

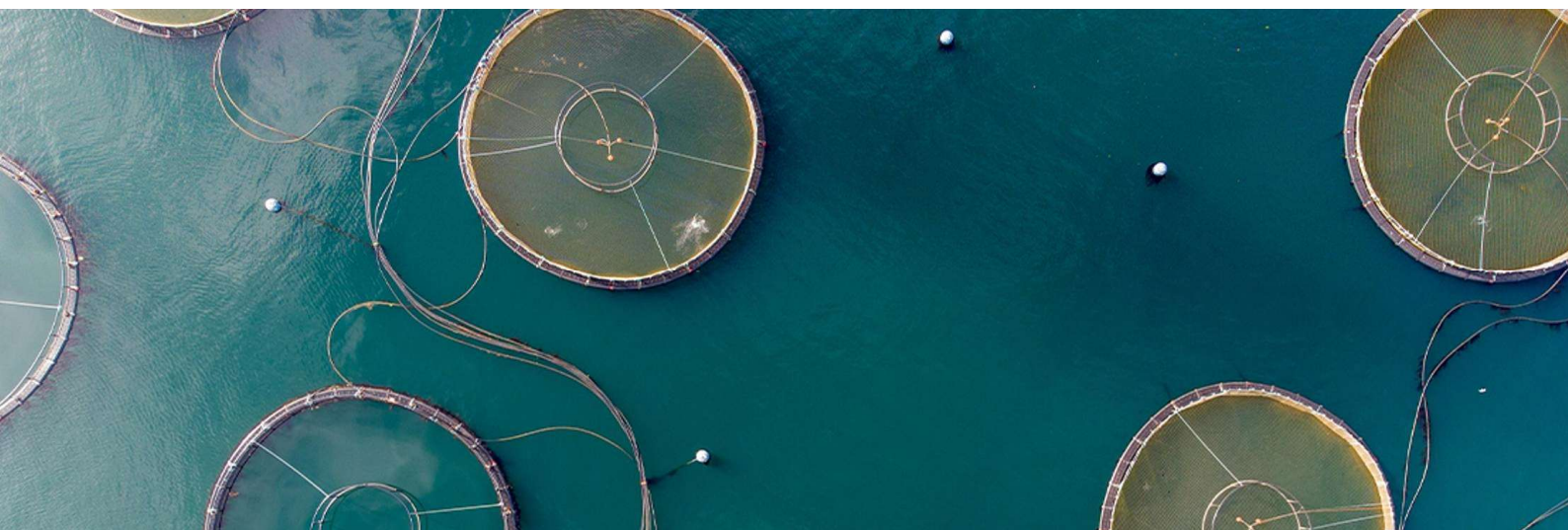


AZA4ICE

Interreg
Euro-MED



Co-funded by
the European Union



Veljača 2026

AZA4ICE Akcijski plan

AZA4ICE Akcijski plan za provedbu kružnih
praksi u akvakulturi na pilot području estuarija
rijeka Krke

<https://aza4ice.interreg-euro-med.eu>



UNIVERSITY OF
PATRAS
ΠΑΤΡΑΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ



IMC
International
Marine Centre



Junta de Andalucía
MEDITERRANEO



POLE MER
MEDITERRANEO



PUBLIC INSTITUTION
DEVELOPMENT AGENCY
OF ŠIBENIK-KVAR COUNTY



AH
AGENCIJA ZA
POSREDOVANJE
U PROMETU NEKRETNIM
PRAVNIM PREDMETIMA



CHAMBER OF
ECONOMY OF
MONTENEGRO



IPMA
Instituto Português
do Mar e da Atmosfera



Broj isporučevine (Deliverable ID)

Akronim projekta	AZA4ICE
Naziv projekta:	Dodijeljene zone za kružno gospodarstvo kao pokretač tranzicije prema uključivom i kružnom gospodarstvu u sektoru akvakulture, poticanjem novih poslovnih prilika i razvoja ekološki osviještenog društva
Misija projekta:	Jačanje inovativnog i održivog gospodarstva
Prioritet programa:	Greener MED
Specifični cilj:	RSO2.6 – Promicanje tranzicije prema kružnom i resursno učinkovitom gospodarstvu
Vrsta projekta:	Pilot projekt (tematski projekt)
Trajanje projekta:	01/01/2024 – 30/09/2026 (33 mjeseca)

Naziv isporučevine:	AZA4ICE Akcijski planovi – Akcijski plan za provedbu kružnih praksi u akvakulturi na pilot području estuarija rijeke Krke
Broj isporučevine:	D.3.2.2
Vrsta isporučevine:	Akcijski plan
Broj radnog paketa:	WP 3
Naziv radnog paketa:	Tranzicija prema uključivom i kružnom gospodarstvu (ICE) u sektoru akvakulture
Naziv aktivnosti:	Izrada akcijskih planova za tranziciju prema uključivom i kružnom gospodarstvu u sektoru akvakulture
Broj aktivnosti:	Activity 3.2.
Odgovorni partner (autor):	Javna ustanova Razvojna agencija Šibensko-kninske županije
Uključeni partneri:	-



Povijest dokumenta

Versions	Date	Document status	Delivered by
Verzija 1.0	28/02/26	Draft	PI DA SKC



Sadržaj

Broj isporučevine (Deliverable ID)	2
Povijest dokumenta	3
Sadržaj	4
Kratice	5
Sažetak	6
1. Uvod	7
1.2 Opseg i ciljevi	7
1.1.1 Lokacija i geografske značajke estuarija rijeke Krke	9
1.2 Kontekst	10
2. Uloge i odgovornosti ključnih dionika	12
3. Regionalne potrebe, izazovi i prilike	13
4. Postojeći zakonodavni/regulatorni okvir i postupci izdavanja dozvola	15
4.1 Ključni zakonodavni akti, propisi i nadležna / uključena tijela	15
4.3 Pregled postupaka izdavanja dozvola i nadležnih tijela	19
4.4. Financiranje i integracija inovativnih akvakulturnih proizvoda u pravni / regulatorni / licencni okvir	20
6. Vizija	24
7. Potencijal C-AZA rezultata	26
8. Predložene aktivnosti	28
8.1 Ključne aktivnosti i intervencije	28
8.2 Odgovorni dionici	32
8.3 Vremenski okvir	34
8.4 Financijski aspekti i izvori financiranja	37
9. Praćenje i pokazatelji	40
9.1 Pokazatelji uspješnosti	40
9.2 Praćenje i prilagodba	42
10. Zaključak	45
Prilog 1 – Ključni zakonodavni akti, propisi i nadležna/uključena tijela	46
Prilog 2 – Rezultati projekta BLUEfasma	47
Prilog 3 – Prikupljanje podataka iz dokumenta D 1.2.1 Rezultati testiranja	52
Tablice i slike	73
Popis izvora	73
Popis tablica	75
Popis slika	77



Kratice

ASC - Aquaculture Stewardship Council certification

AZA - Allocated Zones for Aquaculture

BRAVE - Building Resilience and Adaptive Vision for the Adriatic Sea Environment

C-AZA - Circular- Allocated Zones for Aquaculture

EMFAF - European Maritime Fisheries and Aquaculture Fund

Euro-MED - je transnacionalni program EU suradnje koji financira projekte između zemalja mediteranske regije. Dio je programa Interreg (European Territorial Cooperation) unutar EU kohezijske politike.

IMTA - Integrated Multi-Trophic Aquaculture

INTERREG - je program Europske unije za prekograničnu, transnacionalnu i međuregionalnu suradnju, kroz koji se financiraju zajednički projekti između regija i država.

IOF – Institut za oceanografiju i ribarstvo

IRB - Institute Ruđer Bošković

KPI - Key performance indicators

LiRRIE - Living Responsible Research Innovation Ecosystems

MPA - Marine Protected Area

NGO - Non-Governmental Organization– nevladina organizacija

PO - Producers organization

RAS - Recirculation Aquaculture System

SKŽ – Šibensko -kninska županija

SME - Small and Medium-sized Enterprises

VUŠ - Veleučilište u Šibeniku

WWF - World Wildlife Fund



Sažetak

Projekt AZA4ICE usmjeren je na poticanje tranzicije prema **uključivom i kružnom gospodarstvu** u sektoru akvakulture, s ciljem razvoja novih poslovnih prilika i jačanja ekološke osviještenosti društva kroz primjenu inovativnog pristupa prostornom planiranju ekosustava, integriranog s kružnim proizvodnim sustavima u priobalnim i kopnenim vodama.

Glavni izazovi koji se kroz projekt AZA4ICE nastoje zajednički adresirati uključuju nedostatak strategija održivog razvoja, relativno ograničene kapacitete javnog sektora, tradicionalnu primjenu linearnih modela gospodarstva u akvakulturi, složen zakonodavni i licencni okvir, nedostatak dijaloga među dionicima te ograničen pristup prostoru. Ovi izazovi rješavaju se primjenom instrumenta **Dodijeljenih zona za kružnu akvakulturu (C-AZA – Circular Allocated Zones for Aquaculture)**.

Ovaj dokument izrađen je u okviru programa INTERREG Euro-MED 2021.–2027., unutar projekta AZA4ICE, kao dio aktivnosti 3.2. „Izrada akcijskih planova za tranziciju prema uključivom i kružnom gospodarstvu u sektoru akvakulture“. Cilj aktivnosti je razvoj regionalnog akcijskog plana temeljenog na sudjelovanju više dionika, kojim se integriraju prakse kružne akvakulture. Plan se oslanja na spoznaje i metodologije razvijene kroz projektne procese **Living Responsible Research Innovation Ecosystems (LiRRIE)**, čime se osigurava uključivanje različitih interesnih skupina i usklađenost s lokalnim potrebama.

Dokument naglašava prenosivost i skalabilnost pristupa te nudi fleksibilan okvir koji se može prilagoditi drugim regijama i sektorima. Ključni rezultati uključuju jasno definiranu metodologiju, učinkovito uključivanje dionika te mehanizme za dugoročnu provedbu i održivost Akcijskog plana.

Dokument predstavlja praktičan vodič za sve dionike uključene u tranziciju prema održivom i kružnom sustavu akvakulture na euro-mediteranskom području i šire.



1. Uvod

Tranzicija prema uključivom i kružnom gospodarstvu u sektoru akvakulture ključna je za osiguravanje okolišne održivosti, gospodarske otpornosti i društvene uključenosti na euro-mediteranskom području. Međutim, provedba ove tranzicije suočava se s brojnim izazovima, uključujući regulatornu fragmentiranost, ograničene resurse te potrebu za međusektorskom suradnjom. Rješavanje navedenih izazova zahtijeva strukturiran i koordiniran pristup, što je ujedno i temeljni cilj projekta AZA4ICE.

Ovaj dokument predstavlja smjernice za provedbu kružnih praksi u akvakulturi na području Šibensko-kninske županije (ŠKŽ), kroz valorizaciju rezultata testiranja metodologije AZA4ICE **na pilot lokaciji estuarija rijeke Krke** te kroz participativni i ko-kreativni rad proveden u okviru LiRRIE procesa na području Jadranske regije.

S obzirom na prilagodljivost metodološkog pristupa, smjernice iz ovog dokumenta moguće je primijeniti i na drugim područjima koja imaju slične okolišne i ekosustavne karakteristike kao pilot područje Krke.

1.2 Opseg i ciljevi

Akcijski plan izrađen je na temelju rezultata aktivnosti provedenih u okviru projekta. Svaka pojedina aktivnost doprinijela je određenom aspektu predmetne tematike, a zajedno čine osnovu za uvođenje sustava kružne akvakulture na područjima koja imaju slične okolišne parametre kao pilot područje estuarija rijeke Krke.

U okviru projekta provedene su sljedeće aktivnosti:

- **D.1.2.1 Rezultati testiranja na pilot području estuarija rijeke Krke** - Rezultati su dobiveni na temelju jednogodišnjeg istraživanja provedenog sukladno metodologiji AZA4ICE s ciljem definiranja Dodijeljenih zona za kružnu akvakulturu (C-AZA) za predmetno pilot područje. Prikupljeni i evaluirani podaci obuhvaćali su parametre poput: pogodnosti lokacije (site suitability) i pogodnosti vrsta (species suitability), evaluacije prikladnih IMTA/RAS modela i kružnih praksi, prezentacije i vrednovanja rezultata te procjene podataka kroz uključivanje dionika.
- **D.2.2.2 Izvješće o LiRRIE procesu** - Opis provedbe LiRRIE metodologije koja osigurava uključivanje dionika i ko-kreaciju rješenja, čime se uspostavlja primjenjiv mehanizam koji se može koristiti i u drugim regijama te u različitim područjima javnih politika.
- **D.2.3.1 Pregled zakonodavnog/regulatornog okvira i postupaka izdavanja dozvola u akvakulturi** - Analiza postojećeg zakonodavnog i regulatornog konteksta te postupaka izdavanja dozvola koji oblikuju razvoj



akvakulturnih aktivnosti, uključujući inovativne kružne proizvodne sustave (npr. IMTA/RAS).

- **D.2.2.1 Utvrđivanje početne razine kružnosti primjenom BLUEfasma alata za samoprocjenu kružnosti** - Socio-ekonomsko istraživanje provedeno među malim i srednjim poduzećima (MSP) iz lokalnog područja u sektoru ribarstva i akvakulture primjenom alata za samoprocjenu kružnosti. Cilj upitnika bio je procijeniti njihovu spremnost i opredijeljenost za razvoj poslovanja u skladu s okolišno prihvatljivim modelima upravljanja.
- **D.3.1.1 Vodič za kružne poslovne prakse i prilike u akvakulturi** - Dokument usmjeren na načela kružnog gospodarstva, održivost, prakse nultog otpada i postizanje dobrog stanja okoliša. Predložak je osmišljen za prikupljanje informacija od partnerskih zemalja projekta AZA4ICE radi izrade vodiča „Tranzicija prema kružnoj akvakulturi – Vodič za održive poslovne prakse i prilike“.

Tijekom provedbe projektnih aktivnosti poseban naglasak stavljen je na suradnju, komunikaciju i edukaciju dionika kroz LiRRIE procese.

Akcijски plan nastoji identificirati i adresirati uočene nedostatke tijekom provedbe projektnih aktivnosti, a koji uključuju:

- zakonodavni okvir nedovoljno prilagođen kružnim praksama u sektoru akvakulture
- nedostatak aktivnog upravljanja i uključivanja dionika u mjere očuvanja i zaštite okoliša
- nedostatak dostupnih podataka potrebnih za prilagodbu inovativnog IMTA modela postojećem trofičkom morskom sustavu
- linearno upravljanje otpadom u sektoru akvakulture
- nedostatak infrastrukture i tehnologije za kružne procese u gospodarenju otpadom i korištenju nusproizvoda akvakulture
- porast klimatske nestabilnosti i prateće negativne posljedice
- nedovoljno razvijeno tržište za proizvode kružnog gospodarstva
- nedostatak znanja, vještina i dijaloga unutar modela petostruke uzvojnice (quintuple helix)
- nedostatna informiranost javnosti o uključivim i kružnim gospodarskim aktivnostima

Ovaj Akcijски plan nastoji obuhvatiti navedene nedostatke te postaviti realne ciljeve za uvođenje kružnih procesa u lokalne i regionalne prakse akvakulture.

Primarna ciljna skupina ovog dokumenta obuhvaća dionike modela petostruke uzvojnice iz sektora akvakulture, koji su već identificirani i uključeni u LiRRIE radionice, a koje su osigurale participativni okvir za njihovo sudjelovanje u projektu. Nadalje, dokument je relevantan za sve aktere uključene u tranziciju prema uključivom i kružnom gospodarstvu u sektoru akvakulture.



Dokument može biti od posebnog interesa za donositelje javnih politika i regulatorna tijela koja oblikuju politike održivosti u sektoru, budući da imaju ključnu ulogu u stvaranju poticajnog okruženja za primjenu načela kružnog gospodarstva. **Privatni sektor**, osobito proizvođači, prerađivači i pružatelji tehnoloških rješenja, također su važni korisnici ovog dokumenta jer su neposredno uključeni u provedbu održivih praksi. Također se potiče interes **istraživačkih institucija i organizacija civilnog društva** koje se bave kružnim gospodarstvom i održivošću akvakulture, radi praćenja najnovijih znanja, znanstvenih dostignuća i primjera dobre prakse.

1.1.1 Lokacija i geografske značajke estuarija rijeke Krke

Rijeka Krka izvire podno planine Dinare u zaleđu sjeverne Dalmacije i teče 50 km kroz sjevernodalmatinsku kršku zaravan (Roglić, 1957). Njezin kanjon usječen je u karbonatnu platformu Dinarida (Herak, 1972). Rijeka ima složen podzemni tok, a površina sliva iznosi 469 km² (Bonacci i Ljubenković, 2005). Prosječni protok rijeke Krke kod Skradinskog buka iznosi 48,9 m³/s (Bonacci i Roje-Bonacci, 2017).

Nakon Skradinskog buka, voda utječe u more – lagano se naslanja na gušći morski sloj i stvara izrazito stratificirani estuarijski sustav (Žutić i Legović, 1987).

Estuarij rijeke Krke dug je 22 km te je, zbog svojih specifičnih krajobraznih obilježja i istodobne prisutnosti uzgoja ribe i školjkaša, odabran kao pilot područje projekta.

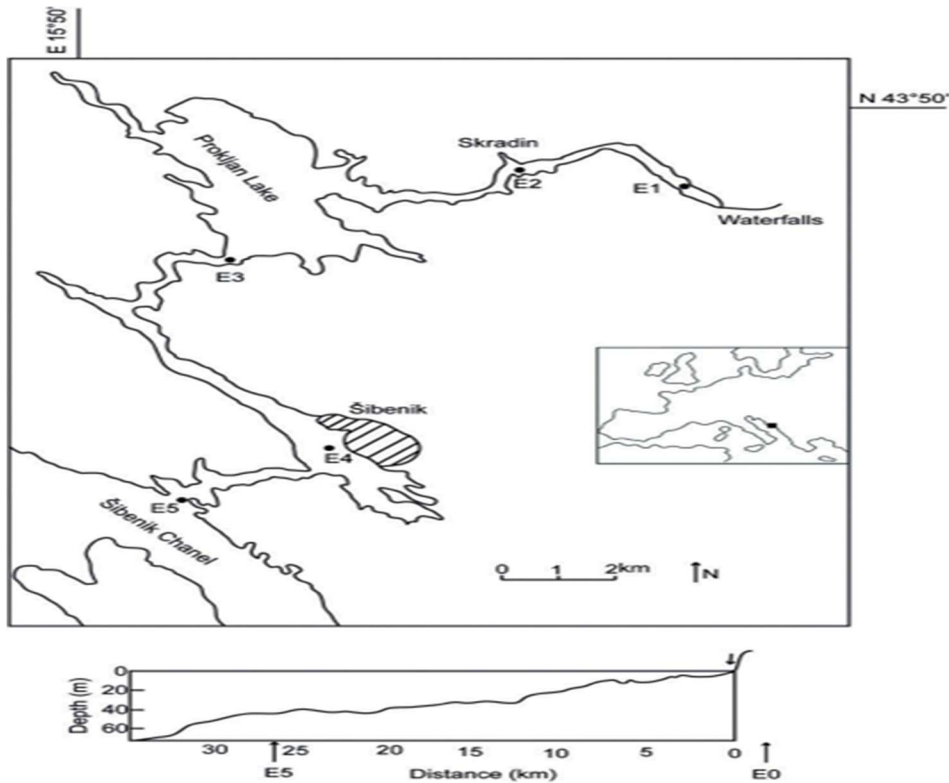
Na slici (Slika 1) pojedini dijelovi područja označeni su na sljedeći način:

E1 – Rijeka Krka formira prirodno akumulirano Visovačko jezero te sedam sedrenih barijera, od kojih je posljednja Skradinski buk, kroz koji voda protječe brzinom od 48,9 m³/s.

E2 i E3 – Nakon Skradinskog buka rijeka utječe u more i stvara izrazito stratificirani estuarijski sustav. Gornji dio estuarija proteže se uz grad Skradin, širi se u Prokljansko jezero te nastavlja kanjonom uz krak prema naselju Zaton do Šibenskog mosta.

