

Geol. vjesnik	Vol. 39	str. 137—150	Zagreb 1986.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 556.332.4.04/042

Izvorni znanstveni rad

Prilog poznavanju hidrogeoloških značajki prve hidrogeološke zone na području istočne Slavonije

Pavao MILETIĆ¹, Andrea BAČANI¹, Darko MAYER¹ i Andrija CAPAR²

¹ *Zavod za inženjersku geologiju, hidrogeologiju i geologiju nafte i ugljena, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, YU — 41000 Zagreb*

² *Geofizika, Savska 64, YU — 41000 Zagreb*

Prikazani su noviji podaci o hidrogeološkoj građi prve hidrogeološke zone sliva Save u istočnoj Slavoniji. Podaci su prikupljeni većim brojem istraživačkih bunara i strukturnih bušotina, te višegodišnjim mjerenjem razina podzemnih voda. Analizom podataka ustanovljeno je da se u prvoj hidrogeološkoj zoni mogu izdvojiti četiri produktivna vodonosna sloja. Na temelju istih podataka bilo je moguće načiniti i prvu procjenu rezervi podzemnih voda, koja je pokazala da se veće količine vode mogu eksploatirati jedino u prvom vodonosnom sloju. Analiza podataka je nadalje pokazala da je kod interpretacije pokusnog crpljenja, te proračuna rezervi u budućnosti potrebno uzimati u obzir i utjecaje koje na interpretaciju ima pojava konsolidacije, čime je otvorena nova problematika koju je potrebno detaljnije istražiti tokom daljih studija.

The new data about the hydrogeologic structure of the first hydrogeologic zone of the Sava river basin in Eastern Slavonia are presented. The data are collected by a number of exploratory wells and structural bore holes and also by measurement of groundwater levels during several years. It has been proved by the data analysis that in the first hydrogeologic zone four aquifers interesting for water supply can be selected. Based on the same data it has been possible to make the first evaluation of groundwater reserves which has shown, that larger amounts of water can be exploited only from the first aquifer. Data analysis has also shown, that for the interpretation of pumping test and for the evaluation of reserves in future, it is necessary to take into consideration the influence of consolidation. The phenomenon of consolidation and its influence on interpretation establishes a new problem which is necessary to investigate detailly in the future studies.

UVOD

Područje na koje se odnosi ova studija geografski pripada istočnoj Posavini, odnosno istočnoj Slavoniji u SR Hrvatskoj (sl. 1).

Na površini od približno 3200 km² ovdje živi oko 260 000 stanovnika. Od toga je javnom vodoopskrbom obuhvaćeno svega 9 do 23 % stanovnika, ovisno o općini. Organiziranu vodoopskrbu putem gradskog vodovoda imaju samo Slavonski Brod, Vinkovci, Županja i Đakovo. Ukupna eksploatacija vode postojećih vodovoda danas iznosi oko 0,200 m³/s. Predviđene potrebe do 2000-te godine iznose za ove gradove 1.380 m³/s ili šest puta više od današnje eksploatacije.

Ovakva situacija bila je direktan poticaj za provođenje hidrogeoloških istraživanja u okviru kojih je u deset godišnjem razdoblju izvedeno ukupno 36 pokusno-eksploatacijskih bunara, 75 strukturno-pijezometarskih bušotina, nadalje provedeno je preko 6000 sati pokusnog crpljenja, izrađeno je nekoliko stotina granulometrijskih analiza, velik broj kemijsko-bakterioloških i geomehaničkih analiza, a organizirano je i konstant-



Sl.1 Geografski smještaj istraživanog područja

Fig.1 Lay out of the area investigated

no praćenje nivoa podzemne vode na većem broju pijezometara. Istraživanja financira SVIZ za vodno područje sliva Save u SR Hrvatskoj, a tokom terenskog rada i studija korištena su i sredstva SIZ-a III za znanost.

Obradom tih brojnih podataka došlo se do novih detalja o hidrogeološkoj građi najmlađih kvartarnih naslaga. Tako su tokom interpretacije prvi puta izdvojena četiri značajnija vodonosna sloja u prvoj hidrogeološkoj zoni, a utvrđeni su i njihovi hidrogeološki parametri. Također je ustanovljen utjecaj konsolidacije na mjerene podatke sniženja razine podzemne vode tokom pokusnog crpljenja što ima ozbiljne posljedice na točnost interpretacije podataka crpljenja. U daljem tekstu iznijet ćemo onaj dio rezultata hidrogeoloških istraživanja koji se odnosi na izdvajanje produktivnih vodonosnih slojeva u prvoj hidrogeološkoj zoni.

