

KOSTA URUMOVIĆ

## O KVARTARNOM VODONOSNOM KOMPLEKSU U PODRUČJU VARAŽDINA

*S 2 table*

Prikazan je utjecaj neotektonskih pokreta na slijed kvartarnih naslaga, te je s tim u vezi obrađena i uvjetovanost razvoja jedinstvenog kvartarnog vodonosnog horizonta u ovom dijelu porječja Drave.

### UVOD

U porječju Save i Drave vrše se opsežna regionalna hidrogeološka istraživanja koja traju od 1963. godine, s tim da se svake godine stječu nova saznanja o hidrogeološkim odnosima i praktičnim mogućnostima iskorištavanja podzemnih voda na tom području. Kao rezultat ovih istraživanja i studija proistekla je hidrogeološka rajonizacija sjeverne Hrvatske (Miletić 1968, Miletić 1969), te detaljnija hidrogeološka razrada porječja Drave (Miletić i dr. 1970, Miletić, Urumović & Čapar 1971).

U području Varaždina ova istraživanja bila su pojačana u vezi projektiranja i izgradnje protočnih hidroelektrana na Dravi, zatim regionalnih hidrogeoloških istraživanja, te seizmičke rajonizacije Varaždinskog područja. U okviru takvih radova izvedena su plitka i duboka istražna bušenja, geoelektrična sondiranja i profiliranja, pokusna crpljenja bunara, te niz laboratorijskih analiza (Babić & Čukor 1963, Babić & Čakarun 1965, Urumović 1969).

Veći broj podataka koji je tako prikupljen omogućuje nam potpunije sagledavanje litološke građe, te strukturnih odnosa unutar kvartarnog vodonosnog horizonta šire okolice Varaždina. To tim više, što je za širu okolicu bazena izrađena i morfometrijska analiza neotektonskih odnosa (Urumović & Šikić 1969) i što ta analiza omogućava detaljnije upoznavanje odnosa riječnih terasa i dravskog aluvijalnog nanosa.

Na kraju mi je dužnost zahvaliti se Institutu za geološka istraživanja Zagreb, Zajednici elektroprivrednih poduzeća Zagreb, Geoexpertu Zagreb, te Zavodu za opću i primijenjenu geologiju RGN fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na pomoći oko korištenja podataka. Naročito se zahvaljujem inž. Ž. Babiću u na mnogim korisnim savjetima tijekom ra-

da, dr P. Miletić u na savjetovanju pri raščlambi i odredbi vodonosnog kompleksa i horizonata, prof. A. Takšić u na korištenim podacima i savjetovanju pri raščlambi kvartarnih naslaga, te pomoći inž. Š. Slimaka, inž. I. Jagatića i inž. S. Kovačevića pri korištenju i interpretaciji geoelektričnih podataka. Grafičku opremu ovog rada izvršila je M. Čanađija, te joj se na ovom mjestu također zahvaljujem na savjesnom radu.

#### KVARTARNI VODONOSNI HORIZONT

Kvartarni vodonosni kompleks u području porječja Drave na teritoriju SR Hrvatske prema hidrogeološkoj rajonizaciji (Miletić, Urumović & Capar 1971) razlučen je u tri manje hidrogeološke jedinice: zapadno, središnje i istočno područje. Unutar zapadnog područja, koje se proteže od hrvatsko-slovenske granice do Pitomače, smješten je i dio obuhvaćen ovim radom, a zahvaća kvartarne naslage od Ormoža i Brezja do ušća Mure u Dravu. Sinteza većeg broja podataka koji su korišteni u ovom radu, a na čijoj osnovi je objašnjena geneza datih hidrogeoloških odnosa u cijelosti je potvrdila pretpostavku o hidrogeološkim uvjetima kvartarnog vodonosnog kompleksa prema rajonizaciji u ranijim radovima (Miletić, Capar, Urumović i dr. 1970, Miletić, Urumović & Capar 1971).

Podinu kvartarnih naslaga čine pliocenski lapori, gline i rijetko pješkoviti lapori i pješčenjaci u središnjem i istočnom dijelu područja, te miocenski lapori i pješčenjaci zapadno od Petrijanca. Rubna područja bazena prekrivaju kontinentalni i močvarni prapori koji su mlađi od terasnih nanosa (Takšić 1967). U litološkom pogledu sastoje se od prašinasto-glinovitih materijala, a debljina im se kreće od 1–20 m.

