

MODEL STRUKTURE PODATAKA GEOINFORMACIONOG SISTEMA VODOPRIVREDE SRBIJE*

Miro GOVEDARICA, Ivan LUKOVIĆ, Dubravka BOŠKOVIĆ
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

REZIME

Cilj ovog rada je definisanje modela strukture podataka kojom se reprezentuju geografske informacije za Nacionalni projekat "Geoinformacioni sistem (GIS) vodoprivrede Srbije". Model strukture podataka geografskih informacija je definisan prema modelu podataka predloženom u Okvirnoj direktivi o vodama, u cilju doprinosa razvoju nacionalne infrastrukture prostornih podataka.

Okvirna direktiva o vodama izražava skup zahteva u pogledu struktura podataka geografskih informacija, u cilju obezbeđenja konzistentnosti podataka i omogućavanja njihove razmene i deljene upotrebe. Međutim, predloženi model podataka Okvirne direktive nije dovoljan da pokrije potrebe lokalnih vodoprivrednih preduzeća i odgovarajuća proširenja su neophodna. U okviru nacionalnog projekta GIS vodoprivrede Srbije, izvršeno je proširenje tog modela i razvijena sopstvena šema baze podataka, tako što su analizirana već postojeća rešenja unutar vodoprivrednih preduzeća, kao i odgovarajući dokumenti. Celokupan model strukture podataka Geoinformacionog sistema vodoprivrede Srbije je zasnovan na standardima iz oblasti GIS-a: serije ISO 19100 i OpenGIS. Uz razvijenu šemu baze podataka, kreiran je i katalog vodoprivrednih objekata. Razvijena šema baze podataka je implementirana u sistemu za upravljanje bazama podataka Oracle.

Dalji razvoj GIS vodoprivrede Srbije obuhvata: kreiranje kataloga topografskih znakova, definisanje GML aplikacione šeme za geografske podatke, kao i definisanje metapodataka o svakom objektu i odgovarajuće XML šeme za metapodatke, prema ISO 19139. Krajnji cilj je realizovati geoportal koji

korisnicima omogućava centralizovan pristup u upravljanju geografskim podacima i metapodacima.

Ključne reči: Okvirna direktiva o vodama; šema baze podataka GIS vodoprivrede; infrastruktura prostornih podataka.

UVOD

Okvirna direktiva o vodama (*Water Framework Directive* - WFD) doneta je na nivou Evropske unije i stupila je na snagu u decembru 2000. To je zakonski okvir za zaštitu i poboljšanje kvaliteta svih vodnih resursa kao što su reke, jezera, podzemne vode, prelazne i priobalne vode unutar Evropske unije. Naša zemlja nije članica Evropske unije, ali je na putu evropske integracije, tako da postoji potreba uvažavanja ove direktive u razvoju Geografskog informacionog sistema (GIS) vodoprivrede Srbije.

GIS vodoprivrede Srbije treba da bude implementiran kao deo Nacionalnog projekta za regulaciju, zaštitu i korišćenje voda u Srbiji. Glavni cilj ovog nacionalnog projekta je obezbeđenje efektivnog upravljanja vodnim resursima u skladu sa principima održivog razvoja i evropskim standardima. S obzirom na strateški značaj koji ovakav projekat ima, može se očekivati njegov bitan pozitivan uticaj na opšti razvoj nacionalne infrastrukture prostornih podataka.

U cilju definisanja šeme baze podataka za GIS vodoprivrede Srbije, bilo je neophodno izvršiti detaljnu analizu predloženog WFD modela podataka i analizirati potrebe vodoprivrednih preduzeća. Ako ta preduzeća imaju već implementirana neka GIS softverska rešenja, trebalo ih je upoznati i analizirati implementirane modele struktura podataka. Trebalo je takođe izvršiti

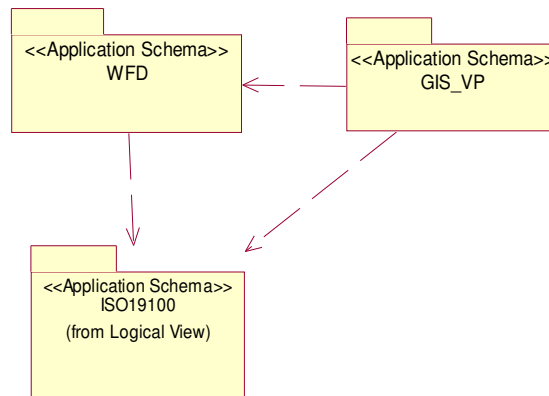
* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410038 - Geografski informacioni sistem vodoprivrede Srbije

analizu i oblikovanje metoda za integraciju takvih modela struktura podataka u WFD model podataka. Ovo sve je urađeno u okviru Nacionalnog projekta i kao rezultat je razvijen model strukture podataka Geoinformacionog sistema vodoprivrede Srbije, čiji opis će biti dat u nastavku rada. Rad sadrži sledeća poglavlja: „Definisanje šeme baze podataka za GIS vodoprivrede Srbije“ koje ukratko opisuje postupak kojim je definisana šema baze podataka za GIS vodoprivrede Srbije i prikazuje tri osnovne celine ovog modela; „Model podataka okvirne direktive o vodama“ koje daje prikaz modela podataka koji su autori razvili prema smernicama datim u [1]; „Prošireni model – šema baze podataka za GIS vodoprivrede“ koji daje prikaz proširenog WFD modela. Doprinos ovog rada je objedinjeni model strukture podataka za GIS vodoprivrede Srbije koji je baziran na Evropskoj direktivi i aktuelnim ISO standardima iz oblasti GIS-a. Očekivana korist od ovakvog modela strukture podataka je mogućnost izgradnje jedinstvene baze podataka za GIS vodoprivrede Srbije i značajno olakšana razmena podataka, pošto je model baziran na standardima.

