

ODREĐIVANJE EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTOKA NA PROFILU BRANE MODRAC

Omer KOVČIĆ¹, Armina VEJZOVIĆ¹, Mufid TOKIĆ¹,
Jasmina KAMBEROVIĆ², Avdul ADROVIĆ²

¹ JP „Spreča“ za vodoprivrednu djelatnost dd Tuzla

² Prirodno-matematički fakultet Tuzla, Univerzitet u Tuzli

REZIME

Akumulacija Modrac predstavlja najznačajniji vodni resurs Tuzlanskog kantona (sjeveroistočna Bosna i Hercegovina). Ekološki prihvatljiv protok (EPP) koji se ispušta na brani Modrac neophodno je uskladiti sa važećim Pravilnikom o načinu određivanja EPP-a u Federaciji BiH. Akumulacija Modrac sa uzvodnim i nizvodnim tokom rijeke Spreče je kategorisana kao zaštićeno vodno dobro zbog podložnosti eutrofikaciji i prema važećoj legislativi zahtijeva drugi nivo procjene ekološki prihvatljivog protoka. Kroz ovaj rad prikazana je metodologija određivanja EPP-a na brani Modrac, slijedeći zakonsku legislativu za hidrološki proračun, uz dodatnu primjenu metode za drugi nivo procjene.

Ključne reči: akumulacija, brana Modrac, ekološki prihvatljiv protok, zaštićeno vodno područje, eutrofikacija.

1. UVOD

Akumulacija Modrac nalazi se u sjeveroistočnom dijelu BiH (slika 1), i kao takva predstavlja najznačajniji vodni resurs u ovom dijelu države. To je jedini stvarni strateški izvor površinske vode za tuzlansku regiju.

Područje Tuzlanskog kantona, koji se nalazi u slivu jezera Modrac, obuhvata općine Živinice, Kalesiju i Banoviće te dijelove općina Lukavac, Kladanj i mali dio grada Tuzle. Ukupna površina Tuzlanskog kantona

iznosi 2649 km², od čega sliv jezera Modrac obuhvata oko 1189 km². Područje sliva jezera Modrac naseljava oko 151 200 stanovnika.

Brana je izgrađena 1964. godine da pregradi rijeku Spreču. Rijeke Spreča i Turiya su glavne pritoke jezera (slika 2). Glavna svrha izgradnje akumulacije je bila opskrba vode za industrijsku upotrebu i snabdijevanje stanovništva vodom. Druge svrhe su zaštita od poplava, proizvodnju električne energije i rekreacija.



Slika 1. Lokacija akumulacije Modrac (izvor: www.fhmzbih.gov.ba/latinica/HIDRO/Hkarakteristike.php)

Ekološki prihvatljivi protok je proticaj vode koji se nizvodno od vodozahvata mora obezbijediti u vodotoku, radi očuvanja prirodne ravnoteže vodnih ekosistema i ekosistema vezanih za vodu [22].

Ekološki prihvatljiv protok se može smatrati “garantovanim ekološki protokom”, odnosno protokom koji se mora obezbijediti u koritu za normalan opstanak i razvoj biljnog i životinjskog svijeta, [7]. Ekološki prihvatljiv protok se određuje sa ciljem postizanja ciljeva

Podaci o prihvatanju članka

Primljen: 11.1.2024.

Ispravljen: 6.3.2024.

Prihvaćen: 28.3.2024.

Kontakt: omer.kovcic@gmail.com

zaštite okoliša koji su definirani Zakonom o vodama Federacije BiH, [21], a to su:

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 umjetnih ili jako izmijenjenih vodnih tijela;
3. Zaštita, unaprjeđenje i obnova vodnih tijela površinskih voda i vodnih tijela podzemnih voda;
4. Održavanje ili poboljšanje stanja voda u zaštićenim područjima, koja su namijenjena zaštiti staništa biljnih i životinjskih vrsta ili akvatičnih vrsta, te u kojima je održavanje ili poboljšanje stanja voda bitan uvjet za opstanak i reprodukciju;
5. Održavanje najvišeg nivoa zaštite područja rezervi kopnenih voda, za koja se uspostavom zaštićenog područja utvrđuju ograničenja i zabrane opterećenja prostora i aktivnosti koje mogu ugroziti njihovo kvalitativno ili kvantitativno stanje.

U projektovanom stanju brane Modrac, definisano je da se, u cilju smanjenja visokog stepena zagađenosti vodotoka Spreče, iz hidroakumulacije Modrac, kontinuirano ispušta utvrđeni ekološki prihvatljiv protok od $Q = 4,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (Plan pogona brane i akumulacije „Modrac“). U nepovoljnijim hidrološkim godinama, kada je kota akumulacije ispod 196,5 m n.m, predviđeno je da se, uz odobrenje Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Tuzlanskog kantona, ispušta $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ kao ekološki prihvatljiv protok, što je nešto više od minimalnog srednjeg protoka rijeke Spreče 95% obezbjeđenost, a koji iznosi $0,824 \text{ m}^3/\text{s}$. Takvo ispuštanje traje sve dok nivo vode ne pređe navedenu kotu, a regulacija ispuštanja obavlja se ručno. U skorije vrijeme stupili su na snagu Pravilnici i prateće izmjene o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka na području Federacije BiH ((sl. nov. FBiH br. 4/13.) br. 56/16, br. 62//19 i br. 63//22), što implicira obavezu određivanja novih vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka na profilu brane Modrac.

Izbor metode za određivanje EPP-a provodi se u skladu sa procedurom koja sadrži prvi i drugi nivo procjene. Prvi nivo procjene je opća procjena i primjenjuje se na sva vodna tijela, a određuje se hidrološkom metodom definisanom gore navedenim pravilnicima. Drugi nivo procjene čini posebna procjena za vodna tijela koja su pod određenim vidom zaštite i podrazumijeva primjenu

hidrauličkih i holističkih metoda za određivanje EPP-a, koja nisu striktno definirana navedenim pravilnicima. S obzirom da je područje akumulacije Modrac sa pripadajućim tokom Spreče proglašeno zaštićenim vodnim dobrom zbog podložnosti eutrofikaciji prema Pravilniku (Službene novine Federacije BiH, broj 71/09), za određivanje EPP-a na profilu brane na akumulaciji neophodno je primijeniti drugi nivo procjene. Cilj ovog rada je primijeniti dostupne metodologije za određivanje ekološki prihvatljivog protoka prateći zahtjeve drugog nivoa procjene EPP-a za profil brane na akumulaciji Modrac.

