



Co-funded by
the European Union

Οικοσύστημα σε κίνδυνο: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή:	4
1: Εξερευνήστε.....	6
Πορείες και σημεία καμπής της κλιματικής αλλαγής	6
Ερωτήσεις	9
Απειλές και προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής για τα οικοσυστήματα	9
Ερωτήσεις	10
Ευκαιρίες για την Ανθεκτικότητα του Οικοσυστήματος	10
Ερωτήσεις	11
Σύναψη	12
2: Εκτέλεση	13
3: Βελτίωση	15
Αναφορές	17





Co-funded by
the European Union



Project Number: 2023-I-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



Co-funded by
the European Union



Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Γενικό θέμα της μαθησιακής διαδρομής	Κλιματική Αλλαγή και Βιωσιμότητα Οικοσυστήματος
Συγκεκριμένη ονομασία της μαθησιακής μονάδας	Οικοσύστημα σε κίνδυνο: Πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη φύση
Ηλικία των χρηστών-στόχων	14-18 ετών
Απαιτήσεις για τον εκπαιδευόμενο	Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν βασική κατανόηση της οικολογίας και της κλιματικής αλλαγής. Θα πρέπει να είναι σε θέση να διαβάζουν σύντομα επιστημονικά κείμενα, να εργάζονται σε ομάδες και να εκφράζουν τις ιδέες τους σε απλά γραπτά και προφορικά αγγλικά. Συνιστάται το ενδιαφέρον για τη φύση και τη βιωσιμότητα.
Περιγραφή της μαθησιακής μονάδας	Αυτή η μαθησιακή ενότητα βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει διαφορετικά οικοσυστήματα: χερσαία, γλυκού νερού και θαλάσσια. Οι μαθητές εξερευνούν πραγματικά παραδείγματα κλιματικών επιπτώσεων, όπως η άνοδος της θερμοκρασίας, η απώλεια βιοποικιλότητας, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και τα σημεία ανατροπής των οικοσυστημάτων. Η ενότητα συνδυάζει ανάγνωση, συζήτηση, σύντομα βίντεο, κουίζ και διαδραστικές ψηφιακές δραστηριότητες. Ένα βασικό στοιχείο της ενότητας είναι ένα κουίζ Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) που έχει προγραμματιστεί να δημιουργηθεί στο Delightex. Παρόλο που η δραστηριότητα AR θα αναπτυχθεί αργότερα, η ενότητα προετοιμάζει ήδη τους μαθητές για αυτήν μέσω σαφών εξηγήσεων, διαδραστικών εργασιών και δραστηριοτήτων αναστοχασμού. Οι μαθητές μαθαίνουν για λύσεις που βασίζονται στη φύση και συζητούν πώς τα οικοσυστήματα μπορούν να γίνουν πιο ανθεκτικά. Η ενότητα ενθαρρύνει την κριτική σκέψη, την ομαδική εργασία και τις συνδέσεις μεταξύ των παγκόσμιων κλιματικών ζητημάτων και των τοπικών περιβαλλόντων.
Θέμα: Εμπλεκόμενα μέρη	Φοιτητές, καθηγητές φυσικών επιστημών (βιολογία / περιβαλλοντική επιστήμη), ειδικοί στις ΤΠΕ ή την ψηφιακή μάθηση
Λέξεις-κλειδιά	Κλιματική αλλαγή, οικοσυστήματα, βιοποικιλότητα, ανθεκτικότητα, προσαρμογή, σημεία καμπής, βιωσιμότητα, λύσεις βασισμένες





	στη φύση, Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) στην εκπαίδευση
Βασικά προσόντα, δεξιότητες και γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν	- Κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα οικοσυστήματα - Ευαισθητοποίηση σχετικά με τις υπηρεσίες και τις διασυνδέσεις των οικοσυστημάτων - Ικανότητα εργασίας με απλές επιστημονικές πληροφορίες - Κριτική σκέψη και επίλυση προβλημάτων - Δεξιότητες συνεργασίας και συζήτησης - Ψηφιακός γραμματισμός και εμπειρία με διαδραστικά εργαλεία
Χρησιμοποιήθηκαν πόροι και διδακτικά βοηθήματα	Σύντομα προσαρμοσμένα κείμενα βασισμένα στην IPCC και σε επιστημονικές εκθέσεις Πληροφοριακά γραφήματα και απλά διαγράμματα οικοσυστημάτων Σύντομα εκπαιδευτικά βίντεο (π.χ. κλιπ YouTube / National Geographic) Διαδραστικό κουίζ (Wordwall) Φύλλα εργασίας αναστοχασμού Υλικά ομαδικού έργου Προγραμματισμένη δραστηριότητα AR στο Delightex (θα δημιουργηθεί αργότερα)
Κριτήρια αξιολόγησης και αξιολόγηση	- Συμμετοχή σε συζητήσεις και δραστηριότητες - Ακρίβεια και πληρότητα των παρατηρήσεων βιοποικιλότητας που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) - Αναστοχαστική γραφή σχετικά με στρατηγικές ανθεκτικότητας - Ομαδική παρουσίαση για λύσεις που βασίζονται στη φύση - Τελικό κουίζ ή ψηφιακή έκθεση που συνοψίζει τις βασικές απειλές και λύσεις





Εισαγωγή:

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία από τις πιο σοβαρές παγκόσμιες προκλήσεις του 21ου αιώνα. Η επιστημονική έρευνα δείχνει ότι η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, το λιώσιμο των παγετώνων, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι ισχυρότερες καταιγίδες και οι μεταβαλλόμενες μορφές βροχόπτωσης επηρεάζουν ήδη τα φυσικά και ανθρώπινα συστήματα παγκοσμίως (Hoegh-Guldberg et al., 2018; Εθνική Ακαδημία Επιστημών, 2019). Αυτές οι περιβαλλοντικές αλλαγές επηρεάζουν όχι μόνο τις ανθρώπινες κοινωνίες αλλά και τα φυτά, τα ζώα και τα οικοσυστήματα από τα οποία εξαρτάται η ζωή στη Γη. Τα οικοσυστήματα είναι στενά διασυνδεδεμένα με την ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς. Τα δάση, τα εδάφη, οι υγρότοποι και οι ωκεανοί παίζουν κρίσιμο ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος απορροφώντας διοξείδιο του άνθρακα, αποθηκεύοντας άνθρακα και επηρεάζοντας τα καιρικά πρότυπα (Bardgett & Caruso, 2020). Λόγω αυτών των στενών συνδέσεων, ακόμη και σχετικά μικρές κλιματικές αλλαγές μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές οικολογικές επιπτώσεις. Όταν ένα μέρος ενός οικοσυστήματος διαταράσσεται, οι επιπτώσεις μπορεί να εξαπλωθούν σε άλλα είδη και διεργασίες, δημιουργώντας αλυσιδωτές αλλαγές σε όλο το σύστημα (Bennett et al., 2016).





