



Definiranje ekološki prihvatljivih protoka Rječine



Zagreb, svibanj 2016.



NARUČITELJ	HRVATSKE VODE	
PROJEKT	Definiranje ekološki prihvatljivih protoka Rječine	
IZVRŠITELJ	OIKON d.o.o. - Institut za primijenjenu ekologiju	
VRSTA DOKUMENTACIJE	Stručna studija	
BROJ UGOVORA	990-15 (izvršitelj) 23-002/15 (naručitelj)	
VODITELJ PROJEKTA	Dr. sc. Tomi Haramina	
ČLANOVI STRUČNOG TIMA		
Oikon d.o.o.	Jasmina Šargač, mag. biol., univ.spec.oecol.	Koordinacija terenskih istraživanja, analiza bioloških pokazatelja kakvoće vode, ocjena stanja vodnih tijela, integracija studije
	Nikolina Bakšić, mag. ing. geol.	Hidromorfologija
	Sunčana Rapić, mag. ing. prosp. arch.	Krajobraz
	Andrea Gredelj, mag. ing. geoling	Fizikalno-kemijski pokazatelji kakvoće vode
Geonatura d.o.o.	dr. sc. Aleksandar Popijač	Biološki pokazatelji kakvoće vode - makrozoobentos
	Ivana Pušić, mag. oecol. et prot. nat.	
	Ana Đanić, mag. biol.	Bioraznolikost, ekološka mreža, zaštićena područja
	Marina Škunca, dipl. ing. biol.	



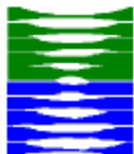
IRES d.o.o. Institut za istraživanje i razvoj održivih eko sustava	Robert Španić, dipl. ing. biol.	Biološki pokazatelji kakvoće vode - fitobentos, makrofiti, ihtiofauna i fitoplankton
	Nikola Koletić, mag. oecol. et prot. nat.	
	Nikola Malešević, mag. oecol. et prot. nat.	
	Roberta Skukan, mag. biol. exp.	
	Dr. sc. Dušan Jelić, prof. biol.	
	Vedran Šegota, dipl. ing. biol.	
PODIZVOĐAČI		
Gekom d.o.o.	Goran Gašparac, mag. phys. et geophys.	Klimatska obilježja
	Tanja Tudor, mag.phys. et geophys.	Hidrologija, definiranje EPP i minimalnih preljevniha količina
Hidroinženjering d.o.o.	Gordana Vuletić, dipl. ing. geol.	Katastar zagađivača, način, količina i vremenska dinamika korištenja voda u slivu
DIREKTOR	Dalibor Hatić, mag. ing.silv.	



SADRŽAJ

PROJEKTNI ZADATAK

1	UVOD.....	1
2	PREGLED STANJA U SLIVU	2
2.1	Osnovne značajke vodotoka i slivnog područja	2
2.1.1	Klimatska obilježja	3
2.1.2	Važni ekološki čimbenici	8
2.1.3	Katastar postojećih i potencijalnih zagađivača	35
2.1.4	Način, količina i vremenska dinamika korištenja voda u slivu	41
2.1.5	Krajobrazne vrijednosti područja sliva	59
2.2	Opće prirodne značajke	61
2.2.1	Zaštićena područja	61
2.2.2	Ekološka mreža.....	62
2.2.3	Staništa, flora i fauna.....	67
2.2.4	Odabir bioindikatora s prikazom ekoloških zahtjeva	75
2.3	Analiza i ocjena stanja voda	79
2.3.1	Ocjena ekološkog stanja u vodotoku Rječine	79
2.3.2	Procjena utjecaja postojećih i planiranih regulacija vodotoka na režim otjecanja voda u slivu Rječine i životne zajednice vodotoka i obalnih područja	127
2.3.3	Procjena utjecaja postojećeg i planiranog korištenja voda na režim otjecanja voda u slivu Rječine i životne zajednice vodotoka i obalnih područja	133
2.3.4	Procjena međudnosa količina i kakvoće voda	134
2.3.5	Ocjena stanja vodnog sustava u odnosu na zaštićena staništa i vrste.....	135
2.4	Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP i prihvatljivih preljevniha količina	136
2.4.1	Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP.....	136
2.4.2	Prikaz odabranih podloga za definiranje minimalnih preljevniha količina izvorišta	142
3	DEFINIRANJE EPP I MINIMALNIH PRELJEVNIH KOLIČINA	146
3.1	Izbor metodologije	146
3.1.1	Osnove definiranja EPP	146
3.1.2	Pregled metodologije	147
3.1.3	Izbor metodologije	158
3.2	Definiranje EPP i prihvatljivih preljevniha količina na izvorima.....	160
3.2.1	EPP za Rječinu	160
3.2.2	Ekološki prihvatljive preljevne količine na izvorštima Izvor Rječine i Zvir	163
4	ZAKLJUČAK.....	171
5	POPIS PROPISA I LITERATURE	173



HRVATSKE VODE

VODNOGOSPODARSKI ODJEL

ZA SLIVOVE SJEVERNOG JADRANA

51 000 Rijeka, Đure Šporera 3

Tel: 051/666-400

Fax: 051/336-947

PROJEKTNI ZADATAK

Definiranje ekološki prihvatljivog protoka Rječine

listopad, 2014.

Investitor:	HRVATSKE VODE
Naslov zadatka:	Definiranje ekološki prihvatljivog protoka Rječine
Lokacija:	Rječina PGŽ
Vrsta dokumentacije:	Studija
Rok izvedbe:	12 mjeseci od potpisivanja ugovora
Broj primjeraka:	6 (šest) primjeraka s CD-om <ul style="list-style-type: none"> ○ Izvještaj u .pdf formatu (nezaključan) koji sadrži tekstualni i grafički dio formatiran kao u uvezenom primjerku. ○ Tekstualni dio izvještaja predan u .doc formatu ○ Grafički dio predan u digitalnom obliku sa svim podacima georeferenciranim u novi projekcijski koordinatni sustav HTRS96/TM. Digitalni podaci moraju biti u GIS formatu (.shp i dr) ili CAD formatu (.dwg/ .dgn) sa pridruženim atributnim podacima.

UVOD

Rječina je krška rijeka s duljine toka 18,6 km, s velikim i brzim izmjenama u protoku i izdašnosti izvora. Izvor Rječine, uzlazno krško vrelo preljevno oblika, nalazi se oko 2,5 km sjeverno od naselja Kukuljani, na nadmorskoj visini od 325 metara. Izdašnost izvora tijekom godine je vrlo promjenjiva te u ljetnim mjesecima gotovo redovito presušuje. U tim slučajevima jedini stalni doprinos vodnoj bilanci Rječine daju preljevne vode izvora Zvir, koji se nalazi u nizvodnom dijelu, blizu samog ušća Rječine.

Uslijed relativno velikog vodnog potencijala, primjerene kakvoće voda i povoljnog energetskog položaja u odnosu na grad Rijeku, Rječina ima različite važne funkcije; vodoopskrbnu (Izvor Rječine, Zvir, Zvir II), hidroenergetsku (HE Rijeka) te u manjoj mjeri, u gornjem dijelu toka, rekreativnu (sportski ribolov, izletišta) i pogonsku (mlin u Martinovom selu) funkciju.

Zbog različitih se obilježja tok Rječine može podijeliti na gornji i donji tok. U gornjem toku Rječina teče otvorenom flišnom dolinom, dok u donjem dijelu toka protječe kroz vapnenačke stijene, formirajući kanjonsku dolinu. U svom najnižvodnijem dijelu, prije utjecanja u more, Rječina protječe kroz gusto naseljeni dio grada Rijeke. Tok Rječine ima tri sasvim različita hidrološka režima. U gornjem dijelu toka (od izvora do umjetne akumulacije Valići, izgrađene 1966. godine za potrebe HE Rijeka) vodotok se održava najveći dio godine i presuši jedino tijekom ljetnih mjeseci. U dijelu toka nizvodno od brane pa do vrela Zvir, korito Rječine je najvećim dijelom godine sasvim bez vode, osim eventualnog povremenog aktiviranja za jakih kiša. U krajnjem donjem dijelu toka, od Zvira do ušća, vodotok je stalan, a snabdijeva ga, ne samo stalno vrelo Zvir i drugi manji izvori, već i dotok vode iz HE Rijeka, u razdoblju kad su njezine turbine u pogonu.

Iako izvor Rječine u ljetnim mjesecima redovito presuši, prilikom pojave velikih voda u jesenskom i zimskom periodu česte su poplave u slivu (Podkilavac i Martinovo selo), dok je mogućnost izlivanja Rječine u njenom donjem toku također velika. Da bi se izlivanje spriječilo izvedeni su različiti regulacijski zahvati. Rječina je na samom ušću regulirana tako što je iskopano novo korito koje

Rječinu vodi do mora po pravcu kojim rijeka teče kad je njen najviši vodostaj. Iskop je izveden još 1854.-55., tako da je u staro korito puštena morska voda čime je stvoren Mrtvi kanal. Korito donjeg toka se uređuje i redovito čisti od riječnog nanosa.

Kako je režim toka glavni čimbenik pri utvrđivanju sastava, strukture, funkcije i dinamike riječnih ekosustava (biota razvija životne strategije kao neposredan odgovor na prirodan režim toka), održavanje prirodnih obrazaca uzdužne i poprečne povezivosti vitalno je za održivost populacija mnogih riječnih vrsta. Učinci nepostojanja odgovarajućeg režima protoka mogu biti vrlo opsežni, od značajnih promjena strukture populacija beskralježnjaka, riba i biljaka, smanjenje raznolikosti i brojnosti riječnih ptica, gubitka vlažnih područja do smanjenja ekološke, kulturne i krajobrazne raznolikosti, gubitka socio-kulturnih vrijednosti i smanjenja turističkog potencijala.

Porastom broja stanovništva te razvojem turizma i poljoprivrede, potrebe za vodom postaju sve veće, a samim time rastu i pritisci na postojeće vodne resurse. Kako su oni ipak ograničeni, a raspoložive male vode u vodotocima jedva dovoljne i za samo održanje prirodnih ekoloških uvjeta u njima, potrebno je uskladiti rastuće potrebe s potrebom očuvanja biološke raznolikosti prostora. S obzirom da je Hrvatska država članica EU, Zakonom o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14) su obuhvaćene i glavne smjernice Okvirne direktive o vodama (ODV) kojima se zahtijeva postizanje dobrog ekološkog stanja površinskih vodnih tijela. Definiran ekološki prihvatljiv protok (EPP) u tome ima važnu ulogu s obzirom da je potrebno imati definirane različite tipove vodotoka, a potom i količinu i kakvoću vode, koja je potrebna za očuvanje ekološke ravnoteže u vodotoku i obalnim zonama. U skladu s tim, EPP se može definirati kao režim toka, odnosno količina vode odgovarajuće kakvoće, kojom se, uz održavanje funkcionalnosti i strukture riječnih ekosustava, istovremeno omogućava i potrebno korištenje vodnih resursa (vodoopskrba, energetika, poljoprivreda).

CILJ PROJEKTA

Općenito

Zbog prirodne ekološke raznolikosti površinskih voda Okvirna direktiva o vodama uvodi tipizaciju i ocjenjivanje stanja voda s obzirom na relativno odstupanje od referentnih uvjeta specifičnih za svaki od utvrđenih tipova površinskih voda. Tipizacija je primarno razvrstavanje voda na temelju određenoga broja čimbenika koji bitno određuju prirodna ekološka obilježja voda. Rijeka Rječina se nalazi u jednom tipu površinskih voda i dva tipa prijelaznih voda.

U Hrvatskoj ne postoje odgovarajući zakonski propisi za definiranje ekološki prihvatljivog protoka niti razrađena metodologija koja bi uvažavala relevantne morfometrijske i bio-ekološke značajke vodotoka i pripadajuće obalne zone. Količina vode koja mora ostati u vodotoku nizvodno od zahvata vode se označava kao "biološki minimum" i propisuje se samo na temelju raspoloživih hidroloških podataka. Vrlo često se u nedostatku primjerenih metodologija određuje kao aritmetička sredina minimalnih godišnjih srednjih dnevnih protoka te je uglavnom nedostatna za održavanje i razvoj autohtonih zajednica matičnog vodotoka.

Iako ne postoji europski standard za određivanje ekološki prihvatljivog riječnog protoka, u mnogim svjetskim zemljama razvijene su složene metode i modeli biološkog odgovora za određivanje EPP, no u Hrvatskoj uglavnom nisu primjenjive zbog nedostatka sustavne bio-ekološke istraženosti vodotoka i obalnih zona. Korisne preporuke za hrvatski pristup se mogu pronaći u radovima dvaju vodećih hrvatskih stručnjaka za navedeno područje, prof. Bonaccija kao hidrologa i dr. sc. Mišetića, kao

biologa. Do ostvarivanja uvjeta za primjenu složenijih bio-ekoloških metoda, dr. sc. Mišetić predlaže ujedinjavanje hidroloških metoda s ekološkim parametrima, odnosno provjeru dostatnosti utvrđenog biološkog minimuma za održavanje ekološke ravnoteže u vodotoku, osiguravanjem životnih uvjeta određenih bioindikatorskih organizama, primjerice riba. Korisne preporuke se također mogu naći i u studiji Ekološki prihvatljiv protok Mirne.

S obzirom da na Rječini, kao i na većini vodotoka u Hrvatskoj, usprkos značajnom korištenju, nije određen EPP, ovim projektnim zadatkom predviđa se definiranje ekološki prihvatljivog protoka za Rječinu i utjecaj izvorišta u sustavu vodoopskrbe u njenom slivu (Izvor Rječine i Zvir) na hidrološke uvjete u Rječini. Budući je dio toka Rječine znatno promijenjen te da postoje značajne hidrološke varijacije u odnosu na prirodno stanje, definirani EPP će pomoći u donošenju odluka kojim bi buduće upravljanje Rječinom bilo u skladu s pristupom upravljanju vodnim tijelima koji je predložen u Planu upravljanja vodnim područjima.

Za izradu EPP Rječine potrebno je uz analizu postojećih podataka provesti i niz istraživanja (istraživanje kakvoće vode i biološko-ekološka istraživanja vodenih ekosustava) čiji će rezultati omogućiti definiranje EPP za Rječinu i ekološki prihvatljive preljevne količine za izvore u sustavu vodoopskrbe (Izvor Rječine, Zvir).

Cilj projekta

Cilj projekta je:

1. Objediniti i analizirati nizove postojećih podataka (kakvoća vode, hidrološka mjerenja, biološko-ekološka istraživanja vodenih ekosustava i sl.) te provesti dodatna istraživanja kakvoće vode Rječine čime će se moći utvrditi ekološko stanje/potencijal vodnih tijela (temeljem bioloških i osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata, koji prate biološke elemente te hidromorfoloških elemenata kakvoće), količinsko stanje izvorišta u slivu Rječine (Izvor Rječine, Zvir) kao i eventualni utjecaj onečišćivača na vodna tijela Rječine i predmetna izvorišta.
2. Definirati ekološki prihvatljive protoke za pojedina vodna tijela **Rječine** te ekološki prihvatljive preljevne količine za **izvorišta** u sustavu vodoopskrbe (Izvor Rječine, Zvir).

PROJEKTNI ZADATAK

Faze projekta

Ovim projektnim zadatkom predviđa se izrada ekološki prihvatljivog protoka Rječine i određivanje ekološki prihvatljivih preljevnih količina za izvorišta Izvor Rječine i Zvir, prema slijedećim glavnim točkama:

- I. Pregled postojećeg stanja
 - a. objedinjavanje i analiza postojećih literaturnih podataka osnovnih značajki vodotoka Rječine i slivnog područja,
 - b. određivanje ekološkog stanja/potencijala temeljem fizikalno-kemijskih, bioloških i hidromorfoloških elemenata kakvoće na odabranim reprezentativnim mjernim postajama na Rječini,
 - c. procjena mogućeg mikrobiološkog onečišćenja i onečišćenja drugim onečišćujućim tvarima uz prikaz potencijalnih zagađivača u slivu,

- d. definiranje općih bioloških značajki s odabirom bioindikatora i njihovih ekoloških zahtjeva.
- II. Izbor metodologije u skladu s utvrđenim postojećim stanjem.
 - III. Definiranje EPP za vodna tijela Rječine i ekološki prihvatljivih preljevnih količina za izvorišta Izvor Rječine i Zvir.

Područje istraživanja

Područje koje će biti obuhvaćeno ovim projektom je vodotok Rječina na kojem će se obraditi mjerne postaje reprezentativne za pojedino vodno tijelo Rječine i izvorišta u slivu Rječine koja su u sustavu vodoopskrbe (Izvor Rječine i Zvir).

SADRŽAJ STUDIJE

1. PREGLED STANJA U SLIVU

1.1. Osnovne značajke vodotoka i slivnog područja

1.1.1. Klima i hidrologija općenito

Prilog: karta s osnovnim podacima za područje sliva

1.1.2. Važni ekološki čimbenici

- I. Hidrološke značajke vodotoka Rječine i izvorišta slivnog područja (prikazati površinu slivnog područja, obraditi višegodišnje nizove srednjih dnevnih protoka i srednjih dnevnih minimalnih protoka, ispitati homogenost nizova minimalnih protoka sušnog razdoblja, utvrditi minimalne godišnje protoke i njihovu prostornu raspodjelu duž vodotoka, obraditi višegodišnje nizove srednjih i minimalnih dnevnih i godišnjih vodostaja te procijeniti gubitke vode uslijed procjeđivanja u podzemlje i isparavanja).

Prilog: tabelarni i grafički prikaz za mjerne postaje površinskih voda i izvorišta u slivu

- II. Ekološko stanje na mjernim postajama na Rječini prema fizikalno kemijskim, biološkim i hidromorfološkim pokazateljima kakvoće, u skladu sa zahtjevima Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 73/13).

Prilog: tabelarni i grafički prikaz za mjerne postaje površinskih voda i izvorišta u slivu

- III. Količinsko stanje na izvorištima u slivu Rječine (Izvor Rječine, Zvir)

Prilog: tabelarni i grafički prikaz za mjerne postaje površinskih voda i izvorišta u slivu

- IV. Karakter staništa i sastav dna te zastupljenost staništa u glavnom vodotoku i odabranim pritocima, procjena povezanosti površinskih i podzemnih voda (ako je moguće procijeniti).

Prilog: karta zastupljenosti staništa

1.1.3. Katastar postojećih i potencijalnih zagađivača vodotoka u slivu.

Prilog: karta s lokacijama postojećih i potencijalnih zagađivača

- 1.1.4. Način, količina i vremenska dinamika korištenja voda u slivu (vodoopskrba, navodnjavanje, obrana od poplava, proizvodnja električne energije, ribogojstvo, rekreacija, golf igrališta itd.)

Prilog: karta s lokalitetima i količinama zahvata vode za razna postojeća i planirana korištenja, grafički prikaz količina crpljenja i preljevnih količina na izvorima (mjesečna raspodjela za višegodišnji niz opažanja).

1.1.5. Krajobrazne vrijednosti područja sliva.

Prilog: tabelarni prikaz i karta zaštićenih staništa, vrsta i područja s popisom kategorija zaštite.

1.2. Opće biološke značajke

1.2.1. Pregled stanja flore i faune (objedinjavanje postojećih istraživanja s naglaskom na zajednice/vrste koje su nužne za procjenu održanja ekološke ravnoteže – vrste bioindikatore za određivanje EPP).

Prilozi: tabelarni prikaz.

1.2.2. Odabir bioindikatora s prikazom ekoloških zahtjeva.

Prilozi: tabelarni prikaz.

2. ANALIZA STANJA I ODABIR PODLOGA

2.1. Analiza i ocjena stanja voda

2.1.1. Procjena utjecaja postojećih i planiranih regulacija vodotoka na režim otjecanja voda u slivu Rječine i životne zajednice vodotoka i obalnih područja.

2.1.2. Procjena utjecaja postojećeg i planiranog korištenja voda na režim otjecanja voda u slivu Rječine i životne zajednice vodotoka i obalnih područja.

2.1.3. Procjena međuodnosa količina i kakvoće voda.

2.1.4. Određeno ekološko stanje u vodotoku (prema odabranim bioindikatorskim organizmima i stanju osnovnih ekoloških čimbenika).

2.1.5. Ocjena stanja vodnog sustava u odnosu na zaštićena staništa i vrste.

2.2. Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP i prihvatljivih preljevnih količina

Prilozi: tabelarni prikaz.

3. DEFINIRANJE EPP I MINIMALNIH PRELJEVNIH KOLIČINA

3.1. Izbor metodologije

Izbor metodologije u skladu s utvrđenim postojećim stanjem, dostupnim podacima i mogućnošću sakupljanja novih podataka

3.1.1. Osnove definiranja EPP (uz osvrt na nužnost korištenja ekoloških metoda) i prihvatljivih preljevnih količina na izvorima

3.1.2. Pregled metodologije

3.1.3. Izbor metodologije

3.2. Definiranje EPP i prihvatljivih preljevnih količina na izvorima

3.2.1. EPP za Rječinu

3.2.2. Ekološki prihvatljive preljevne količine na izvorištima Izvor Rječine i Zvir

4. OPIS TERENSKIH ISTRAŽIVANJA

Istraživanje bioloških i osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata (koji prate biološke elemente) te hidromorfoloških elemenata kakvoće u skladu sa zahtjevima Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 73/13) treba provesti na četiri (4) postaje. Točne lokacije mjernih postaja na Rječini ovise o informacijama prikupljenima iz postojeće dokumentacije i trebaju biti naknadno određene na terenu (u dogovoru s Naručiteljem) s navedenim koordinatama mjerne postaje (GPS) te uz fotodokumentaciju (digitalnu) cjelokupne mjerne postaje. Izvorišta koja se koriste u vodoopskrbi (Izvor Rječine, Zvir) se trebaju obraditi temeljem dostupnih postojećih podataka.

Pokazatelji i učestalost uzorkovanja

U tablici 2. su nabrojani biološki, fizikalno-kemijski i hidromorfološki pokazatelji koji se trebaju istražiti na određenim mjernim postajama.

Tablica 2. Pokazatelji i učestalost godišnjeg uzorkovanja na mjernim postajama vodotoka

POKAZATELJI		Rječina			
		P1	P2	P3	P4
BIOLOŠKI	Sastav i brojnost vodene flore (Fitoplankton*, fitobentos i makrofita)	1	1	1(6**)	1
	Sastav i brojnost makrozoobentosa	1	1	1	1
	Sastav, brojnost i starosna struktura riba	1	1	1	1
HIDRO-MORFOLOŠKI	Hidrološki režim	1	1	1	1
	Kontinuitet vodotoka	1	1	1	1
	Morfološki uvjeti	1	1	1	1
OSNOVNI FIZIKALNO-KEMIJSKI	Fizikalno-kemijski Secchi prozirnost*, temperatura, pH, el. vodljivost, alkalitet m, p vrijednost, tvrdoća ukupna, ukupne suspendirane tvari	4	4	4	4
	Režim kisika Otopljeni kisik, zasićenje kisikom, BPK ₅ , KPK _{KMnO4}	4	4	4	4
	Ukupni organski ugljik (TOC)	4	4	4	4
	Hranjive tvari Amonij, Nitrati, uk. N, ortofosfati, uk.P	4	4	4	4
	Sadržaj iona Sulfati, kloridi, fluoridi, natrij, kalij, kalcij, magnezij, karbonati, bikarbonati	4	4	4	4
	SPECIFIČNE ONEČIŠĆUJUĆE TVARI	arsen i njegovi spojevi, bakar i njegovi spojevi, cink i njegovi spojevi, krom i njegovi spojevi, fluoridi, organski vezani halogeni koji se mogu adsorbirati (AOX), poliklorirani bifenili (PCB)	4	4	4

*samo za akumulaciju Valići

** samo fitoplankton

Terensko uzorkovanje i obrada podataka

Istraživanje se mora provesti u jednogodišnjem razdoblju, prema dinamici navedenoj u tablici 2., što znači da se uzorci za osnovne fizikalno kemijske pokazatelje i specifične onečišćujuće tvari u vodi uzimaju jednom (1) u sezoni, odnosno četiri (4) puta u godini. Uzorkovanje treba biti provedeno u

povoljnim hidrološkim uvjetima, u vrijeme niskih voda. Metode uzorkovanja i analiziranja trebaju biti usklađene s odgovarajućim normama za pojedini pokazatelj.

Istraživanje zajednica vodene flore i faune (fitoplankton, makrofitska vegetacija, fitobentos, makrozoobentos i ribe) treba se provesti jednokratno (osim u slučaju fitoplanktona – 6x godišnje), u toplo doba godine, u skladu s preporučenim vremenom i mjestom uzorkovanja iz tablice 3. Metode uzorkovanja i obrade podataka trebaju biti usklađene s Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 73/13), odnosno s Metodologijom određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata (članak 19. Uredbe) koja je u postupku donošenja i predstavljat će sastavni dio navedene Uredbe.

Kod praćenja hidromorfoloških elemenata kakvoće, utvrđivanje i ocjenu stanja treba provesti u razdobljima malog protoka (ali ne i kod nepostojećeg protoka) i kad se vrsta ili struktura vegetacije u koritu, na obali i obalnom pojasu može točno evidentirati (travanj-rujan), dok se ocjenjivanje treba provesti prema Metodologiji ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja (članak 21. Uredbe) koja je u postupku donošenja i predstavljat će sastavni dio navedene Uredbe.

Tablica 3. Vrijeme uzorkovanja za pojedine biološke elemente kakvoće

Biološki pokazatelji kakvoće	Vrijeme i broj uzorkovanja	Mjesto uzorkovanja
Fitoplankton (JEZERA)	od travnja do rujna (6X)	Iz čamca, na najdubljem mjestu u stajaćem vodnom tijelu, odnosno akumulacijskom jezeru. Zajedno s osnovnim fizikalno kemijskim pokazateljima.
Fitobentos	u proljetnom razdoblju, u vrijeme niskog vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, 2-3 tjedna nakon visokog vodostaja (1X)	U glavnom koritu rijeke (zona rijeke koja je konstantno pod vodom) te izbjegavati mjesta s usporenim tokom.
Fitobentos (JEZERA)	u proljeće (1X)	U litoralnoj zoni jezera.
Makrofita	od lipnja do rujna (srpanj i kolovoz), u vrijeme srednjeg ili niskog vodostaja, barem 4 tjedna nakon visokog vodostaja (1X)	Reprezentativni odsječak obale duljine 50-100 m bez vidljivih vanjskih poremećaja.
Makrofita (JEZERA)		Iz čamca ili ronjenjem, duž transekata širokih 2-6 m, tj. 1-3 m sa svake strane čamca, transekti su okomiti na obalu i pružaju se od nje do dubinske granice makrofita.
Makrozoobentos	u proljetnom razdoblju (ožujak-travanj) u vrijeme niskog vodostaja, barem 3 tjedna nakon visokog vodostaja (1X)	Odsječak vodotoka veličine: <ul style="list-style-type: none"> • 25 m, ako je površina sliva od 10 do 100 km² (male tekućice), • 50 m ako je površina sliva od 100 do 1.000 km² (srednje velike tekućice), koji je reprezentativan za vodno tijelo i ne u blizini hidrotehničkih objekata.
Makrozoobentos (JEZERA)	tijekom travnja ili svibnja (1X)	Sabire se po 5 poduzoraka dna: <ul style="list-style-type: none"> • u stratificiranim jezerima s dna najdubljeg dijela jezera, iz profundala, • u nestratificiranim, plitkim jezerima, u središnjem dijelu jezera.
Ribe	u proljetnom razdoblju (ožujak-travanj) (1X)	Odsječak vodotoka veličine: <ul style="list-style-type: none"> • 1 km za male rijeke (veličina slivnog područja < 100 km²), • 5 km za rijeke srednje veličine (veličina slivnog područja 100 – 1000 km²) maksimalno obuhvaćajući raznolikost svih tipova prirodnih staništa i staništa pod antropogenim utjecajem.

Determinacija organizama

Uzorke fitoplanktona, fitobentosa, makrofita, makrozoobentosa i riba treba, po mogućnosti, determinirati do razine vrste, kako bi se za ocjenu stanja mogli koristiti različiti indeksi.

Ostalo

U slučaju nemogućnosti uzorkovanja i dobivanja podataka za ocjenu ekološkog stanja vodnog tijela Rječine nizvodno od akumulacije Valići potrebno je koristiti podatke za referentnu zajednicu tog tipa za određivanje EPP. Podaci su dostupni u studiji *Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (ODV) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije* (Zagreb, 2011).

PODLOGE I RASPOLOŽIVA DOKUMENTACIJA:

POSTOJEĆE PODLOGE	TK 1 :25 000, HOK 1 :5 000, DOF 1 :5 000, Geodetski snimak Rječine Hidrološki podaci s postaja u slivu Rječine Podaci o korištenju voda u slivu Rječine Podaci o kakvoći voda s postaja u slivu Rječine Podaci o korištenju voda u slivu Rječine Katastar vodnih građevina na vodotocima u slivu Rječine Registar onečišćivača Hrvatskih voda Sektorska obrada i podloge za VOH – Ekološki prihvatljiv protok, Metodologija (Zagreb, 2000.) Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (ODV) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije (Zagreb, 2011.) Plan navodnjavanja Primorsko-goranske županije (1998. Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2006.) Novelacija granica zaštitnih zona vodocrpilišta riječkog vodoopskrbnog sustava (GeoAqua, 2009.) <i>Podatke potrebne za analizu funkcioniranja akumulacije Valići potrebno je zatražiti od HEP-a.</i>
DOKUMENTACIJA A (daje se na uvid)	Nasuta pregrada Kukuljani – idejno rješenje, Geokon 1995. Konceptijsko rješenje zaštite od štetnog djelovanja voda na području Grobinštine, Hidroinženjering, 2014.

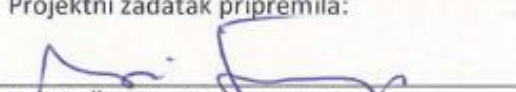
Mjesto, datum:

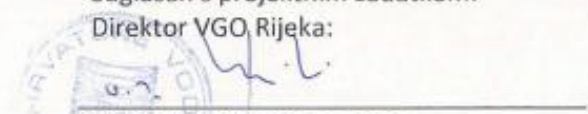
Rijeka, 10. listopada 2014.

Projektni zadatak pripremila:

Suglasan s projektnim zadatkom:


Direktor VGO Rijeka:


Marija Šikoronja, dipl. ing. biol.


Darko Višnjić, dipl.ing.građ.

Odobrio:

Voditelj Sektora razvitka:


dr. sc. Danko Biondić, dipl.ing.građ.



1 UVOD

Usljed relativno velikog vodnog potencijala, primjerene kakvoće voda i povoljnog energetskeg položaja u odnosu na grad Rijeku, Rječina ima različite važne funkcije za to područje: vodoopskrbnu (izvor Rječine, Zvir I i Zvir II), hidroenergetsku (HE Rijeka) te u manjoj mjeri u gornjem dijelu toka i rekreativnu (sportski ribolov, izletišta) i pogonsku (Gašparov mlin u Martinovom selu).

Obzirom da je Hrvatska članica Europske unije, Zakonom o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14) obuhvaćene su i glavne smjernice Okvirne direktive o vodama (ODV) kojima se zahtijeva postizanje dobrog ekološkog stanja površinskih vodnih tijela. Dio toka Rječine znatno je promijenjen te postoje znatne hidrološke varijacije u odnosu na prirodno stanje. Kako bi se ostvarili ciljevi iz ODV potrebno je definirati ekološki prihvatljiv protok, odnosno odrediti količinu i kakvoću vode koja je potrebna za očuvanje ekološke ravnoteže u vodotoku.

Cilj projektnog zadatka stoga je bio definirati ekološki prihvatljive protoke (EPP) za Rječinu te time pomoći u donošenju odluka kojim bi buduće upravljanje Rječinom bilo u skladu s pristupom upravljanju vodnim tijelima koji je predložen u Planu upravljanja vodnim područjima (NN 82/13). Definiranjem ekološki prihvatljivih protoka u Rječini omogućiti će se zaštita i poboljšanje stanja vodenih ekosustava kroz definiranje ekološki prihvatljivih protoka za pojedina vodna tijela Rječine te ekološki prihvatljivih preljevskih količina za izvorišta u sustavu vodoopskrbe (izvor Rječine, Zvir).

Postoji niz metoda koje se u različitim državama svijeta koriste za definiranje EPP-a. Svaka od metoda ima svoje prednosti i nedostatke, ali ne postoji jednostavna niti jedinstvena metoda za određivanje EPP. Kriterij za izbor metode uključuju: način korištenja vode, ciljeve upravljanja riječnim slivom, stručnjake, dostupno vrijeme i potrebna financijska sredstva, kao i postojeće zakonske okvire. Uzimajući u obzir istraženost vodotoka na promatranom području s obzirom na vodne zajednice, kao pogodni bioindikatori odabrane su karakteristike vrste riba koje naseljavaju ovaj tip vodotoka te su kao krajnji član u lancima ishrane pouzdan pokazatelj bio-ekološke ravnoteže vodotoka. Kao bioindikator na dijelu rijeke uzvodno od brane Valići odabrana je potočna pastrva (*Salmo trutta*), a na dijelu nizvodno od brane primorski pijor (*Phoxinus lumaireul*).

2 PREGLED STANJA U SLIVU

2.1 Osnovne značajke vodotoka i slivnog područja¹

Rječina je vodotok koji se nalazi unutar Jadranskog vodnog područja koje karakterizira krš. Površina neposrednog (površinskog, orografskog) sliva Rječine iznosi oko 54 km² dok je površina hidrogeološkog sliva 163 km². Podaci su dobiveni novelacijom smjerova kretanja površinskih i podzemnih voda koju je 1994. godine izvršio Institut za geološka istraživanja (Knežević, 2001). Površinski vodotok nastaje na izvorištu u podnožju planinskoga masiva Obruča, smještenom na 325 m nadmorske visine podno strme vapnenačke litice na sjeveroistočnom kontaktu siliciklastičnih i karbonatnih stijena. Sliv Rječine dijeli se na dva podsliva - podsliv rijeke Rječine sa najznačajnijim pritokom Sušicom te podsliv bujica južnog dijela Grobničkog polja. Značajke slivnog područja obrađene su u sklopu poglavlja 2.1.2.1. *Hidrološke značajke.*

Ukupna duljina vodotoka Rječine iznosi 18,7 km te cijelim svojim tokom prolazi kroz Primorsko-goransku županiju. Pregledom dostupnih literaturnih podataka¹ i podataka s terenskog istraživanja u sklopu ove studije može se izvršiti podjela toka Rječine na: gornji tok (od izvora do Martinovog sela gdje završava naplavna ravnica), srednji tok (nizvodno od Martinovog sela i akumulacija Valići) te donji, kanjojski oblikovan, tok (nizvodno od brane Valići do ušća u more). Kriterij za podjelu su razlike u geomorfološkim, hidromorfološkim i biološkim karakteristikama ovih dijelova toka. Uzdužni pad vodotoka varira od 1,8 % u gornjem dijelu, 3,0 % u srednjem dijelu, do minimalnih 0,36 % u donjem dijelu toka, odnosno naplavnoj ravnici uz ušće (Vivoda i sur., 2012). Širina korita² je od 9 do 25 m. Temeljna značajka vodnog režima Rječine su velike oscilacije protoka tijekom godine. Svake godine za sušnih mjeseci u ljetnom razdoblju izvor Rječine i njen glavni tok gotovo redovito presušuju, a presušivanje može trajati i do 4 mjeseca zaredom.

Rječina svojim tokom prolazi područjem dviju različitih geomorfoloških jedinica koje imaju i različitu geološku građu. Uzvodni i središnji dio riječne doline, do ulaza u kanjon kod naselja Pašac, oblikovani su u relativno uskoj zoni paleogenskih siliciklastičnih stijena, koja se sužava prema jugoistoku. Ta zona je s jugozapadne i sjeveroistočne strane uokvirena vapnenačkim stijenama. Padine oko korita Rječine u gornjem dijelu toka oblikovane su u siliciklastičnim stijenama visokoga stupnja erodibilnosti, a dno šljunkovitim do glinovito-pjeskovitim naslagama, što dovodi do značajne produkcije i pronosa nanosa. Tome pridonosi nekoliko bujičnih pritoka od kojih je najznačajniji lijevi pritok Sušica koji odvodi vode s prostranog Grobničkog polja, također pokrivenog šljunkovito-pjeskovitim sedimentima.

¹ Podaci o vodotoku i slivu preuzeti su većinom iz studije Konceptijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine, 2013., a također su korišteni i podaci iz sljedećih dokumenata i znanstveno-stručnih radova:

Provedbeni plan obrane od poplava branjenog područja sektor E - sjeverni Jadran, branjeno područje 23 područja malih slivova kvarnersko primorje i otoci i podvelebitsko primorje i otoci, Hrvatske vode, 2014

Vivoda i sur., 2012. Geohazard u dolini Rječine u prošlosti

Karleuša B. i sur, 2009. Rječina river basin restoration

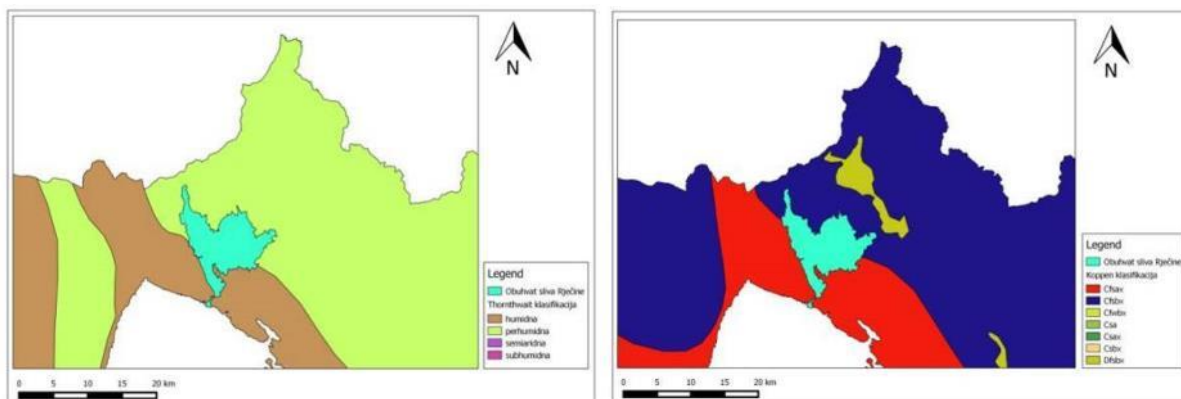
² Utvrđeno terenskim istraživanjem u sklopu ove studije

Kod naselja Kukuljani tok Rječine skreće iz pravca jugozapada prema jugoistoku i djelomično meandrira. Nizvodno od Martinovog Sela tok Rječine naglo mijenja smjerove sve do akumulacije Valići. Akumulacijsko jezero Valići (nastalo nakon izgradnje brane kod sela Grohovo) služi za dnevno izravnjanje dotoka za HE Rijeka, a pri punoj razini vode akumulacija se prostire duž korita Rječine u dužini od oko 1300 m. U dijelu toka nizvodno od brane dolina se sužava, a Rječina teče uskim kanjonom sve do strojarnice HE Rijeka. U ovom dijelu je od brane do mosta Pašac izveden niz konsolidacijskih vodnih stepenica. Širina korita u kanjonu je mjestimično manja od 10 m, dok dubina iznosi i preko 50 m, a korito je uglavnom suho, osim za trajanja preljeva akumulacije Valići. Uzdužni pad na ovom dijelu je blaži, a kod izvora Zvir počinje naplavna ravnica, odnosno ostatak nekadašnjeg estuarija, te Rječina protječe kroz gusto naseljeni dio grada Rijeke. Ovaj dio toka opskrbljuje se vodom koja izlazi dijelom iz odvodnoga kanala HE Rijeka, a dijelom iz izvora Zvir (preljevne vode). Najnizvodniji dio toka Rječine je pod značajnim utjecajem mora. Također, na ovom dijelu toka odvijaju se procesi taloženja nanosa iz gornjih dijelova toka zbog čega je došlo do problema zasipanja luke velikim količinama nanosa te je iskopano korito po pravcu koji rijeka prirodno bira kod najviših vodostaja, a u staro korito puštena je morska voda čime je nastao Mrtvi kanal. Tako je između novoga korita Rječine i Mrtvog kanala ostao trokutasti teren (Delta).

Detaljan opis vodotoka i slivnog područja prikazan je u idućim poglavljima.

2.1.1 Klimatska obilježja

Thornthwaiteova klasifikacija klime bazirana je na odnosu količine vode potrebne za potencijalnu evapotranspiraciju i oborinske vode. Na Slika 2.1-1 - lijevo, prikazana je prostorna razdioba tipova klime na dijelu Republike Hrvatske sa ucrtanim obuhvatom sliva Rječine. Većinski dio sliva, koji je ujedno u planinskom dijelu, nalazi se u perhumidnoj klimi, dok je manji dio, koji je ujedno i bliže moru, u području humidne klime. U klasifikaciji prema Koppenu koja uvažava srednji godišnji hod temperature zraka i količine oborina, sliv se također nalazi u dva tipa klime koja se zbog razlike u topografiji i udaljenosti od mora bitno razlikuju (Slika 2.1-1 - desno). Dio sliva bliži moru pripada području Cfsax dok je dio u planinskom dijelu pod utjecajem Cfsbx klime. Obje klime klasificiraju se kao umjereno tople vlažne kišne klime sa suhim ljetom te karakteristikom pravilne izmjene godišnjih doba. Temperatura najhladnijeg mjeseca kreće se između -3°C i 18°C (oznaka C). Za obje klime karakteristično je da se mjesec sa najviše oborine nalazi u hladnom dijelu godine (oznaka fs). Cfsax klimu karakterizira temperatura najtoplijeg mjeseca $\geq 22^{\circ}\text{C}$ te visoka relativna vlaga, dok je kod Cfsbx nešto hladnija temperatura, gdje je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca $< 22^{\circ}\text{C}$ te je najmanje 4 mjeseca tijekom godine temperatura zraka veća ili jednaka 10°C .



Slika 2.1-1 Prostorna razdioba tipova klime prema Thornthwait-u (lijevo) i Koppenu (desno).

Analiza meteoroloških parametara

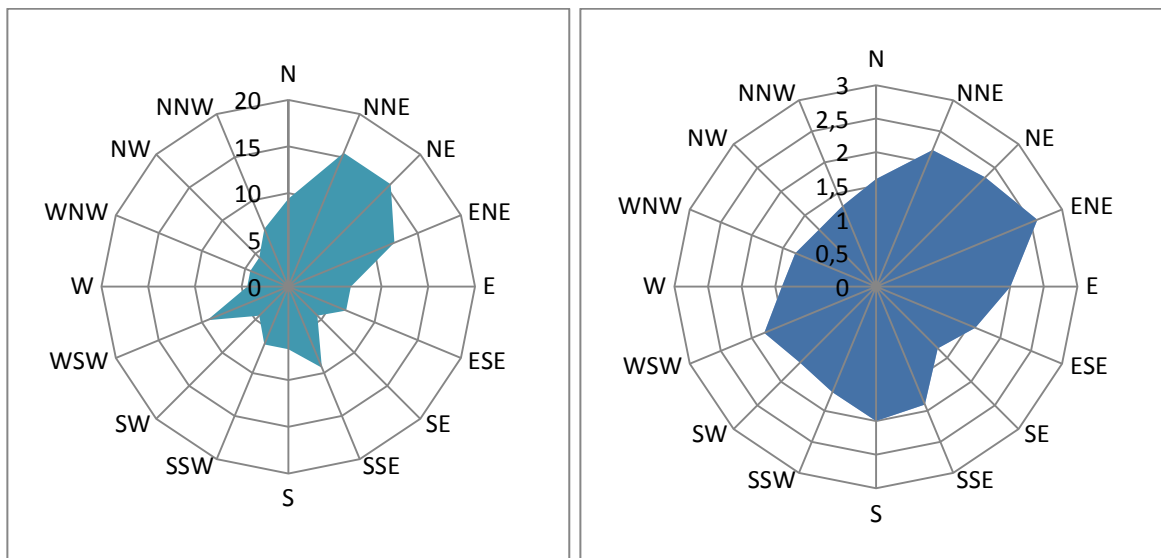
Obuhvat sliva rijeke Rječine nalazi se u neposrednoj blizini meteorološke postaje Rijeka te je ona uzeta kao relevantna postaja za opis meteoroloških parametara na tom području. Područje je izrazito varijabilne topografije te će u stvarnosti postojati razlika u ekstremima određenih meteoroloških parametara. Podaci o postaji navedeni su u Tablica 2.1-1.

Tablica 2.1-1 Korištena meteorološka postaja u daljnjoj analizi.

Postaja	Geografska širina	Geografska dužina	Nadmorska visina [m]	Razdoblje analize
Rijeka	45° 20' N	14° 27' E	120	2004 - 2014

Vjetar

Na području postaje Rijeka dominantni vjetar je bura po smjeru i brzini. Prema ruži vjetra (Slika 2.1-2) opaža se gotovo jednolika distribucija maksimalne i srednje brzine vjetra što ukazuje na stabilnost strujanja tijekom godine na tom području. Na području sliva očekuju se odstupanja i to očekivano na zavjetrinskim područjima, usjecima i dolinama. Dominantni oblik strujanja tijekom godine je obalna cirkulacija čija jačina ovisi o toplinskim gradijentima uslijed različito zagrijanih podloga kopno-more. Veće brzine javljaju se tijekom zimskog dijela godine kroz izmjenu bure i juga dok je preostali dio godine vezan uz prolaskе sinoptičkih sustava (tople, hladne fronte i sl.). Srednja brzina vjetra za promatrano razdoblje analize (Tablica 2.1-2) iznosi 1,79 m/s. Najjači udari vjetra registrirani su u prvom kvartalu godine, maksimalna 10 - minutna srednja vrijednost vjetra iznosila je 15,3 m/s (ENE smjer vjetra), a najveća trenutna izmjerena vrijednost 31,5 m/s.



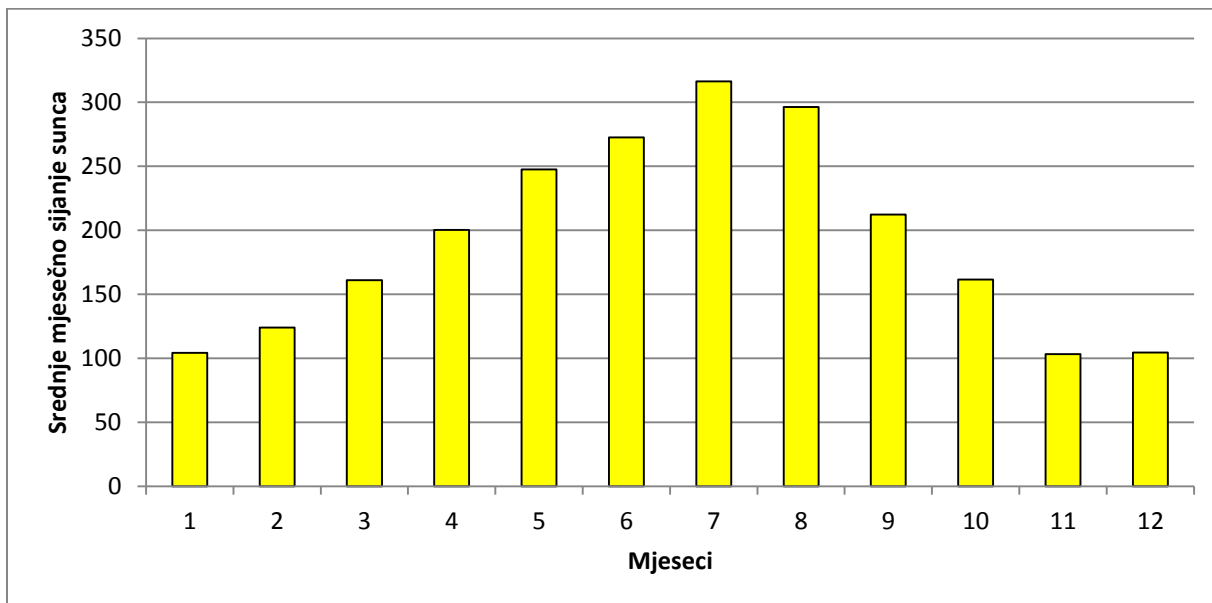
Slika 2.1-2 Ruža maksimalne brzine vjetra (lijevo) i srednje brzine (desno) za grad Rijeku.

Tablica 2.1-2 Tablica kontingencije smjera i brzine vjetra za postaju Rijeka u promatranom razdoblju analize (2004-2014).

BOF	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Čestina	Sred
N		94.5	44.8	6.4	0.4	0.3								146.4	1.6
NNE		70.2	68.9	15.9	4.6	1	0.1	0.1						160.7	2.2
NE		22.5	17.4	6.1	2.5	0.6	0.1	0.1						49.3	2.3
ENE		54.7	45	28.1	7.4	1.3	0.2							136.6	2.6
E		32.8	19.3	11.4	0.3									63.9	2
ESE		19.6	10.6	1.5	0.2									31.9	1.6
SE		6.1	1.1	0.2										7.4	1.3
SSE		20.3	16.8	3.2	0.4	0.1								40.7	1.9
S		34.3	28.5	7.5	0.7									70.9	2
SSW		26.5	21.9	1.4	0.1									49.9	1.7
SW		14.9	11.8	0.2										27	1.6
WSW		45.7	47.2	1.1		0.1								94.1	1.8
W		11.6	4.8	0.3										16.8	1.4
WNW		14.5	3.2	0.9										18.7	1.3
NW		7.7	1.5	0.2										9.4	1.2
NNW		37.2	9.4	1.2	0.1									47.8	1.3
C	28.7													28.7	0
Ukupno	28.7	512.9	352.1	85.8	16.6	3.4	0.3	0.2	0	0	0	0	0	1000	
	Broj nedostajućih podataka: 0														

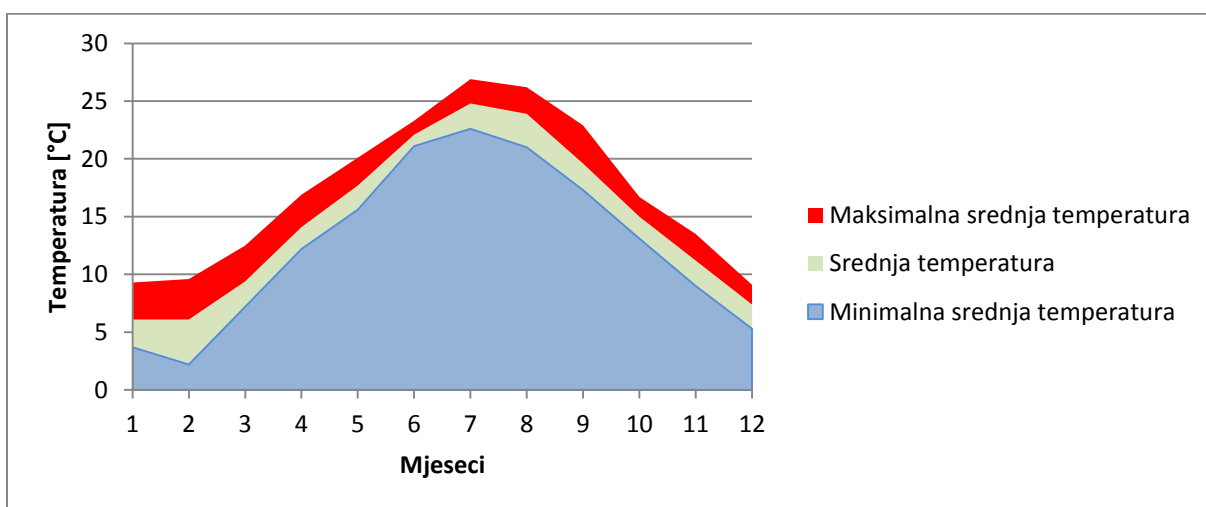
Temperatura zraka

Godišnji hod temperature zraka prvenstveno prati hod globalnoga Sunčevog zračenja, s mogućim zakašnjenjem do jednog mjeseca. Takva je situacija i na meteorološkoj postaji Rijeka u promatranom razdoblju analize, gdje se maksimum javlja u srpnju, a minimum nastupa najčešće u siječnju ili u prosincu (Slika 2.1-3).



Slika 2.1-3 Razdioba srednje mjesečne globalne radijacije za postaju Rijeka za promatrano razdoblje analize (2004-2014).

Srednji godišnji hod na postaji Rijeka prikazan je na Slika 2.1-4. U promatranom razdoblju analize srednji mjesečni maksimum gotovo je jednako raspodijeljen između lipnja i kolovoza.

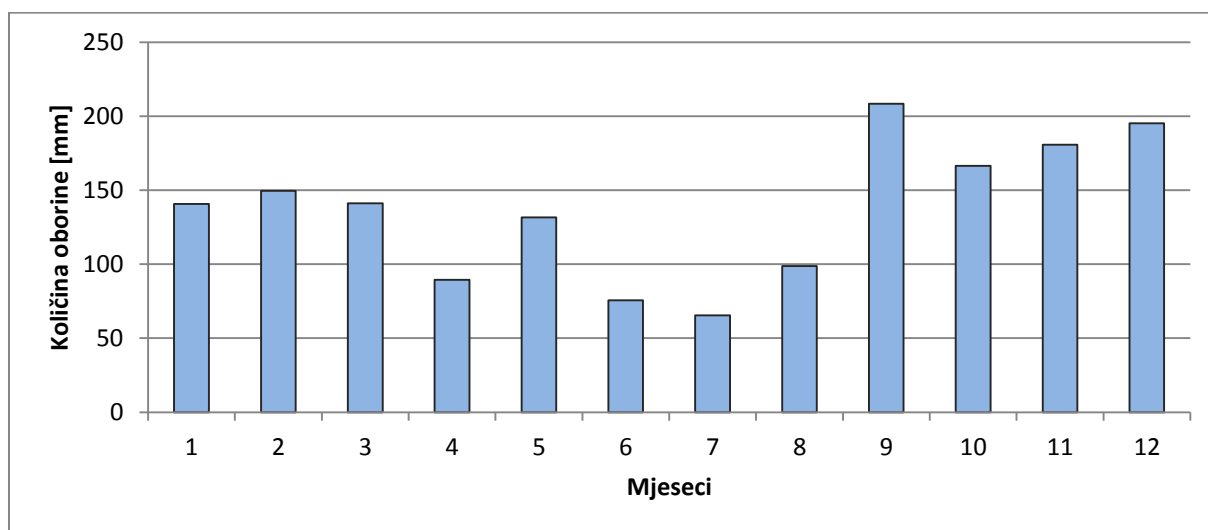


Slika 2.1-4 Razdioba srednje mjesečne temperature za postaju Rijeka za promatrano razdoblje analize (2004-2014).

Srednja godišnja temperatura zraka na promatranom području iznosi 14,4 °C, sa siječnjem kao prosječno najhladnijim (6,1 °C), te srpnjem kao prosječno najtoplijim (24,8 °C) mjesecom u godini. Prosječna maksimalna temperatura u promatranom razdoblju analize opaža se u srpnju, te dostiže vrijednosti do 26,9°C, dok prosječna minimalna temperatura za promatrano razdoblje analize doseže vrijednost u siječnju od 3,7 °C.

Oborine

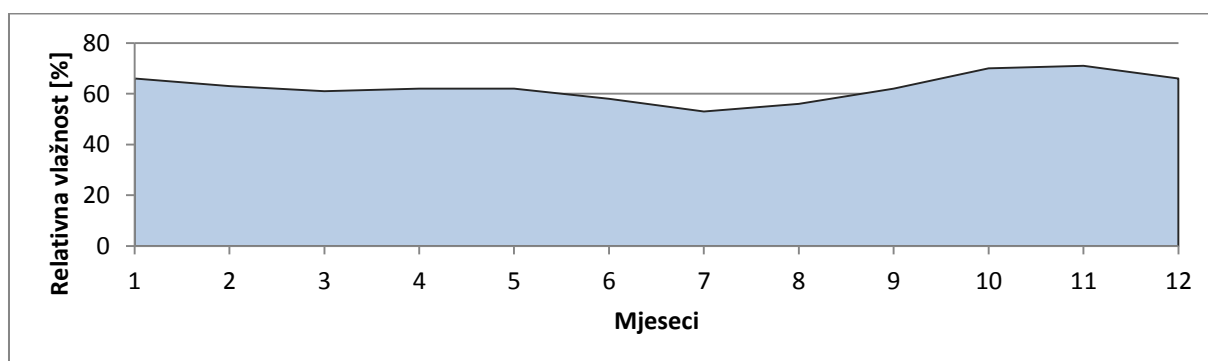
U promatranom razdoblju analize (Slika 2.1-5) najmanja količina oborine vezana je uz mjesec srpanj (65 mm), a najmanja uz mjesec rujan (208 mm). Prosječna godišnja količina oborine iznosi 1642 mm. Najčešći oblik oborine je kiša, dok se krute oborine javljaju u hladnom dijelu godine te rjeđe u toplom dijelu godine. Zimski dio godine ujedno se karakterizira kao dio godine sa najviše mjesečne količine oborine (dugotrajnije oborine) koja se najčešće javlja uslijed dužeg zadržavanja polja višeg tlaka zraka dok se tijekom ljetnog razdoblja javljaju uglavnom kraća razdoblja sa intenzivnijom oborinom (pljuskovi popraćeni grmljavinom).



Slika 2.1-5 Razdioba srednje mjesečne količine oborine za postaju Rijeka za promatrano razdoblje analize (2004-2014).

Relativna vlažnost zraka

Na pojavu magle u velikoj mjeri utječe relativna vlažnost zraka, odnosno mjera stupnja zasićenosti zraka vodenom parom pri danim temperaturnim uvjetima. Srednji godišnji hod relativne vlažnosti prikazan je na Slika 2.1-6. Srednja godišnja relativna vlažnost na postaji Rijeka iznosi 62 %. Najmanju relativnu vlažnost ima mjesec srpanj (prosječna mjesečna vrijednost od 53 %), dok je razdoblje od listopada do siječnja u prosjeku s najviše relativne vlage u zraku (od 65 do 71 %).

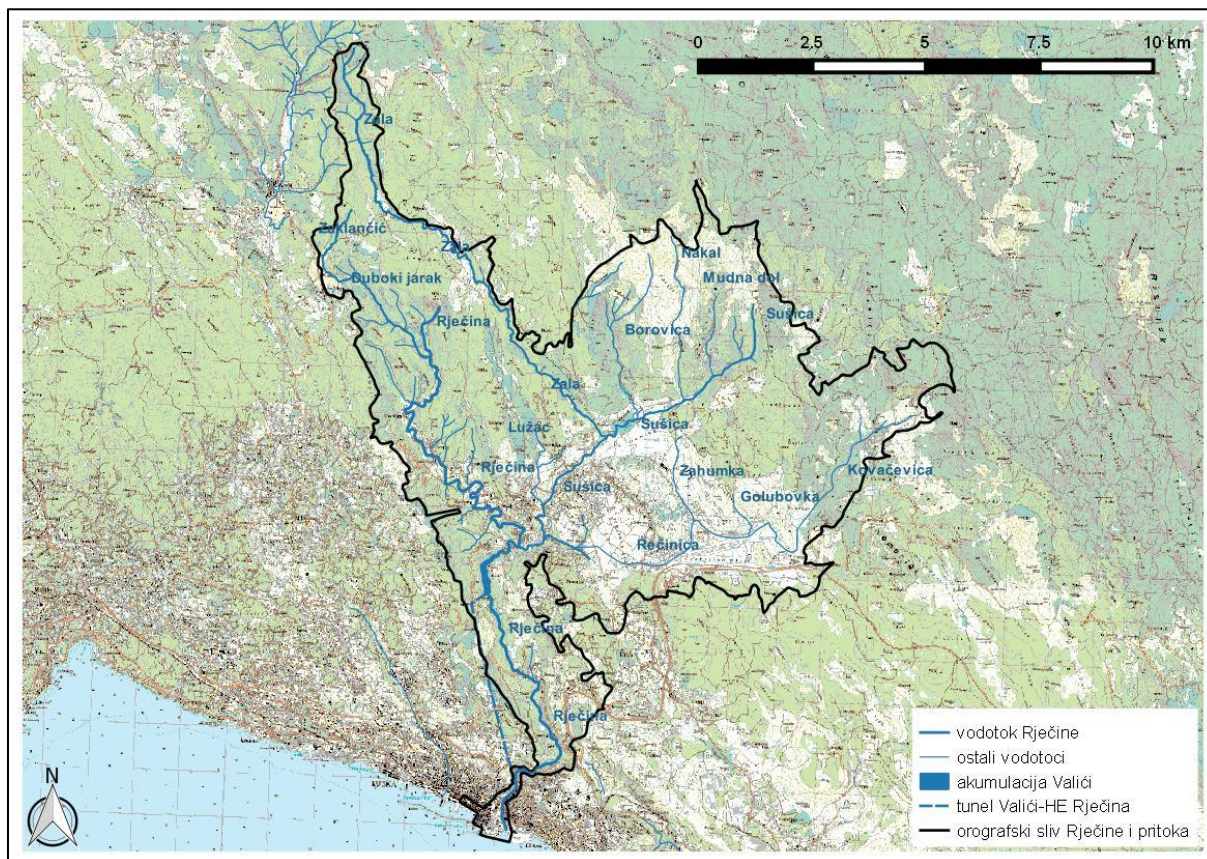


Slika 2.1-6 Relativna vlažnost za postaju Rijeka za promatrano razdoblje analize (2004-2014).

2.1.2 Važni ekološki čimbenici

2.1.2.1 Hidrološke značajke

Orografski sliv rijeke Rječine i njenih pripadnih pritoka (Slika 2.1-7) u cjelosti je smješten na krškom području Primorsko-Goranske županije, dijelom na planinskom i dijelom na primorskom području. Glavni vodotok slivnog područja je rijeka Rječina sa pritokom Sušicom i bujicama južnog dijela Grobničkog polja. Vodotok Rječine pripada obraslom kršu i u zaleđu svojeg izvora ima veliki utjecajni sliv sa značajnom podzemnom retencijom.



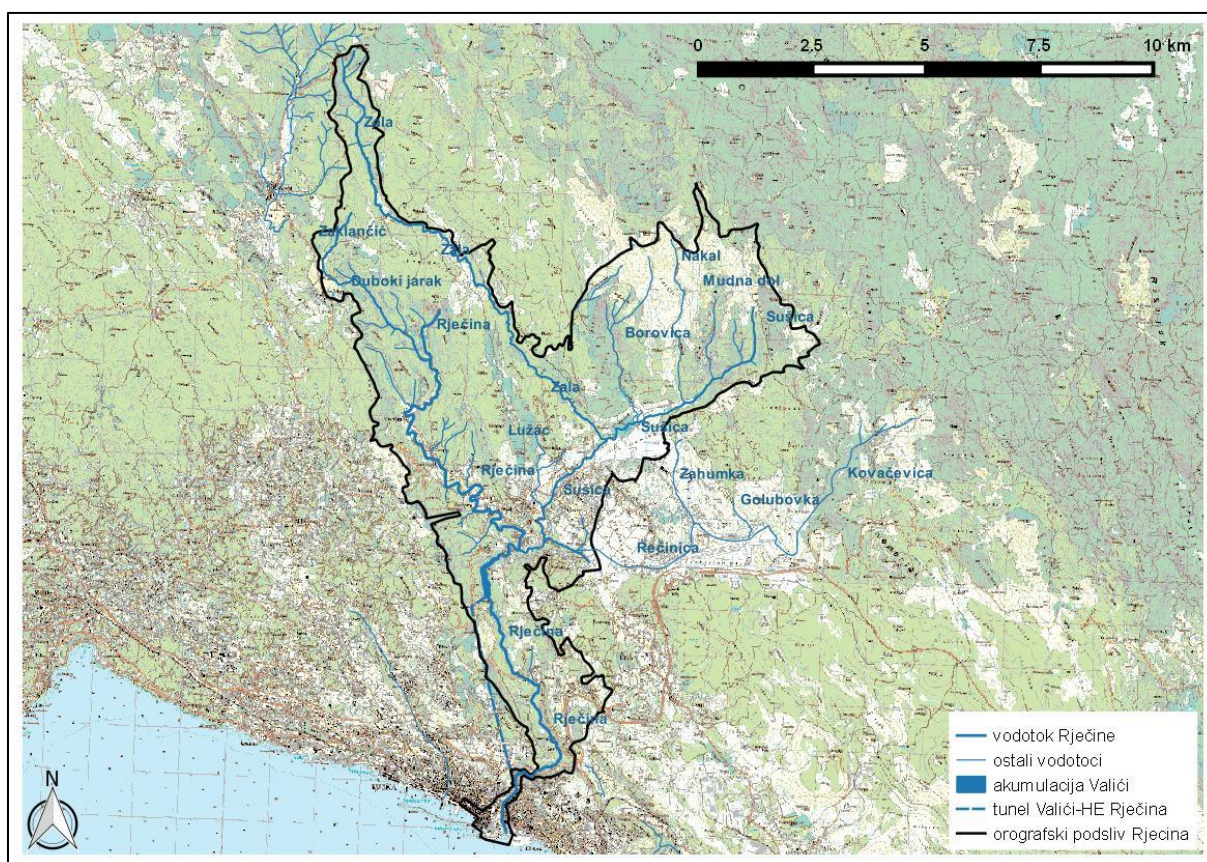
Slika 2.1-7 Orografski sliv rijeke Rječine i pritoka.

Iako slivovi čine jednu cjelinu, područje promatranog sliva se dijeli na dva podsliva - podsliv rijeke Rječine kojemu gravitira vodotok Sušica s pritocima Zala i Lužac te podsliv bujica južnog dijela Grobničkog polja.

Kod opisa podslivova korišteni podaci preuzeti su iz studije *Konceptijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine* (Mapa 1 do 4) iz 2013. godine. Također, iz istog projekta preuzete su granice orografskih slivova koje su korištene u kartografskim prikazima.

Podsliv Rječine

Površina orografskog sliva Rječine se prostire na oko 54 km² (Slika 2.1-8) Glavninu dotoka Rječine čine vode krškog izvora smještenog na 325 m nadmorske visine, oko 2,5 km zračne linije sjeveroistočno od naselja Kukuljani. Izvor i glavni tok Rječine gotovo redovito presušuju tijekom kolovoza, no presušivanje može trajati i do četiri mjeseca zaredom, najčešće od srpnja do rujna. Gornji tok Rječine protječe flišnom dolinom, dok u donjim dijelom toka protječe kroz vapnenačke stijene formirajući kanjon. Nakon 18,7 km dugog toka, rijeka Rječina utječe u more u užem gradskom području Rijeke. Na tom dijelu je korito regulirano time što je iskopano novo korito koje Rječinu vodi do mora, a u staro korito je upuštena morska voda čime je stvoren Mrtvi kanal (Vivoda et al, 2012).



Slika 2.1-8 Orografski podsliv rijeke Rječine.

Za potrebe hidroelektrane HE Rijeka 1967. godine izgrađena je brana i akumulacija Valiči kod sela Grohovo. Dionica toka Rječine između brane i utoka vode iz HE Rijeka ima bitno izmijenjeni vodni režim u odnosu na prirodno stanje. Naime, prije izgradnje akumulacije srednji godišnji protok na postaji Grohovo (neposredno nizvodno od brane) iznosio je 9,12 m³/s, a danas iznosi prosječno 1,5 m³/s. Akumulacija Valiči također znatno utječe na smanjenje pronosa nanosa nizvodno prema ušću Rječine (Vivoda i sur., 2012).

Slivu Rječine pripada i sliv lijevoobalne pritoke Sušice veličine oko 32 km². Sušica je povremeni vodotok bujičnih obilježja, koji prikuplja vode sa sjeverozapadnog ruba Grobničkog polja te utječe u Rječinu uzvodno od akumulacije Valiči, kod sela Lukeži. S

obzirom na izraženu vodopropusnost terena, površinsko otjecanje Sušicom u određenoj je mjeri ograničeno. Na vodni režim Sušice znatan utjecaj imaju krški izvori koji se javljaju na sjeverozapadnom rubu Grobničkog polja, a koji su po veličini i trajnosti izviranja znatno veći od izvora na južnom dijelu polja. To su izvorište Lužac, izvori u Podkilavcu, izvorište Gonjuša istočno od Podkilavca i izvori u koritu Sušice. Krški izvori pretežno su locirani na pripadajućoj dionici Sušice između utoka Borovice i Lužca kod Podkilavca. Manji dio izvorske vode ponire u polju nedaleko od izvora, a veći dio otječe vodotokom Sušica koji se kod Lukeža ulijeva u Rječinu.

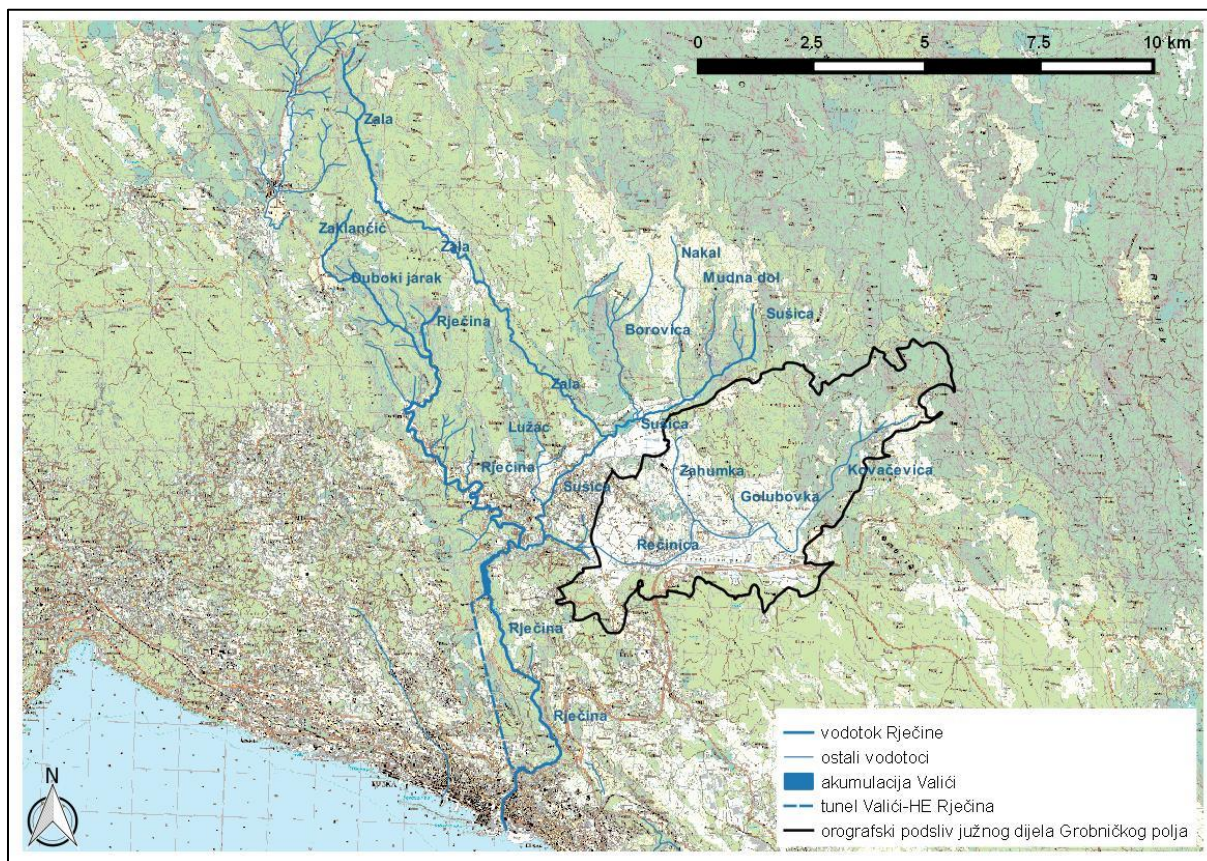
Sušica ima nekoliko značajnih pritoka: Mudna dol, Borovica, Zala, Lužac te Nakal. Najduži vodotok od 12 km ima Zala, ali zbog okolnosti da se nakon najuzvodnije - flišne zone, tok Zale nastavlja krškom zaravni Ravno, najveći dio vode ni ne stigne do utoka u Sušicu. Iako po dužini svoga toka znatno kraći u odnosu na Zalu, veći doprinos vodnoj bilanci Sušice daju povremena izvorišta Lužac, Gonjuša i Izvorište (locirano neposredno uzvodno od utoka Zale).

Vodotok Lužac desni je pritok vodotoka Sušice koji se u nju ulijeva neposredno iznad ceste Dražice - Jelenje. Izvorište mu je na visoravni Gradišće odakle se strmo ruši do prostrane doline. U dolinskom dijelu nalazi se niz izvora koji Lužcu daju veći dio vode. Vode Lužca dijelom poniru u ponoru Rupa u Donjem Jelenju, dio prolazi kroz samo mjesto, a dijelom otječu površinskim tokom u Sušicu. Tok Lužca u dolinskom dijelu ima mali pad tako da većina nanosa ostaje u njegovom koritu dok se vrlo mali dio prenosi nizvodno prema ušću u Sušicu. Lužac ima jednu pritoku, Gonjušu koja izvire u selu Podkilavac.

U uvjetima zasićenog podzemlja i intenzivnog izviranja podzemnih voda javljaju se najveći protoci u vodotocima. Količina vode koja se u visokovodnom periodu ulijeva u Rječinu s prostora sliva Sušice uzrokuje česte poplave u slivu, i to u mjestima Podkilavac i Martinovo selo, dok je i sam grad Rijeka potencijalno ugrožen.

