



„Agencija za vodno područje rijeke Save“ Sarajevo



STUDIJA POBOLJŠANJA REŽIMA PROTOKA I USPOSTAVLJANJA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTICAJA NA VODOTOCIMA PREKO 10 km² POVRŠINE SLIVA NA VODNOM PODRUČJU RIJEKE SAVE U FBIH



Konzorcij IPSA Institut d.o.o. Sarajevo i
Institut za elektroprivredu d.d. Zagreb

Sarajevo, novembar 2019.

OSNOVNI PODACI O PROJEKTU

Naziv	STUDIJA POBOLJŠANJA REŽIMA PROTOKA I USPOSTAVLJANJA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTICAJA NA VODOTOCIMA PREKO 10 km ² POVRŠINE SLIVA NA VODNOM PODRUČJU RIJEKE SAVE U FBiH
Naručilac	„Agencija za vodno područje rijeke Save“ Sarajevo Ul. Hamdije Čemerlića 39a, 71000 Sarajevo
Ugovor	Ugovor o nabavci usluga br. 10-819-14/17 od 22.11.2017. godine
Izvršilac	Grupa ponuđača: <ul style="list-style-type: none">❖ „IPSA INSTITUT“ d.o.o. Sarajevo, Ul. Put života b.b., 71000 Sarajevo i❖ „INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU“ d.d. Zagreb, Ul. Koturaška cesta 51, 10000 Zagreb
Voditelj projekta	Vedrana Ričković, dipl.ing.građ.
Projektни tim	Boris Vrcelj, dipl. ing. geol. Amar Šurković, dipl. ing. građ. Adnan Habibović, dipl.ing. građ. Renata Vidaković Šutić, dipl. ing. građ. Marta Jerković, mag. ing. aedif. Lejla Hajro, dipl.ing.arh. Jasmina Marić, dipl.ing.arh. Indira Murtić, dipl.ing.građ. Adnan Abdić, dipl.ing.geod. Tanja Lubura Matković, dipl. ing. građ. Zdeslav Tajić, dipl. ing. geol. Andrea Pavlović, dipl. ing. arh. Tatjana Borovina, dipl. ing. građ.
Spoljni saradnici	Samir Đug, dipl.biolog
Kontrola kvalitete	Muhamed Kapetanović, dipl. ing. građ.
Kontakt osoba	Amar Šurković, dipl. ing. građ. <i>amar.surkovic@ipsa-institut.com</i>

SADRŽAJ

1. UVOD.....	4
2. HIDROMORFOLOŠKO STANJE VODNIH TIJELA.....	5
2.1. Podsliv Bosne	6
2.2. Podsliv Une, Korane i Gline.....	22
2.3. Podsliv Vrbasa	25
2.4. Podsliv Drine	58
2.5. Neposredni sliv Save	76
3. MJERE POBOLJŠANJA REŽIMA PROTOKA VODNIH TIJELA	78
4. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA REŽIMA PROTOKA	98
5. ZAKLJUČAK.....	102
6. KORIŠTENA LITERATURA.....	103

SKRAĆENICE I AKRONIMI

AVP	Agencija za vodno područje
BAS	Državni standard Bosne i Hercegovine
EPP	Ekološki prihvatljiv proticaj
EU	Europska Unija
EU ODV	Okvirna direktiva o vodama Europske Unije
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
VT	Vodno tijelo
HM	Hidromorfologija
ICPDR	Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav
ISV	Informacioni sistem voda
PZ	Projektni zadatak
ZoV FBiH	Zakon o vodama Federacije Bosne i Hercegovine

1. UVOD

Kroz Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u FBiH (2016-2021.) hidromorfološke promjene vodnih tijela površinskih voda prepoznate su kao jedno od "značajnih pitanja upravljanja vodama". Značajne hidromorfološke promjene i njihovi mogući uticaji na status kvaliteta površinskih vodnih tijela predstavljaju jednu od ključnih opasnosti u pogledu dostizanja ekoloških ciljeva Okvirne direktive o vodama EU. Skoro sve infrastrukturne aktivnosti, koje se provode unutar vodnih tijela, imaju potencijal da promijene prirodni status površinskih vodnih tijela i njima pripadajuće akvatične flore i faune. Program mjera je koncipiran sa ciljem da se smanjenje uticaja hidromorfoloških promjena na status vodnih tijela, kako za ranije izgrađene objekte tako i za objekte planirane za izgradnju u narednom RBM planskom ciklusu, ostvari do 2039. godine na način da niti jedno vodno tijelo na slivu rijeke Save u FBiH ne bude pod rizikom dostizanja okolišnih ciljeva usljed stepena hidromorfoloških promjena.

S tim u vezi je krajem novembra 2017. godine započeo projekat: „Izrada studije hidromorfoloških pritisaka i procjene njihovih uticaja na vodotoke, poboljšanje hidromorfoloških karakteristika, te poboljšanje režima protoka i uspostavljanje ekološki prihvatljivog proticaja“. Cilj ovog projekta je izrada tri studije koje se odnose na:

- Analizu hidromorfoloških pritisaka i procjenu njihovog uticaja za vodotoke površine sliva preko 10 km²,
- Poboljšanje hidromorfoloških karakteristika vodotoka površine sliva preko 10 km², i
- Poboljšanje režima protoka i uspostavljanje ekološki prihvatljivog proticaja.

Osnovna karakteristika ovog projekta u odnosu na ranije aktivnosti AVP Sava u vezi sa procjenom hidromorfoloških elemenata vodnih tijela je to da je ovim projektom predviđeno izvođenje obimnih terenskih istražnih radova na 533 vodna tijela površinskih voda radi prikupljanja novih i potvrđivanja postojećih podataka o postojećim hidromorfološkim promjenama i pritiscima.

Ovim elaboratom je predstavljen treći dio projekta koji se odnosi na prijedlog mjera poboljšanja režima protoka i uspostavljanje ekološki prihvatljivog proticaja na vodotocima preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH. S obzirom da se ova Studija naslanja na prethodne dvije u prvom dijelu predstavljeni su rezultati hidromorfološke analize vodnih tijela podslivova rijeke Save u FBiH dobiveni opsežnim terenskim istraživanjima i detaljnim opisima vodnih tijela. Treba napomenuti da se u ovoj Studiji analiziraju samo vodna tijela klase 3 (umjereno promijenjeno), 4 (u velikoj mjeri promijenjeno) i 5 (izrazito promijenjeno), na kojima su identificirani HM pritisci koji mogu imati značajan uticaj na režim protoka u vodotocima.

U trećem dijelu je dat općeniti pregled mjera poboljšanja režima protoka sa posebnim osvrtom na određivanje ekološki prihvatljivog proticaja. Nakon toga slijedi prijedlog ključnih mjera na VT na kojima se može dovesti do poboljšanja režima protoka. Poglavlje 5. ove studije odnosi se na zaključke i preporuke. Na kraju studije je dat popis korištene literature.

2. HIDROMORFOLOŠKO STANJE VODNIH TIJELA

U „Studiji hidromorfoloških pritisaka i procjeni njihovih uticaja za vodotoke preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH“ provedena je analiza detektovanih hidromorfoloških pritisaka na svim vodnim tijelima podslivova rijeke Save u FBiH. Kao rezultat ocjenjivanja hidromorfoloških parametara dobivene su hidromorfološke klase vodnih tijela. Na osnovu tih rezultata date su mjere za poboljšanje hidromorfoloških karakteristika vodotoka u „Studiji poboljšanja hidromorfoloških karakteristika vodotoka površine sliva preko 10 km²“. Na osnovu te dvije studije stvorena je osnova za izradu predmetne studije - „Studije poboljšanja režima protoka i uspostavljanja ekološki prihvatljivog proticaja“.

Za vodna tijela koja imaju klasu 1 (gotovo prirodno) i 2 (neznatno promijenjeno), pritisci se neće detaljno analizirati, jer ona kao takva nisu pod rizikom od dostizanja okolišnih ciljeva.

Predmet detaljnije analize režima proticaja biti će vodna tijela klase 3 (umjereno promijenjeno), 4 (u velikoj mjeri promijenjeno) i 5 (izrazito promijenjeno), na kojima su identificirani HM pritisci koji mogu imati značajan uticaj na režim proticaja i narušen ekološki prihvatljiv proticaj.

Radi se o 45 vodnih tijela (od ukupno 149 VT ocjenjenih sa HM ocjenama 3, 4 i 5) na pet podslivova vodnog području rijeke Save u FBiH.

Komentari, zapažanja i rezultati analiza sistematizirani su prema pripadnosti vodnih tijela predmetnim podslivovima: Bosne; Une, Korane i Gline; Vrbasa; Drine i Neposrednog sliva Save.

Za svako VT u nastavku dat je opis objekta koji predstavlja hidromorfološki uticaj na režim protoka, zatim podaci o EPP (ukoliko su vodni akti dostupni), podaci o ihtiofauni za određena VT dobiveni terenskim istraživanjem biologa tokom proteklih godina (u okviru projekta „Save the Blue Heart of Europe“), odnosno karakteristične vrste riba za određene tipove vodotoka, te podaci o minimalnim i srednjim višegodišnjim proticajima (preuzeti iz „Hidrološke analize“ – prateći dokument br. 7, Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u FBiH).

Nakon analize svih relevantnih faktora, na onim vodnim tijelima, koja ispunjavaju određene tehničke uslove u ovoj studiji će se predložiti mjere poboljšanja režima protoka.

2.1. Podsliv Bosne

Na podslivu rijeke Bosne nalazi se 28 hidroloških stanica na kojima se mjere vodostaji i protoci, od toga njih 10 je na samoj rijeci Bosni, dok se preostale stanice nalaze ostalim vodotocima podsliva Bosne.

U tabeli u nastavku daje se popis hidroloških stanica sa osnovnim informacijama.

Tabela 2.1.-1: Hidrološke stanice podsliva Bosne

PODSLIV BOSNE								
R.br.	Vodomjer	Vodotok	Sliv	Udaljenost od ušća (km)	Površina sliva (km ²)	Kota 0 (m n.m.)	Status	Razdoblje obrade
1.	Vrelo Bosne	Bosna	Sava	273	4	491,84	aktivna	1961.-1985.
2.	Plandište	Bosna	Sava	272	12	490,47	aktivna	1961.-1990.
3.	Reljevo	Bosna	Sava	262	1093	478,46	aktivna	1961.-1990.
4.	Dobrinje	Bosna	Sava	225	2587	392,04	aktivna	1961.-1990.
5.	Raspotočje	Bosna	Sava	182	4053	312,61	aktivna	1961.-1990.
6.	Zavidovići	Bosna	Sava	125	4939	200,71	aktivna	1961.-1990.
7.	Maglaj Poljice	Bosna	Bosna	97	6540 (orogr)	150,99 (relat)	aktivna	1961.-1990.
8.	Usora	Bosna	Sava	76	7575	140,16	ukinuta	1961.-1990.
9.	Doboj	Bosna	Bosna	71	9548	137,01	ukinuta	1961.-1990.
10.	Modriča	Bosna	Bosna	24	10264	98,97	ukinuta	1961.-1990.
11.	Iliđa	Željeznica	Bosna	2,5	461	495,32	ukinuta	1966.-1968.
12.	Iliđa-autom.	Željeznica	Bosna	3,1	399	496,07	aktivna	2006.-2009.
13.	Blažuj	Željeznica	Bosna	3,0	155,5	503,011	aktivna	1966.-1990.
14.	Sarajevo	Miljacka	Bosna	14,2	302 (orogr)	538,93	aktivna	1961.-1990.
15.	Visoko	Fojnica	Bosna	1,0	721	413,87	aktivna	1963.-1988.
16.	Merdani	Lašva	Bosna	2,2	959 (orogr)	357,52	aktivna	1961.-1990.
17.	Olovo	Krivaja	Bosna	64	737 (orogr)	527,16	aktivna	1961.-1990.
18.	Zavidovići	Krivaja	Bosna	2,0	1387 (orogr)	204,32	aktivna	1961.-1990.
19.	Bioštica	Bioštica	Krivaja	1,5	411 (orogr)	536,26	aktivna	1961.-1990.
20.	Olovske Luke	Stupčanica	Krivaja	1,5	285 (orogr)	543,51	aktivna	1961.-1990.
21.	Teslić	Velika Usora	Usora	1,3	465 (orogr)	203,14	ukinuta	1961.-1990.
22.	Kaloševići	Usora	Bosna	18	633 (orogr)	150,00 (relat)	aktivna	1961.-1990.
23.	Strašanj	Spreča	Bosna	86,4	466 (orogr)	200,76	aktivna	1961.-1990.
24.	Modrač	Spreča	Bosna	60,0	1176 (orogr)	182,47	ukinuta*	1961.-1990.
25.	Karanovac	Spreča	Bosna	29	1828 (orogr)	150,06	aktivna	1951.-1963. 1964.-1990. 2003.-2008.
26.	Donja Višća	Oskova	Spreča	7	-	229,77	ukinuta*	1961.-1990.
27.	Živinice	Gostilja	Oskova	0,5	-	200,00 (relat)	ukinuta*	1966.-1990.
28.	Turija	Turija	Spreča	2,0	-	200,00 (relat)	ukinuta*	1971.-1987.

Na podslivu rijeke Bosne 111 vodnih tijela svrstano je u HM klase 3, 4 i 5, što u odnosu na ukupni broj od 315 vodnih tijela podsliva Bosne iznosi oko 35 %. Od toga na 27 VT su uočeni objekti koji utiču na promjenu režima protoka, što u odnosu na ukupan broj VT iznosi 24%.

Vodna tijela HM klasa 3, 4 i 5 podsliva Bosne sa objektima za koje se pretpostavlja da narušavaju prirodni režim proticaja navedena su u tabeli 2.1.-2.

Tabela 2.1.-2: Vodna tijela podsliva Bosne hidromorfoloških klasa 3, 4 i 5

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsliv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticao na režim protoka
50073	BA_BOS_FOJR_LEP_KRES_JASENOVAC_1	Bosna	Jasenovac	3	Vodozahvat za pilanu
50076	BA_BOS_BISTRICAK_SERICARIJEKA_1	Bosna	Šerića rijeka	4	Vodozahvat
50155	BA_BOS_FOJR_LEP_KRE_LJUSKAVA_1	Bosna	Ljuskava	3	Vodozahvat
104014	BA_BOS_2B	Bosna	Bosna	3	Vodozahvati (Natron i Ševarlije)
104016	BA_BOS_4	Bosna	Bosna	3	Vodozahvat (Željezara Zenica)
104017	BA_BOS_5	Bosna	Bosna	3	Vodozahvat (TE Kakanj)
104019	BA_BOS_7	Bosna	Bosna	3	Vodozahvat (Vrelo Bosne)
401002	BA_BOS_MILJ_2	Bosna	Miljacka	4	Brana Bentbaša
403010	BA_BOS_SPR_2	Bosna	Spreča kroz jezero Modrac	5	Brana Modrac
403167	BA_BOS_SPR_TUR_1	Bosna	Turija	3	Akumulacija Modrac
403170	BA_BOS_SPR_TUR_4	Bosna	Turija	5	Rudnik Banovići
403178	BA_BOS_SPR_OSK_2	Bosna	Oskova	4	Vodozahvat za mlin
403179	BA_BOS_SPR_OSK_3	Bosna	Oskova	3	Vodozahvat (rudnik), pregrada- brana Mačkovac
405240	BA_BOS_USO_V.USO_BLA_JEZ.RIJ_1	Bosna	Jezeracka	3	MHE Podjezera
406021	BA_BOS_ZELJ_3B	Bosna	Željeznica	4	MHE Bogatići
408027	BA_BOS_LAS_1	Bosna	Lašva	3	MHE Vitez 1, MHE Lašva, MHE Merdani
408066	BA_BOS_LAS_BILA_1	Bosna	Bila	3	MHE Dolac
408068	BA_BOS_LAS_BILA_3	Bosna	Bila	3	MHE Podstinje
408075	BA_BOS_LAS_KRU_1	Bosna	Kruščica- Tromošnica	3	Pregrada (djelomično uklonjena)
408083	BA_BOS_LAS_KOZ_IVA_1	Bosna	Ivančica	3	Vodozahvat
409043	BA_BOS_FOJR_LEP_1	Bosna	Lepenica	5	Ustava
410059	BA_BOS_MIS_1	Bosna	Misoča	4	Vodozahvat (Ilijaš)
418106	BA_BOS_BAB.RIJ_1	Bosna	Babina rijeka	3	Vodozahvat (Kasapovići)
420116	BA_BOS_BISTRICAK_1	Bosna	Bistričak	4	MHE Bistričak
423122	BA_BOS_GOS_3	Bosna	Gostović	4	MHE Čardak
423123	BA_BOS_GOS_LUZ_1	Bosna	Lužnica	3	MHE Botašnica i MHE Rujevica
424134	BA_BOS_PEP.RIJ_1	Bosna	Pepelarska rijeka	3	MHE Pepelari

U nastavku su dati detaljni opisi objekata koji u većoj mjeri utiču na režim protoka na navedenim VT.

Na VT Jasenovac **BA_BOS_FOJR_LEP_KRES_JASENOVAC_1** nalazi se pregrada kojom se jedan dio vode zahvata za potrebe obližnje pilane. Od vodozahvata do pilane voda teče otvorenim kanalom, a količina zahvaćene vode nije poznata. Ostatak vodotoka preko preliva nastavlja tok u prirodnom koritu.



Slika 2.1.-1: Vodozahvat na VT Jasenovac

Djelomična pregrada na kojoj, prema potrebi, postoji mogućnost postavljanja ustave se nalazi na VT Šerića Rijeke **BA_BOS_BISTRICAK_SERICARIJEKA_1**. Nije poznata svrha ovog vodozahvata koji se nalazi u sklopu ove građevine, a koji se sastoji od 3 cjevovoda na desnoj obali vodotoka.



Slika 2.1.-2: Vodozahvat na VT Šerića Rijeka

Već na samom izvoru Ljuskave na VT **BA_BOS_FOJR_LEP_KRE_LJUSKAVA_1** nalazi se kaptaža, koja vjerovatno služi za vodosnabdijevanje obližnjeg naselja. Višak vode se preljeva preko vodozahvata i dalje preko makadamskog puta se formira vodotok Ljuskava.



Slika 2.1.-3: Kaptaža na VT Ljuskave

Na VT **BA_BOS_7** nalazi se vodozahvat Konaci koji služi za vještačko prihranjivanje izvorišta Bačevo. Prosječna količina zahvatanja iznosi oko 360 l/s. Vodozahvatna građevina se nalazi u kanalu Konaci 1 izdvojenom od prirodnog korita rijeke Bosne. Na VT **BA_BOS_5** se nalazi vodozahvat za TE Kakanj u vidu brane. Prag sa vodozahvatom u koritu se nalazi na VT **BA_BOS_4**, međutim nije poznato da li je ovaj vodozahvat u funkciji. Također na ovom VT je bila započeta izgradnja HE Vranduk. S obzirom da je izgradnja HE Vranduk prekinuta, početkom 2019. godine korito na ovom mjestu je dovedeno u prvobitno stanje. Na VT **BA_BOS_2B** se od većih korisnika nalaze vodozahvati za industriju «Natron-Hayat» d.o.o. Maglaj i kamenolom Ševarlije.



Slika 2.1.-4: Vodozahvat na VT BA_BOS_4



Slika 2.1.-5: Vodozahvat na VT BA_BOS_5



Slika 2.1.-6: Vodozahvat „Konaci“ na VT BA_BOS_7

Miljacka BA_BOS_MILJ_2

Pored regulacije korita rijeke Miljacke, na ovom VT nalazi se i brana Bentbaša koja je u funkciji od 1959. godine. Namjena brane je čišćenje korita rijeke Miljacke od mulja, a do 1970. godine akumulacija je korištena kao izletišta. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na VS Sarajevo iznosi 6,1 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj 0,79 m³/s. Brana Bentbaša je locirana nešto manje od jednog km uzvodno od profila vodomjerne stanice Sarajevo. Zapremina akumulacije je mala tako da ne može bitnije remetiti režim tečenja rijeke Miljacke, puni se za 4 sata, a prazni za 15 minuta (ljeti, pri malima vodama kada je čišćenje korita i neophodno).

Rijeka Miljacka na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-7: Brana na VT Miljacke

Spreča kroz jezero Modrac BA_BOS_SPR_2

Akumulacija Modrac, najznačajniji vodni resurs Tuzlanskog kantona i Federacije BiH, formirana je 1964. godine izgradnjom brane u tjesnacu Modrac. Formiraju je rijeke Spreča i Turija sa pritokama. Osim na samom vodnom tijelu BA_BOS_SPR_2, uticaj formirane akumulacije je i na vodnim tijelima **Turija (BA_BOS_SPR_TUR_1)**, **Mednica (BA_BOS_SPR_MEDNICA_1)** i **Ugar (BA_BOS_SPR_UGAR_1)**, koji se dijelom nalaze unutar akumulacije, odnosno njihova ušća u akumulaciju su pod uticajem uspora. Brana Modrac je višelučna, armirano-betonska brana, koja po svojim tehničkim karakteristikama i zapremini akumulacije spada u visoke brane. Dužina brane u kruni iznosi L = 191 m, a maksimalna visina H = 27,50 m.

Prema Zakonu o zaštiti akumulacije "Modrac" ("Službene novine Tuzlanskog kantona", broj: 5/06), namjene akumulacije, po redoslijedu prioriteta, su:

- obezbjeđenje vode za potrebe stanovništva,
- obezbjeđenje vode za potrebe industrije,
- zaštita od poplava nizvodno od brane,
- obezbjeđenje biološkog minimuma za vodotok Spreče, nizvodno od akumulacije,
- razvoj turizma, rekreacije i sportova na vodi, u skladu sa navedenim zakonom,
- proizvodnju električne energije na malim hidroelektranama, korištenjem viška voda u akumulaciji Modrac.

Izuzetno, akumulacija može služiti i za druge namjene, pod uslovom i na način da se takvim korištenjem vode akumulacija ne zagađuje niti izlaže drugim štetnim uticajima.

Za kotu normalnog uspora 200,00 m n.m. akumulacija obezbjeđuje 2,30 m³/s sirove vode za potrebe stanovništva i privrednih kapaciteta, te 4,70 m³/s kao vodoprivredni (hidro-biološki) minimum u rijeci Spreči nizvodno od akumulacije. Profil "Modrac" hidrološki je obrađivan u nekoliko navrata, a analize su se oslanjale na dva perioda osmatranja i to od 1958. do 1964. godine i od 1964. godine. Osnovni podaci dobijeni hidrološkom obradom profila "Modrac", provedenom u okviru Plana pogona brane i akumulacije Modrac, iz 1985. godine, su:

- srednji višegodišnji protok $Q_{SR} = 15,95 \text{ m}^3/\text{s}$
- minimalne srednje mjesečne vode, 95% obezbjeđenosti $Q_{\min, sr, mj95} = 0,824 \text{ m}^3/\text{s}$
- maksimalni protok ranga pojave 1/100 $Q_{1/100} = 892 \text{ m}^3/\text{s}$

Prema hidrološkoj analizi rađenoj 2016. godine u sklopu izrade Plana upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u FBiH (2016-2021) srednji višegodišnji proticaj na VS Modrac iznosi 15,81 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 1,07 m³/s.



Slika 2.1.-8: Brana na VT Spreče

Turija BA_BOS_SPR_TUR_4

Ovo VT se skoro cijelom dužinom nalazi unutar RMU Banovići, gdje je formirano nekoliko umjetnih jezera koja služe za vodosnabdijevanje rudnika. Voda se po potrebi zahvata, te nakon korištenja vraća u Turiju. Također, vode sa preliva i ispusta iz akumulacionog jezera Ramići se ispuštaju u Turiju. Takve okolnosti u velikoj mjeri utiču na prirodne riječne procese te na karakter i raznolikost toka. Pored neprirodnog režima tečenja, na ovo VT se vrši konstantan pritisak od odlagališta jalovine RMU Banovići koje sadrži ugljenu prašinu i druge opasne supstance.

Antropogeni pritisak koji vrši rudnik sa svojim aktivnostima predstavlja značajnu prijetnju za salmonidne vrste riba jer dovodi do promjene hidro-morfoloških i fizičko-hemijskih uvjeta na ovom području, što vodi ka remećenju podesnih uvjeta za salmonidne vrste riba.

Srednji višegodišnji proticaj na ovom VT do ušća rijeke Seone prema hidrološkoj analizi iznosi 0,49 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,08 m³/s.



Slika 2.1.-9: Dovodni kanal na VT Turije

Oskova BA_BOS_SPR_OSK_3 i BA_BOS_SPR_OSK_2

Na ovom VT se nalazi manja pregrada „Branja Mačkovac“ koja omogućava formiranje manjeg jezera. Jezero služi kao turistička atrakcija, posebno u ljetnom periodu, za kupanje, ribolov i sl. Rijeka Oskova na ovom lokalitetu spada u Tip 5: Male i srednje velike ravničarske i brdske rijeke sa srednje krupnim supstratom dna, a karakteristične vrste su potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, peš - *Cottus gobio* Linnaeus, 1758.

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na ovom VT iznosi 0,81 m³/s, a minimalni 0,14 m³/s. Nizvodno se nalazi vodozahvat RMU Banovići za potrebe pogona „Separacija“. Ekološki prihvatljiv proticaj nizvodno do vodozahvata definisan je u Rješenju o vodnoj dozvoli u vrijednosti od 0,186 m³/s definiran kao minimalni srednji mjesečni proticaj 95% obezbjeđenosti. Srednji višegodišnji proticaj na ovoj lokaciji iznosi 1,18 m³/s, a minimalni 0,20 m³/s. Nizvodno se nalazi pregrada koja služi kao vodozahvat za dvije vodenice, a višak vode se prelijeva preko pregrade.



Slika 2.1.-10: Brana Mačkovac



Slika 2.1.-11: Pregrada na VT Oskove

Jezeračka rijeka BA_BOS_USO_V.USO_BLA_JEZ.RIJ_1

Na ovom VT nalazi se vodozahvat za mHE „Podjezera“ koja je izgrađena 2003. i puštena u rad 2017. godine snage 460+190 kW. Još jedan vodozahvat za ovu mHE nalazi se na Stupničkoj rijeci. Objekat je protočnog tipa, dimenzije brane vodozahvata su 11,0 m x 2,5 m. Radni protok je $Q=0,73 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je srednji protok na ovom VT $Q=0,573 \text{ m}^3/\text{s}$. Procjenjeni minimalni višegodišnji proticaj je $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Jezeračka rijeka, pritoka rijeke Blatnice, na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-12: Vodozahvat za mHE „Podjezera“

Željeznica BA_BOS_ZELJ_3B

Na nizvodnom dijelu ovog VT nalazi se brana kojom se formirala akumulacija za potrebe mHE Bogatići. MHE je počela sa radom 1947. godine, a danas se samo njena akumulacija nalazi na teritoriji FBiH. Instalirana snaga iznosi 2x4.000 kW, a instalirani protok 4,7 m³/s. Ekološki prihvatljiv protok određen u dozvoli za rad iznosi 0,3 m³/s. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na VS Ilovica iznosi 4,12 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj je 0,56 m³/s.

Rijeka Željeznica na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758). Što se tiče staništa, u ovom biotipu dominiraju reofline vrste, odnosno vrste koje sve stadije života provode u tekućicama, te bentosne vrste (preferiraju da žive na ili blizu dna, odakle uzimaju hranu, i obično ne odlaze na površinu radi ishrane). U pogledu reprodukcije ovdje izrazito dominiraju vrste koje spadaju u litofilnu gilda (vrste koje se mrijeste na šljunkovitom ili kamenitom dnu). Analiza trofičke gilde pokazuje dominaciju insektivornih vrsta. Kod ovih vrsta u adultnom stadiju u ishrani je prisutan visok procenat beskičmenjaka/insekata.



Slika 2.1.-13: Vodozahvat za mHE „Bogatići“

Lašva BA_BOS_LAS_1

Na ovom VT nalaze se tri male hidroelektrane mHE Vitez-1, i mHE Lašva i mHE Merdani. MHE Vitez 1 je protočni tip elektrane snage 1200 kW. Puštena je u rad 2006. godine i instalirani protok iznosi 16 m³/s. Za vrijeme terenskih obilazaka mHE Lašva snage 980 kW je još uvijek bila u izgradnji, a 2019. je puštena u rad. MHE Merdani je planirane snage 2543 kW i ova mHE je trenutno u izgradnji. Za vrijeme izrade ove studije podaci o EPP nisu bili dostupni. Sve tri mHE su protočnog tipa, a na njima nisu uočene izgrađene riblje staze, dok se kod MHE Vitez 1 umjesto riblje staze nalazi ribnjak.

Rijeka Lašva na ovom lokalitetu spada u Tip 5: Male i srednje velike ravničarske i brdske rijeke sa srednje krupnim supstratom dna. Karakteristične vrste za ovaj tip su potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, peš - *Cottus gobio* Linnaeus, 1758.

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaji na lokacijama hidroelektrana iznose 10,47 m³/s, 11,37 m³/s i 16,28 m³/s, dok su minimalni višegodišnji proticaji 1,8 m³/s, 1,94 i 2,77 m³/s.



Slika 2.1.-14: MHE „Vitez 1“



Slika 2.1.-15: MHE „Lašva“

Bila BA_BOS_LAS_BILA_1

Dominantan pritisak na vodni režim na ovom vodnom tijelu predstavlja MHE Dolac sa popratnim građevinama (ustava i riblja staza). Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na lokaciji mHE iznosi 3,38 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj iznosi 0,59 m³/s.

Rijeka Bila na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna.

Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-16: Vodozahvat za mHE „Dolac“

Bila BA_BOS_LAS_BILA_3

Na ovom vodnom tijelu najznačajniji pritisak je MHE Podstinje u istoimenom naselju čija strojara i vodozahvat predstavljaju umjetne građevine u koritu i utiču na režim protoka. MHE je protočnog tipa i puštena je u rad 2010. godine. Vodozahvat je bočnog tipa i nalazi se na koti terena 550 m n. m, dok je strojara na koti 536 m n.m. Ukupna dužina vodotoka izloženog promjeni režima proticaja 340 m. Instalirani protok iznosi 4,20 m³/s, a EPP iz dozvole za rad iznosi 0,30 m³/s. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj iznosi 2,61 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj 0,45 m³/s.

