

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Koruza, J. 2012. Gradnja prehodov za ribe po sodobnih smernicah. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Steinman, F., somentor Podgornik, S.): 50 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Koruza, J. 2012. Gradnja prehodov za ribe po sodobnih smernicah. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Steinman, F., co-supervisor Podgornik, S.): 50 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
VODARSTVA IN
KOMUNALNEGA
INŽENIRSTVA

Kandidat:

JAKOB KORUZA

**GRADNJA PREHODOV ZA RIBE PO SODOBNIH
SMERNICAH**

Diplomska naloga št.: 194/VKI

**FISH PASS DESIGNING ACCORDING TO LATEST
GUIDELINES**

Graduation thesis No.: 194/VKI

Mentor:

prof. dr. Franc Steinman

Predsednik komisije:

doc. dr. Dušan Žagar

Somentor:

dr. Samo Podgornik, univ. dipl. biol.

Član komisije:

prof. dr. Boris Kompare

Ljubljana, 30. 10. 2012

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
-----------------------	-------------------------	----------------	---------------

IZJAVE

Podpisani Jakob Koruza izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Gradnja prehodov za ribe po sodobnih smernicah«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.
Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 12.10.2012

Jakob Koruza

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 626.882(043.2)
Avtor: Jakob Koruza
Mentor: prof. dr. Franci Steinman
Somentor: dr. Samo Podgornik
Naslov: Gradnja prehodov za ribe po sodobnih smernicah
Tip dokumenta: Diplomaska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema: 50 str., 35 sl., 11 preg., 7 en., 21 pril.
Ključne besede: prehodi za ribe, tehnični tipi ribjih prehodov, sonaravni tipi ribjih prehodov, migracija, ekoregija, longitudinalna povezanost, vodni organizmi

Izvleček

Veliko vrst rib ima selitev v svojem življenjskem ciklu kot del osnovnega vedenja. Poleg dolgih migracijskih poti se veliko vrst rib in drugih vodnih organizmov seli še na srednjih in kratkih razdaljah, predvsem iz enega dela vodotoka na drugega. Migracije potekajo lahko zaradi različnih vzrokov in dejavnikov v določenih fazah življenjskega cikla vodnih organizmov. Ljudje pa so začeli prekinjati longitudinalno povezanost vodotokov z gradnjo pregrad in jezov za lastne potrebe in tako uničili več tisočletne selitvene navade vodnih organizmov. Cilj gradnje ribjih prehodov je, omiliti posledice gradnje jezov in pregrad ter doseči zagotovitev prostih prehodov za vse vodne organizme v vodotokih. Zavedati se je treba, da je tudi izgradnja pravilno delujočih ribjih prehodov vedno le druga najboljša rešitev in nikakor ne more nadomestiti naravne povezanosti vodotokov. Ribji prehodi so torej konstrukcije, ki olajšujejo gor vodno in dol vodno migracijo vodnih organizmov, čez prepreke in pregrade. Ribji prehodi so lahko konstruirani kot tehnični prehodi, ki so bolj umetni, ali kot sonaravni prehodi. Obe vrsti ribjih prehodov imata namen ustvariti čim boljšo imitacijo naravnih pogojev, ki so značilni za vodotok v določenem območju.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 626.882(043.2)
Autor: Jakob Koruza
Supervisor: Prof. Franci Steinman, Ph.D.
Co-advisor: Samo Podgornik, Ph.D.
Title: Fish pass designing according to latest guidelines
Document type: Graduation Thesis – University studies
Notes: 50 p., 35 fig., 11 tab., 7 eq., 21 ann.
Key words: fish pass, technical types of fish passes, close to nature types of fish passes, migration, eco-region, longitudinal connectivity, aquatic organisms

Abstract

Many fish species undertake migrations as part of their basic behavior. In addition to the long migratory routes, many species of fish and other aquatic organisms migrate in the medium and short distances, especially from one part of the watercourse to the other. Migration can take place due to various reasons and factors in certain phases of life cycle of aquatic organisms. People have started to interrupt the longitudinal connectivity of watercourses by building barriers and dams for their own needs and so destroyed many centuries of migratory habits of aquatic organisms. The aim of the construction of fish passes is to mitigate the consequences of the building dams and barriers to achieve free passes for all aquatic organisms in rivers and streams. However It should be noted that every construction of a properly functioning fish passes is always just a second-best solution and does not replace natural connectivity. Fish passes are therefore structures that facilitate upstream and downstream migration of aquatic organisms over obstacles and barriers. Fish passes can be designed as technical fish passes, which are more artificial types or close-to-nature types. Both types of fish passes try to create the best possible imitation of natural conditions that are specific for watercourse in a particular area.

ZAHVALA

Prof. dr. Franciju Steinmanu in dr. Samu Podgorniku za vodenje skozi diplomsko nalogo, najlepša hvala tudi vsem ostalim, ki so mi pomagali pri pisanju diplomske naloge.

Zahvalil bi se tudi svojim staršema, ki sta mi skozi vsa leta študija nudila pomoč ter me vzpodbujala in podpirala.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Namen naloge.....	1
2	EKOLOŠKA NAČELA PRI GRADNJI RIBJIH PREHODOV	2
2.1	Geofizikalni, klimatski in drugi abiotski dejavniki.....	2
2.1.1	Geologija in klima.....	2
2.1.2	Hitrost vode	2
2.1.3	Strižne sile in lastnosti podlage.....	2
2.1.4	Temperatura.....	3
2.1.5	Kisik.....	3
2.2	Sestava vodotokov	3
2.2.1	Zgornji postrvji ribji pas.....	3
2.2.2	Spodnji postrvji ribji pas	4
2.2.3	Lipanski ribji pas.....	4
2.2.4	Mrenski ribji pas	4
2.2.5	Ploščičev ribji pas	4
2.2.6	Izlivni pas in brakični pas.....	5
2.2.7	Druge delitve	5
2.3	Prisotnost vodnih organizmov	6
2.4	Migracijsko vedenje vodnih organizmov	6
2.4.1	Kompenzacijske migracije	6
2.4.2	Premikanje med različnimi habitati.....	6
2.4.3	Drst.....	6
2.4.4	Diadromne migracije rib.....	7
2.4.4.1	Katadromne vrste	7
2.4.4.2	Anadromne vrste	7

2.4.5	Izmenjava populacij	7
2.4.6	Dol vodne migracije	7
2.5	Negativne posledice zaradi gradnje jezov in pregrad na vodne organizme.....	7
3	DIMENZIONIRANJE RIBJIH PREHODOV	9
3.1	Optimalna lokacija za ribji prehod.....	9
3.2	Izток vode iz ribjega prehoda in privabljanje vodnih organizmov	9
3.3	Vtok vode v ribji prehod in pogoji na njem	10
3.4	Pretok in tok vode v ribjem prehodu.....	11
3.5	Dolžine, nakloni, bazeni za počivanje.....	12
3.6	Dno ribjega prehoda.....	13
3.7	Čas delovanja.....	13
3.8	Spremljanje delovanja ribjih prehodov	13
3.8.1	Metode spremljanja	14
3.8.2	Pasti za ribe.....	14
3.8.3	Metoda z blokiranjem.....	14
3.8.4	Označevanje rib.....	14
3.8.5	Avtomatska oprema za štetje rib	15
3.9	Vzdrževanje.....	15
4	PREHODI ZA RIBE IN DRUGE VODNE ORGANIZME	16
4.1	Sonaravni tipi ribjih prehodov	16
4.1.1	Drče in klančine	16
4.1.1.1	Oblikovanje in dimenzioniranje	17
4.1.1.2	Konstrukcija z vgrajenimi (zloženimi) balvani.....	17
4.1.1.3	Skalnata (nasuta) konstrukcija	17
4.1.1.4	Razpršena ali kaskadna konstrukcija.....	18
4.1.1.5	Tloris in vzdolžni profil	18
4.1.1.6	Splošna ocena.....	19
4.1.2	Obtočni kanal	19
4.1.2.1	Oblikovanje in dimenzioniranje	19

4.1.2.2	Tloris in vzdolžni profil.....	20
4.1.2.3	Prečni prerez kanala	20
4.1.2.4	Uporaba balvanov in pragov.....	20
4.1.2.5	Vtok in iztok vode v obtočnem kanalu.....	21
4.1.2.6	Splošna ocena	21
4.1.3	Ribja klančina	22
4.1.3.1	Oblikovanje in dimenzioniranje.....	22
4.1.3.2	Telo ribje klančine	22
4.1.3.3	Zaščita bregov.....	23
4.1.3.4	Stabilizacija dna pred klančino dol vodno.....	23
4.1.4	Posebni primeri	23
4.1.4.1	Makro hrapav kanal z bazeni	23
4.1.4.2	Prehod s koli oz. piloti.....	23
4.1.5	Splošna ocena	24
4.2	Tehnični tipi ribjih prehodov.....	24
4.2.1	Prehod z bazeni	24
4.2.1.1	Oblikovanje in dimenzioniranje.....	24
4.2.1.2	Dimenzije bazenov.....	25
4.2.1.3	Prečne pregrade.....	25
4.2.1.4	Splošna ocena	26
4.2.2	Prehod z vertikalnimi režami	26
4.2.2.1	Oblikovanje in dimenzioniranje.....	26
4.2.2.2	Značilnosti elementov	27
4.2.2.3	Material za dno	28
4.2.2.4	Splošna ocena	28
4.2.3	Denilov prehod	28
4.2.3.1	Oblikovanje in dimenzioniranje.....	28
4.2.3.2	Kanal	29
4.2.3.3	Prečna pregrada.....	29
4.2.3.4	Vtok in iztok vode.....	29
4.2.3.5	Splošna ocena	30
4.2.4	Posebni primeri prehodov.....	30
4.2.4.1	Prehod za jegulje.....	30
4.2.4.2	Prehod z zapornicami	31

4.2.5	Dvigala za ribe	32
5	RIBJI PREHODI NA REKI VIPAVI.....	33
5.1	Obtočni kanal: Mala Vipava.....	33
5.1.1	Opis razmer na Mali Vipavi.....	33
5.1.1.1	Stanje na Mali Vipavi glede na sodobne smernice.....	34
5.1.2	Ukrepi za upoštevanje sodobnih smernic na Mali Vipavi	35
5.1.3	Ocena možnosti izvedbe na Mali Vipavi.....	39
5.2	Klančina: Uhanje	40
5.2.1	Opis razmer na klančini pri Uhanjah.....	40
5.2.2	Ukrepi za upoštevanje smernic na klančini pri Uhanjah	40
5.2.3	Ocena možnosti izvedbe na klančini pri Uhanjah.....	44
5.3	Prehod z bazeni: Šelo (Vrtoče).....	44
5.3.1	Opis razmer na prehodu z bazeni pri Šelu	44
5.3.2	Ukrepi za upoštevanje smernic na prehodu z bazeni z vertikalno režo pri Šelu	44
5.3.3	Ocena možnosti izvedbe na prehodu z bazeni pri Šelu	47
6	ZAKLJUČEK.....	48
VIRI	50

KAZALO SLIK

Slika 1: Erozijska in sedimentacijska v vodotoku (Vir: DVWK 2002).....	2
Slika 2: Različni rečni odseki (Vir: Povž, Sket 1990)	5
Slika 3: Turbine mHE lahko povzročajo veliko škodo (Vir: AG-FAH 2011)	8
Slika 4: Optimalne lokacije za ribje prehode (Vir: DVWK 2002)	9
Slika 5: Podvodna klančina (Vir: DVWK 2002).....	10
Slika 6: Vtok vode pri nihajoči gladini (Vir: DVWK 2002).....	11
Slika 7: Hrapavo dno ribjega prehoda z grobimi frakcijami na finejši podlagi (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)	13
Slika 8: Odlov rib (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)	14
Slika 9: Primer avtomatske opreme za štetje rib (Vir: Larinier).....	15
Slika 10: Sonaravni tipi ribjih prehodov (Vir: DVWK 2002).....	16
Slika 11: Drče in klančine (Vir: DVWK 2002).....	17
Slika 12: Skalnata (nasuta) konstrukcija (Vir: DVWK 2002).....	18
Slika 13: Razpršena ali kaskadna konstrukcija (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011).....	18
Slika 14: Obtočni kanal (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011).....	19
Slika 15: Zaščita bregov in brežin (Vir: DVWK 2002)	20
Slika 16: Uporaba balvanov (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)	21
Slika 17: Ribja klančina (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)	22
Slika 18: Makro hrapav kanal z bazeni (a), prehod s koli (b) (Vir: DVWK 2002)	23
Slika 19: Prehod z bazeni (Vir: DVWK 2002).....	24
Slika 20: Različne oblike ribjih prehodov z bazeni (Vir: DVWK 2002).....	25
Slika 21: Različne oblike prečnih pregrad (Vir: DVWK 2002).....	26
Slika 22: Prehod z režami (Vir: DVWK 2002, Ribič 2011).....	27
Slika 23: Denilov prehod (Vir: DVWK 2002)	28
Slika 24: Prehodi za jegulje (Vir: DVWK 2002).....	31
Slika 25: Prehod z zapornicami (a), dvigalo za ribe (b) (Vir: DVWK 2002).....	31
Slika 26: Vtok vode v ribji prehod Mala Vipava v programu SketchUp	35
Slika 27: Postavitev lesenih pregrad v zgornjem delu Male Vipave v programu SketchUp.....	36
Slika 28: Lesene pregrade v zgornjem delu Male Vipave v programu SketchUp	36
Slika 29: Postavitev lesenih pregrad v spodnjem delu Male Vipave v programu SketchUp	37
Slika 30: Lesene pregrade v spodnjem delu Male Vipave v programu SketchUp	37
Slika 31: Potrebne količine za izračun pretoka	39
Slika 32: Prikaz ribjega prehoda na Uhanjah v programu SketchUp.....	40
Slika 33: Potrebne količine za izračun pretoka na Uhanjah	43

Slika 34: Prikaz ribjega prehoda pri Šelu v programu SketchUp	45
Slika 35: Parametri za določitev pretoka v prehodu z bazeni z vertikalno režo (Larinier)	47

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Delitev vodotokov po Illiesu (Vir: DVWK 2002)	5
Preglednica 2: Delitev vodotokov po Huetu (Vir: DVWK 2002)	6
Preglednica 3: Največji naklon in pretok vode v prehodu za ribe (Vir: AG-FAH 2011)	11
Preglednica 4: Maksimalna volumetrična izguba moči in razlika gladin (Vir: AG-FAH 2011).....	11
Preglednica 5: Minimalne in maksimalne hitrosti vodnega toka v prehodih za ribe (Vir: AG- FAH 2011).....	12
Preglednica 6: Velikost rib, prirejeno po (Vir: AG-FAH 2011).....	12
Preglednica 7: Maksimalen naklon dna in razlika gladin v posameznem rečnem odseku (Vir: AG-FAH 2011).....	12
Preglednica 8: Priporočljive dimenzije bazenov glede na velikost rib, prirejeno po (Vir: DVWK 2002)	25
Preglednica 9: Minimalne dimenzije za prehod z režami, prirejeno po (Vir: DVWK 2002).....	27
Preglednica 10: Dimenzije za kanal pri Denilovem prehodu, prirejeno po (Vir: DVWK 2002)	29
Preglednica 11: Dimenzije za prečne pregradne elemente pri Denilovem prehodu (Vir: DVWK 2002)	29

Ta stran je namenoma prazna

Ta stran je namenoma prazna

1 UVOD

Nekaj vrst rib ima selitev v svojem življenjskem ciklu kot del osnovnega vedenja. Najbolj znana primera sta migracija lososa (*Salmo salar*) in jesetra (*Acipenser sturio*), ki preplavata razdalje več tisoč kilometrov medtem ko se vračata iz morja na drst v reke. Poleg teh dolgih migracijskih poti se veliko vrst rib in vodnih nevretenčarjev seli na srednjih in kratkih razdaljah, predvsem iz enega dela vodotoka na drugega v določenih fazah življenja ali zaradi različnih vzrokov in dejavnikov.

Jezove in pregrade so začeli graditi že v srednjem veku za izkoriščanje vodnih potencialov za potrebe mlinov, žag, plavljenja lesa, splavarjenja itd. Tudi v današnjem času se gradi jezove in pregrade za preprečevanje poplav, zajemov pitne vode ter predvsem hidroelektrarn (HE). Čeprav je hidro energija predstavljena kot zelena energija, pa pregrade povzročajo veliko uničenje vodnih habitatov in popolnoma spremenijo vodni režim. V večini primerov te pregrade prekinjajo longitudinalno povezanost rek in potokov tako, da vodni organizmi nimajo več neoviranega prehoda. Ti vzroki so, poleg onesnaženja voda, glavni vzrok zmanjšanja populacij nekaterih vrst rib, v nekaterih primerih tudi do velike ogroženosti ali izumrtja vrste. Zavedati se je treba, da tudi izgradnja pravilno delujočih ribjih prehodov niti malo ne odtehta škode, kot je izguba rečnega habitata. Cilj je omiliti posledice gradnje jezov in pregrad ter zagotoviti prost prehod za vodne organizme v vodotokih. Ker se vodotoki ne ozirajo na državne meje po katerih tečejo je treba to doseči s skupnimi močmi in znanjem. Cilj je, da se pregrade, ki niso več v uporabi, preuredi v obliko prijazno do vodnih organizmov, pregrade ki so v uporabi pa opremi s pravilno delujočimi ribjimi prehodi.

Ribji prehodi so objekti, ki olajšujejo gor vodno in dol vodno migracijo vodnih organizmov čez prepreke kot so jezovi in pregrade. Ribji prehodi so lahko konstruirani kot tehnični prehodi, ki so bolj umetni, gradbeni objekti ali kot sonaravni prehodi. Če se le da, je cilj zgraditi sonaravne prehode, ki imitirajo naravne razmere v vodotokih, le v primerih, ko to ni mogoče pa uporabiti tehnične prehode.

1.1 Namen naloge

Diplomska naloga je sestavljena iz dveh delov. V prvem delu je namen naloge predstaviti ekološka načela pri gradnji ribjih prehodov ter kaj vse vpliva na migracijo vodnih organizmov in longitudinalno povezanost vodotokov. Pomembno je predstaviti vrste rečnih odsekov in živalske vrste vodnih organizmov, ki se pojavljajo v naših vodotokih, saj igra to odločilno vlogo pri izgradnji ribjih prehodov. Vsi ribji prehodi morajo biti pravilno zgrajeni glede na različne dejavnike. Ker v Sloveniji še ni določenih nobenih smernic za gradnjo prehodov za ribe bom uporabil smernice, ki se uporabljajo predvsem v Evropi in so dokazljivo učinkovite. Uporabil sem predvsem smernice za gradnjo ribjih prehodov iz Nemčije (FAO/DVWK., 2002) in Avstrije (AG-FAH., 2011), saj so na npr. alpskem območju zelo podobne razmere kot pri nas. Namen je predstaviti nekatere vrste sonaravnih in tehničnih ribjih prehodov, ki so se glede na študijo in prakso izkazali za najboljše ter tudi nadaljnje spremljanje že zgrajenih prehodov za ribe, saj to izredno pripomore k razvijanju in izboljševanju novih ribjih prehodov.

V drugem delu pa je namen predstaviti tri ribje prehode na reki Vipavi in ugotoviti v kakšnem stanju so, na kakšen način so bili zgrajeni in ali so sploh delujoči. Namen je ugotoviti, v kolikšni meri so ti ribji prehodi podobni sodobnim zahtevam, glede na avstrijske in nemške smernice za gradnjo ribjih prehodov. Izbrani so tri različni prehodi na reki Vipavi in sicer taki, ki so bili zgrajeni v različnem časovnem obdobju, ter tudi na različnih rečnih odsekih. Namen naloge je torej predstaviti v kakšnem stanju so ribji prehodi trenutno in kakšni so problemi na teh prehodih. Predstavljeno je tudi na kakšen način bi morali biti ti prehodi zgrajeni glede na avstrijske in nemške smernice, ter oceniti kakšna je sploh možnost izvedbe takih posegov.

2 EKOLOŠKA NAČELA PRI GRADNJI RIBJIH PREHODOV

Tekoče vode med seboj povezujejo različne ekoregije in ustvarjajo ekosistem, ki se zelo razlikuje med posameznimi ekoregijami. Prisotnih je veliko različnih vrst živali in rastlin. Na celoten ekosistem in življenje v njem pa vpliva veliko dejavnikov žive in nežive narave.

2.1 Geofizikalni, klimatski in drugi abiotski dejavniki

Kombinacija različnih geofizikalnih, klimatskih in drugih dejavnikov vpliva na strukturo vodotoka kot tudi na kvaliteto ekoregiji po celotnem delu reke. V nadaljevanju so predstavljene najpomembnejše.

2.1.1 Geologija in klima

Celoten ekosistem vodotoka je sestavljen iz različnih ekoregij, kot so ravnice v bližini morja, hribovite ali celo alpske regije. Že to pomeni, da ima vodotok navadno na svoji poti različne geološke in klimatske pogoje. Hidrološke značilnosti vodotoka kot tudi kemične lastnosti vode so določene z dejavniki kot so, nadmorska višina, padavine, geološka sestava tal, itd. Tudi naklon terena ima zelo velik vpliv na hitrost vode, sestavo in tip podlage, proces erozije in sedimentacije.

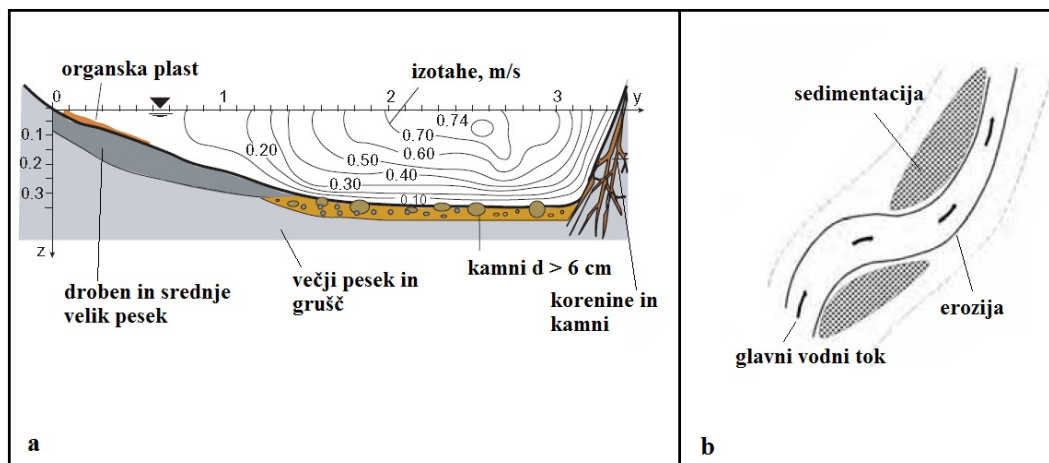
2.1.2 Hitrost vode

Hitrost vode je najpomembnejši dejavnik v tekočih vodah. Vodni organizmi se morajo glede na hitrost vode prilagoditi tako, da razvijejo ustrezne mehanizme, ki preprečijo njihovo odnašanje, ali pa so sposobni kljubovati vodnemu toku. Najpogostejši načini prilagoditve so:

- Prilagoditev oblike telesa. Tako ribe kot bentoški nevretenčarji, ki živijo v vodotokih s hitrejšim vodnim tokom imajo torpedasto obliko telesa, ki ima majhen upor v vodi. Oblika telesa z visokim hrbtom pa je primernejša za počasni tekoče vode
- Prilagoditev vedenja (nevretenčarji)
- Pritrjevanje na podlago (nevretenčarji)
- Skrivanje v skrivališčih z mirnim tokom
- Kompenzacijske migracije

2.1.3 Strižne sile in lastnosti podlage

Voda si s pomočjo lastne energije ustvari svojo vodno pot ali naravno strugo s pomočjo erozije in sedimentacije materiala. Strižne sile vodnega toka premikajo majhne kot tudi zelo velike delce, posebno ob visokih vodah. Tako se oblikujejo različne vrste dna, bregov, kot tudi različni vzorci vodnih tokov.



Slika 1: Erozijska in sedimentacijska procesa v vodotoku (Vir: DVWK 2002)

Na ravninah vodotoki oblikujejo zavite rečne struge, ki imajo na zunanji strani ovinkov odrezane in globoke bregove, saj tam poteka erozija dna in brega. Notranja stran ovinkov pa ima zelo blag naklon in manjšo globino vode, saj tu poteka odlaganje materiala. To je lepo vidno na sliki 1 pod točko a. Odlaganje materiala (kamenje, prod, pesek, glina) povzroča znižanje vodne gladine in pojav plitvin. Odstranjevanje materiala pa povzroči večjo globino vode in oblikovanje bazenov in lukenj. Kje poteka erozija in sedimentacija v vodotoku je videti na sliki 1 pod točko b. Tako lahko nastanejo že na krajših razdaljah odseki z globoko vodo, bazeni, brzicami, slapovi, plitvinami, mrtvimi rokavi itd. Prav to poskrbi za raznovrstnost habitata v katerem lahko živi veliko različnih vrst vodnih organizmov z različnimi potrebami.

2.1.4 Temperatura

Temperatura v tekočih vodah je izjemnega pomena. Veliko vrst vodnih organizmov je prilagojenih na zelo ozko temperaturno območje za delovanje njihovega metabolizma in normalnega vedenja. Že majhna odstopanja v temperaturi vode zaradi izpustov tople vode v vodotoke ali povečana sončna radiacija povzroči spremembe v obnašanju rib, mogoče tudi lokalno migracijo ali celo zmanjšanje populacije. Prav tako lahko sprememba temperature povzroči različno vedenje, ki pa se od vrste do vrste razlikuje. Nekaj primerov je opisanih v članku "Vplivi obratovanja hidroenergetskih sistemov na ribe". Potočna (*Salmo trutta*) in soška postrv (*Salmo marmoratus*) se drstijo v času, ko pade temperatura vode med 5 in 7 °C, podust (*Chondrostoma nasus*) pa potrebuje za drst vodo z okrog 8 °C, pisanec (*Phoxinus phoxinus*) 11 °C, krap (*Cyprinus carpio*) in klen (*Squalius cephalus*) pa 20 °C. Temperatura vode in sprememba temperature igrajo pomembno vlogo tudi pri migraciji rib. Večina rib je spomladanskih drstnic (podust, klen, klenič, androga, rdečeoka itd.), ki se začnejo seliti sredi marca in se selijo, dokler je temperatura vode od 10 do 15 °C. Sredi maja, pri temperaturi vode od 13 do 15 °C, se začnejo seliti mrena, ploščič ter klen, ki se pripravljajo na drst. Postrvi pa se začnejo seliti šele v maju in se selijo vse do jeseni. Na primer, odrasle jegulje (*Anguilla anguilla*) odplavajo po vodotokih navzdol pri temperaturah vode od 9 do 12 °C. Povišanje temperature vode pa pri nekaterih vrstah (postrvi, lipan), sproži tudi migracijo po toku navzgor in tako iskanje hladnejše vode.

2.1.5 Kisik

Količina raztopljenega kisika (O₂) v vodi igra prav tako pomembno vlogo. Kisik pride v vodo preko kontaktne površine med atmosfero in vodo z mešanjem, ki je največje pri deročem toku. Proizveden pa je tudi od planktonskih in epifitskih alg, kot tudi višje razvitih vodnih rastlin s pomočjo fotosinteze. Vsebnost vode s kisikom je povezana tudi s temperaturo vode saj je več raztopljenega kisika v hladnejši vodi, manj pa v toplejši.

2.2 Sestava vodotokov

Sestavo in različne rečne odseke je možno razdeliti na veliko načinov. Najpogosteje se uporablja način, ki vodotok razdeli glede na vrsto rib, ki se na določenem odseku največ pojavlja, tako imenovano indikatorsko vrsto. Tako so Slovenski vodotoki razdeljeni na šest različnih odsekov, ki so predstavljeni v knjigi "Naše sladkovodne ribe".

2.2.1 Zgornji postrvji ribji pas

Ime je dobil po značilni in prevladujoči postrvji vrsti ribe potočni postrvi (*Salmo trutta*). V našem Jadranskem povodju je tu še soška postrv (*Salmo marmoratus*), obe pa sta s svojo vretenasto in hidrodinamično obliko telesa in močno repno plavutjo prilagojeni premagovanju hitrega vodnega toka in močnih curkov. Postrvji pasovi so v vseh višinskih in nižinskih potokih, kjer je temperatura vode do 10 °C, voda pa čista, hitro tekoča, bogata s kisikom in vsebuje malo organskih snovi. Dno takih predelov je prekrito z velikimi ali manjšimi skalami različnih oblik ter prodnim materialom, ki zapolni prostor med večjim kamenjem. V tem odseku vodotoka je poleg alg edino vodno rastlinje vodni mah. Nevretenčarji oziroma njihove ličinke so prilagojene za življenje v hitrem vodnem toku. Njihova oblika telesa je ploščate oblike, nekatere imajo priseske, da se lahko prilepijo na podlago, nekatere si

zgradijo tudi tulec iz drobnih kamenčkov, da postanejo težje in odpornejše na premikanje. Poleg teh dveh postrvjih vrst je stalni prebivalec teh odsekov še kapelj ali glavač (*Cottus gobio*), ki pa se hitremu vodnemu toku raje umakne v zavetje špranj in kamenja v mirni tok. Prisotni sta še dve vrsti piškurjev in sicer v Jadranskem povodju Laški piškur (*Lampetra Zanandreae*) v Donavskem pa donavski potočni piškur (*Eudontomyzon vladykovi*). Te vrste rib in piškur v tem odseku živijo in se razmnožujejo, ostale vrste pridejo le na krajše obiske. Značilen primer zgornjega postrvjega pasa je na sliki 2 pod točko a.

2.2.2 Spodnji postrvji ribji pas

Za ta pas veljajo iste lastnosti kot za Zgornji postrvji pas, le da sta značilni vrsti za ta pas še babica (*Barbatula barbatula*) in pisanec (*Phoxinus phoxinus*). V tem rečnem odseku se naklon terena že nekoliko zmanjša, širina struge pa je že nekoliko širša. V vodotok tudi že pritekajo manjši potoki. Ta ribji pas je prikazan na sliki 2 pod točko b.

2.2.3 Lipanski ribji pas

Lipanski ribji pas je tisti del vodotoka, ko se vodni tok že nekoliko umiri. To je tudi že bolj ravninski del, kjer se v manjšo reko zlivajo večji in manjši potoki. Voda je še vedno precej hladna in vsebuje veliko kisika. Dno je prekrito z bolj drobnim materialom, struga je manj razgibana. Primer takega ribjega pasu je na sliki 2 pod točko c. Poleg alg se opazi tudi druge vrste rastlin. Prevladujoča riba v tem delu vodotoka je lipan (*Thymallus thymallus*), vendar so v njem še vedno prisotne tudi vse vrste iz postrvjih ribjih pasov, spremlja pa jih še nekaj drugih vrst: podust (*Chondrostoma nasus*), klen (*Squalius cephalus*), globoček (*Gobio gobio*), zvezdogled (*Gobio uranoscopus*), pohra (*Barbus meridionalis*), mrena (*Barbus barbus*) in še nekatere druge. Tu je že več bentoških nevretenčarjev in različnih ličink žuželk, ki ne potrebujejo več tako izrazitih prilagoditev za kljubovanje hitremu vodnemu toku.

2.2.4 Mrenski ribji pas

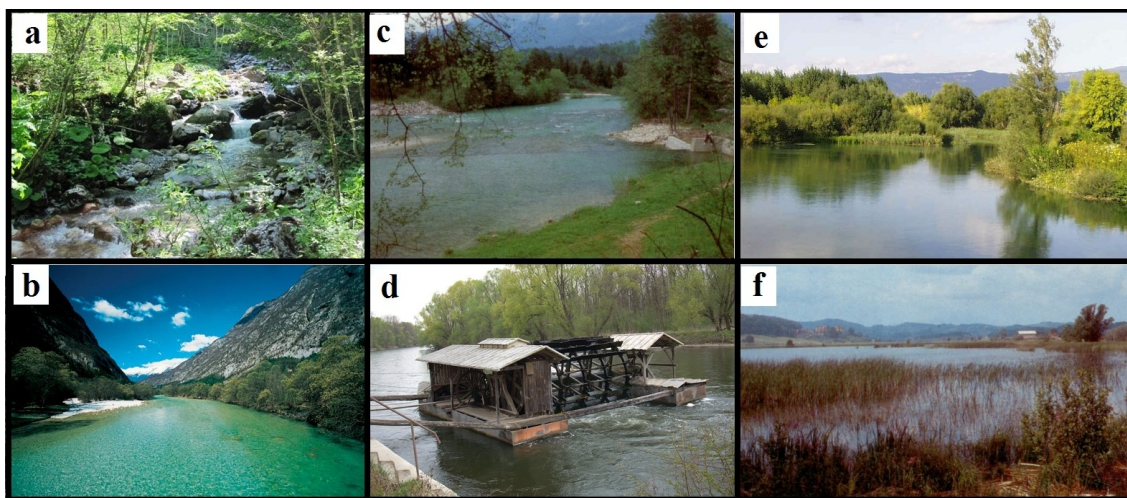
V tem ribjem pasu je prevladujoča ribja vrsta mrena (*Barbus barbus*). Mrenski ribji pas je navadno kjer vodotok že prehaja v ravninski del. Rečni tok je že bolj umirjen, struga je širša, globlja, dno je na nekaterih odsekih prodnato in peščeno, kjer poteka sedimentacija drobnega materiala pa zamuljeno in plitvo. Bregovi so navadno obraščeni z večjim vodnim rastlinjem. Temperatura vode se v poletnih mesecih povzpne do 20 °C, kisika je še vedno dovolj vendar manj kot v prejšnjih pasovih. Takšni pogoji so primerni za drugačne vodne organizme, postrvi in lipane se najde predvsem tam kjer so lokalni pogoji podobni tistim iz zgornjih pasov. V tem delu je prisotnih veliko različnih vrst vodnih organizmov, med ribami prevladujejo predvsem ciprinidi kot so: podust, klen, jez (*Leuciscus idus*), bolen (*Aspius aspius*), rdečeperka (*Scardinius erythrophthalmus*), upiravec (*Zingel streber*), smrkež (*Gymnocephalus schraetzer*), okun (*Gymnocephalus cernua*), klenič (*Leuciscus leuciscus*), zelenika (*Alburnus alburnus*) in še številne druge. Redkeje se v tem pasu opazi plenilce kot so ščuka, smuč in ostriž, zelo redko pa sulca (*Hucho hucho*), ki je bil nekoč glavni plenilec v tem pasu. V tem rečnem odseku je že veliko več rastlinja in drugih vodnih organizmov kot so polži, ličinke žuželk, črvi maloščetinci, trzači itd. Ta ribji pas je predstavljen na sliki 2 pod točko d.

2.2.5 Ploščičev ribji pas

To je pas kjer je rečna struga široka, z velikimi količinami vode. Tok je počasen, kisika je v vodi manj, nanosi mulja so veliki, zato je skoraj celotno dno prekrito z blatom. Poletne temperature vode dosegajo do 25 °C. V mehkem muljastem dnu se razraščajo številne vodne rastline kot so lokvanj, trsje, blatnik, rogoz itd. Prisotnih je veliko nevretenčarjev različnih vrst. V vodi je veliko organskih snovi. Tem pogojem so se najbolj prilagodili predvsem ciprinidi, prevladuje ploščič (*Abramis brama*) tu so še androga (*Blicca bjoerkna*), rdečeperka, linj (*Tinca tinca*), krap (*Cyprinus carpio*), ostriž (*Perca fluviatilis*), jez, ščuka (*Esox lucius*), smuč (*Sander lucioperca*), som (*Silurus glanis*) itd. V ploščičevem ribjem pasu je prisotnih največ ribjih vrst, na sliki 2 pa je predstavljen pod točko e.

2.2.6 Izlivni pas in brakični pas

Izlivni pas je predel vodotoka, kjer se manjši vodotok izliva v večjega oziroma se vodotok izliva v jezero. Tukaj so prisotne ribe iz obeh vodotokov oziroma jezera. Sem spada tudi brakični pas, ki ga imajo le vodotoki, ki se izlivajo v morje. Tu se mešajo nekateri sladkovodni in morski organizmi, ki prenašajo različne koncentracije soli v telesu, saj je pas pod vplivom plime in oseke morja. Stoječe vode (jezera, akumulacije) so lahko velike ali manjše površine naravnega ali umetnega izvora. Take stoječe vode so običajno bogate s hranilnimi snovmi. V hladnih, gorskih, z bolj malo hrane živijo postrvje vrste, v nižinskih, toplejših z rastlinjem in organskimi hranili bogatimi pa živijo, krap, koreselj (*Carassius carassius*), ščuka, smuč itd. Primer takega ribjega pasu je predstavljen na sliki 2 pod točko f.



Slika 2: Različni rečni odseki (Vir: Povž, Sket 1990)

2.2.7 Druge delitve

Prejšnja delitev vodotokov je primerna tako za ribe kot druge vodne organizme. Mednarodna nomenklatura za tekoče vode pa se je razvila s pomočjo nekaterih avtorjev v Evropi. Ti so uvedli delitev vodotokov tako, da se lahko vodotoke deli na različne odseke po celem svetu enako, spreminjajo se le indikatorske vrste. Eden od njih je bil Illies (1961), ki je vodotoke razdelil na dve kategoriji; potok (rhithron) in reko (potamon), nato pa še vsak del na tri tipične pasove. Ta nomenklatura se uporablja po celem svetu in sovпада z delitvijo tipov vodotokov glede na indikatorsko vrsto. Delitev na ta način je predstavljena v preglednici 1.

Preglednica 1: Delitev vodotokov po Illiesu (Vir: DVWK 2002)

potok	zgornji tok srednji tok spodnji tok	zgornji postrvji pas spodnji postrvji pas lipanski pas	epi-rhithron meta-rhithron hypo-rhithron
reka	zgornji tok srednji tok spodnji tok	mrenski pas ploščičev pas izlivni in brakični pas	epi-potamon meta-potamon hypo-potamon

Tudi Huet (1949) je razvil svojo delitev, ki prikaže isto delitev na pasove vodotokov v odvisnosti od naklona terena in širine vodotoka. Njegova delitev je prikazana v preglednici 2.

Preglednica 2: Delitev vodotokov po Huetu (Vir: DVWK 2002)

	Naklon [%] glede na širino vodotoka				
	< 1 m	1 – 5 m	5 – 25 m	25 – 100 m	> 100 m
epi-rhithron	10,0 – 1,65	5,00 – 1,50	2,00 – 1,45		
meta-rhithron	1,65 – 1,25	1,50 – 0,75	1,45 – 0,60	1,250 – 0,450	
hypo-rhithron		0,75 – 0,30	0,60 – 0,20	0,450 – 0,125	
epi-potamon		0,30 – 0,10	0,20 – 0,05	0,125 – 0,033	0,075 – 0,025
meta-potamon		0,10 – 0,00	0,05 – 0,00	0,033 – 0,000	0,025 – 0,000
hypo-potamon	Estuarij reke, ki je pod vplivom plime				

2.3 Prisotnost vodnih organizmov

Za gradnjo ribjih prehodov je treba natančno poznati prisotnost vseh vodnih organizmov v vodi. Za ta namen je za vsak vodotok treba izdelati karto in seznam vseh prisotnih rib in drugih vodnih organizmov, ki se pojavljajo v vodotoku in določiti njihov položaj. Prepoznati je treba vsaj vrsto rečnega odseka. Ta del raziskave se navadno opravi s pomočjo ribičev in biologov. Pri sestavi seznamov je treba upoštevati tudi nekatere izmed vrst organizmov, ki so včasih bile prisotne trenutno pa jih ni, ter tudi zelo ogrožene vrste.

2.4 Migracijsko vedenje vodnih organizmov

Ribe se selijo zato, da zadovoljijo svoje potrebe po vrsti biotopa v njihovi različni življenjski dobi. Selijo se ribe in tudi manj mobilni bentoški nevretenčarji. Selitve so lahko zelo dolge, srednje dolge ali lokalne. Longitudinalne selitve potekajo po glavni strugi vodotoka, lateralne pa med glavno strugo in stranskimi pritoki. Longitudinalna povezanost vodotoka je zelo pomembna in jo je treba upoštevati, zaradi različnih vzrokov selitev.

