

Piezīmes un atsaucis valsts līmeņa sugu aizsardzības mērķu (FRV) noteikšanai: datu izvēle un eksperta pieņēmumi

Sugas kods	1099
Sugas nosaukums	<i>Lampetra fluviatilis</i>
Eksperts	Kaspars Abersons, Andris Avotiņš, Jānis Bajinskis
Darbs pabeigts	10.12.2021.
Vispārējās piezīmes	-

1. Sugas apraksts

Upes nēģis *Lampetra fluviatilis* ir nēģu dzimtas zivs. Tā ir anadroma suga, kas barojas jūrā, bet nārsto saldūdeņos (Kottelat, Freyhof, 2007). Lielāko dzīves cikla daļu (līdz pieciem gadiem) upes nēģis pavada kāpura stadijā saldūdeņos, bet pēc metamorfozes dodas uz jūru vai, atsevišķos gadījumos, lielu saldūdens ūdenstilpi baroties, barošanās periods ilgst vienu – divus gadus (Maitland, 2003). Nēģiem ir raksturīgi “sugu pāri”, t. i., situācija, kad vairumam parazitisko nēģu sugu, kuras migrē uz jūru baroties, ir potadroma (tikai saldūdeņos dzīvojoša) “pāra suga”, kas pēc kāpura stadijas vairs nebarojas (Docker, 2009). Upes nēģa pāra suga ir straute nēģis *Lampetra planeri*. Upes un straute nēģa nārsts norisinās līdzīgās vai pat vienās un tajās pašās dzīvotnēs (Lasne *et al.*, 2010), abu sugu kāpuri ir ļoti līdzīgi, un līdz šim nav radīta droša metode, kā abu sugu kāpurus atšķirt pēc morfometriskām vai ģenētiskām pazīmēm (Gardiner, 2003; Blank *et al.*, 2008), un nav iemesla uzskatīt, ka ūdensteču posmos, kas pieejami migrācijai no jūras, upes un straute nēģu kāpuri neuzturas vienkopus.

Upes nēģu nārsts norisinās upju straujtecēs. Ikru nēršanai nēģi izveido īpašus padziļinājumus jeb nārsta ligzdas (Jang, Lucas, 2005). Nārsta ligzdu veidošanai nēģi dod priekšroku grantij un nelieliem oļiem (Jang, Lucas, 2005; Nika, Virbickas, 2010), taču, ja nepieciešams, nēģi nārstam var izmantot atšķirīga izmēra substrātu (Aronsuu, Tertsunen, 2015), turklāt liela daļa ikru saglabā vitalitāti arī tad, ja tiek izskaloti no ligzdas (Silva *et al.*, 2015). Pieaugušie īpatņi pēc nārsta iet bojā.

Izšķīlušies kāpuri pārvietojas lejteces virzienā, kas nodrošina to vienmērīgu izplatīšanos pa piemērotām dzīvotnēm (Zvezdin *et al.*, 2022). R. Staponkus (2015) ir novērtējis, ka attālums, kādā nēģa kāpuri pirms metamorfozes pārvietojas lejteces virzienā, ir 6,3–6,9 km, taču Latvijā veiktā nēģu uzskaitē liecina, ka atsevišķi nēģu kāpuri var būt sastopami arī daudz lielākā attālumā no nārsta vietām (piemēram, Gaujas grīvas tuvumā). Nēģu kāpuri parasti uzturas tādās dzīvotnēs, kuru straumes ātrums (lokālas atstraumes u. c.), nodrošina sedimentācijas procesu norisi (Nazarov *et al.*, 2016), dažāda izmēra kāpuri var izmantot atšķirīga izmēra substrātu – no smalkām smiltīm līdz grantij (Aronsuu, Virkkala, 2014), taču tie reti uzturas vairāk nekā 0,5 m dziļumā (Taverny *et al.*, 2012).

2. Sugas izplatība un stāvoklis Latvijā

Upes nēģis ir Latvijā plaši izplatīta suga. Tas ienāk uz nārstu faktiski visās Baltijas jūrā un Rīgas līcī ietekošajās ūdenstecēs (Eglīte, 1961), un nēģa kāpuri konstatēti aptuveni 90 % no dažādās upēs nēģu kāpuru monitoringa (tiek veikts kopš 1998. gada) ietvaros apsekotajiem parauglaukumiem (vienā parauglaukumā paņemto grunts paraugu kopējā platība ir 0,3–1,2 m²).

Ziņojumā Eiropas Komisijai par biotopu (dzīvotņu) un sugu aizsardzības stāvokli Latvijā novērtēts, ka upes nēģa aizsardzības stāvoklis Latvijā ir labvēlīgs un stabils (sk. informāciju Dabas aizsardzības pārvaldes vietnē: <https://www.daba.gov.lv/lv/media/5695/download?attachment>, skatīts 29.11.2023.) Savukārt LIFE FOR SPECIES „Apdraudētas sugas Latvijā: uzlabotas zināšanas un kapacitāte, informācijas aprīte un izpratne” (LIFE19GIELV000857) ietvaros veiktajā novērtējumā (pašlaik nav publiski pieejams) upes nēģa stāvoklis Latvijā ir novērtēts kā jutīgs (atbilstoši Starptautiskā dabas un

dabas resursu aizsardzības savienības (IUCN) klasifikācijai – VU jeb *vulnerable*). Šāds vērtējums saistīts galvenokārt ar dzīvotņu pieejamības un kvalitātes, kā arī ikgadējās nozvejas samazināšanos.

3. Sugas aizsardzības mērķa noteikšanas metode

3.1. Pieeja

Zivju sugu aizsardzības mērķu noteikšanas priekšizpētē¹ ieteikts par upes nēģa sugas aizsardzības mērķa noteikšanas vienību izmantot īpatņu skaitu un šāda vienība ir izmantota arī *Natura 2000* līmeņa sugas aizsardzības mērķu noteikšanā². Upes nēģa kāpuru īpatņu skaitam ūdenstecēs ir salīdzinoši lielas dabiskas svārstības, kas saistītas ar kāpuru bojāeju, metamorfozi izgājušo nēģa kāpuru migrāciju uz jūru un populācijas papildināšanos pēc nārsta. Sugas aizsardzības mērķa noteikšanas ietvaros par upes nēģu kāpuru skaitu tiks uzskatīts to daudzums augustā un septembra sākumā, kad upēs tiek veikta kāpuru uzskaitē.

