

*Zavod za ribištvo Slovenije,
Sp. Gameljne 61 a,
1211 Ljubljana-Šmartno*



**Ihtiološki pregled na HE Brežice v letu 2019
Monitoring prehoda za vodne organizme**

Končno poročilo

Sp. Gameljne, maj 2020



Ihtiološki pregled na HE Brežice v letu 2019
Monitoring prehoda za vodne organizme

Končno poročilo

Naročnik: Hidroelektrarne na spodnji Savi, d.o.o.
Cesta bratov Cerjakov 33a
8250 Brežice

Št pogodbe: HESS 227/2017

Izvajalec: Zavod za ribištvo Slovenije
Sp. Gameljne 61 a,
1211 Ljubljana - Šmartno

Nosilka naloge: dr. Daša Zabrc, univ. dipl. biol.

Avtorji poročila: dr. Daša Zabrc, univ. dipl. biol.
Brina Sotenšek, univ. dipl. biol.
Rok Hamzić, univ. dipl. inž. grad.

Tehnični sodelavci: mag. Aljaž Jenič, univ. dipl. biol.
mag. Maša Čarf, univ. dipl. biol.
Herman Kerin
Jože Spilek

Foto: Arhiv Zavoda za ribištvo Slovenije (ZZRS)

Št. dokumenta: 410-5/2017/35
Datum: 15. 06. 2020

Direktor:

Rado Javornik, univ. dipl. inž. kmet.



KAZALO VSEBINE

1. Uvod.....	6
2. Materiali in metode	8
2.1 Vzorčenje rib z elektroribolovom.....	8
2.1.1 Popis abiotskih lastnosti	10
2.1.2 Analiza ribjih populacij	11
2.2 Vzorčenje rib z vršo.....	11
2.2.1 Popis abiotskih lastnosti	14
2.2.2 Analiza ribjih populacij	14
2.3 Spremljanje drsti v ribjem prehodu	14
3. Rezultati in razprava.....	16
3.1 Vzorčenje z elektroribolovom	16
3.1.1. Vzorčna mesta	16
3.1.2 Vrste rib.....	20
3.1.2 Številčnost in prostorska razporeditev ribjih populacij.....	25
3.2 Vzorčenje z vršo	30
3.2.1 Prikaz zabeleženih podatkov o temperaturi Save v akumulaciji HE Brežice na dneve vzorčenj z vršo	30
3.2.2 Vrste rib.....	30
3.2.3 Potamodromne vrste.....	32
3.3 Rezultati spremljanja drsti v ribjem prehodu	34
3.4 Delovanje prehoda za vodne organizme pri HE Brežice.....	36
3.4.1 Jedrska elektrarna Krško	36
3.4.2 Delovanje zapornic.....	37
3.5 Primerjava z rezultati monitoringov prehoda za vodne organizme pri HE Arto-Blanca.....	38
3.5.1 Primerjava vrstne sestave ujetih rib v prehodih za vodne organizme pri HE Arto-Blanca in HE Brežice	38
3.5.2 Primerjava prostorske razporeditve rib v prehodih za vodne organizme pri HE Arto-Blanca in pri HE Brežice	42
4. Povzetek z zaključki.....	44
5. Viri in literatura.....	47
Priloga 1	48



KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Značilne strukture prehoda za vodne organizme pri HE Brežice: izlivni odsek s pragovi (levo zgoraj), drstišče s prehodom (desno zgoraj), tolmun (levo spodaj), pragovi s tolmuni (desno spodaj), maj in november 2019.</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2: Pregledna karta vzorčenih odsekov v prehodu HE Brežice v letu 2019.</i>	<i>9</i>
<i>Slika 3: Vzorčenje sonaravnega odseka, maj 2019.</i>	<i>10</i>
<i>Slika 4: Vzorčenje »režastega prehoda«, november 2019.</i>	<i>10</i>
<i>Slika 5: Namestitev vrše v tehničnem delu prehoda za vodne organizme (27.03.2019).</i>	<i>12</i>
<i>Slika 6: Prikaz lokacij opazovanih litofilnih drstišč v prehodu HE Brežice.</i>	<i>15</i>
<i>Slika 7: Prikaz površin vzorčenega odseka »izlivni odsek« na prehodu HE Brežice.</i>	<i>17</i>
<i>Slika 8: Prikaz površin vzorčenega odseka »odsek I s pragovi« v prehodu HE Brežice.</i>	<i>17</i>
<i>Slika 9: Prikaz površine vzorčenih odsekov »dolvodni tolmun«, »drstišče«, »prehod ob drstišču« in »odsek II s pragovi« na prehodu HE Brežice.</i>	<i>18</i>
<i>Slika 10: Prikaz površin vzorčenega odseka »gorvodni tolmun« na prehodu HE Brežice.</i>	<i>18</i>
<i>Slika 11: Prikaz površin vzorčenega odseka »tehnični del« na prehodu HE Brežice.</i>	<i>19</i>
<i>Slika 12: Okvara zapornice 4 v času vzorčenja (29.11.2019).</i>	<i>20</i>
<i>Slika 13: Pezdirk, ujet pri vzorčenju z elektroribolovom 23.05.2019.</i>	<i>23</i>
<i>Slika 14: Pohra, ujeta pri vzorčenju z elektroribolovom 23.05.2019.</i>	<i>23</i>
<i>Slika 15: Črnooka, ujeta v vzorčenju prehoda z elektroribolovom 23.05.2019.</i>	<i>24</i>
<i>Slika 16: Odrasla mrena, ujeta pri vzorčenju prehoda z elektroribolovom maja 2019.</i>	<i>27</i>
<i>Slika 17: Odrasla podust, ujeta pri vzorčenju prehoda z elektroribolovom maja 2019.</i>	<i>28</i>
<i>Slika 18: Potencialno drstišče mreine na najbolj gorvodnem drstišču v prehodu za vodne organizme pri HE Brežice.</i>	<i>34</i>



KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Časovna postavitev vrše in odprtost glavne zapornice</i>	<i>13</i>
<i>Preglednica 2: Širine, dolžine in površine izlovnih odsekov v letu 2019.....</i>	<i>16</i>
<i>Preglednica 3: Vrednosti izbranih fizikalno kemijskih parametrov vode prehoda za vodne organizme pri HE Brežice.....</i>	<i>20</i>
<i>Preglednica 4: Vrste rib, ki so bile zabeležene v Savi na odseku od Krškega do Mokric pred izgradnjo hidroelektrarn na spodnji Savi (vzorčenje 2009), vrste, ki so bile zabeležene ob intervencijskih izlovih (2018 in 2019) ter vrste, zabeležene v vzorčenjih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice v letih 2017, 2018 in 2019.....</i>	<i>22</i>
<i>Preglednica 5: Številčnost (N/100 m²) posameznih vrst rib na sedmih odsekih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice, maj in november 2019.....</i>	<i>26</i>
<i>Preglednica 6: Število osebkov (N) posameznih vrst rib na sedmih odsekih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice, maj in november 2019.....</i>	<i>29</i>
<i>Preglednica 7: Vrednosti temperature vode v akumulaciji HE Brežice ob nastavitvi in dvigu vrše.....</i>	<i>30</i>
<i>Preglednica 8: Število osebkov posameznih vrst rib, ki smo jih v letu 2019 ujeli v vrši.....</i>	<i>31</i>
<i>Preglednica 9: Prikaz ulovljenih osebkov v drsti po vrstah na posameznih odsekih prehoda, elektroribolov dne 23.05.2019.....</i>	<i>35</i>
<i>Preglednica 10: Primerjava pojavljanja vrst pri vzorčenjih na območju prehodov za vodne organizme pri HE Arto-Blanca in HE Brežice.....</i>	<i>41</i>



1. Uvod

Hidroelektrarna Brežice je peta v verigi hidroelektrarn na spodnji Savi. Najbolj gorvodni hidroelektrarni Vrhovo in Boštanj nimata prehodov za vodne organizme, nadaljnje tri pa so s prehodi opremljene. Ob jezovnih zgradbah pri hidroelektrarnah Arto – Blanca in Brežice potekata sonaravni obvodni strugi, hidroelektrarna Krško pa ima tehničen tip prehoda za vodne organizme.

Hidroelektrarno Brežice (HE Brežice) so pričeli graditi aprila 2014, uradno pa so jo odprli septembra 2017. Jezovna zgradba, akumulacijski bazen in prehod za vodne organizme so pričeli poskusno obratovati jeseni 2017.

Prehod za vodne organizme poteka po levem bregu Save mimo jezovne zgradbe HE Brežice. Je tip sonaravne obvodne struge s tehničnim dvonivojskim vtočnim delom režastega tipa. Voda je iz akumulacije preko dovodnega kanala speljana v tehnični odsek. Pretok vode v prehodu za ribe je reguliran z eno glavno in šestimi dodatnimi zapornicami. Predvideni so trije načini obratovanja, in sicer s pretoki 500 l/s, 650 l/s in 800 l/s.

Sonaravni del vsebuje različne strukture (Slika 1), ki ribam omogočajo premikanje po toku navzgor in navzdol ter omogočajo drst litofilnih drstnic, ki v času drsti odlagajo ikre na kamnito podlago. Z razvojem rastlinskih združb se v prehodu vzpostavijo tudi pogoji z drst fitofilnih drstnic, ki ikre odlagajo na rastlinje. To je prvi prehod za vodne organizme v Sloveniji, ki ima dvojno funkcijo: omogočiti prehajanje rib mimo jezovne zgradbe in drst litofilnih in fitofilnih drstnic.



Slika 1: Značilne strukture prehoda za vodne organizme pri HE Brežice: izlivni odsek s pragovi (levo zgoraj), drstišče s prehodom (desno zgoraj), tolmun (levo spodaj), pragovi s tolmini (desno spodaj), maj in november 2019.

Ob zajezitvi reke se selitvene poti in prosto razporejanje rib na vplivnem območju hidroelektrarne prekinejo in ob vzpostavitvi prehoda predstavlja ta edino prosto pot po toku navzgor in navzdol. V prvem letu delovanja hidroelektrarne in prehoda za vodne organizme se ribja združba prilagaja na nove razmere in so premiki rib v iskanju življenjskega prostora, hrane, drstišč sprva bolj intenzivni, po približno enem letu pa ti premiki postanejo bolj umirjeni. Redni ihtiološki monitoring delovanja prehoda pri HE Brežice se je pričel izvajati v drugem letu njegovega delovanja, in sicer v letu 2019. RIBE smo vzorčili z vršo in elektroribolovom.

Namen ihtiološkega monitoringa prehoda za vodne organizme pri HE Brežice je ugotoviti njegovo delovanje glede dveh funkcij: omogočanje prehajanja rib iz Save dolvodno od jezovne



zgradbe v akumulacijo nad jezovno zgradbo in nudenje pogojev za drst rib. Poleg tega je namen ihtiološkega monitoringa tudi beleženje napak in problemov prehoda kot tehničnega objekta ter podajanje predlogov za izboljšave.

Cilj vzorčenja z elektroribolovom je bil ugotoviti prostorsko razporeditev in številčnost posameznih vrst rib.

Cilji vzorčenja z vršo so bili: ugotoviti vrste in število osebkov posameznih vrst, ki so prehod za vodne organizme v celoti preplavale (gorvodna migracija), vrste in število osebkov posameznih vrst, ki vstopajo iz akumulacije v ribjo stezo (dolvodna migracija) ter ugotoviti velikostno strukturo migratornih vrst rib, ki so se ujele v večjem številu.

2. Materiali in metode

2.1 Vzorčenje rib z elektroribolovom

Ribe smo z elektroribolovom v letu 2019 vzorčili dvakrat (23. 05. 2019 in 29. 11. 2019). V skladu z navodili za upravljanje z zapornicami, s katerimi se uravnava pretok v prehodu, smo pred pričetkom in po zaključku vzorčenja pretok v prehodu uravnavali po sledečem protokolu (Ciuha, marec 2018):

Blanca

- režim obratovanja se preklopi na R500,
- preklop iz avtomatskega na ročni režim na glavni zapornici,
- ročno zapiranje glavne zapornice na 15%,
- ročno odpiranje 6. regulacijske zapornice,
- ročno zapiranje trenutno odprte regulacijske zapornice,
- (po opravljenem vzorčenju) vrnitev vseh zapornic na prvotno nastavitvev,
- v primeru napake v elektro omarici preveriti, na kateri zapornici je napaka in jo testirati.

Sledenje omenjenemu protokolu naj bi zagotovilo, da je po celotni dolžini sonaravnega odseka globina vode do 70 cm, kar omogoča vzorčenje rib z brodenjem in hkrati na nobenem odseku prehoda globina vode ni tako nizka, da bi povzročila izsušitev struktur oziroma bi ogrožala preživetje rib v prehodu. Pri taki nastavitvi zapornic nismo opazili umika rib iz prehoda dolvodno proti Savi.



Pretok vode v prehodu za vodne organizme smo zmanjšali po navodilih za uravnavanje zapornic, kar nam je omogočilo, da smo v prehodu vzorčili brez ogrožanja rib.

Vzorčili smo na sedmih vzorčnih mestih, in sicer na šestih odsekih sonaravnega dela prehoda in enem odseku gorvodnega, tehničnega dela prehoda. V sonaravnem delu smo vzorčili na naslednjih odsekih: na izlivnem delu prehoda, na odseku I (dolvodno) s pragovi, na odseku s tolmunom, na drstišču, na prehodu mimo drstišča in na odseku II (gorvodno) s pragovi. Vzorčna mesta prikazujemo na Slika 2.

Zaradi napake GPS naprave smo v jesenskem času vzorčili tolmun, ki leži gorvodno od odseka II s pragovi (namesto tolmuna, ki leži dolvodno od vzorčenega drstišča in prehoda ob njem in ki smo ga vzorčili pri spomladanskem vzorčenju). Pri obeh vzorčenjih, tako v spomladanskem kot jesenskem času, pa smo pri vzorčenju zajeli vse značilne strukture prehoda.



Slika 2: Pregledna karta vzorčenih odsekov v prehodu HE Brežice v letu 2019.



Na sonaravnem odseku smo ribe vzorčili z brodenjem (Slika 3). V tehničnem odseku smo ribe vzorčili z roba prekatov (Slika 4), saj globina vode ni omogočala brodenja. Vzorčili smo z nahrbtnim elektroegregatom tipa ELT 60 II, GI Honda GXV50, 300/550 V, proizvajalca Hans Grassl GmbH. Poleg dveh elektroribičev v vodi so bili pri izlovih prisotni še podajalec, ki je prestregel omamljene ribe v vodi z mrežo (sakom) in jih podal naprej v vedro, ter pomočnik-nosilec vedra, v katerega smo dali ujete ribe. Na kopnem je bil prisoten še izvajalec meritev. Ujete osebkke smo določili do vrste ter jim izmerili celotno dolžino telesa na mm natančno. Osebkke posameznih vrst smo prešteli. Pred meritvami smo osebkke omamili (etilen glikol monofenil eter) ter jih po meritvah predstavili v kadi s svežo vodo in počakali, da so se prebudili iz omame. Prebujene osebkke smo vrnili v prehod za vodne organizme, blizu mesta ulova.



Slika 3: Vzorcevanje sonaravnega odseka, maj 2019.



Slika 4: Vzorcevanje »režastega prehoda«, november 2019.

Vzorcevanje je bilo semi kvantitativno. Izmerili smo dolžino in širino vzorcevanega odseka. Vzorcevanje je bilo kvantificirano z določenim naporom (2 anodi) na določeni površini. Vsak odsek smo vzorčili enkrat. To za plitve vodotoke zadošča, saj je tudi z enim samim izlovom ulov zelo uspešen, kar zadošča za oceno naseljenosti.

2.1.1 Popis abiotskih lastnosti

Ob izlovu rib z elektriko, torej 23. 05. 2019 in 29. 11. 2019, smo na vsakem vzorcevanem odseku prehoda za vodne organizme popisali nekatere abiotske lastnosti okolja.

Pri vzorcevanju rib z elektroribolovom smo izmerili nekatere fizikalno kemijske lastnosti vode in sicer temperaturo, pH in električno prevodnost vode, vsebnost kisika v vodi in nasičenost vode



s kisikom. Obravnavane meritve smo izvedli v dolvodnem, izlivnem odseku prehoda za vodne organizme.

2.1.2 Analiza ribjih populacij

Prostorsko razporeditev posameznih vrst rib smo po odsekih prehoda prikazali tabelarično. Za posamezne vrste smo podali število ujetih rib/100 m² ter absolutno število ujetih osebkov vrste. Ocenno smo podali za vsak odsek prehoda za vodne organizme posebej.

2.2 Vzorčenje rib z vršo

V letu 2019 smo ribe vzorčili tudi z vršo, ki smo jo postavili v gorvodni, tehnični del prehoda za vodne organizme.