2.4.1 Kompenzacijske migracije

Ob visokih vodah močan vodni tok ribe in druge vodne organizme velikokrat odnese dol vodno, zato se vodni organizmi kasneje spet selijo nazaj v svoja domovanja. Ta problem je postal posebno pereč v zadnjem času, ko se je veliko potokov in rek preuredilo v kanale, ki nimajo dovolj skrivališč in različnih vrst vodnih tokov, kjer bi se lahko ribe skrile ali umaknile pred visokimi vodami.

2.4.2 Premikanje med različnimi habitati

Nekatere vrste rib se med letom selijo med habitati za hranjenje in počivanje ali pa se selijo na dele, kjer so optimalni pogoji za njihove potrebe v določenem življenjskem ali letnem obdobju. Take migracije so lahko dolge tudi do 300 km (podust, mrena). Ob koncu poletja se nekatere ribe (predvsem ciprinidi) odpravijo v zimske habitate. Navadno so to spodnji odseki vodotokov, ki so bolj globoki in z mirnim tokom. Tu se ribe zbirajo v velikem številu in mirno počivajo, medtem ko se jim metabolizem upočasni.

2.4.3 Drst

Migracije zaradi drsti so poseben tip migracije, ki poteka med različnimi deli naselitvenega prostora posamezne vrste. Migracije izvaja večina avtohtonih vrst rib. Znani primeri na našem območju so mreine, potočne in soške postrvi. Če so njihove migracijske poti blokirane z neprehodno oviro, se ribe drstijo in odložijo ike kjer pogoji niso najbolj idealni. Rezultat tega je veliko slabša izvalitev ali celo pogin vseh iker ali mladice.

2.4.4 Diadromne migracije rib

Te vrste rib potujejo med morjem in sladkimi vodami. Prekinitev dolgotrajnih longitudinalnih vodnih poti je pri teh vrstah najbolj vidna, saj se z neustreznimi ribjimi prehodi ali celo brez njih, populacija teh rib zelo zmanjša ali pa celo izgine iz vodnega sistema. Poznana sta dva tipa.

2.4.4.1 Katadromne vrste

Katadromne vrste preživijo večino svojega življenja v sladkih vodah in potujejo na drst v morje. Taka vrsta pri nas je jegulja (*Anguilla anguilla*). Jegulja migrira dol vodno po reki kot odrasla jegulja (srebrna jegulja) proti morju, kjer se drsti v Sargaškem morju. Nato mlade ličinke jegulj prinesejo morski tokovi nazaj na ustja rek. Tu se jegulje razvijejo in pridejo v fazo, ko se jih imenuje steklene jegulje. Takrat začnejo svojo migracijsko pot gor vodno po reki, kjer ostanejo do spolne zrelosti.

2.4.4.2 Anadromne vrste

Anadromne vrste preživijo večino svojega življenja v morju in prihajajo v reke le na drst. Najbolj poznana vrsta je losos, morska postrv, jeseter, čepa, rečni piškur, morski piškur. Te vrste po navadi prepotujejo zelo velike razdalje do svojega cilja in so zaradi preprek v vodotokih najbolj prizadete.

2.4.5 Izmenjava populacij

V vodotokih se pojavljajo različne gostote naselitve, vendar se ribe same premikajo gor ali dol vodno tako, da se ustrezno porazdelijo. To je pomembno tudi zato, da se različne ribje populacije mešajo med sabo ter da se iste vrste rib nekoliko premešajo zaradi boljše genske raznolikosti.

2.4.6 Dol vodne migracije

Longitudinalna povezanost je potrebna tudi zaradi lokalnih vodnih organizmov, ki morajo imeti omogočen vodni prehod, da se lahko umaknejo pred visoko vodo, onesnaženjem itd.

2.5 Negativne posledice zaradi gradnje jezov in pregrad na vodne organizme

Največja nevarnost za avtohtone vrste vodnih organizmov so posledica človekovih dejavnosti v vodnem okolju, njegovi okolici in na splošno po celem planetu. Onesnaženje vode je največje zaradi:

- odtokov domače in industrijske kanalizacije, odtekanje vode iz kmetijskih obdelovalnih površin (gnojila, pesticidi, erozija) v vodotoke in z emisijami v zrak (žveplov dioksid SO₂, kisel dež itd.),
- Spreminjanje rečnih in potočnih strug ter njihovega vodnega toka, kar povzroči spremembe ali uničenje habitatov,
- Prekinitve v longitudinalni povezanosti vodotokov zaradi neprehodnih ovir kot so jezovi in pregrade,
- Pretiran ribolov.

V nadaljevanju se bom posvetil le spremembam na vodnem toku zaradi gradnje pregrad.

Zaradi pregrade se zelo spremenijo pogoji v vodotoku. Spremenijo se hidravlične in morfološke značilnosti v vodotoku. Za jezom se ustvari velik bazen z višjo globino vode in veliko širšo širino struge kot je bila prej, zelo se zmanjša tudi hitrost in raznovrstnost vodnega toka. Poveča se tudi odlaganje sedimentov, predvsem drobnih, ki popolnoma prekrijejo prejšnje dno struge in tako spremenijo sestavo tal struge. Zaradi tega veliko vodnih in tudi obrežnih organizmov izgubi svoj prostor za bivanje. Pojavi se mirnejši tok, kar povzroči nižjo raven raztopljenega kisika v vodi. Poveča se tudi usedanje in nabiranje organskih snovi, kar močno okrepi rast anaerobnih bakteriji in mikroorganizmov. Tudi temperatura vode se poveča, zaradi znižanja hitrosti vodnega toka in daljšega zadrževalnega časa vode v akumulaciji. Manjša hitrost vodnega toka v akumulaciji skupaj z velikim

vnosom hranil in višjimi temperaturami vode povzroči večjo rast vodnih rastlin. Pojavi se cvetenje alg in velika zaraščenost. Zaradi fotosinteze od prekomerne biomase se poveča pH vsebnost, kar lahko povzroči tudi smrtnost, posebej pri močni sončni radiaciji. Poleg tega se lahko smrtnost pojavi tudi ob masivnem razpadu vodnih rastlin jeseni, zaradi pomanjkanja kisika v vodi. Prebijanje svetlobe do rečnega dna se precej zmanjša zaradi globine vode, tako da je rast nekaterih perifitonskih alg precej slabša.

Spremembe habitatov v vodotokih zaradi zajezitve imajo negativne posledice na biocenozo.

- Reofilne vrste in organizmi, ki potrebujejo za življenje veliko raztopljenega kisika v vodi izgubijo svoj habitat,
- Vrste, ki potrebujejo čisti prod za drst, ne najdejo ustreznih drstišč, organizmi ki živijo na dnu in v špranjah, izgubijo zavetje,
- Vodni organizmi, ki se prehranjujejo s perifitonskimi algami, kot so nekateri nevretenčarji ali pa podust med ribami, izgubijo svoja območja hranjenja,
- Zmanjša se količina in število vrst nevretenčarjev, kar pomeni tudi manj hrane za tiste organizme, ki se z njimi hranijo,
- Spremeni se starostna struktura populacije rib,
- Poveča se količina rib, katerih spremembe v vodnem okolju ne prizadenejo in prej niso bile prevladujoča vrsta na danem odseku.

Vodni tok pod zajezitvijo se prav tako spremeni. Posebej nevarno je na odsekih kjer so HE, saj se v glavni strugi vodotoka zelo redko vzdržuje ekološko sprejemljiv pretok. Najbolj problematične so male hidroelektrarne (mHE), saj:

- Globina vode se v glavni strugi zelo zniža, prav tako pretok, nekatere obrežne vrste organizmov zato nimajo več ustreznega habitata,
- Poleti se voda na teh odsekih zelo segreva, pozimi pa je nevarnost, da lahko celotna voda v strugi zamrzne in tako pobije vse tedaj prisotne organizme,
- Zaradi uravnavanja količine pretoka skozi turbine se hipoma pojavljajo povišanja in znižanja vodne gladine, kar poveča odnašanje vodnih organizmov, ki se na tako hipne spremembe ne morejo prilagoditi.



Slika 3: Turbine mHE lahko povzročajo veliko škodo (Vir: AG-FAH 2011)

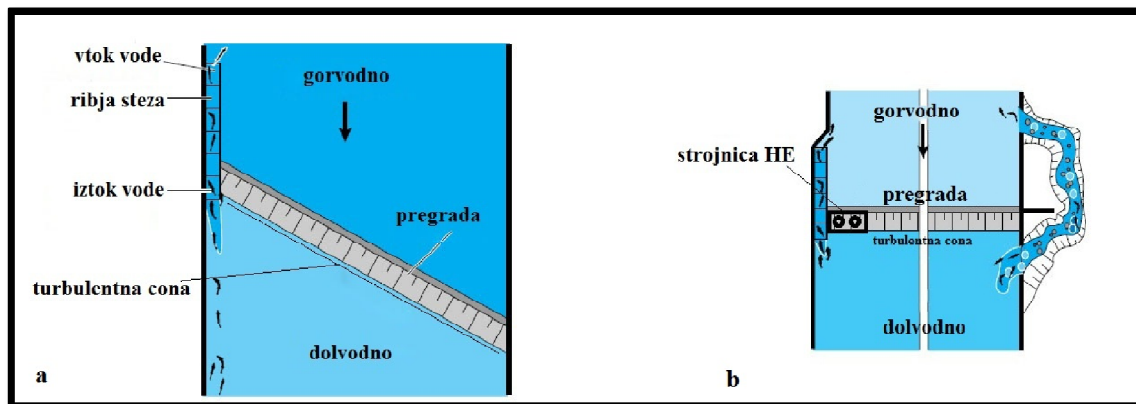
3 DIMENZIONIRANJE RIBJIH PREHODOV

Večina neprehodnih odsekov je na vodotokih povzročena zaradi človekovih posegov, kot so visoki padci s slapovi, jezovi in pregrade. Tu so še umetne cevi in odseki (betonska struga). Zavedati se je treba, da je v vseh pogledih najboljša rešitev taka, da je za vodne organizme možen prehod po celotni širini struge. Tak tip pride v poštev predvsem pri preurejanju pregrad in jezov, ki se jih ne potrebuje več. V vseh primerih pa to ni mogoče in je treba zgraditi drugačen ribji prehod. Gradnja ribjih prehodov je vedno le druga najboljša izbira. Če je le možno, se zgradi sonaravni tip, v zahtevnih primerih pa umeten ribji prehod. Za pravilno delovanje le tega, je treba upoštevati določene kriterije, kot je izbira lokacije, izbira tipa in dimenzije ribjega prehoda, biološke zahteve, vedenje vodnih organizmov, itd.

3.1 Optimalna lokacija za ribji prehod

Ribe in vodni nevretenčarji se po navadi premikajo gor vodno v ali poleg najmočnejšega vodnega toka. Ko naletijo na oviro začnejo iskati pot ob bregovih pregrade, zato mora biti ribji prehod na enem od bregov, ali kjer je tok najmočnejši. Poleg tega je ob bregu lažje povezati dno ribjega prehoda z dnom vodotoka. Prehod za ribe mora biti vedno grajen v bližini prepreke, ki preprečuje prehod vodnim organizmom. Najprimernejše lokacije so:

- Ob bregu, v primerih jezov za HE je najbolje, da je ribji prehod na isti strani kot je strojnica od elektrarne. Iztok vode iz ribjega prehoda mora biti blizu pregrade, da ga ribe ne zgrešijo in se ne ujamejo v tako imenovane mrtve cone.
- V primerih, kjer so jezovi in pregrade postavljeni diagonalno čez vodotok, se po navadi ribe skoncentrirajo ob zgornjem robu med bregom in pregrado tako, da mora biti prehod za ribe postavljen tam. Tak primer pregrade je lepo viden na sliki 4 pod točko a.
- Po navadi so v primerih pregrad za HE dve možnosti za postavitvev. Prva je, da se ribji prehod zgradi na strani kjer je elektrarna, druga pa ob bregu na jezu. Če je le možno, je priporočljivo zgraditi obe, kar pa se v praksi le redko dogaja. Tak primer je na sliki 4 pod točko b.



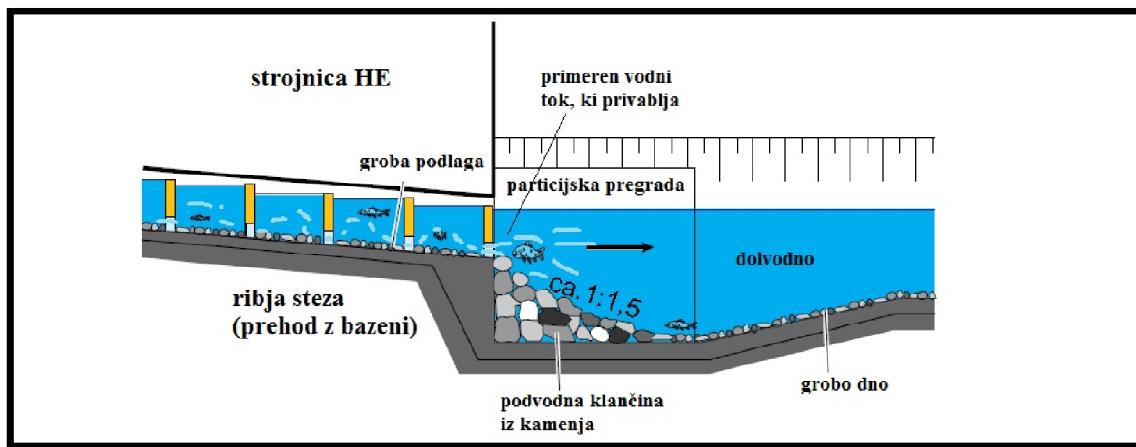
Slika 4: Optimalne lokacije za ribje prehode (Vir: DVWK 2002)

3.2 Iztok vode iz ribjega prehoda in privabljanje vodnih organizmov

Zaznavanje vodnega toka ima za vodne organizme pomembno vlogo pri njihovi orientaciji v vodotoku. Ribe navadno sledijo glavnemu toku, ko pa pridejo do ovire začnejo iskati drugo pot, zato je treba v ribjem prehodu ustvariti primeren tok na iztoku vode iz ribjega prehoda, ki privablja in usmeri vodne organizme. Privabljanje je ustvarjeno s primerno hitrostjo vodnega toka, stopnjo turbulentnosti, pravilnim kotom izpusta in pravilni količini pretoka v prehodu za ribe glede na pretok v celotni strugi vodotoka. Najprimernejša hitrost vodnega toka je od 0,8 do 2 m/s. V nekaterih primerih se uporablja tudi dodaten dovod vode po ceveh ali kanalih, saj iztočni curek izboljša učinek

privabljanja. Znani so tudi primeri, ko se vodi za boljše privabljanje dodaja kisik iz atmosfere s pomočjo difuzorjev ali ustvarja umetno škropljenje vode, ki tudi privablja ribe ali celo uporabo mehanskih in električnih pripomočkov za usmerjanje rib.

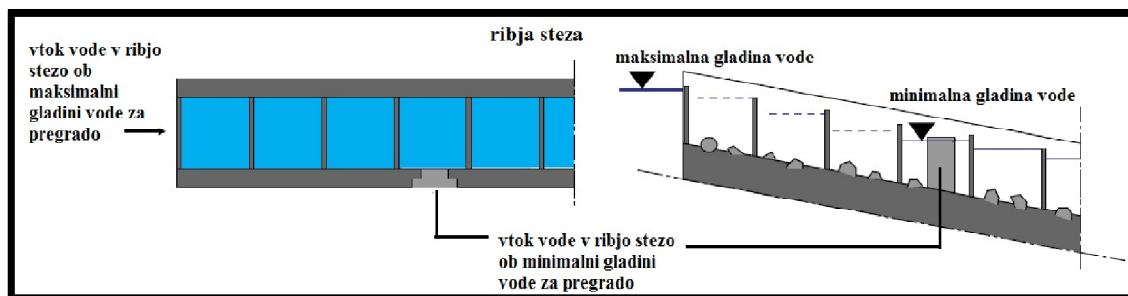
Iztok vode iz ribjega prehoda mora biti tam kjer se ribe skoncentrirajo, največkrat je to takoj pod pregrado na enem od bregov in vzporedno z glavno strugo, da ribam ni treba menjati smeri. Če je iztok vode lociran bolj dol vodno, ga ribe lahko zgrešijo, zato je v takih primerih še pomembneje ustvariti dober tok in iztok vode iz ribjega prehoda, ki privablja ribe in ga te lažje zaznajo. Učinek privabljanja se poveča tako, da se poveča hitrost vodnega toka na iztoku vode iz ribjega prehoda, ali dodaja voda iz pomožnih cevi in kanalov. Testiranja so pokazala, da se najboljši vodni tok za privabljanje ustvari, ko je iztok vode iz ribjega prehoda pod kotom 45° . Ena od najpomembnejših stvari na iztoku vode je, da je vhod v ribji prehod omogočen tudi ob nizkih vodostajih vode ter da je vstop omogočen tudi šibkejšim vodnim organizmom in slabšim plavalcem. To se navadno ustvari z izgradnjo podvodne klančine z največjim naklonom 1 : 2, kot je vidna na sliki 5.



Slika 5: Podvodna klančina (Vir: DVWK 2002)

3.3 Vtok vode v ribji prehod in pogoji na njem

Kjer je ribji prehod nameščen na HE, mora biti vtok vode v ribji prehod, dovolj odmaknjen od vtoka vode v turbine, običajno je to vsaj 5 m. Če pa je hitrost vode gor vodno od jezua večja od 0,5 m/s mora biti vtok vode tudi zaščiten s pregradno steno. Pri vtoku vode v ribji prehod je treba upoštevati ali je vodna gladina v zajezitvi konstantna ali niha. Če je vodna gladina konstantna je izgradnja iztoka po navadi enostavna. Ob nihajoči gladini vode pa je treba uporabiti take vtoku vode v ribji prehod, ki niso občutljivi na vodno nihanje. Za tehnične prehode se je najbolje izkazal prehod z vertikalno režo tudi na vtoku vode, vendar le za stopnje nihanja vodne gladine od 0,5 do 1 m. Kjer so razlike v nihanju vodne gladine večje je treba uporabiti več vtokov vode na različnih višinah kot je prikazano na sliki 6. Na vtoku vode v ribji prehod se je treba izogibati večjim hitrostim vodnega toka, ki se razlikuje glede na vrsto rečnega odseka, da ribe lažje izplavajo v vodotok. Upoštevati je treba dovoljene hitrosti vodnega toka, ki so predstavljene v preglednici 5. Dno ribjega prehoda mora biti tudi na vtoku vode v ribji prehod povezano z dnom iz vodotoka s podvodno klančino. Vtok vode v ribji prehod mora biti ustrezno zaščiten pred naplavinami z usmerjevalnim plovcem, ki jih preusmeri drugam. Na vtoku vode v ribji prehod mora biti možnost namestitve pasti za ribe, da se lažje spremlja funkcionalnost, ter tudi možnost spreminjanja ali zaprtja vtoka vode v ribji prehod za potrebe vzdrževalnih del.



Slika 6: Vtok vode pri nihajoči gladini (Vir: DVWK 2002)

3.4 Pretok in tok vode v ribjem prehodu

Kjer je mogoče naj bo zgrajen tak prehod za ribe, ki zavzema celotno širino vodotoka, torej tudi celotni pretok naj bo v uporabi za ribji prehod. To seveda ni mogoče v vseh primerih, zato se pretok skozi ribji prehod spreminja glede na tip in velikost ribjega prehoda. Za nekatere tipe ribjih prehodov, ki so najboljše in že preizkušeni, so že znani primerni pretoki. V preglednici 3 so predstavljeni minimalni pretoki vode skozi prehode za ribe glede na velikost vodotoka, ter primeren naklon.

Preglednica 3: Največji naklon in pretok vode v prehodu za ribe (Vir: AG-FAH 2011)

MQ vodotoka [m ³ /s]	5	10	20	50	100	200	Donava
MQ ribjega prehoda [m ³ /s]	0,25	0,5	0,8	1	1,5	2	> 2
ER naklon	2,0-3,0	1,5-2,5	1,2-2,0	1,0-1,5	0,9-1,4		
MR naklon	1,5-2,0	1,0-1,5	0,9-1,2	0,8-1,0	0,7-0,9		
HR naklon	1,0-1,5	0,8-1,0	0,7-0,9	0,6-0,8	0,5-0,7	0,4-0,6	
EP naklon	0,7-1,0	0,6-0,8	0,5-0,8	0,5-0,7	0,4-0,7	0,3-0,6	0,3-0,5

Tok skozi prehod za ribe mora biti čim manj deroč, tako da je prehoden za vse vodne organizme zato volumetrična izguba moči v ribjem prehodu z bazeni načeloma ne sme presegati 140 W/m³, oziroma je volumetrična izguba moči določena glede na vrsto rečnega odseka. V preglednici 4 je prikazana maksimalna volumetrična izguba moči in razlika gladin glede na tip rečnega odseka. V nekaterih posebnih primerih konstrukcij je lahko tudi večja, vendar ne več kot 200 W/m³. Primer izračuna volumetrične izgube moči je predstavljen v nadaljevanju.

Preglednica 4: Maksimalna volumetrična izguba moči in razlika gladin (Vir: AG-FAH 2011)

Vrsta rečnega odseka	h [m]	Volumetrična izguba moči [W/m ³]
epi-rhithron	0,2	140
meta-rhithron	0,18	120
hypo-rhithron	0,15	120
epi-potamon	0,13 – 0,10	100
meta-potamon	0,08	80

Na splošno hitrost vodnega toka ne sme nikjer presegati 2 m/s. Največje hitrosti se pojavljajo običajno pri toku skozi odprtine in reže. Povprečna hitrost vodnega toka v prehodih za ribe pa mora biti precej nižja. Prav tako je maksimalna in minimalna hitrost vodnega toka v ribjih prehodih določena glede na vrsto rečnega odseka v katerem se prehod nahaja. Minimalne in maksimalne hitrosti vodnega toka so predstavljene v preglednici 5.

Preglednica 5: Minimalne in maksimalne hitrosti vodnega toka v prehodih za ribe (Vir: AG-FAH 2011)

Vrsta rečnega odseka	Minimalne in maksimalne hitrosti vodnega toka v prehodu za ribe	
	v_{\min} [m/s]	v_{\max} [m/s]
epi-rhithron	1	2,0
meta-rhithron	1	1,9
hypo-rhithron	1	1,7
epi-potamon	1	1,5
meta-potamon	0,8	1,2

Ribji prehod mora vsebovati tudi področja za počitek, dno mora biti razgibano, da se pri dnu ustvari umirjen tok, kar omogoča prehod tudi vodnim organizmom, ki so slabši plavalci.

3.5 Dolžine, nakloni, bazeni za počivanje

Pomembni podatki za dimenzioniranje ribjih prehodov so naklon, širina, dolžina, globina vode, velikost odprtih in rež, velikost bazenov za počivanje itd. Pomembni so predvsem naslednji:

- Dolžino največjih rib, ki se lahko pojavi v določenem rečnem odseku, je treba upoštevati, saj se glede na velikost teh rib določi tip ribjega prehoda, velikost itd.. Nekatere velikosti rib so prikazane v preglednici 6.

Preglednica 6: Velikost rib, prirejeno po (Vir: AG-FAH 2011)

vrsta ribe	dolžina (cm)	višina (cm)	širina (cm)	vrsta ribe	dolžina (cm)	višina (cm)	širina (cm)
potočna postrv	30	6	3	sulec	80	13	10
potočna postrv	40	8	4	sulec	90	14	12
potočna postrv	50	10	5	sulec	120	19	14
lipan	40	9	5	soška postrv	60	12	9
lipan	50	11	6	soška postrv	80	16	12
klen	40	8	5	soška postrv	100	20	15
klen	50	11	6	jezerska postrv	90	20	11
menek	50	7	7	som	90	14	13
menek	60	8	8	som	120	23	22
mrena	60	11	7	som	150	31	30
ščuka	60	8	6	ploščič	50	15	5
ščuka	90	12	8				

- Razlike med različnimi nivoji vodne gladine, ki se pojavljajo na prelivih v ribjih prehodih, naj nikoli ne presegajo višin, ki so določene glede na vrsto rečnega odseka,
- Naklon dna je lahko za tehnične tipe ribjih prehodov nekoliko večji in sicer med 1 : 5 do 1 : 10, odvisno od konstrukcije, medtem ko morajo biti za sonaravne konstrukcije ribjih prehodov nakloni od 1 : 15 ali manjši, razen v posebnih primerih. Tudi za naklon ribjega prehoda je treba upoštevati vrsto rečnega odseka. Tako maksimalna razlika gladin kot naklon dna so prikazani v preglednici 7.

Preglednica 7: Maksimalen naklon dna in razlika gladin v posameznem rečnem odseku (Vir: AG-FAH 2011)

Vrsta rečnega odseka	Naklon	Razlika gladin Δh
epi-rhithron	1:15	20 cm
meta-rhithron	1:20	18 cm
hypo-rhithron	1:20 do 1:30	15cm
epi-potamon	1:30 do 1:50	15 cm in manj

- Bazeni za počivanje so zelo pomembni saj morajo imeti ribe med prečkanjem ribjega prehoda tudi možnost počitka. Prehodi za ribe morajo vsebovati bazene ali območja za počitek. V nekaterih primerih je zaradi konstrukcije ribjega prehoda izgradnja bazenov za počitek nemogoča (tehnični prehod z bazeni ali režami). V teh primerih je treba upoštevati, da volumetrična izguba moči v bazenih ne presega 50 W/m^3 . Velikost bazenov je seveda določena tudi glede na velikost rib, ki so prisotne v vodotoku. Bazeni morajo biti zgrajeni vsaj na vsake 2 m višinske razlike, pri Denilovem prehodu pa vsakih 10 m odseka za salmonide in vsakih 6-8 m za ciprinide.

3.6 Dno ribjega prehoda

Dno ribjega prehoda mora biti po celotni dolžini prekrito z vsaj 0,2 m hrapave podlage. Podlaga naj bo različnih granulacij in če je mogoče iz vodotoka na kateri je ribji prehod. Majhne in mlade ribe ter posebno bentoški nevretenčarji se lahko zatekajo v razpoke in predele, ki nastanejo med kamni, kjer je vodni tok veliko šibkejši. Na primer pri Denilovem prehodu ni mogoče vzpostaviti hrapave podlage v ribjem prehodu zaradi same konstrukcije, zato ribji prehod ni primeren za bentoške nevretenčarje in se ga uporablja le v primerih, ko nobena druga opcija ni mogoča. Na sliki 7 je prikazano, kako se spremeni hitrost vodnega toka, če je dno ribjega prehoda hrapavo.



Slika 7: Hrapavo dno ribjega prehoda z grobimi frakcijami na finejši podlagi (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)

3.7 Čas delovanja

Migracije avtohtonih vrst rib potekajo, zaradi različnih že prej omenjenih potreb, preko celega leta. Pri ciprinidih je največ migracije spomladi in poleti, medtem ko se salmonidi odpravijo na drstitutne migracije predvsem jeseni in pozimi. Bentoški nevretenčarji se selijo čez celo leto. Selitve potekajo tako podnevi kot ponoči. To pomeni, da mora biti prehod funkcionalen skozi vse leto. Dopustno je le omejeno delovanje med dobo najbolj nizke vode in visoke vode, za vsako dobo po 30 dni.

3.8 Spremljanje delovanja ribjih prehodov

Spremljanje funkcionalnosti vseh vrst ribjih prehodov je potrebno za vse nove konstrukcije ter za primere, ki se precej razlikujejo od standardnih ribjih prehodov. Cilj spremljanja je ugotoviti ali ribe najdejo vhod v ribji prehod, katere vrste vodnih organizmov ga uporabljajo in ali jim ta ribji prehod ustreza. Poskusno obratovanje je zelo pomembno posebej za sonaravne tipe konstrukciji, saj je v teh primerih veliko težje računsko določiti vse parametre, ki vplivajo na pogoje v ribjem prehodu. Z nekaj poskusi se lahko ugotovi slabosti, katere se z manjšimi popravili in izboljšavami odpravi ter ustvari

optimalno delujoč ribji prehod. Medtem ko je spremljanje rib gor vodno dokaj enostavno, je težje dokazati migracije nevretenčarjev gor vodno. V praksi velja, da če je čez celotno dolžino ribjega prehoda zagotovljena neprekinjena hrapava podlaga, nevretenčarji lahko prečkajo prehod gor vodno.

3.8.1 Metode spremljanja

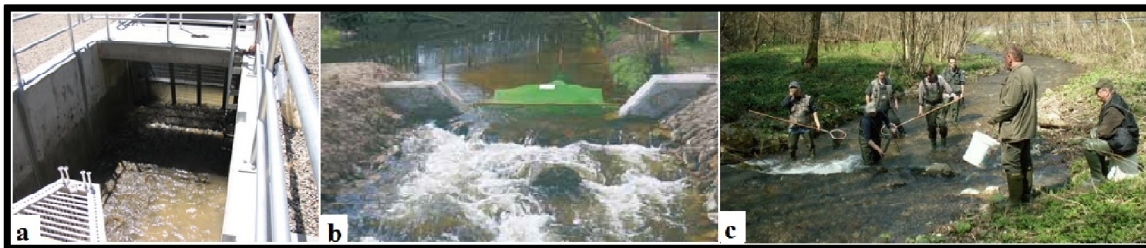
Čas in dolžina testiranja mora potekati med migracijo rib. Spremlja se tako biološke kot tehnične elemente. Z vidika tehničnih elementov se spremlja stanje celotnega profila ribjega prehoda, vodni pretok, stanje povezljivosti, slabosti in pomanjkljivosti. Z biološkega vidika je treba spremljati ribe pod pregrado in nad njo. Prešteti je treba prisotne ribe, ki uporabljajo ribji prehod, njihovo vrsto, velikost in starost. Za spremljanje in dobivanje podatkov je pomembno spremljati še nivo vode, trenutni pretok vodotoka, hitrost vodnega toka v ribjem prehodu, temperaturo vode, vsebnost kisika, stanje lune itd. Med preštevanjem je priporočljivo tudi opazovanje pojava morebitnih bolezni.

Glavno spremljanje se izvaja z vzorčnim izlovom rib v ribjem prehodu. Že pri dimenzioniranju je treba upoštevati, da je možno vtok vode v ribji prehod zapreti in da je nanj ali pred njega možno namestiti pasti za ribe. Poznanih pa je še nekaj drugih metod.

Vsi pridobljeni rezultati in podatki se uporabijo za izboljšanje ribjih prehodov, kot tudi pripomorejo k razvijanju novih tipov.

3.8.2 Pasti za ribe

Pasti za ribe so lahko fiksne ali prenosne. Prenosne se uporablja predvsem za kontrolo na sonaravnih prehodih, ki morajo biti zgrajeni tako, da je možna pritrditev teh pasti. V tehničnih prehodih se namesti pasti za ribe v zadnji bazen ali na vtoku vode (izhod za ribe) iz ribjega prehoda. Na sliki 8 pod točko a je fiksna, pod točko b pa prenosna past za ribe.



Slika 8: Odlov rib (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)

3.8.3 Metoda z blokiranjem

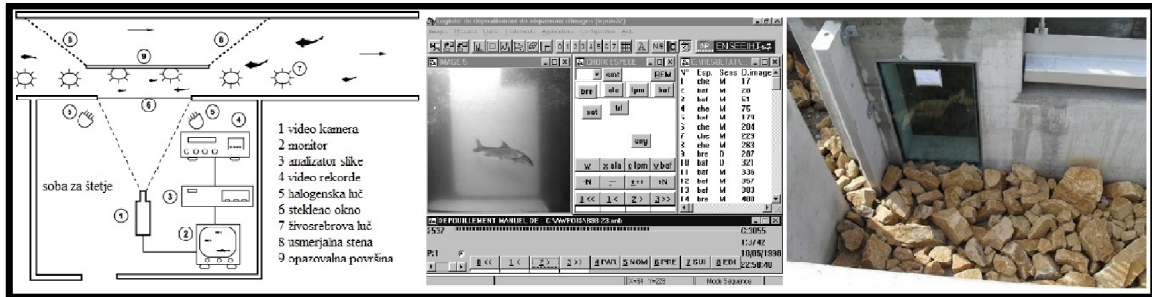
Vtok vode v ribji prehod se pregradi z mrežo ali rešetko, nato pa se s pomočjo električnega odlova odlovi vse ribe od iztoka vode do vtoka vode v ribji prehod. Obe metodi potrebujejo za izvajanje izurjeno ekipo, da se ribe čim manj izpostavi stresu ali poškodbam. Primer električnega odlova rib je prikazan na sliki 8 pod točko c.

3.8.4 Označevanje rib

Označevanje je namenjeno predvsem za kontrolo sonaravnih ribjih prehodov. Princip delovanja je tak, da se nekatere ribe označi s kodirano oznako ali barvo, nato pa se s pomočjo ribičev spremlja njihove migracije. Največkrat se označi ribe, ki so pod pregrado in se jih nato spremlja gor vodno.

3.8.5 Avtomatska oprema za štetje rib

V tehničnih prehodih se vedno bolj uveljavlja avtomatski nadzor štetja s pomočjo senzorjev za premikanje ali fotocelice ali video nadzor. Uporablja se jo predvsem zato ker deluje avtomatsko in ne potrebuje dodatnih delavcev za opravljanje nadzora. Na sliki 9 je prikazan način avtomatskega štetja rib. Tak način spremljanja se uporablja le pri tehničnih ribjih prehodih predvsem na velikih HE, saj je drugače finančno nesprejemljiv.



Slika 9: Primer avtomatske opreme za štetje rib (Vir: Larinier)

3.9 Vzdrževanje

Vse tipe ribjih prehodov je treba vzdrževati in redno kontrolirati. Sonaravni tipi potrebujejo veliko manj vzdrževanja kot tehnični tipi ribjih prehodov. Največkrat je treba odstraniti naplavine, ki jih prinese visoka voda in zamaši odprtine in reže ali ustvari jezove.

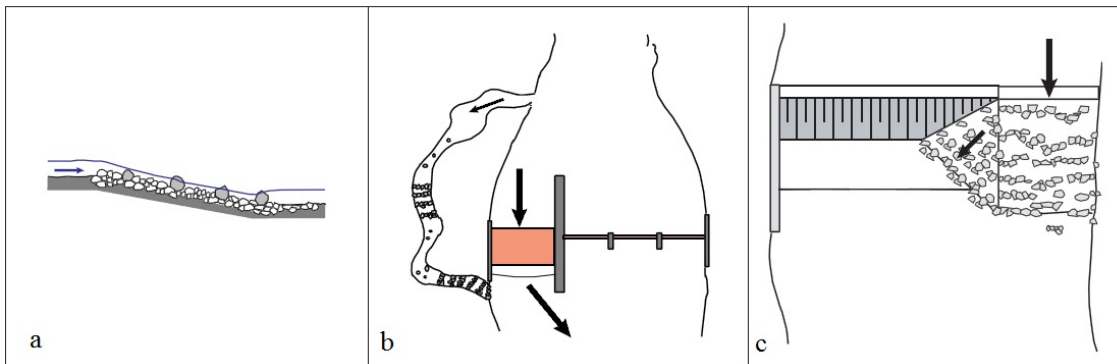
4 PREHODI ZA RIBE IN DRUGE VODNE ORGANIZME

Prehodi za ribe in druge vodne organizme so konstrukcije, ki omogočajo vodnim organizmom premagovanje ovir v vodotokih, kot so jezovi in pregrade. Njihov namen je posnemanje naravnih pogojev v vodotokih. Poznani so sonaravni in tehnični tipi ribjih prehodov. Sonaravni tipi ribjih prehodov so konstrukcije sestavljene predvsem iz naravnih materialov. To so lahko kamnite rampe, ki imitirajo naravne prehode v rekah in potokih s strmimi gradienti kot so brzice ali imitacija potokov. Za izgradnjo teh konstrukcij se uporablja predvsem materiale iz bližnjih vodotokov in okolja, da so pogoji, ki so ustvarjeni v ribjem prehodu čim bolj podobni naravnim. Tehnični tipi prehodov za ribe pa so umetno zgrajene konstrukcije, ki pa prav tako imitirajo naravne ribje prehode, le da se za izgradnjo uporablja še nenaravne materiale. V praksi se uporablja tehnične tipe ribjih prehodov predvsem v primerih, kjer se ne da zgraditi nobenega od sonaravnih tipov ribjih prehodov. Oba tipa sta si po funkcionalnosti podobna in velikokrat se uporabi tudi mešan tip ribjih prehodov. V nadaljevanju sta predstavljena oba tipa.

4.1 Sonaravni tipi ribjih prehodov

Sonaravne konstrukcije ustvarjajo boljše biološke pogoje v prehodih za ribe, kot tehnične konstrukcije. Ustvarjajo pa celo nove vodne biotope in se lepo vklapljaajo v okoliško pokrajino. Najpogosteje se uporablja naslednje tipe

- Drče in klančine na sliki 10 pod točko a,
- Obtočni kanal na sliki 10 pod točko b,
- Ribja klančina na sliki 10 pod točko c.



Slika 10: Sonaravni tipi ribjih prehodov (Vir: DVWK 2002)

4.1.1 Drče in klančine

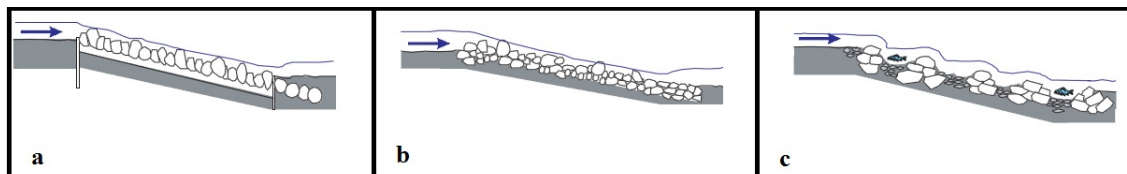
Drče in klančine so mehanizmi, ki razpršijo hidravlični padec vode čez celotno širino vodotoka in razliko med gladinama premagajo z blažjim naklonom dna. Prvotni namen drč in klančin je bil le stabiliziranje dna, vendar so se učinkovito izkazale tudi kot prehod za ribe. Drče in klančine imajo blag naklon in v kombinaciji z balvani ustvarjajo zelo raznolike pogoje, ki so podobni tistim v rekah in potokih. Ker potekajo čez celotno širino vodotoka, vodnim organizmom ni treba iskati prehoda. Razlika med drčami in klančinami je le v naklonu. Konstrukcije, ki imajo naklon 1 : 15 in manj so drče, kar ima pa večji naklon so klančine. Drče in klančine so zelo uporabne za nadomestitev neprehodnih padcev vode (slapov) v vodotokih, ki niso prehodni za vodne organizme vendar ne prav visoki. Uporabne so za zadrževanje in vzdrževanje nivoja vode gor vodno od konstrukcije, idealne pa za rekonstrukcijo jezov in pregrad, ki niso več v uporabi in niso previsoke.

4.1.1.1 Oblikovanje in dimenzioniranje

Drče in klančine se razvrstijo na naslednje načine:

- Konstrukcija z vgrajenimi (zloženimi) balvani na sliki 11 pod točko a,
- Skalnata (nasuta) konstrukcija na sliki 11 pod točko b,
- Razpršena ali kaskadna konstrukcija na sliki 11 pod točko c.

Za klančine, ki imajo naklone od 1 : 8 do 1 : 10 in višjo hitrost vodnega toka se uporablja balvanska konstrukcija. Najpogosteje pa se uporablja skalnato in kaskadno konstrukcijo, ki sta tudi ekološko najprimernejši.



