



Konsultantske usluge za

PODRŠKA UPRAVLJANJU VODNIM RESURSIMA NA SLIVU REKE DRINE

PROJEKAT BR. 1099991

VODOPRIVREDNI MODEL SLIVA DRINE U PROGRAMU WEAP



Jun 2017



COWI

Konsultantske usluge za

PODRŠKA UPRAVLJANJU VODNIM RESURSIMA NA SLIVU REKE DRINE

PROJEKAT BR. 1099991

VODOPRIVREDNI MODEL SLIVA DRINE U PROGRAMU WEAP

Jun 2017

PROJECT NO. A038803
DOCUMENT NO. 1
VERSION C
DATE OF ISSUE June 2017
PREPARED Jasna Plavšić and Tina Dašić, University of Belgrade – Faculty of Civil Engineering
CHECKED Nađa Železnik, REC
APPROVED Roar Selmer Solland, COWI

Sadržaj

1	Uvod.....	1
1.1	Kratak opis sliva reke Drine.....	1
1.2	Izbor alata za razvoj vodoprivrednog modela.....	2
2	Kratak pregled softvera WEAP	4
2.1	Uvod	4
2.1.1	Model.....	4
2.2	Modeliranje vodoprivrednih sistema u WEAP-u.....	4
2.2.1	Opis sistema – studijsko područje	4
2.2.2	Formiranje scenarija	6
2.2.3	Simulacije i rezultati.....	7
3	Vodoprivredni model sliva reke Drine	8
3.1	Osnovne postavke modela.....	8
3.2	Koraci u razvoju modela.....	9
3.3	Vremenski horizont i verzije modela	9
3.4	Konfiguracija sistema i ulazni podaci	11
3.4.1	Potrošački čvorovi (Demand sites).....	13
3.4.2	Reke	15
3.4.3	Akumulacije	15
3.4.4	Protočne hidroelektrane	16
3.4.5	Derivacije	17
3.4.6	Reverzibilne hidroelektrane.....	18
3.4.7	Zahtevani (ekološki) protoci	18
3.4.8	Rečne deonice.....	19
3.4.9	Izvorišta podzemnih voda	22
3.4.10	Dovodi i ispuštanja	23
3.4.11	Ključne pretpostavke	23
3.4.12	Ulazni podaci iz hidrološkog modela	24
3.5	Scenariji u WEAP-u.....	25
3.5.1	Scenariji konfiguracije sistema.....	25
3.5.2	Socio-ekonomski scenariji.....	26
3.5.3	Klimatski scenariji i hidrološke projekcije	27
4	Rezultati simulacija	28
4.1	Snabdevanje vodom.....	28
4.2	Proizvodnja energije	29
4.3	Zahtevani minimalni protoci	33
5	Završne napomene.....	38
5.1	Zaključci o razvijenom modelu.....	38
5.2	Preporuke za dalji razvoj modela	39

6	Literatura	41
7	Skraćenice	43
	Prilog A: Ključne pretpostavke (Key Assumptions)	45
	Prilog B: Podaci o potrošačima (Demand sites)	46
	Prilog C: Reke – ulazni protoci (Headflow)	49
	Prilog D: Akumulacije	50
	Prilog E: Protočne hidroelektrane i derivacije	52
	Prilog F: Zahtevani minimalni protoci	53
	Prilog G: Rečne deonice	56
	Prilog H: Podzemne vode	62
	Prilog I: Dovodne i povratne veze	63
	Prilog J: Ulaz iz hidrološkog modela	64
	Prilog K: Rezultati simulacija	67
	K.1 Proizvodnja hidroenergije	67
	K.2 Zahtevani minimalni protoci	75

Spisak slika

Slika 1-1: Položaj sliva reke Drine. Izvor [1].	1
Slika 2-1: Shematski prikaz vodoprovrednog sistema u WEAP-u sa glavnim komponentama.	5
Slika 3-1: Shematski prikaz postupka vodoprivrednog modeliranja sliva reke Drine	8
Slika 3-2: Shematski prikaz vodoprivrednog sistema sliva reke Drine u WEAP-u.	11
Slika 3-3: Detalj shematskog prikaza vodoprivrednog sistema sliva reke Drine u WEAP-u (reke Piva i Tara).	12
Slika 3-4: Detalj shematskog prikaza vodoprivrednog sistema sliva reke Drine u WEAP-u (reka Uvac).	12
Slika 3-5: Potrošački čvorovi koji se odnose na poljoprivredu na donjoj Drini u VM Drine.	14
Slika 3-6: Prikaz RHE Buk Bijela u vodoprivrednom modelu Drine.	18
Slika 3-7: Komponente vodnog bilansa za rečnu deonicu i pripadajući podsliv.	20
Slika 4-1: Obezbeđenost snabdevanja vodom industrije u opštini Pljevlja za uvećan zahtevani ekološki protok od 1.27 m ³ /s: medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.	29
Slika 4-2: Godišnja proizvodnja energije na slivu Drine za različite razvojne scenarije; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).	30
Slika 4-3: Prosečna godišnja proizvodnja energije na slivu Drine za različite razvojne scenarije; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.	30
Slika 4-4: Uticaj klimatskih promena na prosečnu godišnju proizvodnju hidroenergije na slivu Drine u odnosu 1961-1990 prema scenariju Green Growth (samo postojeće HE); medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.	32
Slika 4-5: Uticaj izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije na slivu Drine u odnosu na scenario Green Growth; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.	32
Slika 4-6: Kombinovani uticaj klimatskih promena i izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije na slivu Drine u odnosu na 1961-1990; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.	32
Slika 4-7: Zapreminska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima uzvodno od planiranih akumulacija; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).	33
Slika 4-8: Vremenska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima uzvodno od planiranih akumulacija; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).	34
Slika 4-9: Zapreminska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima nizvodno od planirane protočne HE Brodarevo 1; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).	35

Slika 4-10: Zapreminska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima na Limu do Prijepolja u scenariju "Full HPP"; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).....	35
Slika 4-11: Vremenska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima na Limu do Prijepolja u scenariju "Full HPP"; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).....	35
Slika 4-12: Promena zapremine vode u planiranim akumulacijama na Limu do Prijepolja u scenariju "Full HPP" (Andrijevića, Lukin Vir i Brodarevo 2); simulacija sa klimatskim ulazom prema klimatskom scenariju RCP 4.5, model 4.	36
Slika 4-13: Promena zapremine vode u akumulacijama na Limu nizvodno od Prijepolja u scenariju "Full HPP" (postojeća ak. Potpeć i planirana ak. Mrsovo); simulacija sa klimatskim ulazom prema klimatskom scenariju RCP 4.5, model 4.	36
Slika 4-14: Zapreminska obezbeđenost većeg zahteva ($1.27 \text{ m}^3/\text{s}$) za minimalnim protocima nizvodno od postojeće akumulacije Otilovići; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).	37

Spisak tabela

Tabela 1-1: Učešće pojedinih država na slivu reke Drine.....	2
Tabela 2-1: Glavni podaci tj. parametri u WEAP-u koji se odnose na ključne informacije u proračunu vodnog bilansa.	6
Tabela 3-1: Razvojni scenariji za sliv Drine (na osnovu poglavlja 4 u IPF izveštajima [4]).	9
Tabela 3-2: Vremenski horizonti i scenariji u dve varijante vodoprivrednog modela sliva Drine u WEAP-u.....	10
Tabela 3-3: Najvažniji parametri u WEAP-u koje se odnose na potrošačke čvorove.	13
Tabela 3-4: Najznačajniji parametri u WEAP-u koji se odnose na akumulacije.....	15
Tabela 3-5: Osnovni parametri u WEAP-u koji se odnose na protočne HE.	17
Tabela 3-6: Promenljive u WEAP-u koje se odnose na rečnu deonicu.	20
Tabela 3-7: Komponente prirodnog bilansa voda u WEAP-u sa odgovarajućim komponentama u hidrološkom modelu JCI.	20
Tabela 3-8: Osnovni parametri u WEAP-u koji se odnose na izvorišta podzemnih voda.	23
Tabela 3-9: Komponente vodnog bilansa iz hidrološkog modela JCI (redosled kolona u CSV fajlovima).....	24
Tabela 3-10: Scenariji konfiguracije sistema u WEAP-u u odnosu na razvojne scenarije za sliv Drine u IWRM izveštajima.....	25
Tabela 3-11: Spisak HE u pojedinim scenarijima u WEAP-u.	26
Tabela 3-12: Socio-ekonomski scenariji u vodoprivrednom modelu Drine.....	26
Tabela 3-13: Ansambl lanaca klimatskih modela (GCM/RCM) korišćeni u ovoj studiji.	27
Tabela 3-14: Hidrološke simulacije sa klimatskim projekcijama.....	27
Tabela 4-1: Godišnja proizvodnja energije za različite razvojne scenarije i periode za dva klimatska scenarija (medijane ansambla).....	31

1 Uvod

Ovaj izveštaj opisuje razvoj vodoprivrednog modela sliva reke Drine, koji predstavlja jedan od glavnih rezultata projekta „Podrška upravljanju vodnim resursima u slivu reke Drine“.

Osnovni cilj projekta je da obezbedi podršku efikasnijem upravljanju vodnim resursima na slivu Drine kroz razmatranje održivog korišćenja voda, zaštite od poplava i zaštite životne sredine, kao i uključivanje u konsultacije zainteresovanih strana kako bi se obezbedilo odgovarajuće učešće javnosti. Ovaj pristup ima za cilj da pruži podršku institucijama nadležnim za upravljanje vodama u pripremi investicionih planova i planova upravljanja rečnim slivovima.

Za postizanje ciljeva integralnog upravljanja rečnim slivovima i strateškog planiranja koriste se moderne tehnologije i alati za simuliranje različitih scenarija. Uspostavljanje vodoprivrednog modela je jedan od ključnih koraka u dostizanju navedenih ciljeva za sliv reke Drine. Takav model omogućava da se na slivu razmatraju različite varijante upravljanja vodama kroz sagledavanje niza razvojnih i klimatskih scenarija za sliv.

U ovom izveštaju opisan je rad na razvoju vodoprivrednog modela i prikazani su rezultati simulacija za različite razvojne i klimatske scenarije. Izveštaj se oslanja na ostale izveštaje projekta: Početni izveštaj (*Inception Report*), Integralno upravljanje vodnim resursima – osnovni dokument (*Integrated Water Resources Management – Background Paper* ili IWRM izveštaj) i Okvir za prioritizaciju investicija (*Investment Prioritisation Framework Report* ili IPF izveštaj).

1.1 Kratak opis sliva reke Drine

Površina sliva reke Drine iznosi 19680 km². Najveći deo sliva se prostire na teritoriji tri države: Bosne i Hercegovine (BiH), Crne Gore (MNE) i Srbije (SRB); videti sliku 1-1 i tabelu 1-1. Pored toga, Albaniji pripada veoma mali deo sliva Drine koji nije predmet ovog projekta. Drina je najveća pritoka reke Save, koja je najvodnija pritoka Dunava.



Slika 1-1: Položaj sliva reke Drine. Izvor [1].

Tabela 1-1: Učešće pojedinih država na slivu reke Drine.

Države na slivu	Površina (km ²)	Učešće u površini sliva	Deo državne teritorije na slivu	Stanovništvo na slivu
Bosna i Hercegovina	7,301	37.1%	14.3%	520,000
Republika Srpska	(6,242)	(31.7%)	(25.7%)	(450,000)
Federacija Bosne i Hercegovine	(840)	(4.2%)	(3.2%)	(70,000)
Crna Gora	6,219	31.6%	45.0%	150,000
Srbija	6,002	30.5%	7.7%	300,000
Albanija	158	0.8%	0.5%	NA
UKUPNO	19,680	100%		970,000

Reka Drina nastaje u Crnoj Gori, gde drenira značajan deo karstnog planinskog predela na koji dospeva najveća godišnja količina padavina u Evropi (oko 3000 mm godišnje), dajući i najveći specifični oticaj (do 50 L/s/km²). Drina nastaje od dve reke, Tare i Pive, koje se spajaju kod Šćepan Polja na granici između BiH i Crne Gore sa ukupnim srednjim godišnjim protokom od 154 m³/s. Najveća pritoka je reka Lim, koja se uliva u Drinu kod Višegrada sa srednjim godišnjim protokom od 113 m³/s. Tok reke Drine do ušća u Savu je dugačak 346 km, sa visinskom razlikom od 350 m (prosečan nagib od 1%). Na ušću u Savu Drina ima srednji godišnji protok od oko 400 m³/s.

Na slivu reke Drine živi skoro milion ljudi. Procenjuje se da u Crnoj Gori na slivu živi 150.000 ljudi u 10 opština. Na teritoriji sliva u BiH živi oko 520.000 ljudi u 31 opštini, od čega 450.000 ljudi u 19 opština u Republici Srpskoj i 70.000 u 12 opština u Federaciji Bosne i Hercegovine. Na delu sliva u Srbiji živi oko 300.000 ljudi u 15 opština.

Sliv reke Drine je bogat prirodnim resursima i ima značajne razvojne mogućnosti. Sliv ima i značajan hidroenergetski potencijal, pri čemu trenutno postoji osam srednjih do većih hidroelektrana, ali se procenjuje da je 60% hidroenergetskog potencijala neiskorišćeno. Sliv Drine se odlikuje i velikom biološkom raznovrsnošću (biodiverzitetom). Rečna voda je pretežno dobrog kvaliteta zbog relativno velikog protoka i malog zagađenja i bogata je ribom. Na slivu se nalazi značajan broj nacionalnih parkova i zaštićenih oblasti, a teren je prošaran jedinstvenim ledeničkim jezerima i kanjonima, među kojima je i kanjon reke Tare, lokalitet koji je uvršten u UNESCO-vu svetsku baštinu.

Osnovni vidovi korišćenja voda su snabdevanje naselja i industrije, navodnjavanje i hidroenergetika. Zbog velike količine vode na slivu, u prošlosti nije dolazilo do konflikata u korišćenju voda. Međutim, zbog sadašnjih rastućih i divergentnih aspiracija u odnosu na razvoj sliva u pojedinim državama i u pojedinim privrednim sektorima, kao i zbog rastućeg zagađenja i opasnosti od klimatskih promena, integralni pristup upravljanju vodama na slivu Drine je neophodan.

1.2 Izbor alata za razvoj vodoprivrednog modela

Prema projektnom zadatku (ToR Annex 2, Task 4), u okviru projekta treba razviti simulacioni model koji bi bio alat za analizu uticaja velikih razvojnih projekata i klimatske varijabilnosti na raspoloživost vode na slivu Drine. Model treba da omogućiti:

- pregled svakog sektora,
- proveru otpornosti celog sistema i unutar svakog sektora,
- simulacije rada sistema u budućim uslovima (uticaj klimatskih promena i drugih promena na slivu),
- razmatranje promena u planiranju i infrastrukturi,
- simulacije za podršku analize troškova i procenu stanja životne sredine u velikim infrastrukturnim projektima.

U Početnom izveštaju Konsultant je predložio da se do zadatih ciljeva projekta dođe razvijanjem vodoprivrednog modela sliva Drine primenom softvera WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) koji je razvio Stockholm Environment Institute (SEI). Predlog da se WEAP koristi kao platforma za modeliranje dat je iz dva razloga. Prvo, softver WEAP je besplatan za državne institucije zemalja u razvoju, u koju kategoriju spadaju sve zemlje na slivu Drine.¹ Drugo, softver WEAP omogućava da se formiraju vodoprivredni modeli različitih nivoa složenosti, pre svega u zavisnosti od raspoloživih informacija. U slučaju generalno slabe raspoloživosti podataka za sliv Drine, prednost WEAP-a je što omogućava da se model razvije uz relativno skromne zahteve za podacima.

U okviru ovog projekta, softver WEAP je primenjen za razvoj samo vodoprivrednog dela modela. U WEAP-u se može modelirati i hidrološki odgovor sliva, ali taj deo zahteva detaljne ulazne podatke. Zato u ovom projektu hidrološki odgovor sliva predstavlja ulazni podatak za WEAP a simulira se u odvojenom hidrološkom modelu koji je razvio Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" (model je opisan u IWRM izveštajima za države [3]; u daljem tekstu: hidrološki model JCI). Kombinovanje ova dva modela je obrazloženo u Uvodnom izveštaju, a motivisano je postojanjem raspoloživog hidrološkog modela za sliv Drine.

¹ Državama u razvoju SEI smatra one koje se ne nalaze na listi država sa velikim prihodima Svetske banke (https://en.wikipedia.org/wiki/World_Bank_high-income_economy).

2 Kratak pregled softvera WEAP

2.1 Uvod

2.1.1 Model

Model WEAP radi na osnovnom principu bilansiranja voda [2]. Može se primeniti kako na manje slivove tako i na složene rečne sisteme. Model koristi integralni pristup za simuliranje vodoprivrednih sistema tako što razmatra i ulaznu i izlaznu stranu jednačine vodnog bilansa, tj. i izvore snabdevanja i potrebe korisnika za vodom, i omogućava da se ispituju alternativne varijante strategija u razvoju vodnih resursa i upravljanju vodama. Sa strane izlaza u jednačini vodnog bilansa, WEAP uzima u obzir raspored korišćenja voda, zahteve za proizvodnjom hidroenergije, efikasnost opreme i infrastrukture, prioritete u isporuci vode, itd. Sa strane ulaza u jednačini bilansa uzimaju se u obzir protoci u vodotocima, podzemne vode, akumulacije i prebacivanje voda iz sliva u sliv. U WEAP-u se takođe mogu razmatrati rad akumulacija, zahtevi ekosistema, kvalitet vode, vodna prava, ili analize troškova i dobiti [2].

Vodoprivredni model sliva Drine je razvijen u verziji WEAP 2016.01. Dokumentacija za softver obuhvata detaljno korisničko uputstvo (*User Guide*) i praktikum (*Tutorial*). Instalacija softvera i dokumentacija se mogu preuzeti sa internet strane WEAP-a.²

2.2 Modeliranje vodoprivrednih sistema u WEAP-u

Vodoprivredni sistem u WEAP-u naziva se **Study Area** (studijsko područje). Studijsko područje obuhvata konfiguraciju vodoprivrednog sistema i njegove komponente, kao i podatke i pretpostavke o sistemu. Sistem se sastoji od potrošača i izvora snabdevanja vodom (reke, akumulacije, podzemne vode, potrošački čvorovi, itd) i veza između njih. Ista geografska oblast ili isti sliv sa različitim konfiguracijama vodoprivrednog sistema u WEAP-u se može predstaviti u različitim studijskim područjima. Studijska područja se mogu shvatiti kao baze podataka u kojima se podaci o ulaznim i izlaznim komponentama bilansa čuvaju i analiziraju.

Current Accounts (sadašnje stanje) je definicija vodoprivrednog sistema u njegovom trenutnom stanju i obuhvata ulazne i izlazne komponente bilansa za prvu godinu analize. *Current Accounts* se takođe smatra početnom godinom za sva scenarija.

Scenariji u WEAP-u obuhvataju pretpostavke o budućem razvoju sistema i faktorima koji utiču na potrebe za vodom i snabdevanje vodom. Scenariji se mogu formirati, a onda porediti kako bi se analizirali zahtevi za vodom i njihovi uticaji na sistem. Svi scenariji počinju od iste godine za koju je definisano sadašnje stanje (*Current Accounts*). U scenarije u WEAP-u se može uključiti bilo koji faktor koji se menja tokom vremena, kao što su faktori koji se odnose na različite socio-ekonomske pretpostavke.

Kada se sistem (*Study Area*) definiše za sadašnje stanje (*Current Accounts*), i kada se definišu scenariji za određene vremenske horizonte, vodni bilans i raspodela vode se računaju za svaku komponentu sistema (rečna deonica, akumulacija, podzemna voda, potrošački čvor itd). Rezultati proračuna služe da se vrednuju pojedini scenariji u pogledu raspoloživosti voda, zadovoljenja ekoloških zahteva, troškova i dobiti, ili da se analizira osetljivost sistema na neizvesnost pojedinih ključnih parametara.

2.2.1 Opis sistema – studijsko područje

Vodoprivredni sistem se opisuje u shematskom prikazu (*Schematic*) u WEAP-u (slika 2-1) kao skup komponenti sistema. Ove komponente se sastoje od čvorova i veza između čvorova. To su:

² www.weap21.org



Slika 2-1: Shematski prikaz vodoprivrednog sistema u WEAP-u sa glavnim komponentama.

- Reke
- Skretanja toka (derivacije)
- Akumulacije
- Protočne hidroelektrane
- Izvorišta podzemnih voda
- Drugi izvori snabdevanja
- Potrošački čvorovi
- Dovodne veze (zahvatanje)
- Povratne veze (ispuštanje)
- Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda
- Profili sa zahtevanim protocima
- Sliv (hidrološko modeliranje; ne koristi se ako se zada protok u rekama)
- Merne stanice (za poređenje, ukoliko je od značaja)

Glavna komponenta vodoprivrednog sistema je reka i njene deonice. Rečna deonica se definiše kao deo reke ili derivacije između dva čvora. Deonice u WEAP-u se označavaju prema uzvodnom čvoru. Čvorovi na reci mogu biti akumulacije, protočne hidroelektrane, početne tačke derivacija, početne tačke dovodnih veza kao tačke zahvatanja, krajnje tačke povratnih veza kao mesta ispuštanja, čvorovi sa zadatim zahtevanim protocima itd.

Čvorovi sistema koji se ne nalaze na rekama su potrošački čvorovi (snabdevanje stanovništva, industrije i poljoprivrede) ili čvorovi podzemnih voda (izdani, akvifera). Potrošački čvorovi su povezani sa izvorima snabdevanja dovodnim vezama, dok se povratne veze koriste za ispuštanja iz potrošačkih čvorova. Komponenta koja predstavlja derivaciju služi da se voda skrene iz jednog čvora na reci do drugog čvora na istoj ili drugoj reci. Derivacije se koriste za derivacione HE da bi se voda iz reke ili akumulacije dovela do hidroelektrane.

Uz akumulacije mogu da se definišu i pripadajuće pribranske hidroelektrane. Protočna hidroelektrana kao komponenta se može pozicionirati na reku ili na derivaciju. Reverzibilne hidroelektrane se mogu modelirati

indirektno sa dve dovodne veze između dve akumulacije pod uslovom da se definišu količine vode koje se prebacuju i pod kojim uslovima.

Za potrebe vizuelne predstave vodoprivrednog sistema, u WEAP se mogu uvoziti GIS fajlovi u ESRI-jevim formatima (vektorski fajlovi u SHP formatu i rasterski fajlovi u ADF formatu).

U bilansu voda uzimaju se u obzir brojni parametri koji definišu potrošnju vode i izvore snabdevanja. Podaci koji su potrebni da se sistem opiše zavise od konkretnih komponenti. Najvažniji podaci za proračun vodnog bilansa prikazani su u tabeli 2-1.

U proračunu vodnog bilasa WEAP određuje redosled u raspodeli vode na osnovu dve grupe prioriteta:

- **Prioriteti potrošača** (*Demand priority*) odnose se na potrošačka mesta koja se snabdevaju iz istog izvora, na akumulacije (prioritet se može dati punjenju akumulacije ili proizvodnji hidroenergije) i na profile sa zahtevanim protocima. Prioritet može da ima vrednost od 1 do 99, gde 1 označava najviši prioritet a 99 najmanji. Potrošačka mesta mogu da imaju isti prioritet. Podrazumevana vrednost za prioritet punjenja akumulacije je 99, što znači da će se akumulacije puniti samo ako u njima ostane vode posle zadovoljenja svih potrošača sa višim prioritetom.
- **Prioriteti snabdevanja** (*Supply preferences*) odnose se na potrošačka mesta koja su povezana na više od jednog izvora snabdevanja da bi se definisao prioritetni izvor snabdevanja za tog potrošača. Ovi prioriteti se zadaju za odgovarajuće dovodne veze.

Pored toga, postoje dve metode za zadavanje zahtevane energetske proizvodnje kako bi se dao prioritet ispuštanju iz akumulacije zbog proizvodnje hidroenergije: potrebe za energijom se mogu definisati na nivou svake akumulacije ili kao ukupna energija na nivou sistema.

Tabela 2-1: Glavni podaci tj. parametri u WEAP-u koji se odnose na ključne informacije u proračunu vodnog bilansa.

Komponente u WEAP-u		Parametri
Potrošnja (Demand)	Snabdevanje stanovništva	Broj stanovnika, specifična potrošnja vode, gubici na distributivnoj mreži
	Snabdevanje industrije	Potrebe za vodom
	Navodnjavanje	Navodnjavane površine, norma navodnjavanja
	Hidroelektrane na akumulacijama	Zahtevana energetska proizvodnja, instalisani protok, kota donje vode, koeficijent korisnog desjta
	Derivacione hidroelektrane	Zahtevana energetska proizvodnja, instalisani protok (maksimalni skrenuti protok)
	Zahtevani protoci	Mesečni zahtevi za minimalnim protocima za socio-ekološke namene
Snabdevanje (Supply)	Rečne deonice	Vodni bilansa na podslivu između dva čvora (površinski i podzemni oticaj sa podsliva)
	Akumulacije	Zapremina akumulacije, krive zapremine
	Podzemne vode	Prihranjivanje (perkolacija), zapremina rezervi podzemnih voda, maksimalna izdašnost

2.2.2 Formiranje scenarija

Scenariji u WEAP-u opisuju kako bi sistem mogao da se razvija s vremenom, a pod određenim pretpostavkama o budućim socio-ekonomskim, političkim i tehnološkim uslovima [2]. Svi scenariji počinju od iste godine za koju je ustanovljena konfiguracija sistema i podaci o sistemu (početna godina u *Current Accounts*). U scenarije u WEAP-u mogu se uključiti svi faktori koji se menjaju kroz vreme. Takođe, u različitim scenarijima različiti elementi sistema mogu postati aktivni u različitim početnim godinama (*Startup Year*).

U scenarije su uključene i određene pretpostavke o promenama u vodoprivrednom sistemu (promena potrebnih količina voda, porast stanovništva, hidrologija itd.). Ove pretpostavke se formalizuju u WEAP-u kao **ključne pretpostavke** (*Key Assumptions*), što znači da se definišu parametri ključnih pretpostavki kojima se daju određene vrednosti. Različiti scenariji se u opštem slučaju zasnivaju na različitim ključnim pretpostavkama.

Zadati vremenski horizont se odnosi na referentni scenario (*Reference Scenario*), koji je podrazumevani scenario u WEAP-u. Referentni scenario je onaj sa kojim se ostali scenariji porede. Korisnici mogu da formiraju jedan alternativni scenario ili više njih.

Scenario koji se formira može biti hijerarhijski ispod nekog drugog scenarija da bi “nasledio” podatke i pretpostavke od hijerarhijski višeg scenarija, što znači da za scenario koji se formira treba uneti samo parametre koji su za taj scenario različiti od višeg scenarija. Referentni scenario se nalazi hijerarhijski ispod sadašnjeg stanja tj. *Current Accounts* i nasleđuje sve podatke iz *Current Accounts*. Alternativni scenariji koje korisnik definiše se mogu formirati hijerarhijski ispod *Current Accounts* ili ispod bilo kog drugog scenarija.

2.2.3 Simulacije i rezultati

Kada se proračun završi, rezultati simulacije se mogu pregledati na mnogo načina. Vrednosti svih sračunatih parametara (kao što su zapremine ili nivoi vode u akumulacijama, zapremine podzemnih voda, potrebe potrošača, isporučena voda, obezbeđenost snabdevanja potrošača, proizvodnja hidroenergije itd), mogu se predstaviti kao vremenske serije ili kao agregirane vrednosti tokom određenog vremenskog perioda.

3 Vodoprivredni model sliva reke Drine

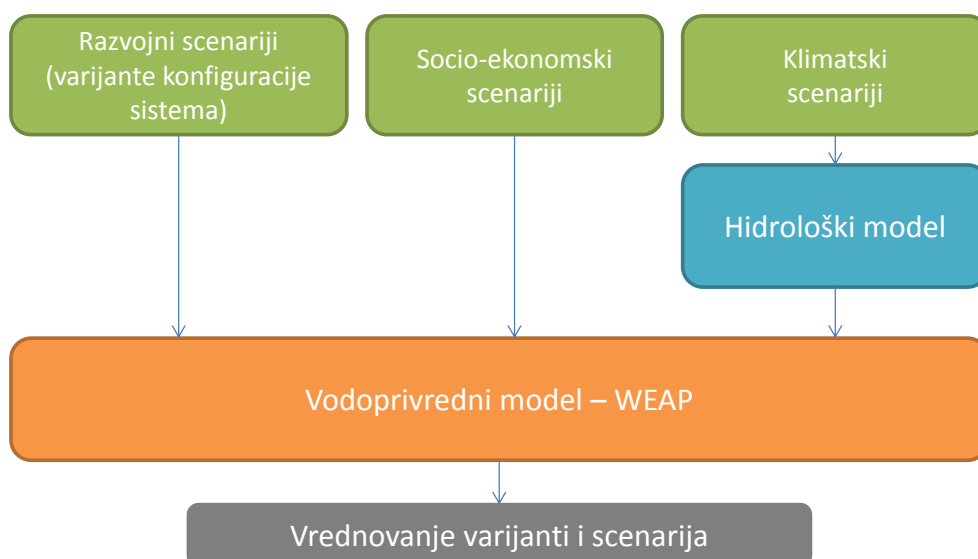
3.1 Osnovne postavke modela

Vodoprivredni model sliva reke Drine (u daljem tekstu: VM Drine) omogućava razmatranje različitih razvojnih scenarija i različitih strategija upravljanja vodoprivrednim sistemima u slivu reke Drine. Ceo postupak sastoji se od sledećih elemenata (slika 3-1):

- Vodoprivredni model (model upravljanja vodoprivrednim sistemom)
- Razvojni scenariji na slivu
- Socio-ekonomski scenariji
- Klimatski scenariji
- Hidrološki model (“HIS Drina”)

Vodoprivredni model – model upravljanja vodoprivrednim sistemom je simulacioni model razvijen u softveru WEAP, koji sprovodi bilansne proračune i omogućava proračun i proveru rada vodoprivrednog sistema. Raspoložive količine vode se u model WEAP unose u vidu serija prirodnih dotoka, koje su dobijene kao rezultat simulacija hidrološkim modelom JCI za različite klimatske scenarije. Potrebe za vodom određuju se na osnovu podataka o potrebama za vodom stanovništva i industrije, potrebama za navodnjavanje i zadovoljenje garantovanih protoka, kao i potrebne hidroenergetske proizvodnje. Ovaj vodoprivredni model omogućava sprovođenje simulacija za različite konfiguracije sistema, kao i za različite uslove u budućnosti (klimatske promene ili neke druge promene u slivu), što omogućava modifikaciju planiranja i upravljanja sistemom. Predmet ovog izveštaja su razvoj i implementacija modela za sliv reke Drine.

Razvojnim scenarijima na slivu predstavljani su različite varijante konfiguracije sistema i različite potrebe za vodom, kako bi se sagledali mogući pravci razvoja vodoprivrednih sistema na slivu reke Drine. Scenariji su uglavnom definisani uzimajući u obzir zahteve ekologije i hidroenergetike. Dva krajnja scenarija su *Green Growth* (zeleni razvoj) i *Hydropower Maximisation* (maksimizacija hidroenergetske proizvodnje). Prvi scenario predstavlja varijantu u kojoj se ne planiraju novi hidroenergetski objekti uz forsiranje zelene energije (vetar, sunce). Drugi scenario pretpostavlja uključivanje svih planiranih hidroenergetskih objekata na slivu. Između navedena dva ekstremna scenarija definisano je nekoliko srednjih scenarija za pojedine države (tabela 3-1). Razvojni scenariji opisani su u poglavlju 4 IPF izveštaja za pojedine države [4]. U delu 3.5.1 ovog izveštaja opisan je način na koji su razvojni scenariji uključeni u WEAP model.



Slika 3-1: Shematski prikaz postupka vodoprivrednog modeliranja sliva reke Drine

Tabela 3-1: Razvojni scenariji za sliv Drine (na osnovu poglavlja 4 u IPF izveštajima [4]).

Crna Gora	BiH	Srbija
Green Growth (Zeleni scenario)	Green Growth (Zeleni scenario)	Green Growth (Zeleni scenario)
Prati razvojnu strategiju energetskog sektora	Umereni razvoj energetike (prema Planu upravljanja slivom Save)	Smanjen/Optimiziran razvoj hidroenergetike
	Umereni razvoj energetike tokom dužeg perioda	
Hydropower Maximisation (Maksimizacija hidroenergetike)	Hydropower Maximisation (Maksimizacija hidroenergetike)	Hydropower Maximisation (Maksimizacija hidroenergetike)

Socio-ekonomski scenariji odnose se na stope rasta stanovništva, industrijskog razvoja i razvoja navodnjavanja, koje utiču na potrebe za vodom stanovništva, industrije i potrebe za navodnjavanjem u razmatranom području (u delu 3.5.2 prikazane su vrednosti stopa rasta).

Klimatski scenariji su razvijeni sa ciljem da se dobiju verodostojne tendencije promene padavina i temperature na slivu Drine. Scenariji se sastoje od vremenskih serija temperatura i padavina dobijenih simulacijama pomoću ansambla globalnih i regionalnih klimatskih modela (GCM/RCM) za dva IPCC scenarija, RCP 4.5 i RCP 8.5 (videti deo 3.5.3). Metodologija i rezultati klimatskog modeliranja detaljno su opisani u IWRM i IPF izveštajima za pojedine države [3], [4].

Simulirane serije padavina i temperatura za oba klimatska scenarija koristile su se kao ulazni podaci za **hidrološke simulacije** pomoću hidrološkog modela JCI, sa ciljem dobijanja hidroloških projekcija na slivu Drine. Poznavanje tendencija budućih klimatskih i hidroloških podataka, kao i njihove neizvesnosti omogućava ispitivanje robusnosti vodoprivrednog sistema sliva reke Drine usled klimatskih i hidroloških promena, što dalje daje osnovu za održivo upravljanje vodoprivrednim sistemom. Hidrološki model je opisan u IWRM izveštajima [3], dok su rezultati hidroloških simulacija za buduće klimatske scenarije opisani u delu 5.2 IPF izveštaja [4]. Kao rezultat hidroloških simulacija dobijeno je 12 različitih skupova hidroloških serija, za koje su sprovedene simulacije vodoprivrednim modelom sliva Drine (videti tabelu 3-2 i deo 3.5.3).