DEFINISANJE ŠEME BAZE PODATAKA ZA GIS VODOPRIVREDE SRBIJE

Za definisanje šeme baze podataka za GIS vodoprivrede Srbije, kao osnova, uzet je model podataka Okvirne direktive o vodama. Ovo je obavezujući model za vodoprivredne organizacije Evropske unije za izveštavanje o ekološkom statusu vodnih tela. Nakon što je izvršena analiza potreba vodoprivrednih preduzeća u Srbiji, model Okvirne direktive o vodama je proširen. Celokupan model podataka je zasnovan na standardima iz serije ISO 19100. Na slici 1 prikazana je struktura UML paketa koji predstavljaju ove tri celine razvijenog modela strukture podataka i svaka od njih predstavlja posebnu aplikacionu šemu. U [10] aplikaciona šema je definisana kao „konceptualna šema za podatke koju zahteva jedna ili više aplikacija“. Da bi se naglasilo da je reč o aplikacionim šemama, ovi paketi su označeni stereotipom <<ApplicationSchema>>. Označavanje UML paketa i klasa strogo definisanim stereotipima, čije definicije su date u [11], je neophodno da bi model bio u skladu sa standardima iz serije ISO 19100, ali se ovde neće ulaziti u detalje (detalje pogledati u [11]). Kao što se vidi na slici 1, razvijeni model strukture podataka sadrži tzv. WFD aplikacionu šemu za podatke Okvirne direktive o vodama, na koju se naslanja tzv. GIS_VP aplikaciona šema sa proširenjima WFD modela, a obe su bazirane na ISO 19100 aplikacionoj šemi. Paket sa nazivom ISO 19100 sadrži UML dijagrame koji su preuzeti iz dokumenata serije ISO

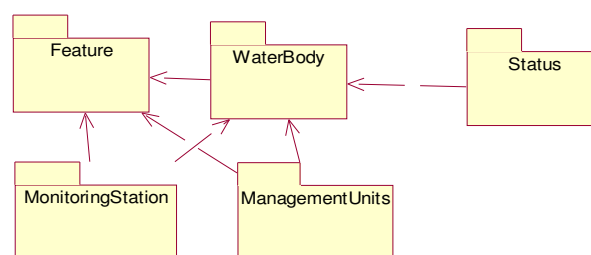
19100 [10-18]. Naredna dva poglavlja opisuju sadržaj WFD aplikacione šeme i GIS_VP aplikacione šeme.



Slika 1. Struktura paketa za GIS vodoprivrede Srbije

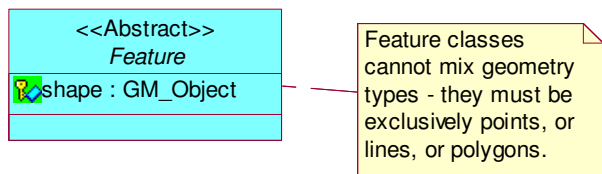
MODEL PODATAKA OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA

U ovom odeljku, prezentovan je WFD model podataka i odgovarajući UML dijagrami koje su autori kreirali prema smernicama datim u [1]. Prema [1] postoji pet glavnih kategorija podataka koje su organizovane u UML pakete (slika 2). To su paketi: *Feature*, *WaterBody*, *MonitoringStation*, *ManagementUnits* i *Status*.



