

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



*Katedra za splošno
hidrotehniko*

*Hajdrihova 28
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon + 386 (01) 4254 052
faks + 386 (01) 2519 897*

Pregled stanja vodnih objektov, naprav in ureditev v Naravnem rezervatu Ribniki v dolini Drage pri Igu s predlogom ukrepov za njihovo vzdrževanje in obnovo, s poudarkom na ohranjanju oziroma izboljšanju stanja zavarovanih vrst

PROJEKTNA NALOGA

Končno poročilo

Predstojnica Katedre za splošno hidrotehniko:

izr. prof. dr. Mojca Šraj

Ljubljana, oktober 2021

Številka: **401-1/2021-57**

Datum: **28. 10. 2021**

Naročnik: **Krajinski park Ljubljansko barje
Podpeška cesta 380
1357 Notranje Gorice**

Vodja naloge: **izr. Prof. dr. Andrej Kryžanowski, univ. dipl. inž. gr.**

Izdelovalci naloge: **doc. dr. Nejc Bezak, univ. dipl. inž. grad.
asist. dr. Mateja Klun, mag. inž. ok. grad.
dr. Andrej Vidmar, univ. dipl. inž. grad.
izr. prof. dr. Andrej Kryžanowski, univ. dipl. inž. gr.**

Vsebina naloge

1. Uvod.....	7
2. Metodologija in opis obravnavanega območja	8
2.1 Metode dela	8
2.2 Območje obravnave.....	9
2.1 Opis prispevnega območja in problematika jezerc.....	13
3. Trenutne razmere v ribnikih in okolici	16
3.1. Popisi objektov	18
3.1.1. Južni sistem ribnikov	18
3.1.1.1. Zadnji ribnik.....	19
3.1.1.2. Rezani ribnik	20
3.1.1.3. Srednji ribnik	21
3.1.1.4. Veliki ribnik	21
3.1.1.5. Prvi ribnik	22
3.1.2. Severni sistem ribnikov	23
3.1.2.1. Ribnik Špilgut	24
3.1.2.2. Ribnik Rakovnik	25
4. Meritve batimetrije.....	26
5. Izdelava baze s podatki o objektih in oceno stanja	28
6. Hidrološka analiza vodotoka Draščica.....	29
6.1. Uvod	29
6.2. Določitev projektnih pretokov z uporabo empiričnih enačb in verjetnostnih analiz	30
6.3. Določitev projektnih pretokov z uporabo hidrološkega modela	34
6.4. Povzetek hidrološke analize	40
7. Modeliranje	40
7.1. Porušni mehanizmi zemeljskih jezov	40
7.2. Kritični porušni mehanizmi jezov na obravnavanem območju.....	45
7.3. Izvedba simulacij za pojav izjemnih dogodkov	45
7.4. Modeliranje odtočnih razmer na podlagi projektnih padavin	49
8. Predlogi ukrepov in sanacijskih del na območju ribnikov	53
8.1. Vzpostavitev sistema vzdrževanja in opazovanja objektov	53
8.1.1. Vizualni pregledi	54
8.1.2. Redno vzdrževanje na terenu.....	56

8.1.3. Načrt zaščite in reševanja	57
8.2. Analize in usklajevanje med strokami in vizija dolgoročnega upravljanja območja naravnega rezervata	58
9. Tehnične rešitve za posamezni objekt	58
9.1. Zadnji ribnik	60
9.2. Labodja mlaka	60
9.3. Rezani ribnik	61
9.4. Srednji ribnik.....	61
9.5. Oglati ribnik	62
9.6. Veliki ribnik	63
9.7. Prvi ribnik.....	63
9.8. Lovska mlaka	64
9.9. Ribnik Špilgut	64
9.10. Ribnik Rakovnik.....	65
9.11. Izkopani ribnik.....	66
10. Zaključki.....	66
Literatura	67
Priloge	69

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Zbirna tabela objektov v območju obravnave.	16
Preglednica 2: Oznake vodnih teles.....	29
Preglednica 3: Podatki o največjih letnih pretokih (vQvk) na postaji Ig na vodotoku Ižica, ki vključuje tudi vodotok Draščica. Vir podatkov: ARSO (2021).	31
Preglednica 4: Ocenjene vrednosti projektnega pretoka s povratno dobo 100 let (Q100) in mejne vrednosti po enačbah, ki jih je za porečje reke Ljubljanice izpeljal Piry (2020).	33
Preglednica 5: Ocenjene vrednosti projektnih pretokov za vodotok Draščica pred vtokom v prvega (najbolj gorvodnega) izmed ribnikov (t.j. Zadnji ribnik).	34
Preglednica 6: Porušitev nasutih pregrad glede na konstrukcijsko višino (povzeto po Zhang et al., 2016).....	41
Preglednica 7: Ključni elemente vizualnega pregleda.	55
Preglednica 8: Finančno ovrednotenje predvidenih del.....	59

Kazalo slik

Slika 1: Obravnavano območje na karti krajinskega parka Ljubljansko barje (vir: http://www.ljubljanskobarje.si/).....	9
Slika 2: Izris iz Frančiškanskega katastra iz leta 1825.	10
Slika 3: Jožefinski kataster iz leta 1784.....	11
Slika 4: Ribniki v Dragi pri Igu (vir: Atlas Okolja).	12
Slika 5: Geologija doline Drage (vir: https://ogk100.geo-zs.si/).....	13
Slika 6: Izsek iz Google Earth (zgodovinski posnetek), kjer je viden izpraznjen Veliki ribnik.	14
Slika 7: Južni sistem ribnikov.....	19
Slika 8: Zadnji ribnik.	20
Slika 9: Pravokotni in srednji ribnik.....	21
Slika 10: Panorama Velikega ribnika.	22
Slika 11: Prvi ribnik.....	23
Slika 12: Severni sistem ribnikov.	24
Slika 13: Ribnik Špilgut.	25
Slika 14: Ribnik Rakovnik.	26
Slika 15: Primer meritve batimetrije. Izdelava baze s podatki o objektih in oceno stanja.....	28
Slika 16: Porečje Ižice do vodomerne postaje Ig vključno z vodotokom Draščica.....	30
Slika 17: Rezultati verjetnostnih analiz za postajo Ig na vodotoku Ižica (vključuje tudi vodotok Draščica). Modra črta prikazuje ocenjene vrednosti projektnih pretokov z uporabo log-Pearson tip 3 porazdelitve, oranžni črti pa prikazujeta intervale zaupanja (5 in 95 %). Povzeto po Piry (2020).....	31
Slika 18: Raba tal na podlagi CLC Corine 2012 na porečju Ižice do vodomerne postaje Ig vključno z Draščico.	35
Slika 19: Karta odtočnega potencialna za porečje Ižice do vodomerne postaje Ig vključno z Draščico (povzeto po Glavan, 2011).	36
Slika 20: Konceptualna shema hidrološkega modela v programu HEC-HMS za območje do vodomerne postaje Ig na reki Ižici.	36
Slika 21: Leva slika prikazuje izračunane vrednosti pretokov (modra črta) za dogodek leta 2012 in pa merjene vrednosti padavin (modri stolpci) ter izračunane vrednosti padavinskih izgub (rdeči stolpci) za dogodek leta 2012. Desna slika prikazuje merjene vrednosti pretokov na postaji Ig na reki Ižici (črna črta) in simulirane vrednosti pretokov na tej postaji (polna modra črta).	37
Slika 22: Leva slika prikazuje izračunane vrednosti pretokov (modra črta) za dogodek leta 2004 in pa merjene vrednosti padavin (modri stolpci) ter izračunane vrednosti padavinskih izgub (rdeči stolpci) za dogodek leta 2004. Desna slika prikazuje merjene vrednosti pretokov na postaji Ig na reki Ižici (črna črta) in simulirane vrednosti pretokov na tej postaji (polna modra črta).	37
Slika 23: Projektni padavinski dogodek (zgoraj) s povratno dobo 100 let, trajanjem 4 ure in količino padavin 92 mm ter spodaj simulirani hidrogram površinskega odtoka za ta padavinski dogodek s konico pretoka okrog 28 m ³ /s.....	38
Slika 24: Projektni padavinski dogodek (zgoraj) s povratno dobo 50 let, trajanjem 4 ure in količino padavin 84 mm ter spodaj simulirani hidrogram površinskega odtoka za ta padavinski dogodek s konico pretoka okrog 23 m ³ /s.....	39
Slika 25: Projektni padavinski dogodek (zgoraj) s povratno dobo 25 let, trajanjem 4 ure in količino padavin 75 mm ter spodaj simulirani hidrogram površinskega odtoka za ta padavinski dogodek s konico pretoka okrog 18 m ³ /s.....	39

Slika 26: Tipični primeri poškodb nasutih pregrad (prirejeno po FEMA, 2016).	41
Slika 27: Prelitje nasipa in porušitev (Altinakar et al., 2011).	42
Slika 28: Porušitev ob pojavu poplavnih voda zaradi nezadostne kapacitete prelivnega polja (vir: https://damfailures.org/lessons-learned).	43
Slika 29: Primer napredovane notranje erozije v nasuti pregradi (vir: geoengineer.org).	43
Slika 30: Simulacija pojava in razvoj različnih faz notranje erozije (Altinakar et al., 2011).	44
Slika 31: Shematski prikaz notranje erozije v temeljnih tleh.	44
Slika 32: Shema zdrsa gorvodne brežine zaradi poškodb v temeljnih tleh.	45
Slika 33: Sprememba gladine Velikega ribnika v času izrednega dogodka – porušitev jezua Srednjega ribnika.	46
Slika 34: Iztok iz Velikega ribnika pri poružitvi jezua Srednjega ribnika.	46
Slika 35: Poplavni val v Veliki ribnik zaradi poružitve jezua Srednjega ribnika.	47
Slika 36: Sprememba gladine Velikega ribnika v času izrednega dogodka - kaskadna porušitev jezov Labodje mlake, Srednjega in Oglatega ribnika.	48
Slika 37: Iztok iz Velikega ribnika pri kaskadni poružitvi gorvodnih jezov.	48
Slika 38: Poplavni val v Veliki ribnik zaradi kaskadne rušitve gorvodnih jezov.	49
Slika 39: Dotok in iztok visokovodnih voda v in iz Velikega ribnika (2-letne, 25-letne in 50-letne padavine).	50
Slika 40: Dvig gladine vode v Velikem ribniku za padavine različnih povratnih dob.	50
Slika 41: Dotok in iztok visokovodnih voda v in iz Prvega ribnika (2-letne, 25-letne in 50-letne padavine).	51
Slika 42: Dvig gladine vode v Prvem ribniku za padavine različnih povratnih dob.	51
Slika 43: Hidrogram dotoka in iztoka za Veliki in Prvi ribnik pri stoletnih vodah.	52
Slika 44: Gladinska stanja v Prvem in Velikem ribniku pri Q100.	52

1. Uvod

Investitor Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje je leta 2019 postal upravljavec 33 ha naravovarstveno pomembnih zemljišč na območju naravnega rezervata Ribniki v dolini Drage pri Igu. Za ohranjanje in izboljšanje stanja zavarovanih vrst v dolini Drage, ki so vezani na mokrotne habitate, je vzdrževanje primernih hidroloških razmer območja bistvenega pomena. Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje želi pridobiti strokovno mnenje o stanju vodnih objektov, naprav in ureditev na območju naravnega rezervata ter na podlagi ugotovitev tudi pridobiti predloge ukrepov za vzdrževanje infrastrukture na območju rezervata z namenom ohranjanja oziroma izboljšanja stanja za habitate zavarovanih vrst, ki prebivajo na obravnavanem območju.

Namen te študije je ugotoviti stanje vodne infrastrukture na obravnavanem območju, v ta namen se izvede obsežen pregled in popis objektov. Izdela se tudi batimetrijske karte dna ojezeritev. Na podlagi rezultatov meritev, pregleda in popisa se izdela predlog posega z morebitnimi omilitvenimi ukrepi, s katerimi zagotovimo, da predvideni posegi v prostor nimajo bistvenega vpliva na poplavno varnost poseljenih območij dolvodno ob reki Draščici ter ne posegajo v pridobljene pravice vodnih dovoljenj Lovski družini Ig za neposredno rabo vode za ekstenzivno gojenje ciprinidnih vrst rib v Rezanem, Velikem in Prvem ribniku ter Ribiškemu društvu Smuč za neposredno rabo vode iz zajetja neimenovanega izvira za ekstenzivno gojenje ciprinidnih vrst rib v pretočnih ribnikih Špilgut in Rakovnik. Vsi ukrepi pa so usklajeni s cilji varstva živalskih in rastlinskih vrst ter njihovih habitatov, ki so prisotni na tem območju, s poudarkom na ohranjanju oziroma izboljšanju stanja zavarovanih vrst.

2. Metodologija in opis obravnavanega območja

2.1 Metode dela

Delo v okviru projekta obsega sledeče faze: pripravljalna dela in pregled razpoložljivih virov, terenski pregledi, terenske meritve in sinteza in priprava rešitev. V začetni fazi projekta smo izvedli pregled pridobljene dokumentacije od naročnika, ter pridobili dodatno literaturo iz arhivskih virov ter različnih strokovnih nalog. Sledila so pripravljalna dela za terensko delo, zaradi pomanjkanja informacij smo izvedli tudi pogovore s prebivalci na območju, na ta način smo vsaj delno zapolnili vrzeli o vzdrževanju ribnikov v zadnjih desetletjih.

Terensko delo je obsegalo detaljne preglede celotnega območja, izmere objektov, popis in meritve batimetrije. Prvi ogled je bil namenjen seznanitvi s stanjem na terenu. Zaradi zaraščenosti, omejenosti dostopa in zahtevnosti terena so se pregledi in meritve izvajale ročno. Terenski pregledi stanja objektov so se izvajali v skladu s standardi za pregled nasutih pregrad (ICOLD Committee on Dam Safety, 2017; ICOLD Committee on Dam Surveillance, 2003). Vsi popisani podatki so bili digitalizirani in urejeni v bazi, ki smo jo predali naročniku.

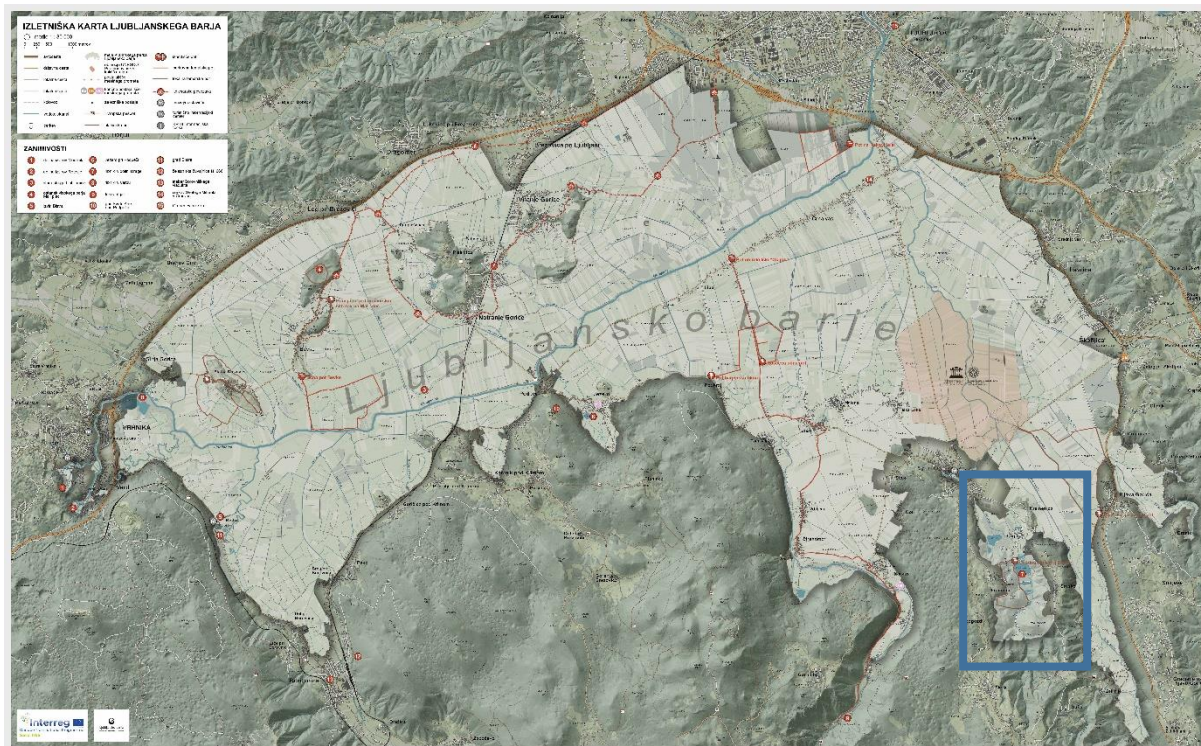
Hidrološko modeliranje je poteklo z uporabo programom HEC-HMS, R, Excel. Karakteristike objektov v modelu so zasnovane na podlagi terenskih ogledov. Izvedba projektnih rešitev pa s pomočjo programskih orodij Auto CAD in Global Mapper. Tehnične rešitve so grafično prikazane v prilogah k končnemu poročilu, v samem poročilu pa je podan opis posegov. V skladu z trenutnimi cenami na trgu pa smo tudi podali finančno oceno predvidenih del. V poročilu podamo tudi razlago zakaj so vzdrževalna dela pomembna, ter tipične porušne mehanizme za obravnavane objekte, in njihov vpliv na dolvodna območja.

Posege v prostor so pregledali tudi strokovnjaki za biologijo, ki so pripravili cilje za obravnavano območje in se v skladu z njimi opredelili do predlaganih posegov.

Rezultate projekta smo predstavili v projektni študiji v tiskani in digitalni obliki, ki obsega poročilo s prilogami, kjer so opisane in utemeljene tehnične rešitve.

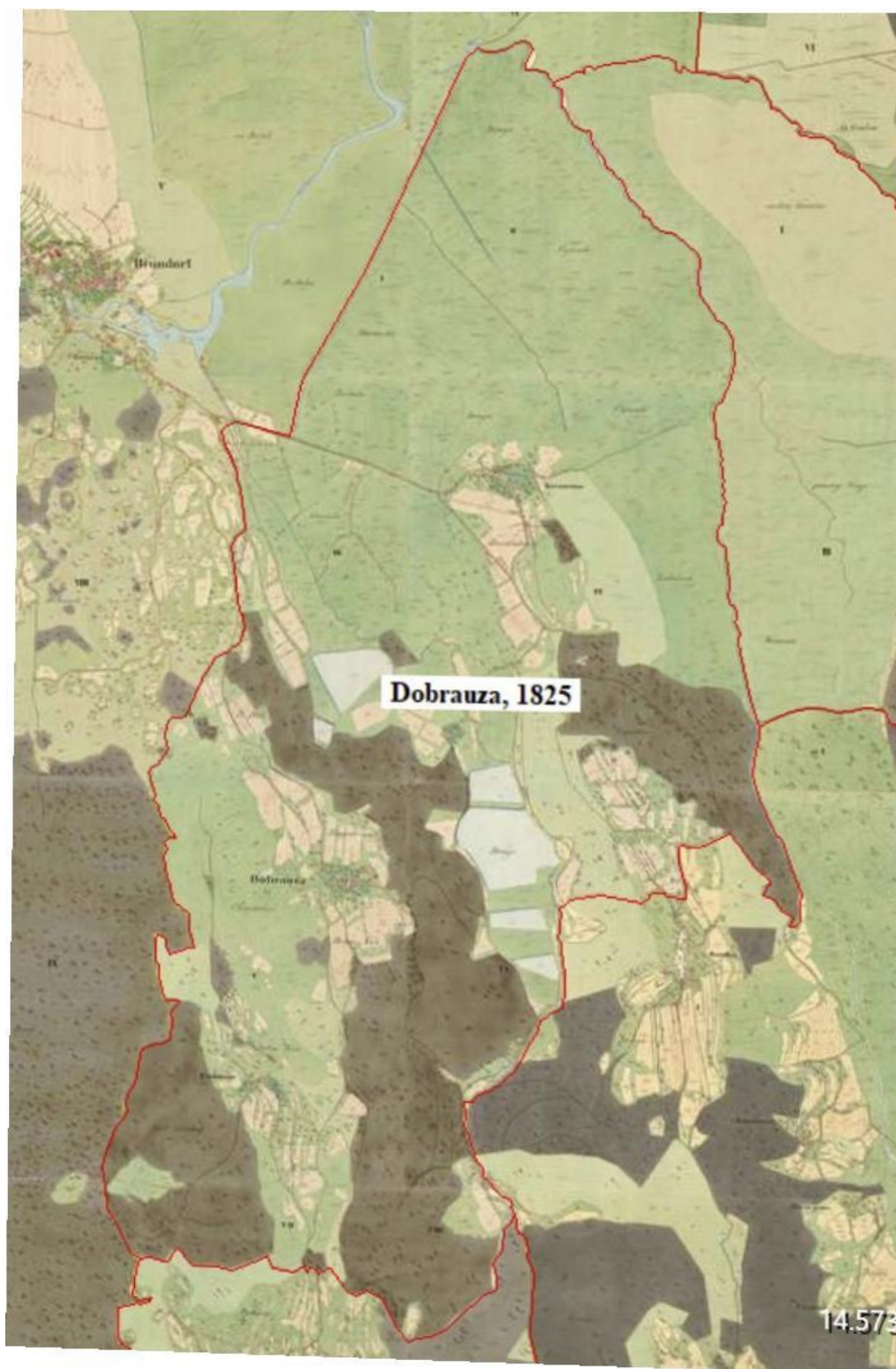
2.2 Območje obravnave

Ljubljansko barje je eno od biotsko najpestrejših in najpomembnejših območij v Sloveniji. Obravnavano območje ribnikov v Dragi pri Igu se nahaja na JV delu Krajinskega parka Ljubljansko barje, v bližini zaselka Draga (Slika 1).



Slika 1: Obravnavano območje na karti krajinskega parka Ljubljansko barje
(vir: <http://www.ljubljanskobarje.si/>).

Na območju se nahaja 7 umetno nastalih ribnikov, ki so eno izmed naravovarstveno pomembnejših območij Ljubljanskega barja. Ležijo na približno 300 m nadmorske višine, nastali so z zaježitvijo in delno preusmeritvijo vodotoka Draščica in potoka pod vasjo Dobravica, ter zaradi bogatenja iz manjših izvirov na pobočjih ob jezerih. Prvotno so bili namenjeni ribogojstvu, domneva pa se da bi lahko nekateri nastali zaradi kopanja gline za tedanje opekarno. Ribnike je dal zgraditi grof Auersperg, prva omemba ribnikov sega že v 18. stoletje, in sicer v spisih Terzijanskega katastra iz leta 1749 (Gradišar, 2008). Na sliki 2 je prikazan izris iz Franciscejskega katastra, kjer lahko že jasno vidimo obliko ribnikov Špilgut in Rakovnik ter Prvega, Velikega, Srednjega in Rezanega ribnika.

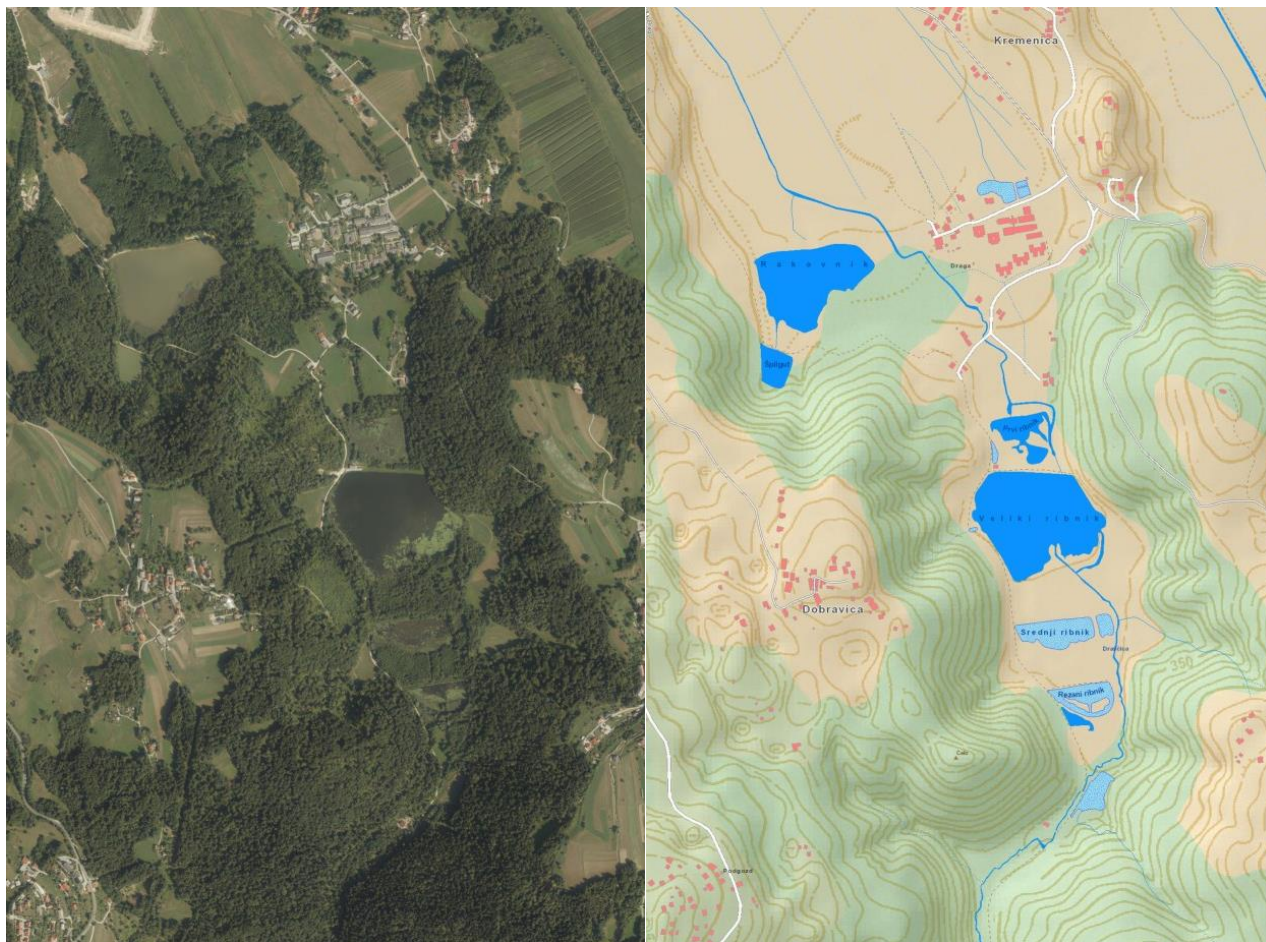


Slika 2: Izris iz Franciškanskega katastra iz leta 1825.

