



6 modulis. Akvakultūros sistemų pasirinkimas atsižvelgiant į pasaulinį atšilimą

AUTORIUS

Doc. dr. Dimitris Klaoudatos, Tesalijos universitetas, Graikija

MODULIO PROGRAMOS STRUKTŪRA

MODULIO ANOTACIJA

Akvakultūra yra vienas sparčiausiai augančių maisto gamybos sektorių, tačiau ją stipriai veikia pasaulinis atšilimas ir klimato kaita. Kylanti temperatūra, vandenynų rūgštėjimas, druskingumo pokyčiai ir ligų plitimas keičia vandens ekosistemas ir kelia grėsmę tiek akvakultūros tvarumui, tiek pasauliniam aprūpinimui maistu. Šis modulis padės studentams suprasti klimato kaitos poveikį akvakultūrai ir įgyti žinių apie pažangias technologijas bei valdymo strategijas, tokias kaip recirkuliacinės sistemos (RAS), integruota daugiapakopė akvakultūra (IDAS) ir atviroje jūroje taikomi sprendimai. Bus nagrinėjami ir politiniai bei ekonominiai veiksniai, būtini siekiant pereiti prie tvarios praktikos. Modulis ugdo gebėjimą analizuoti, pasirinkti ir diegti klimato kaitai atsparias akvakultūros sistemas, mažinančias poveikį aplinkai ir užtikrinančias tvarią maisto gamybą.

UŽDUOČIŲ DIAPAZONAS

Toliau pateiktą mokymo ir mokymosi veiklą galima pritaikyti ir naudoti:

Atvejo analizė

- **Mažų grupių analizė:** Studentai analizuoja realius atvejus apie akvakultūros veiklą, paveiktą klimato kaitos, nustato pažeidžiamumus ir siūlo prisitaikymo strategijas.
- **Lyginamasis vertinimas:** Lyginamos tradicinės akvakultūros sistemos su klimato kaitai atspariomis alternatyvomis (RAS, IMTA, atviroje jūroje) konkrečiose geografinėse vietovėse.
- **Nesėkmių analizė:** Analizuojami dokumentais pagrįsti akvakultūros sistemų gedimai dėl klimato kaitos poveikio ir kuriamos prevencinės priemonės.

Techninio dizaino projektai

- **Sistemos projektavimo užduotis:** Studentai projektuoja klimato kaitai atsparią akvakultūros sistemą pasirinktai rūšiai ir vietai, atsižvelgdami į vietos klimato prognozes.
- **Prisitaikantis modernizavimas:** Rengia planus, kaip modernizuoti esamas akvakultūros įmones, siekiant didesnio atsparumo klimato kaitai.
- **Energijos vartojimo efektyvumo optimizavimas:** Kuriamos strategijos, kaip sumažinti RAS anglies pėdsaką integruojant atsinaujinančius energijos šaltinius.

Apsilankymai lauke ir praktinė patirtis

- **Apsilankymai vietoje:** Organizuoja vizitus į vietos akvakultūros objektus, kuriuose taikomos klimato kaitai pritaikytos technologijos.
- **Virtualios ekskursijos:** Kai negalima fiziškai apsilankyti, organizuojamos virtualios ekskursijos po tarptautinius pavyzdinius objektus.
- **Stebėsenos pratybos:** Atliekama vandens kokybės stebėseną tradicinėse ir klimato kaitai atspariose akvakultūros sistemose, siekiant palyginti rezultatus.

Ekspertų dalyvavimas

- **Kviestinės paskaitos:** Kviečiami sektoriaus ekspertai, tyrėjai ir politikos formuotojai dalintis įžvalgomis apie klimato kaitai atsparią akvakultūrą.



- **Diskusijų forumai:** Rengiami diskusijų forumai su įvairiomis suinteresuotomis šalimis, aptariant prisitaikymo prie klimato kaitos iššūkius ir galimybes.
- **Interviu:** Studentai atlieka struktūruotus interviu su akvakultūros specialistais apie klimato kaitos prisitaikymo strategijas.

Politikos analizė ir rengimas

- **Politikos santraukos rengimas:** Studentai rengia politikos santraukas, siūlydami konkrečias reguliavimo priemones klimato kaitai atsparios akvakultūros plėtrai.
- **Reguliacinės sistemos analizė:** Analizuojamos esamos akvakultūros taisyklės klimato kaitos atsparumo požiūriu.
- **Suinteresuotųjų šalių žemėlapis sudarymas:** Identifikuojamos pagrindinės suinteresuotosios šalys akvakultūros sektoriuje ir jų vaidmuo skatinant klimato kaitai atsparią praktiką.

Bendradarbiavimu grįstas problemų sprendimas

- **Hakatonas:** Organizuoja hakatoną apie klimato kaitai atsparią akvakultūrą, kur tarpdisciplininės komandos kuria inovatyvius sprendimus.
- **Scenarijų planavimo dirbtuvės:** Rengiamos dirbtuvės, kuriose studentai kuria reagavimo į įvairius klimato kaitos scenarijus strategijas.
- **Suinteresuotųjų šalių derybų simuliacija:** Vaidmenų žaidimai, imituojantys derybas tarp ūkininkų, reguliuotojų, vartotojų ir aplinkosaugos organizacijų.

Tyrimai ir literatūros apžvalga

- **Sisteminė literatūros apžvalga:** Studentai atlieka literatūros apžvalgas apie konkrečius klimato kaitai atsparios akvakultūros technologijų aspektus.
- **Tyrimų pasiūlymų rengimas:** Rengia tyrimų pasiūlymus, skirtus spręsti žinių spragas klimato kaitai atsparios akvakultūros srityje.
- **Technologijų horizontų analizė:** Tyrinėja naujas technologijas, galinčias būti pritaikytas prisitaikančiai akvakultūrai.

Komunikacija ir informavimas

- **Visuomenės informavimo kampanijos:** Kuria kampanijas, skirtas informuoti vartotojus apie klimato kaitai atsparios akvakultūros svarbą.
- **Žinių vertimas:** Parengia supaprastintus vadovus smulkiesiems ūkininkams apie klimato kaitai atsparios praktikos įgyvendinimą.
- **Multimedijos kūrimas:** Kuria edukacinius vaizdo įrašus arba tinklalaidės, paaiškinančias klimato kaitos poveikį akvakultūrai ir prisitaikymo strategijas.

Vertinimo ir įsivertinimo veiklos

- **Sistemų vertinimo matrica:** Kuriami kriterijai ir balų sistemos skirtingų akvakultūros sistemų klimato atsparumui vertinti.
- **Ekspertinis vertinimas:** Studentai peržiūri vieni kitų klimato kaitai atsparių sistemų projektus ir teikia grįžtamąjį ryšį.
- **Portfelio rengimas:** Sudaromas strategijų portfelis prisitaikymui prie klimato kaitos skirtinguose akvakultūros kontekstuose.

