



Modul 2: Utjecaj akvakulture na okoliš iz perspektive globalnog zatopljenja



Zagrijavanje

Rasprava:

- Koji su potencijalni pozitivni i negativni učinci akvakulture na okoliš?
- Kako akvakultura doprinosi klimatskim promjenama i kako te promjene utječu na prirodne ekosustave?
- Kako se potreba za proizvodnjom hrane putem akvakulture može pomiriti s očuvanjem prirodnih ekosustava u kontekstu klimatskih promjena?



Zagrijavanje - činjenice

- Akvakultura proizvodi gotovo polovicu svjetske opskrbe ribom: prema FAO-u akvakultura čini oko 46 % svjetske proizvodnje ribe, a očekuje se da će ta brojka porasti na 53 % do 2030.
- Uzgoj algi u akvakulturi ne samo da pruža održiv izvor hrane, već i apsorbira ugljični dioksid iz atmosfere, pomažući u borbi protiv klimatskih promjena.
- Loše upravljanje akvakulturom može dovesti do uništavanja staništa kao što su mangrove, koje su ključne za skladištenje ugljika i očuvanje bioraznolikosti.

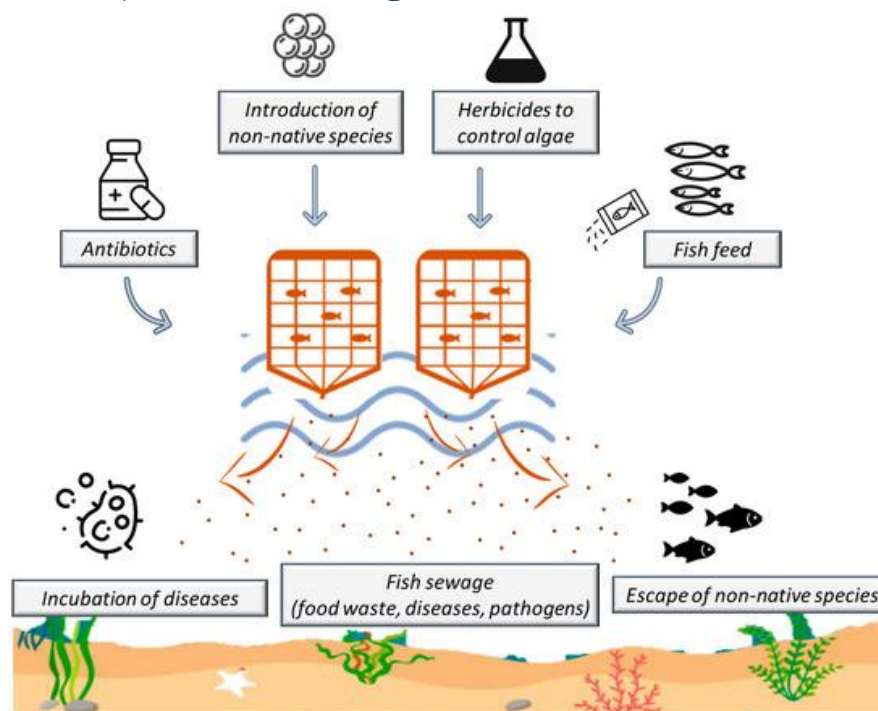


Uvod – Ključne definicije

- **Anaerobni uvjeti:** Okruženja u kojima ima malo ili nimalo kisika, poput dna ribnjaka ili močvara. U takvim se uvjetima organski materijal različito razgrađuje, često oslobađajući plinove poput metana.
- **Bioraznolikost:** To se odnosi na raznolikost života na nekom području, uključujući biljke, životinje i mikroorganizme. Bioraznolikost je ključna za zdrave ekosustave jer svaka vrsta ima ulogu u održavanju ravnoteže.
- **Ugljični otisak:** Ukupna količina stakleničkih plinova (kao što su ugljični dioksid i metan) proizvedenih ljudskim aktivnostima, kao što su vožnja, proizvodnja hrane ili operativna industrija, koji doprinose klimatskim promjenama.
- **Eutrofikacija:** Proces u kojem vodena tijela, poput jezera ili rijeka, primaju previše hranjivih tvari (poput dušika i fosfora). To uzrokuje prekomjerni rast algi, koje mogu blokirati sunčevu svjetlost i smanjiti kisik, šteteći vodenom životu.
- **Omjer konverzije hrane(FCR):** Mjera učinkovitosti životinje u pretvaranju mase hrane u tjelesnu masu, koja se upotrebljava kao pokazatelj u akvakulturi.
- **Staklenički plinovi(GHG):** Plinovi poput ugljičnog dioksida, metana i dušikovog oksida, koji zadržavaju toplinu u atmosferi i doprinose globalnom zagrijavanju.