E4 i E5 – Donji dio estuarija širi se u šibenskoj luci. Ovakva podjela podudara se sa sedimentacijskim karakteristikama estuarija (Cukrov i sur., 2010). Kanal sv. Ante nastavlja se prema šibenskoj luci, a estuarij završava kod tvrđave sv. Nikole, gdje se os kanala sv. Ante presijeca s obalnom linijom Šibenskog kanala.

Dubina estuarija postupno se povećava od 2 m na početku estuarija do 42 m na njegovom završetku.



Slika 1. Prikaz estuarija rijeke Krke od Skradinskog buka do tvrđave sv. Nikole (Viličić i sur., 1989.)

1.2 Kontekst

Pilot područje projekta Krka u cijelosti se nalazi unutar administrativnog područja Grada Šibenika te obuhvaća dijelove naselja Raslina, Zaton i Šibenik, dok se u neposrednoj blizini, izvan obuhvata projekta, nalazi naselje odnosno Općina Bilice. Na navedenom području živi približno 50.000 stanovnika.

Zbog svojih specifičnih obilježja, osobito izražene stratifikacije voda bogatih hranjivim tvarima, područje Krke predstavlja biološki vrlo **produktivan ekosustav** te je značajno mrijestilište, rastilište i hranilište brojnih organizama, ponajprije riba.

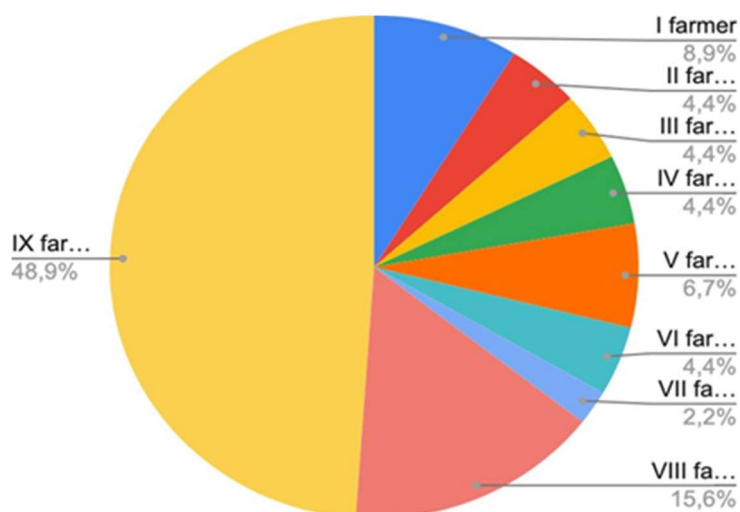
Zbog visoke koncentracije fitoplanktona u površinskom sloju mora, ekosustav karakterizira visok udio filtratora.

Uz prirodne značajke, cjelokupno područje pogodno je za **uzgoj školjkaša i ribe**. Zona za uzgoj školjkaša obuhvaća 54 uzgojna polja, dok je za uzgoj ribe predviđeno 6 polja. Uzgoj školjkaša posebno je značajan zbog tradicije i specifičnosti područja u pogledu marikulturnih aktivnosti.

Prema dostavljenim nacionalnim podacima, devet uzgajivača u estuariju bavi se uzgojem školjkaša.

Jedno trgovačko društvo posjeduje koncesije koje obuhvaćaju gotovo 50 % ukupne

površine raspoloživog uzgojnog kapaciteta. Ostali koncesionari provode uzgoj dagnji na površinama koje zauzimaju 10 – 15 % ukupne uzgojne zone (Slika 2).



Slika 2. Veličina uzgojnih površina u estuariju rijeke Krke (Zaninović, 2022.)

U 2021. godini procijenjeni maksimalni potencijal uzgojnog kapaciteta iznosio je 3.691 t/god. Međutim, unatoč postojećim mogućnostima, proizvodnja je u padu, prema prikupljenim alternativnim podacima iz prethodnih godina.

Područje Krke zaštićeno je u kategoriji **značajnog krajobraza** te su sve intervencije u prostoru provedene u skladu s očuvanjem integriteta i strukture prostora.

Očuvanje ovog zaštićenog krajobraza od antropogenog utjecaja postojećih gospodarskih aktivnosti i onečišćenja može se dodatno unaprijediti uvođenjem **kružnog upravljanja** u sve aktivnosti na području. Poboljšanjem kvalitete vode i osiguravanjem dodatnog izvora hrane za uzgojne organizme kroz primjenu IMTA sustava, moguće je povećati proizvodnju školjkaša na pilot području Krke.

Uzimajući u obzir sve potrebne aktivnosti za unapređenje postojećih djelatnosti, u suradnji s relevantnim dionicima, Akcijski plan će definirati smjernice za održive prakse koje se mogu replicirati ne samo na lokalnoj razini, već i na područjima sličnih okolišnih, biotičkih i društvenih obilježja.



2. Uloge i odgovornosti ključnih dionika

Projekt AZA4ICE razvija višerazinsku i međusektorsku metodologiju uključivanja dionika koju projektni partneri primjenjuju kroz uspostavu obrazaca suradnje – LiRRIE procesa. Metodologija se temelji na **BLUEfasma Living Lab pristupu**, nadograđenom načelima odgovornog istraživanja i inovacija (Responsible Research and Innovation – RRI) Europske komisije, u skladu s RRI Roadmapom (projekt MARINA).

Time AZA4ICE nadilazi klasični Living Lab pristup, stavljajući naglasak na zajedničko stvaranje (co-creation) i zajedničko donošenje odluka (co-decision) uključenih dionika, utemeljeno na zajedničkoj viziji definiranoj na početku LiRRIE procesa.

Članovi LiRRIE platforme predstavljaju model petostruke uzvojnice (quintuple helix), odnosno:

- akademsku zajednicu
- industriju
- javnu upravu
- civilno društvo
- okoliš

Uključeni su i dionici iz drugih sektora (npr. turizam), s obzirom na koegzistenciju akvakulture s drugim gospodarskim djelatnostima u prostoru.

Akadska zajednica (obrazovni sustav)

Usmjerena je na prijenos znanja, poticanje inovacija, provedbu socio-ekonomskih analiza te unapređenje tehnologija radi smanjenja neizvjesnosti u razvoju sektora.

Industrija (gospodarski sustav)

Ubrzava inovacije temeljene na znanstvenim istraživanjima, upravlja procesom uvođenja novih proizvoda na tržište te promiče okolišno prihvatljiva rješenja.

Javna uprava (politički sustav)

Razvija transparentne, primjenjive i skalabilne politike u području znanosti i inovacija te osigurava procjenu tehnologija kao potporu demokratskom donošenju odluka.

Civilno društvo (javnost/mediji)

Ističe inovacije koje dolaze „odozdo“, promiče kulturu održivosti te djeluje kao most u osiguravanju transparentnosti i odgovornosti.

Prirodni okoliš

Predstavlja kontekst i ograničavajući okvir za ekološke inovacije, osiguravajući održivi razvoj i smanjenje negativnih utjecaja na okoliš.



3. Regionalne potrebe, izazovi i prilike

Tijekom početne faze LiRRIE procesa provedena je razmjena mišljenja s dionicima radi identifikacije lokalnih potreba, izazova i prilika. Ključne prikupljene informacije sažete su u nastavku.

Potrebe

- Bolja organizacija tržišta i jačanje samostalnih poslovnih kompetencija uzgajivača – edukacija.
- Pronalaženje rješenja za smanjenje sive i crne ekonomije.
- Razvoj marketinških strategija.
- S obzirom na proizvodne kapacitete područja, potrebno je učinkovitije upravljati uzgojnim potencijalom radi povećanja količina školjkaša za tržište.
- Uvođenje strateških smjernica za održivu akvakulturu u zakonodavni okvir, prostorne planove i obvezujuće akte.

Izazovi

- Očuvanje visoko produktivnog bočatog područja određenog prostornim planovima za akvakulturu, koje omogućuje brzi rast školjkaša.
- Održavanje stabilne količine mlađi uzgajanih vrsta.
- Očuvanje tradicije akvakulture u estuariju rijeke Krke.
- Osiguravanje infrastrukture za provedbu pokusa u kontroliranim uvjetima kroz lokalni akvakulturni objekt – Centar za razvoj marikulture Alu-Tech.
- Održavanje kvalitetne suradnje između lokalnih dionika modela petostruke uzvojnice: javne uprave, znanosti, civilnog društva, industrije i okoliša

Prilike

- Zapošljavanje lokalnog stanovništva povećanjem proizvodnje uzgajanih vrsta i uvođenjem novih IMTA vrsta.
- Unapređenje upravljanja zaštićenim područjem Krke.
- Razvoj uzgoja novih vrsta školjkaša (jakobove kapice, alge, morski krastavci).
- Proširenje tržišta brendiranjem estuarija rijeke Krke kao ekološkog područja (uvođenjem IMTA sustava).



Slika 3. Estuarij rijeke Krke



4. Postojeći zakonodavni/regulatorni okvir i postupci izdavanja dozvola

4.1 Ključni zakonodavni akti, propisi i nadležna / uključena tijela

Nacionalni zakonodavni okvir čini temeljni Zakon o akvakulturi te prateći podzakonski propisi (Prilog 1).

Zakon o akvakulturi (Narodne novine br. 130/2017, 111/2018, 144/2020, 30/2023, 14/2024) predstavlja temeljni pravni akt kojim se uređuje sektor akvakulture. Zakon je usklađen s dokumentima Zajedničke ribarstvene politike Europske unije, čija je provedba, u dijelu koji se odnosi na akvakulturu, propisana navedenim aktom. Akvakultura u Republici Hrvatskoj ima stratešku gospodarsku vrijednost te je uključena u više nacionalnih strateških dokumenata.

Operativni program za pomorstvo i ribarstvo iz prethodnog financijskog razdoblja (2016.–2020.) preimenovan je u **Program za ribarstvo i akvakulturu 2021.–2027.** (u daljnjem tekstu: Program). Program je ključni dokument kojim se definiraju prioritete i ciljevi koji se ostvaruju provedbom mjera strukturne politike u sektoru akvakulture, sufinanciranih iz Europskog fonda za pomorstvo, ribarstvo i akvakulturu (EMFAF).

Zakon o akvakulturi definira ciljeve razvoja akvakulture te njezinu gospodarsku, ekološku i društvenu ulogu:

- a) unapređenje konkurentnosti akvakulture i njezine održivosti u socio-ekonomskom smislu
- b) povećanje ukupne proizvodnje u akvakulturi uz poštivanje načela gospodarske, društvene i ekološke održivosti

U okviru zakonskog okvira utvrđeni su nacionalni ciljevi razvoja akvakulture, definirani kroz **Nacionalni plan razvoja akvakulture do 2027. godine** (u daljnjem tekstu: Plan).

Plan je donesen temeljem članka 5. Zakona o akvakulturi, kojim se propisuje obveza donošenja višegodišnjeg nacionalnog plana razvoja akvakulture od strane Vlade Republike Hrvatske, sukladno članku 34. Uredbe (EU) br. 1380/2013 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2013. o Zajedničkoj ribarstvenoj politici.

U okviru Plana definirana su četiri specifična cilja razvoja akvakulture:

1. povećanje produktivnosti i otpornosti proizvodnje u akvakulturi na klimatske promjene
2. jačanje konkurentnosti sektora akvakulture



3. doprinos oporavku gospodarstva i poboljšanju uvjeta života u ruralnim i obalnim područjima kroz jačanje sektora akvakulture
4. poticanje inovacija u sektoru akvakulture.

Nadležno tijelo za provedbu Zakona o akvakulturi je **Ministarstvo poljoprivrede** (u daljnjem tekstu: Ministarstvo). U okviru Ministarstva djeluje **Uprava ribarstva**, koja upravlja poslovima u sektoru ribarstva i akvakulture, izdaje dozvole, prikuplja statističke podatke te upravlja i nadzire provedbu mjera strukturne politike u okviru Programa.

Ministarstvo utvrđuje kriterije pogodnosti dijelova pomorskog dobra radi osiguranja temeljnih pretpostavki za određivanje zona za akvakulturu. Prostorni planovi propisuju kriterije za utvrđivanje pogodnosti dijelova pomorskog dobra, kopna i unutarnjih voda za obavljanje djelatnosti akvakulture.

Prethodnu suglasnost u postupcima izdavanja dozvola daju ministarstvo nadležno za zaštitu okoliša i prirode, ministarstvo nadležno za graditeljstvo i prostorno uređenje te ministarstvo nadležno za pomorstvo.

Odjel za akvakulturu, u okviru Uprave ribarstva, ključna je ustrojstvena jedinica za upravljanje poslovima u području akvakulture. Nadležna administrativna jedinica je Služba za akvakulturu, čiji su prioriteti:

- stručna osposobljenost za obavljanje djelatnosti akvakulture
- odobravanje obavljanja uzgojnih aktivnosti
- izdavanje dozvola za akvakulturu

Dodatnu institucionalnu potporu pružaju tijela državne uprave, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave, znanstvene organizacije, stručne institucije, pružatelji usluga u akvakulturi, komore, udruge, zadruge te proizvođačke organizacije priznate sukladno posebnim propisima.

Akvakultura je također prepoznata u **Nacionalnoj razvojnoj strategiji Republike Hrvatske do 2030. godine** kao sektor održivog razvoja, kroz unapređenje produktivnosti u klimatski pametnom i održivom okviru, primjenu novih digitalnih tehnologija i inovacija, jačanje konkurentnosti sektora te doprinos razvoju gospodarstva u ruralnim i obalnim područjima.

Sažeto, glavni izazovi novih strateških dokumenata odnose se na:

- konkurentno i inovativno gospodarstvo
- ekološku i energetska tranziciju prema klimatskoj neutralnosti
- prehrambenu samodostatnost i razvoj bioekonomije
- digitalnu tranziciju društva i gospodarstva
- razvoj potpomognutih područja i područja s posebnim razvojnim obilježjima
- jačanje regionalne konkurentnosti.



4.2 Integracija IMTA i RAS sustava u zakonodavni, regulatorni i licencni okvir

U novom **Pravilniku o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji** (NN 103/2024), kao i u temeljnoj **Uredbi (EU) 2018/848**, na kojoj se izravno temelji, IMTA (integrirana multitrofička akvakultura) nije definirana kao zaseban administrativni pojam, već je regulirana kroz koncepte održivog upravljanja otpadom i sinergije vrsta.

Ključni segmenti u kojima navedeni propisi potiču razvoj IMTA sustava uključuju:

1. Upravljanje otpadnim vodama i hranjivim tvarima

Pravilnik i Uredba zahtijevaju da svaki ekološki subjekt ima **Plan održivog upravljanja**. U tom kontekstu IMTA se smatra poželjnim modelom jer omogućuje korištenje prirodnih filtera (poput algi i školjkaša) za pročišćavanje vode.

IMTA sustav izravno odgovara zahtjevu za „smanjenje ispuštanja hranjivih tvari“, budući da organizmi nižih trofičkih razina (školjkaši, alge) apsorbiraju višak dušika i fosfora nastao uzgojem ribe.

2. Polikultura i bioraznolikost

Iako je u konvencionalnoj proizvodnji rijetko zastupljena, polikultura u ekološkoj proizvodnji predstavlja poželjan model, a IMTA je njezin idealan primjer. Sustav potiče korištenje različitih ekoloških niša u vodenom stupcu (riba u gornjim slojevima, školjkaši uz bočne strukture, rakovi ili bodljikaši pri dnu).

Sustavi uzgoja moraju održavati visoku razinu bioraznolikosti, što je temeljno načelo IMTA koncepta.

3. Hranidba životinja

Uredba propisuje stroga pravila vezana uz hranidbu. U IMTA sustavu vrste koje se ne hrane aktivno (poput školjkaša i algi) moraju hranu dobivati isključivo iz prirodnog okoliša, uključujući organske ostatke iz ribljeg dijela uzgoja, čime se zatvara krug kružnog gospodarstva.

4. Praćenje utjecaja na okoliš

U sustavima s više uzgajanih vrsta (IMTA) Uredba zahtijeva sustavno praćenje ispusta. IMTA se pritom tretira kao mjera ublažavanja utjecaja – ako uzgajivač dokaže da alge i/ili školjkaši učinkovito apsorbiraju otpadne tvari, lakše ispunjava strože ekološke kriterije kakvoće vode, dodatno pooštrene verzijom propisa iz 2024. godine.

IMTA u novom regulatornom okviru predstavlja praktično rješenje za ispunjavanje obveza vezanih uz „minimalni utjecaj na okoliš“ i „kružnu uporabu resursa“, čime se olakšava dobivanje i zadržavanje ekološkog certifikata.

Pravilnik o sustavu kontrole ekološke proizvodnje (NN 110/2022) u Republici



Hrvatskoj uspostavlja okvir za obveznu kontrolu, certificiranje i upis u Upisnik subjekata u ekološkoj akvakulturi, pozivajući se na Uredbu (EU) 2018/848 u pogledu detaljnih proizvodnih pravila.

Pravilnik propisuje standarde za podrijetlo uzgojnih jedinki, gustoću nasada i hranidbu, dok je financijska potpora sektoru uređena posebnim propisima.

Iako se pojmovi IMTA i RAS u Pravilniku rijetko izrijekom navode, oni su obuhvaćeni širim okvirom održive i ekološke proizvodnje. Uredba (EU) 2018/848 potiče održive polikulturene sustave i sustave koji oponašaju prirodne ekosustave.

Ključni izazovi u primjeni IMTA sustava

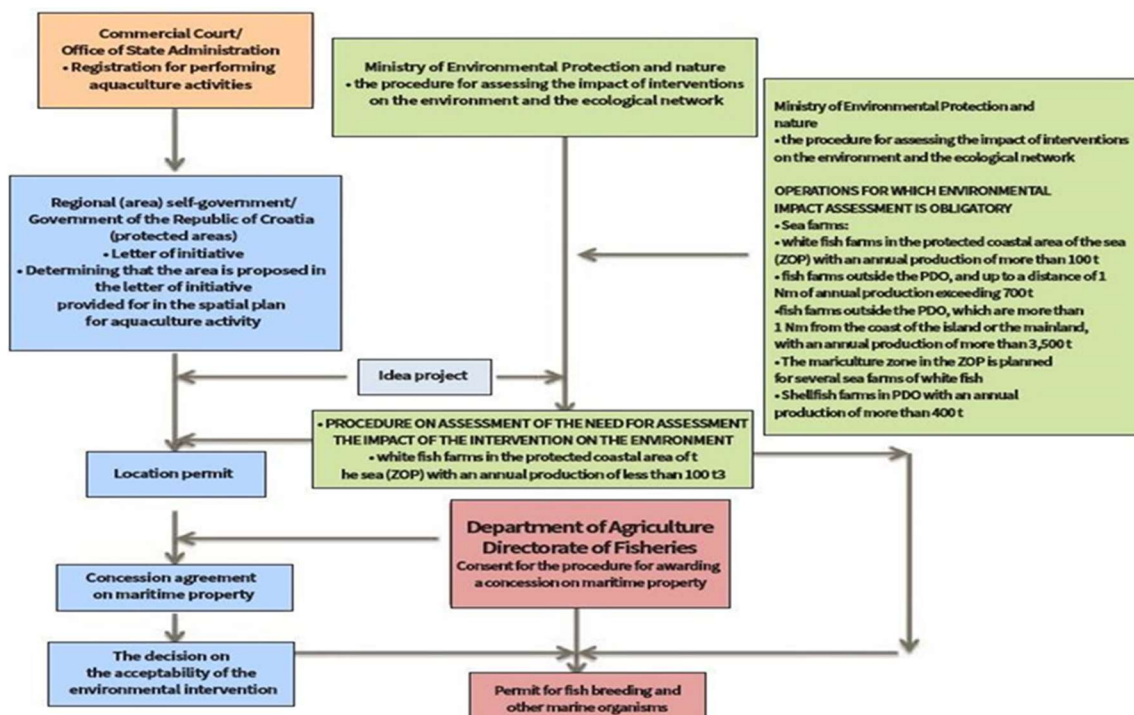
Glavni problem postojećeg regulatornog okvira (osobito u Hrvatskoj) jest činjenica da se akvakultura i dalje dominantno promatra kroz model monokulture, dok IMTA zahtijeva polikulturalni pristup.