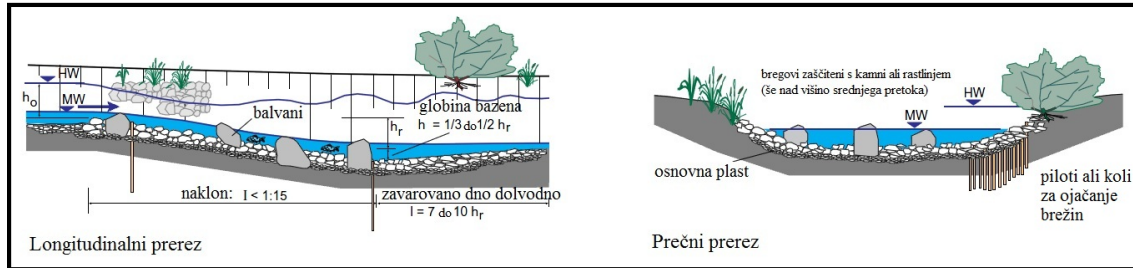
Slika 11: Drče in klančine (Vir: DVWK 2002)

4.1.1.2 Konstrukcija z vgrajenimi (zloženimi) balvani

Je primerna za klančine z naklonom okrog 1 : 10. Klančina je zgrajena iz posameznih balvanov velikosti od 0,6 do 1,2 m, ki se podpirajo med sabo. Pritrjeni so v osnovni plasti, ki je iz zdrobljenega kamenja (tampona) ali izdelana iz večstopenjske osnovne plasti. Navadno so taki balvani še dodatno pritrtjeni z jeklenimi elementi na začetku in koncu klančine. V primerih, kjer bi lahko nastala erozija v podslapju, je treba dodatno stabilizirati še 3 do 5 m veliko področje dol vodno od jezua z zapolnitvijo s skalami ali balvani. Ta konstrukcija zahteva za izgradnjo suho izkopavanje, vendar je zaradi svoje povezane sestave odporna na velike hidravlične sile. Konstrukcijo z vgrajenimi balvani se uporabi le v primerih, ko ni možno uporabiti ostalih dveh tipov klančin ali drč, saj je manj primerna za prehod vseh vodnih organizmov. Izgradnja mora biti zelo natančna, da se ustvari dovolj hrapava podlaga, ki na klančini ustvari mirnejši tok.

4.1.1.3 Skalnata (nasuta) konstrukcija

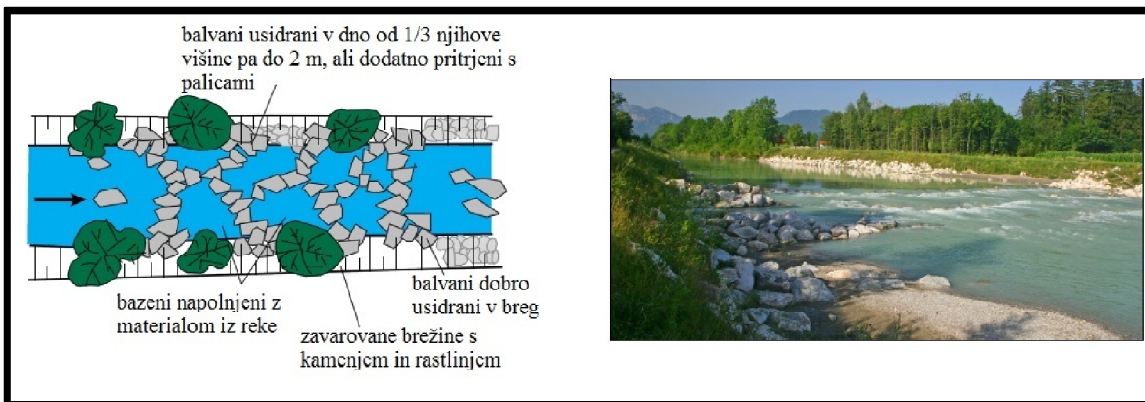
Z ekološkega vidika je veliko bolj primerna kot konstrukcija iz balvanov. Telo te konstrukcije je sestavljeno iz večplastnih skalnatih plasti, kjer je posamezna plast debela vsaj dva krat toliko kot meri premer največjega uporabljenega kamna. Navadno se uporabi še posamezne balvane, ki povečajo hrapavost ali pa se oblikuje kaskade iz skalnatih pragov. Glavni namen teh "dodatkov" je zagotavljanje ustreznega nivoja vode v sušnih obdobjih, ter zagotavljanje raznolikosti in primerne hitrosti vodnega toka. Tudi v tem primeru se skalovje dodatno zavaruje s kovinskimi ali lesenimi piloti (zagatnicami). Naravno odporno dno ne potrebuje dodatne stabilizacije, v nasprotnem primeru se konstrukcijo dol vodno podaljša za 3 do 5 m. Brežine klančin in drč morajo biti tudi ustrezno zavarovane s skalami ali lesenimi piloti v primeru visokih vod. Za ojačitev bregov se uporablja tudi sajenje primerne vegetacije ob bregovih, ki ustvari odpor proti eroziji in vzdržuje glavno smer vodnega toka v centru struge ob visokih vodah in poplavih. Gradnja skalnate drče ali klančine ne zahteva preusmerjanja vode, zato je zelo ugodna z gradbenega vidika. Pravilno zgrajena je primerna in prehodna za vse vrste organizmov, ki živijo v vodotoku. Na sliki 12 je prikazana skalnata konstrukcija s posameznimi balvani, ki poskrbijo za bolj umirjen vodni tok čez klančino. Prikazana je tudi zaščita brežin z rastlinjem in piloti.



Slika 12: Skalnata (nasuta) konstrukcija (Vir: DVWK 2002)

4.1.1.4 Razpršena ali kaskadna konstrukcija

To je konstrukcija, ki je zgrajena v obliki bazenov ali kaskad. V prvem primeru se uporablja balvane velikosti 0,6 do 1,2 m, ki se jih povezano oblikuje v bazene. S tem, ko se balvani držijo drug drugega se jim poveča trdnost. Balvani morajo biti dobro usidrani v dno, v gorskih predelih vodotokov se nekatere večje balvane usidra tudi do 2 m globoko. V nekaterih primerih se jih tudi dodatno pritrdi z lesenimi ali kovinskimi koli. Drugi primer je uporaba posameznih balvanov, ki se jih vstavi v skalnato plast. Usidrani morajo biti vsaj do ene tretjine njihove velikosti. Tok vodotoka poskrbi, da se bazeni ob normalnem toku zapolnijo s prodrom in gruščem, ter spraznijo ob visokih vodah. Tako je v bistvu detajlno oblikovanje prepuščeno naravi.



Slika 13: Razpršena ali kaskadna konstrukcija (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)

Razdalje med balvani in oblikovanje bazenov mora biti tako, da ne povzročajo razlike gladin večjih od določenih za posamezno vrsto rečnega odseka. Strukturna raznovrstnost razpršenih in kaskadnih konstrukcij včasih tako sovпада z okoljem, da jo je težko prepoznati kot umetno gradnjo. Konstrukcija omogoča prehod vsem vodnim organizmom v obeh smereh vodnega toka. Na sliki 13 je prikazan primer razpršene ali kaskadne konstrukcije.

4.1.1.5 Tloris in vzdolžni profil

Drče in klančine so v večjih vodotokih, kjer širina presega 15 m, navadno nekoliko ločne oblike, v manjših rekah in potokih pa ravne. Pomembna je zaščita spodnjega dela klančine, če se tam pojavlja erozija. Na drči in klančini je treba urediti tudi manjši kanal, ki omogoča prehajanje vodnih organizmov v obdobjih nizkega vodostaja vodotokov.

Kot pravilo se uporablja, da se za konstrukcije z naklonom 1 : 8 do 1 : 10 uporablja konstrukcija z vgrajenimi (zloženimi) balvani. Skalnato (nasuto) konstrukcijo ter razpršeno ali kaskadno pa za konstrukcije z naklonom 1 : 15 do 1 : 30. Na vseh prehodih je treba zagotoviti, da je vsaj na kakšnem

predelu klančine ali drče globina vode od 0,3 do 0,4 m tudi ob nizkem vodostaju. Veliki balvani in bazeni naredijo območja za počitek, kar ribam olajša prehod konstrukcije. Hitrost vode ne sme presegati maksimalne hitrosti določene za ribjo vrsto rečnega odseka.

4.1.1.6 Splošna ocena

Vsi tipi so ekološko zelo sprejemljivi, saj vsebujejo v večini le naravni material. Skalnata, razpršena in kaskadna konstrukcija sta primerni za preureditev slapov in pregrad, ki se jih ne uporablja več in niso ali pa so slabo prehodni za vodne organizme. Vzdrževanje teh konstrukcij je minimalno in potrebujejo le občasna popravila. Konstrukcije so primerne za vse vodne organizme za prehod gor in dol vodno.

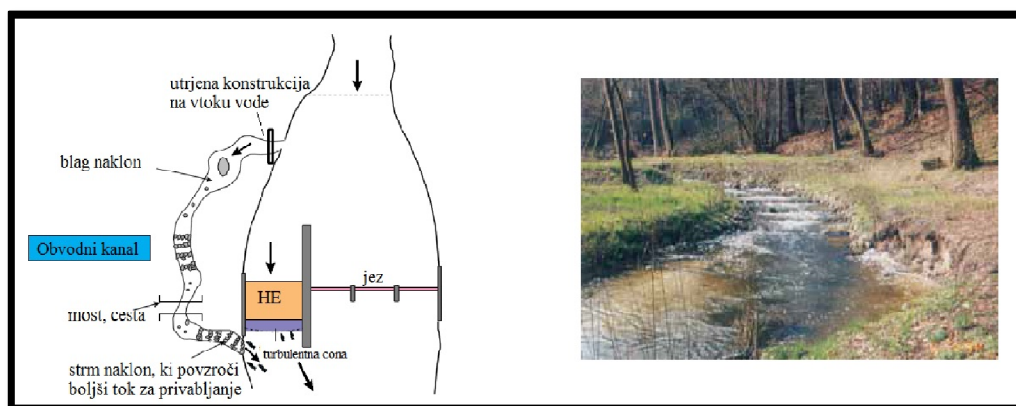
4.1.2 Obtočni kanal

Obtočni kanali so konstrukcije, ki obidejo različne prepreke na vodotokih ter izgledajo kot običajen manjši potok. Obtočni kanali so primerni za območja kjer so že zgrajeni jezovi in pregrade, saj so zgrajeni tako da sovpadajo z okolico, konstrukcije jeza ali pregrade pa ne spreminjajo. Obtočni kanal za svoje delovanje potrebuje le del vode iz rečne struge, ki zagotavlja pravilno delovanje prehoda. Slabost te konstrukcije je velika površina, ki je potrebna za izgradnjo, tako da je primerna za tista območja, ki to dopuščajo. Po drugi strani pa lahko nov odsek popestri okolico in ustvari nov vodni habitat.

4.1.2.1 Oblikovanje in dimenzioniranje

Upoštevati je treba načela sonaravnega urejanja obtočnega kanala. Zaradi strmih naklonov je pogosto treba stabilizirati dno in brežine obtočnega kanala ter opraviti meritve za hitrost vodnega toka po celi strugi. Za obtočni kanal so dana nekatera priporočila, ki so se v praksi izkazala za najboljša:

- Naklon dna, ki je primeren za obtočni kanal je $I = 1 : 100$ do maksimalno $1 : 20$,
- Širina dna kanala mora biti večja od 0,8 m ($b_{bat} > 0,8$ m),
- Povprečna globina vode mora biti višja od 0,2 m ($h > 0,2$ m),
- Srednja hitrost vodnega toka $v_m = 0,4$ do 0,6 m/s,
- Maksimalna hitrost vodnega toka v obtočnem kanalu je različna, glede na vrsto rečnega odseka,
- Dno mora biti grobo hrapavo po vsej dolžini in povezano z dnem vodotoka s podvodno rampo na vtoku in iztoku vode iz ribjega prehoda,
- Oblika sinusoida, skupaj z bazeni in brzicami je zelo primerna,
- Prečni prerez naj bo razgiban, bregovi pa zaščiteni s skalami in balvani ter rastlinjem,
- Pretok vode skozi obtočni kanal je določen glede na vrsto rečnega odseka.



Slika 14: Obtočni kanal (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)

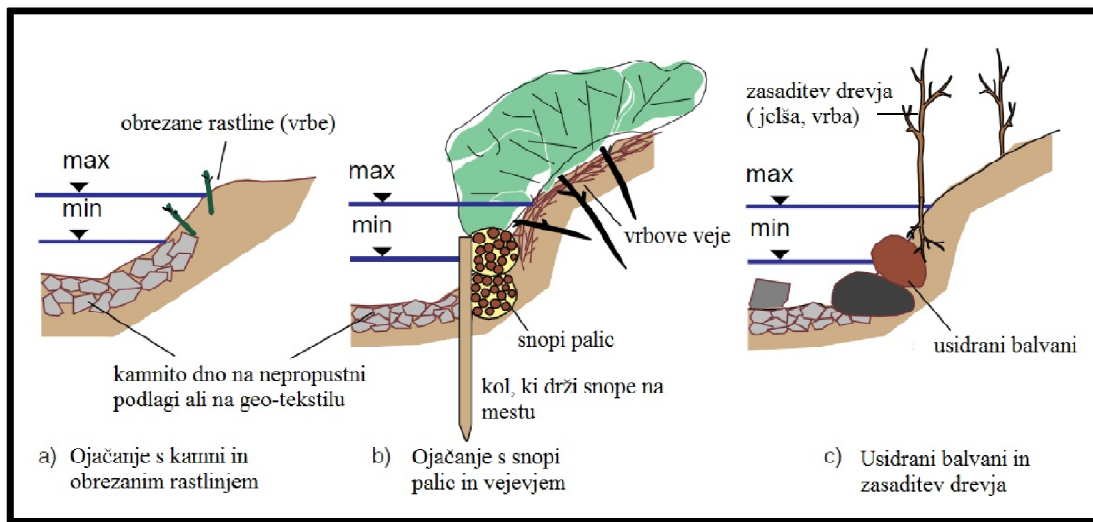
Na sliki 14 je prikazan primer obtočnega kanala, ki omogoča prehod vodnim organizmom čez jez, ki je bil zgrajen za potrebe HE.

4.1.2.2 Tloris in vzdolžni profil

Oblika mora biti prilagojena izgledu okolice, upoštevati je treba tudi geološke lastnosti terena. Iztok vode iz obtočnega kanala mora biti načrtovan enako kot pri tehničnih prehodih. Zagotoviti je treba, da je iztok vode takoj pod jezom ali pregrado in sicer na strani strojnice v primerih pregrad za HE. Včasih mora biti vtok vode v obtočni kanal nekoliko odmaknjen po vodotoku navzgor. Poseben primer obtočnega kanala je kanal z bazeni. V nekaterih primerih so možne tudi kombinacije s tehničnimi prehodi, da se izboljša njihovo delovanje ali prečka zahtevnejši teren. Vzdolžni profil obtočnega kanala ne sme presegati naklona $I = 1 : 20$. Strmejša območja se uredi s posameznimi balvani, pragovi in bazeni. Priporočljivo je, da ima celotna struga le nekaj strmih delov. Največkrat se uporabi večjo strmino na iztoku vode iz ribjega prehoda (vhod za ribe v ribji prehod), saj močnejši vodni tok bolje privablja ribe. Mirnejši deli zagotavljajo vodnim organizmom lažje prečkanje in zatočišče v obtočnem kanalu. Globina vode v obtočnem kanalu ne sme biti nikjer nižja od $h = 0,2$ m.

4.1.2.3 Prečni prerez kanala

Širina prereza, globina vode in vodni tok morajo biti v obtočnem kanalu čim bolj raznoliki. Najmanjša širina struge obtočnega kanala je 0,8 m. Geološka sestava tal je ključnega pomena. Če je tamkajšnji material odporen proti vodni eroziji, se detajlno oblikovanje struge prepusti naravi sami. Največkrat pa je treba dodatno utrditi strugo ali jo predelati tako, da je primerna za vodne organizme. Ukrepi, material in kontrolne strukture za izboljšanje pogojev v strugi obtočnega kanala so predstavljeni v naslednjih točkah. Dno se največkrat ustvari iz grobega proda ali večjih kamnov in zaščiti z rečnim materialom, včasih se na prepustnih tleh doda še geo-tekstil. Brežine se lahko zaščiti na različne načine, ki so predstavljeni na sliki 15.



Slika 15: Zaščita bregov in brežin (Vir: DVWK 2002)

Vedno je dobro posaditi kakšno drevo ob brežine (najprimernejša je vrba), saj zagotavlja senco in skrivališče za ribe, s svojimi koreninami utrjuje brežine in lepo sovпада z okolico.

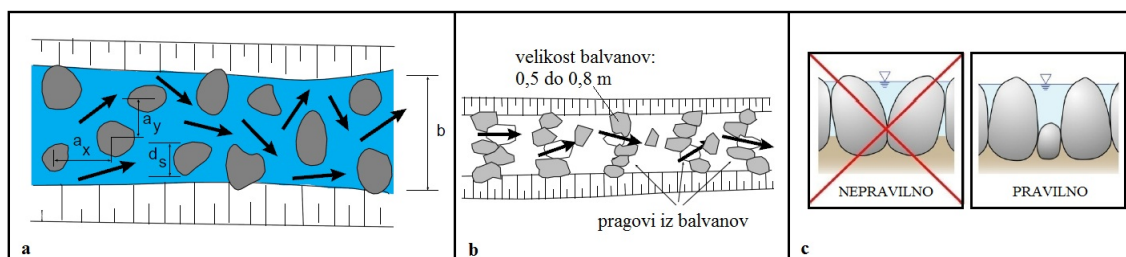
4.1.2.4 Uporaba balvanov in pragov

Za pobočja z naklonom $I = 1 : 20$ do $1 : 30$ je nemogoče zagotoviti srednjo pretočno hitrost vode v kanalu $v = 0,4$ do $0,6$ m/s brez dodatnih kontrolnih struktur. Uporaba balvanov je zaradi njihovega

naravnega videza in razpoložljivosti zelo primerna za urejanje. V nekaterih primerih se uporabi tudi lesene pragove zaradi lepšega sovpadanja z okolico.

- Razpršeni balvani, nameščeni v strugo obtočnega kanala, povečajo globino vode in zmanjšajo hitrost vodnega toka. Medsebojne razdalje med balvani morajo biti od dva do tri razdalje glede na premer balvanov, najmanjša razdalja pa je lahko od 0,3 do 0,4 m. Balvani morajo biti vgrajeni v dno za vsaj eno tretjino do ene polovice njihove velikosti, da ne pride do premikanja.
- Prečne pregrade iz balvanov ali kaskade, so vgrajeni balvani v dno kot prečna pregrada (vodni prag) na različnih globinah, kar ustvari prehod za vodne organizme pod vodno gladino. Pragovi tako oblikujejo bazene, ki imajo globino vode $h = 0,3$ do $0,6$ m. Velikost bazenov, razlika gladin med kaskadami in volumetrična izguba moči v bazenu se razlikujejo glede na vrsto rečnega odseka. V bazene so lahko dodani še posamezni balvani in droben material iz vodotokov, da so pogoji kar se da naravni.

Na sliki 16 je prikazana pravilna uporaba balvanov. Pod točko a je razpršena konstrukcija, točko b kaskadna konstrukcija zgrajena iz balvanov in točko c pravilna gradnja z balvani.



Slika 16: Uporaba balvanov (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)

4.1.2.5 Vtok in iztok vode v obtočnem kanalu

Predvsem v primerih, ko vodna gladina za jezom niha ali za razmere v sušnem obdobju z nizko vodo je ravno tako treba zagotoviti zadostno količino vode v obtočnem kanalu. Vtok vode v obtočni kanal mora biti zgrajen iz betona ali kamnov tako, da je možno prekiniti dotok vode v kanal zaradi vzdrževalnih del. Na vtoku vode v obtočni kanal mora biti omogočena uporaba ribje pasti za kontroliranje prehodnosti.

Iztok vode iz obtočnega kanala mora zagotoviti dobro privabljanje rib v vseh pogojih. Za zagotavljanje tega mora biti zadnji del pred iztokom kar se da strm, da hitrost vodnega toka privablja vodne organizme v obtočni kanal. Zelo pomembno je, da je dno obtočnega kanala tako na vtoku kot iztoku povezano z dnom vodotoka s podvodno rampo. V nekaterih primerih, ko voda na iztoku iz obtočnega kanala povzroča erozijo dna ali bregov je treba le te dodatno ojačati ali namestiti bolj tehnični tip iztoka vode iz obtočnega kanala.

4.1.2.6 Splošna ocena

Obtočni kanali zelo lepo sovpadajo z okolico. So zelo primerni za gradnjo na že obstoječih jezovih in pregradah, ki so brez ribjih prehodov, kot tudi pri novih jezovih. Poleg tega, da so prehodni za vse vrste in velikosti rib ter nevretenčarjev, ustvarjajo tudi nov habitat za vodne organizme. Za delovanje potrebujejo zelo malo vzdrževalnih del. Slabosti so, da potrebujejo veliko površino in dolžino kanala. Obtočni kanal je občutljiv na vtoku vode v njega, kjer lahko visoke vode prinesejo naplavine in zamašijo vtok. Izток iz obtočnega kanala v vodotok je v veliko primerih možen le z vključitvijo tehničnega dela ribjega prehoda.

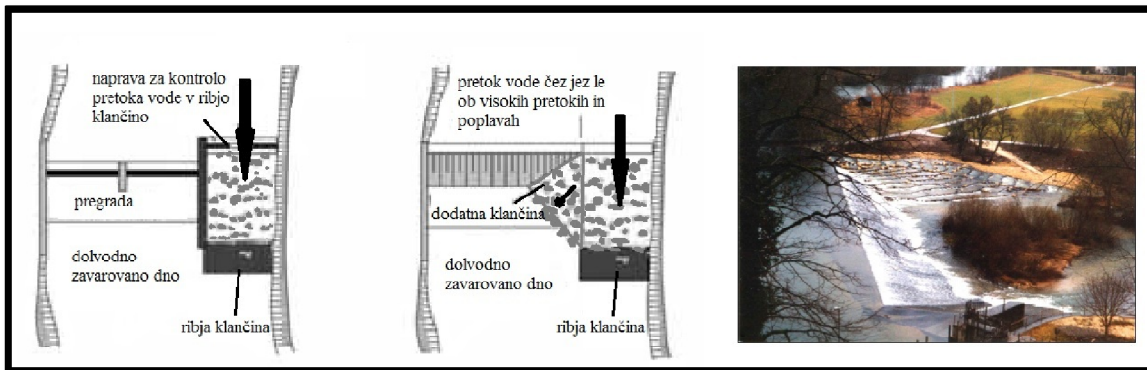
4.1.3 Ribja klančina

Jez se lahko preuredi v drče in klančine, če ni potrebno vzdrževanje nivoja vode za jezom. V večini primerov pa jezovi zadržujejo vodo za potrebe HE, protipoplavne varnosti, namakanja, ribogojnic itd. zato morajo vzdrževati določeno količino vode. V takih primerih se lahko čez jez zgradi ribjo klančino, in se tako omogoči prehod pregrade vodnim organizmom. Ribja klančina, v nasprotju z drčo ali klančino, zajema le del širine jez. Primerna je tudi za preureditev jezov, ki so brez ribjega prehoda. Ribje klančine imitirajo brzice ali strmejše predele vodotokov. Ribja klančina je po navadi vgrajena kar v jez in zgrajena tako, da ob nizkem in srednjem pretoku odvaja kar vso preostalo vodo. Čez celotno širino jez teče voda le ob visokih vodah in poplavih. Za urejanje toka na klančini se uporablja balvane in skalnate pragove, ki ustvarjajo kaskade ter zagotavljajo primerno globino in hitrost vodnega toka po ribji klančini. Učinkovitost ribje klančine je zmanjšana ob visokih vodah in poplavih. Konstrukcija mora biti zgrajena dovolj močno, da kljubuje visokim poplavnim vodam.

4.1.3.1 Oblikovanje in dimenzioniranje

Oblikovanje in dimenzioniranje je dokaj podobno kot pri gradnji drč in klančin, le da ribje klančine ne potekajo čez celotno širino jez.

Kot pravilo se ribjo klančino gradi na eni od brežin, če je možno na tisti strani, kjer je večja količina vode. Ribje klančine na višjih pregradah so navadno opremljene z zapornicami, ki uravnavajo pretok vode in ščitijo konstrukcijo ob poplavih. V primeru nižjih pregrad pa se navadno zgradi še dodatno stransko klančino, da ne pride do mrtvih con v vodotoku. Na sliki 17 so prikazane ribje klančine.



Slika 17: Ribja klančina (Vir: DVWK 2002, AG-FAH 2011)

Ribja klančina zagotavlja ob nizkem in srednjem vodostaju odlično usmerjanje rib v prehod za ribe, saj le tam teče voda. Klančina se začne pod slapom in združi na grebenu jeza. Širina ribje klančine mora biti določena glede na razpoložljiv pretok vode, vendar mora biti široka najmanj 2 m ($b = 2m$). Globina vode v ribji klančini mora biti od $h = 0,3$ do $0,4$ m. Naklon ribje klančine je lahko $I = 1 : 20$ ali manjši, v posebnih primerih tudi do $I = 1 : 10$, ko se uporabi zelo hrapavo podlago in ustvari bazene. Za ribje klančine daljše od 30 m je priporočljiv blažji naklon ter bolj globoki bazeni za počitek.

4.1.3.2 Telo ribje klančine

Za ureditev dna ribje klančine se lahko uporabi skalnato konstrukcijo, konstrukcijo z vgrajenimi balvani, ter kaskadno konstrukcijo. Namen uporabe balvanov in vodnih pragov je isti kot pri drči, klančini ali obtočnem kanalu, torej za zmanjšanje hitrosti vodnega toka ter povišanje vodne globine. Ribja klančina mora biti odporna na poplavne vode, zato mora biti konstrukcija natančno in močno zgrajena. Včasih se za dno uporabi tudi beton, ki dodatno fiksira balvane. V vodotokih, ki so zelo peskasti, se za dno uporablja gabione, ki zavarujejo dno pred odnosom materiala.

4.1.3.3 Zaščita bregov

Bregovi morajo biti zaščiteni in dodatno stabilizirani z balvani, kamenjem ali gabioni. Višina zaščite mora biti nad gladino srednjega pretoka rek in potokov. Višje od te višine pa se zaščiti z rastlinsko vegetacijo, kot je prikazano na sliki 15.

4.1.3.4 Stabilizacija dna pred klančino dol vodno

Če se na začetku klančine zaradi vodne erozije dela tolmun, je treba dno vodotoka dol vodno utrditi še na razdalji od 3 do 5 m. V vodotokih s peščenim dnom pa se dno dol vodno utrdi za sedem do deset krat daljše od višinske razlike prehoda. Največkrat se uporabi večplastno skalnato podlago. V tem delu pod klančino je priporočljivo zgraditi bazen za počitek.

4.1.4 Posebni primeri

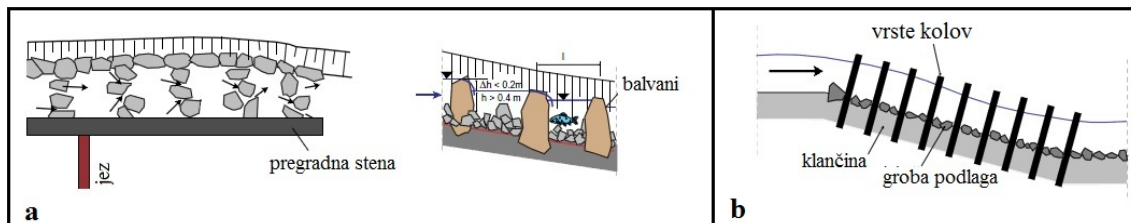
Poznani so tudi primeri, ki nekoliko odstopajo od osnovnega modela ribje klančine, vendar so prav tako velikokrat v uporabi. Taka primera sta makro hrapav kanal z bazeni in prehod s koli.

4.1.4.1 Makro hrapav kanal z bazeni

Tak prehod je kombinacija tehničnega prehoda in ribje klančine. S pomočjo stebrastih balvanov postavljenih pokončno, se ustvari nekakšne bazene, ki povzročijo zvišanje vodne globine ter znižanje hitrosti vodnega toka. V tem primeru je lahko naklon do $I = 1 : 10$. Paziti je treba le, da se ne pojavijo razlike gladin večje od določenih glede na vrsto rečnega odseka, ki so podani v preglednici 4 in 7, prav tako velja za hitrosti vodnega toka, ki so podane v preglednici 5. Po navadi je tak tip ribje klančine ločen od jezusa z zidano ali betonsko konstrukcijo. Ta tip ribjega prehoda je posebej uporaben za urejanje prehodov na vodotokih v njihovem zgornjem toku, kjer je malo razpoložljivega prostora. Širina kanala mora biti vsaj 1,5 m, globina vode v kanalu pa vsaj 0,4 m. Razdalja med kamnitimi pragovi pa naj bo med 1,5 do 2,5 m. Balvani, s katerimi se gradi bazene, naj bodo usidrani v skalnato ali zabetonirano dno vsaj do globine 0,4 m. Voda mora v normalnih pogojih teči okrog njih in ne čez njih. Balvani so postavljeni tako, da zagotavljajo prehod pod vodo, kot je prikazano na sliki 16. Ker je prehod z naravno obliko, ga je potrebno prilagoditi s poskušanjem in testiranjem, da se doseže pravilno delovanje. Predstavljen je na sliki 18 pod točko a.

4.1.4.2 Prehod s koli oz. piloti

V tem primeru se z lesenimi koli zmanjša hitrost vodnega toka na ribji klančini in tako omogoči prehod vodnim organizmom. Ta tip se uporablja predvsem, ko se uporaba balvanov ne sklada z okolico. Kole z debelino 10 do 30 cm, se usidra v telo klančine ali zabetonira. Razdalja med vrstami kolov mora biti med 5 in 10 kratnimi razdaljami debeline kolov. Dolžina kolov mora biti taka, da voda teče okoli njih v normalnih razmerah. Zaradi boljših samočistilnih sposobnosti je bolje, če so koli nekoliko nagnjene v smeri toka. Ta tip prehoda ni občutljiv na nihanje vodne gladine, saj ostanejo hitrosti pri različnih pretokih vode enake. Prikazan je na sliki 18 pod točko b.



Slika 18: Makro hrapav kanal z bazeni (a), prehod s koli (b) (Vir: DVWK 2002)

4.1.5 Splošna ocena

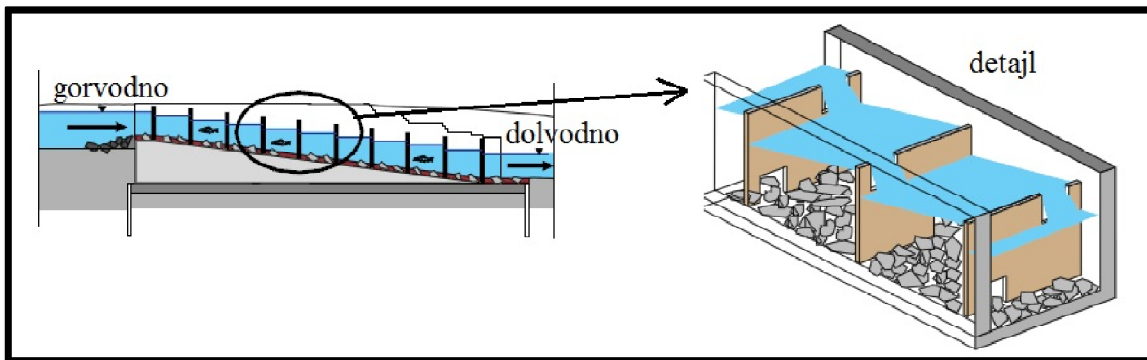
Ribje klančine so sonaravne konstrukcije primerne za preureditev nižjih jezov. Ta prehod je primeren za gor vodno in dol vodno prehajanje vseh vrst vodnih organizmov. Vodni organizmi so dobro usmerjeni v prehod. Potrebujemo zelo malo vzdrževanja. Občutljivi pa so na nihanje vodne gladine ter za optimalno delovanje potrebujejo velike količine vode in prostora v rečni strugi.

4.2 Tehnični tipi ribjih prehodov

Tehnični ribji prehodi so umetno zgrajene konstrukcije, ki vodnim organizmom zagotavljajo premagovanje ovir v rekah in potokih, kot so jezovi in pregrade. Čeprav so v večini iz umetnih materialov je njihov namen prav tako ustvarjanje optimalnih pogojev v prehodu za ribe in druge vodne organizme. V nadaljevanju so predstavljeni nekateri tipi ribjih prehodov, ki dokazljivo delujejo.

4.2.1 Prehod z bazeni

Namen tega prehoda je, da se umetni kanal pregradi s prečnimi pregradami in ustvari bazene, kot je prikazano na sliki 19. Vodni tok je speljan skozi odprtine, ki so v prečnih pregradah. Tako se potencialna energija vode razprši korak za korakom v bazenih. Ribe potujejo skozi odprtine v prečni pregradi, ki so lahko pri dnu (odprtina pri dnu) ali površini (preliv). Ribe pri prečkanju kljubujejo veliki hitrosti vodnega toka le pri prečkanju skozi odprtino, nato lahko v bazenu, kjer je tok počasnejši počivajo. Dno kanala mora vsebovati grob naravni material iz vodotoka, da se omogoči prehod tudi ostalim vodnim organizmom, ki so nekoliko slabši plavalci.



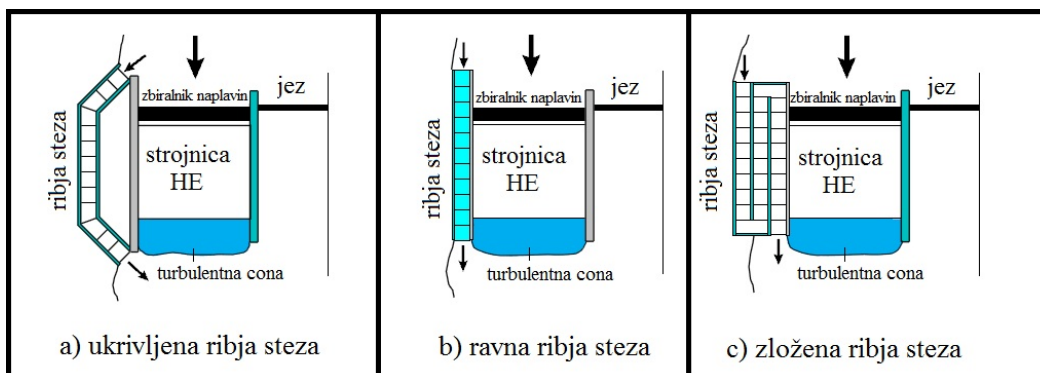
Slika 19: Prehod z bazeni (Vir: DVWK 2002)

4.2.1.1 Oblikovanje in dimenzioniranje

Oblikovanje in dimenzioniranje prehodov z bazeni je natančno določeno glede na vrsto rečnega odseka. Najpomembneje je pravilno dimenzionirati velikost odprtin in pretok vode skozi kanal.

Oblika vodnega prehoda z bazeni je navadno ravna, vendar se pojavlja tudi vbočena ali zavita konstrukcija, kjer se vzdolžna os spreminja tudi za 180°, kot je prikazano na sliki 20.

Vtok vode iz ribjega prehoda mora biti lociran takoj pod jezo ali za iztokom vode iz turbin v primerih pregrade za HE, tako da se ne ustvarjajo mrtve cone v okolici. Ta oblika ribjega prehoda je primerna za naklone $I = 1 : 7$ do $1 : 15$. Pri konstrukciji je treba upoštevati hitrost vodnega toka in višino razlike gladin glede na vrsto rečnega odseka, ki so podani v preglednicah 4, 5 in 7. Višina razlike gladin je zelo pomembna saj tudi določa število bazenov.



Slika 20: Različne oblike ribjih prehodov z bazeni (Vir: DVWK 2002)

4.2.1.2 Dimenzije bazenov

Kanal je grajen iz betona ali kamenja, prečne pregrade pa so navadno iz lesa ali armiranega betona. Velikost bazena mora biti prilagojena glede na velikost rib, ki so prisotne v vodotoku. Vodni tok v bazenu ne sme biti razburkan. Volumetrična izguba moči na kubičen meter bazena je določena glede na vrsto rečnega odseka in je predstavljena v preglednici 4. Dno kanala, torej bazeni in prehodi med njimi, morajo biti iz grobega in naravnega materiala, ki še dodatno zmanjša hitrost vodnega toka ter omogoči prehod tudi manjšim in tistim ribam, ki so slabši plavalci ter bentoškimi nevretenčarjem.

Preglednica 8: Priporočljive dimenzije bazenov glede na velikost rib, prirejeno po (Vir: DVWK 2002)

Vrste rib	velikost bazena v m			dimenzije potopljenih odprtin v m		dimenzije odprtin na vrhu v m		pretok vode skozi ribjo stezo m ³ /s
	dolžina l_b	širina b	globina vode h	širina b_s	višina h_s	širina b_a	višina h_a	
Jeseter	5-6	2,5-3	1,5-2	1,5	1	-	-	2,5
Sulec, Soška postrv	2,5-3	1,6-2	0,8-1,0	0,4-0,5	0,3-0,4	0,3	0,3	0,2-0,5
Lipan, klen, mrena, podust, ostale	1,4-2	1,0-1,5	0,6-0,8	0,25-0,35	0,25-0,35	0,25	0,25	0,08-0,2
Zgornji postrvji pas	>1,0	>0,8	>0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,05-0,1

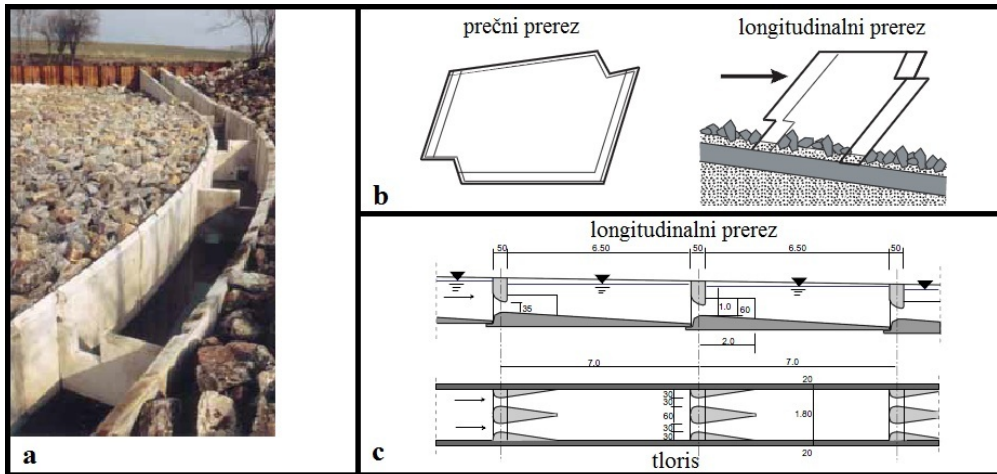
4.2.1.3 Prečne pregrade

Poznanih je več vrst oblik prečnih pregrad v ribjem prehodu. Predstavljenih je le nekaj osnovnih oblik, ki so se izkazale za primerno delujoče:

- Navadna prečna pregrada je postavljena pravokotno glede na smer toka vode v kanalu. Prečne pregrade imajo navadno dve odprtini skozi katere teče voda. Prva odprtina je pri dnu, skozi katero ribe plavajo, druga pa je izrez na vrhu, kjer morajo ribe skočiti. Strani, na katerih so odprtine, se izmenjujejo zaradi zagotavljanja boljšega pretakanja vode v bazenih. Višina prečnih prereзов mora biti taka, da ob srednjem pretoku voda teče le skozi odprtine. Pomembno je torej, da prečne pregrade niso potopljene, posebno na iztoku vode iz ribjega prehoda, ker ima to negativni učinek na privabljanje in usmerjanje rib v ribji prehod. Ta tip prečne pregrade je prikazan na sliki 21 pod točko a.
- Romboidna prečna pregrada se od navadne prečne pregrade razlikuje po tem, da so prečne pregrade potopljene poševno, tako ima vsak bazen eno dolgo in eno kratko stranico. Dolžina krajše stranice ne sme biti manjša od 0,3 m, daljša pa mora biti dolga vsaj 1,8 m. Potopljene

odprtine so vedno v zgornjem kotu bazena, izrezi pa na spodnjem delu. Kot postavitve pregrade glede na dno je 60° , kot med pregrado in kanalom pa od 45 do 60° . To ustvari romboidno obliko in zagotovi zelo raznolike pogoje v bazenu in zelo dobro usmerjanje rib po ribjem prehodu. Boljša je tudi samočistilna sposobnost kanala. Prikazan je na sliki 21 pod točko b.

