



Institut Ruđer Bošković
Zavod za istraživanje mora i okoliša
Bijenička cesta 54
10000 Zagreb

Studija utjecaja na okoliš uzgajališta kalifornijske pastrve na četiri lokacije V1 (Uvale Trsina i Tvrduša), V2 (Uvale Bilančevica i Bočarije Vele), V3 (Uvale Velika i Mala Črnika) i V4 (Uvale Marasovka i Pećci) u Velebitskom kanalu

SAŽETAK



Zagreb, svibanj 2023.

SAŽETAK

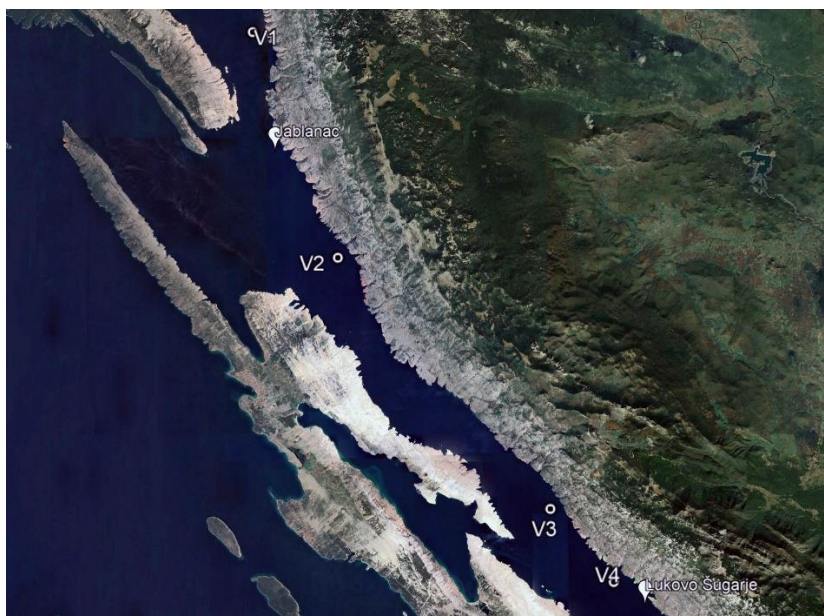
Uvod

Uzgoj pastrva u morskoj vodi već je ustaljen u svijetu. Pastrva se inače uzgaja u hladnim morima jer na temperaturama većim od 20 stupnjeva Celzijevih riba odbija uzimati hranu. Velebitski kanal je nakon preliminarnih istraživanja odabran kao vrlo perspektivna lokacija za proizvodnju većeg kapaciteta, prvenstveno zbog povoljnih oceanografskih parametara i izostanka značajnih proizvodnih sadržaja i naselja koji bi zagađivanjem mora mogli ugroziti proizvodnju

Suvremena tehnologija omogućava i tzv. dubinski uzgoj ribe, na većim dubinama, gdje je temperatura vode i u ljetnim mjesecima ispod 20 stupnjeva (ljeti, ispod termokline, na dubini ispod 20 m od 16 do 18 °C, dok je zimi more značajno hladnije od 13 do 14,5 °C). Kompjuterski kontrolirano hranjenje ribe smanjuje maksimalno količine otpada, što je važno ne samo ekološki, nego i u pogledu uštede hrane.

Lokacijski uvjeti definirani su u prostornom planu Ličko-senjske županije, te bi se zahvati u prostoru obavili u skladu s istim.

