

Semantička sinhronizacija ključnih registara u modelu upravljanja resursima pitke vode

Dr Milorad Banjanin¹, Mr Danka Čulum-Miladinović², Mr Goran Drakulić³, Mr Branislav Drašković⁴

Sadržaj — Predmet istraživanja je prostorno-katastarski informaciono-prezentacioni sistem (PKIPS) i njegova primena u procesu upravljanja resursima pitke vode, sa ciljem unapređivanja kvaliteta i dostupnosti prostornih i drugih relevantnih podataka o tim resursima. Definiše se model upravljanja resursima pitke vode na platformi PKIPS-a, kojom se unapređuje efikasnost razmene informacija u pojedinačnim interakcijama društvenih, državnih i privatnih učesnika u vodosnabdevanju. Model je orijentisan na postizanje visokog nivoa dostupnosti i višestruke upotrebe podataka u širem geografskom prostoru na principima kooperacije, koordinacije i kolaboracije različitih elemenata sistema za snabdevanje pitkom vodom. Primena tog modela, u kome su ključni registri semantički sinhronizovani, može omogućiti racionalnije i održivije korišćenje resursa pitke vode i izbegavanje mogućih sukoba interesa ili nadležnosti nad njima.

Ključne reči — Informaciono komunikacione tehnologije, interoperabilnost, prostorni podaci, prostorno-katastarski info-prezentacioni sistem, prostorna informaciona infrastruktura, resursi pitke vode, semantička sinhronizacija ključnih registara.

I. UVOD

RESURSI pitke vode imaju posebnu ulogu za budućnost čoveka, a u jačanju te uloge sve veći značaj imaju kvalitetni, pravovremeni i pouzdani podaci i informacije u posmatranoj oblasti. Posebni zahtevi se odnose na poboljšanje procene potencijala tih resursa zasnovane na spoznaji i novim znanjima o složenim interakcijama vode, prirode i čoveka. [12] Istovremeno, donošenje strateških i operativnih odluka u sistemu vodosnabdevanja u funkciji je kvaliteta tih zahteva i njihovih rešenja.

Sistem integralnog upravljanja vodnim resursima na nekom prostoru zahteva prikaz podataka u geoprostornom koordinatnom sistemu i povezivanje geoprostornih informacija o vodnim karakteristikama terena za vremenske serije merenja. Primarne strukture za prezentacije većeg prostora prikazuju se u vektorskom

obliku, podržane rasterskom podlogom i eventualno TIN (engl. Triangulated Irregular Network - mreža nepravilnih trouglova) prikazom terena. Planiranje i kreiranje jedinstvene informacione strukture resursa pitke vode podrazumeva i sledeće principe organizacije: usklađenost ciljeva, standarde identifikacije vodnih objekata, usklađenost sadržaja ključnih registara, jedinstvo komunikacione mreže, usklađenost systemske programske podrške, jedinstvenu bazu podataka, tehnološku kompatibilnost opreme i potpunost informacionog povezivanja svih subjekata.

II. PROSTORNO-KATASTARSKI INFORMACIONO- PRESENTACIONI SISTEMA ZA UPRAVLJANJE VODOSNABDEVANJEM

Prostorno-katastarski informaciono-prezentacioni sistem (PKIPS) definišemo kao kompleksnu interakcionu matricu elemenata tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i pravne funkcije za planiranje, implementaciju i efikasni kontroling integralnog upravljanja resursima pitke vode, koji zadovoljava identifikovane potrebe i zahteve. Generisanje pouzdanih, komparabilnih i dostupnih podataka i informacija podrazumeva odgovarajuću organizacionu integraciju GIS-a [1] sa drugim funkcionalno-aplikativnim softverima (npr. Arc Hydro) i pridruženim bazama podataka, kao i interoperabilnost savremenih tehnoloških rešenja u sistemu vodosnabdevanja sa upravljanjem finansijskim, materijalnim i ljudskim resursima. U tom kontekstu, od PKIPS se zahteva da bude pouzdan i sveobuhvatan, interoperabilan informaciono-prezentacioni sistem dostupan širokom krugu korisnika u lokalnoj i državnoj upravi i ukupnoj javnosti.

U opštem slučaju PKIPS strukturiraju prostorna informaciona infrastruktura (PII), ICT oprema i procedure/postupci potrebni za prikupljanje, sortiranje i analizu podataka, kao i generisanje, vrednovanje i distribuiranje pravovremenih i tačnih informacija. Ideja je da se implementacijom PKIPS-a u sistem vodosnabdevanja omogući kompletna dokumentovanost i transparentnost digitalizovanih radnih tokova, ostvari koordinacija aktivnosti svih interesnih grupa i obezbedi vidljivost istih, u svrhu donošenja kvalitetnih strateških i operativnih odluka u upravljanju resursima pitke vode. Skladištenje, procesiranje, prezentovanje i distribucija relevantnih prostornih i neprostornih podataka, zainteresovanima za njihovo korišćenje (nadležnim institucijama, postrojenjima za preradu sirove vode, privatnim fabrikama flaširane

¹Prof. Dr Milorad K. Banjanin, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: mkb252633@eunet.rs).

