



# 2 modulis: Akvakultūros poveikis aplinkai pasaulinio atšilimo požiūriu



# Ižanga

## Diskusija

- Koks galimas teigiamas ir neigiamas akvakultūros poveikis aplinkai?
- Kaip akvakultūra prisideda prie klimato kaitos ir kaip šie pokyčiai veikia natūralias ekosistemas?
- Kaip klimato kaitos sąlygomis suderinti akvakultūros maisto gamybos poreikį su natūralių ekosistemų išsaugojimu?



# Ižanga – faktai

- **Akvakultūra užtikrina beveik pusę pasaulinės žuvų pasiūlos:** pagal FAO duomenis, akvakultūra sudaro apie 46 % pasaulinės žuvininkystės produkcijos, ir prognozuojama, kad iki 2030 m. šis skaičius išaugs iki 53 %.
- **Dumblių auginimas akvakultūroje ne tik suteikia tvarią maisto šaltinio alternatyvą,** bet ir sugeria anglies dioksidą iš atmosferos, taip padėdamas kovoti su klimato kaita.
- **Prastai valdoma akvakultūra gali lemti buveinių, tokių kaip mangrovės, naikinimą,** o šios buveinės yra itin svarbios anglies kaupimui ir biologinės įvairovės išsaugojimui.



## Įvadas. Pagrindinės sąvokos

- **Anaerobinės sąlygos:** aplinka, kurioje yra labai mažai arba visai nėra deguonies, pavyzdžiui, tvenkinių ar šlapynių dugne. Tokiomis sąlygomis organinės medžiagos skyla be deguonies, dažnai išskiria tokias dujas kaip metanas.
- **Biologinė įvairovė:** augalų, gyvūnų ir mikroorganizmų įvairovė tam tikroje teritorijoje ar ekosistemoje. Ji būtina sveikoms ekosistemoms funkcionuoti, nes kiekviena rūšis prisideda prie ekologinės pusiausvyros palaikymo..
- **Anglies pėdsakas:** bendras šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis (daugiausia CO<sub>2</sub>, bet ir metano ar azoto suboksido), kuris susidaro dėl žmogaus veiklos, produktų gamybos ar paslaugų teikimo. Jis padeda įvertinti, kiek konkreči veikla prisideda prie klimato kaitos. Pėdsaką palieka tokia veikla kaip transportas, energijos vartojimas, maisto gamyba ar pramonė. Mažesnis pėdsakas – mažesnis poveikis aplinkai.

