



Co-funded by
the European Union

25_Ακουαπονία: Λύσεις για το μέλλον βασισμένες στη φύση



BIOS4YOU
AR 2.0

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

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"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."





ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	2
1- Εξερεύνηση - Εισαγωγή στην Υδροπονία και την Ανάκτηση Νερού Εμπνευσμένη από τη Φύση.....	3
2- Εκτελώ:.....	5
3- Επαυξάνω:.....	5
Σύναψη:.....	6





Γενικό θέμα της μαθησιακής διαδρομής	Υδροπονία: Λύσεις βασισμένες στη φύση για το μέλλον
Συγκεκριμένη ονομασία της μαθησιακής μονάδας	Υδροπονία: Λύσεις βασισμένες στη φύση για το μέλλον
Ηλικία των χρηστών-στόχων	14-18 ετών
Απαιτήσεις για τον εκπαιδευόμενο	Βασικές γνώσεις βιολογίας και οικοσυστημάτων (παραγωγοί, καταναλωτές, αποικοδομητές)· περιέργεια για περιβαλλοντικά ζητήματα· ικανότητα εργασίας σε ομάδες· ανοιχτό πνεύμα στη χρήση ψηφιακών εργαλείων και εργαλείων επαυξημένης πραγματικότητας.
Περιγραφή της μαθησιακής μονάδας	Η ενότητα αυτή εισάγει τους μαθητές στις επιστημονικές, τεχνικές και οικολογικές αρχές που διέπουν υδροπονία , ένα ολοκληρωμένο σύστημα που συνδυάζει την υδατοκαλλιέργεια (ιχθυοκαλλιέργεια) και την υδροπονία (καλλιέργεια φυτών χωρίς έδαφος). Οι μαθητές εξερευνούν την ευθραυστότητα της ισορροπίας του οικοσυστήματος, πειραματίζονται κατασκευάζοντας ένα μίνι σύστημα υδροπονίας και χρησιμοποιούν Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για την οπτικοποίηση των κύκλων των θρεπτικών συστατικών και τον σχεδιασμό βιώσιμων οικολογικών κτιρίων. Η μεθοδολογία ακολουθεί την Εξερεύνηση – Εκτέλεση – Βελτίωση πλαίσιο, καθοδηγώντας τους μαθητές από την έρευνα και την ανακάλυψη, μέσω της πρακτικής δημιουργίας, στον αναστοχασμό και τις καινοτόμες εφαρμογές.
Θέμα: Εμπλεκόμενα μέρη	Βιολογία, Περιβαλλοντική Επιστήμη, Μηχανική/Τεχνολογία, Σχεδιασμός και Αρχιτεκτονική· Εκπαιδευτικοί ως συντονιστές·





	Φοιτητές ως ερευνητές, σχεδιαστές και λύτες προβλημάτων.
Λέξεις-κλειδιά	Υδροπονία, Ισορροπία Οικοσυστήματος, Λύσεις Βασισμένες στη Φύση, Βιωσιμότητα, Κυκλικά Συστήματα, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Σχεδιασμός Εμπνευσμένος από τη Βιοεπιστήμη.
Βασικά προσόντα, δεξιότητες και γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν	Γνώση: δυναμική οικοσυστημάτων, εφαρμογές AR στην επιστήμη. Δεξιότητες: επίλυση προβλημάτων, ομαδική εργασία, πειραματικός σχεδιασμός, συλλογή δεδομένων, μάθηση βασισμένη στο σχεδιασμό, δημιουργική χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Προσόντα/Ικανότητες: ικανότητα εφαρμογής αρχών βιωσιμότητας, κριτική σκέψη, ψηφιακός γραμματισμός, διεπιστημονικές συνδέσεις (βιολογία + μηχανική + σχεδιασμός).
Χρησιμοποιήθηκαν πόροι και διδακτικά βοηθήματα	Μελέτη περίπτωσης (<i>Η Λίμνη που Πεθαίνει</i>), δραστηριότητα παιχνιδιού ρόλων, εργαστηριακό υλικό για μίνι συστήματα ενυδρείοπονίας (δοχεία, αντλίες, φυτά, ψάρια), ψηφιακά εργαστηριακά ημερολόγια, εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για την οπτικοποίηση των κύκλων των θρεπτικών συστατικών και του σχεδιασμού οικολογικών κτιρίων, εργαλεία παιχνιδιοποίησης (πόντοι, σήματα, πίνακες κατάταξης).
Κριτήρια αξιολόγησης και αξιολόγηση	Η αξιολόγηση βασίζεται σε: Γνώσεις, Πρακτικές δεξιότητες, Συνεργασία, Δημιουργικότητα & Καινοτομία, Επαυξημένη Πραγματικότητα & Ψηφιακή Χρήση, Δέσμευση.