3.2 Koraci u razvoju modela

Osnovne faze u razvoju vodoprivrednog modela sliva reke Drine u WEAP-u su:

1. Definisane razmatranog studijskog područja – definisanje vremenskog horizonta
2. Definisane konfiguracije sistema i unošenje ulaznih podataka
3. Definisane razvojnih scenarija
4. Analiza rezultata

Navedene faze razvoja modela objašnjene su u sledećim potpoglavljima.

3.3 Vremenski horizont i verzije modela

Vodoprivredni model se u WEAP aplikaciji razvija za određenu početnu godinu (*Current Accounts*) za koju je poznato stanje sistema. Početna godina je ujedno i početna godina referentnog scenarija, kao i svih drugih scenarija. U slučaju vodoprivrednog sistema sliva Drine, na izbor početne godine i poznatog stanja sistema uticala su ograničenja vezana za periode raspoloživih podataka za klimatske i hidrološke simulacije.

Klimatske promene su ocenjene za dva buduća vremenska perioda, 2011-2040 i 2041-2070, pri čemu je period 1961-1990 referentni period. Ova dva buduća vremenska perioda su uobičajena u studijama uticaja klimatskih promena, jer se pouzdane statističke analize mogu obaviti samo za dovoljno duge vremenske serije. Definisani vremenski periodi obuhvataju i period 2020-2050 koji je naveden u projektnom zadatku. S druge strane, referentni period je određen imajući na umu raspoloživost klimatoloških podataka u regionu

(veliki prekidi u periodu 1990-tih godina onemogućili su izbor dužeg referentnog vremenskog perioda kao npr. 1961-2010). Hidrološke simulacije urađene su za periode 1961-1990 i 2010-2070, pri čemu godine 1961. i 2010. nisu uključene u analizu zbog neophodnog uhodavanja hidrološkog modela.

Da bi se u model uključili klimatski scenariji i odgovarajući hidrološki ulazi, razvijena su dva vodoprivredna modela sliva Drine: *referentni model* (1962-1990) i *budući model* (2011-2070). Referentni model se sastoji samo od *Current Accounts* sa 1962. kao početnom godinom i referentnog scenarija. Budući model se sastoji od *Current Accounts* za 2011. godinu i pet razvojnih scenarija (videti tabelu 3-10 u delu 3.5.1). Ovaj model obuhvata dva 30-godišnja perioda (2011-2040 i 2041-2070) za potrebe procene uticaja klimatskih promena na hidrologiju i raspodelu vode. Rezultati referentnog modela služe za procenu relativne promene u budućim vremenskim periodima u odnosu na referentni period.

Pregled vremenskih perioda i scenarija u WEAP-u je dat u tabeli 3-2. Modeli koji koriste hidrološke simulacije sa ulazima dobijenim klimatskim modelima imaju četiri verzije, pri čemu se svaki odnosi na drugi lanac klimatskih modela (videti tabelu 3-13). Izlazi iz klimatskih modela za referentni period su isti za oba klimatska scenarija RCP 4.5 i RCP 8.5, ali se razlikuju za buduće periode. Prema tome, postoje četiri verzije referentnog vodoprivrednog modela i osam verzija budućeg vodoprivrednog modela sliva Drine.

Za bilansne proračune definisan je mesečni vremenski korak, s obzirom da je unutargodišnja varijacija protoka i zahteva za vodom značajna za rad sistema.

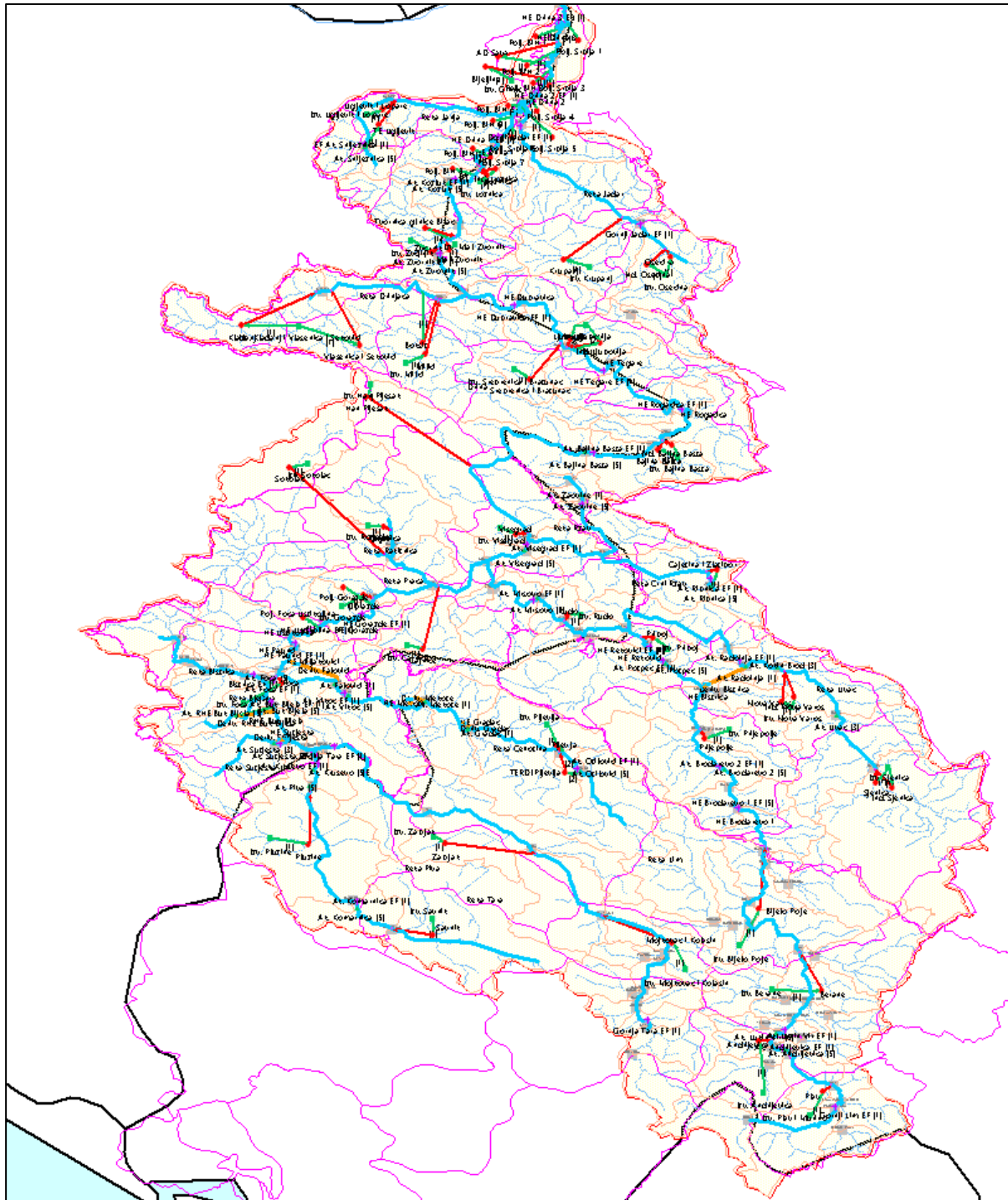
Tabela 3-2: Vremenski horizonti i scenariji u dve varijante vodoprivrednog modela sliva Drine u WEAP-u.

Verzije WEAP modela	Scenariji u WEAP-u	Vremenski horizont	Hidrološki ulaz	Broj verzija modela
Referentni VM Drine	Current Accounts Reference Scenario (Green Growth)	1962 1963-1990	Simulirana hidrologija sa simuliranom klimom	4
Budući VM Drine	Current Accounts Green Growth Middle 1, Middle 2, Middle 3 Full HPP	2011 2012-2070 2012-2070 2012-2070		4 za RCP 4.5 4 za RCP 8.5

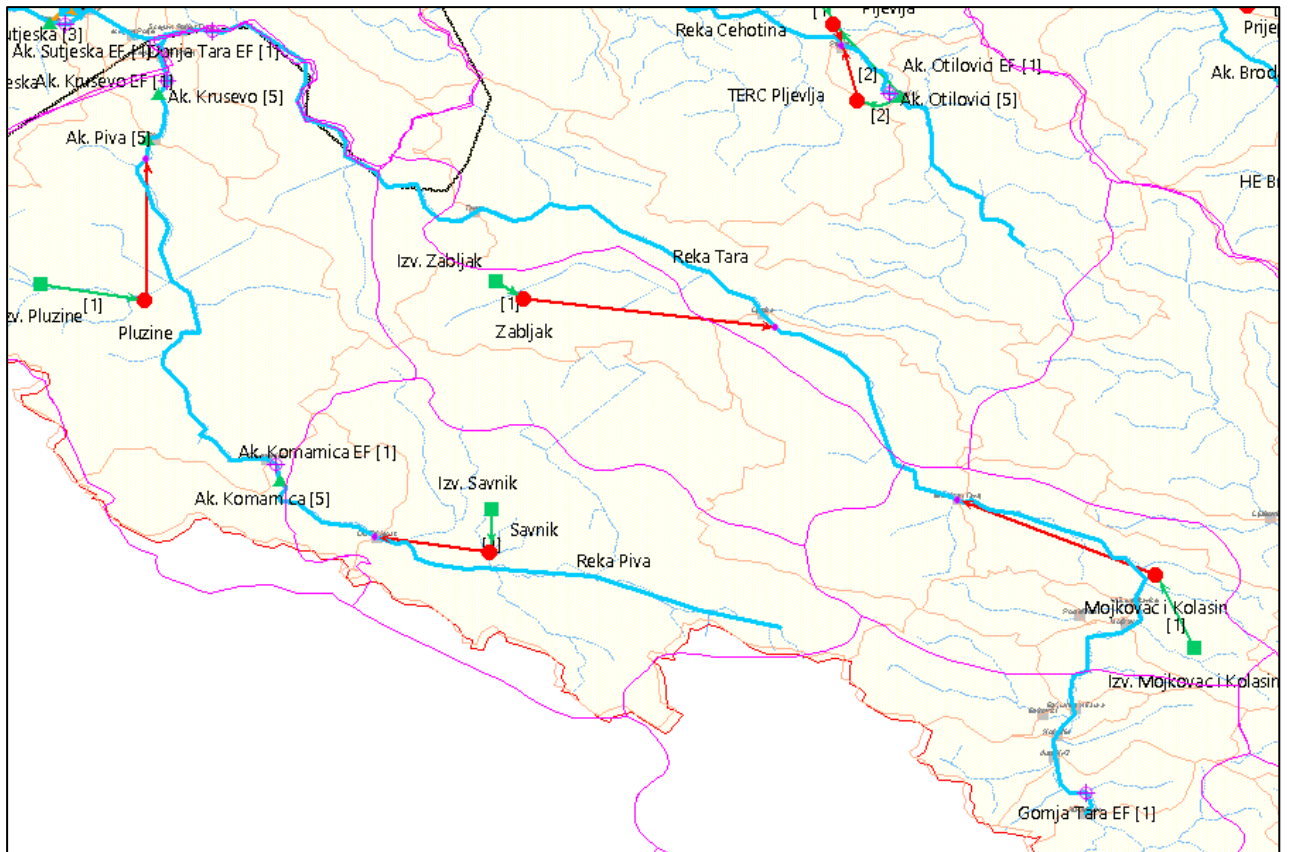
3.4 Konfiguracija sistema i ulazni podaci

Iako je konfiguracija vodoprivrednog sistema sliva Drine previše kompleksna da bi se grafički celovito prikazala, ipak je, u cilju sagledavanja celine, prikazana na slici 3-2. Na slikama 3-3 i 3-4 prikazana su dva detalja ovog složenog sistema (reke Piva i Tara i reka Uvac).

Osnovne komponente vodoprivrednog sistema sliva Drine i podaci kojima su te komponente definisane opisani su u narednim potpoglavljima. Neophodni ulazni podaci razlikuju se od komponente do komponente. Model je razvijen na osnovu raspoloživih podataka dobijenih u okviru ovog projekta, kao i podataka prikupljenih iz različitih dokumenata.



Slika 3-2: Shematski prikaz vodoprivrednog sistema sliva reke Drine u WEAP-u.



Slika 3-3: Detalj shematskog prikaza vodoprivrednog sistema sliva reke Drine u WEAP-u (reke Piva i Tara).



Slika 3-4: Detalj shematskog prikaza vodoprivrednog sistema sliva reke Drine u WEAP-u (reka Uvac).

3.4.1 Potrošački čvorovi (Demand sites)

Kao potrošači vode u model su uključeni stanovništvo, industrija i poljoprivreda. S obzirom da su se podaci o potrošačima i njihovim potrošnjama mogli dobiti po pojedinim opštinama, prilikom definisanja ovih potrošačkih čvorova sledio se generalni princip da se po jedan potrošački čvor svakog tipa definiše za svaku opštinu. U određenim slučajevima potrošački čvorovi su agregirani, što je sprovedeno u slučajevima kada se potrošači snabdevaju vodom iz istog izvora ili kada se nalaze na istom podslivu (podslivovi su definisani u okviru hidrološkog modela). U modelu je definisano ukupno 35 komunalnih potrošača (stanovništvo i industrija priključena na gradske vodovodne sisteme), 11 industrijskih potrošača, a 15 potrošača je definisano kao poljoprivredni potrošači (navodnjavanje).

U tabeli 3-3 navedene su najvažnije promenljive u WEAP-u koje se odnose na potrošačke čvorove, a u tabelama u Prilogu B prikazane su vrednosti tih promenljivih za svaki potrošački čvor.

Tabela 3-3: Najvažniji parametri u WEAP-u koje se odnose na potrošačke čvorove.

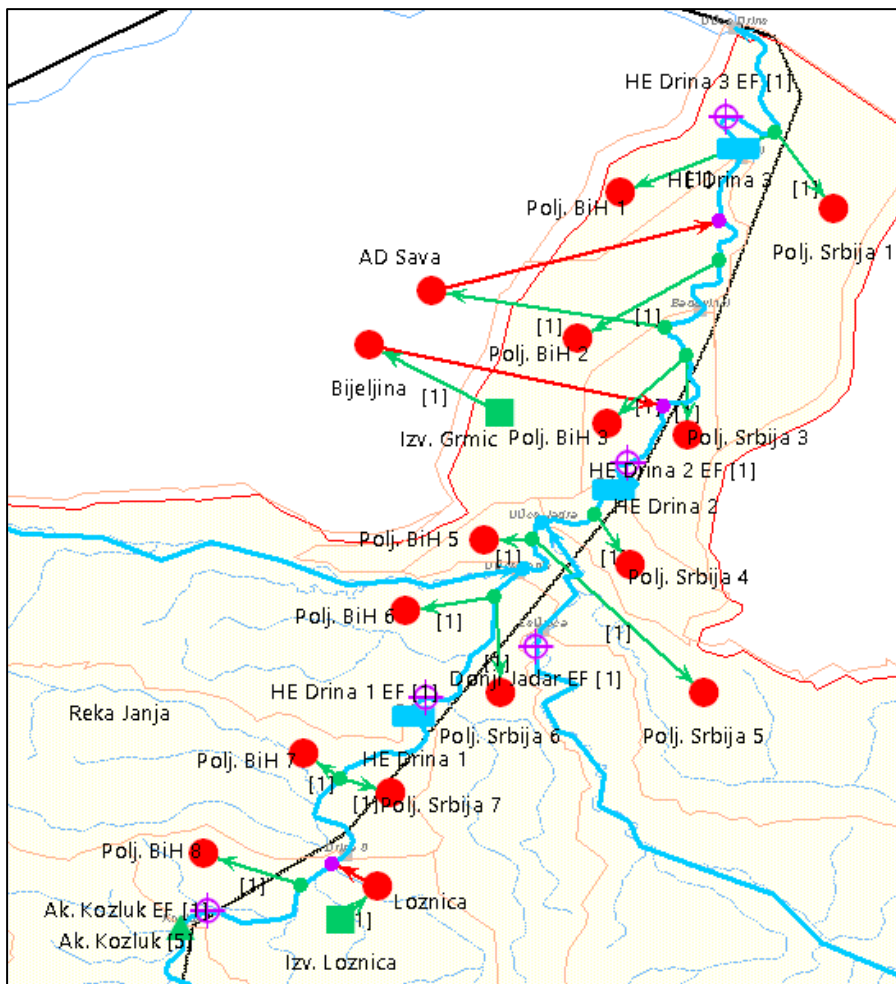
Tip potrošačkog čvora	Parametar	Opis i komentari
Snabdevanje vodom stanovništva	Annual Activity Level	Broj stanovnika: deo stanovništva koje se nalazi na delu opštine koji pripada slivu Drine ili broj stanovnika koji su priključeni na gradski vodovodni sistem.
	Annual Water Use Rate	Specifična potrošnja vode (po stanovniku).
	Monthly Variation	Unutargodišnja raspodela potrošnje. Pretpostavljeno.
	Consumption	% nepovratno potrošene vode (voda izgubljena iz sistema); služi za proračun povratnog protoka kao $Dotok * (1 - Consumption)$. Procenjeno kao procenat stanovništva priključenog na vodovodni sistem, a koji koristi septičke jame.
	Loss Rate	Gubici na distributivnoj mreži unutar potrošačkog čvora.
Snabdevanje vodom industrije	Annual Water Use Rate	Zahtevi za vodom industrije kao potrošača.
	Monthly Variation	Nije definisano (pretpostavljena ravnomerna potrošnja tokom godine).
	Consumption	Procenat nepovratno utrošene vode (voda izgubljena iz sistema). Pretpostavljeno.
Snabdevanje vodom poljoprivrednih potrošača	Annual Activity Level	Površina zemljišta koje se navodnjava. Procenjeno na osnovu Google Earth-a.
	Annual Water Use Rate	Norma navodnjavanja (zapremina po jedinici površine).
	Consumption	Procenat nepovratno utrošene vode. Pretpostavlja se da iznosi 100% (nema podzemnog prihranivanja sa navodnjavanih površina).

Potrebna količina vode za snabdevanje stanovništva po opštinama (navedeno u tabeli B-1 u Prilogu B) definisana je na osnovu broja stanovnika priključenih na javni vodovodni sistem i specifične potrošnje. Razmatrano je samo stanovništvo na slivnom području reke Drine, kao što je to prikazano u poglavlju 7 IWRM izveštaja. Vrednosti specifične potrošnje za svaku državu (i za oba entiteta u BiH) preuzete su iz IWRM izveštaja za pojedine države i definisane su kao parametri u ključnim pretpostavkama (*Key Assumption*) (videti deo 3.4.11). Mesečna neravnomernost potrošnje je takođe pretpostavljena i definisana kao ključna pretpostavka (*Key Assumption*), a korišćena je za sve potrošačke čvorove ovog tipa u svim državama. Promenljiva *Consumption*, koja se koristi za definisanje količine vode izgubljene iz sistema, pretpostavljena je da iznosi 15% prema uobičajenim vrednostima iz literature i definisana je kao ključna pretpostavka. Podaci o gubicima u distributivnim sistemima po pojedinim opštinama su generalno dostupni (na osnovu podataka iz javnih komunalnih preduzeća), osim za Crnu Goru za koju je usvojena jedinstvena vrednost jediničnih gubitaka na osnovu prosečnih vrednosti za čitavu državu.

Najznačajniji **industrijski potrošači** na slivu su termoelektrane, rudnici i prerada rude, fabrika glinice, kao i fabrike za preradu drveta i hrane (tabela B-2 u Prilogu B). Prosečna godišnja potrošnja vode usvajana je iz različitih izveštaja. Industrijska potrošnja je definisana kao konstantna godišnja vrednost (bez mesečne neravnomernosti), a procenat gubitka vode iz sistema (*Consumption*) je pretpostavljen. Jedini izuzetak je

industrija u opštini Pljevlja, za koju je na raspolaganju bila detaljna specifikacija na osnovu koje su zadati parametri uključujući i mesečnu neravnomernost (tabela B-3 u prilogu B). Pored toga, za industrijske potrošače u Srbiji parametri su određeni na osnovu podataka dobijenih od JVP Srbijavode i dati su u tabeli B-4 u Prilogu B.

Pretpostavlja se da se najznačajnije količine vode **za potrebe poljoprivrede (navodnjavanja)** zahvataju na području donje Drine. Poljoprivredne površine u ovom delu sliva pridružene su podslivovima nizvodno od HE Kozluk sa obe strane Drine, i na teritoriji BiH i na teritoriji Srbije (slika 3-5). Pored toga, uključena su dva poljoprivredna potrošačka čvora u FBiH kod Ustikoline i Goražda. Podaci o poljoprivrednim potrošačima dati su u tabeli B-5 u Prilogu B. Veličina poljoprivrednih površina u donjem slivu Drine procenjena je na osnovu satelitskih snimaka (korišćenjem servisa Google Earth), dok je za dva potrošača u FBiH preuzeta iz dokumentacije [23]. Potrebne godišnje količine vode za navodnjavanje usvojene su na osnovu strateških dokumenata [5] i [6]. Za sve poljoprivredne površine pretpostavljeno je da se voda upotrebljena za navodnjavanje smatra izgubljenom vodom iz sistema zbog velikih gubitaka na evapotranspiraciju. Alternativni pristup bio bi da se poljoprivredne površine povežu sa podzemnim akviferom u WEAP-u i da se nekim spoljnim modelom podzemnog strujanja obezbedi odgovarajući bilans podzemnih voda. Međutim, zbog nepoznavanja podzemnog tečenja za svaki podsliv ovakav pristup bio bi preobiman imajući u vidu raspoloživo vreme i resurse na ovom projektu.



Slika 3-5: Potrošački čvorovi koji se odnose na poljoprivredu na donjoj Drini u VM Drine.

3.4.2 Reke

U model su uključene reke na kojima postoje značajniji čvorovi (akumulacije, dovodne ili povratne veze sa potrošačkim čvorovima). Pored osnovnog toka reke Drine, u model su uključene i sledeće reke: Tara, Komarnica, Piva, Čehotina, Sutjeska, Bistrica (BiH), Lim, Uvac, Prača, Rakitnica, Rzav, Crni Rzav, Drinjača, Jadar i Janja. Pored ovih reka, za potrebe definisanja RHE Buk Bijela kao neaktivnog čvora, uneta je i reka Bjelava za koju nema raspoloživih hidroloških podataka, pa se i ona može smatrati neaktivnim elementom.

Najuzvodniji čvorovi reka odgovaraju određenom hidroprofilu (izlazni profil podsliva) u hidrološkom modelu. Protok u tom hidroprofilu, koji je simuliran u hidrološkom modelu, zadaje se kao ulazni protok (*Headflow*) za pojedine reke. Podaci o ulaznim protocima za sve reke dati su u Prilogu C.

3.4.3 Akumulacije

U vodoprivredni model sliva reke Drine uključeno je ukupno 23 akumulacija – 12 postojećih i 11 planiranih (tabela D-1 u Prilogu D). Četiri postojeće akumulacije nemaju hidroenergetsku proizvodnju (Radoinja, Zao-vine, Ribnica i Snježnica). Planirane akumulacije i odgovarajuće hidroelektrane definisane su kao neaktivne u sadašnjem stanju (tj. u početnoj godini u *Current Accounts*). Planirani objekti se uključuju u sistem u određenim scenarijima, a godina početka rada definisana je za svaki objekat. U ovom pogledu specifična je akumulacija Otilovići na reci Čehotini. To je postojeća akumulacija, dok je pribranska hidroelektrana planirana za uključivanje u budućnosti u scenariju “Middle 1”. Zbog toga je ova akumulacija aktivna u sadašnjem stanju (*Current Accounts*), dok se hidroelektrana aktivira u određenoj godini, što je definisano korišćenjem funkcije Step u WEAP-u (videti prvi red u tabeli D-1 u Prilogu D).

U model su unete i četiri akumulacije kao neaktivni čvorovi. To su gornja akumulacija RHE Buk Bijela na reci Bjelavi i tri akumulacije sa derivacionim hidroelektranama na reci Čehotini (Gradac, Mekote i Falovići) koje nisu uključene ni u jedan razvojni scenario. Ovi objekti uneti su ukoliko bi se korisnici modela kasnije odlučili da ih analiziraju.

Tabela 3-4: Najznačajniji parametri u WEAP-u koji se odnose na akumulacije.

Grupa	Parametar	Opis/Komentar
Reservoirs – Physical	Storage capacity	Ukupna zapremina akumulacije. Definisana kao korisna zapremina.
	Initial Storage	Pretpostavlja se da je akumulacija puna.
	Volume-elevation curve	Objašnjenje dato u tekstu.
	Net evaporation	Evaporacija umanjena za padavine (negativne vrednosti ukazuju na povećanje zapremine). Nije razmatrano.
	Maximum Hydraulic Outflow	Hidraulička ograničenja. Nisu definisana nikakva ograničenja.
	Loss to Groundwater	Pozitivni za procurivanje, negativni za dotok iz podzemlja. Nije analizirano.
Reservoirs – Operation	Top of Conservation	Maksimalna zapremina akumulacije. Default = Zapremina akumulacije.
	Top of Buffer	Zapremina akumulacije ispod koje je ispuštanje vode ograničeno parametrom <i>Buffer Coefficient</i> . Default = <i>Top of Inactive</i> .
	Top of Inactive	Zapremina akumulacije koju nije moguće koristiti. Ako je zapremina akumulacije definisana kao korisna zapremina, onda je <i>Top of Inactive</i> = 0.
	Buffer Coefficient	Deo zapremine u buffer zoni (ispod <i>Top of Buffer</i>) raspoloživa za korišćenje. Default = 1.
Reservoirs – Hydropower	Max. Turbine Flow	Instalisani protok hidroelektrane.
	Tailwater Elevation	Kota donje vode, potrebna za proračun pada sa kojim radi HE.
	Generating Efficiency	Koeficijent korisnog dejstva HE. Default = 100%.
	Hydropower Priority	Prioritet prema kome se zadovoljava potreba za energijom (Energy Demand) (ako nema prioriteta = 0, maksimalan prioritet = 99).
	Energy demand	Zahtevi za hidroenergetskom proizvodnjom.
Reservoirs – Priority	Priority	Prioritet punjenja akumulacije (maksimalan prioritet = 1, minimalan prioritet = 99).

U tabeli 3-4 prikazane su promenljive koje se odnose na akumulacije. Svrstane su u četiri grupe podataka. Osnovni fizički parametri (grupa **Physical variables**) su oni kojima se definišu zapremine akumulacija i krive zapremine. U VM Drine kao zapremina akumulacije unesena je korisna zapremina, a krive zapremine definirane su kao krive korisne zapremine, koje daju odnos korisne zapremine i nivoa vode u akumulaciji (mrtva zapremina nije uključena). Podaci o krivama zapremine akumulacija bile su na raspolaganju za jedan broj postojećih i manji broj planiranih akumulacija iz različite tehničke dokumentacije. Za akumulacije za koje se nije raspolagalo podacima, krive zapremine su aproksimirane linearnom zavisnošću između kota minimalnog i maksimalnog radnog nivoa. Usvojene krive zapremine koje su unete u WEAP prikazane su u tabeli D-2 u Prilogu D.

Način rada akumulacije može se kontrolisati zadavanjem različitih promenljivih u grupi **Operation** kojima se definišu karakteristični nivoi i zapremine u akumulaciji (videti drugu grupu promenljivih u tabeli 3-4). S obzirom da je kao zapremina akumulacije u VM Drine definisana korisna zapremina, ova grupa podataka nije zadavana (ostavljene su podrazumevane vrednosti).

Za sve akumulacije sa priborskim hidroelektranama neophodno je definisati promenljive iz grupe **Hydropower**. Podaci o instalisanom protoku, koti donje vode i koeficijentu korisnog dejstva neophodni su da bi se modelirao rad hidroelektrane u WEAP-u. Kota donje vode definisana je kao fiksna vrednost za sve priborske akumulacione hidroelektrane osim za Pivu i Sutjesku. Za ove dve hidroelektrane donja voda zavisi od pada sa kojim radi postrojenje. Na primer, za HE Piva definiše se prema relaciji:

$$\text{If}(\text{PrevTSValue}(\text{Storage Elevation}[\text{m}]) - 492.61 \geq 162, \text{PrevTSValue}(\text{Storage Elevation}[\text{m}]) - 162, 492.61)$$

gde je 492.61 definisana/projektna kota donje vode, dok je 162 računski pad hidroelektrane (u metrima). Koeficijent korisnog dejstva određen je na osnovu instalisane snage hidroelektrane, instalisanog protoka i neto pada. Ovako određen koeficijent korisnog dejstva za nekoliko elektrana nije imao smisla jer su se dobijale vrednosti veoma bliske ili veće od 1, pa je vrednost koeficijenta korisnog dejstva definisana kao 0.85.

Treba imati na umu da većina postojećih akumulacija radi bez značajnije korisne zapremine, sa izuzetkom akumulacije Piva, čija je zapremina daleko najveća na slivu Drine. Jedan od najvećih nedostataka modela je nepostojanje informacija o zahtevima za energetsom proizvodnjom hidroelektrana, koji bi, u zavisnosti od hidrološkog ulaza, uticali na sezonsko ili višegodišnje izravnanje voda u akumulacijama. Bez definisanja energetske potrebe akumulacione hidroelektrane rade kao protočna postrojenja. Zahtevi za energetske proizvodnje definisani su samo za HE Piva.

Režim rada akumulacije i njene hidroelektrane zavisi i od definisanih prioriteta u sistemu (grupa **Priorities**). Moguće je definisati dva tipa prioriteta (tabela 3-4): prioritet koji se odnosi na akumulaciju i njeno punjenje (promenljiva *Priority*), koji je povezan sa prioritetom za zadovoljavanje ekološkog protoka u nizvodnom delu vodotoka, i prioritet koji se odnosi na rad hidroelektrane (promenljiva *Hydropower Priority*), koji se odnosi na zadovoljavanje definisanih zahteva za energetsom proizvodnjom. U VM Drine, ovi prioriteti su zadavani na različite načine u cilju dobijanja što realnijih podataka (videti tabelu D-1 u Prilogu D).

3.4.4 Protočne hidroelektrane

Za definisanje hidroelektrane kao protočnog postrojenja korišćen je kriterijum da se korisna zapremina akumulacije može isprazniti za manje od 2 sata samo radom hidroelektrane. Pored klasičnih protočnih hidroelektrana koje se nalaze na rekama, derivacione hidroelektrane su u WEAP-u takođe predstavljene kao protočna postrojenja koja se nalaze na derivacijama.

U VM Drine je definisano 13 čvorova protočnih HE (1 postojeća i 12 planiranih). Među njima, Bistrica (postojeća) i Sutjeska (planirana) su elektrane derivacionog tipa. Tri derivacione hidroelektrane (Gradac, Mekote i Falovići) na reci Čehotini su takođe uključene u model kao neaktivni čvorovi za slučaj da ponovo

postanu predmet analiza u nekim budućim razvojnim scenarijima. Još jedan čvor koji predstavlja protočnu HE definisan je kao neaktivan čvor na turbinskoj vezi gornje i donje akumulacije RHE Buk Bijela.

Planirane hidroelektrane nisu aktivne u sadašnjem stanju (*Current Accounts*), a aktiviraju se u scenariju u kome su planirane za uključivanje u sistem i počinju sa radom u definisanoj početnoj godini.

Najznačajniji parametri koji se odnose na protočne HE prikazani su u tabeli 3-5. Većina ovih parametara slična je kao za akumulacione HE, sa izuzetkom parametra koji se odnosi na pad sa kojim postrojenje radi, a koji je za protočne HE konstantna vrednost (parametar *Fixed Head*) za razliku od promenljivog pada sa kojim rade akumulacione HE (podaci o protočnim HE mogu se videti u Prilogu E). Nepromenljiva vrednost neto pada definiše se za klasične protočne HE, dok je za derivacione HE ta vrednost definisana kao razlika između nivoa vode u akumulaciji u prethodnom vremenskom koraku i kote donje vode:

$$\text{Neto pad} = \text{Tekući nivo vode u akumulaciji} - \text{Kota donje vode}$$

gde je kota donje vode sračunata na osnovu izraza:

$$\text{Kota donje vode} = \text{Kota normalnog uspora} - \text{Nominalni neto pad}$$

Za derivacione HE neophodno je definisati zahtevanu energetska proizvodnju, kao i prioritet za hidroenergetska proizvodnju, jer se voda ne usmerava prema derivaciji ako ne postoje zahtevi za proizvodnjom energije. Kao vrednost parametra *Hydropower Priority* definisana je vrednost 99, odnosno maksimalna vrednost zadovoljenja zahteva za energijom. Zahtevi za energetska proizvodnjom u modelu definisani su kao energija koja se može proizvesti u toku jednog meseca ako HE radi sa instalisanim protokom i sa odgovarajućim neto padom (maksimalna količina energije koja se može proizvesti):

$$\begin{aligned} \text{Mesečni zahtev za energijom} &= \text{Instalisani protok} * \text{Neto pad} * \text{Koef. kor. dejstva} \\ &* 9.81 * 24 * \text{Dana u mesecu} * 10^{-6} \text{ (GWh)} \end{aligned}$$

Vrednosti parametara za protočne HE prikazane su u tabeli E-1 u Prilogu E. U tabeli E-2 nalaze se ulazni parametri i izračunate vrednosti pada i zahtevane energetske proizvodnje za derivacione HE u VM Drine.

Tabela 3-5: Osnovni parametri u WEAP-u koji se odnose na protočne HE.

Komponenta	Parametar	Opis
Run of river HPPs	Max. Turbine Flow	Instalisani protok hidroelektrane.
	Plant Factor	Procenat vremena u svakom mesecu tokom koga će HE raditi. Default = 100%
	Generating Efficiency	Koeficijent korisnog dejstva HE. Default = 100%.
	Fixed Head	Pad sa kojim radi HE potrebno za proračun hidroenergetske proizvodnje.
	Hydropower Priority	Prioritet prema kome se zadovoljava potreba za energijom (<i>Energy Demand</i>) (ako nema prioriteta = 0, maksimalan prioritet = 99).
	Energy demand	Zahtevi za hidroenergetskom proizvodnjom.

3.4.5 Derivacije

Derivacije su korišćene da bi se definisale derivacione HE. Kao što je rečeno u prethodnom odeljku, model obuhvata dve derivacione HE, a time i dve derivacije. Jedna je postojeća, koja zahvata vodu iz akumulacije Radoinja (reka Uvac) i odvodi je do HE Bistrica, gde se ispušta u Lim. Druga derivacija je planirana, kojom se voda iz akumulacije Sutjeska dovodi do nizvodne HE na istoj reci. Ova derivacija se aktivira u budućnosti u razvojnom scenariju "Full HPP", dok u sadašnjem stanju (*Current Accounts*) nije aktivna. U modelu se nalaze

i tri neaktivne derivacije za derivacione HE Gradac, Mekote i Falovići na reci Čehotini, kao i neaktivna derivacija koja predstavlja turbinsku vezu RHE Buk Bijela.

