

KOSTA URUMIČIĆ i PAVAO MILETIĆ

## HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE PODRUČJA DONJEG MIHOLJCA

*S 1 slikom u tekstu i 1 prilogom*

Prikazane su hidrogeološke značajke kvartarnih naslaga u području Donjeg Miholjca s gledišta uvjeta prihranjivanja podzemnih voda.

## UVOD

Izmjena različitih litoloških članova kvartarnih naslaga u istočnoj Slavoniji uzrokovala je složene uvjete prihranjivanja podzemnih voda. Važnu ulogu ovdje ima relativno slabo propusni pokrivač prvoga produktivnog vodonosnog horizonta. Zbog znatne debljine ovog pokrivača, unutar njega stvara se procjedni vodonosni horizont. Režim voda procjednog horizonta u velikom dijelu Podravine određuje veličinu i način prihranjivanja prvoga produktivnog vodonosnog horizonta (Miletić & dr., 1971a, b).

Analizom procjeđivanja padalina u procjedni horizont i hidrogeoloških karakteristika vodonosnih horizonata u ovom je radu određena veličina prihranjivanja podzemnih voda u prirodnim uvjetima i prikazani su uvjeti prihranjivanja podzemnih voda o kojima treba voditi brigu pri istraživanju rezervi podzemnih voda. Regionalna hidrogeološka istraživanja, koja s tim ciljem provodi Institut za geološka istraživanja iz Zagreba, bez sumnje će dati daljnje korisne podatke za određivanje rezervi produktivnih vodonosnih horizonata.

Osim navedene literature, u radu su korišteni podaci hidrogeološkog katastra Sjeverne Hrvatske (Fond voda, Zagreb).

Dužnost nam je da se zahvalimo dipl. inž. F. Jungu, koji je potaknuo izradu ovog rada, te kolegama dipl. inž. M. Petroviću, dipl. inž. Oceliću i dipl. inž. Ž. Babiću s kojima smo izmijenili mišljenja tokom analize hidrogeoloških podataka s područja Donjeg Miholjca.

## HIDROLOŠKE ZNAČAJKE

Obrađeno područje smješteno je u sjeveroistočnom dijelu Podravine, a obuhvaća širu okolicu Donjeg Miholjca. Morfološki odgovara ravničarskom

području Dravske ravnice. Ovdje možemo razlučiti inundacioni dio Dravske doline i područje koje je pokriveno praporima, a nadvisuje inundacioni dio oko 7–10 m (sl. 1).

U stratigrafskom pogledu područje je u površinskom dijelu izgrađeno od kvartarnih naslaga. Sastoji se od pijeska, praha i gline i, rijeđe, šljunka, koji se vertikalno i lateralno izmjenjuju. Sličan litološki razvoj kvartarnih i dijela gornjopliocenskih taložina otežava sigurno utvrđivanje kronostratigrafske granice kvartar-pliocen, te se ove naslage u naftnoj problematici obrađuju kao cjelina. Njihova debljina u području Donjeg Miholjca iznosi oko 600 m (K r a n j e c & dr., 1969). Međutim, prema prosječnom geotermijskom stupnju i porastu mineralizacije s dubinom (M i l e t i ć, 1969), treba očekivati da na dubini od oko 200 do 300 m temperatura podzemne vode raste preko 20°C, pa je, prema tome, debljina naslaga zanimljivih za opskrbu pitkom vodom i industrijskom vodom ograničena. Režim podzemnih voda u gornjem dijelu naslaga uvjetovan je efektivnim procjeđivanjem padalina, te odnosima razina podzemnih voda i površinskih tokova, te razlikom pritisaka između pojedinih horizonata, pa s gledišta prihranjivanja podzemnih voda odlučujući utjecaj imaju hidrogeološke karakteristike viših vodonosnih slojeva.