2. ODREĐIVANJE EPP-a HIDROLOŠKOM METODOM

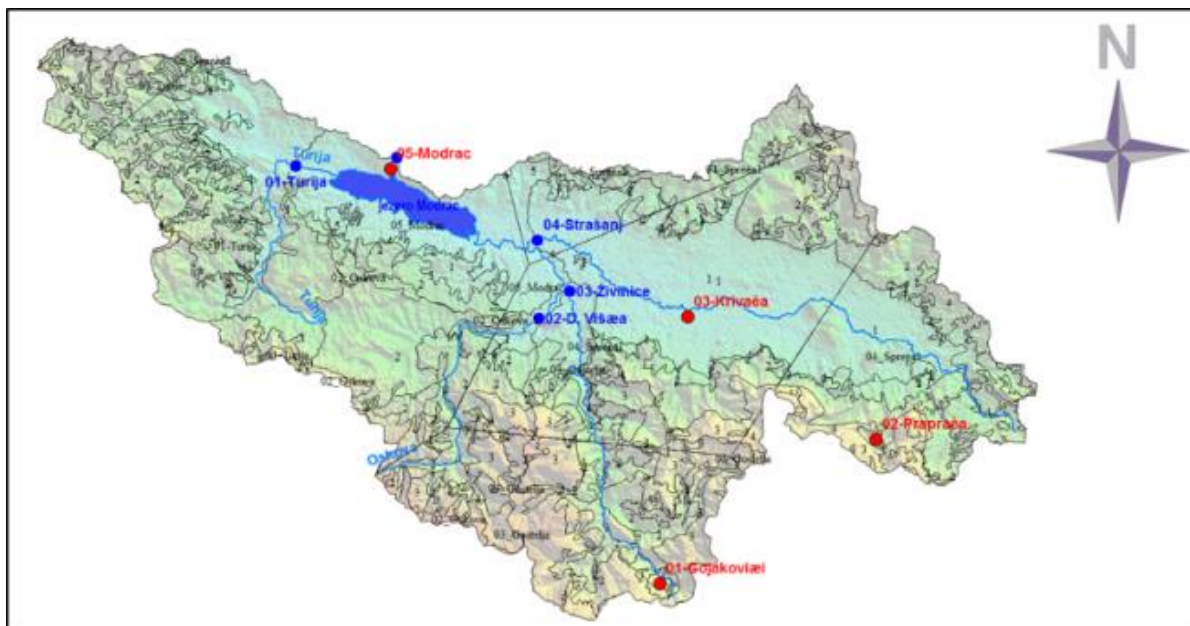
Osnovne karakteristike slivnog područja akumulacije Modrac

U hidrografskom pogledu akumulacija Modrac pripada crnomorskom slivu i čine je rijeke Spreča i Turija sa svojim pritokama (slika 2), kao i brojne male pritoke, koje se u akumulaciju neposredno ulivaju. Hidrografska mreža je razbijena na povremene i stalne tokove. Većina pritoka su rječice i potoci povremenog karaktera sa malom količinom vode.

Ukupna površina slivnog područja akumulacije Modrac iznosi 1189 km^2 , od čega slivu rijeke Spreče pripada 832 km^2 , slivu rijeke Turije 240 km^2 i neposrednom slivu akumulacije oko 117 km^2 . Prema današnjoj teritorijalno-administrativnoj podjeli, područje sliva akumulacije Modrac zahvata površine općina: Banovići, Živinice, Kalesija, a djelimično Kladanj, Tuzla i Lukavac na području Tuzlanskog kantona i općina Osmaci na području Republike Srpske.

Akumulacija se formira sakupljanjem voda iz rijeke Spreče, Turije i manjih vodenih tokova koji se direktno ulijevaju u akumulaciju. Vodno tijelo ima površinu od $P = 1673,98 \text{ ha}$, gdje na području općine Tuzla leži $30,00 \text{ ha}$ ili $1,8\%$ ukupne površine, općine Živinice leži $35,8\%$ od ukupne površine, a na području općine Lukavac najveći procenat, odnosno $62,4\%$ od ukupne površine akumulacije. Izgradnja brane je završena 1964. godine, [15].

Hidroakumulacija Modrac formirana je 1964. godine izgradnjom brane na rijeci Spreči, u tjesnacu Modrac.



Slika 2. Slivno područje akumulacije Modrac, [15]

Danas hidroakumulacija Modrac rješava više vodoprivrednih i izrazito privrednih aspekata. Prema Zakonu o zaštiti akumulacije Modrac ("Službene novine Tuzlanskog kantona", broj: 5/06), namjene hidroakumulacije Modrac, po redoslijedu prioriteta, su:

- Osiguranje vode za potrebe stanovništva;
- Osiguranje vode za potrebe industrije;
- Zaštita od poplava nizvodno od brane;
- Osiguranje hidrobiološkog minimuma za vodotok Spreča, nizvodno od hidroakumulacije;
- Razvoj turizma, rekreacije i sportova na vodi, te
- Proizvodnja hidroenergije u MHE, korištenjem viška voda iz hidroakumulacije Modrac [15].

Brana Modrac je višelučna armirano-betonska, sa 11 kontrafora, sa sljedećim osnovnim karakteristikama:

- Građevinska visina brane $H=33,35$ m;
- Dužina brane u kruni $L=205,0$ m;
- Širina kontrafora pri vrhu 1,40 m, a u stopi 3,00 m;
- Kota gornje ivice konstrukcije brane 205,00 m n.m.;
- Projektirana kota maksimalnog uspora 203,00 m n.m.;
- Kota prelivnih polja brane – kota normalnog uspora 200,00 m n.m.;
- Kota minimalne radnog nivoa 194,00 m n.m.;
- Četiri temeljna ispusta. Maksimalni kapacitet (maksimalni stepen otvorenosti zatvarača) temeljnih ispusta je oko $80,00$ m³/s, te
- Tri prelivna polja sa ski-skokom, bez ustava, [15].

