



**IZRADA MODELA ZA HIDROLOŠKA PREDVIĐANJA,
PROGNOZIRANJE, DONOŠENJE ODLUKA, PRIPREMA
PLANA I SMJERNICA, PROGRAM OBUKE ZA
OPTIMALNO UPRAVLJANJE VIŠENAMJENSKIM
AKUMULACIJAMA U SLIVOVIMA RIJEKA NERETVE I
TREBIŠNJICE**

Ugovor #: BA&CR-NTMP-GEF-QCBS-CS-11-08

**KONAČNO IZVJEŠĆE
Studen 2014**



**IZRADA MODELA ZA HIDROLOŠKA PREDVIĐANJA,
PROGNOZIRANJE, DONOŠENJE ODLUKA I SMJERNICA,
PROGRAM OBUKE ZA OPTIMALNO UPRAVLJANJE
VIŠENAMJENSKIM AKUMULACIJAMA U SLIVOVIMA
RIJEKA NERETVE I TREBIŠNJICE**

Ugovor #: BA&CR-NTMP-GEF-QCBS-CS-11-08

**Konačno Izvješće
Studen 2014**

13/01/2015

ep^tisa

KONAČNO IZVJEŠĆE

| | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Naziv projekta: | Izrada modela za hidrološka predviđanja, prognoziranje, donošenje odluka i smjernica, program obuke za optimalno upravljanje višenamjenskim akumulacijama u slivovima rijeka Neretve i Trebišnjice. |
| Broj projekta : | BA&CR-NTMP-GEF-QCBS-CS-11-08 |
| Zemlje: | Bosna i Hercegovina i Hrvatska |
| Nadnevak Izvješća: | 27 Studeni 2014 |
| Izveštajno razdoblje: | 30 Kolovoz 2014 – 27 Studeni 2014 |
| Klijent 1: | Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine (BiH) Kontakt osoba: gđa Jovanka Aleksić (ner.treb@mvteo.gov.ba) |
| Klijent 2: | Agencija za vodno područje Jadranskog mora Mostar/Federalno Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo (Federacija BiH, BiH) Kontakt osoba: gđin Goran Jelavić, (gjelavic@jadran.ba) |
| Klijent 3: | Agencija za vodnu oblast riječnog sliva Trebišnjice, Trebinje/ Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede (Republika Srpska, BiH) Kontakt osoba: gđin Branko Čolić (bcolic@voders.org) |
| Klijent 4: | Hrvatske vode, Zagreb, Republika Hrvatska Kontakt osoba: gđa Mirjana Švonja (mirjana.svonja@voda.hr) |
| Konsultant: | EPTISA Inženjerske usluge S.L., Španjolska Kontakt osoba: gđin Álvaro Díez Santaclara, direktor – Ured za regiju jugoistočne Europe (adiez@eptisa.com) |
| Projektni tim (EPTISA): | |
| Voditelj projekta: | Gđin Miguel Boned, Ključni ekspert 1 (mboned@eptisa.com) |
| Ključni ekspert: | Gđin Juan Ortas, Ključni ekspert 2 – Hidro-tehnički inženjer Gđin Gordan Prskalo, Ključni ekspert 3 - Hidrolog Gđin Ivan Antunović, Ključni ekspert 4 – hidrogeolog Gđin Fernando Mendizábal, Ključni ekspert 5 – inženjer hidrauličkog/hidrološkog modeliranja Gđa María José Hernández, Ključni ekspert 6 - IT Ekspert |
| Ostali eksperti: | Gđin Božo Knežević, Hidrolog Gđa Begoña Arana, Hidro-tehnički inženjer Gđin Sixto Blanco, inženjer hidrauličkog/hidrološkog modeliranja Gđin Guillermo Bengoechea, IT operater/programer (GIS Ekspert) |
| Ravnatelj projekta: | Gđin Ilija Bastić (ibastic@eptisa.com) |
| Asistent projekta: | Gđin Goran Govedarica |

Pregled sadržetka

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. UVOD | 5 |
| 2. URAĐENE ZADAĆE | 6 |
| 2.1. Sadržetak projekta | 11 |
| 2.2. Pluviometrijska studija | 11 |
| 2.3. Hidrološka analiza..... | 12 |
| 2.4. Hidrogeološka analiza | 12 |
| 2.5. Ažurirani hidraulički model | 12 |
| 2.6. Hidrološki model | 12 |
| 2.7. Softver za donošenje odluka..... | 12 |
| 2.8. Prijedlog poboljšanja sustava praćenja i razmjena podataka | 13 |
| 2.9. Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda..... | 13 |
| 2.10. Upravljanje sustavima u uvjetima malih voda..... | 13 |
| 2.11. Pregled mogućnosti za optimizirano upravljanje sustavom u normalnom stanju eksploatacije sustava | 13 |
| 2.12. Upravljanje strukturama sustava u uvjetima izvanrednog događaja / izvanrednih događaja i okolnosti..... | 13 |
| 3. ZAKLJUČCI | 14 |

ANEKS: Komentari na konačno izvješće i na konačnu verziju dokumenta

1. UVOD



Projekat “**Izrada modela za hidrološka predviđanja, prognoziranje, donošenje odluka i priprema plana, smjernica, program obuke za optimalno upravljanje višenamjenskim akumulacijama u slivovima rijeka Neretve i Trebišnjice**” je započeo 29. siječnja 2013, čije trajanje je planirano 18 mjeseci i očekivani datum završetka je 28. srpanj 2014.

Ali zbog kašnjenja iz raznih razloga, zatraženo je produženje četiri mjeseca, dakle ukupno trajanje projekta je 22 mjeseci.

Ovo konačno izvješće ocrta obavljene aktivnosti od izrade nacrtu trećeg Izvješća o napretku i konačnog nacrtu Matematičkog modela i Planova upravljanja (krajem kolovoza 2014).

Pregled sadržaja Izvješća

Ovo izvješće uključuje sljedeće stvari:

-  Urađene zadaće
-  Glavne zaključke projekta

2. URAĐENE ZADAĆE

Zadaci koji su obavljani između kraja kolovoza 2014. i kraja studenog 2014. su sljedeći:

a) Prezentacija Izvješća o napretku 3

Prezentacija Izvješća o napretku 3, “Konačnog nacrtu matematičkog modela” i “Konačnog nacrtu plana upravljanja akumulacijama i HE” je održana u Hotelu Ero (Mostar) 11 rujna 2014.

b) Komentari na Izvješće o napretku 3

Komentari na treće Izvješće o napretku su primljeni 26 rujna (RS PIT), 01 listopada (FPIT) 03 listopada (CR PIT).

Analizirali su se i na njih je odgovoreno 06 listopada (na engleskom) i 08 listopada (na dva jezika).

Komentari iz RS PIT koji se odnose na “Upravljanje u normalnim uvjetima” su primljeni 15 listopada i odgovoreno je na njih 14 studenog.

Ispravke modela i dokumenata su urađene uzimajući u obzir komentare, i ugrađene su u konačnu verziju “Matematičkog modela” i “Plana upravljanja za akumulacije i HE”.

Novi komentari iz RS PIT su primljeni 06 studenog (RS PIT – Komentari na odgovore Eptise na komentare na treće Izvješće PIT RS). Na njih je odgovoreno 14 studenog.

c) Komentari na drugi tečaj obuke

Komentari iz RS PIT na drugi tečaj obuke su primljeni 30 listopada. Na njih je odgovoreno 04 studenog.

d) Drugi tečaj obuke. Održan je u “Hotelu Ero” (Mostar), 9 i 10 listopada 2014.

Na tečaju se radilo na aplikaciji Decision Making Software (DMS), hidrauličkom modelu (HEC-RAS), hidrološkom modelu (HEC-HMS) i modelu simulacije slivova (HEC-RES).

Što se tiče DMS radilo se na sljedećim točkama:

- ❖ Pregled procesa instaliranja DMS (prema priručniku za instaliranje)

Proveden je proces pregleda instaliranja DMS na svim dostupnim računalima u Agencijama za vode.

- ❖ Proveden je kompletan proces instaliranja na računalima na kojima nije bio instaliran.

Proveden je proces provjere funkcioniranja svih dostupnih alata u aplikaciji i uradile su se odgovarajuće promjene za rad na različitim operativnim sustavima i tehničkim specifikacijama dostupnih računala.

❖ Provjere funkcioniranja

Na svim računalima je provjereno:

- Pristup internetu a s tim i čitanje podataka o predviđanju oborina na adresi: <http://radar.dhz.hr/~ivateks/JADRAN-BA/>.
- Pristupnost i čitanje datoteka koje se dnevno preuzimaju na FTP Agencije za vode, koje odgovaraju hidrometeorološkim podacima automatskih postaja i njihovo izravno učitavanje u bazu podataka.
- Pristupnost i povezanost sa hidrološkim i hidrauličkim modelom (HMS i HEC-RAS) i pojasnile su se određene promjene na konfiguraciji računala koje je potrebno provesti za dobar rad modela. Sve ovo je napisano u korisničkom priručniku i u priručniku za instaliranje.
- Pristupnost i povezanost sa ArcGis 10.1 i generiranje Thiessen poligona koji su potrebni za izradu rastera podataka oborina. Ove podatke treba čitati i obrađivati u HMS modelu.
- Pristupnost i čitanje datoteka koje se dnevno preuzimaju na FTP Agencije za vode, koje odgovaraju hidrometeorološkim podacima automatskih postaja i njihovo izravno učitavanje u bazu podataka.
- Pristupnost i povezanost sa hidrološkim i hidrauličkim modelom (HMS i HEC-RAS) i pojasnile su se određene promjene na konfiguraciji računala koje je potrebno provesti za dobar rad modela. Sve ovo je napisano u korisničkom priručniku i u priručniku za instaliranje.
- Pristupnost i povezanost sa ArcGis 10.1 i generiranje Thiessen poligona koji su potrebni za izradu rastera podataka oborina. Ove podatke treba čitati i obrađivati u HMS modelu.

❖ Pregled alata i modula

Pregled svih dostupnih alata proveden je prema priručniku.

❖ Vježba pokretanja modela HMS sa predviđanjem

Provedena je vježba povezivanja sa <http://radar.dhz.hr/~ivateks/JADRAN-BA> za čitanje podataka prognoze oborina.

Pokrenuti su odgovarajući koraci do generiranja DSS (ulazna datoteka u model HEC-HMS) koja preuzima podatke predviđanja i postojeće podatke u bazi podataka sve do kompletiranja pet dana prognoze.

Na kraju je urađena procjena i valjanost rezultata kao što se očekivalo.

❖ Vježba: Pokretanje modela za poplavu od 14 Veljače 2010 do 5 Ožujka 2010 (bez predviđanja)

Cilj vježbe je bio dovesti korisnika do primjene alata DMS na stvarnom slučaju i dobiti očekivano rješenje.

Za izvedbu ove vježbe postupilo se kako je navedeno detaljno u nastavku:

Korištenjem alata dostupnih u DMS provjereno je, da su sve postaje koje su potrebne za predloženu simulaciju, za potrebni proces automatske jer je predviđeno da sustav radi sa postajama ovog tipa.

Nakon provjere da nedostaju dvije registrirale su se, sa adekvatnim alatima kako bi mogle sudjelovati u simulaciji.

Provjereno je da li sve postaje imaju dovoljno dostupnih podataka za provedbu modeliranja korištenjem, za ovu provjeru, alata pregled praznina i pregled razdoblja.

Nakon provjere da dvije od njih nemaju podataka za vremenski interval koji se koristi u modeliranju, utvrđeno je da raspolažu sa drugim u ovom slučaju većim, zbog čega se koristio alat dezagregacije za dovršetak potrebnog razdoblja podataka.

Korištenjem adekvatnih alata pristupilo se uklanjanju postaja koje nisu razmatrane u modeliranju i budući da su označene kao automatske sustav ih preuzima.

Za ovaj proces dizajnirani su alati koje modelar može koristiti bez uklanjanja opće tipologije postaja.

Pokrenuo se proces generiranja DSS i generiranja Thiessen.

Nakon što je provjereno generiranje ulazne datoteke u HMS i adekvatnost gridova u simulaciji, ova provjera se provodi korištenjem konekcije DMD sa ArcGis, pristupilo se pokretanju modela HMS korištenjem kalibrirane verzije.

Nakon završetka procesa modeliranja pristupilo se provjeri valjanosti generiranih protoka putem opcije grafičkog vizualiziranja protoka sa kojom raspolaže DMS.

Nakon analiza snimljeni su podaci putem adekvatnih alata u bazu podataka

Vježba je nastavljena prelaskom na pokretanje Hec-Ras korištenjem prethodno snimljenih protoka.

U ovom poglavlju utvrđene su izmjene koje se trebaju uraditi na regionalnoj postavci računala zbog zahtjeva matematičkih modela.

Na kraju urađen je pregled tehničkog postupka za dodavanje nove mjerne postaje u DMS.

Što se tiče hidrološkog modela HEC-HMS, tečaj je započeo pregledom glavnih komponenti modela:

- Modeli sliva;
- Meteorološki modeli;
- Kontrolne specifikacije;
- Podaci vremenskih nizova;
- Upareni podaci;
- Grid podaci.

Za sve njih analizirala se njihova funkcionalnost i sadržaj

U nastavku su se pregledali alati za generiranje “Modela sliva”:

- Kreiranje alata podsliva;
- Kreiranje alata dionice;
- Kreiranje alata akumulacije;
- Kreiranje alata “Junction”;
- Kreiranje alata “Diversion”;
- Kreiranje alata “Source”;
- Kreiranje alata “Sink”.

Nakon toga je objašnjeno kako se generiraju različite simulacije: “Simulation runs” navodeći komponente 4 simulacije sa kojima je kalibriran model.

Pokrenuta je simulacija nazvana “Run GRID_TOTAL_DEC_2010” i analizirali su se rezultati u elementu “Junction-Bileca3” a to je elemenat koji predstavlja ulazne hidrograme u akumulaciju Bileća.

S obzirom na rezultate i s ciljem poboljšanja prilagodbe uzlazne grane simuliranog hidrograma u odnosu na realne podatke (u stvarnosti to su izračunati podaci od razina akumulacije i izlaza), navedene su potrebne izmjene u parametrima elementa “Aquifer Bileca”, s pojedinostima da je potrebno prilagoditi parametar “Initial Storage (1000 m³)”, kao i prilagodba “Stor-Dis Function” koja je odnos koji je uspostavljen između zapremine vode u vodonosniku i drenažnog protoka.

Na kraju je navedeno da su provedene izmjene u odnosu na prvi tečaj, uključujući između ostalog nove točke kalibriranja:

- Junction-TRBZ0112
- Junction-BUNA0108

Što se tiče hidrauličkog modela HEC-RAS, proveden je cjelovit pregled značajki modela i naznačene su izmjene koje su napravljene u odnosu na prethodnu verziju, koje se sastoje uglavnom od geometrijske modifikacije podrazumijevanih profila između mosta Tresana i ušća rijeke Neretva s rijekom Krupom.