- Pri grbinasti prečni pregradi se namesto pregrad uporabi grbine, ki povzročajo zelo malo vrtincev in valov. Vodni tok je tako vedno usmerjen in vodi ribe v smeri izhoda iz ribjega prehoda. Slabost teh konstrukcij je, da potrebujejo zelo veliko prostora saj je razlika vodnih gladin med bazeni lahko le $h = 0,14$ m. Zato so namenjene predvsem premagovanju nizkih vodnih pregrad. Če je dno primerno hrapavo, so ti kanali primerni tudi za šibkejše plavalce ter bentoške nevretenčarje. Na sliki 21 pod točko c, je prikazan tak tip prečnih pregrad.



Slika 21: Različne oblike prečnih pregrad (Vir: DVWK 2002)

4.2.1.4 Splošna ocena

Ribji prehod z bazeni je eden najstarejših modelov, ki se ga zaradi uspešnosti še danes uporablja. Primeren je za premagovanje jezov in pregrad, saj je prehoden za vse vrste vodnih organizmov od dobrih do slabih plavalcev in majhnih rib. Dno kanala je v celoti prekrito z grobim materialom, zato omogoča prehod tudi bentoškimi nevretenčarjem. Za delovanje potrebuje majhen pretok vode od $Q = 0,05$ do $0,5$ m³ vode. Dobra lastnost je tudi, da ni občutljiv na nihanja vodne gladine za jezom. Slabost takega tipa prehodov je predvsem v tem, da potrebujejo redno vzdrževanje in čiščenje vsaj enkrat tedensko, obvezno pa po visokih vodah, saj se zaradi nanosa naplavin velikokrat zamašijo odprtine prečnih profilov.

4.2.2 Prehod z vertikalnimi režami

Prehod z režami ali prehod z vertikalni režami je bil razvit v severni Ameriki, vendar se ga zelo veliko uporablja tudi v Evropi. Ta ribji prehod je v bistvu spremenjena oblika običajnega prehoda z bazeni, kjer ima prečni profil reže čez celotno višino prečnega profila. Prečni profil ima lahko eno ali dve reži to je odvisno od velikosti vodotoka in razpoložljivosti pretoka. V primerih z eno režo so reže vedno na isti strani kanala, za razliko od običajnega kanala z bazeni, kjer so odprtine vedno izmenjaje na različnih straneh.

4.2.2.1 Oblikovanje in dimenzioniranje

Oblikovanje in dimenzioniranje kanala je enako kot v primeru običajnega prehoda z bazeni. Velikost bazenov je odvisna od števila rež, vendar se največ uporablja prehode z eno režo. Za popolno delovanje je treba upoštevati priporočila za dimenzioniranje, ki so podana v preglednici 9, za dvojno

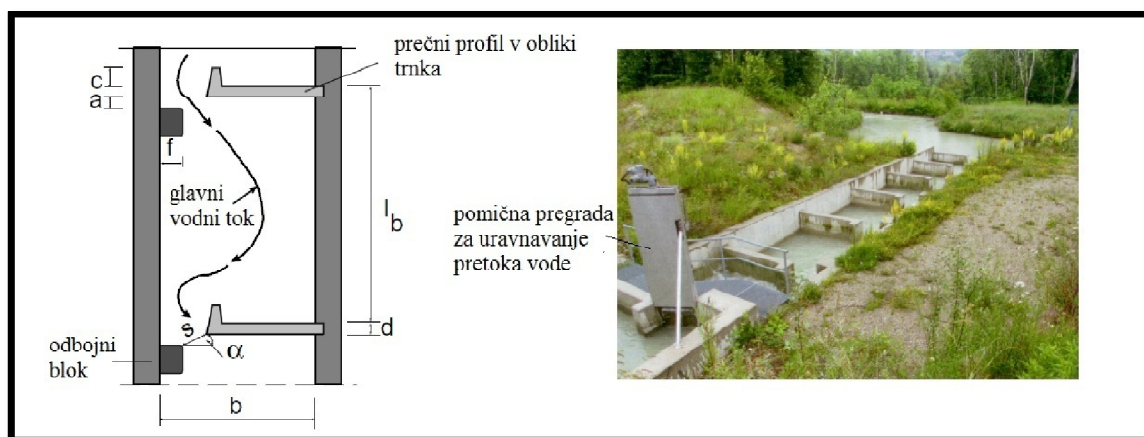
režo je treba le podvojiti širino. Nekatere vrednosti je treba prilagoditi glede na posamezen primer in glede na izračune ter praktične poskuse. Nekatere vrednosti se tudi spremenijo zaradi modernejših dognanj in rezultatov meritev.

Preglednica 9: Minimalne dimenzije za prehod z režami, prirejeno po (Vir: DVWK 2002)

Vrste rib		Lipan, podust, mrena, ploščič, ostale		Ješeter
		Potočna postrv	Sulec, soška postrv	
Širina odprtine	s [m]	0,15-0,17	0,30	0,60
Širina bazena	b [m]	1,20	1,80	3,00
Dolžina bazena	l_b [m]	1,90	2,75-3,00	5,00
Dolžina projekcije (izrastka)	c [m]	0,16	0,18	0,40
Odmaknjenost odbojnega bloka	a [m]	0,06-0,10	0,14	0,30
Širina odbojnega bloka	f [m]	0,16	0,40	0,84
Razlika gladin med posameznimi bazeni	h [m]	0,20	0,20	0,20
Minimalna globina vode	h_{min}	0,50	0,75	1,30
Potreben pretok vode	Q [m ³ /s]	0,14-0,16	0,41	1,40

4.2.2.2 Značilnosti elementov

Najpomembnejši podatek pri prehodu z režami je širina reže (s), ki mora biti izbrana na podlagi vrste rib, ki se nahajajo na določeni vrsti rečnega odseka, ter od razpoložljivega pretoka. Oblika prečnega profila mora biti taka, da voda za svojo pot ne izbira bližnjic ter da se ne pojavljajo mrtve cone v bazenih. Za zagotovitev tega se uporabi prečni profil v obliki trnka, ki zagotavlja odboj vode direktno pred iztokom ter tako ustvari primeren tok po celem bazenu. Prav tako se za zagotovitev primerne vodnega toka v bazenu uporabi odbojni blok, ki je nekoliko zamaknjen dol vodno za razdaljo (a). Razdalja mora biti takšna, da je v manjših prehodih kot med odbojnim blokom in preostalim prečnim prerezom vsaj $\alpha = 20^\circ$, v večjih prehodih pa $\alpha = 30^\circ$ do 45° . Na sliki 22 je prikazan primer prehoda z vertikalnimi režami.



Slika 22: Prehod z režami (Vir: DVWK 2002, Ribič 2011)

Za izdelavo prečnih pregrad se največ uporablja armiran beton ali les. Prečne pregrade morajo biti tako visoke, da ob srednje visokem pretoku voda ne teče preko njih.

4.2.2.3 Material za dno

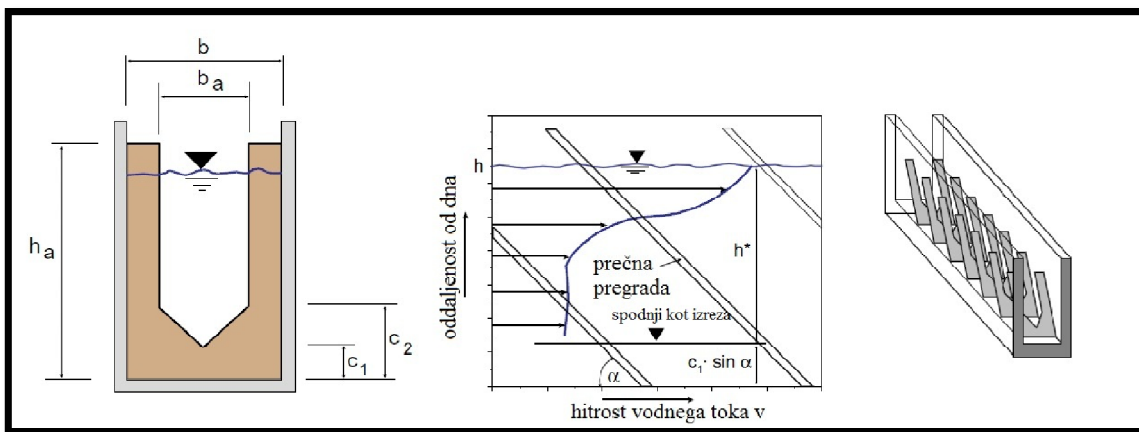
Srednja velikost zrnja materiala za podlago mora imeti premer $d_{50} = 60$ mm. Po možnosti naj bo material za dno iz naravne struge vodotoka, na katerem je grajen ribji prehod. Plast kamenja mora prekrivati celotno dolžino struge in tudi reže z debelino okrog 0,2 m. Priporočljivo je uporabiti tudi nekaj večjih kamnov, ki se jih usidra v beton, da držijo droben material na mestu. Kot je že znano, grob material zmanjša hitrost vodnega toka in omogoči prehod tudi drugim vodnim organizmom, ki so šibkejši plavalci. Zelo pomembno pri vseh prehodih za ribe je, da je dno iz ribjega prehoda povezano z dnom iz glavne struge vodotoka, če pa ni, se zgradi podvodno klančino, ki je že bila prikazana na sliki 5.

4.2.2.4 Splošna ocena

Prehod z vertikalnimi režami je primeren za vse vodne organizme. Ta prehod ni občutljiv na manjša nihanja vodne gladine za jezom, kot tudi pod njim. Zaradi hrapavega dna po celotni dolžini struge ribjega prehoda se omogoča prehod tudi slabšim plavalcem in mladim rib ter bentoškim nevretenčarjem. Ker se odprtina razteza vertikalno čez celotno višino pregrade, pride do popolne neprehodnosti ribjega prehoda zelo redko. Tak prehod je primeren za vse vrste rečnih odsekov saj prehod deluje s pretokom nekaj sto l/s pa do več m^3 . To je trenutno najboljši tehnični prehod za vodne organizme zato, se ga tudi največ uporablja.

4.2.3 Denilov prehod

Denilov prehod se imenuje po belgijskem izumitelju Denilu. Ta tip ribjega prehoda je sestavljen iz ravnega kanala in prečnih pregrad na relativno kratki razdalji, ki so nagnjene proti smeri vodnega toka. Pregrade imajo lahko več oblik izrezov, vendar je dokazano najboljša oblika z U izrezom, zato se skoraj vedno uporablja to obliko prečne pregrade. Zaradi teh pregrad se hitrost vodnega toka ob dnu odprtine zelo zmanjša in tako omogoči prehod ribam. Te pregrade učinkovito zmanjšajo hitrost vodnega toka tudi pri strmih naklonih. Denilov prehod je primeren za opremljanje že obstoječih pregrad, ki so brez ribjih prehodov ter v primerih, ko je malo razpoložljivega prostora. Na sliki 23 je prikazan Denilov prehod.



Slika 23: Denilov prehod (Vir: DVWK 2002)

4.2.3.1 Oblikovanje in dimenzioniranje

Denilov prehod je sestavljen iz osnovnega kanala in prečnih pregrad, ki umirijo vodni tok. Kanal mora biti pri Denilovem prehodu vedno raven. Spremembe smeri se lahko doseže le, če se vmes namestijo bazeni za počitek. Ribe morajo prečkati Denilov prehod v enem koraku, saj ne morejo počivati med pregradami. Dolžina kanala mora biti izbrana glede na plavalne sposobnosti različnih vrst rib. Bazeni

za počitek med kanali mora biti zgrajen na vsakih 6 do 8 m za ciprinide in na 10 do 12 m kanala za salmonide. Bazeni za počitek so lahko umetni ali sonaravno zgrajeni. Pomembno je, da je v njih umirjen vodni tok. Volumetrična izguba moči vode v bazenih mora biti okrog $E = 25$ do 50 W/m^3 . Naklon takih prehodov je običajno kar velik od $1 : 5$ do $1 : 10$.

4.2.3.2 Kanal

Kanal je lahko zgrajen iz betona ali lesa. Širina kanala je določena z velikostjo razpoložljivega pretoka in vrsto rib, ki uporablja prehod. Če se pričakuje velike salmonide mora biti širina $b = 0,8$ do $1,2$ m. V zgornjih predelih rek in potokih ali za manjše salmonide in ciprinide je lahko širina $b = 0,6$ do $0,9$ m. Če je na razpolago dovolj velik pretok se lahko zgradi več prehodov skupaj. Nekatere primerne dimenzije so predstavljene v preglednici 10.

Preglednica 10: Dimenzije za kanal pri Denilovem prehodu, prirejeno po (Vir: DVWK 2002)

Vrsta rib	Širina kanala b v [m]	Priporočljiv naklon I		Pretok vode Q v $[\text{m}^3/\text{s}]$ za $h^*/b_a = 1,5$
		[%]	$1 : n$	
Potočna postrv, ciprinidi in ostale	0,6	20,0	$1 : 5$	0,26
	0,7	17,0	$1 : 5,88$	0,35
	0,8	15,0	$1 : 6,67$	0,46
	0,9	13,5	$1 : 7,4$	0,58
Sulec, soška postrv	0,8	20,0	$1 : 5$	0,53
	0,9	17,5	$1 : 5,7$	0,66
	1,0	16,0	$1 : 6,25$	0,82
	1,2	13,0	$1 : 7,7$	1,17

4.2.3.3 Prečna pregrada

Prečni pregradni elementi so navadno iz lesa, le v redkih primerih iz kovine. Robovi pregrad morajo biti zaobljeni, da se ribe ob prečkanju ne poškodujejo. Pregrade so nagnjene proti toku pod kotom $\alpha = 45^\circ$ glede na dno kanala. Oblika in dimenzije U izreza, ki je pri dnu v obliki črke V , so natančno določeni glede na širino kanala in predstavljeni v preglednici 11.

Preglednica 11: Dimenzije za prečne pregradne elemente pri Denilovem prehodu (Vir: DVWK 2002)

		Območje tolerance	Priporočene vrednosti
Širina pregrade	b_2/b	0,5-0,6	0,58
Razmik med pregradami	a/b	0,5-0,9	0,66
Razdalja med najnižjo točko odprtine in dnom	c_1/b	0,23-0,32	0,25
Globina trikotnega izreza	c_2/c_1	2	2

Dimenzije izreza b_a , c_1 , c_2 in razdalja med pregradami a , morajo ustrezati pogojem iz preglednice 11, saj je Denilov prehod zelo občutljiv na spremembe teh dimenzij, zato ni dovoljenih odstopanj. Dimenzije izreza so prikazane na sliki 23.

4.2.3.4 Vtok in iztok vode

Vodni tok mora vedno priti do vtoka vode v prehod. Na vtoku mora biti omogočena prekinitev vtoka vode zaradi vzdrževalnih del v ribjem prehodu. Denilov prehod mora segati dol vodno tako daleč, da je iztok vode iz prehoda tudi ob nizkem vodostaju pod vodo. Če je mogoče, mora biti dno Denilovega prehoda povezano z dnom vodotoka.

4.2.3.5 Splošna ocena

Denilov prehod se uporablja predvsem na strmih terenih in je primeren za preureditev že obstoječih pregrad ali na mestih z malo prostora. Ni občutljiv na nihanje vodne gladine pod pregrado. Ustvarja zelo dober tok za privabljanje rib. Slabost tega tipa ribjega prehoda je, da je zelo občutljiv na nihanje vodne gladine nad jezom, največja še sprejemljiva nihanja nivoja vodne gladine so 0,2 m. Za delovanje potrebuje velik pretok vode v primerjavi z drugimi tipi prehodov. Veliko je nevarnosti zamašitve z naplavinami, zato ga je treba redno kontrolirati. Namenjen je le za prehajanje večjih salmonidov in ciprinidov, zelo slab ali skoraj neprehoden pa je za manjše ribe in bentoške nevretenčarje. Zato se ta tip prehoda uporablja predvsem, kjer ni možnosti za izgradnjo drugih vrst ribjih prehodov.

4.2.4 Posebni primeri prehodov

Za nekatere vrste vodnih organizmov, ali pa v primerih, kjer je izgradnja običajnih ribjih prehodov neprimerna ali nemogoča, je treba uporabiti posebne primere prehodov. Treba se je zavedati, da so vsi drugačni prehodi uporabljeni zgolj v primerih, ko ni na voljo nobenih drugih rešitev.

4.2.4.1 Prehod za jegulje

Jegulja spada med katadromne vrste rib, ki preživi del življenja v sladkih vodah. V času spolne zrelosti se vse jegulje evropskih vodotokov odpravijo na drst v Sargaško morje. Mlade jegulje (steklene jegulje) nato morskimi tokovi prinesejo nazaj do obal od koder so prišli njihovi starši. Po vodotokih se nato odpravijo po toku navzgor kjer ostanejo do svoje spolne zrelosti (srebrne jegulje). Jegulje torej opravijo svoje gor vodno potovanje po vodotokih, ko so majhne (7 do 30 cm) in tudi še niso tako dobre plavalke, da bi kljubovale močnemu vodnemu toku v vodotokih in v večini ribjih prehodov. Zato se za jegulje zgradi posebne prehode:

- Na pregradah in jezovih se v pregradno telo postavi cevi, ki segajo do dna vodotoka. V ceveh so na verigah nameščeni snopi krtač, ki zmanjšajo hitrost vodnega toka in jeguljam nudijo oporo pri premagovanju višine. Ta vrsta prehoda je zaradi velike možnosti zamašitve cevi z naplavinami dokaj neprimerna.
- Pogostejši in veliko uspešnejši je majhen, raven kanal speljan izpod pregrade nad jez. Lahko je zgrajen iz betona, kovine ali plastike. Za pomoč jeguljam pri premikanju so v kanalu nameščeni krtačasti snopi, plastični valji ali pesek in drobno kamenje, ki zmanjšajo hitrost vodnega toka in nudijo dodatno oporo. Ti kanali morajo biti prekriti s streho, da jegulje niso lahek plen za različne plenilce. Iztok vode iz kanala mora biti za jegulje obvezno na enem od bregov in ob gladini vode, saj mlade jegulje raje plavajo ob gladini. Vtok vode v kanal nad jezom mora biti obvezno v mirnem toku, nikakor pa ne v bližini vtoka vode v HE. Ker je hitrost vodnega toka v kanalu zelo majhna, ustvarja slab učinek privabljanja, zato se navadno namesti še dodatno cev za vodo, da iztočni curek izboljša privabljanje. Navadno se prehod za jegulje zgradi poleg prehoda z bazeni ali Denilovega prehoda.

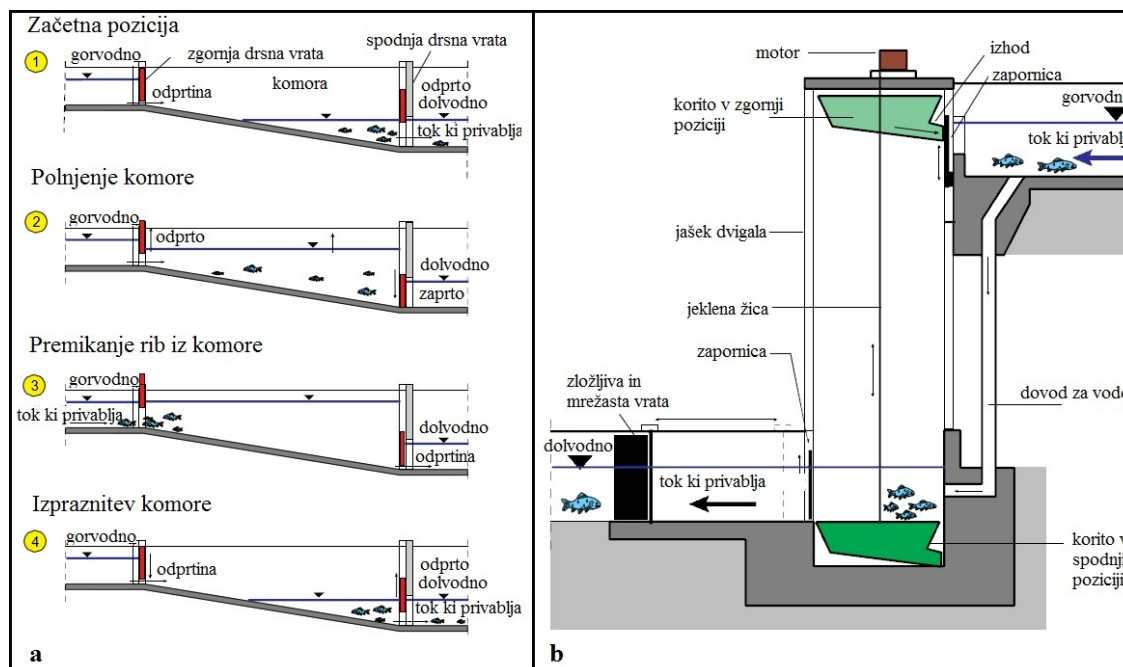
Na sliki 24 je prikazano nekaj različnih tipov prehodov za jegulje. Ti prehodi so lahko zelo dolgi in tudi kar precej strmi, saj se jegulje po teh prehodih premikajo s pomočjo zvijanja svojega telesa. Najpomembnejši detajl je gotovo podlaga, katera omogoča jeguljam, da se lahko premikajo. Za primerno delovanje porabijo zelo malo vode. V nekaterih primerih in sicer pri premagovanju pregrad za HE uporabljajo celo tekoče trakove na katerih je nameščena podlaga kjer se jegulje lahko oprimejo, tako da njihovemu premikanju pomaga še premikanje celotnega tekočega traku.



Slika 24: Prehodi za jegulje (Vir: DVWK 2002)

4.2.4.2 Prehod z zapornicami

Prehod z zapornicami deluje po istem principu, kot splavnice, s katerimi se dviguje ladje med različnimi nivoji vode. Princip delovanja je prikazan na sliki 25.



Slika 25: Prehod z zapornicami (a), dvigalo za ribe (b) (Vir: DVWK 2002)

Na sliki pod točko a in številko 1 je začetna pozicija. Spodnja zapornica je odprta in v komori je nivo vode enak kot dol vodno od pregrade. Ribam je treba pokazati pot, zato se le malo odpre zgornja zapornica, ki ustvari tok ki privabi ribe v komoro. Ko se komora deloma napolni, se spodnja zapornica popolnoma zapre ter zgornja popolnoma odpre, da se vodna gladina v komori izenači z gladino vode nad jezom. Na sliki številka 3 je videti, kako se spravi ribe ven iz komore, tako da se le malo odpre spodnjo zapornico kar zopet ustvari vodni tok in ribam sporoči v kateri smeri je izhod. Ko ribe zapustijo komoro, se zgornja zapornica ponovno zapre in spodnja odpre, tako da je spet v začetni poziciji številka 4. Taki intervali se pojavljajo na pol ali eno uro. Poskrbeti je treba, da ribe, ki ostanejo v komori čez celoten cikel, ne ostanejo na suhem. Zato mora biti dno vedno z naklonom ali v obliki večstopenjskih bazenov, kjer se lahko ribe zadržijo. Hitrost vodnega toka, ki priteče skozi zgornjo

zapornico ne sme presegati $v_{\max} = 2$ m/s, višanje in nižanje vodne gladine pa ne sme biti hitrejše kot 2,5 m/min.

Ta sistem se uporablja, kjer ni veliko prostora in je treba premagovati velike višinske razlike. Je težko prilagodljiv prehod za nekatere vrste rib in vodnih organizmov. Za ta tip prehoda je potrebnega veliko vzdrževanja in kontroliranja v primerjavi z drugimi vrstami ribjih prehodov.

4.2.5 Dvigala za ribe

Dvigala so primerna za premagovanje večjih višinskih razlik ($h > 6$ do 10m), kjer je razpoložljivo malo vode in prostora, ter bi gradnja običajnih ribjih prehodov povzročila visoke stroške. Primer dvigala za ribe je prikazan na sliki 25 pod točko b.

Kot transporter se uporablja korito. Ko je korito v spodnji poziciji je dejansko pod dnom. Nato se odprejo zložljiva in mrežasta vrata ter loputa. Vodni tok skozi posebno cev priteče v prostor nad korito in tako privabi ribe. Čez nekaj časa mrežasta vrata potisnejo ribe v prostor nad korito, takrat se loputa zapre in ribe dvigne dvigalo nad pregrado. Dvigalo za ribe potrebuje malo prostora, premaguje pa lahko velike višine. Primerne so za vse vrste rib od velikih do majhnih. Niso pa primerna za gor vodno in dol vodno migracijo bentoških nevretenčarjev. Velika nihanja vodne gladine pod pregrado lahko povzročijo probleme pri vodenju rib do dvigala. Dvigalo seveda potrebuje veliko več vzdrževanja in nadzora, vendar je boljše opcija kot prehod z zapornicami. Dvigalo deluje avtomatsko in deluje s hitrostjo odvisno od aktivnosti rib pri migraciji.

5 RIBJI PREHODI NA REKI VIPAVI

Reka Vipava je pritok reke Soče, ki se izliva v Jadransko morje. Teče po Vipavski dolini, ki je bila pred 15 milijoni let plitvo morje, kar je vidno tudi v geološki zgradbi, saj prevladujejo sedimentne kamenine, zlasti nepropustni fliš, dno doline pa prekrivajo manjše rečne naplavine. Na reki Vipavi so v preteklosti zgradili veliko jezov in pregrad, predvsem za potrebe mlinov ali protipoplavne varnosti. Zgornji tok reke Vipave so urejali v drugi polovici sedemdesetih let dvajsetega stoletja za potrebe melioracije. Z gradbenimi posegi so njene meandre izravnali in tako povečali pretočnost reke. Dolžino reke Vipave so tako skrajšali iz 50 na 47,7 kilometra. Zato so za stabilnost struge morali zgraditi tudi nekaj jezov. Večina jezov in pregrad pa nima ustreznih ribjih prehodov in tako onemogočajo longitudinalno povezanost rečnega sistema. Veliko je tudi pregrad, ki ne služijo več svojemu namenu, to so predvsem pregrade, ki so bile zgrajene za mline. Nekaj pregrad je bilo zgrajenih po celotni strugi reke tudi za protipoplavno varnost, vendar jih bi bilo treba opremiti s primernimi prehodi za ribe. Tudi v primerih kjer so zgradili ribje prehode, so ti v večini neprehodni za vse vodne organizme. Območje reke Vipave je pomembno tudi zaradi ogroženih vrst rib, ki so prisotne v njej, kot je npr. Soška postrv. V nadaljevanju bom predstavil tri primere na reki Vipavi, ki so predstavljeni v prilogi A. Z rdečim krogom je označen obtočni kanal Mala Vipava, z zelenim klančino pri Uhanjah in z rumenim prehod z bazeni pri Šelu. Mala Vipava in Uhanje so lokacije v zgornjem delu reke Vipave in spadata nekje med lipanski in spodnji postrvji pas, vendar se zaradi tipa reke, ki je precej ravninska, pri dimenzioniranju upošteva raje lipanski pas. Šelo pa se nahaja v spodnjem delu reke Vipave v okolici Mirna, kjer je reka že zelo mirna in spada nekje med mreški in ploščičev ribji pas. V prilogi B so prikazane tudi vrste avtohtonih rib, ki jih najdemo na tem področju in pomagajo pri določevanju ribjih pasov. Podatke sem pridobil v Načrtu za izvajanje ribiškega upravljanja v Soškem ribiškem območju za obdobje 2011 – 2016.

5.1 Obtočni kanal: Mala Vipava

V zgornjem delu reke Vipave, kjer je potekala regulacija, so za prehod višjih jezov zgradili sonaravni prehod za ribe in sicer obtočni kanal. Na tem odseku je več jezov od katerih sta dva večja in zato neprehodna za vodne organizme. Jezova sta prikazana v prilogi C.1, pod točko a je spodnji jez, pod točko b pa zgornji. Tega novega rečnega odseka se je prijelo ime Mala Vipava. Obtočni kanal trenutno ni prehodna za večino vodnih organizmov.

5.1.1 Opis razmer na Mali Vipavi

Ribji prehod se nahaja na območju nekje med lipanskim in spodnjim postrvjim pasom rečnega odseka ali (hypo-rhithron in meta-rhithron), kar je treba upoštevati. Ker sta jezova neprehodna za veliko večino ali celo vse vodne organizme je obtočni kanal edini možen prehod do drstišč v zgornjem delu reke Vipave in potoku Močilniku. Lokacija ribjega prehoda ni najboljša predvsem za nekatere vrste rib (postrvi in lipan), saj je jez opisan pod točko a, za te vrste rib ob ugodnih razmerah prehodni in se ribe odpravijo gor vodno, vendar lahko pridejo le do zgornjega jez, ki pa je za vse vodne organizme neprehoden. Ustvarjena je tako imenovana "mrtva cona", ki je kar velika in je v prilogi C.1 obkrožena z rumeno barvo. Treba pa je poudariti, da bi verjetno velika večina vodnih organizmov za svoj prehod izbrala ribji prehod, če bi le ta delovala optimalno.

Vtok vode v ribji prehod poteka skozi 14,4 metra dolgo cev, premera 1,1 metra, kar omogoča zadosten pretok vode in sicer od 0,45 do 0,85 m³/s v obtočnem kanalu. Dno cevi je obloženo z manjšim kamenjem do višine 0,3 metra, kar omogoča prehod vsem vodnim organizmom. Vtok vode v prehod za ribe je prikazan v prilogi C.1 pod točko c, omeniti še velja, da so graditelji zgradili prag pod točko d, ki zviša vodno gladino in umiri vodni tok na iztoku vode iz cevi. Dno obtočnega kanala je na vtoku povezano z dnom reke s podvodno klančino. Obtočni kanal ustvarja nov odsek vodotoka, ki je zelo soliden in raznovrsten, saj vsebuje tolmune, miren tok, brzice, ustvarja skrivališča itd. Dno je po večini prodnato, peščeno in kamnito. Bregovi so ustrezno zaščiteni z rastlinjem, ki še dodatno zaščiti vodne

organizme. Raznovrstni odseki ribjega prehoda so prikazani v prilogi C.1, na slikah pod točkami e, g in i. Problematičnih je le nekaj krajših odsekov, ki so potrebni preureditve:

- Odstraniti bi bilo treba večjo količino naplavin iz vejevja, ki so prekinile prehodnost obtočnega kanala, saj so ustvarile okrog 0,7 metra visoko pregrado, ki za vodne organizme ni prehodna. Prikazana je v prilogi C.1 pod točkama f1 in f2.
- Naslednji del, ki je problematičen, je plitvina, ki je dolga okrog 45 metrov. Na začetku tega odseka se pojavlja tudi deroč vodni tok. Struga ribjega prehoda je na tem odseku široka okrog 7 metrov, kar povzroči prenizko globino vode, ki je ob majhnem pretoku globoka le 5 do 15 centimetrov in tako je za nekatere ribe obtočni kanal neprehoden (Soška postrv). Na tem odseku je problematična tudi vodna erozija bregov. Slika je prikazana v prilogi C.1 pod točko h.

Iztok vode iz ribjega prehoda je kar soliden, saj je vpeljan v strugo reke pod pravilnim kotom okrog 45° in sicer v bazen, ki je pod slapom. Na sliki je prikazan v prilogi C.1 pod točko j. Tudi tu je dno struge ribjega prehoda povezano z dnom reke s podvodno klančino.

5.1.1.1 Stanje na Mali Vipavi glede na sodobne smernice

Primerjava stanja z zahtevami smernic (AG-FAH., 2011) pokaže:

- Naklon:

Naklon je čez celotno dolžino obtočnega kanala kar primeren, saj tudi ustvarja primeren in raznolik vodni tok. Glede na sodobne smernice (AG-FAH., 2011), kjer je maksimalni naklon dna obtočnega kanala določen na $I_{maks} = 1.5\%$, je v našem primeru izračunan po enačbi (1) in ustreza pogojem.

$$I = \frac{\Delta h}{l} \quad (1)$$

$$I = \frac{\Delta h}{l} = \frac{2m}{550m} = 0,0036 = 0,36\%$$

I = 0,36 %	max. dovoljen	I = 1,5 %
------------	---------------	-----------

- Širina dna struge obtočnega kanala

Širina dna struge je v smernicah (AG-FAH., 2011) določena kot minimalna širina struge in je $b_{min} = 1,5$ m. V primeru Male Vipave je minimalna širina struge $b_{min} = 2$ m in tudi ustreza pogojem.

$b_{min} = 2$ m	min. zahtevana	$b_{min} = 1,5$ m
-----------------	----------------	-------------------

- Maksimalna razlika gladin

Maksimalna razlika gladin ima zelo pomembno vlogo pri zagotavljanju prehodnosti ribjih prehodov za vse vodne organizme in je določena glede na vrsto rečnega odseka. V primeru Male Vipave maksimalna razlika gladin ne sme presegati $h_{max} = 0,18$ m. Naplavine iz vejevja ustvarjajo pregrado in razliko gladin $h_{max} = 0,45$ m, kar ne ustreza pogojem iz smernic (AG-FAH., 2011).

$h_{max} = 0,45$ m	max. dovoljena	$h_{max} = 0,18$ m
--------------------	----------------	--------------------

- Maksimalna hitrost vodnega toka

Maksimalna hitrost vodnega toka je prav tako določena glede na vrsto rečnega odseka v kateri se nahaja ribji prehod in je v veliki meri povezana z maksimalno razliko gladin. Glede na smernice lahko maksimalna hitrost vodnega toka doseže hitrosti do $v_{max} = 1,9$ m/s. V primeru Male Vipave se zaradi velike razlike gladin pojavi tudi prevelika hitrost vodnega toka, ki ga izračunamo po enačbi (2) in ne ustreza pogojem iz smernic (AG-FAH., 2011).

$$v_{\max} = \sqrt{2 * g * \Delta h} \quad (2)$$

$$v_{\max} = \sqrt{2 * 9,81 \text{ m/s}^2 * 0,45 \text{ m}} = 2,97 \text{ m/s}$$

$v_{\max} = 2,97 \text{ m/s}$	max. dovoljena	$v_{\max} = 1,9 \text{ m/s}$
-------------------------------	----------------	------------------------------

- **Globina vode**

Kot lahko vidimo iz priloge C.2, so z rumeno barvo označene gladine vode, ki so nižje od tistih, ki jih priporočajo smernice (AG-FAH., 2011) ob minimalnih pretokih. Najnižja globina vode se pojavlja ob minimalnem pretoku vode in sicer $h_{\min} = 0,1 \text{ m}$. Ta globina vode je seveda prenizka, saj bi morala biti glede na vrste rib, ki živijo v reki Vipavi v določenem rečnem odseku vsaj $h_{\min} = 0,25 \text{ m}$. Pomemben podatek za obtočni kanal je tudi povprečna globina celotne struge, ki mora biti $h_{\text{povp.}} = 0,3 \text{ do } 0,4 \text{ m}$. V našem primeru je $h_{\text{povp.}} = 0,33 \text{ m}$ ustreza vendar predvsem po zaslugi naplavin, ki zadržujejo vodo v ozadju.

$h_{\min} = 0,1 \text{ m}$	min. zahtevana	$h_{\min} = 0,25 \text{ m}$
$h_{\text{povp.}} = 0,33$	min. zahtevana	$h_{\text{povp.}} = 0,3 \text{ do } 0,4 \text{ m}$

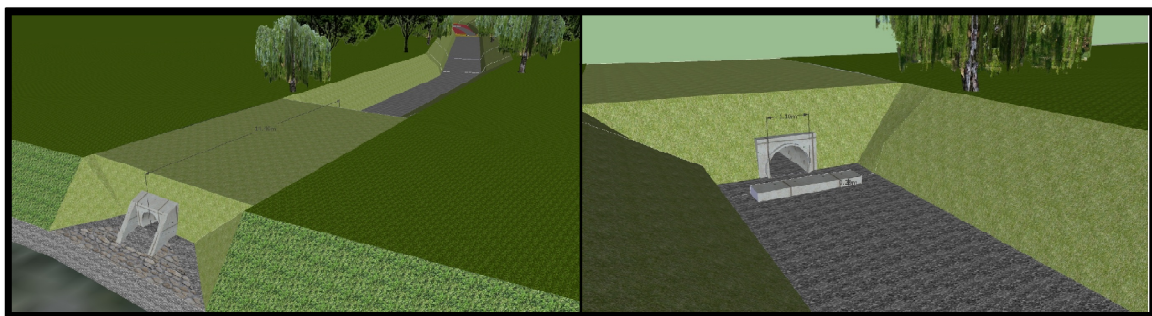
- **Deroči tok**

Deroči tok se glede na smernice (FAO/DVWK., 2002, AG-FAH., 2011) ne sme pojaviti nikjer v prehodih za ribe ($F_r < 1$), vendar se v primeru Male Vipave pojavi ($F_r > 1$), kar vidimo v prilogi C.2, kjer so z rdečo obarvane vrednosti, ko je vodni tok deroč.

$F_r > 1$	zahtevano	$F_r < 1$
-----------	-----------	-----------

5.1.2 Ukrepi za upoštevanje sodobnih smernic na Mali Vipavi

Vtok vode v prehod za ribe je kar soliden. Poteka skozi cev premera 1,1 m in omogoča zadosten pretok vode skozi obtočni kanal. V cevi je okrog 30 cm drobnega kamenja, kar naredi cev prehodno za vse vrste vodnih organizmov. Sicer pa je dno obtočnega kanala na vtoku vode povezano z dnom reke s podvodno klančino.