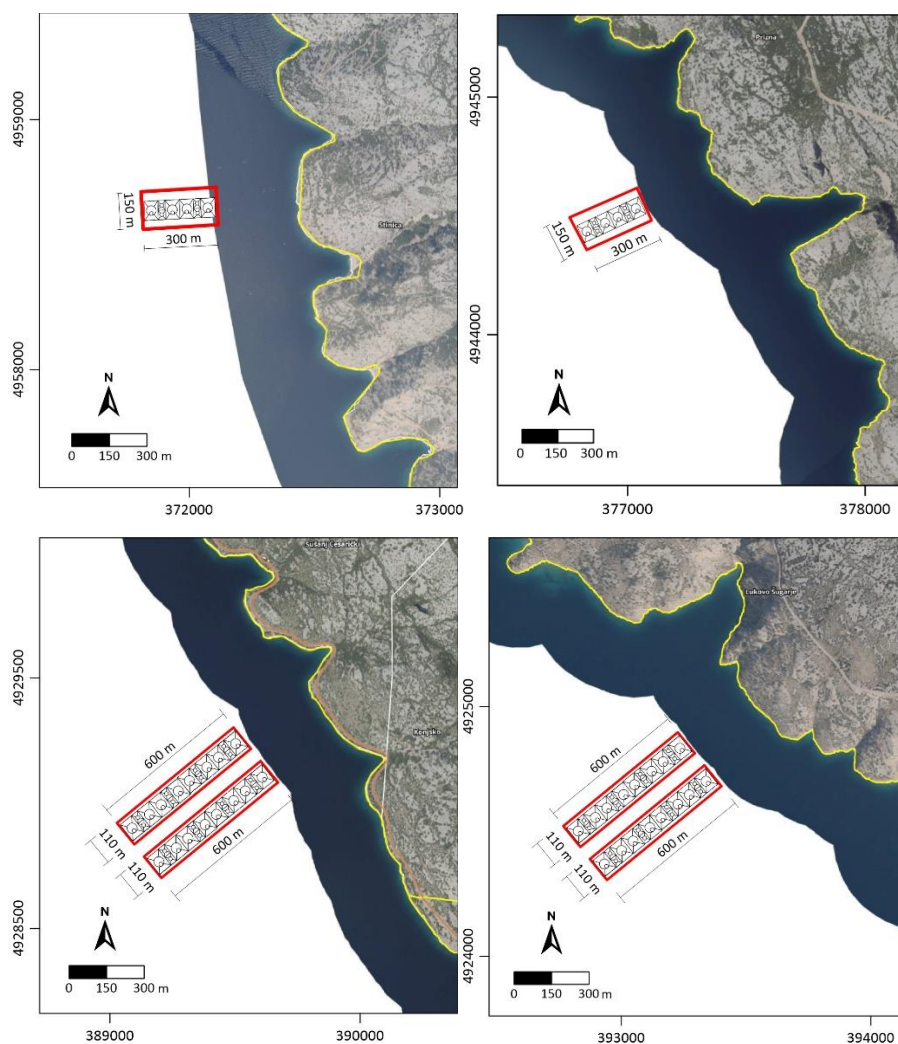
Temelj i svrha uspostave uzgajališta na četiri lokacije u Velebitskom kanalu (lokacije: V1 ispred uvala Trsina i Tvrduša, V2 ispred uvala Bilančevica i Bočarije Vele, V3 ispred uvala Velike i Male Črnika i V4 – ispred uvala Marasovke i Pećci je komercijalna proizvodnja visoko kvalitetne kalifornijske pastrve (*Oncorhynchus mykiss*) u količini od 700 t za V1 i V2, te 3500 t godišnje na V3 i V4 (Slika 1).



Slika 1 Satelitska fotografija Velebitskog kanala s označenim lokacijama budućih i postojećih uzgajališta

Trajanje jednog uzgojnog ciklusa iznosi 1,5 godina, a prosječna prodajna masa ribe iznosi 3,2 kg. Najveći dio ribe će se prodati u prvoj godini uzgojnog ciklusa, dok će manji dio ribe biti prodan nakon toga vremena. Takav uzgojni ciklus ribe podrazumijeva preklapanje maksimalno dvije nasadne generacije i popunjenost uzgojnih kapaciteta tijekom većeg dijela godine. Kalifornijska pastrva kontroliranog porijekla veličine oko 100 g nasađivat će se u more tijekom prosinca u ukupnoj količini od 245 00 komada (V1 i V2) te 1 225 000 komada (V3 i V4). Primijenit će se najsuvremenija tehnologija uzgoja u kružnim kavezima s potpuno automatiziranom hranidbom i kontrolom.

Zona zahvata uzgajališta na lokacijama V1 i V2 je veličine 150 x 300 m, dok je na lokacijama V3 i V4 270 x 600 m i sastoji se od dva polja dimenzija 110 x 600 na razmaku od 50 m. Sva uzgajališta locirana su više od 300 m od obalne linije (Slika 2).