Pašreizējā stāvokļa (CV) un sugas aizsardzības mērķa (FRV) noteikšanā izmantota dzīvotņu piemērotības un pieejamības modelēšanas metode, kas ir identiska metodei, kas izmantota *Natura 2000* līmeņa sugas aizsardzības mērķu noteikšanā. Modelēšanai izmantots dzīvotņu piemērotības nosacījumu modelis (plašāka informācija 3.2. nodaļā). Par sugas pašreizējo stāvokli pieņemta esošā situācija, kad, līdztekus upes raksturlielumiem, upes nēģa kāpuru daudzumu nosaka arī migrācijas šķēršļi, HES ekspluatācija u. c. ar cilvēka darbību saistītas ietekmes. Savukārt par aizsardzības mērķi pieņemta situācija, kurā kāpuru daudzumu nosaka tikai upes raksturlielumi. Lai izvairītos no nesasniedzamu lielumu noteikšanas, sugas aizsardzības mērķa noteikšanā ir saglabāta ūdenskritumu, kā arī Daugavas hidroelektrostaciju (HES) kaskādes un kaimiņvalstīs esošo zivju migrācijas šķēršļu ietekme.

Upes nēģa kāpuru īpatņu blīvuma prognozēšanai un sugas aizsardzības mērķu noteikšanai ir izmantotas ekspertu praktiskajā pieredzē un literatūras analīzē balstītās zināšanas, kas apkopotas nosacījumu modelī. Šī modeļa rezultāti, izmantojot lineāros jaukta efekta modeļus (*Linear mixed effects models*; LMM), saistīti ar sugas mazuļu sastapšanas blīvumu (indivīdi/m²) valsts zinātniskā institūta “BIOR” īstenotajā monitoringā. Upes nēģis ir plastiska suga, kas var nārstot un uzturēties atšķirīgās dzīvotnēs, tāpēc pilnībā izslēgt upes nēģu klātbūtni var tādos ūdensteču posmos, kas nav pieejami migrācijai no jūras, regulāri izzūst, vai kuros vērojami citi kritiski apstākļi (piemēram, regulārs skābekļa deficīts). Minētā iemesla dēļ dzīvotņu piemērotības novērtēšanas primārais mērķis bija identificēt upes nēģim relatīvi nozīmīgākos upju posmus.

Dzīvotņu piemērotības novērtēšanai (modelēšanai) izmantota upju raksturlielumu datubāze, kas izveidota Latvijas Vides aizsardzības fonda projekta Nr. 1-08/43/2020 “Latvijas upju ierindošana prioritārā secībā pēc to esošās un potenciālās nozīmes zivju faunas saglabāšanā” ietvaros un vēlāk pilnveidota citu projektu un pētījumu, tostarp zivju sugu aizsardzības mērķu noteikšanas, ietvaros. Šajā datubāzē upes ir iedalītas vienu kilometru garos posmos (izņemot visaugstāk pa straumi esošos posmus, kas var būt īsāki).

Sugas aizsardzības mērķa noteikšanā nav ņemta vērā hipotētiska situācija, kad limitējošais faktors, kas nosaka kāpuru skaitu nav vis nārsta un kāpuru attīstības dzīvotņu platība un pieejamība, bet no jūras uz nārstu migrējošo upes nēģa vaislinieku daudzums. Šāda situācija ir iespējama, taču tā izriet no faktoriem (legālās un nelegālās zvejas intensitāte, barības pieejamība jūrā, plēsēju spiediens upē un jūrā), kuru ietekmi ticami prognozēt pašlaik faktiski nav iespējams.

¹ Veikta saskaņā ar līgumu Nr. 1.17.28/290/2021 starp Dabas aizsardzības pārvaldi un institūtu “BIOR”, darbu atskaite iesniegta Dabas aizsardzības pārvaldē.

² Veikta līguma Nr. 1.17.28/325/2022 starp Dabas aizsardzības pārvaldi un institūtu “BIOR”, 1. daļas 1. etapa ietvaros, rezultāti iesniegti Dabas aizsardzības pārvaldē.

3.2. Dzīvotnes piemērotības nosacījumu modelis

Upes nēga sastopamības un īpatņu blīvuma prognozēšanai izmantots nosacījumu modelis. Šī modeļa sagatavošanā ir ņemti vērā vairāki apsvērumi par upes nēģim piemērotajām dzīvotnēm. Šie apsvērumi izriet gan no zinātniskās literatūras datiem, gan Kaspara Abersona empīriskās pieredzes, kas iegūta kopš 2009. gada veicot nēģu kāpuru uzskaiti Latvijas upēs. Nozīmīgākie no apsvērumiem, kas izmantoti sugas sastopamības prognozēšanā, ir šādi:

- upes nēga nārsts norisinās upju straujtecēs, bet vēlāk kāpuri migrē uz vietām ar zemāku straumes ātrumu. Piemērotības novērtēšanai izmantotajā upju datubāzē viena upes posma garums ir viens kilometrs. Tik garā upes posmā nereti atrodas gan upes nēga nārsta, gan kāpuru attīstībai piemērotas dzīvotnes un šādi posmi vienlaikus ir gan upes nēģu nārsta, gan to kāpuru attīstības vieta. Tomēr, atkarībā no posma raksturlielumiem, mainās upes nēga nārsta un kāpuru attīstībai piemēroto dzīvotņu īpatsvars;
- nozīmīgākais faktors, kas nosaka straumes ātrumu, gultnes substrātu un to, vai attiecīgajā posmā dominēs upes nēga nārsta piemērotas straujteces vai kāpuru attīstībai piemērotas dzīvotnes ar mazāku straumes ātrumu, ir upes kritums;
- nēģi ir salīdzinoši vāji peldētāji un fiziski nespēj izkustināt rupju substrātu, piemēram, akmeņus, lai tos izmantotu nārsta ligzdas veidošanai, tāpēc posmos, kuros ir ļoti liels gultnes kritums, nēģu nārsts un kāpuru attīstība, ir ierobežota;
- nozīmīgs faktors, kas nosaka nēģu sastopamību, ir arī pietiekams ūdens daudzums. Upes nēģi parasti nav sastopami periodiski izžūstošās ūdenstecēs, kuras raksturo ļoti mazs sateces baseins.
- upes nēga kāpuru izplatības attālums lejteces virzienā ir ierobežots (skatīt sugas bioloģijas aprakstu sākumā). Nēga kāpuru daudzums attiecīgajā upes posmā lielā mērā ir atkarīgs ne tikai no šī posma raksturlielumiem, bet arī no nēģu nārsta potenciāla augšpus šī posma esošajā upes daļā.