V Jožefinskem katastru, ki je še starejši (slika 3) in je iz leta 1784, pa lahko vidimo obris Velikega ribnika in še enega ribnika gorvodno v dolini, za katerega domnevamo da danes ni več obstoječ, po pričevanjih pa nekoč pa naj bi v dolini za trenutno Zadnjim ribnikom nekoč obstajal mlin in za njim jezerce.

pri Igu s predlogom ukrepov za njihovo vzdrževanje in obnovo, s poudarkom na ohranjanju oziroma izboljšanju stanja zavarovanih vrst) pa je prikazano na sliki 4. Ob pregledu stanja na terenu se je izkazalo, da je prišlo do precejšnjih sprememb v okolju, ki so deloma posledica naravnih procesov, deloma pa posledica antropološke aktivnosti.

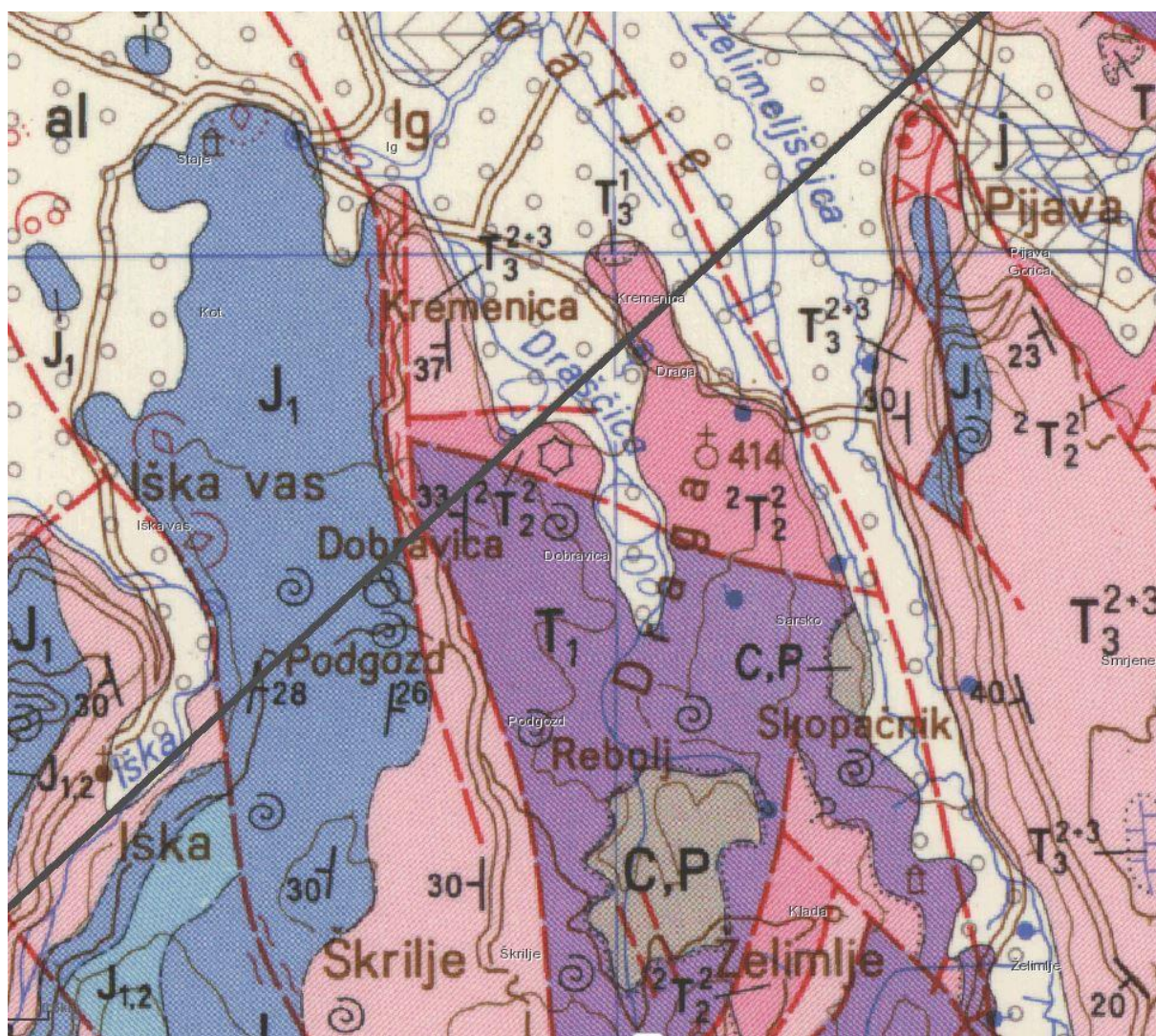
Na območju geološko prevladujejo triasni dolomiti. Južna skupina jezerc se napaja iz vodotoka Draščica in nekaterih neimenovanih izvirov na pobočjih. Severni jezerci pa nimata večjega površinskega dotoka, vir vode so močni podvodni izviri, ter hudourniški vodotoki, ki se napolnijo ob večjih deževjih. Vsa voda iz ribnikov pa se dolvodno steka v vodotok Draščica, ki se nato izliva v Iščico. Ribniki so v preteklosti služili gojenju vodnih ptic, danes pa ekstenzivnemu ribogojstvu, čez zimo nekatera jezera povsem izpraznijo jih očistijo in na novo vsadijo ribji zarod. Jezera Špilgut v zimskem času ne izpraznijo povsem, saj ga napajajo podzemni izviri. Območje je bilo zaradi velike hidrološke, živalske in rastlinske vrednosti leta 1986 razglašeno za naravno zanimivost, s Pravilnikom o določitvi in varstvu naravnih vrednot leta 2004 pa naravno vrednoto državnega pomena. Leta 2008 je bilo z Uredbo o Krajinskem parku Ljubljansko barje območje določeno za naravni rezervat Ribniki v dolini Drage pri Igu (*Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje, uradni list RS, št. 112/2008*). V okolici ribnikov je občina Ig uredila tudi gozdno učno pot Draga (Društvo mladih geografov Slovenije, 2005; Občina Ig, 2005).



Slika 4: Ribniki v Dragi pri Igu (vir: Atlas Okolja).

2.1 Opis prispevnega območja in problematika jezerc

Po dolini teče reka Draščica, ki izvira v hribovju severno od naselja Golo (več izvirov). V dolini prevladuje gozd (mešani gozd), nekaj obdelovalnih površin (travniki, njive) in manjših naselij. Dolina ima relativno strma pobočja. Ravninski deli v območju Zadnjega, Rezanega, Srednjega in Velikega ribnika so zamočvirjeni, prav tako ob ribniku Rakovnik v severnem sistemu jezerc. Na teh območjih je tudi opaziti je zarast trstičja in črne jelše. Ribnika v severni skupini se napajata iz izvira Špilgut in hudourniških vodotokov, ki se napolnijo v času obilnejših padavin. Dolina je tektonskega nastanka. Po podatkih Geološkega zavoda Slovenije dolino Drage v severnem delu pokrivajo aluvialni nanosi potokov (pesek, melj, glina), v južnem delu pa prevladuje dolomit s plastmi sljudnatega skrilavca ter skrilavec in pečenjak z oolitnim apencem, na zahodnih in vzhodnih brežinah doline pa se nahaja zrnat in pasat dolomit z vložki apnenca (slika 5).



Slika 5: Geologija doline Drage (vir: <https://ogk100.geo-zs.si/>).

Danes je upravljavec zavarovanega območja ter kmetijskih in vodnih zemljišč, ki so v lasti RS Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje. Lovska družina Ig ima vodno dovoljenje za neposredno rabo vodotoka Draščica za ekstenzivno gojenje sladkovodnih organizmov – ciprinidnih vrst v Rezanem, Velikem in Prvem ribniku. Občasno v jesensko-zimskem času ribnike tudi izpraznijo in jih po izpraznjenju in izlovu rib pustijo določen čas suhe. Primer izpraznjenega ribnika v jesensko-zimskem času v letih 2016-2017 je prikazan na sliki 6. Ribiško društvo Smuč Ig Smuč ima vodno dovoljenje za neposredno rabo vode iz zajetja izvira za ekstenzivno gojenje sladkovodnih organizmov – ciprinidnih vrst rib v ribniku Špilgut in Rakovnik.. Sodeč po informacijah, ki smo jih zasledili v literaturi ter terenskih pogovorih teh ribnikov ne praznijo. Vzdrževanje ribnikov je usmerjeno v ohranjanje osnovne funkcionalnosti prelivov in zapornic. Redno se kosi krona nasipa Velikega ribnika in ribnika Rakovnik. Krone preostalih nasipov se vzdržujejo slabše, ne odstranjuje se zarast in brežin se ne kosi.



Slika 6: Izsek iz Google Earth (zgodovinski posnetek), kjer je viden izpraznjen Veliki ribnik.

Poudariti moramo, da gre v primeru ribnikov v Dragi za umetno ustvarjene vodne površine, katere je treba redno vzdrževati, sicer zaradi sukcesije prihaja do sprememb v okolju, ki vplivajo na varnost in funkcionalnost objektov. Površine ribnikov se iz leta v leto zmanjšujejo zaradi zaraščanja, zasipanja in zamuljevanja. Po pričevanjih prihaja tudi do cvetenja alg. Za območje je na voljo skopa dokumentacija. Od naročnika smo prejeli:

- popis del s predračunom za lovsko gojitveni objekt Draga iz leta 1986,
- poročila projekta s tehničnim poročilom (številka H-ED-438) iz leta 1974,
- cenitev obnovitvenih izvršenih del pri ribnikih na potoku Draščica nad Igom iz leta 1987,
- kopijo Dogovora med Gozdnim gospodarstvom Ljubljana, zavoda za ribištvo Ljubljana in Lovske družine Ig o medsebojnih razmerjih in sodelovanju pri uporabi in gospodarjenju z bajerji in neposredno okolico iz let 1986 (Ul. L. SRS, št. 23/86),
- izpis iz registra objektov akvakulture in komercialnih ribnikov za objekt 100090143-RIBNIK,
- Vodno dovoljenje (številka: 35529-32/2013-10) Ribiškemu društvu Šmuč Ig iz leta 2014 za rabo vode iz neimenovanega izvira na zemljišču s parc. št. 683/, v k.o.

Dobravica, z dotokom v ribnik Špilgut za ekstenzivno gojenje sladkovodnih organizmov,

- Odločbo o zavrnitvi vloge za pridobitev vodnega dovoljenja za neposredno rabo vode iz vodotoka Draščica za gojenje sladkovodnih organizmov – ciprinidnih vrst rib v Srednjem ribniku (številka: 35529-130/2011-2).
- Delno vodno dovoljenje lovski družini Ig za neposredno rabo vode vodotoka Draščica za ekstenzivno gojenje sladkovodnih organizmov v Rezanem, Velikem in Prvem ribniku (številka: 35529-116/2009-19).
- Izvedli smo tudi pogovor in ugled z gospodom Gradišarjem, najbližjim prebivalcem in članom ribiške družine Ig, ki je pomagal pri razjasnitvi zgodovine na območju v zadnjih nekaj desetletjih.

Poleg tega smo se poslužili tudi vseh ostalih virov, ki smo jih uspeli pridobiti. Vsa dodatno uporabljena literatura pa je navedena v poglavju literatura. Na podlagi prejete dokumentacije smo evidentirali trenutne pogoje obratovanja jezer, v splošnem je Ribiško društvo Smuč Ig dolžno zagotavljati redno vzdrževanje izvira na katerem imajo podeljeno vodno pravico in vzdrževati ribnika Špilgut in Rakovnik, ter vse pripadajoče objekte. Zgotavljati morajo košnjo in odstranjevanje prekomerne zarasti na bregovih ribnikov, odstranjevati plavje, odpadke ter druge zapuščene ali odvržene predmete na območju izvajanja vodne pravice. Lovska družina Ig mora pri obratovanju z objekti upoštevati pogoje Zavoda za Ribištvo Slovenije (ZZRS) in Zavoda RS za varstvo narave, ki jim nalagata obvezno obveščaje ZZRS o vložkih, vzdrževanih delih, izlovih, prepovedano je vlaganje neavtohtonih vrst. Zavod RS za varstvo narave pa je postavilo pogoje za košnjo in odstranjevanje prekomerne zarasti na jezovih in robnikih, odstranjevanje plavja, ter drugih zapuščenih ali opuščenih predmetov na območju izvajanja vodne pravice. Pri posegih je prepovedano spreminjati življenje pogoje v biotopu, ohranjati je potrebno naravno strukturo dna in brežin vodotokov, ohranjanje obrežne vegetacije, le občasno čiščenje brežin ribnikov, prepovedano je utrjevanje brežin, praznjenje ribnikov je dovoljeno izmenično in le v obdobju med 1. 10. in 28. 2. Z vidika varnosti objektov so nekateri pogoji sporni, več o tem pa je pojasnjeno v sledečih poglavjih.

V delnem vodnem dovoljenju je določen tudi ekološko sprejemljiv pretok (Qes) v vodotoku Draščica. Ta je na mestu odvzema za Rezani ribnik sledeči:

- v mesecih: marec, april, maj, oktober, november 37 l/s,
- v mesecih: december, januar, februar, junij, julij, avgust, september 23 l/s,
- na mestu izpusta iz prvega ribnika pa se mora vseskozi zagotavljati Qes v višini 12 l/s.

Podrobnejše stanje objektov in situacija na terenu pa je predstavljena v poglavju 3 in v prilogah.

3. Trenutne razmere v ribnikih in okolici

Razmere na območju ribnikov v Dragi so bile določene na podlagi pridobljene dokumentacije in terenskih ogledov in meritev, opravljenih v juniju 2021. Prva ugotovitev, ki velja za vse objekte je pomanjkljiva dokumentacija o objektih, njihovi zasnovi, izvedbi vzdrževanja, posegov ter obratovanja. To je z vidika varnosti objektov huda pomanjkljivost, poleg tega da so objekti redno vzdrževani, se mora o izvedenih delih tudi voditi evidenca, poleg tega pa se mora voditi tudi evidenca obratovanja, ki poskrbi za kontinuirano poznavanje obratovalnih ciklov na objektih z vsemi posebnostmi. V spodnjem poglavju pa obravnavamo vsak objekt posamično. V spodnji preglednici so navedeni vsi objekti v območju obravnave.

Preglednica 1: Zbirna tabela objektov v območju obravnave.

Oznaka objekta	Oznaka vodnega telesa	Zaporedna številka	Celotna oznaka	Tip objekta	Geografska širina	Geografska dolžina	Ime vodnega telesa
R1-0_zbiralnik	R1	0	R1-0	zbiralnik	45.93377788	14.55081327	Zadnji ribnik
R1-1_zajetje	R1	1	R1-1	zajetje	45.93336997	14.55018972	Zadnji ribnik
R1-2_zbiralnik	R1	2	R1-2	zbiralnik	45.93317403	14.55047056	Zadnji ribnik
R1-3_izvir	R1	3	R1-3	izvir	45.93276403	14.55023956	Zadnji ribnik
R1-4_izvir	R1	4	R1-4	izvir	45.93299103	14.55119256	Zadnji ribnik
R1-5_izvir	R1	5	R1-5	izvir	45.93355103	14.55151056	Zadnji ribnik
R1-6_preliv	R1	6	R1-6	preliv	45.93421842	14.55179767	Zadnji ribnik
R1-7_izpust	R1	7	R1-7	izpust	45.93433827	14.55173526	Zadnji ribnik
R1-8_nasip	R1	8	R1-8	nasip	45.93425317	14.55179617	Zadnji ribnik
R1-9_nasip	R1	9	R1-9	nasip	45.93384162	14.55072701	Zadnji ribnik
R2-0_zbiralnik	R2	0	R2-0	zbiralnik	45.93568315	14.55020238	Labodja mlaka
R2-1_zajetje	R2	1	R2-1	zajetje	45.93431210	14.55095467	Labodja mlaka
R2-2_menih	R2	2	R2-2	menih	45.93436930	14.55097133	Labodja mlaka
R2-3_bazen	R2	3	R2-3	bazen	45.93444766	14.55101676	Labodja mlaka
R2-4_zaporne deske	R2	4	R2-4	zaporne deske	45.93453171	14.55106247	Labodja mlaka
R2-5_iztok	R2	5	R2-5	iztok	45.93459978	14.55110663	Labodja mlaka
R2-6_menih	R2	6	R2-6	menih	45.93469405	14.55116171	Labodja mlaka
R2-7_iztok	R2	7	R2-7	iztok	45.93475884	14.55119863	Labodja mlaka
R2-8_kanal	R2	8	R2-8	kanal	45.93478910	14.55122347	Labodja mlaka
R2-9_vtok	R2	9	R2-9	vtok	45.93520803	14.55111556	Labodja mlaka
R2-10_preliv	R2	10	R2-10	preliv	45.93590222	14.55003864	Labodja mlaka
R2-11_nasip	R2	11	R2-11	nasip	45.93551578	14.55107046	Labodja mlaka
R2-12_preliv	R2	12	R2-12	preliv	45.93558409	14.55092531	Labodja mlaka
R2-13_izpust	R2	13	R2-13	izpust	45.93583903	14.55045256	Labodja mlaka
R3-0_zbiralnik	R3	0	R3-0	zbiralnik	45.93615383	14.54986527	Labodja mlaka
R3-1_kanal	R3	1	R3-1	kanal	45.93576086	14.55096686	Rezani ribnik
R3-2_nasip	R3	2	R3-2	nasip	45.93651203	14.55160656	Rezani ribnik
R3-3_nasip	R3	3	R3-3	nasip	45.93618503	14.55181556	Rezani ribnik
R3-4_menih	R3	4	R3-4	menih	45.93636725	14.55050202	Rezani ribnik

R3-5_izpust	R3	5	R3-5	izpust	45.93649747	14.55047687	Rezani ribnik
R3-6_nasip	R3	6	R3-6	nasip	45.93601142	14.54984348	Rezani ribnik
R4-0_zbiralnik	R4	0	R4-0	zbiralnik	45.93778993	14.55019952	Srednji ribnik
R4-1_prepust	R4	1	R4-1	prepust	45.93675212	14.54889869	Srednji ribnik
R4-2_izvir	R4	2	R4-2	izvir	45.93647885	14.54870108	Srednji ribnik
R4-3_nasip	R4	3	R4-3	nasip	45.93804097	14.55093243	Srednji ribnik
R4-4_nasip	R4	4	R4-4	nasip	45.93755582	14.55124623	Srednji ribnik
R4-5_preliv	R4	5	R4-5	preliv	45.93756865	14.55124237	Srednji ribnik
R4-6_preliv	R4	6	R4-6	preliv	45.93801145	14.55104112	Srednji ribnik
R4-7_menih	R4	7	R4-7	menih	45.93792301	14.55007155	Srednji ribnik
R4-8_zbiralnik	R4	8	R4-8	zbiralnik	45.93659714	14.54871036	Srednji ribnik
R4-9_zbiralnik	R4	9	R4-9	zbiralnik	45.93663146	14.54889481	Srednji ribnik
R4-10_izpust	R4	10	R4-10	izpust	45.93807204	14.55006736	Srednji ribnik
R5-0_zbiralnik	R5	0	R5-0	zbiralnik	45.93803215	14.55158984	Oglati ribnik
R5-1_nasip	R5	1	R5-1	nasip	45.93811513	14.55159704	Oglati ribnik
R5-2_preliv	R5	2	R5-2	preliv	45.93810667	14.55164858	Oglati ribnik
R5-3_nasip	R5	3	R5-3	nasip	45.93754203	14.55131856	Oglati ribnik
R5-4_preliv	R5	4	R5-4	preliv	45.93807538	14.55117276	Oglati ribnik
R6-0_zbiralnik	R6	0	R6-0	zbiralnik	45.94004646	14.54690604	Male mlake
R6-1_prepust	R6	1	R6-1	prepust	45.94003722	14.54680455	Male mlake
R6-2_zajetje izvira	R6	2	R6-2	zajetje izvira	45.94011458	14.54682085	Male mlake
R7-0_zbiralnik	R7	0	R7-0	zbiralnik	45.93922977	14.54835835	Veliki ribnik
R7-1_nasip	R7	1	R7-1	nasip	45.94143799	14.54852769	Veliki ribnik
R7-2_preliv	R7	2	R7-2	preliv	45.94130697	14.55037847	Veliki ribnik
R7-3_menih	R7	3	R7-3	menih	45.94131851	14.54835892	Veliki ribnik
R7-4_izpust	R7	4	R7-4	izpust	45.94158267	14.54838125	Veliki ribnik
R8-0_zbiralnik	R8	0	R8-0	zbiralnik	45.94195976	14.54767283	Lovska mlaka
R8-1_menih	R8	1	R8-1	menih	45.94191742	14.54775429	Lovska mlaka
R9-0_zbiralnik	R9	0	R9-0	zbiralnik	45.94238386	14.54797579	Prvi ribnik
R9-1_preliv	R9	1	R9-1	preliv	45.94248441	14.54755604	Prvi ribnik
R9-2_preliv	R9	2	R9-2	preliv	45.94262617	14.54747917	Prvi ribnik
R9-3_nasip	R9	3	R9-3	nasip	45.94276393	14.54859198	Prvi ribnik
R9-4_nasip	R9	4	R9-4	nasip	45.94275572	14.54953941	Prvi ribnik
R9-5_preliv	R9	5	R9-5	preliv	45.94258199	14.54963793	Prvi ribnik
R9-6_menih	R9	6	R9-6	menih	45.94263458	14.54835129	Prvi ribnik
R10-0_zbiralnik	R10	0	R10-0	zbiralnik	45.94401296	14.54078594	Špilgut
R10-1_nasip	R10	1	R10-1	nasip	45.94408474	14.54095639	Špilgut
R10-2_menih	R10	2	R10-2	menih	45.94419541	14.54032686	Špilgut
R10-3_preliv	R10	3	R10-3	preliv	45.94438453	14.53987360	Špilgut
R10-4_dotok	R10	4	R10-4	dotok	45.94326466	14.54051624	Špilgut
R10-5_dotok	R10	5	R10-5	dotok	45.94340925	14.53997862	Špilgut
R10-6_prepust	R10	6	R10-6	prepust	45.94444650	14.53998157	Špilgut
R11-0_zbiralnik	R11	0	R11-0	zbiralnik	45.94628286	14.54002051	Rakovnik
R11-1_preliv	R11	1	R11-1	preliv	45.94624974	14.54373328	Rakovnik

R11-2_preliv	R11	2	R11-2	preliv	45.94621702	14.54365032	Rakovnik
R11-3_preliv	R11	3	R11-3	preliv	45.94670486	14.54263020	Rakovnik
R11-4_menih	R11	4	R11-4	menih	45.94656114	14.54143398	Rakovnik
R11-5_izpust	R11	5	R11-5	izpust	45.94674124	14.54141051	Rakovnik
R12-0_zbiralnik	R12	0	R12-0	zbiralnik	45.94681828	14.54212672	Izkopani ribnik
R12-1_menih	R12	1	R12-1	menih	45.94685685	14.54205422	Izkopani ribnik
R12-2_dotok	R12	2	R12-2	dotok	45.94682128	14.54261071	Izkopani ribnik

3.1. Popisi objektov

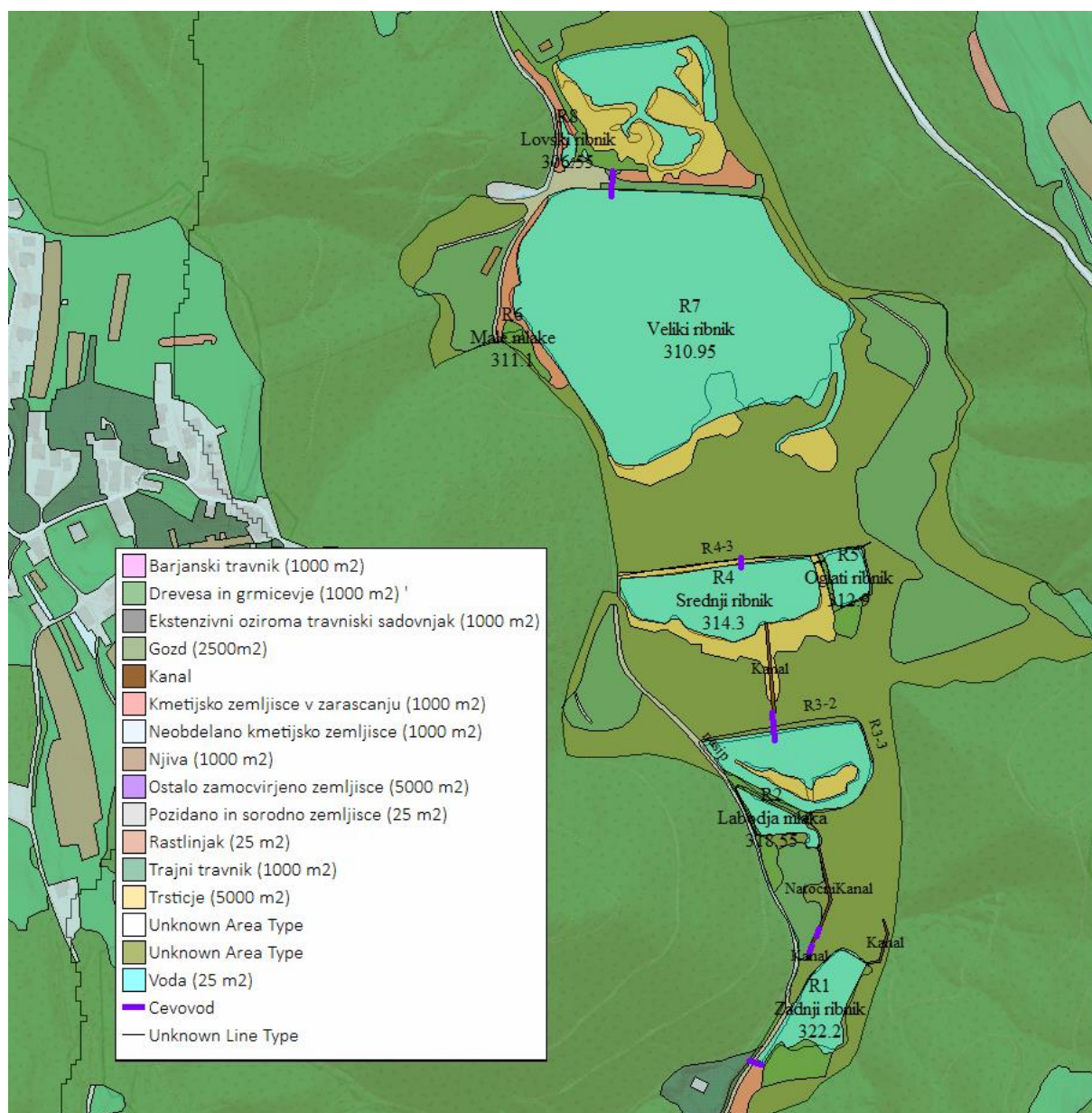
V tem poglavju obravnavamo objekte, ki smo jih obravnavali v okviru inventarizacije za vzpostavitev katastra. V tem poglavju najdete splošni oris stanja. Pregled vseh objektov in podrobna ocena pa je podana v inventarnih listih, ki so tudi del digitalnega katastra in se nahajajo v prilogah.