U periodu eksploatacije od nepunih 60 godina, prikupljeni su podaci o promjeni nivoa akumulacije registrirane za razdoblje od početka 1987. do kraja 2020. godine. U tom razdoblju, ovisno o hidrološkim uslovima, nivo iste je oscilirao u rasponu od + 3,20 do – 4,69 m u odnosu na kotu normalnog radnog nivoa akumulacije od 200,00 m n.m. U navedenom razdoblju registrirani su sljedeći karakteristični nivoi akumulacije:

- Prosječan nivo gornje vode za registrovani niz podataka je 198,14 m n.m.;
- Najveći prosječni dnevni nivo zabilježen je u maju 2014. godine i iznosio je 203,20 m n.m.;
- Najniži nivo zabilježen je 28.10.2012. godine i iznosio je 195,31 m n.m.;
- Tokom poplave u maju 2014. došlo je do pojave 1000-godišnje vode, te je maksimalni zabilježen nivo izmjeren u 13h 16.05.2014.godine i iznosio je 203,42 m n.m.;
- U periodu od maja do oktobra isparavanje iz hidroakumulacije se kreće u rasponu $0,79$ – $4,14$ mm/m²/dan, a prosječno $2,32$ mm/m²/dan. Prema tome, isparenje vode sa površine akumulacije u prosjeku iznosi oko 36000 m³/dan, (Plan pogona brane i akumulacije „Modrac“), [23].

Rijeka Spreča se ubraja u najzagađenije riječne tokove u Federaciji BiH sa lošim ekološkim statusom zbog visokih vrijednosti nutrijenata u vodi (amonijak, nitrati, ukupni

nitrogen i ukupni fosfor), organskih polutanata i policikličnih aromatskih ugljikovodika. Od teških metala, nikl, kadmij i živa povremeno se javljaju sa prekograničnim vrijednostima (Izveštaji Agencije za vodno područje rijeke Save za fizičko-hemijska ispitivanja voda od 2011. do 2021. godine). Akumulacija Modrac, kao najznačajniji vodni površinski resurs u Kantonu, je pod izraženim pritiskom neprečišćenih komunalnih i industrijskih otpadnih voda te rudarskih aktivnosti u slivu koje su značajno uticale na kvalitet vode, [8]. Akumulacija se karakteriše eutrofnim stanjem sa povremenim prelaskom u hipertrofiju, [17], [3], [10], [14], [12], visokim diverzitetom ornitofaune, [16], ihtiofaune, [2], i makrofita [19].

Hidrološki proračun

Za potrebe izrade hidrološkog dijela proračuna ekološki prihvatljivog protoka na brani Modrac, prikupljeni su podaci o srednjim dnevnim vrijednostima proticaja sa VS Modrac, koja se nalazi neposredno nizvodno od brane Modrac. Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka br. 63/22 definiše da se za određivanje EPP-a za vještačka i jako izmijenjena vodna tijela (u slučajevima kada se radi o vještačkom hidrološkom režimu) koriste se hidrološki vremenski nizovi na profilu vodozahvata koji predstavljaju najnovije hidrološke vremenske nizove i osmatranja, ne kraće od jedne godine.

Shodno tome, korišteni su podaci koji predstavljaju najnovije raspoložive hidrološke nizove na VS Modrac, što je u skladu sa preporukama datim u Pravilniku (S.nov. Federacije BiH br. 4/13).

Obradeni su podaci za periode 2002.-2007. godine i 2013.-2019. godine, što je ukupno 13 godina. Proračun vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka se vrši na osnovu vrijednosti parametara Q_{sr} , srQ_{min} , i $srQ_{dek(j)}$ vodnog tijela u profilu za koji se određuje EPP.

Vrijednosti navedenih parametara računaju se na osnovu referentnih (relevantnih) hidroloških podataka. U ovisnosti od stepena hidrološke istraženosti profila za koji se određuje EPP, vrijednost EPP-a se određuje na slijedeće načine:

A. Slučaj kada su raspoloživi svi podaci

$$Q_{epp} = 1,0 \times srQ_{min} \quad \text{za } srQ_{dek(j)} < Q_{sr} \quad (1)$$

$$Q_{epp} = 1,5 \times srQ_{min} \quad \text{za } srQ_{dek(j)} \geq Q_{sr} \quad (2)$$

B. Slučaj kada je $srQ_{min} = 0$ ili $srQ_{min} : Q_{sr} < 1 : 25$, Q_{epp} će se računati na osnovu jednačine:

$$Q_{epp} = 0,10 \times Q_{sr} \quad \text{za } srQ_{dek(j)} < Q_{sr} \quad (3)$$

$$Q_{epp} = 0,15 \times Q_{sr} \quad \text{za } srQ_{dek(j)} \geq Q_{sr} \quad (4)$$

C. Slučaj kada se ne raspoložive dekadnim vrijednostima protoka, Q_{epp} će se računati na osnovu jednačine:

$$Q_{epp} = 0,10 \times Q_{sr} \quad \text{za period maj – oktobar} \quad (5)$$

$$Q_{epp} = 0,15 \times Q_{sr} \quad \text{za period novembar – april} \quad (6)$$

U ovom slučaju raspoloživi su svi podaci o dekadnim proticajima te se koristila metoda iz **slučaja A**.

Korišteni parametri definisani su u nastavku teksta.

Srednji proticaj (Q_{sr}) označava aritmetičku sredinu srednjih godišnjih vrijednosti protoka u profilu vodotoka u razmatranom periodu. Izražava se u m^3/s . Srednji proticaj se računa po formuli:

$$Q_{sr} = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{Q_{sr,i}}{N} \quad (7)$$

gdje je:

$Q_{sr,i}$ - srednji godišnji protok u i-toj godini

N - broj godina u razmatranom periodu.

Srednji minimalni proticaj (srQ_{min}) označava aritmetičku sredinu minimalnih godišnjih vrijednosti srednjih dnevnih protoka u profilu vodotoka u razmatranom periodu. Izražava se u m^3/s i računa se po formuli:

$$srQ_{min} = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{Q_{min,i}}{N} \quad (8)$$

gdje je:

$Q_{min,i}$ - minimalni srednji dnevni protok u i-toj kalendarskoj godini

N - broj godina u razmatranom periodu.

Srednji dekadni proticaj $srQ_{dek(j)}$ označava aritmetičku sredinu j-te dekade proticaja u razmatranom periodu. Izražava se u m^3/s i računa se po formuli:

$$srQ_{dek(j)} = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{Q_{dek(j),i}}{N} \quad (9)$$

gdje je:

$Q_{dek(j),i}$ - srednji dekadni proticaj u j-toj dekadi u i-toj kalendarskoj godini,

N - broj godina u razmatranom periodu.

U nastavku teksta dat je tabelarni proračun parametara neophodnih za određivanje vrijednosti EPP-a.

