαλιρροϊκές περιοχές έως τα 10 μέτρα βάθος.
- Αναπτύσσεται σε εκβολές ποταμών και παράκτιες λιμνοθάλασσες.
- Συχνά συνυπάρχει με τη *Zostera marina*, η οποία όμως εκτείνεται σε μεγαλύτερα βάθη.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- Μικρό σε μέγεθος είδος.
- Χαρακτηρίζεται ως κατά βάση μεσοπαλιρροϊκό φυτό.

Η εργασία της ομάδας:

- Χρωματισμός των θαλάσσιων περιοχών όπου απαντάται η *Zostera noltei* στον ομαδικό χάρτη.
- Συμπλήρωση του διαγράμματος (Εικ. 1) με τη θέση όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο φυτό.
- Σύγκριση με τη *Zostera marina* — ποιες είναι οι ομοιότητες και ποιες οι διαφορές στη γεωγραφική τους εξάπλωση;
- Διατύπωση εξήγησης σχετικά με τους λόγους που καθιστούν τη *Zostera noltei* τόσο συχνή στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη

ΟΜΑΔΑ 3: *Cymodocea nodosa*

Γεωγραφική εξάπλωση:

- Μεσόγειος Θάλασσα (ευρέως διαδεδομένο είδος).
- Ατλαντικός Ωκεανός, από τη νότια Πορτογαλία έως τη Σενεγάλη.
- Κανάρια Νησιά, Μαδέρα, Νησιά του Πράσινου Ακρωτηρίου.

Εύρος βάθους:

- Από τη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη έως τα 30-35 μέτρα βάθος.

Υπόστρωμα:

- Από χονδρόκοκκη άμμο έως λασπώδη ιζήματα.

Τύποι περιβάλλοντος:

- Ανοιχτά παράκτια ύδατα.
- Εκβολές ποταμών.
- Παράκτιες λιμνοθάλασσες.
- Έχει τη νικανότητα να αποικίζει διαφορετικούς τύπους περιβαλλόντων.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- Ιδιαίτερα προσαρμοστικό είδος στην περιβαλλοντική μεταβλητότητα.
- Λειτουργεί ως ένας καλός αποικιστής νέων υποστρωμάτων.

Η εργασία της ομάδας:

- Χρωματισμός των θαλάσσιων περιοχών όπου απαντάται η *Cymodocea nodosa* στον ομαδικό χάρτη.

2. Συμπλήρωση του διαγράμματος (Εικ. 1) με τη θέση όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο φυτό.
3. Διατύπωση εξήγησης: Τι καθιστά το είδος αυτό «καλό αποικιστή» (προσαρμοστικότητα, ευρύ εύρος οικολογικών ανοχών);
4. Διερεύνηση: Σε ποιες περιπτώσεις μπορεί να αντικαταστήσει την *Posidonia oceanica* και για ποιο λόγο;

ΟΜΑΔΑ 4: *Posidonia oceanica*

Γεωγραφική εξάπλωση:

- Ενδημικό είδος της Μεσογείου Θάλασσας (απαντάται αποκλειστικά εδώ).
- Ευρέως κατανεμημένο σε ολόκληρη τη μεσογειακή λεκάνη.

Εύρος βάθους:

- Από τα 0,5 έως τα 45 μέτρα βάθος.
- Το κατώτερο όριο περιορίζεται περίπου στα 9 μέτρα σε θολά νερά.

Υπόστρωμα:

- Κυρίως αμμώδεις πυθμένες.

Τύποι περιβάλλοντος:

- Ανοιχτά παράκτια ύδατα.
- Δεν ανέχεται διακυμάνσεις αλατότητας και θολερότητα.
- Δεν απαντάται σε εκβολές ποταμών.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- Είδος αργής ανάπτυξης.
- Σχηματίζει εκτεταμένους, πυκνούς λειμώνες.
- Αποτελεί μια κορυφαία βιοκοινότητα.

- Σχηματίζει τη χαρακτηριστική δομή του «τάπητα» (matte).
- Θεωρείται το εμβληματικό είδος της Μεσογείου.

Η εργασία της ομάδας:

1. Χρωματισμός μόνο της λεκάνης της Μεσογείου στον ομαδικό χάρτη (λόγω του ενδημικού του χαρακτήρα).
2. Συμπλήρωση του διαγράμματος (Εικ. 1) με τη θέση όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο φυτό.
3. Διατύπωση ορισμού: Τι σημαίνει ο όρος «ενδημικό είδος»;
4. Διατύπωση εξήγησης: Τι ορίζεται ως κορυφαία βιοκοινότητα

ΟΜΑΔΑ 5: *Halophila stipulacea*

Γεωγραφική εξάπλωση:

- Αυτόχθονο είδος στην Ερυθρά Θάλασσα, τον Περσικό Κόλπο και τον Ινδικό Ωκεανό.
- Ξενικό είδος στη Μεσόγειο (Αίγυπτος, έως νότια Ιταλία και Τυνησία).

Εύρος βάθους:

- Από τα 0 έως τα 70 μέτρα βάθος (σπάνιο κάτω από τα 50 μέτρα).

Υπόστρωμα:

- Αναπτύσσεται κυρίως σε μαλακά υποστρώματα στην Ανατολική Μεσόγειο.

Τύποι περιβάλλοντος:

- Ρηχά παράκτια νερά.
- Απαντάται επίσης σε πολύ βαθύτερα νερά (>50 μέτρα)

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- Είδος ταχείας ανάπτυξης.
- Μπορεί να εξαπλωθεί γρήγορα.
- Χαρακτηρίζεται ως ξενικό (μη αυτόχθονο) είδος στη Μεσόγειο.

Η εργασία της ομάδας:

1. Χρωματισμός των περιοχών της Μεσογείου όπου απαντάται η *Halophila stipulacea*.
2. Συμπλήρωση του διαγράμματος (Εικ. 1) με τη θέση όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο φυτό.
3. Διατύπωση ορισμού: Τι σημαίνει ο όρος «εισαγόμενο είδος» και πώς διαφέρει από το «ενδημικό»;
4. Ποια πλεονεκτήματα προσφέρει η ταχεία ανάπτυξη σε αυτό το είδος;

ΟΜΑΔΑ 6: *Ruppia maritima*

Γεωγραφική εξάπλωση:

- Κοσμοπολίτικο είδος με παγκόσμια εξάπλωση.
- Συναντάται τόσο σε εύκρατες όσο και σε τροπικές περιοχές.

Εύρος βάθους:

- Πολύ ρηχά νερά, από τα 0 έως τα 2 μέτρα βάθος.

Υπόστρωμα:

- Απαντάται σε πολλαπλούς τύπους υποστρώματος (δεν εμφανίζει αυστηρές απαιτήσεις).

Τύποι περιβάλλοντος:

- Περιβάλλοντα γλυκού, υφάλμυρου και υπεραλμυρού νερού.

- Εκβολές ποταμών.
- Παράκτιες λιμνοθάλασσες.
- Ανοχή στην αλατότητα (διακύμανση από 0 έως 70).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό:

- Πολύ ευρύ φάσμα ανοχής στην αλατότητα (0-70).
- Είναι εξειδικευμένο στην επιβίωση στα υφάλμυρα ύδατα.

Η εργασία της ομάδας:

1. Συμπλήρωση του διαγράμματος (Εικ. 1) με τη θέση όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο φυτό.
2. Διατύπωση εξήγησης: Τι το ιδιαίτερο παρουσιάζει η ανοχή της αλατότητας στο συγκεκριμένο είδος;
3. Διερεύνηση: Γιατί έχει τη δυνατότητα να επιβιώνει σε περιβάλλοντα όπου άλλα είδη θαλάσσιων αγγειόσπερμων αδυνατούν να αναπτυχθούν;

Χρόνος ομαδικής διερεύνησης:

Οι ομάδες συνεργάζονται προκειμένου να ολοκληρώσουν τα εξής:

1. Ανάγνωση και συζήτηση του προφίλ του είδους τους.
2. Συμπλήρωση του χάρτη τους (χρωματική αποτύπωση των περιοχών εξάπλωσης).
3. Συμπλήρωση της λίστας με τα οικολογικά χαρακτηριστικά.
4. Προετοιμασία για την παρουσίαση 2-3 βασικών στοιχείων του είδους τους στην ολομέλεια της τάξης.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Παρουσίαση με καθοδήγηση του εκπαιδευτικού: «Χτίζοντας τον ευρωπαϊκό χάρτη των λειμώνων»

Παρουσιάσεις ανά είδος:

Κάθε ομάδα παρουσιάζει το είδος που μελέτησε:

- Επίδειξη του χρωματισμένου χάρτη της ομάδας.
- Αναφορά των περιοχών όπου απαντάται το είδος (γεωγραφική εξάπλωση).

- Παρουσίαση 2-3 βασικών οικολογικών χαρακτηριστικών.
- Ο εκπαιδευτικός προσθέτει τις αντίστοιχες πληροφορίες στον μεγάλο επιτοίχιο χάρτη της τάξης, χρησιμοποιώντας έγχρωμους μαρκαδόρους ή πινέζες.

Δημιουργία ενός συνοπτικού πίνακα στον μαυροπίνακα κατά τη διάρκεια των παρουσιάσεων:

Είδος	Κατανομή	Εύρος Βάθους	Ιδιαίτερο Χαρακτηριστικό	Οικολογία – Ενδιαίτημα
<i>Zostera marina</i>	Ευρέως διαδεδομένο και κοσμοπολίτικο στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη. Ευρέως καταναμημένο στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης, από τα αρκτικά νερά της Νορβηγίας έως τη Μεσόγειο, τη Μαύρη Θάλασσα και τη Θάλασσα του Αζόφ.	Χαμηλή παλιρροϊκή ζώνη – 15 m	Το πιο διαδεδομένο· ανθεκτικό στο ψύχος	Κατοικεί κυρίως στην υποπαλιρροϊκή ζώνη, συνήθως έως 10-15 m. Μπορεί επίσης να απαντάται στην παλιρροϊκή ζώνη. Ευρύαλο. Προτιμά αμμώδη ή λασπώδη υποστρώματα και προστατευμένα παράκτια περιβάλλοντα όπως ρηχούς κόλπους, όρμους, εκβολές και παράκτιες λιμνοθάλασσες.
<i>Zostera noltei</i>	ΒΑ Ατλαντικός, Βαλτική, Μεσόγειος, Μαύρη, Κασπία και Αράλη Θάλασσα, δυτική Αφρική στη Μαυριτανία και στα νησιά Καναρίων και Πράσινου Ακρωτηρίου	Παλιρροϊκή ζώνη – 10 m	Μικρό είδος· κατοικεί κυρίως στην παλιρροϊκή ζώνη	Αναπτύσσεται στην παλιρροϊκή ζώνη, συχνά μαζί με το <i>Zostera marina</i> , το οποίο εκτείνεται σε μεγαλύτερα βάθη. Απαντάται επίσης σε υποπαλιρροϊκές περιοχές με αμμώδη έως λασπώδη υποστρώματα, εκβολές και παράκτιες λιμνοθάλασσες.
<i>Cymodocea nodosa</i>	Μεσόγειος Θάλασσα, ΒΑ Ατλαντικός βόρεια της Πορτογαλίας και νότια της Σενεγάλης· νησιά Καναρίων, Μαδέρα, Πράσινο Ακρωτήριο· ευρέως διαδεδομένο στη Μεσόγειο Θάλασσα	Παλιρροϊκή ζώνη – ~30-35 m	Ιδιαίτερα προσαρμοστικό σε περιβαλλοντική μεταβλητότητα· καλός αποικιστής νέων υποστρωμάτων	Αναπτύσσεται από την παλιρροϊκή ζώνη έως τα 33-35 m βάθος. Μπορεί να απαντάται από χονδρόκοκκη άμμο έως λασπώδη ιζήματα. Μπορεί να αποικίσει διαφορετικούς τύπους περιβαλλόντων, π.χ. ανοιχτά παράκτια ύδατα, εκβολές, παράκτιες λιμνοθάλασσες
<i>Posidonia oceanica</i>	Ενδημικό θαλάσσιο αγγειόσπερμο της Μεσογείου· ευρέως καταναμημένο σε όλη τη Μεσόγειο	0,5-45 m	Αργής ανάπτυξης· κλιμακική κοινότητα· σχηματίζει matte· εμβληματικό είδος της Μεσογείου	Σχηματίζει συνεχούς λειμώνες από 0,5 έως 45 m βάθος. Σε θολά νερά, το κατώτερο όριο είναι περίπου 9 m. Σχηματίζει πολύ πυκνούς λειμώνες. Οι λειμώνες του θεωρούνται κλιμακική κοινότητα. Δεν ανέχεται διακυμάνσεις αλατότητας και θολερότητα, και επομένως δεν απαντάται σε εκβολές

Είδος	Κατανομή	Εύρος Βάθους	Ιδιαίτερο Χαρακτηριστικό	Οικολογία – Ενδιαίτημα
<i>Halophila stipulacea</i>	Αυτόχθονο στην Ερυθρά Θάλασσα, τον Περσικό Κόλπο και τον Ινδικό Ωκεανό· εισήχθη στη Μεσόγειο, όπου απαντάται από την Αίγυπτο έως τη νότια Ιταλία και την Τυνησία	0-70 m	Ταχείας ανάπτυξης· εισαγόμενο στη Μεσόγειο	Απαντάται στα ρηχά, αλλά και σε πολύ βαθύτερα νερά, με καταγραφές σε βάθη >50 m. Ευρύαλο είδος. Στην ανατολική Μεσόγειο απαντάται σε μαλακά υποστρώματα. Είναι ταχείας ανάπτυξης, και έτσι μπορεί να εξαπλωθεί γρήγορα.
<i>Ruppia maritima</i>	Κοσμοπολίτικο είδος, ευρέως διαδεδομένο σε εύκρατες και τροπικές περιοχές	0-2 m	Ευρεία ανοχή αλατότητας· είδος υφάλμυρου νερού	Έχει ευρεία ανοχή αλατότητας, μπορεί να επιβιώσει σε τιμές αλατότητας από 0 έως 70. Απαντάται σε γλυκό νερό, υφάλμυρο νερό, θαλάσσια περιβάλλοντα και υπεραλμυρές συνθήκες. Απαντάται σε εκβολές και παράκτιες λιμνοθάλασσες

Επεξήγηση βασικών εννοιών

Ο εκπαιδευτικός επισημαίνει τις εξής συνδέσεις στην ολομέλεια:

Περιβαλλοντικές συνδέσεις:

- «Θυμάστε το μάθημά μας για τους περιβαλλοντικούς παράγοντες; Τώρα βλέπουμε πώς καθορίζουν την εξάπλωση των ειδών».
- «Η *Zostera marina* ανέχεται το ψύχος (Αρκτική) επειδή είναι προσαρμοσμένη σε χαμηλές θερμοκρασίες».
- «Η *Posidonia oceanica* δεν ανέχεται τις διακυμάνσεις της αλατότητας, για τον λόγο αυτό δεν απαντάται στις εκβολές των ποταμών».
- «Η *Ruppia maritima* μπορεί να επιβιώσει από το γλυκό νερό έως τις υπεραλμυρές παράκτιες λιμνοθάλασσες, επειδή διαθέτει ένα ευρύ φάσμα ανοχής στην αλατότητα!».

Σημαντική ορολογία:

Ενδημικό είδος:

- **Ορισμός:** Ένα είδος που απαντάται με φυσικό τρόπο αποκλειστικά και μόνο σε ΜΙΑ συγκεκριμένη, περιορισμένη γεωγραφική περιοχή του πλανήτη.
- **Παράδειγμα:** Η *Posidonia oceanica* στη Μεσόγειο Θάλασσα.
- **Περιβαλλοντική σημασία:** Εάν καταστραφούν οι λειμώνες της Μεσογείου, το συγκεκριμένο είδος θα μπορούσε να εξαφανιστεί από τον πλανήτη.

Εισαγόμενο (μη αυτόχθονο) / Εισβολικό είδος:

- **Ορισμός:** Ένα είδος που εισάγεται σε μια περιοχή εκτός του φυσικού, ιστορικού του εύρους εξάπλωσης, ως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, σκόπιμα ή τυχαία.
- **Παράδειγμα:** Η *Halophila stipulacea* στην Καραϊβική Θάλασσα.
- Μπορεί να γίνει εισβολικό αν εξαπλωθεί γρήγορα, επηρεάσει τα αυτόχθονα είδη και προκαλέσει βλάβη στο νέο περιβάλλον.

Εμβληματικό είδος:

- Χαρακτηριστικά είδη ζώων, φυτών ή μυκήτων που συμβολίζουν τη μοναδική βιοποικιλότητα μιας περιοχής.
- Τα είδη αυτά είναι συνήθως απειλούμενα.
- Χρησιμεύουν ως δείκτες της οικολογικής υγείας.
- Χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της συμμετοχής του κοινού στη διατήρηση της φύσης.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: «Ντετέκτιβ εξάπλωσης ειδών»

Ερωτήσεις σύγκρισης

Οι μαθητές εργάζονται σε ζευγάρια προκειμένου να απαντήσουν σε ερωτήσεις σύγκρισης, αξιοποιώντας τον χάρτη και τον συνοπτικό πίνακα της τάξης:

Ερωτήσεις κρίσης:

1. «Ποιο είδος μπορεί να επιβιώσει στα πιο ψυχρά νερά;»

- Απάντηση: *Zostera marina* (έχει την ικανότητα να επιβιώνει ακόμα και κάτω από τον πάγο στην αρκτική Νορβηγία).

2. «Ποιο είδος απαντάται στις περισσότερες ευρωπαϊκές θάλασσες;»

- Απάντηση: *Zostera marina* (Νορβηγική Θάλασσα, Βόρεια Θάλασσα, Βαλτική, Ατλαντικός, Μεσόγειος, Μαύρη Θάλασσα).

3. «Ποιο είδος απαντάται αποκλειστικά στη Μεσόγειο;»

- Απάντηση: *Posidonia oceanica* (ενδημικό είδος).

4. «Ποιο είδος αναπτύσσεται συνήθως στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη;»

- Απάντηση: *Zostera noltei*

5. «Ποιο είδος μπορεί να επιβιώσει σε εξαιρετικά χαμηλή αλατότητα (γλυκό νερό);»

- Απάντηση: *Ruppia maritima* (παρουσιάζει εύρος ανοχής αλατότητας από 0 έως 70).

6. «Ποιο είδος μπορεί να αναπτυχθεί στα μεγαλύτερα βάθη;»

- Απάντηση: *Halophila stipulacea* (μπορεί να εντοπιστεί σε βάθη μεγαλύτερα των 50 μέτρων).

7. «Αν βρισκόσασταν σε μια εκβολή όπου το γλυκό νερό συναντά το αλμυρό, ποια είδη θα μπορούσατε να συναντήσετε;»

- Απάντηση: *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, ή *Ruppia maritima* (απουσιάζει η *Posidonia oceanica*, καθώς δεν ανέχεται τις διακυμάνσεις της αλατότητας).

8. «Ποιο είδος αποτελεί ξενικό στοιχείο στη Μεσόγειο Θάλασσα;»

- Απάντηση: *Halophila stipulacea* (εισήλθε από τον Ινδικό Ωκεανό / Ερυθρά Θάλασσα).

Σενάρια πρόβλεψης

Εφαρμογή γνώσεων: Ο εκπαιδευτικός

παρουσιάζει τα παρακάτω σενάρια τοποθεσίας και οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν ποια είδη είναι πιθανό να αναπτύσσονται εκεί:

Σενάριο 1: «Επισκέπτεστε τη Βαλτική Θάλασσα στη βόρεια Ευρώπη. Το νερό είναι ψυχρό, το βάθος είναι 5 μέτρα και το υπόστρωμα είναι αμμώδες. Ποιο είδος θα περιμένατε να βρείτε;»

- Απάντηση: Κατά πάσα πιθανότητα τη *Zostera marina* (άφθονο είδος στη Βαλτική).

Σενάριο 2: «Βρίσκεστε σε μια ρηχή παράκτια λιμνοθάλασσα της δυτικής Μεσογείου. Η αλατότητα παρουσιάζει διακυμάνσεις από 25 έως 35 και το βάθος είναι περίπου 1 μέτρο. Ποια είδη θα μπορούσαν να αναπτυχθούν εδώ;»

- Απάντηση: *Cymodocea nodosa*, είδη του γένους *Zostera species*, *Ruppia maritima*; Δεν είναι πιθανό να συναντήσουμε την *Posidonia* (καθώς δεν ανέχεται τις μεταβολές της αλατότητας.)

Σενάριο 3: «Κάνετε κατάδυση σε καθαρά νερά της ανατολικής Μεσογείου, σε βάθος 25 μέτρων, πάνω σε αμμώδες υπόστρωμα. Ποια είδη θα μπορούσατε να εντοπίσετε;»

- Απάντηση: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*

Σενάριο 4: «Εξερευνάτε μια παράκτια λιμνοθάλασσα όπου η αλατότητα είναι εξαιρετικά υψηλή, φτάνοντας το 50. Ποια είδη θα μπορούσαν να επιβιώσουν εκεί;»

- Απάντηση: Κατά κύριο λόγο η *Ruppia maritima* (καθώς ανέχεται ακραία επίπεδα αλατότητας)

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

- «Ευρωπαϊκή εξάπλωση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Αναγνώριση ειδών

9. Ενδημικό της Μεσογείου Θάλασσας:

10. Εισαγόμενο (μη αυτόχθονο) είδος στη Μεσόγειο: _____

11. Έχει την ευρύτερη ανοχή αλατότητας (0-70):

Μέρος 2: Γνώση εξάπλωσης

12. Ποιο είδος απαντάται στα αρκτικά ύδατα της Νορβηγίας; _____

13. Ποια δύο είδη είναι τα πιο διαδεδομένα στη Μεσόγειο Θάλασσα; _____ και _____

14. Το είδος *Posidonia oceanica* δεν απαντάται σε εκβολές ποταμών. Γιατί; _____

Μέρος 3: Βάθος & περιβάλλον

15. Ποιο είδος απαντάται συνήθως στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη; _____

16. Ποιο είδος μπορεί να αναπτυχθεί στα μεγαλύτερα βάθη (>50m); _____

Μέρος 4: Ορολογία

17. Τι σημαίνει ο όρος «ενδημικό είδος»; _____

18. Τι είναι ένα «εμβληματικό είδος»; _____

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση :

Ακρίβεια χάρτη:

- Έλεγχος των χρωματισμένων χαρτών των ομάδων για τη διασφάλιση της ορθής γεωγραφικής αποτύπωσης.
- Επιβεβαίωση της κατανόησης των ορίων εξάπλωσης των ειδών.

Δραστηριότητα σύγκρισης:

- Εποπτεία των συζητήσεων σε ζευγάρια κατά τη διάρκεια των ερωτήσεων σύγκρισης.
- Αξιολόγηση του επιστημονικού σκεπτικού των μαθητών στα σενάρια πρόβλεψης.
- Καταγραφή της σωστής αξιοποίησης των αβιοτικών παραγόντων στις εξηγήσεις τους.

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση :

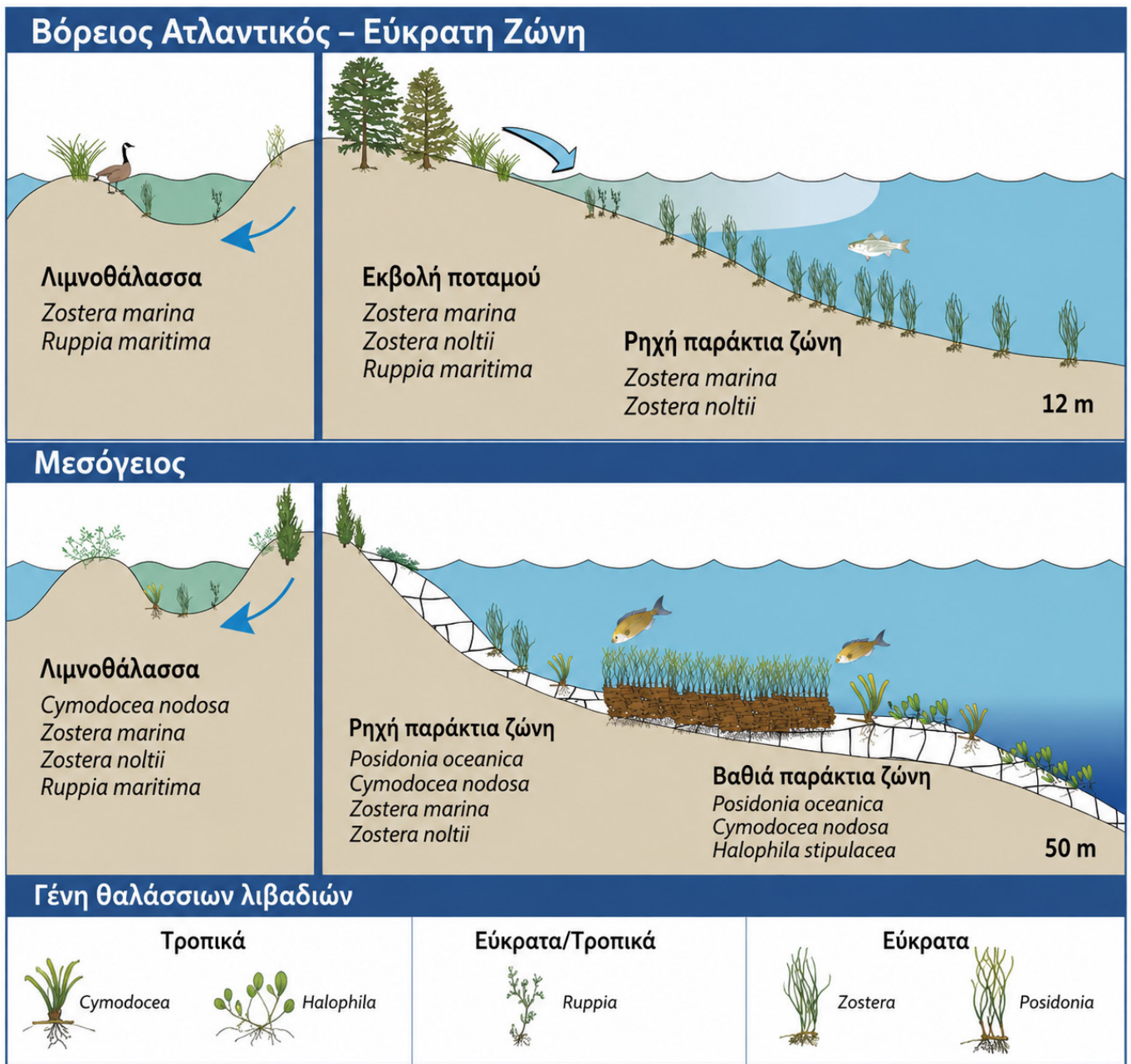
Κριτήρια αξιολόγησης δελτίου εξόδου:

19. Αναγνώριση ειδών
20. Γνώση γεωγραφικής εξάπλωσης
21. Βάθος & περιβάλλον
22. Ορολογία

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να ονομάσω έξι είδη θαλάσσιων αγγειόσπερμων που απαντώνται στα ευρωπαϊκά ύδατα.
- Μπορώ να εντοπίσω πού εξαπλώνεται κάθε είδος σε έναν χάρτη.
- Μπορώ να εξηγήσω τους όρους: Ενδημικό είδος, εισαγόμενο είδος και κορυφαία βιοκοινότητα.
- Μπορώ να συνδέσω τα χαρακτηριστικά των ειδών (εύρος βάθους, ανοχή αλατότητας) με την περιβαλλοντική τους εξάπλωση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Εικόνα 1. Διαγράμματα οικοτόπων θαλάσσιας βλάστησης για (α) την εύκρατη βιοπεριοχή του Βόρειου Ατλαντικού και (β) τη Μεσογειακή Βιοπεριοχή (τροποποιημένα από Short et al., 2007. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350, 3–20)

ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

4, 5 & 6. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ

ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 180 ΛΕΠΤΑ (ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΕΔΙΟΥ)

Σημείωση: Λόγω της παρατεταμένης διάρκειάς της (3 ώρες) και της διάρθρωσής της σε τρεις διακριτές διδακτικές φάσεις (προετοιμασία πριν από το πεδίο, διερεύνηση στο πεδίο και αναστοχασμός μετά το πεδίο), αυτή η εκπαιδευτική επίσκεψη πεδίου ισοδυναμεί με τρία διαδοχικά σχέδια μαθήματος.

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το υπαίθριο μάθημα πεδίου προσφέρει στους μαθητές πρακτική εμπειρία στις τεχνικές δειγματοληψίας που χρησιμοποιούν οι θαλάσσιοι επιστήμονες, δημιουργώντας ουσιαστικές συνδέσεις ανάμεσα στη μάθηση στην τάξη και στο φυσικό περιβάλλον. Συλλέγοντας, παρατηρώντας και χειριζόμενοι πραγματικά φυτά θαλάσσιων αγγειόσπερμων, οι μαθητές εμβαθύνουν την κατανόηση και το ενδιαφέρον τους με τρόπους που οι δραστηριότητες μέσα στην τάξη δεν μπορούν από μόνες τους να αναπαράγουν.

Οι μαθητές θα επισκεφθούν μια παράκτια περιοχή, μια εκβολή ποταμού ή μια παράκτια λιμνοθάλασσα, προκειμένου να συλλέξουν δείγματα θαλάσσιων αγγειόσπερμων στη μεσοπαλιρροϊκή ζώνη ή/και στην ανώτερη υποπαλιρροϊκή ζώνη, εφαρμόζοντας επιστημονικές μεθόδους πεδίου. Εργαζόμενοι σε ομάδες, θα διδαχθούν τις ορθές διαδικασίες δειγματοληψίας, τα πρωτόκολλα ασφάλειας και τις τεχνικές χειρισμού των φυτικών ιστών, αποκτώντας παράλληλα εμπειρία σε αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές.

Η δραστηριότητα συνδέει τη γνώση που αποκτήθηκε στην τάξη για τη μορφολογία, την ταξινομική και την αναγνώριση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων με την πραγματική εργασία πεδίου. Παράλληλα, οι μαθητές θα προετοιμάσουν τα δείγματά τους για την επακόλουθη εργαστηριακή ανάλυση, βιώνοντας όλα τα βασικά στάδια της διαδικασίας της θαλάσσιας έρευνας. Σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος, δίνεται έμφαση στην προσεκτική παρατήρηση, την ομαδική εργασία, την επίγνωση των κανόνων ασφάλειας και τον σεβασμό προς τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Περιγράφουν πώς πραγματοποιείται η δειγματοληψία θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Εξηγούν τη σημασία του προσεκτικού εκπλύματος των δειγμάτων για τη διατήρηση της δομής του φυτού.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Χρησιμοποιούν σωστά και με ασφάλεια έναν πυρηνοδειγματολήπτη PVC για την εξαγωγή δειγμάτων θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε ομάδες πεδίου για τη συλλογή των φυτικών δειγμάτων.
- Εκπλένουν τα φυτά σε θαλασσινό νερό με τη χρήση σουρωτηριού, χωρίς να καταστρέφουν τις δομές τους.
- Καταγράφουν συστηματικά τις παρατηρήσεις πεδίου (τοποθεσία, ημερομηνία, περιβαλλοντικές συνθήκες, προκαταρκτική αναγνώριση είδους).
- Τηρούν τα πρωτόκολλα ασφάλειας κατά την εργασία τους στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκτιμούν τις προκλήσεις και τα οφέλη της έρευνας πεδίου.

- Αναγνωρίζουν την αξία της ομαδικής εργασίας και της συνεργασίας στην επιστημονική εργασία πεδίου.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν όργανα (δειγματολήπτες) για τη συλλογή δεδομένων.
- Συλλέγουν βιολογικά δείγματα με τυποποιημένες μεθόδους πεδίου.
- Προβαίνουν σε ακριβή τήρηση των επιστημονικών πρωτοκόλλων δειγματοληψίας.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Εκτιμούν τη σημασία της έρευνας πεδίου για την περιβαλλοντική παρακολούθηση.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται σε ομάδες πεδίου για τη συλλογή των φυτικών δειγμάτων.
- Προβαίνουν σε κατανομή ευθυνών για τη διαχείριση του εξοπλισμού και τον χειρισμό των δειγμάτων.
- Υποστηρίζουν τα μέλη της ομάδας σε απαιτητικές συνθήκες εργασίας στο πεδίο.

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

(Καθοδήγηση για τον εκπαιδευτικό):

Πριν από την υλοποίηση της δραστηριότητας, ο εκπαιδευτικός οφείλει να έχει εντοπίσει, επισκεφθεί και αξιολογήσει προσεκτικά μια κατάλληλη παράκτια τοποθεσία με λειμώνες, διασφαλίζοντας ότι είναι προσβάσιμη και ασφαλής για τη συμμετοχή των μαθητών. Συνιστάται επίσης ο εκπαιδευτικός να συμβουλευτεί αξιόπιστες πηγές πληροφόρησης όσο και την τοπική γνώση (π.χ. αλιείς) για να προσδιορίσει την πιο κατάλληλη περίοδο για τη διεξαγωγή της επίσκεψης.

Συνιστώμενη περίοδος δειγματοληψίας:

Γενικά από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο.

Λόγοι:

- Οι υψηλότερες θερμοκρασίες του νερού κάνουν την εργασία πεδίου πιο άνετη και ασφαλή, εξασφαλίζοντας ευνοϊκές συνθήκες δειγματοληψίας.
- Το διάστημα αυτό συμπίπτει με την περίοδο αιχμής της ανάπτυξης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων – τα φυτά είναι μεγαλύτερα και πιο εύρωστα, επιτρέποντας ευκολότερη μορφολογική παρατήρηση και αναγνώριση.

Αναμενόμενα είδη στα ευρωπαϊκά ύδατα:

- *Cymodocea nodosa*
- *Ruppia maritima*
- *Zostera marina*
- *Zostera noltei*

Επιλογές ζώνης δειγματοληψίας

1. Μεσοπαλιρροϊκή ζώνη.
2. Ανώτερη υποπαλιρροϊκή ζώνη.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Εξοπλισμός πεδίου (ανά ομάδα 3-4 μαθητών):

- 1 κυλινδρικός δειγματολήπτης PVC, διαμέτρου 20 cm (Εικ. 1).
- 1 μεγάλο πλαστικό σουρωτήρι για την έκπλυση των δειγμάτων.
- 5-10 μεγάλες πλαστικές σακούλες με ετικέτες για την αποθήκευση.
- 1 αδιάβροχος μαρκαδόρος για την αναγραφή στοιχείων στις ετικέτες.
- 1 σημειωματάριο πεδίου.
- Μολύβια ή αδιάβροχα στυλό.
- 1 φορητό ψυγείο με παγοκύστες για κοινή χρήση από όλες τις ομάδες.



Εικόνα 1. Ένας πυρηνοδειγματολήπτης PVC (διάμετρος 20 cm)

Εξοπλισμός ασφάλειας & προσωπικός

εξοπλισμός (ανά μαθητή):

- Λαστιχένιες μπότες ή παπούτσια θαλάσσης (νερού).
- Ρούχα κατάλληλα για τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες (βλ. Παράρτημα: Ασφάλεια πεδίου & Κώδικας ένδυσης).
- Ηλιοπροστασία (καπέλο, αντηλιακό).
- Παγούρι με νερό.
- Φαρμακείο πρώτων βοηθειών (υπό την ευθύνη του εκπαιδευτικού)

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

Επισκόπηση του πρωτοκόλλου δειγματοληψίας

Ο εκπαιδευτικός επιδεικνύει και εξηγεί αναλυτικά τη διαδικασία της δειγματοληψίας στους μαθητές πριν από την αναχώρηση:

Βήμα 1: Επιλογή των σημείων δειγματοληψίας

- Εντοπισμός των ορατών λειμώνων.
- Κατανομή των ομάδων στον χώρο για την αποφυγή της επικάλυψης των περιοχών μελέτης.
- Σημείωση του βάθους του νερού και του τύπου του υποστρώματος.

Βήμα 2: Λήψη του δείγματος

- Κατακόρυφη ώθηση του πυρηνοδειγματολήπτη PVC μέσα στο υπόστρωμα, σε βάθος περίπου 15 cm.
- Απαλή περιστροφή (στρίψιμο), αν κρίνεται απαραίτητο, για τη διείσδυση στο ίζημα.
- Εγκλεισμός του επάνω ανοίγματος με το χέρι.
- Προσεκτική ανύψωση του πυρηνοδειγματολήπτη έξω από το νερό, κρατώντας το ένα χέρι από πάνω και το άλλο στη βάση του (Εικ. 2 και 3).
- Μεταφορά του οργάνου στην περιοχή έκπλυσης.



Εικόνα 2. Δειγματοληψία θαλάσσιου αγγειόσπερμου με χρήση πυρηνοδειγματολήπτη



Εικόνα 3. Άποψη του δείγματος θαλάσσιου αγγειόσπερμου μέσα σε διαφανή πυρηνοδειγματολήπτη

Βήμα 3: Εξαγωγή του δείγματος

- Στράγγιση του περιττού ιζήματος από τη βάση του πυρηνοδειγματολήπτη.
- Απαλή ώθηση του δείγματος προς τα έξω, ώστε να πέσει με ασφάλεια μέσα στο σουρωτήρι.

Βήμα 4: Έκπλυση

- Εμβάπτιση και συγκράτηση του σουρωτηριού μέσα στο θαλασσινό νερό.
- Απαλή ανακίνηση για την απομάκρυνση του ιζήματος.
- Ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να μην καταστραφούν οι δομές του φυτού (ρίζες, ριζώματα, φύλλα).
- Συνέχιση της διαδικασίας μέχρι το δείγμα να είναι καθαρό αλλά ανέπαφο.

Βήμα 5: Αποθήκευση

- Τοποθέτηση των καθαρών φυτών σε επισημασμένη πλαστική σακούλα.
- Προσθήκη μικρής ποσότητας θαλασσινού νερού για τη διατήρηση της υγρασίας τους.
- Αναγραφή των εξής στοιχείων στην ετικέτα: Ημερομηνία, ώρα, τοποθεσία, όνομα ομάδας και προκαταρκτικές παρατηρήσεις.

Κατανομή ρόλων & ευθύνες των ομάδων

- Διαχωρισμός της τάξης σε ομάδες 3-4 μαθητών.
- Ανάθεση συγκεκριμένων ρόλων στο εσωτερικό κάθε ομάδας:
 - **Δειγματολήπτης:** ειρίζεται τον πυρηνοδειγματολήπτη PVC για τη λήψη του δείγματος.
 - **Υπεύθυνος έκπλυσης:** Αναλαμβάνει την έκπλυση και τον καθαρισμό των φυτών.

- **Καταγραφέας:** Σημειώνει τις παρατηρήσεις στο σημειωματάριο και συμπληρώνει τις ετικέτες.
- **Υπεύθυνος εξοπλισμού:** Διαχειρίζεται τις σακούλες αποθήκευσης και το σουρωτήρι.
- **Φωτογράφος:** Φωτογραφίζει την περιοχή δειγματοληψίας, τον λειμώνα και τη διαδικασία της εργασίας.
- Δυνατότητα κυκλικής εναλλαγής των ρόλων, εφόσον κριθεί απαραίτητο.
- Κάθε ομάδα παραλαμβάνει έναν πυρηνοδειγματολήπτη και τον απαραίτητο υποστηρικτικό εξοπλισμό.

ΦΑΣΗ 2: ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΠΕΔΙΟΥ

A. Προσανατολισμός στην τοποθεσία

- Καθοδήγηση ενός σύντομου περιπάτου από τον εκπαιδευτικό για την υπόδειξη των θέσεων των λειμώνων.
- Παρατήρηση των λειμώνων από τους μαθητές στο φυσικό τους περιβάλλον (in situ) πριν από τη δειγματοληψία.
- Εντοπισμός ορατών διαφορών στην πυκνότητα, το βάθος και την έκθεση στον αέρα.

B. Επίδειξη

- Επίδειξη της πλήρους διαδικασίας δειγματοληψίας από τον εκπαιδευτικό με τη συμμετοχή μίας ομάδας.
- Υπόδειξη της σωστής τεχνικής δειγματοληψίας με τη χρήση του πυρηνοδειγματολήπτη.

- Επίδειξη της διαδικασίας για την προσεκτική έκπλυση των φυτών.

Ερωτήσεις κατά την επίδειξη:

- «Γιατί εισχωρούμε μόνο σε βάθος περίπου 15 cm;» (Απάντηση: Για να συλλέξουμε τα ριζώματα και τις ρίζες χωρίς υπερβολική ποσότητα ιζήματος).
- «Γιατί πρέπει να πραγματοποιούμε την έκπλυση με προσοχή;» (Απάντηση: Για να διακρίνουμε καθαρά τις δομές του φυτού χωρίς να τις καταστρέψουμε).
- «Τι στοιχεία πρέπει να καταγράψουμε για την τοποθεσία δειγματοληψίας;» (Απάντηση: Τοποθεσία, ημερομηνία, ώρα και τυχόν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής).

C. Δειγματοληψία από τις ομάδες

- Συλλογή 1-3 δειγμάτων από κάθε ομάδα, ανάλογα με τον διαθέσιμο χρόνο και τις επικρατούσες συνθήκες.
- Σύντομη επίδειξη των δειγμάτων από κάθε ομάδα προς τις υπόλοιπες.
- Συζήτηση γύρω από την προκαταρκτική αναγνώριση των ειδών (η οποία θα επιβεβαιωθεί εργαστηριακά).

Προετοιμασία των δειγμάτων για μεταφορά

- Έλεγχος ότι τα δείγματα παραμένουν υγρά.
- Επαλήθευση ότι οι ετικέτες είναι ευανάγνωστες και πλήρεις.
- Τοποθέτηση όλων των σακουλών με τα δείγματα στο φορητό ψυγείο με τις παγοκύστες.
- Έκπλυση των πυρηνοληπτών και των

σουρωτηριών σε θαλασσινό νερό.

- Καταμέτρηση και συλλογή όλου του εξοπλισμού.
- Ορθή απόρριψη τυχόν απορριμμάτων (χωρίς να αφήνονται ίχνη στην ακτή).
- Τελικός έλεγχος της τοποθεσίας για τη διασφάλιση ότι δεν έχει ξεχαστεί τίποτα πίσω.

Αναστοχασμός στο λεωφορείο κατά την επιστροφή στο σχολείο:

- «Τι ήταν το πιο δύσκολο κομμάτι κατά τη διαδικασία της δειγματοληψίας;»
- «Τι σας εξέπληξε περισσότερο σχετικά με το λειμών;»
- «Ποιες διαφορές εντοπίζετε ανάμεσα στη βιωματική αυτή εμπειρία και την προβολή φωτογραφιών στην τάξη;»
- «Τι μάθατε για τη σημασία της συνεργασίας ως ομάδα πεδίου;»

ΦΑΣΗ 3: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

Αποθήκευση δειγμάτων στο σχολείο

Με την επιστροφή στο σχολείο:

- Μεταφέρετε το ψυγείο απευθείας στο ψυγείο του σχολείου
- Αποθηκεύστε τα δείγματα σε δροσερή θερμοκρασία (4-8°C) μέχρι την εργαστηριακή επεξεργασία
- Τα δείγματα θα πρέπει να επεξεργαστούν εντός 24 ωρών για καλύτερα αποτελέσματα
- Ξεπλύνετε τον εξοπλισμό πεδίου με φρέσκο νερό
- Στεγνώστε και αποθηκεύστε τους δειγματολήπτες και τα σουρωτήρια

ΦΑΣΗ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ / ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΕΔΙΟ

Γραπτός Αναστοχασμός

1. Περιγράψτε τα βήματα που ακολουθήσατε για να συλλέξετε το δείγμα θαλάσσιου αγγειόσπερμου σας.

2. Περιγράψτε το ενδιαίτημα του λειμώννα θαλάσσιου αγγειόσπερμου όπου κάνατε δειγματοληψία (βάθος, υπόστρωμα, πυκνότητα, άλλοι οργανισμοί που παρατηρήσατε).

3. Ποιο είδος πιστεύετε ότι συλλέξατε; Ποια χαρακτηριστικά σας έκαναν να το σκεφτείτε αυτό;

4. Ποιο ήταν το πιο δύσκολο μέρος της δειγματοληψίας πεδίου;

5. Ποιο ήταν το πιο ενδιαφέρον πράγμα που μάθατε ή παρατηρήσατε;

6. Πώς διαφέρει η εργασία στο πεδίο από τη μελέτη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων στην τάξη;

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να χρησιμοποιήσω έναν πυρηνοδειγματολήπτη με ασφάλεια και ορθότητα για να συλλέξω δείγματα θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να εκπλύνω τα δείγματα προσεκτικά χωρίς να καταστρέψω τις δομές του φυτού.
- Μπορώ να καταγράψω ακριβείς παρατηρήσεις πεδίου.
- Μπορώ να συνεργαστώ αποτελεσματικά ως μέλος μιας ομάδας έρευνας πεδίου.
- Μπορώ να αναγνωρίσω τουλάχιστον ένα είδος θαλάσσιου αγγειόσπερμου από τα φυτά του πεδίου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΕΔΙΟΥ & ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΝΔΥΜΑΣΙΑΣ

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Γενικοί Κανόνες Ασφαλείας:

1. Δουλεύετε πάντα σε ομάδες· ποτέ μην αποχωρίζεστε από την ομάδα σας
2. Παραμένετε στην καθορισμένη ασφαλή περιοχή δειγματοληψίας που έχει σημειώσει ο εκπαιδευτικός
3. Μην μπαίνετε στο νερό χωρίς την άδεια του εκπαιδευτικού και μην προχωράτε σε βάθος μεγαλύτερο από το γόνατο
4. Προσέξτε για κοφτερά όστρακα, βράχια, ολισθηρές επιφάνειες
5. Αν χρειάζεστε βοήθεια, σηκώστε το χέρι σας και φωνάξτε τον εκπαιδευτικό
6. Μεταφέρετε τον εξοπλισμό προσεκτικά· μην τρέχετε με κοφτερά ή βαριά αντικείμενα
7. Παρατηρήστε αλλά μην αγγίζετε άγνωστα ζώα ή φυτά

ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΝΔΥΜΑΣΙΑΣ & ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΕΝΔΥΜΑΣΙΑ

Απαραίτητα Αντικείμενα

- Λαστιχένιες μπότες
- Ρούχα που στεγνώνουν γρήγορα (προτιμώνται αθλητικά ρούχα, μαγιό)
- Καπέλο με φαρδύ γείσο ή τζόκεϊ

- Αντηλιακό
- Παγούρι νερού (με ετικέτα με το όνομα του μαθητή)

Συνιστώμενα Αντικείμενα:

- Πετσέτα
- Πλήρης αλλαξιό στεγνών ρούχων σε τσάντα (για αλλαγή μετά τη δειγματοληψία αν χρειαστεί)

Τι ΔΕΝ πρέπει να φέρετε:

- Πολύτιμα κοσμήματα ή ηλεκτρονικά
- Ανοιχτά παπούτσια, σαγιονάρες, πέδιλα
- Βαριά βαμβακερά τζιν (πολύ άβολα όταν βραχούν)
- Υπερβολικά μετρητά ή αντικείμενα αξίας
- Ελαχιστοποιήστε τον θόρυβο και αποφύγετε περιττές κινήσεις κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, καθώς μπορεί να διαταράξουν την άγρια ζωή (π.χ. πουλιά)
- Μην αφήνετε σκουπίδια στην τοποθεσία
- Συλλέξτε και απορρίψτε σωστά όλα τα απορρίμματα πριν φύγετε από την περιοχή

ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 7, 8 & 9. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 180 ΛΕΠΤΑ (ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

Αυτή η εργαστηριακή εργασία απαιτεί παρατεταμένη διάρκεια (3 ώρες) για να διασφαλιστεί η συνέχεια και η ακεραιότητα των διαδικασιών μέτρησης και ανάλυσης. Καθώς οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν διαδοχικά βήματα επεξεργασίας δειγμάτων και ανάλυσης δεδομένων, η διακοπή της διαδικασίας θα έθετε σε κίνδυνο τη μαθησιακή διαδικασία. Επιπλέον, οι μαθητές εργάζονται συνεργατικά σε ομάδες, κάτι που απαιτεί από τον εκπαιδευτικό να παρέχει συνεχή καθοδήγηση, παρακολούθηση και υποστήριξη σε κάθε ομάδα, αυξάνοντας περαιτέρω τον χρόνο που χρειάζεται για την αποτελεσματική υλοποίηση. Ως εκ τούτου, θεωρείται ισοδύναμη με τρία σχέδια μαθήματος.

