

Procjena rizika invazivnosti strane vrste ribe atlantski losos (*Salmo salar*) u odnosu na korištenje u akvakulturi

Izradivač procjene: Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

- * Procjena rizika invazivnosti strane vrste ribe atlantski losos (*Salmo salar*) u odnosu na korištenje u akvakulturi izrađena je sukladno članku 20., stavku 2. Zakona o sprječavanju unošenja i širenja stranih te invazivnih stranih vrsta i upravljanju njima („Narodne novine“, broj 15/18, 14/19) i članku 16. stavku 8. Zakona o akvakulturi („Narodne novine“, broj 130/17, 111/18), a izrađena je u Obrascu iz Priloga II Uredbe (EZ) br. 708/2007 od 11. lipnja 2007. o korištenju stranih i lokalno neprisutnih vrsta u akvakulturi.

DIO I.

POSTUPAK PROCJENE EKOLOŠKOG I GENETSKOG RIZIKA

Faza 1.

Vjerojatnost naseljavanja i širenja izvan predviđenog područja unosa

Događaj	Vjerojatnost (V, S, N) ⁽¹⁾	Stupanj sigurnosti (VV, RV, RN, VN) ⁽²⁾	Napomene koje govore u prilog ocjeni ⁽³⁾
Unesena ili prenesena vrsta se nakon bijega ili raspršivanja uspješno naseljava i održava populaciju u predviđenom području unosa izvan nadzora objekta akvakulture	N	RV	Napomena 1
Unesena ili prenesena vrsta se nakon bijega ili raspršivanja širi izvan predviđenog područja unosa	S	RV	Napomena 2
Konačna ocjena ⁽⁴⁾	N	RV	Napomena 3

⁽¹⁾V = visoka, S = srednja, N = niska

⁽²⁾VV = veoma visok, RV = relativno visok, RN = relativno nizak, VN = veoma nizak

⁽³⁾Ocjenjivač treba slijediti smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja.

⁽⁴⁾Konačna ocjena vjerojatnosti naseljavanja i širenja odgovara vrijednosti najlošije ocijenjenog elementa (primjerice, ako su gornji elementi ocijenjeni ocjenama „visoka” i „niska”, konačna će ocjena biti „niska”). Još jednom se napominje da se moraju dogoditi oba događaja – vjerojatnost da se organizam uspješno naseli i održava populaciju u predviđenom području unosa (bilo da je to zatvoreni okoliš kao što je objekt ili prirodno stanište) i vjerojatnost širenja izvan predviđenog područja unosa (procijenjena kao što je gore objašnjeno) – da bi se moglo govoriti o naseljavanju izvan predviđenog područja unosa. Konačna ocjena za stupanj sigurnosti odgovara vrijednosti elementa s najnižim stupnjem sigurnosti (npr. ocjene „veoma visok” i „relativno visok” daju konačnu ocjenu „relativno visok”). Pri određivanju konačne ocjene treba uzeti u obzir štetnost naseljavanja i širenja kao i omjer rizika i koristi.

Napomena 1:

Unesena vrsta se nakon bijega ili raspršivanja uspješno naseljava i održava populaciju u predviđenom području unosa izvan nadzora objekta akvakulture

Atlantski losos prirodno je rasprostranjen u Atlantskom oceanu u umjerenim i arktičkim morima sjeverne polutke. Nastanjuje istočnu obalu Atlantskog oceana od Arktičkog kruga do Portugala, zatim obale Islanda i Grenlanda, a uz zapadnu obalu Atlantskog oceana dolazi od Quebeca do rijeke Connecticut. Izvan područja prirodne rasprostranjenosti unesen je u mnoge zemlje Sjeverne Amerike, Australiju, Novi Zeland, Čile i Argentinu (CABI, 2020; Froese i Pauly, 2020). Glavni putovi unosa atlantskog lososa izvan područja prirodne rasprostranjenosti su akvakultura i sportski ribolov (CABI, 2020). U niti jednoj zemlji u koju je unesen nije uspostavio anadromne populacije, iako se u nekim zemljama (Argentina, Novi Zeland, Britanska Kolumbija) spominju uspostavljene slatkovodne populacije (eng. *landlocked population*), odnosno populacije koje se zadržavaju isključivo u kopnenim vodama (MacCrimmon i Gots, 1979; Thorstad i sur., 2008; OECD, 2017). Također, isključivo slatkovodne populacije zabilježene su i u dijelu prirodnog područja rasprostranjenosti, u Rusiji, Finskoj, Švedskoj, Norveškoj i Sjevernoj Americi (CABI, 2020).

Atlantski losos je anadromna vrsta koja nastanjuje bentopelagičku zonu rijeka i mora. U prirodnom području rasprostranjenosti nastanjuje različita slatkovodna staništa, od arktičkih rijeka do rijeka umjerenog pojasa, odnosno sva vodna tijela u kojima je temperatura vode viša od 10 °C najmanje 3 mjeseca godišnje i ne prelazi temperaturu od 20 °C duže od nekoliko tjedana tijekom ljeta (Kottelat i Freyhof, 2007). U različitim fazama života jedinke imaju različite potrebe za staništem, a parametri se razlikuju među populacijama koje žive na različitim područjima. Atlantski lososi se mrijeste u slatkim vodama od listopada do siječnja (Kottelat i Freyhof, 2007), a jedan od glavnih faktora koji utječu na vrijeme mrijesta i preživljavanje jaja i ličinki je temperatura vode. Mnogim istraživanjima zabilježeno je da kod nižih temperatura vode mrijest počinje ranije, dok kod viših temperatura mrijest počinje kasnije (Webb i McLay 1996; Solomon i Lightfoot, 2008 i reference navedene u radu). Početak mrijesta određen je vremenom potrebnim za izlijeganje ličinki (što ovisi o temperaturi vode), kako bi se one izlegle u periodu s najviše hrane (Solomon i Lightfoot, 2008 i reference navedene u radu). Mrijestilišta atlantskog lososa uključuju plitke i brzo tekuće vode. Jaja polažu u duboka gnijezda u supstratu, zaštićena od predatora, svjetlosti i izravnog strujanja vode (Bardonnet i Baglinière, 2000). Supstrat u koji polažu jaja sastoji se od male količine pijeska i veće količine šljunka i oblutaka. Uz sastav supstrata, područje mrijesta određeno je i brzinom protoka vode (40-50 cm/s) te dubinom (20 – 30 cm). Ženke polažu oko 1200 do 2000 jaja po kilogramu mase. Jedna ženka najčešće polaže jaja u jedno ili dva gnijezda, a ako je dostupno više pogodnih mjesta za iskapanje gnijezda, može ih položiti u do 14 (OECD, 2017). Jaja najčešće oplođuju veliki dominantni mužjaci, iako dio jaja oplode spolno zreli mužjaci u fazi *parr* (eng. *precocious male*) (Hendry i Cragg-Hine, 2003). Jaja ostaju u gnijezdu od četiri do sedam mjeseci, ovisno o temperaturi vode. Istraživanjem provedenim na atlantskom lososima u Španjolskoj zaključeno je da je gornja temperaturna granica preživljavanja jaja 16 °C (Ojanguren i sur., 1999), dok se u većini drugih istraživanja navodi optimalni temperaturni raspon za razvoj embrija od dva do 12 °C (Solomon i Lightfoot, 2008 i reference navedene u radu). Iz jajeta se izlijeću ličinke koje se u prvoj fazi prehranjuju žumanjčanom vrećicom (eng. *alevin*). Stopa preživljavanja ličinki, uz temperaturu vode, ovisi i o sastavu i veličini supstrata (šljunka) u kojem se izlegnute ličinke nalaze (Bardonnet i Baglinière, 2000). Ličinke (*alevin*) i mlade jedinke u fazi *fry* (jedinke koje su apsorbirale žumanjčanu vrećicu i počele su se samostalno hraniti) napuštaju gnijezda i raspršuju se uzvodno i nizvodno. Uzvodno širenje iznosi oko 200 m, dok se nizvodno mogu širiti i do nekoliko kilometara (Bardonnet i Baglinière, 2000). U sljedećoj fazi jedinke se nazivaju *parr*. Ove jedinke karakterističnog su obojenja – na tijelu se nalazi osam do 11 poprečnih pruga između kojih su smještene crvene mrlje. *Parr* jedinke nastanjuju hladne rijeke gdje ostaju od jedne do šest godina prije smoltifikacije i migracije u more (Elliott i sur., 1998; Bardonnet i Baglinière, 2000; Hendry i Cragg-Hine, 2003). Prema Heggenes i Saltveit (1990), *parr* jedinke nastanjuju staništa dubine od 30 do 100 cm i brzine protoka vode od 10 do 60 cm/s. Optimalna temperatura za hranjenje i rast jedinki atlantskog lososa razlikuje se ovisno o području, a Elliott i Elliott (2010) navode raspon za Veliku Britaniju od 6 do 22,5 °C s optimumom kod 15,5 °C, a za Norvešku od 1 do 26,7 °C s optimumom od 16,3 do 20 °C. Mlađe jedinke u fazi *parr* najčešće se zadržavaju u bržim dijelovima toka, tzv. *riffles*, gdje je prisutan veći supstrat (kamenje, veći oblutci), dok se starije jedinke u fazi *parr* zadržavaju u brzacima (eng. *rapids*). U ovoj fazi jedinke su vrlo teritorijalne (Hendry i Cragg-Hine, 2003). U vrijeme vrlo niskih temperatura vode jedinke se povlače u dublja ujezerena

