

Atributni podatkovni model nacionalne baze hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode Republike Slovenije

Attributive datamodel of national hydrogeological database to define groundwater bodies of Slovenia

Katarina HRIBERNIK & Joerg PRESTOR

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana,
katarina.hribernik@geo-zs.si, joerg.prestor@geo-zs.si

Ključne besede: hidrogeološki informacijski sistem, vodno telo podzemne vode, vodonosnik, hidrogeološki objekt, modeliranje podatkov, relacijske podatkovne zbirke, MS Access

Key words: hydrogeological information system, groundwater body, aquifer, hydrogeological object, data modelling, relational databases, MSAccess

Kratka vsebina

Hidrogeološke raziskave podzemnih voda temeljijo na kakovostno in količinsko raznovrstnih podatkih (hidroloških, hidrogeoloških, geoloških, pedoloških, geomorfoloških, meteoroloških...) ter informacijah o topografiji, rabi tal, antropogenih elementih in ekosistemih, kar zahteva kompleksen pristop k modeliranju in organiziranju informacij v logično strukturo ter v končni fazi izdelavo večnamenskega podatkovnega modela, uporabnega na lokalni, regionalni in državni ravni. V ta namen je bila na Geološkem zavodu Slovenije s programskim orodjem MSAccess izdelana Baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS, v kateri so na voljo podatki o vodnih telesih podzemne vode, vodonosnikih in hidrogeoloških objektih v Sloveniji. Računalniški zajem atributnih podatkov je omogočil poenotenje standardov za zajem, analizo in vzdrževanje podatkov, enostavno upravljanje s podatki, njihovo prostorsko prikazovanje in distribucijo, povezovanje z drugimi informacijskimi sistemi ter izdelavo prognostičnih osnov za odločanje v prihodnosti.

Abstract

Hydrogeological investigations of groundwater are based on large amount of qualitative and quantitative data (hydrological, hydrogeological, geological, pedological, geomorphological, meteorological...), information about topography, land use, anthropogenic elements and ecosystems, which demands a complex approach to modeling and organizing information into some logical structure of all purpose data model, useful on local, regional and national level. For that purpose at Geological survey of Slovenia we established a Database of hydrogeological data to define groundwater bodies of Slovenia in which all significant data of groundwater bodies, aquifers and hydrogeological objects are available. Digital storage of attributive data enables uniformity of standards for collecting, analyzing and management of data, their spatial presentation and distribution, connection with other information systems and important decision – making future analysis.

Uvod

Z razvojem računalniških tehnologij in hidrogeološkega modeliranja nasploh smo v povezavi s smotrnim gospodarjenjem z vodnimi viri v Sloveniji ter potrebi po kompleksnem pregledu in nadzoru nad njimi v preteklem letu na Geološkem zavodu Slovenije (GeoZS) pričeli z vzpostavljanjem enotnega hidrogeološkega informacijskega sistema, v katerem naj bi postopoma sistematično predstavili vse obstoječe hidrogeološke objekte. Izvedli smo konceptualno, logično in fizično-izvedbeno modeliranje podatkov o podzemnih vodah, ki predstavljajo njegov pomemben segment, saj je nanje vezana večina oskrbe z vodo. Kot rezultat smo prikazali podatkovni model **Baze hidrogeoloških podatkov za opredelitev vodnih teles podzemne vode RS**, ki prikazuje vse attribute, potrebne za prepoznavanje bistvenih značilnosti podzemnih vod. Obravnavana podatkovna zbirka je aplikacija, ki zagotavlja enotno shemo za zajem, shranjevanje in posodabljanje georeferenciranih podatkov, podaja možnosti za upravljanje s podatki in enostaven dostop do njih, analize prostorsko razpršenih informacij, statistične izračune in grafične prikaze, hkrati pa predstavlja zanesljivo orodje za raznovrstne študije in raziskave vodnih virov, njihovo uporabo, za ocene in analize ogroženosti podzemnih voda v povezavi z ostalimi prostorskimi analizami, za ekološke študije, modeliranje, pripravo načrta monitoringa, prostorsko planiranje in nenazadnje osnovo za izdelavo hidrogeoloških kart. Baza naj bi postala javno orodje za zbiranje in shranjevanje vseh kvalitativnih in kvantitativnih podatkov o podzemnih vodah tudi za druge institucije, ki se ukvarjajo s problematiko oskrbe z vodo, ugotavljanjem kakovosti virov podzemne vode in upravljanjem z njimi.