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το εργαστηριακό μάθημα ακολουθεί τη δραστηριότητα της δειγματοληψίας πεδίου και προσφέρει στους μαθητές πρακτική εμπειρία στην επεξεργασία και ανάλυση δειγμάτων θαλάσσιων αγγειόσπερμων, με τη χρήση τυποποιημένων επιστημονικών μεθόδων. Εργαζόμενοι σε ομάδες με τα δείγματα που συνέλεξαν στο πεδίο, οι μαθητές θα πραγματοποιήσουν αναγνώριση του είδους με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τη γεωγραφική εξάπλωση και τον τύπο του ενδιαιτήματος. Στη συνέχεια θα πραγματοποιήσουν ποσοτικές μετρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της πυκνότητας των βλαστών, της πυκνότητας των φύλλων, καθώς και μετρήσεις του μήκους των φύλλων και προσδιορισμό της βιομάζας. Μέσα από τη συστηματική συλλογή δεδομένων και τους σχετικούς υπολογισμούς, οι μαθητές θα μετατρέψουν τα ακατέργαστα δείγματα πεδίου σε ουσιαστικά οικολογικά δεδομένα, μαθαίνοντας πώς οι επιστήμονες ποσοτικοποιούν την υγεία και την αφθονία ενός λειμώνα. Το μάθημα δίνει έμφαση στην ακρίβεια, στη μαθηματική εφαρμογή στην επιστήμη και στην κατανόηση της σύνδεσης ανάμεσα στις μεμονωμένες μετρήσεις και στα πρότυπα σε επίπεδο οικοσυστήματος.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν τα είδη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων χρησιμοποιώντας τα διακριτικά τους μορφολογικά χαρακτηριστικά, τη γεωγραφική εξάπλωση και τον τύπο του ενδιαιτήματος.
- Ορίζουν τις βασικές μετρικές των θαλάσσιων αγγειόσπερμων: Πυκνότητα των βλαστών, πυκνότητα των φύλλων, μήκος των φύλλων και βιομάζα.
- Εξηγούν τι μπορεί να υποδεικνύει η πυκνότητα των βλαστών (αριθμός βλαστών/m²) για την υγεία του λειμώνα.
- Κατανοούν ότι τα μακριά φύλλα με κολεό είναι ενήλικα φύλλα· τα κοντύτερα φύλλα με μικρό ή χωρίς κολεό είναι ενδιάμεσα φύλλα· και τα κοντά φύλλα χωρίς κολεό είναι νεαρά φύλλα.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Μετρούν με ακρίβεια τους βλαστούς σε ένα δείγμα που συλλέχθηκε με τον πυρηνοδειγματολήπτη.
- Ταξινομούν τα φύλλα ως ενήλικα, ενδιάμεσα ή νεαρά.
- Μετρούν το μήκος των φύλλων με ακρίβεια χρησιμοποιώντας χάρακα (στο πλησιέστερο mm).

- Μετρούν τις ουλές των φύλλων σε κάθετα ριζώματα.
- Προσδιορίζουν την υγρή βιομάζα, στεγνώνοντας την επιφάνεια του φυτού και πραγματοποιώντας ζύγιση.
- Καταγράφουν συστηματικά τα δεδομένα σε εργαστηριακά φύλλα δεδομένων.
- Υπολογίζουν μέσες τιμές (μέσους όρους) από πολλαπλές μετρήσεις.
- Συγκρίνουν τα δεδομένα της ομάδας τους με τα δεδομένα της τάξης για να εντοπίσουν πρότυπα.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Επιδεικνύουν υπομονή και ακρίβεια κατά τη διάρκεια λεπτομερών μετρήσεων.
- Αναγνωρίζουν την αξία της ακρίβειας και της προσεκτικής καταγραφής στην επιστημονική εργασία.
- Συνεργάζονται αποτελεσματικά κατά τη διάρκεια σύνθετων διαδικασιών πολλαπλών βημάτων.
- Αντιλαμβάνονται ότι οι μεμονωμένες μετρήσεις συμβάλλουν στην κατανόηση ευρύτερων προτύπων.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ DEVELOPED

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική επεξεργασία βιολογικών δειγμάτων με τη χρήση τυποποιημένων πρωτοκόλλων.

- Πραγματοποιούν ακριβή συλλογή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τα ποσοτικά μέτρα της βιομάζας ενός λειμώνα.
- Αναγνωρίζουν τη μεταβλητότητα εντός και μεταξύ των διαφορετικών ειδών.
- Εκτιμούν την επιστημονική βάση της περιβαλλοντικής παρακολούθησης.

Digital Competencies:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν αριθμομηχανές για τη διεξαγωγή μαθηματικών μετατροπών.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε εργαστηριακές ομάδες με καθορισμένους ρόλους.
- Προβαίνουν σε κατανομή ευθυνών κατά τη διάρκεια διαδικασιών πολλαπλών βημάτων.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Ανά ομάδα (3-4 μαθητές που εργάζονται με το δείγμα τους):

- 1 δείγμα φυτικού υλικού με πυρηνοδειγματολήπτη συλλεγμένο από το πεδίο (διατηρημένο στο ψυγείο από την εκπαιδευτική επίσκεψη πεδίου).

- Ρηχό δοχείο για την επεξεργασία των δειγμάτων.
- Μετρικός χάρακας (30 cm, με διαβάθμιση σε mm).
- Μεγεθυντικός φακός χειρός.
- Λαβίδες (για τον διαχωρισμό των μερών του φυτού).
- Διηθητικό χαρτί ή χαρτί κουζίνας για το στέγνωμα των δειγμάτων.
- Μικρά επισημασμένα δοχεία για τον διαχωρισμό των συστατικών μερών του φυτού.
- Εργαστηριακό φύλλο δεδομένων (βλ. Παράρτημα).
- Μολύβια / στυλό.
- Αριθμομηχανή.

Κοινός εργαστηριακός εξοπλισμός:

- Ψηφιακή ζυγαριά (ακρίβεια 0,1 g) – 1 ανά 2-3 ομάδες.
- Μεγάλα τραπέζια εργασίας.
- Δοχεία απορριμμάτων για την απόρριψη του φυτικού υλικού.
- Χαρτί κουζίνας / απορροφητικό χαρτί σε επαρκή ποσότητα.
- Δίσκοι για τη μεταφορά των δειγμάτων.

Προαιρετικά υλικά εμπλουτισμού:

- Στερεοσκόπιο για λεπτομερή παρατήρηση.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ & ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Δραστηριότητα: «Από το πεδίο στο εργαστήριο»

- Καθορισμός των χώρων εργασίας για τις ομάδες.
- Διανομή των βασικών υλικών (δίσκων, χαράκων, φύλλων δεδομένων).
- Επιβεβαίωση ότι κάθε ομάδα έχει το επισημασμένο δείγμα της από το ψυγείο.
- Παραλαβή από τις ομάδες του διατηρημένου στο ψυγείο δείγματος του πυρηνοδειγματολήπτη τους.
- Προσεκτικό άνοιγμα της σακούλας πάνω από τον δίσκο εργασίας.
- Άδειασμα του περιεχομένου (φυτό + υπολειπόμενο νερό) στον δίσκο.
- Αρχικές παρατηρήσεις:
 - Γενική κατάσταση του δείγματος.
 - Προκαταρκτικές παρατηρήσεις για το είδος.
- Ο εκπαιδευτικός περιγράφει τη ροή των εργαστηριακών εργασιών:
 1. Αναγνώριση του είδους
 2. Μέτρηση των βλαστών και υπολογισμός της πυκνότητας
 3. Μέτρηση και ταξινόμηση των φύλλων
 4. Υπολογισμός της πυκνότητας των φύλλων
 5. Μέτρηση των ουλών σε ριζώματα (για το *Cymodocea nodosa*)

6. Μετρήσεις του μήκους των φύλλων

7. Προσδιορισμός της βιομάζας

Κοινοποίηση του μαθησιακού στόχου: «Σήμερα θα αναλύσετε τα δείγματα πεδίου σας όπως οι επαγγελματίες θαλάσσιοι επιστήμονες, λαμβάνοντας ακριβείς μετρήσεις που μας βοηθούν να κατανοήσουμε την αφθονία και την υγεία ενός λειμώνα».

ΦΑΣΗ 2: ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΙΔΟΥΣ

Δραστηριότητα: «Ποιο είδος βρήκαμε;»

Η. Επισκόπηση των κριτηρίων αναγνώρισης

Ο εκπαιδευτικός υπενθυμίζει στους μαθητές και διευκρινίζει ότι ο προσδιορισμός βασίζεται σε μορφολογικούς παράγοντες, και ελέγχεται από τη γεωγραφική εξάπλωση και το ενδιαίτημα διαβίωσης.

1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά (διακριτικά γνωρίσματα):

- Αναφορά στους οδηγούς αναγνώρισης ειδών από το Μάθημα 3. Ταξινόμηση θαλάσσιων αγγειόσπερμων & αναγνώριση ειδών, Θεματική Ενότητα: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι μοναδικά φυτά.s

2. Γεωγραφική εξάπλωση:

- Πού συλλέχθηκε το δείγμα;
- Ποια είδη απαντώνται σε αυτή την περιοχή; (πληροφορίες στο σχέδιο μαθήματος 3. Λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων στα παράκτια ύδατα της Ευρώπης, Θεματική Ενότητα: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα σχηματίζουν εκτεταμένους λειμώνες)

3. Τύπος ενδιαιτήματος:

- Θαλάσσια παράκτια περιοχή; Παράκτια λιμνοθάλασσα; Μεσοπαλιρροϊκή ζώνη; Ανωτερη υποπαλιρροϊκή ζώνη;
- Προτιμήσεις ενδιαιτήματος ανά είδος:
 - *Cymodocea nodosa*: Κυρίως υποπαλιρροϊκή ζώνη, θαλάσσια ακτή, εκβολή ποταμού, παράκτια λιμνοθάλασσα
 - *Ruppia maritima*: Υφάλμυρο νερό, εκβολή ποταμού, παράκτια λιμνοθάλασσα
 - *Zostera marina*: Κυρίως υποπαλιρροϊκή ζώνη, θαλάσσια ακτή, εκβολή ποταμού, παράκτια λιμνοθάλασσα
 - *Zostera noltei*: Κυρίως μεσοπαλιρροϊκή ζώνη, θαλάσσια ακτή, εκβολή ποταμού, παράκτια λιμνοθάλασσα

B. Διαδικασία αναγνώρισης από την ομάδα

Κάθε ομάδα εξετάζει το δείγμα της ακολουθώντας τα εξής βήματα:

1. Προσεκτική παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών:
 - Χρήση μεγεθυντικού φακού χειρός για λεπτομερή εξέταση.
 - Έλεγχος του πλάτους των φύλλων, του τύπου του κολεού και των χαρακτηριστικών του ριζώματος.
2. Συνυπολογισμός της τοποθεσίας δειγματοληψίας και του ενδιαιτήματος.
3. Αναφορά στον οδηγό αναγνώρισης.
4. Συζήτηση και επίτευξη συμφωνίας (συναίνεσης) εντός της ομάδας.
5. Καταγραφή της προκαταρκτικής αναγνώρισης στο φύλλο δεδομένων.

ΦΑΣΗ 3: ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΒΛΑΣΤΩΝ

Δραστηριότητα: «Μέτρηση βλαστών & υπολογισμός πυκνότητας»

Βλαστός: Φύλλα μαζί με το ρίζωμα, οριζόντιο ή κάθετο.

Διαδικασία:

1. Προσεκτικός διαχωρισμός των βλαστών στο δείγμα.
 - Συμπεριλαμβάνονται: Βλαστοί με οποιαδήποτε ζωντανά φύλλα.
2. Καταγραφή: Αριθμός βλαστών ανά πυρηνοδειγματολήπτη στο φύλλο δεδομένων.

Παράδειγμα:

- Η ομάδα βρίσκει _____ βλαστούς στο δείγμα του πυρηνοδειγματολήπτη της.
- Καταγραφή: _____ βλαστοί / πυρηνοδειγματολήπτη.

Ο εκπαιδευτικός εξηγεί την έννοια της μετατροπής:

Ο δειγματολήπτης έχει διάμετρο 20 cm, άρα η επιφάνειά του είναι 0,0314 m². Δειγματίζει δηλαδή μια μικρή κυκλική περιοχή 0,0314 m². Για να εκτιμήσουμε την πυκνότητα των βλαστών ανά τετραγωνικό μέτρο, διαιρούμε τον αριθμό των βλαστών με το 0,0314. Αυτό μας επιτρέπει να κλιμακώσουμε το δείγμα μας ώστε να αντιπροσωπεύει 1 m² του λειμώνα. Οι επιστήμονες αναφέρουν την πυκνότητα ως βλαστούς ανά τετραγωνικό μέτρο (βλαστοί / m²).

Τύπος μετατροπής: Πυκνότητα βλαστών (βλαστοί / m²) = Αριθμός βλαστών στον πυρηνοδειγματολήπτη ÷ 0,0314

Συζήτηση στην τάξη:

- «Ποια ομάδα είχε την υψηλότερη πυκνότητα βλαστών;»
- «Ποια είχε τη χαμηλότερη;»

ΦΑΣΗ 4: ΜΕΤΡΗΣΗ & ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ

Δραστηριότητα: «Ανάλυση φύλλων - Ενήλικα, ενδιάμεσα και νεαρά»

Διαδικασία για κάθε ομάδα:

1. Επιλογή 10 βλαστών από το δείγμα.
2. Προσεκτική μέτρηση των φύλλων για κάθε βλαστό.
3. Καταγραφή του αριθμού για κάθε βλαστό στον πίνακα δεδομένων.
4. Ταξινόμηση των φύλλων ως ενήλικα, ενδιάμεσα και νεαρά.

Βασική διάκριση:

- **Ενήλικα φύλλα:** Έχουν ορατό κολεό (βασικό τμήμα που περιβάλλει τον βλαστό) και είναι μακριά.
- **Ενδιάμεσα φύλλα:** Χωρίς κολεό ή με πολύ μειωμένο κολεό, ενδιάμεσου μήκους.
- **Νεαρά φύλλα:** Χωρίς κολεό, κοντά.

Ο εκπαιδευτικός πραγματοποιεί επίδειξη με δείγμα βλαστού, δείχνοντας την παρουσία ή απουσία κολεού.

Οι ομάδες εξετάζουν αρκετούς βλαστούς:

- Σημείωση της αναλογίας των ενήλικων έναντι των ενδιάμεσων έναντι των νεαρών φύλλων.
- Καταγραφή των παρατηρήσεων (π.χ. «Τα περισσότερα φύλλα είναι ενήλικα με ορατούς κολεούς»).

Υπολογισμός μέσου αριθμού φύλλων ανά βλαστό

Μαθηματική έννοια: Μέσος όρος (μέση τιμή).

Τύπος: Μέσος αριθμός φύλλων / βλαστό = $\frac{\text{Σύνολο ζωντανών φύλλων που μετρήθηκαν}}{\text{Αριθμός βλαστών που εξετάστηκαν}}$

Υπολογισμός πυκνότητας φύλλων

- **Έννοια:** Πόσα φύλλα ανά τετραγωνικό μέτρο υπάρχουν στον λειμών;

Τύπος: Πυκνότητα φύλλων (αρ. φύλλων / m²) = Πυκνότητα βλαστών (βλαστοί / m²) × Μέσος αριθμός φύλλων ανά βλαστό

Σύγκριση στην τάξη:

- «Ποιο δείγμα είχε τα περισσότερα φύλλα ανά τετραγωνικό μέτρο;»
- «Πώς σχετίζεται η πυκνότητα των φύλλων με την πυκνότητα των βλαστών;

ΦΑΣΗ 5: ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΥΛΩΝ ΡΙΖΩΜΑΤΟΣ (για το *Cymodocea nodosa*)

Δραστηριότητα: «Διαβάζοντας την ιστορία του ριζώματος»

A. Κατανόηση των ουλών των φύλλων

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό:

«Όταν τα παλιά φύλλα πέφτουν, αφήνουν σημάδια που ονομάζονται ουλές πάνω στο ορθότροπο ριζώμα. Μετρώντας τις ουλές, μπορούμε να εκτιμήσουμε πόσα φύλλα έχει παράγει το φυτό με την πάροδο του χρόνου».

Βασικά σημεία:

- Οι ουλές εμφανίζονται στα ορθότροπα (κάθετα) ριζώματα.

- Κάθε ουλή αντιπροσωπεύει ένα φύλλο που έχει πέσει.

Ο εκπαιδευτικός πραγματοποιεί επίδειξη για την αναγνώριση των ουλών χρησιμοποιώντας το δείγμα.

B. Διαδικασία μέτρησης των ουλών

Διαδικασία:

1. Εντοπισμός 5 κάθετων (ορθότροπων) ριζωμάτων στο δείγμα.
2. Μέτρηση των ορατών ουλών των φύλλων για κάθε κάθετο ρίζωμα.
3. Καταγραφή του αριθμού για κάθε ρίζωμα.

C. Υπολογισμός του μέσου αριθμού των ουλών

Τύπος: Μέση τιμή (μέσος αριθμός) ουλών =
Σύνολο ουλών που μετρήθηκαν ÷ 5 ριζώματα

ΦΑΣΗ 6: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ ΦΥΛΛΩΝ

Δραστηριότητα: «Μέτρηση ακριβείας»

Επίδειξη της τεχνικής μέτρησης:

Ο εκπαιδευτικός επιδεικνύει τη σωστή τεχνική:

1. Απαλό ίσιωμα του φύλλου χωρίς να καταστραφεί.
2. Μέτρηση από τη βάση του ελάσματος (όπου συναντά τον κολεό) έως την άκρη.
3. Καταγραφή σε χιλιοστά (mm).

Συμβουλές μέτρησης:

- Τοποθέτηση του φύλλου επίπεδα σε λευκό χαρτί για ορατότητα.
- Μέτρηση κατά μήκος του κέντρου του φύλλου.
- Τήρηση σταθερού σημείου εκκίνησης για όλες τις μετρήσεις.

Μετρήσεις της ομάδας:

Διαδικασία:

1. Επιλογή 5 βλαστών από το δείγμα.
2. Μέτρηση όλων των ζωντανών φύλλων για κάθε βλαστό.
3. Καταγραφή της κάθε μέτρησης στον πίνακα δεδομένων.

Υπολογισμός του μέσου μήκους των φύλλων

Τύπος: Μέση τιμή (μέσο μήκος) φύλλου =
Σύνολο όλων των μηκών των φύλλων ÷ Συνολικός αριθμός φύλλων που μετρήθηκαν

Σύγκριση στην τάξη:

- Δημιουργία ενός ιστογράμματος στον μαυροπίνακα που δείχνει την κατανομή των μέσων μηκών των φύλλων.
- Συζήτηση γύρω από τη μεταβλητότητα μεταξύ των ειδών και των δειγμάτων.

ΦΑΣΗ 7: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Δραστηριότητα: «Ζυγίζοντας την επιτυχία - Μέτρηση της υγρής βιομάζας»

Κατανόηση της βιομάζας

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό:

“Η **βιομάζα** είναι το συνολικό βάρος ή η μάζα των ζωντανών οργανισμών σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Μας πληροφορεί για την αφθονία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων».

Γιατί μετράται η βιομάζα;

- Δείχνει πόση ποσότητα θαλάσσιων αγγειόσπερμων υπάρχει.
- Επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ τοποθεσιών καθώς και με την πάροδο του χρόνου.

Στοιχεία που μετρώνται μαζί:

Όλα τα φύλλα, όλα τα ριζώματα και όλες οι ρίζες.

B. Προετοιμασία του δείγματος για ζύγιση

Κρίσιμο βήμα: Αφαίρεση της περίσσειας του νερού.

Διαδικασία:

1. Αφαίρεση του δείγματος από τον δίσκο εργασίας.
2. Τοποθέτηση του δείγματος πάνω σε πολλά στρώματα διηθητικού χαρτίου ή χαρτιού κουζίνας.
3. Απαλό αλλά σχολαστικό στέγνωμα.
4. Δοκιμή: Απαλό πάτημα του δείγματος με καθαρό χαρτί κουζίνας – δεν θα πρέπει να αφήνει υγρό αποτύπωμα.
5. Αν εξακολουθεί να είναι υγρό, συνέχιση του στεγνώματος.

Γιατί έχει σημασία αυτό:

- Το νερό στην επιφάνεια του φυτού προσθέτει βάρος που δεν σχετίζεται με τον φυτικό ιστό.
- Η υγρή βιομάζα αντιπροσωπεύει το βάρος του αγγειόσπερμου αμέσως μετά τη συλλογή (και τον καθαρισμό), περιέχοντας τη φυσική του υγρασία.

Διαδικασία ζύγισης

Οι ομάδες χρησιμοποιούν διαδοχικά τις κοινές ψηφιακές ζυγαριές:

Διαδικασία:

1. Μηδενισμός / απόβαρο της ζυγαριάς με το άδειο δοχείο.
2. Τοποθέτηση ολόκληρου του δείγματος (φύλλα + ριζώματα + ρίζες μαζί) στο δοχείο.
3. Καταγραφή του βάρους του δείγματος σε

γραμμάρια (με ακρίβεια 0,1 g).

4. Καταγραφή: Υγρή βιομάζα (g / πυρηνοδειγματολήπτη).

Υπολογισμός πυκνότητας βιομάζας

Έννοια: Μετατροπή της μέτρησης του πυρηνοδειγματολήπτη σε ανά τετραγωνικό μέτρο.

Τύπος: Υγρή βιομάζα (g / m²) = Υγρό βάρος (g / πυρηνοδειγματολήπτη) ÷ 0,0314

Αυτός ο αριθμός αντιπροσωπεύει την αφθονία:

- Υψηλότερη βιομάζα = πιο άφθονο φυτικό υλικό.
- Χαμηλότερη βιομάζα = πιο αραιό λειμώνα ή μικρότερα φυτά.

Συζήτηση στην τάξη:

- «Ποιοι παράγοντες μπορεί να επηρεάζουν τη βιομάζα;» (Είδος, εποχή, βάθος, ποιότητα νερού, θρεπτικά συστατικά).

ΦΑΣΗ 8: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Δραστηριότητα: «Τι μας λένε οι αριθμοί μας;»

Συνοπτικά δεδομένα ομάδας

Συμπλήρωση του συνοπτικού τμήματος του φύλλου δεδομένων από κάθε ομάδα, με την καταγραφή όλων των υπολογισμένων τιμών:

Συνοπτικός πίνακας δεδομένων ομάδας:

Μέτρηση	Τιμή	Μονάδες
Είδος που Αναγνωρίστηκε		
Αρ. βλαστών ανά δειγματολήπτη		βλαστοί
Πυκνότητα βλαστών		βλαστοί/m ²
Μέσος αρ. φύλλων ανά βλαστό		φύλλα/βλαστό
Πυκνότητα φύλλων		φύλλα/m ²
Μέσος αρ. ουλών (αν ισχύει)		ουλές/ρίζωμα
Μέσο μήκος φύλλου		mm
Υγρό βάρος ανά δειγματολήπτη		g
Υγρή βιομάζα		g/m ²

ΦΑΣΗ 9: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΑΝΑΣΤΟΧΑΣΜΟΣ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: «Εργαστηριακή αναφορά & ανάλυση δεδομένων»

A. Ατομική τελική αναφορά

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Αναγνώριση είδους

1. Ποιο είδος αναγνώρισε η ομάδα σας;

2. Καταγραφή δύο στοιχείων που βοήθησαν στην αναγνώριση του είδους αυτού:
α. _____ β. _____

Μέρος 2: Μετρήσεις & υπολογισμοί

3. Το δείγμα μας είχε ____ βλαστούς / πυρηνοδειγματολήπτη, που ισοδυναμεί με ____ βλαστούς / m².
4. Η μέση τιμή (μέσος αριθμός) φύλλων ανά βλαστό ήταν ____, και η πυκνότητα των φύλλων μας ήταν ____ φύλλα / m².
5. Το υγρό μας βάρος ήταν ____ g / πυρηνοδειγματολήπτη, που ισοδυναμεί με ____ g / m² βιομάζα.

6. Παράθεση του υπολογισμού για την πυκνότητα των βλαστών (βλαστοί / m²):

Μέρος 3: Αναστοχασμός

7. Ποια μέτρηση ήταν η πιο δύσκολη να πραγματοποιηθεί με ακρίβεια και για ποιο λόγο;
8. Πώς βοηθά η ανάλυση των δειγμάτων στο εργαστήριο τους επιστήμονες να κατανοήσουν τους λειμώνες;

Ερωτήσεις συζήτησης στην ολομέλεια:

- «Τι σας εξέπληξε περισσότερο σχετικά με το δείγμα σας;»
- «Πώς συμβάλλουν τα μεμονωμένα δείγματά μας στην κατανόηση ολόκληρου του λειμώνα;

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση (κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής εργασίας):

2. Φύλλο παρατήρησης (συνεχής παρακολούθηση από τον εκπαιδευτικό):

Έλεγχος των εξής στοιχείων για κάθε ομάδα:

- Σωστός προσδιορισμός του είδους με τη χρήση πολλαπλών τύπων στοιχείων.
- Ακριβής μέτρηση των βλαστών.
- Ορθή εκτέλεση των υπολογισμών (πυκνότητα των βλαστών, πυκνότητα των φύλλων και βιομάζα).
- Ακριβής μέτρηση του μήκους των φύλλων με τη χρήση της σωστής τεχνικής.
- Διάκριση μεταξύ ενήλικων και νεαρών φύλλων.
- Προσεκτικός χειρισμός των δειγμάτων, χωρίς την πρόκληση υπερβολικής φθοράς.
- Ευανάγνωστη και πλήρης καταγραφή των δεδομένων στο φύλλο δεδομένων.
- Συνεργατική εργασία με βάση τους καθορισμένους ρόλους.
- Κατάλληλη χρήση της αριθμομηχανής για τη διεξαγωγή των μετατροπών.
- Διατύπωση διευκρινιστικών ερωτήσεων σε περίπτωση αβεβαιότητας.

2. Ερωτήσεις κατά τη διάρκεια των διαδικασιών:

- «Πώς μπορείτε να καταλάβετε αν αυτό το φύλλο είναι ενήλικο, ενδιάμεσο ή νεαρό;»
- «Τι μας λέει η υψηλή βιομάζα για το λειμών;»

3. Έλεγχοι υπολογισμών:

- Περιφορά του εκπαιδευτικού στην τάξη για τον έλεγχο των υπολογισμών που βρίσκονται σε εξέλιξη
- Εντοπισμός των συνήθων μαθηματικών λαθών με σκοπό τη διόρθωση σε επίπεδο τάξης.
- Παροχή άμεσης ανατροφοδότησης σχετικά με τη χρήση των μονάδων μέτρησης.
- Διασφάλιση της σωστής στρογγυλοποίησης και της τήρησης των σημαντικών ψηφίων.

4. Παρατήρηση της δυναμικής των ομάδων:

- Παρακολούθηση της κατανομής και της εναλλαγής των ρόλων.
- Αξιολόγηση της ποιότητας της επικοινωνίας μέσα στις ομάδες.
- Καταγραφή της συνεργατικής επίλυσης των προβλημάτων.

Ανακεφαλαιωτική (αθροιστική) αξιολόγηση :

Αξιολόγηση της εργαστηριακής αναφοράς:

- Προσδιορισμός (ταυτοποίηση) του είδους.
- Μετρήσεις & υπολογισμοί.
- Ερμηνεία των δεδομένων.
- Αναστοχασμός.
- Συμπληρωμένο φύλλο δεδομένων.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να αναγνωρίσω τα είδη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων χρησιμοποιώντας τη μορφολογία, την εξάπλωση και το ενδιαίτημα.
- Μπορώ να μετρήσω τους βλαστούς και να

υπολογίσω την πυκνότητά τους (βλαστοί / m^2).

- Μπορώ να μετρήσω το μήκος των φύλλων με ακρίβεια, στο πλησιέστερο χιλιοστό.
- Μπορώ να υπολογίσω μέσες τιμές (μέσους όρους) από πολλαπλές μετρήσεις.
- Μπορώ να προσδιορίσω το υγρό βάρος και να το μετατρέψω σε βιομάζα (g / m^2).
- Μπορώ να εξηγήσω τι μας λένε οι μετρήσεις της πυκνότητας και της βιομάζας για την υγεία του λειμώνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΦΥΛΛΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΦΑΝΕΡΟΓΑΜΩΝ

Όνομα Ομάδας: _____ Ημερομηνία: _____ Μέλη Ομάδας: _____

Τοποθεσία Δειγματοληψίας: _____

Τύπος Ενδιαιτήματος: ☐ Παλιρροϊκή ζώνη ☐ Υποπαλιρροϊκή ζώνη ☐ Παράκτια λιμνοθάλασσα
☐ Θαλάσσια παράκτια περιοχή

ΤΜΗΜΑ 1: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΟΥΣ

Προκαταρκτικός Προσδιορισμός: _____

Στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν:

- Μορφολογικά χαρακτηριστικά: _____
- Γεωγραφική εξάπλωση: _____
- Τύπος ενδιαιτήματος: _____

Είδος επιβεβαιωμένο από τον εκπαιδευτικό: _____

ΤΜΗΜΑ 2: ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΣΤΩΝ

Αριθμός βλαστών ανά δειγματολήπτη: _____ βλαστοί

Υπολογισμός: Πυκνότητα βλαστών (αρ. βλαστών/m²) = _____ βλαστοί ÷ 0.0314 = _____ βλαστοί/m²

ΤΜΗΜΑ 3: ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ

Βλαστός	Αριθμός Φύλλων
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Σύνολο	

Υπολογισμός: Μέσος αρ. φύλλων/βλαστό = Σύνολο αρ. φύλλων _____ ÷ Αριθμός βλαστών _____ =
_____ φύλλα/βλαστό

Παρατηρήσεις Ταξινόμησης Φύλλων:

- Κατά προσέγγιση % ενήλικων φύλλων: _____%
- Κατά προσέγγιση % ενδιάμεσων φύλλων: _____%
- Κατά προσέγγιση % νεαρών φύλλων: _____%

ΤΜΗΜΑ 4: ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΩΝ

Υπολογισμός: Πυκνότητα φύλλων = Πυκνότητα βλαστών _____ βλαστοί/m² × Μέσος αρ. φύλλων/βλαστό _____ = _____ φύλλα/m²

ΤΜΗΜΑ 5: ΜΕΤΡΗΣΗ ΟΥΛΩΝ ΡΙΖΩΜΑΤΟΣ (για το *Cymodocea nodosa*)

Κάθετο Ρίζωμα	Αριθμός Ουλών Φύλλων
1	
2	
3	
4	
5	
ΣΥΝΟΛΟ	

Υπολογισμός: Μέσος αρ. ουλών = Σύνολο αρ. ουλών _____ ÷ 5 = _____ ουλές/κάθετο ρίζωμα

ΤΜΗΜΑ 6: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ ΦΥΛΛΩΝ

Μετρήστε όλα τα ζωντανά φύλλα σε 5 βλαστούς:

Βλαστός	Φύλλο 1	Φύλλο 2	Φύλλο 3	Φύλλο 4	Φύλλο 5	Φύλλο 6
1						
2						
3						
4						
5						

Όλες οι μετρήσεις σε χιλιοστά (mm)

Υπολογισμός: Συνολικό μήκος όλων των φύλλων που μετρήθηκαν: _____ mm. Αριθμός φύλλων που μετρήθηκαν: _____. Μέσο μήκος φύλλου = Συνολικό μήκος _____ mm ÷ Αριθμός φύλλων _____ = _____ mm

ΤΜΗΜΑ 7: ΥΓΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ

Υγρή βιομάζα (ολόκληρο το δείγμα: φύλλα + ριζώματα + ρίζες):

Μετρημένο βάρος: _____ g/δειγματολήπτη

Υπολογισμός: Υγρή βιομάζα (g/m²) = μετρημένο βάρος _____ g ÷ 0,0314 = _____ g/m²

ΤΜΗΜΑ 8: ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Μέτρηση	Τιμή	Μονάδες
Είδος που Αναγνωρίστηκε		
Αρ. βλαστών ανά δειγματολήπτη		βλαστοί
Πυκνότητα βλαστών		βλαστοί/m ²
Μέσος αρ. φύλλων ανά βλαστό		φύλλα/βλαστό
Πυκνότητα φύλλων		φύλλα/m ²
Μέσος αρ. ουλών (αν ισχύει)		ουλές/ρίζωμα
Μέσο μήκος φύλλου		mm
Υγρό βάρος ανά δειγματολήπτη		g
Υγρή βιομάζα		g/m ²

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ & ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

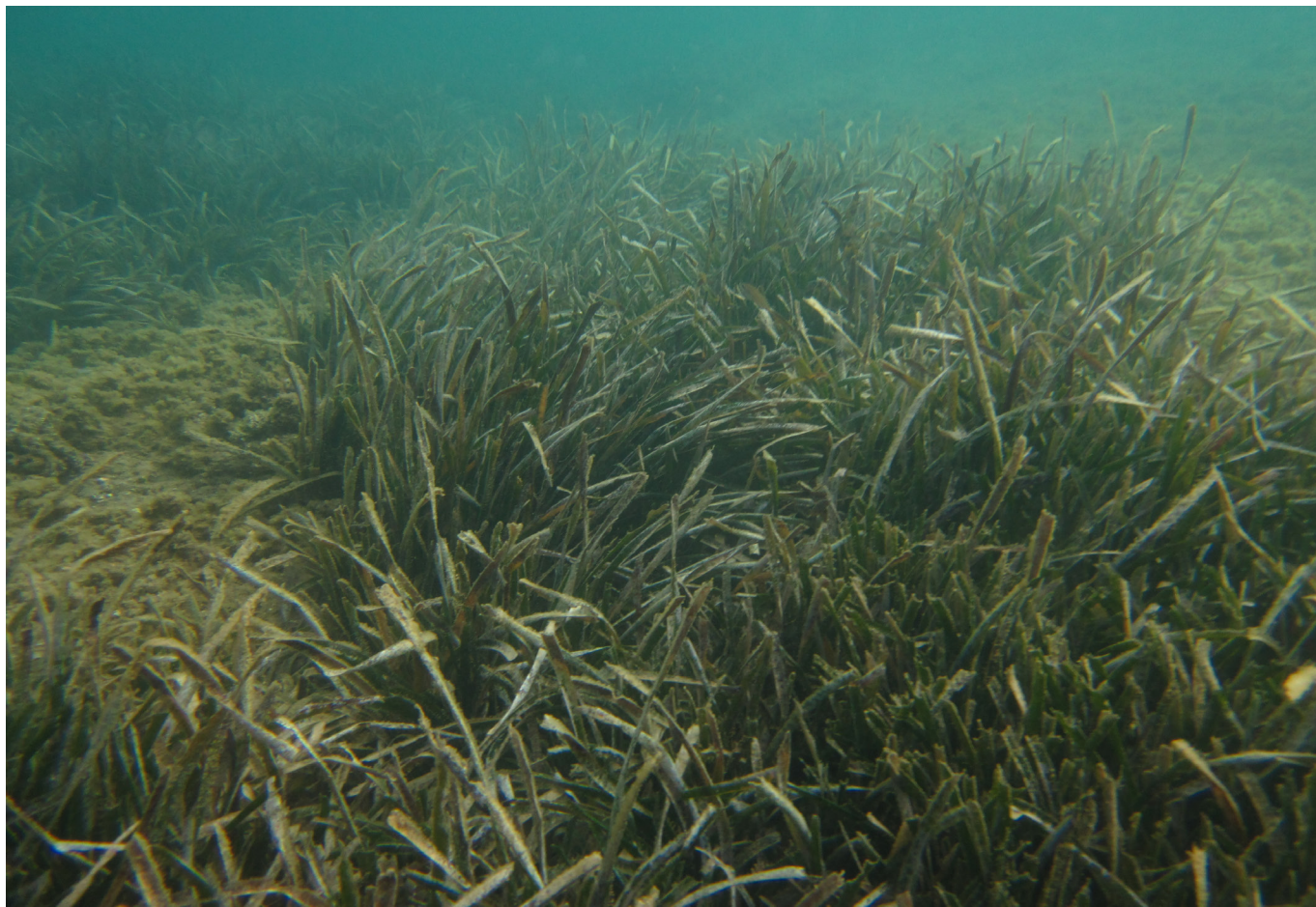
ΣΧΕΔΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 10, 11 & 12. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ *POSIDONIA* *OCEANICA*

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 180 ΛΕΠΤΑ (ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ)

Αυτή η εργαστηριακή εργασία απαιτεί παρατεταμένη διάρκεια (3 ώρες) για να διασφαλιστεί η συνέχεια και η ακεραιότητα των διαδικασιών μέτρησης και ανάλυσης. Καθώς οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν διαδοχικά βήματα επεξεργασίας δειγμάτων και ανάλυσης δεδομένων, η διακοπή της διαδικασίας θα έθετε σε κίνδυνο τη μαθησιακή διαδικασία. Επιπλέον, οι μαθητές εργάζονται συνεργατικά σε ομάδες, κάτι που απαιτεί από τον εκπαιδευτικό να παρέχει συνεχή καθοδήγηση, παρακολούθηση και υποστήριξη σε κάθε ομάδα, αυξάνοντας περαιτέρω τον χρόνο που χρειάζεται για την αποτελεσματική υλοποίηση. Ως εκ τούτου, θεωρείται ισοδύναμη με τρία σχέδια μαθήματος.

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

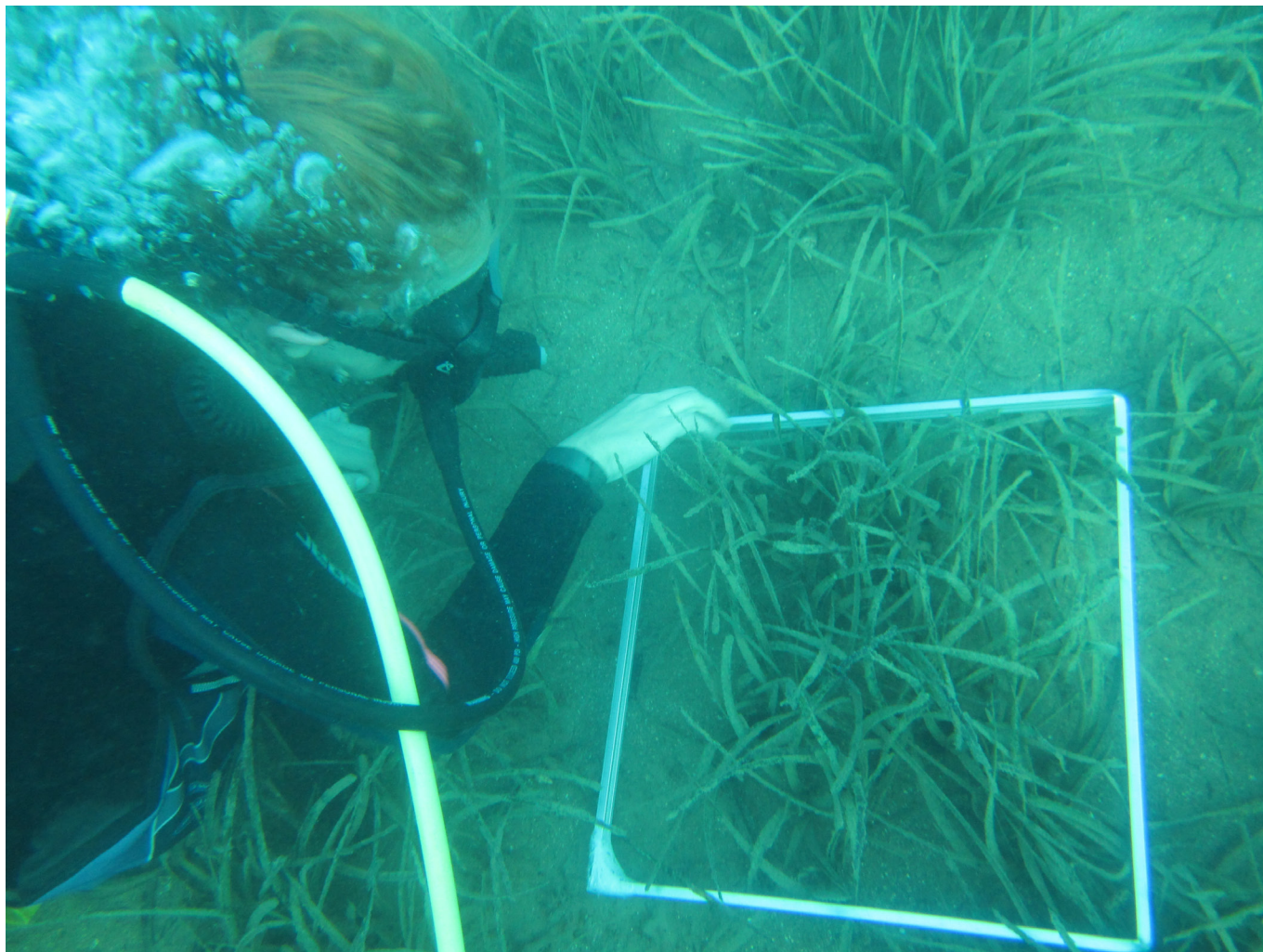
Αυτό το εξειδικευμένο εργαστηριακό μάθημα εστιάζει στο είδος *Posidonia oceanica*, ένα μεσογειακό ενδημικό αγγειόσπερμο που σχηματίζει εκτεταμένους λειμώνες (Εικ. 1 και 2). Σε αντίθεση με το προηγούμενο μάθημα δειγματοληψίας πεδίου, οι μαθητές δεν μπορούν να συλλέξουν οι ίδιοι *Posidonia oceanica*, καθώς αυτό το είδος συνήθως αναπτύσσεται σε βάθη που απαιτούν αυτόνομη κατάδυση (SCUBA) (Εικ. 3). Αντ' αυτού, οι μαθητές θα εργαστούν με δείγματα που έχουν συλλεχθεί από πιστοποιημένο δύτε και θα παρακολουθήσουν υποβρύχια βίντεο από λειμώνες του είδους. Μέσα από λεπτομερή μορφολογική εξέταση, οι μαθητές θα μετρήσουν το μήκος και το πλάτος των φύλλων, θα ταξινομήσουν τα φύλλα ανά ηλικία, θα προσδιορίσουν το υγρό βάρος των φύλλων ανά ηλικιακή κατηγορία, θα εξετάσουν τους κολεούς των νεκρών φύλλων (λέπια) και θα παρατηρήσουν τις αγγειακές δεσμίδες των φύλλων με τη χρήση μεγέθυνσης.



Εικόνα 1. Λειμώνας του είδους *Posidonia oceanica* στα παράκτια ύδατα της Θράκης, Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος, Ελλάδα (πηγή φωτογραφίας: Σταύρος Μπαχτσεβανίδης / Θεόδωρος Κεβρεκίδης)



Εικόνα 2. Λειμώνας του είδους *Posidonia oceanica* στα παράκτια ύδατα της Θράκης, Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος, Ελλάδα (πηγή φωτογραφίας: Σταύρος Μπαχτσεβανίδης / Θεόδωρος Κεβρεκίδης)



Εικόνα 3. Δειγματοληψία και περιβαλλοντική παρακολούθηση πεδίου του είδους *Posidonia oceanica* (παράκτια ύδατα της Θράκης, Βόρειο Αιγαίο Πέλαγος, Ελλάδα· πηγή φωτογραφίας: Σταύρος Μπαχτσεβανίδης / Παρασκευή Μαλέα)

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν το είδος *Posidonia oceanica* από τα διακριτικά του χαρακτηριστικά: Πλατιά φύλλα σε σχήμα ταινίας, καφέ ινώδη υπολείμματα παλιών κολεών (λέπια) στα ριζώματα και εύρωστη δομή (βλ. σχέδιο μαθήματος: Ταξινόμηση θαλάσσιων αγγειόσπερμων & αναγνώριση ειδών, Θεματική Ενότητα 2. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι μοναδικά φυτά).
- Ταξινομούν τα φύλλα σε ηλικιακές κατηγορίες (ενήλικα, ενδιάμεσα και νεαρά).
- Κατανοούν ότι οι νεκροί κολεοί (λέπια) στα κάθετα ριζώματα αντιπροσωπεύουν πεσμένα ενήλικα φύλλα.
- Εξηγούν ότι περίπου 7-8 νεκροί κολεοί αντιστοιχούν σε έναν χρόνο ανάπτυξης του φυτού.
- Γνωρίζουν ότι η σύγκριση του αριθμού των νεκρών κολεών μεταξύ των ετών δείχνει τάσεις στην παραγωγή των φύλλων με την πάροδο του χρόνου (ένδειξη προηγούμενων συνθηκών).

