



# Modul 1. Učinci globalnog zatopljenja na kvalitetu vode i utjecaj na akvakulturu

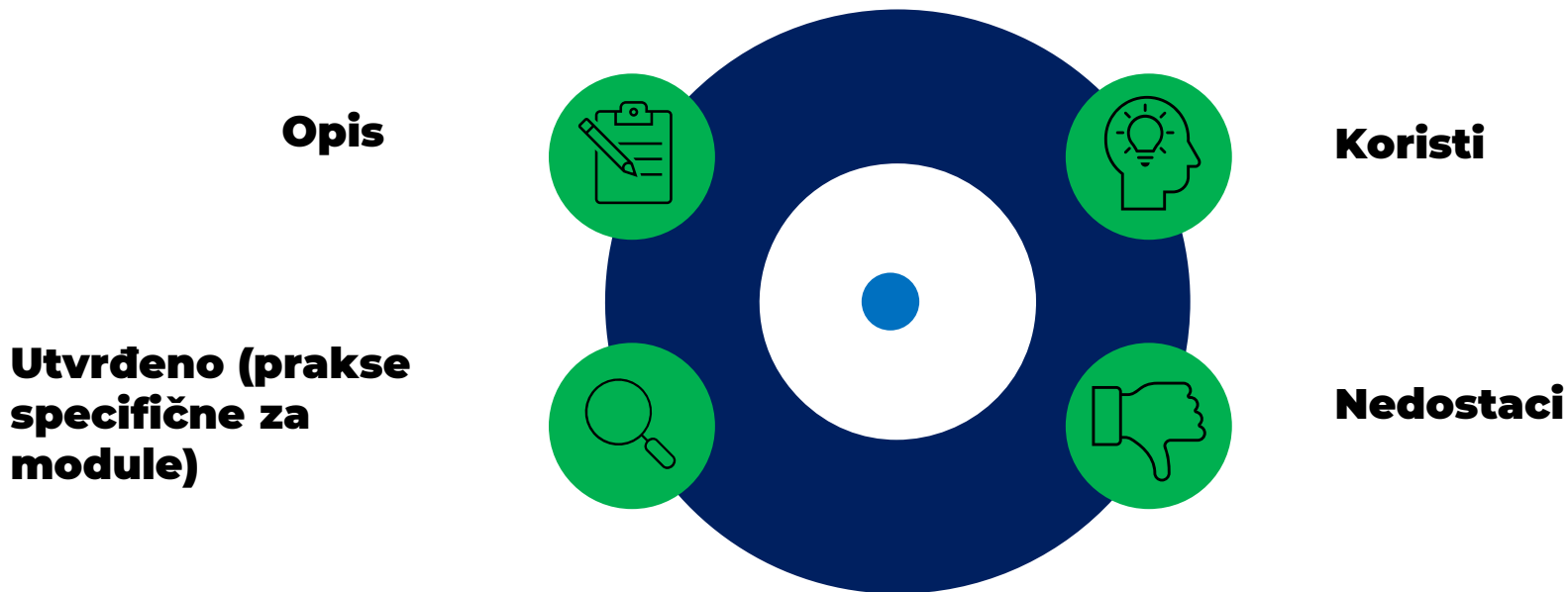
Učenje iz stvarnog života  
Studije slučaja o DiBluCa



Studija slučaja iz Norveške, identificirana istraživanjem (Sveučilište Vytautas Magnus iz Litve)

# PRILAGODBA AKVAKULTURE LOSOSA RASTUĆIM TEMPERATURAMA U NORVEŠKOJ

# Pregled studije slučaja





# Opis



- Industrija akvakulture norveškog lososa suočava se sa značajnim izazovima zbog globalnog zatopljenja, što dovodi do porasta temperature mora.
- Više temperature vode povećavaju metabolizam lososa, potrebu za kisikom i osjetljivost na bolesti.
  - Kako bi odgovorila na ove izazove, Norveška je implementirala napredne tehnološke strategije i strategije upravljanja za održavanje proizvodnje i očuvanje zdravlja riba.
- Jedan uspješan primjer je Salmon Evolution, tvrtka za uzgoj lososa u Norveškoj koja koristi inovativne tehnologije i prilagodljivo upravljanje kako bi poboljšala održivost i produktivnost u promjenjivim klimatskim uvjetima.