Zaradi težavnega dostopa in s tem nevarnosti za delavce, ki bi izvajali vzorčenje, vrše nismo vstavili v najbolj gorvodni prekat tik pred izhodom v akumulacijo. Pod tem prekatom se tehnični del razcepi, zato tam vrše nismo želeli postaviti, saj ne bi mogli dobiti celostne slike. Vršo smo zato postavili nekoliko bolj dolvodno, tja, kjer se kraka tehničnega dela ponovno združita. Menimo, da smo na ta način zajeli vrste, ki so prepotovale večji del prehoda in s tem potrdili ustreznost le-tega za prehajanje potamodromnih vrst. V času vzorčenja smo dve mreži vstavili v reži med prekatoma 1 in 2 ter med prekatoma 2 in 3 (gledano od sonaravnega dela prehoda gorvodno), tako da je bil drugi prekat zaprt in je predstavljal telo vrše (Slika 5). Za vzdolžni steni posamezne vrše smo uporabili vzdolžni steni prekata, dno vrše je predstavljal dno prekata, zasuto z rečnim prodom in kamenjem, prečni steni pa sta delno prečni steni prekata (preostali del predstavljata mreži v režah). Tako smo v drugem prekatu dobili zaprt prostor velikosti 2,2 m x 2,8 m, ki zgoraj ni pokrit. Odprtina okenc mreže je 1,3 cm x 1,3 cm. Ribe v vršo lahko vstopajo samo skozi vhod, ki je nameščen na eni od mrež. Ta vhod je bil vstavljen v spodnjo (dolvodno) oziroma zgornjo (gorvodno) prečno stranico, odvisno od tega, ali smo želeli vzorčiti ribe, ki so se premikale gorvodno, ali tiste, ki so se premikale dolvodno. V letu 2019 smo zaradi tehničnih težav dolvodno vzorčili le enkrat.

Vhod v vršo je izdelan iz mehke mreže in je v obliki stožca brez vrha, ki ima na začetku premer 0,4 m, proti notranjosti vrše pa se postopno oži do premera 20 cm. Nameščen je na spodnji tretjini mreže in sega 0,5 m v notranjost vrše.



Slika 5: Namestitve vrše v tehničnem delu prehoda za vodne organizme (27.03.2019).

Tako oblikovan vhod tudi večjim ribam omogoča vstop v vršo, hkrati pa onemogoča, da bi iz vrše uhajale. Najmanjše ribe lahko v vršo in iz nje prehajajo tudi skozi mrežo.

Pri vzorčenju rib z vršo smo morali prehod za vodne organizme najprej očistiti naplavin. Vtok v prehod smo očistili pred vsako namestitvijo vrše.

Vzorčenje rib z vršo smo v letu 2019 izvajali od marca do septembra, dva do tri dni na mesec. Vsako vzorčenje smo začeli z obhodom prehoda za vodne organizme in nato vstavljanjem vrše v prehod tako, da smo spremljali premike rib v gorvodni smeri, razen pri vzorčenju konec marca, ko je bila vrša postavljena dolvodno (le enkrat). Po določenem času (sprva po 24 urah, kasneje smo zaradi pogina večjega števila rib čas postavitve vrše skrajšali na 6 ur) smo pregledali vsebino vrše, in sicer tako, da smo ribe omamili z elektriko in jih iz vrše pobrali v vedra. Ribe smo vrstno določili in jim izmerili celotno telesno dolžino (TL) na mm natančno. Ribe smo nato vrnili v prehod gorvodno od vrše. Po prvem dnevu vzorčenja smo vhod v vršo vstavili v gorvodno stranico vrše in naslednjih 24 ur spremljali premike rib v dolvodni smeri. Po analizi smo ribe vrnili v prehod dolvodno od vrše. Kasneje smo zaradi velikega števila poginulih rib v vrši le-to postavljali le gorvodno. Po končanem vzorčenju smo vršo odstranili iz prehoda in ribe so se v času med posameznimi vzorčenji lahko nemoteno gibale vzdolž prehoda za vodne organizme.



V letu 2019 smo vršo prvič postavili v prehod 27. 03. 2019. Skupno je bila v letu 2019 vrša v prehodu za vodne organizme postavljena 11 dni. Na datume 27. 03. 2019, 08. 04. 2019, 15. 04. 2019, 24. 04. 2019, 12. 06. 2019, 28. 06. 2019, 12. 07. 2019, 25. 07. 2019, 06. 09. 2019 in 19. 09. 2019 je bila vrša postavljena gorvodno, 28. 03. 2019 pa dolvodno. Pri dolvodni postavitvi je bila vrša v prehodu 24 ur, glavna zapornica pa je bila v tem času priprta na 15%. Čas postavitve vrše in odprtost glavne zapornice pri gorvodnih vzorčenjih sta predstavljena v Preglednica 1.

Preglednica 1: Časovna postavitve vrše in odprtost glavne zapornice

Datum	Čas postavitve mreže	Ure postavitve mreže	Odprtost glavne zapornice
27.03.2019	24h	10:30 (27.3.)- 10:20 (28.3.)	15%
8.04.2019	24h	09:50 (8.4.)- 09.45 (9.4.)	popolnoma odprta
15.04.2019	6h	11:00-17:00	popolnoma odprta
24.04.2019	6h	10:00-16:00	popolnoma odprta
12.06.2019	6h	09:00-15:05	zapornica v okvari, pretok ročno nastavljen (zelo nizek)
28.06.2019	6h	09:00-15:00	15%
12.07.2019	6h	10:00-16:05	15%
25.07.2019	6h	09:00-15:00	20%
6.09.2019	6h	09:05-15:00	20%
19.09.2019	6h	09:05-15:10	20%

Pri vzorčenju rib z vršo je prihajalo do obsežnih poginov, predvsem kadar smo vršo nastavili za načrtovanih 24 ur. Zaradi omenjenih težav smo skrajšali čas vzorčenja na 6 ur. Vrše so bile v obdobju 6-urnega vzorčenja postavljene sredi dneva, v času med 9h in 17h (6 ur znotraj navedenega časovnega okvirja). S skrajšanjem časa vzorčenja smo bistveno zmanjšali število poginulih rib. Kljub temu je do poginov še prihajalo. Ocenili smo, da do težav prihaja zaradi prevelikih hitrosti toka in neugodne razporeditve tokovnic znotraj posameznih prekatov tehničnega dela prehoda. Konec maja (24. 05. 2019) smo izvedli meritve hitrosti toka. Rezultate in predloge za izboljšavo metode vzorčenja z vršo podajamo v *Prilogi 1*.



2.2.1 Popis abiotских lastnosti

Pri vzorčenju rib z vršo smo ob postavitvi in dvigu vrše zabeležili podatke o temperaturi vode, ki smo jih pridobili od operaterja na HE Brežice. Dobljeni podatki prikazujejo temperaturo v akumulaciji HE Brežice na zgornjem levem krilnem zidu HE Brežice in lahko nekoliko odstopajo od temperature v prehodu.

2.2.2 Analiza ribjih populacij

Pri vzorčenju z vršo smo rezultate prikazali tabelarično. Zaradi tehničnih težav smo podali le absolutno število osebkov posameznih vrst rib, ujetih v vrši v letu 2019.

2.3. Spremljanje drsti v ribjem prehodu

Morebitne znake drsti rib v prehodu smo spremljali v času spomladanske drsti, in sicer ob prvem vzorčenju z elektroribolovom, dne 23. 05. 2019, ter ob postavitvi in dvigu vrše v spomladanskem in zgodnje poletnem času, in sicer pri vseh vzorčenjih med vključno 27. 03. 2019 ter vključno 28. 06. 2019 (Preglednica 1).

Pred pričetkom spomladanskega vzorčenja z elektroribolovom in pred postavitvijo/dvigom vrše smo najprej obhodili celoten prehod za vodne organizme in opazovali morebitne znake drsti (zbiranje rib, kopanje drstnih jamic v dnu, prisotnost ribjega zaroda).

Ob beleženju drsti litofilnih vrst, ki ikre odlagajo na prod in kamenje v dnu, smo opazovali vse odseke prehoda, posebej pa 5 odsekov, ki so v prehodu predvideni za drstišča (Slika 6). Iskali smo morebitne očiščene predele rečnih usedlin v dnu. Na takšnih mestih smo z dna naključno previdno pobrali nekaj usedlin (prod, kamenje) in jih pregledali, da bi našli morebitne ikre, prilepljene nanje.



Slika 6: Prikaz lokacij opazovanih litofilnih drstič v prehodu HE Brežice.

Iskali smo tudi znake drsti fitofilnih drstnic, ki ikre odlagajo na potopljen rastlinski material. Na podlagi izkušenj iz vzorčenj fitofilnih drstič smo bili pozorni predvsem na povsem potopljene rastline (npr. rmanec (*Myriophyllum sp.*) in obrežno vegetacijo, kot je trstičje (*Phragmites sp.*), rogoz (*Typha sp.*) in šaš (*Carex sp.*), ki se povešajo v vodo. Predvsem na območju tolmunov je bila opazna razrast makrofitov in obrežnih travnatih rastlin, ki nudijo potencialno fitofilno drstiče. Na tem odseku smo naključno vzorčili makrofite in obrežno rastlinje ter rastline podrobno pregledali.

Ob vzorčenju rib z elektroribolovom pri spomladanskem vzorčenju smo posebej opazovali tudi morebitne znake drsti pri ulovljenih osebkih – predstavnikih spomladanskih drstnic. Ribe v drsti so običajno lahko prepoznavne. Nekatere spremenijo barvo ali pa se jim pojavijo drstne bradavice, vse pa izločajo spolne celice iz analne odprtine že ob rahlem dotiku po trebušni strani telesa. Če je bil med ujetimi ribami osebek v drsti, smo to zabeležili in osebkem določili spol.



3. Rezultati in razprava

3.1 Vzorčenje z elektroribolovom

3.1.1. Vzorčna mesta

Širine omočene struge, dolžine izlovljenih odsekov in izlovna površina vsakega odseka so podani v Preglednica 2 ter na Slika 7, Slika 8, Slika 9, Slika 10 in Slika 11.

Površine med posameznimi izlovi odsekov se ponekod med obema vzorčenjema razlikujejo zaradi razlik v dolžini izlovov, kar pa ne vpliva na primerljivost rezultatov izlova, saj rezultate prikazujemo kot število ujetih osebkov posamezne vrste na enoto površine.

Preglednica 2: Širine, dolžine in površine izlovnih odsekov v letu 2019.

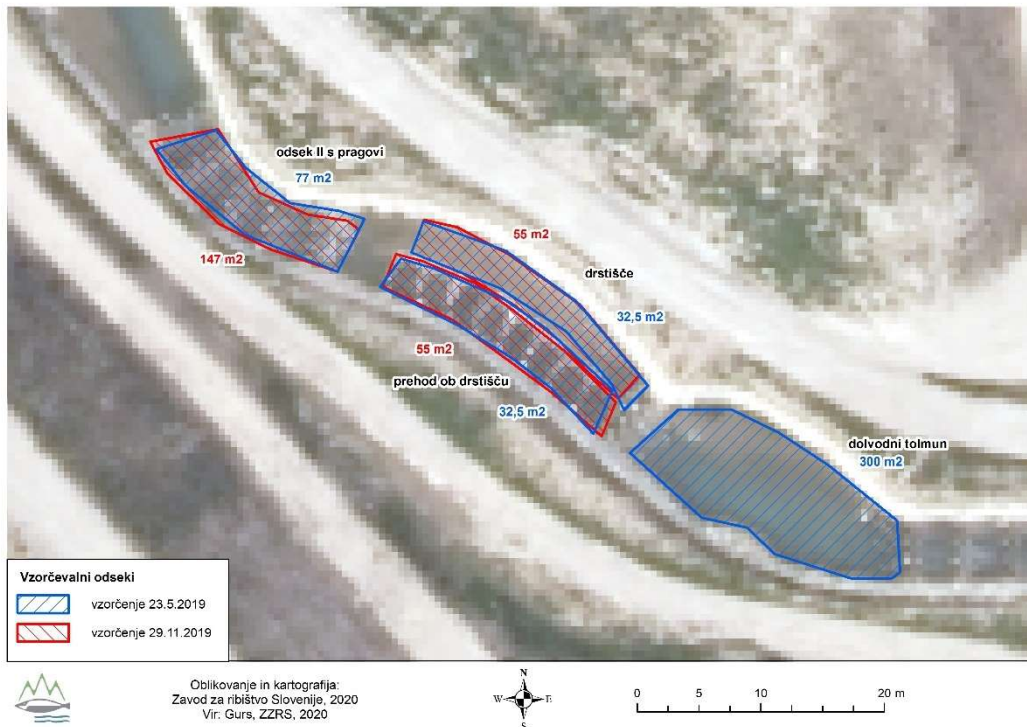
odsek	23.5.2019			29. 11. 2019		
	širina struge (m)	dolžina odseka (m)	površina izlova (m ²)	širina struge (m)	dolžina odseka (m)	površina izlova (m ²)
izlivni odsek	5	50	250	5	18	90
odsek I s pragovi	5	30	150	5	30	150
dolvodni tolmun	15	20	300	-	-	-
drstišče	2.5	13	32,5	2.5	22	55
prehod ob drstišču	2.5	13	32,5	2.5	22	55
odsek II s pragovi	7	11	77	7	21	147
gorvodni tolmun	-	-	-	15	24	360
tehnični del	3	9	27	3	9	27



Slika 7: Prikaz površin vzorčenega odseka »izlivni odsek« na prehodu HE Brežice.



Slika 8: Prikaz površin vzorčenega odseka »odsek I s pragovi« v prehodu HE Brežice.



Slika 9: Prikaz površine vzorčenih odsekov »dolvodni tolmun«, »drstišče«, »prehod ob drstišču« in »odsek II s pragovi« na prehodu HE Brežice.



Slika 10: Prikaz površin vzorčenega odseka »gorvodni tolmun« na prehodu HE Brežice.



Slika 11: Prikaz površin vzorčenega odseka »tehnični del« na prehodu HE Brežice.

Posamezni odseki se med seboj razlikujejo glede nekaterih morfoloških in hidravličnih lastnosti. Večji del sonaravnega odseka prehoda (tolmuni, odseki s pragovi, prehod ob drstišču) ima tolmine in brzice. Na drstišču je prisoten laminaren tok. Vodni tok v tehničnem delu prehoda pa je sestavljen iz laminarnega in krožečega toka.

Izbrane fizikalno kemijske parametre vode smo izmerili v dveh različnih letnih obdobjih (pozno spomladi in pozno jeseni), in sicer v dolvodnem, izlivnem odseku prehoda (Preglednica 3: Vrednosti izbranih fizikalno kemijskih parametrov vode prehoda za vodne organizme pri HE Brežice.). Opazne so razlike v temperaturi vode in vsebnosti kisika ter nasičenosti vode s kisikom. Razlike v temperaturi vode med meritvama so glede na razliko v letnih časih pričakovane. Pozno spomladi smo izmerili tudi večjo nasičenost vode s kisikom (118,2 %). V prehodu je bila spomladi vidno povečana količina zelenih alg. Ocenjujemo, da so izmerjene višje vrednosti kisika v prehodu za vodne organizme v tem času posledica večje produkcije alg. Glede na dani kriterij iz Uredbe o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Uradni list RS, št. 46/02 in 46/04 – ZVI – 1) nobena od naših meritev ni kazala kritične vrednosti, izmerjene lastnosti vode v prehodu so bile ustrezne za življenje rib. Temperaturne in kisikove razmere so bile ugodne. Prav tako sta bili ustrezni tudi vrednosti pH in električne



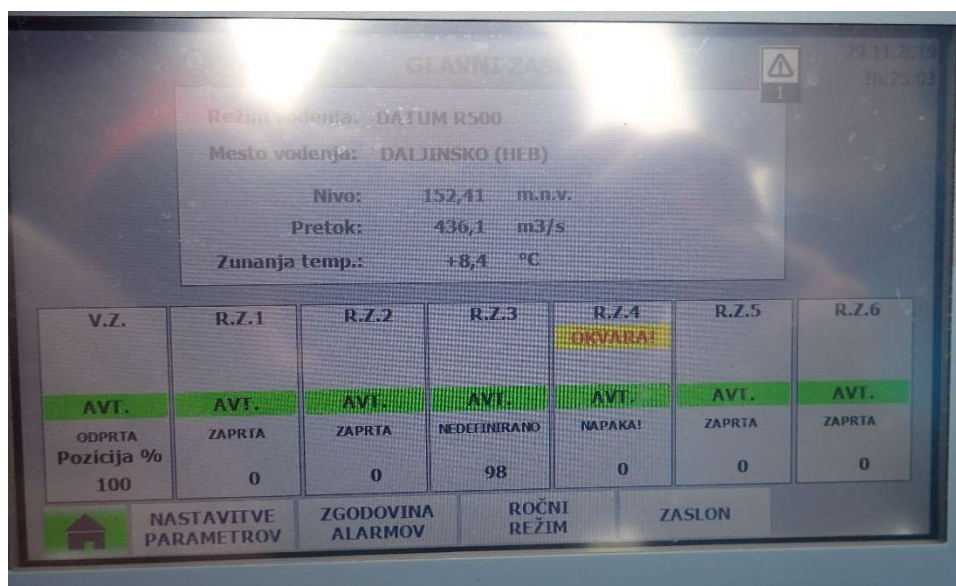
prevodnosti vode. Dne 29. 11. 2019 je bil konduktometer v okvari, zato prevodnosti nismo merili.

Preglednica 3: Vrednosti izbranih fizikalno kemijskih parametrov vode prehoda za vodne organizme pri HE Brežice.

datum in mesto meritev	T (°C)	pH	el. prevodnost (μScm^{-1})	vsebnost kisika (mg l^{-1})	nasičenost s kisikom (%)
23.05.2019, sonaravni odsek	15,2	8,46	345	11,67	118,2
29.11.2019, sonaravni odsek	10,0	8,32	/	11,25	102,1

Za potrebe vzorčenja maja 2019 smo pretok nastavili na 500 l/s, po končanem vzorčenju pa smo pretok zopet nastavili na prvotno vrednost – 650 l/s.