Podsliv južnog dijela Grobničkog polja

Sliv bujica južnog dijela Grobničkog polja (Slika 2.1-9) područje je povremenog izviranja koje se prostire na oko 24 km². Takvo izviranje vode ukazuje na postojanje podzemnog sliva, koji zajedno s površinskim dijelom sliva obuhvaća znatno veću površinu od orografskog sliva. Slivu pripadaju bujice Kovačevica, Golubovka, Zahumka i njihov zajednički tok Rečunica čiji se povremeni vodotoci formiraju kod pojave velikih voda i poniru u južnom dijelu Grobničkog polja. Ove vode prihranjuju izvore u Bakarskom zaljevu, a koji su uključeni u javni sustav vodoopskrbe. Najveće protoke javljaju se kod pojave bujičnih voda u uvjetima zasićenog podzemlja i intenzivnog izviranja podzemnih voda. Kod pojave velikih voda, ugroženo je šire područje automotodroma te cesta i stambeni objekti prema naselju Zastenice i Podhum.



Slika 2.1-9 Orografski podsliv bujica južnog dijela Grobničkog polja.

Prema dostupnim podacima, u razdoblju prije intenzivnije izgradnje na slivu, poplavne vode su slobodno otjecale prema depresiji Čićave i s obzirom na prazan i nekorišten prostor nisu stvarale neke veće probleme, osim opasnih, mjestimično većih dubina vode. U današnjem stanju izgrađenosti sliva (autocesta, sportska zrakoplovna pista i automotodrom (1978.)), znatno su izmijenjeni površinski tokovi te bitno usporeno, pa i prekinuto prirodno otjecanje sa velikog dijela orografskog sliva.

Hidrološke značajke Kovačevice u dosadašnjim hidrološkim istraživanjima nisu utvrđene. Radi se o izrazito bujičnom toku, s rijetkim, ali izvjesnim pojavama bujičnih voda, veće snage koje su se u prirodnom stanju slobodno razlijevale Grobničkim poljem. Tok voda ove bujice prema nižim dijelovima Grobničkog polja, aerodromu i automotodromu, presječen je šljunčarom u predjelu Kikovice, koja također predstavlja umjetnu retenciju za prihvata bujičnih voda.

Vodotoci Golubovka i Zahumka uglavnom nemaju jasno definirano korito. Izuzetak je prostor uz automotodrom gdje je izveden odvodni kanal čime je Golubovka na toj dionici dobila uređeno korito. Na taj način su vode Golubovke kanalom prebačene u Zahumku, čime su osigurani objekti automotodroma, ali povećani protoci Zahumke odnosno Rečinice na području Podhuma. Vodotok Zahumka na dijelu uzvodno od spoja s Golubovkom nema jasno definirano korito, za razliku od toka nizvodno od spoja (kameni nabačaj na dnu i pokosima). Najnizvodniji dio toka (Rečinica) završava na nižim dijelovima Grobničkog polja, postupno ponirući u prostranoj ponornoj zoni bez izraženijih ponora. Uslijed

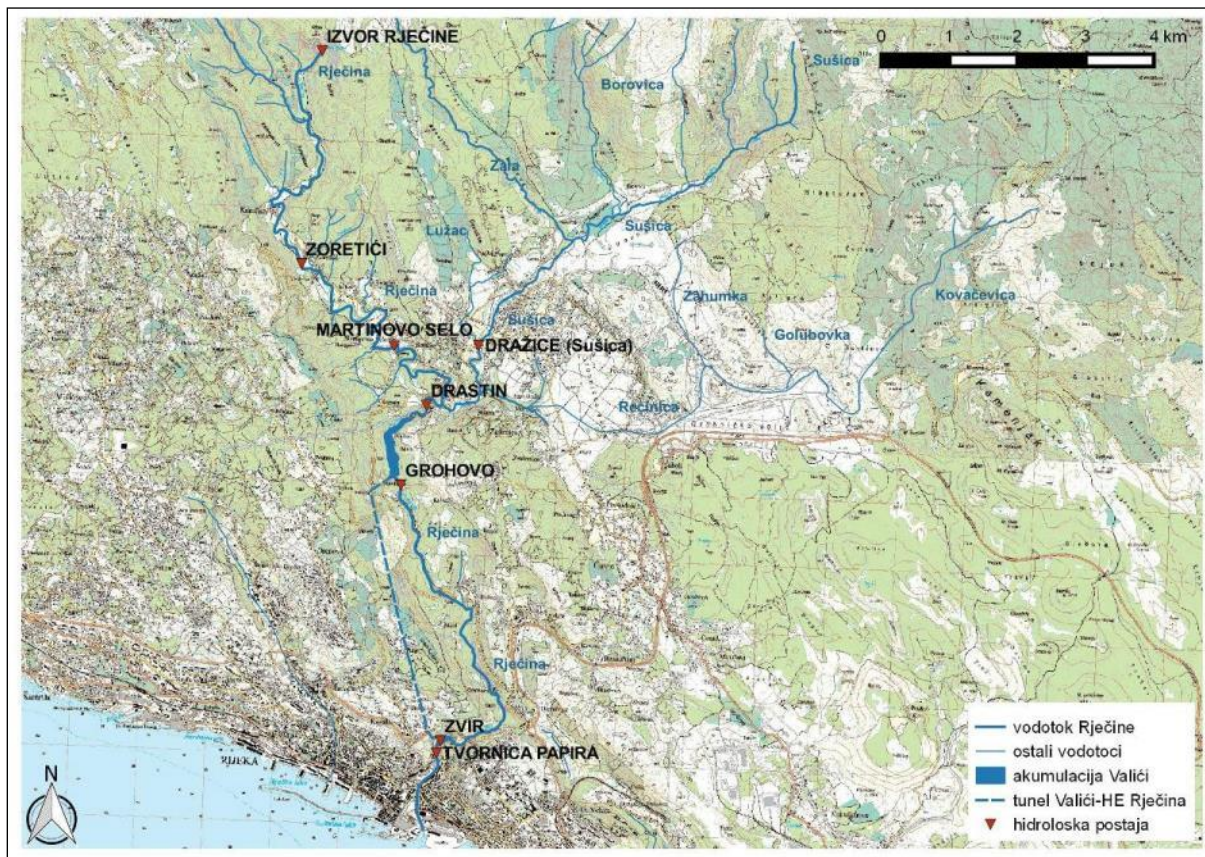
izvedenih objekata i regulacijskih radova na Golubovki i Zahumki stvoreni su retencijski prostori za prihvat bujičnih voda. Jedan se odnosi na dolinu Golubovke, a drugi na depresiju na izlasku iz zatvorenog betonskog kanala gdje se spajaju vode Zahumke s vodama Golubovke.

Pregled hidroloških podataka za rijeku Rječinu, prtok Sušicu i izvor Zvir

Od naručitelja pribavljeni hidrološki podaci (baza DHMZ-a, HIS 2000.) su obrađeni za sedam postaja na rijeci Rječini (Izvor Rječine, Zoretići, Martinovo selo, Martinovo selo uzvodno, Drastin, Grohovo i Tvornica papira), jednu postaju na pritoci Sušici (Dražice), te postaju na izvorištu Zvir (Slika 2.1-10). Statistički obrađeni podaci vodostaja i protoka prikazani su u obliku srednjih vrijednosti za određena vremenska razdoblja, godišnjih ekstrema i krivulja trajanja protoka. Analize su izvršene na setovima podataka različitih vremenskih razdoblja, ovisno o dostupnosti hidroloških podataka.

Tablica 2.1-3 Pregled postojećih hidroloških postaja s pripadajućim razdobljima mjerenja vodostaja i protoka.

Redni broj	Naziv postaje	Šifra postaje	RAZDOBLJE ANALIZE	
			VODOSTAJ	PROTOK
1	Izvor Rječine (Rječina)	6013	1948-1959, 1966-2000, 2002-2014	1948-1959, 1966-2000, 2002-2014
2	Zoretići (Rječina)	6097	1987-2014	1988-2014
3	Martinovo selo (Rječina)	6020	1964-1999, 2001-2012	1965-1999, 2001-2006, 2012-2014
4	Martinovo selo-uzv (Rječina)	6021	2012-2014	2012-2014
5	Drastin (Rječina)	6095	1987-2014	1987-2009, 2011, 2013-2014
6	Grohovo (Rječina)	6011	1947-1975, 1979-2014	1947-1975, 1979-1994, 1998-2006
7	Tvornica papira (Rječina)	6535	1998-2014	1998-2002, 2010-2014
8	Rijeka - Izvor (izvor Zvir)	6077	1979-1990, 2004-2010, 2012-2014	1979-1991
9	Dražice (Sušica)	6084	1985-2014	1990-2014



Slika 2.1-10 Položaj hidroloških postaja na Rječini i Sušici.

Homogenost podataka potrebno je ispitati ako postoje razlozi za to, odnosno ako je unutar niza podataka tijekom vremena nastupila neka statistički značajna promjena (promjena u koritu ili promjena kote nule vodokaza). Tada se nakon provedenih ispitivanja homogenosti vremenski niz podataka može statistički obrađivati. Homogenost nizova srednjih protoka testirana je pomoću Wilcoxon-ovog neparametarskog testa. Iz ukupnoga niza podataka od n članova izdvajaju se dva osnovna niza (podskupa) - originalni i modificirani, za koji se pretpostavlja da ima "modificiranu" genezu podataka.

U računu vjerojatnosti je dokazano da suma rangova modificiranog niza (S_0) velikih skupova slijedi normalnu raspodjelu, uz uvjet da su n_1 (originalni niz) i n_2 (modificirani) veći od 7.

Uz ovu pretpostavku očekivana vrijednost sume rangova modificiranog niza $E(S)$ je:

$$E_{(s)} = \frac{n_2(n_1+n_2+1)}{2}$$

Standardno odstupanje sume rangova osnovnih nizova σ_s je:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

a suma rangova modificiranog niza je $S_0 = \sum_1^{n_2} k_j$, gdje je k_j rang člana modificiranog niza.

Na temelju navedenih izraza opaženo standardno jedinično odstupanje je $U_0 = \frac{S_0 - E(s)}{\sigma_s}$.

Osnovnoj (nultoj) pretpostavci o homogenosti, tj. da nema značajnih promjena u podacima, suprotstavljena je alternativna pretpostavka - da postoje značajne promjene uzrokovane prirodnim ili umjetnim čimbenicima.

Uz uvažavanje razine povjerenja $\alpha=0,05$ donja i gornja granica prihvaćanja nulte pretpostavke usvajaju se prema normalnoj raspodjeli:

$$- 1,96 < U_0 < + 1,96$$

Pri čemu je U_0 vrijednost opaženog standardnog jediničnog odstupanja, te ako se ona nalazi unutar granica ± 1.96 može se s vjerojatnošću većom od 95% usvojiti da je niz homogen.

Ako je vrijednost U_0 izvan granica $\pm 1,96$ vjerojatnost za prihvaćanje nulte pretpostavke je manja od 95 %, pa je takav niz, prema usvojenom kriteriju, nehomogen.

Test homogenosti izvršen je na nizovima srednjih protoka za pet hidroloških postaja na Rječini. U prvom koraku promatrani su srednji godišnji vodostaji kako bi se ustvrdilo je li tokom godina došlo do promjene u vodnom režimu i postoji li potreba za ispitivanjem homogenosti. Zatim se Wilcoxon-ovim testom testirala homogenost niza podataka srednjih protoka. Utvrđene su kritične godine (Tablica 2.1-4) nakon kojih su podaci o vodostaju značajno izmijenjeni, te je na temelju njih ukupan skup podataka o srednjim protocima sušnog razdoblja razdijeljeni originalni i modificirani niz (Tablica 2.1-4., Slika 2.1-11/Slika 2.1-13).

Tablica 2.1-4 Vrijednost opaženog standardnog jediničnog odstupanja Wilcoxon-ovog testa (U_0) - crvenom bojom su označene vrijednosti testa za koje postoji značajna razlika u nizu.

Postaja	Originalni niz	Modificirani niz	U_0
(1) Izvor Rječine (Rječina)	1966.-1979.	1980.-2014.	-3,79
(2) Zoretići (Rječina)	1988.-2009.	2010.-2014.	---
(3) Martinovo selo (Rječina)	1965.-1979.	1980.-2006.	-3,82
(4) Martinovo selo-uzvodno (Rječina)	2012. - 2014.	2012. - 2014.	
(5) Drastin (Rječina)	1987.-1993.	1994.-2014.	1,76
(6) Grohovo (Rječina)	1947.-1968.	1969.-2006.	-5,35
(7) Tvornica papira (Rječina)	1999.-2002.	2010.-2014.	---
(8) Rijeka - Izvor (izvor Zvir)	1979.-1980.	1985.-2014.	---
(9) Dražice (Sušica)	1990.-2002.	2002.-2014.	-1,03

NAPOMENE:

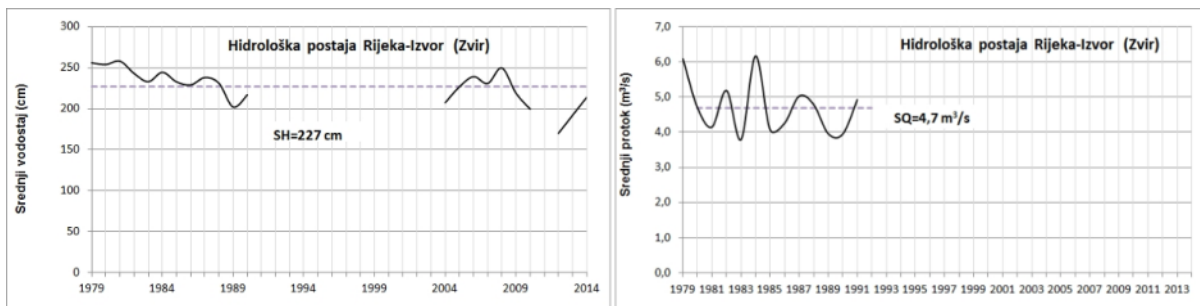
- (1) Za hidrološku postaju Izvor Rječine nedostaju podaci protoka i vodostaja za 2001. godinu.
- (2) Za hidrološku postaju Zoretići modificirani niz je prekratak za ocjenu homogenosti.
- (3) Za hidrološku postaju Martinovo selo nedostaju podaci protoka za 2000. godinu, a za razdoblje 2001.- 2006. modificirani niz je prekratak za ocjenu homogenosti.
- (4) Za hidrološku postaju Martinovo selo-uzv nizovi podataka su prekratki za ocjenu homogenosti.

-
- (5) Za hidrološku postaju Drastin nedostaju podaci protoka od 2010. do 2012. godine
- (6) Za hidrološku postaju Grohovo protok je smanjen od 1968. godine zbog akumulacije Valići te potreba HE Rijeka. Prekidi u mjerenjima od 1967.-1969., te nedostajući podaci na postaji: 1975.-1978. (protok i vodostaj), 1994.-1997. (protok) te 2007.-2014. (protok).
- (7) Za hidrološku postaju Tvornica papira nedostaju podaci za razdoblje 2003.-2009., te su nizovi prekratki za ocjenu homogenosti.
- (8) Za hidrološku postaju Rijeka - Izvor (izvor Zvir) podaci protoka su zabilježeni samo za razdoblje 1979.-1991., pa je niz prekratak za ocjenu homogenosti.
- (9) Za hidrološku postaju Dražice (Sušica) nedostaju podaci za 2001. godinu.
-

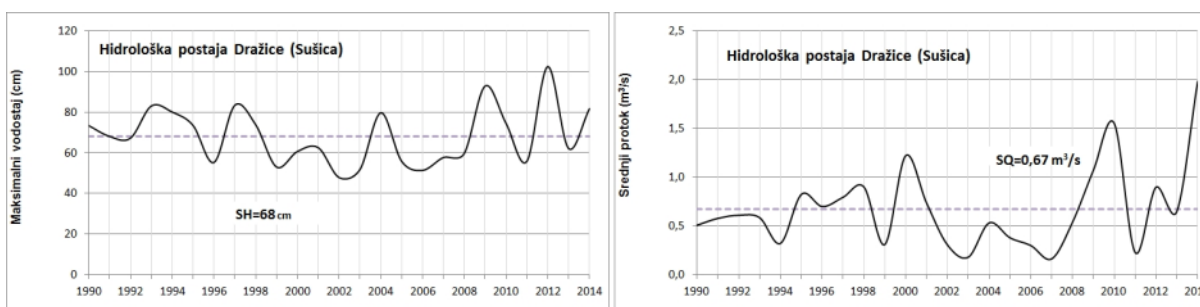
Test homogenosti je pokazao da na postajama Izvor Rječine, Martinovo selo i Grohovo niz srednjih godišnjih protoka nije homogen, dok su nizovi na postajama Drastin i Dražice (Sušica) zadovoljili uvjete homogenosti. Na ostalim postajama zbog prekida u mjerenjima i/ili prekratkim nizova nije se mogao izvršiti test homogenosti. Stoga statistička analiza hidroloških parametara na hidrološkim postajama Izvor Rječine, Martinovo selo i Grohovo neće biti izvršena na cijelom setu podataka, već samo na odabranim nizovima podataka koji su kontinuirani i konzistentni. Za postaje Zoretići, Tvornica papira i Rijeka-Izvor također će se izvršiti statistička analiza hidroloških parametara s napomenom da na njima nije izvršen test homogenost niza, čime je točnost rezultata upitna. U nastavku teksta su grafički prikazani hodovi srednjih godišnjih vodostaja i protoka (Slika 2.1-11 do Slika 2.1-13) na kojima je crvenom isprekidanom linijom označena granica između homogenog i nehomogenog niza.



Slika 2.1-11 Nivogram srednjih godišnjih/maksimalnih vodostaja (lijevo) i hidrogram srednjih godišnjih protoka (desno) za hidrološke postaje na rijeci Rječini.



Slika 2.1-12 Nivogram srednjih godišnjih vodostaja (lijevo) i hidrogram srednjih godišnjih protoka (desno) za hidrološku postaju Rijeka-Izvor (Zvir).



Slika 2.1-13 Nivogram maksimalnih godišnjih vodostaja (lijevo) i hidrogram srednjih protoka (desno) za hidrološku postaju na pritoci Sušici.

Na Slika 2.1-11 može se uočiti da je od 1980. godine na hidrološkim postajama Izvor Rječine i Martinovo selo došlo do smanjenja protoka. Navedeno se ne može uočiti za hidrološke postaje Zoretići i Drastin jer su uspostavljene krajem 80-tih godina.

U historijatu postaje **Izvor Rječine** je zabilježen odron stijene čime je srušen limnigraf u jesen 2000. godine. Zbog toga je na navedenoj postaji došlo do prekida mjerenja i time nedostajućih podataka protoka i vodostaja za 2001. godinu.

Na hidrološkoj postaji **Zoretići** od 2010. godine srednji vodostaj je veći za 16 cm dok je srednji protok veći za 2 m³/s obzirom na srednju vrijednost niza vodostaja i protoka prethodnog razdoblja. U historijatu postaje Zoretići nema zabilježbe o događajima koji su uvjetovali ove promjene.

Prekid mjerenja i time nedostajući podaci vodostaja i protoka za 2000. godinu kao i promjene u srednjem vodostaju nakon te godine je objašnjen historijatom hidrološke postaje **Martinovo selo** u kojem je naveden kvar limnigrafa kao i pomicanje stanice na novo mjesto. Na navedenoj postaji niz protoka završava sa 2006. godinom dok su se vodostaji mjerili do 2012. godine budući da krajem 2011. godine započinje rad nove stanice „Martinovo selo uzvodno“.

U historijatu hidrološke postaje **Drastin**, krajem 2009. godine je zabilježeno urušavanje obale i nanos na dnu korita zbog kojih je došlo do prekida vodomjerenja velikih i srednjih voda. Stoga za postaju Drastin nedostaju podaci protoka od 2010. do 2012. godine.

Na hidrološkoj postaji **Grohovo** došlo je do smanjenja protoka nakon 1968. godine zbog izgrađene akumulacije Valići i uzimanja vode putem odvodnoga tlačnog tunela za potrebe HE Rijeka. Također, na navedenoj postaji je došlo do prekida mjerenja od 1976. do 1978. godine uslijed odrona koji se dogodio 1975. godine kao i obnove stanice 1979. godine što je zabilježeno historijatom. Od 1995. do 1997. godine nedostaju podaci o protocima čiji niz nakon tog razdoblja traje samo do 2006. godine (nedostaju protoci u zadnjih 8 godina).

Obzirom da se u blizini izvorišta Zvir u korito Rječine ispušta voda korištena za potreba HE Rijeka, srednji godišnji protok na hidrološkoj postaji **Tvornica papira** je za skoro red veličine veći od srednjeg godišnjeg protoka na uzvodnijoj hidrološkoj postaji Grohovo. Iako je hidrološka postaja Tvornica papira započela s radom 1998. godine, do 2014. postoji neprekinuti niz vodostaja dok je niz protoka prekinut od 2003.-2009. godine. U historijatu postaje Tvornica papira je navedeno skidanje limnigrafa 2003. godine kao i početak rada stanice u novom stanju i s novom kotom nule.

Na hidrološkoj postaji **Rijeka-Izvor (Zvir)** protoci i vodostaji su mjereni do 1991. kada dolazi do prekida mjerenja rekonstrukcije izvora. Prema historijatu postaje Zvir 2003. godine obnovljena je limnigrafska postaja i niz podataka vodostaja se nastavlja od 2004. godine do 2014. godine (za 2011. nema podataka vodostaja) dok niz protoka završava sa 1991. godinom budući da su rekonstrukcijom promijenjeni geometrija preljeva i ostali objekti na kojima su vršena mjerenja preljevni količina zbog čega se za novi preljev ne mogu definirati protočne krivulje, a time i proračunati protoci na osnovi izmjerenih vodostaja.

Prema historijatu hidrološka postaja **Dražice** koja se nalazi na bujici Sušici je osnovana u jesen 1985. godine. Od tada pa do 2014. godine zabilježeni su neprekinuti i homogeni nizovi vodostaja te protoka koji počinje 1990. godine.

Obzirom na rezultate testa homogenosti nizova hidroloških parametara i na njihovu kontinuiranost, statistički parametri će biti izračunati i prikazani za sve hidrološke postaje u određenim vremenskim razdobljima.

Tablica 2.1-5 Pregled hidroloških parametara za sve postaje i pripadna razdoblja analize.

HIDROLOŠKA POSTAJA	RAZDOBLJE ANALIZE				NAPOMENA
	VODOSTAJ	Br.god. niza	PROTOK	Br.god. niza	
Izvor Rječine (Rječina)	1980. - 2014.	34	1980. - 2014.	34	nedostaju podaci za 2001. godinu
Zoretići (Rječina)	1988. - 2014.	27	1988. - 2014.	27	upitna homogenost niza podataka u razdoblju 2010. - 2014.
Martinovo selo (Rječina)	2001. - 2012.	12	1980. - 2006.	27	niz protoka je do 2006. godine
Martinovo selo uzv. (Rječina)	2012. 2014.	4	2012. - 2014.	4	--
Drastin (Rječina)	1988. - 2014.	27	1988. - 2014.	25	nedostaju podaci protoka

HIDROLOŠKA POSTAJA	RAZDOBLJE ANALIZE				NAPOMENA
	VODOSTAJ	Br.god. niza	PROTOK	Br.god. niza	
Grohovo (Rječina)	1980. - 2014.	35	1980. - 2006.	27	za 2010. i 2012. godinu niz protoka je do 2006. godine
Tvornica papira (Rječina)	1999. - 2014.	16	1999. - 2014.	9	niz protoka je prekinut od 2003. do 2009., upitna homogenost niza podataka
Rijeka-Izvor (Zvir)	1979. - 2014.	21	1979. - 1991.	13	niz vodostaja je prekinut od 1991. do 2003. godine, te nedostaje 2011. god.
Dražice (Sušica)	1990. - 2014.	25	1990. - 2014.	25	svi srednji mjesečni vodostaji unutar promatranog razdoblja su jednaki 0

Napomena: Br.god. niza predstavlja ukupno trajanje niza vodostaja/protoka izraženo u godinama

Analiza hidroloških parametara za hidrološke postaje na rijeci Rječini

Za hidrološke postaje na rijeci Rječini: Izvor Rječine, Zoretići, Martinovo selo, Martinovo selo uzvodno, Drastin, Grohovo i Tvornica papira napravljena je statistička obrada višegodišnjih nizova protoka i vodostaja. Analizom podataka za promatrana razdoblja navedena u Tablica 2.1-5 dobivene su srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne, te apsolutne minimalne i maksimalne mjesečne i godišnje vrijednosti protoka i vodostaja (Tablica 2.1-6) koje su grafički prikazane na Slika 2.1-15 do Slika 2.1-21.

Tablica 2.1-6 Srednje, minimalne i maksimalne vrijednosti vodostaja (cm) i protoka (m³/s) na svim hidrološkim postajama rijeke Rječine.

IZVOR RJEČINE										
MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	59	16	0	150	239	6,6	0,9	0,0	26,0	54,4
2	54	13	0	128	228	5,2	0,7	0,0	21,1	47,2
3	65	16	0	140	251	6,1	0,9	0,0	23,4	59,0
4	86	43	0	150	200	10,7	3,7	0,0	24,6	38,4
5	68	27	0	131	200	7,4	1,9	0,0	20,5	40,3
6	41	11	0	107	202	3,6	0,6	0,0	15,2	39,1
7	23	2	0	50	128	1,0	0,1	0,0	5,2	18,3
8	10	0	0	50	160	0,8	0,0	0,0	6,2	26,6
9	37	2	0	99	216	3,0	0,1	0,0	14,5	44,5
10	73	13	0	163	220	8,3	0,8	0,0	30,1	45,0
11	86	24	0	177	262	11,1	1,8	0,0	33,4	60,1
12	76	21	0	175	250	10,1	1,4	0,0	33,1	55,6
GODINA	56	16	0	127	262 (11 mj. 1991)	6,2	1,1	0,0	21,1	60,1 (11 mj. 1991)
ZORETIĆI										
MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}

1	130	93	36	207	304	8,1	1,1	0,0	33,2	69,7
2	121	89	33	197	303	6,2	0,9	0,0	29,8	69,4
3	126	92	50	192	269	6,9	1,0	0,0	26,9	56,5
4	145	112	59	196	258	10,1	2,9	0,0	27,9	52,4
5	126	94	58	176	243	5,9	1,2	0,0	20,4	46,7
6	110	78	23	159	223	2,7	0,3	0,0	14,8	39,2
7	81	42	0	121	189	0,8	0,0	0,0	5,5	26,3
8	56	21	0	110	214	0,7	0,0	0,0	6,0	35,8
9	91	32	0	167	279	3,7	0,1	0,0	19,4	60,3
10	134	75	0	225	303	8,7	0,8	0,0	39,2	69,4
11	151	101	49	235	309	13,5	1,9	0,0	44,0	71,6
12	142	101	32	231	338	11,1	1,6	0,0	41,7	82,6
GODINA	118	78	0	185	338 (12 mj. 2009)	6,5	1,0	0,0	25,7	82,6 (12 mj. 2009)

MARTINOVO SELO

MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	87	68	52	130	168	7,4	0,8	0,0	35,3	70,0
2	83	66	54	118	156	4,6	0,5	0,0	25,2	63,0
3	88	68	53	119	154	6,3	0,8	0,0	27,8	69,7
4	94	77	61	118	137	11,7	3,3	0,0	30,5	58,5
5	85	71	62	110	138	8,1	1,8	0,0	25,6	55,4
6	78	60	0	98	130	3,8	0,6	0,0	18,2	55,5
7	62	30	0	73	93	0,9	0,1	0,0	4,6	15,4
8	37	14	0	67	136	0,9	0,0	0,0	8,6	42,4
9	64	20	0	98	150	3,4	0,2	0,0	19,1	65,0
10	87	50	0	131	169	10,0	0,7	0,0	42,4	98,7
11	93	74	63	136	174	11,5	1,1	0,0	48,2	80,5
12	96	74	55	147	189	10,1	1,0	0,0	42,6	75,4
GODINA	76	56	0	112	189 (12 mj. 2009)	6,6	0,9	0,0	27,3	98,7 (10 mj. 1998)

MARTINOVO SELO UZVODNO

MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	92	51	32	211	321	13,1	3,0	0,2	58,7	96,3
2	84	50	22	165	310	14,6	3,5	0,2	43,2	90,7
3	84	39	15	175	243	9,9	1,4	0,2	31,5	59,6
4	84	51	23	135	197	10,6	3,3	0,2	26,7	41,2
5	70	48	14	115	155	7,4	2,8	0,7	19,6	25,7
6	50	28	16	108	133	2,4	0,2	0,2	13,1	18,7
7	30	10	0	55	104	1,0	0,1	0,0	3,8	11,0
8	27	8	0	41	101	0,7	0,1	0,0	3,5	10,3
9	69	17	0	123	162	4,0	0,5	0,0	22,6	28,1
10	85	29	0	220	298	8,1	0,3	0,0	51,4	84,8
11	115	55	31	237	311	17,0	2,2	0,2	62,0	91,2
12	91	47	31	218	269	9,7	1,4	0,2	49,7	71,1
GODINA	76	36	0	150	321 (1 mj. 2014)	8,2	1,6	0,0	32,2	96,3 (1 mj. 2014)

DRASTIN

MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	91	63	50	157	261	10,3	1,3	0,0	43,8	120,0
2	84	61	49	150	268	8,3	1,1	0,0	39,5	115,0
3	87	62	44	145	223	8,6	1,2	0,0	38,2	88,9
4	101	76	50	146	209	12,2	3,6	0,0	35,7	80,6
5	87	66	51	127	196	7,1	1,4	0,0	24,9	70,4
6	74	52	0	113	167	3,2	0,3	0,0	17,5	48,1

7	57	27	0	78	135	0,9	0,1	0,0	5,8	27,5
8	41	13	0	72	180	1,0	0,0	0,0	7,9	57,7
9	74	21	0	121	223	3,7	0,2	0,0	21,2	85,8
10	96	55	0	177	318	10,8	0,9	0,0	53,6	163,0
11	110	69	52	192	274	17,7	1,4	0,0	66,0	121,0
12	101	67	50	186	328	13,7	1,4	0,0	62,4	170,0
GODINA	84	53	0	139	328 (12 mj. 2009)	8,1	1,1	0,0	34,7	170,0 (12 mj. 2009)

GROHOVO

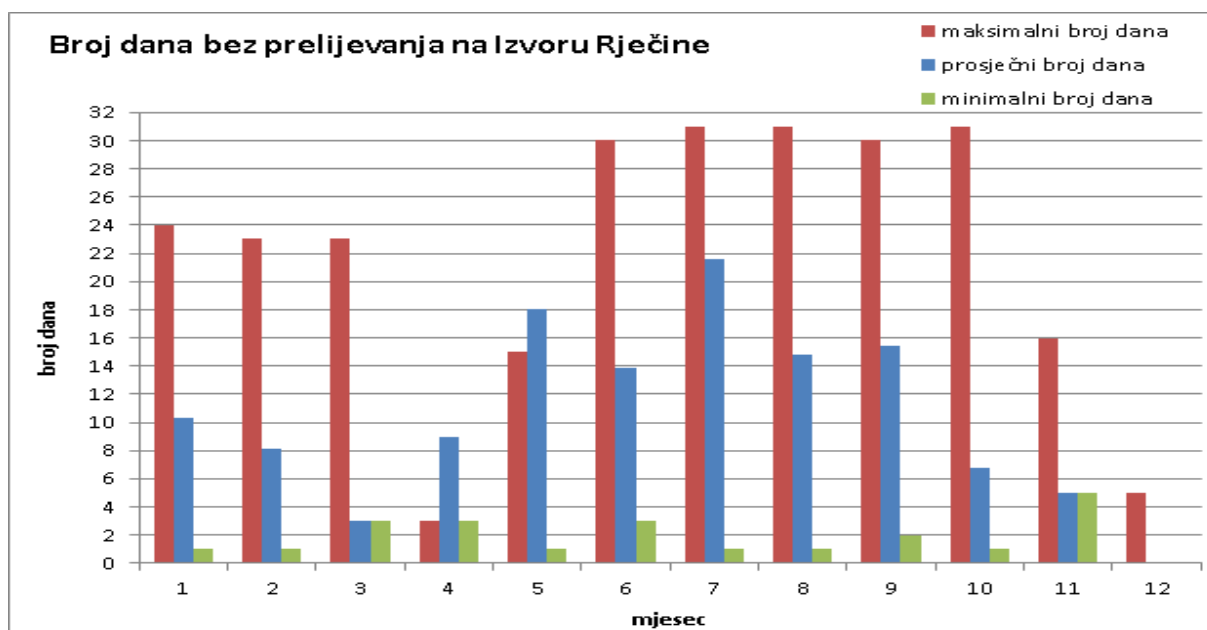
MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	-	-	-	159	292	1,6	0,01	0,0	21,4	79,1
2	-	-	-	130	357	0,6	0,01	0,0	18,8	128,0
3	-	-	-	140	293	0,8	0,00	0,0	17,9	76,7
4	-	-	-	154	313	0,9	0,00	0,0	22,3	92,6
5	-	-	-	114	270	0,5	0,00	0,0	14,3	99,0
6	-	-	-	84	298	0,3	0,00	0,0	10,0	90,1
7	-	-	-	91	255	0,5	0,00	0,0	9,6	50,8
8	-	-	-	50	234	0,5	0,00	0,0	6,2	37,1
9	-	-	-	98	399	1,5	0,00	0,0	14,7	88,9
10	-	-	-	180	300	3,4	0,01	0,0	37,6	110,0
11	-	-	-	215	440	4,6	0,03	0,0	45,8	234,0
12	-	-	-	203	355	3,0	0,02	0,0	36,4	129,0
GODINA	-	-	-	135	440 (11 mj. 1989)	1,5	0,01	0,0	21,3	234,0 (11 mj. 1989)

TVORNICA PAPIRA

MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	92	48	32	174	302	17,7	3,0	0,4	64,3	162,0
2	93	53	31	168	326	17,7	5,0	0,7	49,8	184,0
3	95	41	18	187	260	19,6	2,2	0,6	66,7	115,0
4	98	48	12	165	239	17,2	3,6	0,3	50,0	95,2
5	74	41	17	134	168	10,1	2,4	0,3	28,9	38,5
6	53	31	6	128	198	5,8	1,4	0,6	30,9	62,1
7	38	24	1	84	166	3,0	0,8	0,3	16,8	41,6
8	37	22	1	93	198	2,7	0,6	0,3	17,8	62,1
9	51	25	1	139	251	9,3	1,0	0,4	49,7	105,0
10	83	38	13	177	290	15,2	2,1	0,7	66,9	142,0
11	97	41	22	195	319	23,8	2,5	0,4	80,0	176,0
12	97	44	22	224	384	20,1	2,8	0,5	77,0	128,0
GODINA	76	38	1	156	384 (12 mj. 2009)	13,5	2,3	0,3	49,9	184,0 (2 mj. 2014)

H – srednja vrijednost vodostaja
H_{min} – srednja vrijednost minimalnog vodostaja
H_{aps.min} – apsolutni minimalni vodostaj
H_{max} – srednja vrijednost maksimalnog vodostaja
H_{aps.max} – apsolutni maksimalni vodostaja
Q – srednja mjesečna vrijednost protoka
Q_{min} – srednja vrijednost minimalnog protoka
Q_{aps.min} – apsolutni minimalni protok
Q_{max} – srednja vrijednost maksimalnog protoka
Q_{aps.max} – apsolutni maksimalni protok

U zimskim mjesecima izdašnost Izvora Rječine se kreće oko 9 m³/s (srednji mjesečni protok zimskih mjeseci) s maksimalnom izdašnošću od 60 m³/s zabilježenom u studenom 1991. godine. Prosječna godišnja izdašnost od 6,2 m³/s se u ljetnom periodu, od lipnja do rujna, smanjuje na 2,1 m³/s. Presušivanje Izvora Rječine može trajati i do preko tri mjeseca zaredom i to najčešće od srpnja do rujna. U takvim periodima se za vodoopskrbu koriste ostali izvori podzemne vode uključeni u zajednički sustav vodovoda Rijeka. Najduži period bez prelijevanja iznosio je 134 dana (4 i pol mjeseca), od polovine mjeseca svibnja do kraja mjeseca rujna 2003. godine, dok je 1989. godine oko 23 dana bez prelijevanja zabilježeno u siječnju i veljči te 1993. godine u ožujku. U 2014. godini nije zabilježen ni jedan dan bez prelijevanja (Slika 2.1-15).



Slika 2.1-14 Godišnja raspodjela perioda bez prelijevanja na Izvoru Rječine (1980.-2014.)

Prosječni godišnji protok na hidrološkoj postaji **Zoretići** iznosi 6,5 m³/s dok se protok ljetnih mjeseci u prosjeku smanjuje na 2 m³/s sa zabilježenim presušivanjem korita. Protok zimskih mjeseci se u prosjeku kreće oko 11 m³/s, dok je u prosincu zabilježen maksimalni protok od 82,6 m³/s.

Na hidrološkoj postaji **Martinovo selo** prosječni godišnji protok (niz protoka zabilježen do 2006. godine) iznosi 6,6 m³/s. Prosječni protok ljetnih mjeseci je 2,3 m³/s dok tijekom zimskih mjeseci protječe oko 9,7 m³/s. Maksimalni protok je zabilježen u listopadu 1998. godine kada je iznosio 98,7 m³/s, dok ljeti vodotok sigurno presušuje tijekom kolovoza, mada su presušivanja zabilježena tijekom cijele godine. Valja napomenuti da je prema zabilježenim maksimalnim vodostajima (prosina 2009. godine) bilo i većih protoka, ali nisu zabilježeni u HIS bazi budući da je niz protoka završava sa 2006. godinom.

Na hidrološkoj postaji **Martinovo selo uzvodno** prosječni godišnji protok iznosi 8,2 m³/s. Prosječni protok ljetnih mjeseci je 2,0 m³/s dok tijekom zimskih mjeseci protječe oko 13,3 m³/s. Maksimalni protok je zabilježen u siječnju 2014. godine kada je iznosio 96,3 m³/s, dok se najniži protoci javljaju tijekom srpnja i kolovoza. Presušivanja korita su zabilježena u razdoblju od mjeseca srpnja do listopada.



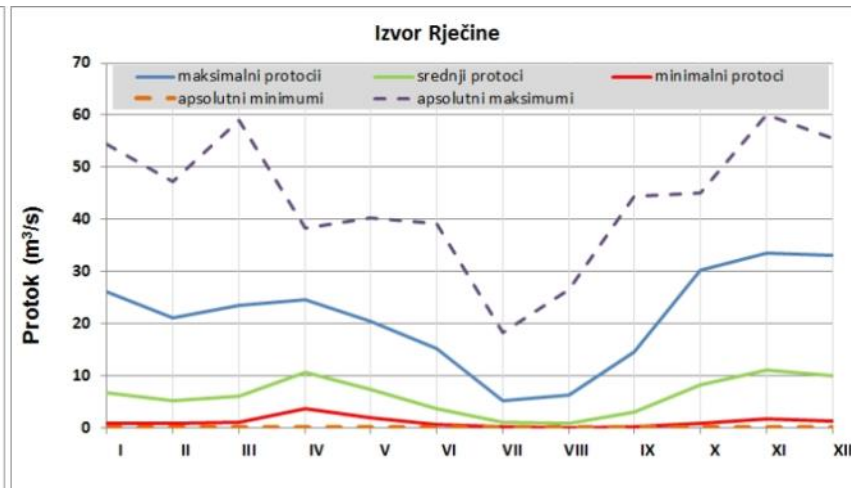
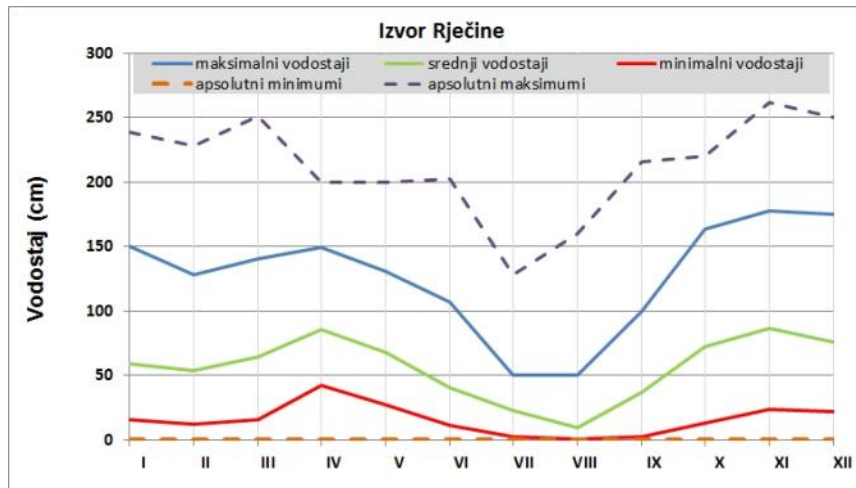
Prosječni godišnji protok na hidrološkoj postaji **Drastin** iznosi $8 \text{ m}^3/\text{s}$ dok se protok ljetnih mjeseci u prosjeku smanjuje na $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ sa zabilježenim presušivanjem korita, kako ljeti tako i tijekom cijele godine. Protok zimskih mjeseci u prosjeku se kreće oko $14 \text{ m}^3/\text{s}$ dok je u prosincu 2009. godine zabilježen maksimalni protok od $170 \text{ m}^3/\text{s}$.

Zbog utjecaja akumulacije Valići i uzimanja vode za potrebe HE Rijeka, prosječan godišnji protok (niz protoka zabilježen do 2006. godine) na hidrološkoj postaji **Grohovo** je očekivano 5 puta manji od uzvodne postaje Drastin te iznosi $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. U prosjeku tijekom zimskih mjeseci protok iznosi oko $3 \text{ m}^3/\text{s}$ dok se ljeti kreće oko $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksimalni protok od $234 \text{ m}^3/\text{s}$ je zabilježen u studenom 1989. godine (vrlo vjerojatno uslijed ispuštanja vode iz akumulacije), dok se presušivanja mogu pojaviti svakodnevno obzirom na srednji minimalni protok koji unutar razdoblja analize iznosi $0 \text{ m}^3/\text{s}$.

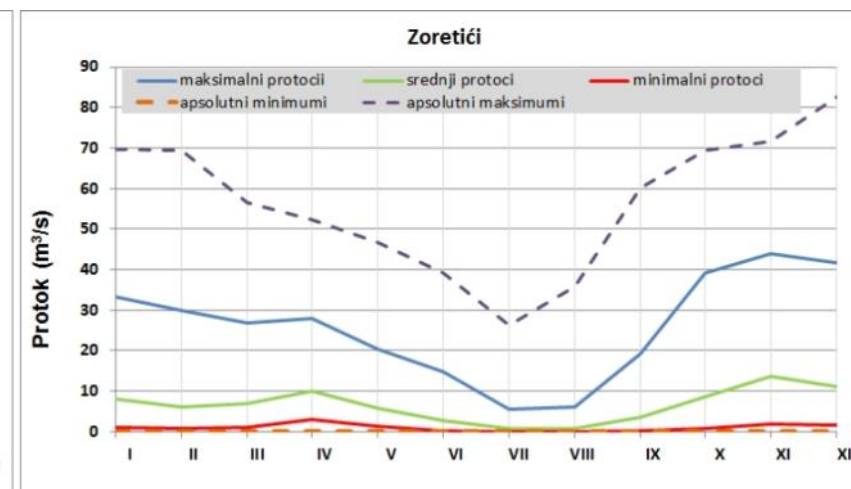
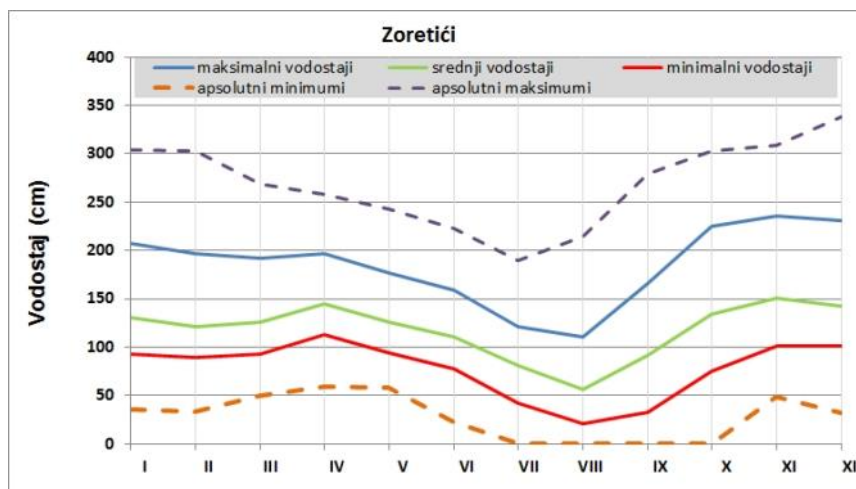
Kako se hidrološka postaja **Tvornica papira** nalazi nizvodno od mjesta ispuštanja vode korištene za potreba HE Rijeka, njen srednji protok od $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$ je 9 puta veći od srednjeg godišnjeg protoka na uzvodnijoj postaji Grohovo. Prosječan protok zimskih mjeseca iznosi oko $20 \text{ m}^3/\text{s}$ dok se ljeti kreće oko $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Maksimalni protok od $184 \text{ m}^3/\text{s}$ je zabilježen u veljači 2014. godine, dok presušivanja korita na profilu postaje nisu zabilježena unutar razdoblja analize. Valja napomenuti da je prema zabilježenim maksimalnim vodostajima (prosinc 2009. godine) bilo i većih protoka, ali nisu zabilježeni u HIS bazi budući da je niz protoka prekinut od 2003. do 2009. godine.

Oscilacije protoka u koritu Rječine su vrlo izražene jer se velike vode javljaju iznenada, traju kratko i uzrokuju visoke vodostaje. Srednji godišnji protoci su relativno niski. Protoci donjeg toka Rječine na području grada Rijeke osim o dotoku ovise i o kolebanju razine mora. Općenito se velike vode u cijelom vodotoku Rječine najčešće javljaju u jesenskom i zimskom razdoblju. Najduže trajanje malih voda općenito je od lipnja do rujna, premda se sniženja vodostaja do najniže opažene vrijednosti mogu zabilježiti i u ostalim dijelovima godine.

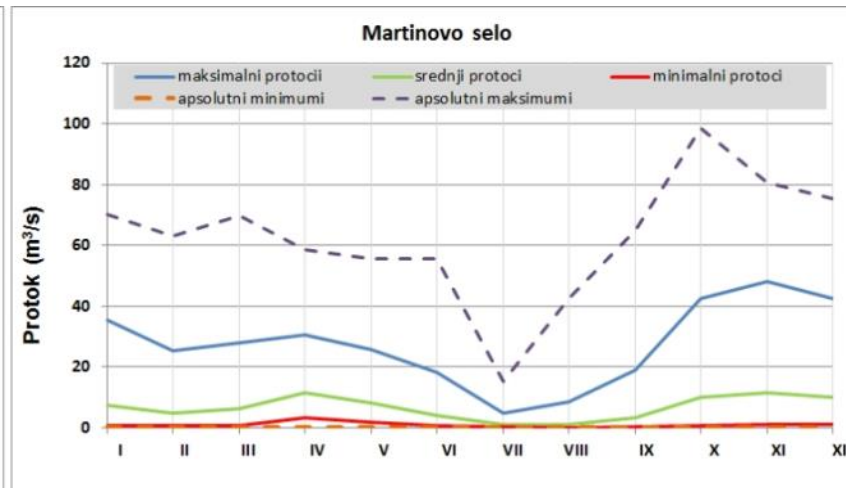
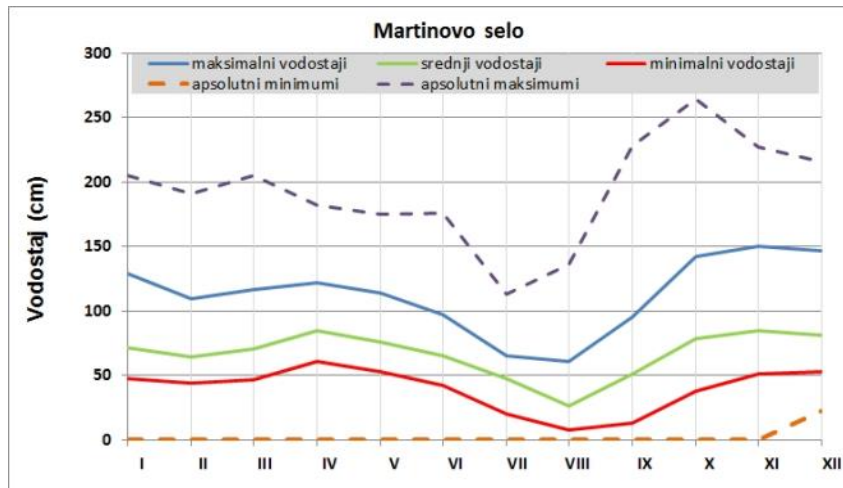
Krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka koje prikazuju učestalost pojavljivanja određenog protoka unutar godine, dane su za sve hidrološke postaje na rijeci Rječini unutar poglavlja 2.4 *Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP i prihvatljivih preljevskih količina*. Vrijednosti protoka koje se javljaju u 80% i 95% vremena godišnje dane su u Tablica 2.4-1, kao i prosječni godišnji protok koji se na postajama javlja u oko 50 % vremena godišnje.



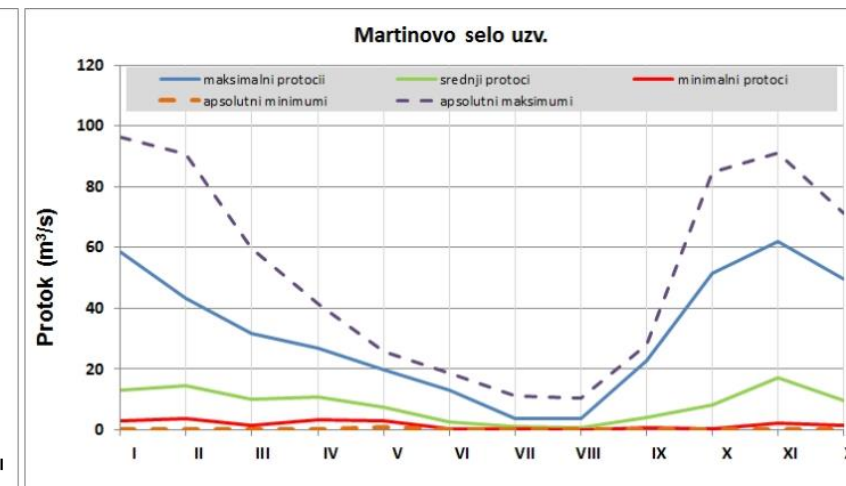
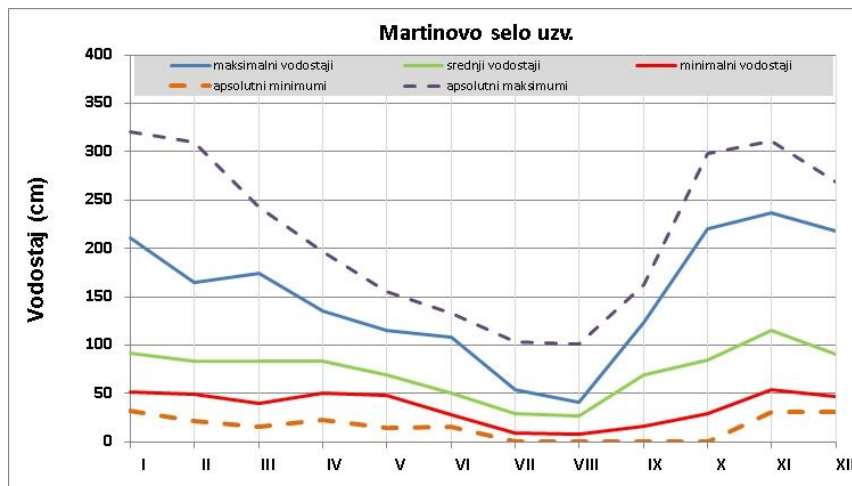
Slika 2.1-15 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Izvor Rječine za period analize 1980.-2014.



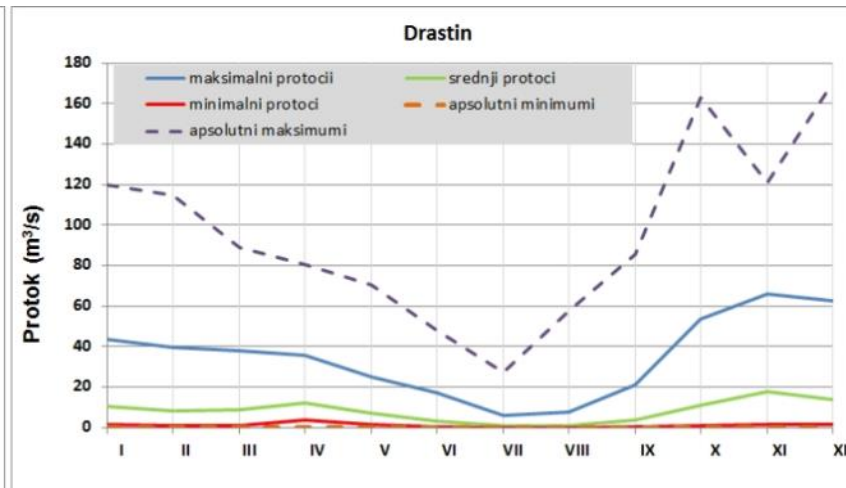
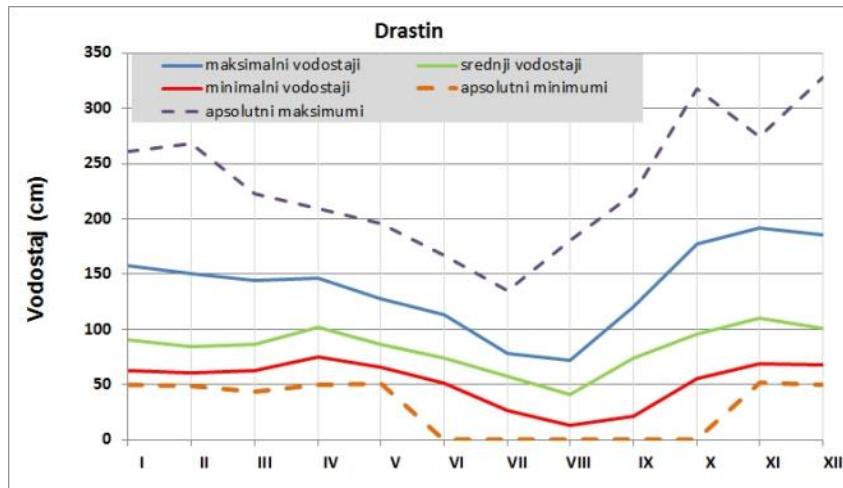
Slika 2.1-16 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Zoretići za period analize 1988.-2014.



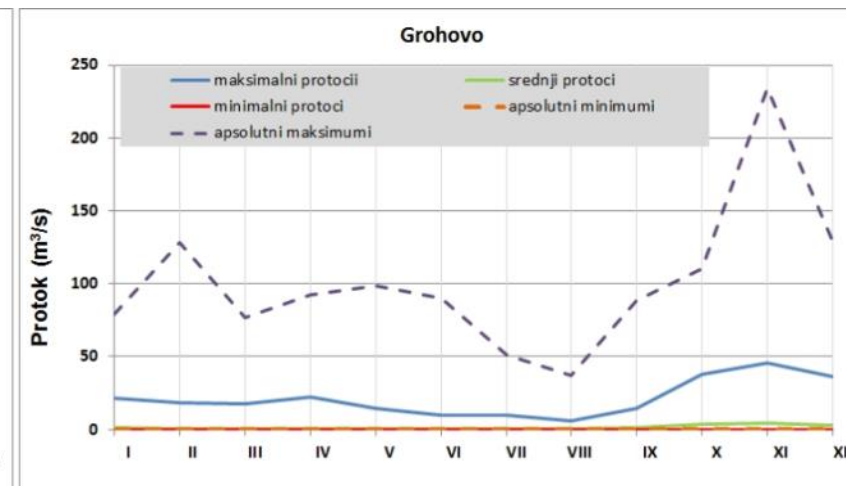
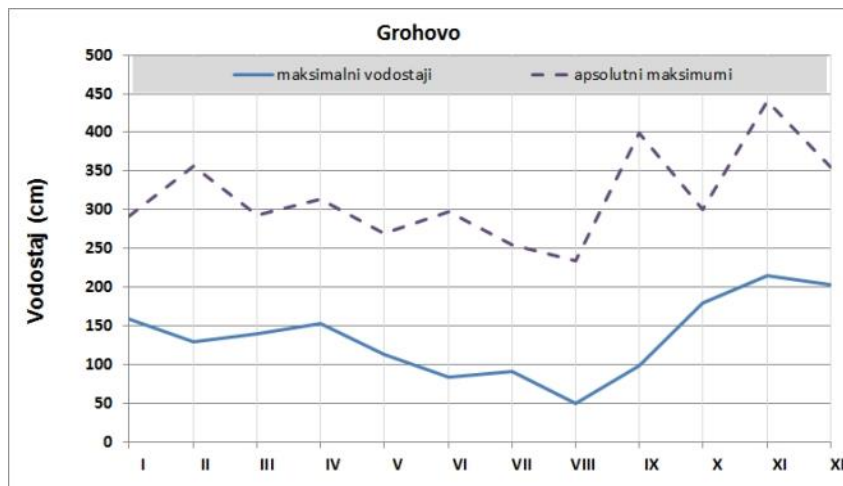
Slika 2.1-17 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Martinovo selo za period analize 1980.- 2006./2014.



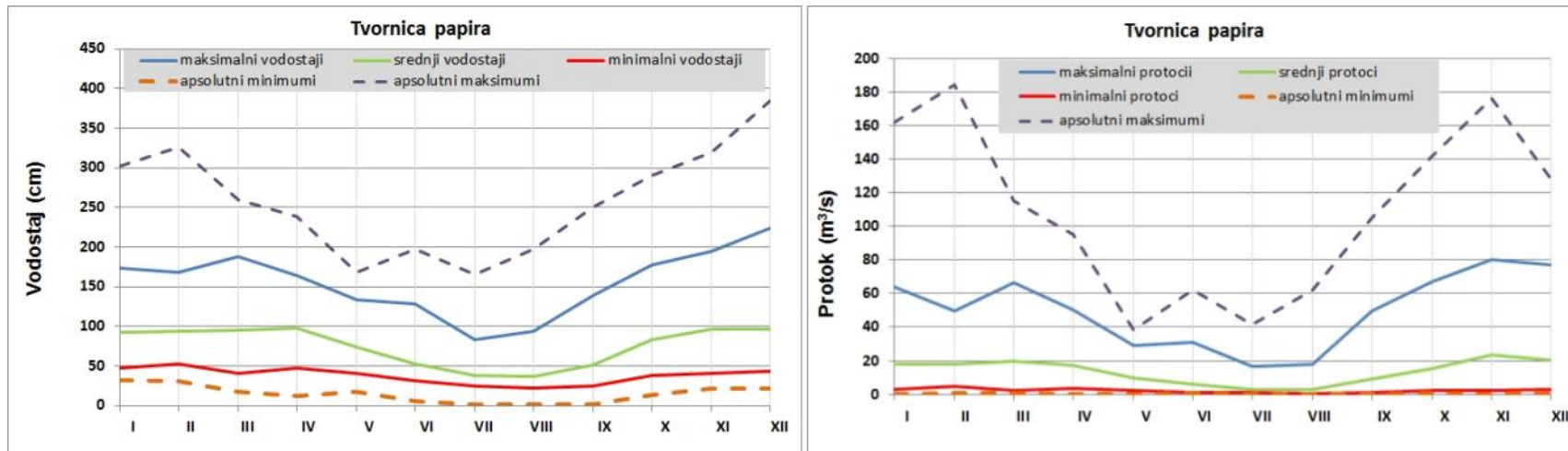
Slika 2.1-18 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Martinovo selo za period analize 1980.- 2006./2014.



Slika 2.1-19 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Drastin za period analize 1987.-2014.



Slika 2.1-20 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Grohovo za period analize 1980.-2006./2014.



Slika 2.1-21 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Tvornica papira za period analize 1999.-2014.

Analiza hidroloških parametara za hidrološku postaju Rijeka - Izvor (Zvir)

U donji dio toka rijeke Rječine, neposredno u urbanom dijelu Rijeke, utječu i preljevne vode izvora Zvir - glavnog riječkog izvorišta koji se u punoj mjeri koristi u razdobljima smanjenih izdašnosti i presušivanja izvora Rječine.

Izvor Zvir je najizdašnije izvorište na području Rijeke i njegovom se vodom opskrbljuje riječko područje od desne obale Rječine sve do Opatije, uz mogućnost opskrbe cijelog vodoopskrbnog područja Rijeke. To je snažno krško vrelo udaljeno 1700 m od mora, na svega 4,7 m n.m. i maksimalne izdašnosti 20,3 m³/s (Tablica 2.1-7). Voda pri tome nadolazi iz dubine ljevkašte udubine koja ulazi u stjenovitu padinu brda Sv. Katarina i stvara Rječino jezerce koje na južnoj strani otječe u korito Rječine.

Za hidrološku postaju Rijeka-Izvor, na izvoru Zvir, je napravljena statistička obrada višegodišnjih nizova protoka i vodostaja. Analizom podataka za promatrana razdoblja navedena u Tablica 2.1-5 dobivene su srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne, te apsolutne minimalne i maksimalne mjesečne i godišnje vrijednosti protoka i vodostaja (Tablica 2.1-7) koje su grafički prikazane na Slika 2.1-22.

Tablica 2.1-7 Srednje, minimalne i maksimalne vrijednosti vodostaja (cm) i protoka (m³/s) na izvoru Zvir.

Rijeka-Izvor (ZVIR)										
MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	232	177	119	289	324	5,7	2,4	1,2	10,8	20,2
2	219	167	80	285	310	5,3	2,3	0,9	9,6	20,3
3	222	151	50	287	316	4,2	2,1	1,0	8,9	15,2
4	218	165	50	273	309	6,7	3,7	0,1	9,6	13,6
5	227	165	50	275	306	5,3	2,7	1,4	8,5	13,2
6	234	161	51	272	300	3,6	2,0	1,4	6,1	11,1
7	233	169	94	262	340	1,7	1,2	1,0	2,7	4,8
8	210	154	78	253	327	1,6	1,1	1,0	3,3	11,8
9	224	162	88	268	323	2,4	1,2	0,6	5,6	15,8
10	233	170	112	279	323	5,7	1,9	1,0	10,3	16,2
11	230	156	50	291	367	6,3	2,4	1,1	11,2	18,0
12	226	162	61	292	381	6,7	2,7	1,5	11,9	17,7
GODINA	226	163	50	277	381 (12 mj. 2008)	4,6	2,1	0,1	8,2	20,3 (2 mj. 1979)
H - srednja vrijednost vodostaja						Q - srednja mjesečna vrijednost protoka				
H _{min} - srednja vrijednost minimalnog vodostaja						Q _{min} - srednja vrijednost minimalnog protoka				
H _{aps.min} - apsolutni minimalni vodostaj						Q _{aps.min} - apsolutni minimalni protok				
H _{max} - srednja vrijednost maksimalnog vodostaja						Q _{max} - srednja vrijednost maksimalnog protoka				
H _{aps.max} - apsolutni maksimalni vodostaj						Q _{aps.max} - apsolutni maksimalni protok				

Prosječna godišnja izdašnost izvora Zvir iznosi 4,6 m³/s, s tim da se od listopada do svibnja izdašnost u prosjeku kreće oko 6 m³/s. U siječnju i veljači 1979. godine je zabilježena maksimalna izdašnost izvora od nešto više od 20 m³/s. Valja napomenuti da je prema zabilježenim maksimalnim vodostajima (prosinac 2008. godine) bilo i većih protoka, ali nisu zabilježeni u HIS bazi budući da niz protoka završava sa 1991. godinom. Prosječni protok od oko 2 m³/s se javlja u ljetnom periodu u kojem presušivanja izvora nisu zabilježena.

Pripadna krivulja trajanja srednjih dnevnih protoka koja prikazuje učestalost pojavljivanja određenog protoka unutar godine dana je unutar poglavlja 2.4 *Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP i prihvatljivih preljevnih količina*.

Analiza hidroloških parametara za hidrološku postaju na pritoku Sušici

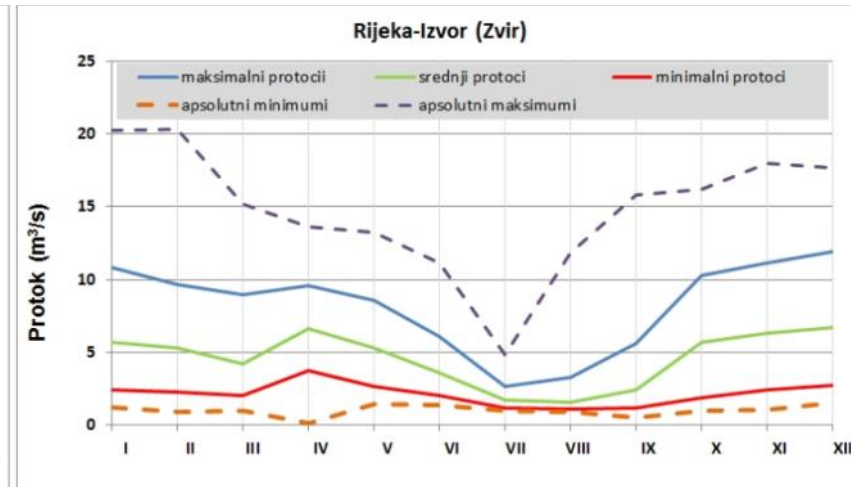
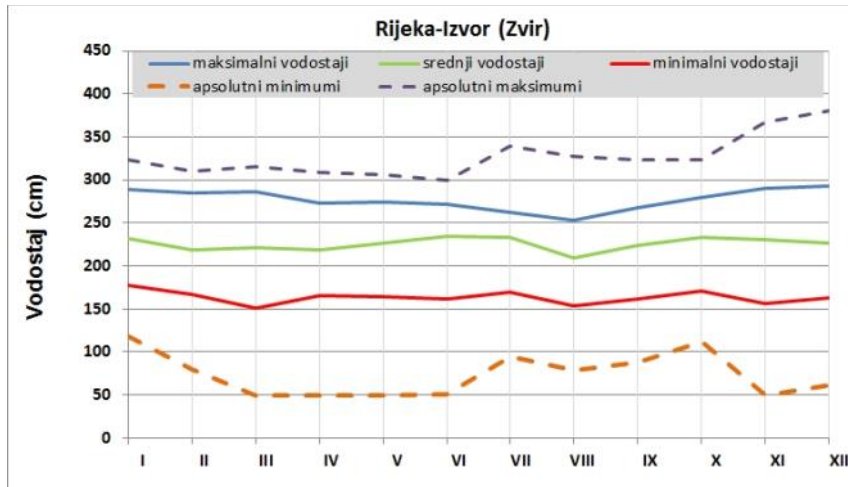
Za hidrološku postaju Dražice na bujici Sušici napravljena je statistička obrada višegodišnjih nizova protoka i vodostaja. Analizom podataka za promatrana razdoblja navedena u Tablica 2.1-5 dobivene su srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne, te apsolutne minimalne i maksimalne mjesečne i godišnje vrijednosti protoka i vodostaja (Tablica 2.1-8) koje su grafički prikazane na Slika 2.1-23.

Tablica 2.1-8 Srednje vrijednosti protoka (m^3/s) i vodostaja (cm) na pritoku Sušici.

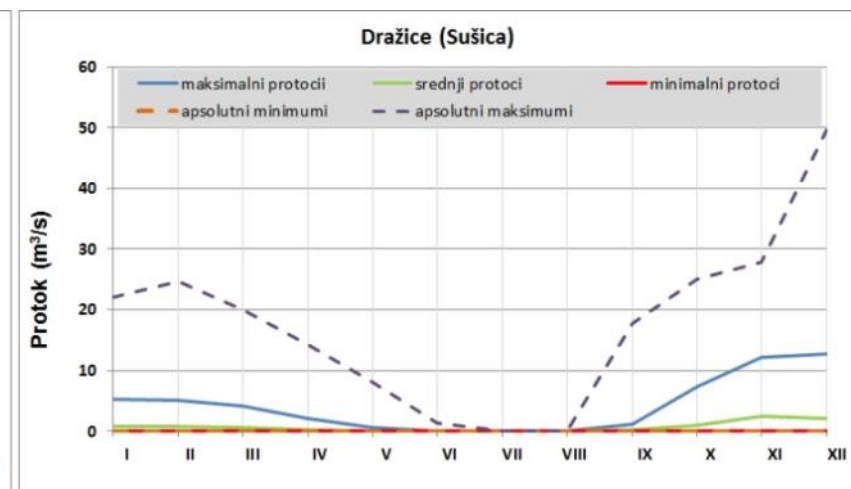
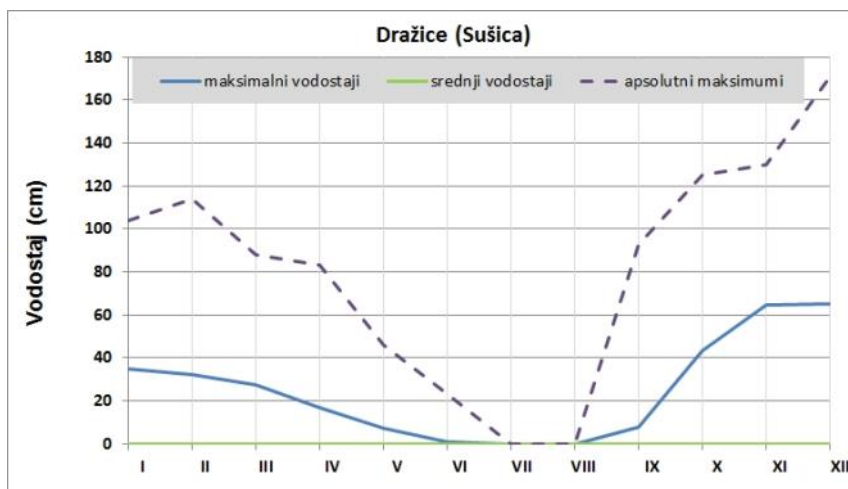
DRAŽICE (Sušica)										
MJESEC	H	H _{min}	H _{aps.min}	H _{max}	H _{aps.max}	Q	Q _{min}	Q _{aps.min}	Q _{max}	Q _{aps.max}
1	0	-	-	35	104	0,8	0,0	0,0	5,2	22,0
2	0	-	-	32	114	0,9	0,0	0,0	5,2	24,7
3	0	-	-	28	88	0,5	0,0	0,0	4,1	20,1
4	0	-	-	17	83	0,2	0,0	0,0	2,1	14,2
5	0	-	-	7	46	0,1	0,0	0,0	0,7	8,2
6	0	-	-	1	23	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3
7	0	-	-	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0	-	-	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0	-	-	8	93	0,2	0,0	0,0	1,1	17,8
10	0	-	-	43	125	0,9	0,0	0,0	7,3	25,0
11	0	-	-	64	130	2,5	0,0	0,0	12,1	27,8
12	0	-	-	65	171	2,1	0,0	0,0	12,7	49,7
GODINA	0	-	-	25	171 (12 mj. 2009)	0,7	0,0	0,0	4,2	49,7 (12 mj. 2009)
H - srednja vrijednost vodostaja						Q - srednja mjesečna vrijednost protoka				
H _{min} - srednja vrijednost minimalnog vodostaja						Q _{min} - srednja vrijednost minimalnog protoka				
H _{aps.min} - apsolutni minimalni vodostaj						Q _{aps.min} - apsolutni minimalni protok				
H _{max} - srednja vrijednost maksimalnog vodostaja						Q _{max} - srednja vrijednost maksimalnog protoka				
H _{aps.max} - apsolutni maksimalni vodostaj						Q _{aps.max} - apsolutni maksimalni protok				

Analiza hidroloških parametara zabilježenih na postaji Dražice potvrđuje bujični karakter Sušice. Velike vode se očekivano javljaju u jesen i zimi za vrijeme intenzivnih i/ili dugotrajnijih oborina kada je u prosincu zabilježen maksimalan protok od 49,7 m^3/s . Prosječni godišnji protok se kreće oko 0,7 m^3/s dok vodotok redovito presušuje od lipnja do kolovoza. Male vode u prosjeku traju od travnja do rujna, no presušivanje vodotoka je zabilježeno u svim mjesecima i danima unutar promatranog razdoblja analize (srednji minimalni i srednji apsolutni minimalni protok iznosi 0 m^3/s). Ovisno o trajanju razdoblja oskudnog oborinama, presušivanje vodotoka Sušica može trajati i do nekoliko mjeseci.

Pripadna krivulja trajanja srednjih dnevnih protoka, koja prikazuje učestalost pojavljivanja određenog protoka unutar godine, dana je unutar Poglavlja 2.4 *Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP i prihvatljivih preljevnih količina*. Vrijednosti protoka koje se javljaju u 80 % i 95 % vremena godišnje su dane u Tablica 2.4-1 kao i prosječni godišnji protok koji se na postajama javlja u oko 50 % vremena godišnje.



Slika 2.1-22 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Rijeka-Izvor za period analize 1979.-1991./2014.



Slika 2.1-23 Godišnji hod srednjih mjesečnih protoka i vodostaja na hidrološkoj postaji Dražice (Sušica) za period analize 1990.-2014.



2.1.2.2 Morfometrijske značajke vodotoka

Prilikom terenskih istraživanja za potrebe hidromorfološkog ocjenjivanja na postajama duž rijeke Rječine (R1-R4) procijenjene su morfometrijske značajke vodotoka. Pri mjerenju istih korišteni su ovi mjerni instrumenti: mjerna letva (Geomax TS5), laserski daljinomjer (Bosch GLM 250 VF Professional).

