



1 modulis. Pasaulinio atšilimo poveikis vandens kokybei ir poveikis akvakultūrai

Mokymasis iš realaus gyvenimo
DiBluCa atvejo analizė



Norvegijos atvejo analizė, pateikiama remiantis Vytauto Didžiojo universiteto mokslininkų (Lietuva) atliktais tyrimais

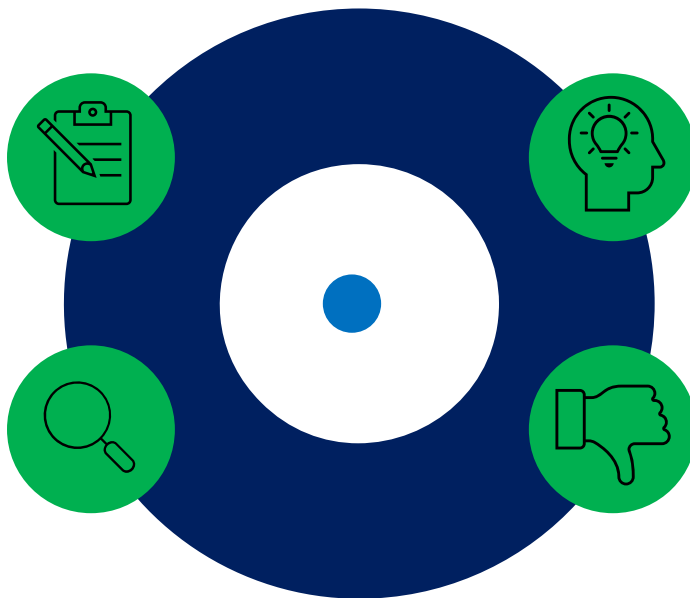
LAŠIŠŲ AKVAKULTŪROS PRISITAIKYMAS PRIE KYLANČIOS TEMPERATŪROS NORVEGIJOJE



Atvejo analizės apžvalga

Aprašymas

**Rekomenduojama
(konkreto
modulio praktika)**



Privalumai

**Ribojantys
veiksniai**



Aprašymas



- Norvegijos lašišų akvakultūros pramonė susiduria su dideliais iššūkiais dėl pasaulinio atšilimo, kuris lemia jūros temperatūros kilimą.
- Aukštesnė vandens temperatūra spartina lašišų medžiagų apykaitą, didina deguonies poreikį ir jų pažeidžiamumą ligoms.
 - Siekdama įveikti šiuos iššūkius, Norvegija diegia pažangias technologijas ir valdymo strategijas, siekdama išlaikyti produkciją ir užtikrinti žuvų sveikatą.
- Vienas iš sėkmingų pavyzdžių – lašišų auginimo bendrovė *Salmon Evolution*, taikanti inovatyvias technologijas, siekiant padidinti tvarumą ir produktyvumą kintančiomis klimato sąlygomis.



Išskirtos inovatyvios praktikos



Recirkuliacinės akvakultūros sistemos (RAS):

- Hibridinės sistemos, kuriose integruota vandens gavyba ir vandens recirkuliacija, siekiant stabilizuoti temperatūrą ir deguonies kiekį.

Pažangios deguonies tiekimo technologijos:

- Tokios technologijos, kaip deguonies įpurškimas ir aeracija, siekiant palaikyti ištirpusio deguonies lygį, palaikant lašišų medžiagų apykaitą šiltesniuose vandenyse.

Atrankinio veisimo programos:

- Lašišų veislių, atsparių aukštesnei temperatūrai ir ligoms, genetinis selekcionavimas.

Realaus laiko stebėjimo sistemos:

- Jutiklių technologijų ir duomenų analizės naudojimas aktyviam akvakultūros procesų stebėjimui ir valdymui..

Bendradarbiavimas su mokslinių tyrimų institucijomis:

- Partnerystės su akademine ir viešojo sektoriaus institucijomis siekiant kurti ir diegti mokslškai pagrįstas prisitaikymo priemones.

Atsinaujinančiosios energijos integravimas:

- Saulės ir hidroenergijos sprendimų naudojimas siekiant mažinti anglies dioksido pėdsaką akvakultūros įmonėse.

Tvarių pašarų inovacijos:

- Dumblių Omega-3 šaltinių ir žiedinės ekonomikos metodų taikymas siekiant sumažinti poveikį aplinkai.