V času vzorčenja novembra 2019 je bila zapornica 4 v okvari (Slika 12), zato pretoka nismo nastavljali.



Slika 12: Okvara zapornice 4 v času vzorčenja (29.11.2019).

3.1.2 Vrste rib

Na odseku reke Save od HE Krško do državne meje s Hrvaško je bilo pred izgradnjo hidroelektrarn zabeleženih 26 vrst rib (Podgornik s sod., 2009). Z vzorčenjem prehoda za vodne organizme ob pregradi HE Brežice smo v prvem letu delovanja hidroelektrarne (2017 in 2018) zabeležili 18 vrst rib. V marcu 2018 je bil, zaradi del na jedrski elektrarni Krško, s strani Ribiške družine Brežice (v nadaljevanju: RD Brežice) izveden intervencijski izlov, pri katerem je bilo zabeleženih 26 vrst rib. Pri prvem letošnjem elektroribolovu - vzorčenju maja 2019 smo zabeležili 20 vrst rib, novembra 2019 pa 21 vrst. Pri vzorčenju z vršo v letu 2019 smo zabeležili



17 vrst. Skupno smo pri vzorčenjih ZZRS v prehodu v letu 2019 zabeležili 27 vrst rib. RD Brežice je tudi v letu 2019 opravila intervencijski izlov rib, in sicer trikrat (28.09.2019, 03.10.2019 in 05.10.2019). V obravnavanih treh intervencijskih izlovih se je ujelo 28 vrst rib (Preglednica 4). Tekom intervencijskih izlovov so ribiči zabeležili nekaj vrst, ki jih z našimi vzorčenji nismo ulovili. Cilj intervencijskih izlovov je izloviti vse ribe v prehodu, medtem ko vzorčenje v okviru monitoringa poteka po v naprej izbranih odsekih prehoda, ki predstavljajo dele z različnimi strukturami in funkcijo. Pri tem ne ulovimo vseh rib, temveč je cilj pridobiti značilne vzorce prisotne ribje združbe. Nekatere najdbe iz intervencijskih izlovov so manj verjetne, izstopa ulov čepa, ki ga v okviru vzorčenj v porečju Save ne beležimo, a bomo pri naših vzorčenjih na to vrsto pozorni.



Preglednica 4: Vrste rib, ki so bile zabeležene v Savi na odseku od Krškega do Mokric pred izgradnjo hidroelektrarn na spodnji Savi (vzorčenje 2009), vrste, ki so bile zabeležene ob intervencijskih izlovih (2018 in 2019) ter vrste, zabeležene v vzorčenjih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice v letih 2017, 2018 in 2019.

Vrsta	Vzorčenje 2009	Vzorčenje 2017	Intervencijski izlov 2018	Vzorčenje 2018	Intervencijski izlov 2019	Vzorčenje 23.05.2019	Vzorčenje 29.11.2019	Vzorčenje vrša 2019
androga				x	x			
babica			X				x	
beli amur	x							
beloplavuti globoček	x	x	X	x	x	x	x	
blistavec			X			x		
bolen	x				x			x
čep					x			
črnooka						x	x	x
jez	x				x			
kapelj			X					
keslerjev globoček	x				x			
klen	x	x	X	x	x	x	x	x
krap	x				x			
mrena	x	x	X	x	x	x	x	x
navadna nežica	x						x	
navadni globoček	x	x	X		x	x	x	x
navadni koreselj			X		x			
navadni okun		x	X		x	x	x	
navadni ostriž	x		X	x	x	x	x	x
ogrica	x	x	X	x	x	x	x	x
pezdirk	x	x	X		x	x	x	x
pisanka	x	x	X	x	x	x	x	x
platnica	x		X	x	x	x	x	x
ploščič	x		X					x
podust	x	x	X	x	x	x	x	x
pohra	x		X			x		
potočna postrv			X			x		
psevдоразбора		x	X		x		x	
rdečeoka	x		X	x	x			x
rdečeperka			X				x	x
smuč					x			
som	x				x	x	x	
sončni ostriž		x	X	x	x	x	x	x
srebrni koreselj		x	X		x	x	x	x
ščuka	x		X		x			
upiravec	x							
velika nežica	x	x	X		x	x	x	
zelenika	x	x	X	x	x	x	x	x
zlata nežica	x							
zvezdogled	x				x			



Najštevilčnejše je bila v vzorčenjih ZZRS v letu 2019 zastopana družina krapovcev (Cyprinidae) z 19 predstavniki, ostale vrste pa pripadajo družinam pravih ostrižev (Percidae), činkelj (Cobitidae), babic (Nemacheilidae), pravih somov (Siluridae), lososov (Salmonidae) in sončnih ostrižev (Centrarchidae). Na odseku Save pod akumulacijo Brežice živijo štiri potamodromne vrste, ki migrirajo na daljše razdalje. To so podust, mrena, bolen, ogrica in črnooka. Predstavnike vseh omenjenih vrst smo v letu 2019 zabeležili v vrši pri gorvodni migraciji (Preglednica 4).

Omenjene vrste so prešle čez večji del prehoda za vodne organizme, prehoda v akumulacijo pa nismo mogli potrditi, saj vrste zaradi že omenjenih razlogov nismo postavili v najbolj gorvodni prekat prehoda na izlivu v akumulacijo. Kljub temu je verjetnost, da so tu ujete ribe priplavale tudi v akumulacijo, zelo velika. Vse ostale vrste, ki sedaj živijo v Savi na območju akumulacije Brežice, se selijo na kratke ali srednje razdalje; od teh smo v letu 2019 z našimi vzorčenji za dvaindvajset vrst potrdili, da prav tako prehajajo po prehodu za vodne organizme (Preglednica 4).

Na obravnavnem območju Save je bilo glede na evidence Ribiškega katastra pred izgradnjo hidroelektrarn poznanih trinajst vrst rib z dodatka II *Direktive o habitatih, t.i. »natura vrst«*. V letu 2019 smo pri elektroribolovu in vzorčenju z vršo v prehodu za vodne organizme potrdili prisotnost 8 »natura vrst«, in sicer beloplavutega globočka, blistavca, bolena, navadno in veliko nežico, pezdirka (Slika 13), platnico in pohro (Slika 14).



Slika 13: Pezdirk, ujet pri vzorčenju z elektroribolovom 23.05.2019.



Slika 14: Pohra, ujeta pri vzorčenju z elektroribolovom 23.05.2019.



Zelo zanimiva najdba pri vzorčenjih v letu 2019 je črnooka (Slika 15) vrsta, ki je bila v slovenskem delu Save najdena prvič. Črnooka je bila ujeta tako pri vzorčenju akumulacije HE Brežice z mrežami kot tudi pri vzorčenju prehoda za vodnega organizma pri HE Brežice z elektroribolovom in vršo. Črnooka je po *Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS, št. 82/2002, 42/2010)* uvrščena v kategorijo redka vrsta (R – rare species), njen habitat pa je varovan z *Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS, št. 46/2004, 109/2004, 84/2005, 115/2007, 96/2008, 36/2009, 102/2011, 15/2014 in 64/2016)*. Črnooka je avtohtona vrsta donavskega porečja, v Sloveniji pa je zelo redka (Povž, Gregori, A. in Gregori, M., 2015). Po evidencah Zavoda za ribištvo Slovenije (v nadaljevanju: ZZRS) je bila v Sloveniji črnooka v tekočih vodah donavskega porečja prvič zabeležena leta 1988 in 1989 v Muri. Kasneje je bila najdena pri vzorčenju leta 2012 v Sotli pri Rakovcu. V letošnjem (2019) letu je bila črnooka najdena v Savi. Njeno prisotnost smo potrdili na območju akumulacije HE Brežice.

Pri vzorčenjih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice z elektroribolovom smo maja 2019 zabeležili en osebek črnooke, novembra 2019 pa 2 osebka. Pri vzorčenju z vršo smo zabeležili 3 osebke v začetku septembra.



Slika 15: Črnooka, ujeta v vzorčenju prehoda z elektroribolovom 23.05.2019.



3.1.2 Številčnost in prostorska razporeditev ribjih populacij

V letu 2019 smo v prehodu vzorčili na sedmih vzorčnih mestih, ki so si sledila po toku navzgor – v smeri gorvodne selitve rib. Vzorčili smo na izlivnem delu prehoda, na odseku I s pragovi (dolvodno, nad izlivnim delom), na odseku s tolmunom, na drstišču in na prehodu mimo drstišča, na odseku II s pragovi (gorvodno) in v gorvodnem, tehničnem odseku prehoda za vodne organizme. Odseki vzorčenj so bili maja in novembra enaki, razen tolmunov; maja smo vzorčili v dolvodnem tolmunu (za odsekom I s pragovi), novembra pa v gorvodnem tolmunu (za odsekom II s pragovi).

Število vrst, ki smo jih zabeležili, je bilo pri obeh vzorčenjih, maja in novembra, podobno. Maja smo ulovili 21 vrst, novembra pa 20. Po pričakovanjih je bila številčnost rib maja večja kot novembra, saj so spomladi ribe zaradi drsti, širšega nabora virov hrane in višjih temperatur vode bolj aktivne. Izjema je bil le pezdirk, ki smo ga novembra zabeležili na več odsekih kot maja, tudi njegova številčnost je bila večja novembra.

Največ vrst smo pri obeh letošnjih vzorčenjih ulovili v tolmunih. Sledita odsek I s pragovi (nad izlivnim delom) ter prehod ob drstišču. Pri spomladanskem vzorčenju sledita z 9 vrstami tehnični in izlivni del, z vrsto manj pa odsek II s pragovi. Pri jesenskem vzorčenju pa smo v izlivnem delu zabeležili 6 vrst in odseku II s pragovi 5 vrst, šele nato je sledil tehnični del prehoda. Najmanj vrst smo pri obeh vzorčenjih zabeležili na drstišču. V tehničnem delu prehoda smo spomladi ujeli trikrat več vrst (skupaj 9) kot jeseni (le 3 vrste). Število ugotovljenih vrst se po toku navzgor ali navzdol ne povečuje ali zmanjšuje, temveč je bolj odvisno od razpoložljivih struktur in letnega časa.

Najštevilčnejša vrsta pri spomladanskem vzorčenju je bila pisanka, številčna sta bila še klen in mrena. Sledili sta velika nežica in zelenika. Pri jesenskem vzorčenju je bila daleč najštevilčnejša vrsta zelenika, sledila sta pisanka in klen (Preglednica 5).



Preglednica 5: Številčnost (N/100 m²) posameznih vrst rib na sedmih odsekih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice, maj in november 2019.

Odsek	23. 5. 2019							29. 11. 2019						
	Izlivni del	Odsek I s pragovi	Dolvodni tolmun	Drstišče	Prehod ob drstišču	Odsek II s pragovi	Tehnični del	Izlivni del	Odsek I s pragovi	Drstišče	Prehod ob drstišču	Odsek II s pragovi	Gorvodni tolmun	Tehnični del
babica											2			
beloplavuti globoček	1*	1	9		52		7	1	2		26	1	7	
blistavec		1												
črnooka						1							1	
klen	5	24	44		329	23	56		1		113		29	
klenič				31										
mrena	19	88	51	3	160	18	122	2	3		31	1	2	7
navadna nežica													1*	
navadni globoček			6										2	
navadni okun			1*					3						
navadni ostrž		1	1*										1*	
ogrca	1*	13	12		31	1	4						7	
pezdirk			10		6				13		44	1	36	
pisanka	24	89	49		329	33	126	3	32		240	2	36	15
platnica	2	1	1*						1				1	
podust	6	5	8		9	1	41		3		46		16	
pohra		2			6									
potočna postrv		1												
pseudorazbora													2	
rdečeperka													1	
som			1										1	
sončni ostrž			1*				7						1	
srebrni koreselj			5										1	
velika nežica	5	4	18	6	43	1	19	1			16		3	
zelenika	2	24	29		12	5	19	8	25	2	336	10	297	26
Skupno število vrst	9	13	16	3	10	8	9	6	8	1	9	5	19	3

Legenda : * - številčnost osebkov /100 m² < 1



Skupno smo v mesecu maju ujeli 1777 osebkov, v mesecu novembru pa 2231 osebkov (Preglednica 6). Največ osebkov smo zabeležili v tolmunih, pri čemer smo novembra v gorvodnem tolmunu zabeležili več kot dvakrat toliko osebkov kot maja v dolvodnem tolmunu. Po vrstni sestavi sta si tolmuna sicer dokaj podobna. Največji razlog za razliko v številu osebkov med obema vzorčenjema je veliko število zelenik, ki smo jih ujeli novembra. Jeseni so bile v prehodu za vodne organizme prisotne predvsem jate mladice in manjše vrste rib, saj gredo pozimi odrasli osebki večjih vrst prezimovat v Savo. Pozimi se ciprinidne vrste rib, ki v največji meri poseljujejo obravnavani odsek Save, ne drstijo, zato večjih migracij in posledično večjega števila odraslih, spolno zrelih rib v prehodu tudi nismo pričakovali. V maju je bilo v prehodu ujetih več odraslih rib in manj mladice, v novembru pa smo med predstavniki večjih ali migratornih vrst zabeležili večinoma mladice.

Najmanjše število osebkov smo pri obeh vzorčenjih zabeležili na drstišču, kar je podobno kot v lanskem (2018) letu.

V lanskem letu pa sicer tolmunov nismo vzorčili; takrat smo največ osebkov zabeležili na prehodu ob drstišču, kjer smo tudi v letošnjem letu zabeležili večje število vrst in osebkov.

Po številu osebkov v spomladanskem vzorcu izstopajo vrste pisanka (507 osebkov), mrena (433 osebkov) in klen (322 osebkov). V jesenskem vzorcu pa zelenika (1312 osebkov) in pisanka (320 osebkov), sledita pezdirk (176 osebkov) ter klen (169 osebkov). V splošnem je bilo število osebkov posameznih vrst spomladi večje kot jeseni, z izjemo zelenike, podusti in pezdirka. Veliko število podusti, ki smo jih novembra ujeli v prehodu, gre pripisati večjemu številu mladih rib (telesne dolžine 10 cm in manj), ki so se zadrževale v prehodu.



Slika 16: Odrasla mrena, ujeta pri vzorčenju prehoda z elektroribolovom maja 2019



Slika 17: Odrasla podust, ujeta pri vzorčenju prehoda z elektroribolovom maja 2019.



Preglednica 6: Število osebkov (N) posameznih vrst rib na sedmih odsekih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice, maj in november 2019.

Oznake vrstic	23.05.2019							skupaj ujetih osebkov	29.11.2019							skupaj ujetih osebkov
	Izlivni odsek	Odsek I s pragovi	Dolvodni tolmun	Drstišče	Prehod ob drstišču	Odsek II s pragovi	Tehnični del		Izlivni odsek	Odsek I s pragovi	Drstišče	Prehod ob drstišču	Odsek II s pragovi	Gorvodni tolmun	Tehnični del	
babica								0								1
beloplavuti globoček	1	1	28		17		2	49	1	3		14	1	25		44
blistavec		1						1								0
črnooka						1		1					3			3
klen	13	36	133		107	18	15	322		2		62		105		169
klenič				10				10						8		8
mrena	48	132	153	1	52	14	33	433	2	5		17	1	6	2	33
navadna nežica								0						1		1
navadni globoček			17					17						7		7
navadni okun			1					1	3							3
navadni ostriž		1	1					2						1		1
ogrica	1	19	36		10	2	1	69						24		24
pezdirk			29		2			31		20		24	1	131		176
pisanka	61	134	146		107	25	34	507	3	48		132	3	130	4	320
platnica	4	1	1					6		1				5		6
podust	16	8	23		3	1	11	62		4		25		59		88
pohra		3			2			5								0
potočna postrv		1						1								0
pseudorazbora								0						6		6
rdečeperka								0						2		2
som			4					4						2		2
sončni ostriž			1				2	3						2		2
srebrni koreselj			16					16						3		3
velika nežica	13	6	53	2	14	1	5	94	1			9		10		20
zelenika	6	36	88		4	4	5	143	7	38	1	185	14	1060	7	1312
Skupna vsota	163	379	730	13	318	66	108	1777	17	121	1	469	20	1590	13	2231



3.2 Vzorčenje z vršo

V letu 2019 smo ribe vzorčili z vršo v tehničnem delu prehoda za vodne organizme. Razen 28. 03. 2019 smo imeli v vseh vzorčenjih vršo postavljeno tako, da smo beležili gorvodno migracijo.

3.2.1 Prikaz zabeleženih podatkov o temperaturi Save v akumulaciji HE Brežice na dneve vzorčenj z vršo

Preglednica 7: Vrednosti temperature vode v akumulaciji HE Brežice ob nastavitvi in dvigu vrše.

datum	27.03.2019	8.04.2019	15.04.2019	24.04.2019	12.06.2019	28.06.2019	12.07.2019	25.07.2019	6.09.2019	19.09.2019
čas postavitve vrše	24h	24h	6h	6h	6h	6h	6h	6h	7h	6h
T vode nastavitve (°C)	11,6	12,4	10,7	16,1	20,9	21,6	21,4	25,7	22,4	19,8
T vode dvig (°C)	/	12,7	10,7	17,1	21,7	22,5	21,8	25,5	22	20

Glede na temperature, zabeležene v akumulaciji HE Brežice iz katere se napaja prehod za ribe, in glede na vrstni sestav ulovljenih rib, lahko sklepamo, da so bile temperaturne razmere v prehodu ugodne za življenje ciprinidnih vrst rib.