Za oblikovanje kompleksne podatkovne zbirke smo uporabili programsko orodje MS Access, ki se lahko enostavno povezuje z drugimi bazami in projekti. (Šinigoj et al., 2002)

Modeliranje podatkov

Hidrogeološki podatki GeoZS, pridobljeni z več desetletnim terenskim delom in meritvami, so bili do sedaj predstavljeni na raz-

lične načine ter razporejeni v parcialnih, medsebojno nepovezanih bazah. Da bi dosegli čimbolj enostaven, hiter in uporabniku prijazen dostop do relevantnih podatkov, smo v letu 2003 začeli s kompleksnim pregledovanjem in poizkusom poenotenja osnovnih obstoječih hidrogeoloških podatkovnih zbirk oz. projektov, ki se izvajajo vzporedno: Baze vodnih virov v javni uporabi, ki vsebuje vse zajete hidrogeološke objekte v Sloveniji, Katastra vodnih virov GeoZS, ki vsebuje vse obstoječe hidrogeološke objekte, Baze varstvenih pasov, ki razpolaga s podatki o varovanju vodnih virov in evropske baze vodnih virov Eurowaternet.

Zaradi časovnega spreminjanja posameznih atributov mora model slediti spremembam, korektno predstavljati vse gradnike podatkovne zbirke in omogočati njihovo prilagajanje. Konceptualni model baze smo razvijali za tri osnovne najpomembnejše sklope podzemnih voda: **vodonosnike**, **vodna telesa podzemne vode**, v katere se vodonosniki združujejo in posamezne **hidrogeološke objekte**. Poskušali smo upoštevati vse hidrogeološke in okoljske značilnosti, ki so še posebej pomembne in značilne za slovenski prostor. Vsak sklop, ki se v teoriji baz imenuje entiteta, predstavlja ločeno podatkovno zbirko, relacijski model pa omogoča neposredno povezavo med posameznimi entitetami in s tem učinkovito analizo celotnega sistema. (Kvamme et al., 1997)

Vodna telesa podzemne vode, torej vode, ki se nahajajo v posameznem vodonosniku, sistemu vodonosnikov ali skupini posameznih vodonosnikov, smo opisali z vsemi zahtevanimi parametri oz. atributi. Razdelili smo jih na: osnovne podatke (enolični identifikator, ime telesa podzemne vode, tektonska enota, meje vodnega telesa, tip vodnega telesa), velikost (površina, dolžina, širina, srednja debelina in največja debelina vodnega telesa), meteorološke značilnosti (srednja letna količina padavin, povprečna temperatura), opis zasičene plasti (srednja debelina zasičene plasti, prepustnost zasičene plasti, hidrodinamski tip, litologija, stratigrafija), opis nezasičene plasti (debeline, prepustnost), količinsko in kakovostno stanje telesa podzemne vode, rabo tal in oceno tveganja.

Podobno smo nadaljevali z izborom atributov za vse **vodonosnike in sisteme vodo-**

nosnikov, ki jih je v bazi 161, določeni pa so na podlagi mednarodnih priporočil (smernice v okviru »Water Framework Directive«). Vodonosnik je pri tem geološka plast, ki je dovolj porozna in prepustna, da omogoča pomemben tok podzemne vode ali odvzem pomembnih količin podzemne vode. Sistem vodonosnikov je lahko sestavljen iz posameznih med seboj povezanih ali nepovezanih enotnih vodonosnikov. Sistem med seboj povezanih vodonosnikov imenujemo **vodonosni sistem**, sistem med seboj nepovezanih vodonosnikov pa **skupina posameznih vodonosnikov**. Za vodonosnike in sisteme vodonosnikov smo določili: osnovne podatke (enolični identifikator vodonosnika, ime vodonosnika, povodje, meje vodonosnika, enotnost vodonosnika in vrsta vodonosnika), velikost vodonosnika (površina, dolžina in širina vodonosnika), nadmorsko višino (srednja, najvišja in najnižja), hidrometeorološke podatke (povprečna letna količina padavin, srednja letna temperatura, variabilnost padavin in temperatur), naravno zaščitenost vodonosnika (delež krovnih plasti, srednja, največja in najmanjša debelina krovnih plasti, podatki o litologiji krovne plasti), opis nezasičene cone (srednja globina do vode, največja globina do vode, najmanjša globina do vode, napajanje, način ocene napajanja), opis zasičene cone (srednja, največja in najmanjša debelina, piezometrična gladina, petrografski opis, litologija, stratigrafija, raba tal, geokemijski tip vode, izdatnost, prepustnost, površinski odtok, infiltracija, metoda ocene infiltracije, povezava s površinskimi ekosistemi), odvzem vode in pritiski na vodonosnik (umetno napajanje, kmetijstvo, odlagališča, izpusti odpadnih vod, čistilne naprave, industrija, stara bremena, drugo).

