

Geol. vjesnik	27	319—330	2 sl. u tekstu	Zagreb, 1974
---------------	----	---------	-------------------	--------------

551.79;551.49(161.19.45)

KOSTA URUMOVIC i ANA SOKAC

## O KVARTARNIM NASLAGAMA ZUPANJE

(Istočna Slavonija, SR Hrvatska)

Izvršena je stratigrafska i hidrogeološka analiza »vuka-formacije« na profilu između Zupanje i Gradine s posebnim osvrtom na posljednju fazu taloženja ove formacije koja pripada kvartaru.

### UVOD

Blago razvedeno i pretežno ravničarsko područje istočne Slavonije pokrivaju većim dijelom kvartarne naslage. Zbog slabe otkrivenosti ove naslage su površinski slabije istražene.

U radovima starijih autora nalazimo relativno mali broj podataka o kvartarnim naslagama, a odnose se uglavnom na istraživanja prapora, te opisu vertebratske faune. Novija istraživanja potaknuta su iz praktičnih razloga, a zasnivaju se u prvom redu na analizama i interpretacijama bušotina i geofizičkih mjerenja. To su naftnogeološka istraživanja sa svrhom pronalazjenja ležišta nafte i plina, te hidrogeološka istraživanja za ustanovljivanje vodonosnih horizonata i rješavanje opskrbe ovog područja vodom. Usporedno s ovim posljednjim radovima vršene su mikropaleontološke analize i obrađena je ostrakodska fauna. Također se više pažnje posvetilo upoznavanju kvartarnih naslaga na površini, a to rezultira većim brojem geoloških i paleontoloških radova. Tako je izvršena fotogeološka obrada, opisana vertebratska fauna i dr.

Najnovija hidrogeološka istraživanja, temeljena na usporedbi plitkih hidrogeoloških bušotina i podataka snimanja naftnih bušotina, omogućila su interpretaciju profila između Zupanje i Gradine koji su predmet ovog rada. Izbor ovog profila načinjen je iz više razloga. Ovo područje smješteno je unutar jedne tektonske cjeline gdje se tokom taloženja tercijarnih i kvartarnih naslaga ne opaža izrazitiji diferencijalni tektoni-

zam. Povoljan položaj profila se očituje također i u simetričnosti u odnosu na tokove Save i Bosne kao glavnih izvora donošenja gruboklastičnih sedimenata. I konačno, pozitivni rezultati analiziranih mikropaleontoloških uzoraka iz bušotine u Županji (P-1) mogli su se koristiti za izvođenje određenih stratigrafskih zaključaka.

Ugodna nam je dužnost da se zahvalimo poduzeću »INA-Naftaplin« za ustupljene podatke snimanja naftnih bušotina, te kolegi dipl. inž. T. Vojkoviću, iz istog poduzeća na pomoći kod određivanja mineralizacije prema elektrokartonažnim dijagramima. Također se zahvaljujemo autorima: dr V. Kranjecu, dipl. inž. Z. Hernitzu, dr E. Prelogoviću i mr. I. Blaškoviću iz Zavoda za opću i primijenjenu geologiju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta što su nam ljubezno stavili na korišćenje izvještajske materijale.

#### HISTORIJAT ISTRAŽIVANJA

U ovaj pregled istraživanja uključeni su radovi geološkog i paleontološkog sadržaja, što se odnose na istočnu Slavoniju, bez obzira na njihov udio kod izrade ovog rada.

U radovima starijih autora nalazimo relativno mali broj podataka koji prikazuju kvartarne naslage istočne Slavonije, a odnose se uglavnom na istraživanja prapora. Đ. Pilar (1876) spominje veliko rasprostriranje prapora u Podravini, Đakovštini i Dilj gori. F. Šandor (1912) je analizirao sastav prapora okolice Vukovara i Bilogore. D. Gorjanović-Kramberger (1914, 1922) pisao je o praporima s više lokaliteta iz istočne Slavonije, Podravine i Srijema. U profilima kvartarnih naslaga ispod prapora navodi pijeske, lapore i gline, u kojima mjestimično spominje i ostatke moluska. Također opisuje hidrološke prilike obrađenih područja. U samom mjestu Županji D. Gorjanović-Kramberger (1914) dao je profil ciglane gdje se ispod humusnog pokrivača nalaze pjeskoviti lapori i pijesci. Od D. Gorjanović-Krambergera (1912, 1913) potječu i prvi radovi o vertebratskoj fauni Slavonije. Opisani su fosilni proboscidi i rinoceratidi.