Οι ανθρώπινες δραστηριότητες αποτελούν την κύρια κινητήρια δύναμη της τρέχουσας κλιματικής αλλαγής. Η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών, η εντατική γεωργία και οι βιομηχανικές διεργασίες αυξάνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα και οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη και στην οξίνιση των ωκεανών (Hoegh-Guldberg et al., 2018). Καθώς οι θερμοκρασίες αυξάνονται, πολλά είδη αντιμετωπίζουν δυσκολίες προσαρμογής στις νέες συνθήκες, με αποτέλεσμα αλλαγές στην κατανομή, μείωση του πληθυσμού και απώλεια βιοποικιλότητας.

Οι επιστήμονες προειδοποιούν ότι η εξαίρεση Η ανάγκη για αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 1,5°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο να φτάσουν τα οικοσυστήματα σε σημεία καμ্পής (Lenton et al., 2019). Το σημείο καμ্পής είναι ένα κρίσιμο όριο πέρα από το οποίο ένα οικοσύστημα μπορεί να μετατοπιστεί γρήγορα σε μια νέα και συχνά μη αναστρέψιμη κατάσταση. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την κατάρρευση των κοραλλιογενών υφάλων, την μεγάλη κλίμακας μαρασμό των δασών και τις διαταραχές στα συστήματα γλυκού νερού (Turner et al., 2020). Μόλις ξεπεραστούν αυτά τα σημεία καμ্পής, η αποκατάσταση του οικοσυστήματος καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη ή αδύνατη.

Η κατανόηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών μετριασμού και προσαρμογής. Τα επιστημονικά στοιχεία υπογραμμίζουν τη σημασία της προστασίας των οικοσυστημάτων και της προώθησης λύσεων που βασίζονται στη φύση για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων και τη μείωση των μακροπρόθεσμων περιβαλλοντικών κινδύνων (Nicholls et al., 2018; Molotoks et al., 2020). Μελετώντας αυτές τις διαδικασίες, οι μαθητές αποκτούν μια σαφέστερη κατανόηση του γιατί η δράση για το κλίμα και η βιώσιμη περιβαλλοντική διαχείριση είναι απαραίτητες για την προστασία τόσο των φυσικών συστημάτων όσο και της ανθρώπινης ευημερίας για τις μελλοντικές γενιές.





1: Εξερευνήστε

Πορείες και σημεία καμπής της κλιματικής αλλαγής

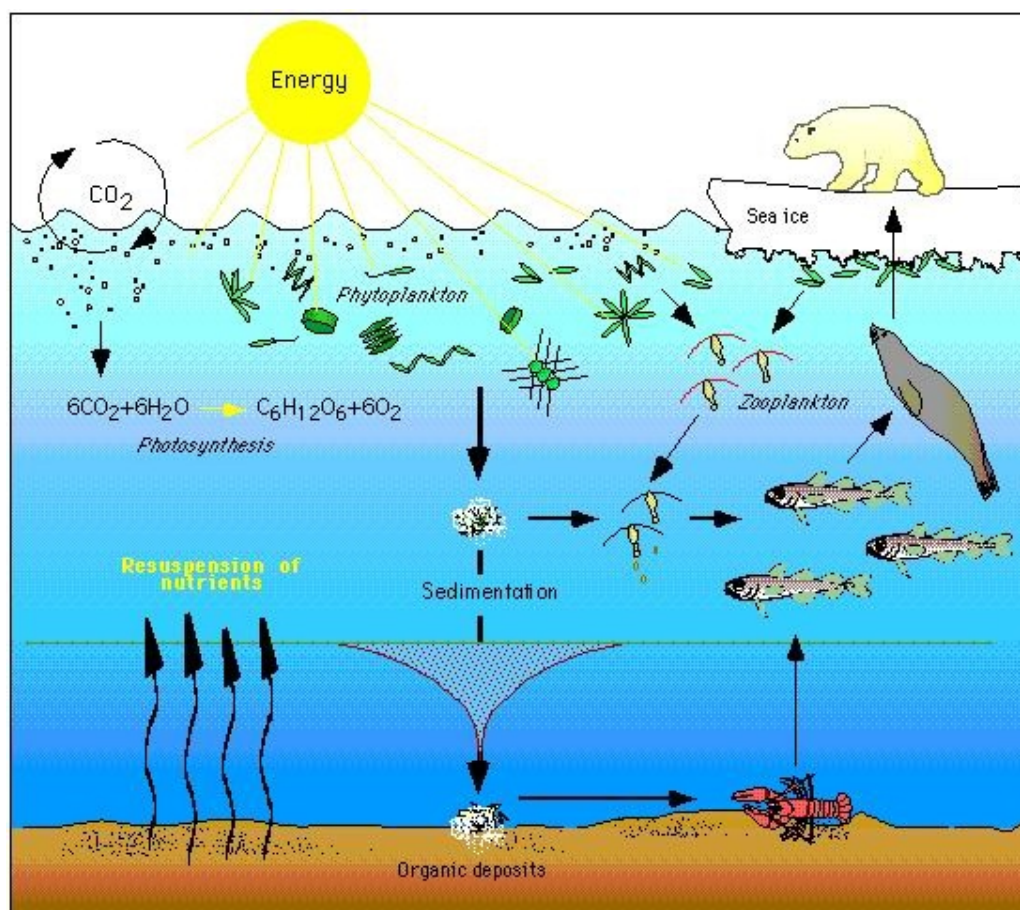
Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα οικοσυστήματα μεταβάλλοντας βασικές φυσικές και βιολογικές διεργασίες που ρυθμίζουν τη ροή ενέργειας, τον κύκλο του άνθρακα και τις αλληλεπιδράσεις των ειδών. Τα επιστημονικά στοιχεία δείχνουν ότι η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας και οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα επηρεάζουν τόσο τα χερσαία όσο και τα θαλάσσια οικοσυστήματα,



μειώνοντας συχνά τη σταθερότητα και την ανθεκτικότητά τους (Hoegh-Guldberg et al., 2018; Εθνική Ακαδημία Επιστημών, 2019).

