

Geol. vjesnik	Vol. 42	str. 235—247	Zagreb 1989.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 556.01/02.

Izvorni znanstveni članak

Novi pristup evidenciji i gospodarenju rezervama podzemnih voda SR Hrvatske

Pavao MILETIĆ,¹ Božidar BIONDIĆ,² Franjo FRITZ,²
Marija HEINRICH-MILETIĆ¹

¹Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6,
YU — 41000 Zagreb

²Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Sachsova 2,
YU — 41000 Zagreb

Ključne riječi: Podzemna voda, Rezerve podzemnih voda

Keywords: Ground water, Reserves of ground water

U članku je raspravljena problematika definiranja, istraživanja i gospodarenja rezervama podzemnih voda. Priskazani su rezultati studije o raspoloživim strateškim rezervama podzemnih voda Republike. Izdvojeni su i određeni strateški značajni istraživački radovi za definiranje i zaštitu eksploatacijskih rezervi.

The new comprehensive approach to the definition and investigation of ground water reserves is discussed. The results of the study of the strategical ground water reserves of the Republic of Croatia is presented as an example. The definition of the strategical investigations and studies needed for delineation, protection and management of the exploitation reserves is explained too.

UVOD

U nas i u svijetu postoji potreba uvođenja i korištenja evidencije rezervi podzemnih voda i politike razumnog gospodarenja tim rezervama. Posljedica je to činjenice da je podzemna voda najsigurniji, najjeftiniji i danas najčešće korišten izvor vode za vodoopskrbu stanovništva. Usudujemo se ustvrditi da će tako ostati i u budućnosti.

Sve diskusije o preradi površinskih i zagađenih voda temelje se, istina, na realnim mogućnostima modernih tehnologija, ali se u njima zanemaruju enormni troškovi obrade vode koje bi i mnogo jače privrede od naše teško mogle podnijeti.

Potreba evidentiranja i gospodarenja rezervama podzemnih voda uvjetovala je u prošlosti pokretanje mnogih rasprava o katastrima, hidrogeološkim studijama, hidrogeološkim kartama i bilancama. Sve tako započete akcije završavale su uglavnom s nedorečenim rezultatima koji nas u cjelini nisu primakli željenom cilju. Jedan od temeljnih razloga tome bila je činjenica što nisu bili razjašnjeni mnogi pojmovi čak niti u strukovnom društvu. Među njima ističemo poimanje i defini-

ciju rezervi podzemnih voda. Nadalje, pojedine struke zamenarile su činjenicu da osim njihova interesa postoji viši društveni interes. Taj interes je izražen u optimalnom korištenju prostora, njegovih ljudskih i materijalnih resursa. U vječnoj koliziji parcijalnih interesa raznih struka, pa i stručnjaka unutar istih struka, taj je viši interes vrlo često zanemaren.

U ovom tekstu želimo iznijeti način na koji smo predložili i sproveli studiju, čiji će rezultati omogućiti racionalno rješavanje postojećih sukoba u prostoru. Imajući u vidu uzroke nedorečenosti dosadašnjih napora u tom smislu, prvo ćemo prikazati neke polazne stavove na kojima se rad temelji, a koji se odnose na ugrađene nedorečenosti hidrologije, hidrogeologije i diskusije o rezervama podzemnih voda. Prikazati ćemo osnovne obrise rezultata studije čija je osnovica danas već gotova, a koji će biti posebno objavljeni (Miletić i dr., 1988).

NEŠTO O UGRAĐENIM NEDOREČENOSTIMA HIDROLOGIJE

Baveći se istraživanjima rezervi podzemnih voda sve češće smo se sretali s problemima koji su upućivali na zaključak da u istraživačkim radovima, tekućim rješenjima i tekućem pristupu — u ovom slučaju podzemnoj vodi — nešto nije kako valja. Očito su do sličnih zaključaka dolazili i istraživači u drugim sredinama, ali pravih podataka o tome nije bilo u literaturi. Tek 1986. godine pojavljuje se u uglednom časopisu eksplicitno iznijet stav koji dovodi u sumnju hidrologiju kao znanost s jasnom metodologijom i jednoznačnim rezultatima rada (Klemeš, 1986). Tome u prilog govori činjenica, da Američka geofizička unija pokreće studiju koja treba razjasniti što je zapravo hidrologija, koji su njeni zadaci i dometi i kakva treba biti edukacija hidrologa (Eagleson, 1988). Činjenice i dileme svode se na slijedeće. Hidrološka znanost nema jasan znanstveni profil. Posljedica je to njenog razvoja. Voda kao temelj života bila je predmet interesa gotovo svih struka. Mnogi stručnjaci su njegovali poseban interes za vodu koji se razvijao u specijalnost te struke. Svaki pak znanstvenik i stručnjak koji se je počeo intenzivnije baviti vodom u tu je djelatnost unosio »opterećenje« osnovnog obrazovanja.