Dodatno, prostorni planovi u pravilu predviđaju uzgoj jedne vrste po lokaciji, što otežava integraciju više trofičkih razina unutar istog koncesijskog područja.

Postoji i potencijalni konflikt između okolišnih i sanitarnih propisa. Primjerice, školjkaši se u IMTA sustavu postavljaju u blizini ribljih kaveza radi filtriranja viška hranjivih tvari (organskog otpada). Međutim, prema **Pravilniku o higijeni hrane** (NN 99/2007), školjkaši uzgojeni u blizini potencijalnih izvora onečišćenja (što riblji kavezi zbog fekalija mogu predstavljati) mogu imati poteškoće s klasifikacijom proizvodnog područja (zona A, B ili C), što otežava njihovo stavljanje na tržište za neposrednu ljudsku potrošnju.

Dodatni izazovi proizlaze iz drugih propisa koje su uzgajivači dužni poštovati prilikom uspostave uzgoja, a koji su često oblikovani prema linearnom modelu proizvodnje te nisu u potpunosti usklađeni s načelima kružnog gospodarstva.

4.3 Pregled postupaka izdavanja dozvola i nadležnih tijela



Slika 4. Postupak izdavanja dozvole za akvakulturu (Uprava ribarstva, 2014.)

Kriteriji za određivanje područja za akvakulturu na pomorskom dobru definirani su **Zakonom o koncesijama** (NN 69/2017, 107/2020) te drugim relevantnim propisima: **Zakonom o pomorskom dobru i morskim lukama** (NN 83/2023) i **Uredbom o postupku davanja koncesije na pomorskom dobru** (NN 10/2017).

Temelj uspješnosti akvakulture kao lokalne gospodarske djelatnosti jest odabir odgovarajuće lokacije i njezina zaštita, uz provedbu svih obveznih mjera zaštite okoliša utvrđenih odgovarajućim studijama. Osnovni planski instrument za uspostavu akvakulturne lokacije jest prostorni plan.

Akvakulturne zahvate u prostoru, na područjima određenima za tu namjenu, uređuju:

- Prostorni plan županije
- Prostorni plan grada/općine
- Generalni urbanistički plan

Njihovo donošenje temelji se na **Zakonu o prostornom uređenju** (NN 67/2023).

Radi očuvanja krajobraznih vrijednosti nužno je zadržati prirodne značajke prostora, uz poštivanje **Direktive Vijeća 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore** te područja uključenih u mrežu **Natura 2000**.

Prostorni plan, među općim ciljevima prostornog razvoja županije, navodi



selektivno usklađivanje marikulture s drugim korisnicima prostora. Na temelju tih ciljeva određuju se lokacije pogodne za uzgoj ribe, rakova i školjkaša.

Prije stupanja na snagu nove lokacijske dozvole potrebno je provesti postupak **ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš**, za koji je nadležno ministarstvo zaduženo za zaštitu okoliša i zelenu tranziciju. Također je potrebno izraditi **Studiju utjecaja na okoliš**, sukladno **Zakonu o zaštiti okoliša** (NN 80/2013, 153/2013, 78/2015, 12/2018, 118/2018).

Studija predstavlja temeljni dokument na temelju kojeg nadležno ministarstvo donosi rješenje kojim se dopušta obavljanje akvakulturne djelatnosti na određenom području.

Navedenim dokumentima može se utvrditi ukupni kapacitet svih uzgojnih objekata unutar iste zone predviđene za akvakulturu. Kapacitet se određuje uz primjenu mjera zaštite okoliša i programa praćenja stanja okoliša, kao i u odnosu na uzgojne instalacije (plutajući parkovi, kavezi i druge konstrukcije) koje moraju biti smještene unutar uzgojne zone.

Jedinica područne (regionalne) samouprave – županija – dodjeljuje koncesije na temelju važećih prostornih planova i lokacijskih dozvola koje obuhvaćaju cjelokupno akvakulturno područje.

Nakon sklapanja ugovora o koncesiji s privatnim subjektom, podnositelj može zatražiti **dozvolu za akvakulturu** od Ministarstva poljoprivrede. Sukladno članku 10., stavku 4. Zakona o akvakulturi, Ministarstvo vodi **Upisnik dozvola u akvakulturi**, koji se, sukladno stavku 5. istog članka, objavljuje na mrežnim stranicama Ministarstva. Sadržaj i način vođenja Upisnika propisani su **Pravilnikom o dozvoli za akvakulturu** (NN 17/2018).

Dobivanje dozvole za IMTA (integriranu multitrofičku akvakulturu) u Republici Hrvatskoj predstavlja složen postupak jer zahtijeva usklađivanje prostornog planiranja, zaštite okoliša i posebnih dozvola za uzgoj više različitih skupina organizama (npr. ribe i alge).

Zbog uvođenja više vrsta u proizvodni proces te potrebe za dokazivanjem njihove kompatibilnosti, izrada tehnološke studije izrazito je zahtjevna. Dodatno, otežano je dokazivanje sanitarne ispravnosti, iako je IMTA prema svojim načelima okolišno održiv sustav.

4.4. **Financiranje i integracija inovativnih akvakulturnih proizvoda u pravni / regulatorni / licencni okvir**

Specifični cilj Plana je poticanje inovacija u sektoru akvakulture, a kroz to je prvi cilj povećanje produktivnosti i otpornosti proizvodnje u akvakulturi na klimatske promjene:



Mjera 1.1. Povećanje ulaganja u učinkovite i održive tehnologije u akvakulturi

Ovom mjerom ojačat će se i poduprijeti projekti usmjereni na primjenu klimatski pametnih digitalnih tehnologija i rješenja u akvakulturi koja promiču proizvodnu i okolišnu održivost, pri čemu će prednost imati projekti koji povećavaju profitabilnost akvakulturnih poduzeća. U tom kontekstu prioritet će se dati projektima koji su usmjereni na ulaganja u okolišno održivu intenzifikaciju proizvodnih sustava u akvakulturi, kombiniranje intenzivno-ekstenzivnih sustava uzgoja, recirkulacijske sustave (RAS) ili integrirane multitrofičke akvakulturne (IMTA) sustave, kao jamstvo kontroliranih uvjeta uzgoja s kraćim proizvodnim ciklusom koji istodobno osigurava siguran proizvod.

Ovaj cilj Plana također je povezan s ciljevima i relevantnim dijelovima dokumenta Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu.

U okviru Programa IMTA sustavi i ekološka proizvodnja izravno su prioritetni kroz posebne mjere i kriterije bodovanja koji prijaviteljima daju značajnu prednost.

U nastavku su navedene ključne mjere za djelatnost akvakulture (među ostalima) te načini ostvarivanja dodatnih bodova:

1. Mjera II.10. „Akvakultura koja pruža usluge okoliša”

Ova mjera izravno je namijenjena subjektima koji primjenjuju okolišno prihvatljive metode, a IMTA koristi prirodne filtre poput algi i školjkaša za apsorpciju hranjivih tvari, što se smatra uslugom okoliša, čime se korisnicima omogućuje nadoknada dodatnih troškova ili izgubljene dobiti nastale takvim načinom rada.

2. Mjera II.1. „Inovacije u akvakulturi”

Ova mjera financira suradnju između znanstvenika i uzgajivača. Poseban naglasak stavlja se na razvoj kružnog gospodarstva i smanjenje okolišnog otiska.

Projekti usmjereni na razvoj IMTA protokola (npr. optimizacija uzgoja različitih vrsta na istoj lokaciji) ostvaruju veći broj bodova jer doprinose diversifikaciji i održivosti sektora.

3. Mjera II.2. „Proizvodna ulaganja u akvakulturi”

Poticanje održivih aktivnosti u akvakulturi, jačanje konkurentnosti proizvodnje u akvakulturi uz osiguravanje dugoročne okolišne održivosti aktivnosti.



5. Trenutačno stanje akvakulturnih poduzeća

5.1 Analiza zrelosti kružnog gospodarstva u Šibensko-kninskoj županiji

Istraživanje je provedeno na uzorku od 9 ključnih dionika, pri čemu dominira sektor ribarstva (55,6%), dok ostatak čine poduzeća iz akvakulture ili mješovitog poslovanja. Rezultati ukazuju na značajan nedostatak strateškog planiranja usmjerenog prema kružnom gospodarstvu. Iako su pojedini subjekti u svoje dokumente uključili opći pojam „održivost”, samo jedno poduzeće ima kružno gospodarstvo kao sastavni dio svoje poslovne strategije. Ovaj rezultat izravna je posljedica niske razine poznavanja samog koncepta te nedostatka razumijevanja načina na koji se kružni procesi mogu operativno integrirati u svakodnevni rad (Prilog 2).

A) Otpad, ambalaža i upravljanje resursima

Prakse upravljanja materijalima i dalje su čvrsto ukorijenjene u linearnim modelima:

Ambalaža – Nitko od ispitanika ne koristi višekratnu ambalažu. Prevladava jednokratna plastična ambalaža, dok se okolišno prihvatljivije varijante rijetko koriste.

Proizvodni otpad – Iako sektor generira velike količine biološkog otpada (ljuštura, kosti, koža, školjkaši), samo jedan ispitanik sustavno obrađuje ovu vrstu otpada.

Ribolovni i uzgojni alati/oprema – U ribarstvu se mreže i konopi u manjoj mjeri popravljaju i ponovno koriste (do 30%), osim kod jednog ispitanika koji doseže 70%. U akvakulturi samo jedno poduzeće popravlja dijelove kaveza (30%), dok ostali takvu opremu izravno zbrinjavaju kao otpad.

B) Kvantitativna procjena: „CE ljestvica” i spremnost na ulaganje

Kumulativnom analizom devet subjekata dobivene su sljedeće prosječne ocjene (Slika 5):

Položaj na ljestvici kružnog gospodarstva: 1,6

Ova niska ocjena potvrđuje da sektor u županiji primarno funkcionira prema klasičnom modelu „uzmi-proizvedi-odbaci”. Razina zrelosti je niska, a subjekti su tek na početku tranzicije.

Spremnost na ulaganje u kružno gospodarstvo: 3,2



Slika 5. Prosječna ocjena razine zrelosti kružnog gospodarstva i spremnosti poduzeća na ulaganje u Šibensko-kninskoj županiji

Spremnost na ulaganje ocijenjena je kao **srednja**. Postoji određeni interes za promjenom, ali on nije snažan jer poduzeća još uvijek ne prepoznaju jasnu ekonomsku korist od kružnih inovacija.

Trenutačno je kružno gospodarstvo u ribarstvu i akvakulturi u Šibensko-kninskoj županiji **nedovoljno razvijeno**. Ključna prepreka nije samo nedostatak kapitala, već prvenstveno **niska razina osviještenosti i znanja**. Činjenica da poduzeća ne prepoznaju konkretne prednosti kružnog modela (poput smanjenja troškova sirovina ili novih izvora prihoda od nusproizvoda) izravno ograničava njihovu motivaciju za ozbiljnija ulaganja. Bez ciljanih edukacija i demonstracije uspješnih modela, sektor će ostati zarobljen u neučinkovitim linearnim procesima.



6. Vizija

Vizija LiRRIE procesa u Hrvatskoj unutar projekta AZA4ICE jest provedba inovativnih, kružnih IMTA praksi u postojećem uzgoju ribe i školjkaša na pilot području Krke.

Poticanjem suradnje između lokalnih dionika, uzgajivača, javnih tijela, industrije i akademske zajednice, projekt ima za cilj unaprijediti akvakulturne prakse kroz kružne IMTA procese radi postizanja okolišne održivosti zaštićenog pilot područja i unapređenja uzgojnih praksi.

Vizija LiRRIE procesa u neposrednoj budućnosti:

- Izmijenjeni su prostorni planovi te je pripremljena odgovarajuća dokumentacija za razvoj potrebne infrastrukture i proizvodnju novih vrsta vodenih organizama u kružnom IMTA sustavu.
- Pilot projekt IMTA sustava uspostavljen je u prirodnom okruženju.
- Smanjena je količina organskog i anorganskog otpada u okolišu.
- Uvedene su inovativne metode uzgoja i nove uzgojne vrste (diversifikacija proizvodnje vodenih organizama).
- Poboljšana je društvena percepcija uzgoja vodenih organizama.
- Unaprijeđena je otpornost prirodnog okoliša na klimatske promjene, a posljedično je povećana otpornost uzgajanih organizama te stopa njihove proizvodnje.
- Smanjen je prijenos bolesti i parazita.
- Osigurana je održivost proizvodnih procesa i prihoda od uzgoja dodatnih vrsta te povećana proizvodnja tradicionalno uzgajanih vrsta na području Krke.

Šira slika LiRRIE vizije:

- Unaprijeđena je infrastruktura potrebna za istraživanje novih metoda uzgoja i novih prilika.
- Provedena su istraživanja inovativnih metoda mrijesta novih organizama (jastog, morski ježinci, alge, dagnje).
- Izmijenjeni su nacionalni, regionalni i drugi propisi vezani uz uvođenje novih proizvodnih procesa, potrebne infrastrukture i vrsta.
- Pronađena su tržišta za novouzgojene proizvode (osnovana je udruga ekoloških proizvođača).

**Opisna vizija:**

Izmjene i dopune prostornih planova provedene su i prilagođene rezultatima i preporukama smjernica projekta AZA4ICE, uz mogućnost uspostave kružnih procesa u akvakulturi. Predloženi plan proširen je u skladu sa smjericama strateškog dokumenta Obalni plan Šibensko-kninske županije i drugih strateških dokumenata koji predlažu održivi gospodarski razvoj proizvodnih procesa u akvakulturi. Proizvodnja postojećih uzgajanih vrsta (dagnje, kamenice) povećana je zbog poboljšanih i stabilnih okolišnih uvjeta postignutih uvođenjem novih kružnih sustava proizvodnje vodenih organizama (IMTA). U uspostavljenim kružnim sustavima uzgajane su nove, komercijalne vrste morskih organizama (poput algi, morskih ježinaca, morskih krastavaca i dr.). Zbog povećane primarne proizvodnje (uzrokovane postavljanjem instalacija s primarnim proizvođačima – algama), unaprijeđen je uzgoj rijetko uzgajanih vrsta na lokalnom području (poput jakobove kapice (*Pecten jacobaeus*) i prstaca (*Ruditapes decussatus*)). U za to opremljenom objektu provodi se eksperimentalni mrijest vrsta potrebnih za uvođenje u sustave kružnih praksi (npr. morski ježinci, jakobove kapice ili kamenice). Novoosnovana udruga ekoloških proizvođača, u suradnji s različitim znanstvenim, javnim i privatnim tijelima, osmišljava marketinške aktivnosti za nove proizvode na lokalnom i globalnom tržištu, identificira izazove i prepreke lokalnog akvakulturnog područja te kroz LiRRIE komunikaciju i Akcijski plan AZA4ICE nastoji rješavati pitanja koja se pred njih postavljaju. Krka postaje prepoznatljiv brend ekološkog i kružnog područja proizvodnje vodenih organizama.



7. Potencijal C-AZA rezultata

Projektni partner Razvojna agencija Šibensko-kninske županije u projektu AZA4ICE testirao je projektnu metodologiju koja ih je usmjerila na definiranje Dodijeljenih zona za kružnu akvakulturu (C-AZA) (Slika 6.). Koraci postavljeni kako bi obuhvatili prikupljanje podataka uključivali su procjenu pogodnosti lokacije (site suitability) i pogodnosti vrsta (species suitability), evaluaciju prikladnih IMTA/RAS modela i kružnih praksi te vrednovanje podataka. Svi ovi koraci definirani su kroz uključivanje dionika u svaki dio navedenih procesa putem LiRRIE radionica (Prilog 3.).

Temelj rezultata C-AZA je jednogodišnje praćenje okoliša i prikupljanje podataka na području Krke.

„Pogodnost vrsta” temeljila se prvenstveno na rasponu fiziološke tolerancije, tehnološkoj razvijenosti uzgoja, okolišnim karakteristikama promatranog vodenog tijela, tržišnoj potražnji, regulatornim zahtjevima te ekonomskoj isplativosti. Procjena pogodnosti vrsta predstavlja osnovu za završni korak C-AZA metodologije – procjenu „pogodnosti kružnosti” (circularity suitability).

Vrste koje bi se mogle implementirati u IMTA sustav na pilot području Krke te dubine na kojima bi trebale biti smještene u vodenom stupcu definirane su na temelju svih parametara „pogodnosti vrsta”:

Hranjene vrste: *Dicentrarchus labrax* – 20 m

Filtratori (suspension feeder): *Ostrea edulis* – 20 m

Detritivori (deposit feeder): *Holothuria tubulosa* – 20 m

Anorganske ekstraktivne vrste: *Ulva* sp. – 2 m

Ključna činjenica koju treba imati na umu pri razradi budućih IMTA opcija na području Krke jest da postoje značajne razlike u uvjetima uzgoja na različitim dubinama vodenog stupca.

Površinske vode trebale bi biti rezervirane za vrste tolerantne na niži salinitet, po mogućnosti anorganske ekstraktivne vrste poput *Ulva* sp., koje zahtijevaju visoku razinu sunčeve svjetlosti, dok bi ostale vrste trebalo smjestiti ispod oscilirajuće halokline, koja se ponekad nalazi na dubini većoj od 3 ili 5 metara od površine.

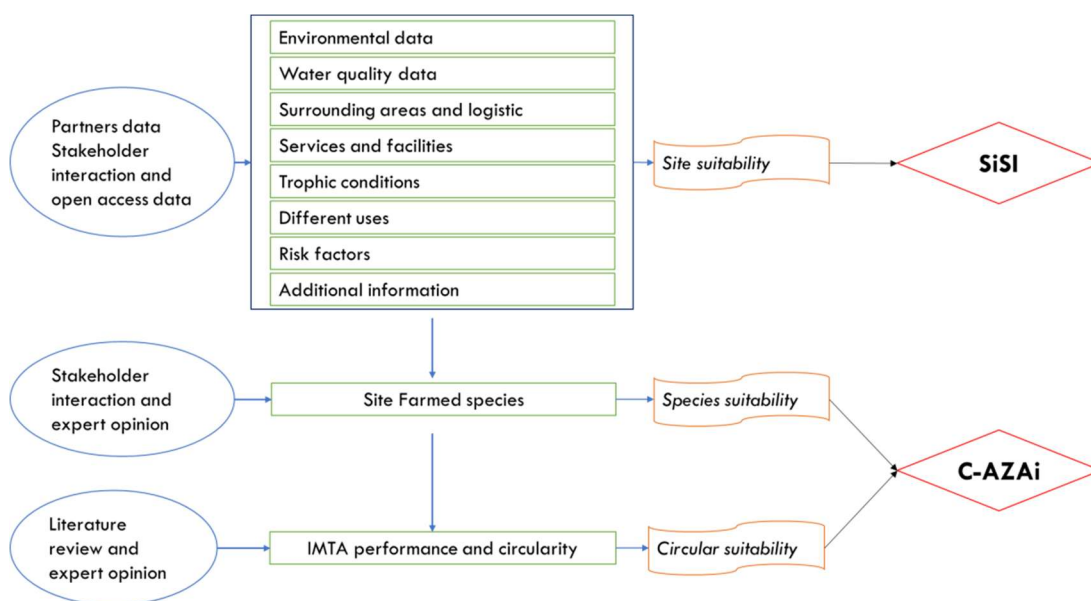
Potrebno je uspostaviti sustav kontinuiranog praćenja svakih 2 m od površine za parametre poput temperature, saliniteta i klorofila. Ovakav sustav praćenja na pilot području može se postaviti u okolišu radi boljeg određivanja kombinacije tehnologije i vrsta koje bi se mogle uvesti kao dio IMTA sustava u ovom specifičnom estuarijskom području.

Nadalje, pojedini profili vrsta mogu i trebaju se ažurirati tijekom vremena. Primjerice, tijekom izrade ovog izvješća utvrđene su nove spoznaje o toleranciji

vrste *Ostrea edulis* na salinitet, pri čemu je maksimalna vrijednost povećana na 60, a optimalni raspon na 20 – 50, što je promijenilo vrijednosti SSI indeksa vrste za približno 0,2 za ovo područje.