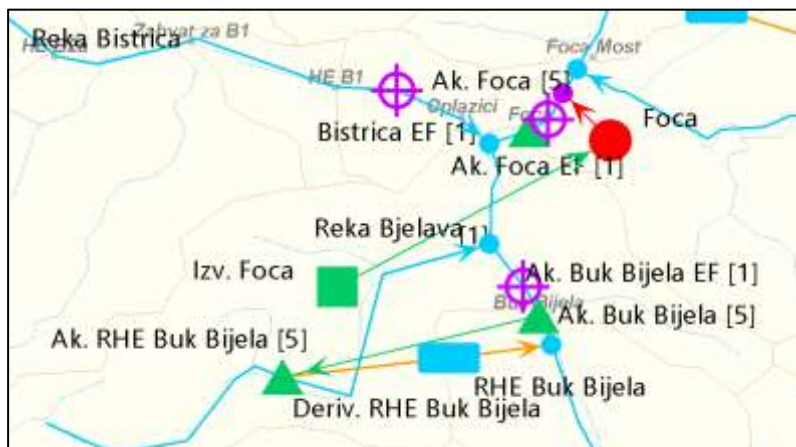
Parametar koji se definiše za derivacije u WEAP-u je maksimalan protok kroz derivaciju, koji je u modelu sliva Drine jednak instalisanom protoku kroz HE do koje dovodi vodu (tabela E-3 u Prilogu E). Kao što je objašnjeno u prethodnom potpoglavlju, da bi kroz derivaciju tekla voda neophodno je za derivaciju definisati neki zahtev. S obzirom da se na kraju derivacije nalazi protočna HE, u modelu je definisana zahtevana energetska proizvodnja za odgovarajuću HE, kao i prioritet za proizvodnju energije (*Hydropower priority*).

3.4.6 Reverzibilne hidroelektrane

Na slivu Drine postoji jedna reverzibilna hidroelektrana, RHE Bajina Bašta, dok su planirana još dva postrojenja: RHE Buk Bijela u BiH i RHE Bistrica u Srbiji. U softveru WEAP ne postoji element koji predstavlja reverzibilnu hidroelektranu (RHE), pa se ovaj tip elektrane ne može direktno modelirati.

U VM sliva Drine RHE Buk Bijela predstavljena je na indirektnan način tako što je uneta gornja akumulacija na Vrbničkoj reci (pritoka Bjelave), dok su turbinske i pumpne veze unete posebno (slika 3-6). Turbinska veza je predstavljena kao derivacija od gornje akumulacije ka akumulaciji Buk Bijela na Drini i na njoj se nalazi element protočne hidroelektrane. Pumpna veza je uneta kao dovodna veza (*Transmission Link*) od donje akumulacije ka gornjoj. Na ovaj način moguće je računati energetska proizvodnju na RHE Buk Bijela, ali ne i potrošnju u pumpnom režimu. Ova RHE sa pratećim vezama je uneta kao neaktivan element. Da bi se omogućio proračun protoka vode kroz ove elemente, neophodni su podaci o planiranom režimu rada RHE Buk Bijela na mesečnom nivou. Ovi podaci nisu bili na raspolaganju u trenutku izrade modela.

U model nisu unete RHE Bajina Bašta i RHE Bistrica, za koje je procenjeno da za usvojeni računski vremenski korak od mesec dana ne mogu značajno da utiču na preraspodelu vode u sistemu.



Slika 3-6: Prikaz RHE Buk Bijela u vodoprivrednom modelu Drine.

3.4.7 Zahtevani (ekološki) protoci

Zahtevi za odgovarajućim protokom zadati su na 36 lokacija u slivu reke Drine. Ovi protoci definisani su na osnovu analiza koje je sproveo deo tima koji se bavi uticajima na ekološko okruženje (detaljan prikaz je dat u IWRM izveštajima za pojedine države). U okviru tih analiza procenjeni su minimalni ekološki protoci u skladu sa preporukama i regulativama pojedinih država. U zavisnosti od regulative pojedinih država, zahtevani minimalni protok je određen ili kao konstantna vrednost tokom godine ili se menja po mesecima u toku godine. Vrednosti ekoloških protoka preporučenih u IWRM izveštajima prikazane su u tabeli F-1 u Prilogu F. Izuzetak u ovoj tabeli je vrednost ekološkog protoka ispod akumulacije Otilovići, za koju je usvojena važeća vrednost od 0.8 m³/s iz tehničke dokumentacije, a ne vrednost od 1.27 m³/s koja je preporučena na osnovu proračuna prema preporučenoj metodologiji za definiisanje ekoloških minimuma u Crnoj Gori (na

osnovu komentara i informacija dobijenih od Elektroprivrede Crne Gore, preporučeni ekološki protok od $1.27 \text{ m}^3/\text{s}$ odgovara profilu reke Čehotine znatno nizvodnije od akumulacije Otilovići, do kog reka Čehotina prima dve značajne pritoke).

Da bi se ispitaio uticaj usvajanja drugačijih vrednosti ekoloških protoka na proračun vodnog bilansa, pripremljen je skup rigoroznijih vrednosti za pojedine profile u skladu sa regulativama pojedinih država i raspoloživom tehničkom dokumentacijom. Ovaj drugi skup vrednosti zahtevanih protoka prikazan je u tabeli F-2 u Prilogu F.

Od ukupno 36 profila u kojima su definisani zahtevani ekološki protoci, 6 profila se nalazi u uzvodnim delovima sliva. Uzvodno od tih profila ne postoje akumulacije, pa se protocima u njima ne može upravljati. Rezultati proračuna u ovim profilima stoga daju prirodnu obezbeđenost zahtevanih protoka.

Zahtevani protoci nizvodno od postojećih akumulacija zadati su na 10 lokacija na slivu. Zahtevi nisu definisani nizvodno od dve postojeće akumulacije Sjenica i Kokin Brod, s obzirom da se radi o kaskadnom sistemu akumulacija. Takođe, kaskadni sistem akumulacija je planiran i na Komarnici i Pivi (postojeća akumulacija Piva i planirane akumulacije Komarnica i Kruševo), pa je čvor sa zahtevanim protocima u modelu pozicioniran nizvodno ispod planirane akumulacije Kruševo.

Ostali zahtevani ekološki protoci definisani su u profilima nizvodno od planiranih akumulacija. Ovi zahtevi postaju upravljivi tek u određenom scenariju, odnosno posle uvođenja akumulacije u sistem. Iz tog razloga oni se u modelu aktiviraju tek kada se aktivira planirana akumulacija. Kako u WEAP-u ne postoji mogućnost zadavanja početne godine za ovaj element, postepeno uključivanje zahtevanih protoka rešeno je pomoću izraza:

$$\text{If}(\text{Year} \geq \text{pocetna godina, zahtevani protok, 0})$$

gde se kao *pocetna godina* uzima vrednost parametra Startup Year za odgovarajuću akumulaciju, dok je *zahtevani protok* ili jedna vrednost ili niz od 12 mesečnih vrednosti. U tabeli F-3 u Prilogu F prikazano je kako su zahtevani protoci definisani u WEAP-u na pojedinim profilima..

Ispuštanje vode u cilju zadovoljenja zahtevanih protoka veoma je osetljivo u WEAP-u i u najvećoj meri zavisi od definisanih prioriteta za zadovoljavanje tih protoka. Zadovoljavanje zahtevanog protoka u nekom profilu utiče na isporuku vode iz svih uzvodnih akumulacija, jer WEAP nastoji da ispunji definisane zahteve. Za najveći prioritet isporuke (1), ispuštanje iz svake akumulacije je proporcionalno zapremini akumulacije. Za najniži prioritet (99), zadovoljenje zahtevanih protoka proporcionalno je raspoloživim količinama vode u akumulaciji nakon zadovoljenja potreba ostalih korisnika. U vodoprivrednom modelu sliva Drine zadat je najviši prioritet (1) za zadovoljenje ekoloških protoka, osim profila nizvodno od HE Brodarevo 1 u scenariju „Full HPP” gde je zadat prioritet 99, jer se u tom scenariju nizvodni zahtevani ekološki protok obezbeđuje iz akumulacije HE Brodarevo 2 sa prioritetom 1.

3.4.8 Rečne deonice

Rečna deonica između dva čvora na reci je jedna od komponenti u WEAP-u gde se prirodni dotok vode uvodi u sistem. Najjednostavnija jednačina vodnog bilansa za jednu deonicu i pripadajući podsliv može se napisati kao (videti sliku 3-7-a):

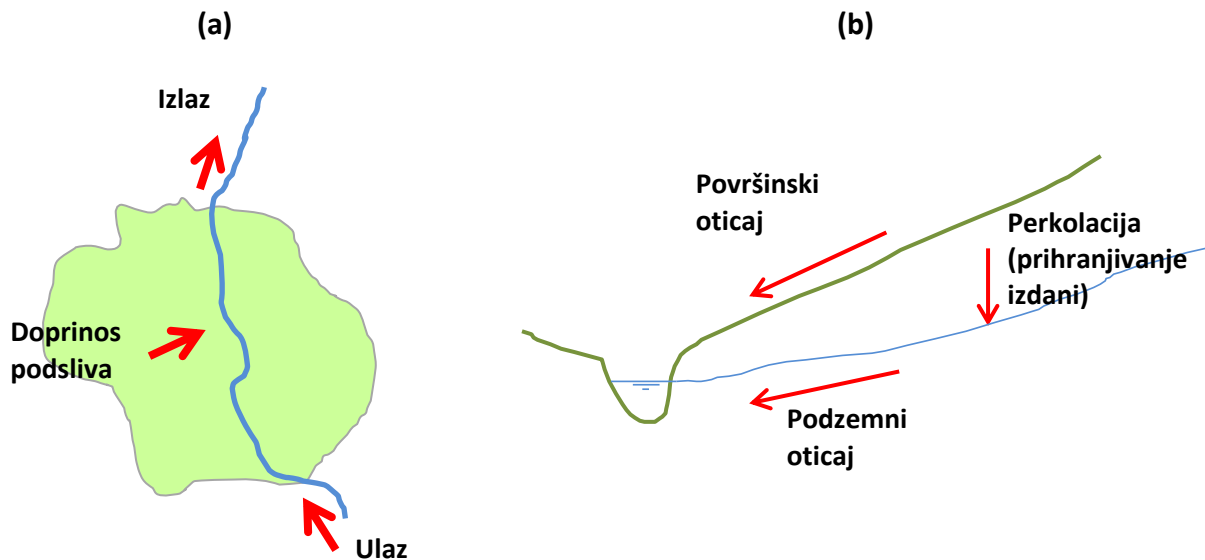
$$\text{Izlaz} = \text{Ulaz} + \text{Doprinos podsliva}$$

Doprinos podsliva rečnoj deonici sastoji se od površinskog oticaja (promenljiva *Surface Water Inflow*) i podzemnog oticaja (slika 3-7-b). Podzemni oticaj može biti usmeren sa podsliva tj. od zaleđa prema reci

(promenljiva *Groundwater Inflow*) ili od reke ka zaleđu (promenljiva *Groundwater Outflow*), pa jednačina bilansa postaje:

$$\text{Izlaz} = \text{Ulaz} + \text{Površinski oticaj (Surface Water Inflow)} + \text{Podzemni oticaj ka reci (Groundwater Inflow)} - \text{Podzemni oticaj od reke (Groundwater Outflow)}$$

Poslednje tri komponente vodnog bilansa su promenljive koje u WEAP-u opisuju rečnu deonicu (tabela 3-6).



Slika 3-7: Komponente vodnog bilansa za rečnu deonicu i pripadajući podsliv.

Tabela 3-6: Promenljive u WEAP-u koje se odnose na rečnu deonicu.

Komponenta	Parametar	Opis/Komentar
Rivers	Headflow	Dotok u najuzvodniji čvor reke. Ulaz iz hidrološkog modela
Rivers – Reaches	Surface Water Inflow	Površinski dotok u rečnu deonicu. Ulaz iz hidrološkog modela.
	Groundwater Inflow	Podzemni dotok u reku. Ulaz iz hidrološkog modela.
	Groundwater Outflow	Prihranjivanje podzemnih voda na podslivu iz rečne deonice kao % protoka u reci. Koristi se na potezu Donje Drine.

Tabela 3-7: Komponente prirodnog bilansa voda u WEAP-u sa odgovarajućim komponentama u hidrološkom modelu JCI.

Promenljiva u WEAP-u	Komponenta hidrološkog modela „HIS Drina“	
	Podsliv bez izvorišta podzemnih voda	Podsliv sa izvorištem podzemnih voda
Surface water inflow (za deonicu)	Qsub_surf + Qsub_base	Qsub_surf
Groundwater inflow (za deonicu)	0	Qsub_base
Natural recharge (za izvorište podzmenih voda)	–	Wperc

Podaci o površinskom i podzemnom oticaju (groundwater inflow), kao i prihranjivanje podzemlja, dobijaju se kao izlazni podaci iz hidrološkog modela JCI. Taj model simulira komponente hidrološkog bilansa na 123 profila ("hidroprofili") na slivu. Najznačajnije komponente koje se dobijaju hidrološkim modelom su:

- površinski oticaj sa podsliva Q_{sub_surf} ,
- bazni oticaj sa podsliva Q_{sub_base} ,
- perkolacija (proceđivanje ka podzemnim vodama) W_{perc} .

Vodni bilans je u WEAP-u modeliran na dva načina u zavisnosti od toga da li na podslivu postoji izvorište podzemnih voda (tabela 3-7). Ukoliko na podslivu jedne deonice postoji zahvatanje podzemnih voda, tada se prihranjivanje akvifera (*Natural Recharge*) uključuje u proračun kao komponenta perkolacije iz hidrološkog modela, a njegovo pražnjenje ka reci (*Groundwater Inflow*) kao komponenta baznog oticaja iz hidrološkog modela. U slučaju da na podslivu rečne deonice nema izvorišta podzemnih voda, u WEAP-u ne postoji veza podsliva sa izvorištem podzemnih voda, pa se ukupni dotok u rečnu donicu sastoji se od komponenti površinskog i baznog oticaja u hidrološkom modelu, ali se pripisuje promenljivoj *Surface Water Inflow* u WEAP-u. Zahvatanje direktno iz reke na nekoj deonici za korisnike takođe može biti izlaz sa podsliva vezanog za datu deonicu.

Rečne deonice sa definisanim hidrološkim ulazom navedene su u Prilogu G. Ulazni hidrološki podaci se unose u WEAP pomoću funkcije *ReadFromFile*, koja ima sledeći oblik:

`ReadFromFile(imefajla, br. kolone)`

gde je *imefajla* ime fajla u CSV formatu sa izlaznim rezultatima hidrološkog modela za određeni podsliv, a *br. kolone* je redni broj kolone sa konkretnom komponentom vodnog bilansa. Površinski oticaj se učitava iz kolone 11, podzemni oticaj iz kolone 12, a perkolacija iz kolone 8 (videti takođe i deo 3.4.12 i tabelu 3-9).

Čvorovi sistema u WEAP-u poklapaju se sa lokacijama hidroprofila iz hidrološkog modela. Slivna površina za jednu deonicu između dva čvora zato obuhvata jedan podsliv ili više podslivova iz hidrološkog modela JCI. Postoji nekoliko izuzetaka gde je bilo neophodno uraditi određene korekcije:

- Podsliv između hidroprofila "Ušće Rzava" i "Bajina Bašta" (odgovara profilu brane Bajina Bašta) na reci Drini je veoma veliki sa površinom od 809 km² i na njemu se nalaze dva potrošačka čvora, Han Pijesak i Višegrad, i njihova izvorišta podzemnih voda. Sa gledišta modeliranja u WEAP-u, tako veliki sliv nije pogodan za opisivanje komponenti bilansa podzemnih voda jer se lokalni izvori ne mogu povezati sa značajnim količinama perkolacije i baznog oticaja sa cele površine podsliva. Ovaj podsliv je zato podeljen na tri dela: nizvodno od profila "Ušće Rzava" do profila "Višegrad Return", nizvodno od profila "Višegrad Return" do profila "Han Pijesak Return", i od profila "Han Pijesak Return" do profila "Bajina Bašta". Površine ovih delova su procenjene na 3%, 6% i 91% površine celog podsliva, dok su komponente vodnog bilansa u WEAP-u razdeljene u istim procentima.
- Zbog neproporcionalno velikog baznog oticaja u rezultatima hidrološkog modela za podsliv između čvorova "Srebrenica i Bratunac Return" i "HE Dubravica EF" na Drini (tj. između hidroprofila "Ušće Ljubovidje" i "Dubravica"), 35% modeliranog baznog oticaja je dodato u površinski oticaj, dok preostalih 65% čini dotok podzemnih voda na toj deonici.
- Podsliv između hidroprofila "Zvornik" i "Radalj" na Drini je podeljen na dva dela odnosno dve slivne površine sa leve i desne strane reke. Kako jedan podsliv u WEAP-u može da se poveže sa samo jednim izvorištem podzemnih voda, ova intervencija je neophodna da bi se omogućilo uvođenje u model dva izvorišta podzemnih voda sa svake strane reke (za Zvornik na levoj strani i za Mali Zvornik

na desnoj strani). Površine levog i desnog dela podsliva su procenjene na 73% odnosno 27% površine celog podsliva, dok su komponente vodnog bilansa u WEAP-u razdeljene u istim procentima.

- Deonici između čvorova “Berane Return” i “Bijelo Polje Return” na Limu, koja se povezuje sa izvoristom podzemnih voda za Bijelo Polje, pripada više podslivova iz hidrološkog modela sa kojih se sabira bazni oticaj (takođe i površinski). Sa većeg broja podslivova se dobija nerealno veliko pražnjenje izdani tj. čvora “Izv. Bijelo Polje”. Ovde je intervenisano tako što je usvojeno da samo 27% površine podsliva između hidroprofila “Zaton” and “Bijelo Polje” doprinosi baznom oticaju, dok su preostali deo i komponente baznog oticaja sa ostalih podslivova pridodati površinskom oticaju.
- Pored komponenti bilansa koje se preuzimaju iz hidrološkog modela, u VM Drine je uključeno i prihranjivanje podzemnih voda iz reke (*Groundwater Outflow*) na nekim podslivovima na najnižvodnijem delu sliva (videti poslednju kolonu tabele G-1 u Prilogu G). To je urađeno da bi se dobio realniji bilans voda u izdanima na podslivovima u dolini donje Drine gde preovlađuje nizak teren i gde je tok podzemnih voda, zbog eksploatacije podzemnih voda, usmeren od reke ka bunarima.

3.4.9 Izvorišta podzemnih voda

Podzemna voda (PV) je dominantan način snabdevanja vodom u slivu reke Drine. U slučajevima kada se neki potrošački čvor snabdeva vodom iz više izvorišta PV, ta izvorišta su objedinjena u modelu kao jedno izvorište iz koga se zahvata celokupna količina vode koju zahteva potrošački čvor. U modelu je definisano 33 izvorišta.

Čvorovi podzemnih voda u WEAP-u predstavljaju akvifere (izdani) za koje se računa vodni bilans. Vodni bilans jednog akvifera je dat jednačinom:

$$\text{Perkolacija} - \text{Podzemni oticaj} - \text{Zahvatanje} + \text{Vraćanje upotrebljene vode} \\ = \text{Promena u zalihama podzemnih voda}$$

gde *Perkolacija* predstavlja proceđivanje ka PV (promenljiva *Natural Recharge* u WEAP-u), *Podzemni oticaj* predstavlja razliku između baznog oticaja sa podsliva (u WEAP-u ga čini promenljiva *Groundwater Inflow* za deonicu sa podslivom na kome se nalazi izvorište PV) i prihranjivanja od reke (tj. u WEAP-u promenljiva *Groundwater Outflow* za istu deonicu). Zahvatanje iz izvorišta PV je definisano zahtevima za vodom potrošačkih čvorova koja su povezana sa tim izvorištem. Vraćanje upotrebljene vode definisano je kao procenat upotrebljenih voda od stanovništva sa septičkim jamama i zadaje se kao parametar *Loss To Groundwater* na povratnim vezama od naselja ka rekama (videti 3.4.10).

Podaci koji se odnose na izvorišta PV prikazani su u tabeli 3-8. Za proračun bilansa PV neophodno je definisati komponentu perkolacije koja je jedan od izlaza iz hidrološkog modela JCI. Podaci o perkolaciji se učitavaju iz izlaznih fajlova hidrološkog modela na isti način kao i podaci za rečne deonice, gde su dati u milimetrima, dok se u WEAP-u množe sa slivnim površinama da bi se dobile odgovarajuće zapremine. Izvorišta PV i njihove veze sa rezultatima hidrološkog modela dati su u tabeli H-1 u Prilogu H. Površine podslivova između čvorova hidrološkog modela date su u tabeli J-1 u prilogu J.

Kao i u slučaju bilansa voda na rečnim deonicama, napravljeno je nekoliko korekcija simuliranih vrednosti prihranjivanja PV da bi se dobio realističniji hidrološki bilans:

- Perkolacija za čvor izvorišta Srebrenica i Bratunac umanjena je u skladu sa odgovarajućim smanjenjem baznog oticaja na podslivu na kome se ovo izvorište nalazi.
- Ukupna perkolacija na podslivu na kome se nalaze izvorišta za Zvornik i Mali Zvornik podeljena je na dva izvorišta procentualno površini sliva (73% za Zvornik i 27% za Mali Zvornik).

- Površina podsliva sa kojeg se prihranjuje izvoriste za Bijelo Polje je umanjena u skladu sa umanjnjem ostalih komponenti bilansa, kao što je opisano kod rečnih deonica.
- Male korekcije u smislu povećanja slivnih površina sa kojih se prihranjuju izvorišta za Pljevlja, Mojkovac i Kolašin, Berane, Goražde i Kladanj su usvojene da bi se uzela u obzir karstna priroda terena.

Pored komponente prihranjivanja PV (*Natural Recharge*), važni parametri su zapremina podzemnog akvifera (*Storage Capacity*) i maksimalna izdašnost (*Maximum Withdrawal*) koji mogu biti ograničenje za raspodelu vode korisnicima. Međutim, do podataka o ovim karakteristikama izvorišta PV na slivu nije lako doći. Izvori snabdevanja vodom na slivu Drine su najmanje poznata komponenta upravljanja vodama sa više aspekata (nedovoljno istražene karstne izdani, teško dolaženje do informacija o konkretnim izvorištima za pojedine javne vodovodne sisteme ili industrije, praktično nepoznate ključne karakteristike neophodne za WEAP model kao što su kapacitet izdani i maksimalna izdašnost). Iz ovih razloga, u VM Drine za kapacitet izdani i maksimalnu izdašnost je pretpostavljeno da nisu ograničeni. Određeni podaci o podzemnim izvorištima na teritoriji BiH mogu se naći u Nacrtu plana upravljanja slivom Save u BiH [7] [8], u kome je učinjen značajan napor da se resursi podzemnih voda detaljno opišu. Međutim, ovi podaci nisu uključeni u model kako bi se zadržao isti nivo detaljnosti (a time i neizvesnosti) za sva izvorišta i sve države na slivu.

Početna vrednost zapremine podzemnog akvifera (*Initial Storage*) pretpostavljena je tako da omogući fluktuacije zaliha PV bez presušivanja (ova pretpostavka je definisana u okviru ključnih pretpostavki tj. *Key Assumptions* u prilogu A). Ovakva pretpostavka omogućava analiziranje rezultata proračuna bilansa voda relativno u odnosu na početnu zapreminu PV.

Tabela 3-8: Osnovni parametri u WEAP-u koji se odnose na izvorišta podzemnih voda.

Komponenta	Parametar	Opis/Komentar
Groundwater	Storage Capacity	Zapremina akvifera. Pretpostavljeno da je neograničena.
	Initial Storage	Početno stanje zaliha PV. Pretpostavljeno (<i>Key Assumption</i>).
	Maximum withdrawal	Mesečne maksimalne zapremine vode koje je moguće isporučiti iz akvifera. Pretpostavljeno da su neograničene.
	Natural Recharge	Perkolacija iz hidrološkog modela.

3.4.10 Dovodi i ispuštanja

Dovodne veze (*Transmission Links*) koriste se za zahvatanje iz površinskih i podzemnih voda, dok povratne veze (*Return Flows*) predstavljaju ispuštanja iz potrošačkih mesta u reke. Čvorovi povratnih veza su uglavnom pozicionirani na izlaznim profilima podslivova hidrološkog modela.

Postoji nekoliko parametara u WEAP-u koji se mogu koristiti za opis rada dovodnih i povratnih veza. U VM Drine definisano je samo nekoliko parametara dovodnih veza koji su prikazani u tabeli I-1 u Prilogu I.

Kod povratnih veza od naselja ka rekama zadat je parametar Loss to Groundwater koji definiše procenat stanovništva koje nije priključeno na kanalizacioni sistem nego koristi septičke jame, pa se ovaj procenat vode vraća u podzemni akvifer na odgovarajućem podslivu. Preostala količina vode (do 100%) se vraća direktno u reku i predstavlja procenat stanovništva koje je priključeno na javni kanalizacioni sistem. Zadate vrednosti su prikazane u tabeli I-2 u Prilogu I, dok ostale dovodne veze rade bez ograničenja.

3.4.11 Ključne pretpostavke

Neki podaci, kao što je pretpostavljena specifična potrošnja vode u domaćinstvima ili norma navodnjavanja za poljoprivredne potrošače, definisani su kao ključne pretpostavke (*Key Assumptions*). To su promenljive u WEAP-u na koje se može referencirati u izrazima za druge promenljive. To omogućava lakši i konsistentan unos podataka u model. U modelu su definisane sledeće ključne pretpostavke:

- specifična potrošnja vode u domaćinstvima (za svaku državu);
- unutargodišnja neravnomernost potreba za vodom u domaćinstvima (ista za sve države);
- gubici u javnim vodovodnim sistemima u Crnoj Gori;
- norma navodnjavanja (za svaku državu);
- unutargodišnja raspodela potreba za vodom u navodnjavanju (ista za sve države);
- stope rasta stanovništva i potreba za vodom u industriji i navodnjavanju (za svaku državu);
- početno stanje zapremine podzemnih voda (za sva izvorišta).

Podaci o parametrima definisanim u okviru ključnih pretpostavki navedeni su u Prilogu A ovog izveštaja.

3.4.12 Ulazni podaci iz hidrološkog modela

Rezultati simulacija hidrološkim modelom JCI sastoje se od vremenskih serija komponenti vodnog bilansa, nabrojanih u tabeli 3-9. Sledeće komponente se koriste u WEAP-u:

- površinski oticaj,
- podzemni (bazni) oticaj,
- perkolacija (prihranjivanje podzemnih voda).

Kao rezultati svake hidrološke simulacije dobija se 123 fajla, po jedan za svaki hidroprofil (čvor) u hidrološkom modelu. Fajlovi se dobijaju u CSV formatu sa strukturom koju zahteva WEAP (videti okvir J-1 u Prilogu J). Ovi fajlovi se učitavaju u WEAP i na taj način se unose ulazni podaci za rečne deonice i izvorišta podzemnih voda (videti delove 3.4.8 i 3.4.9). U svakoj verziji modela ovi fajlovi se nalaze u podfolderu "HydroModel" unutar foldera konkretnog modela Drine u WEAP-u (svi folderi modela u WEAP-u smešteni su u folder "WEAP Areas").

U tabeli J-1 u Prilogu J dat je spisak hidroprofila sa odgovarajućim imenima fajlova sa ulaznim podacima. Imena fajlova su ista za svaku verziju modela (zbog toga korisnici treba pažljivo da pripreme fajlove za svaku verziju modela). U ovoj tabeli date su i slivne površine koje odgovaraju svakom hidroprofilu, koje se koriste pri pretvaranju prihranjivanja podzemnih voda W_{perc} iz sloja vode (u mm) u zapreminske jedinice.

Tabela 3-9: Komponente vodnog bilansa iz hidrološkog modela JCI (redosled kolona u CSV fajlovima).

Kolona	Naziv	Opis
1	padavine [mm]	Padavine na podslivu u milimetrima
2	sneg [mm]	Padavine u obliku snega na podslivu u milimetrima
3	Ecan [mm]	Isparavanje sa vegetacije (intercepcija) u milimetrima
4	Esub [mm]	Istapanavanje iz snežnog pokrivača (sublimacija) u milimetrima
5	Es [mm]	Isparavanje iz tla u milimetrima
6	Et[mm]	Transpiracija u milimetrima
7	Qsurf [mm]	Površinski oticaj u milimetrima
8	Wperc [mm]	Perkolacija (procurivanje ka podzemnoj vodi) u milimetrima
9	Rint [mm]	Padavine umanjene za intercepciju u milimetrima
10	SW [mm]	Zemljišna vlaga u milimetrima
11	Qsurf [m3/s]	Površinski oticaj sa podsliva u m ³ /s
12	Qbase [m3/s]	Oticaj podzemnih voda (bazni pticaj) sa podsliva u m ³ /s
13	Qsurf_upstream [m3/s]	Površinski oticaj na izlazu sa podsliva, uključujući sve uzvodne podslivove, u m ³ /s
14	Qbase_upstream [m3/s]	Podzemni oticaj na izlazu sa podsliva, uključujući sve uzvodne podslivove, u m ³ /s
15	Qmin_upstream [m3/s]	Minimalni dnevni protok u mesecu na izlaznom profilu sliva u m ³ /s
16	Qmax_upstream [m3/s]	Maksimalni dnevni protok u mesecu na izlaznom profilu sliva u m ³ /s

3.5 Scenariji u WEAP-u

3.5.1 Scenariji konfiguracije sistema

Razvojni scenariji za sliv reke Drine opisani su u poglavlju 4 IPF izveštaja za sve države [4]. Ovi scenariji se generalno sastoje od tri varijante:

- Varijanta **Green Growth** (zeleni scenario). Prema ovom scenariju, na slivu nema novih akumulacija i HE.
- Varijanta **Hydropower Maximisation** (maksimalno iskorišćenje hidroenergetskog potencijala). Prema ovom scenariju planira se najveći broj novih akumulacija i HE.
- Varijanta **Middle** (Srednji scenario) ili **Reduced/Optimised Hydropower** (optimalno iskorišćenje hidroenergetskog potencijala). Ova varijanta uključuje ograničeni broj novih HE i razlikuje se u pojedinim državama.

Tabela 3-10: Scenariji konfiguracije sistema u WEAP-u u odnosu na razvojne scenarije za sliv Drine u IWRM izveštajima.

WEAP scenario	Razvojni scenario		
	Crna Gora	BiH	Srbija
Green Growth	Green Growth	Green Growth	Green Growth
Middle 1	Follows Energy Development Strategy	Reduced Hydropower per Sava RBMP	Reduced/Optimized Hydropower
Middle 2		Reduced Hydropower over longer time frame	
Middle 3		Hydropower Maximisation	
Full HPP	Hydropower Maximisation		Hydropower Maximisation

Da bi se uzete u obzir razlike u ovim varijantama u pojedinim državama, u WEAP-u su definisana tri srednja scenarija pored scenarija "Green Growth" i "Hydropower Maximisation" (tabela 3-10). Scenario "Middle 1" u WEAP-u pokriva srednje scenarije za Crnu Goru i za Srbiju i varijantu #1 srednjeg scenarija u BiH. Scenario "Middle 2" u WEAP-u pokriva dodatne tri HE prema varijanti #2 srednjeg scenarija za BiH. Scenario "Middle 3" u WEAP-u pokriva tri HE koje pripadaju srednjem scenariju za Srbiju i scenariju „Full HPP“ za BiH. Dakle, sledeći scenariji u WEAP-u odgovaraju predloženim razvojnim scenarijima u pojedinim državama u odgovarajućim IWRM izveštajima:

- Crna Gora:
 - Green Growth = Green Growth
 - Middle = Middle 1
 - Full HPP = Full HPP
- Bosna i Hercegovina:
 - Green Growth = Green Growth
 - Middle Variant #1 = Middle 1
 - Middle Variant #2 = Middle 2
 - Full HPP = Full HPP
- Srbija:
 - Green Growth = Green Growth
 - Middle = Middle 3
 - Full HPP = Full HPP

Tabela 3-11 daje pregled svih HE u svim scenarijima u VM Drine. Komponente u WEAP-u mogu da imaju različite početne godine u različitim scenarijima. To mogućava da se nove akumulacije i HE postepeno uvedu u sistem. Pretpostavljene početne godine za hidroelektrane su prikazane u tabeli 3-11.

Tabela 3-11: Spisak HE u pojedinim scenarijima u WEAP-u.

Država	Reka	Akumulacija/ HE	Početna godina	Current Accounts	Green Growth	Scenario			Full HPP
						Middle 1	Middle 2	Middle 3	
MNE	Piva	Piva		+	+	+	+	+	+
SRB	Lim	Potpeć		+	+	+	+	+	+
SRB	Uvac	Sjenica/Uvac		+	+	+	+	+	+
SRB	Uvac	Kokin Brod		+	+	+	+	+	+
SRB	Uvac/Lim	Radoinja/ Bistrica		+	+	+	+	+	+
BiH	Drina	Višegrad		+	+	+	+	+	+
SRB/BiH	Drina	Bajina Bašta		+	+	+	+	+	+
SRB/BiH	Drina	Zvornik		+	+	+	+	+	+
MNE	Piva	Komarnica	2034			+	+	+	+
MNE	Piva	Kruševo	2028			+	+	+	+
BiH	Drina	Buk Bijela	2022			+	+	+	+
BiH	Drina	Foča	2022			+	+	+	+
MNE	Čehotina	Otilovići (HE)	2022			+	+	+	+
BiH	Drina	Ustikolina	2022			+	+	+	+
SRB	Lim	Brodarevo 1	2047			+	+	+	+
SRB	Lim	Rekovići	2031			+	+	+	+
BiH	Lim	Mrsovo	2040			+	+	+	+
BiH	Drina	Paunci	2022				+	+	+
BiH	Drina	Goražde	2022				+	+	+
SRB/BiH	Drina	Dubravica	2025				+	+	+
SRB/BiH	Drina	Rogačica	2022					+	+
SRB/BiH	Drina	Tegare	2025					+	+
SRB/BiH	Drina	Kozluk	2025					+	+
BiH	Sutjeska	Sutjeska	2022						+
BiH	Čehotina	Vikoč	2043						+
MNE	Lim	Andrijeвица	2037						+
MNE	Lim	Lukin Vir	2047						+
SRB	Lim	Brodarevo 2	2047						+
SRB/BiH	Drina	Drina I	2050						+
SRB/BiH	Drina	Drina II	2050						+
SRB/BiH	Drina	Drina III	2050						+

3.5.2 Socio-ekonomski scenariji

Socio-ekonomski scenariji obuhvataju stope rasta stanovništva, industrije i poljoprivrede (tabela 3-12). Stope rasta date u tabeli su definisane kao ključne pretpostavke (*Key Assumptions*) u WEAP-u (Prilog A).