Vandens filtravimas ir atliekų tvarkymas:

- Akvakultūros veiklos poveikio aplinkai mažinimas taikant bioremediacijos metodus.



Privalumai

Geresnis žuvų
išgyvenamumas net
kylant vandens
temperatūrai.

Stabili ir nuspėjama
produkcija visus
metus.

Mažiau ligų protrūkių
dėl pažangaus
vandens kokybės
valdymo.

Didelis ekonominis
atsparumas dėl
optimizuoto gamybos
efektyvumo.

Didesnis aplinkos
tvarumas dėl
efektyvaus atliekų
tvarkymo ir mažesnio
poveikio aplinkai.



Ribojantys veiksniai



Didelės pradinės investicijos ir veiklos sąnaudos, susijusios su pažangių technologijų diegimu (pvz., RAS).

Energijai imlias sistemas būtina derinti su atsinaujinančiais energijos šaltiniais, siekiant sumažinti anglies dioksido pėdsaką.

Reguliaciniai iššūkiai, kylantys diegiant naujas akvakultūros technologijas.

Indre Harøy saloje įsikūrusiame „*Salmon Evolution*“ ūkyje taikoma pažangi hibridinė recirkuliacinė akvakultūros sistema.

Joje naudojamas šaltas, deguonimi prisotintas jūros vanduo, išgaunamas iš 30–100 metrų gylio.

- Visus metus palaikoma stabili temperatūra (8–14 °C).

Pažangios vandens filtravimo ir deguonies prisotinimo technologijos padeda išvengti įprastų problemų, tokių kaip jūrinių utėlių plitimas ar kenksmingų dumblių žydėjimas.

Dėl šios sistemos:

- lašišos greičiau auga,
- populiacijos pasižymi geresne sveikata,
- didėja pelningumas,
- o poveikis aplinkai sumažinamas iki minimumo.

Integruotos klimato kaitai atsparios priemonės apima:

- pažangią deguonies tiekimo sistemą, mažinančią stresą ir žuvų mirtingumą;
- žiedinės ekonomikos sprendimus – pvz., dumblių auginimą vandens kokybei gerinti ir perteklinėms maistinėms medžiagoms absorbuoti;
- atsinaujinančiosios energijos (saulės, hidroenergijos) naudojimą, siekiant užtikrinti tvarumą.

IDENTIFIKUOTA IŠSAMI MODULIO SPECIFINĖ PRAKTIKA



Ši atvejo analizė atspindi DiBluCa principus – joje integruojamos inovacijos, tvarios technologijos ir adaptyvaus valdymo strategijos.

Tai – aktyvaus prisitaikymo ir žinių mainų tarp pramonės atstovų, akademinės bendruomenės ir politikos formuotojų pavyzdys, siekiant spręsti klimato kaitos keliamus iššūkius akvakultūroje.

KAIP TAI PRISIDEDA PRIE DiBluCa PROJEKTO TIKSLŲ?

Poveikis švietimui, aplinkai ir klimatui



Ekonominis atsparumas

Prisideda prie
ekonominio
akvakultūros
sektoriaus stabilumo
kintančių klimato
sąlygų kontekste



Poveikis švietimui

Praktinis akvakultūros
technologijų ir
prisitaikymo prie
klimato kaitos strategijų
taikymo modelis –
mokymuisi ir įkvėpimui..



Poveikis aplinkai

Mažina įtampą vietos
ekosistemoms, nes
palaiko vandens
kokybę ir mažina ligų
protrūkių.



Poveikis klimatui

Demonstruoja klimato
kaitos švelninimo
potencialą per
mokslinius tyrimus ir
energijų taupančių,
tvarių akvakultūros
praktikų diegimą

Nuorodos:

1. Mesbah, M., Rahman, M., Samsun Naber, Zabid Hasan Shabed, Mir Mohammad Ali, & Abu. (2024). Oxygen declination in the coastal ocean over the twenty-first century: Driving forces, trends, and impacts. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100621–100621. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2024.100621>
2. Burke, M., Grant, J., Filgueira, R., & Swanson, A. (2022). Oxygenation effects on temperature and dissolved oxygen at a commercial Atlantic salmon farm. *Aquacultural Engineering*, 99, 102287. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2022.102287>
3. Okon, E. M., Oyesiji, A. A., Okelele, E. D., Kanonubwa, M., Khalifa, N. E., Eissa, E.-S. H., Mathew, R. T., Eissa, M. E. H., Alqabtani, M. A., & Abdelnour, S. A. (2024). The Escalating threat of climate change-driven diseases in fish: Evidence from a global perspective – A literature review. *Environmental Research*, 263, 120184. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120184>
4. Harish, & Shanmugam, P. (2024). Estimates of the global ocean surface dissolved oxygen and macronutrients from satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 311, 114243–114243. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2024.114243>