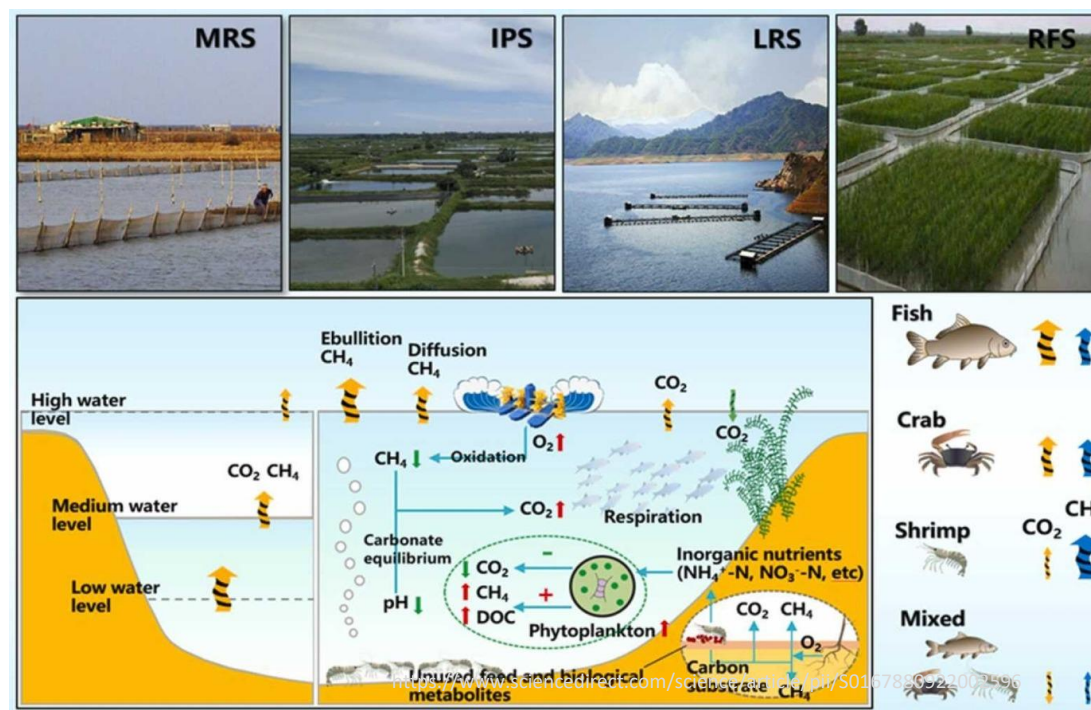
Uvod

- Akvakultura je ključna za globalnu sigurnost hrane, ali značajno utječe na okoliš kroz emisije stakleničkih plinova, uništavanje staništa i iscrpljivanje resursa. Ključni čimbenici koji doprinose njegovom ugljičnom otisku uključuju energetske intenzivne operacije, prenamjenu zemljišta i proizvodnju hrane za životinje, koja se često oslanja na fosilna goriva.