područja, a u plića područja vraćaju se kad temperatura vode dosegne 6 do 7 °C (Mills, 1989 i reference navedene u radu). Kod pojedinih je populacija atlantskog lososa zabilježeno da jedinke u fazi *parr* nastanjuju isključivo jezerske sustave zbog veće dostupnosti hrane, smanjene kompeticije i boljeg preživljavanja (Erkinaro i sur., 1995). U trenutku kad jedinke u fazi *parr* počinju migraciju prema moru dolazi do morfoloških, fizioloških i bihevioralnih promjena, što se naziva smoltifikacija, a jedinke u toj fazi nazivaju se *smolt*. Jedinke atlantskog lososa započinju proces smoltifikacije kod veličine od 120 do 170 mm (Wedemeyer i sur., 1980), a ostali pokretači su temperatura vode i fotoperiod (Berrill i sur., 2003 i reference navedene u radu; COSEWIC, 2006 i reference navedene u radu). Kako bi jedinke mogle migrirati nizvodno i kasnije živjeti u moru, prilikom smoltifikacije povećava im se plovnost, mijenja se princip osmoregulacije, postaju negativno reotaksične te prestaju biti teritorijalne, a obojenje im se mijenja u srebrnu boju (Wedemeyer i sur., 1980; Bardonnnet i Baglinière, 2000; Hendry i Cragg-Hine, 2003). Jedinke koje su dospjele u more zovu se *post-smolt*, a u moru ostaju od jedne do četiri godine, gdje rastu i spolno sazrijevaju (Hendry i Cragg-Hine, 2003; Kottelat i Freyhof, 2007) te se u slatkovodne sustave vraćaju na mrijest, najčešće u iste rijeke u kojima su se izlegle (O'Connell i sur., 1995). Nakon mrijesta jedinke se spuštaju nizvodno od mrijestilišta i zadržavaju u ujezerenim predjelima sa sporijim tokom vode. Izmriještene jedinke nazivaju se *kelt*. U vrijeme uzvodnih i nizvodnih migracija u slatkim vodama spolno zrele jedinke se ne hrane. Posljedično tome, velik dio jedinki, posebice mužjaka, ugiba nakon mrijesta zbog iscrpljenosti i infekcija uzrokovanih lošim općim tjelesnim stanjem (Bardonnnet i Baglinière, 2000; Hendry i Cragg-Hine, 2003). Šestogodišnje istraživanje u rijeci Conon u Velikoj Britaniji pokazalo je da se samo 20 do 36 % izmriještenih jedinki vrati u more. Određen dio jedinki, od tri do šest posto, ponovno se vraća na mrijest u narednim godinama (Mills, 1989; Hendry i Cragg-Hine, 2003). Ne zna se sa sigurnošću gdje jedinke žive u moru, a pretpostavlja se da se one zadržavaju u gornjim slojevima blizu površine gdje se hrane. U prvoj godini u moru jedinke se zadržavaju blizu obale, a nakon toga migriraju u otvoreni ocean. U morskoj fazi atlantski losos u prirodnom području rasprostranjenosti živi u temperaturnom rasponu od 0 do 20 °C, najčešće od 5 do 15 °C (Strøm i sur., 2019 i reference navedene u radu) te podnosi veliki raspon saliniteta (najčešće obitava na 18 do 23 ‰) ovisno o temperaturi vode i veličini jedinki (Plantalech Manel-la i sur., 2009; Thorstad i sur., 2012).

Prema iznesenim podacima, možemo zaključiti da u području unosa (Velebitski kanal) postoje pogodna morska staništa na kojima bi odbjegle odrasle jedinke atlantskog lososa mogle preživjeti. Bićanić i sur. (1998) zabilježili su temperaturni raspon u Velebitskom kanalu od 8,45 do 23,10 °C te raspon saliniteta od 30,59 do 38,6 ‰. Velika kolebanja u salinitetu i temperaturi mora u Velebitskom kanalu rezultat su dotoka slatke vode s kopna i iz podmorskih izvora (vrulja) te zbog bure. Navedeni rasponi parametara spadaju u raspone na kojima atlantski losos može preživjeti.

Odrasle jedinke atlantskog lososa vraćaju se u slatkovodne sustave na mrijest, najčešće u područje u kojem su se izlegle. Rijeka najbliža područja unosa (Velebitski kanal) je Zrmanja, udaljena od područja unosa oko 40 km. Prosječna godišnja temperatura rijeke Zrmanje kreće se od 8,6 °C blizu izvora (Palanka) do 12,6 °C kod Jankovića buka. Najvišu temperaturu rijeka Zrmanja ima u srpnju i kolovozu, prosječno oko 19 °C (Bonacci, 1990; DHMZ, 2020). U

najsušim godinama u ljetnom periodu rijeka Zrmanja presušuje na oko 18 km toka (Bonacci, 1990). Ostale slatke vode u okolici područja unosa (primjerice, Rječina i Krka koje su udaljene oko 100 km od područja unosa) sličnih su karakteristika kao rijeka Zrmanja te one temperaturno odgovaraju atlantskom lososu. Ipak, za mrijest i uspješno preživljavanje jedinki atlantskog lososa, uz temperaturu, bitni su protok, sediment i dostupnost odgovarajuće hrane. S obzirom na to da su krške rijeke, uključujući Zrmanju u dijelu toka, često povremenog karaktera, dolazi do velikih oscilacija u navedenim parametrima te se ne može sa sigurnošću reći bi li se atlantski losos u njima mogao mrijestiti, da li bi ličinke i mlađ mogle preživjeti te bi li došlo do uspostavljanja populacija. Mnogi radovi navode slabi kolonizacijski potencijal atlantskog lososa. U prilog slabom kolonizacijskom potencijalu atlantskog lososa idu i podaci iz 1900-tih godina, kada se atlantski losos intenzivno unosio u Kanadu i Sjevernu Ameriku za sportski ribolov. U Britansku Kolumbiju uneseno je 13,9 milijuna jedinki lososa (u obliku jaja, ličinki ili odraslih jedinki) u 52 vodna tijela, a u niti jednom nisu zabilježene uspostavljene populacije. U Sjedinjenim Američkim Državama atlantski losos unesen je u najmanje 34 savezne države, ali niti u jednoj nije uspostavio populacije u divljini. Uspostavljene anadromne populacije nisu zabilježene niti u drugim zemljama gdje je atlantski losos unesen, uključujući Čile, Australiju, Novi Zeland, Južnu Afriku i druge. Na nekoliko područja unosa zabilježene su uspostavljene isključivo slatkovodne populacije (OECD, 2017), koje su rezultat poribljavanja slatkovodnih sustava. Dodatno, uspostavljanje populacija u području unosa (Velebitski kanal) bilo bi onemogućeno zbog unosa sterilnih jedinki ili isključivo ženki (eng. *all-female population*).

Atlantski losos je oportunistički predator. U kopnenim vodama manje jedinke atlantskog lososa (*fry* i *parr*) hrane se beskralješnjacima, dok se veće jedinke u morskoj fazi češće hrane ribama. Izbor hrane ovisi o dostupnosti hrane u staništu te o veličini jedinki lososa. U istraživanju prehrane atlantskog lososa u morskoj fazi zaključeno je da im dominantnu hranu čine manje jedinke morskih riba (najčešće vrste *Micromesistius poutassou*, *Ammodytes* spp., *Clupea harengus*, porodica Scorpenidae), rakovi (najčešće amfipodni), a u manjem postotku i mekušci. U prehrani većih jedinki češće su ribe, dok se manje jedinke uglavnom hrane amfipodnim rakovima i krilom (red Euphausiacea) (Jacobsen i Hansen., 2001; Haugland i sur., 2006). U kopnenim vodama, u fazi *fry* i *parr*, jedinke divljeg atlantskog lososa hrane se beskralješnjacima, najčešće ličinkama trzalaca, dvokrilaca i vodencvjetova (Mills, 1989), uglavnom onima otplavljenim strujom vode (drift). Veće jedinke češće se hrane na površini vode, dok se manje jedinke hrane pri dnu (Erkinaro i Erkinaro, 1998).