Εισαγωγή

Τον 21ο αιώνα, η παγκόσμια αύξηση του πληθυσμού έχει αυξήσει δραστικά την πίεση στους φυσικούς πόρους όπως το νερό και το έδαφος. Η βιομηχανική γεωργία και η υδατοκαλλιέργεια έχουν συμβάλει σημαντικά στη ρύπανση των υδάτων, απελευθερώνοντας υψηλές ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και χημικών λιπασμάτων στα υδάτινα οικοσυστήματα. Ως αποτέλεσμα, οι πόροι γλυκού νερού απειλούνται, η βιοποικιλότητα μειώνεται και η περιβαλλοντική ισορροπία διακυβεύεται.





Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, διεθνείς οργανισμοί και ερευνητές στρέφονται ολοένα και περισσότερο σε Λύσεις Βασισμένες στη Φύση (NBS): βιώσιμες πρακτικές εμπνευσμένες από φυσικές διεργασίες που βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος, μειώνοντας παράλληλα τον ανθρώπινο αντίκτυπο. Μία από τις πιο ελπιδοφόρες μεταξύ αυτών είναι η υδατοκαλλιέργεια, ένα ολοκληρωμένο σύστημα που συνδυάζει την υδατοκαλλιέργεια (ιχθυοκαλλιέργεια) με την υδροπονία (καλλιέργεια φυτών χωρίς έδαφος). Στην υδατοκαλλιέργεια, το πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά νερό από τις δεξαμενές ψαριών ανακυκλώνεται μέσω φυτικών παρτεριών όπου φιλτράρεται φυσικά.

Αυτή η μαθησιακή ενότητα εισάγει μαθητές ηλικίας 15-18 ετών στις επιστημονικές, τεχνικές και οικολογικές αρχές πίσω από την υδροπονία. Μέσω πειραματικών διατάξεων, επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και μάθησης βασισμένης στο σχεδιασμό, οι μαθητές εξερευνούν πώς η βιολογία και η μηχανική μπορούν να συνδυαστούν για την ανάπτυξη βιώσιμων συστημάτων επαναχρησιμοποίησης του νερού και να εμπνεύσουν οικολογικές αρχιτεκτονικές λύσεις.

1- Εξερεύνηση - Εισαγωγή στην Υδροπονία και την Ανάκτηση Νερού Εμπνευσμένη από τη Φύση

Η υδροπονία είναι ένα καινοτόμο σύστημα παραγωγής τροφίμων που συνδυάζει την υδατοκαλλιέργεια —την εκτροφή ψαριών— με την υδροπονία, την καλλιέργεια φυτών χωρίς έδαφος. Σε αυτόν τον κλειστό κύκλο, τα απόβλητα που παράγονται από τα ψάρια γίνονται φυσικό λίπασμα για τα φυτά, ενώ τα φυτά φιλτράρουν και καθαρίζουν το νερό πριν επιστρέψει στις δεξαμενές ψαριών. Αυτό δημιουργεί ένα αυτοσυντηρούμενο οικοσύστημα όπου κάθε συστατικό ωφελεί το άλλο, μειώνοντας την ανάγκη για χημικά λιπάσματα και ελαχιστοποιώντας τα λύματα. Σύμφωνα με έρευνα, η υδροπονία μπορεί να μειώσει την κατανάλωση νερού έως και 90% σε σύγκριση με τη συμβατική καλλιέργεια στο έδαφος, καθώς το νερό ανακυκλώνεται συνεχώς και μόνο μικρές ποσότητες χάνονται μέσω της





εξάτμισης ή της διαπνοής των φυτών (Go Green Aquaponics, 2024; CalPoly Research, 2022).