Ova izmjena je imala kao učinak smanjenje u simulacijama poplava na desnoj obali od mosta do grada Metkovića, zbog čega se ne pojavljuju izlivanja za iste ili manje protoke od odgovarajućih razdoblja povrata od 100 godina.

Prikazane su različite geometrije koje su napravljene, kao i različite datoteke protoka za simulacije. Urađena je jedna simulacija sa odgovarajućim protocima za razdoblja povrata od T20, T100 i T500.

Na kraju je objašnjen model HEC-RES, potrebna regionalna postavka Windows, struktura mapa, razni moduli od kojih se sastoje i alati svakog modula. Napravljena je datoteka "dss" ulaznih podataka protoka i radilo se na primjeru sliva akumulacije Rama.

2.1. Sadržetak projekta

U nastavku je sažetak strukture u kojoj su prikazani dokumenti koji čine ovaj projekat.

➤ **Matematički model**

- Pluviometrijska studija
- Hidrogeološka analiza / studija
- Ažurirani hidraulički model Neretve HEC-RAS (od Mostara do Hrvatske)
- Hidrološki model za Neretvu i Trebišnjicu
- Softver za donošenje odluka
- Prijedlog poboljšanja sustava praćenja i razmjena podataka

➤ **Plan upravljanja akumulacijama i HE**

- Hidrogeološka analiza (Statistička analiza hidroloških vremenskih nizova u prirodnom režimu. Sažetak rezultata). Izrada godišnjih hidrograma velikih voda za različita razdoblja povrata. Minimalni protoci i njihovo trajanje.
- Definiranje strategije upravljanja sustavima u uvjetima evakuacije velikih voda (uključuje i Kapacitet svih struktura).
- Upravljanje sustavima u uvjetima malih voda.
- Pregled mogućnosti optimiziranog upravljanje sustavom u normalnim stanjima eksploatacije sustava.
- Upravljanje strukturama sustava u uvjetima izvanrednih događaja / u slučaju izvanrednih događaja i okolnosti.

2.2. Pluviometrijska studija

U dokumentu nema izmjena u odnosu na dostavljenu verziju na prezentaciji trećeg Izvješća o napretku.

2.3. Hidrološka analiza

U dokumentu nema izmjena u odnosu na dostavljenu verziju na prezentaciji trećeg Izvješća o napretku.

2.4. Hidrogeološka analiza

Uključen je Aneks 1 - Komentari” u dokument “Hidrogeološke značajke istočne Hercegovine“ koji sadržava odgovor na “Komentare na treće Izvješće o napretku.

2.5. Ažurirani hidraulički model

Ispravljen je hidraulički model uzimajući u obzir preporuke CR PIT i F PIT na komentare na treće Izvješće o napretku.

Tijekom drugog tečaja obuke dostavljena je posljednja verzija dostupnog modela, iako je kasnije ispravljena pogreška koja se odnosi na kotu 0 hidrološke postaje Metković.

Urađene zadaće su uključene u posljednju verziju dokumenta “Ažurirani hidraulički model” u poglavlju Konačni matematički model.

2.6. Hidrološki model

U odnosu na hidrološki model, tijekom drugog tečaja obuke (9-10 listopada 2014) dostavljena je posljednja verzija modela, o kome su pojašnjene pojedinosti njegovih elemenata i provedene su razne simulacije pokazujući kako promijeniti razne parametre s ciljem poboljšanja prilagodbi između izmjerenih i simuliranih hidrograma.

2.7. Softver za donošenje odluka

Povezala se posljednja verzija modela hidrauličkog (HEC-RAS) i hidrološkog (HEC-HMS) i u bazu podataka su se učitali slojevi (grids) sa poplavljenim područjima za razdoblja povrata od 20, 100 i 500 godina, rezultat modeliranja sa HEC-RAS. Također je dodana mogućnost za prikaz izbornika na engleskom ili lokalnom jeziku.

2.8. Prijedlog poboljšanja sustava praćenja i razmjena podataka

Prijedlog poboljšanja monitoring mreže i razmjene podataka je ispravljen uzimajući u obzir komentare na treće Izvješće o napretku.

2.9. Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda

U odnosu na upravljanje sustavom velikih voda, urađene su zadaće koje su uvrštene u odgovore na *“Komentare na treće Izvješće o napretku”* od Agencije za vode Mostar i Agencije za vode Trebinje.

2.10. Upravljanje sustavima u uvjetima malih voda

U dokumentu „Upravljanje sustavima u uvjetima malih voda“ uradile su se ispravke zatražene od RS PIT u komentarima na treće Izvješće o napretku“.

2.11. Pregled mogućnosti za optimizirano upravljanje sustavom u normalnom stanju eksploatacije sustava

Pregledan je model HEC-RES uključujući sve promjene navedene u odgovorima na komentare RS PIT (PIT- komentari na „Upravljanje u normalnim uvjetima- Konačni – odgovori dvojezični docx). Dokument je također izmijenjen uzimajući u razmatranje ove preporuke.

2.12. Upravljanje strukturama sustava u uvjetima izvanrednog događaja / izvanrednih događaja i okolnosti

Dokument nema izmjena u odnosu na dostavljenu verziju na prezentaciji trećeg Izvješća o napretku.

3. ZAKLJUČCI

U nastavku su navedeni glavni zaključci koji su dobiveni izradom projekta:

Hidrogeološka analiza

1. Sliv Trebišnjice i lijeve obale Neretve

Cijelo ovo područje je hidrogeološki izuzetno dobro istraženo s rezultatima iz kojih daju njegovu dosta jasnu hidrogeološku spoznaju. To se posebno odnosi na vrlo pouzdano definiranje granica slivova svih značajnijih vrela, dinamiku podzemnih voda unutar tih slivova i relativno dobru procjenu bilance podzemnih voda.

Razvodnice slivnih područja svih značajnijih vrela su, osim u ovom radu, do sada analizirane u više studija i hidrogeoloških obrada. Obavljena kalibracija slivova pokazuje visoki stupanj njihove pouzdanosti.

Izdvojeni slivovi pokazuju dobru povezanost s strukturno tektonskim odnosima i hidrogeološkom funkcijom dolomitnih i vapnenačko - dolomitičnih stjenovitih masa u sklopu terena. Izrađene hidrogeološke karte, i fotogeološke obrade ovog područja s rezultatima brojnih trasiranja podzemnih voda su svakako omogućila dosta dobro definiranje razvodnica i dinamike podzemnih voda. Maksimalna odstupanja postavljenih razvodnica u svim navedenim analizama su manja od 10 % što jasno potvrđuje da su iste definirane s visokim stupnjem pouzdanosti.

Slivna područja su pokrivena s većim brojem meteoroloških stanica i pijezometara na kojim se provode redovita mjerenja što pruža mogućnost potpunijeg sagledavanja dinamike podzemnih voda. Rezultati svih dosadašnjih provedenih obrada, kao i obrade u ovom radu pružila su mogućnost definiranja parametara potrebnih za modeliranje slivnih područja.

Preporuke

- a. U provedbi kontinuiranih praćenja na meteorološkim i hidrološkim stanicama, mjerenja nivoa podzemnih voda u pijezometrima te mjerenjima nivoa akumulacije Bileća, odnosno izračuna dotoka u akumulaciju, potrebno je uvesti jedinstvenu učestalost mjerenja svih podataka. Svakako bi trebalo češće kontrolirati točnost mjerenja n.p.v. u pijezometrima u razdobljima vrlo malih i vrlo velikih voda, s obzirom da se u tim razdobljima pojavljuju određene nelogičnosti, najvjerojatnije uzrokovane tehničkim mogućnostima automatskih mjerača.

- b. Izradom ovog modela se otvara prostor za moguću doradu matematičkog modeliranja slivova koji bi značajnije uključivali brojne rezultate provedenih trasiranja podzemnih voda.
- c. U izračunu bilance podzemnih voda izdvojenih slivova najveća nepoznanica je koeficijent površinskog otjecanja o kojem postoji vrlo malo ispitivanja (samo neka ispitivanja s površine akumulacija). Zbog nedostatka ovih informacija rezultati dosadašnjih izračuna bilance podzemnih voda znaju značajno odstupati. Ova relativno jeftina i jednostavna ispitivanja bi trebalo provesti na nekoliko znakovitih lokacija i dobivenim rezultatima upotpuniti fond podataka ovog izuzetno dobro istraženog krškog područja.

2. Slivovi desne obale rijeke Neretve

Područje slivova desne obale rijeke Neretve je znatno manje istraženo nego na slivovima Trebišnjice i lijeve obale Neretve. Obavljeno je značajno manji broj trasiranja podzemnih voda, a za mnoga trasiranja više ne postoji dokumentacija. Detaljnije geološke i hidrogeološke karte uglavnom pokrivaju samo njegove pojedine dijelove. Do sada urađene cjelovite karte u relativno sitnim mjerilima su starijeg datuma i ne sadrže rezultate novijih istraživanja, poglavito brojnih istraživanja koja su prevedena u cilju zaštite podzemnih voda i istraživanja boksita.

U ovom radu su sažeto obrađeni dostupni rezultati provedenih istraživanja i dan je cjelovit pregled odnosa svih značajnijih slivova i podslivova, pravci tečenja podzemnih voda i bilanca podzemnih voda po pojedinim slivovima.

U cjelini cijelo područje prekrivaju tri generalna sliva.

Jedna slivna cjelina pripada vrelima Lištice te vrelima Jasenice i Neretve od ušća Jasenice približno do Čapljine.

Druga slivna cjelina obuhvaća središnji dio i pripada slivu toka Vrljika - Tihaljina - Trebižat.

Treća slivna cjelina pripada vrelima koja se javljaju nizvodno od ušća Trebižata u Neretvu, uključujući i sliv Bačinskih jezera.

Generalno podzemno tečenje u svim slivnim cjelinama je iz pravca sjeverozapada prema jugoistoku s srednjim brzinama podzemnog tečenja manjim od 2 km/dan.

Preporuke

- a. U raščlambi pozicija hidrogeoloških razvodnica dvojbena su dva područja. Dijelovi krajnjeg sjeverozapadnog dijela cijelog slivnog područja izdvojeno je kao zajednički sliv vrela Lištice, vrela Klokun i vrela Vrioštice i razvodnica između vrela Studenčice i vrela Vrioštica. Svakako bi trebalo obaviti još najmanje dva trasiranja podzemnih voda preko ponora u krajnjem uzvodnom toku

Ugrovače, dijelu toka Ričine kao i najmanje jedno trasiranje na ponoru u Kočerinskom ili Mokrom polju.

- b. Na slivnom području nema dovoljan broj meteoroloških stanica s kontinuiranim praćenjem oborina. Preporuka je uspostava još najmanje tri meteorološke postaje sa kontinuiranim automatskim praćenjem oborina kojim bi se pokrile izdvojene slivne cjeline.
- c. Kao i na slivu Trebišnjice i slivovima vrela na lijevoj obali Neretve nema podataka o ispitivanju površinskog otjecanja. Preporuka je da se na najmanje tri reprezentativna dijela slivnih cjelina uspostave meteorološke postaje i odrede jedinstveni režimi mjerenja, a koji bi bili usklađeni s režimima na slivovima vrela Lijeve obale Neretve i Trebišnjice.
- d. Izradom ovog modela se otvara prostor za moguću doradu matematičkog modeliranja slivova koji bi značajnije uključivali rezultate provedenih trasiranja podzemnih voda.

Ažurirani hidraulički model

Polazeći od hidrauličkog modela HEC-Ras koji se podrazumijeva između HE Mostar i grada Metkovića, dodali su se novi profili kako sa ciljem smanjenja udaljenosti između njih tako i proširenja modela do ušća Neretve u Jadransko more.

Zbog uključivanja ovih novih profila, bilo je potrebno napraviti novu geometriju, pregledom i podešavanjem svih parametara svakog poprečnog profila.

Osim toga, dodala se geometrija svih mostova, kako bi se analizirao njen utjecaj na korito.

U početku se mislilo na produženje geometrije do ušća Neretve, ali na kraju je odlučeno da se završi u gradu Opuzenu zbog ograničenja s rubnim uvjetima modela i definicijom digitalnog modela terena.

Paralelno je napravljen novi digitalni model terena, uzimajući u obzir sve dostupne topografske informacije, kao i geometriju poprečnih profila. Na tom digitalnom modelu terena korištenjem alata Arc-GIS prikazane su poplavne linije.

Nakon završetka modela otkrile su se pogreške na podrazumijevanim profilima između mosta Tresana i ušća rijeke Neretve sa Krupom, što je obvezalo na izmjene geometrije ovih profila, na ponovno generiranje digitalnog modela terena i na provedbu novih simulacija za kalibriranje modela.

Za kalibriranje modela, koristile su se odgovarajuće vrijednosti na krivuljama kota/protok hidroloških postaja, kao i reference dostignutih kota vode u poplavi od prosinca 2010 čiji je protok bio vrlo sličan onom koji odgovara razdoblju povrata od 100 godina.

Možemo zaključiti da je generirani hidraulički model HEC-RAS, odgovara onome što je zatraženo, i što je značajno poboljšanje u odnosu na osigurani model na početku ugovora. Provedeno kalibriranje na hidrološkim postajama nam osigurava da su razine vode koje pruža model duž cijele simulirane dionice, razmatranjem različitih protoka, pouzdane.

Konsultant je je imao problema u predstavljanju poplavnih linija na digitalnom modelu terena zbog njegove niske definicije, analizirajući se detaljno sva područja, a posebno izlivanja s ciljem da se osigura točnost rezultata.

U budućnosti se preporučuje generiranje jednog digitalnog modela terena putem LIDAR tehnologije, mogu se koristiti postojeće geometrijske informacije o poprečnim profilima za poboljšanje definicije korita (osobito u područjima pokrivenim vodom). Ova vrsta digitalnih modela omogućila bi da se iskoristi puni potencijal bidimenzionalnih hidrauličkih modela, preporučujući generiranje bidimenzionalnog hidrauličkog modela koji omogućuje simuliranje sa najvećom točnošću dvosmjernih tokova i dobivanje veće preciznosti na dubinama vode na obalama, na područjima izlivanja.

Hidrološki model

Posao koji se obavljen za generiranje hidrološkog modela je bio mnogo veći od predviđenog zbog kompleksnosti sliva Neretva – Trebišnjica i njegovog proširenja.