U dijelu toka uzvodno od brane Valići tok Rječine dijelom meandrira, a padine oko korita oblikovane su u siliciklastičnim stijenama visokog stupnja erodibilnosti s naplavnom ravnicom čije je dno prekrivenom šljunkovitim do glinovito-pjeskovitim naslagama. Obzirom da se radi o povremenoj tekućici, zavisno o količini i brzini protoka, produkcija i pronos nanosa su značajni. Oko korita je, nekoliko stotina metara od izvora, oblikovana naplavna ravnica širine 50 do 100 metara ispunjena pretežito krupnozrnatim sedimentima. Ovaj dio vodotoka Rječine odlikuje gotovo prirodno (referentno) stanje (Tablica 2.3-26. Pregled hidromorfoloških značajki i ocjena stanja vodotoka).

Tok Rječine kod naselja Kukuljani skreće iz pravca jugozapada prema jugoistoku i djelomično meandrira. Prosječna širina doline je oko 2 km a naplavna ravnica mjestimice je šira od 300 m. Vapnenačka uzvišenja s obje strane mjestimice prelaze visinu od 500 m (Vivoda i sur., 2012).

U srednjem dijelu toka između naselja Martinovo Selo i ulaska u kanjon kod naselja Pašac od 1898. do 1908. godine izvedeni su radovi na regulaciji dijela toka Rječine kako bi se smanjio pronos nanosa i ublažile česte štete prouzročene pokretima na padinama.

Cilj je bio ublažiti uzdužni nagib korita Rječine pa su zbog toga izvedeni brojni radovi koji su utvrđeni na terenu prilikom istraživanja za potrebe hidromorfološkog ocjenjivanja, a njihov učinak vidljiv je u Tablica 2.3-26. Izgrađene su 23 brane od betona u kamenoj oplati, jedna kaskada, obalni zid i obalni nasipi, a izvršeno je i djelomično premještanje korita. Time je vrlo učinkovito spriječen pronos nanosa do ušća Rječine, kao i poplave u centru Rijeke.

Brojni manji građevinski radovi, kao što je izgradnja zidova oko dijela korita Rječine i izgradnja bujičnih pregrada na pritocima, obavljani su u drugoj polovici 20. stoljeća u gornjem dijelu toka Rječine. 1967. godine na lokaciji Valići sagrađena je betonska gravitacijska brana.

Naplavna ravnica završava nizvodno od Martinovog Sela, a tok Rječine naglo mjenja smjerove sve do akumulacije kod naselja Valići.

Dio doline Rječine između akumulacije Valići širine je 0,8 do 1,5 km i ima pružanje pravcem sjeverozapad-jugoistok. Vrhovi dosežu visinu preko 400 m na obje strane doline, a padine se spuštaju sve do korita.

Ispod mosta kod naselja Pašac tok Rječine prolazi kanjonom duljine preko 3 km. Kanjon je u svom uzvodnom dijelu vrlo uzak, mjestimične širine manje od 10 m i dubine preko 50 m, a usječen je u vapnenačke stijene gornjokredne i paleogenske starosti. Uzvodni i središnji



dio kanjona pružaju se smjerom sjeverozapad-jugoistok, a nakon toga kanjon naglo mjenja smjer prema jugozapadu.

Naplavna ravnica okružena vapnenačkim uzvišenjima počinje približno kod kaptiranog izvora Zvir. To je ostatak nekadašnjeg estuarija koji je u potpunosti zatrpan sedimentima Rječine tijekom posljednjih nekoliko stoljeća (Benac i Arbanas, 1990).

2.1.2.3 Karakter i zastupljenost staništa i sastav dna

Okvirna direktiva o vodama (2000/60/EZ) donijela je novi pristup u ocjenjivanju stanja voda koji se temelji na činjenici da različiti tipovi voda imaju različite ekološke karakteristike te je stoga uvedena tipizacija površinskih voda. Tipizacija je primarno razvrstavanje površinskih voda na temelju određenog broja čimbenika koji bitno određuju prirodna ekološka obilježja voda. Poštujući specifičnosti unutar područja Hrvatske, pokrenuti su mnogi znanstveno-istraživački projekti radi tipizacije voda, određivanja referentnih uvjeta i razvoja sustava vrednovanja. Tako su provedene studije „*Ekološko istraživanje površinskih kopnenih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama*“ (Habdija i sur., 2008) i „*Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije*“ (Mihaljević i sur., 2011a, b). Tipizacija površinskih voda Hrvatske temelji se na odabiru obaveznih i izbornih abiotičkih čimbenika kojima se određuju prirodna obilježja voda. Obavezni abiotički čimbenici su ekoregija, veličina sliva, geološka i litološka podloga te nadmorska visina. U hrvatskoj hidrografskoj mreži ukupno je određen 71 abiotički tip. Tijekom definiranja abiotičkih tipova provedena je i analiza zajednice makrozoobentosa čime se pokazalo kako pojedini abiotički tipovi nemaju svojstvene zajednice makrozoobentosa, već se međusobno grupiraju. Na taj način dobiveni su bitočki tipovi za svaku od ekoregija i subekoregija, odnosno definirano je 19 tipova s podtipovima, ukupno 28 biotičkih tipova.

Temeljem rezultata istraživanja ovih studija limnografski prostor Republike Hrvatske podijeljen je u četiri zasebne cjeline: Panonska ekoregija, Dinaridska kontinentalna subekoregija, Dinaridska primorska subekoregija i Dinarska primorska subekoregija - Istra.

Dosadašnja istraživanja na Rječini, kao i ona koja su provedena za potrebe izrade ove studije, pokazuju kako Rječina prema abiotičkoj tipizaciji pripada Dinaridskoj kontinentalnoj subekoregiji. Odnosno, prema biotičkoj tipizaciji pripada tipu 7 (HR-R_7) „Nizinske srednje velike i velike tekućice“. U nastavku su opisana glavna obilježja staništa i o njima ovisnih vrsta specifičnih za ovaj tip tekućice.



EKOTIP 7 - NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE

(Mihaljević i sur., 2011b)

Opća i hidrološka obilježja: Ekotip 7 uključuje četiri abiotička tipa gorskih (> 500 mnm) i prigorskih (200 - 500 mnm) srednje velikih (slivno područje 100-1000 km²) i velikih tekućica (slivno područje 1000-10000 km²). Tekućice ovog ekotipa u pravilu pripadaju slivu rijeke Kupe, tj. Dunavskom slivu, osim Rječine koja pripada Jadranskom slivu. Vode Gorskog kotara prikuplja rijeka Kupa, glavna tekućica tog područja, a ovom ekotipu pripada njen gornji dio toka. Geološku osnovu čine karbonatne stijene iz perma, općenito klastiti, konglomerati, vapnenci i dolomiti. Rječina je specifična tekućica, koja je fizički smještena u Dinaridskoj primorskoj ekoregiji, ali je hidrološki povezana s područjem Gorskog kotara, što ima za posljedicu veliku faunističku sličnost s tekućicama sliva rijeke Kupe. To je i osnovni razlog zašto je Rječina svrstana u Dinaridsku kontinentalnu subekoregiju. Geološka osnova su karbonatne stijene, a mjestimice su prisutne i naslage fliša. Smjenjivanjem glacijalnih doba trošile su se dolomitne padine i spirale velike količine šljunka kojim je pokrivena krška podloga Grobničkog polja. Rječina izvire u podnožju planinskoga masiva Obruča, a ulijeva se u more u gradu Rijeci.

Opće hidrološko obilježje tekućica ovog ekotipa su velika godišnja kolebanja protoka. S obzirom na raspored padalina i topljenje snijega, najniži protoci u pravilu su zabilježeni u srpnju i kolovozu, a najviši u studenom te ožujku i travnju.

Supstrat: Postoje velike razlike u supstratu. Tako u gorskim tekućicama dominira veliki supstrat: makrolital, megalital mesolital. S druge strane u prigorskim tekućicama ovog tipa, dominira sitniji supstrat: argylal, mikrolital, akal s mjestimično većim udjelom fitala. Istraživanje u sklopu izrade studije pokazalo je kako je prevladavajući supstrat na gornjem i srednjem dijelu toka (izuzev akumulacije Valići) megalital i makrolital, dok je na donjem dijelu toka uglavnom prisutan mesolital i mikrolital.

Saprobioološki i fizikalno-kemijski pokazatelji:

SI: <1,6

PBI: >11,6

pH - raspon: 7,4 - 8,5

BPK5 (mg/l): < 1,5

KPK-Mn (mg/l): <3

Amonij-srednja vrijednost (mg/l): < 0,08

Nitrati -srednja vrijednost (mg/l): < 0,8

Ukupni N-srednja vrijednost (mg/l): < 1,2

Ortofosfati-srednja vrijednost (mg/l): <0,03

Ukupni P-srednja vrijednost (mg/l): < 0,06

Makrozoobentos: Makrozoobentos ovog tipa tekućica brojnošću obilježavaju ličinke Chironomidae (**Diptera**). U većem broju dolaze još ličinke **Ephemeroptera**, zastupljene sa svojatama *Baetis alpinus*, *Serratella ignita*, *Torleya major*, *Ecdyonurus* sp., ličinke **Plecoptera**, s vrstama *Besdolus imhoffi*, *Leuctra fusca*, *Protonemura nitida*, *Taeniopteryx*



auberti/hubaulti, *Dinocras megacephala*, *Protonemura julia* te ličinke Trichoptera sa svojstama *Odontocerum albicorne*, *Rhyacophila aurata*, *Rhyacophila dorsalis persimilis*, *Rhyacophila fasciata*, *Rhyacophila tristis*, *Wormaldia occipitalis*, *Wormaldia subnigra*, *Tinodes dives*, *Psychomyia klapaleki*, *Psychomyia pusilla*, *Hydropsyche dinarica*, *Brachycentrus montanus*, *Brachycentropus subnubilus*, *Micrasema minimum*, *Micrasema setiferum*, *Silo pallipes*, *Lepidostoma hirtum*, *Drusus croaticus*, *Ecclisopteryx dalecarlica*, *Odontocerum albicorne*, *Ceraclea annulicornis*, *Leptocerus interruptus*, *Mystacides azurea*, *Notidobia ciliaris*, *Sericostoma* sp. U manjem broju dolaze predstavnici skupine **Crustacea**, zastupljene vrstom *Gammarus fossarum* (Amphipoda), deseteronožnim rakovima *Astacus astacus* i *Austropotamobius torrentium*. U manjem broju dolaze i predstavnici skupine **Gastropoda** s vrstama *Sadleriana fluminensis*, *Ancylus fluviatilis*, *Bythinella schmidtii*, *Holandriana holandrii* te **Bivalva** s svojstama *Unio crassus* i *Pisidium* sp.

Makrofitska zajednica: U ovom ekotipu zastupljene su tri zajednice makrofita:

Platyhypnidium riparioides - *Fontinalis antipyretica* tip

Ovaj tip zajednica svojstven je za brze vode i krupan nepomičan supstrat koji omogućuje naseljavanje mahovina. Također se mogu razviti na barijerama i slapištima gdje su vrlo karakteristične vrste roda *Cinclidotus*.

Berula-Nasturtium tip

Ova zajednica javlja se ukoliko je tok vode nešto sporiji u odnosu na vode u kojima se javljaju mahovinske zajednice, tako da je moguć razvoj zeljastih biljaka. Često se i u okviru ove zajednice javljaju mahovine, pa često čine komplekse s elementima obiju zajednica. Kod širih rijeka u priobanom pojasu s mirnijom vodom može se razvijati *Berula - Nasturtium* zajednica dok u središnjem dijelu s bržom vodom dominiraju mahovinske zajednice.

Myriophyllum tip

Ovaj tip zajednica razvit će se ukoliko postoji stupac vode dovoljno dubok da omogući razvoj submerznih vrsta koje čine ovu zajednicu. Vrste svojstvene za ovaj tip su prije svega *Myriophyllum spicatum* i *Ranunculus trichophyllus*. Njima se pridružuju ostale vrste uskolisnih vodenih predstavnika žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), te širokolisne vrste mrijesnjacka, osobito *Potamogeton perfoliatus* i *P. lucens*. Kod vrlo dobrog stanja (klasa 1) prisutne su upravo te vrste mrijesnjacka (*P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*).

Zajednica riba: Za tekućice ekotipa 7 značajno je čak 23 vrsta riba. U gorskim tekućicama dominantna je **pastrva**, a s usporavanjem vodotoka, dolaze u zajednici i druge vrste te zajednica poprima više ciprinidni karakter. Karakteristične autohtone vrste riba su: *Abramis brama*, *Alburnoides bipunctatus*, *Barbatula barbatula*, *Barbus balcanicus*, *Barbus barbus*, *Chondrostoma nasus*, *Cobitis elongatoides*, *Cottus gobio*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Eudontomyzon vladykovi*, *Gobio obtusirostris*, *Perca fluviatilis*, *Phoxinus lumaireul*, *Phoxinus phoxinus*, *Rhodeus amarus*, *Rutilus virgo*, *Salmo trutta*, *Sander lucioperca*, *Silurus glanis*, *Squalius cephalus*, *Thymallus thymallus*, *Tinca tinca*.



Napomena: Na Rječini kod sela Grohovo izgrađena je 35 m visoka betonska gravitacijska brana kojom je stvorena akumulacija Valići, a koja se koristi za zahvat vode za hidroelektranu Rijeka. To je dovelo do promjena u riječnom ekosustavu budući da se pri punoj razini vode akumulacija prostire duž korita Rječine u dužini od oko 1300 m, procijenjene maksimalne dubine oko 28 m³. Iako je do sada taj dio rijeke bio uvršten u rječni tip površinskih voda, zbog hidromorfoloških promjena koje su nastale na ovom dijelu toka, istraživanjem ekološkog stanja za potrebe ove studije akumulacija Valići tretirana je kao jezerski sustav te se sukladno tome provodila i metodologija uzorkovanja.

2.1.3 Katastar postojećih i potencijalnih zagađivača

Za područje utjecajnog sliva rijeke Rječine, odnosno I, II, III i IV zone sanitarne zaštite i vodoopskrbnog rezervata riječkih izvora, na osnovi baze podataka Hrvatskih voda identificirani su značajniji pritisci. Prostor prihranjivanja izvorišta riječkoga vodoopskrbnog sustava, odnosno zaštitne zone vodocrpilišta riječkoga vodoopskrbnog sustava⁴ novelirani su 2011. godine, temeljem Elaborata *Novelacija granica zaštitnih zona vodocrpilišta riječkog vodoopskrbnog sustava* (GEOAQUA, 2009).

Osim podataka iz baze podataka Hrvatskih voda, VGO-a Rijeka, uključeni su i podaci iz prostornih planova te registra onečišćavanja okoliša putem javnog preglednika ROO.

Zagađenja iz točkastih izvora

Glavni točkasti izvori zagađenja uglavnom su otpadne vode iz sustava javne odvodnje i industrijska aktivnost. U skladu s Prostornim planom Primorsko-goranske županije, na području Županije predviđa se izgradnja razdjelnog kanalizacijskog sustava: posebno odvodnja sanitarnih i tehnoloških, a posebno oborinskih otpadnih voda, s potrebnim stupnjem pročišćavanja ovisno o karakteristikama recipijenta.

a) Otpadne vode naselja

Područje sliva Rječine nalazi se unutar četiri općine (Jelenje, Klana, Čavle i Viškovo) te na području grada Rijeke. Iz važećih prostornih planova općina preuzet je tekst vezan uz otpadne vode naselja i njihovu odvodnju uz dane komentare o promjenama zona sanitarne zaštite.

U prostornome planu **Općine Jelenje** se navodi: *"Prikupljene sanitarne i tehnološke otpadne vode s područja Općine Jelenje odvoditi će se na uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Grada Rijeke na Delti. Prikupljanje sanitarnih otpadnih voda predviđeno je glavnim i sekundarnim kanalizacijskim kolektorima.*

³ Podatak o maksimalnoj dubini akumulacije procijenjen je temeljem terenskog istraživanja bioloških pokazatelja u sklopu ove studije, dostupnih podataka o akumulaciji Valići (<http://www.elektroprojekt.hr/hdyb/katastar/Katastar%20-%20Valici.htm>) te prema tehničkim podacima o brani Grohovo (Zoran Čarija, Vodne turbine, Tehnički fakultet Rijeka, 2010.)

⁴ Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u slivu izvora u Gradu Rijeci i slivu izvora u Bakarskom zaljevu, Službene novine Primorsko-goranske županije, br 35/12, 31/13 .



geonatura d.o.o.



Konačni recipijent sanitarnih otpadnih voda Općine Jelenje je spajanje na kanalizacijski sustav Grada Rijeke, a sve u skladu s Idejnim projektom sanitarnih otpadnih voda Rijeka - Grobnik.

Sva građevinska područja Općine Jelenje u konačnosti će biti spojena na jedinstveni sustav odvodnje osim naselja Baštijani i Valići, koja zbog udaljenosti nisu obuhvaćena zajedničkim sustavom odvodnje već će se rješavati samostalno.

Odvodnja oborinskih voda planira se istim trasama kojima se vode sanitarne otpadne vode, ali nakon potrebnog stupnja pročišćavanja vode se ispuštaju u okolni teren, odnosno u Rječinu, ovisno o lokaciji i uvjetima recipijenta."

Prema prostornome planu **Općine Čavle** se navodi: "Na području općine Čavle Izmjenama i dopunama Plana predviđa se izgradnja razdjelnog sustava odvodnje otpadnih (sanitarnih, oborinskih) voda.

U dijelovima Općine gdje je planirana izgradnja kanalizacijskog sustava sukladno prihvaćenoj koncepciji, prikupljene sanitarne otpadne vode odvoditi će se na uređaj za pročišćavanje sanitarnih otpadnih voda Rijeka. Do izgradnje sustava javne odvodnje, sanitarne otpadne vode se disponiraju ovisno o zoni sanitarne zaštite uz obavezno ishodovanje vodopravnih uvjeta.

U dijelovima Općine gdje je planirana gradnja ili se planira rekonstrukcija građevina, a nije planiran sustav javne odvodnje sanitarne otpadne vode se disponiraju ovisno o zoni sanitarne zaštite uz obavezno ishodovanje vodopravnih uvjeta.

Odvodnja otpadne i oborinske vode određena je odredbama Odluke o odvodnji otpadne vode na području općine Čavle, uz ograničenja obzirom na zonu sanitarne zaštite.

Sve planirane djelatnosti i planirana izgradnja na području Općine Čavle mora biti u skladu s odredbama Odluke o zaštiti izvorišta vode za piće u slivu izvora u gradu Rijeci i slivu izvora u Bakarskom zaljevu."

Prema prostornome planu **Općine Klana** se navodi: "Glavni izvori onečišćenja voda na području Općine Klana su naselja bez izgrađene kanalizacije ili s parcijalnim rješenjem odvodnje te nekoliko većih gospodarskih pogona.

U Općini ima ukupno pet naselja i par malih zaselaka.

Naselje Studena (409 stanovnika) je skoro u cijelosti u III. zoni sanitarne zaštite. Nema izgrađenu javnu kanalizaciju, izuzev oborinskog kolektora položenog kroz glavnu prometnicu na koji su spojene i otpadne vode iz više obližnjih kuća pa se on koristi kao mješoviti. Kanalizirane otpadne vode se bez pročišćavanja ispuštaju u ponor na jugozapadnom rubu polja (u zoni djelomičnog ograničenja s utjecajem na izvore u zapadnom dijelu grada Rijeke). Naselja Škalnica, Breza i Lisac nalaze se u zoni djelomičnog ograničenja. U ovim naseljima otpadne vode se ispuštaju u septičke ili crne jame te u podzemlje. Uz pojedine obiteljske kuće postoje i prateća mala seoska gospodarstva."



U važećem prostornom planu Općine Klana se spominje zona djelomičnog ograničenja. Prema Odluci o zaštiti izvorišta za piće i noveliranim zaštitnim zonama ta zona više ne postoji. Iz Slika 2.1-24 se vidi da je područje općine Klana u vodoopskrbnom rezervatu i III zoni zaštite izvorišta vode za piće u slivu izvora u Gradu Rijeci odnosno slivu Rječine.

Dalje, u prostornome planu Općine Klana se navodi:

"Područje vodoopskrbnog rezervata izvora Rječine zahvaća blizu polovice prostora Općine. To je pretežito nenaseljeno brdsko - planinsko područje pod šumskom vegetacijom. Na sjeveru vodoopskrbnog rezervata nalaze se visoravni Gumace i Trstenik koje prekriva fluvijoglacijalni sediment. Bojenjem ponora u Trsteniku dokazana je izravna veza s izvorom Rječine i izvorima uz sjeverozapadni rub Grobničkog polja. Visoravni su sjenokoše u kojima se nalaze napuštene i nesanirane šljunčare. Eksploatacijom šljunka dijelom je skinut prirodni filtarski sloj koji predstavlja odličnu zaštitu vode u podzemlju. Potpuna obustava vađenja šljunka veliki je doprinos zaštiti strateških vodnih resursa ove regije. Na prostoru Gumanca nalaze se ostaci nekadašnje vojarne, a uz rub granice prema Sloveniji dvije lugarnice. Potencijalni izvor zagađenja su i šumski radovi u slučaju čiste sječe šume i zagađenja radom mehanizacije."

Prema prostornome planu Općine Viškovo se navodi:

"Područje obuhvata plana danas nije pokriveno javnom kanalizacijom, osim malog područja oko kolektora u prometnici Marinici - Viškovo izgrađenog 1996. godine, koji prikuplja oborinske vode i odvodi ih u teren (vrtače), jedan lociran uz benzinsku postaju, a drugi između ceste i zone Gramata. (Kolektor je profila cijevi: 300 mm u dužini od 142 m, 400 mm u dužini od 273 m, 500 mm u dužini od 292 m i 600 mm u dužini cca 244 m.)"

Otpadne, oborinske i sanitarno potrošne vode trenutno se upuštaju u podzemlje sukladno uvjetima koji ovise o zoni sanitarne zaštite određenoj Odlukom o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za piće predmetnog područja. Zona Općine Viškovo nalazi se u IV zoni, III i zoni djelomičnog ograničenja zaštite izvora vode za piće na riječkom području. Područje općine nije priključeno na sustav odvodnje pa se otpadne vode upuštaju u septičke taložnice."

Također se u važećem prostornom planu Općine Viškovo kao i u prostornome planu općine Klana spominje zona djelomičnog ograničenja koja više ne postoji. Područje općine Viškovo prema slici 2.1-23 nalazi se u III i IV zoni zaštite izvorišta vode za piće u slivu izvora u Gradu Rijeci odnosno slivu Rječine. Dalje u prostornome planu Općine Klana se navodi:

Vezano uz vodoopskrbu i odvodnju grada Rijeke u Generalnom urbanističkom planu, grada Rijeke, Izmjene i dopune 2014., se navodi:

"Odvodnja otpadnih voda (komunalnih, industrijskih i oborinskih) nije nažalost istim tempom pratila vodoopskrbu pa se za mješoviti sustav odvodnje izgrađen u centru grada i širen u neke dijelove predgrađa može reći da pokriva samo 63 % stanovništva s područja grada Rijeke."



Nakon što je grad Rijeka završio izgradnju sustava kanalizacije u središnjem i istočnom dijelu grada te kreditom EBRD-a završio i sustav zapadnoga dijela grada vrijeme je za pripremu studijske i projektne dokumentacije za širenje kanalizacijske mreže na rubna područja grada i gravitirajuće gradove i općine (Kastav, Viškovo, Jelenje i Čavle).

Postojeći, uglavnom mješoviti sustav odvodnje pokazuje se potkapacitiran.

Širenjem grada u zaleđe taj sustav prima sve više sanitarnih, ali i mnogostruko većih količina oborinskih voda što opterećuje postojeću mrežu.

Osnovna koncepcija buduće izgradnje nameće postupan prijelaz na razdjelni sustav odvodnje."

U kartografskom prikazu ucrtane su granice navedenih općina (Slika 2.1-24).

b) Otpadne vode gospodarstva

Gospodarska aktivnost je uglavnom koncentrirana na području grada Rijeke. Budući da je utjecajni sliv Rječine puno veći od orografskoga sliva, u sklopu ovoga poglavlja razmatrana je gospodarska aktivnost na području zona sanitarne zaštite izvorišta Zvir i izvora Rječine. Prema podacima o monitoringu zagađivača iz baze Hrvatskih voda, izdvojeni su korisnici koji imaju vlastitu odvodnju tj. ispuštaju svoje otpadne vode van sustava javne odvodnje u prirodni prijemnik (vodotok ili podzemlje). Po djelatnosti su to proizvođači (beton i betonski proizvodi, papirna ambalaža, namještaj, lijekovi), autosaloni i servisi, deponij i bolnica. U tablici 2.1.-8 su prikazani podaci o nazivu, djelatnosti, vodopravnim dozvolama, ispuštenim količinama, lokacijama i sl., a na Slika 2.1-24 su prikazani njihovi položaji u odnosu na zone sanitarne zaštite.

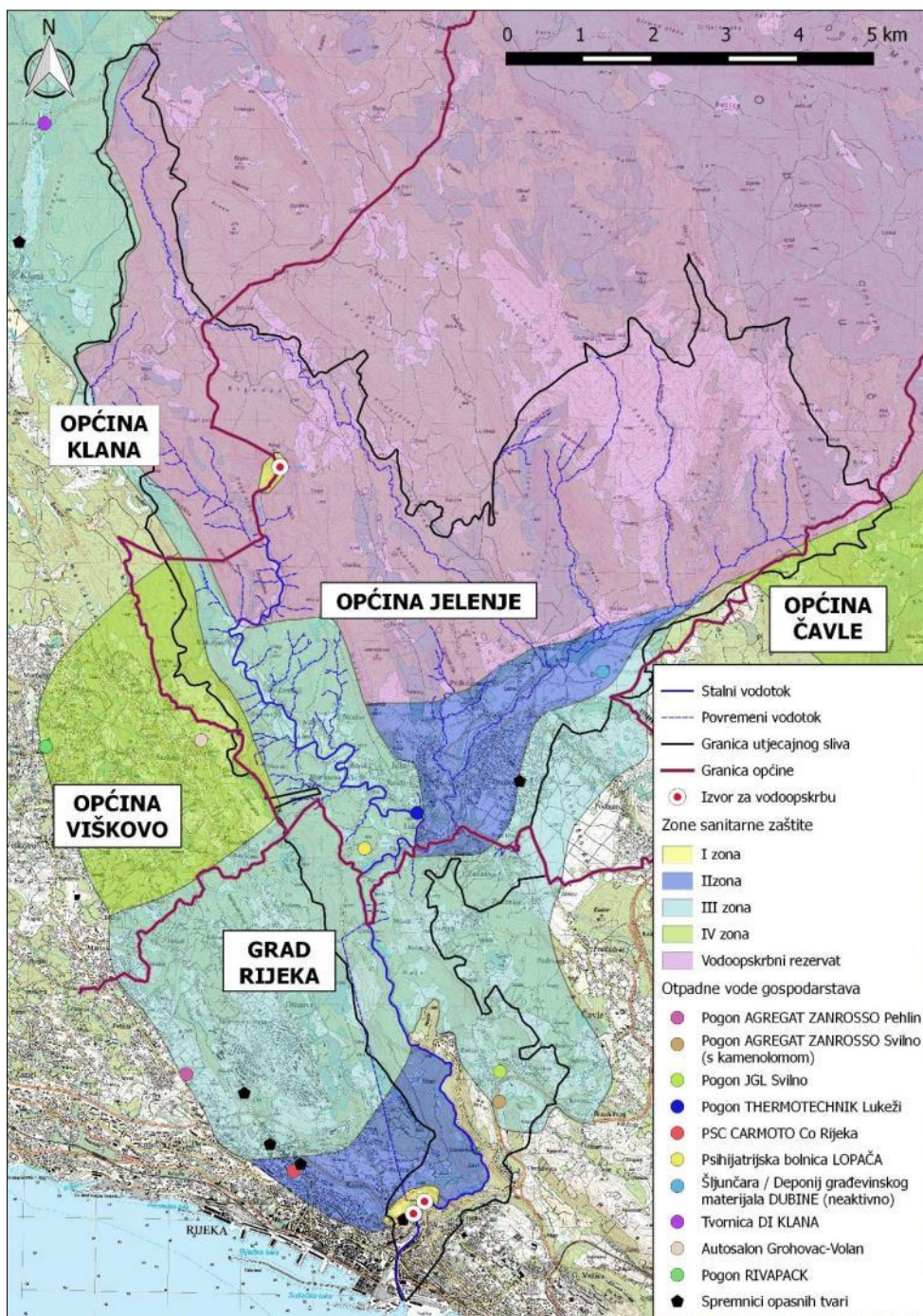
U Tablica 2.1-9 su prikazani osnovni podaci o izdvojenoj gospodarskoj aktivnosti kao i na Slika 2.1-24.

Tablica 2.1-9 Gospodarska aktivnost na području zona sanitarne zaštite izvorišta u slivu Rječine.

Naziv	Korisnik	Klasifikacija po djelatnosti	Odvodnja	Stupanj pročišćavanja otpadnih voda	Prijemnik	Vodopravna dozvola	Ispusteno	Lokacija	
								x	y
Pogon AGREGAT ZANROSSO Pehlin	Agregat-Zanrosso d.o.o. Rijeka	Proizvodnja betona i betonskih proizvoda	vlastiti ispušt		podzemlje	nema	0	5454200	5023000
Pogon AGREGAT ZANROSSO Sviho (s kamenolomom)	Agregat-Zanrosso d.o.o. Rijeka		vlastiti ispušt	septička taložnica	podzemlje	nema	0	5458500	5022700
Tvornica DI KLANA	DI Klana d.d. Klana	Drvena industrija - tvornica namještaja	vlastiti ispušt	septička jama	podzemlje	VD	28564	5452010	5036020
Pogon JGL Sviho	Jadran Galenski Laboratorij d.d. Rijeka	Farmaceutska tvrtka	vlastiti ispušt	S -> septička taložnica -> (T -> mastolov) -> mehaničko-biološko-kemijski uređaj (mamlivčić) -> upojini bunar; Oman.pov -> separator	podzemlje	VD	11182	5458500	5023115
Pogon RIVAPACK	Rivapack d.o.o. Rijeka (Bilokalnik d.d.)	Industrija papirne ambalaže	vlastiti ispušt	septička taložnica	podzemlje	nema	0	5452230	5027389
Pogon THERMOTechnik Lukeži	TTO Thermotechnik d.o.o. Jelenje	Proizvodnja razdjelnika i opreme za grijanje	vlastiti ispušt	okretni biološki nosači i separator	podzemlje	VD	445	5457298	5026645
Psijhijatrijska bolnica LOPAČA	Psijhijatrijska bolnica Lopača	Bolnica (praona rublja i kuhinja)	vlastiti ispušt	S kuhinja -> 2* separator -> S wc -> okretni biološki nosači 500ES -> drenažni sustav	podzemlje	VD	9693	5456589	5026143
Šljunčara/deponij građevinskog materijala Dubine	N.P.	Divlje odlagalište	vlastiti ispušt		podzemlje	nema	0	5459810	5028630
PSC CARMOTO Co Rijeka	Carmoto Co. d.o.o. Rijeka	Autosalon/autoservis	vlastiti ispušt	separator	vodotok	istekla VD	339	5455695	5021695
Autosalon GROHOVAC-VOLAN Saršoni	Grohovac-Volan d.o.o. Saršoni	Autosalon/autoservis	vlastiti ispušt	S -> trokromna septička taložnica -> UB, O -> separator -> UB	podzemlje	nema	77	5454235	5027482

c) Spremnici opasnih tvari

Prema podacima Hrvatskih voda i registra onečišćivača okoliša Agencije za zaštitu okoliša na području sliva Rječine, odnosno sanitarnih zona izvorišta Zvir i Rječina nalazi se 6 spremnika opasnih tvari. Od opasnih tvari radi se uglavnom o dizelu i benzinu na benzinskim postajama i mazutu u toplanama. Raspored spremnika opasnih tvari prikazuje Slika 2.1-24.



Slika 2.1-24 Raspored otpadnih tvari gospodarstava i spremnika opasnih tvari u zonama sanitarne zaštite izvorišta na području sliva Rječine.

2.1.4 Način, količina i vremenska dinamika korištenja voda u slivu

Vodoopskrba

Postojeće stanje

Za područje sliva rijeke Rječine način, količina i vremenska dinamika korištenja voda za vodoopskrbu, odnosno pregled postojećeg stanja vodoopskrbnog sustava, napravljen je na osnovi podataka iz baze podataka Hrvatskih voda i podataka dostavljenih od komunalnog društva Vodovod i kanalizacija d.o.o. Rijeka.

U riječkom sustavu koriste se izvori Zvir I, kaptaža Zvir II, Martinščica, Dobra, Dobrica, Perilo (zaslanjuje) te izvor Rječine. U Tablica 2.1-10 su prikazani podaci o maksimalnoj tehničkoj mogućnosti korištenja odnosno kapacitetu ugrađenih crpki na navedenim izvorima te maksimalne i minimalne količine crpljene vode u 2012. i 2014. godini (podaci dobiveni od Vodovoda i kanalizacije Rijeka). 2012. godina je odabrana kao reprezentativna sušna godina u novije vrijeme, a 2014. godina kao najnoviji dostupni podaci.

Tablica 2.1-10 Prikaz postojećeg stanja vodoopskrbnog sustava (izvor podataka: Vodovod i kanalizacija d.o.o. Rijeka).

Izvorište	Kapacitet ugrađenih crpki (l/s)	Maksimalno registrirano dnevno crpljenje u 2012./2014. godini (l/s)	Maksimalno registrirano dnevno crpljenje u 2012./2014. godini (l/s)
Zvir	2110	1470/1115	0/0
Martinščica	440	181/80	80/0
Perilo	250	170/189	0/0
Dobra	48	48/34	0/0
Dobrica	300	58/126	0/0
Rječina	-	1702/1636	0/260

Tijekom većeg dijela godine glavno izvorište pitke vode vodoopskrbnog sustava Rijeke čini izvor Rječina, osim u ljetnim mjesecima kada presušuje pa tu ulogu preuzimaju izvor Zvir I i kaptaža Zvir II. Gotovo 90% vode za piće za riječko područje dobiva se iz izvorišta Zvir i izvora Rječine pa su stoga ovdje detaljno obrađene njihove karakteristike te je obrađena analiza režima crpljenja na osnovi dnevnih podataka. Napravljene su tablice i dijagrami i kao takvi prikazani niže u tekstu za samo ta dva izvora.

Izvor Rječine

Izvor je smješten uzvodno od mjesta Kukuljani, na nadmorskoj visini od 325 m n.m. i koristi se za javnu vodoopskrbu još od 1915. godine (Slika 2.1-25). U poglavlju 2.1.2.1 *Hidrološke značajke* napravljena je analiza hidroloških parametara za hidrološku postaju Izvor Rječine gdje su obrađene izdašnosti izvora. Izvor Rječine je povremeni izvor maksimalne izdašnosti $60,0 \text{ m}^3/\text{s}$, a u ljetnom razdoblju i presušuje.

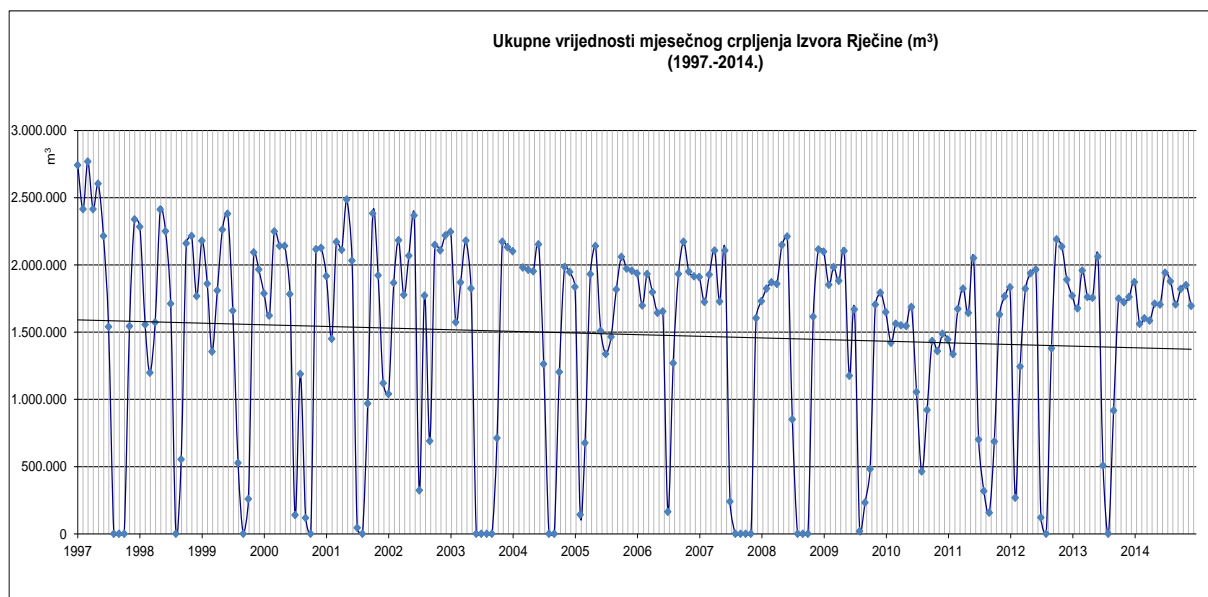


Slika 2.1-25 Fotografija izvora Rječine - pri velikim vodama (s terenskog obilaska u ožujku 2015.) i suh (izvor: www.kd vik-rijeka.hr).

Za potrebe javne vodoopskrbe voda se zahvaća na izvoru Rječine u količini koja varira ovisno o godini. U Tablica 2.1-11 su prikazani mjesečni podaci o ukupnim crpljenim količinama dobiveni na osnovi dnevnih podataka. Između 1997. i 2014.godine najmanje vrijednosti crpljenih količina, izračunatih iz dnevnih podataka, zabilježene su u 2007. godini (oko $13\,350\,000 \text{ m}^3/\text{g}$), a najveće u 2014. godini kad je crpljeno oko $20\,930\,000 \text{ m}^3/\text{g}$. Na Slika 2.1-26 prikazan je graf ukupnih mjesečnih crpljenih količina na kojem je vidljiv trend smanjenja količine crpljenja.

Tablica 2.1-11 Prikaz ukupnih crpljenih količina vode za izvor Rječine (m³)

god.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
1997.	2.741.990	2.414.890	2.768.490	2.415.670	2.603.460	2.214.820	1.540.370	0	0	0	1.543.880	2.338.740	20.582.310
1998.	2.283.550	1.556.575	1.198.635	1.572.086	2.412.255	2.249.720	1.711.590	0	553.044	2.160.742	2.215.581	1.767.795	19.681.573
1999.	2.178.605	1.860.551	1.355.171	1.809.608	2.262.953	2.380.691	1.658.869	526.764	0	258.508	2.093.970	1.965.709	18.351.399
2000.	1.787.511	1.622.723	2.249.207	2.141.700	2.141.700	1.782.055	139.661	1.188.813	118.520	0	2.116.301	2.126.920	17.415.111
2001.	1.916.336	1.449.917	2.170.575	2.111.813	2.485.677	2.032.070	44.658	0	968.527	2.382.887	1.922.490	1.120.366	18.605.316
2002.	1.040.167	1.866.396	2.183.917	1.776.603	2.068.406	2.368.637	323.368	1.771.930	690.072	2.148.373	2.108.051	2.219.149	20.565.069
2003.	2.246.671	1.574.119	1.869.329	2.180.302	1.825.692	0	0	0	0	712.440	2.172.807	2.132.814	14.714.174
2004.	2.100.886		1.981.550	1.963.734	1.952.215	2.152.489	1.262.603	0	0	1.203.751	1.984.971	1.948.019	16.550.218
2005.	1.835.903	142.067	675.632	1.931.721	2.140.410	1.509.691	1.337.873	1.464.485	1.818.069	2.059.856	1.973.272	1.956.579	18.845.558
2006.	1.936.825	1.698.174	1.932.103	1.797.796	1.643.716	1.653.995	163.623	1.269.282	1.933.306	2.172.020	1.950.731	1.915.548	20.067.119
2007.	1.909.630	1.724.836	1.926.635	2.106.542	1.727.791	2.107.201	240.117	0	0	0	0	1.603.819	13.346.571
2008.	1.730.628	1.823.560	1.870.656	1.859.125	2.148.371	2.211.404	851.332	0	0	0	1.614.902	2.114.845	16.224.823
2009.	2.099.489	1.851.797	1.983.602	1.881.238	2.103.925	1.175.717	1.668.824	19.242	232.552	481.927	1.704.359	1.793.878	16.996.550
2010.	1.648.449	1.420.230	1.563.168	1.550.692	1.545.917	1.687.639	1.054.763	464.022	920.804	1.434.573	1.359.135	1.487.101	16.136.493
2011.	1.445.397	1.336.080	1.673.248	1.824.689	1.643.158	2.050.615	700.976	317.966	156.516	686.536	1.630.672	1.766.601	15.232.454
2012.	1.833.691	268.676	1.243.405	1.822.292	1.937.618	1.965.310	120.492	0	1.378.747	2.189.435	2.136.451	1.889.179	16.785.296
2013.	1.770.417	1.677.071	1.958.486	1.760.642	1.755.923	2.062.909	507.029	0	917.491	1.749.265	1.722.889	1.761.455	17.643.587
2014.	1.871.766	1.561.777	1.602.910	1.585.105	1.711.172	1.704.905	1.941.444	1.877.150	1.705.768	1.820.944	1.849.180	1.695.839	20.927.960
Sred.	1.909.884	1.520.555	1.789.262	1.893.964	2.006.131	1.850.548	848.200	494.425	632.968	1.192.292	1.783.314	1.866.909	17.703.977
STD	360609	551541	472913	228877	309637	560839	679670	687132	692156	916818	507798	288008	2173865
CV	0,19	0,36	0,26	0,12	0,15	0,30	0,80	1,39	1,09	0,77	0,28	0,15	0,12
Max.	2.741.990	2.414.890	2.768.490	2.415.670	2.603.460	2.380.691	1.941.444	1.877.150	1.933.306	2.382.887	2.215.581	2.338.740	20.927.960
Min.	1.040.167	142.067	675.632	1.550.692	1.545.917	0	0	0	0	0	0	1.120.366	13.346.571



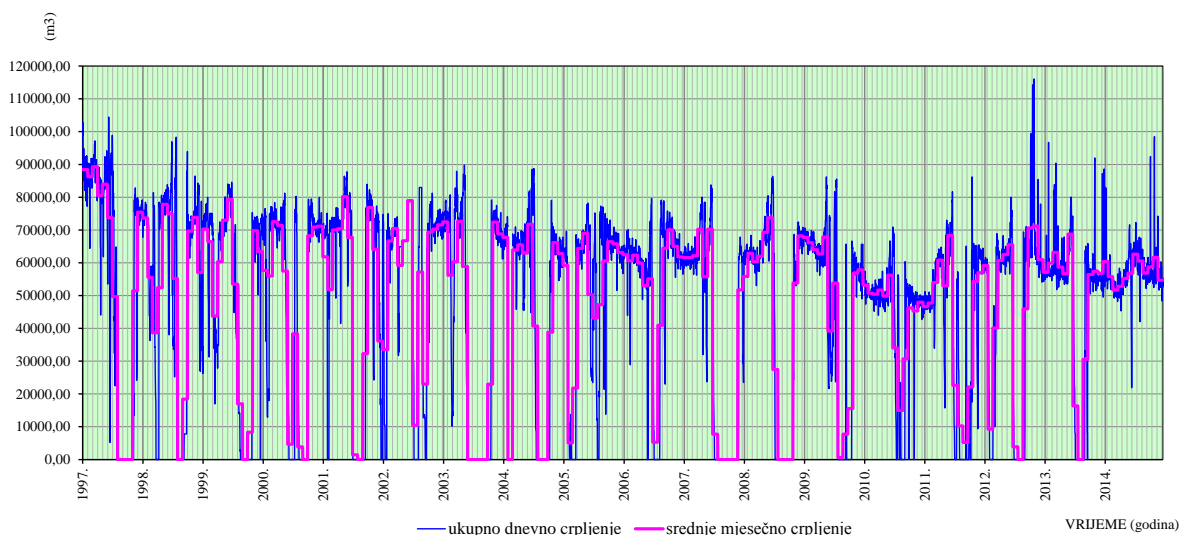
Slika 2.1-26 Ukupne mjesečne vrijednosti crpljenja izvora Rječine za niz 1997. - 2014.g. (m³).

Prema podacima o ukupnom mjesečnom crpljenju (Tablica 2.1-11) i minimalnoj mjesečnoj količini crpljenja (Tablica 2.1-12) je vidljivo da nema crpljenja izvora Rječine u ljetnom razdoblju (srpanj do rujna) u većini godina promatranoga niza od 1997. do 2014. godine.

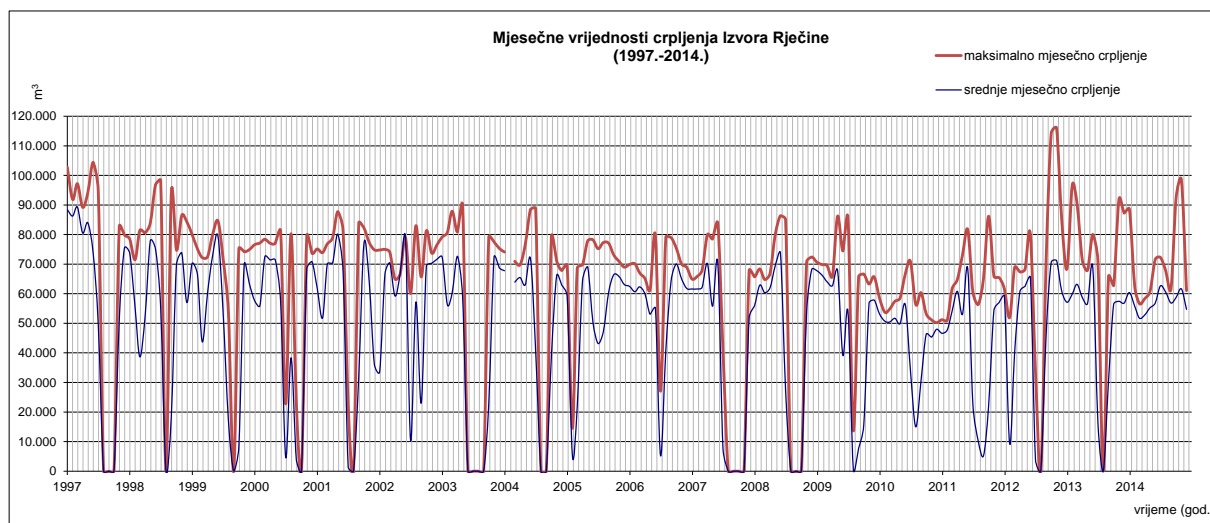
Tablica 2.1-12 Prikaz minimalnih crpljenih količina vode za izvor Rječine (m³).

god.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1997.	77.250	64.390	78.900	44.070	61.830	5.220	11.220	0	0	0	0	71.460
1998.	67.750	36.289	0	0	70.230	38.034	25.200	0	0	61.430	68.461	26.852
1999.	26.255	31.277	16.944	27.830	68.010	57.689	36.760	0	0	0	58.059	0
2000.	12.907	17.970	62.007	66.692	66.692	17.690	0	0	0	0	0	67.887
2001.	0	0	49.224	41.480	67.967	41.690	0	0	0	71.327	24.237	0
2002.	0	53.817	64.908	31.720	66.722	78.953	0	0	0	35.663	65.860	67.206
2003.	67.588	10.163	13.250	67.496	0	0	0	0	0	0	67.157	61.186
2004.	61.246		45.763	60.899	45.467	44.768	0	0	0	0	61.165	54.598
2005.	21.043	0	0	58.076	62.850	24.113	0	0	13.824	60.806	51.598	58.306
2006.	43.950	28.891	59.239	48.775	0	0	0	0	23.001	61.308	55.544	58.021
2007.	56.528	58.017	56.250	60.757	23.704	46.915	0	0	0	0	0	0
2008.	23.489	59.832	53.014	57.390	59.924	60.514	0	0	0	0	0	62.742
2009.	64.960	62.530	57.282	56.214	37.620	21.644	16.231	0	0	0	27.005	48.994
2010.	47.388	48.710	45.219	44.001	45.105	46.839	0	0	0	0	0	42.690
2011.	43.342	44.843	33.951	55.339	15.725	59.520	0	0	0	0	9.372	10.296
2012.	56.317	0	0	50.696	56.522	36.116	0	0	0	58.805	59.418	54.102
2013.	54.313	54.531	51.822	52.580	53.431	56.258	0	0	0	50.512	51.184	51.405
2014.	49.515	51.706	48.227	45.322	50.280	21.892	57.500	42.046	52.161	53.688	52.442	48.332

Podaci o srednjim i maksimalnim mjesečnim crpljenjima na osnovi dnevnih podataka tijekom razdoblja (1997.-2014.) prikazani su na Slika 2.1-27/Slika 2.1-28. Izuzevši minimalne i maksimalne ekstreme crpljenja kao i minimalna crpljenja koja prethode razdoblju presušivanja, u promatranom nizu maksimalna mjesečna crpljenja se kreću između 60 000 i 90 000 m³/dan što bi iznosilo od 694 do 1042 l/s. Srednja mjesečna crpljenja, uz iste izuzetke, se kreću između 50 000 i 70 000 m³/dan što bi iznosilo od 578 do 810 l/s.



Slika 2.1-27 Dnevne i srednje mjesečne vrijednosti crpljenja izvora Rječine za niz 1997. - 2014.g. (m³).



Slika 2.1-28 Mjesečne vrijednosti crpljenja izvora Rječine za niz 1997. - 2014.g. (m³).

U sklopu ovoga poglavlja obrađeno je korištenje voda za vodoopskrbu odnosno podaci o crpljenju, a u poglavlju 2.4.2 *Prikaz odabranih podloga za definiranje minimalnih preljevnih količina izvorišta* dan je višegodišnji i prosječni godišnji statistički prikaz preljevnih količina, crpljenja i izdašnosti izvora te se u sklopu tog poglavlja obrađuju postojeći podaci potrebni za izradu modela na osnovu kojih je definirana minimalna preljerna količina na izvorištu.

Izvor Zvir

Izvor Zvir nalazi se na desnoj strani kanjona Rječine oko 1 km udaljen od obale mora na nadmorskoj visini oko 4 m (Slika 2.1-29). Zvir I je prirodni izvor formiran u kanjonu Rječine. Na mjestu gdje izbija na površinu je, građevinskim radovima, formirano umjetno jezerce. Kaptažni objekt Zvir najstariji je riječki vodoopskrbni izvor na kojem je 1884. izgrađena prva crpna stanica.



Slika 2.1-29 Fotografije izvora Zvir s terenskog obilaska u ožujku 2015.

U poglavlju 2.1.2.1 *Hidrološke značajke* napravljena je analiza hidroloških parametara za hidrološku postaju Izvor Zvir gdje su obrađene izdašnosti izvora. Analiza pokazuje kako prosječna godišnja izdašnost izvora Zvir iznosi $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$, a maksimalna izdašnost izvora iznosi $20,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Prosječni protok od oko $2 \text{ m}^3/\text{s}$ se javlja u ljetnom periodu u kojem presušivanja izvora nisu zabilježena.

Za vodoopskrbu grada Rijeke u sušnim periodima služi i kaptažni zahvat Zvir II iz kojeg se voda prepumpava u Zvir I. Kaptažni zahvat je izgrađen krajem sedamdesetih godina, a sastoji se od pristupne galerije i 6 kopanih zdenaca unutar galerije. Kaptažni objekt kopan je kroz vodopropusne naslage i radi na principu "spojenih posuda", odnosno crpljenjem se izazivaju dotoci iz dubokih drenova. Kaptažni zahvat radi bez posade i vezan je automatikom na upravljački centar na izvoru Zvir.

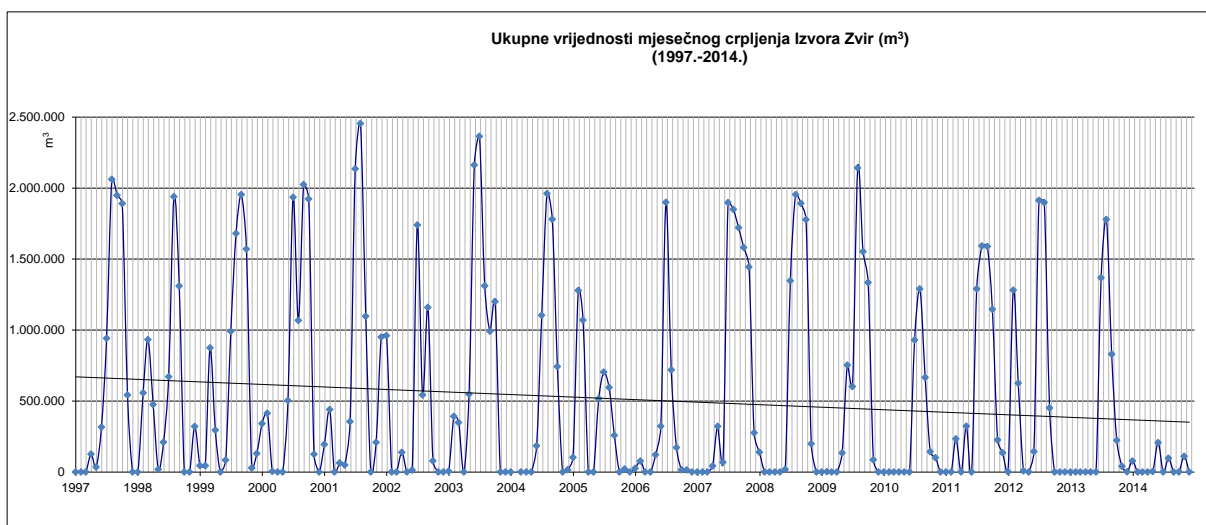
U Tablica 2.1-13 su prikazani podaci o ukupnim mjesečnim crpljenim količinama izvora Zvir na osnovi dnevnih podataka. 2003. godine vršeno je prihranjivanje izvora Zvir iz kaptaže Zvir II, ali su ovdje prikazani podaci samo za izvor Zvir (bez prihranjivanja 2003. godine).

Između 1997. i 2014. godine najmanje vrijednosti crpljenih količina, izračunatih iz dnevnih podataka, zabilježene su u 2010. godini (oko $3\,130\,000 \text{ m}^3/\text{g}$), a najveće u 2003. godini kad je crpljeno oko $9\,325\,000 \text{ m}^3/\text{g}$. Na Slika 2.1-30 prikazan je graf ukupnih mjesečnih crpljenih količina na kojem je vidljiv trend smanjenja količine crpljenja.

Tablica 2.1-13 Prikaz ukupnih crpljenih količina vode za izvor Zvir (m³).

god.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
1997.	0	0	0	125.805	35.303	316.543	941.225	2.062.123	1.949.281	1.890.856	542.592	0	7.863.728
1998.	0	557.853	933.142	474.706	19.375	210.181	671.767	1.939.247	1.309.997	0	0	320.394	6.436.662
1999.	45.140	45.191	874.577	295.152	0	83.961	990.786	1.681.300	1.954.793	1.570.760	28.562	130.877	7.701.099
2000.	340.950	412.963	4.943	0	0	504.143	1.935.232	1.068.128	2.024.455	1.923.052	124.738	0	8.338.604
2001.	194.575	439.925	0	63.411	49.457	354.778	2.135.957	2.455.193	1.096.837	0	209.457	950.768	7.950.358
2002.	960.395	0	0	138.573	0	13.687	1.740.117	542.746	1.159.151	78.373	0	0	4.633.042
2003.	5.821	391.831	348.758	0	548.309	2.161.940	2.364.362	1.311.187	991.610	1.200.201	0	0	9.324.019
2004.	0	0	0	0	0	184.326	1.102.985	1.961.482	1.779.803	743.163	0	16.299	5.788.058
2005.	103.043	1.278.813	1.069.714	0	0	516.322	703.360	594.862	258.040	0	20.913	0	4.545.067
2006.	25.701	77.160	0	0	121.346	322.386	1.899.756	719.707	171.671	15.621	14.856	0	3.368.204
2007.	0	0	0	42.943	321.824	68.512	1.897.144	1.849.693	1.720.605	1.581.339	1.444.056	275.698	9.201.814
2008.	139.336	0	0	0	0	18.411	1.347.295	1.954.358	1.891.683	1.777.964	199.153	0	7.328.200
2009.	0	1.948	0	0	134.313	752.594	602.562	2.141.793	1.552.655	1.334.400	85.706	0	6.605.971
2010.	0	0	0	0	0	0	930.974	1.289.493	666.279	142.938	100.691	0	3.130.375
2011.	0	0	233.820	0	322.873	0	1.290.443	1.592.674	1.588.788	1.146.356	225.537	135.793	6.536.284
2012.	1.783	1.280.988	625.790	7.924	0	144.653	1.913.012	1.899.165	451.764	0	0	0	6.325.079
2013.	0	0	0	0	0	0	1.368.121	1.779.707	829.704	223.455	40.419	1.704	4.243.110
2014.	77.734	0	0	0	3.675	206.996	0	96.917	0	0	110.954	0	496.276

Sred.	105.249	263.922	227.264	63.806	86.471	325.524	1.324.172	1.496.654	1.188.729	757.138	174.869	101.752	6.100.886
STD	232111	427856	377156	128369	155434	505146	634491	652295	668807	776424	344037	234156	2326851
CV	2,21	1,62	1,66	2,01	1,80	1,55	0,48	0,44	0,56	1,03	1,97	2,30	0,38
Max.	960.395	1.280.988	1.069.714	474.706	548.309	2.161.940	2.364.362	2.455.193	2.024.455	1.923.052	1.444.056	950.768	9.324.019
Min.	0	0	0	0	0	0	0	96.917	0	0	0	0	496.276



Slika 2.1-30 Ukupne mjesečne vrijednosti crpljenja izvora Zvir za niz 1997. - 2014.g. (m³).

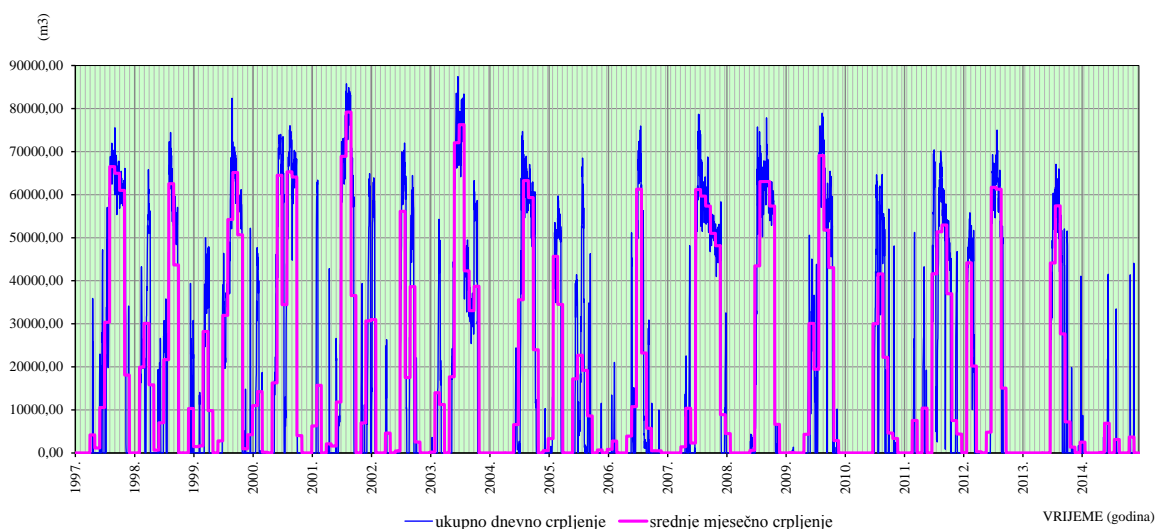
Prema ukupnim crpljenim količinama i minimalnoj mjesečnoj količini crpljenja (Tablica 2.1-14) vidljivo je da se iz izvora Zvir najviše crpi u ljetnom razdoblju (kad presuši izvor Rječine).

Tablica 2.1-14 Prikaz minimalnih crpljenih količina vode za izvor Zvir (m³)

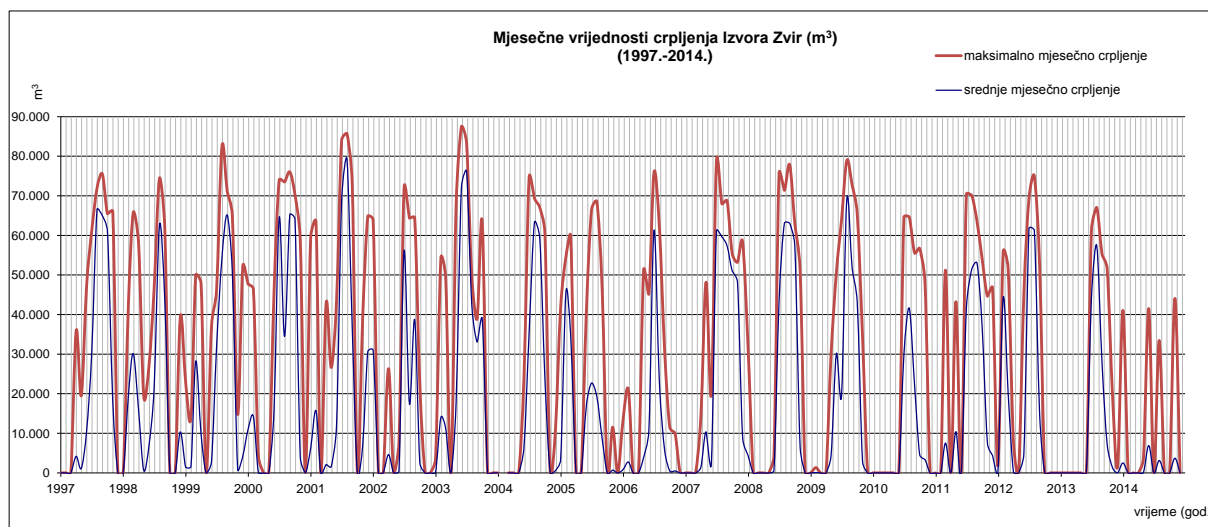
god.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
1997.	0	0	0	0	0	0	0	60.911	55.372	56.833	0	0	0
1998.	0	0	0	0	0	0	0	37.235	0	0	0	0	0
1999.	0	0	0	0	0	0	19.630	36.732	57.989	0	0	0	0
2000.	0	0	0	0	0	0	40.702	0	42.122	44.788	0	0	0
2001.	0	0	0	0	0	0	43.043	68.023	0	0	0	0	0
2002.	0	0	0	0	0	0	19.320	0	0	0	0	0	0
2003.	0	0	0	0	0	61.256	64.160	31.661	25.407	0	0	0	0
2004.	0	0	0	0	0	0	0	54.600	47.905	0	0	0	0
2005.	0	34.909	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006.	0	0	0	0	0	0	35.962	0	0	0	0	0	0
2007.	0	0	0	0	0	0	27.549	51.487	46.764	45.942	40.977	0	0
2008.	0	0	0	0	0	0	0	50.219	55.723	52.855	0	0	0
2009.	0	0	0	0	0	0	0	57.047	0	0	0	0	0
2010.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011.	0	0	0	0	0	0	3.060	2.552	868	0	0	0	0
2012.	0	7.590	0	0	0	0	51.663	42.254	0	0	0	0	0
2013.	0	0	0	0	0	0	1.084	42.055	0	0	0	0	0
2014.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sred.	0	2.500	0	0	0	3.403	17.010	29.710	18.453	11.134	2.277	0	0
STD	0	8551	0	0	0	14438	21568	25617	24623	21569	9658	0	0
CV	0	3,42	0	0	0	4,24	1,27	0,86	1,33	1,94	4,24	0	0
Max.	0	34.909	0	0	0	61.256	64.160	68.023	57.989	56.833	40.977	0	0
Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Podaci o srednjim i maksimalnim mjesečnim crpljenjima na osnovi dnevnih podataka tijekom razdoblja (1997.-2014.) prikazani su na Slika 2.1-31 i Slika 2.1-32. Izuzevši minimalne i maksimalne ekstreme crpljenja kao i minimalna crpljenja koja prethode razdoblju presušivanja, u promatranome nizu maksimalna mjesečna crpljenja se kreću između 30 000 i 70 000 m³/dan što bi iznosilo od 347 do 810 l/s. Srednja mjesečna crpljenja, uz iste izuzetke, se kreću između 20 000 i 60 000 m³/dan što bi iznosilo od 231 do 694 l/s.



Slika 2.1-31 Dnevne i srednje mjesečne vrijednosti crpljenja izvora Zvir za niz 1997. - 2014.g. (m³).



Slika 2.1-32 Mjesečne vrijednosti crpljenja izvora Zvir za niz 1997. - 2014.g. (m³).

U sklopu ovoga poglavlja obrađeno je korištenje voda izvora Zvir za vodoopskrbu odnosno podaci o crpljenju, a u poglavlju 2.4.2 *Prikaz odabranih podloga za definiranje minimalnih preljevni količina izvorišta* dan je višegodišnji i prosječni godišnji statistički prikaz preljevni količina, crpljenja i izdašnosti izvora i u sklopu tog poglavlja se obrađuju postojeći podaci potrebni za izradu modela na osnovu kojih je definirana minimalna preljevna količina na izvorištu.

Planirano stanje

Izrađeni su dugoročni planovi razvoja vodnog gospodarstva pa je između ostalih izrađen i *Vodoopskrbni Plan Primorsko goranske Županije* (2004) i njegova novelacija 2011. godine. Planirano stanje vodoopskrbe preuzeto je iz navedene novelacije Vodoopskrbnog plana.

"Vodoopskrbno područje Rijeka ima dovoljne količine vode. Već danas i kod minimalnih izdašnosti izvora (presušuje Rječina) u ovom sustavu ima u izvorištima 2 puta više vode nego što se troši u tom sustavu. Zbog toga ovaj vodoopskrbni sustav daje vodu susjednim sustavima.

Za vodoopskrbu u narednom razdoblju postoji nekoliko izvora koji se mogu uključiti u vodoopskrbu Ti izvori se nalaze na različitim lokacijama i različitog su karaktera.

Na Rječini je planirana akumulacija Kukuljani, koja je projektirana kao višenamjenski objekt (vodoopskrba i hidroenergetika), ali još uvijek nije u fazi realizacije. Razlog su financijskih problemi (interesno udruživanje sredstava). Zbog toga su započeti hidrogeološki istražni radovi u zaleđu izvora Rječine koji su nedavno i završeni. Prema idejnom projektu Akumulacija Kukuljani, Geokon, 2015. se navodi:

"Izgradnjom akumulacije Kukuljani osigurala bi se u sadašnjem stanju vodoopskrbe količina vode potrebna za pokrivanje vršne potrošnje u ljetnim mjesecima, a u budućoj



vodoopskrbi za povećane kapacitete potrošnje vode kvarnerskog zaljeva. Akumulacija Kukuljani se ovom projektnom dokumentacijom planira primarno za vodoopskrbu, dok se ostavlja mogućnost proširenja njene funkcije za proizvodnju električne energije u budućnosti.

Osnovna je koncepcija po ovom idejnom projektu da se brana Kukuljani izvede u dvije faze.

I. fazom predviđa se izgradnja akumulacije volumena od 5,9 mil. m³. Prva faza zadovoljila bi potrebe vodoopskrbe, pri čemu bi se zadržalo korištenje izvorišta „Rječina“, a vodom iz akumulacije bi se pokrivala povećane potrebe za vodom u sušnom periodu. Na osnovi hidroloških podataka procijenjeno je da bi se za tri kritična ljetna mjeseca moglo I. fazom akumulacije osigurati od 500-1000 l/s za vodoopskrbu. U zimskim mjesecima se uglavnom može osigurati ukupno potrebna sadašnja količina za vodoopskrbu koju pokriva „Vodovod i kanalizacija Rijeka“, pri čemu ostaje značajna količina preljevniha voda, koja se naknadno može koristiti za energetiku.

II. fazom idejnog projekta predviđa se izgradnja akumulacije volumena od 17,5 mil. m³. Druga faza izgradnje potopila bi izvor Rječine. U II. fazi se predviđa zahvaćanje voda za vodoopskrbu u ljetnom periodu u količini preko 1000 l/s uz mogućnost korištenja viškova vode za elektroenergetiku.

Unutar armirano-betonske konstrukcije vodozahvata biti će smještena dva sustava cjevovoda, cjevovod postojećeg sustava vodoopskrbe s izvora Rječine, promjera \square 1200 mm te sustav za zahvaćanje vode iz akumulacije. Sve cijevi su čelične.

Sustav za zahvaćanje vode iz akumulacije sastoji se od usisnih cijevi promjera \square 800 mm te vertikalnog i horizontalnog cjevovoda promjera \square 1000 mm te će biti izveden s mogućnošću zahvata vode na tri razine, čime se omogućava izbor odgovarajuće kvalitete vode. Sustav je tako dimenzioniran da u najnepovoljnijim uvjetima (razina vode u akumulaciji na minimalnom radnom nivou od 309,00 m n.m.) ima kapacitet zahvata vode od 1,9 m³/s, dok je u normalnim uvjetima kapacitet oko 4 m³/s."

Od ostalih važnijih zahvata na riječkom području treba napomenuti:

- Potrebu povećanja vodospreme Zvir sa postojećih 5 000 m³ na 10 000 m³.

Navodnjavanje

Osim za vodoopskrbu voda se koristi i za navodnjavanje (uglavnom privatna kućanstva). Prema Planu navodnjavanja primorsko-goranske županije (SNPGŽ 43/06) navodi se: "Poljoprivredni proizvođači, koji primjenjuju suvremenu tehnologiju i proizvode dohodovno izdašne kulture, odavno su uveli navodnjavanje na svojim površinama. Na žalost, takvih je proizvođača vrlo malo.



Zbog nedostatka infrastrukture za navodnjavanje i ovaj mali broj proizvođača se na različite načine snalazi u osiguranju vode za navodnjavanje. U takvoj situaciji nije iznenađujuće što čak 48,61% izvora za navodnjavanje čini voda iz vodoopskrbnih sustava.

Planirano stanje

U tekstualnom dijelu Plana navodnjavanja Primorsko-goranske županije, a vezano uz planirano stanje navodnjavanja se navodi:

Za područje cijele Županije karakteristična je rascjepkanost malih posjeda u više parcela.

Okupnjavanje parcela, kao i cijelog posjeda, nužno je i zbog provođenja agro i hidromelioracijskih mjera.

Navodnjavanje malih parcela predstavlja veliki organizacijski problem nadalje, takvo navodnjavanje je skuplje po jedinici površine zemljišta, a upravljanje i održavanje sustava zahtjevnije.

Osnovni je problem što kod prethodno izdvojenih lokaliteta pogodnih za navodnjavanje prema pedološkoj karti gotovo da nema u blizini istraženih vodnih resursa (vodotoka, izvora ili vodonosnika) čije bi se vodne rezerve mogle koristiti za navodnjavanje bez izgradnje većih hidrotehničkih objekata za zadržavanje voda neposredno iz hidrološkog ciklusa. Zbog toga će biti nužno istražiti mogućnost izgradnje površinskih spremnika (bazena ili akumulacija napajanih iz povremenih površinskih vodotoka, oborinskim vodama iz sustava nakapnih ploha, ili pak iz vodoopskrbnih, hidroenergetskih ili drugih izgrađenih vodnih sustava), kao i izvedba novih zahvata voda iz podzemnih vodonosnika. Za sva područja na kojima će se kao rješenje, odnosno mogućnost navodnjavanja predvidjeti izgradnja akumulacija, prethodno su neophodna geološka i hidrogeološka istraživanja vododrživosti i otješnjenja na pogodnim i mogućim lokacijama. U slučaju da se koristi voda iz vodotoka trebati će za svaku lokaciju odrediti i ekološki prihvatljiv protok, a nužno će biti planirati i uspostavu primjerenog monitoringa u svim fazama projekta.

Obrana od poplava

2013. godine izrađena je studija *Koncepcijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine* u kojoj su obrađene varijante rješenja obrane od poplava na slivu Rječine.

U Rječinu nešto uzvodnije od akumulacije Valići, kod sela Lukeži utječe njezin najznačajniji pritok, vodotok Sušica, koji prikuplja vode s dijela Grobničkoga polja. S obzirom da se tijekom razrade navedene studije odustalo od rješenja s izgradnjom retencija na Sušici za sliv Rječine u navedenoj studiji je usvojena varijanta 1 kojom su predviđeni samo regulacijski radovi na vodotocima

Tijekom izrade navedene studije došlo se do zaključka da je za retencije u slivu Rječine zanimljiva i napuštena šljunčara Dubina (Slika 2.1-38). Retencijski prostor nije predviđen

Prostornim planom uređenja Općine Jelenje. Prostor je izvan građevinskoga područja rezerviran za sportsko- rekreacijske sadržaje (golf igralište).

Nužan uvjet za izgradnju retencije Dubina je sanacija devastiranog prostora bivše šljunčare na kojem se nalaze mnoga divlja odlagališta otpada.

Budući da lokacija retencije Dubina i njena obrada nije bila predviđena projektnim zadatkom zaključeno je da nije bilo dovoljno podloga za razmatranje ove retencije te da je potrebno napraviti detaljna istraživanja prije ozbiljnoga razmatranja i usvajanja konačne odluke.