3.1.1. Južni sistem ribnikov

Vodna zemljišča v sistemu ribnikov v upravljanju JZ Krajinski park Ljubljansko barje, nekateri ribniki so v vzdrževanju Lovske družine Ig, medtem ko večina ribnikov pa vzdrževalca uradno nima zavedenega. Podatki iz literature in evidenc, ki smo jih prejeli so navajali, da je na območju 5 ribnikov in še en, ki je nastal dodatno. Terenski pregled pa je pokazal, da se na območju nahaja 9 vodnih teles, in sicer:

- Zadnji ribnik;
- Labodja mlaka;
- Rezani ribnik;
- Srednji ribnik;
- Oglati ribnik;
- Male mlake,
- Veliki ribnik;
- Lovski ribnik;
- Prvi ribnik.

Vsa vodna telesa so označena na sliki 7. Vsak objekt nato v katastru dobi tudi svojo kodo.



Slika 7: Južni sistem ribnikov.

3.1.1.1. Zadnji ribnik

Pri terenskih ogledih smo identificirali jezovno zgradbo in spremljajočo infrastrukturo, ki je vnesena v kataster. Uradno ribnik in pripadajoči objekti nimajo vzdrževalca. Dotoki vode v ribnik so poleg odvzema iz Draščice (Enostavno tirolsko zajetje za katerega ni izdano vodno dovoljenje) tudi izviri v desni brežini. Iztok iz ribnika vodi vodo nazaj v vodotok Draščica. Ribnik je glede na potek toka vode ločen od sistema ostalih jezer. Na nasipu je vidna prisotnost živali, objekt prerašča drevje, glede na velikost rastja lahko sklepamo, da objekt ni bil zadovoljivo vzdrževan več kot 10 let. Nujna je sanacija prelivnega objekta in talnega izpusta, opaziti je sledove pronicanja skozi jezovno zgradbo, hkrati sodeč po posedkih na kroni in brežinah lahko sklepamo na prisotnost notranje erozije. Sanirati je potrebno tudi sam nasip,

dvigniti višino krone, poskrbeti za tesnitev in stabilnost zračne in vodne brežine. Na objektu so vidni znaki nujnih vzdrževalnih del, kdo je dela izvajal ni povsem znano, vidna je tudi uporaba odpadnega gradbenega materiala za izvedbo popravil. Sicer pa objekt ni bil redno vzdrževan. Poleg tega ugotavljamo, da je nivo vode v ribnikih glede na stanje objekta previsok.



Slika 8: Zadnji ribnik.

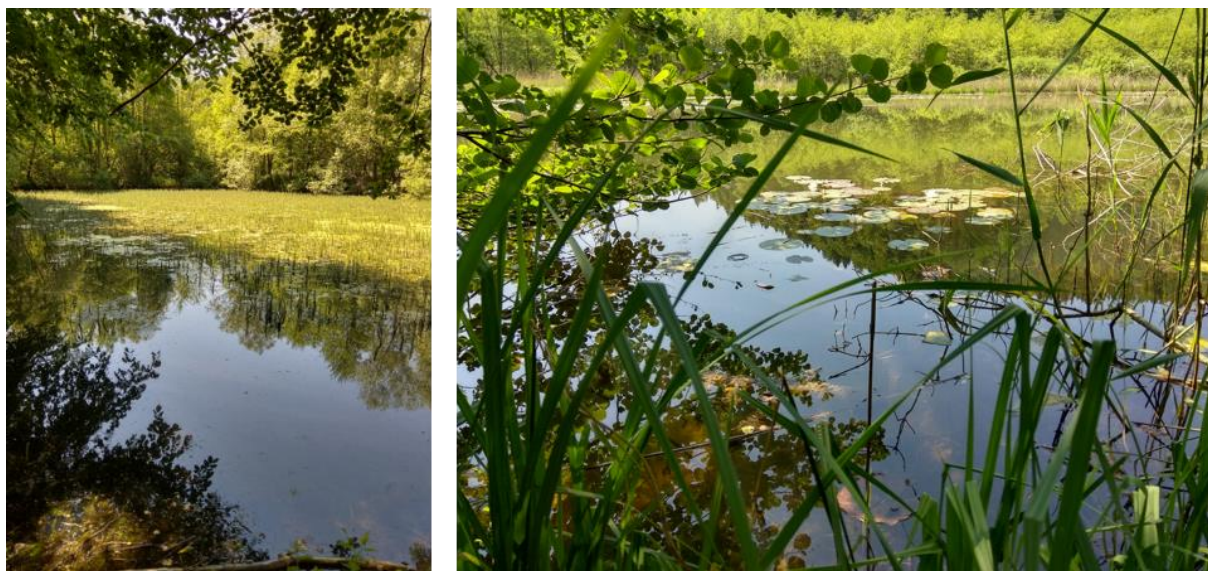
3.1.1.2. Rezani ribnik

Na območju Rezanega ribnika se trenutno nahajata dva ribnika, ki sta nastala zaradi sprememb v okolju (nanosi ob visokih vodah, zaraščanje), kasneje nastalo manjšo vodno telo smo poimenovali Labodja mlaka. Izvedli smo pregled obeh. Pri terenskih ogledih smo opazili stanje obsežnega preoblikovanja okolja na območju Rezanega ribnika. Na tem območju se nahajajo 3 depresije, ki so nastala kot posledica antropoloških dejavnikov in hidroloških pogojev ob nastopu visokih voda.; 2 kotanji sta zapolnjeni z vodo, eno območje pa nima površinske vode, zapolnjeno je z nanosi vodotoka v njem pa raste močvirsko rastlinje. V splošnem je tudi na tem območju glavna težava zaraščenost tehničnih objektov vodne infrastrukture, prisotnost živali, ki vplivajo na karakteristike tal in nekoordiniranih posegov v prostor. Uradno je vzdrževalec Rezanega ribnika lovska družina Ig. Rezani ribnik je prvi ribnik po odvzemu vode iz reke Draščice, za katerega je podeljena vodna pravica. Za izvedbo sanacijskih del je pomemben

podatek, da je dno jezera zelo mehko in je potrebno poskrbeti za varnost. Ugotavljamo tudi, da je nivo vode v ribnikih glede na stanje objekta previsok.

3.1.1.3. Srednji ribnik

Ribnik nima zavedenega vzdrževalca. Na območju se nahajata dva ribnika Srednji ribnik, in dodatno še en ribnik, ki smo ga poimenovali Oglati ribnik (zaradi njegove oblike), do sedaj pa v evidencah ni bil zaveden. Jezovne zgradbe so tri (glavni nasip Srednjega ribnika, stranski nasip oz. bočni nasip med Srednjim in Oglatim ribnikom ter čelni nasip Oglatega jezera). Glavni nasip Srednjega ribnika je hudo poškodovan, vidne so obsežne depresije na kroni in obsežna mokra cona v nožici jezu (posledica notranje erozije). Nivo vode v Srednjem ribniku je treba iz varnostnih razlogov takoj znižati za vsaj pol metra, v zimskem času pa izvesti obsežna sanacijska dela, čiščenje zarasti, tesnitev, prenova iztočnih in vtočnih objektov, sanacija brežin in krone jeza. Tudi jez Oglatega ribnika potrebuje sanacijska dela, vendar ker je notranja erozija v tem delu objekta manj izrazita, ima prednost pri posegu jez Srednjega ribnika.



Slika 9: Pravokotni in srednji ribnik.

3.1.1.4. Veliki ribnik

Gre za največji ribnik v južnem sistemu ribnikov. Pri terenskem ogledu smo izvedeli, da je bil februarja, letos tudi povsem izpraznjen (edini). Dolvodno je ob levi hribini ob cesti nastal dodaten ribnik (poimenovali smo ga: Lovski ribnik), za katerega lahko sklepamo, da ga napaja voda iz Velikega ribnika, saj se v času, ko se Veliki ribnik izprazni, nivo vode v tem ribniku zniža. Objekti v sklopu tega ribnika so na območju še najboljše vzdrževani; na primer krona tega jezu je bila v času pregleda pokošena. Zračna in vodna brežina ribnika potrebujeta sanacijo, čiščenje (zarast, delovanje živali, posedki) in utrditev. Prelivni objekt je v nezadovoljivem stanju, zapolnjen s plavjem in neprimerno urejen. V območju v nožici jezu na zračne strani se

pojavljajo mokre cone, ki nakazujejo na puščanje jezovne zgradbe (v desnem boku se jasno vidi pronicanje, v levem boku pa je dovodno nastal kar dodaten ribnik t.i. Lovski ribnik). Z vidika varnosti objektov je jezovna zgradba Velikega ribnika najbolj kritična, zato mora biti sklepanje kompromisov na račun varnosti na tem objektu močno omejeno in morajo biti vse funkcije podrejene zagotavljanju varnosti za dolvodna območja, predvsem je treba zagotoviti zadostni varnostni volumen, ki bi zadržal morebitne nenadne izpuste iz katerega od gorvodno ležečih ribnikov in s tem varoval naselja, ki ležijo dolvodno.



Slika 10: Panorama Velikega ribnika.

3.1.1.5. Prvi ribnik

Prvi ribnik je obiskovalcem zelo dobro skrit v zarasti. Pri terenskem ogledu pa smo se lahko na lastne oči prepričali da gre pravzaprav za veliko ojezeritev. Krona jezu v celoti ni bila prehodna, saj je na kroni pas neprehodnega rastja, na naše presenečenje pa smo na kroni odkrili tudi znake antropogene aktivnosti, na objektu se namreč nahaja tudi nasad krompirja, kar je nedopustno. Krona jezu je dolga več kot 100 m, v njenem desnem boku se nahaja glavni iztok iz sistema jezer nazaj v reko Draščico. Na kroni so opazni obsežni posedki in zrast, nekatera debela so debela že več kot 40 cm, varnostnega nadvišanja na objektu ni. Ker gre za zadnji objekt v sistemu, skozi katerega teče celotni pretok reke Draščice je na njem nujna rekonstrukcija evakuacijskih objektov in zagotovitev varnostnega volumna ter obnova močno poškodovanega nasipa.



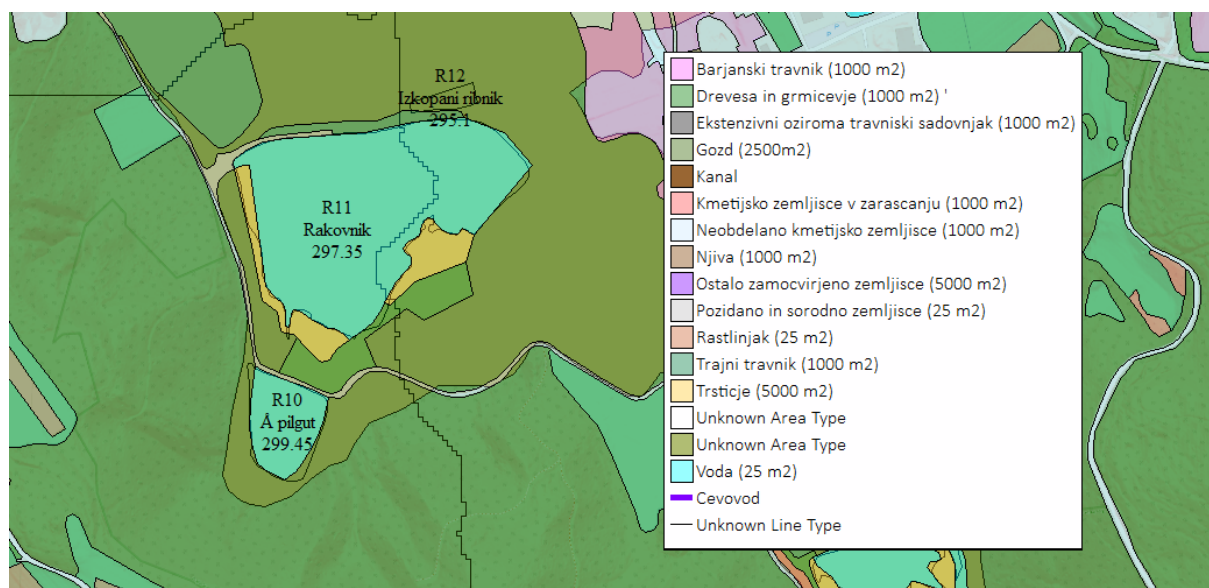
Slika 11: Prvi ribnik.

3.1.2. Severni sistem ribnikov

Vodna zemljišča v sistemu ribnikov v upravljanju JZ Krajinski park Ljubljansko barje, ter v vzdrževanju ribiškega društva Smuč Ig. Trenutno se tukaj nahajajo trije ribniki, saj smo pri terenskem ogledu opazili, da je bil dolvodno od ribnika Rakovnik urejen še dodatni manjši ribnik. Podatki iz literature in evidenc, ki smo jih prejeli so navajali, da sta na območju 2 ribnika. Terenski pregled pa je pokazal, da se na območju nahajajo 3 vodna telesa, in sicer:

- Ribnik Špilgut;
- Ribnik Rakovnik;
- Izkopani ribnik (poimenovan v okviru pregleda).

Vsa vodna telesa so označena na sliki 12.



Slika 12: Severni sistem ribnikov.

3.1.2.1. Ribnik Špilgut

Ribnik Špilgut je najbolj gorvodni ribnik v severnem sistemu. V zaledju smo zabeležili dva izvira, ki napajata vodno telo. V literaturi pa je navedeno, da se na območju nahajajo podvodni viri vode in hudourniški potoki. Območje tega jezera in spremljajočih objektov potrebuje sanacijo, treba je utrditi brežine jezu, sanirati prelivni objekt in talni izpust ter bočni preliv. Očistiti je tudi treba zarast na območju celotnega ribnika.



Slika 13: Ribnik Špilgut.

3.1.2.2. Ribnik Rakovnik

Ribnik Rakovnik je največji v sistemu severnih ribnikov. Pri pregledu objektov, je bila krona glavnega jezua pokršena, kar nakazuje, da je objekt deležen vsaj delnega rednega vzdrževanja. Kljub temu pa objekt potrebuje sanacijo, vidni so zdrsi gorvodne in dolvodne brežine, razpoke na kroni. Iztočni objekti niso primerno urejeni, vidne so poškodbe okoli vtoka in na vtoku, zapiranje iztoka je nepopolno in ne izpolnjuje osnovnih varnostnih zahtev. Videti je, da je bil pred leti urejen tudi prelivni objekt v desnem boku, vendar je ta trenutno zaraščen in v primeru prelivanja ogrožen zaradi erozije, nujna je sanacija prelivnega objekta. Dolvodno smo opazili, da je urejen dodatni manjši ribnik pravokotne oblike, za katerega nismo uspeli pridobiti nobene dokumentacije, poimenovali smo ga Izkopani ribnik. Tak način poseganja v prostor brez ustreznih dovoljenj in na lastno pest ni primeren ne z varnostnih, kot tudi ne iz okoljskih vidikov in se na tem območju nebi smel dogajati. Poleg tega pa je iz situacije na terenu razvidno, da se ribnik dolvodno napaja iz pronicajoče vode iz ribnika Rakovnik, na jezua so namreč jasno vidni znaki notranje erozije. Dolvodno od jezua pa se nahaja še več vlažnih mest, tako da tudi ne gre izključiti možnosti pronicanja skozi jezua ali v temeljnih tleh na širšem območju.



Slika 14: Ribnik Rakovnik.

4. Meritve batimetrije

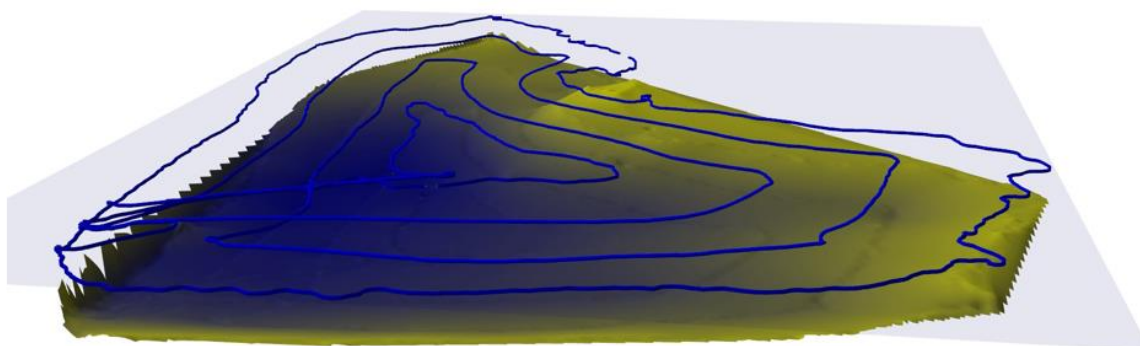
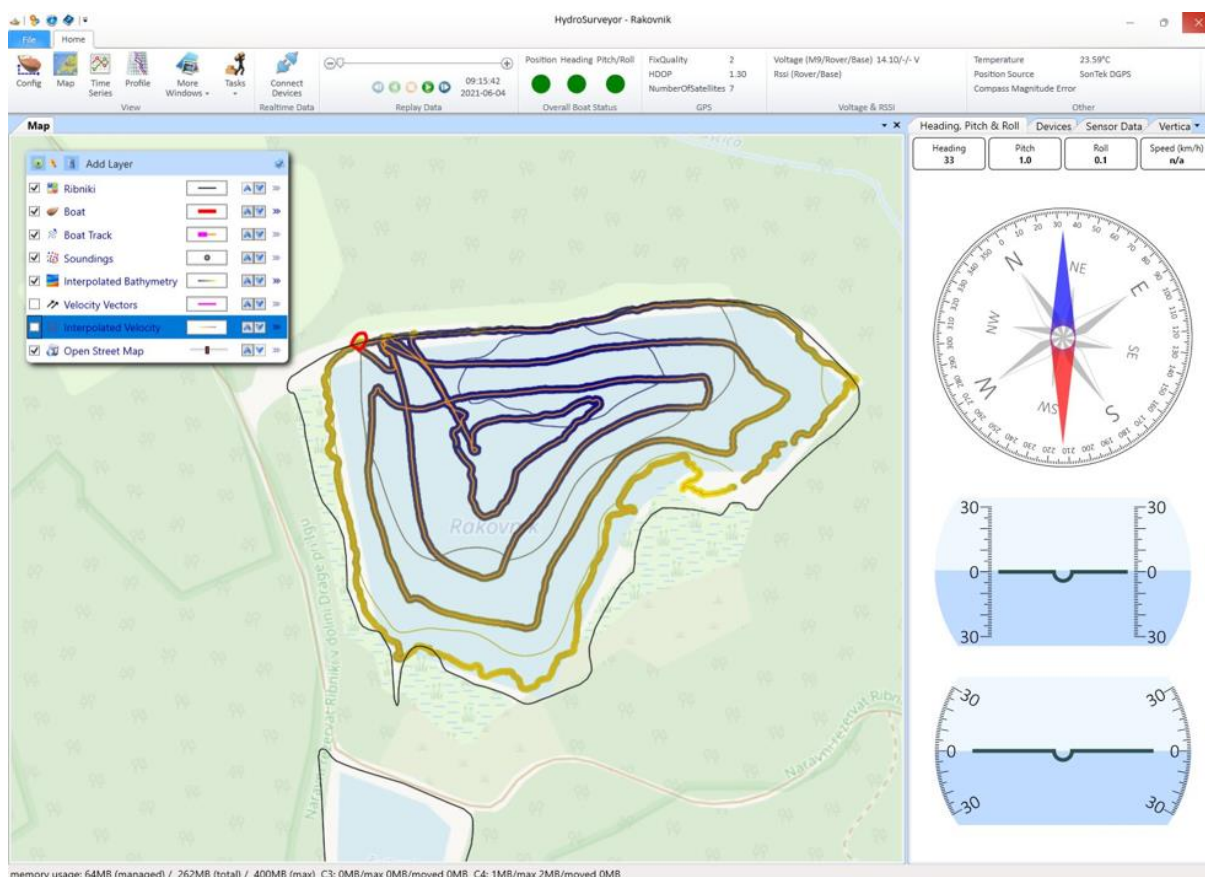
Meritve batimetrije smo izvajali v juniju 2021. Obdobje polne vegetacije ni najbolj primerno za izvedbo tovrstnih meritev, poleg tega je tudi živalski svet na območju v tem času polno aktiven in posegi v prostor v tem obdobju vznemirjajo lokalno favno. Zaradi razmehčanih tal ni varno stopanje po brežinah, saj bi se lahko oseba pogreznila, omejene pa bi bile tudi možnosti za reševanje. Zaradi talne in površinske zarasti v jezerih je oteženo in mestoma tudi nemogoče uporabljati naprave na motorni pogon, saj zarast mehansko onemogoča delovanje. Meritve in njihova natančnost pa so prav tako omejene zaradi velike količine suspendiranih snovi, nanosom in zarasti, kar v meritve vnaša velike količine šuma. Zaradi zagotavljanja varnosti, minimalnega vznemirjanja lokalne favne in pridobitve zanesljivih in natančnih podatkov je bilo potrebno izvajati meritve batimetrije v daljšem časovnem obdobju, kot je bilo ocenjeno pred pričetkom projekta. Primeren čas za izvedbo takšnih meritev je zima, ko narava miruje in ko so tla bolj stabilna, takrat se lahko v kratkem času izvede kvalitetne meritve z upoštevanjem stanja v naravi, pa se v času polne vegetacije in aktivnosti živalskega sveta ta čas primerno podaljša.

Za izvedbo meritve in obdelavo podatkov uporabljamo patentirano hidrometrično opremo: oprema Sontek ADP Hydrosurveyor z RTK GPS, Onset tlačni merilniki, CastAway CTD merilnik hitrosti ultrazvoka v vodi, izvenkrmilni čoln, gumeni čoln. V primeru nihanja gladine vode v času plovbe se izvedejo tudi meritve z merilniki tlakov visoke točnosti z največjim

odstopanjem ± 3 mm. Obdelava podatkov meritev pa izvajamo s pomočjo programskih orodij za zajem in obdelavo hidrometričnih podatkov: HydroSurveyor, Hypack 2020, MS Access, GIS SAGA in Global Mapper. Sodobne načine merjenja smo zaradi bujne vegetacije in količine plavajočih in lebdečih snovi v ribnikih kombinirali z klasičnimi točkovnimi metodami merjenja z merilno palico za merjenje globine in GPS določanjem lokacije meritve. Pri meritvah smo uporabili tudi visoke hlačne škornje in rešilni jopič, ki je obvezna zaščitna oprema pri delu ob in na vodi. Primer meritve z uporabo izvenkrmilnega čolna je prikazan na sliki 15

Batimetrijo smo najprej izvajali na zbiralniku Velikega ribnika. Zaradi zaraščenosti so bili dobljeni podatki napačni, ker so dobljeni signali odbojev od dna mnogo preplitki. Meritve smo lahko opravili na sistemu severnih zbiralnikov Špilgut in Rakovnik. Batimetrične meritve smo izvedli po ISO standardih za hidroakustične meritve. Izmerili smo parametre globin vode. Izdelali smo normalne 3D vektorje globin vode v skladu standarda International Hydrographic Organization (IHO) S-44. . Zaradi močne zaraščenosti in motnosti ribnikov smo meritve potrjevali z ročnimi meritvami in veslanjem po ribnikih. Na podlagi meritev pa je so bile nato izdelane batimetrije za vsa vodna teles na območju. Batimetrija je priloga končnemu poročilu in je bil v digitalni obliki predana naročniku. Predana je bila izmera globin vode v točkah centroidov rastra 1x1 m za 12 zbiralnikov vode v Dolini Drage pri Igu. Linije plastnic so v SHP in točke LAZ v državnem D96 koordinatnem sistemu. Globine vode so označene z minus predznakom, kar pomeni, da je kota gladine »0-ta« kontura vode stalne ojezeritve v času snemanja državnega LiDAR-ja.