MOKYMOSI REZULTATAI

Sėkmingai baigę šį modulį studentai gebės:

Žinios ir supratimas

- Paaikškinti pagrindinį klimato kaitos poveikį įvairioms akvakultūros sistemoms, įskaitant terminį stresą, vandenynų rūgštėjimą, ligų plitimą ir druskingumo pokyčius.
- Įvardyti ir apibūdinti pagrindines klimato kaitai atsparios akvakultūros technologijas ir metodus: recirkuliacines sistemas (RAS), integruotą daugiapakopę akvakultūrą (IMTA), akvakultūrą atviroje jūroje.
- Suprasti aplinkosauginius, ekonominius ir socialinius aspektus, susijusius su perėjimu prie klimato kaitai pritaikytų akvakultūros sistemų.



- Atpažinti politikos sistemas ir reguliavimo mechanizmus, kurie gali padėti taikyti klimato kaitai atsparią akvakultūros praktiką.

Analitiniai ir kritinio mąstymo įgūdžiai

- Įvertinti skirtingų akvakultūros sistemų privalumus ir trūkumus, atsižvelgiant į jų atsparumą konkrečioms klimato kaitos poveikiams.
- Analizuoti klimato kaitai atsparių technologijų įgyvendinimo ekonominį pagrindumą ir efektyvumą skirtingomis sąlygomis.
- Kitiškai įvertinti esamas akvakultūros praktikas klimato pažeidžiamumo požiūriu ir pasiūlyti tinkamas prisitaikymo strategijas.
- Interpretuoti mokslinius duomenis apie klimato kaitos poveikį vandens ekosistemoms ir taikyti šias žinias kuriant akvakultūros sistemas.

Praktiniai ir profesiniai įgūdžiai

- Kurti klimato kaitai atsparias akvakultūros sistemas, pritaikytas konkrečioms rūšims ir vietos sąlygoms.
- Taikyti tinkamus metodus akvakultūros sistemų stebėsenai ir vertinimui kintančioje aplinkoje.
- Parengti strategijas, kaip integruoti atsinaujinančiosios energijos sprendimus ir mažinti anglies pėdsaką intensyviose sistemose.
- Parengti biologinio saugumo priemones, skirtas valdyti padidėjusią ligų riziką, susijusią su klimato kaita.

Perduodami įgūdžiai

- Aiškiai perteikti techninę informaciją apie klimato kaitai atsparią akvakultūrą įvairioms suinteresuotosioms šalims: ūkininkams, politikams, vartotojams.
- Efektyviai bendradarbiauti su tarpdisciplininėmis komandomis kuriant integruotus sprendimus tvariai akvakultūrai.
- Taikyti sisteminių mąstymą sprendžiant sudėtingus iššūkius, susijusius su maisto gamyba, tvarumu ir klimato kaita.
- Parengti įrodymais grįstas rekomendacijas, kaip didinti akvakultūros atsparumą klimato kaitai skirtingais lygmenimis..

MODULIO TURINYS

1 skyrius: Įvadas į klimato kaitą ir akvakultūrą

- 1.1 Pasaulinis akvakultūros sektorius: dabartinė būklė ir svarba apsirūpinimo maistu saugumui
- 1.2 Klimato kaitos mokslas: pagrindiniai principai ir prognozės
- 1.3 Pirminis klimato kaitos poveikis akvakultūros sistemoms
- 1.4 Akvakultūros operacijų pažeidžiamumo vertinimo sistemos
- 1.5 Įvadas į atsparumo koncepcijas maisto gamybos sistemose

2 skyrius: Akvakultūros iššūkiai dėl klimato kaitos

- 2.1 Šiluminis stresas: poveikis medžiagų apykaitai, augimui ir dauginimuisi
- 2.2 Vandenyne rūgštėjimas: poveikis kalcifikuojantiems organizmams ir ankstyvosios gyvenimo stadijoms
- 2.3 Eutrofikacija ir hipoksija: priežastys, pasekmės ir tendencijos
- 2.4 Ligų plitimas: klimato sąlygojama patogenų dinamika
- 2.5 Druskingumo pokyčiai: poveikis rūšių pasiskirstymui ir fiziologijai
- 2.6 Ekstremalūs meteorologiniai reiškiniai: veiklos ir infrastruktūros rizika

3 skyrius. Klimato kaitai atsparių sistemų vertinimo kriterijai

- 3.1 Atsparumo rodikliai ir vertinimo metodikos
- 3.2 Temperatūros valdymo ir šiluminio atsparumo strategijos
- 3.3 Vandens kokybės valdymas kintančiomis sąlygomis
- 3.4 Patogenų kontrolė ir biologinis saugumas atšilimo aplinkoje
- 3.5 Energijos vartojimo efektyvumo ir anglies pėdsako aspektai



- 3.6 Ekonominis gyvybingumas ir rizikos vertinimas renkantis sistemą
- **4 skyrius: recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS)**
- 4.1 RAS principai ir sudedamosios dalys: vandens valymo, filtravimo ir kontrolės sistemos
- 4.2 Uždarų sistemų atsparumo klimato kaitai privalumai
- 4.3 Energijos poreikiai ir optimizavimo strategijos
- 4.4 Vandens kokybės valdymas RAS klimato kaitos sąlygomis
- 4.5 Rūšių parinkimas ir našumas RAS
- 4.6 Ekonominiai aspektai ir masto didinimo iššūkiai
- **5 skyrius: Integruota daugiapakopė akvakultūros sistema (IMTA)**
- 5.1 Ekologiniai IDAS principai: maistinių medžiagų apykaita ir rūšių sąveika
- 5.2 Klimatui atsparių IDAS sistemų projektavimo aspektai
- 5.3 Rūšių atranka ir suderinamumas kintančioje aplinkoje
- 5.4 Maistinių medžiagų valdymas ir eutrofikacijos mažinimas
- 5.5 Ekonomikos įvairinimas ir rizikos mažinimas pasitelkiant IDAS
- 5.6 Sėkmingo IDAS įgyvendinimo pavyzdžiai
- **6 skyrius: Akvakultūra atviroje jūroje ir atvirajame vandenyne**
- 6.1 Jūros aplinkos ypatybės ir privalumai
- 6.2 Inžineriniai iššūkiai ir infrastruktūros reikalavimai
- 6.3 Rūšių atranka auginimui atviroje jūroje
- 6.4 Stebėsena ir valdymas nutolusiose vietovėse
- 6.5 Poveikis aplinkai ir ekosistemų sąveika
- 6.6 Ekonominis gyvybingumas ir veiklos logistika
- **7 skyrius: Naujos technologijos ir novatoriški metodai**
- 7.1 Jūros dumblių akvakultūra kaip klimato kaitos poveikiui atspari strategija
- 7.2 Išmaniosios akvakultūros technologijos: Daiktų internetas, dirbtinis intelektas ir nuotolinis stebėjimas
- 7.3 Selekcinė veislininkystė klimato kaitos poveikiui atsparioms savybėms
- 7.4 "Biofloc" technologija ir ekosistemomis grindžiami metodai
- 7.5 Tikslioji akvakultūra ir duomenimis grindžiamas valdymas
- 7.6 Sausumoje esančios akvaponikos ir kontroliuojamos aplinkos sistemos
- **8 skyrius: Energetikos sprendimai tvariai akvakultūrai**
- 8.1 Skirtingų akvakultūros sistemų energijos poreikis
- 8.2 Atsinaujinančiosios energijos integravimas: saulės, vėjo ir vandens energijos panaudojimas
- 8.3 Atliekų naudojimo energijai gauti sprendimai akvakultūros operacijoms
- 8.4 Energijos kaupimo ir nepriklausomybės nuo tinklo strategijos
- 8.5 Šilumos atgavimas ir šilumos vartojimo efektyvumo didinimas
- 8.6 Anglies dioksido pėdsako vertinimas ir mažinimo strategijos
- **9 skyrius: Politikos ir ekonomikos sistemos**
- 9.1 Reguliavimo metodai, kuriais remiama klimato kaitai atspari akvakultūra
- 9.2 Skatinimo mechanizmai ir finansinės priemonės
- 9.3 Sertifikavimo sistemos ir rinkos metodai
- 9.4 Draudimo ir rizikos perkėlimo mechanizmai
- 9.5 Viešojo ir privačiojo sektorių partnerystė inovacijoms diegti ir priimti
- 9.6 Tarptautinis bendradarbiavimas ir žinių perdavimas
- **10 skyrius: Įgyvendinimas ir ateities kryptys**
- 10.1 Esamos veiklos pritaikymo planų rengimas
- 10.2 Smulkiųjų gamintojų masto didinimo iššūkiai ir sprendimai
- 10.3 Vartotojų informuotumas ir rinkos plėtra
- 10.4 Žinių spragos ir mokslinių tyrimų prioritetai
- 10.5 Atsparumo klimato kaitai integravimas į akvakultūros švietimą ir mokymą