Στην καρδιά της ενυδρειοπονίας βρίσκεται ο κύκλος του αζώτου, μια φυσική βιολογική διαδικασία που καθιστά τα απόβλητα αξιοποιήσιμα αντί για επιβλαβή. Τα ψάρια εκκρίνουν αμμωνία, η οποία σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξική. Τα ευεργετικά βακτήρια που ζουν στο σύστημα - κυρίως τα *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* - μετατρέπουν αυτήν την αμμωνία πρώτα σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε νιτρικά, τα οποία τα φυτά μπορούν να απορροφήσουν με ασφάλεια ως θρεπτικά συστατικά. Αυτός ο μετασχηματισμός όχι μόνο υποστηρίζει την ανάπτυξη των φυτών αλλά και καθαρίζει το νερό, δημιουργώντας έναν συνεχή βρόχο ανακύκλωσης θρεπτικών συστατικών που διατηρεί υγιή τόσο τα ψάρια όσο και τα φυτά (Πρόγραμμα Ενυδρειοπονίας του Πανεπιστημίου της Χαβάης, 2023).

Η έννοια της ενυδρειοπονίας αποτελεί πρακτική εφαρμογή μιας ευρύτερης ιδέας: Λύσεις Βασισμένες στη Φύση (NBS). Οι NBS είναι προσεγγίσεις που εμπνέονται από φυσικές διεργασίες και οικοσυστήματα για την επίλυση σύγχρονων περιβαλλοντικών προκλήσεων. Αντί να βασίζονται σε βιομηχανικές ή χημικές παρεμβάσεις, οι NBS μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο η φύση ρυθμίζει τους κύκλους, φιλτράρει τους πόρους και διατηρεί την ισορροπία. Για παράδειγμα, οι υγρότοποι καθαρίζουν φυσικά το νερό, οι πράσινες στέγες απορροφούν τη βροχή και μειώνουν την απορροή, και η ενυδρειοπονία επαναχρησιμοποιεί το νερό αναπαράγοντας τις σχέσεις που υπάρχουν σε φυσικές λίμνες ή ποτάμια. Με την εφαρμογή των NBS, οι κοινότητες όχι μόνο μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αλλά και αυξάνουν την ανθεκτικότητα και τη βιοποικιλότητα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2021· FAO, 2021).

Συνολικά, αυτές οι έννοιες υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα και τη βιωσιμότητα της ενυδρειοπονίας. Δείχνει πώς το νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί αντί να σπαταληθεί, πώς τα βακτήρια λειτουργούν ως αόρατοι εταίροι στην παραγωγή τροφίμων και πώς τα βιολογικά





εμπνευσμένα συστήματα μπορούν να αντικαταστήσουν τις βιομηχανικές μεθόδους που βλάπτουν το περιβάλλον. Περισσότερο από μια τεχνική γεωργίας, η ενυδρειοπονία είναι ένα εκπαιδευτικό μοντέλο για το πώς οι άνθρωποι μπορούν να συνεργαστούν με, και όχι ενάντια, στους φυσικούς κύκλους - μια προσέγγιση που αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία για την αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων όπως η κλιματική αλλαγή, η λειψυδρία και η βιώσιμη αστική διαβίωση.

Δραστηριότητες AR:

Μελέτες περιπτώσεων από τον πραγματικό κόσμο: μόλυνση του νερού από λιπάσματα, υποβάθμιση οικοσυστήματος.

Εμπειρία AR: προσομοίωση ενός κύκλου νερού με ή χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Οι μαθητές αλληλεπιδρούν με ένα εικονικό οικοσύστημα και παρατηρούν πρότυπα ρύπανσης και αποκατάσταση με βάση τη φύση..