# Identificirano



## Recirkulacijski akvakulturni sustavi (RAS):

- Hibridni sustavi koji integriraju ekstrakciju duboke vode i recikliranje vode za stabilizaciju temperature i razine kisika.

## Napredne tehnologije oksigenacije:

- Tehnologije kao što su ubrizgavanje kisika i prozračivanje za održavanje razine otopljenog kisika, podržavajući metabolizam lososa u toplijim vodama.

## Selektivni uzgojni programi:

- Genetski razvoj sojeva lososa otpornih na više temperature i bolesti.

## Sustavi nadzora u stvarnom vremenu:

- Korištenje senzorskih tehnologija i prediktivne analitike za proaktivno upravljanje akvakulturom.

## Suradnja s istraživačkim institucijama:

- Partnerstva s akademskom zajednicom i vladom radi poboljšanja mjera prilagodbe putem istraživanja i financiranja.

## Integracija obnovljive energije:

- Korištenje solarnih i hidroenergetskih rješenja za smanjenje ugljičnog otiska u objektima akvakulture.

## Održiva inovacija u hrani za životinje:

- Usvajanje izvora Omega-3 na bazi algi i pristupa kružnom gospodarstvu kako bi se smanjio utjecaj na okoliš.

## Filtriranje vode i gospodarenje otpadom:

- Provedba tehnika bioremedijacije za smanjenje ekološkog otiska akvakulture.



# Koristi

Poboljšane stope  
preživljavanja unatoč  
porastu temperature  
vode.

Stabilna i predvidljiva  
proizvodnja tijekom  
cijele godine.

Smanjenje izbijanja  
bolesti zahvaljujući  
naprednom  
upravljanju kvalitetom  
vode.

Povećana ekonomska  
otpornost uz  
optimiziranu  
učinkovitost  
proizvodnje.

Ekološka održivost  
učinkovitim  
gospodarenjem  
otpadom i manjim  
utjecajem na okoliš.



# Nedostaci

Visoki početni troškovi  
ulaganja i operativni  
troškovi za napredne  
tehnologije (npr. RAS).

Energetski intenzivni  
sustavi zahtijevaju  
integraciju s obnovljivim  
izvorima energije kako  
bi se smanjio ugljični  
otisak.

Regulatorni izazovi  
povezani s uvođenjem  
novih tehnologija  
akvakulture.



### **Primjer iz prakse: Farma evolucije lososa**

Farma Salmon Evolution na otoku Indre Harøy koristi najsuvremeniji hibridni recirkulacijski sustav akvakulture.

Izvlači hladnu morsku vodu bogatu kisikom s dubina od 30 do 100 metara, održavajući stabilne temperature (8-14°C) tijekom cijele godine.

Napredne tehnologije filtracije i oksigenacije značajno smanjuju uobičajene probleme akvakulture kao što su najezde morskih ušiju i štetno cvjetanje algi.

Ovaj sustav rezultirao je brzim stopama rasta lososa, zdravijom populacijom riba i povećanom profitabilnošću uz minimiziranje utjecaja na okoliš.

Instrumentom se integrira infrastruktura otporna na klimatske promjene, uključujući:

- Integriranu tehnologiju oksigenacije za smanjenje smrtnosti povezane sa stresom i poboljšanje dobrobiti riba.
- Integraciju kružnog gospodarstva, kao što je uzgoj algi, za poboljšanje kvalitete vode i apsorpciju viška hranjivih tvari.
- Korištenje obnovljive energije, prelazak na solarnu i hidroenergiju radi održivosti.

## **UTVRĐENE PRAKSE SPECIFIČNE ZA DETALJAN MODUL**





Ova studija slučaja primjer je načela DiBluCa integracijom inovacija, održive tehnologije i prilagodljivih strategija upravljanja.

Služi kao model proaktivne prilagodbe i razmjene znanja među industrijom, akademskom zajednicom i kreatorima politika za rješavanje izazova povezanih s klimom u akvakulturi.