Tabela 3-12: Socio-ekonomski scenariji u vodoprivrednom modelu Drine.

Socio-ekonomska kategorija	Scenario	BiH	Crna Gora	Srbija
Porast stanovništva ¹	Realni rast	-0.9945%	-1.16%	-0.7%
	Bez promene	0%	0%	0%
	Pozit. porast	+0.1812%	+1.07%	+0.9%
Stopa rasta industrijske proizvodnje ²		+3-5%	-1.5%	+3-5%
Stopa rasta poljoprivredne proizvodnje ²		+5.3%	- ³	+3%

¹ Izvori: IWRM Country Reports [3]; ² Izvori: [5], [9], [10], [11], [12]; ³ Nije zadato u modelu

3.5.3 Klimatski scenariji i hidrološke projekcije

Razmatranje efekata klimatskih promena na vodoprivredu na slivu Drine odvija se u dva koraka:

- formiranje klimatskih projekcija, tj. vremenskih serija padavina i temperatura koje odlikavaju buduću klimu na slivu Drine pod određenim scenarijima promene klime,
- hidrološke simulacije sa klimatskim projekcijama čiji su rezultat hidrološke projekcije na slivu Drine u profilima čvorova u WEAP modelu.

Rezultati klimatskog i hidrološkog modeliranja su opisani detaljno u IWRM i IPF izveštajima za pojedine države, a ovde se daje kratak rezime. Razmatrana su dva scenarija emisija gasova staklene bašte prema IPCC: RCP 4.5, kao umereni scenario, i RCP 8.5 kao scenario intenzivne emisije. Korišćen je ansambl od četiri različita lanca globalnih i regionalnih klimatskih modela (GCM/RCM) za oba klimatska scenarija. Rezultati klimatskog modeliranja preuzeti su iz projekta Med-CORDEX.³ U tabeli 3-13 prikazane su kombinacije GCM/RCM u ansamblu. Iz svakog lanca modela dobijene su simulirane vremenske serije temperatura i padavina za dva buduća 30-godišnja perioda, 2011-2040 i 2041-2070, kao i za referentni period 1961-1990. Simulacije u referentnom periodu su potrebne da bi se procenile promene budućih padavina i temperatura u odnosu na referentni period. Klimatske simulacije iz jednog lanca modela prema dva klimatska scenarija su iste u referentnom periodu, ali su različite u budućnosti. Na osnovu toga sledi da se za potrebe ove studije raspolagalo sa 12 različitih skupova podataka klimatskih simulacija (4 za referentni period i 8 za budućnost).

Hidrološke simulacije su rezultat simulacija hidrološkim modelom JCI sa klimatskim projekcijama kao ulazom. Iz 12 skupova klimatskih projekcija nastalo je 12 skupova hidroloških projekcija koje su korišćene kao ulaz za simulacije sa VM Drine. Oznake ovih simulacija su date u tabeli 3-14.

Tabela 3-13: Ansambl lanaca klimatskih modela (GCM/RCM) korišćeni u ovoj studiji.

Klimatski model	Institut	GCM	RCM
1	CNRM	CM5	ALADIN 5.2
2	CMCC	CM	CCLM 4-8-19
3	LMD	IPSL-CM5A-MR	LMDZ
4	GUF	MPI-ESM-LR	CCLM 4-8-18

Tabela 3-14: Hidrološke simulacije sa klimatskim projekcijama.

Period	Klimatski scenario	Klimatski model	Oznaka hidrološke simulacije
Referentni (1961-1990)	-	1	Baseline_m1
		2	Baseline_m2
		3	Baseline_m3
		4	Baseline_m4
Budući (2011-2070)	RCP 4.5	1	Future_RCP45_m1
		2	Future_RCP45_m2
		3	Future_RCP45_m3
		4	Future_RCP45_m4
Budući (2011-2070)	RCP 8.5	1	Future_RCP85_m1
		2	Future_RCP85_m2
		3	Future_RCP85_m3
		4	Future_RCP85_m4

³ www.medcordex.eu

4 Rezultati simulacija

Analiza rada vodoprivrednog sistema sliva Drine pod različitim scenarijima u budućnosti i u referentnom periodu je razmatrana preko sledećih indikatora:

- zapreminska i vremenska obezbeđenost snabdevanja vodom stanovništva, industrije i poljoprivrede, kao i zadovoljenja zahteva za minimalnim ekološkim protocima,
- proizvodnja hidroenergije.

Zapreminska obezbeđenost je ovde definisana kao odnos zapremine isporučene vode i zahtevane vode. Vremenska obezbeđenost je definisana kao procenat vremena u kome je količina isporučene vode jednaka zahtevanoj (računato kao broj meseci u kojima je isporučeno 100% zahtevane količine vode u odnosu na ukupan broj meseci tokom razmatranog vremenskog perioda). Hidroenergetska proizvodnja je data kao prosečna godišnja proizvodnja energije tokom razmatranog perioda.

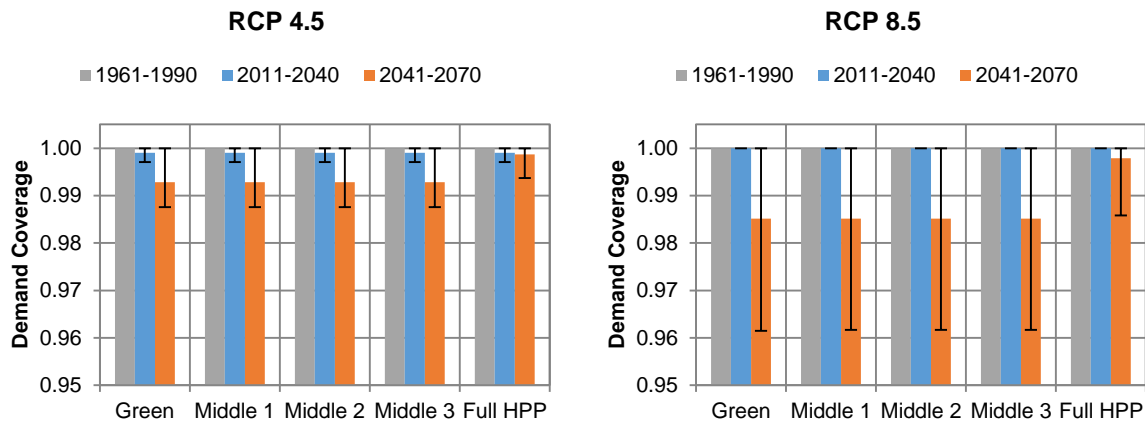
Za prikazivanje generalnih tendencija u rezultatima simulacija i projekcijama za budućnost najčešće je korišćena medijana rezultata iz ansambla od četiri simulacije prema ova klimatska scenarija. Neizvesnost u rezultatima se može opisati rasponom rezultata dobijenih simulacijama svakim lancem klimatskih modela i hidrološkim modelom.

4.1 Snabdevanje vodom

Rezultati simulacija za budući period 2011-2070 su pokazali da snabdevanje vodom stanovništva, industrije i poljoprivrede ima obezbeđenost od 100% (kako zapreminsku, tako i vremensku obezbeđenost) u svim potrošačkim čvorovima.

U preliminarnim proračunima u kojima je za zahtevani ekološki protok nizvodno od akumulacije Otilovići na reci Čehotini zadata vrednost od 1.27 m³/s, koja je dobijena na osnovu proračuna prema preporučenoj metodologiji za definiisanje ekoloških minimuma u Crnoj Gori, a koja je znatno veća od vrednosti 0.8 m³/s koja je trenutno važeća prema postojećoj tehničkoj dokumentaciji, industrijski potrošači u opštini Pljevlja koji se snabdevaju iz akumulacije Otilovići nemaju obezbeđenost od 100%. Obezbeđenost snabdevanja vodom ovih potrošača (koji obuhvataju termoelektranu, rudnik uglja i drvenu industriju) iz preliminarnih proračuna je prikazana na slici 4-1. Slika prikazuje medijane simulacija sa ansamblom od četiri klimatska modela za dva klimatska scenarija. Pored industrije, ova akumulacija se koristi i za snabdevanje gradskog vodovoda u Pljevljima. Veći zahtevani ekološki protok nizvodno od akumulacije Otilovići stvara dodatni pritisak na akumulaciju. Ipak, do toga dolazi retko, pa je pod ovim uslovima zapreminska obezbeđenost snabdevanja industrije u opštini Pljevlja u bližoj budućnosti visoka (preko 99%) i nešto manja u daljoj budućnosti (prema scenariju RCP 4.5 veća od 99%, a prema scenariju RCP 8.5 veća od 98%). U ovom slučaju, u daljoj budućnosti obezbeđenost prema razvojnom scenariju "Full HPP" se ne smanjuje koliko prema ostalim scenarijima, jer akumulacija Otilovići pokušava da zadovolji ne samo neposredni nizvodni zahtevani protok već i nizvodni zahtev kada se u sistem uključi planirana akumulacija "Vikoč". Na slici 4-1 prikazani su i rasponi rezultata prema različitim klimatskim modelima, koji pokazuju da je neizvesnost u vezi sa ovim rezultatima veoma mala u prvom razmatranom periodu 2011-2040, a veća u drugom periodu 2041-2070, i to naročito za scenario RCP 8.5.

Na osnovu rezultata preliminarnih i finalnih proračuna može se zaključiti da vrednost zahtevanog ekološkog protoka nizvodno od akumulacije Otilovići od 0.8 m³/s ne ugrožava potrošače na opštini Pljevlja, dok je u slučaju veće vrednosti od 1.27 m³/s obezbeđenost snabdevanja industrijskih potrošača smanjena. Takođe treba naglasiti da su rezultati dobijeni pod pretpostavkom neograničenog snabdevanja vodom naselja na opštini Pljevlja iz podzemnih voda, što znači da se u modelu voda iz akumulacije Otilovići ne koristi za snabdevanje naselja. U realnosti, pritisak na ovu akumulaciju biće veći u uslovima smanjene izdašnosti izvorišta podzemnih voda za opštinu Pljevlja.

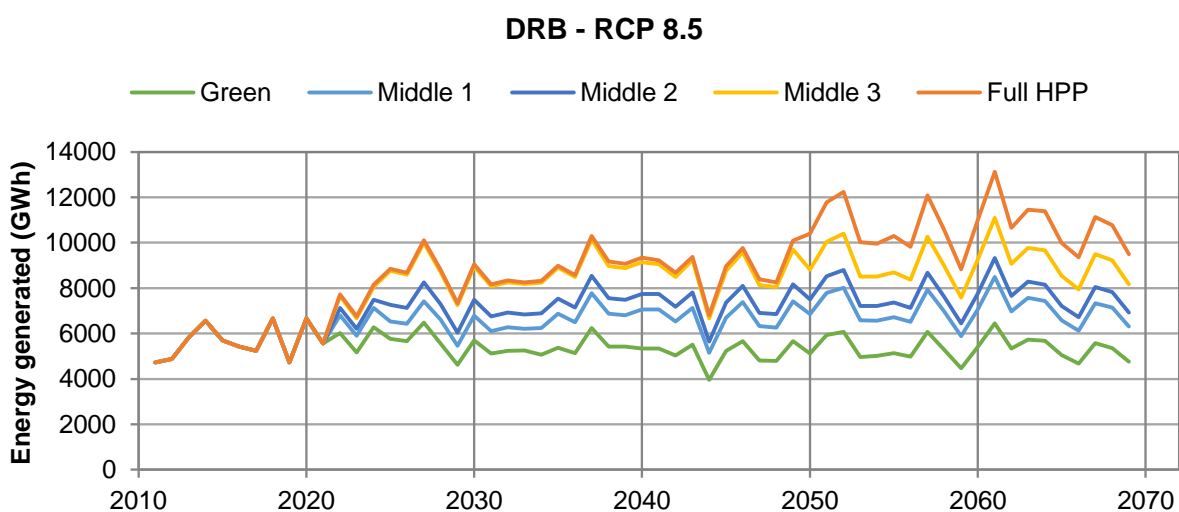
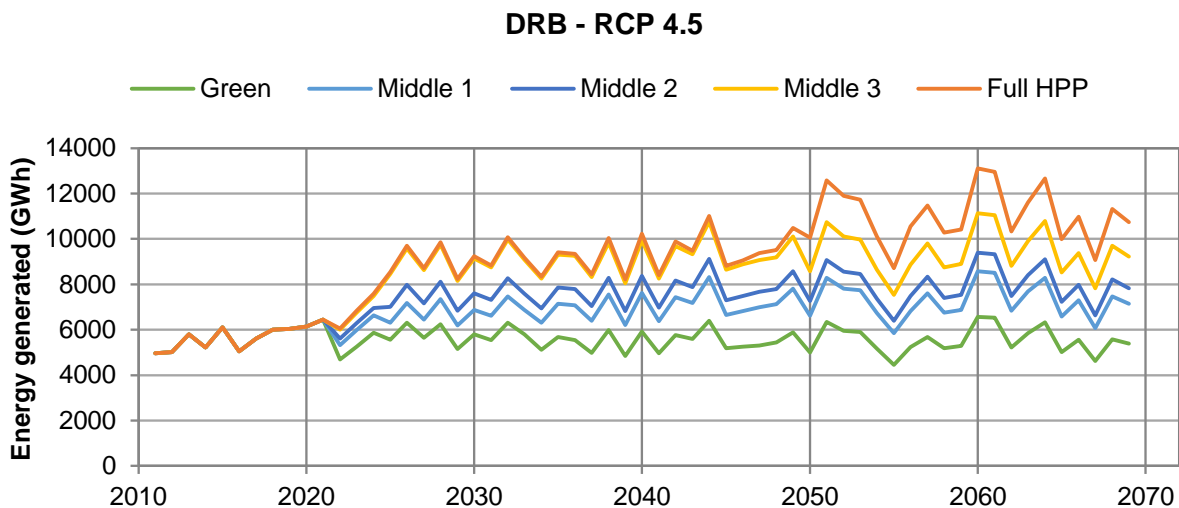


Slika 4-1: Obezbeđenost snabdevanja vodom industrije u opštini Pljevlja za uvećan zahtevani ekološki protok od 1.27 m³/s: medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.

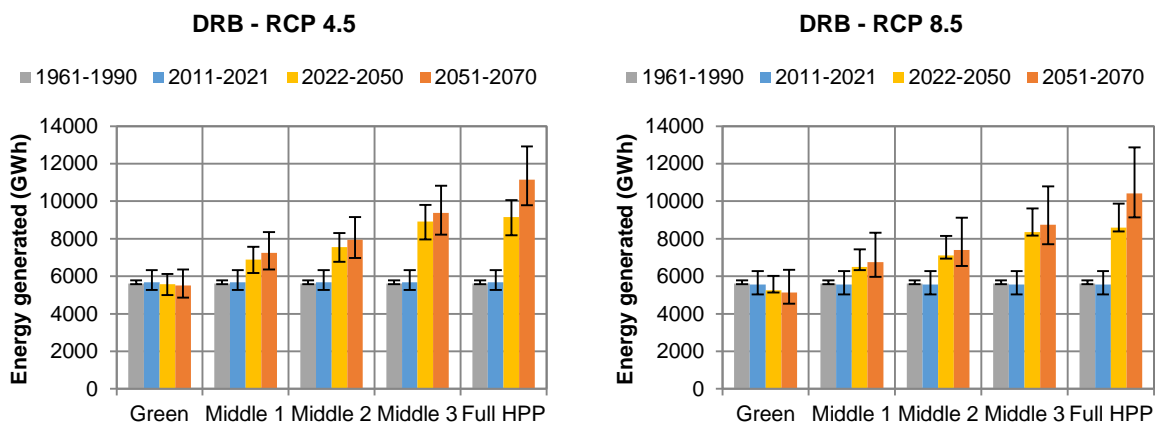
4.2 Proizvodnja energije

Godišnja proizvodnja hidroenergije na slivu Drine prema različitim razvojnim scenarijima prikazana je na slici 4-2 kao medijana rezultata iz ansambla klimatskih i hidroloških simulacija. Novi objekti se uključuju u rad posle 2022. godine. Godišnja proizvodnja energije na slivu je zato relativno konstantna prema scenariju „Green Growth“, dok se prema ostalim scenarijima i uključivanju novih objekata postepeno povećava do 2050. godine. Posle 2050, sve HE prema pojedinim scenarijima su u funkciji pa vremenska serija proizvodnje u periodu 2051-2070 odražava vrednosti očekivane proizvodnje na slivu. Slični dijagrami prikazani su u Prilogu K.1 sa vremenskim serijama proizvodnje energije za svaku državu.

Prosečna godišnja proizvodnja energije prema različitim klimatskim i razvojnim scenarijima, sračunata kao medijana rezultata iz ansambla od četiri simulacije, prikazana je u tabeli 4-1 za tri države i za ceo sliv. Energija proizvedena u hidroelektranama koje dele BiH i Srbija je prikazana posebno. Proizvodnja energije je osrednjena tokom referentnog perioda i tokom tri buduća perioda: 2011-2021, 2022-2050 i 2051-2070. Prvi period 2011-2021 obuhvata samo postojeće hidroelektrane i u njemu je proizvodnja energije ista prema svim razvojnim scenarijima. Drugi period, 2022-2050, jeste period u kome se nove HE uključuju postepeno u sistem. Konačno, u trećem periodu, 2051-2070, sve hidroelektrane planirane prema pojedinim razvojnim scenarijima su uključene u rad. Vrednosti za ceo sliv iz tabele 4-1 prikazane su i grafički na slici 4-3, gde su prikazane i neizvesnosti vezane za klimatske modele. Slični grafici za svaku državu dati su u Prilogu K.1. Neizvesnosti usled klimatskog modeliranja u referentnom periodu su male (oko 3% u proseku na celom slivu), dok se u budućnosti povećavaju. U poslednjem periodu 2051-2070 neizvesnosti dostižu u proseku i 25% u odnosu na medijanu ansambla.



Slika 4-2: Godišnja proizvodnja energije na slivu Drine za različite razvojne scenarije; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).



Slika 4-3: Prosečna godišnja proizvodnja energije na slivu Drine za različite razvojne scenarije; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.

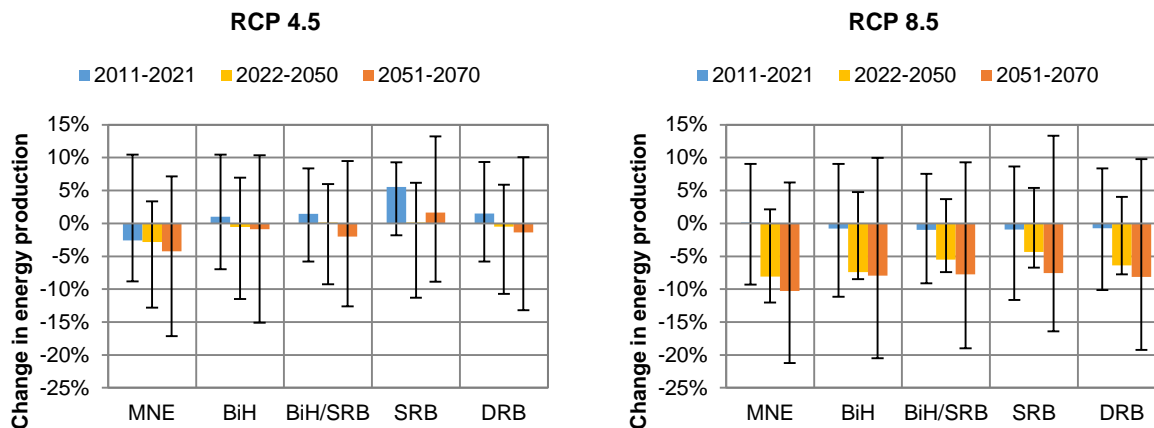
Tabela 4-1: Godišnja proizvodnja energije za različite razvojne scenarije i periode za dva klimatska scenarija (medijane ansambla).

	Ref. period		RCP 4.5		RCP 8.5		
	1961-1990	2011-2021	2022-2050	2051-2070	2011-2021	2022-2050	2051-2070
MNE							
Green	845	819	809	793	856	783	766
Middle 1			1286	1504		1242	1455
Middle 2			1286	1504		1242	1455
Middle 3			1286	1504		1242	1455
Full HPP			1340	1650		1296	1598
BiH							
Green	1359	1362	1332	1335	1356	1284	1281
Middle 1			2128	2224		2054	2139
Middle 2			2445	2540		2360	2445
Middle 3			2445	2540		2360	2445
Full HPP			2537	2635		2448	2536
BiH/SRB							
Green	2378	2398	2366	2336	2381	2283	2257
Middle 1			2365	2337		2283	2259
Middle 2			2708	2716		2610	2626
Middle 3			4057	4155		3899	4017
Full HPP			4095	5443		3937	5266
SRB							
Green	1031	1065	1022	1069	1016	1000	998
Middle 1			1063	1215		1036	1135
Middle 2			1063	1215		1036	1135
Middle 3			1063	1215		1036	1135
Full HPP			1074	1303		1049	1229
DRB							
Green	5613	5643	5529	5532	5609	5350	5303
Middle 1			6842	7281		6617	6987
Middle 2			7501	7976		7249	7660
Middle 3			8850	9415		8539	9051
Full HPP			9047	11031		8730	10629

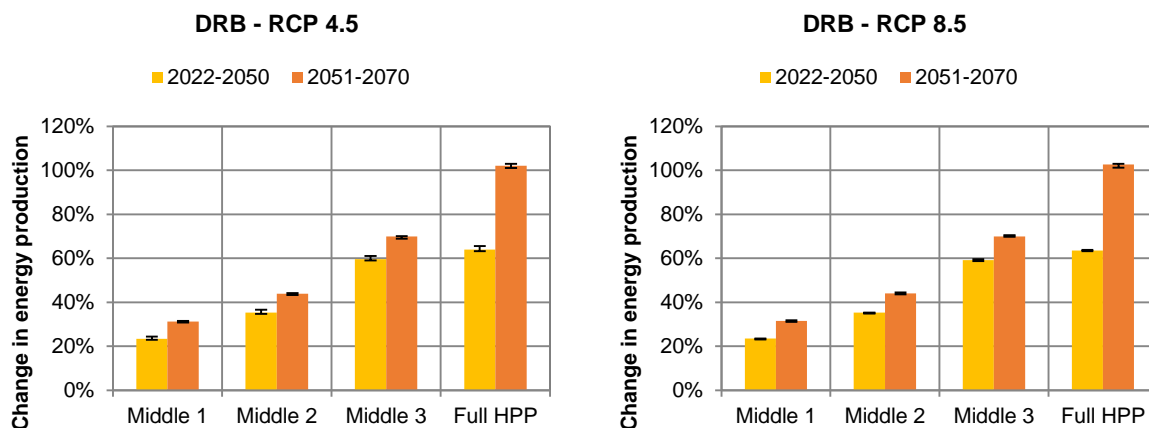
Da bi se ocenilo koliko iznose promene u odnosu na referentni period, neophodno je da se razdvoji uticaj klimatskih promena od uticaja uvođenja novih objekata u sistem prema razvojnim scenarijima. Uticaj klimatskih promena je prikazan na slici 4-4 za prosečnu godišnju proizvodnju hidroenergije na celom slivu prema scenariju "Green Growth". Ova slika pokazuje da je očekivan uticaj promene klime na hidroenergetiku veoma mali prema klimatskom scenariju RCP 4.5 (do oko 5%), dok bi prema klimatskom scenariju RCP 8.5 moglo da dođe do značajnijeg smanjenja proizvodnje zbog smanjenja oticaja (i do 10%). Na istoj slici se vidi i velika neizvesnost u pogledu uticaja promene klime na proizvodnju hidroenergije, koja potiče od klimatskog i hidrološkog modeliranja i koja je najveća u poslednjem razmatranom periodu 2051-2070.

Na slici 4-5 je dato poređenje hidroenergetske proizvodnje za razvojne scenarije sa novim objektima u odnosu na scenario "Green Growth" sa postojećim objektima. Može se videti da se proizvodnja energije iz referentnog perioda udvostručuje u scenariju "Full HPP" prema oba klimatska scenarija. Neizvesnosti vezane za rezultate klimatskog modeliranja u ovom slučaju su zanemarljive, jer relativno povećanje proizvodnje koje donose novi objekti praktično ne zavisi od klimatskih promena (drugim rečima, promene proizvodnje svih objekata usled klimatskih uticaja se odražavaju na sve objekte, pa odnos proizvodnje pojedinih objekata ostaje isti). Odgovarajući rezultati po državama su prikazani u Prilogu K.1.

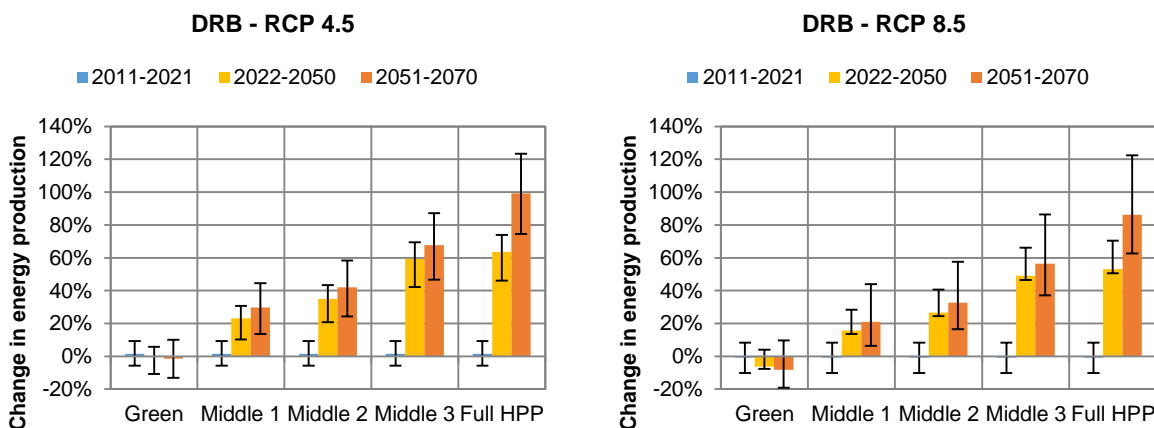
Na slici 4-6 prikazani su kombinovani uticaji promene klime i konfiguracije sistema (izbora novih HE) tako što je prikazana procentualna promena proizvodnje energije u odnosu na referentni period 1961-1990. Odgovarajući rezultati po državama su prikazani u Prilogu K.1.



Slika 4-4: Uticaj klimatskih promena na prosečnu godišnju proizvodnju hidroenergije na slivu Drine u odnosu 1961-1990 prema scenariju Green Growth (samo postojeće HE); medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.



Slika 4-5: Uticaj izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije na slivu Drine u odnosu na scenario Green Growth; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.



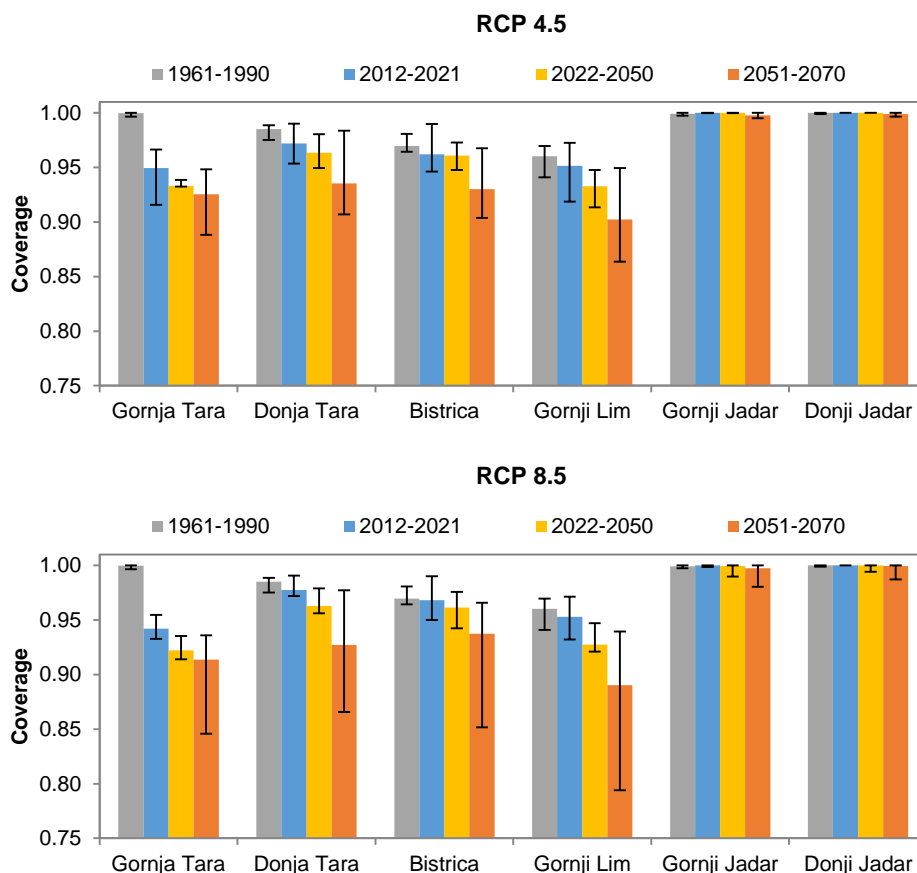
Slika 4-6: Kombinovani uticaj klimatskih promena i izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije na slivu Drine u odnosu na 1961-1990; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno) sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima.

4.3 Zahtevani minimalni protoci

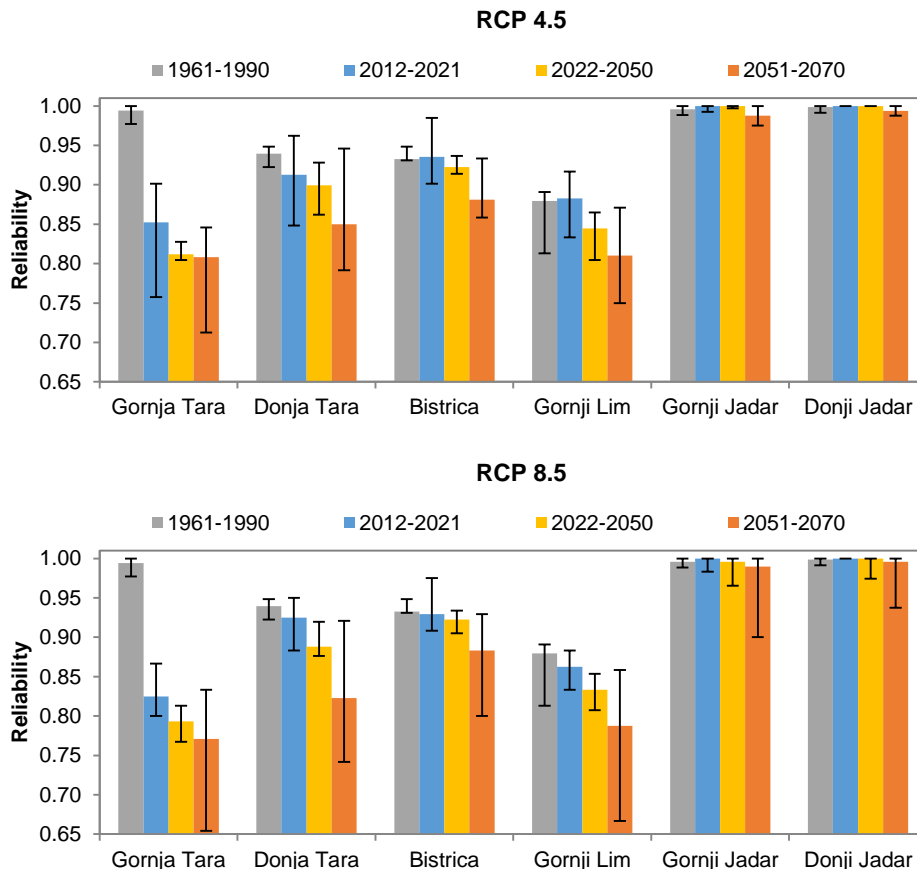
U ovom delu prikazani su rezultati proračuna sa VM Drine sa preporučenim vrednostima ekoloških protoka prema IWRM izveštaju i sa modifikovanim vrednostima koje daju najstrožije uslove u pogledu zadovoljenja ovih protoka (dati u tabelama F-1 i F-2 u Prilogu F).

Kao što je rečeno u poglavlju 3.4.6, zahtevi za minimalnim ekološkim protocima su postavljeni u VM Drine na 36 profila na slivu. Među njima, 6 profila se nalazi u čeonim delovima sliva gde nema uzvodnih akumulacija kojima bi se mogao kontrolisati protok. Zahtevi za minimalnim protocima na ovim profilima su ipak uključeni u model da bi se sagledala njihova obezbeđenost u prirodnom hidrološkom režimu.

Obezbeđenost zahtevanih minimuma na ovih šest profila je ista u svim razvojnim scenarijima jer se planirane akumulacije nalaze nizvodno od njih, pa ispuštanje vode iz akumulacija ne utiče na količine voda na tim profilima. Zapreminska obezbeđenost zahtevanih protoka na ovim profilima opada kroz vreme sa smanjivanjem oticaja prema oba klimatska scenarija (slika 4-7), osim na reci Jadar gde je obezbeđenost stalno visoka i ne opada ispod 99.7%. Na ostalim profilima zapreminska obezbeđenost veća je od 95% na Donjoj Tari i na Bistrici do 2050. godine i na Gornjem Limu do 2021. godine, dok je u periodu 2051-2070 manja od 95%. Vremenska obezbeđenost zahtevanih protoka na ovim profilima (slika 4-8) je manja od 95% za sve profile osim Jadra, i to u svim periodima (osim Gornje Tare u referentnom periodu). Neizvesnosti u pogledu obezbeđenosti su male u referentnom periodu i budućnosti do 2050. godine (manje od 3%). U poslednjem periodu 2051-2070 neizvesnosti usled klimatskog modeliranja su značajnije i u scenariju RCP 8.5 na pojedinim profilima dostižu 10% u odnosu na medijanu anasambla.