2- Εκτέλεση:

Εφαρμογή Προγράμματος Σπουδών

Οι μαθητές περνούν από τη θεωρία στην πράξη μέσω **κατασκευή μίνι συστημάτων ενυδρειοπονίας**. Σε μικρές ομάδες, σχεδιάζουν και συναρμολογούν δοχεία, αντλίες, ενυδρεία και παρτέρια. Κάθε ομάδα πειραματίζεται με διαφορετικά είδη φυτών, διατάξεις συστημάτων και στρατηγικές κυκλοφορίας νερού.

Το **Εφαρμογή AR** λειτουργεί ως ψηφιακός οδηγός: επικαλύπτοντας οδηγίες εγκατάστασης βήμα προς βήμα, συγκρίνοντας τα συστήματα των μαθητών με ένα εικονικό μοντέλο και προσομοιώνοντας πιθανά προβλήματα (π.χ. χαμηλό οξύγονο ή ανισορροπία pH).

Διαδραστικές Ασκήσεις

Οι πρακτικές εργασίες διαμορφώνονται ως εξής **προκλήσεις σχεδιασμού εμπνευσμένες από τη βιολογία**:

- Εξασφάλιση της παροχής οξυγόνου στα ψάρια.
- Δοκιμή ειδών φυτών κατάλληλων για νερό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά.
- Βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας του νερού.





Παραδείγματα από τάξεις σε όλο τον κόσμο αποτελούν πηγή έμπνευσης: τα σχολεία της Χαβάης χρησιμοποιούν την ενυδρειοπονία για τα μαθήματα βιολογίας, ενώ τα ευρωπαϊκά σχολεία χρησιμοποιούν την επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για να μοντελοποιήσουν τους κύκλους του αζώτου.

Συλλογή σχολίων

Οι μαθητές καταγράφουν την πρόοδό τους σε **ψηφιακά εργαστηριακά περιοδικά**, σημειώνοντας τα επίπεδα pH, την ανάπτυξη των φυτών και τη συμπεριφορά των ψαριών. Τα εργαλεία AR παρέχουν **άμεση ανατροφοδότηση**, επισημαίνοντας προβλήματα όταν τα δεδομένα βρίσκονται εκτός των αναμενόμενων ορίων. Οι εκπαιδευτικοί διευκολύνουν συνεδρίες αναστοχασμού όπου οι ομάδες μοιράζονται αποτελέσματα, συγκρίνουν ευρήματα και βελτιώνουν τα συστήματά τους σε συνεργασία.

3- Επαυξάνω:

Η τελική φάση είναι αφιερωμένη στον αναστοχασμό και την οραματισμό του μέλλοντος. Οι μαθητές συγκρίνουν τα συστήματά τους: ποια λειτουργούν καλύτερα; Ποιες δυσκολίες αντιμετώπισαν; Ποιες βελτιώσεις θα πρότειναν;

Η δημιουργικότητα παίρνει μορφή μέσα από μια δραστηριότητα επαυξημένης πραγματικότητας: σχεδιάζουν ένα «οικοδομικό κτίριο» – ένα κτίριο του μέλλοντος που ενσωματώνει συστήματα ενυδρειοπονίας για την παραγωγή τροφίμων και τον καθαρισμό νερού. Έτσι, η ενυδρειοπονία φεύγει από τη δεξαμενή του εργαστηρίου και γίνεται μια συγκεκριμένη ιδέα βιώσιμης αρχιτεκτονικής.

Η τελική συζήτηση συνδέει την εμπειρία με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ): πώς μπορεί η υδροπονία να βοηθήσει στην εξασφάλιση καθαρού νερού, υγιεινών τροφίμων και ανθεκτικών πόλεων; Ποιοι είναι οι περιορισμοί αυτής της τεχνολογίας;





Συμπέρασμα:

Στο τέλος του μαθήματος, οι μαθητές είδαν με τα ίδια τους τα μάτια ότι η φύση έχει ήδη τις λύσεις: οι κλειστοί κύκλοι της, στους οποίους τίποτα δεν χάνεται και όλα μεταμορφώνονται, αποτελούν μοντέλα από τα οποία μπορούν να μάθουν.

Έτσι, η υδροπονία γίνεται κάτι περισσότερο από μια απλή τεχνική: είναι μια μεταφορά για την ισορροπία. Τα ψάρια, τα βακτήρια και τα φυτά δείχνουν πώς η συνεργασία και η αλληλεξάρτηση μπορούν να δημιουργήσουν βιωσιμότητα.

