



Ενότητα 2: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της υδατοκαλλιέργειας από τη σκοπιά της υπερθέρμανσης του πλανήτη



Προθέρμανση

Συζήτηση:

- Ποιες είναι οι πιθανές θετικές και αρνητικές επιπτώσεις της υδατοκαλλιέργειας στο περιβάλλον;
- Πώς συμβάλλει η υδατοκαλλιέργεια στην κλιματική αλλαγή και πώς αυτές οι αλλαγές επηρεάζουν τα φυσικά οικοσυστήματα;
- Πώς μπορεί να συμβιβαστεί η ανάγκη για παραγωγή τροφίμων μέσω της υδατοκαλλιέργειας με τη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής;



Προθέρμανση - γεγονότα

- Η υδατοκαλλιέργεια παράγει σχεδόν το ήμισυ της παγκόσμιας προσφοράς ιχθύων: σύμφωνα με τον FAO, η υδατοκαλλιέργεια αντιπροσωπεύει περίπου το 46% της παγκόσμιας παραγωγής ιχθύων και το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί στο 53% έως το 2030.
- Η καλλιέργεια φυκών στην υδατοκαλλιέργεια όχι μόνο παρέχει μια βιώσιμη πηγή τροφής, αλλά απορροφά επίσης διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.
- Η κακή διαχείριση της υδατοκαλλιέργειας μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή οικοτόπων όπως τα μαγκρόβια, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την αποθήκευση άνθρακα και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.



Εισαγωγή – Βασικοί ορισμοί

- **Αναερόβιες συνθήκες:** Αυτά είναι περιβάλλοντα όπου υπάρχει ελάχιστο ή καθόλου οξυγόνο, όπως ο πυθμένας των λιμνών ή των υγροτόπων. Σε τέτοιες συνθήκες, το οργανικό υλικό διασπάται διαφορετικά, συχνά απελευθερώνοντας αέρια όπως το μεθάνιο.
- **Βιοποικιλότητα:** Αναφέρεται στην ποικιλία της ζωής σε μια περιοχή, συμπεριλαμβανομένων των φυτών, των ζώων και των μικροοργανισμών. Η βιοποικιλότητα είναι απαραίτητη για υγιή οικοσυστήματα, καθώς κάθε είδος διαδραματίζει ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας.
- **Αποτύπωμα άνθρακα:** Η συνολική ποσότητα αερίων θερμοκηπίου (όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο) που παράγονται από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η οδήγηση, η παραγωγή τροφίμων ή η λειτουργία βιομηχανιών, οι οποίες συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή.