Uvjeti između različitih točaka uzorkovanja nisu se značajno razlikovali, međutim očití nalazi upućuju na to da bi detritivori trebali biti povezani s uzgojem hranjenih vrsta, jer je upravo na tim lokacijama utvrđen najviši sadržaj organske tvari u sedimentu. Ovaj faktor nije bio uključen u AZA4ICE izračune, ali bi ga trebalo uzeti u obzir u budućem praćenju ovog područja.

Pilot područje Krke ima iznimno visok akvakulturni potencijal jer se trenutačno dodijeljeni kapacitet za akvakulturu ne koristi u potpunosti za proizvodnju školjkaša. Razloge za takvu situaciju potrebno je dodatno istražiti, a povećanje postojećih kapaciteta nije predmet ovog istraživanja. Rezultat C-AZA metodologije predložio je diversifikaciju vrsta i proizvodnje. Najveća inovacija ove metodologije bila bi uključivanje anorganskih ekstraktivnih vrsta i detritivora u IMTA akvakulturne operacije koje se mogu provoditi na ovom području, budući da su hranjene vrste i filtratori već prisutni. Međutim, u ovaj novi akvakulturni sustav trebalo bi uključivati isključivo autohtone vrste.



Slika 6. Metodološki okvir provedbe metodologije AZA4ICE

Kvalitativne informacije vezane uz SiSi, IPI (IMTA performance index) i ICI (IMTA circularity index) bilo je teško u potpunosti prikupiti zbog specifičnosti lokacije ili ograničene dostupnosti podataka. To je područje koje se može dodatno istražiti ako IMTA sustav zaživi na ovom području, no za trenutačnu fazu smatramo da je ovo istraživanje u potpunosti ispunilo svoju svrhu.

Faza testiranja bila je izuzetno informativna i strateški usmjerena prema razvoju potencijala lokacije za morske IMTA sustave.



8. Predložene aktivnosti

8.1 Ključne aktivnosti i intervencije

Kao što je definirano u Poglavlju 1.1 Opseg i ciljevi, postoji nekoliko važnih izazova koji predstavljaju prepreke uvođenju uključivog i kružnog gospodarstva na pilot području akvakulture i u Hrvatskoj općenito.

Ovo poglavlje bavi se detaljnijom analizom navedenih nedostataka te predlaže odgovarajuća rješenja za svaki od tih problema:

a) Regulatorni i strateški izazovi (administrativno opterećenje i složenost)

Postupak ishoda dozvola i suglasnosti za akvakulturu može biti dugotrajan i složen. Trenutačno je zakonodavni okvir u Hrvatskoj više usmjeren na monokulturne sustave, a planiranje uvođenja IMTA sustava u uzgojne operacije često je u koliziji s lokalnim prostornim planovima. Troškovi ulaganja u inovativne IMTA procese su visoki, no dugoročno su isplativiji i okolišno prihvatljiviji od tradicionalnog uzgoja, međutim nedostaje pravni okvir koji bi te prednosti pretvorio u financijske poticaje ili smanjenje okolišnih naknada za proizvođače.

Rješavanje problema:

Rješavanje regulatornih i strateških izazova uvođenja IMTA sustava u Hrvatskoj zahtijeva integrirani pristup koji povezuje pravne reforme, tehnološke inovacije i međusektorsku suradnju. Poduzetnici i donositelji politika u LiRRIE procesima istaknuli su potrebu pojednostavljenja administrativnih postupaka radi olakšavanja inovacija i ulaganja, što predstavlja jedno od mogućih rješenja za bolju kružnu uključenost gospodarskog sektora. Kako bi se izbjegli potencijalni sukobi sektora koji koriste morski prostor, poput turizma, pomorskog prometa i zaštite prirode, već u ranoj fazi potrebno je primijeniti integralni pristup upravljanju obalnim područjem.

U većini regija u Hrvatskoj definicija zona za akvakulturu unutar pomorskog prostornog planiranja mora biti preciznija. Prostorni planovi u pojedinim regijama zastarjeli su te ih je potrebno restrukturirati u korist proširenja područja vezanih uz inovativnu akvakulturu, ako je to potrebno

b) Nedostatak specifičnih planova upravljanja za MPA/Natura 2000

Iako Hrvatska ima značajno morsko područje obuhvaćeno nacionalnim oznakama zaštite i mrežom Natura 2000 (oko 16% teritorijalnog dijela Jadranskog mora), mnoga od tih područja nemaju specifične, detaljne i učinkovito provedene planove upravljanja. To može rezultirati tzv. „parkovima na papiru” i ograničenom zaštitom morske bioraznolikosti u praksi.

**Rješavanje problema:**

Mjere očuvanja potrebno je snažnije uključiti u sve sektorske planove ribarstva, turizma i pomorskog prometa. Prijelaz s formalne zaštite na aktivno upravljanje treba razviti kroz detaljne planove koji uključuju lokalne dionike (ribare, turističke operatere i lokalne zajednice). Od 2026. godine brojna su područja započela te procese kroz projekte poput „Izrada planova upravljanja za područja Natura 2000”.

c) Prikupljanje podataka

Trajan problem predstavlja nedostatak pouzdanih sustava prikupljanja podataka u stvarnom vremenu u cijelom sektoru. Ovaj nedostatak podataka o proizvodnji, okolišnim utjecajima i preferencijama potrošača otežava donositeljima politika donošenje informiranih odluka, a poduzećima optimizaciju poslovanja i marketinga.

Rješavanje problema:

Standardizacija prikupljanja podataka putem platformi koje su dostupne i jednostavne za razumijevanje svim dionicima iz različitih sektora (aktivnost planirana u okviru Interreg strateškog projekta BRAVE – „Building Resilience and Adapting Values of the Adriatic Sea”, koji je trenutačno u provedbi). Također, za dobivanje stvarnih socio-ekonomskih podataka važno je komunicirati s dionicima iz sektora ribarstva i akvakulture te s potrošačima morskih proizvoda putem radionica koje uključuju pristup petostruke uzvojnice, poput LIRRIE radionica u okviru ovog projekta.

d) Izazovi pristupa tehnologiji i struktura poslovanja – fragmentiranost sektora

Hrvatski sektor akvakulture sastoji se od velikog broja malih poduzeća, osobito u slatkovodnom uzgoju i uzgoju školjkaša. Ova fragmentiranost otežava suradnju, a investicijski kapaciteti tih malih subjekata su ograničeni. Uloga proizvođačkih organizacija (PO) u akvakulturi ključna je za stabilnost tržišta i jačanje položaja malih uzgajivača. Trenutačno postoji mali broj proizvođačkih organizacija u hrvatskom sektoru ribarstva i akvakulture.

Rješavanje problema:

Postoji nekoliko financijskih instrumenata koji mogu doprinijeti rješavanju ovog pitanja:

EMFAF daje prioritet malim proizvođačima kroz bespovratna sredstva namijenjena modernizaciji i energetske tranziciji. Ova sredstva posebno su usmjerena na premošćivanje „investicijskog jaza” sufinanciranjem skupih tehnologija poput recirkulacijskih akvakulturnih sustava (RAS) za slatkovodne farme i naprednih sustava gospodarenja otpadom za uzgoj školjkaša.

Digitalni inovacijski hubovi (EDIH): Mali proizvođači koriste hrvatsku mrežu EDIH-ova (npr. EDIH CroBOHub++ i EDIH Adria) za pristup uslugama „test before invest”.



Ovi hubovi omogućuju malim farmama pilotiranje pametnih sustava nadzora – poput senzora za kakvoću vode i automatiziranog hranjenja – bez početnog kapitalnog rizika.

PO omogućuju malim obiteljskim poduzećima udruživanje resursa za zajedničku infrastrukturu, poput distribucijskih centara s hladnim lancem i zajedničkih marketinških inicijativa, što je ključno za uzgajivače školjkaša koji se suočavaju s visokim proizvodnim troškovima. Postoji i trend znanstveno-industrijskih partnerstava koja su vrlo korisna u rješavanju izazova malih poslovnih sustava. Potrebno je dodatno poticati osnivanje takvih organizacija u okviru **Mjere IV.1. „Proizvodni i marketinški planovi”** Programa za ribarstvo i akvakulturu, namijenjene proizvođačkim organizacijama. Država bi trebala osigurati veće predujmove za operativne troškove hladnjača (uredi, zaposlenici) prije početka prve prodaje. Također je potrebno smanjiti administrativne prepreke pri osnivanju tih organizacija te osigurati punu potporu unutar tijela koja pomažu dionicima u njihovom osnivanju (npr. Uprava ribarstva, Hrvatska gospodarska komora i Hrvatska obrtnička komora).

e) Nedostatni kapaciteti prerade

Postoji nedostatak dovoljnog broja prerađivačkih objekata i kapaciteta za proizvodnju proizvoda s većom dodanom vrijednošću, osobito za slatkovodne i pojedine morske vrste. To prisiljava proizvođače na prodaju sirovih proizvoda po nižim cijenama ili ih izlaže povećanoj konkurenciji prerađenih uvoznih proizvoda.

Rješavanje problema:

Definiranje regionalnih gospodarskih prioriteta i upravljanje vertikalnom integracijom u akvakulturi zahtijeva strateški zaokret od tradicionalnog, fragmentiranog modela prema povezanom ekosustavu. Lokalna tijela koja su na regionalnoj razini izravno povezana s ribarstvom i akvakulturom imaju ključnu ulogu u provedbi tih aktivnosti. Centar za razvoj marikulture Alu-tech, uspostavljen u Šibensko-kninskoj županiji, trenutačno nudi usluge pročišćavanja i pakiranja proizvoda lokalnim uzgajivačima školjkaša. Potpora takvim objektima za male proizvođače hrane treba obuhvatiti sve aspekte njihovog poslovanja, uz dodatnu pomoć u prepoznavanju potreba novih tržišta te jačanju konkurentnosti tih lokalnih malih proizvođača radi boljeg tržišnog položaja.

f) Ovisnost o uvozu

Sektor je u velikoj mjeri ovisan o uvozu ključnih inputa, poput mlađi/ribljeg podmlatka (npr. mlađ brancina i orade), određenih sastojaka stočne hrane te napredne opreme.

Rješavanje problema:

Povećanje tržišno potrebne proizvodnje u akvakulturi kroz izmjene postojećih prostornih planova usklađenih s razvojem vertikalne integracije u akvakulturi i strateškim ulaganjima u lokalnu infrastrukturu.



g) Okolišni i operativni izazovi – utjecaj klimatskih promjena

Ovo je ključan i rastući izazov. Povećanje temperature mora, češći ekstremni vremenski događaji (poplave i suše koje utječu na slatkovodne ribnjake) te zakiseljavanje oceana povećavaju operativne rizike i troškove.

Rješavanje problema:

Kontinuirano praćenje okolišnih uvjeta u skladu s klimatskim promjenama te suradnja sa znanstvenom zajednicom mogu pomoći u pravovremenom prepoznavanju ključnih izazova i prilagodbi novim situacijama. Rezultati praćenja mogu poslužiti kao temelj za razvoj adaptivnog, „problemski usmjerenog” upravljanja (npr. sustavi ranog upozoravanja na morske toplinske valove i premještanje uzgajališta u dublje, termalno stabilnije slojeve unutar stratificiranog estuarija).

h) Predacija

Ptice ribojedi i grabežljive ribe (npr. orada na uzgajalištima školjkaša) predstavljaju sve veći problem za uzgajivače, uzrokujući značajne ekonomske gubitke, uz nedostatak učinkovitih, koordiniranih strategija upravljanja na nacionalnoj ili EU razini.

Rješavanje problema:

Postoje tehnološka rješenja za obranu od ribljih predatora (npr. HNP zaštitne navlake za uzgojne kolektore dagnji ili akustični uređaji za odvratanje riba na uzgajalištima školjkaša) te mogućnost poticanja lokalnih komercijalnih ribara na ribolov u blizini uzgajališta. Razvijena je i tehnologija za zaštitu od ptica, a potrebno je i pravilno dokumentirati štetu uzrokovanu napadima grabežljivih ptica radi ostvarivanja naknada koje nudi država (npr. kamere integrirane s ML sustavima). IMTA sustav također predstavlja vrlo dobru obranu od predatora, kao barijera i prvi obrambeni sustav.

i) Nedostatak vještina i stručnosti

Postoji značajan jaz u potrebnim vještinama i iskustvu u različitim sektorima za učinkovitu provedbu strategija kružnog gospodarstva, uključujući dizajn za rastavljanje, mapiranje otpada i upravljanje kružnim poslovnim modelima.

Rješavanje problema:

Edukacija provedena u okviru projekta AZA4ICE kroz LiRRIE radionice približila je sustav kružnog gospodarstva dionicima sektora kroz proces komunikacije koji je uključivao znanstvenu zajednicu i lokalne vlasti. Potrebno je uspostaviti održiv sustav edukacije kroz mapiranje sektora i kontinuiranu edukaciju stanovništva i mladih (npr. kroz Erasmus ili LIFE projekte).

j) Ograničena osviještenost potrošača i potražnja te nedostatak tržišta

Postoji jaz u znanju na razini potrošača, uz nisku razinu osviještenosti o



prednostima kružnih proizvoda i prisutnu percepciju da su ponovno korišteni ili reciklirani proizvodi niže kvalitete. Proizvodi poput nusproizvoda akvakulture često nemaju jasno definirano mjesto na policama ili u industrijskom lancu.

Rješavanje problema:

Povrat povjerenja potrošača potrebno je potaknuti uvođenjem transparentnosti u marketinške strategije. Certifikacija i narativ o proizvodu također su elementi koje je potrebno uključiti pri razvoju proizvoda radi dodatnog privlačenja kupaca. **Mjera IV.3. Plasman proizvoda ribarstva i akvakulture na tržište** predstavlja potporu aktivnostima usmjerenima na poboljšanje uvjeta plasmata na tržište te promicanje kvalitete, dodane vrijednosti i održivosti s ciljem iskorištavanja potencijala za tržišni plasman i brendiranje visokokvalitetnih proizvoda ribarstva i akvakulture.

8.2 Odgovorni dionici

LIRRIE je imao za cilj okupiti dionike modela petostruke uzvojnice kako bi se povećala njihova znanja i vještine, omogućila razmjena iskustava te suradnja u izradi zajedničke vizije i ovog Akcijskog plana za tranziciju sektora, čime se nadoknađuje nedostatak dijaloga i ublažavaju sukobi različitih namjena prostora.

U kontekstu regionalne razine Šibensko-kninske županije, dionici akvakulture i kružnog gospodarstva iz modela petostruke uzvojnice su:

1. Akademska zajednica (I&R i znanost)

Usmjerenost na razvoj ekoloških rješenja.

Institut za oceanografiju i ribarstvo (IOR) Institut se bavi istraživanjem složenih interakcija koje oblikuju morski okoliš te nastoji razumjeti funkcioniranje ekosustava radi kreiranja odgovarajućih mjera, stoga je ključno da ova organizacija sudjeluje u procesima uspostave kružne akvakulture na regionalnim područjima diljem Hrvatske.

Institut Ruđer Bošković (IRB) – Zavod za istraživanje mora i okoliša

Institut je centar izvrsnosti u temeljnim i primijenjenim istraživanjima sustava, procesa i okolišnih uvjeta; stoga je njegova uloga ključna u interpretaciji okolišnih parametara i definiranju pozicioniranja kružnih sustava u morskom okolišu.

Alu-Tech Razvojno-inovacijski centar – Centar za razvoj marikulture

Svrha osnivanja Centra je unapređenje i poboljšanje kvalitete i količine proizvoda marikulture na okolišno održiv način, jačanje znanja i profesionalnosti uzgajivača školjkaša i ribe, razvoj inovacijskog potencijala i poticanje daljnje prerade te unapređenje plasmata proizvoda marikulture, osobito šibenskih dagnji, u Hrvatskoj i inozemstvu. Centar može imati važnu ulogu u daljnjem regionalnom



razvoju za uzgajivače koji žele uspostaviti IMTA u svojim akvakulturnim praksama kroz promicanje ovog kružnog sustava i dodatnu edukaciju u tom smjeru.

Veleučilište u Šibeniku (VUŠ) Ima ključnu ulogu u promicanju kružnog gospodarstva kroz integraciju održivih praksi u svoje studijske programe, znanstveno-istraživački rad i međunarodne projekte.

2. Industrija (gospodarski sustav)

Hrvatska industrija akvakulture sve više usvaja modele kružnog gospodarstva, pretvarajući biološki otpad u resurse i optimizirajući proizvodne procese uz potporu znanstvenih institucija.

Cromaris

Cromaris je implementirao napredne sustave pametnog hranjenja koji koriste podvodne kamere, senzore i algoritme za precizno doziranje hrane prema apetitu ribe u stvarnom vremenu. Ova tehnologija ključna je za smanjenje otpada hrane koji pada na morsko dno, čime se minimizira opterećenje ekosustava dušikom i fosforom. Pioniri su u uvođenju kružnog upravljanja biootpadom u tim područjima te kao takvi imaju važnu ulogu u edukaciji drugih koji žele uvesti kružne procese u svoje poslovanje.

Tvrtke za upravljanje nusproizvodima

Usmjerene su na pretvaranje ribljeg otpada u visokovrijedne sirovine (npr. riblje brašno ili kolagen). Uloga tvrtki za upravljanje nusproizvodima u budućnosti hrvatske kružne proizvodnje transformira se iz „zbrinjavanja otpada” u biotehnološku proizvodnju novih vrijednosti (Sardina, Cromaris).

3. Vlada (nacionalna i lokalna razina)

Stvaranje okvira za plavo gospodarstvo.

Ministarstvo poljoprivrede – Uprava ribarstva Ministarstvo poljoprivrede djeluje kao nadležno regulatorno tijelo odgovorno za strateško upravljanje akvakulturom, uključujući razvoj zakonodavnog okvira, izdavanje dozvola i koncesija te upravljanje nacionalnim i međunarodnim potporama radi osiguravanja okolišne održivosti i standarda sigurnosti hrane.

Lokalna samouprava (Šibensko-kninska županija) Šibensko-kninska županija djeluje kao regionalno tijelo nadležno za prostorno planiranje i upravljanje pomorskim dobrom, osobito kroz dodjelu koncesija za akvakulturne lokacije i provedbu mjera zaštite okoliša unutar svojih teritorijalnih voda.

4. Civilno društvo (zajednica i udruge)

Edukacija i zagovaranje održive potrošnje.



WWF Adria WWF Adria zagovara certifikate poput ASC (Aquaculture Stewardship Council), koji visoko vrednuje IMTA sustave zbog njihove sposobnosti smanjenja eutrofikacije (prekomjernog obogaćivanja mora hranjivim tvarima). Također educiraju potrošače o prednostima konzumacije morskih proizvoda putem kampanja.

Udruga Sunce Sudjeluje u praćenju morskog otpada u suradnji s ribarima. Povezuje zaštitu prirode s konkretnim terenskim podacima kroz monitoring i promicanje kružnog gospodarstva te zagovara rješenja koja sprječavaju kemijsko onečišćenje. Udruga sudjeluje u javnim raspravama o županijskim prostornim planovima kako bi osigurala da akvakultura ne ugrožava područja NATURA 2000.

Ribarske zadruge Adria (Tribunj), Omega 3 Operativne sinergijske zadruge ključne su za praktičnu primjenu IMTA sustava na lokalnoj razini jer omogućuju članovima razvoj sekundarnih proizvoda, poput visokokvalitetnih dagnji, uz primarni ulov ili uzgoj ribe. Zadruga Omega 3 usmjerena je na kvalitetu i standardizaciju proizvoda, dok zadruga Adria nudi širok raspon morskih proizvoda i usluga za male ribare te sudjeluje u zaštiti okoliša kroz različite projekte.

5. Prirodni okoliš (ekološki kontekst) Prirodni okoliš kao peti stup postaje ravnopravan partner i krajnji korisnik inovacija. Ovaj stup predstavlja ekološke imperativne koji određuju smjer inovacija i daljnjeg razvoja akvakulture u Hrvatskoj.