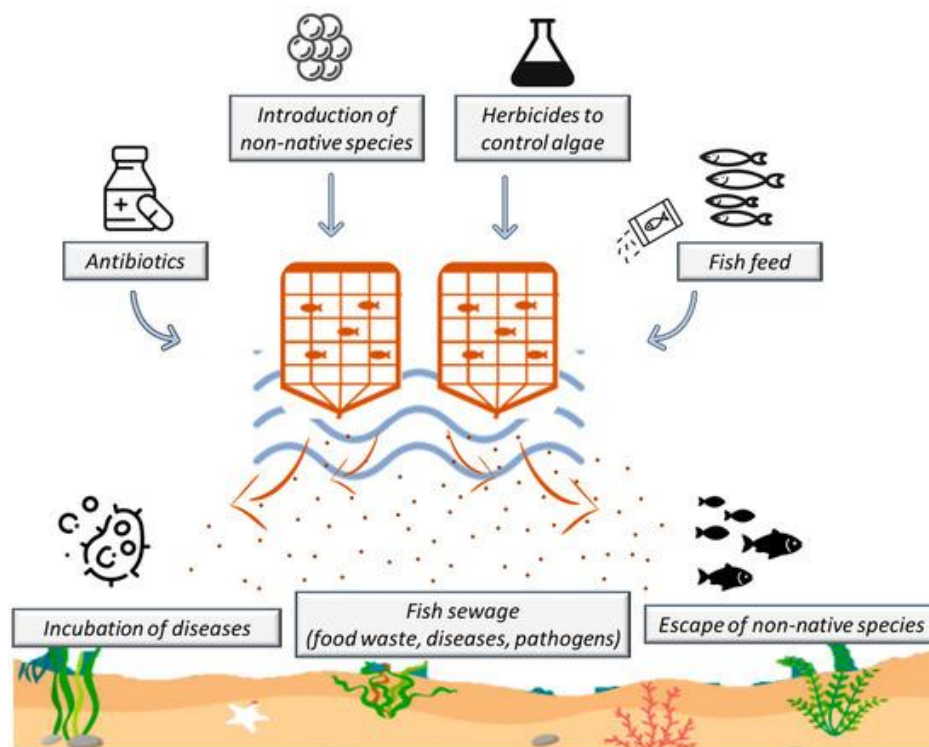


## Įvadas. Pagrindinės sąvokos

- **Eutrofikacija:** procesas, kai į vandens telkinius patenka per daug maistinių medžiagų, ypač azoto ir fosforo. Dėl to suintensyvėja dumblių žydėjimas, mažėja vandens skaidrumas ir ištirpusio deguonies kiekis, o tai kenkia vandens organizmams ir ekosistemų stabilumui.
- **Pašarų konversijos koeficientas (FCR):** rodiklis, parodantis, kiek pašarų reikia tam tikram žuvų ar kitų akvakultūros organizmų kūno masės priaugimui. Kuo mažesnis FCR, tuo efektyviau pašarai paverčiami augimu.
- **Šiltnamio efektą sukeliančios dujos (ŠESD):** atmosferoje esančios dujos, tokios kaip anglies dioksidas ( $\text{CO}_2$ ), metanas ( $\text{CH}_4$ ) ir azoto oksidas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), kurios sulaiko šilumą ir prisideda prie pasaulinio atšilimo bei klimato kaitos.

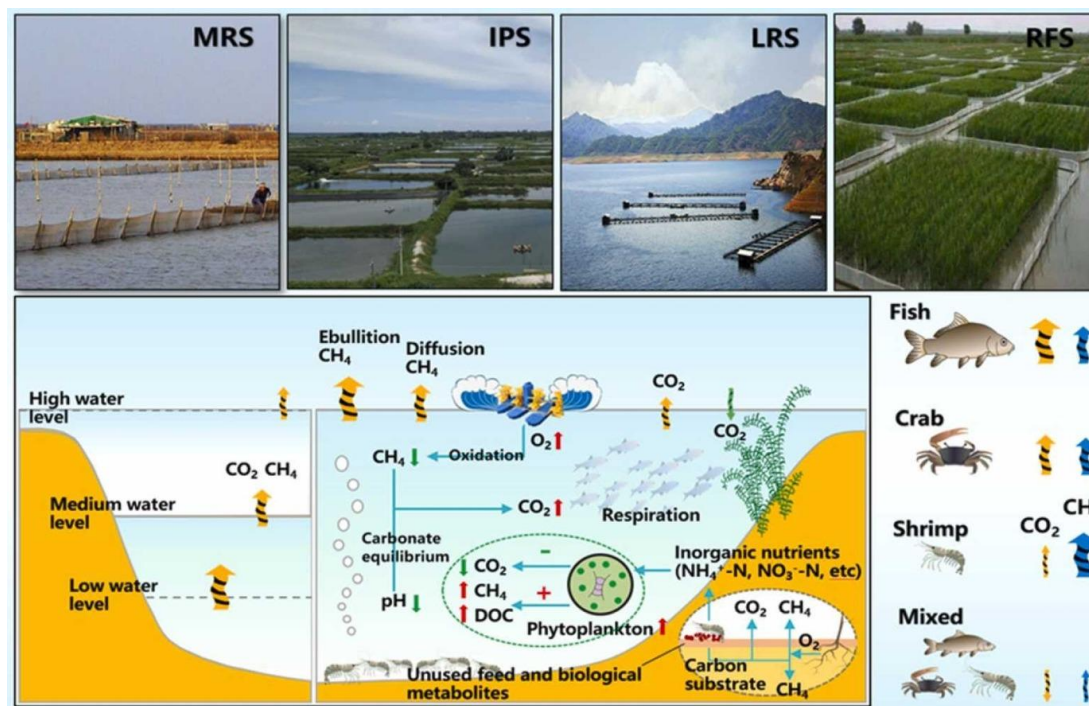
# Įvadas

- Akvakultūra yra labai svarbi pasauliniam maisto saugumui, tačiau ji daro reikšmingą poveikį aplinkai dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų, buveinių naikinimo ir išteklių alinimo. Pagrindiniai jos anglies pėdsako šaltiniai – daug energijos reikalaujančios veiklos, žemės naudojimo pokyčiai ir pašarų gamyba, dažnai priklausanti nuo iškastinio kuro.