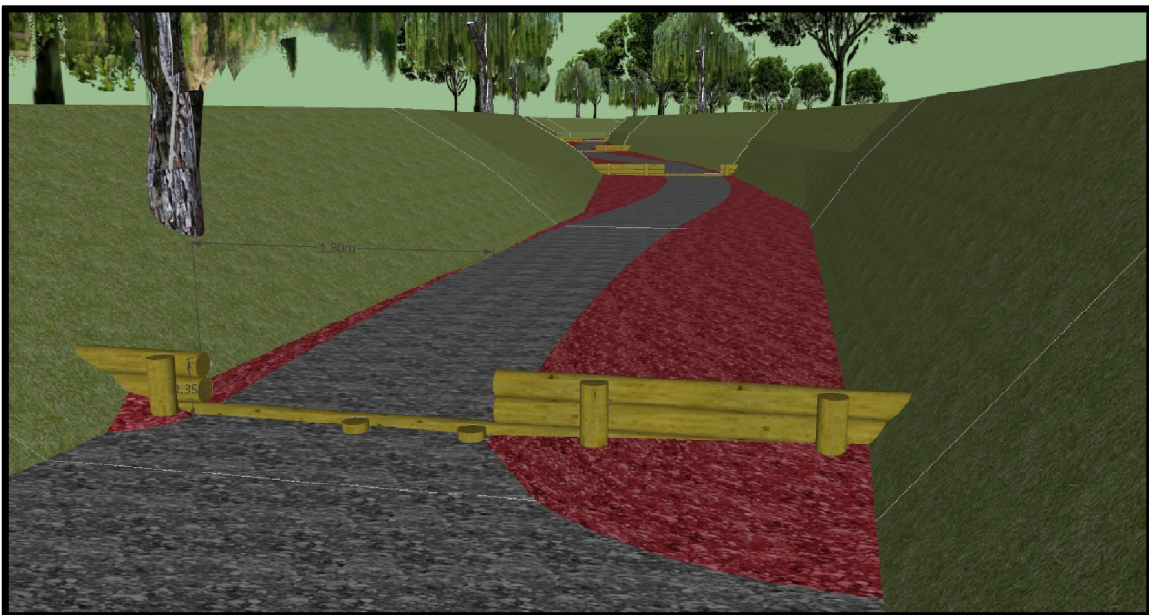
Slika 26: Vtok vode v ribji prehod Mala Vipava v programu SketchUp

Prvi problem, ki se pojavi je to, da bi po odstranitvi naplavin iz vejevja nastala nižja globina vode v zgornjem delu obtočnega kanala, pojavljala pa bi se tudi deroči tok, kot je vidno iz priloge C.3, kjer so prikazani le izračuni iz programa HEC – RAS, za minimalen pretok. Izračuni za ostale pretoke so na priloženem DVD. Tu so z rumeno barvo označene prenizke globine vode glede na smernice, z rdečo pa pojav deročega vodnega toka. To bi rešil tako, da bi v zgornjem toku obtočnega kanala zgradil lesene pregrade z režami, ki bi imele namen dvigniti nivo vodne gladine in ustvariti čim bolj naravne odseke, ki ustrezajo sodobnim smernicam za gradnjo ribjih prehodov. Pregrade bi bile visoke 0,35 m

le prva v sklopu bi bila visoka 0,4 m, široke pa 0,15 m. Za les sem se odločil predvsem zato, ker se veliko bolje vklaplja v okolico, kot bi se balvani, poleg tega je to tudi cenovno precej ugodnejša izbira. Les, ki bi ga uporabil mora biti trd in posekan v zimski sečnji. Primeren je predvsem les bora, hrasta, kostanja in macesna, ker pa je v okolici od tega lesa največ bora in kostanja bi uporabil enega od teh dveh kot je prikazano v "Inženirska biologija (2011)". Postavil bi pet jezov v zgornjem delu z medsebojno razdaljo od 26 do 27 m, torej le toliko pregrad, da bi zagotavljale primeren vodni tok v obtočnem kanalu glede na sodobne smernice. Vsaka pregrada bi imela tudi primerno veliko režo, ki omogoča lažji prehod vodnim organizmom. Reže bi bile vedno na nasprotni strani tako, da bi si vodni tok sam oblikoval novo strugo v obliki sinusoide, ki je zelo primerna oblika obtočnega kanala. Primer ureditve je prikazan na slikah 27 in 28.

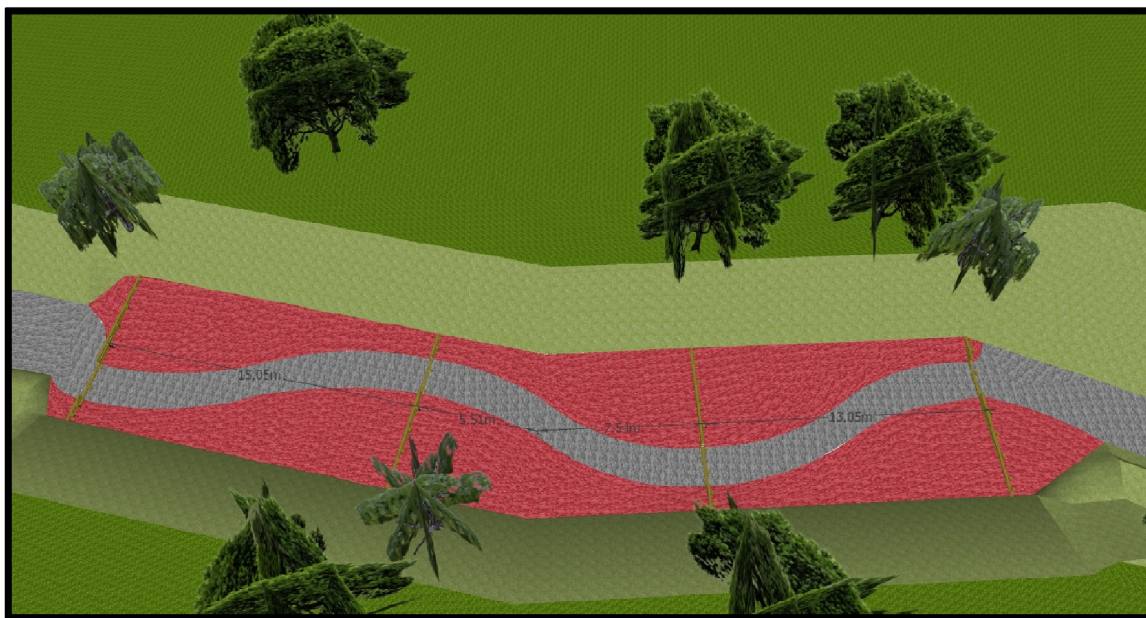


Slika 27: Postavitev lesenih pregrad v zgornjem delu Male Vipave v programu SketchUp

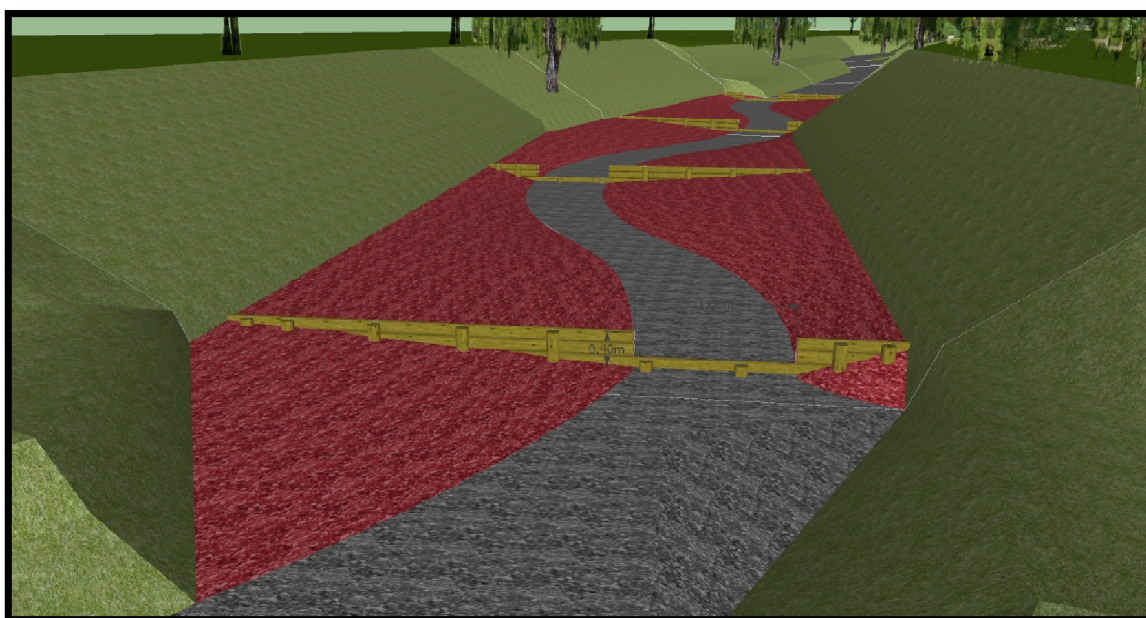


Slika 28: Lesene pregrade v zgornjem delu Male Vipave v programu SketchUp

Drugi in zadnji problem je široka struga in prenizka globina vode, predvsem ob majhnem pretoku vode je v spodnjem delu in je dolg okrog 45 m. Ta odsek, ki je prikazan na sliki pod točko h v prilogi C.1, bi prav tako rešil z uporabo štirih lesenih pregrad z režami, ki bi dvignile nivo vodne gladine na predpisanega v smernicah. Tu bi bile pregrade nekoliko širše, reže pa bi ostale iste in se bi prav tako izmenjavale. Med prvo in drugo pregrado bi bilo okrog 15 m, med naslednjima dvema pa okrog 13 m. Pregrade bi bile visoke 0,4 in široke 0,15 m. To bi povzročilo zvišanje vodne gladine in samooblikovanje nove rečne struge s pomočjo erozije in sedimentacije materiala, kot je prikazano z rdečo barvo rečnega materiala na slikah 29 in 30.



Slika 29: Postavitev lesenih pregrad v spodnjem delu Male Vipave v programu SketchUp



Slika 30: Lesene pregrade v spodnjem delu Male Vipave v programu SketchUp

Poudariti je treba, da je za optimalno delovanje potrebnega kar nekaj časa in mogoče še kakšna manjša popravila ob rednem spremljanju delovanja obtočnega kanala. Zaradi uporabe prečnih pregrad, ki bi dvignile nivo vodne gladine in upočasnile vodni tok se tudi deroči tok ne bi več pojavljal.

V popravljenem ribjem prehodu bi bile vse vrednosti v skladu s sodobnimi smernicami (AG-FAH., 2011):

- Naklon:

Naklon izračunamo po enačbi (1) in je seveda isti.

$$I = \frac{\Delta h}{l} = \frac{2m}{550m} = 0,0036 = 0,36\%$$

$I = 0,36\%$	max. dovoljen	$I = 1,5\%$
--------------	---------------	-------------

- Širina dna struge obtočnega kanala

Najmanjša širina struge postane nekoliko manjša in sicer $b_{\min} = 1,8$ m, ker uporabimo tako široko režo, vendar še vedno ustreza pogojem v smernicah (AG-FAH., 2011).

$b_{\min} = 1,8$ m	min. zahtevana	$b_{\min} = 1,5$ m
--------------------	----------------	--------------------

- Maksimalna razlika gladin

Po odmiku naplavin se maksimalna razlika gladin pojavlja na prelivih čez pregrado. Maksimalna razlika gladin je prikazana v prilogi C.4 za minimalni pretok vode, za ostale pretoke pa na priloženem DVD. Največja razlika gladin, ki se pojavi ob različnih pretokih je $\Delta h_{\max} = 0,14$ m in tako prehodna za vse vodne organizme, ki so prisotni v tem rečnem odseku glede na smernice (AG-FAH., 2011).

$\Delta h_{\max} = 0,14$ m	max. dovoljena	$\Delta h_{\max} = 0,18$ m
----------------------------	----------------	----------------------------

- Maksimalna hitrost vodnega toka

Maksimalna hitrost vodnega toka, ki se izračuna s pomočjo enačbe (2), je zaradi nižje maksimalne razlike gladin tudi precej nižja in ustreza smernicam (AG-FAH., 2011).

$$v_{\max} = \sqrt{2 * g * \Delta h} = \sqrt{2 * 9,81 m/s^2 * 0,14 m} = 1,66 m/s$$

$v_{\max} = 1,66$ m/s	max. dovoljena	$v_{\max} = 1,9$ m/s
-----------------------	----------------	----------------------

- Globina vode

Kot je razvidno iz priloge C.4, se minimalna globina vode pojavi pod eno izmed prečnih pregrad ob nizkem pretoku in znaša $h_{\min} = 0,26$ m, pa še to na zelo kratki razdalji. Povprečna globina vode pa se v celotni strugi ob minimalnem pretoku nekoliko poveča. Omeniti še velja, da morajo biti reže na pregradah zalite z vodo vsaj do višine $h = 0,25$ m. Globine vode tako ustrezajo sodobnim smernicam (AG-FAH., 2011).

$h_{\min} = 0,26$ m	min. zahtevana	$h_{\min} = 0,25$ m
$h_{\text{povp.}} = 0,35$ m	min. zahtevana	$h_{\text{povp.}} = 0,3$ do $0,4$ m
$h = 0,31$ m	min. zahtevana	$h = 0,25$ m

- Deroči tok

Deroči tok se ne pojavlja več.

$F_r < 1$	zahtevano	$F_r < 1$
-----------	-----------	-----------

• Pretok vode

Pretok vode je seveda zelo pomemben in še sprejemljiv pretok je določen za posamezen rečni odsek ter glede na vrsto ribjega prehoda. Za obtočni kanal v lipanskem ribjem odseku mora biti pretok vode skozi ribji prehod vsaj $Q_{\min} = 0,225 \text{ m}^3/\text{s}$. Pretok se računa tam kjer je struga vodotoka najbolj ozka in to je izračunano v programu Excel, kot je prikazano v prilogi C.4, s pomočjo enačbe (3). Računati je treba z dvema enačbama in sicer za pretok skozi režo in vodo, ki se preliva čez pregrado zaradi povišanja vodne gladine. Minimalni pretok, ki ga dobimo je $Q_{\min} = 0,5158 \text{ m}^3/\text{s}$ kar pomeni, da je dovolj velik glede na smernice (AG-FAH., 2011).

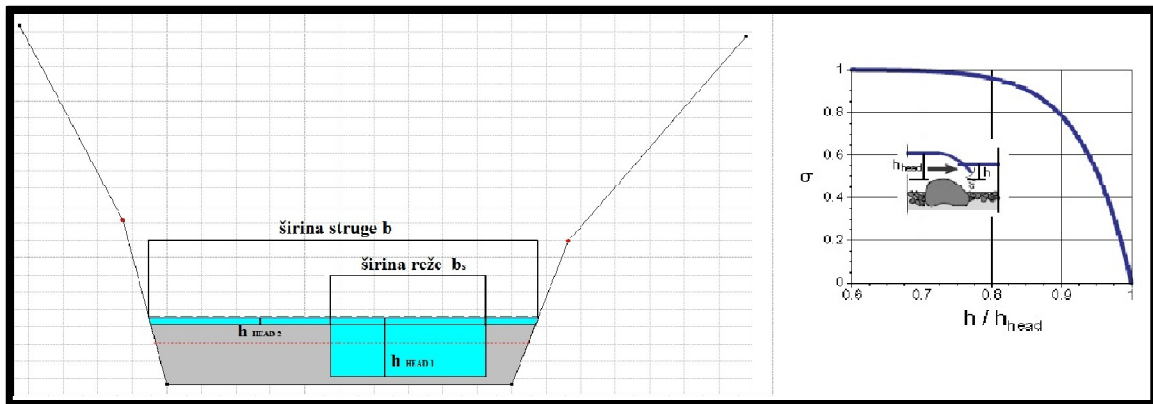
$$Q = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * \sum bs * \sqrt{2 * g} * h_{HEAD}^{3/2} \quad (3)$$

$$Q1 = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * \sum bs * \sqrt{2 * g} * h_{HEAD1}^{3/2}$$

$$Q2 = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * \sum (b - bs) * \sqrt{2 * g} * h_{HEAD2}^{3/2}$$

$$Q = Q1 + Q2$$

- μ = koeficient preliwa (od 0,5 do 0,6 za ostre robove, od 0,6 do 0,8 za zaobljene robove)
- σ = faktor zmanjšanja zaradi potopljenega toka (odčita se ga iz grafa na sliki 31)
- $\sum bs$ = skupna širina reže
- b = širina struge
- g = težnostni pospešek = $9,81 \text{ m/s}^2$
- h_{HEAD} = višina preliwa



Slika 31: Potrebne količine za izračun pretoka

$Q_{\min} = 0,5158 \text{ m}^3/\text{s}$	min. zahtevan	$Q_{\min} = 0,225 \text{ m}^3/\text{s}$
--	---------------	---

5.1.3 Ocena možnosti izvedbe na Mali Vipavi

Obtočni kanal ustvarja nov odsek vodotoka, ki je zelo soliden in raznovrsten, saj vsebuje tolmane, miren tok, brzice, ustvarja skrivališča itd. Hitrost vodnega toka in količina vode je primerna. Dno je po večini prodnato, peščeno in kamnito. Bregovi so ustrezno zaščiteni z rastlinami. Gradbeni posegi za odstranitev naplavin in izgradnja lesenih pregrad z režami ni zahtevna ali finančno velika, zato menim, da obstajajo zelo realne možnosti za izvedbo takega posega na Mali Vipavi.

5.2 Klančina: Uhanje

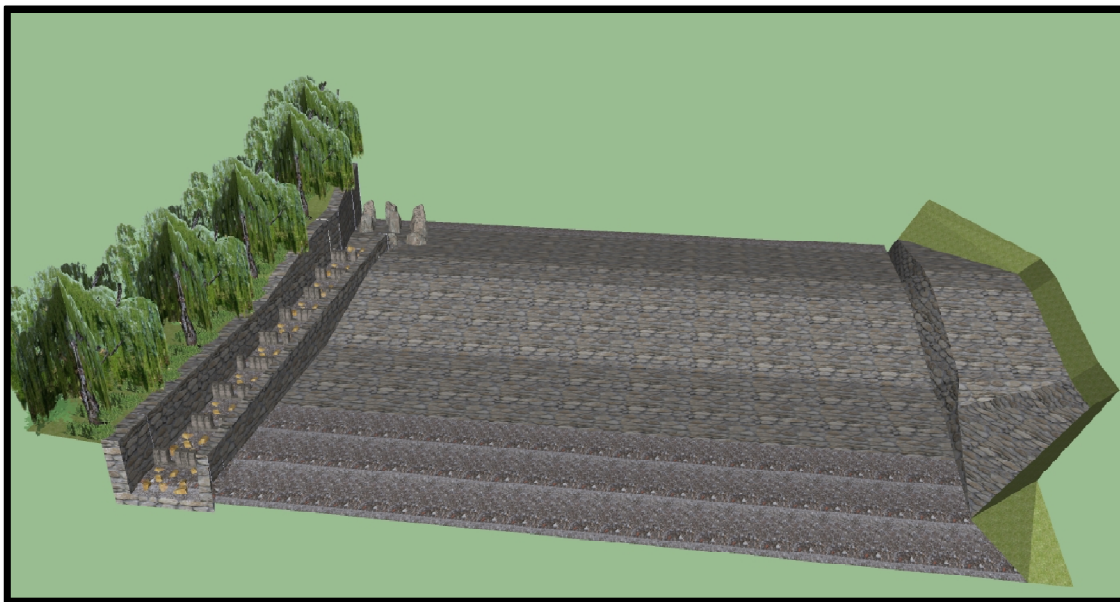
Klančina pri Uhanjah je bil dejansko jez, namenjen za mlin v neposredni bližini, ki pa že nekaj časa ne obratuje več. Poplave in visoke vode so jez uničile in v tistem času je bil jez dejansko prehod za vse vodne organizme. Poplave reke Vipave pa so v zadnjih letih prisilile v ponovno ureditev tega jez. Pred nekaj leti so ga preuredili tako, da so izboljšali pretočnost vode na tem odseku. Ustvarili so klančino in sicer konstrukcijo z vgrajenimi balvani, katera pa je ponovno postala neprehodna ovira za vse vodne organizme.

5.2.1 Opis razmer na klančini pri Uhanjah

Odsek s klančino se prav tako kot Mala Vipava nahaja v rečnem odseku, ki ima lastnosti lipanskega in spodnjega postrvlega pasu (hypo-rhithron, meta rhithron), konstrukcija pa za tak tip ni pravilno zgrajena. Največji problem prehoda za ribe je hitrost vodnega toka, ki je deroč in precej presega najvišjo dovoljeno hitrost vodnega toka na tem rečnem odseku, ki je 1,9 m/s. Naslednji problem je globina vode in naklon klančine. Globina vode je čez celotno širino klančine prenizka in sicer le od 5 do 15 centimetrov ob normalnem pretoku reke Vipave. Naklon klančine je okrog 1 : 5, kar je za sonaravno urejene ribje prehode preveč. Balvani so postavljeni tako, da je hitrost vodnega toka čez pregrado čim večja. Pregrada tudi nima obveznega prehoda za vodne organizme ob nizkem vodostaju s konstantno globino vode od 0,3 do 0,4 metra. Primer je prikazan v prilogi D.1 ter v programu HEC-RAS v prilogi D.2 Če bi že zgradili klančino z balvani in sicer konstrukcijo z vgrajenimi balvani čez celotno širino reke, bi moral biti naklon klančine okrog 1 : 10, balvani pa bi morali biti postavljeni tako, da bi povzročali veliko hrapavost dna. Tako bi se povečala globina vode čez celotno širino klančine in zmanjšala hitrost vodnega toka. Zagotovljen bi moral biti tudi prehod za vodne organizme ob nizkem vodostaju z globino vode od 0,3 do 0,4 metra. V tem primeru pa bi jez, ki je bil zgrajen zaradi poplavne varnosti in hitrejšega odtoka vode, izgubil svoj namen.

5.2.2 Ukrepi za upoštevanje smernic na klančini pri Uhanjah

Jez, ki je bil na novo zgrajen pred nekaj leti mora služiti svojemu namenu, kar je zagotavljanje protipoplavne varnosti s tem, da omogoča boljšo pretočnost vode čez pregrado ob visokih vodah. Zaradi tega bi za ribji prehod uporabil nekakšno kombinacijo sonaravnega in tehničnega ribjega prehoda in sicer makro hrapav kanal z bazeni, kot je prikazan na sliki 32.



Slika 32: Prikaz ribjega prehoda na Uhanjah v programu SketchUp

Makro hrapav kanal z bazeni bi bil postavljen na desnem bregu reke, kjer je dovolj prostora za tako konstrukcijo. Zgrajen bi bil kanal z dvojnimi zidovi iz kamnja, kakršno je bilo uporabljeno za ojačitev bregov na nasprotni strani reke tako, da bi konstrukcija čim bolj sovpadala z okolico. Kanal bi bil širok 2,5 m in bi ga od preostale reke ločil pregradni zid visok okrog 1 m. Na drugi strani bi brežino podpiral nekoliko višji zid, ki je primeren tudi zaradi zagotavljanja miru vodnim organizmom med prečkanjem ribjega prehoda. Tudi breg bi moral biti ustrezno zaščiten z rastlinjem. Kanal bi imel tudi blažji naklon. Prečne pregrade bi bile zgrajene iz posameznih pokončnih balvanov, ki bi ustvarile bazene dolge okrog 2,2 m in dovolj prostora za prehod vodnih organizmov. Balvani bi bili usidrani v dno, ki bi bilo zgrajeno iz kamnov in betona zato, da bi lahko kljubovali visokim vodam. Balvani, ki bi bili uporabljeni za prečne pregrade, bi morali biti podolgovati in veliki okrog 0,3 * 0,3 * 1 m. Omeniti še velja pravilno gradnjo prečnih pregrad z balvani, ki je prikazana na sliki 16. Vsaka prečna pregrada bi imela po dve reži minimalne širine 0,32 m in nekaj manjših med posameznimi balvani tako, da bi bil prehod omogočen vsem vodnim organizmom. Reže morajo biti vedno zamaknjene ena od druge, da povzročajo boljše vzorce tokov in umiritev hitrosti vode. Dno kanala bi bilo prekrito z 0,2 m debelo plastjo naravnega prodnatega materiala, ki bi prekril vzdane balvane. Med bazene bi namestil še nekaj večjih kamnov, ki bi zmanjšali hitrost vodnega toka pri dnu kanala. Vtok vode bi bil lociran nekoliko nižje od krone jezusa in sicer od 0,2 do 0,3 m nižje zato, da bi ob sušnem obdobju tekla večina vode le skozi ribji prehod. Minimalna globina vode v kanalu bi bila 0,41 m. Zadosten pretok vode skozi ribji prehod bi bil že ob pretoku vode okrog 0,3 m³/s in optimalno bi deloval do pretoka vode skozi kanal do 0,460 m³/s, vendar je tak prehod prehod za večino vodnih organizmov tudi, ko voda teče visoko nad prečnimi pregradami. Pred vtokom vode v kanal bi postavil še nekaj večjih, dobro usidranih balvanov, ki bi skrbeli za preusmeritev naplavin in plavja v strugo reke. Balvani bi tudi dodatno zaščitili ribji prehod pred visokimi vodami. Primer je prikazan v programu SketchUp v prilogi D.5.

Primerjava stanja z zahtevami smernic (FAO/DVWK., 2002 in AG-FAH., 2011) pokaže:

- Naklon:

Naklon makro hrapavega kanala z bazeni mora biti manjši kot je naklon klančine čez celotno strugo reke. Zaradi velikosti, števila bazenov in višine pregrade je naklon izračunan po enačbi (1). Naklon takih konstrukcij je lahko kar velik in po smernicah (FAO/DVWK., 2002) lahko dosega naklon do 1 : 10. V našem primeru je $I = 1 : 17$.

$$I = \frac{\Delta h}{l} = \frac{1,2\text{m}}{20,5\text{m}} = 0,0585 = 5,9\% = 1:17$$

I = 1 : 17	max. dovoljen	I = 1 : 10
------------	---------------	------------

- Širina dna struge kanala

Najmanjša širina struge kanala mora biti glede na smernice (FAO/DVWK., 2002) najmanj $b_{\min} = 1,5$ m. V mojem primeru sem raje uporabil širše bazene in sicer $b_{\min} = 2,5$ m.

$b_{\min} = 2,5$ m	min. zahtevana	$b_{\min} = 1,5$ m
--------------------	----------------	--------------------

- Maksimalna razlika gladin

Maksimalna razlika gladin, ki je dovoljena na tem rečnem odseku glede na smernice (AG-FAH., 2011) je $\Delta h_{\max} = 0,18$ m. S pomočjo programa HEC-RAS in nekaj poskusi sem ustvaril konstrukcijo s prečnimi pregradami, ki povzročajo maksimalno razliko gladin $\Delta h_{\max} = 0,16$ m, kar je razvidno iz priloge D.3.

$\Delta h_{\max} = 0,16$ m	max. dovoljena	$\Delta h_{\max} = 0,18$ m
----------------------------	----------------	----------------------------

- Maksimalna hitrost vodnega toka

Maksimalna hitrost vodnega toka se izračuna s pomočjo enačbe (2) in je določena po smernicah (AG-FAH., 2011).

$$v_{\max} = \sqrt{2 * g * \Delta h} = \sqrt{2 * 9,81 \text{ m/s}^2 * 0,16 \text{ m}} = 1,77 \text{ m/s}$$

$v_{\max} = 1,77 \text{ m/s}$	max. dovoljena	$v_{\max} = 1,9 \text{ m/s}$
-------------------------------	----------------	------------------------------

- Globina vode

Kot je razvidno iz priloge D.3, se minimalna globina pojavi ob nizkem pretoku vode in znaša $h_{\min} = 0,41 \text{ m}$, kar pa je za tak tip ribjega prehoda dovolj (FAO/DVWK., 2002). Ob minimalnem pretoku vode skozi kanal je povprečna globina vode okrog $h_{\text{povp.}} = 0,48 \text{ m}$. Minimalna globina vode na reži je v mojem primeru $h = 0,31 \text{ m}$ in je tudi eden od bolj pomembnih podatkov pri pravilnem dimenzioniranju ribjih prehodov, kjer se uporablja reže. V smernicah (AG-FAH., 2011) je ta globina $h = 0,3 \text{ m}$.

$h_{\min} = 0,41 \text{ m}$	min. zahtevana	$h_{\min} = 0,4 \text{ m}$
$h_{\text{povp.}} = 0,48 \text{ m}$	min. zahtevana	$h_{\text{povp.}} = 0,4 \text{ do } 0,6 \text{ m}$
$h = 0,31 \text{ m}$	min. zahtevana	$h = 0,3 \text{ m}$

- Širina reže

Minimalna širina reže je v smernicah (AG-FAH., 2011) določena na $b = 0,3 \text{ m}$. Jaz pa sem uporabil prečno pregrado, ki ima več rež in sicer dve večji in tri do štiri manjše, ki nastanejo med balvani zaradi nepravilnih naravnih oblik. Največja posamezna reža ima širino $b = 0,32 \text{ m}$. Skupna širina reže pa znaša približno $0,7 \text{ m}$.

$$\sum bs \approx 2 * b1 + 3 * b2 \approx 2 * 0,32 + 3 * 0,02 \approx 0,7 \text{ m}$$

$b \approx 0,32 \text{ m}$	min. zahtevana	$b = 0,3 \text{ m}$
----------------------------	----------------	---------------------

- Število bazenov

Izračun števila bazenov je tudi zelo pomembno, saj se s pomočjo števila bazenov določi tudi maksimalno razliko gladin, dolžina bazena vpliva na dolžino celotnega kanala in velikost volumetrične izgube moči. Število bazenov se izračuna po enačbi (4). Ker pa se ob poskusih v programu HEC-RAS izkaže, da je 6 bazenov premalo, saj povzročajo preveliko razliko gladin se raje odločim za 8 bazenov.

$$n = \frac{h_{TOT}}{\Delta h} - 1 \quad (4)$$

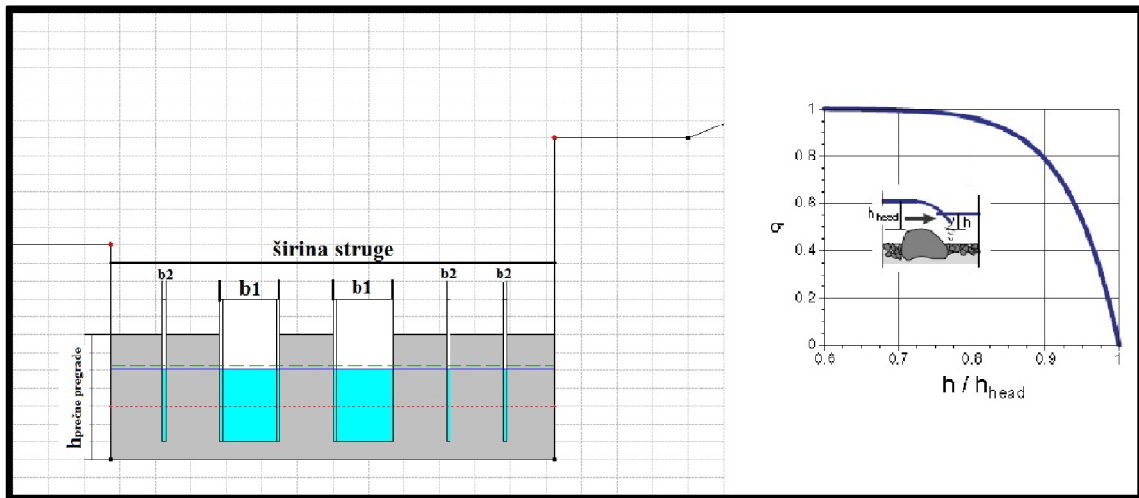
$$n = \frac{h_{TOT}}{\Delta h} - 1 = \frac{1,2 \text{ m}}{0,18 \text{ m}} - 1 = 5,67 \approx 6$$

- Pretok vode

Pretok vode je seveda zelo pomemben in še sprejemljiv pretok je določen za posamezen rečni odsek ter glede na vrsto ribjega prehoda. Za obtočni kanal v takem rečnem odseku mora biti pretok vode skozi ribji prehod vsaj $Q_{\min} = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$. Pretok se računa tam, kjer je struga vodotoka najbolj ozka in to je izračunano v prilogi D.3, s pomočjo enačbe (3). Minimalni pretok, ki ga dobimo je $Q_{\min} = 0,2983 \text{ m}^3/\text{s}$, kar pomeni da je dovolj velik glede na smernice (AG-FAH., 2011).

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * \sigma * \sum bs * \sqrt{2 * g} * h_{HEAD}^{3/2}$$

- μ = koeficient preliva (od 0,5 do 0,6 za ostre robove, od 0,6 do 0,8 za zaobljene robove)
- σ = faktor zmanjšanja zaradi potopljenega toka (odčita se ga iz grafa na sliki 33)
- $\sum bs$ = skupna širina reže
- b = širina struge
- g = težnostni pospešek = 9,81 m/s²
- h_{HEAD} = višina preliva



Slika 33: Potrebne količine za izračun pretoka na Uhanjah

$Q_{min} = 0,2983 \text{ m}^3/\text{s}$

min. zahtevan

$Q_{min} = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$

• Volumetrična izguba moči

Volumetrična izguba moči je tudi pomemben podatek, ki pride v poštev pri dimenzioniranju vseh ribjih prehodov pri katerih se pojavljajo bazeni. Volumetrična izguba moči je določena glede na vrsto rečnega odseka. Ker gre v mojem primeru za poseben tip konstrukcije ribjega prehoda se glede na smernice (FAO/DVWK., 2002) uporabi maksimalno dovoljeno volumetrično izgubo moči, ki je $E = 200 \text{ W/m}^3$. Izračuna se jo po enačbi (5) in kot je prikazano v prilogi D.3, se ob nekaterih večjih pretokih (celotni izračuni so na priloženem DVD), pojavi maksimalna volumetrična izguba moči $E = 196,3 \text{ W/m}^3$.

$$E = \frac{\rho * g * \Delta h * Q}{b * h_m * l_w} \tag{5}$$

- ρ = gostota vode = 1000 kg/m³
- g = gravitacijski pospešek = 9,81 m/s²
- Δh = razlika gladin
- Q = pretok vode
- b = širina kanala
- h_m = srednja globina vode v kanalu
- l_w = dolžina bazena brez pregrade

$E = 196,3 \text{ W/m}^3$

max. dovoljena

$E = 200 \text{ W/m}^3$

5.2.3 Ocena možnosti izvedbe na klančini pri Uhanjah

Jez pri Uhanjah so popravljali pred nekaj leti zaradi poplavne varnosti, vendar pri njegovem popravilu niso bili dosledni za izgradnjo jezua, ki bi vodnim organizmom omogočal prehod in na splošno longitudinalno povezanost reke. Izgradnja makro hrapavega kanala z bazeni je sicer nekoliko zahtevnejši projekt vendar pri tem delu ne bi bilo potrebe po preusmerjanju celotne reke, saj bi gradnja potekala le na desnem bregu jezua, kar precej olajša projekt. Trenutna možnost izvedbe je zaradi slabega stanja v prehodnosti in nasploh poplavne varnosti na ostalih slovenskih rekah in potokih, ki so veliko bolj potrebni preureditve, najbrž težko verjetna. Kompletno preureditev bi bilo treba izvesti pred nekaj leti, ko je bila ob rekonstrukciji jezua za to idealna in finančno precej ugodnejša možnost. Tako bi lahko ta projekt poimenovali projekt zamujene priložnosti.

5.3 Prehod z bazeni: Šelo (Vrtoče)

Jez na spodnjem delu reke Vipave v bližini slovensko-italijanske meje je bil zgrajen za potrebe mlina, ki pa ne obratuje več. Lokacija in nekaj slik je prikazanih v prilogi E.1. Jez je zgrajen iz betona in ima poleg betonske klančine še pol metra visoko razliko gladin, kar ustvarja neprehodno oviro za vse vodne organizme. Pred nekaj leti je bil jez obnovljen, saj je bila velika nevarnost njegove porušitve ob visoki vodi in s tem ogroženo dol vodno naselje Orehovlje. Na jezua so ohranili dve pretočni polji, od tega so eno preuredili v ribji prehod.

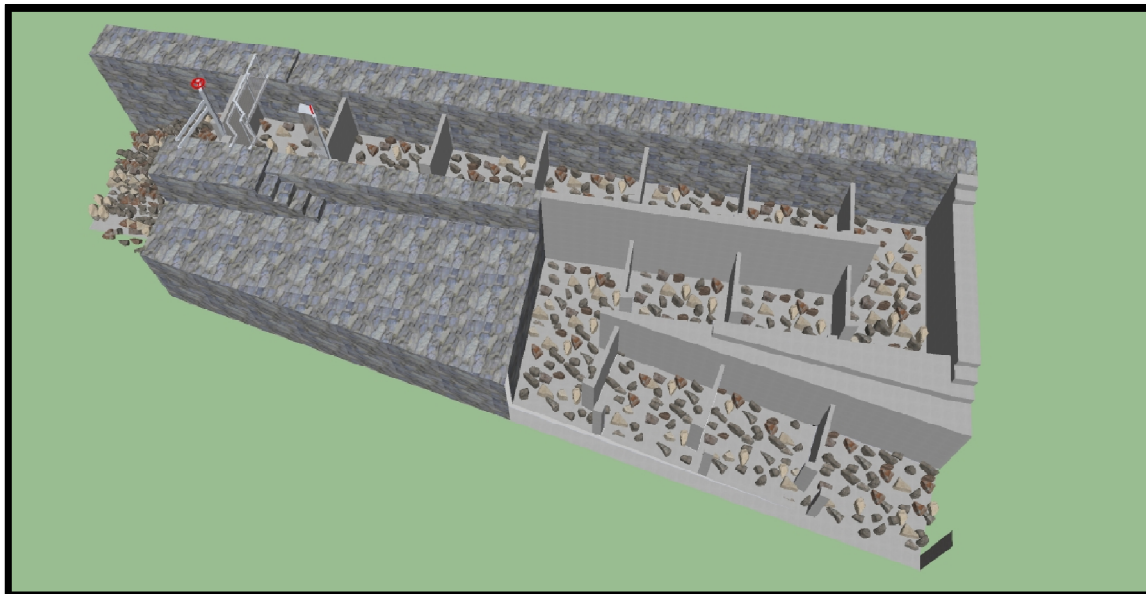
5.3.1 Opis razmer na prehodu z bazeni pri Šelu

Kraj kjer se jez in ribji prehod nahajata, spada nekje med mrenski in ploščičev ribji pas (epi-potamon, meta-potamon). Ribji prehod, ki je bil zgrajen je tehnični tip ribjega prehoda in sicer je to prehod z bazeni. Trenutno je prehod neprehoden za vse vodne organizme, saj je v kanalu, kjer naj bi bilo več bazenov, ostal le še eden. To ustvarja deroč vodni tok in dve visoki razliki vodnih gladin. Prva je visoka 0,4 druga pa celo 1,25 metra ob normalnem pretoku vode. Prečni profili so imeli odprtino verjetno le na dnu, kjer pa so sedaj naplavine. Dno kanala je v zgornjem delu kar betonsko in ni prekrito s prodom ali kamni, tako da tudi ob mogočem delovanju prehoda za ribe, prehod ni bil prehod za manjše vodne organizme in šibkejše plavalce. Slike in model iz programa HEC-RAS so prikazane v prilogah E.1 in E.2.

5.3.2 Ukrepi za upoštevanje smernic na prehodu z bazeni z vertikalno režo pri Šelu

Po sodobnih smernicah se bi raje kot za ribji prehod z bazeni odločil za ribji prehod z vertikalno režo. Ti prehodi ustvarjajo dober vzorec in pretok vode v bazenih. So tudi manj občutljivi na majhna nihanja vodne gladine nad in pod pregrado, ter se manj pogosto zamašijo z naplavinami. Primerni so za vse vrste vodnih organizmov in se jih v primeru izgradnje tehničnih tipov ribjih prehodov največ uporablja. Zaradi velike dolžine kanala bi uporabil zložen tip konstrukcije ribjega prehoda z vertikalno režo, kot je prikazano na sliki 34.

V prilogi E.4 so prikazani še nekateri detajli ribjega prehoda in sicer podvodna klančina na vtoku vode v ribji prehod, ki ima naklon 1 : 2 in je zgrajena iz kamenja. Za umiritev hitrosti vodnega toka bi bilo v kanalu obvezno namestiti večje kamne, ki bi povečali hrapavost dna. Kamni bi bili nameščeni neposredno na dno kanala, nato pa bi voda sama zapolnila prazne reže med njimi s finim materialom iz reke. Za učinkovito spremljanje delovanja in migracije vodnih organizmov sem skonstruiral še past za ribe in popolno zaporo vode za potrebe popravil in vzdrževalnih del.



Slika 34: Prikaz ribjega prehoda pri Šelu v programu SketchUp

V naslednjih točkah so prikazani izračuni za nekatere pomembne detajle pri ribjem prehodu z vertikalno režo. Primerjava stanja z zahtevami smernic (AG-FAH., 2011) pokaže:

- Največja razlika med gladinama vode gor in dol vodno

$$h = 1,6 \text{ m}$$

- Naklon

Naklon se izračuna po enačbi (1) in je v našem primeru 4,3 % smernice (AG-FAH., 2011) pa dovoljujejo naklon do $I_{\max} = 5,4 \%$.

$$I = \frac{\Delta h}{l} = \frac{1,4 \text{ m}}{32,4 \text{ m}} = 0,043 = 4,3\%$$

$I = 4,9 \%$

max. dovoljen

$I_{\max} = 5,4 \%$

- Maksimalna razlika gladin

Glede na vrsto rečnega odseka smernice (AG-FAH., 2011) dovoljujejo le majhno razliko gladin in sicer $h_{\max} = 0,13 \text{ m}$. Glede na izračune iz programa HEC-RAS, ki so predstavljeni v prilogi E.3, se pojavi maksimalna razlika gladin $h_{\max} = 0,13 \text{ m}$.