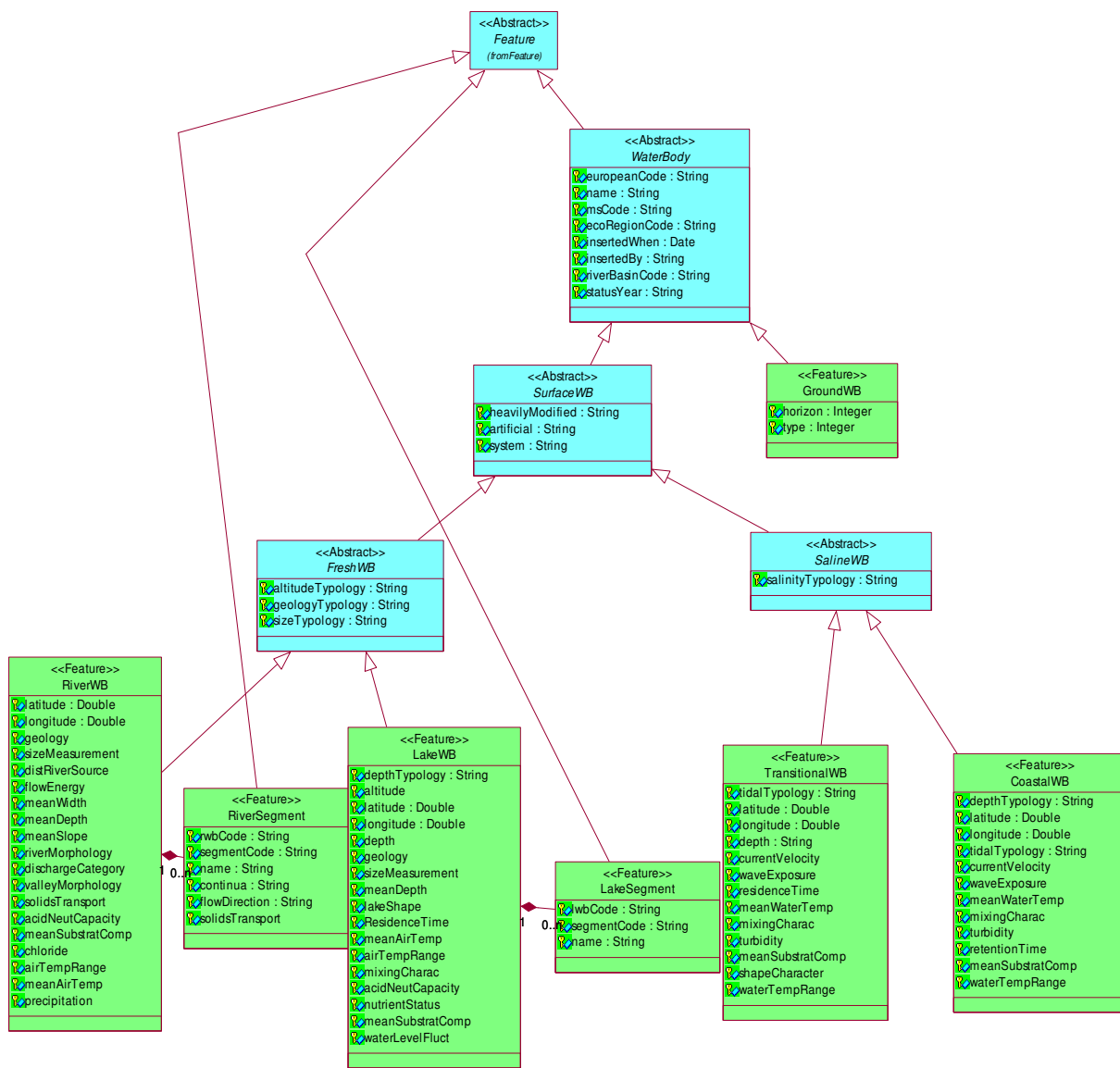
Slika 2. Struktura paketa WFD modela podataka

Paket *Feature* sadrži samo jednu klasu koja se takođe naziva *Feature* i ona sadrži prostorni atribut tipa geometrije (slika 3). Tipovi geometrije mogu biti samo tačke, linije ili poligoni, koji se jednim imenom nazivaju *simple features*. Sve klase koje opisuju objekte koji imaju prostorne karakteristike, odnosno njihova lokacija i porstiranje se mogu predstaviti u odnosu na Zemlju, nasleđuju klasu *Feature*.



Slika 3. Paket Feature

Paket WaterBody (slika 4) definiše klasifikaciju vodnih tela i obezbeđuje sve relevantne podatke za njih. Vodna tela su podeljena u dve grupe: površinska i podzemna vodna tela. Površinska vodna tela se dalje dele na slatkovodna i slana. Slatkovodna tela uključuju reke i jezera, dok slana uključuju prelazne i priobalne vode.