Neki prethodni podaci

Unutar geoloških: strukturnih, paleontoloških, litofacijelnih, geomorfoloških i genetskih okvira koji su s više ili manje detaljnosti prikazani od niza autora među kojima se ističu Đ. Pilar (1976), F. Šandor (1912), D. Gorjanović-Kramberger (1920 i 1922), M. Tajder (1942), A. Takšić (1932, 1947 i 1970), T. Jagačić (1963), M. Haček i M. Olujić (1969), M. Malez (1971), M. Vidović (1974), V. Kranjec i dr. (1969 i 1970), Z. Hernitz (1970 i 1983), A. Sokač (1971 i 1976), J. Šimon (1973), P. Miletić i K. Urumović (1975) i K. Urumović i dr. (1978) sistematski su rješavani hidrogeološki problemi u sjevernoj Hrvatskoj od 1962. godine. Hidrogeološke značajke ovog područja istraživane su kroz Hidrogeološku studiju i izradu Hidrogeološkog katastra sjeverne Hrvatske. Postignuti rezultati su služili i služe rješavanju vodoprivrednih zadataka, najčešće za vodoopskrbu naselja i privrednih objekata. U vremenskom slijedu te rezultate možemo sažeti u dvije faze. Prvu fazu čini regionalna hidrogeološka rajonizacija sjeverne Hrvatske (P. Miletić, 1969). Po navedenoj rajonizaciji u sjevernoj Hrvatskoj razlučene su na površini tri hidrogeološke jedinice, a ovdje prikazano područje pripada hidrogeološkoj jedinici ravničarskog područja. Po vertikalni su razlikovane dvije hidrogeološke zone. Prva s vodonosnim slojevima sa slobodnom razinom podzemne vode i plićim arteškim i subarteškim vodonosnim slojevima koji sadrže vodu pogodnu za vodoopskrbu. Druga hidrogeološka zona sadrži vodonosne slojeve s mineraliziranom i termalnom vodom. U drugoj fazi studije vodoprivredni istraživački radovi usmjereni su na određivanje granice prve i druge hidrogeološke zone, te na određivanje kvalitete vode i rasporeda vodonosnih slojeva u prvoj hidrogeološkoj zoni. Tako je ustanovljeno da u podzemnoj vodi otopljeno željezo izostaje u dinamički aktivnim sredinama (P. Miletić i dr. 1973 a, b). K. Urumović i A. Sokač (1974) ustanovili su da na istraživanom terenu naslage ispod 600 m dubine sadrže terminalnu vodu s 5000 mg dm^{-3} otopljenih tvari i temperaturom od 46°C . Uzimajući temperaturni nivo od 20°C kao granicu prve i druge hidrogeološke zone ustanovljeno je da se u slivu Save ta granica kreće između 63,5 i 292 m dubine sa srednjom vrijednošću od 152 m (P. Miletić i dr. 1975). U istom radu je iznijeto da sadržaj otopljenih tvari u vodi druge hidrogeološke zone iznosi u prosjeku 20 mg dm^{-3} . Studijom pojava i rasporeda krupno klastičnih slojeva u prvoj hidrogeološkoj zoni ustanovljeno je da su šljunkovite taložine vezane uz Savu i ušće njenih pritoka. S udaljavanjem od Save smanjuje se veličina zrna, slojevi se istanjuju, račvaju i isklinjavaju (P. Miletić i K. Urumović, 1975). K. Urumović i dr. (1978) na temelju analiza geofizičkih karotaza izdvajaju »kvartarni vodonosni kompleks« ili »rastresiti pokrivač«. Prema navedenim autorima debljina kvartarnog vodonosnog kompleksa u prosjeku iznosi oko 200 m. Nadalje da su hidrogeološki parametri i hidraulički uvjeti vodonosnih slojeva u prvoj zoni povoljniji u plićim slojevima i slojevima koji se nalaze bliže Savi.

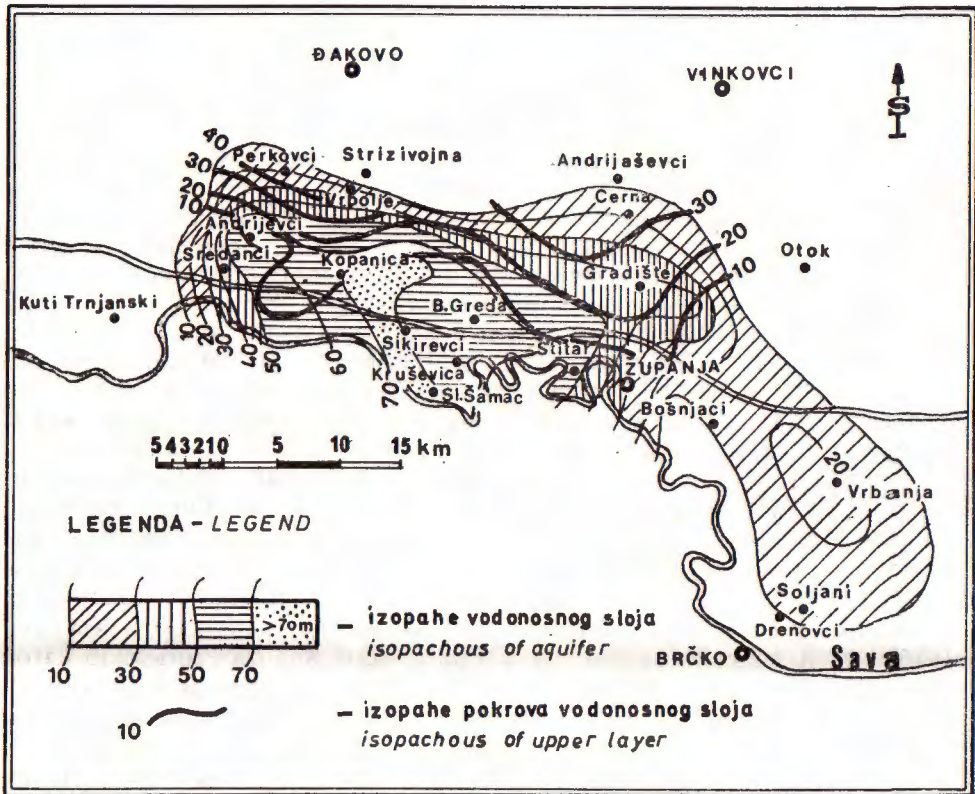
U ovom radu iznijet ćemo prve podatke koji se odnose na izdvajanje vodonosnih slojeva u prvoj hidrogeološkoj zoni. Ukratko na terenu koji je prikazan na slici 1. u prvoj hidrogeološkoj zoni izdvojena su četiri vo-

donosna sloja. Slojevi su prikazani na tabli I, a imenovani su prema lokalitetu na kojem su prvi puta određeni. Njihov detaljan opis dan je u nastavku.

Prvi vodonosni sloj »Velika Kapanica«

Podaci prikupljeni provedenim istraživačkim radovima omogućili su relativno sigurno izdvajanje i dalje zaključivanje o potencijalnim mogućnostima korištenja voda iz ovog sloja. Horizontalnu rasprostranjenost vodonosnog sloja »V. Kapanica« moguće je pratiti iz karte izopaha na sl. 2.

Vodonosni sloj ima kontinuirano rasprostiranje i znatne je debljine. Sloj nije homogen i u njemu su česte vertikalne i horizontalne litološke promjene. Čine ga šljunčano-pjeskovite taložine s tanjim proslojcima i lećama glina. U središnjem dijelu promatranog područja, u trokutu između Sredanaca, Kruševice i Kapanice nalaze se debele krupnoplastične



Sl.2 Karta debljina prvog vodonosnog sloja i njegove krovine

Fig2 Isopachous map of the first aquifer and his upper layer

šljunčanopjeskovite naslage ujednačenog granulometrijskog sastava. U tom prostoru debljina sloja je najveća, iznosi od 50 do 75 m. Češće lito-loške promjene i veća poremećenost u periodu sedimentacije zamjećuje se na potezu Babina Greda — Štitar. Tu je sloj manje čistoće i česti su prosljoci prašinih pijesaka i glina.