- Εντοπίζουν τις αγγειακές δεσμίδες στην επιφάνεια και στις εγκάρσιες τομές των φύλλων.
- Κατανοούν ότι οι αεροθάλαμοι (κενά αέρα) στα φύλλα διευκολύνουν τη μεταφορά του οξυγόνου από τα φύλλα προς το ρίζωμα και τις ρίζες.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Μετρούν με ακρίβεια τα φύλλα ανά βλαστό.
- Ταξινομούν τα φύλλα ανά ηλικιακή κατηγορία με βάση την παρουσία του κολεού, καθώς και το μήκος του ελάσματος και του κολεού.
- Μετρούν με ακρίβεια το μήκος και το πλάτος του φύλλου (mm).
- Αφαιρούν και μετρούν τους νεκρούς κολεούς από τα κάθετα ριζώματα με τη σωστή τεχνική.
- Υπολογίζουν μέσες τιμές (μέσους όρους) από πολλαπλές μετρήσεις.
- Προσδιορίζουν το υγρό βάρος ξεχωριστά για τις διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες φύλλων.
- Χρησιμοποιούν μεγεθυντικό φακό και μικροσκόπιο για να παρατηρήσουν τις αγγειακές δεσμίδες στην επιφάνεια των φύλλων των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Παρατηρούν μικροσκοπικές εγκάρσιες τομές για να εντοπίσουν τις αγγειακές δεσμίδες και τους αεροθαλάμους.
- Ερμηνεύουν βιντεοσκοπημένο υλικό λειμώνων.

- Συγκρίνουν τα ζωντανά φύλλα με υλικό που έχει ξεβραστεί στην ακτή (αν έχει πραγματοποιηθεί η εκπαιδευτική επίσκεψη πεδίου).

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Κατανοούν ότι διαφορετικά είδη απαιτούν διαφορετικές προσεγγίσεις δειγματοληψίας και μελέτης.
- Αναγνωρίζουν τη σύνδεση ανάμεσα στις δομές του φυτού και στις παρελθούσες περιβαλλοντικές συνθήκες (έννοια του βιοδείκτη).
- Αντιλαμβάνονται τη μεγάλη μακροζωία του είδους *Posidonia oceanica* (όπως υποδεικνύεται από τις πολυετείς καταγραφές των νεκρών κολεών).

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβαίνουν σε συστηματική επεξεργασία εξειδικευμένων βιολογικών δειγμάτων.
- Χρησιμοποιούν το μικροσκόπιο και τη μεγέθυνση για λεπτομερή παρατήρηση.
- Συλλέγουν ποσοτικά δεδομένα (μετρήσεις, μήκη, υγρό βάρος).
- Υπολογίζουν τις μέσες τιμές (μέσους όρους) και να συγκρίνουν τα δεδομένα μεταξύ των ηλικιακών κατηγοριών των φύλλων.

- Χρησιμοποιούν τις κατάλληλες μονάδες, τηρώντας ακρίβεια στις μετρήσεις.
- Τεκμηριώνουν τις παρατηρήσεις τους μέσω σχεδίων και περιγραφών.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματος:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνδέουν τα παρελθόντα πρότυπα ανάπτυξης του φυτού με τις παρελθούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Ψηφιακές Ικανότητες:

- Ερμηνεύουν το βιντεοσκοπημένο υλικό από υποβρύχια περιβάλλοντα.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται αποτελεσματικά σε εργαστηριακές ομάδες κατά τη διάρκεια σύνθετων διαδικασιών.
- Επικοινωνούν με σαφήνεια τις λεπτομερείς παρατηρήσεις τους.
- Εκτιμούν τις επαγγελματικές σταδιοδρομίες στην επιστημονική κατάδυση και έρευνα.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΥΛΙΚΑ

Ανά ομάδα (3-4 μαθητές):

- 1 κάθετο ρίζωμα με προσαρτημένους βλαστούς *Posidonia oceanica* (συλλεγμένο από δύτη).
- Μετρικός χάρακας (30 cm, με διαβάθμιση σε mm).
- Μεγεθυντικός φακός (με μεγέθυνση 10x).

- Λαβίδες.
- Ξυράφι (για την αφαίρεση των νεκρών κολεών) – χρήση υπό την επίβλεψη του εκπαιδευτικού.
- Μικρά επισημασμένα δοχεία για τον διαχωρισμό των ηλικιακών κατηγοριών φύλλων.
- Διηθητικό χαρτί ή χαρτί κουζίνας.
- Εργαστηριακό φύλλο δεδομένων (βλ. Παράρτημα).
- Μολύβια / στυλό.
- Αριθμομηχανή.
- Λαστιχένια πουάρ με νερό.
- Αντικειμενοφόροι πλάκες μικροσκοπίου.
- Καλυπτρίδες.

Κοινός εργαστηριακός εξοπλισμός:

- Ψηφιακή ζυγαριά (ακρίβεια 0,1 g) – 1 ανά 2-3 ομάδες.
- Μικροσκόπιο (1 ανά 2-3 ομάδες) για την παρατήρηση των αγγειακών δεσμίδων στην επιφάνεια του φύλλου.
- Δοχεία απορριμμάτων για το φυτικό υλικό.
- Χαρτί κουζίνας σε επαρκή ποσότητα.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ & ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΒΙΝΤΕΟ

Δραστηριότητα: «Ανακαλύπτοντας το λειμών»

Α. Γιατί δεν μπορούμε να πραγματοποιήσουμε δειγματοληψία μόνοι μας για το *Posidonia oceanica*

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό:

«Το είδος *Posidonia oceanica* αναπτύσσεται συνήθως σε βάθος 0,5 έως 45 μέτρων – πολύ πέρα από το σημείο όπου μπορούμε να περπατήσουμε στο νερό ή να κάνουμε ελεύθερη κατάδυση με μάσκα και αναπνευστήρα (snorkeling) με ασφάλεια».

Προβολή βίντεο: Λειμώνες *Posidonia oceanica*

- <https://www.istockphoto.com/search/2/film?phrase=posidonia%20oceanica>
- <https://www.shutterstock.com/el/video/clip-1079476352-close-up-dense-thickets-green-marine-grass-posidonia?trackingId=b75a263e-ac88-413b-a836-bcd3f7a4dc08&listId=searchResults>

Λειμώνα

Οδηγίες παρακολούθησης (ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί την παρατήρηση):

- «Παρατηρήστε το βάθος – εξετάστε τα επίπεδα του φωτισμού»
- «Δείτε πόσο πυκνός είναι ο λειμώνας»
- «Ποιους οργανισμούς βλέπετε να ζουν μέσα στον λειμώνα;»
- «Πόσο μεγάλο είναι το ύψος των φύλλων;»

Συζήτηση μετά την προβολή του βίντεο

Ερωτήσεις συζήτησης στην ολομέλεια:

- «Τι σας εξέπληξε περισσότερο σχετικά με το λειμώνα του είδους *Posidonia oceanica*;»
- «Πώς διαφέρει αυτό από τους ρηχούς λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων που επισκεφθήκαμε;»

- «Γιατί μπορεί οι λειμώνες του είδους *Posidonia oceanica* να είναι σημαντικά για τα ψάρια και άλλα ζώα;» (Απάντηση: Ενδιαίτημα, τροφή, καταφύγιο, τόπος αύξησης νεαρών).

B. Εισαγωγή στη σημερινή ανάλυση

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό:

«Επειδή δεν διαθέτουμε ποσοτικά δείγματα (μετρημένη επιφάνεια όπως αυτή που προκύπτει με τη χρήση πυρηνοδειγματολήπτη), δεν θα υπολογίσουμε σήμερα την πυκνότητα ή το υγρό βάρος σε επίπεδο λειμώνα. Αντ' αυτού, θα εστιάσουμε σε:

1. Χαρακτηριστικά των φύλλων και ηλικιακές κατηγορίες
2. Μετρήσεις μεμονωμένων βλαστών
3. Νεκρούς κολεούς ως «βιβλίο ιστορίας» του φυτού
4. Μικροσκοπικές δομές

Κοινοποίηση του μαθησιακού στόχου: «Σήμερα θα εξετάσετε λεπτομερώς το είδος *Posidonia oceanica*, και θα μάθετε να διαβάζετε το ιστορικό ανάπτυξής του από τους νεκρούς κολεούς»

ΦΑΣΗ 2: ΕΞΕΤΑΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ & ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Γνωρίστε το δείγμα *Posidonia oceanica* σας»

Κάθε ομάδα παραλαμβάνει:

- 1 κάθετο ρίζωμα με προσαρτημένους βλαστούς (Εικ. 4).

- Κάθε κάθετο ρίζωμα πρέπει να έχει ορατούς νεκρούς κολεούς (ινώδη καφέ λέπια).
- Οι βλαστοί πρέπει να έχουν πολλαπλά ανέπαφα φύλλα.



Εικόνα 4. Δείγμα του είδους *Posidonia oceanica*: Δώδεκα ορθότροπα ριζώματα προσαρτημένα σε ένα πλαγιότροπο ρίζωμα.

Αρχικές παρατηρήσεις (οι ομάδες συζητούν και καταγράφουν):

- Γενικό μέγεθος και ευρωστία.
- Χρώμα των φύλλων (από έντονο πράσινο έως ελαιοπράσινο).
- Υφή των ινωδών νεκρών κολεών στο ρίζωμα.
- Αριθμός των βλαστών.
- Διακριτικά χαρακτηριστικά που παρατηρήθηκαν.

Περιφορά του εκπαιδευτικού στην τάξη:

- «Τι παρατηρείτε σχετικά με την κάλυψη του ριζώματος; Μοιάζει με ίνες “πινέλου”;»
- «Πόσο πλατιά είναι τα φύλλα σε σύγκριση με τα άλλα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»
- «Μπορείτε να διακρίνετε πού έχουν πέσει τα παλιά φύλλα;»

Μέτρηση των φύλλων ανά βλαστό

Διαδικασία:

1. Επιλογή όλων των βλαστών από το δείγμα (συνήθως 1-2 βλαστοί ανά ομάδα).
2. Μέτρηση όλων των φύλλων ανά κατηγορία για κάθε βλαστό:
 - Ανέπαφα
 - Κατεστραμμένα/κομμένα
3. Καταγραφή του αριθμού για κάθε βλαστό.
4. Υπολογισμός της μέσης τιμής (μέσου αριθμού) φύλλων ανά βλαστό.

Τύπος: Μέση τιμή (μέσος αριθμός) φύλλων ανά βλαστό = $\frac{\text{Σύνολο αριθμού φύλλων}}{\text{Αριθμός βλαστών}}$

ΦΑΣΗ 3: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑ

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Ενήλικα, ενδιάμεσα ή νεαρά φύλλα;»

Κριτήρια ταξινόμησης ηλικίας

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τη διαδικασία μέσω επίδειξης:

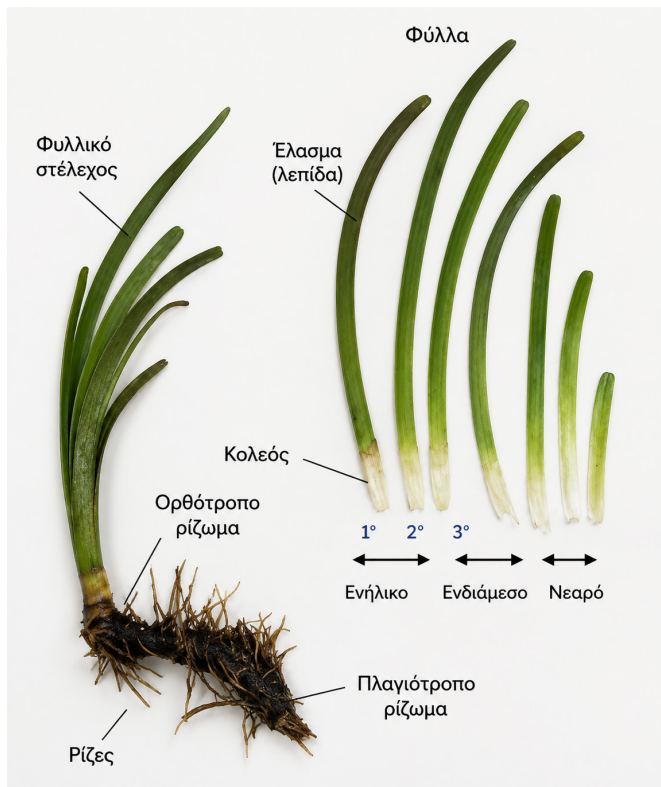
«Όπως και με τα υπόλοιπα θαλάσσια αγγειόσπερμα, μπορούμε να ταξινομήσουμε τα φύλλα του είδους *Posidonia oceanica* ανά ηλικία, χρησιμοποιώντας την παρουσία του κολεού και το μήκος του φύλλου (Εικ. 5)».

- **Ενήλικα φύλλα:** Φύλλα με καλά ανεπτυγμένο κολεό, μήκους >0,5 cm.
- **Ενδιάμεσα φύλλα:** Φύλλα χωρίς κολεό ή με μη καλά ανεπτυγμένο κολεό (μήκους <0,5 cm),

και συνολικού μήκους άνω των 5 cm.

- **Νεαρά φύλλα:** Φύλλα χωρίς κολεό και συνολικού μήκους <5 cm.

Οπτική επίδειξη: Ο εκπαιδευτικός δείχνει έναν αντιπροσωπευτικό βλαστό.



Εικόνα 5. Πλαγιότροπο ρίζωμα, ορθότροπο ρίζωμα, ρίζες, βλαστός και φύλλα του είδους *Posidonia oceanica* ταξινομημένα ανά ηλικία (από: Kevrekidou et al., 2024. Marine Drugs 22, 130)

Ταξινόμηση & μέτρηση από την ομάδα:

- Διαχωρισμός και μέτρηση των φύλλων ανά ηλικιακή κατηγορία για κάθε βλαστό.
- Υπολογισμός της αναλογίας.

Υπολογισμοί:

Ποσοστό κάθε κατηγορίας φύλλων = (αριθμός φύλλων σε κάθε κατηγορία ÷ συνολικός αριθμός φύλλων) × 100.

Συζήτηση στην τάξη:

«Τι ποσοστό των φύλλων στο δείγμα σας είναι ενήλικα, ενδιάμεσα και νεαρά;»

ΦΑΣΗ 4: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΛΛΩΝ – ΜΗΚΟΣ & ΠΛΑΤΟΣ

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Μέτρηση ακριβείας των φύλλων του είδους *Posidonia oceanica*»

Επισκόπηση της τεχνικής μέτρησης

Ο εκπαιδευτικός επιδεικνύει τη διαδικασία:

Μήκος:

- Μέτρηση από τη βάση του ελάσματος (όπου τελειώνει ο κολεός) έως την άκρη του ελάσματος.
- Καταγραφή σε χιλιοστά (mm).

Πλάτος:

- Μέτρηση στο μέσο του ελάσματος.
- Καταγραφή σε χιλιοστά (mm).
- Τα φύλλα του είδους *Posidonia oceanica* έχουν συνήθως πλάτος 5-12 mm.

Συμβουλές για ακρίβεια:

- Απαλό ίσιωμα του φύλλου πάνω σε λευκό χαρτί.
- Αποφυγή τεντώματος ή πίεσης του φύλλου.
- Μέτρηση στο πλησιέστερο mm.

Μέτρηση από την ομάδα

Διαδικασία:

Επιλογή όλων των βλαστών και μέτρηση όλων των ανέπαφων φύλλων.

Υπολογισμός των μέσων διαστάσεων

Υπολογισμός ξεχωριστά για κάθε ηλικιακή

κατηγορία:

Ενήλικα φύλλα:

- Μέση τιμή (μέσο μήκος) ενήλικων = (άθροισμα όλων των μηκών των ενήλικων) ÷ (αριθμός των ενήλικων φύλλων).
- Μέση τιμή (μέσο πλάτος) ενήλικων = (άθροισμα όλων των πλατών των ενήλικων) ÷ (αριθμός των ενήλικων φύλλων).

Αντίστοιχη διαδικασία για τις υπόλοιπες κατηγορίες φύλλων.

Παρατηρήσεις:

- Τα ενήλικα φύλλα είναι μακρύτερα και πλατύτερα.
- Τα φύλλα του είδους *Posidonia oceanica* είναι από τα μεγαλύτερα ανάμεσα στα μεσογειακά θαλάσσια αγγειόσπερμα

ΦΑΣΗ 5: ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑΚΗ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Ζύγιση φύλλων ανά ηλικία»

Προετοιμασία για τη μέτρηση του υγρού βάρους

Γιατί μετράται ανά ηλικιακή κατηγορία;

-
-

Επισκόπηση της διαδικασίας:

1. Διαχωρισμός όλων των φύλλων ανά ηλικιακή κατηγορία.
2. Στέγνωμα κάθε ομάδας σε διηθητικό χαρτί.
3. Ξεχωριστή ζύγιση κάθε ηλικιακής κατηγορίας.

Προετοιμασία του δείγματος

Διαδικασία για κάθε ομάδα:

1. Διαχωρισμός όλων των φύλλων σε τρεις ομάδες:
 - Δοχείο 1: Όλα τα ενήλικα φύλλα
 - Δοχείο 2: Όλα τα ενδιάμεσα φύλλα
 - Δοχείο 3: Όλα τα νεαρά φύλλα
2. Στέγνωμα κάθε φύλλου ξεχωριστά με απαλές κινήσεις (χτυπήματα) σε διηθητικό χαρτί:
 - Απομάκρυνση των επιφυτικών φυκών από την επιφάνεια του φύλλου με τη χρήση ξυραφιού.
 - Απομάκρυνση του νερού από την επιφάνεια του φύλλου.
 - Απαλό πάτημα μέχρι το χαρτί να μην αφήνει υγρό αποτύπωμα.
 - Διατήρηση των ομάδων των φύλλων διαχωρισμένων.

Ζύγιση & καταγραφή

Οι ομάδες χρησιμοποιούν διαδοχικά τη ζυγαριά:

Διαδικασία:

1. Μηδενισμός / απόβαρο της ζυγαριάς με το άδειο δοχείο.
2. Ζύγιση όλων των ενήλικων φύλλων μαζί.
3. Καταγραφή: Υγρό βάρος ενήλικων φύλλων (g).
4. Υπολογισμός της μέσης τιμής (μέσου βάρους) ενήλικων φύλλων ανά βλαστό.

Τύπος: **Μέση τιμή (μέσο βάρος) ενήλικων φύλλων ανά βλαστό = Συνολικό βάρος ενήλικων φύλλων ÷ Αριθμός βλαστών**

5. Αντίστοιχη διαδικασία για τα ενδιάμεσα και τα νεαρά φύλλα.

Συζήτηση στην τάξη:

- «Ποια ηλικιακή κατηγορία έχει το μεγαλύτερο υγρό βάρος στο δείγμα σας;»

Σημείωση: Σε αντίθεση με το προηγούμενο μάθημα, δεν μετατρέπουμε σε g/m², επειδή δεν διαθέτουμε ποσοτικά δείγματα μετρημένης επιφάνειας.

ΦΑΣΗ 6: ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΕΚΡΩΝ ΚΟΛΕΩΝ (ΛΕΠΙΩΝ) - «Διαβάζοντας την ιστορία του φυτού»

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Τα λέπια των φύλλων λένε μια ιστορία»

Εισαγωγή στους νεκρούς κολεούς ως δείκτες του παρελθόντος

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό με τη χρήση οπτικού υλικού:

«Το κάθετο ρίζωμα του είδους *Posidonia oceanica* είναι καλυμμένο με νεκρούς κολεούς (Εικ. 6). Είναι σαν ένα βιβλίο ιστορίας του φυτού».

Βασικές έννοιες:

1. Τι είναι οι νεκροί κολεοί;
 - Όταν τα ενήλικα ελάσματα πέφτουν, οι κολεοί τους παραμένουν στο κάθετο ρίζωμα.

- Πεθαίνουν και γίνονται καφέ και ινώδεις.
- Παραμένουν εκεί για πολλά χρόνια.

2. Ετήσια παραγωγή φύλλων:

- Το *Posidonia oceanica* παράγει περίπου 7-8 φύλλα το χρόνο.
- Επομένως: 7-8 νεκροί κολεοί = ένας χρόνος παρελθούσας ανάπτυξης.

3. Αξία ως δείκτη του παρελθόντος:

- Η μέτρηση των νεκρών κολεών μας πληροφορεί για την παρελθούσα παραγωγή φύλλων.
- Η σύγκριση του αριθμού των νεκρών κολεών μεταξύ των ετών δείχνει τάσεις με την πάροδο του χρόνου:



Εικόνα 6. Ριζώματα του είδους *Posidonia oceanica* με νεκρούς κολεούς και φύλλα (πηγή φωτογραφίας: Παρασκευή Μαλέα)

- Περισσότεροι κολεοί σε ένα έτος = αυξημένη παραγωγή φύλλων (καλές συνθήκες).
 - Λιγότεροι κολεοί σε ένα έτος = μειωμένη παραγωγή φύλλων (πιθανή καταπόνηση ή ρύπανση).
 - Δείκτης παρελθούσας ρύπανσης ή περιβαλλοντικής αλλαγής.
- Τοποθέτηση των αφαιρεμένων νεκρών κολεών με τη σειρά τους πάνω σε χαρτί κουζίνας (Εικ. 7).

3. Μέτρηση των νεκρών κολεών σε ομάδες των 7-8 , με σκοπό την αναπαράσταση των ετών ανάπτυξης:

- Ομάδα 1 (π.χ. κολεοί 1-7): Αντιπροσωπεύει περίπου το Έτος 1 (το παλαιότερο).
- Ομάδα 2 (π.χ. κολεοί 8-14): Αντιπροσωπεύει περίπου το Έτος 2.
- Ομάδα 3 (π.χ. κολεοί 15-21): Αντιπροσωπεύει περίπου το Έτος 3.
- Συνέχιση της διαδικασίας μέχρι να αφαιρεθούν όλοι οι νεκροί κολεοί.

Αφαίρεση & μέτρηση των νεκρών κολεών

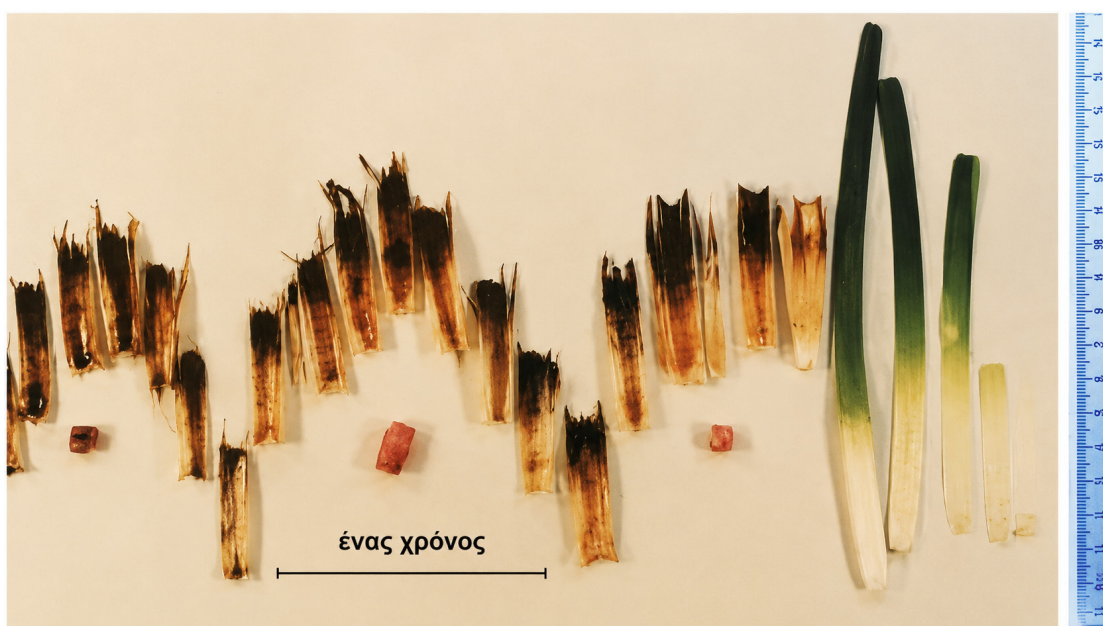
Διαδικασία:

1. Επιλογή ενός ορθότροπου (κάθετου) ριζώματος από το δείγμα.
2. Ξεκινώντας από τη βάση (το παλαιότερο μέρος) του ορθότροπου (κάθετου) ριζώματος πραγματοποιούνται τα εξής:
 - Προσεκτική αφαίρεση των νεκρών κολεών με τη χρήση ξυραφιού (οι νεκροί κολεοί είναι προσαρτημένοι στο ορθότροπο ρίζωμα εναλλάξ, ένας δεξιά και ένας αριστερά).

Ερμηνεία των δεδομένων των κολεών

Ερωτήσεις ανάλυσης:

1. «Πόσους νεκρούς κολεούς μετρήσατε συνολικά;»
2. «Πόσα χρόνια ανάπτυξης αντιπροσωπεύει αυτό περίπου;»



Εικόνα 7. Νεκροί κολεοί και φύλλα που έχουν αφαιρεθεί από ένα ορθότροπο (κάθετο) ρίζωμα του είδους *Posidonia oceanica* και έχουν τοποθετηθεί σε σειρά φθίνουσας ηλικίας από αριστερά (το παλαιότερο) προς τα δεξιά (πηγή φωτογραφίας: Χ. Αμυτζοπούλου)

3. «Ποιοι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορεί να επηρεάζουν την παραγωγή των φύλλων;»

- Θολερότητα, διαθεσιμότητα φωτός, θρεπτικά συστατικά, ρύπανση.

Βασική έννοια: «Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν αυτή την τεχνική για να κοιτάζουν πίσω στον χρόνο και να δουν πώς έχει αλλάξει το φυτό, αλλά και το περιβάλλον. Είναι σαν να διαβάζουμε τους δακτυλίους ενός δέντρου, αλλά για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα».

ΦΑΣΗ 7: ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ – ΑΓΓΕΙΑΚΕΣ ΔΕΣΜΙΔΕΣ & ΑΕΡΟΘΑΛΑΜΟΙ

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας. Δημιουργία του σχεδίου στο τέλος του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Μέσα στο φύλλο - Ανακαλύπτοντας κρυμμένες δομές»

Παρατήρηση της επιφάνειας με τη χρήση μεγεθυντικού φακού

Διαδικασία:

1. Επιλογή ενός φρέσκου ελάσματος φύλλου (ενήλικο ή ενδιάμεσο φύλλο).
2. Εξέταση της επιφάνειας του φύλλου με τη χρήση μεγεθυντικού φακού (Εικ. 8):
 - Αναζήτηση των παράλληλων γραμμών που εκτείνονται κατά μήκος.
 - Αυτές είναι οι παράλληλες αγγειακές δεσμίδες (νευρώσεις).
 - Καταμέτρηση του αριθμού των αγγειακών δεσμίδων που είναι ορατές.

3. Σχεδίαση των παρατηρήσεων:

- Δημιουργία απλού σκίτσου που δείχνει το περίγραμμα του φύλλου.
- Σχεδίαση των παράλληλων γραμμών που αντιπροσωπεύουν τις αγγειακές δεσμίδες.
- Σήμανση (επισήμανση): «Αγγειακές δεσμίδες».

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό: «Οι αγγειακές δεσμίδες είναι σαν αυτοκινητόδρομοι μέσα στο φυτό, που μεταφέρουν θρεπτικά συστατικά και σάκχαρα».



Εικόνα 8. Αγγειακές δεσμίδες (νευρώσεις) στην κορυφή του φύλλου του είδους *Posidonia oceanica* (πηγή φωτογραφίας: Χ. Αμουτζοπούλου)

Παρατήρηση εγκάρσιας τομής με τη χρήση σύνθετου μικροσκοπίου

Ο εκπαιδευτικός πραγματοποιεί πολύ λεπτές τομές και τοποθετεί μια σταγόνα νερού στην αντικειμενοφόρο πλάκα, ώστε αυτές να στέκονται όρθιες.

Προσεκτική παρατήρηση της Εικ. 9 και εντοπισμός των παρακάτω δομών:

1. Αγγειακές δεσμίδες:

- Εμφανίζονται ως μικροί μαύροι κύκλοι σε τακτά διαστήματα σε όλο το φύλλο.

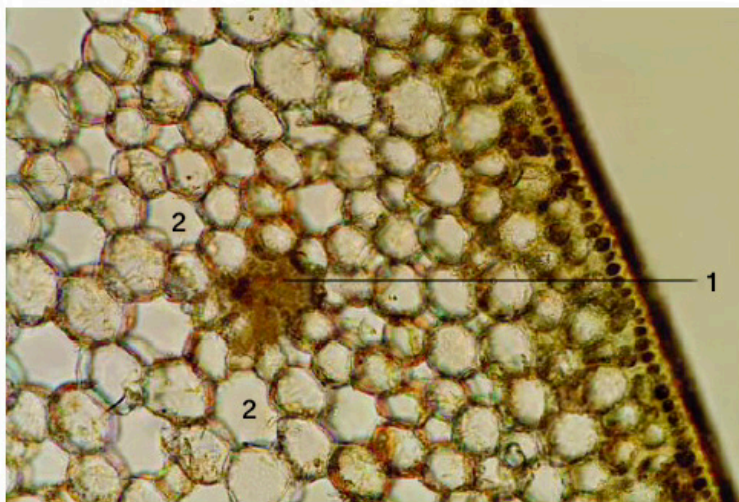
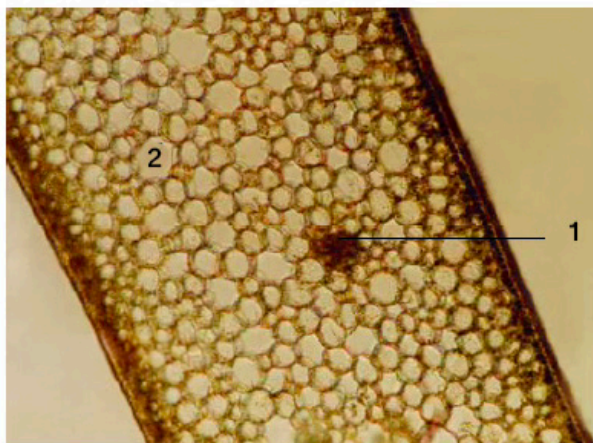


Figure 9. Εγκάρσια τομή φύλλου της *Posidonia oceanica*:
1. αγγειακή δεσμίδα, 2. αεροχώρος
(φωτογραφία: H. Amoutzopoulou).

2. Αεροθάλαμοι:

- Εμφανίζονται ως μεγάλοι, κενοί χώροι σε τακτά διαστήματα σε όλο το φύλλο.
- Λειτουργία: Διευκόλυνση της μεταφοράς του οξυγόνου από τα φύλλα προς τα ριζώματα και τις ρίζες.

ΦΑΣΗ 8: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ & ΑΝΑΣΤΟΧΑΣΜΟΣ

Καταγραφή όλων των μετρήσεων και των υπολογισμένων τιμών στους αντίστοιχους πίνακες του φύλλου εργασίας.

Δραστηριότητα: «Συνθέτοντας τα ευρήματά μας»

Συνοπτικά δεδομένα ομάδας

Συμπλήρωση του συνοπτικού πίνακα στο φύλλο εργασίας από κάθε ομάδα.

Συζήτηση αναστοχασμού

Ερωτήσεις:

- «Τι μάθατε για το είδος *Posidonia oceanica* που σας εξέπληξε;»
- «Τι σημαίνει το ότι μπορούμε να “διαβάσουμε” την ιστορία του φυτού από τους νεκρούς κολεούς;»

ΦΑΣΗ 9: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα αξιολόγησης: «Εργαστηριακή αναφορά για το *Posidonia oceanica*»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά τα παρακάτω ζητούμενα:

Μέρος 1: Αναγνώριση είδους

1. Καταγραφή τριών διακριτικών χαρακτηριστικών του είδους *Posidonia oceanica*:
b. _____
c. _____
d. _____

Μέρος 2: Μετρήσεις

2. Το δείγμα μας είχε μέση τιμή (μέσο όρο) _____ φύλλων ανά βλαστό.
3. Τα ενήλικα φύλλα είχαν μέση τιμή (μέσο μήκος) _____ mm και μέση τιμή (μέσο πλάτος) _____ mm.
4. Μετρήσαμε _____ νεκρούς κολεούς, που αντιπροσωπεύουν περίπου _____ χρόνια ανάπτυξης.

Μέρος 3: Κατανόηση των νεκρών κολεών

5. Επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο οι νεκροί

κολεοί μπορούν να μας πληροφορήσουν για το παρελθόν του φυτού: _____

Μέρος 4: Μικροσκοπικές δομές

6. Πόσες αγγειακές δεσμίδες παρατηρήσατε;

7. Ποια είναι η λειτουργία των αεροθαλάμων στα φύλλα του είδους *Posidonia oceanica* leaves?

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση (κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής εργασίας)

1. Φύλλο παρατήρησης:

Έλεγχος των εξής στοιχείων για κάθε ομάδα:

- ☐ Σωστός προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του είδους *Posidonia oceanica*.
- ☐ Ακριβής μέτρηση των φύλλων ανά βλαστό.
- ☐ Ορθή ταξινόμηση των φύλλων ανά ηλικία.
- ☐ Ακριβής μέτρηση των διαστάσεων των φύλλων.
- ☐ Ορθή ερμηνεία των μετρήσεων των νεκρών κολεών ως έτη ανάπτυξης.
- ☐ Επιτυχής παρατήρηση των αγγειακών δεσμίδων με τη χρήση μεγέθυνσης.
- ☐ Πλήρης και ακριβής καταγραφή των δεδομένων.

2. Ερωτήσεις:

- «Πώς μπορείτε να ξεχωρίσετε τα ενήλικα από τα νεαρά και τα ενδιάμεσα φύλλα;»
- «Γιατί μετράμε τους κολεούς σε ομάδες των 7-8;»

- «Τι λειτουργία επιτελούν οι αγγειακές δεσμίδες;»
- «Τι πλεονέκτημα δίνουν οι αεροθάλαμοι στο είδος *Posidonia oceanica*;»

Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση:

Κριτήρια αξιολόγησης εργαστηριακής αναφοράς:

- Προσδιορισμός (ταυτοποίηση) του είδους.
- Μετρήσεις.
- Κατανόηση των νεκρών κολεών.
- Μικροσκοπικές δομές.
- Αναστοχασμός.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:

- Μπορώ να αναγνωρίσω το *Posidonia oceanica* από τα διακριτικά του χαρακτηριστικά.
- Μπορώ να ταξινομήσω τα φύλλα ανά ηλικία, χρησιμοποιώντας την παρουσία του κολεού, καθώς και το μήκος του ελάσματος και του κολεού.
- Μπορώ να μετρήσω το μήκος και το πλάτος του φύλλου με ακρίβεια.
- Μπορώ να αφαιρέσω και να μετρήσω τους νεκρούς κολεούς από τα κάθετα ριζώματα.
- Μπορώ να εκτιμήσω την ηλικία ενός ορθότροπου ριζώματος, μετρώντας τους νεκρούς κολεούς.
- Μπορώ να εξηγήσω πώς οι νεκροί κολεοί μας πληροφορούν για τις παρελθούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Μπορώ να εντοπίσω τις αγγειακές δεσμίδες και τους αεροθαλάμους με τη χρήση μεγέθυνσης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ *POSIDONIA OCEANICA*

Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____ Μέλη: _____

ΤΜΗΜΑ 1: ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ ΑΝΑ ΒΛΑΣΤΟ

Βλαστός	Αρ. ανέπαφων φύλλων	Αρ. κομμένων φύλλων	Σύνολο
1			
2			
3			

Μέσος αριθμός φύλλων ανά βλαστό: _____ φύλλα/βλαστό

ΤΜΗΜΑ 2: ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑ

Βλαστός	Ενήλικα	Ενδιάμεσα	Νεαρά	Σύνολο
1				
2				
3				
ΣΥΝΟΛΟ				

Ποσοστά: Ενήλικα _____% Ενδιάμεσα _____% Νεαρά _____%

ΤΜΗΜΑ 3: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΛΛΩΝ

(Συνεχίστε για όλα τα φύλλα που μετρήθηκαν)

Φύλλο	Ηλικιακή Κατηγορία	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)

Μέσο μέγεθος Ενήλικων: Μήκος _____ mm, Πλάτος _____ mm

Μέσο μέγεθος Ενδιάμεσων: Μήκος _____ mm, Πλάτος _____ mm

Μέσο μέγεθος Νεαρών: Μήκος _____ mm, Πλάτος _____ mm

ΤΜΗΜΑ 4: ΥΓΡΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΑ ΗΛΙΚΙΑ

Ηλικιακή Κατηγορία	Υγρό βάρος (g)/βλαστό
Ενήλικα	
Ενδιάμεσα	
Νεαρά	
ΣΥΝΟΛΟ	

ΤΜΗΜΑ 5: ΝΕΚΡΟΙ ΚΟΛΕΟΙ

Έτος	Αρ. Κολεών ανά ορθότροπο ρίζωμα	Καταμέτρηση
1	1-8	
2	8-14	
3	15-21	
....		

Συνολικός αριθμός Νεκρών Κολεών: _____

Εκτιμώμενη ηλικία ορθότροπου ριζώματος σε Χρόνια: _____

ΤΜΗΜΑ 6: ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ

Αγγειακές δεσμίδες που μετρήθηκαν: _____

Αεροθάλαμοι παρατηρήθηκαν: ☐ Ναι ☐ Όχι

Σχέδιο:

ΤΜΗΜΑ 7. ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Μέτρηση	Τιμή	Μονάδες/Σημειώσεις
Μέσος αρ. φύλλων/βλαστό		φύλλα/βλαστό
Ποσοστό ενήλικων φύλλων/βλαστό		%
Ποσοστό ενδιάμεσων φύλλων/βλαστό		%
Ποσοστό νεαρών φύλλων/βλαστό		%
Μέσο μήκος ενήλικου φύλλου		mm
Μέσο πλάτος ενήλικου φύλλου		mm
Μέσο μήκος ενδιάμεσου φύλλου		mm
Μέσο πλάτος ενδιάμεσου φύλλου		mm
Μέσο μήκος νεαρού φύλλου		mm
Μέσο πλάτος νεαρού φύλλου		mm
Μέσο υγρό βάρος ενήλικων φύλλων/βλαστό		g
Μέσο υγρό βάρος ενδιάμεσων φύλλων/βλαστό		g
Μέσο υγρό βάρος νεαρών φύλλων/βλαστό		g
Μέσο συνολικό υγρό βάρος φύλλων/βλαστό		g
Αρ. νεκρών κολεών/ορθότροπο ρίζωμα		κολεοί
Εκτιμώμενη ηλικία ορθότροπου ριζώματος		χρόνια
Αριθμός αγγειακών δεσμίδων		δεσμίδες

B4.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 4: ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΜΕΓΑΛΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ

Ana Alexandre

Κέντρο Θαλάσσιων Επιστημών Algarve, Πορτογαλία



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει στη σημασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ως πρωτογενών παραγωγών. Πρωτογενείς παραγωγοί είναι οι οργανισμοί που μετατρέπουν τον ανόργανο άνθρακα σε οργανική ύλη χρησιμοποιώντας το ηλιακό φως, απελευθερώνοντας οξυγόνο ως υποπροϊόν. Σε αυτό το μάθημα, ο μαθητής θα «δει» τη φωτοσύνθεση μέσα από τον σχηματισμό φυσαλίδων οξυγόνου στην επιφάνεια των φύλλων που εκτίθενται σε ισχυρή πηγή φωτός.

Μετρώντας τον αριθμό των φυσαλίδων οξυγόνου σε φύλλα που εκτίθενται σε διαφορετικές εντάσεις φωτός, οι μαθητές θα κατανοήσουν επίσης τις συγκεκριμένες απαιτήσεις των φυτών σε υποβρύχιο φως. Το μάθημα θα δείξει επίσης πώς η θαλάσσια ρύπανση, και η επακόλουθη μείωση της διείσδυσης του φωτός, μπορεί να περιορίσει την παραγωγή οξυγόνου των λειμώνων

και να επηρεάσει τη θαλάσσια βιότα. Το μάθημα στοχεύει να δείξει ότι, μέσω της φωτοσύνθεσης, τα θαλάσσια αγγειόσπερμα παράγουν οξυγόνο και βιομάζα που είναι απαραίτητα για την αναπνοή και τη διατροφή άλλων οργανισμών, στηρίζοντας τα αντίστοιχα τροφικά πλέγματα.

Εναλλακτική δραστηριότητα:

Αν δεν είναι δυνατή η συλλογή θαλάσσιων αγγειόσπερμων, οι μαθητές μπορούν να προσομοιώσουν αυτή τη δραστηριότητα χρησιμοποιώντας τις τυπωμένες εικόνες της Εικ. 2.

Ενδιαφέροντα στοιχεία: Σε αντίθεση με τα χερσαία φυτά, τα θαλάσσια αγγειόσπερμα έχουν πολύ λεπτή εφυμενίδα, που επιτρέπει την άμεση και αποτελεσματική απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και των θρεπτικών συστατικών από τη στήλη του νερού. Επίσης δεν διαθέτουν στόματα (πόρους) και αντ' αυτού βασίζονται σε ολόκληρη την επιφάνεια του φύλλου ως φωτοσυνθετικό ιστό.

Οι ιστοί τους περιέχουν εξειδικευμένους, γεμάτους αέρα χώρους που ονομάζονται αεροθάλαμοι (lacunae), οι οποίοι διευκολύνουν την ανταλλαγή αερίων, αποθηκεύουν το οξυγόνο που παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση και προσφέρουν άνωση, βοηθώντας τα φύλλα να παραμένουν όρθια για να συλλαμβάνουν το ηλιακό φως.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Κατανοούν ότι το οξυγόνο είναι αποτέλεσμα της φωτοσύνθεσης.
- Κατανοούν ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα έχουν πολύ υψηλές απαιτήσεις φωτός.
- Αναγνωρίζουν τη σημασία των καθαρών υδάτων για την πρωτογενή παραγωγή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, καθώς και για τους θαλάσσιους οργανισμούς και τη θαλάσσια βιότα.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Δημιουργούν διαφορετικά υποβρύχια περιβάλλοντα φωτός για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Συγκρίνουν την πρωτογενή παραγωγή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων σε διαφορετικά επίπεδα φωτός.
- Αναλύουν πώς τα διαφορετικά περιβάλλοντα φωτός επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Επιδεικνύουν ικανότητα παρατήρησης και προσοχής κατά την πειραματική διαδικασία.
- Επιδεικνύουν ενσυναίσθηση για την προστασία και τη διατήρηση των λειμώνων.
- Αναπτύσσουν επίγνωση για την ανάγκη διατήρησης της καθαριότητας των παράκτιων περιβαλλόντων.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι σημαντικοί πρωτογενείς παραγωγοί.
- Κατανοούν ότι ο σχηματισμός των φυσαλίδων οξυγόνου είναι προϊόν φωτοσύνθεσης που μπορεί να μετρηθεί.
- Κατανοούν ότι η ποσότητα του φωτός επηρεάζει τη φωτοσύνθεση των φυτών αυτών.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ως σημαντικούς παραγωγούς οξυγόνου στον ωκεανό.

- Έχουν επίγνωση ότι η θαλάσσια ρύπανση μπορεί να επηρεάσει τη διαύγεια του νερού και τη φωτοσύνθεση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Έχουν επίγνωση της σημασίας της διατήρησης υγιών λειμώνων για τη στήριξη της θαλάσσιας βιοποικιλότητας.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Εργάζονται συνεργατικά σε ομάδες.

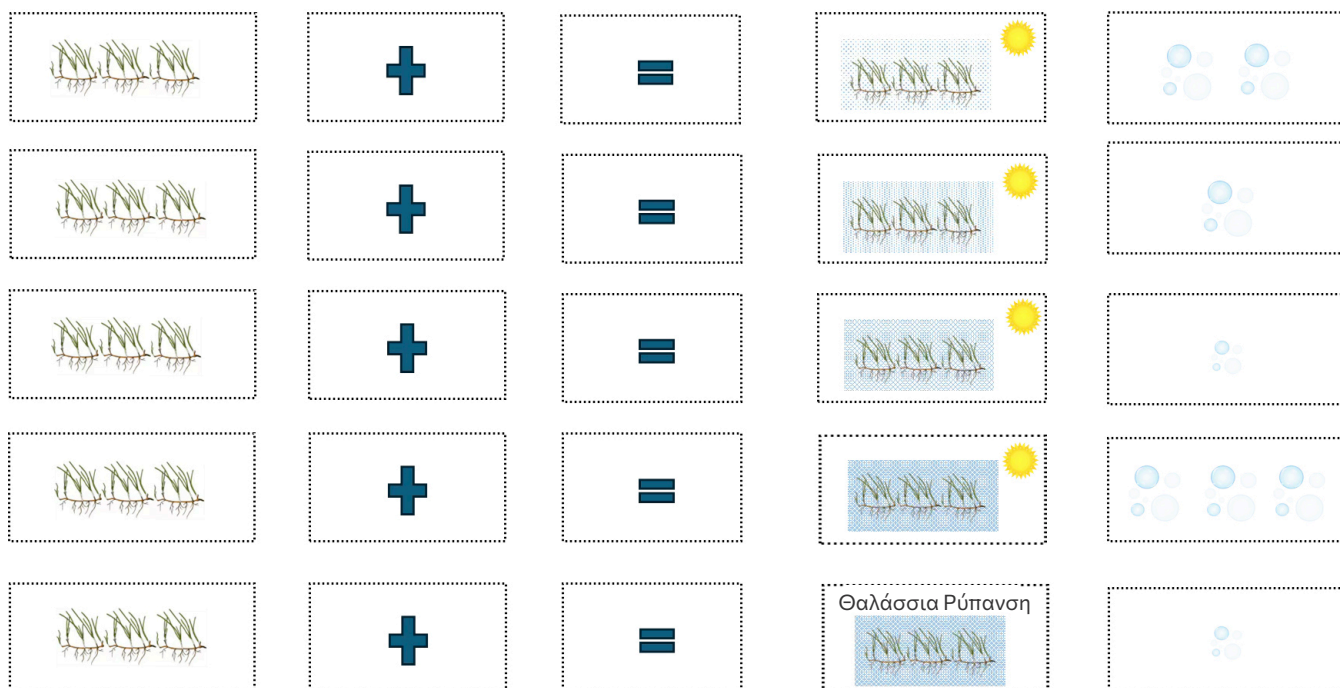
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα υλικά:

- Φυτά θαλάσσιων αγγειόσπερμων (φυτά με φύλλα, ριζώματα και ρίζες, καθαρισμένα από ιζήματα).
- Θαλασσινό νερό (περίπου 2 λίτρα).
- Ισχυρός, ψυχρός λαμπτήρας ως πηγή φωτός.
- Δοκιμαστικοί σωλήνες και βάσεις στήριξης.
- Ψαλίδι.
- Μολύβι (για σημειώσεις).
- Χαρτί (για σημειώσεις).