V času meritev z vršo je bila največja temperatura v akumulaciji HE Brežice zabeležena konec junija (25,7 °C), najnižja pa sredi aprila (10,7 °C). Dne 24. 04. 2019 dobljeni podatki kažejo na znatno povišanje temperature v akumulaciji HE Brežice glede na dneve prejšnjih vzorčenj; dvig temperature vode v Savi sovпада z večjim številom spolno zrelih podustj v vzorcih, kar nakazuje na verjetnost drstne migracije.

3.2.2 Vrste rib

V vzorcih smo zabeležili 17 vrst rib, od teh sta srebrni koreselj in sončni ostriž tujerodni vrsti (Preglednica 8). Pri dolvodni migraciji (vzorčenje 28. 03. 2019) smo zabeležili 6 vrst, ki pa se ne razlikujejo od tistih, ujetih pri gorvodni migraciji, tako da skupno število vrst, ujetih pri vzorčenjih z vršo v letu 2019, ostaja enako.

Število vrst v posameznih vzorcih se je v letu 2019 gibalo od 12 v aprilu do 7 v juniju in juliju. Ob tem poudarjamo, da obravnavani vzorci zaradi že omenjenih težav z vršo, zaradi katerih smo tekom leta čas vzorčenja skrajšali, niso povsem primerljivi med seboj in najverjetneje ne



dajejo realne slike o migracijah v prehodu za vodne organizme. Vse ugotovljene vrste smo v prehodu zabeležili tudi pri elektroribolovu v letih 2019 in 2018.

Zaradi omenjenih tehničnih težav podajamo le absolutno število ujetih osebkov posamezne vrste v vzorcih. V letu 2019 smo v vrši vsega skupaj ujeli 555 osebkov rib, od tega 524 pri beleženju gorvodnih in 31 pri beleženju dolvodnih migracij (eno vzorčenje). Daleč največ je bilo ujetih zelenik (336 osebkov), sledita podust (47 osebkov) in pisanka (36 osebkov).

Zaradi že omenjenih težav pri postavitvi vrše je bilo veliko tudi skupno število poginulih rib, in sicer 109, kar predstavlja 19,6 % oziroma skoraj petino vseh ujetih rib. Pričakovano je največ poginulih rib pripadalo družini krapovcev (Cyprinidae) s 15 predstavniki, ostale vrste pa pripadajo družinam pravih ostrižev (Percidae) in sončnih ostrižev (Centrarchidae).

Preglednica 8: Število osebkov posameznih vrst rib, ki smo jih v letu 2019 ujeli v vrši.

Vrsta	27.03.	28.03. D*	08.04.	15.04.	24.04.	12.06.	28.06.	12.07.	25.07.	06.09.	19.09.	Skupno število osebkov vrste
<i>bolen</i>					2							2
<i>črnooka</i>										3		3
<i>klen</i>	7	14		2	1	4	3	2	2	4	2	41
<i>mrena</i>	1	4	3			3	2		3	4	2	22
<i>navadni globoček</i>			1									1
<i>navadni ostriž</i>	3		12	3			2		1			21
<i>ogrica</i>	9	1	2	1	1		1	1	2		2	20
<i>pezdirk</i>											2	2
<i>pisanka</i>	1	1	8	1	14	3	2	3	4			37
<i>platnica</i>	2	3								1		6
<i>ploščič</i>	1											1
<i>podust</i>					40	3			2		2	47
<i>rdečeoka</i>			1								1	2
<i>rdečeperka</i>	1			1								2
<i>sončni ostriž</i>					3							3
<i>srebrni koreselj</i>										1		1
<i>zelenika</i>	9	8	9	4	34	3	2	23	7	102	143	344
št. osebkov	34	31	36	12	95	16	12	29	21	115	154	555
št. vrst	10	6	7	6	7	5	6	4	7	6	7	17

*D – postavitve vrše dolvodno



V Preglednici 8 navajamo število ujetih osebkov posameznih vrst. Deležev in številčnosti posameznih vrst v posameznih vzorcih ne moremo primerjati zaradi več razlogov:

- čas nastavitve se je tekom monitoringa spremenil,
- v vršo, ki je bila nastavljena 6 ur, ne zajamemo glavnine migracije, ki se pogosto pojavlja ob zori in mraku.

3.2.3 Potamodromne vrste

V vršah smo v letu 2019 zabeležili pet vrst rib, ki v Savi živijo na območju spodnje Save in se selijo na srednje ali dolge razdalje. To so: mrena, podust, ogrica, črnooka in bolen. Potamodromne vrste so vrste, ki celoten življenjski cikel zaključijo v celinski vodi, predeli reke ali potoka, kjer se predstavniki teh vrst hranijo, pa so ločeni od predelov, kjer se razmnožujejo. Razdalje med temi predeli so navadno dolge in selitev je nujno potrebna za njihovo ohranitev (Dušling et al., 2004). Bolen ni tipična potamodromna vrsta, a je znano, da se seli na srednje razdalje. V letu 2019 smo v vrši zabeležili dva osebka te vrste.

Poleg tega smo v prehodu za vodne organizme zabeležili tudi klenu in platnico, ki sicer tudi nista tipični selilski vrsti, vendar vsaj na območju spodnje Save njuni predstavniki potujejo in se razporejajo vzdolž vodnega toka v relativno velikem številu. Ostale vrste se v manjšem številu selijo na krajše razdalje.

Od potamodromnih vrst smo letos v prehodu pri spomladanskem vzorčenju z elektroribolovom zabeležili tudi en osebek potočne postrvi.

V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis številčno bolj zastopanih potamodromnih vrst, ujetih v vršo.

Podust

Najpomembnejša selilska vrsta na obravnavanem območju je podust. Podusti, ki smo jih zabeležili in izmerili v letu 2019 v vrši, so bile dolge od 146 do 412 mm.

Podust je spomladanska drstnica, ki se drsti od aprila do junija (Povž, Gregori, A. in Gregori, M., 2015). Masovna drst navadno traja le nekaj dni, v manjšem obsegu pa drst nato traja še kakšen mesec (Zabrc in Jenič, 2012). Največje in tudi spolno zrele podusti smo v prehodu za ribe v letu 2019 zaznali konec aprila.



Samice podusti najpogosteje spolno dozori v četrtem do šestem letu, samci pa v tretjem do četrtem letu starosti in se navadno drstijo do dvanajstega leta (Hochman in Peňáz, 1991). Spolno zrelost ponekod lahko dosežejo tudi precej kasneje. Matvejev (1983) na primer poroča, da podusti iz Save spolno dozori med šestim in osmim letom starosti.

Povž in Sket (1990) navajata, da podust spolno dozori, ko doseže dolžino približno 27 cm, kar smo tudi vzeli kot kriterij za spolno zrel osebek. Glede na ta kriterij lahko sklepamo, da je bila večina podusti, ki smo jih zabeležili ob migraciji konec aprila, spolno zrelih. Velikostna struktura teh podusti kaže na to, da gre za drstno migracijo oziroma premike spolno zrelih osebkov pred samim pričetkom drsti. V jeseni so prevladovala mladice, torej podusti pred spolno zrelostjo, v junijskem in julijskem ulovu pa je bila večina osebkov prav tako manjših od 270 mm.

V preteklosti smo sicer pri vzorčenjih z vršo odrasle ribe beležili tudi poleti, ko so temperature vode za migracije ugodne in ribe migrirajo na pasišča.

Klen

V letu 2019 smo v prehodu v vrši zabeležili klene velikosti od 123 do 326 mm. Samci spolno dozori v tretjem do četrtem letu, samice pa v četrtem do šestem letu (Povž, Gregori, A. in Gregori, M., 2015). Klen se drsti od aprila do junija (Povž, Gregori, A. in Gregori, M., 2015), vendar znatnega števila spolno zrelih osebkov v tem času nismo zabeležili.

Največ spolno zrelih osebkov smo v vrši zabeležili od julija do septembra. Konec marca smo sicer ujeli največ klenov (štirinajst osebkov, pri dolvodni migraciji), vsi ujeti osebki pa so bili manjši od 20 cm, kar je glede na podatke v slovenski literaturi tudi že okvirna najmanjša velikost odraslih osebkov (Povž, Gregori, A. in Gregori, M., 2015). Največje osebke smo zabeležili poleti, najverjetneje zato, ker ob ugodnih temperaturah vode ribe takrat migrirajo na pasišča, kar smo potrdili tudi s preteklimi raziskavami.

Mrena

V letu 2019 smo v prehodu v vrši zabeležili mreke velikosti od 98 do 281 cm. Samci spolno dozori v tretjem do petem letu starosti, samice pa leto kasneje. Prvi osebki so spolno zreli pri velikosti okrog 13 cm (Polcar s sod., 2011) kar pomeni, da so se v vršo ujele tako mladice kot spolno zreli osebki. Velikostna struktura je bila pestra.



Mrene se drstijo od maja do junija (Povž, Gregori, A. in Gregori, M., 2015). Od pomladi do jeseni smo pri gorvodni migraciji v vršo zajeli večinoma spolno zrele mrene. Tudi tu smo največje osebke zabeležili poleti, saj, kot že rečeno, ribe ob ugodnih temperaturah vode ribe v tem času migrirajo na pasišča.

3.3 Rezultati spremljanja drsti v ribjem prehodu

Ob obhodu ribjega prehoda pred spomladanskim elektroribolovom rib v drsti ali ribjega zaroda nismo opazili. Na vzorčenih rečnih usedlinah samih iker nismo opazili, smo pa pri spomladanskem vzorčenju rib z elektroribolovom na območju gorvodnega drstišča št. 5 (glej Slika 6) opazili več potencialnih litofilnih drstišč (predeli očiščenih rečnih usedlin, ki bi lahko bili posledica drstne aktivnosti). Glede na velikost očiščenih območij predvidevamo, da bi lahko šlo za drstišče mrene (Slika 18).



Slika 18: Potencialno drstišče mrene na najbolj gorvodnem drstišču v prehodu za vodne organizme pri HE Brežice.



Na vzorčenih vodnih in obrežnih rastlinah na območju tolmuna nismo zabeležili iker.

Ob vzorčenju rib z elektriko 23. 05. 2019 smo na vzorčnih odsekih zabeležili več ulovljenih osebkov ciprinidnih vrst v drsti (Preglednica 9).

Preglednica 9: Prikaz ulovljenih osebkov v drsti po vrstah na posameznih odsekih prehoda, elektroribolov dne 23.05.2019.

vrsta	izlivni odsek					odsek I s pragovi			
	klen	mrena		zelenika	pisanka	klen	mrena	pisanka	Pohra
število osebkov v drsti	4	21	1	2	2	3	17	2	1
spol	samec	samec	samica	samec	samec	samec	samec	samec	Samec

vrsta	dolvodni tolmun					drstišče	prehod ob drstišču		odsek II s pragovi	tehnični del
	klen	mrena		navadni globoček	navadni okun	-	mrena		-	-
število osebkov v drsti	3	2	1	1	1	-	2	1	-	-
spol	samec	samec	samica	samec	samica	-	samec	samec	-	-

Večina ulovljenih osebkov v drsti je bila samcev. Pri mreni in navadnem okunu smo zabeležili tudi samice v drsti. Največ osebkov (41 samcev, 2 samici) je pripadalo vrsti mrena, sledili so kleni s po 12 zabeleženimi samci v drsti. Zabeležili smo tudi 4 osebkve pisank, 2 zeleniki ter po en osebek pohre, navadnega globočka in navadnega okuna v drsti. Pisank in zelenik je bilo najverjetneje v drsti več, vendar zaradi velikega števila ulovljenih osebkov teh vrst vsakega posebej v vzorcih nismo pregledovali.

Osebkve v drsti smo zabeležili na 4 odsekih sonaravnega dela prehoda; največ osebkov v drsti smo zabeležili na izlivnem odseku (30), sledil je odsek I s pragovi (23). Manjše število rib v drsti smo zabeležili v dolvodnem tolmunu (8) in na prehodu ob drstišču (3). Na gorvodnem odseku s pragovi II drstnic nismo zabeležili. Število ujetih rib v drsti je tako padalo po prehodu gorvodno. Razlog bi lahko bil ta, da so ribe v iskanju primerne habitata za drst v začetku pozno pomladanskih migracij šele dobro vstopile v prehod za vodne organizme. Nekoliko presenetljivo na samem drstišču osebkov v drsti nismo zabeležili, Predvidevamo, da je drstišče primeren habitat zgolj za samo drst, medtem ko za ostale življenjske potrebe (drstne in ostale



migracije, počivanje, prehranjevanje) ribe raje izbirajo druge vrste odsekov prehoda. Na tehničnem delu prehoda rib v drsti nismo zabeležili, čeprav bi bilo to glede na obdobje spomladanskih drstnih migracij lahko pričakovano vsaj pri potamodromnih vrstah, kot sta klen in mrena. Kot rečeno, pa se je morda drst v času vzorčenja šele dobro začela in ribe do tehničnega dela prehoda še niso uspele priti.

Osebkov podusti, platnice in ogrice v drsti nismo zabeležili, kar je pričakovano, saj je bila drst teh vrst v tem času že mimo.

Slednje nam je potrdil tudi aprilski ulov v vrši; 24. 04. 2019, torej mesec dni pred obravnavanim vzorčenjem z elektriko, se je v vršo ujela jata odraslih podusti, ob obhodu pa smo ta dan v prehodu opazili tudi posamične podusti ter manjšo jato na izlivnem delu. Podatek o temperaturi vode v akumulaciji HE Brežice na ta dan je nakazoval na znatno višjo temperaturo vode glede na prejšnja vzorčenja; podusti so se torej na tem delu Save najverjetneje zdrstile že konec aprila.

Ob obhodih pri postavitvi in dvigu vrše izven omenjenega datuma (24. 04. 2019) drsti v prehodu za vodne organizme nismo opazili.

3.4 Delovanje prehoda za vodne organizme pri HE Brežice

3.4.1 Jedrska elektrarna Krško

Prehod za vodne organizme pri HE Brežice je načrtovan na način, da pri normalnem obratovanju hidroelektrarne v prehod vedno priteka zadostna količina vode, ki zagotavlja predviden pretok vzdolž celotnega prehoda.

Jedrska elektrarna Krško (v nadaljevanju JEK) za svoje delovanje iz akumulacije Brežice odvzema vodo in jo po uporabi vanjo tudi vrača. V obdobju izvajanja remonta lahko v akumulaciji vsaj za nekaj časa znižajo nivo vode pod spodnjo koto rednega obratovanja, kar ima v tem primeru za posledico, da voda ne priteka več v prehod.

Začetek izvajanja ihtiološkega monitoringa prehoda je bil predviden že v letu 2018, vendar je bil zaradi načrtovanega remonta v času intenzivne drsti na območju hidroelektrarne prestavljen na naslednje leto. Prestavitev in s tem tudi izvedba monitoringa v letu 2019 je bilo v skladu z določili predmetne pogodbe ter zahtevami Okoljevarstvenega soglasja ter Poročila o vplivih na okolje za HE Brežice. Prekinitev vtoka vode v prehod za vodne organizme HE Brežice v času izrednega znižanja gladine vode zaradi remonta JEK v letu 2018 se je izvajala v času od 28.3. – 13.4.2018. V tem času, od 28.3. – 13.4. 2018, je bil minimalni pretok po prehodu za vodne



organizme stalno zagotovljen s pomočjo črpalk. RD Brežice je v pripravi na izredno nižanje gladine vode v akumulacijskem bazenu HE Brežice zaradi rednega remonta JEK opravila dva elektroizlova in premeščanja rib iz prehoda za vodne organizme HE Brežice, in sicer 17.3. in 22.3.2018.

Prekinitve vtoka vode v prehod za vodne organizme HE Brežice v času izrednega znižanja gladine vode zaradi rednega remonta JEK v letu 2019 se je izvajala v času od 28.9. – 18.10. 2019. Zagotavljanje minimalnega pretoka vode v prehod za vodne organizme HE Brežice s črpalko se je izvajalo v času od 28.9. – 18.10.2019. RD Brežice je v pripravi na izredno nižanje gladine vode v akumulacijskem bazenu HE Brežice zaradi rednega remonta JEK opravila tri elektroribolove in premeščanja rib iz prehoda za vodne organizme HE Brežice, in sicer 28.9., 3.10. in 5.10. 2019. Oba omenjena ukrepa za zaščito rib v času izrednih nižanj gladine v akumulacijskem bazenu HE Brežice – elektroizlov in premeščanje rib, zagotavljanje minimalnega pretoka po prehodu za vodne organizme sta skladna z Navodili za obratovanje in vzdrževanje za prehod za vodne organizme HE Brežice. V času znižanja kote vode v akumulaciji pod normalno koto delovanja prehod za vodne organizme ni deloval.

O tem, da bo prehod za vodne organizme določen čas ob rednem remontu JEK nefunkcionalen, smo bili prvič obveščeni tik pred remontom v letu 2018. Redni remont JEK so predvideni vsakih 18 mesecev.

Redni remont JEK pomembno vplivajo in tudi bodo v prihodnje na delovanje prehoda za vodne organizme in prav tako na izvajanje ihtioloških monitoringov. Intervencijski izlovi, ki se ob tem izvajajo, so nujen ukrep, s katerim lahko preprečimo masoven pogin rib, vendar to ne omili posledic prekinjene migracije, sploh pa prekinitve drsti, kadar remont sovpada s tem obdobjem v življenju rib.