[www.mdpi.com/1996-1073/15/21/8197](http://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/8197)

- Didžiausias akvakultūros poveikis aplinkai yra susijęs su pašarų gamyba, kuri sudaro iki 90 % šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimų ir reikalauja daug žemės, vandens ir energijos. Siekiant ilgalaikio tvarumo, būtina taikyti tvarias pašarų gamybos, energijos naudojimo ir atliekų tvarkymo praktikas, suderinant pramonės augimą su atsakomybe už aplinką.



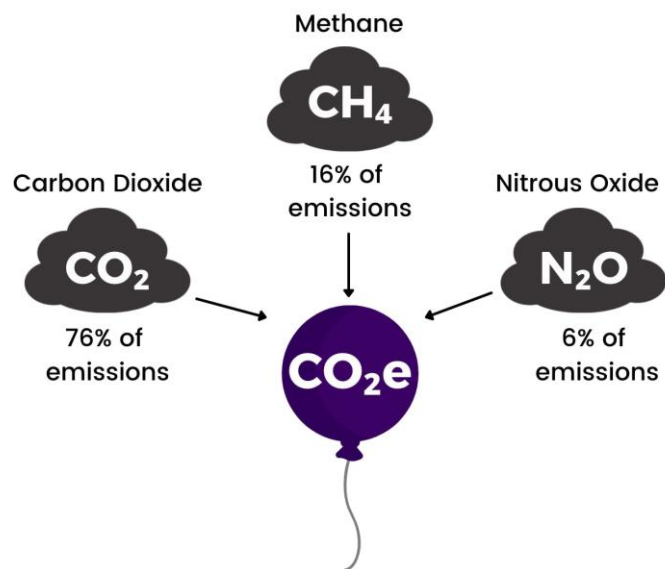
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880922002596>