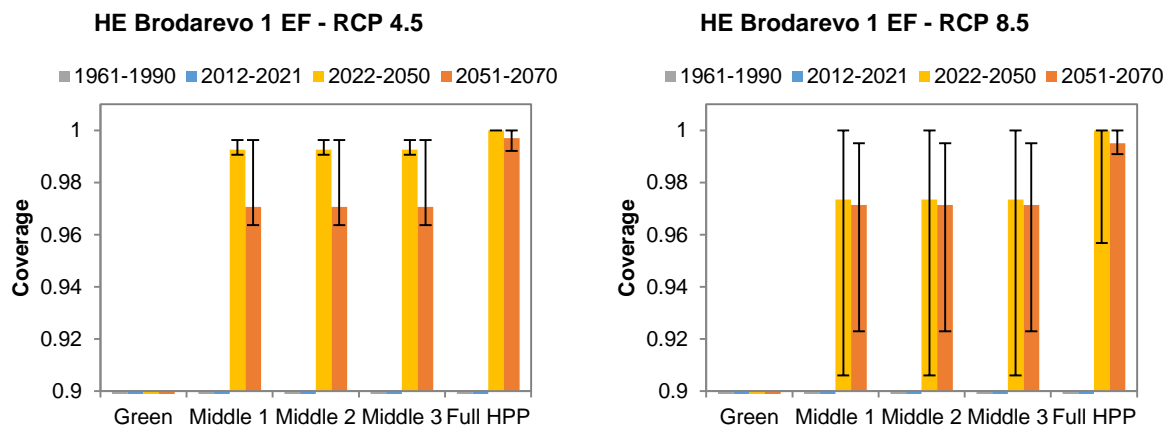
Slika 4-7: Zapreminska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima uzvodno od planiranih akumulacija; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).



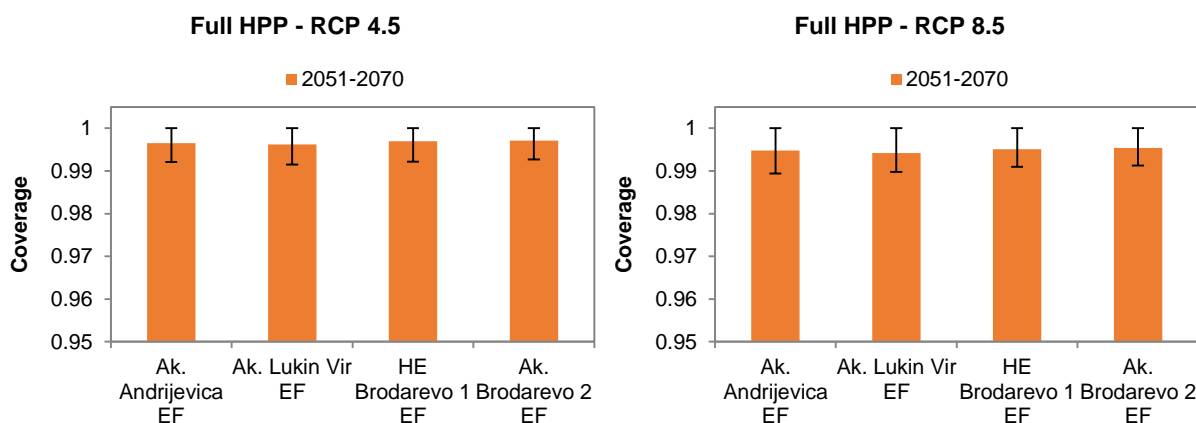
Slika 4-8: Vremenska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima uzvodno od planiranih akumulacija; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).

Simulacije su pokazale da su zahtevani minimalni protoci na profilima postojećih akumulacija i hidroelektrana (scenarij "Green Growth") zadovoljeni u potpunosti tj. sa obezbeđenošću 100%. Na profilima planiranih akumulacija i hidroelektrana zahtevi za minimalnim protocima su zadovoljeni svuda osim na reci Lim. Rezultati za sve profile dati su u Prilogu K.2.

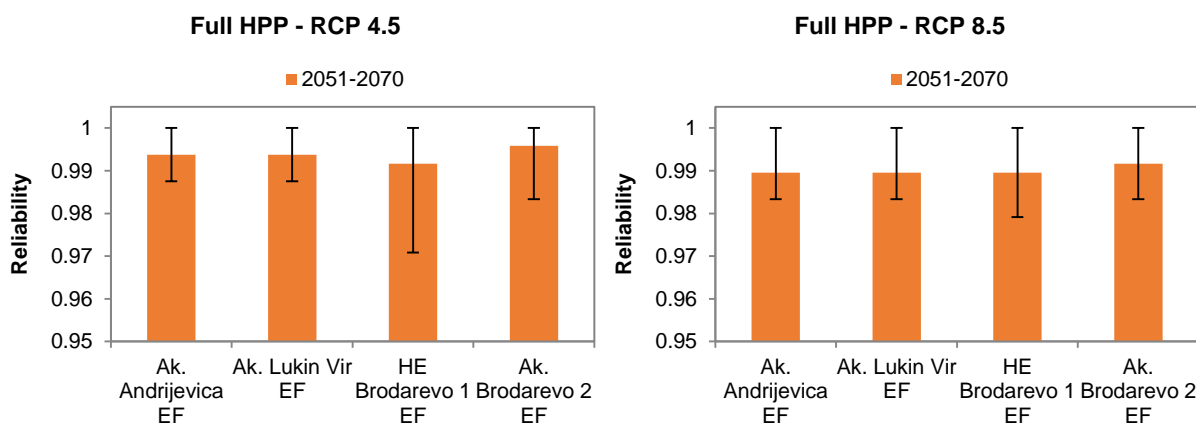
Profili na reci Lim na kojima zahtevani minimumi nisu u potpunosti zadovoljeni su profili nizvodno od četiri planirana objekta: akumulacija i HE Andrijevića, akumulacija i HE Lukin Vir, protočna HE Brodarevo 1 i akumulacija i HE Brodarevo 2. Protočna HE Brodarevo 1 je deo razvojnog scenarija "Middle 1" i počinje sa radom 2047. godine. U ovom scenariju se ne može upravljati zahtevanim protocima ni u jednom od navedenih profila na Limu jer nema uzvodnih akumulacija, pa rezultati pokazuju prirodnu hidrološku obezbeđenost zahtevanih protoka (slika 4-9). U razvojnog scenariju "Full HPP" aktivna su sva četiri objekta, i to ak. Andrijevića od 2037. godine, a ostali objekti od 2047. godine. Zapreminska obezbeđenost zahtevanih protoka na ovim profilima prikazana je na slici 4-10 za period 2051-2070, gde se vidi da je obezbeđenost podjednako visoka na svim profilima kada se zahtevi zadovoljavaju ispuštanjem iz tri planirane akumulacije. Zahtevani protok nizvodno od HE Brodarevo 1 se obezbeđuje ispuštanjem iz uzvodnih akumulacija Lukin Vir i Andrijevića. Na slici 4-12 prikazano je kako se menja zapremina vode u ove tri akumulacije da bi se zadovoljili nizvodni zahtevani protoci, pa se može videti da akumulacija Andrijevića, koja ima najveću korisnu zapreminu, najviše doprinosi u zadovoljavanju nizvodnih zahteva. Rezultati za dva klimatska scenarija RCP 4.5 i RCP 8.5 su veoma slični, dok je neizvesnost koja potiče od klimatskog modeliranja mala. Vremenska obezbeđenost zahtevanih minimuma na ovom delu reke Lim prikazana je na slici 4-11, gde se vidi da ima slične vrednosti medijane ansambla kao i zapreminska obezbeđenost, ali uz nešto veću neizvesnost.



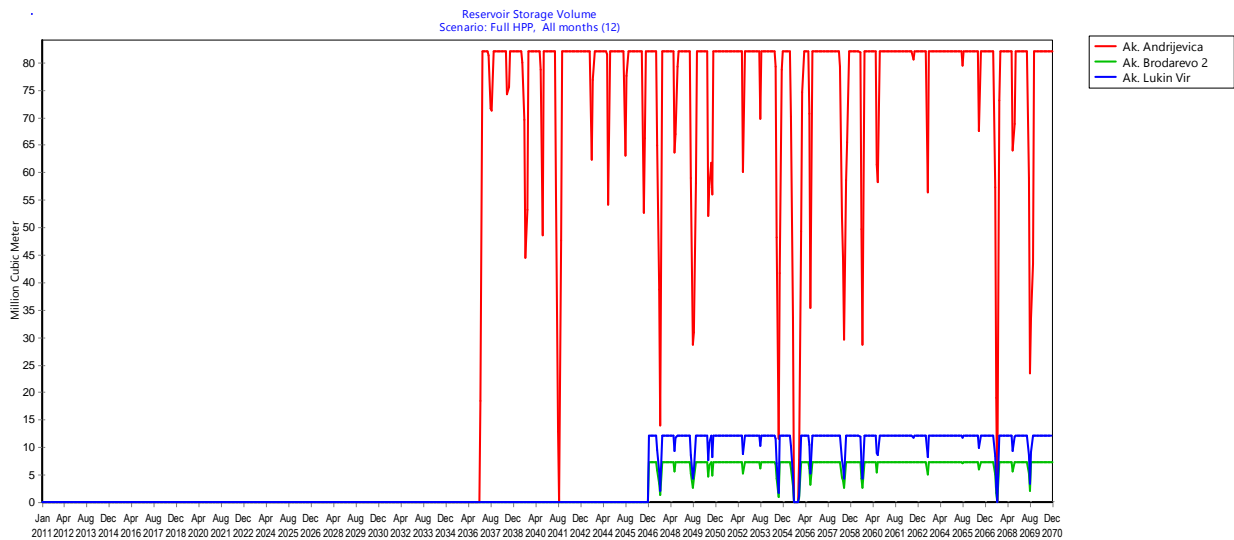
Slika 4-9: Zapreminska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima nizvodno od planirane protočne HE Brodarevo 1; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).



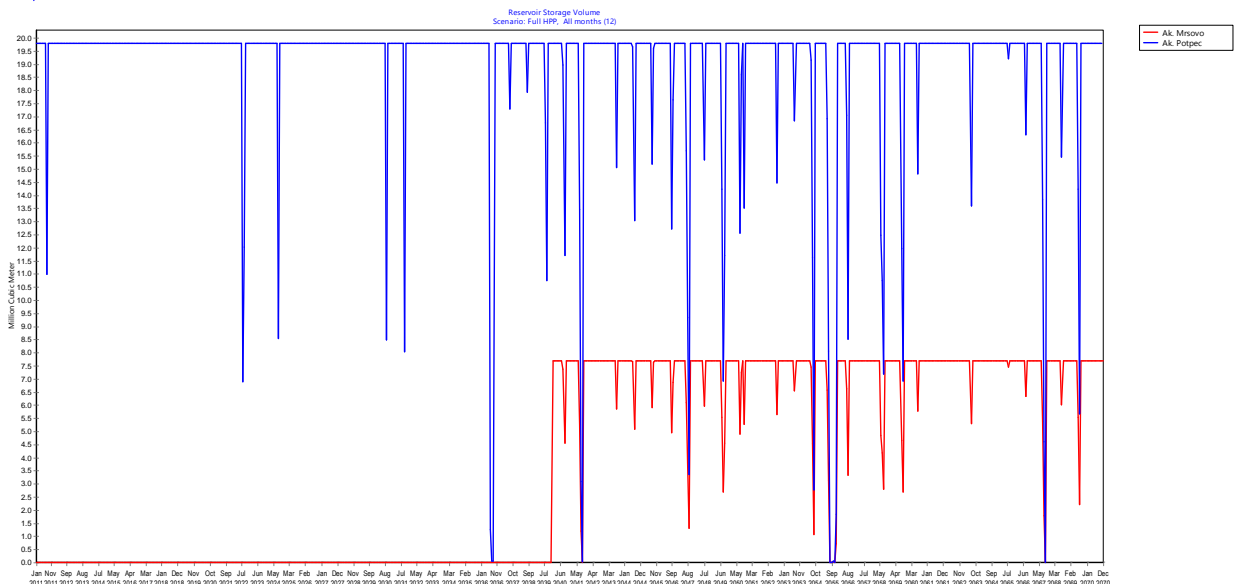
Slika 4-10: Zapreminska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima na Limu do Prijepolja u scenariju "Full HPP"; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).



Slika 4-11: Vremenska obezbeđenost zahteva za minimalnim protocima na Limu do Prijepolja u scenariju "Full HPP"; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).



Slika 4-12: Promena zapremine vode u planiranim akumulacijama na Limu do Prijepolja u scenariju "Full HPP" (Andrijevica, Lukin Vir i Brodarevo 2); simulacija sa klimatskim ulazom prema klimatskom scenariju RCP 4.5, model 4.

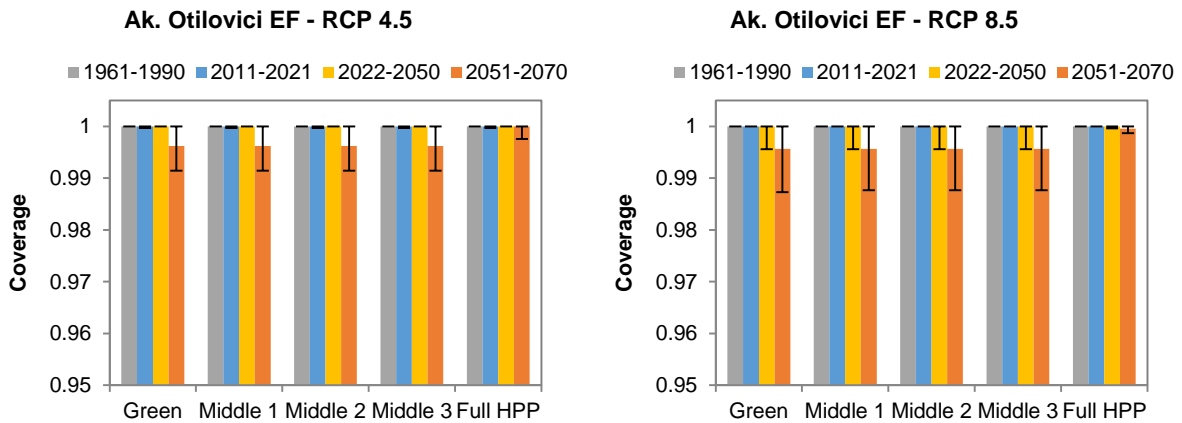


Slika 4-13: Promena zapremine vode u akumulacijama na Limu nizvodno od Prijepolja u scenariju "Full HPP" (postojeća ak. Potpeć i planirana ak. Mrsovo); simulacija sa klimatskim ulazom prema klimatskom scenariju RCP 4.5, model 4.

S obzirom da sve akumulacione HE u vodoprivrednom modelu Drine osim HE Piva rade kao protočne (tj. bez zadate zahtevane proizvodnje energije), njihove akumulacije su uglavnom pune osim kada je potrebno dodatno ispuštanje zbog zadovoljenja nizvodnih zahtevanih minimuma. Tako je moguće da se u periodima veoma malog dotoka u akumulaciju ona praktično isprazni da bi zadovoljila nizvodne zahteve. Na primer, postojeća akumulacija Potpeć (slika 4-13) se relativno često prazni u letnjim periodima posle 2031. godine kada se u sistem uključuje i nizvodna HE Rekovići i zahtevani minimum ispod te protočne HE. Pri tome, zahtevani minimalni protok ispod HE Potpeć prema tehničkoj dokumentaciji iznosi $13.9 \text{ m}^3/\text{s}$, dok na kratkom rastojanju nizvodno ispod HE Rekovići iznosi $18.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovako velika razlika između zahtevanih protoka na kratkom rastojanju je uzrok relativno čestog pražnjenja akumulacije Potpeć.

U preliminarnim proračunima u kojima je korišćen veći zahtevani minimalni protok ispod akumulacije Otilovići na reci Čehotini od $1.27 \text{ m}^3/\text{s}$ (u odnosu na $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ u finalnim proračunima), taj zahtev nije bio u potpunosti zadovoljen, mada je zapreminska i vremenska obezbeđenost na ovom profilu bila visoka i u

daljoj budućnosti u svim scenarijima (najmanje 99.7% zapreminske obezbeđenosti i najmanje 99% vremenske obezbeđenosti; videti sliku 4-14). Pored toga što ovaj veći zahtevani minimalni protok nema punu obezbeđenost, on utiče i na obezbeđenost snabdevanja industrije vodom iz akumulacije Otilovići, što je prikazano u odeljku 4.1.



Slika 4-14: Zapreminska obezbeđenost većeg zahteva ($1.27 \text{ m}^3/\text{s}$) za minimalnim protocima nizvodno od postojeće akumulacije Otilovići; medijana ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

Analiza efekata strožijih zahteva u pogledu zahtevanih minimalnih protoka sprovedena je samo sa jednom verzijom hidrološkog ulaza (hidrološke simulacije sa rezultatima klimatskog modela 4 prema klimatskom scenariju RCP 4.5). U prvoj varijanti ovog proračuna duž glavnog toka Drine zadati su veći zahtevani protoci od preporučenih i oni odgovaraju regulativi u Republici Srpskoj (tabela F-2 u prilogu F). U drugoj varijanti na četiri najnižvodnija profila (nizvodno od HE Kozluk, Drina I, Drina II i Drina III) zadati su još veći zahtevani protoci prema informacijama dobijenim od predsedavajućeg koordinacionog tela projekta u maju 2017. godine (vrednosti u zgradama u tabeli F-2). Proračuni su pokazali da se pri istim hidrološkim uslovima veći zahtevani minimalni protoci na glavnom toku Drine mogu u potpunosti zadovoljiti (sa obezbeđenošću 100%), i to u obe varijante povećanih zahteva. Povećanje zahtevanih minimalnih protoka se ne odražava značajno na hidroenergetsku proizvodnju niti na obezbeđenost snabdevanja naselja, industrije i poljoprivrede vodom.

5 Završne napomene

5.1 Zaključci o razvijenom modelu

Vodoprivredni model koji je razvijen za sliv reke Drine je alat za simulacije kojim se omogućava strateško planiranje na slivu u cilju predlaganja konfiguracije sistema za različite scenarije razvoja sliva i regiona. Model omogućava analizu i proveru robusnosti sistema, simulaciju budućih tendencija (varijabilnost klime i druge promene na slivu), kao i razmatranje efekata promena u planiranju i infrastrukturi.

Sa vodoprivrednim modelom sliva Drine sprovedene su simulacije sa dva ansambla klimatskih/hidroloških projekcija prema dva klimatska scenarija kako bi se analizirao vodni bilans i raspodela voda pod različitim klimatskim, razvojnim i socio-ekonomskim scenarijima. Rezultati koji opisuju ključne indikatore performansi sistema (obezbeđenost snabdevanja vodom, obezbeđenost zahtevanih minimalnih protoka i porizvodnja hidroenergije) prikazani su u ovom izveštaju, dok su rezultati koji se odnose na čitav niz drugih promenljivih u sistemu takođe na raspolaganju u bazi podataka modela.

Ključne karakteristike razvijenog vodoprivrednog modela sliva reke Drine su:

- Proračun bilansa voda sprovodi se sa mesečnim vremenskim korakom.
- Modeliraju se potrebe u snabdevanju vodom stanovništva, industrije i poljoprivrede.
- Uključeni su zahtevi za minimalnim ekološkim protocima.
- Hidrološki ulaz se obezbeđuje iz rezultata hidrološkog modela koji je razvio Institut "Jaroslav Černi" na oko 80 profila u slivu (uključujući komponente površinskog oticaja, podzemnog oticaja i perkolacije tj. prihranjivanja podzemnih voda).
- Sve hidroelektrane (osim HE Piva) u modelu rade kao protočna postrojenja jer se nije raspolagalo podacima o zahtevanim isporukama energije, pa HE u modelu rade sa raspoloživim mesečnim količinama vode i proizvode odgovarajuću energiju bez obzira na potrebe. Ukoliko bi se ovi podaci uneli u model, iz akumulacija bi se koristila samo količina vode potrebna za proizvodnju zahtevane energije, dok bi se viškovi čuvali.
- Rad akumulacije i HE Piva, kao najznačajnijeg objekta u sistemu, modelira se uz zadate višegodišnje prosečne potrebe za energijom po mesecima.
- Zadovoljenje potreba korisnika za vodom i zahteva za minimalnim protocima ima primarni prioritet, dok proizvodnja električne energije ima sekundarni prioritet.

Model je razvijen uz određene pretpostavke i ima određena ograničenja. Model ne daje optimizovanu raspodelu količina vode pojedinim korisnicima, niti radi optimizaciju upravljanja akumulacijama. Softver WEAP vrši preraspodelu vode samo u jednom vremenskom preseku (u ovom slučaju mesecu) na osnovu zadatih prioriteta. U tom smislu model prikazuje poželjnu raspodelu vode korisnicima u pogledu prioriteta njihovog snabdevanja, a ne i optimalnu raspodelu prema nekom kriterijumu (npr. kriterijumu zapreminske obezbeđenosti ili finansijskim efektima isporuka).

Usvojeni mesečni vremenski korak omogućava razmatranje varijanti u strateškom planiranju, ali nije adekvatan za operativno upravljanje snabdevanjem vodom i radom akumulacija. Na taj način, ovaj model ne omogućava analizu efekata akumulacija u periodima velikih voda. Za analizu prostiranja poplavnih talasa duž reke Drine i njenih pritoka bilo bi poželjno raspolagati hidrološko-hidrauličkim modelom sa vremenskim korakom kraćim od jednog dana. Takođe, softver WEAP nema mogućnost automatskog modeliranja upravljačkih odluka kao što je npr. pretpražnjenje akumulacije da bi se analizirao efekat takvih odluka na ublaženje poplavnog talasa.

Složenost sliva reke Drine kao vodoprivrednog sistema postavila je pred tim za razvoj modela značajne izazove. Osnovni problem predstavljala je raspoloživost informacija koje su potrebne za razvoj sveobuhvat-

nog vodoprivrednog modela, počev od hidrometeoroloških ulaza do informacija o korisnicima voda i njihovim operativnim podacima (kao što su količine zahvaćenih, isporučenih i ispuštenih voda itd.) i upravljačkim strategijama (rad akumulacija, proizvodnja energije i sl.). Većina ovih podataka je rasuta u mnogobrojnim izveštajima i kod velikog broja nadležnih institucija u tri države, što iziskuje značajne napore da se takvi podaci prikupe. Konsultant je razvio ovaj vodoprivredni model na najbolji mogući način uz raspoložive podatke i u zadatim vremenskim okvirima, a time je razvio alat koji će omogućiti zainteresovanim stranama na slivu da pripremaju adekvatne planove i da budu bolje pripremljeni za donošenje odluka u budućnosti.

5.2 Preporuke za dalji razvoj modela

Model se može dalje unapređivati kako u pogledu obezbeđivanja boljih ili pouzdanijih podataka, tako i u pogledu modifikovanja konfiguracije ovog vodoprivrednog sistema prema potrebama pojedinih zainteresovanih strana. Najviše prostora za unapređivanje modela ima u pogledu definisanja karakteristika izvorišta podzemnih voda kako bi se bolje sagledavala obezbeđenost isporuke vode iz ovih izvora snabdevanja. Takođe, tačnije definisanje karakteristika akumulacija (naročito krivih zapremina) i potreba za hidroenergetskom proizvodnjom bi doprinelo preciznijim proračunima i finijem sagledavanju mogućnosti rada hidroenergetskih akumulacija.

Dalji razvoj modela u pogledu proširivanja konfiguracija sistema u određenim razvojnim scenarijima je moguć na različite načine u zavisnosti od vrste i lokacije komponenti sistema koje bi se dodavale. Dodavanje potrošačkih čvorova nije ograničeno sadašnjom postavkom modela. Izvorišta podzemnih voda se mogu dodati na podslivovima između čvorova hidrološkog modela kako bi se dobili podaci o komponentama vodnog bilansa podzemnih voda iz hidrološkog modela. Na podslivovima na kojima u VM Drine već postoji izvorište podzemnih voda, nove potrošače koji se unose u model treba priključiti na postojeće izvorište.

Ukoliko se model proširuje novim objektima na rekama (akumulacije i hidroelektrane), onda te objekte treba postaviti na mesto postojećih čvorova hidrološkog modela (nabrojanih u prilogu J) jer hidrološki model pokriva sve hidroenergetske profile od interesa koji su razmatrani u ranijoj praksi. Ukoliko novi objekat koji treba uneti nema odgovarajući čvor u hidrološkom modelu, već se nalazi između dva čvora hidrološkog modela, onda je potrebno da se komponente bilansa (površinski i podzemni otcijaj, kao i prihranjivanje podzemnih voda ako na podslivu ima izvorište) na razmatranom podslivu podele procentualno na deonice uzvodno i nizvodno od lokacije novog objekta. Procentualna podela se može proceniti približno kao procentualni udeo slivnih površina u ukupnoj površini, ili detaljnijim hidrološkim analizama.

Veoma je važno istaći aspekt prekogranične saradnje na slivu reke Drine u pogledu održavanja i daljeg razvoja vodoprivrednog modela reke Drine. S obzirom da vodoprivredni sistemi imaju izrazito dinamičan karakter, svaka promena se odražava na celom slivu. Mogućnost korišćenja modela za integralno upravljanje vodama na slivu će zato stalno zavisiti od razmene informacija među državama na slivu. Usaglašavanje modela i ulaznih podataka je veoma važno za BiH i Srbiju kao države na dve obale iste reke. Iako bi Crna Gora mogla da održava model nezavisno od BiH i Srbije, njen doprinos razvoju modela je od velike važnosti za nizvodne korisnike. Zbog toga se preporučuje da države na slivu formiraju odgovarajuće protokole za razmenu potrebnih informacija, kao i za periodično usaglašavanje modela. Razmena podataka, informacija i modela može biti regulisana kao deo nekog opšteg sporazuma između država ili može biti regulisana nekom vrstom zajedničkog dokumenta između nadležnih institucija u državama. Najjednostavnija forma bi bila da se model i ulazni podaci razmenjuju jednom godišnje, a da pri tome svake godine jedna država sprovodi usaglašavanje ulaznih podataka. Od velike koristi bi bili i povremeni tehnički sastanci predstavnika institucija na slivu koji bi bili zaduženi za održavanje modela.

Imajući u vidu da su pojedine institucije država na slivu Save potpisale smernice o razmeni podataka hidrometeorološkog monitoringa na slivu Save [25], na osnovu koga je u sektetarijatu Savske komisije (ISRBC) uspešno implementiran hidroinformacioni sistem sliva Save, državama na slivu Drine se takođe preporučuje

da se potpisivanju ovog protokola pridruže i druge institucije koje su zainteresovane za razmenu, održavanje i dalji razvoj vodoprivrednog modela Drine, te da se verzije modela koje države same održavaju ili razvijaju dostavljaju sekretarijatu Savske komisije (npr. jednom godišnje) i tako omogući razmena ažurnih verzija modela između država na slivu Drine.

6 Literatura

- [1] REC: Pollution in the Drina River Basin – An inventory of potential sources. Edited by J. Ignjatovic. Regional Environmental Center, Hungary, 2011. <http://www.rec.org/publication.php?id=281>
- [2] SEI: WEAP – Water Planning and Evaluation System, User Guide, Stockholm Environment Institute, 2015. www.weap21.org.
- [3] Support to Water Resources Management in the Drina River Basin, “Integrated Water Resources Management Study and Plan – Background Paper”, country reports, World Bank Project no. 1099991, 2016. <http://www.wb-drinaproject.com/index.php/en/documents>
- [4] Support to Water Resources Management in the Drina River Basin, “Investment Prioritization Framework”, country reports, World Bank Project no. 1099991, 2016. <http://www.wb-drinaproject.com/index.php/en/documents>
- [5] Strategija upravljanja vodama na teritoriji Republike Srbije, nacrt. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, 2015.
- [6] Strategija integralnog upravljanja vodama Republike Srpske, Aneks 6: Navodnjavanje poljoprivrednih zemljišta (Strategy of integrated water management in Republik Srpska, Annex 6: Irrigation of agricultural land), Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, Vlada Republike Srpske/Government of Republika Srpska, 2012.
- [7] Plan upravljanja oblasnim riječnim slivom rijeke Save Republike Srpske, Prateći dokument br. 4: Podzemne vode. Eptisa, 2015.
- [8] Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine, Prateći dokument br. 4: Podzemne vode, Eptisa, 2015.
- [9] Ekonomska politika Republike Srpske za 2016. godinu (Economic policy of Republika Srpska for 2016), Narodna skupština Republike Srpske/National Assembly of Republika Srpska, 2015. <http://www.vladars.net/...pdf>
- [10] Strateški plan razvoja poljoprivrede i ruralnih područja Republike Srpske 2016–2020, prijedlog (Draft Strategic Plan of Development of Agriculture and Rural Areas in Republika Srpska), Vlada Republike Srpske/Government of Republika Srpska, 2015. <http://www.vladars.net/.../Strategija%202020.pdf>.
- [11] Strategija poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014–2024 (Strategy of Agriculture and Rural Development in the Republic of Serbia for 2014–2024), Vlada Republike Srbije/Government of Republic of Serbia, Sl. glasnik RS/Official Gazette 85, 2014.
- [12] Zavod za statistiku Crne Gore/Statistical Office of Montenegro: Bruto domaći proizvod Crne Gore za 2010-2015 (Gross domestic product of Montenegro for 2010-2015), 2016. <http://www.monstat.org/cg/page.php?id=19&pageid=19>.
- [13] Zavod za statistiku Crne Gore/Statistical Office of Montenegro: Statistika voda za 2011. <http://monstat.org/cg/page.php?id=1006&pageid=64>
- [14] Strategic Master Plan for Sewage and Wastewater in Central and Northern Region of Montenegro, 2005. <http://www.procon.me/pdf/strategicframework/strategies/Wastewater%20Tretment%20Master%20plan%20for%20central%20and%20north%20part%20in%20Montenegro.pdf>.
- [15] Plan upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save u Federaciji Bosne i Hercegovine, Prateći dokument br. 6: Analiza pritisaka, Eptisa, 2015.
- [16] Plan upravljanja oblasnim riječnim slivom rijeke Save Republike Srpske, Prateći dokument br. 6: Analiza pritisaka. Eptisa, 2015.

- [17] Eko-bilten 2013, Republički zavod za statistiku Republike Srbije, 2014.
- [18] Strategija integralnog upravljanja vodama Republike Srpske, Aneks 4.1: Snabdijevanje vodom naselja i privrede koja troši vodu iz gradskih vodovoda (Strategy of integrated water management in Republik Srpska, Annex 4.1: Water supply of population and industry from public water supply systems), Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, Vlada Republike Srpske/Government of Republika Srpska, 2012.
- [19] Strategija integralnog upravljanja vodama Republike Srpske, Aneks 4.2: Snabdijevanje vodom industrije i energetike vodom za tehnološke potrebe (Strategy of integrated water management in Republik Srpska, Annex 4.2: Water supply of industry i energy sectors), Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, Vlada Republike Srpske/Government of Republika Srpska, 2012.
- [20] Dopunjeni plan aktivnosti za hidroakumulaciju „Sniježnica“. JP Elektroprivreda BiH d.d. Sarajevo, Podružnica "Elektrodistribucija" Tuzla, 2010.
http://www.fmoit.gov.ba/userfiles/file/Dopunjeni%20Snije%C5%BEnica%20novi_27sept2010.pdf
- [21] Pokazatelji uspešnosti preduzeća koja se bave snabdevanjem vodom i kanalisanjem naselja u 2014. godini, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo za potrebe MGSI i IAWD, Beograd, 2014.
- [22] Stanje sektora voda i pokazatelji uspešnosti preduzeća koja se bave snabdevanjem vodom i kanalisanjem naselja u 2015. godini, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo za potrebe MGSI i IAWD, Beograd, 2015.
- [23] Projekat razvoja sistema navodnjavanja u Bosni i Hercegovini (IDP), Plan upravljanja okolišem i procjena uticaja na društvo za podprojekat Goražde (Federacija BiH), Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, 2012.
http://fmpvs.gov.ba/upload_files/1440612751-302_533_1039_b.pdf
- [24] Energetski bilans Crne Gore, izveštaji po godinama, Elektroprivreda Crne Gore.
<http://www.epcg.com/o-nama/proizvodnja-i-elektroenergetski-bilans>
- [25] International Sava River Basin Commission (ISRBC): Policy on the exchange of hydrological and meteorological data and information in the Sava River Basin, WMO, 2014.
Dokument na engleskom:
http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/basic_documents/data_policy/dataexchangepolicy_en.pdf
Dokument na hrvatskom:
http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/basic_documents/data_policy/dataexchangepolicy_cro.pdf
Dokument na srpskom:
http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/basic_documents/data_policy/dataexchangepolicy_srb.pdf

7 Skraćenice

BiH	Bosna i Hercegovina
DRB	Sliv reke Drine (Drina River Basin)
FBiH	Federacija Bosne i Hercegovine
GCM	Globalni klimatski model (Global Climate Model)
GHG	Gasovi staklene bašte (Green House Gases)
HE	Hidroelektrana
IPCC	Međunarodni panel za klimatske promene (International Panel on Climate Change)
IPF izvještaj	“Investment Prioritisation Framework” Report
ISRBC	International Sava River Basin Commission (Međunarodna komisija za sliv reke Save)
IWRM izvještaj	“Integrated Water Resources Management Study and Plan – Background Paper” Report
JCI	Institut za vodoprivredu “Jaroslav Černi”
MNE	Crna Gora
RCM	Regionalni klimatski model (Regional Climate Model)
RHE	Reverzibilna hidroelektrana
RS	Republika Srpska
SEI	Stockholm Environment Institute
SRB	Srbija
VM	Vodoprivredni model
WEAP	Water Evaluation and Planning Tool
WRM	Vodoprivreda (Water Resources Management)

Prilog A: Ključne pretpostavke (Key Assumptions)

Tabela A-1: Promenljive definisane kao ključne pretpostavke (Key Assumptions) i njihove vrednosti.

Grana	Naziv	Vrednost	Komentar
Demand	Specific demand MNE	83.585 m ³	= 229 L/stan/dan. Izvor [3].
Demand	Specific demand BiH RS	81.03 m ³	= 222 L/stan/dan. Izvor [3].
Demand	Specific demand BiH FBiH	81.03 m ³	= 222 L/stan/dan. Izvor [3].
Demand	Specific demand SRB	73 m ³	= 200 L/stan/dan. Izvor [3].
Demand	Monthly variation	videti Tabelu A-2	Pretpostavljeno.
Demand	Loss rate MNE	54.6 %	Procenat ukupnih gubitaka u odnosu na ukupnu zahvaćenu vodu u Crnoj Gori za 2011. Izvor [13].
Demand	Irrigation specific demand BiH	4200 m ³ /ha	Bruto norma navodnjavanja. Izvor [6], Tabela 3.2.1.
Demand	Irrigation specific demand SRB	2500 m ³ /ha	Izvor [5].
Demand	Irrigation demand monthly variation	videti Tabelu A-2	Pretpostavljeno.
Demand	Population growth rate BiH	-0.9945 %	Izvor [3].
Demand	Population growth rate MNE	-1.16 %	Izvor [3].
Demand	Population growth rate SRB	-0.7 %	Izvor [3].
Demand	Industrial growth rate BiH	4 %	Izvor [9].
Demand	Industrial growth rate MNE	-1 %	Izvor [12].
Demand	Industrial growth rate SRB	3 %	Izvor [5].
Demand	Agriculture growth rate BiH	5.3 %	Izvor [10].
Demand	Agriculture growth rate SRB	3 %	Izvor [11].
Demand	Consumption	15 %	Deo vode iz naselja koji se nepovratno gubi iz sistema. Pretpostavljeno.
Groundwater	Initial storage	200 million m ³	Pretpostavljeno.