Za generiranje modela bilo je potrebno obaviti brojna ispitivanja i dodatne poslove. U nastavku su navedeni najvažniji:

- Generiranje linija protoka (drenažna mreža) od dostupnog digitalnog modela terena. Konsultant je naišao na mnoge poteškoće zbog male preciznosti modela i prisustvo endoreičnih i krških slivova;
- Generiranje podslivova koji odgovaraju površinskom toku od digitalnog modela terena i linija protoka;
- Definiranje granica podslivova povezanih sa tokovima podzemne vode razmatranjem hidrogeoloških studija.
- Analiza najprikladnijih metodologija za izradu modela HEC-HMS uzimajući u obzir dostupnu informaciju, karakteristike sliva i očekivane rezultate;
- Generiranje hijetograma oborina u formatu "GridSet" od 5 dana trajanja, uzimajući u obzir kako dostupne vrijednosti tako i vrijednosti prognoze padalina.
 - Odabir meteoroloških postaja
 - Proračun arealne oborine putem Thiessen poligona;
 - Izrada hijetograma oborina u formatu GRID.

- Proračun parametara modela povezanih sa transformacijom bruto padaline u neto padalinu.
 - Dobivanje postotka nepropusne površine svakog podsliva.
 - Proračun parametra koji odgovaraju: „Broju krivulje” zbog čega je bilo potrebno njegovo razmatranje u svakom podslivu;
 - Prosječni nagib terena;
 - Edafološke i geološke karakteristike;
 - Informacija o korištenju tla;
- Dobivanje parametara transformacije neto padalina u hidrogram;
 - Proračun vremena koncentracije u svim podslivovima zbog čega je bilo potrebno uzeti u razmatranje:
 - Prosječan nagib dionice korita u studiji
 - Dužinu dionice korita u studiji
 - Procjena koeficijentata pohranjivanja u svakom podslivu;
- Proračun parametara za simulaciju baznog otjecanja:
 - Početno ispuštanje
 - Konstanta recesije
 - Omjer u odnosu na maksimum
- Proračun parametara za simulaciju translacije hidrograma;
 - Dužina dionica translacije
 - Nagib dionica translacije
 - Procjena Manning koeficijentata dionica translacije
 - Procjena širine korita i nagiba obala dionica translacije.
- Proračun parametara za simulaciju podzemnih tokova u 55 elemenata tipa “Diversion”.

Nakon ovih proračuna generiran je model sliva analizom svih potrebnih podslivova, njihovih povezanosti kako za simulaciju površinskog toka tako i potpovršinskog, dionice translacije hidrograma, akumulacije, polja i vodonosnike, ušća, izvora i ponore. Sastoji se od sljedećih elemenata:

- 135 Podslivova
- 17 Rezervoara
- 131 Dionica
- 57 Čvorova
- 74 Odvojka
- 7 Ponora
- 3 Izvora

Budući da model HEC-HMS nije model posebno dizajniran za simulaciju podzemnih tokova, postojala je ideja za simulaciju podzemnih tokova i tunela putem elementa "Diversion" u kome se simulira postotak protoka koji je izveden u druge slivove, razmatranjem rezultata "Hidrogeološke studije".

Osim toga koristili su se elementi "Reservoir" za simulaciju ponašanja polja i vodonosnika.

Prilikom generiranja meteoroloških modela bilo je potrebno analizirati one događaje poplava za koje su dostupni sljedeći podaci:

- Reprezentativne vrijednosti dnevnih oborina događaja poplave
- Dnevne vrijednosti razina vode na hidrološkim postajama koje su registrirale poplavu i koje nisu uvjetovane infrastrukturom koje se nalaze uzvodno
- Krivulja kota/protok hidroloških postaja s ciljem da se izračunaju vrijednosti registriranih protoka u poplavi
- U slučaju akumulacija potrebno je raspolagati sa dnevnim razinama akumulacije i dnevnim izlaznim protocima za računanje ulaznih protoka.

Analizirali su se svi dostupni podaci oborina, razine vode na hidrološkim postajama i podaci akumulacija i generirali su se meteorološki modeli koji odgovaraju sljedećim poplavama:

- Prosinac 2008
- Siječanj 2009
- Veljača 2010
- Prosinac 2010

Budući da su ovi meteorološki modeli u formatu GRID, bilo je potrebno generirati na neovisan način jednu bazu GRID da bi model dodijelio točnu oborinu svakom podslivu.

Generirale su se kontrolne datoteke za svaki događaj sa vremenskim intervalom računanja od 15 minuta.

Što se tiče vremenskih nizova podataka u model su se uvrstile realne vrijednosti protoka na hidrološkim postajama kalibracije (u stvarnosti su izračunate vrijednosti kote i krivulje kota-protok), kao i vrijednosti protoka kroz turbine, kako bi model osigurao rezultate cirkulirajućih protoka nizvodno od brana, iako se ne simuliraju prelijevanja kroz preljeve.

Osim toga, u model su se uvrstile sljedeće krivulje ili matematičke funkcije:

- Storage-Discharge functions: su krivulje koje odgovaraju izlaznim protocima akumulacija ovisno od njihove zapremine. U slučaju polja i vodonosnika, to je procijenjeni odnos od hidrogeoloških studija;
- Elevation-Storage functions: su krivulje koje odgovaraju koti svake akumulacije (ili polja za koja se raspolaže sa podacima) ovisno od njihovog volumena;
- Elevation-Discharge Functions: u slučaju akumulacije Rama i Popovog polja, su krivulje koje odgovaraju izlaznom protoku akumulacija ovisno od stepena otvorenosti ustava.
- Inflow-Diversion functions: su krivulje koje izražavaju postotak derivacije vode u elemente "Diversion".

Na kraju ono što se odnosi na ulaz podataka, u model su se uključili "Grid Sets" koji odgovaraju događajima oborina koje su se simulirale.

Napravljene su četiri simulacije koje odgovaraju događajima poplava koje su prethodno spomenute kao i peta simulacija od lipnja 2014 zbog prvog tečaja modela.

Model osigurava hidrograme u svakom elementu modela i u slučaju elemenata "Reservoir" ulazni hidrogrami, izlazni hidrogrami i varijacija punjenja akumulacije tijekom simuliranog događaja.

Na dionicama translacije osigurava se ulazni hidrogram i hidrogram rezultat translacije. Na ušćima i ponorima model osigurava zbroj svih povezanih elemenata sa ušćima i ponorima i na elementima

"Diversion" izvedeni protok kao i neizvedeni i sve u vremenskom intervalu od 15 min za trajanje simuliranog događaja. Modelar ima mogućnost da unese protoke u simulaciju putem elemenata "Source" ili putem hidrograma kao konstanti.

Urađen je proces kalibracije odabirom onih elemenata na kojima je bio moguć. To su sljedeći:

- Junction-Konjic Hagenuk, koji odgovara hidrološkoj postaji rijeke Neretve u Konjicu;
- Junction-Bileca3, koji odgovara ulazu protoka u akumulaciji Bileća;
- Junction-Buna0108, koji odgovara hidrološkoj postaji rijeke Bune.
- Junction-TRBZ0112, koji odgovara hidrološkoj postaji rijeke Trebižat.

Općenito, dobivena prilagodba između izračunatih hidrograma modelom i izmjerenih na hidrološkim postajama može se smatrati dobrom.

S obzirom na sav posao koji je obavljen i koji je prethodno rezimiran, urađeni izračuni, procijenjeni parametri, proces kalibriranja, kao i kompleksnost sliva, konsultant smatra da model osigurava pouzdane podatke i stoga može poslužiti kao baza za unapređivanje zajedničkog upravljanja slivom Neretva-Trebišnjica.

Međutim, treba uzeti u obzir da model mora koristiti modelar ekspert i sa detaljnim poznavanjem sliva, da bude svjestan ograničenja softvera, i u hidrološkom smislu svih korištenih parametara s ciljem izmjene potrebnih vrijednosti u svakoj simulaciji i ispravnog tumačenja rezultata.

Za korištenje u budućim simulacijama treba uzeti u obzir sljedeće aspekte:

- Simulirati ispravno na elementima “Reservoir” početno punjenje akumulacije kao i stepen otvorenosti ustava;
- Generiranje ulaznih dotoka na elementima “Source” ako se smatra potrebnim;
- Generiranje “GridSets” oborina koji odgovaraju događaju koji se želi simulirati, prethodno analizirajući ako su dostupne reprezentativne vrijednosti događaja poplave;
- Unos izmjerenih vrijednosti protoka na elementima kalibracije ako su dostupni;
- Kreiranje kontrolne datoteke;
- Izvođenje simulacije.

Nakon provedene simulacije potrebno je provjeriti njenu prilagodbu na odabranim elementima za kalibriranje. Općenito, kada se prikazuju neprilagodbe na uzlaznoj grani hidrograma na elementima koji se nalaze nizvodno od akumulacije, može biti potrebno izmijeniti početnu razinu punjenja, kao i podešavanje korištene funkcije za simuliranje izlaznog protoka.

Proces kalibriranja koji je uradio Konsultant se prilagodio ciljevima i trajanju ugovara. Međutim, to je proces veoma dug koji se može poboljšati u budućnosti, na način da se provedu nova ispitivanja u slivu i da se raspolaže sa više realnih vrijednosti kako padalina tako i cirkulirajućih protoka u događajima poplava.

U nastavku su prikazane sljedeće kratkoročne preporuke:

- Uraditi simulacije sa novim događajima poplava za koje postoji sigurnost da se raspolaže sa dovoljnim brojem podataka o oborinama i protocima ili ulazima u akumulaciju s ciljem nastavka procjena o povezanosti između različitih elemenata modela sliva i potvrde valjanosti sljedećih parametara:

- Inflow-Diversion Functions. To su funkcije koje reguliraju derivaciju protoka potpovršinske vode i tunela na elementima “Diversion”. U nekim slučajevima su uspostavljene maksimalne vrijednosti;
- Storage-Discharge Functions na elementima “Reservoir” korištene za simuliranje polja i vodonosnika;
- Parametar Lag na elementima tipa “Reach” koji regulira brzinu potpovršinskog protoka;
- Parametar “Inical Storage” na elementima “Reservoir” korišteni za simuliranje polja i vodonosnika;

U srednje - dugom roku mogu se uraditi sljedeće aktivnosti:

- Uključiti elemente koji odgovaraju novim infrastrukturama;
- Periodično provjeriti preciznost krivulja kota-protok hidroloških postaja kako bi bili sigurni da su vrijednosti izračunatih protoka od izmjerenih razina realne;
- Povećati gustoću meteoroloških postaja kako bi povećali preciznost “Gridsets” oborina;
- Generirati digitalni model terena sa većom preciznošću, kako bi se mogli definirati sa većim pojedinostima podslivovi modela;
- Preciznije geološke i edafološke studije i korištenje tla pomoći će u definiranju sa većom preciznošću parametara modela koji su vezani za transformaciju bruto padaline u neto padalinu;
- Provjeriti promjene nepropusne površine na slivu;
- Precizniji digitalni model omogućit će generiranje drenažne mreže više prilagođene stvarnosti i stoga potvrditi parametre koji su korišteni za translaciju hidrograma;
- Novi poprečni profili pomoći će da se poveća preciznost translacije hidrograma;
- Nove hidrogeološke studije kako bi:
 - Potvrdili povezanosti između različitih elemenata modela;
 - Dobili veću informaciju povezanu sa brzinom tečenja podzemnih voda;
 - Definirali sa većim pojedinostima odnos između zapremine i izlaznog protoka polja i vodonosnika;
 - Imali veća saznanja o dostupnim zapreminama vode u poljima i vodonosnicima za svaku simulaciju;

- Povećali gustoću hidroloških postaja osobito u područjima kojima nedostaje hidraulička infrastruktura kao što može biti gornji tok rijeke Neretve, s ciljem dobivanja više točaka kalibriranja.

Softver za donošenje odluka

Rezultat rada je omogućio dobivanje DMS koji zadovoljava zatražene ciljeve u Projektnoj zadaći i koji je izrađen kao učinkovit za rad organima koji se bave upravljanjem vodama, kompletan alat, jednostavan za korištenje i osigurava pohranjivanje i upravljanje informacijom.

Sustav (DMS) raspolaže sa svim informacijama koje su osigurane za ovaj rad i koje se odnose na nizove meteoroloških i hidroloških podataka, i uslužnih programa.

Pohranili su se podaci prema navedenim smjernicama u modelu podataka.

Prikupljeni podaci obuhvaćaju dvije razine informacija:

- Statička: informacija koja se odnosi na karakteristike postaja i koja je nepromjenjiva.
- Dinamička: koja se uključuje svakodnevno i odgovara mjerenjima parametara i koja se generira kao nova od proračuna i modeliranja.

Dizajnirane su korisničke usluge prema definicijama Funkcionalne analize.

Razvijene korisničke usluge rješavaju zadatke:

- Identificiranje postaja
- Identificiranje količine i kvaliteta podataka
- Identificiranje razdoblja podataka
- Ispravke pogrešaka
- Popunjavanje podataka
- Generiranje podataka protoka od razina i krivulja proticaja
- Čitanje podataka sa servera i učitavanje u sustav
- Čitanje podataka prognoze i priprema za upotrebu sa modelom HEC-HMS

Implementirali su se procesi koji su potrebni za obavljanje zadataka hidrološkog i hidrauličkog modeliranja, na automatski način, uključujući učitavanje DSS u matematičke modele, očitavanje rezultata u navedenim datotekama, učitavanje rezultata u baze podataka, povezanost sa ArcGis za proračun i analizu Thiessen poligona i svega što je potrebno za pokretanje modeliranja koristeći prethodno kalibriran hidrološki i hidraulički model.

Prateći ove radove generirana je sva potrebna dokumentacija za ispravno razumijevanje i praćenje procesa DMS. Ova dokumentacija je osigurana sa programima aplikacije i korisničkim priručnicima.

Kao završetak ove izrade održani su tečajevi obuke, zahvaljujući kojima se garantira obuka koja je dovoljna korisnicima za korištenje DMS prema početnim predviđenim ciljevima.

Treba napomenuti da je sustav konfiguriran kao otvoren za stalno učitavanje podataka, povezanost s matematičkim modelima i GIS, sve elemente dovoljne za konfiguriranje softvera za donošenje odluka (Decision Making Software) kao ključni alat za pomoć u odlučivanju u okviru područja upravljanja vodama.

Prijedlog poboljšanja sustava praćenja i razmjena podataka

U ovom je dokumentu urađen prijedlog za poboljšanje sustava kontrole (monitoring sustav) koji se sastoji od mreže automatskih meteoroloških postaja u slivovima Neretve i Trebišnjice kao i prijedlog za razmjenu podataka između institucija za upravljanje vodama. Dokument je podijeljen u dva poglavlja.