U području unosa (Velebitski kanal) živi mnogo vrsta riba i rakova (Zavodnik i sur., 2006; Ahel, 2015) koji bi atlantskom lososu mogli predstavljati adekvatnu hranu, s obzirom da je on oportunistički predator. Ipak, kako se radi o području na kojem atlantski losos do sad nije zabilježen, ne možemo sa sigurnošću zaključiti kojim bi se vrstama on ovdje hranio. U istraživanju prehrane lososa pobjeglih iz uzgajališta i divljih lososa u sjeveroistočnom Atlantskom oceanu (prirodno područje rasprostranjenosti lososa), Jacobsen i Hansen (2001) zaključili su da su se odbjegli lososi dobro prilagodili uvjetima u prirodi, jer nisu zabilježili razliku niti u sastavu niti u količini hrane između navedenih skupina. Nasuprot tome, u istraživanjima prehrane jedinki pobjeglih iz uzgajališta izvan područja prirodne rasprostranjenosti atlantskog lososa (Tasmanija, Čile) pronađena je velika količina praznih

probavila, probavila s nenutritivnom hranom (lišće, granje) i probavila s peletima (jedinke su se često hranile oko uzgajališta) te je zaključeno da se oni ne hrane uspješno izvan objekta akvakulture (Soto i sur., 2001; DPIW, 2006; Abrantes i sur., 2011). Međutim, nakon velikog bijega jedinki iz uzgajališta u Tasmaniji u 2018. godini neke jedinke preživjele su najmanje 16 tjedana u prirodi, a kod nekih je jedinki u probavilu pronađena adekvatna hrana (ribe, rakovi) (Lyle, 2019), što znači da su se one hranile zavičajnim vrstama u tom okolišu. Istraživanjem prehrane mladih jedinki atlantskog lososa pobjeglih iz zatočeništva u slatkovodnim sustavima u Rusiji primijećeno je da se oni zadržavaju u soboptimalnim uvjetima s bržim protokom vode gdje teže love hranu iz drifta nego divlje jedinke atlantskog lososa (Orlov i sur., 2006). Također, primijećeno je da je atlantski losos loš kompetitor za hranu i stanište te se u prisutnosti drugih pastrvskih vrsta, naročito kalifornijske pastrve (*Oncorhynchus mykiss*) i potočne pastrve (*Salmo trutta*), povlači na manje pogodna staništa i hrani manje pogodnom hranom (Gibson, 1993; Thorstad i sur., 2008; OECD, 2017). Vjerojatnost uspostavljanja populacija atlantskog lososa na područjima gdje je prisutna strana kalifornijska pastrva dodatno je smanjena zbog agresivnog ponašanja kalifornijske pastrve (Thorstad i sur., 2008 i reference navedene u radu). Kalifornijska i potočna pastrva u Hrvatskoj su prisutne u mnogim slatkovodnim sustavima.

Uzevši u obzir iznesene podatke o pogodnom staništu, prehrani i razmnožavanju atlantskog lososa, možemo pretpostaviti da je vjerojatnost da se unesena vrsta nakon bijega ili raspršivanja uspješno naseljava i održava populaciju u predviđenom području unosa izvan nadzora objekta akvakulture niska, s relativno visokim stupnjem sigurnosti.

Napomena 2:

Unesena vrsta se nakon bijega ili raspršivanja širi izvan predviđenog područja unosa

Atlantski losos u moru u *post-smolt* fazi može prilikom proljetnih migracija u otvoreni ocean u potrazi za odgovarajućom hranom preplivati veliku udaljenost. Jedinke atlantskog lososa obilježene odašiljačima na Farskim otocima prilikom proljetnih migracije preplivale su udaljenost od 713 do 874 km u 38 do 51 dan, odnosno od 6 do 26 km u jednom danu. U prirodnom području rasprostranjenosti atlantskog lososa migracije u otvoreni ocean potpomognute su morskim strujama (Thorstad i sur., 2012 i reference navedene u radu).

Nakon velikog bijega jedinki u Tasmaniji u svibnju 2018. godine, u prvih dva tjedna jedinke su pronađene u krugu od oko 30 km od uzgajališta. U narednim mjesecima jedinke su također bilježene relativno blizu uzgajališta (u krugu od oko 30 km) s tim da su se veće plove okupljale u blizini ušća rijeka gdje su bile lako vidljive te su se relativno lako lovile (Lyle, 2019).

Prema tome, atlantski losos ima potencijal širenja izvan predviđenog područja unosa, međutim širenje bi bilo ograničeno klimatskim uvjetima, dostupnosti hrane i razdoblju bijega iz objekta akvakulture. Jedinke koje pobjegnu iz objekta akvakulture u jesen i zimu zbog suboptimalnih uvjeta (neodgovarajuća temperatura, nedostatak hrane) rjeđe se šire izvan područja bijega i vrlo često ugibaju (Skilbrei, 2013), a jedinke koje pobjegnu u proljeće i ljeto često odlaze u slatkovodne sustave blizu uzgajališta (OECD, 2017 i reference navedene u radu).

U blizini područja unosa nalaze se područja ekološke mreže Natura 2000 (područja značajna za vrste i stanišne tipove – POVS), uključujući: HR5000022 Park prirode Velebit, HR2001359 Otok Rab, HR2001419 Otok Dolin – J, HR2000641 Zrmanja, HR3000050 Vinjerac - Masleničko ždrilo, HR4000030 Novigradsko i Karinsko more, HR3000040 Pag - od uvala Luka V. do rta Krištofor, HR4000019 Paške stijene Velebitskog Kanala (Rt Deda - Rt Krištofer), HR3000041 Paška vrata i HR4000018 Paške stijene Velebitskog Kanala (Rt Sv. Nikola – Rt Fortica – Rt Mrtva). Iako se ova područja nalaze uz more, na niti jednom od njih morske vrste na koje bi atlantski losos mogao utjecati komepticijom, predacijom ili prijenosom bolesti nisu ciljane.

Širenje atlantskog lososa izvan predviđenog područja unosa (Velebitski kanal) djelovanjem čovjeka malo je vjerojatno, jer je atlantski losos vrsta cijenjen u ribolovu te puštanje jedinki nakon lova nije očekivano.

Atlantski losos izvan prirodnog područja rasprostranjenosti ne širi kao i u području gdje je zavičajan, na što ukazuju podaci dobiveni u Tasmaniji nakon bijega većeg broja jedinki koje se nisu proširile na velike udaljenosti od objekta iz kojeg su pobjegle, međutim, za pretpostaviti je da je širenje uvjetovano vremenom bijega, stanišnim uvjetima i dostupnosti hrane. Prema tome, vjerojatnost da se unesena vrsta nakon bijega ili raspršivanja širi izvan predviđenog područja unosa je srednja, s relativno visokim stupnjem sigurnosti.

Napomena 3:

Konačna ocjena

Prema podacima iznesenim u Napomeni 1 i 2 te prema uputama iz Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja možemo pretpostaviti da je vjerojatnost naseljavanja i širenja atlantskog lososa izvan predviđenog područja unosa niska s relativno visokim stupnjem sigurnosti.

Faza 2.
Posljedice naseljavanja i širenja

Događaj	Vjerojatnost (V, S, N)	Stupanj sigurnosti (VV, RV, RN, VN)	Napomene koje govore u prilog ocjeni ⁽¹⁾
Genetsko miješanje s lokalnim populacijama dovodi do gubitka genetske raznolikosti	N	RN	Napomena 4
Kompeticija (za hranu, prostor) i predatorsko ponašanje prema autohtonim populacijama dovodi do njihovog istrebljenja	N	RN	Napomena 5
Ostali neželjeni ekološki događaji	N	RV	Napomena 6
Neki od gore navedenih događaja ustraju čak i nakon uklanjanja unesenih vrsta	N	RN	Napomena 7
Konačna ocjena ⁽²⁾	N	RN	Napomena 8

(1) Ocjenjivač treba slijediti smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja.

(2) Konačna ocjena za posljedice naseljavanja i širenja odgovara vrijednosti elementa (pojedinačna vjerojatnost) s najvišom ocjenom, a konačna ocjena za stupanj sigurnosti odgovara vrijednosti elementa s najnižim stupnjem sigurnosti.