Rezultati so odloženi med digitalnimi prilogami v mapi: \05_GIS datoteke\Batimetrija. V .csv datotekah v formatu; WGS84 koordinate; UTC čas; globina vode od gladine; signal.



Slika 15: Primer meritve batimetrije. Izdelava baze s podatki o objektih in oceno stanja

Izdelali smo digitalni kataster območja, v njem so zavedeni vsi objekti vodne infrastrukture in njihove značilnosti, ki so bili predmet obravnave. V kataster smo na območju vnesli 80 vnosov, ki so razdeljeni v različne kategorije (linijski objekti, cevovod, nasip, kanal, vodno telo, objekt, pomožni objekt). Vsak objekt ima tudi svojo oznako glede na kateremu ribniku pripada. Torej, oznaka RX, kjer X označuje številčenje vodnega telesa. Številčenja vodnih teles so prikazana v preglednici 2.

Preglednica 2: Oznake vodnih teles.

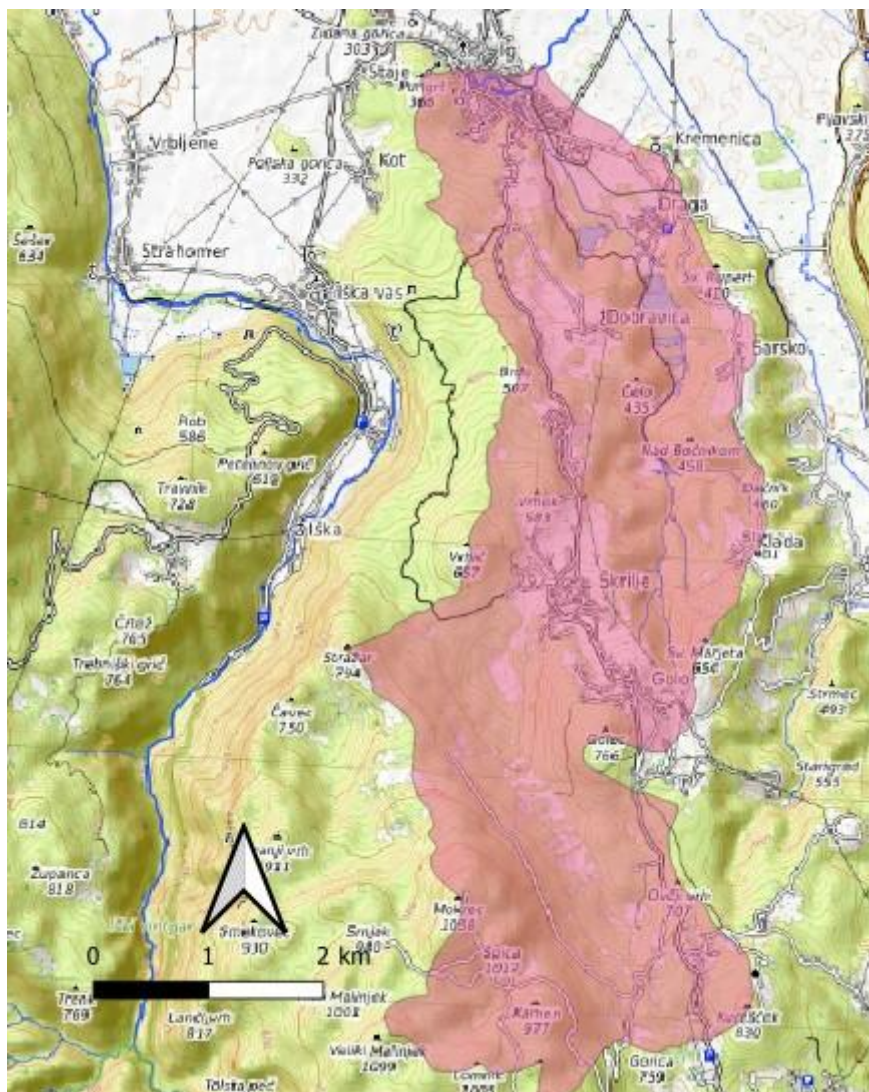
Oznaka	Vodno telo
R1	Zadnji ribnik
R2	Labodja mlaka
R3	Rezani ribnik
R4	Srednji ribnik
R5	Oglati ribnik
R6	Male mlake
R7	Veliki ribnik
R8	Lovski ribnik
R9	Prvi ribnik
R10	Špilgut
R11	Rakovnik
R12	Izkopani ribnik

Vsak objekt ima nato še prirejeno zaporedno številko, celotna oznaka ima tako obliko: $RX-Y$, kjer nam X pove številko vodnega telesa, Y pa zaporedno številko objekta za pripadajoče vodno telo.

5. Hidrološka analiza vodotoka Draščica

5.1. Uvod

V okviru hidrološke analize vodotoka Draščica, ki teče skozi naravni rezervat Ribniki, katerega upravljalec je Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje, so bili določeni projektni pretoki z uporabo 2 različnih metod. Prva metoda je preprostejša in temelji na uporabi empiričnih enačb. Dodatno so bili projektni pretoki preverjeni z uporabo umerjenega hidrološkega modela, ki bo v kasnejših korakih naloge uporabljen tudi za analize predlaganih ukrepov vzdrževanja in obnove. V hidrološke analize je bilo vključeno celotno porečje vodotoka Draščica do vključno vodomerne postaje Ig na reki Ižici (Slika 16), kjer Agencija RS za okolje izvaja meritve pretokov, ki jih lahko uporabimo za bolj zanesljive ocene projektnih pretokov vodotoka Draščica oziroma delno umerjanje hidrološkega modela.



Slika 16: Porečje Ižice do vodomerne postaje Ig vključno z vodotokom Draščica

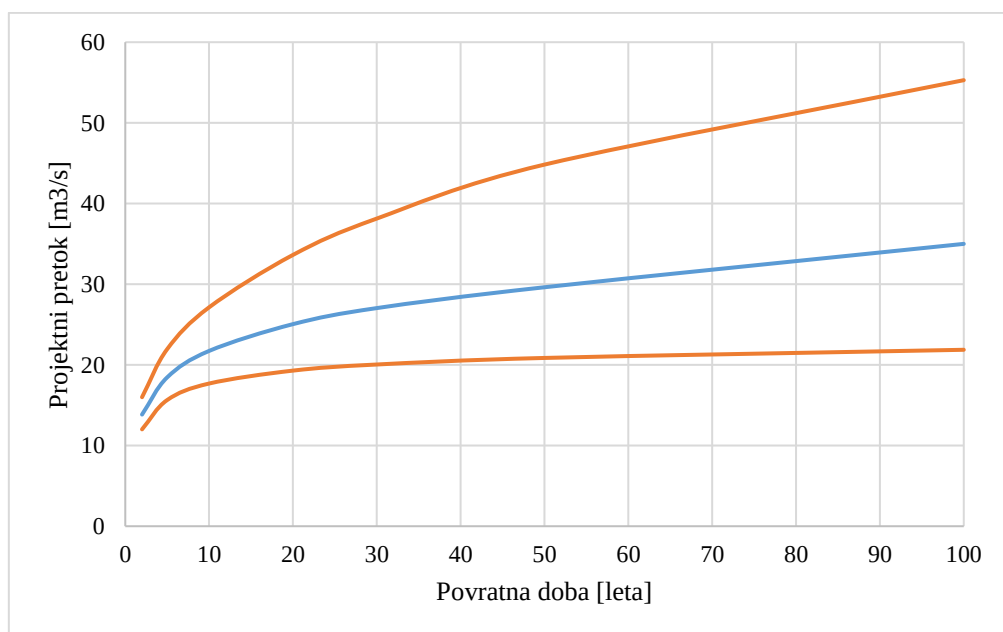
5.2. Določitev projektnih pretokov z uporabo empiričnih enačb in verjetnostnih analiz

Na vodomerni postaji Ig na reki Ižici, katerega pritok je tudi vodotok Draščica so se meritve pretokov izvajale že v obdobju med letoma 1950 in 1960 (Preglednica 3). Nato so se meritve prekinile in se nadaljevale v letu 2001 (Preglednica 3). Preglednica 3 prikazuje največje letne pretoke s postaj Ig in Ig 1 na reki Ižici (ARSO, 2021). Opazimo lahko, da je niz meritev relativno kratek (17 let podatkov) z večjimi izpadi meritev. Kljub temu gre za merjene podatke o pretokih s katerimi lahko zmanjšamo negotovost pri določanju projektnih pretokov. Tako smo najprej na podlagi največjih letnih pretokov izvedli verjetnostne analize z uporabo log-Pearson tipa 3 porazdelitve, ki se v slovenski hidrološki praksi pogosto uporablja (npr. Bezak et al., 2014). Rezultati verjetnostnih analiz so prikazani na sliki 17 (Piry, 2020). Dodatno so prikazani tudi intervali zaupanja, ki so bili določeni z uporabo t.i. parametric bootstrap metode (Meylan et al., 2012) in ki zajame različne vire negotovosti (npr. kratki nizi podatkov), ki se lahko

pojavi v rezultatih verjetnostnih analiz. Opazimo lahko, da se intervali zaupanja izrazito povečajo z večanjem povratne dobe.

Preglednica 3: Podatki o največjih letnih pretokih (vQvk) na postaji Ig na vodotoku Ižica, ki vključuje tudi vodotok Draščica. Vir podatkov: ARSO (2021).

Leto	vQvk
1956	11.7
1958	14
1960	14.9
2001	7.648
2002	18.519
2003	18.594
2004	21.767
2005	24.513
2007	21.767
2009	11.919
2010	11.057
2012	11.627
2014	13.639
2015	10.122
2016	11.303
2017	16.985
2018	12.184



Slika 17: Rezultati verjetnostnih analiz za postajo Ig na vodotoku Ižica (vključuje tudi vodotok Draščica). Modra črta prikazuje ocenjene vrednosti projektnih pretokov z uporabo log-Pearson tip 3 porazdelitve, oranžni črti pa prikazujeta intervale zaupanja (5 in 95 %).

Povzeto po Piry (2020).

Rezultati verjetnostnih analiz so tako predstavljali osnovo za določitev projektnih pretokov na vodotoku Draščica pred vtokom v najbolj gorvodnega izmed ribnikov (jezer), ki se nahajajo na območju naravnega rezervata Ribnik (t.j. Zadnji ribnik na sliki 7). Prispevno območje do vtoka v prvega v sistemu ribnikov znaša približno 12,5 km², medtem ko celotna prispevna površina do vodomerne postaje Ig na reki Ižici znaša okrog 20 km² glede na uradne podatke s katerimi razpolaga Agencija RS za okolje. Nekateri viri sicer navajajo, da bi lahko bilo zaledje reke Ižice sicer večje in da naj bi se del vode reke Iške stekal tudi na izvir Ižice (Brenčič, 2010). Na potencialno večje zaledje reke Ižice so nas opozorili tudi na oddelku za hidrološko prognozo Agencije RS za okolje, kjer so prav tako zaznali določeno neskladje med prispevno površino in izmerjenimi vrednostmi pretokov, ki so precej večji kot jih lahko generira površinski odtok na tem območju z uporabo uradno določene razvodnice (Petan, 2021). Glede na karto rabe tal CLC Corine gre večinoma za gozdne površine (okrog 75 %) z večjim deležem travnikov (okrog 20 %). Povprečni naklon porečja znaša okrog 24 %, medtem ko je naklon v spodnjem delu porečja (pod ribniki in med vodomerno postajo Ig) nekoliko manjši (okrog 15 %). Piry (2020) je na podlagi rezultatov verjetnostnih analiz 179 vodomernih postaj v Sloveniji izpeljal empirične krivulje, ki se lahko uporabijo za določitev projektnih pretokov v primeru nemerjenih porečij. Takšne krivulje so bile skupaj z intervali zaupanja izpeljane za 9 območji v Slovenije glede na šifrant ARSO (t.j. 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000 in 9000). Obravnavano območje je tako del porečja reke Ljubljanice (t.j. ARSO šifra 5000), kar pomeni, da je Piry (2020) za to območje predlagal naslednje enačbe za določitev projektnega pretoka s povratno dobo 100 let (Q_{100}):

$$Q_{100} = 7,52 \cdot A^{0,53},$$

kjer je A prispevna površina območja [km²]. Dodatno sta bili izpeljani tudi meji intervalov zaupanja:

$$\begin{aligned} Q_{100,zg. int} &= 30 \cdot A^{0,53}, \\ Q_{100,sp. int} &= 2,9 \cdot A^{0,53}. \end{aligned}$$

Ter tudi zgornja in spodnja ovojnica, ki zajemata prav vse rezultate verjetnostnih analiz na obravnavanem območju (t.j. prispevna območja na porečju reke Ljubljanice):

$$\begin{aligned} Q_{100,zg. ojnica} &= 17 \cdot A^{0,53}, \\ Q_{100,sp. ojnica} &= 3,2 \cdot A^{0,53}. \end{aligned}$$

Na podlagi teh enačb lahko torej ocenimo projektni pretok s povratno dobo 100 let za območje do vtoka v prvega izmed sistema ribnikov (t.j. Zadnji ribnik) (Preglednica 4).

Preglednica 4: Ocenjene vrednosti projektnega pretoka s povratno dobo 100 let (Q100) in mejne vrednosti po enačbah, ki jih je za porečje reke Ljubljanice izpeljal Piry (2020).

Metode	Pretok [m ³ /s]
Ocena projektnega pretoka	29
Ocena za spodnjo ovojnico	12
Ocena za zgornjo ovojnico	64
Ocena za spodnji interval zaupanja	11
Ocena za zgornji interval zaupanja	113

Dodatno smo ocenjene vrednosti, ki so prikazane v preglednici 4, preverili tudi nekaterimi drugimi empiričnimi enačbami. Uporabili smo enačbi, ki ju je na podlagi analize ARSO rezultatov verjetnostnih analiz, predlagal Mikoš (2020) (slika 13 v Mikoš, 2020) in sicer t.i. srednjo krivuljo ($q_{100} = 3,8 \cdot A^{-0,28}$, kjer je q_{100} specifični pretok s povratno dobo 100 let [m³/s/km²]) za log-Pearson tip 3 porazdelitev kot zgornjo ovojnico ($q_{100} = 30 \cdot A^{-0,4}$), ki zajema vse vodomerne postaje v Sloveniji. Z uporabo t.i. srednje krivulje (ki nekako predstavlja povprečno porečje v Sloveniji) lahko izračunamo Q₁₀₀, ki je enak 23 m³/s. Z uporabo zgornje ovojnice pa vrednost pretoka 137 m³/s. Dodatno smo uporabili za izračun tudi Kresnikovo enačbo ($Q = \alpha \times A \times 32 / (0,5 + A^{1/2})$), ki se v slovenski projektantski praksi pogosto uporablja (npr. Piry, 2020; Mikoš, 2020). V kolikor privzamemo vrednost parametra $\alpha = 0,6$ (predstavlja srednje naklone porečja) lahko Q100 ocenimo kot 60 m³/s. Dodatno smo izračun naredili tudi z uporabo t.i. VGI enačbe ($Q = q \times A^{\alpha}$, kjer q parameter, ki podaja vrednosti specifičnega pretoka s 100-letno povratno dobo in za območje osrednje Slovenije znaša med 7 in 10 (privzeta vrednost 8). Parameter α pa v tem primeru zajema naklon porečja (med 0,5 in 0,75; kjer je bila privzeta vrednost 0,6). Izračun v tem primeru znaša 36 m³/s. Tako lahko vidimo, da so ocenjene vrednosti projektnih pretokov, ki so prikazane v preglednici 2 v rangi vrednosti, ki jih lahko dobimo z uporabo nekaterih drugih enačb. Tako lahko za nadaljnje analize predlagamo:

$$\begin{aligned} Q_{100, \text{ocena}} &= 29 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{100, \text{sp. ovojnica}} &= 12 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{100, \text{zg. ovojnica}} &= 64 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Za določitev projektnih pretokov za ostale vrednosti povratnih dob pa smo uporabili razmerja med projektnimi pretoki, ki so bili določeni za vodomerno postajo Ig na reki Ižici. To pomeni, da smo uporabili naslednja razmerja Q2/Q100, Q5/Q100, Q10/Q100, Q20/Q100, Q30/Q100 in Q50/Q100. Tako smo torej privzeli obliko krivulje, ki podaja rezultate verjetnostnih analiz tudi za določitev projektnih pretokov vodotoka Draščica pred prvim ribnikom. Projektni pretoki so tako prikazani v preglednici 5.

Preglednica 5: Ocenjene vrednosti projektnih pretokov za vodotok Draščica pred vtokom v prvega (najbolj gorvodnega) izmed ribnikov (t.j. Zadnji ribnik).

	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
Sp. Ovojnica	7	9	10	11	11	12	12
Ocena	12	16	19	21	23	25	29
Zg. Ovojnica	19	26	32	39	44	52	64

5.3. Določitev projektnih pretokov z uporabo hidrološkega modela

Dodatno smo projektne pretoke določili tudi z uporabo hidrološkega modela HEC-HMS, ki bo v nadaljnjih korakih uporabljen tudi za analizo vpliva ribnikov in obratovanja objektov na razmere dolvodno. Določitev projektnih pretokov je bila izvedena na podlagi projektnih padavinskih dogodkov, ki smo jih določili na podlagi Huffovih krivulj, ki podajajo porazdelitev padavin znotraj padavinskega dogodka, in razmerja med povratnimi dobami, količino padavin in trajanjem padavin (t.i. krivulje intenziteta-trajanje-povratna doba). Za določitev projektnih pretokov smo uporabili metodologijo, ki je podrobneje opisana v literaturi (Bezák et al., 2017; Bezák et al., 2018), v tem poročilu pa so povzeti bistveni koraki izvedenih analiz. Za izračun padavinskih izgub smo uporabili metodo Soil Conservation Service (SCS), ki uporablja parameter Curve Number (CN), ki ga lahko določimo na podlagi podatkov o rabi tal in odtočnem potencialu (sliki 18 in 19). Tako je izračunan CN parameter do vtoka v Zadnji ribnik znašal okrog 64, za ostalo prispevno območje pa 69. Za transformacijo efektivnih padavin v površinski odtok smo prav tako uporabili eno izmed metod SCS, ki za določitev sintetičnega hidrograma enote uporablja parameter čas zakasnitve T_p , ki smo ga izračunali z uporabo naslednje enačbe:

$$T_p = L^{0.8} \cdot \frac{(S_r + 25.4)^{0.7}}{28.14 \cdot \sqrt{Y}}$$

Enačba 1

kjer so:

- T_p čas od težišča histograma efektivnih padavin do vrha enotnega hidrograma [h],
- L hidravlična dolžina porečja [km],
- S_r maksimalna retenzija porečja [mm],
- Y naklon porečja [%].

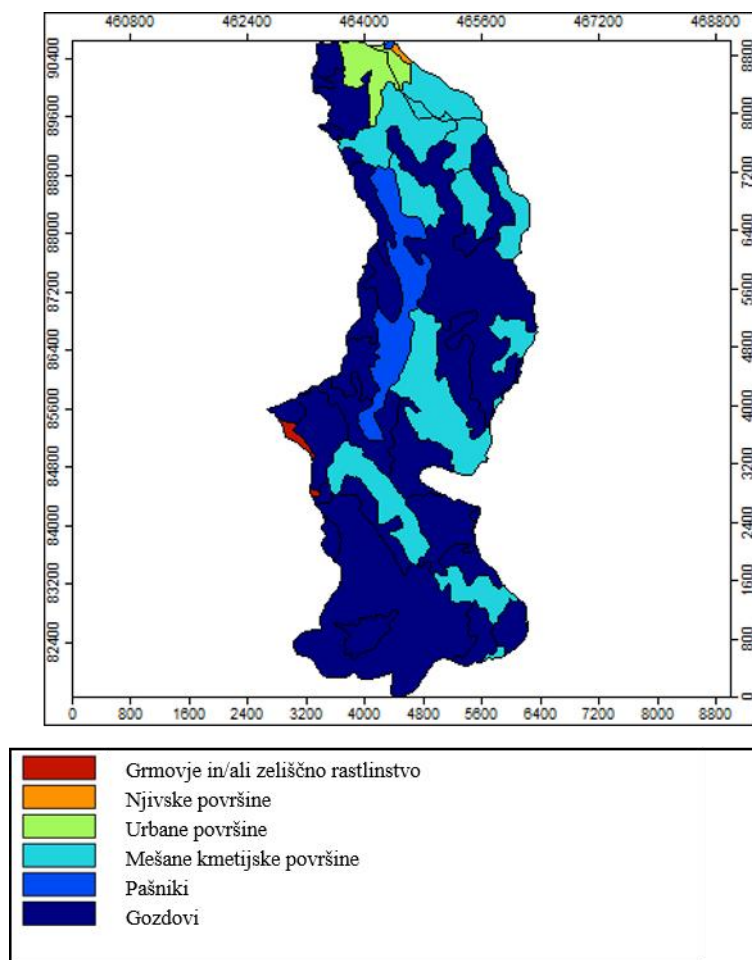
Vrednost retenzije S_r se računa neposredno na osnovi koeficienta CN (curve number)(priloga C):

$$S_r = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \text{ [mm]}$$

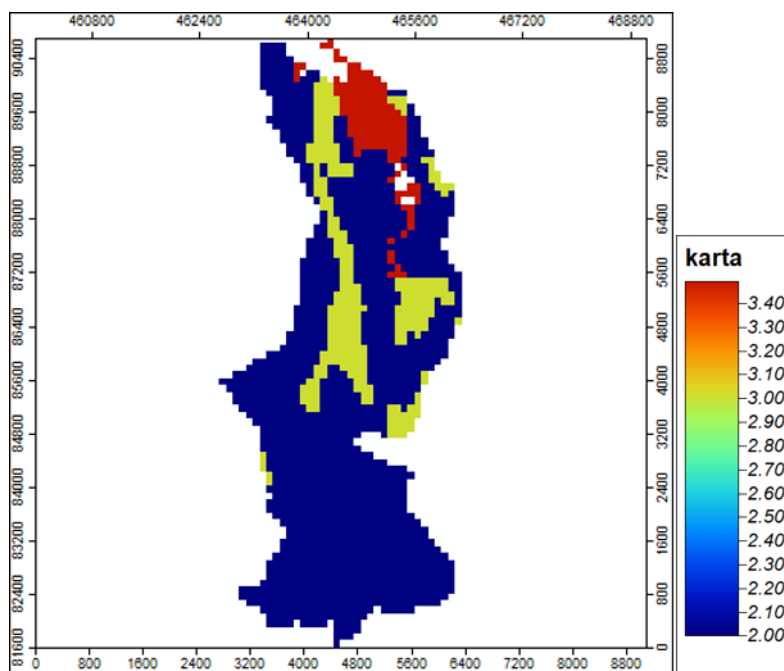
Enačba 2

Tako izračunan čas zakasnitve do vtoka v Zadnji ribnik je znašal približno 1,4 h, za ostalo območje pa približno 0,7 h. Ocenjene vrednosti parametrov smo vnesli v hidrološki model HEC-HMS. V le-tega smo dodali tudi vse večje ribnike, ki se nahajajo na obravnavanem

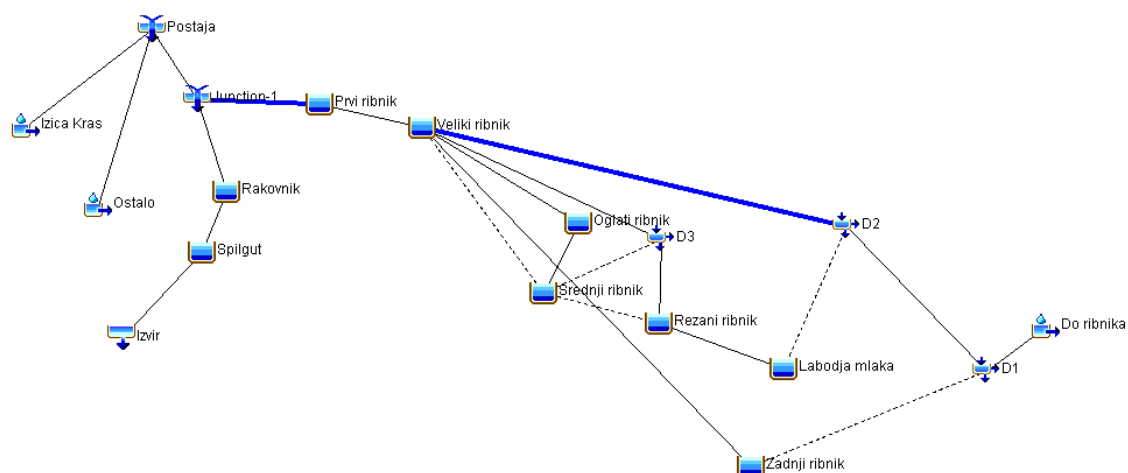
območju. Za vsakega izmed ribnikom smo na podlagi terenskih meritev (batimetrija), lidar podatkov določili krivulje globina-volumen (angl. elevation-storage function). Na podlagi terenskih ogledov smo določili tudi začetne gladine v ribnikih, karakteristike prelivov, menihov, itd. Določili smo tudi povezave med ribniki (slika 20). Karakteristike ribnikov in njihovo delovanje oz. vpliv dolvodno bo prikazan v ostalih poročilih.



Slika 18: Raba tal na podlagi CLC Corine 2012 na porečju Ižice do vodomerne postaje Ig vključno z Draščico.