Εικόνα 1. Διάγραμμα για την αναπαράσταση των διαφορετικών περιβαλλόντων φωτός και την καταμέτρηση των φυσαλίδων (δημιουργήθηκε μέσω της Wikipedia υπό την άδεια Creative Commons)



Εικόνα 2. Εκτυπώσιμες εικόνες για τη συσχέτιση της έντασης του φωτός με την παραγωγή οξυγόνου (δημιουργήθηκε μέσω του freesvg.org)

Εναλλακτική δραστηριότητα (σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η συλλογή φυτών):

- Τυπωμένες εικόνες (Εικ. 2).
- Ψαλίδι.
- Μολύβι (για σημειώσεις).
- Χαρτί (για σημειώσεις).

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εισαγωγική παρουσίαση: «Ας δούμε τη φωτοσύνθεση!»

- Διεξαγωγή σύντομης εισαγωγής από τον εκπαιδευτικό, με σκοπό την επεξήγηση των αρχών της φωτοσύνθεσης και της σημασίας του φωτός για τη λειτουργία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Διατύπωση των εξής ερωτημάτων από τον εκπαιδευτικό στην ολομέλεια:
 - «Ποιο αέριο παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση και είναι ζωτικής σημασίας για όλους τους οργανισμούς;»
 - «Πώς επηρεάζει η ποσότητα του φωτός τη φωτοσύνθεση των φυτών αυτών;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Understand the importance of light for photosynthesis

- Εξοικείωση των μαθητών με τα φυτά.
- Υπόδειξη από τους μαθητές του τμήματος του φυτού που θα παράγει τις φυσαλίδες οξυγόνου.
- Υπόδειξη από τους μαθητές της

περιβαλλοντικής αντιστοίχισης των δοκιμαστικών σωλήνων και του λαμπτήρα.

Εναλλακτική δραστηριότητα:

- Εξοικείωση των μαθητών με τις διαφορετικές εικόνες της Εικ. 2.
- Υπόδειξη της σημασίας της κάθε εικόνας από τους μαθητές.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό ότι:

- Οι φυσαλίδες είναι οξυγόνο που απελευθερώνεται από τα φύλλα του φυτού.
- Οι φυσαλίδες οξυγόνου είναι προϊόν της φωτοσύνθεσης.
- Οι δοκιμαστικοί σωλήνες που λαμβάνουν μεγαλύτερη ποσότητα φωτός (αυτοί που βρίσκονται πιο κοντά στην πηγή φωτός) παρήγαγαν περισσότερες φυσαλίδες οξυγόνου.
- Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα εμφανίζουν υψηλό ρυθμό φωτοσύνθεσης (και παραγωγή οξυγόνου) σε υψηλότερες εντάσεις φωτός.
- Η θαλάσσια ρύπανση μειώνει τη διαύγεια του νερού και, κατά συνέπεια, την ποσότητα του φωτός που είναι διαθέσιμη για τη φωτοσύνθεση.
- Το οξυγόνο και η βιομάζα που παράγονται από τους λειμώνες χρησιμοποιούνται από άλλους οργανισμούς.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ)

- Γέμισμα των δοκιμαστικών σωλήνων με θαλασσινό νερό και τοποθέτηση των φυτών στο εσωτερικό τους (Εικ. 1).

- Τοποθέτηση των δοκιμαστικών σωλήνων σε διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή φωτός (ισχυρός, ψυχρός λαμπτήρας).
- Καταμέτρηση του αριθμού των φυσαλίδων που σχηματίζονται ανά λεπτό σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα από τους μαθητές.

Εναλλακτική δραστηριότητα:

- Κοπή των εικόνων της Εικ. 2 από τους μαθητές.
- Συμπλήρωση των εξισώσεων, με σκοπό τη σύνδεση της ποσότητας του φωτός με τον αριθμό των φυσαλίδων οξυγόνου που παράγουν τα φυτά.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δελτίο εξόδου με τη χρήση ψηφιακού κουίζ (π.χ. μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της πλατφόρμας Google Forms).

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- «Τι είναι οι φυσαλίδες που παρατηρήσατε;»
- «Αποτελεί η καταμέτρηση των φυσαλίδων μια μέθοδο μέτρησης της παραγωγής του οξυγόνου;»
- «Γιατί οι δοκιμαστικοί σωλήνες που βρίσκονται μακριά από την πηγή φωτός εμφανίζουν λιγότερες φυσαλίδες;»
- «Τι υποδηλώνει αυτό σχετικά με τις απαιτήσεις των θαλάσσιων αγγειόσπερμων σε φως για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης;»
- «Πώς επηρεάζει η μειωμένη φωτοσύνθεση τους υπόλοιπους οργανισμούς;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Ορισμένες φυσαλίδες μπορεί επίσης να αποτελούνται από διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), καθώς τα φυτά αυτά επιτελούν τη λειτουργία της αναπνοής ταυτόχρονα με τη φωτοσύνθεση.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Επιστημονική ακρίβεια και κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές απάντησαν σωστά στο κουίζ του δελτίου εξόδου.
- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές μοιράζονται τις γνώσεις τους μεταξύ των ομάδων.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

- Διαδικασία αυτοαξιολόγησης: Οι μαθητές αναφέρουν ποιο ήταν το πιο σημαντικό στοιχείο που διδάχθηκαν.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να παρατηρήσω τις φυσαλίδες του οξυγόνου.
- Μπορώ να εξηγήσω ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι σημαντικοί πρωτογενείς παραγωγοί.
- Μπορώ να τεκμηριώσω ότι το φως είναι σημαντικό για τη φωτοσύνθεση των φυτών αυτών.
- Μπορώ να διατυπώσω ότι το καθαρό νερό είναι σημαντικό για τη φωτοσύνθεση των λειμώνων.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΤΡΟΦΗ ΣΕ ΑΛΛΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει στη σημασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ως τροφοδοτών για ποικίλα ζωικά είδη, και στο πώς αυτό μεταφράζεται σε μεγάλη ποικιλότητα ζωής μέσα στους λειμώνες. Τα οικοσυστήματα του *Zostera marina* στηρίζουν σύνθετα τροφικά πλέγματα, τα οποία τροφοδοτούνται κυρίως από τα επιφυτικά φύκη που αναπτύσσονται πάνω στα ελάσματα των φυτών, καθώς και από τα οργανικά υπολείμματα (detritus) από τα αποσυντιθέμενα φύλλα. Μπορεί επίσης να παρατηρηθεί περιστασιακή άμεση βόσκηση στα φύλλα των αγγειόσπερμων.

Οι πρωτογενείς καταναλωτές (φυτοφάγοι), όπως μικρά ψάρια (π.χ. νεαρός βακαλάος, κέφαλος), σαλιγκάρια, αμφίποδα και ισόποδα, τρέφονται όλα με τα επίφυτα των φυτών και περιστασιακά τρώνε απευθείας τα φύλλα, όπως συμβαίνει επίσης και με τις χήνες. Οι πτωματοφάγοι/ρακοσυλλέκτες (detritivores), όπως καβούρια, σαλιγκάρια και σκώληκες, τρέφονται με τα οργανικά υπολείμματα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

Οι δευτερογενείς καταναλωτές (θηρευτές), όπως τα χέλια, τα πετρόψαρα και οι ερωδιοί, τρέφονται με μικρά ψάρια, καβούρια, γαρίδες και σκώληκες. Τα σαρκοφάγα θηλαστικά, όπως οι θαλάσσιες ενυδρίδες, είναι οι κορυφαίοι θηρευτές και τρέφονται με καβούρια, γαρίδες, σαλιγκάρια, αχιβάδες/κυδώνια και μικρά ψάρια.

Το μάθημα θα προσφέρει στους μαθητές θεμελιώδη γνώση για τα τροφικά πλέγματα των λειμώνων και τα διασυνδεδεμένα τροφικά τους επίπεδα. Μέσα από την άσκηση δημιουργίας ενός τροφικού πλέγματος θαλάσσιων αγγειόσπερμων και ένα σχετικό παιχνίδι με κάρτες, οι μαθητές θα εξοικειωθούν με τις έννοιες των οργανικών υπολειμμάτων (detritus), των πρωτογενών και δευτερογενών καταναλωτών, καθώς και των κορυφαίων θηρευτών. Παράλληλα, θα κατανοήσουν το πώς η αφαίρεση συγκεκριμένων τροφικών επιπέδων, ιδιαίτερα των ίδιων των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, μπορεί να επηρεάσει ολόκληρο το τροφικό πλέγμα.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν τις έννοιες του φυτοφάγου, των επιφύτων, των οργανικών υπολειμμάτων (detritus) και του τροφικού πλέγματος.
- Δίνουν παραδείγματα οργανισμών για κάθε τροφικό επίπεδο.
- Κατανοούν πώς διασυνδέονται τα διαφορετικά τροφικά επίπεδα.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις ενός τροφικού πλέγματος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Οργανώνουν το τροφικό πλέγμα ανάλογα με το «ποιος τρώει τι».
- Αναλύουν τις επιπτώσεις της αφαίρεσης συγκεκριμένων τροφικών επιπέδων.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν την κριτική τους σκέψη.
- Αναπτύσσουν γραφικά και σχηματικά μοντέλα.
- Αλληλεπιδρούν κοινωνικά με τους συμμαθητές τους.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν ότι οι λειμώνες αποτελούν τη βάση του τροφικού πλέγματος.
- Μαθαίνουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας των αγγειόσπερμων εισέρχεται στις θαλάσσιες τροφικές αλυσίδες ως οργανικό υπόλειμμα (detritus).
- Κατανοούν ότι πολλοί οργανισμοί εξαρτώνται από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα για τη διατροφή τους.
- Εντοπίζουν πιθανές απειλές για τα τροφικά πλέγματα (κατάρρευση του τροφικού πλέγματος).

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τη σημασία των λειμώνων ως τροφοδοτών οργανικής τροφής σε ποικίλα εξαρτημένα τροφικά πλέγματα.
- Κατανοούν την ευαλωτότητα των τροφικών πλεγμάτων αυτών των οικοσυστημάτων.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Εργάζονται συνεργατικά κατά τη διάρκεια των ομαδικών δραστηριοτήτων.
- Ανταλλάσσουν παρατηρήσεις και να συμβάλλουν στη συλλογική κατανόηση.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες εικόνες (Εικ. 1)
- Τυπωμένες κάρτες (Εικ. 2)
- Ψαλίδι



Εικόνα 1. Εκτυπώσιμες εικόνες για τη δημιουργία του τροφικού πλέγματος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (δημιουργήθηκε μέσω του freesvg.org)



Εικόνα 2. Εκτυπώσιμες κάρτες για τη διεξαγωγή του παιχνιδιού (δημιουργήθηκε μέσω του freesvg.org)

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εισαγωγική παρουσίαση: «Ποιος τρώει τι;»

- Διεξαγωγή σύντομης εισαγωγής από τον εκπαιδευτικό, με σκοπό την επεξήγηση των βασικών εννοιών ενός τροφικού πλέγματος (οργανικά υπολείμματα [detritus], πρωτογενείς παραγωγοί, πρωτογενείς και δευτερογενείς καταναλωτές, κορυφαίοι θηρευτές).
- Υπόδειξη παραδειγμάτων οργανισμών από τον εκπαιδευτικό για κάθε τροφικό επίπεδο, με τη χρήση των τυπωμένων εικόνων της Εικ. 1.
- Διατύπωση των εξής ερωτημάτων από τον εκπαιδευτικό στην ολομέλεια:
 - «Ποια ζώα είναι φυτοφάγα;»
 - «Ποια ζώα τρέφονται με τα φυτοφάγα;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

- Πρωτογενείς καταναλωτές (φυτοφάγοι): Μικρά ψάρια (π.χ. νεαρός βακαλάος, κέφαλος), σαλιγκάρια, αμφίποδα και ισόποδα, τα οποία τρέφονται όλα με τα επίφυτα των φυτών, με περιστασιακή άμεση κατανάλωση των φύλλων, όπως συμβαίνει επίσης και με τις χήνες.
- Πτωματοφάγοι/ρακοσυλλέκτες (detritivores): Καβούρια, σαλιγκάρια και σκώληκες, οι οποίοι τρέφονται με τα οργανικά υπολείμματα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Δευτερογενείς καταναλωτές (θηρευτές): Χέλια, πετρόψαρα και ερωδιοί, οι οποίοι

τρέφονται με μικρά ψάρια, καβούρια, γαρίδες και σκώληκες.

- Κορυφαίοι θηρευτές: Σαρκοφάγα θηλαστικά, όπως οι θαλάσσιες ενυδρίδες, οι οποίες τρέφονται με καβούρια, γαρίδες, σαλιγκάρια, αχιβάδες/κυδώνια και μικρά ψάρια.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Εισαγωγικό έναυσμα: «Ας ρίξουμε μια ματιά σε ένα λειμών!»

- Εξοικείωση των μαθητών με τους διαφορετικούς οργανισμούς.
- Υπόδειξη από τους μαθητές των ζώων που τρέφονται απευθείας με τα θαλάσσια αγγειόσπερμα (φυτοφάγα ή πρωτογενείς καταναλωτές) και εκείνων που τρέφονται με τα φυτοφάγα (δευτερογενείς καταναλωτές).
- Υπόδειξη από τους μαθητές των ζώων που τρέφονται με τα οργανικά υπολείμματα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (πτωματοφάγοι/ρακοσυλλέκτες).

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

- Παραδείγματα ζώων που τρέφονται απευθείας με τα θαλάσσια αγγειόσπερμα (φυτοφάγα ή πρωτογενείς καταναλωτές) είναι οι χήνες, τα αμφίποδα, τα ισόποδα και τα μικρά ψάρια (κέφαλος).
- Ζώα που τρέφονται με τα φυτοφάγα (δευτερογενείς καταναλωτές) είναι τα μεγαλύτερα ψάρια (π.χ. πετρόψαρο, χέλι) και οι κορυφαίοι θηρευτές (θαλάσσια ενυδρίδα).
- Παραδείγματα πτωματοφάγων ρακοσυλλεκτών (detritivores) είναι τα καβούρια, τα σαλιγκάρια και οι σκώληκες

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Επεξηγηματική παρουσίαση: «Κατανοώντας τα τροφικά πλέγματα των λειμώνων»

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

- Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα αποτελούν άμεση πηγή τροφής για τα φυτοφάγα ζώα.
- Τα οργανικά υπολείμματα (detritus) τους στηρίζουν άλλα τροφικά πλέγματα, καθώς και την παραγωγικότητα του ανοιχτού ωκεανού.
- Τα επίφυτα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων αποτελούν ζωτική πηγή τροφής για τους πρωτογενείς καταναλωτές.
- Ανάλυση της αλληλεξάρτησης των τροφικών επιπέδων και του αντίκτυπου της απώλειας των λειμώνων στη διαθεσιμότητα της τροφής.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιωματική δραστηριότητα: «Ας φτιάξουμε ένα τροφικό πλέγμα θαλάσσιων αγγειόσπερμων!»

Εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Κοπή των βελών και των εικόνων των οργανισμών της Εικ. 1.
- Δημιουργία ενός τροφικού πλέγματος, με τη χρήση βελών για την υπόδειξη του τρόπου σύνδεσης των οργανισμών, ξεκινώντας από τους παραγωγούς (θαλάσσια αγγειόσπερμα και επίφυτά τους) έως τους καταναλωτές (πρωτογενείς και δευτερογενείς καταναλωτές).
- Διεξαγωγή παιχνιδιού με την αφαίρεση ενός συγκεκριμένου τροφικού επιπέδου, όπως αυτό υποδεικνύεται σε κάθε κάρτα.
- Αναδιάρθρωση της τροφικής αλυσίδας μετά την αφαίρεση του συγκεκριμένου τροφικού επιπέδου.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Υπόδειξη ότι η αφαίρεση της βάσης του τροφικού πλέγματος (δηλαδή η αφαίρεση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων και των επιφύτων τους) επηρεάζει όλα τα υπόλοιπα τροφικά επίπεδα (πρωτογενείς και δευτερογενείς καταναλωτές, καθώς και τους κορυφαίους θηρευτές), σε αντίθεση με την αφαίρεση των κορυφαίων θηρευτών.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δελτίο εξόδου με τη χρήση ψηφιακού κουίζ (π.χ. μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της πλατφόρμας Google Forms).

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά ένα σύντομο δελτίο εξόδου με πέντε ερωτήσεις:

- «Ποια ζώα τρέφονται με τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και τα επίφυτά τους;»
- «Ποια ζώα τρέφονται με τα οργανικά υπολείμματα (detritus) των θαλάσσιων αγγειόσπερμων;»
- «Ποια ζώα τρέφονται με άλλα ζώα που ζουν στους λειμώνες;»
- «Ποια ζώα είναι κορυφαίοι θηρευτές;»
- «Τι συμβαίνει αν αφαιρέσουμε τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Επιστημονική ακρίβεια και κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές απάντησαν σωστά στο κουίζ του δελτίου εξόδου.
- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές μοιράζονται τις γνώσεις τους μεταξύ των ομάδων.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

- Διαδικασία αυτοαξιολόγησης: Οι μαθητές αναφέρουν ποιο ήταν το πιο σημαντικό στοιχείο που διδάχθηκαν.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να δημιουργήσω ένα τροφικό πλέγμα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να αναγνωρίσω τη σημασία των οργανικών υπολειμμάτων (detritus).
- Μπορώ να εντοπίσω τους οργανισμούς στα διαφορετικά τροφικά επίπεδα.
- Μπορώ να εξηγήσω τις επιπτώσεις στην περίπτωση που καταστραφούν οι λειμώνες.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ ΣΕ ΑΛΛΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

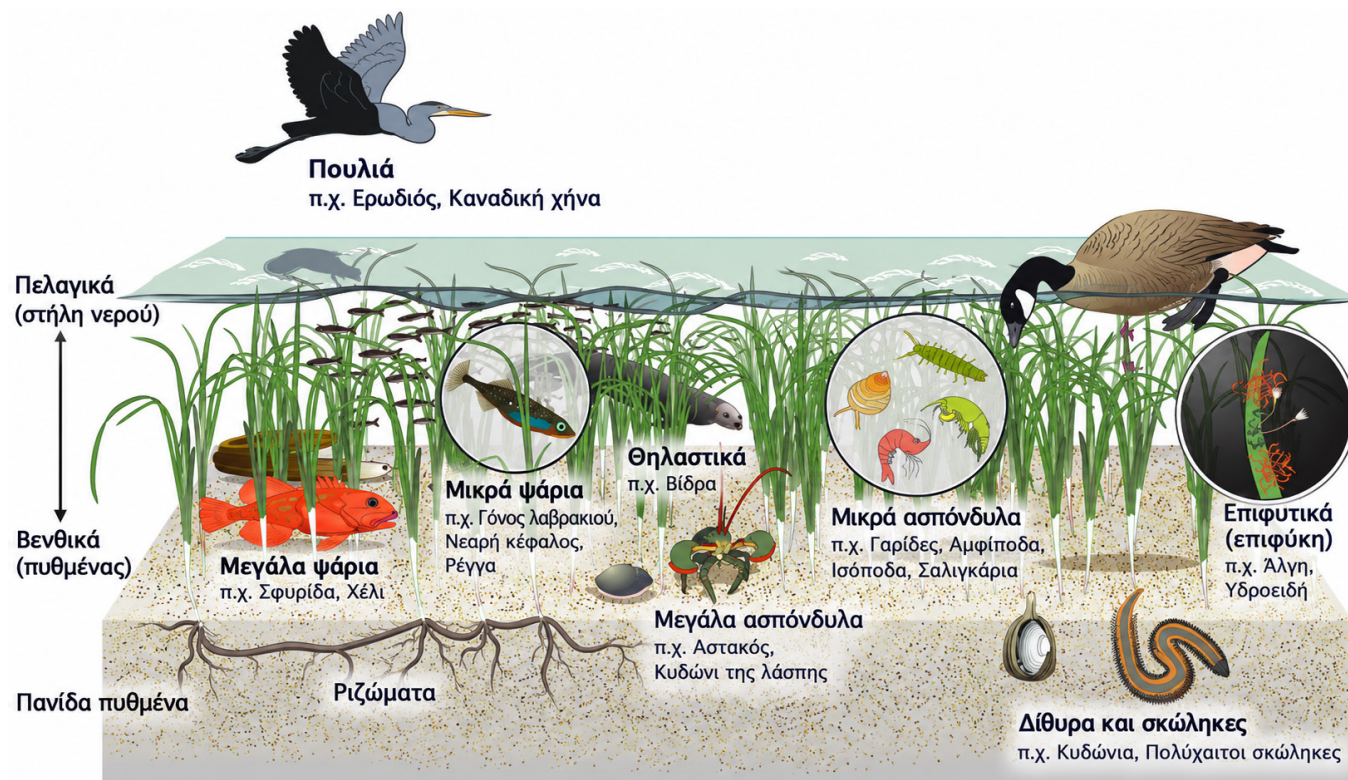
ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει στη σημασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ως ενδიაίτηματος για πολλαπλούς οργανισμούς. Πολλά ζώα χρησιμοποιούν τους λειμώνες ως ενδιάτημα, καταφύγιο και τόπο αύξησης νεαρών. Για παράδειγμα, ψάρια και γαστερόποδα εναποθέτουν τα αυγά τους στα φύλλα των φυτών αυτών, και τα νεαρά ψάρια (π.χ. κέφαλοι, νεαρός βακαλάος) αναπτύσσονται μέσα στους λειμώνες μέχρι την ενηλικίωσή τους. Πολλά είδη βακτηρίων, μικροφυκών, μακροφυκών και ασπόνδυλων αναπτύσσονται πάνω στα ζωντανά φύλλα (επίφυτα).

Τα ιζήματα του λειμώνα αποτελούν επίσης ενδιάιτημα για πολλούς οργανισμούς, όπως σκώληκες και αχιβάδες/κυδώνια, όπου επίσης αναζητούν τροφή και καταφύγιο. Μόνιμοι

κάτοικοι είναι οι οργανισμοί που χρησιμοποιούν τους λειμώνες για τη διατροφή και το καταφύγιο τους μόνιμα ή για σημαντικά τμήματα του κύκλου ζωής τους, και περιλαμβάνουν νεαρά ψάρια (π.χ. νεαρό βακαλάο), καρκινοειδή (π.χ. καβούρια και γαρίδες) και σκώληκες (π.χ. το γένος *Nereis*). Άλλα ζώα χρησιμοποιούν τον λειμώνα μόνο προσωρινά για περιστασιακή διατροφή (π.χ. χέλι, θαλάσσια ενυδρίδα, ερωδιός, χήνα).

Αυτό το μάθημα θα διδάξει πώς κατανέμονται τα ζώα μέσα σε έναν λειμώνα στα διαφορετικά διαμερίσματα: Πάνω και κοντά στον βυθό, μέσα στα ιζήματα και στην επιφάνεια των φύλλων. Θα δείξει επίσης ότι οι λειμώνες στηρίζουν μεγαλύτερη ποικιλότητα οργανισμών σε σύγκριση με τους γυμνούς πυθμένες.



Εικόνα 1. Γενικευμένη απεικόνιση ενός λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων σε εύκρατη περιοχή με απλοποιημένες συναθροίσεις ειδών, συμπεριλαμβανομένων επιφυτικών βιοκοινοτήτων, μικρών ευκίνητων ασπόνδυλων, μικρών πελαγικών και βενθικών ψαριών, μεγαλύτερων βενθικών ψαριών και ασπόνδυλων, ενδοπανίδας του ιζήματος, καθώς και θηλαστικών και πτηνών (τροποποιημένο από: Murphy et al., 2021. FACETS 6, σ. 139–179)

Με βάση την Εικ. 1, οι μαθητές θα κατασκευάσουν ένα μοντέλο ενδιαίτηματος που αντιπροσωπεύει ένα λειμώνα και μια γυμνή περιοχή, δηλαδή χωρίς βλάστηση. Μέσω της διεξαγωγής ενός παιχνιδιού, οι μαθητές επιλέγουν να είναι ένα ζώο από την Εικ. 2 και τοποθετούνται στην κατάλληλη θέση τους μέσα στον λειμώνα, ανάλογα με το διαμέρισμα του λειμώνα (πελαγικό, βενθικό ή ιζηματικό) στο οποίο ζουν, το οποίο χρησιμοποιούν και από το οποίο εξαρτώνται. Οι μαθητές έρχονται τότε σε συνειδητοποίηση ότι ο βυθός χωρίς βλάστηση φιλοξενεί λιγότερα ζώα από τον βυθό με βλάστηση.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζουν τις πολλαπλές λειτουργίες των λειμώνων (ενδιαίτημα, καταφύγιο και τόπος αύξησης νεαρών).
- Κατανοούν την κατανομή των οργανισμών ανάλογα με το ενδιαίτημα στο οποίο ζουν, το οποίο χρησιμοποιούν και από το οποίο εξαρτώνται.
- Εντοπίζουν τους μόνιμους και τους προσωρινούς κατοίκους του λειμώνα.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις ενός λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων και ενός γυμνού πυθμένα.
- Τοποθετούν οργανισμούς σε κάθε μοντέλο.
- Αξιολογούν τις επιπτώσεις της καταστροφής των λειμώνων.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν την κριτική τους σκέψη.
- Αναπτύσσουν γραφικά και σχηματικά μοντέλα.
- Αλληλεπιδρούν κοινωνικά με τους συμμαθητές τους.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν ότι οι λειμώνες είναι απαραίτητα για πολλά ζώα.
- Αναγνωρίζουν τα διαφορετικά διαμερίσματα των λειμώνων (ιζηματικό, βενθικό και πελαγικό).
- Εντοπίζουν τα βασικά είδη στα διαφορετικά διαμερίσματα.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Έχουν επίγνωση της σημασίας των θαλάσσιων λειμώνων για τη βιοποικιλότητα.
- Έχουν επίγνωση ότι πολλά ζώα εξαρτώνται από τα οικοσυστήματα αυτά.



Εικόνα 2. Εκτυπώσιμες εικόνες ζώων που χρησιμοποιούν οι λειμώνες (δημιουργήθηκε μέσω του freesvg.org)

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του

Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Επιδεικνύουν ενδιαφέρον για τη σημασία της διατήρησης υγιών λειμώνων.
- Συμμετέχουν σε συλλογικές περιβαλλοντικές δράσεις (π.χ. καθαρισμός, παρατήρηση).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες εικόνες των διαφόρων ζώων στην Εικ. 2 (μέγεθος Α4)
- Ψαλίδι
- Έγχρωμη ταινία

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εναρκτήριο δράση: «Ας εξερευνήσουμε ένα λειμώνα!»

Εισαγωγή του θέματος από τον εκπαιδευτικό με προβολή της Εικ. 1, καθώς και:

- Περιγραφή των τριών διαμερισμάτων των λειμώνων.
- Απεικόνιση της ποικιλομορφίας και της αφθονίας των οργανισμών στους λειμώνες.
- Παροχή παραδειγμάτων ζώων και της θέσης τους μέσα στον λειμώνα.
- Επεξήγηση της καθοριστικής σημασίας που έχει ένα λειμώνα για τα περισσότερα ζώα.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

- Συνιστάται στους εκπαιδευτικούς να προβάλλουν σχετικές φωτογραφίες και βίντεο στους μαθητές, ώστε να προκαλέσουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον.
- Σχετικές φωτογραφίες που αφορούν την ποικιλομορφία των οργανισμών που φιλοξενούνται σε λειμώνες μπορούν να βρεθούν στον ιστότοπο Ocean Image Bank (<https://oceanimagebank.theoceanagency.org/>), πληκτρολογώντας τη λέξη «seagrass» στην αναζήτηση εικόνων.
- Ένα εντυπωσιακό σχετικό βίντεο μπορεί να βρεθεί στο YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=KcyUgj30vL8>.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ.

Εναρκτήριο έναυσμα: «Ας ρίξουμε μια ματιά σε ένα ενδιαίτημα θαλάσσιων αγγειόσπερμων!»

- Εξοικείωση των μαθητών με τους οργανισμούς που απαντώνται σε εύκρατα ενδιαιτήματα θαλάσσιων αγγειόσπερμων (Εικ. 1).
- Διατύπωση των εξής ερωτημάτων από τον εκπαιδευτικό στην ολομέλεια:
 - «Ποια ζώα χρησιμοποιούν το λειμώνα ως καταφύγιο;»
 - «Ποια ζώα χρησιμοποιούν το λειμώνα ως τόπο αύξησης νεαρών;

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Επεξηγηματική παρουσίαση: «Κατανοώντας τη σημασία των ενδιαιτημάτων των θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

- Ορισμένα ζώα εξαρτώνται από τον βυθό με βλάστηση (π.χ. αχιβάδες/κυδώνια, σκώληκες).
- Ορισμένοι οργανισμοί εξαρτώνται από τα φύλλα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (π.χ. τα επίφυτα).
- Τα ζώα χρησιμοποιούν τους λειμώνες για διαφορετικούς σκοπούς (ενδιαίτημα, τροφή και καταφύγιο).
- Το παιχνίδι στην τάξη στοχεύει στη σύγκριση της ποικιλομορφίας των ειδών μεταξύ ενός λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων και ενός γυμνού βυθού.

Παροχή ευκαιρίας στους μαθητές για ερωτήσεις και συζήτηση.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιωματική δραστηριότητα: «Ας φτιάξουμε ένα μοντέλο ενδιαίτηματος θαλάσσιων αγγειόσπερμων!»

Εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Κοπή των εικόνων των οργανισμών της Εικ. 2 και ανάρτησή τους στον λαιμό ή στα ρούχα τους.
- Οριοθέτηση στο πάτωμα της τάξης δύο τετράγωνων περιοχών (π.χ. 2 m x 2 m) με τη χρήση έγχρωμης ταινίας, όπου η μία αντιπροσωπεύει τον λειμώνα και η άλλη τον γυμνό πυθμένα.
- Διεξαγωγή παιχνιδιού, στο οποίο ορισμένοι μαθητές που αντιπροσωπεύουν τα φυτά των θαλάσσιων αγγειόσπερμων τοποθετούνται μέσα στο τετράγωνο του λειμώνα.

- Δημιουργία ενός μοντέλου, όπου οι μαθητές που αντιπροσωπεύουν κάποιο ζώο τοποθετούνται στο κατάλληλο διαμέρισμα του λειμώνα ή στον γυμνό πυθμένα.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

- Ορισμένοι οργανισμοί (μαθητές) μπορεί να μη βρίσκουν θέση για τους εαυτούς τους στον γυμνό πυθμένα· αυτό γίνεται για να τονιστεί η σημασία των λειμώνων ως ενδιαίτημα, τροφή και καταφύγιο, σε σύγκριση με περιοχές χωρίς βλάστηση.
- Ο εκπαιδευτικός οφείλει να επιστήσει την προσοχή στον μικρότερο αριθμό οργανισμών (μαθητών) που βρίσκονται στον γυμνό πυθμένα σε σύγκριση με την περιοχή του λειμώνα.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Παρουσίαση στην κοινότητα:

Κάθε ομάδα μαθητών καλείται να ετοιμάσει μια μικρή παρουσίαση για την κοινότητα σχετικά με τη σημασία των λειμώνων ως ενδιαιτημάτων, στην οποία πραγματοποιούνται τα εξής:

- Χρήση των τυπωμένων εικόνων των ζώων.
- Επεξήγηση των διαφορετικών τύπων λειτουργιών που προσφέρουν οι λειμώνες στους οργανισμούς.
- Παράθεση συστάσεων προς το κοινό για την προστασία των οικοσυστημάτων αυτών.

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών, όπως αυτά τεκμηριώνονται από τον αριθμό των ερωτήσεων και τον ενθουσιασμό τους.
- Επιστημονική ακρίβεια και κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές απαντούν σωστά στις ερωτήσεις του εκπαιδευτικού.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Αξιολόγηση της παρουσίασης στην κοινότητα με βάση τα εξής κριτήρια:

- Ορθή επεξήγηση των διαφορετικών λειτουργιών ενός υποβρύχιου ενδιαιτήματος.
- Ορθή επισήμανση ότι οι λειμώνες εμφανίζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία σε σχέση με τους γυμνούς πυθμένες.
- Σωστή μεταφορά του μηνύματος για την ανάγκη διατήρησης υγιών λειμώνων.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να δημιουργήσω ένα μοντέλο ενδιαιτήματος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να εντοπίσω τα διαφορετικά διαμερίσματα του λειμώνα.
- Μπορώ να αναφέρω παραδείγματα ζώων που χρησιμοποιούν κάθε διαμέρισμα.
- Μπορώ να εξηγήσω τη σημασία των λειμώνων για τη βιοποικιλότητα.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4.

ΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΑΛΛΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει στην αλληλεπίδραση των ενδιαιτημάτων των θαλάσσιων αγγειόσπερμων με άλλα κοντινά ή απομακρυσμένα παράκτια περιβάλλοντα, όπως κοραλλιογενείς υφάλους, μαγγρόβια δάση, αλμυρά έλη (αλμυρόβαλτους), λασπώδεις υγροτόπους (λασπότοπους) και υφάλους στρειδιών. Το μάθημα θα προσφέρει στους μαθητές την κατανόηση ότι οι λειμώνες στηρίζουν σημαντικά τα γειτονικά θαλάσσια ενδιαιτήματα, όπως τους κοραλλιογενείς υφάλους και τα μαγγρόβια.

Το μάθημα θα εστιάσει συγκεκριμένα στο ότι οι λειμώνες εξαγουν σωματιδιακή οργανική ύλη φυτικής και ζωικής βιομάζας ως οργανικό

υπόλειμμα (detritus). Αυτά τα υλικά εναποτίθενται στον βαθύ ωκεανό, καθώς και σε παράκτιες ή ενδοχώριες περιοχές, παρέχοντας ενδιαίτημα και τροφή σε ασπόνδυλους καταναλωτές. Οι μαθητές θα μάθουν επίσης ότι τα νεκρά μέρη των φυτών αυτών (π.χ. νεκρά φύλλα) που συσσωρεύονται στην ακτή συμβάλλουν στην παράκτια προστασία από τη διάβρωση.

Σε αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα δημιουργήσουν μια ιστορία με διαλόγους ανάμεσα σε χαρακτήρες της επιλογής τους, οι οποίοι αλληλεπιδρούν με τρόπο που αναπαράγει τις συνδέσεις ανάμεσα σε ένα λειώνα και τις γύρω περιοχές.

Τροφικές μεταφορές στους λιμνώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων εύκρατων περιοχών



Εικόνα 1. Εννοιολογικό διάγραμμα που απεικονίζει τις τροφικές μεταφορές από τους λιμνώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων, καθώς και τη συνδεσιμότητα μεταξύ των λιμνώνων αυτών και των θαλάσσιων και χερσαίων ενδιαιτημάτων σε εύκρατες περιοχές (τροποποιημένο από: Heck et al., 2008. Ecosystems 11, σ. 1198–1210)

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Κατανοούν την έννοια της διασυνδεσιμότητας των ενδιαιτημάτων.
- Εντοπίζουν τα κύρια κοντινά ενδιαιτήματα με τα οποία αλληλεπιδρούν οι λιμνώνες.
- Αναλύουν τις συγκεκριμένες σχέσεις μεταξύ των λιμνώνων αυτών και των κοντινών θαλάσσιων ενδιαιτημάτων.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν τη δημιουργικότητα και την κριτική τους σκέψη.
- Καλλιεργούν τις κοινωνικο-συναισθηματικές

τους δεξιότητες.

- Εξασκούν τη μνήμη και την προσοχή τους.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν την ικανότητα αφήγησης.
- Αναπτύσσουν συναισθηματική ενσυναίσθηση για τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τις σχέσεις μεταξύ των λιμνώνων και των γειτονικών ενδιαιτημάτων.
- Αναπτύσσουν το επιστημονικό τους λεξιλόγιο.
- Ερμηνεύουν πληροφορίες για να δημιουργήσουν τεκμηριωμένα μηνύματα.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τις διασυνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών ενδιαιτημάτων.
- Αναγνωρίζουν τη σημασία των λειμώνων για άλλα ενδιαιτήματα.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κοινοποιούν (μοιράζονται) την ιστορία στα σχολεία ως επιτοίχιο πίνακα / αφίσα.
- Συμβάλλουν στη συλλογική κατανόηση.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες κάρτες (Εικ. 2)
- Ψαλίδι
- Χαρτί
- Στυλό/μολύβι



Εικόνα 2. Εκτυπώσιμες κάρτες με τους χαρακτήρες της ιστορίας (δημιουργήθηκε μέσω του freesvg.org και της Wikipedia υπό την άδεια Creative Commons)

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εναρκτήρια παρουσίαση: «Πώς να αφηγηθούμε μια ιστορία»

Εισαγωγή του θέματος από τον εκπαιδευτικό με προβολή της Εικ. 1, καθώς και:

- Παροχή λεπτομερειών για τους χαρακτήρες της ιστορίας, τη λειτουργία τους και τον τρόπο αλληλεπίδρασής τους.
- Παροχή κατευθυντήριων γραμμών για τη δημιουργία των διαλόγων μεταξύ των διαφορετικών χαρακτήρων.
- Διατύπωση των εξής ερωτημάτων από τον εκπαιδευτικό στην ολομέλεια:
 - «Τι πιστεύετε ότι θα πει το λειμώνα στη χήνα αν συναντηθούν και συζητήσουν;»
 - «Τι πιστεύετε ότι θα πουν τα οργανικά υπολείμματα στην αμμώδη ακτή αν συναντηθούν και συζητήσουν;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

- Εξοικείωση των μαθητών με τους διαφορετικούς οργανισμούς / χαρακτήρες στους λειμώνες και τα κοντινά ενδιαίτηματα.
- Παροχή ευκαιρίας στους μαθητές για ερωτήσεις και συζήτηση.
- Επιλογή από τους μαθητές των χαρακτήρων που επιθυμούν να αναπαραστήσουν.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό ότι:

- Οι διάλογοι πρέπει να εστιάζουν στις λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει ο ένας χαρακτήρας στον άλλο.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Παραδείγματα διαλόγων μπορεί να είναι: «Γεια σου! Είμαι ένα μεταναστευτικό υδρόβιο πτηνό! Ξέρεις ότι τρώω φύλλα θαλάσσιων αγγειόσπερμων όσο βρίσκομαι στον λειμώνα;».

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιωματική δραστηριότητα: «Ας γράψουμε μια ιστορία για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα!»

Εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Επεξεργασία ιδεών (καταιγισμός ιδεών) γύρω από τον επιλεγμένο χαρακτήρα τους και τους πιθανούς διαλόγους.
- Διεξαγωγή συζήτησης για την ιστορία που θα γράψουν.
- Καταγραφή των διαλόγων σε ένα χαρτί.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα παρουσίασης: «Αφήγηση ιστορίας»

Κάθε ομάδα μαθητών καλείται να παρουσιάσει την ιστορία της στην τάξη. Μπορεί να παρουσιαστεί ένα σύντομο θεατρικό δρώμενο.

Διαμορφωτική αξιολόγηση

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Επιστημονική ακρίβεια και κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές κατανόησαν σωστά τις έννοιες.
- Συμμετοχή: Αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να μεταφέρουν την επιστημονική συλλογιστική σε κοινωνικά εργαλεία.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

- Διαδικασία αυτοαξιολόγησης: Οι μαθητές αναφέρουν ποιο ήταν το πιο σημαντικό στοιχείο που διδάχθηκαν.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να εξηγήσω ότι οι λειμώνες είναι διασυνδεδεμένα με τα γειτονικά ενδιαίτηματα.
- Μπορώ να διατυπώσω ότι τα αποκολλημένα φύλλα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων εναποτίθενται στις ακτές και συμβάλλουν στην παρεμπόδιση της διάβρωσης.
- Μπορώ να τεκμηριώσω ότι οι λειμώνες παρέχουν τροφή σε οργανισμούς, τόσο σε κοντινά όσο και σε απομακρυσμένα ενδιαίτηματα.
- Μπορώ να δημιουργήσω μια ιστορία που εξηγεί πώς διασυνδέονται οι διαφορετικοί οργανισμοί και τα ενδιαίτηματα.
- Μπορώ να λειτουργήσω ως κοινωνικός πρεσβευτής για τον εγγραμμатισμό για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.

B5.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 5: ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟΝ ΒΥΘΟ, ΒΕΛΤΙΩΝΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΟΥΝ ΑΝΘΡΑΚΑ

Ana Alexandre

Κέντρο Θαλάσσιων Επιστημών Algarve, Πορτογαλία



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΟΙ ΛΕΙΜΩΝΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΟΥΝ ΤΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει στη σημασία των λειμώνων για τη σταθεροποίηση των ιζημάτων, δείχνοντας πώς η φυσική δομή των φυτών αυτών αποδυναμώνει την ενέργεια των κυμάτων και την παλιρροϊκή ενέργεια, μειώνοντας τη διάβρωση, την ταφή του πυθμένα και τη θολρότητα της στήλης του νερού. Οι μαθητές θα μάθουν πώς τα φύλλα, οι ρίζες και τα ριζώματα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, όπως απεικονίζονται στην Εικ. 1, παίζουν καθοριστικό ρόλο στη συγκράτηση των ιζημάτων, στην παγίδευση των αιωρούμενων σωματιδίων και στην ενίσχυση της απόθεσης τους.

Μέσα από την άσκηση κατασκευής δύο υδροδυναμικών μοντέλων – ενός που αντιπροσωπεύει ένα λειμώνα και ενός που αντιπροσωπεύει έναν γυμνό βυθό (Εικ. 2) – και χρησιμοποιώντας χρωστική ουσία (ή λεπτόκοκκη άμμο) ως υποκατάστατο των αιωρούμενων ιζημάτων, οι μαθητές θα κατανοήσουν την ικανότητα απόσβεσης ενός πυκνού λειμώννα και τον τρόπο που παγιδεύει τα σωματίδια αυτά, σε σύγκριση με έναν αραιό λειμώνα ή έναν γυμνό βυθό.

Εναλλακτική δραστηριότητα:

Μέσα από την αναπαράσταση των ίδιων των σωματιδίων, οι μαθητές περπατούν σε ευθεία γραμμή μέσα από έναν μεγάλο χώρο στην τάξη χωρίς εμπόδια (προσομοιώνοντας έναν γυμνό πυθμένα), με εμπόδια διατεταγμένα διάσπαρτα (προσομοιώνοντας έναν αραιό λειμώνα) ή πυκνά διατεταγμένα το ένα κοντά στο άλλο (προσομοιώνοντας έναν πυκνό λειμώνα). Οι μαθητές οφείλουν να σταματούν όταν συναντούν τα εμπόδια. Ο στόχος είναι να κατανοήσουν ότι οι πυκνοί λειμώνες παγιδεύουν περισσότερα σωματίδια σε σύγκριση με τους αραιούς λειμώνες ή τις περιοχές χωρίς βλάστηση.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εντοπίζουν τις διαφορετικές φυσικές δομές των θαλάσσιων αγγειόσπερμων: Φύλλα, ριζώματα και ρίζες.
- Κατανοούν τον ρόλο αυτών των δομών στη συγκράτηση των ιζημάτων.
- Συνδέουν τη σταθεροποίηση των ιζημάτων με τη διαύγεια του νερού και την προστασία της ακτογραμμής.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Κατασκευάζουν οπτικά και δυναμικά μοντέλα.
- Αξιολογούν τα πειραματικά αποτελέσματα.

- Μεταφέρουν σενάρια πεδίου στην τάξη.
- Ανταλλάσσουν απόψεις και αντιλήψεις μέσω κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκτιμούν τους λειμώνες ως μια λύση βασισμένη στη φύση για την παράκτια προστασία..

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τους λειμώνες ως παράγοντες σταθεροποίησης των ιζημάτων.
- Κατανοούν τη διαδικασία συγκράτησης των σωματιδίων από τους λειμώνες.
- Συγκρίνουν την επίδραση της παρουσίας ή απουσίας λειμώνων ως προς την παγίδευση και τη σταθεροποίηση των ιζημάτων.
- Εντοπίζουν τα οφέλη ενός πυκνού έναντι ενός αραιού λειμώνα για την παγίδευση των ιζημάτων (εναλλακτική δραστηριότητα).

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Έχουν επίγνωση του ρόλου των λειμώνων ως παραγόντων ενίσχυσης της διαύγειας του νερού και της παράκτιας προστασίας.
- Έχουν επίγνωση της σημασίας των πυκνών έναντι των κατακερματισμένων λειμώνων (εναλλακτική δραστηριότητα).

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

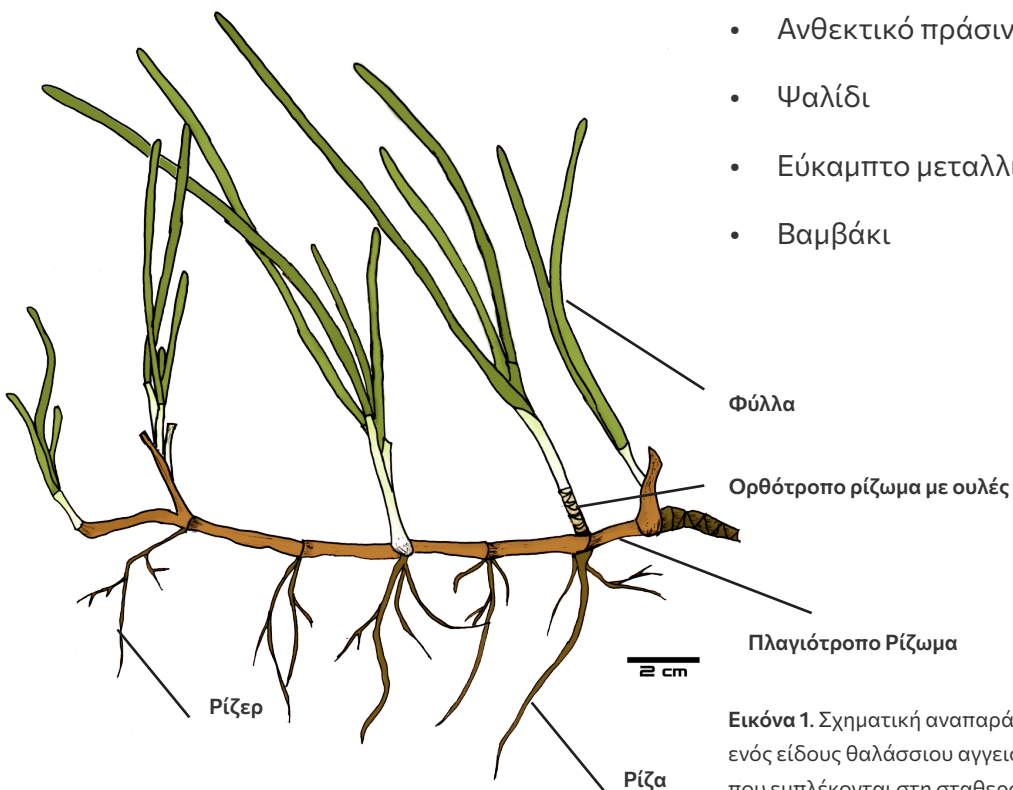
Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συμβάλλουν στη συλλογική περιβαλλοντική κατανόηση.
- Αναπτύσσουν κοινωνική αλληλεπίδραση.