Ņemot vērā iepriekš uzskaitītos apsvērumus un institūta "BIOR" rīcībā esošajā Latvijas upju datubāzē pieejamo upju posmu pamata informāciju (platums, kritums, sateces baseins, noēnojums u. c.) par gandrīz 25 000 upju posmiem, viena posma garums ir viens kilometrs, izņemot augšteces pirmo posmu, kas var būt īsāks), tika izveidotas dzīvotņu piemērotības nosacījumu klases. Ņemot vērā to, ka nēģu nārsts un kāpuru attīstība norisinās atšķirīgās dzīvotnēs, piemērotības klases nārsta piemērotajiem posmiem un kāpuru attīstībai piemērotajiem posmiem ir sagatavotas atsevišķi. Lai tiktu ņemta vērā gan pieejamo nārsta vietu, gan kāpuru attīstības dzīvotņu ietekme, upju posmu piemērotības novērtēšana veikta četros secīgos soļos.

Solis Nr. 1 ir nārsta potenciāla novērtēšana. Šajā solī novērtēts tas, cik lielā mērā attiecīgais upes posms ir piemērotas upes nēga nārsta. Ņemot vērā literatūras datus un empīrisko pieredzi, upju posmi iedalīti piecās nārsta potenciāla klasēs. Informācija par klasēm un to robežvērtībām ir apkopota 1. tabulā.

1. tabula

Informācija par nēģu nārsta piemēroto dzīvotņu klasēm un to robežvērtībām. Nosacījumu veidošana ir jāveic tabulā norādītajā rindu secībā

Piemērotības klase	Kritums, m/km	Platums, m	Sateces baseins, km ²	Koku buferis, % ¹	Piezīmes
1. Vērā ņemama apjoma nārsts ir maz varbūtīgs	<0,25	<1	<10	-	Pietiek, ja piepildās viens no nosacījumiem
	-	-	-	-	Posms atrodas uz upes izveidotā uzpludinājumā

2. Nārsts, visticamāk, norisinās, taču nelielā apjomā	$\geq 0,25$ un $\leq 0,6$	≥ 1	≥ 10	-	Jāpiepildās visiem attiecīgās varianta nosacījumiem
	$>17,5$	≥ 1	≥ 10	-	
3. Nārstam vidēji piemērotas posms	$>0,6$ un ≤ 2	≥ 1	≥ 10	-	Jāpiepildās visiem attiecīgā varianta nosacījumiem
	>15 un $\leq 17,5$	≥ 1	≥ 10	-	
	≥ 2 un ≤ 15	≥ 1 un ≤ 3	>10	-	
	>2 un ≤ 15	≥ 1	≥ 10 un ≤ 20	-	
4. Nārstam labi piemērots posms	>2 un ≤ 4	≥ 3	≥ 20	-	Jāpiepildās visiem attiecīgā varianta nosacījumiem
	>4 un ≤ 15	≥ 3 un ≤ 5	≥ 20	-	
	>4 un ≤ 15	≥ 15	≥ 20	-	
	>4 un ≤ 15	≥ 5 un ≤ 15	≥ 20 un ≤ 30	-	
	>4 un ≤ 15	≥ 5 un ≤ 15	≥ 30	<70	
5. Nārstam optimāls posms	>4 un ≤ 15	>5 un ≤ 15	≥ 30	≥ 70	Jāpiepildās visiem nosacījumiem

¹ Koku un krūmu segums (Venter and Sydenham, 2021) 50 m platā buferjoslā ap upi, rēķinot no tās krastiem.

Solis Nr. 2 ir katra nārstam piemērotā posma nārsta potenciāla attiecināšana nēģu dzīvotnei, kas atrodas gan konkrētajā posmā, gan leņpus tā esošajā upes daļā. Lai to izdarītu, leņpus nārsta vietām esošajiem posmiem pieskaitīti attiecīgi “nārsta potenciāla” punkti. Informācija par “nārsta potenciāla” punktu pieskaitīšanu ir apkopota 2. tabulā.

2. tabula
Nēģu nārsta potenciāla attiecināšana uz nēģu kāpuru dzīvotnēm

Nārsta vietas grupa	Punkti, kas jāpieskaita attiecīgajam posmam, kā arī posmiem, kas atrodas līdz 6 km attālumā no attiecīgā posma	Punkti, kas jāpieskaita 7–9 km zem attiecīgā posma esošajiem posmiem
1	0	0
2	1	0
3	3	1
4	5	3
5	6	4

Punktu pieskaitīšanā ir ņemti vērā šādi papildu nosacījumi:

- ja leņpus nārsta posma upe ietek citā upē, nārsta potenciāla pieskaitīšana jāveic tai upei, kurā attiecīgā upe ietek;
- nārsta potenciāla punkti var tikt pieskaitīti no vairākām nārsta vietām, tostarp nārsta vietām, kas atrodas attiecīgās upes pietekās, taču, ja punktu summa pārsniedz 50 punktus, tā ir limitējama uz 50 punktiem (t. i., ja punktu summa pārsniedz 50, tad tā ir jāierobežo, jo attiecīgajā posmā nēģu kāpuru daudzumu limitējošais faktors būs dzīvotņu vietu kapacitāte);
- ja attiecīgā upe ietek jūrā vai ezerā, punktu pieskaitīšana ezeram (un aiz tā esošajiem upju posmiem) vai jūrai netiek veikta;
- ja attiecīgā upe ietek ūdenskrātuvē, punkti tiek pieskaitīti tikai pirmajiem diviem ūdenskrātuvē esošajiem posmiem.

Solis Nr. 3 ir dzīvotņu piemērotības novērtēšana. Šajā solī novērtēts tas, cik lielā mērā attiecīgais upes posms ir piemērots upes nēģa kāpuru attīstībai. Ņemot vērā literatūrā atrodamo informāciju un empīrisko pieredzi, upju posmi iedalīti piecās piemērotības klasēs. Informācija par klasēm un to robežvērtībām ir apkopota 3. tabulā.