# 1 dalis. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos

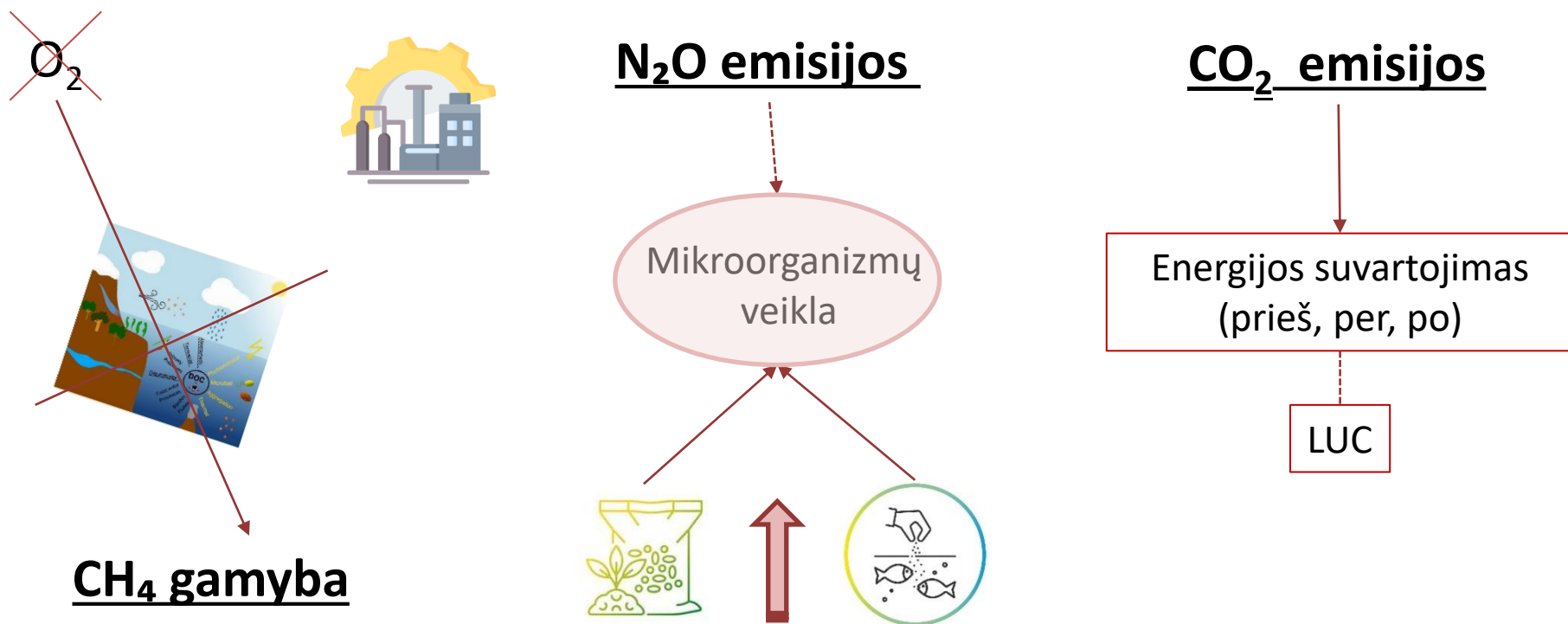


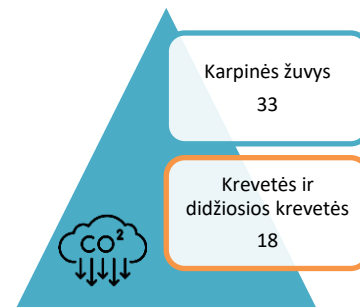
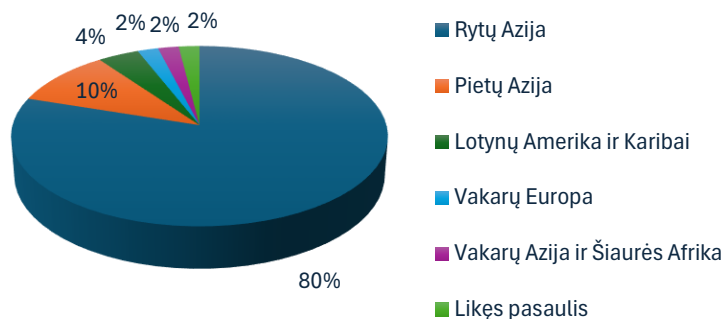
- Šiltnamio efektą sukeliančios dujos, tokios kaip  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  ir fluoruotosios dujos, sulaiko šilumą Žemės atmosferoje ir lemia klimato kaitą.
- Nors  $\text{CO}_2$  yra plačiai atpažįstamos,  $\text{CH}_4$  pasižymi itin stipriu poveikiu klimatui – jo emisijas smarkiai didina žmogaus veikla, tokia kaip miškų naikinimas, kasyba ir žemės ūkis.
- Nuo pramonės revoliucijos spartus industrializacijos, urbanizacijos ir energijos gamybos augimas lėmė rekordiškai aukštą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, kuris keičia orų režimus, kelia jūros lygį ir kelia grėsmę biologinei įvairovei.