U prvom se poglavlju predlaže gustoća mreže odnosno raspodjela klimatskih postaja koje sačinjavaju mrežu automatskih meteoroloških postaja uzimajući u obzir postaje koje trenutno postoje kao i nove koje se trebaju uspostaviti. Predložene su dvije faze ovisno o njihovom značaju. U prvoj fazi su uključene one postaje koje se nalaze u područjima niske gustoće mreže i nalaze su u područjima velike pluviometrije. Shodno tome, u prvoj fazi predviđene su dvije varijante sa 11 ili 16 novih klimatskih postaja (oborine i temperatura) u područjima manje gustoće meteoroloških postaja, razlikujući područja visoke i srednje-niske pluviometrije, pokušavajući pokriti područja gornjeg toka glavnih rijeka, gdje se stvaraju najveće količine vodnih resursa. I druga faza u kojoj se povećava broj postaja (11 postaja više) u kojoj bi se nastojalo približiti preporukama Svjetske Meteorološke Organizacije (minimalna odvojenost od 10 kilometara, što pretpostavlja minimalno područje koje postaja obuhvaća nekih 100 km²).

Drugo poglavlje je posvećeno razmjeni podataka između institucija za upravljanje vodama, propisima koji se odnose na prikupljanje podataka i razmjenu, kao i prijedlog za razmjenu operativnih podataka a sve u cilju poboljšanja praćena sustava, tehničkih kapaciteta, uzajamnog razumijevanja, zajedničkih termina, zajedničkog upravljanja, baze podataka i znanja, te definiranja i uspostavljanja potrebne razmjene informacija

Razmjena podataka i informacija, kao i zajednička baza podataka i znanja, trebaju omogućiti integriranje znanja o procesu kako bi se olakšalo pružanje informacija potrebnih za donošenje odluka i za izbjegavanje nepotrebnih rizika. Štoviše, zajednička baza bi trebala odražavati poglede svih

sudionika u cilju promicanja specifičnosti i kvalitete znanja o gospodarenju slivom Neretve i Trebišnjice.

Podaci koji su predmet razmjene odnose se na:

- Podatke potrebne za obavljanje dnevnih operacija
- Podatke i informacije potrebne za provedbu aktivnosti u slučaju pojave incidenata
- Podatke potrebne za obavljanje drugih aktivnosti koje su potrebne za upravljanje vodama

Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda

Glavni cilj studija o upravljanju velikim vodama je održati sigurnost brana tokom priliva velikih poplava.

Drugi cilj je sprječavanje i smanjenje šteta nizodno od brana koje su nastale zbog velikih poplava uvijek i kada je moguće.

Poplavna područja za zaštitu su, kako je i logično, nastanjena područja i za koja postoji saznanje da trpe poplave sa određenom učestalošću.

U slučaju kojim se bavimo, za sliv Neretve kritična zona je grad Mostar i u slučaju Trebišnjice, kritična zona je grad Trebinje.

Da bi sprječili ili smanjili poplave u Mostaru, trenutno, jedini način je djelovanje u akumulaciji Jablanica budući da je jedina koja smještena uzvodno od grada, ima kapacitet za pohranjivanje vode i stoga kapacitet izravnjanja i smanjenja šteta nizvodno. Dobile su se razine akumulacije na brani Jablanica na način da se može smanjiti protok kroz grad Mostar na 1.200 m³/s, sprječavajući štete za razdoblja povrata od 50 godina.

Isto tako, za sprječavanje ili smanjenje poplava u Trebinju, jedini je način djelovanje u akumulaciji Bileća, budući da je jedina koja ima kapacitet pohranjivanja i stoga kapacitet izravnjanja. Protok koji prouzrokuje štete u Trebinju je 390 m³/s i iako za velike poplave određene magnitude, postojeći sliv između brana Grančarevo i Gorica generira vrlo velike protoke, ova okolnost se pokušala razmatrati, u mjeri u kojoj je to moguće, sa dobijanjem mjesečnih razina.

Krivulje maksimalnih mjesečnih razina su se dobile za akumulaciju Bileća uzimajući u razmatranje otvaranje ili zatvaranje tunela Fatničko polje – akumulacija Bileća. Utvrđeno je da su navedene krivulje veoma slične zonama na koje se podijelila akumulacija u „Planu upravljanja Trebinje I“. U svakoj od navedenih zona jasno su definirane aktivnosti koje preduzimaju operateri akumulacije, zbog čega se preporučuje dalji nastavak korištenja postojećeg plana, poboljšati ga ako je moguće, uzimajući u obzir sljedeće aspekte:

- Nastaviti sa istraživanjem odnosa između stanja kaškog vodonosnika koji prihranjuje akumulaciju Bileća i informacije dobivene sa automatskih pijezometara.
- Provedba preventivnog održavanja navedenih piezometara, jer su se otkrila moguća pogrešna mjerenja na nekim od njih.
- Proširiti gdje je moguće mrežu automatskih postaja za mjerenje padalina.
- Uključiti model predviđanja protoka koji omogućava čitanje numeričkih prognostičkih modela padalina do tri dana, poboljšati ga sa uključivanjem najvećeg mogućeg broja automatskih pluviometrijskih postaja.

Na rijeci Neretvi se može poboljšati upravljanje akumulacije Jablanica ako se raspolaze sa više relevantnih podataka kao na primjer, podaci sa pluviometrijskih postaja gornjeg toka Neretve koje se nalaze u RS. Preporučuje se instaliranje automatskih mjernih postaja padalina u realnom vremenu u navedenom području i prenošenje (razmjena) informacije *Agenciji za vodno područje Jadranskog mora, Mostar*, s ciljem dobivanja boljih rezultata u korištenju modela kratkoročnog predviđanja protoka.

S druge strane, poboljšala bi se eksploatacija akumulacije Jablanica tijekom poplava ako bi bili operativni srednji i temeljni ispusti koji su skoro u potpunosti začepljeni. Sada se samo raspolaze sa kapacitetom ispusta malo više od 180 m³/s za pripremanje akumulacije za poplavu (djelomično pražnjenje koje prethodi poplavnom valu). Sa operativnim temeljnim ispuštima navedeni kapacitet ispusta bi se povećao na skoro 700 m³/s za kotu od 270 m.n.m. Osim toga, poboljšala bi se sigurnost brane. Zato se preporučuje da se pristupi čišćenju korita i da se ostave, ako je moguće, operativni navedeni ispusti.

Što se tiče zajedničkog upravljanja oba sliva da bi se sprječile poplave nizvodno neophodno je da između brana i poplavnih zona ne postoji velika udaljenost, tako da generirani protoci između brana i potencijalnih poplavnih područja ne uzrokuju sami od sebe poplave.

U ovom slučaju površina sliva koja nije regulirana akumulacijama Jablanica i Bileća između brana i ušća obje rijeke predstavlja 65% od ukupnog broja. Uzimajući u obzir visoke padaline u ovom području, veoma optimistično je razmišljanje da se može sprječiti većina poplava nizvodno od ušća obje rijeke samo sa radom obje akumulacije. Uzmite u obzir, na primjer, da se statistički za periode povrata između 20 i 100 godina, 85% protoka od poplava koji prolazi kroz VS Gabela stvara nizvodno od brane Jablanica.

Iz tog razloga, Konsultant procjenjuje da većina ograničenja na rad akumulacija sa regulacijom u oba sliva (Jablanica i Bileća) s ciljem sprječavanja poplava nizvodno od ušća obje rijeke (protoci > 1.400

m³/s, s posljedicom ugrožavanja Popovog polja) obvezuje obje brane na rad sa vrlo niskim razinama u odnosu na njihov kapacitet a dobivena poboljšanja ne bi bila relevantna.

Stoga, bilo bi potrebno tražiti alternativna rješenja za upravljanje navedenim poplavama koristeći samo regulacione akumulacije Jablanica i Grančarevo.

Glavni problem se pojavljuje kada kroz Metković prolaze protoci veći od 1.400 m³/s (registrirani na VS Gabela), trenutak kada HE Čapljina prestaje s radom turbina. Ovo može stvoriti poplave u Popovom polju kada branom Gorica izlazi više od 200 m³/s.

Među drugim alternativnim rješenjima, osim pokušaja poboljšanja izravnjanja na branama Jablanica i Bileća sa onim prethodno navedenim, mogli biste uzeti u obzir sljedeće:

- Analizirati mogućnost da se poplave druga područja za ograničavanje/smanjenje zapremine vode koja može doći u Popovo polje. To zahtijeva kartografiju ili digitalne modele reljefa sa većom preciznoću od dostupne.
- Izgradnja HE Dubrovnik II (ili druge alternativne HE) koja bi omogućila derivaciju protoka u akumulaciju Trebinje, pomoći će ograničavanje izlaznih protoka branom Gorica. U ovom slučaju treba uzeti u obzir ista analizirana ograničenja za Dubrovnik I, odnosno, da u kritičnim trenucima mogu da ne rade svi agregati. Iako treba napomenuti da iako bi rad HE Dubrovnik II smanjio protoke nizvodno, ovo poboljšanje je neznatna količina jer 90 m³/s nije veoma reprezentativan protok u usporedbi sa uobičajenim protocima u slivu.
- Mogla bi se izraditi detaljna studija o poplavama u području Metkovića da bi se provjerilo da li se ovaj protok od 1.400 m³/s može povećati. Zato bi bilo potrebno izraditi dvodimenzionalni hidraulički model ovog područja, uzimajući u razmatranje protok koji teče glavnim koritom kao i rijekom Norin.

Navedeni model bi mogao obuhvatiti nekoliko kilometara nizvodno od Metkovića, poplavnu zonu rijeke Norin, uzvodno do ušća rijeke Krupe sa Neretvom, uključujući samu rijeku Krupu, koja je isto pogođena visokim protocima rijeke Neretve. Za ovo je potrebna detaljna kartografija koja se dobiva putem LIDAR tehnologije.

Ako bi se kao rezultat studije mogao povećati protok od 1.400 m³/s, ublažili bi se malo uvjeti zatvaranja HE Čapljina, poboljšavajući s jedne strane hidroenergetsku učinkovitost, a s druge strane uvjete u Popovom polju.

“Može se rezimirati da će se zajedničko i usklađeno upravljanje s oba sliva moći učiniti još učinkovitijim ako se učine naponi za poboljšanje višekriterijumske učinkovitosti u upravljanju režimom velikih voda u slivovima, uključujući i upravljanje velikim akumulacijama gornjeg sliva, primjenjujući najbolju tehniku i navedene studije u prethodnim stavkama, i dogovor između organa koji su uključeni za potenciranje upotrebe alata za predviđanje i razmjenu informacije kao i za definiranje optimalnih kriterijuma koji se prate po svom redosljedu u spomenutom upravljanju kao što mogu biti: sigurnost infrastruktura, borba protiv poplava, ekološki protok, hidroenergetska proizvodnja, navodnjavanje i drugo”.

S druge strane treba naglasiti, uzimajući u obzir iskustvo drugih europskih zemalja, postoje protokoli postupanja u zajedničkom upravljanju slivovima za zemlje sa prekograničnim podslivovima (npr. Dunav), što bi se moglo razviti u budućnosti za zemlje i identitete u slivovima Neretve i Trebišnjice.

Upravljanje sustavima u uvjetima malih voda

Cilj ovog dijela rada je bio, s jedne strane dobiti minimalne vjerojatne prilive u akumulacije Rama, Jablanica, Grabovica, Salakovac, Mostar, Bileća i Trebinje, a s druge strane provjeriti da li se garantiraju u vremenu zahtijevani minimalni dotoci u različitim dijelovima sustava eksploatacije, osobito u dijelovima koji su određeni u Vodnim dozvolama. Sve ovo orijentirano je na pomoć u donošenju odluka u zajedničkom i usklađenom upravljanju akumulacijama u sustavima eksploatacije slivova rijeka Neretve i Trebišnjice.

S istim ciljem urađena je analiza nizova ulaza vode u navedene akumulacije. Korišteni nizovi su dnevni i mjesečni.

Nizovi dnevnih protoka su isti koji su se koristili u “Hidrološkoj analizi” za računanje maksimalnih protoka za različita razdoblja povrata na hidrološkim postajama VS Kovačevo polje (rijeka Rama), VS Jablanica (rijeka Neretva) i VS Grančarevo (rijeka Trebišnjica). Od navedenih nizova dobili su se minimalni godišnji i mjesečni protoci za različite periode povrata. Isto tako, dobili su se minimalni protoci i njihovo trajanje za periode od 10, 20, 30, 60, 90 i 120 uzastopnih dana, za periode povrata od 10, 20 i 100 godina. Osim toga, od mjesečnih nizova dobili su se povijesni periodi najnižih priliva.

Utvrđeno je da li se mogu garantirati minimalni protoci koji su određeni u Vodnim dozvolama i potrebne rezerve vode u akumulacijama početkom sušnog razdoblja kako bi se zadovoljile navedene garancije.

Pokušao se dobiti jedan pokazatelj koji omogućuje karakteriziranje hidrološke suše, osobito pokazatelj koji dovodi u uzajamnu vezu prilive u sušnim razdobljima sa akumuliranom padalinom posljednjih mjeseci. Praktički interes pokazatelja nalazi se u njegovoj funkcionalnosti kao instrumenta za pomoć u donošenju odluka koje se odnose na upravljanje vodnim resursima sliva, konkretno ono što se odnosi na pravila rada sustava eksploatacije.

Korištenje oborina prethodnih mjeseci kao mogući pokazatelj očekivanih dotoka u narednim mjesecima (pogotovo ljeti) je vrijedan alat koji treba provjeriti, jer u svim slivovima nije mogući i učinkovit.

U slučaju akumulacije Rama dostupne pluviometrijske postaje sa dovoljno dugim nizovima padalina su suviše udaljene od hidrografskog sliva akumulacije. Za analizu moguće upotrebe pluviometrijskih postaja za dobivanje pokazatelja koji omogućuje karakteriziranje hidrološke suše trebale bi se koristiti druge bliže akumulaciji Rama, bolje unutar hidrografskog sliva kao npr. HMP HE Rama i MP Beganovići Kozo (sada u funkciji, ali koje nemaju povijesne nizove dovoljno duge).

Za ostale akumulacije čini se da dotok u ljetnim mjesecima isključivo ovisi o mjesečnim padalinama. Bazni protok rijeka, odnosno, onaj koji dolazi iz akvifera je također nizak. Tako da u onim ljetima u kojima se pojavljuje hidrološka suša izravno je povezana sa nedostatkom padalina u tim mjesecima.

To dovodi do praktičke nemogućnosti uspostave pokazatelja koji se temelji na akumuliranoj padalini prethodnih mjeseci koji omogućuje pomoć u procjenjivanju minimalnih ulaznih dotoka u akumulacije u ljetnim mjesecima.

Što se tiče ispunjavanja minimalnih protoka i drugih upotreba navedenih u Vodnim dozvolama:

Da bi se garantiralo ispunjavanje minimalnih protoka nizvodno od akumulacije Rama dobilo se da je potrebno raspolagati na početku mjeseca lipnja sa minimalnom rezervom od:

- 146,6 hm³ (31,5% od njene korisne zapremine) slijedeći metodu krivulja linija trajanja protoka dobivenih od povijesnih mjesečnih nizova.
- 145,1 hm³ od vrijednosti minimalnih protoka vjerojatnih za 4 uzastopna mjeseca za razdoblje povrata od 100 godina, koje su dobivene od dnevnih nizova.