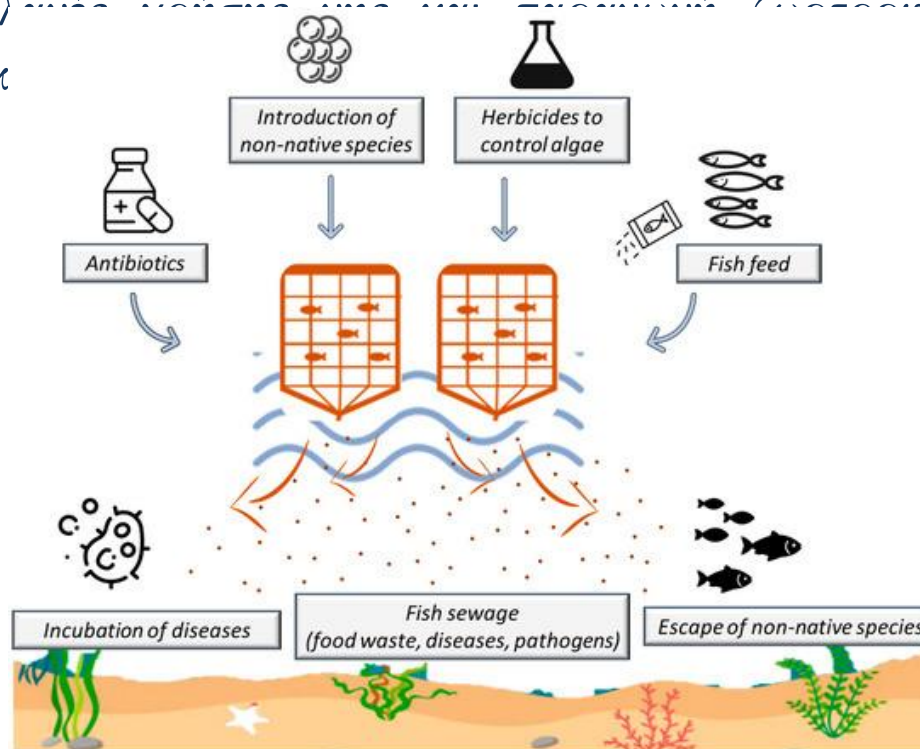


Εισαγωγή – Βασικοί ορισμοί

- **Ευτροφισμός:** Μια διαδικασία όπου τα υδάτινα σώματα, όπως λίμνες ή ποτάμια, λαμβάνουν πάρα πολλά θρεπτικά συστατικά (όπως άζωτο και φώσφορο). Αυτό προκαλεί υπερβολική ανάπτυξη φυκών, η οποία μπορεί να εμποδίσει το ηλιακό φως και να μειώσει το οξυγόνο, βλάπτοντας την υδρόβια ζωή.
- **Ρυθμός μετατρεψιμότητας τροφής (FCR):** Μέτρο της αποτελεσματικότητας ενός ζώου όσον αφορά τη μετατροπή της μάζας τροφής σε μάζα σώματος, που χρησιμοποιείται ως δείκτης στην υδατοκαλλιέργεια.
- **Αέρια θερμοκηπίου (GHG):** Αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, τα οποία παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη.

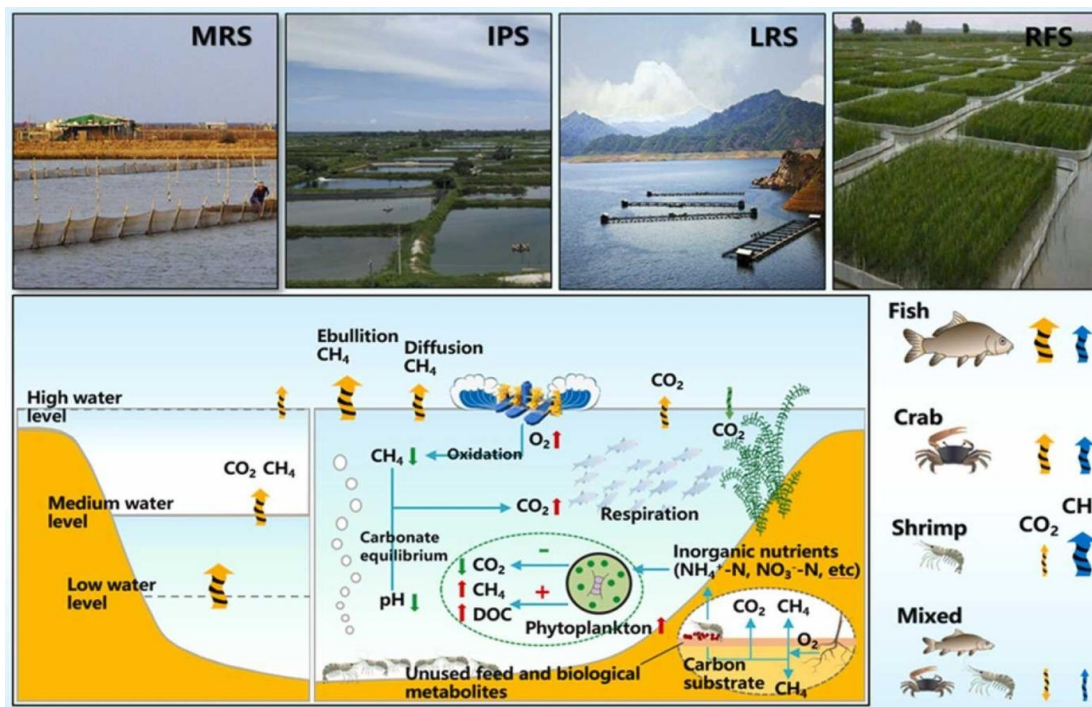
Εισαγωγή

- Η υδατοκαλλιέργεια είναι ζωτικής σημασίας για την παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια, αλλά επηρεάζει σημαντικά το περιβάλλον μέσω των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, της καταστροφής των οικοτόπων και της εξάντλησης των πόρων. Οι βασικοί συντελεστές του αποτυπώματος άνθρακα περιλαμβάνουν ενεργοβόρες δραστηριότητες, αλλά και μερικές φορές και περιβαλλοντικά ζυγοστάθμισμα, που συχνά εξαρτώνται από ορυκ



<https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/8197>

- Ο μεγαλύτερος περιβαλλοντικός αντίκτυπος της υδατοκαλλιέργειας προέρχεται από την παραγωγή ζωοτροφών, η οποία συμβάλλει έως και στο 90% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και απαιτεί σημαντική γη, νερό και ενέργεια. Για να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα, είναι ζωτικής σημασίας να υιοθετηθούν βιώσιμες πρακτικές στην παραγωγή ζωοτροφών, τη χρήση ενέργειας και τη διαχείριση αποβλήτων, εξισορροπώντας παράλληλα την ανάπτυξη της βιομηχανίας με την περιβαλλοντική ευθύνη.