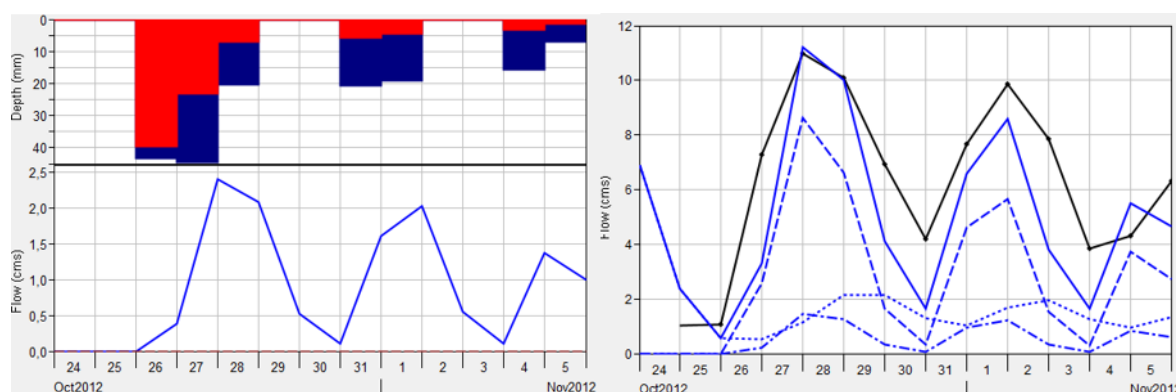
Slika 19: Karta odtočnega potenciala za porečje Ižice do vodomerne postaje Ig vključno z Draščico (povzeto po Glavan, 2011).



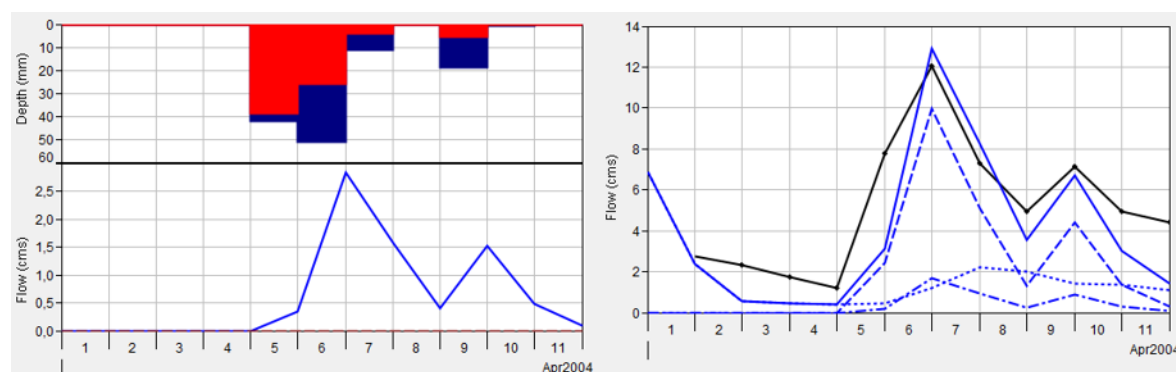
Slika 20: Konceptualna shema hidrološkega modela v programu HEC-HMS za območje do vodomerne postaje Ig na reki Ižici.

Za nekaj izbranih dogodkov smo preverili tudi ujemanje hidrološkega modela z merjenimi podatki na vodometrični postaji Ig na reki Ižici, kjer smo predpostavili tudi del pritoka iz kraškega zaledja, ki se ne ujema s površinsko razvodnico ARSO. Ta površina nima nobenega vpliva na določitev projektnih pretokov na gorvodnem delu (t.j. pred vtokom v Zadnji ribnik), ampak

služi samo za kontrolo ustreznosti dinamike hidrološkega modela. Kot vhodni podatek v model smo uporabili dnevne vrednosti padavin z vodomerne postaje Želimlje, ki je najbližja izmed postaj, kjer so na voljo podatki o padavinah. Sliki 21 in 22 prikazujeta rezultate za dva izbrana padavinska dogodka, kjer je bilo ujemanje med simuliranimi in merjenimi pretoki na lokaciji vodomerne postaje Ig na reki Ižici relativno ustrezno. Kot rečeno je bil glavni cilj umerjanja modela (umerjena vrednost CN parametra je bila 70 ter čas zakasnitve je znašal 80 min za območje gorvodno od Zadnjega ribnika) kontrola ali tako določen hidrološki model lahko vsaj približno ustrezno simulira razmerje med padavinami in odtokom. Na podlagi prikazanih rezultatov lahko potrdimo ustrezno dinamiko simuliranih vrednosti.



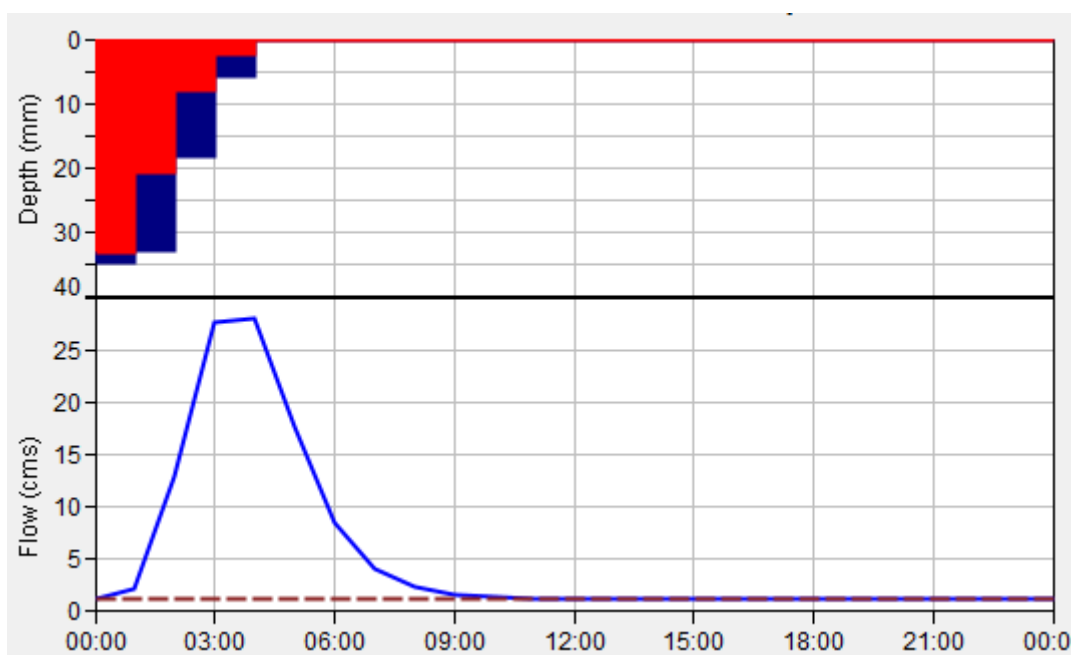
Slika 21: Leva slika prikazuje izračunane vrednosti pretokov (modra črta) za dogodek leta 2012 in pa merjene vrednosti padavin (modri stolpci) ter izračunane vrednosti padavinskih izgub (rdeči stolpci) za dogodek leta 2012. Desna slika prikazuje merjene vrednosti pretokov na postaji Ig na reki Ižici (črna črta) in simulirane vrednosti pretokov na tej postaji (polna modra črta).



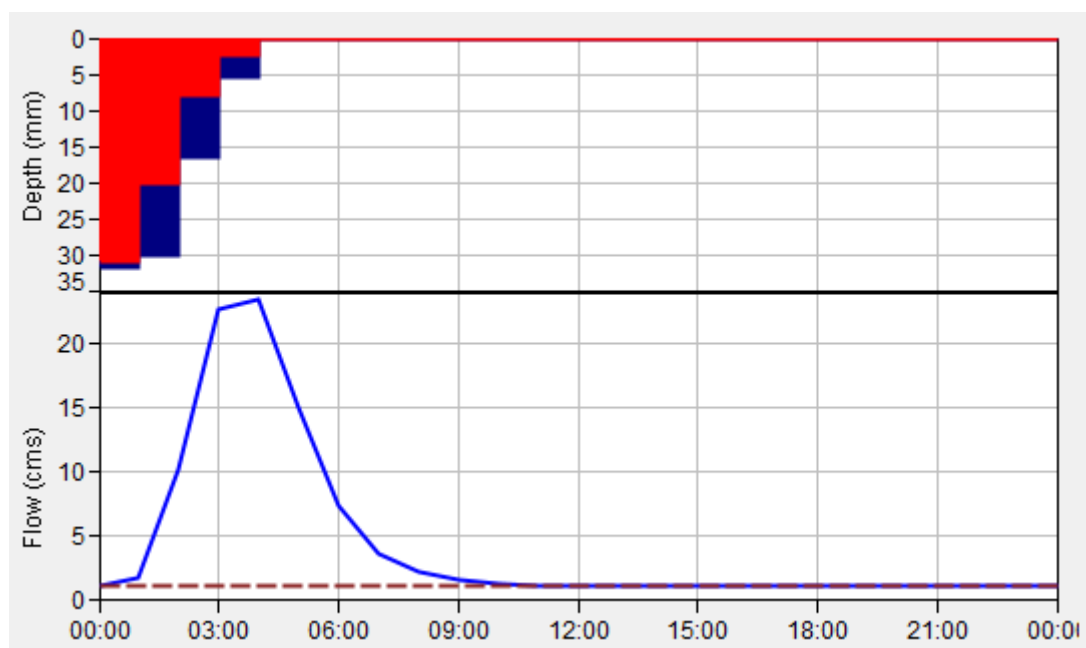
Slika 22: Leva slika prikazuje izračunane vrednosti pretokov (modra črta) za dogodek leta 2004 in pa merjene vrednosti padavin (modri stolpci) ter izračunane vrednosti padavinskih izgub (rdeči stolpci) za dogodek leta 2004. Desna slika prikazuje merjene vrednosti pretokov na postaji Ig na reki Ižici (črna črta) in simulirane vrednosti pretokov na tej postaji (polna modra črta).

Umerjeni hidrološki model je bil nato uporabljen tudi za določitev projektnih pretokov z uporabo hidrološkega modela pred vtokom v Zadnji ribnik. Izračuni so bili izvedeni kot dodatna

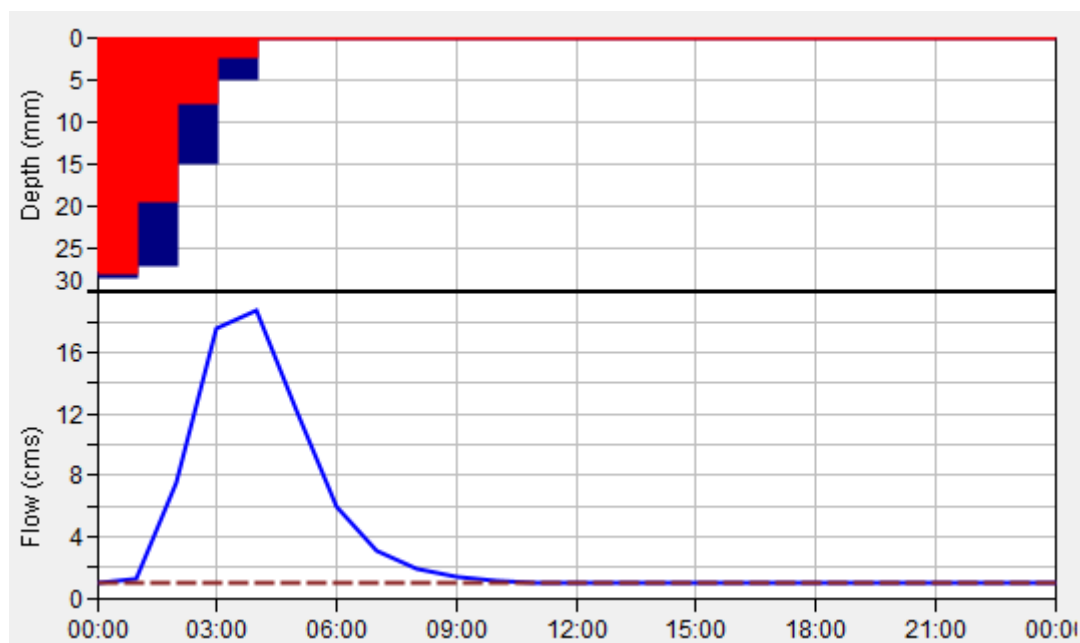
kontrola rezultatov, ki so predstavljeni v poglavju 6.2. Za določitev projektnih pretokov z uporabo hidrološkega modela potrebujemo projektni padavinski dogodek, ki smo ga kot omenjeno določili z uporabo Huffovih krivulj in krivulj intenziteta-trajanje-povratna doba. Uporabili smo podatke s postaje Ljubljana-Bežigrad, ki je najbližja postaja, kjer so ti podatki na voljo. Za določitev količine in trajanja padavin potrebujemo tudi podatek o času koncentracije porečja, ki je bil ocenjen na 4 h (z uporabo empirične FAA enačbe). To pomeni, da je bilo tudi trajanje projektnega padavinskega dogodka ocenjeno na 4 h. Z uporabo ITP krivulj smo določili še količine padavin za različne povratne dobe: 100 let: 92 mm, 50 let: 84 mm, 25 let: 75 mm (trajanje 240 min oz. 4 h). Porazdelitev padavin znotraj padavinskega dogodka smo opisali s Huffovimi krivuljami. Slike 23, 24 in 25 prikazujejo simulirane hidrograme površinskega odtoka za projektne padavinske dogodke s povratno dobo 100, 50 in 25 let. Potrebno je poudariti, da je pri tem postopku določanja projektnih pretokov uporabljena predpostavka, da padavine s povratno dobo 100 let povzročijo tudi odtok s povratno dobo 100 let, kar seveda ne velja nujno v vseh primerih, saj je to razmerje odvisno od predhodne namočenosti, sezonskosti, itd. Vidimo lahko, da so tako določeni projektni pretoki zgolj nekoliko nižji od tistih, ki so prikazani v preglednici 5.



Slika 23: Projektni padavinski dogodek (zgoraj) s povratno dobo 100 let, trajanjem 4 ure in količino padavin 92 mm ter spodaj simulirani hidrogram površinskega odtoka za ta padavinski dogodek s konico pretoka okrog 28 m³/s.



Slika 24: Projektni padavinski dogodek (zgoraj) s povratno dobo 50 let, trajanjem 4 ure in količino padavin 84 mm ter spodaj simulirani hidrogram površinskega odtoka za ta padavinski dogodek s konico pretoka okrog 23 m³/s.



Slika 25: Projektni padavinski dogodek (zgoraj) s povratno dobo 25 let, trajanjem 4 ure in količino padavin 75 mm ter spodaj simulirani hidrogram površinskega odtoka za ta padavinski dogodek s konico pretoka okrog 18 m³/s.

5.4. Povzetek hidrološke analize

Poglavje prikazuje določitev projektnih pretokov za vodotok Draščica in sicer za območje gorvodno od prvega izmed ribnikov (t.j. Zadnji ribnik). Projektni pretoki so bili določeni tako z uporabo empiričnih enačb kot z uporabo umerjenega hidrološkega modela, ki bo v nadaljnjih korakih uporabljen tudi za simulacije vpliva ribnikov, saj so v modelu vključeni vsi ribniki in povezave med njimi. Oba postopka dasta relativno podobno rezultate, zato lahko kot merodajne projektne pretoke za vodotok Draščica gorvodno od Zadnjega ribnika privzamemo rezultate prikazane v preglednici 5. Poleg ocenjenih projektnih pretokov so prikazani tudi intervali zaupanja, ki zajemajo negotovost pri določanju projektnih pretokov. Projektni hidrogrami pa so prikazani na slikah 23, 24 in 25 v primeru da informacija o konici pretoka ne zadošča in se potrebuje tudi podatek o celotnem projektnem hidrogramu.

6. Modeliranje

Izdelava modela obratovanja jezer je osnova za oceno primernosti evakuacijskih objektov in razpoložljivih volumnov za različne hidrološke scenarije.

6.1. Porušni mehanizmi zemeljskih jezov

Objekti na območju so zgrajeni iz lokalno pridobljenih materialov, uvrščamo pa jih med jezove. S terminom jez v nalogi označujemo objekt, ki ustvarja razliko med gladino vode gorvodno in dolvodno od jezov. Jezovi so lahko zgrajeni iz različnih materialov: les, beton, kamen, zemlja, glina. Poleg glavne jezovne zgradbe pa so opremljeni tudi s spremljajočimi objekti, kot so glavni in varnostni preliv, talni izpust, zapornice. Jezovi so tehnično objekti vodne infrastrukture in glede na tip jih je potrebno tudi vzdrževati. Vzdrževanje vodne infrastrukture predstavlja pomemben dejavnik pri zagotavljanju varnosti in preprečevanju škode, na dolvodnih območjih (Sodnik et al., 2014). Obseg vzdrževanja določenega objekta in vodne infrastrukture v celoti pa je na žalost odvisen predvsem od obsega zagotovljenih finančnih sredstev, saj je vzdrževanje v praksi pogosto razumljeno le kot strošek. Na jezovih je nujno zagotavljanje brezhibnosti evakuacijskih objektov in zagotavljanje stabilnosti jezovne zgradbe, da zmanjšamo možnost nenadnega izlita vode, ki bi ogrozil dolvodna območja in prebivalce dolvodnih območij.

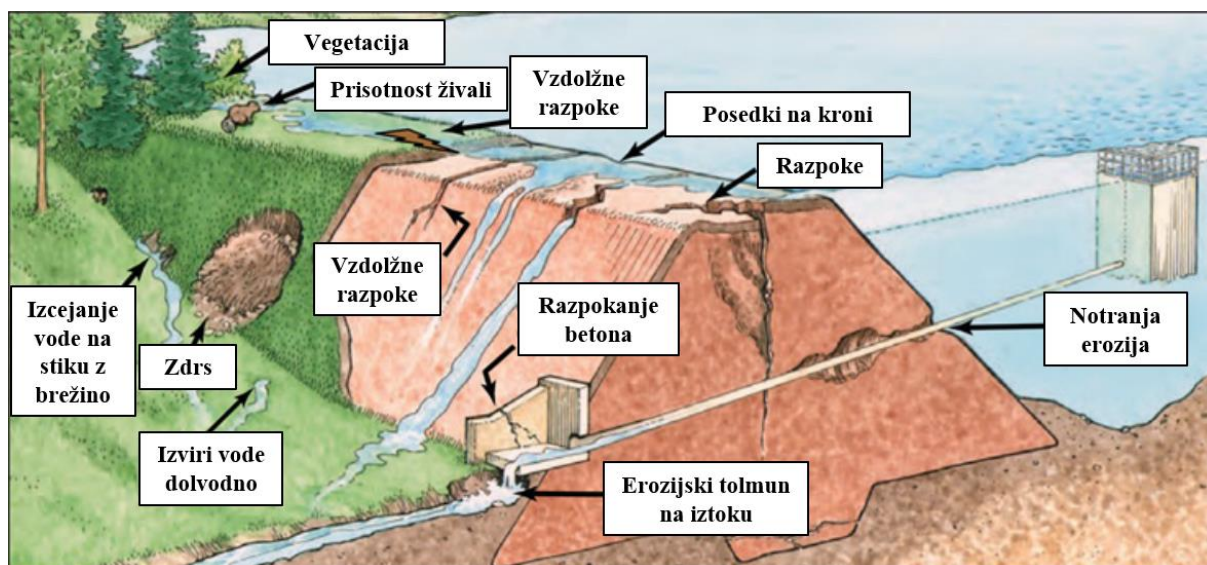
Prepoznavanje porušnih mehanizmov za posamezni tip objekta je osnovni korak v zagotavljanju varnosti, poleg tega pa so prepoznani porušni mehanizmi tudi vhodni podatek za hidrološko modeliranje ob upoštevanju objektov vodne infrastrukture in njihove interakcije s procesi v okolju. Statistika porušitev jezov je slabo raziskana, medtem, ko je statistika porušitev nasutih pregrad v literaturi dokaj dobro zabeležena. V preglednici 6 je prikazan pregled zabeleženih porušitev zemeljskih pregrad glede na konstrukcijsko višino. Kot lahko vidimo delež porušitev raste z manjšanjem konstrukcijske višine objekta, kar je morda ravno obratno kot bi sicer pričakovali. Vendar statistično pogosteje prihaja do porušitev jezov nižjih višin, saj

se jim zaradi njihove nizke konstrukcijske višine pri vzdrževanju posveča manj pozornosti, kar posledično vodi v splošno višjo stopnjo porušitev.

Preglednica 6: Porušitev nasutih pregrad glede na konstrukcijsko višino (povzeto po Zhang et al., 2016).

Višina [m]	>100	100-60	60-30	30-15	>15
Delež porušitev [%]	0,3	1,1	5,8	20,4	72,3

Tipične poškodbe na zemeljskih pregradah so prikazane na sliki 26. Kot je mogoče razbrati s slike je vidna poškodba na površini običajno le del težave, saj se razlog za zmanjšano stabilnost objekta skriva v njegovi notranjosti. Proces, ki je viden na površju pa je simptom dejanskega stanja. Glavna naloga jezovne zgradbe je zadrževanje vode, kar pomeni da moramo v času življenjske dobe objekta z vzdrževalnimi deli zagotavljati in vzdrževati to funkcijo. Poškodbe kot so: vzdolžne in prečne razpoke, posedki na kroni, izviri vode v temeljnih tleh dolvodno pod jezom, izviri vode na dolvodnem licu jezov ter druge poškodbe prikazane na sliki 26 pričajo o dogajanju v notranjosti objekta ali temeljnih tleh. Prikazane poškodbe so resne spremembe objekta, ki ogrožajo njegovo stabilnost in varnost dolvodnih območij.

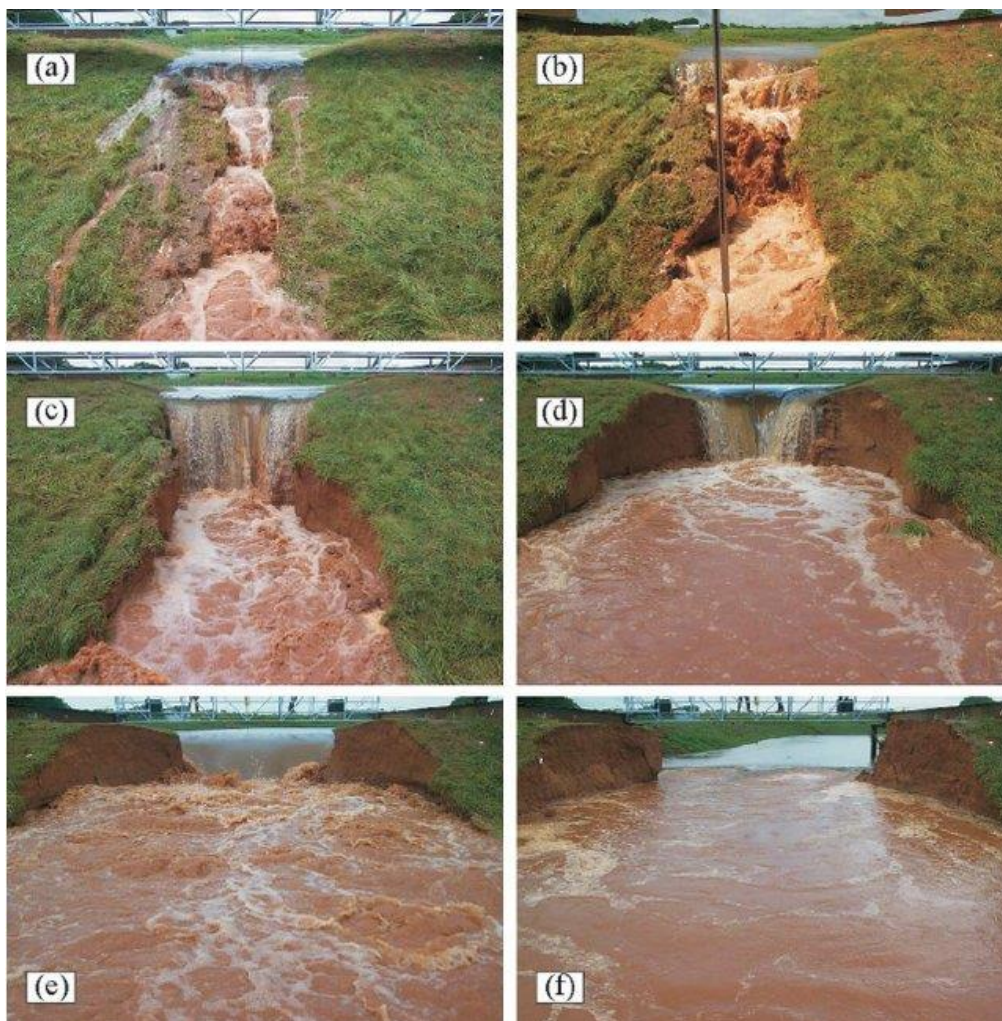


Slika 26: Tipični primeri poškodb nasutih pregrad (prirejeno po FEMA, 2016).

V osnovi porušitve zemeljskih pregrad in jezov niso hipne, pride pa ob preboju objekta do popolne izpraznitve zadrževalnika, saj tok vode zaradi svoje erozijske moči erodira objekt do nivoja temeljnih tal oz. dokler se ne izprazni celotna količina zadržane vode. Na podlagi literature in mehanskih lastnosti obravnavanih objektov lahko določimo naslednje kritične porušne mehanizme:

(a) Porušitev jezov zaradi prelitja krone

Zaradi previsokega dviga gladine vode v ribniku lahko pride do prelitja krone. Do takega primera lahko pride v času povečanih padavin ali če pride do blokade prelivnih polj, na primer podrto drevje, vejevje, lahko ovira ali povsem zapre prelivni profil. To onemogoča odtekanje vode preko evakuacijskih objektov, in voda začne prelivati dele jezov, ki niso varni pred erozijskim delovanjem vode. Faze porušitve zaradi prelitja so prikazane na sliki 27 (Altinakar et al., 2011).



Slika 27: Prelitje nasipa in porušitev (Altinakar et al., 2011).