$h_{\max} = 0,13 \text{ m}$

max. dovoljena

$h_{\max} = 0,13 \text{ m}$

- Globina vode v bazenu

Globina vode v bazenu mora biti vsaj $h_u = 0,75 \text{ m}$, kot je določeno v smernicah (AG-FAH., 2011), torej je treba zagotoviti tak minimalni pretok vode, ki zagotavlja tako globino vode v bazenih.

$h_u = 0,75 \text{ m}$

min. zahtevana

$h_u = 0,75 \text{ m}$

- Širina bazena

Širina bazena mora biti glede na smernice (AG-FAH., 2011) vsaj $b_{\min} = 1,6$ m. V primeru Šela bi uporabil širino 2 m in sicer zato, ker je s tako širino že grajen obstoječi kanal.

$b_{\min} = 2$ m	min. zahtevana	$b_{\min} = 1,6$ m
------------------	----------------	--------------------

- Volumen bazena

Volumen bazena mora biti v teh prehodih dovolj velik, da zagotavlja dovolj nizko volumetrično izgubo moči, ki je predpisana v smernicah. Minimalni volumen bazena po smernicah (AG-FAH., 2011) je $V_{\min} = 3,2$ m³, v mojem primeru pa je volumen izračunan po enačbi (6)

$$V = l * b * h_u \quad (6)$$

- l = dolžina bazena
- b = širina bazena
- h_u = globina vode v bazenu

$$V = 2,4m * 2m * 0,75m = 3,6m^3$$

$V = 3,6$ m ³	min. zahtevan	$V_{\min} = 3,2$ m ³
--------------------------	---------------	---------------------------------

- Širina reže

Izbira širine reže je pri primeru ribjega prehoda z vertikalno režo izjemno pomembna, saj določa pretok vode, kot tudi maksimalno velikost vodnih organizmov, ki lahko prehajajo ribji prehod. V primeru Šela sem izbral širino reže $s = 0,3$ m, čeprav po smernicah (AG-FAH., 2011) za ta rečni odsek zadostuje že $s = 0,25$ m. To pa zato, ker imamo na razpolago dovolj vode in tako omogočamo dober pretok vode v bazenih ter privabljalni učinek in samočistilna sposobnost se precej izboljšata. Prehod pa lahko uporabijo tudi večje ribe.

$s = 0,3$ m	min. zahtevana	$s = 0,25$ m
-------------	----------------	--------------

- Število bazenov

Število bazenov se izračuna po enačbi (4). Zaradi majhne dovoljene razlike gladin je število bazenov kar veliko in tako naraste tudi skupna dolžina prehoda, ki je kar 32,4 m. Zaradi velike dolžine sem uporabil zloženi tip konstrukcije kanala z dvanajstimi bazeni, saj v primeru z enajstimi pride do prevelike razlike gladin.

$$n = \frac{h_{TOT}}{\Delta h} - 1 = \frac{1,6m}{0,13m} - 1 = 11,3 \approx 11$$

- Maksimalna hitrost vodnega toka

Maksimalna hitrost vodnega toka se pojavlja pri pretoku vode skozi režo in se jo izračuna s pomočjo enačbe (2). Ker se pojavlja nekoliko večja hitrost od dovoljene (1,5 m/s) glede na smernice (AG-FAH., 2011) je treba obvezno uporabiti hrapavo dno, ki umiri hitrost vodnega toka na manjšo hitrost v bližini dna.

$$v_{\max} = \sqrt{2 * g * \Delta h} = \sqrt{2 * 9,81m/s^2 * 0,13m} = 1,59m/s$$

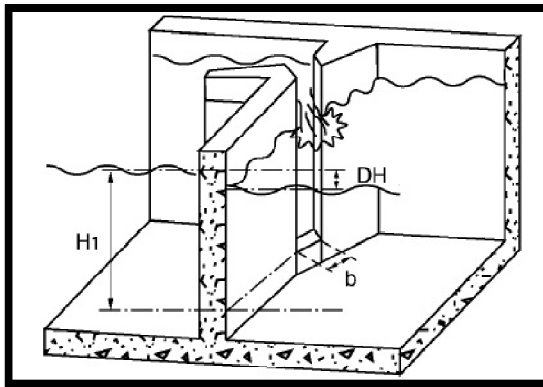
$v_{\max} = 1,59$ m/s	max. dovoljena	$v_{\max} = 1,5$ m/s
-----------------------	----------------	----------------------

- Pretok vode

Pretok vode je glede na smernice določen tako, da zagotavlja primerno globino vode v kanalu, zagotavlja primerne vzorce tokov v bazenih, ustvarja tok, ki privablja vodne organizme in ima zadovoljivo samočistilno sposobnost. Pretok vode je v veliki meri odvisen tudi od oblike robov in

odprtine prečne pregrade. V takem rečnem odseku mora biti pretok vode skozi prehod za ribe glede na smernice (AG-FAH., 2011) vsaj $Q_{\min} = 0,250 \text{ m}^3/\text{s}$. Za izračun pretoka vode skozi vertikalno režo sem uporabil enačbo (7), ki sem jo dobil v učbeniku, Pool Fishways, pre-barrages and natural bypass channels. Najmanjši ekološko sprejemljiv pretok je izračunan v prilogi E.3 in znaša $Q_{\min} = 0,262 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksimalni pretok vode, ki še zagotavlja optimalno delovanje ribjega prehoda pa je $Q_{\max} = 0,339 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = C_d * b * H_1 * \sqrt{2g * DH} \quad (7)$$



- Q = pretok vode (m^3/s)
- b = širina odprtine (m)
- H_1 = višina vodne gladine pred prečno pregrado
- g = gravitacijski pospešek ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- DH = razlika gladin med dvema bazenoma (m)
- C_d = koeficient pretoka (0,7)
 - $C_d = 0,65$ za ostre robove
 - $C_d = 0,85$ za zaobljene robove

Slika 35: Parametri za določitev pretoka v prehodu z bazeni z vertikalno režo (Larinier)

$Q_{\min} = 0,262 \text{ m}^3/\text{s}$	min. zahtevan	$Q_{\min} = 0,250 \text{ m}^3/\text{s}$
---	---------------	---

- Volumetrična izguba moči

Ker gre za konstrukcijo z bazeni je tudi tu zelo pomemben podatek volumetrična izguba moči, ki se jo izračuna s pomočjo enačbe (5). Postopek izračuna je predstavljen v prilogi E.3, vsi rezultati in izračuni pa na priloženem DVD. Glede na smernice (AG-FAH., 2011) je v tem rečnem odseku dovoljena le zelo nizka volumetrična izguba moči glede na bazen in sicer $E_{\max} = 100 \text{ W/m}^3$. V mojem primeru pa se ob maksimalnem pretoku pojavlja volumetrična izguba moči $E_{\max} = 98,45 \text{ W/m}^3$.

$E_{\max} = 98,45 \text{ W/m}^3$	max. dovoljena	$E_{\max} = 100 \text{ W/m}^3$
----------------------------------	----------------	--------------------------------

5.3.3 Ocena možnosti izvedbe na prehodu z bazeni pri Šelu

Mislím da v tem primeru, ki ima postavljene že kar solidne temelje, izvedba ne bi bila preveč zahtevna. Kot osnovo se bi vzelo kar obstoječi kanal, katerega se bi ustrezno dogradilo. Prehod za ribe bi moral biti precej daljši vendar se bi to rešilo tako, da bi bil kanal zloženi tip, saj je tu ravno dovolj prostora za tako izvedbo. Ker ima pregrada še dodatno odprtino za izpust vode in proda, izvedba del na ribjem prehodu ne bi povzročala večjih težav.

6 ZAKLJUČEK

Sladka voda postaja vse bolj cenjena dobrina, za katero se poteguje veliko različnih sektorjev, ki izražajo potrebe za pitno vodo, kmetijstvo, hidro energijo, ribogojstvo pa tudi pogoje pri poplavni varnosti, melioracijah itd.. Za ureditev teh potreb je po navadi treba na vodotokih zgraditi različne vrste pregrad in jezov. Ena najslabših lastnosti pregrad je prekinitev tisočletne longitudinalne povezanosti vodotokov kar pomeni, da vodni organizmi ne morejo več svobodno migrirati po reki. To ne vpliva le na vrste vodnih organizmov, ki se selijo na dolge razdalje ampak na vse vodne organizme, ki se selijo na srednje in krajše razdalje. Vodni organizmi pa se selijo zaradi različnih vzrokov in dejavnikov, ko se le ti pojavijo v določenih fazah njihovega življenjskega cikla.

Ribje prehode se gradi zato, da bi se izboljšala longitudinalna povezanost vodotokov. Cilj je preurediti vse pregrade, še posebej tiste ki niso več v uporabi v oblike, ki so prijazne do vodnih organizmov. Pregrade, ki so brez ali z nedelujočimi ribjimi prehodi pa opremiti z njimi.

V diplomski nalogi so predstavljena vsa ekološka načela, ki jih je treba upoštevati pri gradnji ribjih prehodov, ter kaj vse vpliva na migracijo vodnih organizmov in longitudinalno povezanost vodotokov. V nadaljevanju so predstavljeni različni podatki, dimenzije in vrednosti, ki so podani za dimenzioniranje pri uporabi že preizkušenih prehodov za ribe po sodobnih smernicah.

Prehodi za ribe so lahko tehničnega ali sonaravnega tipa. Obema pa je skupno to, da skušata posnemati naravne pogoje v vodotokih. Sonaravni tipi ribjih prehodov so konstrukcije sestavljene predvsem iz naravnih materialov. To so lahko kamnite rampe, ali obtočni kanali. Tehnični tipi prehodov za ribe pa so umetno zgrajene konstrukcije, ki prav tako imitirajo naravne pogoje v vodotokih, le da se za izgradnjo uporablja tudi umetne materiale. Najpogostejši tehnični tipi ribjih prehodov so prehod z bazeni, prehod z vertikalnimi režami, Denilov prehod, prehod z zapornicami, dvigala, prehod za jegulje. V veliko primerih se zaradi izboljšanja delovanja ribjih prehodov uporabi tudi kombinacijo sonaravnega in tehničnega tipa ribjih prehodov.

V zadnjem delu diplomske naloge so predstavljeni še trije praktični primeri ribjih prehodov na reki Vipavi. Mala Vipava je primer sonaravne ureditve obtočnega kanala, ki so ga zgradili kot ribji prehod v času ko je na reki Vipavi potekala melioracija. Trenutno ta ribji prehod ni prehod za vodne organizme zaradi različnih razlogov, ki so podrobneje predstavljeni v diplomski nalogi. Prikazana je tudi ureditev in hidravlični izračuni za obtočni kanal, ki bi bil prehod za vse vodne organizme, ki se pojavljajo na tem rečnem odseku in je zgrajen v skladu s sodobnimi smernicami. Klančina pri Uhanjah je primer ureditve klančine z vgrajenimi balvani, ki je zgrajena za protipoplavno varnost in zagotavlja hitrejši odtok vode, vendar onemogoča prehod vodnim organizmom zaradi prenizke globine vode in prehitrega vodnega toka. Za omenjeno lokacijo je predstavljena ureditev posebne konstrukcije in sicer makro hrapav kanal z bazeni, ki je nekakšna kombinacija med tehničnim in sonaravnim tipom ribjega prehoda. V primeru prehoda z bazeni pri Šelu (Vrtoče) pa gre za tehnični tip ribjega prehoda, ki je danes prav tako neprehoden predvsem ker ni vzdrževanja. Prehod pa je bil zgrajen tudi po starih standardih kar pomeni, da je bil že grajen tako, da bi bil glede na sodobne smernice ocenjen kot neprimeren za tak tip rečnega odseka. Za ta prehod je prikazana ideja za izgradnjo ribjega prehoda z vertikalnimi režami ter podani vsi potrebni izračuni za tak tip prehoda glede na sodobne smernice.

V Sloveniji je okrog 90 procentov pregrad in jezov neprehodnih za vse vodne organizme, kjer pa so že zgrajeni ribji prehodi, jih večina ne ustreza sodobnim smernicam ali pa so slabo vzdrževani. Vsaj vsi novi projekti, ki predstavljajo oviro v vodotoku, bi morali obvezno vključevati tudi skrb za longitudinalno povezanost vodotokov in omogočanje prostega prehoda vsem vodnim organizmom. Pripraviti bi se moral tudi načrt za preureditev vseh pregrad brez ustreznih ribjih prehodov in kar je še najpomembnejše, zakonsko določiti smernice za gradnjo ribjih prehodov na območju Republike Slovenije. Pomembno bi bilo tudi natančno določiti kdo mora nadzorovati, čistiti in skrbeti za ribje prehode. Spremljanje in izvajanje meritev v obstoječih prehodih za ribe bi moralo biti tudi pogostejše, saj bi lahko le tako prišli do podatkov, kateri bi zagotavljali izboljšanje obstoječih in gradnjo novih

ribjih prehodov. Torej cilj je enak kot je določen v Vodni direktivi, ki jo mora Slovenija kot članica Evropske unije spoštovati in stremeti k temu, da bi bila longitudinalna povezanost vodotokov in omogočanje vodnim organizmom prost prehod čez različne ovire in pregrade pravilo in ne izjema.

VIRI

AG – FAH., 2011: Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). Wien, Bundesministerium für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: 87 str.

Agencija republike Slovenije za okolje (ARSO), 2012. Atlas okolja.
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (Pridobljeno 5.6.2012.)

Bertok, M., Jenič, A., Štrukelj, L., Gajšek, T., 2010. Načrt za izvajanje ribiškega upravljanja v Soškem ribiškem območju za obdobje 2011 – 2016. Ljubljana, Zavod za ribištvo Slovenije:
http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Ribistvo/sosko_RO.pdf
(Pridobljeno 4.6.2012.)

Brunner, G., 2010. HEC – RAS, River Analysis System User´s Manual, version 4.1. U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC).
http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documents/HEC-RAS_4.1_Users_Manual.pdf
(Pridobljeno 29.5.2012.)

FAO / DVWK. 2002. Fish passes – Design, dimensions and monitoring. Rome, FAO. 2002: 119 str.

Larinier, M., 2002d. Pool Fishways, pre-barrages and natural bypass channels. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture: 54 – 82.
http://oa.imft.fr/2071/1/larinier_2002d.pdf (Pridobljeno 1.6.2012.)

Povž, M., Sket, B., 1990. Naše sladkovodne ribe. Ljubljana, Založba mladinska knjiga: 364 str.

Steinman, F., Kompare, K., Prešeren, T., Papež, J., 2011. Inženirska biologija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str. 197 – 249.

Štraus, M., 2011. Vplivi obratovanja hidroenergetskih sistemov na ribe. Ribič 9, 225 – 226.

Travade, F., Larinier, M., 2002b. Monitoring techniques for fishways. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture: 166 – 178.
http://oa.imft.fr/2074/1/Travade_et_Larinier_2002b.pdf (Pridobljeno 1.6.2012.)

SEZNAM PRILOG

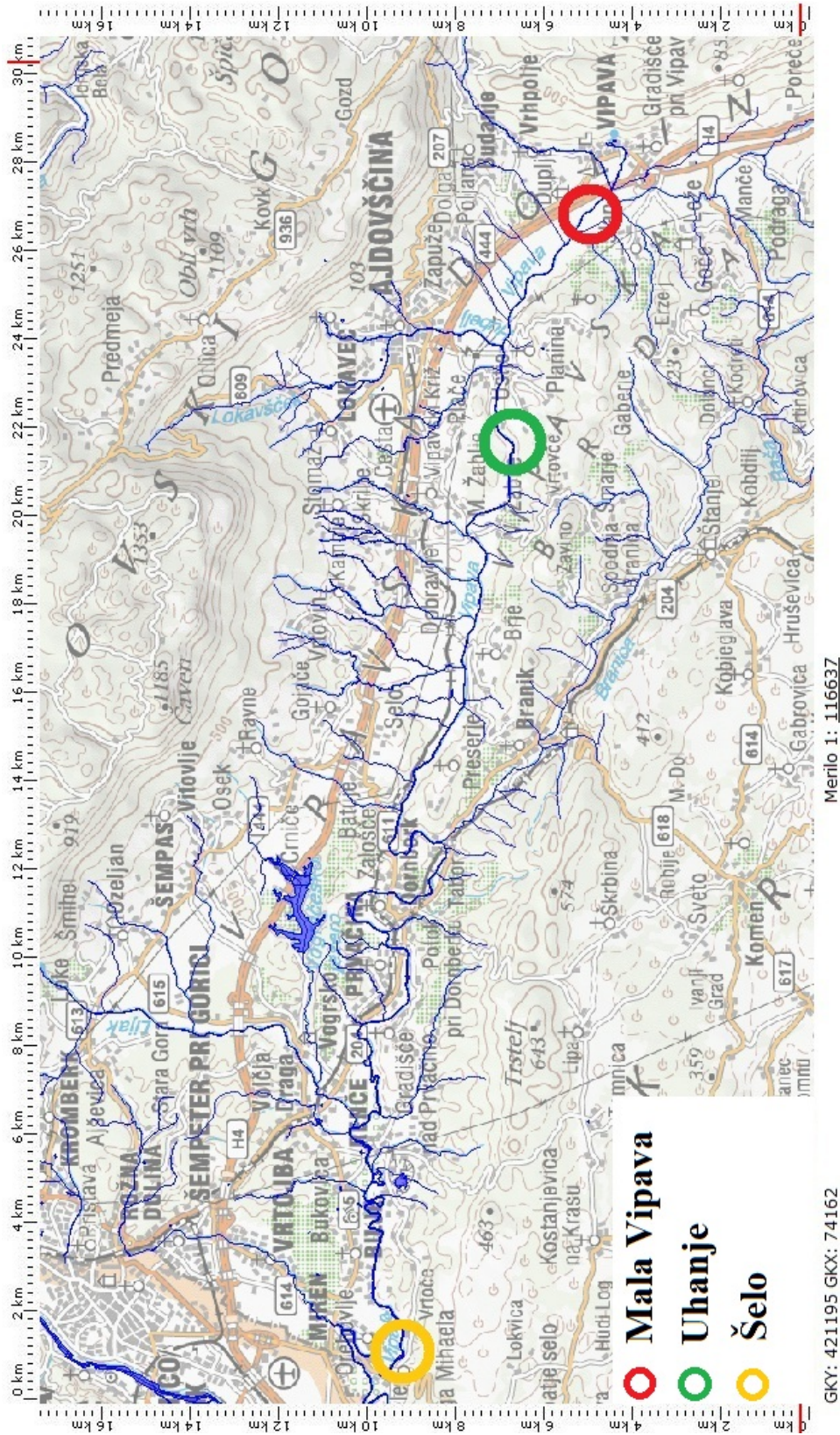
- PRILOGA A:** Lokacije ribjih prehodov na reki Vipavi (Vir: ARSO)
- PRILOGA B:** Vrstni sestav in varstveni status ribjih vrst v soškem ribiškem območju (Vir: ZZRS)
- PRILOGA C.1:** Lokacija Mala Vipava (Vir: ARSO) in fotografije sedanjega stanja (Avtor: Koruza)
- PRILOGA C.2:** Realno stanje z naplavinami v Mali Vipavi v programu HEC – RAS ob minimalnem pretoku
- PRILOGA C.3:** Realno stanje po odstranitvi naplavin v Mali Vipavi v programu HEC – RAS ob minimalnem pretoku
- PRILOGA C.4:** Realno stanje po preureditvi na Mali Vipavi ob minimalnem pretoku vode v programu HEC – RAS in izračuni nekaterih pomembnih podatkov v Excelu.
- PRILOGA C.5:** Mala Vipava popravljena ,3D v programu HEC - RAS
- PRILOGA C.6:** Celotna struga ribjega prehoda Mala Vipava v programu SketchUp
- PRILOGA C.7:** Prikaz celotne zgornje lesene pregrade na sliki pod točko a in spodnje lesene pregrade na sliki pod točko b v programu SketchUp
- PRILOGA D.1:** Lokacija Uhanje (Vir: ARSO) in fotografije sedanjega stanja (Avtor: Koruza)
- PRILOGA D.2:** Realno stanje na Uhanjah ob različnih pretokih reke v program HEC - RAS
- PRILOGA D.3:** Podatki iz programa HEC – RAS in izračun nekaterih vrednosti v program Excel pri minimalnem pretoku na Uhanjah
- PRILOGA D.4:** Realno stanje po preureditvi na Uhanjah v program HEC – RAS ob različnih pretokih
- PRILOGA D.5:** Prikaz vtoka vode v ribji prehod na sliki pod točko a in iztoka vode na sliki pod točko b, ter detajl posameznega bazena na sliki pod točko c, na Uhanjah v programu SketchUp.
- PRILOGA E.1:** Lokacija Šelo (Vir: ARSO) in fotografije sedanjega stanja (avtor: Koruza)
- PRILOGA E.2:** Realno stanje pri Šelu v program HEC - RAS
- PRILOGA E.3:** Realno stanje v prehodu z bazeni z vertikalno režo pri Šelu v programu HEC – RAS in izračuni nekaterih podatkov v programu Excel pri minimalnem pretoku vode skozi ribji prehod
- PRILOGA E.4:** Prikaz klančine na sliki pod točko a, posameznega bazena na sliki pod točko b in ribje pasti ter zaporo za vtok vode v ribji prehod na sliki pod točko c.

PRILOGA E. 5: Tloris bazena Šelo (ACad)

PRILOGA E. 6: Tloris ribjega prehoda Šelo (ACad)

PRILOGA E. 7: Vzdolžni potek naklona dna na ribjem prehodu Šelo (ACad)

PRILOGA A: Lokacije ribjih prehodov na reki Vipavi (Vir: ARSO)



PRILOGA B: Vrstni sestav in varstveni status ribjih vrst v Soškem ribiškem območju (Vir: ZZRS)

Vrsta	Latinsko ime	Habitatna direktiva	Uredba	Rdeči seznam	Pravilnik mera (cm)	Pravilnik varstvena doba ***
soška postrv	<i>Salmo marmoratus</i> Cuvier 1829	2	H	E	40	1.10. – 31.3.
potočna postrv	<i>Salmo t. m. fario</i> Linnaeus, 1758			E	25	1.10.–28.2.
šarenka	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)				-	1.12. – 28.2.
lipan	<i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus, 1758)	5		V	30	1.12. – 15.5.
štrkavec	<i>Squalius squalus</i> (Bonaparte, 1837)				30	1.5. – 30.6.
mazenica	<i>Rutilus aula</i> (Bonaparte, 1841)	2	Z,H	E		
pisanec	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)				-	1.4. – 30.6.
blistavec	<i>Telestes souffia</i> (Risso, 1827)	2	Z,H	E		
rdečeperka	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)				-	1.4.-30.6.
linj	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)			E	30	1.5. – 30.6.
podust	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)		H	E	35	1.3. – 31.5.
primorska podust*	<i>Protochondrostoma genei</i> (Bonaparte, 1839)	2	Z,H	Ex		
grba	<i>Barbus plebejus</i> Bonaparte, 1839	2,5	H	E	30	1.5. – 30.6.
pohra	<i>Barbus balcanicus</i> Kotlik, Ts., Rab&Ber. 2002	2,5	H		-	1.5.-30.6.
primorska belica	<i>Alburnus albidus</i> (Costa, 1838)	2	H	O1		
pezdirk	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	2	H	E		
koresej	<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)				-	1.5. – 30.6.
krap, gojeni	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758				-	-
srebni koresej	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)				-	-
srebni tolstolobik	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenc. 1844)				-	-
beli amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)					
pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Tem. & Schlegel, 1846)					
primorska globoček	<i>Romanogobio benacensis</i> (Pollini, 1816)					
primorska nežica	<i>Cobitis bilineata</i> Canevini 1866		Z,H	E		
babica	<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)			O1		
som	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758			V	-	-
sončni ostriž	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)				-	-
jegulja	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)		Z,H	Ex?		
ščuka	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758		H	V	50	1.2. – 30.4.
smuč					-	-
navadni ostriž	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758				-	1.3. – 30.6.
postrvi ostriž	<i>Micropterus salmoides</i> Lacepede, 1802					
potočni glavoč	<i>Padogobius bonelli</i> (Bonaparte, 1846)	2	Z,H	O1		
kapelj	<i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758)	2	H	V		
laški piškur	<i>Lampetra zanandreae</i> Vladykov, 1995	2,5	Z,H	E		

Legenda:

* domnevno izumrla vrsta

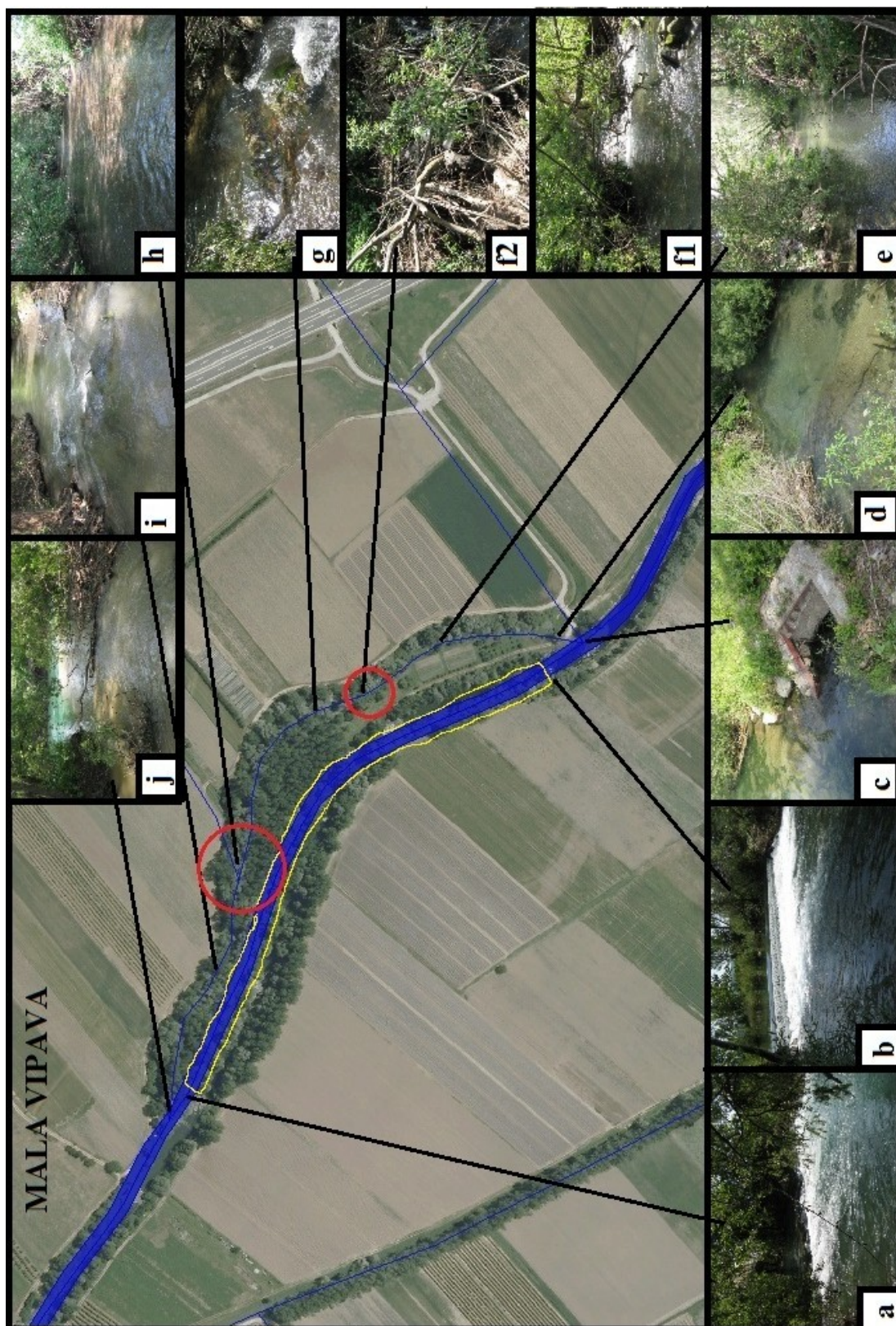
Habitatna direktiva = Evropsko pomembna vrsta= Direktiva sveta Evrope 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst

Uredba = Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS, št. 46/2004)

Z	zavarovana vrsta
H	vrsta, katere habitat se varuje
Ex?	domnevno izumrla vrsta
E	prizadeta vrsta
O1	vrsta zunaj nevarnosti
V	ranljiva vrsta

Rdeči seznam = Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS, št. 82/2002)

PRILOGA C.1: Lokacija Mala Vipava (Vir: ARSO) in fotografije sedanjega stanja (Avtor: Koruza)



PRILOGA C.2: Realno stanje z naplavinami v Mali Vipavi v programu HEC – RAS ob minimalnem pretoku

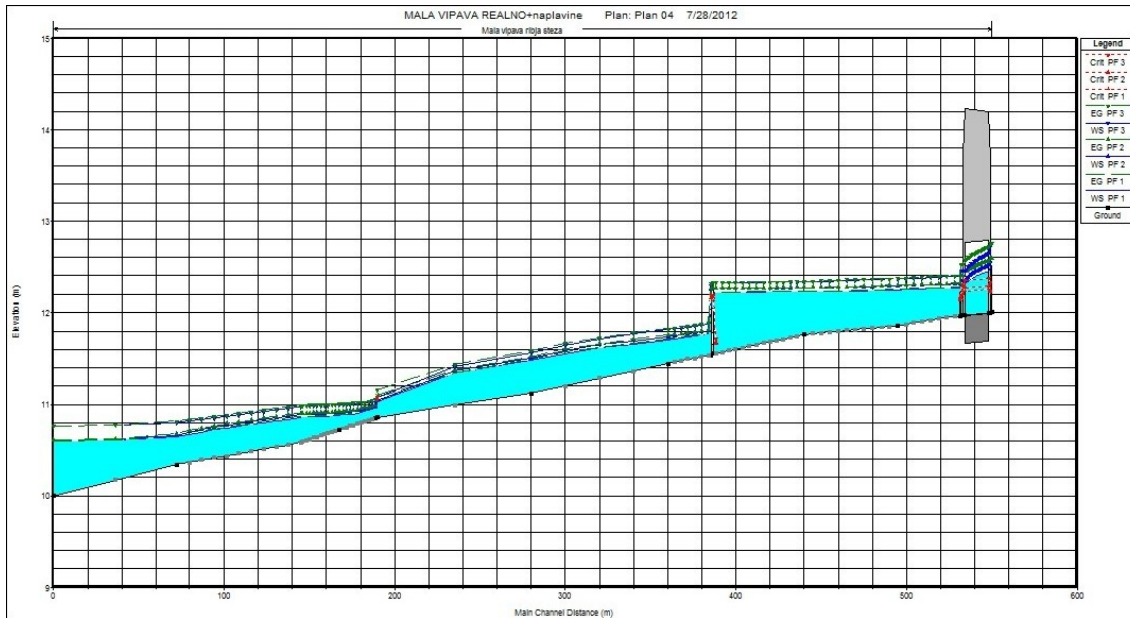
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Globina vode (m)
ribja steza	90	PF 1	0.45	12.01	12.52		12.52	0.000128	0.18	2.54	6.01	0.09	0.51
ribja steza	83	PF 1	0.45	12	12.49	12.22	12.52	0.001326	0.65	0.69	5.98	0.3	0.49
ribja steza	82.1												
ribja steza	82	PF 1	0.45	11.98	12.3	12.2	12.35	0.005655	1	0.45	4.24	0.57	0.32
ribja steza	81.9												
ribja steza	81.875*	PF 1	0.45	11.96	12.27		12.28	0.000927	0.36	1.27	4.23	0.21	0.31
ribja steza	81.75*	PF 1	0.45	11.95	12.27		12.28	0.000827	0.34	1.31	4.24	0.2	0.32
ribja steza	81.625*	PF 1	0.45	11.94	12.27		12.27	0.000779	0.33	1.36	4.25	0.19	0.33
ribja steza	81.5*	PF 1	0.45	11.92	12.26		12.27	0.000735	0.32	1.41	4.26	0.18	0.34
ribja steza	81.375*	PF 1	0.45	11.9	12.26		12.26	0.000656	0.31	1.46	4.27	0.17	0.36
ribja steza	81.25*	PF 1	0.45	11.89	12.26		12.26	0.00062	0.3	1.52	4.27	0.16	0.37
ribja steza	81.125*	PF 1	0.45	11.88	12.25		12.26	0.000557	0.29	1.57	4.28	0.15	0.37
ribja steza	81	PF 1	0.45	11.86	12.25		12.26	0.000528	0.28	1.62	4.29	0.14	0.39
ribja steza	80.9090*	PF 1	0.45	11.85	12.25		12.25	0.0005	0.27	1.65	4.3	0.14	0.4
ribja steza	80.8181*	PF 1	0.45	11.84	12.25		12.25	0.000474	0.27	1.68	4.3	0.14	0.41
ribja steza	80.7272*	PF 1	0.45	11.83	12.24		12.25	0.000449	0.26	1.71	4.31	0.13	0.41
ribja steza	80.6363*	PF 1	0.45	11.82	12.24		12.25	0.000426	0.26	1.74	4.31	0.13	0.42
ribja steza	80.5454*	PF 1	0.45	11.81	12.24		12.24	0.000404	0.25	1.77	4.32	0.13	0.43
ribja steza	80.4545*	PF 1	0.45	11.8	12.24		12.24	0.00038	0.25	1.8	4.33	0.12	0.44
ribja steza	80.3636*	PF 1	0.45	11.8	12.24		12.24	0.000361	0.25	1.83	4.33	0.12	0.44
ribja steza	80.2727*	PF 1	0.45	11.79	12.23		12.24	0.000342	0.24	1.87	4.34	0.12	0.44
ribja steza	80.1818*	PF 1	0.45	11.78	12.23		12.24	0.000325	0.24	1.9	4.34	0.11	0.45
ribja steza	80.0909*	PF 1	0.45	11.77	12.23		12.23	0.000308	0.23	1.93	4.35	0.11	0.46
ribja steza	80	PF 1	0.45	11.76	12.23		12.23	0.000292	0.23	1.96	4.35	0.11	0.47
ribja steza	79.5*	PF 1	0.45	11.74	12.23		12.23	0.00026	0.22	2.04	4.41	0.1	0.49
ribja steza	79.*	PF 1	0.45	11.73	12.23		12.23	0.000244	0.21	2.12	4.48	0.1	0.5
ribja steza	78.5*	PF 1	0.45	11.71	12.23		12.23	0.000219	0.2	2.2	4.54	0.09	0.52
ribja steza	78.*	PF 1	0.45	11.7	12.23		12.23	0.000196	0.2	2.29	4.61	0.09	0.53
ribja steza	77.5*	PF 1	0.45	11.68	12.23		12.23	0.000177	0.19	2.37	4.68	0.09	0.55
ribja steza	77.*	PF 1	0.45	11.66	12.23		12.23	0.000159	0.18	2.46	4.75	0.08	0.57
ribja steza	76.5*	PF 1	0.45	11.65	12.23		12.23	0.000151	0.18	2.55	4.82	0.08	0.58
ribja steza	76.*	PF 1	0.45	11.63	12.22		12.23	0.000137	0.17	2.64	4.89	0.07	0.59
ribja steza	75.5*	PF 1	0.45	11.62	12.22		12.23	0.000124	0.16	2.73	4.97	0.07	0.6
ribja steza	75.*	PF 1	0.45	11.6	12.22		12.23	0.000119	0.16	2.82	5.05	0.07	0.62
ribja steza	74.5*	PF 1	0.45	11.58	12.22		12.22	0.000108	0.15	2.92	5.13	0.07	0.64
ribja steza	74.*	PF 1	0.45	11.57	12.22		12.22	0.000099	0.15	3.01	5.21	0.06	0.65
ribja steza	73.5*	PF 1	0.45	11.55	12.22	11.66	12.22	0.00009	0.14	3.12	5.29	0.06	0.67
ribja steza	73.1												
ribja steza	73.*	PF 1	0.45	11.54	11.77		11.78	0.00328	0.46	0.98	4.46	0.31	0.23
ribja steza	72.5*	PF 1	0.45	11.52	11.75		11.77	0.003101	0.45	1	4.49	0.31	0.23
ribja steza	72.*	PF 1	0.45	11.5	11.74		11.75	0.002917	0.44	1.02	4.51	0.3	0.24
ribja steza	71.5*	PF 1	0.45	11.49	11.73		11.74	0.002704	0.43	1.04	4.54	0.29	0.24
ribja steza	71.*	PF 1	0.45	11.47	11.72		11.73	0.002615	0.42	1.07	4.57	0.28	0.25
ribja steza	70.5*	PF 1	0.45	11.46	11.71		11.72	0.002391	0.41	1.1	4.61	0.27	0.25
ribja steza	70	PF 1	0.45	11.44	11.7		11.71	0.002176	0.39	1.14	4.64	0.25	0.26
ribja steza	67.5*	PF 1	0.45	11.36	11.66		11.67	0.002127	0.43	1.06	4.06	0.27	0.3
ribja steza	65.*	PF 1	0.45	11.28	11.61		11.62	0.002343	0.47	0.95	3.72	0.3	0.33
ribja steza	62.5*	PF 1	0.45	11.2	11.55		11.57	0.00322	0.54	0.84	3.75	0.36	0.35
ribja steza	60	PF 1	0.45	11.12	11.47		11.49	0.004554	0.59	0.76	4.29	0.45	0.35
ribja steza	55.*	PF 1	0.45	10.99	11.33		11.34	0.002497	0.48	0.95	4.74	0.34	0.34
ribja steza	50	PF 1	0.45	10.86	11.02	11.02	11.08	0.026743	1.04	0.43	3.99	1.01	0.16
ribja steza	41	PF 1	0.45	10.85	10.96		10.97	0.005797	0.56	0.8	7.59	0.55	0.11
ribja steza	40.9*	PF 1	0.45	10.84	10.94		10.96	0.005614	0.56	0.81	7.59	0.54	0.1
ribja steza	40.8*	PF 1	0.45	10.82	10.93		10.95	0.005419	0.55	0.82	7.59	0.53	0.11
ribja steza	40.7*	PF 1	0.45	10.81	10.92		10.94	0.005069	0.54	0.84	7.59	0.52	0.11
ribja steza	40.6*	PF 1	0.45	10.8	10.91		10.93	0.004673	0.53	0.86	7.6	0.5	0.11
ribja steza	40.5*	PF 1	0.45	10.79	10.9		10.92	0.004128	0.51	0.89	7.6	0.47	0.11
ribja steza	40.4*	PF 1	0.45	10.77	10.9		10.91	0.003536	0.48	0.93	7.61	0.44	0.13
ribja steza	40.3*	PF 1	0.45	10.76	10.89		10.9	0.002978	0.46	0.98	7.61	0.41	0.13
ribja steza	40.2*	PF 1	0.45	10.75	10.88		10.89	0.002441	0.43	1.04	7.62	0.37	0.13
ribja steza	40.1*	PF 1	0.45	10.73	10.88		10.89	0.001978	0.4	1.11	7.63	0.34	0.15
ribja steza	40	PF 1	0.45	10.72	10.88		10.88	0.001602	0.38	1.19	7.63	0.31	0.16
ribja steza	39.1*	PF 1	0.45	10.71	10.87		10.88	0.001289	0.35	1.27	7.64	0.28	0.16
ribja steza	38.2*	PF 1	0.45	10.69	10.87		10.88	0.001042	0.33	1.35	7.65	0.25	0.18
ribja steza	37.3*	PF 1	0.45	10.68	10.87		10.88	0.000852	0.31	1.44	7.66	0.23	0.19
ribja steza	36.4*	PF 1	0.45	10.67	10.87		10.87	0.000698	0.29	1.53	7.67	0.21	0.2
ribja steza	35.5*	PF 1	0.45	10.65	10.87		10.87	0.000576	0.28	1.62	7.68	0.19	0.22
ribja steza	34.6*	PF 1	0.45	10.64	10.87		10.87	0.000481	0.26	1.72	7.69	0.18	0.23
ribja steza	33.7*	PF 1	0.45	10.63	10.87		10.87	0.000404	0.25	1.81	7.7	0.16	0.24
ribja steza	32.8*	PF 1	0.45	10.62	10.87		10.87	0.000341	0.24	1.91	7.71	0.15	0.25

...se nadaljuje

...nadaljevanje

ribja steza	31.9*	PF 1	0.45	10.6	10.87		10.87	0.000291	0.22	2	7.73	0.14	0.27
ribja steza	31	PF 1	0.45	10.59	10.87		10.87	0.00025	0.21	2.1	7.74	0.13	0.28
ribja steza	30.75*	PF 1	0.45	10.59	10.86		10.87	0.000375	0.25	1.83	6.81	0.15	0.27
ribja steza	30.5*	PF 1	0.45	10.59	10.86		10.87	0.000645	0.29	1.54	5.85	0.18	0.27
ribja steza	30.25*	PF 1	0.45	10.58	10.86		10.87	0.001148	0.36	1.25	4.86	0.23	0.28
ribja steza	30	PF 1	0.45	10.58	10.85		10.87	0.002526	0.48	0.94	3.85	0.31	0.27
ribja steza	29.*	PF 1	0.45	10.56	10.84		10.85	0.002544	0.48	0.93	3.8	0.31	0.28
ribja steza	28.*	PF 1	0.45	10.53	10.82		10.83	0.002564	0.49	0.93	3.76	0.31	0.29
ribja steza	27.*	PF 1	0.45	10.51	10.8		10.81	0.002598	0.49	0.92	3.72	0.31	0.29
ribja steza	26.*	PF 1	0.45	10.48	10.78		10.79	0.00265	0.49	0.91	3.69	0.32	0.3
ribja steza	25.*	PF 1	0.45	10.46	10.76		10.77	0.002735	0.5	0.9	3.66	0.32	0.3
ribja steza	24.*	PF 1	0.45	10.44	10.74		10.75	0.002843	0.51	0.89	3.64	0.33	0.3
ribja steza	23.*	PF 1	0.45	10.41	10.72		10.73	0.002996	0.52	0.87	3.61	0.34	0.31
ribja steza	22.*	PF 1	0.45	10.39	10.69		10.71	0.003222	0.53	0.85	3.59	0.35	0.3
ribja steza	21.*	PF 1	0.45	10.36	10.67		10.68	0.003585	0.55	0.82	3.56	0.37	0.31
ribja steza	20	PF 1	0.45	10.34	10.64		10.66	0.004208	0.58	0.78	3.51	0.39	0.3
ribja steza	15.*	PF 1	0.45	10.17	10.61		10.61	0.000534	0.28	1.61	4.54	0.15	0.44
ribja steza	10	PF 1	0.45	10	10.6		10.6	0.00011	0.16	2.79	5.31	0.07	0.6
												povprečna	0.33647059

Vzdolžni profil Male Vipave v programu HEC – RAS z naplavinami ob minimalnem pretoku vode.



