

KONCEPCIJA SIMULACIONOG MODELA SLIVA DRINE

Dejan DIVAC,
Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi"
Nenad GRUJOVIĆ,
Mašinski fakultet Kragujevac

REZIME

Simulacioni model je osnovni deo kompleksnog softvera i predstavlja jezgro distribuiranog sistema za podršku integralnom upravljanju vodama sliva reke Drine. Raspoloživi podaci o svim objektima i merenim veličinama nalaze se u bazi podataka. Prenos vode između pojedinih entiteta u simulacionom modelu se vrši saglasno pravilima ugrađenim u proračunske softverske module, a uslovljen je prirodnim zakonima i usvojenim pravilima prenosa prema definisanim zahtevima. Radi se o modeliranju formiranja proticaja od padavina uzimanjem u obzir uticaj snega, reljefa i zemljišta, modeliranju tečenja kroz prirodne vodotoke u skladu sa morfološkim performansama, modeliranju promena uslova tečenja u funkciji vremena, modeliranju složenih upravljačkih kriterijuma i dr.

Ključne reči: simulacija, čvorovi, veze, padavine-oticaaj, zahtevi-isporuke, upravljanje.

UVOD

Generalno, matematička simulacija sistema i procesa u njemu ima zadatak da korisniku pruži relevantne informacije koje su potrebne za donošenje ekpertske odluke: da pojedinačno vrednuje široku lepezu mogućih odluka vezanih za projektovanje daljeg razvoja sistema i/ili odluka vezanih za upravljanje sistemom u normalnim i vanrednim uslovima, kako bi se sagledale eventualne posledice ukoliko se te odluke primene na realnom sistemu.

Simulacioni model je osnovni deo kompleksnog softvera i predstavlja jezgro distribuiranog sistema za podršku integralnom upravljanju vodama sliva reke Drine.

Simulacioni model sliva Drine je, po svojoj suštini, matematički model kretanja vode na velikom i složenom prostoru koji obuhvata ceo sliv reke Drine, od generisanja vode na ovom prostoru putem padavina promenljivih po prostoru i vremenu, pa do napuštanja vode sa slivnog područja, bilo da se radi antropogenom zahvatanju i odvođenju vode sa sliva ili prirodnim procesima kao što su na primer isparavanje sa slobodne vodene površine, evapotranspiracija ili oticanje u Savu.

Prirodni tokovi voda koji su od značaja za modeliranje su:

- padavine i formiranje oticanja
- tečenje u otvorenim tokovima
- isparavanje sa slobodne vodene površine

Veštački formirani tokovi vode, kroz izgrađene ili moguće buduće objekte, koji su predmet modeliranja su:

- transformacije u akumulacijama
- preliivanje preko prelivnih objekata na branama
- tečenje kroz temeljne ispuste na branama
- procurivanje na pregradnim mestima
- tečenje kroz hidrotehničke tunele
- tečenje u otvorenim veštačkim kanalima
- tečenje uz proizvodnju električne energije na hidroelektranama
- tečenje uz potrošnju električne energije na pumpnim stanicama
- zahvatanje voda od strane korisnika (vodospabdevanje, navodnjavanje, termoelektrane)

Simulacioni model sliva Drine predstavlja skup objekata (čvorova i veza) u kome su objedinjene pripadajuće funkcije, matematičke transformacije i podaci. Prenos vode između pojedinih objekata u simulacionom modelu se vrši saglasno pravilima koja su uslovljena prirodnim zakonima i usvojenim pravilima prenosa prema definisanim zahtevima. Modelira se proces

formiranja proticaja od padavina uzimanjem u obzir uticaj snega, reljefa i zemljišta, tečenje kroz prirodne vodotoke u skladu sa morfološkim performansama, tečenje kroz hidrotehničke objekte, uključujući modeliranje promena uslova u funkciji vremena, modeliranje složenih upravljačkih kriterijuma (prioriteti i ograničenja zahteva i isporuka u funkciji parametara stanja sistema) i sl.

Mogućnosti ovakvog simulacionog modela su veoma široke:

- proizvoljna dispozicija sistema (u širokim granicama)
- mogućnost variranja svih relevantnih performansi objekata sistema
- mogućnost variranja svih bitnih parametara sistema
- mogućnost sagledavanja ponašanja sistema u različitim situacijama
- mogućnost promene hidroloških parametara
- zadavanje različitih scenarija potreba za vodom (hidroenergetika, vodosnabdevanje, navodnjavanje, ekologija, itd.)
- zadavanje različitih upravljačkih odluka

DEKOMPOZICIJA RAZMATRANOG PROSTORA

Osnovna dekompozicija sistema je izvršena pomoću dve vrste entiteta: čvorova i veza, čijim povezivanjem se formiraju funkcionalne šeme, koje su osnova za simulaciju saglasno definisanim pravilima distribucije vode između pojedinih entiteta.

