

ATSKAITE PAR BIOTOPU MODELĒŠANAS REZULTĀTIEM PROJEKTA UPJU SATECES BASEINOS



**Atskaite sagatavota pamatojoties uz LIFE GoodWater IP C3 aktivitāti
"Dabiskā caurplūduma režīma novērtējums riska ūdensobjektos, kurus
ietekmē mazo hidroelektrostaciju darbība"**

Rīga, 2023

Atskaite par biotopu modelēšanas rezultātiem izmēģinājuma upju sateces baseinos

Atskaites autori: Tatjana Koļcova un Jolanta Jēkabsone
VSIA ‘‘Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs’’

© Titullapas foto: Jolanta Jekabsone

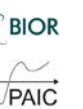
Citēšanas paraugs: LVĢMC. 2023. Atskaite par biotopu modelēšanas rezultātiem izmēģinājuma upju sateces baseinos, LVĢMC, Rīga, 51. lpp.

Materiāls tapis integrētā projektā ‘‘Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai (LIFE GOODWATER IP, LIFE18 IPE/LV/000014), kas ir saņēmis finansējumu no Eiropas Savienības LIFE Programmas un Valsts reģionālās attīstības aģentūras.

Informācija atspoguļo tikai LIFE GOODWATER IP īstenotāju redzējumu, un Eiropas Klimata, infrastruktūras un vides izpildaģentūra neatbild par to, kā tiek izmantota šeit paustā informācija.

© LVĢMC, 2023

Dokumenta izstrādes lapa	
Dokumenta versijas numurs	v 1.0
Dokumenta plānotais izstrādes datums	06.2023
Dokumenta faktiskais izstrādes datums	06.2023
Dokumenta aktuālās versijas izstrādes datums	06.2023
Projekta aktivitātes/apakšaktivitātes numurs	C3.3.



SATURS

Saīsinājumi	5
I. IEVADS	6
II. Biotopu modelēšana ar MesoHABSIM	7
2.1. Modeļa raksturojums un izmantošana	7
2.2. Sim-Stream modelis	7
III. MODEĻA IEVADES DATI	8
3.1. Hidromorfoloģisko vienību kartēšana un lauka darbi	8
3.2. Hidroloģiskie dati	8
3.3. Zivju nosacījuma modelis un zivju bioloģiskās daudzveidības dati	10
IV. BIOTOPU PIEEJAMĪBAS MODEĻĒŠANAS REZULTĀTI	11
4.1. Aģe – Aģes dzirnavu HES	11
4.2. Auce – Bēnes HES	17
4.3. Auce – Kroņauces HES	20
4.4. Mergupe – Brūnu HES	24
4.5. Mergupe – Krīgaļu HES	29
4.6. Zaņa – Pampāļu HES	34
4.7. Zaņa – Zaņas HES	38
V. EKOLOĢISKĀ CAURPLŪDUMA NOVĒRTĒJUMS DEMONSTRĀCIJU UPĒS	42
5.1. Aģe upe – Aģes dzirnavu HES	42
5.2. Auces upe – Bēnes HES	43
5.3. Auces upe – Kroņauces HES	44
5.4. Mergupe – Brūnu HES	45
5.5. Mergupe – Krīgaļu HPP	46
5.6. Zaņas upe – Pampāļu HES	47
5.7. Zaņas upe – Zaņas HES	48



VI. SECINĀJUMI	50
ATSAUCES	51



Saīsinājumi

Derīgs	daļēji piemērots biotops
E-Flow	ekoloģiskais caurplūdums
ES	Eiropas Savienība
HES	hidroelektrostacija
HMU	hidromorfoloģiskās vienības (straujtecēs, lēntecēs, iedzelmes...)
H-Q	ūdens līmeņa – caurplūduma attiecība
LAS	Latvijas augstuma sistēma
LVĢMC	Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs
MS	monitoringa stacija
Optimāls	pilnīgi piemērots biotops
Q	caurplūdums
Q _{30_min}	mazūdens perioda minimālais caurplūdums
Q _{30_avg}	mazūdens perioda vidējais caurplūdums
Q _{30_max}	mazūdens perioda maksimālais caurplūdums
Q _{an_avg}	gada vidējais caurplūdums
Q _{optimum}	optimālais caurplūdums, kad pieejamā biotopu platība sasniedz savu maksimālo vērtību
RB	upes baseins
UBA	upju baseinu apgabals
ŪRLA	ūdens resursu lietošanas atļauja
ŪSD	Ūdens Struktūrdirektīva



I. IEVADS

LIFE GOODWATER IP ietvaros tika veikta upju biotopu modelēšana projekta izmēģinājuma upēs, kas ietilpst četros Latvijas upju baseinu apgabalos (UBA).

Upju biotopu modelēšana ir veikta, lai aprēķinātu dzīvotņu piemērotību izvēlētajām zivju sugām dažādos hidroloģiskajos apstākļos. Modelēšanas analīzes rezultātā tiek veikta ekoloģiskā caurplūduma (E-flow) vērtības aprēķināšana upēs, kuras ietekmē mazo hidroelektrostaciju (HES) darbība. Ņemot vērā, ka pastāv atšķirības starp Latvijas upju hidroloģisko režīmu, ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšana tika veikta visos četros upju baseinu apgabalos (Daugavas, Gaujas, Lielupes un Ventas).

Vispārējie ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas principi un pieejas ir definētas ES Ūdens Struktūrdirektīvā (ŪSD) un ŪSD Kopējā Ieviešanas stratēģijas vadlīniju dokumentā Nr. 31 *‘Ekoloģiskā caurplūduma ieviešana pamatojoties uz Ūdens Struktūrdirektīvu’*.

Upju biotopu modelēšana veikta šādām izpētes vietām:

- Aģes upe (Gaujas UBA) – G264DA ŪO, kas atrodas lejpus Aģes HES, ir riska ūdensobjekts saistībā ar HES ūdens līmeņa regulēšanu un meliorācijas ietekmi;
- Mergupe (Daugavas UBA) – D408DA un D409 ŪO, kas atrodas lejpus Krīgaļu un Brūnu HES, ir riska ūdensobjekti saistībā ar HES ūdens līmeņa regulēšanu;
- Auces upe (Lielupes UBA) – L117SP un L118 ŪO, kas atrodas lejpus Bēnes un Kroņauces HES, ir riska ūdensobjekti saistībā ar HES ūdens līmeņa regulēšanu un meliorāciju;
- Zaņas upe (Ventas UBA) – V060, kas atrodas lejpus Pampāļu un Zaņas HES, ir riska ūdensobjekts saistībā ar HES ūdens līmeņa regulēšanu.

II. Biotopu modelēšana ar MesoHABSIM

2.1. Modeļa raksturojums un izmantošana

Mezo-mēroga biotopa modelis (MesoHABSIM) raksturo hidromorfoloģijas un upes biotas, šajā gadījumā zivju, sasaisti. Šo pieeju var izmantot, lai novērtētu hidroloģisko izmaiņu ietekmi uz upes ekosistēmu.

Modelēšanā tiek ņemti vērā sekojoši parametri:

1. Hidroloģija (hidrauliskie apstākļi, caurplūduma režīms),
2. Morfoloģija (upes ģeometrija, substrāta daudzveidība, upes un krastu veģetācija),
3. Bioloģija (zivju bioloģiskā daudzveidība un sastopamība).

MesoHABSIM sastāv no trīs atsevišķiem apakšmodeļiem:

- 1) **Zivju nosacījuma modelis:** zivīm pieejamo biotopu modelis, kas raksturo attiecību starp izvēlēto zivju sugu sastopamības klasi un upju abiotisko vidi (dziļums, straumes ātrums, substrāta sastāvs, laukakmeņu klātbūtne, upes un krastu veģetācija, koka sakņu klātbūtne u.t.t.).
- 2) **Hidroloģiskie dati:** caurplūduma dati dabiskos (references) un HES darbības ietekmētos apstākļos.
- 3) **Hidromorfoloģisko vienību (HMU) dati:** lauka mērījumu dati (upes dziļums, gultnes substrāts, straumes ātrums, abiotiskās vides raksturojums).

Interreg Latvijas – Lietuvas programmas 2014. līdz 2020.gadam TRANSWAT projekta (2021-2022) ietvaros tika modificēts projektā ECOFLOW izstrādātais Zivju biotopu pieejamības nosacījuma modelis, kas tika izmantots biotopu modelēšanai arī šajā projektā.

Katra upe lejpus HES tiek apsekota vismaz 100 m garumā. Tiek izvēlēts reprezentatīvs, dabisks upes posms starp HES un tuvāko pieteku. Tas tiek darīts, lai iespējami samazinātu citu slodžu un faktoru ietekmi uz ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanu.

MesoHABSIM rezultātus var izmantot ekosistēmu analīzei un piemērotu ietekmes mazināšanas pasākumu izstrādāšanai, piemēram, zivju ceļu izbūvei vai ierosinājumiem izmaiņām HES darbībā. Tas rada pamatu līdzsvaram starp ūdens resursu izmantošanu un ekoloģisko kvalitāti – ekoloģiskā caurplūduma izvērtēšanu.

2.2. Sim-Stream modelis

LIFE GoodWATER IP ietvaros ir izstrādāta SimStream-WEB platforma, lai šī projekta rezultātā panāktu iegūto rezultātu plašu piemērojamību un vieglu izmantošanu. Programmatūra ir pieejama saitē: <https://mesohabsim.isprambiente.it/>

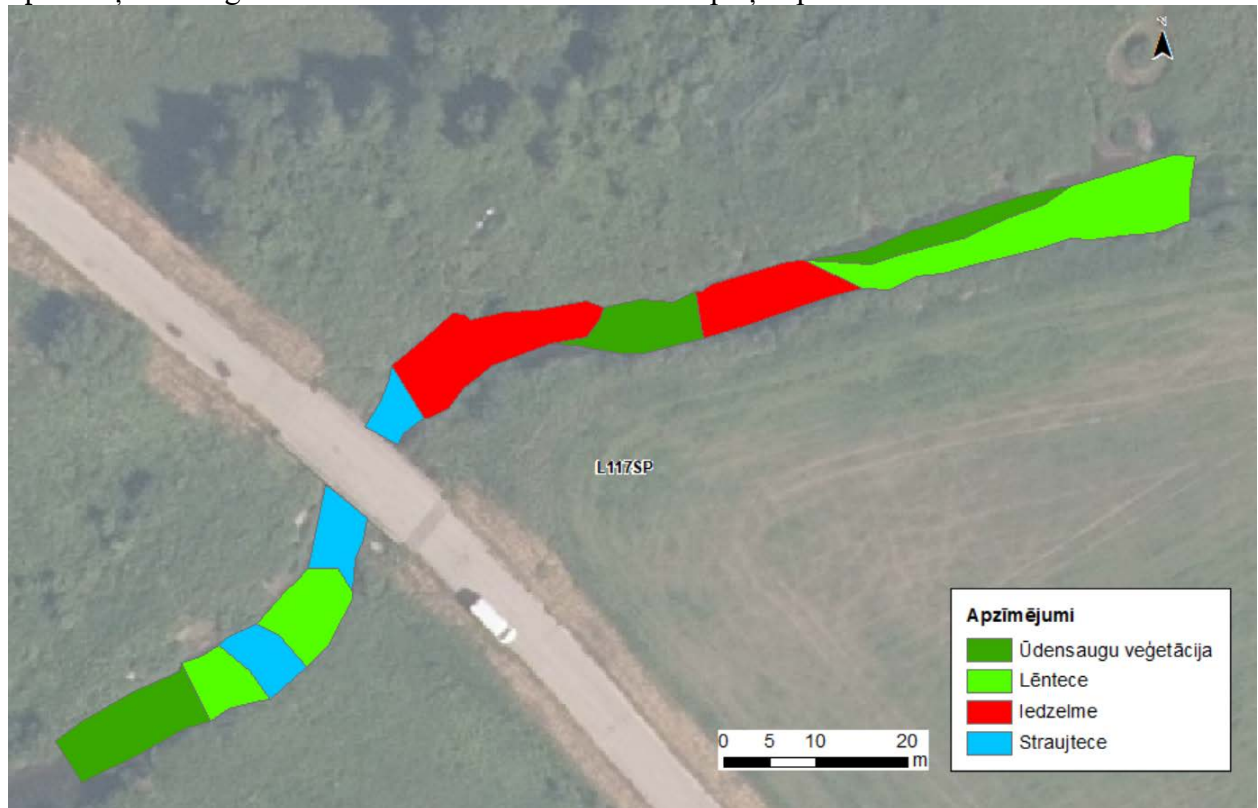
Sim-Stream modelis ir rīks, kas atbalsta MesoHABSIM simulācijas pieeju: aprēķina biotopu piemērotību un modelē pētītās upes faktisko un prognozēto stāvokli, kā arī HES ietekmi. Sim-stream programmatūra apvieno visas trīs MesoHABSIM modeļa daļas (zivju modeli, hidroloģiskos datus un hidromorfoloģiskās vienības) un simulē biotopu pieejamību piemērotību

vismaz četros dažādos caurplūduma apstākļos. Programmatūra integrē lauka mērījumus savāktos hidromorfoloģiskos datus ar bioloģiskajiem datiem (zivīm). Šis biotopu simulācijas modelis ļaujot imitēt biotopu kvalitātes un daudzuma izmaiņas atkarībā no upes caurplūduma izmaiņām.

III. MODEĻA IEVADES DATI

3.1. Hidromorfoloģisko vienību kartēšana un lauka darbi

Hidromorfoloģisko vienību kartēšana un lauka darbi tika veikti laika posmā no 2020.gada maija līdz 2022.gada decembrim bezledus periodā. Hidromorfoloģiskajam tipam raksturīgie upju posmi tika izvēlēti lejpus katra pētītā HES. Atkarībā no upes platuma un daudzveidības šie upes posmi bija līdz 290 metru gari. Lai novērtētu ūdens līmeņa izmaiņu ekoloģisko ietekmi lejpus HES, tika izvēlēti tikai dabiski upju posmi bez meliorācijas ietekmes. Katrs upes posms tika sadalīts hidromorfoloģiskajās vienībās (HMU), kas tika kartētas vairākos caurplūduma apstākļos. Hidromorfoloģiskās vienības ir, piemēram, iedzelmes, straujtes, krāces u.c. HMU tika kartēti kā poligoni, kas ļauj novērtēt biotopu platības izmaiņas dažādos ūdens līmeņos. Straumes ātrums, upes dziļums un gultnes substrāts tika mērīti vismaz septiņos punktos katrā HMU.

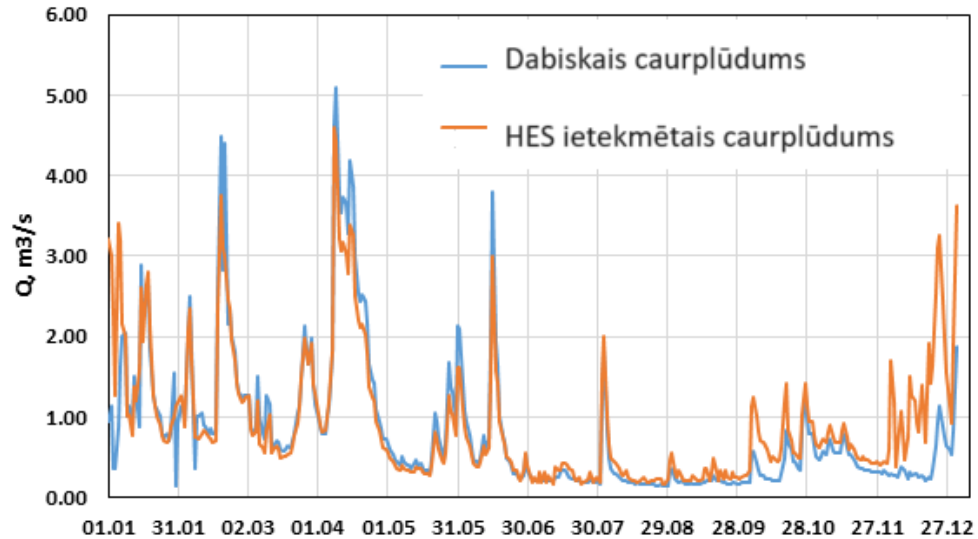


3.1.1. attēls. Hidromorfoloģisko vienību sadalījuma piemērs Auces upē lejpus Kroņauces HES ($Q = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$)

3.2. Hidroloģiskie dati

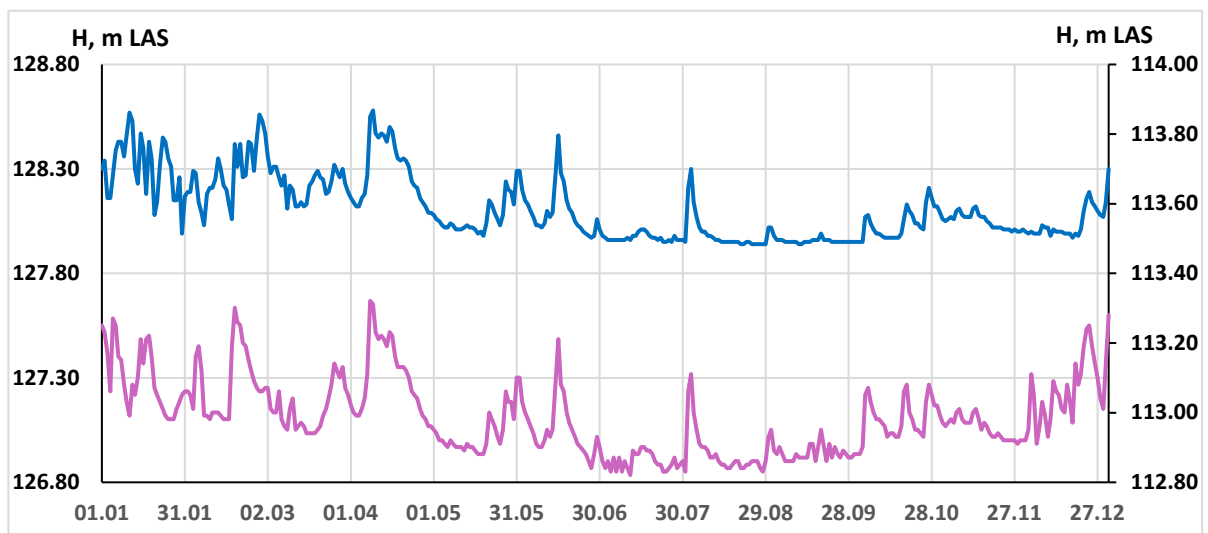
Katrai pilotvietai tika izmantotas divas hidroloģisko datu rindas: ikdienas caurplūdums references (augšpus HES) un pārveidotos (lejpus HES) apstākļos. Datu rindas tika sagatavotas vienam gadam

(normāli hidroloģiskie apstākļi), lai labāk raksturotu biotopu pieejamību raksturīgos hidroloģiskajos apstākļos bez ekstrēmu laikapstākļu klātbūtnes. 3.2.1. attēlā redzams piemērs ar hidrogrāfiem, kas tika izmantoti modelēšanā.



3.2.1. attēls. Mergupes vidējā caurplūduma izmaiņas dabiskos un HES ietekmētos apstākļos

LIFE GoodWater IP projekta ietvaros ūdens līmeņa sensori tika uzstādīti augšpus un lejpus HES. Lai izveidotu H-Q līknes un uzlabotu hidroloģisko aprēķinu kvalitāti, regulāri reizi mēnesī tika veikti arī caurplūduma mērījumi augšpus un lejpus HES. 3.2.2. attēlā redzamas izmaiņas ūdens līmeņa svārstībās, kas radušās HES darbības ietekmē.