Rijeka Bila na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna, te su karakteristične iste vrste riba kao i za nizvodno VT BA_BOS_LAS_BILA_1.



Slika 2.1.-17: Vodozahvat mHE „Podstinje“



Slika 2.1.-18: Strojara mHE „Podstinje“

Betonska konstrukcija za postavljanje ustava se nalazi na VT Kruščica-Tromošnica **BA_BOS_LAS_KRU_1**. Nije poznato da li se ustave postavljaju na ovoj lokaciji ili je objekat samo u prošlosti imao svoju svrhu.



Slika 2.1.-19: Betonska konstrukcija na VT Kruščica-Tromošnica

Na VT Ivančice **BA_BOS_LAS_KOZ_IVA_1** nalazi se veća pregrada sa prelivom. Radi se o vodozaštitnoj zoni, gdje je onemogućen pristup objektu, pa je pretpostavka da se radi o vodozahvatu za vodosnabdijevanje stanovnika obližnjih naselja.



Slika 2.1.-20: Vodozahvat na VT Ivančice

Lepenica BA_BOS_FOJ.R_LEP_1

Na ovom VT se nalazi manja ustava u profilu regulisanog korita. Pretpostavlja se da ova ustava u manjoj mjeri utiče na režim protoka Lepenice kroz Kiseljak.



Slika 2.1.-21: Ustava na VT Lepenice

Misoča BA_BOS_MIS_1

Uzvodno od ovog VT nalazi se vodozahvat za vodosnabdijevanje Ilijaša (0,08 m³/s), što posljedično utiče i na ovo VT. Vodozahvat na rijeci Misoči je tirolskog tipa lociran oko 6,50 km uzvodno od ušća Misoče u Bosnu. U ljetnim mjesecima na mjestu zahvatanja vode uzimaju sve ili gotovo sve raspoložive količine vode, tako da korito ostaje praktički suho bez biološkog i hidrološkog minimuma. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na lokaciji vodozahvata iznosi 0,86 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,15 m³/s.

Rijeka Misoča na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-22: Vodozahvat na rijeci Misoči

Babina rijeka BA_BOS_BAB.RIJ_1

Na ovom VT nalazi se vodozahvat Kasapovići za vodosnabdijevanje Zenice. Zahvatanje vode iz Babine rijeke vrši se zahvatom sa pregradom na otvorenom vodotoku (Tirolski prag) u količini od 0,2 m³/s. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na lokaciji vodozahvata je 0,98 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,17 m³/s.

Babina rijeka na ovom lokalitetu spada u Tip 5: Male i srednje velike ravničarske i brdske rijeke sa srednje krupnim supstratom dna. Karakteristične vrste su potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, peš - *Cottus gobio* Linnaeus, 1758.



Slika 2.1.-23: Vodozahvat „Kasapovići“ na VT Babina Rijeka

Bistričak BA_BOS_BISTRICAK_1

MHE Bistričak instalisane snage 940 kW se nalazi na ovom VT. Na koti 350 m n.m. nalazi se vodozahvat tirolskog tipa. Leptirasti turbinski zatvarač nalazi se na koti 270,66 m n.m. Dužina vodnog tijela izloženog promjeni režima protoka je 2150 m. Instalisani protok iznosi 1,67 m³/s, srednja količina vode koja se zahvata je 1,183 m³/s, a EPP određen u dozvoli za rad je 0,16 m³/s. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na ovom VT je 0,75 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj je 0,13 m³/s.

Bistričak na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-24: Vodozahvat za mHE „Bistričak“



Slika 2.1.-25: Strojara mHE „Bistričak“

Gostović BA_BOS_GOS_3 i Lužnica BA_BOS_GOS_LUZ_1

Na vodotocima Gostović i Lužnica postoje 3 male HE, od toga su dvije uzvodno na Lužnici (mHE Botašnica ušće i mHE Rujevica ušće), dok je jedna neposredno nizvodno od VT BA_BOS_GOS_3 (mHE Čardak). Svi navedeni objekti su protočnog tipa. Vodozahvat MHE Botašnica ušće je bočnog tipa, instalisanog protoka 1,85 m³/s, srednjeg protoka 1,549 m³/s i EPP 0,136 m³/s. Vodozahvat MHE Rujevica ušće je tirolskog tipa, instalisanog protoka 2,5 m³/s, srednjeg protoka 2,01 m³/s i EPP 0,171/0,257 m³/s. Ove dvije mHE se nalaze na vodotoku Lužnice, dok se dio akumulacionog bazena mHE Čardak nalazi na VT BA_BOS_GOS_3 što izaziva uspor na nizvodnom dijelu ovog VT. Vodozahvat je tirolskog tipa, instalisani protok 5,8 m³/s, srednji protok 5,24 m³/s i EPP je 0,55 m³/s. Dužina vodnog tijela Lužnice izloženog promjeni režima protoka je 4653 m (3018 m+ 1635 m), a dužina vodnog tijela Gostović izloženog promjeni režima protoka je 1025 m.

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaji na lokacijama ovih mHE kretajući se nizvodno su 1,01 m³/s, 1,25 m³/s i 3,38 m³/s, dok su minimalni višegodišnji proticaji 0,18 m³/s, 0,22 m³/s i 0,59 m³/s.

Vodotoci Gostović i Lužnica na ovom lokalitetu spadaju u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-26: Vodozahvat za mHE „Botašnica“



Slika 2.1.-27: Vodozahvat za mHE „Rujevica“



Slika 2.1.-28: Vodozahvat za mHE „Čardak“

Pepelarska rijeka BA_BOS_PEP.RIJ_1

Na koti 427 m n.m. se nalazi tirolski vodozahvat za MHE Pepelari i riblja staza, a nizvodno na koti 303,93 m n.m. je i strojara sa leptirastim turbinskim zatvaračem. Dužina vodnog tijela Pepelarske rijeke izloženog promjeni režima protoka 4370 m. MHE je protočnog tipa i puštena je rad 2018. godine. Instalirani protok je 0,475 m³/s, srednji protok iz ugovora o koncesiji iznosi 0,347 m³/s, a EPP iznosi 0,041/0,029 m³/s. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj Pepelarske rijeke je 0,55 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj 0,096 m³/s.

Pepelarska rijeka na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.1.-29: Vodozahvat za mHE „Pepelari“

2.2. Podsliv Une, Korane i Gline

Na podslivu rijeke Une nalazi se 11 hidroloških stanica na kojima se mjere vodostaji i protoci, od toga njih 5 je na samoj rijeci Uni, dok se preostale stanice nalaze ostalim vodotocima podsliva Une.

U tabeli u nastavku daje se popis hidroloških stanica sa osnovnim informacijama.

Tabela 2.2.-1: Hidrološke stanice podsliva Une

PODSLIV UNE								
R.br.	Vodomjer	Vodotok	Sliv	Udaljenost od ušća (km)	Površina sliva (km ²)	Kota 0 (m n.m.)	Status	Razdoblje obrade
1.	Martin brod nizv.	Una	Sava	195	1459	210,30	aktivna	1961.-1990. 2005.-2016.
2.	Kulen Vakuf	Una	Sava	180	1562	300,23	aktivna	1961.-1990. 2007.-2016.
3.	Kralje	Una	Sava	136	3639	208,84	aktivna	1961.-1990. 2002.-2016.
4.	Bosanska Krupa	Una	Sava	105	3865	150,00	aktivna	1961.-1990. 2007.-2016.
5.	Bosanska Otoka	Una	Sava	95	-	138,10	aktivna	1961.-1990. 2005.-2016.
6.	Klokot	Klokot	Una	4,3	-	209,82	aktivna	2005.-2016.
7.	Drvar	Unac	Una	30	420	462,51	aktivna	1961.-1990. 2005.-2016.
8.	Rmanj Manastir	Unac	Una	0,65	1010	314,53	aktivna	1961.-1990. 2007.-2016.
9.	Ključ	Sana	Una	102	754	247,09	aktivna	1961.-1990. 2005.-2016.
10.	Sanski Most	Sana	Una	62,5	2008	156,04	aktivna	1961.-1990. 2001.-2016.
11.	Hrustovo	Sanica	Sana	4,0	-	179,19	aktivna	1967.-1990. 2005.-2016.

Na podslivovima Une, Korane i Gline 7 vodnih tijela svrstano je u klasu 3 (nema vodnih tijela klasificiranih klasama 4 i 5), što u odnosu na ukupni broj od 88 vodnih tijela predmetnih podslivova iznosi oko 8% . Od toga jedino na vodnom tijelu **Kladušnice BA_GLINA_KLA_1** registrovani su veći vodozahvati za vodenice, dok se na ostalim VT radi o manjim vodenicama bez značnog uticaja na režim protoka.

Na vodotoku Kladušnica nalazi se nekoliko vodenica, a prema podacima Općine Velika Kladuša registrovano je ukupno 6 vodenica. Za potrebe jedne od njih je izgrađena betonska pregrada u koritu koja uzrokuje uspor vode, a nizvodnije je izvedena kaskada od prirodnih materijala na kojoj se zadržava otpad. Navedene umjetne građevine negativno utiču na uzdužnu povezanost i karakter prirodnog toka.

Rijeka Kladašnica na ovom lokalitetu spada u Tip 4: Male i srednje velike ravničarske i brdske rijeke sa finim supstratom dna. Karakteristične vrste za ovaj biotip su pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) i sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827. Prateće vrste su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758), potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) i peš - *Cottus gobio* Linnaeus, 1758. Pored ovih vrsta značajnije od ostalih vrsta zastupljeni su i vijun - *Cobitistaenia* Linnaeus, 1758 te lipljen - *Thymallus thymallus* (Linnaeus 1758).

Na podslivnom području ovog VT su postojale hidrološke stanice, ali nizovi hidroloških osmatranja su kratki, dio podataka nepouzdan, pa se može konstatovati da se radi o hidrološki slabo izučenom području. U narednoj tabeli su dati rezultati hidrološke analize za podsliv Kladašnice.

Tabela 2.2.-2: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red.br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	Fsl Ukup. (km ²)	Q sr glavni t (m ³ /s)	Q sr pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
KLADUŠNICA							
1	Pečina		36.22	0.489			13.50
2	Šumatica		13.26	0.17			12.82
3	Kladašnica uzv.		49.48	0.66		13.32	
4	Prije ušća Vidovske		71.51	0.95		13.28	
5		Vidovska*	25.7		0.38		14.79
6	Nakon ušća Vidovske		97.21	1.33		13.68	
7	Prije ušća Šiljkovača		107.07	1.42		13.26	
8		Šiljkovača	15.01		0.206		13.72
9	Nakon ušća Šiljkovača		122.08	1.63		14.40	
10	Ušće u rijeku Glinu		159.61	2.23		13.97	

Tabela 2.2.-3: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red.br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	Fsl Ukup. (km ²)	Q m glavni t (m ³ /s)	Q m pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
KLADUŠNICA							
1	Pečina		36.22	0.08			2.30
2	Šumatica		13.26	0.03			2.18
3	Kladašnica uzv.		49.48	0.11		2.26	
4	Prije ušća Vidovske		71.51	0.16		2.26	
5		Vidovska*	25.7		0.06		2.51
6	Nakon ušća Vidovske		97.21	0.23		2.33	
7	Prije ušća Šiljkovača		107.07	0.24		2.25	
8		Šiljkovača	15.01		0.04		2.33
9	Nakon ušća Šiljkovača		122.08	0.28		2.45	
10	Ušće u rijeku Glinu		159.61	0.38		2.38	



Slika 2.2.-1: Vodozahvat za vodenicu na rijeci Kladašnici

2.3. Podsliv Vrbasa

Na podslivu rijeke Vrbas nalaze se 3 hidrološke stanice na kojima se mjere vodostaji i protoci. U tabeli u nastavku daje se popis hidroloških stanica sa osnovnim informacijama.

Tabela 2.3.-1: Hidrološke stanice podsliva Vrbas

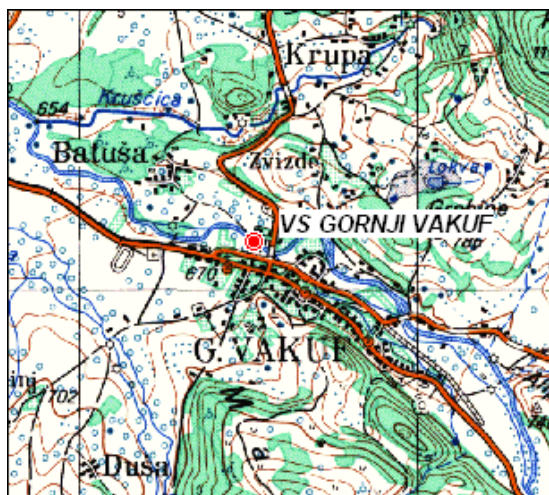
PODSLIV VRBAS								
R.br.	Vodomjer	Vodotok	Sliv	Udaljenost od ušća (km)	Površina sliva (km ²)	Kota 0 (m n.m.)	Status	Razdoblje obrade
1.	Gornji Vakuf	Vrbas	Sava	213	208	665,33	aktivna	1959.-1990. 2005.-2016.
2.	Daljan	Vrbas	Sava	185	1034	516,41	aktivna	1959.-1990. 2005.-2016.
3.	Kozluk	Vrbas	Sava	149	3161	342,51	aktivna	1959.-1990. 2005.-2016.

Tekst u nastavku daje opise hidroloških stanica, te rezultate statističkih obrada minimalnih, srednjih i maksimalnih protoka, a sve preuzeto iz „Hidrološke studije sliva rijeke Vrbas“; Zavod za vodoprivredu d.d. Sarajevo; 2017.

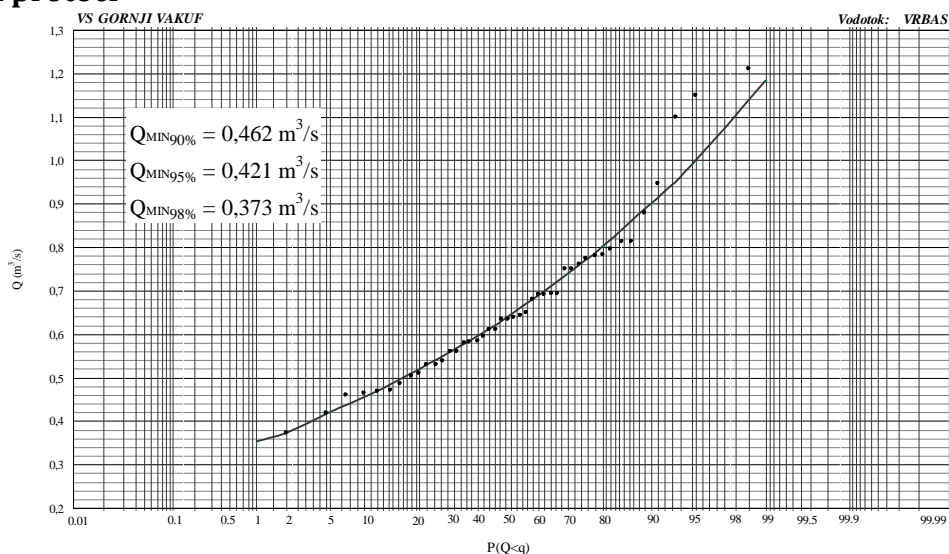
VS Gornji Vakuf na Vrbasu

Vodomjerna stanica Gornji Vakuf na Vrbasu osnovana je 1938. godine.

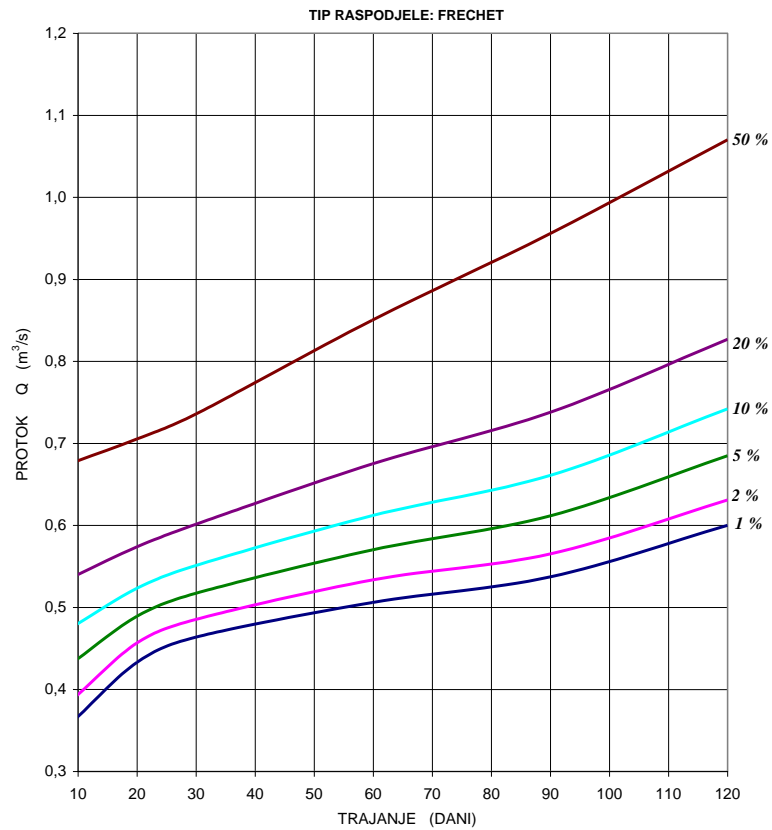
Udaljena je od ušća oko 213 km, s površinom sliva od 208 km². Kota „0“ vodomjera od 2005. godine iznosi 665,33 m n.m. Na VS Gornji Vakuf se mjere vodostaji i protoci, te definiraju krive protoka. Standardna hidrološka statistička obrada provedena je za razdoblje 1959.-1990. i 2005.-2016. godine. Ne raspolaže se detaljnijim historijatom za ovu stanicu.



Minimalni protoci

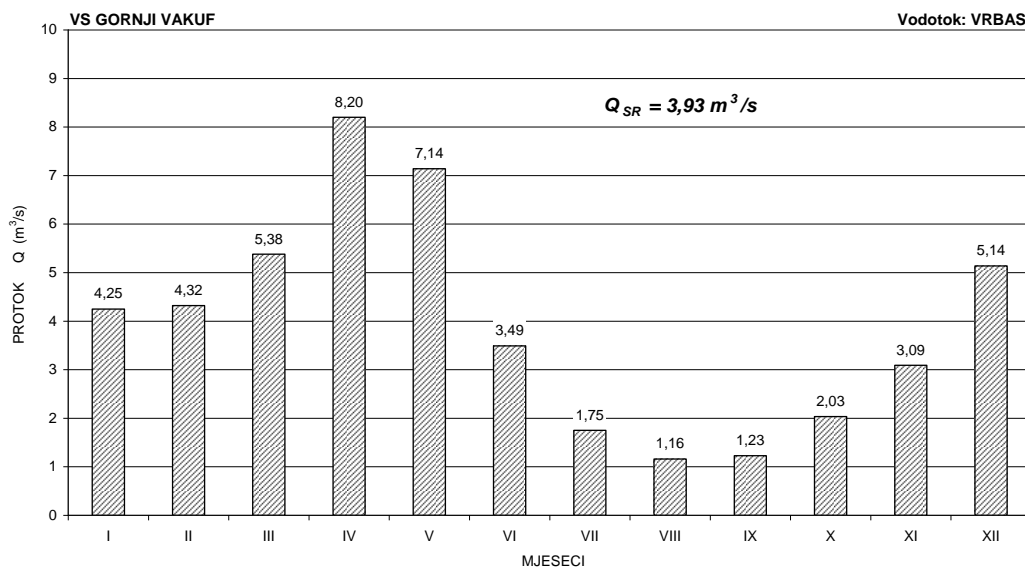


Slika 2.3.-1: Vjerovatnoća pojave minimalnih godišnjih protoka na VS Gornji Vakuf

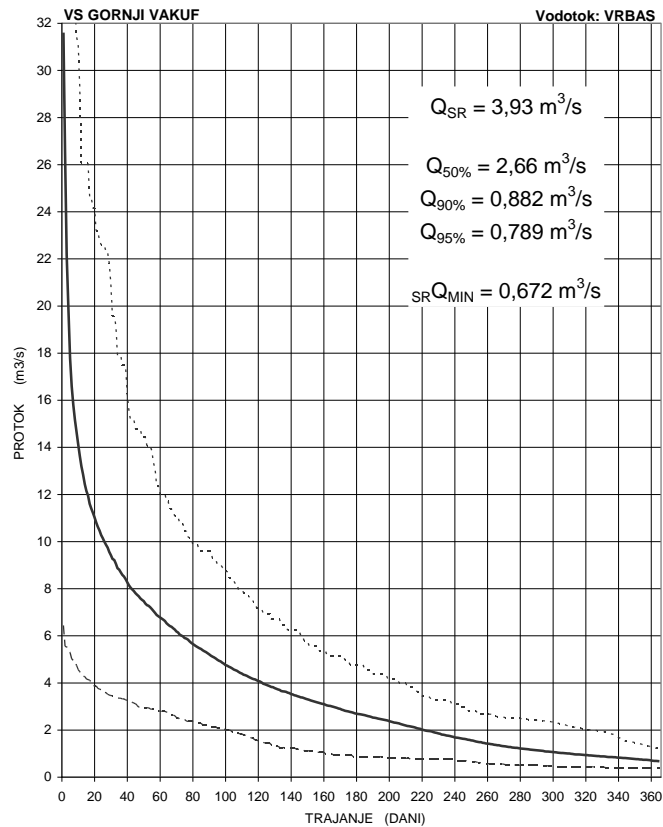


Slika 2.3.-2: Distribucija malovodnih perioda za razdoblje 1959.-1990. i 2005.-2016. godine na VS Gornji Vakuf

Srednji protoci

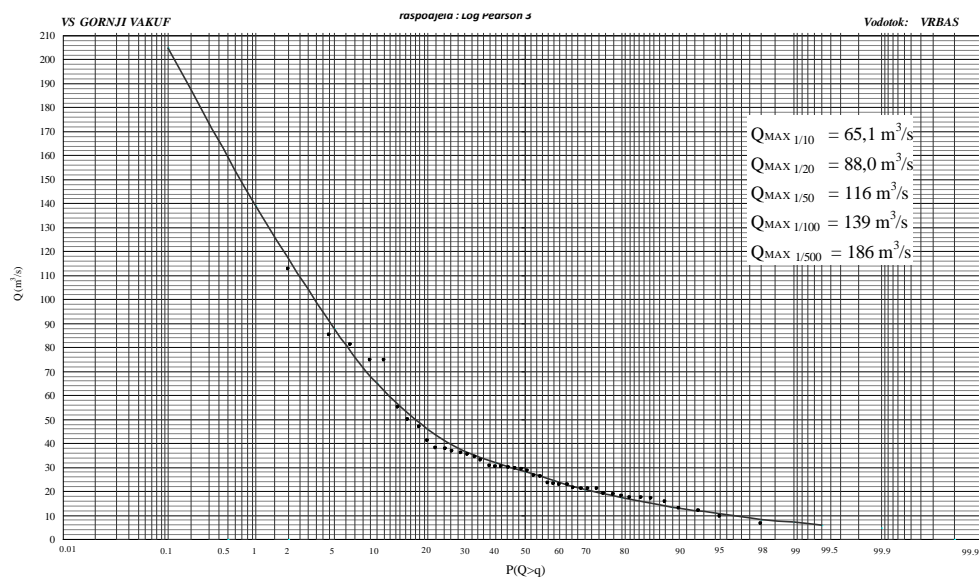


Slika 2.3.-3: Unutargodišnji hod srednjih mjesečnih protoka (1959.-1990. i 2005.-2016.) na VS Gornji Vakuf



Slika 2.3.-4: Prosječna linija trajanja protoka s anvelopama minimuma i maksimuma na VS Gornj Vakuf (1959.-1990. i 2005.-2016.)

Maksimalni protoci



Slika 2.3.-5: Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih protoka na VS Gornji Vakuf (1959.-1990. i 2005.-2016.)

VS Daljan na Vrbasu

Vodomjerna stanica Daljan na Vrbasu osnovana je 1968. godine.

Udaljena je od ušća oko 185 km, s površinom sliva od 1034 km².

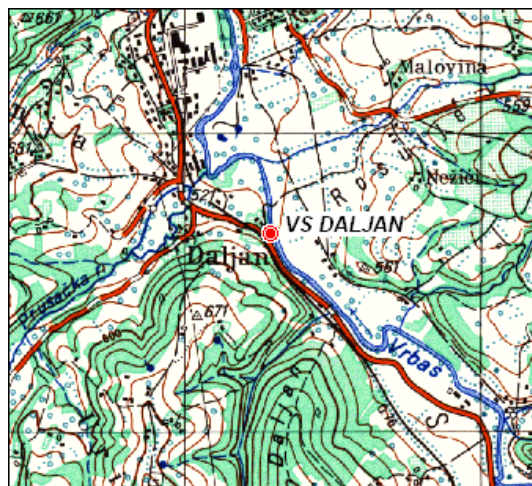
Kota „0“ vodomjera iznosi 516,41 m n.m.

Limnigraf je postavljen 1971. godine.

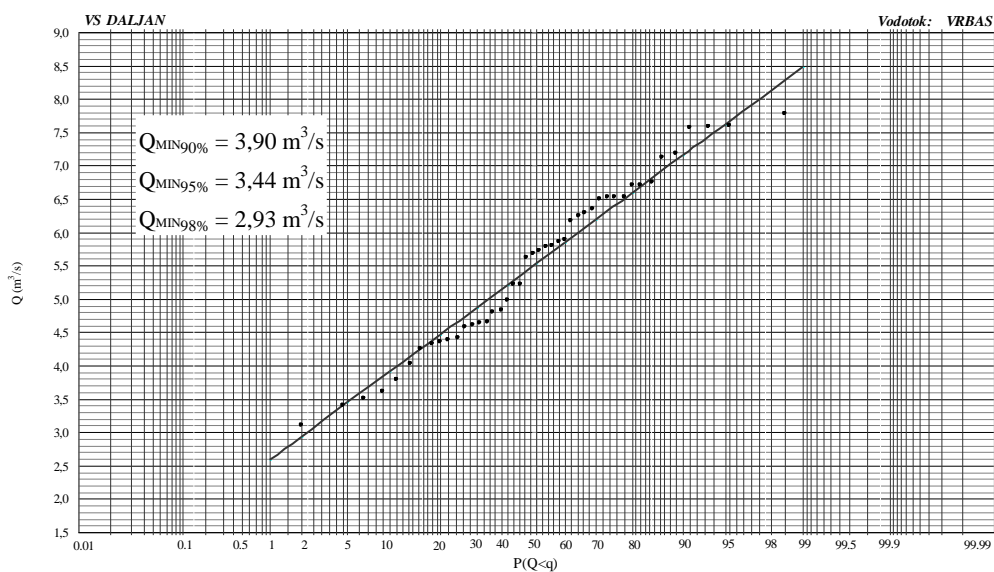
Na VS Daljan se mjere vodostaji i protoci, te definiraju krive protoka.

Standardna hidrološka statistička obrada provedena je za razdoblje 1959.-1990. i 2005.-2016. godine.

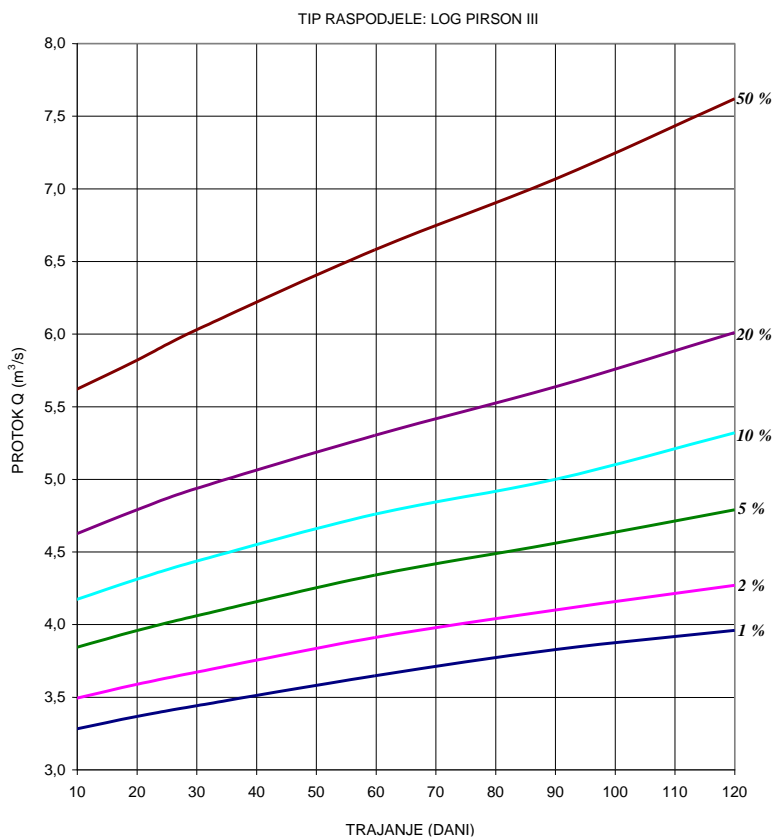
Ne raspolaže se detaljnijim historijatom za ovu stanicu.