Čvorovi

Čvorovi su elementi modela za koje važi jednačina kontinuiteta. U čvorovima se susreću jedna ili više dolazećih ili odlazećih veza. U okviru dekompozicije sistema izdvojeno je petnaest vrsta čvorova:

- površinski sliv (modeliranje padavina i njihovo generisanje u ulazne doticaje modela)
- akumulacija (transformacija u akumulaciji)
- preliv (modeliranje tečenja na prelivima na branama)
- temeljni ispust (modeliranje tečenja kroz temeljne ispuste na branama)
- akumulaciona elektrana (modeliranje tečenja kroz akumulacionu elektranu sa proizvodnjom energije – sadrži zahtev za proizvodnju energije)
- protočna elektrana (modeliranje tečenja kroz protočnu elektranu sa proizvodnjom energije – ne sadrži zahtev za proizvodnju energije)
- reverzibilna elektrana (modeliranje tečenja kroz reverzibilnu elektranu sa proizvodnjom energije –

sadrži zahtev za proizvodnju energije i zahtev za pumpanje)

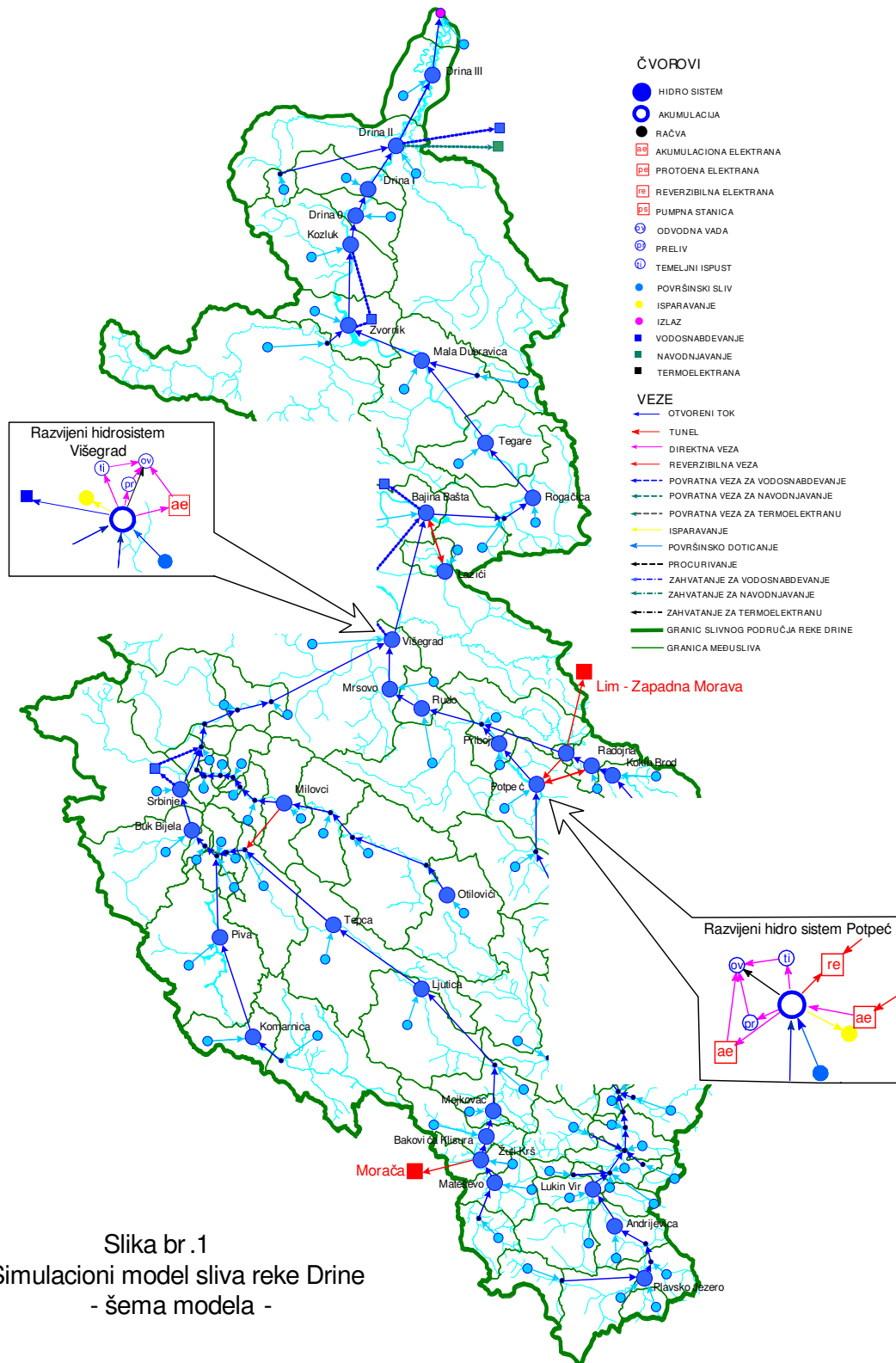
- odvodna vada (specijalni tip račve – sadrži i zahtev za biološkim minimumom i krivu proticaja)
- račva (čvor u kome se bilansira više dolazećih i odlazećih veza bez promene zapremine)
- navodnjavanje (kontrolisan izlaz vode iz sistema – sadrži zahtev za korišćenje vode za navodnjavanje)
- vodosnabdevanje (kontrolisan izlaz vode iz sistema – sadrži zahtev za korišćenje vode za vodosnabdevanje)
- termoelektrana (kontrolisan izlaz vode iz sistema – sadrži zahtev za korišćenje vode za termoelektranu)
- pumpna stanica (modeliranje tečenja kroz pumpnu stanicu sa potrošnjom energije – sadrži zahtev za vodom)
- isparavanje (nekontrolisan izlaz vode iz sistema, isparavanjem sa slobodne vodene površine)
- izlaz (nekontrolisan izlaz vode iz sistema)