Opširnu analizu prapora istočne Slavonije dao je A. Takšić (1947). Posebnu pažnju posvetio je vremenu postanka prapornih tvorevina i zaključio, da su one postale u gornjem pleistocenu. Prema ovom autoru, najdublje naslage prapora odgovaraju prodoru würmske glacijacije, naslage iznad su sinhronične dobu maksimalnog razvoja leda za würmske glacijacije, dok su rastrošene zone sinhronične pluvijalnim periodima.

T. Jagačić (1963) daje pregled stratigrafskih, paleogeografskih i tektonskih odnosa istočnog dijela Slavonije na osnovi dubokih istraženih bušotina. U pleistocenskim naslagama spominje prapore debljine i više desetaka metara.

Veći interes za geološke prilike u području istočne Slavonije nastupio je u novije vrijeme. U vezi s istraživanjima nafte izvršeno je dubinsko litofacijelno kartiranje mladotercijarnih naslaga istočne Slavonije, te susjednih predjela Bosanske Posavine i Semberije (V. Kranjec, Z. Hernitz, E. Prelogović & I. Blašković, 1968 a, 1968 b, 1969, 1970; V. Kranjec, Z. Hernitz, E. Prelogović, J. Simon & I. Blašković, 1969; V. Kranjec, Z. Hernitz, E. Prelogović, I. Blašković & J. Simon, 1969). U ovim radovima kvartarni sedimenti uključeni su u strukture mladotercijarnih naslaga što omogućava shvaćanje strukturnih odnosa kvartarnih sedimenata.

Novija istraživanja kvartarnih naslaga i posebno vertebratske faune vezana su u radove M. Maleza (1970, 1971, 1972, 1973). U analizi rasprostranjenosti hladnodobnih životinja jugoistočne Evrope spominje se više osteoloških nalaza s područja istočne Slavonije. Iz lokaliteta Županja potječu ostaci vunastog nosoroga koji je u mlađem pleistocenu bio rasprostranjen na većem dijelu jugoistočne Evrope. S istog nalazišta poznati su i ostaci jelena, bizona, mamuta i dr.

A. Sokač (1971) opisala je faunu ostrakoda iz područja Baranje i istočne Slavonije.

J. Simon (1973) daje litostratigrafski stup tercijarnih naslaga u području istočne Slavonije. U podjeli tercijarnog sedimentacijskog kompleksa na 5 formacija prihvaćenih u ovom radu, posljednja, »vuka-formacija«, obuhvaća vršne dijelove pliocena i kvartar.

Rezultate istraživanja kvartarnih naslaga na području Slavonski Brod — Staro Petrovo selo iznijeli su An. Šimunić, M. Šparica & Al. Šimunić (1973). Na temelju terenskih zapažanja, paleontoloških i sedimentoloških analiza izvršili su raščlambu kvartarnih naslaga na pleistocenske i holocenske. U pleistocenu su izdvojili genetske tipove les i proluvij, a u holocenu organogeno barske sedimente, te aluvijalne nanose Save, Orljave i njihovih pritoka.

U hidrogeološkim istraživanjima, koja se u novije vrijeme sve intenzivnije provode na cijelom teritoriju sjeverne Hrvatske, posebna pozornost pridaje se litološkom razvoju kvartarnih naslaga kao sredini u kojoj se pojavljuju vodonosni horizonti pogodni za vodoopskrbu (P. Miletić, 1969; P. Miletić, A. Novinsky & K. Urumović, 1973; P. Miletić, G. Turić, K. Urumović & V. Blašković, 1973; P. Miletić & K. Urumović, 1973; P. Miletić, K. Urumović & V. Blašković, 1973; P. Miletić, K. Urumović, G. Turić & D. Mayer, 1973; P. Miletić & G. Turić, 1973).