Napomena 4:

Genetsko miješanje s lokalnim populacijama dovodi do gubitka genetske raznolikosti

Postoj velik broj istraživanja o genetskom miješanju uzgojnih i divljih jedinki atlantskog lososa u prirodnom području rasprostranjenosti vrste, međutim, istraživanja o genetskom miješanju s drugim vrstama iz roda *Salmo* izvan prirodnog područja rasprostranjenosti su ograničena.

Atlantski losos može hibridizirati s potočnom pastrvom (*Salmo trutta*), a hibridi ove dvije vrste nađeni su svugdje gdje one žive u simpatriji (Makhrov, 2008). Zastupljenost hibrida u prirodi rijetko je viša od 1 % populacije, što ukazuje na postojanje mehanizama koji smanjuju uspješnost hibridizacije, uključujući razlike u vremenu, staništu i ponašanju prilikom mrijesta. U prirodnom području rasprostranjenosti atlantskog lososa jedinke iz uzgajališta češće hibridiziraju s potočnom pastrvom od divljih jedinki lososa, a češći su hibridi ženki atlantskog lososa i mužjaka potočne pastrve (Matthews i sur., 2000). Različita istraživanja hibridizacije atlantskog lososa i potočne pastrve dala su različite rezultate o preživljavanju potomstva, od nemogućnosti oplodnje do potpunog razvitka hibrida. Pretpostavka je da su razlike posljedica varijabilnog vremena mrijesta atlantskog lososa iz različitih populacija. Mrijest potočne pastrve uglavnom počinje ranije nego mrijest atlantskog losos, pa je pretpostavka da su zbog toga hibridi između mužjaka atlantskog lososa i ženke potočne pastrve rjeđi (kad mužjaci lososa postanu spremni za mrijest, jaja pastrve su već prezrela) (Makhrov, 2008 i reference navedene u radu). Hibridi atlantskog lososa i potočne pastrve mogu preživjeti, ali su rijetko fertilni (Thorstad i sur., 2008). Najčešći negativan utjecaj hibridizacije između navedenih vrsta je propadanje gameta (OECD, 2017).

Nema podataka o hibridizaciji atlantskog lososa i glavatice, *Salmo marmoratus*, te mekousne pastrve, *S. obtusirostris*, zavičajnih pastrvskih vrsta u Hrvatskoj. S obzirom da se atlantski losos mrijesti od listopada do siječnja, a mekousna pastrva najčešće u ožujku (Tomljanović i sur., 2012), hibridizacija između ove dvije vrste je upitna.

Potočna pastrva (*Salmo trutta*, međutim sukladno Čaleta i sur. (2019) jadranska linija potočne pastrve smatra se zasebnom vrstom – primorskom pastrvom, *S. farioides*) rasprostranjena je u gotovo svim slatkovodnim sustavima u blizini područja unosa atlantskog lososa, uključujući i rijeku Zrmanju koja je najbliža području unosa. Mekousna pastrva rasprostranjena je u rijekama Krki, Jadro, Žrnovnici, Vrljici i Neretvi. Prisutnost glavatice moguća je u Neretvi (sukladno Čaleta i sur., 2019 prisutnost vrste je upitna). U širem području unosa ne očekuje se uspostavljanje populacija atlantskog lososa, a potencijalno odbjegli jedinke bit će ili sterilne ili isključivo ženke (samo takve jedinke uzgajat će se području unosa). Reproductivni uspjeh uzgojnih ženki atlantskog lososa manji je do 40 % od divljih jedinki atlantskog lososa u idealnim uvjetima (Fleming i sur., 1996), pa možemo pretpostaviti da je vjerojatnost uspješnog mrijesta atlantskog lososa mala, a time je i mala vjerojatnost hibridizacije atlantskog lososa i zavičajnih vrsta pastrvki.

Uzevši u obzir iznesene podatke, možemo pretpostaviti da je vjerojatnost da genetsko miješanje s lokalnim populacijama dovodi do gubitka genetske raznolikosti niska, a s obzirom na nedostatak podataka o hibridizaciji atlantskog lososa s ostalim prisutnim pastrvskim vrstama (osim potočne pastrve) stupanj sigurnosti je relativno nizak.

Napomena 5:

Kompeticija (za hranu, prostor) i predatorsko ponašanje prema autohtonim populacijama dovodi do njihovog istrebljenja

Atlantski losos može negativno utjecati na zavičajne vrste kompeticijom za hranu i stanište te predacijom, međutim, većina podataka o negativnom utjecaju odnosi se na negativni utjecaj jedinki pobjeglih iz uzgajališta na divlje jedinke atlantskog lososa u prirodnom području rasprostranjenosti.

U Velebitskom kanalu (područje unosa) ne dolaze zavičajne vrste pastrvki s kojima bi atlantski losos bio u kompeticiji za hranu i stanište. Moguća je kompeticija s ostalim vrstama morskih riba koje imaju istu prehranu kao atlantski losos.

U slatkovodnim sustavima sve pastrvske vrste koriste vrlo slična staništa te je kompeticija za stanište, posebice za mrjestilišta, zabilježena između pastrvskih vrsta koje dolaze u simpatriji. Atlantski losos češće koristi područja s bržim protokom vode, dok se ostale vrste zadržavaju u sporijim dijelovima. Potočna i kalifornijska pastrva agresivnije su u kompeticiji za hranu i stanište od lososa te je primijećena dominacija potočne i kalifornijske pastrve nad atlantskim lososom kod jedinki iste veličine (Thorstad i sur., 2008; OECD, 2017). Međutim, ako se atlantski losos izmrijesti prije srodnih vrsta, njegove ličinke prve zauzimanju pogodna staništa te na taj način mogu postati kompetitivnije od ostalih vrsta (Thorstad i sur.,

2008). Potencijalne negativne utjecaje atlantskog lososa na zavičajne pastrvke teško je predvidjeti, s obzirom da je korištenje staništa i populacijska dinamika kod njih vrlo složena.

Predacijom atlantski losos može negativno utjecati na vrste s kojima se hrani. S obzirom na veliku količinu hrane (sitna riba, beskralješnjaci) u morskim sustavima, vjerojatnost većeg negativnog utjecaja na morske vrste kojima bi se jedinke pobjegle iz uzgajališta hranile je mala. Također, s obzirom da je pretpostavka da se atlantski losos neće mrijestiti i uspostaviti populaciju, neće biti ličinki i mladih jedinki atlantskog lososa koje bi bile u kompeticiji za hranu i stanište s ostalim pastrvskim vrstama u slatkovodnim sustavima.

Prema iznesenim činjenicama, možemo pretpostaviti da je vjerojatnost da kompeticija (za hranu, prostor) i predatorsko ponašanje prema autohtonim populacijama dovodi do njihovog istrebljenja niska, a zbog nedostatka podataka o negativnom utjecaju izvan prirodnog područja rasprostranjenosti te zbog kompleksnih inetrakcija među pastrvskim vrstama, stupanj sigurnosti je relativno nizak.

Napomena 6:

Ostali neželjeni ekološki događaji

Osim navedenih događaja (kompeticija, predacija) i prijenosa neciljanih vrsta (vidjeti Napomene 10 – 17), nema podataka o drugim neželjenim ekološkim događajima koji su posljedica naseljavanja i širenja atlantskog lososa, zbog čega možemo pretpostaviti da je vjerojatnost ostalih neželjenih ekoloških događaja niska, s relativno visokim stupnjem sigurnosti.

Napomena 7:

Neki od gore navedenih događaja ustraju čak i nakon uklanjanja unesenih vrsta

Iako se jedinke atlantskog lososa nakon bijega iz uzgajališta love i uklanjaju, ne postoje podaci o potpunom uklanjanju (eradikaciji) atlantskog lososa iz područja na koja je on unesen, pa ne postoje niti podaci o negativnim utjecajima koji opstaju nakon njegovog uklanjanja. S obzirom da je pretpostavka da atlantski losos neće imati veće ekološke posljedice u području unosa, ne očekuje se da će posljedice biti prisutne i nakon njegovog uklanjanja, zbog čega je vjerojatnost niska, s relativno niskim stupnjem sigurnosti zbog nedostatka podataka o točnim interakcijama, ekološkim posljedicama i uklanjanju atlantskog lososa.

Napomena 8:

Konačna ocjena

Prema podacima iznesenim u Napomenama od 4 do 7 te prema uputama iz Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja možemo pretpostaviti da je vjerojatnost posljedica uzrokovanih naseljavanjem i širenjem atlantskog lososa niska, s relativno niskim stupnjem sigurnosti.