Το τελικό μήνυμα είναι σαφές: η βιωσιμότητα δεν είναι ένα μακρινό όνειρο, αλλά μια συγκεκριμένη δυνατότητα. Η επιστημονική γνώση, η τεχνολογία και η δημιουργικότητα είναι εργαλεία στα χέρια της νεότερης γενιάς για να φανταστεί έναν διαφορετικό κόσμο. Και κάθε μαθητής μπορεί να γίνει μέρος αυτής της αλλαγής.





Αναφορές και Πόροι

Φάση	Περιγραφή
Εξ ερ ευ νώ	- Έρευνα και Ανακάλυψη: Οι μαθητές ξεκινούν διερευνώντας τις παγκόσμιες περιβαλλοντικές προκλήσεις του 21ου αιώνα. Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού και η βιομηχανική γεωργία έχουν αυξήσει την πίεση στους πόρους γλυκού νερού και εδάφους, ενώ η υπερβολική χρήση λιπασμάτων έχει διαταράξει τα οικοσυστήματα παγκοσμίως. Μέσα από αφηγηματικές μελέτες περιπτώσεων όπως «<i>Η Λίμνη που Πεθαίνει</i>», οι μαθητές βλέπουν πώς η οικολογική ισορροπία μπορεί να καταρρεύσει όταν το άζωτο και ο φώσφορος συσσωρεύονται στα υδάτινα συστήματα. Εξερευνούν επίσης τη βασική ιδέα ενός οικοσύστημα: μια λεπτή ισορροπία μεταξύ παραγωγών (φυτά), καταναλωτών (ζώα) και αποικοδομητών (βακτήρια). Συνειδητοποιούν ότι στη φύση, τίποτα δεν σπαταλιέται - όλα ανακυκλώνονται σε συνεχείς κύκλους ενέργειας και θρεπτικών συστατικών.
	- Ανάπτυξη Περιεχομένου: Το βασικό περιεχόμενο εστιάζει σε Λύσεις βασισμένες στη φύση (NBS) ως στρατηγικές εμπνευσμένες από οικολογικές διαδικασίες. Οι μαθητές εισάγονται σε υδροπονία ως πρακτικό παράδειγμα της NBS: τα ψάρια παράγουν απόβλητα, τα βακτήρια τα μετατρέπουν σε θρεπτικά συστατικά και τα φυτά απορροφούν αυτά τα θρεπτικά συστατικά ενώ καθαρίζουν το νερό. Αυτό το σύστημα κλειστού βρόχου αντικατοπτρίζει τη φυσική ισορροπία και καταδεικνύει πώς οι άνθρωποι μπορούν να σχεδιάσουν βιώσιμη παραγωγή τροφίμων. Για να γίνουν ορατές οι αόρατες διαδικασίες, ένα Μοντέλο Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) Εισάγεται η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR). Με την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν τις ροές θρεπτικών συστατικών, να παρακολουθήσουν τα βακτήρια «εν δράσει» και να οπτικοποιήσουν πώς τα φυτά φιλτράρουν το νερό.
	- Ανάλυση Αναγκών: Μέσω αναστοχασμού και συζήτησης στην τάξη, οι μαθητές προσδιορίζουν τις ανάγκη για συστήματα τροφίμων που είναι ταυτόχρονα παραγωγικά και βιώσιμα. Αυτή η ανάλυση παρουσιάζει την ενυδρείοπονία όχι μόνο ως τεχνική καινοτομία αλλά και ως απάντηση στις παγκόσμιες περιβαλλοντικές και κοινωνικές προκλήσεις.
Εκ τε λώ	- Εφαρμογή Προγράμματος Σπουδών: Οι μαθητές περνούν από τη θεωρία στην πράξη μέσω κατασκευή μίνι συστημάτων ενυδρείοπονίας. Σε μικρές ομάδες, σχεδιάζουν και συναρμολογούν δοχεία, αντλίες, ενυδρεία και παρτέρια. Κάθε ομάδα πειραματίζεται με διαφορετικά είδη φυτών, διατάξεις συστημάτων και στρατηγικές κυκλοφορίας νερού. Η Εφαρμογή AR λειτουργεί ως ψηφιακός οδηγός: επικαλύπτοντας οδηγίες εγκατάστασης βήμα προς βήμα, συγκρίνοντας τα συστήματα των μαθητών με ένα εικονικό μοντέλο και προσομοιώνοντας πιθανά προβλήματα (π.χ. χαμηλό οξύγονο ή ανισορροπία pH).
	- Διαδραστικές Ασκήσεις: Οι πρακτικές εργασίες διαμορφώνονται ως εξής: προκλήσεις σχεδιασμού εμπνευσμένες από τη βιολογία: - Εξασφάλιση της παροχής οξυγόνου στα ψάρια. - Δοκιμή ειδών φυτών κατάλληλων για νερό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. - Βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας του νερού. Παραδείγματα από τάξεις σε όλο τον κόσμο αποτελούν πηγή έμπνευσης: τα σχολεία της Χαβάης χρησιμοποιούν την ενυδρείοπονία για τα μαθήματα βιολογίας, ενώ τα ευρωπαϊκά σχολεία χρησιμοποιούν την επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) για να μοντελοποιήσουν τους κύκλους του αζώτου.
	- Συλλογή σχολίων: Οι μαθητές καταγράφουν την πρόδοδό τους ψηφιακά εργαστηριακά περιοδικά, σημειώνοντας τα επίπεδα pH, την ανάπτυξη των φυτών και τη συμπεριφορά των ψαριών. Τα εργαλεία AR παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση, επισημαίνοντας προβλήματα όταν τα δεδομένα βρίσκονται εκτός των αναμενόμενων ορίων. Οι εκπαιδευτικοί διευκολύνουν συνεδρίες αναστοχασμού όπου οι





