

Geol. vjesnik	31	321—326	Zagreb, 1979
---------------	----	---------	--------------

551.79:551.49

## Analiza stanja i toka podzemnih voda u kvartarnom vodonosnom kompleksu pridravske ravnice

*Zeljko Babić, Ivan Čakarun i Vinko Mraz*  
Geološki zavod, Sachsova 2, P. p. 283, YU-41000 Zagreb

Na temelju podataka mjerenja razine podzemne vode u kvartarnom vodonosnom kompleksu na 119 opažackih objekata i korelacije sa vodostajima Drave, Dunava, Vučice, Karašice i Vuke na 22 površinske vodomjerne stanice izvršena je analiza stanja i toka podzemnih voda. Obrada podataka mjerenja dubljih piezometarskih bušotina pokazuje da kvartarne naslage predstavljaju cjelinu u kojoj podzemna voda komunicira između pojedinih vodonosnika.

### UVOD

U radu se prikazuju rezultati mjerenja razina podzemne vode na dijelu pridravske ravnice, od Koprivnice na sjeverozapadu do Dunava na istoku. Mjerenja su vršena u okviru regionalnih hidrogeoloških istraživanja porječja donje Drave i dijela Dunava na teritoriju SR Hrvatske. Ovaj rad predstavlja dio rezultata tih istraživanja. Stratificiranje kvartarnih naslaga na osnovi litoloških i mikropaleontoloških karakteristika već je publicirao (Babić et al. 1978).

Do početka regionalnih hidrogeoloških istraživanja, tj. do 1970. godine, nije postojala razrađena mreža opažanja. Tijekom 1970/71 uspostavljena je osnovna mreža pomoću 72 plitke i duboke piezometarske bušotine. Nastavkom radova mreža je sukcesivno proširivana, posebno u nizvodnom dijelu porječja. U završnoj fazi istraživanja, 1974/75 godine, mjerenjem je bilo obuhvaćeno 119 objekata. Razine su registrirane na 72 plitke piezometarske bušotine dubine do 35 m, 12 dubokih piezometarskih bušotina maksimalne dubine 120 m, i 35 seoskih zdenaca dubine do 20 m.

Opažanja analizirana u ovom radu odnose se na mjerenja u 1974. godini. U toj godini mreža mjernih točaka bila je najgušća. Na 119 opažackih objekata vršeno je registriranje nivoa podzemne vode svaki peti dan. U obradu su uključeni i podaci vodostaja iz 22 površinske vodomjerne stanice na Dravi, Dunavu, Vučici, Karašici i Vuki. Ovi su podaci sakupljeni u Općem vodoprivrednom poduzeću Osijek i vodnim zajednicama Vučica i Karašica — D. Miholjac, Vuka — Osijek i Baranja — Darda.

Rijeka Drava hidrološki dominira cijelim područjem. Pri ulazu u istraživani teren prelazi iz srednjeg u donji tok. Današnje korito formirano je u gornjem pleistocenu (Babić et al. 1978). U uzvodnom dijelu, od Koprivnice do Medinaca, širina pridravske ravnice ne prelazi 20 km. Teren je nagnut prema sjeveroistoku. Pritoke teku uglavnom dijagonalno

na korito rijeke Drave. Nizvodni dio pridravske ravnice, od Medinaca do Dunava na istoku, veće je širine (do 40 km) i većeg nagiba prema istoku i jugoistoku. Uslijed toga u kvartarnom vodonosnom kompleksu zaleđa Drave pojavljuje se nekoliko paralelnih vodotoka: Vučica, Karašica i Vučka, te močvarni i plavljeni tereni.

#### REZULTATI OPAZANJA

Na osnovi podataka opažanja razina podzemne vode konstruirana je karta hidroizohipsa za dane 20. ožujka i 20. rujna 1974. godine, što predstavlja maksimalne, odnosno minimalne vodostaje u toj godini.

Na dijelu porječja od Koprivnice do Pitomače, uslijed veće širine pridravske ravnice (do 20 km), bolje provodnosti naslaga i strmijeg nagiba terena, smjer toka podzemne vode za maksimalnih i minimalnih vodostaja uglavnom je dijagonalan na Dravu. Drenažni kanali istog su smjera i u priobalju dreniraju kvartarni vodonosni kompleks.

U uskom pojasu uz Dravu, na dijelu Botova do Ferdinandovca, smjer tečenja podzemne vode paralelan je vodotoku ili usmjeren od njega prema desnom i lijevom zaobalju rijeke. Voda iz Drave i za niskih i za visokih vodostaja napaja podzemlje. Utjecaj napajanja u području Botova osjeća se unutar pojasa širokog do 2 km.

Idući nizvodno, od Pitomače do Špišić Bukovice, širina kvartarnog vodonosnog kompleksa smanjena je na oko 9 km. Drava, kao hipsometrijski najniži vodotok, skuplja vodu i smjer toka podzemne vode skoro je okomit na njeno korito.