3.4.2 Delovanje zapornic

Vtok vode v prehod za vodne organizme uravnava ena glavna in šest pomožnih zapornic, ki morajo delovati usklajeno in na način, da pretok vode v prehodu ustreza nastavljenemu pretoku. V primeru napake na samo eni od zapornic lahko pride do tega, da pretok vode v prehodu za vodne organizme ni več ustrezen. Takšno situacijo smo dokumentirali ob vzorčenju rib v prehodu 29. 11. 2019, vendar smo tudi ob predhodnih obiskih opazili, da je pretok vode v prehodu premajhen. Sklepamo, da je bilo tekom leta več situacij, ko voda v prehod ni bila pravilno regulirana. Ocenjujemo tudi, da napaka na neki zapornici lahko pomeni dejansko



strojno okvaro ali pa gre za zamašitev z večjimi količinami naplavin. Ne glede na vzrok je treba regulaciji pretokov v prehodu posvetiti večjo pozornost, saj neustrezni pretoki lahko bistveno vplivajo na uspešnost delovanja prehoda za vodne organizme.

3.5 Primerjava z rezultati monitoringov prehoda za vodne organizme pri HE Arto-Blanca

Rezultate ihtiološke raziskave prehoda za vodne organizme pri HE Brežice smo primerjali z rezultati ihtioloških raziskav prehoda za vodne organizme pri HE Arto-Blanca v letih 2009, 2010, 2012 in 2015.

Prehod za vodne organizme pri HE Arto-Blanca je bil zgrajen leta 2009 ob jezovni zgradbi HE Arto-Blanca. Je prvi prehod za vodne organizme, ki je bil zgrajen na hidroelektrarnah spodnje Save. Tip prehoda je podoben kot ob HE Brežice; tudi pri HE Arto-Blanca gre za obvodno strugo pretežno sonaravnega tipa v kombinaciji s tehničnim vtočnim delom. Razlika med obema prehodoma za vodne organizme je v tem, da prehod pri HE Arto-Blanca še nima vključenega drstišča, medtem ko je na prehodu pri HE Brežice drstišče izvedeno v sklopu sonaravnega dela prehoda.

Primerjali smo vrstno sestavo rib, ujetih v omenjenih letih, ter naseljenost, ugotovljeno z elektroribolovom v letih 2009, 2010 in 2012.

V letih 2010 in 2012 sta bili uporabljeni enaki metodi vzorčenja kot pri pričujoči raziskavi prehoda pri HE Brežice, torej elektroribolov izbranih odsekov sonaravnega dela in tehničnega dela prehoda v kombinaciji s postavljanjem vrš v tehnični del.

V letu 2009 so bili vzorčeni izbrani odseki sonaravnega dela prehoda za vodne organizme; ker je v tem letu prehod šele pričel delovati, ribe ob prvem vzorčenju še niso poselile celotnega prehoda, zato smo za primerjavo naseljenosti upoštevali le jesensko vzorčenje v tem letu.

V letu 2015 smo izvajali le monitoring z vršami v tehničnem delu prehoda pri HE Arto-Blanca. Zaradi tehničnih težav, ki smo jih imeli pri vzorčenju prehoda za vodne organizme pri HE Brežice v letu 2019, nismo delali primerjave z rezultati monitoringa z vršami v prehodu pri HE Arto-Blanca.

3.5.1 Primerjava vrstne sestave ujetih rib v prehodih za vodne organizme pri HE Arto-Blanca in HE Brežice



Na odseku reke Save s pritoki, med jezom HE Boštanj in jezom pri JEK, torej na območju sedanje HE Arto-Blanca, je bilo pred izgradnjo hidroelektrarn zabeleženih 40 vrst rib in vrsta piškurja (Šumer & Povž, 2004). Najštevilčnejše je zastopana družina ciprinidov.

Pred izgradnjo elektrarn na spodnji Savi od Krškega do državne meje, na območju sedanje HE Brežice, je bilo v raziskavah ZZRS zabeleženih 26 vrst. Tudi tu je najštevilčnejše zastopana družina ciprinidov.

Pri vzorčenjih prehoda za vodne organizme pri HE Brežice smo glede na pretekle raziskave po pričakovanjih zabeležili manjše število vrst kot pri vzorčenjih prehoda pri HE Arto-Blanca (Preglednica 10). Manjše število zabeleženih vrst lahko pripišemo tudi manjšemu številu izvedenih vzorčenj.

Na območju prehoda pri HE Brežice nismo zabeležili salmonidnih vrst lipana, sulca in šarenke ter donavskega potočnega piškurja in pisanca, ki pa niso bili zabeleženi niti v okviru raziskave leta 2009, pred izgradnjo hidroelektrarne. Nekaj vrst (npr. navadni koreselj, smuč, ščuka) smo zabeležili v okviru intervencijskih izlovov ribičev, pri monitoringu pa jih nismo zasledili. V prehodu pri HE Brežice smo v okviru monitoringa in intervencijskih izlovov izmed salmonidnih vrst rib zabeležili le potočno postrv, ki je bila najdena dvakrat, nazadnje v lanskem letu (en osebek).

V okviru monitoringa prehoda za vodne organizme pri HE Brežice nismo niti enkrat ujeli upiravca, ki je bil na tem območju pred izgradnjo HE prisoten. V okviru monitoringa prehoda pri HE Arto-Blanca se je pojavljal v prvih dveh letih po izgradnji ribje steze. En osebek smo ujeli leta 2009 v izlivnem delu prehoda, en osebek pa v okviru monitoringa z vršo leta 2015, po izgradnji HE Krško.

V okviru monitoringa prehoda pri HE Brežice smo letos prvič zabeležili črnooko, ki je redka vrsta in je na območju HE Arto-Blanca niti pred izgradnjo hidroelektrarn niti v okviru monitoringov prehoda za vodne organizme nismo zabeležili. Tudi androgo smo zabeležili le v prehodu pri HE Brežice.

Zvezdogleda smo na območju prehoda za vodne organizme pri HE Arto-Blanca v prvih letih monitoringa (2009, 2010 in 2012) redno beležili, sicer v manjšem številu. Na območju HE Brežice je bila vrsta pred izgradnjo HE prisotna, po izgradnji elektrarne pa se je domnevno ujela le v času intervencijskih izlovov ribičev.



Kesslerjev globoček je bil na območju spodnje Save pred izgradnjo HE prisoten; v okviru monitoringa prehoda za vodne organizme pri HE Arto-Blanca ga nismo nikoli našli, v prehodu pri HE Brežice pa gre za domnevno najdbo v okviru intervencijskega izlova.

Zlata nežica je bila na območju Save pri Brežicah pred izgradnjo elektrarne najdena, v okviru monitoringa prehoda za vodne organizme pri HE Brežice in intervencijskih izlovov ribičev pa je nismo zabeležili. Na območju prehoda pri HE Arto-Blanca je bila vrsta zabeležena v letih 2009, 2010 in 2012, ob zadnjem vzorčenju leta 2015 pa je nismo našli.

Navadni okun je bil na območju prehoda za vodne organizme pri HE Arto-Blanca zabeležen le v letu 2012, medtem ko smo ga v prehodu pri HE Brežice našli v okviru monitoringov z elektroribolovi tako v letih 2017 kot tudi 2019, ter pri intervencijskem izlovu leta 2018.

Rdečeperka in smuč v okviru vzorčenj prehoda pri HE Arto-Blanca nista bila najdena, medtem ko smo prisotnost rdečeperke potrdili z vzorčenji prehoda pri HE Brežice leta 2019 in pri intervencijskem izlovu leta 2018. Smuč pa je bil najden v okviru intervencijskega izlova ribičev v letu 2019.

Donavski potočni piškur je bil v prvih letih delovanja prehoda pri HE Arto-Blanca zabeležen, kasneje pa ne več. Pri vzorčenjih prehoda pri HE Brežice ga nismo ujeli.

Tujerodne vrste psevdorazbora, srebrni koreselj in sončni ostriž so bile potrjene tako pri izlovih prehoda pri HE Arto-Blanca kot HE Brežice.



Preglednica 10: Primerjava pojavljanja vrst pri vzorčenjih na območju prehodov za vodne organizme pri HE Arto-Blanca in HE Brežice.

Vrsta	vzorčenje prehoda pri HE Arto-Blanca				vzorčenje prehoda pri HE Brežice								
	Sava območje Blanca 2003	Vz 2009	Vz 2010	Vz 2012	Vz vrša 2015	Sava 2009	Vz 2017	Iz 2018	Vz 2018	Iz 2019	Vz 23.05.2019	Vz 29.11.2019	Vz vrša 2019
androga	x								x	x			
babica	x	x	x	x				x				x	
beli amur						x							
beloplavuti globoček		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
blistavec	x		x	x				x			x		
bolen				x	x	x				x			X
čep										x			
črnooka											x	x	X
donavski potočni piškur	x	x	x										
jez						x				x			
kapelj								x					
keslerjev globoček	x					x				x			
klen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
krap	x	x	x			x				x			
lipan	x		x										
mrena	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
navadna nežica	x		x	x	x	x						x	
navadni globoček	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	X
navadni koreselj				x	x			x		x			
navadni okun				x			x	x		x	x	x	
navadni ostrž			x	x	x	x		x	x	x	x	x	X
ogrica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
pezdirk	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	X
pisanec			x										
pisanka	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
platnica	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	X
ploščič	x		x	x	x	x		x					X
podust	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
pohra	x	x	x	x		x		x			x		
potočna postrv	x	x	x	x				x			x		
pseudorazbora	x		x	x			x	x		x		x	
rdečeočka	x	x	x	x		x		x	x	x			X
rdečeperka								x				x	X
smuč										x			
som	x		x ¹			x				x	x	x	
sončni ostrž	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	X
srebrni koreselj	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	X
sulec	x		x ¹	x									
šarenka			x										
ščuka			x			x		x		x			
upiravec	x	x	x		x	x							
velika nežica	x		x	x		x	x	x		x	x	x	
zelenika	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
zlata nežica	x	x	x	x		x							
zvezdogled	x	x	x	x		x				x			

Legenda: Vz – vzorčenje, Iz – intervencijski izlov



3.5.2 Primerjava prostorske razporeditve rib v prehodih za vodne organizme pri HE Arto-Blanca in pri HE Brežice

Na obeh prehodih smo z monitoringi potrdili večjo vrstno pestrost v sonaravnem kot v tehničnem delu prehoda, kar je razumljivo, saj je sonaravni del prehoda zelo podoben naravnemu vodotoku in nudi veliko večjo pestrost habitatov.

Monitoringi na prehodu za vodne organizme pri HE Arto-Blanca v letih 2009 in 2010, ki so bili izvedeni v hladnejšem obdobju leta (med novembrom in marcem) so pokazali, da se je večina rib v tem času zadrževala na odseku pod mostom (ob tolmunu) in v tolmunih, podobno, kot je pokazalo tudi naše poznojesensko vzorčenje na prehodu pri HE Brežice v lanskem letu 2019. V tehničnem odseku je bila v tem času številčnost rib nizka.

V zimskem času smo v obeh prehodih zabeležili tudi manjše število večjih, odraslih osebkov (npr. podusti), kar lahko pripišemo padcu temperatur in umiku odraslih, večjih rib v globlje dele Save.

V nasprotju s poznojesenskim obdobjem mirovanja je bila naseljenost tolmuna v času, ko ribe še ne mirujejo in intenzivneje migrirajo, zgodaj jeseni (vzorčenje prehoda pri HE Arto-Blanca, september 2012) nižja od ostalih predelov sonaravnega odseka.

Vzorčenja v toplejšem delu leta, med majem in oktobrom, so, verjetno zaradi višjih temperatur in sovpadanjem z obdobjem drstnih in drugih (npr. prehranjevalnih) migracij, tako pri vzorčenju prehoda pri HE Brežice kot prehoda pri HE Arto-Blanca pokazala večjo naseljenost posameznih odsekov ribje steze in tudi večjega skupnega števila zabeleženih vrst, ki so bile prisotne na posameznih vzorčenih odsekih.

Relativno velika naseljenost je bila v prehodu pri HE Brežice 2019 opažena tako spomladi kot jeseni na prehodu ob drstišču, ki pa ga prehod pri HE Blanca nima.

V spomladanskih ter zgodnje jesenskih vzorčenjih smo na prehodu za vodne organizme pri HE Arto-Blanca v letih 2010 in 2012 opazili tudi večjo naseljenost tehničnega odseka; spomladi je namreč čas drstnih migracij, bolj zgodaj jeseni pa ribe v iskanju primerne prostora za prezimovališča prav tako še migrirajo po vodotoku. Tudi monitoring prehoda pri HE Brežice 2019 je pokazal večjo naseljenost tehničnega odseka spomladi kot v poznojesenskem obdobju mirovanja.



Potamodromne vrste klen, podust in mrena so bile prisotne v veliki večini vzorčenj obeh prehodov. V pozno spomladanskih vzorčenjih prehodov pri HE Arto-Blanca (24.05. 2012, 09.06.2010) in pri HE Brežice (23.05.2019) so bile te vrste dobro zastopane in precej številčne, pojavljale pa so se na praktično vseh odsekih obeh prehodov z izjemo drstišča v prehodu pri HE Brežice (te strukture prehod pri HE Arto-Blanca nima). Omenjene vrste so se na veliki večini vzorčenih odsekov pojavljale tudi v zgodnje jesenskem vzorčenju prehoda pri HE Arto-Blanca (oktober 2010 in september 2012).

Pozno spomladi klen in mrena pričneta z intenzivnimi migracijami po vodotoku v iskanju primernih mest za drst. Vse tri vrste pa od pozne pomladi do zgodnje jeseni po vodotoku migrirajo tudi na pasišča, v iskanju mest za prehranjevanje.

V poznojesenskih, zimskih in zgodnje spomladanskih vzorčenjih (v letih 2009, 2010 in 2012) sta v prehodu pri HE Arto-Blanca klen in podust naseljevala predvsem tolmune, mrena pa se je pojavljala le posamično. V prehodu pri HE Brežice so bile vse tri omenjene vrste v poznojesenskem vzorčenju najbolj številčne na prehodu ob drstišču (le-tega prehod pri HE Arto-Blanca sicer nima), pa tudi v tolmunu.

Relativno veliko število osebkov podusti je bilo v vzorčenjih prehoda pri HE Blanca v letih 2010, 2012 in 2015 ujetih pri vzorčenjih z vršo, kar ni presenetljivo, saj je podust potamodromna vrsta. Zaradi tehničnih težav z vršo v prehodu pri HE Brežice v letu 2019 tega žal nismo mogli v celoti prikazati, čeprav smo ujeli jato spolno zrelih podusti v času drstnih migracij konec aprila.



4. Povzetek z zaključki

1. Ihtiološki monitoring, izveden v prehodu za vodne organizme pri HE Brežice v letu 2019, je pokazal, da so v drugem letu delovanja hidroelektrarne prehod poselile številne vrste rib, značilne za odsek Save med Krškim in državno mejo s Hrvaško. Z vzorčenjem z elektroribolovom in vršo je bilo skupaj najdenih 27 vrst rib, kar je za tretjino več kot v letih 2017 in 2018, ko je bilo z vzorčenjem ZZRS z elektroribolovom zabeleženih 18 vrst. Najštevilčnejše je bila zastopana družina krapovcev (Cyprinidae). V letu 2019 smo v slovenskem delu Save prvič zabeležili tudi črnooko. Število in vrstna sestava tujerodnih vrst, ujetih v prehodu za ribe, se med leti 2017-2019 nista spremenila.
2. Prehod za vodne organizme je bil pri obeh vzorčenjih z elektroribolovom, tako v spomladanskem kot jesenskem času, poseljen po celotni dolžini. Ribe so bile prisotne v vseh značilnih odsekih sonaravnega dela prehoda (pragovi s tolmuni, drstišče, prehod ob drstišču), vključno s tehničnim, vtočnim odsekom. Največ vrst in tudi posameznih osebkov smo zabeležili v tolmunih, najmanj pa na drstišču.
3. Vrste z ugotovljeno največjo naseljenostjo (št. osebkov/100 m²) pri spomladanskem vzorčenju so bile pisanka, klen in mrena. Pri jesenskem vzorčenju je bila daleč najštevilčnejša vrsta zelenika, sledili sta pisanka in klen.
4. Pri spomladanskem vzorčenju na območju predvidenih drstišč same drsti ali iker nismo zabeležili, smo pa opazili več potencialnih litofilnih drstišč in sledi drstne aktivnosti večjih rib, verjetno mren. Ujetih je bilo več odraslih rib in manj mladic, kar pripisujemo času drsti, jeseni pa so bile v prehodu za vodne organizme prisotne predvsem jate mladic in manjše vrste rib. Ujeli smo več rib v drsti, večinoma samcev; največ osebkov je pripadalo vrstama mrena in klen.
5. Za pridobitev celovite slike o vrstni sestavi in poseljenosti prehoda tekom leta bi bilo v bodočih monitoringih treba predvideti vzorčenje rib po odsekih prehoda štirikrat na leto (vsak letni čas enkrat).
6. Pri vzorčenjih z vršo je prihajalo do tehničnih težav, zaradi katerih so ribe v vrši poginjale. Ocenili smo, da do težav prihaja zaradi prevelikih hitrosti toka in neugodne razporeditve tokovnic znotraj posameznih prekatov tehničnega dela prehoda. Vzorci zaradi tehničnih težav pri postavitvi vrše, zaradi katerih smo tekom



leta čas vzorčenja tudi skrajšali, niso povsem primerljivi med seboj in najverjetneje ne dajejo realne slike o migracijah v prehodu za vodne organizme.