3.2.2. attēls. Ikdienas ūdens līmeņa svārstības Mergupē augšpus (zilā līnija) un lejpus (violetā līnija) Krīgaļu HES

3.3. Zivju nosacījuma modelis un zivju bioloģiskās daudzveidības dati

Zivju nosacījuma modelis ir MesoHABSIM daļmodelis, kas ietver informāciju par upes dziļumu, straumes ātrumu, substrāta daudzveidību un papildus pazīmēm (koku sagāzumi, lieli akmeņi, makrofīti u.c.). Ar šī modeļa palīdzību var izvērtēt, kā pie dažādiem caurplūdumiem hidromorfoloģiskajās vienībās mainās zivju sastopamība (nav sastopamas/sastopamas/bieži sastopamas). Zivju nosacījuma modelis tika izstrādāts individuāli vairākām zivju sugām un vairākām augšanas stadijām (pieaugušie un mazuļi). Taimiņa/straucha foreles *Salmo trutta* nosacījuma modeļa piemērs ir redzams 3.3.1. tabulā.

3.3.1. tabula Taimiņa/straucha foreles nosacījuma modeļa piemērs*

Salmo trutta (Brown trout) JUVENILES Presence	Salmo trutta (Brown trout) JUVENILES High abundance
IF [D_15+D15_30+D30_45+D45_60+D60_75]>0.3 AND [CV15_30+CV30_45+CV45_60+CV60_75+CV75_90]>0.3 AND [MESOLITHAL+MICROLITHAL +AKAL]>0.3 AND [WOODY_DEBR=1 OR BOULDERS=1]	IF [D_15+D15_30+D30_45+D45_60]>0.3 AND [CV30_45+CV45_60+CV60_75]>0.4 AND [MESOLITHAL+MICROLITHAL +AKAL]>0.7 AND [WOODY_DEBR=1 OR BOULDERS=1]

*D-dziļums, CV-straumes ātrums, MESOLITHAL...-substrāts

Zivju dati tika ievākti LIFE GoodWater IP projekta A5.1 aktivitātes ietvaros, kur tika veikts upju hidromorfoloģiskās kvalitātes novērtējums. Zivju dati tika ievākti, izmantojot elektrozeļu (SE 300 elektrozeļu aparāts ar 2 kW ģeneratoru).

MesoHABSIM modelēšanas nolūkiem BIOR eksperts katram apsekotajam upes posmam lejpus HES sagatavoja individuālu modelējamo zivju sugu sarakstu (3.3.2. tabula).

3.3.2. tabula. Ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanā izmantotās zivju sugas

Upe	HES	Modelēšanā izmantotās zivju sugas
Aģe	Aģes dzirnavu HES	lasis, taimiņš/straucha forele, bārdainais akmeņgrauzis
Mergupe	Brūnu HES	platgalve, pavīķe, bārdainais akmeņgrauzis, taimiņš/straucha forele
Mergupe	Krīgaļu HES	taimiņš/straucha forele, platgalve, pavīķe
Auce	Kroņauces HES	sapals, mailīte, bārdainais akmeņgrauzis, grundulis
Auce	Bēnes HES	sapals, mailīte, bārdainais akmeņgrauzis, grundulis
Zaņa	Pampāļu HES	sapals, mailīte, platgalve, bārdainais akmeņgrauzis
Zaņa	Zaņas HES	sapals, mailīte, taimiņš/straucha forele

IV. BIOTOPU PIEEJAMĪBAS MODELĒŠANAS REZULTĀTI

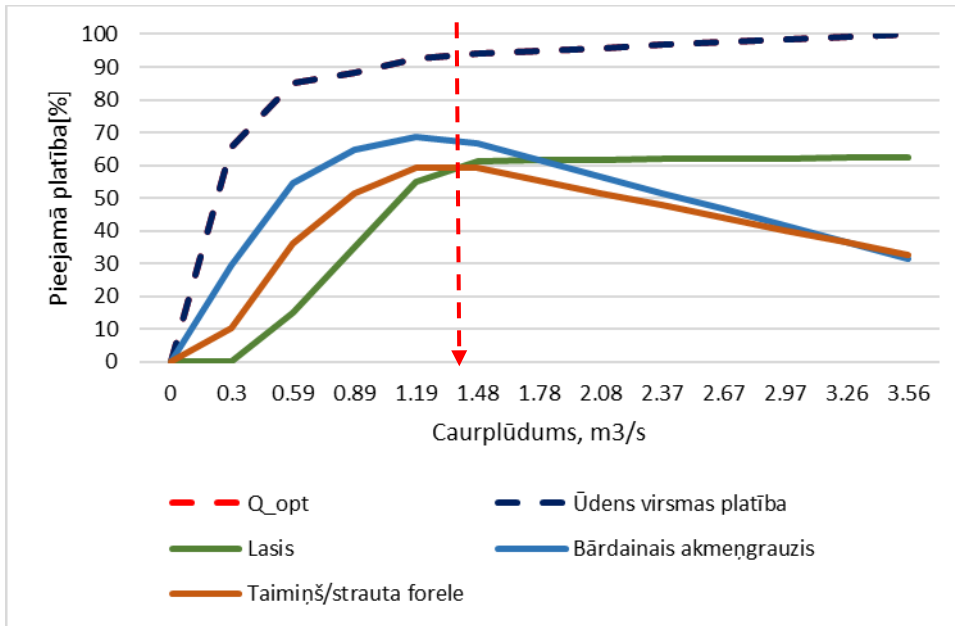
4.1. Aģe – Aģes dzirnavu HES

Šis Aģes upes posms ir iekļauts prioritāro zivju ūdeņu sarakstā kā lašveidīgo zivju ūdeņi. Aģes dzirnavu HES ir vienīgais HES uz Aģes upes un leļpus tā nav citu būtisku šķēršļu, kas būtiski ietekmē upes nepārtrauktību. Saskaņā ar ūdens resursu lietošanas atļauju minimālais garantētais caurplūdums ir noteikts kā 0,015 m³/s, bet ekoloģiskais caurplūdums ir 0,09 m³/s.

Aģes upē modelētās zivju sugas:

- Lasis, mazuļi (*Salmo salar*),
- Taimiņš/straucha forele, mazuļi (*Salmo trutta*),
- Bārdainais akmeņgrauzis, pieaugušie (*Barbatulus barbatulus*).

4.1.1. attēlā redzamas biotopu pieejamības līknes, kas mainās atkarībā no caurplūduma. Šīs līknes tika modelētas katrai no BIOR eksperta izvēlētajai zivju sugai (lasis, taimiņš/straucha forele, bārdainais akmeņgrauzis). Kopumā redzams, ka biotopu pieejamības tendences visām trim indikatorsugām ir ļoti līdzīgas. Kad caurplūdums pieaug no mazūdens perioda minimālā caurplūduma līdz mazūdens perioda vidējam caurplūdumam, var novērot strauju biotopu pieejamības pieaugumu. Pēc tam, caurplūdumam sasniedzot mazūdens perioda maksimālo caurplūdumu/gada vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība pamazām turpina pieaugt. Kad caurplūdums pārsniedz gada vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība sāk strauji samazināties. Aģes upes optimālais caurplūdums tika definēts kā 1,28 m³/s. Jāpiebilst, ka mazūdens perioda minimālā caurplūduma fāzē (izmērīts kā 0,18 m³/s) lasim un taimiņam/straucha forelei ir pieejama ļoti maza upes platība un zivju resursi ir nopietni apdraudēti. Var secināt, ka šobrīd ūdens resursu lietošanas atļaujā noteiktais ekoloģiskais caurplūdums 0,09 m³/s ir nepietiekams, lai nodrošinātu ilgtspējīgu lašveidīgo zivju ūdeņu apsaimniekošanu.



4.1.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Aģes upē leļpus Aģes dzirnavu HES

4.1.2., 4.1.3. un 4.1.4. attēlos redzamas biotopu telpiskās pieejamības kartes Aģes upē modelētajām zivju sugām.

Kopumā redzams, ka *taimiņa/straute foreles* pieejamā biotopu platība (optimālā un derīgā) strauji pieaug, kad caurplūdums sasniedz mazūdens perioda maksimālo caurplūdumu (4.1.2. attēls). Kad caurplūdums pārsniedz gada vidējo caurplūdumu, pieejamā biotopu platība sāk samazināties, kas pārsvarā saistīts ar pārāk lielu straumes ātrumu.





4.1.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes taimiņam/straucha forelei Aģes upē

Nedaudz savādākas biotopu pieejamības tendences var novērot **lasim** (4.1.3. attēls). Mazūdens perioda minimālā caurplūduma apstākļos Aģes upe ir pilnībā nepiemērota lasim. Kad caurplūdums pieaug no mazūdens perioda vidējā līdz mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam, biotopu pieejamība sāk strauji pieaugt un sasniedz savu maksimumu. Caurplūdumam sasniedzot un pārsniedzot gada vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība praktiski nemainās. Saskaņā ar mūsu zivju nosacījuma modeli lasis labprāt uzturas vietās ar lielu straumes ātrumu un turbulentu plūsmu.



4.1.3. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes lasim Aģes upē

Bārdainajam akmeņgrauzim biotopu pieejamības tendences ir nedaudz atšķirīgas no abām iepriekš apskatītajām zivju sugām (4.1.4. attēls). Mazūdens periodā gandrīz viss apsekotais upes posms ir pieejams bārdainajam akmeņgrauzim (41% optimāli biotopi). Optimāli pieejamā biotopu platība pamazām turpina pieaugt līdz caurplūdums sasniedz mazūdens perioda maksimālo

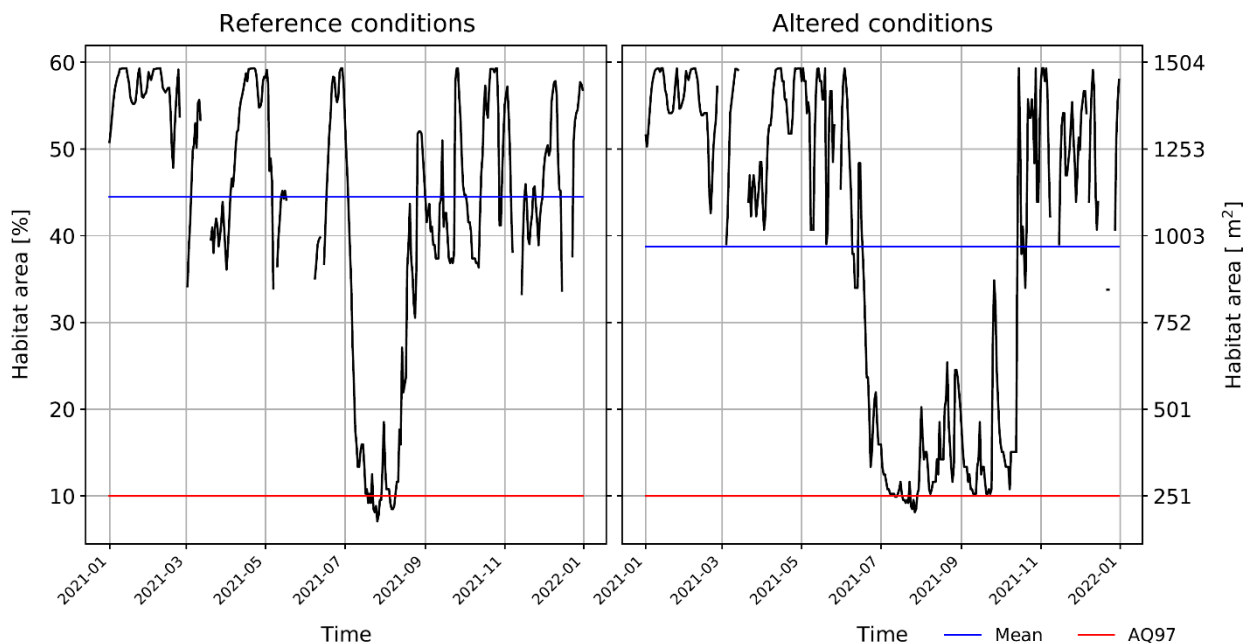
caurplūdumu ($1,28 \text{ m}^3/\text{s}$) un pēc tam sāk pamazām samazināties. Kad caurplūdums pārsniedz gada vidējo caurplūdumu, tikai 28% no apsekotā upes posma biotopiem ir optimāli pieejami bārdainajam akmeņgrauzim.



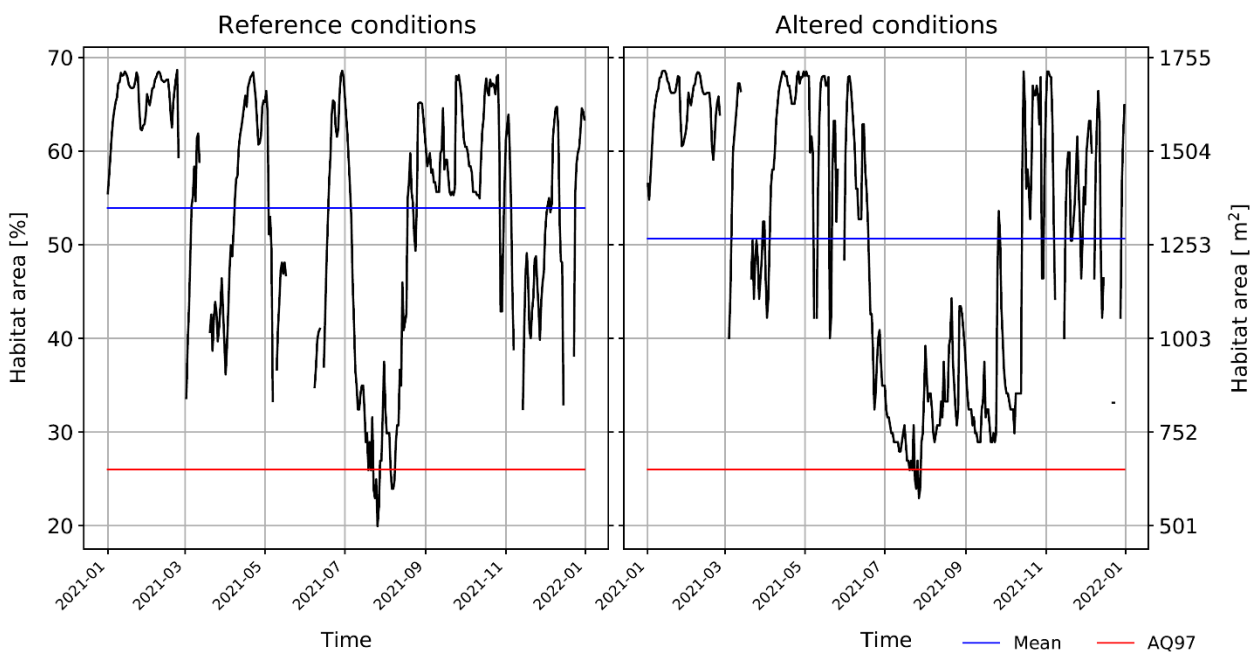
4.1.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes bārdainajam akmeņgrauzim Aģes upē

4.1.5. un 4.1.6. attēlos redzamas biotopu izmaiņas laikā. Sarkanā līnija attēlos atbilst biotopu pieejamības vērtībai ar 97% varbūtību, bet zilā līnija ir vidējā pieejamo biotopu platība. Kopumā

rezultāti liecina, ka visas modelētās zivju sugas ir pakļautas būtiskai hidroloģiskajai slodzei, ko izraisa HES darbība.



4.1.5. attēls. Biotopu laika rindas taimiņam/strausta forelei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos



4.1.6. attēls. Biotopu laika rindas bārdainajam akmeņgrauzim dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

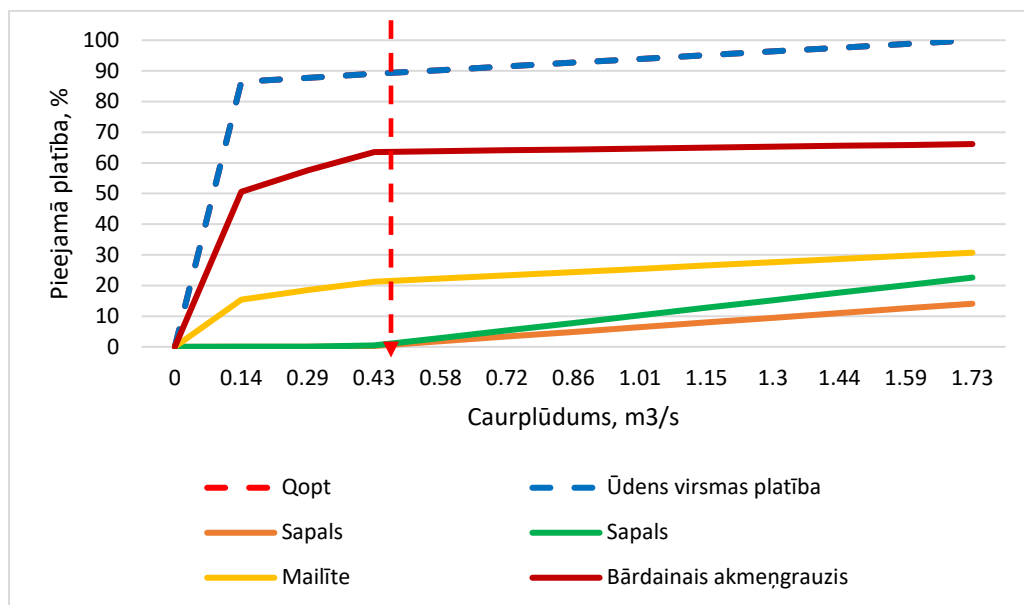
4.2. Auce – Bēnes HES

Apsēkotais Auces upes posms nav iekļauts prioritāro zivju ūdeņu sarakstā. Kopumā uz Auces upes atrodas divas mazās HES un Bēnes HES atrodas augštecē tālāk no grīvas. Saskaņā ar ūdens resursu lietošanas atļauju Auces upes lejpus Bēnes HES minimālais garantētais caurplūdums ir 0,007 m³/s, bet ekoloģiskais caurplūdums ir 0,15 m³/s.

Auces upē lejpus Bēnes HES modelētās zivju sugas:

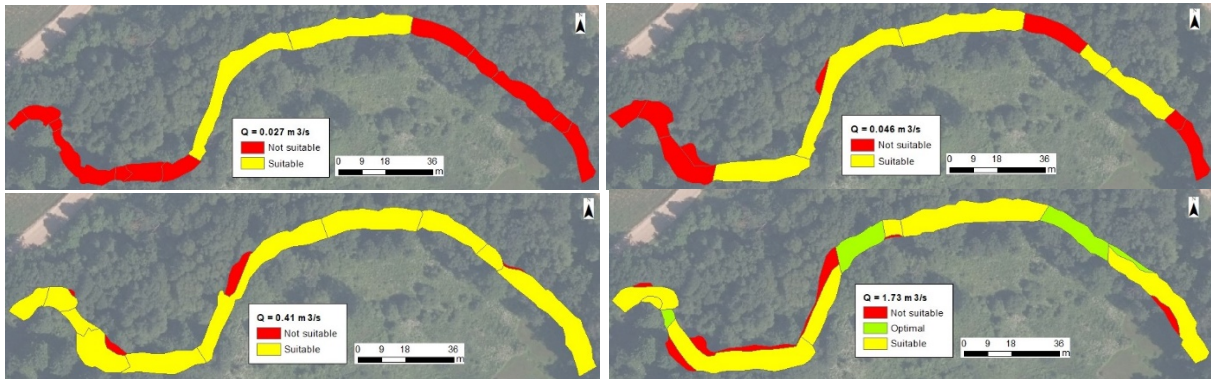
- Mailīte, pieaugušie (*Phoxinus phoxinus*),
- Bārdainais akmeņgrauzis, pieaugušie (*Barbatulus barbatulus*),
- Sapals, pieaugušie (*Squalius cephalus*),
- Grundulis, pieaugušie (*Gobio gobio*).