Informācija par nēgu kāpuru attīstībai piemēroto dzīvotņu klasēm un to robežvērtībām

Piemērotības klase	Kritums, m/km	Platums, m	Baseins, km ²	Piezīmes
1. Piemērotu dzīvotņu, visticamāk, nav	>15	<1	<10	Pietiek, ja piepildās viens no nosacījumiem
2. Piemēroto dzīvotņu daudzums ir neliels	>8 un ≤15	≥1 un ≤2	-	Pietiek, ja piepildās viena no pazīmēm
3. Piemēroto dzīvotņu daudzums ir vidējs	>2 un ≤8	-	-	-
4. Labi piemērots posms	≥0,6 un ≤2	-	-	-
	<0,6	>2 un ≤8	≥10	Jāpiepildās visiem attiecīgā varianta nosacījumiem
	<0,6	>2	≥10 un ≤50	
5. Optimāls posms	<0,6	>8	>50 km ²	Jāpiepildās visiem nosacījumiem

Solis Nr. 4. ir nārsta vietu potenciāla un dzīvotņu piemērotības savienošana. Lai to izdarītu, katram posmam aprēķinātā nārsta vietu potenciāla summa (otrā soļa rezultāts) reizināta ar katras dzīvotņu piemērotības klasei atbilstošu koeficientu. Dzīvotņu piemērotības grupai Nr. 1 koeficients, ar kuru jāreizina nārsta vietu potenciāla summa ir 0, grupai Nr. 2 – 0,1, grupai Nr. 3 – 0,4, grupai Nr. 4 – 0,6, grupai Nr. 5 – 1.

Šajā apakšnodaļā ir aprakstīta īstenotā procedūra un tajā ietvertie pieņēmumi, veidojot dzīvotņu piemērotības nosacījumu modeli. Sekojošajās apakšnodaļās “Dzīvotnes kvalitātes ietekmes” (3.3. nodaļa) un “Dzīvotnes pieejamības ietekmes” (3.4. nodaļa) raksturota attiecīgi dzīvotņu kvalitāte un šo dzīvotņu sasniedzamība upes nēgu vaislinieku migrācijai no jūras.

3.3. Dzīvotnes kvalitātes ietekmes

Iepriekš aprēķinātā dzīvotņu piemērotība raksturo vietu, kāda tā varētu būt, ja nebūtu ar saimniecisko darbību saistītas iejaukšanās. Tomēr gandrīz visos upju posmos šāda iejaukšanās ir bijusi, tādēļ izmantojami piemērotību ietekmējošie multiplikatīvie koeficienti (izmantojami reizināšanai ar aprēķināto piemērotību). Izmantotās ietekmes un to koeficienti:

- ja posms atrodas uzpludinājumā, tā biotopu piemērotība reizināma ar 0,05;
- HES ekspluatācijas ietekmētajos posmos (posmi, kas atrodas starp HES aizsprostu un HES atvadkanāla ieteku upē, kā arī posmos, kas atrodas starp HES atvadkanāla ieteku upē un pirmo lejup pa straumi esošo attiecīgās ūdensteces pieteku) dzīvotņu piemērotības punktu summa reizināta ar HES ietekmes koeficientu. HES ietekmes koeficients aprēķināts, izmantojot formulu $K_{HES} = 1,05 - Q_{min}/Q_{ekol}$, kur K_{HES} – koeficients, ar kuru reizināta iegūtā punktu summa; Q_{min} – attiecīgās HES ūdens resursu lietošanas atļaujā (ŪRLA) noteiktais minimālais caurplūdums (m³/s); un Q_{ekol} – ŪRLA noteiktais ekoloģiskais caurplūdums. Ja ŪRLA noteiktais $Q_{min} = 0$, tad $K_{HES} = 0,2$, ja ŪRLA noteiktais $Q_{min} > Q_{ekol}$, tad $K_{HES} = 0,05$, ja $Q_{min} / Q_{ekol} > 0,15$, tad $K_{HES} = 0,9$;
- ja posms ir meliorēts, dzīvotnes piemērotība reizināma ar 0,2;
- ja augšpus posma esošajā upes daļā (upes segmentā, kura garums (km) ir vienāds ar posma platumu (m), bet ne lielāks par 10 km) lauksaimniecības zemju vidējais īpatsvars >70, indekss reizināms ar 0,8.

3.4. Dzīvotnes pieejamības ietekmes

Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta “BIOR” rīcībā esošajā upes raksturojošajā datubāzē ir iekļauta informācija par 1071 zivju migrācijas šķērsli. Katram no tiem ir

zināmi dažādi raksturlielumi, piemēram, augstums, būves veids, darbības režīms u. tml., uz kuriem balstoties, ihtioloģijas eksperti Kaspars Abersons un Jānis Bajinskis ir piešķīruši to pārvarēšanas varbūtības koeficientus augšup migrējošajiem upes nēģa vaisliniekiem. Šos koeficientus ievietojot upju plūsmās un aprēķinot to kumulatīvo produktu, iegūta dzīvotņu pieejamības ietekme, kas izmantojama reizināšanai ar piemērotību pēc ietekmēm iepriekšējā nodaļā.

Daļa migrācijas šķēršļu ir dabiski veidojumi, piemēram, ūdenskritumi, daļa ir valsts nozīmes hidroelektroenerģijas ražotnes, daļa ir mazākas nozīmes hidroelektroenerģijas ražotnes, bet atrodas uz ūdenskritumiem vai arī tie ir kaimiņvalstīs. Šajās situācijās ir pieņemts, ka šo šķēršļu novākšana vai apiešana nav iespējama. Tas nozīmē, ka aizsardzības mērķa (CO) noteikšanā izmantota dzīvotņu piemērotība, saglabājot 52 no zināmajiem nēģu migrācijas šķēršļiem.