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

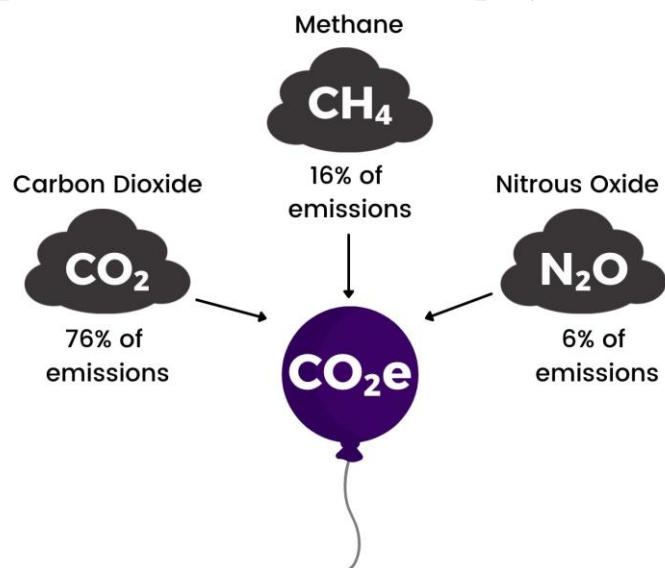
- Najveći utjecaj akvakulture na okoliš dolazi od proizvodnje hrane za životinje, koja doprinosi do 90% emisija stakleničkih plinova i zahtijeva značajno zemljište, vodu i energiju. Kako bi se osigurala dugoročna održivost, ključno je usvojiti održive prakse u proizvodnji hrane za životinje, korištenju energije i gospodarenju otpadom, istovremeno uravnotežujući rast industrije s odgovornošću za okoliš.