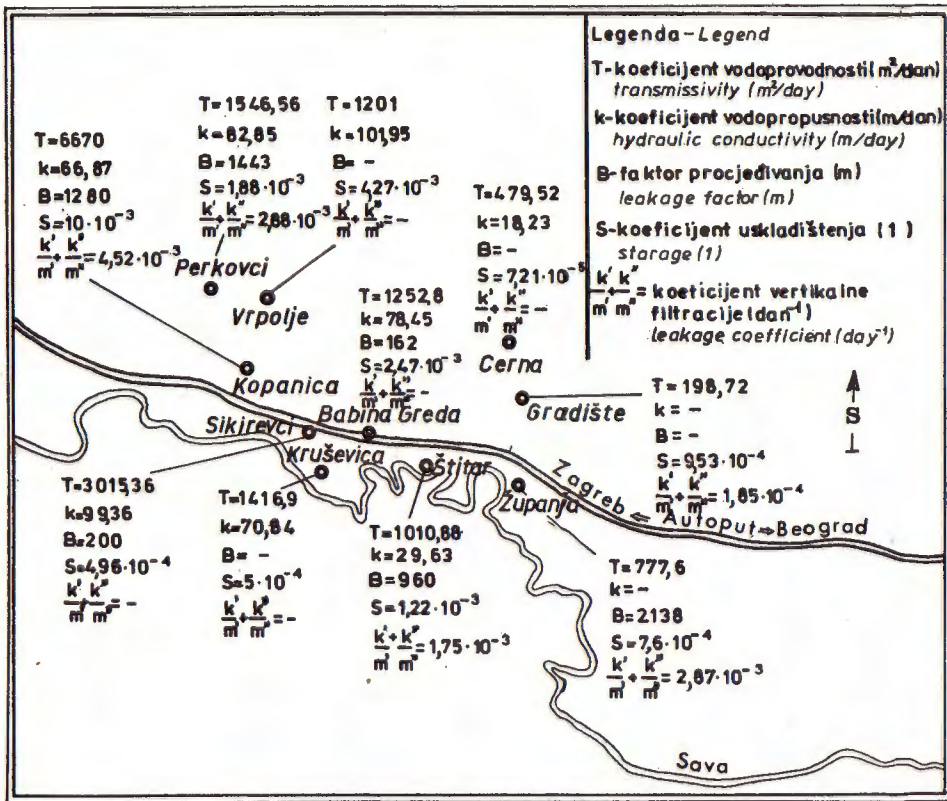
Krovinu vodonosnog sloja čine prašinsto-glinoviti i pjeskoviti materijali. Promatrajući sastav krovinog materijala može se primijetiti donekle pravilan slijed u tipu taloženog materijala. Neposredno uz vodonosni sloj nalazimo prašinsto-glinoviti ili pjeskovito-prašinsti materijal. Prema sredini dolaze glinovito-pjeskovite taložine koje idući prema površini prelaze u glinoviti prah (močvarni les). Unutar krovine često se pojavljuju leće gline i tanji prosljoci čistog pijeska. Promatrajući kartu izopaha krovine (sl. 2), vidi se da je debljina pokrova neujednačena. Najmanja debljina je neposredno uz Savu i iznosi oko 10 m i manje. Udaljavajući se od Save prema sjeveru debljina pokrova postepeno raste tako da na potezu Stari Perkovci — Vrpolje iznosi i 40 m. Ovakvo nehomogen pokrov po građi i nepravilan po rasprostiranju ima velik utjecaj na mogućnost vertikalnog procjeđivanja vode. Kroz debeli sloj pokrova male propusnosti prelaz vode je težak pa se sloj u periodu pokusnog crpljenja na sjevernim područjima ponaša kao zatvoren odnosno poluzatvoren. Na južnim područjima gdje mu debljina nije znatna, a kreće se oko 10 m, postoji realna mogućnost vertikalnog procjeđivanja oborinskih voda u vodonosni sloj. Zbog hidrauličke veze sa Savom, a stim u vezi promjene vodostaja za vrijeme pokusnog crpljenja gornja pretpostavka do sada nije dokazana.

Podinu prvog vodonosnog sloja čine relativno kontinuirani glinoviti ili prašinsto glinoviti pa čak i pjeskoviti slojevi. Debljina podine varira u rasponu od 5 do 25 m. Zbog tih oscilacija u debljini može se pretpostaviti postojanje direktne veze vodonosnog sloja V. Kopanica s drugim, dubljim, vodonosnim slojem, ali hidrauličko značenje tog kontakta za sada je teško odrediti.

Hidrogeološki parametri vodonosnog sloja V. Kopanica izračunati su na temelju rezultata pokusnog crpljenja. Na slici 3. prikazane su srednje vrijednosti parametara izračunatih na temelju raznih hidrogeoloških i matematičkih modela. Rezultati pokazuju dosta velik raspon veličina u kojima se kreću izračunati parametri, što je u skladu s općom geološkom i hidrogeološkom građom tog područja. Veće vrijednosti hidrogeoloških parametara dobivamo u zapadnom dijelu sloja gdje mu je i veća debljina (30 do 75 m) i gdje je sloj izgrađen od sedimenata krupnijeg zrna i veće čistoće. Prema istoku kako opada debljina i čistoća sloja tako se smanjuju i vrijednosti parametara. U svrhu određivanja utjecaja Save na prvi vodonosni sloj izbušen je niz pijezometara u profilima okomitim na Savu.

Mjerenjem razine podzemne vode u ovim pijezometrima, kao i kontinuirano praćenje razine podzemne vode u bunarskim pijezometrima dovelo je do slijedećih zaključaka: za vrijeme visokih voda Sava hrani sloj, a za vrijeme niskih voda Sava drenira sloj.