Hidrogeološke objekte, kot zadnji sklop obravnavane baze, smo opisali z naslednjimi atributi: osnovnimi podatki (enolični identifikator objekta, interna številka GeoZS, hidrografske območje, občina, ime objekta, tip objekta, x, y, z koordinata po Gauss-Kruegerjevi mreži, vir zajema podatkov, topografska karta 1:25000, lastnik, namen, stanje, opombe), vrsto ogroženosti, kvantitativnimi podatki (zajem, povprečni odvzem, pretok, gladina), hidrogeološkimi značilnostmi (poroznost vodonosnika, dinamika vodonosnika, režim toka, napajanje), merilno opremo, sledilnim poskusom (mesto vnosa sledila in dokazana zveza z mestom

vnosa), podatki o varovanju (varstveni pas, s katerim je objekt varovan, uradno glasilo in datum njegove objave), kemijskimi analizami (leto analize, parameter, trend) in podatki o arhivu oz. obstoječi dokumentaciji (poročilo, signatura poročila, naslov, avtor, organizacija, leto izdelave).

Hidrogeološki objekt je lahko izvir, vrtina, drenaža, rov, ponikovalno polje, pregrada ali kraški objekt kot so jame, brezna, ponori in estavele. Hidrogeološki objekt, ki je opremljen za zajem vode imenujemo **zajetje**. Vsa zajetja, ki so izvedena na izviru, imenujemo **zajeti izvir**. Vse vrtine, ki so opremljene za zajem vode imenujemo **vodnjak**, zajetja z drenažo imenujemo **drenažno zajetje**, zajetja z rovi pa **jamsko zajetje**. Vrtine, ki jih uporabljamo za opazovanje kakovosti ali količine podzemne vode imenujemo **opazovalna vrtina** ali **piezometer**. Vrtine, ki so namenjene ponikanju vod ali umetnemu napajanju imenujemo **ponikovalni vodnjak**.

Kot posebno podbazo hidrogeoloških objektov smo oblikovali razdelek za **vrtine**, za katere se izvajajo specifične meritve. Za njih smo določili osnovne podatke (tip vrtine, leto vrtanja, globina vrtine, naklon, azimut, podlaga, zadnji izmerjeni nivo, piezometrična gladina), značilnosti krovne plasti (litologija, stratigrafija, debelina, prepustnost), podatke o zajetem sloju (globina, litologija), podatke o cevitvi (premer cevi, tip cevitve, material cevi, prepustnost) in podatke o cementaciji vrtine.