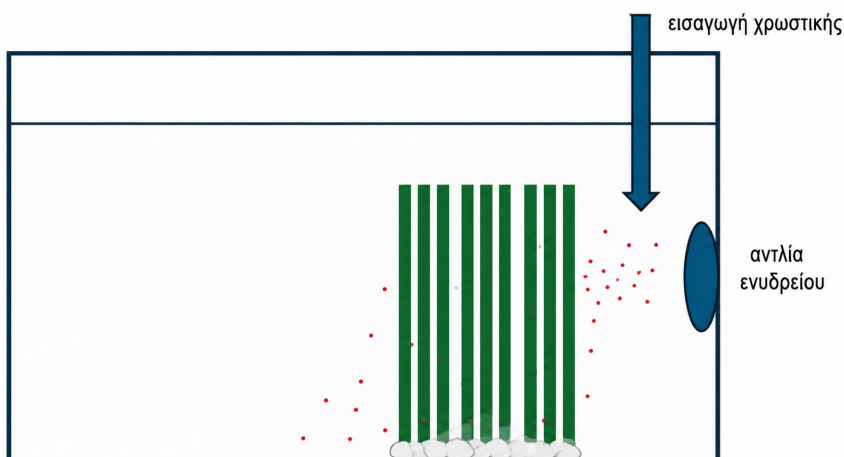
MATERIALS AND RESOURCES

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες εικόνες φυσικών δομών θαλάσσιου αγγειόσπερμου (Εικ. 1)
- Ενυδρεία (διαφανές γυαλί ή πλαστικό)
- Θαλασσινό νερό/Νερό βρύσης
- Αντλίες νερού
- Υγρή χρωστική (ή λεπτόκοκκη άμμος)
- Ανθεκτικό πράσινο αδιάβροχο χαρτί
- Ψαλίδι
- Εύκαμπτο μεταλλικό σύρμα
- Βαμβάκι



Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση των βασικών φυσικών δομών ενός είδους θαλάσσιου αγγειόσπερμου (φύλλα, ρίζες και ριζώματα) που εμπλέκονται στη σταθεροποίηση των ιζημάτων.



Εικόνα 2. Απεικόνιση ενός υδροδυναμικού μοντέλου: Ενυδρείο που περιέχει θαλασσινό νερό με πράσινο αδιάβροχο χαρτί προσαρτημένο σε μεταλλικό πλέγμα με τη χρήση βαμβακιού για την προσομοίωση ενός λειμώνα, όπου εμφανίζεται η ακριβής θέση για την αντλία νερού και την εισαγωγή της χρωστικής ουσίας (ή της λεπτόκοκκης άμμου).

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εναρκτήρια παρουσίαση: «Ας κατανοήσουμε την παγίδευση των σωματιδίων!»

Εισαγωγή του θέματος από τον εκπαιδευτικό, καθώς και:

- Προβολή εικόνων των διαφορετικών δομών ενός φυτού (Εικ. 1).
- Επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο τα διαφορετικά μέρη του φυτού εμπλέκονται στην παγίδευση των ιζημάτων, στην απόσβεση της ενέργειας των κυμάτων και στην απόθεση των ιζημάτων.
- Περιγραφή των υδροδυναμικών μοντέλων, με παράλληλη υπόδειξη της αντιστοίχισης για κάθε μέρος.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Τα φύλλα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων μειώνουν την κίνηση του νερού και συγκρατούν τα σωματίδια μέσα στην «κόμη» (canopy)· η περίπλοκη διάταξη των ριζών και των ριζωμάτων μέσα στο ίζημα αυξάνει την παγίδευση των σωματιδίων του ιζήματος· στο μοντέλο, η αντλία νερού προσομοιώνει την κίνηση και την ενέργεια των κυμάτων· τα μεταλλικά πλέγματα, καλυμμένα με βαμβάκι, αντιπροσωπεύουν τα ιζήματα όπου προσκολλώνται τα θαλάσσια φανερόγμα και τα οποία παγιδεύουν τα σωματίδια· το πράσινο αδιάβροχο χαρτί προσομοιώνει τα φύλλα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων, και η χρωστική ουσία (ή η λεπτόκοκκη άμμος) αντιπροσωπεύει τα αιωρούμενα σωματίδια του ιζήματος.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Πειραματική διαδικασία: «Ας κατασκευάσουμε υδροδυναμικά μοντέλα!»

1. Υδροδυναμικό μοντέλο λειμών

Εργαζόμενοι σε ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Κατασκευή των μεταλλικών πλεγμάτων χρησιμοποιώντας το εύκαμπτο μεταλλικό σύρμα (1cm x 1cm).
- Κοπή του πράσινου αδιάβροχου χαρτιού σε σχήματα που μοιάζουν με φύλλα.
- Προσάρτηση του πράσινου χαρτιού σε κάθε τετράγωνο του πλέγματος.
- Τοποθέτηση των δομών αυτών μέσα στο ενυδρείο.
- Κάλυψη του μεταλλικού πλέγματος με ένα παχύ στρώμα βαμβακιού.
- Τοποθέτηση της αντλίας νερού στο πλαϊνό τοίχωμα του ενυδρείου.
- Πλήρωση (γέμισμα) του ενυδρείου με νερό.

2. Υδροδυναμικό μοντέλο γυμνού βυθού

Εργαζόμενοι σε ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Τοποθέτηση της αντλίας νερού σε ένα ενυδρείο καλυμμένο με βαμβάκι και γεμάτο με νερό.

Εποπτεία και παροχή βοήθειας από τον εκπαιδευτικό, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Επεξηγηματική παρουσίαση: «Οι λειμώνες των θαλάσσιων αγγειόσπερμων έχουν σημασία!»

Ρίψη της χρωστικής ουσίας (ή της λεπτόκοκκης άμμου) στα δύο ενυδρεία από τους μαθητές, με παράλληλη παρατήρηση της κίνησης των σωματιδίων.

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

- Η παρουσία των λειμώνων αποσβένει την ενέργεια των κυμάτων.
- Η απόσβεση της ενέργειας των κυμάτων οδηγεί στην καθίζηση των σωματιδίων.
- Οι υπόγειες ρίζες και τα ριζώματα συγκρατούν τα παγιδευμένα σωματίδια.
- Η καθίζηση και η συγκράτηση των σωματιδίων οδηγεί σε διαύγεια του νερού γύρω από τους λειμώνες.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Η αντλία νερού πρέπει να λειτουργεί σε χαμηλή ταχύτητα.

ΦΑΣΗ 4: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα ελέγχου: «Τεστ γνώσεων»

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά ένα τεστ Σωστού / Λάθους με τις παρακάτω ερωτήσεις:

- «Τα φύλλα του φυτού συμβάλλουν στην παγίδευση των σωματιδίων (Σωστό / Λάθος).»
- «Η κόμη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων εμποδίζει την επαναιώρηση των σωματιδίων (Σωστό / Λάθος).»
- «Η παγίδευση των ιζημάτων κάνει το θαλασσινό νερό λιγότερο διαυγές (Σωστό / Λάθος).»
- «Οι λειμώνες σε παράκτιες περιοχές μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων και προστατεύουν τις ακτογραμμές (Σωστό / Λάθος).»

- «Οι λειμώνες μειώνουν την ταχύτητα ροής του νερού (Σωστό / Λάθος).»
- «Τα σωματίδια του ιζήματος ταξιδεύουν πιο γρήγορα σε πυκνούς λειμώνες (Σωστό / Λάθος).»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Αξιολόγηση του τεστ γνώσεων:

- Επιστημονική κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές απάντησαν σωστά στο τεστ γνώσεων.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να εξηγήσω ότι τα φύλλα, οι ρίζες και τα ριζώματα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων είναι σημαντικά για την παγίδευση των σωματιδίων.
- Μπορώ να εξηγήσω ότι οι λειμώνες αποσβένουν την ενέργεια των κυμάτων, μειώνοντας τη διάβρωση.
- Μπορώ να τεκμηριώσω ότι τα φύλλα του φυτού εμποδίζουν την επαναιώρηση των ιζημάτων, βελτιώνοντας τη διαύγεια του νερού.
- Μπορώ να διακρίνω ότι οι πυκνοί λειμώνες παγιδεύουν περισσότερα σωματίδια σε σχέση με τους κατακερματισμένους λειμώνες ή τις περιοχές χωρίς βλάστηση (εναλλακτική δραστηριότητα).

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΩΣ ΦΙΛΤΡΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Οι κύκλοι των θρεπτικών συστατικών είναι φυσικές διεργασίες κατά τις οποίες βασικά στοιχεία μεταφέρονται μεταξύ των βιοτικών και αβιοτικών μερών ενός οικοσυστήματος, διατηρώντας τα στοιχεία αυτά διαθέσιμα για τα φυτά και άλλους οργανισμούς. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα απορροφούν θρεπτικά συστατικά από το νερό μέσω των φύλλων τους και από τα ιζήματα μέσω των ριζών τους, για τη δική τους συντήρηση. Στη συνέχεια, τα απελευθερώνουν αργά πίσω στο περιβάλλον μέσα από τις διαδικασίες της αποσύνθεσης και της κατανάλωσης. Σε περιοχές φτωχές σε θρεπτικά συστατικά, τα φυτά βοηθούν στην ανακύκλωση των στοιχείων αυτών, προσλαμβάνοντάς τα από το ιζήμα και απελευθερώνοντάς τα στο νερό μέσω των φύλλων τους, λειτουργώντας σαν αντλία θρεπτικών συστατικών. Έτσι, τα θαλάσσια αγγειόσπερμα στηρίζουν τη συνολική παραγωγικότητα του οικοσυστήματος. Οι λειμώνες λειτουργούν επίσης ως φίλτρα για

τα θρεπτικά συστατικά που εισέρχονται στο παράκτιο περιβάλλον, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του νερού. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και τα επίφυτά τους απορροφούν γρήγορα την περίσσεια αζώτου και φωσφόρου από τη στήλη του νερού, τα οποία αποτελούν βασικά συστατικά της γεωργικής, αστικής και βιομηχανικής απορροής. Μόλις αφαιρεθούν από τη στήλη του νερού, αυτά τα θρεπτικά συστατικά απελευθερώνονται αργά μέσα από τις διαδικασίες της αποσύνθεσης και της κατανάλωσης. Με αυτόν τον τρόπο, οι λειμώνες μπορούν να μειώσουν τα προβλήματα ευτροφισμού.

Αυτό το μάθημα εστιάζει στη σημασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ως φίλτρων θρεπτικών συστατικών. Μέσα από τη διδασκαλία ότι τα φυτά αυτά και τα επίφυτά τους είναι πολύ αποτελεσματικά στην απορρόφηση θρεπτικών συστατικών, αναδεικνύεται η κρίσιμη λειτουργία των λειμώνων, συμβάλλοντας στη βελτίωση της

ποιότητας του νερού, καθώς και στην υγεία και την ισορροπία του οικοσυστήματος. Το μάθημα δείχνει επίσης ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα μπορούν να μειώσουν τα φαινόμενα ευτροφισμού, δηλαδή μιας κατάστασης υπερβολικής ανάπτυξης φυκών που προκαλείται από τα υψηλά επίπεδα θρεπτικών συστατικών.

Σε αυτό το μάθημα, ζητείται από τους μαθητές να φανταστούν το σενάριο μιας Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ) η οποία, στο πλαίσιο της λειτουργίας της, απορρίπτει θρεπτικά συστατικά σε μια παράκτια περιοχή. Έχοντας υπόψη τον θεμελιώδη ρόλο των θαλάσσιων λειμώνων ως φίλτρων θρεπτικών συστατικών, οι μαθητές καλούνται να ιεραρχήσουν (κατατάξουν) τις ενέργειες που θα μπορούσε να αναλάβει η ΜΕΛ ως αντισταθμιστικά μέτρα για την ελαχιστοποίηση της περιβαλλοντικής της επίπτωσης. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με την επεξηγηματική αιτιολόγηση της κατάταξης αυτής από τους μαθητές.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Κατανοούν ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα λειτουργούν ως φίλτρα θρεπτικών συστατικών, απορροφώντας την περίσσεια αυτών.
- Αναγνωρίζουν τον ρόλο των λειμώνων στην πρόληψη ή στη μείωση των φαινομένων ευτροφισμού.
- Αναλύουν τη σχέση μεταξύ της ικανότητας

απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα και της ποιότητας των παράκτιων υδάτων.

- Κατανοούν ότι τα φυτά αυτά βελτιώνουν την ποιότητα του νερού.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αναπτύσσουν κριτική σκέψη σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις πιθανές λύσεις τους.
- Προβαίνουν σε κριτική ανάλυση υποθετικών καταστάσεων για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων.
- Επικοινωνούν επιστημονικές έννοιες και μηνύματα προστασίας του περιβάλλοντος.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκτιμούν τους λειμώνες ως φυσικά φίλτρα του θαλασσινού νερού.
- Ιεραρχούν (κατανοούν) προτεραιότητες και βέλτιστες πρακτικές για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά.
- Αναπτύσσουν αίσθημα προσωπικής ευθύνης για την προστασία του οικοσυστήματος.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τον ρόλο των φύλλων και των

ριζών του φυτού στην απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών.

- Αναγνωρίζουν τον ρόλο των λειμώνων ως φίλτρων θρεπτικών συστατικών στα παράκτια ύδατα.
- Κατανοούν τη σημασία των θαλάσσιων λειμώνων στην πρόληψη των φαινομένων ευτροφισμού.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Εξοικειώνονται με την επικοινωνία και την εικονογραφία που βασίζονται σε σύμβολα.
- Κατανοούν την έννοια των αντισταθμιστικών μέτρων κατά της ρύπανσης.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναλαμβάνουν συγκεκριμένους ρόλους συνεργασίας στο πλαίσιο των ομάδων.
- Συμμετέχουν σε διαδικασίες συζήτησης και επιχειρηματολογίας.
- Συμβάλλουν στη συλλογική περιβαλλοντική κατανόηση.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες κάρτες των διαφορετικών αντισταθμιστικών μέτρων (Εικ. 1)
- Ψαλίδι



Εικόνα 1. Εκτυπώσιμες κάρτες με τα αντισταθμιστικά μέτρα (δημιουργήθηκε μέσω του freesvg.org)

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εναρκτήρια παρουσίαση: «Ας κατανοήσουμε τον ρόλο των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ως φίλτρων θρεπτικών συστατικών!»

Εισαγωγή της έννοιας του φίλτρου θρεπτικών συστατικών από τον εκπαιδευτικό, καθώς και:

- Έμφαση στη σημασία των λειμώνων ως φυσικών φίλτρων θρεπτικών συστατικών.
- Επεξήγηση της λειτουργίας των φυτών αυτών ως φίλτρων θρεπτικών συστατικών.
- Σύνδεση της ικανότητας φιλτραρίσματος θρεπτικών συστατικών από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα με τον ρόλο τους στην πρόληψη των φαινομένων ευτροφισμού.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά στην πρόσληψη θρεπτικών συστατικών· προσλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά από τη στήλη του νερού μέσω των φύλλων τους και από το ίζημα μέσω των ριζών τους· μέχρι σήμερα, δεν είναι γνωστή καμία λειτουργία απορρόφησης για τα ριζώματα.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Εναρκτήριο έναυσμα: «Ας λύσουμε ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα!»

Παρουσίαση από τον εκπαιδευτικό του υποθετικού σεναρίου μιας Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ) που απορρίπτει θρεπτικά συστατικά σε μια

παράκτια λιμνοθάλασσα, καθώς και επεξήγηση γύρω από τα εξής:

- Τη λειτουργία μιας Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων (ΜΕΛ).
- Το γεγονός ότι η απόρριψη μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών συστατικών σε παράκτια περιβάλλοντα μπορεί να προκαλέσει φαινόμενα ευτροφισμού.
- Σύντομη περιγραφή του φαινομένου του ευτροφισμού.
- Υπενθύμιση της ρυθμιστικής λειτουργίας των λειμώνων όσον αφορά τα επίπεδα των θρεπτικών συστατικών σε παράκτιες περιοχές.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Ο ευτροφισμός είναι ο υπερβολικός εμπλουτισμός ενός υδάτινου σώματος με θρεπτικά συστατικά, ο οποίος οδηγεί σε υπερβολική ανάπτυξη φυκών· όταν αυτά τα φύκη πεθαίνουν και αποσυντίθενται, το οξυγόνο εξαντλείται, δημιουργώντας «νεκρές ζώνες» που προκαλούν μαζικούς θανάτους ψαριών και μειωμένη βιοποικιλότητα.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Εναρκτήριο ερώτημα: «Πώς μπορούμε να λύσουμε αυτό το πρόβλημα;»

Περιγραφή του στόχου της άσκησης από τον εκπαιδευτικό, καθώς και:

- Επεξήγηση του νοήματος κάθε κάρτας δράσης.
- Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για την ιεράρχηση (κατάταξη) των δράσεων σύμφωνα με την κρίση τους για το ποια είναι η βέλτιστη λύση για το περιβάλλον και την κοινωνία.

- Ενημέρωση των μαθητών σχετικά με τη δυνατότητα να αποδώσουν ίση σημασία σε δύο ή περισσότερες κάρτες.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Ως σύντομη αιτιολόγηση της άσκησης, ο κύριος στόχος είναι οι μαθητές να αναγνωρίσουν τις ενέργειες που σχετίζονται με την προστασία των λειμώνων ή και γενικότερα του περιβάλλοντος ως τα καλύτερα αντισταθμιστικά μέτρα, δεδομένης της σημασίας τους για την αφαίρεση των θρεπτικών συστατικών και την ισορροπία του οικοσυστήματος.

Ανάμεσα στα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι οι μαθητές να κατανοήσουν ότι η «διακοπή λειτουργίας της ΜΕΛ» ή η «πληρωμή για τη ρύπανση» δεν αποτελούν λύσεις στο πρόβλημα, επειδή οι μονάδες αυτές είναι απαραίτητες για την εξασφάλιση της αποχέτευσης, ενώ δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι τα χρήματα διατίθενται σε μέτρα προστασίας των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

Επίσης, αναμένεται οι μαθητές να κατατάξουν στις πρώτες θέσεις την «πληρωμή για την αποκατάσταση των λειμώνων» ή και την «πληρωμή για τον καθαρισμό των οικοσυστημάτων αυτών», ως ενέργειες που βοηθούν στην πρόληψη του ευτροφισμού καθώς και στην αποκατάσταση της ρυθμιστικής λειτουργίας που επιτελούν οι λειμώνες κατά την ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιωματική δραστηριότητα: «Ας επιλέξουμε τα καλύτερα αντισταθμιστικά μέτρα!»

Εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής::

- Κοπή των τυπωμένων καρτών της Εικ. 1.
- Ιεράρχηση (κατάταξη) των ενεργειών με παράλληλη παράθεση της σχετικής αιτιολόγησης.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Διαμεσολάβηση του εκπαιδευτικού στη συζήτηση και διατύπωση ερωτημάτων (π.χ. γιατί η πληρωμή για την αποκατάσταση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων είναι καλύτερη από την πληρωμή για τη ρύπανση;)

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα «Σκέψου-Συζήτησε σε ζευγάρι-Μοιράσου» (Think-pair-share):

- Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για την παρουσίαση της ιεράρχησης (κατάταξης) και την αιτιολόγηση των επιλογών τους στους συμμαθητές τους.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Ο εκπαιδευτικός παρέχει επεξηγήσεις σε περιπτώσεις όπου η επιλεγμένη σειρά δεν είναι η βέλτιστη ή αναλύει τους λόγους για τους οποίους μια επιλογή πρέπει να προτιμηθεί έναντι μιας άλλης.

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

Φύλλο παρατήρησης και αξιολόγηση της δραστηριότητας Think-pair-share:

- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Αξιολόγηση της δραστηριότητας Think-pair-share:

- Επιστημονική κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές ιεράρχησαν (κατέταξαν) σωστά τα αντισταθμιστικά μέτρα.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να εξηγήσω ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα λειτουργούν ως φίλτρα για τα θρεπτικά συστατικά που εισέρχονται στο παράκτιο περιβάλλον.
- Μπορώ να εξηγήσω ότι οι λειμώνες βοηθούν στην επίλυση των προβλημάτων ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά.
- Μπορώ να τεκμηριώσω ότι η πληρωμή για την αποκατάσταση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ή για τον καθαρισμό των λειμώνων αποτελούν εξαιρετικά αντισταθμιστικά μέτρα για την καταπολέμηση της ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΒΕΛΤΙΩΝΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει σε τρεις λειτουργίες των θαλάσσιων αγγειόσπερμων που σχετίζονται με την ποιότητα του νερού: Την απορρόφηση και συγκράτηση των ρύπων, την παγίδευση των μικροπλαστικών καθώς και τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών. Η πρόσληψη μετάλλων από τα φυτά μπορεί να ακολουθήσει δύο διαδρομές: Από το γύρω νερό προς τα φύλλα και στη συνέχεια προς τα ριζώματα, ή μέσω μεταφοράς από το ενδοκοκκικό (πορώδες) νερό του ιζήματος προς τις ρίζες, τα ριζώματα και τα φύλλα (Εικ. 1). Μόλις αφαιρεθούν, αυτοί οι ρύποι μπορούν να απελευθερωθούν μόνο αργά μέσα από τις διαδικασίες της αποσύνθεσης και της κατανάλωσης, μειώνοντας τη ρύπανση και βελτιώνοντας την ποιότητα του νερού. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα συμβάλλουν επίσης στη συσσώρευση και ταφή των μικροπλαστικών στα ιζήματα, αφαιρώντας τα έτσι από το

θαλασσινό νερό και το πελαγικό τροφικό πλέγμα. Τα μικροπλαστικά παγιδεύονται μέσω της πρόσφυσης των σωματιδίων στην κόμη (canopy), κάτι που προάγει την εναπόθεσή τους στο ίζημα. Οι λειμώνες μειώνουν επίσης την αφθονία των παθογόνων βακτηρίων που βλάπτουν τόσο τους θαλάσσιους οργανισμούς όσο και τον άνθρωπο. Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα καταστέλλουν τα παθογόνα μέσω της απελευθέρωσης οργανικών ενώσεων που ονομάζονται φαινόλες στο θαλασσινό νερό, ενώ παράλληλα συγκρατούν τα παθογόνα αυτά στα ιζήματα.

Σε αυτό το μάθημα, ζητείται από τους μαθητές να υποδείξουν την ποσότητα των μετάλλων, των μικροπλαστικών και των παθογόνων που αναμένεται να βρεθεί σε δείγματα νερού τα οποία συλλέχθηκαν αφού πέρασαν μέσα από: 1) Έναν πυκνό λειμώνα, 2) έναν κατακερματισμένο

λειμώνα , και 3) μια περιοχή χωρίς βλάστηση (γυμνό ίζημα). Ο στόχος είναι η κατανόηση από την πλευρά των μαθητών ότι το πιο καθαρό νερό, δηλαδή αυτό που περιέχει τη μικρότερη ποσότητα ιχνοστοιχείων (μετάλλων), μικροπλαστικών και παθογόνων, εντοπίζεται σε δείγματα τα οποία συλλέγονται αφού το νερό περάσει μέσα από έναν πυκνό λειμώνα, τεκμηριώνοντας έτσι τον ρόλο των θαλάσσιων αγγειόσπερμων στη βελτίωση της ποιότητας του νερού (Εικ. 2). Η δραστηριότητα περιλαμβάνει την τοποθέτηση των ρύπων στις φιάλες δειγματοληψίας από τους μαθητές, στην ποσότητα που αναμένουν να βρουν στα διαφορετικά σενάρια, με τη χρήση των εικόνων των Εικ. 3 και 4. Αν είναι δυνατή η χρήση υπολογιστή, οι μαθητές καλούνται να συσχετίσουν τα δεδομένα ενός υπολογιστικού φύλλου (αρχείου Excel) με τους αντίστοιχους ρύπους και τις ποσότητές τους, μεταφέροντας τα σύνολα δεδομένων που αντιπροσωπεύουν τις συγκεντρώσεις των ρύπων στις αντίστοιχες περιοχές

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Κατανοούν τη σημασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων για την ποιότητα του νερού.
- Εντοπίζουν τις τρεις κύριες ρυθμιστικές λειτουργίες των λειμώνων.
- Περιγράφουν τις διεργασίες με τις οποίες τα φυτά αυτά αφαιρούν ρύπους, μικροπλαστικά και παθογόνα.

Στόχοι Δεξιοτήτων

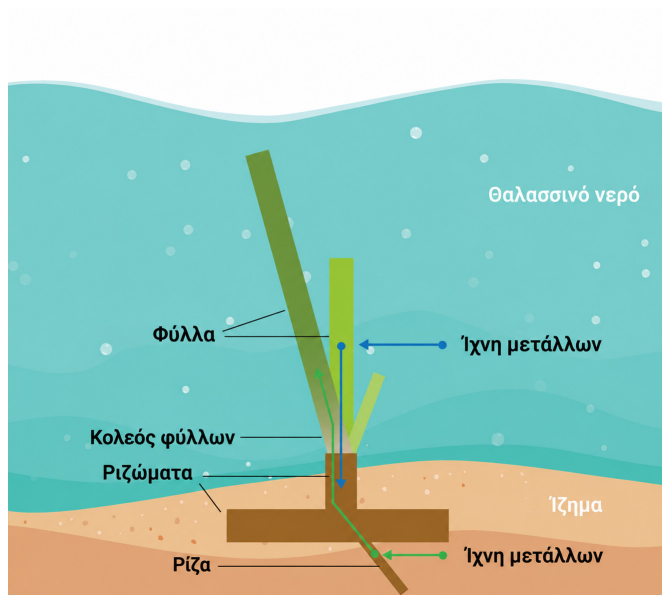
Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Αντιλαμβάνονται (κατανοούν) την έννοια της συγκέντρωσης των ρύπων σε δείγματα νερού.
- Μεταφέρουν τη γνώση αυτή σε καταστάσεις του πραγματικού κόσμου.
- Εξερευνούν υπολογιστικά φύλλα (αρχεία Excel), αν είναι διαθέσιμα.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

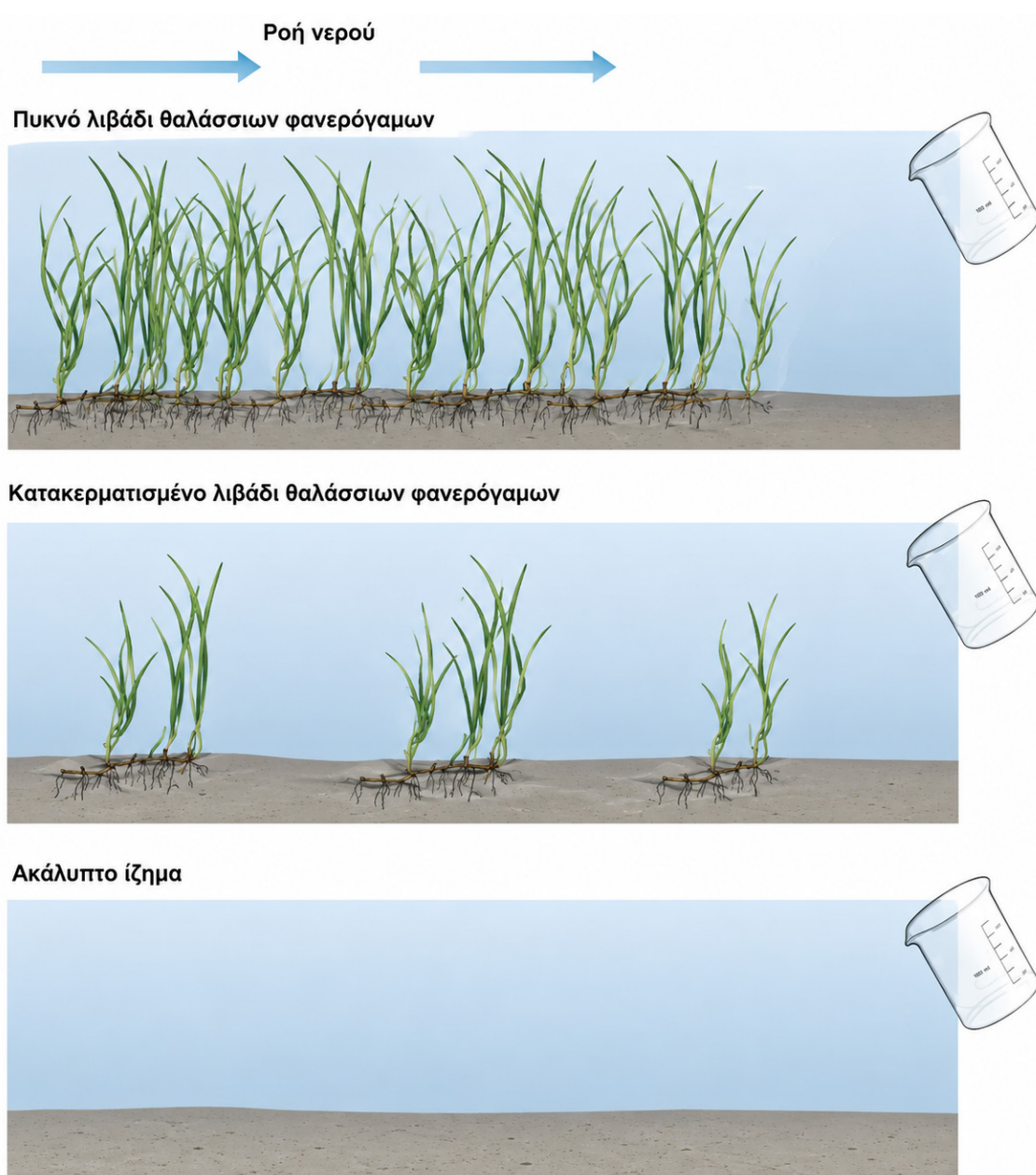
Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

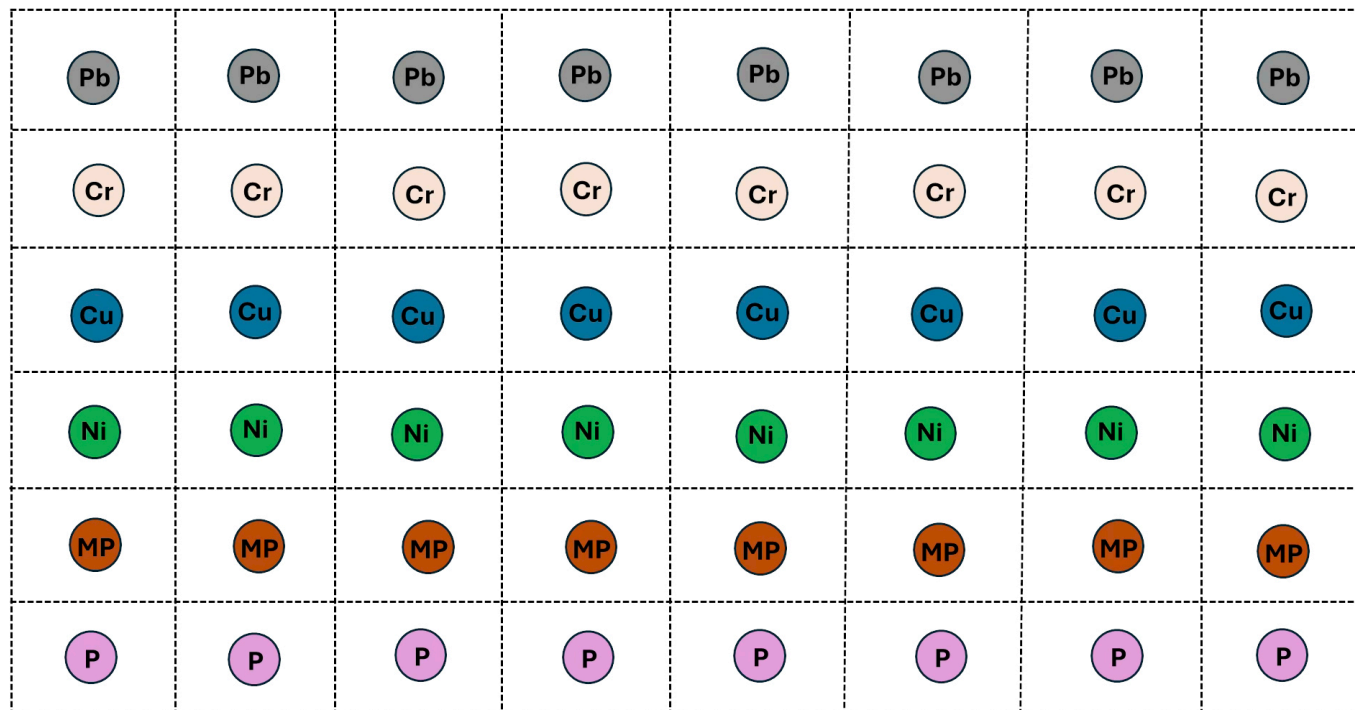
- Εκτιμούν τους λειμώνες ως φυσικούς παράγοντες καθαρισμού του νερού.
- Αναπτύσσουν επίγνωση για την ανάγκη προστασίας των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.



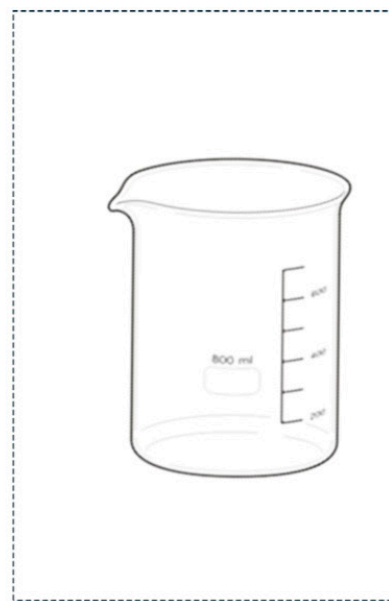
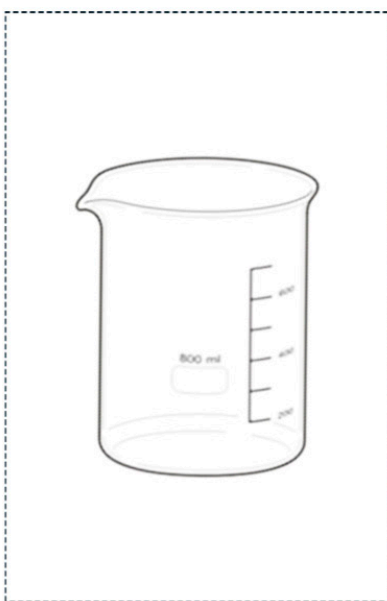
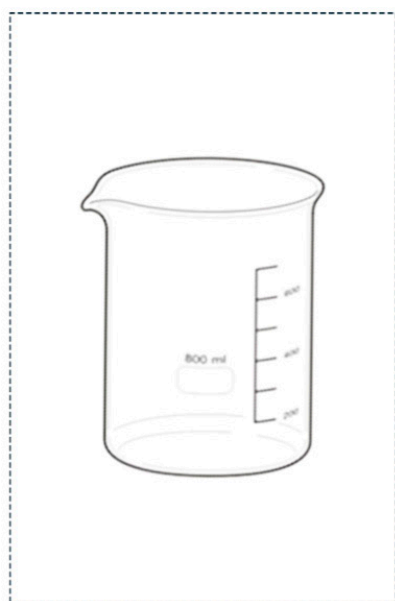
Εικόνα 1. Αναπαράσταση της πρόσληψης ιχνοστοιχείων (μετάλλων) από ένα θαλάσσιο αγγειόσπερμο: Η πρόσληψη των μετάλλων μπορεί να ακολουθήσει δύο διαδρομές – από το περιβάλλον νερό προς τα φύλλα και στη συνέχεια προς τα ριζώματα, ή μέσω μεταφοράς από το ενδοκοκκικό (πορώδες) νερό του ιζήματος προς τις ρίζες, τα ριζώματα και τα φύλλα (τροποποιημένο από: Malea et al., 2019).

Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση ενός πυκνού λειμώνος, ενός κατακερματισμένου λειμώνος και ενός γυμνού πυθμένα, καθώς και της δειγματοληψίας του νερού αφού αυτό περάσει μέσα από τους λειμώνες ή τον γυμνό πυθμένα.





Εικόνα 3. Εκτυπώσιμες εικόνες που αναπαριστούν ιχνοστοιχεία (μέταλλα) (Μόλυβδος = Pb· Χρώμιο = Cr· Χαλκός = Cu· Νικέλιο = Ni), μικροπλαστικά (MP) και παθογόνα (P).



Εικόνα 4. Εκτυπώσιμες εικόνες από ποτήρια ζέσεως (φιάλες) δειγματοληψίας.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τις έννοιες των ρύπων, των μικροπλαστικών και των παθογόνων.
- Εξοικειώνονται με τα χημικά σύμβολα κοινών ιχνοστοιχείων (μετάλλων): Μόλυβδος = Pb· Χρώμιο = Cr· Χαλκός = Cu· Νικέλιο = Ni.
- Εξοικειώνονται με την έννοια της συγκέντρωσης ως μέτρου ποσότητας.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Έχουν επίγνωση του ρόλου των λειμώνων ως παραγόντων καθαρισμού του νερού.
- Έχουν επίγνωση της σημασίας των πυκνών έναντι των κατακερματισμένων λειμώνων για τη συγκράτηση των σωματιδίων (σύνδεση με το σύνδεση με το σχέδιο μαθήματος: Οι λειμώνες θαλάσσιων αγγειόσπερμων σταθεροποιούνται ιζήματα, Θεματική Ενότητα 5: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα σταθεροποιούν τον βυθό, βελτιώνουν την ποιότητα του νερού και αποθηκεύουν άνθρακα).

Ψηφιακές Ικανότητες (αν υπάρχει διαθεσιμότητα)

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Εξοικειώνονται με τη χρήση υπολογιστικών φύλλων (αρχείων Excel).

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συμμετέχουν σε διαδικασίες συζήτησης και επιχειρηματολογίας.
- Συμβάλλουν στη συλλογική προστασία των λειμώνων.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες εικόνες (Εικ. 3 και 4)
- Ψαλίδι

Αν είναι διαθέσιμα:

- Υπολογιστές
- Φύλλο εργασίας excel με δεδομένα ([excel](#)).

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εναρκτήριο ερώτημα: «Πώς καθαρίζουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα το θαλασσινό νερό;»

Εισαγωγή του θέματος από τον εκπαιδευτικό, καθώς και:

- Αναφορά των τριών τύπων ρύπων του μαθήματος: Ιχνοστοιχεία (μέταλλα), μικροπλαστικά και παθογόνα.
- Επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο αυτοί οι ρύποι αφαιρούνται από το γύρω νερό μέσω των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Εισαγωγή της έννοιας της συγκέντρωσης και επεξήγηση ότι η μεγαλύτερη ποσότητα μιας ουσίας σε έναν όγκο δείγματος ισοδυναμεί με υψηλότερη συγκέντρωση (π.χ. 4 μg Pb σε

1 λίτρο θαλασσινού νερού αντιπροσωπεύει μεγαλύτερη συγκέντρωση από 1 μg Pb σε 1 λίτρο θαλασσινού νερού).

- Διατύπωση των εξής ερωτημάτων από τον εκπαιδευτικό στην ολομέλεια:
- «Περιμένετε να βρείτε υψηλότερη συγκέντρωση μικροπλαστικών στο θαλασσινό νερό γύρω από ένα λειμώνη ή σε ένα γυμνό ίζημα, και γιατί;»
- «Περιμένετε να βρείτε περισσότερους ρύπους γύρω από ένα λειμώνη ή σε ένα γυμνό ίζημα, και γιατί;»

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Πειραματική διαδικασία: «Ας αναλύσουμε δείγματα θαλασσινού νερού!»

- Εξοικείωση των μαθητών με τις τυπωμένες εικόνες των Εικ. 2, 3 και 4.
- Συσχέτιση των συμβόλων με τους αντίστοιχους ρύπους από τους μαθητές.

Σε περίπτωση διαθεσιμότητας υπολογιστών:

- Εξοικείωση των μαθητών με το υπολογιστικό φύλλο (αρχείο Excel) και τα δεδομένα.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Περιγραφή του στόχου της άσκησης από τον εκπαιδευτικό, καθώς και:

- Επεξήγηση ότι αναμένονται λιγότεροι ρύποι στο θαλασσινό νερό γύρω από ένα πυκνό λειμώνη σε σύγκριση με ένα κατακερματισμένο λειμώνη ή έναν γυμνό πυθμένα.
- Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για την τοποθέτηση των εικόνων των ρύπων στην κατάλληλη ποσότητα μέσα στις φιάλες δειγματοληψίας.

Σε περίπτωση διαθεσιμότητας υπολογιστών:

- Διατύπωση αιτήματος από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές για τη συσχέτιση των ποσοτήτων των ρύπων με την αντίστοιχη τοποθεσία δειγματοληψίας.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκράτηση των ρύπων από τον λειμώνη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων ενδεχομένως επηρεάζει την τροφική αλυσίδα, συγκεκριμένα την τροφική μεταφορά των προσκολλημένων μικροπλαστικών μέσω της βόσκησης (σύνδεση με το σχέδιο μαθήματος: Τροφικές αλληλεπιδράσεις με άλλα θαλάσσια οικοσυστήματα, Θεματική Ενότητα 4: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλότητα ζωής)

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιωματική δραστηριότητα: «Ας κοιτάξουμε ένα δείγμα νερού!»

Εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Κοπή των τυπωμένων συμβόλων ρύπων της Εικ. 3.
- Κοπή των τυπωμένων φιαλών της Εικ. 4.
- Τοποθέτηση στο εσωτερικό των φιαλών όσων συμβόλων κρίνουν κατάλληλα για κάθε σενάριο (πυκνό λειμώνη, κατακερματισμένο λειμώνη και γυμνό ίζημα).

Σε περίπτωση διαθεσιμότητας υπολογιστών:

- Μεταφορά του συνόλου δεδομένων στην κατάλληλη θέση στο υπολογιστικό φύλλο (αρχείο Excel) από τους μαθητές.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Οι μαθητές οφείλουν να τοποθετήσουν το σύνολο δεδομένων που αντιστοιχεί στις υψηλότερες συγκεντρώσεις ρύπων στα κελιά που προορίζονται για το γυμνό ίζημα, και τη χαμηλότερη συγκέντρωση ρύπων στα κελιά που προορίζονται για το πυκνό λειμώνα.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Φύλλο παρατήρησης:

- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

Διαδικασία στοχευμένων ερωτήσεων στην ολομέλεια από τον εκπαιδευτικό:

- «Γιατί το δείγμα θαλασσινού νερού γύρω από τον πυκνό λειμώνα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων έχει λιγότερους ρύπους;»
- «Γιατί το δείγμα θαλασσινού νερού γύρω από την περιοχή χωρίς βλάστηση εμφανίζει περισσότερους ρύπους;»
- «Είναι σημαντική η παρουσία των λειμώνων για τον καθαρισμό του θαλασσινού νερού; Για ποιους λόγους;»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Διαδικασία στοχευμένων ερωτήσεων:

- Επιστημονική κατανόηση: Έλεγχος εάν οι μαθητές απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να εξηγήσω ότι οι λειμώνες βελτιώνουν την ποιότητα του θαλασσινού νερού.
- Μπορώ να εξηγήσω ότι οι λειμώνες των θαλάσσιων αγγειόσπερμων συγκρατούν ρύπους μέσα στα φύλλα, τα ριζώματα και τις ρίζες τους.
- Μπορώ να τεκμηριώσω ότι οι ρύποι είναι λιγότεροι στο θαλασσινό νερό γύρω από έναν πυκνό λειμώνα θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 4.

ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΔΕΣΜΕΥΟΥΝ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΟΥΝ ΑΝΘΡΑΚΑ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

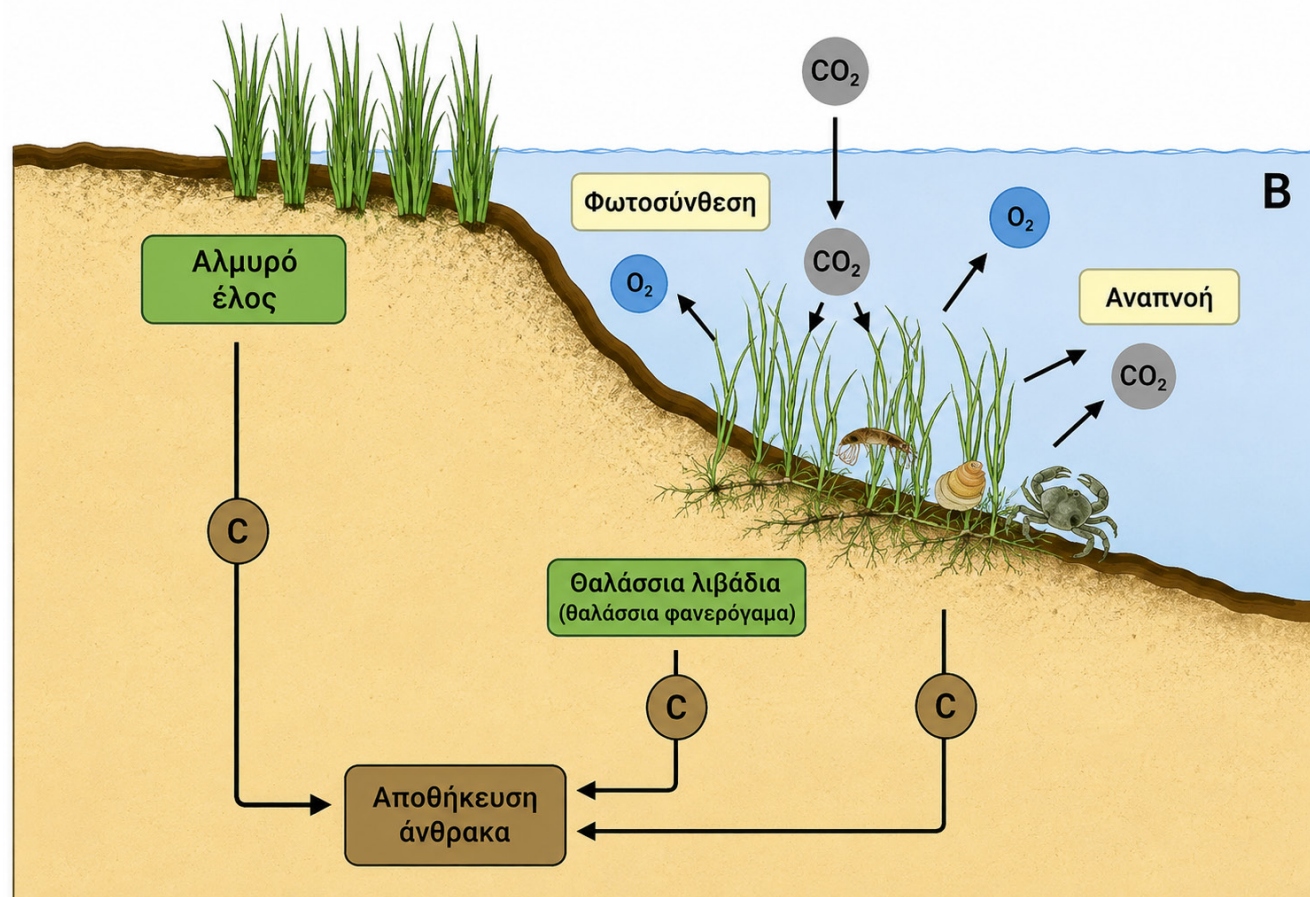
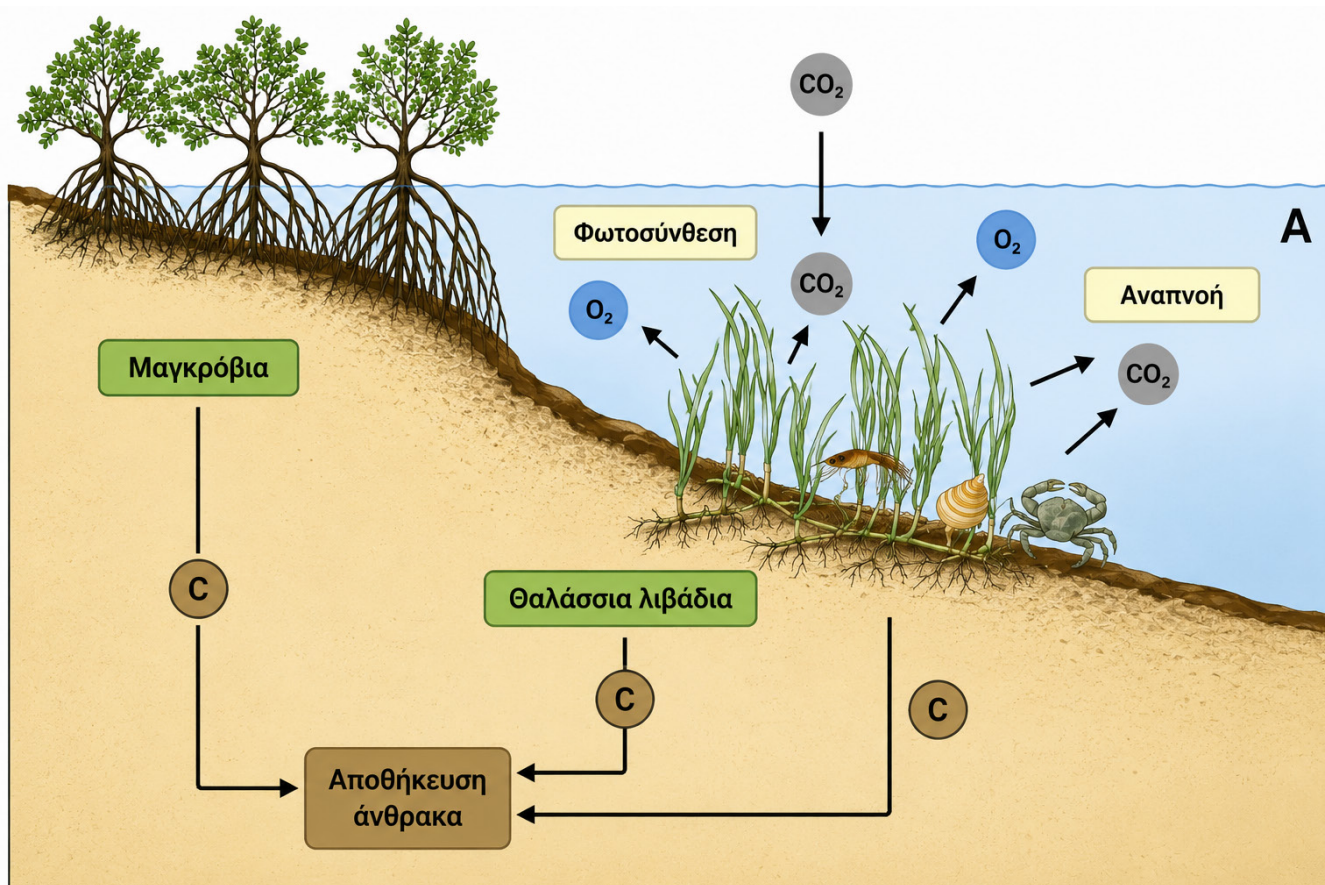
ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα εστιάζει στον σημαντικό ρόλο των λειμώνων, μαζί με τα μαγγρόβια δάση και τα αλμυρά έλη (αλμυρόβαλτους), στη δέσμευση και αποθήκευση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα. Αυτά τα οικοσυστήματα αποτελούν σημαντικές δεξαμενές άνθρακα, επειδή αποθηκεύουν περισσότερο άνθρακα από όσο απελευθερώνουν. Για τον λόγο αυτό, είναι ζωτικής σημασίας για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και την αντιμετώπιση της οξίνισης των ωκεανών. Επειδή αποθηκεύουν άνθρακα στο θαλάσσιο περιβάλλον, ονομάζονται οικοσυστήματα «γαλάζιου άνθρακα».

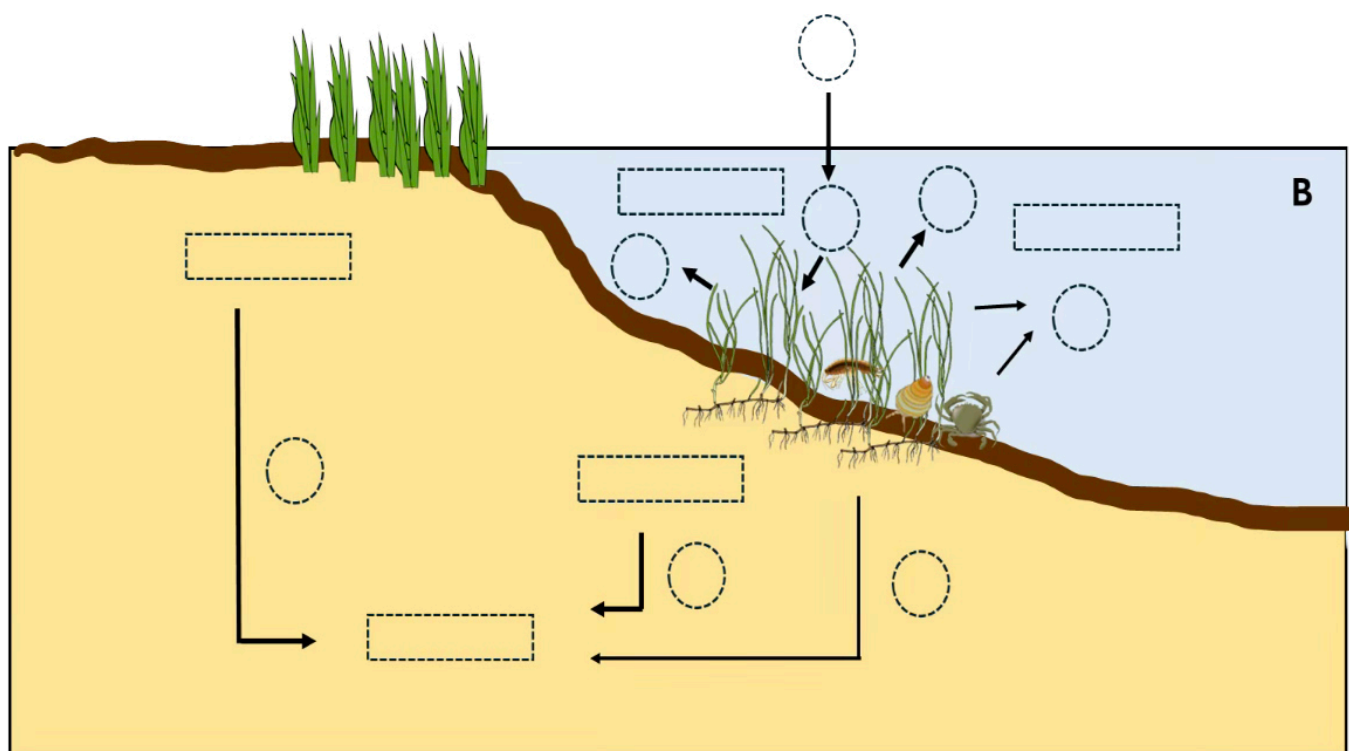
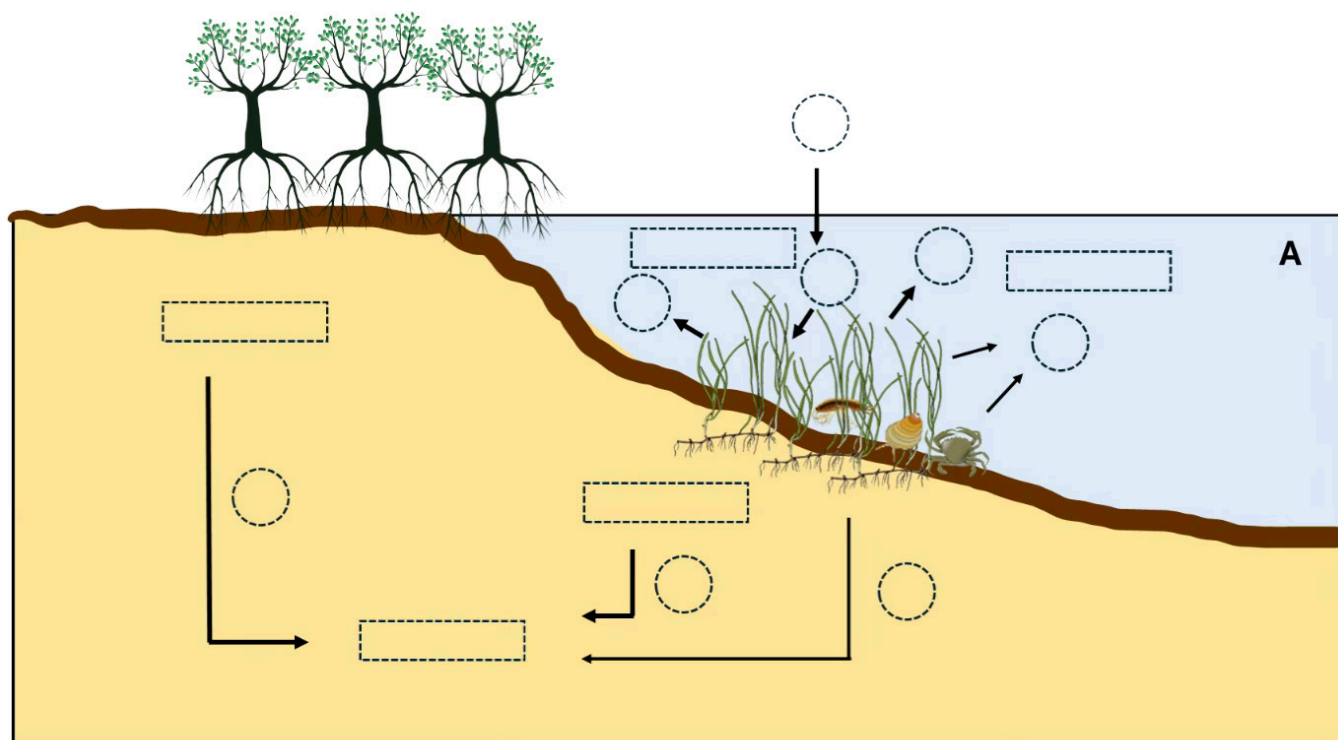
Σε αυτό το μάθημα, οι μαθητές θα μάθουν ότι οι λειμώνες αφαιρούν τον άνθρακα από το θαλασσινό νερό μέσω της φωτοσύνθεσης, προκειμένου να αναπτύξουν τις βλαστητικές τους δομές, π.χ. Ρίζες, ριζώματα και φύλλα (βλ. Εικ. 5.1 του Εγχειριδίου). Όντας πολυετή φυτά, τα θαλάσσια αγγειόσπερμα αποθηκεύουν άνθρακα

για μεγάλες περιόδους σε αυτές τις δομές. Οι μαθητές θα μάθουν επίσης ότι όταν τα φυτά αυτά και οι σχετιζόμενοι οργανισμοί πεθαίνουν και αποσυντίθενται, ο άνθρακας που περιέχεται στις δομές τους παγιδεύεται και θάβεται στο ίζημα.

Μέσα από την άσκηση κατασκευής ενός μοντέλου γαλάζιου άνθρακα για τα παράκτια οικοσυστήματα σε τροπικές και εύκρατες περιοχές, όπως αναπαρίστανται στις Εικ. 1α και β, οι μαθητές θα εξοικειωθούν με την έννοια της αποθήκευσης του άνθρακα. Παράλληλα, θα κατανοήσουν τη διαφορά μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) – δηλαδή του άνθρακα που δεσμεύεται ως αέριο μέσω της φωτοσύνθεσης και απελευθερώνεται μέσω της αναπνοής – και του στοιχειακού άνθρακα (C), ο οποίος προέρχεται από τη διάσπαση των ιστών των θαλάσσιων αγγειόσπερμων και άλλων οργανισμών, και αποθηκεύεται στα ιζήματα.



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση των ροών άνθρακα σε (Α) τροπικά και (Β) εύκρατα οικοσυστήματα γαλάζιου άνθρακα, με έμφαση στους λειμώνες.



Εικόνα 2. Εκτυπώσιμες εικόνες προς συμπλήρωση με τη χρήση των εικόνων που παρέχονται στην Εικ. 3..



Εικόνα 3. Εκτυπώσιμες εικόνες προς τοποθέτηση στις σωστές θέσεις των Εικ. 2Α και Β.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν την έννοια του γαλάζιου άνθρακα.
- Εντοπίζουν τα οικοσυστήματα του γαλάζιου άνθρακα.
- Περιγράφουν τη διαδικασία δέσμευσης και αποθήκευσης του άνθρακα στα οικοσυστήματα αυτά.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις των οικοσυστημάτων του γαλάζιου άνθρακα.
- Μεταφέρουν τη γνώση αυτή σε οπτικές αναπαραστάσεις..

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκτιμούν τους λειμώνες ως καθοριστικά για τη δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τη σημασία των οικοσυστημάτων του γαλάζιου άνθρακα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.
- Κατανοούν τον ρόλο των λειμώνων στην αντιμετώπιση της οξίνισης των ωκεανών.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τη σημασία της προστασίας

- των οικοσυστημάτων του γαλάζιου άνθρακα.
- Εντοπίζουν τις συνέπειες της απώλειας των θαλάσσιων αγγειόσπερμων για τη δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Προβληματιστούν γύρω από την ανάγκη προστασίας των θαλάσσιων λειμώνων.
- Συμμετέχουν σε συλλογικές δράσεις προστασίας (π.χ. καθαρισμός).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα Υλικά

- Τυπωμένες εικόνες των Εικ. 2 και 3
- Ψαλίδι.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Εναρκτήριο ερώτημα: «Τι είναι ο γαλάζιος άνθρακας;»

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό με τη χρήση της Εικ. 1, γύρω από:

- Τη σημασία των παράκτιων οικοσυστημάτων για τη δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα, με έμφαση στους λειμώνες.
- Τις κύριες διεργασίες μέσω των οποίων τα φυτά αυτά δεσμεύουν και αποθηκεύουν τον άνθρακα (φωτοσύνθεση και αποσύνθεση).

- Την επισήμανση ότι η ποσότητα του άνθρακα που αποθηκεύεται είναι μεγαλύτερη από τον άνθρακα που απελευθερώνεται (π.χ. μέσω της αναπνοής).

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό: Η κατανόηση ότι η ποσότητα του άνθρακα που αποθηκεύεται είναι μεγαλύτερη από τον άνθρακα που απελευθερώνεται, αναπαρίσταται με τη διαφορά στο πάχος των βελών.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

- Πειραματική διαδικασία: «Ας κοιτάξουμε τα οικοσυστήματα του γαλάζιου άνθρακα!»
- Εξοικείωση των μαθητών με την Εικ. 1.
- Εξοικείωση των μαθητών με τις τυπωμένες εικόνες των Εικ. 2 και 3.
- Διατύπωση ερωτήσεων από τους μαθητές.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Επεξηγηματική παρουσίαση: «Κατανοώντας τα οικοσυστήματα του γαλάζιου άνθρακα»

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

- Τα μαγγρόβια δάση, τα αλμυρά έλη (αλμυρόβαλτοι) και οι λειμώνες είναι ζωτικής σημασίας για τη δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα.
- Ο άνθρακας δεσμεύεται από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα μέσω της φωτοσύνθεσης (σύνδεση με το σχέδιο μαθήματος: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα είναι σημαντικοί πρωτογενείς παραγωγοί, Θεματική Ενότητα 4: Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλότητα ζωής).
- Ο άνθρακας αποθηκεύεται στα ιζήματα

μετά την αποσύνθεση των φυτών και άλλων οργανισμών.

- Τον στόχο της άσκησης (δηλαδή, την τοποθέτηση των εικόνων της Εικ. 3 στις σωστές θέσεις της Εικ. 2, η Εικ. 1 δεν εμφανίζεται).

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Βιωματική δραστηριότητα: «Ας κατασκευάσουμε ένα μοντέλο γαλάζιου άνθρακα!»

Εργαζόμενοι σε μικρές ομάδες, οι μαθητές πραγματοποιούν τα εξής:

- Κοπή των τυπωμένων εικόνων της Εικ. 3.
- Δημιουργία ενός μοντέλου γαλάζιου άνθρακα, με τη χρήση των παρεχόμενων εικόνων και την τοποθέτησή τους στις κατάλληλες θέσεις της Εικ. 2.
- Αναδιάρθρωση του μοντέλου μετά την αφαίρεση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δελτίο εξόδου με τη χρήση κουίζ (π.χ. ένα ψηφιακό κουίζ το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της πλατφόρμας Google Forms).

Οι μαθητές συμπληρώνουν ατομικά ένα σύντομο δελτίο εξόδου με τέσσερις ερωτήσεις:

- «Είναι τα μαγγρόβια δάση και οι λειμώνες οικοσυστήματα γαλάζιου άνθρακα; (ΝΑΙ / ΟΧΙ).»
- «Δεσμεύει η φωτοσύνθεση τον άνθρακα από το θαλασσινό νερό; (ΝΑΙ / ΟΧΙ).»
- «Είναι το στοιχειακό C και το αέριο CO₂ το ίδιο πράγμα; (ΝΑΙ / ΟΧΙ).»
- «Αν αφαιρέσουμε τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, αυξάνεται η αποθήκευση του άνθρακα; (ΝΑΙ / ΟΧΙ).»

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Διαμορφωτική αξιολόγηση:

1. Φύλλο παρατήρησης:

- Συμμετοχή: Αξιολόγηση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Targeted questioning/Quiz

- Scientific understanding: students correctly answered the questions.

SUCCESS CRITERIA (Student-Facing):

Διαδικασία στοχευμένων ερωτήσεων / κουίζ:

- Μπορώ να εξηγήσω ότι τα μαγγρόβια δάση, τα αλμυρά έλη (αλμυρόβαλτοι) και οι λειμώνες είναι οικοσυστήματα γαλάζιου άνθρακα.
- Μπορώ να διατυπώσω ότι τα οικοσυστήματα αυτά αφαιρούν περισσότερο άνθρακα από όσο απελευθερώνουν.
- Μπορώ να τεκμηριώσω ότι ο άνθρακας αποθηκεύεται στα ιζήματα των οικοσυστημάτων του γαλάζιου άνθρακα.

B6.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 6: ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΕΙΝΑΙ ΑΡΡΗΚΤΑ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ

Damla Kiral

STANDO LTD, Κύπρος

Άννα Νικολάου

STANDO LTD, Κύπρος

Merve Buba

STANDO LTD, Κύπρος



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΩΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΗΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το μάθημα, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο οι λειμώνες βοηθούν στην προστασία των παράκτιων κοινοτήτων από τη διάβρωση, τις παράκτιες πλημμύρες και το κύμα καταιγίδας (storm surge). Οι μαθητές πραγματοποιούν μια πρακτική, υπαίθρια προσομοίωση της επίδρασης μιας καταιγίδας, με σκοπό να παρατηρήσουν πώς τα θαλάσσια αγγειόσπερμα μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων και σταθεροποιούν τα ιζήματα.

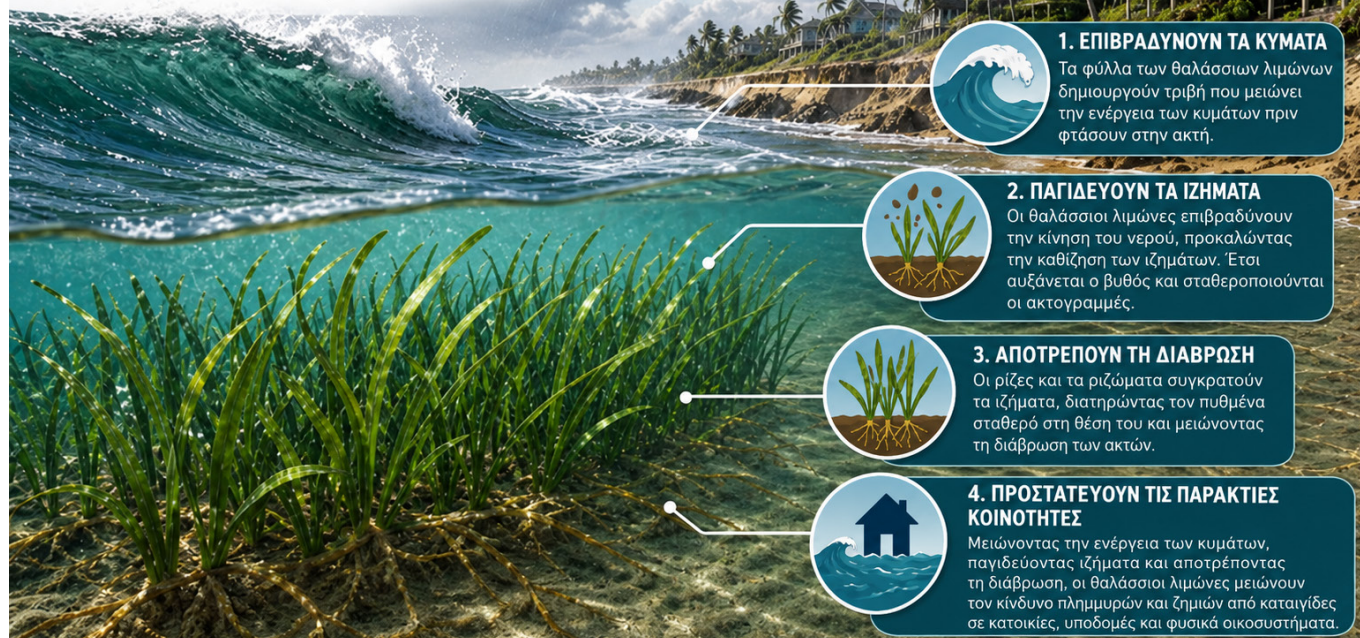
Στο τέλος του μαθήματος, οι μαθητές θα έχουν κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο οι λειμώνες προστατεύουν τις ακτές, και θα είναι σε θέση να συνδέσουν αυτή την προστατευτική λειτουργία με την ανθρώπινη ασφάλεια, τις κατοικίες, τις θέσεις εργασίας καθώς και την ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή. Αυτό το μάθημα συμπληρώνει το κεντρικό θέμα της ενότητας, ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα σχετίζονται άμεσα με την ανθρώπινη ευημερία και την παράκτια επιβίωση.

Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό:

Βάσει της δομής και της παιδαγωγικής προσέγγισης αυτού του σχεδίου μαθήματος, οι εκπαιδευτικοί δύνανται επίσης να σχεδιάσουν επιπλέον σχέδια μαθήματος, εστιάζοντας σε άλλες οικοσυστημικές υπηρεσίες και αξίες των λειμώνων, όπως αυτές παρουσιάζονται στο SEA-QUEST Curriculum for Teachers.

ΠΩΣ ΟΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΛΙΜΩΝΕΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΤΙΣ ΑΚΤΕΣ

Οι θαλάσσιοι λιμώνες λειτουργούν ως φυσική άμυνα, μειώνοντας την ενέργεια των κυμάτων και προστατεύοντας τις ακτές μας από τη διάβρωση, τις πλημμύρες και τις ζημιές που προκαλούν οι καταιγίδες.



Εικόνα 1. Απεικόνιση των μηχανισμών που δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο οι λειμώνες προστατεύουν τις ακτές από τη διάβρωση, τις πλημμύρες και τις καταστροφές από καταιγίδες. Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν την παράκτια διάβρωση και το κύμα καταιγίδας.
- Αναγνωρίζουν πώς τα θαλάσσια αγγειόσπερμα προστατεύουν τις ακτογραμμές.
- Εξηγούν γιατί η απώλεια των λειμώνων αυξάνει τον παράκτιο κίνδυνο για τους ανθρώπους.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Συγκρίνουν τη διάβρωση σε προστατευμένα έναντι απροστάτευτων μοντέλων ακτής.
- Αναλύουν αποτελέσματα από μια διερεύνηση προσομοίωσης καταιγίδας.
- Σχεδιάζουν μια απλή λύση παράκτιας προστασίας.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκτιμούν τον προστατευτικό ρόλο των θαλάσσιων λειμώνων για τις κοινότητες.
- Εκτιμούν τα φυσικά οικοσυστήματα ως υπερασπιστές έναντι της κλιματικής αλλαγής.
- Επιδεικνύουν αίσθημα ευθύνης απέναντι στην παράκτια προστασία. ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Διεξάγουν μια απλή επιστημονική διερεύνηση.
- Παρατηρούν και να καταγράφουν τα αποτελέσματα.
- Εξάγουν συμπεράσματα από τα διαθέσιμα στοιχεία.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τις οικοσυστημικές υπηρεσίες.
- Αναγνωρίζουν την αλληλεξάρτηση ανθρώπου-φύσης.
- Εντοπίζουν τις συνέπειες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης.

Ψηφιακές Ικανότητες

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Χρησιμοποιούν φορητή συσκευή (tablet) ή άλλη ψηφιακή συσκευή για την καταγραφή των πειραματικών αποτελεσμάτων (φωτογραφία / βίντεο) (προαιρετικό).
- Ερμηνεύουν μια σύντομη, ψηφιακή και κινούμενη απεικόνιση (animation) του κύματος καταιγίδας (προαιρετικό).

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται σε ομαδικές διερευνήσεις.
- Συμμετέχουν σε δομημένη συζήτηση.
- Αναγνωρίζουν την κοινοτική ευθύνη στη διαχείριση του περιβάλλοντος.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα υλικά:

- Δύο ρηχοί δίσκοι ανά ομάδα (για την προσομοίωση της ακτογραμμής με και χωρίς λειμώνες).
- Άμμος ή χώμα για την αναπαράσταση της ακτογραμμής.
- Ποτήρια ή φιάλες για τη ροή του νερού (για την προσομοίωση της δράσης των κυμάτων).
- Μικρά φυτά γρασιδιού, νήματα, σπάγκος ή φυσικό φυτικό υλικό (για την προσομοίωση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων).
- Μεζούρα ή χάρακας (για τη μέτρηση της παράκτιας διάβρωσης).
- Φύλλο παρατήρησης (εκτύπωση του Παραρτήματος 1).

Προαιρετικά / Συμπληρωματικά υλικά:

- Εκπαιδευτικό βίντεο που δείχνει τις επιπτώσεις και τους μηχανισμούς ενός κύματος καταιγίδας: <https://www.youtube.com/watch?v=an5uDI2ftb8>
- Τυπωμένες εικόνες παράκτιας πλημμύρας:
- Αναζήτηση σχετικών εικόνων μέσω του διαδικτύου ή χρήση της Εικόνας 2.

ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΤΙΣ ΑΚΤΕΣ ΜΑΣ



Εικόνα 2. Προαιρετικό υλικό που δείχνει τις επιπτώσεις των κυμάτων καταιγίδας και των πλημμυρών στις παράκτιες περιοχές. Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Ποιος προστατεύει την ακτή;»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

1. Προβολή της Εικόνας 2 στους μαθητές ή μιας πραγματικής (ίσως τοπικής) εικόνας παράκτιας πλημμύρας μετά από καταιγίδα.
2. Διατύπωση ερωτήματος προς τους μαθητές σχετικά με το τι θα μπορούσε να προστατεύσει τις κατοικίες κοντά στη θάλασσα.
3. Καταγραφή των προτάσεων στον πίνακα (θαλάσσιοι τοίχοι, βράχια, φυτά, αμμόλοφοι).

4. Εισαγωγή της ιδέας ότι τα υποβρύχια φυτά — τα θαλάσσια αγγειόσπερμα— προστατεύουν επίσης τις ακτογραμμές.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια μιας ισχυρής καταιγίδας κοντά στη θάλασσα;»
- «Γιατί εξαφανίζονται ορισμένες παραλίες μετά από καταιγίδες;»
- «Μπορούν τα φυτά πραγματικά να σταματήσουν το νερό;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Ενθάρρυνση της περιέργειας των μαθητών. Αποφυγή πλήρους επεξήγησης σε αυτό το στάδιο, ώστε να δοθεί η ευκαιρία στους μαθητές

να διατυπώσουν υποθέσεις. Εστίαση στα εξής σημεία:

- Τι συμβαίνει σε μια ισχυρή καταιγίδα κοντά στη θάλασσα;

Οι ισχυρές καταιγίδες έχουν ανέμους υψηλής ταχύτητας, χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση και μεγάλα κύματα. Τέτοιες δυνάμεις μπορούν να δημιουργήσουν ένα κύμα καταιγίδας, όπου τα επίπεδα του νερού ανεβαίνουν προσωρινά και σπρώχνουν το νερό προς τη στεριά. Τα κύματα γίνονται πιο ισχυρά και πιο συχνά, οδηγώντας σε μεγαλύτερη κίνηση της άμμου και του νερού κατά μήκος της ακτής. Αυτό μπορεί να προκαλέσει πλημμύρες, ζημιές σε κτίρια και σημαντικές, ταχείες αλλαγές στην ακτογραμμή.

- Γιατί εξαφανίζονται ορισμένες παραλίες μετά από καταιγίδα;

Όταν μεγάλα κύματα και γρήγορα κινούμενο νερό αφαιρούν άμμο από την ακτή και τη μεταφέρουν στα ανοιχτά ή κατά μήκος της ακτής, οι παραλίες «εξαφανίζονται». Όταν δεν υπάρχει τίποτα να συγκρατήσει την άμμο στη θέση της, η διάβρωση συμβαίνει γρήγορα. Η διαδικασία είναι πολύ πιο σοβαρή όπου δεν υπάρχουν φυσικά εμπόδια, όπως οι λειμώνες, οι αμμόλοφοι ή οι υπεράκτιοι βράχοι, ή όπου αυτά έχουν υποβαθμιστεί.

- Μπορούν τα φυτά πραγματικά να συγκρατήσουν το νερό;

Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, για παράδειγμα, δεν σταματούν εντελώς το νερό, αλλά το επιβραδύνουν και αποσβένουν μέρος της ενέργειάς του. Τα φύλλα τους λειτουργούν ως εμπόδιο για τη μείωση της ενέργειας

των κυμάτων, και οι ρίζες συγκρατούν την άμμο στη θέση της. Αυτός ο συνδυασμός βοηθά στην προστασία των ακτογραμμών από τη διάβρωση, και απομειώνει τη δύναμη των ισχυρών κυμάτων και των κυμάτων καταιγίδας. Καθοδήγηση των μαθητών ώστε να σκεφτούν τους λειμώνες ως μια «φυσική ασπίδα» και όχι ως έναν συμπαγή τοίχο.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Διερεύνηση προσομοίωσης καταιγίδας»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

1. Διαχωρισμός των μαθητών σε μικρές ομάδες.
2. Προετοιμασία δύο δίσκων από κάθε ομάδα, οι οποίοι περιέχουν νερό («θάλασσα») και άμμο ή χώμα («ακτή») στη μία πλευρά τους (Εικόνα 3). Επιδίωξη για τη διασφάλιση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ομοιότητας στο πλάτος της «ακτής» και στους δύο δίσκους.
 - Δίσκος Α: Μόνο άμμος ή χώμα (γυμνή ακτή) στην άκρη του δίσκου.
 - Δίσκος Β: Άμμος ή χώμα όπως παραπάνω, αλλά με «μοντέλο θαλάσσιων αγγειόσπερμων» τοποθετημένο μέσα στην άμμο.
3. Μέτρηση του πλάτους της «ακτής» από τους μαθητές και σημείωση της γραμμής της άμμου στο φύλλο καταγραφής τους (το οποίο βρίσκεται στο Παράρτημα 1).
4. Προσομοίωση των κυμάτων μέσω ροής ίσης ποσότητας νερού και στους δύο δίσκους.
5. Επανάληψη 3-4 «γύρων κυμάτων», αν αυτό κριθεί απαραίτητο.

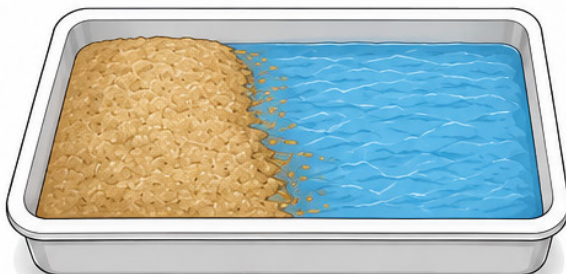
Πείραμα καταιγιδικής παλίρροιας

Πώς τα θαλάσσια λιβάδια προστατεύουν τις ακτές μας

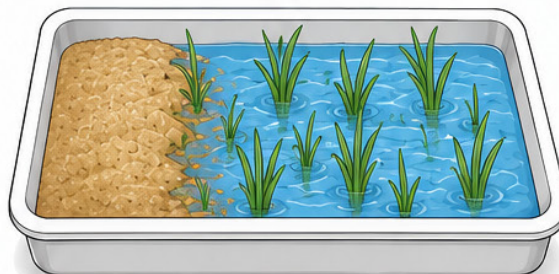
1 ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Ετοιμάστε δύο δίσκους με νερό (θάλασσα) και άμμο/έδαφος (ακτή) στη μία πλευρά.

Δίσκος Α: Ακτή χωρίς φυτά

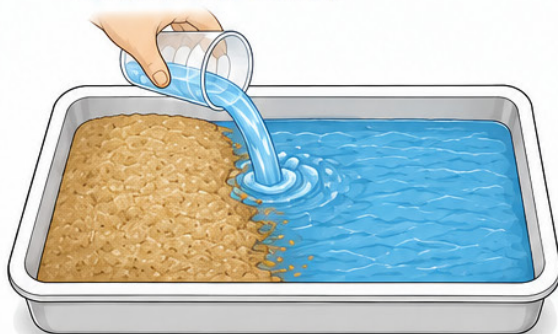


Δίσκος Β: Ακτή με θαλάσσια λιβάδια



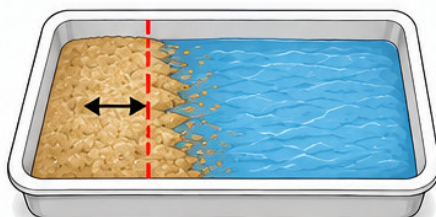
2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΡΟΥ (ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΥΜΑΤΩΝ)

Ρίξτε ίσες ποσότητες νερού στη "θάλασσα" και στους δύο δίσκους.



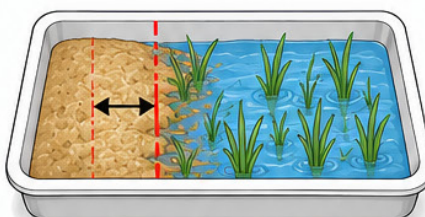
3 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Μετρήστε το νέο πλάτος της ακτής. Καταγράψτε πόση άμμος μετακινήθηκε (διάβρωση). Συγκρίνετε τους δύο δίσκους.



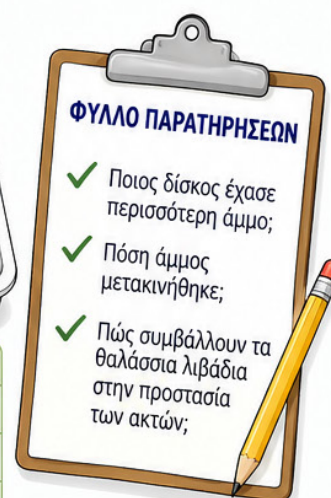
Δίσκος Α: Ακτή χωρίς φυτά

Αρχικό πλάτος ακτής	_____ cm
Τελικό πλάτος ακτής	_____ cm
Μετακίνηση άμμου (διάβρωση)	_____ cm



Δίσκος Β: Ακτή με θαλάσσια λιβάδια

Αρχικό πλάτος ακτής	_____ cm
Τελικό πλάτος ακτής	_____ cm
Μετακίνηση άμμου (διάβρωση)	_____ cm



Εικόνα 3. Διαδικασία βήμα προς βήμα για τη διεξαγωγή πειράματος που εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι υγιείς λειμώνες μειώνουν την παράκτια διάβρωση και τις επιπτώσεις των κυμάτων καταιγίδας. Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

6. Μέτρηση της διάβρωσης (πόση άμμος μετακινήθηκε) καθώς και του νέου πλάτους της «ακτής» από τους μαθητές.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιος δίσκος έχασε περισσότερη άμμο;»
- «Τι έκανε το "θαλάσσιο αγγειόσπερμο" στην κίνηση του νερού;»
- «Τι θα μπορούσε να συμβεί σε κατοικίες χτισμένες κοντά στον Δίσκο Α;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Σχετικά με το πείραμα:

- Διασφάλιση ίσης ποσότητας νερού για τη διεξαγωγή μιας δίκαιης δοκιμής (αντικειμενικού πειράματος).
- Ενθάρρυνση της ακρίβειας κατά τη μέτρηση.
- Παροχή δυνατότητας επανάληψης της διαδικασίας στους μαθητές, σε περίπτωση που τα αποτελέσματα εμφανίζονται ασυνεπή.

Σχετικά με τη θεωρία:

- Ποιος δίσκος έχασε τη μεγαλύτερη ποσότητα άμμου;
Οι μαθητές αναμένεται να παρατηρήσουν ότι ο δίσκος χωρίς βλάστηση (Δίσκος Α) τείνει να χάνει περισσότερη άμμο. Αυτό συμβαίνει επειδή δεν υπάρχει τίποτα να συγκρατήσει το ίζημα ή να μειώσει τη δύναμη των κυμάτων.
- Πώς επηρέασε το "θαλάσσιο αγγειόσπερμο" την κίνηση του νερού;
Το «μοντέλο θαλάσσιων αγγειόσπερμων» έχει σκοπό να επιβραδύνει το νερό και να μειώσει την ενέργεια των κυμάτων. Οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν μικρότερους παφλασμούς και πιο καθαρό νερό. Αυτό

αναπαριστά τον τρόπο με τον οποίο οι πραγματικά λειμώνες μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων και σταθεροποιούν το ίζημα.

- Τι θα μπορούσε να συμβεί σε κατοικίες κοντά στον Δίσκο Α;
Καθοδήγηση των μαθητών ώστε να αναγνωρίσουν ότι οι απροστάτευτες ακτογραμμές (Δίσκος Α) είναι πιο ευάλωτες. Δεν υπάρχει φυσικό εμπόδιο για τη μείωση της επίδρασης των κυμάτων, οπότε οι κατοικίες κοντά σε αυτές τις περιοχές είναι ευάλωτες σε περισσότερη διάβρωση, πλημμύρες και ζημιές από καταιγίδες.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ως φυσικά εμπόδια»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

- Τα φύλλα των θαλάσσιων αγγειόσπερμων επιβραδύνουν τα κύματα.
- Οι ρίζες συγκρατούν το ίζημα στη θέση του.
- Οι λειμώνες μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων πριν φτάσουν στην ακτή.
- Η απώλεια των θαλάσσιων αγγειόσπερμων αυξάνει την παράκτια διάβρωση.

Ενίσχυση του βασικού λεξιλογίου:

Διάβρωση, κύμα καταιγίδας, ίζημα, προστασία.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Γιατί ο Δίσκος Β παρέμεινε πιο σταθερός;»
- «Πώς μοιάζει αυτό με τις πραγματικές ακτογραμμές;»
- «Πώς προστατεύει αυτό τους ανθρώπους;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Ο Δίσκος Β είναι πιο σταθερός επειδή το «μοντέλο θαλάσσιων αγγειόσπερμων» βοηθά στη μείωση της επίδρασης των κυμάτων στην άμμο. Το νερό επιβραδύνεται καθώς περνά μέσα από το μοντέλο και λιγότερη άμμος σηκώνεται και παρασύρεται. Οι ρίζες (ή το προσομοιωμένο ισοδύναμο τους) τείνουν επίσης να αγκυρώνουν το ίζημα και να το κάνουν λιγότερο επιρρεπές σε εύκολη μετατόπιση.

Στις πραγματικές ακτογραμμές, οι λειμώνες λειτουργούν ως φυσικά ρυθμιστικά συστήματα, δεσμεύοντας και παγιδεύοντας το ίζημα, καθώς και διαχέοντας την ενέργεια των κυμάτων πριν χτυπήσουν την ακτή. Αυτή η προστασία είναι σημαντική για τους ανθρώπους, καθώς μειώνει τον κίνδυνο παράκτιας διάβρωσης και πλημμύρας, βοηθώντας στην προστασία των κατοικιών, των δρόμων και άλλων υποδομών σε παράκτιες κοινότητες, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια καταιγίδων και της ανόδου της στάθμης της θάλασσας.

Αυτό συνδέεται ρητά με τις ανθρώπινες κοινότητες με διάφορους τρόπους, όπως η στέγαση (κατοικίες), ο τουρισμός και η αλιεία.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Σχεδιασμός μιας πιο ασφαλούς ακτής»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Συγγραφή και σχεδίαση ενός σχεδίου παράκτιας προστασίας (διάγραμμα σε χαρτί) από τους μαθητές, το οποίο περιλαμβάνει:

- Θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Άλλα φυσικά χαρακτηριστικά (μαγρόβια δάση, αμμόλοφους, υφάλους).

- Υπεύθυνη ανθρώπινη συμπεριφορά.

Δημιουργία ενός διαγράμματος με κατάλληλη σήμανση (επισήμανση) από τις ομάδες.

Προαιρετικό θέμα συζήτησης στην ολομέλεια:

Σύγκριση των φυσικών λύσεων με τη χρήση τσιμεντένιων θαλάσσιων τοίχων από τους μαθητές.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Γιατί οι φυσικές λύσεις μπορεί να είναι καλύτερες από τους τσιμεντένιους τοίχους;»
- «Τι συμβαίνει αν αφαιρέσουμε τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»
- «Ποιος θα πρέπει να προστατεύει αυτά τα οικοσυστήματα;»

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Εξήγησέ το σαν επιστήμονας»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Σύνταξη σύντομου κειμένου 5 προτάσεων από τους μαθητές, με σκοπό την επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο τα θαλάσσια αγγειόσπερμα προστατεύουν τους ανθρώπους.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Τι στοιχεία έχετε από το σημερινό πείραμα;»
- «Τι θα συνέβαινε αν εξαφανίζονταν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Παρότρυνση των μαθητών για άμεση αναφορά σε αυτό που είδαν στους δίσκους (στοιχεία από το πείραμα): Ο δίσκος με το «μοντέλο θαλάσσιων αγγειόσπερμων» έχασε λιγότερη άμμο και υπήρχε λιγότερη ορατή κίνηση του ιζήματος,

κάτι που αποδεικνύει ότι οι λειμώνες μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων και τη διάβρωση. Καθοδήγηση των μαθητών ώστε να συνδέσουν το εύρημα αυτό με πραγματικές επιπτώσεις, όπως τον τρόπο με τον οποίο οι σταθερές ακτογραμμές βοηθούν στην προστασία των κατοικιών, των δρόμων και των παράκτιων κοινοτήτων από ζημιές λόγω καταιγίδων και πλημμυρών.

Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για αναστοχασμό γύρω από τις συνέπειες μιας πιθανής εξαφάνισης των λειμώνων.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

1. Διαμορφωτική αξιολόγηση:

- Παρατήρηση της ομαδικής συνεργασίας.
- Καταγραφή των προβλέψεων των μαθητών πριν από το πείραμα.
- Διατύπωση ερωτημάτων κατά τη διάρκεια της συλλογής των δεδομένων.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Τύπος αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου

Οι μαθητές απαντούν γραπτά επιλέγοντας μία από τις εξής κατηγορίες:

- 3 πράγματα που μάθατε σήμερα.
- 2 τρόπους με τους οποίους ο λειώνας προστατεύει τις ακτές.
- 1 ερώτηση που έχετε ακόμα.

Στοιχεία που αξιολογούνται (καταγράφονται):

- Κατανόηση του μηχανισμού προστασίας.
- Χρήση του ορθού λεξιλογίου.
- Σαφής σύνδεση με την ανθρώπινη ευημερία.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να ορίσω την παράκτια διάβρωση και το κύμα καταιγίδας.
- Μπορώ να εξηγήσω πώς τα θαλάσσια αγγειόσπερμα προστατεύουν τις ακτογραμμές.
- Μπορώ να συγκρίνω τη διάβρωση σε δύο διαφορετικά μοντέλα.
- Μπορώ να περιγράψω γιατί η προστασία των λειμώνων προστατεύει τους ανθρώπους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Φύλλο καταγραφής πειράματος παράκτιας διάβρωσης

Όνομα: _____ Ημερομηνία: _____ Μέλη ομάδας: _____

Στόχος:

Να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν οι λειμώνες την παράκτια διάβρωση κατά τη δράση των κυμάτων.