Naudinga informacija:

- [Norvegijos žuvininkystės direktoratas](#)

Šiai atvejo analizei informacija buvo surinkta iš viešai prieinamų šaltinių, paskelbtų turinio teisių turėtojų.

Atsakomybės ribojimas:

Europos Komisijos parama šios publikacijos rengimui nereiškia jos turinio pritarimo. Turinys atspindi tik autorių nuomonę, todėl Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet kokią galimą šios informacijos panaudojimą.



LIETUVOS atvejo analizė, pateikiama remiantis Vytauto Didžiojo universiteto mokslininkų (Lietuva) atliktais tyrimais

DREISENŲ AUGINIMAS KURŠIŲ MARIOSE, LIETUVOJE, SIEKiant SUMAŽINTI EUTROFIKACIJĄ

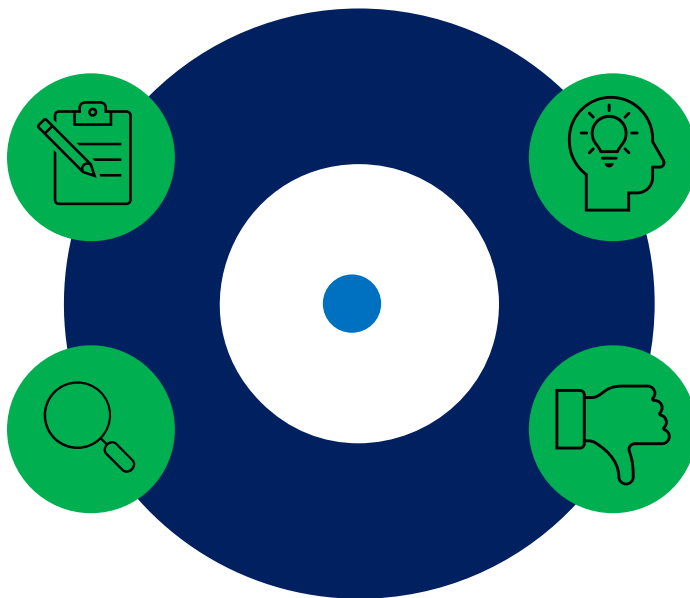
Atvejo analizės apžvalga

Aprašymas

Atvejo analizėje nagrinėjamas *Dreissena* auginimo Kuršių mariose potencialas, kaip priemonės eutrofikacijai mažinti.

Rekomenduojama (konkretaus modulio praktika)

- Integruotos auginimo ir biomasės šalinimo strategijos, skirtos eutrofiniams vandens telkiniams.
- Nuolatinė vandens kokybės parametrų stebėseną prieš ir po dreisenų biomasės surinkimo.
- Ekosisteminio požiūriu grįstas valdymo metodas, apimantis išsamų aplinkos vertinimą ir pritaikomojo valdymo praktiką.



Nauda

- Veiksmingai mažina eutrofikaciją šalindamas azotą ir fosforą
- Didina biologinę įvairovę, nes palaiko vandens ekosistemas
- Sukuria papildomų ekonominių galimybių (pvz., biomasės naudojimas žemės ūkyje, bioenergija)

Ribojaantys veiksniai

- Gamtos ekologinis poveikis dėl rūšių dinamikos pokyčių
- Veiklos ir finansiniai iššūkiai, susiję su plataus masto įgyvendinimu

Atvejo analizės aprašymas

Dreisenų auginimas Kuršių mariose, Lietuvoje, siekiant sumažinti eutrofikaciją

Šioje atvejo analizėje nagrinėjama galimybė auginti *Dreissena* Kuršių mariose kaip novatorišką metodą sprendžiant eutrofikacijos – svarbios aplinkosaugos problemos, su kuria susiduria Baltijos jūros regionas – klausimą.