8.3 Vremenski okvir

U ovom Akcijskom planu odvojili smo regionalne i lokalne aktivnosti jer smatramo da postoji razlika u obuhvatu, preciznosti podataka i izravnom utjecaju na zajednicu. Dok regionalni pokazatelji prate šire trendove i strateške ciljeve, lokalni pokazatelji usmjereni su na konkretne operativne rezultate i neposredne potrebe građana.

U akvakulturi se postavljanje pokazatelja uspješnosti na regionalnoj i lokalnoj razini značajno razlikuje u pogledu fokusa, vrste podataka i krajnjeg cilja, iako su međusobno komplementarni.

Planiranje regionalnih aktivnosti koje bi dovele do unapređenja i uključivanja lokalnih i regionalnih dionika u procese kružnosti mora biti usklađeno s globalnim trendovima kako bi se održao korak u borbi protiv negativnih okolišnih promjena.

Inicijativa Desetljeće kružnog plavog gospodarstva (2026. – 2036.) službeno je pokrenuta i proglašena od strane World Ocean Council (WOC) u suradnji s međunarodnim partnerima na velikim globalnim summitima. Predstavlja strateški zaokret koji okuplja nekoliko ključnih dokumenata i politika koje se „susreću” u



2026. godini.

Ključni prioriteti za sektor akvakulture u okviru ove inicijative su:

- Regenerativna akvakultura i plava bioekonomija
- Kružni dizajn i produljenje životnog ciklusa proizvoda
- Digitalizacija i digitalne putovnice proizvoda (DPP)
- Valorizacija morskog otpada i uporaba resursa
- Potpora MSP-ovima i razvoj lokalnih kružnih hubova

U Europi je pozornost usmjerena na Akt o kružnom gospodarstvu kao budući okvirni zakon o kružnom gospodarstvu, čije se donošenje očekuje u drugoj polovici 2026. godine. Njegov je cilj povećati konkurentnost i otpornost tržišta udvostručavanjem stope kružnosti do 2030. godine, smanjenjem ovisnosti o strateškim sirovinama te jačanjem lanaca opskrbe recikliranim materijalima, u skladu sa smjerom zacrtanim Europskim zelenim planom, osobito Akcijskim planom za kružno gospodarstvo iz 2020. godine.

Hrvatska, s trenutačno zanemarivim udjelom plavog gospodarstva u nacionalnom BDP-u prema podacima EU Blue Economy Observatory, prepoznata je kao potencijalni lider. Fokus bi trebao biti na odmaku od masovnog turizma prema održivoj akvakulturi i pomorskim inovacijama.

Definicija regionalnih aktivnosti u vremenskom okviru prikazana je u tablici (Tablica 1.). Njihovo vremensko određivanje postavljeno je u skladu s mogućnostima nacionalne i međunarodne financijske potpore koje su opisane u sljedećem poglavlju.

Tablica 1. Vremenski okvir Akcijskog plana za provedbu kružnih akvakulturnih praksi na regionalnoj razini

Faza	Period	Fokus	Glavni cilj
I. Digitalna i ekološka tranzicija	2026. – 2028.	Smanjenje rizika: Masovna implementacija AI senzora za rano upozoravanje na morske toplinske valove i ML kamera za praćenje predatora (ptica i grabežljivih riba). „Pametne” farme otporne na klimatske promjene. Prilagodba zakonodavnog okvira i MSP-a kružnim procesima.	„Pametne” farme otporne na klimatske promjene Prilagođeni regionalni prostorni planovi novoj, inovativnoj i okolišno prihvatljivoj akvakulturi.
II. Integracija	2029. – 2032.	Prerada i IMTA: Proširenje integrirane multitrofičke akvakulture (uzgoj ribe u	Smanjenje ekološkog otiska i ovisnosti o



i vertikalni rast		kombinaciji s algama i školjkašima) radi prirodne filtracije i stvaranja dodane vrijednosti. Infrastruktura i sektorski planovi usmjereni na dugoročne strateške promjene u skladu s postavkama kružnih inovacijskih sustava.	uvoznim akvakulturnim proizvodima. Integrirani pristup strateškom planiranju na regionalnoj razini.
III. Potpuna kružnost	2033. – 2036.	Nulti otpad i brendiranje: Uspostava regionalnih centara za preradu nusproizvoda u farmaceutske sirovine i bio-gnojiva.	100 % iskorištavanje biološkog otpada i prepoznatljivost na tržištu EU.

Tablica 2. Vertikalna integracija u akvakulturi na lokalnoj razini

Razina integracije	Opis	Cilj/svrha
Integracija prema prethodnim fazama	Razina kontrole nad ključnim ulazima u akvakulturi (mlač i hrana).	Smanjivanje ovisnosti o uvoznim sirovinama ili komponentama te smanjenje rizika od promjena cijena na tržištu.
Horizontalna integracija	Povezivanje malih proizvođača u zadruge, udruženja ili klastere kako bi zajednički djelovali na tržištu.	Postizanje ekonomije razmjera i zajedničkog nastupa na tržištu.
Integraciju prema kasnijim fazama lanca vrijednosti	Uspostavljanje vlastitih kapaciteta za preradu proizvoda, filetiranje i izravnu prodaju.	Zadržavanje dodane vrijednosti unutar regije umjesto prodaje sirovina bez prerade.



Prioritetne aktivnosti na lokalnoj razini Šibensko-kninske županije, pilot područje Krka:

a) Reforma prostornih planova

Hitno utvrđivanje novih lokacija za akvakulturu koje bi bile usklađene s novim sektorskim politikama i prilagođene klimatskim promjenama, kao i uvođenje polikulturnog (IMTA) uzgoja unutar određenih postojećih lokacijskih dozvola.

b) Operacionalizacija mreže Natura 2000

Dovršetak planova upravljanja koji uključuju ribare i uzgajivače akvakulture kao čuvare prirode, a ne samo kao korisnike, čime se uklanjaju „parkovi na papiru”.

c) Postavljanje lokalnih sektorskih prioriteta i vertikalna integracija u akvakulturi

Određivanje prioriteta gospodarskih aktivnosti na lokalnoj razini mora se temeljiti na komparativnim prednostima u akvakulturi. Diversifikacija uzgojnih vrsta odabire se s obzirom na lokacijske karakteristike i osigurano tržište. Nakon prilagodbe regulative, kružna načela u akvakulturi, vrste koje sudjeluju u tim procesima te nusproizvodi ove vrste gospodarstva moraju također biti uključeni u proces integracije. Potrebno je ulagati u logističke i distribucijske centre koji bi bili gravitacijske točke za male uzgajivače (u Šibensko-kninskoj županiji takav koncept može biti dio Centra za razvoj marikulture Alu-tech). Vertikalna integracija podrazumijeva kontrolu više faza lanca vrijednosti u akvakulturi. Takve vrijednosti definirane su kroz 3 razine koje su prikazane u sljedećoj tablici (Tablica 2).

d) Sektorska organizacija kao hubovi i poticanje osnivanja proizvođačkih organizacija

Nadovezujući se na prethodnu aktivnost, potrebno je da se akvakulturni objekti transformiraju u regionalni logistički terminal za male proizvođače, pružajući im svu potporu za uspostavu okolišno prihvatljivih kružnih praksi. Određivanje regionalnih prioriteta mora biti definirano na način da se regije međusobno oslanjaju i nadopunjuju u pogledu akvakulturnih aktivnosti za koje imaju predispozicije.

e) Edukacija

Integracija kurikuluma o kružnom dizajnu i upravljanju otpadom u srednje strukovne škole i visoka učilišta putem Erasmus+ projekata ili drugih fondova.

8.4 Financijski aspekti i izvori financiranja

Iako su početna ulaganja u kružne sustave visoka, povrat ulaganja ostvaruje se kroz:



- a) Povećanu učinkovitost – Smanjenu smrtnost ribe i optimiziranu potrošnju hrane.
- b) Smanjene operativne troškove – Energetsku učinkovitost RAS sustava i smanjenu ovisnost o uvozu.
- c) Premijske cijene – Potrošači su spremni platiti više za proizvode s transparentnim, kružnim certifikatima.
- d) Valorizaciju otpada – Pretvaranje troška zbrinjavanja otpada u prihod (riblje brašno, ulje, kolagen).

1.) Europski fondovi (okvir financiranja)

Ovo su najvažniji izvori bespovratnih sredstava, usklađeni s Europskim zelenim planom:

Europski fond za pomorstvo, ribarstvo i akvakulturu (EMFAF) 2021.–2027.

- Prioritet – Subvencioniranje skupe, ali kružne tehnologije. Sredstva su usmjerena na male proizvođače radi modernizacije i energetske tranzicije.
- Specifično – Financiranje recirkulacijskih akvakulturnih sustava (RAS), naprednih sustava upravljanja otpadom te ulaganja u luke za prihvat morskog otpada („Fishing for Litter”).

Nacionalni plan oporavka i otpornosti (NPOO) – Sredstva usmjerena na digitalizaciju i zelenu tranziciju, često kroz vaučere za digitalne usluge.

Program konkurentnost i kohezija – Financiranje veće infrastrukture, poput Akvakulturnog centra Šibensko-kninske županije ili regionalnih centara za preradu nusproizvoda.

Programi EU Horizon Europe i LIFE – Izvori financiranja za znanstvena istraživanja, razvoj inovativnih obrambenih tehnologija (npr. HNP zaštitne mreže protiv predatora) i pilot edukativne projekte (poput AZA4ICE).

2.) Inovativni financijski mehanizmi i partnerstva

Osim izravnih potpora, važnu ulogu imaju i drugi mehanizmi:

EDIH mreža (Europski digitalni inovacijski hubovi) Nude model „Test Before Invest”. Mali uzgajivači koriste usluge EDIH Adria i EDIH CroBOHub++ za besplatno testiranje pametnih senzora za praćenje uzgajališta prije donošenja odluke o punom ulaganju. Time se značajno smanjuje početni kapitalni rizik.

Kreditni HBOR-a i HAMAG-BICRO-a Povoljne kreditne linije i jamstva za ulaganja koja banke mogu smatrati previše rizičnima.

3.) Nasljednik EMFAF-a (EMFAF nakon 2027.)

Novi ribarstveni fond najavljen je s fokusom na:

- **Plave inovacije** – Financiranje tranzicije na plovila s nultom emisijom (vodik, električni pogon).
- **Regenerativnu akvakulturu** – Izravna potpora sustavima koji „obnavljaju” more, poput uzgoja algi i školjkaša u okviru IMTA sustava.



– **Klimatsku otpornost** – Financiranje premještanja kaveza u dublje slojeve mora i zaštite od ekstremnih vremenskih događaja.

4.) Modernizacijski fond i Inovacijski fond EU

Ovi fondovi, financirani prihodima od trgovanja emisijama (ETS), postaju sve dostupniji sektoru ribarstva:

- **Kružni pogoni** – Izgradnja regionalnih postrojenja za preradu ribljeg otpada u biognojiva i kozmetičke proizvode.
- **Dekarbonizacija hladnog lanca** – Solarne energije i pametna skladišta u lukama i pakirnim centrima.

5.) „Blue Invest” i privatni kapital

EU platforma BlueInvest postat će glavni most prema privatnim investitorima:

- **Rizični kapital za BlueTech** – Za start-upove koji razvijaju ML senzore za predatore ili biorazgradivu ribolovnu opremu.
- **Jamstvene sheme** – InvestEU omogućit će malim uzgajivačima dobivanje kredita s minimalnim kamatama za tranziciju prema kružnim poslovnim modelima.

6.) Lokalni razvoj (FLAG-ovi 3.0)

Lokalne akcijske skupine u ribarstvu dobit će veće ovlasti za:

- **Kratke lance opskrbe** – Financiranje lokalnih ribarnica putem digitalnih platformi za izravnu prodaju (uklanjanje posrednika).
- **Edukacijske centre** – Održivost projekata poput AZA4ICE kroz trajne centre za edukaciju mladih o plavom gospodarstvu.

7.) Nacionalni izvori (Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost)

Hrvatski fond (FZOEU) imat će specifične linije nakon 2027. godine za:

- **Uklanjanje morskog otpada** – Sufinanciranje opreme za ribare koji sudjeluju u akcijama „Fishing for Litter”.
- **Sanaciju „ghost gear” opreme** – Financiranje pronalaska i recikliranja izgubljenih mreža.



9. Praćenje i pokazatelji

9.1 Pokazatelji uspješnosti

Faza I: Digitalna i ekološka tranzicija (2026.–2028.)

Fokus: Otpornost, ublažavanje rizika i rano usvajanje.

Postotak digitalizacije: Broj uzgajališta opremljenih AI senzorima i ML kamerama u odnosu na ukupan broj aktivnih koncesija.

Smanjenje gubitaka (klimatska otpornost): Smanjenje stope smrtnosti ribe uzrokovane toplinskim valovima za X % zahvaljujući sustavima ranog upozoravanja.

Administrativni napredak: Broj županija koje su usvojile izmijenjene prostorne planove (MSP) s definiranim zonama za kružnu akvakulturu.

Faza II: Integracija i vertikalni rast (2029.–2032.)

Fokus: Učinkovitost resursa i usluge ekosustava.

IMTA koeficijent: Udio IMTA sustava u ukupnoj nacionalnoj proizvodnji (cilj: zamjena monokulturnih sustava polikulturama).

Bioremedijacijski učinak: Količina dušika i fosfora koju alge i školjkaši apsorbiraju iz sustava (mjereno po toni proizvedene ribe).

Smanjenje ovisnosti o uvozu: Povećanje udjela domaće proizvedene mlađi i hrane za akvakulturu na tržištu.

Integrirani strateški dokumenti: broj implementiranih dokumenata.

Faza III: Potpuna kružnost (2033.–2036.)

Fokus: Valorizacija otpada i tržišno pozicioniranje.

Indeks nultog otpada: Postotak biološkog otpada koji se prerađuje u sekundarne sirovine (cilj: 100 %).



Vrijednost nusproizvoda: Prihod ostvaren prodajom sirovina za farmaceutsku industriju i biognojiva dobivenih iz otpada akvakulture.

Brendiranje i tržišni položaj: Broj proizvoda s certifikatom „Kružni/Eko-brend” plasiranih na tržište EU po premijskoj cijeni.

Tablica 3. Ciljne vrijednosti KPI pokazatelja za provedbu kružnih akvakulturnih praksi u regionalnim područjima do 2036. godine

Kategorija	Pokazatelj uspješnosti	Ciljna vrijednost (2036.)
Tehnologija	Obuhvat uzgajališta AI/ML sustavima	> 90%
Ekologija	Smanjenje ugljičnog otiska po kg proizvoda	- 50%
Ekonomija	Iskorištavanje biootpada	100%
Područje	Zone namijenjene isključivo IMTA/kružnoj akvakulturi	Integrirano u sve MSP-ove

Definiramo pokazatelje uspješnosti (KPI) za svaku lokalnu prioritetnu aktivnost:

1. Reforma prostornih planova

- Broj novoodređenih zona za akvakulturu usklađenih s podacima o prilagodbi klimatskim promjenama i sektorskim politikama.
- Postotak aktivnih koncesija ažuriranih kako bi omogućile polikulturni uzgoj (IMTA – integrirana multitrofička akvakultura).

2. Operacionalizacija mreže Natura 2000

- Status odobrenja planova upravljanja koji formalno definiraju ribare/uzgajivače akvakulture kao „čuvare prirode” s aktivnim ulogama u monitoringu.
- Broj zajedničkih projekata očuvanja koje su pokrenuli upravitelji zaštićenih područja i lokalni proizvođači s ciljem uklanjanja „parkova na papiru”.

3. Lokalni sektorski prioriteti i vertikalna integracija

- Broj diverzificiranih vrsta (npr. alge, nove vrste školjkaša) komercijalno uvedenih na temelju lokacijskih prednosti.
- Operativni status logističkog/distribucijskog hub-a (npr. integracija Centra Alu-



tech) mjeren količinom proizvoda prerađenih od malih uzgajivača.

– Tonaža nusproizvoda akvakulture preusmjerena iz tokova otpada u procese kružnog gospodarstva (npr. recikliranje školjki, uporaba hranjivih tvari).

4. Organizacija hubova i proizvođačkih organizacija (PO)

– Broj službeno priznatih proizvođačkih organizacija (PO) uspostavljenih radi dijeljenja regionalne logistike i okolišne infrastrukture.

– Razina regionalne komplementarnosti, mjerena brojem zajedničkih sporazuma u lancu opskrbe između proizvođača s područja Krke i susjednih regija.

5. Edukacija

– Broj novih nastavnih modula o kružnom dizajnu i upravljanju otpadom uvedenih u strukovne škole te na Sveučilištu u Zadru ili lokalnim visokoškolskim institucijama u Šibeniku (VUS).

– Ukupan iznos financiranja osiguran kroz Erasmus+ ili EU fondove za pomorstvo za unapređenje vještina radne snage u sektoru.

9.2 Praćenje i prilagodba

Svake godine u četvrtom kvartalu (Q4) provodi se revizija prema sljedećoj matrici.

Table 4. Follow-up and adjustment of regional level KPI

Faza	Praćenje	Prilagodba
I. Faza (2026–2028)	Učinkovitost AI sustava u predviđanju smrtnosti ribe tijekom toplinskih valova.	Ako se smrtnost ne smanji (KPI < X %), prilagođava se dubina kaveza ili se uvode sustavi aeracije.
II. Faza (2029–2032)	Ako alge ne apsorbiraju dovoljno hranjivih tvari, mijenja se omjer vrsta (npr. više algi u odnosu na ribu) ili vrsta mladi.	Ako alge ne apsorbiraju dovoljno hranjivih tvari, mijenja se omjer vrsta (npr. više algi u odnosu na ribu) ili vrsta mladi.
III. Faza (2033–2036)	Analiza tržišne cijene proizvoda s oznakom „Eko-brend” u usporedbi sa standardnim proizvodima na tržištu EU.	Ako tržište ne plaća premijsku cijenu, redefinira se marketinška strategija ili se mijenja konačni proizvod (npr. veći fokus na farmaceutske sirovine).



Umjesto čekanja kraja godine, određeni događaji pokreću neposrednu promjenu strategije:

- Ako „Indeks klimatske otpornosti” padne ispod 60 % tijekom toplinskog vala, prioritet se preusmjerava s rasta na hitnu instalaciju sustava dubinskog hlađenja/aeracije.
- Ako cijena AI senzora padne za >40 %, stopa pokrivenosti sensorima ubrzava se s planiranih 50 % na 100 % u jednoj godini.
- Ako Europska komisija postroži pravila o dušiku, stopa uporabe hranjivih tvari postaje primarni KPI umjesto sekundarnog.

Tablica 5. Praćenje i prilagodba KPI pokazatelja na lokalnoj razini

Prioritetna aktivnost	Key Performance Indicator (KPI)	Predloženi cilj (do 2027./2030.)	Izvor podataka / verifikacija
1. Reforma prostornog plana	Broj novoodređenih zona za akvakulturu usklađenih s klimatskim i sektorskim politikama.	Min. 2–3 nove/revidirane zone	Službeni glasnik Šibensko-kninske županije
	% aktivnih koncesija ažuriranih kako bi omogućile polikulturni uzgoj (IMTA).	30 % postojećih lokacija	Ministarstvo poljoprivrede / Županijski registar koncesija
2. Operacionalizacija Natura 2000	Status odobrenja planova upravljanja koji definiraju uzgajivače kao „čuvare prirode”.	100 % odobrenje za planove upravljanja za područje Krke/estuarija	Javna ustanova „Priroda” Šibensko-kninske županije
	Broj zajedničkih projekata očuvanja (uzgajivači + upravitelji).	Min. 2 pilot-projekta	Ugovori o projektima / izvješća o praćenju
3. Lokalni prioriteti	Broj komercijalno uvedenih diverzificiranih vrsta (npr. alge).	2 nove vrste u komercijalnom pokusnom uzgoju	Biološka izvješća specifična za lokaciju



	Operativni status logističko-distribucijskog centra (Alu-tech / Centar za razvoj marikulture).	Potpuno operativan (opslužuje najmanje 5-10 malih uzgajivača).	Godišnje poslovno izvješće centra (hub-a).
	Tonaža nusproizvoda iz akvakulture preusmjerenih u procese kružnog gospodarstva.	50 tona godišnje (npr. školjke za kalcij/substrat).	Evidencije o gospodarenju otpadom / revizija kružnog gospodarstva.
4. Hub i proizvođačke organizacije (PO)	Broj službeno priznatih proizvođačkih organizacija (PO).	1 novoosnovana proizvođačka organizacija (PO)	Registar proizvođačkih organizacija
	Broj zajedničkih sporazuma u lancu opskrbe između područja Krke i susjednih regija.	Min. 3 međuregionalna sporazuma	Potpisani memorandumi o razumijevanju (MoU) ili komercijalni ugovori.
5. Edukacija	Broj novih nastavnih modula o kružnom dizajnu i upravljanju otpadom.	2 specijalizirana modula.	Nastavni planovi i programi škola / Veleučilišta u Šibeniku (VUŠ).
	Ukupan iznos osiguranih sredstava za unaprjeđenje vještina radne snage (Erasmus+/EMFAF).	Min. €250,000	Odluke o dodjeli bespovratnih sredstava.