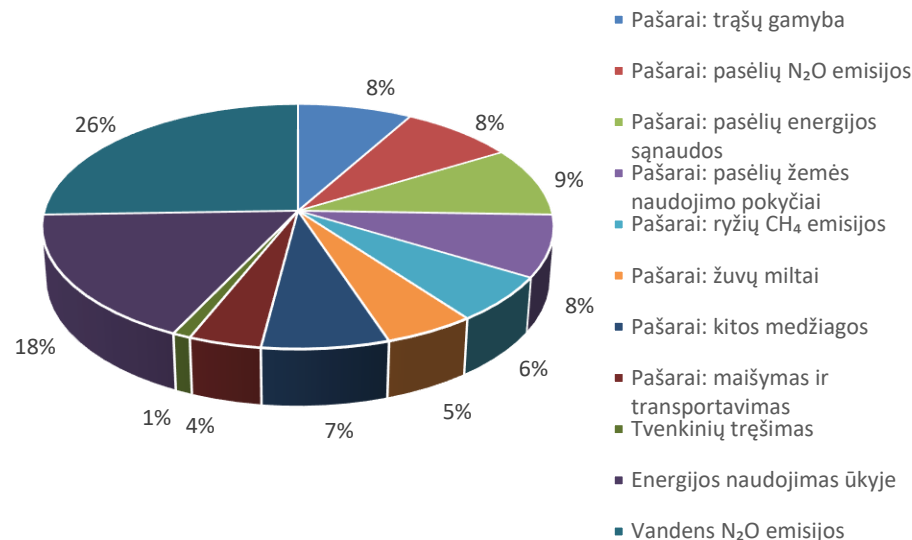
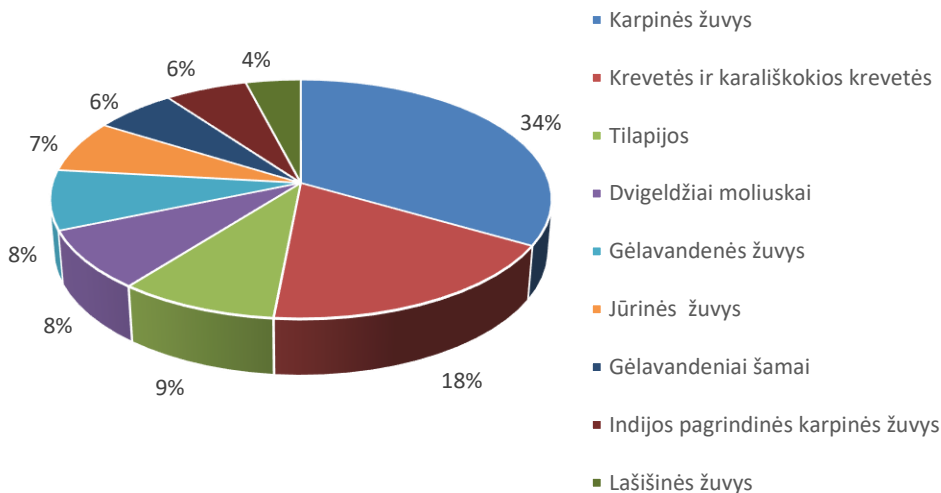
[://blog.climes.io/learning-centre/the-role-of-carbon/](http://blog.climes.io/learning-centre/the-role-of-carbon/)

- Akvakultūros plėtra taip pat kelia aplinkosauginių iššūkių, įskaitant šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijas – daugiausia azoto suboksido ( $\text{N}_2\text{O}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) ir anglies dioksido ( $\text{CO}_2$ ).
- Šios dujos išsiskiria dėl pašarų gamybos, energijos naudojimo ūkiuose, trąšų vartojimo ir gyvūnų biologinių procesų.





## Bendro ŠESD išmetimo procentinė dalis pagal regioną



## Šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo procentinė dalis pagal šaltinių kategorijas

## Bendro ŠESD išmetimo procentinė dalis pagal rūšių grupes



## Su modulu susijusios konkrečios šalies/Europos problemos/politika/infrastruktūra

- **Kaip akvakultūra prisideda prie ŠESD emisijų ir ką galima padaryti siekiant sumažinti šį neigiamą poveikį aplinkai?**
  - Kroatijoje pagrindinės ŠESD emisijos iš akvakultūros susijusios su žuvų pašarų gamyba ir transportavimu, ypač kai naudojami importuoti pašarai, kurių gamyba reikalauja daug energijos. Vietoje tam tikslui žvejojamos smulkios pelaginės žuvys, tokios kaip sardinės ir ančiuviai, ištraukiamos iš Adrijos jūros ir naudojamos pašarams. Nors taip sumažinamas priklausomumas nuo importo, kyla nerimas dėl pergaudymo, kuris gali sutrikdyti jūros ekosistemų pusiausvyrą ir paveikti biologinę įvairovę.
  - Siekiant spręsti šiuos iššūkius, svarbu kurti tvarias žvejybos praktikas ir diegti inovatyvius pašarų gamybos būdus, kurie mažintų poveikį aplinkai, kartu išlaikant jūrinių ekosistemų pusiausvyrą.