Proizvodnja električne energije

Osim za vodoopskrbu, voda Rječine se koristi za potrebe hidroelektrane. Izgradnjom betonske gravitacijske brane na vodotoku Rječini, kod sela Grohovo, 1967. godine ostvaren je zahvat vode za hidroelektranu i formirano akumulacijsko jezero Valići kao dio hidroenergetskog sustava HE Rijeka (Slika 2.1-33).



Slika 2.1-33 Akumulacija Valići (izvor: www.elektroprojekt.hr/hdvv/katastar/Valici).

Prema prodacima iz projekta *Aktualizacija projekta tehničkih promatranja HE Rijeka, Brana Valići, Institut IGH d.d, 2015.* dužina akumulacijskog jezera iznosi oko 1300 m, a prosječna širina doseže i do 150 m. Na koti uspora 229,50 m n.m. površina akumulacije iznosi oko 78.000 m² s ukupnim volumenom od 698.000 m³. Na najnižoj radnoj koti akumulacijskog jezera, korisni volumen akumulacije iznosi oko 390.000 m³.

Visina brane od najniže točke temelja do krune iznosi 35 m, a dužina u kruni je 140 m. Čitava brana je u uzdužnom smjeru podijeljena na blokove. Srednja dva betonska bloka brane sadrže preljev za evakuaciju velikih voda.

Evakuacija velikih voda vrši se preko preljevnih polja širine 10 m, visine 4 m, opremljenih s dvije zaklopne zapornice. Maksimalni kapacitet oba preljevna polja iznosi $Q=335 \text{ m}^3/\text{s}$.

U temeljnom dijelu brane smještena su dva temeljna ispusta, veličine otvora 3×3 metra. Maksimalni kapacitet za jedan temeljni ispust kod maksimalnog nivoa vode u akumulacijskom jezeru iznosi oko $148 \text{ m}^3/\text{s}$, a za oba temeljna ispusta kada rade istovremeno oko $296 \text{ m}^3/\text{s}$ (Slika 2.1-34).

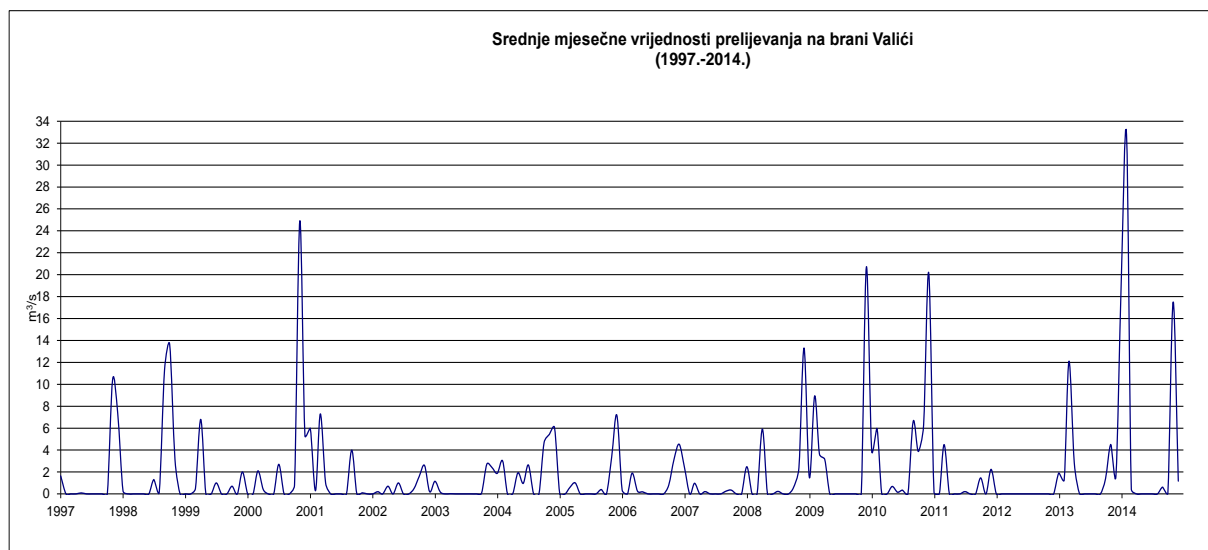


Slika 2.1-34 Nizvodna strana brane -preljev i temeljni ispust.

Podaci o prelijevanju dobiveni od HEP-a za razdoblje od 1997 do 2014 su prikazani u Tablica 2.1-15 i Slika 2.1-35 dok za ispuštanje kroz temeljni ispust u HEP-u navode da je bilo ispuštanja kroz temeljne ispuste za vrijeme potpunog pražnjenja akumulacije Valići kod minimalnih dotoka Rječine za vrijeme ljetnih mjeseci 2002. i 2014. godine, ali tada nisu posebno zabilježeni protoci vode kroz temeljne ispuste. Kako objekt brane Valići nije predviđen za ispuštanje biološkog minimuma, niti HE Rijeka ima tu obavezu prema vodopravnoj dozvoli, podaci o protoku preko preljevnih zapornica su podaci o protoku na brani.

Tablica 2.1-15 Prelijevanja na brani Valići (m³/s).

God.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
1997	1,64	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	10,43	7,34	1,63
1998	0,27	0	0	0	0	0	1,31	0,16	11,31	13,65	3,16	0	2,49
1999	0	0	0,5	6,8	0	0	1	0	0	0,7	0	2	0,92
2000	0	0	2,1	0,4	0	0	2,7	0	0	0,8	24,9	5,3	3,02
2001	6	0,3	7,3	1	0	0	0	0	4	0	0,1	0	1,56
2002	0	0,2	0	0,7	0	1	0	0	0,5	1,6	2,6	0,2	0,57
2003	1,15	0,18	0	0,02	0	0	0	0	0	0,07	2,72	2,41	0,55
2004	1,88	3,02	0	0,04	1,93	0,96	2,64	0	0	4,68	5,43	6,06	2,22
2005	0	0	0,59	1,01	0	0	0	0	0,4	0	3,39	7,18	1,05
2006	0,36	0	1,9	0,25	0,19	0	0	0	0	0,81	3,17	4,53	0,93
2007	2,41	0	0,97	0	0,21	0	0	0	0,25	0,35	0	0	0,35
2008	2,48	0	0	5,92	0	0	0,23	0	0	0,61	2,39	13,31	2,08
2009	1,51	8,93	3,65	3,16	0	0	0	0	0	0	0	20,71	3,16
2010	3,94	5,96	0,02	0	0,68	0,16	0,34	0	6,62	3,87	6,27	20,16	4,00
2011	0,15	0	4,5	0	0	0	0,21	0	0	1,46	0	2,24	0,71
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2013	1,92	1,27	12,1	2,85	0,06	0	0	0	0	1,38	4,51	1,65	2,15
2014	19,34	32,78	0,44	0	0	0	0	0	0,62	0,06	17,51	1,17	5,99
Sred.	2,39	2,92	1,89	1,23	0,18	0,12	0,47	0,01	1,32	1,67	4,81	5,24	1,85
STD	5	8	3	2	0	0	1	0	3	3	7	7	2
CV	1,89	2,68	1,71	1,71	2,67	2,68	1,88	4,24	2,31	1,96	1,39	1,25	0,81
Max.	19,34	32,78	12,1	6,8	1,93	1	2,7	0,16	11,31	13,65	24,9	20,71	5,99
Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



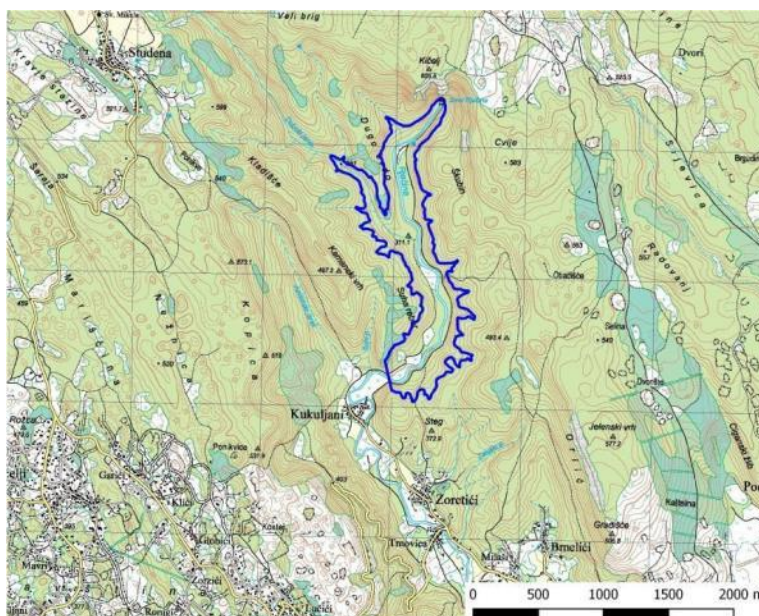
Slika 2.1-35 Srednje mjesečne vrijednosti prelijevanja na brani Valići za niz 1997. - 2014. g. (m³/s).

Iz podataka o prelijevanju vidljivo je da u ljetnom razdoblju (svibanj do rujna) nema prelijevanja ili su manja od 2,00 m³/s (osim rujna 1998. i 2010. godine). Veće vrijednosti protoka od 20,0 m³/s se pojavljuju u kišnijim godinama (studeni 2000, prosinac 2009, prosinac 2010 i početak 2014. godine).

Planirano stanje

Korištenje gornjeg toka Rječine tretirano je do sada izradom niza projekata i studija različitog nivoa obrade, s obzirom na različite potrebe i zahtjeve naručioca (energetski objekt ili višenamjenski objekt). Bila je zamišljena akumulacija Zoretići, no budući da bi taj zahvat značio potapanja pedesetak kuća u Kukuljanima, odustalo se od te lokacije pa se kao drugo rješenje razmatralo izgraditi akumulaciju Kukuljani koja bi se nalazila nešto uzvodno od zamišljene akumulacije Zoretića, iako je akumulacija zadovoljavala energetske potrebe (Slika 2.1-36).

1995. godine HEP je naručio izradu idejnog rješenja „Nasuta pregrada Kukuljani“ (Geokon d.o.o., Zagreb) kojom se predlaže rješenje nasute pregrade Kukuljani te dokazuje kako je i ovom pregradom moguće ostvariti volumen akumulacije istovjetan kao s pregradom Zoretići, uz mogućnost etapne izgradnje, zavisno o potrebama za električnom energijom i vodoopskrbom.



Slika 2.1-36 Planirana akumulacija Kukuljani.

Bilanciranje je izrađeno za pretpostavljen protok od $25 \text{ m}^3/\text{s}$ za potrebe HEP-a te protok od 1500 l/s za potrebe vodoopskrbe. Zaključeno je kako izgradnja akumulacije konačnog volumena $17,5 \text{ mil. m}^3$ sa kotom uspora na 343 m n.m. zadovoljava navedene energetske i vodoopskrbne potrebe.

2007. godine izrađena je studija, također za potrebe HEP-a, „Hidrologija sliva Rječine za potrebe akumulacije Kukuljani“ (Sopex d.o.o., Rijeka) u kojem je izrađen 3D digitalni model akumulacije te model punjenja i pražnjenja akumulacije prema početnim parametrima definiranim u ranije spomenutom idejnom rješenju (Geokon). Nakon detaljne izrade digitalnog modela, zaključeno je kako akumulacija sa pregradom Kukuljani i



usporom na koti 343 m n.m. sadrži volumen od 14,4 mil. m³ što je nešto manje nego ranije planirano. Bilanciranje je izvršeno samo za potrebe HEP-a, pa se akumulirana voda, ovom studijom, planira koristiti za energetiku, dok će se za potrebe vodoopskrbe koristiti samo preljevne vode.

Kako navedenom studijom iz 2007. godine nije razmatrana konkretna i kontinuirana vodoopskrbna namjena planirane akumulacije navodi se potreba izrade detaljne hidrološke podloge u vidu bilanciranja višenamjenske akumulacije Kukuljani za vodoopskrbne potrebe i elektroprivredne potrebe.

Premda je, u proteklom razdoblju izrađena projektna dokumentacija, razmatrala zahvaćanje voda Rječine za potrebe vodoopskrbe i energetike 2015. godine je napravljen idejni projekt akumulacije Kukuljani u kojem se navodi da se akumulacija Kukuljani planira primarno za vodoopskrbu, dok se ostavlja mogućnost proširenja njene funkcije za proizvodnju električne energije u budućnosti. Odnosno da bi se u I fazi u zimskim mjesecima mogla osigurati količina vode za vodoopskrbu, pri čemu bi se značajne količine preljevne vode koristile za energetiku.

Lokacije akumulacija za proizvodnju električne energije prikazane su na Slika 2.1-38.

Rekreacija i golf igrališta

Na području sliva Rječine prostornim planom uređenja općine Jelenje određeno je područje namijenjeno razvoju sportsko - rekreacijskih sadržaja kao što su golf igralište, zabavni park i sl. na području bivše šljunčare "Dubina" površine oko 78 ha (Slika 2.1-38) Sagledavajući potrebu sanacije šljunčare "Dubina" koja se nalazi na sjeverozapadu Grobničkog polja (dijelom u Općini Jelenje, a dijelom na području Općine Čavle), a u cilju zaštite izvora pitke vode predložena je prenamjena tog prostora u sadržaje sportsko - rekreacijske namjene. Prostor šljunčare se nalazi u potpunosti unutar II zone sanitarne zaštite vode za piće.

Za golf igralište na području Dubine izrađen je idejni projekt ("Rijekaprojekt - inženjering", 1999.god.), kojim je analizirano postojeće stanje šljunčare i dani kriteriji za prenamjenu prostora u golf igralište. Također je izrađena i „Studija o utjecaju na okoliš sportsko-rekreacionog područja „Dubina“ na grobničkom polju" (Ecoina, 2003.).

Detaljno je obrađena i mogućnost osiguranja potrebnih količina vode (dnevne potrebe iznose cca 800 m³). Istraživanja lokacije upućuju na mogućnost postojanja podzemnih jezera ili izvora, čime bi se mogli održavati travnjaci. Međutim, problem navodnjavanja je potrebno riješiti u projektu.

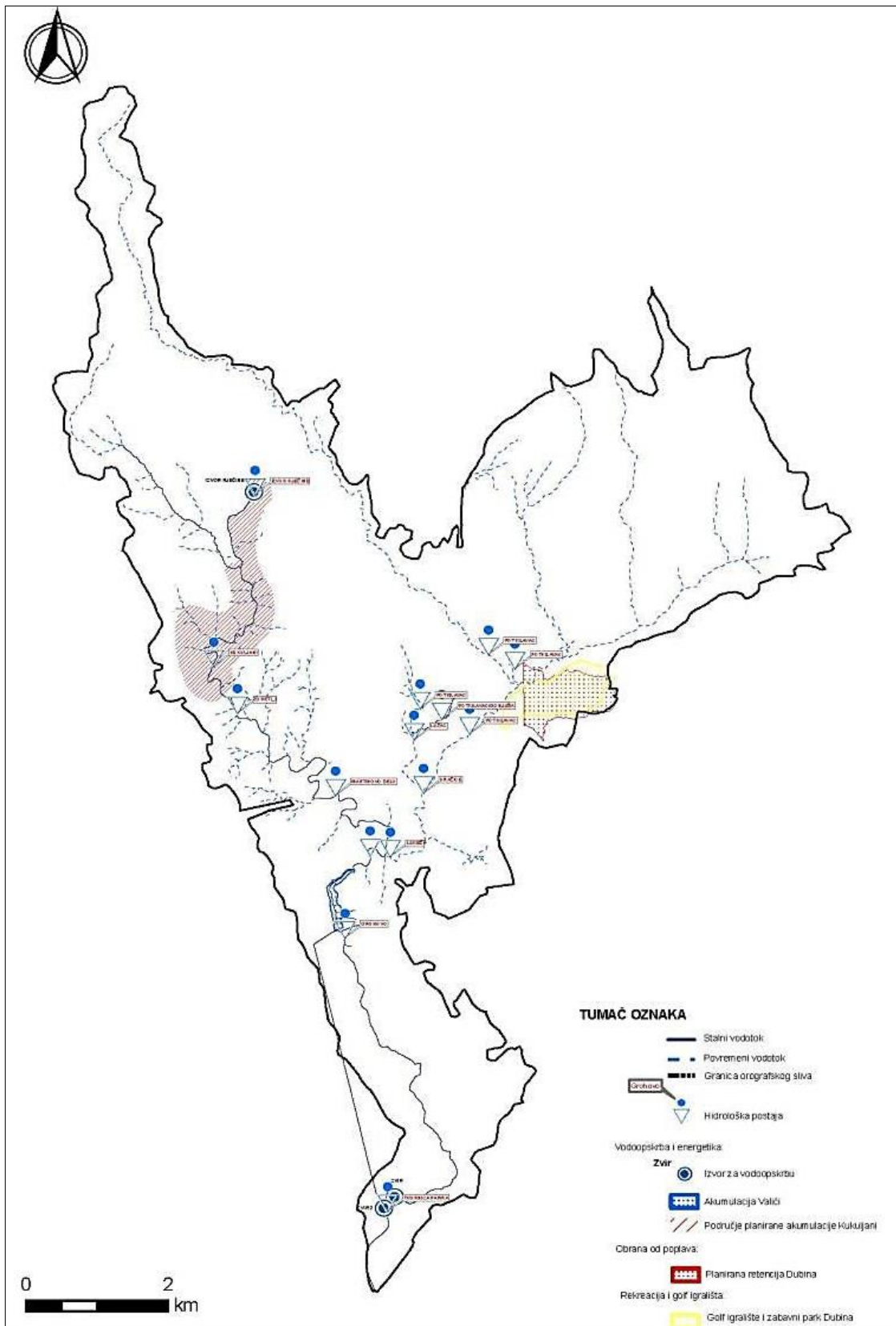
Planirana izgradnja golf igrališta i zabavnog parka na području Dubine zahtijevati će osiguranje površine koja omogućava izgradnju golf igrališta sa 18 rupa i svih pratećih sadržaja (vježbalište, klupske prostorije, parkirališta) te izgradnju i drugih pratećih

sportsko - rekreacijskih sadržaja i otvorenih sportskih objekata poput tenis terena, staza za jahanje, šetnica itd.

Kako je već navedeno, prostor Dubine je u studiji *Koncepcijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine* predložen za izgradnju retencije za obranu od štetnoga djelovanja voda međutim napomenuto je kako je taj prostor rezerviran za sportsko- rekreacijske sadržaje (golf igralište). Međutim, taj prostor je za vrijeme velikih oborina plavljen, zbog podizanja razine podzemne vode (Slika 2.1-37) pa se postavlja pitanje sigurnosti sportsko-rekreacijskih sadržaja.



Slika 2.1-37 Šljunčara Dubina prilikom poplave 25.12.2009. (izvor: *Koncepcijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine*, 2013.).



Slika 2.1-38 Planirano korištenje voda (vodoopskrba, energetika, sport i rekreacija, obrana od poplava) u slivu Rječine.



2.1.5 Krajobrazne vrijednosti područja sliva

Prema krajobraznoj regionalizaciji Hrvatske (Bralić I., 1995), sliv Rječine se nalazi na razmeđi dvije osnovne krajobrazne jedinice - Kvarnersko-velebitski prostor i Gorski Kotar. Pri tome se unutar granica obuhvata sliva razlikuju četiri osnovna krajobrazna područja:

- urbani krajobraz grada Rijeke uz ušće i kanjon Rječine,
- prirodno-ruralni krajobraz doline Rječine (srednji i gornji tok),
- ruralno-tehnogeni krajobraz Grobničkog polja,
- prirodni krajobraz brdsko-planinske skupine Obruč.

Područje urbanog krajobraza grada Rijeke uz ušće i kanjon Rječine

Područje obuhvaća uski pojas uz vodotok, a proteže se od obalne linije do vijadukta autoceste u zaleđu. Karakteriziraju ga niska obala i zaravnjen teren uz samo ušće koji prema zaleđu postepeno poprima formu kanjonskog usjeka, kao i gusta izgrađenost. Pri tome se u strukturi naselja izmjenjuju objekti i površine različite namjene. Na samoj obali se nalaze lučki objekti, centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda i kontejnerski terminal. U kanjonskom predjelu su smještene dvije zone gospodarske namjene i površine infrastrukturnog sustava HE Rijeka, dok na ostatku područja dominira poslovno-stambena gradnja i prometne površine u pravilnom ortogonalnom rasteru. Sam vodotok karakterizira umjetna geometrizirana forma budući da je kanaliziran.

Područje prirodno-ruralnog krajobraza doline Rječine (srednji i gornji tok)

Dolina Rječine se proteže od izvora koji u obliku krškog vrela izbija podno strmih litica brda Kičelj, sve do grada Rijeke. Promatrano područje ujedno je predloženo Prostornim planom Primorsko-goranske županije za zaštitu u kategoriji značajnog krajobraza.

Područje obuhvaća dolinu srednjeg i gornjeg toka Rječine koji su razgraničeni akumulacijom Valići, a dijelom i okolno nenaseljeno, šumom prekriveno područje platoa u koji je dolina usječena.

Duž relativno kratkog toka (dužine oko 18 km), ova krška rijeka prolazi područjima različitih karakteristika. Dolinu na srednjem toku karakterizira geomorfološka forma usjeka, tj. duboka „V“ dolina koju zatvaraju strme, šumom obrasle padine s geomorfološkim fenomenima tipičnim za krš. Ovim dijelom doline stoga dominiraju prirodna obilježja, a antropogene prostorne strukture - sela Pašac i Grohovo, javljaju se tek mjestimično uz županijsku cestu. Za razliku od toga, područje gornjeg toka karakterizira flišna udolina, tj. uže ili šire zone zaravnjenih riječnih naplavina koje okružuju vapnenački strmci. Teren doline stoga je povoljan za gradnju, a ujedno sadrži i akumulirano plodno tlo pogodno za razvoj poljodjelstva. S obzirom na to, duž doline se formirao niz ruralnih cjelina, tj. seoskih naselja (Drastin, Lukeži, Ratulje, Lopača, Martivno Selo, Lubarska, Milaši, Brnelići, Trnovica, Zoretići i Kukuljani) s pripadajućim obradivim površinama i bujnim livadama, dok uski rub naplavina uz tok obrašćuje crna joha. Krajnji sjeverni dio doline, na potezu od Kukuljana do izvora Rječine, ponovno poprima formu „V“ usjeka koju karakterizira nenaseljenost i gusti šumski pokrov, odnosno dominantno prirodna obilježja.



Područje ruralno-tehnogenog krajobraza Grobničkog polja

Područje obuhvaća Grobničko polje, prostrano krško polje zatvoreno krajnjim padinama planinske skupine Obruča sa sjevera, odnosno blago razvedenim terenom s juga. Polje karakterizira zaravnjen teren, izrazita otvorenost i preglednost prostora, te relativno velika naseljenost. S obzirom na to, prirodan površinski pokrov gotovo je u potpunosti izmijenjen pod utjecajem ljudskih djelatnosti. Na centralnom i jugozapadnom dijelu polja nalazi se najveći broj naselja - Podhum, Dražice, Podkilavac, Jelenje, te Grobnik, Soboli, Podčundić, Podrvanj i Zastenice, koja su okružena mozaicima poljoprivrednih površina.

Na krajnjem istoku, javlja se izdvojena zaravan koja je od ostatka polja odvojena brežuljkom Hum. Iako ovaj dio polja nije naseljen, u znatnoj je mjeri izgrađen. Tu se nalaze sportsko-rekreacijski sadržaji - aeroklub i uzletno-sletna staza sportskog aerodroma Grobnik, kao i pista auto-motodroma Grobnik, te vojni prostori (vojno skladište i vojna streljana). Osim toga, na krajnjem sjeveru ove zaravni, nalazi se površinski kop šljunčare Dubina, a na jugu šljunčare Hidroelektra koje svojom pojavom u znatnoj mjeri degradiraju prostor. Uz sam rub aerodroma prolazi i dionica autoceste A6.

S obzirom na morfologiju terena, s okolnih se padina slijevaju bujice koje na Grobničkom polju formiraju nekoliko manjih vodotoka.

Područje prirodnog krajobraza brdsko-planinske skupine Obruč

Područje obuhvaća krajnje južne padine šireg područja brdsko-planinske skupine Obruča koja se pruža u smjeru SZ-JI, od Grobničkog polja na jugu, do slovenske granice na sjeveru. Planinska skupina Obruča ujedno je Prostornim planom Primorsko-goranske županije predložena za zaštitu u kategoriji regionalnog parka. Područje Obruča karakterizira očuvana prirodnost budući da dominiraju elementi prirodnog krajobraza - visinski raščlanjen reljef i prirodan površinski pokrov. Obuhvaća ogoljele planinske vrhove podno kojih se prostiru pretežno šumom obrasle, a mjestimično i travnate padine, udoline i ponikve. Pri tome su osobitost promatranog područja upravo južne padine prema Grobničkom polju koje, osim bjelogorične šume i sukcesije šume, velikim dijelom obrastaju i prirodni travnjaci. Osim toga, česta su pojava i bujične udoline koje usijecaju pojedine padine, poput Mudnog potoka, Peškovice, Borovice i Zale. Područje je u potpunosti nenaseljeno.

2.2 Opće prirodne značajke

2.2.1 Zaštićena područja

Na slivnom području Rječine nisu utvrđena područja zaštićena temeljem Zakona o zaštiti prirode (NN 80/13). Najbliže zaštićeno područje, geomorfološki Spomenik prirode Ponor Gotovž, nalazi se oko 610 m zapadno od slivnog područja Rječine, dok se oko 2 km istočno od predmetnog slivnog područja nalazi Nacionalni park Risnjak, a oko 4,4 km zapadno geomorfološki Spomenik prirode Zametska pećina (Slika 2.2-1).



Slika 2.2-1 Karta zaštićenih područja Republike Hrvatske (M 1:150.000, autor: Geonatura d.o.o., izvor i simbologija: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, studeni 2015.).



Geomorfološki spomenik prirode Ponor Gotovž nalazi se jugoistočno od mjesta Klane. Po postanku je jama, dubine 320 m u koju ponire bujični tok klanjske Ričine. Biospeleološki je značajan jer je tu pronađen i opisan podzemni kornjaš *Typhlotrechus bilimeki clanensis*. Ponor je ugrožen zbog upuštanja otpadnih voda u podzemlje i smeća koje nanese bujica.

2.2.2 Ekološka mreža

Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13) definira ekološku mrežu kao sustav međusobno povezanih ili prostorno bliskih ekološki značajnih područja, koja uravnoteženom biogeografskom raspoređenošću značajno pridonose očuvanju prirodne ravnoteže i bioraznolikosti. Ekološkom mrežom u smislu ovoga Zakona smatraju se područja Natura 2000.

Na slivnom području Rječine nalaze se sljedeća područja ekološke mreže (Slika 2.2-2):

I. Područje očuvanja značajno za ptice (POP):

HR1000019 Gorski kotar i sjeverna Lika,

II. Područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS):

HR2000643 Obruč,

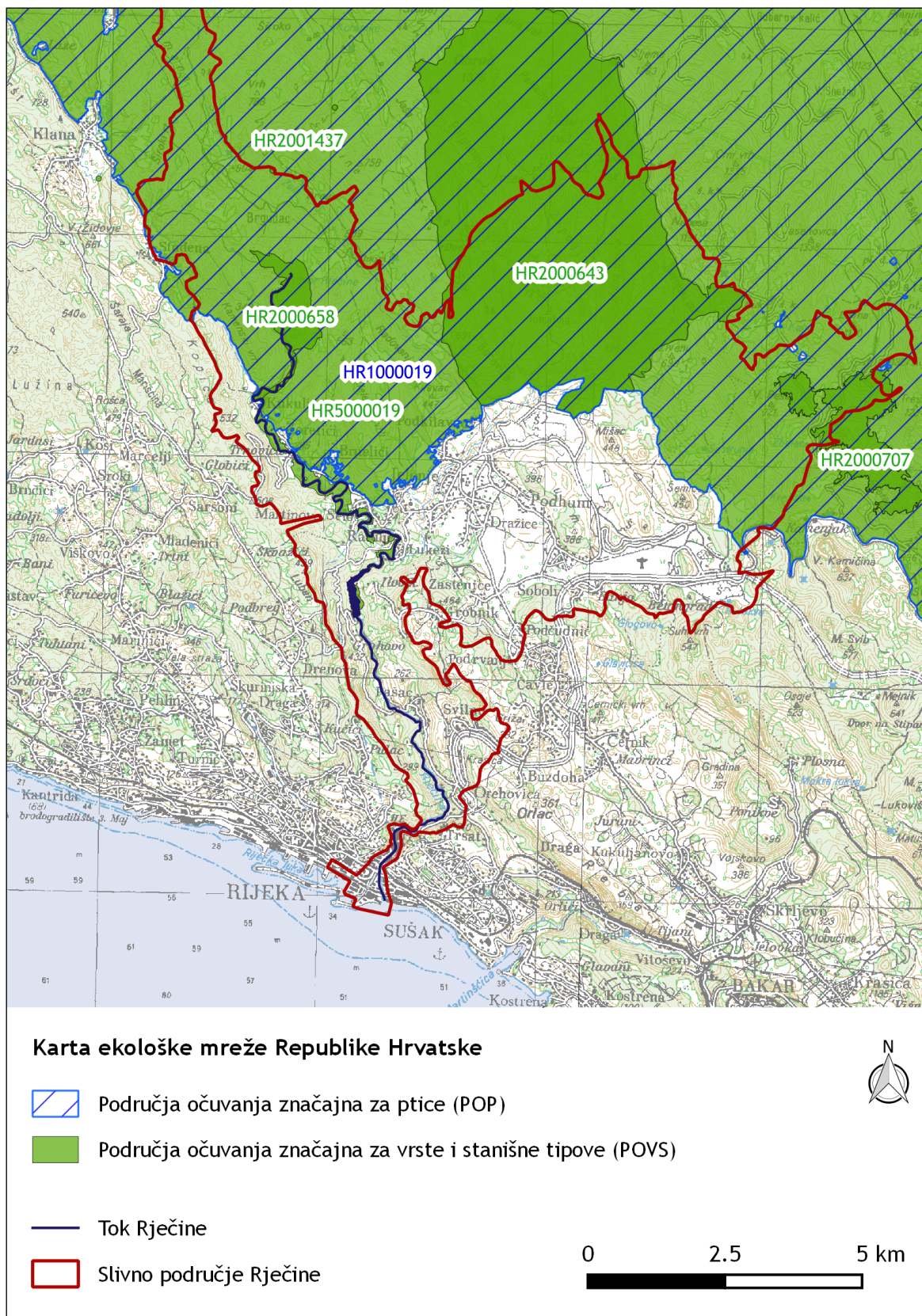
HR2000658 Rječina,

HR2000707 Gornje Jelenje prema Platku,

HR2001437 Špilja 2 kraj potoka Zala te

HR5000019 Gorski kotar i sjeverna Lika.

U nastavku teksta prikazane su značajke navedenih područja ekološke mreže. Na Slika 2.2-2 kartografski su prikazana područja ekološke mreže koja se u cijelosti ili dijelom svoje površine nalaze na slivnom području Rječine. Ostala područja ekološke mreže nisu prikazana radi preglednosti karte.



Slika 2.2-2 Karta ekološke mreže Republike Hrvatske (M 1:120.000, autor: Geonatura d.o.o., izvor i simbologija: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, studeni 2015).

Značajke područja ekološke mreže

I. Područje očuvanja značajno za ptice (POP)

HR1000019 Gorski kotar i sjeverna Lika

Ukupna površina: 447.145,40 ha Površina na slivnom području Rječine: 5.086,31 ha

Mogući razlozi ugroženosti: Promjene u poljoprivrednoj praksi; napuštanje/izostanak ispaše; gospodarenje šumama i plantažama; proizvodnja energije uz pomoć vjetra; lov; antropogeni utjecaj; skijališta.

K	Znanstveni naziv ciljne vrste	Hrvatski naziv ciljne vrste	Status		
			G	P	Z
1	<i>Aegolius funereus</i>	planinski ćuk	G		
1	<i>Alcedo atthis</i>	vodomar	G		
1	<i>Alectoris graeca</i>	jarebica kamenjarka	G		
1	<i>Anthus campestris</i>	primorska trepteljka	G		
1	<i>Aquila chrysaetos</i>	suri orao	G		
1	<i>Asio flammeus</i>	sova močvarica	G		
1	<i>Bonasa bonasia</i>	lještarka	G		
1	<i>Bubo bubo</i>	ušara	G		
1	<i>Caprimulgus europaeus</i>	leganj	G		
1	<i>Ciconia nigra</i>	crna roda	G		
1	<i>Circaetus gallicus</i>	zmijar	G		
1	<i>Circus cyaneus</i>	eja strnjarija			Z
1	<i>Crex crex</i>	kosac	G		
1	<i>Dendrocopos leucotos</i>	planinski djetlić	G		
1	<i>Dendrocopos medius</i>	crvenoglavi djetlić	G		
1	<i>Dryocopus martius</i>	crna žuna	G		
1	<i>Emberiza hortulana</i>	vrtna strnadica	G		
1	<i>Falco peregrinus</i>	sivi sokol	G		
1	<i>Ficedula albicollis</i>	bjelovrata muharica	G		
1	<i>Ficedula parva</i>	mala muharica	G		
1	<i>Glaucidium passerinum</i>	mali ćuk	G		
1	<i>Lanius collurio</i>	rusi svračak	G		
1	<i>Lanius minor</i>	sivi svračak	G		
1	<i>Lullula arborea</i>	ševa krunica	G		
1	<i>Pernis apivorus</i>	škanjac osaš	G		
1	<i>Picoides tridactylus</i>	troprsti djetlić	G		
1	<i>Picus canus</i>	siva žuna	G		
1	<i>Strix uralensis</i>	jastrebača	G		
1	<i>Sylvia nisoria</i>	pjegava grmuša	G		
1	<i>Tetrao urogallus</i>	tetrijeb gluhan	G		
1	<i>Actitis hypoleucos</i>	mala prutka	G		

Oznake: K - Kategorija za ciljnu vrstu: 1 = međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članka 3. i 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ; 2 = redovite migratorne vrste za koje su područja izdvojena temeljem članka 4. stavka 2. Direktive 2009/147/EZ; Status: G = gnijezdeća, P = preletnička, Z = zimujuća populacija ptica.



II. Područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS)

HR2000643 Obruč

Ukupna površina: 2.723,82 ha Površina na slivnom području Rječine: 1.510,46 ha

Mogući razlozi ugroženosti: Ostale šumskogospodarske aktivnosti; „off road“ vožnja; požar i zaštita od požara; evolucija životnih zajednica, sukcesija.

K	Ciljne vrste i staništa	
1	veliki vodenjak	<i>Triturus carnifex</i>
1	nerazgranjena pilica	<i>Serratula lycopifolia*</i>
1	kitaibelov pakujac	<i>Aquilegia kitaibelii</i>
1	62A0 Istočno submediteranski suhi travnjaci (<i>Scorzoneretalia villosae</i>)	
1	4060 Planinske i borealne vrištine	
1	4070* Klekovina bora krivulja (<i>Pinus mugo</i>) s dlakavim pjenišnikom (<i>Rhododendron hirsutum</i>)	
1	6210* Suhi kontinentalni travnjaci (<i>Festuco-Brometalia</i>) (*važni lokaliteti za kaćune)	
1	8210 Karbonatne stijene sa hazmofitskom vegetacijom	
1	6170 Planinski i pretplaninski vapnenački travnjaci	

K - Kategorija za ciljnu vrstu: 1=međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članka 3. i 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ

HR2000658 Rječina

Ukupna površina: 226,66 ha Površina na slivnom području Rječine: 226,66 ha

Mogući razlozi ugroženosti: Ribolov i iskorištavanje morskih resursa; sportske i rekreativne aktivnosti na otvorenom; onečišćenje površinskih voda; strane invazivne vrste; antropogeno uvjetovane promjene u hidrološkim uvjetima.

K	Ciljne vrste i staništa	
1	Bjelonogi rak	<i>Austropotamobius pallipes</i>
1	8210 Karbonatne stijene sa hazmofitskom vegetacijom	

K - Kategorija za ciljnu vrstu: 1=međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članka 3. i 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ

HR2000707 Gornje Jelenje prema Platku

Ukupna površina: 259,11 ha **Površina na slivnom području Rječine:** 98,93 ha

Mogući razlozi ugroženosti: Napuštanje/ izostanak košnje; napuštanje/izostanak ispaše; sportske i rekreativne aktivnosti na otvorenom; požar i zaštita od požara; evolucija životnih zajednica, sukcesija.

K	Ciljne vrste i staništa
1	6210* Suhu kontinentalni travnjaci (<i>Festuco-Brometalia</i>) (*važni lokaliteti za kaćune)
1	62A0 Istočno submediteranski suhi travnjaci (<i>Scorzoneretalia villosae</i>)

K - Kategorija za ciljnu vrstu: 1=međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članka 3. i 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ;

HR2001437 Špilja 2 kraj potoka Zala

Ukupna površina: 0,78 ha **Površina na slivnom području Rječine:** 0,78 ha

Mogući razlozi ugroženosti: Antropogen utjecaj; onečišćenje podzemnih voda (točkasti i difuzni izvori).

K	Ciljne vrste i staništa
1	tankovratni podzemljak <i>Leptodirus hochenwarti</i>
1	8310 Špilje i jame zatvorene za javnost

K - Kategorija za ciljnu vrstu: 1=međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članka 3. i 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ;

HR5000019 Gorski kotar i sjeverna Lika

Ukupna površina: 434.465,00 ha **Površina na slivnom području Rječine:** 5.086,31 ha

Mogući razlozi ugroženosti: Prometna infrastruktura (ceste, putovi i željeznice); lov; „off road“ vožnja; onečišćenje; kanaliziranje i preusmjeravanje vodotoka; antropogeno smanjenje povezanosti staništa (fragmentacija).

K	Ciljne vrste i staništa
1	širokouhi mračnjak <i>Barbastella barbastellus</i>
1	mali potkovnjak <i>Rhinolophus hipposideros</i>
1	vuk <i>Canis lupus*</i>
1	medvjed <i>Ursus arctos*</i>
1	ris <i>Lynx Lynx</i>
1	mirisava žlijezdača <i>Adenophora lilifolia</i>
1	cjelolatična žutilovka <i>Genista holopetala</i>
1	istočna vodendjevojčica <i>Coenagrion ornatum</i>

1	gorski potočar	<i>Cordulegaster heros</i>
1	velika četveropjega cvilidreta	<i>Morimus funereus</i>
1	potočni rak	<i>Austropotamobius torrentium*</i>
1	9530* (Sub-) mediteranske šume endemičnog crnog bora	

K - Kategorija za ciljnu vrstu: 1=međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članaka 3. i 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ;

Ciljne vrste i staništa navedenih područja ekološke mreže, koji su vezani uz vodene ekosustave, sagledani su u sklopu poglavlja 2.2.3 *Staništa, flora i fauna*.

Pritom je bitno istaknuti da mirisava žlijezdača (*Adenophora lilifolia* (L.) A.DC.), ciljna vrsta područja ekološke mreže HR5000019 Gorski kotar i sjeverna Lika, pridolazi u sjenovitim šumama i na vlažnim livadama, no vrsta je do sada zabilježena jedino na području Gorskog kotara (dolina rijeke Kupe i pritoka). Nadalje, potočni rak (*Austropotamobius torrentium*), ciljna vrsta područja ekološke mreže HR5000019 Gorski kotar i sjeverna Lika, uglavnom naseljava gornje dijelove manjih vodotoka, a skloništa traži pod kamenjem i na obalama vodotoka gdje je razvijena vodena vegetacija. Prema dostupnim podacima o rasprostranjenosti potočnog raka, nije utvrđen u slivnom području Rječine. Također, istočna vodendjevojčica (*Coenagrion ornatum*) i gorski potočar (*Cordulegaster heros*) ciljne su vrste područja ekološke mreže HR5000019 Gorski kotar i sjeverna Lika. Istočna vodendjevojčica naseljava osunčane potoke i rječice te protočne kanale s dobro strukturiranom vodenom i priobalnom vegetacijom. Stanište gorskog potočara predstavljaju potoci i rječice, najčešće u gorskom i šumovitom području, koje karakterizira relativno brz tok, kameno i fino šljunkovito dno koje je u mirnijim, pokrajnjim dijelovima prekriveno tankim slojem detritusa. Najčešće ugroze populacija ovih vrsta su uništavanje ili narušavanje njihovih staništa, posebice malih vodotoka, nepotrebnim regulacijskim zahvatima (kanaliziranje, betoniranje, ispravljanje toka, smanjenje protoka, čišćenje vodene i priobalne vegetacije i sl.). Pritom je bitno istaknuti da ni istočna vodendjevojčica ni gorski potočar u dosadašnjim istraživanjima (prema dostupnim podacima) nisu utvrđeni u slivnom području Rječine.

2.2.3 Staništa, flora i fauna

Staništa

Fitogeografski gledano, slivno područje Rječine nalazi se na prijelazu eurosibirsko-sjevernoameričke i mediteranske regije. Veći, sjeverni dio slivnog područja pripada tako ilirskoj provinciji eurosibirsko-sjevernoameričke regije, dok manji, južni dio slivnog područja pripada submediteranskoj zoni mediteranske regije. Zoogeografski gledano, slivno područje većinom pripada jadranskoj subprovinciji u sklopu primorske krajine mediteranskog podpodručja, dok tek krajnji istočni dio sliva pripada pontokaspijskoj provinciji u sklopu krške krajine europskog podpodručja.

Na temelju Karte staništa RH (M 1:100.000) te dostupnih literaturnih i kartografskih podataka, a sukladno Nacionalnoj klasifikaciji staništa RH (NKS; Pravilnik o popisu stanišnih



tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima, NN 88/14) na slivnom području Rječine utvrđeno je više stanišnih tipova (Slika 2.2-3, Tablica 2.2-1) te o njima ovisnih biljnih i životinjskih vrsta. Prirodni i doprirodni stanišni tipovi na slivnom području zauzimaju preko 85% površine, u usporedbi s poljoprivrednim, kultiviranim i izgrađenim površinama, koje zajedno zauzimaju 14,3% površina slivnog područja. Prevladavaju šumska staništa i staništa šikara, koja zajedno prekrivaju 73,1% površine slivnog područja Rječine, dok otvorena staništa poput kamenjarskih pašnjaka, rudina te staništa stijena i točila zauzimaju oko 12,5%.

Klimazonalnu vegetaciju šireg područja predmetnog zahvata, odnosno vegetaciju koja se razvija pod dominantnim utjecajem opće klime, čini šumska vegetacija. Premda raznolika, šumska je vegetacija često fragmentirana i njome se uglavnom gospodari, što znači da joj je prirodna struktura u većoj ili manjoj mjeri promijenjena. Od šumskih stanišnih tipova, na slivnom području Rječine prevladavaju jugoistočnoalpsko-ilirske, termofilne bukove šume podsveze *Ostryo-Fagenion* i sveze *Aremonio-Fagion* (NKS kôd E.4.6.) koje zauzimaju 37,4% površine slivnog područja Rječine. Na sjeveroistočnom dijelu slivnog područja, na višim nadmorskim visinama razvijaju se dinarske bukovo-jelove šume podsveze *Lamio orvalae-Fagenion* i sveze *Aremonio-Fagion* (NKS kôd E.5.2.; 10,1% površine slivnog područja), dok se na južnom dijelu sliva razvijaju primorske, termofilne šume i šikare medunca sveze *Ostryo-Carpinion orientalis* (NKS kôd E.3.5.; 23,9% površine slivnog područja). Od ostalih šumskih stanišnih tipova, mjestimično su podizani nasadi četinjača (NKS kôd E.9.2.) i širokolisnog drveća (NKS kôd E.9.3.), kulture posađene s ciljem proizvodnje drvene mase ili pošumljavanja prostora.

Kao rubni, zaštitni pojas uz šumske sastojine, faza sekundarnog zaraštanja nešumskih površina, uz rubove cesta te duž infrastrukturnih koridora razvijene su mjestimično mezofilne živice i šikare kontinentalnih, izuzetno primorskih krajeva (NKS kôd D.1.2.) koje obuhvaćaju biljne zajednice reda *Prunetalia spinosae*.

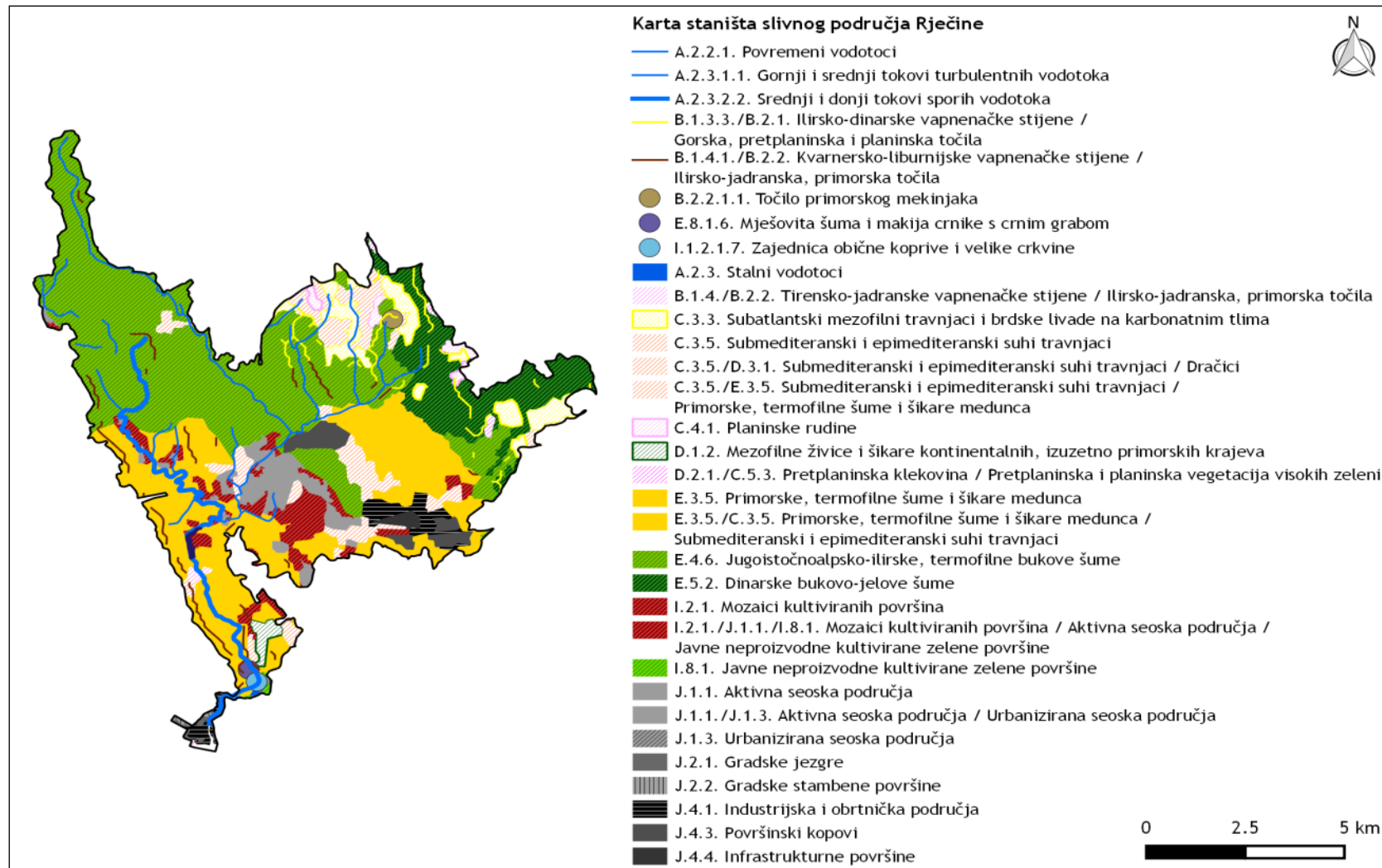
Kako je već spomenuto, šumska vegetacija šireg područja stoljećima je krčena kako bi se dobile poljoprivredne površine, livade i pašnjaci, prostor za naselja i dr. Tako su na širem području rasprostranjeni **mozaici kultiviranih površina** (NKS kôd I.2.1.; oko 5% površine slivnog područja), ali i razna antropogeno uvjetovana i izgrađena staništa poput **javnih neproizvodnih kultiviranih zelenih površina** (NKS kôd I.8.1.), **aktivnih** (NKS kôd J.1.1.) i **urbaniziranih seoskih područja** (NKS kôd J.1.3.), **gradske stambene površine** (NKS kôd J.2.2.) te **industrijska i obrtnička područja** (NKS kôd J.4.1.) s većim ili manjim udjelom prirodne vegetacije. S obzirom na izražen antropogen utjecaj (osobito u blizini naselja, poljoprivrednih površina, prometnica i sl.), u sastavu prirodne vegetacije prisutni su ruderalni i nitrofilni elementi, a moguća je pojava i invazivnih stranih biljnih vrsta.

Od travnjačkih staništa, na slivnom području Rječine prevladavaju suhi travnjaci razreda *Festuco-Brometea* (NKS kôd C.3.) - **subatlantski mezofilni travnjaci i brdske livade na karbonatnim tlima** (NKS kôd C.3.3.) te **submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci** (NKS kôd C.3.5.). Prepušteni zaraštanju, na submediteranskim i epimediteranskim travnjačkim površinama nerijetko se razvijaju elementi **dračika sveze *Rhamno-Paliurion*** (NKS kôd D.3.1), odnosno drvenaste vrste šuma i šikara medunca.



U pukotinama suhих vapnenačkih stijena razvijaju se elementi stanišnog tipa „B.1.4. Tirensko-jadranske vapnenačke stijene“ reda *Centaureo-Campanuletales*, dok se na nakupinama uglavnom lagano pokretnog kamenja na strmim padinama razvijaju elementi stanišnog tipa „B.2.2. Ilirsko-jadranska, primorska točila“ sveze *Peltarion alliaceae*.

Na slivnom području Rječine prevladavaju povremeni vodotoci (NKS kôd A.2.2.1.), uglavnom bujičnog karaktera. Tok Rječine prema Karti staništa RH pripada stanišnom tipu „A.2.3.2.2. Srednji i donji tokovi sporih vodotoka“, no čak i on za sušnih mjeseci gotovo redovito presušuje, dok dio toka Suhog potoka pripada stanišnom tipu „A.2.3.1.1. Gornji i srednji tokovi turbulentnih vodotoka“. Na vlažnijim položajima te u koritu i na obali povremenih i stalnih vodenih tokova moguća je pojava fragmentarno razvijenih elemenata tršćaka, rogozika, visokih šiljeva i visokih šaševa razreda *Phragmito-Magnocaricetea* (NKS kôd A.4.1.), zakorijenjene vodenjarske vegetacije razreda *Potamogetonetea* (NKS kôd A.3.3.) te slobodno plivajućih flotantnih i submerznih hidrofita razreda *Lemnetea* (NKS kôd A.3.2.).



Slika 2.2-3 Prikaz rasprostranjenosti staništa na slivnom području Rječine (M 1:175.000, autor: Geonatura d.o.o., izvor i simbologija: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, studeni 2015).

Tablica 2.2-1 Pregled stanišnih tipova prisutnih na slivnom području Rječine s pripadajućom površinom i udjelom u ukupnoj površini (Puk).

Stanišni tip ^{1,2}	Površina (ha)	Udio u Puk (%)	
A.2.3.	Stalni vodotoci	6,45	0,07
B.1.4./B.2.2.	Tirensko-jadranske vapnenačke stijene / Ilirsko-jadranska, primorska točila	18	0,21
C.3.3.	Subatlantski mezofilni travnjaci i brdske livade na karbonatnim tlima	359,5	4,17
C.3.5.	Submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci	286,19	3,32
C.3.5./D.3.1.	Submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci / Dračici	110,35	1,28
C.3.5./E.3.5.	Submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci / Primorske, termofilne šume i šikare medunca	229,97	2,67
C.4.1.	Planinske rudine	71,68	0,83
D.1.2.	Mezofilne živice i šikare kontinentalnih, izuzetno primorskih krajeva	53,69	0,62
D.2.1./C.5.3.	Pretplaninska klekovina / Pretplaninska i planinska vegetacija visokih zeleni	22,97	0,27
E.3.5.	Primorske, termofilne šume i šikare medunca	2.059,46	23,89
E.3.5./C.3.5.	Primorske, termofilne šume i šikare medunca / Submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci	68,21	0,79
E.4.6.	Jugoistočnoalpsko-ilirske, termofilne bukove šume	3.224,79	37,42
E.5.2.	Dinarske bukovo-jelove šume	871,73	10,11
I.2.1.	Mozaici kultiviranih površina	259,39	3,01
I.2.1./J.1.1./I.8.1.	Mozaici kultiviranih površina / Aktivna seoska područja / Javne neproizvodne kultivirane zelene površine	201,32	2,34
I.8.1.	Javne neproizvodne kultivirane zelene površine	11,11	0,13
J.1.1.	Aktivna seoska područja	359,03	4,17
J.1.1./J.1.3.	Aktivna seoska područja / Urbanizirana seoska područja	3,11	0,04
J.1.3.	Urbanizirana seoska područja	3,11	0,04
J.2.1.	Gradske jezgre	26,2	0,30
J.2.2.	Gradske stambene površine	12,47	0,14
J.4.1.	Industrijska i obrtnička područja	156,79	1,82
J.4.3.	Površinski kopovi	169,25	1,96
J.4.4.	Infrastrukturne površine	34,04	0,39
Ukupno		8.618,81	100,00

¹ Nazivi stanišnih tipova usklađeni su s Nacionalnom klasifikacijom staništa RH

² Podebljani su nazivi rijetkih i ugroženih stanišnih tipova od nacionalnog i europskog značaja, sukladno Pravilniku o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima (NN 88/14)

Flora i fauna

Predmetno područje nije u potpunosti floristički i faunistički istraženo. U nastavku teksta navode se stoga ugrožene biljne i životinjske vrste te ciljne vrste koje bi se, prema dostupnim literaturnim podacima, a s obzirom na prisutne stanišne tipove, mogle očekivati na širem području predmetnog zahvata (Tablica 2.2-2). Pritom je naglasak stavljen na vrste i staništa vezane uz vodene ekosustave.

Tablica 2.2-2 Popis ugroženih divljih vrsta čija pojava je, prema dostupnim literaturnim podacima (a s obzirom na prisutne stanišne tipove), moguća na slivnom području Rječine.

Znanstveni naziv	Hrvatski naziv	Status ugroženosti
Flora		
<i>Consolida orientalis</i> (Gay) Schrödinger	istočnjački kokotić	CR
<i>Daphne cneorum</i> L.	crveni uskolisni likovac	EN
<i>Periploca graeca</i> L.	grčka luštrika	EN
<i>Ilex aquifolium</i> L.	božikovina	VU
<i>Lilium bulbiferum</i> L.	lukovičavi ljiljan	VU
<i>Lilium martagon</i> L.	zlatan	VU
<i>Ophrys bertolonii</i> Moretti	Bertolonijeva kokica	VU
<i>Orchis coriophora</i> L.	kožasti kaćun	VU
<i>Orchis pallens</i> L.	bljedoliki kaćun	VU
<i>Orchis provincialis</i> Balb.	finobodljasti kaćun	VU
<i>Orchis purpurea</i> Huds.	grimizni kaćun	VU
<i>Orchis quadripunctata</i> Cirillo ex Ten.	četverotočkasti kaćun	VU
<i>Taxus baccata</i> L.	tisa	VU
Sisavci (Mammalia)		
<i>Lynx lynx</i>	ris	CR
<i>Miniopterus schreibersi</i>	dugokrili pršnjak	EN
<i>Rhinolophus euryale</i>	južni potkovnjak	VU
Ptice (Aves)		
<i>Aquila chrysaetos</i>	suri orao	CRgn
<i>Circaetus gallicus</i>	zmijar	ENgn
<i>Tetrao urogallus</i>	tetrijev gluhan	ENgn
<i>Falco peregrinus</i>	sivi sokol	VUgn
<i>Glaucidium passerinum</i>	mali ćuk	VUgn
<i>Lymnocyrtes minima</i>	mala šljuka	DDpre, VUzim
Vodozemci (Amphibia)		
<i>Proteus anguinus</i>	čovječja ribica	EN
Slatkovodne ribe (Pisces)		
<i>Acipenser sturio</i>	atlantska jesetra	RE

Znanstveni naziv	Hrvatski naziv	Status ugroženosti
Slatkovodne ribe (Pisces) (nastavak)		
<i>Salmo farioides</i>	primorska pastrva	EN
<i>Salmo trutta</i>	potočna pastrva	VU
Slatkovodni rakovi (Crustacea)		
<i>Austropotamobius pallipes</i>	bjelonogi rak	EN

¹ **Oznake statusa ugroženosti:** kratice internacionalnih kategorija ugroženih vrsta (CR - kritično ugrožena svojta (critically endangered), EN - ugrožena svojta (endangered), VU - osjetljiva svojta (vulnerable)).

² **Oznake uz kategoriju ugroženosti ptica** označavaju da se kategorija ugroženosti odnosi na gnijezdeću (gn), zimujuću (zim) ili preletničku (pre) populaciju vrste.

Izvori: Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske (Nikolić i Topić ur. 2005), Crvena knjiga sisavaca Hrvatske (Antolović i sur. 2006), Crvena knjiga ptica Hrvatske (Tutiš i sur. 2013), Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Jelić ur. 2012), Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur. 2006), Crveni popis rakova (Crustacea) slatkih i bočatih voda Hrvatske (Gottstein i sur. 2011)., Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije“ (Mihaljević i sur., 2011a, b), podaci dobiveni od HAOP-a (2015).

Šume, šumski rubovi te suhi travnjaci slivnog područja Rječine predstavljaju povoljno stanište brojnim biljnim vrstama te služe kao sklonište, izvor hrane i/ili mjesto za gniježđenje/razmnožavanje brojnim vrstama ptica (Aves) te pojedinim vrstama malih sisavaca (Mammalia), šišmiša (Chiroptera), manjih i srednje velikih zvijeri (Carnivora) te krupne divljači.

Na vlažnijim položajima, na obali te u koritu i na obali povremenih i stalnih vodenih tokova moguća je pojava pojava biljnih vrsta karakterističnih za stanišne tipove „A.4.1. Tršćaci, rogozici, visoki šiljevi i visoki šaševi“, „A.3.3. Zakorijenjena vodenjarska vegetacija“ te „A.3.2. Slobodno plivajući flotantni i submerzni hidrofiti“. Uz obale Rječine zabilježena je ugrožena vrsta (EN) grčka luštrika (*Periploca graeca* L.), dok su istraživanjima Hrvatskih voda 2013. godine na dvjema postajama na vodotoku Rječine utvrđene sljedeće biljne vrste:

Vrsta	Postaja
<i>Brachythecium rivulare</i>	Rječina - Drastin
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	Rječina - Drastin
<i>Cinclidotus fontinalis</i>	Rječina - izvorište
<i>Equisetum pratense</i>	Rječina - Drastin
<i>Mentha</i> sp.	Rječina - Drastin
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	Rječina - Drastin; Rječina - izvorište
<i>Veronica beccabunga</i>	Rječina - izvorište

S obzirom na njihov povremeni i bujični karakter, na slivnom području Rječine česti su tipovi vodenih tokova bez makrofitske vegetacije. Na brzim dijelovima toka, koje

karakterizira krupan nepomičan supstrat, očekuje se stoga pojava zajednice *Platyhypnidium riparioides* - *Fontinalis antipyretica* tipa; na nešto sporijim dijelovima toka moguć je razvoj elemenata zajednice *Berula-Nasturtium* tipa; dok je na dijelovima gdje je stupac vode dovoljno dubok da omogući razvoj submerznih vrsta moguća pojava elemenata zajednice *Myriophyllum* tipa.

Premda je Rječina fizički smještena u primorskoj subregiji Dinaridske ekoregije, kako je hidrološki povezana s područjem Gorskog kotara, veliku faunističku sličnost ima s tekućicama sliva rijeke Kupe. Stoga je, sukladno limnološkoj regionalizaciji Europe zasnovanoj na vodenoj fauni, Rječina svrstana u kontinentalnu subregiju Dinaridske ekoregije. U gorskim tekućicama dominantna je potočna pastrva (*Salmo trutta*), a u sporijim dijelovima toka dolaze u zajednici i druge vrste riba te zajednica poprima više ciprinidni karakter. Ne postoje pouzdani podaci o bioraznolikosti riba na Rječini. Prema dostavljenim podacima HAOP-a, tijekom terenskih istraživanja⁵ na Rječini su pronađene sljedeće vrste riba: potočna pastrva (*Salmo trutta*), primorska pastrva (*Salmo farioides*), kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss*) i primorski pijor (*Phoxinus lumaireul*). Potočna pastrva navedena je u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (DZZP, 2006) kao osjetljiva vrsta (VU), a kao jedan od uzroka ugroženosti njezinih populacija navodi se regulacija i pregrađivanje vodotoka koji mijenjaju vodni režim, čime se onemogućuje migracija prema izvorišnim dijelovima. Primorska pastrva (*Salmo farioides*) navedena je u Crvenoj knjizi kao ugrožena vrsta (EN), a kao uzroci ugroženosti njezinih populacija navode se regulacije i pregrađivanje vodotoka, onečišćenje, prelov i unos alohtonih vrsta (osobito salmonidnih vrsta). Premda je Crvena knjiga navodi samo za rijeke Krku i Neretvu te obalni pojas Jadranskog mora, prema podacima dobivenim od HAOP-a zabilježena je 2014. godine na Rječini, kod mjesta Kukuljani.

U gornjem toku rijeke Rječine, kod Martinovog sela, utvrđena je ugrožena vrsta (EN) bjelonogi rak (*Austropotamobius pallipes*), ciljna vrsta područja ekološke mreže HR2000658 Rječina. Bjelonogi rak ugrožen je ponajprije regulacijom vodenih tokova (uređivanje obala, kanaliziranje, obzidavanje obala), ali i velikim količinama otpadnih tvari u vodenim ekosustavima, prekomjernim nekontroliranim izlovom te invazivnim alohtonim vrstama rakova (kompeticija, vektori širenja račje kuge).

Vodotoci i obalna staništa predstavljaju povoljno stanište pojedinih vrsta maločetinaša (Oligochaeta), ličinki vodencvjetova (Ephemeroptera) i tulara (Trichoptera) te ličinki i odraslih jedinki kornjaša (Coleoptera). Nadalje, moguća je pojava predstavnika skupine rakova (Crustacea), puževa (Gastropoda) i školjkaša (Bivalvia). Područja oko vodotoka predstavljaju također povoljno stanište za potencijalno ugroženu močvarnu rovku (*Neomys anomalus*), ali i pojedine, potencijalno ugrožene vrste:

- vodozemaca (Amphibia) - npr. gatalinka (*Hyla arborea*) i veliki vodenjak (*Triturus carnifex*);
- gmazova (Reptilia) - npr. barska kornjača (*Emys orbicularis*); te
- vretenaca (Odonata) - npr. mali strijelac (*Sympetrum vulgatum*).

⁵ Terensko istraživanje i laboratorijska analiza novoprikupljenih invertarizacijskih podataka za taksonomske grupe: Actinopterygii i Cephalaspidomorphi, Amphibia i Reptilia, Aves, Chiroptera, Decapoda, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera, OIKON d.o.o., Hrvatsko ihtiološko društvo, Hrvatsko herpetološko društvo, Udruga BIOM, Natura - Društvo za zaštitu prirode Hrvatske, 2014.

2.2.4 Odabir bioindikatora s prikazom ekoloških zahtjeva

Kao glavni bioindikator, odnosno glavna ciljana vrsta prema čijim su se biološkim i ekološkim zahtjevima odredili ekološki prihvatljivi protoci Rječine te minimalne preljevne količine na izvoru Rječine, odabrana je riba **potočna pastrva**, *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758).

Pronađena je tijekom ranijih istraživanja na Rječini (Mihaljević i sur., 2011), a također je zabilježena i tijekom istraživanja za potrebe ovog projekta. Vrsta je bila prisutna na 3 od ukupno 4 istraživane postaje tijekom terenskih istraživanja (1.lipnja 2015.), odnosno nije zabilježena samo na postaji R4, nizvodno od akumulacije Valići.

Prema Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur., 2006) uvrštena je među osjetljive (VU) vrste riba u Hrvatskoj. Prema IUCN (Red List of Threatened Species), vrsta spada u najmanje zabrinjavajuće (LC).

Osnovni podaci o indikatorskoj vrsti ribe (Izvor: Mrakovčić i sur., 2006; Freyhof, J. 2013; <http://www.ribe-hrvatske.com>; <http://www.fishbase.org>)

Salmo trutta (Linnaeus, 1758)

Hrvatsko ime: potočna pastrva

Englesko ime: Black Sea trout

Njemačko ime: Meerforelle, Lachsforelle

Klasifikacija: Red: Salmoniformes
Porodica: Salmonidae

Morfologija
 Leđna peraja: 3-4 tvrde šipčice / 8-11 mekanih šipčica;
 Podrepna peraja: 3-4 tvrde šipčice / 7-10 mekih šipčica;
 Trbušna peraja: 7-9 mekanih šipčica
 Repna peraja sadrži 18-20 šipčica
 Broj kralješaka: 56-59
 Broj ljusaka u bočnoj pruzi: 110-140
 Tijelo im je vretenasto, neznatno bočno spljošteno. Po tijelu ima crne i crvene točke i pjege. Crvenih pjega uglavnom ima manje nego crnih. Crvene točke mogu biti u nijansama, od žarko-crvene boje do sasvim svjetlocrvene. Za vrijeme mrijesta boje su jače izražene. Trbuh joj je srebrnast, žućkast ili svjetlosiv, a leđa i hrbat od svjetlije do tamnozeleno, tamnosive ili tamnosmeđe ili do gotovo crnkaste boje. Bočni dijelovi tijela su uglavnom zelenkasti ili žućkasti. Obojenost tijela ovisi o staništu, starosti i veličini same ribe.

Maks. veličina
 Dužina prosječno 40cm, težina do 800 grama ((maksimalne zabilježene vrijednosti: 124 cm dužine i 25,5 kg)

Biologija vrste
 U našim vodama rasprostranjene su dvije forme vrste *Salmo trutta*, to su potočna (*S. trutta fario*) i jezerska (*S. trutta lacustris*) forma.

Potočna pastrva nastanjuje hladne planinske potoke i rijeke. Najvažniji čimbenici za preživljavanje su joj brz protok vode, dobro oksigenirana voda i temperatura vode ispod 25°C tijekom cijele godine. Pastrve duge 20 cm i teške 150 g sposobne su već za rasplodivanje, no mnoge ostaju neplodne i ne mriješte se. Mužjaci (20-25 cm) i ženke (25-30 cm) spolno su zreli s 2-3 godine. Tijekom perioda mriješta pastrve poprimaju različite nijanse boja, njihovi bočni dijelovi tijela promijene boju i to posebice kod mužjaka. Mriješt započinje sredinom listopada i traje već prema prilikama, do prosinca, siječnja, pa i do veljače. Ženka polaže ikru promjera 4-5 mm koja je žućkasta, crvenkasta ili narančasta. Razdoblje inkubacije ovisno o temperaturi traje 60-90 dana. Hrani se kukcima, vodozemcima pa i sitnom ribom.

Distribucija	Unesena je u Hrvatsku iz sjeverne Europe iz raznih ribogojilišta u sklopu poribljavanja otvorenih voda tijekom posljednjih 50-60 godina. Živi u rijekama i dunavskog i jadranskog vodnog područja. Jezerske forme nalazimo u Plitvičkim jezerima, jezeru Lokve, rijeci Cetini (Peruća) i brojnim manjim jezerima.
Regionalni IUCN status	osjetljiva vrsta (VU) (Mrakovčić i sur., 2006)
Globalni IUCN status	najmanje zabrinjavajuća vrsta (LC) (The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-3. www.iucnredlist.org , listopad 2015.)
Zaštita u RH	zaštićena zavičajna divlja svojta (NN 99/09, Prilog III)

Ekološki zahtjevi riba biogeografskog područja pastrva (Izvor: Mišetić i sur., 2000)

Osnovni ekološki zahtjevi ovih fitolitofilnih vrsta riba među kojima u našim vodotocima dominira potočna pastrva, koja se mriješti na trlima (prirodnim mrijestilištima), a ikru zakopava u šljunak na dubinu do 4 cm su u doba:

1. Mriješćenja

- dubina vode treba biti:
veća od visine tijela matice; a uglavnom se kreće između 20 i 65 cm (prosjeak 35 cm)
- brzina vode treba biti kod 0,6 m dubine:
uglavnom se kreće između 30 i 80 cm/s (prosjeak 50 cm/s)
- temperatura vode treba biti:
između 1 i 12 °C; optimum oko 9 °C

2. Mlađ

- dubina vode treba biti:
oko 30 cm

- brzina vode treba biti:
između 15 i 70 cm/s
- temperatura vode treba biti:
između 4 i 19 °C: optimum oko 13 °C

3. Odrasli oblici

- dubina vode treba biti:
veća od visine tijela, uglavnom se kreće između 20 i 65 cm
- brzina vode treba biti:
uglavnom se kreće između 30 i 80 cm/s
uzvodne migracije, koje imaju maksimum između srpnja i kolovoza te listopada i prosinca, događaju se kod protoka vode između 80 i 500 l/s/m širine korita
- temperatura vode treba biti:
između 4 i 19 °C, optimum oko 14 °C

Na dijelu vodotoka nizvodno od brane pastrva nije pronađena tijekom terenskih istraživanja, a upravo zbog prekida uzdužne povezanosti branom i hidromorfoloških promjena u ovom dijelu vodotoka ne očekuje se njena prisutnost. Stoga je nizvodno od brane kao bioindikator uzeta vrsta **primorski pijor**, *Phoxinus lumaireul* (Schinz, 1840).

Osnovni podaci o indikatorskoj vrsti ribe (Izvor: Freyhof, J. 2013; <http://www.ribe-hrvatske.com>; <http://www.fishbase.org>)

Phoxinus lumaireul (Schinz, 1840)

Hrvatsko ime: primorski pijor
Englesko ime: Minnow, Common Minnow
Njemačko ime: Ellritze, Ellerling, Pfrille

Klasifikacija: Red: Cypriniformes
Porodica: Cyprinidae

Morfologija: Leđna peraja: III tvrde perajne šipčice / 7 mekih šipčica ;
Podrepna peraja: III tvrde šipčice / 6-7 mekih šipčica;
Prsne peraje: I tvrda šipčica / 13-15 mekih šipčica;
Trbušne peraje: (I) II (III) tvrdih šipčica / 6-8 mekih šipčica
Bočna pruga: 80-100 vrlo sitnih ljustaka.

Bočna pruga je i isprekidana. Prsne peraje su zaobljene, te kod spolno zrelih mužjaka mogu dosezati gotovo do osnova trbušnih peraja. Tijelo pijora pokriveno je vrlo malim ljuskama (80-100 u bočnoj pruzi). Na truhu nema ljustaka. Diploidni broj kromosoma (2n) kod pijora je 50. Tijelo je vrlo išarano: na bokovima su velike pjege nepravilnog oblika koje ponekad mogu biti spojene i u uzdužnu prugu. U periodu mriješćenja mužjaci poprimaju još intenzivnije obojenje: ponekad mogu postati potpuno crni ili crno-zeleni po bokovima, a truh im postaje jarko crven. Po glavi im se razvijaju krupne crvene kvrge (biserni organi).

- Max veličina: 8-10 cm, maksimalno 14 cm
- Biologija: Živi u hladnim čistim vodama s pješčanim i kamenitim dnom. Spolnu zrelost dostiže u uzrastu od 1-2. (negdje i 3.) godine, a mogu doživjeti starost do 8 godina. Mrijesti se u proljeće od svibnja do srpnja. Mrijest se odvija u većim skupinama iznad pijeska ili sitnog kamenja (za koje se ikra lijepi) u brže tekućoj vodi. Ikra je ljepljiva i odlaže se porciono. Plodnost ženki je oko 700 do 1000 komada jaja. Optimalna temperatura za mrijest je oko 18 °C. Hrani se vodenim biljem i beskralježnjacima (nižim rakovima i larvama insekata).
- Distribucija: Rijeke i jezera Jadranskog sliva od Francuske i Italije do Albanije. Vrlo vjerojatno se radi o kompleksu vrsta. U Hrvatskoj naseljava primorske rijeke Jadranskog sliva.
- Globalni IUCN status: najmanje zabrinjavajuća (LC)

Vrsta *Phoxinus lumaireul* je manje poznata budući da je relativno nedavno odvojena od pijora (*Phoxinus phoxinus*) te njeni ekološki zahtjevi nisu u dosadašnjim istraživanjima jasno određeni, već je naglasak bio na taksonomiji vrste. Stoga je kod izračuna minimalnog vodostaja u obzir prvenstveno uzeta veličina jedinki koje obitavaju u Rječini (podatci prikupljeni sa terenskih istraživanja u sklopu ove studije), uz poštivanje dostupnih podataka o veličini vrste (Kottelat i Freyhof, 2007, www.fishbase.org, www.ribe-hrvatske.hr). Veličina riba prikupljenih tijekom terenskog istraživanja kretala se između 4,9 i 9,8 cm, a radi se o ribama koje su uglavnom vrlo mlade (jednogodišnje) te postoji vjerojatnost kako će još narasti prije dostizanja spolne zrelosti. Uzevši ove podatke u obzir napravljena je procjena kako bi minimalni vodostaj za opstanak vrste trebao iznositi 10 cm, budući da će predloženi vodostaj omogućiti nesmetano kretanje odraslih riba kroz vodeni stupac, kao i njihov mrijest.