²Mr Danka S. Čulum, dipl. ing., Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: dankamil@sezampro.rs).

³Mr Goran D. Drakulić, dipl. ing., Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (e-mail: drakulic@hotmail.com).

⁴Mr Branislav Drašković, Filozofski fakultet Pale, Univerzitet u Istočnom Sarajevu; (draskovic.branislav@gmail.com).

vode, korisnicima i dr) može se oceniti kao osnovni cilj primene PKIPS u upravljanju resursima pitke vode.

U tradicionalnim, ali i u nekim novijim visoko dinamičnim poslovnim sistemima, poput sistema za vodosnabdevanje, relevantni prostorni i neprostorni podaci su uglavnom smešteni na različitim lokacijama i u različitim modelima podataka. [5] Za njihovo prezentovanje, modelovanje i manipulisanje hidrološkim fenomenima nisu najpogodniji ni jednostavni entitetski vektorski modeli tačaka, linija i poligona. Taj problem postoji jer promene u geometriji znače promenu koordinata i topoloških podataka u mreži poligona, što zahteva značajna računanja.

Zbog toga je bolje koristiti model zasnovan na upotrebi autentičnih registara (ili „ključnih registara“) za skladištenje ključnih podataka koji su interoperabilni i dostupni za integraciju i višestruku upotrebu, a omogućavaju i povezivanje primitivnih entiteta u funkcionalne grupe. Interna struktura ključnih registara dozvoljava da dejstvo na jednu komponentu grupe bude automatski preneseno na druge delove. Shodno tome, ključni registri ne samo da sadrže geografsku lokaciju, geometriju, topologiju i attribute, već i informacije o tome kako oni reaguju na promene. Dakle, upotreba PKIPS mora biti bazirana na potpuno definisanim ključnim registrima iz svih oblasti stvaranja novih vrednosti koje su na neki način povezane sa vodosnabdevanjem.

PKIPS je sistem sa tzv. punom strukturom, što podrazumeva da svi podsistemi (kao čvorovi informacione mreže) mogu neposredno međusobno komunicirati, čime se poboljšava operativnost, funkcionalnost, konzistentnost i pouzdanost svih učesnika u lancu, koji se javljaju i kao davaoci i kao korisnici informacija. Zapravo, punu strukturu sistema čine sledeće komponente: ciljna (cilj ili skup ciljeva u vodosnabdevanju), organizaciona (skup elemenata i komponenti sa međusobnim vezama koje formiraju topologiju PKIPS-a), funkcionalna (aktivnosti koje se izvode prilikom konverzije inputa u autpute), informaciona (sveukupnost semantičkih predstava relevantnih prostornih i neprostornih podataka sa kojima i nad kojima obavlja funkcionalne transformacije), komunikaciono-interakciona (proučava se preko analize PKIPS-a) i upravljačka struktura (usklađuje ukupno ponašanje PKIPS-a u procesu vodosnabdevanja).

A. Opšta arhitektura PKIPS-a

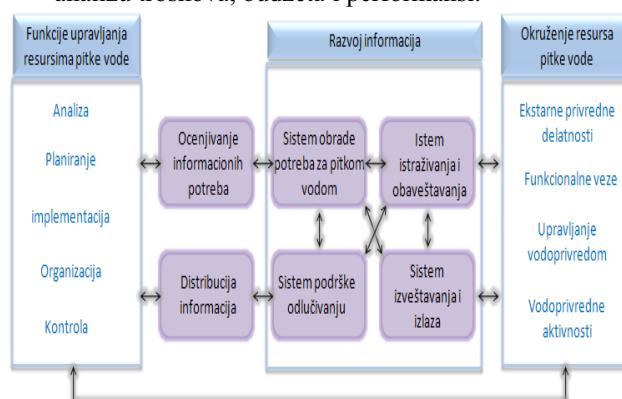
Dizajn arhitekture PKIPS-a koristi platformu funkcionalnosti podeljene na logičke slojeve sa standardizovanim interfejsima. Tako se postiže veća fleksibilnost i mogućnosti za održavanje, jer promene u jednom logičkom sloju nemaju konsekvence u drugim slojevima, sve dok interfejsi između slojeva nisu promenjeni.

Na Sl. 1 su predstavljene veze PKIPS-a sa elementima njegovog okruženja i njegova opšta arhitektura u vodosnabdevanju, koja se sastoji od četiri primarna sloja (sistema) za:

- obradu potreba za pitkom vodom - prikupljaju i

procesiraju podatke koji direktno zavise od korisnika.