Faza 3.

Mogući rizik povezan sa stranim i lokalno neprisutnim vrstama

Navodi se jedna vrijednost na temelju procjena napravljenih u fazama 1. i 2.

Komponenta	Mogući rizik (V, S, N)	Stupanj sigurnosti (VV, RV, RN, VN)	Napomene koje govore u prilog ocjeni ⁽¹⁾
Naseljavanje i širenje (Faza 1.)	N	RV	Vidjeti Napomenu 1, 2 i 3
Ekološke posljedice (Faza 2.)	N	RN	Vidjeti Napomenu 4 – 8
Ukupna ocjena ukupnog mogućeg rizika ⁽²⁾	N	RN	Napomena 9

(1) Ocjenjivač treba slijediti smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja.

(2) Ako između dvije procjene nema povećanja vjerojatnosti, konačna kategorizacija mogućeg rizika ima vrijednost veće vjerojatnosti (tj. ako je rizik naseljavanja i širenja visok, a rizik ekoloških posljedica srednji, konačna ocjena ima vrijednost veće vjerojatnosti, tj. rizik je visok). Ako između dvije procjene postoji povećanje vjerojatnosti (tj. kombinacija visoke i niske vjerojatnosti), konačna je ocjena srednja.

Napomena 9:

Ukupna ocjena ukupnog mogućeg rizika

Prema smjernicama iz Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja atlantskom lososu se dodjeljuje nizak mogući rizik, s relativno niskim stupnjem sigurnosti. Prema Prilogu II Uredbe EZ 708/2007 o korištenju stranih i lokalno neprisutnih vrsta u akvakulturi, premještanje niskog rizika:

- (a) predstavlja niski rizik od narušavanja biološke raznolikosti zbog širenja i drugih ekoloških posljedica;
- (b) odvija se u uvjetima uzgoja koji ne bi povećali rizik od takvog narušavanja;
- (c) uključuje objekt akvakulture koji prodaje proizvode samo za prehranu ljudi;
- (d) kao posljedica, premještanje izaziva zanemarivu zabrinutost. Preporučuje se odobriti prijedlog. Ublažavajuće mjere nisu potrebne.

Međutim, u Prilogu II Uredbe 708/2007 navodi se da se prijedlog može odobriti u predstavljenom obliku (tj. bez mjera ublažavanja rizika) jedino ako je ukupni mogući rizik procijenjen kao „nizak” i ako je za procijenjeni ukupni rizik ukupni stupanj sigurnosti „veoma visok” ili „relativno visok”. Kod procjene rizika invazivnosti atlantskog lososa ukupni stupanj sigurnosti ukupne procjene je relativno nizak zbog nedostatka znanstvenih podataka o vjerojatnosti naseljavanja i širenja atlantskog lososa u područjima gdje on nije zavičajan te nedostatka podataka o ekološkim posljedicama u tim područjima. Sukladno tome, kao i zbog neciljanih vrsta koje mogu biti unesene s atlantskom lososom, primjenjujući načelo opreznog pristupa, u sklopu Dijela 3 ove procjene rizika potrebno je navesti mjere ublažavanja rizika te je unos i uzgoj dozvoljen jedino uz poštivanje tih mjera.

DIO 2.

POSTUPAK PROCJENE NECILJANIH VRSTA

Faza 1.

Vjerojatnost naseljavanja i širenja neciljanih vrsta izvan predviđenog područja unosa

Događaj	Vjerojatnost (V, S, N)	Stupanj sigurnosti (VV, RV, RN, VN)	Napomene koje govore u prilog ocjeni (¹)
Neciljana je vrsta unesena kao posljedica unošenja ili prijenosa vodenih organizama	V	VV	Napomena 10
Unesena neciljana vrsta nailazi na prijemljiva staništa ili organizme domaćine	V	VV	Napomena 11
Konačna ocjena (²)	V	VV	Napomena 12

(1) Ocenjivač treba slijediti smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja.

(2) Konačna ocjena za vjerojatnost odgovara vrijednosti elementa s najnižom ocjenom rizika, a konačna ocjena za stupanj sigurnosti odgovara vrijednosti elementa s najnižim stupnjem sigurnosti.

Napomena 10:

Neciljana je vrsta unesena kao posljedica unošenja ili prijenosa vodenih organizam

Sukladno FAO (2004) i OECD (2017) atlantski losos prijenosnik je niza slatkovodnih i morskih parazita i bolesti, a neki od njih su:

- ISA (eng. *Infectious salmon anaemia*) – uzročnici su virusi iz porodice Orthomyxoviridae
- IHN (eng. *Infectious hematopoietic necrosis*) i VHS (eng. *Viral Haemorrhagic Septicaemia*) – uzročnici su virusi iz porodice Rhabdoviridae (rod *Novirhabdovirus*)
- IPN (eng. *Infectious Pancreatic necrosis*) – uzročnici su virusi iz porodice Birnaviridae (rod *Aquabirnavirus*)
- SPD (eng. *Salmon pancreas disease*) – uzročnik je virus iz roda *Alphavirus* (salmonidni alfavirus)
- BKD (eng. *Bacterial Kidney Disease*) – uzročnik je bakterija *Renibacterium salmoninarum*
- ERM (eng. *Enteric Redmouth*) – uzročnik je bakterija *Yersinia ruckeri*
- SRS (eng. *Salmon Rickettsial Disease*) – uzročnik je bakterija *Piscirickettsia salmonis*
- saprolegnioza – uzročnici su gljivice iz roda *Saprolegnia*
- furunkuloza – uzročnik je bakterija *Aeromonas salmonicida*
- vibrioza – uzročnici su bakterije iz roda *Vibrio* i *Aliivibrio*
- morske uši (ektoparaziti), vrste *Lepeophtheirus salmonis*, *Caligus elongatus* i *C. clemensi*
- gliste (endoparaziti), vrste roda *Eubothrium* i roda *Diphilobothrium*
- škržna ameba (ektoparazit) *Paramoeba pemaquidensis*

- jednorodni metilj (ektoparazit) *Gyrodactylus salaris*
- slatkovodni protozoa, vrste rodova *Ichthyobodo* (ichtiobodoza), *Trichodina* i *Ichthyophthirius*
- bakterija *Pseudomonas fluorescens*
- bakterija *Moritella viscosa*

Izbijanje navedenih bolesti i parazita često se susreće u uzgajalištima atlantskog lososa. S obzirom na količinu patogena i parazita koji su vezani uz uzgoj lososa, možemo pretpostaviti da je vjerojatnost da se neciljana vrsta unese kao posljedica unošenja ili prijenosa vodenih organizama visoka, s veoma visokom stupnjem sigurnosti.

Napomena 11:

Unesena neciljana vrsta nailazi na prijemljiva staništa ili organizme domaćine

Mnoge neciljane vrste koje bi potencijalno mogle biti unesene s atlantskim lososom široko su rasprostranjene i mogle bi naići na prijemljiva staništa i organizme domaćine u našim vodama. Većina bolesti prisutna je u slatkovodnoj fazi uzgoja atlantskog lososa, međutim, postoje i bolesti specifične za morsku fazu ili pak za obje faze. Neke od bolesti navedene su u nastavku.

Virus ISA najčešće se javlja u morskoj fazi, a uzrokuje anoreksiju, letargiju i anemiju kod uzgojnih jedinki atlantskog lososa. Virus može biti prisutan u uzgojnim kavezima i do šest mjeseci prije nego dođe do uginuća riba, a stresni uvjeti kao što su sortiranje, obrada ili premještanje kaveza mogu potaknuti izbijanje bolesti na zaraženim uzgajalištima. Mrtve ribe imaju egzoftalmus (ispupčene, krvave oči), blijede škrge uslijed anemije, začepljenje crijeva, povećanu jetru i slezenu te krvarenja unutarnjih organa. ISA se može javiti i kod divljeg atlantskog lososa, iako su oni manje osjetljivi od uzgojnog atlantskog lososa, bilo zbog genetskih varijacija između riba ili zbog stresa uzrokovanog upravljačkim djelatnostima na uzgajalištima lososa. Također, iako druge pastrvske vrste mogu biti nositelji virusa i razviti subkliničku infekciju, podaci o razvijanju kliničke bolesti i smrti uzrokovane virusom ISA potvrđeni su za sad samo kod kalifornijske pastrve (*O. mykiss*) i Amago pastrve (*Oncorhynchus masou macrostomus*, zavičajna japanska pastrva) (Kibenge i Kibenge., 2016). U slučaju kalifornijske pastrve, u pokusu kojeg su proveli Kibenge i Kibenge (2016) postotak smrtnosti od 10 – 50 % dobiven je nakon ubrizgavanja visoko patogenih ISAV izolata intraperitonealnim injekcijama, koji kod atlantskog lososa uzrokuju smrtnost od 98 %. Prema Godišnjem izvješću o pojavi bolesti životinja u 2019. godini, virus ISA do sada nije zabilježen u Hrvatskoj.