3.5. Populācijas blīvums

Lai aprēķināto biotopu piemērotības saistību ar populācijas blīvumu, izmantoti “BIOR” Zivju resursu pētniecības departamentā pieejamie nēģu kāpuru monitoringa dati. Informācija šajos parauglaukumos raksturo longitudinālus datus – viens un tas pats posms var būt paraugots vairākos gados. Tādēļ lietota varbūtības modelēšanas pieeja ar jaukta efekta lineāro regresiju (*Linear mixed effects model; LMM*), kuras ietvaros unikālais upju datubāzes posma identifikators ir lietots kā jauktais efekts (nejauši variējošs brīvais loceklis; *random intercept*). Šis modelis veidots atkarīgajai pazīmei, kas ir $\log(y+1)$ transformēts nēģu kāpuru skaits vienā kvadrātmetrā ar normāli sadalītu atlikuma vērtību struktūru un identitātes saistību funkciju. Kā ietekmējošā (neatkarīgā) pazīme ir izmantots sagatavotais dzīvotņu piemērotības nosacījumu modeļa gradients ar kvalitātes un pieejamības ietekmēm. Izveidotā modeļa raksturojums ir sniegts ceturtajā tabulā.

4. tabula

Populācijas blīvumu, atkarībā no dzīvotņu piemērotības, prognozējoša modeļa raksturojums

	log(Upes nēģi + 1)		
<i>Neatkarīgas pazīmes</i>	<i>Leņķa koeficients</i>	<i>95% CI</i>	<i>p-vērtība</i>
Brīvais loceklis	1,56	1,31–1,81	<0,001
Dzīvotņu (ietekmētā) piemērotība	1,61	0,53–2,69	0,004
Jauktie efekti			
σ^2	0,69		
τ_{00} PosmaID	0,92		
ICC	0,57		
N PosmaID	124		
Novērojumi	474		
Marginal R ² / Conditional R ²	0,053 / 0,595		

3.6. Kāpuru aizņemtā upes daļa

Ir zināms, ka upes nēģa kāpuri upes gruntī nav izvietojušies vienmērīgi. Viens no nozīmīgākajiem faktoriem, kas nosaka to, cik lielu upes daļu nēģu kāpuri izmantos, ir upes dziļums (Taverny *et al.*, 2012). Ņemot vērā to, ka nēģa kāpuru sastopamība samazinās, upes dziļumam pārsniedzot 0,5 m, upes posmā sastopamo kāpuru skaita aprēķināšanā pieņemām, ka upes nēģa kāpuri izmanto galvenokārt 12 m platu upes gultnes daļu jeb aptuveni sešus metrus platu gultnes daļu katra krasta tuvumā. Ja upes platums nepārsniedz 12 m, pieņemām, ka nēģa kāpuri izmanto upi visā tās platumā.

4. Rezultāti

4.1. Valsts līmeņa sugas aizsardzības mērķis

Lai raksturotu sugas aizsardzības mērķi (FRV), mēs pieņemām, ka nosacījumos balstīto dzīvotņu piemērotību ietekmē tikai nemaināmo šķēršļu ietekmes (3.1. nodaļa). Šo “daļēji ietekmēto” piemērotību izmantojam 3.2. nodaļas 1. un 2. tabulā aprakstītā modeļa prognozei. Uz tās pamata veidojam regresiju analīzi (3.5. nodaļa), lai noskaidrotu populācijas blīvuma vērtību un sagaidāmo tās telpisko izvietojumu Latvijas upēs. Sagatavoto prognozi katram posmam reizinām ar sagaidāmo upes nēģa kāpuriem piemēroto upes daļu (3.6. nodaļa) šajā posmā tādējādi aprēķinot upes nēģa kāpuru potenciālo skaitu katrā posmā. Visu posmu nēģa kāpuru potenciālā skaita summa ir valsts līmeņa upes nēģa aizsardzības mērķis. Karte, kurā attēlota modelētā upes nēģa potenciālā izplatība un tā kāpuru īpatņu blīvums dažādos upju posmos, ja tiktu samazināta cilvēka ietekme, ir pievienota 1. pielikumā.

Iepriekš aprakstītie aprēķini liecina, ka sagaidāmais upes nēģu kāpuru daudzums Latvijas upēs, pilnībā novēršot visa veida cilvēka darbības nelabvēlīgās ietekmes, bet saglabājot tikai “nemaināmo” šķēršļu ietekmes, būtu **205 167 076 īpatņi**.

4.1. Sugas pašreizējais stāvoklis

Lai noteiktu sugas pašreizējo stāvokli valstī (CV), sagatavoto dzīvotņu piemērotības nosacījumu modeli (3.2. nodaļa) reizinām ar dzīvotņu kvalitātes ietekmēm (3.3. nodaļa) un pēc tam – arī ar dzīvotņu pieejamības ietekmēm (3.4. nodaļa). Uz tā pamata veidojam regresiju analīzi (3.5. nodaļa), lai noskaidrotu esošo populācijas blīvuma vērtību un tās telpisko izvietojumu Latvijas upēs. Šo vērtību, reizinot ar kāpuru attīstībai aizņemto upes daļu (3.6. nodaļa), ieguvām populācijas lielumu – kopējo pašreizējo upes nēģa kāpuru skaitu attiecīgajā posmā. Visu posmu nēģa kāpuru pašreizējā skaita summa ir upes nēģa populācijas pašreizējā vērtība. Karte, kurā attēlota modelētā upes nēģa pašreizējā izplatība un tā kāpuru īpatņu blīvums dažādos upju posmos pievienota 2. pielikumā.

Šobrīd populācija ir vērtēta kā **132 993 404 īpatņu liela**.

5. Rezultātu verifikācija

Aprēķinātie valsts līmeņa upes nēģa aizsardzības mērķi verificēti, salīdzinot valsts līmeņa sugas aizsardzības mērķi (FRV) ar pašreizējo populācijas stāvokli (CO), kā arī abus minētos valsts līmeņa rādītājus salīdzinot ar attiecīgiem rādītājiem *Natura 2000* teritoriju līmenī. Valsts līmeņa sugas aizsardzības mērķis salīdzināts ar visu Latvijas *Natura 2000* teritoriju kopējo sugas aizsardzības mērķi (CO_{N2000}) jeb potenciālo nēģa kāpuru kopējo skaitu visās Latvijas *Natura 2000* teritorijās.

$FRV = 205\,167\,076$, $CV = 132\,993\,404$, $FRV > CV$. Aprēķinātais valsts līmeņa sugas aizsardzības mērķis ir 1,54 reizes lielāks par sugas pašreizējo stāvokli. Rezultāts ir likumsakarīgs, jo pašreizējo sugas stāvokli upēs nelabvēlīgi ietekmē dzīvotņu kvalitāte un pieejamība migrācijai no jūras. Sugas aizsardzības mērķis būtu ievērojami lielāks, ja tiktu paredzēta migrācijas no jūras nodrošināšana Daugavas HES kaskādē un Ventas Rumbā.