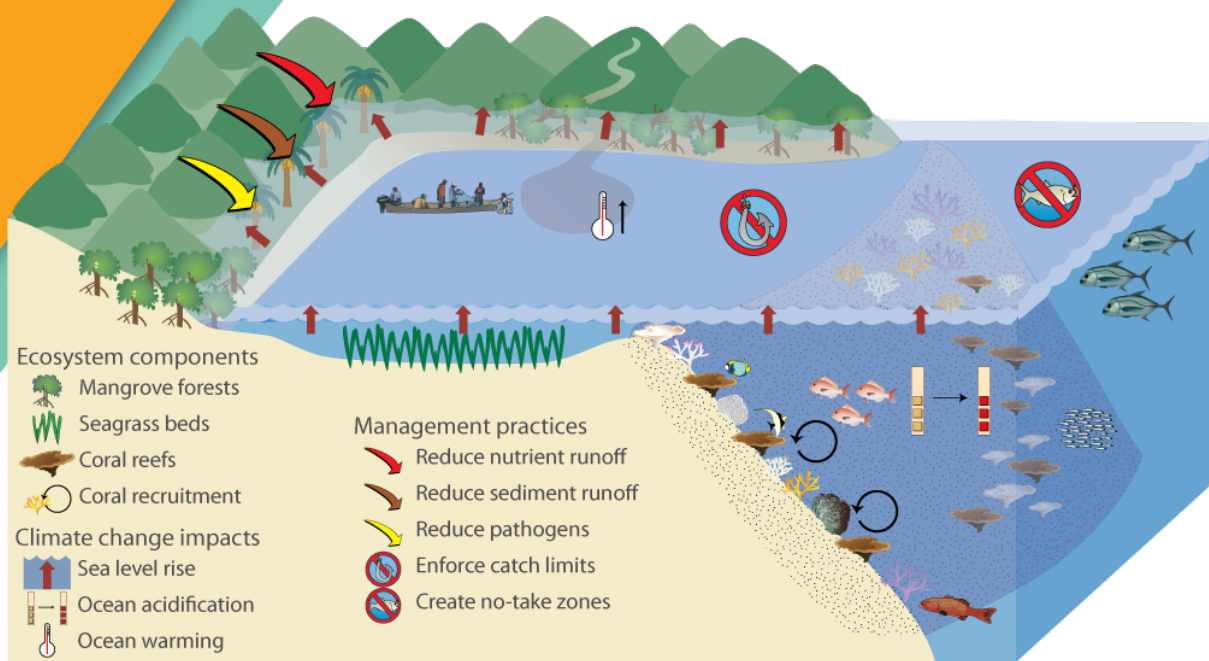
Σχήμα 1. Ροή ενέργειας και κύκλος άνθρακα σε ένα θαλάσσιο οικοσύστημα.

Όπως απεικονίζεται στο **Σχήμα 1**, η ηλιακή ενέργεια οδηγεί στη φωτοσύνθεση στο φυτοπλαγκτόν, το οποίο αποτελεί τη βάση των θαλάσσιων τροφικών ιστών. Μέσω της φωτοσύνθεσης, το φυτοπλαγκτόν απορροφά διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και το μετατρέπει σε οργανική ύλη, υποστηρίζοντας υψηλότερα τροφικά



επίπεδα και συμβάλλοντας στη ρύθμιση του κλίματος. Ο άνθρακας και τα θρεπτικά συστατικά μετακινούνται μέσω του οικοσυστήματος μέσω τροφικών αλληλεπιδράσεων, ιζηματογένεσης και ανακύκλωσης θρεπτικών συστατικών. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να διαταράξει αυτές τις διεργασίες αυξάνοντας τη θερμοκρασία του νερού, αλλοιώνοντας την κυκλοφορία των ωκεανών και μειώνοντας τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών (Bardgett & Caruso, 2020).





Conceptual diagram illustrating climate change impacts on ecosystem components and management practices. Diagram courtesy of the Integration and Application Network (ian.umces.edu), University of Maryland Center for Environmental Science. Source: Kaufman L and Tschirky J 2010. *Living with the Sea*. Science and Knowledge Division, Conservation International, Arlington, VA, USA.

Σχήμα 2: Σημεία καμπής του οικοσυστήματος και απότομη αλλαγή.

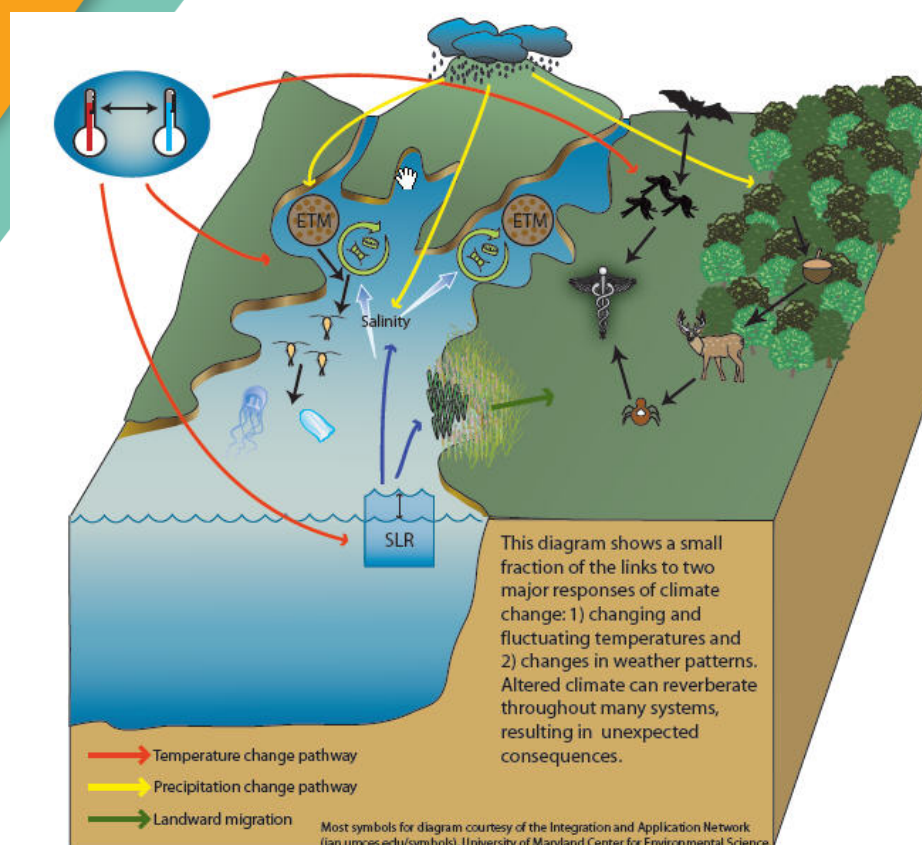
Το Σχήμα 2 επισημαίνει τις τροφικές αλληλεπιδράσεις εντός των οικοσυστημάτων και δείχνει πώς οι παράγοντες στρες που σχετίζονται με το κλίμα αυξάνουν την ευπάθεια των οικοσυστημάτων. Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες, η οξίνιση των ωκεανών και οι αλλαγές στα οικοσυστήματα επηρεάζουν πρώτα τους πρωτογενείς παραγωγούς, αλλά οι επιπτώσεις εξαπλώνονται μέσω των τροφικών ιστών μέσω αλυσιδωτών επιδράσεων. Όταν η παραγωγικότητα του φυτοπλαγκτού μειώνεται, το ζωοπλαγκτόν, τα ψάρια και οι κορυφαίοι θηρευτές μπορεί επίσης να μειωθούν. Αυτές οι αλληλένδετες αντιδράσεις καταδεικνύουν ότι τα οικοσυστήματα δεν αντιδρούν στην κλιματική αλλαγή μεμονωμένα, αλλά ως πολύπλοκα συστήματα με ισχυρές εσωτερικές εξαρτήσεις (Bennett et al., 2016).