Jednu grupu čvorova čine oni u kojima voda neminovno odlazi iz sistema (čvorovi tipa izlaz i isparavanje), dok se ostali čvorovi mogu podeliti na čvorove koji imaju zahteve za vodom (hidroelektrana, odvodna vada, navodnjavanje, vodosnabdevanje, termoelektrana, pumpna stanica) i čvorove koji zadovoljavaju i/ili prenose zahtev. Svi tipovi čvorova imaju parametre kojima se opisuje njihovo ponašanje.

Veze

Veze su elementi modela za koje važi jednačina tečenja, pomoću koje se vrši transformacija ulaznog hidrograma u vezu u izlazni hidrogram iz veze. Pomoću veza se vrše i prosljeđivanja zahteva korisnika. Jedna veza spaja dva čvora (ulazni i izlazni). Voda teče od ulaznog čvora ka izlaznom. Zahtev se prosljeđuje u obrnutom smeru. U okviru dekompozicije sistema na različite entitete izdvojeno je šesnaest vrsta veza:

- površinsko doticanje (transformacija padavine u oticanje)
- otvoreni tok Kalinin-Miljukov (površinsko tečenje u otvorenom toku – reke i kanali metodom Kalinin-Miljukova)
- otvoreni tok Maskingam (površinsko tečenje u otvorenom toku – reke i kanali-metodom Maskingama)
- direktna veza (tečenje bez transformacije)
- tunel (tečenje bez transformacije)
- reverzibilna veza (tečenje između reverzibilne elektrane i akumulacija-tečenje u oba smera)
- procurivanje (modeliranje procurivanja kroz pregradni profil brane – gubici iz akumulacije)



- isparavanje (direktna veza prema čvoru isparavanje)
- zahvatanje za navodnjavanje iz račve (direktna veza prema čvoru navodnjavanje)
- zahvatanje za vodosnabdevanje iz račve (direktna veza prema čvoru vodosnabdevanje)
- zahvatanje za vodosnabdevanje iz akumulacije (direktna veza prema čvoru vodosnabdevanje)
- zahvatanje za navodnjavanje iz akumulacije (direktna veza prema čvoru navodnjavanje)
- zahvatanje za termoelektranu iz akumulacije (direktna veza prema čvoru termoelektrana)
- povratna veza za navodnjavanje (vraćanje dela zahvaćenih voda uz vremensko kašnjenje)
- povratna veza za vodosnabdevanje (vraćanje dela zahvaćenih voda uz vremensko kašnjenje)
- povratna veza za termoelektranu (vraćanje dela zahvaćenih voda uz vremensko kašnjenje)

Svi tipovi veza, izuzev onih koje su po karakteru direktne, imaju parametre kojima se opisuje njihovo ponašanje.

Šematski prikaz sistema

Kombinacijom navedenih čvorova i veza moguće je formirati model za različita stanja njegove izgrađenosti i različite pretpostavke o performansama objekata (važi i za postojeće i za buduće objekte).



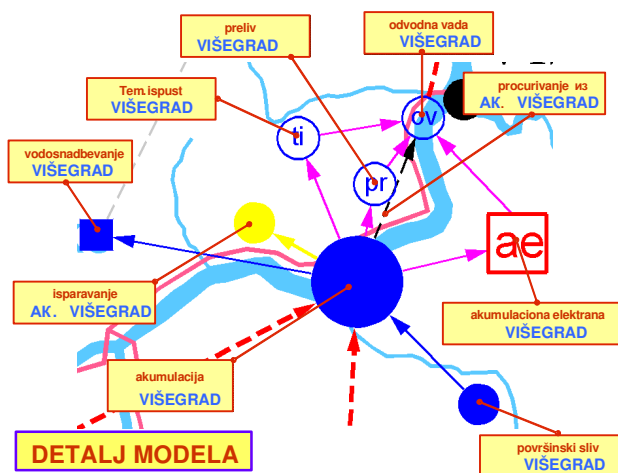
Slika 2: Oznake čvorova i veza

Hidrosistem Drina za stanje konačne izgrađenosti ima najsloženiju konfiguraciju koja se u tom slučaju

modelira dekompozicijom prostora na ukupno 774 čvorova i 1376 veza.

Svaki od entiteta ima svoju identifikaciju, koju čine broj, oznaka i ime.

Svako drugo stanje izgrađenosti Hidrosistema Drina se može tretirati kao podsistem stanja konačne izgrađenosti.