Virus IHV najčešće se javlja u slatkovodnim ekosustavima, iako su zabilježene ozbiljne posljedice i kod riba u moru. Domaćini su mu pastrvske vrste roda *Oncorhynchus*, a zabilježen je i kod rodova *Salvelinus* i *Salmo* (atlantski losos i potočna pastrva) te kod jegulje (*Anguilla anguilla*). Manifestacija bolesti ovisi o veličini jedinki – kod manjih jedinki (do oko 8 g) najveća koncentracija virusa je u bubrezima i slezeni te je napadnuto krvotvorno tkivo, dok kod većih jedinki virus napada živčani sustav i uzrokuje deformacije kralješnice, najčešće skoliozu. Ribe u ranijim fazama razvoja osjetljivije su na virus te je kod njih smrtnost puno veća (oko 90

% kod izbijanja virusa) (LaPatra i sur., 2016). Ograničavajući faktor za pojavu ove bolesti je temperatura, a zabilježeno je da se razvija između dva i 18 °C. (Zrnčić i sur., 2011). U Hrvatskoj je bolest uzrokovana virusom IHV zabilježena u nekoliko slatkovodnih pastrvskih uzgajališta (Zrnčić i sur., 2011; Godišnje izvješće o pojavi bolesti životinja u 2019. godini).

Virus SPD javlja se kod jedinki atlantskog lososa, kalifornijske pastrve i potočne pastrve u morskoj fazi uzgoja. Zaražene jedinke imaju smanjen apetit i abnormalno plivaju, a smrtnost im je povećana (Jansen i sur., 2016). Virus SPD do sada nije zabilježen u Hrvatskoj, ali je zabilježen srodni alfavirus SD (sleeping disease) na kalifornijskim pastrvama u slatkovodnom uzgajalištu (Vardić Smrzlić i sur., 2013).

Gljivica *Saprolegnia parasitica* uzrokuje bolest saprolegniozu mnogih slatkovodnih organizama, uključujući i pastrvske vrste. Primarne infekcije su na jajima i ličinkama riba, a mogu se zaraziti i odrasle ribe (OECD, 1017). Domaćini su mu neke vrste važne u slatkovodnoj akvakulturi, poput potočne pastrve i soma, ali i niz divljih vrsta riba, primjerice grgeč i jesetra (Vujnović, 2019). Vrsta *S. parasitica* je oportunistički patogen, prema čemu možemo zaključiti da bi u području unosa mogao naići na prijemljiva staništa ili organizme domaćine, ali samo u slatkovodnim sustavima.

Jednorodni metilj *Gyrodactylus salaris* živi u slatkovodnim sustavima. Primarni domaćini su mu atlantski losos, kalifornijska pastrva i hibridi atlantskog lososa i potočne pastrve, a ograničena reprodukcija odvija se i na potočnoj pastrvi i lipljenu (*Thymallus thymallus*). Međutim, određeni period (od sedam do 150 dana) može preživjeti na drugim pastrvskim i nepastrvskim vrstama, uključujući jegulju (*Anguilla anguilla*), grgeča (*Perca fluviatilis*), bodorku (*Rutilus rutilus*), pijora (*Phoxinus phoxinus*), potočnu paklaru (*Lampetra planeri*), iverka (*Platichthys flesus*) i koljušku (*Gastrosteus aculeatus*) Najduže, 150 dana, parazit može preživjeti na jezerskoj zlatovčici (*Salvelinus alpinus*) (Peeler i sur., 2006 i reference navedene u radu). Sukladno Godišnjem izvješću o pojavi bolesti životinja u 2019. godini, navedeni parazit nije zabilježen u Hrvatskoj.

Furunkuloza je specifični oblik bakterijske hemoragijske septikemije uzrokovana bakterijom *Aeromonas salmonicida*. Bolest se najčešće javlja kod riba u slatkovodnoj sredini, no s razvojem uzgoja pastrvskih vrsta u moru utvrđena je njezina prisutnost i u morskoj sredini. Anadromne pastrvske vrste imaju važnu ulogu u prijenosu bolesti te ujedno mogu biti stalan izvor zaraze i za ribe u uzgoju i za divlje populacije (Strunjak-Perović 1997).

ERM ili jersinioza je bolest uzrokovana bakterijom *Yersinia ruckeri*. Primarni domaćini su joj pastrvske vrste, najčešće kalifornijska pastrva iz koje je prvi puta izolirana, ali prisutna je i kod ostalih morskih i slatkovodnih organizama (Strunjak-Perović 1997). Zaražene ribe letargične su i anemične, a javlja se i tamnija pigmentacija kože. Smrtnost prilikom zaraze je pet do 30 % zaražene populacije. U Hrvatskoj su zabilježeni slučajevi izbijanja bolesti na nekim slatkovodnim pastrvskim uzgajalištima (Oraić i sur., 2002).

Vibrioza je jedna od najraširenijih bakterijskih bolesti morskih, migratornih i slatkovodnih vrsta riba, a usko je vezana uz uzgajališta. Primijećeno je da se uzročnici bolesti zadržavaju u uskom radijusu oko uzgajališta (oko 250 m), a izvan domaćina mogu preživjeti i

do godinu dana (Kashulin i sur., 2016 i reference navedene u radu). Ova bolest uspješno se kontrolira vakcinacijom.

Većina navedenih bolesti i parazita povezana je s uzgajalištima, međutim postoji vjerojatnost prijenosa nekih od njih i na zavičajne vrste. Unutar Pravilnika o prijavi bolesti životinja (NN 65/2020), kojim se prenosi Uredba 82/894/EEZ i Provedbena Odluka Komisije br. 2012/737/EU, neke od bolesti koje mogu biti unesene s atlantskim lososom prepoznate su kao rizične te je u slučaju njihovog izbijanja potrebno obavijestiti upravu nadležnu za poslove veterinarstva.

S obzirom na niz bolesti i parazita, kao i na veliki raspon organizama koji se njima mogu zaraziti, vjerojatnost da unesena neciljana vrsta naiđe na prijemljiva staništa ili organizme je visoka, s veoma visokim stupnjem sigurnosti.

Napomena 12: Konačna ocjena

Prema podacima iznesenim u Napomenama od 10 i 11 te prema uputama iz Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja možemo pretpostaviti da je vjerojatnost naseljavanja i širenja neciljanih vrsta izvan predviđenog područja unosa visoka, s vrlo visokim stupnjem sigurnosti.

Faza 2.

Posljedice naseljavanja i širenja neciljanih vrsta

Događaj	Vjerojatnost (V, S, N)	Stupanj sigurnosti (VV, RV, RN, VN)	Napomene koje govore u prilog ocjeni ⁽¹⁾
Neciljana vrsta je u kompeticiji s autohtonim populacijama ili se predatorski ponaša prema njima, što dovodi do istrebljenja tih populacija	S	RN	Napomena 13
Genetsko miješanje neciljane vrste s lokalnim populacijama dovodi do gubitka genetske raznolikosti	N	RN	Napomena 14
Ostali neželjeni ekološki ili patološki događaji	S	RN	Napomena 15
Neki od gore navedenih događaja nastavljaju se i nakon uklanjanja neciljane vrste	S	RN	Napomena 16
Konačna ocjena ⁽²⁾	S	RN	Napomena 17

(1) Ocjenjivač treba slijediti smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja.

(2) Konačna ocjena za vjerojatnost odgovara vrijednosti elementa s najvišom ocjenom rizika, a konačna ocjena za stupanj sigurnosti odgovara vrijednosti elementa s najnižim stupnjem sigurnosti.

Napomena 13:

Neciljana vrsta je u kompeticiji s autohtonim populacijama ili se predatorski ponaša prema njima, što dovodi do istrebljenja tih populacija

Ako neciljane vrste naiđu na pogodna staništa i uspostave populacije, one mogu kompeticijom i predacijom negativno utjecati na vrste u uzgoju i na zavičajne vrste. Primjerice, mnogi paraziti i patogeni koji mogu biti uneseni s atlantskim lososom nisu specifični za lososa, već mogu biti preneseni na druge vrste riba (pastrvske i nepastrvske) i beskralješnjake. Međutim, s obzirom da je većina navedenih bolesti i parazita usko povezana s uzgajalištima, vjerojatnost da će neciljana vrsta (parazit, patogen) biti u kompeticiji s autohtonim populacijama ili se predatorski ponašati prema njima, što bi dovelo do istrebljenja tih populacija je srednja, s relativno niskim stupnjem sigurnosti.