- istraživanja i obaveštavanja - vrše monitoring i izvode zaključke o događajima koji se direktno tiču resursa pitke vode i njihove raspoloživosti. Monitoring uključuje nadgledanje *unutrašnjeg okruženja* (u fokusu su interni rad i elementi koje katastarsko odeljenje kontroliše na republičkom nivou), *spoljašnjeg okruženja* (obuhvata događaje izvan katastarskog odeljenja, koji se odnose na sve katastarske parcele obuhvaćene u republičkom prostornom planu sa izvorištima i postrojenjima za preradu i distribuciju pitke vode) i veza između urbanističko-katastarskih odeljenja na nižim nivoima (npr. na nivou opština).
- podršku odlučivanju (PO) - rešavaju složene probleme primenom analitičkog modelovanja, zasnovanog na odgovarajućoj bazi relevantnih informacija i, u skladu sa tim, uključuje: osnovne dokumente koji sadrže interne i eksterne podatke za analitičko modelovanje, dokumente koji sadrže ključne faktore i podatke o politici i parametrima koji određuju operativnu politiku upravljanja resursima pitke vode za svako funkcionalno područje, dokumente sa analizama koje se porede sa budućim analizama i dr.
- izveštavanje - kreiraju operativne i kontrolne izveštaje za planiranje, kontrolisanje i upravljanje resursima pitke vode, planiranje vodosnabdevanja korisnika i analizu troškova, budžeta i performansi.

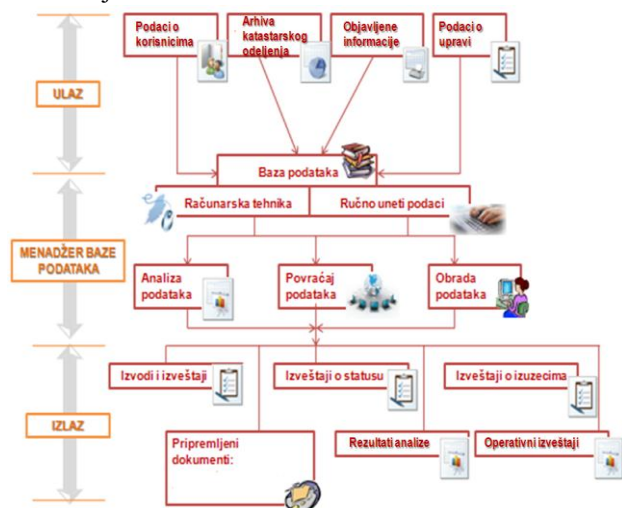


Sl. 1. Opšta arhitektura PKIPS-a i interakcije sa elementima njegovog okruženja.

B. Osnovne funkcije PKIPS-a

Osnovne funkcije PKIPS-a su unos i procesiranje podataka, generisanje, prezentacija, skladištenje i kontrola izlaznih informacija. Unosu podataka prethodi njihovo sakupljanje i priprema za procesiranje, dok rezultate procesiranja koriste državne institucije i agencije (npr. katastarsko odeljenje unutar opštinskih organa) u sklopu PKIPS, a mogu i da se uskladište i kasnije primene kao novi inputi za realizovanje određene aktivnosti. Skladištenje informacija se realizuje na uređen način da bi se kasnije mogle retrivirati i upotrebiti kao inputi za određeni zadatak u sistemu vodosnabdevanja. Izlazne informacije se prezentuju korisnicima u obliku poruka, izveštaja, formulara i grafičkih formulacija, koji je prilagođen situaciji i privrednoj oblasti u kojoj će se te

informacije koristiti.



Sl. 2. Osnovne funkcije, oprema i podaci u PKIPS-u.

Pri korišćenju funkcionalnosti PKIPS-a važe sledeći principi:

- Ne postoji isključivi titular (kao kod Internet portala), već su svi subjekti u njemu vlasnici svojih (lokalnih) informaciono-tehnoloških resursa;
- Informacije u državnoj svojini su dostupne ovlašćenim subjektima unutar sistema bez naknade, osim ako za njih nisu potrebna posebna odobrenja, iz bezbednosnih razloga;
- Hidrometeorološke informacije koje se sakupljaju monitoringom okruženja, a koje finansira država, predstavljaju javnu svojinu i dostupne su svim ovlašćenim subjektima u sistemu;
- Hidrometeorološke informacije koje državne institucije prikupljaju na osnovu narudžbina pojedinih subjekata nemaju javni karakter, tj. dostupne su drugim subjektima samo uz odobrenje naručioca;
- Informacije koje nisu u državnom vlasništvu se svojinski razgraničavaju prema izvoru finansiranja.