Minimalni protoci

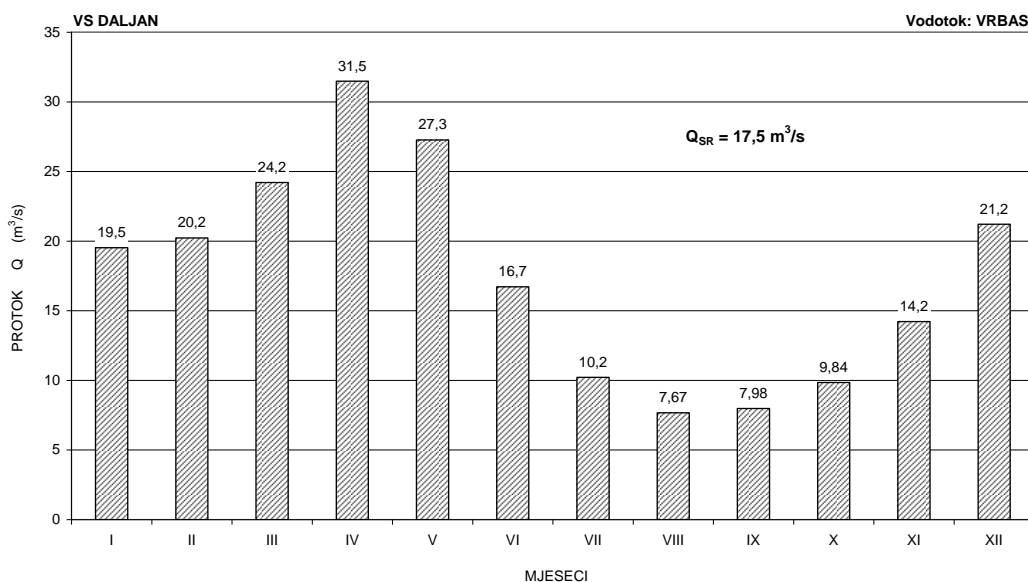


Slika 2.3.-6: Vjerovatnoća pojave minimalnih godišnjih protoka na VS Daljan (1959.-1990. i 2005.-2016.)

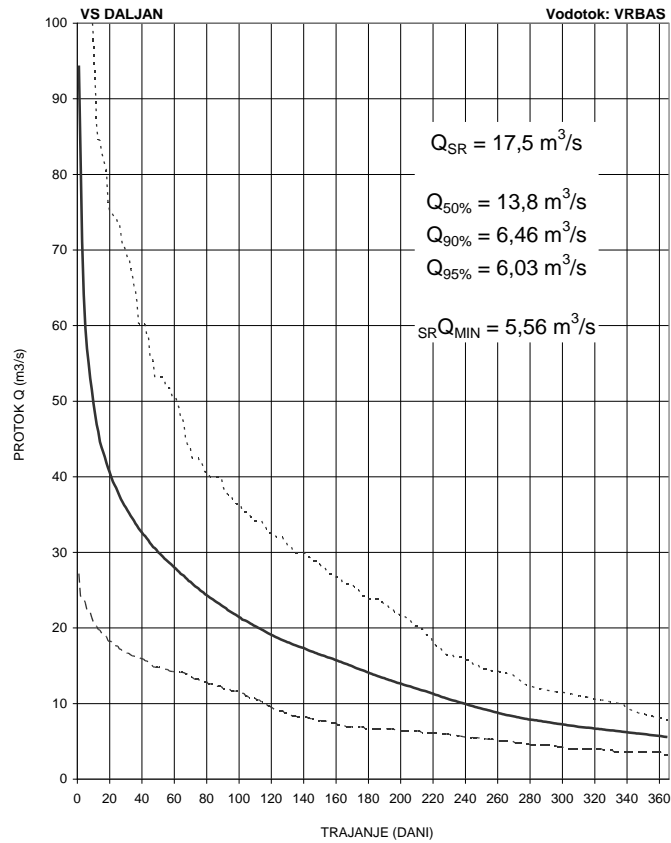


Slika 2.3.-7: Distribucija malovodnih perioda za razdoblje 1959.-1990. i 2005.-2016. godine na VS Daljan

Srednji protoci

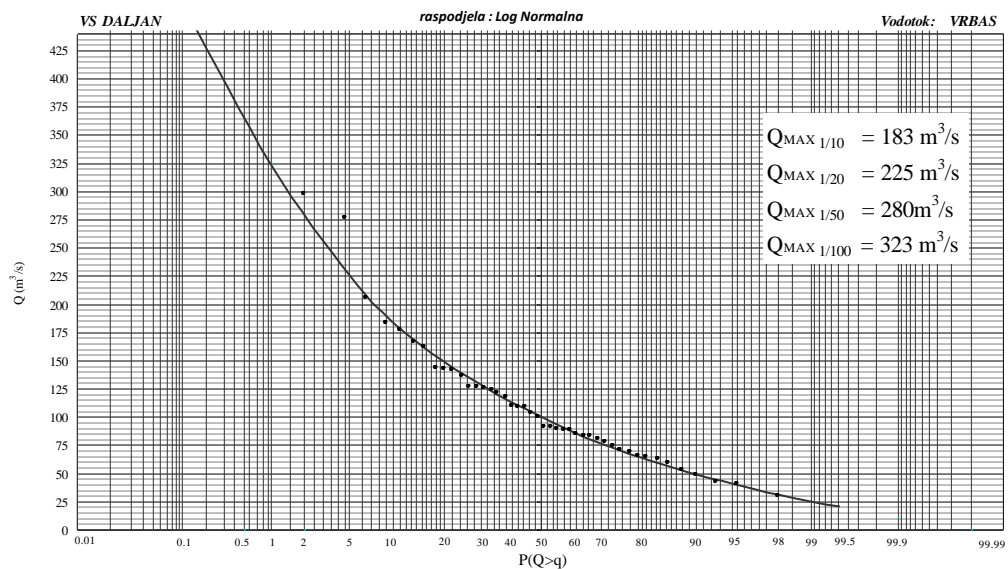


Slika 2.3.-8: Unutargodišnji hod srednjih mjesečnih protoka (1959.-1990. i 2005.-2016.) na VS Daljan



Slika 2.3.-9: Prosječna linija trajanja protoka s anvelopama minimuma i maksimuma na VS Daljan (1959.-1990. i 2005.-2016.)

Maksimalni protoci



Slika 2.3.-10: Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih protoka na VS Daljan (1959.-1990. i 2005.-2016.)

VS Kozluk na Vrbasu

Vodomjerna stanica Kozluk na Vrbasu osnovana je 1924. godine.

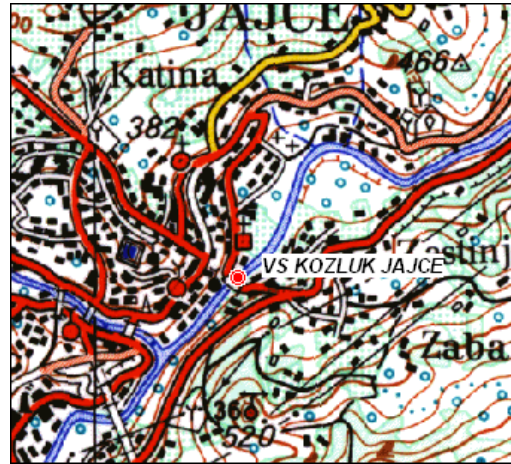
Udaljena je od ušća oko 149 km, s površinom sliva od 3161 km².

Kota „0“ vodomjera iznosi 342,51 m n.m.

Na VS Kozluk se mjere vodostaji i protoci, te definiraju krive protoka.

Standardna hidrološka obrada provedena je za razdoblje 1959.-1990. i 2005.-2016. godine.

Ne raspolože se detaljnijim historijatom za ovu stanicu.



Minimalni protoci

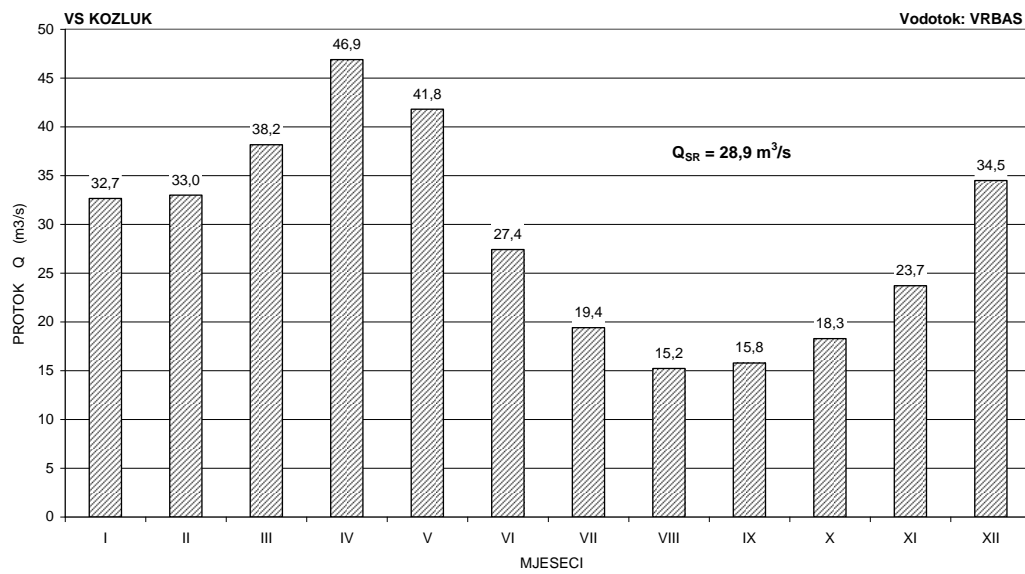
Tabela 2.3.-4: Minimalni mjesečni i godišnji protoci na VS Kozluk

Stanica: **KOZLUK**
Rijeka: **VRBAS**

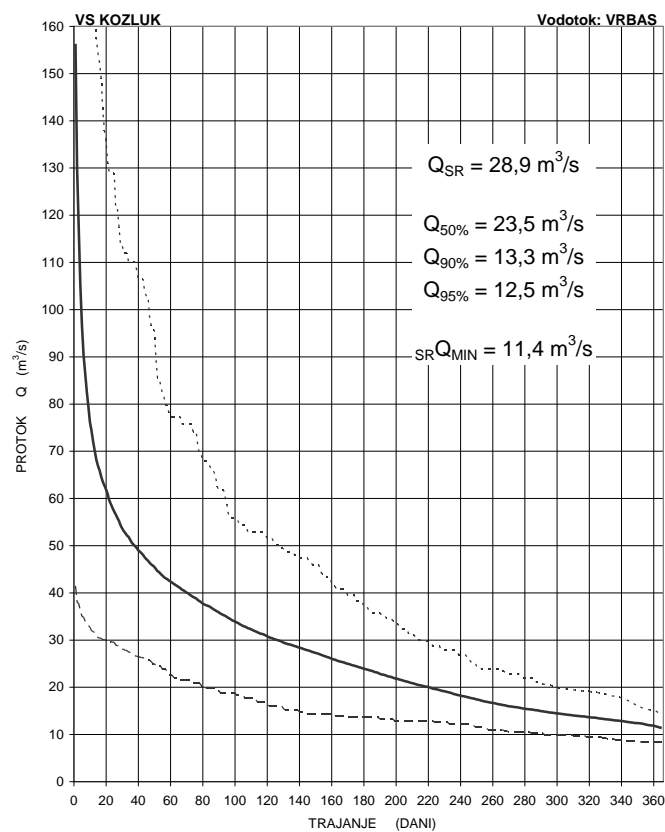
MINIMALNI MJESEČNI I GODIŠNJI PROTOCI

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Q_{MIN}
1959	20,6	16,2	21,5	21,1	18,4	20,6	13,7	13,3	14,7	12,0	26,8	37,8	12,0
1960	23,6	27,3	30,7	30,7	26,8	19,8	15,4	11,7	11,9	13,3	14,1	22,6	11,7
1961	20,2	21,5	19,8	19,5	22,1	16,2	13,5	10,8	10,6	11,0	13,5	16,5	10,6
1962	18,1	16,9	27,9	51,5	22,4	17,3	11,8	9,23	8,98	9,49	10,1	19,3	8,98
1963	22,8	21,0	21,9	36,1	32,0	17,8	14,4	13,1	13,6	12,6	11,7	15,3	11,7
1964	13,4	13,4	21,9	26,7	21,9	19,3	15,6	12,6	12,6	13,1	34,3	36,7	12,6
1965	33,4	26,9	26,3	39,5	42,0	26,3	14,0	12,8	13,1	10,8	10,1	22,9	10,1
1966	16,1	16,1	24,8	34,0	29,5	17,7	13,1	12,8	10,1	9,49	14,7	25,8	9,49
1967	18,9	21,1	32,3	44,7	32,9	23,8	17,3	12,1	12,5	11,4	10,8	12,1	10,8
1968	22,0	21,5	27,9	30,1	23,8	22,4	13,4	12,8	14,0	16,1	16,5	20,2	12,8
1969	23,4	30,1	42,0	37,6	33,4	30,1	19,7	15,4	19,3	13,1	11,8	22,4	11,8
1970	52,9	46,0	40,8	55,8	49,4	27,9	17,7	14,7	12,1	12,8	13,4	12,8	12,1
1971	26,3	24,3	19,3	44,7	23,8	15,4	12,1	10,8	10,4	11,4	12,1	16,9	10,4
1972	15,4	17,7	22,4	22,0	25,3	13,7	13,7	15,4	16,9	15,4	18,5	18,5	13,7
1973	18,5	22,0	20,6	38,9	23,8	17,7	15,4	12,1	11,4	11,8	12,1	12,5	11,4
1974	22,0	22,0	23,8	23,8	31,2	22,0	14,7	12,8	12,1	24,3	30,1	24,8	12,1
1975	19,3	15,4	14,7	26,9	26,9	19,3	12,1	12,1	12,1	11,4	14,0	16,9	11,4
1976	14,0	13,4	16,9	27,9	22,9	18,5	13,4	16,1	13,7	13,4	29,0	31,2	13,4
1977	33,4	37,0	31,2	40,8	24,8	16,9	14,0	12,5	15,4	17,7	16,1	24,3	12,5
1978	25,8	31,2	38,2	39,5	49,4	47,4	22,0	14,7	19,3	18,5	14,0	12,1	12,1
1979	30,1	40,8	32,3	32,3	33,4	21,1	14,0	13,4	12,8	16,1	25,2	23,7	12,8
1980	28,7	27,8	27,3	36,3	58,0	31,8	18,6	16,0	14,0	12,2	15,5	26,5	12,2
1981	21,6	21,6	24,4	38,0	31,8	23,7	16,0	15,0	13,2	14,0	17,0	20,3	13,2
1982	22,9	17,7	17,7	33,4	29,0	17,7	15,0	12,8	11,4	11,4	12,1	16,9	11,4
1983	23,8	25,8	23,8	40,8	22,0	18,5	12,5	11,4	11,1	11,8	12,1	13,4	11,1
1984	17,7	18,5	26,9	39,5	42,0	23,8	16,9	15,4	12,8	15,4	14,0	14,7	12,8
1985	13,4	17,7	17,7	38,9	27,9	20,2	12,8	12,8	10,8	10,1	10,8	17,7	10,1
1986	22,9	22,0	30,1	44,7	32,9	30,1	29,0	16,9	12,1	11,4	12,1	13,4	11,4
1987	12,8	22,5	22,5	35,9	38,4	21,2	14,5	14,5	10,1	10,1	10,1	16,9	10,1
1988	15,4	20,2	19,3	39,0	22,5	19,2	11,4	9,49	11,1	11,4	11,4	13,4	9,49
1989	11,1	10,4	22,9	20,2	22,9	22,0	15,8	12,5	13,2	16,9	17,8	16,0	10,4
1990	11,9	12,2	12,9	25,0	16,0	12,2	8,88	8,34	8,34	8,69	11,0	17,8	8,34
<hr/>													
2005	17,6	15,6	19,0	45,5	29,7	21,8	16,5	16,2	15,4	14,3	13,0	25,3	13,0
2006	24,3	21,4	27,1	47,7	27,4	16,5	15,1	14,9	16,7	13,9	13,0	12,8	12,8
2007	15,4	19,9	24,8	25,6	16,2	15,4	10,7	9,15	9,28	9,7	15,4	15,1	9,15
2008	14,1	18,7	19,2	35,1	22,0	15,1	11,8	10,3	9,16	10,7	11,4	28,4	9,16
2009	18,7	24,1	24,6	32,7	20,2	20,5	16,0	11,4	9,52	8,98	13,0	16,0	8,98
2010	33,6	24,3	34,6	34,3	28,3	24,2	16,6	12,7	12,7	13,8	14,2	28,9	12,7
2011	21,2	18,6	17,5	21,1	21,1	14,7	13,0	12,0	11,0	10,7	10,8	10,8	10,7
2012	12,8	12,4	21,7	27,6	26,4	15,1	11,8	9,06	9,24	10,2	10,3	14,6	9,06
2013	19,8	27,6	37,6	43,0	24,9	16,7	12,0	11,6	11,8	12,6	12,6	12,6	11,6
2014	13,9	21,7	20,3	18,7	42,2	23,9	17,8	14,5	20,7	18,2	17,3	21,0	13,9
2015	22,0	27,9	32,0	34,9	25,4	16,4	11,0	9,24	8,49	9,63	10,4	12,6	8,49
2016	12,0	14,9	26,1	20,3	19,8	14,1	10,4	10,0	10,0	10,4	12,4	10,8	10,0
SR Q_{MIN}	20,9	21,9	25,2	34,1	28,7	20,6	14,7	12,7	12,5	12,8	14,9	19,1	11,2
MAX Q_{MIN}	52,9	46,0	42,0	55,8	58,0	47,4	29,0	16,9	20,7	24,3	34,3	37,8	13,9
GOD	1970	1970	1969	1970	1980	1978	1986	1986	2014	1974	1964	1959	2014
MIN Q_{MIN}	11,1	10,4	12,9	18,7	16,0	12,2	8,88	8,34	8,34	8,69	10,1	10,8	8,34
GOD	1989	1989	1990	2014	1990	1990	1990	1990	1990	1990	1962	2016	1990
s	7,71	7,29	6,81	9,14	9,09	6,14	3,41	2,19	2,87	3,08	5,66	6,66	1,52
C_V	0,369	0,332	0,271	0,268	0,317	0,298	0,233	0,173	0,229	0,241	0,379	0,348	0,135
C_S	1,85	1,26	0,688	0,086	1,36	2,16	1,87	-0,065	1,06	1,53	2,05	1,05	-0,235

Srednji protoci



Slika 2.3.-11: Unutargodišnji hod srednjih mjesečnih protoka (1959.-1990. i 2005.-2016.) na VS Kozluk



Slika 2.3.-12: Prosječna linija trajanja protoka s anvelopama minimuma i maksimuma na VS Kozluk (1959.-1990. i 2005.-2016.)

Maksimalni protoci

Tabela 2.3.-5: Maksimalni mjesečni i godišnji protoci na VS Kozluk

Stanica: **KOZLUK**
Rijeka: **VRBAS**

MAKSIMALNI MJESEČNI I GODIŠNJI PROTOCI

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Q_{MAX}	
1959	43,6	24,1	44,2	42,3	29,0	46,9	33,0	32,4	33,0	58,0	60,9	499	499	
1960	97,8	97,8	115	41,6	52,4	35,4	35,4	16,5	16,2	24,6	116	124	124	
1961	60,9	30,1	26,8	32,4	62,4	29,5	15,7	15,0	11,7	47,6	66,8	68,3	68,3	
1962	31,7	34,6	130	213	51,5	25,8	23,8	12,8	12,1	12,1	89,8	98,6	213	
1963	85,5	81,4	89,8	61,9	55,3	48,3	23,7	21,9	21,0	17,1	21,0	45,6	89,8	
1964	26,7	122	84,7	58,2	36,7	45,6	32,0	21,9	17,1	287	126	268	287	
1965	108	99,2	168	87,2	153	54,4	24,8	16,9	24,3	13,7	44,7	58,7	168	
1966	29,0	60,2	48,7	106	114	30,1	23,4	16,1	15,4	22,0	143	119	143	
1967	35,2	51,5	103	107,3	82,2	37,0	63,2	18,5	17,7	17,7	66,3	157	157	
1968	58,7	74,1	46,0	58,7	33,4	32,3	20,2	18,5	55,8	22,4	207	190	207	
1969	67,1	174	137	100	83,9	72,5	44,7	29,0	43,3	18,9	68,6	37,0	174	
1970	362	104	184	231	89,7	48,7	35,2	23,8	15,4	23,8	32,3	226	362	
1971	123	75,7	121	91,3	69,4	29,0	15,4	16,9	14,4	44,7	61,7	99,2	123	
1972	55,8	38,9	35,8	82,2	52,9	27,9	80,6	37,0	29,0	26,9	52,9	51,5	82,2	
1973	23,8	67,8	46,0	85,5	75,7	30,1	29,0	20,2	23,8	15,0	17,7	121	121	
1974	47,4	79,0	40,8	35,8	61,7	57,3	30,6	18,5	27,9	149	51,5	39,5	149	
1975	25,8	21,1	40,1	72,5	52,2	27,4	23,8	19,3	18,5	37,0	125	37,0	125	
1976	16,9	24,3	27,9	48,7	85,5	42,0	42,0	23,8	30,1	149	57,3	270	270	
1977	125	60,2	48,7	74,1	47,4	23,8	23,8	44,7	55,8	80,6	44,7	61,7	125	
1978	114	94,0	79,0	98,4	172	79,0	55,8	27,9	75,7	35,8	19,3	94,0	172	
1979	82,2	99,2	52,9	54,4	57,3	40,8	51,5	18,5	38,9	61,7	114	87,2	114	
1980	94,0	110	57,3	75,7	106	63,2	35,1	27,8	19,1	25,6	81,4	43,6	110	
1981	35,7	34,0	112	85,6	53,0	69,4	22,9	26,0	22,9	30,8	22,9	166	166	
1982	80,6	22,9	135	101	50,8	35,2	20,6	20,2	16,1	34,6	17,7	200	200	
1983	32,3	184	77,3	71,0	47,4	25,8	19,3	12,8	83,9	18,5	18,5	36,4	184	
1984	38,2	178	60,2	110	87,2	46,0	25,8	19,3	35,8	44,7	32,3	19,3	178	
1985	40,8	22,9	61,0	97,5	87,2	31,2	21,1	25,8	15,0	13,4	51,5	42,0	97,5	
1986	63,2	81,4	55,8	88,8	79,0	72,5	131	48,7	16,9	21,1	51,5	21,1	131	
1987	116	82,6	58,2	81,0	79,4	40,9	27,8	16,9	14,7	14,0	71,0	31,2	116	
1988	32,3	27,9	77,3	74,6	49,3	28,9	18,5	16,1	71,0	17,7	15,4	39,5	77,3	
1989	35,8	81,4	52,9	26,3	42,0	30,1	37,0	31,2	26,7	84,3	30,7	22,5	84,3	
1990	16,9	14,8	40,4	40,4	27,0	22,0	12,2	11,0	16,0	15,2	55,6	135	135	
<hr/>														
2005	37,1	30,3	209	111	60,1	39,3	40,7	33,8	29,5	22,1	78,0	157,1	209	
2006	274	37,6	222	78,5	55,8	33,2	24,2	98,1	43,5	21,6	21,6	15,8	274	
2007	33,0	43,5	46,2	44,6	65,9	34,9	20,4	17,6	26,3	41,8	48,7	32,7	65,9	
2008	37,9	26,6	81,6	58,7	40,7	28,7	23,6	18,0	21,8	25,8	51,6	226	226	
2009	68,7	65,1	73,3	137	38,5	72,0	28,7	23,1	15,1	30,3	20,2	98,9	137	
2010	471	201	68,3	71,6	50,5	54,6	30,7	19,8	24,5	18,9	85,1	193,4	471	
2011	39,2	22,2	44,0	28,7	37,9	30,0	24,8	19,7	14,1	18,3	13,0	19,0	44,0	
2012	18,0	24,4	41,1	67,3	85,5	42,7	21,3	14,3	26,9	25,4	29,7	36,2	85,5	
2013	123	74,2	91,8	199	64,2	34,6	20,8	16,2	18,0	18,0	33,0	20,3	199	
2014	51,1	37,8	28,4	159	375	62,6	34,6	34,6	107	33,3	36,5	46,1	375	
2015	114	54,7	59,7	50,1	44,1	26,9	18,2	27,4	27,9	72,5	29,4	20,1	114	
2016	31,2	90,6	81,5	37,0	44,1	24,1	19,8	20,3	18,9	18,9	57,5	18,9	90,6	
SR Q_{MAX}	79,6	69,6	79,6	83,6	72,5	41,2	32,0	24,3	29,7	41,6	57,7	99,9	171	
MAX Q_{MAX}	471	201	222	231	375	79,0	131	98,1	107	287	207	499	499	
GOD	2010	2010	2006	1970	2014	1978	1986	2006	2014	1964	1968	1959	1959	
MIN Q_{MAX}	16,9	14,8	26,8	26,3	27,0	22,0	12,2	11,0	11,7	12,1	13,0	15,8	44,0	
GOD	1990	1990	1961	1989	1990	1990	1990	1990	1990	1961	1962	2011	2006	2011
σ	88,3	46,9	47,6	45,9	55,2	15,5	20,2	14,0	20,8	48,7	40,1	95,4	101	
C _v	1,11	0,674	0,598	0,549	0,761	0,377	0,633	0,576	0,698	1,17	0,694	0,956	0,587	
C _s	3,10	1,22	1,45	1,61	4,16	0,968	3,24	3,72	2,09	3,62	1,62	2,05	1,70	

Na podslivu rijeke Vrbas 15 vodnih tijela svrstano je u klase 3 i 4 (nema vodnih tijela klasificiranih klasom 5), što u odnosu na ukupni broj od 62 vodna tijela predmetnog podsliva iznosi oko 24 %. Na 9 VT su uočeni hidroenergetski objekti koji predstavljaju pritisak na režim tečenja, što u odnosu na 15 VT iznosi 60%.

Vodna tijela HM klasa 3 i 4 podsliva Vrbasa sa značajnim pritiscima na režim proticaja navedena su u tabeli 2.3.-1.

Tabela 2.3.-6: Vodna tijela podsliva Vrbasa hidromorfoloških klasa 3 i 4

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsliv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticaj na režim protoka
50038	BA_VRB_SOKOLINSKI_POTOK_1	Vrbas	Sokolinski potok	3	MHE Torlakovac
103008	BA_VRB_4B	Vrbas	Vrbas	4	HE Jajce II
103009	BA_VRB_5	Vrbas	Vrbas	3	HE Jajce I
103012	BA_VRB_8	Vrbas	Vrbas	3	MHE Sastavci, MHE Jelići, MHE Ružnovac, MHE Voljevac
301001	BA_VRB_PLIVA_1	Vrbas	Pliva	4	HE jajce I
301002	BA_VRB_PLIVA_2	Vrbas	Pliva	3	HE jajce I
302005	BA_VRB_UGA_1B	Vrbas	Ugar	3	MHE Zapeće, MHE Novakovići
306017	BA_VRB_PR_RIJ_1	Vrbas	Prusačka rijeka	3	MHE Prusac
314032	BA_VRB_BUNTA_1	Vrbas	Bunta	3	MHE Kordići

Sokolinski potok (BA_VRB_SOKOLINSKI_POTOK_1)

Na ovom VT izgrađena je mHE „Torlakovac“. Kota vodozahvata je 608,0 m n.m., kota turbine je 468,0 m n.m. Dužina vodnog tijela Sokolinskog potoka izloženog promjeni režima protoka iznosi 1770 m. MHE „Torlakovac“ puštena je u rad 2008. godine. U tabeli 2.3.-7 su dati tehničko-energetski parametri mHE „Torlakovac“.

Sokolinski potok na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

Prema hidrološkoj studiji srednji višegodišnji protok na Sokolinskoj rijeci iznosi 0,3 m³/s, dok je minimalni višegodišnji protok 0,1 m³/s.

Tabela 2.3.-7: Tehničko-energetski parametri mHE „Torlakovac“

Tehničko-energetski parametri mHE “Torlakovac”	
Tip vodozahvata	Tirolski
Dužina cjevovoda	608,0 m
Bruto pad	140 m
Tip elektrane	Protočna
Način upravljanja	automatski
Mogućnost daljinskog upravljanja	Ne
Tip turbine	Pelton
Proizvođač turbine	Conel d.o.o. Tuzla
Snaga turbine	600 kW
Tip generatora	sinhroni trofazni
Proizvođač generatora	Uljanik Pula
Broj agregata	1
Instalisana prividna snaga	565 kVA
Instalisana aktivna snaga	470 kW
Nazivni faktor snage	0,8 – 1,0
Maksimalna reaktivna snaga	255 kVAr
Instalisani protok	0,4 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	41,9 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	2.200MWh
Vrijeme godišnjeg rada	5.243 h
Ukupni nominalni stepen korisnosti	90%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,294 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	3,4 m ³
Biološki minimum protoka	0,033 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	630 kVA
Vlastita potrošnja	600 kWh
Potrošnja iz mreže	2.000 kWh

Tabela 2.3.-8: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
52	VS Donji Vakuf		1046.13	20.63	20.63		19.72	
53	Vrbas uzv		1052.44		20.74		19.70	
54		Semešnica*	64.46			1.09		16.99
55	Vrbas niz		1116.90		21.83		19.55	
56	Vrbas uzv		1177.70		22.86		19.41	
57		Sokolinski p	17.94			0.30		16.99
58	Vrbas niz		1195.64		23.17		19.38	
59	Vrbas uzv		1286.01		24.70		19.21	
60		Rika	80.31			1.36		16.99
61	Vrbas niz		1366.32		26.07		19.08	
62	VS Han Skela		1366.40	26.07	26.07		19.08	

Tabela 2.3.-9: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil		F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t (m ³ /s)	Q m prit (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
52	VS Donji Vakuf		1046.13		6.13		5.86	
53	Vrbas uzv		1052.44		6.16		5.85	
54		Semešnica*	64.46			0.35		5.36
55	Vrbas niz		1116.90		6.45		5.78	
56	Vrbas uzv		1177.70		6.73		5.72	
57		Sokolinski p	17.94			0.10		5.38
58	Vrbas niz		1195.64		6.81		5.70	
59	Vrbas uzv		1286.01		7.22		5.62	
60		Rika	80.31			0.43		5.36
61	Vrbas niz		1366.32		7.58		5.55	
62	VS Han Skela		1366.40	7.55	7.58		5.55	



Slika 2.3.-13: Vodozahvat za mHE „Torlakovac“

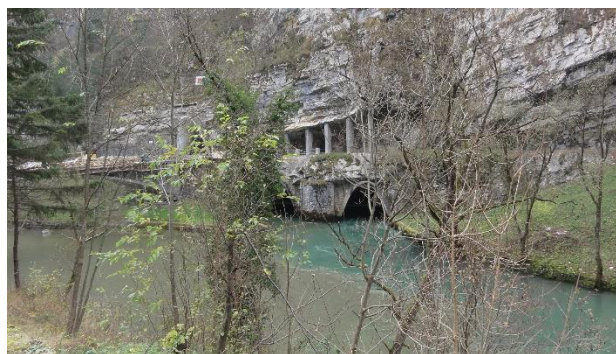
Vrbas BA_VRB_4B i BA_VRB_5

Na VT Vrbasa BA_VRB_5 nalazi se ispusna građevina HE Jajce I, te je režim tečenja na ovom VT pod jakim uticajem HE Jajce I. Između VT BA_VRB_4B i BA_VRB_5 nalazi se brana HE Jajce II, tako da se na nizvodnom dijelu VT BA_VRB_5 javlja uspor, dok je režim tečenja na VT BA_VRB_4B pod uticajem HE Jajce II, ali i na nizvodnom dijelu pod uticajem uspora HE Bočac.