Biotopu pieejamības līknes izvēlētajām zivju sugām Auces upē redzamas 4.2.1. attēlā. Šīs līknes tika modelētas katrai BIOR ekspertu atlasītajai zivju sugai (mailīte, bārdainais akmeņgrauzis, sapals, grundulis). Jāpiebilst, ka šis konkrētais Auces upes posms atrodas upes augštecē, kur upei ir mazs sateces baseins un tā ir dabiski sekla, kas rada dabiski nepiemērotus dzīves apstākļus sapalam un grundulim. Saistība starp ūdens caurplūdumu un biotopu pieejamību ir ļoti mainīga dažādām zivju sugām. Kopumā pieejamā biotopu platība pieaug līdz ar caurplūduma pieaugumu un sasniedz savu maksimumu mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā (mailīte un bārdainais akmeņgrauzis) vai gada vidējā caurplūduma apstākļos (sapals un grundulis). Ņemot vērā upes hidromorfoloģiskos parametrus, optimālais caurplūdums tika definēts kā mazūdens perioda maksimālais caurplūdums.



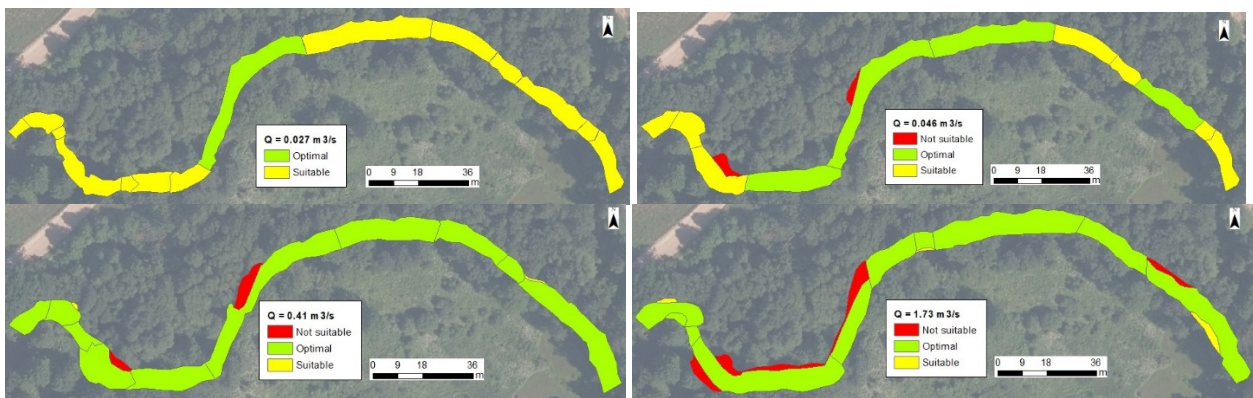
4.2.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Auces upē lejpus Bēnes HES

4.2.2. attēlā redzama biotopu pieejamības izmaiņas **mailītei**. Redzams, ka pieejamā biotopu platība pieaug līdz ar caurplūduma pieaugumu. Pieejamā biotopu platība mainās no 41% mazūdens perioda minimālā caurplūduma laikā līdz 62% gada vidējā caurplūduma laikā. Īpaši strauju pieejamo biotopu platības pieaugumu var novērot tad, kad caurplūdums no mazūdens perioda minimālā caurplūduma pieaug līdz mazūdens perioda vidējam caurplūdumam.



4.2.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes mailītei Auces upē lejpus Bēnes HES

Atšķirīgas biotopu pieejamības tendences var novērot **bārdainajam akmeņgrauzim** (4.2.3. attēls). Pieejamā biotopu platība ir salīdzinoši liela pat mazūdens perioda minimālā caurplūduma apstākļos (21% no biotopiem ir optimāli un 79% derīgi biotopi). Tālāk, caurplūdumam pakāpeniski pieaugot, pieaug arī optimālā biotopu platība, kas sasniedz savu maksimumu mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā, kad 95% no apsekotā Auces posma ir optimāls biotops bārdainajam akmeņgrauzim.



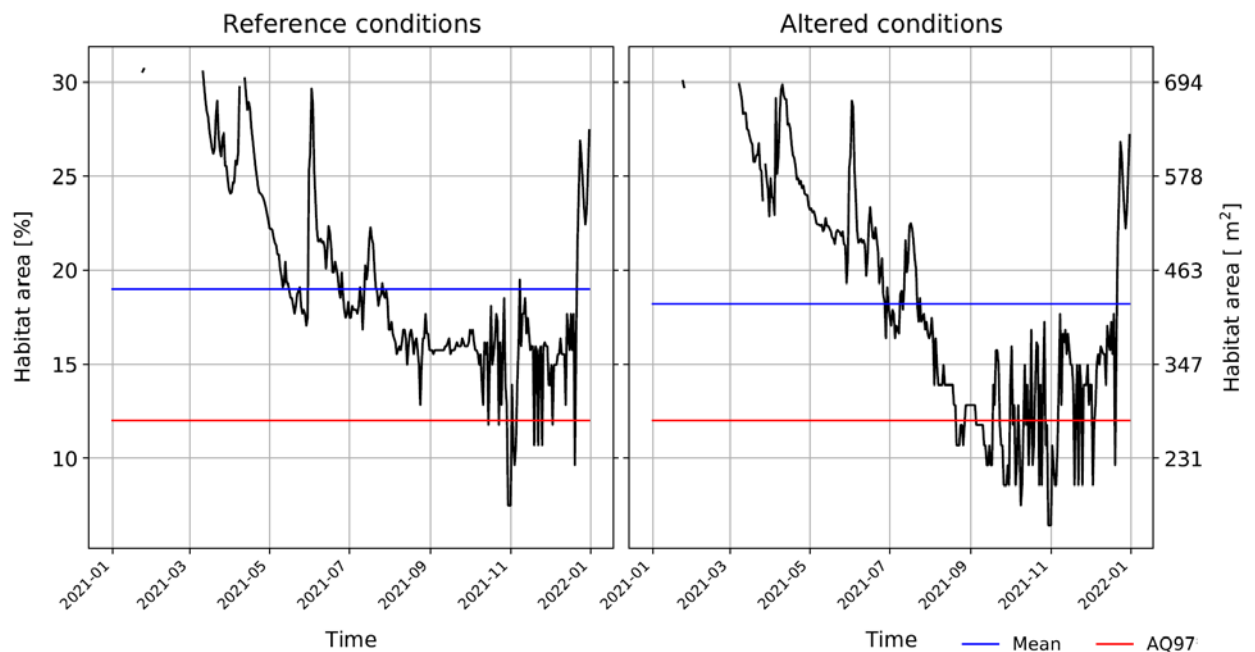
4.2.3. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes bārdainajam akmeņgrauzim Auces upē lejpus Bēnes HES

Sapala, salīdzinoši liels zivs, biotopu pieejamība Aucē lejpus Bēnes HES ir ļoti zema (4.2.4. attēls). Mazūdens perioda laikā (minimālais, vidējais un maksimālais) šis upes posms ir pilnībā nepiemērots sapalam. Caurplūdumam pieaugot un sasniedzot gada vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība pieaug un sasniedz 55%. Jāatzīmē, ka pat gada vidējā caurplūduma apstākļos nav sasniegta optimālā biotopu pieejamība, kas nodrošina zivij vislabākos apstākļus. Iespējams, maza biotopu pieejamība ir skaidrojama ne tikai ar HES ietekmi, bet arī ar upes dabiski mazo izmēru.

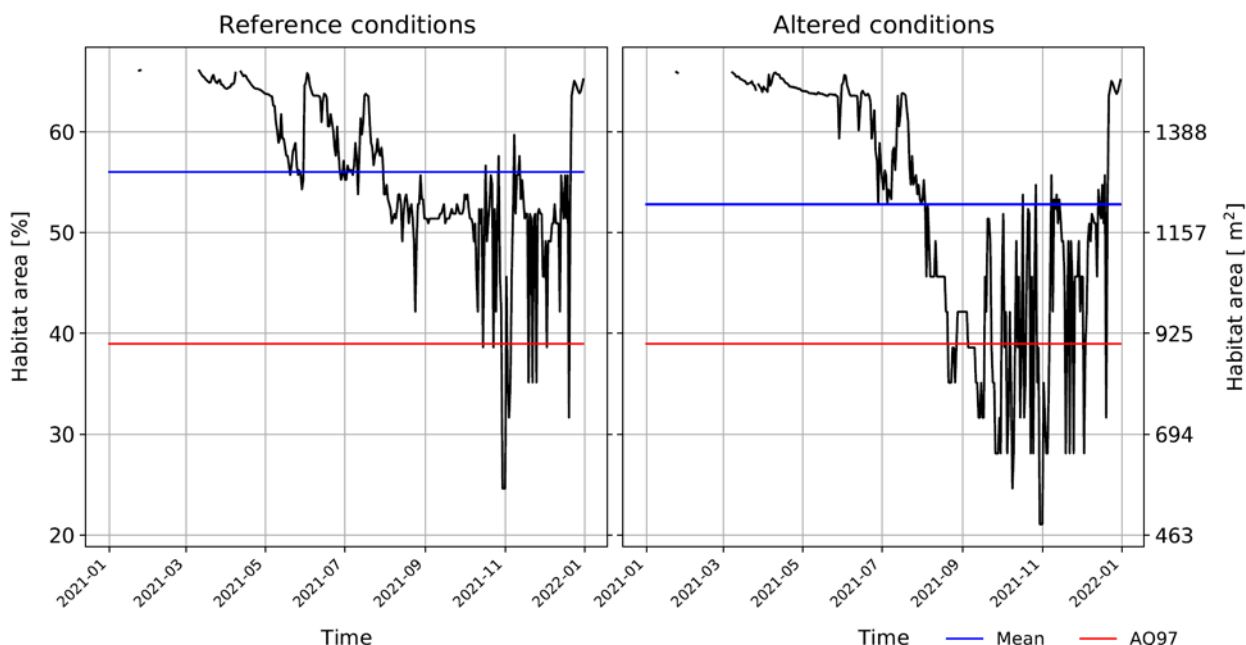


4.2.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes sapalam Auces upē lejpus Bēnes HES

4.2.5. un 4.2.6. attēlos redzamas biotopu izmaiņas laikā. Sarkanā līnija attēlos atbilst biotopu pieejamības vērtībai ar 97% varbūtību, bet zilā līnija ir vidējā pieejamo biotopu platība. Lai gan attēlos ir redzamas biotopu izmaiņas tikai divām zivju sugām, līdzīgas tendences var novērot arī citām modelētajām indikatorsugām. Redzams, ka HES darbība būtiski ietekmē biotopu pieejamību Auces upē. Pat pie dabiska hidroloģiskā režīma bez HES ietekmes vasaras mazūdens periodā var novērot, ka zivīm piemēroto biotopu platības samazinās. HES darbība šo periodu vēl vairāk palielina.



4.2.5. attēls. Biotopu laika rindas mailītei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos



4.2.6. attēls. Biotopu laika rindas bārdainajam akmeņgrauzim dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

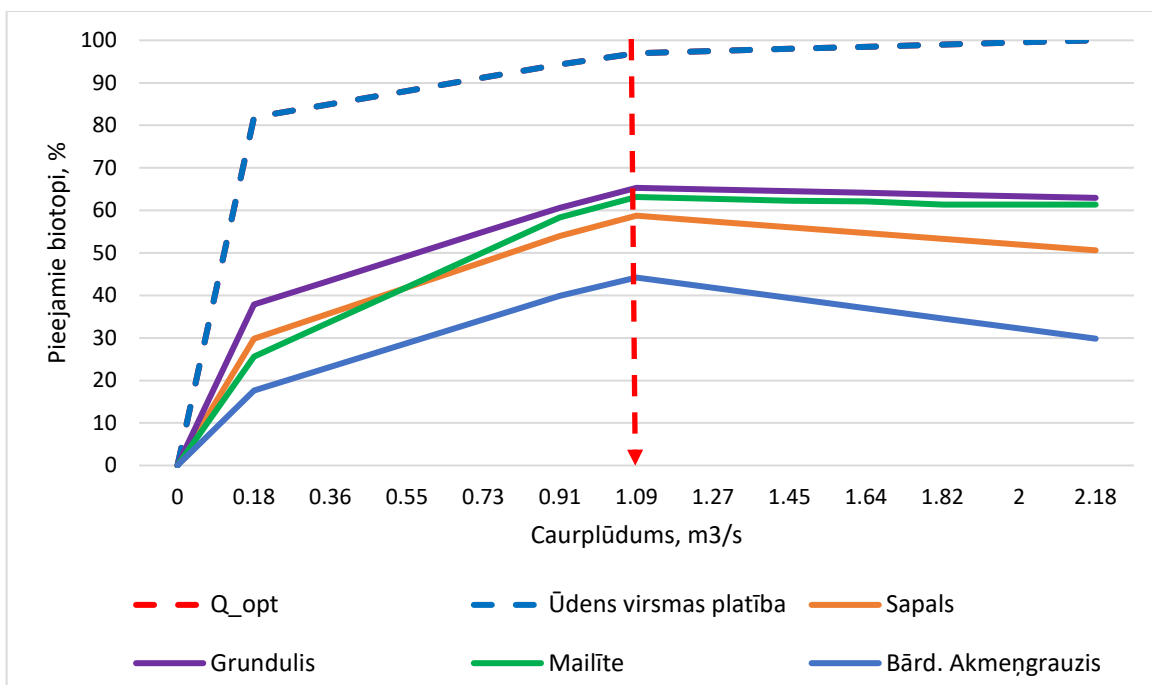
4.3. Auce – Kroņauces HES

Šis Auces upes posms ir iekļauts prioritāro zivju ūdeņu sarakstā kā karpveidīgo zivju ūdeņi. Kopumā uz Auces upes uzbūvētas divas mazās HES un Kroņauces HES atrodas vistuvāk grīvai. Saskaņā ar ūdens resursu lietošanas atļauju Auces upē lejpus Kroņauces HES noteiktais minimālais garantētais caurplūdums ir 0,003 m³/s un ekoloģiskais caurplūdums ir vienāds ar garantēto caurplūdumu.

Auces upē lejpus Kroņauces HES modelētās zivju sugas:

- Mailīte, pieaugušie (*Phoxinus phoxinus*),
- Bārdainais akmeņgrauzis, pieaugušie (*Barbatulus barbatulus*),
- Sapals, pieaugušie (*Squalius cephalus*),
- Grundulis, pieaugušie (*Gobio gobio*).

Biotopu pieejamības līknes atkarībā no caurplūduma modelētajām zivju sugām ir redzamas 4.3.1. attēlā. Šīs līknes tika modelētas katrai BIOR ekspertu atlasītajai zivju sugai (mailīte, bārdainais akmeņgrauzis, sapals, grundulis). Kopumā var secināt, ka korelācijas starp caurplūduma izmaiņām un biotopu pieejamību ir ļoti līdzīgas visām modelētajām zivju sugām. Pieejamā biotopu platība pieaug līdz ar caurplūduma pieaugumu un sasniedz savu maksimumu, kad caurplūdums ir tuvu mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam. Gada vidējais caurplūdums tika definēts kā optimālais caurplūdums.



4.3.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Auces upē leņpus Kroņauces HES

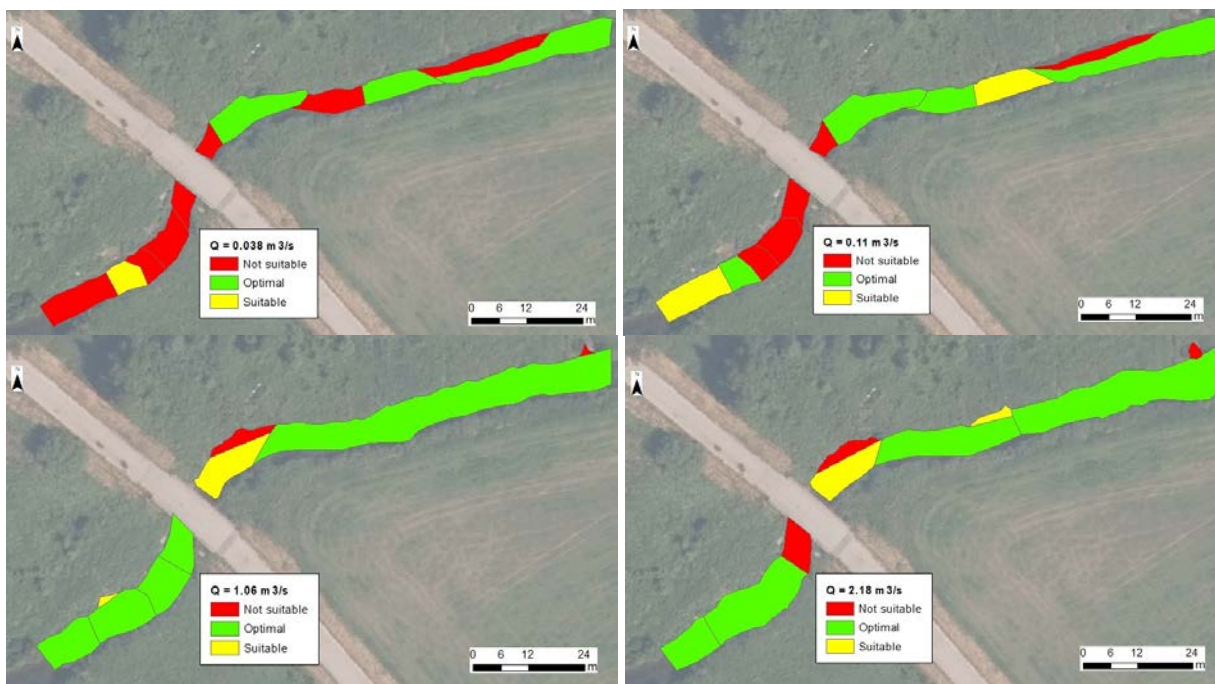
4.3.2. attēlā redzama **mailītes** biotopu pieejamība atkarībā no caurplūduma. Pieaugot caurplūdumam, pieaug arī mailītei pieejamā biotopu platība. Mazūdens perioda minimālā caurplūduma laikā Auce leņpus Kroņauces HES ir pilnībā nepiemērota mailītei. Mazūdens perioda vidējā caurplūduma apstākļos mailītei pieejamā biotopu platība strauji pieaug un sasniedz 49%, un pieejamo biotopu platības sasniedz savu maksimumu mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā (96% no upes ir mailītei piemērots biotops). Caurplūdumam turpinot palielināties un sasniedzot gada vidējo caurplūdumu, mailītei pieejamā biotopu platība pamazām sāk samazināties.