Slika 2 Kavezima na lokacijama V1, V2, V3 i V4

U studiji je detaljno opisana lokacija zahvata, zahvat i tehnologija uzgoja kalifornijske pastreve u morskoj vodi. Tijekom izrade studije provedena su terenska istraživanja: biološko-ronilački pregled dna na svim lokacijama pri čemu su određene životne zajednice dna i provjerena bioraznolikost. Uzorkovan je i analiziran sediment te je određen njegov granulometrijski sastav, izvršena multielementarna analiza i izmjerene koncentracije organskog ugljika, ukupnog dušika i ukupnog fosfora te je izmjere redoks potencijala u prvih 10 cm sedimenta. U studiji su analizirane i geomorfološke i geološke karakteristike morskog dna i obalnog pojasa. Analizirano je fizičko-kemijsko stanje vodenog stupca, dinamika razine mora, morske struje i pomorski promet.

Kao varijantna rješenja razmatrana su dva rješenja:

- a) kavezi postavljeni u redove paralelno s obalom
- b) kavezi postavljeni ortogonalno na obalu

Sukladno argumentima u a) i b) predlaže se varijanta b) čiji utjecaj na sediment i vodeni stupac između uzgajališta i obale ima nesumnjivo manji intenzitet.

Dinamika razine mora i strujanje mora

1. Oscilacija morske razine fazno je usklađena i podjednako je intenziteta unutar istog mjernog perioda između lokacija V1 i V2, kao i između lokacija V3 i V4. Mjereni raspon oscilacije razine mora iznosio je od -43 cm do 54 cm na postajama V3-V4 tijekom prvog mjernog perioda, te 38% veći raspon (od -60 cm do 74 cm) na postajama V1-V2 tijekom drugog mjernog perioda.

2. Varijanca u oba mjerna perioda značajno je viša od varijance ekstrahiranog plimnog signala. Analiza ukazuje, da sintetizirani plimni signal tijekom prvog mjernog perioda u visokoj mjeri opisuje dio mjerenog signala bez rezidualnih dugoperiodičkih utjecaja (oko 89%), ali samo 56-60% varijance ukupnog signala oscilacije morske razine. Ostali dio čini varijanca koju pripisujemo uzdizanju površine uslijed dugotrajnog puhanja juga u prvom mjernom periodu. U drugom mjernom periodu ne-plimna varijanca je još većeg intenziteta, a pripisujemo je također pojavi dugotrajnog puhanja juga, te pojavi slobodnih oscilacija na periodu oko $T = 21h$ (osnovni Jadranski seš). S obzirom na navedeno, tijekom (ljetnog) perioda sa smanjenim atmosferskim utjecajima - za očekivati je da će varijanca razine biti bliža vrijednostima plimne varijance.

3. Postaja V3 (25.10.2019-5.12.2019): Maksimalne mjerene brzine morske struje po slojevima dosezale su vrijednosti od $21,12 \text{ cm s}^{-1}$ do $31,20 \text{ cm s}^{-1}$. Zbog oscilatornog karaktera plimnog

strujanja srednje vrijednosti brzine značajno su manjeg inteziteta i kretale su se u rasponu od $3,62 \text{ cm s}^{-1}$ pri dnu do $6,27 \text{ cm s}^{-1}$ u površinskom sloju.

4. Postaja V4 (25.10.2019-5.12.2019): Maksimalne mjerene brzine morske struje po slojevima dosežale su vrijednosti od $20,37 \text{ cm s}^{-1}$ do $25,94 \text{ cm s}^{-1}$. Srednje vrijednosti brzine kretale su se u rasponu od $3,36 \text{ cm s}^{-1}$ pri dnu do $5,24 \text{ cm s}^{-1}$ u površinskom sloju.

5. Postaja V1 (6.12.2019-10.1.2020): Maksimalne mjerene brzine morske struje po slojevima dosežale su vrijednosti od $20,9 \text{ cm s}^{-1}$ do $31,02 \text{ cm s}^{-1}$. Srednje vrijednosti brzine kretale su se u rasponu od $2,88 \text{ cm s}^{-1}$ pri dnu do $7,77 \text{ cm s}^{-1}$ u površinskom sloju. Postaja V1 iskazuje najjaču razinu strujne dinamike od svih mjernih postaja.

6. Postaja V2 (6.12.2019-10.1.2020): Maksimalne mjerene brzine morske struje po slojevima dosežale su vrijednosti od $21,58 \text{ cm s}^{-1}$ do $25,98 \text{ cm s}^{-1}$. Srednje vrijednosti brzine kretale su se u rasponu od $3,17 \text{ cm s}^{-1}$ pri dnu do $5,2 \text{ cm s}^{-1}$ u površinskom sloju.