III. MODEL UPRAVLJANJA RESURSIMA PITKE VODE NA PLATFORMI PKIPS-A

Aneks VII Evropske Direktive o vodama, obavezuje odgovorne subjekte na izradu plana upravljanja po većim rečnim slivovima. Taj plan, između ostalog, predviđa kartiran prikaz površinskih i podzemnih voda sliva, kartiran prikaz zaštićenih područja, katastar zagađivača, registar svih planova i programa upravljanja po slivovima, sve vodne celine namenjene ljudskoj potrošnji, monitoring svih voda protoka većeg od 100 m³ na dan itd. Operativni model za centralizovano upravljanje resursima pitke vode na platformi PKIPS-a obezbeđuje proaktivno prikupljanje prostornih i drugih relevantnih podataka korišćenjem senzorske tehnologije, globalnih navigacionih satelitskih sistema (GNSS) i bežične komunikacije. Pored povećavanja efikasnosti razmene informacija u interakcijama društvenih, državnih i privatnih agenata, primenom PKIPS-a se uspostavlja interoperabilnost informacionih sistema različitih organizacija i institucija, čija prostorna dislociranost uslovljava veb-komunikacionu tehnološku platformu, sa PII. U tom kontekstu, PII

predstavlja digitalnu kolekciju svih izvora geo-informacija koja osnažuje PKIPS u prikupljanju relevantnih podataka za adekvatno vodosnabdevanje. [13] S druge strane, veb-komunikacione tehnologije čine transparentnom prezentaciju informacija relevantnih za upravljanje tim resursima. Fleksibilnost, kao neizbežna karakteristika PKIPS-a omogućava brzo prilagođavanje promenama u okruženju (npr. uticaj suše u toku letnjeg perioda) i retriviranje relevantnih informacija iz baze podataka, za sve nivoe odlučivanja.

Model upravljanja resursima pitke vode, između ostalog, zahteva da PKIPS sadrži: generalni opis karakteristika vodnog područja, kartu monitoring mreže, identifikatore institucija i postrojenja koja se koriste za vodosnabdevanje, registar zaštićenih područja i dr. Očigledno je da u PKIPS postoji veći broj registara sa različitim informacionim sadržajima zbog čega je važno definisati koji sadržaj pripada kom registru, odnosno, definisati ključne registre. [13]

A. Ključni registri u modelu upravljanja resursima pitke vode

Uloga ključnih registara, kao važne komponente modela mora se detaljno istražiti, posebno zbog njihovih jakih veza koje imaju sa drugim registrima u PII, i to prostorne (npr. topologija, putevi) i administrativne (npr. preduzeća komunalnih delatnosti, adrese, institucije i sl). To znači da su potrebne nedvosmislene definicije sadržaja svih ključnih registara kako bi se izbeglo preklapanje i omogućila ponovna upotreba informacija u drugim eksternim registrima. Pored toga, kontinualnim ažuriranjem tih nezavisnih, ali na neki način povezanih registara, omogućava se i održavanje konzistentnosti, i to ne samo u jednom registru, već i između njih. [5]

To omogućava rafiniranje geometrijskih oblika objekata i dodavanje ključnih informacija (atributa) koje povezuju svaki objekat sa njegovim opisom u matičnom i eksternim registrima. [13] Na primer, neki atributi koncepta odnosno objekta vrelo su naziv, koordinate, nadmorska visina, izdašnost, kvalitet, udaljenost od vodovodne mreže itd, dok su atributi objekta planinski potok: naziv, podsliv, površina sliva, kota izvorišta i ušća, dužina i minimalna dužina toka, koeficijent razvitka toka, ukupan i prosečan pad itd. Povezanost atributa sa objektima, pojavama ili procesima predstavlja izvor neospornog velikog značaja i uticaja ključnih registara u upravljanju resursima pitke vode.

Podrazumeva se i stvaranje i nedeljivost atributa koji pitku vodu odlikuju kao resurs, preko matrične četvorke:

$$VR = ((L, Q, Q_0), US), \quad (1)$$

gde su atributi lokacija (L), količina (Q), kvalitet (Q₀) i postojanje uslova za korišćenje (US). Zbog toga su različiti registri međusobno povezani, odnosno, postoje reference u sadržaju jednog registra ka drugom registru. Kada se jednom uspostave te veze, omogućeno je dobijanje svih atributa izabranog objekta, ili obrnuto, lociranje objekta u prostoru na osnovu zadatih atributa. Pošto su veze između objekata i njihovih atributa dinamičkog karaktera, a

registri se održavaju od strane većeg broja autonomnih organizacija i institucija, velika pažnja mora biti posvećena i ažuriranju informacija kako bi se inicirala potencijalno povezana ažuriranja i u drugim registrima. Neophodne su i nedvosmislene specifikacije podataka za same ključne registre, ali i u određivanju njihovih granica i održavanju konzistentnosti između njih nakon ažuriranja. Takođe je potrebno odrediti i način za postizanje harmonizovanih specifikacija podataka u registrima, gde se posebna pažnja mora posvetiti sledećim kategorijama podataka: geografskih i topografskih podataka, podataka o infrastrukturnim objektima u oblasti vodosnabdevanja i komunalne službe, podataka o statusima površinskih i podzemnih voda, podataka koji se odnose na opšte uslove akvatične životne sredine, na rezultate istraživanja, na emisije i merene podatke i podatke o korisnicima pitke vode, interesnim grupama, institucijama i javnosti. Dakle, sadržaj ključnih registara je prva stvar koju treba istražiti i postići konsenzus o granicama tih registara. Neki od mogućih ključnih registara koji su eksterno povezani sa modelom upravljanja resursima pitke vode su:

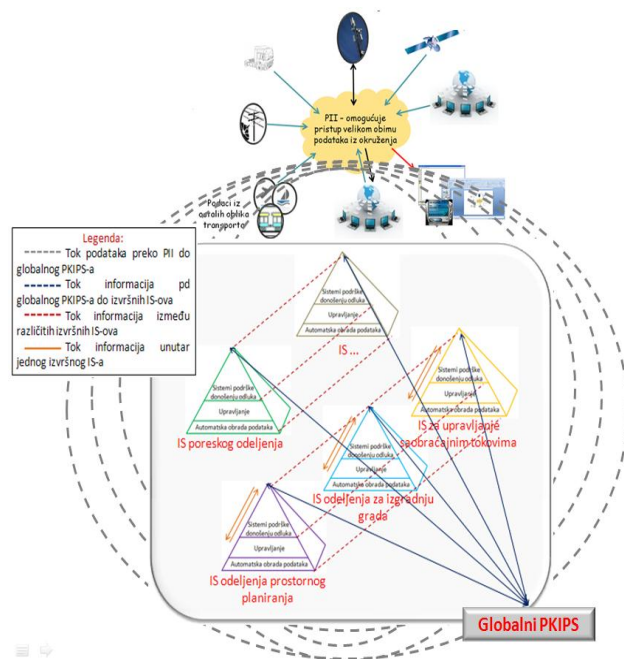
- Katastarski (zemljišni) registar.
- Registar osoba (npr. korisnika, nadležnih i odgovornih lica i dr).
- Registar preduzeća, institucija i dr.
- Registar objekata saobraćajne infrastrukture.
- Registar deskriptivnih podataka (priroda, veličina, vrednost i zakonska prava ili zabrane povezane sa svakim registrovanim objektom).

Svi ti registri mogu biti korišćeni, na primer, u svrhe referenciranja (ili kao podrška za unosenje podataka) u modelu upravljanja resursima pitke vode. Međutim, takva njihova upotreba zahteva određene semantičke sporazume između „podeljenih“ koncepata ili u najmanju ruku interfejsa i identifikatore objekata. [13] Drugim rečima, svi navedeni registri moraju biti harmonizovani, na bazi uspostavljenog sporazuma o korišćenju koncepata i njihovih semantika.

B. Interakcije obuhvaćene modelom upravljanja resursima pitke vode

Interakcije u modelu i sa modelom se javljaju tokom kolaboracije PKIPS-a sa eksternim čvorovima u upravljanju resursima pitke vode, npr. agentima iz drugih privrednih sistema. One se realizuju sa ciljem usklađivanja aktivnosti i radnih tokova u slučaju korišćenja istih resursa (npr. određenog infrastrukturnog objekta) od strane sistema vodosnabdevanja i drugih poslovnih sistema. U tom slučaju posmatraju se dva osnovna elementa koji su uključeni u proces upravljanja resursima pitke vode:

- PKIPS - odgovara upravljačkoj funkciji u tokovima katastarskih podataka vezanih za objekte u vodosnabdevanju, i
- izvršni informacioni sistemi - obuhvataju resurse i poslovnu logiku odeljenja za komunalne poslove, odeljenja prostornog planiranja, odeljenja za izgradnju grada, odeljenja za upravljanje saobraćajnim tokovima, poreskog odeljenja i drugih.



Sl. 3. Odnos PKIPS-a i drugih izvršnih informacionih sistema države.

Na Sl. 3. je vizuelizovan odnos PKIPS-a i drugih državnih, izvršnih informacionih sistema. PII, izvršni informacioni sistemi i PKIPS su vertikalno integrisani, što podrazumeva da između nivoa odlučivanja postoji vertikalni protok informacija. Informacije koje idu sa nižeg nivoa predstavljaju ulazne podatke za informacioni sistem na višem nivou. [8] Informacije koje idu sa višeg nivoa predstavljaju upravljačke odluke za niži nivo. S druge strane, horizontalna integracija u ovom slučaju podrazumeva informacione tokove na istom nivou odlučivanja.