Tabela 1. Srednji godišnji proticaj, minimalni dekadni, maksimalni dekadni i minimalni godišnji proticaj rijeke Spreče na VS Modrac

Godina	$Q_{sr,i}$	dek Q_{min}	dek Q_{max}	$Q_{min,i}$
2002	18,55	3,99	60,78	3,02
2003	8,83	1,20	17,40	1,20
2004	20,11	7,52	71,70	4,97
2005	27,21	3,22	101,46	2,34
2006	19,73	2,33	89,07	2,33
2007	7,78	1,02	51,71	0,85
2013	11,44	1,10	51,64	1,09
2014	5,95	3,35	311,4	1,53
2015	13,21	2,57	46,91	2,48
2016	12,87	4,33	47,55	4,21
2017	12,42	1,12	53,03	1,10
2018	13,76	1,22	46,39	1,19
2019	10,68	1,25	45,80	1,21

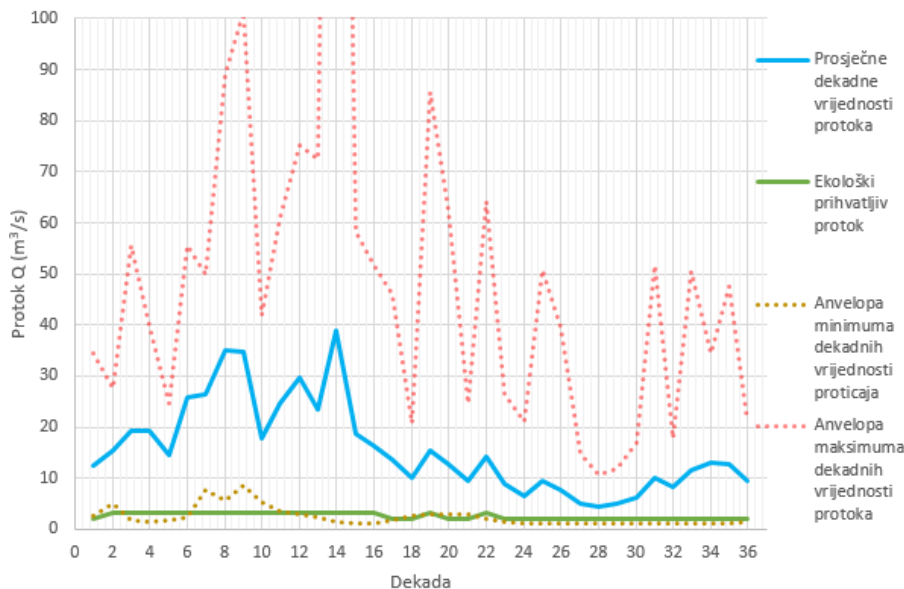
Srednji proticaj i srednji minimalni proticaj rijeke Spreče na VS Modrac za periode od 2002.-2007. i 2013.-2019. godine iznosi:

$$Q_{sr} = 14,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$srQ_{min} = 2,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Provedenim proračunima se za profil brane Modrac predlažu slijedeće vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka (slučaj A):

- $Q_{EPP1} = 2,12 \text{ m}^3/\text{s}$, za dekade u kojima je $srQ_{dek(j)} < Q_{sr}$
- $Q_{EPP2} = 3,18 \text{ m}^3/\text{s}$, za dekade u kojima je $srQ_{dek(j)} \geq Q_{sr}$



Slika 3. Pregled prosječnih dekadnih vrijednosti protoka i ekološki prihvatljivog protoka (Razdoblje: 2002.-2007. i 2013.-2019. godine)

Postojeća literatura i stručni radovi, [22], predlažu nekoliko brzih metoda za proračun ekološki prihvatljivog protoka. U svrhu provjere koliko se dobijeni rezultati uklapaju u date preporuke, izračunat je i EPP putem brzih metoda navedenih u pomenutoj studiji.

1. $Q_E = 0,2 \times Q_{80}$ (l/s)- alarmantna granična vrijednost EPP-a ispod koje se ne smije ići.
 $Q_E = 0,2 \times 8148$ (l/s)=1629,6 l/s= 1,63 m³/s
2. $Q_E = 0,2 \times Q_{80} + 75$ (l/s) - koristi se za veće vodotoke
 $Q_E = 0,2 \times 8148 + 75$ (l/s)=1704,6 l/s= 1,70 m³/s
3. $Q_E = (0,15 - 0,2) \times Q_{sr} = 0,15 \times 14,04$ m³/s = 2,11 m³/s
4. $Q_E = (0,7 - 1,3) \times Q_{sr, min} = 0,7 \times 2,12 = 1,48$ m³/s
5. Vrijednost EPP-a ne treba biti ispod 2-3 l/s/km² slivne površine
 $Q_E = (2-3) \text{ l/s/km}^2 \times F_{sl} = 2 \text{ l/s/km}^2 \times 1189 \text{ km}^2 = 2,38 \text{ m}^3/\text{s}$

Na osnovu prethodno datih proračuna možemo reći da dobijene vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka, izračunate hidrološkom metodom: $Q_{EPP} = 2,12 \text{ m}^3/\text{s}$ i $Q_{EPP} = 3,18 \text{ m}^3/\text{s}$, zadovoljavaju gore navedene literaturne preporuke o minimalnim vrijednostima ekološki prihvatljivog protoka.

3. PROCJENA EPP-a U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA

U Pravilniku o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka ("Službene novine Federacije BiH", br. 4/13; 63/22), definisane su dvije razine procjene. Prva razina procjene odnosi se na opću procjenu EPP za sva vodna tijela koji se izračunava primjenom hidrološke metode. Druga razina procjene podrazumijeva posebnu procjenu EPP za vodna tijela u zaštićenim područjima proglašena u skladu sa članom 65. Zakona o vodama i za druga zaštićena područja iz registra zaštićenih područja iz članka 29. tačka 4. Zakona o vodama, kao i za područja koja nisu proglašena zaštićenim, a koja imaju izuzetne vrijednosti za očuvanje (nazočnost ugroženih staništa ili vrsta, historijsko-kulturološke i ambijentalne vrijednosti), te za jako izmjenjena i vještačka vodna tijela proglašena planom upravljanja vodama. U tim slučajevima se ekološki prihvatljiv protok utvrđuje korištenjem bioloških i ekoloških kriterija (uključujući holističke i hidrauličke studije, a naročito modele staništa) kao dodatak hidrološkoj metodi.