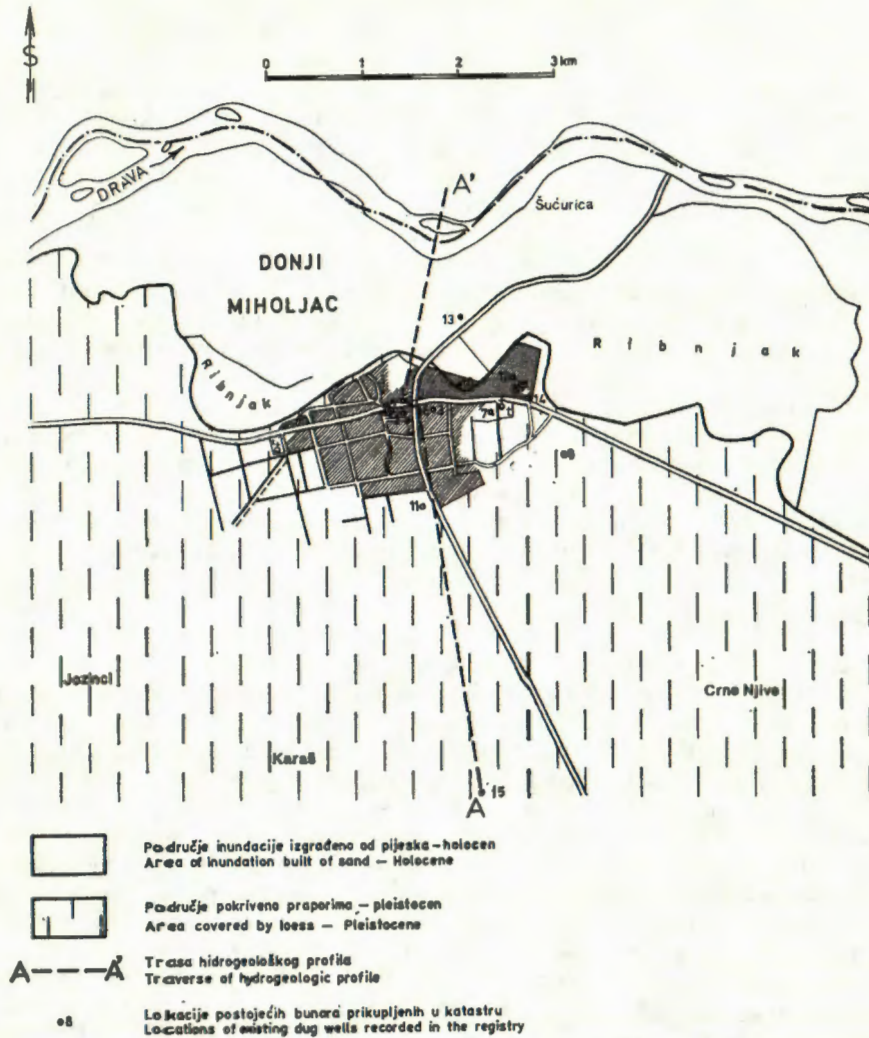
U skladu s iznesenim, obrada hidrogeološke situacije u području Donjeg Miholjca ograničena je na kvartarne naslage do dubine 150 m. Do te dubine razlučeni su površinski pokrivač i tri vodonosna sloja (M i l e t i ć i dr., 1971a).

Površinski pokrivač izgrađen je od prapora, kojemu se debljina kreće do 20 m. Unutar prapora javljaju se leće i proslojci pijeska i, rjeđe, prašinaste gline. Prema podacima bušenja, u ovom je području narušen kontinuitet izluženih, glinovitih zona u praporu, pa, prema tome, možemo uzeti da karakteristike prapora uvjetuju prosječne hidrogeološke osobine pokrivača prvog produktivnog vodonosnog sloja (tabla I).

Površinski pokrivač saturiran je podzemnom vodom koja se formira procjeđivanjem atmosferskih padalina. Otjecanje podzemne vode iz ovog pojasa uvjetovano je površinskim drenažama, evapotranspiracijom i prihranjivanjem nižih vodonosnih slojeva. Usvojen vertikalni koeficijent filtracije pokrivača iznosi  $1,2 \cdot 10^{-6}$  m/sek i odgovara donjim vrijednostima vertikalnog koeficijenta filtracije za tipske prapore. To je i razumljivo, jer su prapori u području Donjeg Miholjca dijelom zaglinjeni. Procjedne vode pokrivača prihranjuju produktivni vodonosni sloj, ovisno o razlikama razina podzemnih voda.