- 10.6 Ateities scenarijai ir ilgalaikės tvarumo strategijos

MODULIO STRUKTŪRA

Modulį sudaro šie pagrindiniai skyriai ir temos:

1. **Įvadas:**
 - Visuotinio atšilimo poveikio vandens ekosistemoms ir akvakultūrai apžvalga.
 - Atsparių sistemų diegimo svarba sprendžiant tokius iššūkius kaip kylanti temperatūra, deguonies mažėjimas ir padidėjęs ligų paplitimas.
 - Tvarios akvakultūros praktikos vaidmuo švelninant klimato kaitos poveikį.
2. **Pasaulinio atšilimo poveikis akvakultūros sistemoms:**
 - **Šiluminė įtampa:** Vandens temperatūros kilimo poveikis vandens rūšių medžiagų apykaitos greičiui, deguonies poreikiui ir mirtingumui.
 - **Eutrofikacija ir hipoksija:** maistingųjų medžiagų apkrova, kenksmingų dumblių žydėjimas (HAB) ir hipoksinių zonų susidarymas.
 - **Ligų plitimas:** Dėl aukštesnės temperatūros padidėja ligų sukėlėjų ir parazitų rizika.
 - **Vandenynų rūgštėjimas:** Sumažėjęs karbonato jonų kiekis turi įtakos vėžiagyviams ir kitiems kalcifikuojantiems organizmams.
 - **Druskingumo pokyčiai:** Druskingumo lygio pokyčiai, turintys įtakos akvakultūros rūšių pasiskirstymui ir produktyvumui.
3. **Pagrindiniai sistemos atrankos kriterijai:**
 - **Atsparumas temperatūros svyravimams:** Recirkuliacinių akvakultūros sistemų (RAS) svarba siekiant tiksliai kontroliuoti temperatūrą.
 - **Eutrofikacijos mažinimas:** Integruotos daugiaterpės akvakultūros (IDAS) vaidmuo valdant maistines medžiagas.
 - **Patogenų kontrolė:** Patogenų kontrolės pažangios strategijos, įskaitant biologiškai saugias sistemas ir sterilizaciją UV spinduliais.
 - **Energijos vartojimo efektyvumas ir anglies pėdsako mažinimas:** Atsinaujinančių energijos šaltinių ir efektyvių technologijų integravimas.
 - **Prisitaikymas prie druskingumo svyravimų:** Pirmenybė teikiama euryhalininėms rūšims ir selektyviam veisimui, siekiant tolerancijos druskingumui.
 - **Ekonominis gyvybingumas ir mastelis:** Didelių pradinių išlaidų problemos sprendimas taikant išlaidų pasidalijimo mechanizmus ir masto ekonomiją.
4. **Inovatyvios sistemos, skirtos klimato iššūkiams spręsti:**
 - **Akvakultūra atviroje jūroje:** giliųjų vandenų stabilios aplinkos privalumai.
 - **Recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS):** Tiksliai aplinkos kontrolė ir mažesnės vandens sąnaudos.
 - **Integruota daugiapakopė akvakultūra (IDAS):** Maistinių medžiagų perdirbimas ir ekosistemos stabilumas.
 - **Jūros dumblių akvakultūra:** Anglies dioksido sekvestracija ir nauda aplinkai.
 - **Išmaniosios akvakultūros technologijos:** Dirbtinio intelekto, daiktų interneto ir nuotolinio jutiklio naudojimas realiuoju laiku stebint ir siekiant veiklos efektyvumo.
5. **Politiniai ir ekonominiai aspektai:**
 - **Reguliavimo parama:** Vyriausybės paskatos ir politika, skatinanti tvarias technologijas.
 - **Ekonominis pagrįstumas:** Išlaidų ir naudos analizė ir finansinės paramos programos.
 - **Tarptautinis bendradarbiavimas:** Pasaulinės mokslinių tyrimų iniciatyvos ir dalijimosi žiniomis platformos.
 - **Rinkos dinamika ir vartotojų informuotumas:** Sertifikavimo schemų ir vartotojų poreikio tvariai vartoti jūros gėrybes vaidmuo.
 - **Rizikos mažinimo ir draudimo mechanizmai:** Draudimo produktai ir su klimatu susijusios rizikos vertinimo priemonės.



REKOMENDUOJAMA IR PRIVALOMA LITERATŪRA

Privaloma literatūra:

1. Bondad-Reantaso, M. G., et al. (2005). *Disease and Health Management in Asian Aquaculture*. Veterinary Parasitology, 132(3-4), 249-272.
2. Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2015). *Aquaculture, Resource Use, and the Environment*. John Wiley & Sons.
3. Cooley, S. R., et al. (2009). *Ocean Acidification's Potential to Alter Global Seafood Supply*. Oceanography, 22(4), 172-181.
4. FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome.
5. Handisyde, N. T., Ross, L. G., Badjeck, M. C., & Allison, E. H. (2006). *The Effects of Climate Change on World Aquaculture: A Global Perspective*. DFID, Stirling.
6. Martins, C. I., et al. (2010). *New Developments in Recirculating Aquaculture Systems in Europe: A Perspective on Environmental Sustainability*. Aquacultural Engineering, 43(3), 83-93.
7. Troell, M., et al. (2003). *Integrated Mariculture: Asking the Right Questions*. Aquaculture, 226(1-4), 69-90.