## ŠTO GA ČINI KORISNIM ZA PROMOCIJU DIBLUCA?



# Obrazovni, okolišni i klimatski utjecaj



## Gospodarska otpornost

Jača ekonomsku  
stabilnost operacija  
akvakulture u  
promjenjivim  
klimatskim uvjetima.



## Obrazovni utjecaj

Pruža praktičnu  
primjenu tehnologije  
akvakulture i strategija  
prilagodbe klimatskim  
promjenama, služeći  
kao model učenja za  
buduće praktičare.



Utjecaj na okoliš  
Smanjuje stres na  
lokalne ekosustave  
održavanjem kvalitete  
vode i minimiziranjem  
izbijanja bolesti.



## Klimatski utjecaj

Demonstrira  
ublažavanje klimatskih  
promjena kroz  
istraživanje i provedbu  
energetski učinkovitih i  
održivih praksi  
akvakulture.

### Literatura:

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>

### Korisne informacije:

- [Norwegian Directorate of Fisheries](#)

Sadržaj povezan s ovom studijom slučaja identificiran je iz javnih informacija koje objavljuju vlasnici sadržaja.

### Odricanje:

Potpore Europske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobravanje sadržaja koji odražava samo stajališta autora i Komisija se ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu uporabu informacija sadržanih u njoj.



Studija slučaja iz LITVE, identificirana iz istraživanja (SVEUČILIŠTE VYTAUTAS MAGNUS IZ LITVE)

## UZGOJ ZEBRASTIH DAGNJI U KURSKOJ LAGUNI U LITVI RADI UBLAŽAVANJA EUTROFIKACIJE

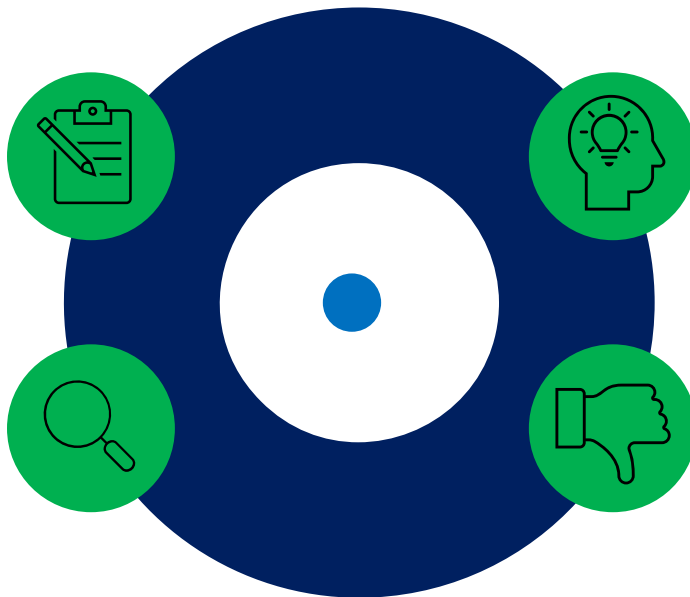
# Pregled studije slučaja

## Opis

Ova studija slučaja procjenjuje izvedivost uzgoja dreissene (zebrastih dagnji) u Kurskoj laguni kao metode za smanjenje eutrofikacije.

## Utvrđeno (prakse specifične za module)

- Integrirane strategije uzgoja i uklanjanja biomase usmjerene na eutrofna vodna tijela
- Kontinuirano praćenje parametara kakvoće vode prije i nakon sakupljanja biomase dagnji
- Pristup upravljanju temeljen na ekosustavu koji uključuje sveobuhvatne procjene utjecaja na okoliš i prilagodljive prakse upravljanja



## Koristi

- Učinkovito smanjuje eutrofikaciju uklanjanjem dušika i fosfora
- Povećava biološku raznolikost podupiranjem vodenih ekosustava
- Stvara dodatne ekonomske mogućnosti (npr. korištenje biomase za poljoprivredu, bioenergiju)

## Nedostaci

- Mogući ekološki utjecaj zbog promjena u dinamici vrsta
- Operativni i financijski izazovi povezani s provedbom opsežnih razmjera

# Opis studije slučaja

## Uzgoj zebrastih dagnji u Kurskoj laguni u Litvi radi ublažavanja eutrofikacije

Ova studija slučaja istražuje potencijal uzgoja Dreissena (zebrastih dagnji) u Kurskoj laguni kao inovativnog pristupa rješavanju eutrofikacije, značajnog ekološkog izazova s kojim se suočava regija Baltičkog mora.