Slika 3: Detalj modela

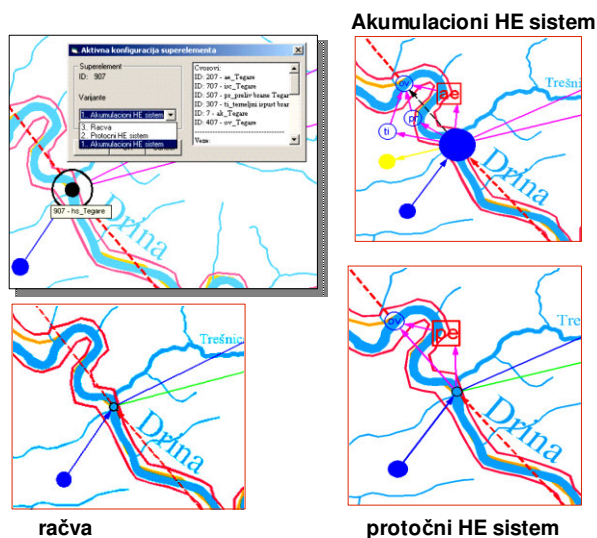
Mogući hidroenergetski sistemi

Zbog uproščavanja složenosti konfiguracije sistema u cilju lakše manipulacije i definisanja različitih varijanti razvoja sistema, uvedene su varijantne grupe entiteta, nazvane – mogući hidroenergetski sistemi. Predviđeni su sledeće varijante mogućih hidroenergetskih sistema:

- mogući akumulacioni hidroenergetski sistem,
- mogući protočni hidroenergetski sistem i
- račva.

Mogući akumulacioni hidroenergetski sistem predstavlja varijantu razvoja sistema u kojoj se na nekom budućem pregradnom mestu gradi akumulacija značajnije zapremine (nedeljno, mesečno, godišnje, višegodišnje izravnavanje). Mogući akumulacioni hidroenergetski sistem sadrži sledeće čvorove: akumulacija, akumulaciona elektrana, odvodna vada, temeljni ispuist, preliv i isparavanje iz akumulacije, kao i direktne veze između pomenutih čvorova: akumulacija-odvodna vada (procurivanje), akumulacija-preliv (direktna veza), akumulacija-temeljni ispuist (direktna

veza), akumulacija-akumulaciona elektrana (direktna veza) i akumulacija-isparavanje iz akumulacije.



Slika 4: Mogući hidroenergetski sistemi

Mogući protočni hidroenergetski sistem predstavlja varijantu razvoja sistema u kojoj se na nekom budućem pregradnom mestu gradi brana (zahvat) za elektranu protočnog tipa pri čemu ne postoji akumulacija koja omogućava izravnavanje dotoka. Mogući protočni hidroenergetski sistem sadrži sledeće čvorove: (uzvodna) račva, protočna elektrana i odvodna vada, kao i direktne veze između pomenutih čvorova: (uzvodna) račva-odvodna vada, (uzvodna) račva-protočna elektrana i protočna elektrana-odvodna vada.

Mogući hidroenergetski sistem tipa račva označava da na tom pregradnom mestu nije izgrađen objekat za hidroenergetsko korišćenje voda. U tom slučaju ovaj mogući hidroenergetski sistem sadrži samo čvor tipa račva.

U simulacionom modelu predviđene su 52 lokacije kao mogući hidroenergetski sistemi.

BAZA PODATAKA – INFORMATIČKA OSNOVA

Raspoloživi podaci o svim objektima i merenim veličinama koji se mogu uključiti u model nalaze se u bazi podataka (tip objekta, podaci o geografskom položaju, fizičke karakteristike, hidro-meteorološki podaci i sl.).

Simulacioni model se može sastojati samo od objekata koji su definisani u bazi podataka.

Modeliranje je proces izbora aktivnih objekata (objekata koji ulaze u sastav konkretne konfiguracije koju želimo da analiziramo) i definisanje njihovih performansi uz dopunu i modifikovanje podataka preuzetih iz baze.

Podaci o performansama objekata mogu se preuzeti iz baze ili slobodno definisati od strane korisnika u radnom dokumentu.

Ulazne vremenske serije (na primer: padavine, temperature, zahtevi i sl.) moguće je kreirati na osnovu istorijskih podataka koji se nalaze u bazi. Uz pomoć statističkih postupaka, ulazne vremenske serije se generišu u okviru radnih dokumenata i tako formirane predstavljaju ulazne podatke za simulacije. Ulazne vremenske serije mogu se i slobodno definisati od strane korisnika u radnom dokumentu.

