



# 6 modulis. Akvakultūros sistemu pasirinkimas atsižvelgiant į pasaulinį atšilimą



# Klimato kaitai atsparios akvakultūros sistemos

Pasaulinio atšilimo keliamų iššūkių sprendimas  
akvakultūroje



# Modulio tikslai

## Ko išmoksite:

- Suprasite pasaulinio atšilimo poveikį akvakultūros sistemoms.
- Susipažinsite su inovatyviomis ir tvariomis akvakultūros praktikomis.
- Ugdysite gebėjimus kurti ir valdyti klimato kaitai atsparias sistemas.
- Analizuosite politikos ir ekonominius aspektus, susijusius su tvaria akvakultūra.

Šaltinis: Lucas et al. (2019)



# Įvadas į akvakultūrą ir klimato kaitą

## Akvakultūra kintančio klimato sąlygomis:

- Akvakultūra yra vienas sparčiausiai augančių maisto gamybos sektorių.
- Klimato kaita kelia naujų iššūkių: didėjanti temperatūra, vandenynų rūgštėjimas, ligų plitimas ir sūringumo pokyčiai.
- Tvarios praktikos yra būtinos siekiant ilgalaikio atsparumo ir sektoriaus gyvybingumo.



# Pasaulinio atšilimo poveikis akvakultūrai

**Kaip klimato kaita veikia akvakultūrą**

**Terminis stresas:**

Kylanti vandens temperatūra spartina medžiagų apykaitą ir didina deguonies poreikį, todėl didėja mirtingumas tokioms rūšims kaip lašiša ar tilapija.

**Eutrofikacija ir hipoksija:**

Maisto medžiagų perteklius sukelia kenksmingą dumblių žydėjimą (KDŽ) ir deguonies trūkumo zonas, kaip, pavyzdžiui, Meksikos įlankoje.

# Pasaulinio atšilimo poveikis akvakultūrai

## **Ligos plitimas:**

Šiltesnis vanduo pagreitina patogenų gyvavimo ciklą, didina protrūkių skaičių (pvz., *Vibrio* krevečių auginime).

## **Vandenynų rūgštėjimas:**

Mažėjantis karbonatų kiekis silpnina moliuskus ir kitus kalcifikuojančius organizmus.

## **Druskos koncentracijos pokyčiai:**

Tirpstant ledynams ir kintant kritulių kiekiui keičiasi rūšių paplitimas (pvz., krevečių auginimas Bangladeše).



# Svarbūs kriterijai sistemų pasirinkimui

**Atsparių klimato kaitai sistemų kūrimas**

**Atsparumas temperatūros svyravimams:**

RAS užtikrina tikslų temperatūros valdymą.

**Eutrofikacijos mažinimas:**

Integruotos daugiapakopės akvakultūros sistemos (IDAS) leidžia efektyviai perdirbti maisto medžiagas.

**Ligos rizikos valdymas:**

Biologinio saugumo priemonės, pvz., UV sterilizavimas, sumažina ligų riziką.



# Pagrindiniai sistemų pasirinkimo kriterijai

## **Energijos vartojimo efektyvumas:**

Atsinaujinančios energijos integravimas mažina anglies dioksido išmetimą.

## **Prisitaikymas prie druskingumo svyravimų:**

Eurihalinės rūšys (pvz., tilapijos) toleruoja druskingumo pokyčius.

## **Ekonominis gyvybingumas:**

Bendras sąnaudų pasidalijimas ir masto ekonomija leidžia naudotis pažangiomis sistemomis.





# Inovatyvios akvakultūros sistemos

## **Pažangūs sprendimai**

### **Akvakultūra atviroje jūroje:**

Stabili aplinka giliuose vandenyse sumažina eutrofikacijos ir hipoksijos riziką (pvz., Viduržemio jūros doradų auginimas).

### **Recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS):**

Vandens recirkuliacija ir aplinkos kontrolė (pvz., lašišų auginimas Norvegijoje).



# Inovatyvios akvakultūros sistemos

## **Integruota daugiapakopė akvakultūra (IDAS):**

Rūšių integracija gerina maistinių medžiagų apytaką (pvz., Kanadoje vykdoma IDAS su lašišomis, midijomis ir dumbliais).

## **Dumblių akvakultūra:**

Dumbliai sugeria CO<sub>2</sub> ir maistines medžiagas, mažindami rūgštėjimą ir eutrofikaciją (pvz., didelio masto ūkiai Azijoje).

## **Išmaniosios akvakultūros technologijos:**

Dirbtinis intelektas, daiktų internetas (IoT) ir nuotolinis stebėjimas leidžia optimizuoti ūkių veiklą realiuoju laiku.



# Politiniai ir ekonominiai aspektai

**Tvarią akvakultūrą remianti politika**

**Reglamentavimo parama:**

Valstybės paskatos (pvz., subsidijos, mokesčių lengvatos) tvarių technologijų diegimui.

**Ekonominis pagrįstumas:**

Ilgalaikė klimato kaitai atsparių sistemų nauda (pvz., mažesni nuostoliai dėl ligų recirkuliacinėse akvakultūros sistemose – RAS).



# Politiniai ir ekonominiai aspektai

**Tvarią akvakultūrą remianti politika**

**Tarptautinis bendradarbiavimas:**

Pasaulinės mokslinių tyrimų iniciatyvos (pvz., „Horizon Europe) ir žinių mainai.