Da bi se garantiralo isključivo ispunjavanje minimalnih protoka nizvodno od akumulacije Jablanica (40 m³/s) i pod pretpostavkom da se ispunjavaju minimalni protoci iz akumulacije Rama, dobilo se da je potrebno raspolagati na početku mjeseca lipnja sa minimalnom rezervom u akumulaciji Jablanica od:

- 18,7 hm³ (6,5% od njene korisne zapremine) slijedeći metodu krivulja linija trajanja protoka dobivenih od povijesnih mjesečnih nizova.

- 115,1 hm³ (40,0% od njene korisne zapremine) od vrijednosti minimalnih protoka vjerojatnih za 4 uzastopna mjeseca za razdoblje povrata od 100 godina, koje su dobivene od dnevnih nizova.

S druge strane, čak i u godinama najnižih protoka, protoci ostvareni u podslivovima nizvodno od akumulacije Jablanica (Grabovica, Salakovac i Mostar) su dovoljni, u bilo kojem ljetnom mjesecu kako bi se ispunilo 10 m³/s koji sumirani sa 40 m³/s, regulirani akumulacijama Rama i Jablanica, omogućuju da se zadovolji 50 m³/s nizvodno od HE Mostar.

U slivu rijeke Trebišnjice akumulacija Bileća ima predviđenu rezervu ispod minimalne kote hidroenergetske proizvodnje ($H_{\min, en} = 362,00$ mnm, što odgovara zapremini akumulacije od 377 hm³) za, između ostalih namjena, osiguravanje ekološki prihvatljivog protoka i potreba navodnjavanja koje se ne mogu zadovoljiti prirodnim protocima.

Pregled mogućnosti optimiziranog upravljanja sustavom u normalnim stanjima eksploatacije sustava

U nastavku su ukratko navedeni glavni zaključci koji su se dobili za sustave eksploatacije Neretve i Trebišnjice.

Sustav Neretve

Obavljene simulacije pokazuju da, iako je korisna zapremine (466 hm³) akumulacije Rama mala u usporedbi sa prosječnim godišnjim prilivom (32,3m³/s = 1.017,8 hm³/god), HE Rama ne može raditi sa fiksnim mjesečnim rasporedom, već mora prilagoditi svoju proizvodnju dostupnosti rezerve vode.

Optimalna proizvodnja sa hidrauličkog stajališta bi se postigla održavanjem razine vode što bliže mjesečnim maksimalnim ograničenjima koja su definirana u Vodnim dozvolama. Ali u mjesecima sa visokim prilivima treba pratiti prognoze poplavnih valova kako bi se izbjegla nepotrebna ispuštanja kroz temeljni ispušt, jer je kapacitet turbina ograničen na 64 m³/s.

Isto se dešava sa akumulacijom Jablanica, iako na jedan izraženiji način. Njena korisna zapremina je 288 hm³ i godišnji prosječni priliv je 109,2 m³/s (3.441,7 hm³/god). Nominalni protok HE Jablanica je 180 m³/s. Općenito, promatrajući vrijednosti nizova dotoka, HE Jablanica radit će u zimskim mjesecima, najveći dio vremena sa faktorom učinkovitosti blizu 100%, odnosno, kao bazna elektrana. Međutim u ljetnim mjesecima, obično od lipnja do listopada, akumulacija djeluje kao regulator i elektrana će optimizirati svoj rad vršnim satima.

S druge strane, hidraulička optimizacija sustava Rama-Jablanica dobit će se nastojanjem da HE Rama radi podređena HE Jablanica, odnosno, pokušavajući da se spriječe gdje je moguće prilivi iz Rame u Jablanica kada je spomenuta akumulacija puna i kada su ulazi vode iz sliva Neretve isti ili veći od 180 m³/s, da bi se izbjegla neproduktivna ispuštanja kroz branu Jablanica.

Akumulacije Grabovica, Salakovac i Mostar imaju mali kapacitet u usporedbi sa prosječnim godišnjim prilivima. Radi se o akumulacijama sa dnevnom regulacijom. Hidroelektrane su radom podređene HE Jablanica. Imaju nominalni kapacitet dosta veći od HE Jablanica koji omogućuje iskorištavanje protoka koji se generiraju nizvodno od brane Jablanica. Prosječne vrijednosti navedenih protoka su: Grabovica 130,0 m³/s, Salakovac 175,8 m³/s i Mostar 193,5 m³/s, odnosno, 19,0%, 61,0% i 77,2% pojedinačno veći od protoka slivova od Neretve do Jablanica+Rama.

Mostarsko blato i Peć Mlini su dvije hidroelektrane sa sličnim karakteristikama u smislu da uzimaju vodu iz akumulacija nastalih u njihovim poljima. Njihovi nominalni protoci su 40 m³/s i 30 m³/s pojedinačno. Iako akumulacije mogu pohraniti veliku zapreminu u zimskim mjesecima, optimalni rad se postiže da kroz turbine prolazi zimi najveći dio dostupne zapremine vode, nastojeći da razine vode ne budu previše visoke s ciljem da se izbjegnu gubici koji se mogu pojaviti zbog filtracija, ponora i isparavanja. U mjesecima bližim ljetu, u kojima su prilivi vode manji optimum proizvodnje se postiže radom tubina u vršnim satima.

Sustav Trebišnjice

Od postojećih hidroelektrana u sustavu ona koja dobija najveću hidroenergetsku proizvodnju po metru kubnom vode kroz turbine je HE Dubrovnik I. Prema tome, hidraulička optimizacija sustava se postiže osiguravajući korištenje do maksimuma navedene hidroelektrane.

Eksploatacija akumulacije Bileća je vrlo kompleksna, jer za optimiziranje korištenja vode treba uzeti u obzir da se generiraju međudotoci u podslivu između Grančareva i Gorice i da akumulacija Trebinje ima dnevnu regulaciju.

Prosječni prilivi u akumulaciju Bileća (1956-2013) su 66,0 m³/s (2.077,5 hm³/god) i generirani nizvodno od brane Grančarevo ulazni u akumulaciju Trebinje (1966-2005) su 12,9 m³/s (406,5 hm³/god). Kod upravljanja treba uzeti u obzir također visoke vrijednosti protoka koji se mogu generirati tijekom poplava u ovom posljednjem podslivu, koji se ne mogu izravnati u akumulaciji Trebinje zbog njenog malog kapaciteta.

Predstavljene su dvije hipotetičke alternative. U jednoj od njih (B1) u prostoru za optimalno energetske korištenje akumulacije Bileća (bijela zona ispod plave zone u "Shemi preporučenih kota u akumulaciji Bileća sa stajališta obrane od poplava po mjesecima tijekom godine") zahtijeva se proizvodnja HE Trebinje I. Ovaj zahtjev se programira ovisno o krivulji opterećenja sustava. U ovom slučaju razmatrao

se fiksni mjesečni zahtjev (to nije realna eksploatacija ali služi za usporedbu alternativa). HE Dubrovnik I radi podređena HE Trebinje I, odnosno, koristi vodu iz HE Trebinje I, plus međudotok generiran nizvodno od brane Grančarevo.

U drugoj alternativni (B2) simulirane su dvije akumulacije Bileća-Trebinje s tandem radom kako bi poslužile HE Dubrovnik I, tako da je sada HE Trebinje I radom podređena HE Dubrovnik I. Ovo je logičniji način rada jer je nominalni protok ove posljednje hidroelektrane manji od nominalnog protoka HE Trebinje I.

Kao što je navedeno, nastojali su se dobiti načini rada koji prate, unutar mogućnosti modela, optimiziranje sa hidrauličke točke gledišta a ne ekonomske. Iako je točno da se u konačnom donošenju odluka treba uzeti u razmatranje također ekonomski aspekt.

Stoga, približavanje optimalnom načinu rada je sljedeće:

- Kada se razina vode u akumulaciji Bileća nalazi u zoni za optimalno energetske korištenje akumulacije (bijela zona) treba nastojati koristiti do maksimuma HE Dubrovnik I.
- Treba pokušati da voda ne ide kroz turbine HE Trebinje II niti ispuštati vodu kroz organe ispuštanja brane Gorica (osim za postojeća korištenja nizvodno, kao minimalni prihvatljivi protok i navodnjavanje).
- Voda bi se mogla izvesti kroz HE Trebinje II prema kanalu Trebišnjice, s ciljem da bude iskorištena na HE Čapljina, u slučaju da se tako definira poslovni i financijski dogovor između poduzeća.
- HE Trebinje I treba raditi podređena prethodnim uvjetima.
- Upravljanje na prelasku u zonu poplava treba provoditi kao što je definirano u Planu upravljanja Trebinje I (pogledati također ispravljani dokument "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda).

Treba se podsjetiti također, kako u sustavu Neretve tako i u sustavu Trebišnjice, neki fizički parametri hidroelektrana su procijenjeni ili su uvršteni u model HEC-RES na pojednostavljen način, tako da navedene proizvodnje mogu varirati u odnosu na stvarne proizvodnje. Ali navedeni rezultati omogućuju usporedbu alternativa.

Upravljanje strukturama sustava u uvjetima izvanrednih događaja i okolnosti

Izvanredno stanje podrazumijeva, u Planu upravljanja, ono stanje u kojem se zbog bilo kojeg unutarnjeg ili spoljnog incidenta na brani, mijenjaju uobičajeni uvjeti eksploatacije, obvezujući usvajanje različitih mjera na rutinske koje omogućuju, osiguravajući strukturalnu sigurnost brane, vraćanje eksploatacije u normalnu stanje.

Glavni cilj ovog Plana je određivanje strategije minimalnog postupanja, skupa najmanjih radnji i pregled potrebnih odluka, na način da se ništa bitno ne zaboravi za sigurnost brane ili da se pretpostavlja očito provedenim, zbog oborina, nepažnje ili neznanja.

Općenito su opisane i u svom logičkom redoslijedu radnje koje treba provesti protiv stanja na brani koje mijenja na bilo koji način normalne uvjete eksploatacije. Te radnje su ograničene na osoblje za rad (eksploataciju) i održavanje brane, kao i odgovorne za upravljanje. Navedene radnje su poredane u šest faza:

1. Otkrivanje incidenta
2. Identificiranje
3. Obavijest i izvješćivanje o incidentu
4. Mobiliziranje ljudskih i materijalnih resursa
5. Postupanja osoblja za rad
6. Kontrola i praćenje

Nerealno je misliti da u Planu može prikupiti mnoštvo izvanrednih situacija koje se mogu pojaviti tijekom trajanja brane, i pružiti cjelovit i točan prikaz postupaka koje treba provesti, kako kvalitativno tako i kvantitativno da bi se kontrolirala navedena situacija i brana vratila u normalne uvjete.

Uzroci i vrste incidenata koji su promatrani u Planom i koji mogu izazvati izvanredne situacije su:

- Poplave
- Kvarovi (havarije)
- Potresi
- Nedostatak komunikacije
- Znakovi loma visokih građevina ili zemljišta. Kretanje kosina
- Filtracije: Izvori, vrtloz, močvare i ponori
- Abnormalna očitavanja instrumentacije
- Sabotaža i okupiranje od strane nepoznatog osoblja
- Onečišćenje akumulacije

Navedena je za svaki uzrok ili vrstu incidenta (kvarovi, poplave, potresi, itd.) lista opažanja i/ili vrijednosti praga različitih parametara koji će otkriveni tijekom eksploatacije omogućiti utvrđivanje stanja koje odstupa od normalnog.

Za svaku vrstu incidenta ili situacije odredile su se mjere koje treba poduzeti osoblje za eksploataciju koje se nalazi na brani i Tim koji je odgovoran za eksploataciju.

Zadaci i numerirane obavijesti su uspostavljeni na način da se moraju izvršiti u slijedu od prvog do zadnjeg. Ovi zadaci i obavijesti, kao sve što je izloženo u dokumentu, otkrivaju nedostatke kada se smatra primjerenim i slijedit će postupke pregleda i utvrđene izmjene u Planu, ovisno o stečenom iskustvu i o sličnim situacijama i studijama koje se obavljaju u oblasti sigurnosti.

Treba uzeti u obzir da, kako se radi o izvanrednim situacijama, većina slučajeva sadrže u sebi radnje i odluke koje nisu rutinske za osoblje eksploataciju. Da bi se predvidjela ponašanja i priviknulo na njih, potrebno je i obvezno obavljanje periodičnih vježbi simuliranja izvanrednih situacija, u kojima se ispituju i podešavaju sva dostupna ljudska i materijalna sredstva. Navedene vježbe se trebaju smatrati kao jedna aktivnost više u normalnoj eksploataciji brane.

Ukratko, izrađeni dokument nastoji da uspostavi protokol djelovanja za različite vrste događaja koji bi se mogli dogoditi. U mnogim od njih na Direktoratu eksploatacije bit će posljednja odluka za djelovanje, nakon analize situacije, mogućih razmjera, itd. Međutim ako postoji neka izvanredna situacija, koja obvezuje neku odgovornu osobu na brani u jednom od slivova na donošenje odluke koja može utjecati na drugi sliv, bitno je postići zajednički dogovor i konsenzus između onih koji su eventualno pogođeni.

ANEKS

KOMENTARI NA KONAČNO IZVJEŠĆE I NA KONAČNU VERZIJU

DOKUMENTA

(Konačni komentari primljeni 22 prosinca 2014)

Komentari

Hrvatske vode, Zagreb, Republika Hrvatska

KOMENTARI

NA FINALNI IZVJEŠTAJ O PROJEKTU:

IZRADA MODELA ZA HIDROLOŠKA PREDVIĐANJA, PROGNOZIRANJE, DONOŠENJE ODLUKA, PRIPREMA PLANA I SMJERNICA, PROGRAM OBUKE ZA OPTIMALNO UPRAVLJANJE VIŠENAMJENSKIM AKUMULACIJAMA U SLIVOVIMA RIJEKA NERETVE I TREBIŠNJICE

Dobiveni rezultati hidrauličkog modela za dionicu rijeke Neretve nizvodno od državne granice RH ne odgovaraju realnom stanju na terenu. Očito je da usvojeni model HEC-RAS (zahtjevan Projektnim zadatkom) nije odgovarajući za oponašanje onih procesa koji se događaju na području Donje Neretve tijekom velikih voda. Stoga uspoređivanje izračunatih i izmjerenih vrijednosti vodostaja na vodomjernoj stanici Opuzen, kao rubnoj stanici hidrauličkog modela nema nikakvog smisla.