10. Zaključak

Uvođenje kružnih procesa u regionalnu i lokalnu akvakulturu nije samo ekološki imperativ, već i strateška prilika za povećanje konkurentnosti hrvatske obalne regije. Takav pristup predstavlja civilizacijski pomak od linearnog modela „uzmi–koristi–odbaci” prema regenerativnom sustavu koji štiti ekosustav Jadrana. Identifikacijom ključnih izazova ovaj rad potvrđuje da rješenje ne leži u izoliranim tehnologijama, već u institucionalnoj potpori i vertikalnoj integraciji malih proizvođača.

Sinergija kroz model petostruke uzvojnice ključ je uspjeha, a temelji se na integraciji znanosti, industrije, lokalnih vlasti, civilnog društva i okolišnih standarda.

Svi dionici moraju imati važnu ulogu, a u početnoj fazi posebno su važna lokalna i nacionalna tijela vlasti, jer moraju preispitati spremnost za uvođenje kružnih procesa u svoje strategije i zakonodavne okvire. Znanost mora biti stalna potpora dionicima u sektoru akvakulture.

Radionice poput LiRRIE pokazale su da horizontalno povezivanje dionika u proizvođačke organizacije (PO) ili slična udruženja izravno odgovara na problem fragmentiranosti sektora i nedostatka vještina.

Tehnološki iskorak u obliku digitalnog praćenja podataka u stvarnom vremenu i naprednih sustava zaštite od predatora omogućuje prijelaz s reaktivnog na proaktivno i adaptivno upravljanje. Time se izravno ublažavaju rizici klimatskih promjena i operativni gubici.

Lokalna samodostatnost i stvaranje dodane vrijednosti mogu se postići definiranjem gospodarskih prioriteta i vertikalnom integracijom u sektoru akvakulture. Takav pristup smanjuje ovisnost regije o uvozu i osigurava zadržavanje dodane vrijednosti unutar lokalne zajednice.

Akvakulturni objekti organizirani kroz integriranu povezanost unutar sektora i sektorskih organizacija proizvođača mogu postati centri prijenosa znanja i poticanja razvoja inovacija, a ne samo mjesta proizvodnje.

Uvođenje transparentnosti u marketing i edukaciju potrošača ključno je za dugoročnu održivost. Tek kada krajnji potrošač prepozna „kružni proizvod” kao proizvod vrhunske kvalitete, proces transformacije bit će dovršen.

Prijelaz na kružno plavo gospodarstvo do 2036. godine zahtijeva hrabrost u debirokratizaciji i dosljednost u provedbi planova upravljanja za područja Natura 2000. Regionalni pristup, testiran kroz pilot-projekte, služi kao model koji se može replicirati na ostatku Jadrana, pretvarajući ekološke izazove u gospodarske prednosti.



Prilog 1 – Ključni zakonodavni akti, propisi i nadležna/uključena tijela

Primjenjivo zakonodavstvo:

- Zakon o akvakulturi (NN 130/2017, 11/2018, 144/2020, 30/2023, 14/2024)
- Pravilnik o registru dozvola za korištenje stranih i lokalno neprisutnih vrsta u akvakulturi, registru uvoza i prijenosa te popisu zatvorenih objekata za akvakulturu (NN 10/2018)
- Pravilnik o dozvoli za akvakulturu (NN 17/2018)
- Pravilnik o stručnoj osposobljenosti za obavljanje djelatnosti akvakulture (NN 56/2018)
- Pravilnik o kriterijima za određivanje područja za akvakulturu na pomorskom dobru (NN 106/2018)
- Pravilnik o prikupljanju statističkih podataka o akvakulturi (NN 137/2021, 87/2022)
- Pravilnik o odobrenju za obavljanje djelatnosti akvakulture na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima (NN 15/2019)
- Pravilnik o raspolaganju uzgojnim kapacitetom tuna i dopuštenim količinama ulaza ulovljene divlje tune (*Thunnus thynnus*) u uzgajališta (NN 22/2021, 9/2022, 8/2023, 9/2024, 30/2025)
- Pravilnik o označavanju uzgojnih instalacija, praćenju aktivnosti na uzgajalištima i sljedivosti tijekom uzgoja plavoperajne tune (*Thunnus thynnus*) (NN 63/2022, 46/2025)
- Pravilnik o registru plovila u akvakulturi (NN 61/2023)

Strateški dokumenti:

- Nacionalni plan razvoja akvakulture do 2027. godine (NPRA 2027)

Nadležna/uključena tijela:

- Ministarstvo poljoprivrede (MP)
- Uprava ribarstva Ministarstva poljoprivrede
- Šibensko-kninska županija

Postupak izdavanja dozvole (Pravilnik o dozvoli za akvakulturu, NN 17/2018):

1. Podnošenje zahtjeva za izdavanje dozvole za akvakulturu
2. Izdavanje dozvole za akvakulturu
3. Ministarstvo poljoprivrede upisuje dozvolu u Registar

Primjenjivo zakonodavstvo za izdavanje dozvola:

- Zakon o akvakulturi (NN 130/2017, 11/2018, 144/2020, 30/2023, 14/2024)
- Pravilnik o dozvoli za akvakulturu (NN 17/2018)



- Zakon o koncesijama (NN 69/2017, 107/2020)
- Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (NN 83/2023)
- Uredba o postupku davanja koncesije na pomorskom dobru (NN 10/2017)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 67/2023)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/2013, 153/2013, 78/2015, 12/2018, 118/2018)

Važni dokumenti za provedbu IMTA sustava:

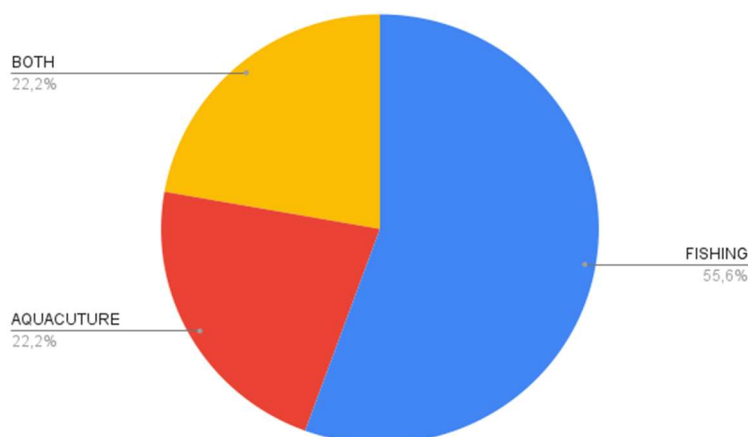
- Pravilnik o ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji (NN 103/2024)
- Pravilnik o sustavu kontrole ekološke proizvodnje (NN 110/2022)
- Uredba (EU) 2018/848 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o ekološkoj proizvodnji i označivanju ekoloških proizvoda te stavljanju izvan snage Uredbe Vijeća (EZ) br. 834/2007

Nacionalne mjere financiranja:

- Program za ribarstvo i akvakulturu Republike Hrvatske za razdoblje 2021.–2027.
- Mjera II.1. Inovacije u akvakulturi
- Mjera II.2. Proizvodna ulaganja u akvakulturi
- Mjera II.5. Savjetodavne usluge u akvakulturi
- Mjera II.6. Naknada štete od predatora u akvakulturi
- Mjera II.7. Povećanje potencijala lokaliteta za akvakulturu

Prilog 2 – Rezultati projekta BLUEfasma

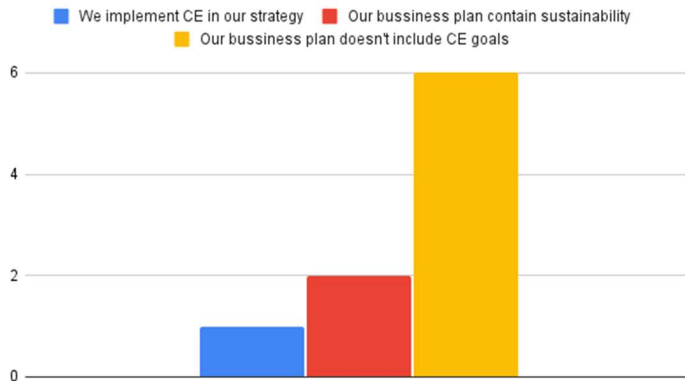
Dijagrami u ovom dijelu sažimaju odgovore dobivene na specifična pitanja iz alata. Time se omogućuje kvalitativno mjerenje razine kružnosti u Šibensko-kninskoj županiji.



Slika 7. Status intervjuiranih dionika

Među intervjuiranim dionicima većina dolazi iz sektora ribarstva (55,6 %). Akvakultura predstavlja oko 22,2 % ispitanika, dok je 22,2 % zastupljeno u oba sektora (Slika 7.). U ovom upitniku sudjelovalo je ukupno 9 predstavnika koji su bili voljni sudjelovati.

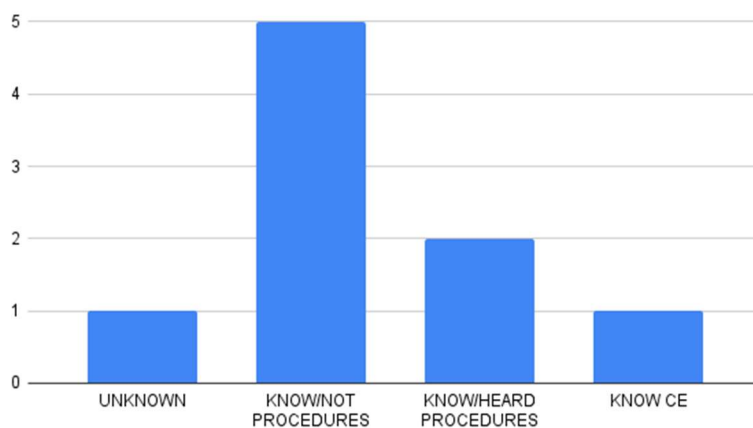
Integrating sustainability and CE into the business plan



Slika 8. Integracija održivosti i kružnog gospodarstva u poslovni plan

Većina dionika nije integrirala kružno gospodarstvo u svoje poslovne dokumente, ali ih je nekoliko uključilo koncept održivosti. Samo jedno poduzeće ima kružno gospodarstvo uključeno u svoju poslovnu strategiju (Slika 8).

Knowledge about circular economy



Slika 9. Poznavanje kružnog gospodarstva

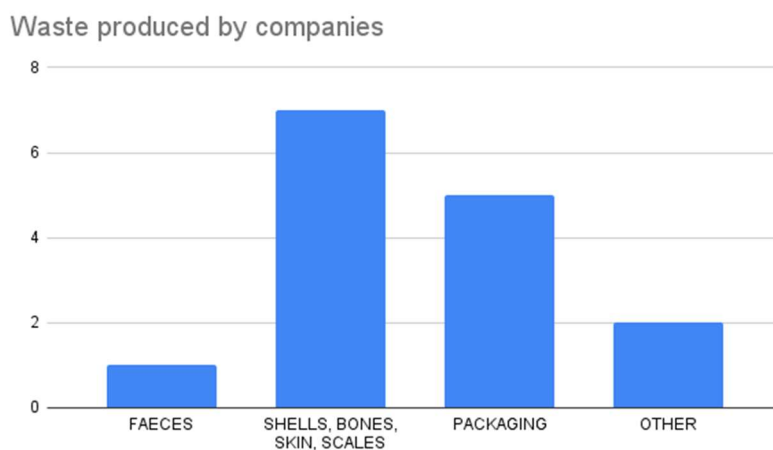
Možda je takav stav prema inovativnim kružnim procesima posljedica činjenice da

samo mali broj ispitanika dobro poznaje koncept kružnog gospodarstva, a još manji broj razumije kako bi se takvi procesi mogli integrirati u njihove radne aktivnosti (Slika 9).



Slika 10. Vrsta ambalaže koja se koristi za skladištenje proizvoda

Zato rezultat istraživanja o vrsti ambalaže ne iznenađuje, jer pokazuje da nijedan od intervjuiranih korisnika ne koristi višekratne spremnike. Uglavnom koriste jednokratnu ili okolišno prihvatljivu ambalažu (Slika 10).

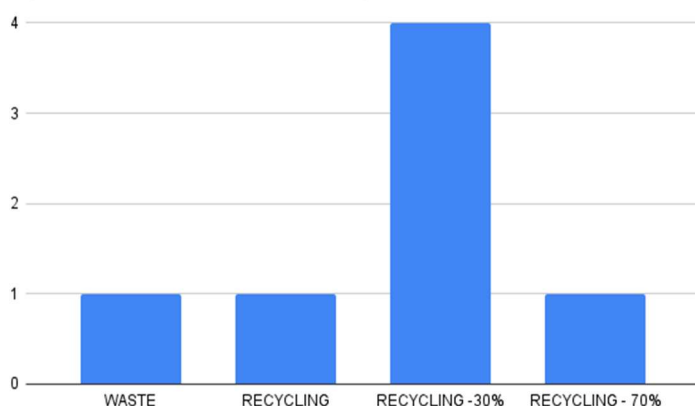


Slika 11. Otpad koji proizvode poduzeća

Kada je riječ o otpadu, većina dionika proizvodi otpad poput školjki, kostiju, kože i ljuski, ali samo jedno poduzeće, zadruga Adria, sustavno obrađuje proizvodni otpad. Ambalaža također čini značajan dio otpada. Izmet i druge vrste otpada zastupljene su u manjim količinama (Slika 11).



Disposal of discarded nets and ropes



Slika 12. Zbrinjavanje odbačenih mreža i konopa

Budući da većina ispitanika dolazi iz sektora ribarstva, najveći dio otpada koji je potrebno zbrinuti čine mreže i konopi, a većina ispitanika popravlja i ponovno koristi do 30 % takvog otpada. Samo jedan ispitanik ponovno koristi svoje mreže i konope u oko 70 % slučajeva.

U sektoru akvakulture samo poduzeće Seashell popravlja 30 % odbačenih dijelova kaveza, dok ih ostali izravno odlažu kao otpad.

Većina poduzeća ostali kruti otpad (uglavnom plastiku) odlaže u spremnike uz razvrstavanje (Slika 12).

Opća razina kružnosti

Kumulativna analiza predstavlja završnu procjenu razine kružnosti na području Šibensko-kninske županije. Rezultati za pojedina poduzeća prikazani su u sljedećoj tablici (Tablica 6).

**Tablica 6.** Položaj dionika Šibensko-kninske županije na ljestvici kružnog gospodarstva i spremnost na ulaganje u kružno gospodarstvo

Ime	Položaj na ljestvici kružnog gospodarstva	Spremnost na ulaganje u kružno gospodarstvo
Adria	1,9	4,3
Blitvenica	1,5	3,4
Fishing with Frankie	1,5	3,5
Hippocampus	1,9	3,2
Fish Maris	1,5	3,3
Nanini	1,4	2,9
Sinisa Pauk	1,2	2,8
Platforma 022	1,8	2,8
Seashell	1,7	2,8
TOTAL	1,6	3,2

Prosječna ocjena spremnosti za kružno gospodarstvo u Šibensko-kninskoj županiji iznosi 1,6. To upućuje na to da sektori ribarstva i akvakulture u Šibensko-kninskoj županiji djeluju prema načelima klasičnog linearnog modela gospodarstva. Stoga se može zaključiti da je razina spremnosti za kružno gospodarstvo niska. Situacija nije znatno bolja ni kada se promatra spremnost poduzeća na ulaganje u kružno gospodarstvo. Prosječna ocjena u tom segmentu iznosi 3,2, što je svrstava u kategoriju prosječne otvorenosti prema ulaganjima u kružno gospodarstvo.

Općenito, ovi rezultati pokazuju da je kružno gospodarstvo u Šibensko-kninskoj županiji nedovoljno razvijeno te da postoji niska razina svijesti o koristima koje ono donosi poduzećima. Činjenica da poduzeća nisu dovoljno upoznata s konceptom kružnosti izravno utječe na njihovu spremnost ulaganja u ovo područje.

Prilog 3 – Prikupljanje podataka iz dokumenta D 1.2.1 Rezultati testiranja



Slika 13. Točke uzorkovanja na pilot području estuarija rijeke Krke (izvor: Google Maps)

Terenska mjerenja provedena su na tri točke uzorkovanja unutar pilot područja (Slika 13). Uzorci su uzimani na dvije dubine (2 m i 20 m) na svakoj mjestnoj postaji jednom mjesečno tijekom razdoblja od 12 mjeseci (rujan 2024. – rujan 2025.).

Točka uzorkovanja 1 nalazila se u blizini uzgajališta kamenica i dagnji Bivalvi d.o.o. (43.739681, 15.876003), točka uzorkovanja 2 u blizini uzgajališta kamenica i dagnji Platforma 22 d.o.o. (43.758297, 15.858078), a točka uzorkovanja 3 u blizini uzgajališta ribe (brancin i orada) Seashell d.o.o. (43.769643, 15.847710). Navedeni dionici sudjelovali su u procesima uzorkovanja i komunicirali sa stručnjacima putem LiRRIE radionica.

Na svakoj dubini mjereni su sljedeći parametri: temperatura mora, salinitet, pH, otopljeni kisik (DO), zamućenost, klorofil, amonij (NH_4^+), nitriti (NO_2^-), nitrati (NO_3^-), fosfati (PO_4), ukupne suspendirane tvari, organska frakcija suspendiranih tvari, dok je organski sadržaj sedimenta mjereno u tri ponavljanja za svaku lokaciju.



Uzorci vode uzimani su standardnim uzorkivačem vode prema Ruttneru zapremine 1000 ml (HydroBios, Danska). Temperatura i otopljeni kisik mjereni su ručnom sondom s kabelom duljine 20 m (Oxyguard Polaris). Salinitet je mjereno u uzorcima vode prikupljenima uzorkivačem pomoću analognog refraktometra in situ.

Zamućenost, klorofil i pH mjereni su u uzorcima vode prikupljenima uzorkivačem u mokrom laboratoriju pomoću višekanalne sonde za kvalitetu vode Manta Plus 35 (Solinst, Kanada).

Jedna litra morske vode prikupljena uzorkivačem pohranjena je u tamnoj boci i rashlađena prije analize nutrijenata istoga dana. Amonij, nitriti, nitrati i fosfati analizirani su pomoću fotometra PF-3 Fish Photometer (Machery-Nagel, Njemačka) i VISOCOLOR ECO brzih testova. Otopljeni anorganski dušik (DIN) izračunat je kao zbroj izmjerenih dušikovih nutrijenata.