Protok rijeke Vrbas na VT BA_VRB_5 čine prirodni dotok rijeke Vrbas uzvodno od ušća Plive i vještački dotok rijeke Plive (vodopad) a prosječni godišnji protok iznosi: $Q_{sr.god} = 28,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

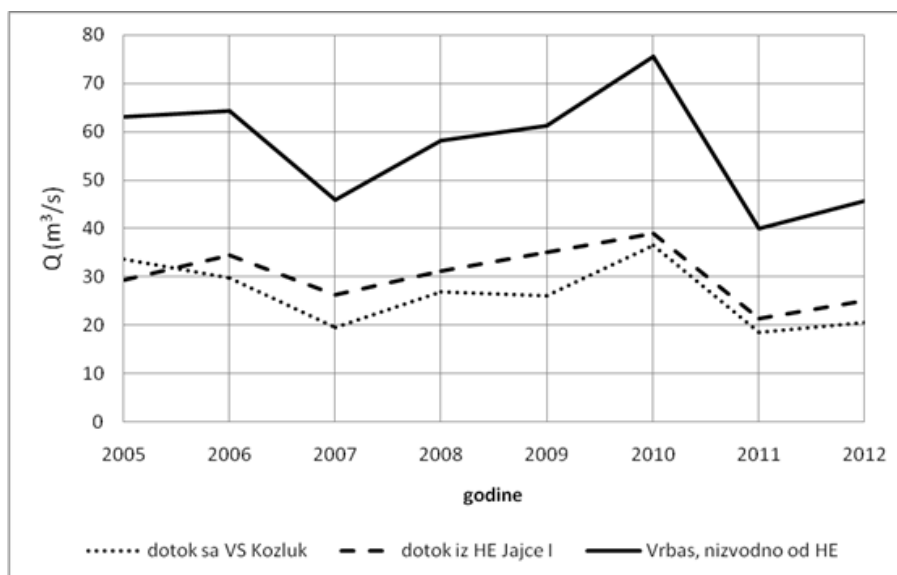


Slika 2.3.-14: Vodozahvat za HE Jajce 1



Slika 2.3.-15: Ispust HE Jajce 1

Nakon doticaja sa HE Jajce I u rijeku Vrbas, nedaleko nizvodno počinje uticaj akumulacije sa HE Jajce II. Procjena srednjeg godišnjeg protoka rijeke Vrbas na tom lokalitetu – ulaz u sistem HE Jajce II je: $Q_{sr.g.} = 60 \text{ m}^3/\text{s}$. Sumarne količine protoka rijeke Vrbas, nakon dotoka vode sa HE Jajce I (Pliva), a što je ulaz u HE Jajce II, su prikazane na sljedećem dijagramu:



Slika 2.3.-16: Količine dotoka u akumulaciju HE Jajce 2

HE Jajce II puštena je u pogon 1954. godine i predstavlja akumulacijsko-derivacijski srednjotlačni tip hidroelektrane. To je uglavnom protočni tip elektrane s mogućnošću dnevnog izravnjanja putem svog akumulacijskog bazena od oko 2,1 milion m³ korisnog volumena koji se proteže sve do HE Jajce I. Na ovoj brani ne postoji riblja staza. Maksimalna je visina brane 19,50 m. U slučaju velikih voda Vrbasa, koje na mjestu brane iznose 1.400 m³/s, preko brane se evakuira 1.150 m³/s, a ostatak pomoću optočnog tunela. U narednoj tabeli su prikazani tehnički parametri HE Jajce II:

Tabela 2.3.-10: Tehnički parametri HE Jajce 2

Osnovni tehnički podaci HE Jajce II	
Broj agregata	3
Instalisana snaga	30 MW
Instalisani protok	79,8 m ³ /s
Tehnički minimum	5,5 MW
Srednja godišnja proizvodnja	175 GWh
Stepen korisnog djelovanja agregata	89%
Energija od 1 m ³ vode	0,106 kWh
Količina vode za 1 kWh	9,7 m ³ /s
Biološki minimum	0 m ³ /s
Srednji godišnji dotok	66 m ³ /s
Bruto pad	46 m
Neto pad	42,5
Ukupna zapremina akumulacije	3,9 hm ³
Korisna zapremina akumulacije	2,1 hm ³
Maksimalna radna kota jezera	329,0 m n.m.
Minimalna radna kota jezera	321,5 m n.m.
Tip turbine	Francis
Proizvođač	Voith + Litostroj
Tehnički minimum	5,5 MW
Nazivni protok	26,6 m ³ /s
Minimalni protok	14,6 m ³ /s

U sklopu Projekta rekonstrukcije HE Jajce II rađenog 2016. godine izvršena je analiza i hidrološkom metodom je određen EPP u vrijednosti 22,3 m³/s (od 7. do 11. mjeseca), odnosno 33,5 m³/s (od 12. do 6. mjeseca). Primjenom holističke metode EPP je procjenjen na 6,0 m³/s, odnosno 8,0 m³/s.



Slika 2.3.-17: Brana HE Jajce 2

Vrbas BA_VRB_8

Na ovom VT nalaze se 4 MHE: Sastavci (2005), Jelići (2005), Ružnovac (2010) i Voljevac (2017), s tim da se strojara MHE Voljevac nalazi na nizvodnom VT BA_VRB_7. Ukupna dužina ovog vodnog tijela izloženog promjeni režima protoka iznosi 7.763 m (1.448 + 2.434 + 1.915 + 1.966).

Na osnovu hidrološke analize, srednji višegodišnji proticaj na ovom VT iznosi 1,24 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,39 m³/s.

Rijeka Vrbas na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

U narednim tabelama se nalaze tehničke karakteristike navedenih hidroelektrana.

Tabela 2.3.-11: Tehničko-energetski parametri mHE "Sastavci"

Tehničko-energetski parametri mHE "Sastavci"	
Tip vodozahvata	tirolski
Kota vodozahvata	1.326 m n.m.
Dužina cjevovoda	1.401 m
Bruto pad	157 m
Kota turbinskog zatvarača	1.163 m n.m.
Način upravljanja	automatsko
Tip elektrane	protočna
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Pelton
Proizvođač turbine	Conel Company Tuzla
Snaga turbine	786 kW
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	Uljanik Pula
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	1
Instalisana prividna snaga	704 kVA
Instalisana aktivna snaga	1.000 kW
Nazivni faktor snage	0,8
Maksimalna reaktivna snaga	200 kVAr
Instalisani protok	0,55 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	80,0 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	3.102 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	3.878 h
Ukupni nominalni stepen koristnosti	90%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,37 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	2,7 m ³
Biološki minimum protoka	0,018 m ³ /s
Blok transformator - nominalna snaga	1000 kVA
Vlastita potrošnja	600 kWh
Potrošnja iz mreže	2.000 kWh

Tabela 2.3.-12: Tehničko-energetski parametri mHE "Jelići"

Tehničko-energetski parametri mHE "Jelići"	
Tip vodozahvata	tirolski
Kota vodozahvata	1.155 m n.m.
Dužina kanala	2.340 m
Bruto pad	166 m
Kota turbinskog zatvarača	989 m n.m.
Način upravljanja	automatsko
Tip elektrane	protočna
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Pelton
Proizvođač turbine	Conel Company Tuzla
Snaga turbine	1.400 kW
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	Uljanik Pula
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	2
Instalisana prividna snaga	1.660 kVA
Instalisana aktivna snaga	1.540 kW
Nazivni faktor snage	0,8
Maksimalna reaktivna snaga	320 kVAr
Instalisani protok	1,00 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	135 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	6.310 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	4.674 h
Ukupni nominalni stepen koristnosti	90%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,375 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	2,67 m ³
Biološki minimum protoka	0,075 m ³ /s
Blok transformator - nominalna snaga	1.600 kVA
Vlastita potrošnja	600 kWh
Potrošnja iz mreže	2.000 kWh



Slika 2.3.-18: Vodozahvat mHE „Jelići“

Tabela 2.3.-13: Tehničko-energetski parametri mHE "Ružnovac"

Tehničko-energetski parametri mHE "Ružnovac"	
Tip vodozahvata	tirolski
Kota vodozahvata	933,10 m n.m.
Dužina kanala	1.859 m
Bruto pad	51 m
Kota turbinskog zatvarača	882,1 m n.m.
Način upravljanja	automatsko
Tip elektrane	protočna
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Francis
Proizvođač turbine	Conel Company Tuzla
Snaga turbine	658 kW
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	Uljanik Pula
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	2
Instalisana prividna snaga	950 kVA
Instalisana aktivna snaga	992 kW
Nazivni faktor snage	0,8
Maksimalna reaktivna snaga	75 kVAr
Instalisani protok	0,85 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	100 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	3.600 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	5.471 h
Ukupni nominalni stepen koristnosti	85%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,1 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	10,0 m ³
Biološki minimum protoka	0,120 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	1.000 kVA
Potrošnja iz mreže	8.000 kWh



Slika 2.3.-19: Vodozahvat mHE „Ružnovac“

Tabela 2.3.-14: Tehničko-energetski parametri mHE "Voljevac"

Tehničko-energetski parametri mHE "Voljevac"	
Tip vodozahvata	tirolski
Kota vodozahvata	803 m n.m.
Dužina kanala	2.191 m
Bruto pad	37 m
Kota turbinskog zatvarača	766 m n.m.
Način upravljanja	automatsko/ručno
Tip elektrane	protočna
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Francis
Proizvođač turbine	HYDRO HIT d.o.o. Ljubljana
Snaga turbine	1.132 kW
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	Uljanik TESU d.d. Pula, Hrvatska
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	2
Instalisana prividna snaga	1.280 kVA
Instalisana aktivna snaga	950 kW
Nazivni faktor snage	0,8 - 1,0
Maksimalna reaktivna snaga	427,5 kVAr
Instalisani protok	3,85 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	50 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	4.700 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	8.060 h
Ukupni nominalni stepen koristnosti	92%
Energija dobivena od 1m ³ vode	1,195 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	0,837 m ³
Biološki minimum protoka	0,406/0,271 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	1.600 kVA
Vlastita potrošnja	5.000 kWh
Potrošnja iz mreže	5.000 kWh



Slika 2.3.-20: Vodozahvat mHE „Voljevac“

Pliva BA_VRB_PLIVA_1 i BA_VRB_PLIVA_2

Na uzvodnom VT (BA_VRB_PLIVA_2) izgradnjom brane formirano je Veliko i Malo Plivsko jezero. Na Velikom plivskom jezeru izveden je vodozahvat za derivacijski tunel HE Jajce I, koja je puštena u rad 1957. godine. Nadvišenjem preko prirodnih sedrenih barijera AB krunom, prirodno jezero je pretvoreno u umjetnu akumulaciju, spojeno je Veliko i Malo plivsko jezero, određen je biološki minimum koji je preko vodenica usmjeren u Malo jezero, izgradnja 4 pregrade za formiranje Okruglog jezera, 7 pregrada u koritu nizvodno od Okruglog jezera kao i samu krunu vodopada.

Formirani vodopadi i prevođenje voda rijeke Plive u Vrbas pomoću dovodnog tunela HE Jajce I utiču na karakter prirodnog toka, te predstavljaju promjene u režimu protoka i na nizvodnom VT (BA_VRB_PLIVA_1). Dužina vodnog tijela Plive i Vrbasa izloženih promjeni režima protoka usljed izgrađene HE Jajce I iznosi 2.929 m (VT BA_VRB_PLIVA_1) i 7.158 m (dio VT BA_VRB_5) što ukupno čini 10.087 m.

Prosječni godišnji dotok iznosi 44 m³/s, a od toga se kao biološki minimum kontrolirano ispušta 3 m³/s. Rijeka Pliva nastaje od dva snažna kraška vrela da bi, nakon ušća u Plivsko jezero, voda otjecala dalje na dva načina. Prvi, kroz grad Jajce, čuvenim Plivskim vodopadom kao biološki minimum a preostali dio vode otječe (tunelom) do HE Jajce I.

Tabela 2.3.-15: Tehničko-energetski parametri HE "Jajce 1"

Osnovni tehnički podaci HE Jajce I	
Tip elektrane	Akumulacijsko derivacijska
Broj agregata	2
Instalisana snaga	60 MW
Instalisani protok	74 m ³ /s
Tehnički minimum	17 MW
Srednja godišnja proizvodnja	220 GWh
Stepen korisnog djelovanja agregata	89%
Energija od 1 m ³ vode	0,23 kWh
Količina vode za 1 kWh	4,23 m ³ /s
Biološki minimum	3 m ³ /s
Srednji godišnji dotok	44 m ³ /s
Bruto pad	98,4
Neto pad	92,5
Ukupna zapremina akumulacije	24 hm ³
Korisna zapremina akumulacije	4,2 hm ³
Maksimalna radna kota jezera	427,1 m n.m.
Minimalna radna kota jezera	425,8 m n.m.
Tip turbine	Francis
Proizvođač	KMW
Tehnički minimum	17 MW
Nazivni protok	35 m ³ /s
Minimalni protok	12 m ³ /s

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na profilu brane iznosi 36,25 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj procjenjen na 10,57 m³/s.

Tabela 2.3.-16: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
PLIVA								
1	VS Majevac		645.00	19.80	19.80		30.70	
2	Pliva uzv		646.51		19.84		30.69	
3		Sokočnica*	67.65			1.83		27.08
4	Pliva niz		714.16		21.63		30.29	
5	Pliva uzv		716.94		21.75		30.33	
6		Ljubovička r*	54.24			1.47		27.08
7	Pliva niz		771.18		23.22		30.11	
8	Pliva uzv		771.99		23.24		30.10	
9		Janj*	418.68			11.34		27.08
10	Pliva niz		1190.67		34.57		29.04	
11	VS Volari		1199.00	35.13	34.80		29.02	
12	Pliva uzv		1199.48		34.81		29.02	
13		Volarica	14.89			0.18		12.05
14	Pliva niz		1214.37		34.99		28.81	
15	Pliva uzv		1239.65		35.29		28.47	
16		Peručica	13.00			0.16		12.05
17	Pliva niz		1252.65		35.45		28.30	
18	Pliva uzv		1254.64		35.47		28.27	
19		Jošavka*	39.58			0.48		12.05
20	Pliva niz		1294.22		35.95		27.78	
21	Entitetska granica		1296.39		35.97		27.75	
22	Brana		1318.95		36.25		27.48	
23	Uš Plive u Vrbas		1324.50		36.31		27.42	

Tabela 2.3.-17: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
PLIVA								
1	VS Majevac		645.00		6.03		9.35	
2	Pliva uzv		646.51		6.04		9.35	
3		Sokočnica*	67.65			0.58		8.54
4	Pliva niz		714.16		6.56		9.19	
5	Pliva uzv		716.94		6.59		9.20	
6		Ljubovička r*	54.24			0.46		8.55
7	Pliva niz		771.18		7.02		9.10	
8	Pliva uzv		771.99		7.02		9.10	
9		Janj*	418.68			3.50		8.36
10	Pliva niz		1190.67		10.17		8.54	
11	VS Volari		1199.00	11.70	10.23		8.54	
12	Pliva uzv		1199.48		10.23		8.53	
13		Volarica	14.89			0.06		3.82
14	Pliva niz		1214.37		10.28		8.46	

15	Pliva uzv		1239.65		10.35		8.35	
16		Peručica	13.00			0.05		3.82
17	Pliva niz		1252.65		10.39		8.29	
18	Pliva uzv		1254.64		10.39		8.28	
19		Jošavka*	39.58			0.15		3.81
20	Pliva niz		1294.22		10.51		8.12	
21	Entitetska granica		1296.39		10.51		8.11	
22	Brana		1318.95		10.58		8.02	
23	Uš Plive u Vrbas		1324.50		10.59		8.00	

U cilju ublažavanja poremećaja ekološke ravnoteže autentičnog ekosistema provodi se redovno godišnje poribljavanje hidroakumulacija HE Jajce I i HE Jajce II. Poribljavanje ribolovnih voda provodi se na temelju studije Monitoring ihtiopopulacija i fizikalno-kemijskih pokazatelja vode u svrhu poribljavanja hidroakumulacija u slivu rijeka Vrbas i Neretva i na temelju godišnjeg Programa poribljavanja hidroakumulacija. Poribljavanje se vrši s mladi potočne pastrve i šarana s količinama datim u tabeli 2.3.-18.

Tabela 2.3.-18: Količine godišnjeg poribljavanja akumulacija HE Jajce I i HE Jajce II

Ribolovna voda	Površina (ha)	Vrsta ribe	Ukupno komada
Veliko plivsko jezero	150	Potočna pastrva veličine 10-12 cm	11.250
		Šaran prosječne mase 200-350 g/kom	6.000
Malo plivsko jezero	120	Potočna pastrva veličine 10-12 cm	8.400
		Šaran prosječne mase 200-350 g/kom	3.600
Barevo	120,5	Potočna pastva veličine 10-12 cm	9.600

Ugar (BA_VRB_UGA_1B)

Na ovom vodnom tijelu izvedene su dvije male hidroelektrane MHE Zapeće i MHE Novakovići. Instalirana snaga MHE Zapeće iznosi 3.877 kW (4.100 kW) i puštena je u rad 2015. godine. Planirana godišnja proizvodnja je 14.900 MWh.

Instalirana snaga MHE Novakovići iznosi 5.770 kW, dok je planirana godišnja proizvodnja 18.500 MWh. Puštena je u rad 2013. godine, s sastoji se od dvije Francis turbine sa instaliranim protocima 3,3 m³/s, odnosno 1,7 m³/s. Neto pad iznosi 129 m. Ukupna dužina vodnog tijela Ugar izloženog promjeni režima proticaja iznosi 9.874 m (MHE Zapeće - 5.971 m + MHE Novakovići - 3.903 m).

Ugar je vodotok koji spada u Tip 5: male i srednje velike brdsko-planinske rijeke sa dominacijom finog i srednje krupnog supstrata dna, i predstavlja tipične salmonidne vode. Ovdje žive potočna pastrmka i peš.

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaji na lokacijama vodozahvata MHE iznose 2,39 m³/s, odnosno 3,72 m³/s. Minimalni višegodišnji proticaji su procijenjeni na 0,75 m³/s i 1,17 m³/s.

Tabela 2.3.-19: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t (m ³ /s)	Q sr prit (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
UGAR								
1	Ugar uzv		41.63		1.06		25.45	
2		Lužnica	33.79			0.86		25.45
3	Ugar niz		75.42		1.92		25.45	
4	Entitetska granica		93.73		2.39		25.45	
5	Ugar uzv		94.07		2.39		25.45	
6		Ilomska r*	52.05			1.32		25.45
7	Ugar niz		146.12		3.72		25.45	
8	Ugar uzv		196.72		5.01		25.45	
9		Kobiljska r*	38.09			0.97		25.45
10	Ugar niz		234.81		5.97		25.45	
11	VS Milaševci		250.00	6.17	6.36		25.45	
12	Ugar uzv		318.74		8.11		25.45	
13		PZ Slijepi p	25.95			0.66		25.45
14	Ugar niz		344.69		8.77		25.45	
15	Ugar uzv		344.79		8.77		25.45	
16		PZ Šervelov p	22.76			0.58		25.45
17	Ugar niz		367.55		9.35		25.45	
18	Uš Ugra u Vrbas		367.65		9.36		25.45	

Tabela 2.3.-20: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil	Pritoke	F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t (m ³ /s)	Q m prit (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
UGAR								
1	Ugar uzv		41.63		0.33		8.04	
2		Lužnica	33.79			0.27		8.05
3	Ugar niz		75.42		0.61		8.03	
4	Entitetska granica		93.73		0.75		8.02	
5	Ugar uzv		94.07		0.75		8.02	
6		Ilomska r*	52.05			0.42		8.04
7	Ugar niz		146.12		1.17		7.99	
8	Ugar uzv		196.72		1.57		7.97	
9		Kobiljska r*	38.09			0.31		8.04
10	Ugar niz		234.81		1.87		7.95	
11	VS Milaševci		250.00		1.99		7.94	
12	Ugar uzv		318.74		2.52		7.91	
13		PZ Slijepi p	25.95			0.21		8.05
14	Ugar niz		344.69		2.72		7.90	
15	Ugar uzv		344.79		2.72		7.90	
16		PZ Šervelov p	22.76			0.18		8.05
17	Ugar niz		367.55		2.90		7.88	
18	Uš Ugra u Vrbas		367.65		2.90		7.88	



Slika 2.3.-21: Vodozahvat mHE „Zapeće“



Slika 2.3.-22: Vodozahvat mHE „Novakovići“

U slučaju kada se koncesiono dobro nalazi na entitetskoj granici, koncesiju dodjeljuju nadležne državne institucije, odnosno Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa te Komisija za koncesije BiH. Dozvole, odnosno Sertifikate za rad izdala je samo Regulatorna komisija za energetiku Republike Srpske. Od izdavanja dozvole za izgradnju pa do danas produženi su rokovi izgradnje, povećana instalisana snaga, godišnja proizvodnja, produžen koncesioni period, itd. Umjesto planiranog tirolskog zahvata na MHE Novakovići izgrađena je brana sa nefunkcionalnom ribljom stazom.

Prusačka rijeka BA_VRB_PR_RIJ_1

Primaran pritisak na ovom vodnom tijelu predstavlja MHE Prusac I sa pripadnim građevinama (strojara, vodozahvat sa ribljom stazom, ispušt vode u vodotok) koje mijenjaju dinamiku i režim proticaja i utiču na prirodne procese u riječnom koritu. Uzvodno od ovog vodnog tijela (na VT - BA_VRB_PR_RIJ_3) se nalazi još jedna elektrana – MHE „Mujada“.

Voda se putem tirolskog zahvata na koti 756 m n.m. transportuje cjevovodom dužine 2.473 m do turbine na koti 645 m n.m. što čini bruto pad 108.9m. Dužina vodnog tijela Prusačke rijeke izloženog promjeni režima protoka iznosi 2.655 m. Turbinski zatvarač je leptirastog tipa. U nastavku su date ostale tehničke karakteristike MHE:

Tabela 2.3.-21: Tehničko-energetski parametri mHE "Prusac 1"

Tehničko-energetski parametri mHE "Prusac I"	
Način upravljanja	automatsko
Tip elektrane	protočna-tlačna
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Pelton
Proizvođač turbine	Conel Company Tuzla
Snaga turbine	688
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	Uljanik Pula
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	1
Instalisana prividna snaga	750 kVA
Instalisana aktivna snaga	721 kW
Nazivni faktor snage	0,8-1,0
Maksimalna reaktivna snaga	242 kVAr
Instalisani protok	0,8 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	64,7 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	4.536 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	7.008 h
Ukupni nominalni stepen korisnosti	90%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,22 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	4,55 m ³
Biološki minimum protoka	0,075 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	1000 kVA
Vlastita potrošnja	600 kWh
Potrošnja iz mreže	2.000 kWh

Prusačka rijeka na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782),

te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na vodotoku Prusačka rijeka iznosi 1,02 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,32 m³/s.

Tabela 2.3.-22: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
45	VS Daljan		924.11	18.33	18.33		19.84	
46	Vrbas uzv		932.31		18.48		19.83	
47		Prusačka r	54.37			1.02		18.85
48	Vrbas niz		986.68		19.51		19.77	
49	Vrbas uzv		987.44		19.52		19.77	
50		Oboračka r.*	57.69			1.09		18.85
51	Vrbas niz		1045.13		20.61		19.72	
52	VS Donji Vakuf		1046.13	20.63	20.63		19.72	

Tabela 2.3.-23: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil	Pritoke	F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
45	VS Daljan		924.11	5.53	5.49		5.94	
46	Vrbas uzv		932.31		5.53		5.93	
47		Prusačka r	54.37			0.32		5.95
48	Vrbas niz		986.68		5.82		5.89	
49	Vrbas uzv		987.44		5.82		5.89	
50		Oboračka r.*	57.69			0.34		5.95
51	Vrbas niz		1045.13		6.12		5.86	
52	VS Donji Vakuf		1046.13		6.13		5.86	



Slika 2.3.-23: Vodozahvat mHE „Prusac 1“

Bunta BA_VRB_BUNTA_1

Dominantan pritisak na ovom vodnom tijelu predstavljaju tirolski vodozahvat sa ribljom stazom na koti 692 m n. m. i strojara za potrebe MHE Kordići na koti 633 m n. m. Dužina cjevovoda od zahvata do strojare iznosi 1520 m a bruto pad je 59 m. Dužina vodnog tijela izloženog promjeni režima protoka iznosi 1.554 m. MHE je puštena u rad 2016. godine. U nastavku su dati tehnički parametri MHE Kordići.

Tabela 2.3.-24: Tehničko-energetski parametri mHE “Kordići”

Tehničko-energetski parametri mHE “Kordići”	
Način upravljanja	automatsko/ručno
Tip elektrane	derivaciona
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Francis
Proizvođač turbine	Banstroj d.o.o. Banovići
Snaga turbine	2x380
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	Sever Subotica
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	2
Instalisana prividna snaga	812 kVA
Instalisana aktivna snaga	760 kW
Nazivni faktor snage	0,8-1,0
Maksimalna reaktivna snaga	487,2 kVAr
Instalisani protok	1,10 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	150 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	3.780 MWh

Vrijeme godišnjeg rada	4.000 h
Ukupni nominalni stepen koristnosti	83%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,238 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	4,19 m ³
Biološki minimum protoka	0,096 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	1.000 kVA
Vlastita potrošnja	1.200 kWh
Potrošnja iz mreže	1.200 kWh

Srednji višegodišnji proticaj na vodotoku Bunta iznosi 0,75 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj je 0,45 m³/s.

Tabela 2.3.-25: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
13	VS Gornji Vakuf		206.81	4.46	4.46		21.57	
23	Vrbas uzv		496.87		10.16		20.45	
24		Bunta	38.06			0.75		19.65
25	Vrbas niz		534.93		10.91		20.39	
35	Bugojno		768.70	15.39	15.50		20.16	

Tabela 2.3.-26: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
13	VS Gornji Vakuf		206.81	0.48	1.40		6.75	
23	Vrbas uzv		496.87		3.12		6.29	
24		Bunta	38.06			0.24		6.21
25	Vrbas niz		534.93		3.34		6.25	
45	VS Daljan		924.11	5.53	5.49		5.94	

Bunta na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* (Risso, 1827) i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.3.-24: Vodozahvat mHE „Kordići“

2.4. Podsliv Drine

Rijeka Drina nastaje spajanjem rijeka Pive i Tare, a od većih pritoka do ušća prima desne pritoke Čehotinu, Lim, Uvac, Rzav i Jadar, te lijeve Sutjesku, Praču i Drinjaču. U vodnom režimu ove rijeke dominantnu ulogu imaju visoki proljetni proticaji, kao posljedica topljenja snijega i intenzivnih padavina. Posebno su izraženi niski ljetni proticaji kao posljedica malih padavina i izraženije evapotranspiracije.

Samo manji dio podslivnog područja rijeke Drine se nalazi na području Federacije BiH, uključujući područje grada Goražda. Neposredno nizvodno od Goražda se registrira uticaj uspora od akumulacije HE Višegrad. Inače, tečenje rijeke Drine kroz Federaciju BiH je pod determinističkim uticajem uzvodne HE Mratinje, u Republici Crnoj Gori. Značajnije pritoke rijeke Drine u Federaciji BiH su Kolunska rijeka, Rijeka Osanica, dio toka rijeke Prače i gornji tok rijeke Drinjače.

Za podsliv rijeke Drine podaci su bili dostupni za jednu hidrološku stanicu Goražde, u tabeli se daju osnovni podaci o ovoj stanici, dok se detaljniji opis s rezultatima hidroloških obrada daje u tekstu u nastavku.

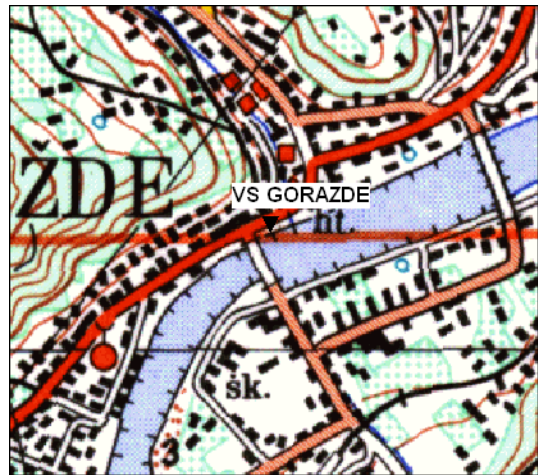
Tabela 2.4.-1: Hidrološke stanice podsliva Drine

PODSLIV DRINE								
R.br.	Vodomjer	Vodotok	Sliv	Udaljenost od ušća (km)	Površina sliva (km ²)	Kota 0 (m n.m.)	Status	Razdoblje obrade
1.	Goražde	Drina	Sava	-	-	337,42	aktivna	1946.-1975. 1976.-1991. 2005.-2008.