	ομάδες μοιράζονται αποτελέσματα, συγκρίνουν ευρήματα και βελτιώνουν τα συστήματά τους σε συνεργασία.
Επ αυ ξά νω	- Ενσωμάτωση AR: Σε αυτό το στάδιο, η AR εμβαθύνει την κατανόηση επιτρέποντας στους μαθητές να χειρισμός και δοκιμή πολύπλοκων διαδικασιών Μπορούν να εστιάζουν στη βακτηριακή δραστηριότητα, να προσομοιώνουν την κατάρρευση ενός μέρους του συστήματος και να βλέπουν αμέσως τις επιπτώσεις σε ολόκληρο το οικοσύστημα.
	- Διαδραστική Μάθηση: Οι μαθητές διευρύνουν το όραμά τους χρησιμοποιώντας AR για να σχεδιάσουν οικολογικά κτίρια του μέλλοντος , ενσωματώνοντας την υδροπονία στη βιώσιμη αρχιτεκτονική. Αυτή η διεπιστημονική δραστηριότητα συνδυάζει τη βιολογία, τη μηχανική και τη σχεδιαστική σκέψη, καθιστώντας τη μάθηση τόσο δημιουργική όσο και εφαρμοσμένη.
	Παιχνιδοποιημένο Περιεχόμενο: - Πόντοι και Εμβλήματα: απονέμεται για ακριβή συλλογή δεδομένων, δημιουργικές λύσεις ή βελτιώσεις συστήματος. - Πίνακες κατάταξης: παρακολούθηση της προόδου της ομάδας, ενισχύοντας τον υγιή ανταγωνισμό. - Αποστολές και Επίπεδα: κάθε πρόκληση—εξισορρόπηση των θρεπτικών συστατικών, βελτιστοποίηση της ροής του νερού ή ενίσχυση της ανάπτυξης των φυτών—ξεκλειδώνει το επόμενο επίπεδο. - Ανταμοιβές για Εξερεύνηση: επιπλέον πίστωση για καινοτόμες προσεγγίσεις, όπως η δοκιμή ασυνήθιστων φυτών. - Συνεργατικές Παιχνιδοποιημένες Εργασίες: αποστολές cross-team όπου ομάδες μοιράζονται πόρους ή λύνουν κοινές προκλήσεις συστήματος.
	Αξιολογήσεις που βασίζονται σε AR: - Σε προσομοιώσεις επαυξημένης πραγματικότητας (AR), οι μαθητές διαγιγνώσκουν προβληματικά συστήματα ενυδρείοι και τα «επισκευάζουν» προσαρμόζοντας τις συνθήκες. - Διαδραστικά κουίζ ενσωματωμένα στο AR δοκιμάζουν γνώσεις κύκλων, οικοσυστημάτων και στρατηγικών σχεδιασμού. - Οι μαθητές αξιολογούνται όχι μόνο ως προς την ανάκληση γνώσεων αλλά και ως προς την ικανότητά τους να εφαρμόζουν λύσεις σε ένα εικονικό-φυσικό υβριδικό περιβάλλον.