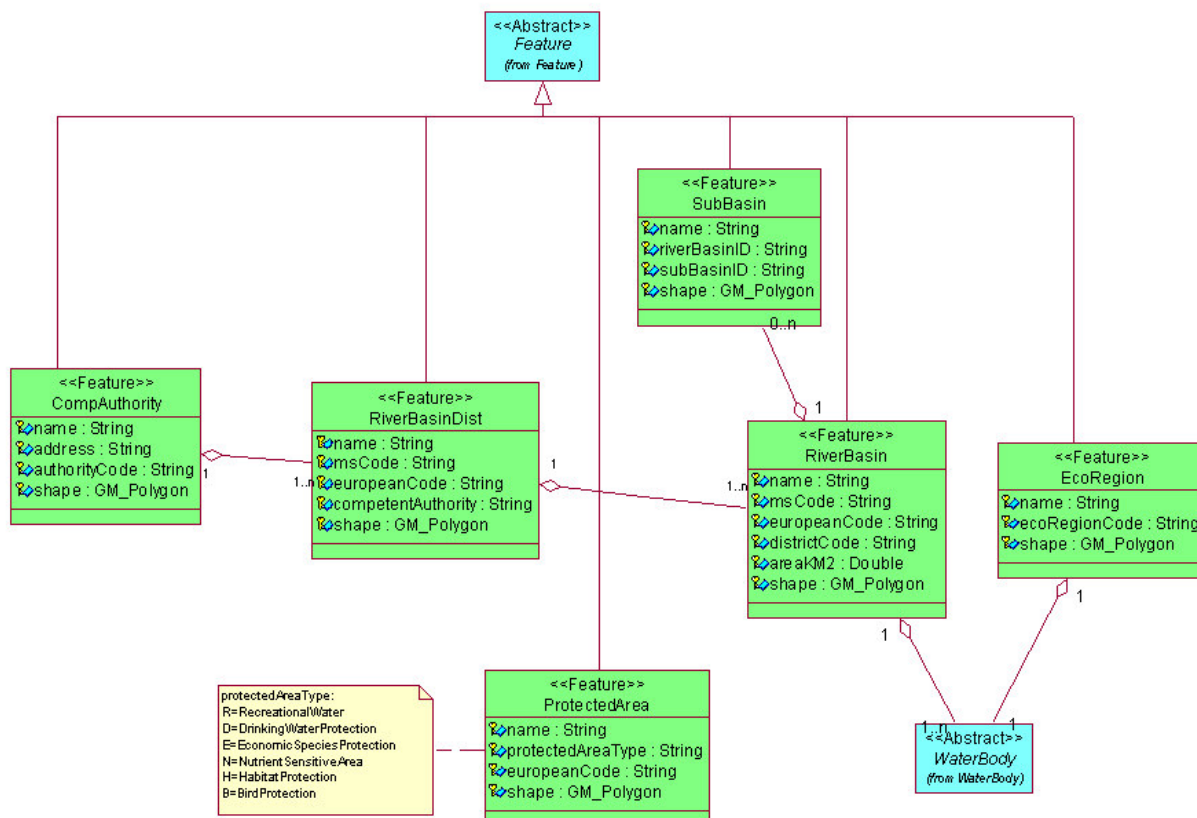
Slika 4. Paket WaterBody

Paket ManagementUnits (slika 5) sadrži klase koje opisuju teme vezane za upravljanje i administraciju. On dopušta definisanje nadležnih organa u vodoprivredi, kao i jedinice za upravljanje i administraciju. Ove jedinice su: rečni slivovi sa njihovim podslivovima, okruzi rečnih slivova, eko-regioni i zaštićene površine. Okrug rečnog sliva je sastavljen od jednog ili više susjednih rečnih slivova, zajedno sa njihovim pridruženim podzemnim i priobalnim vodama i predstavlja glavnu jedinicu za upravljanje rečnim slivovima. Direktiva naglašava da je najpogodniji model upravljanja u vodoprivredi, upravljanje po rečnim slivovima, koji su prirodne geografske i hidrološke jedinice, umesto upravljanja po administrativnim i političkim granicama.

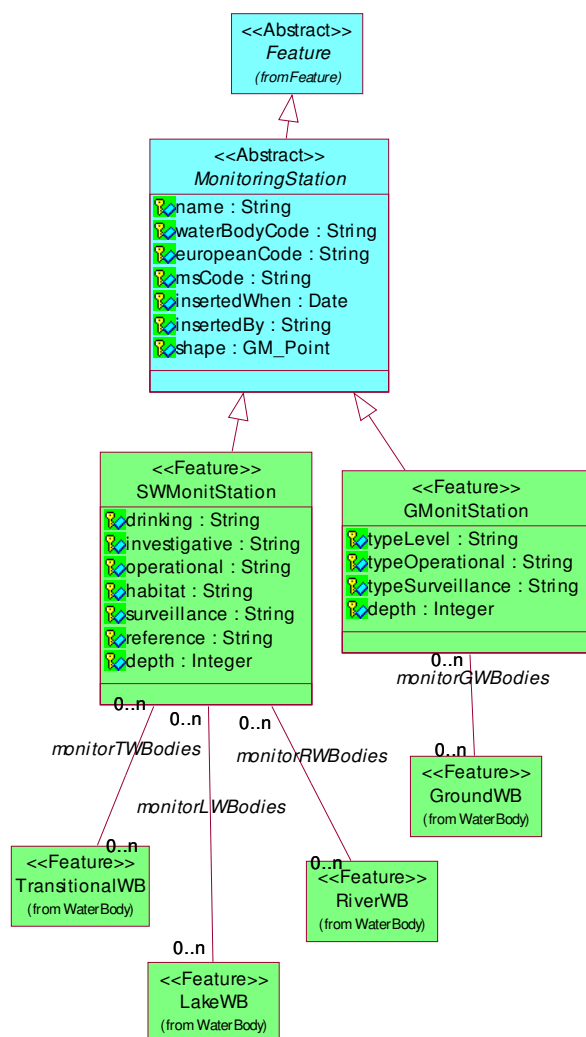
Stanice za nadgledanje, opisane u **paketu Monitoring-Station** (slika 6), formiraju osnovu za nadgledanje statusa vode. WFD pravi razliku između nadgledanja površinskih i podzemnih voda, tako da je apstraktna klasa *MonitoringStation* podeljena u dve potklase: *SurfaceMonitoringStations* i *GroundwaterMonitoring-*

Stations. Ove klase definišu dodatne atribute koji opisuju funkcije koje ove stanice izvršavaju. Stanice za nadgledanje mogu da imaju višestruke funkcije, a takođe mogu da nadgledaju više vodnih tela, tako da je između stanica za nadgledanje i odgovarajućih vodnih tela definisan odnos tipa *više prema više*.

Paket Status (slika 7) enkapsulira informacije koje se tiču ekološkog i hemijskog statusa vodnih tela. Za površinska vodna tela postoje četiri definisane klase: *FreshWaterEcologicalStatus*, *PhysicoChemicalClassification*, *SalineWaterEcologicalStatus* i *SWStatus*. Klasa *FreshWaterEcologicalStatus* daje izveštaje o ekološkom statusu slatkovodnih tela. Klasa *PhysicoChemicalClassification* određuje fizičko-hemijsku klasifikaciju vodnih tela. Klasa *SalineWaterEcologicalStatus* daje izveštaje o ekološkom statusu slanih vodnih tela. Klasa *SWStatus* obezbeđuje izveštaje o statusu za dati datum, za dato površinsko vodno telo. Klasa *GWStatus* obezbeđuje izveštaje o statusu za dati datum za dato podzemno vodno telo.