4.3.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes mailītei Auces upē lejpus Kroņauces HES

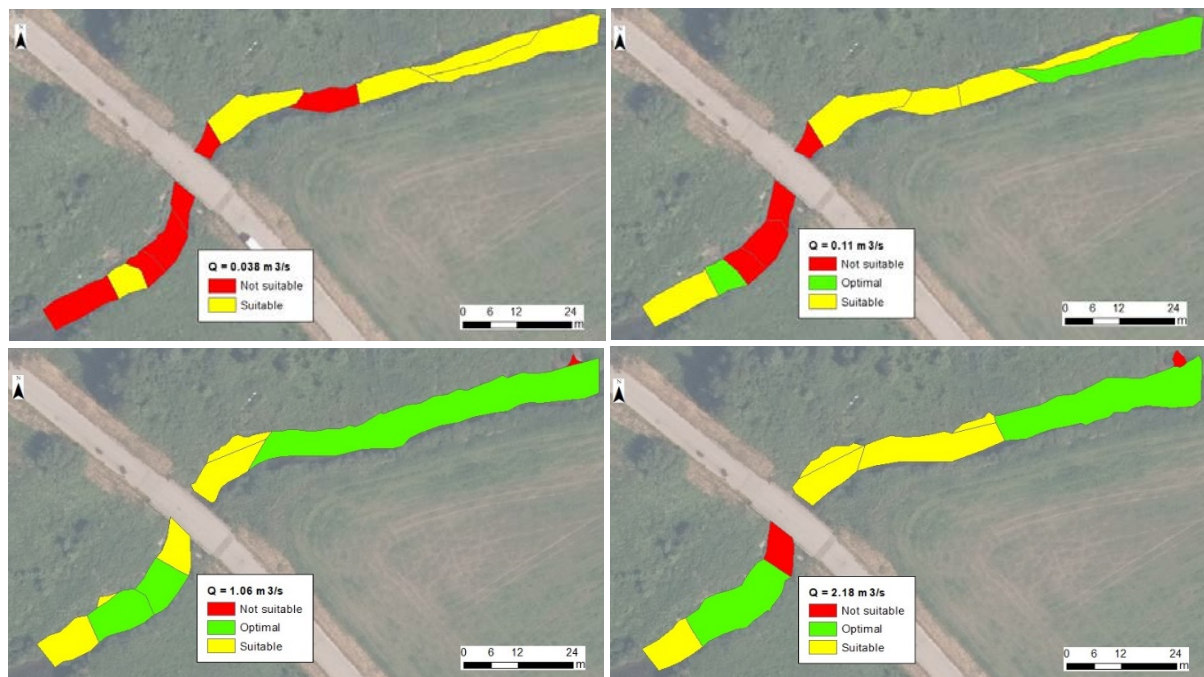
Grundulim pieejamo biotopu platību mainību atkarībā no caurplūduma ir parādīta 4.3.3. attēlā. Mazūdens minimālā caurplūduma apstākļos biotopu pieejamība ir vismazākā un sasniedz 49% no apsekotā upes posma garuma. Caurplūdumam pieaugot no mazūdens perioda minimālā uz vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība turpina palielināties un sasniedz 73%. Kad caurplūdums pieaug līdz mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam, grundulim pieejamo biotopu platība sasniedz savu maksimumu (96%). Caurplūdumam tuvojoties gada vidējam caurplūdumam, pieejamā biotopu platība sāk samazināties, pārsvarā dēļ pārāk liela straumes ātruma un upes dziļuma.



4.3.3. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes grundulim Auces upē lejpus Kroņauces HES

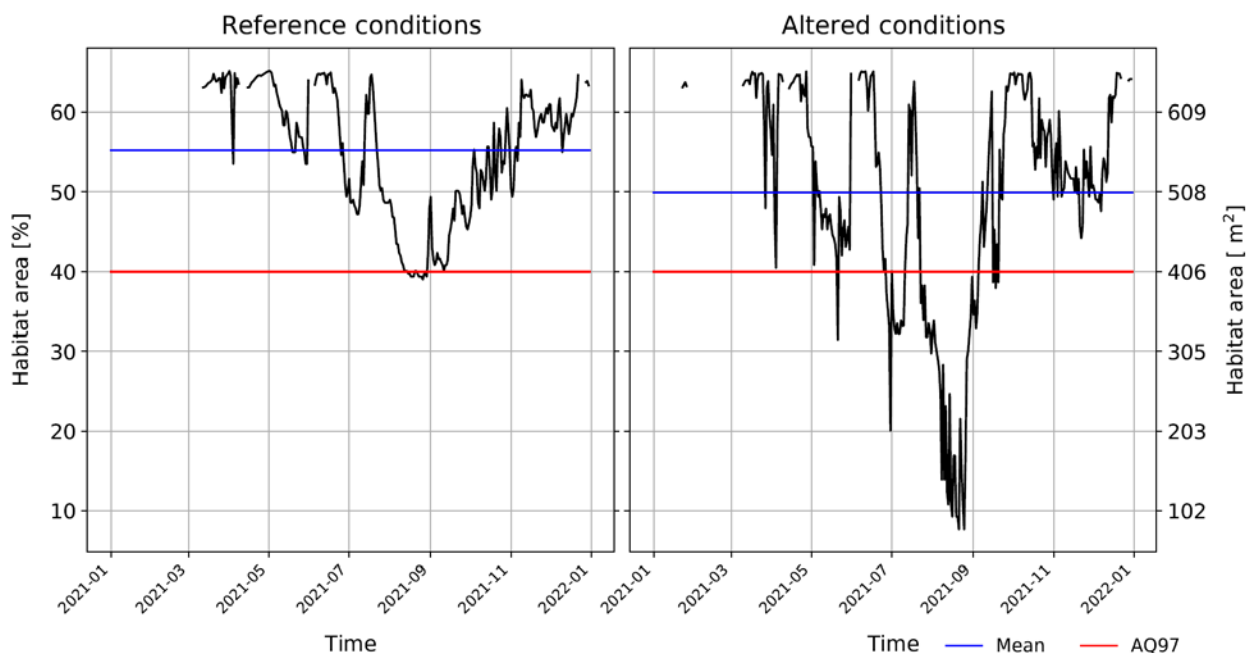
Sapalam pieejamo biotopu mainība atkarībā no caurplūduma ir attēlota 4.3.4. attēlā. Mazūdens perioda minimālā caurplūduma laikā 60% no apsekotā upes posma ir derīgi biotopi sapalam. Pieaugot caurplūdumam, pieaug arī pieejamo biotopu platības, sasniedzot lielākās platības mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā, kad praktiski viss upes posms ir piemērots

sapalam (18% derīgi biotopi un 81% optimāli biotopi). Caurplūdumam pieaugot līdz gada vidējam caurplūdumam, pieejamā biotopu platība pamazām sāk samazināties (40% derīgi un 54% optimāli).

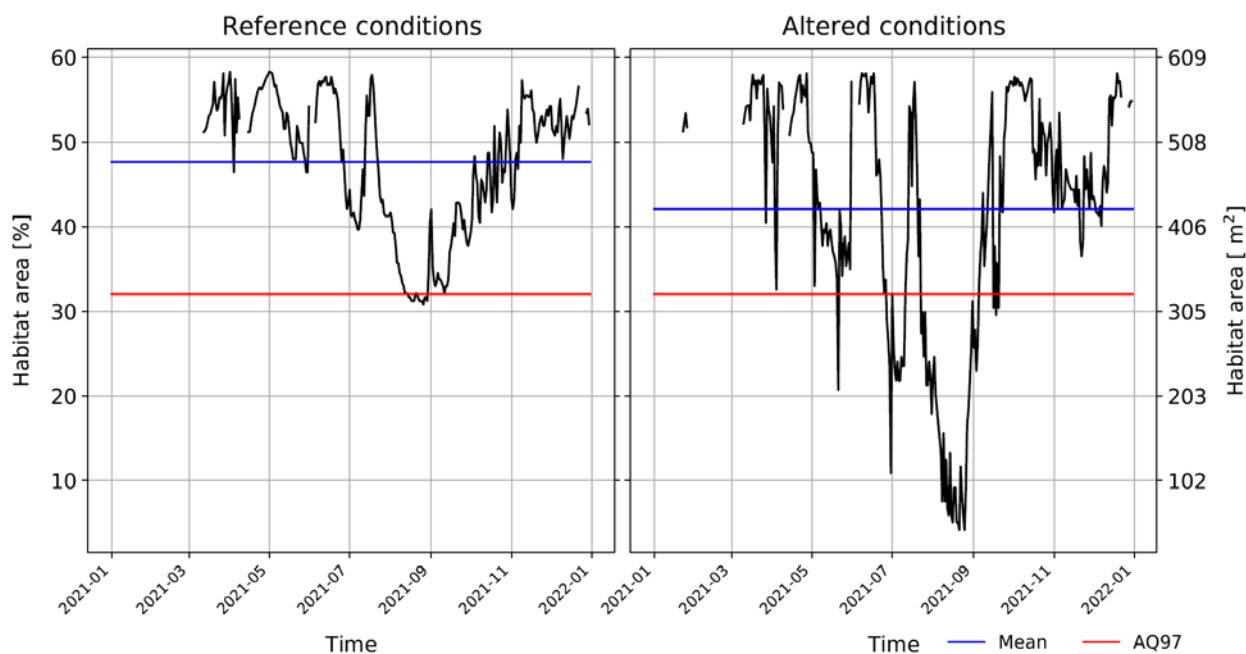


4.3.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes sapalam Auces upē leļpus Kroņauces HES

4.3.5. un 4.3.6. attēlos redzamas biotopu izmaiņas laikā. Sarkanā līnija attēlos atbilst biotopu pieejamības vērtībai ar 97% varbūtību, bet zilā līnija ir vidējā pieejamo biotopu platība. Lai gan piemērā ir redzamas tikai divas zivju sugas, līdzīgas tendences var novērot arī pārējām modelētajām zivju sugām. Dabiskā jeb HES darbības neietekmēta hidroloģiskā režīma apstākļos ekstrēmu biotopu zudumu var novērot tikai atsevišķos gadījumos vasaras mazūdens perioda laikā. HES darbības ietekmētos apstākļos var novērot izteiktu biotopu zudumu, kas turpinās daudz ilgāk par mazūdens periodu.



4.3.5. attēls. Biotopu laika rindas grundulim dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos



4.3.6. attēls. Biotopu laika rindas sapalam dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

4.4. Mergupe – Brūnu HES

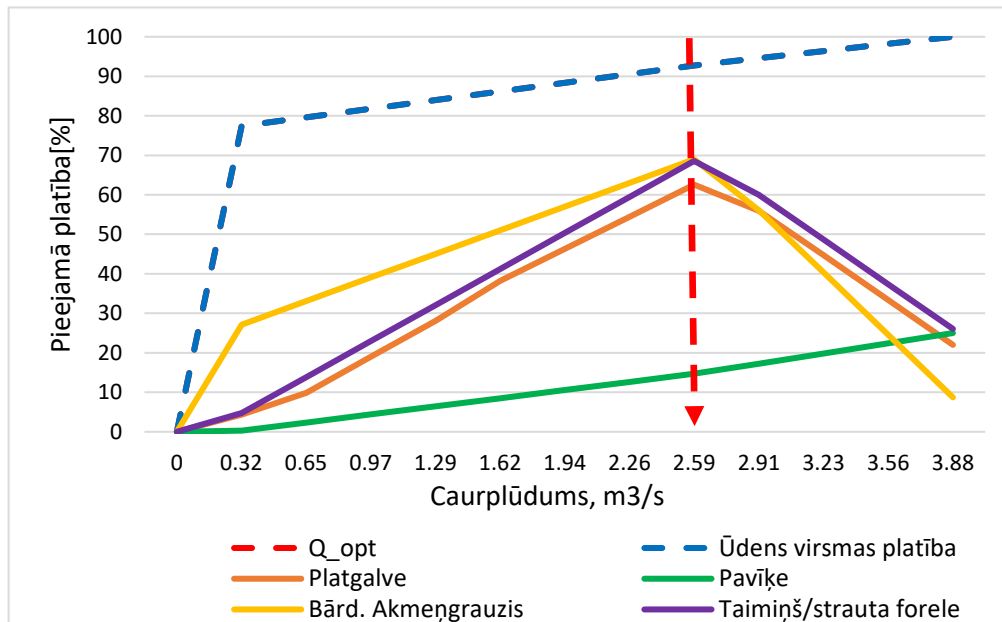
Šis Mergupes posms ir iekļauts prioritāro zivju ūdeņu sarakstā kā lašveidīgo zivju ūdeņi. Kopumā uz Mergupes uzbūvētas divas mazās HES un Brūnu HES atrodas vistuvāk grīvai. Saskaņā ar ūdens

resursu lietošanas atļauju noteiktais minimālais caurplūdums Mergupē leļpus Brūnu HES ir 0,124 m³/s, bet ekoloģiskais caurplūdums ir 0,50 m³/s.

Mergupē leļpus Brūnu HES modelētās zivju sugas:

- Platgalve, pieaugušie (*Cottus gobio*),
- Taimiņš/straucha forele, mazuļi (*Salmo trutta*),
- Bārdainais akmeņgrauzis, pieaugušie (*Barbatulus barbatulus*),
- Pavīķe, pieaugušie (*Alburnoides bipunctatus*).

Biotopu pieejamības līknes atkarībā no caurplūduma izvēlētajām zivju sugām ir redzamas 4.4.1. attēlā. Šīs līknes tika modelētas katrai BIOR ekspertu atlasītajai zivju sugai (platgalve, bārdainais akmeņgrauzis, taimiņš/straucha forele, pavīķe). Redzams, ka attiecība starp biotopu pieejamību un caurplūduma izmaiņām ir ļoti līdzīga visām modelētajām zivju sugām, izņemot pavīķi. Kopumā pieejamā biotopu platība pakāpeniski pieaug līdz ar caurplūduma pieaugumu un sasniedz savu maksimumu gada vidējā caurplūduma apstākļos, kas tika noteikts par optimālo caurplūdumu. Pavīķei var novērot, ka, pieaugot caurplūdumam, pieejamā biotopu platība pieaug nepārtraukti un optimālais caurplūdums netiek sasniegts.

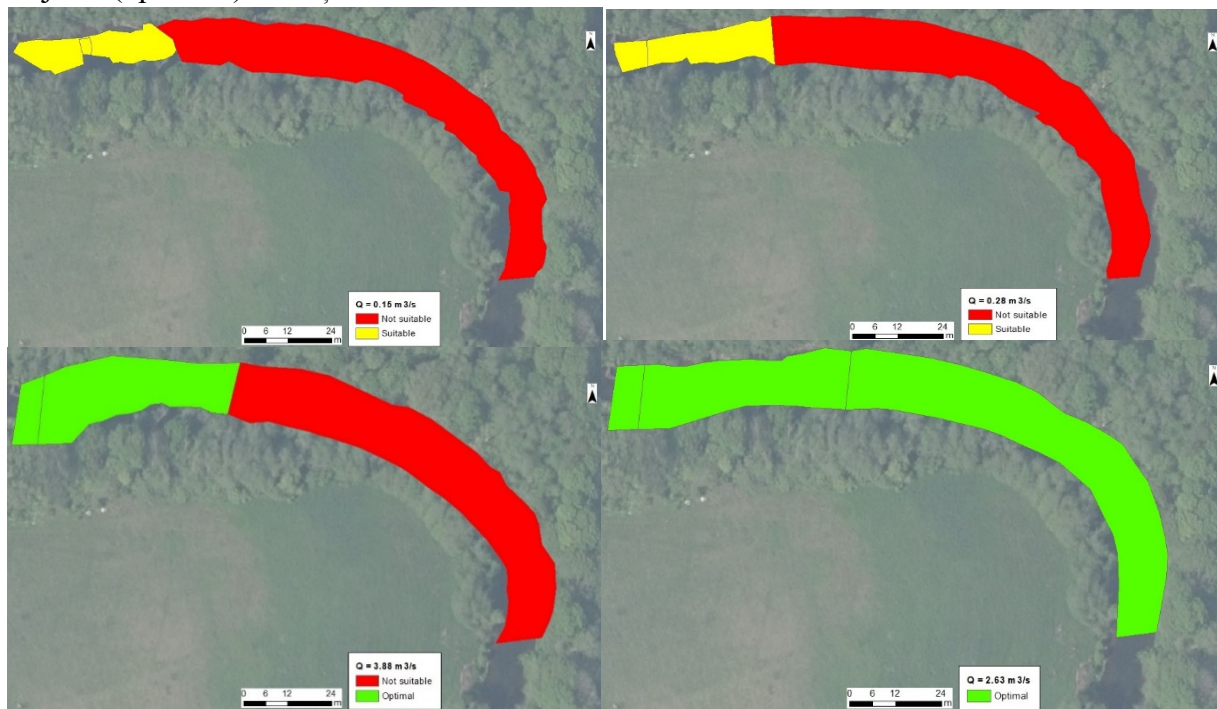


4.4.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Mergupē leļpus Brūnu HES

4.4.2., 4.4.3. un 4.4.4. attēlos redzamas biotopu telpiskās pieejamības kartes taimiņam/straucha forelei, platgalvei un pavīķei.

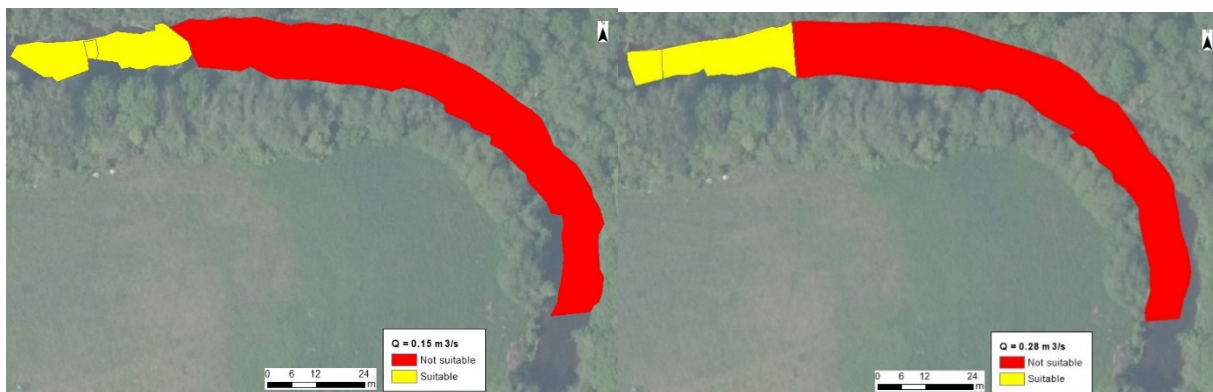
Mazūdens periodā biotopu pieejamība **taimiņam/straucha forelei** ir ļoti maza (4.4.2. attēls), pārsvarā dēļ pārāk maza straumes ātruma. Kad caurplūdums ir tuvu gada vidējam caurplūdumam

(2,63 m³/s), pieejamā biotopu platība sasniedz savu maksimumu un viss apsekotais upes posms ir pieejams (optimāls) taimiņam/straucha forelei.



4.4.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes taimiņam/straucha forelei Mergupē lejpus Brūnu HES

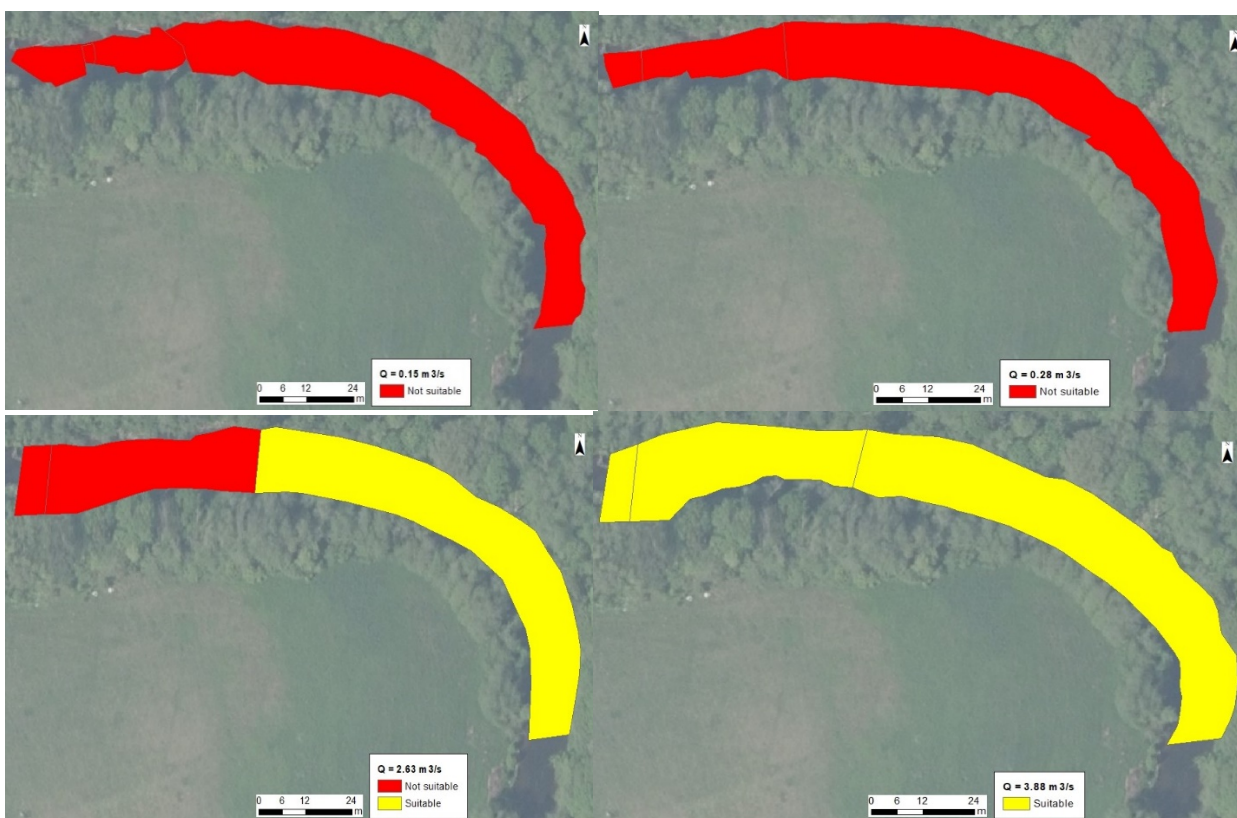
Līdzīgu situāciju var novērot arī **platgalvei**, kuras maksimālā pieejamā biotopu platība tiek sasniegta gada vidējā caurplūduma fāzē (4.4.3. attēls).