7. V letu 2019 smo pri vzorčenjih z vršo zabeležili 17 vrst rib, od teh sta srebrni koreselj in sončni ostriž tujerodni vrsti. Najbolj številčno zastopana vrsta pri vzorčenju z vršo je bila zelenika, sledile so podust, klen in pisanka. V vršah smo v letu 2019 zabeležili tudi pet vrst rib, ki živijo na območju spodnje Save in se selijo na srednje ali dolge razdalje. To so mrena, podust, ogrica, črnooka in bolen. Pri podusti smo glede na čas vzorčenja, temperaturo vode v akumulaciji in velikostno sestavo rib v vrši potrdili drstno migracijo preko prehoda za vodne organizme.
8. Glede na celoletna opažanja sklepamo, da je bilo tekom leta več situacij, ko voda v prehod ni bila pravilno regulirana in so bili pretoki v prehodu premajhni. Ocenjujemo tudi, da napaka na neki zapornici lahko pomeni dejansko strojno okvaro ali pa gre za zamašitev z večjimi količinami naplavin. Ne glede na vzrok je treba regulaciji pretokov v prehodu v prihodnje posvetiti večjo pozornost, saj neustrezni pretoki lahko bistveno vplivajo na uspešnost delovanja prehoda za vodne organizme.
9. Redni remont JEK, ki se izvajajo na 18 mesecev in v času katerih prehod za vodne organizme nekaj časa ne deluje, pomembno vplivajo in tudi bodo v prihodnje na delovanje prehoda za vodne organizme in prav tako na izvajanje ihtioloških monitoringov.
10. V prihodnje bo potrebno zamenjati vršo oziroma na novo zasnovati spremljanje migracij v prehodu. Vzorce z novo vršo bo moralo z namenom izboljšanja rezultatov (ulov kar največjega števila ribjih vrst, ki potujejo skozi prehod) potekati neprekinjeno 24 ur, kot smo sprva načrtovali tudi za leto 2019 (izhodišče monitoringa), vendar smo zaradi v poročilu opisanih tehničnih težav morali čas vzorčenja z vršo tekom monitoringa skrajšati. Prav tako bo potrebno na novo preučiti možnost postavitve vrše v prvi, najbolj gorvodni prekat prehoda za vodne organizme in s tem zagotoviti spremljanje rib, ki so ribjo stezo preplavale v celoti do izhoda v akumulacijo.
11. V nadaljnjih monitoringih bo potrebno predvideti več terenskih dni za spremljanje funkcionalnost in rabo litofilnih drstič v prehodu, prav tako pa tudi morebitno drst fitofilnih drstnic, saj se je prehod od začetka njegovega delovanja že precej zarasel. Drst bo potrebno spremljati od pomladi do poletja, ko se drsti večina vrst, ki



poseljujejo obravnavani odsek Save. Prav tako bo potrebno oceniti, ali bo prehod ob pravilnem delovanju zapornic oziroma ustrezno velikih pretokih funkcionalen tudi za večje vrste rib.

12. Na območju sedanje HE Arto-Blanca je bilo pred izgradnjo hidroelektrarn zabeleženih več vrst rib kot na območju Save pri Brežicah. Primerjava vzorčenj prehoda za vodne organizme pri HE Brežice z vzorčenji prehoda pri HE Arto-Blanca je pokazala, da so potamodromne vrste podust, klen in mrena prisotne v večini vzorcev iz obeh prehodov. Črnooko, androgo in rdečeperko smo do sedaj zabeležili le v prehodu pri HE Brežice, upiravca in zlato nežico pa le v prehodu pri HE Arto-Blanca. V obeh prehodih se pojavljajo tudi tujerodne vrste psevdorazbora, srebrni koreselj in sončni ostriž. V prehodu pri HE Brežice v nasprotju s prehodom HE Arto-Blanca nismo zabeležili salmonidnih vrst lipana, sulca in šarenke ter donavskega potočnega piškurja in pisanca, ki pa niso bili zabeleženi niti v okviru raziskave Save pri Brežicah leta 2009, pred izgradnjo hidroelektrarne. Salmonidne vrste in piškurja smo pri vzorčenjih prehoda pri HE Arto-Blanca zabeležili le v prvih letih vzorčenj, kasneje pa ne več.
13. Primerjava vzorčenj prehodov pri HE Brežice in HE Arto-Blanca je v obeh prehodih pokazala večjo vrstno pestrost v sonaravnem kot v tehničnem delu prehoda. Monitoringi na prehodih pri HE Arto-Blanca in HE Brežice, ki so bili izvedeni v hladnejšem obdobju leta (med novembrom in marcem) so pokazali, da se je večina rib v tem času zadrževala v tolmunih. V hladnejšem času smo v obeh prehodih zabeležili tudi manjše število večjih, odraslih osebkov (npr. podusti), kar lahko pripišemo padcu temperatur in umiku odraslih, večjih rib v globlje dele Save. V vzorčenjih v toplejšem delu leta (pomlad-zgodnja jesen) obeh prehodov so ribe v večji meri naseljevale tudi druge odseke prehoda, tudi število najdenih vrst po posameznih odsekih je bilo z izjemo tolmana večje. Vzorčenja obeh prehodov so pokazala večjo aktivnost (migracije) rib v obdobju od pomladi do pozne jeseni, kar sovpada s časom drstnih in drugih (npr. prehranjevalnih) migracij.



5. Viri in literatura

Dußling, U., Berg R., Klinger, H. & Wolter, C. 2004. Assessing the Ecological status of river Systems Using fish Assemblages. Handbuch Angewandte Limnologie. 20. Ergänzungslieferung, 84 s.

Hochman L., Penaz M. 1991. The nase: Stripping and rearing of the fry. Research institute of fish culture and hydrobiology vodany. Czechoslovakia. 12 s.

Matvejev S. D. 1983. Neki podaci o mreščenju i migracijama podusta (*Chondrostoma nasus* L.) u Gameljščici i Savi kod Ljubljane. Ichthyologia 15(1). s: 65-70.

Podgornik S., Ramšak L., Jenič A., Pliberšek K., Govedič M., Bertok M. 2009. Ihtiološke razsikave Save in pritokov od Krškega do meje. Zavod za ribištvo Slovenije, Ljubljana, 425 s.

Policar T., Podhorec P., Stejskal V., Kozák P., Švinger V., Hadi Alavi S.M. 2011. Growth and survival rates, puberty and fecundity in captive common barbel (*Barbus barbus* L.) under controll conditions. Czech J. Anim. Sci., 56, 2011 (10): 2. 433-442

Povž M., Gregori A. in Gregori M. 2015. Sladkovodne ribe in piškurji v Sloveniji. Ljubljana, Zavod Umbra.

Povž M., Sket B. 1990. Naše sladkovodne ribe. Mladinska knjiga. Ljubljana. 369 s.

Zabrc D., Jenič A. 2012. Sanacija drče v Mirni pri Dolenjem Boštanju in ureditev drstišča. Ihtiološko poročilo za pripravo projektne dokumentacije. Zavod za ribištvo Slovenije. 60 s.



Priloga 1



MERITVE HITROSTI TOKA V PREKATU TEHNIČNEGA DELA PREHODA ZA RIBE HE BREŽICE

UVOD

Na ribji stezi Brežice so se pri monitoringu rib z metodo vrše pojavile anomalije pri hitrostih vode in izlovu ujetih rib. Predvideva se odstopanje tokovne slike (od teoretičnih) znotraj prekatov, kjer je postavljena vrša.

MATERIALI IN METODE MERITEV

Uporabilo se je merilec hitrosti OTT – MF Pro, hidrometrično krilo z elektromagnetnim senzorjem.

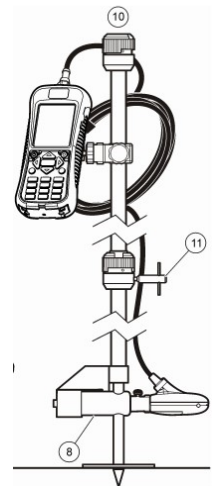
Nastavitve pretoka na kontrolni zapornici RS Brežice so bile konstantne skozi vse meritve, da bi bili rezultati čimbolj primerljivi (pretok $Q = 500 \text{ l/s}$).

Prekat se je razdelilo na računsko mrežo z odseki 30 – 40 cm (Slika 1), kjer se je v izbranih vozliščih izvajalo meritve hitrosti. Hitrosti v vozlišču so bile izmerjene tako v x, kot v y smeri. Rezultanta vektorjev daje smer ter dejansko hitrost vode v vozlišču.

Meritve so se opravljale na 20 % in 80 % višine gladine v prekatu tako z vršo (Preglednica 3 in Preglednica 4) kot brez vrše (Preglednica 1 in Preglednica 2). Merilno polje brez vrše je obsegalo 19 vozlišč, z vršo pa 17, saj je vrša prekrila par vozlišč. V vsakem vozlišču so bile opravljene meritve na dveh višinah in v dveh koordinatnih oseh. Tako je bilo različnih meritev 144. Za vsako meritev smo v povprečju potrebovali 4 min, upoštevaje premike po vozliščih po potrebi. Vrša in zapornica predstavljata motnjo v prekatu ter dodatni upor pri pretočnosti. Pri vstavljeni vrši in gorvodni zapornici se je zaradi listja in drugih motilcev zapornica hitro mašila in še dodatno zaježila vodo, tako da je bila razlika med gorvodno in dolvodno gladino 30-40 cm.

REZULTATI

Na Sliki 2 so prikazane hitrosti v merjenih vozliščih brez vrše blizu gladine, na Sliki 3 blizu dna prekata, na Sliki 4 z vršo blizu gladine in na Sliki 5 z vršo blizu dna prekata. Hitrosti v





vozljiščih se je smiselno razdelilo na skupine, predvsem glavni tok ter recirkulacije, kar je prikazano na Slikah 7-10.

Na Sliki 6 so prikazane teoretične tokovnice (podobne prekatne ribje steze) za primerjavo. Tu opazimo tri dominantne skupine tokovnic (glavni tok in dve recirkulaciji; ena velika z rotacijo v smeri urinega kazalca ter ena majhna za deflektorjem z rotacijo v nasprotni smeri urinega kazalca).

Pri merjenem prekatu brez postavljene vrše, opazimo povečan glavni tok ter tri skupine recirkulacij (Slika 7 in Slika 8). Če primerjamo te skupine s teoretičnimi razporeditvami hitrosti iz Slika 6, vidimo, da se glavna recirkulacija razdeli na dva dela. Predvidevamo, da je glavna toka tako močna, da njen vpliv sega do stika med stransko in čelno steno prekata in tako razdeli recirkulacijo na dva dela. To znatno zmanjša pozitiven učinek recirkulacije kot počivališča za vodne organizme (razmere pri gladini in pri dnu v primeru brez vrše so si zelo podobne in razlike lahko zanemarimo).

Pri merjenem prekatu s postavljenjo vršo opazimo znatno zmanjšanje recirkulacijskega polja (Slika 9 in Slika 10), predvsem zaradi spremenjenih hidravličnih pogojev zaradi zapornice in s tem večje višinske razlike gladin. Tu je opazno veliko odstopanje od teoretičnih tokovnic (niti ne toliko pri hitrostih), ki zaradi spremenjenih hidravličnih parametrov znatno poslabšajo razmere v prekatu ribje steze predvsem na račun zmanjšanja območja počivališč za vodne organizme.



0,20*h od gladine (pri dnu)	1		2		3		4		5		6		7	
	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y
A					0,58	0,882								
B														
C	0,567	-0,209	0,595	-0,393					-0,086	-0,089			-0,128	0
D														
E	0,19	0,157			0,309	-0,442			0,113	-0,089			-0,127	-0,121
F														
G	0,115	-0,089			0,506	-0,261			0,511	-0,134			-0,207	-0,199
H														
I									-0,154	-0,093			-0,101	-0,09
J	0,264	0,036	0,744	0,621										
K	0,16	-0,11	0,429	-0,227										

Preglednica 1: Meritev hitrosti [m/s], brez vrše, meritev pri dnu.



0,20*h od gladine (pri dnu)	1		2		3		4		5		6		7	
	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y
A					0,864	0,983								
B														
C	0,326	-0,073	0,783	-0,416					0,048	-0,042			0,004	-0,023
D														
E	0,057	-0,042			0,113	0,346			0,334	-0,189			-0,107	-0,1
F														
G	-0,019	0,036			0,027	-0,09			0,776	-0,004			-0,155	-0,031
H														
I									-0,064	-0,054			-0,042	-0,109
J	0,397	0,059	0,613	0,497										
K	0,293	0,226	0,955	0,543										

Preglednica 211: Meritev hitrosti [m/s], brez vrše, meritev pri gladini.



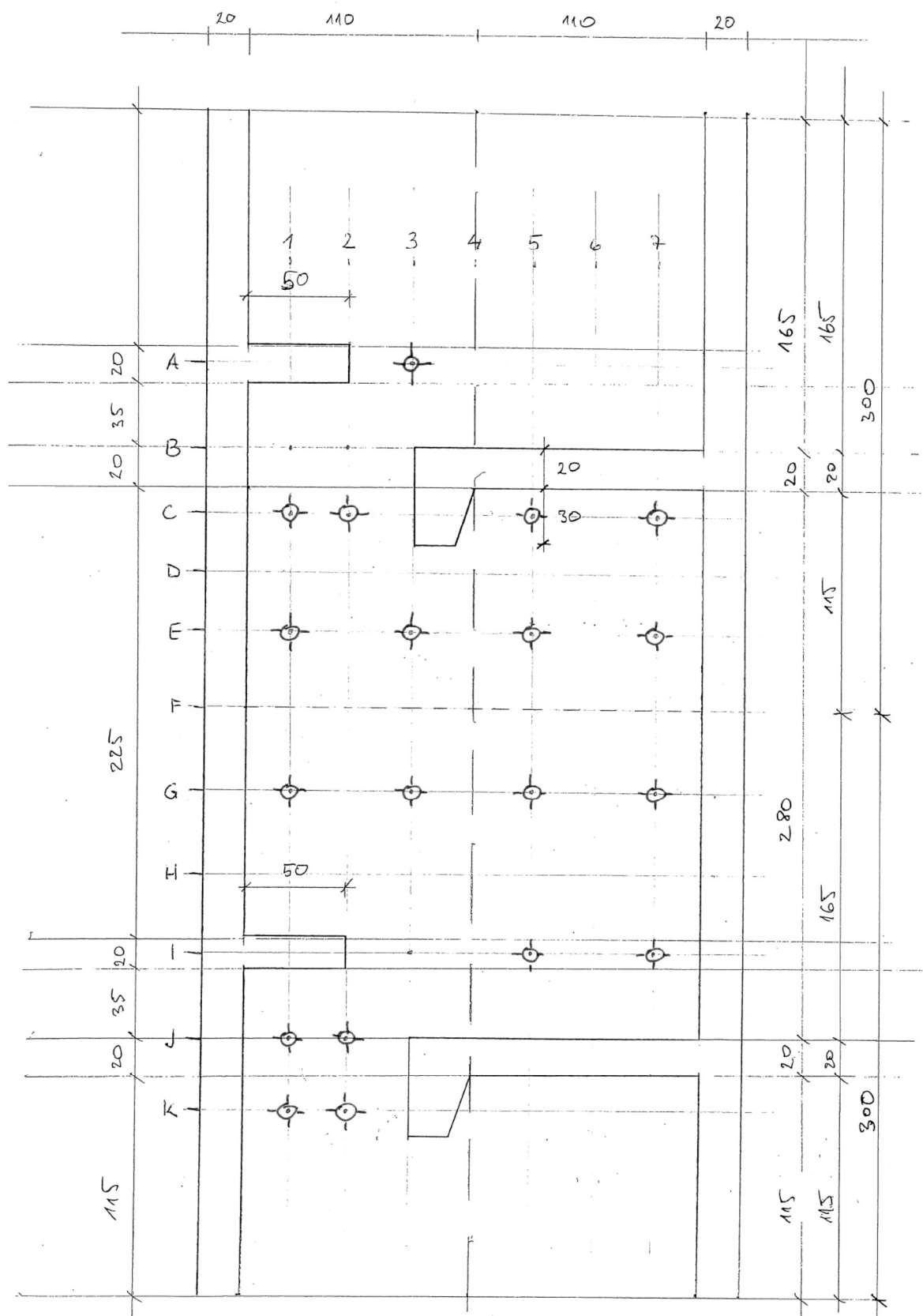
0,80*h od gladine (pri dnu)	1		2		3		4		5		6		7	
	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y
A					0,708	1,041								
B														
C									-0,040	-0,360			-0,436	-0,39
D														
E	0,185	0,122			0,181	-0,190			0,197	-0,200			0,661	-0,120
F														
G	0,157	-0,070			0,193	0,041			0,300	0,196			-0,060	0,145
H														
I									0,065	0,106			-0,070	0,151
J	0,589	0,096	0,510	0,455										
K	0,696	0,343	0,410	0,035										

Preglednica 12: Meritev hitrosti [m/s], z vršo, meritev pri dnu.