Πρόβλεψη (Υπόθεση)

Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί στην άμμο σε κάθε δίσκο;

Δίσκος με μοντέλο θαλάσσιων αγγειόσπερμων: _____

Δίσκος χωρίς μοντέλο θαλάσσιων αγγειόσπερμων: _____

Αποτελέσματα

Παρατήρηση	Δίσκος ΜΕ Θαλάσσιο Αγγειόσπερμο	Δίσκος ΧΩΡΙΣ Θαλάσσιο Αγγειόσπερμο
Αρχικό πλάτος ακτής (cm)		
Τελικό πλάτος ακτής (cm)		
Διαύγεια νερού (καθαρό/θολό)		
Ένταση κύματος (ίδια και στα δύο;)		

Παρατηρήσεις (καταγραφή ευρημάτων)

Περιγραφή των όσων συνέβησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος:

Συμπέρασμα: Τι ανακαλύφθηκε σχετικά με τη δράση των λειμώνων και τη διάβρωση;

Επεξήγηση: Ανάλυση των αιτιών που οδήγησαν σε αυτό το αποτέλεσμα (με βάση τη δράση των κυμάτων, τον ρόλο των ριζών και την κίνηση της άμμου).

Αναστοχασμός: Αξιολόγηση της αρχικής πρόβλεψης (υπόθεσης), καθώς και αναφορά πιθανών τροποποιήσεων στη διαδικασία για την επόμενη φορά.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 2. ΑΠΟ ΤΗ ΣΤΕΡΙΑ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ – ΠΩΣ Η ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Οι λειμώνες βρίσκονται συχνά σε υποβαθμισμένη κατάσταση λόγω της κακής ποιότητας του νερού, κυρίως λόγω της περίσσειας θρεπτικών συστατικών από τα λύματα, τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Τα λιπάσματα από τη γεωργία, τα απόβλητα της κτηνοτροφίας και τα ανθρώπινα λύματα εισέρχονται στη θάλασσα μέσω επιφανειακής απορροής και σημειακών πηγών, μεταφέροντας περίσσεια θρεπτικών συστατικών στα παράκτια ύδατα (Εικόνα 1). Η περίσσεια θρεπτικών συστατικών στους λειμώνες πυροδοτεί ταχείες εξάρσεις επιφύτων (π.χ. μικροφύκη και μακροφύκη που αναπτύσσονται πάνω στα φύλλα των φυτών), μακροφυκών και φυτοπλαγκτού (ανθίσεις φυκών). Καθώς αναπτύσσονται τα μακροφύκη και τα μικροφύκη, εμποδίζουν το ηλιακό φως που χρειάζονται τα

θαλάσσια αγγειόσπερμα για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Αν η ρύπανση από θρεπτικά συστατικά γίνει πολύ υψηλή, το σύστημα μετατοπίζεται από μια κατάσταση όπου κυριαρχούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, σε μια κατάσταση όπου κυριαρχούν τα φύκη. Όταν τα φυτά χάνουν τον ανταγωνισμό για το φως, πεθαίνουν (Εικόνα 1). Η παρακμή των λειμώνων μειώνει τις λειτουργίες, τα αγαθά και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες που προσφέρουν στους ανθρώπους – για παράδειγμα, οι λειμώνες γίνονται λιγότερο ικανά να λειτουργήσουν ως κρίσιμο ενδιαίτημα βρεφοκομείου/φυτωρίου και να αποσβέσουν την παράκτια διάβρωση. Ως εκ τούτου, αναδεικνύονται οι εξής ανάγκες:

- Ανάληψη επείγουσας δράσης για τη μείωση

Θεματική Ενότητα: Από τη Στεριά στη Θάλασσα – Πώς η περίσσεια θρεπτικών επηρεάζει τα λιβάδια θαλάσσιων λιβαδιών

Η περίσσεια θρεπτικών από τη στεριά καταλήγει στη θάλασσα και απειλεί τα λιβάδια θαλάσσιων λιβαδιών και τις υπηρεσίες που παρέχουν.



Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση της εισροής περίσσειας θρεπτικών συστατικών στους λειμώνες: Το πρόβλημα και τα αίτια του, ο αντίκτυπος στους λειμώνες και τον άνθρωπο, καθώς και οι λύσεις. Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

των απειλών από τη ρύπανση, καθώς και για τη βελτίωση της γνώσης σχετικά με τις περιοχές όπου εμφανίζονται προβλήματα ποιότητας του νερού και τον τρόπο με τον οποίο αυτά επηρεάζουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

- Ταχεία ανάπτυξη αποτελεσματικότερης νομοθεσίας από τις ρυθμιστικές αρχές και επιβολή των υφιστάμενων πολιτικών, με σκοπό την αντιμετώπιση των ζητημάτων ποιότητας του θαλασσινού νερού στην πηγή τους.

Σε αυτό το πλαίσιο, λαμβάνεται υπόψη ότι η διαχείριση, η προστασία και η αποκατάσταση μπορούν να αντιστρέψουν την παρακμή των λειμώνων.

Σε αυτό το μάθημα, εξετάζεται από τους μαθητές το φαινόμενο του ευτροφισμού – δηλαδή της κατάστασης υπερβολικής ανάπτυξης φυκών και μακροφυκών που προκαλείται από τα θρεπτικά συστατικά, κυρίως το άζωτο και τον φώσφορο, στο νερό – και ο καταστροφικός του αντίκτυπος στους λειμώνες. Σε μια πρακτική προσομοίωση της επιφανειακής απορροής, παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν τον τρόπο με τον οποίο ταξιθεύει η ρύπανση και πώς επηρεάζει τα υποβρύχια φυτά.

Επιπλέον, μέσα από ένα πρακτικό, βασικό πείραμα (εξέταση του τρόπου με τον οποίο το θολό νερό εμποδίζει το φως) και μια συγκεκριμένη δραστηριότητα για τον ευτροφισμό (παρατήρηση της ανάπτυξης των φυκών λόγω της προσθήκης λιπάσματος), οι μαθητές καλούνται να συνδέσουν

τις καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες στη στεριά με την υγεία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, καθώς και να συζητήσουν πρακτικές λύσεις για τη μείωση της ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά.

Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό:

Βάσει της δομής και της παιδαγωγικής προσέγγισης αυτού του σχεδίου μαθήματος, οι εκπαιδευτικοί δύνανται επίσης να σχεδιάσουν επιπλέον σχέδια μαθήματος, εστιάζοντας σε άλλες σημαντικές απειλές για τους λειμώνες που περιγράφονται στο SEAQUEST Handbook, όπως η παράκτια ανάπτυξη, η βυθοκόρηση, οι δραστηριότητες αγκυροβόλησης και κίνησης σκαφών, οι καταστροφικές αλιευτικές πρακτικές, καθώς και οι απειλές που σχετίζονται με το κλίμα (Εικόνα 1).

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ορίζουν τον ευτροφισμό και να εξηγούν πώς η περίσσεια των θρεπτικών συστατικών εισέρχεται στη θάλασσα από τη στεριά.
- Εντοπίζουν τις κύριες πηγές ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά (λιπάσματα, απόβλητα της κτηνοτροφίας, ανθρώπινα λύματα).
- Περιγράφουν την αλυσίδα των επιπτώσεων που έχει η περίσσεια των θρεπτικών συστατικών στους λειμώνες.
- Εξηγούν πώς η παρεμπόδιση του φωτός, λόγω της ανάπτυξης των φυκών, οδηγεί σε παρακμή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

- Αναγνωρίζουν τις ευρύτερες περιβαλλοντικές και ανθρώπινες συνέπειες της απώλειας των λειμώνων.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Διεξάγουν απλά πειράματα και να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους με ακρίβεια.
- Συγκρίνουν τις πειραματικές συνθήκες (καθαρό νερό έναντι νερού εμπλουτισμένου με θρεπτικά συστατικά) και να εξάγουν συμπεράσματα.
- Χρησιμοποιούν με κατάλληλο τρόπο το επιστημονικό λεξιλόγιο (ευτροφισμός, επίφυτα, φωτοσύνθεση, θρεπτικά συστατικά, επιφανειακή απορροή).

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Δείχνουν περιέργεια για τις συνδέσεις μεταξύ των χερσαίων δραστηριοτήτων και των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Επιδεικνύουν αίσθημα ευθύνης, προτείνοντας συγκεκριμένες δράσεις για τη μείωση της ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Διεξάγουν μια ελεγχόμενη πειραματική διερεύνηση.

- Παρατηρούν τις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος.
- Καταγράφουν και να ερμηνεύουν απλά δεδομένα.
- Διαφανή ποτήρια ή βάζα (για τη συλλογή της απορροής).
- Φύλλο παρατήρησης (εκτύπωση του Παραρτήματος 1).

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τις οικολογικές συνδέσεις στεριάς-θάλασσας.
- Κατανοούν την ανθρωπογενή περιβαλλοντική αλλαγή.
- Εντοπίζουν τα μέτρα πρόληψης και μετριασμού.
- Φακός για την παρατήρηση της διαύγειας του νερού.
- 3 πλαστικές φιάλες νερού.
- Θαλασσινό νερό από τοπική παράκτια περιοχή ή νερό από τοπική παράκτια λιμνοθάλασσα.
- Νερό βρύσης.
- Υγρό λίπασμα που περιέχει άζωτο ή φώσφορο (διαθέσιμο από καταστήματα γεωργικών ειδών).

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνεργάζονται σε ομαδικές διερευνήσεις.
- Συζητούν για την κοινή περιβαλλοντική ευθύνη.
- Συμμετέχουν σε διάλογο εστιασμένο σε λύσεις.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα υλικά:

- Μεγάλοι δίσκοι ή ρηχά δοχεία.
- Χώμα ή άμμος, μικρές πέτρες, φύλλα και κομμένο γρασίδι.
- Χρωστική ουσίας τροφίμων (για την αναπαράσταση της ρύπανσης).
- Μικρά κομμάτια χαρτιού (για την αναπαράσταση των σκουπιδιών).
- Ποτιστήρια ή φιάλες νερού με διατρήσεις (τρύπες) στο καπάκι για την προσομοίωση της βροχής.
- Βίντεο διάρκειας 2 λεπτών που παρουσιάζει την επιφανειακή απορροή των ομβρίων υδάτων (storm-water runoff): <https://www.youtube.com/watch?v=GrBEEjjxaY>
- Βίντεο διάρκειας 2 λεπτών που παρουσιάζει τη γεωργική απορροή (agricultural runoff): <https://www.youtube.com/watch?v=nolsLLSpXeg>
- Βίντεο διάρκειας 1 λεπτού που παρουσιάζει τον παράκτιο ευτροφισμό (coastal eutrophication): <https://www.facebook.com/locUnesco/videos/coastal-eutrophication-eutrophication-the-over-enrichment-of-nutrients-into-coas/2613661302256999/>
- Φωτογραφίες λειμώνων.
- Κιμωλία για τη σχεδίαση των διαδρομών απορροής σε εξωτερικό χώρο.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Πού πηγαίνει το βρόχινο νερό;»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Αυτή η υπαίθρια δραστηριότητα έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους μαθητές να παρατηρήσουν την κίνηση του νερού μέσα στο άμεσο περιβάλλον τους, ώστε να εισαχθούν στην έννοια της επιφανειακής απορροής. Διατύπωση ερωτήματος προς τους μαθητές για αναστοχασμό γύρω από το τι συμβαίνει στο βρόχινο νερό όταν πέφτει. Ενθάρρυνση των μαθητών για την υποβολή ιδεών, όπως η απορρόφηση στο έδαφος ή η ροή πάνω σε επιφάνειες. Μετάβαση των μαθητών στον εξωτερικό χώρο και διαχωρισμός τους σε μικρές ομάδες για την εξερεύνηση του χώρου του σχολείου. Υπόδειξη προς τους μαθητές για την αναζήτηση χαρακτηριστικών, όπως κλίσεις, αποχετεύσεις, περιοχές χώματος ή γρασιδιού καθώς και πλακοστρωμένες επιφάνειες, με παράλληλο αναστοχασμό γύρω από τον τρόπο με τον οποίο το καθένα από αυτά θα μπορούσε να επηρεάσει την κίνηση του νερού.

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια απλή επίδειξη μέσω της ροής μιας μικρής, ελεγχόμενης ποσότητας νερού σε διαφορετικές επιφάνειες, όπως πλακόστρωτο, χαλίκια και χώμα με βλάστηση. Η δραστηριότητα περιλαμβάνει την παρατήρηση από την πλευρά των μαθητών σχετικά με το πόσο γρήγορα κινείται το νερό, πού πηγαίνει, αν απορροφάται ή αν απλά κυλάει, καθώς και αν περιέχει λάσπη ή απορρίμματα (σκουπίδια).

Μετά την παρατήρηση, διεξάγεται συζήτηση στην ολομέλεια. Διατύπωση ερωτημάτων προς τους μαθητές σχετικά με το πού πήγε το νερό, ποια διαδρομή ακολούθησε και τι μετέφερε μαζί του. Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό ότι το νερό κυλάει από τις αποχετεύσεις σε ρέματα, ποτάμια και τελικά στον ωκεανό, με σκοπό τη σύνδεση του φαινομένου με το ευρύτερο σύστημα. Στη συνέχεια, εισάγεται ο όρος «επιφανειακή απορροή», δηλαδή το νερό που κυλάει πάνω από τη στεριά, μεταφέροντας στοιχεία μαζί του στα ρέματα και τη θάλασσα.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Πού πηγαίνει το βρόχινο νερό αφού πέσει;»
- «Πόσο γρήγορα κινείται το νερό σε έδαφος με βλάστηση σε σύγκριση με το τσιμέντο;»
- «Μένει εδώ, ή ταξιδεύει;»
- «Τι θα μπορούσε να μεταφέρει μαζί του;»
- «Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει στα υποβρύχια φυτά εξαιτίας αυτού του νερού;»
- Εισαγωγή του βασικού όρου «ευτροφισμός» μέσω της αναγραφής του στον πίνακα και πρόσκληση των μαθητών για τη διατύπωση υποθέσεων σχετικά με τη σημασία του.

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Το βρόχινο νερό δεν παραμένει απλώς εκεί που πέφτει. Ένα μέρος του απορροφάται στο έδαφος, ειδικά σε περιοχές με χώμα ή γρασίδι, αλλά μεγάλη ποσότητα κυλάει πάνω σε επιφάνειες όπως δρόμοι και πεζοδρόμια. Αυτό το νερό που κυλάει ονομάζεται επιφανειακή απορροή, και συνήθως κινείται προς τα κάτω, ακολουθώντας τις κλίσεις προς αποχετεύσεις, υδρορροές, ρέματα και ποτάμια, φτάνοντας τελικά στη θάλασσα.

Καθώς κινείται, μπορεί να μεταφέρει πολλά στοιχεία μαζί του, όπως χώμα, απορρίμματα (σκουπίδια), λιπάσματα και φυτοφάρμακα. Αυτά τα υλικά μπορούν να καταλήξουν σε ποτάμια και στον ωκεανό, όπου ενδέχεται να βλάψουν οικοσυστήματα όπως οι λειμώνες.

Οδηγίες για τη συζήτηση:

Έμφαση στο γεγονός ότι το βρόχινο νερό ταξιδεύει, μερικές φορές σε μεγάλες αποστάσεις, συνδέοντας τη στεριά με τους υδάτινους δρόμους και τα παράκτια περιβάλλοντα. Παρότρυνση των μαθητών ώστε να σκεφτούν πρώτα σε τοπικό επίπεδο, πριν προχωρήσουν σε μια πιο ευρεία (παγκόσμια) σύνδεση.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Η απορροή σε δράση – Το ταξίδι της ρύπανσης»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

1. Διαχωρισμός των μαθητών σε ομάδες.
2. Δημιουργία ενός «μίνι τοπίου» σε έναν δίσκο από κάθε ομάδα, το οποίο περιλαμβάνει:
 - Χώμα (γεωργική γη).
 - Πέτρες (αστικές περιοχές).
 - Φύλλα (φυσική βλάστηση).
3. Προσθήκη «ρύπων»:
 - Χρωστική ουσίας τροφίμων (λίπασμα / χημικά).
 - Κομμάτια χαρτιού (απορρίμματα/ σκουπίδια).
4. Ελαφριά κλίση του δίσκου.
5. Προσομοίωση της βροχόπτωσης με τη χρήση ποτιστηριού.
6. Συλλογή της επιφανειακής απορροής σε ένα διαφανές βάζο.

7. Χρήση φακού για την παρατήρηση της διείσδυσης του φωτός και της ρύπανσης.

Παρατήρηση και καταγραφή των εξής στοιχείων από τους μαθητές (με τη χρήση του φύλλου καταγραφής στο Παράρτημα 1):

- Διαύγεια του νερού.
- Ταχύτητα κίνησης της ροής.
- Ποσότητα της «ρύπανσης» που μεταφέρθηκε.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Τι συνέβη όταν ξεκίνησε η "βροχή";»
- «Ήρθε πιο ρυπασμένη απορροή από περιοχές με βλάστηση ή από γυμνές περιοχές;»
- «Πόσο καθαρό ή βρόμικο είναι το νερό που συλλέχθηκε;»
- «Πώς επηρεάζει το βρόμικο νερό τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, τα ψάρια καθώς και τους ανθρώπους (αλιείς, λουόμενους...);

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Κατά την έναρξη της «βροχής», παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν τον τρόπο με τον οποίο το νερό αρχίζει να κυλάει προς τα κάτω στον δίσκο, παραλαμβάνοντας και μεταφέροντας υλικό καθώς κυλάει. Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για την επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο η ταχύτητα και η κατεύθυνση της ροής ποικίλλει σε διαφορετικές επιφάνειες (χώμα, πέτρες, φύλλα). Καθοδήγηση των μαθητών ώστε να κατανοήσουν ότι οι πιο λείες και σκληρές επιφάνειες (όπως οι πέτρες / αστικές περιοχές) εμφανίζουν ταχύτερη απορροή, ενώ το χώμα και η βλάστηση μπορεί να επιβραδύνουν λίγο το νερό, αλλά μπορούν ακόμα να απελευθερώσουν ίζημα και ρύπους.

Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για τη

σύγκριση και την αντιπαραβολή των πηγών από τις οποίες προήλθε η περισσότερη ρύπανση. Οι μαθητές αναμένεται να παρατηρήσουν ότι το γυμνό ή χαλαρό χώμα κάνει το νερό θολό (ίζημα) και ότι οι περιοχές με προστιθέμενους «ρύπους» (χρωστική ουσίας τροφίμων, χαρτί) δείχνουν καθαρά τον τρόπο μεταφοράς των ρύπων. Έμφαση στην έννοια της αιώρησης των ιζημάτων, όπου τα λεπτά σωματίδια παραμένουν στο νερό, κάνοντάς το να φαίνεται λασπωμένο.

Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για την περιγραφή της εμφάνισης του συλλεγμένου νερού –καθαρό ή βρόμικο– με σκοπό τη σύνδεσή του με την πραγματική ποιότητα του νερού. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται σύνδεση με τις επιπτώσεις: Το θολό ή ρυπασμένο νερό σημαίνει ότι λιγότερο φως φτάνει στα θαλάσσια αγγειόσπερμα, και αυτό επηρεάζει την ικανότητά τους να επιτελούν τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης και να επιβιώνουν. Οι ρύποι μπορούν να βλάψουν τα ψάρια και τη γενικότερη θαλάσσια ζωή. Η κακή ποιότητα του νερού μπορεί να επηρεάσει τους ανθρώπους, μειώνοντας τα ιχθυαποθέματα, επηρεάζοντας παράλληλα βιοποριστικά επαγγέλματα, όπως η αλιεία, και κάνοντας τις παραλίες λιγότερο ασφαλείς ή ευχάριστες.

Οδηγίες για τη διεξαγωγή του πειράματος:

Υπενθύμιση προς τους μαθητές για την ομοιόμορφη ροή του νερού σε όλες τις ομάδες, ώστε η σύγκριση να είναι δίκαιη και οι παρατηρήσεις πιο αξιόπιστες.

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Όνομα/Τίτλος δραστηριότητας: **«Δραστηριότητα ευτροφισμού – Λίπασμα στη θάλασσα»**

Στόχος: Η πειραματική παρατήρηση των

όσων συμβαίνουν όταν θρεπτικά συστατικά εισέρχονται σε ένα υδάτινο σύστημα, μέσα από τη διερεύνηση των επιδράσεων του λιπάσματος στην ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού. Η διεξαγωγή του πειράματος έχει διάρκεια δύο εβδομάδων και πραγματοποιείται ακολουθώντας τις παρακάτω οδηγίες.

Περιγραφή δραστηριότητας:

- Πλήρωση (γέμισμα) δύο εκ των πλαστικών φιαλών νερού μέχρι τη μέση με θαλασσινό νερό ή νερό παράκτιας λιμνοθάλασσας.
- Πλήρωση (γέμισμα) της τρίτης φιάλης στο ίδιο επίπεδο με νερό βρύσης.
- Σήμανση (επισήμανση) των τριών φιαλών με τα αρχικά L (Λιμνοθάλασσα), L+ (Λιμνοθάλασσα με προσθήκη λιπάσματος) και T (Νερό βρύσης).
- Τοποθέτηση των τριών φιαλών τη μία δίπλα στην άλλη σε μια θέση εκτεθειμένη στο ηλιακό φως.
- Καταγραφή της εμφάνισης του νερού και στα τρία δοχεία στον παρακάτω πίνακα, πριν από την έναρξη του πειράματος.
- Προσθήκη δύο κουταλιών του γλυκού υγρού λιπάσματος στη φιάλη L+, μετά την αρχική καταγραφή.
- Καταγραφή των καθημερινών παρατηρήσεων για την κατάσταση του νερού στον πίνακα, για διάστημα 15 ημερών.

Ερωτήσεις ανάλυσης και επεξήγησης:

- «Γιατί χρησιμοποιείται νερό βρύσης ως μάρτυρας;»
- «Γιατί χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικές φιάλες;»

- «Τι είδους οργανισμοί αναπτύσσονται στο νερό;»
- «Πώς επηρεάζεται το νερό στη φιάλη L+ από την προσθήκη του λιπάσματος και τι υποδηλώνει αυτό;»
- «Από πού προέρχεται το λίπασμα στην πραγματική ζωή και πώς φτάνει στη θάλασσα;»
- «Τι μέτρα μπορούν να λάβουν οι αγρότες, οι κυβερνήσεις, αλλά και εμείς οι ίδιοι, προκειμένου να μειωθεί η επιφανειακή απορροή των θρεπτικών συστατικών;

Ημέρα και Ώρα	Φιάλη L	Φιάλη L+	Φιάλη T	Παρατηρήσεις

Ο εκπαιδευτικός επεξηγεί τα εξής:

- Η επιφανειακή απορροή μεταφέρει θρεπτικά συστατικά και ρύπους στα παράκτια ύδατα.
- Η μεγάλη ποσότητα θρεπτικών συστατικών προκαλεί ταχείες εξάρσεις επιφύτων, μακροφυκών και φυτοπλαγκτού (ανθίσαις φυκών).
- Τα φύκη εμποδίζουν το ηλιακό φως, ενώ κατά την αποσύνθεσή τους μετά τον θάνατό τους καταναλώνεται το οξυγόνο του νερού.
- Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα χρειάζονται το ηλιακό φως προκειμένου να επιτελούν τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης.
- Η μείωση του φωτισμού οδηγεί σε παρακμή των λειμώνων.

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό ότι, σε παγκόσμιο επίπεδο, περίπου το 20% της συνολικής έκτασης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων έχει χαθεί από τα τέλη του 19ου αιώνα λόγω ανθρώπινων και φυσικών πιέσεων. Η επιδείνωση της ποιότητας του θαλασσινού νερού, λόγω της βιομηχανικής

και γεωργικής απορροής καθώς και της διάθεσης ανεπαρκώς επεξεργασμένων λυμάτων, αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες αυτής της παρακμής.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Γιατί χρειάζονται τα θαλάσσια αγγειόσπερμα καθαρό νερό;»
- «Τι θα μπορούσε να συμβεί αν τα φύκη καλύψουν το νερό πάνω από ένα λειμώνα;»
- «Πώς συνδεόμαστε εμείς με αυτή τη διαδικασία;

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Η επεξήγηση οφείλει να είναι κατάλληλη για την ηλικία των μαθητών και να βασίζεται σε οπτικά μέσα. Επεξήγηση στους μαθητές ότι τα θαλάσσια αγγειόσπερμα χρειάζονται καθαρό νερό για να ευδοκιμήσουν, επειδή βασίζονται στο ηλιακό φως προκειμένου να επιτελούν τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης και να παράγουν τη δική τους ενέργεια. Αν το νερό είναι θολό ή το φως εμποδίζεται, λιγότερο φως είναι δυνατόν

να φτάσει στα φυτά. Αυτό δυσχεραίνει την ανάπτυξη και την επιβίωση τους. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση ενός απλού διαγράμματος, το οποίο θα αναπαριστά το ηλιακό φως να διέρχεται μέσα από καθαρό νερό, καθώς και το ηλιακό φως να εμποδίζεται από το θολό νερό.

Κατά την αναφορά στα φύκη, επισημαίνεται ότι αν αναπτυχθούν υπερβολικά και καλύψουν το νερό πάνω από ένα λειμών ή τα φύλλα του, λειτουργούν σαν «σκιά» και εμποδίζουν το ηλιακό φως να φτάσει στα φυτά από κάτω. Αυτό μπορεί τελικά να εξασθενήσει ή να καταστρέψει τα θαλάσσια αγγειόσπερμα. Συνιστάται η χρήση οπτικών στοιχείων και οικείων αναλογιών, όπως η προσπάθεια καλλιέργειας ενός φυτού στο σκοτάδι.

Για την ανάδειξη της ανθρώπινης σύνδεσης, παρέχεται καθοδήγηση στους μαθητές με σκοπό τη συνειδητοποίηση ότι οι χερσαίες δραστηριότητες —, όπως η απόρριψη ανεπαρκώς επεξεργασμένων λυμάτων καθώς και η υπερβολική χρήση και η επιφανειακή απορροή λιπασμάτων —, μπορούν να καταλήξουν στη θάλασσα και να προκαλέσουν εξάρσεις επιφύτων, μακροφυκών και φυτοπλαγκτού. Υπενθύμιση ότι οι άνθρωποι αποτελούν μέρος αυτού του συστήματος και οι πράξεις μας μπορούν να βλάψουν ή να βοηθήσουν στην προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Σχεδιασμός ενός πιο καθαρού τοπίου»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Επίδειξη ή καθοδήγηση των μαθητών από

τον εκπαιδευτικό για τον ανασχεδιασμό του τοπίου του δίσκου τους, με σκοπό τη μείωση της ρύπανσης από την επιφανειακή απορροή μέσω της προσθήκης:

- Φυσικών εμποδίων (περισσότερη βλάστηση, φυτά γρασιδιού, νήματα ή ένα σφουγγάρι για την αναπαράσταση υγροτόπων κ.λπ.).
- Πιο αργών διαδρομών νερού (π.χ. δημιουργία βραχωδών περιοχών πριν από την ακτή).

Επανάληψη της δοκιμής βροχόπτωσης, σύγκριση των αποτελεσμάτων και αξιολόγηση της βελτίωσης από τους μαθητές.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιες αλλαγές μείωσαν τη ρύπανση;»
- «Πώς μπορούν τα φυτά να βοηθήσουν στη μείωση (επιβράδυνση) της επιφανειακής απορροής;»
- «Ποιες λύσεις του πραγματικού κόσμου μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι κοινότητες;

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Παροχή καθοδήγησης στους μαθητές ώστε να σκεφτούν ως υπεύθυνοι για την επίλυση προβλημάτων, κατά τον ανασχεδιασμό του τοπίου τους με σκοπό τη μείωση της ρύπανσης. Ενθάρρυνση των μαθητών για τη συμπερίληψη «φυσικών εμποδίων», όπως η βλάστηση (φύλλα, νήματα ή ένα σφουγγάρι για την αναπαράσταση υγροτόπων), καθώς και για την επιβράδυνση των διαδρομών του νερού μέσω της αλλαγής της διάταξης (π.χ. τοποθέτηση πετρών ή φυτών στη διαδρομή της ροής). Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για την επανάληψη της δοκιμής βροχόπτωσης, με παράλληλη παρότρυνση για

την προσεκτική παρατήρηση των διαφορών στην ταχύτητα του νερού, τη διαύγεια καθώς και την ποσότητα της «ρύπανσης» που καταλήγει στο δοχείο συλλογής.

Κατά τη διάρκεια της συζήτησης, οι μαθητές ανακαλύπτουν ποιες αλλαγές ήταν πιο αποτελεσματικές. Οι μαθητές αναμένεται να συνειδητοποιήσουν ότι η παρουσία περισσότερων φυτών ή εμποδίων σημαίνει ότι μεγαλύτερη ποσότητα νερού επιβραδύνεται, διευκολύνοντας την απορρόφησή του, ενώ παράλληλα συγκρατείται μεγαλύτερο μέρος των ιζημάτων και των ρύπων πριν κινηθούν παραπέρα. Έμφαση στο γεγονός ότι τα φυτά λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα, μειώνοντας την απορροή και βελτιώνοντας την ποιότητα του νερού.

Κατά τη συζήτηση για εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο, ενθαρρύνονται οι μαθητές να προτείνουν λύσεις, όπως η φύτευση βλάστησης, η προστασία των υδροτόπων, η δημιουργία πράσινων χώρων καθώς και η μείωση της ρύπανσης στην πηγή της. Έμφαση στο ότι η βλάστηση και οι υγράτοποι μπορούν να παγιδεύσουν τους ρύπους, να μειώσουν την επιφανειακή απορροή θρεπτικών συστατικών και να βελτιώσουν την ποιότητα του νερού πριν φτάσει στα ποτάμια και τη θάλασσα. Επισημάνση ότι αυτές αποτελούν λύσεις βασισμένες στη φύση, τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι κοινότητες για την προστασία των υδάτινων οδών και των παράκτιων οικοσυστημάτων.

Συνιστάται η ενθάρρυνση του πειραματισμού και της μηχανικής σκέψης σε όλη τη διαδικασία —, καθώς δεν υπάρχει ένας «σωστός» τρόπος σχεδιασμού και η βελτίωση προέρχεται από τη δοκιμή και την προσαρμογή των ιδεών.

Σύνδεση της δραστηριότητας με λύσεις του πραγματικού κόσμου, όπως η προστασία και η αποκατάσταση των υδροτόπων, η φύτευση βλάστησης κατά μήκος των υδάτινων οδών, η βελτίωση της επεξεργασίας των λυμάτων καθώς και η μείωση της χρήσης λιπασμάτων. Ενίσχυση του μηνύματος ότι η ορθή διαχείριση της γης μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη του παράκτιου ευτροφισμού και στην προστασία των λειμώνων.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Το ταξίδι μιας σταγόνας βροχής»**

Περιγραφή δραστηριότητας: Δραστηριότητα αφήγησης

Συγγραφή και παρουσίαση μιας σύντομης ιστορίας από τους μαθητές, γραμμένης από την οπτική γωνία μιας σταγόνας βροχής που ταξιδεύει προς ένα λειμώνα.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Τι ανακαλύψαμε για την επιφανειακή απορροή;»
- «Πώς μπορούν οι άνθρωποι να μειώσουν την επιβλαβή απορροή;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Αυτή η δραστηριότητα αφήγησης επιτρέπει στους μαθητές να επιδείξουν την κατανόησή τους με δημιουργικό τρόπο. Καθοδήγηση των μαθητών για την περιγραφή του ταξιδιού μιας σταγόνας βροχής βήμα-βήμα —από πού πέφτει (π.χ. πόλη, αγρόκτημα ή φυσικό περιβάλλον), πώς κινείται (επιφανειακή απορροή, αποχετεύσεις, ποτάμια), τι παραλαμβάνει στην πορεία (π.χ. λιπάσματα, ίζημα) καθώς και τι συμβαίνει όταν φτάνει στη θάλασσα και σε έναν λειμώνα.

Παρότρυνση των μαθητών για τη συμπερίληψη σαφών συνδέσεων αιτίου-αποτελέσματος, όπως τον τρόπο με τον οποίο οι ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. η χρήση λιπασμάτων) οδηγούν σε ρυπασμένη απορροή, καθώς και πώς αυτό επηρεάζει την ποιότητα του νερού και την υγεία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων. Οι μαθητές αναμένεται επίσης να δείξουν επίγνωση των λύσεων —, για παράδειγμα πώς η προσθήκη φυτών ή η μείωση της ρύπανσης μπορεί να αλλάξει το ταξίδι της σταγόνας βροχής και να μειώσει τη βλάβη.

Κριτήρια αξιολόγησης του έργου:

Κατά την αξιολόγηση, ελέγχονται τα εξής στοιχεία: Λογική ακολουθία (σαφής αρχή → ταξίδι → αποτέλεσμα), κατανόηση της επιφανειακής απορροής και της κίνησης της ρύπανσης, σύνδεση μεταξύ χερσαίων δραστηριοτήτων και θαλάσσιου αντικτύπου, καθώς και συμπερίληψη λύσεων ή θετικών ενεργειών.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

1. Διαμορφωτική αξιολόγηση :

- Παρατήρηση κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας του πειράματος.
- Παρακολούθηση της σχέσης προβλέψεων έναντι αποτελεσμάτων.
- Διεξαγωγή ομαδικών συζητήσεων.
- Υλοποίηση αναστοχασμών Think-pair-share.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Τύποι αξιολόγησης:

1. Παιχνίδι ρόλων (δραματοποίηση):

Διεξαγωγή θεατρικής αναπαράστασης από τους μαθητές σχετικά με την ιστορία της σταγόνας βροχής από την προηγούμενη δραστηριότητα.

Στοιχεία που αξιολογούνται (καταγράφονται):

- Κατανόηση της διαδρομής της επιφανειακής απορροής.
- Εντοπισμός των πηγών ρύπανσης.
- Σαφής σύνδεση με την υγεία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

2. Δελτίο εξόδου:

Συμπλήρωση σύντομου δελτίου εξόδου από τους μαθητές, το οποίο περιλαμβάνει τα εξής τρία στοιχεία:

- **Σχεδιασμός και σήμανση:** Δημιουργία ενός διαγράμματος ροής που δείχνει την αλυσίδα του ευτροφισμού (λίπασμα → επιφανειακή απορροή → θάλασσα → ανάπτυξη φυκών → παρεμπόδιση

φωτός → παρακμή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων).

- **Επεξήγηση:** Σύνταξη μίας πρότασης με σκοπό την επεξήγηση των λόγων για τους οποίους το θολό νερό είναι επιβλαβές για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- **Ανάληψη δράσης:** Αναφορά μίας ενέργειας που θα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν οι ίδιοι — ή να προτείνουν σε ενήλικες — με σκοπό τη συμβολή στη μείωση της ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να ορίσω την επιφανειακή απορροή.
- Μπορώ να εξηγήσω πώς η ρύπανση από τη στεριά φτάνει στη θάλασσα.
- Μπορώ να περιγράψω πώς η επιφανειακή απορροή επηρεάζει τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Μπορώ να ορίσω τον ευτροφισμό.
- Μπορώ να προτείνω τρόπους μείωσης της επιβλαβούς απορροής.

Παράρτημα

Φύλλο καταγραφής πειράματος επιφανειακής απορροής

Όνομα: _____ Ημερομηνία: _____ Ομάδα: _____

Το μίνι τοπίο μας

Καταγραφή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν:

☐ Χώμα (γεωργική γη) ☐ Πέτρες (αστική περιοχή) ☐ Φύλλα (φυσική βλάστηση)

Στοιχεία που προστέθηκαν ως «ρύπανση»:

☐ Χρωστική ουσίας τροφίμων ☐ Κομμάτια χαρτιού (απορρίμματα)

Άλλο: _____

Παρατηρήσεις

1. Διαύγεια του νερού (επιλογή ενός):

Καθαρό / Ελαφρώς θολό / Πολύ θολό / Ρυπαρό

2. Ταχύτητα κίνησης της ροής του νερού (επιλογή ενός):

Αργά / Μέτρια / Γρήγορα

3. Ποσότητα «ρύπανσης» που μεταφέρθηκε (επιλογή ενός):

Καθόλου / Μικρή ποσότητα / Σημαντική ποσότητα / Μεγάλη ποσότητα

Καταγραφή ευρημάτων (γραπτή περιγραφή ή σχεδιαστική αναπαράσταση):

Δοκιμή φωτός (με τη χρήση φακού)

Δυνατότητα διέλευσης του φωτός μέσα από το νερό:

Ναι / Μερικώς / Όχι

Επιστημονική ερμηνεία του αποτελέσματος:

Συμπέρασμα: Διατύπωση των συμπερασμάτων που προέκυψαν σχετικά με την επιφανειακή απορροή και τη ρύπανση:

Αναστοχασμός: Πού θα μπορούσε να καταλήξει αυτό το ρυπασμένο νερό στην πραγματική ζωή;

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 3. ΕΙΜΑΣΤΕ ΦΥΛΑΚΕΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Αυτό το μάθημα στοχεύει στην ενδυνάμωση των μαθητών προκειμένου να αναλάβουν την ευθύνη προστασίας των λειμώνων. Οι μαθητές καλούνται να αναστοχαστούν σχετικά με όσα διδάχθηκαν και να δημιουργήσουν ένα μικρό έργο ευαισθητοποίησης ή δράσης, χρησιμοποιώντας τη γνώση από τα προηγούμενα μαθήματα για την παράκτια προστασία, την επιφανειακή απορροή, τη βιοποικιλότητα και την προστασία. Η δραστηριότητα περιλαμβάνει την ανάπτυξη μηνυμάτων από τους μαθητές, τα οποία προάγουν τη βιώσιμη συμπεριφορά και την περιβαλλοντική υπευθυνότητα μέσα από συνεργατικές υπαίθριες δραστηριότητες. Το μάθημα ολοκληρώνει την ενότητα με μια νότα ελπίδας, πρωτοβουλίας και επιμέλειας.

Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό:

Βάσει της δομής και της παιδαγωγικής προσέγγισης αυτού του σχεδίου μαθήματος, οι εκπαιδευτικοί δύνανται επίσης να σχεδιάσουν επιπλέον σχέδια μαθήματος ευαισθητοποίησης και δράσης, εμπνευσμένα από τις δραστηριότητες και τα θέματα που παρουσιάζονται στο SEA-QUEST Curriculum for Teachers. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν μαθητικές εκστρατείες, δράσεις προστασίας παραλιών και ακτών, καθώς και συνεργασίες σχολείου-κοινότητας, με σκοπό την ενθάρρυνση της ενεργού συμμετοχής στην προστασία και αποκατάσταση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εντοπίζουν δράσεις που βοηθούν στην προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Αναγνωρίζουν ότι όλοι μοιράζονται την ευθύνη για τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Στόχοι Δεξιοτήτων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Δημιουργούν ένα μήνυμα ευαισθητοποίησης για ένα συγκεκριμένο κοινό-στόχο.
- Σχεδιάζουν ένα απλό σχέδιο περιβαλλοντικής δράσης.
- Επικοινωνούν τις επιστημονικές τους ιδέες με σαφήνεια και αυτοπεποίθηση.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Επιδεικνύουν αίσθημα υπερηφάνειας για την προστασία του περιβάλλοντος.
- Εκτιμούν την ομαδική εργασία στην επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων.
- Δείχνουν δέσμευση για μια υπεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συνθέτουν την επιστημονική γνώση.
- Επικοινωνούν τις περιβαλλοντικές έννοιες.
- Εφαρμόζουν την επιστημονική μάθηση σε πλαίσια του πραγματικού κόσμου.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναπτύσσουν αίσθημα επιμέλειας και υπευθυνότητας.
- Εντοπίζουν βιώσιμες συμπεριφορές.
- Συμμετέχουν στην επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Ψηφιακές Ικανότητες

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Δημιουργούν ένα σύντομο βίντεο ευαισθητοποίησης ή μια ψηφιακή αφίσα (προαιρετικό).

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Συμμετέχουν σε δημοκρατική συζήτηση.
- Συνεργάζονται για την επίτευξη κοινών στόχων.
- Κατανοούν τη συλλογική και την ατομική ευθύνη.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

Απαραίτητα υλικά:

- Χαρτί αφίσας ή χαρτόνι.
- Μαρκადόροι, χρώματα και χρωματιστά μολύβια.
- Αυτοκόλλητα σημειώματα (post-it).
- Μεγάλος (κατά προτίμηση υπαίθριος) χώρος για έκθεση.

Προαιρετικά / Συμπληρωματικά υλικά:

- Φορητές συσκευές (tablets) ή κάμερες για την καταγραφή μηνυμάτων ευαισθητοποίησης. Οι κωδικοί QR των βίντεο μπορούν να εκτυπωθούν και να κολληθούν στις αφίσες.
- Παραδείγματα αφισών περιβαλλοντικής εκστρατείας (πραγματικά παραδείγματα ή οι Εικόνες 1 και 2) για άντληση ιδεών και έμπνευση.
- Εικόνες λειμώνων για έμπνευση.



Εικόνα 1. Παραδείγματα σχεδίων για αφίσες συνηγορίας (ευαισθητοποίησης). Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

ΙΔΕΕΣ ΓΙΑ ΑΦΙΣΕΣ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΛΙΒΑΔΙΩΝ

Χρησιμοποιήστε αυτές τις ιδέες ως έμπνευση για το δικό σας σχέδιο!

ΚΑΘΑΡΕΣ ΑΚΤΕΣ ΥΓΙΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ ΚΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΛΛΟΝ



 **ΟΧΙ ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ**
 **ΚΑΘΑΡΑ ΝΕΡΑ**
 **ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ**

ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ ΦΩΣ



Καθαρά νερά = λαμπρό μέλλον για τα θαλάσσια λιβάδια!

 **ΛΙΓΟΤΕΡΗ ΡΥΠΑΝΣΗ**
 **ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΦΩΣ**
 **ΠΙΟ ΔΥΝΑΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ**

ΜΗΝ ΑΦΗΝΕΤΕ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΑ ΣΚΙΑΖΕΙ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ ΜΑΣ



Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΗ ΣΤΕΡΙΑ ΒΛΑΠΤΕΙ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ.

ΓΙΝΕ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΛΥΣΗΣ!

ΜΙΚΡΑ ΦΥΤΑ ΜΕΓΑΛΗ ΣΗΜΑΣΙΑ



- ✓ ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΓΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΗ
- ✓ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΤΙΣ ΑΚΤΕΣ ΜΑΣ
- ✓ ΚΑΘΑΡΙΖΟΥΝ ΤΑ ΝΕΡΑ ΜΑΣ
- ✓ ΑΠΟΘΗΚΕΥΟΥΝ ΑΝΘΡΑΚΑ
- ✓ ΣΤΗΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ

**ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΜΑΣ.**

ΑΓΑΠΑΜΕ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ; ΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΥΜΕ ΔΡΑΣΗ!



 **ΟΧΙ ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ**
 **ΛΙΓΟΤΕΡΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ**
 **ΔΙΑΤΗΡΟΥΜΕ ΤΑ ΝΕΡΑ ΚΑΘΑΡΑ**

 **ΕΝΗΜΕΡΩΝΟΥΜΕ ΤΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ**
 **ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ**

ΜΑΖΙ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ!

ΟΙ ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΜΑΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΕΣ ΤΟΥ ΑΥΡΙΟ



 **Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΕΦΕΙ ΖΩΕΣ**
 **ΚΑΘΑΡΑ ΝΕΡΑ ΑΠΟΚΑΘΙΣΤΟΥΝ ΤΗ ΖΩΗ**

**ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΛΙΒΑΔΙΑ.
ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΜΕ ΤΗ ΖΩΗ. ♥**

Εικόνα 2. Παραδείγματα σχεδίων για αφίσες συνηγορίας (ευαισθητοποίησης). Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Τι έχουμε μάθει;»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Αυτή η εναρκτήρια δραστηριότητα προσφέρει στους μαθητές την ευκαιρία να ενεργοποιήσουν την προϋπάρχουσα γνώση τους και να διαπιστώσουν το εύρος των όσων διδάχθηκαν κατά την ενότητα. Δημιουργεί επίσης μια αίσθηση συλλογικού επιτεύγματος και θέτει μια αναστοχαστική διάθεση για αυτό το μάθημα δράσης και ευθύνης.

1. Διευθέτηση των μαθητών σε κύκλο, σε έναν εξωτερικό, ήσυχο και ανοιχτό χώρο, για την ενίσχυση της συμμετοχής και της οπτικής επαφής.
2. Εισαγωγή μιας μαλακής μπάλας από τον εκπαιδευτικό ως «αντικειμένου ομιλίας», με σκοπό τη ρύθμιση της σειράς των ομιλητών και τη διασφάλιση της μονοφωνίας (να μιλά ένας τη φορά). «Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα προστατεύουν τις ακτογραμμές από τη διάβρωση» είναι ένα παράδειγμα με το οποίο ξεκινά ο εκπαιδευτικός, πριν πετάξει απαλά τη μπάλα σε έναν μαθητή.
3. Αναφορά ενός στοιχείου που διδάχθηκε γύρω από τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, από κάθε μαθητή που λαμβάνει τη μπάλα. Οι απαντήσεις μπορεί να αφορούν επιστημονικά γεγονότα, διεργασίες ή ανθρώπινες συνδέσεις. Σε περίπτωση ανάγκης, παρέχεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να

απευθύνει καθοδηγητικές ερωτήσεις, όπως: «Πώς βοηθούν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα τους ανθρώπους;» ή «Τι επηρεάζει την υγεία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων;»

4. Μεταβίβαση της μπάλας σε άλλον συμμαθητή από τον μαθητή, μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησής του. Η διαδικασία συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο, μέχρι να έχουν τοποθετηθεί οι περισσότεροι μαθητές.
5. Καταγραφή των βασικών ιδεών από τον εκπαιδευτικό σε ένα μεγάλο φύλλο ή πίνακα, σε σημείο ορατό από όλους, κάτω από επικεφαλίδες όπως:
 - Παράκτια άμυνα.
 - Βιοποικιλότητα (περιοχές βρεφοκομείου/φυτωρίου).
 - Ανθρώπινες επιπτώσεις και ρύπανση από επιφανειακή απορροή.
 - Κλίμα και αποθήκευση άνθρακα (αν έχει συζητηθεί προηγουμένως).
 - Ανθρώπινη ευθύνη και προστασία.
 - Διατύπωση σύντομης ανακεφαλαίωσης (περίληψης) των ιδεών από τον εκπαιδευτικό, με παράλληλη ανάδειξη της διασύνδεσής τους καθώς και του τρόπου με τον οποίο σχετίζονται με πραγματικά περιβαλλοντικά ζητήματα.