Οι ευρύτερες συνέπειες αυτών των αλλαγών απεικονίζονται στο **Σχήμα 3**, το οποίο παρουσιάζει ένα **συστήματα λεκάνης απορροής**. Αυτό το σχήμα δείχνει πώς οι κλιματικοί παράγοντες, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας και οι αλλοιωμένες βροχοπτώσεις, επηρεάζουν ταυτόχρονα πολλαπλά στοιχεία του οικοσυστήματος. Οι αλλαγές στις βροχοπτώσεις και τη θερμοκρασία επηρεάζουν την υγρασία του εδάφους, τη ροή του νερού, την αλατότητα, τη βλάστηση και την μετακίνηση των ειδών σε όλα τα χερσαία, γλυκά νερά και παράκτια οικοσυστήματα. Αυτές οι συνδεδεμένες διαδικασίες





μπορούν να οδηγήσουν σε απροσδόκητα αποτελέσματα, όπως αυξημένες πλημμύρες, απώλεια οικοτόπων και μειωμένη ποιότητα νερού (Turner et al., 2020).



Σχήμα 3. Κλιματική καταρράκτη σε συστήματα λεκάνης απορροής.

Μαζί, τα Σχήματα 1–3 δείχνουν πώς οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μεταβάλλονται από **φυσικοί οδηγοί** (θερμοκρασία και βροχόπτωση) έως **βιολογικές αντιδράσεις** (αλλαγές στην παραγωγικότητα, αλληλεπιδράσεις ειδών και μετανάστευση). Αυτές οι αλυσιδωτές επιδράσεις αυξάνουν τον κίνδυνο **σημεία καμψής του οικοσυστήματος**, όπου η σταδιακή περιβαλλοντική αλλαγή οδηγεί σε ταχείες και δυνητικά μη αναστρέψιμες μετατοπίσεις του οικοσυστήματος (Lenton et al., 2019).

Εκτός από την κλιματική αλλαγή, τα οικοσυστήματα επηρεάζονται και από άλλες ανθρώπινες πιέσεις, όπως η ρύπανση, η αλλαγή χρήσης γης και η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων πίεσης μειώνει περαιτέρω την ανθεκτικότητα του οικοσυστήματος και δυσχεραίνει την ανάκαμψη (Harrison, 2020).





Η κατανόηση αυτών των αλληλένδετων διαδικασιών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών μετριασμού και προσαρμογής. Η επιστημονική έρευνα υπογραμμίζει τη σημασία των λύσεων που βασίζονται στη φύση, της αποκατάστασης των οικοσυστημάτων και της προσαρμοστικής διαχείρισης για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και τη μείωση των κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα σε όλα τα οικοσυστήματα (Nicholls et al., 2018; Molotoks et al., 2020).

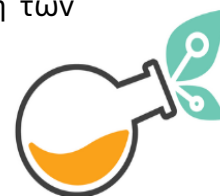
Ερωτήσεις

1. Πώς επηρεάζει η κλιματική αλλαγή τη ροή ενέργειας και τον κύκλο του άνθρακα στα οικοσυστήματα, σύμφωνα με το κείμενο;
2. Γιατί οι αλυσιδωτές επιδράσεις αυξάνουν τον κίνδυνο σημείων ανατροπής του οικοσυστήματος;

Απειλές και προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής για τα οικοσυστήματα

Η κλιματική αλλαγή θέτει ένα ευρύ φάσμα απειλών για τα οικοσυστήματα σε όλο τον κόσμο. Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες, οι μεταβολές στα πρότυπα βροχοπτώσεων και η αυξανόμενη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων συγκαταλέγονται στις πιο ορατές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Αυτές οι περιβαλλοντικές αλλαγές επηρεάζουν τα οικοσυστήματα διαφορετικά, ανάλογα με την τοποθεσία και τη δομή τους (Εθνική Ακαδημία Επιστημών, 2019).

Τα χερσαία οικοσυστήματα βιώνουν μεταβολές στις καλλιεργητικές περιόδους, αλλαγές στην κατανομή των ειδών και αυξανόμενη απώλεια βιοποικιλότητας. Πολλά είδη φυτών και ζώων αναγκάζονται να μεταναστεύσουν σε νέες περιοχές ή να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες, ενώ άλλα αντιμετωπίζουν μείωση ή εξαφάνιση του πληθυσμού τους. Τα οικοσυστήματα γλυκού νερού, όπως τα ποτάμια και οι λίμνες, είναι επίσης ιδιαίτερα ευάλωτα. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες του νερού, οι αλλαγές στις βροχοπτώσεις και η ρύπανση επηρεάζουν την ποιότητα του νερού και τα καθεστώτα ροής, ασκώντας πίεση στους υδρόβιους οργανισμούς. Τα θαλάσσια οικοσυστήματα αντιμετωπίζουν πρόσθετες πιέσεις, όπως η θέρμανση των ωκεανών, η οξίνιση των





ωκεανών και η λεύκανση των κοραλλιών, που απειλούν τη βιοποικιλότητα και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες (Εθνική Ακαδημία Επιστημών, 2019).