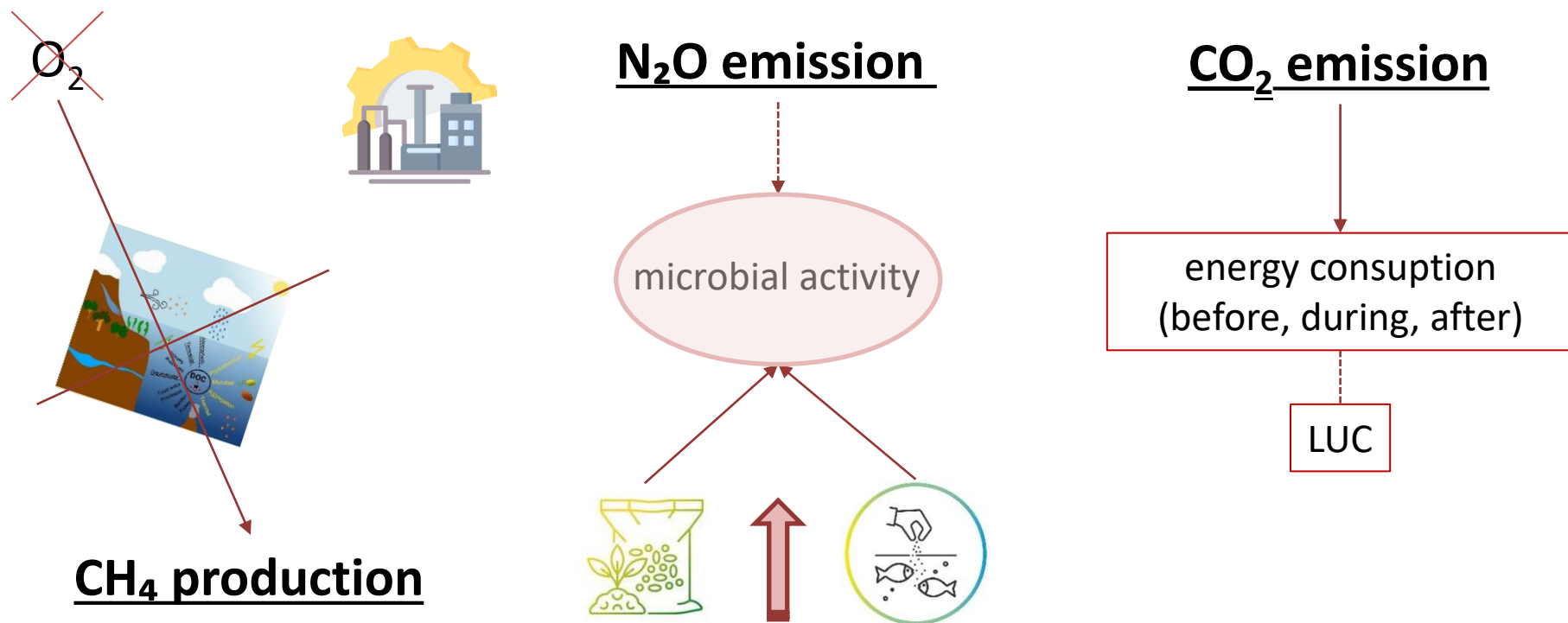
Dio 1. Emisije stakleničkih plinova

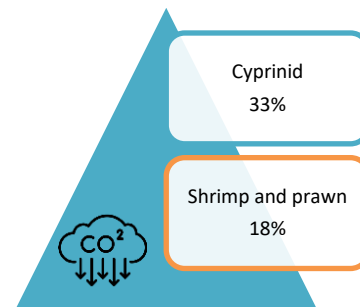
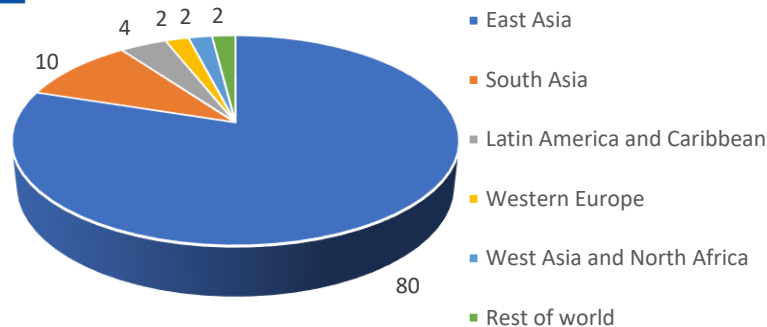
- Emisije stakleničkih plinova, uključujući CO_2 , CH_4 , N_2O i fluorirane plinove, zadržavaju toplinu u Zemljinoj atmosferi, potičući klimatske promjene.
- Iako je CO_2 široko priznat, CH_4 je vrlo moćan staklenički plin, a ljudske aktivnosti kao što su krčenje šuma, rudarstvo i poljoprivreda značajno povećavaju njegove emisije.
- Od industrijske revolucije, brza industrijalizacija, urbanizacija i proizvodnja energije doveli su do rekordno visokih razina stakleničkih plinova, mijenjajući vremenske obrasce, podižući razinu mora i prijeteci bioraznolikosti.



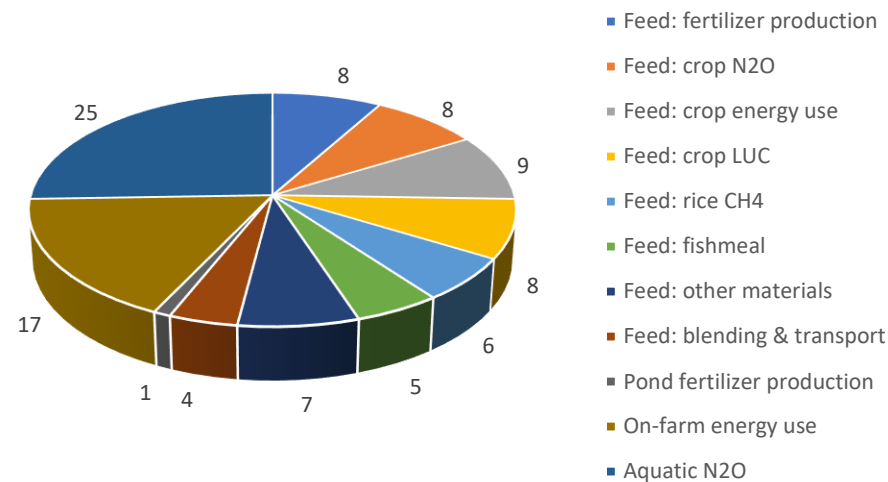
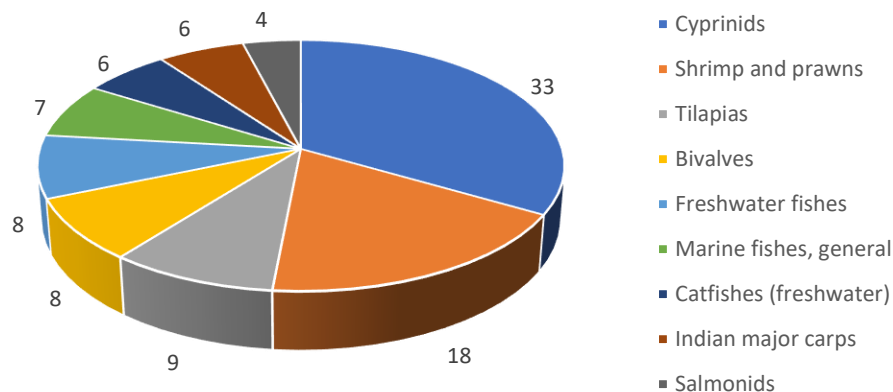
<https://blog.climes.io/learning-centre/the-role-of-carbon/>