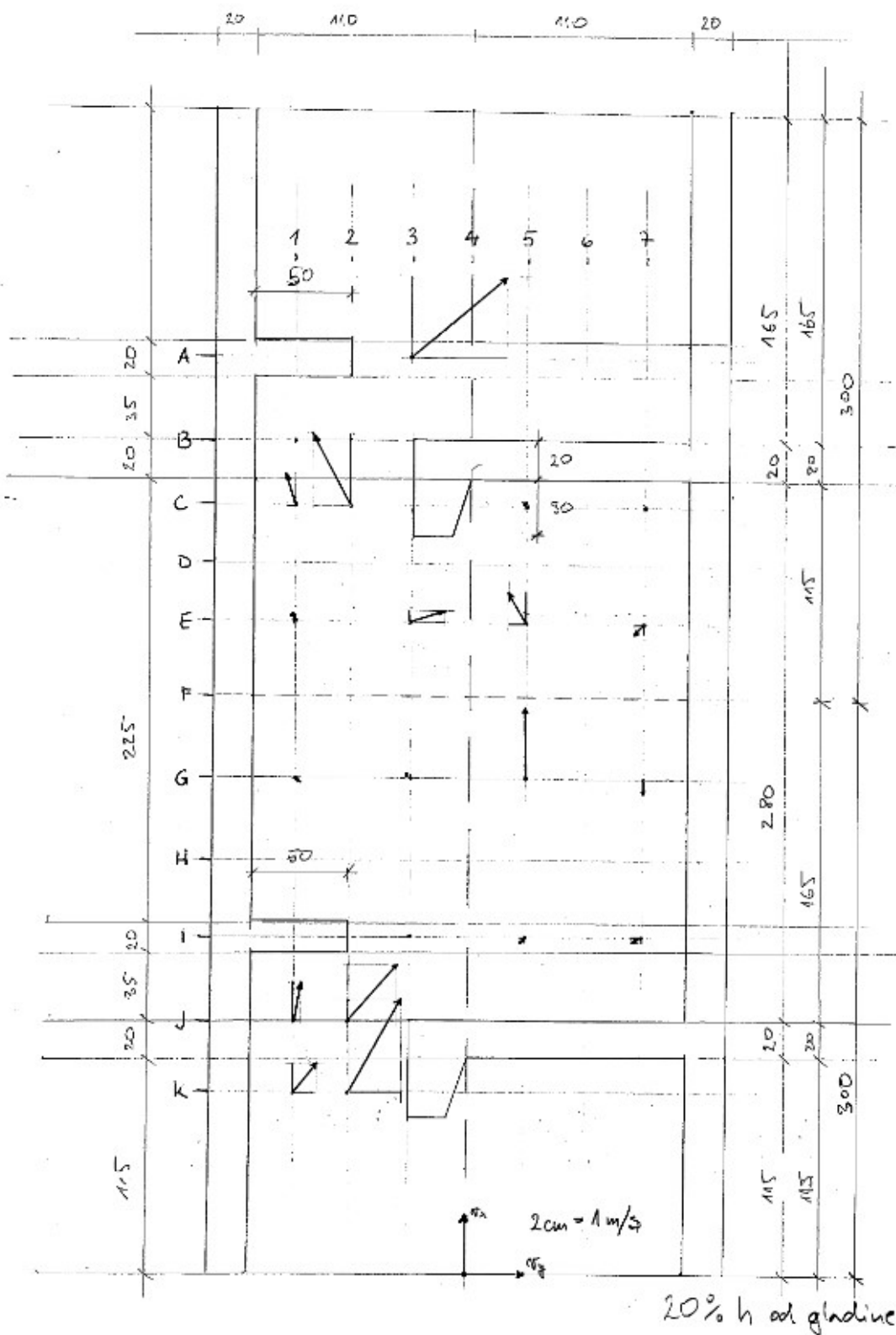


0,20*h od gladine (pri dnu)	1		2		3		4		5		6		7	
	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y	v _x	v _y
A					0,526	1,013								
B														
C									-0,230	-0,390			0,187	-0,410
D														
E	0,050	-0,170			0,016	-0,390			0,128	-0,190			0,466	-0,120
F														
G	-0,130	-0,110			-0,040	0,031			0,816	0,352			0,284	0,452
H														
I									-0,030	-0,080			-0,080	-0,090
J	0,603	0,104	0,480	0,273										
K	0,644	-0,120	0,570	-0,040										

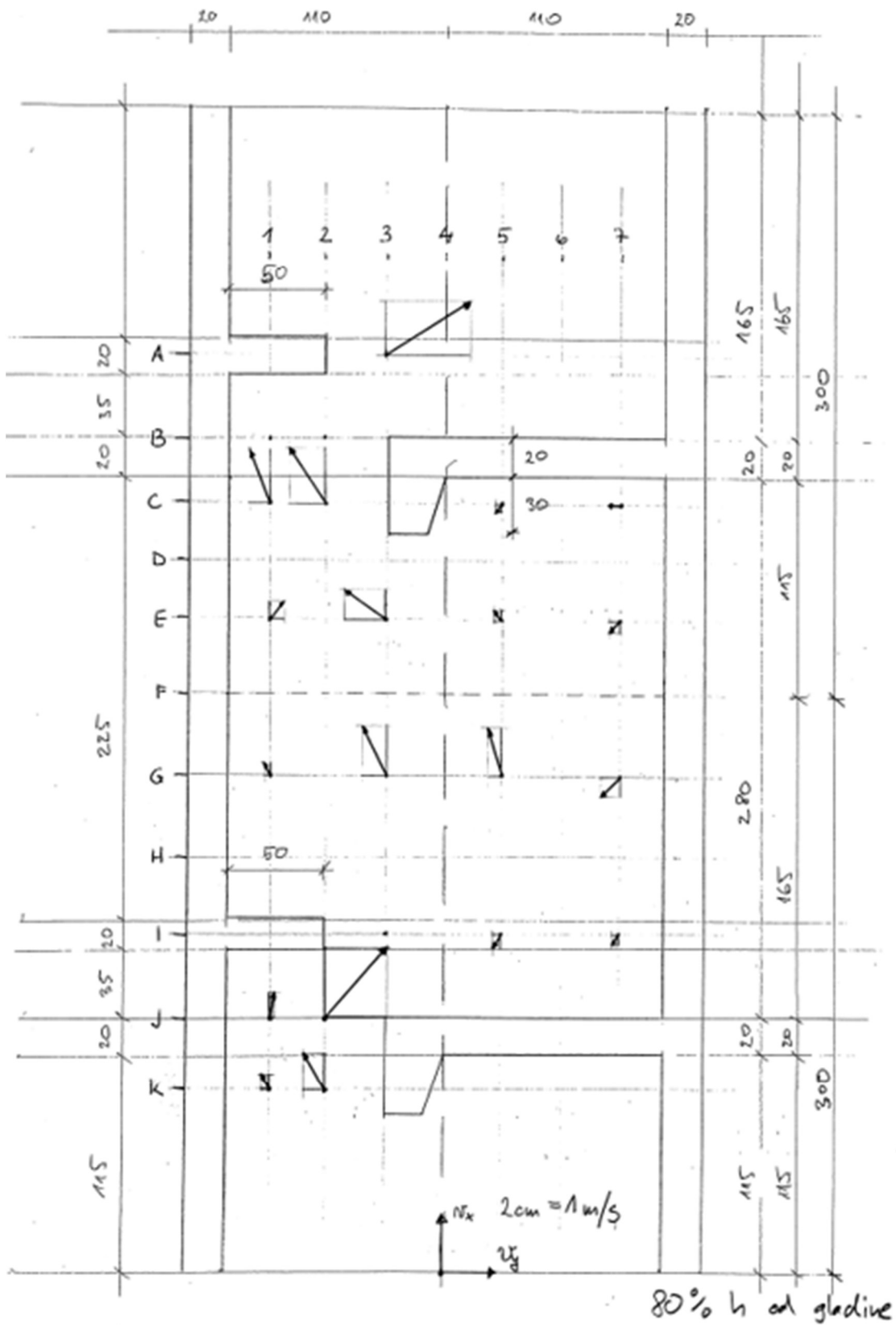
Preglednica 4: Meritev hitrosti [m/s], z vršo, meritev pri gladini.



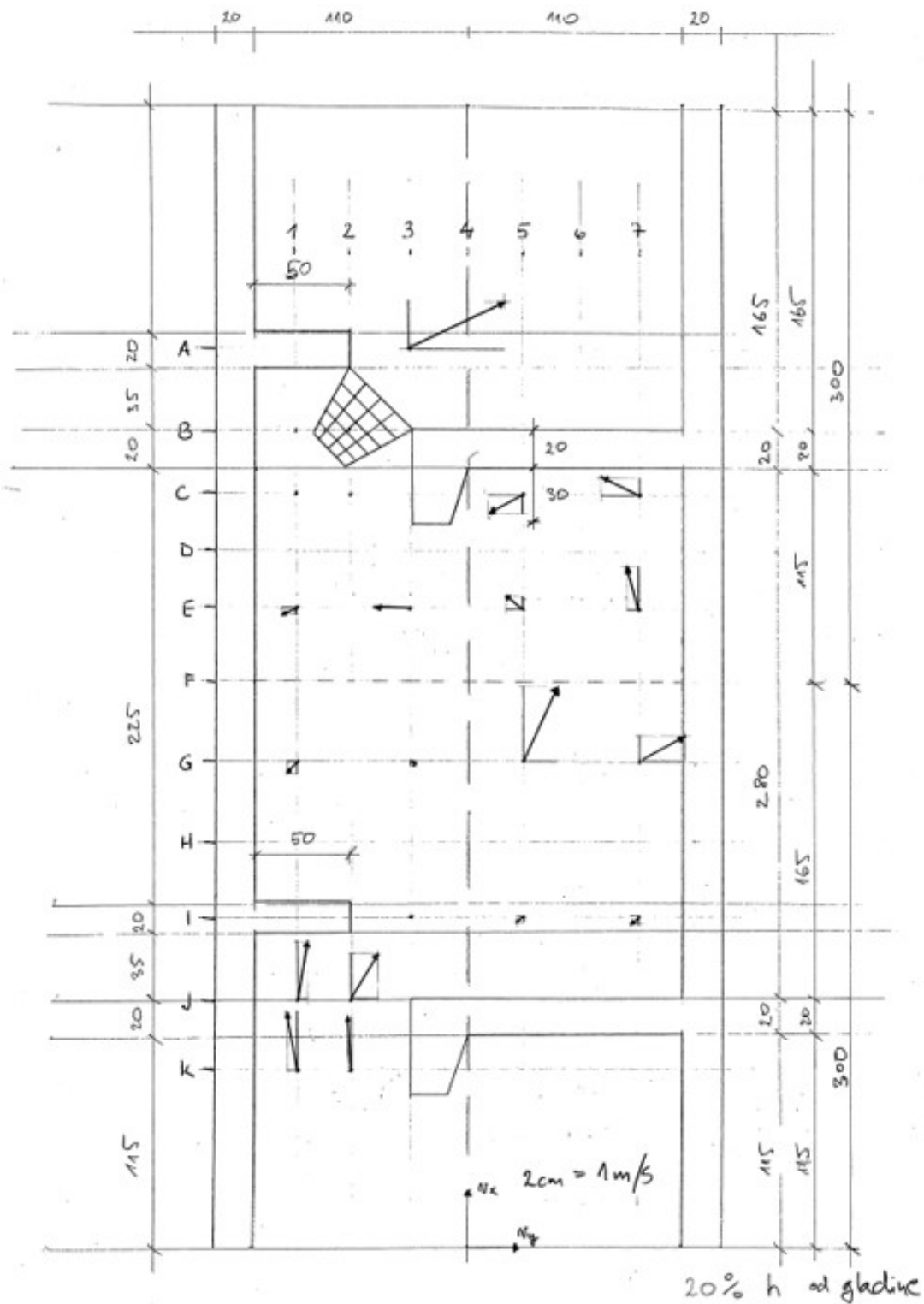
Slika 1: Točke meritev v vozliščih prekata RS Brežice.



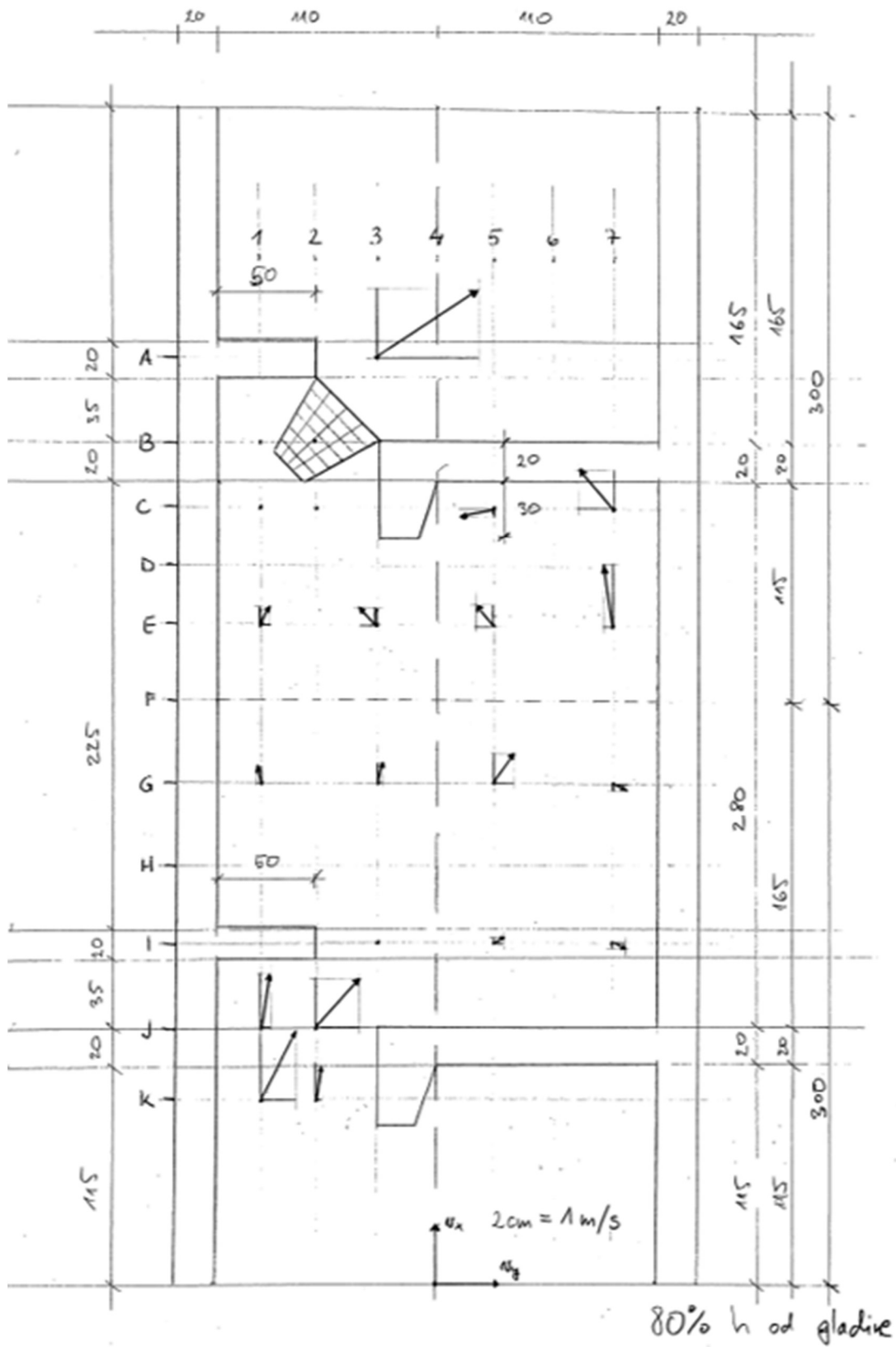
Slika 2: Merjene hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri gladini; brez vrše.



Slika 3: Merjene hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri dnu; brez vrše.



Slika 4: Merjene hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri gladini; z vršo.



Slika 5: Merjene hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri dnu; z vršo.