Rekomenduojama literatūra:

1. Allison, E. H., et al. (2009). Vulnerability of National Economies to the Impacts of Climate Change on Fisheries. Fish and Fisheries, 10(2), 173-196.
2. Aly, S. M., & Fathi, M. (2024). Advancing Aquaculture Biosecurity: A Scientometric Analysis and Future Outlook for Disease Prevention and Environmental Sustainability. Aquaculture International, 32(7), 8763-8789.
3. Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) Analysis: Main Issues on Management and Future Challenges. Aquacultural Engineering, 51, 26-35.
4. Bush, S. R., et al. (2013). Certify Sustainable Aquaculture? Science, 341(6150), 1067-1068.
5. Føre, M., et al. (2018). Precision Fish Farming: A New Framework to Improve Production in Aquaculture. Biosystems Engineering, 173, 176-193.
6. Froehlich, H. E., Gentry, R. R., & Halpern, B. S. (2018). Global Change in Marine Aquaculture Production Potential Under Climate Change. Nature Ecology & Evolution, 2(11), 1745-1750.
7. Manolache, A. I., & Andrei, G. (2024). A Comprehensive Review of Multi-Use Platforms for Renewable Energy and Aquaculture Integration. Energies, 17(19), 4816.
8. Nielsen, R., Ankamah-Yeboah, I., & Llorente, I. (2021). Technical Efficiency and Environmental Impact of Seabream and Seabass Farms. Aquaculture Economics & Management, 25(1), 106-125.
9. Pereira, R., Yarish, C., & Critchley, A. T. (2024). Seaweed Aquaculture for Human Foods in Land-Based and IMTA Systems. In Applications of Seaweeds in Food and Nutrition (pp. 77-99). Elsevier.
10. Potts, J., et al. (2021). State of Sustainability Initiatives Review: Standards and the Blue Economy. International Institute for Sustainable Development.
11. Rahman, M. L., Shahjahan, M., & Ahmed, N. (2021). Tilapia Farming in Bangladesh: Adaptation to Climate Change. Sustainability, 13(14), 7657.

VERTINIMO FORMA

1. Klausimai su atsakymų variantais (MCQ)

Tikslas: patikrinti pagrindines žinias ir pagrindinių sąvokų supratimą.

Svoris: 20%

Klausimų pavyzdžiai:

1. Kokia yra pagrindinė vandenynų rūgštėjimo priežastis?
 - a) Padidėjęs azoto nuotėkis
 - b) Didėjantis CO₂ kiekis atmosferoje
 - c) Peržvejojimas
 - d) šiluminė tarša
2. Kuris iš toliau išvardytų aspektų yra integruotos daugiapakopės akvakultūros (IDAS) privalumas?



- a) Didesnė priklausomybė nuo išorinių vandens šaltinių
 - b) Geresnė maistinių medžiagų apykaita
 - c) Didesnės energijos sąnaudos
 - d) Mažesnė biologinė įvairovė
3. Kuri sistema užtikrina tikslią aplinkos kontrolę akvakultūros rūšims?
- a) Akvakultūra atviroje jūroje
 - b) recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS)
 - c) Jūros dumblių auginimas
 - d) Tradicinės tvenkinių sistemos

2. Klausimai su trumpais atsakymais

Tikslas: įvertinti pagrindinių sąvokų supratimą ir gebėjimą jas glaustai paaiškinti.

Svoris: 30%

Klausimų pavyzdžiai:

1. Paaiškinkite, kaip kylanti vandens temperatūra veikia žuvų medžiagų apykaitos greitį akvakultūros sistemose.
2. Apibūdinkite du vandenynų rūgštėjimo poveikio vėžiagyvių auginimui būdus.
3. Kokie yra pagrindiniai recirkuliacinių akvakultūros sistemų (RAS) privalumai, palyginti su tradicinėmis sistemomis?

3. Atvejo analizė

Tikslas: Įvertinti gebėjimą taikyti teorines žinias realaus pasaulio scenarijuose.

Svoris: 25%

Atvejo analizės pavyzdys:

- **Scenarijus:** Pietryčių Azijoje esančiame krevečių ūkyje dėl kylančios jūros temperatūros padaugėjo ligų protrūkių. Ūkis svarsto galimybę taikyti recirkuliacines akvakultūros sistemas (RAS), kad sušvelnintų šias problemas.
- **Klausimai:**
 1. Kokia galima RAS nauda šiam ūkiui?
 2. Su kokiais iššūkiais gali susidurti ūkis, pereidamas prie RAS?
 3. Pasiūlykite dvi papildomas strategijas, kurias ūkis galėtų taikyti siekdamas pagerinti ligų kontrolę.

4. Esė klausimai

Tikslas: Įvertinti kritinį mąstymą, supratimo gilumą ir gebėjimą apibendrinti informaciją.

Svoris: 25%

Klausimų pavyzdžiai:

1. Aptarkite integruotos daugiapakopės akvakultūros (IDAS) vaidmenį skatinant tvarumą akvakultūros sektoriuje. Pateikite atsakymą pagrindžiančių pavyzdžių.
2. išanalizuoti ekonominius ir aplinkosaugos iššūkius, susijusius su jūroje auginamų akvakultūros sistemų taikymu. Kaip šiuos iššūkius galima išspręsti?
3. Įvertinti išmaniųjų akvakultūros technologijų (pvz., dirbtinio intelekto, daiktų interneto) potencialą didinant akvakultūros sistemų atsparumą klimato kaitai.

5. Praktinis pritaikymas arba projektas

Tikslas: Įvertinti gebėjimą kurti ir siūlyti realių problemų sprendimus.

Svoris: 30%

Projekto pavyzdys:

- **Užduotis:** Sukurti klimato kaitai atsparią akvakultūros sistemą pakrantės regionui, kuriame kyla temperatūra, svyruoja druskingumas ir daugėja ligų protrūkių.



• **Rezultatai:**

1. Rašytinė ataskaita, kurioje aprašomas sistemos projektas, įskaitant:
 - Sistemos tipas (pvz., RAS, IDAS, atviroje jūroje vykdoma akvakultūra).
 - Rūšių atranka ir pagrindimas.
 - su klimatu susijusios rizikos mažinimo strategijos (pvz., temperatūros kontrolė, ligų valdymas).
2. Pristatymas (5-10 minučių), kuriame apibendrinamos pagrindinės siūlomos sistemos savybės.

6. Grupės diskusija arba debatai

Tikslas: skatinti mokymąsi bendradarbiaujant ir kritinį mąstymą.

Svoris: 10%

Temų pavyzdžiai:

1. Diskusija: "Ar jūrinė akvakultūra yra tvarus sprendimas siekiant išplėsti pasaulinę jūros gėrybių gamybą?"
2. Diskusijos: Diskusija: "Kokios yra etinės genetiškai modifikuotų rūšių naudojimo akvakultūroje siekiant padidinti atsparumą klimato kaitai pasekmės?"