To opterećenje utjecalo je na njegov stav o vodi i tumačenje prirodnih pojava u vezi s vodom. Manjkavost takvog tumačenja manifestirala se je kroz pomanjkanje vremenske dimenzije, prostorne predodžbe, ekonomske komponente, razumijevanja ostalih zbivanja u prirodi, kao i razumijevanje nužnosti ljudske intervencije u prostoru — da navedemo najvažnije. Veliku pomutnju u već pomućeno stanje unijela je i elektronička tehnika koja je omogućila izračunavanje složenih računa i simulacija složenih sistema. »Običan čovjek« koji donosi odluke — fasciniran matematikom i tehnikom — često je previđao činjenice da je u računu gotovo sve pretpostavljeno. Tako su nove mogućnosti znanstvenog i stručnog rada u praksi često, makar i nenamjerno, zloupotrebijene.

Sve navedeno bio je razlog pomutnje i u radu hidrogeologa, a »različito« tumačene iste činjenice bile su izvor kolebanja kod donošenja vodoprivrednih odluka.

Sada je jasno da su divergentni zaključci ozbiljnih znanstvenika posljedica realne činjenice da se vodom ne bave odgovarajuće i jednako obrazovani stručnjaci. Diskusiju kako premostiti ovo stanje ostavit ćemo za drugu priliku. Ovdje je zanimljivo vidjeti gdje smo se mi, u okviru naslovnog projekta, kretali.

U okviru politike korištenja voda naša preokupacija je bila studiranje rezervi podzemnih voda. Znači, proračun rezervi uz korištenje odgovarajućih evidencija podataka, te utvrđivanja raznih vanjskih utjecaja na količinu i kvalitetu podzemnih voda. Potrebe za vodom naglo rastu, kolizije interesa u prostoru sve su veće, a kvaliteta vode opasno je pogoršana. U gotovo iskorištenom prostoru u okolici postojećih velikih i malih crpilišta vrlo se teško provode efikasne mjere zaštite vode. Stoga u što skorijoj budućnosti valja donijeti odluku da li se oslanjati na pročišćavanje raspoloživih voda na licu mjesta, ili poduzeti nešto drugo. To drugo je organizacija regionalnih vodoopskrbnih sistema vezanih na rezerve podzemnih voda iz područja koja još nisu zagađena i koja je razumnom politikom razvoja moguće sačuvati za budućnost. Za donošenje takve odluke valja načiniti odgovarajuće podloge. U tom cilju ažuriran je projekt studije »Evidencija i gospodarenje rezervama podzemnih voda« iz 1975. godine. Prema programu evidencija će se temeljiti na postojećim studijama, znanju i iskustvu. Nakon dužih diskusija i pročišćavanja ideje, projekt je prihvaćen za realizaciju kao četverogodišnji zadatak. Stvarna realizacija projekta započela je 1987. godine, a financirana je od Republičke vodoprivredne interesne zajednice SR Hrvatske.

Ovdje je potrebno zahvaliti se onima koji su sudjelovali u oblikovanju zadatka i pomogli na pristupu njegovoj realizaciji. To su: inž. B. Bergman, inž. M. Marić, inž. V. Vodička, inž. M. Pilar, mr. Z. Blažević, inž. M. Braun i inž. V. Vlašić. Kada su u pitanju konstruktivne diskusije o potrebi formiranja regionalnih vodoopskrbnih sistema valja istaći inž. Z. Luburića, inž. R. Königa, dr. A. Tomića, inž. M. Petrovića, te mr. J. Šarea.

DISKUSIJA O REZERVAMA PODZEMNIH VODA

U osnovi, rezerva označava količinu supstance koja se uz odgovarajući intenzitet potrošnje može koristiti određeno vrijeme. Rezerve se moraju obnavljati ako se korištenje supstance mora produžiti. Voda je jedina anorganska prirodna supstanca čije se rezerve kroz relativno kratko vrijeme obnavljaju prirodnim putem.

Kada promatramo rezerve podzemnih voda u prirodnom ciklusu obnavljanja onda prvenstveno valja lučiti rezerve od količina vode.

Pod rezervama podzemnih voda valja podrazumijevati količine koje se mogu pridobivati na ekonomski opravdan i koncentriran način.

Pod količinama podzemne vode valja podrazumijevati ukupan volumen voda u podzemlju koji se u cjelini ne može pridobivati direktno na koncentriran i ekonomski opravdan način.

Obnavljanje rezervi podzemnih voda ovisi o prirodnim uvjetima: oborinama, mogućnost infiltracije, protoka u podzemlju, porozi-

tetu stijena, volumenu poroznih stijena i slično. Na makroplanu ove značajke opisane su koeficijentima stijena i hidrauličkim uvjetima na granicama sistema.

Za sisteme je značajna povratna veza, koja omogućava da se promjenom hidrauličkih uvjeta u sistemu ili na njegovim granicama utječe na ponašanje sistema i njegove rezerve.