$FRV = 205\,167\,076$, $CO_{N2000} = 30\,787\,522$, $FRV > CO_{N2000}$. Aprēķinātais valsts līmeņa sugas aizsardzības mērķis ir 6,66 reizes lielāks par visu *Natura 2000* teritoriju kopējo sugas aizsardzības mērķi. Tas ir likumsakarīgi, jo ievērojams upes nēģim piemērotu ūdeņu daudzums atrodas ārpus *Natura 2000* teritorijām.

$CV = 132\,993\,404$, $CV_{N2000} = 29\,220\,879$, $CV > CV_{N2000}$. Visā valstī sastopamo upes nēģu kāpuru skaits ir 7,02 reizes lielāks, nekā upes nēģa kāpuru skaits *Natura 2000* teritorijās. Tas ir likumsakarīgi, jo ievērojams upes nēģim piemērotu ūdeņu daudzums atrodas ārpus *Natura 2000* teritorijām.

Rezultātu verifikācija neļauj konstatēt acīmredzamas neatbilstības visas valsts un *Natura 2000* līmeņa sugas aizsardzības mērķos. Tāpat rezultātu verifikācija apliecina, ka upes nēģa populācijas stāvokli

valstī ir iespējams ievērojami uzlabot pat tad, ja netiek nodrošināta upes nēģu pieeja augšpus Rīgas HES esošajai Daugavas daļai vai augšpus ūdenskritumiem esošajām upes nēģa nārstam un kāpuru attīstībai piemērotajām dzīvotnēm.

6. Ieteikumi sugas apsaimniekošanai un monitoringam

6.1. Ieteikumi apsaimniekošanai

Upes nēģis ir anadroma ceļotājzivs, kuras nārsts un kāpuru attīstība notiek daudzveidīgās ūdenstecēs. Potenciāli efektīvākais veids, kā uzlabot šīs sugas populācijas stāvokli ir novērst migrācijas šķēršļu ietekmi, tādējādi nodrošinot iepriekš nepieejamu nārsta un kāpuru attīstības dzīvotņu potenciāla izmantošanu. To, ka nēģi sekmīgi kolonizē migrācijai no jauna pieejamas dzīvotnes apliecina gan ārvalstīs, gan Latvijā veikto pētījumu rezultāti (Ward *et al.*, 2012; Jolley *et al.*, 2018; Abersons, Avotiņš 2020). Visefektīvākais risinājums ir migrācijas šķēršļa pilnīga demontāža. Taču tur, kur tas nav iespējams, ir pieejami arī vairāki alternatīvi risinājumi – upes nēģiem piemērotu zivju ceļu izbūve vai upes nēģa vaislinieku pārvietošana pāri šķēršļiem. Upes nēģa populācijas stāvokli var uzlabot arī cilvēka ietekmes samazināšana – upju atjaunošana, HES ekspluatācijas ietekmes uz upes hidroloģisko režīmu samazināšana u. c. pasākumi.

Sagaidāmais upes nēģa dabiskās atražošanās potenciāls augšpus migrācijas šķēršļiem ir novērtēts tikai Kurzēmē (Abersons, Bajinskis, 2020). Tomēr jāņem vērā, ka šis novērtējums veikts, pirms tika īstenota visas Latvijas mēroga upju inventarizācija un to piemērotības dažādām sugām novērtēšana. Visas Latvijas mērogā sagaidāmais ieguvums pēc noteiktu zivju migrācijas risinājumu īstenošanas ir veikts Latvijas vides aizsardzība fonda finansētā projekta Nr. 1-08/61/2022 “Zivju migrācijas nodrošināšanas pasākumu plānošanai nepieciešamas datubāzes izveidošana” ietvaros³. Taču šajā projektā skatīti tikai 70 migrācijas šķēršļi. Pētījumi, kuros būtu vērtēts sagaidāmais nēģu populācijas uzlabojums pēc citu apsaimniekošanas pasākumu veikšanas, līdz šim nav veikti.

Lai palielinātu upes nēģa populācijas stāvokļa uzlabošanas pasākumu efektivitāti, ir nepieciešams veikt visas Latvijas mēroga pētījumu. Pirmkārt, šajā pētījumā nepieciešams identificēt migrācijas šķēršļus, kuros īstenotie migrācijas nodrošināšanas pasākumi būtu izmaksu un ieguvumu ziņā visefektīvākie. Papildus minētajam ir vēlams identificēt arī citus pasākumus (HES ekspluatācijas vai upju iztaisnošanas ietekmes samazināšana u. c.), kuru īstenošana ļautu iespējami efektīvi uzlabot upes nēģa dabiskās atražošanās sekmes.

Upes nēģa kāpuru daudzumu upēs var ietekmēt arī nārstojošo vaislinieku skaits un to zveja. Pašlaik tiek veikts pētījums legālās nēģu zvejas ietekmes novērtēšanai, taču domājams, ka vērā ņemamu ietekmi atstāj arī nēģu nelegālā ieguve. Nēģu zvejas papildu ierobežošana kā sugas apsaimniekošanas pasākums ir jāveic tad, ja uz šādu nepieciešamību norādīs pašlaik veiktās nēģu zvejas ietekmes novērtēšanas rezultāti.

³ Projekta rezultāti pieejami institūta “BIOR” vietnē: <https://bior.lv/lv/par-mums/jaunumi/izstradata-zivju-migrācijas-iespeju-atjaunosanas-datu-baze>.

6.2. Ieteikumi monitoringam

Pašlaik datu vākšanas programmas ietvaros tiek veikta nēģu kāpuru uzskaitē 80 parauglaukumos, no kuriem 40 atrodas Rīgas līcī un 40 Baltijas jūrā ietekošo upju baseinā, 40 – *Natura 2000* teritorijās un 40 – ārpus tām. Šo parauglaukumu apsekošana ir pietiekama, lai nākotnē ļautu novērtēt kopējās populācijas stāvokļa izmaiņas migrācijai no jūras jau pašlaik pieejamajās ūdenstecēs.