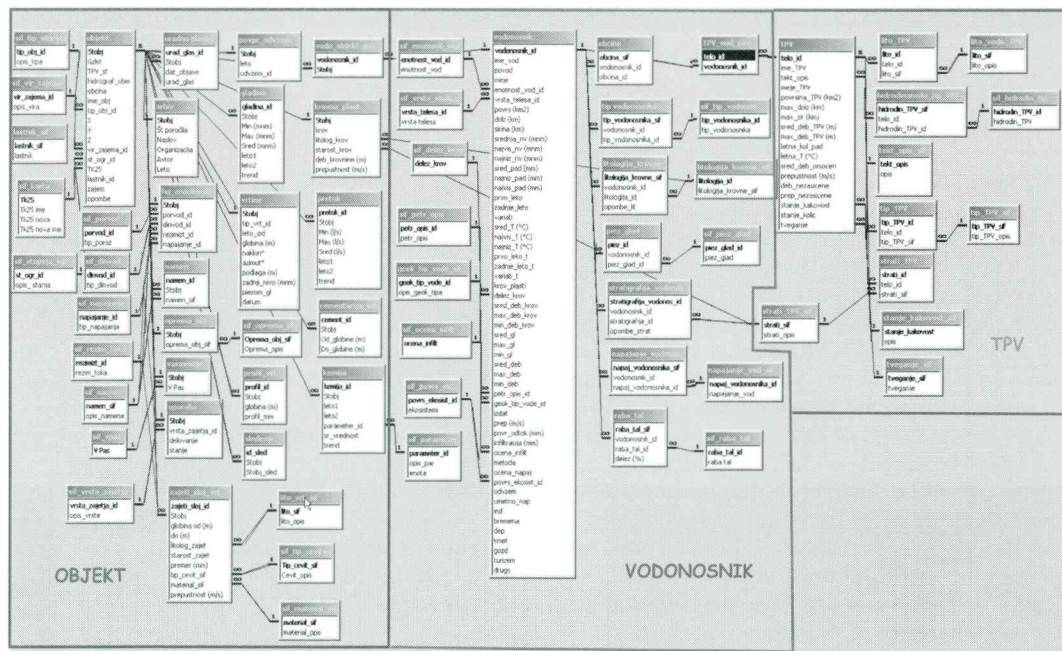
Vsi navedeni atributi podajajo na eni strani splošne, na drugi pa zelo specifične hidrogeološke informacije, vse pa imajo velik pomen za vpogled v samo stanje teles podzemne vode. Preko njih pridobimo splošne podatke o geografskih značilnostih, topografiji in lokaciji vseh objektov, litostratigrafske značilnosti geoloških plasti, meteorološke podatke, kvalitativne podatke kot so podatki o stanju ogroženosti in varovanju vodnih virov z varstvenimi pasovi, kvantitativne podatke, ki so rezultat testov in terenskih meritev (npr. povprečni odvzem, poroznost, piezometrična gladina, meritve pretoka, podatki o lastniku, kemijske analize vode...) in tudi izrazito tehnične podatke (npr. podatki o merilni opremi). Struktura baze je dinamična in odprta za dograjevanje in medsebojno povezovanje posameznih entitet, kar je zelo pomembno, saj so tudi objekti v real-

nosti medsebojno povezani. Ena izmed najučinkovitejših metod za ugotavljanje povezanosti objektov in pojavov je sledenje podzemnih tokov, ki smo jo tudi vključili v podatkovni model. Na bazo smo navezali še izračune deležev rabe tal in prostorskih obremenitev ter tako opisali pokazatelje pritisikov oz. ogroženosti, obremenjenosti, ranljivosti in povezanosti z drugimi ekosistemi. Na ta način smo že v začetni opredelitvi dobili osnovno sliko tveganja, na podlagi katere lahko analiziramo njegove vzroke in izvajamo zaščitne ukrepe, ki so nujno potrebni za doseganje kakovostnega stanja v prihodnosti. (Hribernik et al., 2004)

Naslednja faza razvijanja modela je bila *standardizacija in normalizacija* podatkov (Kvamme et al., 1997), ki je temeljila na analizi in sintezi obstoječih podatkov iz prej navedenih podatkovnih zbirk. Zelo veliko pomeni namreč stanje podatkov ob vnosu, saj ob tem lahko določimo metodo njihovega zajema, čas in območje zajema. Baze so bile načrtovane ločeno druga od druge, zato se njihove strukture medsebojno večinoma povsem razlikujejo, prihajalo je do medsebojnih neskladij v podatkovnih tipih, kvaliteti, kvantiteti podatkov in tudi samem mediju shranjevanja. Za prenos podatkov v novo

postavljen sistem je bila tako s timskim delom izvedena temeljita analiza in preverjanje, specifikacija podvojenih podatkov, da ne bi njihovo odstranjevanje pomenilo izgub, prav tako pa zaradi karakteristik sprejetega konceptualnega modela stalno dodajanje novih kategorij, posameznih polj ali celo tabel. Ta korak je bil zelo zahteven in obsežen, saj je za zagotovitev optimalne podatkovne predstavitve že pred vnosom potrebno preučiti obstoječe in določiti zahtevane podatkovne tipe ter njihov format, določiti obvezne podatke, pripraviti nove vsebine šifrantov in klasifikacije za posamezne kategorije ter s tem dinamične parametre osvoboditi subjektivnih geoloških interpretacij in onemogočiti nedoslednosti pri vnosu podatkov, določiti dostopnost do podatkov in kontaktno osebo. Da bi razvili končno shemo, ki bi zagotavljala maksimalne informacije ob minimalnem podvajanju podatkov in obenem pridobili optimalne rezultate, primerne za vsestranske analize, so bili parametri večkrat prekvalificirani in regrupirani.