Eksploatacijske rezerve podzemnih voda u hidrogeološkom sistemu su varijabla tog sistema i ne mogu se definirati a da istovremeno ne definiramo hidrauličke uvjete sistema i njihove promjene u prostoru i vremenu, te ograničenja u prostornom sistemu. Eksploatacijske rezerve su dakle varijabla odluke. One za svaki određeni slučaj ograničenja i uvjeta imaju drugačiji iznos (Miletić i Heinrich-Miletić, 1985).

Smatramo stoga da se u evidenciji rezervi podzemnih voda za osnovnu fazu odlučivanja mora lučiti vodom bogate od vodom siromašnih sistema. U prvim će na osnovu ukupne analize biti donjeta odluka o količini i uvjetima eksploatacije. Sve druge numeričke veličine koje se odnose na količine ili ukupne rezerve podzemnih voda tog sistema su u smislu gospodarenja eksploatacijskim rezervama irelevantne. One donosiocima odluka o ponašanju u sistemu čine samo smetnju.

U tom smislu moramo naglasiti da je pregledom izvorne literature i podataka bilo očito kako su ovisno o stavovima autora, ili raspoloživim podacima, rezerve podzemnih voda SR Hrvatske do sada računane ili procijenjene različitim postupcima. Zbog toga, ali isto i zbog velike neujednačenosti poznavanja pojedinih područja, takvi se numerički podaci u načelu ne smiju komparirati. Što više, u velikom broju primjera, navedene količine su u raskoraku s realnim eksploatacijskim rezervama sistema i sigurnim eksploatacijskim kapacitetom postojećih ili budućih crpilišta. To su činjenice koje su znatno otežale rad na »Evidenciji«. Naime, u najvećem broju slučajeva u postojećim izvještajima se insistira na perspektivnosti istraživačkih radova i mogućnostima pridobivanja većih količina voda. Takav stav ima samo lokalno opravdanje. Regionalno smo takve informacije zanemarili u klasifikaciji perspektivnosti vodonosnih sistema. Cilj sprovedene »Evidencije« je, naime, izrada podloge za planiranje strategije čuvanja eksploatacijskih rezervi podzemnih voda u strateški povoljnim sistemima.

Strateški povoljnim sistemima u ovom slučaju smatrali smo one u kojima je na koncentriran način moguće kaptirati velike količine podzemnih voda. Nadalje, da je pridobivena voda odgovarajuće kvalitete, da sistem nije neposredno i jako ugrožen od zagađivanja i da se kvaliteta podzemne vode može efikasno štititi razumnim korištenjem prostora. Pri tome u ovoj fazi evidentiranja uglavnom nisu razmatrane mogućnosti transporta vode od izvorišta do potrošača.

Pod razumnim korištenjem prostora ovdje smo podrazumijevali da sliv nije gusto naseljen, da se u njemu maksimalno riješi komunalna infrastruktura, da se destimuliraju djelatnosti koje negativno utječu na kvalitetu vode, a tekuće djelatnosti prouče i stave pod kontrolu.

Za vodna područja (hidrološke i hidrogeološke sisteme), gdje je uočena realna mogućnost povoljnije eksploatacije podzemne vode i poboljšanje

vodoopskrbe — takva je situacija posebno istaknuta (bez obzira na gornje kriterije) jer smatramo da i u tom slučaju valja i dalje proučavati raspoloživu dokumentaciju.

PRISTUP IZRADI I ORGANIZACIJA PRIKAZA REZULTATA STUDIJE

Imajući u vidu opće stanje i prije navedene činjenice, nametnula se potreba brze izrade podloga na temelju kojih je moguće donositi relevantne odluke o ponašanju u prostoru. Od samog početka rada bilo je jasno da sve rezerve na teritoriji Republike nemaju isto značenje. Predviđeno je stoga da se na osnovi poznavanja pojedinih sistema i izvorišta tokom rada načini selekcija rezervi po mogućem značenju i da se evidencija usredotoči na značajnija nalazišta. Tu je nastao problem projektiranja pristupa zadatku. Odlučeno je pružiti cjelovit hidrogeološki pregled Republike iz kojeg će proisteci dokaz o značajnim rezervama podzemnih voda. Prikaz pak oblikovati tako, da direktno posluži podlogom »prvostepenog« odlučivanja o ponašanju u pojedinim prostorima.

Izvođenje studije bio je drugi veliki problem. S obzirom na raspoloživo vrijeme i materijalna sredstva studiju su mogli izvesti jedino stručnjaci koji dobro poznaju prilike i raspoloživ fond podataka. Bez sudjelovanja takvih stručnjaka zadatak bi bilo nemoguće prvesti kraju. Sreća je da su se takvi stručnjaci našli i da su shvaćajući značenje zadatka pristali sudjelovati u njegovoj realizaciji. Bili su to uz autore: dr. D. Mayer, dr. K. Urumović, inž. A. Capar, mr. A. Pavičić, inž. D. Ivčić, inž. T. Grgas, inž. A. Bačani, inž. M. Klemar, inž. Z. Lavrinc i mr. E. Hrvojić. U pripremi materijala sudjelovali su inž. S. Grgić i inž. S. Tadesse.