Ενίσχυση μηνύματος:

«Αν γνωρίζουμε κάτι, μπορούμε να το προστατεύσουμε.» Στόχος είναι η συνειδητοποίηση από την πλευρά των μαθητών ότι τώρα μπορούν να επιφέρουν την αλλαγή με όσα γνωρίζουν, αντί να περιορίζονται απλώς στην επισήμανση των προβλημάτων.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Γιατί είναι σημαντικά τα θαλάσσια αγγειόσπερμα για τους ανθρώπους;»
- «Ποια προβλήματα τα απειλούν;»
- «Μπορούν οι άνθρωποι να κάνουν τη διαφορά;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Αυτή η φάση εμπλοκής έχει σχεδιαστεί για να επανενεργοποιήσει την προηγούμενη μάθηση, να χτίσει αυτοπεποίθηση και να δημιουργήσει μια κοινή βάση πριν οι μαθητές αρχίσουν να δημιουργούν τα τελικά τους έργα ευαισθητοποίησης ή δράσης. Υποστηρίζει τον αναστοχασμό, ενισχύει το επιστημονικό λεξιλόγιο και βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίσουν τη διασυνδεδεμένη φύση των ανθρώπινων συστημάτων και των οικοσυστημάτων.

Στοιχεία προς παρακολούθηση (αναφορά σε βασικά θέματα):

- Τα θαλάσσια αγγειόσπερμα προστατεύουν τις ακτογραμμές, μειώνοντας την ενέργεια των κυμάτων και τη διάβρωση.
- Οι ρίζες και τα ριζώματα σταθεροποιούν το ίζημα, συμβάλλοντας στη συγκράτηση του βυθού.
- Οι λειμώνες παρέχουν ενδιαιτήματα και περιοχές βρεφοκομείου/φυτωρίου για τη θαλάσσια ζωή.
- Υποστήριξη των τροφικών πλεγμάτων και της βιοποικιλότητας.
- Η επιφανειακή απορροή από τη στεριά μπορεί να ρυπάνει το νερό και να βλάψει τα φυτά (π.χ. θρεπτικά συστατικά, απορρίμματα

[σκουπίδια], ίζημα).

- Ανάγκη για καθαρό νερό με σκοπό την πραγματοποίηση της φωτοσύνθεσης και την επιβίωση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Η επίδραση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, οι οποίες μπορούν να βλάψουν ή να προστατεύσουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα.
- Συμβολή των θαλάσσιων αγγειόσπερμων στη ρύθμιση του κλίματος (αποθήκευση άνθρακα).
- Η εξάρτηση των ανθρώπων από τις υγιείς ακτές για ασφάλεια, τροφή και βιοπορισμό.

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Καταιγισμός ιδεών των φυλάκων των λειμώνων»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Εργασία των μαθητών σε μικρές ομάδες με σκοπό την απάντηση στο εξής ερώτημα:

«Πώς μπορούμε να προστατεύσουμε τα θαλάσσια αγγειόσπερμα από το σχολείο, το σπίτι ή την κοινότητά μας;»

Διεξαγωγή καταιγισμού ιδεών από τις ομάδες γύρω από πρακτικές δράσεις, όπως:

- Μείωση των απορριμμάτων (σκουπιδιών).
- Εξοικονόμηση νερού.
- Χρήση λιγότερων χημικών ουσιών.
- Ενημέρωση άλλων ατόμων.

Οργάνωση των ιδεών στις εξής κατηγορίες:

- Στο σπίτι.
- Στο σχολείο.
- Στην κοινότητα.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιες μικρές δράσεις μπορούν να αποτρέψουν την επιφανειακή απορροή;»
- «Πώς μπορούμε να ευαισθητοποιήσουμε το κοινό;»
- «Ποιος χρειάζεται να μάθει για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Αυτή η δραστηριότητα μεταφέρει τη μάθηση από την κατανόηση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων στην εφαρμογή της γνώσης μέσω πρακτικής, τοπικής δράσης. Παρέχεται καθοδήγηση στους μαθητές με σκοπό τη συνειδητοποίηση ότι η περιβαλλοντική προστασία δεν αποτελεί μια διαδικασία που συμβαίνει μόνο σε θαλάσσια ή επιστημονικά πλαίσια, αλλά ξεκινά με τις καθημερινές επιλογές στο σπίτι, στο σχολείο και στην ευρύτερη κοινότητα. Η έμφαση δίνεται στην ανάσχεση της βλάβης στην πηγή της, ειδικά μέσω της μείωσης της ρύπανσης από την επιφανειακή απορροή, τα απορρίμματα και τη χρήση χημικών ουσιών, στοιχεία που αποτελούν μείζονες απειλές για την υγεία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

Παρότρυνση των μαθητών ώστε να σκέφτονται πρακτικά και ρεαλιστικά, αποφεύγοντας την απарίθμηση εξιδανικευμένων ή μη ρεαλιστικών λύσεων. Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για τη σύνδεση των ιδεών τους με όσα διδάχθηκαν για την απορροή (π.χ. «Πώς αυτή η δράση σταματά τη ρύπανση να φτάσει στη θάλασσα;»). Παροχή βοήθειας προς τις ομάδες για τη σαφή οργάνωση των ιδεών στις τρεις κατηγορίες: Στο σπίτι, στο σχολείο και στην κοινότητα.

Παρότρυνση των μαθητών για την ανάληψη δράσεων κατάλληλων για την ηλικία τους και

εφικτών, όπως η μείωση των απορριμμάτων, η αποφυγή περιττών χημικών ουσιών και η φύτευση βλάστησης. Στην περίπτωση που οι ομάδες δυσκολευτούν, συνιστάται η χρήση προτροπών, όπως: «Τι θα μπορούσαμε να αλλάξουμε στην καθημερινή μας ρουτίνα;» ή «Πώς θα μπορούσαμε να σταματήσουμε κάτι από το να καταλήξει στις αποχετεύσεις;»

Έμφαση στο γεγονός ότι ακόμα και οι μικρές δράσεις μπορούν να μειώσουν τη ρύπανση και να προστατεύσουν τους λειμώνες, διατηρώντας σταθερή την εστίαση στην ενδυνάμωση των μαθητών. Καλλιέργεια της ομαδικής εργασίας και διασφάλιση της συνεισφοράς όλων των μαθητών στην ομάδα τους..

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Από τις ιδέες στην εκστρατεία»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Επεξήγηση από τον εκπαιδευτικό ότι η ευαισθητοποίηση βοηθά τις κοινότητες να αλλάξουν συμπεριφορά.

Σχηματισμός ομάδων από τους μαθητές και επιλογή ενός από τα παρακάτω έργα:

- Σχεδιασμός μιας εκστρατείας αφισών.
- Δημιουργία ενός σύντομου λόγου με τίτλο «Προστατέψτε τα θαλάσσια φανερόγαμά μας».
- Καταγραφή ενός βίντεο ευαισθητοποίησης 1 λεπτού (αν υπάρχουν διαθέσιμα ψηφιακά εργαλεία).
- Συγγραφή μιας επιστολής στις οικογένειες σχετικά με πρακτικές καθαρού νερού.

Επεξήγηση των στοιχείων που περιλαμβάνει μια καλή επικοινωνία:

- Σαφές μήνυμα.
- Γεγονότα.
- Θετικό τόνο.
- Κάλεσμα σε δράση.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιο είναι το πιο σημαντικό μήνυμα που πρέπει να ακούσουν οι άνθρωποι;»
- «Πώς μπορούμε να κάνουμε το μήνυμά μας σαφές και δυνατό;»
- «Γιατί είναι σημαντική η θετική γλώσσα;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Επεξήγηση στους μαθητές ότι η αύξηση της ευαισθητοποίησης είναι ένας σημαντικός τρόπος προστασίας των λειμώνων, καθώς βοηθά στην αλλαγή της καθημερινής συμπεριφοράς των ανθρώπων. Έμφαση στο ότι η επιστημονική κατανόηση είναι πιο ισχυρή όταν μοιράζεται με σαφήνεια με άλλους, και ότι ακόμα και απλά μηνύματα μπορούν να έχουν πραγματικό αντίκτυπο στις κοινότητες. Παροχή βοήθειας προς τους μαθητές για τη βελτίωση των ιδεών τους και τη διασφάλιση ότι το επιλεγμένο τους έργο (αφίσα, λόγος, βίντεο ή επιστολή) μεταφέρει ένα σαφές, εστιασμένο μήνυμα αντί για πολλαπλά μηνύματα.

Παρότρυνση των μαθητών για την εφαρμογή ακριβών επιστημονικών πληροφοριών από την ενότητα: Επιφανειακή απορροή, ρύπανση, ίζημα, διάβρωση και ο ρόλος των θαλάσσιων αγγειόσπερμων στην παράκτια προστασία. Υπόδειξη προς αυτούς ότι η καλή επικοινωνία

θα πρέπει να είναι απλή, πραγματολογική και εύκολα κατανοητή από τους άλλους. Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για αναστοχασμό γύρω από το ποιο είναι το κοινό τους και τι θέλουν να κάνει το κοινό με το μήνυμα.

Έμφαση στη σημασία της διατήρησης θετικού και προσανατολισμένου προς τη λύση τόνου. Αποφυγή της απλής ανάλυσης των προβλημάτων από την πλευρά των μαθητών, με παράλληλη ανάδειξη του τρόπου με τον οποίο μικρά, πρακτικά βήματα μπορούν να βοηθήσουν στην προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων. Ενημέρωσή τους ότι η χρήση σαφούς γλώσσας, ισχυρού επιστημονικού λεξιλογίου και ενός δυνατού καλέσματος σε δράση θα κάνει το μήνυμά τους πιο αποτελεσματικό και ουσιαστικό.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Υπαίθρια διαδρομή ευαισθητοποίησης για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

1. Τοποθέτηση των αφισών, των κειμένων των ομιλιών ή των επιστολών από τους μαθητές γύρω από τον χώρο του σχολείου.
2. Κυκλική εναλλαγή (περιστροφή) των ομάδων και παρουσίαση του μηνύματός τους.
3. Επιλογή: Πρόσκληση μιας άλλης τάξης για περιήγηση (περπάτημα) στη «Διαδρομή ευαισθητοποίησης για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα».

Επεξήγηση των εξής σημείων από τους μαθητές:

- Γιατί έχουν σημασία τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.

- Τι τα απειλεί.
- Τι μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Πώς ήταν το να διδάσκετε άλλους;»
- «Ποιες ιδέες ήταν πιο πειστικές;»
- «Τι θα μπορούσε να συμβεί αν η κοινότητά μας αναλάβει δράση;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Παροχή χρόνου και χώρου στους μαθητές για την καθαρή έκθεση των αφισών, των λόγων ή των επιστολών τους γύρω από τον χώρο του σχολείου. Διευκόλυνση της κυκλικής εναλλαγής (περιστροφής), ώστε κάθε ομάδα να μπορεί να μοιραστεί το μήνυμά της και να έχει δομημένη αλληλεπίδραση με τις άλλες. Σε περίπτωση πρόσκλησης άλλης τάξης, υποστήριξη της οργάνωσης μιας «Διαδρομής ευαισθητοποίησης για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα», με παράλληλη διασφάλιση της ομαλής μετακίνησης μεταξύ των σταθμών, καθώς και της συμμετοχής και της επίδειξης σεβασμού από την πλευρά όλων των μαθητών.

Κατά την παρουσίαση, ζητείται από τους μαθητές να εξηγήσουν με σαφήνεια γιατί είναι σημαντικά τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, τι τα απειλεί καθώς και τι μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι για να τα προστατεύσουν, χρησιμοποιώντας το λεξιλόγιο της ενότητας όπου είναι κατάλληλο.

Ενίσχυση της αυτοπεποίθησης στην επικοινωνία. Έμφαση στο γεγονός ότι οι μαθητές λειτουργούν ως περιβαλλοντικοί εκπαιδευτές, μεταδίδοντας σημαντικές επιστημονικές ιδέες στους συνομηλίκους τους. Μετά τις παρουσιάσεις, χρήση καθοδηγητικών ερωτήσεων με σκοπό

την παροχή βοήθειας προς τους μαθητές για τη διαδικασία του αναστοχασμού.

Παραδείγματα ερωτήσεων αναστοχασμού:

- «Πώς ήταν το να διδάσκετε άλλους;»
- «Ποιες ιδέες ήταν πιο πειστικές;»
- «Πώς θα μπορούσε η δράση της κοινότητας να κάνει τη διαφορά;»

Διατήρηση θετικής και εορταστικής διάθεσης, μέσω της αναγνώρισης της προσπάθειας, της δημιουργικότητας και της ομαδικής εργασίας.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Όνομα / Τίτλος δραστηριότητας: **«Η υπόσχεσή μου για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Σύνταξη προσωπικής δήλωσης δέσμευσης από τους μαθητές:

«Υπόσχομαι να βοηθήσω στην προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων κάνοντας ____.»

Επιλογή μιας πραγματικής και συγκεκριμένης δράσης από την πλευρά των μαθητών, την οποία μπορούν να αναλάβουν με βάση όσα διδάχθηκαν σε όλη την ενότητα (π.χ. μείωση των απορριμμάτων/σκουπιδιών, χρήση λιγότερου πλαστικού, διάχυση της ευαισθητοποίησης ή προστασία της ποιότητας του νερού). Παρέχεται η δυνατότητα για τη συγγραφή της υπόσχεσης σε μια κάρτα και τη δημιουργία ενός συλλογικού «Τοίχου Δεσμεύσεων» στην τάξη τους. Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν (μοιραστούν) την υπόσχεσή τους με την ομάδα (εθελοντικά ή σε μικρούς κύκλους), με σκοπό την ενίσχυση της λογοδοσίας και της κοινής ευθύνης.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιο είναι ένα πράγμα που μπορείτε να κάνετε σήμερα για να βοηθήσετε στην προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων;»
- «Τι μπορείτε να κάνετε κάθε μέρα για να μειώσετε τη ρύπανση ή να έχετε πιο υγιείς θάλασσες;»
- «Γιατί κάθε δράση, όσο μικρή κι αν είναι, είναι σημαντική για το περιβάλλον;»
- «Πώς θα βοηθήσει η υπόσχεσή σας τους ανθρώπους, τα ζώα ή το περιβάλλον;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Διατύπωση αιτήματος προς τους μαθητές για τη διαμόρφωση συγκεκριμένων, εφικτών και προσωπικά ουσιαστικών δεσμεύσεων, αποφεύγοντας τις γενικές δηλώσεις. Παροχή βοήθειας προς τους μαθητές για τη σύνδεση της υπόσχεσής τους με ιδέες από την ενότητα, όπως η μείωση της ρύπανσης από την επιφανειακή απορροή, η προστασία των παράκτιων ενδιαιτημάτων ή η διάχυση της ευαισθητοποίησης. Δημιουργία μιας αίσθησης συλλογικής ευθύνης μέσα από την έκθεση ή τη συζήτηση της εργασίας ως ομάδα, με παράλληλη παροχή δυνατότητας παρουσίας σε όσους μαθητές το επιθυμούν, ώστε να νιώθουν άνετα.

Καλλιέργεια ενός υποστηρικτικού και αναστοχαστικού περιβάλλοντος, με σκοπό την κατανόηση από την πλευρά των μαθητών ότι οι ατομικές δράσεις συμβάλλουν σε μια ευρύτερη περιβαλλοντική αλλαγή, όταν όλοι κάνουν το μερίδιό τους σε μια κοινότητα. Υπενθύμιση ότι στόχος δεν είναι η τελειότητα, αλλά η επίγνωση και η προθυμία για δράση. Ολοκλήρωση του μαθήματος με μια θετική και ενδυναμωτική νότα, ότι οι μαθητές διαθέτουν πλέον τη γνώση και

την ικανότητα να αποτελέσουν φορείς θετικής αλλαγής για τους λειμώνες και τα παράκτια περιβάλλοντα.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

1. Διαμορφωτική αξιολόγηση

- Συμμετοχή στον καταιγισμό ιδεών.
- Συνεργασία κατά τη δημιουργία της εκστρατείας.
- Ακρίβεια των πληροφοριών που παρουσιάστηκαν (μοιράστηκαν) στις ομιλίες.
- Ποιότητα συλλογιστικής στις συζητήσεις.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Τύπος αξιολόγησης: Δελτίο εξόδου-Μήνυμα εκστρατείας (Μία πρόταση)

Σύνταξη μίας δυνατής πρότασης από τους μαθητές για μια εκστρατεία προστασίας του θαλάσσιου αγγειόσπερμου:

“ _____
_____ ”

(Σημείωση: Η πρόταση των μαθητών οφείλει να περιλαμβάνει τους λόγους για τους οποίους έχουν σημασία τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ή και τις ενέργειες στις οποίες οφείλουν να προβούν οι άνθρωποι για να τα προστατεύσουν).

Εστίαση του εκπαιδευτικού κατά την αξιολόγηση:

- Σαφές περιβαλλοντικό μήνυμα.
- Συμπερίληψη της σημασίας ή της απειλής για το θαλάσσιο αγγειόσπερμο.
- Πρόταση συγκεκριμένης δράσης ή ευαισθητοποίησης.

- Θετικός και πειστικός τόνος.

Στοιχεία που αξιολογούνται (καταγράφονται):

- Ακρίβεια περιεχομένου.
- Επικοινωνιακές δεξιότητες.
- Εφαρμογή της μάθησης.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να εξηγήσω γιατί είναι σημαντικά τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Μπορώ να περιγράψω τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι επηρεάζουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.
- Μπορώ να προτείνω δράσεις για την προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να δημιουργήσω ένα μήνυμα για να ενθαρρύνω άλλους να κινητοποιηθούν (νοιαστούν).

B7.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 7: ΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ ΠΑΡΑΜΕΝΟΥΝ ΣΕ ΜΕΓΑΛΟ ΒΑΘΜΟ ΑΝΕΞΕΡΕΥΝΗΤΑ

Damla Kiral

STANDO LTD, Κύπρος

Άννα Νικολάου

STANDO LTD, Κύπρος

Merve Buba

STANDO LTD, Κύπρος



ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1. ΟΜΑΔΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΩΚΕΑΝΟΥ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 45 ΛΕΠΤΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το μάθημα, παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές να ανακαλύψουν τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες χρησιμοποιούν σύγχρονες τεχνολογίες –όπως δορυφόρους, drones και υποβρύχια οχήματα– για να μελετήσουν τους λειμώνες. Επιπλέον, επιτυγχάνεται η κατανόηση ότι πολλοί διαφορετικοί τύποι ειδικών συνεργάζονται για τη μελέτη και την προστασία των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

Μέσα από μια δραστηριότητα παιχνιδιού ρόλων, οι μαθητές σχηματίζουν διεπιστημονικές «Ερευνητικές Ομάδες Μελέτης Θαλάσσιου Αγγειόσπερμου» και εργάζονται συνεργατικά για την ανάλυση μιας πραγματικής πρόκλησης στον τομέα της παρακολούθησης. Αυτό το μάθημα ολοκληρώνει την ενότητα μεταφέροντας το μήνυμα ότι η προστασία των θαλάσσιων λειμώνων απαιτεί τεχνολογία, ομαδική εργασία και κοινή ευθύνη.

ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι Γνώσης

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εντοπίζουν παραδείγματα τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων (δορυφόροι, drones, σόναρ/sonar).
- Αναγνωρίζουν ότι η έρευνα των λειμώνων περιλαμβάνει συνεργασία μεταξύ επιστημόνων από διαφορετικούς κλάδους.
- Εξηγούν τους λόγους για τους οποίους η διεπιστημονική ομαδική εργασία οδηγεί σε καλύτερη επιστημονική κατανόηση και πιο αποτελεσματική προστασία.

Στόχοι Δεξιότητων

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Ερμηνεύουν απλά οπτικά δεδομένα (χάρτες ή εναέριες εικόνες).
- Συνεργάζονται μέσα σε ανατεθειμένους ρόλους ειδικών, συμβάλλοντας ουσιαστικά σε ομαδικές αποφάσεις.
- Παρουσιάζουν τα ομαδικά τους ευρήματα με σαφήνεια.

Στόχοι Στάσεων και Αξιών

Μέχρι το τέλος του μαθήματος, οι μαθητές αναμένεται να είναι σε θέση να:

- Εκτιμούν τη σημασία της ομαδικής εργασίας στην επιστήμη.

- Αναπτύσσουν αίσθημα σεβασμού για τους διαφορετικούς ρόλους και τις συνεισφορές.
- Εκτιμούν την τεχνολογία ως εργαλείο περιβαλλοντικής προστασίας.

ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ

Ικανότητες Επιστημονικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Κατανοούν τον τρόπο με τον οποίο τα επιστημονικά εργαλεία βοηθούν στη συλλογή δεδομένων.
- Συνδέουν τα διαθέσιμα στοιχεία με τα αντίστοιχα συμπεράσματα.
- Επιλύουν προβλήματα μέσω συνεργασίας.

Ικανότητες Περιβαλλοντικού Εγγραμματισμού:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναγνωρίζουν τον τρόπο με τον οποίο η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρεάζει τα θαλάσσια οικοσυστήματα καθώς και την ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση.
- Κατανοούν ότι η προστασία απαιτεί σχεδιασμό και έρευνα

Ψηφιακές Ικανότητες

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Ερμηνεύουν απλές εναέριες εικόνες.
- Αναπτύσσουν επίγνωση για το εύρος των ψηφιακών τεχνολογιών και της τηλεπισκόπησης που είναι διαθέσιμες για την παρακολούθηση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.

Κοινωνικές Ικανότητες και Ικανότητες του Πολίτη:

Οι μαθητές αναμένεται να:

- Αναπτύσσουν συνεργατική ομαδική εργασία.
- Επιδεικνύουν υπευθυνότητα κατά την εκτέλεση του ρόλου τους.
- Εφαρμόζουν σεβαστική επικοινωνία και διαδικασίες κοινής λήψης αποφάσεων.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΡΟΙ

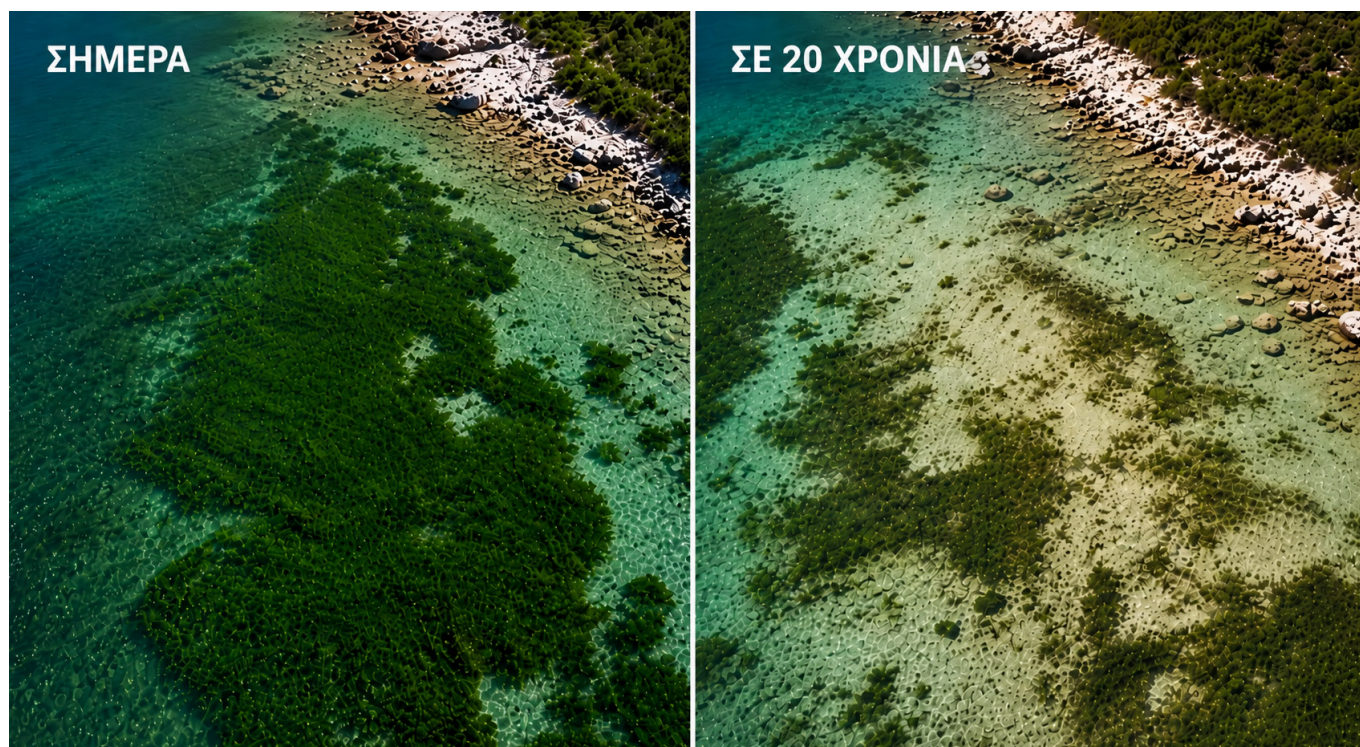
Απαραίτητα υλικά:

- Τυπωμένες εναέριες εικόνες λειμώνων (πριν και μετά την αλλαγή) – βλ. Εικόνα 1.
- Κάρτες ρόλων (Βιολόγος, Μηχανικός, Επιστήμονας δεδομένων, Ηγέτης κοινότητας, Δύτης).
- Μεγάλο χαρτί αφίσας.
- Μαρκadόροι και μολύβια.

- Απλές κάρτες γεγονότων που περιγράφουν κάθε ρόλο.

Προαιρετικά / Συμπληρωματικά υλικά:

- Σύντομο, κατάλληλο για παιδιά βίντεο με υποβρύχια drones (βίντεο 1 λεπτού). <https://www.youtube.com/shorts/Wxv2dwekeW8>
- Φορητές συσκευές (tablets) για μεγέθυνση σε ψηφιακούς χάρτες ή χρήση της πλατφόρμας Google Earth για εξερεύνηση δορυφορικών όψεων παράκτιων περιοχών. https://earth.google.com/web/search/seagrass/@35.08899515,32.30432273,-0.1883626a,916.33232415d,35y,0h,0t,0r/data=CiwilgokCXSN6X-eqjUFAEZ2qC1_djEFAGbWZZoGyJUBAI-QE1opK8I0BAQgIIAToDCgEwQgIIAEoN-CP_____wEQAA
- Παράδειγμα απλοποιημένης εικόνας σόναρ (sonar) για την επεξήγηση του τρόπου συλλογής δεδομένων βάθους.



Εικόνα 1. Εικόνα που δείχνει την κατανομή ενός λειμώνα σε μια παράκτια τοποθεσία, στην τρέχουσα κατάστασή του καθώς και στην προβλεπόμενη κατάστασή του μετά από 20 έτη. Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί με τη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης.

ΔΟΜΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ & ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

ΦΑΣΗ 1: ΕΜΠΛΟΚΗ

Δραστηριότητα: «Πώς βλέπουμε κάτω από το νερό;»

- Προβολή μιας εναέριας ή δορυφορικής εικόνας μιας ακτογραμμής, με τις περιοχές των θαλάσσιων αγγειόσπερμων σαφώς επισημασμένες.
- Διατύπωση του εξής ερωτήματος προς τους μαθητές: «Πώς τράβηξαν οι επιστήμονες αυτή τη φωτογραφία, αφού τα θαλάσσια αγγειόσπερμα ζουν κάτω από το νερό;»
- Εισαγωγή απλών και οπτικών εξηγήσεων γύρω από τις βασικές τεχνολογίες παρακολούθησης (βλ. Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό παρακάτω).
- Επεξήγηση ότι κανένας μεμονωμένος επιστήμονας δεν μπορεί να τα κάνει όλα μόνος του –καθώς διαφορετικοί ειδικοί συνεργάζονται σε ερευνητικές ομάδες.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Μπορούμε να δούμε τα θαλάσσια αγγειόσπερμα από το διάστημα; Πώς;»
- «Ποια εργαλεία θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους επιστήμονες να μελετήσουν φυτά που ζουν κάτω από το νερό;»
- «Γιατί μπορεί ένας επιστήμονας να μην είναι αρκετός για να μελετήσει ολόκληρο ένα λειμών;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Εισαγωγή των παρακάτω τεχνολογιών στην έκταση που κρίνεται κατάλληλη για την ομάδα σας, διατηρώντας τις εξηγήσεις απλές και οπτικές. Χρήση εικόνων ή σύντομων αποσπασμάτων βίντεο με σκοπό την ανάδειξη του τρόπου χρήσης των εργαλείων αυτών στην πραγματική ζωή. Αποφυγή της βαριάς τεχνικής ορολογίας. Η βασική έννοια είναι ότι τα εργαλεία βοηθούν τους επιστήμονες να συλλέγουν πληροφορίες με ασφάλεια, ακρίβεια καθώς και σε κλίμακες που θα ήταν αδύνατο να μελετηθούν με το χέρι.

Χαρτογράφηση και παρακολούθηση των λειμώνων:

- **Δορυφόροι:** Εντοπίζουν την κατανομή, την πυκνότητα και τις αλλαγές του θαλάσσιου λειμώνα με τον χρόνο, χρησιμοποιώντας φασματικές (φωτεινές) υπογραφές ορατές από την τροχιά.
- **Drones:** Παρέχουν λεπτομερείς εναέριες εικόνες των ρηχών παράκτιων ζωνών, αποτελώντας ιδανική επιλογή για μελέτες μικρής κλίμακας ή μελέτες παρακολούθησης.
- **Εξειδικευμένη απεικόνιση:** Συχνά εναέριοι ή βασισμένοι σε drone υπερφασματικοί αισθητήρες, οι οποίοι διαφοροποιούν τα είδη με βάση την ακριβή ανάκλαση του φωτός, και προβαίνουν σε αξιολόγηση της φυσιολογικής υγείας των φυτών αναλύοντας τα χαρακτηριστικά απορρόφησης.

Υποβρύχια παρατήρηση και παρακολούθηση:

- **Υποβρύχιες κάμερες (GoPro):**
Χρησιμοποιούνται για γρήγορες, μη καταστροφικές έρευνες με σκοπό την παρακολούθηση της βιοποικιλότητας και τον εντοπισμό διαταραχών.
- **Έρευνες SCUBA και δειγματοληψία με πλαίσιο (τετράγωνο):** Διεξαγωγή καταδύσεων από τους επιστήμονες για την απευθείας μέτρηση της κάλυψης, της πυκνότητας των βλαστών καθώς και της σύνθεσης των ειδών.
- **Ακουστικά συστήματα (σόναρ/sonar):**
Δημιουργούν εικόνες υψηλής ανάλυσης του βυθού.
- **ROV (Τηλεκατευθυνόμενα οχήματα):**
Παρέχουν τη δυνατότητα στους ερευνητές να εξερευνούν βαθύτερες ή δυσπρόσιτες περιοχές με ασφάλεια, χωρίς να απαιτείται κατάδυση.

Αισθητήρες ποιότητας νερού και περιβάλλοντος:

- **Αισθητήρες θολερότητας και φωτός:**
Παρακολουθούν την ποσότητα του ηλιακού φωτός που φτάνει στα φυτά, κάτι απαραίτητο για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
- **Αισθητήρες ποιότητας νερού:**
Παρακολουθούν βασικές παραμέτρους —, όπως τα θρεπτικά συστατικά, το διαλυμένο οξυγόνο και το pH —, οι οποίες υποδεικνύουν ρύπανση ή ευτροφισμό.
- **Καταγραφικά θερμοκρασίας και αλατότητας:**
Καταγράφουν περιβαλλοντικές αλλαγές που ενδέχεται να επηρεάσουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα.

- **Εργαστηριακή ανάλυση:** Χρησιμοποιείται για την εξέταση δειγμάτων των φυτών (π.χ. ανάλυση θρεπτικών συστατικών, φορτίο επιφύτων, ανίχνευση ρύπων, βιομάζα και παραγωγικότητα).

ΦΑΣΗ 2: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δραστηριότητα: «Ερευνητικές ομάδες μελέτης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων»

- Διαχωρισμός των μαθητών σε μικρές ομάδες (ιδανικά 5 μαθητές ανά ομάδα, με ανάθεση ενός ρόλου σε κάθε μέλος).
- Ανάθεση μιας κάρτας ρόλου και του αντίστοιχου φύλλου γεγονότων σε κάθε μαθητή:
 - Βιολόγος: Μελετά τα φυτά, τα ζώα και τη γενική υγεία του οικοσυστήματος.
 - Μηχανικός: Σχεδιάζει, αναπτύσσει και συντηρεί εργαλεία παρακολούθησης —, όπως drones και αισθητήρες.
 - Επιστήμονας δεδομένων: Αναλύει δορυφορικές εικόνες, εναέριες φωτογραφίες και δεδομένα πεδίου, με σκοπό τον εντοπισμό προτύπων και τάσεων.
 - Δύτης: Πραγματοποιεί άμεσες υποβρύχιες παρατηρήσεις και συλλέγει φυσικά δείγματα.
 - Ηγέτης κοινότητας: Εκπροσωπεί τις τοπικές κοινότητες, επικοινωνεί τα ερευνητικά ευρήματα καθώς και συμβάλλει στις αποφάσεις.
- Παροχή δύο τυπωμένων εικόνων (Εικόνα 1) σε κάθε ομάδα: Μια εικόνα κατανομής των φυτών του έτους 1 και μια εικόνα του έτους 20 που δείχνει ορατή παρακμή.

- Διεξαγωγή συζήτησης και καταγραφή των απαντήσεων σε χαρτί αφίσας από κάθε ομάδα γύρω από τα εξής ερωτήματα:

- «Τι έχει αλλάξει μεταξύ του έτους 1 και του έτους 20;»
- «Τι θα μπορούσε να έχει προκαλέσει αυτές τις αλλαγές;»
- «Τι θα πρέπει να πράξει στη συνέχεια η ομάδα και ποια είναι η εισήγηση του κάθε ειδικού;»

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιες διαφορές μπορείτε να δείτε ανάμεσα στις δύο εικόνες;»
- «Ποια συγκεκριμένη πληροφορία συνεισφέρει ο ρόλος σας στην κατανόηση της ομάδας;»
- «Πώς μπορεί η ομάδα σας να συνδυάσει τις διαφορετικές οπτικές σας για να βρείτε μια λύση;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Παρότρυνση των μαθητών ώστε να μιλούν από την οπτική γωνία του ανατεθειμένου ρόλου τους, αντί να περιορίζονται στην παράθεση προσωπικών απόψεων. Υπενθύμιση προς την τάξη ότι κάθε ρόλος είναι εξίσου σημαντικός. Συνιστάται η επίβλεψη (περιφορά) των ομάδων με σκοπό την ενθάρρυνση των πιο ήσυχων μαθητών, καθώς και η υποβολή της εξής πρόκλησης στις ομάδες που ολοκληρώνουν τη δραστηριότητα νωρίτερα: «Τι θα χρειαζόσασταν να ξέρετε για να είστε πιο σίγουροι για τα συμπεράσματά σας;

ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

Δραστηριότητα: **«Γιατί έχουν σημασία οι ομάδες»**

- Παρουσίαση της αφίσας κάθε ομάδας στην τάξη, με παράλληλη επεξήγηση των ευρημάτων και των εισηγήσεών της.
- Διευκόλυνση μιας σύντομης συζήτησης στην τάξη από τον εκπαιδευτικό, με σκοπό την ανάδειξη των εξής βασικών ιδεών:
 - Η τεχνολογία επεκτείνει το πεδίο παρατήρησης και μέτρησης για τους επιστήμονες.
 - Κάθε ειδικός φέρνει έναν διαφορετικό τύπο γνώσης και οπτικής.
 - Η συνεργασία παράγει πιο πλήρη και αξιόπιστα συμπεράσματα.
- Επανασύνδεση με τη βασική αρχή της ενότητας: Υπάρχουν ακόμα πολλά να μάθουμε για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, γεγονός που καθιστά τη συνεχή έρευνα και παρακολούθηση ιδιαίτερα σημαντικές.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Θα μπορούσε ένας ειδικός να είχε λύσει αυτό το πρόβλημα μόνος του; Γιατί ή γιατί όχι;»
- «Πώς έκανε η τεχνολογία τη δουλειά της ομάδας πιο εύκολη ή πιο ακριβή;»
- «Τι θα μπορούσε να συμβεί σε ένα λειμών αν κανείς δεν το παρακολουθούσε;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Έμφαση στο θέμα της κοινής ευθύνης: Η προστασία ενός οικοσυστήματος δεν αποτελεί έργο ενός μόνο ατόμου ή επαγγέλματος. Ενίσχυση της ιδέας ότι όσο περισσότερα κατανοούμε για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα, τόσο καλύτερα

εξοπλισμένοι είμαστε για να τα προστατεύσουμε. Σε περίπτωση που οι μαθητές καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα στις ομάδες τους, παρέχεται μια καλή ευκαιρία για συζήτηση γύρω από τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες συγκρίνουν και αξιολογούν στοιχεία πριν καταλήξουν σε συναίνεση.

ΦΑΣΗ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Δραστηριότητα: **«Σχεδιασμός ενός εργαλείου του μέλλοντος»**

- Ατομική εργασία των μαθητών με σκοπό τη σχεδίαση ενός υποθετικού (φανταστικού) «Μελλοντικού Ερευνητικού Εργαλείου Παρακολούθησης των Θαλάσσιων Αγγειόσπερμων».
- Συμπεριγραφή επεξηγηματικών επισημάνσεων στο σχέδιο γύρω από τα εξής:
 - Τη λειτουργία του (τι κάνει).
 - Τον τρόπο συλλογής ή μετάδοσης των δεδομένων.
 - Τον χρήστη του εργαλείου (ποιος ρόλος ειδικού).
- Σύντομη παρουσίαση (μοιρασιά) των εφευρέσεων σε έναν συμμαθητή (συνεργάτη) ή στην τάξη από τους μαθητές.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιο πρόβλημα θα έλυνε το εργαλείο σας, το οποίο δεν μπορούν να λύσουν τα τρέχοντα εργαλεία;»
- «Θα πετούσε, θα επέπλεε, θα καταδυόταν, ή θα βρισκόταν σε τροχιά στο διάστημα; Πώς θα λειτουργούσε;»
- «Πώς θα βοηθούσε τους επιστήμονες να μάθουν περισσότερα για τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Ενθάρρυνση της δημιουργικότητας και της φαντασιακής σκέψης, με παράλληλη παρότρυνση των μαθητών για τη σύνδεση των ιδεών τους με τις πραγματικές ανάγκες παρακολούθησης που συζητήθηκαν νωρίτερα στο μάθημα. Αποδοχή όλων των ιδεών –καθώς ο στόχος είναι η εμπέδωση της μάθησης μέσα από τη δημιουργική εφαρμογή, και όχι ο έλεγχος της τεχνικής ακρίβειας.

ΦΑΣΗ 5: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Δραστηριότητα: **«Αναστοχασμός επιστημονικής ομάδας»**

Περιγραφή δραστηριότητας:

Συμπλήρωση ενός σύντομου, ατομικού αναστοχασμού (γραπτού ή σχεδιαστικού) από τους μαθητές, με σκοπό την καταγραφή των εξής στοιχείων:

- Μίας τεχνολογίας που χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για τη μελέτη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Ενός ρόλου ειδικού στο πλαίσιο μιας ερευνητικής ομάδας μελέτης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Ενός λόγου για τον οποίο η ομαδική εργασία είναι σημαντική στην επιστημονική έρευνα.

Καθοδηγητικές ερωτήσεις / Προτροπές:

- «Ποιο είναι το πιο σημαντικό πράγμα που μάθατε σήμερα για τη μελέτη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων;»
- «Ποιος ρόλος ειδικού σας φάνηκε πιο ενδιαφέρων, και γιατί;»
- «Γιατί είναι σημαντικό οι επιστήμονες με διαφορετική εξειδίκευση να συνεργάζονται;»

Σημειώσεις για τον εκπαιδευτικό:

Κατά τη συμπλήρωση των αναστοχασμών από τους μαθητές, συνιστάται η αναζήτηση στοιχείων που αποδεικνύουν την κατανόηση της έρευνας ως μιας συνεχούς, συνεργατικής διαδικασίας. Παροχή δυνατότητας σχεδίασης αντί γραπτής απόδοσης σε ορισμένους μαθητές, καθώς και οι δύο μορφές αποτελούν εξίσου έγκυρους τρόπους απάντησης. Συλλογή των αναστοχασμών με σκοπό τη χρήση τους ως ενός γρήγορου, διαμορφωτικού ελέγχου της ατομικής κατανόησης.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

1. Διαμορφωτική αξιολόγηση

- Παρατήρηση του εκπαιδευτικού για τη συμμετοχή των μαθητών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ρόλων και των ομαδικών συζητήσεων.
- Ποιότητα και βάθος των συνεισφορών μέσα στους ρόλους ειδικών.
- Παρατηρήσεις κατά τις ομαδικές παρουσιάσεις: Ακρίβεια περιεχομένου, χρήση βασικού λεξιλογίου και σαφήνεια εξήγησης.

2. Ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση

Τύπος αξιολόγησης: Εννοιολογικό σχέδιο με σύντομη γραπτή επεξήγηση

Υποβολή των εξής στοιχείων από τους μαθητές:

- Ένα επισημασμένο σχέδιο του «Μελλοντικού Ερευνητικού Εργαλείου Παρακολούθησης των Θαλάσσιων Αγγειόσπερμων» τους (από τη Φάση 4).
- Μια σύντομη γραπτή απάντηση στο ερώτημα: «Γιατί χρησιμοποιούν οι επιστήμονες

τεχνολογία και ομαδική εργασία για να μελετήσουν τα θαλάσσια αγγειόσπερμα;»

Στοιχεία που αξιολογούνται (καταγράφονται):

- Κατανόηση του ρόλου της τεχνολογίας στην παρακολούθηση των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Αναγνώριση της αξίας της διεπιστημονικής συνεργασίας.
- Κατάλληλη χρήση βασικού λεξιλογίου: Τεχνολογία, παρακολούθηση, έρευνα, δεδομένα, συνεργασία, οικοσύστημα.
- Ικανότητα σύνδεσης επιστημονικών εργαλείων και ομαδικής εργασίας με αποτελέσματα περιβαλλοντικής προστασίας.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ

- Μπορώ να ονομάσω τουλάχιστον ένα εργαλείο που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για τη μελέτη των θαλάσσιων αγγειόσπερμων.
- Μπορώ να εξηγήσω γιατί οι ερευνητικές ομάδες μελέτης των θαλάσσιων αγγειόσπερμων περιλαμβάνουν ειδικούς με διαφορετικές δεξιότητες.
- Μπορώ να περιγράψω πώς η τεχνολογία βοηθά τους επιστήμονες να προστατεύσουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα.
- Μπορώ να συνεργαστώ σε μια ομάδα για να αναλύσω ένα πρόβλημα και να προτείνω λύσεις.

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Amoutzopoulou-Schina, H., 2007. The meadows of marine phanerogams in Pagasitikos Gulf. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, School of Biology, Institute of Botany, Thessaloniki, p. 322 (in greek).

Collier, C.J., Langlois, L.M., McMahon, K.M., Udy, J., Rasheed, M., Lawrence, E., Carter, A.B., M.W. Fraser, M.W., McKenzie, L.J., 2021. What lies beneath: Predicting seagrass below-ground biomass from above-ground biomass, environmental conditions and seagrass community composition. *Ecological Indicators* 121, 107156

Green, E.P., Short, F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. University of California press, London, England, pp. 298.

Heck Jr., K.L., Carruthers, T.J.B., Duarte, C.M., R. Hughes, Kendrick, G., Orth, R.J., Williams, S.W., 2008. Trophic transfers from seagrass meadows subsidize diverse marine and terrestrial consumers. *Ecosystems* 11, 1198–1210.

Kevrekidis, T., Boubonari, T., Malea, P., Mogias, A., Apostoloumi, C., Kevrekidou, A. (2024). Exploring the coastal lagoons. *Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI)*, 75 p. (in greek). [https:// blue-nodes.eled.duth.gr/](https://blue-nodes.eled.duth.gr/)

Kevrekidou, A., Assimopoulou, A.N., Trachana, V., Stagos, D., Malea, P., 2024. Antioxidant activity, inhibition of intestinal cancer cell growth and polyphenolic compounds of the seagrass *Posidonia oceanica*'s extracts from living plants and beach casts. *Marine Drugs* 22(3), 130.

Kim, J.-H., Kim, S.H., Kim, Y.K., Park, J.-I., Lee, K.-S., 2016. Growth dynamics of the seagrass *Zostera japonica* at its upper and lower distributional limits in the intertidal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 175, 1–9.

Malea, P., Mylona, Z., Kevrekidis, T., 2019. Trace elements in the seagrass *Posidonia oceanica*: Compartmentation and relationships with seawater and sediment concentrations. *Science of the Total Environment* 686, 63–74.

Murphy, G.E.P., Dunic, J.C., Adamczyk, E.M., Bittick, S.J., Côté, I.M., Cristiani, J., Geissinger, E.A., Gregory, R.S., Lotze, H.K., O'Connor, M.I., Araújo, C.A.S., Rubidge, E.M., Templeman, N.D., Wong M.C., 2021. From coast to coast: ecology and management of seagrass ecosystems across Canada. *FACETS* 6: 139–179.

Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M., 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350, 3 – 20.

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Strydom, S., McCallum, R., Lafratta, A., Webster, C.L., O'Dea, C.M., Said, N.E., Dunham, N., Inostroza, K., Salinas, C., Billinghamurst, S., Phelps, C.M., Campbell, C., Gorham, C., Bernasconi, R., Frouws, A.M., Werner, A., Vitelli, F., Puigcorbé, V., D'Cruz, A., McMahon, K.M., Robinson, J., Huggett, M.J., McNamara, S., Hyndes, G.A., Serrano, O., 2023. Global dataset on seagrass meadow structure, biomass and production. *Earth System Science Data* 15, 511–519.

Algaebase

<https://www.algaebase.org/>

Ocean Image Bank

<https://oceanimagebank.theoceanagency.org/>

Seagrass-Watch

<https://www.seagrasswatch.org/>



ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΓΝΩΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΛΕΙΜΩΝΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΩΝ



seaquestproject.eu



Co-funded by
the European Union

Με χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι απόψεις και οι γνώμες που διατυπώνονται εκφράζουν αποκλειστικά τους συγγραφείς και δεν αντιπροσωπεύουν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή του Εθνικού Φορέα του Προγράμματος Erasmus+ και του Ευρωπαϊκού Σώματος Αλληλεγγύης. Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε ο φορέας που χορηγεί την επιχορήγηση μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για αυτές.