Z združevanjem in prekrivanjem različnih baz podatkov smo pridobili končno število 4600 objektov, ki smo jih vključili v novo izdelan podatkovni model, ter ga s tem



Sl. 1. Relacijski model baze (Hribernik, 2004)

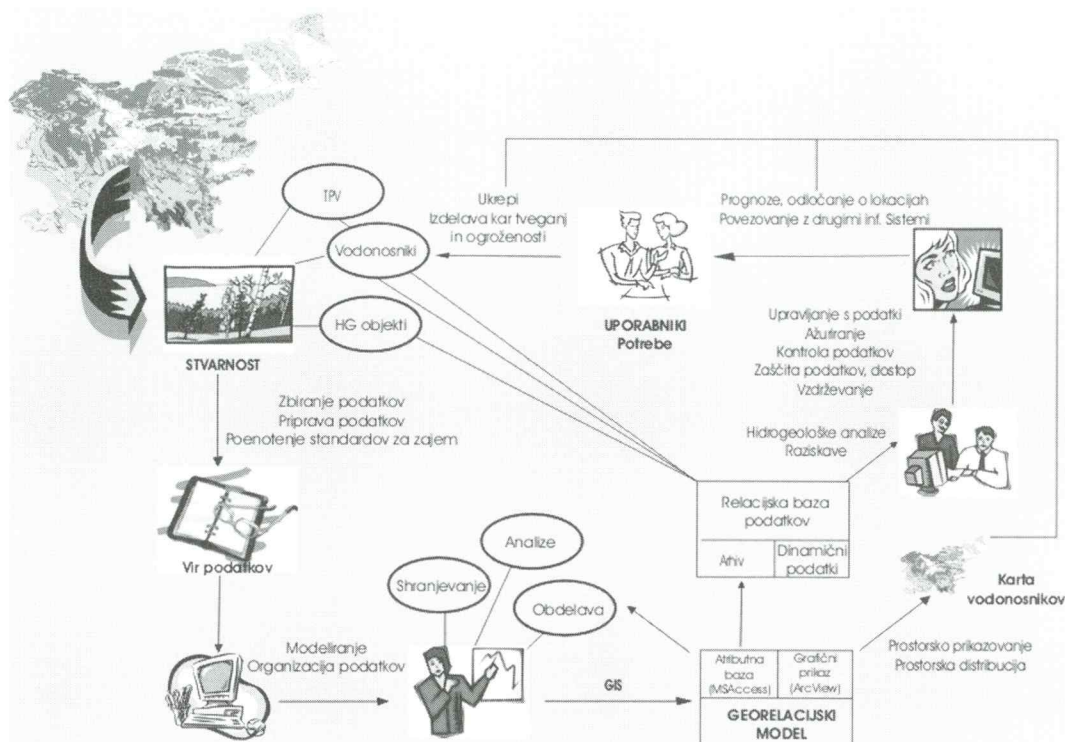
testirali. Postopek prekrivanja je bil precej zamuden in dolgotrajen, saj ni izdelanih grafičnih podlag za vse obstoječe baze, zato je bilo potrebno preseke izvajati s pomočjo različnih poizvedb za pridobitev podvojenih objektov, ki smo jih na podlagi diskusij nato izločili ali pa shranili na posebno mesto. Prvi način iskanja dvojnikov je potekal po koordinatah, s čimer smo pridobili najbolj zanesljive rezultate podvajanja. Ker pa so koordinate v posameznih bazah odčitane na različne načine, nemalokrat ročno, zaradi subjektivne interpretacije posameznih avtorjev tudi med koordinatami za isti objekt prihaja do razhajanj. Zato smo nadaljevali s prekrivanjem še po dodatnih kriterijih. Eden izmed relativno zadovoljivih je bilo ime objekta. Vendar se tudi ta način ni izkazal za povsem zanesljivega, saj pri samem vnosu podatkov velikokrat prihaja do tipkarskih napak, ki jih računalniške poizvedbe ne zaznajo. Zaradi tovrstnih pomanjkljivosti in zmanjšanja napak v prihodnosti smo pri izdelavi novega podatkovnega modela težili k

čimbolj šifriranem vnosu. Pri iskanju podvojenih vnosov smo si nenazadnje pomagali tudi s prostorsko orientacijo glede na lokacijo objekta na topografski karti in lego v občini, na koncu pa smo podatke še enkrat ročno pregledali in izločili morebitne možne podvojene objekte.