Savremeni trendovi nalažu upotrebu velikog broja raznovrsnih podataka koji treba da budu zastupljeni u sistemima poput HIS Drina. Organizacija ovako velikog broja podataka uslovljava sve veću upotrebu GIS sadržaja. Danas postoji nekoliko opšteprihvaćenih standarda organizovanja GIS podataka od značaja za istraživanja u korišćenju vodenih resursa, poput ArcHydro modela (kome je organizacija podataka u bazi HIS Drina najsličnija), ili opštih modela kao što je OpenGIS. Povezivanje podataka sa realnim geografskim pojmovima se vrši korišćenjem podataka koji su grupisani u tematske nivoe (hidrografija, teren i otrofotografija). Takođe, podaci koji govore o vodotokovima u kontekstu životne sredine (okruženja) smešteni su poseban tematski nivo (karakteristike oticaja), koji se intenzivno koristi u procesu definisanja ulaznih serija doticaja na osnovu padavina. Ovaj nivo se koristi i za predviđanje mogućih scenarija u slučaju padavina, kao i za procenu opasnosti od poplava i suša.

Primenom date organizacije podataka i njihovim povezivanjem dolazi se do nivoa na kome je moguća upotreba standardnih modela i procedura za definisanje i analizu mreže vodenih tokova i slivova. Podaci daju kompletnu sliku o karakteristikama određenih vodenih tokova sa više aspekata (hidroenergetskog, aspekta racionalnog upravljanja, zaštite od suša i poplava i aspekta zaštite i unapređenja životne sredine).

Sa ovakvom bazom podataka moguće je uzeti u obzir i ulazne parametre poput uticaja vegetacije, naseljenosti,

načina obrađivanja zemljišta i sl., i automatski odrediti njihove realne vrednosti na osnovu GIS sadržaja.

FORMIRANJE ULAZNIH VREMENSKIH SERIJA

Popunjavanje i produžavanje istorijskih vremenskih serija

U postupku simulacije, kao prvi korak, neophono je definisati ulaz vode u sistem, što se mora odrediti za usvojeni period simulacije i vremenski korak (čas, dan, mesec) sa kojim se vrše proračuni.

Za formiranje ulaznih vremenskih serija (na primer: padavine, temperature i sl.) na osnovu istorijskih podataka koji se nalaze u bazi, pošto pri osmatranjima hidrometeoroloških pojava povremeno dolazi do prekida, neophodno je izvršiti popunjavanje postojećih ulaznih podataka za merodavne meteorološke stanice.

U okviru simulacionog modela, za popunjavanja i produžavanja postojećih vremenskih serija, korišćeni su osnovni postulati modela VNC, razvijenog u Institutu za vodoprivredu Jaroslav Černi.

Na slivnom području koje razmatra hidroinformacioni sistem Drina nalazi se veliki broj meteoroloških stanica na kojima su vršena osmatranja. Neke od stanica su ukinute, na nekima postoje samo periodična osmatranja. Nakon analize vremenske i prostorne pokrivenostima podacima, odabrane su meteorološke stanice na kojima postoje podaci merodavnih za određivanje ulaznih doticaja u sistem, i one su u bazi podataka navedene kao default stanice. Ovaj broj stanice nije ograničen i može se, prilikom svake simulacije menjati - smanjivati ukidanjem stanica ili povećavati dodavanjem novih stanica. Za potrebe popunjavanja serija ulaznih podataka, respektujući prostorni položaj stanica i sličnost klimatsko-meteoroloških uslova, formirane su grupe stanica unutar kojih se vrši popunjavanje serija.

Formiranje ulaznih doticaja

Ukupne padavine koje dospeju na slivno područje predstavljaju bruto padavine. Deo padavina koji dospe na slivno područje potom ispari, deo se infiltrira u zemljište i samo jedan deo otekne do vodotoka. Deo padavina koji sa slivnog područja dospe do vodotoka predstavlja efektivne padavine. Određivanje ulaznih dotoka u rečni tok ili akumulaciju vrši se primenom različitih računskih modela koji simuliraju proces pretvaranja padavina u oticaj (metoda transformacionih funkcija, metoda SWAT i dr.).

LOGIČKA OSNOVA I ALGORITMI

Svaka kombinacija čvorova i veza u simulacionom modelu predstavlja poseban algoritamski slučaj. Tako na primer, veza korisnika navodnjavanja sa akumulacijom predstavlja različit algoritamski slučaj od veze korisnika navodnjavanja sa računom.

Jasno je da opšti slučaj svih mogućih kombinacija aktivnih čvorova i veza ne može biti definisan kao strukturiran niz bilansnih jednačina. Da bi se formirao jednoznačan koncept uspostavljanja bilansnih relacija u proizvoljno definisanom simulacionom modelu (u okvirima podataka svrstanih u bazu podataka), mora se izvršiti identifikacija svih osnovnih podsistema i relacija koje odatle proističu, kako bi se omogućilo automatsko postavljanje sistema bilansnih relacija.

U softverskom rešenju analiza konfiguracija sistema proizilazi iz sadržaja baze podataka automatski, dok intrevencije na parametrima koji opisuju prenosne funkcije elemenata kao i njihovu aktivnost, odn. neaktivnost korisnik može zadavati interaktivno. Treba naglasiti da se matematičke veze za ovako definisane sisteme generišu automatski, unutar programa, a da se na redosled izračunavanja u ovakvim diskretnim simulacionim modelima utiče zadavanjem prioriteta od strane korisnika.