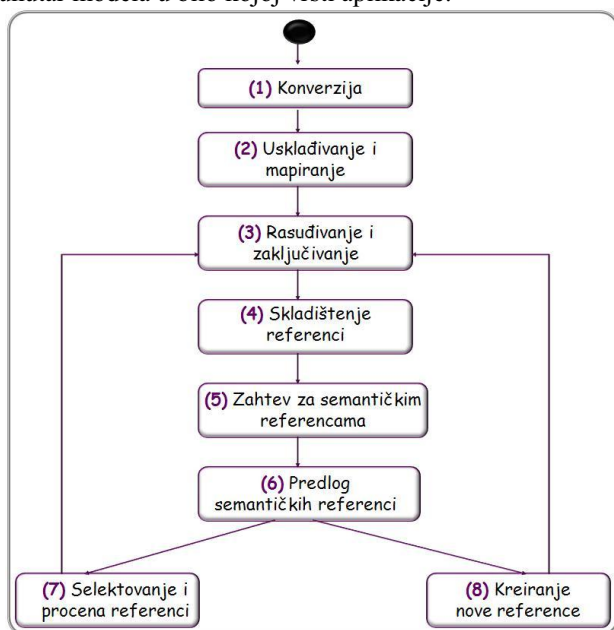
IV. SEMANTIČKA SINHRONIZACIJA KLJUČNIH REGISTARA UNUTAR MODELA UPRAVLJANJA RESURSIMA PITKE VODE

Dobar i aktuelan način za postizanje semantičke sinhronizacije ključnih registara unutar modela upravljanja resursima pitke vode daje ontološki inženjering. Ontologije su bitan alat za dizajniranje modela domena ili u razvoju sistema zasnovanih na znanju. Prema najopštijoj i najčešće korišćenju definiciji ontologija je formalna, eksplicitna specifikacija deljene konceptualizacije. Konceptualizacija se odnosi na apstrakciju nekog fenomena identifikovanjem njegovih relevantnih koncepata. To znači da je taj tip koncepta korišćen i da su ograničenja njegove upotrebe eksplicitno definisana, a formalno se odnosi na činjenicu da ontologije treba da budu mašinski čitljive. U tom kontekstu, ontologije mogu da se zamisle kao semantičke primitive koje specifikuju pojedinačni domen znanja. Glavna prednost postojanja takve specifikacije jeste olakšano deljenje znanja i višestruka upotreba između različitih zainteresovanih delova u određenom domenu znanja. [9]

Korišćenjem ontologija i tehnika ontološkog inženjeringa, mogu se uspostaviti semantičke reference između različitih registara unutar modela upravljanja resursima pitke vode, kako na nivou strukture tako i na

nivou sadržaja. Semantička sinhronizacija ključnih registara u tom modelu može se posmatrati kao proces usklađivanja različitih struktura ili sadržaja elemenata među registrima, odnosno domenskih ontologija.

Polaznu tačku za proces semantičkog referenciranja registara unutar modela upravljanja resursima pitke vode predstavlja inicijalna referentna osnova, koja može biti uspostavljena pomoću automatizovanih alata. Proces je iterativan i izvršava se svaki put kada se dodaju nove reference o resursima pitke vode u skladište referenci ili kada se koriste postojeće reference koje se procenjuju od strane korisnika. Shodno tome, sistem je samoučeći i tokom vremena će prilagoditi kolekciju referenci o resursima pitke vode. Proces u celini predstavlja osnovu za realizaciju semantičke sinhronizacije različitih registara unutar modela u bilo kojoj vrsti aplikacije.



Sl. 4. Proces prilagođavanja poluautomatizovanog semantičkog referenciranja ključnih registara u modelu upravljanja resursima pitke vode.

Prilagođavanje poluautomatizovanog semantičkog referenciranja ključnih registara u modelu upravljanja resursima pitke vode, izvodi se kroz osam koraka.

Korak 1 - Konverzija: S obzirom da baze podataka u PKIPS-u mogu postojati u različitim formatima, one mogu biti sintaksički heterogene. Na primer, standardi za razmenu podataka koji se nalaze u često primeni dostupni su u formatima kao što su: XLS, CSV, XML, XSD i sl. Da bi ih učinili prikladnim za obradu potrebno ih je svesti na opšti sintaksički format, a da bi se iskoristili alati ontološkog inženjeringa vrši se i njihova konverzija u ontologije. Za dokumenta zasnovana na XML-u, koristi se XSL transformacija (engl. eXtensible Stylesheet Language Transformations) kojom se ontologije konvertuju u OWL format. Slični mehanizmi se mogu primeniti za druge strukturirane formate. S druge strane, ukoliko je znanje o resursima pitke vode dostupno u nestrukturiranom formatu, kao što je jezik u tekst dokumentu ili na veb stranicama, za konvertovanje tih opisa u ontologije mogu da se primene mehanizmi učenja ontologija.