Napomena 14

Genetsko miješanje neciljane vrste s lokalnim populacijama dovodi do gubitka genetske raznolikosti

Hibridizacija parazita i patogena nije dovoljno proučena. Postoje pretpostavke da bi u slučaju unosa na područja gdje su paraziti/patogeni već prisutni novi unosi mogli dovesti do razmjene genetskog materijala između unesenih i lokalnih populacija, što bi moglo povećati njihovu otpornost na antibiotike. Primjerice, izmjena genetičkog materijala (plazmida) zabilježena je između bakterija iz roda *Vibrio* s bakterijom *Aeromonas salmonicida* (Bakke i Harris, 1998).

S obzirom na nedostatak podataka o genetskom miješanju neciljanih vrsta s lokalnim populacijama koje dovodi do gubitka genetske raznolikosti, možemo pretpostaviti da je vjerojatnost za to niska, s relativno niskim stupnjem sigurnosti.

Napomena 15

Ostali neželjeni ekološki ili patološki događaji

Atlantski losos prenositelj je niza patogena i parazita. Neciljane vrste koje mogu doći s unosom lososa mogu imati niz neželjenih ekoloških ili patoloških utjecaja, a neki od njih (primjerice vibrioza, jersinioza, IHV) već su zabilježene u Hrvatskoj. Vrlo je teško procijeniti ostale neželjene utjecaje ili patološke događaje, jer to ovisi o mnogo pretpostavki (primjerice, koje će se i hoće li se uopće neciljane vrste prenijeti, koje od njih će uspjeti pronaći nove domaćine i uspostaviti populaciju).

Širenje stranih parazita i patogena može dovesti i do novih kombinacija parazit-domaćin (Dunn i Hatcher, 2015) zbog čega njihov točan utjecaj na zavičajne vrste nije moguće procijeniti.

Također, kao i kod svake industrijske proizvodnje, i akvakultura donosi razna onečišćenja. Velika gustoća ribe u kavezima rezultira povećanom količinom izmeta i

nepojedene hrane te se stvara tepih mulja koji pokriva morsko dno ispod objekata za akvakulturu, dolazi do замуćenja vode oko samog kaveza, a potencijalno i do cvjetanja algi. Također, korištenje kemikalija (antibiotika, pesticida, dezinficijensa) može štetiti ostalim organizmima u staništu (Olaussen, 2018; Quiñones i sur., 2019).

Uzevši u obzir navedene pretpostavke, ali vodeći se pravilom predostrožnosti s obzirom na količinu patogena i parazita koje prenosi atlantski losos, procjenjujemo da je vjerojatnost od ostalih neželjenih ekoloških ili patoloških događaja povezanih s neciljanim vrstama srednji, s relativno niskim stupnjem sigurnosti.

Napomena 16

Neki od gore navedenih događaja nastavljaju se i nakon uklanjanja neciljane vrste

Jednom kad dospiju u prirodna staništa, paraziti, patogeni i ostale neciljane vrste teško se iz njih uklanjaju. Ako bi se ipak neciljane vrste uspjele ukloniti iz novog staništa, teško je procijeniti hoće li s njima nestati i negativni utjecaji koje su prouzročile. Na primjer, ako bi neciljana vrsta dovela do izumiranja neke zavičajne vrste ili do nepovratnih promjena u staništu, ti događaji nastavili bi se i nakon uklanjanja neciljane vrste.

Međutim, neciljane vrsta koje mogu doći s atlantskim lososom najveći utjecaj imaju u uzgajalištima, koja se nakon otkrivanja neciljanih vrsta tretiraju i čiste, tako da je pretpostavka da se neželjeni događaji neće nastaviti nakon uklanjanja neciljane vrste. Ipak, neke od neciljanih vrsta mogu biti prenesene i na zavičajne vrste i ugroziti ih, a utjecaj se može nastaviti i nakon uklanjanja.

S obzirom da neciljane vrste mogu imati niz negativnih utjecaja, vjerojatnost da se neželjeni događaji nastave i nakon njihovog uklanjanja je srednja, međutim s obzirom na nedostatak podataka o uklanjanju neciljanih vrsta iz novih staništa stupanj sigurnosti je relativno nizak.

Faza 3.

Mogući rizik povezan s neciljanim vrstama

Navodi se jedna vrijednost na temelju procjena napravljenih u fazama 1. i 2.

Komponenta	Mogući rizik (V, S, N)	Stupanj sigurnosti (VV, RV, RN, VN)	Napomene koje govore u prilog ocjeni ⁽¹⁾
Naseljavanje i širenje (Faza 1.)	V	VV	Vidi Napomene 10 – 12
Ekološke posljedice (Faza 2.)	S	RN	Vidi napomene 13 – 17
Konačna ocjena ⁽²⁾	S	RN	Napomena 18

(1) Ocjenjivač treba slijediti smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja.

(2) Konačna ocjena za mogući rizik odgovara vrijednosti elementa s najnižom ocjenom rizika, a konačna ocjena za stupanj sigurnosti odgovara vrijednosti elementa s najnižim stupnjem sigurnosti.

Napomena 18

Konačna ocjena

Slijedeći smjernice iz Dodatka A i Dodatka B ICES-ovih Pravila postupanja o donošenju konačne ocjene, zaključujemo da je mogući rizik povezan s neciljanim vrstama visok, s relativno niskim stupnjem sigurnosti.

Uvjeti koji se primjenjuju na procjenu mogućeg rizika povezanog sa stranim vrstama (Dio 1.) primjenjuju se *mutatis mutandis* na mogući rizik povezan s neciljanim vrstama (Dio 2.), uključujući i obvezu uvođenja mjera ograničavanja i ublažavanja rizika.

LITERATURA KORIŠTENA PRILIKOM IZRADE PROCJENE RIZIKA:

Abrantes, K. G., Lyle, J. M., Nichols, P. D. i Semmens, J. M. (2011). Do exotic salmonids feed on native fauna after escaping from aquaculture cages in Tasmania, Australia? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68: 1539-1551.

Adriatic farming (2020). Izrada dokumentacije vezane uz izdavanje dozvole za uzgoj lososa (*Salmo salar*) u akvakulturi. Zagreb

Ahel, V. (2015): Fauna riba kvarnerskog područja. Završni rad. Sveučilište Jurja Dobrile u Puli.

Bakke, T. A., i Harris, P. D. (1998). Diseases and parasites in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(S1): 247-266.

Bardonnet, A. i Baglinière, J-L. (2011). Freshwater habitat of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 57. 497-506.

Berrill, I. K., Porter, M. J. R., Smart, A., Mitchell, D. i Bromage, N. R. (2003). Photoperiodic effects on precocious maturation, growth and smoltification in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture* 222: 239–252.

Bićanić, Z., Hell, Z. i Jašić, D. (1998). Termohalinska svojstva morske vode u Paškom zaljevu i Velebitskom kanalu. *Geoadria*, 3: 5-20.

Bonacci, O. (1999). Water circulation in karst and determination of catchment areas: example of the River Zrmanja. *Hydrological Sciences Journal*, 44(3): 373-386.

CABI (2020). *Salmo salar* [originalni tekst Sunil Siriwardena; ažurirani tekst Vicki Bonham i Clive Talbot]. U: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. www.cabi.org/isc.

COSEWIC (2006). COSEWIC assessment and status report on the Atlantic salmon *Salmo salar* (Lake Ontario population) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 26 pp. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).

Ćaleta, M., Marčić, Z., Buj, I., Zanella, D., Mustafić, P., Duplić, A. i Horvatić, S. (2019). A review of extant croatian freshwater fish and lampreys. Annotated list and distribution. *Croatian journal of fisheries*, 77(3): 136-232.

DHMZ (2020). Podaci postaja na rijeci Zrmanji. Dostupno na www.hidro.dhz.hr

DPIW (Department of Primary Industries and Water) (2006). An overview of escaped salmonids and their potential impacts in Tasmania. Unpublished note, 8 pp.

Dunn, A. M. i Hatcher, M. J. (2015). Parasites and biological invasions: parallels, interactions and control. *Trends in Parasitology*, 31(5): 189-199.

Elliott, J. M., i Elliott, J. A. (2010). Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology*, 77(8): 1793-1817.