VS Goražde na Drini

Vodomjerna stanica Goražde na Drini osnovana je 1962. godine.

Od 1963.-1967. godine VS Goražde je bila locirana na mostu u gradu, gdje su vršena jednokratna opažanja vodostaja – osmatrač. Od 1968. godine počela je s radom nova VS, nedaleko nizvodno (oko 15 m) od mosta na lijevoj obali. Vršena su jednokratna opažanja vodostaja – osmatrač, sve do 1985. godine kada je VS ukinuta. VS u Goraždu je ponovo počela s radom 2003. godine kao automatska stanica, na istoj lokaciji s istom kotom nule.



Kota nule vodomjera je kako slijedi:

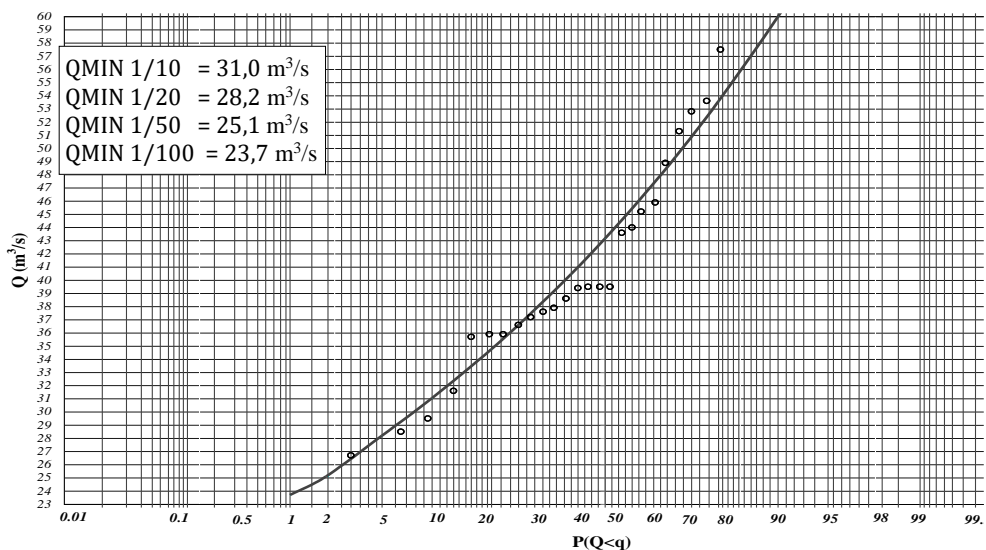
- 337,08 m.n.m. (1963.-1967. godine) - most
- 337,42 m.n.m. (1968.-1985.godine i od 2003. godine)

Na VS Goražde se mjere vodostaji i protoci, te definiraju krive protoka.

Vjerovatnoća pojave minimalnih i maksimalnih godišnjih protoka proračunata je za razdoblje 1946.-1975., jer je od 1976. godine proradila HE Mratinje na Pivi, što je poremetilo prirodni režim tečenja pa jednokratna osmatranja na VS Goražde nakon 1976. godine ne mogu pratiti režim tečenja.

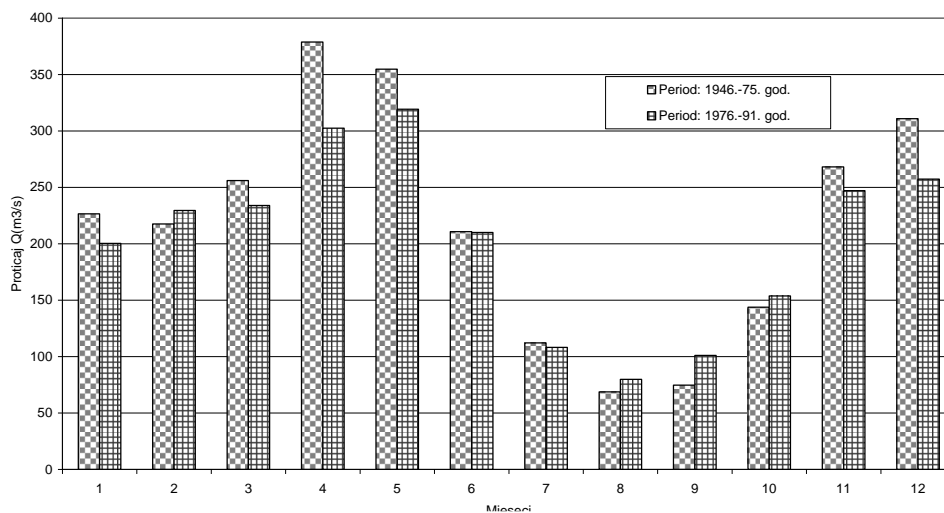
Unutargodišnji hod srednjih mjesečnih protoka prikazan je za razdoblja 1946.-1975. i 1976.-1991. godine, dok je prosječna linija trajanja protoka dana za tri razdoblja: 1946.-1975., 1976.-1991. i 2005.-2008. godine.

Minimalni protoci

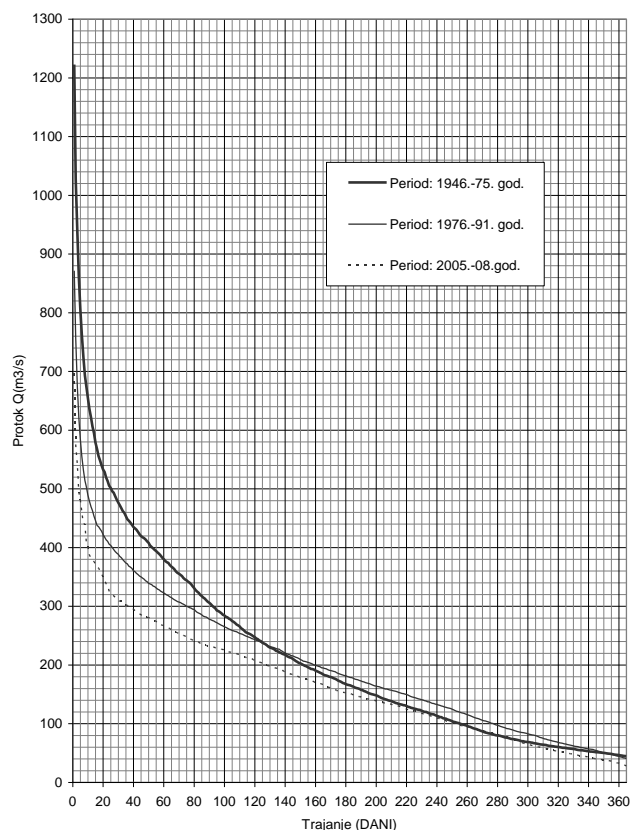


Slika 2.4.-1: Vjerovatnoća pojave minimalnih godišnjih protoka na VS Goražde (1946.-1975.)

Srednji protoci

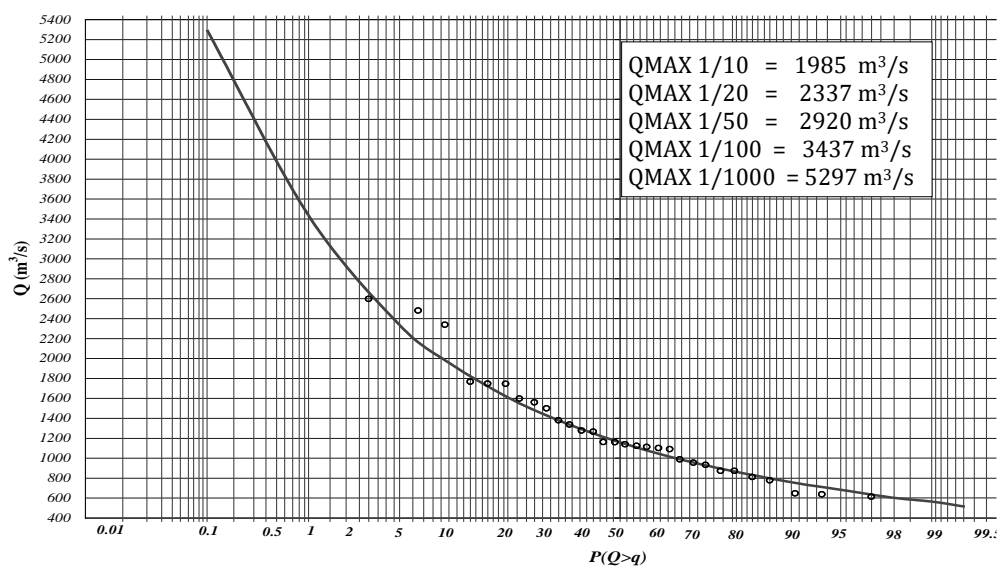


Slika 2.4.-2: Unutargodišnji hod srednjih mjesečnih protoka (1946.-1975. i 1976.-1991.) na VS Goražde



Slika 2.4.-3: Prosječne linije trajanja protoka za razdoblja 1946.-1975., 1976.-1991. i 2005.-2008. na VS Goražde

Maksimalni protoci



Slika 2.4.-4: Vjerovatnoća pojave maksimalnih godišnjih protoka na VS Goražde (1946.-1975.)

U narednim tabelama nalaze se srednji i minimalni višegodišnji proticaji za VT Drine u FBiH.

Tabela 2.4.-2: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
26	VS Foča niz		5848.44	193.00	193.00		33.00	
30	Entitetska granica		5886.43		193.86		32.93	
31	Drina uzv		5890.12		193.94		32.93	
32		Kolunska r*	153.38			3.51		22.90
33	Drina niz		6043.50		197.46		32.67	
34	Drina uzv		6043.75		197.46		32.67	
35		Kosovska r	20.65			0.47		22.90
36	Drina niz		6064.40		197.93		32.64	
37	Drina uzv		6090.23		198.50		32.59	
38		Osanica*	103.71			2.37		22.90
39	Drina niz		6193.94		200.88		32.43	
40	Drina uzv		6206.06		201.14		32.41	
41		Potok 4*	11.47			0.26		22.90
42	Drina niz		6217.53		201.41		32.39	
43	Drina uzv		6218.40		201.43		32.39	
44		Oglečevska*	20.00			0.46		22.90
45	Drina niz		6238.40		201.88		32.36	
46	Drina uzv		6240.94		201.94		32.36	
47		Odska r	40.38			0.92		22.90
48	Drina niz		6281.32		202.87		32.30	
49	Drina uzv		6289.72		203.05		32.28	
50		Rusanjski p*	25.16			0.58		22.90
51	Drina niz		6314.88		203.63		32.25	
52	VS Goražde		6325.60	222.40	203.862		32.23	
53	Drina uzv		6325.67		203.86		32.23	
54		Podhranjenski p	48.66			0.73		15.00
55	Drina niz		6374.33		204.59		32.10	
56	Drina uzv		6382.03		204.70		32.07	
57		Rijeka*	12.10			0.18		15.00
58	Drina niz		6394.13		204.88		32.04	
59	Entitetska granica		6394.63		204.88		32.04	
76	VS Višegrad		13735.90	335.80	335.80		24.45	

Tabela 2.4.-3: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
26	VS Foča niz		5848.44	27.60	29.74		5.08	
30	Entitetska granica		5886.43		29.86		5.07	
31	Drina uzv		5890.12		29.87		5.07	
32		Kolunska r*	153.38			0.58		3.79
33	Drina niz		6043.50		30.35		5.02	
34	Drina uzv		6043.75		30.35		5.02	
35		Kosovska r	20.65			0.08		3.80
36	Drina niz		6064.40		30.41		5.01	
37	Drina uzv		6090.23		30.49		5.01	
38		Osanica*	103.71			0.39		3.79
39	Drina niz		6193.94		30.81		4.97	
40	Drina uzv		6206.06		30.85		4.97	
41		Potok 4*	11.47			0.04		3.80
42	Drina niz		6217.53		30.88		4.97	
43	Drina uzv		6218.40		30.89		4.97	
44		Oglečevska*	20.00			0.08		3.80
45	Drina niz		6238.40		30.95		4.96	
46	Drina uzv		6240.94		30.96		4.96	
47		Odska r	40.38			0.15		3.79
48	Drina niz		6281.32		31.08		4.95	
49	Drina uzv		6289.72		31.11		4.95	
50		Rusanjski p*	25.16			0.10		3.80
51	Drina niz		6314.88		31.19		4.94	
52	VS Goražde		6325.60	45.00	31.22		4.94	
53	Drina uzv		6325.67		31.22		4.94	
54		Podhranjenski potok	48.66			0.12		2.49
55	Drina niz		6374.33		31.31		4.91	
56	Drina uzv		6382.03		31.32		4.91	
57		Rijeka*	12.10			0.03		2.49
58	Drina niz		6394.13		31.34		4.90	
59	Entitetska granica		6394.63		31.35		4.90	
75	HE VIŠEGRAD		13726.88		46.43		3.38	
76	VS Višegrad		13735.90	46.40	46.44		3.38	

Na podslivu rijeke Drine 9 vodnih tijela svrstano je u klase 3 i 4 (nema vodnih tijela kasificiranih klasom 5), što u odnosu na ukupni broj od 32 vodna tijela predmetnog podsliva iznosi oko 28 %. Od toga, na 7 VT su uočeni hidrotehnički objekti koji mogu uticati na režim proticaja, što u odnosu na 9 VT klase 3 i 4 predstavlja 78%.

Vodna tijela HM klasa 3 i 4 podsliva Drine sa pritiscima na režim protoka navedena su u tabeli 2.4.-4.

Tabela 2.4.-4: Vodna tijela podsliva Drine hidromorfoloških klasa 3 i 4

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsliv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticaj na režim protoka
50195	BA_DR_JANJA_BRZAVA_1	Drina	Brzava	4	Brana Snježnica
50205	BA_DR_JANJA_BRZAVA_RASTOSNICA_1	Drina	Rastošica	3	Brana Snježnica
105024	BA_DR_5B	Drina	Drina	4	HE Višegrad nizvodno
105025	BA_DR_6	Drina	Drina	4	HE Mratinje uzvodno
501004	BA_DR_PRA_4	Drina	Prača	4	MHE Kaljani
504015	BA_DR_DRNJ_4B	Drina	Drinjača	3	Brana
505019	BA_DR_OSA_1	Drina	Osanica	3	MHE Osanica 1 MHE Osanica 4

Brzava (BA_DR_JANJA_BRZAVA_1) i Rastošnica (BA_DR_JANJA_BRZAVA_RASTOSNICA_1)

Vodno tijelo Rastošice se ulijeva u vodno tijelo Brzave, dok se Brzava ulijeva u rijeku Janju. Brana na VT Brzave je izgrađena u svrhu formiranja vještačkog akumulacionog jezera Snježnica, a sve za potrebe TE u Ugljeviku. Namjena izgrađene akumulacije je pokrivanje vodnog deficita koji se javlja u prirodnom režimu rijeke Janje, iz koje se vrši direktno uzimanje vode za potrebe TE Ugljevik. Izgradnjom brane pogoršani su svi hidromorfološki parametri na ova dva VT, a posebno režim protoka. Oko 78% VT Brzave, odnosno 25% VT Rastošice se nalazi unutar akumulacionog jezera.



Slika 2.4.-5 Akumulacija Snježnica

Brana Snježnica je izgrađena kao nasuta brana, kojom je formiran akumulacioni bazen ukupne zapremine 20.265.000 m³, sa dužinom akumulacije od oko 5 km, a najveća dubina je 62 m. Tehnički podaci brane "Snježnica" su dati u nastavku:

Tabela 2.4.-5: Tehnički podaci brane Snježnica

Tehnički podaci brane "Snježnica"	
Srednji višegodišnji dotok vode u akumulaciju	0.456 m ³ /s
Ukupna zapremina akumulacije	20,265.000 m ³
Zapremina korisne akumulacije	18,264.000 m ³
Građevinska visina	58 m
Dužina u kruni brane	cca 350 m
Najveća širina u nožnici brane	200 m
Zapremina brane	810686 m ³
Kota normalnog nivoa akumulacije	298,5 mNV
Kota na ulaznoj građevini srednjeg ispusta (min radni nivo akumulacije)	275.00 mNV
Aktivna voda akumulacije između dviju naznačenih kota	18.264.000 m ³
Prečnik cjevovoda srednjeg ispusta	1000 mm
Nagib cjevovoda	4.169°
Max. ispust vode preko temeljnog ispusta	76,5m ³ /s
Max. ispust vode preko srednjeg ispusta	11.5 m ³ /s
Max. propusna moć šahtnog preliva	130 m ³ /s
Max. protok svih evakuacionih organa	218 m ³ /s
Kota krune brane	302,0 m NV
Kota dna odvodnog kanala od srednjeg ispusta do bučnice na slapištu	248,00 m NV
Kota praga bučnice	246,02 m NV

Rijeka Rastošica na ovom lokalitetu spada u Tip 5: Male i srednje velike ravničarske i brdske rijeke sa srednje krupnim supstratom dna. Karakteristične vrste su potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, peš - *Cottus gobio* Linnaeus, 1758.

Prema podacima iz "Prostornog plana Općine Sapna za period 2013 – 2033", akumulacija Snježnica je relativno siromašna vrstama fitoplanktona, ali pogodna za razvoj određenih vrsta. Sastav fitoplanktona ukazuje na oligo do beta-mezosaprobne vode, odnosno I-II kalsu boniteta. Fitoplankton je najbolje razvijen u površinskom sloju akumulacije, a usljed dubine smanjuje se osvjetljenost vodenih slojeva, a time i gustina fitoplanktona. Analiza uzroka zooplanktona hidroakumulacije Snježnica, izvršeno je u okviru limnoloških istraživanja. Ova akumulacija je po površini mala, ali je karakterišu oscilacija površine i dubine u toku godine. Ta pojava je veoma intenzivno uticala na formiranje zooplanktonske zajednice.

Ihtiopopulaciju ovog vodenog sistema čini ukupno deset vrsta riba iz tri familije Cyprinidae, Percidae i Siluridae. Dominantnu brojnost ima porodica Cyprinidae – osam vrsta, a najbrojnije ciprindne vrste su populacije crvenookice (*Rutilus rutilus* L.), klana (*Leuciscus cephalus* L.), deverike (*Abramis brama* L.) i škobalja (*Chondostoma nasus* L.). Sve ostale ciprinide su konstatirane manjim brojem primjeraka. Manjim brojem primjeraka registrirana

je i populacija babuške (*Carassius auratus gibelio* B.), 6,9 %. Najmanjim brojem primjeraka prisutna je populacija šarana (*Cyprinus carpio* L.) 2,30 %.

Takođe, posljednja ihtiološka istraživanja (2008.godine) su pokazala da je populacija grgeča (*Perca fluviatilis* L.) predstavlja dominantnu vrstu sa 27,59 %, dok predstavnik treće porodice Siluridae - som čini samo 1,15% brojčanog učešća.

Jezero Sniježnica se konstantno poribljava. Brigu o ribljem fondu vode Sportska ribolovna društva „Šaran“ iz Teočaka i „Škobalj“ iz Sapne. Ribe koje se mogu uloviti u jezeru su: babuška, skobalj, klijen, šaran, štika, pastrmka, crvenperka, som, smuđ. U jezeru su zabilježeni i primjerci rakova što govori o čistoći vode

Ihtiofaunu rijeke Brzave čini ukupno 11 vrsta riba iz četiri porodice: Cyprinidae, Percidae, Centrarchidae i Esocidae. Najbrojnija je populacija klena (*Leuciscus cephalus* L.) sa 50% i populacija zele (*Alburnus alburnus alburnus* L.) sa 18,39 % učešća. Sve druge evidentirane vrste riba su manje zastupljene.

Radi boljeg iskorištavanja cjelokupnog raspoloživog hidroenergetskog potencijala, a uz samu činjenicu da je voda iz akumulacije potrebna za pokrivanje vodnog deficita koji se javlja u prirodnom toku rijeke Janje, na ispustu vode iz hidroakumulacije izgrađena je mini-hidroelektrana „Snježnica“ u vlasništvu JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo koja je puštena u rad 2002. godine. Električnom energijom se napaja pomoćna oprema pogona, te rasvijeta, sistem grijanja i drugi električni uređaji. Pogon MHE „Snježnica“ je u kategoriji malih hidroelektrana, sa planiranom godišnjom proizvodnjom od oko 1,400. 000 kWh. Sama činjenica da se voda iz akumulacije, koristi za reguliranje vodnog deficita u prirodnom toku rijeke Janje, a ispušta se preko srednjeg ispusta, odredila je i zahvat vode za MHE. Regulisane količine vode se ispuštaju iz akumulacije preko ulazne građevine srednjeg ispusta, cjevovoda srednjeg ispusta, disperzionog zatvarača srednjeg ispusta na kome se vrši regulacija protoka i odvodnog kanala srednjeg ispusta, u regulisano korito rijeke Rastošnice i korito rijeke Janje, iz kojeg se vrši zahvatanje vode za potrebe TE "Ugljevik. U tabeli su dati osnovni tehničko-energetski parametri mHE "Snježnica".

Izgradnjom i formiranjem hidroakumulacije Snježnica, prirodni proticaj i vodni režim rijeke Rastošnice, potpuno je izmijenjen. Iz neregulisanog, slobodnog toka voda rijeke Rastošnice «prevedena» je u regulisani režim i upravljanje akumulacijom, u skladu sa definisanim kriterijima za optimalno snabdijevanje termoelektrane i rad male hidroelektrane u normalnim hidrološkim prilikama, kao i režim rada i korištenja hidroakumulacije u periodu velikih voda. Uslovi korištenja vode za TE Ugljevik i rad MHE Snježnica, dati su vodoprivrednim dozvolama, izdatim od nadležnih ministarstava.

Tabela 2.4.-6: Tehničko-energetski parametri mHE „Sniježnica“

Tehnički parametri – mHE “Sniježnica”	
Početak rada	2002
Način upravljanja	automatsko/ručno
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Francis
Proizvođač turbine	Kladivar Celje
Snaga turbine (kW)	250+150
Tip generator	Trofazni sinhroni
Proizvođač generator	Uljanik Pula
Napon generatora (kV)	0,4
Broj agregata (kom)	2
Instalirana prividna snaga (MVA)	0,35+0,2
Instalirana aktivna snaga (kW)	300+200
Nazivni faktor snage $\cos\varphi$	0,8(0,8-1,0)
Instalirani protok (m ³ /s)	0,6+0,35
Minimalna snaga agregata (kW)	122+66
Predviđena godišnja proizvodnja na pragu (projektovana) (MWh)	1000
Ekološki prihvatljiv protok (m ³ /s)	0,03
Blok transformator – nominalna snaga (kVA)	630

U normalnom hidrološkom režimu hidroakumulacije i radnom procesu MHE Sniježnica nema značajnog uticaja na režim i kvalitet podzemnih i površinskih voda. Uticaj akumulacije na stanje podzemnih voda redovno se prati u procesu tehničkog osmatranja brana i tla u zoni brana. Regulisanje voda u akumulaciji Sniježnica izvršeno je uz :

- prioritarno poštovanje potreba TE Ugljevik u skladu sa mogućnostima akumulacije,
- obavezno ispuštanje vodoprivrednog minimuma od 30 l/s u vodotok Rastošnice - Brzave, nizvodno od brane,
- maksimalno mogućeg energetskog potencijala i snage MHE.

Kontrola nad dotokom i korištenjem vode je u funkciji programskog mjerenja nivoa vode na ulaznoj građevini, a time i obezbjeđivanje ekološki prihvatljivog protoka-biološkog minimuma na brani od 30 l/s, u uslovima proticaja rijekom Rastošnicom manjim od instaliranih 1 m³/sec. Ova kontrola se vrši elektronski pomoću instaliranih mjernih sonde na zahvatu vode, vodnoj komori i donjoj vodi. Također, vizuelno se prati protok rijekom Rastošnicom i dotok vode kroz tunel prema turbinama, pri čemu operator elektrane ima stalni uvid nad ovim veličinama na mjernoj letvi.

Mjerenje nivoa vode na brani ima dvije funkcije, a to su regulacija snage elektrane u zavisnosti od nivoa vode i praćenje minimalnog nivoa vode na brani, te zaštita biološkog minimuma – ekološki prihvatljivog protoka vode u koritu rijeke Rastošnice – Brzave. Srednji proticaj na profilu brane iznosi 456 l/s, a minimalni je 20 l/s.

Na osnovu hidrološke analize procjenjeni srednji višegodišnji proticaj iznosi $Q=0.33$ m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj je $Q=0.05$ m³/s.

Tabela 2.4.-7: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	BRZAVA						
1	Brzava uzv		8.10	0.06		8.01	
2		Rastošnica	25.02		0.20		8.01
3	Brzava uzv		33.12	0.27		8.01	
4	Entitetska granica		41.36	0.33		8.01	
5	Uš Brzave u Janju		41.39	0.33		8.01	

Tabela 2.4.-8: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	BRZAVA						
1	Brzava uzv		8.10	0.01		1.33	
2		Rastošnica	25.02		0.03		1.33
3	Brzava uzv		33.12	0.04		1.33	
4	Entitetska granica		41.36	0.05		1.33	
5	Uš Brzave u Janju		41.39	0.05		1.33	

Prača (BA_DR_PRA_4)

Vodno tijelo Prače počinje od entitetske granice, a završava ušćem Čemernice u Praču. Na ovoj dionici rijeke Prače se nalazi vodozahvat za mHE “Kaljani”, te zajednička strojara za mHE “Čemernica” i mHE “Kaljani” na samom ušću Čemernice u Praču. Vodozahvat se nalazi na koti terena 639,00 mn.m., tako da je ukupna dužina vodnog tijela izloženog promjeni režima protoka 1170 m.



Slika 2.4.-6 Vodozahvat mHE “Kaljani”

Pogon mHE Kaljani nalazi se na desnoj obali rijeke Prače, na koti 601,30 m n.m. sa donjom kotom dna kanala 599,00 m n.m. MHE je počela sa radom 2011. godine, a u tabeli 2.4.-9 su dati osnovni tehničko-energetski parametri.

Tabela 2.4.-9: Tehničko-energetski parametri mHE "Kaljani"

Tehničko-energetski parametri mHE "Kaljani"	
Tip vodozahvata	tirolski
Dužina cjevovoda	1.133,51 m
Bruto pad	39,41
Način upravljanja	automatsko
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Cross Flow
Proizvođač turbine	CINK – Češka
Snaga turbine	2x603
Tip generatora	trofazni sinhroni
Proizvođač generatora	AEM - Njemačka
Napon generatora	0,4 kV
Broj agregata	2
Instalisana prividna snaga	2x712,5 kVA
Instalisana aktivna snaga	1.211 kW
Nazivni faktor snage	0,8
Maksimalna reaktivna snaga	2x428 kVAr
Instalisani protok	4,00 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	57 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	4.850 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	7.802 h
Ukupni nominalni stepen korisnosti	79%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,084 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	12 m ³
Biološki minimum protoka	0,258 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	2x1000 kVA
Vlastita potrošnja	43.8000 kWh
Potrošnja iz mreže	3.500 kWh

Rijeka Prača na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758). Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* (Risso, 1827) i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

Na osnovu hidrološke analize, pretpostavljeni srednji višegodišnji proticaj na mjestu vodozahvata iznosi približno 5,23 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,86 m³/s. Na mjestu strojare, neposredno prije ušća Čemernice, srednji proticaj iznosi 5,41 m³/s, dok je minimalni proticaj 0,89 m³/s.

Tabela 2.4.-10: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	PRAČA						
1	Prača uzv		31.22	0.64		20.60	
19	Entitetska granica		195.98	4.04		20.60	
20	Prača uzv		202.20	4.17		20.60	
21		Dragosin	10.43		0.21		20.60
22	Prača niz		212.63	4.38		20.60	
23	Prača uzv		242.02	4.99		20.60	
24		Vinčica	11.81		0.24		20.60
25	Prača niz		253.83	5.23		20.60	
26	Prača uzv		262.68	5.41		20.60	
27		Čemernica	23.63		0.49		20.60
28	Prača niz		286.31	5.90		20.60	
29	Entitetska granica		413.00	8.51		20.60	
38	VS Mesići		563.00	11.60		20.60	

Tabela 2.4.-11: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	PRAČA						
1	Prača uzv		31.22	0.11		3.41	
19	Entitetska granica		195.98	0.67		3.41	
20	Prača uzv		202.20	0.69		3.41	
21		Dragosin	10.43		0.04		3.42
22	Prača niz		212.63	0.72		3.41	
23	Prača uzv		242.02	0.82		3.41	
24		Vinčica	11.81		0.04		3.42
25	Prača niz		253.83	0.86		3.41	
26	Prača uzv		262.68	0.89		3.40	
27		Čemernica	23.63		0.08		3.41
28	Prača niz		286.31	0.97		3.40	
29	Entitetska granica		413.00	1.40		3.40	
38	VS Mesići		563.00	1.91		3.39	

Drinjača (BA_DR_DRNJ_4B)

Na nizvodnom dijelu ovog vodnog tijela, odnosno na granici sa VT Drinjača BA_DR_DRNJ_4B, nalazi se pregrada na rijeci Drinjači. Pregrada služi kako bi se u ljetnom periodu formiralo kupalište. Gradsko kupalište "Brana" na rijeci Drinjači sagrađeno je početkom osamdesetih godina prošlog vijeka. Nalazi se oko 500 metara uzvodno od centra Kladnja.

Drinjača na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na dionici izgrađene brane iznosi 1,81 m³/s, a minimalni višegodišnji proticaj iznosi 0,3 m³/s.