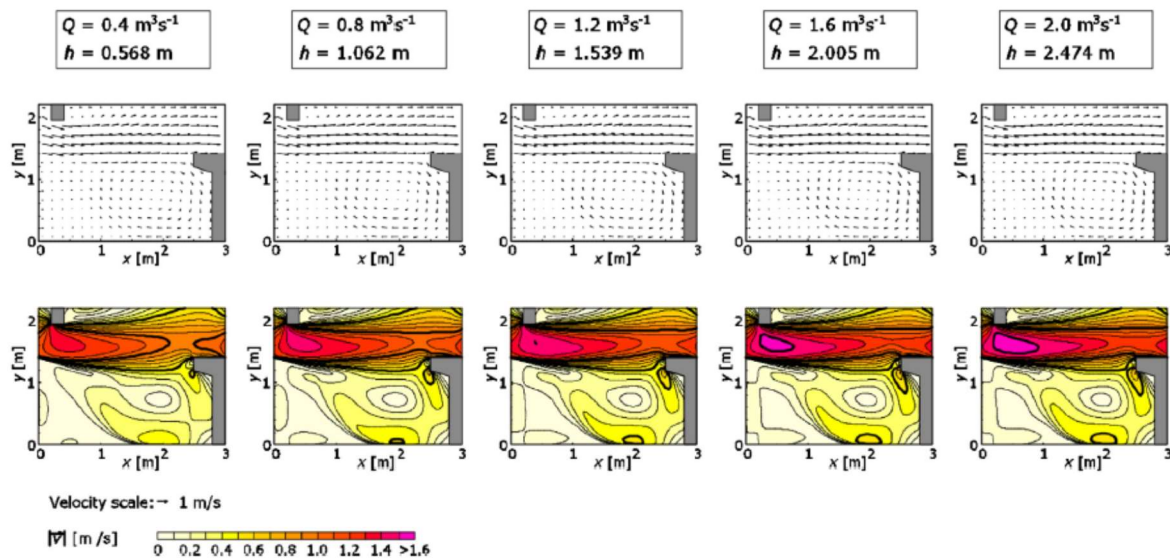
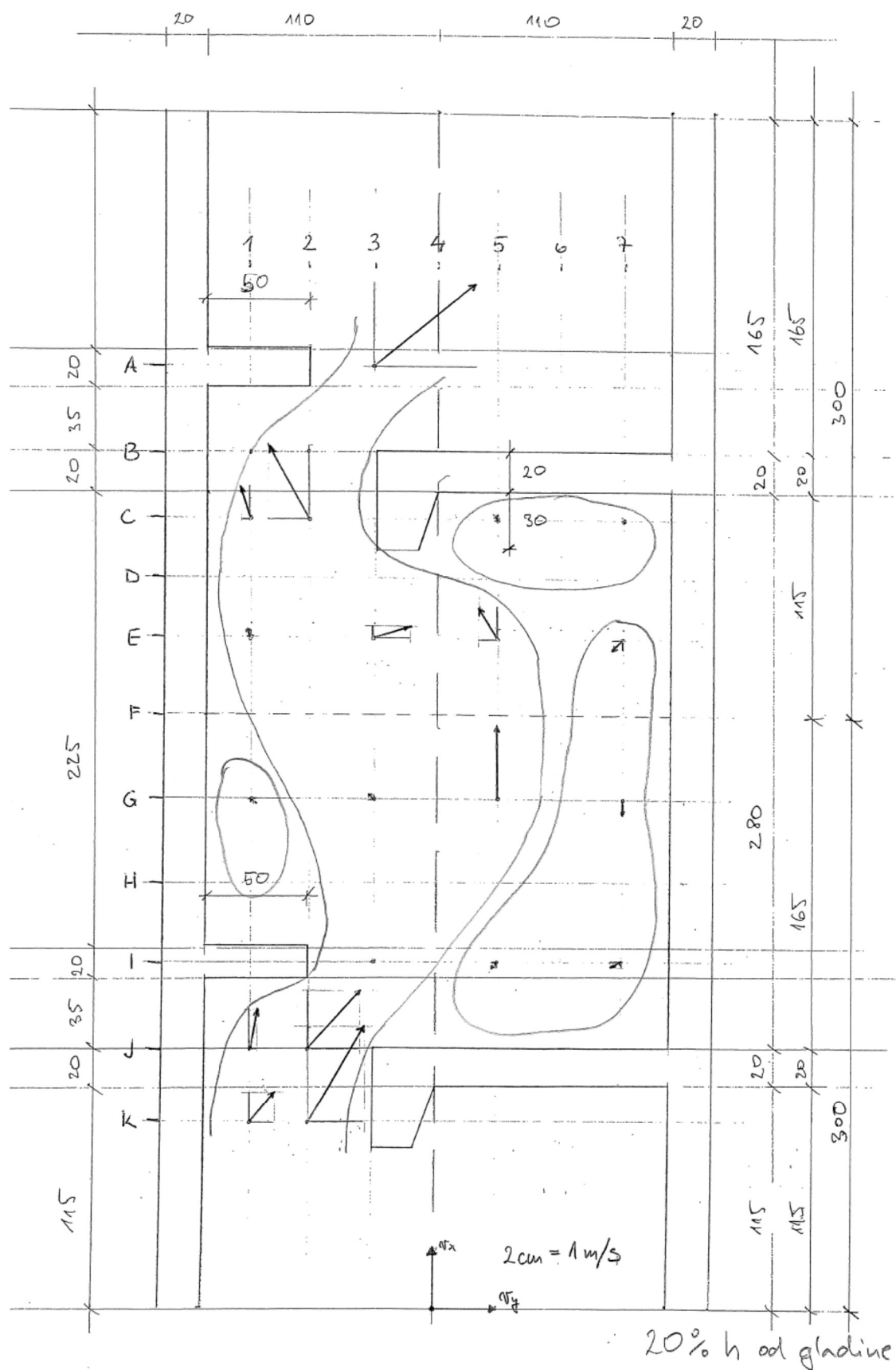
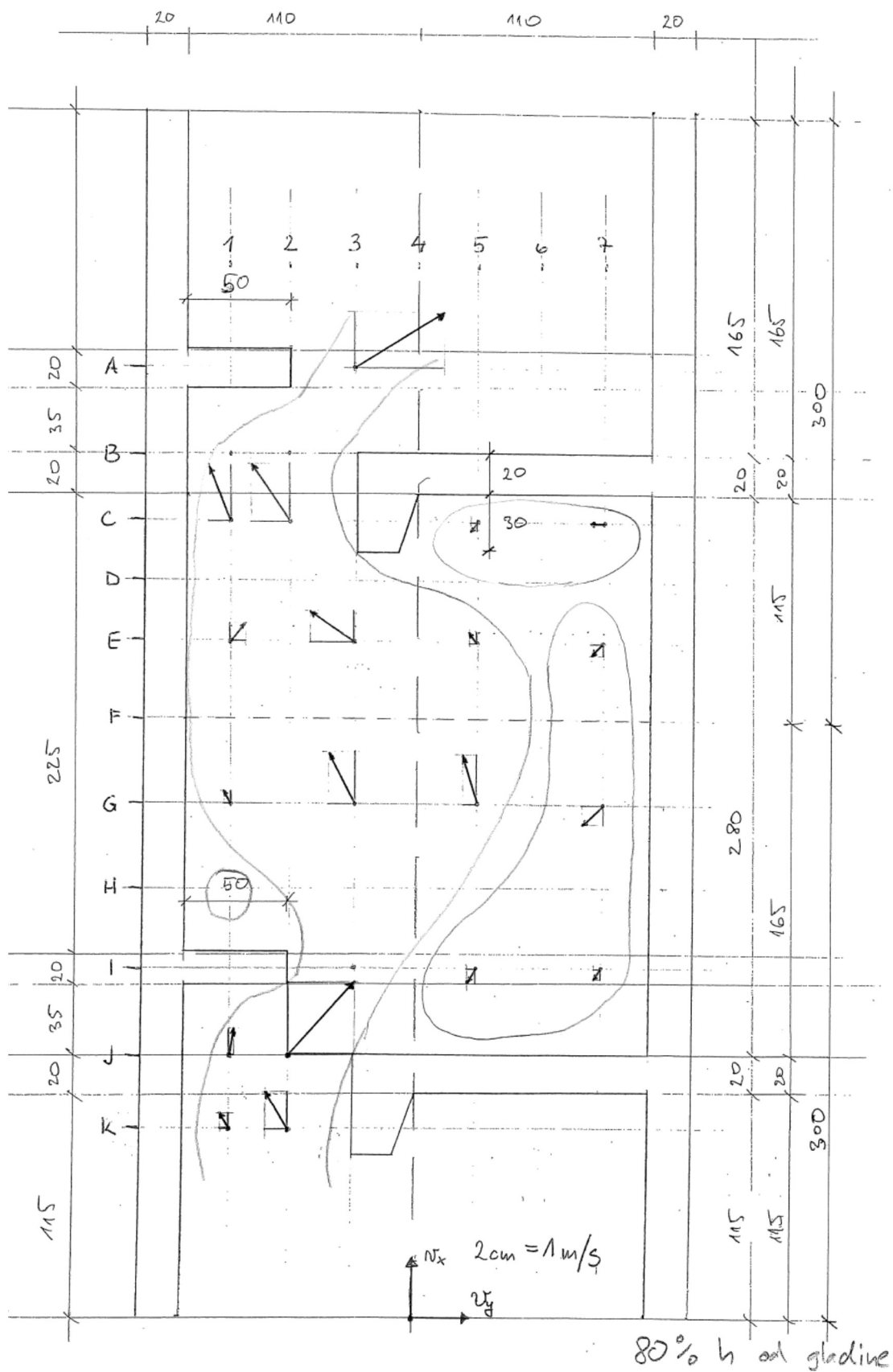


Fig. 5. Velocity vectors and calculated isovels in the central pool of VSF for discharges $Q=0.4, 0.8, 1.2, 1.6$ and $2.0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (case S1A2).

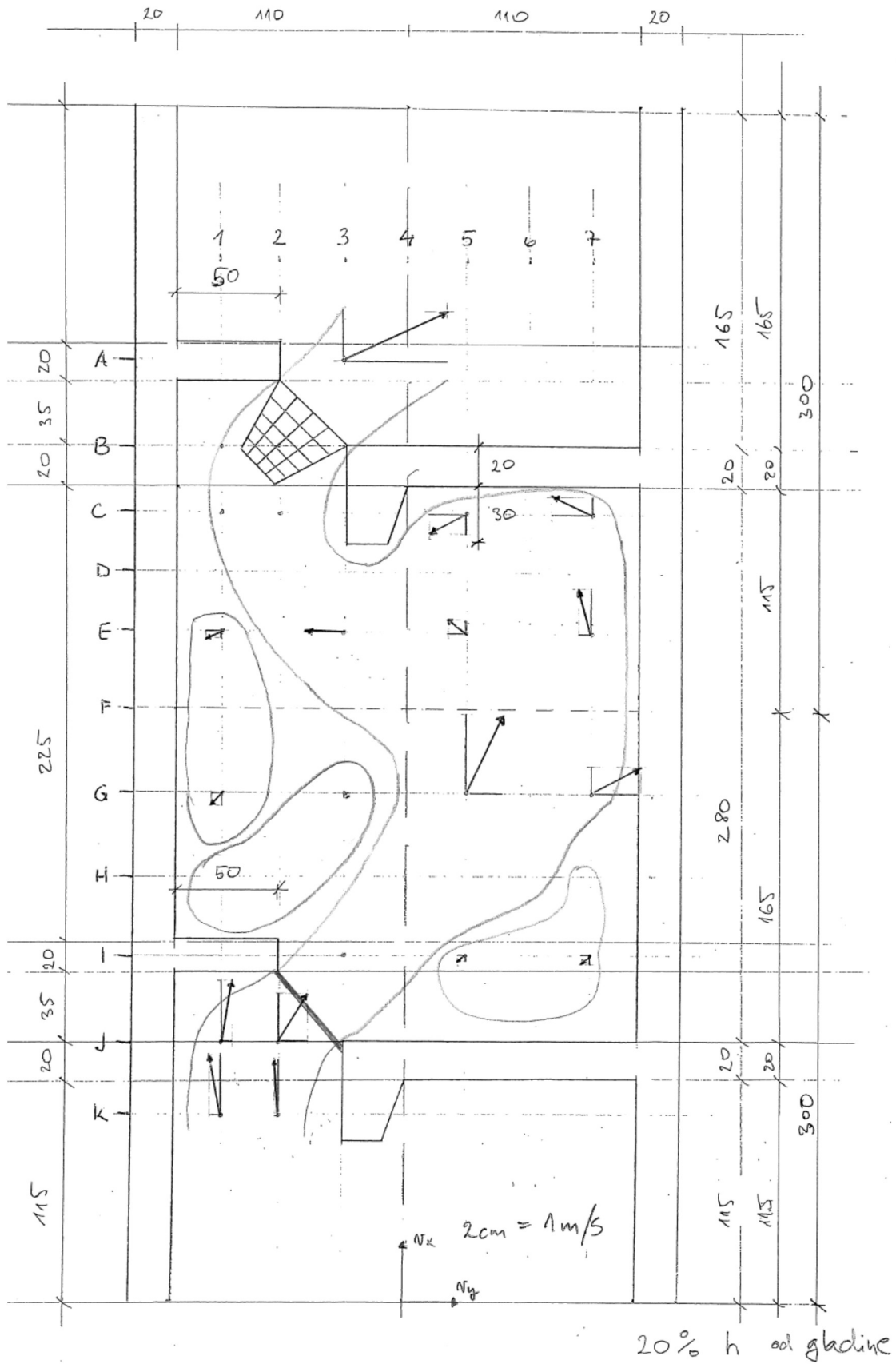
Slika 6: Razporeditev hitrosti po prekatu podobne RS (povzeto po Ciuha, D. et al., 2017).



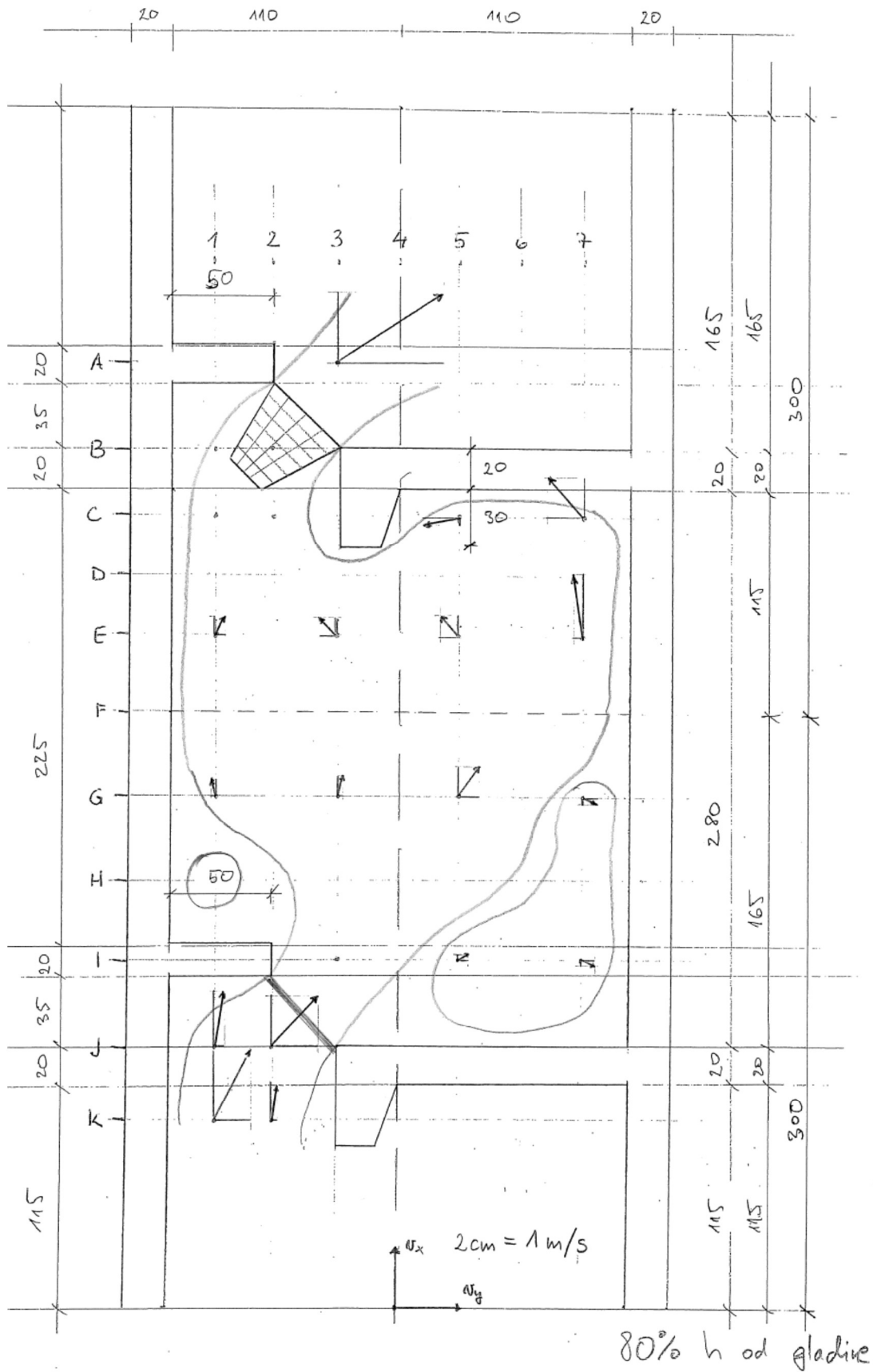
Slika 7: Skupine hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri gladini; brez vrše.



Slika 8: Skupine hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri dnu; brez vrše.



Slika 9: Skupine hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri gladini; z vršo.



Slika 10: Skupine hitrosti v prekatu RS Brežice; meritev pri dnu; z vršo.



ZAKLJUČEK

Tokovna slika znotraj prekatov ribje steze Brežice odstopa od teoretičnih tudi brez postavljene vrše. S postavljeno vršo in zapornico za izolacijo prekata v namen ihtiološkega monitoringa pa se tokovna slika v prekatu tako poslabša, da se območja recirkulacij (počivališč) znatno zmanjšajo. Zaradi takšnih pogojev je metoda ihtiološkega monitoringa z vršo slaba.

Predlogi za izboljšanja razmer v ribji stezi HE Brežice:

- povečanje ihtiološkega monitoringa na vsaj 2 prekata, da se hidravlični pogoji znotraj prekatov monitoringa »stabilizirajo«,
- premik postavitve vrše in zapornice na bolj ugodno lokacijo,
- redukcija deflektorjev (ocena), da zmanjšamo vpliv glavnine toka na recirkulacijo,
- modifikacija pretočnih režimov,
- kombinacija zgornjih predlogov.

VIRI IN LITERATURA

Ciuha, D. et al. 2017. Zasnova, hidravlična optimizacija, projekt in izvedba prehoda za vodne organizme HE Brežice. Mišičev vodarski dan 2017. 133-146 str.