Korak 2 - Usklađivanje i mapiranje: Podrazumeva pronalaženje semantičkih referenci između elemenata strukturiranih baza znanja u PKIPS-u. U ovom koraku se traže dimenzije semantičke sličnosti entiteta dve ili više ontologija i sprovodi se specifikacija semantičkih relacija bez spajanja ontologija ili modifikacije neke od njih. Kreiranje početnog skupa mapiranjem između standarda za razmenu podataka može se postići posredstvom automatizovanih procesa. S druge strane, za procesiranje i kombinovanje postojećeg znanja mogu se koristiti metode i tehnike iz ontološkog inženjeringa i veštačke inteligencije. Da bi se poboljšao kvalitet izvedenih mapiranja i da bi se olakšalo rešavanje dvosmislenosti specifikacije podataka neophodnih za ključne registre modela, u operacije usklađivanja se mogu uključiti i referentne ontologije. To mogu biti tzv. top-level ontologije koje obuhvataju celokupnost znanja iz više domena, odnosno koje predstavljaju spoj različitih domenskih ontologija [11], a neke od njih su: OpenCyc, open-source verzija opšte baze znanja CYC, Ontologija predstavljanja znanja (engl. Knowledge Representation - KR), Suggested Upper Merged Ontology – SUMO, Deskriptivna ontologija za lingvistički i kognitivni inženjering (engl. Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering - DOLCE), Opšti model skladišta (engl. Common Warehouse model - CWM) metapodataka.

Korak 3 - Dedukovanje novog znanja: Nakon formiranja referenci o resursima pitke vode u koraku 2, one mogu biti upotrebljene za zaključivanje novih referenci, a mogućnost deduciranja iskaza olakšava formalne semantike. Ukoliko je reprezentativni jezik ontologije semantički izražajan, moguće je izvršiti podelu objekata na klase i dalju klasifikaciju na podklase i njihove ekvivalente. Pri tome je važno istaći da kompleksnost procesa zaključivanja i efikasnost algoritma direktno zavise od samog ontološkog jezika.

Korak 4 - Skladištenje: Rezultati mapiranja se pohranjuju u skladišta referenci o resursima pitke vode i kreiraju dugoročne semantičke veze. Korist od kolekcije referenci o tim resursima dodatno raste sa iterativnim postupkom dodavanja referenci. Reference između različitih registara se mogu kreirati, menjati ili brisati unutar skladišta, dok se standardi čuvaju u svom originalnom obliku.

Koraci 5 i 6 - Priprema referenci: Skladište referenci o resursima pitke vode omogućava odgovore na upit ili zahtev korisnika za semantičkim referencama. Ono je raspoloživo i dostupno slanjem direktnih zahteva druge aplikacije ili korišćenjem veb interfejsa. Sistem pretražuje bazu znanja kao rečnik i mašinski generisane predloge izdvaja i predstavlja korisniku radi selekcije, a zatim automatski sastavlja listu (spisak) pogodnih referenci. Iz te liste korisnik može odabrati referencu. U slučaju da nijedan od predloga ne smatra pogodnim, može kreirati novu referencu o resursima pitke vode. Opciono, korisnik može postupiti i bez selektovanja reference sa liste.

Koraci 7 i 8 - Procena i kreiranje novih referenci: Semantička heterogenost različitih registara koji se koriste

u modelu upravljanja resursima pitke vode često ne može biti otklonjena na potpuno automatizovan način. Sa poluautomatizovanim pristupom, semantičke reference su podložne korisničkoj validaciji. Manuelnom intervencijom je moguće rešiti problem dvosmislene specifikacije relevantnih podataka što je neophodno za same registre. Iskustva sa postojećim alatima ontološkog inženjerstva pokazuju da je još uvek potrebno znanje eksperta o posmatranom domenu vodosnabdevanja kako bi se postigao visok nivo kvaliteta mapiranja resursa pitke vode unutar ključnih registara.