Tabela 2.4.-12: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr obrada (m ³ /s)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	DRINJAČA							
1	Drinjača uzv		30.41		0.51		16.68	
2		Srebrenica	14.59			0.24		16.68
3	Drinjača niz		45.00		0.75		16.68	
4	Drinjača uzv		58.44		0.98		16.68	
5		Beroštica	12.40			0.21		16.68
6	Drinjača niz		70.84		1.18		16.68	
7	Drinjača uzv		75.12		1.25		16.68	
8		Osica	10.07			0.17		16.68
9	Drinjača niz		85.19		1.42		16.68	
10	Drinjača uzv		108.23		1.81		16.68	
11		Ujiča	28.99			0.48		16.68
12	Drinjača niz		137.22		2.29		16.68	
13	Drinjača uzv		163.71		2.73		16.68	
14		Grabovica	16.60			0.28		16.68
15	Drinjača niz		180.31		3.01		16.68	
16	Drinjača uzv		185.35		3.09		16.68	
17		Gučina	13.71			0.23		16.68
18	Drinjača niz		199.06		3.32		16.68	
19	Drinjača uzv		199.21		3.32		16.68	
20		Jezernica	10.90			0.18		16.68
21	Drinjača niz		210.11		3.51		16.68	
22	Entitetska granica		211.31		3.53		16.68	
35	VS Šekovići		389.59	6.50	6.50		16.68	
44	Uš Drinjače u Drinu		1115.42		18.50		16.59	

Tabela 2.4.-13: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q m obrada (m ³ /s)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	DRINJAČA							
1	Drinjača uzv		30.41		0.08		2.76	
2		Srebrenica	14.59			0.04		2.77
3	Drinjača niz		45.00		0.12		2.76	
4	Drinjača uzv		58.44		0.16		2.76	
5		Beroštica	12.40			0.03		2.77
6	Drinjača niz		70.84		0.20		2.76	
7	Drinjača uzv		75.12		0.21		2.76	
8		Osica	10.07			0.03		2.77
9	Drinjača niz		85.19		0.24		2.76	
10	Drinjača uzv		108.23		0.30		2.76	
11		Ujiča	28.99			0.08		2.76
12	Drinjača niz		137.22		0.38		2.76	
13	Drinjača uzv		163.71		0.45		2.76	
14		Grabovica	16.60			0.05		2.77
15	Drinjača niz		180.31		0.50		2.76	
16	Drinjača uzv		185.35		0.51		2.76	
17		Gučina	13.71			0.04		2.77
18	Drinjača niz		199.06		0.55		2.76	
19	Drinjača uzv		199.21		0.55		2.76	
20		Jezernica	10.90			0.03		2.77
21	Drinjača niz		210.11		0.58		2.76	
22	Entitetska granica		211.31		0.58		2.76	
35	VS Šekovići		389.59	0.90	1.07		2.75	
44	Uš Drinjače u Drinu		1115.42		3.03		2.71	



Slika 2.4.-7 Brana na rijeci Drinjači

Osanica BA_DR_OSA_1

Na vodnom tijelu Osanice BA_DR_OSA_1 nalaze se dvije MHE – “Osanica 1” i “Osanica 4”. Ukupna dužina vodnog tijela Osanice izloženog promjeni režima protoka iznosi 5369 m (MHE Osanica 1 – 3500 m + MHE Osanica 4 - 1869 m).

Vodozahvat MHE Osanica 1 se nalazi na rijeci Osanici u mjestu Ćurovići. MHE Osanica 1 je izgrađena kao tlačno protočno postrojenje i puštena je u rad 1998. godine. Na osnovu Sporazuma o unapređenju ribljeg fonda rijeke Osanice i Plana poribljavanja ribolovnog područja Bosansko-podrinjskog kantona Goražde, vrši se redovno godišnje poribljavanje kako bi se ublažili negativni uticaji na okolinu. U tabeli 2.4.-14 su dati tehnički parametri MHE „Osanica 1“.

Tabela 2.4.-14: Tehnički parametri mHE “Osanica 1”

Tehnički parametri – mHE “Osanica 1”	
Početak rada	1998. godine
Način upravljanja	automatsko/ručno
Mogućnost daljinskog upravljanja	Da
Tip turbine	Francis
Proizvođač turbine	Kossler Austrija
Snaga turbine (kW)	2 x 542
Tip generator	Trofazni sinhroni
Proizvođač generator	Hitzinger, Austrija
Napon generatora (kV)	0,4 / 0,231
Broj agregata (kom)	2
Instalirana prividna snaga (MVA)	0,35+0,2
Instalirana aktivna snaga (kW)	2 x 542
Nazivni faktor snage cosφ	0,98
Instalirani protok (m ³ /s)	1,75
Minimalna snaga agregata (kW)	170
Predviđena godišnja proizvodnja na pragu (projektovana) (MWh)	4.750
Ekološki prihvatljiv protok (m ³ /s)	0,10
Blok transformator – nominalna snaga (kVA)	2x630

Srednji višegodišnji proticaj na lokaciji vodozahvata prema hidrološkoj analizi iznosi 1,91 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,32 m³/s.

Osanica na ovom lokalitetu spada u Tip 6: Male i srednje velike brdske i planinske rijeke sa dominacijom krupnih frakcija u supstratu dna. Karakteristične vrste riba za ovaj tip su klen - *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), pliska - *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782), te potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758. Kao prateće vrste se javljaju sapača - *Barbus meridionalis* Risso, 1827 i gaga - *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).



Slika 2.4.-8 Vodozahvat mHE "Osanica 1"

MHE Osanica 4 je protočna elektrana derivacionog tipa puštena u rad 2007. godine. Vodozahvat se nalazi na ušću potoka Trudan i Trševina, na koti 740 m.n.m, a strojara se nalazi na koti 629 m.n.m. Zahvatanje vode se vrši u dnu to jest "Tirolskim" zahvatom sa taložnicom. Srednji godišnji proticaj iznosi 0,52 m³/s. U narednoj tabeli su dati tehnički podaci:

Tabela 2.4.-15: Tehnički parametri mHE "Osanica 4"

Tehničko-energetski parametri mHE "Osanica 4"	
Tip vodozahvata	tirolski
Dužina cjevovoda	326,50 m
Bruto pad	112 m
Neto pad	105 m
Način upravljanja	automatski
Mogućnost daljinskog upravljanja	Ne
Tip turbine	Pelton
Snaga turbine	665
Tip generatora	trofazni sinhroni
Broj agregata	1
Instalisana prividna snaga	800 kVA
Instalisana aktivna snaga	630 kW
Nazivni faktor snage	0,8
Maksimalna reaktivna snaga	320 kVAr
Instalisani protok	1,00 m ³ /s
Minimalna snaga agregata	157,5 kW
Godišnja proizvodnja na pragu	2.583 MWh
Vrijeme godišnjeg rada	4.100 h
Ukupni nominalni stepen koristnosti	85%
Energija dobivena od 1m ³ vode	0,25 kWh
Količina vode za 1 kWh električne energije	4 m ³
Biološki minimum protoka	0,05 m ³ /s
Blok transformator – nominalna snaga	1000 kVA
Vlastita potrošnja	12.915 kWh
Potrošnja iz mreže	20.000 kWh



Slika 2.4.-9 Vodozahvat mHE "Osanica 4"

Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaj na mjestu vodozahvata iznosi 0,31 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,05 m³/s.

Tabela 2.4.-16: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	OSANICA						
1	Osanica		13.49	0.31		22.90	
2	Osanica uzv		44.86	1.03		22.90	
3		Raškovića p	14.11		0.32		22.90
4	Osanica uzv		58.97	1.35		22.90	
5	Osanica uzv		73.47	1.68		22.90	
6		Buhovski p	10.02		0.23		22.90
7	Osanica uzv		83.49	1.91		22.90	
8	Uš Osanice u Drinu		103.71	2.37		22.90	

Tabela 2.4.-17: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
	OSANICA						
1	Osanica		13.49	0.05		3.80	
2	Osanica uzv		44.86	0.17		3.79	
3		Raškovića p	14.11		0.05		3.80
4	Osanica uzv		58.97	0.22		3.79	
5	Osanica uzv		73.47	0.28		3.79	
6		Buhovski p	10.02		0.04		3.80
7	Osanica uzv		83.49	0.32		3.79	
8	Uš Osanice u Drinu		103.71	0.39		3.79	

2.5. Neposredni sliv Save

Na području neposrednog sliva rijeke Save u FBiH nema uspostavljene ni jedne hidrološke stanice, odnosno nisu bili raspoloživi podaci o hidrološkim veličinama temeljem kojih bi se provele hidrološke analize.

Na neposrednom slivu Save 7 vodnih tijela svrstano je u klasu 3 (nema vodnih tijela klasificiranih klasama 4 i 5), što u odnosu na ukupni broj od 36 vodna tijela predmetnog podsliva iznosi oko 19 % .

Od vodnih tijela HM klasa 3 neposrednog sliva Save jedino na vototoku Šibošnice su uočeni objekti koji mogu narušavati režim protoka.

Šibošnica (BA_SA_LUK_SIB_1)

Na ovom VT jedan od većih pritisaka je izgrađena brana u Vražićima ukupne dužine 85m. Brana je izgrađena 1958 godine prvenstveno s ciljem zaštite od bujičnih tokova. Naseljeno mjesto Vražići se sa dva bunara snabdijeva pitkom vodom. Bunari su smješteni na desnoj obali rijeke Šibošnice, tačnije nizvodno 100m od bujične pregrade na vodotoku. Prema hidrološkoj analizi srednji višegodišnji proticaji na profilu pregrade iznose približno 0,99 m³/s, dok je minimalni višegodišnji proticaj 0,07 m³/s.

Rijeka Šibošnica na ovom lokalitetu spada u Tip 5: Male i srednje velike ravničarske i brdske rijeke sa srednje krupnim supstratom dna. Karakteristične vrste su potočna pastrmka - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, peš - *Cottus gobio* Linnaeus, 1758.



Slika 2.4.-10 Brana u Vražićima na VT Šibošnice

Tabela 2.4.-18: Srednji višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q sr gl t glavni t (m ³ /s)	Q sr prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
ŠIBOŠNICA							
1	Drijenačka r uzv		13.88	0.13		9.59	
2		Muštinski p	15.55		0.15		9.59
3	Drijenačka r niz		29.43	0.28		9.59	
4	Šibošnjica uzv		30.52	0.29		9.59	
5		Pripreka	19.77		0.19		9.59
6	Šibošnjica niz		50.29	0.48		9.59	
7	Uš Šibošnjice u Lukavac		120.03	1.15		9.59	

Tabela 2.4.-19: Minimalni višegodišnji proticaj i specifična oticanja po profilima

Red. br.	Karakteristični profil Glavni tok	Pritoke	F sl (km ²)	Q m gl t glavni t (m ³ /s)	Q m prit pritoke (m ³ /s)	q sp glavni t (l/s/km ²)	q sp pritoke (l/s/km ²)
ŠIBOŠNICA							
1	Drijenačka r uzv		13.88	0.01		0.83	
2		Muštinski p	15.55		0.01		0.83
3	Drijenačka r niz		29.43	0.02		0.83	
4	Šibošnjica uzv		30.52	0.03		0.83	
5		Pripreka	19.77		0.02		0.83
6	Šibošnjica niz		50.29	0.04		0.82	
7	Uš Šibošnjice u Lukavac		120.03	0.10		0.81	

3. MJERE POBOLJŠANJA REŽIMA PROTOKA VODNIH TIJELA

U ovom poglavlju dati će se pregled mjera koje se mogu primijeniti u svrhu poboljšanja režima protoka vodotoka. Navode se sljedeće mjere poboljšanja režima protoka:

- uklanjanje brana, pregrada i ustava u koritu
- izgradnja ribljih staza, obilaznih kanala i rampi
- definisanje ekološki prihvatljivog protoka
- izrada plana pogona hidroenergetskih objekata sa obuhvaćenim karakterističnim sezonskim situacijama u periodu malih voda i zasnovanog na validnim hidrološkim obradama
- efikasna kontrola poštovanja obezbjeđenja ekološki prihvatljivog protoka na dionici nizvodno od zahvata uz definisanje postupka obustave zahvatanja i načina sankcioniranja pravnih subjekata koji ne poštuju ovaj uvjet

Uklanjanje brana, pregrada ili ustava moguće je u slučaju starih građevina koje je potrebno obnoviti ili objekata koji su u lošem stanju te predstavljaju sigurnosni problem. Općenito se preporučuje, ako je planirana obnova cijele ili nekih dijelova postojeće brane, primjenu dostupnih tehničkih rješenja povoljnijih za prirodu i okoliš. Posebno treba voditi računa da su omogućena i uzvodna i nizvodna kretanja riba.

Izgradnjom riblje staze omogućava se prolaz za sve vrste prisutne na određenom području, ne samo ribama, nego i bentičkim beskralježnjacima, sisavcima i vodozemcima, te bi trebale omogućavati i uzvodna i nizvodna kretanja životinja. Preporuka iz Stručnih smjernica za male hidroelektrane u Hrvatskoj je da sezonska funkcionalnost ribljih staza treba iznositi barem 300 dana godišnje. Protok vode na ulazu i izlazu iz riblje staze mora uvijek imati dostatnu brzinu vode i turbulentnost, kako bi privukao ribe. Istraživanja su pokazala da je važno da zapremina protoka vode kroz riblje staze i protok na ulazu u stazu (koji je važan za privlačenje riba) iznosi oko 1-5% prosječnog protoka vode za vrijeme migracijskog perioda. Pravilan smještaj ulaznog otvora riblje staze je od velike važnosti, kako bi ga ribe mogle pronaći. Ulaz bi trebao biti što je moguće bliže brani, ali izvan područja s jakim turbulencijama (zona bijele vode, zona pjenjenja vode). Ulaz u riblju stazu (za migracije uzvodno) najbolje je smjestiti na rubnom nizvodnom dijelu brane i uzdužnog migracijskog koridora riba.

Riblja staza bi trebala biti postavljena paralelno s glavnim tokom, u blizini strojare i obalne linije uz koju protiče glavni tok. Vezano uz derivacijske hidroelektrane kod kojih se preusmjerava dio toka, najbolje rješenje je izgradnja dviju ribljih staza, jedne na brani koja preusmjerava vodu, a druge kod strojare. Riblje staze trebaju biti projektovane na način koji omogućuje da i najslabije vrste i dobni razredi mogu savladati hidrauličke uvjete, tako da se osigura minimalna brzina vode od 0.3 m/s za rijeke u kojima žive salmonidne vrste riba i 0.2 m/s za sve ostale vrste. Prostorni parametri riblje staze (dubina, širina, dužina) moraju biti takvi da omogućuju prolaz odraslim jedinkama ključnih vrsta. Također je jedan od važnih faktora maksimalna brzina vode koja ovisi o ukupnoj dužini riblje staze. U tabeli 3.1

prikazane su granične vrijednosti maksimalnih brzina vode ovisno o ukupnoj visinskoj razlici (od ulaza do izlaza iz riblje staze) i zonaciji na osnovu vrsta riba (prema Stručnim smjernicama za male hidroelektrane izrađene u okviru „Twinning Light“ projekta EU). Pojava turbulentog toka smanjuje sposobnost riba za savladavanjem struje vode i uzrokuje iscrpljivanje ili čak ozljede poput gubitka ljuski. Preporuka je da riblje staze sadrže bazene za odmor ili da se smanji visinska razlika između pojedinačnih bazena i poveća dužina riblje staze u uzvodnom smjeru.

Tabela 3.-1: Granične vrijednosti maksimalnih brzina vode ovisno o ukupnoj visinskoj razlici

Ukupna visinska razlika	Zona pastrve, gornji tok	Zona pastrve, donji tok	Zona lipljena	Zona mreke	Zona deverike	Zona krkušice
Staze s bazenima						
< 3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6
3 do 6 m	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5
6 do 9 m	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
> 9 m	1,9		1,8	1,7		po procjeni stručnjaka
Obilazni tok (engl. bypass fish passes)						
< 5	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
5 do 10 m	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
> 10 m	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
Kamene rampe						
< 5	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
5 do 10 m	1,9	1,8	1,8	1,6	1,5	1,4
> 10 m	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2

Nagib ribljih staza je također važan, a razlikuje se ovisno o prisutnim vrstama riba. Dno riblje staze trebalo bi se sastojati od krupnog supstrata u debljini sloja najmanje 20 cm. Također bi trebalo osigurati uvjete prirodne svjetlosti bez naglih promjena u razini osvjetljenja. U Austriji postojeće hidroelektrane unutar Natura 2000 područja, prilikom podnošenja zahtjeva za obnovu koncesije, moraju proći postupak odobravanja u skladu sa odredbama čl. 6. Direktive o staništima. Ukoliko nisu izgrađene riblje staze, a hidroelektrane predstavljaju prepreku za migracije, nužna je izgradnja novih ribljih staza. Istu praksu bi trebalo primijeniti za postojeće građevine (npr. brane ili vodne stepenice) koje su dijelovi hidroelektrana.

Riblje staze se mogu podijeliti na prirodne riblje staze i tehničke riblje staze. Nedostatak tehničkih ribljih staza je što su pogodne isključivo za ribe, te ih ne mogu koristiti ostale vrste životinja. Na primjer, riblje staze s bazenima koje rade na principu da ribe preskaču pregrade i tako se kreću stazom, primarno su prikladne za salmonidne vrste riba. Redovni radovi održavanja su neophodni, inače dolazi do zarastanja vegetacijom i nakupljanja nošenog materijala te riblje staze postaju neprohodne.

Staza s vertikalnim prorezima je slična stazi s bazenima, ali je razlika u tome što pregrada ne ispunjava cijeli poprečni presjek, nego je na mjestima prerezana po cijeloj visini, tako da ribe mogu plivati iz bazena u bazen umjesto da preskaču pregrade. Koristi se za različite tipove vodotoka i primjerena je za različite vrste riba, ali je i skuplja. Važni parametri za izgradnju ovakvog tipa riblje staze su širina proreza (minimalno 3 x širina tijela ribe), dužina bazena (minimalno 3 x dužina tijela ribe) i minimalna dubina (minimum 60 cm).

Drugi tip staze je Denilova riblja staza koja se sastoji od nizova simetričnih pregrada raspoređenih u relativno kratkim intervalima u kanalu. Ovaj tip riblje staze je uobičajen kod hidroelektrana visokog pada i područja gdje nema dovoljno prostora za izgradnju drugih tipova ribljih staza.

Druga tehnička rješenja ribljih staza uključuju riblje liftove i tankove za hvatanje i prijenos ribe. Kod relativno niskih pregrada najprimjerenija je riblja staza u obliku kamene rampe, gdje se prilikom izgradnje koriste kameni blokovi i drveni materijal za izgradnju bazena i malih brzaca koji oponašaju prirodne strukture. Prednosti su dobra uklopljenost u okoliš i omogućavanje više migracijskih koridora za ribe, mala osjetljivost na nakupljanje nošenog materijala (te stoga i niski troškovi održavanja) te omogućavanje uzvodnih i nizvodnih migracija. Nedostaci su visoki trošak izgradnje i mogući problemi s funkcionalnošću za vrijeme niskih vodostaja. Najbliže prirodnoj strukturi su riblje staze u obliku obilaznog toka, koje oponašaju strukturu prirodnih vodotoka. Izgradnja ovog tipa staze se najviše preporučuje s obzirom da pruža dodatne koristi za okoliš.

Ako nema ribljih staza ili zaštitnih rešetki koje sprječavaju ulaz riba u turbine, većina riba koje migriraju nizvodno će prolaziti kroz turbine pri čemu veliki broj jedinki stradava ili bude ozlijeđen. Ako se ne može izbjeći prolaz riba kroz turbine, preporučuje se korištenje turbina koje nisu škodljive za ribe (engl. "fish - friendly" turbines). Prema Evropskom udruženju malih hidroelektrana (ESHA) postotak ozlijeđenih i usmrćenih riba prilikom prolaza kroz turbine ovisi o tipu turbine. Kaplanova turbina je dizajnom manje štetna za ribe u odnosu na Francisovu turbinu te u usporedbi s nekim drugim tipovima turbina.

Na vodnim tijelima na kojima postoje mjere ili objekti za korištenje voda potrebno je obezbjediti **ekološki prihvatljiv protok (EPP)** za razdoblje malih voda, a u cilju zadržavanja hidromorfološkog statusa i očuvanja postojećih staništa.

Ekološki prihvatljiv protok vode je protok koji se mora ispuštati nizvodno od zahvata u vodotok, a da se ne poremeti ekološki sistem. Osnovno načelo pri ocjeni EPP je nužnost da zadržani dotok nizvodno od vodozahvata, nakon što se zadovolje sve potrebe za vodom, treba biti dostatan za održavanje autohtonih cenoza matičnog vodotoka. Takav zadržani dotok temelji se na uvažavanju hidroloških, hidrauličkih i biološko-ekoloških osobina vodotoka, zatim ekonomije, privrede i prostorno-planske dokumentacije. Pristup njegovom rješavanju ne smije biti administrativni ili bez poznavanja minimalnih protoka. U narednom dijelu je detaljnije opisana problematika određivanja EPP i navedene pojedine metode određivanja EPP.

3.1. Ekološki prihvatljiv protok (EPP)

Za ekohidrološke analize, a posebno za one vezane sa određivanjem ekološki prihvatljivih protoka, Bonnaci je izdvojio sljedeće hidrološke i morfološke parametre otvorenog korita:

- ❖ Pad
- ❖ Srednji niski protok
- ❖ Sastav dna
- ❖ Način odvođenja vode iz vodotoka
- ❖ Trajanje odvođenja vode iz vodotoka
- ❖ Odnos širine i dubine (poprečni presjek)
- ❖ Količina vode koja ostaje u vodotoku
- ❖ Dužina dionice vodotoka na kojem se treba obezbijediti EPP

Pad vodotoka ključni je element koji diktira uvjete za razvoj različitih biljnih i životnjskih vrsta u i oko vodotoka. Generalno, vodotok se može podijeliti na gornji, srednji i donji tok. U gornjem toku u kojem su padovi najveći odvijaju se erozijski procesi ili procesi spiranja koji se bitno ublažuju u srednjem toku, a gotovo u cjelosti zamiru u donjem toku. Sa smanjivanjem padova mijenjaju se i brzine vode ali i morfološki oblici dna, obala i poprečnih presjeka. Kao kriterij za određivanje gornjeg toka uzimaju se dionice korita sa padovima većim do 7% do 10%. Riječ je o tzv. salmonidnom tipu vodotoka u kojem mogu živjeti hladnovodne ribe. Pad srednjih dijelova vodotoka kreće se od 1,5% do 7%. Ovi dijelovi vodotoka mogu još uvijek biti salmonidni ali se tu javljaju i druge vrste riba, ciprinidi. Hidrološki režim je stabilniji u odnosu na gornji tok, a rijeke pomalo prestaju imati bujični karakter. U donjem toku pad je manji od 1,5%, a vodotoci poprimaju nizinski karakter. Tu se javljaju i cipirinidni organizmi. Biljne i životnjske vrste tu žive u vodi bogatoj hranjivima. S druge strane, delte predstavljaju najbrže promjenjive dijelove sliva u kojima je ekosistem posebno ranjiv. Vrlo često bespovratno uzimanje vode u gornjem dijelu sliva najbolnije osjeti upravo ovaj nizinski dio vodotoka i sliva što prvenstveno zavisi od količina odvedene vode u odnosu na prirodni hidrološki režim.

Srednji niski protok predstavlja numerički određenu vrijednost minimalnog protoka koja bi trebala biti prilagođena regionalnom hidrološkom karakteru vodotoka. Do ove vrijednosti, koja može biti ključni kriterij za određivanje ekološki prihvatljivog protoka, dolazi se na osnovu detaljnih i sveobuhvatnih mjerenja i interdisciplinarnih analiza. Srednji niski protok ima različitu biološku funkciju kod velikih, srednjih i malih vodotoka. Daleko najosjetljivije je njegovo određivanje kod malih vodotoka. Srednji niski protok formalno se i u prvoj aproksimaciji određuje tako da se izračuna srednja vrijednost minimalnih godišnjih protoka u razdoblju opažanja.

Sastav dna korita vodotoka igra bitnu ulogu u omogućavanju ili sprječavanju dodira površinske i podzemne vode. Ovaj dodir nije važan samo sa hidrološko-hidrogeološkog stanovišta nego i zbog biološko-ekoloških razloga. Njegova različita granulometrijska i mineraloška svojstva predstavljaju staništa i hranjivo biološkim zajednicama.

Način odvođenja vode iz vodotoka nije isključivo tehničko pitanje. Dužina i količina bespovratnog odvođenja vode ima bitan uticaj na promjenu akvatičnih biocenoza u i okolo vodotoka ali može uticati i na izgled okoliša. Najčešće dolazi do velikih devastacija prostora, a mogu se pojaviti i procesi nestabilnosti obala, formiranja klizišta, devastacija pejzaža, umiranje šuma itd. Odvođenje vode iz vodotoka može se izvršiti na jednom mjestu ili na kratkom odsjeku vodotoka. U to smislu odvođenje se naziva tačkastim. Posebnu pažnju treba posvetiti da ono bude tako izvedeno da omogući migracijski put ribama te da drastično ne promijeni i devastira izgled okoliša. Odvođenje vode tehnički je moguće ostvariti i na dužem potezu vodotoka što se rjeđe radi. Odvođenje vode može biti povratno i nepovratno. Bespovratno odvođenje vode negativno utiče na cijeli nizvodni dio vodotoka. U slučaju vraćanja vode u vodotok treba paziti kakva se voda u njega vraća, po hemijskim i fizičkim svojstvima. Ona nikako ne bi smjela biti lošijih svojstava od onih koje je imala na mjestu odakle je uzeta. Važno je voditi računa i o tome kako se voda vraća u vodotok. Uvođenje i ponovno vraćanje vode izaziva pojavu erozije obala i ugrožavanje staništa, te promjenu režima pronosa vučenog i suspendovanog nanosa što u srednjoročnom i dugoročnom vremenu može uzrokovati značajne negativne posljedice.

Trajanje odvođenja vode iz vodotoka predstavlja režim odvođenja koji je često promjenjiv tokom godine u zavisnosti od prirodnog hidrološkog režima. Zbog toga se preporučuje variranje vodne količine koja se dozvoljava odvoditi iz vodotoka tokom godine. U vlažnom razdoblju razumljivo je da se može odvesti više vode nego u sušnom kada se to ne preporučuje.

Odnos širine i dubine, tj. oblik poprečnog presjeka otvorenog vodotoka bitni su za razvoj organizama ali i za izgled krajolika. Oduzimanje vode iz užih i dubljih vodotoka uzrokovat će manje narušavanje biološke i ekološke ravnoteže nego kod širokih i plitkih vodotoka. Odnos širine i dubine vodotokavodotoka utiče i na brzinu vode, a preko toga i na brojna dinamička svojstva vodotoka. Pošto je brzina vode bitan faktor za pronos nanosa, odvođenje vode uzrokuje smanjenje količina kako vučenog tako i suspendiranog nanosa.

Količina vode koja ostaje u vodotoku ključ je omogućavanja opstanka i razvoja ekosistema vodotoka poslije odvođenja određenih količina vode. Radi se o vrlo osjetljivoj veličini čije određivanje traži blisku saradnju ekologa, biologa i hidrologa s korisnicima voda i donosiocima odluka.

Antropogeni uticaj na ekosisteme tekućica sve je intenzivniji. Čovjek je svojim radom izmijenio hidrološki režim i zagadio vode, čime je izazvao lančane reakcije u svim ostalim karikama okoliša. Često se događa da su, zbog izgrađenih brana i akumulacija, cijele dionice vodotoka ostavljene bez vode određeno razdoblje vremena. Time je onemogućeno preživljavanje gotovo svih vrsta biljaka i životinja koje su tu imale svoja staništa. Iako postoje pozitivni antropogeni uticaji na prirodne ekosisteme, oni su mnogo rjeđi od onih negativnih.

Bonacci navodi da su se prve studije o protocima vodotoka potrebnim okolišu započele raditi ranih osamdesetih godina dvadesetog stoljeća. Cilj ovih studija je bio odrediti protoke dovoljne za održanje određene vrste. Preporuke stih studija se pretežno odnose na minimalne vrijednosti protoka. Minimalni protok uobičajeno je tretirati kao trenutačnu vrijednost češće nego kao dnevnu srednju vrijednost, što znači da nikada nije dozvoljeno da protok u otvorenom vodotoku padne ispod ove vrijednosti. Osim minimalnih protoka vode u otvorenim vodotocima, preporuke uključuju i protoke potrebnih poplava koje se izazivaju na umjetne načine, npr. prilikom pražnjenja akumulacija.

U literaturi se nailazi na različite nazive kao što su:

- 1) **Protok optimalan za okoliš** koji dozvoljava puni razvoj ribljih vrsta, a posebno pomaže oporavku nakon prirodnih ili antropogenih stresova kao što su suše, pretjerani lov, pomor itd;
- 2) **Minimalni protok potreban okolišu** osigurava neznatno smanjenje broja riba u slučaju prosječno vlažnih godina
- 3) **Protok potreban okolišu da preživi** može biti uzrokom smanjenja brojnosti riba ali osigurava preživljavanje ugroženih vrsta čak i u sušnim godinama
- 4) **Protok za ispiranje** ima zadatak da kod rijeka čije se ušće nalazi u moru ispere klin slane vode koji se formira tokom malih voda.

U svijetu se koristi nekoliko termina od kojih danas prevladava „*ekološki prihvatljiv protok*“ (EPP). Njegove precizne definicije nema, tj. ona se manje ili više razlikuje od autora do autora i namjene za koju se ovaj protok određuje. Kriteriji za određivanje EPP-a nisu uvijek samo ekološke prirode, već se odnose i na ispunjavanje zahtjeva ostalih korisnika voda. Donosioci odluka nerijetko su u situaciji da zbog pritiska javnosti ili zbog hitnosti rješavanja određenog problema ne mogu čekati završavanje dugotrajnih i opsežnih ekoloških studij. Zbog svega prethodno iznesenog često je potrebno dogovorom zainteresiranih strana i stručnjaka odrediti vrijednost ekološki prihvatljivih protoka. Veliku i važnu pomoć upravljačkim strukturama trebale bi pružiti metode koje pouzdano mogu procijeniti potrebe ekosistema za vodom. Zbog toga su do danas razvijene brojne, a intenzivno se razvijaju i nove metode za ispunjavanje ovog zadatka. Na početku su bile zasnovane na procjenama biologa i imale su za cilj da zaštite vrh lanca ishrane, tj. ribe. Nakon toga su slijedile jednostavne računске metode, a kasnije su razvijene i složene metode koje u obzir uzimaju hidrološke i hidrauličke promjene tokom vremena i u prostoru.