Što se tiče prikaza rezultata rada, on mora biti takav da može poslužiti podlogom donošenja odluka na različitim razinama odlučivanja. Istovremeno mora biti pregledan i detaljan, točan i dokumentiran. Jednim od osnovnih zahtjeva smatrali smo sažetost informacija.

U naravi to znači da se na »jednom listu papira« nađu sve relevantne informacije za određenu razinu prikaza. Na taj način korisnik evidencije ne mora interpretirati mnoštvo podataka iz Katastra, a istovremeno nije prisiljen čitati mnoštvo elaborata kako bi došao do bitnih podataka o rezervama i njihovoj zaštiti. To je postignuto metodom koju smo uvjetno nazvali »zoom« metoda. Sastoji se u slijedećem: svi značajni podaci o nekom području, bez obzira na njegovu veličinu, prikazani su na jednom »listiću« presavijenog A3 formata. Prikazat ćemo to na primjeru.

Na prvoj razini evidencije područje Republike dijeli se na četiri osnovna vodna područja. Površine se uglavnom podudaraju s područjima vodoprivrednih radnih organizacija (VRO). Geološke, hidrogeološke i ostale relevantne značajke za svako od područja prve razine evidencije prikazane su na posebnom »listiću«.

Osnovne oznake za prvu razinu evidencije su slijedeće: Jadranski sliv označen je s A, a Crnomorski sliv s B.

Vodna područja Vodoprivrednih radnih organizacija kako slijedi:

VRO — Zagreb	B 1000
VRO — Osijek	B 2000
VRO — Rijeka	A 3000
VRO — Split	A 4000

Pod oznakom B — 1000 uvršten je i dio sliva Save, koji administrativno pripada VRO — Rijeka.

Svako od navedenih osnovnih vodnih područja prve razine evidencije podijeljeno je na logične hidrološke ili hidrogeološke složene sisteme, koji imaju neke osnovne zajedničke geološke, hidrogeološke ili/i hidrološke značajke. Obzirom na realne uvjete takvih složenih sistema d r u g e razine evidencije nema više od 9 za svaki VRO. Njihova numerička oznaka nalazi se u drugoj koloni osnovne oznake. Primjerice za vodno područje sliva Save (VRO — Zagreb) to su:

Sliv Sutle	B 1100
Sliv Krapine	B 1200
Brežuljkasto područje od Zagreba do Slavenskog Broda	B 1300
Sliv desnih pritoka Save od ušća Kupe do ušća Une	B 1400
Dolinski i ravničarski dio	B 1500
Sliv Kupe	B 1600
Sliv Une	B 1700

Izdvojena područja druge razine evidencije podijeljena su na trećoj razini evidencije na prostore (vodna područja) koja sadrže jedan ili više definiranih hidrogeoloških sistema vrlo sličnih geoloških, hidrogeoloških i hidroloških značajki. Svako od tih područja ima također svoj evidencijski broj koji je upisan u treću kolonu osnovne evidencijske oznake. Za primjer dolinski i ravničarski dio sliva Save podijeljen je na slijedeća manja vodna područja:

Skup sistema samoborskog područja	B 1510
Skup sistema zagrebačkog područja	B 1520
Sisačko-brodsko područje	B 1530
Istočno-slavonsko područje	B 1540

Četvrtu osnovnu razinu evidencije čine hidraulički definirani sistemi (koji se mogu izdvojiti unutar područja treće razine evidencije. Primjerice u skupu sistema istočnoslavenskog područja hidraulički se mogu definirati četiri pojedinačna sistema.

Prvi vodonosni sloj	B 1541
Drugi vodonosni sloj	B 1542
Treći vodonosni sloj	B 1543
Četvrti vodonosni sloj	B 1544

Znači, pojedinačni hidraulički definirani hidrogeološki sistemi označeni su u četvrtom redu osnovne evidencijske oznake.

Vezano za rezerve podzemnih voda izvršena je i dalje podjela u pojedinim sistemima i to na uglavnom veća postojeća ili potencijalna crpilišta.

Oznaka crpilišta (izvorišta) pridružena je osnovnoj oznaci sistema. Primjerice crpilište Vinkovci pošto kaptira dva vodonosna sloja (sistema) ima oznaku skupa sistema i oznaku crpilišta B 1540 — C 01, a buduće crpilište V. Kapanica, koje će kaptirati isključivo prvi vodonosni sloj (sistem) B 1541 — C 01. Ono što je ovdje bitno čitav slijed evidencije postoji samo tamo gdje za to postoji potreba ili podaci. Na višoj evidencijskoj razini naznačeno je uvijek što je na nižoj dalje obrađivano. Na taj smo način nastojali smanjiti broj u ovom času manje značajnih informacija.