7. Savirefleksija arba žurnalas

Tikslas: Skatinti studentus apmąstyti mokymąsi ir susieti jį su realaus pasaulio problemomis.

Svoris: 10%

Pavyzdžių užuominos:

1. Apmąstykite, kaip šiame modulyje išmoktas sąvokas galima pritaikyti sprendžiant klimato kaitos problemas jūsų vietos bendruomenėje.
2. Kokios yra didžiausios kliūtys, trukdančios taikyti tvarią akvakultūros praktiką visame pasaulyje, ir kaip jas įveikti?

ŽODYNĖLIS

Akvakultūra – vandens organizmų, tokių kaip žuvis, vėžiagyviai ir jūros dumbliai, auginimas kontroliuojamoje aplinkoje maistui, išsaugojimui ar kitiems tikslams.

Akvakultūra atviroje jūroje – akvakultūros sistemos, įrengtos toliau nuo kranto, kur sąlygos yra stabilesnės ir poveikis aplinkai mažesnis.

Anglies dioksido pėdsakas – bendras šiltnamio efektą sukeliančių dujų (daugiausia CO₂) kiekis, kurį tiesiogiai ar netiesiogiai išskiria veikla, sistema ar produktas.

Anglies dioksido sekvestravimas – atmosferos CO₂ surinkimo ir saugojimo procesas, dažnai vykstantis per natūralius procesus, pvz., auginant jūros dumblius.

Biofiltras – filtravimo sistema, kurioje naudojami gyvi organizmai (pvz., bakterijos), skaidantys atliekas akvakultūros sistemose.

Biologinis saugumas – priemonės, kurių imamasi siekiant išvengti kenksmingų organizmų, pvz., patogenų, patekimo į akvakultūros sistemas ir plitimo jose.

Druskingumas – druskos koncentracija vandenyje, veikianti vandens rūšių augimą ir išlikimą.

Euryhaline rūšys – organizmai, galintys toleruoti platų druskingumo diapazoną ir prisitaikyti prie kintančios aplinkos.

Eutrofikacija – perteklinis maistingųjų medžiagų (ypač azoto ir fosforo) kiekis vandenyje, skatinantis dumblių žydėjimą ir deguonies trūkumą.

Filtrų tiekuvai – vandens organizmai, pvz., vėžiagyviai, kurie minta filtruodami smulkias vandens daleles ir padeda gerinti vandens kokybę.



Hipoksija – būklė, kai vandenyje yra per mažai ištirpusio deguonies (dėl eutrofikacijos ar aukštos temperatūros).

Integruota daugiapakopė akvakultūra (IDAS) – įvairių rūšių (pvz., žuvų, vėžiagyvių, jūros dumblių) auginimas kartu, siekiant perdirbti maistines medžiagas ir mažinti poveikį aplinkai.

Išmanioji akvakultūra – pažangių technologijų (pvz., DI, IoT, jutiklių) naudojimas akvakultūros valdymui ir optimizavimui.

Jūros dumblių akvakultūra – jūros dumblių auginimas, siekiant CO₂ sugerties, maistinių medžiagų surinkimo ir tvaraus maisto tiekimo.

Kenksmingų dumblių žydėjimas (HAB) – spartus dumblių augimas, kuris gamina toksinus arba mažina deguonies kiekį vandenyje, kenkdamas vandens organizmams ir žmonių sveikatai.

Ligų plitimas – greitas ligų paplitimas, kurį dažnai skatina aukštesnė temperatūra ir prasta vandens kokybė.

Maistinių medžiagų ciklas – procesas, kurio metu maisto medžiagos cirkuliuoja ekosistemoje; IDAS sistemos dažnai šį ciklą sustiprina.

Medžiagų apykaitos greitis – greitis, kuriuo organizmas naudoja energiją fiziologinėms funkcijoms palaikyti; žuvims aukštesnė temperatūra didina šį greitį ir deguonies poreikį.

Negyvosios zonos – vietovės vandenyje, kuriose deguonies kiekis itin mažas (dažnai dėl eutrofikacijos) ir kuriose dauguma jūros gyvių negali išgyventi.

Patogenas – mikroorganizmas (pvz., bakterija, virusas, parazitas), galintis sukelti ligas vandens organizmams.

pH – vandens rūgštingumo arba šarminingumo matas; mažesnės vertės rodo rūgštesnį vandenį.

Recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS) – uždaro ciklo sistemos, kuriose vanduo cirkuliuoja pakartotinai, leidžiant tiksliai kontroliuoti aplinkos sąlygas ir taupyti vandenį.

Rūgštėjimas – procesas, kurio metu mažėja vandens pH ir jis tampa rūgštesnis. Vandenynuose tai daugiausia vyksta dėl atmosferos CO₂ absorbcijos.

Sterilizacija UV spinduliais – ultravioletinių spindulių naudojimas patogenams vandenyje sunaikinti, ypač RAS sistemose.

Šiluminė įtampa – stresas, atsirandantis, kai vandens temperatūra neatitinka organizmo optimalių sąlygų, trikdamas augimą ar dauginimąsi.

Trofiniai lygmenys – maisto grandinės pakopos nuo gamintojų (pvz., dumblių) iki plėšrūnų (pvz., žuvų).

Uždaro recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS) – sistema, kurioje vanduo perdirbamas kontroliuojamoje aplinkoje, sumažinant vandens suvartojimą ir poveikį aplinkai.

Vandenynų rūgštėjimas – atmosferos CO₂ absorbcijos sukeltas pH mažėjimas vandenynuose, paveikiantis ypač kalcifikuojančius organizmus.

Vandens ekosistema – vandens aplinka, kurioje gyvieji organizmai sąveikauja tarpusavyje ir su fizine aplinka.

Vandens kokybė – fizinės, cheminės ir biologinės vandens savybės, lemiančios vandens organizmų sveikatą ir produktyvumą.

Vibrio spp. – bakterijų grupė, klestinti šiltame vandenyje ir sukelianti žuvų bei krevečių ligas.



NUORODOS Į NAUDINGAS SVETAINES

Maisto ir žemės ūkio organizacija (FAO)

- **Interneto svetainė:** [FAO Žuvininkystė ir akvakultūra](#)
- **Aprašymas:** MŽŪO teikia išsamius pasaulinės žuvininkystės ir akvakultūros išteklius, įskaitant ataskaitas, statistinius duomenis ir politikos rekomendacijas. Tai pagrindinis šaltinis, padedantis suprasti pasaulinės akvakultūros būklę ir jos iššūkius.
- **Pagrindiniai ištekliai:**
 - *Pasaulio žvejybos ir akvakultūros būklės (SOFLA)* ataskaitos.
 - Techniniai dokumentai apie tvarią akvakultūros praktiką.