Slika 5. Paket ManagementUnits



Slika 6. Paket MonitoringStation

Kao što se može videti iz predloženog modela, WFD naglašava teme vezane za zaštitu voda zbog rastuće zabrinutosti za probleme zagađenja voda. Međutim, zaštita voda nije jedini aspekt upravljanja vodama i zato je bilo neophodno identifikovati druge bitne aspekte vodoprivrede kao što su korišćenje voda i zaštita od voda i uzeti ih u razmatranje za dalji razvoj šeme baze podataka za GIS vodoprivrede, što je urađeno, a rezultati su prikazani u narednom poglavlju.

PROŠIRENI MODEL – ŠEMA BAZE PODATAKA ZA GIS VODOPRIVREDE

WFD model podataka, prikazan u prethodnom odeljku, nije dovoljan da zadovolji lokalne potrebe vodoprivrednih preduzeća, jer pokriva samo ekološki aspekt vodoprivrede. U tom cilju sproveden je niz intervjuva sa odgovarajućim nadležnim licima u vodoprivrednim organizacijama i analizirani su njihovi dokumenti i GIS rešenja koja poseduju. Na osnovu toga se došlo do proširenog WFD modela za GIS vodoprivrede, čija struktura paketa je prikazana na slici 8.

U nastavku teksta biće prezentovani svi paketi proširenog WFD modela, odnosno šema baze podataka GIS vodoprivrede Srbije. Ove pakete su autori razradili na nivou klasa i njihovih međusobnih veza. U saradnji sa subjektima iz vodoprivrede treba dalje definisati relevantne atribute za svaku klasu (npr. za objekat: brana predstavljen klasom *Dam* moguće je dodati atribute: naziv, godina izgradnje, izvođač radova i slično). Zbog velikog broja klasa unutar ovih paketa u nastavku teksta će biti naveden samo kratak opis sadržaja svakog od ovih paketa.

Paket *AbstractClasses* sadrži apstraktne klase iz kojih se izvode ostale klase proširenog modela. Tu spadaju klase *HydroFeature* za vodna tela, *ConstructedFeature* za izgrađene objekte, *InfrastructureNetwork* za infrastrukturnu mrežu,

RepresentativeArea za površine sa uniformnim, reprezentativnim osobinama, *NetworkFeature* za graf toka vode i *Symbol* za vizualni prikaz vodoprivrednih objekata na karti.

Paket *Background* sadrži klase koje nisu direktno vezane za hidrografiju, ali su neophodni jer sadrže prostorne reference za posmatrače podataka, kao i za određene prostorne analize. Tu spadaju naselja, administrativne granice, infrastrukturne mreže (gasovod, naftovod, telekomunikacije, itd).

Paket *Hidrology* sadrži klase koje opisuju površine koje imaju uniformne, reprezentativne osobine po nekom kriterijumu (prosečno specifično oticanje, prirodna dreniranost zemljišta, irigaciona područja, prosečne godišnje sume padavina, hidrogeološke jedinice, itd.). Ovo je preuzeto sa karata Vodoprivredne osnove [9]. Vodoprivredna osnova Republike Srbije je



Slika 7. Paket Status

bazni dokument kojim se utvrđuje osnovna strategija korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda na teritoriji Republike Srbije, a različiti aspekti sadašnjeg i budućeg stanja vodoprivrede su prikazani odgovarajućim kartama.

Paket *WaterRisk* sadrži dve klase čija je geometrija predstavljena poligonom: *FloodZone* i *ErosionArea*.

FloodZone opisuje zone plavljenja prema evropskoj direktivi o zaštiti od voda. *ErosionArea* opisuje erozivne zone prema karti erozije vodoprivredne osnove.

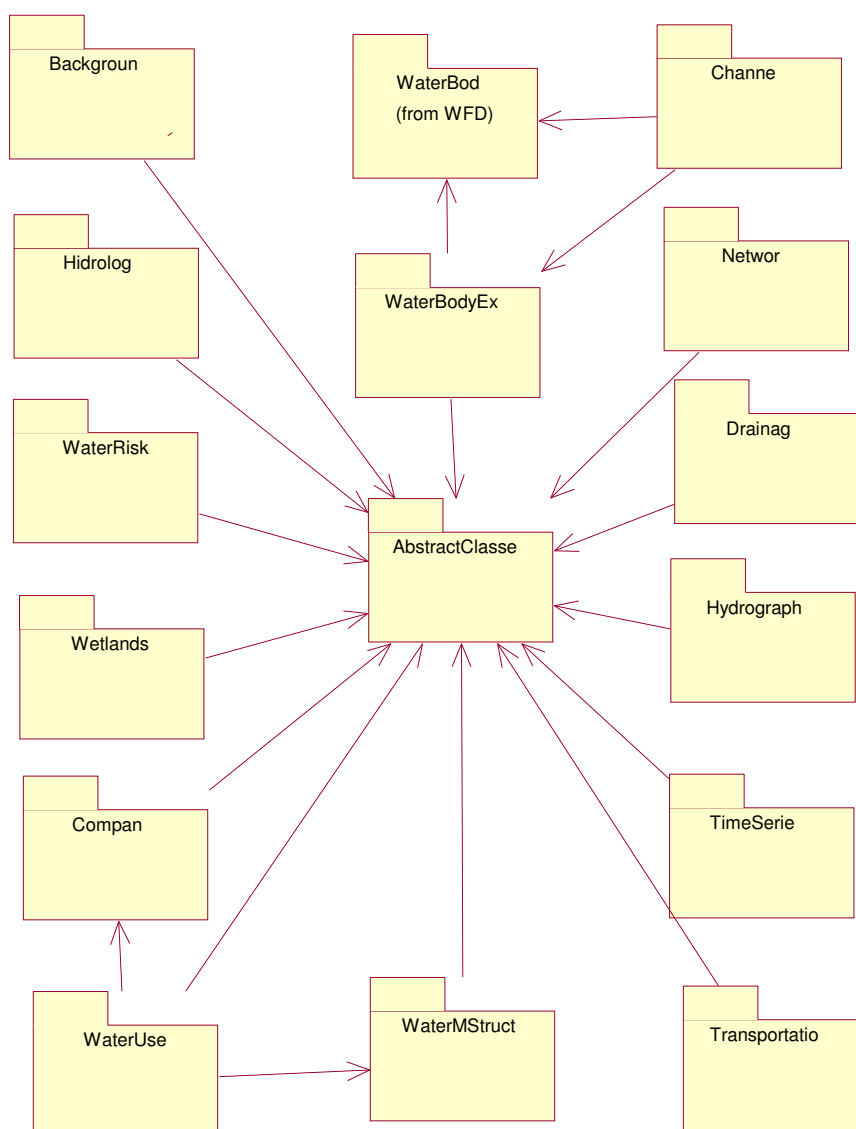
Paket *Wetlands* sadrži klase koje opisuju vlažna područja prema klasifikaciji zemljišnog pokrivača koja je izvršena u CORINE projektu [8]. Razlog zašto je