S tim u vezi, Zakon o vodama Federacije BiH ("Službene novine Federacije BiH", broj 70/06), član 65 za vodna tijela koja se mogu proglasiti zaštićenim, a u cilju uspostave posebne zaštite površinskih i podzemnih voda, staništa biljnih i životinjskih vrsta ili akvatičnih vrsta i područja, podrazumijeva sljedeće kategorije:

1. područja namijenjena zahvatanju vode za piće,
2. područja namijenjena zaštiti ekonomski važnih akvatičnih vrsta,
3. površinska vodna tijela namijenjena rekreaciji, uključujući i područja određena za kupanje,
4. područja podložna eutrofikaciji i područja osjetljiva na nitrata,
5. područja namijenjena zaštiti staništa biljnih i životinjskih vrsta ili akvatičnih vrsta u kojima je održavanje ili poboljšanje stanja voda bitan uvjet za njihov opstanak i reprodukciju.

Osim navedenog, prema Članu 14 Pravilnika o ekološki prihvatljivom protoku iz 2022. godine, posebna procjena EPP se vrši i za područja za koja su vezani ekosistemi čija struktura i funkcioniranje zahtijevaju poseban pristup za određivanje EPP, kao što su jezera i močvare.

Od gore navedenih kategorija, obuhvatno područje akumulacije Modrac i rijeke Spreče, za koje se određuje ekološki prihvatljiv protok se nalazi u kategoriji zaštićenih vodnih resursa i to kao područje podložno

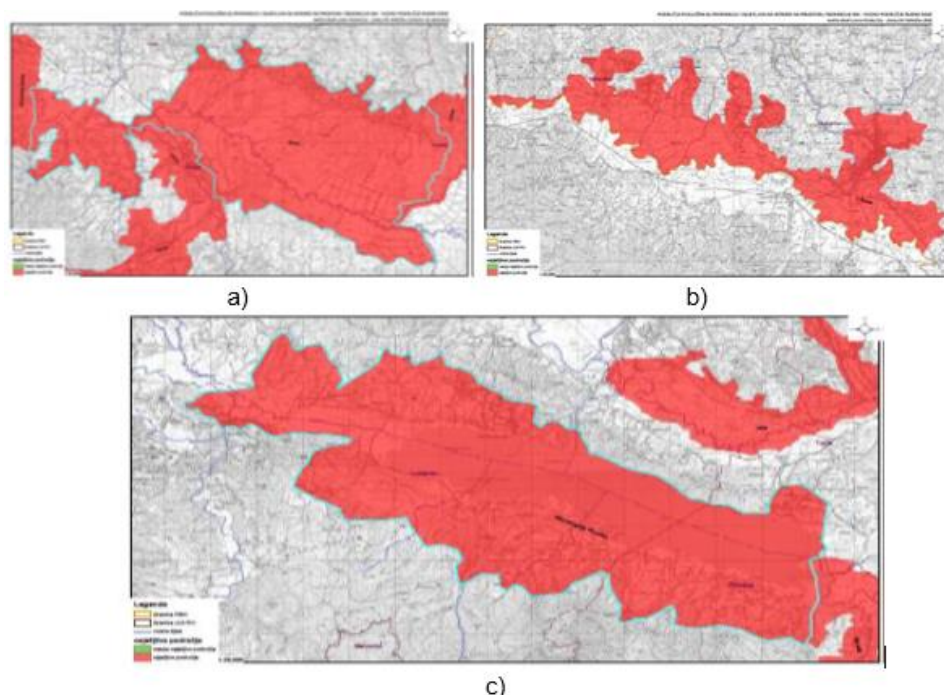
eutrofikaciji i osjetljivo na nitrata. Područje podložno eutrofikaciji i osjetljivo na nitrata je područje u kojem su vode zagađene jednjemima nitrogena i/ili fosfora ili područje u kojem postoji vjerovatnoća da će to postati ukoliko se ne preduzmu odgovarajuće mjere. Područja podložna eutrofikaciji i područja osjetljiva na nitrata utvrđuju se u skladu sa članovima 65. i 73. Zakona o vodama FBiH, odnosno temeljem odredbi Direktive o nitrata (91/676/EEC) i Direktive 91/271/EEC (Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda), Pravilnika o utvrđivanju područja podložnih eutrofikaciji i osjetljivih na nitrata (Službene novine FBiH, broj 71/09) i Pravilnika o monitoringu u područjima podložnim eutrofikaciji i osjetljivim na nitrata (Službene novine FBiH, broj 71/09).

Na inicijativu Agencije za slivno područje rijeke Save, Federalno ministarstvo okoliša i turizma donosi rješenje od 17.10.2018. godine, broj 0423 367/18, kojim se područje akumulacije Modrac (BA_BOS_SPR_2) sa površinom 5165,99 ha, Spreča uzvodno od Modraca (BA_BOS_SPR_3A) sa površinom 6049,21 ha, te Spreča ušće (BA_BOS_SPR_1c) sa površinom od 3406,21 ha proglašava područjem podložno eutrofikaciji u kategoriji osjetljivih na nitrata u Federaciji BiH.

Osim navedene kategorije zaštićenog vodnog resursa, područje akumulacije Modrac je prepoznato kao potencijalno NATURA 2000 stanište, iako u toj kategoriji još uvijek nema zakonsku osnovu zaštite. Naime, u cilju zaštite ugroženih staništa i vrsta širom Evropske Unije, države članice su 1992. godine usvojile Direktivu o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore (skraćeno Direktiva o staništima 92/43/EEC). Ova Direktiva nadopunjuje Direktivu o pticama 79/409/EEC usvojenu 1979. godine. Obje ove direktive predstavljaju ključnu osnovu za stvaranje mreže lokaliteta ekološki značajnih područja pod nazivom "Natura 2000". Ekološka mreža "Natura 2000" je biološka veza ekološki značajnih područja (prirodnih, približno prirodnih i zaštićenih prirodnih područja) i njihovih tampon zona, koje su osigurane ekološkim koridorima. Vlada Federacije BiH je 2011. godine donijela Uredbu o programu Natura 2000 mreže zaštićenih područja u Evropi. Ovom Uredbom pojedina područja u Federaciji BiH određuju se za program Natura 2000 s ciljem uključivanja u međunarodnu ekološku mrežu očuvanja prirodnih staništa i staništa vrsta. U okviru projekta Evropsko srce života izvršeno je kartiranje staništa i vrsta u BiH shodno dodacima I i II Direktive o staništima EU, na temelju podataka iz literature, te djelimične terenske verifikacije u okviru terenskih istraživanja. U dosadašnjem periodu su utvrđena 122 potencijalna

NATURA 2000 područja u cijeloj BiH. Akumulacija Modrac se pod kodom BA8300050 i imenom Modrac-Gornja Spreča, te predloženom površinom od 2884,8 ha nalazi na listi kao potencijalno Natura 2000 područje, zbog raznolikosti živog svijeta i staništa vezanih za vodene ekosisteme. Međutim, predložena područja i dalje nisu službeno usvojena, niti zaštićena od strane nadležnih institucija (izvor: Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji BiH, 2022.-2027).