# 2 dalis. Energijos sąnaudos

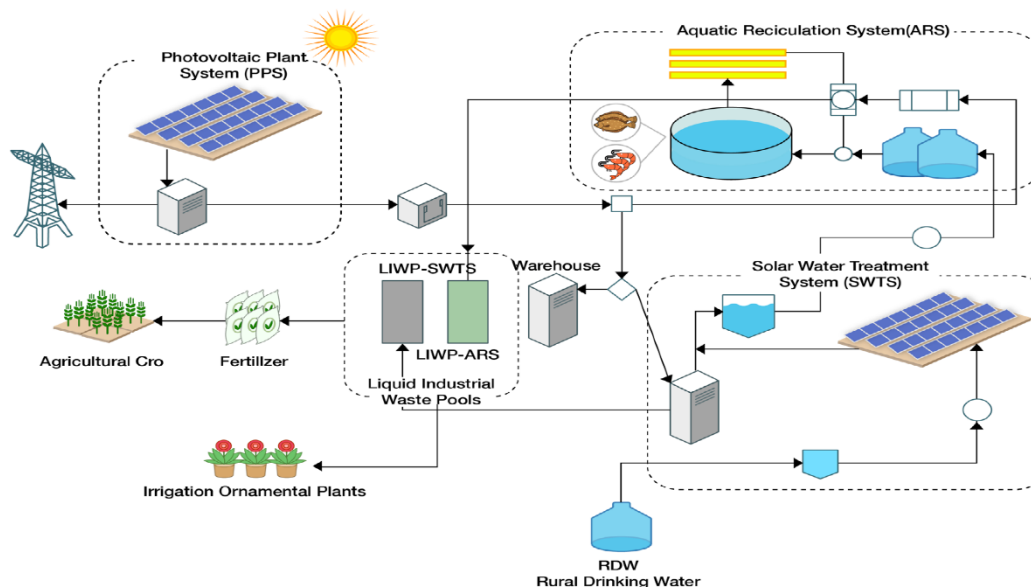
- Akvakultūros veikla reikalauja daug energijos – dideli energijos poreikiai tenka tokiems procesams kaip vandens cirkuliacija, aeracija, temperatūros palaikymas ir šėrimo sistemos.
- Šių veiklų anglies dioksido pėdsakas tiesiogiai priklauso nuo naudojamų energijos šaltinių. Regionuose, kuriuose elektros gamybai naudojami iškastiniai degalai, tai dar labiau prisideda prie šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų.

Akvakultūros veiklos	Energijos poreikiai
Inkubatoriai ir jauniklių auginimo patalpos	Temperatūros palaikymas, apšvietimas ir vandens cirkuliacija
Tvenkinių ir rezervuarų sistemos	Aeracija, siurbimas ir filtravimas
Recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS)	Vandens valymas ir temperatūros reguliavimas
Varžos ir atviros jūros sistemos	Laivų transportas, šėrimo sistemos ir žuvų surinkimas
Pašarų gamyba ir perdirbimas	Daug energijos naudojantys ingredientų šaltiniai, gamyba ir transportavimas

- Energijos suvartojimas skiriasi įvairiuose akvakultūros etapuose, įskaitant inkubatorius, tvenkinių sistemas ir recirkuliacinės akvakultūros sistemas (RAS), o energijos naudojimas yra svarbus veiksnys, užtikrinantis optimalias sąlygas auginamoms rūšims.

Energijos šaltiniai	Panaudojimo sritys
Iškastinis kuras (dyzelinas, anglis, gamtinės dujos)	Generatoriai, transportas, šėrimo įranga, gamybos ir perdirbimo įrenginiai
Elektra (dažniausiai iš neatsinaujančių šaltinių)	Vandens siurbiai, aeracijos sistemos, temperatūros reguliavimo ir šaldymo įranga

## Atsinaujančių energijos šaltinių integravimas į akvakultūrą





# 3 dalis. Žemės naudojimo pokyčiai ir buveinių pertvarkymas



- Buveinių nykimas ar degradacija, ypač pakrančių buveinių, tokių kaip mangrovės ir kiti šlapžemių tipai (jūrinių žolių pievos, druskingos pelkės, pakrančių lagūnos, žiotys), yra vienas iš pagrindinių neigiamų akvakultūros poveikių.
- Tyrimai, atlikti varžų ūkiuose Viduržemio jūros pakrantėje, parodė *Posidonia oceanica* sąžalynų nykimą ar degradaciją dėl didelės organinių medžiagų ir maistinių medžiagų apkrovos, kylančios dėl akvakultūros veiklos.