Eutrofikacija, prvenstveno potaknuta prekomjernim priljevom hranjivih tvari dušika (N) i fosfora (P), izaziva štetno cvjetanje algi, što negativno utječe na vodene ekosustave i ekonomiju ribarstva.

Znanstvene procjene ukazuju na značajne potencijalne koristi: godišnje sakupljanje približno 1300 tona biomase zebraste dagnje iz lagune moglo bi učinkovito ukloniti oko 89 tona dušika i 15 tona fosfora.

- Ove brojke naglašavaju značajan kapacitet zebrastih dagnji da bioakumuliraju hranjive tvari i tako djeluju kao prirodni pročišćivači vode.

# Opis studije slučaja

Uzgoj zebrastih dagnji u Kurskoj laguni u Litvi radi ublažavanja eutrofikacije

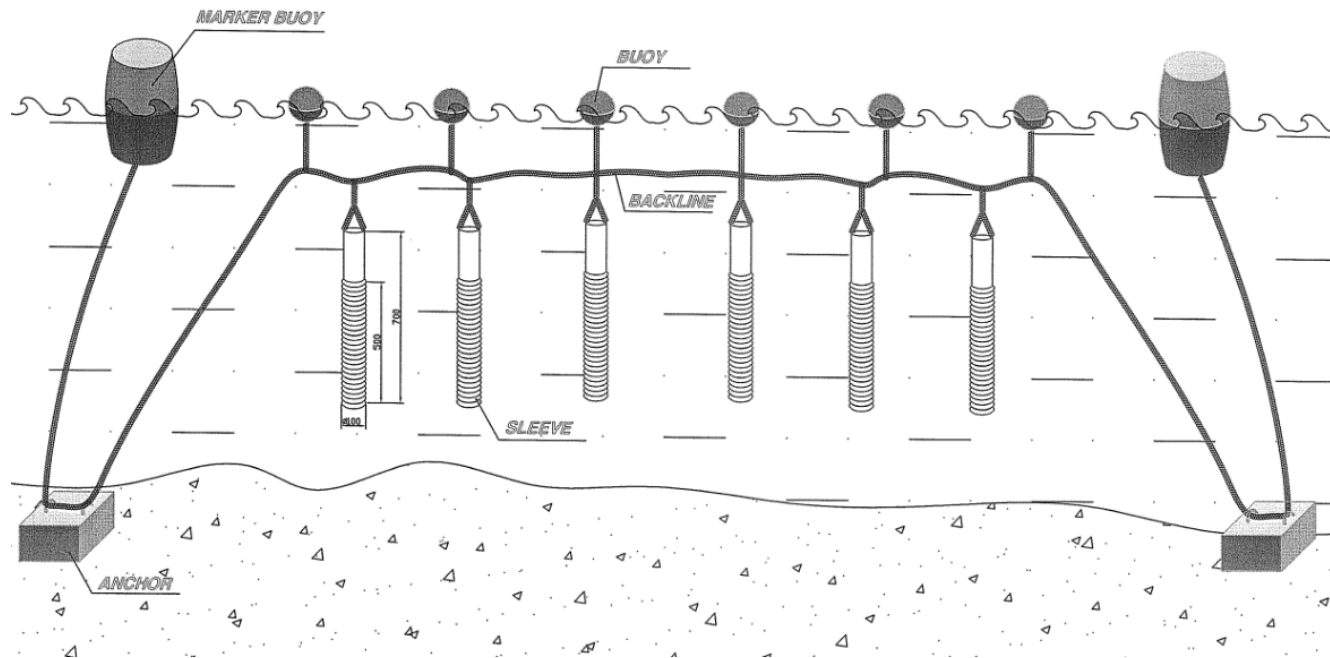


Fig 1. [A prototype long-line system for Zebra Mussels cultivation installed in the littoral of the Curonian Lagoon](#)

# Opis studije slučaja

Uzgoj zebrastih dagnji u Kurskoj laguni u Litvi radi ublažavanja eutrofikacije

- Eutrofikacija, potaknuta antropogenim unosom hranjivih tvari, trajni je izazov u vodenim ekosustavima.
  - Višak dušika (N) i fosfora (P) iz:
    - poljoprivredno otjecanje,
    - ispuštanje otpadnih voda,
    - atmosfersko taloženje.
  - promicanje prekomjernog rasta fitoplanktona, što dovodi do:
    - iscrpljivanje kisika,
    - degradacija staništa,
    - gubitak biološke raznolikosti.