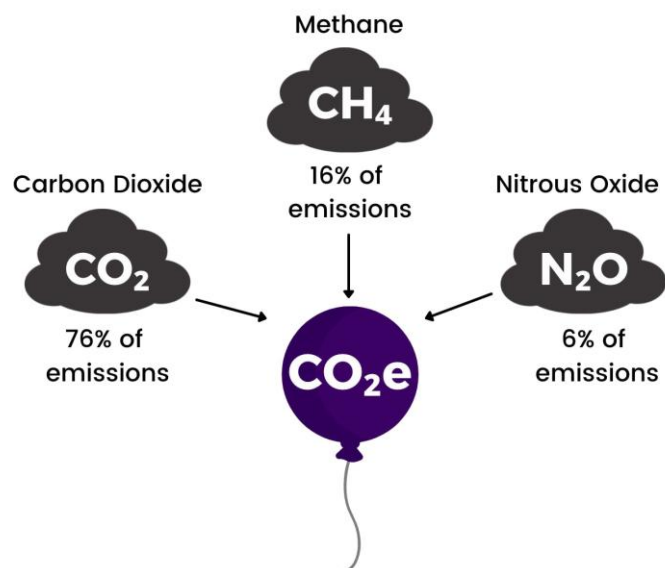
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880922002596>