2.3 Analiza i ocjena stanja voda

2.3.1 Ocjena ekološkog stanja u vodotoku Rječine

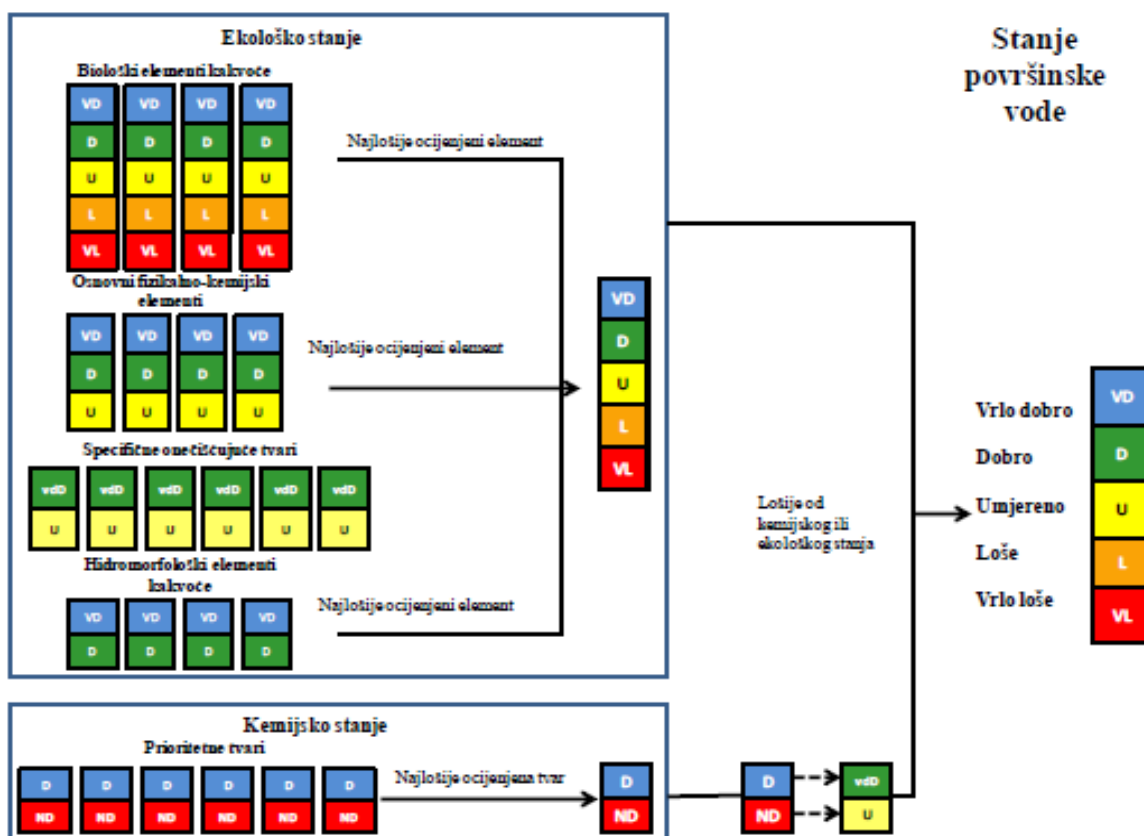
Ocjenjivanje ekološkog stanja voda predstavlja mjerenje promjene stanja ekosustava u odnosu na prirodno, odnosno referentno stanje. Zbog prirodne i biološke raznolikosti površinskih voda uvedena je tipizacija i ocjenjivanje stanja voda s obzirom na relativno odstupanje od referentnih uvjeta za određeni tip površinskih voda, prema kriterijima utvrđenima Okvirnom direktivom o vodama (2000/60/EZ). Operativna lista tipova na temelju kojih se određuje ekološko stanje voda, na osnovu bioloških, pratećih osnovnih fizikalno-kemijskih i hidromorfoloških elemenata kakvoće definirana je Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15)- Prilog 12, Tablica 12.A (u daljnjem tekstu Uredba).

Kod određivanja ekološkog stanja za Rječinu primijenjeni su standardizirani postupci određeni unutar *Metodologije uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata i Metodologije ocjenjivanja hidromorfoloških elemenata kakvoće*, koje su Hrvatske vode donijele u siječnju 2015. godine na temelju odredbi iz članka 19., odnosno članka 21. Uredbe.

Ukupna ocjena stanja vodnih tijela površinskih voda rijeke Rječine, prema Uredbi, određena je na temelju ekološkog i kemijskog stanja tijela površinskih voda, ovisno o tome koja od dviju ocjena je lošija. Smatra se da je stanje tijela površinske vode **dobro** ako ima vrlo dobro ili dobro ekološko stanje i ima dobro kemijsko stanje, a **nije u dobrom stanju** ako ima umjereno, loše ili vrlo loše ekološko stanje i/ili nije postignuto dobro kemijsko stanje (Slika 2.3-1).

Kako bi se odredilo ekološko stanje Rječine potrebno je bilo definirati njezin tip. Prema podacima Hrvatskih voda, Rječina je svrstana u **Tip 7 (HR-R_7) Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice**. Akumulacija Valići uvrštena je u isti tip tekućice, ali riječ je o znatno izmijenjenom dijelu rijeke, gdje je došlo do stvaranja uvjeta koji su tipični za stajaćice.

Prema podacima Hrvatskih voda, akumulacija Valići se prema Nacrtu Plana upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016.-2021. planira proglašiti znatno promijenjenim vodnim tijelom (tijelo površinske vode koje je zbog fizičkih promjena uslijed ljudske djelatnosti temeljito promijenilo svoj karakter). Za znatno promijenjena vodna tijela primijenjuju se elementi za određivanje stanja onih vodnih cjelina koje su im najbližije, te se određuje njegov ekološki potencijal. Sustav za ocjenjivanje kvalitete vode (ekološkog potencijala) za znatno promijenjena vodna tijela u RH još nije razvijen. Stoga je lokacija R3 (u području akumulacije Valići) ocijenjena na osnovu sustava za prirodne tekućice (osim za makrozoobentos), a zbog bitno izmijenjenih hidromorfoloških karakteristika ovog dijela Rječine uzorkovanje je vršeno na temelju metodologije koja se primjenjuje za jezerske sustave.



Slika 2.3-1 Klasifikacija stanja tijela površinske vode prema Uredbi o standardu kakvoće voda.

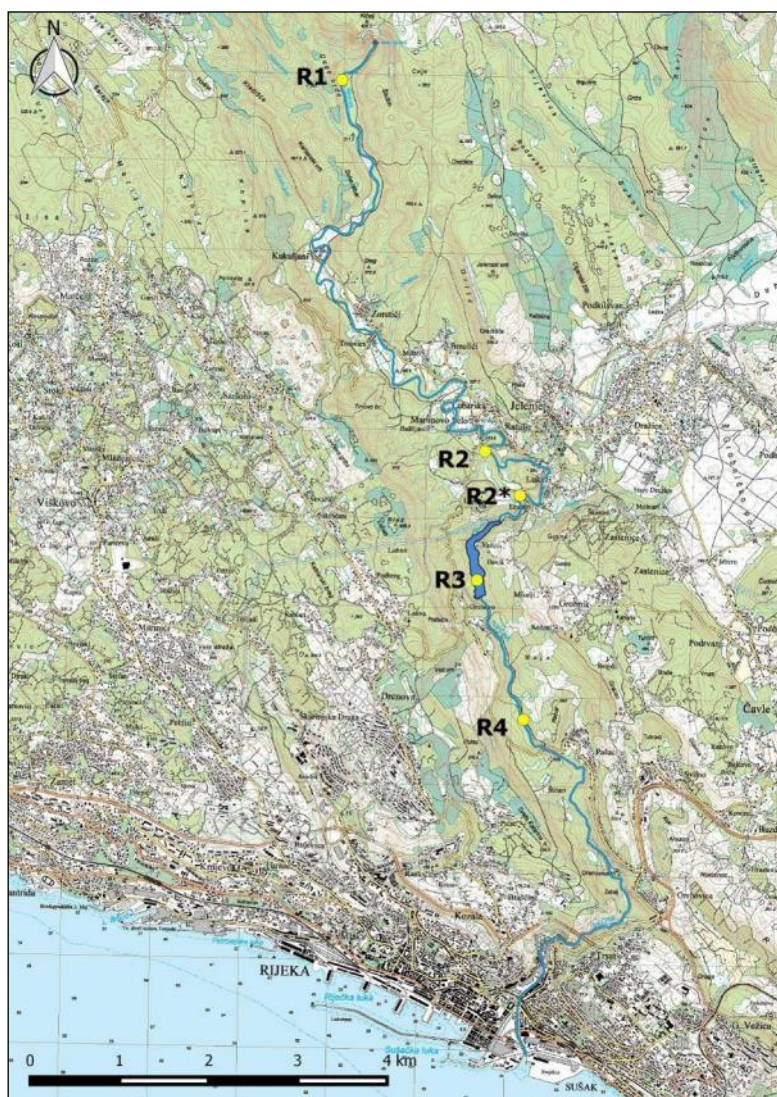
Kako bi se ocijenilo ekološko stanje, ukupno su istražene 4 lokacije (R1, R2, R3 i R4) duž toka Rječine, od izvorišnog dijela prema ušću, uključujući i akumulaciju Valići. Koordinate uzorkovanja i opis postaja prikazani su u Tablica 2.3-1, a kartografski položaj lokacija na Slika 2.3-2.

Tablica 2.3-1 Osnovni podaci o istraživanim lokacijama na području Rječine.

Šifra istraživane lokacije	R1	R2 (R2*)	R3	R4
Naziv mjerne postaje	izvorišni tok Rječine	mjesto Drastin	akumulacija Valići	mjesto Pašac
Naziv tekućice / najbližeg naselja	Rječina / Kukuljani	Rječina / Drastin	Rječina / Valići	Rječina / Pašac
Koordinate mjerne postaje (HTRS)	X 337216.373 Y 503360.329	X 338817.767 Y 5029163.775 *(X 339209,478) (Y 5028665,061)	X 338726.944 Y 5027710.279	X 339248.892 Y 5026134.389
Oznaka tipa površinske vode	tip HR-R_7	tip HR-R_7	tip HR-R_7	tip HR-R_7
Naziv tipa površinske vode	gorske i prigrorske srednje velike i velike tekućice	gorske i prigrorske srednje velike i velike tekućice	gorske i prigrorske srednje velike i velike tekućice	gorske i prigrorske srednje velike i velike tekućice

Šifra istraživane lokacije	R1	R2 (R2*)	R3	R4
Nagib (‰)	339,4‰	166,9‰	178,2‰	177,8‰
Nadmorska visina mjerne postaje	325 m n.v.	250 m n.v.	225 m n.v.	155 m n.v.
Dio tekućice (izvor, potok, rijeka, ušće, rukavac, kanal)	izvor	rijeka	obala akumulacije	rijeka
Oblik riječne doline (kanjon, korito, meandri, poplavna nizina)	korito	korito	korito	kanjon, korito

* Kod uzorkovanja makrozoobentosa lokacija R2* pomaknuta je oko 1,5 km nizvodno



Slika 2.3-2 Položaj istraživanih lokacija na području Rječine.

2.3.1.1 Biološki pokazatelji

Ocjena ekološkog stanja voda za potrebe ove studije napravljena je na temelju sljedećih bioloških elemenata kakvoće: fitobentos, makrofita, makrozoobentos i ribe. Uzorci za analizu bioloških pokazatelja kakvoće analizirani su na terenu i u laboratoriju temeljem metoda koje su usklađene s Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15), odnosno *Metodologijom uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata* (Hrvatske vode, 2015).

Uzorci su na lokaciji R1, R2 i R4 uzimani sukladno metodologiji za rijeke, dok su na lokaciji R3, zbog akumulacije na tom dijelu, uzorci uzimani sukladno metodologiji za jezera. Analiza uzoraka za biološke pokazatelje, kao i određivanje omjera ekološke kakvoće, napravljeni su usporedbom s referentnim podacima za tip HR-R_7.

Na dijelu akumulacije Valići dodatno se provela analiza fitoplanktona čiji su rezultati analizirani kvalitativno i kvantitativno, ali neovisno o Uredbi.

2.3.1.1.1 Fitobentos

Metodologija

Prikupljanje fitobentosa vršilo se na četiri lokacije duž toka rijeke Rječine uključujući i na obali akumulacije Valići. Uzorkovanje fitobentosa obavilo se u proljetnom razdoblju (1. 6. 2015.), u vrijeme niskog vodostaja, dva tjedna nakon zabilježenog visokog vodostaja. Prilikom odabira lokacije uzorkovanja više parametara okoliša se uzimalo u obzir: brzina toka, dubina, osvjetljenost, sastav i zastupljenost podloge (Tablica 2.3-2) te su se vizualno procjenjivale zastupljenosti određenih skupina algi s obzirom na obojenje podloge. Na svakoj lokaciji fitobentos se prikupljao s minimalno pet različitih mikrostaništa (beton, krupni kamen, sitni kamen, mulj, vaskularna vegetacija, mahovine, makrofitske alge...), ovisno o dostupnosti raznolikog sedimenta i makrofita.

Tablica 2.3-2 Zastupljenost (%) različitih tipova supstrata po pojedinoj lokaciji.

Tip supstrata	Lokacija			
	R1	R2	R3	R4
megalital	40	5	0	5
makrolital	30	5	0	10
mezolital	10	50	5	20
mikrolital	10	20	5	30
akal	5	10	5	20
psammal	5	10	20	10
pelal	0	0	65	5
pokrivenost vodenom vegetacijom	30% podpovršinska	10% podpovršinska	5% plutajuća	10% nadpovršinska
pokrivenost dna algama	povremeno	povremeno	rijetko	dominantno

Laboratorijska obrada uzoraka svodila se na determiniranje i brojenje dijatomejskih svojti pod mikroskopom s imerzijskim objektivom pri povećanju od 1000 puta te nedijatomejskih svojti pod povećanjem od 400 puta. Svim utvrđenim svojtima procijenjena je brojnost prema Tablica 2.3-3.

Tablica 2.3-3 Izračun ukupne brojnosti na temelju terenske i laboratorijske peterostupanjske skale prema HRN EN 15708:2010.

A. Brojnost na terenu	B. Brojnost u laboratoriju				
	1 Rijetko	2 Povremeno	3 Često	4 Brojno	5 Dominantno
	C: Kombinirana procjena brojnosti				
1 (< 1%)	1	1	1	1	1
2 (1% do < 5%)	1	2	2	2	2
3 (5% do < 25%)	1	2	3	3	3
4 (25% do < 50%)	1	2	3	4	4
5 (≥ 50%)	1	2	3	4	5

Rezultati

Iz tablice (Tablica 2.3-4) vidljivo je kako je najveći broj svojti zabilježen na lokaciji R4 (ispod brane), te na lokaciji R2 (kod mjesta Lukeži). Najmanji broj svojti (8) kao i mala brojnost pronađenih svojti zabilježena je na području akumulacije Valiči (lokacija R3). Na lokaciji R1 brojnošću su dominirale vrste iz skupine Cyanophyceae (iz roda *Oscillatoria*, Slika 2.3-3), dok su lokacijama R2 i R4 dominirale Chlorophyta (*Cladophora sp.*, *Spirogyra sp.* i *Zygnema sp.*, (Slika 2.3-4).

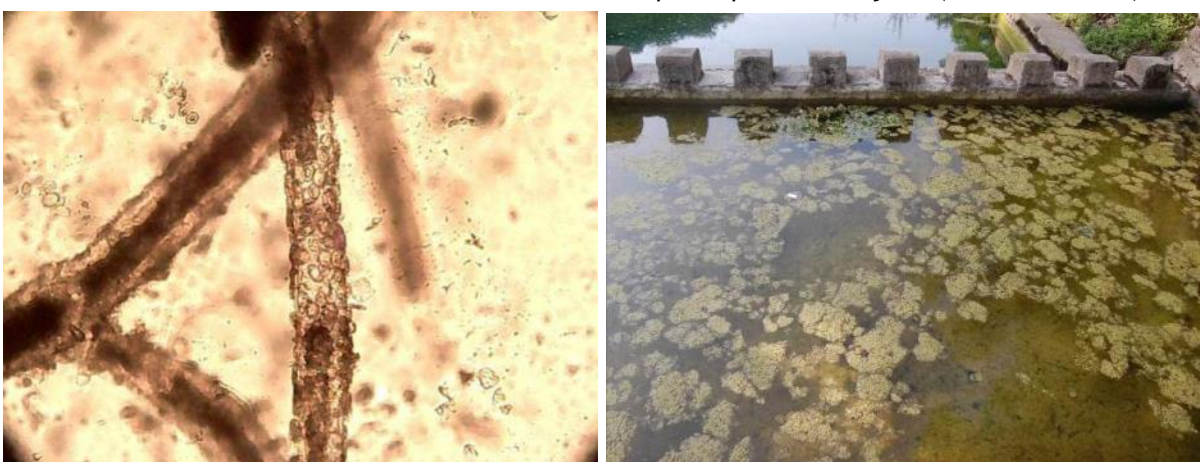
Tablica 2.3-4 Popis zabilježenih svojti fitobentosa po lokacijama, uz pridruženu vrijednost za ukupnu brojnost.

Skupina/Vrsta	R1	R2	R3	R 4
CYANOPHYTA				
<i>Anabaena sp.</i>	1			
<i>Aphanizomenon sp.</i>	1			
<i>Arthrospira sp.</i>	1			
<i>Chroococcus sp.</i>	1	3		1
<i>Gleotrichia sp.</i>	1			
<i>Gloeocapsa sp.</i>				1
<i>Hapalosiphon sp.</i>		1		
<i>Lyngbya sp.</i>	1	1		
<i>Merismopedia sp.</i>		1		2
<i>Microcystis flos aquae</i>				1
<i>Microcystis sp.</i>				1
<i>Nostoc sp.</i>		4		
<i>Oscillatoria princeps</i>	4	1		2
<i>Oscillatoria rubescens</i>	4	1		
<i>Oscillatoria sp.</i>	4	3	1	2
<i>Phormidium sp.</i>		1	1	
<i>Pseudanabaena sp.</i>		1		1

Skupina/Vrsta	R1	R2	R3	R 4
<i>Rivularia</i> sp.	1	1		
<i>Stigonema</i> sp.		1		
<i>Synechococcus</i> sp.		1		1
BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Achnantheidium</i> sp.	3	1		1
<i>Amphora</i> sp.				1
<i>Asterionella</i> sp.				1
<i>Cocconeis pediculus</i>		4		
<i>Cocconeis</i> sp.	3		2	1
<i>Craticula</i> sp.	1			
<i>Cyclotella</i> sp.				4
<i>Cymatopleura</i> sp.		1		1
<i>Cymbella</i> sp.		3		4
<i>Diatoma</i> sp.		1		4
<i>Diatoma vulgare</i>		1	1	
<i>Encyonema</i> sp.		3		1
<i>Gomphonema</i> sp.		1	1	1
<i>Melosira varians</i>	1			3
<i>Meridion circulare</i>	2	3		
<i>Navicula</i> sp.	1	1	1	1
<i>Nitzschia</i> sp.		1		1
<i>Pinnularia</i> sp.		1		
<i>Surirella</i> sp.	1		1	
<i>Synedra</i> sp.		1		1
<i>Tabellaria</i> sp.		1		1
CHLOROPHYTA				
<i>Actinastrum</i> sp.				1
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	1			1
<i>Chlorella</i> sp.				1
<i>Cladophora</i> sp.		5		
<i>Cosmarium</i> sp.				
<i>Cylindrocystis</i> sp.			1	
<i>Golenkinia</i> sp.				1
<i>Monoraphidium</i> sp.				1
<i>Mougeotia</i> sp.				2
<i>Oedogonium</i> sp.				2
<i>Pandorina</i> sp.				1
<i>Pediastrum</i> sp.				1
<i>Scenedesmus obliquus</i>				1
<i>Scenedesmus</i> sp.				1
<i>Spirogyra</i> sp.				5
<i>Zygnema</i> sp.				5
UKUPNO VRSTA	22	29	8	38



Slika 2.3-3 Vrste *Oscillatoria rubescens* i *Oscillatoria princeps* na lokaciji R1 (foto: N. Koletić).



Slika 2.3-4 Zelena alga *Cladophora* sp. na lokaciji R2 (lijevo) i velika biomasa nitastih zelenih algi (desno) u ujezerenim dijelovima toka Rječine na lokaciji R4 sa svojcima *Spirogyra* sp. i *Zygnema* sp. (foto: N. Koletić).

Ocjena ekološkog stanja

Pokazatelji/indeksi koji se koriste za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa su:

- TROFIČKI INDEKS DIJATOMEJA (TID_{HR})
- NEDIJATOMEJSKI INDEKS (NeD)
- SAPROBNI INDEKS (SI_{HR})

Trofički indeks dijatomeja je pokazatelj koji ukazuje na opterećenje vodnog tijela hranjivim tvarima, tj. na njegov stupanj trofije na osnovi zastupljenosti dijatomejskih vrsta (Rott i sur., 1999). Nedijatomejski indeks daje informaciju o prisutnosti i postotnoj zastupljenosti svih skupina algi na istraživanoj lokaciji s ciljem utvrđivanja postotnog udjela Cyanobacteria i Chlorophyta/Charophyta u odnosu na druge skupine u pojedinom uzorku. Značajnije prisustvo nekih predstavnika ovih skupina ukazuje na povećanje stupnja trofije. Ova dva indeksa služe za određivanje omjera ekološke kakvoće (OEK) modula trofičnosti.



Saprobni indeks je pokazatelj opterećenja (saprobnosti) koji ukazuje na količinu organskih tvari u tekućici. Saprobnost indeks (Pantle i Buck, 1955, Zelinka i Marvan, 1961) izračunava se na temelju saprobnih indikatorskih vrijednosti (tolerantnosti) za svaku dijatomejsku vrstu uz određenu indikatorsku težinu (osjetljivost) svake vrste.

Za izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja (TID_{HR}) i Saprobnog indeksa (SI_{HR}) koristi se modificirana jednadžba Zelinka-Marvan (1961):

$$INDEKS = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times IV_i \times IT_i}{\sum_{i=1}^n A_i \times IT_i}$$

gdje je:

A_i = ukupan broj stanica/valvi neke vrste u uzorku

IV_i = indikatorska vrijednost (tolerantnost) pojedine vrste

IT_i = indikatorska težina (osjetljivost) pojedine vrste

Ukupan broj stanica/valvi (A_i) neke vrste u uzorku predstavlja broj pojedine vrste na 400 izbrojenih dijatomeja.

Podaci o indikatorskim vrijednostima i težinama trofičkog i saprobnog indeksa te podaci o ukupnom broju valvi u uzorku prikazani su u sljedećoj tablici (Tablica 2.3-5).

Tablica 2.3-5 Operativna lista svojiti dijatomeja u fitobentosu za istraživane lokacije (R1-R4) s podacima o indikatorskim vrijednostima (Vi) i težinama (Iti) trofičkog (TID_{HR}) i saprobnog indeksa (SI_{HRIS}) te ukupnim brojem valvi u uzorku (Ai), te izračunatim nedijatomejskim indeksom.

ISTRAŽIVANA LOKACIJA	R1						R2						R3						R4					
	Ai	TID _{HR}		SI _{HR}		NeD*	Ai	TID _{HR}		SI _{HR}		NeD	Ai	TID _{HR}		SI _{HR}		NeD	Ai	TID _{HR}		SI _{HR}		NeD
Svojta (dijatomeja)		IVi	ITi	IVi	ITi			IVi	ITi	IVi	ITi			IVi	ITi	IVi	ITi			IVi	ITi	IVi	ITi	
<i>Achnantheidium</i> sp.	62	1,4	3	2	1		15	1,4	3	2	1								9	1,4	3	2	1	
<i>Amphora</i> sp.																			11	3,2	3	1,8	3	
<i>Asterionella</i> sp.																			14	3,5	3	-	-	
<i>Cocconeis pediculus</i>							71	2,5	1	1,8	2													
<i>Cocconeis</i> sp.	80	2	2	-	-		16	2	2	-	-		186	2	2	-	-		11	2	2	-	-	
<i>Craticula</i> sp.	15	2,6	1	2,1	2																			
<i>Cyclotella</i> sp.	17	2	1	1,6	2														77	2	1	1,6	2	
<i>Cymatopleura</i> sp.							11	3,2	1	1,9	3								10	3,2	1	1,9	3	
<i>Cymbella</i> sp.	66	2,2	1	1,8	2		50	2,2	1	1,8	2								68	2,2	1	1,8	2	
<i>Diatoma</i> sp.							17	2	1	-	-								75	2	1	-	-	
<i>Diatoma vulgare</i>						/	18	2,6	3	2,3	2	3	62	2,6	3	2,3	2	7						3
<i>Encyonema</i> sp.	83	2,2	1	1,9	3		48	2,2	1	1,9	3								14	2,2	1	1,9	3	
<i>Gomphonema</i> sp.	10	2	1	2,2	2		16	2	1	2,2	2		48	2	1	2,2	2		9	2	1	2,2	2	
<i>Melosira varians</i>	13	3,2	1	2	2														55	3,2	1	2	2	
<i>Meridion circulare</i>	30	2	1	1,6	3		56	2	1	1,6	3													
<i>Navicula</i> sp.	13	2,6	1	2	1		17	2,6	1	2	1		58	2,6	1	2	1		17	2,6	1	2	1	
<i>Nitzschia</i> sp.							18	3,2	1	2,3	2								12	3,2	1	2,3	2	
<i>Pinnularia</i> sp.							17	1	3	1,8	3													
<i>Surirella</i> sp.	11	2,8	1	2	2								46	2,8	1	2	2							
<i>Synedra</i> sp.							15	1,6	1	2,2	2								11	1,6	1	2,2	2	
<i>Tabellaria</i> sp.							15	-	-	-	-								7	-	-	-	-	

*Napomena: NeD indeks nije primijenjiv za izvorišna područja pa stoga nije računat na lokaciji R1.

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano znatno razlikuju, za sumarnu ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju tako da su svi indeksi međusobno usporedivi. Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki korišteni indeks, izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$\text{OEK} = \frac{\text{Vrijednost indeksa - najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost - najlošija vrijednost}}$$

Vrijednost indeksa brojčana je vrijednost izračuna modificiranom jednačbom po Zelinka-Marvan (1961), osim za NeD indeks. Referentne i najlošije vrijednosti svakog od indeksa očitavaju se iz tablica referentnih i graničnih vrijednosti za svaki tip vodotoka (Tablica 2.3-6 *Error! Reference source not found.*) prema *Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće* (Hrvatske vode, 2015). Referentna i najlošija vrijednost NeD indeksa nisu specifične za tipove tekućica.

Tablica 2.3-6 Referentne i najlošije vrijednosti indeksa za tipove površinskih voda na istraživanim lokacijama.

Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost	Tip (tekućica)
TID _{HR}	1,9	5,00	HR-R_7
SI _{HR}	1,31	3,50	HR-R_7
NeD	10	0	-

Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5 iz Priloga 2.C. Uredbe (Tablica 2.3-7).

Tablica 2.3-7 Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće.

Kategorija ekološkog stanja	Omjer ekološke kakvoće - raspon
Vrlo dobro	0,80 - 1,00
Dobro	0,60 - 0,79
Umjereno	0,40 - 0,59
Loše	0,20 - 0,39
Vrlo loše	< 0,20

U nastavku je dana tablica (Tablica 2.3-8) s ukupnom ocjenom stanja po pojedinoj lokaciji.

Tablica 2.3-8 Ukupna ocjena ekološkog stanja površinskih voda istraživanih postaja na temelju biološkog elementa kakvoće fitobentos.

Lokacija	Omjer ekološke kakvoće	Ocjena stanja
R1	0,75	Dobro
R2	0,52	Umjereno
R3	0,62	Dobro
R4	0,53	Umjereno

Ocjena stanja temeljem biološkog elementa fitobentosa pokazala je kako je stanje zadovoljavajuće, tj. **dobro** na lokaciji kod izvorišta Rječine (R1), kao i u akumulaciji Valići (R3). Na lokacijama R2 i R4 stanje je ocijenjeno kao **umjereno**, odnosno nezadovoljavajuće. Na postaji R2 to je vjerojatno posljedica pojačanog organskog onečišćenja uslijed nezadovoljavajućeg sustava odvodnje otpadnih voda na području općine Jelenje⁶. Na postaji R4 umjereno stanje vjerojatno je posljedica izmjena u hirdomorfologiji tog dijela toka.

2.3.1.1.2 Makrofita

Metodologija

Analizirana je makrofitska vegetacija na četiri lokacije duž toka rijeke Rječine, uključujući i akumulaciju Valići. Uzorkovanje je obavljeno jednokratno (1. 6. 2015.), u vrijeme vegetacijske sezone i izvan perioda visokih voda, sukladno preporukama *Metodologije uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće*. Uzorkovanje na sve četiri lokacije obavljeno je istog dana, zbog usporedivosti rezultata, jer pojedine vrste imaju različitu dinamiku razvoja.

Na sve četiri lokacije odabran je što je više moguće reprezentativan odsječak obale rijeke duljine 50-100 m, no budući da su lokacije već ranije definirane zbog monitoringa ostalih bioloških elemenata kakvoće, na dvije lokacije nije bilo moguće isključiti vidljive vanjske poremećaje (lokacija R4 - umjetne kaskade i dijelom kanalizirani tok, lokacija R3 - ujezereni tok iznad umjetne brane). Prilikom uzorkovanja korištena je sljedeća oprema: GPS uređaj, topografske karte, grablje na užetu, herbar te plastične vrećice za vaskularne biljke i mahovine. Na lokacijama R1, R2 i R4 koje karakterizira plitki tok uzorkovana je vegetacija u čitavom odsječku toka (korito rijeke i obje obale), dok je na lokaciji R3 uzorkovana samo lijeva obala rijeke, tj. umjetne akumulacije. Uzorkovanje iz čamca je izostalo, zbog vrlo strmih obala i velike dubine akumulacije, što onemogućava razvoj makrofita. Uzorkovane su vodene vaskularne biljke (hidrofiti i amfifiti), te mahovine, dok

⁶ Studija utjecaja na okoliš: Aglomeracija Rijeka, Sustava javne odvodnje „Grad“, 2015.

predstavnik paražina (Charophyceae) nije bilo. Dodatno su bilježeni i helofiti koje čine obalnu vegetaciju, no oni nisu korišteni u ocjeni stanja vode.

Vaskularne biljke određene su na terenu i pohranjene u herbar. Dio makrofita (pretežno vodene mahovine) pohranjen je i kasnije determiniran u laboratoriju, pri čemu je korištena binokularna lupa, mikroskop te relevantni determinacijski ključevi. Mahovine su prethodno osušene bez prešanja i pohranjene u papirnate omotnice.

Rezultati

R1 (izvorišni tok Rječine)

Izvorišni dio Rječine ima oblik brzog brdskog šumskog potoka. Veći dio korita je zasjenjen okolnom šumskom vegetacijom u kojoj dominira joha (*Alnus glutinosa*), a od ostalog drveća dolaze *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Salix alba*, *Fraxinus excelsior* i *Fagus sylvatica*. Obale i korito su prirodne, bez antropogenih utjecaja. Korito čine veće i manje kamenje, prekriveno mahovinama (Slika 2.3-5), dok vaskularne biljke izostaju (zbog zasjenjenosti i velike brzine vode). Mahovinski sastav je relativno bogat i čine ga dominantna vrsta *Cinclidotus aquaticus*, te s manjom pokrovnošću vrste *Cinclidotus fontinaloides*, *Cinclidotus riparius*, *Platyhypnidium riparioides* i *Hygrohypnum luridum*.



Slika 2.3-5 Kamenje obraslo mahovinama u koritu rijeke na lokaciji R1 (foto: V. Šegota).

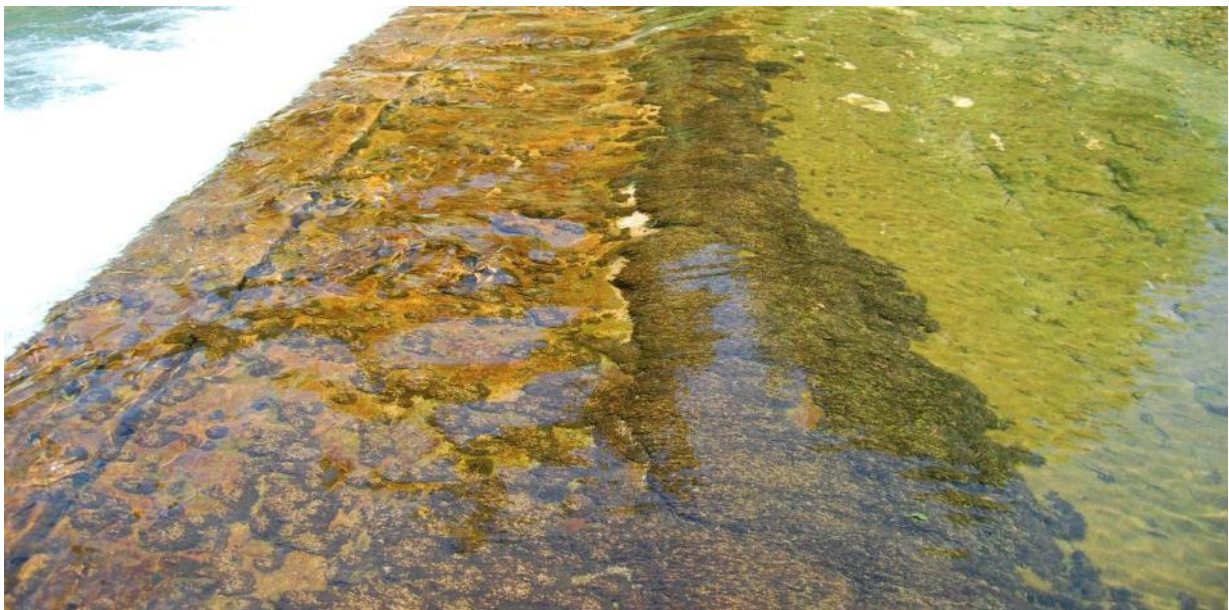
R2 (mjesto Drastin)

Odsječak Rječine na ovom lokalitetu u većem je dijelu s utvrđenim obalama, s obzirom da se nalazi uz naselje i cestu. Korito rijeke sastoji se od većeg i manjeg kamenja, većinom bez biljnog pokrova, a na nekoliko mjesta je pregrađeno umjetnim betonskim kaskadama (Slika 2.3-6 i Slika 2.3-7). Uz betonsku obalu zabilježene su pojedinačno ili u manjim skupinama sljedeće vrste: *Mentha x verticillata*, *Alnus glutinosa*, *Tussilago farfara* i *Eupatorium cannabinum*. U samom koritu rijeke nema vaskularnih biljaka, već samo dvije vrste mahovina - *Cinclidotus aquaticus* i *Cinclidotus fontinaloides*, uglavnom na betonskim kaskadama gdje se voda prelijeva. U mirnijim, ujezerenim dijelovima rijeke kamenje

masovno obrastaju nitaste alge roda *Cladophora*, koja indicira eutrofikaciju. U razgovoru s lokalnim stanovništvom dobivena je neslužbena informacija da se uzvodno od ove lokacije fekalne vode iz obližnjeg sela izravno ispuštaju u rijeku, što bi moglo objasniti veliku biomasu alge roda *Cladophora* u obraštaju.



Slika 2.3-6 Utvrđeni dio toka Rječine uzvodno (lijevo) i nizvodno (desno) od utoka potoka Sušica (foto: V. Šegota).



Slika 2.3-7 Umjetne betonske kaskade obrasle vrstama mahovina roda *Cinclidotus* (foto: V. Šegota).

R3 (akumulacija Valići)

Akumulacija Valići predstavlja u potpunosti promijenjen i degradiran prirodni oblik toka Rječine. Tekućica je u ovom dijelu toka modificirana izgradnjom brane u stajaćicu. Iako je dno muljevito, obale akumulacije su vrlo strme, što ne ostavlja prostor za razvoj vodene vegetacije. Tome pridonose i velike i nagle izmjene razine vode, tijekom ispuštanja vode iz akumulacije, što narušava stabilne uvjete za razvoj vegetacije. Stoga nema predstavnika hidrofita i amfifita, već samo nekoliko predstavnika helofita i druge flore koja naseljava obalu i pojas uz rub šume (Slika 2.3-8).



Slika 2.3-8 Obale akumulacije Valići (foto: V. Šegota).

R4 (mjesto Pašac)

Prirodni tok rijeke na ovoj je lokaciji presječen s nekoliko umjetnih kaskada (Slika 2.3-9). Riječna obala dijelom je utvrđena kamenim nabačajem ili betoniranim kamenom (Slika 2.3-10). Riječno korito čine veće kamenje i oblutice. U periodu uzorkovanja početkom lipnja u koritu nije bilo tekuće vode, već samo jezercica na dijelovima toka, većinom iznad ili ispod umjetnih kaskada (Slika 2.3-11). Rječina u donjem toku (kojemu pripada ova lokacija) ljeti očito presušuje, na što ukazuju i brojna stabalca (grmovi) mladih topola i drugih vrsta (npr. *Salix purpurea*, rjeđe *Alnus glutinosa* i *Robinia pseudoaccacia*) u samom koritu rijeke (Slika 2.3-12). U samom suhom koritu dolaze još i *Lythrum salicaria*, *Tussilago farfara*, *Convolvulus arvensis*, *Bidens frondosa*, *Mentha x verticillata*, *Polygonum persicaria* i *Calystegia sepium*. Radi se dijelom o helofitskim vrstama koje inače ne rastu u riječnom koritu, već uz obale rijeke, a ovdje su se privremeno naselile zbog isušivanja korita. Uz utvrđenu obalu rastu još i *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Clematis vitalba* i *Lolium perenne*, vrste koje nisu helofiti, nego naseljuju umjetne obale u sušnom razdoblju.



Slika 2.3-9 Korito Rječine na lokaciji R4 presječeno umjetnim kaskadama. (foto: V. Šegota).



Slika 2.3-10 Obale Rječine na lokaciji R4 s utvrđenim obalama (foto: V. Šegota).



Slika 2.3-11 Ujezereni dijelovi toka iznad umjetnih kaskada (foto: V. Šegota).



Slika 2.3-12 Suho korito Rječine na lokaciji R4 zaraslo u grmove topola (foto: V. Šegota).

Kamenje i oblutci u koritu rijeke potpuno su goli, samo se iznimno pojavljuje obraštaj mahovina, ali više vezan uz umjetnu, betonsku podlogu kaskada. Mahovinski sastav

(*Cinclidotus aquaticus* i *Cinclidotus fontinaloides*) upućuje na relativno brz protok rijeke izvan ljetnog perioda. Vrste mahovina *Funaria hygrometrica* i *Bryum pallens* zabilježene na povremeno suhim kaskadama, nisu prave vodene mahovine. Izostanak jačeg mahovinskog obraštaja može biti posljedica nekoliko faktora: hidroloških (vrlo brz tok na umjetnoj kaskadi koji se izmjenjuje s potpunim isušivanjem tokom ljeta) i kemijskih (organsko opterećenje). U krškim tekućicama je uobičajeno sušno razdoblje kada presušuju riječna korita, no mahovinske zajednice (koje su siromašne vrstama) preživljavaju takve ekstremne uvjete vodnog deficita. Na mogući uzrok organskog onečišćenja ukazuje i razvoj nitastih zelenih algi iz rodova *Spirogyra* i *Zygnema*, koje nastanjuju jezerca stajaće vode oko kaskada. Uočena velika biomasa ovih algi ukazuje na ljetnu potamizaciju ovog dijela vodotoka, eutrofikaciju, ali i na moguća onečišćenja iz uzvodnih izvora ispusta.

Ocjena ekološkog stanja

Ocjena ekološkog stanja temeljem biološkog pokazatelja makrofita temelji se na dva indeksa, koji određuju modul opće degradacije:

- BIOCENOLOŠKI INDEKS (BM_{HR}) - stupanj degradacije određen biocenološkom metodom
- REFERENTNI INDEKS (RI-M_{HR})

Biocenološka metoda/biocenološki indeks modificirana prema van de Weyer-u (2008) se temelji na određivanju stupnja degradacije pretpostavljene referentne makrofitske zajednice. Kod izračunavanja ekološkog stanja biocenološkim indeksom stanje zajednice se određuje se na temelju njenog sastava, odnosno prisustva karakterističnih vrsta za tu zajednicu, ukupnog broja vrsta i morfoloških tipova te prisustva tzv. „pokazatelja poremećaja“ ili „pokazatelja dobrog stanja“. Pokazatelji poremećaja kompleksna su grupa koja se može raščlaniti na pokazatelje eutrofikacije, pokazatelje potamalizacije (tj. pokazatelje usporenja toka) i pokazatelje ritralizacije (tj. pokazatelje ubrzanja toka). Iz odnosa suma učestalosti pojedinih grupa i ukupnog broja različitih morfoloških tipova određuje se ekološka kategorija kako je prikazano u Tablica 2.3-9.

Za istraživane lokacije na Rječini (R1-R4) pretpostavljena referentna makrofitska zajednica je

- Zajednica *Platyhypnidium riparioides* - *Fontinalis antipyretica* tip (PF)

koja je svojstvena za izvorišta, male i srednje velike gorske i prigorske brze rijeke na krškoj podlozi.

Referentna zajednica za lokaciju R4 zapravo je podvarijanta ove zajednice, odnosno **Vrstama siromašna PF zajednica**, svojstvena za manje vodotoke sa znatnim kolebanjima vodostaja, odnosno za vodotoke koji ljeti presušuju (male tekućice u dinaridskom području, prvenstveno u submediteranu). Takve mahovinama siromašne zajednice nisu posljedica negativnog antropogenog utjecaja, nego prirodne hidrologije. Indikatori narušene kvalitete vode ovdje su pojava močvarnih vrsta (helofita) te pojava dugonitastih algi (eutrofikacija), a potonje je slučaj upravo na ovoj lokaciji.

Tablica 2.3-9 Vrijednost BM_{HR} u zajednicama *Platyhypnidium riparioides* - *Fontinalis antipyretica* tipa.

Element ocjene	Opis	Vrijednost BM_{HR}				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	Uz mahovine svojstvene za ovu zajednicu nema pokazatelja poremećaja ili su prisutni samo pojedinačno.	Uz mahovine svojstvene za ovu zajednicu pokazatelji poremećaja su slabo zastupljeni.	Uz mahovine svojstvene za ovu zajednicu pokazatelji poremećaja su kodominantni.	Zajednica se ne razvija, prisutne vrste koje nisu svojstvene za zajednicu	Zajednica se ne razvija, odn. uopće nema makrofitske vegetacije
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>2	>2	>2	>2	<2-0
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Potamalizacija – umjetno usporenje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	Nema makrofitske vegetacije	Nema makrofitske vegetacije	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo		

Pokazatelji eutrofikacije: dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mriješnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pussilus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

Pokazatelji potamalizacije: *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg., *Lemna* spp. i sve ostale vrste sporijih i mirnih voda, te helofiti.

Pokazatelji ritralizacije: kako se mahovinske zajednice razvijaju u najbržim vodama, dodatno ubrzanje toka u potpunosti će onemogućiti razvoj bilo kakve makrofitske vegetacije.

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano znatno razlikuju, za sumarnu ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju (normaliziraju) u vrijednosti od 0 (vrlo loše) do 1 (vrlo dobro), kako bi svi indeksi međusobno bili usporedivi. Omjer ekološke kakvoće biocenološkog indeksa računa se preko formule:

$$OEK_{BMHR} = \frac{\text{Vrijednost } BM_{HR} - \text{najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}$$

pri čemu referentna vrijednost stupnja degradacije određenog biocenološkim indeksom iznosi 10, a najlošija vrijednost iznosi 0.

Za izračun referentnog indeksa (Schaumburg i sur., 2006) potreban je popis makrofita s procijenjenim brojnostima izraženima peterostupanjskom skalom po Kohleru (Tablica 2.3-10).

Tablica 2.3-10 Skala po Kohler-u (1978.) za procjenu brojnosti vodenih makrofita.

Ocjena brojnosti taksona	Opis	Objašnjenje
1	Vrlo rijetko, pojedinačno	Samo pojedinačne biljke, do 5 jedinki
2	Rijetko	Od 6 do 10 jedinki, rahlo razdijeljenih po istraživanoj površini ili do 5 pojedinačnih sastojina (10%)
3	Rašireno	Ne može se previdjeti, ali nije česta vrsta; "može se naći a da se posebno ne traži" (10 - 25%)
4	Često	Česta vrsta, ali ne masovna; nepotpuna pokrovnost s velikim prazninama (25 - 50%)
5	Vrlo često, masovno	Dominantna vrsta, manje-više posvuda; pokrovnost znatno veća od 50%

Prije računanja referentnog indeksa, ocjenu brojnosti taksona (A) treba pretvoriti u količine (Q) prema formuli: $Q = A^3$

Sve submerzne vrste se razvrstavaju u tri kategorije (A, B, C), a ovise o zajednici u kojoj se biljka javlja:

- kategoriju A čine vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro stanje vodotoka,
- kategoriju B čine vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim zajednicama i pri različitim uvjetima, no načelno ne ukazuju na neki poremećaj i
- kategoriju C čine vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili usporenje vodotoka.

Referentni indeks (RI) računa se prema formuli:

$$RI = \frac{\sum Q_{Ai} - \sum Q_{Ci}}{\sum Q_{gi}} 100$$

gdje su:

- Q_{Ai} - količina i-te vrste iz grupe A,
- Q_{Ci} - količina i-te vrste iz grupe C,
- Q_{gi} - količina i-te vrste iz svih grupa (A+B+C).

Vrijednosti indeksa za određivanje ekološkog stanja rijeke određeni su unutar Uredbe (Prilog 2.C. - Tablica 5.). Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za makrofite, izražene kao omjer ekološke kakvoće prikazane su u sljedećoj tablici:

Kategorija ekološkog stanja	Omjer ekološke kakvoće - raspon	
	BM	RI-M
Vrlo dobro	0,85 - 1,00	1,00 - 0,65
Dobro	0,65 - 0,84	0,64 - 0,50
Umjereno	0,45 - 0,64	0,49 - 0,25
Loše	0,25 - 0,44	0,24 - 0
Vrlo loše	0,10 - 0,24	nema submerzne makrofitske vegetacije

U nastavku (Tablica 2.3-11) je dan pregled vrsta s procjenom njihove brojnosti na pojedinoj lokaciji. Za svaku lokaciju određen je biocenološki indeks i referentni indeks, te dana ocjena ukupnog stanja prema Uredbi o standardu kakvoće voda.

Tablica 2.3-11 Ocjena omjera ekološke kakvoće biocenološkog i referentnog indeksa za pojedinu lokaciju temeljem biološkog elementa makrofita.

Takson	Kategorija submerzne vrste	R1	R2	R3	R4
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	A	4	2	/	2
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	A	2	2	/	2
<i>Cinclidotus riparius</i>	A	2		/	
<i>Cladophora</i> sp.	C		4	/	
<i>Hygrohypnum luridum</i>	A	2		/	
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	A	2		/	
<i>Spirogyra</i> sp. / <i>Zygnema</i> sp.	C*			/	4
OEK BIOCENOLOŠKI INDEKS		0,9 vrlo dobro	0,5 umjereno	0,1 vrlo loše	0,5 umjereno
OEK REFERENTNI INDEKS		1 vrlo dobro	0,34 umjereno	0 nema submerzne makrofitske vegetacije	0,38 umjereno

Napomena: Zbog potpuno izmijenjenog hidromorfološkog stanja vodotoka i izostanka makrofita na lokaciji R3, vrijednost biocenološkog indeksa (BM_{HR}) i referentni indeks ($RI-M_{RH}$) na istraživanoj lokaciji iznosi 0,1, odnosno 0.

Sustav za ocjenjivanje kvalitete vode za znatno promijenjena vodna tijela još nije razvijen, stoga je lokacija R3 ocijenjena na osnovu sustava za prirodne tekućice.

*Iako nisu na popisu makrofita s indikatorskim vrijednostima, preuzeta je klasifikacija od roda nitastih algi *Cladophora*, koja također indicira eutrofikaciju

Kvaliteta vode procjenjivana na osnovu makrofita na lokaciji R1 je **vrlo dobra**, zbog izostanka antropogenih utjecaja u vidu izmijenjene hidromorfologije korita i eutrofikacije. Nizvodno se kvaliteta vode rapidno smanjuje. Na lokaciji R2 prisutne su značajne promjene u hidromorfologiji riječne obale te je uočena značajna eutrofikacija uslijed vjerojatnog organskog onečišćenja, te je kvaliteta procijenjena kao **umjerena**. Kvaliteta vode na lokaciji R3 na osnovi makrofita ocijenjena je **vrlo lošom**, zbog potapanja riječnog korita i formiranja akumulacije. Kvaliteta vode na lokaciji R4 ocijenjena je umjerenom, zbog znatnih izmjena u geomorfologiji toka (utvrđene obale, umjetne kaskade), te eutrofikacije uslijed ljetnog izostanka toka i barem dijelom organskog onečišćenja.

2.3.1.1.3 Makrozoobentos

Bentički makrobeskralješnjaci su skupina organizama koji nastanjuju dno kopnenih voda, a veći su od 0,5 mm. To je raznolika skupina beskralješnjaka koju čine različite skupine kukaca (Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Coleoptera, Diptera itd.), rakova (Decapoda-Astacidae, Amphipoda-Gammaridae, Isopoda-Asellidae itd.) te skupine kao što su Hydrachnidia, Mollusca (Gastropoda i Bivalvia), Oligochaeta, Hirudinea, Turbellaria, Porifera, Bryozoa i ostali.

Bentički makrobeskralješnjaci (makrozoobentos) predstavljaju jedan od ključnih bioloških elemenata za ocjenu ekološkog stanja kopnenih voda (Barbour et al., 1999). Sastav zajednice bentičkih makrobeskralješnjaka odraz je ekoloških prilika koje vladaju na određenom staništu uključujući razne pritiske kao što su organsko i anorgansko opterećenje, toksične tvari te hidromorfološke promjene na vodotoku (AQEM Consortium, 2002).

Metodologija

Uzorci makrozoobentosa uzorkovani su u travnju 2015. godine na četiri postaje (Tablica 2.3-1) prema AQEM protokolu (AQEM Consortium, 2002) što je u skladu s *Metodologijom uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće* (Hrvatske vode, 2015). Metodologija za postaje na tekućem dijelu Rječine podrazumijeva „multihabitat“ uzorkovanje, tj. uzorkovanje svih raspoloživih mikrostaništa na mjestu uzorkovanja. Uzorkovanje je obavljano pomoću standardne europske (Uwitec Euro-Kick-Net) ručne bentos mreže s metalnim okvirom 25 cm x 25 cm koja je pričvršćena za metalno teleskopsko držalo (do dužine od 3 m). Mreža je duga 1 m s promjerom okašca 0,5 mm, unutar nje je zaštitna grublja mreža s promjerom okašca 1,5 cm, a izvana ju obavlja zaštitna krpa. Na metalni okvir ove ručne mreže može se pričvrstiti i dodatni prednji metalni okvir 25 cm x 25 cm čime ovaj kracer može dobiti i dodatnu funkciju tzv. Surber mreže za kvantitativno uzorkovanje probnih kvadrata supstrata dna plitkih tekućica s dubinom manjom od 25 cm.



Slika 2.3-13 Uzorkovanje pomoću ručne bentos mreže na postaji R4 (foto: J. Šargač).

Na hidroakumulaciji Valići uzorkovalo se Eckman-ovim grabilom (Slika 2.3-14) prema *Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće* (Hrvatske vode, 2015) za jezera.



Slika 2.3-14 Uzorkovanje na akumulaciji Valići (lijevo) pomoću Eckmannovog grabila (desno) (foto: J. Šargač).

Na tri mjerne postaje (R1, R2, R4) prvo je određen broj mikrostaništa (Tablica 2.3-12) te se pristupilo prikupljanju 20 poduzoraka ovisno o postotnoj zastupljenosti pojedinog tipa mikrostaništa, s time da se mikrostanište koje je zastupljeno s manje od 5% nije uzorkovalo. Dakle jedan poduzorak čini supstrat s pripadajućim životinjama s površine od 25 cm x 25 cm (0,0625 m²). Na terenu su izolirane veće i osjetljive vrste koje trebaju ostati žive te su poslije determinacije vraćene u vodotok (npr. riječni rakovi, školjkaši i sl.). Na prethodno opisan način uzorkovanja za svaku je postaju prikupljen jedan kompozitni uzorak s ukupne površine od 1,25 m² (20 x 0,0625 m²), koji je konzerviran 96%-tnim etanolom.

Postaja R3 koja se nalazi na akumulaciji Valići uzorkovana je prema metodologiji za jezera. Razlog je činjenica kako je prijašnji riječni tok modificiran u akumulacijsko jezero čime je došlo do promjene uvjeta iz tekućice u stajaćicu. Kao što je navedeno u poglavlju 2.3.1 *Ocjena ekološkog stanja u vodotoku Rječine*, akumulacija se planira proglasiti znatno izmijenjenim vodnim tijelom. Budući da za ovaj tip vodnih tijela još ne postoji razvijen sustav za ocjenjivanje kvalitete vode (ekološkog potencijala), postaja R3 nije ocijenjena jer se zajednice makrozoobentosa jezerskog dna znatno razlikuju od zajednica

makrozoobentosa vodotoka te se ocjena na osnovu odstupanja od referentne zajednice vodotoka ne može dati.. Uzorci su sakupljeni s dna najdubljeg dijela jezera, iz profundala, pomoću Eckman-ovog grabila po 5 poduzoraka dna zahvatne površine 0,0225 m² (ukupno 0,1125 m²). Uzorci su na terenu isprani kroz mrežicu veličine oka od 0,5 mm, radi smanjivanja volumena odstranjivanjem mulja i ostalih sitnih čestica, spremljeni su u boce širokog grla te odmah konzervirani 96%-tnim etanolom.

Prikupljeni materijal obrađen je u dvije faze. Najprije su makroskopski beskralješnjaci izdvojeni, razvrstani po skupinama i izbrojani pomoću binokularne lupe. Različite skupine makroskopskih beskralješnjaka su odvojene u kivetice s naznačenim nazivom skupine, datumom i mjestom uzorkovanja te konzervirane u 96%-tnom etanolu. Zatim su detaljnije determinirane do nižih sistematskih kategorija.

Tablica 2.3-12 Klasifikacija mikrostanista na istraživanim postajama i broj poduzoraka.

OPIS POSTAJE	DATUM UZORKOVANJA	VRSTA PODUZORAKA*	BROJ PODUZORAKA
izvorišni tok, R1	23.4.2015.	8 Mac-lit, 2 Mes-lit	10
mjesto Drastin, R2	23.4.2015.	2 Meg-lit, 6 Mac-lit, 2 Mes-lit	10
akumulacija Valići, R3	23.4.2015.	1 Fit, 3 POM, 1 Teh	5
mjesto Pašac, R4	23.4.2015.	5 Mes-lit, 5 Mic-lit	10

Opis kratica: Megalital (> 40 cm) - Meg-lit, (veliko kamenje, blokovi i stijene); Makrolital (20 cm - 40 cm) - Mac -lit (veće kamenje); Mezolital (> 6,3 cm - 20 cm) - Mes - lit (kamen veličine šake, oblutak); Mikrolital (> 2 cm - 6,3 cm) - Mic-lit (srednji i krupni šljunak do veličine šake, valutice); Fital - Fit (nitaste alge, slojevi algi na kamenju, submerzne alge, mahovine i makrofiti); CPOM - POM (velike čestice organske tvari; lišće); Tehnolital - Teh (umjetna podloga, npr. beton)

Rezultati

Na četiri istraživane postaje na Rječini (tri u toku Rječine i jedna na ujezerenom dijelu - akumulaciji Valići) zabilježene su 43 svojte makroskopskih beskralješnjaka (Tablica 2.3-13). Većina pripada razredu Insecta (kukci).

Najveća raznolikost svojti zabilježena je na postaji R2 (mjesto Drastin) gdje je i zabilježena strogo zaštićena vrsta iz reda Plecoptera *Perla marginata* (Slika 2.3-15), zaštićena prema Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13), na temelju Zakona o zaštiti prirode (NN 80/13).



Slika 2.3-15 Strogo zaštićena vrsta iz skupine Plecoptera - *Perla marginata*, pronađena tijekom istraživanja na postaji R2.

Najmanja raznolikost zabilježena je na postaji na hidroakumulaciji Valići (R3), gdje su zabilježene samo dvije taksonomske skupine (Oligocheta i Chironomidae), te na postaji R4 (mjesto Pašac) sa samo 6 zabilježenih svojti.

Tablica 2.3-13 Brojnost i sastav svojti bentičkih makrobekralješnjaka po postajama na rijeci Rječini.

VIŠA SKUPINA		VRSTA / ŠIFRA POSTAJE	R1	R2	R3	R4
MOLLUSCA	GASTROPODA		0	5	0	0
	Planorbidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>		5		
ANNELIDA	OLIGOCHAETA		0	0	136	3
	Naididae	<i>Nais communis</i>				2
		<i>Ophidonais serpentina</i>			13	1
	Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> <i>Tubifex tubifex</i>			52 70	
	HIRUDINEA		1	0	0	0
CRUSTACEA	GAMMARIDAE		66	309	0	0
		<i>Gammarus fossarum</i>	61	300		
		<i>Niphargus</i> sp.	5	9		
	COPEPODA*		0	0	0	4
INSECTA	EPHEMEROPTERA		32	129	0	5
	Baetidae	<i>Alainites muticus</i>		9		
		<i>Baetis</i> sp. juv.	5	2		
		<i>Baetis melanonyx</i>		12		
		<i>Baetis rhodani</i>	10	13		
	Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia lauta</i>		13		5
	Ephemerellidae	<i>Serratella ignita</i>		7		
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i> sp. juv.		9		
		<i>Ecdyonurus venosus</i>	17	1		
		<i>Epeorus assimilis</i>		50		
		<i>Rhithrogena braaschi</i>		13		
PLECOPTERA		59	130	0	1	

VIŠA SKUPINA	VRSTA / ŠIFRA POSTAJE	R1	R2	R3	R4
Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.		65		1
Perlodidae	<i>Isoperla</i> sp.	2			
Perlidae	<i>Perla marginata</i>		1		
Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i>		62		
	<i>Brachyptera tristis</i>	57	2		
TRICHOPTERA		10	16	0	0
Hydropsychidae	<i>Hydropsyche (instabilis)</i> sp.		2		
	<i>Hydropsyche</i> sp. juv.		2		
Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i> Sensu stricto Gr.	6	10		
Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.		1		
Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i> sp.		1		
Glossosomatidae	<i>Glossosoma bifidum</i>	4			
COLEOPTERA		13	0	0	0
Elmidae	<i>Elmis</i> sp. Lv.	3			
	<i>Esolus</i> sp. Lv.	10			
DIPTERA					
Chironomidae		55	197	71	7
Tanypodinae	<i>Thienemannimyia</i> sp.		4	1	1
	<i>Procladius</i> sp.			1	
Prodiamesinae	<i>Prodiamesa olivacea</i>			38	
Orthocladiinae g. sp.		11	186		6
	<i>Corynoneura</i> sp.		1		
	<i>Eukiefferiella</i> sp.		6		
	<i>Orthocladius</i> sp.	44			
Chironominae	<i>Chironomus</i> sp.			3	
	<i>Microtendipes</i> gr. <i>pedellus</i>			22	
	<i>Polypedilum scalaenum</i>			6	
Simuliidae		0	31	0	0

*Ova taksonomska skupina ne ulazi u izračune omjera ekološke kakvoće tekućica

Ocjena ekološkog stanja

Ocjenjivanje ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa predstavlja mjerenje promjena strukture i funkcije ekosustava od prirodnog - referentnog stanja. Promjena ekološkog stanja prema Uredbi o standardu kakvoće voda razvrstava se u 5 kategorija kakvoće (Tablica 2.3-14).

Tablica 2.3-14 Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće.

Kategorija ekološkog stanja	Omjer ekološke kakvoće - raspon
Vrlo dobro	0,80 - 1,00
Dobro	0,60 - 0,79
Umjereno	0,40 - 0,59
Loše	0,20 - 0,39
Vrlo loše	< 0,20

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrozoobentosa potrebno je izračunati dva modula:

- MODUL SAPROBNOSTI - izračunavanje razine opterećenja rijeka prema organskim tvarima,
- MODUL OPĆE DEGRADACIJE - određivanje ukupnih antropogenih promjena

Indeksi za pojedini modul nalaze se u tablici (Tablica 2.3-15).

Tablica 2.3-15 Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja.

Element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrozoobentos	Ukupan broj svojti (UBS) Udio oligosaprobni indikatora (OSI%) Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}) BMWP bodovni indeks (BMWP) Prošireni biotički indeks (PBI)	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
	Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H); Ritron indeks (RI); Udio svojti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%) Udio pobirača/sakupljača (P/S%) Indeks biocenotičkog područja (IBR) Broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT-S) Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT%) Broj porodica (BP) Udio Oligochaeta u makrozoobentosu (OLI%)	Hidromorfološke promjene / opća degradacija	Opća degradacija

Za izračunavanje svih korištenih indeksa koristio se računalni program ASTERICS 4.0.4. (dostupan na <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/en/download/berechnung/>). Za izračun indeksa koristila se definirana tablica „List of the Taxa Key Values, useful for the import of existing taxalists to ASTERICS“, dostupna na navedenoj Internet stranici.

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano znatno razlikuju, za ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju (normaliziraju) u raspon od 0 (vrlo loše) do 1 (vrlo dobro), kako bi svi indeksi međusobno bili usporedivi. Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki korišteni indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$OEK = \frac{\text{Vrijednost indeksa - najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost - najlošija vrijednost}}$$

Prema izračunatim indeksima i OEK kakvoća vode na obrađene tri postaje na Rječini je sljedeća:

Tablica 2.3-16 Indeksi za ocjenu ekološkog stanja (izračunati u programu Asterics) s pridruženim omjerima ekološke kakvoće i ukupnom ocjenom ekološkog stanja za pojedinu postaju.

Saprobnost	R1	R2	R4
Ukupan broj svojti (UBS)	14	27	6
OEK	0.26	0.54	0.12
Udio oligosaprobni indikatora (OSI%)	36	38.53	18
OEK	0.85	0.90	0.42
Hrvatski saprobni indeks (SI _{HR})	1.467	1.652	2
OEK	0.85	0.77	0.63
BMWP Bodovni indeks	71	112	25
OEK	0.44	0.58	0.13
Prošireni biotički indeks (PBI)	8.4	8.6	5
OEK	0.58	0.59	0.34
OEK <i>sapr.</i>	0.60	0.67	0.28
	DOBRO	DOBRO	LOŠE
Opća degradacija			
Ritron indeks (RI)	11.6	13.04	20.5
OEK	0.94	0.88	1
Udio probirača/sakupljača (P/S%)	37.36	37.46	77.14
OEK	0.53	0.53	0
Udio predstavnika skupina EPT u makrozoobentosu (EPT%)	52.5	64.45	30
OEK	0.93	1	0.53
Broj EPT svojti (EPT-S)	7	19	2
OEK	0.24	0.72	0.04
Indeks biocenotičkog područja (IBR)	4.2	4.12	6.5
OEK	0.81	0.82	0.37
OEK <i>Op.deg</i>	0.69	0.79	0.38
	DOBRO	DOBRO	LOŠE
OEK <i>ukupno</i>	DOBRO	DOBRO	LOŠE

S obzirom na to da je akumulacija Valići izmjenjeno vodno tijelo i ne možemo je u potpunosti sagledati kao tekućicu, rezultati za tu postaju su prikazani odvojeno i bez ocjene.

Tablica 2.3-17 Indeksi za ocjenu ekološkog stanja s pridruženim omjerima ekološke kakvoće za postaju R3 - akumulacija Valići.

Saprobnost	R3
Ukupan broj svojti (UBS)	9
OEK	0.18
Udio oligosaprobni indikatora (OSI%)	6.15
OEK	0.14
Hrvatski saprobni indeks (SI _{HR})	3.09
OEK	0.17
BMWP Bodovni indeks	3
OEK	0.02

Prošireni biotički indeks (PBI)	2
OEK	0.14
Opća degradacija	
Ritron indeks (RI)	2.5
OEK	0.03
Udio probirača/sakupljača (P/S%)	89.61
OEK	0
Udio predstavnika skupina EPT u makrozoobentosu (EPT%)	0
OEK	0
Broj EPT svojti (EPT-S)	0
OEK	0
Indeks biocenotičkog područja (IBR)	6.37
OEK	0.4

Tablica 2.3-16 prikazuje ukupnu ocjenu stanja ekološke kakvoće koja je za postaje R1 i R2 ocijenjena kao **dobro** stanje. Navedene postaje nalaze se uzvodno od akumulacije Valići, u samom izvorišnom toku Rječine, te nešto nizvodnije kod mjesta Drastin. Kao što je vidljivo iz rezultata, na ovom dijelu toka nema značajnog organskog ili hidromorfološkog opterećenja koje bi utjecalo na zajednicu bentičkih makrobekralješnjaka.

Na postaji R3, akumulacija Valići je došlo do znatne promjene vodnog režima u odnosu na prirodno stanje, odnosno stvoreno je umjetno ujezerenje, te je kao posljedica toga zajednica bentičkih makrobekralješnjaka potpuno izmjenjena.

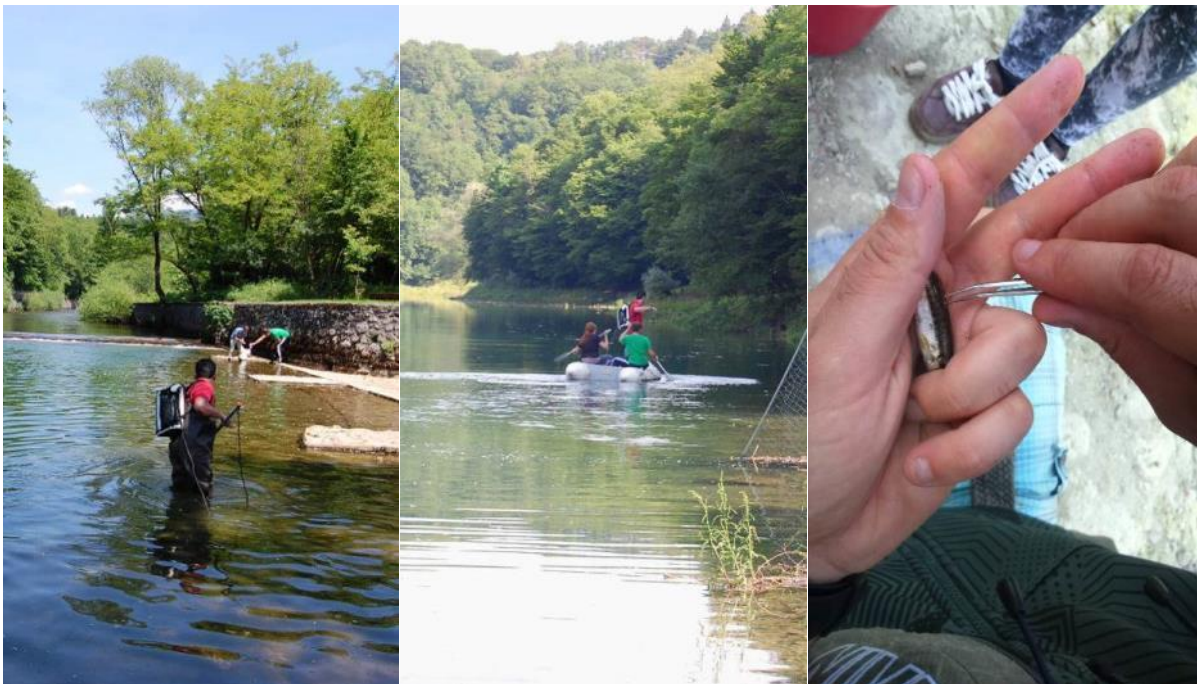
Postaja R4 nalazi se nizvodno od akumulacije Valići, nedaleko mjesta Pašac. Na ovoj postaji se vidi značajan utjecaj akumulacije: zbog nedovoljnog protoka vode kroz branu hidroakumulacije, u sušnim djelovima godine tok Rječine na ovom djelu presušuje. Posljedično, zajednica bentičkih makrobekralješnjaka je znatno izmjenjena te je ocjena stanja ekološke kakvoće za ovu postaju **loše** stanje.

2.3.1.1.4 Ribe

Ribe su jedan od bioloških elemenata kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja rijeka. Obzirom da imaju složene ekološke zahtjeve, ribe služe kao dobri indikatori kakvoće voda te ukazuju na opću degradaciju vodotoka.

Metodologija

Unutar vodnog tijela Rječine odabrane su lokacije koje jasno pokazuju karakteristična staništa određene riblje zajednice. Uzorkovanje riba izvršeno je na četiri lokacije. Metoda ulova je elektroribolov, a određena je s obzirom na konfiguraciju terena (širinu i dubinu vode, pristupačnost vodi). Za izlov jedinki riba korišten je ledni elektroagregat SAMUS 725 izlazne snage do 650 W. Elektroagregatom je rukovala stručna i za to certificirana osoba. RIBE su po izlovu prebačene u kante s vodom i determinirane prema Kottelat & Freyhof (2007): *Handbook of European Freshwater Fishes*. Izmjerena je masa ribe (TW) pomoću digitalne vage (u gramima), standardna dužina (SL) i ukupna dužina (TL) tijela (u centimetrima). Pomoću pincete uzorkovane su ljuske svakoj jedinki kako bi se utvrdila starosna struktura riba. Laboratorijska analiza uključivala je ispiranje ljusaka i njihovo fotografiranje pod povećanjem mikroskopa (Slika 2.3-16).



Slika 2.3-16 Uzorkovanje riba elektroagregatom s obale (lijevo) i iz čamca (sredina) te uzorkovanje ljusaka ribe (desno) (foto: R. Španić).

Rezultati

Na istraživanim lokacijama ukupno su zabilježene 3 vrste riba (Slika 2.3-17 i Slika 2.3-18), a njihova brojnost i raspodjela po istraživanim lokalitetima prikazani su u Tablica 2.3-18. Za usporedbu su dodani podaci uzorkovanja djelatnika PMF-a u Zagrebu 2009. godine na području izvorišta Rječine (Mrakovčić i sur. (PMF), 2011).

Tablica 2.3-18 Brojnost i raspodjela zabilježenih vrsta riba tijekom istraživanja 1. lipnja 2015. godine po istraživanim lokalitetima te tijekom istraživanja PMF-a 2009. godine.

Vrsta	Brojnost				
	R1	R2	R3	R4	Rječina izvor (PMF, 2011)
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	4	2	4		4
<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792	1	1			2
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840		19	13	19	25
Ukupno jedinki	5	22	17	19	31



Slika 2.3-17 Potočna pastrva (*Salmo trutta*) (lijevo, foto: R. Skukan) i njena ljuska gdje tamnije područje (anulus) označava jednu godinu starosti ribe (desno, 40 \times , foto: N. Koletić).



Slika 2.3-18 Kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss*) - lijevo i primorski pijor (*Phoxinus lumaireul*) - desno.

Ocjena ekološkog stanja

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa ribe potrebno je odrediti modul oće degradacije na temelju kvantitativnog indeksa biotičkog integriteta. (IBI_{HR}). Elementi za izračunavanje kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta su sljedeći:

- relativna zastupljenost insektivornih/invertivornih vrsta,
- relativna zastupljenost fitofilnih vrsta,
- relativna zastupljenost litofilnih vrsta,

relativna zastupljenost reofilnih vrsta,
 relativna zastupljenost bentičkih vrsta,
 relativna zastupljenost invazivnih i unesenih vrsta,
 Simpsonov indeks raznolikosti i
 ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti.

Tablica 2.3-19 Ekološke značajke vrsta pronađenih na Rječini, obuhvaćenih indeksom IBI_{HR}.

Vrsta	Ekološke značajke				
	Prehrambena strategija	Supstrat za mrijest	Ekološki zahtjevi	Stupac vode	
<i>Salmo trutta</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	unesena vrsta
<i>Phoxinus lumaireul</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	

Objašnjenje kratica: INV -invertivor, PISC - piscivor, LITO - litofil, RE - reofilna

U slučajevima kada je na terenu zabilježen broj vrsta u uzorku manji od 3 potrebno je procijeniti biološku kakvoću u usporedbi s tipskom zajednicom, ali ne kvantitativno nego kvalitativno. Kako se u većini takvih slučajeva radi o pastrvskim vodama koje nastanjuje samo potočna pastrva, tako je i zajednica uglavnom istovjetna izvornoj, no matematički izračun nije u cijelosti moguć jer su za izračun indeksa raznolikosti u zajednici potrebna najmanje tri člana. Tada se vrijednost procijeni kvalitativno usporedbom s referentnim uzorkom te se vrijednost indeksa izražava rimskim brojem, odnosno stanje se ocijeni kao vrlo dobro i to ocjenom 1, ali za razliku od kvantitativne metode koristi se rimski broj jedan (I).

Vrste koje su pronađene tijekom istraživanja na Rječini uspoređene su sa tipskom zajednicom. Svaku tipsku zajednicu riba čini određeni broj vrsta poznatih ekoloških karakteristika, a određen broj vrsta riba čini tipsku autohtonu ihtiofaunu na nekom području (Hrvatske vode, 2015.).

Opis zajednice tipske autohtone ihtiofaune (Mrakovčić i sur., 2011., Metodologija - Hrvatske vode, 2015.)

DINARSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA

Tip 7 - Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice

U gorskim i prigorskim srednjim i velikim tekućicama prilikom uzorkovanja ihtiofaune za potrebe izrade indeksa zabilježeno je ukupno 25 vrsta riba, od kojih su dvije (sunčanica i dužičasta ili kalifornijska pastrva) vrste unesene poribljavanjem ovih prostora te nisu dio autohtone tipske faune. U gorskim tekućicama dominantna je pastrva, a s usporavanjem vodotoka, dolaze u zajednici i druge vrste te zajednica poprima više ciprinidni karakter.