4.4.3. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes platgalvei Mergupē lejpas Brūnu HES

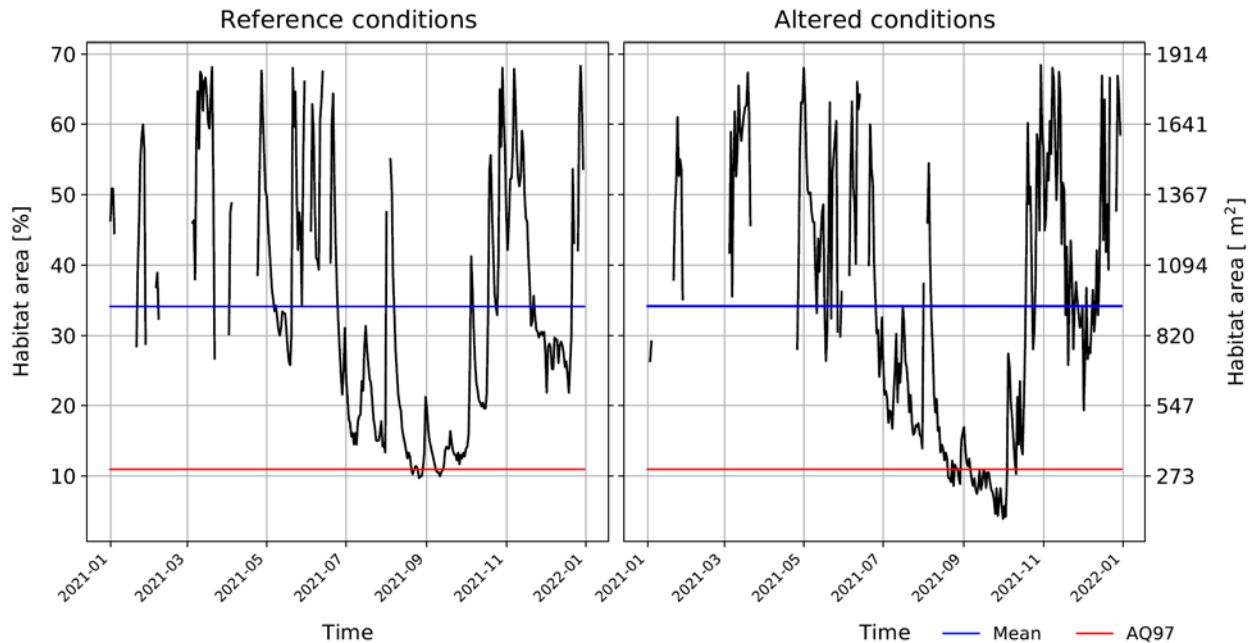
Pavīķes biotopu pieejamības tendences ļoti atšķiras no pārējām modelētajām zivju sugām (4.4.4. attēls). Mazūdens perioda laikā (caurplūdumi $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ un $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$) viss apsekotais upes posms ir nepiemērots pavīķei. Pie mazūdens perioda maksimālā caurplūduma pavīķei pieejamā biotopu platība pakāpeniski sāk palielināties un sasniedz savu maksimumu gada vidējā caurplūduma laikā, kas viss upes posms ir derīgs pavīķei.



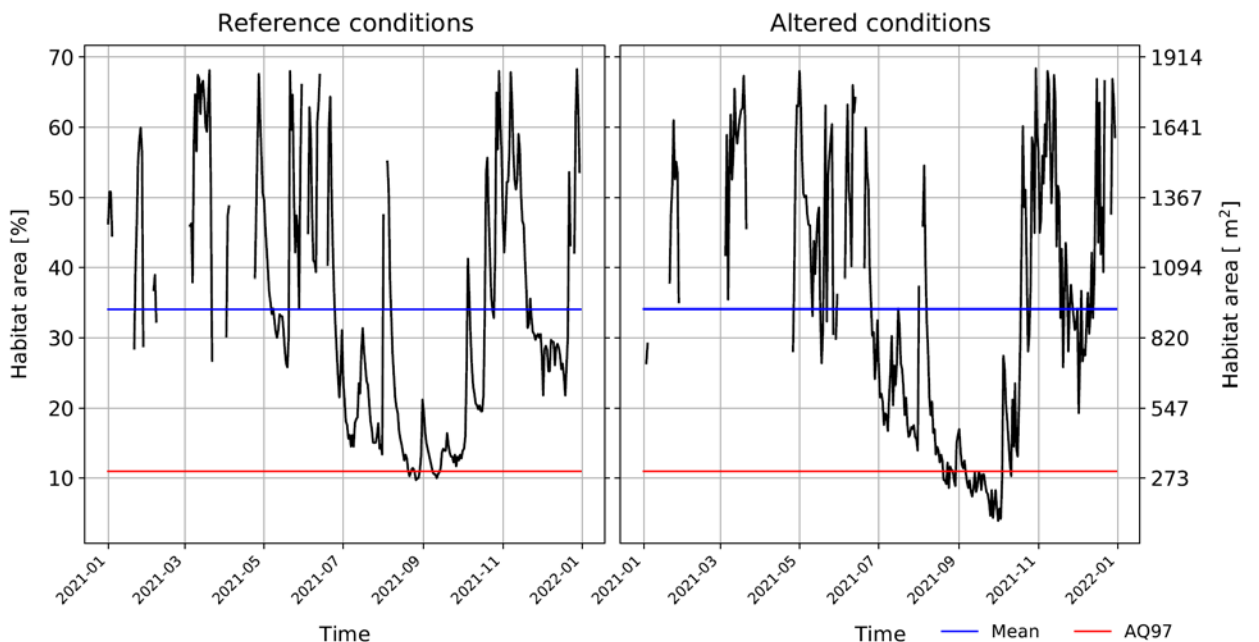
4.4.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes pavīķei Mergupē lejpas Brūnu HES

4.4.5. un 4.4.6. attēlos redzamas biotopu izmaiņas laikā. Sarkanā līnija attēlos atbilst biotopu pieejamības vērtībai ar 97% varbūtību, bet zilā līnija ir vidējā pieejamo biotopu platība. Lai gan

piemērā ir redzamas tikai divas zivju sugas, līdzīgas tendences var novērot arī pārējām modelētajām zivju sugām. Kopumā rezultāti norāda, ka visas Mergupē lejpus Brūnu HES modelētās zivju sugas cieš no HES darbības rezultātā izraisītā pieejamo biotopu zuduma.



4.4.5. attēls. Biotopu laika rindas taimiņam/straucha forelei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos



4.4.6. attēls. Biotopu laika rindas platgalvei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

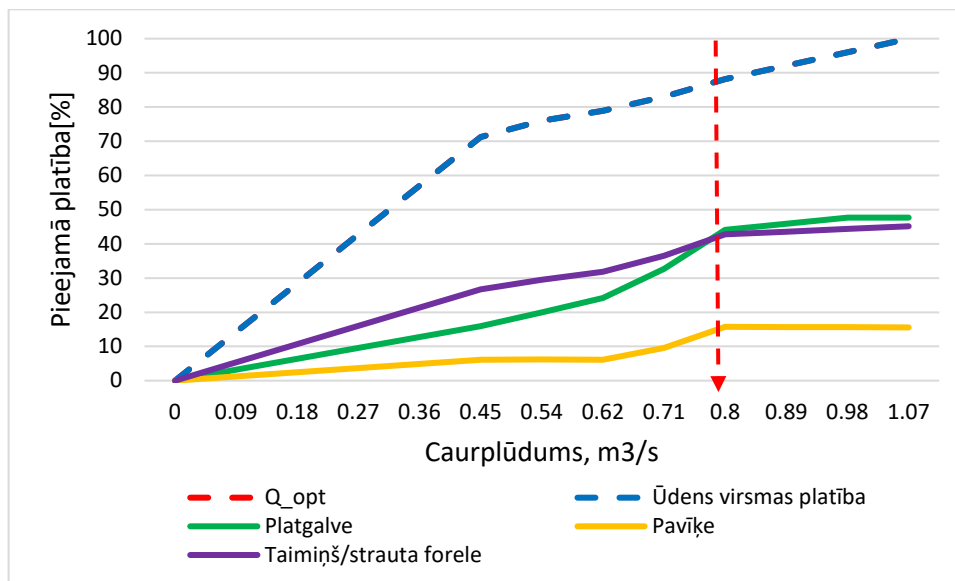
4.5. Mergupe – Krīgaļu HES

Šis Mergupes posms ir iekļauts prioritāro zivju ūdeņu sarakstā un pieder pie lašveidīgo zivju ūdeņiem. Kopumā uz Mergupes uzbūvētas divas mazās HES un Krīgaļu HES ir pirmā HES no augšteces. Saskaņā ar ūdens resursu lietošanas atļauju Mergupē lejpus Krīgaļu HES minimālais garantētais caurplūdums ir noteikts kā 0,015 m³/s un ekoloģiskais caurplūdums ir 0,12 m³/s.

Mergupē lejpus Krīgaļu HES modelētās zivju sugas:

- Platgalve, pieaugušie (*Cottus gobio*),
- Taimiņš/straute forele, mazuļi (*Salmo trutta*),
- Pavīķe, pieaugušie (*Alburnoides bipunctatus*).

Biotopu pieejamības līknes atkarībā no caurplūduma ir redzamas 4.5.1. attēlā. Šīs līknes tika modelētas katrai BIOR ekspertu atlasītajai zivju sugai (platgalve, taimiņš/straute forele, pavīķe). Redzams, ka biotopu pieejamības izmaiņas atkarībā no caurplūduma ir ļoti līdzīgas visām modelētajām zivju sugām. Kopumā pieejamā biotopu platība pieaug līdz ar caurplūduma pieaugumu un sasniedz savu maksimumu gada vidējā caurplūduma apstākļos (~0,79 m³/s), kas arī tika definēts par optimālo caurplūdumu. Mazūdens perioda apstākļos Mergupē lejpus Krīgaļu HES biotopu pieejamība sasniedz tikai 10% no kopējās potenciāli pieejamo biotopu platības.



4.5.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Mergupē lejpus Krīgaļu HES

4.5.2., 4.5.3. un 4.5.4. attēlos redzamas biotopu telpiskās pieejamības izmaiņas izvēlētajām zivju sugām.

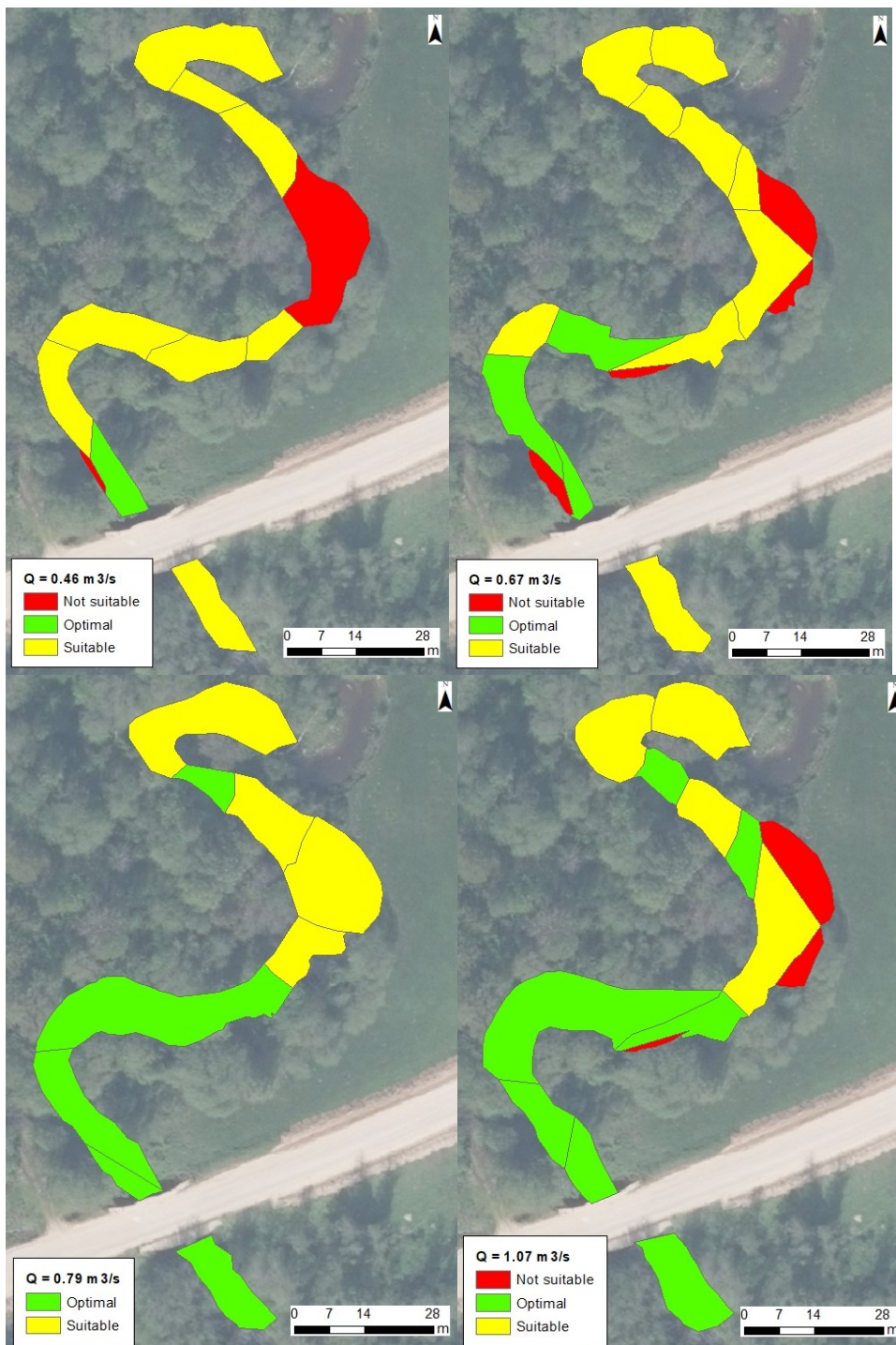
Mazūdens periodā biotopu pieejamība **taimiņam/straute forelei** ir salīdzinoši zema (4.5.2. attēls), kas pārsvarā ir saistīts ar nepietiekamu upes dziļumu. Kad caurplūdums sasniedz gada vidējo caurplūdumu (~0,79 m³/s), biotopu pieejamība sasniedz savu maksimumu un viss apsekotais upes

posms ir pieejams taimiņam/straucha forelei. Caurplūdumam pārsniedzot gada vidējo caurplūdumu, pieejamā biotopu platība pamazām sāk samazināties.



4.5.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes taimiņam/straucha forelei Mergupē lejpus Krīgaļu HES

Līdzīgas tendences var novērot arī **platgalvei** (4.5.3. attēls), kuras maksimālā pieejamā biotopu platība tiek sasniegta pie gada vidējā caurplūdumam.



4.5.3. attēls. *Biotopu telpiskās pieejamības kartes platgalvei Mergupē lejpus Krīgaļu HES*

Paviķes biotopu pieejamība (4.5.4. attēls) nedaudz atšķiras no abām iepriekš analizētajām zivju sugām. Šī zivs dod priekšroku salīdzinoši liels dziļumam ar lielu straumes ātrumu un cietu gultnes substrātu. Mergupe Krīgaļos ir salīdzinoši maza upe un, saskaņā ar mūsu nosacījuma

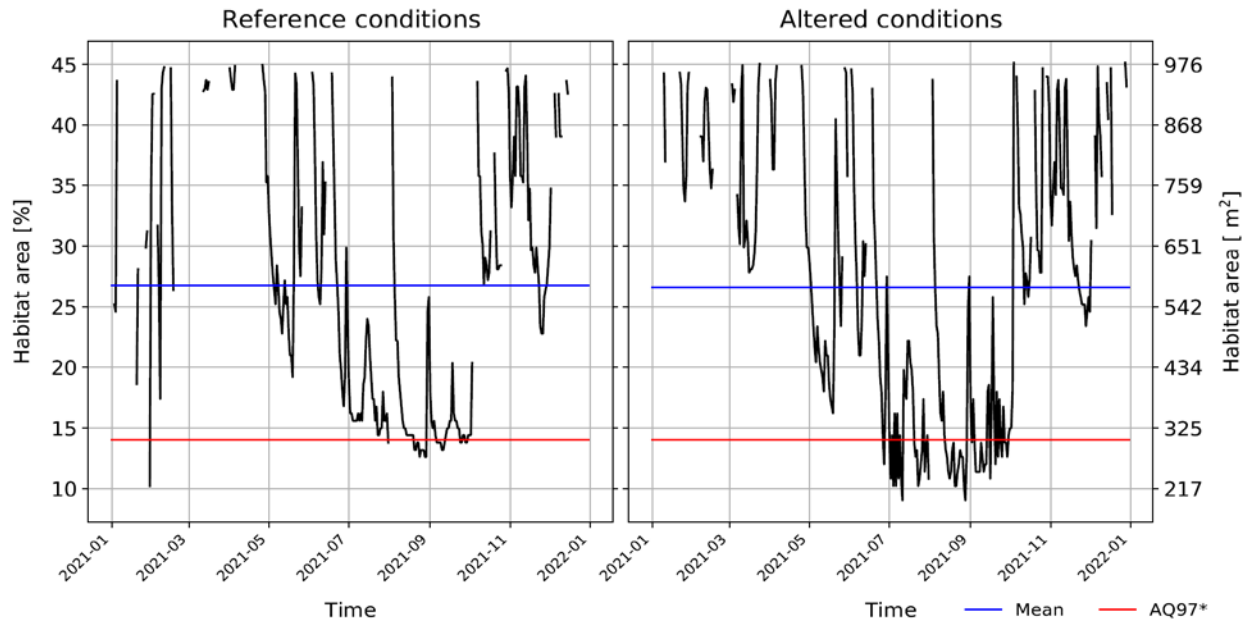
modeli, dabiski nepiemērota pavīķei. Dziļākas ir tikai atsevišķas iedzelmes, bet tajās straumes ātrums ir pārāk mazs. Pat gada vidējā caurplūduma laikā biotopu pieejamība sasniedz tikai 16%, bet mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā tā ir tikai 6%.