U dijelu od Špišić Bukovice do Medinaca (nedaleko Podravske Slatine) širina pridravske ravnice ponovno raste. U bazi terasnog odsjeka u području Okrugljače uslijed dotoka površinskih voda i dreniranja podzemnih voda, formira se značajan vodotok Neteča, paralelan toku Drave. Neteča skuplja najveći dio podzemnih i površinskih voda na prostoru od Špišić Bukovice do Sopja. U uskom zaobalju Drava je krajnji dren podzemnih voda.

Iz položaja maksimalnih i minimalnih hidroizohipsi (1974. godine) na uzvodnom dijelu porječja od Koprivnice do Medinaca vidi se da podzemna voda teče prema Dravi i pritokama. Uslijed intenzivnog dreniranja podzemnih voda kvartarnog vodonosnog kompleksa formiraju se u ovom dijelu značajni vodotoci: Bistrec kanal, Strug i Neteča.

Gustoća hidroizohipsa se povećava, odnosno hidraulički gradijent podzemne vode je veći, na terasnom odsjeku zbog jače izraženog istjecanja podzemne vode u njegovoj bazi. Ovaj zaključak temelji se na detaljnim osmatranjima izvedenim na gušće postavljenoj opažачkoj mreži. U rubnom sjeverozapadnom dijelu također dolazi do zgušćenja hidroizohipsa, čemu je uzrok udizanje terena kojeg prirodno slijedi i dizanje vodnog lica.

U uskom području uz rijeku, od Botova do Ferdinandovca, stanje se mijenja, i smjer toka podzemne vode paralelan je toku Drave ili usmjeren od njega prema desnom i lijevom zaobalju. Ranija mjerenja protoke na površinskom profilu Drave kod Botova ukazivala su na gubitak vode iz korita u količini od oko 70 m<sup>3</sup>/sek. Ponovno, mjerenjem ustanovljeno, izravnane protoke u rijeci bilo je kod Terezinog polja.

Međutim, na osnovi izvršene analize kretanja podzemne vode, teško je bilo objasniti da se na tako kratkom i uskom pojasu pojavljuje napajanje podzemlja iz Drave u iznosu od oko 70 m<sup>3</sup>/sek. Mjerenjem utvrđeni gubitak, smatrali smo, pojavio se je uslijed promjene korita na vodomjeru Botovo.

Ponovo izvedena opažanja vodostaja rijeke Drave tijekom 1977. godine, na profilima Botovo i Terezino polje, potvrdila su našu pretpostavku.

Nizvodno od Medinaca, nedaleko od Podravske Slatine, širina kvarternog vodonosnog kompleksa se povećava i doseže do 40 km. Pidravska ravnica postaje valovita i blago nagnuta prema Dravi; strmija je prema jugoistoku. Uslijed visokih nivoa podzemne vode, slabije propusnosti naslaga, morfoloških odlika terena, te značajnijih dotoka površinskih voda s jugozapadnog planinskog i brežuljkastog područja, na dijelu od Medinaca do Budimaca formiraju se počeci Vučice, Karašice i Vuke. Na većoj udaljenosti od ovih vodotoka teren je močvaran.

U ovom dijelu porječja maksimalne i minimalne hidroizohipse pokazuju sve veće povijanje, što je uzrokovano dreniranjem podzemnih voda navedenim prirodno formiranim vodotocima ili izvedenim kanalima. Između pojedinih površinskih tokova nastaju lokalne razvodnice, a od dubine korita ovisi veličina njegova slivnog područja. Za ovaj dio porječja karakteristično je da glavni dio terena dreniraju pritoke Drave.

U Baranji nalazimo vrlo sličnu situaciju. Iz terasnih odsjeka podzemne vode oteču prema Dravi i Dunavu. Na većoj udaljenosti od ove dvije rijeke, a uslijed nepovoljnih hidrogeoloških uvjeta (brdo Kamenjak u Baranji funkcionira kao barijera) i dotoka površinske i podzemne vode iz N. R. Mađarske, nastaje baranjska Karašica. Ovaj vodotok skuplja sve površinske i podzemne vode krajnjeg sjeveroistočnog dijela Baranje i odvodi ih u Dunav.

Iznimka se javlja na potezu od Bolmana do Bilja, a između obrambenog nasipa i korita Drave. U ovom dijelu Baranje utvrđeno je da rijeka Drava za srednjih i visokih vodostaja napaja podzemlje. Ova je anomalija uzrokovana odnosom položaja terena i korita Drave. Regulacijom korita u ovom dijelu skrenut je površinski tok. Međutim, za srednjih i visokih vodostaja Drave javlja se podzemno napajanje Kopačkog rita, koji je ranije bio korito rijeke.

Nivogrami plićih opažackih objekata pokazuju izrazito sezonsku promjenljivost maksimalne razine vode u mjesecima ožujku i travnju, što koincidira s periodom otapanja snježnog pokrivača i proljetnih kiša, i minimalne u mjesecima prosincu i siječnju, kada pak zbog niskih temperatura uglavnom prestaje procjeđivanje u podzemlje (Miletić et al. 1971).