<i>Abramis brama</i>	<i>Cottus gobio</i>	<i>Rhodeus amarus</i>
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Rutilus virgo</i>
<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Salmo trutta</i>
<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	<i>Sander lucioperca</i>
<i>Barbus barbus</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Silurus glanis</i>
<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Squalius cephalus</i>
<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Thymallus thymallus</i>
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Tinca tinca</i>

Na lokaciji R1 i R2 prisutna je kalifornijska pastrva kao unesena vrsta. S obzirom da je na svakoj od lokacija prisutan broj autohtonih vrsta manji od tri i da se radi o toku rijeke Rječine koja ima krški i salmonidni karakter, ekološko stanje određeno je kao **vrlo dobro**, rimskim brojem jedan (I).

2.3.1.1.5 Fitoplankton

Na dijelu Rječine koja obuhvaća lokaciju R3 nalazi se akumulacija Valići koju možemo sagledavati kao znatno promijenjeno vodno tijelo (tijelo površinske vode koje je zbog fizičkih promjena uslijed ljudske djelatnosti temeljito promijenilo svoj karakter). Budući da je uslijed nastanka akumulacije došlo do promjene u hidromorfologiji tog dijela rijeke, lokacija R3 obrađena je kao stajaći tip površinske vode te se sukladno projektnom zadatku na ovoj postaji, uz ostale biološke pokazatelje, vršilo i uzorkovanje fitoplanktona. Uzorkovanje je vršeno na temelju metodologije koja se primjenjuje za jezerske sustave. Također, budući da sustav za ocjenjivanje kakvoće vode za znatno promijenjena vodna tijela još nije razvijen, nije se određivalo ekološko stanje temeljem fitoplanktona već su rezultati prikazani kvalitativno te je procijenjen stupanj trofije.

Metodologija

Kvalitativni uzorci (mrežni uzorci) uzorkovali su se planktonskom mrežicom promjera oka od 15 µm (Slika 2.3-19). Uzorci fitoplanktona uzorkovali su se šest puta u razmacima od mjesec dana i to od svibnja do listopada 2015. godine. Uzorak se uzimao potezima s dubine od 25 metara na istom mjestu na akumulaciji Valići - na najdubljem dijelu uz branu. Uzorak fitoplanktona koji se sakupio u posudi na kraju mrežice prelio se u označenu bočicu i konzervirao na terenu uz pomoć 4%-tnog formaldehida. Kvalitativna analiza obuhvaćala je određivanje kvalitativnog sastava fitoplanktona (determinaciju vrsta) i ocjenu relativne brojnosti prema skali za ocjenu relativne brojnosti fitoplanktona (1 - povremena vrsta, 2 - rijetka vrsta, 3 - umjereno prisutna vrsta, 4 - brojna vrsta, 5 - masovno prisutna vrsta). Laboratorijska obrada uzoraka svodila se na determiniranje i brojenje dijatomejskih svojiti pod mikroskopom s imerzijskim objektivom pri povećanju od 1000 puta te nedijatomejskih svojiti pod povećanjem od 400 puta.



Slika 2.3-19 Uzorkovanje fitoplanktona mrežicom (lijevo, foto: R. Španić)).

Brojanja stanica metodom slučajnih polja treba izvođeno je prema pravilo usvojeno metodom *HRN EN 15204:2008*: stanice, kolonije ili filamenti koji prelaze ili se sijeku s gornjim rubom i lijevom stranom mrežice se ne broje, dok oni objekti koji prelaze dno ili desnu stranu mrežice se broje. U slučaju kad vidno polje označava probno polje, stanice, kolonije ili filamenti koji prelaze ili se sijeku s rubom lijeve polovice vidnog polja se ne broje, a oni objekti koji prelaze rub desne polovice vidnog polja se broje.

Broj prebrojanih stanica preračunat je na broj stanica po litri (br.stan.L⁻¹) pomoću formule:

$$N = x \eta$$

gdje je:

N - broj stanica po litri (br. L⁻¹)

x - ukupan broj svih prebrojanih stanica, cenobija, kolonija ili filamenata u probnim poljima

η - koeficijent za preračunavanje

Koeficijent za preračunavanje (η) računao se prema sljedećoj formuli:

$$\eta = \frac{P_k 1000}{P_x V_s}$$

gdje je:

η - koeficijent za preračunavanje

P_k - površina komorice izražena u postotku (100%)

P_x - površina svih probnih polja izražena u postotku (x %)

V_s - volumen poduzorka koji se sedimentirao (mL)

Mjerenje svojti provodilo se pomoću okularnog mikrometra tijekom brojenja stanica na što većem povećanju. Na temelju izračunatog volumena pripadajućih geometrijskih tijela algi i cijanobakterija dobio se volumen i on se izrazio u mm^3L^{-1} . Popis algi s pripadajućim geometrijskim tijelima te faktori preračunavanja za treću dimenziju preuzeti su iz *Savjetodavne norme za procjenu biovolumena mikroalgi prEN 16695:2013*. Ukupna biomasa stanica pojedine svojte dobila se množenjem biomasa stanice s ukupnim brojem stanica. Ukupna biomasa fitoplanktona jednog uzorka predstavlja zbroj svih biomasa utvrđenih svojti. Udio taksonomskih skupina fitoplanktona izračunat je kao postotni udio biomase pojedinih taksonomskih skupina u odnosu na ukupnu biomasu fitoplanktona.

Stanice i kolonije dijatomejskih i nedijatomejskih svojti su fotografirane i određene do sistematske kategorije roda/vrste pomoću recentne determinacijske literature.

Rezultati i procjena stanja

Obilježja ovog vodnog tijela u pravilu su vezana za stajaćice, a upravo se zbog izmijenjenih karakteristika u odnosu na prirodno stanje vodotoka, ovaj dio toka Rječine uzorkovao i sagledavalo kao jezerski sustav, odnosno stajaćica. Budući da sustav za ocjenjivanje kakvoće vode za znatno promijenjena vodna tijela još nije razvijen, ocjena ekološkog stanja temeljem fitoplanktona (prema Uredbi o standardu kakvoće voda) nije bila moguća. Stoga je temeljem rezultata jedino bilo moguće procijeniti stupanj trofije za ovo vodno tijelo.

U nastavku je dan prikaz rezultata za sastav vrsta po pojedinim mjesecima, njihova procijenjena brojnost, broj stanica po litri, kao i biovolumen stanica (Tablica 2.3-20). Također je dan prikaz promjene udjela pojedinih skupina fitoplanktona po pojedinim mjesecima (Tablica 2.3-21).

Broj zabilježenih vrsta bio je dosta ujednačen kroz cijelo razdoblje uzorkovanja, izuzev vrlo malog broja vrsta u kolovozu kada je zabilježeno samo 5 vrsta. Međutim, unatoč malom broju vrsta, njihova brojnost bila je velika pa je tako i ukupna biomasa algi znatno viša u kolovozu u odnosu na prijašnje mjesece, što se odražava i na koncentraciju klorofila *a*. Najveća biomasa i najviša koncentracija klorofila *a* zabilježena je u rujnu.

Tablica 2.3-20 Ukupna lista zabilježenih svojiti fitoplanktona, njihova procijenjena brojnost (B), broj stanica po litri (N) i biovolumen stanica (volumen jedne stanice × broj stanica po litri) izražen u mm³L⁻¹ (V).

Datum uzorkovanja	5.5.2015.			1.6.2015.			3.7.2015.			20.8.2015.			9.9.2015.			12.10.2015.		
SVOJTA	B	N	V	B	N	V	B	N	V	B	N	V	B	N	V	B	N	V
<i>Achnantheidium sp.</i>				1	400	120												
<i>Ankistrodesmus sp.</i>				1	360	54	1	360	54									
<i>Asterionella anatinum</i>													1	320	64			
<i>Asterionella formosa</i>	5	2680	1763															
<i>Achnantheidium sp.</i>	1	320	96				1	280	84									
<i>Ceratium sp.</i>										5	6400	12800	5	6160	12320	3	1080	2160
<i>Chlorella sp.</i>																1	240	12
<i>Closterium sp.</i>													1	280	112			
<i>Cocconeis sp.</i>	1	360	72	1	360	72	1	320	64				1	280	56			
<i>Coelastrum sp.</i>													1	240	36			
<i>Cosmarium sp.</i>				1	440	220	1	400	280									
<i>Craticula sp.</i>																1	200	40
<i>Cyclotella sp.</i>	1	280	56															
<i>Cymatopleura sp.</i>							1	280	56									
<i>Cymbella sp.</i>	1	420	126	3	1400	420	3	1120	336									
<i>Diatoma sp.</i>	3	1120	360	5	3200	960	1	280	84				1	320	96	1	280	84
<i>Dinobryon sp.</i>										5	5920	1776	3	1200	360			
<i>Diploneis sp.</i>				1	320	128	1	320	96									
<i>Eunotia sp.</i>																		
<i>Gomphonema sp.</i>	3	1240	372	1	320	96	3	1160	348				1	280	70	1	200	60
<i>Mallomonas sp.</i>													3	1120	336			
<i>Melosira sp.</i>	1	320	160															
<i>Merismopedia sp.</i>				1	360	50	1	280	39									
<i>Mougeotia sp.</i>	1	280	224	1	400	1360	1	360	1440				1	360	1440	1	280	1120
<i>Navicula sp.</i>	1	280	56	5	3520	1056	3	1280	384							1	240	24
<i>Nitzschia sp.</i>				3	1600	320	5	3520	704							3	960	192
<i>Nostoc sp.</i>							1	400	90									
<i>Oedogonium sp.</i>	1	320	260															

<i>Oscillatoria sp.</i>	1	360	1440	1	440	1760	3	1320	5280					1	280	1120		
<i>Oscillatoria rubescens</i>							1	440	1600									
<i>Pandorina sp.</i>										1	760	76	3	1080	54			
<i>Peridinium sp.</i>										1	840	1260	5	5800	8700	1	200	300
<i>Phormidium sp.</i>																1	160	320
<i>Pleurosigma sp.</i>																1	160	32
<i>Scenedesmus obliquus</i>													1	320	64			
<i>Spirogyra sp.</i>																1	200	800
<i>Staurastrum anatinum</i>										3	3160	474	1	280	56	1	240	48
<i>Surirella sp.</i>													1	280	84	1	240	60
<i>Synedra sp.</i>	3	1480	444	1	360	108							3	1160	232			
Ukupna biomasa			7329			6724			11179					16386	24080			6372

Tablica 2.3-21 Udio taksonomskih skupina fitoplanktona (udio pojedine skupine/ukupna biomasa fitoplanktona).

POSTOTNI UDIO BIOMASE						
TAKSONOMSKA SKUPINA	5.5.2015.	1.6.2015.	3.7.2015.	20.8.2015.	9.9.2015.	12.10.2015.
Bacillariophyceae (BAC)	73,75%	48,79%	21,44%		2,5%	7,73%
Chlorophyta (CHCH)	6,6%	24,3%	15,87%	3,36%	8,72%	31,07%
Chrysophyta (CHRY)				10,84%	1,49%	
Cyanophyta (CYAN)	19,65%	26,91%	62,69%			22,6%
Dinophyta (DIN)				85,8%	87,29%	38,6%

Koncentracija klorofila *a* određena je tijekom svih 6 uzorkovanja. Koncentracija klorofila *a* u površinskim vodama direktan je pokazatelj njegovog trofičkog stanja. Određivanje koncentracije klorofila *a* daje informaciju o količini algi i njihovoj fotosintetskoj aktivnosti. Temeljem dobivenih rezultata za svih 6 uzorkovanja, procijenjena je srednja godišnja vrijednost. Vrijednosti za ukupni fosfor izmjerene su tijekom 4 uzorkovanja (*Poglavlje 2.3.1.3*), a prozirnost je tijekom sva 4 uzorkovanja iznosila 8 m (Tablica 2.3-22). Dubina akumulacije iznosi oko 25 m na dijelu gdje je vršeno uzorkovanje.

Tablica 2.3-22 Izmjerene vrijednosti klorofila *a*, ukupnog fosfora (P) i prozirnosti na akumulaciji Valići tijekom godine.

Datum uzorkovanja	Koncentracija klorofila <i>a</i> (µg Chl <i>a</i> /L)	Datum uzorkovanja	Ukupni P	Prozirnost
5.5.	8,5794	25.3. 1.6. 31.8. 2.11.	0,021 0,009 0,019 0,020	8 m
1.6.	7,8712			
3.7.	13,0863			
20.8.	19,1818			
9.9.	28,1885			
12.10.	7,4592			
Srednja godišnja vrijednost	14,0611		0,0155	

Eutrofikacija je prirodan proces unutar vodnih tijela koji ukazuje na promjene u ekosustavu uzrokovane prekomjernom brzinom stvaranja organske tvari, odnosno njenim vanjskim donosom. Za određivanje stupnja trofije u jezerskim sustavima koristi se Carlsonov indeks trofije (TSI ; Carlson, 1977). To je česta metoda koja koristi vrijednosti prozirnosti vode, klorofila *a* i ukupnog fosfora za dobivanje indeksa stupnja trofije = TSI (eng. trophic state index). Raspon vrijednosti indeksa je od 0 do 100.

Formule za računanje Carlsonovog indeksa trofije (CTSI) su:

TSI za klorofil *a* TSI(CA) = 9.81ln * koncentracija klorofila *a* (µg/L) + 30.6

TSI za prozirnost vode TSI(SD) = 60 - 14.41ln * prozirnost vode (m)

TSI for ukupni fosfor TSI(TP) = 14.42 ln * ukupni fosfor (µg/L) + 4.15

CTSI = [TSI (TP)+TSI (CA)+TSI (SD)]/3

Na osnovi rezultata (srednjih godišnjih vrijednosti) iz Tablica 2.3-22 izračunata je vrijednost indeksa trofije te procijenjeno stanje u akumulaciji Valići. Carlsonov TSI za akumulaciju Valići iznosi 35,18, što svrstava ovu akumulaciju u vode oligotrofnog stanja s mogućom pojavom anoksije u hipolimniju (Tablica 2.3-23).

Tablica 2.3-23 Vrijednosti Carlsonovog indeksa trofije.

TSI (Carlson 1977)	INDEKS STUPNJA TROFIJE i KAKVOĆA VODE
< 30	Oligotrofno stanje; bistra voda i dobra opskrbljenost vode kisikom
30-40	Oligotrofno stanje; bistra voda; Moguća pojava anoksije u hipolimnionu (DO =0)
40-50	Mezotrofno stanje; voda je umjereno bistra, povećana vjerojatnost anoksije u hipolimnionu tijekom ljeta
50-60	Eutrofno stanje; anoksični hipolimnion, mogući problemi s makrofitama
60-70	Dominacija cijanobakterija, nakupine algi prisutne i raširenost makrofitske vegetacije
70-80	Hipertrofija; ograničeno prodiranje svjetlosti, velika količina algi i makrofita prisutna
> 80	Algalne nakupine, makrofita rjeđe, ali prisutne

2.3.1.1.6. Ocjena stanja prema biološkim pokazateljima

U Tablica 2.3-24 prikazane su ocjene stanja vode na istraživanim postajama prema biološkim pokazateljima.

Za postaju R3 (akumulacija Valići) stanje prema makrozoobentosu nije ocijenjeno jer je postaja uzorkovana prema metodologiji za jezera pa time rezultat nije usporediv.

Tablica 2.3-24 Ocjena stanja površinskih voda prema biološkim elementima kakvoće za ocjenu ekološkog stanja.

Biološki elementi ocjene kakvoće	POSTAJE			
	R1	R2	R3	R4
FITOBENTOS	D	U	D	U
MAKROFITI	VD	U	VL	U
MAKROZOOBENTOS	D	D	-	L
RIBE*	VD (I)	VD (I)	VD (I)	VD (I)
UKUPNA OCJENA STANJA VODA	DOBRO	UMJERENO	VRLO LOŠE	LOŠE

* kada je na terenu zabilježen broj vrsta u uzorku manji od 3, stanje se procjenjuje kvalitativno usporedbom s referentnim uzorkom te se vrijednost indeksa izražava rimskim brojem, odnosno stanje se ocijeni kao vrlo dobro i to ocjenom 1, ali za razliku od kvantitativne metode koristi se rimski broj jedan (I)



2.3.1.2 Hidromorfološki pokazatelji

Na osnovu terenskih istraživanja koja su se odvijala u lipnju 2015. godine, ocijenjene su hidromorfološke značajke vodotoka na postajama duž rijeke Rječine - Izvor Rječine (R1), Drastin (R2), Valići (R3), Pašac (R4) i kanjonski dio Rječine (R5). Pri mjerenju istih, korišteni su ovi mjerni instrumenti: mjerna letva, laserski daljinomjer. Promatrani profili su dokumentirani i fotografirani prema zatečenom stanju. Ocjena hidromorfološkog stanja Rječine određivana je prema Vodiču za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj - prijedlog iz ožujka 2013. godine i prema *Metodologiji monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja* (Hrvatske vode, 2015).

Metodologija ocjenjivanja povezana je s definiranjem referentnih uvjeta i određivanjem granica kategorija ekološkog stanja. Referentni uvjeti („vrlo dobro stanje“ prema ODV-u) za hidromorfologiju uzimaju u obzir prirodni raspon varijacije, ali formiraju usku kategoriju kvalitete. Ocjenjivanjem hidromorfoloških značajki vodotoka na temelju terenskih istraživanja i ostalih izvora utvrđuje se, u kojoj mjeri se ispunjavaju kriteriji opisani referentnim uvjetima, odnosno odstupanje od istih. Referentno stanje definirano je nenarušenim hidrološkim režimom, nenarušenim kontinuitetom vodotoka (neometana migracija vodenih organizama i pronos nanosa) i nenarušenim morfološkim uvjetima (oblici korita, varijacije širine i dubine, protoka, stanje podloge te struktura i stanje obalnih pojasa). Stupanj odstupanja od referentnog stanja koristi se za svrstavanje pojedine dionice u određenu kategoriju na temelju stupnja hidromorfološke promjene.

Ocjena hidromorfološke promjene

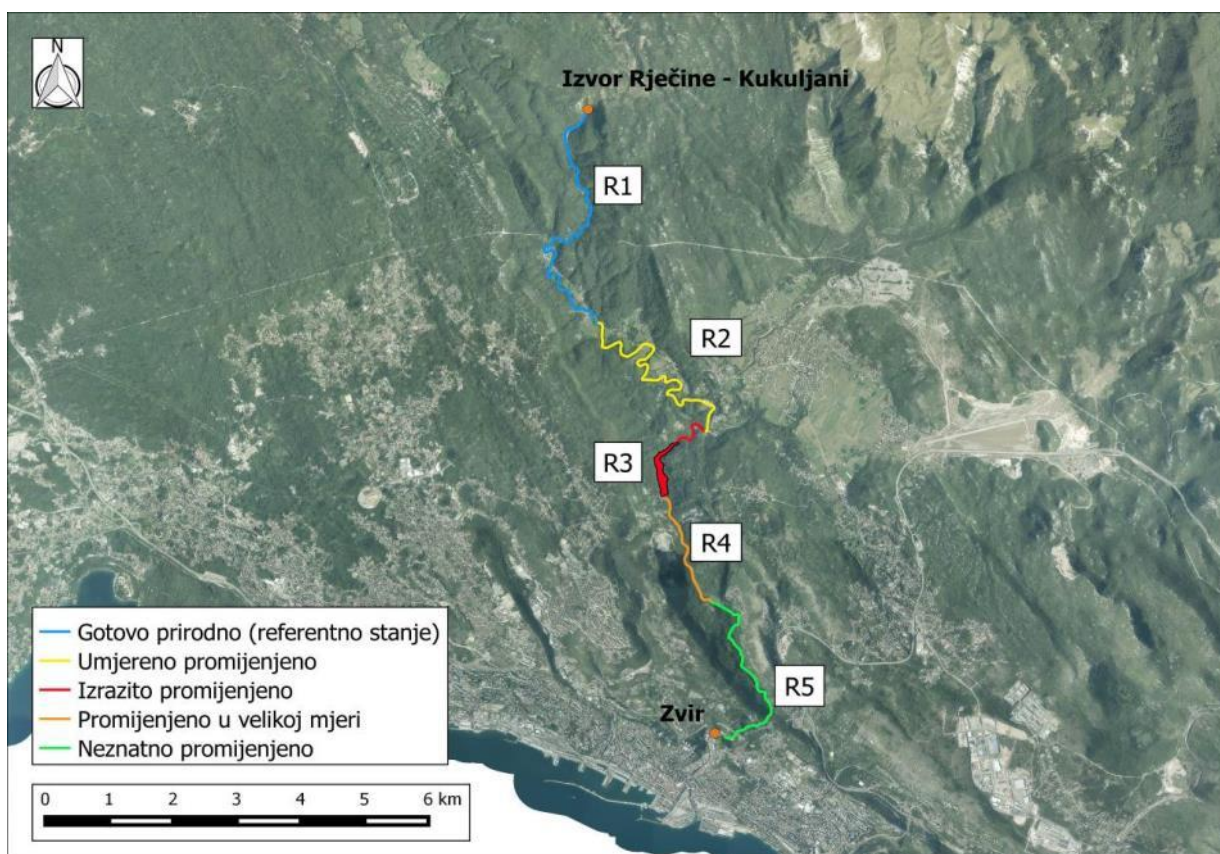
Hidromorfološke značajke ocjenjivane su u kontinuitetu od početne točke istraživane dionice do krajnje točke istraživane dionice, te su prikazane u tablici (Tablica 2.3-25). Ocjena pojedinog istraživanog odsječka reprezentira cijelu dionicu promatranog dijela vodotoka. Ocjena postaje Izvor Rječine (R1) dana je za dionicu rijeke Rječine od izvora do naselja Zoretići. Ocjena postaje Drastin (R2) predstavlja dionicu vodotoka Rječine od naselja Zoretići do naselja Drastin. Ocjena postaje Valići (R3) reprezentira dionicu toka od naselja Drastin do brane kod sela Grohovo. Ocjena postaje Pašac (R4) dana je za dionicu toka od brane na akumulaciji Valići do mosta Pašac u istoimenom naselju odnosno do početka nepristupačnog kanjona Rječine. Kanjonski nepristupačan dio vodotoka Rječine (R5) ocjenjen je od mosta Pašac do izlaska iz kanjona neposredno prije izvorišta Zvir, odnosno do prijelaznih voda vodotoka Rječine.

Ocjena ekološkog stanja temeljem hidromorfoloških elemenata kakvoće dobije se osrednjavanjem vrijednosti svih 16 elemenata ocjene, koji se svrstavaju u tri glavne kategorije obilježja: hidrologija, uzdužna povezanost, morfologija (Tablica 2.3-26). Svi pokazatelji mogu se bodovati kvalitativno, a neki od njih i kvantitativno. Bodovanje se vrši brojevima od 1 do 5, pri čemu je 1-gotovo prirodno; 2-neznatno promijenjeno; 3-umjereno promijenjeno, 4-promijenjeno u velikoj mjeri, 5-izrazito promijenjeno. Kod trostupanjske ljestvice bodovanja (za kvalitativne podatke) koriste se samo bodovi 1, 3 i 5, dok se kod peterostupanjske ljestvice bodovanja koristi svih 5 bodova (za kvantitativne podatke).

U nastavku je dan pregled ocjena ekološkog stanja prema kategorijama obilježja (Tablica 2.3-25) te prema jedinstvenoj ocjeni za cijelu dionicu, prema svim pokazateljima (Tablica 2.3-26).

Tablica 2.3-25 Pregled troznamenkaste ocjene hidromorfološkog stanja (1- gotovo prirodno ili neznatno promijenjeno; 3-umjerenno promijenjeno, 5- promijenjeno u velikoj mjeri ili izrazito promijenjeno).

POSTAJA	Ocjena za morfologiju	Maksimalna ocjena za hidrologiju	Uzdužna povezanost
R1	1	3	1
R2	3	3	5
R3	5	5	3
R4	3	5	5
R5	1	5	5



Slika 2.3-20 Prikaz hidromorfološkog stanja po dionicama vodotoka.

Ocjena ekološkog stanja pokazuje kako je stanje prema hidromorfološkim pokazateljima najbolje na dionici R1, gdje je dionica Rječine u gotovo prirodnom stanju, dok je stanje na nizvodnim dijelovima nezadovoljavajuće. Na dionici R3 i R4 uslijed izgradnje brane i akumulacije Valići te konsolidacijskih stepenica ispod brane došlo je do znatnog narušavanja hidromorfoloških karakteristika te očekivano upravo ove dionice imaju i najnižu ocjenu. Dionica Rječine nizvodno od mosta Pašac (R5) je još uvijek u dobrom stanju, čemu je razlog najvjerojatnije strmost samog kanjona i nepristupačnost tog dijela toka.

Tablica 2.3-26. Pregled hidromorfoloških značajki i ocjena stanja vodotoka

ZNAČAJKE			Izvor Kukuljani		Drastin		Akumulacija Valići		Pašac		Kanjon	
			R1	R2	R3	R4	R5					
OPIS PROFILA	Zemljopisna širina lokacije	početak	337564,23	337613,3	339418,8	338764,5	339478,8					
		Kraj	337613,3	339418,8	338764,5	339478,8	339718,0					
	Zemljopisna dužina lokacije	početak	5033773,77	5030496,4	5028561,5	5027520,2	5025815,7					
		Kraj	5030496,4	5028561,5	5027520,2	5025815,7	5023611,5					
	Nadmorska visina (m.n.v.)		325-285	285-239	239-222	222-148	148-13					
	Širina korita (m)	početak	7	15	25	120	20					
Kraj		15	25	120	20	23						
BODOVANJE			kv	kn	kv	kn	kv	kn	kv	kn	kv	kn
HIDROLOGIJA	Protok	Učinci umjetnih građevina u koritu unutar dionice	3	-	3	-	5	-	5	-	5	-
		Učinci promjena širom sliva na karakter prirodnog toka	3		3		5	-	5	-	5	-
		Učinci promjene u dnevnom protoku	3	-	3	-	5	-	5	-	5	-
	UKUPNO		3	0	3	0	5	0	5	0	5	0
UZDUŽNA POVEZANOST	Uzdužna povezanost pod utjecajem umjetnih građevina		1	-	5	-	3	-	5	-	5	-
	UKUPNO		1	-	5	-	3	-	5	-	5	-
MORFOLOGIJA	Geometrija korita	Tlocrtni oblik	1	1	1	1	5	3	3	4	1	1
		Presjek korit	1	2	3	4	5	4	3	4	1	1
	Podloga	Količina umjetnog materijala	1	2	3	3	5	5	3	5	1	1
		Mješavina „prirodnih“ podloga ili izmjena značajka	1	-	3	-	5	-	5	-	1	-
	Vegetacija i organski ostaci u koritu	Uklanjanje vodene vegetacije	1	-	3	-	5	-	5	-	1	-
		Količina drvenih ostataka, ako se očekuju	1	-	1	-	5	-	3	-	1	-
	Erozija	Prisutnost elemenata unutar korita poput šljunčanih grebena i		1	-	1	-	5	-	3	-	3

ZNAČAJKE			Izvor Kukuljani		Drastin		Akumulacija Valići		Pašac		Kanjon	
			R1		R2		R3		R4		R5	
		sl.										
	Struktura obale i promjene na obali	Opseg dionice pod utjecajem umjetnog materijala (% duljine obale)	1	2	3	3	5	5	5	4	1	1
	Vrsta/struktura vegetacije na okolnom zemljištu	Zemljišni pokrov na obalnom pojasu (% duljine obale)	1	2	3	3	5	5	1	2	1	1
	Korištenje zemljišta i s time povezana obilježja	Korištenje zemljišta iza obalnog pojas	1	2	3	4	1	1	1	2	1	1
	Interakcija između korita i poplavnog područja	Stupanj lateralne povezanosti rijeke i poplavnog područja	1	1	5	5	5	5	np	np	np	Np
		Stupanj lateralnog kretanja korita rijeke	1	1	5	5	5	5	np	np	np	np
	UKUPNO		1	2	3	4	5	4	3	4	1	1
Troznamenakasta oznaka			131		335		553		355		155	
Grupiranje obilježja u skladu sa zonom		Korito	2	2	3	3	5	4	4	4	3	1
		Obale/obalni pojas	1	2	3	3	5	5	3	3	1	1
		Poplavno područje	1	1	4	5	4	4	1	2	1	1
JEDINSTVENA OCJENA ZA CIJELU DIONICU			1	2	3	4	5	4	4	4	2	1

početak/kraj - početak/kraj istraživanog odsječka

kv - kvalitativno bodovanje (bodovna kategorija B)

kn - kvantitativno bodovanje (bodovna kategorija A)

- obilježje se ne boduje

2.3.1.3 Fizikalno-kemijski pokazatelji

U okviru ovog projektnog zadatka provedena su mjerenja osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata kakvoće koji prate biološke elemente kakvoće. Mjerenja su provedena tijekom 2015. godine, u četiri termina (ožujak, lipanj, kolovoz, studeni), na četiri postaje (R1, R2, R3 i R4) čije lokacije su detaljno opisane u Tablica 2.3-1. Analize su obavljene na Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, na zdravstveno-ekološkom odjelu.

Prema Uredbi, u osnovne fizikalno-kemijske i kemijske elemente koji prate biološke elemente ubrajaju se:

- **Osnovni fizikalno-kemijski elementi:** temperatura, režim kisika, sadržaj iona, pH, m-alkalitet, hranjive tvari
- **Specifične onečišćujuće tvari:**
 1. Specifične nesintetske onečišćujuće tvari: arsen i njegovi spojevi, bakar i njegovi spojevi, cink i njegovi spojevi, krom i njegovi spojevi
 2. Specifične sintetske onečišćujuće tvari: fluoridi
 3. Ostale onečišćujuće tvari: organski vezani halogeni koji se mogu adsorbirati (AOX), poliklorirani bifenili (PCB)

Osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji

Grafične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje prema tipu površinske vode dane su u Tablica 2.3-27.

Tablica 2.3-27 Grafične vrijednosti ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje

Gračnična vrijednost ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje - vrijednost 50-og percentila										
EKOREGIJA	OZNAKA TIPA	KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA	Zakiseljenost	Režim kisika		Hranjive tvari				
			pH	BPK5	KPK-Mn	Amonij	Nitrati	Ukupni dušik	Ortofosfati	Ukupni fosfor
				mg O ₂ /l	mg O ₂ /l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg P/l
DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBREGIJA	HR-R_7	Vrlo dobro	7,4-8,5	1,3	1,6	0,02	0,7	1	0,01	0,02
		Dobro	7,0-7,4	2,5	3,2	0,1	1,2	1,5	0,03	0,06
			8,5-9,0							

Rezultati analize kakvoće na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja prikazani su u Tablica 2.3-31. Prema Uredbi se ocjena stanja tijela površinske vode na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata koji prate biološke elemente za rijeke vrši na temelju mjerodavne vrijednosti koja predstavlja pedeseti percentil svih rezultata mjerenja, izmjerenih u različitim razdobljima tijekom kalendarske godine. Upravo su ove mjerodavne vrijednosti prikazane u tablici Svijetlozelenom bojom istaknuti su osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji.

Tablica 2.3-28 Ocjena ekološkog stanja kakvoće voda na istraživanim postajama temeljem osnovnih fizikalno-kemijskih elemenata koji prate biološke elemente.

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Mjerna postaja			
		R1	R2	R3	R4
Prozirnost	[m]	do dna	do dna	8 m	do dna
Temperatura vode	[°C]	8,3	8,65	8,55	13,05
pH		8,2	8,2	8,25	7,9
El,vodljivost	[μS/cm]	213	217,5	222,5	371
Alkalitet, m	[mg/l CaCO ₃]	130	134	135	183,5
Alkalitet,karbonatni	[mg/l CaCO ₃]	0	0,5	1,5	0
Ukupna tvrdoća	[mg/l CaCO ₃]	168	173	169	235,5
Hidrogenkarbonati	[mg/l HCO ₃ ⁻]	158,5	163,5	163,5	224
Ukupne suspenzije	[mg/l]	<2	<2	<2	<2
Otopljeni kisik	[mg/l]	11,75	11,7	11,7	9,95
Zasićenje	[%]	101	99	100	94,5
KPK _{KMnO4}	[mg O ₂ /l]	1,065	1,17	1,185	1,175
BPK ₅	[mg O ₂ /l]	0,95	1,4	1,15	0,88
Ukupni organski ugljik	[mg/l]	0,65	0,91	0,85	1,3
Amonij	[mg N/l]	0,0055	0,005	0,0065	0,0045
Nitrati	[mg N/l]	0,755	0,685	0,68	0,325
Ukupni N	[mg N/l]	0,815	0,83	0,8	0,495
Ortofosfati	[mg P/l]	0	0,005	0,006	0,005
Ukupni P	[mg P/l]	0,0195	0,018	0,0155	0,018
Sulfati	[mg/l]	2,495	2,99	3,045	32,95
Kloridi	[mg/l]	0,97	1,04	1,1	4,4
Natrij	[mg/l]	0,96	1,05	1,1	10,9
Kalij	[mg/l]	0,185	0,195	0,21	1,205
Magnezij	[mg/l]	6,165	6,29	6,33	10,35
Kalcij	[mg/l]	57	58,75	57,4	77,35
UKUPNO		DOBRO	DOBRO	VRLO DOBRO	VRLO DOBRO

Mjerodavne vrijednosti uspoređene su s graničnim vrijednostima propisanim Uredbom te su postaje raspoređene u određene kategorije kakvoće i označene pripadajućim bojama:

VRLO DOBRO	Mjerodavna vrijednost svakog pokazatelja manja je ili jednaka granicama kategorija vrlo dobrog ekološkog stanja
DOBRO	Mjerodavna vrijednost svakog pokazatelja manja je ili jednaka granicama kategorija za dobro, a da je pritom mjerodavna vrijednost barem jednog pokazatelja veća od granica kategorija vrlo dobrog ekološkog stanja
UMJERENO	Mjerodavna vrijednost najmanje jednog pokazatelja veća je od granica kategorija dobrog ekološkog stanja

Prema prethodno navedenome, mjerne postaje R1 i R2 pripadaju kategoriji **dobrog** ekološkog stanja zbog toga što su vrijednosti nitrata (za R1) i BPK₅ (za R2) nešto veće od granica kategorija vrlo dobrog ekološkog stanja. Postaje R3 i R4 su u kategoriji **vrlo dobrog** ekološkog stanja za osnovne fizikalno-kemijske elemente, odnosno možemo reći kako je stanje zadovoljavajuće na svim postajama.

Specifične onečišćujuće tvari

Kemijsko stanje tijela površinske vode utvrđuje se na temelju prosječne godišnje koncentracije (PGK) i maksimalne godišnje koncentracije (MGK) pokazatelja prioriternih i prioriternih opasnih tvari. U Tablica 2.3-29 prikazane su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za specifične onečišćujuće tvari:

Tablica 2.3-29 Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za specifične onečišćujuće tvari.

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za specifične onečišćujuće tvari za kopnene površinske vode			
Opasne tvari	CAS ⁷ broj	Prosječna godišnja koncentracija (PGK) [µg/l]	Maksimalna godišnja koncentracija (MGK) [µg/l]
Specifične nesintetske onečišćujuće tvari			
bakar i njegovi spojevi	7440-50-8	≤1,1 (Kategorija 1 i 2)	ne primjenjuje se
		4,8 (Kategorija 3)	
		8,8 (Kategorija 4)	
		> 8,8 (Kategorija 5)	
cink i njegovi spojevi	7440-66-6	≤ 7,8 (Kategorija 1 i 2)	ne primjenjuje se
		35 (Kategorija 3)	
		52 (Kategorija 4)	
		> 52 (Kategorija 5)	
krom i njegovi spojevi	7440-47-3	9	ne primjenjuje se
Ostale onečišćujuće tvari			
Organski vezani halogeni koji se mogu adsorbirati (AOX)	-	50	ne primjenjuje se
Poliklorirani bifenili (PCB)	-	0,01	ne primjenjuje se

⁷ CAS: Chemical Abstracts Service

Za bakar i cink i njihove spojeve granične vrijednosti PGK variraju ovisno o tvrdoći vode specificiranoj u 5 kategorija: 1. Kategorija: < 40 mg CaCO₃/l, 2. Kategorija: 40 do <50 mg CaCO₃/l, 3. Kategorija: 50 do <100 mg CaCO₃/l, 4. Kategorija: 100 do <200 mg CaCO₃/l, te 5. Kategorija: ≥ 200 mg CaCO₃/l. Budući da je tvrdoća vode bila jedan od mjerenih pokazatelja (Tablica 2.3-28), određena je kategorija ovisno o izmjerenoj tvrdoći vode na svim postajama. Uzorci sa sve četiri postaje spadaju u 4. Kategoriju tvrdoće vode te su sukladno tome kao PGK za bakar i njegove spojeve, odnosno za cink i njegove spojeve, uzete koncentracije od 8,8 µg/l, odnosno 52 µg/l.

Mjerodavne vrijednosti pokazatelja specifičnih onečišćujućih tvari te ocjena stanja na pojedinim mjernim postajama na temelju graničnih vrijednosti danih Uredbom prikazani su u Tablici Tablica 2.3-30 Pokazatelji čije su granične vrijednosti propisane Uredbom označeni su ružičastom bojom. Kod ocjene stanja, sukladno Uredbi, dodjeljuju se pripadne kategorije koje se označuju kao:

DOBRO	Mjerodavna vrijednost svakog pokazatelja manja je ili jednaka granicama kategorija dobrog ekološkog stanja
UMJERENO	Mjerodavna vrijednost najmanje jednog pokazatelja veća je od granica kategorija dobrog ekološkog stanja

Tablica 2.3-30 Ocjena ekološkog stanja kakvoće voda na istraživanim postajama temeljem specifičnih onečišćujućih tvari.

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Mjerna postaja			
		R1	R2	R3	R4
Fluoridi	[µg/l]	22	22	24	36,5
Arsen	[µg/l]	0,3	0,3	0,4	0,3
Bakar	[µg/l]	0,7	0,4	0,5	0,45
Cink	[µg/l]	<2	<2	<2	<2
Krom	[µg/l]	0,4	0,4	0,4	0,45
Krom VI	[µg/l]	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
PCB	[µg/l]	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
AOX	[µg/l]	<50	<50	<50	<50
UKUPNO		DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO

Prema kriterijima danima Uredbom, vode sve četiri mjerne postaje (R1, R2, R3 i R4) pripadaju kategoriji **dobrog** ekološkog stanja za specifične onečišćujuće tvari, budući da niti jedan pokazatelj na sve četiri postaje ne premašuje dane granične vrijednosti koncentracija.

2.3.1.4 Ukupna ocjena ekološkog stanja površinskih voda Rječine

Analizom bioloških i hidromorfoloških elemenata kakvoće te osnovnih fizikalno-kemijskih elemenata i specifičnih onečišćujućih tvari (navedeni u prijašnjim poglavljima) procijenjena je ukupna ocjena ekološkog stanja površinskih voda na istraživanim postajama. Ukupne ocjene stanja voda za svaku postaju prikazane su u narednoj tablici.

Tablica 2.3-31. Ukupna ocjena stanja površinskih voda prema svim elementima kakvoće za ocjenu ekološkog stanja.

Elementi ocjene kakvoće	POSTAJE			
	R1	R2	R3	R4
BIOLOŠKI	D	U	VL	L
OSNOVNI FIZIKALNO-KEMIJSKI	D	D	VD	VD
SPECIFIČNE ONEČIŠĆUJUĆE TVARI	D	D	D	D
HIDROMORFOLOŠKI	VD	U	VL	L
UKUPNA OCJENA STANJA VODA	DOBRO	UMJERENO	VRLO LOŠE	LOŠE

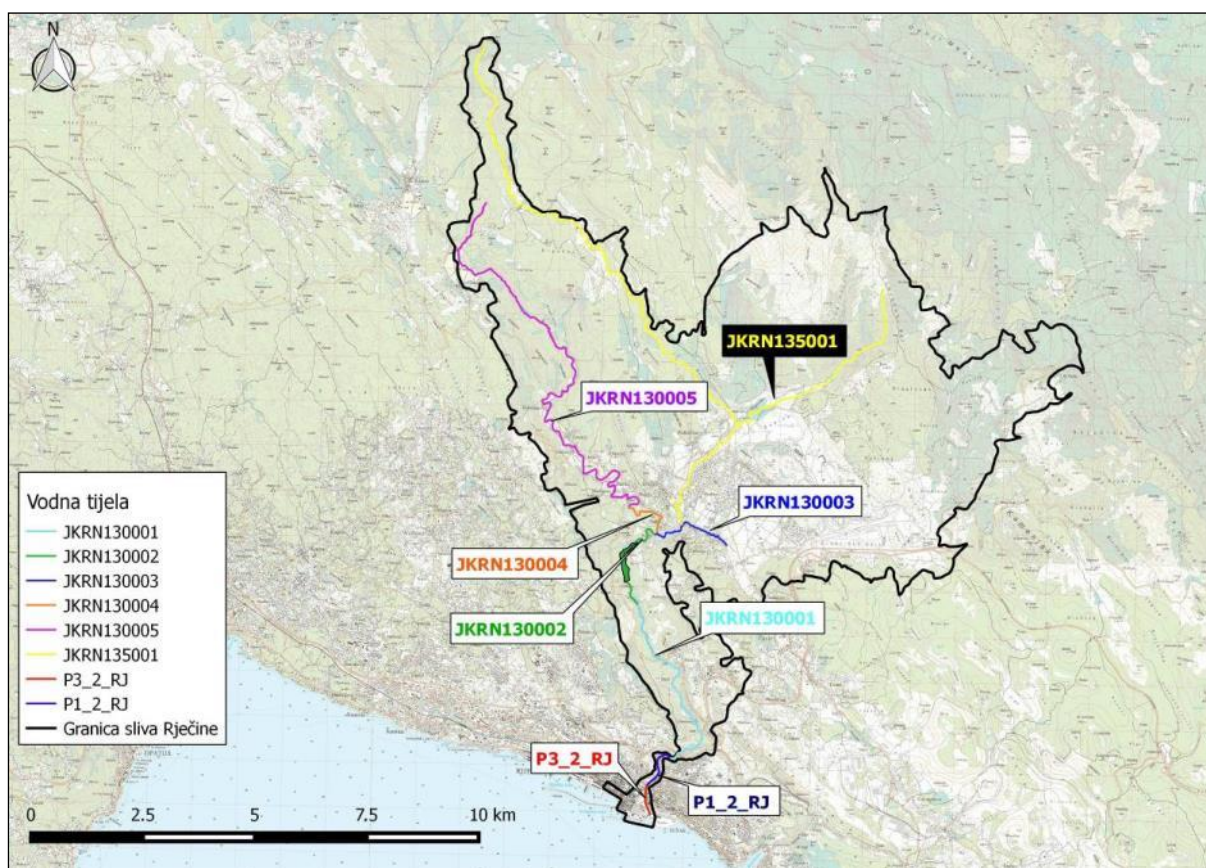
Rezultati ocjene stanja površinskih voda Rječine jasno pokazuju poveznicu između hidromorfoloških promjena u dijelovima korita (što se odražava na protok vode) sa procijenjenim ekološkim stanjem. Postaje istraživanja na dijelovima sa najvećim stupnjem izmjene korita i najmanjim protokom vode pokazuju puno veće promjene u stanišnim uvjetima od postaja sa dobrim protokom i manjim izmjenama u hidromorfologiji. Tako je postaja najbliže izvorištu (R1) ujedno i najbliža prirodnom stanju vodotoka te je prema svim elementima kakvoće na ovoj postaji ocijenjeno **dobro** ekološko stanje. Na ovoj postaji u pravilu je prisutan stalni protok i izmjena vode (osim u doba presušivanja izvora) pa su i uvjeti za razvoj životnih zajednica odgovarajući. Na nešto nizvodnijem dijelu toka, na postaji R2 (Drastin) vidljiv je jači antropogeni utjecaj (izgradnja raznih hidrotehničkih građevina za obranu od poplava) te je stoga prema hidromorfološkim elementima kakvoće ovaj dio toka ocijenjen kao **umjeren**. Promjene u hidromorfologiji odražavaju se na životne zajednice pa je stanje bioloških elemenata kakvoće također ocijenjeno kao **umjeren** (fitobentos, makrofita).

Najveće promjene u ekološkom stanju zabilježene su na dijelu akumulacije (R3) i ispod brane (R4). Hidromorfološki pokazatelji kakvoće za obje postaje ocijenjeni su kao izrazito nezadovoljavajući - **loše** za postaju R4 i **vrlo loše** za postaju R3. Zbog velikih promjena koje su se dogodile u dijelu akumulacije nakon izgradnje brane (promjena tekućih u stajaće uvjete), na ovom dijelu su se potpuno izmijenile zajednice makrozoobentosa i makrofita (stanje makrofita ocijenjeno je kao **vrlo loše**). Ispod brane, na postaji R4, problem predstavljaju velike izmjene u hidromorfologiji (izgradnja vodnih stepenica), ali je daleko veći problem neznan protok koji je posljedica nedovoljnog ispuštanja vode iz same brane, što negativno utječe na sve životne zajednice.

Analiza fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata koji prate biološke elemente pokazala je kako postaje postaje R1 i R2 pripadaju kategoriji **vrlo dobrog** ekološkog stanja, dok postaje R3 i R4 pripadaju kategoriji **dobrog** ekološkog stanja.

Analiza ekološkog stanje površinskih voda temeljem specifičnih onečišćujućih tvari (bakar, cink, krom, PCB i AOX) pokazala je kako sve istraživane postaje pripadaju kategoriji **dobrog** ekološkog stanja.

Podaci o kakvoći voda dobiveni ovim istraživanjem uspoređeni su s podacima dostavljenima od strane Hrvatskih voda. Za potrebe izrade Plana upravljanja vodnim područjima za razdoblje od 2013. do 2015. Hrvatske vode su odredile vodna tijela Rječine i njenih pritoka (Slika 2.3-21) te je stanje voda procijenjeno prema prijašnjoj Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 89/2010). Procjena stanja uključivala je procjenu ekološkog stanja i kemijskog stanja, za razdoblje između 2011 i 2013. godine. Potrebno je naglasiti kako za ove postaje nedostaju podaci o pojedinačnim elementima procjene stanja vode, ovisno o godini uzorkovanja, a posebno podaci o biološkim elementima.



Slika 2.3-21 Položaj vodnih tijela unutar sliva Rječine.

Tablica 2.3-32 Stanje vodnih tijela na području sliva Rječine. (Izvor: Hrvatske vode, 2015.)

Stanje		Pokazatelji	Procjena stanja					
			JKRN 135001	JKRN 130005	JKRN 130002	JKRN 130004	JKRN 130003	JKRN 130001
Ekološko stanje	Kemijski i fizikalno kemijski elementi	BPK ₅ (mg O ₂ /l)	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo loše	dobro
		KPK-Mn (mg O ₂ /l)	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo loše	vrlo dobro

Stanje		Pokazatelj	Procjena stanja					
			JKRN 135001	JKRN 130005	JKRN 130002	JKRN 130004	JKRN 130003	JKRN 130001
kakvoće koji podupiru biološke elemente kakvoće	Ukupni dušik (mgN/l)	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo loše	umjereno	
	Ukupni fosfor (mgP/l)	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo dobro	vrlo loše	vrlo dobro	
	Hidromorfološko stanje	dobro	dobro	loše	umjereno	umjereno	umjereno	
Ukupno stanje po kemijskim i fizikalno kemijskim i hidromorfološkim elementima		dobro	dobro	loše	umjereno	vrlo loše	umjereno	
Kemijsko stanje		dobro stanje	dobro stanje	dobro stanje	dobro stanje	dobro stanje	dobro stanje	
PRIJELAZNE VODE								
Stanje		Pokazatelji		P3_2_RJ	P1_2_RJ			
Stanje kakvoće	fitoplankton			dobro	dobro			
	koncentracija hranjivih soli			dobro	dobro			
	zasićenje kisikom			dobro	dobro			
	koncentracija klorofila α			dobro	dobro			
	Bentonski beskralješnjaci			dobro	dobro			
	ribe			vrlo dobro	dobro			
Hidromorfološko stanje				dobro	umjereno dobro			
Ekološko stanje				dobro	umjereno dobro			
Kemijsko stanje				dobro	dobro			
Ukupno procijenjeno stanje				dobro	nije dobro			

Ocjena ekološkog stanja vodnih tijela na slivu Rječine vršena je prema fizikalno-kemijskim i kemijskim elementima, a kemijsko stanje prema specifičnim onečišćujućim tvarima i prioritetnim tvarima. Prema dostupnim podacima, procijenjeno je kako je ekološko i kemijsko stanje na postaji Rječina izvorište, kao i na postaji Drastin **dobro** prema svim pokazateljima te ne postaje podaci o prekoračenjima vrijednosti.

Ekološko stanje na većem dijelu rijeke Rječine i njenih pritoka uglavnom je zadovoljavajuće s obzirom na većinu pokazatelja. Na srednjem dijelu toka, uzvodno od utoka Sušice u Rječinu do mjesta Ratulje i nizvodno sve do ušća u more vidljivo je pogoršanje stanja voda s obzirom na hidromorfološke pokazatelje te su vodna tijela stoga u **umjerenom** do **lošem** ekološkom stanju. Vodno tijelo JKRN130003 (pritok Sušice - potok Golubovka) nalazi se u nezadovoljavajućem (**vrlo lošem**) ekološkom stanju.

Rezultati ovog istraživanja, kao i podaci Hrvatskih voda daju jasnu korelaciju između antropogenog utjecaja i ekološkog stanja površinskih voda na Rječini. Treba napomenuti kako su na većem dijelu toka rijeke Rječine tijekom godina izgrađeni različiti hidrotehnički objekti koji služe kao obrana od poplava za bujične vode (zaštitni zidovi, stepenice...), a najveću promjenu uzrokovala je brana kod sela Grohovo te pridružena akumulacija koje su

izvedene za potrebe HE Rijeka. Navedene promjene negativno utječu na životne zajednice (biljne i životinjske), te dovode do narušavanja kakvoće vode i vodenih staništa.

2.3.2 Procjena utjecaja postojećih i planiranih regulacija vodotoka na režim otjecanja voda u slivu Rječine i životne zajednice vodotoka i obalnih područja

Osnovna hidrološka značajka vodnog režima Rječine su vrlo izražene oscilacije protoka tijekom godine, dok su srednji godišnji protoci relativno niski. Izvor Rječine je krško vrelo velike izdašnosti, ali za sušnih ljetnih mjeseci i izvor i glavni tok Rječine redovito presušuju. Velike vode javljaju se iznenada, traju kratko i uzrokuju visoke vodostaje, a najčešće se javljaju u kišnom razdoblju (najizraženije u jesenskom i zimskom periodu) kada Rječina naglo nabuja, pri čemu su najugroženija područja Martinovog Sela i Podkilavca, a potencijalno i sam grad Rijeka. Protoci donjeg toka Rječine na području grada Rijeke osim o dotoku ovise i o kolebanju razine mora. Područje Rječine, s aspekta obrane od poplava, prema sistematizaciji Hrvatskih voda pripada Sektoru „E“ (Sjeverni Jadran), branjeno područje 23 (mali sliv „Kvarnersko primorje i otoci“).

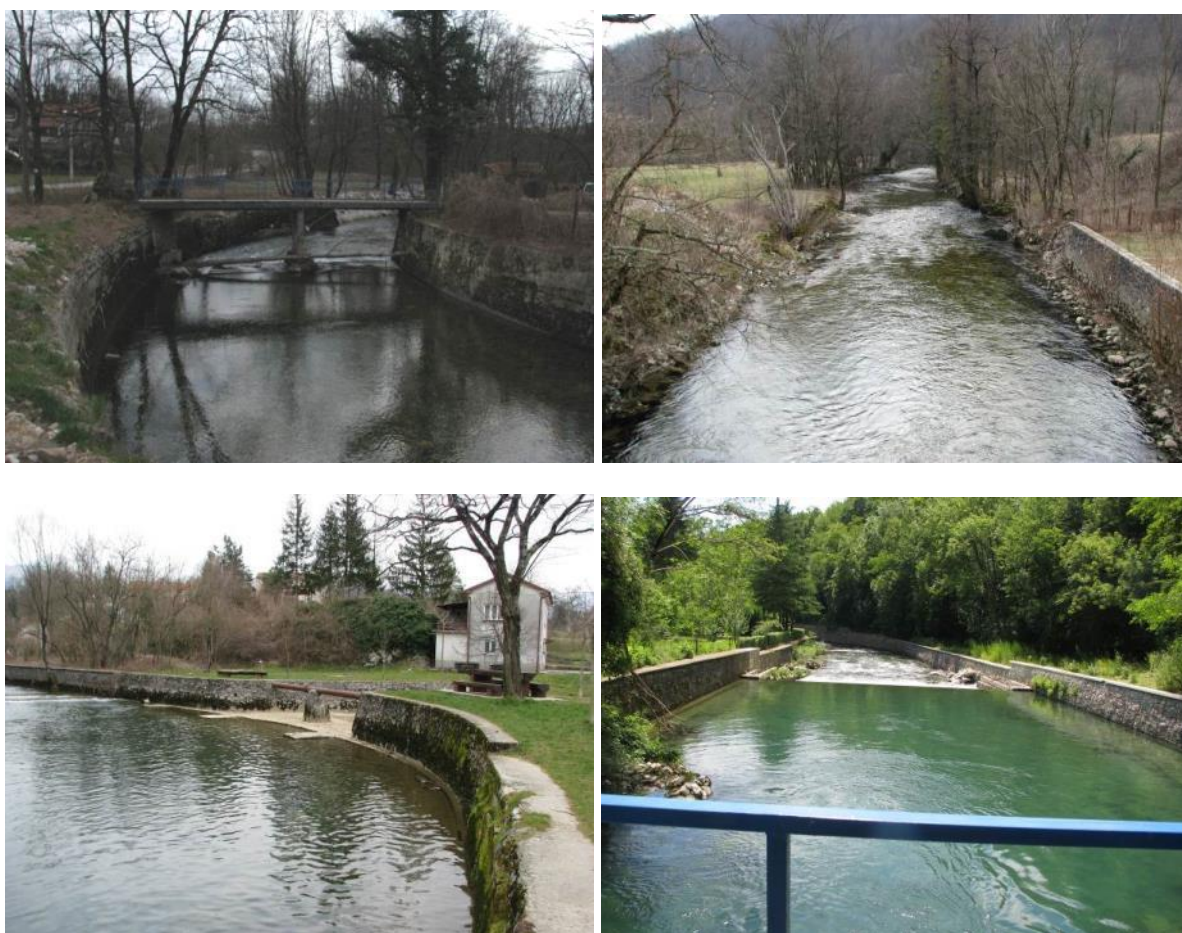
U **gornjem toku** Rječina teče uskom naplavnom ravnicom, a vodotok dijelom meandriira. Izvor Rječine kaptiran je, a nizvodno od izvorišta izvedene su obaloutvrde.



Slika 2.3-22 Obaloutvrde nizvodno od izvorišta Rječine (terenski obilazak, ožujak 2015.).

Nizvodno od Martinova Sela završava naplavna ravnica i počinje **srednji dio** toka, a Rječina ovdje naglo mijenja smjerove sve do akumulacije Valići. Na kraju ovog dijela u Rječinu se ulijeva pritok Sušica koja drenira vodu s Grobničkoga polja.

Na cijelom potezu Rječine od izvora do ušća za obranu od poplave kritična je upravo dionica na lokaciji Martinovo selo. Kod velikih količina oborina javlja se dizanje nivoa vode koja ugrožava okolne stambene i poslovne objekte (mlin). Na tom mjestu je postavljena i mjerna oprema i to je referentno mjesto za proglašavanje stanja obrane od poplave⁸. Uzvodno od brane, između sela Lukeži i Drastin, utječe vodotok Sušica s velikom površinom sliva. Utok Sušice i veliki dio vodotoka unutar naselja Lukeži u zadnjih nekoliko godina je uređen tako da je spriječeno stvaranje klizišta i stabilizirana obala te je izgrađeno i nekoliko većih vodnih stepenica za smanjenje pada. Na području od Lubarske do Drastina tijekom godina izveden je niz regulacijskih zahvata za obranu od poplava (Slika 2.3-23 i Slika 2.3-24, Tablica 2.3-33).



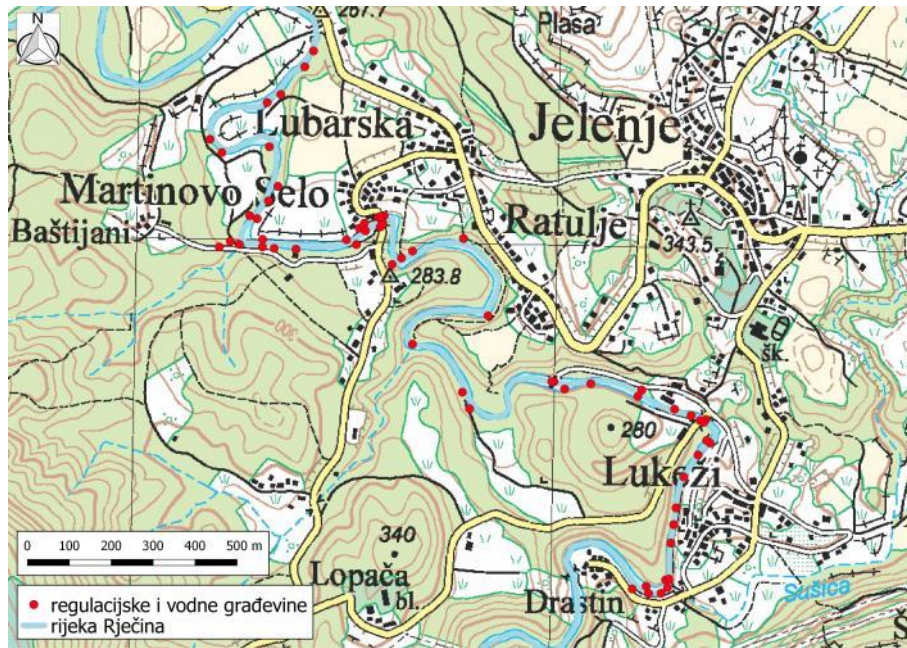
Slika 2.3-23 Obaloutvrde i stepenice između mjesta Kukuljani i Drastin (terenski obilazak, ožujak 2015.).

Tablica 2.3-33 Popis regulacijskih i vodnih građevina na području Rječine između Lubarske i Drastina. (Izvor: Konceptijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine, 2013.)

OZNAKA	Nizvodno		Uzvodno		OPIS
	x	y	x	y	
VG-101	5457197	5026186	5457211	5026660	Regulacija
VG-102	5457276	5026209	5457230	5026193	Obaloutvrde
VG-103	5457236	5026176	5457236	5026176	Stepenice

⁸ Izvor: Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara te okoliša od opasnosti nastanka i posljedica velikih nesreća i katastrofa, PGŽ, 2015.

OZNAKA	Nizvodno		Uzvodno		OPIS
	x	y	x	y	
VG-104	5457266	5026177			Utok
VG-105	5457281	5026191			Utok
VG-106	5457284	5026211	5457284	5026211	Stepenice
VG-107	5457287	5026297	5457287	5026297	Stepenice
VG-108	5457293	5026341	5457293	5026341	Stepenice
VG-109	5457298	5026381	5457298	5026381	Stepenice
VG-110	5457315	5026455	5457315	5026455	Stepenice
VG-111	5457348	5026508	5457348	5026508	Stepenice
VG-112	5457376	5026537			Mostovi
VG-113	5457368	5026543	5457360	5026586	Obaloutvrde
VG-114	5457365	5026593			Mostovi
VG-115	5457351	5026590	5457202	5026645	Obaloutvrde
VG-116	5457330	5026602			Prag
VG-117	5457290	5026616			Utok
VG-118	5457089	5026673	5457027	5026659	Obaloutvrde
VG-119	5457001	5026676	5456996	5026676	Stepenice
VG-120	5456801	5026608	5456783	5026647	Obaloutvrde
VG-121	5456662	5026759			Utok
VG-122	5456841	5026830	5456779	5027013	Obaloutvrde
VG-123	5456779	5027013			Utok
VG-124	5456658	5026981	5456632	5026964	Obaloutvrde
VG-125	5456610	5026948	5456586	5027045	Obaloutvrde
VG-126	5456588	5027064	5456334	5027129	Regulacija
VG-127	5456589	5027064	5456580	5027062	Obaloutvrde
VG-128	5456583	5027053			Mostovi
VG-129	5456575	5027060	5456542	5027045	Obaloutvrde
VG-130	5456580	5027037	5456380	5026980	Obaloutvrde
VG-131	5456545	5027027	5456545	5027027	Stepenice
VG-132	5456530	5027033	5456500	5027005	Obaloutvrde
VG-133	5456524	5026994			Utok
VG-134	5456380	5026980	5456328	5026981	Obaloutvrde
VG-135	5456300	5026984	5456245	5026989	Obaloutvrde
VG-136	5456300	5027002	5456286	5027051	Obaloutvrde
VG-137	5456197	5026982			Utok
VG-138	5456223	5026996			Utok
VG-139	5456268	5027058	5456312	5027223	Obaloutvrde
VG-140	5456286	5027051	5456312	5027094	Obaloutvrde
VG-141	5456199	5027207	5456170	5027238	Obaloutvrde
VG-142	5456305	5027328	5456337	5027348	Obaloutvrde
VG-143	5456393	5027415	5456413	5027453	Obaloutvrde



Slika 2.3-24. Kartografski prikaz regulacijskih i vodnih građevina između Lubarske i Drastina

U **srednjem dijelu** toka, najveći utjecaj na otjecanje vode u nizvodni dio toka ima izgradnja brane i stvaranje akumulacije Valići (Slika 2.3-25) koja služi za dnevno izravnanje dotoka za HE Rijeka. Obale akumulacije su vrlo strme i nepristupačne, a razina vode ima velike dnevne oscilacije. Stvaranje akumulacije dovelo je do značajnih promjena u hidromorfologiji ovog dijela toka.



Slika 2.3-25 Brana i akumulacija Valići (terenski obilazak, ožujak 2015.).

Usljed izgradnje brane dionica toka Rječine između brane i ispusta iz HE Rijeka ima bitno promijenjen vodni režim u odnosu na prirodno stanje. Nizvodno od brane dolina se sužava,

a Rječina teče uskim kanjonom. Na tom potezu, sve do mosta Pašac, u razdoblju između 1898. i 1908. godine izveden je niz konsolidacijskih vodnih stepenica⁹ (Slika 2.3-26).



Slika 2.3-26 Vodne stepenice na dijelu nizvodno od brane Valići (terenski obilazak, travanj 2015.).

U kanjonskom dijelu **donjeg toka**, nizvodno od mosta pašac, hidrotehničke građevine nisu izgrađene, niti su predviđene u budućnosti (Slika 2.3-27). Međutim, problem predstavlja nedovoljno ispuštanje vode sa brane u nizvodni dio Rječine, čime korito veći dio godine nema dovoljne količine vode za održavanje zajednica. Terenskim obilaskom potvrđeno je kako je otjecanje vode usporeno, a voda se uglavnom zadržava samo na dijelovima gdje su izgrađene stepenice. Terenska istraživanja i analiza bioloških pokazatelja kakvoće vode pokazali su kako je stanje na ovom dijelu znatno narušeno. Stanje vode na lokaciji R4 ocijenjeno je kao loše, što je posljedica izmjena u protoku (znatno smanjen protok) te eutrofikacije uslijed ljetnog izostanka toka.



Slika 2.3-27 Kanjon Rječine nizvodno od mjesta Pašac (terenski obilazak, ožujak 2015.).

⁹ Konceptijsko rješenje zaštite od štetnog djelovanja voda na području Grobinštine, 2013.

U donjem toku, približno kod izvora Zvir, počinje naplavna ravnica - ostatak nekadašnjeg estuarija. Donji tok Rječine je reguliran, uzdužni pad je blaži (0,36 %), a voda protječe kroz gusto naseljeni dio grada Rijeke. Kroz korito teče voda koja izlazi dijelom iz odvodnoga kanala HE Rijeka, a dijelom iz izvora Zvir (preljevne vode). Na ovom dijelu toka odvijaju se procesi taloženja nanosa iz gornjih dijelova toka, što se posebno očituje na dijelu od Tvornice papira do ušća u more.

Iz prethodno navedenih podataka vidljivo je kako se na području Rječine već dugi niz godina izvode hidrotehnički radovi. Kao posljedica došlo je do trajnih promjena u hidromorfološkim karakteristikama pojedinih dijelova toka što se odražava i na ekološko stanje voda. Iz podataka o stanju vodnih tijela (*Poglavlje 2.3.1*) vidljivo je kako Rječina na dionici uzvodno i nizvodno od brane kod sela Grohovo ima umjereno do loše ekološko stanje, i to prema biološkim i hidromorfološkim pokazateljima. Stoga se može zaključiti kako regulacija vodotoka u velikoj mjeri utječe na hidromorfološke karakteristike, a time i na promjene u strukturi životnih zajednica vodotoka i obalnih dijelova.

Promjene su posebno vidljive na području akumulacije Valići, što je pokazalo i terensko istraživanje u sklopu ove studije. Zbog potapanja riječne doline došlo je do značajnih promjena u sastavu zajednice makrofita, te se zajednica znatno razlikuje od zajednice koja bi na tom dijelu prirodno naseljavala obalu i korito Rječine. Također, vidljive su negativne promjene u zajednici makrozoobentosa. S druge strane, pozitivni utjecaj akumulacije vidljiv je u tome što zadržavanje vode tijekom cijele godine služi kao svojevrsno utočište za riblju populaciju koja tamo može preživjeti nepovoljna razdoblja, uslijed presušivanja uzvodnog dijela korita. Istraživanja pokazuju kako je stanje narušeno upravo na dijelovima s najvećim antropogenim utjecajem. Samo je na postaji R1 (gornji tok, nizvodno od izvorišta) stanje potpuno zadovoljavajuće te najbližije prirodnom, iako je i tamo vidljiv antropogeni utjecaj.

Temeljem podataka iz Višegodišnjeg programa gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije (2013.- 2017.) na gornjem toku Rječine predviđena je gradnja višenamjenske akumulacije Kukuljani (zaštita od poplava, zaštita voda, vodoopskrba). Prema idejnom projektu akumulacija bi zauzimala prostor doline Rječine od izvora do nešto iznad sela Kukuljani. Također, kao mjera obrane od poplava, na dijelovima dionice uzvodno od akumulacije Valići planira se izgradnja zaštitnih zidova.

Može se zaključiti kako su dugogodišnje hidromorfološke promjene na koritu Rječine dovele do značajnih promjena i degradacija u promatranom području te u većoj ili manjoj mjeri utjecale na životne zajednice. Proces degradacije nažalost još uvijek nije završen, ali je nužno pronaći način da se uz ostvarenje dobrobiti stanovništva ne dovede u pitanje očuvanje dobrog ekološkog stanja u Rječini. Obzirom na već narušeno stanje vodotoka, kao krajnji cilj zaštite od poplava potrebno je uzeti u obzir način rješavanja problema tako da se što manje utječe na režim tečenja u razdoblju malih protoka uz mogućnost zadržavanja naleta bujičnih voda u kišnom razdoblju.

2.3.3 Procjena utjecaja postojećeg i planiranog korištenja voda na režim otjecanja voda u slivu Rječine i životne zajednice vodotoka i obalnih područja

Glavno izvorište pitke vode vodoopskrbnog sustava Rijeke čini izvor Rječina, osim u ljetnim mjesecima kada presušuje pa tu ulogu preuzimaju izvor Zvir I i kaptažna galerija Zvir II. Za riječko područje vodoopskrba je u nadležnosti KD "Vodovod i kanalizacija d.o.o." Rijeka. Gotovo 90% vode za piće za riječko područje čine upravo izvorište Rječine i Zvir. Izdašnost izvora Rječine varira u rasponu od 0 do preko 60 m³/s, pa se stalno pokušava poboljšati način korištenja vode kako bi se prebrodili sušni periodi. Za potrebe javne vodoopskrbe voda se zahvaća na izvoru Rječine u količini od najviše 20 930 000 m³/g, koliko je iznosila količina crpljene vode za 2014. godinu. U minimalnim mjesečnim vrijednostima, dosadašnjim režimom rada vodocrpilišta u ljetnim mjesecima nije crpljena skoro sva raspoloživa voda na izvorištu, odnosno izvor prirodno presušuje pa tako prestaje i prihranjivanje rijeke Rječine.

Izvor Zvir preuzima ulogu vodoopskrbe kada izvor Rječine presuši. Međutim, ovaj izvor zapravo nema utjecaja na protjecanje vode na glavni tok Rječine, već je vezan za količinu vode u prijelaznim vodama Rječine.

Analize unutar Vodoopskrbnog plana Primorsko-goranske županije (2011) pokazuju kako vodoopskrbno područje Rijeka ima dovoljne količine vode. I kod minimalnih izdašnosti izvora u ovom sustavu u izvorištima ima 2 puta više vode nego što se troši u tom sustavu te zbog toga ovaj vodoopskrbni sustav daje vodu susjednim sustavima. U Planu su dane procjene raspoloživih i potrebnih količina vode do 2021. i 2031. godine (Tablica 2.3-34). Za KD "Vodovod i kanalizacija d.o.o." Rijeka, koji je nadležan za crpljenje vode iz izvora Rječine i Zvir, procijenjeno je kako su uz dosadašnji trend crpljenja izvorišta riječkog područja raspoložive količine vode na ovim izvorima dostatne, odnosno postoji i višak vode koja je u tom slučaju dostupna za osiguranje ekološki prihvatljivoga protoka u rijeci Rječini. Planiranim korištenjem voda izvorišta Rječina za vodoopskrbu ne očekuju se značajne promjene u odnosu na postojeće stanje budući da tijekom sušnog razdoblja Rječina presušuje. Terenskim istraživanjem utvrđeno je kako je ekološko stanje na gornjem dijelu toka, od izvorišta do akumulacije, prema biološkim pokazateljima za sada dobro. Ukoliko se osiguraju dovoljne količine vode za EPP u koritu Rječine neće doći do pogoršanja stanja zajednica u odnosu na sadašnje stanje.

Tablica 2.3-34 Procjene raspoloživih i potrebnih količina vode do 2021. i 2031. godine za Riječko područje. (Izvor: Vodoopskrbni plan Primorsko-goranske županije, 2011)

JAVNI ISPORUČITELJ VODNE USLUGE	Postojeća izvorišta	Buduća izvorišta	Potreba vode s gubicima			Višak / manjak		Višak / manjak	
			2008.	2021.	2031.	post.-2008.	post.-2021.	post.-2031.	buduća-2031.
TKD Vodovod i kanalizacija d.o.o. Rijeka	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
	1720,0 *	4420,0 *	995,1	1213,3	1495,8	724,9	506,7	224,2	2924,2

* Minimalna izdašnost izvorišta

Osim korištenja voda Izvora Rječine i Zvira za vodoopskrbu, vode Rječine energetski se koriste u HE Rijeka. Izgradnjom armirano-betonske gravitacijske brane visine 35 m kod sela Grohovo 1967. godine ostvaren je zahvat vode za hidroelektranu i akumulaciju Valići. Sama

elektrana smještena je u podzemlju, neposredno na izlazu Rječine iz kanjonskog dijela. Na desnoj obali jezera smješten je ulazni uređaj dovodnoga tlačnoga tunela koji dovodi vodu do vodne i zasunske komore u brdu Katarina iznad Rijeke i gdje počinje čelični tlačni cjevovod koji vodu dovodi do strojarnice hidroelektrane, smještene u gradu Rijeci. Uslijed izgradnje HE Rijeka dionica toka Rječine između brane i ispusta iz HE Rijeka ima bitno promijenjen vodni režim u odnosu na prirodno stanje. Srednji godišnji protok na postaji Grohovo, lociranoj neposredno nizvodno od brane, prije izgradnje akumulacije iznosio je $9,12 \text{ m}^3/\text{s}$, a danas iznosi prosječno svega $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Akumulacija Valići također znatno utječe na smanjenje pronosa nanosa nizvodno prema ušću Rječine (Vivoda i sur., 2012).

Promjene koje su nastale izgradnjom brane i stvaranjem akumulacije direktno su se odrazile na životne zajednice ovog dijela toka. Ekološko stanje na području akumulacije ocijenjeno je kao vrlo loše, dok je na dijelu ispod akumulacije ocijenjeno kao loše (poglavlje 2.3.1.4). Stoga je potrebno je sagledati mogućnost ispuštanja većih količina vode iz same brane kako bi se omogućio normalan protok vode i obnova prirodnih zajednica.

Izgradnjom planirane akumulacije Kukuljani došlo bi do nepovratnih promjena upravo u gornjem dijelu toka koji je još uvijek u dobrom stanju, a ujedno je to i dio koji ulazi u područje ekološke mreže HR2000658. Izgradnja nove brane dovela bi do promjena u protjecanju vode prema nizvodnim dijelovima, što bi se odrazilo i na životne zajednice koje naseljavaju taj dio toka.

2.3.4 Procjena međudnosa količina i kakvoće voda

Rječina je vodotok kojeg karakteriziraju velike oscilacije protoka tijekom godine. Za sušnih mjeseci izvor i glavni tok Rječine gotovo redovito presušuju. Presušivanje može trajati i do četiri mjeseca zaredom, najčešće od lipnja do rujna. Na vodni režim Rječine, osim prirodnih uvjeta, velik utjecaj ima ljudska aktivnost na slivu i vodotocima. S obzirom na kratkoću razdoblja mjerenja, utjecaj klimatskih promjena se vrlo teško može pouzdano utvrditi, a od aktivnosti čovjeka najznačajniji utjecaj na vodostaje imaju zahvati i korištenje vode (vodoopskrba, energetika), uređenje sliva te izgradnja akumulacijskog bazena Valići.