Elliott, S., Coe, T. A., Helfield, J., Naiman, R. (1998). Spatial variation in environmental characteristics of Atlantic salmon (*Salmo salar*) rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 267-280.

Erkinaro, H. i Erkinaro, J. (1998). Feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in the subarctic River Teno and three tributaries in northernmost Finland. *Ecology of Freshwater Fish*, 17: 13-24.

Erkinaro, J., Shustov, Y. i Niemela, E. (1995). Enhanced growth and feeding rate in Atlantic salmon parr occupying a lacustrine habitat in the River Utsjoki, northern Scandinavia. *Journal of Fish Biology*, 47(6): 1096-1098.

FAO (2004): Cultured Aquatic Species Information Programme. *Salmo salar*. Text by Jones, M. U: FAO Fisheries Division [online]. Rome. Updated 1 January 2004. [Cited 17 September 2020].

Fleming, I. A., Jonsson, B., Gross, M. R., i Lamberg, A. (1996). An Experimental Study of the Reproductive Behaviour and Success of Farmed and Wild Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *The Journal of Applied Ecology*, 33(4): 893-905.

Froese, R. i Pauly, D. (ur.) (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (9/2020)

Gibson, R. J. (1993). The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3: 39-73.

Godišnje izvješće o pojavi bolesti životinja u 2019. godini. Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane.

Haugland, M., Holst, J. C., Holm, M., i Hansen, L. P. (2006). Feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1488-1500.

Heggenes J. i Salveit S. J. (1990). Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in a Norwegian river. *Journal of Fish Biology*, 36: 707–720.

Hendry, K. i Cragg-Hine, D. (2003). Ecology of the Atlantic Salmon. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 7*. English Nature, Peterborough.

Jacobsen, J. A. i Hansen, L. P. (2001). Feeding habits of wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 916-933.

- Jansen, M. D., Bang Jensen, B., McLoughlin, M. F., Rodger, H. D., Taksdal, T., Sindre, H., Graham, D. A. i Lillehaug, A. (2016). The epidemiology of pancreas disease in salmonid aquaculture: a summary of the current state of knowledge. *Journal of Fish Diseases*, 40(1): 141-155.
- Kashulin, A., Seredkina, N. i Sørum, H. (2016). Cold-water vibriosis. The current status of knowledge. *Journal of Fish Diseases*, 40(1): 119-126.
- Kibenge, F. S. B. i Kibenge, M. J. T. (2016). Orthomyxoviruses of Fish. U: *Aquaculture Virology* (ur. Kibenge, F. S. B. i Godoy, M. G.). Elsevier Inc. str. 299-326.
- Kottelat, M. i Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- LaPatra, S., Misk, E., Al-Hussinee, L. i Lumsden, J. (2016). Rhabdoviruses of Fish. U: *Aquaculture Virology* (ur. Kibenge, F. S. B. i Godoy, M. G.). Elsevier Inc. str. 267-288.
- Lyle, J. M. (2019). Fishing for Atlantic salmon following a major escape event: inferences about dispersal, survival and ecological impact. Institute for Marine and Antarctic Studies, University of Tasmania.
- MacCrimmon, H. R. i Gots, B. L. (1979). World distribution of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of the Biological Board of Canada*, 36:422 – 45.
- Makhrov, A.A. (2008). Hybridization of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*S. trutta* L.). *Zoosystematica Rossica*, 17(2): 129-143.
- Matthews, M. A., Poole, W. R., Thompson, C. E., McKillen, J., Ferguson, A., Hindar, K. i Wheelan, K. F. (2000). Incidence of hybridization between Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in Ireland. *Fisheries Management and Ecology*, 7(4): 337-347.
- Mills D. (1989) *Ecology and management of Atlantic salmon*. Chapman and Hall, London, U.K.
- O'Connell, M., Skibinski, D. O. F. i Beardmore, J. A. (1995). Mitochondrial DNA and allozyme variation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in Wales. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52(1): 171-178.
- OECD (2017). „Atlantic salmon (*Salmo salar*)“. U: *Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment, Volume 7: OECD Consensus Documents*, OECD Publishing, Paris.
- Ojanguren, A. F., Reyes-Gavilan, F. G. i Munoz, R. R. (1999). Effects of temperature on growth and efficiency of yolk utilisation in eggs and pre-feeding larval stages of Atlantic salmon. *Aquaculture International*, 7(2):81-87.

Olaussen, J. O. (2018). Environmental problems and regulation in the aquaculture industry. Insights from Norway. *Marine Policy*, 98: 158-163.

Oraić, D., Zrnčić, S., Šoštarić, B., Bažulić D. i Lipej Z. (2002). Occurrence of enteric redmouth disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on farms in Croatia. *Acta Veterinaria Hungarica*, 50(3): 283-291.

Orlov, A. V., Gerasimov, Y. V. i Lapshin, O. M. (2006). The feeding behaviour of cultured and wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the Louvenga River, Kola Peninsula, Russia. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1297-1303.

Peeler, E., Thrush, M., Paisley, L., Rodgers, C. (2006). An assessment of the risk of spreading the fish parasite *Gyrodactylus salaris* to uninfected territories in the European Union with the movement of live Atlantic salmon (*Salmo salar*) from coastal waters. *Aquaculture*, 258: 187-197.

Perović-Strunjak, I., Perović-Strunjak, I., Hacmajek, M., Čož-Rakovec, R., Teskeredžić, E., Teskeredžić, Z. i Topić-Popović, N. (1997). Bakterijske bolesti morskih riba. *Croatian Journal of Fisheries*, 55(4): 147-160.

Plantalech Manel-la, N., Thorstad, E. B., Davidsen, J. G., Økland, F., Sivertsgård, R., Mckinley, R. S. i Finstad, B. (2009), Vertical movements of Atlantic salmon post-smolts relative to measures of salinity and water temperature during the first phase of the marine migration. *Fisheries Management and Ecology*, 16(2): 147-154.

Quiñones, R. A., Fuentes, M., Montes, R. M., Soto, D. i León-Muñoz, J. (2019): Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Reviews in Aquaculture*, 11: 375-402.

Skilbrei, O. T. (2013). Migratory behaviour and ocean survival of escaped out-of-season smolts of farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Environment Interactions*, 3: 213-221.

Solomon D. J. i Lightfoot G. W. (2008) The thermal biology of brown trout and Atlantic salmon. Science Report. Environment Agency, Bristol. 48 str.

Soto, D., Jara, F. i Moreno, C. (2001). Escaped salmon in the inner seas, Southern Chile: Facing ecological and social conflicts. *Ecological Applications*, 11(6): 1750-1762.

Strøm, J. F., Thorstad, E. B. i Rikardsen, A. H. (2019). Thermal habitat of adult Atlantic salmon *Salmo salar* in a warming ocean. *Journal of Fish Biology*, 96(2): 327-336.

Thorstad, E. B., Fleming, I. A., McGinnity, P., Soto, D., Wennevik, V. i Whoriskey, F. (2008). Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. NINA Special Report 36. 110 pp.

Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A. H. i Finstad, B. (2012). A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology*, 81(2): 500-542.

Tomljanović, T., Treer, T., Aničić, I., Safner, R., Šprem, N. (2012). Threatened fishes of the world: *Salmo obtusirostris salonitana* (Karaman, 1926) (Salmonidae). Croatian Journal of Fisheries 70(2): 61-64.

Vardić Smrzlić, I., Kapetanović, D., Valić, D., Teskeredžić, E., McLoughlin, M. i Fringuelli, E. (2013). First laboratory confirmation of sleeping disease virus (SDV) in Croatia. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 33(3): 78-83.

Vujović, T. (2019). Razvoj PCR- testa za detekciju patogena *Saprolegnia parasitica*, uzročnik saproleginoze. Prehrambeno-biotehnološki fakultet. Sveučilište u Zagrebu. Natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2018/2019.

Webb, J. H. i McLay, H. A. (1996). Variation in the time of spawning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and its relationship to temperature in the Aberdeenshire Dee, Scotland. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53(12): 2739-2744.

Wedemeyer, G., Saunders, R.L. i Clarke, W.C. (1980). Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. Marine Fisheries Review, 42(6): 1-14.

Zavodnik, D., Legac, M. i Gluhak, T. (2006). An account of the marine fauna of Pag Island. (Adriatic Sea, Croatia). Natura Croatica, 15(3): 65-107.

Zrnčić, S., Oraić, D., Hostnik, P. i Bergman, S. M. (2011). Zarazna hematopoetska nekroza pastrva na hrvatskom ribogojilištu: utvrđivanje i iskorjenjivanje. Veterinarska stanica 42(6): 505-510.