Kvartarni vodonosni horizont u ovom području izgrađen je od riječnih terasa i aluvija Drave i Mure. Glavnu litološku različitost ovih terasnih i aluvijalnih nanosa predstavlja sadržaj sitnijih granulometrijskih frakcija, koji se očituje u povećanju udjela glina i prašina u taložinama starijih riječnih terasa. Međusobne odnose riječnih terasa i odnose terasa prema taložinama riječnih nanosa tijekom njihovog stvaranja uglavnom su uvjetovala neotektonska zbivanja u kvartaru. Osnovne značajke ovih gibanja su pokreti vezani za južni i sjeverni lom, koji predstavljaju starije rasjede na ovom području (Vončina 1965). Sjeverni lom (Čakovečki rasjed) javlja se u mlađim naslagama kao rasjedna zona, koja na površini zahvaća širinu 1–6 km, a pruža se od Ormoža, preko Čakovca do Domašince. Južni lom (Jalžabetski rasjed) također se javlja kao rasjedna zona, a širina joj je oko 4 km. Jalžabetski rasjed se pruža od Cerja Tužnog preko Jalžabeta i dalje istočno od Ludbrega gdje povija prema jugoistoku (prilog br. II). Unutar ovih rasjednih zona vremenski se mi-

jenja intenzitet i mjesto pokreta uz opću naglašenost relativnog izdizanja rubnog dijela i tonjenja središnjeg dijela bazena, što je uvjetovalo pojavu većeg broja terasa. Erozijski starijih terasa je prostorno omeđena rasjedima unutar rasjednih zona. Morfološki se danas na površini ističu tri terase u sjevernom području, od kojih se najniža (najmlađa) proteže kontinuirano od Ormoža i Paklenice do Domašince. Srednju možemo kontinuirano pratiti sjeverozapadno i sjeverno od Čakovca, a morfološki najviša i najstarija terasa ističe se samo sjeverno od Čakovca. Uz južni rub bazena ističu se također tri terase. Najmlađa terasa se proteže u širokoj zoni od Brezja do Koprivnice, a prekinuta je samo u površinskom dijelu morfološki blago izraženom dolinom Plitvice. Srednja terasa može se pratiti između Knežince i Koprivnice, a od najstarije terase ostao je samo trag kraj Vinice. Litološki i vremenski ekvivalenti ovih triju terasa mogu se pratiti i u nizvodnom dijelu dravskog bazena, gdje su određene kao: mlađa dravska terasa (treći stadijal wirmske glacijacije -  $LG_3T$ ), starija dravska terasa (drugi stadijal wirmske glacijacije -  $LG_2T$ ) i staropleistocenska terasa čija starost nije detaljnije određena (T a k š i ć 1967). Usporedno s erozijom površinskog dijela terasa, koju prati ispiranje sitnijih granulometrijskih frakcija, javlja se i relativno spuštanje središnjeg dijela bazena. Rasjedne zone koje su morfometrijski uređene na površinskom dijelu bazena (prilog br. II) mogu se pratiti i na shematskim hidrogeološkim profilima (prilog br. I), a očituju se u odgovarajućim oblicima paleoreljefa tercijarnih naslaga. U paleoreljefu su jasno izražene tri terase uz južni rub bazena, a u sjevernom dijelu može se prema paleoreljefu tercijarnih naslaga naslutiti i veći broj terasa što je razumljivo s obzirom na zonarni karakter rasjedanja.

Neotektonsko spuštanje središnjeg dijela bazena nije ravnomjerno tijekom taloženja kvarternih naslaga. Najstarije tonjenje je vezano na danas najdublji bio bazena (južno od Preloga gdje je registrirana najveća dubina bazena 148 m), a odgovara taloženju naslaga drugog stadijala wirmske glacijacije i dijelom nešto starijih naslaga. Kasnije spuštanje bazena širi se prema zapadu, a prati ga taloženje krupnijih i ispiranje sitnijih granulometrijskih frakcija. Ukupno spuštanje središnjeg dijela bazena (područje između Varaždina i Preloga) ispunjenog mladim terasnim taloženjima može se procijeniti na oko 90 m.