Utjecaj Save dobro se može registrirati na pijezometrima uz Savu, gdje se mjerenja nivoa vode u pijezometrima gotovo poklapaju s mjere-



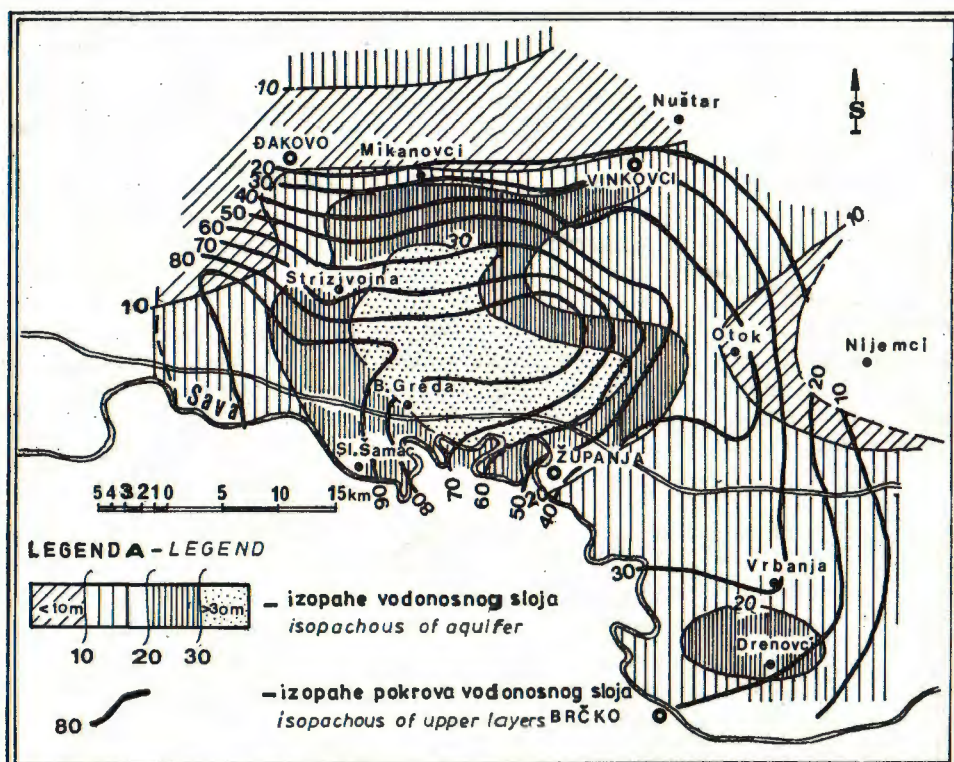
Sl. 3 Hidrogeološki parametri prvog vodonosnog sloja
Fig. 3 Hydrogeologic parameters of the first aquifer

njima u Savi. Udaljavajući se prema sjeveru utjecaj Save slabi. Iz rezultata mjerenja se nadalje vidi da nivo vode uz pojas Save koleba tokom godine između maksimuma i minimuma za otprilike 3 m, dok je kolebanje Save nešto veće.

Drugi vodonosni sloj »Vinkovci«

Drugi vodonosni sloj nazvan »Vinkovci« prikazan je na sl. 4 prostornim rasporedom debljine sloja i debljine pokrova.

Iz slike se vidi da je rasprostranjen na čitavom području istočne Slavonije koje pripada slivu Save, ali mu debljine i dubine zalijeganja variraju. Najveća dubina zalijeganja, a ujedno i debljina mu je neposredno uz Savu. U pravcu sjevera odnosno sjeveroistoka sloj se uzdiže na veću nadmorsku visinu, a ukupna debljina mu se postepeno smanjuje, što se vidi i na profilima (tabla I). Pretežno je građen od srednjozrnastog do



Sl.4 Karta debljina drugog vodonosnog sloja i njegove krovine

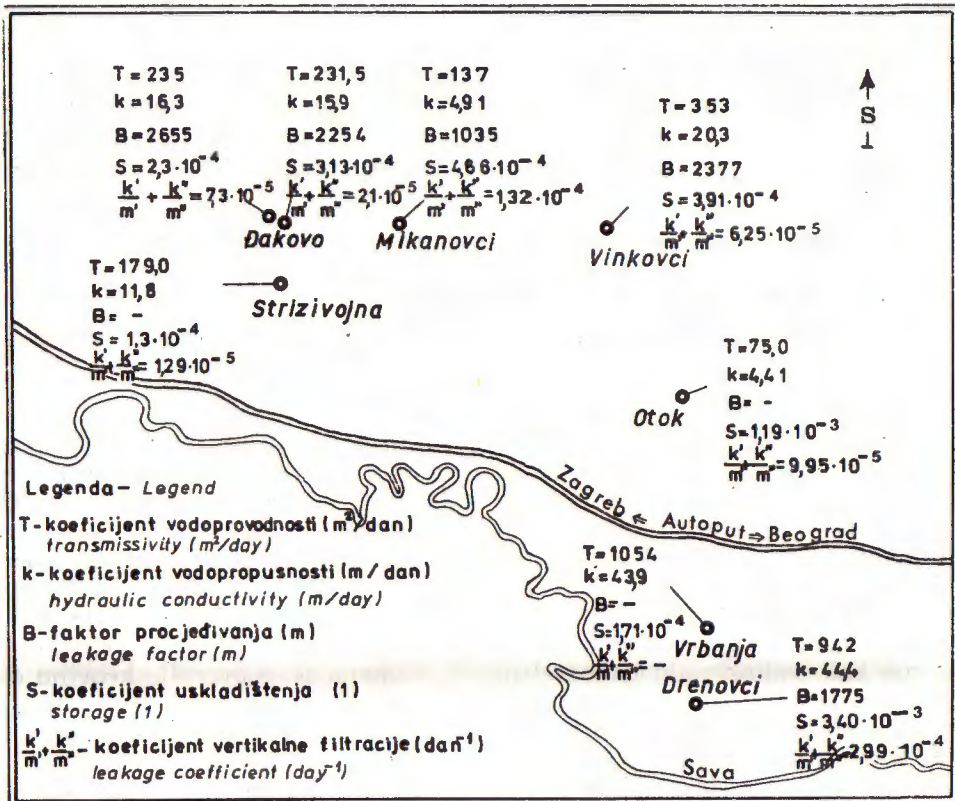
Fig.4 Isopachous map of the second aquifer and his upper layers

sitnozrnastog pijeska, s mjestimičnim prelazom u krupnozrnaste ili prašinate pijeske, dok su pojave šljunka lokalnog karaktera vezane za južne i zapadne rubne zone. Unutar sloja česti su tanki proslojci praha ili gline, što je naročito izraženo u sjevernijem dijelu, tako da se npr. u pravcu Nuštra sloj čak i dijeli u dva dijela pojedinačne debljine ispod 10 m. Između njih se nalazi sloj praha i gline debljine i do 15 m. Prema tome može se očekivati da taj sloj dalje prema sjeveru isklinjuje. Krovina vodonosnog sloja »Vinkovci« je za južne predjele naprijed opisana kao podina vodonosnog sloja »V. Kapanica«. Sjevernije krovinu čine glinovi to prašinati slojevi s lećama pijeska, s time da u gornjem dijelu prevladava praporni prah s lećama i proslojcima pijeska i gline, a u donjem dijelu prašinata glina i prah.