Postupak koji se primenjuje za svaki vremenski korak rešavanja se odvija kroz dva globalna koraka:

- ispostavljanje zahteva za vodom (ili energijom, u slučaju hidroelektrana)
- isporuka vode

Svaka veza ima levi i desni kraj, odnosno svaka veza je vektor usmeren od levog prema desnom kraju veze. Isporuke vode idu u smeru naznačenih vektora, a zahtevi idu u suprotnom smeru. U složenom sistemu neki članovi pored sopstvenih zahteva, zbog postojanja složenih veza, posreduju u prosleđivanju zahteva drugih članova. Sa druge strane, kod nekih članova je potrebno redukovati isporuku po osnovu već isporučenih količina.

Faza zahteva

Pošto postoji potpuna proizvoljnost u konfigurisanju sistema, redukovanje sistema u fazi zahteva, tj. zamenjivanje članova sumom zahteva prema tom članu i njegovim sopstvenim zahtevom, počinje od krajnjih levih članova sistema. Određivanje najisturenijih levih članova sastavni je deo algoritma za određivanje

hijerarhije sistema. U osnovi pomenutog algoritma je prebrojavanje levih i desnih veza svakoga od čvorova. Podrazumevajući da prvi nivo u globalnoj konfiguraciji čine svi članovi koji nemaju ni jednu desnu vezu (broj pojavljivanja na mestu levog kraja veze je nula), svaki sledeći nivo se dobija sukcesivno posle eliminacije članova prethodnog nivoa.

Faza isporuka

Kako je već rečeno proces isporuka ide sleva na desno, pa se u ovom slučaju hijerarhija uspostavlja od krajnjih levih članova na desno (nizvodno). Po analogiji za zahtevima kod isporuka, članovi prvog nivoa u hijerarhiji su oni koji nemaju nijednu levu vezu (ne nalaze se ni u jednoj vezi na desnom kraju), tj. imaju najisturenije desne pozicije. Pošto se eliminišu članovi prvog nivo tako što se od njih izvrši isporuka prema utvrđenim pravilima, a veze prvog nivoa se deaktiviraju (ne uzimaju se u obzir nadalje), utvrđuju se članovi koji pripadaju drugom nivou hijerarhije. To su članovi koji u ovom, drugom, prolazu nemaju levih veza (veze sa članovima prvog nivoa su neaktivne - ne uzimaju se u obzir). Postupak se nastavlja sukcesivno do krajnjih desnih članova koji su članovi najvišeg nivoa u hijerarhiji isporuke.

Režimi zahteva na akumulacijama

Svi tokovi u simulacionom modelu se svrstavaju u dve osnovne grupe:

- Tokovi diktirani nizvodnim zahtevima (zahtevi korisnika)
- Tokovi generisani bezuslovno na osnovu hidrometeoroloških parametara (npr. tokovi iz slivova, prelivi, procurivanje i sl.).

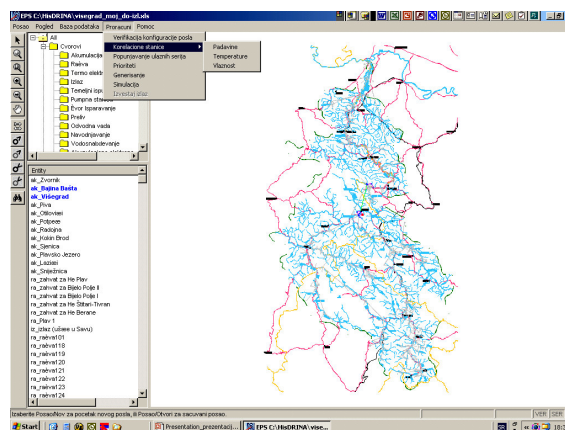
Da bi se postigao što jednostavniji i stabilniji automatizovan postupak simulacije, usvojeno je da se u rednim vezama zahtevi propagiraju ka najvišim tačkama uzvodno. Ovaj koncept, ako se imaju u vidu korisnici, potpuno odgovara kada ja cilj maksimalna obezbeđenost korisnika. Ipak, pravila distribucije vodnih resursa mogu biti mnogo kompleksnije uslovljena, što se posebno odnosi na režime na akumulacijama u sistemu. Ovim modelom je predviđen parametar koji određuje modalitet zahteva čvora akumulacije prema uzvodnim rezervoarima. Podržani su sledeći slučajevi:

- akumulacija ima uzvodno zahtev jednak deficitu koji nastaje usled nizvodnih zahteva (slučaj kada akumulacija ne može da pokrije zahteve koji joj se ispostavlja)

- akumulacija generiše zahtev iz uslova da se održava konstatno njen nivo (svodi se na uravnotežen bilans na akumulaciji - ovo je režim rada račve)
- akumulacija generiše zahtev ka uzvodnim rezervoarima sa ciljem održavanja maksimalnog nivoa
- akumulacija ne ispostavlja zahtev uzvodno
- akumulacija kompletan nizvodni zahtev prenosi kao zahtev uzvodno

INTERAKCIJE SA KORISNIKOM

Potpuna kontrola nad procesima nalazi se u interakciji korisnika sa softverskim paketom. Iako je softverskim rešenjima omogućen veliki automatizam u procesu modeliranja i simulacije, sa druge strane, korisnik može da utiče na niz raznih parametara i da na taj način interaktivno analizira problem.