Prema podacima kolebanja razine podzemne vode proračunata je veličina efektivnog procjeđivanja od padalina u pokrivač za razdoblje od 1963. do 1970. i iznosila je 36 do 124 mm/god. ili prosječno 90 mm/god., a to daje od 5,2 do 14,6%, ili prosječno 11% visine godišnjih padalina. U proračun je upotrebljen podatak za efektivni porozitet tla  $n_{ef} = 0,040\%$ .

Prvi vodonosni sloj sastoji se od srednjeznog jednoličnog pijeska. Mjestimice je zaglinjen, a leće gline i prašine rijetko se javljaju. U



Sl. 1. Geološka karta s trasom hidrogeološkog profila

Fig. 1. Geological map with the Traverse of Hydrogeologic profile

području inundacije Drave pokrovni prapori su erodirani, i vodonosni sloj se pojavljuje na površini. Debljina sloja u neposrednom području Donjeg Miholjca kreće se od 11 do 25 m. U širem području ona je, međutim, relativno ujednačena i iznosi oko 20 m. Koeficijent filtracije vodonosnog sloja, izračunat na temelju podataka pokusnog crpljenja, kreće se od  $5,62 \cdot 10^{-5}$  do  $2,42 \cdot 10^{-4}$  m/sek. Sloj je na sjeveru omeđen Dravom, pa je mogućnost i veličina obnavljanja podzemnih voda određena procjeđivanjem iz površinskog pokrivača i odnosom razine podzemne vode u sloju i vodostaja Drave. Prema odnosima kolebanja razine podzemne vode u ovom vodonosnom horizontu i procjednih voda u površinskom pokrivaču vodonosnog sloja ustanovljeno je da se procjeđivanje padalinskih voda odvija kroz površinski pokrivač neposredno do površine vode produktivnog vodonosnog sloja, s tim da površinski pokrivač ima ulogu vremenskog regulatora infiltracionog napajanja vodonosnog sloja.

U prirodnom režimu, podzemne vode dreniraju se dravskim rukavcima. Prihranjivanje vodonosnog horizonta površinskim vodama Drave može se ostvariti samo u uvjetima intenzivne eksploatacije podzemnih voda ili u slučaju većih zahvata u koritu Drave.

Na dubini od 25 do 33 m pijesci prelaze u prašine i prašinate gline, koje u neposrednom području Donjeg Miholjca imaju kontinuirano prostiranje i čine podinu prvog produktivnog vodonosnog sloja (tabla I). Prema sjeveru, u području toka Drave, povećava se sadržaj krupnijih, pjeskovitih frakcija i sloj prelazi u zaglinjene pijeske, pa je tako olakšana hidraulička veza prvog i drugog vodonosnog sloja. Hidrogeološki parametri (debljina i koeficijent filtracije) za ovaj, relativno slabo propusni sloj, prikazani su u tabli I, a odnose se samo na područje kontinuiranog prostiranja sloja.

Drugi vodonosni sloj (tabla I) izgrađen je od srednjevznih do sitnozrnih pijesaka i, rjeđe, šljunka, u kojima se javljaju glinovite i prašinate leće. Bušenjem je ustanovljeno da se debljina sloja u južnom dijelu područja kreće od oko 26 do 30 m, a prema sjeveru naglo se povećava na oko 40 m. Ovakvo naglo povećanje debljine pjeskovitih taložina vjerojatno je posljedica neotektonskog relativnog izdizanja terasa u paleoreljefu Dravske doline i kasnijeg zatrpavanja riječnim nanosom. Na temelju sličnosti litološkog sastava ovog vodonosnog sloja i onog u području Našica može se pretpostaviti da su ove taložine vremenski ekvivalent taložinama »mlađe akumulacione dravske terase«. Koeficijent filtracije vodonosnog sloja, proračunat na temelju podataka pokusnog crpljenja, kreće se od  $2,4 \cdot 10^{-5}$  do  $6,2 \cdot 10^{-5}$  m/sek. Režim podzemnih voda u drugom vodonosnom sloju uvjetovan je vertikalnim procjeđivanjem kroz krovinski i podinski relativno slabo propusni sloj. Na širem području Donjeg Miholjca podinski slabo propusni sloj zadržava kontinuitet prostiranja.