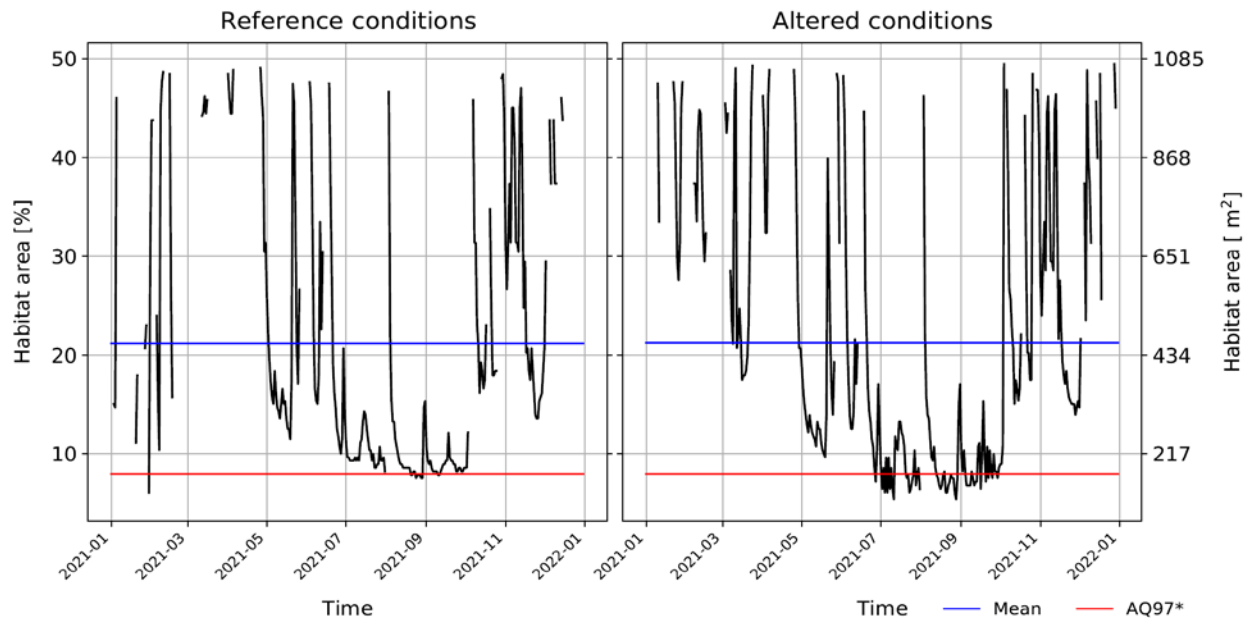
4.5.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes pavīķei Mergupē lejpas Krīgaļu HES

4.5.5. un 4.5.6. attēlos redzamas biotopu izmaiņas laikā. Sarkanā līnija attēlos atbilst biotopu pieejamības vērtībai ar 97% varbūtību, bet zilā līnija ir vidējā pieejamo biotopu platība. Lai gan

piemērā ir redzamas tikai divas zivju sugas, līdzīgas tendences var novērot arī pārējām modelētajām zivju sugām. Rezultāti parāda, ka visas modelētās zivju sugas ir pakļautas būtiskai hidroloģiskajai slodzei, kas izraisa ievērojamu pieejamo biotopu platību samazinājumu.



4.5.5. attēls. Biotopu laika rindas taimiņam/strausta forelei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos



4.6.5. attēls. Biotopu laika rindas platgalvei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

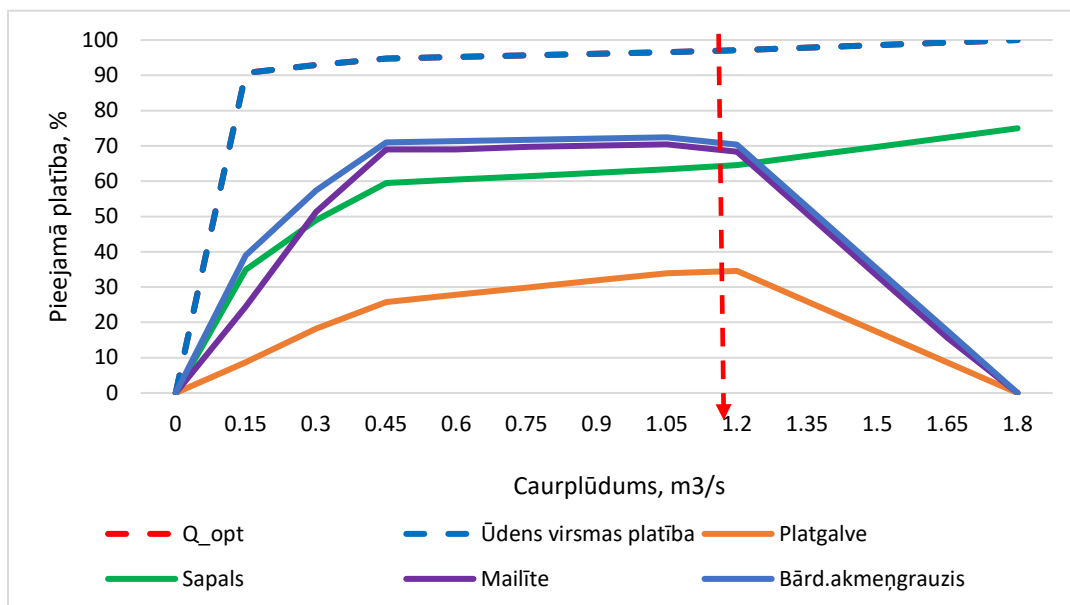
4.6. Zaņa – Pampāļu HES

Šis Zaņas upes posms ietilpst prioritāro zivju ūdeņu sarakstā un pieder pie karpveidīgo zivju ūdeņiem. Kopumā uz Zaņas upes ir uzbūvētas divās mazās HES un Pampāļu HES atrodas vistuvāk upes augštecei. Saskaņā ar ūdens resursu lietošanas atļauju minimālais garantētais caurplūdums ir noteikts kā 0,039 m³/s un ekoloģiskais caurplūdums ir 0,20 m³/s.

Zaņas upē leļpus Pampāļiem modelētās zivju sugas:

- Sapals, pieaugušie (*Squalius cephalus*),
- Mailīte, pieaugušie (*Phoxinus phoxinus*),
- Bārdainais akmeņgrauzis, pieaugušie (*Barbatulus barbatulus*),
- Platgalve, pieaugušie (*Cottus gobio*).

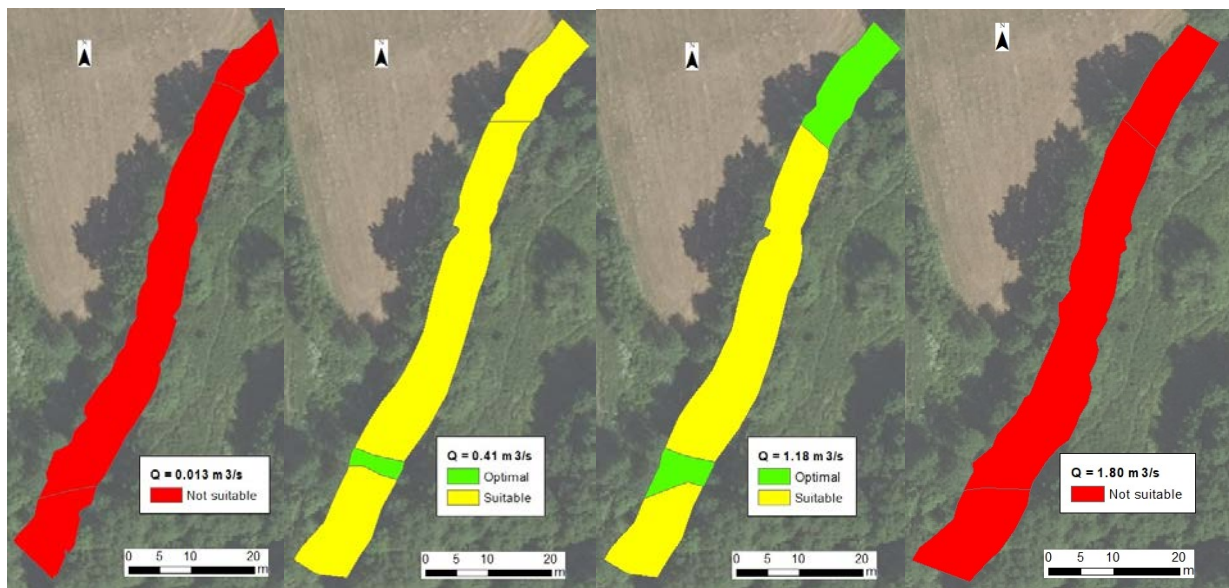
Biotopu pieejamības līknes atkarībā no caurplūduma ir attēlotas 4.6.1. attēlā. Šīs līknes tika modelētas katrai BIOR ekspertu atlasītajai zivju sugai (platgalve, sapals, mailīte, bārdainais akmeņgrauzis). Kopumā var redzēt, ka biotopu pieejamība atkarībā no caurplūduma ir ļoti mainīga visām modelētajām zivju sugām. Bārdainajam akmeņgrauzim un mailītei pieejamā biotopu platība sasniedz maksimālo platību mazūdens perioda vidējā caurplūduma laikā un pēc tam nedaudz turpina palielināties līdz gada vidējā caurplūduma sasniegšanai. Platgalvei pieejamā biotopu platība sasniedz savu maksimumu mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā. Sapalam pieejamā biotopu platība turpina palielināties pat pēc gada vidējā caurplūduma sasniegšanas. Tas daļēji saistīts ar sapalam patīk uzturēties salīdzinoši lielā dziļumā. Šī posma optimālais caurplūdums tika noteikts kā mazūdens perioda maksimālais caurplūdums.



4.6.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Zaņā leļpus Pampāļu HES

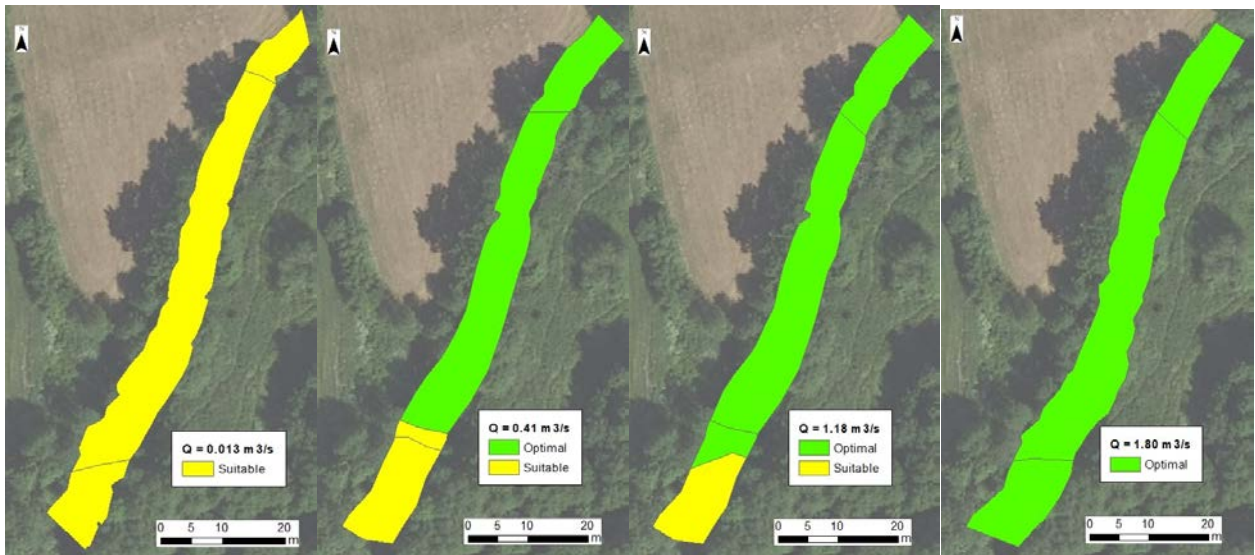
4.6.2., 4.6.3. un 4.6.4. attēlos redzamas biotopu telpiskās pieejamības kartes platgalvei, bārdainajam akmeņgrauzim un sapalam. Kopumā visām modelētajām zivju sugām biotopu pieejamības tendences ir ļoti mainīgas.

Mazūdens perioda minimālā caurplūduma laikā **platgalvei** lejpus Pampāļu HES biotopi pilnībā nav pieejami (4.6.2. attēls), kas saistīts ar pārāk mazu upes dziļumu un straumes ātrumu. Biotopu pieejamība sāk palielināties mazūdens perioda vidējā caurplūduma laikā, kad viss apsekotais upes posms ir derīgs platgalvei un 3% no tā ir optimāls biotops. Biotopu pieejamība sasniedz savu maksimumu mazūdens perioda maksimālā caurplūduma laikā, kad viss apsekotais Zaņas posms ir derīgs platgalvei un 24% no tiem ir optimāls biotops. Gada vidējā caurplūduma laikā platgalvei biotopi nav pieejami, pārsvarā pārāk liela upes dziļuma dēļ.



4.6.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes platgalvei Zaņā lejpus Pampāļu HES

Būtiski atšķirīgākas biotopu pieejamības tendences var novērot **sapalam** (4.6.3. attēls). Kopumā sapalam optimālā biotopa platība pieaug līdz ar caurplūduma pieaugumu. Mazūdens perioda minimālā caurplūduma apstākļos sapalam ir derīgs viss apsekotais Zaņas upes posms, bet optimāli biotopi nav sastopami. Mazūdens perioda vidējā caurplūduma laikā ~75% no apsekotā posma ir optimāli biotopi sapalam un, pieaugot caurplūdumam, arī optimālā biotopa platība nedaudz palielinās. Gada vidējā caurplūduma laikā viss apsekotais Zaņas posms veido optimālu biotopu sapalam. Saskaņā ar mūsu izmantoto zivju nosacījuma modeli, sapals dod priekšroku dziļiem ūdeņiem ar mazu straumes ātrumu, kas ir tipisks biotops Zaņa pie Pampāļiem.



4.6.3. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes sapalam Zaņā lejpus Pampāļu HES

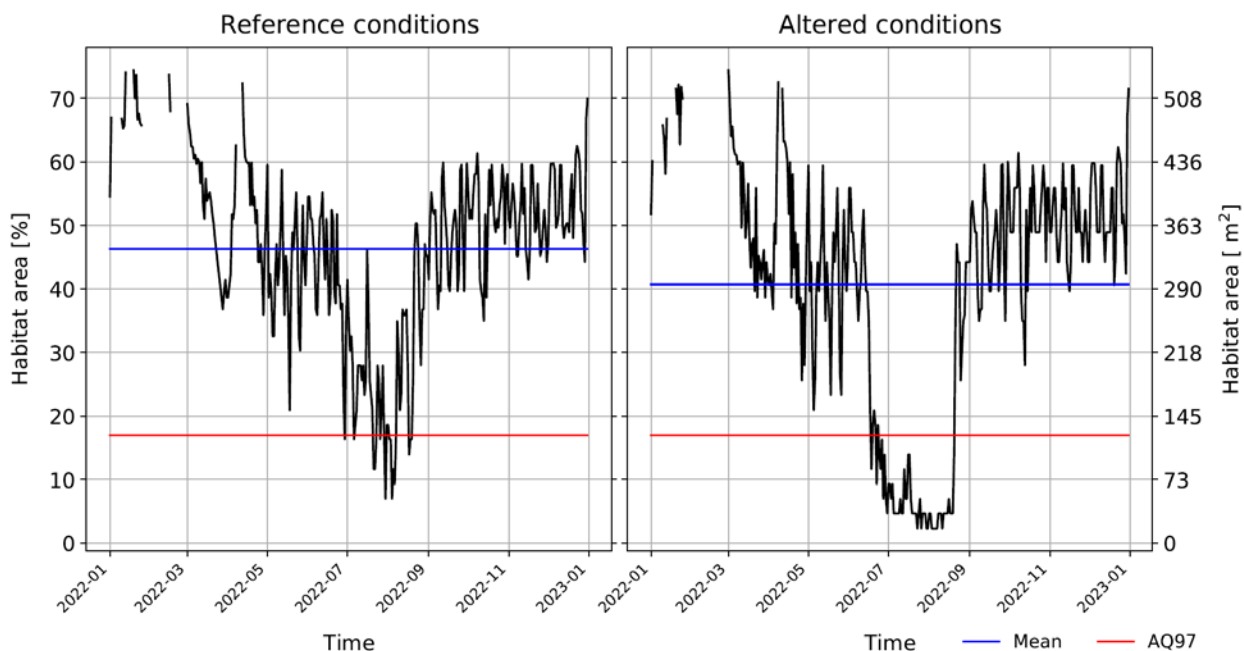
Biotopu pieejamība **bārdainajam akmengrauzim** ir attēlota 4.6.4. attēlā. Mazūdens perioda minimālā caurplūduma apstākļos bārdainajam akmengrauzim ir derīgs viss apsekotais Zaņas upes posms, bet optimāli biotopi nav sastopami. Vēlāk, caurplūduma pieaugot līdz mazūdens perioda vidējam caurplūdumam, var novērot strauju biotopu pieejamības pieaugumu un visā apsekotajā Zaņas posmā ir bārdainajam akmengrauzim optimāli biotopi. Caurplūdumam pieaugot no mazūdens perioda vidējā caurplūduma līdz mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam, biotopu pieejamība nemainās. Kad caurplūdums sasniedz gada vidējo caurplūdumu, bārdainajam akmengrauzim apsekotais Zaņas posms kļūst pilnībā neizmantojams, kas pārsvarā ir saistīts ar pārāk lielu upes dziļumu.



4.6.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes bārdainajam akmengrauzim Zaņā lejpus Pampāļu HES

4.6.5. attēls. Biotopu laika rindas platgalvei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos





4.6.6. attēls. Biotopu laika rindas sapalam dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

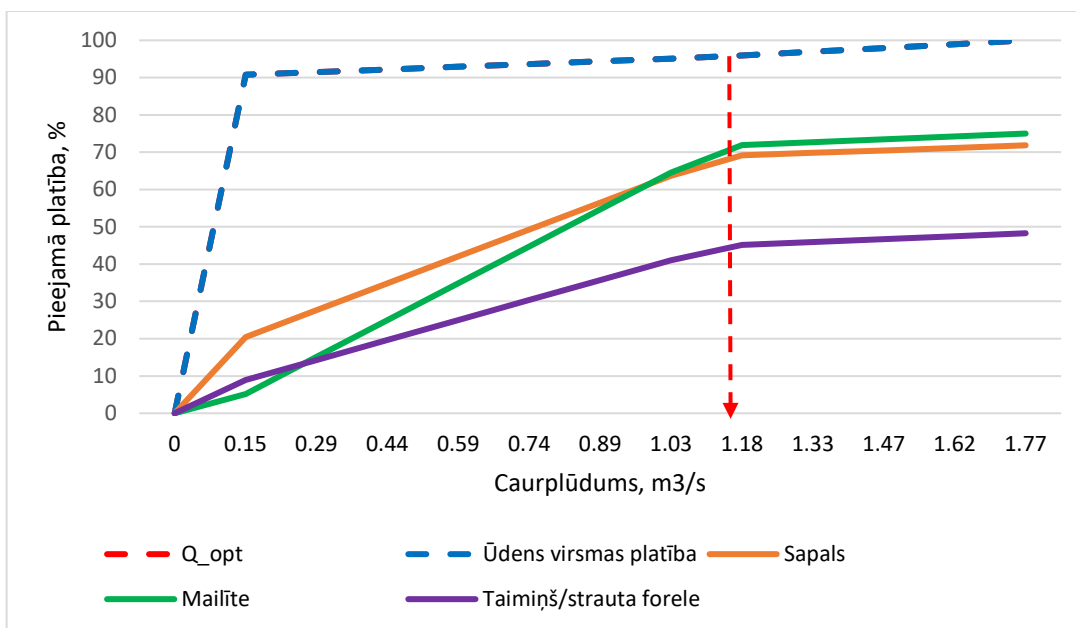
4.7. Zaņa – Zaņas HES

Šis Zaņas upes posms ir iekļauts prioritāro zivju ūdeņu sarakstā kā karpveidīgo zivju ūdeņi. Kopumā uz Zaņas atrodas divas mazās HES un Zaņas HES ir vistuvāk grīvai. Saskaņā ar ūdens resursu lietošanas atļauju minimālais garantētais caurplūdums ir noteikts kā 0,069 m³/s un ekoloģiskais caurplūdums ir 0,32 m³/s.