Analiza podataka s hidroloških postaja na dijelu toka uzvodno od brane (Izvor Rječine, Zoretići, Martinovo selo, Drastin) pokazuje kako nema značajnih razlika u protoku između ovih postaja. Prosječni godišnji protok na ovim postajama iznosi od $6-8 \text{ m}^3/\text{s}$. Tijekom zimskih mjeseci protok prosječno iznosi od oko $9 \text{ m}^3/\text{s}$ na postaji Izvorišta Rječine pa do oko $14 \text{ m}^3/\text{s}$ na postaji Drastin, dok se u ljetnim mjesecima smanjuje na oko $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Nešto veći protoci na postajama Zoretići, Martinovo selo i Drastin u odnosu na izvorište Rječine tijekom zimskim mjeseci uvjetovani su dotokom vode sa pritoka Rječine. Analiza podataka na hidrološkoj postaji Grohovo (nizvodno od brane) pokazuje kako je došlo do drastičnog smanjenja protoka nakon 1968., odnosno nakon izgradnje brane. Naime, prema podacima HEP-a, objekt brane Valići nije predviđen za ispuštanje biološkog minimuma, niti HE Rijeka ima tu obavezu prema vodopravnoj dozvoli. Prosječan godišnji protok na ovoj postaji je 5 puta manji od uzvodne postaje Drastin te iznosi $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ekološko i kemijsko stanje vodnih tijela (Poglavlje 2.3.1.4) na području gornjeg toka Rječine, od izvora pa do Martinovog sela, ocijenjeno je kao dobro. Međutim, promjene u

hidromorfologiji pojedinih dijelova toka (opisane u poglavlju 0.0) dovele su do narušavanja ekološkog stanja voda. Posebno je to izraženo na dijelu toka ispod brane, gdje se jasno vidi kako je drastično smanjenje protoka vode dovelo i do promjena u ekološkom stanju ovog dijela toka. Isto je potvrđeno i terenskim istraživanjima provedenim za potrebe ove studije. Rezultati analiza bioloških pokazatelja kakvoće vode bili su znatno lošiji upravo na postaji R4 (ispod brane). Zaključak je kako smanjenje protoka u velikoj mjeri utječe na zajednice koje naseljavaju ovaj dio toka što se direktno odražava na ekološko stanje vodnog tijela.

2.3.5 Ocjena stanja vodnog sustava u odnosu na zaštićena staništa i vrste

Gornji tok rijeke Rječine dio je područja ekološke mreže HR2000658 Rječina, HR5000019 Gorski kotar i sjeverna Lika i HR1000019 Gorski kotar i sjeverna Lika. Ova područja značajna su za očuvanje ciljnih vrsta i staništa od kojih je dio vezan i za vodene ekosustave. Jedan od ciljeva očuvanja je bjelonogi rak (*Austropotamobius pallipes*) koji se ubraja u strogo zaštićene vrste prema Pravilniku¹⁰. Ugrožen je ponajprije regulacijom vodenih tokova (uređivanje obala, kanaliziranje, obzidavanje obala), ali i velikim količinama otpadnih tvari u vodenim ekosustavima, prekomjernim nekontroliranim izlovom te invazivnim alohtonim vrstama rakova. Bjelonogi rak ranijim je istraživanjima zabilježen na području Martinovog sela, dok istraživanjem za potrebe izrade ove studije nije utvrđen. Od strogo zaštićenih vrsta, tijekom istraživanja makrozoobentosa (23. 4. 2015.) na postaji R2 zabilježena je vrsta *Perla marginata* (Insecta, red Plecoptera).

Terenska istraživanja pokazuju kako je najveći utjecaj na staništa i vrste imala izgradnja brane kod sela Grohovo. Iznad brane formirana akumulacija Valići dovela je do velikih promjena u stanišnim uvjetima tog tipa rijeke. Obale akumulacije su vrlo strme, što ne ostavlja prostor za razvoj vodene vegetacije. Tome pridonose i velike i nagle izmjene razine vode, tijekom ispuštanja vode iz akumulacije, što narušava stabilne uvjete za razvoj vegetacije. Zajednica makrozoobentosa znatno je izmijenjena u odnosu na prirodno stanje te potpuno izostaju osjetljive vrste iz skupine Plecoptera, Trichoptera i Ephemeroptera (Poglavlje 2.3.1.1.3.). Stanje je također vrlo narušeno i ispod brane, u kanjonskom dijelu Rječine. Prirodno prisutna potočna pastrva tamo potpuno izostaje. Potočna pastrva navedena je u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (DZZP, 2006) kao osjetljiva vrsta, a kao jedan od uzroka ugroženosti njezinih populacija navodi se regulacija i pregrađivanje vodotoka koji mijenjaju vodni režim, čime se onemogućuje migracija prema izvorišnim dijelovima. Korito na ovom dijelu veći dio godine nema dovoljne količine vode za održavanje prirodnih zajednica, što je direktna posljedica izgradnje brane i nedovoljnog ispuštanja količina vode. Zbog toga izostaje većina osjetljivih vrsta makrozoobentosa, odnosno zajednica je znatno izmijenjena u odnosu na zajednicu koja je pronađena na gornjem dijelu toka.

Obzirom da je stanje voda na uzvodnom dijelu Rječine još uvijek zadovoljavajuće, potrebno je uložiti dodatne napore kako bi se stanje i očuvalo. Posebno je to bitno s aspekta zaštićenih i ugroženih vrsta koje su ovisne o vodenim ekosustavima. Također, kao što je navedeno u prethodnim poglavljima, potrebno je sagledati mogućnost ispuštanja većih količina vode iz same brane kako bi se omogućio normalan protok vode i obnova prirodnih zajednica na nizvodnom kanjonskom dijelu toka.

¹⁰ Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama (NN 80/13)

2.4 Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP i prihvatljivih preljevni količina

2.4.1 Prikaz odabranih podloga za definiranje EPP

Podloge potrebne za izračun EPP-a hidrološkim metodama navedenim u poglavlju 3.1.2. *Pregled metodologije* su (Žugaj, 2000):

Q_{sr} - srednji godišnji protok unutar razdoblja analize

$MNQ(Q_{min})$ - prosječni minimalni godišnji protok, definiran kao aritmetička sredina minimalnih godišnjih protoka

sQ_{np} - srednji mali protok: aritmetička sredina minimalnih godišnjih srednjih dnevnih protoka

Q_{347} - vrijednost protoka u 347 dana, koji odgovara 95% vremena na krivulji trajanja srednjih dnevnih protoka

Q_{300} - vrijednost protoka u 300 dana, koji odgovara 80% vremena na krivulji trajanja srednjih dnevnih protoka

$Q_{min_kolovoz}$ - minimalni srednji protok u kolovozu

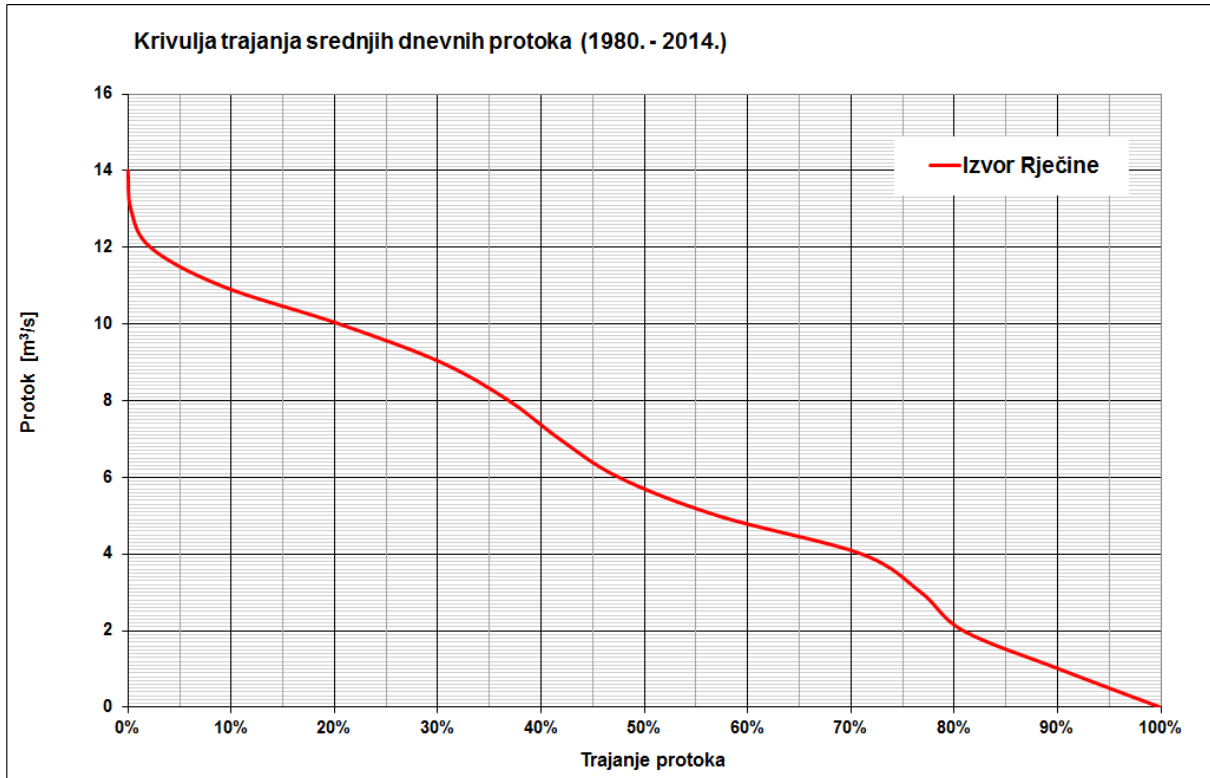
$Q_{min_95\%}$ - vrijednost protoka za 347 dana, koji odgovara 95% vremena na krivulji trajanja napravljenog na bazi 30-dnevnih protoka malih voda

$Q_{min_80\%}$ - vrijednost protoka za 300 dana, koji odgovara 80% vremena na krivulji trajanja napravljenog na bazi 30-dnevnih protoka malih voda

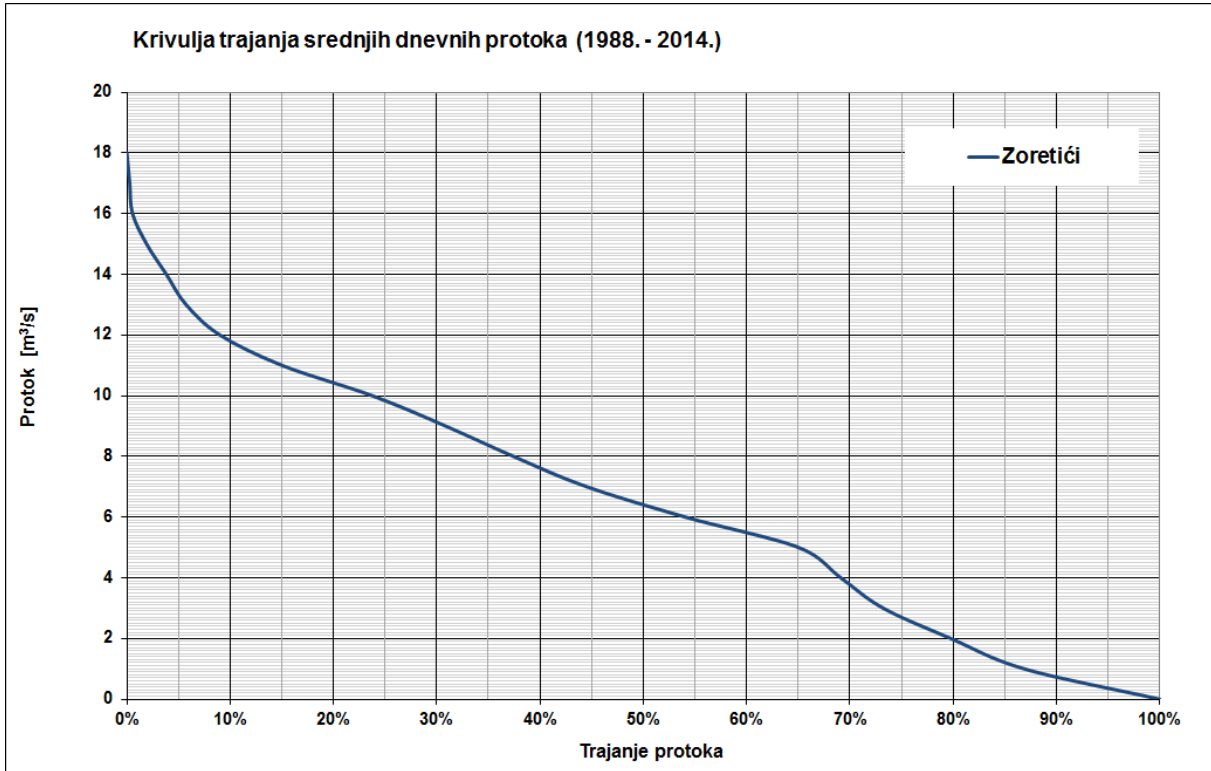
Tablica 2.4-1 Podloge (statističke varijable) potrebne za izračun EPP (m^3/s).

Lokacija	Period analize	Q_{sr}	sQ_{np}	MNQ	Q_{347}	Q_{300}	Q_{min_kol}	$Q_{min_95\%}$	$Q_{min_80\%}$
Izvor Rječine (Rječina)	1980. - 2014.	6,2	1,17	1,1	0,5	2,1	0,23	0	0
Zoretići (Rječina)	1988. - 2014.	6,5	1,15	1,0	0,4	2,0	0,23	0	0
Martinovo selo (Rječina)	1980. - 2006.	6,6	1,05	0,9	0,5	2,2	0,28	0	0
Martinovo selo uzv. (Rječina)	2012. - 2014.	8,2	1,31	1,6	0,3	1,6	0,06	0	0
Drastin (Rječina)	1988. - 2014.	8,1	1,27	1,1	0,5	2,1	0,31	0	0
Grohovo (Rječina)	1980. - 2006.	1,5	0,01	0,01	0,1	0,3	0,02	0	0
Tvornica papira (Rječina)	1999. - 2014.	13,5	3,83	2,3	2,3	4,2	1,86	0,2	0,6
Rijeka-Izvor (Zvir)	1979. - 1991.	4,6	2,19	2,1	1,4	2,3	1,23	0,9	1,2

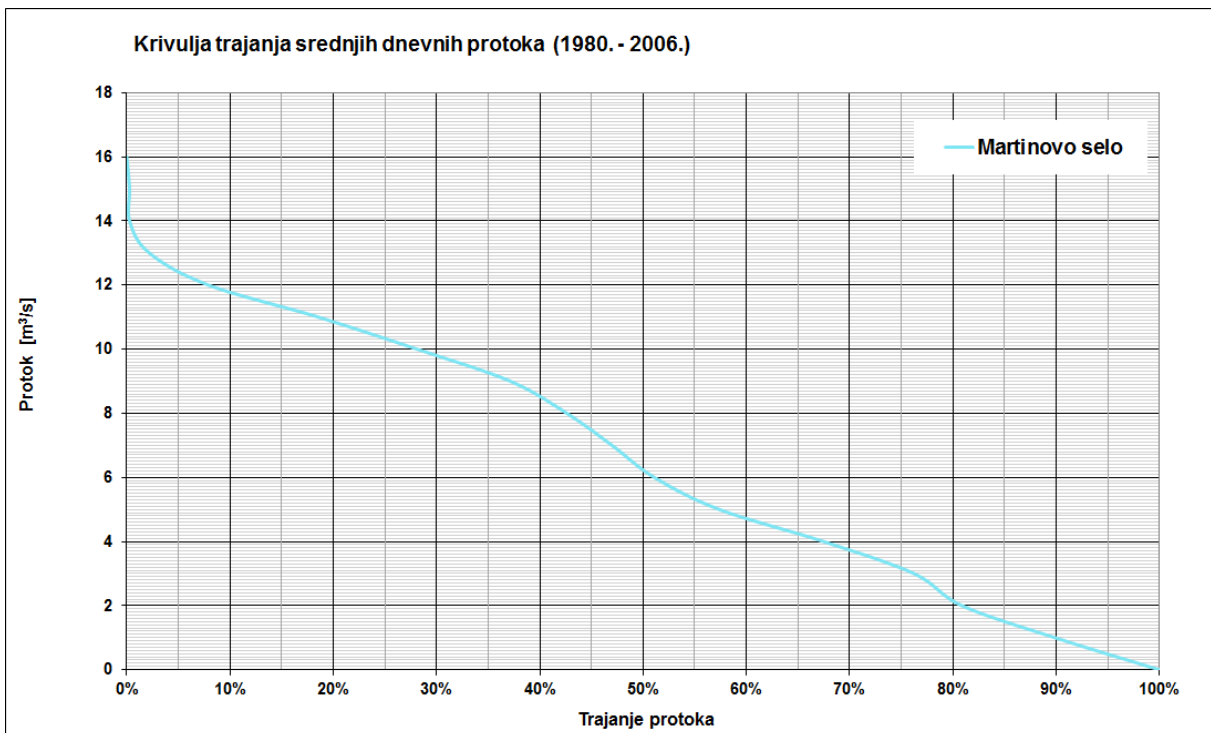
Za određivanje nekih od gore navedenih podloga za proračun EPP-a hidrološkim metodama potrebno je izraditi krivulje trajanja protoka na analiziranim hidrološkim postajama. Krivulje trajanja protoka izrađene su temeljem srednjih dnevnih vrijednosti preljevnih količina. Krivulje trajanja za hidrološke postaje na rijeci Rječini, njenoj pritoci Sušici i preljevu izvora Zvir prikazane su od Slika 2.4-1 do Slika 2.4-9.



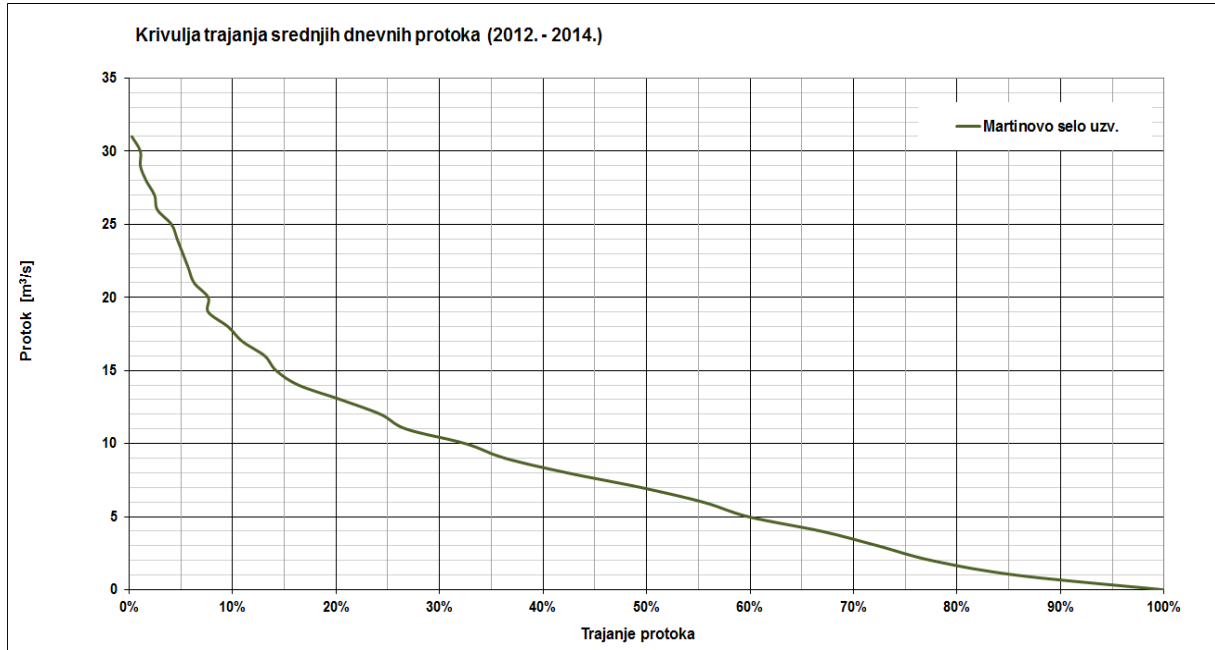
Slika 2.4-1 Krivulja trajanja protoka na postaji Izvor Rječine za period 1980.-2014.



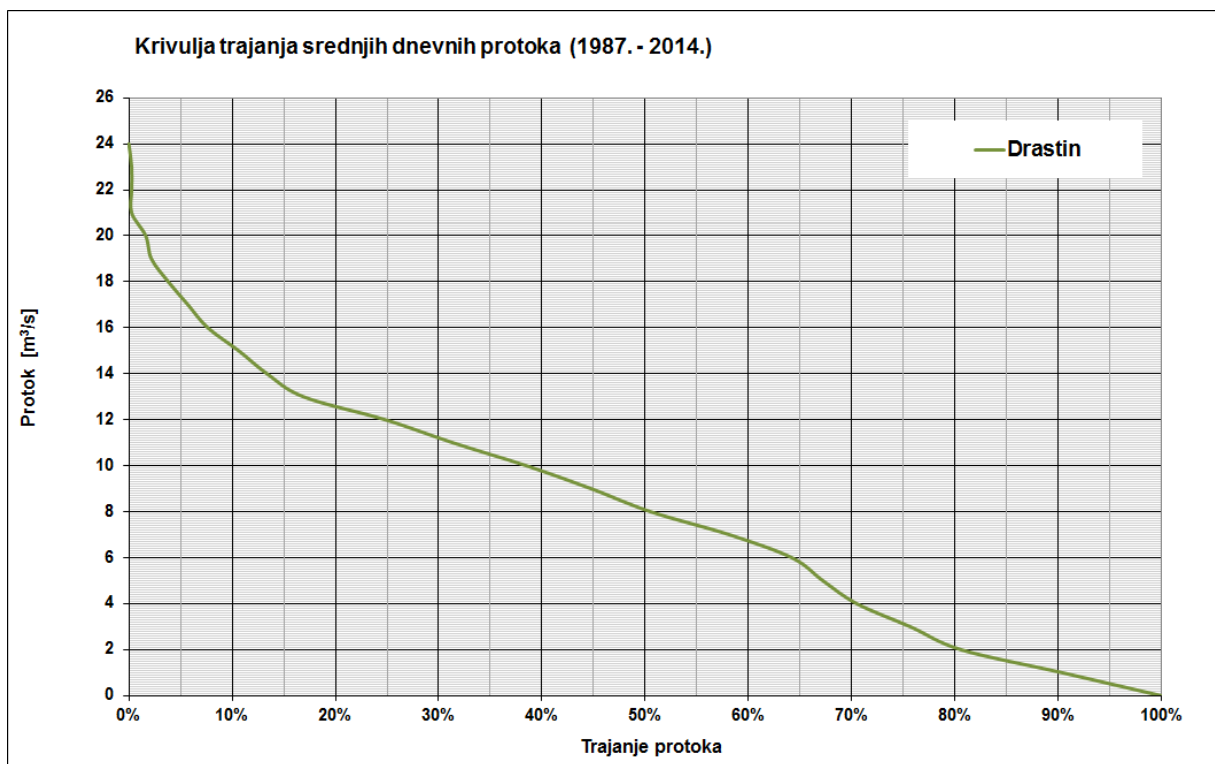
Slika 2.4-2 Krivulja trajanja protoka na postaji Zoretići za period 1988. -2014.



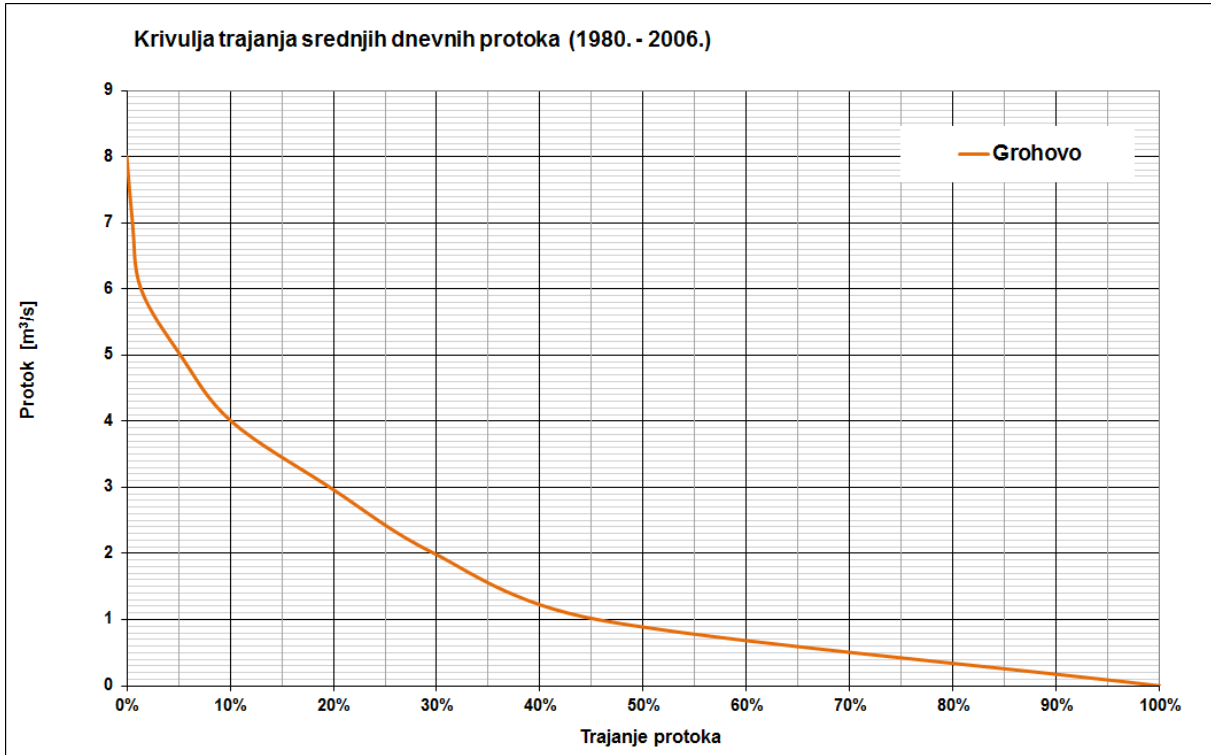
Slika 2.4-3 Krivulja trajanja protoka na postaji Martinovo selo za period 1980. -2006.



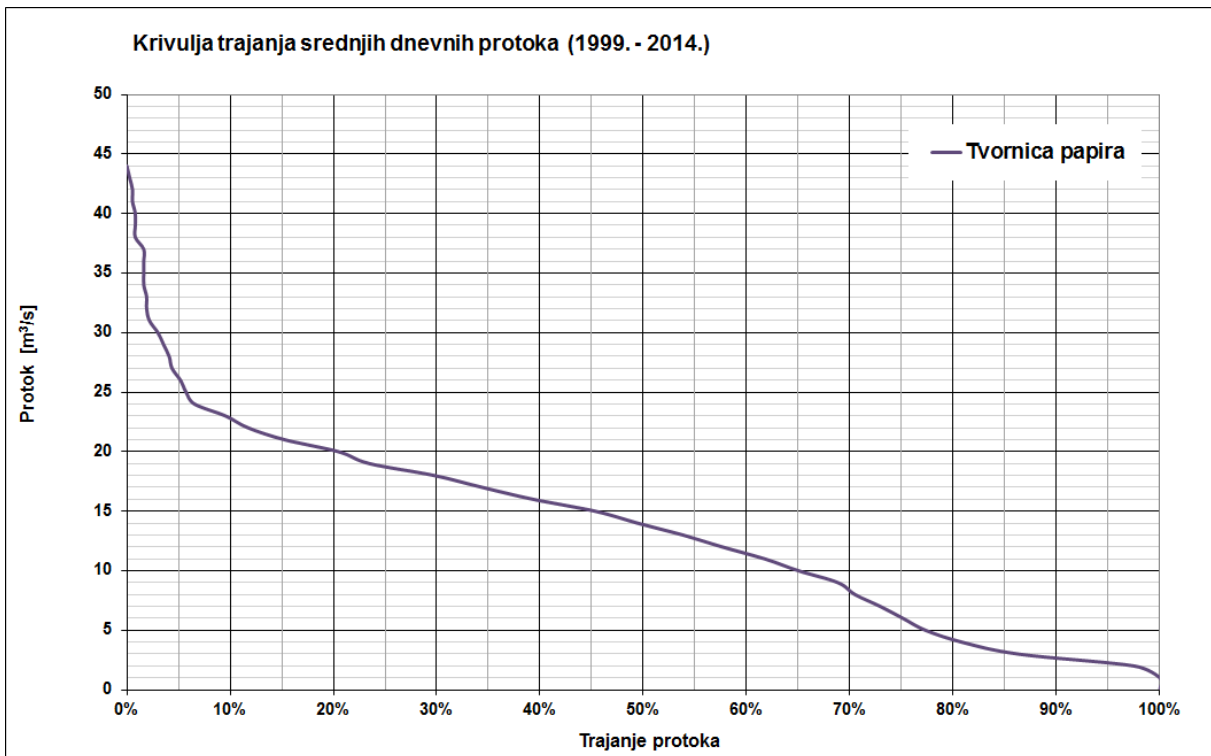
Slika 2.4-4 Krivulja trajanja protoka na postaji Martinovo selo za period 2012.-2014.



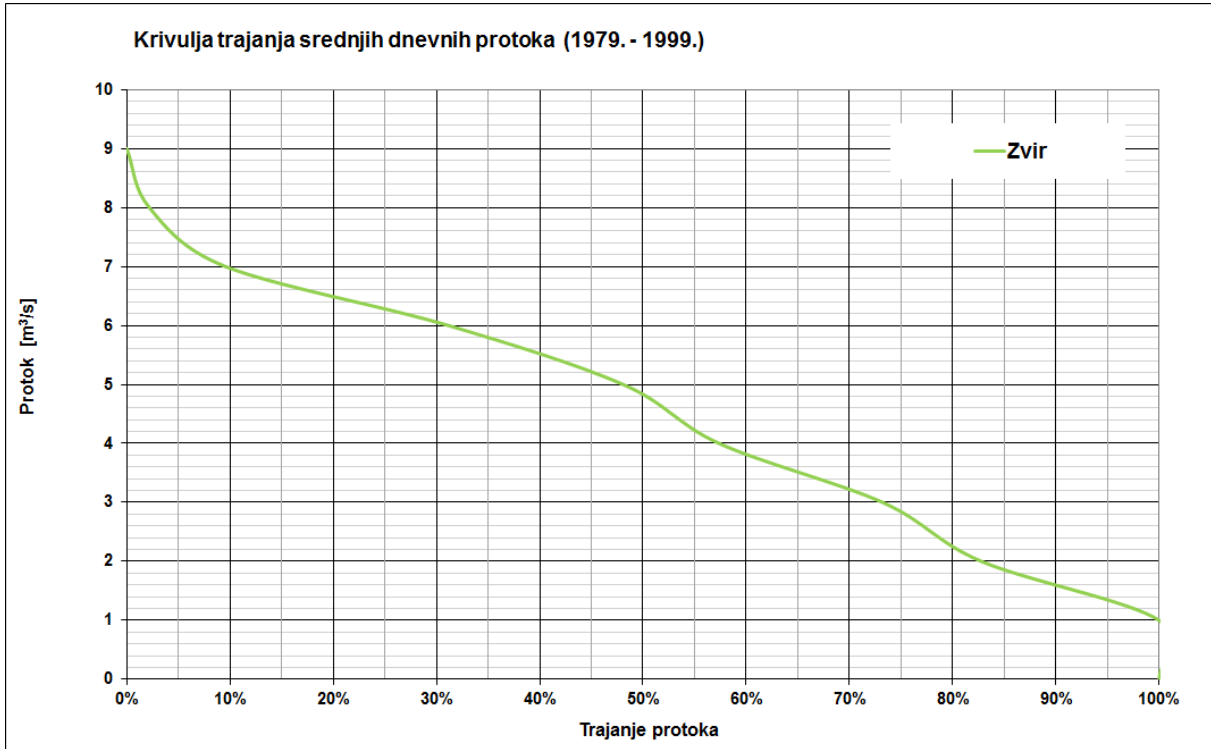
Slika 2.4-5 Krivulja trajanja protoka na postaji Drastin za period 1987.-2014.



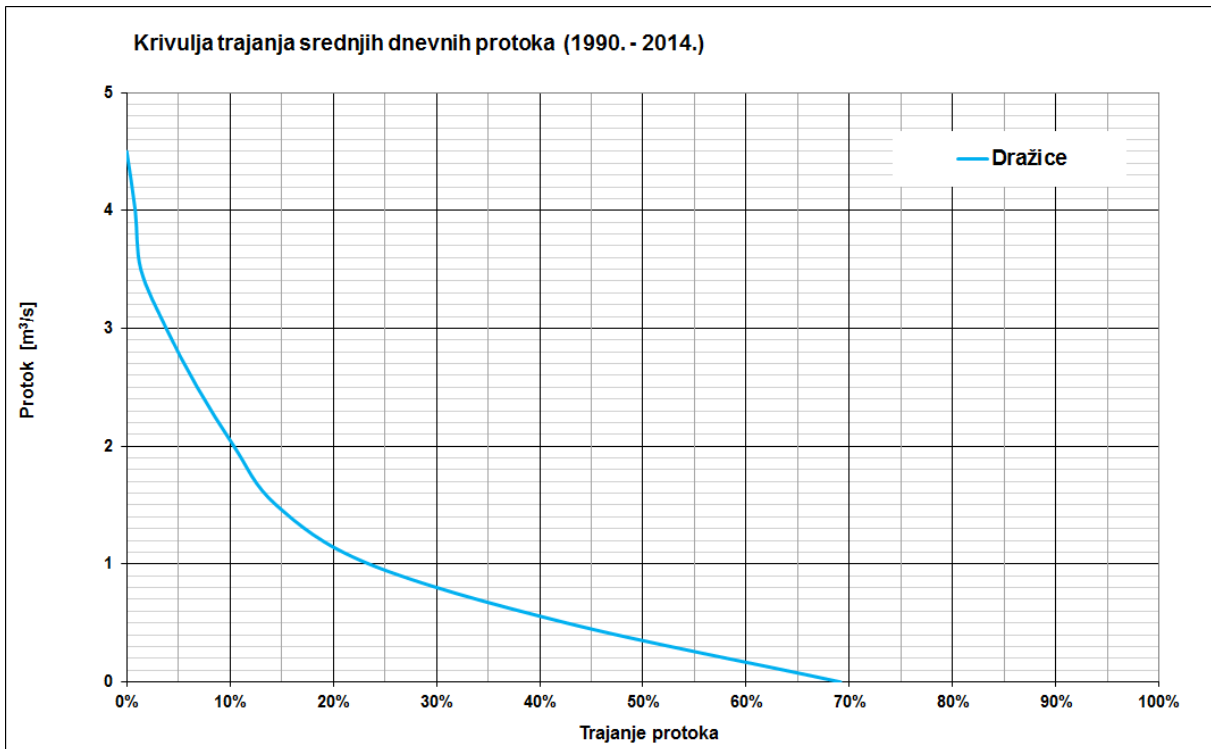
Slika 2.4-6 Krivulja trajanja protoka na postaji Grohovo za period 1980.-2006.



Slika 2.4-7 Krivulja trajanja protoka na postaji Tvornica papira za period 1999.-2014.



Slika 2.4-8 Krivulja trajanja protoka na postaji Rijeka-Izvor za period 1979.-1991.



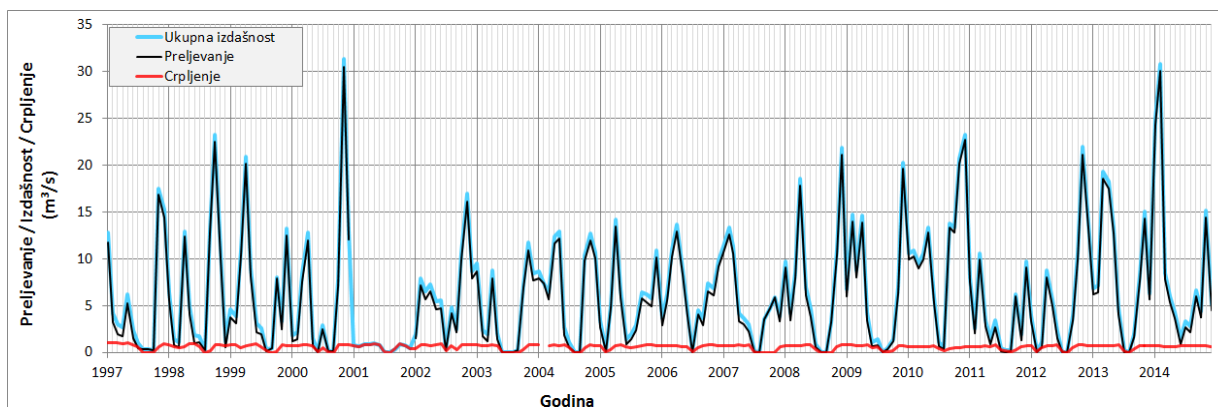
Slika 2.4-9 Krivulja trajanja protoka na postaji Dražice za period 1987.-2011.

2.4.2 Prikaz odabranih podloga za definiranje minimalnih preljevnih količina izvorišta

Obzirom da su oba izvora rijeke Rječine (izvor Rječine i Zvir) uključena u sustav vodoopskrbe, dan je višegodišnji i prosječni godišnji statistički prikaz preljevnih količina, crpljenja i izdašnosti izvora odnosno režima njihova korištenja. Ovime će se ukazati na potrebu i mogućnost (obzirom na postojeće podatke) izrade modela na temelju kojih će se definirati minimalne preljevne količine na izvorištima.

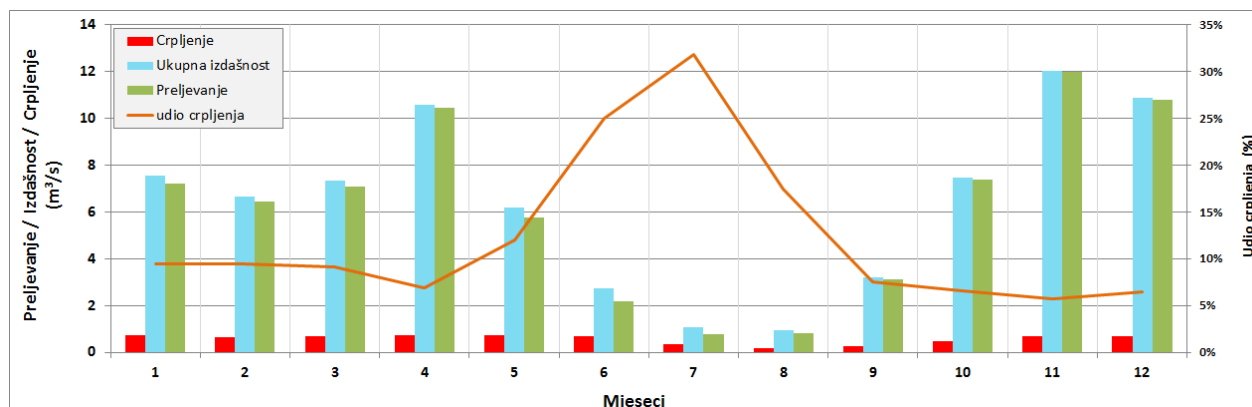
Izvor Rječine

Unutar 18-godišnjeg promatranog razdoblja (Baza HIS-a, 1997.-2014., bez podataka preljevanja u 2001. godini) izdašnost Izvora Rječine u prosjeku varira od 0 m³/s do 31,4 m³/s dok je apsolutni maksimum od 60,1 m³/s zabilježen u studenom 1991. godine. Iz višegodišnjeg niza podataka (Slika 2.4-10) može se uočiti da se najmanja izdašnost izvora periodično javlja u svim godinama tijekom ljetnog razdoblja (lipanj-rujan), kada izvor zna i presušiti, no zna se pojaviti i sekundarni minimum u veljači (2005. i 2012. godine). Maksimumi izdašnosti izvora se očekivano javljaju pri kraju godine u studenom i prosincu sa sekundarnim maksimumom u travnju (Slika 2.4-11).



Slika 2.4-10 Višegodišnji niz srednjih mjesečnih vrijednosti crpljenja, preljevanja i ukupne izdašnosti Izvora Rječine.

Analiza podataka (Slika 2.4-11) ukazuje na to da je režim crpljenja izvora usklađen sa njegovom raspoloživom količinom vode. U prosjeku se najviše crpi u vlažnom dijelu godine kada je u izvoru i najviše raspoložive vode dok je u ljetnim sušnim mjesecima najmanja izdašnost izvora popraćena i najmanjom količinom crpljene vode. No u ljetnom razdoblju je pak udio crpljenja najveći, odnosno crpi se 17-35% raspoložive količine vode koja ne ugrožava prihranjivanje vodotoka Rječine. U preostalom dijelu godine crpi se uglavnom ispod 10% raspoložive količine vode.



Slika 2.4-11 Godišnji hod srednjih mjesečnih vrijednosti crpljenja, preljevanja, ukupne izdašnosti izvora Rječine te udijela crpljenja unutar razdoblja od 1997. do 2014. godine.

Tablica 2.4-2 Srednje mjesečne i godišnje preljevne količine na Izvoru Rječine (1997. - 2014.).

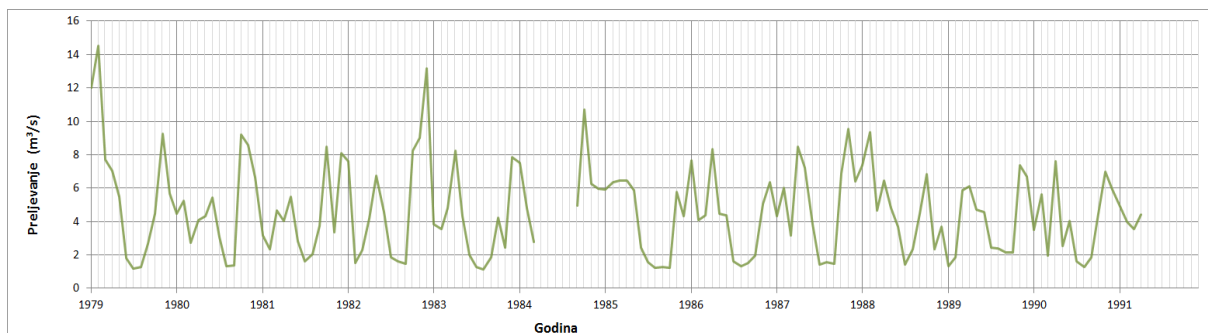
Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God.
1997	11,78	3,18	1,91	1,76	5,25	1,51	0,38	0,37	0,36	0,26	16,89	14,41	4,84
1998	5,57	0,79	0,58	12,35	4,04	0,98	1,12	0,21	12,83	22,47	10,05	0,55	5,96
1999	3,76	3,08	10,43	20,19	8,10	2,17	1,94	0,15	0,40	7,93	2,47	12,49	6,09
2000	1,18	1,44	7,59	11,97	0,78	0,04	2,49	0,06	0,12	6,99	30,53	12,03	6,27
2001	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2002	1,50	7,10	5,68	6,56	4,62	4,67	0,26	4,15	2,17	9,89	16,11	7,85	5,88
2003	8,67	1,66	1,19	7,94	1,36	0,00	0,00	0,00	0,22	6,95	10,92	7,66	3,88
2004	7,90	7,34	5,66	11,60	12,15	1,87	0,55	0,00	0,05	9,86	11,96	9,99	6,58
2005	2,68	0,16	4,81	13,48	5,90	0,82	1,44	2,35	5,75	5,37	4,95	10,16	4,82
2006	2,91	5,53	10,22	12,94	8,27	3,80	0,04	4,00	2,92	6,54	6,09	9,14	6,03
2007	10,62	12,58	10,58	3,31	2,99	2,22	0,05	0,03	3,49	4,74	5,82	3,27	4,97
2008	9,09	3,45	7,89	17,81	6,09	3,77	0,49	0,00	0,00	3,20	10,48	21,07	6,95
2009	5,96	13,96	7,97	13,86	3,45	0,64	0,78	0,02	0,35	1,22	6,34	19,62	6,18
2010	9,89	10,28	8,91	9,97	12,76	5,18	0,68	0,37	13,38	12,76	20,20	22,71	10,59
2011	7,47	2,04	9,88	2,74	0,86	2,65	0,15	0,05	0,14	5,97	1,33	9,09	3,53
2012	3,27	0,02	0,58	8,04	4,87	1,51	0,01	0,00	3,43	9,89	21,10	13,20	5,49
2013	6,19	6,44	18,55	17,53	12,68	4,04	0,03	0,00	1,56	7,67	14,34	5,65	7,89
2014	24,28	30,12	7,80	5,36	3,66	0,83	2,62	2,09	5,97	3,71	14,43	4,53	8,78
Srednjak	7,22	6,42	7,07	10,43	5,75	2,16	0,77	0,82	3,13	7,38	12,00	10,79	6,16
Minimum	1,18	0,02	0,58	1,76	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,33	0,55	3,53
Maksimum	24,28	30,12	18,55	20,19	12,76	5,18	2,62	4,15	13,38	22,47	30,53	22,71	10,59

Izvor Zvir

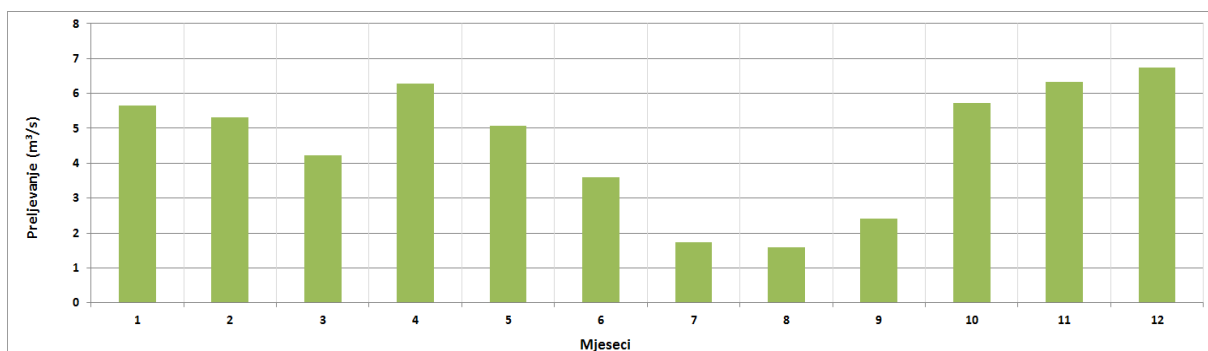
Zbog neusporedivosti podataka preljevanja (1979.-1991.) i crpljenja (1997.-2014.) na izvoru Zvir, njihova analiza i prikazi dani su zasebno.

Preljevanje na izvoru Zvir u prosjeku varira od 1,1 m³/s do 14,5 m³/s dok je apsolutni maksimum od 20,3 m³/s zabilježen u veljači. Iz višegodišnjeg niza podataka (Slika 2.4-12) se može uočiti da se minimumi preljevanja izvora, ispod 2 m³/s periodično javljaju u svim

godinama tijekom sušnih mjeseci (srpanj-rujan) no zna se pojaviti i sekundarni minimum u veljači (1982. i 1989. godine). Maksimumi izdašnosti izvora se očekivano javljaju pri kraju godine u studenom i prosincu sa sekundarnim maksimumom u travnju (Slika 2.4-13).

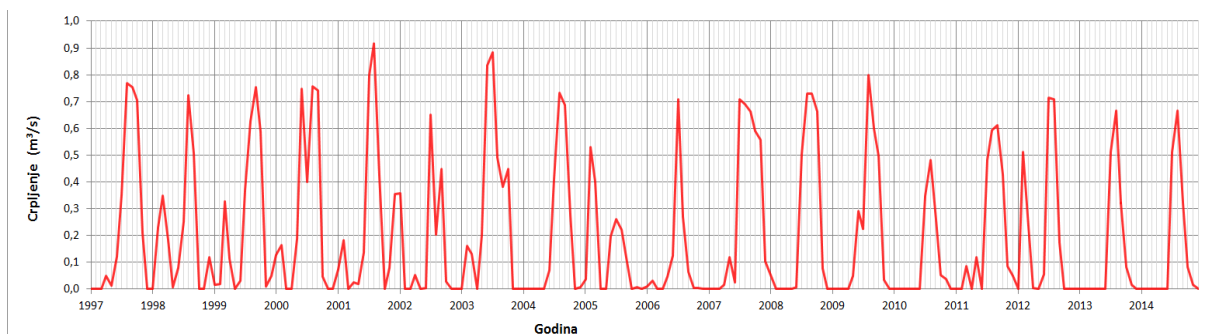


Slika 2.4-12 Višegodišnji niz srednjih mjesečnih vrijednosti preljevanja izvora Zvir.

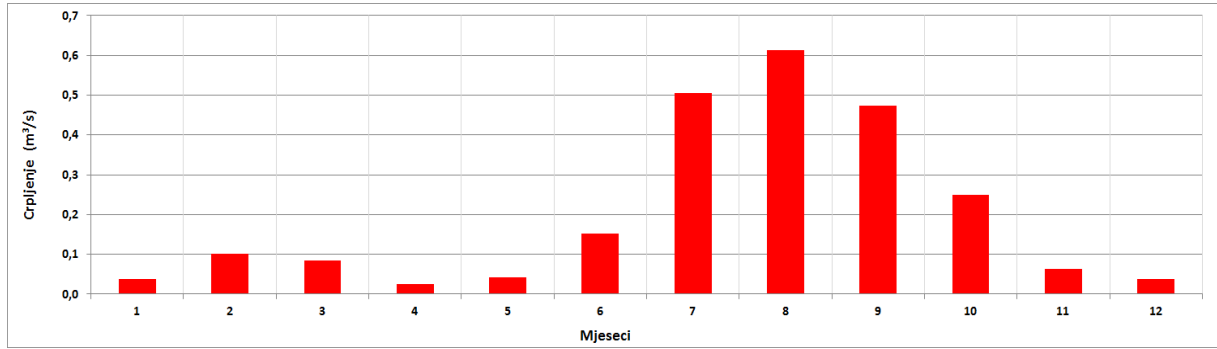


Slika 2.4-13 Godišnja razdioba preljevni količina na izvoru Zvir unutar razdoblja od 1997. do 2014. godine.

Analiza podataka (Slika 2.4-15) ukazuje na to da se u prosjeku najviše vode crpi tijekom ljeta kada presušuje Izvor Rječine i kada je povećana potražnja vode. Naime prosječno se u ljetnom razdoblju crpi oko 7 puta više vode nego u ostatku godine. Obzirom na nedostatak usporedivih podataka preljevanja, ne može se ustvrditi koliki udio raspoložive količine vode u izvoru se crpi i da li je time ugroženo prihranjivanje vodotoka Rječine. Također se ne može ni izraditi matematički model kojim bi se izračunale njegove ekološki prihvatljive preljevne količine ponajviše zbog nedostatka podataka protoka odnosno preljevanja u zadnjih 25 godina.



Slika 2.4-14 Višegodišnji niz srednjih mjesečnih vrijednosti crpljenja izvora Zvir.



Slika 2.4-15 Godišnji hod srednjih mjesečnih vrijednosti crpljenja na izvoru Zvir unutar razdoblja od 1997. do 2014. godine.

3 DEFINIRANJE EPP I MINIMALNIH PRELJEVNIH KOLIČINA

3.1 Izbor metodologije

3.1.1 Osnove definiranja EPP

Ekološki prihvatljiv protok (EPP) važan je dio upravljanja vodnim područjima i održavanja propisanog dobrog stanja vodotoka kako bi se postigli ciljevi Okvirne direktive o vodama (EC/60/2000). U dokumentu *CIS guidance document n°31 - Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive* (European Union, 2015) predložene su smjernice zemljama članicama EU kod definiranja ekološki prihvatljivih protoka. Postoji niz definicija EPP (Brown i King, 2003, Dyson Bergkamp i Scanlon, 2003; IMWI, 2004; Brisbane Declaration), a kao osnovna i najprihvatljivija uzima se kombinacija definicija koju su predložili Arthington i Pusey, odnosno Therme (2003). EPP se tako definira kao *održavanje ili djelomično obnavljanje prirodnog protoka kako bi se održalo povoljno ekološko stanje unutar vodotoka*. Može se definirati i kao režim toka, odnosno količina vode odgovarajuće kakvoće kojom se, uz održavanje funkcionalnosti i strukture riječnih ekosustava, istovremeno omogućuje i potrebno korištenje vodnih resursa (za potrebe vodoopskrbe, energetike, poljoprivrede). Određivanje EPP je složen postupak unutar kojeg je potrebno precizno definirati vodni režim malih voda te uvažiti i razne morfometrijske i bio-ekološke značajke vodotoka koje su individualne za svaki vodotok.

EPP je unutar Nacrta Plana upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. uvršten kao jedna od osnovnih mjera za kontrolu i smanjenje hidromorfološkog opterećenja voda i mjere kontrole zahvaćanja voda. Unutar dodatnih mjera za područja namijenjena zaštiti staništa ili vrsta gdje je održavanje ili poboljšanje stanja voda bitan element njihove zaštite EPP je uvršten kao jedna od mjera za smanjenje hidromorfoloških utjecaja za nove zahvate/opterećenja. Unatoč tome, u Hrvatskoj za sada ne postoje odgovarajući zakonski propisi kojima je određena metodologija definiranja EPP-a. Do sada se EPP uglavnom određivao na temelju hidrološke obrade raspoloživih podataka te se predlagalo da se u prirodnom koritu vodotoka moraju zadržati sve količine vode do prosječne minimalne količine vode u vodotoku. Odnosno, protok vode u vodotoku nizvodno od zahvata mora biti veći ili jednak prosječnom minimalnom godišnjem protoku. Danas se kod definiranja EPP, osim hidroloških, u obzir uzimaju i ekološke metode koje se zasnivaju na povezanosti staništa i protoka te određenih indikatorskih vrsta (bioindikatora).

Na području Rječine voda se koristi za potrebe vodoopskrbe i proizvodnje energije. Stoga je vrlo važno pitanje za sve korisnike voda koja količina vode treba ostati u vodotoku nizvodno od zahvata (brane Valići), kao i minimalna preljevna količina vode izvorišta koja se mora ispuštati u vodotok. Kako bi se odredila ukupna bilanca zahvaćene vode, njezina raspodjela i način korištenja među korisnicima, te procijenio njezin utjecaj na biološko-ekološke značajke matičnog vodotoka nizvodno od vodozahvata, potrebno je sagledati podatke o dosadašnjem načinu korištenja voda na tom području. Korištenje izvora za vodoopskrbu smatra se vanjskim korištenjem voda koje uzrokuje trajno smanjenje raspoloživih količina vode u vodotoku. Kod nepovratnog uzimanja voda treba procijeniti i utjecaje takvog korištenja voda na korisnike preostalih voda matičnog vodotoka. Kako se vodni potencijal želi maksimalno iskoristiti za potrebe vodoopskrbe, sa stajališta korisnika svaka količina vode koja se neće koristiti za tu namjenu predstavlja gubitak.

S druge strane, količina vode koja protječe koritom nizvodno od zahvata i količina koja ostaje u koritu bitni su za očuvanje i zaštitu prirodnih vrijednosti tog vodotoka kao i održavanje dobrog ekološkog stanja. Određivanje EPP stoga je izuzetno važno za očuvanje prirodne biološke i krajobrazne raznolikosti. Za proračun EPP-a na Rječini korištene su razne metode koje su zakonski propisane i/ili preporučene u razvijenim državama svijeta, a njihov je pregled dan u sljedećem poglavlju. Valja napomenuti da vrijednost EPP-a ne mora nužno biti ista za cijelu godinu, već može varirati u pojedinim mjesecima ili sezonama.

Osnovna je postavka u suvremenom održivom upravljanju kopnenim vodama da se, nakon što se zadovolje potrebe dosadašnjih korisnika, moraju osigurati prirodni bio-ekološki zahtjevi za razvoj i održavanje sveukupnog autohtonog živog svijeta nizvodnog korita matičnog vodotoka.

3.1.2 Pregled metodologije

Hidrološke metode i način njihova proračuna su preuzete iz dostupne literature: Mišetić i sur., 2000; Žugaj, 2000; Bonacci, 2003; Vučijak i sur., 2009; ESHA (European Small Hydropower Association). Ukoliko je bilo potrebno, iste su prilagođene za razmatrano područje kao i preračunate u SI jedinice.

3.1.2.1 Hidrološke metode

Stručna praksa u Hrvatskoj - Biološki minimum (Žugaj, 2000.)

Na temelju hidrološke obrade raspoloživih podataka, u Hrvatskoj se u praksi često predlaže da se u prirodnom koritu vodotoka moraju zadržati sve količine vode do prosječne minimalne količine u vodotoku u konkretnom razdoblju.

$$Q_0 = MNQ \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

gdje je MNQ prosječan minimalni godišnji protok koji je definiran kao aritmetička sredina minimalnih godišnjih protoka u razmatranom razdoblju.

Alarmantna granična vrijednost (Bonacci, 2003)

$$Q_e = 0,2 \cdot Q_{300} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Za protok kojim bi se osigurali ekološki zahtjevi vodotoka potrebno je uzeti 20% vrijednosti protoka 80%-tnog trajanja (300 dana) na srednjoj krivulji trajanja izraženoj u m^3/s .

Q_{300} (ili $Q_{80\%}$) je protok koji je u razdoblju od godine dana na raspolaganju u najmanje 80% slučajeva (300 dana), a Q_e je najniža dopuštena vrijednost protoka ispod koje se ne smije ići (alarmantna vrijednost).

Za proračun je potrebna srednja krivulja trajanja protoka.

Matthey-eva formula - Švicarska (ESHA, Bonacci, 2003)

Minimalni uvjet (protok) za život riba bilo bi najbolje empirički odrediti, no on otprilike odgovara protoku u dugim vremenskim nizovima koji se može izraziti preko Q_{300} (protok koji je prisutan u najmanje 80% slučajeva godišnje). Procjena se radi putem slijedećih izraza:

$$Q_e = 15 \cdot Q_{300} / (\ln Q_{300})^2 \quad [l/s]$$

Gornji izraz se predlaže za *manje* vodotoke (Bonacci, 2003)

$$Q_e = 0,25 \cdot Q_{300} + 75 \quad [l/s]$$

Ovaj izraz predstavlja lineariziranu osnovnu Matthey-evu formulu, gdje je konstanta 75 izražena u l/s. Ta se formula predlaže za *veće* vodotoke (Bonacci, 2003).

Metoda za određivanje EPP-a u Francuskoj i Austriji (Bonacci, 2003)

$$Q_e = (0,15 - 0,20) \cdot \bar{Q} \quad [m^3/s]$$

U izrazu \bar{Q} je srednji godišnji protok (Q_{sr}) pri čemu se **0,15** uzima za *veće* vodotoke, a **0,20** za *manje* vodotoke.

Metoda za određivanje EPP-a u Francuskoj i Austriji (Bonacci, 2003)

$$Q_e = (0,7 - 1,3) \cdot \bar{Q}_{min} \quad [m^3/s]$$

U gornjem je izrazu \bar{Q}_{min} srednji niski protok (Q_{sr-min}) koji se određuje kao prosječna vrijednost svih opaženih minimalnih godišnjih protoka. Konstanta **0,7** se uzima za *veće* vodotoke, a **1,3** za *manje* vodotoke.

Metoda 10% vrijednosti srednjeg protoka - Austrija (ESHA)

$$Q_e = 10 \% \cdot Q_{sr-mj} \quad [m^3/s]$$

Prema ovoj metodi zadržani protok treba biti veći od 10% srednje vrijednosti prirodnog protoka (u promatranom razdoblju, često mjesecu), što znači da se mijenja ovisno o vremenu. Ova metoda zahtijeva kontinuirano mjerenje protoka na različitim presjecima vodotoka, što nije uvijek jednostavno.

Metoda Lanser - Austrija (ESHA)

$$Q_{min-bio} = 5 \% \cdot \bar{Q} \quad [m^3/s]$$

$$Q_{\max_bio} = 10 \% \cdot \bar{Q} \quad [m^3/s]$$

Metoda predlaže da EPP treba biti u intervalu 5-10% srednjeg godišnjeg protoka.

Metoda Jager - Austrija (ESHA)

$$Q_{bio} = 15 \% \cdot \bar{Q} \quad [m^3/s]$$

S obzirom na očuvanje populacija riba, metoda predlaže da se osigura bar 15% vrijednosti srednjeg godišnjeg protoka.

Metoda Montana - USA (ESHA)

Kriterij ove metode za određivanje EPP-a je ekonomska važnost ribolova.

$$Q_{\max_bio} = 40 - 60 \% \cdot \bar{Q} \quad [m^3/s] \quad \text{za visoku ekonomsku važnost ribolova}$$

$$Q_{\min_bio} = 10 \% \cdot \bar{Q} \quad [m^3/s] \quad \text{za malu ekonomsku važnost ribolova}$$

Metoda Steinbach - Austrija (ESHA)

$$Q_{bio} = Q_{\min} \quad [m^3/s]$$

Prema ovoj metodi zadržani protok treba barem biti jednak minimalnom srednjem protoku mjerenom na dugotrajnoj vremenskoj bazi te na kraju podijeljen na *zimski* i *ljetni period*.

Metoda Rheinland Pfalz - Njemačka (ESHA)

$$Q_{\min_bio} = 20 \% \cdot Q_{\min} \quad [m^3/s]$$

$$Q_{\max_bio} = 50 \% \cdot Q_{\min} \quad [m^3/s]$$

Minimalni protok treba biti u intervalu 20-50% minimalnog srednjeg godišnjeg protoka.

Metoda Sawall i Simon - Njemačka (ESHA)

$$Q_{\min_bio} = 7 \% \cdot Q_{\min_kolova} \quad [m^3/s]$$

$$Q_{\max_bio} = Q_{\min_kolova} \quad [m^3/s]$$

Zadržani protok mora biti u intervalu 7-100% minimalnog srednjeg protoku u kolovozu.

Tennant (Bonacci, 2003)

Ova metoda obuhvaća preporuke za određivanje EPP-a za potrebe riba, divljih životinja, rekreacije i ostalih resursa u okolišu definirane od Tennant-a (1976) i izražene u postocima prosječnog godišnjeg protoka:

Redni broj	Opis vrste protokola	10.-3. mjeseca	4.-9. mjeseca
1.	maksimalni ili protok za ispiranje	200 %	200 %
2.	optimalni raspon	60-100 %	60-100 %
3.	izvanredno povoljan	40 %	60 %
4.	odličan	30 %	50 %
5.	dobar	20 %	40%
6.	konkretan, ali degradirajući	10 %	30%
7.	loš ili minimalan	10 %	10%
8.	uzrokuje teške degradacije	0-10 %	0-10 %

Baxter (Bonacci, 2003)

Metoda se fokusira na potrebe zaštite pastrva i podrške njihovim populacijama tijekom raznih životnih faza. Vrijednosti su izražene u postocima *prosječnog godišnjeg protoka*:

Redni broj	Faze života pastrve	Minimum	Maksimum
1.	Mlađ - tijekom ljeta	20 %	25 %
2.	Migracija odraslih riba	30 %	70 %
3.	Mriještenje	12,5 %	30 %
4.	Izlijeganje	10 %	17 %

Zakonski propis u Bosni i Hercegovini (Pravilnik o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka, 2013)

Proračun vrijednosti EPP (Q_{EPP}) se vrši na osnovu vrijednosti parametara srQ_{min} , Q_{sr} , i $srQ_{DEK(j)}$ vodnog tijela u profilu za koji se određuje EPP. Vrijednosti navedenih parametara računaju se na osnovu hidroloških podataka trajanja od najmanje 10 godina, odnosno 30 godina u kontinuitetu.

Srednji minimalni protok (srQ_{min}) označava aritmetičku sredinu minimalnih godišnjih vrijednosti srednjih dnevnih protoka u profilu vodotoka u razmatranom periodu. Izražava se u m^3/s i računa po izrazu:

$$srQ_{min} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_{min,i}}{N}$$

gdje je $Q_{min,i}$ minimalni srednji dnevni protok u i -toj kalendarskoj godini, a N broj godina u razmatranom periodu;

Srednji protok (Q_{sr}) označava aritmetičku sredinu srednjih godišnjih vrijednosti protoka u profilu vodotoka u razmatranom razdoblju. Izražava se u m^3/s i računa po izrazu:

$$Q_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_{sr,i}}{N}$$

gdje je $Q_{sr,i}$ srednji godišnji protok u i -toj kalendarskoj godini, a N broj godina u razmatranom periodu;

Srednji dekadni protok (${}_{sr}Q_{DEK(j),i}$) označava aritmetičku sredinu srednjih dekadnih vrijednosti protoka u profilu vodotoka. Izražava se u m^3/s i računa po izrazu:

$${}_{sr}Q_{dek(j)} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_{DEK(j),i}}{N}$$

gdje je ${}_{sr}Q_{DEK(j),i}$ srednji dekadni protok u j -toj dekadi u i -toj kalendarskoj godini, a N broj godina u razmatranom periodu;

U slučaju kada se raspolože dekadnim vrijednostima protoka, Q_{eppp} će se proračunava na osnovu slijedeće jednačine:

$$Q_{eppp} = \left\{ \begin{array}{ll} 1,0 \times {}_{sr}Q_{min} & \text{za } {}_{sr}Q_{DEK(j)} < Q_{sr} \\ 1,5 \times {}_{sr}Q_{min} & \text{za } {}_{sr}Q_{DEK(j)} \geq Q_{sr} \end{array} \right\}$$

U slučaju, kada je ${}_{sr}Q_{min} = 0$, ili ${}_{sr}Q_{min} : Q_{sr} < 1 : 25$, Q_{eppp} će se proračunati na osnovu slijedeće jednačine:

$$Q_{eppp} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,10 \times Q_{sr} & \text{za } {}_{sr}Q_{DEK(j)} < Q_{sr} \\ 0,15 \times Q_{sr} & \text{za } {}_{sr}Q_{DEK(j)} \geq Q_{sr} \end{array} \right\}$$

U slučaju kada se ne raspolože dekadnim vrijednostima protoka Q_{eppp} će se proračunati na osnovu slijedeće jednačine:

$$Q_{eppp} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,10 \times Q_{sr} & \text{za } \textit{period svibanj – listopad} \\ 0,15 \times Q_{sr} & \text{za } \textit{period studeni – travanj} \end{array} \right\}$$

U slučaju da se EPP računa za vodno tijelo nizvodno od hidroakumulacije potrebno je odrediti i maksimalni dozvoljeni protok (ispuštanje iz akumulacije) za sušne periode tokom godine u visini od dvostrukog ${}_{sr}Q_{DEK(j),i}$ za predmetnu dekadu.

GEP metoda (Garantovani Ekološki Protok) - Srbija (Vučijak i sur., 2009)

GEP metoda se zasniva na primjeni tri parametra:

(1) prosječni višegodišnji protok na profilu brane, odnosno mjestu zahvata vode (\bar{Q}),

(2) minimalni mjesečni protok 95%-ne vjerojatnosti ($Q_{95\%}^{\min. mj.}$),

(3) minimalni mjesečni protok 80%-ne vjerojatnosti ($Q_{80\%}^{\text{min.mj.}}$).

Ukoliko se raspolaže višegodišnjim nizovima dnevnih protoka, umjesto minimalnih mjesečnih protoka ($Q_{95\%}^{\text{min.mj.}}$) i ($Q_{80\%}^{\text{min.mj.}}$) mogu se koristiti odgovarajuće vrijednosti 30-dnevnih protoka malih voda istih vjerojatnosti ($Q_{95\%}^{\text{min.(30)}}$) i ($Q_{80\%}^{\text{min.(30)}}$).

U hladnom dijelu godine koji obuhvaća period od listopada do ožujka:

$$Q_{\text{ekol.gar.}} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,1 \cdot \bar{Q} & \text{za } Q_{95\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} \leq 0,1 \cdot \bar{Q} \\ Q_{95\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} & \text{za } 0,1 \cdot \bar{Q} \leq Q_{95\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} \leq 0,15 \cdot \bar{Q} \\ 0,15 \cdot \bar{Q} & \text{za } Q_{95\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} \geq 0,15 \cdot \bar{Q} \end{array} \right\}$$

U toplom dijelu godine koji obuhvaća period od travnja do rujna:

$$Q_{\text{ekol.gar.}} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,15 \cdot \bar{Q} & \text{za } Q_{80\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} \leq 0,15 \cdot \bar{Q} \\ Q_{80\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} & \text{za } 0,15 \cdot \bar{Q} \leq Q_{80\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} \leq 0,25 \cdot \bar{Q} \\ 0,25 \cdot \bar{Q} & \text{za } Q_{80\%}^{\text{min.mj.}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} \geq 0,25 \cdot \bar{Q} \end{array} \right\}$$

Zakonski propis u Sloveniji (Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka, 2009)

Metoda za određivanje EPP koja se bazira na Uredbi Republike Slovenije o kriterijima za određivanje i praćenje EPP, koja je donesena u ožujku 2009. godine. Q_{es} se izračunava po jednadžbama koje su oblikovane u skladu s podacima o srednjim malim (sQ_{np}) i srednjim protocima vode (sQ_{s}), te se određuje na osnovi:

- odnosa između sQ_{np} i sQ_{s} ,
- odnosa između $sQ_{\text{dek}(j)}$ i sQ_{s} ,
- dužine zahvaćanja vode,
- nepovratnog ili povratnog zahvaćanje vode i
- količine zahvaćanja.

Srednji mali protok (sQ_{np}) definiran je izrazom:

$$sQ_{\text{np}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_{\text{np},i}}{N}$$

gdje je $Q_{\text{np},i}$ najmanji srednji dnevni protok u i-toj kalendarskoj godini, a N je broj godina u periodu promatranja.

Srednji protok (sQ_{s}) definiran je izrazom:

$$sQ_{\text{s}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_{\text{s},i}}{N}$$

gdje je $sQ_{\text{s},i}$ srednji godišnji protok u i-toj kalendarskoj godini, a N je broj godina u periodu promatranja.

Srednji dekadni protok ($sQ_{dek(j)}$) definiran je izrazom:

$$sQ_{dek(j)} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} Q_{dek(j),i}}{N}$$

gdje je $sQ_{dek(j),i}$ srednji dekadni protok u j-toj dekadi u i-toj kalendarskoj godini, a N je broj godina u periodu promatranja.

Dužina zahvaćanja (d) je:

- točkasta, kada je udaljenost između zahvaćanja i ponovnog dotoka u vodotok ≤ 10 m,
- kratka, kada je udaljenost između zahvaćanja i ponovnog dotoka u vodotok:
 - $10 \text{ m} < d \leq 100 \text{ m}$ i slivno područje do mjesta zahvata $\leq 100 \text{ km}^2$ ili
 - $10 \text{ m} < d \leq 200 \text{ m}$ i slivno područje do mjesta zahvata $> 100 \text{ km}^2$
- duga, kada je udaljenost između zahvaćanja i ponovnog dotoka u vodotok veća nego u prethodnim slučajevima.

Zahvaćanje vode je povratno, kada se zahvaćena voda vraća površinski nazad u isti vodotok, u suprotnom se zahvaćanje smatra nepovratnim.

Kada je količina zahvaćene vode iz vodotoka veća od 20% sQ_s , smatrat će se velikim zahvatom, u suprotnom smatrat će se manjim zahvatom.

Izrazi za određivanje vrijednosti Q_{es}

A. Posebna korištenja površinske vode s povratnim zahvaćanjem

A.1. Kada je odnos između sQ_s i $sQ_{np} \leq 20 : 1$

- Točkasti zahvat:
 - za manje zahvate: $Q_{es} = 1,0 \cdot sQ_{np}$
 - za velike zahvate: $Q_{es} = 1,2 \cdot sQ_{np}$
- Kratki zahvat:
 - za manje zahvate: $Q_{es} = 1,0 \cdot sQ_{np}$
 - za velike zahvate Q_{es} se izračunava po dekadi:
 - kada je $sQ_{dek(j)} < sQ_s$: $Q_{es} = 1,5 \cdot sQ_{np}$
 - kada je $sQ_{dek(j)} \geq sQ_s$: $Q_{es} = 0,7 \cdot sQ_s$
- Dugi zahvat:
 - za manje zahvate: $Q_{es} = 1,2 \cdot sQ_{np}$
 - za velike zahvate Q_{es} se izračunava po dekadi:

- kada je $sQ_{dek(j)} < sQ_s$: $Q_{es} = 1,5 \cdot sQ_{np}$
- kada je $sQ_{dek(j)} \geq sQ_s$: $Q_{es} = 0,7 \cdot sQ_s$

A.2. Kada je odnos između sQ_s i $sQ_{np} > 20 : 1$

- Točkasti zahvat:
 - za manje zahvate: $Q_{es} = 0,05 \cdot sQ_s$
 - za velike zahvate: $Q_{es} = 0,1 \cdot sQ_s$
- Kratki zahvat:
 - za manje zahvate: $Q_{es} = 0,05 \cdot sQ_s$
 - za velike zahvate Q_{es} se izračunava po dekadi:
 - kada je $sQ_{dek(j)} < sQ_s$: $Q_{es} = 0,1 \cdot sQ_s$
 - kada je $sQ_{dek(j)} \geq sQ_s$: $Q_{es} = 0,7 \cdot sQ_s$
- Dugi zahvat:
 - za manje zahvate: $Q_{es} = 0,1 \cdot sQ_s$
 - za velike zahvate Q_{es} se izračunava po dekadi:
 - kada je $sQ_{dek(j)} < sQ_s$: $Q_{es} = 0,1 \cdot sQ_s$
 - kada je $sQ_{dek(j)} \geq sQ_s$: $Q_{es} = 0,7 \cdot sQ_s$

B. Posebno korištenje površinske vode s nepovratnim zahvatom

B.1. Kada je odnos između sQ_s i $sQ_{np} \leq 20 : 1$

- za manje zahvate: $Q_{es} = 1,5 \cdot sQ_{np}$
- za velike zahvate Q_{es} se izračunava po dekadi:
 - kada je $sQ_{dek(j)} < sQ_s$: $Q_{es} = 2,0 \cdot sQ_{np}$
 - kada je $sQ_{dek(j)} \geq sQ_s$: $Q_{es} = 0,7 \cdot sQ_s$

B.2. Kada je odnos između sQ_s i $sQ_{np} > 20 : 1$

- za manje zahvate: $Q_{es} = 0,1 \cdot sQ_s$
- za velike zahvate Q_{es} se izračunava po dekadi:
 - kada je $sQ_{dek(j)} < sQ_s$: $Q_{es} = 0,2 \cdot sQ_s$
 - kada je $sQ_{dek(j)} \geq sQ_s$: $Q_{es} = 0,7 \cdot sQ_s$

Metoda za određivanje EPP-a u Španjolskoj - Asturija (Žugaj, 2000)

Metoda predstavlja kombinaciju različitih metoda proračuna EPP-a i podijeljena je u tri razreda.