Μέρος 1. Εμπομπές αερίων θερμοκηπίου

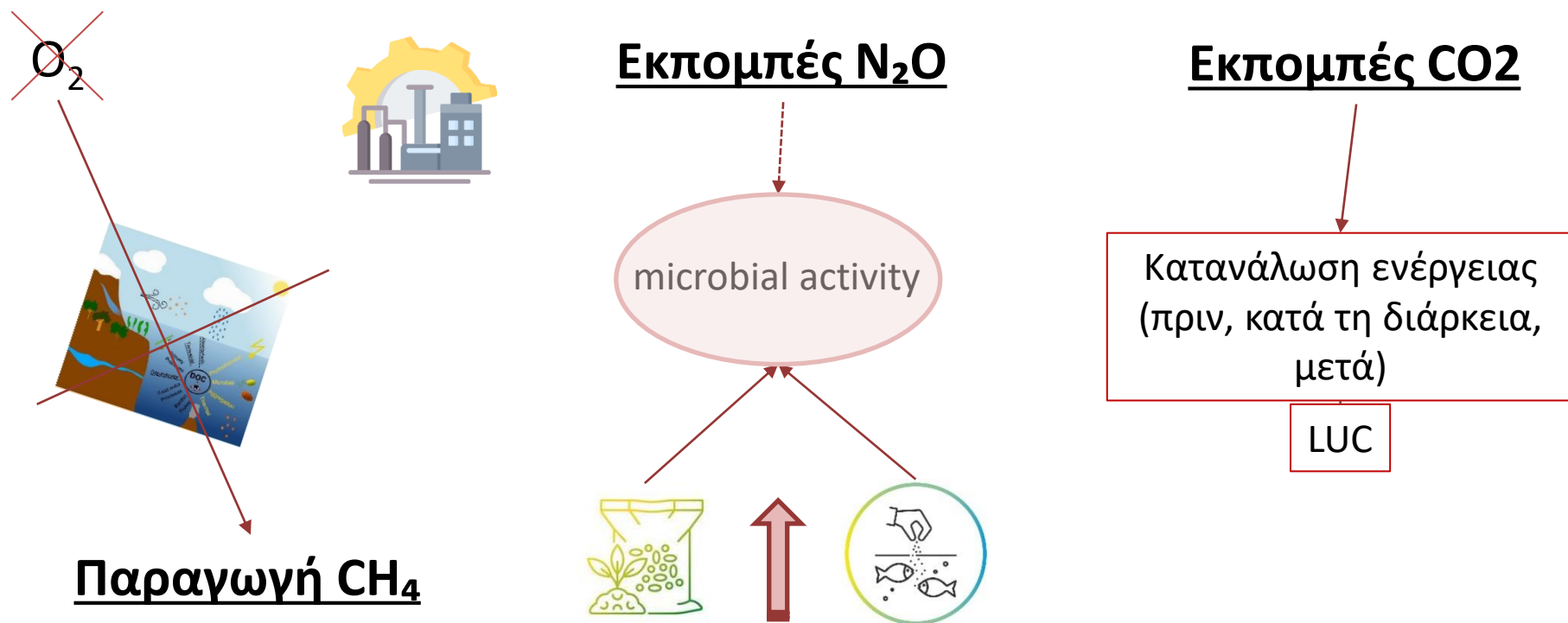


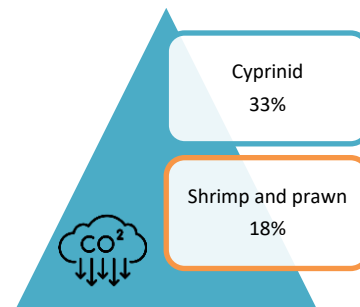
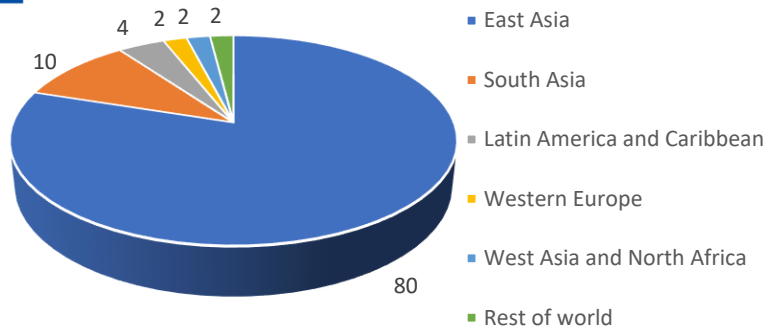
- Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων των CO_2 , CH_4 , N_2O και φθοριούχων αερίων, παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα της Γης, οδηγώντας στην κλιματική αλλαγή.
- Ενώ το CO_2 είναι ευρέως αναγνωρισμένο, το CH_4 είναι ένα εξαιρετικά ισχυρό αέριο θερμοκηπίου, με ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η αποψίλωση των δασών, η εξόρυξη και η γεωργία να αυξάνουν σημαντικά τις εκπομπές του.
- Από τη Βιομηχανική Επανάσταση, η ταχεία εκβιομηχάνιση, η αστικοποίηση και η παραγωγή ενέργειας έχουν οδηγήσει σε επίπεδα ρεκόρ αερίων του θερμοκηπίου, μεταβάλλοντας τα καιρικά πρότυπα, αυξάνοντας τη στάθμη της θάλασσας και απειλώντας τη βιοποικιλότητα.



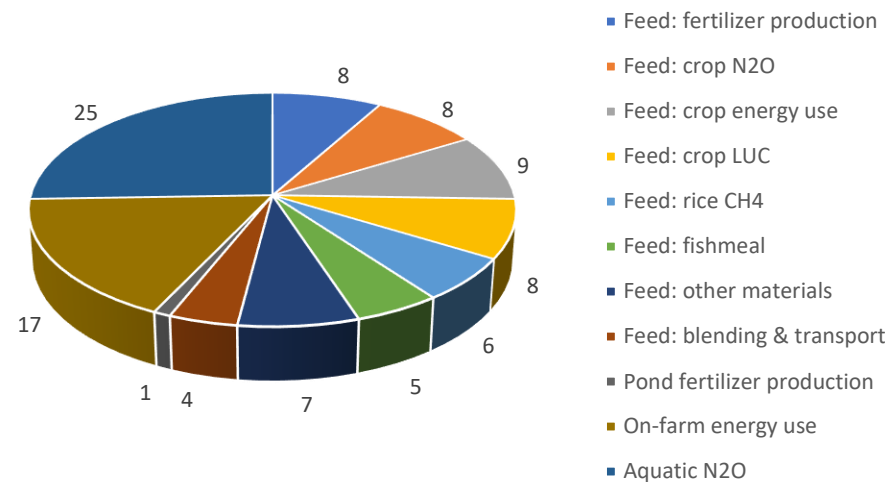
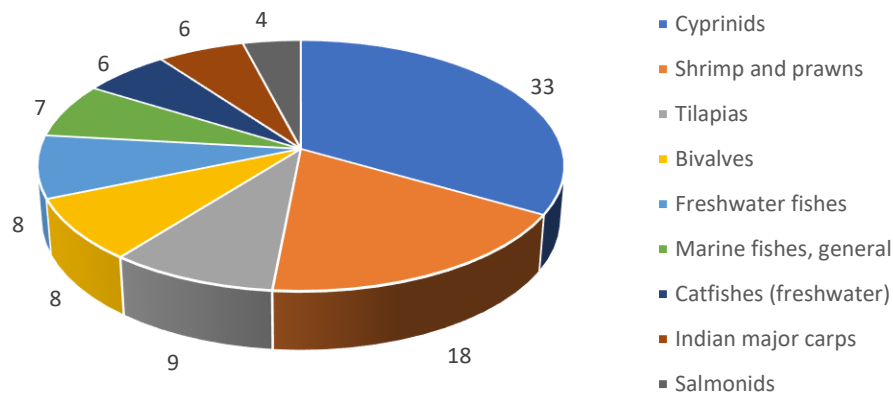
<https://blog.climes.io/learning-centre/the-role-of-carbon/>

- Η επέκταση της υδατοκαλλιέργειας συνεπάγεται επίσης περιβαλλοντικές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της εμπομπής αερίων θερμοκηπίου (GHG), κυρίως οξειδίου του αζώτου (N_2O), μεθανίου (CH_4) και διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), από τις ζωοτροφές, την κατανάλωση γεωργικής ενέργειας, τα λιπάσματα και τον μεταβολισμό των ζώων.