PRILOGA C.3: Realno stanje po odstranitvi naplavin v Mali Vipavi v programu HEC – RAS ob minimalnem pretoku

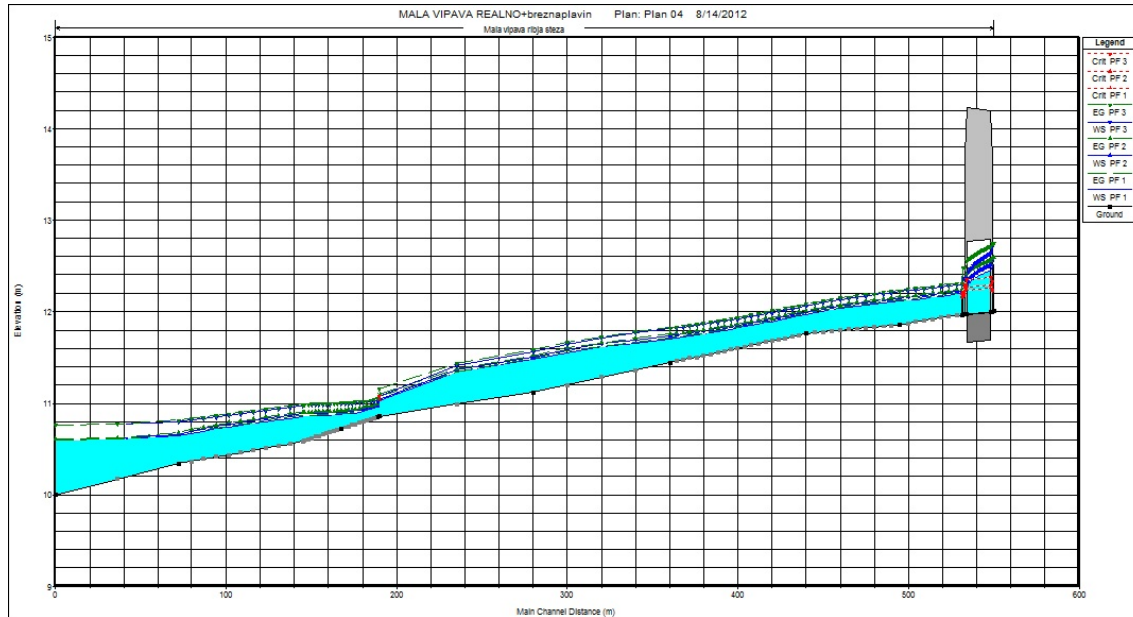
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ch1	Globina vode (m)
ribja steza	90	PF 1	0.45	12.01	12.51		12.51	0.000132	0.18	2.51	6	0.09	0.5
ribja steza	83	PF 1	0.45	12	12.49	12.22	12.51	0.001368	0.66	0.69	5.96	0.3	0.49
ribja steza	82.1		Culvert										
ribja steza	82	PF 1	0.45	11.98	12.2	12.2	12.31	0.020334	1.48	0.31	4.16	1.01	0.22
ribja steza	81.9		Culvert										
ribja steza	81.875*	PF 1	0.45	11.96	12.19		12.2	0.002521	0.49	0.92	4.17	0.33	0.23
ribja steza	81.75*	PF 1	0.45	11.95	12.18		12.19	0.002397	0.48	0.94	4.17	0.32	0.23
ribja steza	81.625*	PF 1	0.45	11.94	12.17		12.18	0.002399	0.47	0.96	4.17	0.31	0.23
ribja steza	81.5*	PF 1	0.45	11.92	12.16		12.17	0.002401	0.46	0.97	4.18	0.31	0.24
ribja steza	81.375*	PF 1	0.45	11.9	12.15		12.16	0.002259	0.45	0.99	4.18	0.3	0.25
ribja steza	81.25*	PF 1	0.45	11.89	12.14		12.15	0.00224	0.45	1.01	4.18	0.29	0.25
ribja steza	81.125*	PF 1	0.45	11.88	12.13		12.14	0.0021	0.44	1.03	4.19	0.28	0.25
ribja steza	81	PF 1	0.45	11.86	12.12		12.13	0.002063	0.43	1.05	4.19	0.27	0.26
ribja steza	80.9090*	PF 1	0.45	11.85	12.11		12.12	0.002099	0.43	1.05	4.19	0.27	0.26
ribja steza	80.8181*	PF 1	0.45	11.84	12.1		12.11	0.002152	0.43	1.04	4.19	0.28	0.26
ribja steza	80.7272*	PF 1	0.45	11.83	12.08		12.09	0.002206	0.44	1.03	4.19	0.28	0.25
ribja steza	80.6363*	PF 1	0.45	11.82	12.07		12.08	0.002282	0.44	1.02	4.19	0.29	0.25
ribja steza	80.5454*	PF 1	0.45	11.81	12.06		12.07	0.002365	0.45	1.01	4.18	0.29	0.25
ribja steza	80.4545*	PF 1	0.45	11.8	12.05		12.06	0.002433	0.45	1	4.18	0.29	0.25
ribja steza	80.3636*	PF 1	0.45	11.8	12.04		12.05	0.002569	0.46	0.98	4.18	0.3	0.24
ribja steza	80.2727*	PF 1	0.45	11.79	12.02		12.03	0.002736	0.47	0.96	4.18	0.31	0.23
ribja steza	80.1818*	PF 1	0.45	11.78	12.01		12.02	0.002298	0.48	0.94	4.17	0.32	0.23
ribja steza	80.0909*	PF 1	0.45	11.77	11.99		12	0.003321	0.5	0.91	4.17	0.34	0.22
ribja steza	80	PF 1	0.45	11.76	11.97		11.99	0.003893	0.52	0.86	4.16	0.37	0.21
ribja steza	79.5*	PF 1	0.45	11.74	11.96		11.97	0.003815	0.52	0.87	4.18	0.36	0.22
ribja steza	79.*	PF 1	0.45	11.73	11.94		11.95	0.003959	0.52	0.87	4.2	0.36	0.21
ribja steza	78.5*	PF 1	0.45	11.71	11.93		11.94	0.003904	0.51	0.88	4.22	0.36	0.22
ribja steza	78.*	PF 1	0.45	11.7	11.91		11.92	0.003858	0.51	0.88	4.25	0.36	0.21
ribja steza	77.5*	PF 1	0.45	11.68	11.89		11.91	0.003778	0.51	0.89	4.27	0.36	0.21
ribja steza	77.*	PF 1	0.45	11.66	11.88		11.89	0.003701	0.5	0.89	4.29	0.35	0.22
ribja steza	76.5*	PF 1	0.45	11.65	11.86		11.88	0.003786	0.5	0.9	4.31	0.35	0.21
ribja steza	76.*	PF 1	0.45	11.63	11.85		11.86	0.003713	0.5	0.91	4.33	0.35	0.22
ribja steza	75.5*	PF 1	0.45	11.62	11.84		11.85	0.003601	0.49	0.92	4.35	0.34	0.22
ribja steza	75.*	PF 1	0.45	11.6	11.82		11.83	0.003677	0.49	0.93	4.37	0.34	0.22
ribja steza	74.5*	PF 1	0.45	11.58	11.81		11.82	0.003561	0.48	0.94	4.39	0.33	0.23
ribja steza	74.*	PF 1	0.45	11.57	11.79		11.8	0.00344	0.47	0.95	4.41	0.33	0.22
ribja steza	73.5*	PF 1	0.45	11.55	11.78		11.79	0.003282	0.47	0.96	4.44	0.32	0.23
ribja steza	73.*	PF 1	0.45	11.54	11.77		11.78	0.00328	0.46	0.98	4.46	0.31	0.23
ribja steza	72.5*	PF 1	0.45	11.52	11.75		11.77	0.003101	0.45	1	4.49	0.31	0.23
ribja steza	72.*	PF 1	0.45	11.5	11.74		11.75	0.002917	0.44	1.02	4.51	0.3	0.24
ribja steza	71.5*	PF 1	0.45	11.49	11.73		11.74	0.002704	0.43	1.04	4.54	0.29	0.24
ribja steza	71.*	PF 1	0.45	11.47	11.72		11.73	0.002615	0.42	1.07	4.57	0.28	0.25
ribja steza	70.5*	PF 1	0.45	11.46	11.71		11.72	0.002391	0.41	1.1	4.61	0.27	0.25
ribja steza	70	PF 1	0.45	11.44	11.7		11.71	0.002176	0.39	1.14	4.64	0.25	0.26
ribja steza	67.5*	PF 1	0.45	11.36	11.66		11.67	0.002127	0.43	1.06	4.06	0.27	0.3
ribja steza	65.*	PF 1	0.45	11.28	11.61		11.62	0.002343	0.47	0.95	3.72	0.3	0.33
ribja steza	62.5*	PF 1	0.45	11.2	11.55		11.57	0.00322	0.54	0.84	3.75	0.36	0.35
ribja steza	60	PF 1	0.45	11.12	11.47		11.49	0.004554	0.59	0.76	4.29	0.45	0.35
ribja steza	55.*	PF 1	0.45	10.99	11.33		11.34	0.002497	0.48	0.95	4.74	0.34	0.34
ribja steza	50	PF 1	0.45	10.86	11.02	11.02	11.08	0.026743	1.04	0.43	3.99	1.01	0.16
ribja steza	41	PF 1	0.45	10.85	10.96		10.97	0.005797	0.56	0.8	7.59	0.55	0.11
ribja steza	40.9*	PF 1	0.45	10.84	10.94		10.96	0.005614	0.56	0.81	7.59	0.54	0.1
ribja steza	40.8*	PF 1	0.45	10.82	10.93		10.95	0.005419	0.55	0.82	7.59	0.53	0.11
ribja steza	40.7*	PF 1	0.45	10.81	10.92		10.94	0.005069	0.54	0.84	7.59	0.52	0.11
ribja steza	40.6*	PF 1	0.45	10.8	10.91		10.93	0.004673	0.53	0.86	7.6	0.5	0.11
ribja steza	40.5*	PF 1	0.45	10.79	10.9		10.92	0.004128	0.51	0.89	7.6	0.47	0.11
ribja steza	40.4*	PF 1	0.45	10.77	10.9		10.91	0.003536	0.48	0.93	7.61	0.44	0.13
ribja steza	40.3*	PF 1	0.45	10.76	10.89		10.9	0.002978	0.46	0.98	7.61	0.41	0.13
ribja steza	40.2*	PF 1	0.45	10.75	10.88		10.89	0.002441	0.43	1.04	7.62	0.37	0.13
ribja steza	40.1*	PF 1	0.45	10.73	10.88		10.89	0.001978	0.4	1.11	7.63	0.34	0.15
ribja steza	40	PF 1	0.45	10.72	10.88		10.88	0.001602	0.38	1.19	7.63	0.31	0.16
ribja steza	39.1*	PF 1	0.45	10.71	10.87		10.88	0.001289	0.35	1.27	7.64	0.28	0.16
ribja steza	38.2*	PF 1	0.45	10.69	10.87		10.88	0.001042	0.33	1.35	7.65	0.25	0.18
ribja steza	37.3*	PF 1	0.45	10.68	10.87		10.88	0.000852	0.31	1.44	7.66	0.23	0.19
ribja steza	36.4*	PF 1	0.45	10.67	10.87		10.87	0.000698	0.29	1.53	7.67	0.21	0.2
ribja steza	35.5*	PF 1	0.45	10.65	10.87		10.87	0.000576	0.28	1.62	7.68	0.19	0.22
ribja steza	34.6*	PF 1	0.45	10.64	10.87		10.87	0.000481	0.26	1.72	7.69	0.18	0.23
ribja steza	33.7*	PF 1	0.45	10.63	10.87		10.87	0.000404	0.25	1.81	7.7	0.16	0.24
ribja steza	32.8*	PF 1	0.45	10.62	10.87		10.87	0.000341	0.24	1.91	7.71	0.15	0.25

...se nadaljuje

...nadaljevanje

ribja steza	31.9*	PF 1	0.45	10.6	10.87		10.87	0.000291	0.22	2	7.73	0.14	0.27
ribja steza	31	PF 1	0.45	10.59	10.87		10.87	0.00025	0.21	2.1	7.74	0.13	0.28
ribja steza	30.75*	PF 1	0.45	10.59	10.86		10.87	0.000375	0.25	1.83	6.81	0.15	0.27
ribja steza	30.5*	PF 1	0.45	10.59	10.86		10.87	0.000645	0.29	1.54	5.85	0.18	0.27
ribja steza	30.25*	PF 1	0.45	10.58	10.86		10.87	0.001148	0.36	1.25	4.86	0.23	0.28
ribja steza	30	PF 1	0.45	10.58	10.85		10.87	0.002526	0.48	0.94	3.85	0.31	0.27
ribja steza	29.*	PF 1	0.45	10.56	10.84		10.85	0.002544	0.48	0.93	3.8	0.31	0.28
ribja steza	28.*	PF 1	0.45	10.53	10.82		10.83	0.002564	0.49	0.93	3.76	0.31	0.29
ribja steza	27.*	PF 1	0.45	10.51	10.8		10.81	0.002598	0.49	0.92	3.72	0.31	0.29
ribja steza	26.*	PF 1	0.45	10.48	10.78		10.79	0.00265	0.49	0.91	3.69	0.32	0.3
ribja steza	25.*	PF 1	0.45	10.46	10.76		10.77	0.002735	0.5	0.9	3.66	0.32	0.3
ribja steza	24.*	PF 1	0.45	10.44	10.74		10.75	0.002843	0.51	0.89	3.64	0.33	0.3
ribja steza	23.*	PF 1	0.45	10.41	10.72		10.73	0.002996	0.52	0.87	3.61	0.34	0.31
ribja steza	22.*	PF 1	0.45	10.39	10.69		10.71	0.003222	0.53	0.85	3.59	0.35	0.3
ribja steza	21.*	PF 1	0.45	10.36	10.67		10.68	0.003585	0.55	0.82	3.56	0.37	0.31
ribja steza	20	PF 1	0.45	10.34	10.64		10.66	0.004208	0.58	0.78	3.51	0.39	0.3
ribja steza	15.*	PF 1	0.45	10.17	10.61		10.61	0.000534	0.28	1.61	4.54	0.15	0.44
ribja steza	10	PF 1	0.45	10	10.6		10.6	0.00011	0.16	2.79	5.31	0.07	0.6
ribja steza	22.*	PF 1	0.45	10.39	10.69		10.71	0.003222	0.53	0.85	3.59	0.35	0.3
ribja steza	21.*	PF 1	0.45	10.36	10.67		10.68	0.003585	0.55	0.82	3.56	0.37	0.31
ribja steza	20	PF 1	0.45	10.34	10.64		10.66	0.004208	0.58	0.78	3.51	0.39	0.3
ribja steza	15.*	PF 1	0.45	10.17	10.61		10.61	0.000534	0.28	1.61	4.54	0.15	0.44
ribja steza	10	PF 1	0.45	10	10.6		10.6	0.00011	0.16	2.79	5.31	0.07	0.6
												povprečna	0.25333333

Vzdolžni profil Male Vipave v programu HEC – RAS brez naplavin ob minimalnem pretoku vode.



PRILOGA C.4: Realno stanje po preureditvi na Mali Vipavi ob minimalnem pretoku vode v programu HEC – RAS in izračuni nekaterih pomembnih podatkov v Excelu.

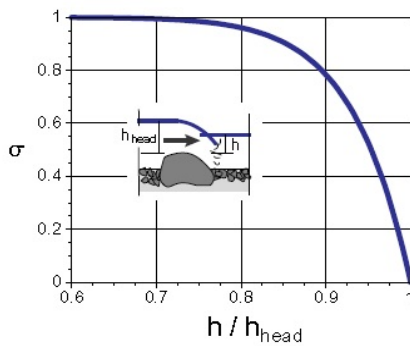
	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Razlika gladin (m)	Globina vode (m)	Širina struge (m)	Q1 (m3/s)	Q2 (m3/s)	Q (m3/s)	h (m)	hHEAD (m)	h/hHEAD	h/hHEAD	σ	
River Sta.														0.74	1
90	0.45	12.01	12.51	*	0.5	*	*	*	*	*	*	*	*	0.75	0.99
83	0.45	12	12.49	*	0.49	*	*	*	*	*	*	*	*	0.76	0.98
82.1	Culvert			*		*	*	*	*	*	*	*	*	0.77	0.97
82	0.45	11.98	12.29	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*	*	0.78	0.96
81.9	Culvert			*		*	*	*	*	*	*	*	*	0.79	0.95
81.875*	0.45	11.96	12.26	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*	0.8	0.94
81.75*	0.45	11.95	12.26	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*	*	0.81	0.93
81.625*	0.45	11.94	12.25	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*	*	0.82	0.92
81.5*	0.45	11.92	12.25	*	0.33	*	*	*	*	*	*	*	*	0.83	0.91
81.375*	0.45	11.9	12.24	*	0.34	*	*	*	*	*	*	*	*	0.84	0.9
81.25*	0.45	11.89	12.24	*	0.35	*	*	*	*	*	*	*	*	0.85	0.89
81.125*	0.45	11.88	12.24	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*	*		
81	0.45	11.86	12.24	*	0.38	*	*	*	*	*	*	*	*	μ	0.6
80.9090*	0.45	11.85	12.23	*	0.38	*	*	*	*	*	*	*	*	b	1.8
80.8181*	0.45	11.84	12.23	*	0.39	*	*	*	*	*	*	*	*		
80.7272*	0.45	11.83	12.23	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*		
80.6363*	0.45	11.82	12.23	*	0.41	*	*	*	*	*	*	*	*		
80.5454*	0.45	11.81	12.22	*	0.41	*	*	*	*	*	*	0.31	*		
80.5	Culvert			*		4.3	0.5334	0.0044	0.5378	*	*	0.77	*		
80.4545*	0.45	11.8	12.14	0.08	0.34	*	*	*	*	*	0.24	*	*		
80.3636*	0.45	11.8	12.14	*	0.34	*	*	*	*	*	*	*	*		
80.2727*	0.45	11.79	12.13	*	0.34	*	*	*	*	*	*	*	*		
80.1818*	0.45	11.78	12.13	*	0.35	*	*	*	*	*	*	*	*		
80.0909*	0.45	11.77	12.13	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*	*		
80	0.45	11.76	12.12	*	0.36	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
79.51	Culvert			*		4.26	0.5114	0.0044	0.5158	*	*	0.81	*		
79.5*	0.45	11.74	12.04	0.08	0.3	*	*	*	*	*	0.25	*	*		
79.*	0.45	11.73	12.03	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*		
78.5*	0.45	11.71	12.03	*	0.32	*	*	*	*	*	*	*	*		
78.*	0.45	11.7	12.03	*	0.33	*	*	*	*	*	*	*	*		
77.5*	0.45	11.68	12.02	*	0.34	*	*	*	*	*	*	*	*		
77.*	0.45	11.66	12.02	*	0.36	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
76.6	Culvert			*		4.45	0.5334	0.0047	0.5381	*	*	0.77	*		
76.5*	0.45	11.65	11.94	0.08	0.29	*	*	*	*	*	0.24	*	*		
76.*	0.45	11.63	11.93	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*		
75.5*	0.45	11.62	11.93	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*	*		
75.*	0.45	11.6	11.92	*	0.32	*	*	*	*	*	*	*	*		
74.5*	0.45	11.58	11.92	*	0.34	*	*	*	*	*	*	*	*		
74.*	0.45	11.57	11.92	*	0.35	*	*	*	*	*	*	*	*		
73.5*	0.45	11.55	11.91	*	0.36	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
73.1	Culvert			*		4.67	0.5114	0.0051	0.5165	*	*	0.81	*		
73.*	0.45	11.54	11.84	0.07	0.3	*	*	*	*	*	0.25	*	*		
72.5*	0.45	11.52	11.83	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*	*		
72.*	0.45	11.5	11.83	*	0.33	*	*	*	*	*	*	*	*		
71.5*	0.45	11.49	11.83	*	0.34	*	*	*	*	*	*	*	*		
71.*	0.45	11.47	11.82	*	0.35	*	*	*	*	*	*	*	*		
70.5*	0.45	11.46	11.82	*	0.36	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
70.01	Culvert			*		4.82	0.5499	0.0053	0.5553	*	*	0.68	*		
70	0.45	11.44	11.7	0.12	0.26	*	*	*	*	*	0.21	*	*		
67.5*	0.45	11.36	11.66	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*	*		
65.*	0.45	11.28	11.61	*	0.33	*	*	*	*	*	*	*	*		
62.5*	0.45	11.2	11.56	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*	*		
60	0.45	11.12	11.48	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*	*		
55.*	0.45	10.99	11.31	*	0.32	*	*	*	*	*	*	*	*		
50	0.45	10.86	11.26	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*		
41	0.45	10.85	11.26	*	0.41	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
40.91	Culvert			*		7.84	0.5499	0.0107	0.5606	*	*	0.74	*		
40.9*	0.45	10.84	11.17	0.09	0.33	*	*	*	*	*	0.23	*	*		
40.8*	0.45	10.82	11.17	*	0.35	*	*	*	*	*	*	*	*		
40.7*	0.45	10.81	11.17	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*	*		
40.6*	0.45	10.8	11.17	*	0.37	*	*	*	*	*	*	*	*		
40.5*	0.45	10.79	11.17	*	0.38	*	*	*	*	*	*	*	*		
40.4*	0.45	10.77	11.17	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*		
40.3*	0.45	10.76	11.17	*	0.41	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
40.21	Culvert			*		7.84	0.5334	0.0107	0.5441	*	*	0.77	*		
40.2*	0.45	10.75	11.09	0.08	0.34	*	*	*	*	*	0.24	*	*		
40.1*	0.45	10.73	11.09	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*	*		
40	0.45	10.72	11.09	*	0.37	*	*	*	*	*	*	*	*		
39.1*	0.45	10.71	11.09	*	0.38	*	*	*	*	*	*	*	*		
38.2*	0.45	10.69	11.09	*	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*		
37.3*	0.45	10.68	11.09	*	0.41	*	*	*	*	*	0.31	*	*		
36.41	Culvert			*		7.84	0.5334	0.0107	0.5441	*	*	0.77	*		

...se nadaljuje

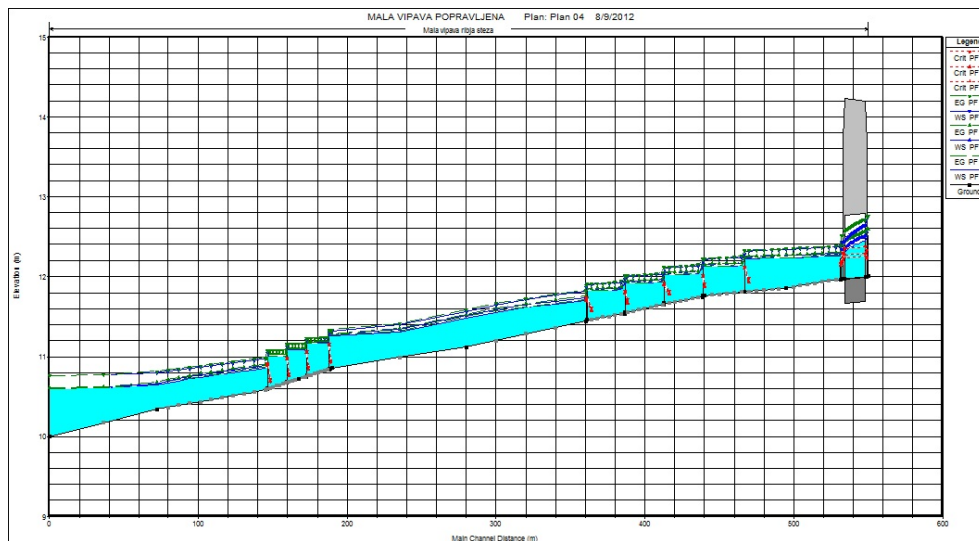
... nadaljevanje

36.4*	0.45	10.67	11.01	0.08	0.34	*	*	*	*	0.24	*	*
35.5*	0.45	10.65	11.01	*	0.36	*	*	*	*	*	*	*
34.6*	0.45	10.64	11.01	*	0.37	*	*	*	*	*	*	*
33.7*	0.45	10.63	11	*	0.37	*	*	*	*	*	*	*
32.8*	0.45	10.62	11	*	0.38	*	*	*	*	*	*	*
31.9*	0.45	10.6	11.01	*	0.41	*	*	*	*	*	0.31	*
31.1	Culvert			*		7.84	0.5499	0.0107	0.5606	*	*	0.58
31	0.45	10.59	10.87	0.14	0.28	*	*	*	*	0.18	*	*
30.75*	0.45	10.59	10.86	*	0.27	*	*	*	*	*	*	*
30.5*	0.45	10.59	10.86	*	0.27	*	*	*	*	*	*	*
30.25*	0.45	10.58	10.86	*	0.28	*	*	*	*	*	*	*
30	0.45	10.58	10.85	*	0.27	*	*	*	*	*	*	*
29.*	0.45	10.56	10.84	*	0.28	*	*	*	*	*	*	*
28.*	0.45	10.53	10.82	*	0.29	*	*	*	*	*	*	*
27.*	0.45	10.51	10.8	*	0.29	*	*	*	*	*	*	*
26.*	0.45	10.48	10.78	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*
25.*	0.45	10.46	10.76	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*
24.*	0.45	10.44	10.74	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*
23.*	0.45	10.41	10.72	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*
22.*	0.45	10.39	10.69	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*
21.*	0.45	10.36	10.67	*	0.31	*	*	*	*	*	*	*
20	0.45	10.34	10.64	*	0.3	*	*	*	*	*	*	*
15.*	0.45	10.17	10.61	*	0.44	*	*	*	*	*	*	*
10	0.45	10	10.6	*	0.6	*	*	*	*	*	*	*
max razlika gladin		0.14		min		0.26		min		0.5158		
				povprečna		0.35		max		0.5606		
				max		0.6						

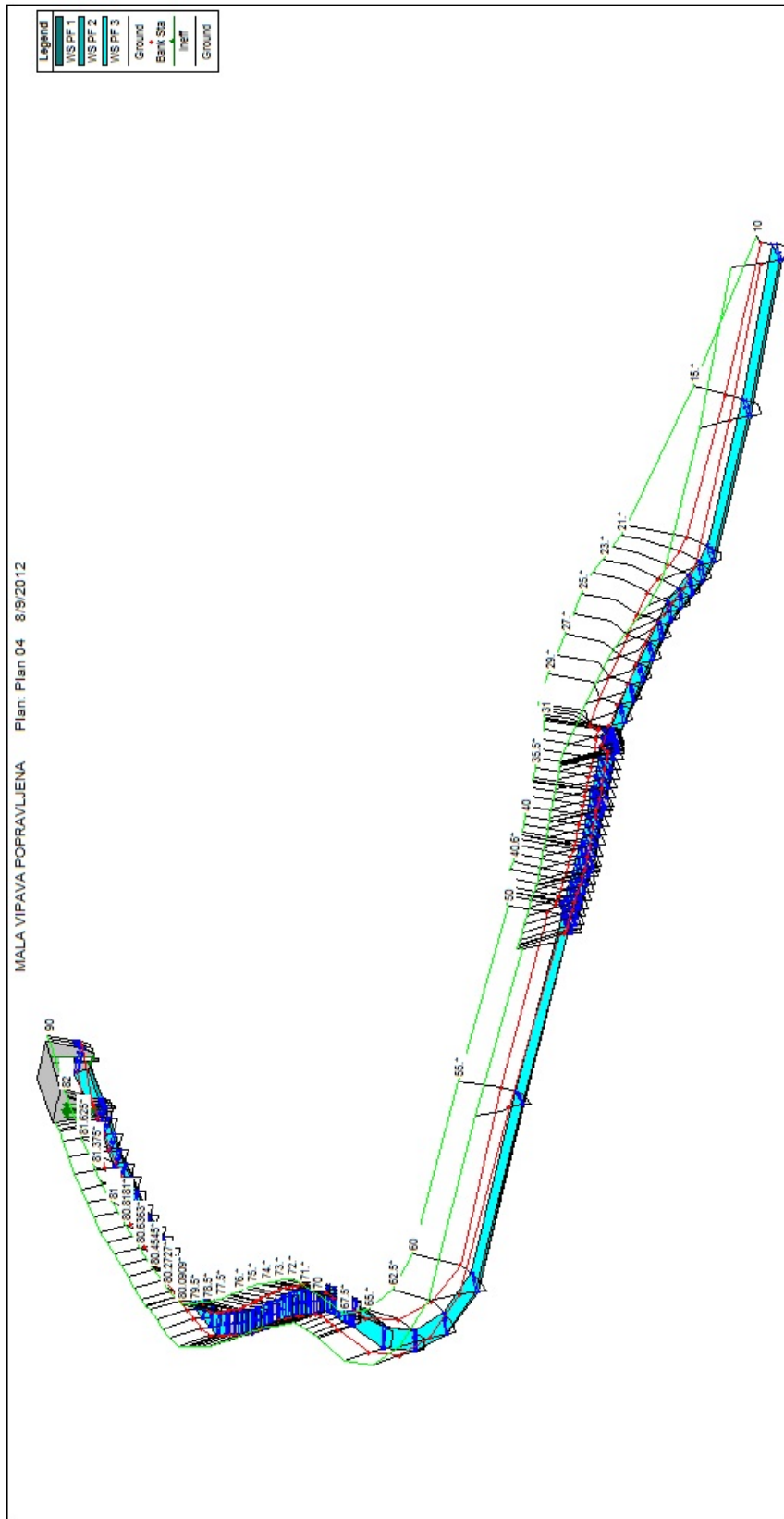
Graf za odčitavanje faktorja zmanjšanja zaradi potopljenega toka σ



Vzdolžni profil Male Vipave v programu HEC – RAS po preureditvi ob minimalnem pretoku vode.



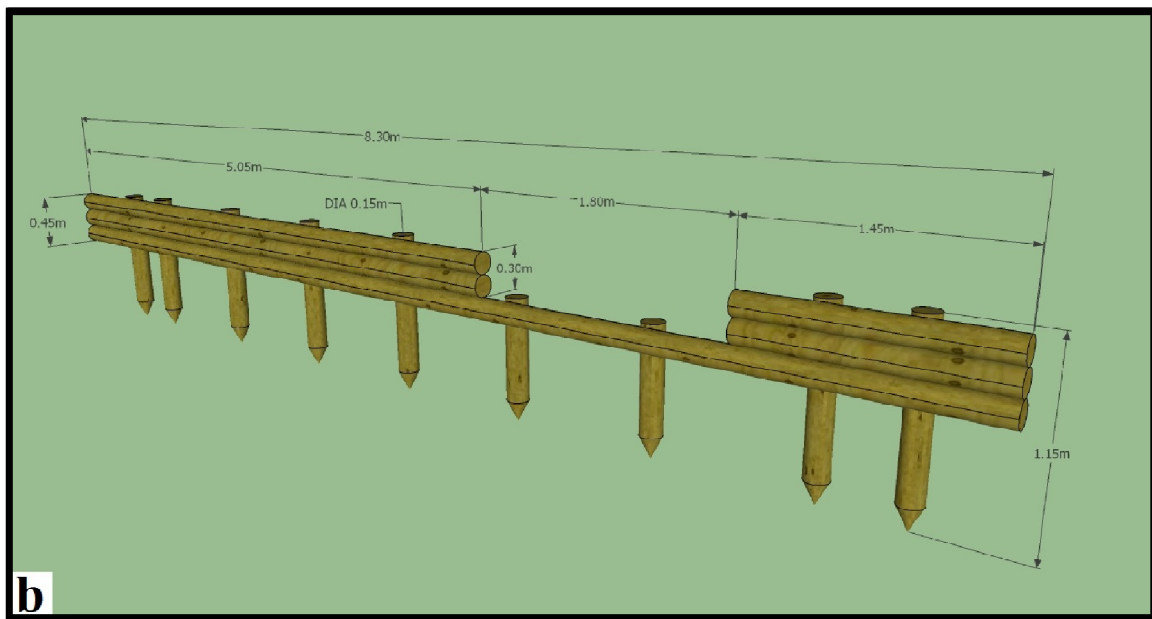
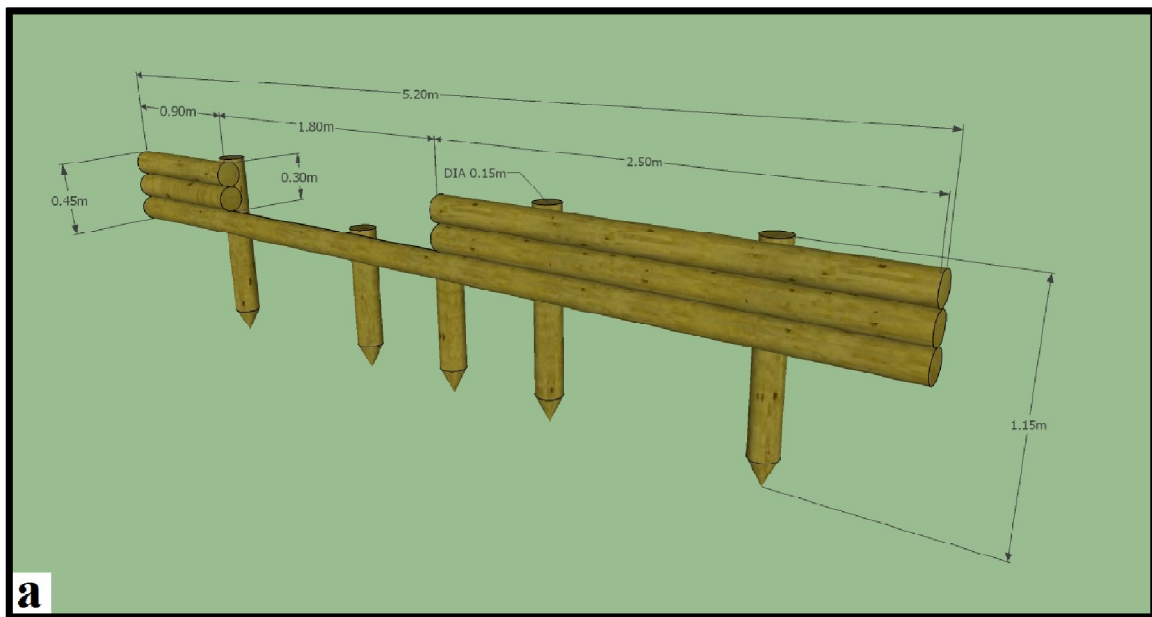
PRILOGA C.5: Mala Vipava popravljena ,3D v programu HEC - RAS



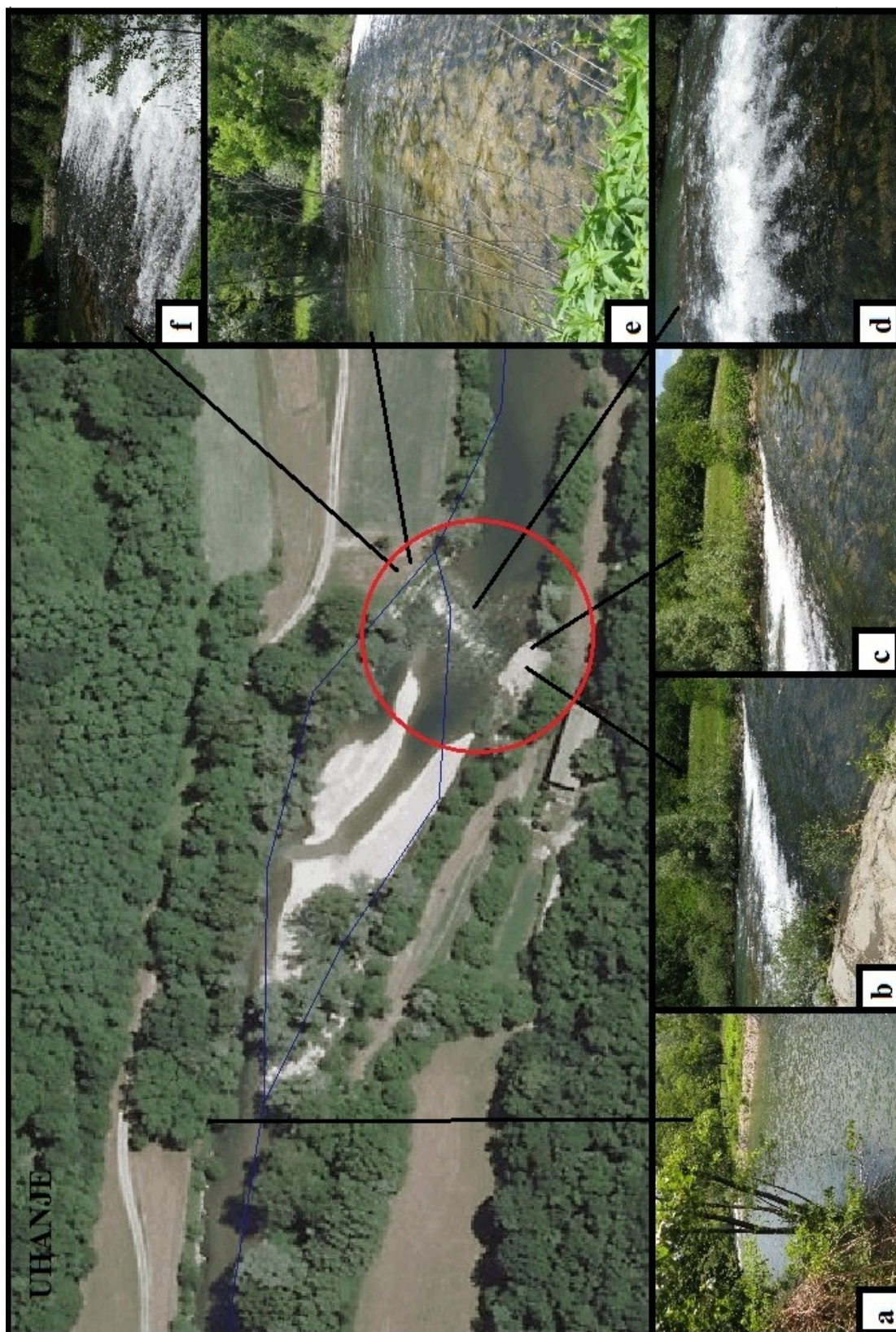
PRILOGA C.6: Celotna struga ribjega prehoda Mala Vipava v programu SketchUp