Osim vodnog vala koji dolazi rijekom Neretvom s uzvodnog dijela sliva i registrira se na vodomjernoj stanici Metković, kao ulaznom profilu na područje Republike Hrvatske, dio dotoka se pojavljuje i s lokalnog sliva i to uglavnom preko izvora po rubu područja Vid-Norin. Tu je najizdašnije vrelo Prud od kojeg se formira vodotok Norin koji se ulijeva u rijeku Neretvu kod Kule Norinske. Kod porasta vodostaja u rijeci Neretvi kroz ušće Norina ulaze velike količine vode i pune područje Vid-Norin, dok pri opadanju vodostaja Neretve dolazi do istjecanja vode preko Norina u rijeku Neretvu i pražnjenja dijela područja Vid-Norin sa široko razlivenom i ujezerenom vodom. Površinsko tečenje kod ovako složenih hidrauličkih procesa ne može se prikazati primjenom jednodimenzionalnih matematičkih modela za nestacionarno tečenje u otvorenoj kanalskoj mreži.

Za razliku od hidrauličkog modela, izrađeni hidrološki model je u potpunosti prihvatljiv i relativno dobro opisuje ponašanje velikih voda na cjelokupnom slivnom području.

Plan upravljanja za akumulacije i hidroelektrane, kao i softver za donošenje odluka (DMS) su izrađeni korektno i predstavljaju dobru osnovu za definiranje harmoniziranog upravljanja akumulacijama radi postizanja usklađenosti između scenarija koji povećavaju proizvodnju hidroenergije i scenarija usmjerenih na smanjivanje šteta u ekstremnim slučajevima (poplave, suše, incidentna zagađenja, havarije na objektima i sl.).

Napisala:

mr.sc.Mirjana Švonja, dipl.ing.

Komentari

**Agencije za vodno područje Jadranskog mora Mostar / Federalno
ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, Sarajevo
(Federacija B&H, B&H)**

KOMENTARI

NA ZAVRŠNO IZVJEŠĆE:

IZRADA MODELA ZA HIDROLOŠKA PREDVIĐANJA, PROGNOZIRANJE, DONOŠENJE ODLUKA, PRIPREMA PLANA I SMJERNICA, PROGRAM OBUKE ZA OPTIMALNO UPRAVLJANJE VIŠENAMJENSKIM AKUMULACIJAMA U SLIVOVIMA RIJEKA NERETVE I TREBIŠNJICE

Vezano za komentare PIT RH, koji se odnose na hidraulički model r. Neretve, potrebno je za nizvodni konturni uvjet usvojiti vodostaje različitog ranga pojave na hidrološkoj postaji „Metković“ obzirom da na istoj postoji dovoljno dug niz podataka, a ne na hidrološkoj postaji „Opuzen“.

U Excel fajlovima „FLOOD ROUTING“ potrebno je za HE Rama i HE Jablanica dopuniti sa podacima o protocima kroz turbine (turbinski rad).

Sastavio:

Emil Bakula, dipl.ing.grad.

Komentari

**Agencije za vode oblasnog riječnog sliva Trebišnjice, Trebinje /
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede (Republika
Srpska, B&H)**

**PROJEKAT „IZRADA MODELA ZA HIDROLOŠKA PREDVIĐANJA,
PROGNOZIRANJE, DONOŠENJE ODLUKA, PRIPREMA PLANA I SMJERNICA,
PROGRAM OBUKE ZAOPTIMALNO UPRAVLJANJE VIŠENAMJENSKIM
AKUMULACIJAMA U SLIVOVIMA RIJEKA NERETVE I TREBIŠNJICE“.**

Ugovor #: BA&CR-NTMP-GEF-QCBS-CS-11-08

KOMENTARI

KOMENTARI NA FINALNU VERZIJU DOKUMENTA

1. MODEL HIDROLOŠKIH PREDVIĐANJA

Komentari i sugestije:

Konsultant je implementirao prilično složen zadatak, odnosno matematički Model za hidrološka predviđanja (hidrološki model ili hidrološki sistem modeliranja HEC – HMS) u skladu sa navodima iz projektnog zadatka, čime je ispunio obavezu po osnovu specificiranih obaveza iz Projektnog zadatka, što konsultant navodi u tački 1-Uvod izvještaja o Hidrološkom modelu. Opravdano se postavlja pitanje odabira modela u specifikaciji Projektnog zadatka, jer je očigledno da projektnim zadatkom predviđeni i razrađeni model za hidrološka predviđanja nije u potpunosti i na odgovarajući način primjenjiv za uslove krša i da ima ograničene mogućnosti, pa stoga nije preporučljivo da se na osnovu njega donose bilo kakve upravljačke odluke ili pak zasnivaju Planovi upravljanja i dalje delikatne smjernice za veoma važna pogonska uputstva u radu za različite uslova upravljanja akumulacijama, naročito u periodu nailaska velikih voda.

Po osnovu hidrološkog modela date su konceptualne primjedbe i sugestije u predhodnim izvještajima PIT tima Republie Srpske. Dodatnim simulacijama koje su izvršene u toku novembra 2014. godine u JU „Vode Srpske“- sektor oblasnog riječnog sliva Trebišnjice nisu se uspjeli dobiti zadovoljavajući i prihvatljivi rezultati simulacije ulaznih hidrograma, koji su se već registrovali tokom 2012 i 2013. godine, iako Konsultant navodi da je proces kalibracije modela uspješno okončan.

I pored značajnih dodatnih dorada Konsultanta, zbog veoma složenog i osjetljivog elementa ovog Projekta, na kojima se baziraju Planovi upravljanja i upravljačka pravila akumulacija neophodno je da od strane Konsultanta:

- Dati korektnu ocjenu primjenjivosti i pouzdanosti hidrološkog modela i validnosti rezultata na prostoru sliva rijeke Trebišnjice, ali i rijeke Neretve (naročito podsliv Bune, Bunice i Jasenice), obzirom na specifičnosti kraških polja i podzemlja i ostale zavisnosti padavine-površinski oticaji-podzemni oticaji/nivoi podzemnih voda
- neophodno je da decidno ukaže na primjenjive dijelove modela, ali i na njegove nedostatke i način kako da se nastavi sa doradom i prilagođavanjem modela, te kako da se nastavi proces kalibracije i dorade modela u narednom dužem vremenskom periodu, sve u cilju dobijanja zadovoljavajućih rezultata.

Posebno se potencira kvalitetno sagledavanje i razrada aplikativnih veza modela i funkcionalne zavisnosti sa podzemljem (hidrogeološkim karakteristikama), i očigledno nužnost dorade modela za hidrološka predviđanja u narednim koracima, u okviru nekog drugog projekta, odnosno izrade zasebnog modula koji će tretirati aplikativne i ostale međuzavisnosti sa podzemljem (ključnim pijezometrima na slivovima).

Zbog svega navedenog smatramo da ponuđeni model hidroloških prognoza može da bude samo jedan od teoretskih pristupa „u lancu složenih“ modela koji se koriste u na području oblasnog riječnog sliva Trebišnjice, jer postoje znatno kompleksiniji i operativniji modeli. Ponuđeni MM prognoza ne pruža mogućnost da se na osnovu njega donose osjetljive i veoma delikatne smjernice za upravljačke odluke koje se preporučuju u Planovima upravljanja, i kao takav se prihvata u vidu polazne teoretske osnove, koju treba po potrebi značajnije razrađivati i usavršavati kroz neke naredne projekte.

2. PLANOV I UPRAVLJANJA

2.1. UPRAVLJANJE SISTEMIMA U USLOVIMA VELIKIH VODA

Komentari i sugestije:

U odnosu na radnu verziju, ova verzija Plana upravljanja u uslovima velikih voda za područje Oblasnog riječnog sliva Trebišnjice je značajno dopunjena i učinjen je značajan progres u razumjevanju i tumačenju stanja i postojećih pravila i operativnih uputstava za upravljanje hidroelektranama i akumulacijama kod nailaska velikih voda na teritoriji oblasnog riječnog sliva rijeke Trebišnjice. Uz određena preciziranja i dopune u konačnoj verziji, mišljenja smo

da Plan upravljanja u uslovima velikih voda može da posluži kao dobra konceptijska osnova, koja uvažava principe dosta složenog upravljanja u uslovima nailaska velikih voda. Posebno je značajno što se kritički razmotrio postojeći Plan upravljanja Trebinje I, koji je u upotrebi za operativno upravljanje akumulacijom Bileća i što su dati komentari na smjernice i pravila operativnog upravljanja iz tog Plana, koji je podržan kao relevantan i pouzdan za dalje korišćenje u uslovima nailaska velikih voda od strane Konsultanta-Eptise (Španija), posebno imajući u vidu da je uz dosljednu primjenu postojećeg Plana za HE Trebinje I uspješno savladanu seriju vrlo „teških“ („složenih i višestrukih sa ekstremnom zapreminom“) velikih vodnih talasa od 01.11. 2010 do 31.01.2011. godine.

Po tom osnovu daju se sledeći Komentari i sugestije, nakon kojih bi se Plan upravljanja mogao tretirati kao dobra polazna osnova za razmatranje nadležnih organa i Institucija Republike Srpske :

- Nije ispoštovan uslov Projektnog zadatka da se urade zasebni Planovi upravljanja, ali pošto se radi o poprilično odvojenim cjelinama u Planu za Federaciju BiH i Republiku Srpsku, moguće je da se uz određene dorade (u aražmanu JU Vode Srpske) nakon okončanja ovog Projekta prilagodi forma i isti se u modificiranoj formi, ali sa istim konceptualnim i sadržajnim elementima prezentiraju nadležnim institucijama Republike Srpske na razmatranje.
- Nije uvažena primjedba u pogledu protoka kroz tri turbine brane Grančarevo, pa je potrebno izvršiti korekciju ovog podatka, i treba da stoji $210 \text{ m}^3/\text{s}$, a ne $250 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Neprihvatljivi su stavovi o upotrebi preliva na brani Grančarevo.
- Neprihvatljive su projekcije režima rada sistema Hidroelektrana na Trebišnjici kojima se ne predviđa upotreba preliva na brani Grančarevo, jer to realno u praksi nije moguće sprovesti (upravljanje sistemom se vrši u realnom vremenu!).
- Protok vode kroz tunel Fatničko polje-akumulacija Bileća $105\text{-}121,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (ovo se odnosi na obložen tunel).

S obzirom da tunel nije obložen protok vode je manji od navedenih vrijednosti (do sada je urađeno oko 20% betonske obloge tunela).

- Uslov ispuštanja $200 \text{ m}^3/\text{s}$ na brani Gorica kao ograničenje pri uslovima propuštanja velikih vodnih talasa kroz akumulacije i pri istovremenom protoku na MS Gabela na Neretvi od $1400 \text{ m}^3/\text{s}$ se ni u kom slučaju ne može prihvatiti. I sam Konsultant je

konstatovao istovremenost pojave velikih voda u slivu Trebišnjice i slivu Neretve (i dalje se ovaj uslov navodi na str. 80).

- U tački 1.8. Usklađivanje (usaglašavanje) u upravljanju poplavama u slivovima Neretve i Trebišnjice, u navodima koji tretiraju izgradnju HE Dubrovnik II, potrebno je izvršiti korekciju teksta na sledeći način:

„Izgradnja HE Dubrovnik II će uticati na značajno smanjenje poplava nizvodno od brane Gorica, ali ne i na njihovo potpuno eliminisanje.“

- S obzirom na visoke protoke koji se generišu u slivu Trebišnjice i obično se podudaraju sa poplavama koje nastaju u slivu Neretve, u praksi je neizvodljivo da akumulacija Bileća može regulisati u potpunosti dolazeće poplave, pa Konsultant u tom pogledu treba da otkloni svaku sumnju, i da precizno definiše ovakav stav.
- U zavisnosti od veličine velikih voda i perioda trajanja, plavljenja Trebinjskog i Popovog polja mogu biti kratkotrajna ili dugotrajna, ali se navode kao realna, upravo zbog mogućih generisanih proticaja – međudoticaja nizvodno od brana Grančarevo i Gorica, na koja se ne može uticati retenziranjem u akumulacijama.

Znači, eliminisanje poplava u Trebinjskom i Popovom polju nije moguće, niti je nekim aktom predviđeno, i sa njima se mora računati i u budućnosti.

- Konsultant ne uvažava ograničavajući uslov plavljenja Fatničkog i Dabraskog polja, koji moraju imati isti tretman kao i Popovo polje.

Ranija primjedba da se ravnopravno ne uzimaju u obzir plavljenja Fatničkog i Dabarskog polja sa plavljenjem Popovog polja, nije ispravno protumačena od strane Konsultanta.

Strana 32. – Tačka 1.3.3.. Poređenje nivoa sa uspostavljenim nivoima u Planu upravljanja Trebinje I

- Potrebno je dati i napomenu za minimalnu kotu koja ograničava energetske korišćenje (navedena minimalna-donja optimalna kota za energetske korišćenje je 362 mnm). Potrebno je navesti da se energetske korišćenje može vršiti do kote 352,50 mnm, kako je to definisano u praksi i u tekstu kapaciteta upravljačkih struktura koju je obradio Konsultant, te shodno tome korigovati i zapremine postora namjenjenog za energetske korišćenje, jer ostatak zapremine akumulacije ispod ove kote obezbjeđuje dovoljne rezerve vode u tom dijelu akumulacije za EPP i navodnjavanje, uz mrtvi prostor u akumulaciji koji se ne koristi.

Strana 66. - Tačka 1.6.6. Zaključci

Strana 66. poslednji pasus: potrebno je korigovati i dopuniti :

- Budući da se dotocima generiranim nizvodno od brane Grančarevo ne može upravljati (izuzev 90 m³/s koji se mogu usmjeriti tunelom Dubrovnik) teoretski bi bilo idelano, kako bi se smanjile štete nizvodno od brane Gorica (poplave u području Trebinjskog i Popovog polja), da se tijekom dana kada na VS Gabela protječe više od 1.400 m³/s ne ispušta nikakav protok kroz branu Grančarevo ili da se ispuštaju vrlo mali protoci. Ali s obzirom na visoke protoke koji se generiraju u slivu i obično se podudaraju sa poplavama koje nastaju u slivu Neretve, čini se malo vjerojatnim razmišljati, odnosno u praksi praktično neizvodljivim da akumulacija Bileća može pohraniti u potpunosti dolazeće poplave. Tu činjenicu je nedvosmisleno pokazao postojeći Matematički model upravljanja akumulacijama i hidroelektranama sistema Trebišnjice, koji pokazuje da u nizu okolnosti, pri nailasku talasa velikih voda velikih zapremina, ne postoji nikakva upravljačka mogućnost da se ne ispušta protok iz akumulacija. Naprotiv, optimizaciono-simulacioni model nedvojbeno pokazuje da je neophodno da se simultano optimizira režim rada hidroelektrana i ispuštanja na evakuacionim organima, upravo da bi se maksimalno ublažio poplavni talas.