Debljina prašinatih gline i prašina, koje čine podinski relativno slabo propusni sloj drugog horizonta kreće se od oko 16 do 33 m. Kontinuirana debljina sloja, na ovom lokalitetu, u odnosu na krovinu, ukazuje na to da su se neotektonski pokreti pojavili nakon njegova taloženja, i daju prived

odvojenosti pojedinačnih vodonosnih slojeva. Međutim, kako je razvoj neotektonske aktivnosti i erozije tijekom taloženja kvartarnih naslaga u Podravini u regionalnom pogledu narušio kontinuitet slabo propusnih prašinsto-glinovitih slojeva, to svi vodonosni slojevi ovih naslaga, ipak čine hidrauličku cjelinu. To je lako vidljivo ako se upoznamo i s prilikama kod Našica, u Baranji i uzvodnom dijelu Drave (Urumović, 1971).

Treći vodonosni sloj sastoji se od srednje do sitnozrnih pijesaka s prašinstim i, rjeđe, glinovitim proslojcima i lećama. Konačna debljina sloja, prema podacima bušenja, nije utvrđena. Koeficijent transmisibilneta određen prema podacima pokusnog crpljenja kreće se od  $7,7 \cdot 10^{-4}$  do  $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sek}$ .

Dinamika podzemnih voda u drugom i trećem vodonosnom sloju nije obuhvaćena sustavnim opažanjem. Prema orijentacionim podacima o statičkoj razini podzemne vode pri izradi cijevnih bunara u različitim hidrološkim uvjetima može se zaključiti da prosječna amplituda kolebanja razine podzemne vode nije veća od 0,5 m. Registrirana razlika tlaka podzemnih voda u drugom i trećem vodonosnom sloju kreće se od 0,4 do 1,0 m, i to potvrđuje zaključak o regionalnoj povezanosti svih vodonosnih slojeva.

Podzemne vode svih vodonosnih slojeva prema kemijskom sastavu zadovoljavaju kriterije vodoopskrbe. Izuzetak čini povišeni sadržaj željeza, a to je opća karakteristika podzemnih voda istočne Podravine (Miletić & dr., 1973).

#### ZAKLJUČAK

Na temelju analize hidrogeoloških podataka s područja Donjeg Miholjca ustanovljeno je obnavljanje podzemnih voda u prirodnim uvjetima. To obnavljanje ovisi isključivo o efektivnom procjeđivanju padalina i za promatrano razdoblje (1963–1970) iznosi oko 11% njihove godišnje visine.

Ovakav način prihranjivanja olakšan je zbog diskontinuiteta izlučenih glinovitih slojeva u prapornom pokrivaču vodonosnog sloja. Uspoređujući ove podatke s rezultatima prethodnih istraživanja u istočnoj Podravini (Miletić & dr., 1971b), možemo zaključiti da efektivno procjeđivanje padalinskih voda mjestimice može teći izravno u prvi vodonosni horizont i pored velike debljine pokrivača.

Tamo, međutim, gdje je kontinuitet glinovitih međuslojeva u pokrovu održan, veličina procjeđivanja bit će određena njihovom propusnošću i uglavnom bit će manja od one određene u Donjem Miholjcu, pa je o tome potrebno paziti pri istraživanju rezervi podzemnih voda.

U prirodnom hidrogeološkom režimu kod Donjeg Miholjca podzemne vode nisu prihranjivane iz korita Drave. Kao aktivan izvor prihranjivanja podzemlja, Drava će se pojaviti tek pri intenzivnoj eksploataciji.

Prihranjivanje drugog i dubljih vodonosnih slojeva uvjetovano je i ograničeno režimom u prvom vodonosnom horizontu.

Premda se gornji prikaz odnosi na analizu podataka s užeg lokaliteta Donjeg Miholjca, polučeni pokazatelji imaju šire značenje i za proučavanje i utvrđivanje rezervi podzemnih voda u istočnoj Slavoniji. To značenje sastoji se u utvrđivanju gornje granice veličine infiltracije padalina, a padaline za veći dio Slavonije jesu jedini izvor sigurnih eksploatacionih rezervi. Ovaj zaključak već se danas potvrđuje na mnoštvu lokaliteta gdje se provode slična istraživanja.