(b) Porušitev zaradi erozije prelivnega polja

Povečan pretok vode ali prisotnost plavin v vodi povzročajo dodatno erozijsko obremenitev vrhnjega ustroja prelivnih objektov. V kolikor proces napreduje, to privede do obsežne erozije, ki prizadene tudi jezovno zgradbo in vodi v nenadzorovani izpust vode. Primer takšne porušitve iz leta 2002 v Nemčiji je prikazan na sliki 28.



Slika 28: Porušitev ob pojavu poplavnih voda zaradi nezadostne kapacitete prelivnega polja (vir: <https://damfailures.org/lessons-learned>).

(c) Porušitev zaradi notranje erozije v jezovni zgradbi

Do pojava notranje erozije v nasipih pride zaradi prevelike količine pronicanja vode skozi objekt in spiranja finih frakcij. Ker je nasip v stalnem kontaktu z vodo lahko vsaka nepravilnost na objektu (na površini in v notranjosti) povzroči vdiranje vode v objekt in postopno erozijo finih frakcij, ki na začetku na površini ni opazna. Na primer, zaradi zarasti z grmičevjem in drevjem na kroni in brežinah jezu pride do zmanjšane varnosti objekta, saj vegetacija vzpostavi mrežo korenin, ki potekajo v notranjost objekta, stik s korenino in objektom pa je šibka točka oz. votlina po kateri se lahko vzpostavi tok vode. Podobna težava je prisotnost živali, ki s svojo aktivnostjo ustvarjajo luknje v objekt, ki so prav tako vstopne točke za vodo. Na sliki 29 je prikazan primer napredovane notranje erozije na objektu, na sliki 30 pa so prikazane faze procesa notranje erozije od začetka pronicanja do porušitve objekta.



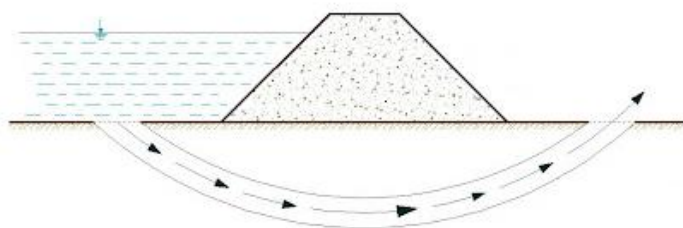
Slika 29: Primer napredovane notranje erozije v nasuti pregradi (vir: [geoengineer.org](http://www.geoengineer.org)).



Slika 30: Simulacija pojava in razvoj različnih faz notranje erozije (Altinakar et al., 2011).

(d) Porušitev zaradi erozije v temeljnih tleh

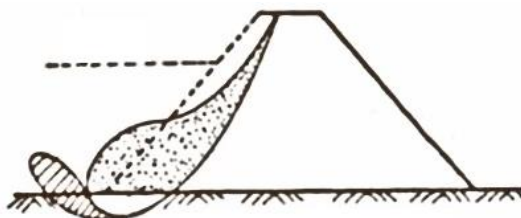
Proces notranje erozije se lahko pojavi tudi v temeljnih tleh, proces se v tleh odvija podobno kot v telesu nasipa. Znaki povečane notranje erozije pa so mokre cone dolvodno od jezusa ter pojav izvirov ali novih mlak vode na dovodni strani. Shema procesa pospešenega pronicanja vode v propustnih tleh pod jezom ter pojava izvira dolvodno od zgradbe je prikazana na sliki 31.



Slika 31: Shematski prikaz notranje erozije v temeljnih tleh.

(e) Zdrs brežine

Do zdrsa brežine lahko prihaja na gorvodni in dolvodni strani zaradi različnih vzrokov: valovanje vode, nenadni padec gladine vode v ribniku, obilno deževje, potresna obtežba. Kritični so zdrs, ki povzročijo nenadno izgubo zadržane vode. Primer zdrsa gorvodne brežine prikazuje slika 32, kjer je zaradi šibkega sloja v temeljnih tleh prišlo do izgube stabilnosti in zdrsa gorvodne brežine.



Slika 32: Shema zdrsa gorvodne brežine zaradi poškodb v temeljnih tleh.

6.2. Kritični porušni mehanizmi jezov na obravnavanem območju

Glede na konstrukcijsko zasnovo objektov in stanje v okolju lahko predvidimo kateri so kritični porušni mehanizmi za posamezni primer. Kritični porušni mehanizmi so tisti, ki vodijo v nenadni izpust zadržane vode in poplavi val dolvodno od objekta. Za primer ribnikov v Dragi je za zagotavljanje varnosti dolvodnih območij nujno izvesti takšne konstrukcije ukrepe, da ne pride do prelitja krone jezov Velikega in Prvega ribnika, ter da v nobenem primeru ni ogrožena njuna stabilnost. Zagotoviti pa je treba zadostno prevodnost evakuacijskih objektov za vse hidrološke scenarije na obeh jezovih, z ukrepi pa je nujno preprečiti, da bi prišlo do nenadnega izpusta vode, ne glede na gorvodne hidravlične in hidrološke pogoje. Konstrukcijske ukrepe bomo predstavili v kasnejših poglavjih, hidrološki scenariji, ki bi ogrozili varnost omenjenih objektov pa so sledeči:

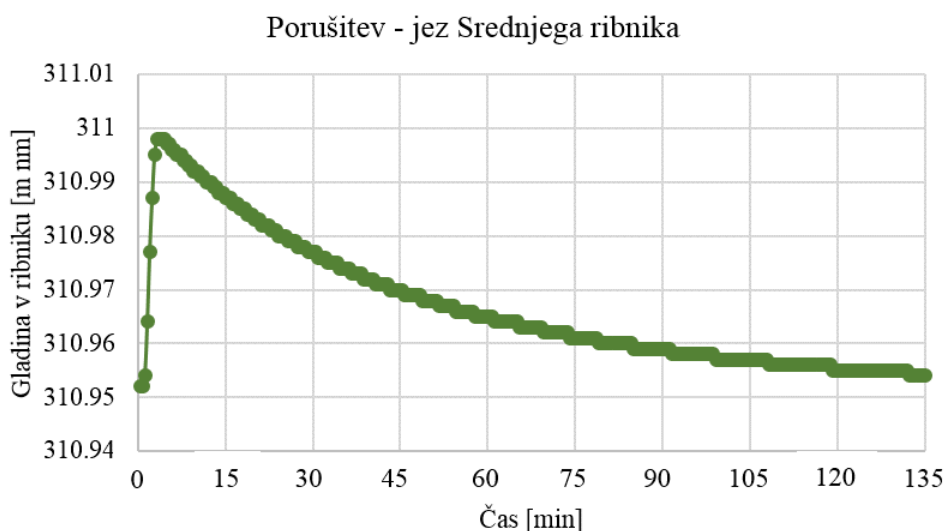
- normalne obratovalne razmere na ribnikih;
- pojav izjemnih in ekstremnih padavin;
- porušitev jezov srednje ribnika zaradi notranje erozije;
- kaskadna rušitev sistema Rezani-Srednji-Oglati ribnik ob pojavu izjemnih padavin.

Za vse te primere ne sme priti do kritičnega dviga gladine v velikem ribniku in širjenja poplavnega vala v prvi ribnik ter dolvodno.

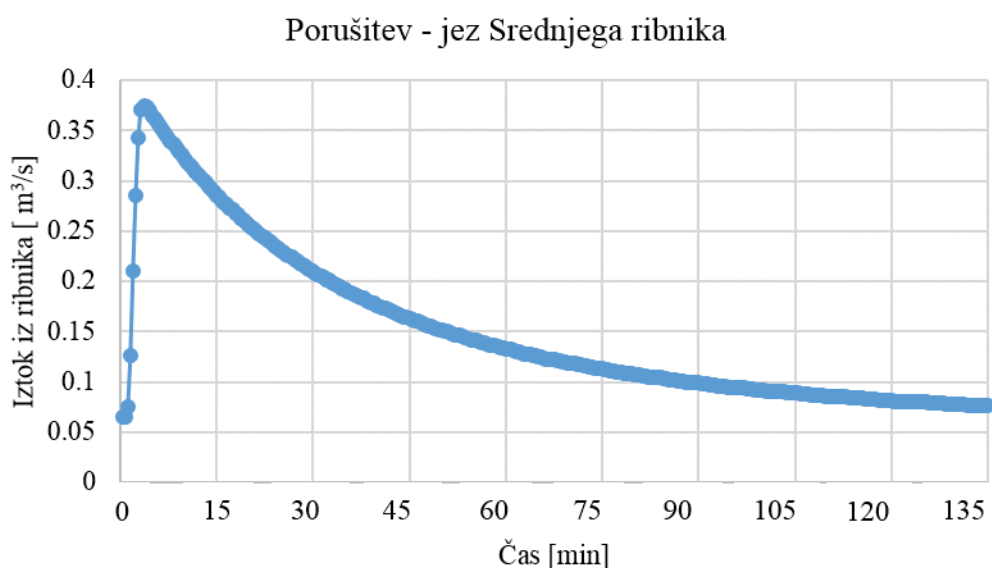
6.3. Izvedba simulacij za pojav izjemnih dogodkov

Izračune smo izvedli s pomočjo programskega orodja HEC-HMS, ki ga je razvil hidrološki inženirski center ameriške vojske (U. S. Army Corps of Engineers (USACE), 2021). Program je v osnovi namenjen modeliranju padavinskega odtoka s povodij (Brilly in Šraj, 2006). Kot najbolj kritična sta prepoznana primera porušitve jezov Srednjega ribnika na »miren, sončen

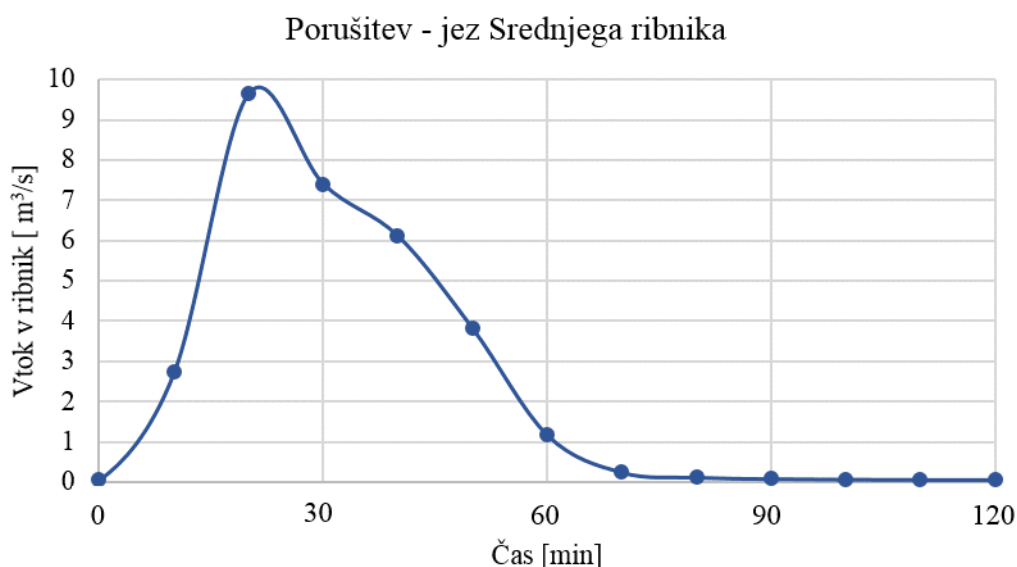
dan« ter kaskadno rušenje nasipov ob padavinskem pojavu. Za pojav teh dogodkov mora biti zagotovljena zadostna varnost jezu Prvega ribnika, da se zagotovi varnost dolvodnih območij. V primeru porušitve Srednjega ribnika zaradi notranje erozije, ki se zgodi na miren dan, ob obratovalni koti vode v Velikem ribniku, ki je trenutno na 310,95 m nm, pride do dviga gladine v obdobju 1 ure do kote 311 m nm (slika 33), kar pomeni da se poplavni val zadrži v jezeru Velikega ribnika in splošči ter upočasnjeno odteka dolvodno. Maksimalni dotok v Velik ribnik je zaradi porušitve 10 m³/s (slika 35), medtem ko konica odtoka znaša približno 0,4 m³/s (slika 34).



Slika 33: Sprememba gladine Velikega ribnika v času izrednega dogodka – porušitev jezu Srednjega ribnika.

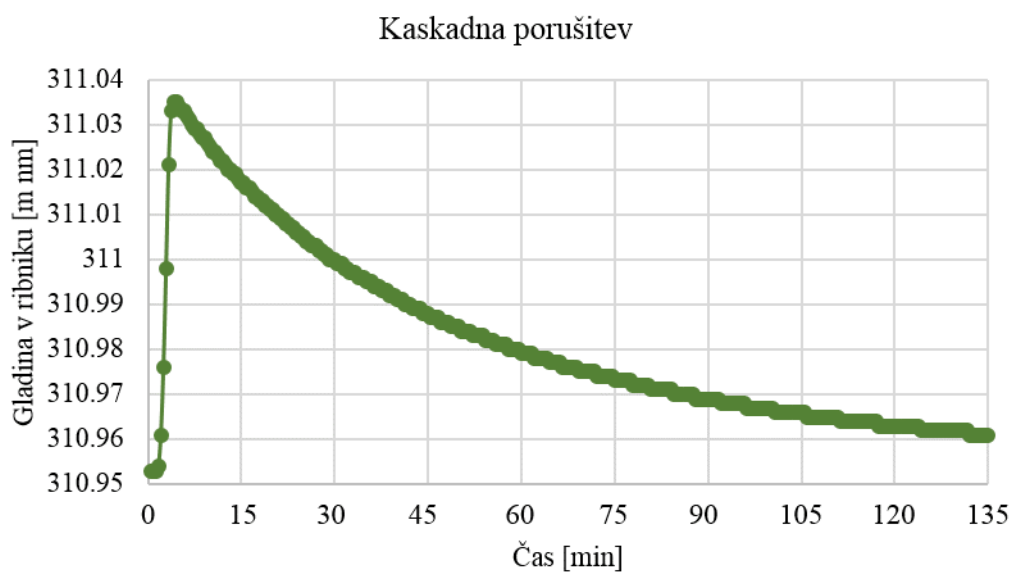


Slika 34: Iztok iz Velikega ribnika pri porušitvi jezu Srednjega ribnika.

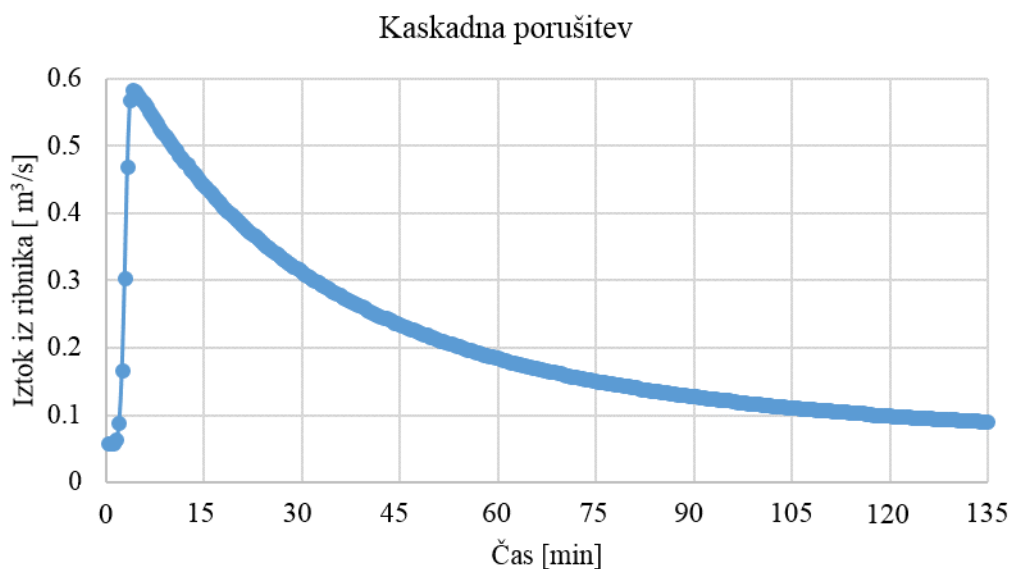


Slika 35: Poplavni val v Veliki ribnik zaradi porušitve jez Srednjega ribnika

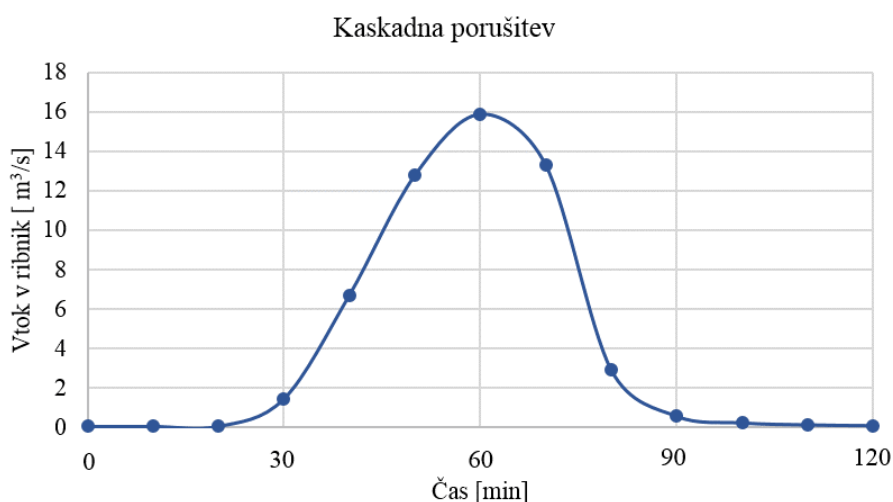
Drugi kritični primer pa je kaskadna porušitev sistema jezov Labodje mlake, Srednjega in Oglatega ribnika. Prva simulacija kaskadnega rušenja prikazuje porušitev nasipa Labodje mlake, ki je posledica notranje erozije, tej pa nato sledi prelitje jezov Oglatega in Srednjega ribnika. Do porušitve pride, ko je nivo vode v vseh ribnikih na trenutnih obratovalnih kotah. S pomočjo teorije smo predpostavili, da bi čas od začetka procesa rušitve do popolne izpraznitve ribnikov trajal približno 1 uro (Altinakar et al., 2011; Froehlich, 2008). Kot lahko vidimo na slikah 36-38, kaskadno rušenje treh ribnikov povzroči konico poplavnega vala s pretokom $16 \text{ m}^3/\text{s}$, ki se splošči v Velikem ribniku in počasi odteka dolvodno. Zaradi velike površine Velikega ribnika, več kot 6,6 ha, tudi pride do dviga gladine 9 cm nad običajno obratovalno koto. To se morda ne zdi veliko, vendar je glede na obstoječe stanje to le 30 cm pod koto vrha jez, in ne minimalnih 0,5 m. V tem primeru smo uporabili podatke padavin, ki so zgodili aprila 2005. Poleg tega pa smo preverili tudi situacijo ob pojavu projektnih padavin, mejne so 2-letne dnevne padavine in sočasna kaskadna rušitev. Za ta primer se še vsa poplavna voda zadrži v zajezitvi Velikega ribnika, pri kombinaciji z dogodki z daljšimi povratnimi dobami pa bi prišlo do prelitja in vsaj delne porušitve jez Velikega ribnika.



Slika 36: Sprememba gladine Velikega ribnika v času izrednega dogodka - kaskadna porušitev jezov Labodje mlake, Srednjega in Oglatega ribnika.



Slika 37: Iztok iz Velikega ribnika pri kaskadni porušitvi gorvodnih jezov.

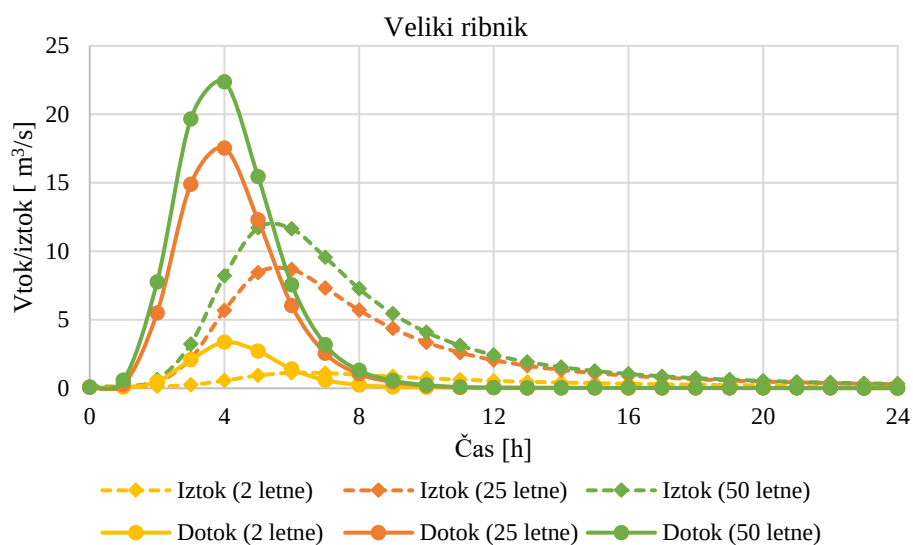


Slika 38: Poplavni val v Veliki ribnik zaradi kaskadne rušitve gorvodnih jezov.

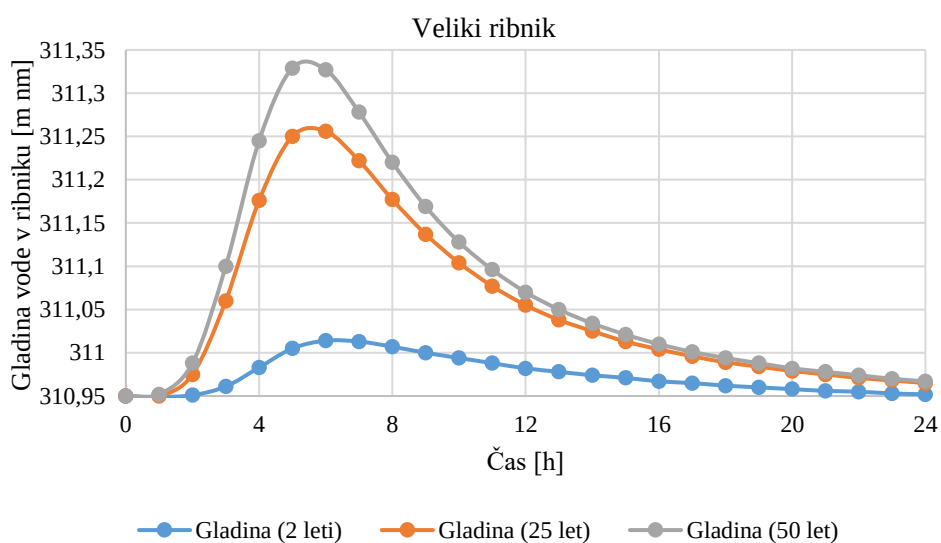
Poleg Velikega ribnika, pa je za varnost dolvodnih območij pomembna tudi primerna hidravlična zasnova Prvega ribnika in vseh spremljajočih objektov. Tako kot skozi Veliki ribnik, tudi skozi Prvi ribnik teče celotni pretok reke Draščice, zato je potrebna analiza različnih hidrološko-hidravličnih scenarijev ter pretoka preko evakuacijskih objektov tudi za Prvi ribnik.

6.4. Modeliranje odtočnih razmer na podlagi projektnih padavin

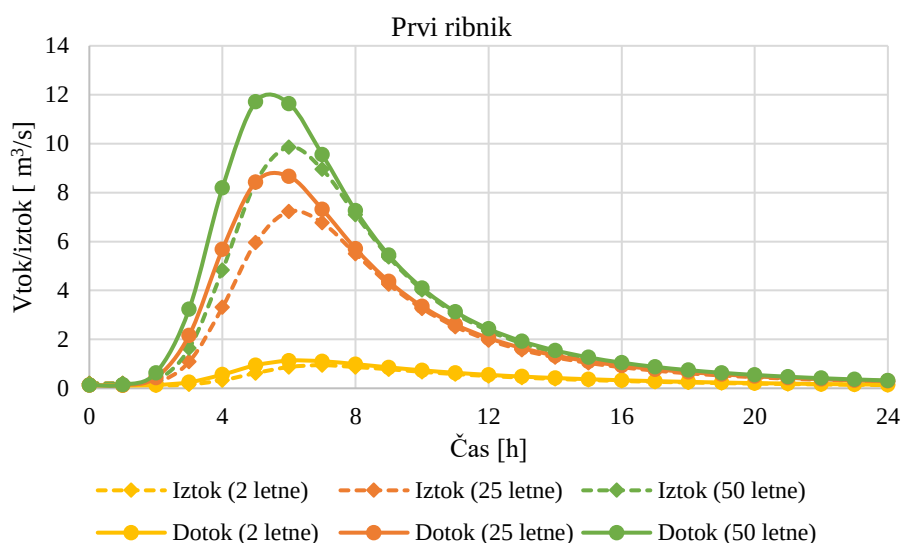
V tem poglavju so prikazani rezultati za projektne padavine, predstavljene v poglavju 6.3. Kritična odtočna profila sta Veliki in Prvi ribnik, saj se skozi ta dva profila steka vsa voda iz prispevnega območja reke Draščice na območju ribnikov. Slike 39-42 prikazujejo hidravlične razmere v kritičnih profilih za 2, 25 in 50-letni padavinski dogodek. Sodeč po simulacijah je 50-letni padavinski dogodek mejno stanje, ki ob trenutnem stanju v prostoru še ne pomeni vsaj delne odpovedi hidrotehničnih objektov na območju. To seveda velja ob predpogoju, da poleg padavinskega dogodka ne pride do dodatnih izrednih stanj, kot so zamašitve meniha, rušenje dreves, blokade evakuacijskih objektov, porušitev v sistemu jezov Oglati-Srednji-rezani ribnik. Večja kot je povratna doba padavin, več površinskega odtoka ustvari in večja je konica dotoka v Veliki ribnik, na sliki 39 lahko vidimo prikazane vtočne in iztočne hidrograme iz Velikega ribnika za padavine različnih povratnih dob. Maksimalna konica dotoka je $23 \text{ m}^3/\text{s}$ (50-letne padavine), ki se nato splošči v ribniku, konica odtočnega hidrograma pa znaša $12 \text{ m}^3/\text{s}$, ki nato potujejo v Prvi ribnik. Konica iztoka iz Prvega ribnika pri 50-letnem padavinskem dogodku pa je $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (slika 41), zaradi manjšega volumna prvega ribnika, se tudi visokovodni val v njem splošči manj. Sliki 40 in 42 prikazujeta dvig gladin v obeh ribnikih, v obeh primerih lahko vidimo, da se gladina pri 50-letnih padavinah že nevarno približa koti krone jezov.