Potrebno je uvažiti vrlo važnu činjenicu - dodati u Tački 1.6.6. zasebnu podtačku - konstataciju koja se odnosi na plavljenja inundacionih pojaseva i poljoprivrednih parcela uz kanalu Trebinjskom i Popovom polju, pa predlažemo da se dopuni kao poseban zaključak:

- Pored plavljenja Popovog polja usljed prestanka rada PHE Čapljina i dolaska većih proticaja kanalom kroz Popovo polje, napominje se i slijedeći realno mogući slučaj plavljenja, uglavnom ograničenog i kratkotrajnog karaktera, koji nije moguće izbjeći. Kapacitet kanala kroz Trebinjsko i Popovo polje iznosi oko 45 m³/s, što je i projektovani kapacitet (kapacitet instalisane turbine na HE Trebinje II). Na nekim dionicama kanala gdje su evidentirane uzurpacije vodnog zemljišta i degradacija minor i major korita uz kanal propusni kapacitet je ispod projektovanog. To znači da se kod pojave većih proticaja od 45 m³/s ne mogu izbjeći pojave lokalnih (ograničenih) plavljenja inundacionih površina, a da pri proticajima većim od 100 m³/s ta plavljenja postaju značajnija i uzrokuju takođe ograničena plavljenja inundacionih površina i poljoprivrednih parcela uz kanal i u poljima.

U zavisnosti od kapaciteta velikih voda i perioda trajanja ta plavljenja mogu biti kratkotrajna ili dugotrajna, ali se navode kao realna, upravo zbog mogućih generisanih proticaja - međudoticaja nizvodno od brana Grančarevo i Gorica, na koja se ne može uticati retenziranjem u akumulacijama. To znači da se sa poplavama u Trebinjskom i Popovom polju mora računati i ubuduće zbog ograničenih kapaciteta-grana sistema, nekompletiranja višenamjenskog integralnog planiranog sistema i generisanih međudoticaja nizvodno od navedenih brana. Ta fizički neosporna činjenica je bila poznata i tokom planiranja PHE Čapljina i tokom njenog projektovanja, kada je razmatrana i činjenica da će u uslovima neraspoloživosti za rad PHE Čapljina i periodima velikih voda biti neizbježno plavljenje dijelova Trebinjskog i Popovog polja, samo u nešto umanjenom obimu i učestalost u odnosu na period prije realizacije sistema.

Tačka 1.8. Usklađivanje u upravljanju poplavama u slivovima Neretve i Trebišnjice

- Strana 79. predposljedni pasus - predlažemo dupunu postojeće formulacije:

Iz tog razloga, Konsultant procjenjuje da bi većina dodatnih ograničenja koja bi se odnosila na rad akumulacija sa regulacijom u oba sliva (Jablanica i Bileća), a s ciljem da se na taj način dodatno smanji rizik od poplava nizvodno od ušća obje rijeke (protoci > 1.400 m³/s, s posljedicom ugrožavanja Popovog polja), obavezivao obje brane na rad sa vrlo niskim nivoima u odnosu na njihov kapacitet, koji ne bi omogućio da dobivena poboljšanja budu relevantna.

- Strana 80. -predlažemo dodati slijedeća alternativna rješenja umanjena plavljenja nizvodno od akumulacija (Jablanica i Bileća):

- planirati donošenje seta administrativnih mjera zabrane građenja stalnih i privremenih objekata na vodnom zemljištu (sprečavanje dalje uzurpacije vodnog zemljišta) u slivovima Neretve i Trebišnjice, naročito u urbanim područjima,
- planirati urgentnu izradu mapa rizika i mapa ugroženosti od poplava u Federaciji BiH i Republici Srpskoj (u RH već postoje), koje će stvoriti osnovu za operacioniziranje administrativnih mjera. Ova mjera će dati generalne instrukcije i usmjerenja za sadržaje (objekte i poljoprivrednu proizvodnju)u zonama visokog i povećanog poplavnog rizika, odnosno usmjerenja koja se odnose na objekte koji se grade bez dozvola i saglasnosti nadležnih organa i institucija u zonama visokog rizika, da se neće

snositi bilo kakva odgovornost niti nadoknađivati šteta od plavljenja u tim zonama. U Federaciji BiH je izradom hidrauličkog modela za rijeku Neretvu nizvodno od Mostara u ovom projektu, navedeni posao značajno ubrzan i olakšan,

- planirati realizaciju mjera povećanja propusnog kapaciteta korita rijeke Trebišnjice kroz urbano područje grada Trebinja na osnovu dostupnih hidrauličkih analiza, iste mjeru planirati nakon izrade Studije za grad Mostar i za dio vodnog toka rijeke Neretve nizvodno od Čapljine,
- obzirom da površina sliva/slivova koja nije regulisana akumulacijama Jablanica i Bileća između brana i ušća obje rijeke zauzima 65% od ukupnog sliva, a uzimajući u obzir visoke padavine u ovom području gdje nema uticaja navedenih akumulacija, veoma optimistično je razmišljanje da se može spriječiti većina poplava nizvodno od ušća obje rijeke samo sa radom obje akumulacije, naročito onih gdje se manifestuju međusobni uticaji dva sliva. Zbog toga se preporučuje za razmatranje aktivna zaštita od velikih voda, izgradnjom akumulacija na preostalim značajnijim pritokama i osnovnim vodotocima, kako bi se što više aktivno uticalo na retenziranje poplavnih talasa,

Takođe u navodu koji tretira izgradnju HE Dubovnik II, predažemo slijedeću korekciju:

- Izgradnja HE Dubrovnik II (ili druge alternativne HE) koja bi omogućila derivaciju protoka u akumulaciju Trebinje, pomoći će ograničavanje izlaznih protoka ispod brane Gorica. U ovom slučaju treba uzeti u obzir ista analizirana ograničenja za Dubrovnik I, odnosno, da u kritičnim trenucima mogu da ne rade svi agregati. Iako treba napomenuti da iako bi rad HE Dubrovnik II smanjio protoke nizvodno, ovo poboljšanje je neznatna količina jer 90 m³/s nije veoma reprezentativan protok u poređenju sa uobičajenim protocima u slivu, ali da bi u ekstremno velikim doticajima može značajno da utiče na obim plavljenja u Trebinjskom i Popovom polju, naročito kada je PHE Čapljina u zastoju.

2.2. PREGLED MOGUĆNOSTI OPTIMIZIRANOG UPRAVLJANJA SISTEMIMA U NORMALNIM USLOVIMA EKSPLOATACIJE SISTEMA - UPRAVLJANJE SISTEMIMA U NORMALNIM USLOVIMA EKSPLOATACIJE

U odnosu na radnu verziju, korigovana verzija Plana upravljanja u normalnim uslovima eksploatacije je značajno dopunjena i učinjen je značajan napredak u pogledu razumjevanja stanja autonomnosti tri elektroenergetska sistema i optimizacije proizvodnje električne

energije u okviru tih autonomnih sistema, te uvažen princip optimalnog korišćenja hidroenergetskih resursa u tim sistemima u normalnim hidrološkim uslovima – normalnim uslovima eksploatacije. Mišljenja smo da prezentovani koncept Plana može da posluži kao dobra polazna i strategijska osnova za dalje analize i razrade, jer uvažava i podržava osnovne postavke optimalnog upravljanja u normalnim uslovima. Za simulaciju eksploatacije hidroenergije u normalnim uslovima, korišćen je model „HEC-ResSim v3.1., gdje su analizirane dvije varijante A i B.

Komentari i sugestije:

- Potrebno je kao u u Planu upravljanja u uslovima velikih voda dati i napomenu za minimalnu kotu koja ograničava energetske korišćenje (navedena minimalna-donja optimalna kota za energetske korišćenje je 362 mnm). Potrebno je navesti da se energetske korišćenje može vršiti do kote 352,50 mnm, kako je to definisano u praksi i u tekstu kapaciteta upravljačkih struktura koju je obradio Konsultant, te shodno tome korigovati i zapremine postora namjenjenog za energetske korišćenje, jer ostatak zapremine akumulacije ispod ove kote obezbjeđuje dovoljne rezerve vode u tom dijelu akumulacije za EPP i navodnjavanje, uz mrtvi prostor u akumulaciji koji se ne koristi.
- tačka 1.10.2 – Akumulacija Bileća i elektrana Trebinje I
potrebno je korigovati tehničku grešku u prvoj rečenici koja glasi : *“Branu Gorica ima visinu 123 m i dužinu krune 439 m”.*, na slijedeći način : Brana Grančarevo ima visinu.....

Podržavaju konceptualni i strateški pristupi optimalnog korišćenja akumulacija u normalnim uslovima, koji su navedeni u tački 1.11. Zaključci – strana 96. za „Sistem Trebišnjice“ koji glase – citirano iz Plana upravljanja u normalnim uslovima koga razmatramo:

- *Kada se razina vode u akumulaciji Bileća nalazi u zoni za optimalno energetske korišćenje akumulacije (bijela zona) treba nastojati koristiti do maksimuma HE Dubrovnik I.*
- *Treba pokušati da voda ne ide kroz turbine HE Trebinje II niti ispuštati vodu kroz organe ispuštanja brane Gorica (osim za postojeća korišćenja nizvodno, kao minimalni prihvatljivi protok i navodnjavanje).*
- *Voda bi se mogla izvesti kroz HE Trebinje II prema kanalu Trebišnjice, s ciljem da bude iskorištena na HE Čapljinu, u slučaju da se tako definira poslovni i finansijski dogovor između poduzeća.*

- *HE Trebinje I treba raditi podređena prethodnim uvjetima.*
- *Upravljanje na prelasku u zonu poplava treba provoditi kao što je definirano u Planu upravljanja Trebinje I (pogledati također ispravljeni dokument "Upravljanje sustavima u uvjetima velikih voda).*

Podržava se alternativa gdje su simulirane dvije akumulacije Bileća-Trebinje s radom „u taktu“, kako bi optimalno opslužile HE Dubrovnik I, odnosno da je HE Trebinje I svojim radom maksimalno podređena HE Dubrovnik I, sa implementacijom gore navedenih konceptualnih pristupa. Ovo je logičniji način rada u upravljanja akumulacijama i HE, jer je nominalni protok hidroelektrane Dubrovnik manji od nominalnog protoka HE Trebinje I.

Dobijeni rezultati navedene varijente omogućuju poređenje realno ostvarljive proizvodnje energije u normalnim uslovima eksploatacije, dobra su teoretska osnova za dalju razradu i dalje analize kada se uvrste stvarni parametri i performanse hidroenergetskih postrojenja sve tri HE (u modelu HEC-RES su izvršeni na pojednostavljeni-teoretski način), pogotovo ako se dodatno u obzir uzmu i podržavaju autonomnosti i specifičnosti (ograničenja rada i plasmana električne energije) u tri elektroprivrede.

Prezentovani koncept Plana može da posluži kao dobra polazna i strategijska osnova za dalje analize i razrade, jer uvažava i podržava osnovne postavke optimalnog upravljanja u normalnim uslovima koji su razrađeni u postojećem Planu HE Trebinje I, Trebinje II i Dubrovnik I. Istom se daje generalna podrška po osnovu prezentovanih strateških odrednica optimalnog korišćenja hidroenergetskih resursa koje opslužuju akumulacije Bileća i Trebinje i predlog dalje razrade teoretskog modela sa stvarnim parametrima hidroenergetskih postrojenja HE Trebinje I, HE Trebinje II i HE Dubrovnik I.

- I dalje napominjemo da prezentovani model nije optimizacioni, već se radi o simulacionom modelu. Optimizacija ovim modelom može se postići analizom većeg broja režima rada. Osnovni nedostatak, pri tome, je pitanje kako izabrati režime za analize i da li je među njima optimalni režim.
- Vjerovatno iz tih razloga (kao i zbog neuvrštavanja u analize svih potrebnih parametara), pojavljuju se visoka isticanja na brani Gorica od 7,45 m³/s kroz agregat i 11,76 m³/s kroz prelivne organe u Alternativi B1 (strana 84), odnosno od 7,44 m³/s kroz agregat i 11,65 m³/s kroz prelivne organe u Alternativi B2 (strana 86). Ovi rezultati jako puno odstupaju od ostvarenih rezultata u analiziranom periodu i nisu prihvatljivi.

- Netačno je navedeno na strani 69: „Kota 362 mnm je minimalna kota koja ograničava sa donje strane zonu energetskeg korištenja“. (Pogledati primjedbu datu u „Upravljanje sistemima u uslovima malih voda“).
- U realnim uslovima upravljanja ne mogu se izbjeći prelivi na brani Grančarevo.

2.3. UPRAVLJANJE SISTEMIMA U USLOVIMA MALIH VODA

U upravljanju sistemima u uslovima malih voda tumačena je postojeća regulativa iz vodnih dozvola, koja se odnosi na obezbjeđivanje dovoljnih količina vode za ekološki prihvatljive proticaje i razvoj navodnjavanja u Republici Srpskoj, dok navodnjavanje u Federaciji BiH nije razmatrano jer nije ni tretirano u vodnim dozvolama.

Obrazloženje Konsultanta dobijeno od strane Agencije za vodno područje Jadranskog mora „da nisu potrebne rezerve vode za potrebe navodnjavanja“ nije argumentovano i smatramo da Konsultant nije odgovorio na postavljenu primjedbu.

Takođe je razmatrano da li se u akumulacijama mogu garantovati odgovarajuće zapremine vode za obezbjeđenje ekološki prihvatljivog proticaja i voda za navodnjavanje početkom sušnog perioda, koji su navedeni u Vodnim dozvolama, za periode povrata $T=10, 20$ i 100 godina i za trajanje minimalnih proticaja u sušnom periodu od $10, 20, 30, 60, 90$ i 120 dana.

Razmatrani su i pokazatelji koji karakterišu karakterizaciju hidrološke suše koji dovodi u uzajmanu vezu prilive u sušnim periodima sa akumulisanim količinama vode (padavina) u akumulacija u poslednjim mjesecima prije suše.

Komentari i sugestije:

- U dopunjenom Planu upravljanja u uslovima malih voda uvažene su instrukcije iz vodnih dozvola za HE Trebinje I u pogledu EPP-a i obezbjeđenja (rezervisanja) količina vode za navodnjavanje u akumulacijama, kao i zaključci o potvrđenim vrijednostima EPP-a za profil VS Gorica u iznosu $Q_{EPP}=1,823 \text{ m}^3/\text{s}$ iz Elaborata određivanja EPP-a na sedam profila (gdje je razmatran i kontrolisan, odnosno zadovoljen vrlo bitan uslov obezbjeđenja razvoja zajednica u vodotoku – za nastanivanje i mrijesti i rasta karaktteristične vrste ribe-pastrmke na reprezentativnom profilu VS Gorica), što je prihvatljivo.

Međutim, Konsultant nije uvažio primjedbe i izvršio ispravke na str. 48 Finalne verzije Dokumenta, u tač. B.1.1., gdje treba da stoji da su ukupne zahtijevane količine vode za navodnjavanje 11.830 ha , do $100,09 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{god.}$, a ne od $100,09 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{god.}$

Takođe, u istoj tački, pogrešno je navedena maksimalna vrijednost protoka koju treba osigurati od trećeg do četvrtog mjeseca, i treba da stoji **do** $Q_{max} = 8,55 \text{ m}^3/\text{sec}$, a ne **od** $Q_{max} = 8,55 \text{ m}^2/\text{sec}$.