Za analizu ukupnih suspendiranih tvari (TSS) i ukupnih organskih tvari (TOS), analizirano je 1000 ml morske vode u tri ponavljanja s svake dubine. Uzorci su pohranjeni u tamnim bocama i rashlađeni do laboratorijske analize. Svaki uzorak od 1000 ml morske vode filtriran je kroz MGC filter pomoću vakuumske pumpe pri niskom tlaku. Filteri sa sadržajem sušeni su u prethodno zagrijanoj sušionici na 100 °C do konstantne mase (24 sata). Nakon toga su vagani na analitičkoj vagi (preciznost 0,001 g). TSS su izračunati prema formuli:

TSS = masa suhog filtera – masa čistog osušenog filtera [mg/l]

Izvagani i osušeni filteri zatim su spaljeni u mufolnoj peći (prethodno zagrijanoj na 450 °C) tijekom pet sati. Ohlađeni filteri ponovno su vagani na analitičkoj vagi. TOS su zatim izračunati prema formuli:

TOS = masa spaljenog filtera – masa čistog spaljenog filtera [mg/l]

Organska frakcija suspendirane tvari (f) izračunata je prema formuli:

f = TOS / TSS × 100 [%]

Organska frakcija u sedimentu određena je metodom gubitka žarenjem (LOI). Uzorci sedimenta uzimani su na svakoj mjernoj postaji u tri ponavljanja pomoću Van Veen grabilice površine 250 cm² (KC Denmark A/S, Danska). Uzorci su kratko



rashlađeni, a zatim zamrznuti do analize. Keramičke posudice sa sedimentom sušene su u prethodno zagrijanoj sušionici na 100 °C do konstantne mase (24 sata). Nakon toga su vagane na analitičkoj vagi (preciznost 0,001 g) te spaljene u mufolnoj peći (prethodno zagrijanoj na 450 °C) tijekom pet sati. Ohlađene posudice sa sadržajem ponovno su vagane na analitičkoj vagi. Organska frakcija u sedimentu izračunata je prema formuli:

Masa organske tvari = suha masa - masa nakon žarenja

Organska frakcija = masa organske tvari / suha masa × 100 [%]

Zbog značajnih razlika u parametrima kvalitete vode na dvije mjerene dubine, rezultati su prikazani u zasebnim tablicama kao prosjek za sve tri točke uzorkovanja (AV ± SD). Tijekom naknadne procjene pogodnosti vrsta, okolišni podaci za određenu dubinu koristit će se za pojedine vrste ovisno o dubini na kojoj se očekuje njihov uzgoj.

Tablica 7. *Prosjek (± SD) godišnjih okolišnih parametara na dubini od 2 m*

Geografska širina i dužina (WGS 84)	Naziv okolišne varijable	Min-max vrijednosti (mjesečno)	Prosjek (mjesečno)
Min/max vrijednosti i prosjeci dobiveni su iz objedinjenih mjerenja na tri točke uzorkovanja: 43.739681, 15.876003; 43.758297, 15.858078; 43.769643, 15.847710	Temperatura [%C]	13.0 - 25.8	20.0 ± 4.5
	Otopljeni kisik DO [mg/L]	5.5 - 9.5	7.4 ± 0.9
	Salinitet	4.0 - 40.0	31.9 ± 9.3
	Zamućenost [NTU]	0.3 - 9.4	3.6 ± 2.1
	klorofil [mg/L]	0.2 - 22.51	7.6 ± 4.7
	pH	8.1 - 8.5	8.2 ± 0.1
	DIN [mg/L]	4.8 - 6.6	5.5 ± 0.4
	Fosfati [mg/L]	0.6 - 0.7	0.6 ± 0.0
	TSS [mg/L]	20,0 - 66,5	27.8 ± 5.7
	TOS [%]	9,0- 30,4,3	35.2 ± 2.9
Organska frakcija u sedimentu (%)	2.7 - 9.1	5.3 ± 2.7	

**Tablica 8.** *Prosjek (\pm SD) godišnjih okolišnih parametara na dubini od 20 m*

Geografska širina i dužina (WGS 84)	Naziv okolišne varijable	Min-max vrijednosti (mjesečno)	Prosjek (mjesečno)
Prosjek između postaja na: 43.739681, 15.876003; 43.758297, 15.858078; 43.769643, 15.847710	Temperatura [%C]	14.0 - 24.3	19.3 \pm 3.7
	Otopljeni kisik DO [mg/L]	5.7 - 7.7	6.5 \pm 0.7
	Salinitet	30.0 - 41.0	39.1 \pm 2.1
	Zamućenost [NTU]	0.5 - 13.2	4.4 \pm 2.9
	Klorofil [mg/L]	0.2 - 13.5	2.7 \pm 2.7
	pH	8.0 - 8.5	8.4 \pm 0.1
	DIN [mg/L]	4.6 - 6.7	5.5 \pm 0.3
	Fosfati [mg/L]	0.0 - 0.7	0.6 \pm 0.0
	TSS [mg/L]	14.4 - 66.0	39.1 \pm 7.2
	TOS [%]	16.4 - 57.6	31.1 \pm 1.3
Organska frakcija u sedimentu (%)	2.7 - 9.1	5.3 \pm 2.7	

Procjena pogodnosti lokacije u estuariju rijeke Krke

Dionici uključeni u LiRRIE radionice bili su: Platforma 22 d.o.o., Seashell d.o.o. i Bivalvi d.o.o. Oni su vrednovali predložene težinske vrijednosti kroz šest kriterija Indeksa pogodnosti lokacije (Site Suitability Index – SiSi). Te su vrijednosti dobivene kroz komunikaciju s dionicima i pregled relevantne literature.

Tablica 9. *Scenarij prema metodologiji (poluekstenzivni)*

Kriteriji	Izvorna vrijednost	Normalizirana vrijednost	Težina
1. Podaci o kvaliteti vode	1	0.25	0.25
2. Trofičko stanje	0.5	0.125	0.25
3. Usluge i infrastruktura	0.4	0.06	0.15
4. Korištenje vodenog tijela	0.62	0.0775	0.125
5. Korištenje okolnog	0.62	0.0775	0.125



zemljišta			
6. Analiza rizika	0.752	0.0752	0.1
TOTAL	3.89	0.67	1

Tablica 10. Scenarij prema metodologiji (intenzivni / RAS)

Kriteriji	Izvorna vrijednost	Normalizirana vrijednost	Težina
1. Podaci o kvaliteti vode	1	0.25	0.25
2. Trofičko stanje	0.5	0.125	0.25
3. Usluge i infrastruktura	0.4	0.06	0.15
4. Korištenje vodenog tijela	0.62	0.0775	0.125
5. Korištenje okolnog zemljišta	0.62	0.0775	0.125
6. Analiza rizika	0.73	0.0732	0.1
TOTAL	3.87	0.66	1



Tablica 11. Scenarij W2 iz LiRRIE radionica (poluekstenzivni)

Kriteriji	Izvorna vrijednost	Normalizirana vrijednost	Težina
1. Podatci o kvaliteti vode	1	0.25	0.25
2. Trofičko stanje	0.5	0.075	0.15
3. Usluge infrastrukture	0.4	0.06	0.15
4. Korištenje vodenog tijela	0.62	0.093	0.15
5. Korištenje okolnog zemljišta	0.62	0.093	0.15
6. Analiza rizika	0.752	0.1128	0.15
TOTAL	3.89	0.68	1

Tablica 12. Scenarij W2 iz LiRRIE radionica (intenzivni / RAS)

Kriteriji	Izvorna vrijednosti	Normalizirana vrijednost	Težina
1. Podatci o kvaliteti vode	1	0.25	0.25
2. Trofičko stanje	0.5	0.075	0.15
3. Usluge infrastrukture	0.4	0.06	0.15
4. Korištenje vodenog tijela	0.62	0.093	0.15
5. Korištenje okolnog zemljišta	0.62	0.093	0.15
6. Analiza rizika	0.73	0.1098	0.15
TOTAL	3.87	0.68	1



Pokazatelj pogodnosti lokacije i identifikacija najpogodnijeg područja

Zbog blizine triju točaka uzorkovanja korištenih u ovom istraživanju, vrijednosti njihovih indeksa pogodnosti lokacije (SiSi) ne razlikuju se. Čak i uz razlike u intenzitetu proizvodnje (koje su premale i rijetke da bi imale značajan utjecaj na trofičko stanje i povezane rizike uzgoja na tom području) te uz primjenu alternativnih mikrokriterija, dobivene SiSi vrijednosti ostaju slične. Nadalje, iako je pogodnost vrsta naknadno prilagođena različitim dubinama uzgoja, indeks pogodnosti lokacije nije se razlikovao ovisno o dubini. Stoga je za pilot područje odabrana jedna SiSi vrijednost, koja se odnosi na scenarij u skladu s metodologijom AZA4ICE u poluekstenzivnom uzgojnom okruženju.

Tablica 13. Scenarij prema metodologiji

Scenario according with Methodology	
Semiextensive	
1. Water quality data	1.00
2. Trophic condition	0.50
3. Services and facilities	0.40
4. Use of the water body	0.62
5. Use of the surrounding	0.62
6. Risk analysis	0.75
SiSi	0.67

Procjena pogodnosti vrsta u estuariju rijeke Krke

Razmatrane vrste bile su sljedeće:

Brancin (*Dicentrarchus labrax*)

Plosnata kamenica (*Ostrea edulis*)

Morski krastavac (*Holothuria tubulosa*)

Morska salata (*Ulva* sp.)

a) Brancin (*Dicentrarchus labrax*)

Brancin može narasti do 1 metra duljine i dosegnuti masu do 14 kg. Po svojem izgledu jasno pokazuje da je riječ o grabežljivcu. Tijelo mu je snažne građe, robusno, ali istodobno izduženih i elegantnih linija, a odlikuje ga vrlo brzo plivanje. Glava je srednje veličine, s relativno velikim ustima kod kojih je donja usna blago istaknuta. Zubi nisu veliki, ali su brojni i vrlo oštri. Na škržnom poklopcu nalazi se nekoliko



snažnih bodlji.

Tijelo brancina prekriveno je sitnim ljuskama. Boja je svijetlo olovno-siva, koja na bokovima prelazi u sivo-srebrnu, dok je trbušna strana srebrnasto-bijela. Iznad škržnog poklopca na tijelu nalazi se tamna mrlja. Mlađi primjerci, a iznimno i odrasli, mogu imati tamne pjegice na gornjem dijelu tijela i bokovima.

Brancin je rasprostranjen duž cijele jadranske obale i nastanjuje različite tipove morskog dna, u mutnim, bočatim i čistim slanim vodama. Najčešće se nalazi u blizini ušća rijeka i u uvalama gdje se osjeća utjecaj slatke vode iz podzemnih izvora. U toplijim mjesecima boravi uz obalu, najčešće na dubinama od 2 do 5 m, a može zalaziti i dublje u riječne tokove. Tijekom hladnih zimskih razdoblja migrira u dublje vode, ponekad i do 80 m dubine. Mlađi primjerci često se zadržavaju u većim jatima, dok odrasle jedinke žive pojedinačno ili u manjim skupinama.

Hrani se škampima, mekušcima i ribom (mlađ cipala, jegulje, glavoči i sl.). Mlađe jedinke prvenstveno se hrane beskralježnjacima, dok se s rastom povećava udio ribe u prehrani. U nedostatku uobičajene hrane, brancin može konzumirati i alge.

Mrijesti se jednom godišnje, krajem jeseni i u prvoj polovici zime. Tijekom mrijesta okuplja se u jatima i u okolnu vodu otpušta spolne stanice, gdje dolazi do oplodnje. Oplodena jaja su pelagična i plutaju u vodenom stupcu. Spolna zrelost obično nastupa između druge i četvrte godine života.

b) Plosnata kamenica (*Ostrea edulis*)

Kamenica je školjkaš okrugle ili ovalne sivkaste ljuštare grube površine. Lijeva i desna ljuštura razlikuju se – lijeva, udubljena ljuštura čvrsto je pričvršćena za podlogu, dok je desna ravnija. Ljuštura je građena od niza karbonatnih slojeva raspoređenih u lamelarnu strukturu.

Kamenica je protandrični hermafrodit, što znači da tijekom reproduktivne sezone može dvaput promijeniti spol. Gamete ženki nalaze se u plašnoj šupljini, gdje dolazi do oplodnje kada spermiji, koji ulaze iz okolne vode strujanjem, dospiju u unutrašnjost plašta.

Jedna ženka može proizvesti do milijun jajašaca koja nakon oplodnje ostaju u plašnoj šupljini 8–10 dana. Nakon toga ličinka veličine približno 160 µm izlazi u okoliš putem izlazne struje vode. Slobodnoplutajuće ličinke zadržavaju se u vodenom stupcu 2–3 tjedna, ovisno o temperaturi.

Nakon toga ličinka prelazi u stadij puzajuće ličinke koja se pričvršćuje na čvrstu podlogu. Pomoću posebne tvari poznate kao „cement“ nepovratno se pričvršćuje za supstrat. Za pravilan rast i razvoj ličinki salinitet ne smije pasti ispod 20, a temperatura ne smije prelaziti 25 °C.

c) Morski krastavci (*Holothuria tubulosa*)

Morski krastavci su morski beskralježnjaci koji pripadaju koljenu bodljikaša (Echinodermata), razredu Holothuroidea. Sukladno Pravilniku o zaštiti morskih



krastavaca (NN 76/1998), sve vrste morskih krastavaca u Republici Hrvatskoj zabranjeno je sakupljati u svrhu prerade, trgovine ili transporta.

Riječ je o bentoskim organizmima koji se pojavljuju od plimne zone pa sve do velikih dubina oceana. Tijelo im je izduženo jer je oralno-aboralna os znatno dulja od radijalnih osi. U prirodnom položaju leže na podlozi tako da je oralno-aboralna os paralelna s podlogom. Iako postoji razlika između gornje i donje strane tijela, ne razlikuju se jasno trbušna i leđna strana.

Dobro razvijen mišićni sustav omogućuje im fleksibilnost i relativno učinkovito kretanje (Musin i Marukić, 2007). Veličina bodljikaša varira od nekoliko milimetara do čak 2 metra (Habdija i sur., 2011, str. 490).

Probavni sustav proteže se kroz cijelo tijelo – od usta na prednjem dijelu tijela do crijeva na stražnjem dijelu (Matoničkin, 1999). Crijevo završava kloakom koja je povezana s dvjema granama vodenih pluća (Matoničkin, 1999). Morski krastavci uvlače vodu u vodena pluća kroz kloaku te je ponovno izbacuju (Matoničkin, 1999).

Radijalno raspoređen vaskularni sustav osnovna je anatomska značajka bodljikaša (Matoničkin, 1999), a pentaradijalna struktura tijela najizraženija je upravo u građi tog sustava.

Vrsta *Holothuria tubulosa* može se razmnožavati spolno i nespolno (iako je spolno razmnožavanje mnogo češće). Nespolno razmnožavanje uključuje podjelu tijela na dva ili više dijelova (fisija). Spolno razmnožavanje uključuje oplodnju spolnih stanica u vodenom stupcu.

Spolni organi razvijeni su u jednom intersticiju kao jednostavna gonada s prstolikim granama iz kojih polazi kanal prema genitalnom otvoru. Većina jedinki je odvojenih spolova, iako postoje i hermafroditi. Ličinka se naziva aurikularija, koja se često razvija u bačvasti oblik – doliolariju.

U prirodi je spol teško odrediti vanjskim pregledom, pa se određuje disekcijom (Pérez-Ruzafa, 1984). Istraživanja pokazuju da mrijest vrste *H. tubulosa* započinje u kolovozu. Tijekom mrijesta jedinke podižu prednji dio tijela prema morskoj struji u tzv. „cobra“ položaj, pri čemu stražnji dio tijela ostaje na podlozi. Spolni otvor nalazi se neposredno ispod usta, a spolne stanice otpuštaju se u vodeni stupac. Najprije mužjaci ispuštaju bjelkastu tekućinu, nakon čega ženke otpuštaju viskoznu smjesu kao odgovor na prisutnost muških gameta (Asha i Muthiah, 2002).

Mrijest obično traje oko 30 minuta, a potrebni uvjeti uključuju pun mjesec i odgovarajuće okolišne čimbenike, među kojima je najvažnija temperatura mora. U Jadranu su zabilježene vrijednosti od oko 25 ± 3 °C. Oplodnja se odvija u vodenom stupcu, a ličinke vode planktonski način života 7 do 13 tjedana (Despalatović i sur., 2004).

d) Morska salata (*Ulva* sp.)



Morska salata nastanjuje dobro osvijetljena područja u plimnoj zoni i gornjem dijelu obalnog pojasa te je prisutna tijekom cijele godine. Često se pojavljuje i u plitkim, eutrofiziranim ili zagađenim morima.

Steljka (talus) tubularnih algi može narasti i više od 0,5 m. Na dodir je kožasta i karakteristične je svijetlozelene boje (Turk, 2011).

Ulva sp., poznata kao morska salata, ima značajan kemijski potencijal. Ova široko rasprostranjena zelena makroalga važan je primarni proizvođač u morskim ekosustavima te uspijeva u obalnim vodama umjerenih i tropskih područja diljem svijeta.

Međutim, njezina važnost nadilazi ekološku ulogu. Nedavna istraživanja usmjerena su na iznimnu prilagodljivost ove alge i njezin bogat kemijski sastav koji ima primjenu u različitim industrijama. Alga sadrži velike količine proteina, vlakana i antioksidansa, a bogata je željezom i jodom. Također sadrži brojne vitamine i minerale, a njezina konzumacija dokazano pozitivno utječe na probavni i imunološki sustav.

Tablica 14. Okolišni zahtjevi hranjenih vrsta u akvakulturi. Naznačeni su optimalni i tolerantni rasponi, funkcija fuzzy pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotono linearno rastuća (MLI); monotono linearno opadajuća (MLD).

Vrsta znanstveni naziv	Okolišni kriterij	Kritični min	Optimum	Kritični max	Fuzzy members hip function	Reference
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Temp (°C)	4.6	25-30	37.4		TRZ
	Oxygen (%)	30	70-100 (115*)			MLI
	TSS (mg/L)		1-7	102		MLD
	Salinity (‰)	1	10.2 – 25.0	60		TRZ
	pH	15.9	6.5 – 8.3 (9.0*)			TRZ

Tablica 15. Okolišni zahtjevi za filtratore (organski ekstraktivne vrste). Naznačeni su optimalni i



tolerantni rasponi, funkcija fuzzy pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotono linearno rastuća (MLI); monotono linearno opadajuća (MLD).

Vrsta znanstveni naziv	Okolišni kriterij	Kritični i min	Optimum	Kritični i max	Fuzzy membership function	Referenc e
Ostrea edulis	Temp (°C)	3-8	18-25	28-30		TRZ
	Oxygen (%)	15*	90-100 (115*)			MLI
	Turbidity or TSS (mg/L)		2-50	80		MLD
	Salinity (‰)	18	20-50	60		TRZ
	pH	6.5*	7.5-8.1 (9.0*)			MLI
	Chlorophyll I-a (µg Chla L-1)	0.2	10-30			MLI

Tablica 16. Okolišni zahtjevi depozitnih i filtrirajućih organsko-ekstraktivnih vrsta. Naznačeni su optimalni i tolerantni rasponi, funkcija fuzzy pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ);

Vrsta znanstveni naziv	Okolišni kriterij	Kritični min	Optimum	Kritični max	Fuzzy membership function	Reference
Holothuria tubulosa	Temp (°C)	12	20-25	30		TRY
	Oxygen (%)	24	80-100 (115*)			MLI
	Substrate		Sand			
	Salinity (‰)	25	38	45		TRZ
	pH	7.2	7.6-8 (9.0*)			MLI

Tablica 17. Okolišni zahtjevi anorganski ekstraktivnih vrsta. Naznačeni su optimalni i tolerantni rasponi, funkcija fuzzy pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotono linearno rastuća (MLI); monotono linearno opadajuća (MLD).