Tabela A-2: Unutargodišnja raspodela potreba za vodom stanovništva i poljoprivrede.

Mesec	Potrebe za vodom stanovništva		Potrebe za vodom poljoprivrede	
	mesečno u odnosu na godišnje potrebe (%)	relativno u odnosu na prosečne potrebe	mesečno u odnosu na godišnje potrebe (%)	relativno u odnosu na prosečne potrebe
Jan	6.667	0.8	0	0.0
Feb	7.5	0.9	0	0.0
Mar	7.5	0.9	0.42	0.1
Apr	8.333	1.0	1.17	0.1
Maj	8.333	1.0	8.99	1.1
Jun	9.167	1.1	16.74	2.0
Jul	10	1.2	36.46	4.4
Avg	10	1.2	31.06	3.7
Sep	9.167	1.1	4.83	0.6
Okt	8.333	1.0	0.33	0.0
Nov	8.333	1.0	0	0.0
Dec	6.667	0.8	0	0.0
Prosek	8.333	1	8.333	1

Prilog B: Podaci o potrošačima (Demand sites)

Tabela B-1: Snabdevanje stanovništva vodom

Država	Čvor	Parametri u WEAP-u	
		Annual Activity Level (cap.)	Loss rate (%)
MNE	Pljevlja	24713 ¹	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Mojkovac i Kolasin	26332 ²	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Zabljak	2622	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Savnik	3979 ³	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Pluzine	2706	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Plav	13549	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Andrijevića	4011	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Berane	33148 ⁴	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
MNE	Bijelo Polje	42058 ⁵	Key\Demand parameters\Loss rate MNE[% share]
BiH	Foca	20090 ⁶	55
BiH	Gorazde	25181 ⁷	82
BiH	Visegrad	11740	45
BiH	Srebrenica i Bratunac	15228+21592	50
BiH	Rogatica	11599	55
BiH	Vlasenica i Sekovici	12313+6366	50
BiH	Milici	12251	50
BiH	Zvornik	63652	55
BiH	Bijeljina	32113	50
BiH	Ugljevik i Lopare	13726+4379	47.5
BiH	Cajnice	5439	45
BiH	Han Pijesak	1188	50
BiH	Rudo	8830	45
BiH	Sokolac	826	55
BiH	Kladanj	7680	82
SRB	Loznica	67500	60
SRB	Mali Zvornik	9190	45
SRB	Krupanj	17295	25
SRB	Ljubovija	8450	20
SRB	Osecina	3450	48
SRB	Bajina Basta	11000	55
SRB	Cajetina i Zlatibor	11000	55
SRB	Priboj	19000	30
SRB	Nova Varos	8404	20
SRB	Sjenica	13000	50
SRB	Prijepolje	20000	23

¹ Obuhvata svo stanovništvo na slivu Čehotine.

² Obuhvata svo stanovništvo na slivu Tare osim Žabljaka.

³ Obuhvata svo stanovništvo na slivu Pive osim Plužina.

⁴ Obuhvata stanovništvo iz opština Rožaje, Mojkovac i Kolašin na slivu Lima.

⁵ Obuhvata i stanovništvo iz opštine Plejvlja na slivu Lima.

⁶ Obuhvata u stanovništvo iz opština Gacko Kalinovik na slivu Drine.

⁷ Obuhvata i stanovništvo u opštinama Foča-Ustikolina i Pale-Prača.

Izvori: Stanovništvo: [3], Nepovratna voda: [14], [15], [16], [17], [21], [22]; Gubici: [13], [17], [18], [21], [22].

Tabela B-2: Snabedvanje industrije vodom

Država	Čvor	Parametri u WEAP-u		Komentar
		Annual Water Use Rate (1000 m ³)	Consumption ¹ (%)	
MNE	TERDI Pljevlja ²	5600	72.3	Obuhvata TE Pljevlja, rudnik i drvenu industriju. Definisana je i mesečna varijacija potreba za vodom (videti tabelu B-3).
BiH	AD Sava	506.88	50	Izvor [19].
BiH	Tvornica glinice Birac	3294.72	90	Izvor [19].
BiH	Boksit	1647.36	4	Izvor [19].
BiH	TE Ugljevik	7300	90	Prosečna količina isporučene vode u TE Ugljevik za 2005-2009. Izvor [20].
SRB	Ind. Bajina Basta ³	16.74	20	Videti tabelu B-4.
SRB	Ind. Loznica ³	619.094	20	Videti tabelu B-4.
SRB	Ind. Ljubovija ³	459.3528	50	Videti tabelu B-4.
SRB	Ind. Sjenica ³	319.062	10	Videti tabelu B-4.
SRB	Ind. Nova Varos ³	160.79	20	Videti tabelu B-4.
SRB	Ind. Osecina ³	156.613	20	Videti tabelu B-4.

¹ Pretpostavljeno.

² Podaci dobijeni od Elektroprivrede Crne Gore.

³ Podaci dobijeni od JVP "Srbijavode".

Tabela B-3: Potrebe za vodom u industrijskom potrošačkom čvoru TERDI Pljevlja (podaci Elektroprivrede Crne Gore)

Mesec	Potrebe za vodom (1000 m ³)			Ukupno (1000 m ³)	Mesečna varijacija
	TE Pljevlja	Rudnik	Drvena industrija		
Jan	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Feb	411.3	0.811	48.4	460.4	8.28%
Mar	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Apr	0.0	0.869	51.8	52.7	0.95%
May	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Jun	440.6	0.869	51.8	493.3	8.87%
Jul	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Aug	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Sep	440.6	0.869	51.8	493.3	8.87%
Oct	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Nov	440.6	0.869	51.8	493.3	8.87%
Dec	455.3	0.898	53.6	509.8	9.17%
Ukupno (1000 m ³)	4920.5	10.6	630.7	5561.8	
Nepovratni gubitak (%)	70	90	90	72.3*	

* Izračunato kao $(0.7 \cdot 4920.5 + 0.9 \cdot 10.6 + 0.7 \cdot 630.7) / 5561.8$

Tabela B-4: Potrebe za vodom industrijskih potrošača u Srbiji (podaci JVP Srbijavode)

Opština	Izvor snabdevanja	Potrebna količina (1000 m ³ /god)	Gubici u vodovodnom sistemu (%)	Potrebno zahvatanje (1000 m ³ /god)	Ukupno (1000 m ³ /god)
Bajina Bašta	vodovod	10.8	55	16.74	16.74
Loznica	vodovod	27.92	60	44.672	619.094
	bunari	574.422	–	574.422	
Ljubovija	vodovod	4.794	20	5.7528	459.3528
	bunari	93.6	–	93.6	
	rudnička jama (podzemne vode)	216	–	216	
	vodotok ¹	144	–	144	
Nova Varoš	bunari	160.79	–	160.79	160.79
Osečina	bunari	156.613	–	156.613	156.613
Sjenica	vodovod	5.348	50	8.022	319.062
	rudnička jama (podzemne vode)	311.04	–	311.04	

¹ Zahvatanje iz vodotoka je ograničeno na 144000 m³/god (videti tabelu I-1)

Tabela B-5: Snabdevanje poljoprivrede vodom

Država	Čvor	Parametri u WEAP-u	
		Annual Activity Level (ha)	Annual Water Use Rate (m ³ /ha)
BiH	Polj. BiH 1	2700	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. BiH 2	5300	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. BiH 3	710	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. BiH 5	800	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. BiH 6	1670	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. BiH 7	1060	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. BiH 8	1090	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. Foča Ustik.	88	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
BiH	Polj. Goražde	65	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand BiH[m ³]
SRB	Polj. Srbija 1	6210	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand SRB[m ³]
SRB	Polj. Srbija 3	1360	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand SRB[m ³]
SRB	Polj. Srbija 4	900	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand SRB[m ³]
SRB	Polj. Srbija 5	1640	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand SRB[m ³]
SRB	Polj. Srbija 6	2880	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand SRB[m ³]
SRB	Polj. Srbija 7	720	Key\Demand parameters\Irrigation specific demand SRB[m ³]

Prilog C: Reke – ulazni protoci (Headflow)

Tabela C-1: Reke u VM Drine i zadati ulazni protoci.

Reka	Izrazi za ulazne protoke
Reka Cehotina	0
Reka Tara	ReadFromFile(HydrolModel\HP9024-Matesevo.csv, 13)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9024-Matesevo.csv, 14)
Reka Piva	0
Reka Lim	ReadFromFile(HydrolModel\HP9060-Grncar.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9060-Grncar.csv, 12)
Reka Sutjeska	ReadFromFile(HydrolModel\HP9114-Igoce.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9114-Igoce.csv, 12)
Reka Uvac	0
Drina	0
Reka Bistrica	ReadFromFile(HydrolModel\HP9115-Oplazici.csv, 13)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9115-Oplazici.csv, 14)
Reka Janja	0
Reka Praca	0
Reka Rakitnica	0
Reka Drinjaca	0
Reka Rzav	ReadFromFile(HydrolModel\HP9067-Kruscica.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9067-Kruscica.csv, 12)
Reka Crni Rzav	0
Reka Jadar	0
Reka Bjelava	0
Reka Komarnica	0

Prilog D: Akumulacije

Tabela D-1: Akumulacije u VM Drine.

Reka	Akumulacija	Parametri u WEAP-u							
		Startup year	Storage Capacity (Million m ³)	Initial Storage (Million m ³)	Max. Turbine Flow (m ³ /s)	Tailwater Elevation (m)	Generating Efficiency (%)	Hydropower Priority	Priority
Cehotina	Ak. Otilovici	postoji	13	13	Step(1962,0, 2022,9)	Step(1962,0, 2022,798)	Step(1962,0, 2022,85)	Step(1962,0, 2022,2)	
Cehotina	Ak. Vikoc	2043	105		45	487.6	87		
Komarnica	Ak. Komarnica	2034	160		130	664.6	87		98
Piva	Ak. Piva* ³	postoji	742.3	742.3	240	* ¹	90	99	
Piva	Ak. Krusevo	2028	18		240	439	91		
Sutjeska	Ak. Sutjeska	2022	42.3		2	* ²	85	1	2
Lim	Ak. Andrijevic	2037	82		100	770	87		
Lim	Ak. Lukin Vir	2047	12		100	720.5	85		
Lim	Ak. Brodarevo 2	2047	7.21		150	460.94	83		
Lim	Ak. Potpec	postoji	19.8	19.8	165	398	84		
Lim	Ak. Mrsovo	2040	7.7		260	338.7	89		
Uvac	Ak. Uvac	postoji	160	160	43	890.5	88		2
Uvac	Ak. Kokin Brod	postoji	209	209	37.4	812.5	80		2
Uvac	Ak. Radoinja	postoji	4.1	4.1					1
Drina	Ak. Buk Bijela	2022	11		350	405	85		
Drina	Ak. Foca	2022	4.6		350	389.3	95		
Drina	Ak. Visegrad	postoji	105	105	800	291.6	96		
Drina	Ak. Bajina Basta	postoji	218	218	644	224.9	89		
Drina	Ak. Zvornik	postoji	21.32	21.32	620	137	78		
Drina	Ak. Kozluk	2025	15		800	122.1	92		
Crni Rzav	Ak. Ribnica	postoji	3.5	3.5					
Rzav	Ak. Zaovine	postoji	153	153					
Janja	Ak. Snijeznica	postoji	18.264	18.264					

*¹ If(PrevTSValue(Storage Elevation[m])-492.61>=162, PrevTSValue(Storage Elevation[m])-162, 492.61)

*² If(PrevTSValue(Storage Elevation[m])-451.5>=66,PrevTSValue(Storage Elevation[m])-66,451.5)

*³ Zahtev za energijom (Energy Demand) za Ak. Piva: MonthlyValues(Jan, 80, Feb, 68, Mar, 73, Apr, 58, May, 28, Jun, 45, Jul, 68, Aug, 63, Sep, 58, Oct, 48, Nov, 78, Dec, 83). Izvor: [24].

Tabela D-2: Krive zapremina akumulacija*.

Reka	Akumulacija								
Cehotina	Ak. Otilovici	V (mil. m ³)	0	2.15	6	10.4	16	17	21.6
		Z (m)	822	825	830	835	840	841	845
Cehotina	Ak. Vikoc	V (mil. m ³)	0	105					
		Z (m)	540	574					
Piva	Ak. Piva	V (mil. m ³)	0	19.927	207.677	405.657	595.523	667.079	726.981
		Z (m)	595	600.1	630	650	665	670	674
		V (mil. m ³)	745.373	745.527	745.681	745.835	745.99	746.144	783.6
		Z (m)	675.2	675.21	675.22	675.23	675.24	675.25	677.7
Piva	Ak. Krusevo	V (mil. m ³)	0	18					
		Z (m)	475	495					
Komarnica	Ak. Komarnica	V (mil. m ³)	0	41	100	160			
		Z (m)	760	780	800	818			
Lim	Ak. Andrijevica	V (mil. m ³)	0	20	46.9	82			
		Z (m)	800	810	820	830			
Lim	Ak. Lukin Vir	V (mil. m ³)	0	12					
		Z (m)	730	740					
Lim	Ak. Potpec	V (mil. m ³)	0	1.34	7.54	18.4	19.8		
		Z (m)	423.6	425	430	435	435.6		
Lim	Ak. Mrsovo	V (mil. m ³)	0	7.7					
		Z (m)	347	355					
Lim	Ak. Brodarevo 2	V (mil. m ³)	0	721					
		Z (m)	478	488					
Sutjeska	Ak. Sutjeska	V (mil. m ³)	0	42.3					
		Z (m)	495	532					
Uvac	Ak. Uvac	V (mil. m ³)	0	20	46.6	82	128	160	
		Z (m)	940	950	960	970	980	988	
Uvac	Ak. Kokin Brod	V (mil. m ³)	0	14	52	102	166	210	
		Z (m)	845	850	860	870	880	885	
Uvac	Ak. Radoinja	V (mil. m ³)	0	1.53	4.1				
		Z (m)	805	808	812				
Drina	Ak. Visegrad	V (mil. m ³)	0	6	56	105			
		Z (m)	319	320	330	336			
Drina	Ak. Bajina Basta	V (mil. m ³)	0	21	111	218			
		Z (m)	267	270	280	290			
Drina	Ak. Zvornik	V (mil. m ³)	0	21.32					
		Z (m)	155	157.3					
Drina	Ak. Buk Bijela	V (mil. m ³)	0	11					
		Z (m)	420.5	434					
Drina	Ak. Foca	V (mil. m ³)	0	4.6					
		Z (m)	396	403					
Drina	Ak. Kozluk	V (mil. m ³)	0	15					
		Z (m)	129.5	135					
Janja	Ak. Snijeznica	V (mil. m ³)	0	18.264					
		Z (m)	275	298.5					
Rzav	Ak. Zaovine	V (mil. m ³)	0	153					
		Z (m)	815	880					

* Kriva zapremine nije definisana za akumulaciju Ribnica na r. Crni Rzav.

Prilog E: Protočne hidroelektrane i derivacije

Tabela E-1: Protočne HE u VM Drine.

Reka	Protočna HE	Parametri u WEAP-u					
		Startup year	Max Turbine Flow (m ³ /s)	Generating Efficiency (%)	Fixed Head (m)	Hydropower Priority	Energy Demand (GWh)
Lim	HE Brodarevo 1	2047	150	79	22.39		
Lim	HE Rekovici	2031	165	91	4.9		
Drina	HE Paunci	2022	450	89	10.98		
Drina	HE Ustikolina	2022	450	94	14.5		
Drina	HE Gorazde	2022	450	86	9.8		
Drina	HE Rogacica	2022	800	89	16.8		
Drina	HE Tegare	2025	800	89	17.4		
Drina	HE Dubravica	2025	800	89	12.51		
Drina	HE Drina 1	2050	800	92	12.8		
Drina	HE Drina 2	2050	800	92	12.21		
Drina	HE Drina 3	2050	800	92	15		
Deriv. Sutjeska	HE Sutjeska	2022	50	85	* ²	99	* ³
Deriv. Bistrica	HE Bistrica	postoji	36	81	* ¹	99	* ⁴

*¹ PrevTSValue(Supply and Resources\River\Reka Uvac\Reservoirs\Ak. Radoinja:Storage Elevation[m])-452

*² PrevTSValue(Supply and Resources\River\Reka Sutjeska\Reservoirs\Ak. Sutjeska:Storage Elevation[m])-436

*³ 0.9105642*ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)

*⁴ 2.471555*ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)

Tabela E-2: Sračunate kote donje vode i zahtevi za energijom za derivacione HE.

Reka	HE	Kota normalnog uspora (m)	Neto pad (m)	Instalisani protok (m ³ /s)	Koef. kor. dejstva	Računata kota donje vode ¹ (m)	Računata energija ² (GWh/dan)
Deriv. Sutjeska	HE Sutjeska	527	91	50	0.85	436	0.9105642
Deriv. Bistrica	HE Bistrica	812	360	36	0.81	452	2.471555

¹ Računato kao: Kota normalnog uspora – Neto pad.

² Računato kao: Koef. korisnog dejstva * Instalirani Protok * Neto pad * 9.81 * 24 * 10⁻⁶.

Tabela E-3: Derivacije (Diversions).

Derivacija	Scenario	Parametri u WEAP-u	
		Startup year	Maximum Diversion (m ³ /s)
Deriv. Sutjeska	Full HPP	2022	50
Deriv. Bistrica	Current Accounts; svi scenariji	postoji	36

Prilog F: Zahtevani minimalni protoci

Tabela F-1: Zahtevani minimalni protoci prema preporukama iz IWRM izveštaja.

Reka	Čvor	Minimalni ekološki protok (m ³ /s)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Tara	Gornja Tara EF*	2.33	1.1	3.17	5.01	3.05	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.96	3.73
Tara	Donja Tara EF*	13.7	13.7	13.7	28.8	32.2	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
Piva	Ak. Krusevo EF	12.7	12.7	12.7	29.2	30.2	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
Sutjeska	Ak. Sutjeska EF	2.07											
Bistrica	Bistrica EF*	1.4											
Cehotina	Ak. Otilovici EF	0.8											
Cehotina	Ak. Vikoc EF	2.5											
Lim	Gornji Lim EF*	3.57	3.57	3.57	3.57	8.15	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
Lim	Ak. Andrijevića EF	3.57	3.57	3.57	3.57	8.15	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
Lim	Ak. Lukin Vir EF	4.9											
Lim	HE Brodarevo 1 EF	10.4											
Lim	Ak. Brodarevo 2 EF	10.4											
Lim	Ak. Potpec EF	13.9											
Lim	HE Rekovici EF	18.2											
Lim	Ak. Mrsovo EF	31.3											
Uvac	Ak. Radoinja EF	1.4											
Crni Rzav	Ak. Ribnica EF	0.025											
Rzav	Ak. Zaovine EF	0.05											
Janja	Ak. Sniježnica EF	0.03											
Jadar	Gornji Jadar EF*	0.31											
Jadar	Donji Jadar EF*	0.83											
Drina	Ak. Buk Bijela EF	24.5	24.5	24.5	24.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	24.5	24.5
Drina	Ak. Foca EF	27	27	27	27	18	18	18	18	18	18	27	27
Drina	HE Paunci EF	30.5	30.5	30.5	30.5	20	20	20	20	20	20	30.5	30.5
Drina	HE Ustikolina EF	57	57	57	57	38	38	38	38	38	38	57	57
Drina	HE Gorazde EF	57	57	57	57	38	38	38	38	38	38	57	57
Drina	Ak. Visegrad EF	50											
Drina	Ak. Bajina Basta EF	50											
Drina	HE Rogacica EF	50	50	50	50	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	50	50
Drina	HE Tegare EF	50	50	50	50	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	50	50
Drina	HE Dubravica EF	51	51	51	51	34	34	34	34	34	34	51	51
Drina	Ak. Zvornik EF	60											
Drina	Ak. Kozluk EF	55	55	55	55	37	37	37	37	37	37	55	55
Drina	HE Drina 1 EF	55	55	55	55	37	37	37	37	37	37	55	55
Drina	HE Drina 2 EF	56	56	56	56	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	56	56
Drina	HE Drina 3 EF	56.5	56.5	56.5	56.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	56.5	56.5

Izvor: IWRM izveštaji za države

* uzvodno od svih akumulacija u svim scenarijima

Tabela F-2: Zahtevani minimalni protoci – najstrožiji uslovi.

Reka	Čvor	Zahtevani minimalni protok (m ³ /s)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Tara	Gornja Tara EF*	2.33	1.1	3.17	5.01	3.05	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.96	3.73
Tara	Donja Tara EF*	13.7	13.7	13.7	28.8	32.2	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
Piva	Ak. Krusevo EF	12.7	12.7	12.7	29.2	30.2	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
Sutjeska	Ak. Sutjeska EF	2.07											
Bistrica	Bistrica EF*	1.4											
Cehotina	Ak. Otilovici EF	0.8											
Cehotina	Ak. Vikoc EF	2.5											
Lim	Gornji Lim EF*	3.57	3.57	3.57	3.57	8.15	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
Lim	Ak. Andrijevic EF	3.57	3.57	3.57	3.57	8.15	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
Lim	Ak. Lukin Vir EF	4.9											
Lim	HE Brodarevo 1 EF	10.4											
Lim	Ak. Brodarevo 2 EF	10.4											
Lim	Ak. Potpec EF	13.9											
Lim	HE Rekovici EF	18.2											
Lim	Ak. Mrsovo EF	31.3											
Uvac	Ak. Radoinja EF	1.4											
Crni Rzav	Ak. Ribnica EF	0.025											
Rzav	Ak. Zaovine EF	0.05											
Janja	Ak. Snijeznica EF	0.03											
Jadar	Gornji Jadar EF*	0.31											
Jadar	Donji Jadar EF*	0.83											
Drina	Ak. Buk Bijela EF	24.4											
Drina	Ak. Foca EF	27.0											
Drina	HE Paunci EF	30.2											
Drina	HE Ustikolina EF	57	57	57	57	38	38	38	38	38	38	57	57
Drina	HE Gorazde EF	57	57	57	57	38	38	38	38	38	38	57	57
Drina	Ak. Visegrad EF	50											
Drina	Ak. Bajina Basta EF	50											
Drina	HE Rogacica EF	60.5											
Drina	HE Tegare EF	61.6											
Drina	HE Dubravica EF	63.8											
Drina	Ak. Zvornik EF	60											
Drina	Ak. Kozluk EF	57.5 (67.5**)											
Drina	HE Drina 1 EF	57.5 (67.5**)											
Drina	HE Drina 2 EF	60.0 (67.5**)											
Drina	HE Drina 3 EF	60.0 (67.5**)											

Izvor: IWRM izveštaji za države

* uzvodno od svih akumulacija u svim scenarijima

** dopunjene vrednosti iz maja 2017 prema podacima dobijenim od predsedavajućeg Koordinacionog tela projekta.

Tabela F-3: Zahtevani protoci u VM Drine u WEAP-u.

Reka	Čvor	Scenario	Zahtevani protok (m ³ /s)	Prioritet
Tara	Gornja Tara EF*	svi	MonthlyValues(Jan, 2.33, Feb, 1.1, Mar, 3.17, Apr, 5.01, May, 3.05, Jun, 1.1, Jul, 1.1, Aug, 1.1, Sep, 1.1, Oct, 1.1, Nov, 2.96, Dec, 3.73)	
Tara	Donja Tara EF*	svi	MonthlyValues(Jan, 13.7, Feb, 13.7, Mar, 13.7, Apr, 28.8, May, 32.2, Jun, 13.7, Jul, 13.7, Aug, 13.7, Sep, 13.7, Oct, 13.7, Nov, 13.7, Dec, 13.7)	
Piva	Ak. Krusevo EF	svi	MonthlyValues(Jan, 12.7, Feb, 12.7, Mar, 12.7, Apr, 29.2, May, 30.2, Jun, 12.7, Jul, 12.7, Aug, 12.7, Sep, 12.7, Oct, 12.7, Nov, 12.7, Dec, 12.7)	
Sutjeska	Ak. Sutjeska EF	Full HPP	If(Year >= 2022, 2.07, 0)	
Bistrica	Bistrica EF*	svi	1.4	
Cehotina	Ak. Otilovici EF	svi	0.8	
Cehotina	Ak. Vikoc EF	Full HPP	If(Year >= 2043, 2.5, 0)	
Lim	Gornji Lim EF*	svi	MonthlyValues(Jan, 3.6, Feb, 3.6, Mar, 3.6, Apr, 3.6, May, 8.2, Jun, 3.6, Jul, 3.6, Aug, 3.6, Sep, 3.6, Oct, 3.6, Nov, 3.6, Dec, 3.6)	
Lim	Ak. Andrijevic EF	Full HPP	If(Year >= 2037, MonthlyValues(Jan, 3.57, Feb, 3.57, Mar, 3.57, Apr, 3.57, May, 8.15, Jun, 3.57, Jul, 3.57, Aug, 3.57, Sep, 3.57, Oct, 3.57, Nov, 3.57, Dec, 3.57), 0)	
Lim	Ak. Lukin Vir EF	Full HPP	If(Year >= 2047, 4.9, 0)	
Lim	HE Brodarevo 1 EF	Middle 1, 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2047, 10.4, 0)	99
Lim	Ak. Brodarevo 2 EF	Full HPP	If(Year >= 2047, 10.4, 0)	
Lim	Ak. Potpec EF	svi	13.9	
Lim	HE Rekovici EF	Middle 1, 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2031, 18.2, 0)	
Lim	Ak. Mrsovo EF	Middle 1, 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2040, 31.3, 0)	
Uvac	Ak. Radoinja EF	svi	1.4	
Crni Rzav	Ak. Ribnica EF	svi	0.025	
Rzav	Ak. Zaovine EF	svi	0.05	
Janja	Ak. Sniježnica EF	svi	0.03	
Jadar	Gornji Jadar EF*	svi	0.31	
Jadar	Donji Jadar EF*	svi	0.83	
Drina	Ak. Buk Bijela EF	Middle 1, 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2022, MonthlyValues(Jan, 24.5, Feb, 24.5, Mar, 24.5, Apr, 24.5, May, 16.5, Jun, 16.5, Jul, 16.5, Aug, 16.5, Sep, 16.5, Oct, 16.5, Nov, 24.5, Dec, 24.5), 0)	
Drina	Ak. Foca EF	Middle 1, 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2022, MonthlyValues(Jan, 27, Feb, 27, Mar, 27, Apr, 27, May, 18, Jun, 18, Jul, 18, Aug, 18, Sep, 18, Oct, 18, Nov, 27, Dec, 27), 0)	
Drina	HE Paunci EF	Middle 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2022, MonthlyValues(Jan, 30.5, Feb, 30.5, Mar, 30.5, Apr, 30.5, May, 20, Jun, 20, Jul, 20, Aug, 20, Sep, 20, Oct, 20, Nov, 30.5, Dec, 30.5), 0)	
Drina	HE Ustikolina EF	Middle 1, 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2022, MonthlyValues(Jan, 57, Feb, 57, Mar, 57, Apr, 57, May, 38, Jun, 38, Jul, 38, Aug, 38, Sep, 38, Oct, 38, Nov, 57, Dec, 57), 0)	
Drina	HE Gorazde EF	Middle 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2022, MonthlyValues(Jan, 57, Feb, 57, Mar, 57, Apr, 57, May, 38, Jun, 38, Jul, 38, Aug, 38, Sep, 38, Oct, 38, Nov, 57, Dec, 57), 0)	
Drina	Ak. Visegrad EF	svi	50	
Drina	Ak. Bajina Basta EF	svi	50	
Drina	HE Rogacica EF	Middle 3, Full HPP	If(Year >= 2022, MonthlyValues(Jan, 50, Feb, 50, Mar, 50, Apr, 50, May, 33.5, Jun, 33.5, Jul, 33.5, Aug, 33.5, Sep, 33.5, Oct, 33.5, Nov, 50, Dec, 50), 0)	
Drina	HE Tegare EF	Middle 3, Full HPP	If(Year >= 2025, MonthlyValues(Jan, 50, Feb, 50, Mar, 50, Apr, 50, May, 33.5, Jun, 33.5, Jul, 33.5, Aug, 33.5, Sep, 33.5, Oct, 33.5, Nov, 50, Dec, 50), 0)	
Drina	HE Dubravica EF	Middle 2, 3, Full HPP	If(Year >= 2025, MonthlyValues(Jan, 51, Feb, 51, Mar, 51, Apr, 51, May, 34, Jun, 34, Jul, 34, Aug, 34, Sep, 34, Oct, 34, Nov, 51, Dec, 51), 0)	
Drina	Ak. Zvornik EF	svi	60	
Drina	Ak. Kozluk EF	Middle 3, Full HPP	If(Year >= 2025, MonthlyValues(Jan, 55, Feb, 55, Mar, 55, Apr, 55, May, 37, Jun, 37, Jul, 37, Aug, 37, Sep, 37, Oct, 37, Nov, 55, Dec, 55), 0)	
Drina	HE Drina 1 EF	Full HPP	If(Year >= 2050, MonthlyValues(Jan, 55, Feb, 55, Mar, 55, Apr, 55, May, 37, Jun, 37, Jul, 37, Aug, 37, Sep, 37, Oct, 37, Nov, 55, Dec, 55), 0)	
Drina	HE Drina 2 EF	Full HPP	If(Year >= 2050, MonthlyValues(Jan, 56, Feb, 56, Mar, 56, Apr, 56, May, 37.5, Jun, 37.5, Jul, 37.5, Aug, 37.5, Sep, 37.5, Oct, 37.5, Nov, 56, Dec, 56), 0)	
Drina	HE Drina 3 EF	Full HPP	If(Year >= 2050, MonthlyValues(Jan, 56.5, Feb, 56.5, Mar, 56.5, Apr, 56.5, May, 37.5, Jun, 37.5, Jul, 37.5, Aug, 37.5, Sep, 37.5, Oct, 37.5, Nov, 56.5, Dec, 56.5), 0)	

Prilog G: Rečne deonice

Tabela G-1: Površinski i podzemni dotok u rečne deonice – veza sa rezultatima hidrološkog modela.