#### LITERATURA

- Kranjec V., Hernitz Z., Prelogović E., Blašković I. & Šimon J. (1969): Geološki razvoj Đakovačko-vinkovačkog platoa. *Geol. vjesnik*, 22, 111-120, Zagreb.
- Miletić P. (1969): Hidrogeološke karakteristike Sjeverne Hrvatske. *Geol. vjesnik*, 22, 511-523, Zagreb.
- Miletić P., Urumović K. & Capar A. (1971a): Hidrogeologija prvog vodonosnog horizonta porječja Drave na području Hrvatske. *Geol. vjesnik*, 24, 149-154, Zagreb.
- Miletić P., Urumović K., Capar A., Bošković D. & Mlaker I. (1971b): Analiza mjerenja podzemnih voda nizvodno od Virovitice, SR Hrvatska. *Geol. vjesnik*, 24, 155-158, Zagreb.
- Miletić P., Urumović K., Turić G. & Mayer D. (1973): Prilog poznavanju koncentracije željeza u podzemnim vodama porječja Drave. *Geol. vjesnik*, 25, 267-274, Zagreb.
- Urumović K. (1971): O kvartarnom vodonosnom kompleksu u području Varaždina. *Geol. vjesnik*, 24, 183-188, Zagreb.

K. URUMOVIĆ and P. MILETIĆ

#### HYDROGEOLOGIC CHARACTERISTICS OF THE AREA OF DONJI MIHOLJAC

It has been established on the basis of the analyses of the existing hydrogeologic data in the Donji Miholjac area that the replenishment of groundwater in natural conditions is achieved by the percolation of atmospheric precipitations. During the period of observation (years 1963-1970), the infiltrated water amounted to 11% of the annual precipitation. Such a way of the replenishment of the first productive water-bearing horizon is made possible because of the discontinuity of the alkalized clayey layers in the loess overburden of the aquifer. The comparison of these results with the ones from the previous investigations in the region of eastern Podravina (Miletić & oth. 1971.) indicates that even where a thick overburden exists, the effective percolation of the atmospheric precipitation represents in some places the direct, and in natural conditions, exclusively possible replenishment of aquifers. In the other regions of eastern Podravina, the precipitations infiltrated in this way from the percolating horizons into the relatively badly permeable overburden, and the replenishment of the productive waterbearing horizon are effectuated by percolation

through clayey intermediary layers. Because of the above mentioned facts, the amount of the percolation of the atmospheric precipitation on the extended region of eastern Podravina will be generally lower than the one established for Donji Miholjac.

The drainage of groundwater in the area along the Drava River is under the natural regime generally effectuated directly into the waterbed, and the replenishment of the aquifer with the water from the Drava River can be achieved only in the conditions of an intense exploitation. It follows, that the Drava River in natural conditions does not represent a source of the replenishment of the waterbearing horizons even in the regions where it comes in direct contact with them. The replenishment of the lower aquifers (the ones beneath the first productive horizon) depends on, and is limited by, the groundwater regime in the first water-bearing horizon. From the point of view of the restoration of the groundwater exploitation reserves in the deeper water-bearing horizons, replenishment will depend upon the thickness and other characteristics of the upper layer and the clayey intercalation.