Αναφορές

1. **Εγκυκλοπαίδεια Μπριτάνικα–Υδροπονία** Περιγραφή του ολοκληρωμένου γεωργικού συστήματος που βασίζεται σε κλειστό κύκλο.
Διαθέσιμο σε: <https://www.britannica.com/technology/aquaponics>
2. **Διατήρηση της Οικολογικής Ζωής–Εισαγωγή στο Εγχειρίδιο Υδροπονίας** Εισαγωγικό εγχειρίδιο που εξηγεί τον κύκλο του αζώτου και τις εκπαιδευτικές αρχές.
Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://www.ecolifeconservation.org/wp-content/uploads/2017/06/Introduction-to-Aquaponics-Manual-1.pdf>
3. **Γεωργία Βόρειου Χιούρον (Weebly)–Εγχειρίδιο Μαθητή για το Πρόγραμμα Σπουδών Υδροπονίας** Εγχειρίδιο μαθητή με μια διεπιστημονική προσέγγιση στην υδροπονία.
Διαθέσιμο σε: https://northhuronag.weebly.com/uploads/1/1/2/8/11286496/aquaponics_curriculum_student_manual.unlocked.pdf
4. **Δημόσια Σχολεία Χαβάης–Έργο Υδροπονίας Βιολογίας HS** Εκπαιδευτικό έργο για μαθητές βιολογίας λυκείου (τάξεις 9/10).
Διαθέσιμο σε: <https://www.hawaiipublicschools.org/DOE%20Forms/NGSS/HSBiologyAquaponicsFINAL.pdf>
5. **Ίδρυμα HundrED–Σύστημα Υδροπονίας** Εκπαιδευτικό καινοτόμο έργο που χρησιμοποιεί την υδροπονία στα σχολεία για την ενίσχυση της βιωματικής μάθησης.
Διαθέσιμο σε: <https://foundation.hundred.org/en/innovations/aquaponics-system>
6. **Η Πηγή της Υδροπονίας–Σχολική Υδροπονία** Εκπαιδευτικοί πόροι που παρουσιάζουν την υδροπονία ως ένα ζωντανό οικοσύστημα για τη μάθηση STEM.
Διαθέσιμο σε: <https://www.theaquaponicsource.com/school-aquaponics/>
7. **Εθνική Γεωργική Βιβλιοθήκη (USDA)–Υδατοκαλλιέργεια και Υδροπονία** Τεχνικοί πόροι για την υδροπονία και τις βιώσιμες





γεωργικές πρακτικές.

Διαθέσιμο

σε: <https://www.nal.usda.gov/farms-and-agricultural-production-systems/aquaculture-and-aquaponics>

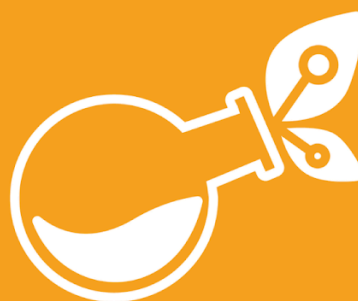
8. **Επέκταση του Κρατικού Πανεπιστημίου της Οκλαχόμα–Υδροπονία** Πρακτικός ορισμός της συνέργειας μεταξύ υδατοκαλλιέργειας και υδροπονίας.

Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://extension.okstate.edu>





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: KA220-BW-23-30-126516

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.