Podinu ovog sloja grade pjeskovite gline s lećama i proslojcima pijeska.

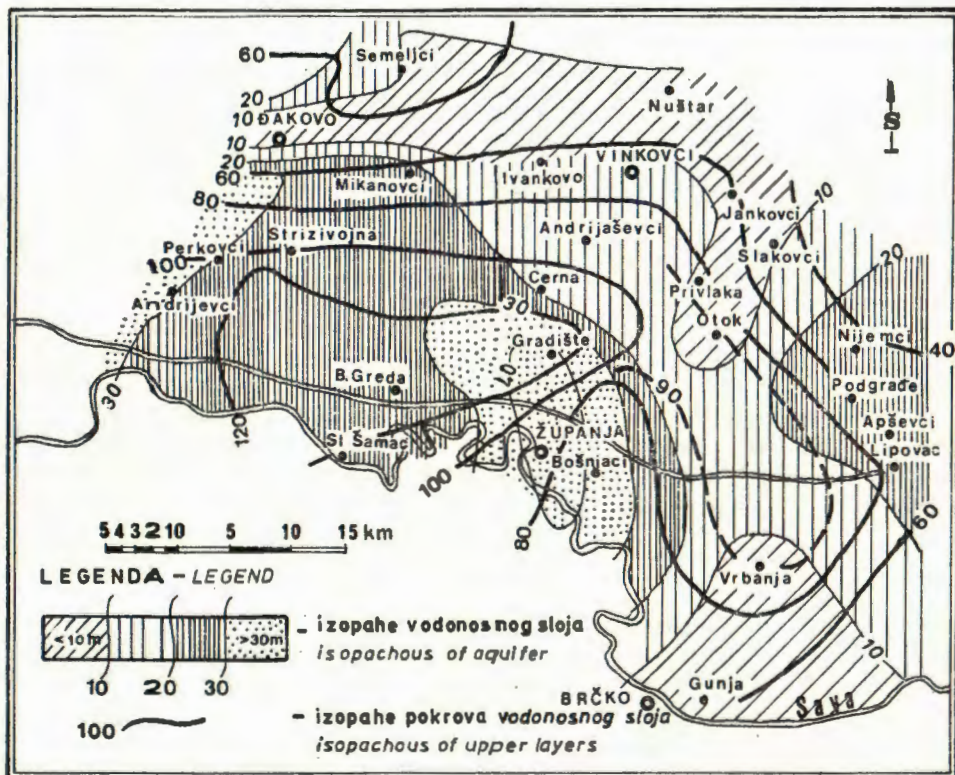
Vodono-sni sloj »Vinkovci« je po tipu zatvoren ili poluzatvoren. Pokusnim crpljenjem bunara koji su kaptirali sloj na različitim lokalitetima dobile su se vrijednosti hidrogeoloških parametara kao što je pri-

kazano na sl. 5. Znači i u slučaju ovog sloja postoji dosta velik raspon vrijednosti što je u skladu s načinom taloženja ovih naslaga. Naime, u slučaju ovog sloja razlikuju se hidrauličke prilike sjevernog dijela gdje u krovini postoje samo glinovito prašnaste naslage i južnog dijela gdje u krovini postoji sloj »V. K o p a n i c a«. Sjeverniji dio je detaljnije obrađivan posebice za područje Đakova i za područje Vinkovaca. Podaci pokusnog crpljenja u oba slučaja su omogućavali interpretaciju po modelima za zatvoreni i poluzatvoreni sloj. Stoga su u cilju objektivizacije proračuna rezervi proširene metode ispitivanja i interpretacije podataka. Načinjeno je slijedeće: geomehaničko ispitivanje uzoraka krovine i podine vodonosnog sloja, izvršena je verifikacija parametara na matematičkim modelima, interpretirani su podaci višegodišnjeg kontinuiranog praćenja razina podzemnih voda na većem broju pijezometara na području Vinkovaca i provedeno je dugotrajno pokusno crpljenje bunara na području Đakova. Usporedbom svih dobivenih rezultata došlo se do slijedećih zaključaka:



Sl.5 Hidrogeološki parametri drugog vodonosnog sloja.

Fig.5 Hydrogeologic parameters of the second aquifer



Sl. 6 Karta debljina trećeg vodonosnog sloja i njegove krovine

Fig.6 Isopachous map of the third aquifer and his upper layers

Za šire područje đakovačkog crpilišta Trslana konstatirano je da je vodonosni sloj »Vinkovci« najvjerojatnije hidraulički zatvorenog tipa. Na području Vinkovaca situacija je slična. Tome u prilog govori i analiza kolebanja razina podzemnih voda mjenjenih na piježometarskoj mreži u Vinkovcima kroz više godina, koja je pokazala da u relativno istim uvjetima crpljenja i stanja u krovini minimalni nivoi podzemne vode u sloju stalno padaju. Nadalje simulacijom hidrogeoloških događaja u vodonosnom sloju »Vinkovci« pomoću matematičkog modela pokazalo se da parametri za poluzatvoreni sloj određeni na temelju podataka pokusnog crpljenja ne odgovaraju stvarnom stanju sniženja.

Sve ovo govori u prilog zaključku o ograničenoj mogućnosti obnavljanja podzemnih voda vertikalnim procjeđivanjem na lokaciji Đakova i na lokaciji Vinkovaca.