S obzirom da je ispitivano područje proglašeno zaštićenim vodnim resursom u kategoriji područja osjetljivih na nitrata i eutrofikaciju, te je područje akumulacije dodatno prepoznato kao potencijalno Natura 2000 područje, procjena ekološki prihvatljivog protoka ne može biti određena primjenom samo hidroloških metoda, nego zahtijeva primjenu drugog nivoa procjene ekološki prihvatljivog protoka.



Slika 4. Zaštićeni vodni resursi: a- vodno tijelo Spreča uzvodno od Modraca (BA_BOS_SPR_3A), b-Spreča ušće (BA_BOS_SPR_1C) i c-Akumulacija Modrac (BA_BOS_SPR_2), [28]

Pri određivanju ekološki prihvatljivog protoka u zaštićenom području, pored prostora tog područja, uzimaju se u obzir i elementi hidrografske mreže izvan zaštićenog područja, a koja mogu imati značajan utjecaj na to područje.

Utvrđena vrijednost EPP u zaštićenom području prema važećim Pravilnicima treba omogućiti:

1. Osiguranje, očuvanje strukture i funkcije ekosistema i njegovih pripadajućih elemenata;
2. Osiguranje definiranih ekoloških potreba staništa i vrsta (posebno onih najugroženijih i najosjetljivijih na promjene protoka), za održavanje dugoročne ekološke funkcije o kojima ovisi;
3. Održavanje zahtijevane razine kakvoće vode.

Pravilnik o ekološki prihvatljivom protoku Federacije BiH propisuje obavezu procjene protoka za drugi nivo procjene, ali ne opisuje striktno metodologiju procjene istog. U daljem tekstu sagledane su različite metode procjene za II nivo procjene u BiH, regiji i Evropi.

Prve studije o protocima vodotoka u vezi sa očuvanjem staništa započele su ranih osamdesetih godina dvadesetog stoljeća, [5]. Metode su na početku 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.

Metode za određivanje EPP-a su svrstane u sljedeće 4 osnovne skupine, [5]:

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 interdisciplinarnе metode određivanja EPP-a;
4. Metode simulacija staništa u otvorenim vodotocima.

Brzi i približni postupci zasnovani su na iskustvenim principima. 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 i poznavati geometriju i morfologiju dijela vodotoka za koji se određuje EPP, kao i opće ekološko i ostalo stanje na razmatranom potezu.

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, [22].

Metoda okvašenog obima spada u češće korištene zbog jednostavnosti primjene, sa pozitivnim stranama da se zasniva na prirodnim uslovima i negativnim da ne postoji eksplicitno izražena veza s akvatičnim staništima u analiziranom vodotoku.

Složene interdisciplinarnе metode određivanja EPP-a u svijetu se sve češće upotrebljavaju. Baziraju se na analizi brojnih hidroloških, morfoloških, hidrauličko-dinamičkih, bioloških, ekoloških i hemijskih parametara. U ove metode ubraja se i metoda simuliranja staništa koja je primijenjena u ovom radu za drugi nivo procjene.

Metoda simuliranja staništa

Metode simulacija staništa u otvorenim vodotocima zasnovane su na vezi protoka i prirodnih i fizičkih staništa s razvojem i životom pojedinih izabranih vrsta

akvatičnih životinja u različitim hidrološkim uvjetima. Ovom metodom uvažavaju se lokalno specifične veze između protoka, morfologije i ekologije. 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, [22].

S tim u vezi, 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.

Kao akvatični 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. Hidrauličkim računom kod zadanih parametara na određenoj dionici vodotoka može se odrediti EPP koji će odgovarati osnovnim ekološkim uvjetima za pojedine karakteristične vrste riba u 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 (Tabela 2).

Uvidom u dosadašnje studije diverziteta akumulacije Modrac i rijeke Spreče, [1], [2] i [1] i [11], [12] identifikovane su karakteristične vrste riba za određivanje EPP-a i to mrena (*Barbus barbus*) i deverika (*Abramis brama*) za vodotok Spreča nizvodno od Modraca, po osnovu čijih zahtjeva je izvršena simulacija staništa. Pretpostavka je da se osiguranjem osnovnih ekoloških uvjeta odabranih vrsta riba, kao krajnjih članova u lancima ishrane, osiguravaju uvjeti za razvoj ostalih autohtonih zajednica matičnog vodotoka na određenoj dionici vodotoka. Odabrani osnovni ekološki uvjeti su dubina i brzina vode za odabrane bioindikatorske vrste.

Tabela 2. Prikaz osnovnih ekoloških zahtjeva određenih indikatorskih vrsta, [22]

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

Putem hidrauličkog proračuna, provjereno je da li sračunati EPP dobiven hidrološkom metodom, zadovoljava ekološke uslove koji su potrebni za očuvanje autohtonih zajednica vodotoka. Formiran je model korita rijeke Spreče u dužini od cca.2300 m, od ušća rijeke Jale do brane Modrac.

Ulazni parametri za ovaj proračun su slijedeći:

- Ekološki prihvatljiv protok definiran hidrološkom metodom,
- Snimljeni poprečni profili za razmatrani potez,
- Hrapavost korita po Manningu.

Hidrauličnim proračunom, uz poznate ulazne parametre, provjerava se da li su hidraulički parametri odgovarajući za održavanje karakterističnih ribljih vrsta. Hidraulički proračun za dvije određene vrijednosti EPP-a je prikazan u tabelama 3 i 4.