Οι αντιδράσεις των οικοσυστημάτων στην κλιματική αλλαγή είναι πολύπλοκες λόγω των ισχυρών αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των ειδών. Όταν επηρεάζεται ένα τροφικό επίπεδο, οι επιπτώσεις μπορούν να εξαπλωθούν μέσω του τροφικού πλέγματος, δημιουργώντας αλυσιδωτές επιπτώσεις. Η έρευνα δείχνει ότι η κλιματική αλλαγή συχνά αλληλεπιδρά με άλλες ανθρώπινες πιέσεις, όπως η καταστροφή των οικοτόπων, η ρύπανση και η υπερεκμετάλλευση, οι οποίες εντείνουν περαιτέρω την υποβάθμιση του οικοσυστήματος (Bennett et al., 2016).

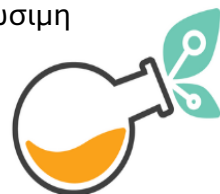
Επιπλέον, τα οικοσυστήματα ενδέχεται να φτάσουν σε κρίσιμα όρια ή σημεία καμπής, όπου η σταδιακή περιβαλλοντική αλλαγή οδηγεί σε ξαφνικές και δυνητικά μη αναστρέψιμες μεταβολές στη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων (Lenton et al., 2019). Αυτοί οι κίνδυνοι υπογραμμίζουν την επείγουσα ανάγκη για στρατηγικές τόσο για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής όσο και για την προσαρμογή σε αυτήν. Χωρίς σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα οικοσυστήματα και οι υπηρεσίες που παρέχουν στις ανθρώπινες κοινωνίες κινδυνεύουν από βαθιά και μακροπρόθεσμη διαταραχή.

Ερωτήσεις

1. Ποιες είναι οι κύριες απειλές της κλιματικής αλλαγής που αντιμετωπίζουν τα χερσαία, τα γλυκά ύδατα και τα θαλάσσια οικοσυστήματα;
2. Γιατί οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και άλλων ανθρώπινων πιέσεων εντείνουν την υποβάθμιση του οικοσυστήματος;

Ευκαιρίες για την Ανθεκτικότητα του Οικοσυστήματος

Παρά τις προκλήσεις αυτές, η επιστημονική έρευνα εντοπίζει τρόπους για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων, η οποία ορίζεται ως η ικανότητα των οικοσυστημάτων να αντιστέκονται, να προσαρμόζονται και να ανακάμπτουν από την περιβαλλοντική αλλαγή. Μια σημαντική προσέγγιση είναι η χρήση λύσεων που βασίζονται στη φύση (NbS), τα οποία συνδυάζουν την προστασία, την αποκατάσταση και τη βιώσιμη





διαχείριση των οικοσυστημάτων με προσπάθειες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής (Nicholls et al., 2018).

Παραδείγματα λύσεων που βασίζονται στη φύση περιλαμβάνουν την αποκατάσταση υγροτόπων, η οποία ενισχύει τη δέσμευση άνθρακα και μειώνει τον κίνδυνο πλημμυρών, και έργα αναδάσωσης, τα οποία απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα, παρέχοντας παράλληλα ενδιαιτήματα και διαδρόμους μετανάστευσης για την άγρια ζωή. Αυτές οι προσεγγίσεις προσφέρουν πολλαπλά οφέλη τόσο για τα οικοσυστήματα όσο και για τις ανθρώπινες κοινότητες.

Οι στρατηγικές προσαρμοστικής διαχείρισης είναι επίσης απαραίτητες για την αντιμετώπιση της δυναμικής φύσης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Τέτοιες στρατηγικές περιλαμβάνουν τη συνεχή παρακολούθηση των οικοσυστημάτων και την προσαρμογή των πρακτικών διατήρησης με βάση τις παρατηρούμενες αλλαγές και τα επιστημονικά στοιχεία (Turner et al., 2020). Η εμπλοκή των τοπικών κοινοτήτων και των ενδιαφερόμενων μερών ενισχύει περαιτέρω την ανθεκτικότητα συνδυάζοντας την επιστημονική γνώση με την τοπική εμπειρία και την παραδοσιακή οικολογική κατανόηση.

Η διεθνής συνεργασία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία των οικοσυστημάτων, υποστηρίζοντας την ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών, γνώσεων και οικονομικών πόρων για έργα αποκατάστασης μεγάλης κλίμακας (Molotoks et al., 2020). Επιπλέον, οι πρωτοβουλίες εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της βιώσιμης συμπεριφοράς. Βελτιώνοντας την κατανόηση των δεσμών μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και των οικοσυστημάτων, οι κοινωνίες μπορούν να ενθαρρυνθούν να υιοθετήσουν πιο βιώσιμες πρακτικές.

Ερωτήσεις

1. Τι είναι οι λύσεις που βασίζονται στη φύση και πώς συμβάλλουν στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων;
2. Γιατί είναι σημαντική η προσαρμοστική διαχείριση και η συμμετοχή της κοινότητας στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής;





Σύναψη

Αυτή η μαθησιακή ενότητα υπογραμμίζει τη σημασία της κατανόησης του τρόπου με τον οποίο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα οικοσυστήματα μέσω διασυνδεδεμένων φυσικών και βιολογικών διεργασιών. Τα επιστημονικά στοιχεία δείχνουν ότι οι απειλές που σχετίζονται με το κλίμα, σε συνδυασμό με άλλες ανθρώπινες πιέσεις, αυξάνουν τον κίνδυνο υποβάθμισης του οικοσυστήματος και μη αναστρέψιμης αλλαγής. Ταυτόχρονα, η έρευνα καταδεικνύει ότι ο αποτελεσματικός μετριασμός, η προσαρμογή και οι λύσεις που βασίζονται στη φύση μπορούν να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα του οικοσυστήματος και να μειώσουν τους μακροπρόθεσμους κινδύνους (Harrison, 2020).