- Širenje akvakulture sa sobom donosi i ekološke izazove, uključujući emisiju stakleničkih plinova (GHG), uglavnom dušikovog oksida (N_2O), metana (CH_4) i ugljičnog dioksida (CO_2), iz hrane za životinje, poljoprivredne potrošnje energije, gnojiva i metabolizma životinja.





Postotni udio u ukupnim emisijama stakleničkih plinova po regijama



Postotni udio emisija stakleničkih plinova po kategoriji izvora

Postotni udio ukupnih emisija stakleničkih plinova po skupinama vrsta



Problemi/politike/infrastrukture specifični za pojedinu zemlju/Europu povezani s modulom

- **Kako akvakultura doprinosi emisijama stakleničkih plinova i što se može učiniti kako bi se smanjio taj negativni utjecaj na okoliš?**
- U Hrvatskoj su emisije stakleničkih plinova iz akvakulture prvenstveno posljedica proizvodnje i transporta uvezene hrane za ribe, što uključuje energetske intenzivne procese. Lokalno se u Jadranskom moru love male pelagijske ribe poput srdela i inćuna i koriste kao hrana. Iako se time smanjuje ovisnost o uveznoj hrani za životinje, izaziva i zabrinutost zbog prekomjernog izlova, koji može poremetiti morski ekosustav Jadrana i utjecati na biološku raznolikost.
- Kako bi se riješila ta pitanja, važno je razviti održive ribolovne prakse i istražiti inovativne metode proizvodnje hrane za životinje kojima se smanjuje utjecaj na okoliš uz održavanje ravnoteže morskih ekosustava.