Reka	Deonica	Parametri u WEAP-u		
		Surface Water Inflow (m ³ /s)	Groundwater Inflow (Million m ³)	Groundwater Outflow (%)
Komarnica	Below Reka Komarnica Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9061-Duski Most.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9061-Duski Most.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Komarnica	Below Savnik Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9018-Komarnica.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9018-Komarnica.csv, 12)		
Komarnica	Below Ak. Komarnica	ReadFromFile(HydrolModel\HP9017-Piva.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9017-Piva.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Piva	Below Ak. Krusevo EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9130-Scepan Polje (Piva).csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9130-Scepan Polje (Piva).csv, 12)		
Tara	Below Gornja Tara EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9023-Zuti Krs.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9022-Bakovica Klisura.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9120-Bakovici.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9121-Kolasin.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9021-Mojkovac.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9118-Podbisce.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9119-Uisce Stitarice.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9117-Bistrica (Tara).csv, 11)	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9023-Zuti Krs.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9022-Bakovica Klisura.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9120-Bakovici.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9121-Kolasin.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9021-Mojkovac.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9121-Kolasin.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9021-Mojkovac.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9118-Podbisce.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9119-Uisce Stitarice.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9117-Bistrica (Tara).csv, 12))* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Tara	Below Mojkovac i Kolasin Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9020-Ljutica.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9020-Ljutica.csv, 12)		
Tara	Below Zabljak Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9019-Tepca.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9129-Scepan Polje (Tara).csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9129-Scepan Polje (Tara).csv, 12)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9019-Tepca.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Tara	Below Reka Piva Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9116-Scepan Polje.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9116-Scepan Polje.csv, 12)		
Sutjeska	Below Reka Sutjeska Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9140-HE Sutjeska.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9140-HE Sutjeska.csv, 12)		
Cehotina	Below Reka Cehotina Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9030-Otilovici.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9030-Otilovici.csv, 12)		
Cehotina	Below Ak. Otilovici EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9084-Pljevlja.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9084-Pljevlja.csv, 12)		
Cehotina	Below Pljevlja Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9029-Gradac.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9029-Gradac.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Cehotina	Below Ak. Gradac	ReadFromFile(HydrolModel\HP9028-Mekote.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9028-Mekote.csv, 12)		
Cehotina	Below Ak. Mekote	ReadFromFile(HydrolModel\HP9026-Vikoc.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9026-Vikoc.csv, 12)		

Reka	Deonica	Parametri u WEAP-u		
		Surface Water Inflow (m ³ /s)	Groundwater Inflow (Million m ³)	Groundwater Outflow (%)
Cehotina	Below Ak. Vikoc EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9059-Falovici.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9059-Falovici.csv, 12)		
Uvac	Below Reka Uvac Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9112-Cedovo.csv,11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9112-Cedovo.csv,12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Uvac	Below Sjenica Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9037-Sjenica.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9037-Sjenica.csv,12)		
Uvac	Below Ak. Uvac	ReadFromFile(HydrolModel\HP9036-Kokin Brod.csv,11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9036-Kokin Brod.csv,12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Uvac	Below Ak. Kokin Brod	ReadFromFile(HydrolModel\HP9035-Radonja.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9035-Radonja.csv, 12)		
Uvac	Below Ak. Radoinja EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9066-Klak.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9066-Klak.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9085-Uisce Uvca.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9085-Uisce Uvca.csv, 12)		
Lim	Below Reka Lim Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9049-Plavsko jezero.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9049-Plavsko jezero.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Gornji Lim EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9050-Djuricka Rijeka.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9095-Uisce Komaracke Rijeke.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9094-Plav.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9094-Plav.csv, 12)	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9050-Djuricka Rijeka.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9095-Uisce Komaracke Rijeke.csv, 12))* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Plav Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9057-Andrijevic.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9057-Andrijevic.csv, 12)		
Lim	Below Ak. Andrijevic EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9048-Zloreccica.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9126-Uisce Zloreccice.csv, 11)	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9048-Zloreccica.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9126-Uisce Zloreccice.csv, 12))* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Andrijevic Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9056-Lukin Vir.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9056-Lukin Vir.csv, 12)		
Lim	Below Ak. Lukin Vir EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9047-Trebacka.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9047-Trebacka.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9046-Sekularska rijeka.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9046-Sekularska rijeka.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9062-Uisce Sekularske Rijeke.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9062-Uisce Sekularske Rijeke.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9045-Kaludarska rijeka.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9045-Kaludarska rijeka.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9044-Beranska Bistrice.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9093-Uisce Kaludarske Rijeke.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9093-Uisce Kaludarske Rijeke.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9043-Ljesnica.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9043-Ljesnica.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9091-Bioce.csv, 11)	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9044-Beranska Bistrice.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9091-Bioce.csv, 12))* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	

Reka	Deonica	Parametri u WEAP-u		
		Surface Water Inflow (m ³ /s)	Groundwater Inflow (Million m ³)	Groundwater Outflow (%)
Lim	Below Berane Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9089-Zaton.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9089-Zaton.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9042-Ljubovidja.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9042-Ljubovidja.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9111-Ravna Rijeka.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9111-Ravna Rijeka.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9088-Bijelo Polje.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9088-Bijelo Polje.csv, 12)*0.73+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9041-Bjelopoljska Bistrica.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9041-Bjelopoljska Bistrica.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9086-Gubavac.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9086-Gubavac.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9110-Dobrakovo.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9110-Dobrakovo.csv, 12)	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9088-Bijelo Polje.csv, 12)*0.27)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Bijelo Polje Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9040-Brodarevo 1.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9040-Brodarevo 1.csv, 12)		
Lim	Below HE Brodarevo 1 EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9039-Brodarevo 2.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9039-Brodarevo 2.csv, 12)		
Lim	Below Ak. Brodarevo 2 EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9038-Prijepolje.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9038-Prijepolje.csv, 12)		
Lim	Below Prijepolje Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9109-Prijepolje (Milesevka).csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9108-Bistrica (na Bistrici).csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9108-Bistrica (na Bistrici).csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9123-Uisce Bistrice.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9123-Uisce Bistrice.csv, 12)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9109-Prijepolje (Milesevka).csv,12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Deriv. Bistrica Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9034-Potpec.csv, 11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9034-Potpec.csv, 12)		
Lim	Below Ak. Potpec EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9033-Priboj.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9033-Priboj.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Reka Uvac Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9107-Ustibar Most.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9107-Ustibar Most.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9032-Uisce Poblacnice.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9032-Uisce Poblacnice.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9106-HS Rudo.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9106-HS Rudo.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Lim	Below Rudo Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9031-Mrsovo.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9031-Mrsovo.csv, 12)		
Lim	Below Ak. Mrsovo EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9105-Strgacina.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9105-Strgacina.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9104-Uisce Radonje.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9104-Uisce Radonje.csv, 12)		

Reka	Deonica	Parametri u WEAP-u		
		Surface Water Inflow (m ³ /s)	Groundwater Inflow (Million m ³)	Groundwater Outflow (%)
Rakitnica	Below Rogatica Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9101-Rogatica.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9101-Rogatica.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Praca	Below Sokolac Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9100-Mesici.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9100-Mesici.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Praca	Below Reka Rakitnica Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9103-Ustipraca.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9103-Ustipraca.csv, 12)		
Crni Rzav	Below Reka Crni Rzav Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9139-Zlatibor.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9139-Zlatibor.csv, 12)		
Rzav	Below Reka Rzav Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9053-Lazici.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9053-Lazici.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9068-Spajici.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9068-Spajici.csv, 12)		
Rzav	Below Ak. Zaovine EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9128-USce Crnog Rzava.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9128-USce Crnog Rzava.csv, 12)		
Rzav	Below Reka Crni Rzav Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9142-USce Rzava.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9142-USce Rzava.csv, 12)		
Drinjaca	Below Reka Drinjaca Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9099-Sekovici.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9099-Sekovici.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drinjaca	Below Vlasenica i Sekovici Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9064-Drinjaca.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9064-Drinjaca.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Jadar	Below Reka Jadar Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9098-Zavlaka.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9098-Zavlaka.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Jadar	Below Krupanj Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9074-Lesnica.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9074-Lesnica.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Janja	Below Reka Janja Headflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9063-Sniježnica.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9063-Sniježnica.csv, 12)		
Janja	Below EF Ak. Sniježnica	ReadFromFile(HydrolModel\HP9097-Ugljevik.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9097-Ugljevik.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Reka Tara Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9081-Bastasi.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9081-Bastasi.csv, 12)		
Drina	Below Reka Sutjeska Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9016-Buk Bijela.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9016-Buk Bijela.csv, 12)		
Drina	Below Ak. Buk Bijela EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9015-Foca.csv,11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9015-Foca.csv,12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Reka Cehotina Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9080-Foca Most.csv,11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9080-Foca Most.csv,12)		
Drina	Below Deriv. Falovici Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9014-Paunici.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9014-Paunici.csv,12)		

Reka	Deonica	Parametri u WEAP-u		
		Surface Water Inflow (m ³ /s)	Groundwater Inflow (Million m ³)	Groundwater Outflow (%)
Drina	Below HE Paunci EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9013-Ustikolina.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9013-Ustikolina.csv,12)		
Drina	Below HE Ustikolina EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9012-Sadba.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9012-Sadba.csv, 12)		
Drina	Below HE Gorazde EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9011-Gorazde.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9011-Gorazde.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Cajnice Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9079-Uisce Lima.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9079-Uisce Lima.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Reka Lim Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9010-Visegrad.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9010-Visegrad.csv, 12)		
Drina	Below Reka Rzav Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv,11)*0.03	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv, 12)*0.03* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Visegrad Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv,11)*0.06	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv, 12)*0.06* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Han Pijesak Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv,11)*0.91+ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv,12)*0.91		
Drina	Below Ak. Bajina Basta EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9052-HS Bajina Basta.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9052-HS Bajina Basta.csv, 12)		
Drina	Below Bajina Basta Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9138-Crvica.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9008-Rogacica.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9008-Rogacica.csv,12)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9138-Crvica.csv,12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below HE Rogacica EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9137-Zlijebac.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9137-Zlijebac.csv, 12)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9007-Tegare.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9007-Tegare.csv, 12)		
Drina	Below HE Tegare EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9065-Ljubovidja.csv, 11) + ReadFromFile(HydrolModel\HP9065-Ljubovidja.csv, 12) + ReadFromFile(HydrolModel\HP9141-Uisce Ljubovidje.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9141-Uisce Ljubovidje.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below Srebrenica i Bratunac Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9006-Dubravica.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9006-Dubravica.csv,12)*0.35	ReadFromFile(HydrolModel\HP9006-Dubravica.csv,12)*0.65* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	
Drina	Below HE Dubravica EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9076-Kuslat.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9076-Kuslat.csv, 12)		
Drina	Below Reka Drinjaca Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9005-Zvornik.csv,11)+ReadFromFile(HydrolModel\HP9005-Zvornik.csv,12)		
Drina	Below Ak. Zvornik EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9075-Radalj.csv, 11)*0.73	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9075-Radalj.csv, 12)*0.73)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	0.04 (Izv. Zvornik)
Drina	Below Zvornik Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9075-Radalj.csv, 11)*0.27	ReadFromFile(HydrolModel\HP9075-Radalj.csv, 12)*0.27* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	

Reka	Deonica	Parametri u WEAP-u		
		Surface Water Inflow (m ³ /s)	Groundwater Inflow (Million m ³)	Groundwater Outflow (%)
Drina	Below Tvornica glinice Birac Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9004-Kozluk.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9004-Kozluk.csv, 12)		
Drina	Below Ak. Kozluk EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9051-Drina 0.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9051-Drina 0.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	0.04 (Izv. Loznica)
Drina	Below Loznica Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9003-Drina I.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9003-Drina I.csv,12)		
Drina	Below HE Drina 1 EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9125-Uisce Janje.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9125-Uisce Janje.csv, 12)		
Drina	Below Reka Janja Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9073-Uisce Jadra.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9073-Uisce Jadra.csv,12)		
Drina	Below Reka Jadar Inflow	ReadFromFile(HydrolModel\HP9002-Drina II.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9002-Drina II.csv, 12)		
Drina	Below HE Drina 2	ReadFromFile(HydrolModel\HP9072-Badovinci.csv, 11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9072-Badovinci.csv, 12)		
Drina	Below AD Sava Return	ReadFromFile(HydrolModel\HP9001-Drina III.csv, 11)	ReadFromFile(HydrolModel\HP9001-Drina III.csv, 12)* ReadFromFile(HydrolModel\BrojDanaUMesecu.csv)*24*3600/1000000	0.01 (Izv. Bijeljina)
Drina	Below HE Drina 3 EF	ReadFromFile(HydrolModel\HP9000-Uisce Drine.csv,11)+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9000-Uisce Drine.csv,12)		

Prilog H: Podzemne vode

Tabela H-1: Čvorovi podzemnih voda VM Drine.

Izvorište podzemnih voda	Parametri u WEAP-u
	Natural Recharge (mil. m ³)
Izv. Pljevlja	ReadFromFile(HydrolModel\HP9029-Gradac.csv, 8)*(5+494.955)/1000
Izv. Mojkovac i Kolasin	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9023-Zuti Krs.csv, 8)*48.445+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9121-Kolasin.csv, 8)*87.140+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9120-Bakovici.csv, 8)*91.175+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9022-Bakovica Klisura.csv, 8)*14.530+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9021-Mojkovac.csv, 8)*39.705+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9118-Podbisce.csv, 8)*38.865+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9119-USce Stitarice.csv, 8)*10.295+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9117-Bistrica (Tara).csv, 8)*177.605)/1000*1.005
Izv. Zabljak	ReadFromFile(HydrolModel\HP9019-Tepca.csv, 8)*443.350/1000
Izv. Pluzine	ReadFromFile(HydrolModel\HP9017-Piva.csv, 8)*511.220/1000
Izv. Savnik	ReadFromFile(HydrolModel\HP9061-Duski Most.csv, 8)*597.170/1000
Izv. Plav i Murino	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9049-Plavsko jezero.csv, 8)*197.715+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9050-Djuricka Rijeka.csv, 8)*47.445+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9095-USce Komaracke Rijeke.csv, 8)*96.0845)/1000
Izv. Andrijevica	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9048-Zlorecica.csv,8)*157.605+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9126-USce Zlorecice.csv,8)*22.975)/1000
Izv. Berane	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9044-Beranska Bistrica.csv, 8)*122.040+ ReadFromFile(HydrolModel\HP9091-Bioce.csv, 8)*(131.365+5))/1000
Izv. Bijelo Polje	(ReadFromFile(HydrolModel\HP9088-Bijelo Polje.csv, "Wperc[mm]")*(110.625*0.27+8))/1000
Izv. Foca	ReadFromFile(HydrolModel\HP9015-Foca.csv, 8)*114.415/1000
Izv. Cajnice	ReadFromFile(HydrolModel\HP9079-USce Lima.csv, "Wperc[mm]")*259.56/1000
Izv. Gorazde	ReadFromFile(HydrolModel\HP9011-Gorazde.csv, "Wperc[mm]")*(129.905+22)/1000
Izv. Bijeljina	ReadFromFile(HydrolModel\HP9001-Drina III.csv, "Wperc[mm]")*74.055/1000
Izv. Rogatica	ReadFromFile(HydrolModel\HP9101-Rogatica.csv, "Wperc[mm]")*334.47/1000
Izv. Sokolac	ReadFromFile(HydrolModel\HP9100-Mesici.csv, "Wperc[mm]")*770.75/1000
Izv. Han Pijesak	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv, "Wperc[mm]")*50/1000
Izv. Srebrenica i Bratunac	ReadFromFile(HydrolModel\HP9006-Dubravica.csv, "Wperc[mm]")*299.55*0.7/1000
Izv. Milici	ReadFromFile(HydrolModel\HP9064-Drinjaca.csv, "Wperc[mm]")*710.15/1000
Izv. Kladanj i Vlasenica i Sekovici	ReadFromFile(HydrolModel\HP9099-Sekovici.csv, "Wperc[mm]")*(12+401.64)/1000
Izv. Zvornik	ReadFromFile(HydrolModel\HP9075-Radalj.csv, "Wperc[mm]")*253.8*0.73/1000
Izv. Ugljevik i Lopare	ReadFromFile(HydrolModel\HP9097-Ugljevik.csv, "Wperc[mm]")*171.14/1000
Izv. Rudo	ReadFromFile(HydrolModel\HP9106-HS Rudo.csv, "Wperc[mm]")*52.625/1000
Izv. Visegrad	ReadFromFile(HydrolModel\HP9009-Bajina Basta.csv, "Wperc[mm]")*25/1000
Izv. Prijepolje	ReadFromFile(HydrolModel\HP9109-Prijepolje (Milesevka).csv, "Wperc[mm]")*150.66/1000
Izv. Nova Varos	ReadFromFile(HydrolModel\HP9036-Kokin Brod.csv, "Wperc[mm]")*211/1000
Izv. Priboj	ReadFromFile(HydrolModel\HP9033-Priboj.csv, "Wperc[mm]")*56.62/1000
Izv. Bajina Basta	ReadFromFile(HydrolModel\HP9138-Crvica.csv, "Wperc[mm]")*116/1000
Izv. Ljubovija	ReadFromFile(HydrolModel\HP9141-USce Ljubovidje.csv, "Wperc[mm]")*189.33/1000
Izv. Krupanj	ReadFromFile(HydrolModel\HP9074-Lesnica.csv, "Wperc[mm]")*605/1000
Izv. Osecina	ReadFromFile(HydrolModel\HP9098-Zavlaka.csv, "Wperc[mm]")*277.5/1000
Izv. Loznica	ReadFromFile(HydrolModel\HP9051-Drina 0.csv, "Wperc[mm]")*91.94/1000
Izv. Mali Zvornik	ReadFromFile(HydrolModel\HP9075-Radalj.csv, "Wperc[mm]")*253.8*0.27/1000
Izv. Sjenica	ReadFromFile(HydrolModel\HP9112-Cedovo.csv, "Wperc[mm]")*724.9/1000

Prilog I: Dovodne i povratne veze

Tabela I-1: Parametri za dovodne veze u VM Drine.

Dovod od	Dovod do	Parametar u WEAP-u	Jedinica	Vrednost
to Pljevlja	from Ak. Otilovici	Maximum Flow Volume	L/s	80
to Pljevlja	from Ak. Otilovici	Supply Preference		2
to Cajetina i Zlatibor	from Ak. Ribnica	Maximum Flow Volume	m ³ /s	0.15
to Ind. Ljubovija	from Withdrawal Node 12	Maximum Flow Volume	m ³ /yr	144000
to Ind. Ljubovija	from Izv. Ljubovija	Supply Preference		2

Tabela I-2: Parametri za povratne veze u VM Drine.

Return Link From	To Groundwater	Loss to Groundwater (%)
Pljevlja	Izv. Pljevlja	46
Mojkovac i Kolasin	Izv. Mojkovac i Kolasin	77
Zabljak	Izv. Zabljak	77
Savnik	Izv. Savnik	86
Pluzine	Izv. Pluzine	79
Plav	Izv. Plav	66
Andrijevisa	Izv. Andrijevisa	89
Berane	Izv. Berane	67.5
Bijelo Polje	Izv. Bijelo Polje	37
Foca	Izv. Foca	73
Gorazde	Izv. Gorazde	25.22
Visegrad	Izv. Visegrad	63.1
Srebrenica i Bratunac	Izv. Srebrenica i Bratunac	32
Rogatica	Izv. Rogatica	35
Vlasenica i Sekovici	Izv. Kladanj i Vlasenica i Sekovici	56
Milici	Izv. Milici	74
Zvornik	Izv. Zvornik	47
Bijeljina	Izv. Bijeljina	70
Ugljevik i Lopare	Izv. Ugljevik i Lopare	63.2
Cajnice	Izv. Cajnice	17
Han Pijesak	Izv. Han Pijesak	32.7
Rudo	Izv. Rudo	61
Sokolac	Izv. Sokolac	74.6
Kladanj	Izv. Kladanj i Vlasenica i Sekovici	5.7
Loznica	Izv. Loznica	67.5
Mali Zvornik	Izv. Mali Zvornik	71.7
Krupanj	Izv. Krupanj	78.7
Ljubovija	Izv. Ljubovija	78.3
Osecina	Izv. Osecina	97.9
Bajina Basta	Izv. Bajina Basta	64.9
Priboj	Izv. Priboj	49.3
Nova Varos	Izv. Nova Varos	59.4
Prijepolje	Izv. Prijepolje	57.4
Sjenica	Izv. Sjenica	55.5

Prilog J: Ulaz iz hidrološkog modela

Okvir J-1: Primer strukture CSV fajlova sa ulaznim hidrološkim podacima.

```
# Profil: HP9010-Visegrad
# Scenario: RCP85 model 4
$ListSeparator =
$DecimalSymbol = .
$DateFormat = d/m/y
$Columns =
  Year,Month,padavine [mm], sneg [mm], Ecan [mm], Esub [mm], Es [mm], Et [mm], Qsurf [mm], Wperc [mm],
  Rint [mm], SW [mm], Qsurf [m3/s], Qbase [m3/s], Qsurf_upstream [m3/s], Qbase_upstream [m3/s],
  Qmin_upstream (m3/s), Qmax_upstream (m3/s)
2010,1,7.5542128e+001,2.6700540e+001,3.6566947e-001,8.9163349e+000,
4.2804758e-001,6.8819615e+000,9.4038392e-001,0.0000000e+000,0.0000000e+000,
1.5489398e+001,2.8741495e-002,0.0000000e+000,1.7830008e+001,1.1170258e-001,
0.0000000e+000,1.0845262e+002
2010,2,1.3951149e+001,2.4806349e+001,3.5491566e-001,8.2399060e+000,
1.6798848e+000,3.4432718e+000,0.0000000e+000,0.0000000e+000,0.0000000e+000,
4.6935807e+001,3.3114752e-006,0.0000000e+000,1.5693061e+001,2.0675634e+000,
3.3065596e+000,1.0195651e+002
2010,3,2.1271325e+001,1.8741937e+000,8.5415746e-001,3.4278400e+000,
6.1829046e+000,5.6901797e+000,3.1063721e+000,0.0000000e+000,0.0000000e+000,
6.5021552e+001,9.4792645e-002,0.0000000e+000,9.0825184e+001,1.2684289e+001,
3.2611937e+000,2.2657486e+002
2010,4,1.2363488e+002,0.0000000e+000,9.9232383e+000,0.0000000e+000,
1.6028320e+001,1.9985599e+001,2.0164838e+001,2.2149952e-002,0.0000000e+000,
1.0466227e+002,6.3292922e-001,6.2612870e-004,4.6208327e+002,9.3459955e+001,
2.2215247e+002,1.3530487e+003
etc.
```

Tabela J-1: Lista CSV fajlova sa ulaznim hidrološkim podacima po delovima sliva.

Deo sliva Drine	Ime fajla	Reka	Slivna površina (km ²)
Piva	HP9061-Duski Most.csv	Komarnica	597.17
	HP9018-Komarnica.csv	Komarnica	123.79
	HP9017-Piva.csv	Piva	511.22
	HP9130-Scepan Polje (Piva).csv	Piva	57.785
Tara do Trebaljeva	HP9025-Opasanica.csv	Tara	133.965
	HP9024-Matesevo.csv	Tara	135.88
	HP9023-Zuti Krs.csv	Tara	48.445
	HP9121-Kolasin.csv	Tara	87.14
	HP9120-Bakovici.csv	Plašnica	91.175
	HP9022-Bakovica Klisura.csv	Tara	14.53
Tara od Trebaljeva do Đurđevića Tare	HP9021-Mojkovac.csv	Tara	39.705
	HP9118-Podbisce.csv	Štitarica	38.865
	HP9119-Usce Stitarice.csv	Tara	10.295
	HP9117-Bistrica (Tara).csv	Tara	177.605
	HP9020-Ljutica.csv	Tara	284.05
Tara od Đurđevića Tare do Šćepan Polja	HP9019-Tepca.csv	Tara	443.35
	HP9129-Scepan Polje (Tara).csv	Tara	302.745
Drina od sastava Pive i Tare do ušća Čehotine, Sutjeska i Bistrica	HP9116-Scepan Polje.csv	Drina	13.095
	HP9081-Bastasi.csv	Drina	12.17
	HP9016-Buk Bijela.csv	Drina	39.635
	HP9015-Foca.csv	Drina	114.415
	HP9080-Foca Most.csv	Drina	131.405
	HP9114-Igoce.csv	Sutjeska	305.98
	HP9140-HE Sutjeska.csv	Sutjeska	12.485
	HP9133-Zahvat za B3.csv	Bistrica	157.495
	HP9136-HE B3.csv	Bistrica	50.66
	HP9132-Zahvat za B2a.csv	Bistrica	5.655

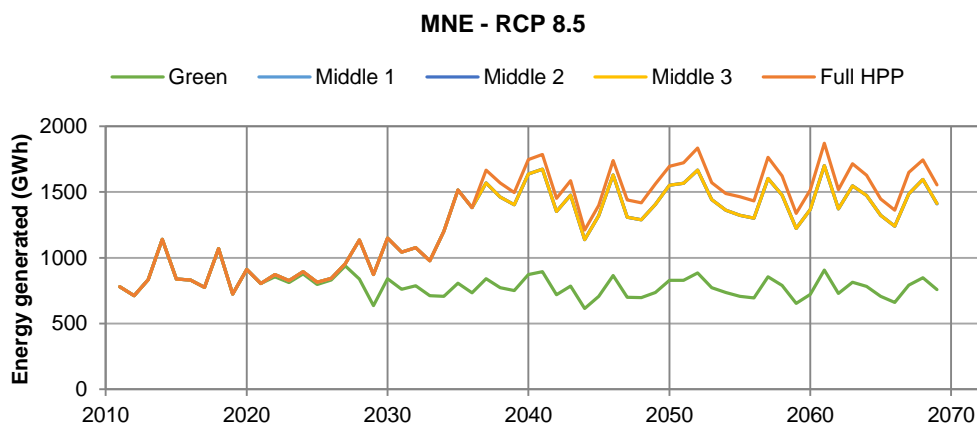
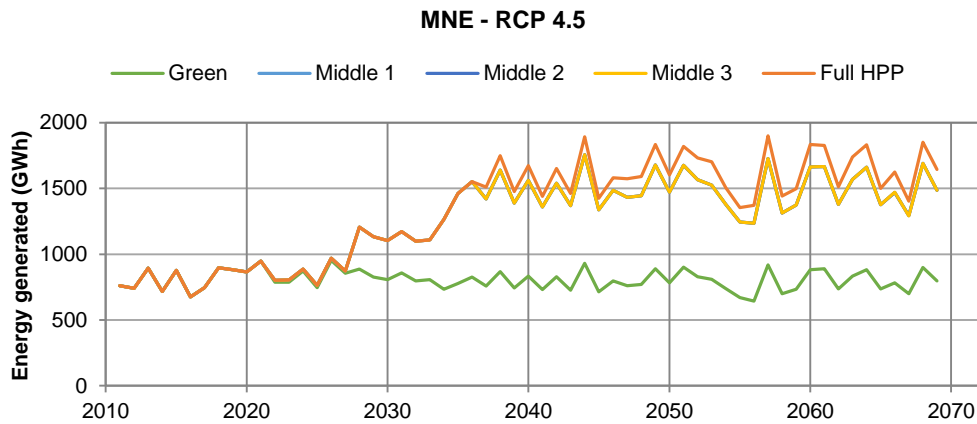
Deo sliva Drine	Ime fajla	Reka	Slivna površina (km ²)	
	HP9135-HE B2a.csv	Bistrica	15.14	
	HP9131-Zahvat za B1.csv	Bistrica	189.995	
	HP9134-HE B1.csv	Bistrica	10.255	
	HP9115-Oplazici.csv	Bistrica	13.07	
Čehotina	HP9030-Otilovici.csv	Čehotina	331.24	
	HP9084-Pljevlja.csv	Čehotina	21.475	
	HP9029-Gradac.csv	Čehotina	494.955	
	HP9028-Mekote.csv	Čehotina	225.715	
	HP9026-Vikoc.csv	Čehotina	302.356	
	HP9059-Falovici.csv	Čehotina	13.24	
Drina od ušća Čehotine do Višegrada i Prača	HP9014-Paunici.csv	Drina	24.775	
	HP9013-Ustikolina.csv	Drina	218.865	
	HP9012-Sadba.csv	Drina	131.1	
	HP9011-Gorazde.csv	Drina	129.905	
	HP9103-Ustipraca.csv	Drina	188.72	
	HP9010-Visegrad.csv	Drina	81.715	
	HP9101-Rogatica.csv	Rakitnica	334.47	
	HP9100-Mesici.csv	Prača	770.7535	
Lim do Prijepolja	HP9060-Grnar.csv	Lim	135.865	
	HP9049-Plavsko jezero.csv	Lim	197.715	
	HP9050-Djuricka Rijeka.csv	Đurička Rijeka	47.445	
	HP9095-Usce Komaracke Rijeke.csv	Lim	96.0845	
	HP9094-Plav.csv	Lim	36.995	
	HP9057-Andrijevic.csv	Lim	98.045	
	HP9048-Zlorečica.csv	Zlorečica	157.605	
	HP9126-Usce Zlorečice.csv	Lim	22.975	
	HP9056-Lukin Vir.csv	Lim	58.286	
	HP9047-Trebacka.csv	Trebačka	28.945	
	HP9046-Sekularska rijeka.csv	Šekularska rijeka	49.855	
	HP9062-Usce Sekularske Rijeke.csv	Lim	30.345	
	HP9044-Beranska Bistrica.csv	Beranska Bistrica	122.04	
	HP9045-Kaludarska rijeka.csv	Kaludarska rijeka	54.525	
	HP9093-Usce Kaludarske Rijeke.csv	Lim	66.085	
	HP9043-Ljesnica.csv	Lješnica	204.605	
	HP9091-Bioce.csv	Lim	131.365	
	HP9089-Zaton.csv	Lim	182.8595	
	HP9042-Ljubovidja.csv	Ljuboviđa	257.935	
	HP9111-Ravna Rijeka.csv	Ljuboviđa	59.935	
	HP9088-Bijelo Polje.csv	Lim	110.625	
	HP9041-Bjelopoljska Bistrica.csv	Bjelopoljska Bistrica	201.6	
	HP9086-Gubavac.csv	Bjelopoljska Bistrica	35.98	
	HP9110-Dobrakovo.csv	Lim	109.115	
	HP9040-Brodarevo 1.csv	Lim	122.56	
	HP9039-Brodarevo 2.csv	Lim	129.535	
	HP9038-Prijepolje.csv	Lim	237.08	
	Lim od Prijepolja do Strmice	HP9109-Prijepolje (Milesevka).csv	Mileševka	150.66
		HP9108-Bistrica (na Bistrici).csv	Bistrica	68.85
		HP9123-Usce Bistrice.csv	Lim	116.215
HP9034-Potpec.csv		Lim	98.195	
HP9033-Priboj.csv		Lim	56.62	
HP9112-Cedovo.csv		Vapa	724.9	
HP9037-Sjenica.csv		Uvac	352.855	
HP9036-Kokin Brod.csv		Uvac	210.995	
HP9035-Radonja.csv		Uvac	84.62	
HP9066-Klak.csv		Uvac	14.79	
HP9085-Usce Uvca.csv		Lim	232.985	
HP9107-Ustibar Most.csv		Poblačnica	377.28	
HP9032-Usce Poblacnice.csv		Lim	41.335	
HP9106-HS Rudo.csv		Lim	52.625	

Deo sliva Drine	Ime fajla	Reka	Slivna površina (km ²)
	HP9031-Mrsovo.csv	Lim	64.615
	HP9105-Strgacina.csv	Radojna	37.185
	HP9104-Usce Radonje.csv	Lim	195.965
	HP9079-Usce Lima.csv	Drina	259.56
Rzav i Drina od ušća Rzava do Bajine Bašte	HP9067-Kruscica.csv	Beli Rzav	17.815
	HP9053-Lazici.csv	Beli Rzav	38.13
	HP9068-Spajici.csv	Beli Rzav	10.32
	HP9128-Usce Crnog Rzava.csv	Rzav	145.68
	HP9139-Zlatibor.csv	Crni Rzav	52.825
	HP9142-Usce Rzava.csv	Drina	367.96
	HP9009-Bajina Basta.csv	Drina	808.79
Drina od Bajine Bašte do Zvornika i Drinjača	HP9052-HS Bajina Basta.csv	Drina	137.565
	HP9138-Crvica.csv	Drina	116.03
	HP9008-Rogacica.csv	Drina	222.805
	HP9137-Zlijebac.csv	Drina	42.155
	HP9007-Tegare.csv	Drina	261.52
	HP9065-Ljubovidja.csv	Ljuboviđa	73.28
	HP9141-Usce Ljubovidje.csv	Drina	189.33
	HP9006-Dubravica.csv	Drina	299.555
	HP9099-Sekovici.csv	Drinjača	401.64
	HP9064-Drinjaca.csv	Drinjača	710.15
	HP9076-Kuslat.csv	Drina	94.165
	HP9005-Zvornik.csv	Drina	142.13
	Drina od Zvornika do ušća, Jadar i Janja	HP9075-Radalj.csv	Drina
HP9004-Kozluk.csv		Drina	136.55
HP9051-Drina 0.csv		Drina	91.94
HP9003-Drina I.csv		Drina	119.855
HP9063-Snijeznica.csv		Brzava	40.14
HP9097-Ugljevik.csv		Janja	171.14
HP9125-Usce Janje.csv		Drina	239.105
HP9098-Zavlaka.csv		Jadar	277.555
HP9074-Lesnica.csv		Jadar	604.955
HP9073-Usce Jadra.csv		Drina	117.885
HP9002-Drina II.csv		Drina	17.465
HP9072-Badovinci.csv		Drina	37.07
HP9001-Drina III.csv		Drina	74.055
HP9000-Usce Drine.csv		Drina	98.98

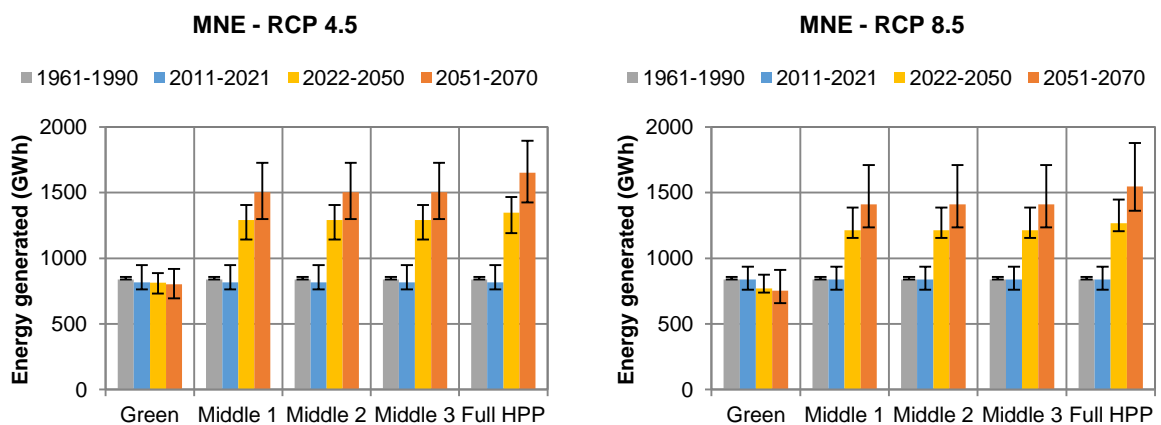
Prilog K: Rezultati simulacija

K.1 Proizvodnja hidroenergije

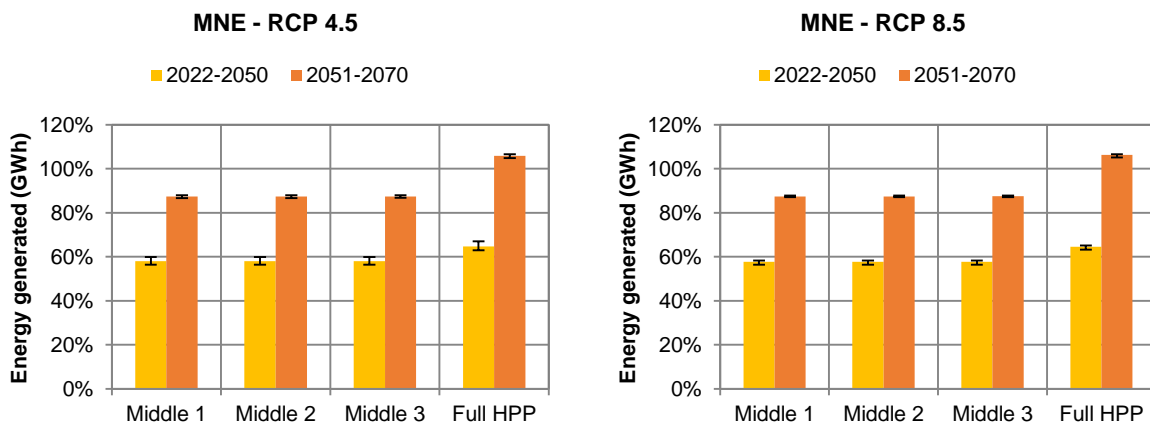
K.1.1 Crna Gora



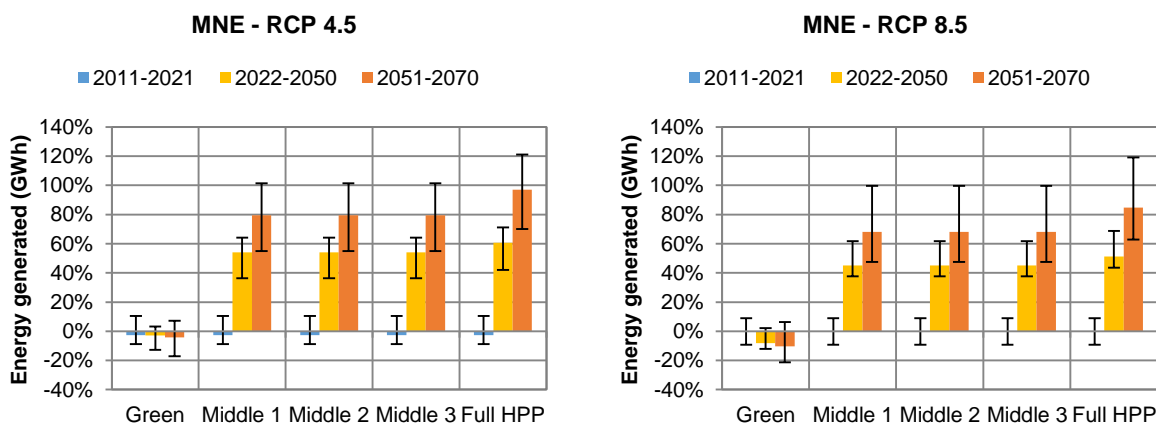
Slika K-1: Godišnja proizvodnja hidroenergije u Crnoj Gori prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).