Η αντιμετώπιση των προκλήσεων που θέτει η κλιματική αλλαγή απαιτεί συντονισμένη δράση σε όλους τους επιστημονικούς κλάδους, τους τομείς πολιτικής και τις κοινωνίες. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, οι επιστήμονες, οι εκπαιδευτικοί και το κοινό πρέπει να





συνεργαστούν για να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν στρατηγικές που τόσο μειώνουν τις κλιματικές επιπτώσεις όσο και προστατεύουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Μέσω της τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων και της συλλογικής δράσης, είναι δυνατό να διαφυλαχθούν τα οικοσυστήματα και οι βασικές υπηρεσίες που παρέχουν για τις μελλοντικές γενιές.

2: Εκτέλεση

Αφού ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες ανάγνωσης και συζήτησης στην Ενότητα 1: Εξερεύνηση, οι μαθητές προχωρούν από τη θεωρητική κατανόηση στην πρακτική εφαρμογή μέσω μιας δραστηριότητας Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) που σχεδιάστηκε στο Delightex Studio. Ο κύριος σκοπός αυτού του σταδίου είναι η εφαρμογή της γνώσης σχετικά με τις τροχιές της κλιματικής αλλαγής, τα σημεία καμπής των οικοσυστημάτων και τις περιβαλλοντικές απειλές με διαδραστικό και ουσιαστικό τρόπο.





Το κουίζ AR, που αναπτύχθηκε ειδικά για αυτήν την μαθησιακή ενότητα, είναι δομημένο ως μια αποστολή που ελέγχει την κατανόηση των μαθητών σχετικά με το πώς η κλιματική αλλαγή επηρεάζει διαφορετικά οικοσυστήματα. Αντί να ανακαλούν απλώς πληροφορίες, οι μαθητές καθοδηγούνται από εικονικούς φύλακες οικοσυστημάτων - συμβολικούς χαρακτήρες όπως μια φάλαινα που αντιπροσωπεύει θαλάσσια οικοσυστήματα, ένα κοράλλι που αντιπροσωπεύει συστήματα υφάλων και ένα τροπικό δάσος που αντιπροσωπεύει χερσαία οικοσυστήματα. Κάθε φύλακας παρουσιάζει το οικοσύστημά του, εξηγεί μια πραγματική πρόκληση που σχετίζεται με το κλίμα (για παράδειγμα, λεύκανση κοραλλιών, άνοδος της στάθμης της θάλασσας ή απώλεια βιοποικιλότητας) και παρουσιάζει μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής.

Οι ερωτήσεις του κουίζ βασίζονται άμεσα στο επιστημονικό περιεχόμενο που εξερευνάται στην Ενότητα 1. Εστιάζουν σε βασικά ζητήματα όπως η σημασία του περιορισμού της υπερθέρμανσης του πλανήτη στους $1,5^{\circ}\text{C}$, οι διαφορές στους κινδύνους μεταξύ σεναρίων υπερθέρμανσης από $1,5^{\circ}\text{C}$ έως 2°C , τα οικοσυστήματα που είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στην κλιματική αλλαγή, οι αλυσιδωτές επιπτώσεις που προκαλούνται από διαταραχές σε ένα τροφικό επίπεδο και οι στρατηγικές για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας μέσω λύσεων που βασίζονται στη φύση (NbS).

Οι μαθητές ολοκληρώνουν το κουίζ ατομικά στις ψηφιακές τους συσκευές. Οι σωστές απαντήσεις τους επιτρέπουν να προχωρήσουν στο επόμενο οικοσύστημα, ενώ οι λανθασμένες απαντήσεις ενεργοποιούν υποστηρικτική ανατροφοδότηση που ενθαρρύνει τον προβληματισμό και την επανεξέταση. Αυτή η βήμα προς βήμα δομή δημιουργεί μια αίσθηση ταξιδιού μέσα από χερσαία, γλυκά νερά και θαλάσσια οικοσυστήματα, βοηθώντας τους μαθητές να κατανοήσουν τις διασυνδέσεις τους και την παγκόσμια κλίμακα των κλιματικών κινδύνων, ενώ παράλληλα εργάζονται με σαφείς και διαχειρίσιμες εργασίες.

Η δραστηριότητα Επαυξημένης Πραγματικότητας (EA) ακολουθείται από μια καθοδηγούμενη συνεδρία αναστοχασμού. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, οι μαθητές συζητούν ποια μέρη του κουίζ βρήκαν τα πιο δύσκολα, εξηγούν πώς προσέγγισαν την επίλυση προβλημάτων και συσχετίζουν παραδείγματα από το παγκόσμιο κλίμα με τοπικά περιβαλλοντικά πλαίσια με τα οποία είναι εξοικειωμένοι. Αυτό το αναστοχαστικό στοιχείο διασφαλίζει ότι η δραστηριότητα Επαυξημένης





Πραγματικότητας (ΕΑ) λειτουργεί όχι μόνο ως εργαλείο αξιολόγησης, αλλά και ως καταλύτης για βαθύτερη συζήτηση, κριτική σκέψη και συνεργατική μάθηση.

3: Βελτίωση

Η ενσωμάτωση του κουίζ Delightex AR στη μαθησιακή ενότητα βελτιώνει τη μαθησιακή διαδικασία, μετατοπίζοντας τους μαθητές από την παθητική κατανάλωση περιεχομένου στην ενεργητική και βιωματική μάθηση. Αντί να διαβάζουν πληροφορίες και να απαντούν σε ερωτήσεις σε στατική μορφή, οι μαθητές αλληλεπιδρούν με εικονικούς χαρακτήρες και περιβάλλοντα που υποστηρίζουν τη βαθύτερη ενασχόληση με επιστημονικές έννοιες.

Ένα βασικό πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) είναι η βελτιωμένη οπτικοποίηση σύνθετων διεργασιών. Έννοιες όπως τα σημεία καμπής του οικοσυστήματος, οι αλυσιδωτές επιδράσεις και οι κλιματικές αλλαγές είναι συχνά δύσκολο να κατανοηθούν μόνο μέσω κειμένου. Η παρουσίαση αυτών των ιδεών μέσω φυλάκων οικοσυστήματος και διαδραστικών στοιχείων επαυξημένης πραγματικότητας (AR) παρέχει ένα σαφέστερο και πιο αξιωματικό μαθησιακό πλαίσιο, βοηθώντας τους μαθητές να συνδέσουν τις αφηρημένες κλιματικές διεργασίες με συγκεκριμένες οπτικές αναπαραστάσεις.