# Opis studije slučaja

## Uzgoj zebrastih dagnji u Kurskoj laguni u Litvi radi ublažavanja eutrofikacije

- Različite strategije upravljanja:
  - obnova močvara,
  - smanjenje unosa hranjivih tvari,
  - jaružanje sedimenta,
- korišteni su za ublažavanje eutrofikacije.
  - Te metode često zahtijevaju znatna financijska ulaganja i dugoročne obveze.
- Uvođenje organizama koji se hrane filtriranjem, kao što su zebraste dagnje, predstavlja alternativni, isplativ pristup uklanjanju hranjivih tvari.
  - ***Dreissena polymorpha*** je poznata po svojoj sposobnosti učinkovitog filtriranja suspendiranih čestica:
    - fitoplankton,
    - detritus,
    - organska tvar,
  - čime se smanjuju koncentracije hranjivih tvari i poboljšava bistroća vode.

# Mehanizmi ublažavanja eutrofikacije putem zebrastih dagnji

## Filtracija i uklanjanje čestica

- Zebraste dagnje sposobne su filtrirati velike količine vode, uklanjati suspendirane čestice i asimilirati hranjive sastojke unutar svojih tkiva.
- Svaka odrasla dagnja može filtrirati do 1 litre vode dnevno, smanjujući zamućenost i povećavajući prodor svjetlosti, što podržava potopljenu vodenu vegetaciju.
- Proces filtracije uklanja fitoplankton, bakterije i organske tvari, čime se smanjuje bioraspoloživost hranjivih tvari koje doprinose cvjetanju algi.

## Sekvestracija hranjivih tvari u biomasi

- Kako zebraste dagnje rastu, asimiliraju dušik i fosfor u svoja tkiva i školjke.
- Studije pokazuju da biomasa zebraste dagnje može sadržavati do 112,1 g N i 9,77 g P po kilogramu suhog mekog tkiva.
- Uklanjanjem ovih dagnji iz ekosustava učinkovito se izdvajaju te hranjive tvari, sprječavajući njihov ponovni ulazak u vodeni stupac nakon razgradnje.



# Mehanizmi ublažavanja eutrofikacije putem zebrastih dagnji

## Poboljšanje bentosko-pelagijske spojnice

- Zebraste dagnje olakšavaju prijenos hranjivih tvari iz pelagičnog (vodenog stupca) u bentoski (sediment) okoliš.
- Filtriranjem suspendiranih čestica povećavaju brzinu sedimentacije, zadržavajući organsku tvar na dnu jezera ili lagune.
- Ovaj proces ne samo da čisti vodu, već također doprinosi stvaranju stabilnih slojeva sedimenta bogatih hranjivim tvarima, smanjujući trenutnu bioraspoloživost viška hranjivih tvari.

## Denitrifikacija i biogeokemijsko kruženje

- Promicanjem taloženja organske tvari, zebraste dagnje neizravno potiču procese mikrobne denitrifikacije u sedimentu.
- Denitrifikacijom se bioraspoloživi oblici dušika (kao što je nitrat) pretvaraju u plinski dušik koji se ispušta u atmosferu, trajno ga uklanjajući iz vodenog sustava.
- Ovaj proces vođen mikrobima ključan je put za uklanjanje dušika, dodatno ublažavajući eutrofikaciju.