7. Na mjernim postajama V1-V4 srednje brzine strujanja manje su od 10 cm s^{-1} , što lokacije svrstava u kategoriju umjerene razine strujne cirkulacije.

8. Dominantan horizontalan smjer pružanja strujnog toka na postajama V2-V4 je sjeverozapad-jugoistok, a na postaji V1 sjever-jug, paralelno uz obalu. Usmjerenost strujnog toka je gotovo bipolarna i određena batimetrijskim i geomorfološkim kontekstom lokacije. Na svim lokacijama, postotak ukupne varijance objašnjen varijancom na glavnoj osi strujanja je visok u čitavom vertikalnom stupcu (94-98%). Vertikalna distribucija varijance po slojevima prati raspodjelu srednjih struja, tj. varijabilnost (varijanca) strujnog toka pada s dubinom

9. Najniže rezidualno konstantno strujanje mjereno je na postaji V2 ($0,24 - 0,52 \text{ cm s}^{-1}$), a tijekom istog perioda zabilježene su i najviše vrijednosti rezidualnog strujanja ($1,64 - 4,96 \text{ cm s}^{-1}$) u gornjem sloju na postaji V1, kao posljedica izloženosti vjetrovnoj dinamici (jugo) i atmosferskim procesima. Vertikalno na svim postajama postoji blaga razlika u karakteristikama rezidualnog strujanja do sloja od 13m dubine

i ispod njega.

10. Zaključno izmjerene struje omogućuju ribogojilišta na predloženim lokacijama V1 do V4.

11. Dodatno treba istaknuti sljedeće činjenice: (i) strujanje u najgornjem površinskom sloju (0-4m) mjereno ADCP mjernim uređajem nije bilo moguće uvrstiti u analizu zbog visoke nepouzdanosti mjerenja u tom sloju, a s obzirom da površinske struje potpomognute vjetrom mogu dosežati visoke iznose brzine, ovdje sprovedena analiza za vodeni stupac je konzervativna, odnosno podcjenjuje ukupnu strujnu dinamiku vertikalnog stupca; (ii) pozicije kaveza bit će smještene na veće dubine i veću udaljenost od obale, tako da će utjecaj

batimetrije i morfologije na usporavanje strujanja i disipaciju energije biti smanjen što bi trebalo potencijalno rezultirati jačim strujnim poljem.

Emisija nepojedene hrane u vodeni stupac je mala i stoga procjenjujemo da će svu hranu pojesti slobodni organizmi uglavnom prije nego što stigne na dno ili neposredno nakon toga. Držimo da je utjecaj pozitivan na produktivnost viših trofičkih nivoa u moru. Negativan utjecaj na vodeni stupac postoji, ali je on vrlo mali, neakumulativan je i ograničen na koncesiono područje, te ima oblik neznatno povećanog turbiditeta dijela vodenog stupca od hranilice do dna.

Mjerljiv utjecaj od povećanja dotoka fosfora i dušika bit će ograničen na područje do 500 m, u smjeru polarizirane morske struje NW-SE paralelno uz obalu.

Utjecaj na sediment će postojati no kako je dno na dubini od 61 m i više, te stoga što se izlučevine pastrva uglavnom otapaju u vodenom stupcu, utjecaj će biti prihvatljivo mali. Hipoksija na dnu se ne očekuje. Nadalje, utjecaj na sediment će biti ograničen unutar koncesijskog područja i u njegovoj neposrednoj blizini. Osim negativnog utjecaja na sediment u smislu akumulacije fosfora, dušikovih spojeva, ugljika i ostalih hranjivih tvari, utjecaj na održavanje veće biomase pridnenih organizama bit će pozitivan.

Za vrijeme rada sva četiri uzgajališta u Velebitskom Kanalu očekuje se neznatno povećanje eutrofikacije inače oligotrofnog mora Velebitskog kanala. S obzirom da se ne očekuju površinske cvatnje fitoplanktona većih razmjera kao ni anoksija u vodenom stupcu ili pri dnu, a da će dotok iz uzgajališta povećati prihranu svih trofičkih nivoa u kanalu, držimo da je taj dotok korisno povećanje eutrofikacije kanala.