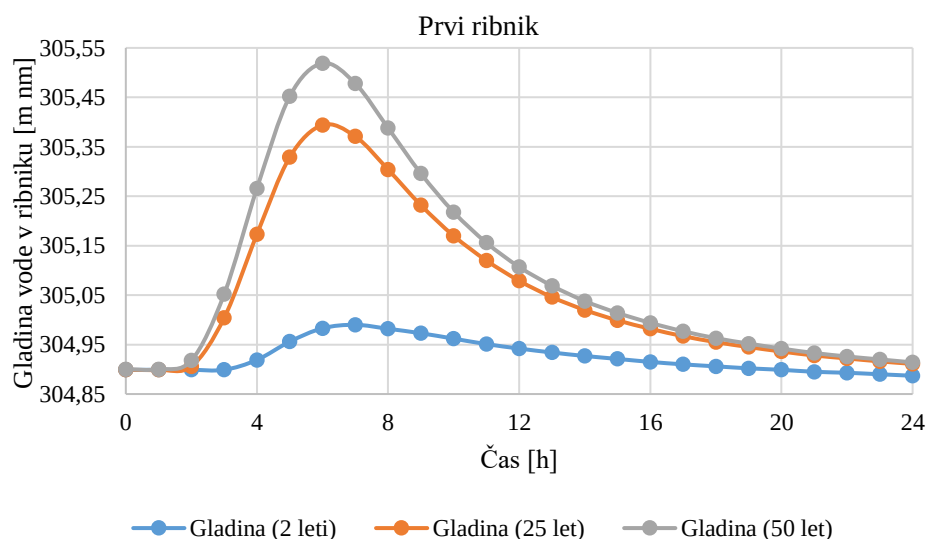
Slika 39: Dotok in iztok visokovodnih voda v in iz Velikega ribnika (2-letne, 25-letne in 50-letne padavine).



Slika 40: Dvig gladine vode v Velikem ribniku za padavine različnih povratnih dob.



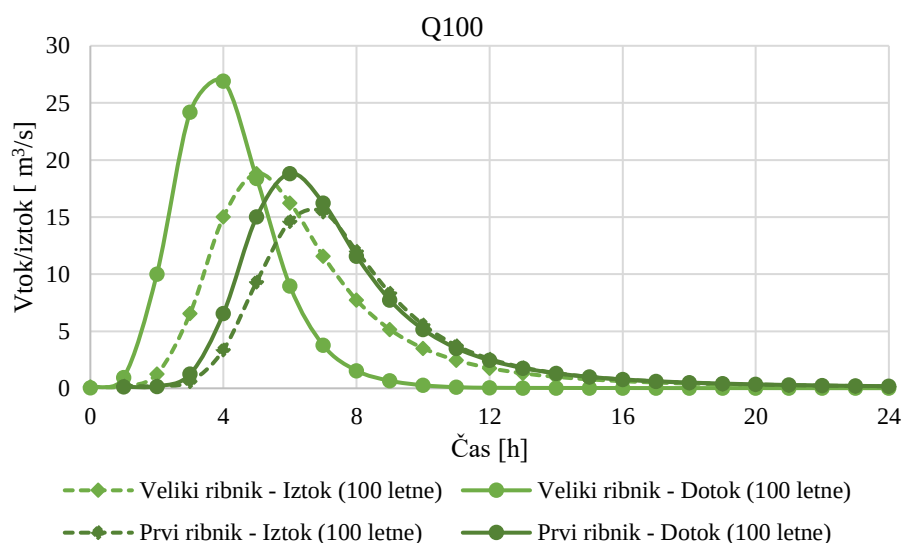
Slika 41: Dotok in iztok visokovodnih voda v in iz Prvega ribnika (2-letne, 25-letne in 50-letne padavine).



Slika 42: Dvig gladine vode v Prvem ribniku za padavine različnih povratnih dob.

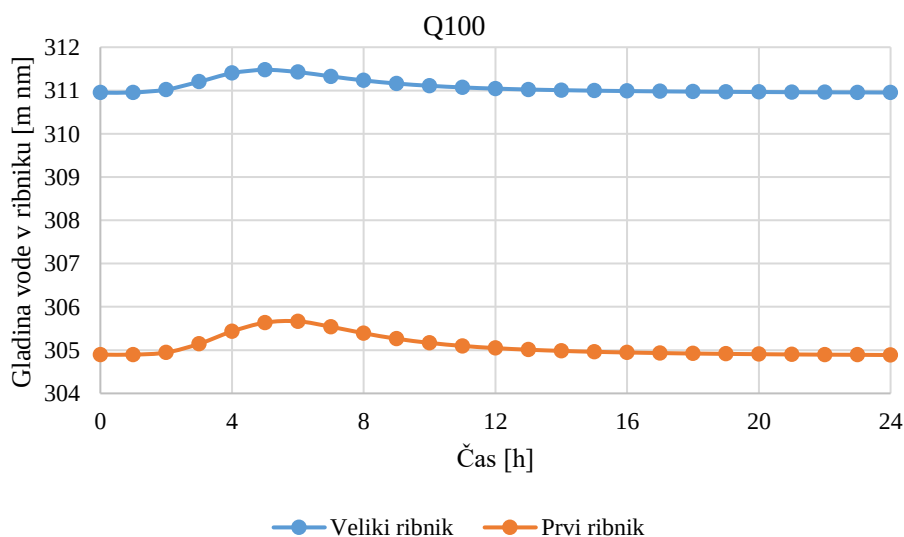
Za zagotavljanje osnovne varnosti za dolvodna območja mora zasnova hidrotehničnih objektov (jezov, evakuacijskih objektov) zagotavljati varnost pred 100-letnimi vodami (ICOLD Committee on design flood, 1992; Lewis, 2013; USBR, 1987). Obstoječe stanje pa tega ne omogoča, koti obeh jezov sta prenizki, kot tudi kapaciteta prelivov ne ustreza. Ob predpostavki, da 100-letne padavine generirajo 100-letni odtok in predpostavljeni minimalni zadrževalni kapaciteti gorvodnih ribnikov znaša konica dotoka v prvi ribnik $27 \text{ m}^3/\text{s}$ (slika 43). Da smo lahko izvedli simulacijo odtočnih razmer za Q100 smo najprej morali poiskati primerno zasnovo evakuacijskih objektov in minimalno koto kron obeh jezov. Bolj natančen opis in

zasnova vseh hidrotehničnih objektov bo predstavljena v kasnejših poglavjih, na tem mestu bomo predstavili le osnovne parametre.



Slika 43: Hidrogram dotoka in iztoka za Veliki in Prvi ribnik pri stoletnih vodah.

Predpostavili smo, da se obdrži trenutna normalna kota vode v obeh ribnikih (Veliki ribnik 310,95 m nm in Prvi ribnik 304,85 m nm). Kota glavnega preliva Velikega ribnika je na 310,93 m nm in kota glavnega preliva Prvega ribnika na 304,85 m nm, predvidena pa sta preliva trapezne oblike s karakteristikami širokega praga.



Slika 44: Gladinska stanja v Prvem in Velikem ribniku pri Q100.

Kot lahko vidimo s slike 44, je maksimalna gladina vode pri Q100 na 311,5 m mn (Veliki ribnik) in 305,7 m nm (Prvi ribnik). Tem gladinam primerno (z upoštevanim minimalnim varnostnim nadvišanjem) je treba prilagoditi tudi višino krone obeh jezov.

7. Predlogi ukrepov in sanacijskih del na območju ribnikov

Objekti na območju ribnikov v Dragi sodijo med najstarejše jezovne zgradbe na Slovenskem, po namenu pa sodijo v kategorijo rekreacija, ribogojstvo, naravovarstvo. Ukrepe lahko razdelimo med tehnične, sanacijske in organizacijske. Vsak jez predstavlja tveganje za dolvodna območja, zato je naloga upravljavca:

- vzdrževati objekte na način, da zagotavljajo njegovo funkcionalnost in varnost;
- priprava načrta vzdrževanja in vodenje evidenc vzdrževanja;
- priprava načrta zaščite in reševanja.

Glede na nujnost lahko kot nujne označimo sledeče posege:

- priprava načrta vzdrževanja;
- priprava načrta zaščite in reševanja;
- zaposlitev vzdrževalca objektov in izvajanje rednih pregledov in vzdrževanja;
- ureditev dovoljenja za odvzem vode za Zadnji ribnik;
- vzpostavitev in dosledno vodenje evidenc;
- odstranitev prekomerne zarasti;
- rekonstrukcijski posegi na odzemnih, prelivnih in evakuacijskih objektih;
- utrditve in ureditve kritičnih mest jezov.

Z oznako redno pa lahko označimo posege, ki sledijo:

- postavitve opozorilnih in informativnih tabel;
- označba poti;
- namestitve merilnih naprav, kamer;
- vzdrževanje zarasti;
- meritve kakovostnih parametrov vode;
- izgradnja pomožnih objektov.

Finančni pregled predvidenih posegov je prikazan v prilogah.

7.1. Vzpostavitev sistema vzdrževanja in opazovanja objektov

Pod terminom vzdrževanje razumemo opravljanje nadzorne službe in izvajanje vzdrževalnih del. V skladu z Zakonom o vodah (ZV-1) in njegovih dopolnitvah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20) je obvezno

opravljanje vzdrževalnih del na vseh vodnih objektih. Z vidika varnosti objektov je ključna komponenta njihovo dobro poznavanje. Upravljavcu predlagamo zaposlitev človeka, ki bo dnevno prisoten na območju in objekte vzdrževal ter vodil natančno evidenco. Ključne prednosti rednega vzdrževanja in opazovanja objektov so:

- prepoznavanje in takojšnja sanacija manjših napak je ekonomsko bolj upravičena kot zahtevni in veliki posegi poškodb v napredujočem stanju;
- podaljševanje življenjske dobe objektov in zaščita pred staranjem;
- V času izrednih razmer (poplava) je jasno znano stanje v prostoru in ali so poškodbe posledica izrednega stanja ali procesov staranja na objektu.

7.1.1. Vizualni pregledi

Vizualno opazovanje je površinsko pregledovanje ribnikov in spremljajočih objektov, kjer se s prostim očesom ugotavljajo morebitne zunanje poškodbe na jezovih kot so: razpoke, usadi, podori, erozijski pojavi, stanje zarasti, stanje objektov in opreme ter zaledja, stanje brežin na območju ribnikov in podobno. Na območju je nujno izvajanje rednih prehodov in beleženja stanja, posebna pozornost pa naj se nameni:

- pregledom v času najnižjega vodostaja in v času poletne suše, saj bodo takrat jasno vidni znaki notranjega pronicanja, ki jih zabeležimo;
- temeljitemu pregledu vseh objektov pred pričetkom jesenskega deževja;
- temeljiti pregledu vseh objektov po vsakem večjem deževju;
- pregledom v zimskem času in ko je kateri od ribnikov izprazen;
- temeljitemu pregledu v spomladanskem času.

Pri pregledih namenimo posebno pozornost ključnim hidrotehničnim elementom: brežine in krone jezov, identificirane mokre cone, pretočni objekti, podslapja ter zabeležimo vsa naša opazovanja. Če opazimo karkoli navadnega se odločimo o nadaljnjih korakih (posvet s strokovnjakom, izvedba meritev, preiskav, vzpostavitev izrednih razmer in aktivacija načrta zaščite in reševanja,...). Kadarkoli naš pogled ovira zarast, tega mesta ne izpustimo, vendar smo tam še posebej pozorni. Redni pregledi naj se izvajajo minimalno enkrat mesečno, po vsakem izjemnem dogodku (visoke vode, potres,...). Enkrat pa leto pa mora biti izveden tudi podrobni pregled in kontrola delovanja vseh sistemov.

Preglede mora izvajati strokovno usposobljena oseba, ki:

- skrbi za pravočasno in redno vzdrževanje;
- nadzoruje, da se vzdrževalna dela resnično in strokovno opravijo;
- vodi dnevnik vzdrževanja.

O obratovanju in vzdrževanju je potrebno voditi dnevnik obratovanja (50. člen ZV-1), ki se hrani pri upravljalcu in mora biti vedno dostopen inšpekcijskim in nadzornim organom. V vzdrževalnem dnevniku pa je nujno beležiti:

- vzdrževalna dela;
- čas, kdaj so bila opravljena;
- oseba, ki jih je opravila,
- material, ki je bil uporabljen;
- morebitna opazanja;
- podpis odgovorne osebe.

Enkrat mesečno naj se izvede interni pregled in ovrednotenje vpisov v dnevnik. V primeru pojava poškodb naj se ovrednoti čas in način odprave nastalih poškodb, ocena funkcionalnosti in varnosti objekta ter vseh spremljajočih elementov, odredi naj se potrebne dodatne raziskave (geomehanske, geotehnične,...).

V preglednici 7 povzamemo ključne elemente vizualnega pregleda.

Preglednica 7: Ključni elemente vizualnega pregleda.

Komponenta	Opazovanje
Jezovna zgradba	- Stanje protierozijske zaščite - Morebitni pojav erozije - Morebitni zdrsi - Stanje vegetacije - Prisotnost živali - Poškodbe na kroni - Poškodbe na brežinah - Mokre cone - Posedki - Znaki notranje erozije - Prisotnost človeka
Tla in brežine	- Prisotnost človeka - Zdrsi, pomiki - Znaki erozije - Stanje izvirov - Odlaganje sedimenta - Stanje flore in favne
Prelivi in izpusti	- Znaki erozije - Poškodbe - Plavine - Stabilnost brežin - Pretočni profil - Poškodbe meniha - Stanje preklad na menihu
Ribnik	- Brežine okoli ribnika - Zarast

	- Stanje vode - Plavine - Stanje glede na vodna dovoljenja - Vnos hranil - Vnos in izlov rib
Dolvodna območja	- Mokre cone - Stanje iztoka (puščanje,...) - Znaki erozije - Prisotnost živali - Zarast - Prisotnost človeka - Spremembe v okolju in/ali prostoru - Odlaganje materiala

7.1.2. Redno vzdrževanje na terenu

Vzdrževanje se prilagodi vsakemu objektu pri tem se upošteva karakteristike objekta, sezonske značilnosti in naravovarstvene faktorje. Med redna vzdrževalna dela sodijo sledeča:

- košenje trave na kroni in brežinah jezov, vse ozelenele površine v sklopu ribnikov je potrebno najmanj štirikrat (4x) letno kositi, pokošeno travo pa odstraniti z nasipa;
- odstranjevanje preobsežne zarasti, spremljanje stanja okoli ostankov odstranjenih dreves;
- redno je potrebno odstranjevati vegetativno zarast in naplavine, ki bi ovirale odtočne razmere na prelivnem in iztočnem objektu;
- v času zmrzovanja vode ali pri nagli odjugi, je potrebno ustrezno ukrepati, drobiti ali splavljati led tako, da le ta ne poškoduje zgrajenih objektov;
- preprečevanje aktivnosti živali, ki slabijo konstrukcijo jeza;
- vzdrževanje in polnitev posedkov na kroni in brežinah jezov;
- čiščenje prelivnih objektov, izpustov, umiritvenih tolmunov, ter ostalih vodnih poti;
- kontrola površinske erozije in sanacija poškodb;
- spremljanje stanja vseh merilnih mest in izvajanje rednih odčitkov;
- na vodni strani jeza Velikega in Prvega ribnika morajo biti stalno nameščene vodomerne late, late morajo biti očiščene in morajo omogočiti nedvoumno odčitavanje višine vode v zadrževalniku v času nastopa visokih voda;
- pri vsakem nastopu visokih voda je potrebno zabeležiti potek dviganja in upadanja gladine vode v akumulacijskem prostoru v za to namenjenem dnevniku;
- če je zaradi varnosti potrebno izprazniti ribnike, morajo biti o tem obveščeni vsi, v smeri praznjenja stanujoči prebivalci, pristojni organi in ribiška družina;
- na območju ribnikov je potrebno redno obnavljati vse opozorilne znake;
- sanacija razpok (odvisno od tipa razpoke; zaščita pred pronicanjem vode in izpiranjem, polnitev...);

- odstranjevanje plavin;
- vsi soudeleženci pri rabi ribnikov v druge namene se morajo dosledno podrežati osnovni namembnosti in izpolnjevati dogovorjene obveznosti

Pri vzdrževalnih delih naj se ne vznemirja živalskega sveta in se prilagaja vremenskim pogojem. Večja vzdrževalna dela se izvajajo v zimskem delu leta, ko narava miruje.

Ribiška družina/društvo mora redno poročati o svojih aktivnostih in jih usklajevati z vzdrževalcem, ki skrbi da se spoštuje podeljena vodna pravica.

Vsi posegi, spremembe in vsa sanacijska in vzdrževalna dela se morajo beležiti in evidentirati.

Pri izvajanju del najprej poskrbimo za lastno varnost.

7.1.3. Načrt zaščite in reševanja

Z rednimi vzdrževalnimi deli se močno zmanjša pojavnost izrednih razmer, kljub temu pa je naloga vzdrževalca, da je na njih pripravljen. V ta namen je potrebno pripraviti načrt zaščite in reševanja, ki upošteva različne scenarije, kot so podnebne spremembe in z njimi povezani nenadni vremenski pojavi, konstrukcijske poškodbe in antropogena dejavnost. Načrt zaščite in reševanja naj obsega tudi postopke obveščanja in alarmiranja za primer izrednih razmer.

Izredne razmere predstavljajo sledeče:

- Stanje poškodb na jezovni zgradbi, da obstaja nevarnost poškodbe ali porušitve;
- Nastop možnosti nasilne porušitve objekta;
- Pojav visokih voda (Q100 ali več).

Poškodbe na jezovni zgradbi ali spremljajočih hidrotehničnih objektih, poškodbe na brežinah, ki obdajajo ribnike

Vzdrževalec o nastanku vseh poškodb na jezovni zgradbi ali spremljajočih hidrotehničnih objektih, brežinah ribnika, ki bi lahko pomenile nevarnost porušitve jezua ali bi lahko ogrozile stabilnost nasipa in nemoteno zadrževanje visokih voda obvesti upravljalca, ki odredi nadaljnje ukrepe oziroma v najkrajšem času skliče komisijo sestavljeno iz strokovno usposobljenih oseb, da opredeli stabilnost in varnost objektov.

Izredno visoke vode

V primeru nastopa izjemno visokih voda vzdrževalec nemudoma obvesti upravljalca in Regijski center za obveščanje (112).

Nevarnost nasilne porušitve

V primeru nevarnosti nasilne porušitve pregrade koncesionar nemudoma obvesti upravljalca, Regijski center za obveščanje (112) in Policijo (113).

Za ukrepanje v izrednih razmerah je odgovoren upravljalca z objekti.

7.2. Analize in usklajevanje med strokami in vizija dolgoročnega upravljanja območja naravnega rezervata

Območje ribnikov zaradi svoje vloge zahteva dobro sodelovanje s strokovnjaki različnih strok. V okviru te naloge smo sodelovali strokovnjaki s področja gradbeništva, hidrologije, hidrotehničnih objektov, biologije. V ločenem poročilu je tudi izdelano mnenje strokovnjakov s področja biologije glede varstva živalskih in rastlinskih vrst in njihovih habitatov.

8. Tehnične rešitve za posamezni objekt

V tem poglavju opisno predstavimo tehnične rešitve za zagotavljanje osnovne funkcije hidrotehničnih objektov na obravnavanem območju. Za vsako rešitev so v prilogah predstavljene tudi tehnične risbe in ocena stroškov.

Prednostno naj se obravnavajo:

- Veliki ribnik z vsemi spremljajočimi hidrotehničnimi objekti;
- Prvi ribnik z vsemi spremljajočimi hidrotehničnimi objekti;
- Ribnik Rakovnik z vsemi spremljajočimi hidrotehničnimi objekti;
- pridobitev vodne pravice za odvzem vode za Zadnji ribnik;
- ureditev odvzema vode za sistem Rezani, Srednji, Oglati ribnik.

Pri posegih naj veljajo splošni omilitveni ukrepi:

- Vsi gradbeni stroji, kateri bodo izvajali dela v strugi morajo imeti biološko razgradljivo olje.
- Invazivni posegi naj se izvajajo v času, ko narava miruje.
- Vsa začasna skladišča in pretakališča goriv, olj in maziv ter drugih nevarnih snovi morajo biti zaščitena pred možnostjo izliva v okolje. Delavci na gradbišču morajo biti usposobljeni za takojšnje ukrepanje v primeru nezgod, ki bi nastale zaradi transporta, skladiščenja in uporabe tekočih goriv in drugih nevarnih snovi.
- Gradbene stroje je potrebno umakniti iz poplavnega območja v kolikor so za območje napovedane obsežne padavine.

- Začasne deponije viškov zemeljskega materiala je v času gradnje treba urediti tako, da jih ne ogroža erozija in da ni oviran odtok vode. Po končani gradnji je potrebno odstraniti začasno postavljene objekte in vse ostanke začasnih deponij.

Tehnične rešitve so ekonomsko ovrednotene v prilogi 13 ter grafično prikazane v prilogi 14.

Poseg smo tudi finančno ovrednotili po postavkah. Pri tem smo upoštevali trenutne cene gradbenih del na trgu. Pri tem moramo poudariti da smo trenutno priča močnemu porastu na trgu gradbenih del, trend pa se še en umirja, kar lahko pomeni, da bodo v času izvedbe del, trenutne finančne postavke že nekoliko prenizke, kar bo pomenilo, da bo cena investicije višja od predvidene. Pregled ekonomskega vrednotenja je prikazan v preglednici 8, kjer je strošek prikazan za vsaj ribnik posebej. V oceno pa smo vključili tudi strošek rednega vzdrževanja po izvedeni sanaciji, ki obsega zaposlitev vzdrževalca ter materialni stroške rednega vzdrževanja na letni ravni. Investicija je ocenjena na 1.511.602,5 EUR, od tega je največji delež namenjen sanaciji Velikega, Prvega in ribnika Rakovnik.

Preglednica 8: Finančno ovrednotenje predvidenih del.

	Območje posega	Ocena stroškov	Prednostna obravnava - varnostni vidik	Sprejemljivost posega z vidika bilogije	Prednostna obravnava - biološki vidik
			DA/NE	DA/NE	DA/NE
1	Zadnji ribnik	53.769,45 €	NE	Da z ukrepi	NE
2	Labodja mlaka	44.331,48 €	NE	Da z ukrepi	NE
3	Rezani ribnik	138.744,61 €	NE	Da z ukrepi	NE
4	Srednji ribnik	161.233,68 €	NE	Da z ukrepi	DA
5	Oglati ribnik	60.898,82 €	NE	Da z ukrepi	NE
6	Veliki ribnik	402.540,00 €	DA	Da z ukrepi	DA
7	Prvi ribnik	193.366,95 €	DA	Da z ukrepi	DA
8	Lovska mlaka	26.382,90 €	NE	Da z ukrepi	NE
9	Ribnik Rakovnik	262.983,70 €	DA	Da z ukrepi	NE
10	Ribnik Špilgut	63.208,90 €	NE	Da z ukrepi	NE
11	Izkopani ribnik	19.102,00 €	NE	Da z ukrepi	NE
12	Nov odvzem za vodo	25.040,00 €	DA	Da z ukrepi	NE
13	Izvajanje rednih vzdrževalni del po končani sanaciji (strošek na leto po končani sanaciji)	30.000,00 €	/	/	/
14	Materialni stroški za izvajanje rednih vzdrževalnih del (strošek na leto po končani sanaciji)	30.000,00 €	/	/	/
15	Investicijska vlaganja (priprava projektne dokumentacije DGD, PZI; priprava razpisov, pridobivanje upravnih dovoljenj, soglasij,...)	217.740,37 €	/	/	/
16	Nepredvidena dela	145.160,25 €	/	/	/

Skupna ocena	1.874.503,1 €
---------------------	----------------------

8.1. Zadnji ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času ko narava miruje je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Dodatni poseg v naravne brežine v stiku z ribnikom ni potreben. V kolikor se izvede predlagano nadvišanje jezovne zgradbe, nižanje nivoja vode ni potrebno in se lahko ob ponovni polnitvi napolni na trenutno koto (322,2 m nm). Po ponovni napolnitvi ribnika naj se ohrani trenutna kota vode.

Odvzemni objekt za vodo: Nujna je pridobitev dovoljena za odvzem vode. Za trenutni odvzem vode ni podeljena vodna pravica. V skladu z podeljeno pravico bo nato mogoče zasnovati primeren odvzem, varen pred plavinami in poplavnimi vodami reke Draščice.