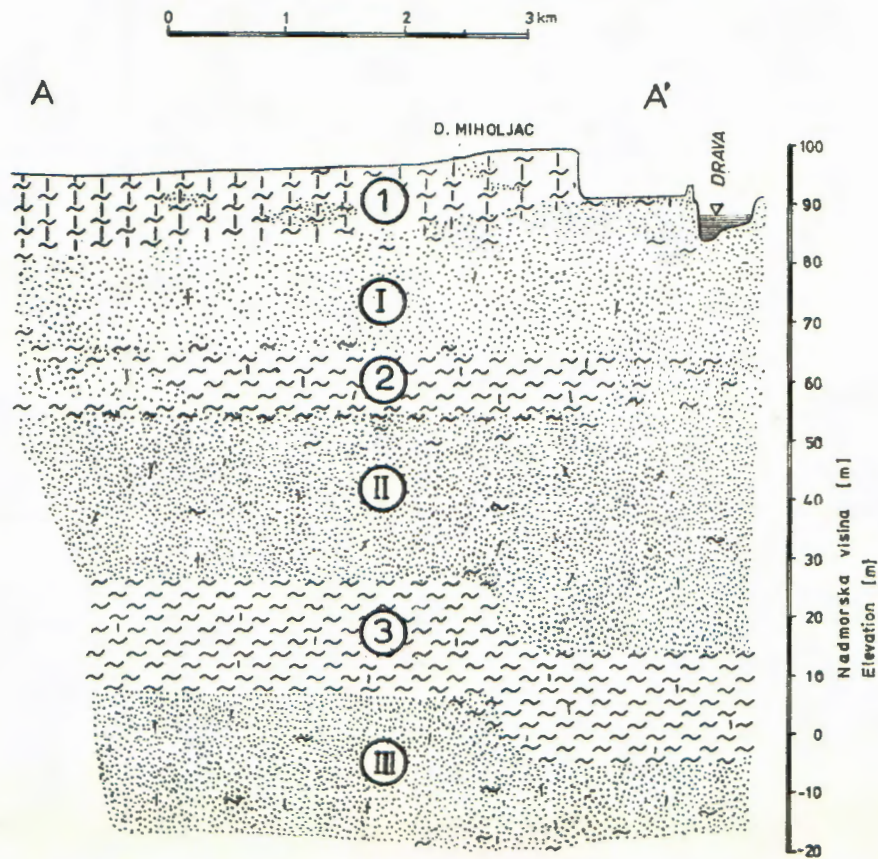
Although this is an analysis of the data concerning the limited locality of Donji Miholjac, the conclusions obtained have a broader significance; the determination of the upper limit of the effective infiltration of atmospheric precipitation in the first productive water-bearing horizon, which for the greater part of Slavonia represents the only source of a safe yield. This conclusion is already being confirmed at several localities where similar investigations are being carried out.

Primljeno (Received): 18. 01. 1973.

*Zavod za opću i primijenjenu geologiju  
Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta*

*Department of General and Applied  
Geology, Faculty of Mining, Geology  
and Petroleum Engineering, University  
of Zagreb, Zagreb, Pierottieva 6*

S R Hrvatska - područje D. Miholjca  
 SHEMATIZIRANI HIDROGEOLOŠKI PROFIL  
 S. R. of Croatia - Area of Donji Miholjac  
 REGIONAL SHEMATIC HYDROGEOLOGICAL PROFILE



OZNAKA SIGN	LITOLOŠKA JEDINICA LITHOLOGIC UNIT	USVOJENE PROSJEČNE VRIJEDNOSTI HIDROGEOLOŠKIH PARAMETARA ADOPTED AVERAGE OF HYDROGEOLOGIC PARAMETERS		
		KOEFICIJENT TRANSMIBILITETA COEFFICIENT OF TRANSMIBILITY m <sup>2</sup> /SEC	DEBLJINA THICKNESS m	KOEFICIJENT FILTRACIJE COEFFICIENT OF FILTRATION m/SEC
1	Površinski pokrivač prvog produktivnog sloja - prapar s lećama i prosljcima pijeska i prašinate gline Overburden of the first productive waterbearing layer - loess with lenses and intercalations of sand and silty clay		15	$1,2 \cdot 10^{-6}$
I	Prvi produktivni vodonosni sloj - srednjezrni jednolični pijesci, mjestimice prašinati i zaglinjeni First productive horizon - uniform sands with middle sized grains in some places silty and clayey	$3,0 \cdot 10^{-3}$	20	$1,5 \cdot 10^{-4}$
2	Relativno slabo propusni sloj - prašinate gline s prijelazom u glinoviti i prašinati pijesak Relatively badly permeable layer - silty clay with transition in clayey and silty sand		15	$1,0 \cdot 10^{-9}$
II	Drugi produktivni vodonosni sloj - srednje do sitnozrni pijesak s lećama praha i prašinate gline Second productive waterbearing layer - sand with middle to small sized grains with lenses of silt and silty clay	$1,3 \cdot 10^{-4}$	30	$4,3 \cdot 10^{-5}$
3	Relativno slabo propusni sloj - prašinate gline, mjestimice pjeskovita Relatively badly permeable layer - silty clay in some places sandy		20	$5,0 \cdot 10^{-10}$
III	Treći produktivni vodonosni sloj - srednje do sitnozrni pijesak s lećama i prosljcima gline i praha Third productive waterbearing horizon - sand with middle to small sized grains with intercalations and lenses of clay and silt	$1,5 \cdot 10^{-4}$		