Taču šie parauglaukumi nesniedz informāciju par nēģu populācijas stāvokli pašlaik augšpus zivju migrācijas šķēršļiem esošajās ūdenstecēs, kurās var tikt īstenoti pasākumi upes nēģa nārsta un kāpuru attīstības dzīvotņu pieejamības nodrošināšanai. Lai būtu iespējams novērtēt iepriekš minēto pasākumu īstenošanas efektivitāti, pašlaik apsekotos nēģu kāpuru uzskaites parauglaukumus ir nepieciešams papildināt ar parauglaukumiem, kas atrodas šobrīd migrācijai no jūras nepieejamos upju posmos, kuros ir upes nēģa dabiskās atražošanās potenciāls. Ņemot vērā to, ka upes nēģa un straucha nēģa kāpuri uzturas līdzīgās dzīvotnēs, tik ilgi, līdz netiks īstenoti pasākumi, lai nodrošinātu upes nēģu pieeja augšpus šķēršļiem esošajos upes posmos, šajos posmos izvietotajos parauglaukumos veiktās uzskaites rezultāti var tikt izmantoti straucha nēģa populācijas stāvokļa izmaiņu novērtēšanai.

Vēlamais augšpus migrācijas šķēršļiem izvietojamo parauglaukumu skaits ir 80, tos vēlams izvietot līdzīgi kā lejpus migrācijas šķēršļiem esošos parauglaukumus, t. i., 40 laukumus Rīgas līcī un 40 – Baltijas jūrā ietekošo upju baseinā, 40 – *Natura 2000* teritorijās un 40 ārpus tām. Parauglaukumu izvietošana ir jāņem vērā arī augšpus attiecīgā migrācijas šķēršļa esošo upes nēģa dabiskās atražošanās potenciāls – vēlams, lai augšpus katra no šķēršļiem izvietoto parauglaukumu skaits būtu pielīdzināms sagaidāmajam upes nēģa dabiskās atražošanās potenciāla pieaugumam pēc migrācijas nodrošināšanas. Daļai šķēršļu dabiskās atražošanās potenciāla pieaugums jau ir novērtēts Latvijas Vides aizsardzības fonda finansētā projekta Nr. 1-08/61/2022 ietvaros, taču šajā projektā neiekļautajiem šķēršļiem pirms parauglaukumu skaita noteikšanas ir nepieciešama individuāla to potenciāla novērtēšana, izmantojot projektā izstrādāto novērtēšanas metodiku.

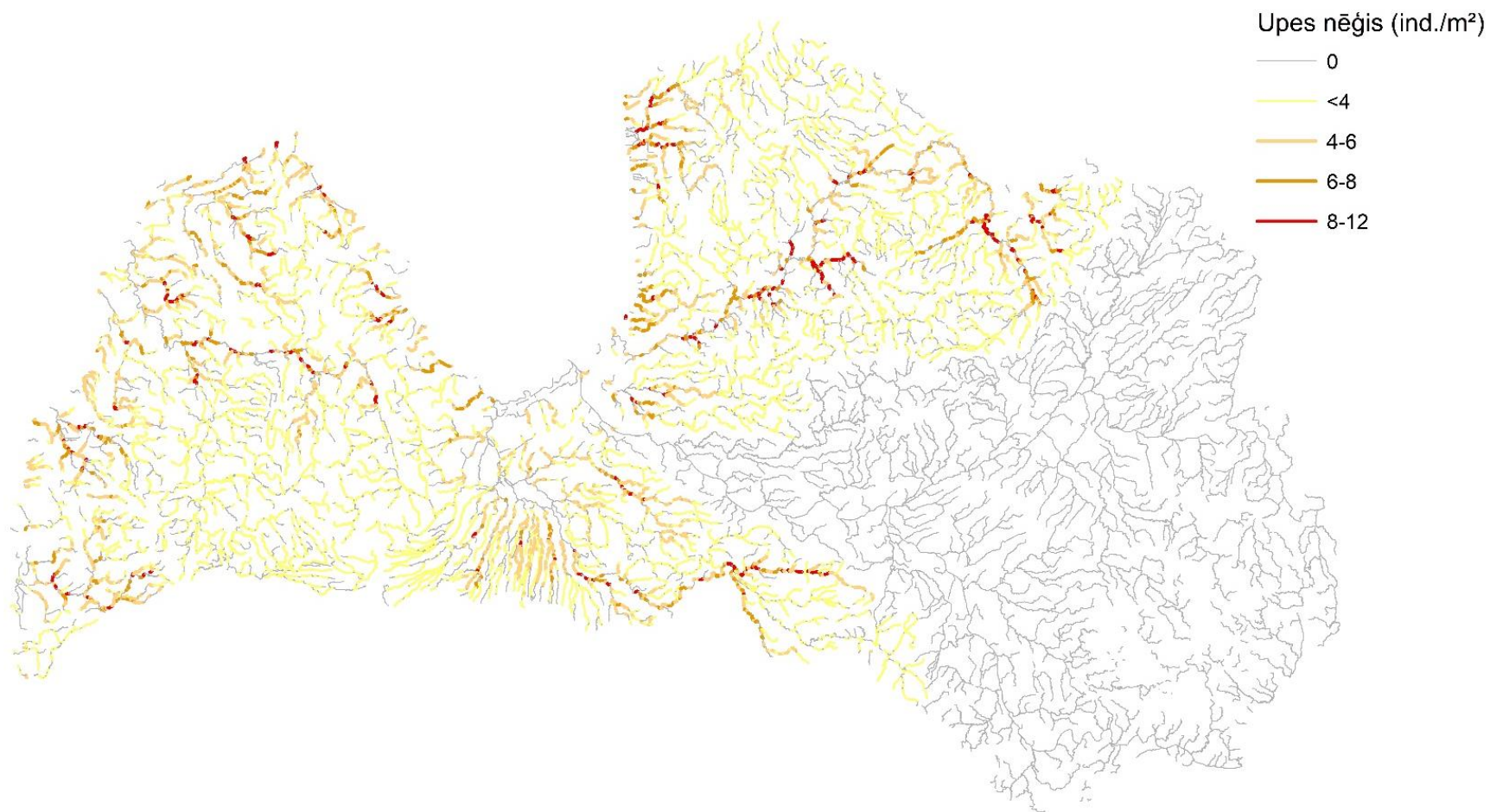
Parauglaukumu izvietošana ir vēlams ņemt vērā sugu aizsardzības mērķu noteikšanas ietvaros veikto upju piemērotības modelēšanu, lai parauglaukumi tiktu izvietoti gan upes un straucha nēģa kāpuriem optimālos, gan suboptimālos, gan salīdzinoši maz piemērotos posmos. Ņemot vērā dzīvotņu piemērotības modelēšanas rezultātus, perspektīvā ir vēlams precizēt arī pašlaik datu vākšanas programmas ietvaros apsekoto upes nēģu kāpuru monitoringa parauglaukumu izvietojumu.