Kolebanja razina vode dubljih vodonosnika slijedi kolebanje razina u plitkom horizontu s tim da su amplitude manje.

Iz iznesenog slijedi, da kvartarni vodonosni kompleks predstavlja cjelinu u kojoj postoji komuniciranje podzemnih voda između pojedinih vodonosnih slojeva (Babić et al. 1978).

U dubljim vodonosnim horizontima lokalno, zbog povoljnih hidrogeoloških odnosa i većeg hidrauličkog gradijenta prema Dravi, dolazi do formiranja i arteških voda (prijezometarska bušotina B-5, Sokolac Podravski).

## ZAKLJUČAK

Rezultati analize stanja i kretanja podzemne vode pokazuju da se napajanje i obnavljanje voda u kvartanom vodonosnom kompleksu pridravске ravnice, od Koprivnice do Medinaca, vrši uglavnom samo poniranjem oborinske vode kroz površinske slabo do dobro propusne pokrovne naslage, što potvrđuju nivogrami piezometara, korelirani s količinom oborina. Na dijelu terena od Botova do Ferdinanovca prihranjivanje podzemlja vrši se dijelom i iz rijeke Drave. Utjecaj desnih pritoka, koje su bujičnog karaktera, je malen.

Na dijelu područja nizvodno od Medinaca do Dunava na istoku situacija je slična uzvodnom dijelu: i tu su oborine dominantan element prihranjivanja i obnavljanja podzemnih voda. Uz oborine značajan utjecaj imaju i desne pritoke: Voćinka, Vojlovica i Orahovačka rijeka. Na obnavljanje podzemnih voda lokalno utječu Drava i Dunav u poplavnim područjima; tamo nivo podzemne vode poraste kod visokih vodostaja Drave i Dunava.

Na veličinu podzemnog otjecanja iz kvartarnog vodonosnog kompleksa ukazuju nam desne pritoke rijeke Drave, koje tekući pridravskom ravnicom dreniraju vodonosni kompleks. U uzvodnom dijelu značajni su površinski tokovi: Bistrec kanal, Strug i Neteča, a u nizvodnom: Vučica, Karašica, Vuka i baranjska Karašica, te kanali: Bobotski, Selaški, Brodin i Barbara kanal u Baranji.

Usporedbom nivograma plićih i dubljih piezometarskih bušotina vidi se da kvartarni vodonosni kompleks porječja donje Drave i dijela Dunava predstavlja hidrogeološku cjelinu, unutar koje su pojedini vodonosnici u hidrauličkoj vezi.

*Primljeno 05. 04. 1978.*

## LITERATURA

- Babić, Ž., Čakarun, I., Sokač, A. & Mraz, V. (1978): O geologiji kvartarnih naslaga porječja rijeke Drave. *Geol. vjesnik*, 30, Zagreb.
- Miletić, P., Urumović, K., Capar, A., Bošković, D. & Mlakar, I. (1971): Analiza mjerenja podzemnih voda nizvodno od Virovitice — SR Hrvatska. *Geol. vjesnik*, 24, 155—158, Zagreb.

**Interpretation of ground-water flow net of the  
Quaternary water-bearing complex in the River Drava plain,  
Croatia**

Ž. Babić, I. Čakarun and V. Mraz

The resultant analysis of a ground-water flow net demonstrates that a Quaternary water-bearing complex in the river Drava plain between the town of Koprivnica and village Medinci is recharged and replenished only by the infiltration of precipitation through low to highly permeable covering deposits. The hydrograms of observation wells after correlating them with the precipitation confirm this fact. In part of the region, between the villages Botovo and Ferdinandovci, the aquifer is partly recharged also by the river Drava. The influence of the right hand tributaries of the river Drava, which are torrential, is negligible.

In part of the region downstream from Medinci to the river Danube in the east, conditions are similar to those upstream from Medinci. Besides the rainfall, the recharge is controlled considerably by the rivers righthand tributaries: the Voćinka, Vojlovica and Orahovačka rijeka.

In inundation areas, the Drava and Danube locally replenish aquifers, that is to say, ground-water level in these rises areas during the high tides of the rivers Drava and Danube.

The magnitude of the ground-water runoff from the Quaternary water-bearing complex is indicated by the right-hand tributaries, which, flowing through the plain, drain the water-bearing complex. Upstream from Medinci, the major streams are: the canal Bistrec, Strug and Neteča and in the sector downstream, the streams: Vučica, Karašica, Vuka and Baranjska Karašica and the canals: Bobotski, Selaški, Brodin, and Barbara.

By comparing the fluctuations of ground-water levels, monitored in shallow and deep observation wells (reaching depths of 35 m and 120 m, respectively), it is evident that the Quaternary water-bearing complex of the rivers Drava and Danube, in Croatia, represents a hydrogeologic unit within which the aquifers are hydraulically connected.

*Manuscript received April 5, 1978.*