uzeta ova klasifikacija je taj što vlažna područja još uvek nisu definisana u WFD, iako je u perspektivi to predviđeno. Posmatran je treći nivo klasifikacije zemljišnog pokrivača prema CORINE projektu koji uključuje bare, močvare, tresetišta itd.

Paket *WaterBodyExt* predstavlja proširenje WFD paketa *WaterBody* i sadrži vodna tela prema klasifikaciji vodoprivrednih preduzeća Srbije kao i Vojno geografskog instituta.

Paket *Company* sadrži klase koje služe za registrovanje vodoprivrednih organizacija.

Paket *WaterUse* sadrži klase koje razrađuju aspekt korišćenja voda, odnosno potreba za vodom, zahvaćene vode i ispuštene vode. Sadrži tri podpaketa: *WaterNeed*, *AbstractedWater* i *WaterDischarge*. *WaterNeed* paket sadrži objekte koji opisuju potrebne količine vode na pojedinim mestima za vodosnabdevanje stanovništva, industrije i poljoprivrede.



Slika 8. Struktura paketa proširenog WFD modela podataka

Paket *AbstractedWater* predstavlja vode koje se zahvataju, njihovu količinu i kvalitet. Predstavljene su tri kategorije voda: za industriju, poljoprivredu i stanovništvo. Apstraktna klasa *WaterSource* opisuje izvorišta vode, a apstraktna klasa *Consumer* predstavlja potrošače voda. Izvorišta i potrošači su povezani preko naslednika klase *WaterSupply* čija je geometrija tipa *GM_LineString* i koja predstavlja putanju vodosnabdevanja. *WaterDischarge* paket sadrži klasu *WaterDischarge* koja predstavlja mesta ispuštanja vode, količinu i kvalitet tih voda i povezana je sa subjektom koji ispušta te vode: naselje, regija (opština, katastarska opština, okrug, itd.), preduzeća kao što su vodovod i kanalizacija, zatim industrija, drenažni sistemi, ili poljoprivreda.

Paket *WaterMStruct* sadrži klase koje opisuju vodoprivredne objekte i sisteme (objekti: brane, ustave i prevodnice, sistemi: vodovodna mreža, kanalizaciona mreža, drenažna mreža, toplovodna mreža, sistemi za navodnjavanje, ili nasipi). On sadrži dva potpaketa: *WaterMObjects* i *WaterMSystems*.

Paket *Transportation* sadrži klase koje opisuju saobraćaj na vodi. Ovde spadaju objekti koji su značajni za plovidbu kao što su svetionici, bove, opasna mesta za plovidbu, sidrišta itd.

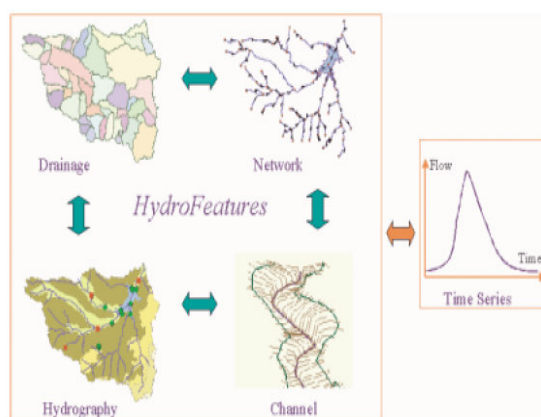
Narednih pet paketa koji će biti opisani potiču iz modela strukture podataka: **ESRI *ArcHydro*** [6], koju je razvila firma ESRI. Razlog zbog kog smo razmatrali ovaj model je taj što je Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ razvio hidro-informacioni sistem (HIS) Drina bazirajući se na ovom modelu [5]. Glavni cilj hidro-informacionog sistema Drina je da omogući istraživanja i simulacije bazirane na matematičkim modelima, tako da njegovi podaci moraju uključiti skup fizičkih parametara vodnih tela (dimenzije kanala vodotoka, brzinu vode, elevaciju površine, kvalitet vode, itd.), što *ArcHydro* podržava. Stoga je *ArcHydro* model strukture podataka analiziran i upoređen sa WFD modelom podataka, a kao rezultat integrisan je u model podataka vodoprivrede, kao deo proširenog modela. U nastavku će biti opisani paketi proširenog modela koji potiču iz *ArcHydro*.