V. ZAKLJUČAK

Voda kao životni, ali i poslovni resurs ima svoju vrednost i svoju cenu, što zahteva njeno merenje prilikom stavljanja u promet. Na tom planu resursi pitke vode su veoma podcenjeni, jer realno imaju najveću vrednost, a mere se (bar kod nas) više nego nedovoljno. To je recidiv vremena u kome se voda tretirala kao dobro koje se može koristiti i zahvatati bez ikakvih dozvola i materijalnih obaveza, a iskorišćena i zagađena voda oticati gde je najpogodnije, bez ikakve kontrole. Postoji i problem nedovoljnog broja mesta na kojima se mere protoci u hidrografskoj mreži, neretko sa prekidima, kao i primene metoda koje ne omogućavaju upotrebu tih informacija za operativno odlučivanje. Rešenje je u digitalizovanom procesu upravljanja vodnim resursima, od državnog, preko pokrajinskog, do lokalnog nivoa. Kod nas još ne postoji jedinstvena strategija ili koordinacija među subjektima, što postaje apsolutno neodrživo u uslovima integralnog upravljanja tim resursima, koje propisuje i Evropska Direktiva o vodama. Savremeni koncept upravljanja resursima pitke vode bazira se na potpunoj hidrološkoj, hidrauličkoj i kvalitativnoj preglednosti svih resursa u sistemu vodosnabdevanja i postavlja nove ciljeve, principe i standarde u kreiranju politike, kao i nove zahteve za potrebno okruženje (političko, zakonsko, organizaciono, finansijsko i dr) u kome će se ono implementirati. U tom kontekstu naglašena je uloga ICT, PII i integracije i višestruke upotrebe relevantnih podataka u aktivnostima koje su u funkciji primene politike integralnog upravljanja resursima. Predloženi model upravljanja resursima pitke vode, na platformi PKIPS-a i semantičke sinhronizacije ključnih registara u njemu, omogućiće racionalnije i održivije korišćenje tih resursa sa izbegavanjem mogućih sukoba interesa ili nadležnosti nad njima. Primenom savremenih tehnologija i ključnih registara, zahtevanih modelom, u procesima merenja, prikupljanja i obrade podataka, planiranja, upravljanja i donošenja odluka unaprediće se i prognostički proces, posebno sa aspekta integrisanja stohastičkih pojava i procesa u upravljanje resursima pitke vode. To je od velikog značaja iz razloga što su potpunija identifikacija i tačnija procena mogućih rizika u vodosnabdevanju veoma važni za donošenje odluka u različitim oblastima korišćenja i zaštite pitke vode, a mogu i da utiču na prihvatanje ili neprihvatanje projekata ili planova za preduzimanje mera zaštite celokupnog stanovništva i ekosistema.

LITERATURA

- [1] „Implementing the Geographical Information System Elements (GIS) of the Water Framework Directive“, WFD CIS Policy Summary, dostupno na: <http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/objectives/pdf/strategy.pdf>
- [2] „Infrastructure for Spatial Information in the European Community - INSPIRE Directive“, dostupno na: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- [3] Banjanin, M., *Komunikacioni inženjering*, Doboj, Saobraćajno tehnički fakultet, 2006.
- [4] Banjanin, M., *Metodologija inženjeringa - Inženjerske analize i mreže znanja*, drugo prerađeno izdanje, Beograd, Dispublic, 2006.
- [5] Drakulić, G., „Prilog istraživanju informaciono-komunikacione infrastrukture i strukture sposobnosti provajdera transportnih usluga“, *magistarski rad*, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2008.
- [6] Drakulić, G., Banjanin, M., Radmilović, M., „Virtuelne konfiguracije informaciono-komunikacione i prostorne informacione infrastrukture na zahtev“, *Zbornik apstrakta XII međunarodni simpozijuma SYMORG 2010*, Zlatibor, 2010.
- [7] Hsu, C., *Service Enterprise Integration: An Enterprise Engineering Perspective*, New York, Springer, 2007.
- [8] Kurbel, K. E., *The making of information systems software engineering and management in a globalized world*, Berlin, Springer-Verlag, 2008.
- [9] Miladinović, D., „Prilog istraživanju ontologija za primenu multiagentnih sistema u logističkim tokovima“, *Magistarski rad*, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2009.
- [10] Muškatirović, J., „Sprovođenje politike integralnog upravljanja vodenim resursima u Srbiji – obaveza i izazov“, *Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“*, Beograd, dostupno na: <http://www.jcerni.co.yu/srpski/projekti/mon4.pdf>
- [11] Rebstock, M., Fengel, J., Paulheim, H., *Ontologies-Based Business Integration*, Springer-Verlag, Berlin 2008.
- [12] Reidinger, R., „Water Bank Policies and Sustainable Development in Water“, *Symposium on Managing Change in Water Research Institutes*, Beijing, 2001.
- [13] Van Oosterom, P., Zlatanova, S., *Creating spatial information infrastructures – Towards the spatial semantic Web*, New York, CRC Press, 2008.

ABSTRACT

Research was oriented on spatial-cadastral information-presentational system (SCIPS) and its application in the process of drinking water resources management, with the aim of improving quality and availability of spatial and other relevant data about those resources. Authors defines a model of drinking water resources management on a SCIPS platform, which improves the efficiency of information exchange in the individual interactions of social, government and private participants with supply users with drinking water. The model is oriented on achieving high level of availability and multiple uses of data in a wider geographic area based on the principles of cooperation, coordination and collaboration of various elements in the system for drinking water distribution. Application of that model, in which the key registers are semantically synchronized, may provide more rational and more sustainable use of drinking water resources and avoiding of potential conflicts of interest or jurisdiction over those resources.

SEMANTIC SYNCHRONIZATION OF KEY REGISTERS IN A MODEL FOR DRINKING WATER RESOURCES MANAGEMENT

PhD Milorad K. Banjanin, MSc Danka Čulum-Miladinović, MSc Goran Drakulić, MSc Branislav Drašković