NOAA Žuvininkystė - Akvakultūra

- **Interneto svetainė:** [NOAA Fisheries - Aquaculture](#)
- **Aprašymas:** Nacionalinė vandenynų ir atmosferos administracija (NOAA) teikia informaciją apie JAV akvakultūros praktiką, mokslinius tyrimus ir politiką, daugiausia dėmesio skirdama jūrų akvakultūrai.
- **Pagrindiniai ištekliai:**
 - Informacija apie jūroje vykdomą akvakultūrą ir tvarią praktiką.
 - Klimato kaitos poveikio jūrų rūšims tyrimai.

Akvakultūros valdymo taryba (ASC)

- **Interneto svetainė:** [ASC - Pagrindinis puslapis](#)
- **Aprašymas:** ASC yra pasaulinė organizacija, nustatanti atsakingos akvakultūros standartus ir sertifikuojanti tvarius jūros gėrybių produktus.
- **Pagrindiniai ištekliai:**
 - Informacija apie akvakultūros sertifikavimą ir standartus.
 - Mokomoji medžiaga apie tvarius jūros gėrybes.

Pasaulinis akvakultūros aljansas (GAA)

- **Interneto svetainė:** [Pasaulinis akvakultūros aljansas](#)
- **Aprašymas:** GAA propaguoja atsakingą akvakultūros praktiką per švietimą, propagavimą ir sertifikavimo programas.
- **Pagrindiniai ištekliai:**
 - Geriausios akvakultūros praktikos (BAP) sertifikavimo informacija.
 - Straipsniai ir ataskaitos apie akvakultūros naujoves ir tvarumą.

Europos jūrų reikalų ir žuvininkystės fondas (EJRŽF)

- **Interneto svetainė:** [Europos Komisija - Akvakultūra](#)
- **Aprašymas:** Europos Komisija teikia išteklius apie akvakultūros politiką, finansavimo galimybes ir tvarią praktiką ES.
- **Pagrindiniai ištekliai:**
 - Informacija apie ES akvakultūros strategijas ir finansavimą.
 - Ataskaitos apie integruotą daugiatautę akvakultūrą (IDAS).

Vandenyno fondas

- **Interneto svetainė:** [Vandenyno fondas](#)
- **Aprašymas:** Ne pelno siekianti organizacija, kurios pagrindinė veikla yra vandenynų išsaugojimas, įskaitant tvarią akvakultūrą ir klimato kaitos švelninimą.
- **Pagrindiniai ištekliai:**
 - Vandenynų rūgštėjimo ir jo poveikio akvakultūrai moksliniai tyrimai.
 - Jūros dumblių auginimo ir anglies dioksido sekvestracijos projektai.



Akvakultūra be sienų (AwF)

- **Interneto svetainė:** [Akvakultūra be sienų](#)
- **Aprašymas:** Ne pelno siekianti organizacija, remianti tvarią akvakultūros plėtrą besivystančiose šalyse.
- **Pagrindiniai išteklių:**
 - Bendruomenių akvakultūros projektų atvejų tyrimai.
 - Švietimo išteklių apie tvarią praktiką.

"AquaFish" inovacijų laboratorija

- **Interneto svetainė:** [AquaFish inovacijų laboratorija](#)
- **Aprašymas:** USAID finansuojama mokslinių tyrimų programa, skirta tobulinti akvakultūros praktiką besivystančiose šalyse.
- **Pagrindiniai išteklių:**
 - Moksliniai leidiniai apie akvakultūros inovacijas.
 - Mokymo medžiaga smulkiesiems akvakultūros ūkininkams.

Klimato kaita ir akvakultūra

- **Interneto svetainė:** [Klimato kaita ir vandenynai: TKKK - Klimato kaita ir vandenynai](#)
- **Aprašymas:** Tarpyvyriausybė klimato kaitos komisija (TKKK) atlieka klimato kaitos poveikio, įskaitant poveikį vandenynams ir akvakultūrai, mokslinius vertinimus.
- **Pagrindiniai išteklių:**
 - Ataskaitos apie klimato kaitos poveikį jūrų ekosistemoms.
 - Duomenys apie vandenynų šiltėjimą ir rūgštėjimą.

Akvakultūros mokslinių tyrimų žurnalai

- **Interneto svetainė:** [Akvakultūros žurnalas](#)
- **Aprašymas:** recenzuojamas žurnalas, kuriame skelbiami moksliniai tyrimai visais akvakultūros aspektais, įskaitant tvarumą, atsparumą klimato kaitai ir inovacijas.
- **Pagrindiniai išteklių:**
 - Galimybė susipažinti su naujausiais mokslinių tyrimų straipsniais apie akvakultūrą.
 - Specialūs klimato kaitos ir akvakultūros klausimai.

Išmaniosios akvakultūros technologijos

- **Interneto svetainė:** ["Aqua-Spark" - Akvakultūros naujovės](#)
- **Aprašymas:** "Aqua-Spark" - tai investicinis fondas, orientuotas į tvarią akvakultūrą ir turintis inovatyvių technologijų ir startuolių portfelį.
- **Pagrindiniai išteklių:**
 - Išmaniųjų akvakultūros technologijų (pvz., dirbtinio intelekto, daiktų interneto) atvejų tyrimai.
 - Informacija apie naujas akvakultūros inovacijų tendencijas.

Akvakultūros mokymas ir švietimas

- **Interneto svetainė:** [AquaTT - Akvakultūros mokymas ir švietimas](#)
- **Aprašymas:** "AquaTT" teikia mokymo ir švietimo išteklius akvakultūros specialistams, daugiausia dėmesio skirdama tvarumui ir inovacijoms.
- **Pagrindiniai išteklių:**
 - Internetiniai kursai ir seminarai apie akvakultūrą.
 - Galimybės užmegzti ryšius su pramonės ekspertais.



Funded by
the European Union



The Digital Blue Carrier for a Post-Carbon Future - Curriculum Innovations in Aquaculture [DiBluCa]”

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Funded by
the European Union

Šis projektas buvo finansuotas Europos Komisijos lėšomis. Ši publikacija atspindi tik autoriaus požiūrį, todėl Europos Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet kokią informacijos, pateiktos šiame leidinyje, panaudojimą.