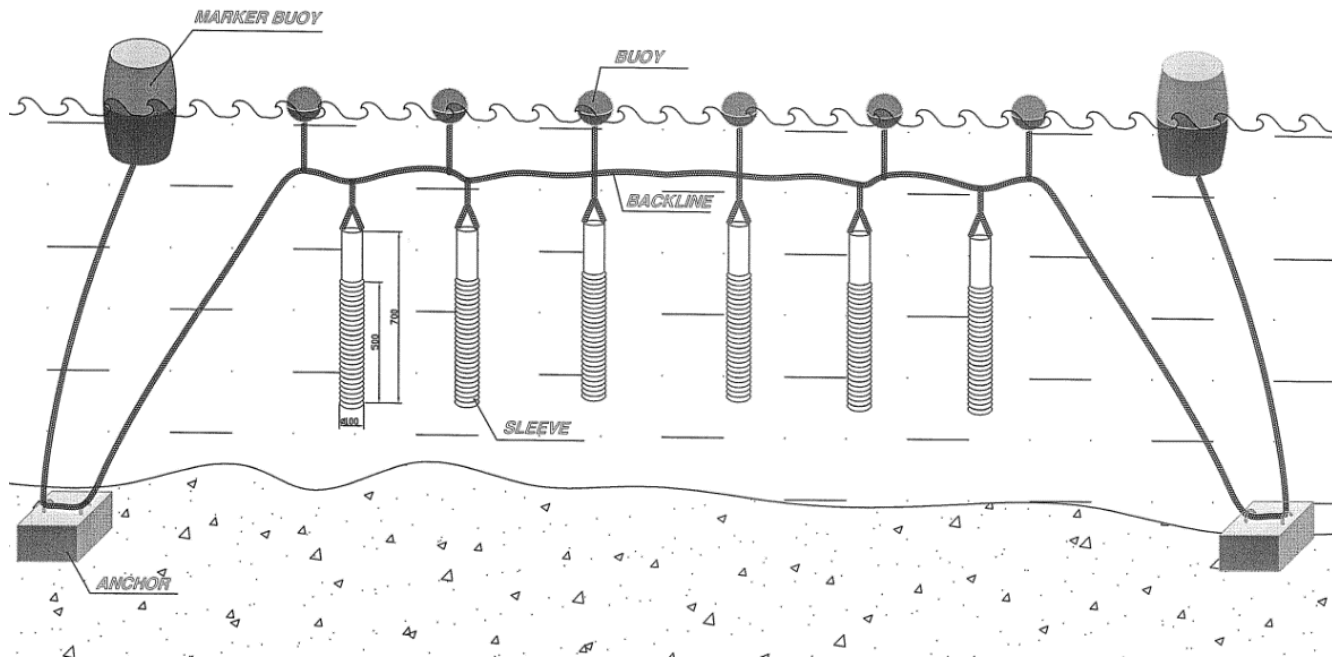
Eutrofikaciją pirmiausia lemia perteklinis azoto (N) ir fosforo (P) kiekis, kuris sukelia žalingą dumblių žydėjimą ir neigiamai veikia vandens ekosistemas bei žuvininkystės ekonomiką.

Moksliniai vertinimai rodo didelę potencialią naudą: kasmet iš marių surinkus apie 1300 t dreisenų biomasės, būtų galima veiksmingai pašalinti apie 89 t azoto ir 15 t fosforo.

- Šie skaičiai leidžia manyti, kad dreisenos gali kaupti biogenines medžiagas ir veikti kaip natūralūs vandens valytuvai.

Atvejo analizės aprašymas

Dreisenų auginimas Kuršių mariose, Lietuvoje, siekiant sumažinti eutrofikaciją



1 pav. Kuršių marių pakrantėje įrengtas ilgųjų linių sistemos prototipas, skirtas dreisenų auginimui.



Atvejo analizės aprašymas

Dreisenų auginimas Kuršių mariose, Lietuvoje, siekiant sumažinti eutrofikaciją

- Eutrofikacija, kurią lemia antropogeninių maistinių medžiagų patekimas, yra nuolatinė vandens ekosistemų problema.
 - Azoto (N) ir fosforo (P) perteklius iš:
 - žemės ūkio nuotekų,
 - išleidžiamų nuotekų,
 - atmosferos iškritų
 - skatina pernelyg didelį fitoplanktono augimą, lemia:
 - deguonies trūkumą,
 - buveinių būklės blogėjimą,
 - biologinės įvairovės nykimą.