Produbljivanje bazena u kvartaru između Koprivnice i Legrada znatno je slabije izraženo. Ovdje se maksimalna debljina kvarternih naslaga smanjuje do 70 m, što je vjerojatno uzrokovano znatno stabilnijom zonom temeljnih naslaga, koja se ističe pružanjem Legradskog praga. Prema istoku produbljivanje bazena se nastavlja.

Ovakav sistem taloženja u odnosu na neotektonske pokrete rezultirao je velikom debljinom riječnih taložina, a istovremeno i omogućio uvjete oblikovanja jedinstvenog vodonosnog horizonta. Tijekom njegovog taloženja ne mijenjaju se naime, uvjeti sedimentacije, već oni - praćeni neotektonskim spuštanjem - ostaju isti, a mijenja se samo prostor talo-

ženja, koji se sužava. Spuštanje središnjeg dijela bazena, pri čemu brzina spuštanja ne prelazi znatno brzinu taloženja, te očuvani kontinuitet ostalih uvjeta taloženja ne prekidaju hidrauličku vezu naslaga u postojećim terasama i novih riječnih nanosa. Za ovakav kontinuitet taloženja u vezi s neotektonskim zbivanjima, čija je posljedica jedinstvenost kvartarnog vodonosnog horizonta nalazimo dokaze i u litološkoj građi ovih naslaga. Središnji dio bazena izgrađen je od šljunaka s različitim postotkom pijeska unutar kojih se vrlo rijetko javljaju leće sitnih i prašinih pijeska. Ovaj dio kvartarnih taložina odgovara aluvijalnom nanosu i mladim riječnim terasama, čije je taloženje vršeno uz ispiranje sitnijih granulometrijskih frakcija iz pretaloženih starijih riječnih nanosa. Rubni i dijelom donji dio kvartarnih naslaga sastoji se od šljunaka, zaglinjenih i konglomeratičnih šljunaka, pijeska, prašine i gline (prilog br. I), a odgovara taložinama starijih riječnih terasa. Sitnije granulometrijske frakcije javljaju se kao leće i proslojci unutar šljunka i pijeska te ne narušavaju jedinstvenost vodonosnog horizonta.

#### ZAKLJUČAK

Sinteza većeg broja podataka koji su proizašli iz namjenskih istraživanja omogućila je litološko, prostorno i genetsko definiranje kvartarnog vodonosnog horizonta u području Varaždinskog bazena. Naslage vodonosnog horizonta izgrađene su od aluvijalnog nanosa Drave i Mure, te riječnih terasa. Površinski se ističu staropleistocenska terasa, te starija i mlada dravska terasa. Ustanovljeno je da su širine erozije riječnih terasa i debljina taloženja riječnog nanosa uvjetovani neotektonskim pokretima. Najintenzivniji pokreti vezani su uz starije rasjedne zone duž sjevernog (Čakovečki rasjed) i južnog (Jalžabetski rasjed) ruba bazena. Intenzitet pokreta se unutar ovih zona tijekom kvartara prostorno i vremenski mijenja uz relativno spuštanje središnjeg dijela bazena.

Ritam taloženja riječnih nanosa i neotektonskih pokreta čiji je rezultat spuštanje bazena, koje ne prelazi znatno brzinu taloženja, omogućava održavanje istih uvjeta sedimentacije i objašnjava veliku debljinu istородnih kvartarnih taložina. Ovakvi odnosi unutar bazena uvjetovali su stvaranje jedinstvenog vodonosnog horizonta izgrađenog od šljunaka s različitim postotkom pijeska u središnjem dijelu (aluvijalne i mlađe terasne taložine), dok se u rubnim dijelovima koji odgovaraju starijim riječnim terasama unutar šljunaka javljaju leće i proslojci glinovito-prašinih materijala. Dio naslaga izgrađen od sitnijih granulometrijskih frakcija nema kontinuirano prostiranje i ne narušava hidrauličku vezu starijih terasa i mladih riječnih nanosa.