Procjenjuje se da je utjecaj na ukupno stanje vodnog tijela na kojem će se nalaziti uzgajališta zanemarivo. Jedini utjecaj koji se može identificirati onaj je na bentičke beskralježnjake i to samo neposredno ispod uzgojnih instalacija. Rizik od utjecaja promjene klime na zahvat je nizak pa ne zahtijeva nikakve dodatne mjere. Ne očekuje se značajan utjecaj na okoliš uslijed nastajanja otpada tijekom korištenja zahvata, uz pridržavanje propisa. Predmetna uzgajališta nalaze se izvan važnih međunarodnih i unutarnjih plovnih pomorskih puteva, a predviđena lokacija kaveza smještena je tako da ne ugrožava plovidbu brodova koji plove Velebitskim kanalom. Stoga kavezi neće ometati plovidbe brodova i ostalih plovila na plovidbenom pravcu.

Neće doći do značajnih negativnih utjecaja na krajobraz, iako će se u pretežno prirodno područje unijeti nove forme antropogenog karaktera, jer način doživljavanja i korištenja obalnog područja u odnosu na postojeće stanje neće biti značajnije izmijenjen.

Uzevši u obzir postojeći utjecaj sličnih uzgajališta u širem području, kao i općenita saznanja vezana za utjecaj uzgajališta kalifornijske pastrve u morskoj vodi (ograničeni utjecaj ispod te u neposrednoj blizini uzgajališta), može se zaključiti da će rad uzgajališta na lokacijama V1 ispred uvala Trsina i Tvrduša, V2 ispred uvala Bilančevica i Bočarije Vele, V3 ispred Velike i Male Črnika i V4 – ispred Marasovke i Pećci , odnosno skupni utjecaj svih planiranih uzgajališta na okoliš biti prihvatljiv.

Zaključno, zahvat se ocjenjuje prihvatljivim uz obavezno pridržavanje svih propisanih mjera zaštite.

U Studiji se predlažu mjere zaštite okoliša i to mjere zaštite tijekom postavljanja novih instalacija, mjere zaštite tijekom rada uzgajališta, mjere u slučaju izvanrednih situacija te mjere nakon prestanka rada uzgajališta.

Mjere tijekom postavljanja uzgojnih instalacija (kaveza)

- Radove postavljanja uzgojnih instalacija (kaveza) prijaviti Lučkoj kapetaniji koja će odrediti primjereni način označavanja radova (svijetla i/ili oznake) s ciljem uspostave sigurne plovidbe. Pridržavati se svih uvjeta o načinu označavanja radova prema odluci Lučke kapetanije.
- Prilikom provođenja podvodnih radova obilježiti područje postavljanjem plutače u sredini područja ronjenja, narančaste ili crvene boje, promjera najmanje 30 cm ili ronilačkom zastavicom (narančasti pravokutnik s bijelom dijagonalnom crtom) ili zastavicom "A" Međunarodnog signalnog kodeksa ili visoko istaknutom ronilačkom zastavom na plovilu sa kojeg se obavlja ronjenje. Ukoliko se radovi obavljaju noću, plutača mora imati svjetlo s bijelim ili žutim bljeskovima vidljivosti najmanje 300 m.
- Radove postavljanja sidra i blokova za sidrenje obavljati na način da se spriječi povlačenje istih po morskom dnu.
- Nakon završetka radova, a prije izdavanja uporabne dozvole, dostaviti Hrvatskom hidrografskom institutu elaborat izvedenog stanja.

Mjere tijekom korištenja

Otpad

- Otpadna životinjska tkiva privremeno skladištiti u hladnjači, a zatim predati ovlaštenom sakupljaču na zbrinjavanje.
- Opasan otpad odvojeno prikupljati i skladištiti u posebnim spremnicima, a zatim ga predati ovlaštenom sakupljaču na zbrinjavanje.

- Ambalažni otpad, ovisno o vrsti, odvojeno prikupljati u spremnike, a zatim predati ovlaštenom sakupljaču na zbrinjavanje.
- Komunalni otpad prikupljati u za to predviđene spremnike i predavati ovlaštenom sakupljaču.