- A) jūros žolynai
- B) mangrovių miškai
- C) druskingos pelkės
- D) jūros žolės

## AKVAKULTŪROS PLĒTRA SAUSUMOJE

- žemės naudojimo pokyčiai
- ekologinė žala

## AKVAKULTŪROS PLĒTRA

- buveinių fragmentacija

## FRAGMENTACIJA

- populiacijų mažėjimas
- biologinės įvairovės praradimas

Sutrikdo ekologinį ryšį

migruoti  
daugintis  
maitintis

**Ekosistemų destabilizavimas**



# 4 dalis. Pašarų gamyba ir išteklių naudojimas



MITYBINIAI  
POREIKIAI

mitybos įpročiai  
rinkos vertė  
ūkininkavimo sistema

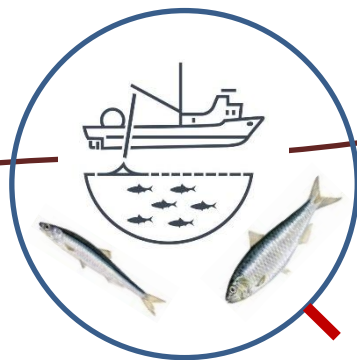
žemė

energija

vanduo

PAŠARŲ GAMYBA

90%



Sumažinti poveikį  
jūrų ekosistemoms

CHEMINĖS TRĄŠOS /  
PESTICIDAI

Dirvožemio  
degradacija

Pernelyg didelis vandens  
suvartojimas

Žemės ūkio biologinės  
įvairovės nykimas





# 5 dalis. Tarša ir likutinės medžiagos



- Akvakultūros ūkiai gali generuoti didelį kiekį atliekų / nuotekų, kuriose yra įvairių medžiagų, tokių kaip kietosios dalelės (daugiausia iš nesuėsto pašaro ir išmatų), tirpios medžiagų apykaitos atliekos (išsiskiriančios per žiaunas ir inkstus) bei įvairios cheminės medžiagos (pvz., vaistai, trąšos, sunkieji metalai), kurios gali turėti neigiamą poveikį aplinkai.
- Aplinkos poveikis, susijęs su organinių ir neorganinių dalelių ar tirpių medžiagų patekimu į aplinką, yra ypač svarbus, nes šios medžiagos tiesiogiai patenka į vandenį ir dugno nuosėdas, jas paveikdamos.
- Šių poveikių mastas daugiausia priklauso nuo ūkio vietos, auginamų gyvūnų rūšies, auginamų kultūrų tipo, tankio, pašaro virškinamumo ir kitų laikymo sąlygų, tokių kaip šėrimo praktika ir ligų būklė.



## Akvakultūros plėtros veiksniai, poveikis ir atsakomieji veiksmai (Serpa & Duarte, 2008)

Veiksnys	Veikla	Būsena	Poveikis	Atsakas
Žuvų auginimas	Padidėjęs maistinių medžiagų srautas	Didesnė maistinių medžiagų ir organinių medžiagų koncentracija	Fitoplanktono biomasės didėjimas / eutrofikacija	Jūrų dumblių auginimas maistinių medžiagų pertekliui pašalinti
	Padidėjęs organinių medžiagų srautas	Sumažėjęs deguonies kiekis / padidėjusi deguonies paklausa	Deguonies trūkumas. Organinių medžiagų kaupimasis nuosėdose	Didesnis dugninės gyvūnijos mirtingumas / sumažėjusi įvairovė
	Padidėjusios hidrodinaminės traukos jėgos	Sumažėjęs vandens pratekėjimas / padidėjęs vandens užsilaikymo laikas	Intensyvesnis nuosėdų kaupimasis	Ūkių perkėlimas į teritorijas su stipresnėmis srovėmis
	Ksenobiotikų (kenksmingų cheminių medžiagų) išsiskyrimas	Biokoncentracija	Padidėjęs netikslinių rūšių mirtingumas	Mažiau intensyvi akvakultūra siekiant sumažinti ligų plitimą

## TARŠA MAISTINGO-SIOMIS MEDŽIAGOMIS

Neorganinių junginių (pvz., amoniako, nitratų, nitritų ir fosfatų) pateikimas per organinių medžiagų irimą, gyvūnų ekskreciją ir tvenkinių tręšimą gali sukelti pavojingą poveikį aplinkai.