*Zavod za opću i primijenjenu geologiju  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet,  
Zagreb, Pierottijeva ul. 6*

*Primljeno 30. 1. 1971.*

LITERATURA

- Babić, Z. & Cukor, V. (1963): Geološko-hidrogeološka istraživanja trase kanala, varijante Ormož-Varaždin i Brezje-Varaždin, str. 68, 84 priloga. Fond struč. dok. IGI (Inst. geol. istr.), Zagreb
- Babić, Z. & Čakarun, I. (1965): HE Drave, hidrogeološka i inženjersko-geološka istraživanja područja uzvodno od ušća Mure u Dravu, 11 str., 13 priloga. Fond struč. dok. IGI, Zagreb
- Miletić, P. (1968): Hidrogeologija sjevernog dijela SR Hrvatske. Doktorska disertacija, RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. VI+101+49, 23 table i grafikona, 20 priloga, Zagreb
- Miletić, P. (1969): Hidrogeološke karakteristike sjeverne Hrvatske. Geološki vjesn., 22, 511-524, 3 priloga, Zagreb
- Miletić, P., Capar, A., Urumović, K., Takšić, A. & Kranjec, V. (1970): Sliv Drave - područje SR Hrvatske. Hidrogeološka studija, 57 str., 11 priloga, Fond struč. dok., Rud.-geol.-naftni fakul. Zagreb
- Miletić, P., Urumović, K., & Capar, A. (1971): Hidrogeologija prvog vodonosnog horizonta porječja Drave na području Hrvatske. Geol. vjesnik, 24, (u tisku)
- Takšić, A. (1967): Kvartar sjeverne Hrvatske. 46 str., 2 priloga. Fond struč. dok. Rud.-geol.-naft. fakult. Zagreb
- Urumović, K. (1969): Godišnji izvještaj o regionalnim hidrogeološkim istraživanjima gornje Drave i Mure, 25 str., 27 priloga, Fond struč. dok. IGI, Zagreb
- Urumović, K. & Šikić, V. (1969): Tektonika Prekmurja, Međimurja i zapadne Podravine na temelju morfometrijske analize, 97 str., 17 priloga. Fond struč. dok. IGI, Zagreb
- Vončina, Z. (1965): Prikaz neotektonske rajonizacije Murske potoline. Nafta, 1, 1-3, Zagreb.

K. URUMOVIĆ

ABOUT THE QUATERNARY AQUIFER IN THE AREA OF VARAŽDIN

A synthesis of the numerous data resulting from the accomplished investigations has made it possible to define the extension of the Quaternary water-bearing horizon in the area of the Varaždin basin, as well as its lithology and origin. The layers of the water-bearing horizon consist of alluvial deposits of the Drava and the Mura rivers, and of fluvial terraces. On the surface, the old and young Drava terraces can be observed. It has been established that the neotectonic movements conditioned the width of the erosion of the fluvial terraces as well as the thickness of the deposition of fluvial detritus. The most intense neotectonic movements are connected with the older faulting zones along the northern (the fault of Čakovec) and the southern (the fault of Jalžabet) boundaries in space and time during the Quaternary, accompanied by the lift of the marginal parts in relation to the subsidence of the central part of the basin.

The rhythm of fluvial deposition and neotectonic movements which resulted in the subsidence of the basin not much faster than the deposition velocity, made possible the continuity of the same conditions of sedimentation and explains the great thickness

of the uniform Quaternary deposits. Such relations inside the basin have conditioned the creation of a uniform water-bearing horizon consisting of gravels with a variable percentage of sand in the central part (alluvial and young terrace deposits). Meanwhile in the marginal zones, corresponding to the older fluvial terraces, lenses and intercalations of silty-clayey material occur in the gravels. One part of the deposits, consisting of fine-grained granulometric fractions, has not a continued extension and does not disturb the hydraulic connection between the older terraces and the younger fluvial deposits.

*Department of Physical and Applied Geology,  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum  
Engineering,  
Zagreb, Pierottijeva 6*

Received 30th January 1971

#### Tumač oznaka

#### Legend

1. Riječni nanosi i mlade terase – šljunci s različitim postotkom pijeska; holocen i mlađi pleistocen  
*Fluvial deposits and young terraces – gravels with variable percentage of sand; Holocene and younger Pleistocene*
2. Starije riječne terase – šljunci s pijeskom te lećama i proslojcima prašina i glina; pleistocen  
*Older fluvial terraces – gravels with sand and with lenses and intercalations of silt and clay; Pleistocene*
3. Praporne taložine; mlađi pleistocen  
*Loess deposits; younger Pleistocene*
4. Lapori, gline i pješčenjaci; pliocen i miocen  
*Shales, clays and sandstones; Pliocene and Miocene*
5. Površinski registrirani rasjedi s ustanovljenom neotektonskom aktivnošću  
*Fault lines registered on the surface with the established neotectonic activity*