Slika K-2: Prosečna godišnja proizvodnja hidroenergije u Crnoj Gori prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

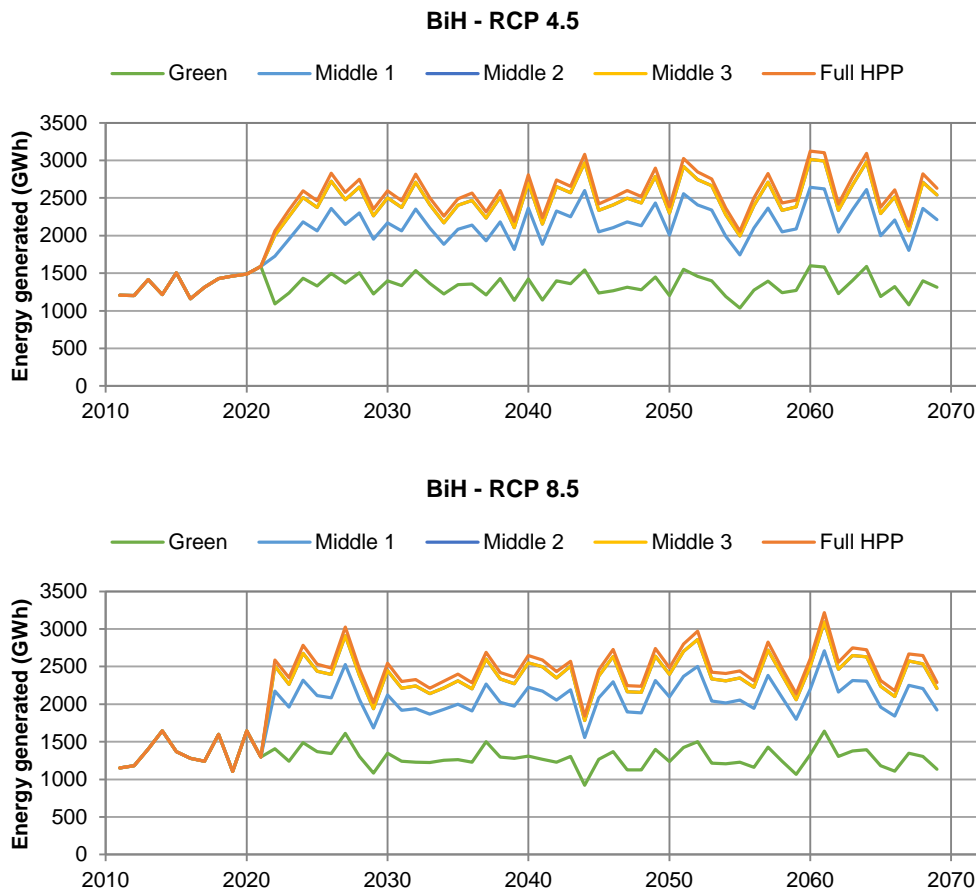


Slika K-3: Uticaj izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije u Crnoj Gori u odnosu na scenario Green Growth; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

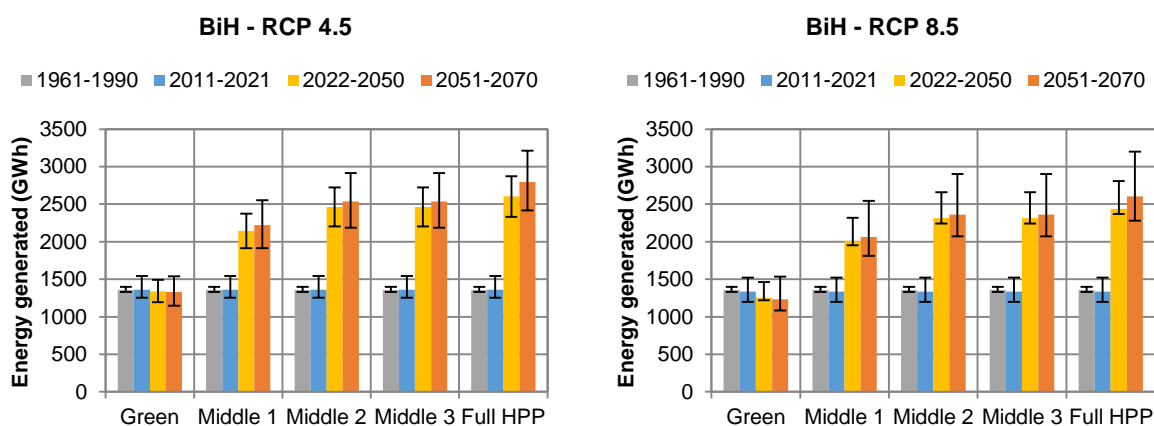


Slika K-4: Kombinovani uticaj promene klime i izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije u Crnoj Gori u odnosu na 1961-1990; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

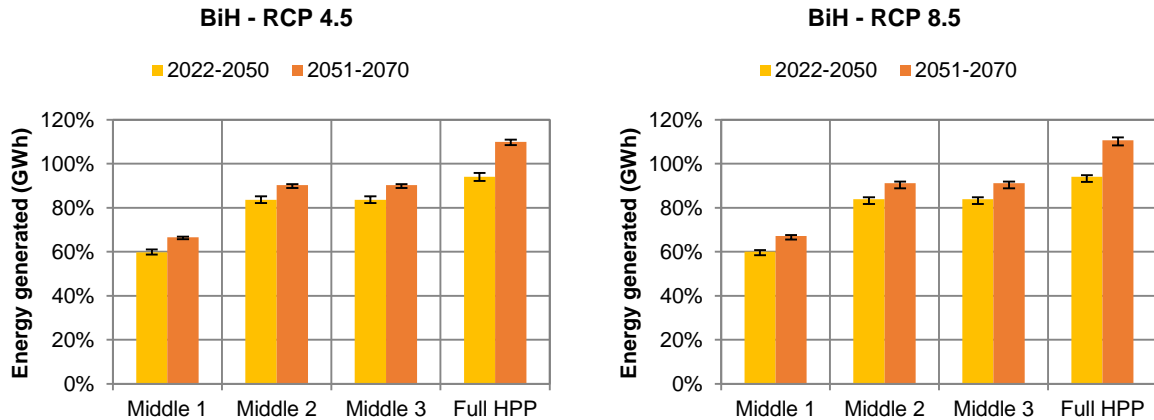
K.1.2 Bosna i Hercegovina



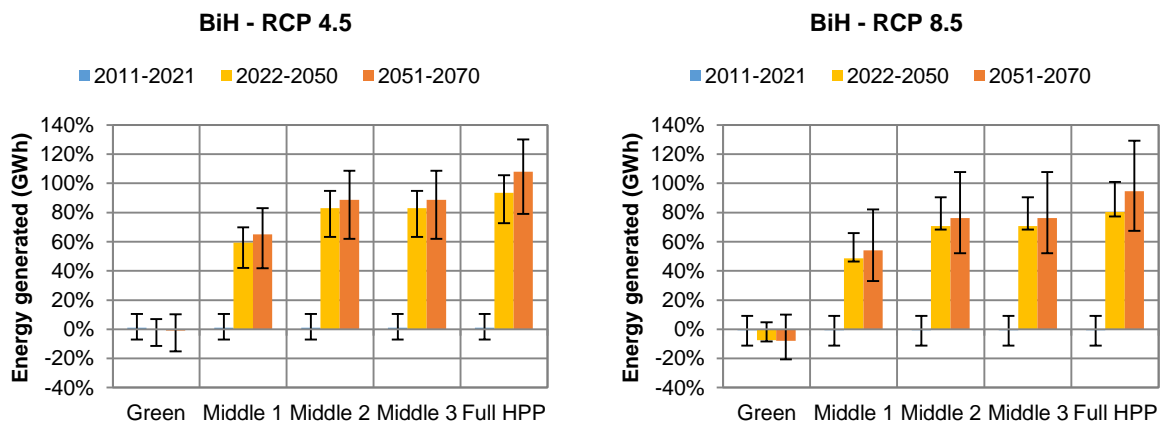
Slika K-5: Godišnja proizvodnja hidroenergije u BiH (bez zajedničkih HE sa Srbijom) prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).



Slika K-6: Prosečna godišnja proizvodnja hidroenergije u BiH (bez zajedničkih HE sa Srbijom) prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

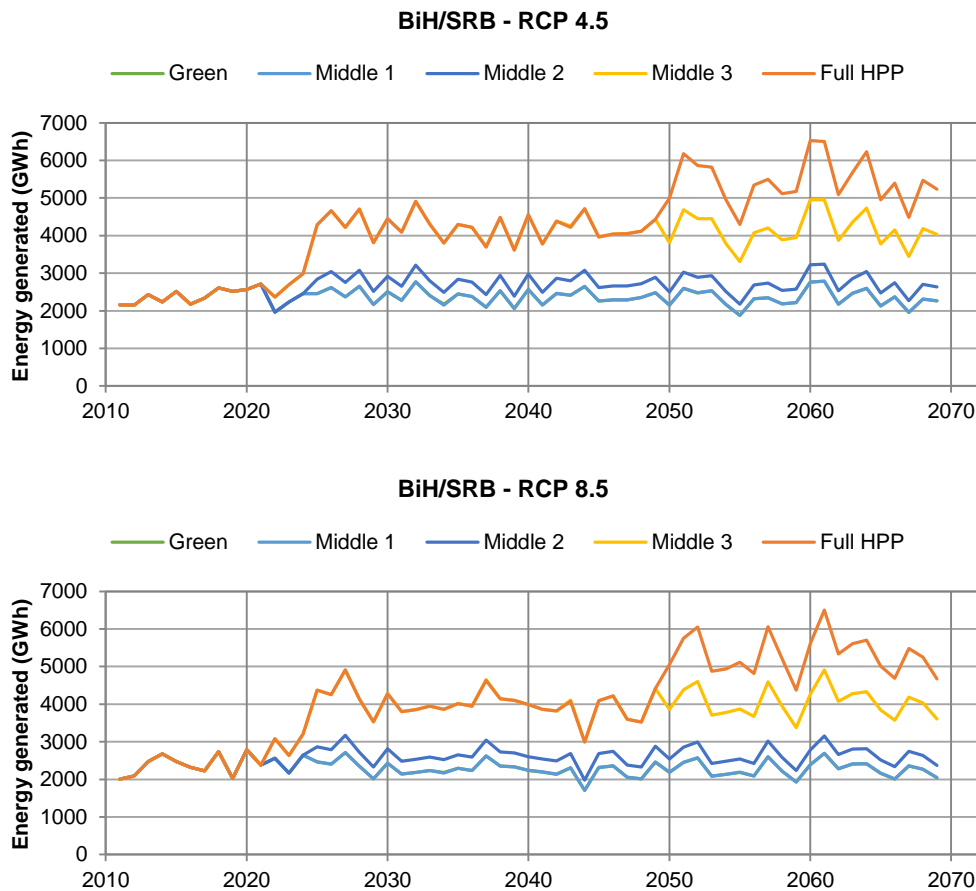


Slika K-7: Uticaj izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije u BiH (bez zajedničkih HE sa Srbijom) u odnosu na scenario Green Growth; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

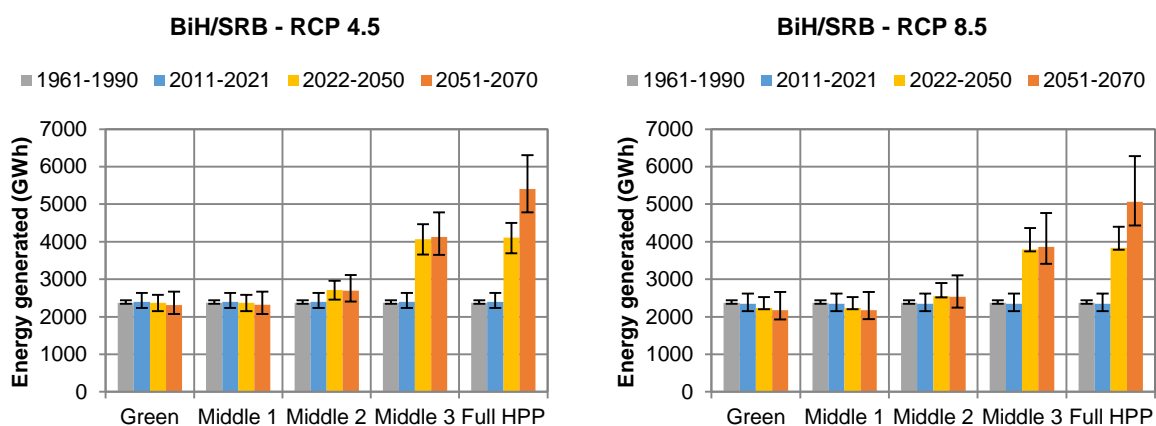


Slika K-8: Kombinovani uticaj promene klime i izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije u BiH (bez zajedničkih HE sa Srbijom) u odnosu na 1961-1990; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

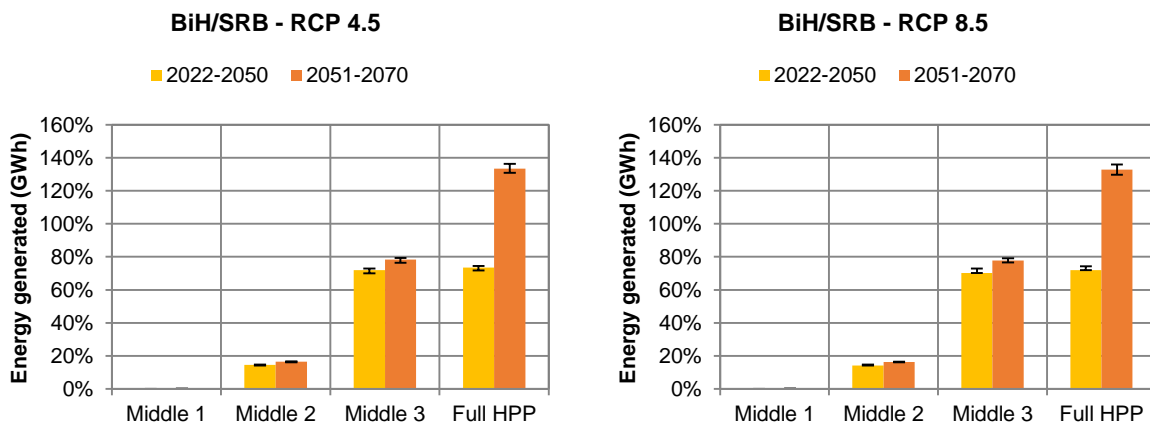
K.1.3 Bosna i Hercegovina / Srbija



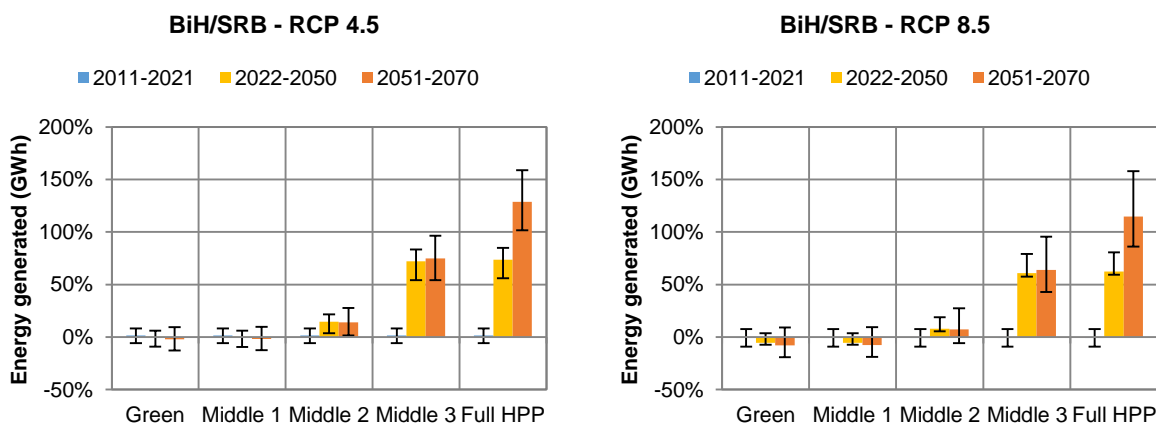
Slika K-9: Godišnja proizvodnja hidroenergije za zajedničke HE u BiH i Srbiji prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).



Slika K-10: Prosečna godišnja proizvodnja hidroenergije za zajedničke HE u BiH i Srbiji prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

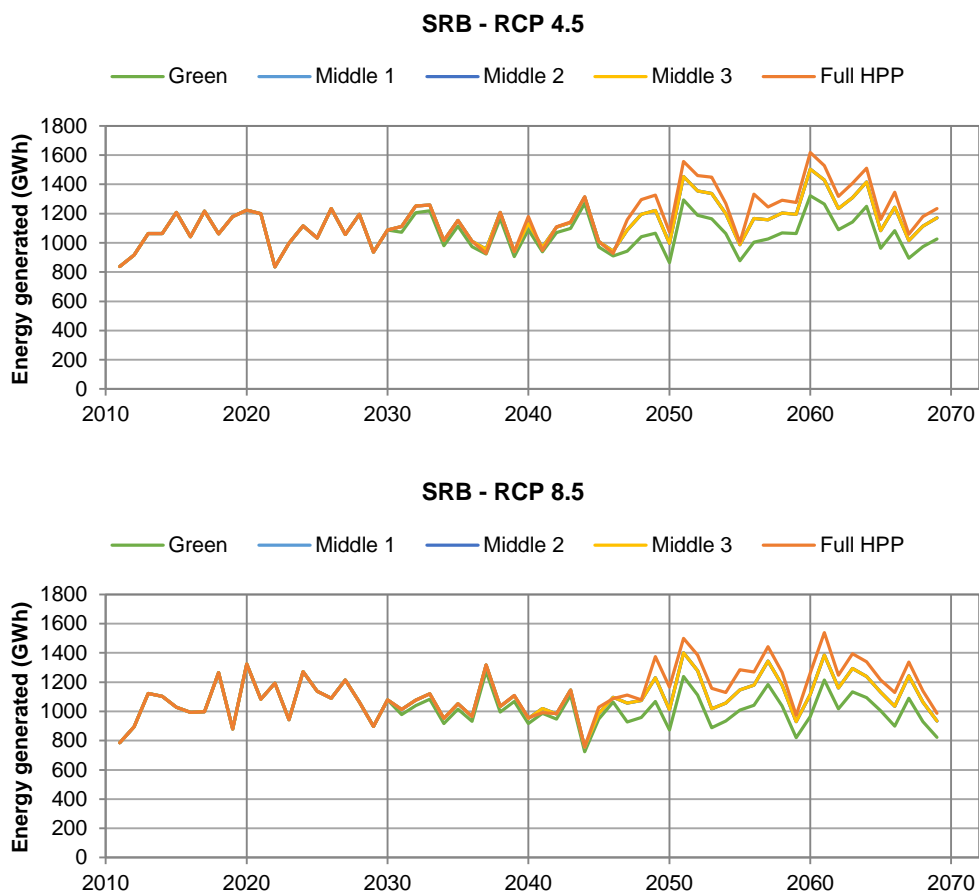


Slika K-11: Uticaj izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije za zajedničke HE u BiH i Srbiji u odnosu na scenario Green Growth; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

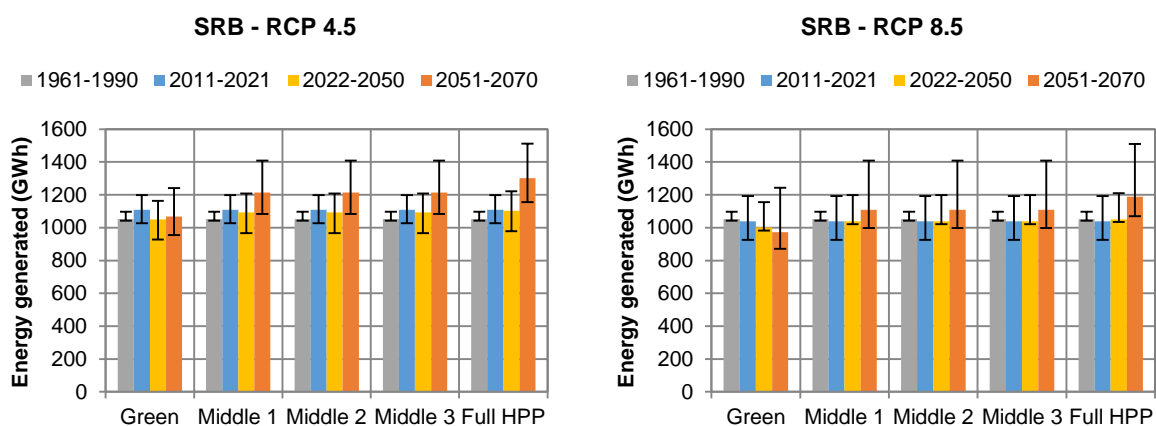


Slika K-12: Kombinovani uticaj promene klime i izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije za zajedničke HE u BiH i Srbiji u odnosu na 1961-1990; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

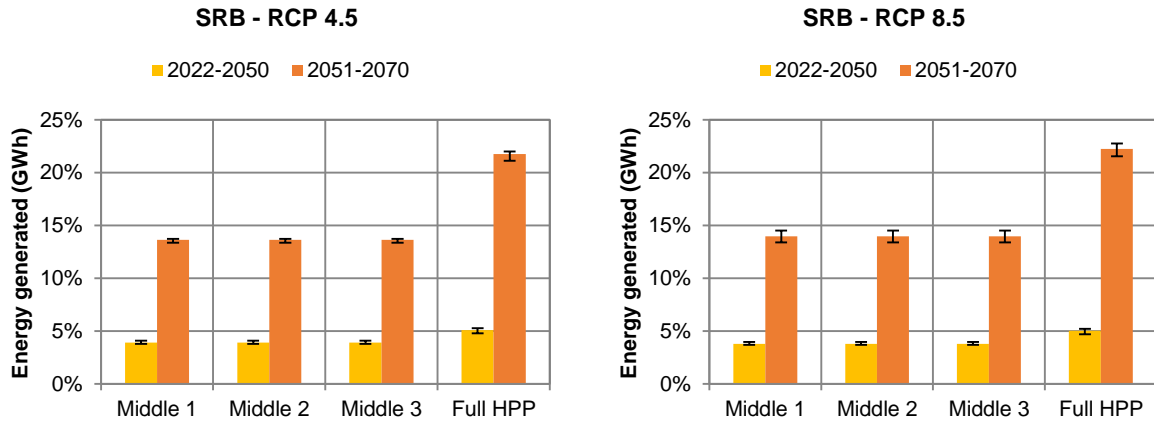
K.1.4 Srbija



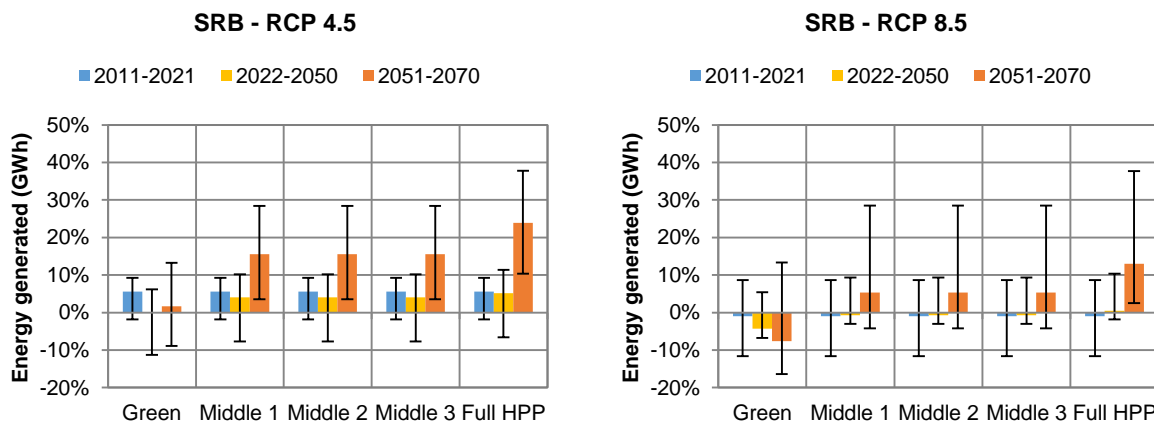
Slika K-13: Godišnja proizvodnja hidroenergije u Srbiji (bez zajedničkih HE sa BiH) prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dole).



Slika K-14: Prosečna godišnja proizvodnja hidroenergije u Srbiji (bez zajedničkih HE sa BiH) prema različitim razvojnim scenarijima; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).



Slika K-15: Uticaj izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije u Srbiji (bez zajedničkih HE sa BiH) u odnosu na scenario Green Growth; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).



Slika K-16: Kombinovani uticaj promene klime i izbora razvojnog scenarija: promena prosečne godišnje proizvodnje hidroenergije u Srbiji (bez zajedničkih HE sa BiH) u odnosu na 1961-1990; medijane ansambla sa rasponima rezultata prema različitim klimatskim modelima za klimatske scenarije RCP 4.5 (levo) i RCP 8.5 (desno).

K.2 Zahtevani minimalni protoci

Tabela K-1: Zapreminska obezbeđenost zahtevanih minimalnih protoka za razvojni scenario "Green Growth": medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5.

Profil	Reka	RCP 4.5				RCP 8.5		
		1961-1990	2011-2021	2022-2050	2051-2070	2011-2021	2022-2050	2051-2070
Ak. Bajina Basta EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Krusevo EF	Piva	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Otilovici EF	Čehotina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Potpec EF	Lim	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Radoinja EF	Uvac	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Ribnica EF	Crni Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Sniježnica EF	Janja	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Visegrad EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zaovine EF	Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zvornik EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Bistrica EF	Bistrica	0.9695	0.9621	0.9608	0.9300	0.9682	0.9614	0.9375
Donja Tara EF	Tara	0.9851	0.9720	0.9636	0.9353	0.9776	0.9629	0.9272
Donji Jadar EF	Jadar	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	1.0000	1.0000	0.9993
Gornja Tara EF	Tara	0.9997	0.9495	0.9330	0.9254	0.9422	0.9222	0.9137
Gornji Jadar EF	Jadar	0.9991	1.0000	1.0000	0.9978	1.0000	0.9996	0.9973
Gornji Lim EF	Lim	0.9602	0.9514	0.9327	0.9023	0.9528	0.9275	0.8903

Tabela K-2: Zapreminska obezbeđenost zahtevanih minimalnih protoka za razvojni scenario "Middle 1": medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5 (profili ispod aktivnih akumulacija označeni su masnim slovima).

Profil	Reka	RCP 4.5				RCP 8.5		
		1961-1990	2011-2021	2022-2050	2051-2070	2011-2021	2022-2050	2051-2070
Ak. Bajina Basta EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Buk Bijela EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Foca EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Krusevo EF	Piva	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Mrsovo EF	Lim			1	1		1	1
Ak. Otilovici EF	Čehotina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Potpec EF	Lim	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Radoinja EF	Uvac	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Ribnica EF	Crni Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Snijeznica EF	Janja	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Visegrad EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zaovine EF	Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zvornik EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
HE Brodarevo 1 EF	Lim			0.9926	0.9707		0.9735	0.9715
HE Rekovici EF	Lim			1	1		1	1
HE Ustikolina EF	Drina			1	1		1	1
Bistrica EF	Bistrica	0.9695	0.9621	0.9608	0.9300	0.9682	0.9614	0.9375
Donja Tara EF	Tara	0.9851	0.9720	0.9636	0.9353	0.9776	0.9629	0.9272
Donji Jadar EF	Jadar	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	1.0000	1.0000	0.9993
Gornja Tara EF	Tara	0.9997	0.9495	0.9330	0.9254	0.9422	0.9222	0.9137
Gornji Jadar EF	Jadar	0.9991	1.0000	1.0000	0.9978	1.0000	0.9996	0.9973
Gornji Lim EF	Lim	0.9602	0.9514	0.9327	0.9023	0.9528	0.9275	0.8903

Tabela K-3: Zapreminska obezbeđenost zahtevanih minimalnih protoka za razvojni scenario "Middle 2": medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5 (profili ispod aktivnih akumulacija označeni su masnim slovima).

Profil	Reka	RCP 4.5				RCP 8.5		
		1961-1990	2011-2021	2022-2050	2051-2070	2011-2021	2022-2050	2051-2070
Ak. Bajina Basta EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Buk Bijela EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Foca EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Krusevo EF	Piva	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Mrsovo EF	Lim			1	1		1	1
Ak. Otilovici EF	Čehotina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Potpec EF	Lim	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Radoinja EF	Uvac	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Ribnica EF	Crni Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Snijeznica EF	Janja	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Visegrad EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zaovine EF	Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zvornik EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
HE Brodarevo 1 EF	Lim			0.9926	0.9707		0.9735	0.9715
HE Dubravica EF	Drina			1	1		1	1
HE Gorazde EF	Drina			1	1		1	1
HE Paunci EF	Drina			1	1		1	1
HE Rekovici EF	Lim			1	1		1	1
HE Ustikolina EF	Drina			1	1		1	1
Bistrica EF	Bistrica	0.9695	0.9621	0.9608	0.9300	0.9682	0.9614	0.9375
Donja Tara EF	Tara	0.9851	0.9720	0.9636	0.9353	0.9776	0.9629	0.9272
Donji Jadar EF	Jadar	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	1	1	0.9993
Gornja Tara EF	Tara	0.9997	0.9495	0.9330	0.9254	0.9422	0.9222	0.9137
Gornji Jadar EF	Jadar	0.9991	1.0000	1.0000	0.9978	1	0.9996	0.9973
Gornji Lim EF	Lim	0.9602	0.9514	0.9327	0.9023	0.9528	0.9275	0.8903

Tabela K-4: Zapreminska obezbeđenost zahtevanih minimalnih protoka za razvojni scenario "Middle 3": medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5 (profili ispod aktivnih akumulacija označeni su masnim slovima).

Profil	Reka	RCP 4.5				RCP 8.5		
		1961-1990	2011-2021	2022-2050	2051-2070	2011-2021	2022-2050	2051-2070
Ak. Bajina Basta EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Buk Bijela EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Foca EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Kozluk EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Krusevo EF	Piva	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Mrsovo EF	Lim			1	1		1	1
Ak. Otilovici EF	Ćehotina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Potpec EF	Lim	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Radoinja EF	Uvac	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Ribnica EF	Crni Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Snijeznica EF	Janja	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Visegrad EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zaovine EF	Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zvornik EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
HE Brodarevo 1 EF	Lim			0.9926	0.9707		0.9735	0.9715
HE Dubravica EF	Drina			1	1		1	1
HE Gorazde EF	Drina			1	1		1	1
HE Paunci EF	Drina			1	1		1	1
HE Rekovici EF	Lim			1	1		1	1
HE Rogacica EF	Drina			1	1		1	1
HE Tegare EF	Drina			1	1		1	1
HE Ustikolina EF	Drina			1	1		1	1
Bistrica EF	Bistrica	0.9695	0.9621	0.9608	0.9300	0.9682	0.9614	0.9375
Donja Tara EF	Tara	0.9851	0.9720	0.9636	0.9353	0.9776	0.9629	0.9272
Donji Jadar EF	Jadar	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	1	1	0.9993
Gornja Tara EF	Tara	0.9997	0.9495	0.9330	0.9254	0.9422	0.9222	0.9137
Gornji Jadar EF	Jadar	0.9991	1.0000	1.0000	0.9978	1	0.9996	0.9973
Gornji Lim EF	Lim	0.9602	0.9514	0.9327	0.9023	0.9528	0.9275	0.8903

Tabela K-5: Zapreminska obezbeđenost zahtevanih minimalnih protoka za razvojni scenario "Full HPP": medijane ansambla za klimatske scenarije RCP 4.5 i RCP 8.5 (profili ispod aktivnih akumulacija označeni su masnim slovima).

Profil	Reka	RCP 4.5				RCP 8.5		
		1961-1990	2011-2021	2022-2050	2051-2070	2011-2021	2022-2050	2051-2070
Ak. Andrijevića EF	Lim			1	0.9965		1	0.9948
Ak. Bajina Basta EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Brodarevo 2 EF	Lim			1	0.9971		1	0.9954
Ak. Buk Bijela EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Foca EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Kozluk EF	Drina			1	1		1	1
Ak. Krusevo EF	Piva	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Lukin Vir EF	Lim			1	0.9962		1	0.9942
Ak. Mrsovo EF	Lim			1	1		1	1
Ak. Otilovici EF	Čehotina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Potpec EF	Lim	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Radoinja EF	Uvac	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Ribnica EF	Crni Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Snijeznica EF	Janja	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Sutjeska EF	Sutjeska			1	1		1	1
Ak. Vikoc EF	Čehotina			1	1		1	1
Ak. Visegrad EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zaovine EF	Rzav	1	1	1	1	1	1	1
Ak. Zvornik EF	Drina	1	1	1	1	1	1	1
HE Brodarevo 1 EF	Lim			1	0.9970		1	0.9951
HE Drina 1 EF	Drina			1	1		1	1
HE Drina 2 EF	Drina			1	1		1	1
HE Drina 3 EF	Drina			1	1		1	1
HE Dubravica EF	Drina			1	1		1	1
HE Gorazde EF	Drina			1	1		1	1
HE Paunci EF	Drina			1	1		1	1
HE Rekovici EF	Lim			1	1		1	1
HE Rogacica EF	Drina			1	1		1	1
HE Tegare EF	Drina			1	1		1	1
HE Ustikolina EF	Drina			1	1		1	1
Bistrica EF	Bistrica	0.9695	0.9621	0.9608	0.9300	0.9682	0.9614	0.9375
Donja Tara EF	Tara	0.9851	0.9720	0.9636	0.9353	0.9776	0.9629	0.9272
Donji Jadar EF	Jadar	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	1	1	0.9993
Gornja Tara EF	Tara	0.9997	0.9495	0.9330	0.9254	0.9422	0.9222	0.9137
Gornji Jadar EF	Jadar	0.9991	1.0000	1.0000	0.9978	1	0.9996	0.9973
Gornji Lim EF	Lim	0.9602	0.9514	0.9327	0.9023	0.9528	0.9275	0.8903