Zaņas upē leļpus Pampāļiem modelētās zivju sugas:

- Sapals, pieaugušie (*Squalius cephalus*),
- Mailīte, pieaugušie (*Phoxinus phoxinus*),
- Taimiņš/straute forele, mazuļi (*Salmo trutta*).

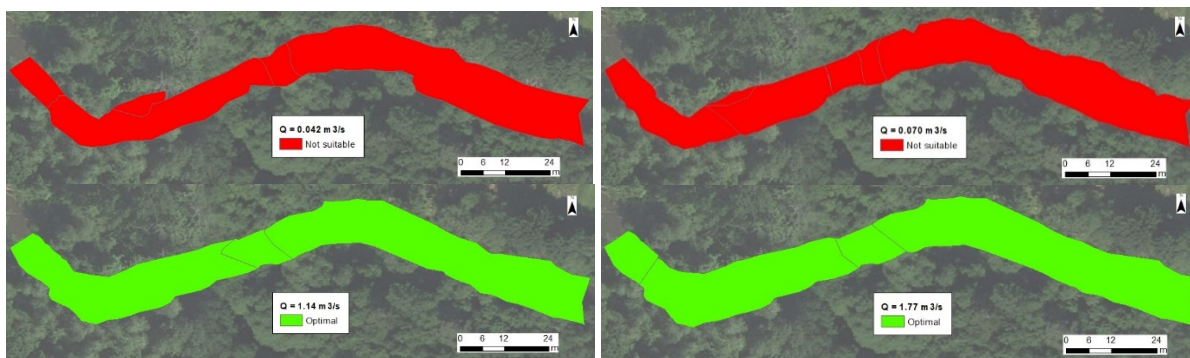
Biotopu pieejamības līknes atkarībā no caurplūduma ir attēlotas 4.7.1. attēlā. Šīs līknes tika modelētas katrai BIOR ekspertu atlasītajai zivju sugai (sapals, mailīte, taimiņš/straute forele). Kopumā var redzēt, ka biotopu pieejamība atkarībā no caurplūduma ir ļoti līdzīga visām modelētajām zivju sugām. Mazūdens perioda laikā biotopu pieejamība ir zema un nepārsniedz 14% no kopējās apsekotā posma platības. Caurplūdumam pieaugot un sasniedzot mazūdens perioda maksimālo caurplūdumu, pieejamā biotopu platība sasniedz savu maksimumu. Caurplūdumam turpinot pieaugt un sasniedzot gada vidējo caurplūdumu, pieejamā biotopu platība praktiski nemainās. Mazūdens perioda maksimālais caurplūdums tika noteikts par optimālo caurplūdumu Zaņas upē leļpus Zaņas HES.



4.7.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Zaņā lejpus Zaņas HES

4.7.2., 4.7.3. un 4.7.4. attēlos redzamas biotopu telpiskās pieejamības kartes mailītei, sapalam un taimiņam/strausta forelei. Kopumā biotopu pieejamības izmaiņas ir ļoti līdzīgas modelētajām zivju sugām.

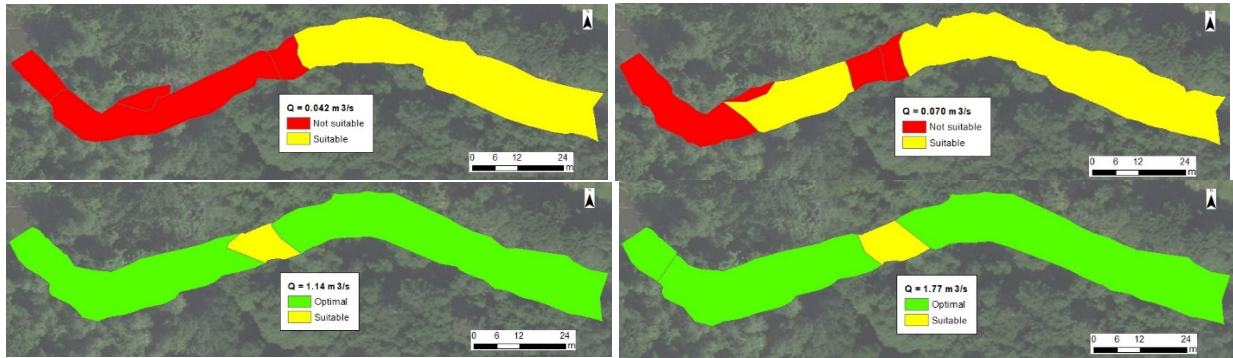
Mazūdens perioda minimālā un vidējā caurplūduma apstākļos **mailītei** apsekotais Zaņas posms ir pilnībā nepieejams (4.7.2. attēls), kas pārsvarā saistīts ar pārāk mazu straumes ātrumu. Kad caurplūdums sasniedz mazūdens perioda maksimālo caurplūdumu, mailītei pieejamā biotopu platība strauji palielinās un viss apsekotais upes posms veido optimālu biotopu. Caurplūdumam turpinot palielināties un sasniedzot gada vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība nemainās.



4.7.2. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes mailītei Zaņā lejpus Zaņas HES

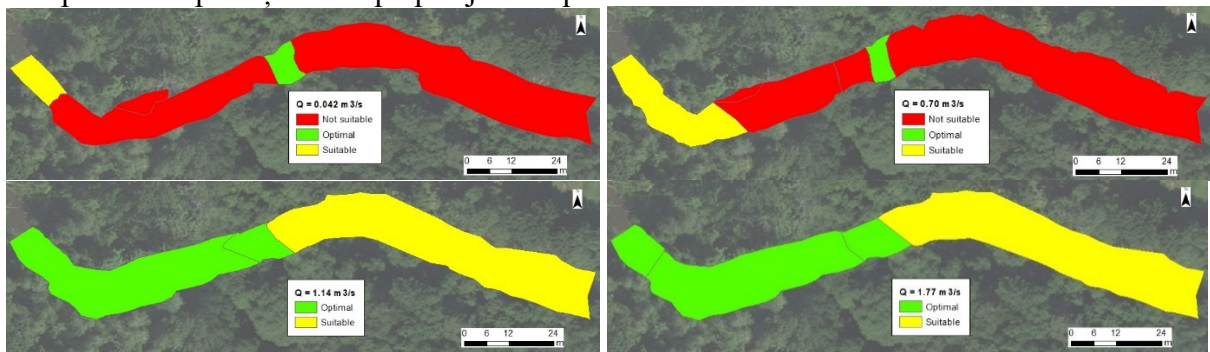
Nedaudz atšķirīgas biotopu telpiskās pieejamības tendences var novērot **sapalam** (4.7.3. attēls). Biotopu pieejamība pieaug, kad caurplūdums palielinās no mazūdens perioda minimālā caurplūduma (pieejamā platība 57%) līdz mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam (94%)

no apsekotā posma ir optimāli biotopi un 6% derīgi biotopi), kad tas sasniedz maksimālo izplatību. Caurplūdumam turpinot palielināties un sasniedzot gada vidējo caurplūdumu, biotopu pieejamība nemainās.



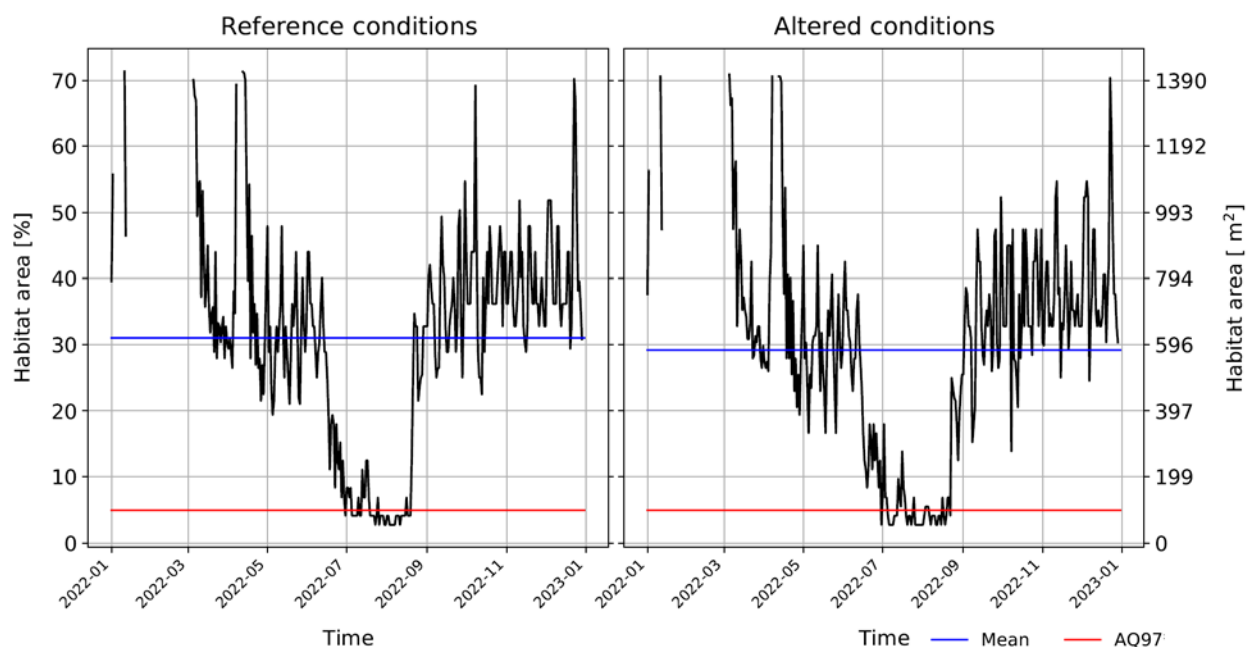
4.7.3. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes sapalam Zaņā lejpūs Zaņas HES

4.7.4. attēlā redzama biotopu pieejamība **taiņam/straucha forelei**. Pieejamā biotopu platība palielinās, kad caurplūdums pieaug no mazūdens perioda minimālā caurplūduma (10% pieejami biotopi) līdz mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam (54% no apsekotā posma veido optimālu biotopu un 44% derīgu biotopu). Mazūdens perioda maksimālā caurplūduma apstākļos taiņam/straucha foreles pieejamā biotopu platība sasniedz savu maksimumu un gada vidējā caurplūduma apstākļos biotopu pieejamība praktiski nemainās.

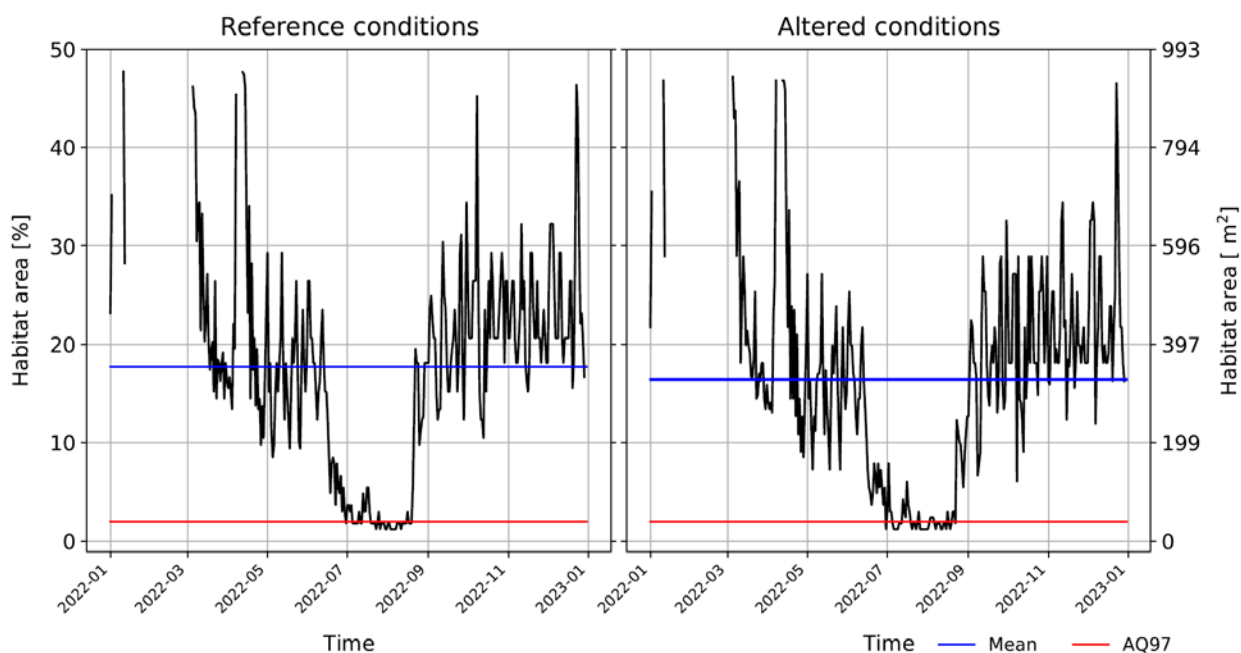


4.7.4. attēls. Biotopu telpiskās pieejamības kartes taiņam/straucha forelei Zaņā lejpūs Zaņas HES

4.7.5. un 4.7.6. attēlos redzamas biotopu izmaiņas laikā. Sarkanā līnija attēlos atbilst biotopu pieejamības vērtībai ar 97% varbūtību, bet zilā līnija ir vidējā pieejamo biotopu platība. Lai gan piemērā ir redzamas tikai divas zivju sugas, līdzīgas tendences var novērot arī pārējām modelētajām zivju sugām. Kopumā var redzēt, ka HES darbībai ir ietekme uz biotopu pieejamību Zaņas upē lejpūs Zaņas HES.



4.7.5. attēls. Biotopu laika rindas sapalam dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos



4.7.6. attēls. Biotopu laika rindas taimiņam/strausta forelei dabiskajos un HES darbības ietekmētos apstākļos

V. EKOLOĢISKĀ CAURPLŪDUMA NOVĒRTĒJUMS DEMONSTRĀCIJU UPĒS

Ekoloģiskais caurplūdums (E-flow) tika noteikts pēc metodikas, kas izstrādāta Interreg V-A Latvia – Lithuania Programme 2014-2020 ECOFLOW projektā un pilnu metodikas aprakstu var atrast ECOFLOW projekta materiālos [3]. 2017.-2021. g. ekoloģiskais caurplūdums tika noteikts 9 upēs Latvijas teritorijā un upes pēc līdzīgiem principiem tika analizētas arī Lietuvā īstenotajā ECODAM projektā [2]. Ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas pieeja Latvijas upēs ir aprakstīta arī zinātniskajā publikācijā [4].

Saskaņā ar šo metodiku ekoloģiskais caurplūdums tiek aprēķināts, izmantojot optimālo caurplūdumu (Q_{optimum}) kā būtiskāko hidroloģisko raksturlielumu. Optimālais caurplūdums ir caurplūdums, kura laikā zivīm pieejamā biotopu platība sasniedz savu maksimumu.

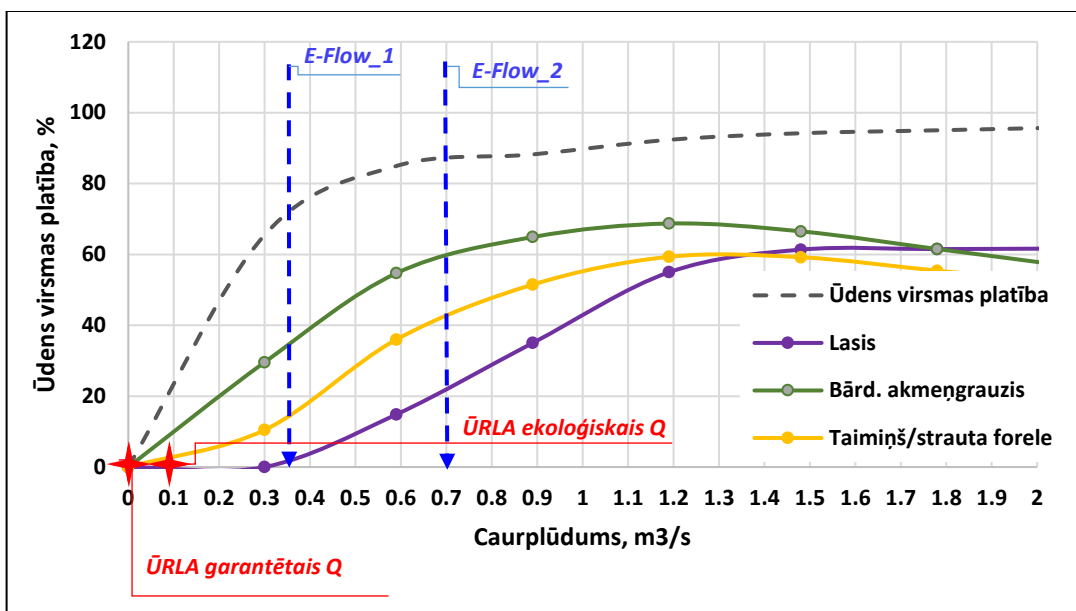
Ņemot vērā zivju dzīves periodus, **ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanai gads tika sadalīts divos bioperiodes, kas kopā veido ekoloģiskā caurplūduma režīmu:** augšanas un barošanās periods (no jūlija līdz oktobra vidum) un nārstošanas periods (no oktobra vidus līdz jūnijam). Ņemot vērā dažādu pētījumu rezultātus un Ūdens struktūrdirektīvas vadlīnijas [1], tiek pieņemts, ka 60% no optimālā caurplūduma ir pietiekoši, lai nodrošinātu labvēlīgus apstākļus zivju nārsta periodā. Saskaņā ar eksperta novērtējumu augšanas un barošanās periodā 30% no optimālā caurplūduma ir pietiekoši, lai nodrošinātu labvēlīgus apstākļus mazūdēns periodā. Jāpiebilst, ka parasti 30% no optimālā caurplūduma aptuveni atbilst mazūdēns perioda vidējam caurplūdamam.

5.1. Aģe upe – Aģes dzirnavu HES

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.1.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 1,20 m³/s, kas aptuveni atbilst mazūdēns perioda maksimālajam caurplūdamam. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Aģē leņpus Aģes dzirnavu HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,36 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 0,72 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdēns perioda vidējam caurplūdamam (Q_{30_avg}).



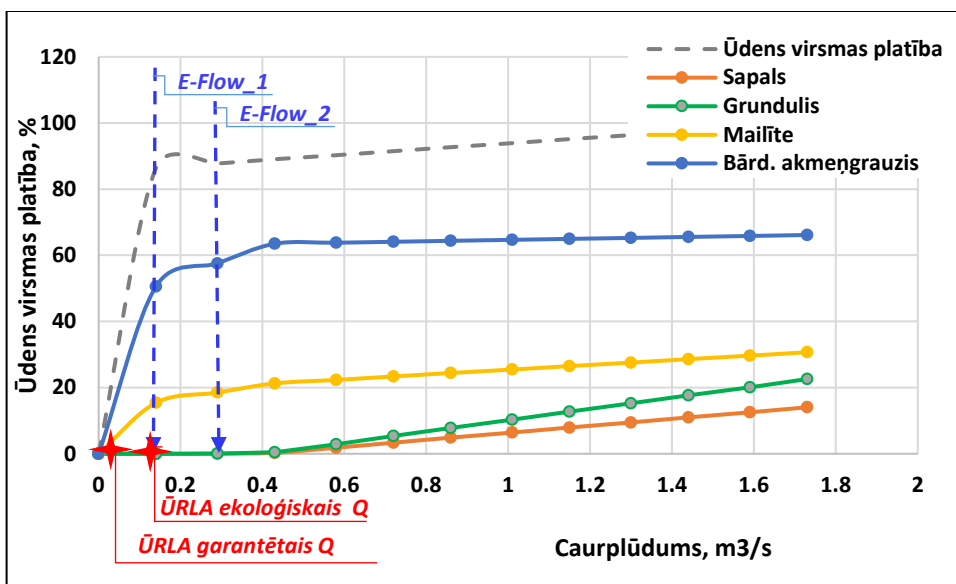
5.1.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Aģes upei lejpus Aģes dzirnavu HES (zilā bultā- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

5.2. Auces upe – Bēnes HES

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.2.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 0,50 m³/s, kas aptuveni atbilst vērtībai starp mazūdens perioda maksimālo un gada vidējo caurplūdumu. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Aucē lejpus Bēnes HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,15 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 0,30 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdens perioda vidējam caurplūdumam (Q_{30_avg}).