Konceptualni in logični opredelitvi podatkovnega modela sledi smiselna ureditev atributov v tabele, ki so edina podatkovna struktura *relacijskega modela*, v katerem so objekti hierarhično prikazani. (K v a m m e et al., 1997) V vsaki tabeli obstaja atribut, ki je enolično določen in se uporablja kot ključ. Prek njega so vzpostavljene osnovne zveze med objekti; ena proti ena, ena proti mnogo in mnogo proti mnogo, odvisno od lastnosti podatkov. S tem je bila postavljena osnova oz. jedro za nadaljnje oblikovanje hidrogeološkega informacijskega sistema.

Zadnja faza modeliranja podatkov je *izvedbeni model*, ki ga predstavimo z zaslonskimi vnosnimi obrazci za vsak sklop podatkov. Fizična predstavitev podatkov je

Sl. 2. Osnovni vnosni obrazec za vodno telo podzemne vode (Hribernik, 2004)



Sl. 3. Proces hidrogeološkega planiranja v GIS okolju (Hribernik, 2004)

grafični vmesnik med podatkovno bazo in uporabniškim nivojem. Obrazci so namenjeni vnosu in pregledovanju podatkov, zato so opremljeni z raznimi gumbi za navigacijo in iskanje po bazi. V bazi lahko uporabniki izvajajo tudi številna povpraševanja, kjer ob nizu pravil izbirajo specifične podatke, v pomoč pa so tudi izpisi, namenjeni tiskanju in predstavitvi podatkov na enem mestu, združevanju podatkov, primerjanju z realnimi podatki in vizualno prijaznejšemu pregledu nad njimi.

Vzporedno z obravnavano bazo smo razvijali tudi **Metabazo hidrogeoloških podatkov**, ki je namenjena shranjevanju podatkov o uporabljenih podatkovnih slojih, ki so nam služili za analizo in izračune o pritiskih in ogroženosti vodonosnikov ter teles podzemne vode. Podatkovne datoteke v njej so smiselno razdeljene na tri sklope, naravne značilnosti, ekosisteme in antropogene vplive. Vsak sklop podatkov se nadalje deli na različna področja. Področja ekosistemov vsebujejo ekološko pomembna območja, mokrišča, območja ptic in parke. Pod področja

naravnih značilnosti spadajo hidrogeološka klasifikacija, jame, monitoring, ponikalnice, ponori, razvodnice, reke, varstveni pasovi, vodna telesa, vodni sistem, vodni viri vodonosniki in meje. Kot področja antropogenih vplivov smo definirali cestno omrežje, čistilne naprave, izpuste odpadnih voda, naselja, odlagališča, onesnaženje zraka, onesnaževala, rabo tal in železniško omrežje. Na vsako navedeno področje se relacijsko vežejo posamezne datoteke. Za vsako datoteko so nadalje na voljo raznovrstni podatki kot so: šifranti datotek v angleščini, organizacije, ki razpolagajo s podatki, datum zadnje spremembe datoteke, zajem podatkov, datum zajema, datum vira in računalniška pot do datoteke. (Hribernik et al., 2004)

Georelacijski model

Obravnavana atributna **Baza hidrogeoloških objektov za opredelitev teles podzemne vode RS** je del t.i. *georelacijskega modela*, ki predstavlja povezavo relacijske atributne

baze z geometričnimi parametri. Medsebojno aktivno povezavo omogoča identični identifikator za oba tipa podatkov. Georeferencirane atributne podatke iz Accessa (Microsoft) aktivno povežemo z grafičnimi objekti na digitalni karti vodonosnikov 1:250.000, vzporedno izdelani v Arc View 3.1. projektu (ESRI) prek specifičnega programskega jezika Avenue in s tem ustvarimo enotno bazo. Klik na izbrani objekt na karti (npr. izvir) nam direktno vrne odgovarjajočo atributno shemo v bazi, kar omogoča njeno enostavno posodabljanje. (Hribernik et al., 2002) Povezava nam omogoča združevanje dveh neodvisnih sistemov, kar olajšuje spremembe v prostorski shemi na eni in v strukturi baze na drugi strani. Za uporabo tovrstne povezave smo se odločili po analizi programskih zmožnosti v projekt vključenih institucij in potencialnih uporabnikov, saj želimo doseči optimalno uporabnost in medsebojno izmenjavo podatkov.