Ποσοστιαίο μερίδιο των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά περιφέρεια



Ποσοστιαίο μερίδιο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά κατηγορία πηγών

Ποσοστιαίο μερίδιο των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά ομάδα ειδών



Country/Europe-specific problems/policies/infrastructures related to the module

- Πώς συμβάλλει η υδατοκαλλιέργεια στις εμπομπές αερίων του θερμοκηπίου και τι μπορεί να γίνει για να μειωθούν αυτές οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις;
- Στην Κροατία, οι εμπομπές αερίων θερμοκηπίου από την υδατοκαλλιέργεια οφείλονται κυρίως στην παραγωγή και μεταφορά εισαγόμενων ιχθυοτροφών, η οποία περιλαμβάνει ενεργοβόρες διεργασίες. Σε τοπικό επίπεδο, μικρά πελαγικά ψάρια, όπως σαρδέλες και αντσούγιες, συλλέγονται στην Αδριατική Θάλασσα και χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές. Ενώ αυτό μειώνει την εξάρτηση από εισαγόμενες ζωοτροφές, εγείρει επίσης ανησυχίες σχετικά με την υπεραλίευση, η οποία μπορεί να διαταράξει το θαλάσσιο οικοσύστημα της Αδριατικής και να επηρεάσει τη βιοποικιλότητα.
- Για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, είναι σημαντικό να αναπτυχθούν βιώσιμες αλιευτικές πρακτικές και να διερευνηθούν καινοτόμες μέθοδοι παραγωγής ζωοτροφών που μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, διατηρώντας παράλληλα την ισορροπία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.



Μέρος 2. Χρήση ενέργειας



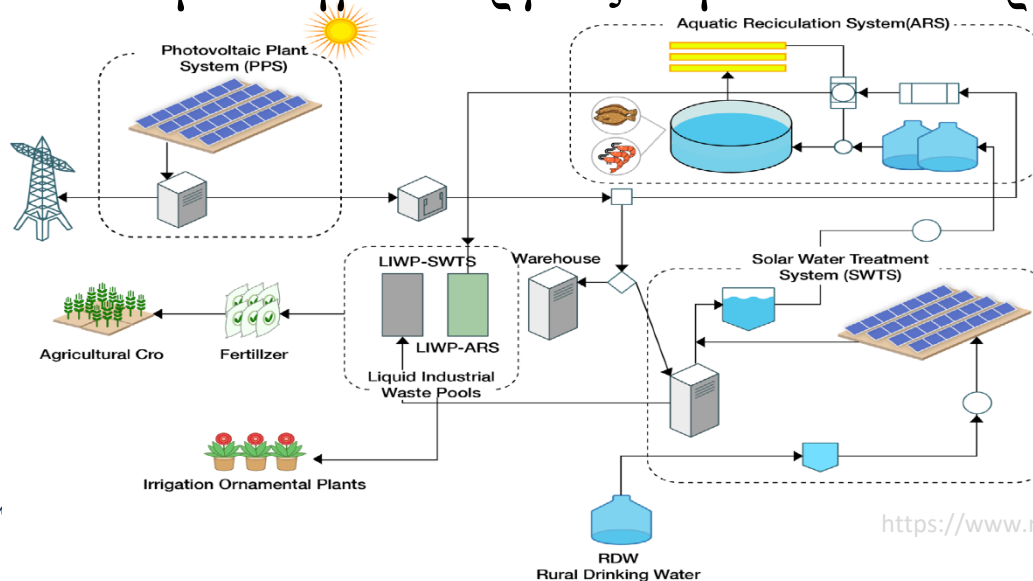
- Οι δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρες, με σημαντικές ενεργειακές απαιτήσεις για διαδικασίες όπως η κυκλοφορία του νερού, ο αερισμός, η ρύθμιση της θερμοκρασίας και τα συστήματα τροφοδοσίας. Το αποτύπωμα άνθρακα αυτών των δραστηριοτήτων επηρεάζεται άμεσα από τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται, ιδίως σε περιοχές που εξαρτώνται από τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συμβάλλοντας στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Δραστηριότητες υδατοκαλλιέργειας	Ενεργειακές απαιτήσεις
Εκκολαπτήρια	έλεγχος θερμοκρασίας, φωτισμός και κυκλοφορία νερού.
Συστήματα λιμνών και δεξαμενών	Αερισμός, άντληση και διήθηση
Συστήματα υδατοκαλλιέργειας με ανακύκλωση (RAS)	επεξεργασία νερού και ρύθμιση θερμοκρασίας
Κλουβιά και υπεράκτια συστήματα	Μεταφορά σκαφών, συστήματα σίτισης και συγκομιδής
Παραγωγή και μεταποίηση ζωοτροφών	Προμήθεια, κατασκευή και μεταφορά ενεργοβόρων συστατικών

- Η κατανάλωση ενέργειας ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων σταδίων υδατοκαλλιέργειας, συμπεριλαμβανομένων των εκκολαπτηρίων, των συστημάτων λιμνών και των συστημάτων υδατοκαλλιέργειας με ανακύκλωση (RAS), με τη χρήση ενέργειας να αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη διατήρηση των βέλτιστων συνθηκών για τα εκτρεφόμενα είδη.