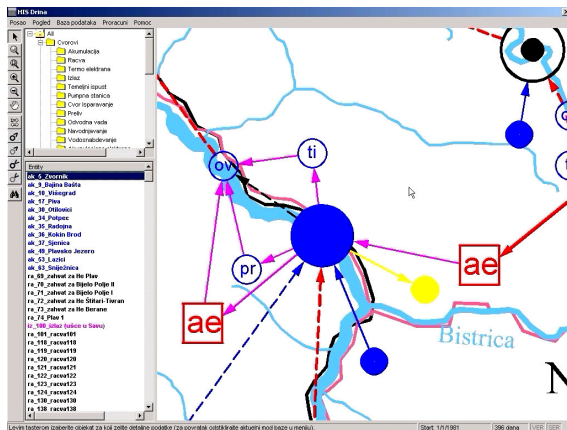


Slika 5:Radni ekran - konfigurisanje modela (ceo sliv)

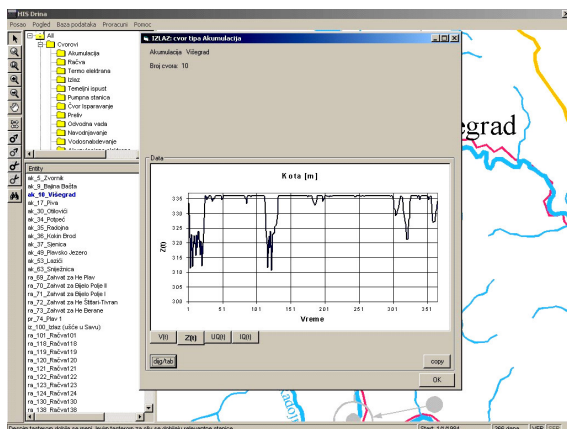
U cilju efikasnog i udobnog korišćenja realizovan je jedinstven korisnički interfejs, koji služi kao posrednik između korisnika i softvera za simulaciju. U pitanju je moderan softver, grafički orijentisan, koji preko niza različitih ekrana i dijaloga, na interaktivan i intuitivan način vodi korisnika kroz proces simulacije.

Rezultat simulacije se smešta u radni dokument i, kao takav, može predstavljati samo jednu od varijanti simulacije istog simulacionog modela sa variranim parametrima.

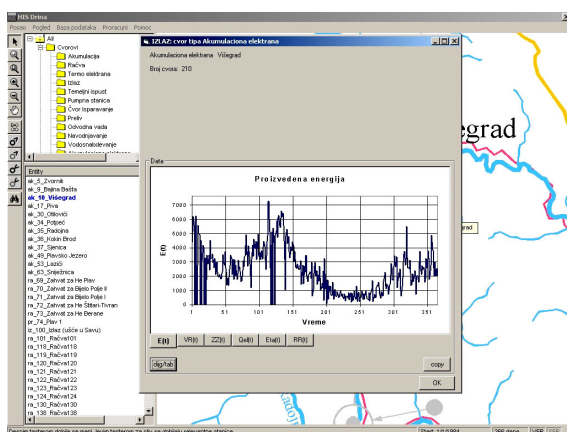
Na sledećim slikama vide se neki od dijaloga i ekrana koji se mogu javiti u procesu simulacije.



Slika 6: Radni ekran - konfigurisanje modela (detalj sliva)



Slika 7: Dijalozi- Izlazni rezultati (nivo vode u akumulaciji)



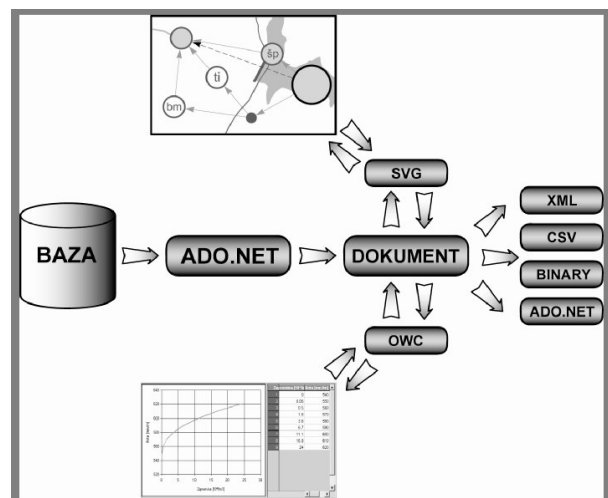
Slika 8: Dijalozi- Izlazni rezultati (proizvedena energija)

Konačni izveštaji se formiraju na osnovu rezultata u tabelarnom i grafičkom obliku koji se standardnim postupkom mogu preseliti u standardne programe kao što je tekst-procesor i sl. Takođe, rezultati simulacije se mogu arhivirati i u nekoliko standardnih formata kao što su XML, binarni fajl, CSV fajl, Excel dokument i sl. Na ovaj način se postiže interoperabilnost sa velikim brojem softverskih paketa koji se koriste za analizu rezultata, kreiranje izveštaja ili publikovanje u neki od Internet formata.