Ostalo je još opisati evidenciju izvornih podataka. Na kraju svakog listića postoji oznaka izvornih podataka koja se sastoji od osnovne evidencijske oznake vodnog područja i oznake i broja izvora podataka. Primjerice pod oznakom B 1540 — G 01 u evidenciji izvora podataka nalaze se bibliografski podaci o izvještaju (publikaciji) na kojem se temelje podaci o vodnom području B 1540. Ukoliko se radi o bunaru, bušotini ili pijezometru, oznaka izvora podataka je P ili B.

Nastojali smo ne opteretiti evidenciju izvornih podataka, već navesti samo bitne. Daljnje informacije valja potražiti u popisu literature »izvornog podatka«.

REZULTATI STUDIJE — IZBOR PODRUČJA STRATEŠKIH REZERVI PODZEMNIH VODA SR HRVATSKE

Općenito

Prije daljnje rasprave valja naglasiti da se izborom strateških rezervi ne smije zanemariti ukupan fond rezervi podzemnih voda Republike. Sve rezerve naročito one koje se danas koriste valja maksimalno čuvati i optimalno koristiti. Nesumnjiva je, međutim, činjenica da čuvanje rezervi podzemnih voda na nekim čak i vrlo značajnim lokalitetima ne uspijeva. Isto je tako sigurno da i u budućnosti to neće biti moguće. Maksimalna zaštita voda tražila bi tolika ograničenja u razvoju, da ih je realno nemoguće sprovesti. Nadalje, kada se uzimaju u obzir realne potrebe za vodom, onda se značenje rezervi podzemnih voda može relativizirati. Za neko područje manje količine vode su od veće strateške važnosti nego za neko drugo relativno veće količine. No takva razmatranja nas sigurno ne bi približila cilju koji je projektom zacrtan, a rezultirala bi dugotrajnim diskusijama bez rezultata.

Ono što ćemo ovdje predložiti je čuvanje rezervi podzemnih voda onih područja koja danas još nisu zagađena i gdje se kvaliteta podzemnih voda može štiti razumnom razvojnom politikom. Nismo, međutim, mogli zanemariti činjenicu da je aktiviranje tih rezervi dugotrajan i skup proces pa strateškim rezervama moramo smatrati i podzemne vode

bogatih vodonosnih sistema koji su danas u upotrebi. Takve rezerve moraju biti korištene u prelaznom periodu i biti dovoljne za osiguranje pitkom vodom čitave regije ili šire.

Problem transporta vode je zanemaren, jer se danas pitka voda transportira na velike udaljenosti. U ne tako dalekoj budućnosti takav razvoj vodoopskrbe očekuje i nas. Ozbiljne ekonomske studije pokazale bi ekonomičnijim transport vode, od lokalne zaštite i prerade.

Kriteriji i izbor područja strateških rezervi podzemnih voda

Izbor strateških rezervi podzemnih voda Republike izvršili smo i prikazali na tri prioritete razine koje imaju svoje geografsko, hidrotehničko i prostorno opravdanje.

Prva razina obuhvaća rezerve područja koja mogu zadovoljiti velike potrebe, čija slivna površina se nalazi uglavnom na području Republike, na čijoj površini zagađivanje prostora još nije veliko i koja područja se pažljivom razvojnom politikom mogu zadržati u istim uvjetima, ili se ti uvjeti mogu poboljšati. Transport vode iz tih prostora do potrošača dominantno je gravitacijski.

Druga razina strateških rezervi podzemnih voda obuhvaća područja koja su bogata rezervama podzemnih voda, ali se njihova slivna područja nalaze izvan ili čak daleko izvan granica Republike, pa se unutrašnjim propisima ne može do kraja djelovati na ostvarenje ili očuvanje kvaliteta podzemnih voda.

Na područjima sa strateškim rezervama druge razine se odvija i poljoprivredna aktivnost koju valja uskladiti s potrebama očuvanja kvalitete vode. Ovi prostori se već koriste i za druge ciljeve (primjerice pridobivanja hidroenergije). Zbog toga će za ta područja biti potrebno izraditi detaljnu podlogu za procjenu rezervi, izvršiti analizu sukoba interesa, optimalizaciju aktivnosti i donijeti odluku o optimalnoj eksploataciji.

Treću razinu strateških rezervi podzemnih voda čine rezerve koje se već nalaze u upotrebi za velike gradske i industrijske aglomeracije što ih u ovom času čini nenadomjestivima. Te rezerve su više-manje poznate, njihova ležišta se intenzivno istražuju, ali su zbog prostornog položaja maksimalno ugrožene i po količini i po kvaliteti.

Prema naprijed navedenim kriterijima prvu razinu strateških rezervi Republike čine isključivo rezerve izvorišta i gornjih tokova krških slivova. Prema makroslivovima izdvojene su:

- U Crnomorskom slivu područje centralnog dijela Like i Gorskog Kotara, a pripadaju im izvorišta: Mrežnice, Dobre i Kupe.
- U Jadranskom slivu to su rezerve izvorišnih područja rijeke: Gacke, Zrmanje, Krke i »duboki« retencijski prostori većeg broja krških slivova u priobalnom području.