Πηγές Ενέργειας	Χρήσεις
Ορυκτά καύσιμα (ντίζελ, άνθρακας, φυσικό αέριο)	γεννήτριες, εγκαταστάσεις μεταφοράς και παραγωγής.
Ηλεκτρισμός	Κυρίως από μη ανανεώσιμες πηγές, τροφοδοτώντας αντλίες νερού, συστήματα αερισμού και ψύξη.

Ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην υδατοκαλλιέργεια





Μέρος 3. Αλλαγή χρήσης γης και μετατροπή οικοτόπων

- Η απώλεια ή η υποβάθμιση των οικοτόπων, ιδίως των παράκτιων οικοτόπων, όπως τα μαγκρόβια συστήματα και άλλοι υγρότοποι (θαλάσσια λιβάδια, αλυιές, παράκτιες λιμνοθάλασσες, εκβολές ποταμών) είναι μία από τις σημαντικότερες δυσμενείς επιπτώσεις της υδατοκαλλιέργειας.
- Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε μονάδες θαλάσσιων κλωβών στις ακτές της Μεσογείου ανέφεραν την καταστροφή/υποβάθμιση των λιβαδιών *Posidonia oceanica*, ως συνέπεια της υψηλής φόρτωσης οργανικών και θρεπτικών ουσιών από τις δραστηριότητες ιχθυοκαλλιέργειας.

- A) θαλάσσια λιβάδια
Ποσειδωνίας
- B) μαγκρόβια δάση
- C) Αλμυρά έλη
- D) θαλάσσια λιβάδια



<https://www.researchgate.net/figure/Major-carbon-storing-habitats-on-tropical-and-temperate-coasts-Degradation-and-loss-of-Posidonia-oceanica-5130174>

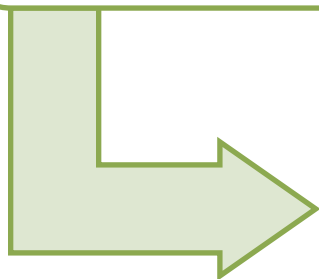
Ο ψηφιακός μπλε φορέας για ένα μέλλον μετά τον άνθρακα - Καινοτομίες προγράμματος σπουδών στην υδατοκαλλιέργεια [DiBluCá]

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



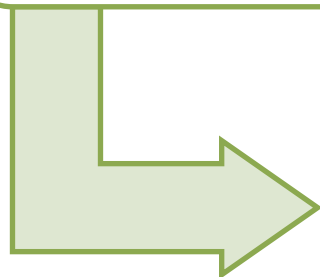
ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

- Αλλαγές στη χρήση γης
- οικολογική ζημιά



ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

- Κατακερματισμός οικοτόπων



ΚΑΤΑΚΕΡΜΑΤΙΣΜΌΣ

- μείωση του πληθυσμού
- απώλεια βιοποικιλότητας

Διαταράσσει την οικολογική
συνδεσιμότητα

migrate
reproduce
feed

Αποσταθεροποίηση των οικοσυστημάτων



Μέρος 4. Παραγωγή ζωοτροφών και χρήση πόρων



Θρεπτικός
Απαιτήσεις

γη

ενέργεια

Νερό

Διατροφικές συνήθειες
αγοραία αξία
Σύστημα καλλιέργειας

Παραγωγή Ζωοτροφών

90%



Μειώστε την πίεση
σχετικά με το θαλάσσιο οικοσύστημα

Χημικά Λιπάσματα
Φυτοφάρμακα

Υποβάθμιση γης

Υπερβολική
κατανάλωση νερού

Απώλεια
γεωργικής
βιοποικιλότητας



Ο ψις



Μέρος 5. Απόβλητα



- Οι εγκαταστάσεις υδατοκαλλιέργειας μπορούν να παράγουν σημαντικές ποσότητες αποβλήτων/λυμάτων που περιέχουν ποικίλες ουσίες, όπως σωματιδιακά υλικά (κυρίως από αχρησιμοποίητες ζωοτροφές και κόπρανα), διαλυμένα μεταβολικά προϊόντα (από απέκκριση μέσω βραγχίων και νεφρών) και διάφορες μορφές χημικών ουσιών (π.χ. θεραπευτικά, λιπάσματα, βαρέα μέταλλα), με ανεπιθύμητες συνέπειες για το περιβάλλον.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από σωματιδιακά και διαλυμένα οργανικά και ανόργανα υλικά είναι ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς αυτές οι ενώσεις εισέρχονται άμεσα στο περιβάλλον και επηρεάζουν τόσο τη στήλη νερού όσο και τα ιζήματα.
- Η έκταση αυτών των επιπτώσεων εξαρτάται κυρίως από την τοποθεσία της εκμετάλλευσης, τα ζωικά είδη, τον τύπο καλλιέργειας, την πυκνότητα των ζώων, την πεπτικότητα των ζωοτροφών και άλλους κτηνοτροφικούς παράγοντες, όπως οι πρακτικές διατροφής και η κατάσταση των ασθενειών.