Dio 2. Upotreba energije



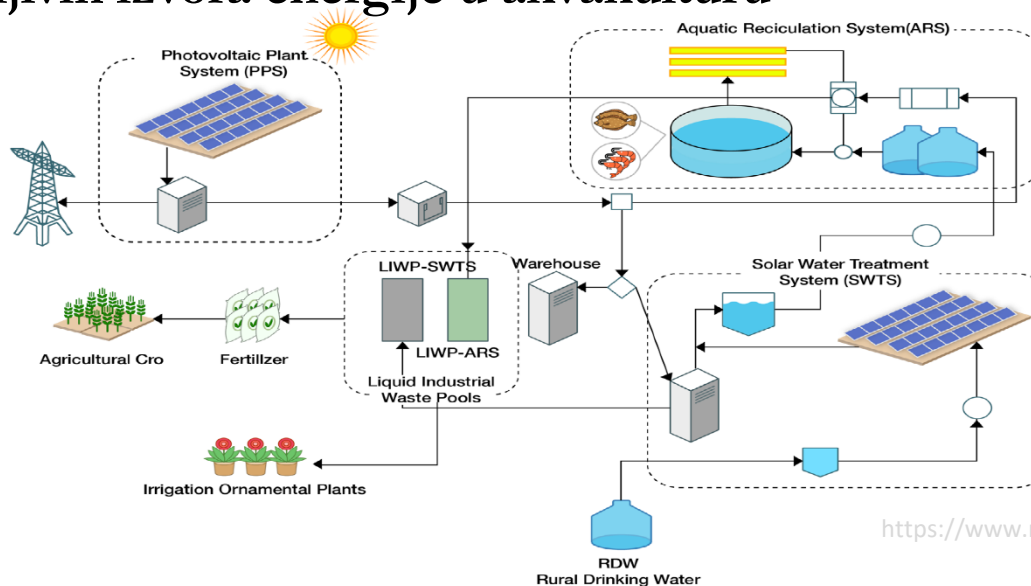
- Operacije akvakulture vrlo su energetske intenzivne, sa značajnim energetskeim zahtjevima za procese kao što su cirkulacija vode, prozračivanje, regulacija temperature i sustavi hranjenja. Na ugljični otisak tih operacija izravno utječu korišteni izvori energije, posebno u regijama koje se za proizvodnju električne energije oslanjaju na fosilna goriva, što pridonosi emisijama stakleničkih plinova.

Aquaculture operations	Energy requirements
Hatcheries and nurseries	temperature control, lighting, and water circulation.
Pond and tank systems	Aeration, pumping, and filtration
Recirculating aquaculture systems (RAS)	water treatment and temperature regulation
Cage and offshore systems	Boat transport, feeding systems, and harvesting
Feed production and processing	Energy-intensive ingredient sourcing, manufacturing, and transportation

- Potrošnja energije varira u različitim fazama akvakulture, uključujući mrijestilišta, sustave ribnjaka i recirkulacijske sustave akvakulture (RAS), pri čemu je potrošnja energije ključni čimbenik u održavanju optimalnih uvjeta za uzgojene vrste.

Energy sources	Used
Fossil fuels (diesel, coal, natural gas)	generators, transport, and production facilities.
Electricity	Primarily from non-renewable sources, powering water pumps, aeration systems, and refrigeration.

Integracija obnovljivih izvora energije u akvakulturu





Dio 3. Promjena uporabe zemljišta i prenamjena staništa

- Gubitak ili degradacija staništa, posebno obalnih staništa kao što su sustavi mangrova i druga močvarna područja (livade morskih cvjetnica, slane močvare, obalne lagune, estuariji) jedan je od glavnih štetnih učinaka akvakulture.
- Studije provedene u morskim kaveznim uzgajalištima na obali Sredozemnog mora izvijestile su o uništavanju/degradaciji livada *Posidonia oceanica* kao posljedica velikog opterećenja organskim proizvodima i hranjivim tvarima zbog aktivnosti uzgoja ribe.



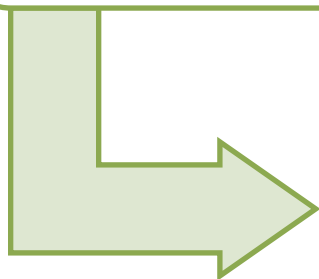
- A) livade morske trave
- B) šume mangrova
- C) slane močvare
- D) morske trave

https://www.researchgate.net/figure/Major-carbon-storing-habitats-on-tropical-and-temperate-coasts-Degradation-and-loss-of_fig3_51038174