Atvejo analizės aprašymas

Dreisenų auginimas Kuršių mariose, Lietuvoje, siekiant sumažinti eutrofikaciją

- Įvairios valdymo strategijos:
 - šlapynių atkūrimas,
 - maistingųjų medžiagų patekimo mažinimas,
 - dugno nuosėdų gilinimas,
- buvo taikomos siekiant sumažinti eutrofikaciją.
 - Šie metodai dažnai reikalauja didelių finansinių investicijų ir ilgalaikių įsipareigojimų.
- Filtruojančių organizmų, tokių kaip dreisenos, introdukcija yra alternatyvus, ekonomiškai efektyvus maistinių medžiagų šalinimo būdas.
 - *Dreissena polymorpha* pasižymi gebėjimu veiksmingai filtruoti suspenduotas daleles:
 - fitoplanktoną,
 - detritą,
 - organines medžiagas,
 - taip sumažindamos maistinių medžiagų koncentraciją ir didindamos vandens skaidrumą.

Eutrofikacijos mažinimo mechanizmai naudojant dreisenas

Filtravimas ir kietųjų dalelių šalinimas

- Dreisenos gali filtruoti didelius vandens kiekius, pašalinti suspenduotas daleles ir asimiliuoti maistines medžiagas savo audiniuose.
- Kiekviena suaugusi dreisena gali per dieną perfiltruoti iki 1 litro vandens, mažindama drumstumą ir didindama šviesos skvarbą, kuri palaiko povandeninę augmeniją.
- Filtravimo proceso metu šalinamas fitoplanktonas, bakterijos ir organinės medžiagos, todėl sumažėja maistinių medžiagų biologinis prieinamumas, kuris skatina dumblių žydėjimą.

Maistinių medžiagų kaupimas biomasėje

- Augdamos dreisenos asimiliuoja azotą ir fosforą savo audiniuose ir kriauklėse.
- Tyrimai rodo, kad dreisenų biomasėje gali būti iki 112,1 g azoto ir 9,77 g fosforo viename kilograme sausų minkštųjų audinių.
- Pašalinus šias dreisenas iš ekosistemos, šios maistinės medžiagos taip pat veiksmingai pašalinamos, neleidžiant joms vėl patekti į vandens aplinką, kai organizmai suyra.

Eutrofikacijos mažinimo mechanizmai naudojant dreisenas

Bentoso ir pelaginių žuvų ryšio stiprinimas

- Dreisenos palengvina maistinių medžiagų pernešimą iš pelaginės (vandens storumės) į bentoso (nuosėdų) aplinką.
- Filtruodamos suspenduotas daleles, jos padidina nuosėdų nusėdimo greitį, sulaikydamos organines medžiagas ežero ar lagūnos dugne.
- Šis procesas ne tik valo vandenį, bet ir padeda susidaryti stabiliems, maistingųjų medžiagų turtingiems nuosėdų sluoksniams, taip mažinant maistinių medžiagų biologinį prieinamumą.

Denitrifikacija ir biogeocheminis ciklas

- Skatindamos organinių medžiagų nusėdimą, dreisenos netiesiogiai aktyvina mikrobiologinius denitrifikacijos procesus nuosėdose.
- Denitrifikacijos metu biologiškai prieinamos azoto formos (pvz., nitratai) paverčiamos azoto dujomis, kurios išleidžiamos į atmosferą ir visam laikui pašalinamos iš vandens sistemos.
- Šis mikrobų valdomas procesas yra vienas svarbiausių būdų šalinti azotą, prisidedantis prie eutrofikacijos mažinimo.

Eksperimentiniai ir praktiniai taikymai. Dreisenų auginimo atvejų analizės

- Keletas eksperimentinių ir bandomųjų dreisenų auginimo projektų parodė jų potencialą šalinant maistines medžiagas:
 - **Ekolno** ežeras, Švedija: siekiant įvertinti maistinių medžiagų sekvestraciją, buvo įkurta bandomoji dreisenų ferma, kurioje naudotos pakabinamos ilgųjų lynų sistemos.
 - Per 28 mėnesius iš vieno hektaro buvo pašalinta apie 92,7 kg azoto ir 6,1 kg fosforo.
 - **Usedomo** ežeras, Vokietija: tyrimo metu nustatyta, kad dreisenų auginimas žymiai pagerino vandens skaidrumą ir prisidėjo prie fosforo šalinimo.
 - Vėliau dreisenų biomasė buvo panaudota kaip pašaras gyvūnams – tai rodo papildomą ekonominę naudą.
 - **Platelių** ežeras, Lietuva: nedidelės apimties tyrimas atskleidė, kad dreisenos veiksmingai sumažino chlorofilo-a koncentraciją ir padidino nuosėdų stabilumą.
 - Tai rodo jų galimą vaidmenį ekosistemų atkūrimo.