Drugu razinu strateških rezervi čine velike količine podzemnih voda koje nalazimo u aluvijalnim šljuncima sjeverne Hrvatske. To su rezerve koje se praktično još ne koriste, ali su jako ugrožene od ostalih aktivnosti u prostoru. Ovdje smo izdvojili i subarteški i arteški

bazen prve hidrogeološke zone istočne Slavonije u kojem je voda prirodno slabije kvalitete.

U rezerve druge razine izdvojena su vodonosna ležišta:

- U slivu Save prvi vodonosni sloj Babina Greda — Kopaonica — Sava i prva hidrogeološka zona Slavonско-sremske depresije.
- U slivu Drave prvi vodonosni sloj uzvodne Podravine i prva hidrogeološka zona srednje Podravine.

Vodonosni slojevi i izvorišta vrlo bogata podzemnom vodom, koja se nalaze u tekućoj upotrebi uvrštena su u treću razinu evidencije strateških rezervi. Obzirom na to da takva izvorišta služe izvorom vodoopskrbe velikih gradova i industrije, njihovo strateško značenje je veliko. Veliki dio ležišta i izvorišta skoro je nepovratno ugrožen ukupnom aktivnošću u neposrednom prostoru. Smatramo stoga da je potrebna posebna briga o organizaciji njihovog daljnjeg istraživanja i čuvanja. Prema navedenim kriterijima to su: Prva hidrogeološka zona nizvodne Podravine, Prvi vodonosni sloj Save kod Zagreba, Sliv rijeke Mirne u Istri, Sliv izvora Jadro i Žrnovnice, Izvorišta rijeke Cetine, Sliv Omble u Dubrovniku.

Od voda koje se još ne koriste u potpunosti treba uvrstiti vode izvora Studenci u donjem toku Cetine i izvora Miljacke u srednjem toku Krke.

REZULTATI STUDIJE — PRIJEDLOG STRATEŠKI ZNAČAJNIH ISTRAŽIVAČKIH RADOVA

Smatrali smo da studija »Evidencija i gospodarenje strateškim rezervama podzemnih voda SR Hrvatske« ne bi do kraja zadovoljila svrhu bez analize strateški značajnih istraživačkih radova.

Pod strateški značajnim istraživačkim radovima u duhu ove studije podrazumijevamo one radove:

- a) čiji rezultati se mogu primijeniti i koristiti na svim područjima Republike i
- b) čiji rezultati služe za upoznavanje i zaštitu strateški značajnih eksploatacijskih rezervi podzemnih voda.

Odmah ćemo naglasiti da će ovdje biti navedeni samo oni zadaci čije provođenje ne trpi odlaganje i to iz slijedećih razloga:

- 1) jer je sistemom obrazovanja i sistemom dosadašnjeg rada evidentan manjak stručnjaka potrebnog teorijskog obrazovanja. Sigurni smo da će taj nedostatak biti nadoknađen provođenjem predloženih studija. Naravno pod uvjetom da se uvede rigorozan nadzor i stručna revizija toka i rezultata rada;

- 2) jer je evidentno da su sve rezerve (površinskih i podzemnih) voda ili zagađene, ili u velikoj mjeri ograničene i po količini i po kvaliteti;
- 3) jer smo došli do zaključka da je prividno zadovoljavanje potreba na vodi za vodoopskrbu u velikom dijelu Republike osnovano na optimističkim pretpostavkama i da procesi koji će tokom vremena utjecati na eksploatacijske količine i kvalitetu vode nisu u dovoljnoj mjeri poznati.

U daljnjem tekstu navest ćemo naslove tema prema skupinama kako su naprijed predviđene.

Zadaci prve skupine

Kao što je kazano, ovoj skupini zadataka pripadaju oni čiji će rezultati vrijediti na cijelom, ili većem dijelu Republike. To su zadaci:

1. Pregled rezultata istraživačkih radova koji su u toku, te racionalizacija primjene pojedinih metoda istraživanja.
2. Projekt AOP-a (automatske obrade podataka) za strateški značajna područja i rezerve podzemnih voda.
3. Revizija postojeće mreže točaka opažanja hidrometrijskih podataka o podzemnoj vodi (pijezometri i izvori) i izradi projekta jedinstvene republičke mreže mjerenja I reda.
4. Usklađivanje i unificiranje metodologije definiranja i utvrđivanja eksploatacijskih rezervi podzemnih voda.
5. Izrada i unificiranje metodologije utvrđivanja i praćenja transporta zagađivača u uvjetima nesaturiranog i saturiranog realnog geološkog prostora.
6. Revizija metodološkog pristupa istraživanju rezervi podzemnih voda u području krša.
7. Studija utjecaja intenzivne poljoprivredne proizvodnje na kvalitetu podzemnih voda uz prijedlog optimalnog usklađivanja proizvodnje i čuvanja kvalitete vode.
8. Studija i prijedlog prostora maksimalno pogodnog za odlaganje opasnih i štetnih otpada (s hidrogeološkog aspekta).