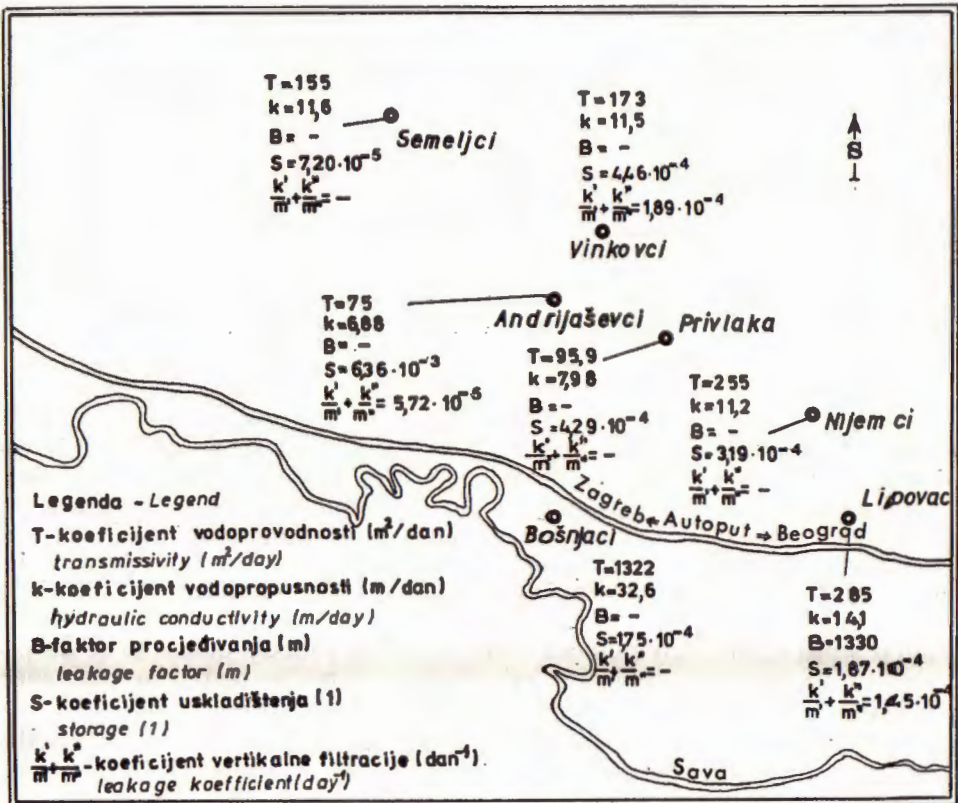
Južnije gdje u krovini ovog vodonosnog sloja zaliježe prvi vodonosni sloj »V. Kapanica« postoji realna mogućnost vertikalnog prihranjivanja jer u tom području, naročito bliže Savi pojedine slojeve je čak teško raz-

lučivati zbog izrazite nehomogenosti sloja i zbog mnoštva prašinih i glinovitih interkalacija u svim registriranim vodonosnim slojevima.

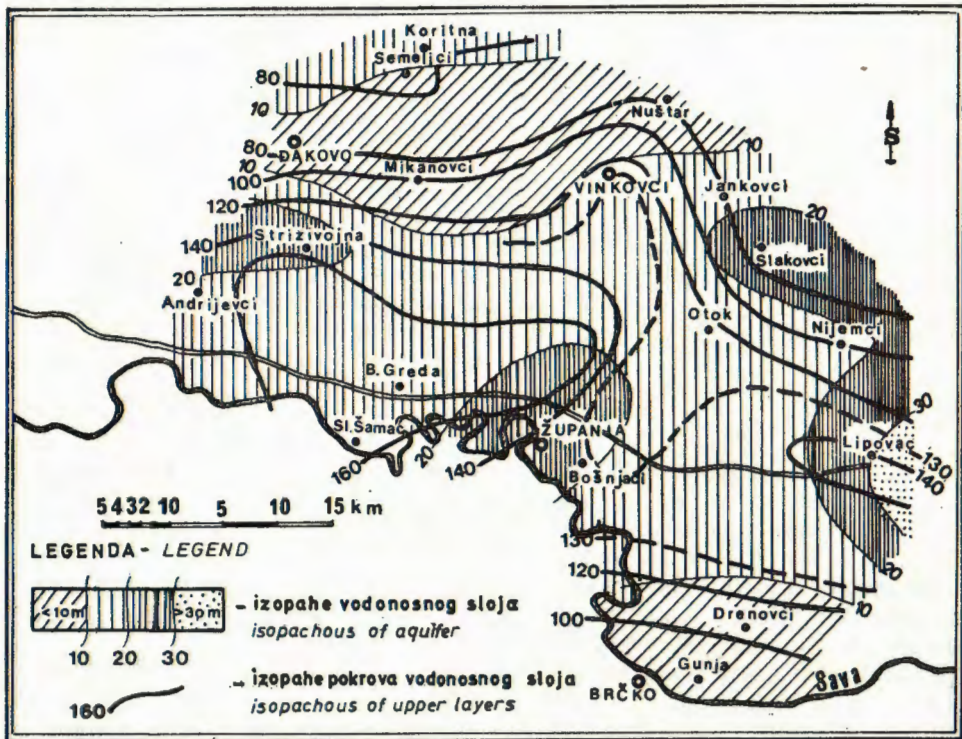
Treći vodonosni sloj »Nijemci«

Treći vodonosni sloj »Nijemci« zaliježe ispod slojeva »V. Kopaonica« i »Vinkovci«. Rasprostranjen je na cijelom istraživanom području. Prostorni raspored dubina zalijeganja i njegovih debljina prikazan je izopahama krovine i izopahama sloja na sl. 6, a vidljiv je iz profila na tabli I.

Po sastavu su to uglavnom sitnozrni pijesci, često prašinski. Lokalno ima i pojava šljunka, naročito u istočnom i jugoistočnom dijelu. U sastavu ovog sloja česti su proslojci i leće glinovito prašinstog materijala. Krovinu grade gline, prah i pijesak koji se nepravilno izmjenjuju. Najčešće su to pjeskovite gline s lećama i proslojcima prašinstog pijeska ili pijeska. Podinu grade isti materijali sa smanjenim udjelom pijeska. Najčešće su to gline i prah u izmjeni.



Sl.7 Hidrogeološki parametri trećeg vodonosnog sloja
Fig.7 Hydrogeologic parameters of the third aquifer



Sl. 8 Karta debljina četvrtog vodonosnog sloja i njegove krovine
 Fig. 8 Isopachous map of the fourth aquifer and his upper layers

Pokusnim crpljenjem bunara koji su kaptirali ovaj sloj dobile su se vrijednosti hidrogeoloških parametara kako su prikazane na sl. 7.