Na osnovu tabela 3 i 4, može se zaključiti da je, za vrijednost $Q_{EPP1}=2,12 \text{ m}^3/\text{s}$ i $Q_{EPP2}=3,18 \text{ m}^3/\text{s}$, dubina vode u koritu rijeke Spreče na skoro svim profilima veća od minimalno zahtjevanih 20 cm. Brzina vode u koritu rijeke, pri protoku $Q_{EPP1}=2,12 \text{ m}^3/\text{s}$, kreće se u rasponu od 0,18 m/s do 0,58 m/s dok je brzina vode za protok $Q_{EPP2}=3,18 \text{ m}^3/\text{s}$ u rasponu od 0,20 m/s do 0,53 m/s.

Potrebno je naglasiti da se ovdje radi o tzv. srednjoj brzini presjeka. Stvarne brzine u pojedinim tačkama duž poprečnog presjeka mogu odstupati od ove srednje brzine. Općenito je brzina tečenja veća pri vrhu, a

Tabela 3. Rezultati hidrauličkog proračuna za $Q_{EPP1}=2,12 \text{ m}^3/\text{s}$ na potezu rijeke Spreče od ušća rijeke Jale do brane Modrac.

Stac.	Q_{app}	Dubina vode u koritu	Kota dna korita	Nivo vode	Brzina vode u koritu	Površina prot. profila	Širina vodnog lica
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m^2)	(m)
2330,20	2,12	0,26	182,78	183,17	0,39	5,50	21,14
2304,79	2,12	0,30	182,57	183,15	0,18	11,62	38,21
2211,46	2,12	0,52	182,23	183,11	0,18	11,76	22,46
2102,38	2,12	0,16	182,77	183,02	0,48	4,45	28,26
1846,22	2,12	0,43	181,83	182,36	0,34	6,24	14,62
1744,64	2,12	0,26	181,82	182,21	0,29	7,30	27,64
1644,14	2,12	0,21	181,56	181,94	0,42	4,99	23,76
1548,30	2,12	0,31	180,99	181,57	0,45	4,69	14,99
1447,02	2,12	0,31	180,88	181,36	0,31	6,84	22,01
1344,38	2,12	0,36	180,70	181,17	0,41	5,17	14,31
1194,69	2,12	0,44	180,38	181,00	0,26	8,01	18,38
1093,83	2,12	0,41	180,46	180,93	0,24	8,89	21,7
995,86	2,12	0,44	180,35	180,88	0,21	10,17	22,96
893,39	2,12	0,32	180,22	180,79	0,37	5,80	18,00
793,72	2,12	0,40	180,03	180,50	0,58	3,66	9,20
696,19	2,12	0,44	179,85	180,39	0,25	8,38	18,89
594,10	2,12	0,45	179,72	180,32	0,25	8,42	18,82
494,99	2,12	0,43	179,69	180,23	0,37	5,71	13,32
430,00	2,12	0,52	179,61	180,19	0,23	9,24	17,73
298,69	2,12	0,44	179,60	180,13	0,20	10,65	24,06
199,68	2,12	0,44	179,56	180,10	0,16	13,68	31,37
98,79	2,12	0,57	179,45	180,09	0,14	15,15	26,62
0,00	2,12	0,54	179,42	180,05	0,36	5,91	11,04

najmanja je pri dnu i pri obalama korita. Ova odstupanja su manja ako se radi o plićim vodotocima, a to je uglavnom slučaj kada koritom teče EPP, pa tada srednja brzina ima reprezentativan značaj.

Tabela 4. Rezultati hidrauličkog proračuna za $Q_{EPP2}=3,18 \text{ m}^3/\text{s}$ na potezu rijeke Spreče od ušća r. Jale do brane Modrac

Stac.	Q_{EPP}	Dubina vode u koritu	Kota dna korita	Nivo vode	Brzina vode u koritu	Površina prot. profila	Sirina vodnog lica
	(m^3/s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m^2)	(m)
2330,20	3,18	0,33	182,78	183,27	0,41	7,68	23,49
2304,79	3,18	0,40	182,57	183,25	0,20	15,59	39,28
2211,46	3,18	0,58	182,23	183,21	0,23	14,03	24,21
2102,38	3,18	0,23	182,77	183,10	0,46	6,9	30,05
1846,22	3,18	0,49	181,83	182,45	0,42	7,61	15,48
1744,64	3,18	0,32	181,82	182,28	0,34	9,32	29,28
1644,14	3,18	0,27	181,56	182,02	0,46	6,88	25,69
1548,3	3,18	0,38	180,99	181,66	0,53	6,06	15,80
1447,02	3,18	0,40	180,88	181,47	0,34	9,31	23,04
1344,38	3,18	0,45	180,70	181,29	0,45	7,00	15,68
1194,69	3,18	0,52	180,38	181,12	0,31	10,27	19,93
1093,83	3,18	0,50	180,46	181,04	0,28	11,44	22,83
995,86	3,18	0,54	180,35	180,99	0,25	12,76	23,71
893,39	3,18	0,42	180,22	180,90	0,41	7,68	18,08
793,72	3,18	0,50	180,03	180,63	0,65	4,91	9,79
696,19	3,18	0,56	179,85	180,53	0,28	11,16	19,96
594,10	3,18	0,55	179,72	180,47	0,28	11,33	20,72
494,99	3,18	0,50	179,69	180,38	0,40	7,86	15,70
430,00	3,18	0,66	179,61	180,34	0,27	11,94	18,19
298,69	3,18	0,59	179,60	180,29	0,22	14,42	24,47
199,68	3,18	0,58	179,56	180,27	0,17	18,85	32,46
98,79	3,18	0,70	179,45	180,25	0,16	19,57	27,84
0,00	3,18	0,65	179,42	180,21	0,41	7,75	11,89

4. ZAKLJUČAK

Za postojeći objekat brane Modrac određen je EPP, u skladu sa važećim propisima i raspoloživom literaturom, što je bilo i zakonska obaveza korisniku objekta brane Modrac. Hidrološkim proračunom za profil brane Modrac uvrđuju se sljedeće vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka:

$Q_{EPP1} = 2,12 \text{ m}^3/\text{s}$ i $Q_{EPP2} = 3,18 \text{ m}^3/\text{s}$, raspoređene po odgovarajućim dekadama.

Navedene vrijednosti zadovoljavaju kako hidrološki proračun, tako i ekološke uslove neophodne za održanje staništa i očuvanje vodenih i obalskih ekosistema te su usklađene sa važećom zakonskom legislativom.

LITERATURA

[1] Adrović, A. (2007): Biodiverzitet i ekološke osobnosti ihtipopulacije hidroakumulacije Modrac. Doktorska disertacija, Tuzla: Prirodno-matematički fakultet u Tuzli.