Prilikom određivanja EPP-a potrebno je naći ravnotežu između potrebe za vodom ekosistema i socio-ekonomskog okoliša, što znači da je potrebno primijeniti holistički pristup upravljanja vodnim resursima. Sukobi interesa najčešće se javljaju kod određivanja EPP-a u slučajevima kada se iz otvorenog vodotoka bespovratno uzimaju određene količine vode (vodosnabdijevanje ili navodnjavanje), ili kada nizvodno od brane hidroelektrane treba ispuštati određene količine vode.

3.2. Metode određivanja EPP

Brojnost metoda za određivanje EPP-a velika je i u stalnom je porastu. Može se reći da je svaki slučaj određivanja EPP-a po nečemu poseban, što otežava sistematizaciju postojećih metoda i pristupa, a time i izbor metode pogodone za svaki pojedini slučaj.

U teoriji i praksi određivanja EPP-a možemo naići na veliki broj metoda, od jednostavnih i brzih do složenih i kompleksnih. Složene i kompleksne metode ne garantuju uvijek bolja rješenja, a često ih u praksi nije moguće primijeniti zbog male količine podataka s kojima se raspolaže.

Prema Tharme-u, metode za određivanje ekološki prihvatljivog protoka mogu se svrstati u četiri skupine:

- 1) hidrološke metode: tabele na osnovu hidroloških pokazatelja;
- 2) metode hidrauličkih procjena: terenski rad i brza teoretska analiza, koristeći kombinaciju hidroloških, hidrauličkih ili ekoloških podataka
- 3) metode simuliranja staništa: modeliranje staništa koje određuje odnos između protoka i staništa;
- 4) holističke metodologije: funkcionalna analiza koja razmatra široko područje ekoloških i hidroloških aspekata riječnog sistema.

Prema istom autoru metode navedene pod (1) i (2) omogućavaju brzu procjenu i korisne su u svrhu početnih procjena. One se usmjeravaju na hidrološke i hidraulične pokazatelje rijeka, za koje se u općem značenju smatra da su ekološki važne, bez detaljnijeg znanja o tome kako ovi parametri određuju ekološko stanje rijeke. Glavna kritika ovih metoda je njihovo neuvažavanje stvarnih zahtjeva staništa, kakvoće vode i drugih geomorfoloških faktora.

Metode navedene pod (3) i (4) uvažavaju lokalno specifične veze između protoka, morfologije i ekologije. Za njihovu primjenu potrebno je puno više podataka jer se radi o multidisciplinarnom pristupu koji zahtjeva više različitih stručnjaka.

Metode za određivanje EPP-a Bonacci je svrstao u sljedeće 4 osnovne skupine:

- 1) Brzi i približni postupci određivanja EPP-a
- 2) Metode kod kojih se koristi jedan ili manji broj važnih kriterija za određivanje EPP-a
- 3) Kompleksne interdisciplinarne metode određivanja EPP-a
- 4) Metode simulacija staništa u otvorenim vodotocima.

Brzi i približni postupci zasnovani su na iskustvenim načelima. Ishodište im se nalazi u mjerenim hidrološkim podlogama. Prihvatljivi su i često korišteni zbog toga što ne traže previše podataka i dugotrajan rad. Neophodno je raspolagati s hidrološkim podlogama o malim i srednjim protocima. U grubo je potrebno poznavati geometriju i morfologiju dijela vodotoka za koji se određuje EPP, kao i opće ekološko i ostalo stanje na razmatranom potezu.

U nastavku su navedeni neki od brzih i približnih postupaka određivanja EPP-a:

- ❖ Alarmanu graničnu vrijednost EPP-a, Q_E , izraženog u l/s moguće je odrediti sljedećim izrazom:

$$Q_E = 0,2 * Q_{80} \quad (3.1)$$

pri čemu je, Q_{80} , protok 80% trajanja na srednjoj krivulji trajanja izraženoj u l/s. Radi se o najnižoj trenutačnoj vrijednosti protoka ispod koje se ne smije ići.

- ❖ Za manje vodotoke predlaže se i sljedeći izraz:

$$Q_E = \frac{15 \times Q_{80}}{(\ln Q_{80})^2} \quad (3.2)$$

u kojem su sva značenja varijabli i njihove dimenzije iste kao i kod prethodnog izraza.

- ❖ Za veće vodotoke predlaže se koristiti sljedeći izraz:

$$Q_E = 0,25 * Q_{80} + 75 \quad (3.3)$$

u kojem su značenja varijabli i njihove dimenzije iste kao i u prethodnim izrazima iz čega proizilazi da konstanta 75 znači 75 l/s.

- ❖ U Francuskoj i Austriji koristi se sljedeći izraz:

$$Q_E = (0,15 - 0,20) * Q_{sr} \quad (3.4)$$

Veća vrijednost koeficijenta u iznosu od 0,2 koristi se za manje vodotoke.

- ❖ Koristi se i sljedeći izraz:

$$Q_E = (0,7 - 1,3) * Q_{sr, \min} \quad (3.5)$$

kod čega, $Q_{sr, \min}$, označava srednji niski protok koji se određuje kao prosječna vrijednost svih opaženih minimalnih godišnjih protoka.

Neke od preporuka uz brze i jednostavne metode koje se mogu koristiti su i sljedeće:

- ❖ najmanja dubina vodotoka ne bi trebala biti niža od 20 cm
- ❖ vrijednost EPP-a ne bi trebala biti niža od 2-3 l/s po km² površine sliva
- ❖ srednja brzina vode u vodotoku ne bi trebala pasti ispod 0,2 do 0,4 m/s.
- ❖ vrijednost temperature vode ne bi trebala porasti iznad određene granice, u zavisnosti od tipa vodotoka.

Primjena hidrološki zasnovanih pristupa, koji mogu biti dosta složeniji od navedih, je moguća samo kod velikih rijeka gdje se raspoložuje s brojnim hidrološkim i morfološkim mjerenjima.

Primjena **jednog ili manjeg broja detaljno izučениh kriterija** ne može se smatrati potpuno samostalnom metodom već obično predstavlja dio složenije analize. Kriteriji koji se koriste kod ovih metoda mogu biti hidrološki i hidraulički, zatim kriteriji temperature i kakvoće vode, te estetski kriterij sačuvanja vizuelne ljepote prirodnog okoliša.

Od danas brojnih i češće korištenih tehnika za određivanje EPP-a, metoda okvašenog obima spada među jednostavnije. Njeno je pozitivno svojstvo zasnovanost na prirodnim uvjetima, a osnovna joj je slabost činjenica nepostojanja eksplicitno izražene veze s akvatičnim staništima u analiziranom vodotoku. Bonacci je primjenjujući metodu okvašenog obima na četiri profila duž toka rijeke Kupe zaključio da u razmatranje nije moguće uzeti bilo koji poprečni presjek otvorenog vodotoka. Izbor profila ili osrednjenog profila na jednoj riječnoj dionici treba biti izvršen zajedničkim obilaskom terena od strane hidrologa i biologa. Biolozi kod tog obilaska trebaju odrediti svojstva staništa na dnu vodotoka te produktivnost dna za bioorganizme, dok hidrolozi moraju odrediti hidrološka i morfološka svojstva kao i sastav i stabilnost dna.

Složene interdisciplinarne metode određivanja EPP-a u svijetu se sve češće upotrebljavaju. Unesene su u razne zakone vezane sa zaštitom okoliša. Uz spomenute faktore, u ove metode se unose i kriteriji vezani s općim stavom, bogatstvom i razvojem društva te njegovim odnosom prema ekologiji i njenim socio-ekonomski vidovima. Cilj svih metoda je sačuvati ekosistem te omogućiti socio-ekonomski razvoj zajednice. Njihov prvi i neizbježni dio predstavlja interdisciplinarnu analizu brojnih hidroloških, morfoloških, hidrauličko-dinamičkih, bioloških, ekoloških i hemijskih parametara.

Metode simulacija staništa u otvorenim vodotocima zasnovane su na vezi protoka i prirodnih fizičkih staništa s razvojem i životom pojedinih izabranih vrsta akvatičnih životinja u različitim hidrološkim uvjetima. U otvorenim vodotocima ne izučavaju se samo promjene fizičkih staništa s promjenama protoka i/ili vodostaja, već se ove informacije kombiniraju sa staništima najpovoljnijim za više odabranih vrsta u cilju određivanja brojnosti i pogodnosti staništa za razne vrste u različitim hidrološkim stanjima. Uobičajno je da se rezultati prikazuju u obliku krivulja odnosa raspoloživih staništa u funkciji protoka, vodostaja ili brzine. Iz takvih se prikaza određuju optimalni protoci za različite vrste. Na osnovu toga izrađuju se preporuke o tome koji minimalni protoci trebaju biti osigurani u otvorenom vodotoku tokom različitih razdoblja godine i tokom raznih životnih faza pojedinih akvatičnih vrsta.

Iskustva razvijenih zemalja pokazuju da je EPP moguće definirati na temelju procjene uticaja vrijednosti zadržanog dotoka izračunatog hidrološkim metodama na karakteristične zajednice promatranog vodotoka ili pojedine njezine članove. Kao bioindikatori veoma često se koriste određene vrste riba. Naime, ribe kao krajnji članovi u lancima ishrane, koje naseljavaju određeni tip ili dionicu vodotoka, veoma su važan pokazatelj bio-ekološke ravnoteže vodotoka. Pretpostavka je da se osiguranjem osnovnih ekoloških uvjeta odabranih vrsta riba, kao krajnjih članova u lancima ishrane, osiguravaju i uvjeti za razvoj ostalih autohtonih zajednica matičnog vodotoka. U 2. poglavlju je u opisu svakog VT naveden tip vodotoka sa prisutnim vrstama riba, tj. ihtiofaunom karakterističnom za određeni tip vodotoka. Hidrauličkim računom kod zadanih parametara na određenoj dionici vodotoka može se odrediti EPP koji će odgovarati osnovnim ekološkim uvjetima za pojedine karakteristične vrste riba. Karakteristične vrste riba za pojedine tipove vodotoka ne znače da su one prisutne u stvarnosti, zbog toga je potrebno napraviti detaljnu analizu na svim

navedenim lokacijama o zastupljenoj ihtiofauni i eventualnoj mogućnosti vraćanja ekosistema u stanje u kojem se nalazio prije izmjene režima protoka. Kada se ribe koriste kao bioindikator, EPP mora voditi računa o raznim stadijima njihovog razvoja od mriještenja, preko stanja ličinki, sitnih riba do odraslih jedinki. Svaki od ovih stadija traži različite minimalne dubine, brzine i temperature vode kao i sadržaj kisika. Preporučene vrijednosti koje se mogu pronaći u literaturi za pojedine vrste date su u tabeli 3.2.-1.

Tabela 3.2.-1 Prikaz osnovnih ekoloških zahtjeva određenih indikatorskih vrsta

Biogeog. područje	Životni stadiji	Dubina vode u cm	Brzina vode u cm/s	Temperatura vode u °C	Kisik u mg/l
Pastrve	Mriješćene	Veća od visine tijela 20 – 65	Manja od 2 ^L 30 – 80	1 – 12 (9)	Iznad 6
	Ličinke	Oko 30	0,003	4 – 19 (13)	Iznad 9
	Mlađ	Oko 30	15 – 70	4 – 19 (13)	Iznad 9
	Odrasli	Veća od visine tijela	30 – 80	3,5 – 19 (14)	Iznad 9
Lipljena	Mriješćene	Veća od visine tijela 20 – 40	Manja od 2 ^L 30 – 55	4 – 17 (12)	Iznad 6
	Ličinke	Do 30	6 – 20	4 – 18 (17)	Iznad 9
	Mlađ	Do 30	6 – 20	4 – 18 (17)	Iznad 9
	Odrasli	Veća od visine tijela 20 – 60	30 – 70	4 – 17 (17)	Iznad 9
Mrene	Mriješćene	Veća od visine tijela 20 – 45	35 – 50	4 – 17 (14)	
	Mlađ	Oko 30	6 – 20	(15)	
	Odrasli	Veća od visine tijela 20 – 45	35 – 50	4 – 20	
Deverike	Mriješćene	Veća od visine tijela 15 – 45	Manja od 20	12 – 20	Oko 5
	Mlađ	Veća od 30	Manja od 20	12 – 20	Iznad 5
	Odrasli	Raznolika	Manja od 20	12 – 20	Iznad 5

Legenda: L = visina raširene repne peraje ženke u cm

() = optimalna vrijednost

3.3. Pravilnik o određivanju EPP

Pored navedenih metoda za procjenu EPP-a neke koje se do sada koristile u praksi susjednih zemalja su sljedeće: metoda srednjeg minimalnog protoka (MNQ metoda, u upotrebi u Hrvatskoj), metoda garantovanog ekološkog protoka (GEP metoda, prisutna u Srbiji); metoda iz prijedloga „Uredbe o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivog pretoka“ iz aprila 2009 („Slovenska metoda“); minimalni srednji mjesečni protok 95% vjerovatnosti pojave, (QEF,95% u upotrebi u Crnoj Gori).

U Hrvatskoj za sada ne postoje odgovarajući propisi za određivanja EPP –a, pa se često predlaže "u prirodnom koritu vodotoka zadržati sve količine vode do prosječne minimalne količine MNQ". MNQ je aritmetička sredina minimalnih godišnjih protoka u razmatranom periodu. Osnovne postavke su da kakvoća vode u razdoblju minimalnih protoka ne smije biti pogoršana u odnosu na ranije stanje, a njena količina, nakon što se zadovolje svi vodoprivredni zahtjevi mora osigurati sve uvjete za razvoj sveukupnog ranijeg živog svijeta, prije zahvata.

U slučaju da biolozi nemaju neke dodatne zahtjeve u odnosu na količine voda predložene temeljem hidroloških razmatranja, vrlo često su hidrološki kriteriji, ako su temeljeni na relevantnim podlogama, ujedno i konačni pri ocjeni EPP.

Primjena GEP metode zasnovana na 3 hidrološka parametra: prosječni višegodišnji protok, mala mjesečna voda obezbjeđenosti 25% i mala mjesečna voda obezbjeđenosti 80%. Ako se raspolože sa višegodišnjim serijama dnevnih protoka uvode se vrijednosti 30-dnevnih malih voda istih vjerovatnoća. Zasnovana je na veoma brojnim hidrološkim analizama i analizama morfologije korita, ali je analitički svedena na ulazne podatke i relacije koje omogućavaju jednostavnu primjenu. Prednosti metode su: jednostavnost primjene, jer se zasniva na analizi vjerovatnoća mjesečnih malih voda, protoci su različiti u toplom i hladnom dijelu godine, u malovodnim periodima ti protoci su veći od protoka koji bi bili u prirodnom stanju, tako da predstavljaju zaštitu vodenih ekosistema.

Minimalni srednji mjesečni protok 95% vjerovatnoće pojave, (QEF,95%) metoda koja je u upotrebi u Crnoj Gori spada u skupinu jednostavnijih i lakše primjenjivih metoda, koja se prvenstveno oslanja na historijske hidrološke podatke.

Obzirom da navedene metode u općem slučaju mogu da osiguraju rezultate relativno brzo i jeftino, prednost ovih metoda su mali troškovi i brzo korištenje, dok su nedostaci to što nisu specifične za svaki lokalitet i što se ekološke veze pretpostavljaju.

Slovenačka metoda je prilično kompleksna. Kao jedina od navedenih metoda prilikom proračuna direktno uzima u obzir i veličinu sliva, dužinu zahvata, proporciju između minimalnih i srednjih proticaja, te činjenicu da li je zahvat povratan ili nepovratan.

Pregled kriterija za određivanje dotoka koji se mora zadržati u vodotoku kod projektovanja malih hidroelektrana dat je za 15 evropskih država u tabeli 3.2.-1 (Žugaj, 2015).

Za pregled kriterija određivanja EPP u tabeli ispod karakteristično je da se u velikom broju zemalja, u kojima postoji odgovarajuća zakonska regulativa, primjenjuju različiti pristupi koji se temelje isključivo na hidrološkoj osnovi (npr. u Austriji, Francuskoj, Italiji, Njemačkoj, Španiji, Engleskoj i Velsu). S ovog aspekta može se naći opravdanje za korištenje hidrološkog pristupa za rješavanje EPP-a i u BiH.

Tabela 3.2.-1: Pregled kriterija definisanja zadržanog dotoka u vodotoku (Q_0) u projektovanju malih hidroelektrana.

Zemlja	Određivanje zadržanoga dotoka u vodotoku Q_0
Austrija	Nema posebne zakonske regulative. Na dionicama rijeke mora biti osigurana ekološka ravnoteža. Uobičajeno: $Q_0 = 5 - 10\% SQ$ i prema Mattheyjevoj formuli (5.320).
Belgija	Nema uredbi
Danska	Nema posebne zakonske regulative.
Francuska	Zakonski se zahtijeva za vodotoke s dugogodišnjim prosječnim protokom: $SQ < 80 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_0 = 10\% SQ$; $SQ > 80 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_0 = 5\% SQ$. To je minimalna vrijednost, a stručnjaci u tom području mogu odrediti i veće vrijednosti.
Grčka	Različito od slučaja do slučaja.
Irska	Utvrđuje se od ovlaštenih područnih stručnjaka.
Italija	Nema državne zakonske regulative. U Lombardiji: $q_0 = 1,60 - 3,75 \text{ l/s/km}^2$ U Pijemontu: $Q_0 = 10\% Q_t$ (Q_t je trenutni protok). U autonomnoj pokrajini Bolzano $q_0 = 2,0 \text{ l/s/km}^2$.
Luxembourg	Određivanje Q_0 obuhvaćeno je Zakonom o očuvanju okoliša.
Nizozemska	Regionalna uprava za vode određuje Q_0 na temelju pregovora s vlasnikom elektrane.
Njemačka	U nekim se pokrajinama Q_0 određuje na osnovi zakonske regulative, a u nekim za svaki slučaj posebno (donosi se zajednička odluka mjesnog Parlamenta i Vodoprivrede). U praksi u Bavarskoj $Q_0 = 0,33 - 1,00 MNQ$; u Sjevernoj Vestfaliji $Q_0 = 0,20 - 0,50 MNQ$; u Rajnskoj oblasti $Q_0 = 0,33 - 0,50 MNQ$; u Baden-Württembergu Q_0 se mijenja po godišnjim dobima, a u Hessenu od slučaja do slučaja (MNQ je prosječna mala voda).
Portugal	Ne postoji zakonska regulativa. Q_0 se određuje na osnovi neobjavljenih kriterija.
Španjolska	U skladu sa Zakonom o vodama iz 1988., Q_0 jednak je maloj vodi ili specifičnome dotoku sa sliva od $2,0 \text{ l/s/km}^2$. U pokrajini Asturiji rijeke su podijeljene na tri razreda i Q_0 se određuje na temelju Mattheyjeve formule (5.320). U prvome razredu za Q_0 (l/s) usvaja se najveća od sljedećih triju vrijednosti: a) $Q_0 = 0,35 Q_{347}$ b) $Q_0 = \frac{15,0 Q_{347}}{(\ln Q_{347})^2}$ c) $Q_0 = 0,25 Q_{347} + 75$ U drugome razredu Q_0 se izračuna kao i u prvom i onda mu se pribroji protok koji odgovara specifičnome dotoku sa sliva od $2,0 \text{ l/s/km}^2$. Za treći se razred protoku izračunano kao u prvom pribroji protok koji odgovara specifičnome dotoku od $4,0 \text{ l/s/km}^2$. (Q_{347} je protok jednak protoku u 347 dana na prosječnoj krivulji trajanja.)
Švedska	Nema propisa. Zahtjeva se da Uprava voda odredi Q_0 za svaki slučaj posebno.
Švicarska	Od 1.11.1992. je na snazi Savezni zaštitni zakon o vodi, koji sadrži odredbe za proračune rezervi vode. Za sve vodne tokove se Q_0 određuje kao funkcija Q_{347} i različitih područnih ekoloških zahtjeva - koji se u izuzetnim okolnostima mogu smanjiti.
Velika Britanija	U Engleskoj i Walesu Q_0 se određuje prema pojedinom slučaju, a najniža vrijednost je protok 95-postotnoga trajanja. U Škotskoj Q_0 određuje područno vijeće i njegove vrijednosti variraju od 5 do 25 posto srednje vode.

U BiH se 1960. godine pristupilo izradi sveobuhvatnog Programa istovremenog praćenja kvalitete (oko 20 parametara) i kvantitete voda koji je realiziran u periodu 1965 – 1991 god (u prosjeku niz od oko 25 god) na oko 50 profila na osnovnim vodotocima u BiH i to prosječno po 3 serije mjerenja u toku godine pri različitim protocima, ali se također nisu sistemski mjerili svi biološki elementi kakvoće voda.

Prije stupanja na snagu ZoV FBiH po pitanju određivanja bioloških/vodoprivrednih /ekoloških protoka se pristupalo dosta uprošteno. Često se kod zahvatanja voda vodilo uobičajenom inženjerskom praksom i na mjestu zahvata ispuštana količina vode u vrijednosti 10% od srednjeg godišnjeg protoka na profilu zahvata, koja je tretirana kao biološki/vodoprivredni minimum i to u svrhu zadovoljenja potreba nizvodnih korisnika i biološko-ekoloških uslova. Nakon stupanja na snagu ZoV, Članom 62. se propisuje proračun EPP hidrološkom metodom, i proračunava se vrijednost minimalnog srednjeg mjesečnog protoka sa 95% obezbjeđenjem.

Istim članom ZoV je propisano donošenje propisa o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka. Pravilnikom o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka („Službene novine Federacije BiH“, broj 4/13, 56/16, 62/19) definisan je način za određivanje EPP-a. U avgustu 2019. donesen je Pravilnik o izmjeni Pravilnika o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka na osnovu kojeg se Federalno ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, uz saglasnost Federalnog ministra okoliša i turizma, obavezuje da definiše metodologiju za određivanje EPP najkasnije do 21.07.2021. godine.

EPP označava minimalni protok koji osigurava očuvanje prirodne ravnoteže i ekosistema vezanih za vodu. On predstavlja dinamizam količine, kvaliteta i raspodjela vode u rijeci tokom vremena koji je neophodan da bi se obezbijedio opstanak i razvoj akvatičnih sistema i neometan život ljudi u naseljima rijeke nizvodno od objekta.

Glavni cilj procjene EPP-a je omogućiti da riječni ekosistemi ostaju zdravi i tako pružaju dobra i usluge u korist ljudi. Specifični ciljevi procjene EPP-a u rijekama su:

- Zaštititi vodeni i obalni ekosistem od propadanja
- Poboljšati/očuvati staništa vodene flore i faune,
- Ograničiti crpljenje/zahvatanja vode u periodu niskog protoka,
- Zaštititi staništa, pogotovo za endemične i ugrožene vrste
- Obezbijediti dovoljne količine vode u vodotoku na dionici nizvodno od mjesta zahvatanja u cilju očuvanja akvatičnih i semiakvatičnih ekosistema uključivo i staništa i puteve migracije pojedinih vrsta za koje je utvrđeno prisustvo u prirodnom stanju

Pravilnikom o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka koji se sada koristi definisana je metodologija, potrebna istraživanja i procedure određivanja EPP-a, uzimajući u obzir specifičnosti lokalnog ekosistema i sezonske varijacije protoka, monitoring i način izvještavanja o EPP-u.

Pravilnik se primjenjuje na sva vodna tijela površinskih voda na teritoriji Federacije Bosne i Hercegovine. EPP se određuje u cilju osiguranja očuvanja vodnih i za vodu vezanih ekosistema, bez obzira da li se radi o vodotocima stalnog ili povremenog karaktera.

Prema navedenom Pravilniku izbor metode za određivanje EPP-a provodi se u odnosu na ekološki značaj vodnih tijela, njihove različite potrebe i ciljeve zaštite voda, te u odnosu na korisnike vode. Definisana su dva nivoa procjene EPP-a i to:

- ❖ I nivo procjene - opća procjena za sva vodna tijela primjenom hidrološke metode određene ovim Pravilnikom i
- ❖ II nivo procjene - posebna procjena EPP-a za vodna tijela u zaštićenim područjima, kao i za područja koja nisu proglašena zaštićenim, a koja imaju izuzetnu vrijednost za očuvanje, u kojim slučajevima se EPP utvrđuje korištenjem bioloških i ekoloških kriterija, kao dodatak hidrološkoj metodi.

Općom procjenom, ovisno o potencijalnom uticaju aktivnosti na prirodni hidrološki režim vodnog tijela, potrebno je odrediti hidrološke komponente EPP-a koje su naročito pogođene, kao što su minimalni protok i sezonske varijacije protoka.

Proračun vrijednosti EPP-a općom procjenom vrši se na temelju vrijednosti parametara vodnog tijela u profilu za koji se određuje EPP:

- „Srednji minimalni protok (srQ_{min})“ – označava aritmetičku sredinu minimalnih godišnjih vrijednosti srednjih dnevnih protoka u profilu vodotoka u razmatranom periodu. Izražava se u m³/s i računa po izrazu:

$$srQ_{min} = \sum_{i=1}^{i=N} Q_{min,i}/N$$

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 m³/s i računa po izrazu:

$$Q_{sr} = \sum_{i=1}^{i=N} Q_{sr,i}/N$$

gdje je $Q_{sr,i}$ srednji godišnji protok u i-toj kalendarskoj godini, a N broj godina u razmatranom periodu;

- „Srednji dekadni protok ($srQ_{DEK(j),i}$)“ – označava aritmetičku sredinu srednjih dekadnih vrijednosti protoka u profilu vodotoka. Izražava se u m³/s i računa po izrazu:

$$srQ_{DEK(j),i} = \sum_{i=1}^{i=N} Q_{DEK(j),i}/N$$

gdje je $srQ_{DEK(j),i}$ srednji dekadni protok u j-toj dekadi u i-toj kalendarskoj godini,
a N broj godina u razmatranom periodu.

Q_{EPP} će se proračunati na temelju sljedeće jednačine:

$$Q_{EPP} = \begin{cases} 1,0 \times srQ_{min} \text{ za } srQ_{DEK(j)} < Q_{sr} \\ 1,5 \times srQ_{min} \text{ za } srQ_{DEK(j)} \geq Q_{sr} \end{cases}$$

U slučaju kada je $srQ_{min} = 0$ ili $srQ_{min}:Q_{sr} < 1:25$, Q_{EPP} će se proračunati na temelju sljedeće jednačine:

$$Q_{EPP} = \begin{cases} 0,1 \times Q_{sr} \text{ za } srQ_{DEK(j)} < Q_{sr} \\ 0,15 \times Q_{sr} \text{ za } srQ_{DEK(j)} \geq Q_{sr} \end{cases}$$

U slučaju kada se ne raspolože dekadnim vrijednostima protoka, Q_{EPP} će se proračunati na temelju sljedeće jednačine:

$$Q_{EPP} = \begin{cases} 0,1 \times Q_{sr} \text{ za period maj – oktobar} \\ 0,15 \times Q_{sr} \text{ za period novembar – april} \end{cases}$$

EPP se određuje radi održanja ili vraćanja strukture i funkcije vodenih i uz vodu vezanih ekosistema, doprinoseći sprečavanju degradacije stanja voda i ostvarenju ciljeva zaštite okoliša kroz održivo korištenje vode. EPP mora biti određen u skladu sa uslovima koji su potrebni da se zadovolje odgovarajući ciljevi zaštite okoliša iz člana 30. Zakona o vodama, uključujući:

- 1) sprječavanje pogoršanja stanja vodnih tijela površinskih i podzemnih voda i postizanje njihovog najmanje dobrog stanja;
- 2) postizanje dobrog ekološkog potencijala i dobrog hemijskog stanja vještačkih ili jako izmijenjenih vodnih tijela;
- 3) zaštitu, unapređenje i obnovu vodnih tijela površinskih voda i vodnih tijela podzemnih voda;
- 4) održavanje ili poboljšanje stanja voda u zaštićenim područjima iz člana 65. stav 2. tačka 5. Zakona o vodama, koja su namijenjena zaštiti staništa biljnih i životinjskih vrsta ili akvatičnih vrsta, te u kojima je održavanje ili poboljšanje stanja voda bitan uslov za opstanak i reprodukciju;
- 5) održavanje najvišeg nivoa zaštite područja rezervi kopnenih voda iz člana 69. Zakona o vodama, za koja se uspostavom zaštićenog područja utvrđuju ograničenja i zabrane opterećenja prostora i aktivnosti koje mogu ugroziti njihovo kvalitativno ili kvantitativno stanje. EPP određen za vodno tijelo ili profil unutar vodnog tijela mora biti u skladu sa referentnim uslovima, koji su usvojeni za to vodno tijelo u planu upravljanja vodama vodnog područja.

Prijedlog za izmjenu Pravilnika o načinu određivanja EPP-a u FBiH

Ovaj prijedlog za izmjenu dijelova Pravilnika je urađen na temelju brojnih proračuna vrijednosti EPP na slivovima vodotoka u Federaciji Bosne i Hercegovine, uglavnom za potrebe MHE i ribnjaka.

Na osnovu člana 10. Pravilnika za utvrđivanje EPP-a koriste se hidrološki nizovi koji predstavljaju prirodni hidrološki režim, sa sljedećim karakteristikama:

- Bez greške i nedostajućih podataka;
- Trajanja od najmanje 10 godina (najbolje redom), odnosno trajanja 30 godina u kontinuitetu (relevantno razdoblje 1961-1990), kad god je to moguće;
- Vremenski nizovi na bazi srednjih dnevnih protoka, kad god je to moguće;
- Zastupljenost različitih hidroloških uslova, uz uravnoteženost između kišnih i sušnih godina.

U slučaju da podaci prirodnog hidrološkog režima za duži vremenski period nisu dostupni isti se mogu odrediti na osnovu hidroloških podataka sa druge, susjedne ili druge odgovarajuće vodomjerne stanice za koju postoje podaci hidrološkog monitoringa (reperna stanica).