# Eksperimentalne primjene i primjene u stvarnom svijetu.

## Studije slučaja o uzgoju zebraste dagnje

- Nekoliko eksperimentalnih i pilot-projekata uzgoja zebraste dagnje pokazalo je njihov potencijal za uklanjanje hranjivih tvari:
  - Jezero Ekoln, Švedska: Osnovana je pilot-farma zebraste dagnje koja koristi viseće linijske sustave za procjenu sekvestracije hranjivih tvari.
    - Tijekom 28-mjesečnog razdoblja uzgojem dagnji uklonjeno je približno 92,7 kg dušika i 6,1 kg fosfora po hektaru.
  - Usedomsko jezero, Njemačka: Studija je pokazala da je akvakultura zebrastih dagnji značajno poboljšala bistrinu vode i pridonijela uklanjanju fosfora.
    - Biomasa dagnji kasnije je prenamijenjena u stočnu hranu, pokazujući dodatnu ekonomsku korist.
  - Jezero Platelių, Litva: Mala studija pokazala je da zebraste dagnje učinkovito smanjuju koncentracije klorofila-a i poboljšavaju stabilnost sedimenta, što ukazuje na njihovu potencijalnu ulogu u obnovi ekosustava.



# Okolišna razmatranja i potencijalni rizici

## Invazivni potencijal:

- Zebraste dagnje su klasificirane kao invazivna vrsta u mnogim regijama.
- Nekontrolirano širenje moglo bi poremetiti autohtone bentoske zajednice i natjecati se s autohtonim populacijama školjkaša.

## Bioobraštaj:

- Velike nakupine zebrastih dagnji mogu začepiti sustave za unos vode i potopljenu infrastrukturu, povećavajući troškove održavanja.

## Promijenjena dinamika hranjivih tvari:

- Dok zebraste dagnje uklanjaju suspendirane hranjive tvari, one također mogu doprinijeti lokaliziranom oslobađanju hranjivih tvari iz sedimenta, potencijalno pogoršavajući eutrofikaciju u određenim uvjetima.



# Ekonomska održivost i iskorištavanje biomase

- Analiza troškova uzgoja zebraste dagnje
  - Uspostava akvakulture zebraste dagnje zahtijeva početna ulaganja u:
    - Infrastruktura (linije ili viseće mreže)
    - Praćenje i održavanje
    - Oprema za sakupljanje biomase

Ekonomski modeli sugeriraju da je trošak po hektaru uzgoja zebrastih dagnji niži od konvencionalnih tehnika uklanjanja hranjivih tvari kao što su jaružanje sedimenta ili napredno pročišćavanje otpadnih voda.

- Sposobnost ostvarivanja prihoda od biomase dagnji dodatno povećava ekonomsku izvedivost.



Ova studija slučaja primjer je ključnih načela DiBluCa demonstrirajući učinkovite strategije temeljene na ekosustavu koje se istovremeno bave upravljanjem okolišem, promiču biološku raznolikost i nude potencijalne ekonomske koristi.

Prikazuje integraciju znanstvenih istraživanja s praktičnim mjerama upravljanja, služeći kao model za održivo korištenje vodnih resursa.

## ŠTO GA ČINI KORISNIM ZA PROMOCIJU DIBLUCA?

# Obrazovni, okolišni i klimatski utjecaj



## Gospodarska otpornost

Potiče regionalnu i  
međunarodnu  
suradnju za inicijative  
za očuvanje okoliša



## Obrazovni utjecaj

Stvara obrazovne  
mogućnosti za  
informiranje i izgradnju  
kapaciteta među  
dionicima o praksama  
upravljanja održivim  
vodenim ekosustavima



## Utjecaj na okoliš

Smanjuje  
eutrofikaciju, izravno  
poboljšavajući kvalitetu  
i bistrinu vode



## Klimatski utjecaj

Pozitivno doprinosi  
djelovanju u području  
klime sekvestracijom  
uglika i hranjivih tvari u  
prikupljenoj biomasi





## Literatura:

1. *Development of a methodology for the culture and collection of filter-feeding bivalve molluscs for the removal of biogenic substances from the curonian lagoon. (2021). Klaipėda. (n.d.).*

## Korisne informacije:

- Web stranica: Projekt [Updating the Programme of Measures and Implementation of Measures to Achieve Good Environmental Status in the Lithuanian Baltic Sea](#)

Sadržaj povezan s ovom studijom slučaja identificiran je iz javnih informacija koje objavljuju vlasnici sadržaja.

Odricanje:

Potpore Europske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobravanje sadržaja koji odražava samo stajališta autora i Komisija se ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu uporabu informacija sadržanih u njoj.