**Rinkos dinamika:**

Sertifikavimo schemas (pvz., „Aquaculture Stewardship Council“) skatina tvarių jūros gėrybių paklausą.

**Rizikos mažinimas:**

Draudimo produktai (pvz., parametrinis draudimas) padeda apsisaugoti nuo klimato rizikų.



# Atvejų analizės ir praktinis taikymas

## Mokymasis iš realių pavyzdžių

### 1 atvejo analizė:

Perėjimas prie recirkuliacinių akvakultūros sistemų (RAS) Pietryčių Azijos krevečių ūkiuose siekiant sumažinti *Vibrio* bakterijų protrūkius.

### 2 atvejo analizė:

Integruotų daugiapakopių akvakultūros sistemų (IDAS) diegimas Kanados pakrantės regionuose siekiant pagerinti maistinių medžiagų apytaką.

### 3 atvejo analizė:

Atviro vandens akvakultūra Viduržemio jūroje siekiant užtikrinti stabilią produkciją.

### Praktinė veikla:

Sukurti klimato kaitai atsparią akvakultūros sistemą pasirinktai geografini vietai.

### Simuliacinis užsiėmimas:

Naudoti skaitmeninius įrankius modeliuojant temperatūros ir druskingumo pokyčių poveikį.



# Vertinimas ir mokymosi pasiekimai

## Žinių demonstravimas

Formuojamasis vertinimas:

Testai, trumpi savarankiški darbai, kolegų grįžtamojo ryšio vertinimai.

Apibendrinamasis vertinimas:

Baigiamasis egzaminas ir projekto pristatymai.

## Mokymosi rezultatai:

- Įvardyti ir apibūdinti klimato kaitos poveikį akvakultūrai.
- Suprasti ir paaiškinti klimato kaitai atsparių sistemų veikimo principus.
- Taikyti žinias analizuojant atvejų analizes ir kuriant sprendimus.
- Įvertinti politikos ir ekonomikos sistemų tinkamumą.
- Kurti inovatyvius sprendimus klimato iššūkiams spręsti.



# Išvados ir ateities kryptys

## Žvilgsnis į ateitį

- Klimato kaitos poveikio ir inovatyvių sprendimų apžvalga.
- Tolesnių mokslinių tyrimų ir inovacijų svarba.

## Naujos tendencijos

- Dirbtinio intelekto (DI) ir daiktų interneto (IoT) integravimas išmaniojoje akvakultūroje.

## Raginimas veikti:

- Skatinamas studentų įsitraukimas į tvarią akvakultūrą ir prisidėjimas prie sprendimų kūrimo.



# Literatūra

- Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*, 51, 26-35.
- Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2015). *Aquaculture, Resource Use, and the Environment*. John Wiley & Sons.
- 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. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578-633.
- Bush, S. R., Belton, B., Hall, D., Vandergeest, P., Murray, F. J., Ponte, S., ... & Kusumawati, R. (2013). Certify sustainable aquaculture? *Science*, 341(6150), 1067-1068.
- Cooley, S. R., et al. (2009). Ocean acidification's potential to alter global seafood supply. *Oceanography*, 22(4), 172-181.
- Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 321(5891), 926-929.
- FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome.





# Literatūra

- 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. *Biosystems Engineering*, 173, 176-193.
- Handisyde, N. T., Ross, L. G., Badjeck, M. C., & Allison, E. H. (2017). The effects of climate change on world aquaculture: A global perspective. *Aquaculture and Fish Genetics Research Programme*, Stirling Institute of Aquaculture.
- Holmer, M. (2010). Environmental issues of fish farming in offshore waters: Perspectives, concerns, and research needs. *Aquaculture Environment Interactions*, 1(1), 57-70.
- 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.
- 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.
- Troell, M., et al. (2003). Integrated mariculture: Asking the right questions. *Aquaculture*, 226(1-4), 69-90.



# Nuorodos





# Nuorodos

- Føre, M., Frank, K., Norton, T., Svendsen, E., Alfredsen, J. A., Dempster, T., ... & Berckmans, D. (2018). Precizinė žuvininkystė: nauja sistema, skirta akvakultūros gamybai gerinti. *Biosystems Engineering*, 173, 176-193.
- Handisyde, N. T., Ross, L. G., Badjeck, M. C., & Allison, E. H. (2017). Klimato kaitos poveikis pasaulio akvakultūrai: pasaulinė perspektyva. Akvakultūros ir žuvų genetikos tyrimų programa, Stirlingo akvakultūros institutas.
- Holmer, M. (2010). Žuvininkystės atviroje jūroje aplinkosaugos problemos: perspektyvos, problemos ir mokslinių tyrimų poreikiai. *Aquaculture Environment Interactions*, 1(1), 57-70.
- Martins, C. I., et al. (2010). Nauji recirkuliacinės akvakultūros sistemų Europoje pokyčiai: aplinkos tvarumo perspektyvos. *Akvakultūros inžinerija*, 43(3), 83-93.
- Pereira, R., Yarish, C., & Critchley, A. T. (2024). Jūros dumblių akvakultūra žmonių maistui sausumos ir IMTA sistemose. Jūros dumblių panaudojimas maistui ir mitybai (77–99 psl.). Elsevier.
- Troell, M., et al. (2003). Integruota jūrų kultūra: teisingi klausimai. *Akvakultūra*, 226(1-4), 69-90.