KDŽ

## CHEMINĖ TARŠA

Antibiotikų ir kitų cheminių medžiagų naudojimas akvakultūroje ligų prevencijai gali sukelti liekanų patekimą į aplinką. Šios medžiagos gali sutrikdyti vietos ekosistemas ir prisidėti prie antibiotikams atsparių bakterijų atsiradimo.

- **Pašarų priedai** (vitaminai, pigmentai, mineralai ir hormonai)
- **Dezinfekantai** (*chloras*, *žaliasis malachitas*) ir **pesticidai** (*moluskocidai* ir *piscicidai*)
- **Kalkinimo medžiagos**
- **Metalai** (antifoulantai)
- **veterinariniai vaistai** (antibiotikao, anestetikai, antiparazitiniai vaistai ir vakcinos)

- antibiotikams atsparios bakterijos
- toksinis poveikis mikroorganizmų bendrijoms
- kaupimasis nuosėdose, vandens paviršiuje, požeminiuose vandenyse
- antibiotikų likučiai žuvyse ir kituose akvakultūros produktuose – rizika žmonių sveikatai





Koks yra aplinkosauginis, klimato ir socialinis-ekonominis poveikis, kurį sukelia konkrečios šalies politika ir infrastruktūra, skatinanti tvarią akvakultūrą

# DISKUSIJA



Pateikite užduočių lapus su klausimais, į kuriuos reikia atsakyti.

# ATVEJO ANALIZĖ



# Kaip šio modulio turinys gali skatinti:

## Darbo galimybės /Verslumo poveikis

**Inovacijos  
akvakultūroje:**  
technologijų,  
mažinančių emisijas,  
vaidmuo

**Jūrų valdymas:**  
karjera tvaraus  
ekosistemų  
išsaugojimo srityje

## Poveikis ateityje

**Atsinaujinančios  
energijos diegimas:**  
sumažina emisijas  
akvakultūroje

**Tvarios praktikos:**  
užtikrina ilgalaikę  
ekosistemų sveikatą

## Aukštųjų mokyklų poveikis

**Mokslo tyrimų  
inovacijos:** skatina  
tvarių akvakultūros  
studijų pažangą

**Švietimo plėtra:**  
stiprina klimatui  
orientuotas mokymo  
programas

## Akvakultūros poveikis

**Ekosistemų  
pusiausvyra:** daro  
įtaką jūrų biologinės  
įvairovės tvarumui

**Emisijų mažinimas:**  
skatina aplinkai  
draugiškas  
ūkininkavimo  
praktikas



Veiklų idėjos:

1. Komandoje ištirkite, kaip galima sumažinti akvakultūros emisijas, ir pristatykite rezultatus grupei.
2. Grupėse analizuokite perteklinės žvejybos poveikį ekosistemoms, remdamiesi pavyzdžiais ar mokslinių tyrimų rezultatais.
3. Porose aptarkite vietinių ir importuotų pašarų privalumus ir trūkumus, o išvadas pasidalykite su kitais.
4. Porose parengkite žingsnis po žingsnio planą tvariai akvakultūrai ir pristatykite jį grupei.

# KRITINIO MĄSTYMO UŽDUOTIS



# 6 DALIS



Veiklų idėjos:

- Suraskite vaizdo įrašų, kuriuose paprastai paaiškinama, kaip (modulio pavadinimas) gali atrodyti artimoje ateityje.
- Grupėse sukurkite visuomenės modelį, paremtą (modulio pavadinimo) koncepcija.

# VAIDMENŲ ŽAIDIMAS /TYRIAMOJI VEIKLA



# Literatūra

- <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.