ArcHydro model strukture podataka sastoji se od pet kategorija podataka (slika 9): mreža (*network*), hidrografija (*hydrography*), oticanje (*drainage*), kanali (*channels*) i vremenske serije (*time series*) [6]:

- Kategorija *Network* sadrži mrežu vodnih resursa: potoka, reka i centralnih linija vodnih

tela. Njena glavna svrha je da opiše povezanost kretanja vode preko terena.

- Kategorija *Drainage* definiše površine oticanja podeljene prema analizi topografije površine zemlje.
- Kategorija *Hydrography* sadrži bazične informacije o tačkastim, linijskim i površinskim objektima vodnih resursa.
- Kategorija *Channel* opisuje trodimenzionalni oblik rečnih korita i ostalih tokova.
- Kategorija *Time Series* opisuje vodne osobine objekata koje variraju u vremenu.



Slika 9: Komponente *ArcHydro* modela strukture podataka

Paket *Network* opisuje povezanost toka vode preko terena i formira mrežu vodnih resursa. Osnovna klasa koja opisuje ovu kategoriju je *HydroNetwork* – hidro mreža koja se sastoji od komponenata *HydroEdges* – hidro linije i *HydroJunctions* – hidro spojevi. Voda teče duž *HydroEdges* i *HydroEdges* su povezani pomoću *HydroJunctions*. *HydroNetwork* opisuje tok vode kroz reke i potoke i centralne linije vodnih tela kao što su npr. jezera.

Paket *Drainage* predstavlja slivni sistem terena koji definiše pravac kretanja površinskih voda prema topografiji površine zemlje. Slivni sistem definisan strogim granicama, deli površinu koja se sliva ka jednom vodotoku od drugih površina koje se slivaju ka susednim vodotocima. *DrainageArea* definiše slivnu površinu i deli se na *Catchment* – elementarni sliv, *Watershed* – sliv i *Basin* – basen. Kao deo analize terena korišćenjem DEM-a, moguće je odrediti slivne tačke (*DrainagePoints*) i staze oticanja (*DrainageLines*). *ArcHydro* podela slivnih površina na elementarne slivove, slivove i basene se ne podudara sa

WFD podelom na rečne slivove i podslivove. Elementarni slivovi podrazumevaju podelu terena prema konzistentnom skupu fizičkih pravila. Slivovi podrazumevaju podelu terena od strane ljudi, dok je basen administrativno izabran standardni sliv. WFD podslivovi podrazumevaju površinu sa koje se sve vode slivaju u jednu tačku, tipično ušće jedne reke u drugu, dok rečni slivovi podrazumevaju površinu sa koje se sve vode slivaju ka ušću glavne reke u more. ArcHydro sliv može odgovarati WFD rečnom slivu ili podslivu, dok elementarni sliv i sliv odgovaraju WFD podslivu. Podela na elementarne slivove, slivove i basene je zadržana u modelu radi kompatibilnosti sa ArcHydro, ali ove klase ne bi trebalo koristiti već isključivo WFD *RiverBasin* i *SubBasin*.

Paket *Hydrography* sadrži predstave na karti površinskih objekata vezanih za vode. On sadrži nekoliko vrsta tačkastih, linijskih i površinskih objekata: *HydroPoint*, *HydroLine* i *HydroArea*. Ova klasifikacija hidrografije je odgovarajuća za one namene predviđene u ArcHydro modelu, ali autori su se opredelili za detaljniji model strukture podataka, pa su elementi hidrografije razrađeni u drugim paketima.

Paket *Channel* sadrži klase koje opisuju trodimenzionalnu reprezentaciju korita vodotoka, koji se koriste za proučavanje poplava, ekologije i morfologije vodotoka itd. Dve klase su definisane koje opisuju karakteristike korita: *ProfileLine* i *CrossSection*. *ProfileLine* su linije paralelne sa proticanjem vode kao što su linija obale, plavljenja, vodotoka, dno korita. *CrossSection* su linije poprečne u odnosu na proticanje vode. Obe klase su izvedene iz apstrkatne klase *ChannelFeature*.

Paket *TimeSeries* sadrži klase za opis osobina vode na nekoj geografskoj lokaciji koje variraju u vremenu kao što su kvalitet vode, količina ispuštene vode, elevacija površine vode itd. Ove osobine su sadržane u klasi *TimeSeries*, koja predstavlja sve vremenski-zavisne osobine vezane za vodne objekte, na vrlo uopšten način, u smislu da se jedna klasa koristi za sve attribute koji imaju vremensku zavisnost. *TimeSeries* se može povezati sa prostornim objektom i tada predstavlja vrednost atributa tog prostornog objekta koja varira u vremenu. Svrha ovog objekta je da poveže podatke vremenskih i geoprostornih vodnih resursa u jedinstvenoj bazi podataka, a ne da bude potpuno konfigurisana baza podataka vremenskih serija vodnih resursa, što bi zahtevalo komplikovaniju strukturu od one koja je ovde opisana.