Vrsta znanstveni naziv	Okolišni kriterij	Kritični min	Optimum	Kritični max	Fuzzy membership function	Referen ce
Ulva sp. (U. ohnoia, Ulva rigidab, U. rotunda tac, Ulva intestin alis, U. lattucaae)	Temp (°C)	4 ^a	20-25 ^a	40 ^a		TRZ
		10 ^b	18-25 ^b	25 ^e		
		11 ^c	21-27 ^c			
			20-25 ^d			
		6 ^e	12-18 ^e			
	Oxygen (%)					
	TSS (mg/L)		1-400	650		MLD
	Salinity	10 ^a	25-35 ^a	40 ^a		TRZ
		15 ^b	30-37 ^b	40 ^b		
		10 ^c	30-40 ^c	48 ^c		
		1 ^d	5-39 ^d	40 ^d		
		0 ^e	15-33 ^e	62 ^e		
	pH	4.7 ^b	7.3-10.1 ^a			MLI
			7.2-8.2 ^b			
7.3-9.0 ^c						
8.2-10.2 ^d						
7.5-9.5 ^e						
(10*)						
TIN (mg L ⁻¹)	0.05	0.5-30 ^{a,b} 0.25-2.9 ^a	300		MLI	
TP (mg L ⁻¹)	0.05	0.25-2.9 ^a	85		MLI	

Pogodne vrste u estuariju rijeke Krke

U ovom istraživanju korišten je različit skup okolišnih parametara ovisno o dubini na kojoj se pojedina vrsta uzgaja. Stoga su za četiri analizirane vrste za procjenu indeksa pogodnosti vrsta korišteni okolišni parametri s odgovarajućih dubina:

Hranjena vrsta: *Dicentrarchus labrax* – 20 m

Filtrator: *Ostrea edulis* – 20 m

Depozitni hranitelj: *Holothuria tubulosa* – 20 m

Anorganski ekstraktivna vrsta: *Ulva sp.* – 2 m



Tablica 18. Suitability index za svaku vrstu

Species scientific name	Vernacular name	Suitability index
<i>Dicentrarchus labrax</i>	European sea bass	0.67
<i>Ostrea edulis</i>	European flat oyster	0.75
<i>Holothuria tubulosa</i>	Sea cucumber	0.67
<i>Ulva sp.</i>	Sea lettuce	0.53

Procjena pogodnosti IMTA/RAS sustava i kružnosti u estuariju rijeke Krke

Tablica 19. Pokazatelji učinkovitosti akvakulture za svaku vrstu

Vrsta	Kriterij	Pod-kriterij	Normali zirana vrijednost	Težina	Međuvrijednost IPI indeksa
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Rasprostranjenost i infrastruktura (kriterij 1)	Biogeografija u Sredozemnom i Crnom moru	0.4	0.1	0.4
		Akvakulturna djelatnost	0.6	0.1	0.6
	Domestikacija i uzgoj (kriterij 2)	Proizvodni model	0.2	0.25	0.14
		Know-how kroz životni ciklus	0.2	0.25	0.2
		Dostupnost mlađi (sjemenskog materijala)	0.6	0.25	0.6
	Prehrambeni zahtjevi (kriterij 3)	Održivost hrane i dostupno znanje	0.4	0.15	0.2
		Učinkovitost hranidbe	0.6	0.15	0.3



	Učinkovitost rasta i preživljavanja (kriterij 4)	Stope rasta	0.4	0.15	0.2	
		Trajanje proizvodnog ciklusa	0.2	0.15	0.1	
		Preživljavanje	0.4	0.15	0.4	
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	Komercijalna vrijednost svježeg proizvoda	0.6	0.15	0.3	
		Komercijalna vrijednost nusproizvoda	0.3	0.15	0.15	
		Ciljno tržište	0.1	0.15	0.05	
		Mišljenje potrošača	0.5	0.2	0.5	
		Zadovoljstvo	0.5	0.2	0.5	
	Ostrea edulis	Rasprostranjenost i infrastruktura (kriterij 1)	Biogeografija u Sredozemnom i Crnom moru	0.4	0.1	0.08
			Akvakulturna djelatnost	0.6	0.1	0.6
Domestikacija i uzgoj (kriterij 2)		Produkcijski model	0.2	0.25	0.04	
		Know-how kroz životni ciklus	0.2	0.25	0.1	
		Dostupnost mlađi (sjemenskog materijala)	0.6	0.25	0.12	
Prehrambeni zahtjevi (kriterij 3)		Održivost hrane i dostupno znanje	0.8	0.2	0.4	
		Učinkovitost hranidbe	0.2	0.2	0.04	
Učinkovitost rasta i preživljavanja (kriterij 4)		Stope rasta	0.4	0.15	0.08	
		Trajanje proizvodnog ciklusa	0.2	0.15	0.1	
		Preživljavanje	0.4	0.15	0.2	
Tržišna		Komercijalna	0.5	0.15	0.5	



	vrijednost (kriterij 5)	vrijednost svježeg proizvoda			
		Komercijalna vrijednost nusproizvoda	0.2	0.15	0.2
		Ciljno tržište	0.1	0.15	0.1
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	Mišljenje potrošača	0.2	0.15	0.2
		Zadovoljstvo	0.5	0.15	0.5
	Holothuria tubulosa	Rasprostranjenost i infrastruktura (kriterij 1)	Biogeografija u Sredozemnom i Crnom moru	0.4	0.1
Akvakulturna djelatnost			0.6	0.1	0.12
Domestikacija i uzgoj (kriterij 2)		Produkcijski model	0.2	0.25	0.04
		Know-how kroz životni ciklus	0.2	0.25	0.04
		Dostupnost mlađi (sjemenskog materijala)	0.6	0.25	0.12
Prehrambeni zahtjevi (kriterij 3)		Održivost hrane i dostupno znanje	0.8	0.2	0.4
		Učinkovitost hranidbe	0.2	0.2	0.04
Učinkovitost rasta i preživljavanja (kriterij 4)		Stope rasta	0.4	0.15	0.08
		Trajanje proizvodnog ciklusa	0.2	0.15	0.2
		Preživljavanje	0.4	0.15	0.4
Tržišna vrijednost (kriterij 5)		Komercijalna vrijednost svježeg proizvoda	0.5	0.15	0.5
		Komercijalna vrijednost nusproizvoda	0.2	0.15	0.2



		Ciljno tržište	0.1	0.15	0.02
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	Mišljenje potrošača	0.2	0.15	0.2
		Zadovoljstvo	0.5	0.15	0.5
Ulva sp.	Rasprostranjenost i infrastruktura (kriterij 1)	Biogeografija u Sredozemnom i Crnom moru	0.4	0.1	0.4
		Akvakulturna aktivnost	0.6	0.1	0.12
	Domestikacija i uzgoj (kriterij 2)	Produkcijski model	0.2	0.25	0.1
		Know-how kroz životni ciklus	0.2	0.25	0.2
		Dostupnost mlađi (sjemenskog materijala)	0.6	0.25	0.3
	Prehrambeni zahtjevi (kriterij 3)	Održivost hrane i dostupno znanje	0.8	0.2	0.8
		Učinkovitost hranidbe	0.2	0.2	0.04
	Učinkovitost rasta i preživljavanja (kriterij 4)	Stope rasta	0.4	0.15	0.4
		Trajanje proizvodnog ciklusa	0.2	0.15	0.2
		Preživljavanje	0.4	0.15	0.4
	Tržišna vrijednost (kriterij 5)	Komercijalna vrijednost svježeg proizvoda	0.5	0.15	0.5
		Komercijalna vrijednost nusproizvoda	0.2	0.15	0.2
		Ciljno tržište	0.1	0.15	0.02
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	Mišljenje korisnika	0.2	0.15	0.2
		Zadovoljstvo	0.5	0.15	0.5



Tablica 20. Kriteriji uspješnosti IMTA vrsta

Vrste	Kriteriji	Normalizirana vrijednost	Težina	Međuvrijednost IPI indeksa
Vrsta 1	Raspon rasprostranjenosti i infrastruktura (kriterij 1).	0.1		0.790
	Pripitomljavanje i uzgoj (kriterij 2)	0.235		
	Zahtjevi hranidbe (kriterij 3)	0.075		
	Uspješnost rasta i preživljavanja (kriterij 4)	0.105		
	Tržišna vrijednost (Kriterij 5)	0.075		
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	0.2		
Vrsta 2	Raspon rasprostranjenosti i infrastruktura (kriterij 1).	0.068		0.578
	Pripitomljavanje i uzgoj (kriterij 2)	0.065		
	Zahtjevi hranidbe (kriterij 3)	0.088		
	Uspješnost rasta i preživljavanja (kriterij 4)	0.057		
	Tržišna vrijednost (Kriterij 5)	0.15		
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	0.15		
Vrsta 3	Raspon rasprostranjenosti i infrastruktura (kriterij 1).	0.052		0.580
	Pripitomljavanje i uzgoj (kriterij 2)	0.05		
	Zahtjevi hranidbe (kriterij 3)	0.088		
	Uspješnost rasta i preživljavanja (kriterij 4)	0.102		
	Tržišna vrijednost (Kriterij 5)	0.138		
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	0.15		
Vrsta 4	Raspon rasprostranjenosti i infrastruktura (kriterij 1).	0.052		0.808
	Pripitomljavanje i uzgoj	0.15		



	(kriterij 2)			
	Zahtjevi hranidbe (kriterij 3)	0.168		
	Uspješnost rasta i preživljavanja (kriterij 4)	0.15		
	Tržišna vrijednost (Kriterij 5)	0.138		
	Društvena prihvaćenost (kriterij 6)	0.15		

Tablica 21. Indeks uspješnosti IMTA vrsta

Znanstveni naziv vrste	Uobičajeni naziv	IPI
<i>Dicentrarchus labrax</i>	European sea bass	0.790
<i>Ostrea edulis</i>	European flat oyster	0.578
<i>Holothuria tubulosa</i>	Sea cucumber	0.580
<i>Ulva sp.</i>	Sea lettuce	0.808

Tablica 22. Izračuni prikladnosti za IMTA

Znanstveni naziv vrste	Uobičajeni naziv	ISI
<i>Dicentrarchus labrax</i>	European sea bass	0.732
<i>Ostrea edulis</i>	European flat oyster	0.663
<i>Holothuria tubulosa</i>	Sea cucumber	0.626
<i>Ulva sp.</i>	Sea lettuce	0.668
	IS =	0.672



Tablica 23. Pokazatelji kružnosti IMTA

	Kriterij	Normali zirana vrijedn ost		Težina	Međuvrijed nost IPI indeksa
IMTA system 1	Procijenjena učinkovitost hrane (FE)	1		0.15	0.15
	Procijenjena učinkovitost upravljanja otpadom (WE)	0.5		0.2	0.1
	Procijenjena učinkovitost resursa (RE)	0.5		0.1	0.05
	Ekonomija dijeljenja (SE)	0.2		0.05	0.01
	Energetska učinkovitost (EE)	1		0.15	0.15
	Indeks složenosti višestrukih vrsta i bioraznolikosti (BI)	1		0.05	0.05
	Komplementarnost vrsta (SC)	0.5		0.1	0.05
	Integracija ponovno upotrijebljenih/recikliranih materijala	0.2		0.1	0.02
	Održiva hrana (samo za vrste koje se hrane)	0.2		0.05	0.01
	Učinkovitost korištenja vode	0.2		0.05	0.01

Tablica 24. Indeks kružnosti IMTA sustava

	Uobičajeni naziv	ICI
IMTA system 1		0.60

Tablica 25. C-AZA indeks koji integrira prikladnost lokacije, uspješnost i prikladnost vrsta te kružnost IMTA sustava

	Uobičajeni naziv	C-AZAi
IMTA system 1		0.647

**Definicija C-AZA i KPI pokazatelji****Tablica 26.** Ključni pokazatelji uspješnosti za metodologiju AZA4ICE

Područje	Br	Performance indicator name	Metrika	Value
Pilot područje i prikupljanje podataka	1	Broj prikupljenih podataka	Broj	972 za praćenje okoliša (bez uračunatih ponavljanja uzoraka). SiSi, IPI i ICI bili su kvalitativni i teško ih je kvantificirati. Prikupljeni su na temelju stručnog znanja, literature i rasprava unutar Lirriesa
	2	Broj varijabli prikupljenih na terenu	Broj	14 varijabli (temperatura vode, otopljeni kisik, salinitet, zamućenost, klorofil-a, dubina, pH, ukupne suspendirane tvari, ukupne organske tvari, amonijak, nitriti, nitrati, fosfati, organska frakcija u sedimentu)
	3	Broj varijabli prikupljenih iz sekundarnih izvora	Broj	0
	4	Broj terenskih uzorkovnih točaka	Broj	3 (2 dubine po uzorkovnoj točki)
	5	Broj dionika uključenih u prikupljanje podataka	Broj	3 za terensko uzorkovanje
Prikladnost lokacije	6	Broj područja pogodnih za akvakulturne aktivnosti	Broj	1 (područje se već koristi za akvakulturu, ali su istražene nove vrste i IMTA postavke).
	7	Površina područja pogodnih za akvakulturne aktivnosti	Ha	0 (samo prijedlozi za prenamjenu postojećih koncesija)
Prikladnost vrsta za lokaciju	8	Broj vrsta uključenih u procjenu prikladnosti vrsta.	Broj	4



	9	Broj prikladnih vrsta	Broj	4
Prikladno st za kružni IMTA sustav	10	Broj rangiranih vrsta prema uspješnosti i trofičkoj funkcionalnoj skupini	Broj	4
	11	Broj prikladnih kružnih IMTA modela	Broj	1



Tablice i slike

Popis izvora

Alfier D., Čulav B., Marinčić A., 2020., Idejni projekt za izdavanje lokacijske dozvole za postavljanje uzgojnih polja školjkaša i riba u zoni rijeke Krke, Šibenik, Klamfa d.o.o.

*Despalatović, 2004., Reproductive biology of the holothurian *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in the Adriatic Sea*

Cvitković i sur., 2019., Monitoring ušća Krke; Izvještaj o početnoj procjeni bioloških i oceanoloških pokazatelja, Split, IZOR

Haramina i sur., 2017., Mapiranje resursa i održivo upravljanje sektorom marikulture u Šibensko-kninskoj županiji, Zagreb, Zelena infrastruktura

Lončar i sur., 2020., Program za ribarstvo i akvakulturu za programsko razdoblje 2021.-2027. godine, Zagreb, VITA PROJEKT d.o.o.

Marguš D., 2009., Razvoj uzgoja školjkaša u ušću rijeke Krke; Vizija, strateške mjere i akcijski plan razvoja uzgoja školjkaša u ušću rijeke Krke, Ribarstvo, 67, 153-168

Marguš D., 2009., Tri desetljeća uzgoja školjaka; Tri desetljeća uzgoja školjaka u ušću rijeke Krke, Ribarstvo, 67, 77-85

Ministarstvo poljoprivrede, 2022., Nacionalni plan razvoja akvakulture za razdoblje do 2027. godine, Zagreb

Ministarstvo gospodarstva, 2020., Climate change adaptation strategy in the Republic of Croatia for the period until 2040 with a view to 2070

Šibensko-kninska županija, 2021., Plan razvoja Šibensko-kninske županije za razdoblje 2021.-2027. godine, Šibenik

Šorgić i sur., 2019., Elaborat zaštite okoliša; Izmjena i dopuna zahvata akvakulture u zoni ušća rijeke Krke Šibensko-kninske županije, Zagreb, OIKON

Teskeredžić i sur., 2004., Studija utjecaja na okoliš za objekte akvakulture u zoni ušća rijeke Krke, Zagreb, IRB

Viličić, 1989.

Viličić, 2024., Pregled istraživanja i znanstvenih spoznaja iz estuarija rijeke Krke

Zaninović, 2022., Izvješće o prikupljanju alternativnih podataka uzgoja dagnji u estuariju Krke, Šibenik

<https://ribarstvo.mps.hr/>

http://bluefasma.upatras.gr/en_GB/



AZA4ICE

**Interreg
Euro-MED**



**Co-funded by
the European Union**

<https://kamenodoba.hr/>

<https://euribarstvo.hr/>

<https://www.nn.hr/>

https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy_en

<https://oceansdecade.org/vision-2030/>

<https://bluecirculareconomy.eu/>

<https://www.ecomondo.com/en/news-detail/circular-economy-in-the-eu-7-news-for-2026?newsId=6220907>



Popis tablica

Tablica 1. Vremenski plan Akcijskog plana za provedbu kružnih praksi u akvakulturi na regionalnoj razini

Tablica 2. Vertikalna integracija u akvakulturi na lokalnoj razini

Tablica 3. Ciljna vrijednost KPI pokazatelja za provedbu kružnih praksi u akvakulturi u regionalnim područjima do 2036. godine

Tablica 4. Praćenje i prilagodba KPI pokazatelja na regionalnoj razini

Tablica 5. Praćenje i prilagodba KPI pokazatelja na lokalnoj razini

Tablica 6. Položaj na ljestvici kružnog gospodarstva (CE) i spremnost na ulaganje u CE među dionicima SKC-a

Tablica 7. Prosjek (+/- SD) godišnjih okolišnih parametara na dubini od 2 m

Tablica 8. Prosjek (+/- SD) godišnjih okolišnih parametara na dubini od 20 m

Tablica 9. Scenarij prema metodologiji (poluekstenzivni)

Tablica 10. Scenarij prema metodologiji (intenzivni/RAS)

Tablica 11. Scenarij W2 iz Lirriesa (poluekstenzivni)

Tablica 12. Scenarij W2 iz Lirriesa (intenzivni/RAS)

Tablica 13. Scenarij prema metodologiji

Tablica 14. Okolišni zahtjevi hranjenih vrsta u akvakulturi. Naznačeni su optimalni i tolerantni raspon, fuzzy funkcija pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotonno linearno rastuća (MLI); monotonno linearno opadajuća (MLD)

Tablica 15. Okolišni zahtjevi za suspenzijske organske ekstraktivne vrste. Naznačeni su optimalni i tolerantni raspon, fuzzy funkcija pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotonno linearno rastuća (MLI); monotonno linearno opadajuća (MLD)

Tablica 16. Okolišni zahtjevi depozitnih i suspenzijskih organskih ekstraktivnih vrsta. Naznačeni su optimalni i tolerantni raspon, fuzzy funkcija pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotonno linearno rastuća (MLI); monotonno linearno opadajuća (MLD)

Tablica 17. Okolišni zahtjevi anorganskih ekstraktivnih vrsta. Naznačeni su optimalni i tolerantni raspon, fuzzy funkcija pripadnosti (FMF) i referenca. Trapezoidna (TRZ); monotonno linearno rastuća (MLI); monotonno linearno opadajuća (MLD)

Tablica 18. Indeks prikladnosti za svaku vrstu

Tablica 19. Pokazatelji uspješnosti akvakulture za svaku vrstu



Tablica 20. *Kriteriji uspješnosti IMTA vrsta*

Tablica 21. *Indeks uspješnosti IMTA vrsta*

Tablica 22. *Izračuni prikladnosti IMTA (IS)*

Tablica 23. *Pokazatelji kružnosti IMTA*

Tablica 24. *Indeks kružnosti IMTA sustava*

Tablica 25. *C-AZA indeks koji integrira prikladnost lokacije, uspješnost i prikladnost vrsta te kružnost IMTA sustava*

Tablica 26. *Ključni pokazatelji uspješnosti za metodologiju AZA4ICE*



Popis slika

Slika 1. Prikaz estuarija rijeke Krke od Skradinskog buka do tvrđave sv. Ante (Viličić i sur., 1989)

Slika 2. Veličina uzgojnih područja u estuariju rijeke Krke (Zaninović, 2022).

Slika 3. Estuarij rijeke Krke (s uzgajališta Kameno doba)

Slika 4. Postupak izdavanja dozvole za akvakulturu (Uprava za ribarstvo, 2014)

Slika 5. Prosječna ocjena spremnosti i volje poduzeća u Šibensko-kninskoj županiji za kružno gospodarstvo

Slika 6. Metodološki okvir za provedbu metodologije AZA4ICE

Slika 7. Status intervjuiranih dionika

Slika 8. Integracija održivosti i kružnog gospodarstva (CE) u poslovni plan

Slika 9. Poznavanje kružnog gospodarstva

Slika 10. Vrsta ambalaže koja se koristi za skladištenje proizvoda

Slika 11. Otpad koji proizvode poduzeća

Slika 12. Zbrinjavanje odbačenih mreža i užadi

Slika 13. Uzorkovne točke na pilot području estuarija rijeke Krke (izvor: Google Maps)



AZA4ICE

**Interreg
Euro-MED**



**Co-funded by
the European Union**



**UNIVERSITY OF
PATRAS**
ΠΑΤΡΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗ



IMC
International
Marine Centre



Junta de Andalucía
MEDITERANEO



POLE MER
MEDITERANEO



**PUBLIC INSTITUTION
DEVELOPMENT AGENCY
OF SIFNOS ISLAND**



AH
AGENCIJA ZA
POSREDOVANJE



**CHAMBER OF
ECONOMY OF
MONTENEGRO**



IPMA
Instituto Português
do Mar e da Atmosfera