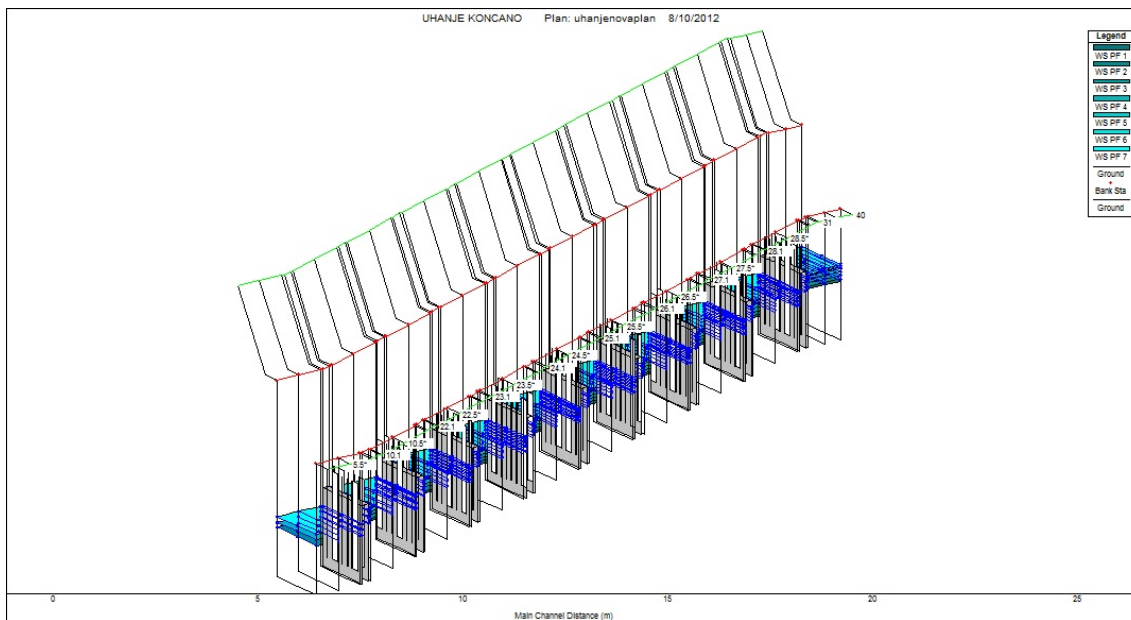
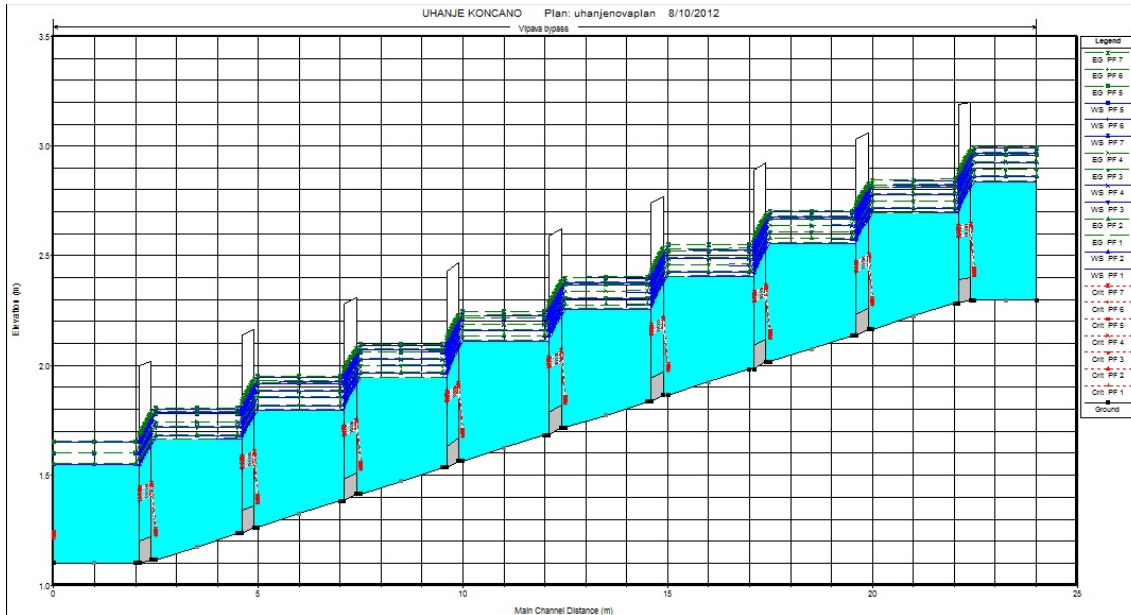
PRILOGA C.7: Prikaz celotne zgornje lesene pregrade na sliki pod točko a in spodnje lesene pregrade na sliki pod točko b v programu SketchUp



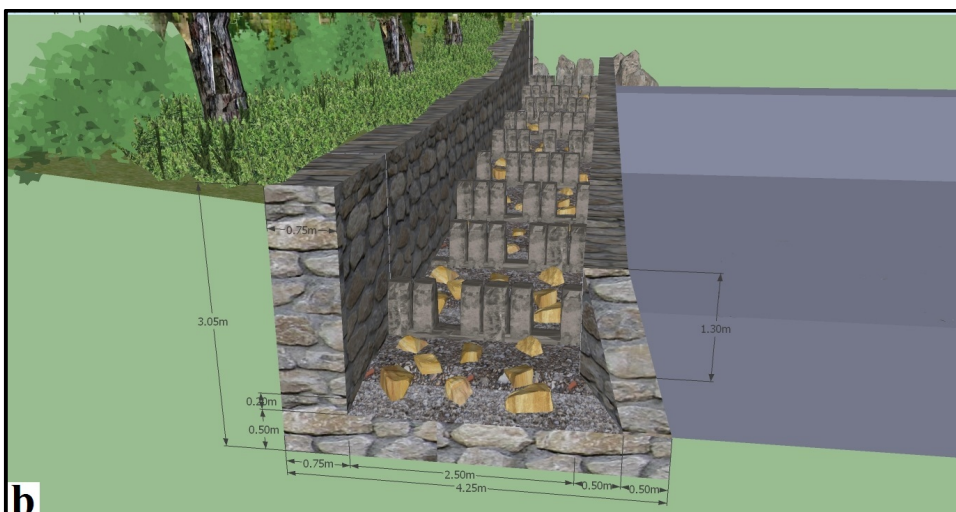
PRILOGA D.1: Lokacija Uhanje (Vir: ARSO) in fotografije sedanjega stanja (Avtor: Koruza)



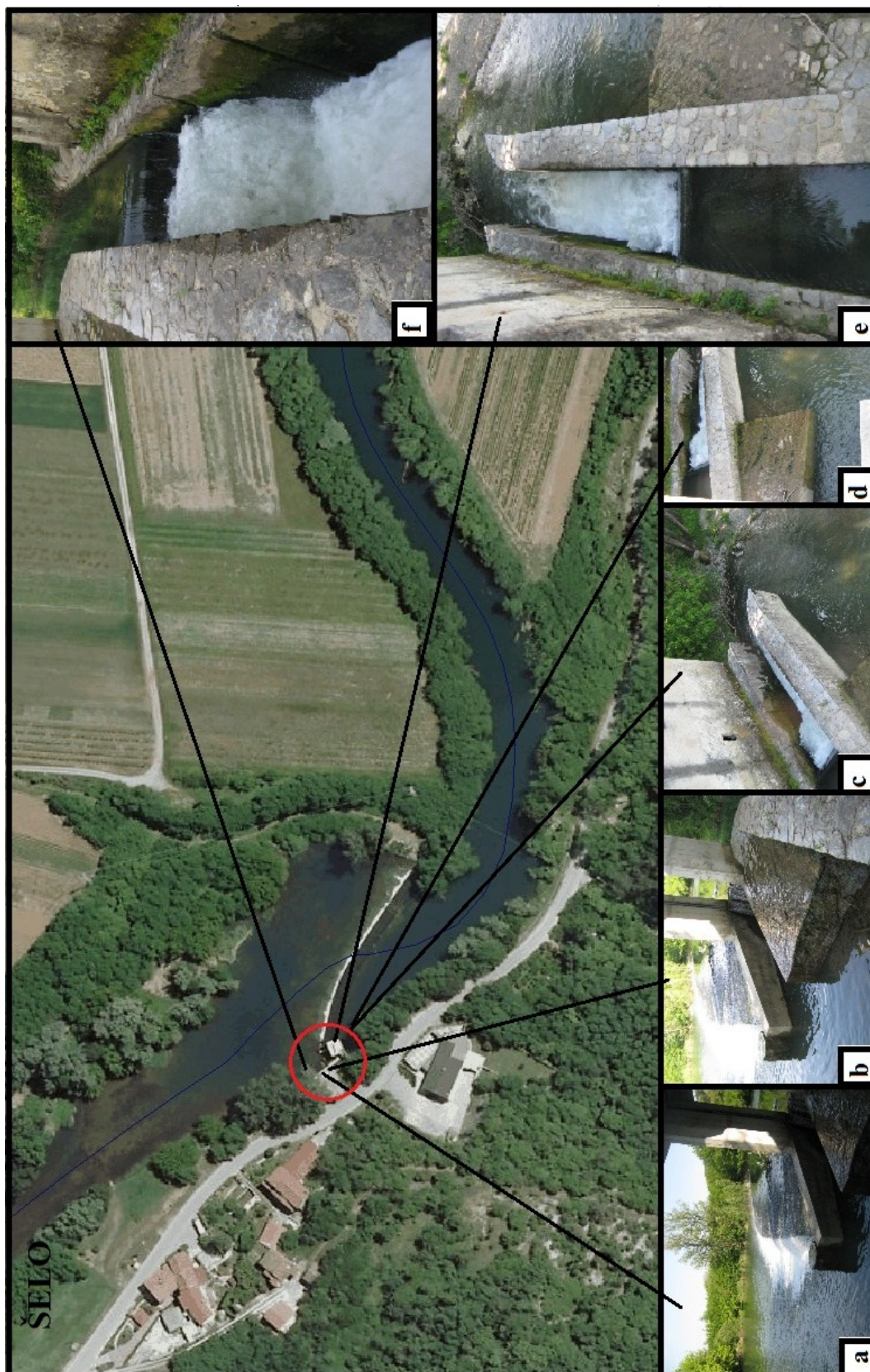
PRILOGA D.4: Realno stanje po preureditvi na Uhanjah v program HEC – RAS ob različnih pretokih



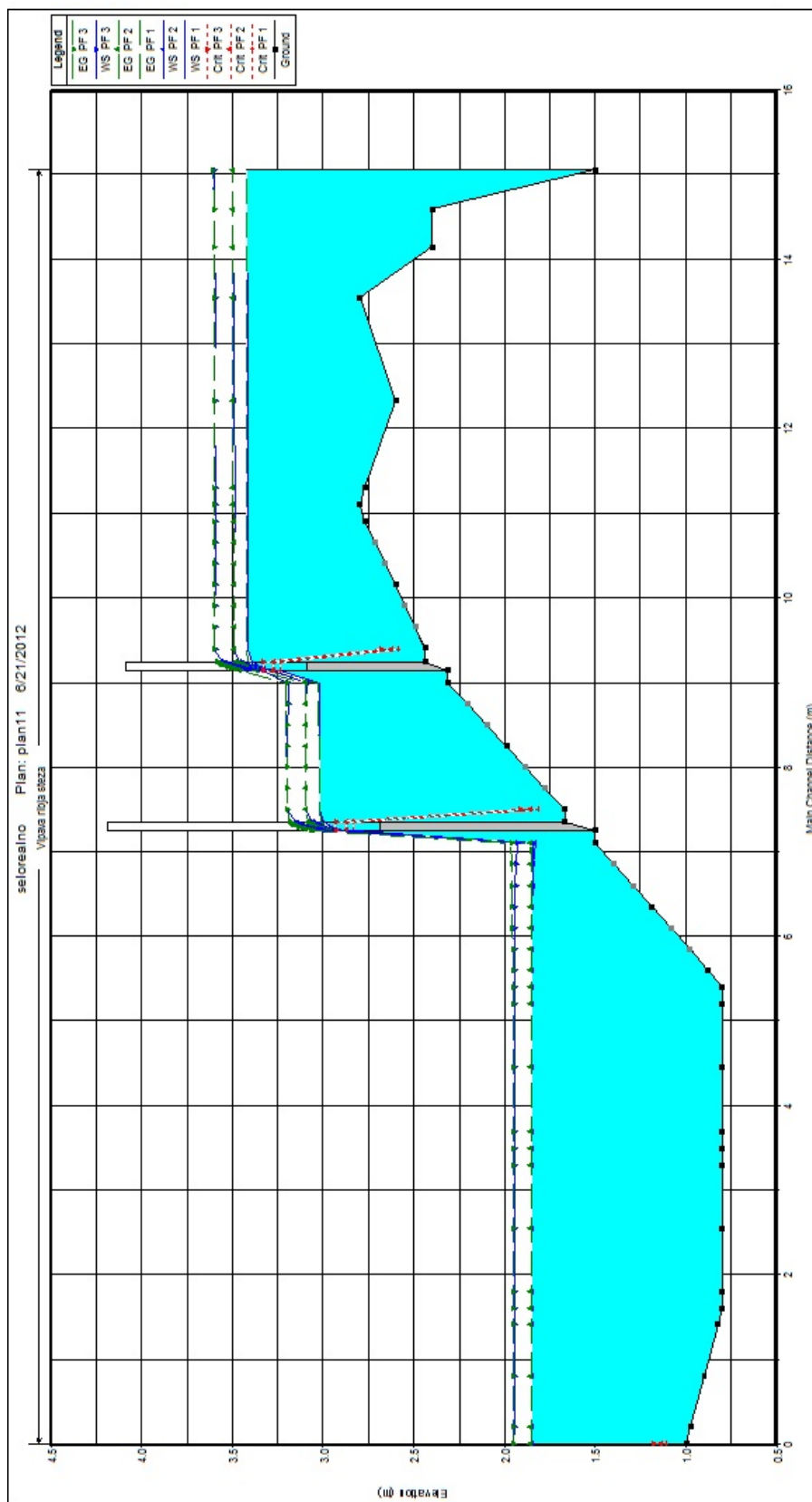
PRILOGA D.5: Prikaz vtoka vode v ribji prehod na sliki pod točko a in iztoka vode na sliki pod točko b, ter detajl posameznega bazena na sliki pod točko c, na Uhanjah v programu SketchUp.



PRILOGA E. 1: Lokacija Šelo (Vir: ARSO) in fotografije sedanjega stanja (avtor: Koruza)



PRILOGA E.2: Realno stanje pri Šelu v program HEC - RAS



PRILOGA E.3: Realno stanje v prehodu z bazeni z vertikalno režo pri Šelu v programu HEC – RAS
 in izračuni nekaterih podatkov v programu Excel pri minimalnem pretoku vode
 skozi ribji prehod

River Sta.	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Razlika gladin (m)	Globina vode (m)	Q (m3/s)	Cd	0.7	hm (m)	E (W/m3)
140	0.42	2.6	3.47	*	0.87	*	s	0.3	*	*
136.7*	0.42	2.6	3.47	*	0.87	*	g	9.81	*	*
133.4*	0.42	2.6	3.47	*	0.87	*			*	*
130.1	0.42	2.6	3.47	*	0.87	*			*	*
130.01	Culvert			*		*			*	*
130	0.42	2.6	3.36	*	0.76	0.2803			*	*
129.91	Culvert			*		*			*	*
129.9	0.42	2.58	3.35	0.12	0.77	*			0.83	86.44
129.766*	0.42	2.57	3.35	*	0.78	*			*	*
129.633*	0.42	2.55	3.35	*	0.8	*			*	*
129.5*	0.42	2.54	3.35	*	0.81	*			*	*
129.366*	0.42	2.52	3.35	*	0.83	*			*	*
129.233*	0.42	2.51	3.35	*	0.84	*			*	*
129.1	0.42	2.5	3.35	*	0.85	*			*	*
129.01	Culvert			*		*			*	*
129	0.42	2.48	3.24	*	0.76	0.2622			*	*
128.91	Culvert			*		*			*	*
128.9	0.42	2.47	3.24	0.11	0.77	*			0.825	74.56
128.766*	0.42	2.45	3.24	*	0.79	*			*	*
128.633*	0.42	2.44	3.24	*	0.8	*			*	*
128.5*	0.42	2.42	3.24	*	0.82	*			*	*
128.366*	0.42	2.41	3.24	*	0.83	*			*	*
128.233*	0.42	2.39	3.24	*	0.85	*			*	*
128.1	0.42	2.38	3.24	*	0.86	*			*	*
128.01	Culvert			*		*			*	*
128	0.42	2.37	3.12	*	0.75	0.2771			*	*
127.91	Culvert			*		*			*	*
127.9	0.42	2.35	3.12	0.12	0.77	*			0.83	85.44
127.766*	0.42	2.34	3.12	*	0.78	*			*	*
127.633*	0.42	2.32	3.12	*	0.8	*			*	*
127.5*	0.42	2.31	3.12	*	0.81	*			*	*
127.366*	0.42	2.29	3.12	*	0.83	*			*	*
127.233*	0.42	2.28	3.12	*	0.84	*			*	*
127.1	0.42	2.26	3.12	*	0.86	*			*	*
127.01	Culvert			*		*			*	*
127	0.42	2.25	3.01	*	0.76	0.2771			*	*
126.91	Culvert			*		*			*	*
126.9	0.42	2.23	3	0.12	0.77	*			0.83	85.44
126.766*	0.42	2.22	3	*	0.78	*			*	*
126.633*	0.42	2.2	3	*	0.8	*			*	*
126.5*	0.42	2.19	3	*	0.81	*			*	*
126.366*	0.42	2.17	3	*	0.83	*			*	*
126.233*	0.42	2.16	3	*	0.84	*			*	*
126.1	0.42	2.14	3	*	0.86	*			*	*
126.01	Culvert			*		*			*	*
126	0.42	2.13	2.89	*	0.76	0.2653			*	*
125.91	Culvert			*		*			*	*
125.9	0.42	2.12	2.89	0.11	0.77	*			0.825	75.44
125.766*	0.42	2.1	2.89	*	0.79	*			*	*
125.633*	0.42	2.09	2.89	*	0.8	*			*	*
125.5*	0.42	2.07	2.89	*	0.82	*			*	*

... se nadaljuje

... nadaljevanje

125.366*	0.42	2.06	2.89	*	0.83	*
125.233*	0.42	2.04	2.89	*	0.85	*
125.1	0.42	2.03	2.89	*	0.86	*
125.01	Culvert			*		*
125	0.42	2.02	2.77	*	0.75	0.2771
124.91	Culvert			*		*
124.9	0.42	2	2.77	0.12	0.77	*
124.766*	0.42	1.98	2.77	*	0.79	*
124.633*	0.42	1.97	2.77	*	0.8	*
124.5*	0.42	1.96	2.77	*	0.81	*
124.366*	0.42	1.94	2.77	*	0.83	*
124.233*	0.42	1.93	2.77	*	0.84	*
124.1	0.42	1.91	2.77	*	0.86	*
124.01	Culvert			*		*
124	0.42	1.9	2.66	*	0.76	0.2771
123.91	Culvert			*		*
123.9	0.42	1.88	2.65	0.12	0.77	*
123.74*	0.42	1.87	2.65	*	0.78	*
123.58*	0.42	1.85	2.65	*	0.8	*
123.42*	0.42	1.83	2.65	*	0.82	*
123.26*	0.42	1.81	2.65	*	0.84	*
123.1	0.42	1.79	2.65	*	0.86	*
123.01	Culvert			*		*
123	0.42	1.78	2.54	*	0.76	0.2653
122.91	Culvert			*		*
122.9	0.42	1.77	2.54	0.11	0.77	*
122.766*	0.42	1.75	2.54	*	0.79	*
122.633*	0.42	1.74	2.54	*	0.8	*
122.5*	0.42	1.72	2.54	*	0.82	*
122.366*	0.42	1.71	2.54	*	0.83	*
122.233*	0.42	1.69	2.54	*	0.85	*
122.1	0.42	1.68	2.54	*	0.86	*
122.01	Culvert			*		*
122	0.42	1.67	2.42	*	0.75	0.2771
121.91	Culvert			*		*
121.9	0.42	1.65	2.42	0.12	0.77	*
121.766*	0.42	1.63	2.42	*	0.79	*
121.633*	0.42	1.62	2.42	*	0.8	*
121.5*	0.42	1.61	2.42	*	0.81	*
121.366*	0.42	1.59	2.42	*	0.83	*
121.233*	0.42	1.58	2.42	*	0.84	*
121.1	0.42	1.56	2.42	*	0.86	*
121.01	Culvert			*		*
121	0.42	1.55	2.31	*	0.76	0.2653
120.91	Culvert			*		*
120.9	0.42	1.53	2.31	0.11	0.78	*
120.74*	0.42	1.51	2.31	*	0.8	*
120.58*	0.42	1.5	2.31	*	0.81	*
120.42*	0.42	1.48	2.31	*	0.83	*
120.26*	0.42	1.46	2.31	*	0.85	*
120.1	0.42	1.45	2.31	*	0.86	*
120.01	Culvert			*		*
120	0.42	1.43	2.19	*	0.76	0.2771
119.91	Culvert			*		*
119.9	0.42	1.42	2.19	0.12	0.77	*
119.766*	0.42	1.4	2.19	*	0.79	*

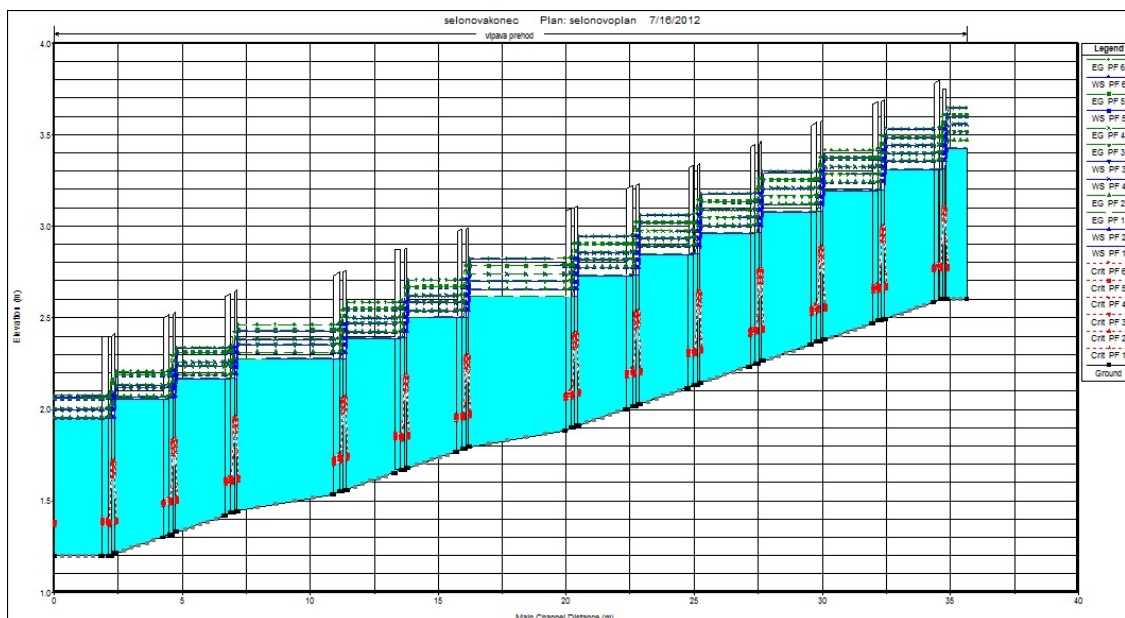
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
0.83	85.44
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
0.83	85.44
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
0.825	75.44
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
0.83	85.44
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
0.835	74.54
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
*	*
0.83	85.44
*	*

... se nadaljuje

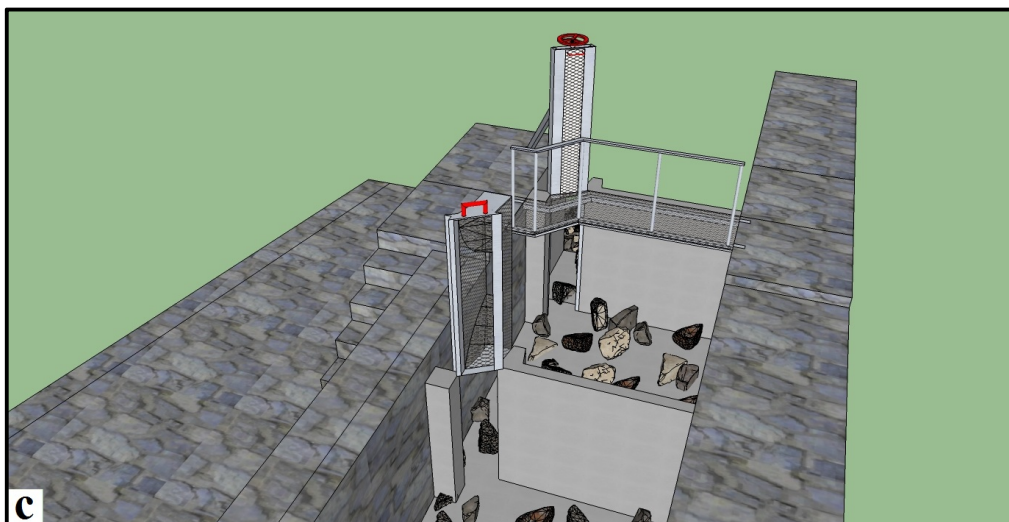
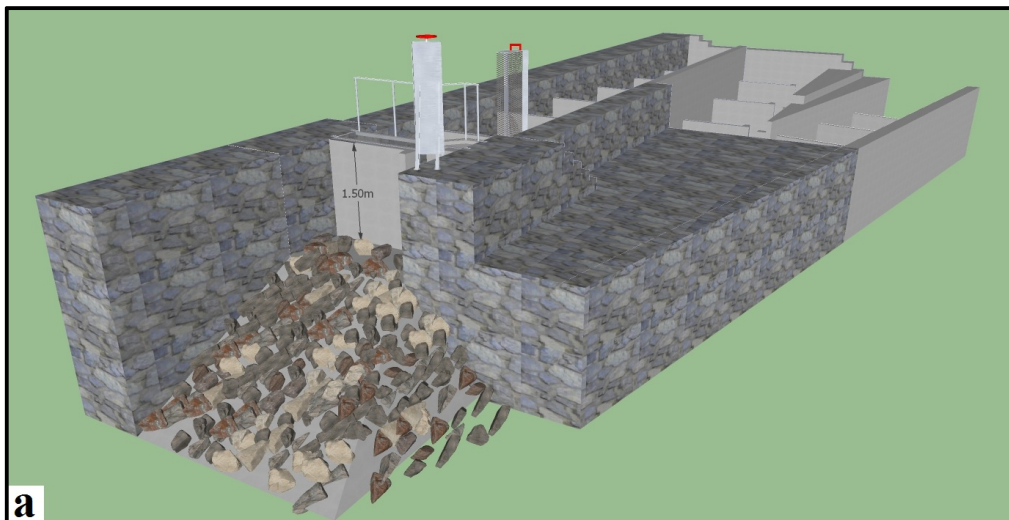
... nadaljevanje

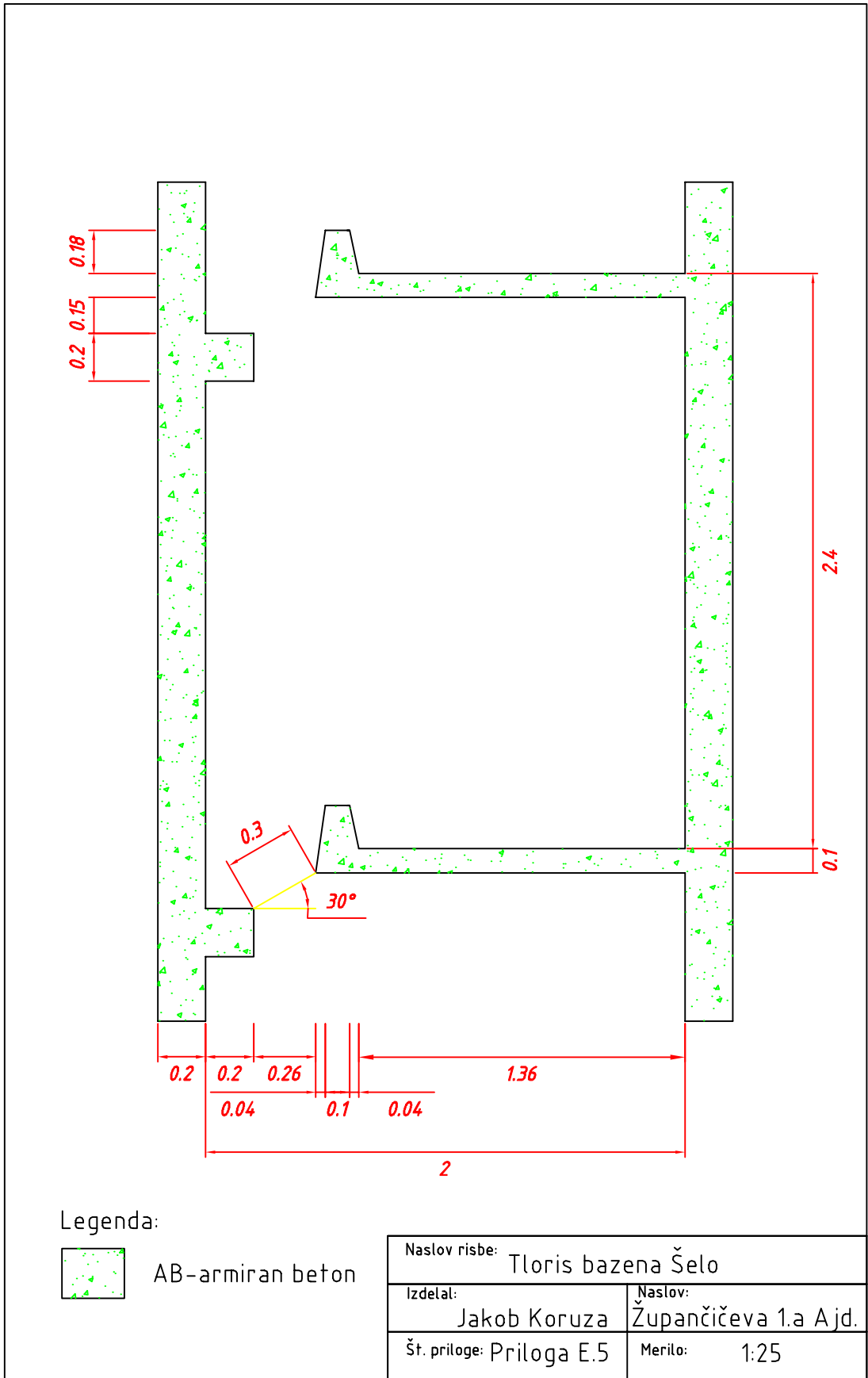
119.633*	0.42	1.39	2.19	*	0.8	*	*	*				
119.5*	0.42	1.37	2.19	*	0.82	*	*	*				
119.366*	0.42	1.36	2.19	*	0.83	*	*	*				
119.233*	0.42	1.34	2.19	*	0.85	*	*	*				
119.1	0.42	1.33	2.19	*	0.86	*	*	*				
119.01	Culvert			*		*	*	*				
119	0.42	1.32	2.07	*	0.75	0.2771	*	*				
20.91	Culvert			*		*	*	*				
20.9	0.42	1.3	2.07	0.12	0.77	*	0.83	85.44				
20.7666*	0.42	1.29	2.07	*	0.78	*	*	*				
20.6333*	0.42	1.27	2.07	*	0.8	*	*	*				
20.5*	0.42	1.26	2.07	*	0.81	*	*	*				
20.3666*	0.42	1.24	2.07	*	0.83	*	*	*				
20.2333*	0.42	1.23	2.07	*	0.84	*	*	*				
20.1	0.42	1.21	2.07	*	0.86	*	*	*				
20.01	Culvert			*		*	*	*				
20	0.42	1.2	1.95	*	0.75	0.2771	*	*				
10.91	Culvert			*		*	*	*				
10.9	0.42	1.2	1.95	0.12	0.75	*	0.81	87.55				
10.75*	0.42	1.2	1.95	*	0.75	*	*	*				
10.6*	0.42	1.2	1.95	*	0.75	*	*	*				
10.45*	0.42	1.2	1.95	*	0.75	*	*	*				
10.3*	0.42	1.2	1.95	*	0.75	*	*	*				
10.15*	0.42	1.2	1.95	*	0.75	*	*	*				
10	0.42	1.2	1.95	*	0.75	*	*	*				
							min	0.75	0.2622	min	min	74.54
							povprečna	0.81	0.2803	max	max	87.55
							max	0.87				
max razlika gladin		0.12										

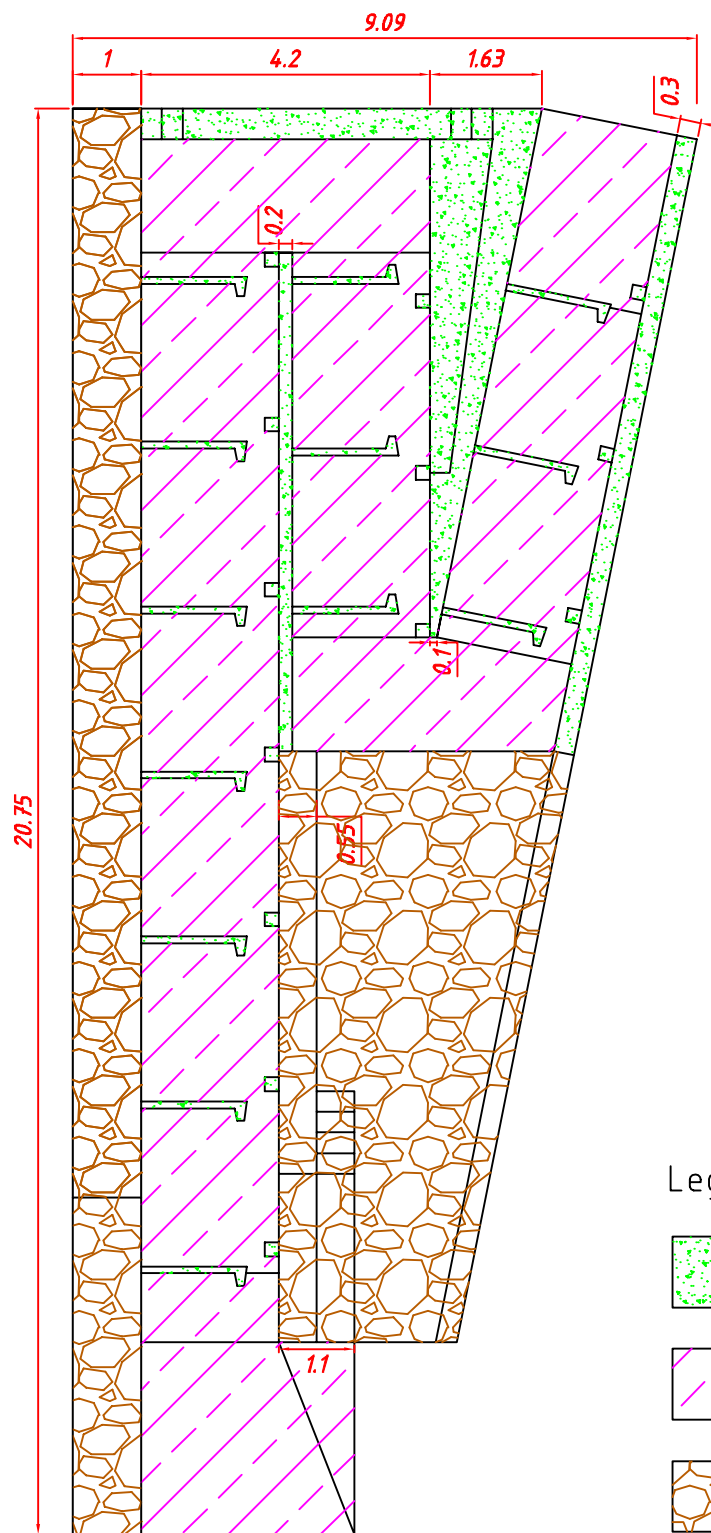
Vzdolžni profil ribjega prehoda pri Šelu v programu HEC – RAS po preureditvi.



PRILOGA E.4: Prikaz klančine na sliki pod točko a, posameznega bazena na sliki pod točko b in ribje pasti ter zaporo za vtok vode v ribji prehod na sliki pod točko c.







Legenda:



AB- Armiran beton



Nearmiran beton



Kamniti zid

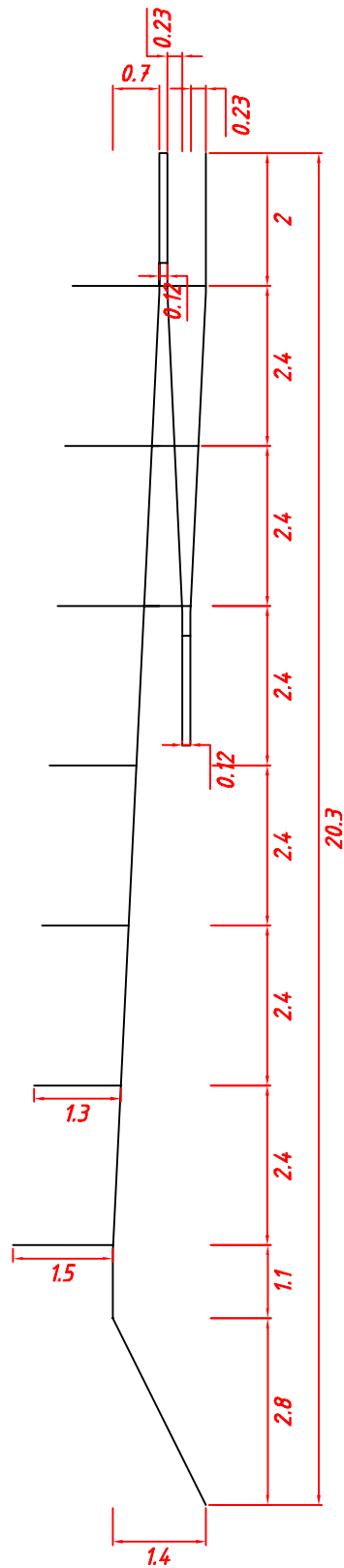
Naslov risbe: Tloris ribjega prehoda Šelo

Izdelal: Jakob Koruza

Naslov: Župančičeva 1.a Ajd.

Št. priloge: Priloga E.6

Merilo: 1:110



Naslov risbe:
Vzdolžni potek naklona dna na ribjem prehodu Šelo

Izdelal:
Jakob Koruza

Naslov:
Župančičeva 1.a Ajd.

Št. priloge: Priloga E.7

Merilo: 1:110