Naudojimo sąlygos: Ne komercinis naudojimas – medžiaga negali būti naudojama komerciniais tikslais. **Be išvestinių kūrinių** – jeigu medžiaga yra adaptuojama, transformuojama ar ja remiantis kuriamas naujas turinys, jis negali būti platinamas.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Studijų modulis aprašas

| MODULIO INFORMACIJA | |
|--|--|
| Modulio pavadinimas | SISTEMOS ATRANKA PRIEŠ VISUOTINĮ ATŠILIMĄ AKVAKULTŪROJE |
| Mokymo valandos | 50 |
| ECTS | 4 |
| EKS lygis | 5 |
| Modulio kalba | Anglų, lietuvių, turkų, kroatų, ukrainiečių, graikų |
| Dėstytojai | doc. dr. Dimitris Klačoudatos |
| Vadovas | |
| MODULIO APRAŠYMAS | |
| Modulio turinys <p>Modulis supažindina studentus su klimato kaitai atsparios akvakultūros principais, apžvelgiant pasaulinio atšilimo poveikį, technologinius sprendimus ir politikos svarbą. Pradžioje aptariamas akvakultūros vaidmuo pasauliniame maisto tiekime ir pagrindiniai klimato iššūkiai: temperatūros kilimas, rūgštėjimas, ligų plitimas. Toliau gilinamasi į klimato poveikio aspektus, tokius kaip terminis stresas, eutrofikacija, hipoksija, rūgštingumo ir druskingumo pokyčiai. Realų situacijų pavyzdžiai (pvz., Meksikos įlankos neįvykio zona, ligų protrūkiai) padeda įtvirtinti žinias. Kituose skirsniuose nagrinėjami sistemos pasirinkimo kriterijai – nuo RAS ir IDAS efektyvumo iki energijos vartojimo ir prisitaikymo prie aplinkos pokyčių. Vėliau dėmesys skiriamas inovatyvioms sistemoms: jūros akvakultūrai, jūros dumblių auginimui, išmaniųjų technologijų (DI, IoT) pritaikymui. Baigiamojoje dalyje analizuojamas tvirtos akvakultūros ekonominis ir politinis kontekstas – nuo rinkos ir vartotojų elgsenos iki tarptautinių iniciatyvų ir sertifikavimo.</p> <p>Mokymosi procesą sudaro paskaitos, atvejo analizės, praktikos ir grupinis darbas. Vertinimas grindžiamas testais, projektais ir pristatymais. Modulis baigiamas diskusija apie akvakultūros ateitį, akcentuojant naujovių ir bendradarbiavimo būtinybę klimato kaitos sąlygomis.</p> | |
| Mokymosi rezultatai <p>Sėkmingai baigę šį modulį studentai gebės:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Žinoti: Identifikuoti ir apibūdinti pagrindinius pasaulinio atšilimo poveikius akvakultūros sistemoms, įskaitant terminį stresą, vandenynų rūgštėjimą ir ligų plitimą, taip pat pagrindines klimato kaitai atsparių sistemų, tokių kaip RAS ir IDAS, savybes. • Suprasti: Paaiškinti mechanizmus, per kuriuos klimato kaita veikia vandens ekosistemas – vandens temperatūros, druskingumo ir maistinių medžiagų ciklo pokyčius – bei kaip šie pokyčiai veikia akvakultūros produktyvumą ir tvarumą. • Taikyti: Analizuoti atvejo studijas ir realius pavyzdžius, demonstruojant, kaip inovatyvios akvakultūros sistemos (pvz., RAS, IDAS, atviroje jūroje) padeda sušvelninti klimato kaitos poveikį. • Analizuoti: Palyginti skirtingų akvakultūros sistemų (pvz., tradicinių ir klimato kaitai atsparių) privalumus ir trūkumus sprendžiant pasaulinio atšilimo keliamus iššūkius. • Vertinti: Kitiškai įvertinti ekologines, ekonomines ir socialines klimato kaitai atsparios akvakultūros praktikos taikymo pasekmes bei analizuoti politikos ir technologinių sprendimų veiksmingumą siekiant tvarumo. • Kurti: Projektuoti tvirtas akvakultūros sistemas ar valdymo strategijas, integruojant klimato kaitai atsparias technologijas ir praktikas, skirtas konkrečioms iššūkiams – temperatūros kilimui, druskingumo svyravimams ar ligų protrūkiams – spręsti. | |
| PATEIKIMO BŪDAS | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Paskaitos ir pristatymai <input checked="" type="checkbox"/> Interaktyvūs seminarai ir grupinės diskusijos <input checked="" type="checkbox"/> E. mokymasis ir skaitmeniniai ištekliai | <input checked="" type="checkbox"/> Projektais grindžiamas mokymasis ir vertinimas <input checked="" type="checkbox"/> Formuojamieji ir apibendrinamieji vertinimai <input checked="" type="checkbox"/> Svečių paskaitos <input checked="" type="checkbox"/> Apsilankymai lauke |
| VERTINIMO METODAI | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Atvejų tyrimai <input checked="" type="checkbox"/> Egzaminas | <input checked="" type="checkbox"/> Kita: <input checked="" type="checkbox"/> debatai |



| | | |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Testai su keliais atsakymų variantais | | <input checked="" type="checkbox"/> grupinės diskusijos |
| <input checked="" type="checkbox"/> Savęs vertinimas | | <input checked="" type="checkbox"/> pristatymai |
| LITERATŪRA | | |
| 1. | Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. <i>Aquacultural Engineering</i> , 51, 26-35. | |
| 2. | Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2015). <i>Aquaculture, Resource Use, and the Environment</i> . John Wiley & Sons. | |
| 3. | Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., ... & Valenti, W. C. (2022). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. <i>Journal of the World Aquaculture Society</i> , 51(3), 578-633. | |
| 4. | Bush, S. R., Belton, B., Hall, D., Vandergeest, P., Murray, F. J., Ponte, S., ... & Kusumawati, R. (2013). Certify sustainable aquaculture? <i>Science</i> , 341(6150), 1067-1068. | |
| 5. | Cooley, S. R., et al. (2009). Ocean acidification's potential to alter global seafood supply. <i>Oceanography</i> , 22(4), 172-181. | |
| 6. | Díaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. <i>Science</i> , 321(5891), 926-929. | |
| 7. | FAO. (2020). <i>The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action</i> . Rome. | |
| 8. | Føre, M., Frank, K., Norton, T., Svendsen, E., Alfredsen, J. A., Dempster, T., ... & Berckmans, D. (2018). Precision fish farming: A new framework to improve production in aquaculture. <i>Biosystems Engineering</i> , 173, 176-193. | |
| 9. | Handisyde, N. T., Ross, L. G., Badjeck, M. C., & Allison, E. H. (2017). The effects of climate change on world aquaculture: A global perspective. <i>Aquaculture and Fish Genetics Research Programme</i> , Stirling Institute of Aquaculture. | |
| 10. | Holmer, M. (2010). Environmental issues of fish farming in offshore waters: Perspectives, concerns, and research needs. <i>Aquaculture Environment Interactions</i> , 1(1), 57-70. | |
| 11. | Martins, C. I., et al. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. <i>Aquacultural Engineering</i> , 43(3), 83-93. | |
| 12. | Pereira, R., Yarish, C., & Critchley, A. T. (2024). Seaweed aquaculture for human foods in land-based and IMTA systems. In <i>Applications of Seaweeds in Food and Nutrition</i> (pp. 77-99). Elsevier. | |
| 13. | Troell, M., et al. (2003). Integrated mariculture: Asking the right questions. <i>Aquaculture</i> , 226(1-4), 69-90. | |
| MODULIO TURINYS | | |
| | Tema | Turinys |
| 1. | Įvadas į akvakultūrą ir klimato kaitą | Pasaulinės akvakultūros ir jos vaidmens užtikrinant aprūpinimą maistu apžvalga. Pagrindiniai klimato kaitos keliama iššūkiai: kylanti temperatūra, vandenynų rūgštėjimas, ligų plitimas ir druskingumo pokyčiai. Tvarios akvakultūros praktikos svarba ilgalaikiam atsparumui. Supažindinimas su naujoviškomis sistemomis, tokiomis kaip RAS, IDAS ir jūros akvakultūra. |
| 2. | Pasaulinio atšilimo poveikis akvakultūros sistemoms | Šiluminė įtampa: Kylančios vandens temperatūros poveikis medžiagų apykaitos greičiui, deguonies poreikiui ir rūšių išlikimui. Atvejų analizė: Lašišų ir tilapijų auginimas šiltesniuose vandenyse. Eutrofikacija ir hipoksija: Maistinių medžiagų apkrova ir žalingas dumblių žydėjimas (HAB). Hipoksinių "negyvyjū zonų" susidarymas ir jų poveikis akvakultūrai. Atvejo analizė: Meksikos įlankos hipoksinė zona. Ligų plitimas: Dėl aukštesnės temperatūros padidėjusi patogenų rizika. Pavyzdžiai: Pavyzdžiai: <i>Vibrio</i> protrūkiai krevečių fermose, jūrinės utėlės lašišų fermose. |