Οδηγός	Πίεση	Κατάσταση	Αντίκτυπος	Απάντηση
Ιχθυοκαλλιέργεια	Αυξημένες ροές θρεπτικών ουσιών	Αυξημένα θρεπτικά συστατικά και οργανικά συγκεντρώσεις ύλης	Αυξημένη φυτοπλαγκτονική βιομάζα/ευτροφισμός	Παραγωγή φυκιών για απομάκρυνση περίσσεια θρεπτικών ουσιών
	Αυξημένες ροές οργανικής ύλης Μειωμένα επίπεδα οξυγόνου και οξυγόνο	Μειωμένα επίπεδα οξυγόνου. Συσώρευση οργανικής ύλης στα ιζήματα	Υψηλότερη θνησιμότητα βενθικών οργανισμών/μειωμένη βενθική βιοποικιλότητα	Αερισμός πυθμένα
	Αυξημένες δυνάμεις οπισθέλκουσας	Μειωμένη ροή και Αυξημένος χρόνος παραμονής	Αυξημένη εναπόθεση ιζημάτων	Μετακίνηση σε περιοχές με έντονη υδροδυναμική
	Απελευθέρωση ξενοβιοτικών	Βιοσυγκέντρωση	Αυξημένη θνησιμότητα μη στοχευόμενων ειδών	Λιγότερο εντατική καλλιέργεια μείωση διάδοσης νόσων



Θρεπτική Ρύπανση

Η εισροή ανόργανων ενώσεων (π.χ. αμμωνία, νιτρικά, νιτρώδη και φωσφορικά άλατα) μέσω διάσπασης οργανικής ύλης, ζωικής απέκκρισης και λίπανσης σε λίμνες μπορεί επίσης να έχει δυνητικά επικίνδυνες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

HAB

Χημική Μόλυνση

Η χρήση αντιβιοτικών και άλλων χημικών ουσιών στην υδατοκαλλιέργεια για την πρόληψη ασθενειών μπορεί να οδηγήσει σε κατάλοιπα που εισέρχονται στο περιβάλλον. Οι ουσίες αυτές μπορούν να διαταράξουν τα τοπικά οικοσυστήματα και να συμβάλουν στην ανάπτυξη βακτηρίων ανθεκτικών στα αντιβιοτικά.

→ **πρόσθετες ύλες ζωοτροφών** (βιταμίνες, χρωστικές ουσίες, μέταλλα και ορμόνες)

→ **Απολυμαντικά** (χλωρίνη, πράσινο μαλαχίτη) και φυτοφάρμακα (Μαλακιοκτόνα και ιχθυοκτόνα)

→ **υλικά ασβέστωσης**

→ **μέταλλα** (Υφαλοχρωματισμός)

→ **κτηνιατρικά φάρμακα** (Αντιβιοτικά, Αναισθητικά, παρασιτοκτόνα και εμβόλια)

- ανθεκτικά στα αντιβιοτικά βακτήρια
- τοξικές επιδράσεις στις κοινότητες μικροοργανισμών
- συσσωρεύονται στα ιζήματα, τις υδάτινες επιφάνειες, τα υπόγεια ύδατα
- Υπολείμματα αντιβιοτικών σε ψάρια και άλλα προϊόντα υδατοκαλλιέργειας – κίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου



Ποιες είναι οι περιβαλλοντικές, κλιματικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των ειδικών ανά χώρα πολιτικών και υποδομών που προωθούν (θέμα ενότητας)