Rezultat združevanja atributnih baz in grafičnih podatkov so kompleksne karte, iz katerih lahko razberemo lego in velikost vodonosnika, piezometrično gladino, hidrodinamične in hidrokemične lastnosti regionalnih vodonosnikov, predstavljajo pa tudi učinkovito izhodišče hidrološkim statistikam in prostorskim analizam, za študije kakovosti podzemnih voda, oceno odzema in porabe vode, ocene ranljivosti in možnosti napovedi onesnaženja glede na smeri podzemnih tokov, za načrtovanje lokacij novih vrtin, za nadzor nad bodočo rabo tal in upravljanjem z vodnimi viri ter nenazadnje z generalnimi hidrogeološkimi analizami za posredovanje koristnih informacij potrošnikom. (Hribernik et al., 2004)

Zaključki

Baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev vodnih teles podzemne vode je del širšega hidrogeološkega informacijskega sistema. Usmerjena je na podzemne vode in upravljanje z njimi, s čimer mislimo predvsem na uporabo, odzvem in njihovo zaščito.

V prispevku predstavljena shema vsestransko zadovoljuje hidrogeologe potrebe za različne vrste študij, saj nudi možnosti za enostavno preverjanje in vrednotenje podatkov, obenem pa podaja globalni pogled na specifične informacije o vodonosni-

kih, njihovo prostorsko razporeditev in možnost vpogleda v posamezne karakteristike vodonosnika. Kljub svoji kompleksnosti so podatki grafično kvalitetno prikazani, baza podatkov pa prilagodljiva bodočim spremembam.

V okviru obravnavanega projekta je iz vsebinske plati potrebno pridobiti uradno vnosno obliko vpisovanja koordinat lokacije hidrogeoloških objektov v bazo in povezati podatke o obstoječi dokumentaciji o objektih na interno bazo poročil GeoZS. Po modelu novega osnovnega vnosnega obrazca za objekt smo izdelali t. i. "terenski obrazec", s katerim so se že začela preverjanja in posodabljanja na terenu, prav tako pa je bil v digitalni obliki dostavljen nekaterim institucijam (komunalam), ki naj bi podatke poskušale organizirati na podoben način. Tudi ta opazovanja nameravamo dodati k obstoječim podatkom. Iz sklopa vseh prikazanih hidrogeoloških objektov bo potrebno izbrati reprezentativna mesta, ki so lahko potencialno izhodišče za pristop k načrtovanju državnega monitoringa. Podatkovni model je trenutno na voljo le v okviru sodelujočih institucij, v prihodnosti pa načrtujemo predstavitev metapodatkov na internetu in model prilagajati novejšim različicam uporabljenih programov (ArcGis 8.0 za grafiko, Visualstudio.net za povezavo atributnih podatkov z grafičnimi in SQL server 2000 za predstavitev atributnih podatkov).

Povezava GIS-a z modeli, apliciranimi na fenomene podzemne vode, kot tudi na zasičeno in nezasičeno cono, predstavlja izziv in enega zanimivih korakov pri bodočih hidrogeoloških raziskavah.

Literatura

Hribernik, K., Šinigoj, J., Komac, M., Šajn, R. & Premru, U. 2002: Relacijska podatkovna zbirka terenskih geoloških opazovanj. - *Geologija* 45/2, 387-392, Ljubljana.

Šinigoj, J., Skaberne, D. & Rokavec, D. 2002: Vzpostavitev informacijskega sistema mineralnih surovin - Poročilo o izvedenih delih v letu 2001. - Arhiv Geološkega zavoda Slovenije, Ljubljana.

Hribernik, K., Prestor, J., Strojan, M. & Bizjak, M. 2004: Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS - Končno poročilo 2.faza, atributni del. - Arhiv Geološkega zavoda Slovenije, Ljubljana.

Kvamme, K., Østir-Sedej, K., Stancić, S. & Šumrada, R. 1997: *Geografski informacijski sistemi*, ZRC SAZU, Ljubljana.