[2] Adrović, A. (2012). Ribe Modraca. Ihtiološka monografija. NAMM, Tuzla.

[3] Arnautalić, Z. (ed) (2006): Elaborat: Istraživanje kvaliteta vode akumulacije Modrac za snabdjevanje pitkom vodom tuzlanske regije. Tuzla

[4] BNPro Sarajevo, 2023, Elaborat - Geodetskohidrografsko snimanje dna i priobalja akumulacije Modrac sa obradom mjerenih podataka

[5] Bonacci, O. (2003): Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka. Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu i Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb.

[6] European Union (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for communities in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, L 327/1, 22.12.2000.

[7] Đorđević, B, Dašić, T, (2011): Određivanje potrebnih protoka nizvodno od brane i rečnih vodozahvata, Vodoprivreda, 0350-0519, 43, 252-254 p.151-164.

[8] Đozić, A. (2021): Analiza zagađenja jezera Modrac i rijeka Spreče i Turije. Centar za ekologiju i energiju, Tuzla.

[9] Federalni hidrometeorološki zavod Sarajevo, Hidrološki godišnjaci 2003.-2007., 2013.-2019.

[10] Hadžiahmetović, A. (2011): Kvalitativno-kvantitativna analiza fitoplanktona jezera/akumulacija u okviru monitoringa površinskih voda AVP Sava u 2011. godini. Voda i mi. 79: 17-22

[11] Izvještaji Agencije za vodno područje rijeke Save za ihtiološka istraživanja za mjerne postaje na rijeci Spreči za period 2011, 2014, 2019.

[12] Izvještaji Agencije za vodno područje rijeke Save za fizičko-hemijska ispitivanja voda od 2011. do 2021. godine.

[13] JP Spreča d.d.Tuzla; 2022. godine, Plan pogona brane i akumulacije „Modrac“

[14] Kamberović, J., Stuhli, V., Lukić, Z., Habibović, M., Meškić, E. (2019): „Epiphytic diatoms as bioindicators of trophic status of Lake Modrac (Bosnia and Herzegovina)“. Turkish Journal of Botany, Turk J Bot 43: 420-430.

[15] Kovčić, O. (2017): Upravljanje hidroakumulacijama za višenamjensko korištenje, na primjeru jezera Modrac. Doktorska disertacija. Univerzitet u Tuzli. Rudarskogeološko-građevinski fakultet.

- [16] Kulijer, D., Simić, E. (2011): Preliminarna studija "Istraživanje biološke raznolikosti i eko-turističkih potencijala Šeričke bare i jezera Modrac", Ornitološko društvo "Naše ptice", interno izdanje za projekat, Sarajevo.
- [17] Mihaljević, M., Novoselić, D., Arnautalić, Z., Smailbegovi, A. (2000): Water Quality and Trophic State of the Modrac Reservoir (Bosnia and Herzegovina) in 1997. Internat. Assoc. Danube Res. 33:351-358.
- [18] Mišetić, S., Habeković, D., Pažur, K., Sibila, M., Homen Z., Popović, J., Fašaić, K., Mavračić, D. (1978): Ribarska osnova ribolovnih voda zajednice Udruženja sportskih ribolovaca „Jezero Modrac“. OOUR Institut za ribarstvo i Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- [19] Nešković, R. (2020): Flora i vegetacija Šeričke bare, močvare Mosorovac i obalnih staništa akumulacije
- [20] Pravilnik o načinu određivanja ekološki prihvatljivog protoka“ - Službene novine Federacije BiH, broj 4/13, 56/16, 62/19
- [21] Prskalo, G., & Bevanda, D. (2014). Određivanje ekološki prihvatljivog protoka na mjernom profilu Neretva-Žitomislji. e-Zbornik: Electronic Collection of Papers of the Faculty of Civil Engineering, (8).
- [22] Ričković, V. (2019): Studija poboljšanja režima protoka i uspostavljanja ekološki prihvatljivog proticaja na vodotocima preko 10 km² površine sliva na vodnom području rijeke Save u FBiH. IPSA INSTITUT“ d.o.o. Sarajevo, INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU“ d.d. Zagreb, Agencija za vodno područje rijeke Save“ Sarajevo.
- [23] Plan pogona i održavanja brane i akumulacije Modrac, JP Spreča za vodoprivrednu djelatnost dd Tuzla, 2022. godina
- [24] Pravilnik o utvrđivanju područja podložnih eutrofikaciji i osjetljivih na nitrate. Službene novine Federacije BiH, broj 71/09
- [25] Zakon o vodama FBiH (Službene novine Federacije BiH, broj 70/06)
- [26] Direktiva o nitratima (91/676/EEC)
- [27] Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda (91/271/EEC
- [28] Inicijativa za proglašavanje područja podložnih eutrofikaciji i osjetljivim na nitrate zaštićenim područjima na slivu rijeke Save u FBiH, Federalno Ministarstvo okoliša i turizma
- [29] Pravilnik o utvrđivanju područja podložnih eutrofikaciji i osjetljivih na nitrate (Službene novine FBiH, broj 71/09)
- [30] Pravilnik o monitoringu u područjima podložnim eutrofikaciji i osjetljivim na nitrate (Službene novine FBiH, broj 71/09

DETERMINING ECOLOGICALLY ACCEPTABLE FLOW ON DAM MODRAC

by

Omer KOVČIĆ, Armina VEJZOVIĆ, Mufid TOKIĆ
Public enterprise for water management activity "Spreča" JSCo Tuzla

Jasmina KAMBEROVIĆ, Avdul ADROVIĆ
Faculty of science and mathematics, Universtiy of Tuzla

Summary

Multi-purpose reservoir Modrac is the most important water resource in Tuzla canton(northeastern Bosnia and Herzegovina). Ecologically acceptable flow on dam Modrac is not adjusted with the latest Rulebook about methods of determining ecologically acceptable flow.

Modrac reservoir with upstream and downstream flow of Spreca river is categorized as a protected water resource due to its susceptibility to eutrophication and according to current legislation, requires a second level of

ecologically acceptable flow assessment. This paper shows the methods used to determine ecologically acceptable flow on the Modrac dam, respecting the fact that reservoir Modrac is declared as protected water resource. The given calculation of ecologically acceptable flow is made for II level of evaluation.

Key words: reservoir, dam Modrac, ecologically acceptable flow, protected water source, eutrophication.