ZAKLJUČAK

Na bazi dostupnih dokumenata kreiran je GIS model strukture podataka vodoprivrede Srbije. Analizirana je Okvirna direktiva o vodama, njen predloženi model podataka, kao i GIS rešenja vodoprivrednih preduzeća u cilju proširenja WFD modela. Ceo sistem je zasnovan na standardima iz oblasti GIS-a.

Opisani model strukture podataka je osnova za izgradnju GIS vodoprivrede Srbije. Na osnovu njega kreirani su katalog objekata u vodoprivredi, katalog topografskih znakova za sve objekte, zatim GML šema zasnovana na realizovanom modelu i na kraju u cilju vrfikacije modela implementaciona šema u sistemu za upravljanje bazama podataka Oracle. Prema standardu ISO 19115 definisani su metapodaci za sve objekte. Definisani model struktura predstavlja osnovnu strukturu na kojoj treba bazirati implementaciju GIS vodoprivrede Srbije, a da on bude u skladu sa standardima i današnjim zahtevima distribuiranog okruženja.

LITERATURA

- [1] WFD Working Group GIS, Guidance Document On Implementing The Gis Elements Of The Wfd, 2002. <http://eurolandscape.jrc.it>
- [2] Directive 2000/60/Ec Of The European Parliament And Of The Council; 2000. http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2000/l_327/l_32720001222en00010072.pdf
- [3] Vučković D, Pregled aktivnosti odeljenja za informacioni sistem u proteklom periodu; Javno vodoprivredno preduzeće "Vode Vojvodine", Novi Sad, januar 2005.
- [4] Divac D, Grujović N, Đorđević B, Uloga i koncepcija distributivnog hidro-informacionog sistema za podršku integralnom upravljanju vodama sliva Drine; Vodoprivreda - ISSN 0350-0519. - God. 36,br. 1/2 (2004), str. 7-20.
- [5] Grujović N, Milivojević N, Stojanović B, Arsić M, Relacioni model i sadržaj baze podataka hidro-informacionog sistema Drina, zasnovan na GIS tehnologiji; Vodoprivreda - ISSN 0350-0519. - God. 36,br. 1/2 (2004), str. 147-157.
- [6] Arcgis Hydro Data Model <http://www.crwr.utexas.edu/giswr/hydro/data/DataModel/archhydromodel.pdf>

- [7] Banković R, Tatomirović S, Geografski informacioni sistem u rezoluciji 1:300000; Vojnogeografski institut, Zbornik radova 11 - ISSN 0351-4242 , Beograd 2003, str 9-22.
- [8] European Environment Agency (EEA), Commission of the European Communities, report: Corine Land Cover - Part 1: Methodology, 1995. http://reports.eea.europa.eu/COR0-part1/en/land_coverPart1.pdf
- [9] Institut za vodoprivredu 'Jaroslav Černi' (1996). Vodoprivredna osnova Republike Srbije. Beograd
- [10] ISO 19101:2002 Geographic information — Reference model, 2002. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26002
- [11] ISO 19103:2005 Geographic information — Conceptual schema language, 2005. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=37800
- [12] ISO 19107:2003 Geographic information — Spatial schema, 2003. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26012
- [13] ISO 19108:2002 Geographic information — Temporal schema, 2002. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26013
- [14] ISO 19109:2005 Geographic information — Rules for application schema, 2005. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39891
- [15] ISO 19110:2005 Geographic information — Feature cataloguing methodology, 2005. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39965
- [16] ISO 19111:2003 Geographic information — Spatial referencing by coordinates, 2003. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26016
- [17] ISO 19115:2003 Geographic information — Metadata, 2003. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26020
- [18] ISO 19123:2005 Geographic information — Schema for coverage geometry and functions, 2005. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=40121

A DATA STRUCTURE MODEL FOR THE GEOINFORMATION SYSTEM (GIS) OF WATER MANAGEMENT IN SERBIA

by

Miro GOVEDARICA, Ivan LUKOVIĆ, Dubravka BOŠKOVIĆ
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
e-mail: {miro, ivan, dudab}@uns.ns.ac.yu

Summary

The data structure model for geographic information has been defined in accordance with the data model proposed in the Water Framework Directive (WFD), as a contribution to the development of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) in Serbia. The WFD proposes a set of requirements that concern data structures of geographic information, so as to secure data consistency, data exchange and their shared usage. However, the proposed WFD data model is not detailed enough to satisfy the needs of local water management companies. Therefore, appropriate extensions are necessary. In the scope of the National project of GIS of Water Management in Serbia, we have extended the WFD data model and developed our own database schema, by analyzing the solutions and the appropriate documentation available in the water management companies. The whole data structure model of the GIS of water management in Serbia is based on GIS standards: ISO 19100 series and Open

GIS. Apart from the database schema, a Water Management Feature Catalogue has also been created. The database schema has been implemented in Oracle Database Management System.

A further development of GIS for Water Management in Serbia includes the following: creation of the topographic symbol catalogue, defining the GML application schema for geographic data, and defining the metadata about each object and an appropriate metadata XML schema according to ISO 19139. The goal is to develop a geoportal which would offer the clients a centralized approach to the management of geographic data and metadata.

Key words: Water Framework Directive, Water Management, GIS data model, Spatial Data Infrastructure

Redigovano 03.12.2007.