U prvom razredu se usvaja najveća vrijednost Q_0 izračunata preko Matthey-eve formule:

$$Q_0 = 0,35 \cdot Q_{347} \quad [\text{l/s}]$$

$$Q_0 = 15 \cdot Q_{347} / (\ln Q_{347})^2 \quad [\text{l/s}]$$

$$Q_0 = 0,25 \cdot Q_{347} + 75 \quad [\text{l/s}]$$

Q_{347} je protok jednak protoku u 347 dana na prosječnoj krivulji trajanja (95%-tno trajanje).

U drugom razredu se Q_0 proračuna kao i u prvom, te mu se pribroji protok koji odgovara specifičnom dotoku sa sliva:

$$q_0 = 2 \text{ l/s/km}^2$$

U trećem razredu se Q_0 proračuna kao i u prvom, te mu se pribroji protok koji odgovara specifičnom dotoku sa sliva:

$$q_0 = 4 \text{ l/s/km}^2$$

Dodatne prijedloge za održavanje ekološki prihvatljivog protoka u vodotocima je predložio uvaženi hrvatski hidrolog Ognjen Bonacci u svojoj knjizi „Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka“ (2003) u kojoj se navodi:

- Preporuča se da najmanja dubina vodotoka (nakon zahvata) općenito ne smije biti niža od **20 cm**, te da se iz vodotoka treba prestati uzimati voda kod nekih graničnih protoka koji su različiti za razne vodotoke, te su stvar posebnih analiza.
- Za vodotoke u nizinama koji imaju relativno široka korita preporuča se da u svakom metru širine korita mora teći od 30 do 40 l/s.
- Kao dodatni kriterij može se uzeti da srednja brzina vode u vodotoku ne smije pasti ispod 0,2 do 0,4 m/s ili temperatura vode koja ne smije porasti iznad neke vrijednosti.

Metodologija definiranja EPP-a, predložena u sklopu elaborata *Sektorska obrada i podloge za vodnogospodarsku osnovu Hrvatske* (Mišetić i sur., 2000), ne obrađuje posebno problem definiranja minimalnih preljevniha količina na izvorima, odnosno ne postoji propisana niti predložena metodologija za definiranje minimalnih preljevniha količina na izvorima.

3.1.2.2 Ekološke metode (metode biološkog odgovora)

Metode biološkog odgovora zasnivaju se na povezanosti između staništa i protoka, te određenih indikatorskih vrsta živih organizama, odnosno bioindikatora. Opis ovih metoda preuzet je iz stručne studije - Definiranje ekološki prihvatljivog protoka Mirne (Oikon, 2013).

Biološkim metodama prethodile su metode brze procjene staništa koje se baziraju na fizičkim karakteristikama određenih dijelova vodotoka, a uključuju analizu velikog broja faktora važnih za utvrđivanje razlika između vodotoka, kao što su režim toka, kakvoća vode, fizičke značajke vodotoka i bioenergetski potencijal kojeg čine temperatura vode, sediment, sadržaj organskih tvari i sadržaj nutrijenata.

Budući da biološki potencijal lokacije ovisi o vrsti i kvaliteti staništa, potrebno je na najmanje pet karakterističnih poprečnih profila analizirati morfologiju vodotoka, strukturalne karakteristike obale, obalnu vegetaciju i vegetaciju u okolišu vodotoka. Problemi metode su da je teško odrediti koje karakteristike mjeriti i kako ih mjeriti, te (u slučaju bodovanja) kako transformirati bodove u indekse za određivanje kvalitete staništa. Područja analize su definirana prema vrsti problema, a najvažnija su:

- određivanje morfologije dijela vodotoka koje nas zanima (presjek, profil),
- identifikacija prirodnih kontrolnih struktura, kamenih barijera i umjetnih struktura,
- određivanje kompozicije i stratifikacije dna i obalnog sedimenta,
- određivanje vegetacije koja ima korijene koja se nalazi na dnu i na obali,
- identifikacija tokova vode i lokacija gdje se tok mijenja,
- analiza procesa toka s morfologijom kanala,
- procjenjivanje stanja rijeke na temelju povijesnih karata, aerosnimaka i prijašnjih studija na kojima su identificirana mjesta erozija i mjesta taloženja.

Sakupljeni podaci o fizičkim, kemijskim i biološkim karakteristikama analiziranih staništa vodotoka se boduju i na temelju dobivenih relativnih indeksa vrednuju. Za vrednovanje staništa potoka i rijeka u SAD koriste se Rapid Bioassessment Protocols (RBPs). Osnovna im je karakteristika vrednovanje kvalitete staništa na temelju podjele analiziranih parametara na:

- **primarni parametri** - karakteriziraju mikrostaništa vodotoka kroz analizu supstrata na dnu, vegetacijskog pokrova, brzine toka, vodostaja. Smatra se da su primarni parametri najvažniji za održavanje i razvoj vodenih organizama, te su oni i najviše bodovani. Primarni parametri za ribe kao važne bioindikatore su područja pogodna za odmaranje, mjesta za mriješćenje, produktivne površine i zakloni.
- primarni parametri - zajedno s hidrološkim modelima doveli su do razvoja metoda Instream-Flow Incremental Methodology (IFIM), najčešće korištenih metoda u SAD za ocjenu promjena u vodotoku uvjetovanih smanjenjem protoka.
- **sekundarni parametri** - niže su rangirani u odnosu na primarne parametre, a karakteriziraju mezostaništa kao što su morfologija korita, turbulencija i promjene u koritu.
- **tercijarni parametri** - najniže su rangirani, a karakteriziraju pad dna korita vodotoka, omjer širine i dubine i veličinu čestica materijala na dnu.

Prethodno navedeni podaci koriste se u Physical HABitat SIMulation Model (PHABSIM) simulacijskom programu koji služi za određivanja odnosa između protoka i staništa. Osnovna svrha modeliranja prirodnog staništa je dobivanje predodžbi o protoku, tako da se isti može povezati, kroz biološke varijable, sa socijalnim, političkim i ekonomskim potrebama društva. Radi sakupljanja potrebnih podataka o biološkim čimbenicima istraživanja se moraju provoditi u svim sezonama i u pravilu ne mogu trajati kraće od tri godine.

Za procjenu kvalitete staništa koriste se također linearni višestruki regresijski modeli.

U razradi je i sustav procjene riječnih staništa RCS (River Corridor Surveys), namijenjen očuvanju okoliša, a od velike je važnosti za ribarstvo. Temelji se na:

- fizičkim karakteristikama korita,
- karakteristikama supstrata,
- karakteristikama poprečnog presjeka,
- sastavu vegetacije u koritu,
- sastavu obalne vegetacije,
- sastavu vegetacije na području do 50 m uz vodotok s obje strane vodotoka.

Od metoda biološkog odgovora za procjenu promjena izazvanih smanjenjem protoka koriste se računski modeli:

- Instream Flow Incremental Methodology (IFIM)
- Physical HABitat SIMulation Model (PHABSIM)

Metoda IFIM koristi kriterije pogodnosti staništa za ciljane vrste kako bi se utvrdila veza između varijabli staništa i karakterističnih bioindikatora. Obično se kao bioindikator koriste rijetke i ugrožene vrste koje za svoj opstanak i razvoj zahtijevaju ekološke uvjete vrlo bliske onima bez utjecaja čovjeka. To je jedna od najčešće korištenih metoda u Sjevernoj Americi koja služi za procjenu promjena staništa pastrvskih vrsta riba uvjetovanih promjenom protoka i sve se više prihvaća u razvijenim zemljama Europe.

Mjere koje se uzimaju na terenu (dubina vode, kompozicija supstrata i pokrivena kalibracija protoka) omogućavaju opisivanje pogodnosti za određene vrste. Povećane promjene u protoku se tada proučavaju da bi se mogao predvidjeti kakav će biti efekt odgovora na raspoloživost pogodnog mikrostaništa kroz čitav raspon protoka, koristeći set računskih modela PHABSIM.

Temeljni principi PHABSIM-a su:

- izabrana vrsta tolerira raspon ekoloških uvjeta staništa,
- tolerantni se rasponi mogu odrediti za svaku vrstu,
- područje toka koje omogućava te uvjete može biti opisano kvantitativno kao funkcija istjecanja i strukture vodotoka.

PHABSIM koristi krivulju indeksa mehanističke pogodnosti iz indeksa modela pogodnosti staništa koji su usko povezani s hidraulikom toka i strukturom vodotoka kao što su brzina toka, dubina, podloga i obraslost, za svaki životni stadij odabrane karakteristične bioindikatorske vrste, a najčešće odabrani bioindikator su karakteristične vrste riba. Pretpostavlja se da ribe najbolje oslikavaju općenito ekološko stanje vodotoka, budući da se kao krajnji korisnici u lancima ishrane nalaze na vrhu trofičke piramide i da imaju komercijalne, rekreacijske i zaštitne vrijednosti. Zbog toga, vrlo je važno poznavanje zajednica riba i njihovih ekoloških potreba, te mogućnosti njihove zaštite u uvjetima pogoršane kvalitete staništa.

Međutim, unatoč važnosti ove vrste klasifikacije, postoje određena ograničenja zbog čega šira primjena nije moguća.

Takva je klasifikacija dobra zbog:

- odnosa između funkcije zajednica i kvaliteta staništa,

- predvidljive reakcije na promjene staništa,
- uvjetovanosti karakteristika zajednice kvalitetom lokalnog i uzvodnog staništa,
- korištenja karakterističnih vrsta kao bioindikatora funkcija trofičkih odnosa u vodotoku,
- mogućnosti spajanja biotičkih resursa sa staništem.

S druge strane, takva je klasifikacija manjkava zbog:

- varijacije u vrstama kroz zoogeografske regije,
- variranja strukture supstrata između vodotoka radi razlike u biotičkim i abiotičkim parametrima,
- složenosti uzorkovanja,
- problema uzorkovanja u velikim rijekama.

Općenito, zoogeografski čimbenici smanjuju primjenjivost klasifikacijskih sustava. Osim toga, postoje i mnogi drugi čimbenici koji djeluju na dinamiku zajednica. Lokalni hidrološki režimi bitno variraju makroklimatskim i geološkim uvjetima, a postoje i regionalne varijacije (od predvidljivih do nepredvidljivih jako varijabilnih tokova). U potocima gdje su kompeticija i predatorstvo važni, promjene u fizikalno-kemijskim uvjetima mogu mijenjati intenzitet kompeticije i odnos između predatora i plijena.

Preduvjet za primjenu PHABSIM-a je poznavanje sljedećih proceduralnih primarnih komponenti:

- fizičke mjere dubine, brzine protoka, supstrata i pokrivenosti unutar vodotoka,
- kompjuterska simulacija hidraulike toka na različitim područjima,
- određivanje složenosti vjerojatnosti korištenja iz vrijednosti pogodnosti za svaku kombinaciju dubine, brzine, protoka i supstrata koji se nađu unutar utjecaja toka za svaku vrstu i njezin životni stadij,
- izračunavanje "weighted suitable area" (WUA) - ("pogodno područje opterećenja") za svaki protok, vrstu i životni ciklus, za svaku sezonu.

Metoda biološkog odgovora PHABSIM unatoč modernom pristupu doživjela je brojne primjedbe. Osnovna primjedba je da populacije riba uvijek ne odgovaraju na promjene u pogodnom području opterećenja (WUA). Međutim, treba reći da je metoda PHABSIM dobro prihvaćena kod procjene utjecaja malih protoka na autohtone zajednice matičnih vodotoka. Ipak, najveće njezine slabosti su uvjetovane nedostatkom i/ili nepoznavanjem podataka na kojima se metoda temelji.

Zbog toga, ovu metodu definiranja EPP za sada može koristiti vrlo ograničen broj zemalja, jer većina zemalja, u koje pripada i naša zemlja, zbog slabe bio-ekološke istraženosti vodotoka ne raspolaže potrebnim podacima.

3.1.3 Izbor metodologije

Hidrološke metode

Ukoliko postoje relevantni hidrološki podaci za određeni vodotok Mišetić i sur. (2000) predlažu da se prilikom definiranja EPP u Hrvatskoj koriste:

- dosadašnja metoda definiranja biološkog minimuma kojom se dobivaju uglavnom vrijednosti veće od vrijednosti dobivenih hidrološkim metodama korištenim u većini europskih zemalja. Biološki minimum se definira kao prosječni minimalni godišnji protok $Q_0 = MNQ$.
- uz dosadašnju metodu definiranja biološkog minimuma u Hrvatskoj predlaže se koristiti i rezultate analize srednjih vrijednosti najnižih protoka (MNQ) za više uzastopnih dana. Broj analiziranih uzastopnih dana ovisi o dužini poteza kojim će teći propisana količina vode. Predloženo je da to bude uzastopni niz između 7 i 30 dana.
- formula Matthey-a za vodotoke ili dijelove vodotoka duboko usječene u usku dolinu i strmih obala:
 - za vodotoke sa srednjim protokom (Q_{sr}) do $5 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_0 = 15 \cdot Q_{300} / (\ln Q_{300})^2 \geq 50 \text{ l/s} \quad [\text{l/s}]$$

$$Q_0 = 15 \cdot Q_{347} / (\ln Q_{347})^2 \quad [\text{l/s}]$$

$$Q_0 = 0,35 \cdot Q_{347} \quad [\text{l/s}]$$

- za vodotoke sa srednjim protokom (Q_{sr}) iznad $5 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_0 = 0,25 \cdot Q_{347} + 75 \quad [\text{l/s}]$$

Ukoliko se ne raspolaže s relevantnim hidrološkim podacima protok treba definirati na temelju:

- usporedbe sa sličnim vodotokom za koji postoje podaci,
- površine slivnog područja i to:
 - za vodotoke na manje propusnom terenu (glina i lapor) – 2 l/s/km^2
 - za vodotoke na propusnom terenu (nevezane stijene i raspucali vapnenci) – 3 l/s/km^2
- širine vodotoka,
 - svakom metru širine vodotoka treba osigurati količinu vode između 30 i 40 l/s.

Ekološke metode

Ekološkim metodama provjerava se dostatnost vrijednosti protoka nizvodno od vodozahvata, definiranih hidrološkim metodama za odvijanje potrebne prostorne i vremenske dinamike ekoloških parametara, odnosno osiguravanje uvjeta za održavanje i razvoj autohtonih biocenoza matičnog vodotoka. Mišetić i sur. (2000) predlažu da se odvijanje potrebne prostorne i vremenske dinamike ekoloških parametara provjerava pomoću osiguranja životnih uvjeta odabranih bioindikatorskih vrsta. Kao bioindikator vrlo su pogodne određene vrste riba, budući da određene zajednice riba, kao krajnji članovi u lancima ishrane, naseljavaju određene vodotoke ili dijelove vodotoka i važan su pokazatelj ekološke ravnoteže u vodotoku. Također, od svih skupina organizama u vodotoku lokalno stanovništvo je najviše osjetljivo upravo na populaciju riba.

Zbog toga vrijednosti protoka definirane predloženim hidrološkim metodama treba podvrgnuti daljnjoj analizi koja se odnosi na utvrđivanje:

- **dubine vode** na karakterističnim poprečnim presjecima vodotoka ili dijelova vodotoka koje osigurava protok definiran navedenim hidrološkim metodama,

- **brzine vode** na karakterističnim poprečnim presjecima vodotoka ili dijelova vodotoka koje osigurava protok definiran navedenim hidrološkim metodama,
- **pokrivenost korita** vodom na karakterističnim poprečnim presjecima vodotoka ili dijelova vodotoka koje osigurava protok definiran navedenim hidrološkim metodama.

Nakon utvrđivanja odstupanja dobivenih vrijednosti od vrijednosti koje osiguravaju životne uvjete za opstanak karakteristične bioindikatorske vrste (*Poglavlje 2.2.4*), vrijednosti EPP treba korigirati. Kod toga treba uzeti u obzir i dostatnost protoka definiranog predloženim hidrološkim metodama za osiguranje potrebne dinamike životnih uvjeta tijekom godine.

Vrijednosti protoka definirane predloženim hidrološkim metodama treba podvrgnuti daljnjoj analizi u sljedećim slučajevima:

- u vodotocima s prosječnim minimalnim godišnjim protokom Q_{min} manjim od 50 l/s,
- ako je definirana vrijednost zadržanog protoka manja od Q_{min} ,
- ako se mijenja kakvoća zahvaćene vode prije njezina povratka u matični vodotok,
- ako se vodotok nalazi u zaštićenim prirodnim područjima,
- ako u vodotoku žive rijetke, ugrožene i zaštićene vrste,
- ako se nepovratno uzima voda iz vodotoka u količini većoj od $0,8 Q_{min}$,
- ako se u vodotoku nakon vodozahvata mijenja količina i kakvoća vode,
- ako voda vodotoka zadovoljava kriterije voda I. i II. vrste,
- ako su vodotoci od posebnog javnog interesa,
- ako se radi o riječnim rukavcima i meandrima.

Osiguravaju li dobivene vrijednosti protoka odvijanje potrebne prostorne i vremenske dinamike ekoloških parametara treba provjeriti u slučaju:

- povratnog uzimanja vode - na dijelu vodotoka nizvodno od vodozahvata do restitucije, odnosno prve veće pritoke,
- nepovratnog uzimanja vode - na dijelu vodotoka nizvodno od vodozahvata do prve veće pritoke, odnosno do ušća, uključujući utjecaj i na prijamnike voda, kao što su veće rijeke, jezera i mora.

3.2 Definiranje EPP i prihvatljivih preljevnih količina na izvorima

3.2.1 EPP za Rječinu

Preliminarni proračuni ekološki prihvatljivog protoka za rijeku Rječinu su napravljeni pomoću hidroloških metoda koje su navedene u *Poglavlju 3.1.2.1*. Podloge za proračun su dane u *Poglavlju 2.4* dok su rezultati tih proračuna, za sve hidrološke postaje na rijeci Rječini, dani u Tablica 3.2-1. Valja istaknuti da su proračunate vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka vrlo slične na svim postajama uzvodno od akumulacije Valići dok nizvodno od iste veliki utjecaj na EPP hidrološke postaje Grohovo ima sama akumulacija kao i povratni zahvat vode od HE Rijeka na EPP hidrološke postaje Tvornica papira.

Tablica 3.2-1 Rezultati preliminarnih proračuna ekološki prihvatljivog protoka za hidrološke postaje na rijeci Rječini.

Redni broj	Metoda proračuna EPP-a	Izvor Rječine		Zoretići		Martinovo selo		Martinovo selo uzv		Drastin		Grohovo		Tvornica papira	
		EPP [m ³ /s]		EPP [m ³ /s]		EPP [m ³ /s]		EPP [m ³ /s]		EPP [m ³ /s]		EPP [m ³ /s]		EPP [m ³ /s]	
1.	Stručna praksa u Hrvatskoj	1,10		1,00		0,90		0,32		1,10		0,01		2,30	
2.	Alarmantna granična vrijednost	0,42		0,40		0,44		0,44		0,42		0,06		0,84	
3.	Matthey-eva metoda	0,54		0,52		0,56		1,64		0,54		0,14		0,91	
4.	Metoda u Francuskoj i Austriji	1,24		1,30		1,32		2,08		1,62		0,30		2,70	
5.	Metoda u Francuskoj i Austriji	1,43		1,30		1,17		0,32		1,43		0,01		2,99	
6.	Metoda 10% vrijednosti Q _{sr,mj}	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		0,08	1,11	0,07	1,35	0,09	1,17	0,07	1,70	0,09	1,77	0,03	0,46	0,27	2,38
7.	Metoda Lanser	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		0,31	0,62	0,33	0,65	0,33	0,66	0,41	0,82	0,41	0,81	0,08	0,15	0,68	1,35
8.	Metoda Jager	0,93		0,98		0,99				1,22		1,23			
9.	Metoda Montana	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		0,62	2,5 - 3,7	0,65	2,6 - 3,9	0,66	2,6 - 4,0	0,82	3,3-4,9	0,81	3,2 - 4,9	0,15	0,6 - 0,9	1,35	5,4 - 8,1
10.	Metoda Steinbach	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno
		0,2	1,5	0,1	1,4	0,2	1,3	0,2	2,2	0,1	1,5	0,0	0,01	0,9	2,9
11.	Metoda Rheinland-Pfalz	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		0,22	0,55	0,20	0,50	0,18	0,45	0,32	0,80	0,22	0,55	0,00	0,01	0,46	1,15
12.	Metoda Sawall i Simon	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
		0,16	0,23	0,16	0,23	0,20	0,28	0,04	0,06	0,22	0,31	0,01	0,02	1,30	1,86
13.	Tennant (1976)	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	4-9 mj	10-3 mj		4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj
		12,40	12,40	13,00	13,00	13,20	16,40	16,40		16,20	16,20	3,00	3,00	27,00	27,00

		2.	3,72	3,72	3,90	3,90	3,96	4,92	4,92	4,86	4,86	0,90	0,90	8,10	8,10					
		3.	2,48	3,72	2,60	3,90	2,64	3,28	4,92	3,24	4,86	0,60	0,90	5,40	8,10					
		4.	1,86	3,10	1,95	3,25	1,98	2,46	4,10	2,43	4,05	0,45	0,75	4,05	6,75					
		5.	1,24	2,48	1,30	2,60	1,32	1,64	3,28	1,62	3,24	0,30	0,60	2,70	5,40					
		6.	0,62	1,86	0,65	1,95	0,66	0,82	2,46	0,81	2,43	0,15	0,45	1,35	4,05					
		7.	0,62	0,62	0,65	0,65	0,66	0,82	0,82	0,81	0,81	0,15	0,15	1,35	1,35					
		8.	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,02	0,02	0,14	0,14					
			min.	max.	min.	max.	min.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.					
14.	Baxter	1.	1,24	1,55	1,30	1,63	1,32	1,64	2,05	1,62	2,03	0,30	0,38	2,70	3,38					
		2.	1,86	4,34	1,95	4,55	1,98	2,46	5,74	2,43	5,67	0,45	1,05	4,05	9,45					
		3.	0,78	1,86	0,81	1,95	0,83	1,03	2,46	1,01	2,43	0,19	0,45	1,69	4,05					
		4.	0,62	1,05	0,65	1,11	0,66	0,82	1,39	0,81	1,38	0,15	0,26	1,35	2,30					
15.	Zakonski propis u BIH	5-10 mj	11-4 mj	5-10 mj	11-4 mj	5-10 mj	11-4 mj	5-10 mj	11-4 mj	5-10 mj	11-4 mj	5-10 mj	11-4 mj	5-10 mj	11-4 mj					
		0,62	0,93	0,65	0,98	0,66	0,99	1,23	0,82	0,81	1,22	0,15	0,23	1,35	2,03					
16.	GEP metoda - Srbija	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno	sušno	vlažno					
		2,34	4,34	2,30	4,55	2,10	4,62	2,62	5,74	2,54	5,67	0,02	1,05	7,66	9,45					
17.	Zakonski propis u Sloveniji	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj	4-9 mj	10-3 mj					
		0,62	0,93	0,65	0,98	0,66	0,99	1,23	0,82	0,81	1,22	0,15	0,23	1,35	2,03					
18.	Metoda Španjolska - Asturija	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.				
		0,18	0,42	0,66	0,14	0,38	0,62	0,18	0,42	0,66	0,11	0,35	0,59	0,18	0,42	0,66	0,04	0,28	0,52	0,81

Za procjenu vrijednosti ekološki prihvatljivih protoka na području vodotoka Rječine, mogu se predložiti rezultati metode koja se koristi u stručnoj praksi u Republici Hrvatskoj. Pri tome je potrebno istaknuti da je odabir navedene metode na strani sigurnosti iz perspektive utjecaja na prirodu buduća da je to preporučena metoda u RH te još k tome daje i vrlo konzervativan rezultat. No, valja napomenuti da se dobivene vrijednosti ekološki prihvatljivih protoka (oko $Q_{\text{epp}} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ na postajama uzvodno od akumulacije, te $Q_{\text{epp}} = 2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ na postaji Tvornica papira), gledajući prosječne mjesečne minimalne količine vode, uopće ne javljaju u vodotoku od 6. do 10. mjeseca, odnosno u 5 mjeseci godišnje. Iznimka je postaja Grohovo na kojoj se proračunati ekološki prihvatljiv protok od $Q_{\text{epp}} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$, obzirom na prosječne mjesečne minimalne količine vode, uopće ne javlja u vodotoku od 3. do 9. mjeseca, odnosno u 7 mjeseci godišnje. No gotovo identična metoda Steinbach, koja se također temelji na prosječanom minimalnom godišnjem protoku, razlikuje ekološki prihvatljiv protok posebno za sušno i posebno za vlažno razdoblje što je u ovom slučaju svakako prihvatljivije.

Od ostalih izračunatih vrijednosti EPP-a, kao relevantni mogu se uzeti i rezultati dobiveni prema zakonski propisanoj metodi u Sloveniji i BiH u kojima su ekološki prihvatljivi protoci dani posebno za vlažni i posebno za sušni dio godine. Pri proračunima su pretpostavljeni uvjeti nepovratnog velikog zahvata, te su dobiveni rezultati preporučenog protoka po dekadama.

Posebno valja istaknuti Baxter-ovu metodu koja se zasniva na potrebi zaštite pastrva i podrške njihovim populacijama tijekom raznih životnih faza prema kojima su izračunate vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka.

Usporedbom proračunatih ekoloških prihvatljivih protoka (Tablica 3.2-1) sa srednjim mjesečnim preljevnim količinama na Izvoru Rječine (Tablica 2.4-2), može se zaključiti da su u prosjeku preljevne količine na promatranom području relativno prihvatljive u sušnom i vlažnom dijelu godine s tim da izvor ljeti sam presušuje u razdoblju od više mjeseci na što se ne može utjecati. No za potrebe kvalitetnog upravljanja vodocrpilišta u cilju očuvanja životnih uvjeta u vodotoku Rječine, izradio se matematički model kojim će se izračunati ekološki prihvatljive preljevne količine na Izvoru Rječine.

3.2.2 Ekološki prihvatljive preljevne količine na izvorištima Izvor Rječine i Zvir

3.2.2.1 Povezivanje mjesta uzorkovanja s hidrološkim postajama

Analiza stanja voda unutar sliva rijeke Rječine provedena je na temelju višegodišnjih nizova hidroloških opažanja srednjih dnevnih vrijednosti protoka i vodostaja sa 9 hidroloških postaja:

- 7 postaja na rijeci Rječini (**Izvor Rječine**, Zoretići, Martinovo selo, Martinovo selo_uzv, Drastin, Grohovo i Tvornica papira),
- 1 postaja na izvoru Zvir (Rijeka-Izvor) te
- 1 postaja na pritoci Sušici (Dražice).



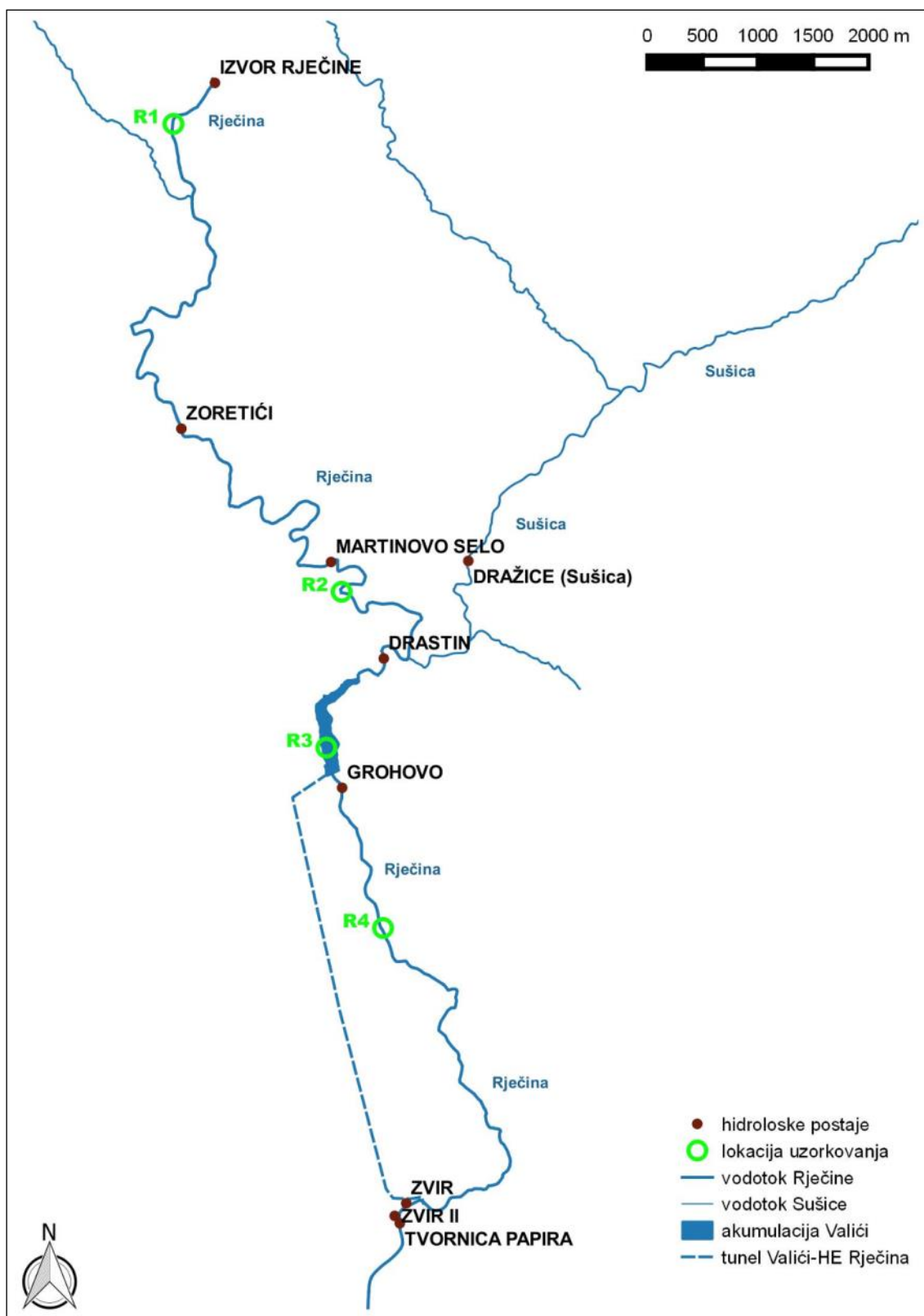
Samo podaci sa postaja **Izvor Rječine** i **Zoretići** su korišteni za izgradnju predikcijskih modela koji predviđaju količinu vode u vodotoku, te se mogu iskoristiti za određivanje prihvatljivih količina vode koje se crpe na Izvoru Rječine, uz granični uvjet osiguranja ekološki prihvatljivih protoka na nizvodnim lokacijama. Naime, postaja Martinovo selo je ukinuta 2013., a dvije godine ranije uspostavljena je nova stanica Martinovo selo-uzvodno, dok se postaja Drastin ne može povezati sa nizvodnom lokacijom uzorkovanja. Također, nemoguće je povezati utjecaj crpljenja na Izvoru Rječine sa postajama nizvodno od akumulacije Valići budući da je na tom području samom akumulacijom prekinuta uzdužna povezanost između gornjeg i donjeg dijela vodotoka Rječine. Također nije moguće povezati utjecaj crpljenja na izvoru Zvir sa nizvodnim dijelom vodotoka budući da je niz protoka odnosno preljevanja zabilježen samo do 1991. godine te nije čak ni usporediv sa nizom crpljenih količina vode.

S obzirom da se lokacije (R1, R2, R3 i R4) za koje je na temelju potreba bioindikatorskih vrsta određen ekološki prihvatljivi protok (na kojima su jednokratno prilikom terenskog uzorkovanja flore i faune mjerene dubine u vodotoku), ne poklapaju s lokacijama hidroloških postaja, gore spomenuti modeli izrađeni su za predviđanje količina vode na hidrološkim postajama, uz uvažavanje stanja na najbližoj lokaciji uzorkovanja flore i faune.

Pregledna skica pozicije svih hidroloških postaja i mjesta terenskog uzorkovanja prikazana je na Slika 3.2-1.

Gore spomenuti predikcijski modeli se temelje na sljedećim postavkama:

- Količina vode na postaji R1 ovisi samo o protoku odnosno preljevanju iz Izvora Rječine. Ovdje se uspostavlja jednostavna relacija (logička veza) pomoću koje se na temelju usporedbe dubina vode s mjesta uzorkovanja flore i faune (R1), te vodostaja na hidrološkoj postaji Izvor Rječine (u istom satu istog dana) definiraju potrebni uvjeti koje bi vodostaj na hidrološkoj postaji trebao ispuniti. Na osnovi toga se izgrađuje model predviđanja tih vodostaja u funkciji preljevnih količina vode iz Izvora Rječine.
- Količinu vode na lokaciji R2, koja se nalazi nizvodnije od hidrološke postaje Martinovo selo uzvodno, potrebno je logički povezati s vodostajem na toj postaji, te zatim izgraditi model predviđanja tih vodostaja u funkciji preljevnih količina vode iz Izvora Rječine i vodostaja na hidrološkoj postaji Zoretići.
- Kako se postaja uzorkovanja R3 nalazi u akumulaciji Valići čija količina vode omogućava rad HE Rijeka i održivost jedinki pogotovo ljeti kad izvor i vodotok Rječine presušuje, nije ju moguće povezati s uzvodnom postajom Drastin pa tako ni s preljevnim količinama vode Izvora Rječine.
- Postaju R4 zbog prekinute uzdužne povezanosti s gornjim dijelom vodotoka Rječine nije moguće povezati s preljevnim količinama vode Izvora Rječine.



Slika 3.2-1 Pregledna situacija pozicija hidroloških postaja i lokacija uzorkovanja na rijeci Rječini (crvena točka - hidrološka postaja, krug - lokacija uzorkovanja flore i faune).



Predikcijski modeli će se upotrijebiti za definiranje minimalnih preljevniha količina iz Izvora Rječine, koje neće dovesti u pitanje osiguranje EPP na Rječini uzvodno od akumulacije Valići. Te minimalne preljevne količine trebaju biti rubni uvjeti u upravljanju crpljenjem na navedenom izvoru.

Ključni bioindikatori za definiranje EPP su vrste riba koje nastanjuju sliv, uvažavajući dubine vodotoka koje su potrebne da bi se pojedina vrsta mogla održati. Terenskim uvidom je ustanovljeno da je rijeka Rječina od Izvora Rječine do akumulacije Valići naseljena potočnom pastrvom i pratećim vrstama riba. Prema dostupnoj literaturi dubina vodotoka potrebna za održavanje te vrste u razdoblju mrijesta (od polovine listopada do veljače) iznosi 35 cm, dok je za mlađ potrebno 30 cm vode u razdoblju od ožujka do travnja. Tijekom cijele godine za održivost odraslih pastrva potreban je stupac vode od minimalno 28 cm. Valja napomenuti da tijekom sušnih mjeseci te eventualnog presušivanja izvora Rječine ribe migriraju u akumulaciju Valići.

Bioindikatorska vrsta određena na postaji R4 (nizvodno od akumulacije Valići) je primorski pijor za čiju održivost vrste je potrebno minimalno 10 cm vode. Budući da ovu postaju nije bilo moguće povezati sa izvorima, EPP je izračunat zasebno u poglavlju 3.2.2.5.

Protoci u vodotoku Rječine na konkretnoj su lokaciji korelirani s vodostajima, pa se u upravljanju vodotokom (u konkretnom slučaju crpljenjem one količine vode na izvoru koja neće ugroziti EPP) ne može na njih djelovati nezavisno. Stoga će se iz praktičnih razloga propisati onaj vodostaj koji je potrebno osigurati na pojedinim lokacijama u vodotocima, za koji je vezan EPP.

Usporedbom mjerenja dubina na mjestima uzorkovanja R1, R2, R3 sa vodostajima na postajama Izvor Rječine, Martinovo selo_uzvodno i Zoretići (u isto vrijeme dana kada su vršena uzorkovanja) zaključeno je da su ekološki prihvatljive granice vodostaja na Rječini kako slijedi:

Hidrološka postaja Izvor Rječine (relativno u odnosu na kotu nule vodomjerne letve):

- Razdoblje mlađi (3-4 mj): srednja vrijednost vodostaja = 59 cm
- Razdoblje mrijesta (10-2 mj): srednja vrijednost vodostaja = 64 cm

Hidrološka postaja Martinovo selo_uzv (relativno u odnosu na kotu nule vodomjerne letve):

- Razdoblje mlađi (3-4 mj): srednja vrijednost vodostaja = 92 cm
- Razdoblje mrijesta (10-2 mj): srednja vrijednost vodostaja = 97 cm

Hidrološka postaja Zoretići (relativno u odnosu na kotu nule vodomjerne letve):

- Razdoblje mlađi (3-4 mj): srednja vrijednost vodostaja = 150 cm
- Razdoblje mrijesta (10-2 mj): srednja vrijednost vodostaja = 155 cm

Na osnovi višegodišnjih dnevnih vrijednosti protoka i vodostaja na hidrološkim postajama Izvor Rječine, Martinovo selo_uzvodno i Zoretići, izvedeni su modeli za određivanje rubnih uvjeta ekološki prihvatljivog protoka na Izvoru Rječine.

3.2.2.2 Model za hidrološku postaju Izvor Rječine

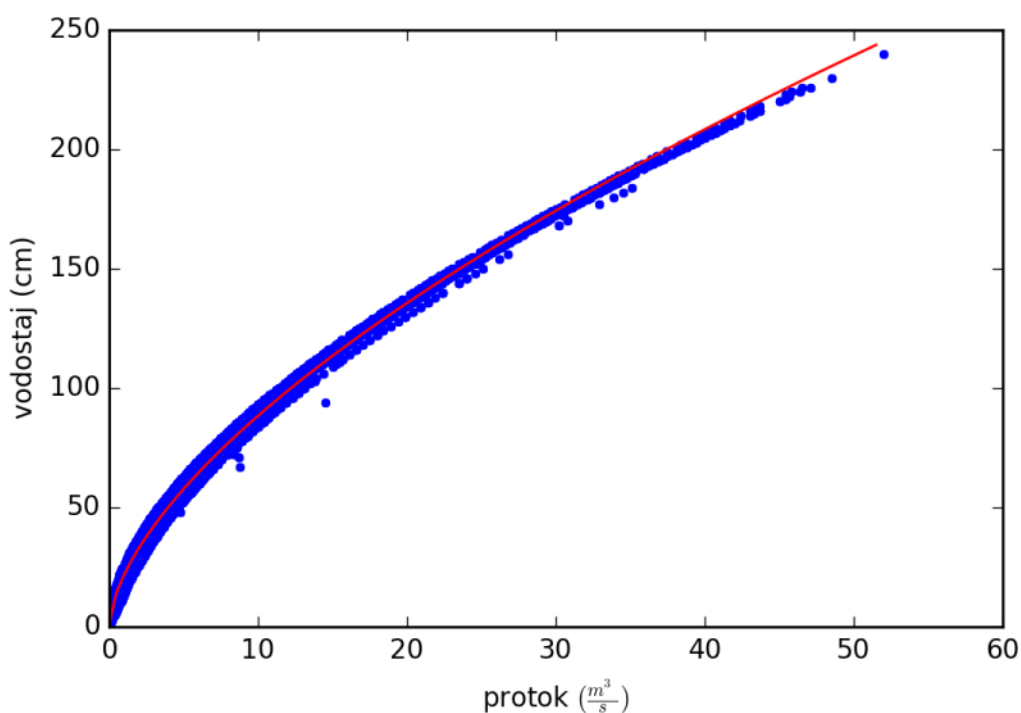
Izrađen je linearni regresijski model za predikciju vodostaja na hidrološkoj postaji Izvor Rječine u funkciji preljeva Izvora Rječine. Model je objasnio ukupno 99,8% varijabilnosti ($R^2 = 0,998$) vodostaja na hidrološkoj postaji Izvor Rječine te ima sljedeći oblik:

$$\text{IZVOR_vod} = 20,083 * (\text{IZVOR_pro} + 1,341 * 10^{-6})^{0,623} + 0,932$$

IZVOR_vod = vodostaj na postaji Izvor Rječine

IZVOR_pro = protok na postaji Izvor Rječine

Dijagram raspršenja mjerenih i modeliranih vrijednosti vodostaja prikazan je na Slika 3.2-2, gdje se može uočiti vrlo visok stupanj aproksimacije zavisne varijable (vodostaja na postaji Izvor Rječine) modelom.



Slika 3.2-2 Dijagram raspršenja mjerenih i modeliranih vrijednosti vodostaja na hidrološkoj postaji Izvor Rječine.

3.2.2.3 Model za hidrološku postaju Martinovo Selo uzvodno

Linearni regresijski model za predikciju vodostaja na hidrološkoj postaji Martinovo selo_uzvodno u funkciji protoka na preljevu Izvora Rječine i vodostaja na hidrološkoj

postaji Zoretići je objasnio ukupno 97% varijabilnosti ($R^2 = 0,97$) navedenih vodostaja te ima sljedeći oblik:

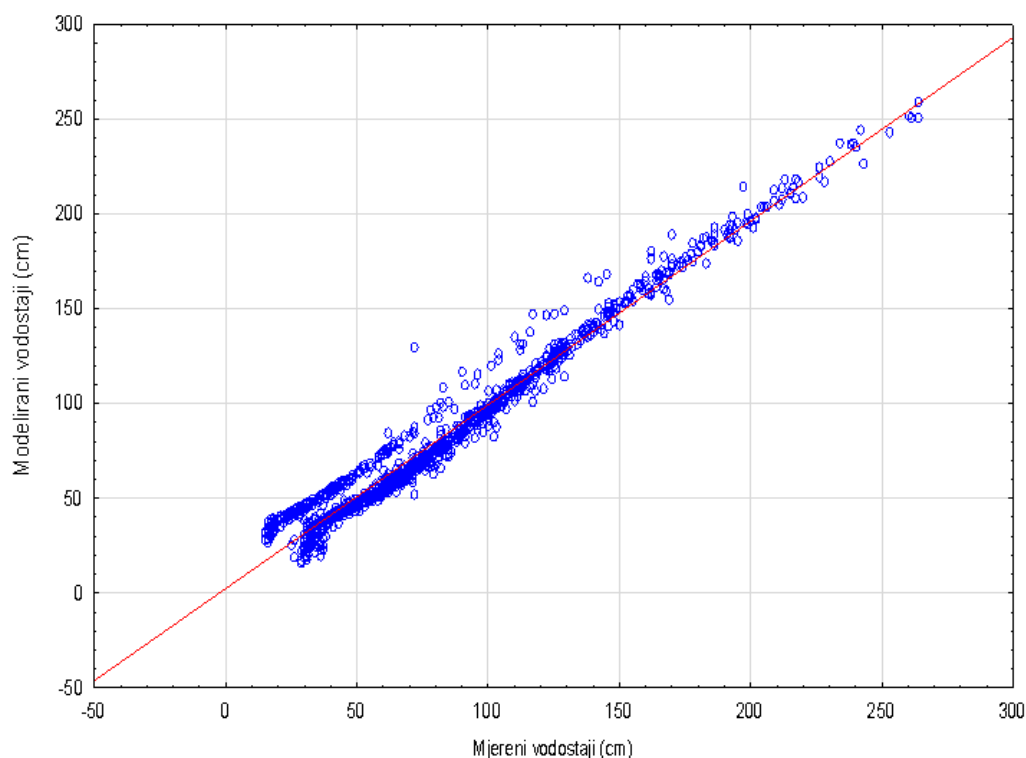
$$M.SELO-UZV_vod = -59,569 - 0,060 \cdot IZVOR_pro^2 + 1,0198 \cdot ZORETIĆI_vod - 0,89975 \cdot 10^{-3} \cdot ZORETIĆI_vod^2 + 0,017 \cdot IZVOR_pro \cdot ZORETIĆI_vod$$

M.SELO-UZV_vod = vodostaj na postaji Martinovo selo uzvodno

ZORETIĆI_vod = vodostaj na postaji Zoretići

IZVOR_pro = protok na postaji Izvor Rječine

Na Slika 3.2-3 je prikazan dijagram raspršenja mjerenih i modeliranih vrijednosti vodostaja na hidrološkoj postaji Martinovo selo_uzvodno. Na njemu se može uočiti visok stupanj aproksimacije zavisne varijable (vodostaja na postaji Martinovo selo_uzvodno) modelom.



Slika 3.2-3 Dijagram raspršenja mjerenih i modeliranih vrijednosti vodostaja na hidrološkoj postaji Martinovo selo_uzvodno.

3.2.2.4 Primjena modela za potrebe upravljanja crpljenjem na Izvoru Rječine

Rezultati modela predikcije vodostaja na referentnim postajama (Izvor Rječine i Martinovo selo_uzvodno) tablično su prikazani u funkciji protoka odnosno preljeva Izvora Rječine na kojem bi se trebalo upravljati crpljenjem za potrebe održanja ekološki prihvatljivog protoka (tj. ciljanog vodostaja) na spomenutim referentnim postajama na Rječini. Tablice se mogu koristiti u praksi na način da se prvo odabere aktualni vodostaj na referentnoj postaji, da bi se potom odredio protok koji je nužan na preljevu Izvora Rječine, kako se ne

bi ugrozio EPP na referentnoj postaji odnosno na lokacijama uzorkovanja (R1 i R2). Crvena polja u tablici označavaju kombinacije (uređene parove) aktualnog vodostaja na referentnoj postaji i protoka na preljevu Izvora Rječine u kojima u vodotoku nije osiguran EPP.

Tablica 3.2-2 Vodostaji (cm) na referentnoj postaji Izvor Rječine u funkciji protoka na preljevu Izvora Rječine (IZVOR_pro; stupci; vrijednosti u m³/s).

IZVOR_pro	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IZVOR_vod	4	22	33	43	51	58	65	72	78	83	89	94	99	104	109	114
R1	0	0	4	14	22	29	36	43	49	54	60	65	70	75	80	85

Protok na Izvoru Rječine od 5 m³/s se javlja u 57 % vremena godišnje (Slika 2.4-1 Krivulja trajanja protoka na postaji Izvor Rječine za period 1980.-2014.).

Tablica 3.2-3 Vodostaji (cm) na referentnoj postaji Martinovo selo_uzvodno u funkciji protoka na preljevu Izvora Rječine (IZVOR_pro; stupci; vrijednosti u m³/s) i vodostaja na postaji Zoretići (ZORETIĆI_vod; redovi; vrijednosti u cm).

IZVOR_pro / ZORETIĆI_vod	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
140	66	68	70	72	74	76	78	79	81	82	83	84	85	86	87
145	69	72	74	76	78	80	82	84	85	87	88	89	90	91	92
150	73	76	78	80	82	84	86	88	90	91	93	94	95	96	97
155	77	79	82	84	86	89	90	92	94	96	97	99	100	101	102
160	81	83	86	88	90	93	95	97	98	100	102	103	104	106	107
165	84	87	90	92	94	97	99	101	103	105	106	108	109	110	112
170	88	91	93	96	98	101	103	105	107	109	111	112	114	115	116
175	91	94	97	100	102	105	107	109	111	113	115	117	118	120	121
180	95	98	101	103	106	109	111	113	115	117	119	121	123	124	126
185	98	101	104	107	110	112	115	117	120	122	124	126	127	129	130
190	102	105	108	111	114	116	119	121	124	126	128	130	132	133	135
195	105	108	111	114	117	120	123	125	128	130	132	134	136	138	140
200	108	112	115	118	121	124	127	129	132	134	136	138	140	142	144

Gornjim su tablicama regresijski modeli opisani u prethodnom poglavlju pripremljeni za praktičnu primjenu, odnosno osiguravanje održivog crpljenja iz Izvora Rječine, koje neće ugroziti EPP u vodotoku Rječine, što je važan rezultat ove studije.

Praktična primjena će se odvijati u slijedećim koracima:

1. Mjerenje aktualnog protoka na preljevu Izvora Rječine i prilagodba trenutne količine crpljenja kako bi se zadovoljio uvjet nužnog zadržanog protoka na preljevu.



2. Praćenje vodostaja na referentnim postajama (Izvor Rječine, Martinovo selo_uzvodno i Zoretići) uz provjeru je li osiguran EPP prilikom svakog pojedinačnog mjerenja.

U vremenskim intervalima u kojima su *vodostaji vodotoka viši i/ili potrebe za crpljenjem iz izvorišta manje* (čega su posljedica protoci u Rječini koji znatnije premašuju EPP), preporuča se prvi korak provoditi svakih 14 dana, a najmanje jednom mjesečno.

U vremenskim intervalima u kojima su *vodostaji vodotoka niži i/ili potrebe za crpljenjem iz izvorišta veće* (čega je posljedica približavanje protoka u Rječini vrijednostima EPP), preporuča se prvi korak provoditi svaka tri dana, a najmanje jednom tjedno.

Drugi korak je potrebno provoditi kontinuirano u vremenu, tijekom cijele godine, u sklopu redovnog praćenja vodostaja na vodotocima.

3.2.2.5 EPP za vodotok Rječine nizvodno od akumulacije Valići

Budući da je izgradnjom akumulacije Valići prekinuta uzdužna povezanost rijeke Rječine, dio vodotoka nizvodno od brane direktno ovisi o količini vode koja se ispušta iz akumulacije. Taj dio vodotoka Rječine naseljava primorski pijor za čiju održivost vrste je potrebno minimalno 10 cm vode.

Kako zbog presušivanja korita u vrijeme terenskog uzorkovanja nije bilo moguće postaju R4 povezati sa uzvodnom hidrološkom postajom Grohovo, za određivanje ekološki prihvatljivog protoka tog dijela vodotoka, obzirom na potrebe bioindikatorske vrste, korištena je protočna krivulja navedene hidrološke postaje za razdoblje od 1990. do 2013. godine (baza DHMZ-a, HIS 2000.).

Protočna krivulja hidrološke postaje Grohovo je definirana za male (80-110 cm), srednje (110-180 cm) i velike (180-500 cm) vode. Za potrebe ove studije korištena je protočna krivulja za male vode koja je dana izrazom: $Q = 30,07 * (H - 0,8)^{2,2106}$

Prema navedenoj krivulji vrijednost protoka koji bi na hidrološkoj postaji Grohovo osigurao stupac vode od 10 cm potrebne za održivost primorskog pijora iznosi 0,185 m³/s.

Dodatno se predlaže praćenje vodostaja na hidrološkoj ili telemetrijskoj postaji Grohovo, koji ne smije biti niži od 90 cm, kako bi se dodatnom regulacijom ispuštanja vode iz akumulacije osigurali zadani uvjeti za ekološki prihvatljiv protok.



4 ZAKLJUČAK

Rijeka Rječina nalazi se u Jadranskom vodnom području i cijelom duljinom protječe kroz Primorsko-goransku županiju. Glavninu dotoka čine vode krškog izvora smještenog na 325 m nadmorske visine, oko 2,5 km zračne linije od naselja Kukuljani. Temeljna značajka vodotoka su velike oscilacije protoka tijekom godine te promjene u izdašnosti izvora. Rječina ima važno gospodarsko (energetika) i vodoopskrbno značenje, ali je njeno korištenje također dovelo do značajnih promjena u vodotoku u odnosu na prirodno stanje. Osnovna je postavka u suvremenom održivom upravljanju kopnenim vodama da se, nakon što se zadovolje potrebe dosadašnjih korisnika, moraju osigurati prirodni bio-ekološki zahtjevi za razvoj i održavanje sveukupnog autohtonog živog svijeta nizvodnog korita matičnog vodotoka. Stoga je cilj studije bio definirati ekološki prihvatljive protoke za Rječinu kao i ekološki prihvatljive preljevne količine za izvora u sustavu vodoopskrbe. Time će se pomoći u donošenju odluka u upravljanju vodama Rječine te osigurati održivost prirodnih ekosustava.

Kako bi se utvrdilo stanje vodnih tijela na području Rječine od travnja do studenog 2015. godine obavljena su istraživanja fizikalno-kemijskih pokazatelja, bioloških pokazatelja (fitoplankton, fitobentos, makrofiti, makrozoobentos, ribe) te hidromorfoloških pokazatelja, na ukupno 4 postaje. Rezultati ocjene stanja površinskih voda Rječine jasno pokazuju poveznicu između hidromorfoloških promjena u dijelovima korita (što se odražava na protok vode) sa procijenjenim ekološkim stanjem. Postaje istraživanja na dijelovima sa najvećim stupnjem izmjene korita i najmanjim protokom vode pokazuju puno veće promjene u stanišnim uvjetima od postaja sa dobrim protokom i manjim izmjenama u hidromorfologiji. Tako je postaja najbliže izvorištu (**R1**) ujedno i najbliža prirodnom stanju vodotoka te je prema svim elementima kakvoće na ovoj postaji ocijenjeno **dobro** ekološko stanje. Na ovoj postaji u pravilu je prisutan stalni protok i izmjena vode (osim u doba presušivanja izvora) pa su i uvjeti za razvoj životnih zajednica odgovarajući. Na nešto nizvodnijem dijelu toka, na postaji **R2** (Drastin) vidljiv je jači antropogeni utjecaj (izgradnja raznih hidrotehničkih građevina za obranu od poplava) te je stoga prema hidromorfološkim elementima kakvoće ovaj dio toka ocijenjen kao **umjeren**. Promjene u hidromorfologiji odražavaju se i na životne zajednice pa je stanje bioloških elemenata kakvoće također ocijenjeno kao **umjereno** (fitobentos, makrofiti).

Najveće promjene u ekološkom stanju zabilježene su na dijelu akumulacije (**R3**) i nizvodno od brane Valići (**R4**). Hidromorfološki pokazatelji kakvoće za obje postaje ocijenjeni su kao izrazito nezadovoljavajući - **loše** za postaju R4 i **vrlo loše** za postaju R3. Zbog velikih promjena koje su se dogodile u dijelu akumulacije nakon izgradnje brane (promjena tekućih u stajaće uvjete), na ovom dijelu su se potpuno izmijenile zajednice makrozoobentosa i makrofita. Ispod brane, na postaji R4, problem predstavljaju ne samo velike izmjene u hidromorfologiju (izgradnja vodnih stepenica) već i neznatan protok koji je posljedica nedovoljnog ispuštanja vode iz same brane, što negativno utječe na sve životne zajednice.

Određivanje vrijednosti EPP rijeke Rječine je izvršeno putem 18 hidroloških metoda (Tablica 3.2-1), koje su uobičajene u mnogim državama Europe kao i u drugim razvijenim



državama svijeta. Za procjenu vrijednosti ekološki prihvatljivih protoka na području vodotoka Rječine, mogu se predložiti rezultati metode koja se koristi u stručnoj praksi u Republici Hrvatskoj. No, valja napomenuti da se dobivene vrijednosti ekološki prihvatljivih protoka (oko $Q_{\text{EPP}} = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ na postajama uzvodno od akumulacije, te $Q_{\text{EPP}} = 2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ na postaji Tvornica papira), gledajući prosječne mjesečne minimalne količine vode, uopće ne javljaju u vodotoku od 6. do 10. mjeseca, odnosno u 5 mjeseci godišnje. Iznimka je postaja Grohovo na kojoj se proračunati ekološki prihvatljiv protok od $Q_{\text{EPP}} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$, obzirom na prosječne mjesečne minimalne količine vode, uopće ne javlja u vodotoku od 3. do 9. mjeseca, odnosno u 7 mjeseci godišnje. Stoga je u cilju očuvanja postojećeg ekosustava prihvatljivija gotovo identična metoda Steinbach, koja se također temelji na prosječnom minimalnom godišnjem protoku, no ista razlikuje EPP posebno za sušno i posebno za vlažno razdoblje. Od ostalih izračunatih vrijednosti EPP-a, kao relevantni mogu se uzeti i rezultati dobiveni prema zakonski propisanoj metodi u Sloveniji i BIH u kojima su ekološki prihvatljivi protoci dani posebno za vlažni i posebno za sušni dio godine. Svakako valja istaknuti i Baxter-ovu metodu koja se zasniva na potrebi zaštite pastrva i podrške njihovim populacijama tijekom raznih životnih faza prema kojima su izračunate vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka.

Obzirom na dostupne podatke preljevni količina na izvorima Izvor Rječine (1997.-2014.) i Zvir (1979.-1991.), relevantne analize i preporuke za potrebe daljnjeg kvalitetnog upravljanja vodocrpilišta u cilju očuvanja ekosustava su bile moguće samo za Izvor Rječine. Ukoliko se vrijednosti proračunatih ekoloških prihvatljivih protoka (Tablica 3.2-1) usporede sa vrijednostima srednjih mjesečnih preljevni količina na Izvoru Rječine (Tablica 2.4-2), može se zaključiti da su u prosjeku preljevne količine na promatranom području relativno prihvatljive u sušnom i vlažnom dijelu godine s tim da izvor ljeti sam presušuje u razdoblju od više mjeseci na što se ne može utjecati. No, kao konačni rezultat ove studije dana je mogućnost praktične primjene izrađenih matematičkih modela putem kojih će se osigurati održivo crpljenje iz Izvora Rječine bez ugrožavanja EPP u vodotoku Rječine (Poglavlje 3.2.2). U istom poglavlju su dane i preporuke za ispuštanje vode iz akumulacije Valići u cilju očuvanja životnih uvjeta u nizvodnim dijelovima vodotoka Rječine.



5 POPIS PROPISA I LITERATURE

Propisi

Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14)

Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13)

Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15)

Direktiva 92/43/EEZ o zaštiti staništa i divljih biljnih i životinjskih vrsta (SL L 206, 22.7.1992.)

Direktiva 2009/147/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 30. studenog 2009. o očuvanju divljih ptica (kodificirana verzija) (SL L 20, 26.1.2010.)

Direktiva 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (Okvirna direktiva o vodama) (SL L 327, 22.12.2000.)

Uredba o standardu kakvoće voda (89/10)

Uredba o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15)

Uredba o ekološkoj mreži (NN 124/13, 105/15)

Uredba (EU) br. 1143/2014 Europskog parlamenta i Vijeća od 22. listopada 2014. o sprječavanju i upravljanju unošenja i širenja invazivnih stranih vrsta

Pravilnik o ciljevima očuvanja i osnovnim mjerama za očuvanje ptica u području ekološke mreže (NN 15/2014)

Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima (NN 88/14)

Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim, Prilog III. Zaštićene zavičajne divlje svojte (NN 99/09)

Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama (NN144/13)

Odluka o donošenju Višegodišnjeg programa gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije (2013.- 2017.) (NN 117/15)

Odluka o donošenju Plana upravljanja vodnim područjima (NN 082/13)

Odluka o zaštiti izvorišta vode za piće u slivu izvora u Gradu Rijeci i slivu izvora u Bakarskom zaljevu (Službene novine Primorsko-goranske županije br. 35/12, 31/13 i 39/14)

Odluka o odvodnji otpadnih voda na području aglomeracije Rijeka (Službene novine Primorsko-goranske županije br.16/13)



Provedbena odluka Komisije o formatu podataka o područjima za područja Natura 2000 (2011/484/EU)

Plan navodnjavanja Primorsko-goranske županije (Službene novine Primorsko-goranske županije br. 43/06)

Vodoopskrbni Plan Primorsko goranske Županije, Rijeka, 2004.

Izmjena i dopuna Vodoopskrbnog plana Primorsko-goranske županije, Institut IGH d.d., Rijeka, 2011g.

Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara te okoliša od opasnosti nastanka i posljedica velikih nesreća i katastrofa, Županijska skupština Primorsko-goranske županije, 2015.

Prostorni planovi

Prostorni plan Primorsko-goranske županije (Službene novine Primorsko goranske županije br. 32/13)

Prostorni plan Općine Čavle, III. Izmjene i dopune Prostornog plana Općine Čavle (Službene novine Primorsko goranske županije br. 02/13)

Prostorni plan Općine Jelenje (Službene novine Primorsko goranske županije br. 40/07)

Generalni urbanistički plan grada Rijeke (Službene novine Primorsko goranske županije br. 7/07, 14/13, 8/14,)

III Izmjena i dopuna Generalnog urbanističkog plana grada Rijeke (Službene novine Grada Rijeke br. 4/15)

Literatura

Alegro A., 2013. Nacionalni programi za praćenje stanja očuvanosti vrsta u Hrvatskoj: Razgranjeni srpac (*Serratula lycopifolia* (Vill.) A.Kern.). Program je izrađen u okviru projekta IPA 2009 Project NATURA 2000 Management and Monitoring - NATURA MANMON.

Antolović J., Flajšman E., Frković A., Grgurev M., Grubešić M., Hamidović D., Holcer D., Pavlinić I., Tvrtković N. i Vuković M., 2006. Crvena knjiga sisavaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Antonić O., Kušan V., Jelaska S., Bukovec D., Križan J., Bakran-Petricioli T., Gottstein-Matočec S., Pernar R., Hečimović Ž., Janeković I., Grgurić Z., Hatić D., Major Z., Mrvoš D., Peternel H., Petricioli D. i Tkalčec S., 2005. Kartiranje staništa Republike Hrvatske (2000.-2004.), Drypis, 1.



AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0

Atherton, I., Bosanquet, S., Lawley M., 2010. Mosses and Liverworts of Britain and Ireland - a field guide. British Bryological Society, London. 856 str.

Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B., 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.

Belančić, A., Bogdanović T., Franković M., Ljuština M., Mihoković N. i Vitas B., 2008. Crvena knjiga vretenaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Bellinger, E.G., Sigeo. D.C., 2010. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. John Wiley & Sons, Ltd.

Benac, Č., Arbanas, Ž., 1990. Sedimentacija u području ušća Rječine. Pomorski zbornik, 28, 593-609, Rijeka

Bonacci, O., 2003. Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka, IGH d.d., Zagreb

Carlson, R.E., 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography. 22:361-369.

CEN 14614, 2004. A Guidance Standard for Assessing the Hydromorphological Features of Rivers, British standard

CIS guidance document No.31, Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive, European Union, 2105.

Cox, E. J., 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman & Hall, London. 168 str.

Čarija, Z., 2010. Vodne turbine, Tehnički fakultet Rijeka

Domac, R., 2002. Flora Hrvatske - Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 503 str.

European Small Hydropower Association (ESHA); Thematic network on small hydroelectric plants: Reserved flow - Short critical review of the methods of calculation (<http://www.eshabe.be>)

Franković M., Bogdanović T., 2008. Studija važnih područja za očuvanje vrsta vretenaca (Odonata) navedenih na dodatku II EU Direktive o staništima za 2008. godinu. DZZP, Zagreb.

Franković M., Bogdanović T., 2009. Vretenca - Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, Svojte. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.



Geokon d.o.o., 1995. Nasuta pregrada „Kukuljani“, idejno rješenje

Geokon-Zagreb d.d., 2015. Idejno rješenje akumulacije Kukuljani na vodotoku Rječina

Gottstein i sur., 2011. Crveni popis rakova (Crustacea) slatkih i boćatih voda Hrvatske.

Hindak, F., Marvan, P., Komarek, J., Rosa, K., Popovsky, J., Lhotsky, O., 1978: Sladkovodne Riasy. Slovenske Pedagogicke Nakladatelstvo, Bratislava. 723 str.

Hrvatske vode 2011. Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu - Knjiga I: Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije. Zagreb.

Hrvatske vode 2013. Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj - Prijedlog

Hrvatske vode, 2014. Provedbeni plan obrane od poplava branjenog područja sektor E - sjeverni Jadran branjeno područje 23: područja malih slivova kvarnersko primorje i otoci i podvelebitsko primorje i otoci

Hrvatske vode 2015. Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće

Hrvatske vode 2015. Metodologija monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja

ICES. 2011. Report of the Workshop on Age Determination of Salmon (WKADS), 18-20 January 2011, Galway, Ireland. ICES CM 2011/ACOM: 44. 67 pp.

Ille M., 2015. Aktualizacija projekta tehničkih promatranja HE Rijeka, Brana Valići, Institut IGH d.d, Zagreb.

John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A. J., 2011. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, Cambridge. 877 str.

Joosten, A. M. T., Joosten, T., 2006. Flora of the Blue-Green Algae of the Netherlands Volume 1: The Non-Filamentous Species of Inland Waters. KNNV Publishing, Zeist. 240 str.

Karleuša, B., Magaš, O., Rubinić, J., Palinić, N.: Rječina River Basin Restoration (Croatia), International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering, Paper: A38, 2009.

Knežević, R. 2001. Osnovne značajke režima poriječja Rječine. Acta Geographica Croatica, 34, 73-88.

Koncepcijsko rješenje zaštite od štetnoga djelovanja voda na području Grobinštine: Mapa 1, Mapa 2, Mapa 3, Mapa 4, Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Hidroinženjering d.o.o., 2013.

Kottelat, M., Freyhof J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.



Krammer, K., 2000. Diatoms of Europe. Vol 1. The Genus Pinnularia. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 701 str.

Maguire I., 2010. Slatkovodni rakovi - Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Maguire I., Klobučar G. i Jelić M., 2010. Izvješće za potrebe izrade prijedloga potencijalnih Natura 2000 područja: Slatkovodni rakovi (*Austropotamobius torrentium* i *Austropotamobius pallipes*).

Martin, G., de Iod Reyes Fernandez, M. 2012. Diatoms as Indicators of Water Quality and Ecological Status: Sampling, Analysis and Some Ecological Remarks. pp 183-204. In: Ecological Water Quality - Water Treatment and Reuse (Ed: Voudouris). 496 pp.

Mihaljević I., 2015. Akumulacija Kukuljani, Idejni projekt, Geokon, Zagreb

Mihaljević Z., 2011. Tipologija tekućica hrvatske temeljem zajednice makrozoobentosa. Izlaganje sa znanstvenog skupa/Conference Paper, Hrvatske vode 19(2011) 76 111-116. (http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_76_2011_111-116_mihaljevic.pdf).

Mihaljević Z. i sur., 2011a. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije, Knjiga I, Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF), Zagreb

Mihaljević Z. i sur., 2011b. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije, Knjiga III - Prikaz referentnih uvjeta definiranih ekotipova tekućica Hrvatske, Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF), Zagreb

Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja (Zavod za prostorno planiranje) i Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Zavod za ukrasno bilje i krajobraznu arhitekturu) 1999. Krajolik, Sadržajna i metoda podloga Krajobrazne osnove Hrvatske - Krajobrazna regionalizacija Hrvatske (Bralić I., 1995), Zagreb

Mišetić S. i sur., 2000. Sektorska obrada i podloge za vodnogospodarsku osnovu Hrvatske, Elektroprojekt d.d., Zagreb

Mišetić, S., Pavlin, Ž., 2004. Pristup definiranju ekološki prihvatljivog protoka (EPP) u Republici Hrvatskoj, Zagreb

Mrakovčić M., Čaleta M., Mustafić P., Marčić Z, Zanella D. i Buj I., 2010. Slatkovodne ribe - izvješće za potrebe izrade prijedloga potencijalnih Natura 2000 područja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Mrakovčić M., Brigić A., Buj I., Čaleta M., Mustafić P. i Zanella D., 2006. Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Nikolić T., Topić, J. (ur.), 2005. Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.



Oikon d.o.o. 2013. Definiranje ekološki prihvatljivog protoka Mirne - stručna studija, Zagreb

Pantle, R., Buck, H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. GWF, 96, 603 str.

Pavlinić, I. i Đaković, M., 2010. Znanstvena analiza dvanaest vrsta šišmiša s Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore za potrebe prijedloga potencijalnih NATURA 2000 područja za šišmiše. Hrvatski prirodoslovni muzej. Zagreb.

Pouličkova, A., Hašler, P., Lysakova, M., Spears, B. 2008. The ecology of freshwater epipelic algae: an update. Phycologia, 47(5), 437-450.

Popovsky, J., Pfister, L., 2008. Süßwasserflora von Mitteleuropa 6. Dinophyceae (Dinoflagellata). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 272 str.

Rosenberg, D. M., Resh, V. H., 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York, 488 str.

Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pall, K., Binder, N. i Ortler, K., 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A., Foerster, J., 2006. Instruction Protocol for the ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency.

Sopex d.o.o., 2007. Hidrologija sliva Rječine za potrebe akumulacije Kukuljani, Rijeka

Šašić M., Mihoci I., Kučinić M., 2013. Crveni popis danjih leptira Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Zagreb.

Šumarski fakultet 2009. Znanstvena analiza kornjaša sa popisa iz Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore s prijedlogom važnih područja za očuvanje vrste u RH.

Taylor, J. C., Harding, W. R., Archibald, C. G. M., 2007. A Methods Manual for the Collection, Preparation and Analysis of Diatom Samples. WRC report TT 282/07: An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa. ISBN 1-77005-483-9.

Topić J., Vukelić, J., 2009. Priručnik za određivanje kopnenih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode RH, Zagreb.

Tutiš V., Kralj J., Radović D., Ćiković D., Barišić S. (ur.), 2013. Crvena knjiga ptica Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Van Vuuren, S. J., Taylor, J., van Ginkel, C., Gerber, A. 2006. Easy identification of the most common freshwater algae. North-West University and Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa. ISBN 0-621-35471-6.



Vivoda, M. i sur. 2012. Geohazard u dolini Rječine u prošlosti i sadašnjosti, Hrvatske vode, Zagreb, (20)81, 105-106

Vučijak B., Smolar-Žvanut N. i sur. 2009. Projekt Živjeti Neretvu - Procjena ekološki prihvatljivog protoka za rijeke Trebižat i Vrbanja

Vukelić J., 2012. Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb

Vuković N., Nikolić T., 2006. *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC. U: Nikolić T. (ur.) (2006): Flora - priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Zwicker G., Žeger Pleše I., Zupan I., 2008. Zaštićena geobaština Republike Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M. i sur., 2008. Klimatski atlas Hrvatske/ Climate atlas of Croatia 1961-1990., 1971-2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

Zelinka, M., Marvan, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Arch.Hydrobiol. 57: 389-407

Žugaj, R. 2000. Hidrologija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb

Internet izvori

Baza podataka Državnog zavoda za zaštitu prirode / Hrvatske agencije za okoliš i prirodu: Vrste. Staništa. Ekološka mreža. Zaštićena područja (2015). (<http://www.dzzp.hr/>), Državni zavod za zaštitu prirode / Hrvatska agencija za okoliš i prirodu

Podaci o vrsti *Salmo trutta* (2015) (<http://www.fishbase.se/summary/Salmo-trutta.html>; <http://www.new.ribe-hrvatske.com/index.php/popisvrsta/38-salmonidae/114-salmo-trutta>)

Geoportal Državne geodetske uprave (2015). (<http://geoportal.dgu.hr/>), Državna geodetska uprava

Internet portal zaštite prirode Ministarstva zaštite okoliša i prirode (2015). (<http://www.zastita-prirode.hr/>), Ministarstvo zaštite okoliša i prirode

IUCN (2015) Freyhof, J. 2013. *Salmo trutta*. The IUCN Red List of Threatened Species, e.T19861A9050312. (<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19861A9050312.en>)

IUCN (2015) Freyhof, J. 2013. *Phoxinus lumaireul*. The IUCN Red List of Threatened Species, e.T135679A4178267. (<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T135679A4178267.en>)

JU Primorsko-goranske županije (2015): Ponor Gotovž (<http://www.ju-priroda.hr/3zasticeni/ponor-gotovz.pdf>)



Katalog zaštićenih i strogo zaštićenih vrsta u Republici Hrvatskoj (2015) (<http://zasticenevrste.azo.hr/>), Agencija za zaštitu okoliša.

Komunalno društvo Vodovod i kanalizacija d.o.o.za vodoopskrbu i odvodnju Rijeka (2015) (<http://www.kdvi-rijeka.hr/default.asp>)

Natura 2000 u Hrvatskoj (<http://www.natura2000.hr/>), Državni zavod za zaštitu prirode

Nikolić T. (ur.) (2015a): Flora Croatica baza podataka. On-line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Nikolić T. (ur.) (2015b): Flora Croatica baza podataka - Crvena knjiga on-line 2006. (<http://hirc.botanic.hr/fcd/crvenaknjiga>). Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur. 2006)

Popis velikih brana u Hrvatskoj (2015), Hrvatsko društvo za velike brane (<http://www.elektroprojekt.hr/hdvb/katastar/Katastar%20-%20Valici.htm>)

Registar onečišćavanja okoliša - ROO (2015). (<http://roo-preglednik.azo.hr>), Agencija za zaštitu okoliša

Podaci o suši na području Rječine (2015) (<http://www.meteo-info.hr>)

Podaci o Carlsonovom indeksu trofije (2016) (<http://www.lakeaccess.org/lakedata/datainfotsi.html>)