Literatūra un informācijas avoti

- Abersons, K., Avotiņš, A. 2020. Upes nēģa vaislinieku pārvietošana pāri migrācijas šķērslim – Ventas rumbas pieredze. Latvijas Universitātes 78. starptautiskā zinātniskās konferences, Bioloģijas sekcijas, Latvijas ūdeņu vides pētījumu un aizsardzības apakšsekcijas tēžu krājums. Latvijas Universitāte, Rīga, 2020. gada 24. janvāris, 7.–9. lpp.
- Abersons, K., Bajinskis, J. 2020. Rivers ranked according to the available potential for spawning of river lamprey and proposed improvement measures to secure river connectivity, Kurzeme Region. Technical report, project Cross-boundary evaluation and management of lamprey stocks in Lithuania and Latvia LAMPREY LLI-310, Rīga.
- Aronsuu, K., Virkkala, P. 2014. Substrate selection by subyearling European river lampreys (*Lampetra fluviatilis*) and older larvae (*Lampetra* spp). Ecology of Freshwater Fish 23(4): 644–655.
- Aronsuu, K., Tertsunen, J. 2015. Selection of spawning substratum by European river lampreys (*Lampetra fluviatilis*) in experimental tanks. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 48(1): 41–50.
- Docker, M. F. 2009. A review of the evolution of nonparasitism in lampreys and an update of the paired species concept. In: Brown, L.R., Chase, S. D., Mesa, M. G., Beamish, R. J., Moyle, P. B. (eds.),

- Biology, management, and conservation of lampreys in North America, American Fisheries Society Symposium 72. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 71–114.
- Blank, M., Jurss, K., Bastrop, R. 2008. A mitochondrial multigene approach contributing to the systematics of the brook and river lampreys and the phylogenetic position of *Eudontomyzon mariae*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 65: 2780–2790.
- Eglīte, R. 1961. Upes nēga – *Lampetra fluviatilis* (L.) migrācijas un nārsts Latvijas PSR upēs. Pētera Stučkas Latvijas Valsts universitātes Zinātniskie raksti 39: 9–23.
- Gardiner, R. 2003. Identifying lamprey. A field key for sea, river and brook lamprey – Conserving Natura 2000 Rivers Conservation Techniques Series No. 4. English Nature, Peterborough.
- Jang, M. H., Lucas, M. C. 2005. Reproductive ecology of the river lamprey. Journal of Fish Biology 66: 499–512.
- Jolley, J. C., Silver, G. S., Harris, J. E., Whitesel, T. A. 2018. Pacific lamprey recolonization of a Pacific Northwest river following dam removal. River Research and Applications 34(1): 44–51.
- Kottelat, M., Freyhof, J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, pp. 82–84.
- Lasne, E., Sabatié, M. R., Evanno, G. 2010. Communal spawning of brook and river lampreys (*Lampetra planeri* and *L. fluviatilis*) is common in the Oir River (France). Ecology of Freshwater Fish 19: 323–325.
- Maitland, P. S. 2003. Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey; *Lampetra fluviatilis*, *Lampetra planeri* and *Petromyzon marinus*. Conserving Natura Rivers Ecology Series No. 5. English Nature, Peterborough, 52.
- Nazarov, D., Kucheryavyy, A., Pavlov, D. 2016. Distribution and habitat types of the lamprey larvae in rivers across Eurasia, in Jawless Fishes of the World, Vol. 1. Cambridge Scholars Publishers, Cambridge, pp. 280–298.
- Nika, N., Virbickas, T. 2010. Brown trout *Salmo trutta* redd superimposition by spawning *Lampetra* species in a lowland stream. Journal of Fish Biology 77: 2358–2372.
- Silva, S., Gooderham, A., Forty, M., Morland, B., Lucas, M. C. 2015. Egg drift and hatching success in European river lamprey *Lampetra fluviatilis*: Is egg deposition in gravel vital to spawning success? Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 25: 534–543.
- Staponkus, R. 2015. Biology and peculiarities of the population-genetic structure of Lithuanian Cephalaspidomorphs (Cephalaspidomorphi). Doctoral dissertation. Gamtos tyrimų centras, Vilnius.
- Taverny, C., Lassalle, G., Ortusi, I., Roqueplo, C., Lepage, M., Lambert, P. 2012. From shallow to deep waters: habitats used by larval lampreys (genus *Petromyzon* and *Lampetra*) over a western European basin. Ecology of Freshwater Fish 21(1): 87–99.
- Venter, Z. S., Sydenham, M. A. K., 2021. Continental-scale land cover mapping at 10 m resolution over Europe (ELC10). Remote Sensing 13: 1–23, doi:10.3390/rs13122301.
- Ward, D. L., Clemens, B. J., Clugston, D., Jackson, A. D., Moser, M. L., Peery, C., Statler, D. P. 2012. Translocating Adult Pacific Lamprey within the Columbia River Basin: State of the Science. Fisheries 37: 351–361.
- Zvezdin, A. O., Kucheryavyy, A. V., Pavlov, D. S. 2022. The Place and Role of Downstream Migration of Ammocoetes in the Life Cycle of the European River Lamprey *Lampetra fluviatilis* (Petromyzontidae). Journal of Ichthyology 62(7): 1269–1283. <https://doi.org/10.1134/S0032945222060352>.

1. pielikums. Modelētā upes nēģa kāpuru potenciālā izplatība un īpatņu blīvums (indivīdi/m²), ja tiktu novērsta cilvēka ietekme (izņemot Daugavas HES kaskādes un ārzemēs esošos migrācijas šķēršļu ietekmi)



2. attēls. Modelētā upes nēģa kāpuru pašreizējā izplatība un īpatņu blīvums (indivīdi/m²)