Το κίνητρο και η εμπλοκή των μαθητών αυξάνονται επίσης σημαντικά. Το κουίζ AR έχει σχεδιαστεί ως μια αποστολή στην οποία οι μαθητές προχωρούν βήμα προς βήμα μέσα από διαφορετικά οικοσυστήματα. Αυτή η δομή δημιουργεί ένα αίσθημα περιέργειας και επιτυχίας, καθώς οι μαθητές ξεκλειδώνουν νέες προκλήσεις και προχωρούν με βάση τις απαντήσεις τους. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κουίζ, αυτή η διαδραστική μορφή μειώνει το άγχος της αξιολόγησης και ενθαρρύνει την ενεργό συμμετοχή.

Η δραστηριότητα AR υποστηρίζει επίσης την κριτική σκέψη και την εφαρμογή της γνώσης. Επειδή όλες οι εργασίες βασίζονται άμεσα στο επιστημονικό περιεχόμενο που εξερευνάται στην Ενότητα 1, οι μαθητές καλούνται να ανακαλούν, να αναλύουν και να εφαρμόζουν πληροφορίες αντί να βασίζονται σε εικασίες. Το στάδιο της αναστοχασμού ενισχύει περαιτέρω τη μάθηση ενθαρρύνοντας τους μαθητές να εξηγήσουν τη





συλλογιστική τους, να συνδέσουν το περιεχόμενο του κουίζ με ευρύτερες οικολογικές έννοιες και να εξετάσουν πώς εμφανίζονται παρόμοιες προκλήσεις σε πραγματικά περιβάλλοντα.

Επιπλέον, το κουίζ AR προωθεί τη συνεργασία και την συμπερίληψη. Παρόλο που οι μαθητές ολοκληρώνουν την αποστολή ατομικά, ο κοινός προβληματισμός και η συζήτηση που ακολουθούν παρέχουν ευκαιρίες για ομότιμη μάθηση και σύγκριση στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων. Η χρήση οπτικών και διαδραστικών στοιχείων υποστηρίζει διαφορετικά στυλ μάθησης και καθιστά το επιστημονικό περιεχόμενο πιο προσβάσιμο σε ένα ευρύτερο φάσμα μαθητών.





Φάση	Περιγραφή
Εξερευνώ	-Έρευνα και ανακάλυψη: Οι μαθητές εξετάζουν προσαρμοσμένα υλικά της IPCC και επιλεγμένα επιστημονικά άρθρα για να κατανοήσουν τα τρέχοντα στοιχεία σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα. Οι βασικές έννοιες περιλαμβάνουν τα σημεία καμπής, τις οικοσυστημικές υπηρεσίες και την ανθεκτικότητα.
	-Ανάπτυξη περιεχομένου: Οι μαθητές συνοψίζουν σε συνεργασία επιστημονικές πληροφορίες χρησιμοποιώντας οπτικό υλικό όπως γραφήματα, χάρτες και διαγράμματα που σχετίζονται με χερσαία, γλυκά νερά και θαλάσσια οικοσυστήματα.
	-Ανάλυση αναγκών: Ο/Η εκπαιδευτικός αξιολογεί τις προηγούμενες γνώσεις μέσω σύντομων ερωτηματολογίων και καθοδηγούμενης συζήτησης, προκειμένου να προσαρμόσει το περιεχόμενο στο επίπεδο και τα ενδιαφέροντα των μαθητών.
Εκτελώ	-Εφαρμογή προγράμματος σπουδών: Το περιεχόμενο του μαθήματος παρέχεται μέσω παρουσιάσεων, καθοδηγούμενων αναγνώσεων και δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR). Χρησιμοποιούνται μοντέλα οικοσυστημάτων και παραδείγματα από τον πραγματικό κόσμο για την οπτικοποίηση των κλιματικών απειλών.
	-Διαδραστικές ασκήσεις: Οι μαθητές χρησιμοποιούν εφαρμογές AR (π.χ. Αναζήτηση από iNaturalist και Google Arts & Culture – Expeditions) για να εξερευνήσουν τη βιοποικιλότητα, να παρατηρήσουν είδη και να προσομοιώσουν περιβαλλοντικές αλλαγές.
	-Συλλογή σχολίων: Οι μαθητές συμπληρώνουν φύλλα αναστοχασμού και συμμετέχουν σε ομαδικές συζητήσεις και σε ανατροφοδότηση από ομοτίμους. Οι εκπαιδευτικοί παρέχουν διαμορφωτική ανατροφοδότηση καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.
Επαυξάνω	-Ενσωμάτωση AR: Τα εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνούν εικονικά ευάλωτα οικοσυστήματα, να παρατηρούν είδη στα ενδιαφέροντά τους και να αλληλεπιδρούν με απλοποιημένες κλιματικές προσομοιώσεις.
	-Διαδραστική μάθηση: Οι μαθητές διεξάγουν υπαίθριες ή τοπικές έρευνες με την υποστήριξη της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και συμμετέχουν σε συνεργατική ψηφιακή αφήγηση ιστοριών, συνδέοντας την κλιματική επιστήμη με τις αντιδράσεις στο οικοσύστημα.
	Παιχνιδοποιημένο Περιεχόμενο: Το κουίζ AR ενσωματώνει παιχνιδοποιημένα στοιχεία που μετατρέπουν την αξιολόγηση σε μια μαθησιακή εμπειρία που βασίζεται στην αφήγηση και όχι σε μια παραδοσιακή εξέταση. Ο σχεδιασμός συνδυάζει την πρόοδο, τους ρόλους και τη συμβολική αναγνώριση για να διατηρήσει το κίνητρο. Αφηγηματική ιστορία εισάγει τους μαθητές σε μια αποστολή που καθοδηγείται από φύλακες οικοσυστημάτων, όπως μια φάλαινα που αντιπροσωπεύει τα θαλάσσια οικοσυστήματα, ένα κοράλλι που αντιπροσωπεύει τους υφάλους ή ένα δέντρο που αντιπροσωπεύει τα δάση. Κάθε φύλακας παρουσιάζει το οικοσύστημά του και παρουσιάζει προκλήσεις που σχετίζονται με πραγματικές απειλές για την κλιματική αλλαγή, δημιουργώντας μια αίσθηση σκοπού και συνέχειας. Το κουίζ ακολουθεί ένα σταδιακή εξέλιξη . Κάθε σωστή απάντηση ξεκλειδώνει το επόμενο οικοσύστημα, προσομοιώνοντας την κίνηση μέσα από περιβάλλοντα που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή. Αυτή η δομή βοηθά τους μαθητές να