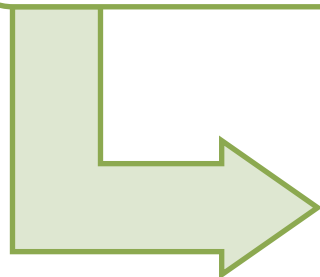
EXPANSION OF INLAND AQUACULTURE

- changes in land use
- ecological damage



EXPANTION OF AQUACULTURE

- habitat fragmentation



FRAGMENTATATION

- decline in populations
- lost of biodiversity

Disrupts ecological connectivity

migrate
reproduce
feed

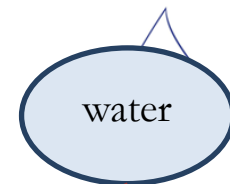
Destabilizacija ekosustava



Dio 4. Proizvodnja hrane za životinje i korištenje resursa



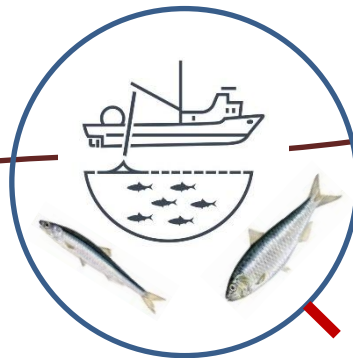
NUTRITIONAL
REQUIREMENTS



feeding habits
market value
farming system

FEED PRODUCTION

90%



Reduce the pressure
on marine ecosystem

CHEMICAL FERTILIZERS
PESTICIDES

Soil
degradation

Excessive water
consumption

Loss of
agricultural
biodiversity





Dio 5. Otpad



- Postrojenja akvakulture mogu proizvesti znatne količine otpada/otpadnih voda koji sadrže različite tvari, kao što su čestice (uglavnom iz nepojedene hrane i izmeta), otopljeni metabolički proizvodi (iz izlučivanja škrigama i bubrezima) i različiti oblici kemikalija (npr. terapije, gnojiva, teški metali), s neželjenim posljedicama za okoliš.
- Utjecaji na okoliš koji proizlaze iz čestica i otopljenog organskog i anorganskog materijala posebno su važni jer ti spojevi izravno ulaze u okoliš i utječu i na vodeni stupac i na sediment.
- Opseg tih učinaka uglavnom ovisi o lokaciji poljoprivrednog gospodarstva, životinjskoj vrsti, vrsti usjeva, gustoći naseljenosti, probavljivosti hrane za životinje i drugim čimbenicima uzgoja kao što su prehrambene prakse i status bolesti.



Driver	Pressure	State	Impact	Response
Fish farming	Increased nutrient fluxes	Increased nutrient and organic matter concentrations	Increased phytoplankton biomass/eutrophication	Seaweeds production to remove excess nutrients
	Increased organic matter fluxes Decreased oxygen levels and oxygen	Decreased oxygen levels. Accumulation of organic matter in the sediments	Higher mortality of benthic organisms/decreased benthic diversity	Bottom aeration
	Increased drag forces	Reduced flow-through and increased residence time	Increased sediment deposition	Reallocation to areas of more intense hydrodynamics
	Release of xenobiotics	Bioconcentration	Increased mortality of non-target species	Less intensive farming to reduce disease propagation



NUTRIENT POLLUTION

Inputs of inorganic compounds (e.g. ammonia, nitrates, nitrites and phosphates) through organic matter breakdown, animal excretion and pond fertilization may also have potentially hazardous effects on the surrounding environment.



HAB

CHEMICAL CONTAMINATION

The use of antibiotics and other chemicals in aquaculture to prevent disease can result in residues entering the environment. These substances may disrupt local ecosystems and contribute to the development of antibiotic-resistant bacteria.

- **feed additives** (vitamins, pigments, minerals, and hormones)
- **disinfectants** (bleach, malachite green) and **pesticides** (molluscicides and piscicides)
- **liming materials**
- **metals** (antifoulants)
- **veterinary medicines** (antibiotics, anaesthetics, parasiticides, and vaccines)

- antibiotic-resistant bacteria
- toxic effects on microorganism communities
- accumulated in the sediments, aquatic surfaces, groundwater
- residual antibiotics in fish and other aquaculture products – health risk for humans



Koji je okolišni, klimatski i socioekonomski učinak politika i infrastruktura specifičnih za pojedinu zemlju koje se promiču (tema modula)