| | | |
|----|--|--|
| | | <p>Vandenynų rūgštėjimas: Sumažėjęs karbonato jonų prieinamumas vėžiagyviams ir kalcifikuojantiems organizmams. Poveikis austrių ir moliuskų auginimui.</p> <p>Druskingumo pokyčiai: Tirpstančių ledo dangų ir kintančių kritulių struktūros poveikis. Atvejo analizė: Krevečių auginimas Bangladeše.</p> |
| 3. | Pagrindiniai sistemos atrankos kriterijai | <p>Atsparumas temperatūros svyravimams: Recirkuliacinių akvakultūros sistemų (RAS) vaidmuo palaikant optimalią temperatūrą.</p> <p>Eutrofikacijos mažinimas: Integruota daugiapakopė akvakultūra (IDAS) ir maistinių medžiagų apykaita.</p> <p>Patogenų kontrolė: Biologinio saugumo priemonės ir pažangios technologijos (pvz., sterilizacija UV spinduliais, apdorojimas ozonu).</p> <p>Energijos vartojimo efektyvumas: atsinaujinančių energijos šaltinių (pvz., saulės, vėjo) ir energijos gamybos iš atliekų sistemų integravimas.</p> <p>Prisitaikymas prie druskingumo svyravimų: Eurihalinių rūšių naudojimas ir atrankinis veisimas siekiant atsparumo druskingumui.</p> <p>Ekonominis gyvybingumas ir mastelis: Išlaidų pasidalijimo mechanizmai, viešojo ir privačiojo sektorių partnerystė ir masto ekonomija.</p> |
| 4. | Naujoviškos akvakultūros sistemos | <p>Akvakultūra atviroje jūroje: Stabilios giliavandinės aplinkos privalumai. Atvejo analizė: Viduržemio jūržolių ir europinių jūrų ešerių auginimas Viduržemio jūroje.</p> <p>Recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS): Vandens perdirbimas ir tiksli aplinkos kontrolė. Atvejo analizė: lašišų auginimas Norvegijoje.</p> <p>Integruota daugiapakopė akvakultūra (IDAS): Rūšių integravimas siekiant užtikrinti maistinių medžiagų perdirbimą ir ekosistemų sveikatą. Atvejo analizė: IDAS sistemos Kanadoje (lašišos, midijos ir dumbliai).</p> <p>Jūros dumblių akvakultūra: Anglies dioksido sekvestracija ir nauda aplinkai. Atvejo analizė: Dideli jūros dumblių ūkiai Azijoje.</p> <p>Išmaniosios akvakultūros technologijos: dirbtinio intelekto, daiktų interneto ir nuotolinio stebėjimo naudojimas realiuoju laiku stebint ir optimizuojant. Pavyzdžiai: Pavyzdžiai: automatizuotos šėrimo sistemos, dirbtinio intelekto valdoma sveikatos diagnostika.</p> |
| 5. | Politiniai ir ekonominiai aspektai | <p>Reguliavimo parama: Vyriausybės paskatos tvarioms technologijoms (pvz., subsidijos, mokesčių lengvatos). Pavyzdys: Europos Sąjungos bendroji žuvininkystės politika (BŽP).</p> <p>Ekonominis pagrįstumas: Atsparių klimato kaitai sistemų sąnaudų ir naudos analizė. Pavyzdys: Ilgalaikis taupymas dėl sumažėjusių ligų protrūkių RAS.</p> <p>Tarptautinis bendradarbiavimas: Pasaulinės mokslinių tyrimų iniciatyvos ir dalijimosi žiniomis platformos.</p> |



| | | |
|--|---|--|
| | | <p>Pavyzdys: Pavyzdys: programa "Horizontas Europa", skirta akvakultūros inovacijoms.</p> <p>Rinkos dinamika ir vartotojų informuotumas: Sertifikavimo sistemų (pvz., Akvakultūros valdymo tarybos) ir ekologinių ženklų vaidmuo.</p> <p>Pavyzdys: Vartotojų paklausa tvariams jūros produktams skatina pramonės pertvarką.</p> <p>Rizikos mažinimo ir draudimo mechanizmai: klimato rizikai pritaikyti draudimo produktai (pvz., parametrinis draudimas nuo taifūnų).</p> <p>Pavyzdys: Žuvų augintojų draudimo programos Filipinuose.</p> |
| 6. | Atvejų analizės ir praktiniai taikymai | <p>1 atvejo tyrimas: perėjimas prie RAS krevečių ūkyje Pietryčių Azijoje.</p> <p>2 atvejo analizė: IDAS įgyvendinimas Kanados pakrantės regione.</p> <p>3 atvejo tyrimas: Viduržemio jūros akvakultūra jūroje.</p> <p>Praktinė veikla: Praktinis užsiėmimas: klimato kaitai atsparios akvakultūros sistemos kūrimas konkrečiame regione.</p> <p>Modeliavimo pratybos: Skaitmeninių priemonių naudojimas temperatūros ir druskingumo pokyčių poveikiui akvakultūros rūšims modeliuoti.</p> |
| 7. | Išvados ir ateities kryptys | <p>Pagrindinių sąvokų santrauka: klimato kaitos poveikis, inovatyvios sistemos ir politiniai aspektai.</p> <p>Akcentuojama nuolatinių mokslinių tyrimų ir inovacijų akvakultūros srityje svarba.</p> <p>Naujų tendencijų, pavyzdžiui, dirbtinio intelekto ir daiktų interneto integravimo į išmaniąją akvakultūrą, aptarimas.</p> <p>Raginimas studentams prisidėti prie akvakultūros sektoriaus tvarumo.</p> |
| KITA SVARBI INFORMACIJA IR PASTABOS | | |
| Spustelėkite čia, kad įvestumėte tekstą. | | |