I u slučaju ovog sloja vidi se dosta velik raspon vrijednosti hidrogeoloških parametara. Najveće vrijednosti su u području Bošnjaka gdje je registrirana i najveća debljina vodonosnog sloja.

Podaci pokusnog crpljenja koji su omogućili tretiranje sloja kao poluzatvorenog najvjerojatnije su rezultat dotoka vode iz pridruženih krovinskih i podinskih naslaga uslijed njihove konsolidacije. Teško je govoriti o veličini hidrauličke veze s drugim odnosno četvrtim slojem, jer su debljine međuslojeva prilične, a propusnosti male. Zbog toga se može pretpostaviti da je obnavljanje voda trećeg sloja ograničeno.

Četvrti vodonosni sloj »Strizivojna«

Dubina zalijeganja i debljina četvrtog vodonosnog sloja (slika 8) prikazana je na temelju vrlo malog broja podataka. Zbog toga će ovaj prikaz trebati gušćim istraživačkim radovima potvrditi ili korigirati. Iz karte izopaha vidi se da mu dubina zalijeganja u južnom području, uz Savu,

premašuje i 150 m. Prema sjeveru odnosno sjeveroistoku penje se na veću nadmorsku visinu prateći prostiranje plićih vodonosnih slojeva, što se vidi i iz profila (tabla I). Debljine mu nisu znatne i kreću se između 10 i 20 m.

Predstavljen je isključivo pijescima koji su često prašinsti i zaglijnjeni.

I krovinu i podinu mu čine glinovito prašinsti materijali. Gline su na ovim dubinama već tvrđe, a često i laporovite. Česte su pojave i vapnenih konkrecija. Hidrogeološke karakteristike ovog sloja nisu evaluirane pokusnim crpljenjem, jer sloj nije kaptiran niti jednim bunarom, zbog veće dubine zalijeganja i zbog toga što postojeći podaci za prva tri sloja omogućuju zadovoljavajuća rješenja vodoopskrbe.

ZAKLJUČAK

Hidrogeološki istraživački radovi koji se odvijaju na teritoriju istočne Slavonije rezultirali su mnoštvom podataka.

U ovom radu prikazali smo onaj dio interpretacije prikupljenih podataka koji je doveo do regionalnog izdvajanja vodonosnih slojeva u prvoj hidrogeološkoj zoni. Istraživačkim bušotinama izrađenim do cca 250 m dubine ustanovljeno je da se zadnji vodonosni sloj koji može poslužiti kao izvor vode za javnu vodoopskrbu nalazi na dubini od cca 150 m. Taj podatak potvrđuje rezultate prethodnih studija u kojima je predpostavljena srednja debljina prve hidrogeološke zone u slivu Save od cca 150 m. Do te dubine moguće je razlikovati četiri vodonosna sloja. Slojevi su imenovani po lokalitetima na kojima su prvi puta određeni: prvi vodonosni sloj »Velika Kopanica«, drugi »Vinkovci«, treći »Njemci« i četvrti »Strizivojna«.

Prikaz izdvojenih slojeva nalazi se na profilima (tabla I) i slikama 2, 4, 6 i 8 s time da je taj prikaz obzirom na stupanj interpretacije i mjerilo shematiziran. Na slikama 3, 5 i 7 prikazani su pokusnim crpljenjem određeni hidrogeološki parametri slojeva. Uzevši u obzir sve okolnosti za eksploataciju je najpovoljniji prvi vodonosni sloj. Drugi vodonosni sloj je povoljan, ali ograničenog kapaciteta po jednom bunaru. Iz njega se snabdijeva vodom vodovod Vinkovaca i Đakova, te niz manjih mjesta. Treći vodonosni sloj ispitan je i u eksploataciji samo lokalno. Četvrti vodonosni sloj nije ispitan bunarima.

Istim istraživanjima otvoreni su i neki novi problemi koji se dalje rješavaju istraživačkim radovima koji su u toku. Među njima se ističu: hidraulička veza između slojeva u neposrednom području lijeve obale Save, utjecaj konsolidacije na oblik krivulje vrijeme-sniženje tokom pokusnog crpljenja, te vertikalna infiltracija oborinskih voda u prvi vodonosni sloj. U pogledu međusobne veze slojeva u području Save postoje indicije da prvi i drugi vodonosni sloj čine hidrauličku cjelinu. U tom smislu upravo se vrši detaljna razrada prvog vodonosnog sloja te analiza i korelacija kretanja vodostaja u ovim naslagama.

Utjecaj konsolidacije na oblik krivulje vrijeme-sniženje uvelike otežava interpretaciju pokusnog crpljenja, jer se konsolidacijom deformirana krivulja ponaša kao ona kod poluzatvorenog vodonosnog sloja. Nje-

nom interpretacijom određuje se i faktor procjeđivanja (B) premda njegovo značenje nije isto kao kod poluzatvorenog sloja. Ovaj zaključak ima velike posljedice na određivanje rezervi podzemnih voda u pojedinim slojevima. Navedena problematika rješava se daljim istraživačkim radovima čije rezultate ćemo posebno objaviti.

Primljeno: 20. 5. 1985.