Zadaci druge skupine

Zadaci ove skupine odnose se na istraživačke radove koji će dokazati postojanje odgovarajućih strateških rezervi podzemnih voda na predloženim lokalitetima, te poslužiti donošenju odluke o načinu i količini eksploatacije.

Još jednom ćemo i ovdje napomenuti da istraživanja strateških rezervi ne isključuju normalno odvijanje istraživačkih radova koji su u toku, a koji se odnose na rješavanje ili poboljšanje lokalnih vodoopskrbnih sistema. Isto tako istraživanje strateških rezervi podzemnih voda Republike ne znači uvijek i njihovo neposredno korištenje. To naročito vrijedi za one prve razine evidencije. Cilj tih istraživanja bit će prvenstveno

utvrđivanje i zaštita rezervi koje će biti moguće efikasno i racionalno čuvati za vrijeme kada će lokalni sistemi ispadati iz pogona, ili kada neće biti u stanju zadovoljiti lokalne potrebe i konačno kada će lokalne sisteme biti preskupo održavati.

Kada se u ovom slučaju radi o istraživanju i zaštiti rezervi na konkretnim područjima, to su zadaci koje je potrebno rješavati za svako područje navedeni u evidencijskim listićima izvorne studije (Miletić i dr., 1988). Nećemo ih ovdje ponavljati. Potrebno je, međutim, sažeto iznijeti ono što je za sva područja identično i što je s obzirom na opće stanje potrebno odmah izvesti.

Za strateške rezerve prve razine potrebno je neposredno snimiti stanje korištenja prostora, te evidentirati sve postojeće i planovima razvoja predviđene potencijalne zagađivače.

Nadalje, potrebno je odgovarajućom analizom geoloških i hidrogeoloških podataka potvrditi razvodnice slivnog područja i projektirati odgovarajuću mrežu hidrometrijskog mjerenja.

Za strateške rezerve druge razine potrebna je neposredna snimka i analiza svih aktivnosti koje ugrožavaju kvalitetu podzemne vode, te analiza istraživačkih aktivnosti čiji rezultati mogu poslužiti točnijoj procjeni eksploatacijskih rezervi. Na temelju takve analize bit će moguće projektirati racionalnu mrežu točaka hidrometrijskog mjerenja i izraditi projekt racionalnog obima istraživačkih radova potrebnih za definitivno određivanje količine eksploatacijskih rezervi i njihove optimalne zaštite.

Za strateške rezerve treće razine u ovom času je dovoljno provesti aktivnost republičkih organa kroz odgovarajuće pojačan rad na temi prve skupine pod 1.

ZAKLJUČAK

Studija »Evidencija i gospodarenje rezervama podzemnih voda SR Hrvatske« projektirana je i djelomično završena na osnovi teorijskih postavki do kojih smo došli odgovarajućim radom u zemlji, te na temelju podataka o trendovima istraživanja i čuvanja rezervi podzemnih voda u svijetu (Miletić i Heinrich-Miletić, 1985; Klemeš, 1986; USGS, 1986; OECD, 1986; E ag e l s o n, 1988). Temeljne postavke iz citirane literature u našoj studiji još su oštrije usmjerene na osnovnu zadaću vodoprivrede: osiguranje strateških rezervi podzemnih voda za bližu i dalju budućnost.

Zaključeno je naime da je vrlo teško čuvati ukupne rezerve podzemnih voda u uvjetima realnog razvoja zemlje i složenog korištenja prostora.

Budućnost vodoopskrbe će počivati na velikim regionalnim vodoopskrbnim sistemima, čija crpilišta će biti posebno šticeana odgovarajućim planovima korištenja takvog područja. Takva akcija traži formiranje odgovarajuće vodoprivredne politike koja mora biti bazirana na posebno pripremljenim podlogama. U tom smislu u ovoj studiji je na opisan način obrađeno čitavo područje Republike. Na osnovu relevantnih podataka klasificirane su rezerve pojedinih vodnih područja (slivova, sistema) u tri razine po strateškom značenju za tekuću i buduću vodoopskrbu.

U prvu razinu evidencije uvrštene su strateške rezerve prostornih krških rezervoara koje mogu i količinom i kvalitetom zadovoljiti

regionalnu vodoopskrbu u budućnosti ukoliko se hitno regulira korištenje tog prostora. Drugu razinu čine rezerve aluvijalnih riječnih nanosa i jezerskih taložina sjeverne Hrvatske, čiju kvalitetu je teško očuvati obzirom na intenzivno korištenje prostora za razvoj drugih vitalnih privrednih djelatnosti. U treću razinu uvrstili smo bogate vodonosne sisteme koji su danas u upotrebi, ali u kojima je kvaliteta podzemnih voda već pogoršana s tendencijom daljeg pogoršanja. Možemo pretpostaviti da će u budućnosti dio tih rezervi biti isključeno iz vodoopskrbnih sistema.