Biljni i životinjski svijet

- Nije dozvoljena upotreba protuobraštajnih sredstava na uzgojnim instalacijama.
- Uklanjanje obraštaja na uzgojnim instalacijama u zoni intenzivnog prihvata. Ukoliko se potpiše komercijalni ugovor s proizvođačem školjkaša, njemu će se povjeriti briga oko sakupljanja dagnje za koju se očekuje najveći udio u obraštaju te uklanjanja ostalog obraštaja.
- Ptice koje se okupljaju na području uzgajališta se ne smiju tjerati metodama koje ih mogu ozlijediti ili ubiti.
- Sredstva za liječenje riba koristiti isključivo uz dopuštenje ovlaštenog veterinara.
- Svakodnevno pregledavati kaveze i mreže.
- Odbjeglih ribu vraćati mrežama u kaveze.

Mjere u slučaju izvanrednih situacija

- U slučaju izlivanja goriva ili ulja u more poduzeti odgovarajuće mjere odnosno postupati u skladu s Planom intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora ("Narodne novine" broj 92/08).
- U slučaju otkidanja konstrukcijskih dijelova i/ili opreme uzgajališta, obavijestiti nadležnu lučku kapetaniju.
- U slučaju iznenadnog smanjenja koncentracije otopljenog kisika u površinskom sloju morske vode (ispod 75%), neuobičajenog ponašanja riba ili pojave bolesti riba, odmah prekinuti hranjenje i poduzeti odgovarajuće mjere s ciljem otklanjanja uzroka.
- U slučaju pojave masovnog uginanja ribe, uginule ribe odmah sakupiti i utvrditi uzrok uginuća. S uginulom ribom, ovisno o kategoriji otpada, postupiti sukladno važećim propisima.
- Povremeno provjeravati sidrenje kaveza (sidreni tegovi i sidreni lanci).
- Pripremiti kaveze i velike mreže za odbjeglih ribu.

- U slučaju otkidanja cijelog kaveza ili dijela uzgajališta, obavijestiti sve nadležne službe, npr. Lučka kapetanija
- Izraditi plan premještanja kaveza u slučaju izvanrednih situacija otkidanja kaveza, a sve u skladu s a Županijskim interventnim planom.
- Ako se praćenjem stanja okoliša (monitoringom) nađe značajno veći utjecaj nego je predviđeno, odrediti će se smanjenje kapaciteta uzgajališta

Mjere nakon prestanka rada uzgajališta

- Nakon prestanka rada ukloniti sve podmorske i nadmorske dijelove uzgajališta. Ako se isti ne mogu upotrijebiti za neko drugo uzgajalište, dijelove uzgajališta zbrinuti kao otpad.

Program praćenja stanja okoliša

Studijom se predlaže program praćenja stanja okoliša za svaku lokaciju (Tablica)

Pokazatelj	Učestalost	Broj postaja
STUPAC MORSKE VODE		
Miris	svakodnevno	-
Vidljive plivajuće tvari	svakodnevno	-
Temperatura	jednom tjedno	1
Kisik	jednom tjedno	1
Salinitet	jednom tjedno	1
Prozirnost	jednom mjesečno	1
Koncentracija hranjivih soli (amonijak, nitriti, nitrati, fosfati i silikati)	jednom godišnje (srpanj-listopad)	2
fitoplankton	jednom godišnje (srpanj-listopad)	2
SEDIMENT		
Redoks potencijal	jednom godišnje (srpanj-listopad)	7
Koncentracija ukupnog organskog ugljika	jednom godišnje (srpanj-listopad)	7
Koncentracija ukupnog organskog dušika	jednom godišnje (srpanj-listopad)	7
Koncentracija ukupnog fosfora	jednom godišnje (srpanj-listopad)	7
Koncentracija ukupnog bakra	jednom godišnje (srpanj-listopad)	7
OSTALO		
Ponašanje riba (stanje, apetit, rast, bolesti),	svakodnevno	-
Pregled pobjegle ribe van kaveza	svakodnevno	-
Bentoske zajednice	jednom godišnje (srpanj-listopad)	1
Nakupljanje sluzavih agregata na mrežnim tegovima	jednom tjedno	-

Ukoliko uzgajivač posjeduje odgovarajuću opremu te ima osposobljene zaposlenike, može sam vršiti mjerenje određenih parametara u vodenom stupcu (temperatura, kisik, salinitet), uz obvezu vođenja evidencije izmjerenih podataka.

Vizualni pregled kaveza

Redovno provoditi pregled kaveza putem ronioca ili podvodnih vozila opremljenih kamerama kao bi se prevenirao bijeg ribe.