	κατανοήσουν τις διασυνδέσεις των οικοσυστημάτων διατηρώντας παράλληλα τη συμμετοχή τους. Αντί να επικεντρώνονται μόνο στα σημεία, οι μαθητές λαμβάνουν τίτλοι επιτευγμάτων που αντικατοπτρίζουν το επίπεδο κατανόησης και δέσμευσής τους. Τίτλοι όπως Εξερευνητής <i>Οικοσυστήματος</i>, <i>Οικοδόμος Ανθεκτικότητας</i>, και Κλιματικός <i>Φύλακας Παρέχουν</i> συμβολική αναγνώριση και υποστηρίζουν την ταυτότητα και το κίνητρο του μαθητή. Συνεργατικός αναστοχασμός Η συνεδρία ακολουθεί την ατομική αποστολή. Οι μαθητές συγκρίνουν τα αποτελέσματα, συζητούν δύσκολες ερωτήσεις και αναλογίζονται τι αντιπροσώπευε κάθε φύλακας οικοσυστήματος. Αυτή η συζήτηση μετατρέπει την παιχνιδιοποιημένη δραστηριότητα σε βάση για βαθύτερη μάθηση και κοινή δημιουργία νοήματος. Η αξιολόγηση σε αυτήν την ενότητα βασίζεται στην ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν εργαλεία AR για την καταγραφή περιβαλλοντικών παρατηρήσεων, τη συμπλήρωση αρχείων καταγραφής βιοποικιλότητας και την ανάπτυξη προτάσεων βασισμένων σε τεκμήρια για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των οικοσυστημάτων. Αυτά τα ψηφιακά αποτελέσματα συνδυάζονται με αναστοχαστική γραφή και προφορικές παρουσιάσεις για να παρέχουν μια ισορροπημένη και ολοκληρωμένη αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.
--	--

Αναφορές

Bardgett, R. D., & Caruso, T. (2020). Αντιδράσεις της μικροβιακής κοινότητας του εδάφους σε ακραίες κλιματικές συνθήκες: Αντίσταση, ανθεκτικότητα και μεταβάσεις σε εναλλακτικές καταστάσεις. *Φιλοσοφικές Συναλλαγές της Βασιλικής Εταιρείας Β: Βιολογικές Επιστήμες*, 375(1794), Άρθρο 20190112. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0112>

Bennett, E. M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A. V., Olsson, P., Pereira, L., Peterson, G. D., Raudsepp-Hearne, C., Biermann, F., Carpenter, S. R., Ellis, E. C., Hichert, T., Galaz, V., Lahsen, M., Milkoreit, M., Folke, C., & Polasky, S. (2016). Φωτεινά σημεία: Σπόροι μιας καλής Ανθρωπόκαινου Εποχής. *Σύνορα στην Οικολογία και το Περιβάλλον*, 14(8), 441–448. <https://doi.org/10.1002/fee.1309>

Harrison, S. (2020). Η ποικιλομορφία των φυτικών κοινοτήτων θα μειωθεί περισσότερο παρά θα αυξηθεί υπό την κλιματική αλλαγή. *Φιλοσοφικές Συναλλαγές της*





Βασιλικής Εταιρείας Β: Βιολογικές Επιστήμες, 375(1794), Άρθρο 20190106. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0106>

Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K., Engelbrecht, F., Jokaro, H., S., Payne, A., Seneviratne, S. I., Thomas, A. Warren, R., & Zhou, G. (2018). *Υπερθέρμανση του πλανήτη κατά 1,5°C: Ειδική έκθεση της IPCC* Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή.

Iglesias, V., & Whitlock, C. (2020). Εάν τα δέντρα καούν, χάνεται το δάσος; Οι προηγούμενες δυναμικές σε εύκρατα δάση βοηθούν στην ενημέρωση των στρατηγικών διαχείρισης. *Φιλοσοφικές Συναλλαγές της Βασιλικής Εταιρείας Β: Βιολογικές Επιστήμες*, 375(1794), Άρθρο 20190115. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0115>

Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., & Schellnhuber, H. J. (2019). Σημεία καμπής για το κλίμα—Πολύ επικίνδυνα για να στοιχηματίσουμε. *Φύση*, 575(7784), 592–595. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>

Molotoks, A., Kuhnert, M., Dawson, T. P., & Smith, P. (2020). Σύγκριση του αντίκτυπου της μελλοντικής επέκτασης των καλλιεργήσιμων εκτάσεων στην παγκόσμια βιοποικιλότητα και την αποθήκευση άνθρακα. *Φιλοσοφικές Συναλλαγές της Βασιλικής Εταιρείας Β: Βιολογικές Επιστήμες*, 375(1794), Άρθρο 20190189. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0189>

Εθνική Ακαδημία Επιστημών. (2019). *Κλιματική αλλαγή και οικοσυστήματα*. Ο Τύπος των Εθνικών Ακαδημιών. <https://doi.org/10.17226/25250>

Nicholls, R. J., Lowe, J. A., Brown, S., Gottschalk, J., & Hinkel, J. (2018). Σταθεροποίηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας στους 1,5°C και 2,0°C: Επιπτώσεις για τις παράκτιες περιοχές. *Φιλοσοφικές Συναλλαγές της Βασιλικής Εταιρείας Α: Μαθηματικές, Φυσικές και Μηχανικές Επιστήμες*, 376(2119), Άρθρο 20160448. <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0448>



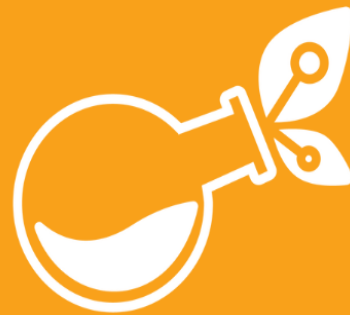


Turner, M. G., Calder, W. J., Cumming, G. S., Hughes, T. P., Jentsch, A., LaDeau, S. L., Lenton, T. M., Shuman, B. N., Turetsky, M. R., Ratajczak, Z., Williams, J. W., & Carpenter, S. R. (2020). Κλιματική αλλαγή, οικοσυστήματα και απότομη αλλαγή: Επιστημονικές προτεραιότητες. *Φιλοσοφικές Συναλλαγές της Βασιλικής Εταιρείας Β: Βιολογικές Επιστήμες*, 375(1794), Άρθρο 20190105.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0105>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU

AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.