Δραστηριότητα Συζήτησης

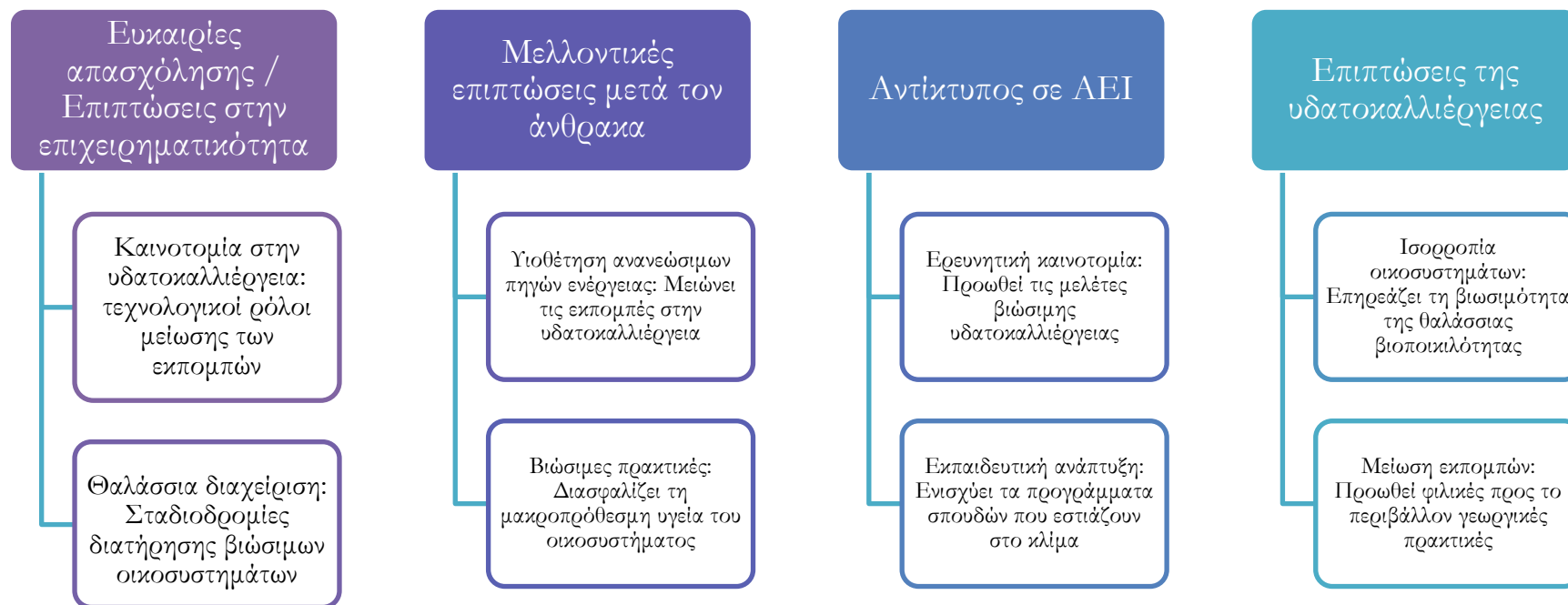


Εισαγωγή φύλλων εργασίας με ερωτήσεις προς απάντηση

Δραστηριότητα Μελέτης Περίπτωσης



Πώς μπορεί αυτό το περιεχόμενο της ενότητας να προωθήσει:





Ιδέες δραστηριοτήτων:

1. Ως ομάδα, διερευνήστε πώς μπορούν να μειωθούν οι εκπομπές από την υδατοκαλλιέργεια και παρουσιάστε τα αποτελέσματα στην ομάδα.
2. Σε ομάδες, αναλύστε τις επιπτώσεις της υπεραλίευσης στα οικοσυστήματα χρησιμοποιώντας παραδείγματα ή ερευνητικά αποτελέσματα.
3. Σε ομάδες των δύο, συζητήστε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εγχώριων και εισαγόμενων ζωοτροφών και μοιραστείτε τα ευρήματα με άλλους.
4. Σε ομάδες των δύο, καταρτίστε ένα σχέδιο βήμα προς βήμα για τη βιώσιμη υδατοκαλλιέργεια και παρουσιάστε το στην ομάδα.

Δραστηριότητα Κριτικής Σκέψης



Ένα μέλλον (τίτλος ενότητας) υδατοκαλλιέργεια

ΜΕΡΟΣ 6



Ιδέες δραστηριοτήτων:

- Βρείτε βίντεο που περιγράφουν απλώς πώς μπορεί να μοιάζει (τίτλος ενότητας) στο εγγύς μέλλον
- Σε ομάδες σχεδιάζουν μια κοινωνία που λειτουργεί με βάση την έννοια (τίτλος ενότητας)

Παιχνίδι Ρόλων/ Ερευνητική Δραστηριότητα



Αναφορές

- <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-024-33397-5>
- <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9df19f53-b931-4d04-acd3-58a71c6b1a5b/content/sofia/2022/adaptations-to-climate-crisis.html>
- <https://shoutlearning.org/aquaculture-and-environmental-protection-a-balance-between-development-and-preservation.html>
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. (2011). The Value of Estuarine and Coastal Ecosystem Services. Ecological Monographs, Vol. 81, No. 2, pp. 169-193.
- Chavez, J., et al. (2020). Effects of aquaculture on habitat fragmentation and ecosystem dynamics. Journal of Environmental Management, 92(3), 452-465.
- Fargione, J., Tilman, D., & Clark, M. (2023). Agricultural expansion and its impact on biodiversity: A global perspective. Nature Sustainability, 6(3), 182-190.
- MacLeod, M., Hasan, M.R., Robb, D.H.F. & Mamun-Ur-Rashid, M. 2019. Quantifying and mitigating greenhouse gas emissions from global aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 626. Rome, FAO.
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2009). "Aquaculture feed and the environment: A global perspective." Aquaculture, 292(1-2), 1-13.