Ovakvo gledište o razvoju buduće vodoopskrbe traži ozbiljan pristup formiranju odgovarajuće vodoprivredne politike te odgovarajućoj prilagodbi prostornih i razvojnih planova Republike. Uz navedeno zaključili smo da studija ne bi bila potpuna kada se u njoj ne bi osvrnuli i na strategiju provođenja istraživačkih radova za utvrđivanje i zaštitu rezervi podzemnih voda. Razmatrajući rezultate sadašnjih istraživanja zaključili smo da bi velike vodoprivredne organizacije morale pokretati i financirati strateška istraživanja koja će imati edukativno i praktično značenje za razvoj vodoopskrbe. I takve smo prijedloge u studiji obrazložili, a sažetak obrazloženja nalazi se u prethodnom tekstu.

Što se tiče ostalih istraživačkih aktivnosti koje su nužne smatramo da bi odgovarajuća republička ustanova morala nad njima uvesti stručan nadzor kako se istraživanja ne bi ponavljala i kako bi rezultati istraživanja bili odgovarajuće i realne kvalitete.

LITERATURA

- Eagleson, P. S. (1988): Opportunities in the hydrologic sciences. *EOS, Transaction, AGU, Vol. 69, No 35*. 817—821, Washington.
- Klemeš, V. (1986): Dilettantism in hydrology: transition or destini?, *Water Resources Research, Vol. 22, No. 9*, 1775—1885, Washington.
- Miletić, P. i Heinrich-Miletić, M. (1985): Metodološki pristup istraživanju i gospodarenju rezervama podzemnih voda. »Nafta«, 92, Zagreb.
- Miletić, P., Biondić, B., Fritz, F., Capar, A., Urumović, K., Mayer, D., Ivičić, D., Pavičić, A., Bačani, A., Grgas, T., Hrvoić, E., Klemar, M., Grgić, S. i Tadesa, S. (1988): Evidencija i gospodarenje zalihama podzemnih voda SR Hrvatske. Izvještaj. Studija s evidencijskim listićima u prilogu. Arh. RVIZ, Zagreb, RGN-fakultet, Zagreb.
- OECD (1986): Water pollution by fertilizers and pesticides, OECD, 144, Paris.
- USGS Circular 1010 (1986): Goals of the U. S. Geological Survey, U. S. Gov. Print. Office, 17, Denver.

A new approach to the Register and Management of Groundwater Reserves in the Socialist Republic Croatia

P. Miletić, B. Biondić, F. Fritz and M. Heinrich-Miletić

The study »A NEW APPROACH TO THE REGISTER AND MANAGEMENT OF GROUNDWATER RESERVES IN THE SR CROATIA« was designed and partly completed on the basis of the theoretical assumptions resulting from the explorations carried out in the country, and the facts considering the worldwide general views in investigations and protection of groundwater reserves (Miletić & Heinrich-Miletić, 1985; Klemeš, 1986; USGS, 1986; OECD, 1986; Egelson, 1988). Basic assumptions from the cited literature in our study indicate the main goal of the water resource management: to provide the strategic groundwater reserves for near and for further future.

Namely, it has been concluded that it is very hard to protect the groundwater reserves within the actual, complex utilization of environment. The future of water supply management should be based on the regional water-supply systems and groundwater systems protected by adequate regulations of environment utilization plans. For such an action the creation of the water-resource's policy is necessary. Therefore the entire area of the Republic was examined, and on the basis of relevant data the reserves of particular water areas (catchment areas and groundwater systems) have been classified into three levels according to the strategic importance for the current and future water-supply management.

The first level of register implies the strategic reserves of reservoirs with the quantity and quality capable to satisfy the regional supply demands in future, taking into account the urgent regulation of environment utilization.

The second level comprises the reserves of alluvial deposits and lacustrine sediments of the northern Croatia, whose quality is difficult to protect due to the intense exploitation of the environment for other vital economic sectors.

The third level covers rich aquifers under exploitation nowadays but whose groundwater quality has already been spoilt with the tendency of being spoilt further as well. We can take for granted that a part of those reserves would be excluded from the water supply systems in future.

Such a view on the future water-supply development requires a serious approach to the creation of the appropriate water resource policy, together with the adequate adaptation of the regional and development plans of the Republic. According to the before mentioned, we have concluded that the study wouldn't be adequately completed without taking into consideration the strategy of future research for the groundwater reserves' determination and protection. Considering the results of previous investigations, we come to the conclusion that the adequate governmental agencies should guide and financially support the strategic research works which will have the educational and practical significance for the development of the water-resource management. Such suggestions are adequately explained in the present study and the summary of explanations can be found in the previous text. In relation to other important research activities we think that the appropriate governmental agencies should supervise them to avoid double work and to provide the results from such researches to be of the best quality.