LITERATURA

- Gorjanović-Kramberger, D. (1920): Morfološke i hidrološke prilike srijemškoga Cesa — *Glasnik Geograf. društva*, 5, 17—53, Beograd.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1922): Morfološke i hidrogeološke prilike prapornih predjela Srijema, te pograničnih česti Županije virovitičke. — *Glasnik Hrv. prir. društva*, 34, 111—164, Zagreb.
- Heček, M. i Olujić, M. (1969): Prikaz rezultata fotogeološke interpretacije srednje i istočne Slavonije. — *Nafta*, 7, 333—336, Zagreb.
- Hernitz, Z. (1970): Prilog poznavanju paleostrukturnih odnosa neogensko-kvartarnih sedimenata u širem području Šamca. — *Geol. vjesnik*, 23, 55—67, Zagreb.
- Hernitz, Z. (1970): About the structural and tectonic relations in the area of eastern Slavonia. — *Bull. scient. Yugosl.*, (A), 15, 9—10, 311—312, Zagreb.
- Hernitz, Z. (1983): Dubinski struktarno-tektonski odnosi u području istočne Slavonije. Jug. komitet svjetskih kongresa za naftu časopis »Nafta«, Zagreb.
- Jagačić, T. (1963): Stratigrafski i tektonski odnosi istočnog dijela Slavonije na osnovu dubokih istražnih bušotina. *Geol. vjesnik*, 15/2, 341—354, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E., Blašković, I. i Šimon, J. (1969): Geološki razvoj Đakovačko-Vinkovačkog platoa (istočna Slavonija). — *Geol. vjesnik*, 22, 111—120, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E. i Blašković, I. (1970): Dubinsko litofacijelno kartiranje područja istočne Slavonije i bosanske Posavine. — *Zbornik radova Rud.-geol.-naftnog fakulteta*, 2, 165—174, Zagreb.
- Malez, M. (1971): Kvartarogeološke karakteristike Brodskog Posavlja. — *Radovi centra za organizaciju naučnoistraživačkog rada u Vinkovcima (JAZU)*, 1, 373—383, Zagreb.
- Miletić, P. (1969): Hidrogeološke karakteristike sjeverne Hrvatske. *Geol. vjesnik*, 22, 511—524, Zagreb.
- Miletić, P. (1972): Regionalna hidrogeološka istraživanja u Hrvatskoj. *Građevinar*, 8, 344—346, Zagreb.
- Miletić, P., Urumović, K., Turić, G. i Mayer, D. (1972): Prilog poznavanju koncentracije željeza u podzemnim vodama porječja Drave. — *Geol. vjesnik*, 25, 267—274, Zagreb.
- Miletić, P., Turić, G., Urumović, K. i Blašković, V. (1973): Željezo u podzemnim vodama porječja Save u sjevernoj Hrvatskoj. — *Geol. vjesnik*, 26, 227—232, Zagreb.
- Miletić, P., Nowinski, A. i Urumović, K. (1975): O drugoj hidrogeološkoj zoni sjeverne Hrvatske. *Zbornik radova RGN fakulteta*, 97—100, Zagreb.
- Miletić, P. i Urumović, K. (1975): O geološkom okviru hidrogeoloških značajki savske doline u Hrvatskoj. *Zbornik radova RGN fakulteta*, 101—105, Zagreb.
- Miletić, P., Urumović, K. i Blašković, V. (1975): Regionalna hidrogeološka istraživanja i hidrogeološka rajonizacija sjeverne Hrvatske. *Zbornik radova RGN fakulteta*, 93—95, Zagreb.
- Pilar, Đ. (1876): Podravina Đakovština i Dilj gora — *Rad JAZU*, 33, 38—57, Zagreb.
- Sokač, A. (1971): Pleistocenska fauna ostrakoda porječja donje Drave. — *Geol. vjesnik*, 24, 65—76, Zagreb.
- Sokač, A. (1976): Pleistocenska fauna ostrakoda iz nekih bušotina u istočnoj Slavoniji (sjeverna Hrvatska). — *Geol. vjesnik*, 29, 159—172, Zagreb.
- Šandor, F. (1912): Istraživanja prapora iz Vukovara, Bilogore i sa Rajne. — *Vijesti geol. povjerenstva*, 2, 103—108, Zagreb.

- Šimon, J. (1973): O litostratigrafskom stupu tercijarnih naslaga u području istočne Slavonije. — *Nafta*, 3, 119—127, Zagreb.
- Tajder, M. (1942): Sastav i postanak srijemskog prapora. — Spomenica Vukovarske real. gimnazije, 107—112, Vukovar.
- Takšić, A. (1932): Rvenica, vodena veza među Vukom i Bosutom. — *Hrv. geogr. vjesnik*, 4, Zagreb.
- Takšić, A. (1947): Prilog poznavanju prapora istočne Hrvatske. — *Geol. vjesnik*, 1, 202—231, Zagreb.
- Takšić, A. (1970): Geološka građa Slavonije. Zbornik radova Prvog znanstvenog sabora Slavonije i Baranje, 127—153, Osijek.
- Urumović, K. i Sokač, A. (1974): »O kvartarnim naslagama Županje — *Geol. vjesnik* 27, str. 319—330, Zagreb.
- Urumović, K., Hernitz, Z., Šimon, J. i Velić, J. (1976): »O propusnom mediju kvartarnih te gornjo i srednjopliocenskih naslaga sjeverne Hrvatske«. Zbornik radova 4. jugosl. simpozija o hidrogeol. i inž. geol., Skopje 5—11 maja 1976, str. 395—410.
- Urumović, K., Hernitz, Z. i Šimon, J. (1978): O kvartarnim naslagama istočne Posavine (SR Hrvatska). *Geol. vjesnik* 30/1, str. 297—308, Zagreb.
- Vidović, M. (1974): O kvartarnim i recentnim vertikalnim tektonskim pokretima u SI Bosni. — Treći simpozij Dinarske asocijacije (1968), 2, 77—104, Zagreb.

Some Additional Hydrogeologic Data about the First Hydrogeologic zone over the East Slavonia

P. Miletić, A. Bačani, D. Mayer and A. Capar

A number of data concerning the lithology, hydrogeologic parameters of aquifers, oscillations of ground water levels and laboratory experiments were obtained by extensive hydrogeologic investigation carried out over the area of eastern Slavonia (see fig. 1).

Here we present the regional delineation of water bearing horizons in the first hydrogeologic zone. According to the exploratory wells there are four aquifers to the depth of about 250 m. The deepest of them is recorded to the depth of 150 m. In this way the previously stated opinion is proved, that the thickness of the first hydrogeological zone is about 150 m over the Sava river basin.

Areal extension, depth and thickness of aquifers, as well as the hydrogeological parameters of them are presented on the pictures (see fig. 2 to 8).

Beside the presented results as well as Table I. there were some problems encountered during the interpretation of compiled data. First place we would like to mention the hydraulic connection among aquifers along the Sava water course. There are some indications, that at least the first and the second water bearing horizons are hydraulically closely connected over this area. Further, during pumping tests in these particular horizons by consolidation deformed time-drawdown curve behaves as typical Walton's curve. In this way the seepage factor (B) has a different meaning than the typical one for the semipervious horizons in this text. The encountered problems are still under investigation and the obtained results will be published later.

TABLA - PLATE I