Aplinkosaugos aspektai ir galima rizika

Invazinis potencialas:

- Daugelyje regionų dreisenos priskiriamos invazinėms rūšims.
- Nekontroliuojamas jų plitimas gali sutrikdyti vietines dugno bendrijas ir konkuruoti su vietinėmis dvigeldžių moliuskų populiacijomis.

Biologinis užterštumas:

- Didelės dreisenų sankaupos gali užkimšti vandens įsiurbimo sistemas ir užteršti povandeninę infrastruktūrą, todėl padidėja priežiūros išlaidos.

Pakitusi maistinių medžiagų dinamika:

- Nors dreisenos pašalina suspenduotas maistingąsias medžiagas, jos taip pat gali prisidėti prie vietinio nuosėdų maistinių medžiagų išsiskyrimo, todėl tam tikromis sąlygomis gali padidinti eutrofikaciją.



Išaugintos biomasės ekonominis potencialas ir taikymo galimybės. Dreisenų auginimo sąnaudų analizė

- Dreisenų akvakultūros įrengimui reikalingos pradinės investicijos:
 - infrastruktūrai (pvz., ūdų arba kabamųjų tinklų sistemoms),
 - stebėsenos ir priežiūros priemonėms,
 - biomasės surinkimo įrangai.
- Ekonominiai modeliai rodo, kad vieno hektaro dreisenų auginimo sąnaudos yra mažesnės nei įprastinių maistinių medžiagų šalinimo būdų, pavyzdžiui, dugno nuosėdų gilinimo ar pažangaus nuotekų valymo sprendimų sąnaudos.
- Galimybė gauti pajamų iš surinktos dreisenų biomasės dar labiau padidina ekonominį tokios veiklos pagrįstumą.



Ši atvejo analizė iliustruoja pagrindinius projekto DiBluCa principus, pristatydamą efektyvias ekosistemomis grįstas strategijas, kurios vienu metu sprendžia aplinkosaugos valdymo klausimus, skatina biologinę įvairovę ir kuria potencialią ekonominę naudą.

Joje pabrėžiamas mokslinių tyrimų ir praktinių valdymo priemonių integravimas kaip tvaraus vandens išteklių naudojimo pavyzdys.

KAIP TAI PRISIDEDA PRIE DiBluCa PROJEKTO TIKSLŲ?

Poveikis švietimui, aplinkai ir klimatui



Ekonominis atsparumas

Skatina regioninį ir
tarptautinį
bendradarbiavimą
aplinkos apsaugos
iniciatyvose



Poveikis švietimui

Sudaromos švietimo
galimybės, skirtos didinti
suinteresuotųjų šalių
informuotumą ir
gebėjimus, susijusius su
tvariu vandens
ekosistemų valdymu.



Poveikis aplinkai

Mažina eutrofikaciją,
tiesiogiai gerina
vandens kokybę ir
skaidrumą



Poveikis klimatui

Prideda prie klimato
kaitos švelninimo, nes
surinkta biomasė
sekvestroja anglies
dioksidą ir maistines
medžiagas.



Nuorodos:

1. *Filtruojančių dvigeldžių moliuskų (Dreissena polymorpha) auginimo ir surinkimo metodika biogeninių medžiagų šalinimui iš Kuršių marių(2021). Klaipėda.*

Naudinga informacija:

- Interneto svetainė: projektas „[Priemonių programos atnaujinimas ir priemonių gerai Lietuvos Baltijos jūros aplinkos būklei pasiekti įgyvendinimas](#)“.

Šiai atvejo analizei informacija buvo surinkta iš viešai prieinamų šaltinių, paskelbtų turinio teisių turėtojų.

Atsakomybės ribojimas:

Europos Komisijos parama šios publikacijos rengimui nereiškia jos turinio pritarimo. Turinys atspindi tik autorių nuomonę, todėl Komisija negali būti laikoma atsakinga už bet kokią galimą šios informacijos panaudojimą.