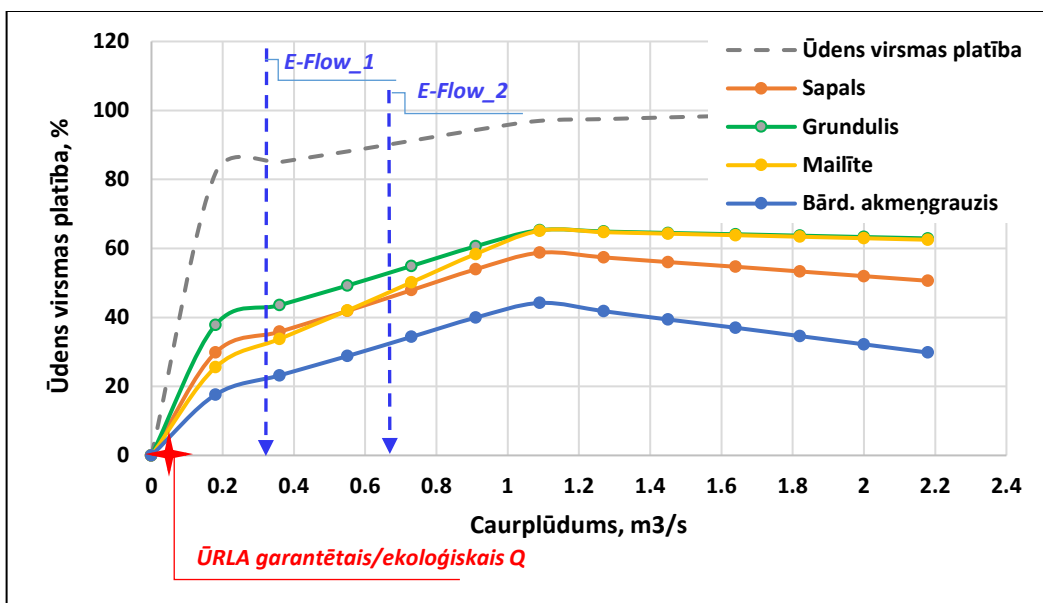
5.2.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Auces upei leņpus Bēnes HES (zilā bultā- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

5.3. Auces upe – Kroņauces HES

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.3.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 1,10 m³/s, kas atbilst gada vidējam caurplūdumam. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Aucē leņpus Kroņauces HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,33 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 0,66 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdens perioda vidējam caurplūdumam (Q_{30_avg}).



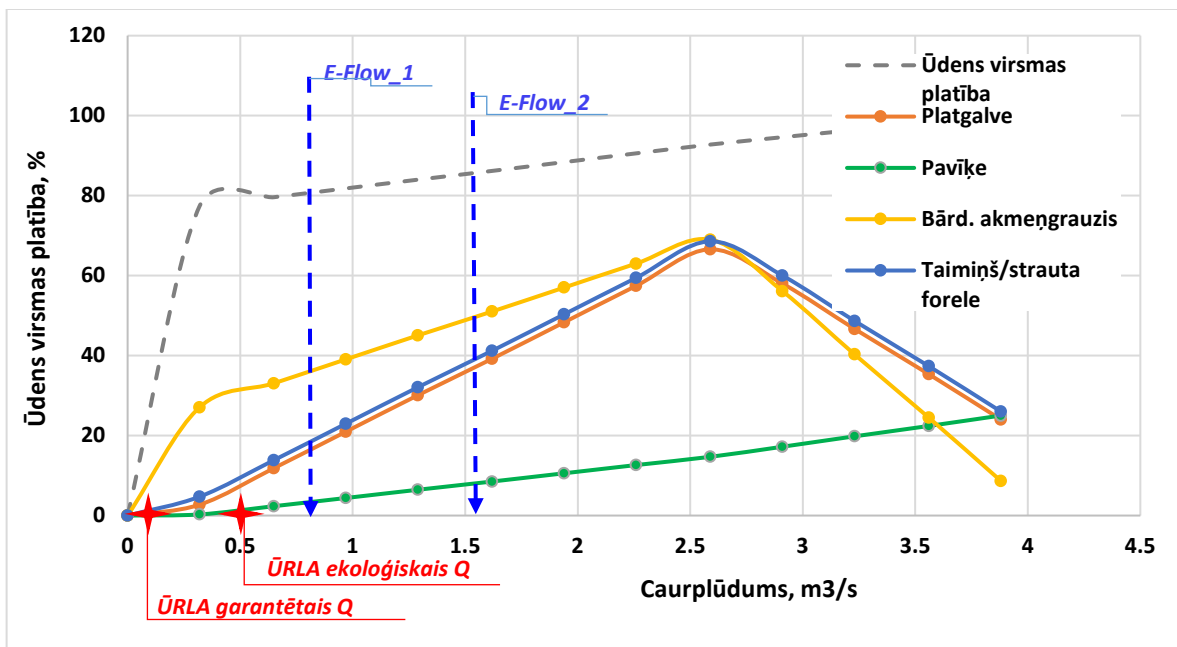
5.3.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Auces upei leņpus Kroņauces HES (zilā bultā- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

5.4. Mergupe – Brūnu HES

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.4.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 2,60 m³/s, kas atbilst gada vidējam caurplūdumam. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Mergupē leņpus Brūnu HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,78 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 1,56 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdens perioda vidējam caurplūdumam (Q_{30_avg}).



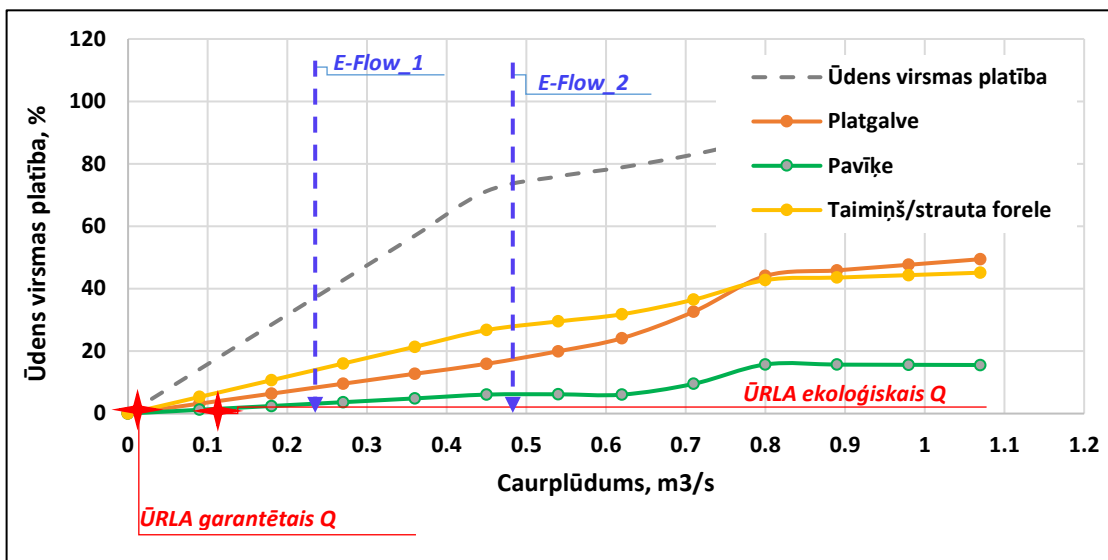
5.4.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Mergupei leņpus Brūnu HES (zilā bultā- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

5.5. Mergupe – Krīgaļu HPP

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.5.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 0,79 m³/s, kas atbilst gada vidējam caurplūdumam. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Mergupē leņpus Krīgaļu HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,24 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 0,48 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdens perioda vidējam caurplūdumam (Q_{30_avg}).



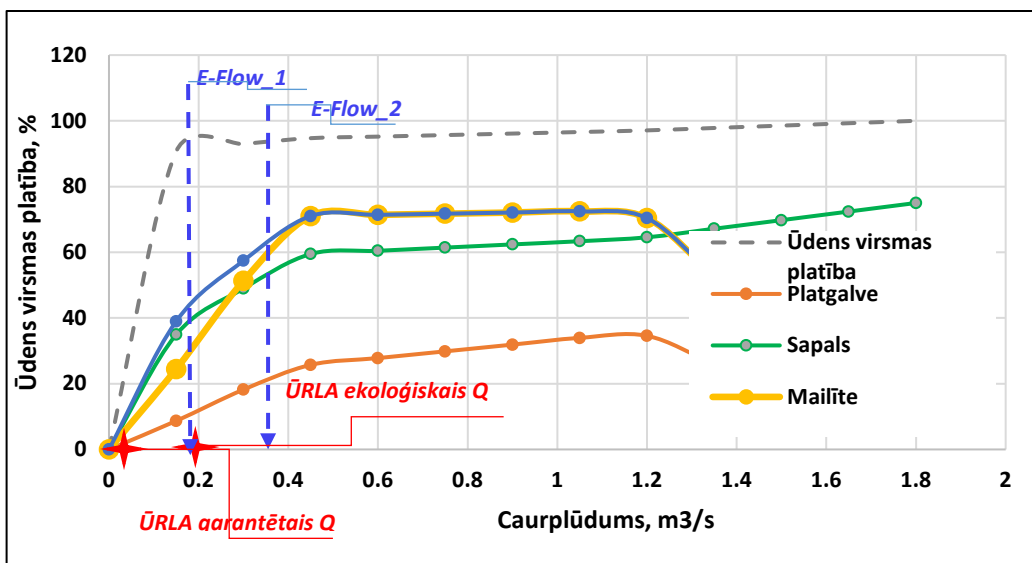
5.5.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Mergupei leņpus Krīgaļu HES (zilā bultā- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

5.6. Zaņas upe – Pampāļu HES

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.6.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 0,60 m³/s, kas atbilst mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Zaņas leņpus Pampāļu HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,18 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 0,36 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdens perioda vidējam caurplūdumam (Q_{30_avg}).



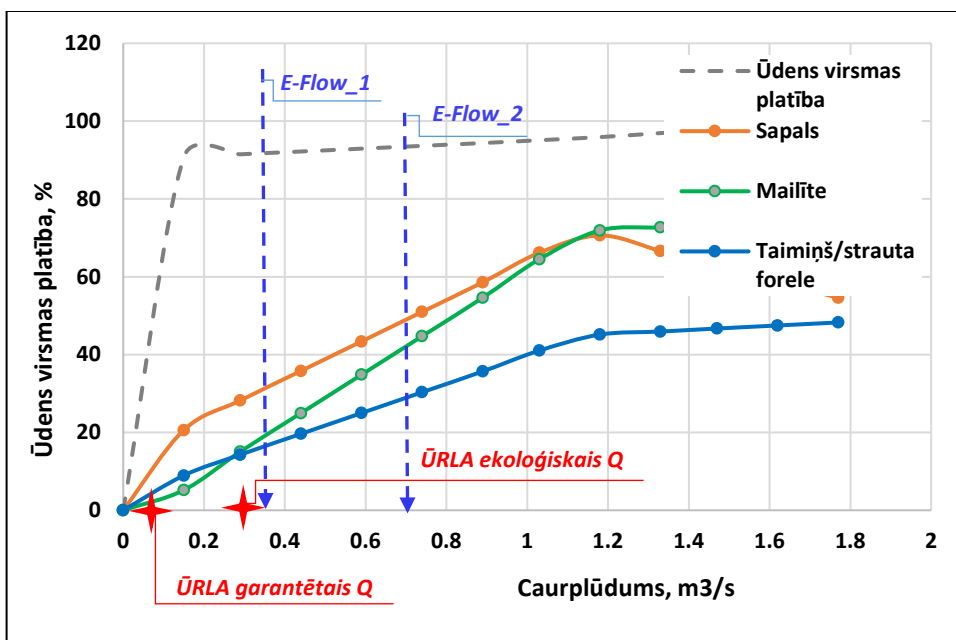
5.6.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Zaņas upei lejpus Pampāļu HES (zilā bultā- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

5.7. Zaņas upe – Zaņas HES

Izmantojot biotopu pieejamības līknes (5.7.1. attēls), optimālais caurplūdums tika definēts kā 1,18 m³/s, kas atbilst mazūdens perioda maksimālajam caurplūdumam. Saskaņā ar ekoloģiskā caurplūduma aprēķināšanas metodiku, ieteiktais ekoloģiskā caurplūduma režīms Zaņas lejpus Zaņas HES ir sekojošs:

- 1) caurplūdums ne mazāks kā 0,35 m³/s periodā no jūlija līdz oktobra vidum;
- 2) caurplūdums lielāks par 0,70 m³/s periodā no oktobra vidus līdz jūnijam.

Ierosinātais minimālais ekoloģiskais caurplūdums atbilst mazūdens perioda vidējam caurplūdumam (Q_{30_avg}).



5.7.1. attēls. Biotopu pieejamības līknes Zaņas upei leļpus Zaņas HES (zilā bulta- vasaras (1) un ziemas (2) perioda ekoloģiskais caurplūdums, zvaigznes-garantētais un ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA)

6.1. tabulā ir dots 2022.gada hidroloģiskā režīma raksturojums. Tas dod iespēju salīdzināt pēdējo pieejamo pilno hidroloģisko gadu ar LIFE projektā aprēķināto ekoloģiskā caurplūduma režīmu. Redzams, ka kopumā nav dabisku šķēršļu, lai nevarētu ievērot ekoloģiskā caurplūduma režīmu.

6.1.tabula. Galvenie hidroloģiskā režīma raksturlielumi

Upe	HES	Mazūdens periods			Gada vidējais caurplūdums, m³/s
		Minimālais, m³/s	Vidējais, m³/s	Maksimālais, m³/s	
Aģe	Aģes dzirnavu	0,10	0,36	1,18	1,85
Auce	Bēne s	0,030	0,13	0,28	0,64
Auce	Kroņauces	0,042	0,30	0,44	1,11
Mergupe	Krīgaļu	0,058	0,17	0,47	0,75
Mergupe	Brūnu	0,20	0,58	2,00	2,99
Zaņa	Pampāļu	0,074	0,22	0,39	1,21
Zaņa	Zaņas	0,11	0,34	0,62	2,03

Kopumā pastāv būtiskas atšķirības starp LIFE projektā rekomendēto ekoloģisko caurplūdumu un ūdens resursu atļaujās noteikto ekoloģisko caurplūdumu (6.2. tabula). Dažām HES (Bēnes HES, Pampāļu HES un Zaņas HES) mūsu rekomendētais mazūdens perioda ekoloģiskais caurplūdums ir tuvs ŪRLA noteiktajam ekoloģiskajam caurplūdumam. Auces upes leļpus Kroņauces HES ŪRLA noteiktais ekoloģiskais caurplūdums ir vairāk kā 10 reizes mazāks par ilgtermiņa minimālo caurplūdumu (6.1. tabula), kas liecina, ka šis upes posms jau ilgstoši ir pakļauts būtiskai hidroloģiskajai slodzei. Mūsu rezultāti parāda, ka visām analizētajām upēm šobrīd ŪRLA noteiktie

ekoloģiskie caurplūdumi ir nepietiekami laba ekoloģiskā statusa sasniegšanai, kas ir galvenais ŪSD mērķis [5].

6.2. tabula. Ekoloģiskā caurplūduma salīdzinājums demonstrāciju upēs

Upe	HES	Garantētais / ekoloģiskais caurplūdums ŪRLA, m ³ /s	Rekomendētais vasaras E-flow, m ³ /s	Rekomendētais ziemass E-flow, m ³ /s
Aģe	Aģes dzirnavu	0,015 / 0,09	0,36	0,72
Auce	Bēnes	0,007 / 0,15	0,15	0,30
Auce	Kronauces	0,003 / 0,003	0,33	0,66
Mergupe	Krīgaļu	0,015 / 0,12	0,24	0,48
Mergupe	Brūnu	0,124 / 0,50	0,78	1,56
Zaņa	Pampāļu	0,039 / 0,20	0,18	0,36
Zaņa	Zaņas	0,069 / 0,32	0,35	0,71

VI. SECINĀJUMI

- Ekoloģiskā caurplūduma modelēšana tika veikta Aģes upē (1 mazā HES), Auces upē (2 HES), Mergupē (2 HES) un Zaņas upē (2 HES). Divas no demonstrāciju upēm (3 mazās HES) pieder pie lašveidīgo zivju ūdeņiem, kas ir īpaši jutīgas pret HES izraisītajām hidroloģiskā režīma pārmaiņām.
- Šobrīd ūdens resursu lietošanas atļaujās noteiktais ekoloģiskais caurplūdums nav noteikts saskaņā ar ūdens resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas prasībām. Atļaujās noteiktie ekoloģiskie caurplūdumi pārsvarā ir pārāk zemi un nevar nodrošināt veselīgu ūdens ekosistēmu eksistenci.
- 2017.-2022.g. Latvijā kopumā ekoloģiskais caurplūdums tika noteikts 13 upēs ar mazo HES ietekmi. Pirmie soļi vienkāršotas ekoloģiskā caurplūduma formula izveidē tika veikti jau ECOFLOW projektā un LIFE GoodWater IP projektā šī metodika tika pārbaudīta un apstiprināta.
- Ritrālām (strauji tekošām) un potamālām (lēni tekošām) upēm ekoloģiskā caurplūduma režīms ir jāreķina atšķirīgi, jo straujteču sugas ir īpaši jutīgas pret hidromorfoloģiskās kvalitātes, skābekļa un temperatūras apstākļu izmaiņām, īpaši HES izraisītos mazūdens periodos. Optimālais caurplūdums potamālām upēm ir nosakāms kā mazūdens perioda maksimālais caurplūdums, bet ritrālām upēm kā gada vidējais caurplūdums.
- Visiem upju tipiem ekoloģiskā caurplūduma režīma minimālā vērtība ir tuva mazūdens perioda vidējam caurplūdumam.
- Kopumā, aprēķinot ekoloģiskā caurplūduma režīmu, netika atrastas reģionālas atšķirības un visos upju baseinu apgabalos ekoloģiskais caurplūdums ir jāreķina pēc vienotas metodikas, ņemot vērā upju tipoloģiju.

ATSAUCES

1. Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive, EU Guidance document Nr.31, 2015
<https://circabc.europa.eu/sd/a/4063d635-957b-4b6f-bfd4-b51b0acb2570/Guidance%20No%2031%20-%20Ecological%20flows%20%28final%20version%29.pdf>
2. Impact assessment of hydrotechnical structures on river runoff and sustainable water management for conservation and restoration of water ecosystems: Final Report, 2022. ECODAM project (Project No. S-SIT-20-3) funded by the Research Council of Lithuania (LMTLT), the National Research Programme ‘Sustainability of agro-, forest and water ecosystems (2015–2021)’
3. Methodology of E-flow evaluation on the base of Venta and Lielupe Latvian-Lithuanian transboundary river basins, 2019. ECOFLOW project report.
https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Par_centru/ES_projekti/ECOFLOW/DeliverableT3_1_METHODODOLOGY.pdf
4. Jekabsone, J.; Abersons, K.; Kolcova, T.; Tirums, M. First steps in the ecological flow determining for Latvian rivers. *Hydrol. Res.* **2022**, 53, 1063–1074.
5. Jekabsone, J., Kolcova, T., Tirums, M., Cicendajeva, M., Abersons, K. 2022. ECOLOGICAL FLOWS AS INDICATOR OF HEALTHY RIVER ECOSYSTEMS. In: Mander Ū, Sohar K, Pärn J (eds.) Book of Abstracts. BIOGEOMON Conference 2022, 23–30 June, 2022, Tartu, Estonia. p. 54.