Jezovna zgradba: Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), očistiti je treba celotno krono in obe brežini. Nujno je tudi čiščenje območja v peti jezu na zračni strani. Jezovno zgradbo je potrebno nadvišati za 0,5 m ter splanirati brežine. Nujna je tudi trajna tesnitev obstoječega talnega izpusta in vgradnja novega z možnostjo krmiljenja. Priporočamo vgradnjo meniha, ki naj bo tudi z mostom povezan s krono nasipa. Na tak način je mogoče uravnavati nivo preklad v menihu s kopnega in ne z uporabo čolna, kot se to počne sedaj. Obstoječi prelivni objekt je potrebno sanirati. Novi naj bo umeščen na mestu starega, nujna pa je utrditev, z izvedbo kamna v beton. Kota prelivnega dela naj bo na nivoju normalne gladine ribnika (322,2 m nm). Prav tako naj se utrdi podslapje. Zračna brežina jezu je v neposrednem stiku z reko Draščico, kar objekt neposredno ogroža v času poplavnih voda, nožica jezu naj se utrdi s kamnometom. Saniran in nadvišan jez naj se zatravi. Trava naj se nato redno vzdržuje, priporočamo tudi redno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH). Namestiti je treba opozorilne in informativne table.

8.2. Labodja mlaka

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno vodno telo izprazniti in očistiti. Po ponovni napolnitvi mlake naj se ohrani trenutna kota vode.

Odvzemni objekt za vodo: Odvzemni objekt zahteva rekonstrukcijo in sanacijo, saj v obstoječem stanju ne opravlja osnovne funkcije ter je tudi nevaren za mimoidoče.

Jezovna zgradba: Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), očistiti je treba celotno krono in obe brežini. Nujno je tudi čiščenje območja v peti jezu na zračni strani. Jezovno zgradbo je potrebno nadvišati za 0,5 m ter splanirati brežine. Trenutna gladina vode je na 318,55 m nm in trenutna kota krone nasipa, ki lokalno tudi močno posedena je na 318,7 m nm, krono je tako treba nadvišati na 319,05 m nm. Trenutna širina krone 3 m se naj ohrani, splanira pa naj se zračno in vodo brežino v naklonu 1:2. Jez se nato nadaljuje na bočni jez Rezanega ribnika, splanira naj se prehod, krona naj postopoma pade na nadmorsko višino 318,00 m nm. Zasilni preliv na severozahodnem delu ribnika na stiku z makadamsko cesto, ki vodi v notranjost doline Drage naj se ukine. Urediti, očistiti in splanirati je treba tudi brežine v

stiku z makadamsko cesto ter na gorvodnem robu Labodje mlake, ter v okolici vtoka iz odzemnega kanala. Talni izpust zahteva sanacijo, priporočamo vgraditev meniha, ki bo omogočal regulacijo. Menih naj bo z mostičkom povezan s krono nasipa. Poleg tega je potrebna tudi sanacija obstoječega prelivnega objekta. Novi objekt naj bo umeščen na mestu starega, nujna pa je utrditev, z izvedbo kamna v beton ter ureditev podslapja. Kota prelivnega dela naj bo na nivoju normalne gladine vode v vodnem telesu (318,55 m nm). Prav tako naj se utrdi podslapje. Zračna in vodna brežina jezu nad nivojem stalne ojezeritve naj se zatravi in travo naj se vzdržuje. Priporočamo tudi redno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH). Namestiti je treba opozorilne in informativne table.

8.3. Rezani ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Otoka, ki sta nastala v ribniku se lahko ohranita zaradi njune ekološke funkcije. Nujno pa je čiščenje vseh brežin, tudi brežine ob makadamski cesti, ki vodi v dolino Drage. Po ponovni napolnitvi ribnika naj se ohrani trenutna kota vode.

Jezovna zgradba: Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), očistiti je treba celotno krono in obe brežini. V kolikor se ohranja obstoječi nivo vode v jezeru, se krona jezu nadviša na koto 318,00 m nm (varnostno nadvišanje 0,5 m), sanira se vodno in zračno lice jezu. Splanirano krono in brežine se nato zatravi, zahteva se nato redna košnja in vzdrževanje travne zarasti. Vodna brežina se zgradi v naklonu 1:3, zračna pa v naklonu 1:2. Omogočena mora biti popolna izpraznitev ribnika, v ta namen je potrebna celovita obnova meniha in preboja na zračno stran jezu z utrditvijo podslapja. Glavni iztok iz ribnika je bočni, ta vodi vodo neposredno v vodotok Draščica. Iztok je trenutno v neprimernem stanju in vseskozi izpostavljen erozijski dejavnosti. Prelivni objekt je treba na novo oblikovati, utrditi s kamnom v beton in zaščititi objekt pred erozijsko dejavnostjo. Izvede naj se trapezno korito in hrapava drča. Kota preliwa naj se ohrani na nivoju stalne ojezeritve v ribniku (317,5 m nm). Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.4. Srednji ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Preveriti je potrebno pogoje na gorvodnem robu ribnika, ki meji na Rezani ribnik, popisati nepravilnosti in jih morebiti tudi odpraviti. Tudi brežina, ki meji na makadamsko cesto, ki vodi v Dolino drage, potrebuje osnovno vzdrževanje in čiščenje. Po ponovni napolnitvi ribnika naj se ohrani trenutna kota vode.

Jezovna zgradba: Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), očistiti je treba celotno krono. Jezovno zgradbo razdelimo na čelno in bočno. Bočna jezovna zgradba naj se očisti, največjih dreves naj se ne odstranjuje, saj bi ruvanje panjev in sečnja velikih dreves

povzročila preveč škode na objektu. Bočni nasip naj se splanira in izravna. Prelivni objekt, ki se nahaja na bočnem nasipu je primarni prelivni objekt iz Srednjega v Oglati ribnik. Tega je treba obnoviti, lahko se izvede v sonaravni izvedbi in se uporabi les in kamen v beton. Priporočamo izvedbo s kamnom v beton. Čelni nasip je močno dotrajan, sanirati je treba območja poškodovana zaradi erozije, očistiti zarast, posekati drevje. Povsem je treba obnoviti menih in spremljajoče objekte, dostop do menih naj se uredi z mostičem ali brvjo. Nujno je tudi čiščenje območja pod jezom, saj se tam nahajajo obsežne mokre cone za katere je nujno spremljanje stanja, vsaka aktivnost živali na tem območju pa lahko ogrozi stabilnost jez. Obstoječi zasilni preliv se naj ukine in splanira celotno krono jez na koto (314,8 m nm). Na to koto naj se splanira tako čelni, kot tudi bočni nasip. Krona čelnega nasipa je treba tudi razširiti, medtem, ko bočni nasip potrebuje le planiranje in čiščenje. Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Splanirano krono in brežine se nato zatravi, zahteva se nato redna košnja in vzdrževanje travne zarasti. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.5. Oglati ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Po ponovni napolnitvi se lahko obstoječa kota vode dvigne za 90 cm. Namreč glede na obstoječe pogoje v sosednjem ribniku je treba obstoječi objekt nadvišati, sanirati in navezati na čelni jez Srednjega ribnika. Sanirano stanje pa omogoča dvig gladine.

Jezovna zgradba: Jezovna zgradba se deli v tri dele: čelni jez, ter dva bočna. Zahodni bočni nasip je umeščen na mestu med Srednjim in Oglatim ribnikom in se ureja v sklopu del na Srednjem ribniku. Krona severnega nasipa se nadviša, obstoječi zasilni preliv se ukine, uredi se navezava na čelni nasip Srednjega ribnika. Profil jez se tudi splanira, uredi se nožica in utrdi podslapje. Celotni profil potrebuje tudi obsežno čiščenje zarasti. Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), drevje s premerom 20 cm in več se reže, panjev se ne ruva. Mesto obstoječega primarnega preliva naj se ohrani, potrebuje pa prelivni objekt celovito rekonstrukcijo, kota preliva naj bo na koti stalne ojezeritve (313,8 m nm). Urediti je treba obliko preliva, ga zgraditi iz materialov odpornih na erozijo ter voditi izteklo vodo nazaj v vodotok Draščica, na način da retrogradna erozija ne ogroža stabilnosti jez (kamen v beton). Kroni čelnega in vzhodnega bočnega jez naj se splanirata na koto 314,00 m nm, kar je že sedaj srednja kota tega jez, težava pa je da je krona močno poškodovana in se na njej pojavlja precej diferencialnih posekov. Nasip na vzhodni strani Oglatega ribnika meji na brežine vodotoka Draščica. Tudi ta nasip je treba očistiti zarasti in splanirati na koto 314,00 m nm. Urediti je treba celotno brežino do vodotoka in po potrebi dodatno utrditi erozijsko ogrožena mesta. Obstoječi zasilni preliv na Severnem nasipu se zaradi neprimerne izvedbe ukine. Splanirano krono in brežine se nato zatravi, zahteva se nato redna košnja in vzdrževanje travne zarasti.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.6. Veliki ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Po ponovni napolnitvi naj se ohrani trenutna kota vode.

Jezovna zgradba: Gre za največjo jezovno zgradbo na območju. Ta profil je z vidika varnosti kritični. Jezovno zgradbo je treba v celoti očistiti zarasti, koto jezu je treba dvigniti s trenutnih 311,35 m nm 312 m nm, da se zagotovi zadostna varnost za pojav 100-letnih voda ter varnostni volumen za primer nenadnega izpusta vode iz gorvodnih ribnikov. Kota gladine v jezeru pa naj se ohrani na obstoječih 310,95 m nm. Splanira in razširi naj se profil jezu. Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), drevje s premerom 20 cm in več se reže, panjev se ne ruva. Splanirano krono in brežine se zatravi, nato se zahteva redna košnja in vzdrževanje travne zarasti. Menih zahteva celovito obnovo, urediti je treba tudi iztočni profil, ki se uporablja za izlov rib. Lokacija glavnega preliva se ohrani, vendar objekt potrebuje celovito rekonstrukcijo. Prelivanje vode se večinoma zgodi po raščenem terenu desnega boka, vendar ob višjem vodostaju voda teče tudi po profilu jezu. Poleg tega obstoječi način odtekanja vode omogoča vdiranje vode v telo jezu preko boka. Preliv se zato izvede v izvedbi kamna v beton, ter nadaljuje v hrapavi drči do naravne stopnje (pribl. 30 m dolvodno). Prelivni profil na kroni naj bo izveden v obliki trapeznega korita, s stopničasto izvedbo, da se ustvari zadostna plast vode v času nizkih in običajnih pretokov, ter da je zadosti svetlega profila tudi za pretok 100-letnih voda. Skupna širina preliva je 15 metrov, s tem da naj bo najnižji del, ki je na koti 310,93 m nm širok 5 m.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.7. Prvi ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Ribnik je močno zaraščen in preoblikovan. Zaradi zagotavljanja poplavne varnosti je v tem ribniku nujno očistiti tudi južno brežino vse do brežine jezu Velikega ribnika. Obalo zatravimo in trava naj se redno vzdržuje. Prav tako mora biti profil ribnika čist do nasipa Lovske mlake, urediti je treba tudi podslapje iztoka Lovske mlake in primeren vtok vode v Prvi ribnik. Po ponovni napolnitvi naj se ohrani trenutna kota vode.

Jezovna zgradba: Tudi ta profil je kritični profil v sistemu, saj se tudi skozi tega stekajo vse vode z območja ribnikov. Jezovna zgradba potrebuje celovito rekonstrukcijo, jez je močno

poškodovan, znižan in zaraščen. Krono jezu se nadviša na 305,5 m nm, varnostni preliv naj se ukine, saj pretok preko njega in nato tok neposredno ob nožici jezu ogroža stabilnost celotne konstrukcije. Na zračni strani naj se splanira profil jezu, očisti naj se tudi območje v vznožju jezu. Z jezovne zgradbe je potrebno odstraniti zarast (grmovje, drevje), drevje s premerom 20 cm in več se reže, panjev se ne ruva. Splanirano krono in brežine se nato zatravi, zahteva se nato redna košnja in vzdrževanje travne zarasti. Vodna stran jezu naj se uredi v naklonu 1:3, jez se tudi nadviša na koto 305,5 m nm. Menih potrebuje celovito obnovo, utrditi je treba tudi podslapje izpusta iz meniha. Lokacija prelivnega objekta naj se ohrani, vendar naj se objekt rekonstruira in prilagodi za prevajanje 100-letnih voda. Prelivni profil na kroni naj bo izveden v obliki trapeznega korita, s stopničasto izvedbo, da se ustvari zadostna plast vode v času nizkih in običajnih pretokov, ter da je zadosti svetlega profila tudi za pretok 100-letnih voda. Skupna širina preliva je 10 metrov, s tem da naj bo najnižji del, ki je na koti 304,85 m nm širok 4 m.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.8. Lovska mlaka

Posegi v vodnem telesu: Čiščenje vodnem telesu se izvede v času, ko narava miruje. Očistiti je treba celotno območje jezu do nožice jezu Velikega ribnika in do dostopne makadamske ceste, ki vodi dalje v dolino Drage.

Jezovna zgradba: Jezovno zgradbo je treba očistiti zarasti (drevje, grmičevje), splanirati v naklonu in zatraviti. Travo je nato treba redno kositi. Območje naj se očisti vse do brežine Prvega ribnika. Obnovi naj se izpust in utrdi podslapje.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.9. Ribnik Špilgut

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti.

Jezovna zgradba: Jezovna zgradba potrebuje nekaj čiščenja zarasti, sploh na zračni strani. Menih potrebuje obnovo, utrdi naj se podslapje iztoka iz meniha. Uredi naj se varnostni preliv, uporabi naj se kamen v beton, preliv naj se uredi kot hrapavo drčo. Izток naj se nato nadaljuje v utrjen kanal, s trapeznim prerezom, ki vodi v prepust pod makadamsko cesto, na dolvodni strani prepusta se ta zaključi s pragom. Voda naj se nato spelje v položnem kanalu do vtoka v ribnik Rakovnik. Območje naj se očisti nizke zarasti, da se ohranja svetli pretočni profil. Vodna brežina jezu je v zelo slabem in neprimernem stanju. Navpično vodno brežino se splanira v

naklonu 1:3 z lokalno pridobljenim materialom. Navpično zapičene kole naj se izruva. Jez naj se zatravi, travo naj se redno vzdržuje, brežina jezu pod nivojem stalne ojezeritve pa naj se zasadi z vodnim rastlinjem. Če se ohranja trenutno vodostaj vode na nivoju 299,45 m nm, naj se jez nadviša na koto 299,95 m nm, to je za 20 cm. Utrdi naj se ustroj makadamske cesti, ki poteka preko krone. Kota varnostnega preliva ne nahaja na višini 299,50 m nm, menih pa omogoča regulacijo, obratovalni nivo prelivnega roba meniha naj bo na koti gladine, torej 299,45 m nm.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.10. Ribnik Rakovnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik izprazniti in očistiti. Nujno je odstraniti usedline na jezerskem dnu, ki močno prispevajo k poslabšani kakovosti vode v ribniku.

Jezovna zgradba: Jezovna zgradba ima precej poškodb, problematični so zdrsi vodne brežine, zaradi napačne zasnove vodne brežine, ki je deloma izvedena z vertikalno steno. Težavo predstavljajo tudi posedki na kroni, neustreznost prelivnih objektov in neustreznost globinskega izpusta. Jezovno zgradbo je treba očistiti zarasti, očistiti je treba tudi območje v nožici jezu v oddaljenosti pribl. 3 m dolvodno od krone. Izvede naj se posek grmičevja in drevja, panje dreves s premerov 20 cm in več naj se ne ruva, ampak le poreže pri tleh, saj bi ruvanje povzročilo preveč poškodb. Za največja drevesa je potrebna kritična presoja časa posega ali se drevo odstranjuje ali le očisti okolico in spremlja kaj se z drevesom dogaja. Vodna brežina je v nezadovoljivem stanju, obstoječe utrjevanje in izvedba navpičnih brežin sta neprimerna, saj je brežina nestabilna hkrati pa tak način izvedbe omogoča enostavno vstopanje vode iz ribnika v telo jezu. Vodna brežina zato potrebuje obsežno sanacijo, odstraniti je treba poškodovano leseno podporje in izvesti brežino v naklonu 1:3, ki bo omogočala tudi zarast vodnega rastlinja v območju plitve vode. Del pod vodo naj se dodatno ščiti, zračni del krone pa zatravi in redno vzdržuje. Krono jezu se nadviša za 35 cm na koto 297,85 m nm. Glavni iztočni objekt je neprimerno urejen, zapiranje je urejeno provizorično in se nahaja na zračni strani nasipa, ki že zaradi fizikalnih razlogov onemogoča dobro tesnitev, saj vodni pritisk vseskozi poskuša odpreti tesnilo. Priporočamo, da se v skladu z izgledom celotnega območja in zasnovo vseh jezerc uredi izpust preko meniha. Varnostni preliv naj se očisti in utrdi, iztočna stran naj se izvede kot hrapava drča, ki se nadaljuje v kanal, ki vodi vodo v vodotok Draščica, prelivni rob varnostnega preliva naj bo na koti 297,45 m nm.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

8.11. Izkopani ribnik

Posegi v vodnem telesu: V času, ko narava miruje, je potrebno ribnik očistiti.

Jezovna zgradba: Krono je treba očistiti zarasti, urediti je treba iztočne objekte. Očiščena krona naj se zatravi in nato redno vzdržuje.

Namestiti je treba opozorilne in informativne table. Kot del rednega vzdrževanja ribnika in spremljajočih objektov naj bo tudi občasno spremljanje kakovostnih parametrov vode v ribniku (kisik, hranila, nitrati, fosfati, temperatura, pH).

Alternativni poseg, ki ga priporočamo pa je zasutje ribnika, saj je jasno videti, da je novejšega nastanka (za ribnik nismo našli nobenih dovoljenj) in po vsej verjetnosti vsaj delno napajan z izcednimi vodami, količina teh pa se bo z obnovo gorvodnega ribnika zmanjšala.

9. Zaključki

Celotno območje ribnikov bo za zagotavljanje varnosti in ohranjanje ekološke funkcije moralo biti temeljito sanirano. Pri pregledu je bilo jasno vidno, da se je redno vzdrževanje gradbenih objektov zadnjih nekaj desetletij močno postavljalo na stran oz. se na nekaterih območjih sploh ni izvajalo. Tako je zob časa pokazal svojo moč, trenutno so objekti v stanju, ko še zagotavljajo ravnovesje, vendar pa temu dolgo ne bo več tako. Poudariti moramo, da se dolvodno od območja nahajajo objekti in naselja in v primeru nesreče, bi poplavni val ogrožal ljudi kot tudi njihovo imetje. Poleg tega smo tudi opazili, da so se na območju dogajali posegi brez dovoljenj (izgradnja dodatnih ribnikov, dvigovanje gladine) ti posegi niso primerni ne z varnostnih in tudi ne okoljskih vidikov. Priporočamo, da se s sanacijo prične takoj, in se že v prvi prihajajoči zimi izvrši nujne sanacijske ukrepe, ki bodo navedeni v Zaključnem poročilu. Na tem mestu pa že navajamo, da je zaskrbljujoč nivo vode v ribnikih, ki ravno v tistih, ki so v najslabšem stanju previsok, in sploh ni poskrbljeno za varnostno nadvišanje. Ribniki v Dragi so kompleksen sistem, ki trenutno zagotavlja krhko ravnovesje med zagotavljanjem ekoloških funkcij in varnostjo za dolvodna območja. Sukcesivni procesi se odvijajo počasi, vendar vztrajno, tako da se stanje na območju počasi približuje točki, ki bo iz varnostnih vidikov nesprejemljiva, poleg tega se lahko v luči podnebnih sprememb nenadoma zgodi dogodek z resnimi posledicami. V primeru nenadne izgube varnostne funkcije bo treba ukrepati takoj, posledice pa bodo nosili tudi habitati, zato priporočamo, da se aktivno in takoj pristopi k reševanju problematike ribnikov v Dragi.

Pri zagotavljanju varnosti objektov je ključen čas. Na objektih je prisotna obsežna vegetacija in prisotne so številne živalske vrste, ki lahko povzročijo spremembe na objektih (razrahljanje materialne matrice, vzpostavitev poti za vodo). Zgodnje odpravljanje sprememb, ki lahko vodijo

do izpusta vode je torej ključni parameter v zagotavljanju varnosti. Zato je nujni ukrep stalna prisotnost vzdrževalca na objektu, ki poleg rednih vzdrževalnih del tudi redno izvaja preglede in vodi evidence in tudi zna prepoznati znake nenadnih sprememb v okolju, ki lahko vodijo v strukturne odpovedi. Zgodnje odkrivanje sprememb pa dopušča možnost sanacijskega ravnanja in preprečevanja nesreč. Prednostno naj se obravnavajo: Veliki in Prvi ribnik z vsemi spremljajočimi hidrotehničnimi objekti, pridobitev vodne pravice za odvzem vode za Zadnji ribnik in ureditev odvzema vode za sistem Rezani, Srednji, Oglati ribnik.

Literatura

- Altinakar, M.S., Al-Riffai, M., Bergman, N., Bradford, S.F., 2011. Earthen Embankment Breaching. *J. Hydraul. Eng.* 137, 1549–1564. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0000498](https://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0000498)
- ARSO. 2021. Hidrološki arhiv. Dostopno na: <https://www.arso.gov.si/vode/podatki/>.
- Bezak, N., Brilly, M., Šraj, M. 2014. Comparison between the peaks-over-threshold method and the annual maximum method for flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal* 59. doi:10.1080/02626667.2013.831174.
- Bezak, N., Šraj, M., Mikoš, M. 2017. Vpliv padavin na projektne pretoke. *Gradbeni vestnik*, 66: 241-248.
- Bezak, N., Šraj, M., Rusjan, S., Mikoš, M. 2018. Impact of the rainfall duration and temporal rainfall distribution defined using the Huff curves on the hydraulic flood modelling results. *Geosciences* 8. doi:10.3390/geosciences8020069.
- Božič, I.A., 2010. Živi svet ribnikov v dolini Drage pri Igu na Ljubljanskem barju, Pretekla vitrina četrtletja [WWW Document]. *Prirodosl. Muz. Slov. Pretekla Vitr. četrtletja*. URL <https://www.pms-lj.si/si/razstave/arhiv/292>
- Brilly, M., Šraj, M., 2006. Modeliranje površinskega odtoka in navodila za program HEC-HMS. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Gradbeništvo in Geodezijo, Ljubljana.
- Brenčič, M. 2010. Zakaj je izginila reka Ižica. Dostopna na: https://www.obcina-ig.si/wp-content/uploads/stab-civilne-zascite/Zakaj_je_izginila_reka_Iska.pdf.
- Dolšak, D., Bezak, N., Šraj, M. 2015. Pomembnost poznavanja časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka v vodarski praksi. *Gradbeni vestnik*, 64: 231-238.
- Društvo mladih geografov Slovenije, 2005. Oaza narave na pragu mesta Rezultati 9. Geografskega raziskovalnega tabora DMGS Nekaj.
- FEMA, 2016. Pocket Safety Guide for Dams and Impoundments. FEMA.
- Froehlich, D., 2008. Embankment Dam Breach Parameters and Their Uncertainties. *J. Hydraul. Eng.* 134, 1708–1721. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2008\)134](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134)
- Gradišar, B., 2008. Vpliv prispevnega območja in gospodarjenja z jezerom na evtrofne in sukcesijske procese - primer ribnikov v dolini Drage pri Igu. Univerza v Ljubljani.
- Glavan, M. Hidrološke skupine tal Slovenije. 2011. V4-1066: Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji.
- ICOLD Committee on Dam Safety, 2017. Bulletin 154 DAM SAFETY MANAGEMENT: Operational phase of the dam life cycle. ICOLD - CIGB, Paris.

- ICOLD Committee on Dam Surveillance, 2003. Bulletin 158: Dam Surveillance Guide. ICOLD - CIGB, Paris.
- ICOLD Committee on design flood, 1992. Bulletin 82: Selection of design flood- Current methods. ICOLD-CIGB, Paris.
- Lewis, B., 2013. Small dams.
- Meylan, P., Favre, A.-C., Musy, A. 2012. Predictive Hydrology: A Frequency Analysis Approach. CRC Press.
- Mikoš, M. 2020. Poplavna nevarnost v sloveniji in ocena ekstremnih projektnih poplavnih pretokov. Acta Hydrotechnica 33, 43–59. doi:10.15292/acta.hydro.2020.04.
- Občina Ig, 2005. Gozdna učna pot Draga.
- Petan, S. 2021. Osebna korespondenca.
- Piry, M. 2020. Analiza projektnih pretokov z upoštevanjem negotovosti. Mag. naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Sodnik, J., Kogovšek, B., Mikoš, M., 2014. Vodna infrastruktura v Sloveniji: Ali vemo kaj moramo vzdrževati?, in: Mišičev Vodarski Dan 2014. pp. 24–31.
- U. S. Army Corps of Engineers (USACE), 2021. Hydrologic Modeling System: Technical Reference Manual.
- Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje, uradni list RS, št. 112/2008, n.d.
- USBR, 1987. Design of small Dams. United States Department of Bureau of Reclamation.
- Vinko, D., Tratnik, A., Bahor, M., Erbida, N., Pirnat, A., Šalamun, A., 2018. Popis kačjih pastrijev (Odonata) na območju naravnega rezervata ribniki v dolini Drage pri Igu Končno poročilo. Ljubljana.

Priloge

- Priloga 1: Inventarni listi za Zadnji ribnik (R1)
- Priloga 2: Inventarni listi za Labodjo mlako (R2)
- Priloga 3: Inventarni listi za Rezani ribnik (R3)
- Priloga 4: Inventarni listi za Srednji ribnik (R4)
- Priloga 5: Inventarni listi za Oglati ribnik (R5)
- Priloga 6: Inventarni listi za Male mlake(R6)
- Priloga 7: Inventarni listi za Veliki ribnik (R7)
- Priloga 8: Inventarni listi za Lovski ribnik (R8)
- Priloga 9: Inventarni listi za Prvi ribnik (R9)
- Priloga 10: Inventarni listi za ribnik Špilgut (R10)
- Priloga 11: Inventarni listi za ribnik Rakovnik (R11)
- Priloga 12: Inventarni listi za Izkopani ribnik (R12)
- Priloga 13: Ocena stroškov predlaganih posegov
- Priloga 14: Tehnične risbe