SOFTVERSKA OSNOVA

Program predstavlja standardnu Windows aplikaciju - omogućena je primena uobičajenih alatki u okviru tog okruženja (clipboard, korišćenje i setovanje izlaznih uređaja i dr.).

Razvojno okruženje je najsavremenija softverska tehnologija koja se oslanja na SQL server baze podataka, .NET porodicu programskih jezika, ADO tehnologiju za povezivanje sa bazom podataka i čitav niz ActiveX komponenti koje sačinjavaju programski paket.



Slika 9: Razvojno softversko okruženje simulacionog modela Drina

Ovakva struktura programskog paketa daje odlične karakteristike, uobičajene za savremene komercijalne softvere. Sa druge strane, ovakva tehnologija podrazumeva upotrebu savremene hardverske platforme koja svakako uključuje kvalitetne grafičke i računsko/memorijske karakteristike.

U okruženju standardnih komponenti relativno lako i intuitivno se ostvaruje veza sa postojećim standardnim softverima čijom upotrebom se proširuje spisak mogućnosti pruženih paketom npr. portabilnost dokumenata u okruženje MS Office-a ili publikovanje delova izveštaja na Internetu.

ZAKLJUČAK

Matematički (simulacioni) model, predstavlja jezgro hidro-informacionog sistema. primenom simulacionog modela sliva reke Drine, omogućilo bi se optimalno upravljanje sistemom u sadašnjim i u budućim uslovima, kao i analiza efekata razvoja sistema i, saglasno tome, donošenje kompetentnih odluka koje se tiču optimalnog višenamenskog korišćenja voda sliva reke Drine. Na taj način bi se omogućilo lakše postizanje dogovora o svim nerešenim pitanjima. U tom smislu, iako se pojedine komponente hidro-informacionog sistema mogu separatno razvijati, ističe se nužnost za saradnjom između svih Republika i zainteresovanih institucija, a kao optimum, zajednički razvoj simulacionog modela.

LITERATURA

- [1] Divac D., Grujović N., Milovanović M., Nov simulacioni model za bilansnu analizu vodoprivrednih sistema – metodologija, softver i primena, Monografija Upravljanje vodnim resursima Srbije 99, Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi, Beograd, 1999.
- [2] Institut J. Černi i Mašinski fakultet Kragujevac: Hidro-informacioni sistem Drina, Simulacioni model – prva faza, softver i studija, Beograd, 2003.
- [3] Grujović N.: Metodi inkrementalnog rešavanja nelinearnih problema u proračunu konstrukcija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 1989.
- [4] Planska, tehnička i studijska dokumentacija vezana za Hidrosistem Drina (više desetina naslova različitih autora i institucija)
- [5] J.G. Arnold, S.L. Neitschn, J.R. Kiniry, J.R. Williams, SWAT -Soil and Water Assessment Tool Users Manual, Texax 2001.
- [6] Prohaska S., Ristić V., Hidrologija I deo, hidro-teteorologija, hidrometrija i vodni režim, Beograd 2003.
- [7] Prosis, J.: Programming Microsoft® .NET Microsoft Publishing, Redmond, 2003.
- [8] Alapati, S.: Expert Oracle9i Database Administration, Apress Publishing, Berkeley, 2003.
- [9] Campesato, O.: Fundamentals of Svg Programming: Concepts to Source Code, Charles River Media, 2003.
- [10] Blind, M.W., Adrichem, B., Groenendijk, P.: Generic Framework Water: An open modeling system for efficient model linking in integrated water management - current status, EuroSim 2001, Delft, 2001.
- [11] Blind, M.W., Adrichem, B., Groenendijk, P.: Generic Framework for hydro-environmental modelling, HydroInformatics 2000, Cedar Rapids, 2000.
- [12] Maidment, D. R.: ArcHydro GIS for Water Resources, ESRI Press, Redlands, 2002.
- [13] Struve, J., Westen, S., Millard, K., Fortune, D.: Harmonit - State of the Art Review, London, 2002

THE CONCEPT OF A SIMULATION MODEL OF THE DRINA RIVER BASIN

by

Dejan DIVAC,
The Jaroslav Černi Institute for the Development of Water Resources
Nenad GRUJOVIĆ,
Faculty of Mechanical Engineering, Kragujevac

Summary

A simulation model is the basic component of complex software and is the core of a distributed system aimed at supporting integrated water management in the Drina river basin. Available information on structures and measured quantities is found in the database. Water is transferred between entities in the simulation model in compliance with the rules incorporated into the software modules, and is governed by the laws of nature and the adopted rules of transfer based on defined requirements.

This relates to modeling of runoff from precipitation, taking into account the impacts of snow, the relief and the ground; modeling of the flow along natural watercourses based on morphological performance, modeling of time-dependent flow condition changes, modeling of complex management criteria, etc.

Key words: simulation, nodes, links, precipitation/runoff, demand/delivery, management.

Redigovano 16.05.2004.