Ovaj član, obzirom da je u Pravilniku, se mora primjenjivati ali njegova primjena stvara matematsku nekonzistentnost i, u konačnici, netačnost proračuna EPP. Jer, naveden je period za hidrološke podatke iz XX stoljeća, a znamo da u XXI stoljeću (danas) imamo uticaj klimatskih promjena koji se odrazio i na režim tečenja vodotoka. Dakle, danas, dokazano, imamo promjene u režimu tečenja, posebno što se tiče unutargodišnjeg hoda. Generalno se može reći da u XXI stoljeću imamo manjak protoka u sušnom dijelu godine i povećanje u kišnom dijelu, a veličine zavise od sliva, a taj trend se prognozira i u budućnosti. Prema tome, zadati periodi u Pravilniku nisu više relevantni, pravilnije je da gledamo stanje tečenja u XXI stoljeću (kroz Hidrološke Godišnjake koji se publikuju od 2001-2015 godine). Jer, u suprotnom, koristeći periode iz Pravilnika, namećemo Interesentima količine protoka koje ne mogu ispoštovati, tih količina više nema.

Kao dokaz uticaja klimatskih promjena na režim tečenja, promjene u XXI stoljeću u odnosu na XX, između ostalih mogu se navesti radovi i Projekti, a koji potvrđuju sve gore navadeno, kao što su:

- a) Rad predstavljen i publikovan na Prvom kongresu voda BiH: „Uticaj klimatskih promjena na režim protoka rijeke Une u Bihaću i Sane u Sanskom Mostu“ (Rimac N., Babić A., Kupusović E.)
- b) Analiza uticaja klimatskih promjena u okviru izrade: „Hidrološke studije rijeke Une“ (Agencija za vodno područje rijeke Save)
- c) Analiza uticaja klimatskih promjena u okviru izrade: „Hidrološke studije rijeke Bosne“ (Agencija za vodno područje rijeke Save)

- d) Projekat WATCAP (ISRBC), gdje je data prognoza oticanja u slivu rijeke Save u XXI stoljeću u odnosu na XX stoljeće, za narednih 40, odnosno 70 godina, na temelju 5 klimatskih scenarija. Praćenje rezultata ovog projekta za period do 2015 godine, je pokazalo ispravnost rezultata projekta, čak se pokazalo da prognozirano u budućnosti – nam se dešava već sada.

Na temelju gore navedenog, a što je potvrdilo promjenu režima tečenja u XXI stoljeću na vodotocima u FBiH (sa trendom koji se prognozira i u budućnosti), može se dati prijedlog za novi tekst Pravilnika – izmjena člana 10: „Da se za utvrđivanje EPP-a koriste hidrološki vremenski nizovi koji predstavljaju prirodni hidrološki režim u XXI stoljeću, što duži niz a također minimalno 10 godina – najbolje u kontinuitetu. Samo ako se to ne može ispuniti, koristiti periode prema postojećem Pravilniku.“ Jednostavno, ovom izmjenom bi dobili matematski tačnije rezultate i proračun EPP-a bi bio konzistentan.

Dalje u tekstu Pravilnika stoji da je za uspostavljanje zadovoljavajuće korelativne veze između protoka vode u odgovarajućem profilu vodnog tijela za koji se određuje EPP i protoka u profilu reперne stanice, potrebno u odgovarajućem profilu vodnog tijela za koji se određuje EPP vršiti osmatranje vodostaja u periodu od najmanje jednu godinu dana, pri čemu je potrebno izvesti simultana hidrometrijska mjerenja protoka u profilu vodnog tijela za koji se određuje EPP i u profilu reперne stanice.

Simultana hidrometrijska mjerenja protoka je potrebno izvesti u najmanje šest navrata pri različitim hidrološkim situacijama, tako da je moguća konstrukcija krive protoka. Za odabranu reперnu stanicu potrebno je utvrditi korelaciju između protoka u profilu za koji se utvrđuje EPP i profilu reперne stanice, na osnovu parova vrijednosti osmatranja iz perioda najmanje jedne godine dana. Korelativna veza se smatra zadovoljavajućom ukoliko je vrijednost koeficijenta korelacije $k \geq 0,7$, uz obaveznu kontrolu preko intervala povjerenja 95% sa obrazloženjem.

Na temelju dosadašnjeg iskustva pri proračunu EPP, a da bi sve bilo matematski korektnije i konzistentnije, a vezano za gornji tekst, može se dati prijedlog sljedećih izmjena: „Korelativna veza se smatra zadovoljavajućom ukoliko je vrijednost koeficijenta korelacije $k \geq 0,8$ “. Naime, koeficijent korelacije se morao povećati (pooštriti kriterijum) jer se zadati uvjeti za EPP iz člana 11. vežu za član 10. Pravilnika.

Smjernice br. 31 za EPP u implementaciji sa ODV (*Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive, Guidance Document, br. 31*) daje mogućnost hidrološkog i biološkog određivanja EPP-a, a važeći Pravilnik također daje oba načina, odnosno holistički pristup sa biološkim elementima. U vrijeme donošenja Pravilnika nije na raspolaganju bio monitoring bioloških pokazatelja pa se nije moglo dalje obrađivati to pitanje.

Manjkavost pravilnika jeste svakako to što proračun EPP počiva na jednoj generalnoj formuli za sve tipove rijeka. Preporuka je da sljedeći korak bude definisanje proračuna EPP za različite tipove vodotoka sa aspekta hidromorfologije, kao što je slučaj u Sloveniji. Time bi se definisale metodologije određivanja EPP za različite tipove sliva (vodotoci u kraškim

područjima i vodotoci u intergranularnim sredinama) što u velikoj mjeri može uticati na određene vrijednosti EPP.

Kako bi se poboljšala prekogranična saradnja, preporuka UNECE (Ekonomaska komisija UN za Evropu) za međunarodne vodotoke u Procjeni za sliv Drine je da se kroz neki projekat napravi zajednički pravilnik za EPP na nivou pojedinačnih podslivova.

Iz svega prethodno iznesenog proizilazi složenost i nepouzdanost određivanja EPP-a u današnjem stanju saznanja. Treba realno pristupiti rješavanju ovog sve aktuelnijeg problema uz puno poštivanje znanstvene kritičnosti, ne zaboravljajući njegove socijalne i društvene dimenzije. Postojeće i brojne metode, modeli, izrazi, pristupi itd. za određivanje EPP-a do sada nisu dali ni cjelovite niti konačne odgovore. Ovo područje nauke i prakse u burnom je i intenzivnom razvoju te je za očekivati da će se ubrzo doći do novih saznanje koja će unaprijediti postojeća rješenja.

U nekim državama postoje zakonski okviri za određivanje vrijednosti EPP-a. Negdje se radi samo o općim načelima, dok se u drugim državama daju detaljna uputstva. Švicarski zakoni npr. zahtjevaju primjenu kompleksnih metoda.

Osnovni prigovor brzim i približnim postupcima određivanja EPP-a leži u tome što oni ne uključuju izričita razmatranja vezana s potrebama staništa i ekosistema. Prigovor se stavlja i stoga jer se dominantna prednost daje protoku, a ne vodi se dovoljno računa o ostalim fizičkim i hemijskim faktorima bitnim za podršku ekosistemima otvorenih vodotoka. Bez obzira na utemeljenost ovih kritika, brze i približne metode još uvijek se i posvuda u svijetu vrlo često koriste.

Obilazak terena treba rezultirati sakupljanjem potrebnih bioloških, morfoloških, hemijskih, hidroloških i hidrodinamičkih svojstava analizirane dionice otvorenog vodotoka koja potom trebaju biti detaljno analizirana. Odluka o izboru EPP-a mora biti donesena zajednički, uvažavajući kriterije hidrologije i biologije, i pri tome ne zanemarujući socio-ekonomske faktore i zahtjeve. Također treba imati na umu da su biološki, morfološki i hidrološki sistemi jako promjenjivi tokom vremena i u prirodnim uvjetima, ne uzimajući u obzir stalne promjene izazvane ljudskim djelovanjem.

U dosadašnjoj praksi problemi koji su se javljali kod proračuna EPP prema Pravilniku odnosili su se na: izbor reperne stanice, hidrološki proračun kao alternativa reperskim stanicama, potreba za posebnom procjenom EPP-a po mišljenju biologa, odabir metode i opreme kojom se vrše mjerenja, itd.

Vrlo često u praksi nemamo relevantnu repersku stanicu za proračun, naročito kada se radi o malim slivnim područjima. U tom slučaju, obzirom da ne postoje ni dekadne vrijednosti protoka na tretiranom profilu, predlaže se korištenje formula iz Pravilnika koje se razlikuju u zavisnosti od perioda u godišnjem ciklusu.

Za period maj-oktobar koristi se formula $Q_{epp} = 0,1 \cdot Q_{sr}$, odnosno za period novembar-april se koristi formula $Q_{epp} = 0,15 \cdot Q_{sr}$.

Dakle, u tom slučaju potrebno je odrediti $Q_{sr, god.}$, i ako se radi o hidrološki neizučenom slivnom području, potrebno je relevantnom metodologijom doći do tog parametra. Jedna od najpoznatijih metoda proračuna srednjih godišnjih protoka ($Q_{sr, god.}$) na neizučenim malim slivovima i preporučena od strane WMO (Svjetske meteorološke organizacije) je modifikovana metoda Langbein-a. Ova metoda je relativno jednostavna i testirana je na slivovima u Srbiji. Pokazalo se da odstupanja srednjih godišnjih protoka proračunatih ovom metodom u odnosu na osmotrene protoke, iznose u prosjeku 11%. Metoda Langbein-a kao ulazne parametre koristi prosječne padavine i prosječnu temperaturu na slivu. Druga metoda je korištenje karte specifičnog oticanja: q_{spec} ($m^3/s/km^2$ ili mm), urađene za područje BiH. Pored ove dvije metode, mogu se koristiti i druge metode koje moraju imati dokazanu relevantnost. Navedene metodologije za proračun Q_{sr} mora provoditi hidrolog.

Najveći problemi proračuna EPP su na kraškim područjima. Jedan razlog je to što kraški vodotoci imaju svoje karakteristične režime tečenja. Tako da dva susjedna kraška vodotoka najčešće imaju potpuno različite režime tečenja. To značajno otežava izbor reperne stanice u proračunu (koja se navodi u Pravilniku). U konačnici, to dovodi do toga da jednostavno nemamo odgovarajuću repernu stanicu koja nam je neophodna za proračun EPP na traženom lokalitetu, tj. moramo imati repernu stanicu na samom vodotoku za koji radimo EPP – što je rijetkost. Drugi razlog je problem klimatskih promjena, o čemu je bilo riječi i ranije. To je snažan stohastički utjecaj koji bi morao dovesti do izmjene Pravilnika koji nalaže obradu perioda 1961-1990 (kao najbolje rješenje). Zbog toga bi trebalo raditi sa podacima iz XXI stoljeća, jer mnogi kraški vodotoci u FBiH a koji su bili stalni u periodu 1961-1990 g., danas presušuju. Dakle, u kraškim područjima određivanje EPP je posebno osjetljiv problem i Pravilnik treba prilagoditi novoj situaciji.

Kada na područjima slivova rijeka imamo akvifere intergranularne poroznosti tada, pored stohastičkog uticaja klimatskih promjena, imamo i snažne determinističke uticaje sistema za vodosnabdijevanje (gotovo uvijek prisutne u ovim područjima, kao što je Sarajevsko polje, Sprečko polje, itd.). Dakle, udruženi stohastičko-deterministički uticaji snažno i negativno utiču na režim tečenja vodotoka u tim sredinama. Hidrološke analize to jasno pokazuju i u ovim slučajevima niz 1961-1990 god. a koji preporučuje Pravilnik – čini potpuno nerelevantnim.

Iz navedenog se može zaključiti ne postoje posebne metode za proračun EPP-a u kraškim i intergranularnim sredinama, već samo detaljan i oprezan standardan hidrološki proračun, uz noveliranje i osavremenjivanje Pravilnika o ekološki prihvatljivom protoku.

U Pravilniku se navode ISO standardi za metode kojima se provode mjerenja EPP. Mjerenja univerzalnim hidrometrijskim krilom je obuhvaćeno standardom u Pravilniku (tipovi: ruska krila, SEBA i OTT). Međutim, danas se u hidrološkoj praksi uglavnom koriste dopler uređaji (ultrasonični)-ADSP (pogodan za male vode). Savremeni elektromagnetni uređaji su naročito

pogodni na lokalitetima gdje ima trave u koritu. Ukoliko posljednje dvije metode mjerenja nisu obuhvaćene ISO standardima, to je potrebno uraditi.

Poseban problem u praksi su vodotoci koje siječe međuentitetska ili međudržavna linija. Različiti kriteriji i različite metode proračuna dovode do različitih vrijednosti EPP čime nastaju problemi i taj princip je neodrživ. U Srbiji i Republici Srpskoj trenutno ne postoji Pravilnik o određivanju EPP. U RS se koristi kriterij koji je ranije važio na području FBiH, odnosno $Q_{epp} = \min(Q_{sr}, m_j) / 20$, a trenutno se radi na izradi Pravilnika u RS koji ide u pravcu Pravilnika koji se koristi u FBiH. Metode određivanja EPP za vodotoke koje siječe međuentitetska ili međudržavna linija je potrebno uskladiti između entiteta, odnosno država, gdje bi morali važiti isti ili slični kriteriji. U slučaju da se koriste različite metode proračuna, onda bi konačni EPP trebao biti onaj koji ima veću vrijednost, odnosno za koji važe strožiji kriteriji s ciljem očuvanja ekosistema.

Bez obzira na odabranu metodu određivanja ekološki prihvatljivog protoka u izmjenama i dopunama Pravilnika potrebno je predvidjeti i precizirati način kontrole poštovanja usvojenih vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka tako da se preciziraju institucije koje vrše kontrolu i način sankcioniranja onih pravnih subjekata koji ne poštuju propisane obaveze i ograničenja. Krajnji i najrigorozniji vid kazne bi bio privremena, a nakon toga i trajna zabrana rada pravnog subjekta koji krši propisane vrijednosti. Pravilnikom se treba propisati način vršenja kontrole (oprema za monitoring, kontrolni profil na vodotoku, tačnost uređaja kojim se vrši mjerenje i njegovo održavanje-tariranje, obaveza izvještavanja i kontinuiranog slanja podataka i sl.) kao i način sankcioniranja prekršilaca.

4. PRIJEDLOG MJERA POBOLJŠANJA REŽIMA PROTOKA

Nakon završene „Studije hidromorfoloških pritisaka i procjene njihovih uticaja za vodotoke preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH“, te „Studije poboljšanja hidromorfoloških karakteristika vodotoka površine sliva preko 10 km²“ zaključci iz ovih studija korišteni su za izradu „Studije poboljšanja režima protoka i uspostavljanje ekološki prihvatljivog proticaja“. Ova Studija za prethodno identificirane hidromorfološke pritiske predlaže ključne mjere i lokacije na kojima se treba poboljšati režim protoka radi zaštite staništa značajnih biljnih i životinjskih vrsta.

Prilikom analize hidromorfoloških karakteristika vodnih tijela krenulo se od rezultata Studije hidromorfoloških pritisaka, detaljno su analizirana vodna tijela HM klasa 3, 4 i 5, na kojima je izmjenjen režim protoka, te je u tu svrhu korištena opsežna foto i video dokumentacija i zabilješke nastale na terenu, kao i tehnički podaci o određenim hidrotehničkim objektima koji su prikupljeni naknadno.

Na lokacijama na kojima je uočena pregrada ili ustava, bilo da se radi o objektu koji je stalno u funkciji ili samo povremeno, te bilo da se voda zahvata na toj lokaciji ili ne, a za koje tokom terenskih istraživanja i naknadnom analizom nije bilo adekvatnih podataka, da bi se predložila mjera poboljšanja režima protoka, potrebno je prije svega definisati svrhu takvih objekata. Ukoliko takvi objekti nemaju funkciju, odnosno ukoliko se radi o napuštenim hidrotehničkim objektima, može se primijeniti mjera rušenja i uklanjanja barijera iz korita kako bi se uspostavio prirodan režim tečenja. Ove lokacije su navedene u narednoj tabeli.

Tabela 4-1: VT na kojima je potrebno ispitati funkciju izgrađenih objekata, i eventualno primijeniti mjeru rušenja

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsliv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticaj na režim protoka
50073	BA_BOS_FOJR_LEP_KRES_JASENOVAC_1	Bosna	Jasenovac	3	Vodozahvat (za pilanu)
50076	BA_BOS_BISTRICAK_SERICARIJEKA_1	Bosna	Šerića rijeka	4	Vodozahvat
50155	BA_BOS_FOJR_LEP_KRE_LJUSKAVA_1	Bosna	Ljuskava	3	Vodozahvat
403178	BA_BOS_SPR_OSK_2	Bosna	Oskova	4	Vodozahvat za mlin
408075	BA_BOS_LAS_KRU_1	Bosna	Kruščica- Tromošnica	3	Pregrada (dijelom uklonjena)
408083	BA_BOS_LAS_KOZ_IVA_1	Bosna	Ivančica	3	Vodozahvat
409043	BA_BOS_FOJ.R_LEP_1	Bosna	Lepenica	5	Ustava
210067	BA_GLINA_KLA_1	Una-Glina- Korana	Kladušnica	3	Vodenica

Ukoliko se voda zahvata na takvim lokacijama za određene potrebe (vodosnabdijevanje, navodnjavanje) ili ukoliko je režim protoka izmjenjen samo u određenim periodima (npr. javna kupališta i bazeni), onda je potrebno definisati EPP na tim lokacijama, odnosno količinu vode koju je dopušteno zahvatati. U tabeli 4.-2 navedena su VT na kojima se voda zahvata za određene potrebe, ali u periodu izrade predmetne Studije se nije došlo do podatka da li je EPP određen na ovim lokacijama.

Tabela 4.-2: VT na kojima je potrebno definisati EPP

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsliv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticaj na režim protoka
107054	BA_SA_LUK_SIB_1	Nep. sliv Save	Šibošnica	3	Brana u Vražićima sa vodozahvatom
504015	BA_DR_DRNJ_4B	Drina	Drinjača	3	Brana
104014	BA_BOS_2B	Bosna	Bosna	3	Vodozahvati (Natron i Ševarlije)
104016	BA_BOS_4	Bosna	Bosna	3	Vodozahvat (Željezara Zenica)
104017	BA_BOS_5	Bosna	Bosna	3	Vodozahvat (TE Kakanj)
104019	BA_BOS_7	Bosna	Bosna	3	Vodozahvat (Vrelo Bosne)
403179	BA_BOS_SPR_OSK_3	Bosna	Oskova	3	Vodozahvat (rudnik), pregrada-brana Mačkovac
410059	BA_BOS_MIS_1	Bosna	Misoča	4	Vodozahvat (Ilijaš)
418106	BA_BOS_BAB.RIJ_1	Bosna	Babina rijeka	3	Vodozahvat (Kasapovići)

Najveći broj identifikovanih pritisaka na režim protoka, na svim predmetnim podslivovima, potiče od izgrađenih hidroenergetskih objekata. Na VT na kojima se nalaze vodozahvati za hidroelektrane, a koji nemaju izgrađenu riblju stazu, potrebno je ispitati mogućnost izgradnje iste. Ukoliko ne postoji mogućnost izgradnje riblje staze, razmotriti korištenje tzv. *fish-friendly* turbina za protočne hidroelektrane. Ukoliko riblja staza postoji, potrebno je ispitati njenu funkcionalnost, s obzirom da je tokom terenskih istraživanja uočen veliki broj nefunkcionalnih ribljih staza ili ribljih staza koje su namjenski stavljene van funkcije.

U svakom slučaju potrebno je provesti ihtiološka istraživanja nultog stanja kako bi se riblja staza prilagodilo sastavu lokalne ihtiofaune i zahtjevima potencijalnih migratornih vrsta riba i paklara, kojima je riblja staza namijenjena i potrebna. Također je nužno uspostaviti program održavanja ribljih staza, s obzirom da dugoročno veliki broj ribljih staza nije funkcionalan upravo uslijed neprimjerenog održavanja. Preporučuje se dodatno praćenje funkcionalnosti riblje staze. U tabeli 4.-3 navedena su VT gdje je uočeno da riblja staza nedostaje ili je stavljena van funkcije.

Tabela 4.-3: VT na kojima je potrebno izgraditi ili izvršiti rekonstrukciju riblje staze

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsiv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticaj na režim protoka
501004	BA_DR_PRA_4	Drina	Prača	4	MHE Kaljani
505019	BA_DR_OSA_1	Drina	Osanica	3	MHE Osanica 1 MHE Osanica 4
50038	BA_VRB_SOKOLINSKI_POTOK_1	Vrbas	Sokolinski potok	3	MHE Torlakovac
103008	BA_VRB_4B	Vrbas	Vrbas	4	HE Jajce II
302005	BA_VRB_UGA_1B	Vrbas	Ugar	3	MHE Zapeče, MHE Novakovići
405240	BA_BOS_USO_V.USO_BLA_JEZ.RIJ_1	Bosna	Jezeračka	3	MHE Podjezera
406021	BA_BOS_ZELJ_3B	Bosna	Željeznica	4	MHE Bogatići
408027	BA_BOS_LAS_1	Bosna	Lašva	3	MHE Vitez 1, MHE Lašva, MHE Merdani
424134	BA_BOS_PEP.RIJ_1	Bosna	Pepelarska rijeka	3	MHE Pepelari

U slučaju da nije moguće izgraditi riblju stazu, onda je potrebno vršiti redovno poribljavanje na tim lokacijama u skladu sa zakonom. Zakon o slatkovodnom ribarstvu F BiH u Članu 35. Navodi: „Fizička i pravna lica koja provode određene djelatnosti na vodotocima i akumulacijama i dovedu do pomora ribe, a za koju se utvrdi da su je prouzrokovali, moraju korisniku ribolovnog područja nadoknaditi štetu. Izgradnja ili rekonstrukcija brane, vodoprivrednog ili drugog objekta ili postrojenja na ribolovnoj vodi može se vršiti pod uslovima da se obezbijedi nesmetano razmnožavanje ribe, zaštita ribljeg fonda i migracija ribe. Ukoliko se ne obezbijedi slobodna migracija ribe iz stava 2. ovog člana, investitor, odnosno drugi korisnik brane, vodoprivrednog ili drugog objekta ili postrojenja, dužan je nadoknaditi pričinjenu štetu korisniku ribolovnog područja saglasno odštetnom cjenovniku u ribarstvu i donijeti program revitalizacije životnih zajednica i dovesti ih u odgovarajuće stanje, uz obezbjeđivanje kontinuiranog poribljavanja radi održavanja prirodne reprodukcije. Korisnici dovodnih, turbinskih i drugih kanala dužni su ugraditi i održavati uređaje za sprječavanje ulaza ribe u te kanale. Registar stvarnih i potencijalnih zagađivača ribolovnih voda sa tačnim podacima o vrsti štetne materije koja dopijeva u ribolovne vode vodi se u kantonalnom ministarstvu.“

Mjera koju je potrebno primijeniti je propisivanje ekološki prihvatljivog protoka na svim lokacijama korištenja voda za proizvodnju električne energije (hidroelektrane i male hidroelektrane) ukoliko nije propisan, odnosno, prekontrolirati isti ako je propisan.

Analizom VT u 2. poglavlju navedeni su biološki minimumi ili ekološki prihvatljivi proticaji preuzeti iz vodnih dozvola ili dozvola za rad hidrotehničkih objekata za većinu VT. Taj podatak u ovoj Studiji nedostaje na VT navedenim u tabeli 4.-4.

Tabela 4.-4: Hidroenergetski objekti za koje nedostaje podatak o EPP

Oznaka VT MSCD_RWSEG	EUCD_RWB	Podsliv	Ime vodotoka	HM_klasa	Uticaj na režim protoka
302005	BA_VRB_UGA_1B	Vrbas	Ugar	3	MHE Zapeće, MHE Novakovići
405240	BA_BOS_USO_V.USO_BLA_JEZ.RIJ_1	Bosna	Jezeračka	3	MHE Podjezera
408027	BA_BOS_LAS_1	Bosna	Lašva	3	MHE Vitez 1, MHE Lašva, MHE Merdani
408066	BA_BOS_LAS_BILA_1	Bosna	Bila	3	MHE Dolac

Kritična situacija se javlja prvenstveno u razdoblju malih voda koje nerijetko nisu dovoljne ni za pružanje podrške prirodnim ekosistemima otvorenih vodotoka, a ne za potrebe vodosnabdijevanja, navodnjavanje ili proizvodnju električne energije. Kao bioindikatori EPP-a najčešće se koriste ribe. U uvjetima umjerene klime uobčajeno je da pastrve predstavljaju bioindikator gornjih, mrene srednjih, a deverike donjih dijelova otvorenih vodotoka. Izučavanje interakcije između svojstava riba (brojnosti, veličine, ukupne biomase itd.) i hidrološko-hidrauličkih svojstava otvorenih vodotoka u uvjetima kad se u njih upušta EPP, bitno je za donošenje odluke o tome da li je izabrani EPP odgovarajući. To znači da nije dovoljno dogovoriti se ili izračunati vrijednost EPP-a, bez obzira koliko se složeni model upotrijebio, već je potrebno izvršiti njegovu provjeru u praksi, tokom sušnog i toplog razdoblja godine. Na lokacijama na kojima je propisan EPP, odnosno prekontrolisan ili usklađen sa važećim Pravilnikom, potrebno je posvetiti pažnju monitoringu. To se odnosi na monitoring maksimalnih i minimalnih proticaja nizvodno od mjesta zahvatanja uspostavom monitoring stanica. Pravilnikom je propisana obaveza uspostavljanja monitoringa količina voda nizvodno od mjesta zahvatanja voda, ali nisu propisane obaveze izvještavanja i dostavljanja rezultata mjerenja što je u narednim izmjenama i dopunama Pravilnika potrebno definirati i precizirati.

5. ZAKLJUČAK

Nakon završene „Studije hidromorfoloških pritisaka i procjene njihovih uticaja za vodotoke preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH“, te „Studije poboljšanja hidromorfoloških karakteristika vodotoka površine sliva preko 10 km²“ zaključci iz ovih studija korišteni su za izradu „Studije poboljšanja režima protoka i uspostavljanje ekološki prihvatljivog proticaja“. Ova Studija za prethodno identificirane hidromorfološke pritiske predlaže ključne mjere i lokacije na kojima se treba poboljšati režim protoka radi zaštite staništa značajnih biljnih i životinjskih vrsta. Mjere poboljšanja uključuju: uklanjanje pregrada i brana u koritu, izgradnja ribljih staza, te određivanje ekološki prihvatljivog protoka.

Glavni pritisak na režim protoka na vodnom području rijeke Save u FBiH predstavljaju izgrađeni hidroenergetski objekti na vodotocima. Veoma je važno u budućnosti osigurati potpunu harmonizaciju planskih dokumenata iz sektora energetike s ODV-om i drugom okolišnom legislativom, a u cilju sagledavanja posljedica izgradnje hidroenergetskih objekata na okoliš i to na nivou vodnog tijela i svih o njemu ovisnih vodnih tijela. Te analize bi trebalo obaviti na nivou podsliva ili sliva, a ne samo za mikrolokaciju gradnje kako je to do sada najčešće bio slučaj. Najveći problem u oblasti izgradnje MHE leži u činjenici da su za MHE nadležne isključivo kantonalne vlasti, što već sada ima za posledicu da se postojeći entitetski propisi različito tumače od kantona do kantona, a naročito u oblasti (inspeksijskog) nadzora rada već izgrađenih MHE. Nadzor nad radom istih bi trebalo prenijeti na entitetski nivo sa zahtjevom da vlasnici MHE dostavljaju nadležnim Agencijama za vodna područja ključne eksploatacione podatke o zahvaćenim i ispuštenim količinama vode, a sve u cilju naplate realnih vodnih naknada i obezbjeđenja ekološki prihvatljivog proticaja.

6. KORIŠTENA LITERATURA

- ❖ „Studija hidromorfoloških pritisaka i procjeni njihovih uticaja za vodotoke preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH“; IPSA Institut d.o.o., Institut za elektroprivredu d.d., Sarajevo; 2019.
- ❖ „Studija poboljšanja hidromorfoloških karakteristika vodotoka površine sliva preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH“; IPSA Institut d.o.o., Institut za elektroprivredu d.d., Sarajevo; 2019.
- ❖ „Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine (2016.-2021.)“; Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo; 2018.
- ❖ „Pravilnik o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka“ - Službene novine Federacije BiH, broj 4/13, 56/16, 62/19
- ❖ „Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive“; Guidance Document No. 31; Technical Report - 2015 – 086
- ❖ „Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka“; Ognjen Bonacci; Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu i Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb; 2003.
- ❖ „Ekološki prihvatljiv protok – vodič za primjenu u praksi“; Nataša Kovačević, Danilo Mrdak; NVO Green Home, Podgorica, 2014.
- ❖ „Stručne smjernice – male hidroelektrane“, IPA program EU za Hrvatsku – Twinning Light projekt, Zagreb, 2015.
- ❖ „Hidrologija“; Rudarsko-geološko-naftni fakultet u Zagrebu; Ranko Žugaj; 2015.
- ❖ „Dopuna idejnog projekta rekonstrukcije HE Jajce II - Knjiga IV – dio B - Određivanje ekološki prihvatljivog protoka – holistički pristup“; IPSA Institut d.o.o. Sarajevo, 2015.
- ❖ Studija „Balkan Rivers – Endangered fish species – Distribution and threats from hydropower development“ rađena u okviru projekta „Save the Blue Heart of Europe“ od strane „Riverwatch – Society for the Protection of Rivers“ i „EuroNatur – European Nature Heritage Foundation“; Februar 2018.
- ❖ „Određivanje potrebnih protoka nizvodno od brana i rečnih vodozahvata“ Branislav Đorđević i Tina Dašić; Vodoprivreda, 2011.
- ❖ „Prostorni plan Općine Sapna za period 2013 – 2033.“; Institut za građevinarstvo „IG“, d.o.o. Banjaluka, 2016. godine
- ❖ Registar izdatih dozvola Regulatorne komisije za energiju u FBiH (FERK)