AKTIVNOST RASPRAVE

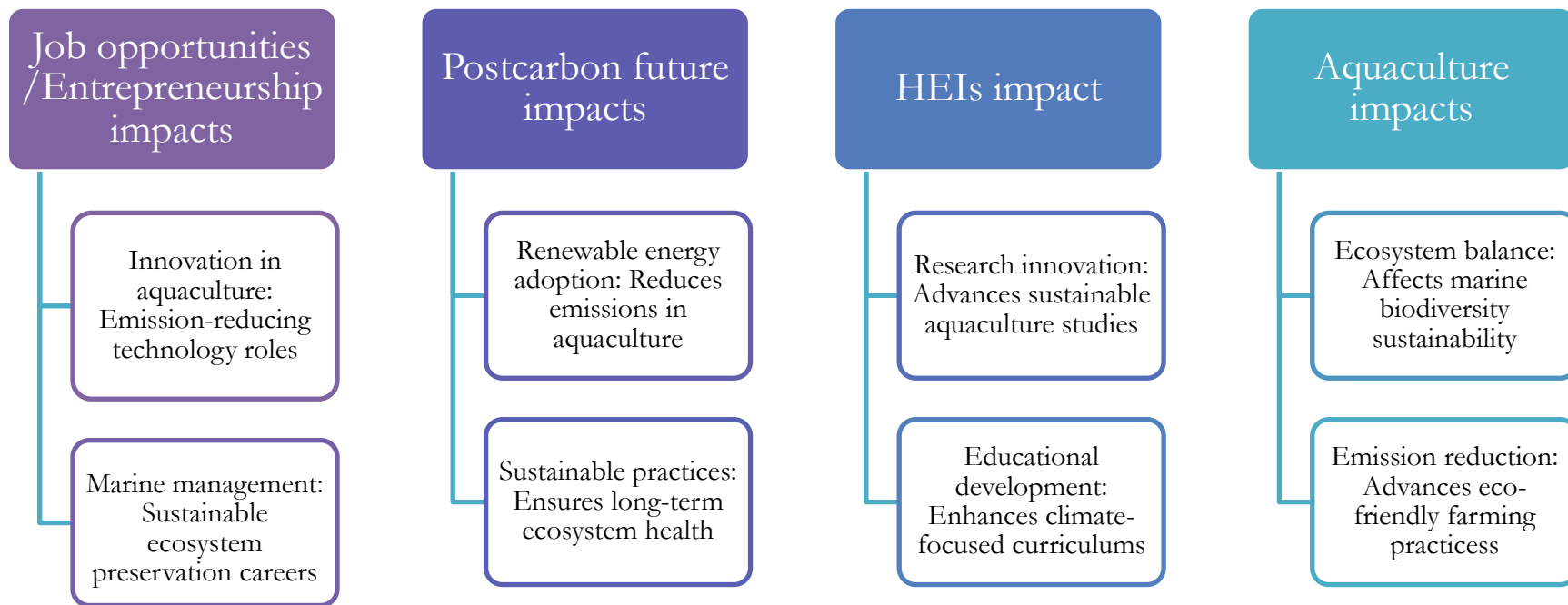


Uvedite radne listove s pitanjima na koja treba odgovoriti

AKTIVNOST STUDIJE SLUČAJA



Kako sadržaj ovog modula može promovirati:





Ideje za aktivnosti:

1. Kao tim, istražite kako se emisije iz akvakulture mogu smanjiti i predstaviti rezultate grupi.
2. U grupama analizirajte učinke prekomjernog izlova na ekosustave koristeći primjere ili rezultate istraživanja.
3. U grupama po dvoje raspravljajte o prednostima i nedostacima domaće i uvozne hrane za životinje i podijelite nalaze s drugima.
4. U grupama po dvoje izradite korak po korak plan za održivu akvakulturu i predstavite ga grupi.

AKTIVNOST KRITIČKOG RAZMIŠLJANJA



Budućnost (naziv modula) akvakultura

DIO 6



Ideje za aktivnosti:

- Pronađite videozapise koji jednostavno opisuju kako (naslov modula) može izgledati u bliskoj budućnosti.
- U grupama dizajnirajte društvo koje funkcionira na konceptu (naziv modula)

IGRANJE ULOGA/ISTRAŽIVAČKA AKTIVNOST



Literatura

- <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.