Ispravku treba izvršiti u cijelom dokumentu.

- hidrološki niz 1956-1963 je jedini reprezentativni prirodni niz za određivanje vrijednosti EPP-a
- hidrološki niz 1966-2006 je uspostavljen u vještačkim uslovima izgrađenog dijela hidroenergetskog sistema, vrijednosti niza su dobijene restitucijom u samoj akumulaciji (veza izlaska iz akumulacije – odnos nivoa vode u akumulaciji), koji nije potpuno pouzdan i tačan, naročito kod malih vrijednosti srednjih doticaja, kada su zbog načina očitavanja registrovane i negativne vrijednosti. Zbog toga treba konstatovati izvjesnu rezervu koja se odnosi na grafikone i tablice srednjih mjesečnih proticaja po mjesecima i godinama, te zapremine po godinama, što je i dokazano komentarima u statistikama linija ulaznih dotoka u akumulaciji Bileća na str.55.
- Tačka 1.5. – Zaključci –poslednji pasus, potrebno je uvrstiti korekciju :

U slivu rijeke Trebišnjice akumulacija Bileća ima predviđenu rezervu ispod minimalne optimane kote hidroenergetske proizvodnje ($H_{min,en} = 362,00 \text{ mnm}$, što odgovara zapremini akumulacije od 377 hm^3) i minimalne kote za energetske korišćenje $352,50 \text{ mnm}$ što odgovara zapremini od 225 hm^3 , jer navedena zapremina akumulacije ispod ove kote između ostalih namjena obezbjeđuje potrebne količine vode za osiguravanje ekološki prihvatljivog protoka i potreba navodnjavanja, koje se ne mogu zadovoljiti prirodnim protocima.

Energetsko korišćenje voda akumulacije Bileća preko HE Dubrovnik i HE Trebinje 2 može vršiti do kote 345 mnm , (što odgovara zapremini od 129 hm^3), jer navedena zapremina akumulacije ispod ove kote između ostalih namjena obezbjeđuje potrebne količine vode za osiguravanje ekološki prihvatljivog protoka i potreba navodnjavanja.

Iz navedenih razloga, u cijelom dokumentu, treba izvršiti ispravku kota energetskog korišćenja voda akumulacije Bileća u skladu sa gore navedenim komentarom.

Takođe, potrebno je ovu ispravku izvršiti u finalnim verzijama svih segmenata Projekta.

Upravljanje u uslovima malih voda tretiralo je na zadovoljavajući način postojeću regulativu iz oblasti voda, koja razmatra obezbjeđenje količina voda u uslovima malovođa, kao i razmatranje obezbjeđenja tih količina u akumulacijama. U ovom dokumentu potrebno je uvažiti navedenu sugestiju koja se odnosi na obezbjeđenje količina vode u periodima malovođa u akumulacija Bileća u Tački 1.5. zaključci.

2.4. UPRAVLJANJE SISTEMIMA U VANREDNIM USLOVIMA

Komentari i sugestije:

U Planu upravljanja – strategiji upravljanja sistemima u vanrednim uslovima razmatrana su stanja u kojima zbog određenog unutrašnjeg ili vanjskog incidenta na brani ili dijelovima sistema mijenjaju uobičajni uslovi eksploatacije sistemima, koji uslovljavaju preventivno usvajanje različitih rutinskih mjera koje omogućavaju osiguranje sigurnosti brane i svih kapaciteta sistema, te postepeno plansko vraćanje u normano stanje.

U strategiji upravljanja u vanrednim uslovima razmatran je opšti postupak, kriterijumi i podaci za upravljanje u vanrednim situacijama, kvarovi (havarije), potresi, nedostatak komunikacije, mogućnosti okupacije brane od strane nepoznatog osoblja ili sabotaža, pojave loma visokih građevina ili zemljišta-pokretanje većih blokova u kosinama akumulacije, pojave novih izvorišta, vrtloga i ponora, abnormalna očitavanja instrumenata monitoringa i oskultacija, te akcidentna zagađenost akumulacije.

Navodimo komentare vezane za ovo poglavlje:

- Na strani 7, u Tabeli, stoji da je „maksimalno dozvoljeni protok kroz Trebinje 390 m³/s“.

Navedena konstatacija je netačna i neprihvatljiva. Objašnjenja smo dali u prethodnim komentarima na poglavlje „Izravnavanje poplavnih talasa u akumulaciji Bileća“.

Ukupna mogućnost propuštanja vode na brani Grančarevo je 768,5m³/s (agregati + temeljni ispusti + prelive), a mogućnost propuštanja na brani Gorica je 1280 m³/s (agregati + temeljni ispusti + prelive).

Ovo su projektovane vrijednosti i to su jedina ograničenja i ista se dalje ne smiju i ne mogu redukovati. Po ovom pitanju se može pregledati projektna dokumentacija koja se nalazi u Hidroelektranama na Trebišnjici.

Navedena količina od 390 m³/s propuštanja vode koritom rijeke Trebišnjice kroz grad je posljedica izgradnje objekata u zoni vodnog zemljišta i ne može se prihvatiti kao upravljačko ograničenje za ispuštanje vode na brani Gorica. Ova vrijednost protoka

kroz grad samo naznačava da se pri protocima iznad ove granice počinju dešavati štete na objektima u gradskom području.

Upozorena je gradska uprava Trebinja da se zaustavi izgradnja objekata na vodnom zemljištu, a u toku je projektovanje tehničkih rješenja za povećane propusne moći korita rijeke Trebišnjice kroz urbano gradsko područje u skladu sa uslovima iz važeće vodne dozvole.

- Neprihvatljiva je (i netačna), konstatacija na strani 8:

„U slučaju sliva Trebišnjice je jednostavno, jer dotoci od poplava koji se pojavljuju u akumulacija Bileća proističu većim dijelom iz izvora koji se nalaze na završnom dijelu same akumulacije.“

- Nejasan je navod na strani 43:

„Zagađenja akumulacija može biti različite vrste, zavisno od uzroka:

- Hemijsko zagađenje i/ili radioaktivno, prouzrokovano isticanjem uzvodno od brane ili, npr. zagađenje Fatničkog polja kroz tunel koji ga spaja sa branom Grančarevo.“

Može se konstatovati da je ovim Planom teoretski razrađen dovoljan broj scenarija i postupanja u vanrednim uslovima, te da je ostvaren generalni cilj određivanja strategije minimalnog postupanja, te predložene radnje i potrebne odluke u odgovarajućem kapacitetu da bi se obezbjedila sigurnost brana i ostalih dijelova sistema u uslovima navedenih vanrednih situacija.

3. PREDLOG POBOLJŠANJA SISTEMA PRAĆENJA I RAZMJENE PODATAKA

Komentari i sugestije:

Strana 22 – operativni Predlog razmjene podataka:

Ugovor o uređenju vodoprivrednih odnosa (odnosa u oblasti voda) između Vlade Bosne i Hercegovine i Vlade Republike Hrvatske iz 1996. godine, ne može biti pravni okvir ili osnov za razmjenu podataka, jer nije ratifikovan od nadležnih Institucija BiH.

Predlažemo da se na strani 22 doda slijedeće obrazloženje u fusnoti „Ovaj Ugovor s obzirom na vrijeme potpisivanja nije nastao kao rezultat dejtonske organizacije Bosne i Hercegovine, što znači da nije prošao proceduru usvajanja u Parlamentarnoj skupštini Bosne i Hercegovine i Vijeću Ministara Bosne i Hercegovine. Potpisnik ovog ugovora je Vlada Republike Bosne i Hercegovine, a ugovor je potpisan 11.07.1996. godini. Objavljen je u Službenom listu

Republike Bosne i Hercegovine-Posebno izdanje – Međunarodni ugovori - br. 6 od 25. 12.1996.“

- U tač. 3.2. Zakonska regulativa vezana za prikupljanje i razmjenu podataka, u podnaslovu Zakon o vodama Republike Srpske, nisu uzete u obzir izmjene i dopune Zakona o vodama RS iz 2012. godine (Zakon o vodama RS - „Sl. gi. RS" 50/06, 92/09, 121/12).

Na osnovu navedenih izmjena i dopuna Zakona, nadležnost za upravljanje vodama na području RS i uspostavi i upravljanjem Informacionim sistemom za oblasne riječne slivove, je prenijeta na Javnu ustanovu „Vode Srpske", umjesto ranijih Agencija za vode oblasnih riječnih slivova, koje su postale sektori za upravljanje oblasnim riječnim slivovima u sastavu Javne ustanove „Vode Srpske".

U tom smislu se, radi usaglašavanja sa važećim zakonskim odredbama, u tekstu moraju izvršiti ispravke.

- U poglavlju **3.** Razmjena podataka između institucija za upravljanje vodama i tačka **3.3.** Operativni prijedlog razmjene podataka navode se termini „zajednička baza podataka i znanja" i „zajedničko upravljanje", koje treba brisati iz teksta, iz suštinskih razloga, jer za to ne postoji pravni osnov u važećim zakonskim odredbama RS u oblasti voda. Važećim zakonskim odredbama iz oblasti voda RS se ne deflنيšu, niti se ustanovljava „zajednička baza podataka i znanja" i „zajedničko upravljanje" oblasnim riječnim slivovima.

Razmjena podataka, način i obim razmjene podataka moraju biti usklađeni sa važećim Zakonom o vodama RS, posebnim zakonima, i podzakonskim aktima nadležnih institucija iz oblasti voda RS, te sporazumima ili protokolima o razmjeni podataka koji se zaključe između entiteta/država. Smatramo da treba dati detaljnu konfiguraciju sistema razmjene podataka i da sistem treba konfigurisati tako da svaka strana treba da ima svoju jedinstvenu bazu podataka (odnosno informacioni sistem) u koju će se pohranjivati podaci sa automatskih mjernih stanica u slivu za koji je nadležna. Potrebno je definisati skupove podataka koji će agencije međusobno razmjenjivati te same protokole razmjene navedenih podataka. Nema potrebe da se svi podaci koji se prikupljaju razmjenjuju, kao što je neprihvatljivo da se formira jedinstvena baza podataka na jednoj lokaciji koja bi pohranjivala sve podatke sa svih automatskih stanica u oba sliva. Ovo poglavlje bi trebalo da detaljno obradi softversku, hardversku i prostornu konfiguraciju sistema, skupove podataka koji se prikupljaju, skupove podataka koji agencije međusobno razmjenjuju i protokole razmjene podataka.

Predlog poboljšanja monitoring sistema se načelno podržava, kao i načelni predlog razmjene podataka naročito u uslovima nailaska velikih voda, sve u skladu sa navedenom zakonskom regulativom koja se odnosi na prikupljanje i razmjenu podataka Republike Srpske (Zakon o vodama čl. 110.,118. i 119.), Federacije BiH i Hrvatske i budućim sačinjenim protokolima o razmjeni podataka između zvaničnih Institucija entiteta/država.

4. ZAKLJUČCI

- Razrađeni model hidroloških prognoza je urađen po specifikaciji Projektnog zadatka, ali razrađeni model za hidrološka predviđanja nije u potpunosti i na odgovarajući način primjenjiv za uslove krša, jer ima ograničene mogućnosti, pa stoga nije preporučljivo da se na osnovu do sada dostignutog stepena pouzdanosti modela donose bilo kakve upravljačke odluke ili pak zasnivaju Planovi upravljanja i dalje delikatne smjernice za veoma važna uputstva u radu za različite uslove eksploatacije sistema, naročito u periodu transfera velikih voda. Prezentirani hidrološki model može da bude samo jedan od teoretskih pristupa „u lancu složenih“ modela koji se koriste u na području oblasnog riječnog sliva Trebišnjice (jer već postoje znatno kompleksiniji i operativniji modeli), bez mogućnosti da se na osnovu do sada dostignutog stepena pouzdanosti donose osjetljive i veoma delikatne smjernice za upravljačke odluke koje se preporučuju u Planovima upravljanja, i kao takav se prihvata u vidu polazne teoretske osnove, koja se po potrebi može značajnije razrađivati i usavršavati kroz naredne projekte.
- Dopunjeni Planovi upravljanja u uslovima velikih i malih voda, te normalnih uslova eksploatacije sistema su značajno uvažili brojne primjedbe na radnu verziju. Podržane su konceptualne postavke i operativana usmjerenja iz postojećeg Plana upravljanja za HE Trebinje I. Kroz provedene analize o ovom dokumentu, smjernice upravljanja iz Planova koji se koriste na Oblasnom riječnom slivu su potvrđene kao relevantne i pouzdane, naročito u uslovima transfera velikih voda od 01.11. 2010 do 31.01.2011. godine.

Uz uvažavanje navedenih komentara u ovom Izveštaju smatramo da se koncept i usmjerenja Planova mogu podržati kao dobra osnova za realno sagledavanje osnovnih elemenata upravljanja u Oblasnom slivu rijeke Trebišnjice, a uz dopunu alternativnih predloga mjera u zoni međusobnih uticaja stekli bi se uslovi da se i ovaj koncept načelno podrži, kao dobra osnova sinhronizovanog djelovanja na dva sliva u uslovima nailaska velikih vodnih talasa.

- Nije ispoštovan uslov Projektnog zadatka da se urade zasebni Planovi upravljanja, ali pošto se radi o odvojenim cjelinama u Planovima za Federaciju BiH i Republiku Srpsku, moguće je se uz određene dorade (u aražmanu JU Vode Srpske) nakon okončanja ovog Projekta prilagoditi i isti se u modificiranoj formi, ali sa istim konceptualnim i sadržajnim elementima prezentiraju nadležnim Institucijama Republike Srpske na razmatranje.
- Ugovor o uređenju vodoprivrednih odnosa (odnosa u oblasti voda) između Vlade Bosne i Hercegovine i Vlade Republike Hrvatske iz 1996. godine, ne može biti pravni okvir ili osnov za razmjenu podataka kako je predloženo u dokumentu razvoja sistema monitoringa i razmjene podataka, jer nije ratifikovan od nadležnih Institucija BiH. Predlog poboljšanja monitoring sistema se načelno podržava, kao i načelni predlog razmjene podataka naročito u uslovima nailaska velikih voda, sve u skladu sa navedenom zakonskom regulativom koja se odnosi na prikupljanje i razmjenu podataka Republike Srpske (Zakon o vodama čl. 110.,118. i 119.), Federacije BiH i Hrvatske i budućim sačinjenim protokolima o razmjeni podataka između zvaničnih Institucija entiteta/država.
- Očekuje se dostava svih dijelova dokumentacije na srpskom jeziku u tvrdom povezu i elektronskom zapisu, prema specificiranom broju iz ugovornih uslova.

U Trebinju 10.12.2014. godine

PIT Tim Republike Srpske

Branko Čolić