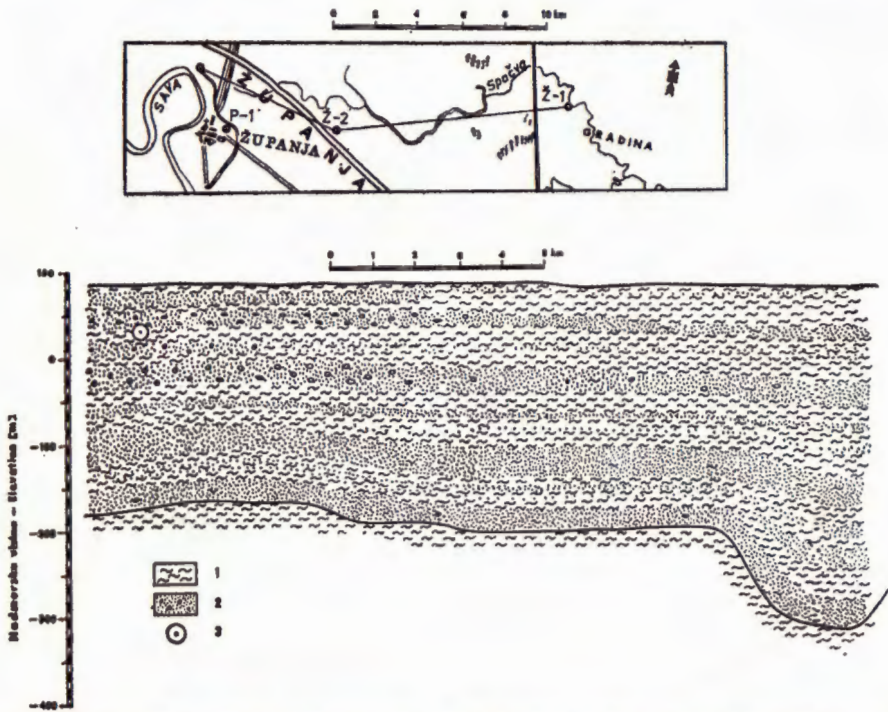
#### STRATIGRAFSKI ODNOSI

Naslage kvartara i gornjeg i srednjeg pliocena, koje su u naftogeološkoj praksi poduzeća Naftaplin izdvojene kao »vuka-formacija« (J. Simon, 1973), zapremaju debljinu od oko 680 m kod Županje, do 900 m

kod Gradine (V. Kranjec, Z. Hernitz, E. Prelogović & I. Blašković, 1970). U njihovom litološkom profilu možemo razlučiti tri osnovne faze sedimentacije. U donjem dijelu, na dubini ispod 600 m, općenito prevladavaju gruboklastične taložine uz manje promjene prema istočnom dijelu profila (područje Gradine), gdje raste debljina naslage i udjel pjeskovitih slojeva.

Drugu fazu karakterizira taloženje glinovitih materijala u kojima se pijesci javljaju samo kao tanki proslojci. U trećoj, završnoj fazi sedimentacije, dolazi do prostorno ujednačene, naizmjenične sedimentacije pjeskovito-šljunkovitih i glinovito-prašinih taložina.

Debljina naslaga zadnje faze taloženja također se povećava od zapada prema istoku i kreće se od oko 260 m do 400 m (slika 1). Indeks njihovog udjela u ukupnoj debljini »vuka-formacije« varira od 0,37 na bu-



Sl. 1.A. Situacijska skica profila, B. litološki profil kvartarnih naslaga; 1. prah i glina, 2. pijesak i šljunak, 3. položaj mikropaleontoloških uzoraka

Text-fig. 1.A. Situation map, B. Lithological cross-section of the Quaternary sediments; 1. Silt and clay, 2. Sand and gravel, 3. Position of the micropaleontological samples.

šotini Ž-2 do 0,44 na bušotini Ž-1. Prema lito-loškim profilima većeg broja bušotina mogu se izdvojiti neke zajedničke značajke. U gruboklastičnim slojevima ističe se prosječno smanjenje zrna idući od podine prema krovini. Iako je naglašena opća slojevitost promjene granulometrijskog sastava taložina, zapaža se i dispergirana pojava pijeska pa i šljunka u glinovito-prašinstim slojevima kao i određeni postotak praha u pjeskovito-šljunkovitim slojevima. Značajna je i pojava ukrštene slojevitosti kod česte submilimetarske izmjene prašinstih i pjeskovitih slojeva.

Jasno je dakle izražena nagla i bitna promjena općih uvjeta na prijelazu iz druge u treću fazu sedimentacije od kojih se značajke ove zadnje mogu objasniti općim uvjetima sedimentacije u kvartaru.

Pojačana tektonska aktivnost na prijelazu pliocena u kvartar izražena je i diferencijalnim pokretima. Tako u promatranom dijelu bazena odnos maksimalne i minimalne debljine kvartarnih naslaga iznosi oko 1,5:1, a odnos adekvatnih veličina donjeg dijela »vuka-formacije« iznosi oko 1,1:1.

Sedimentacija je vršena u uvjetima promjenljive klime koja je od bitnog utjecaja na proces erozije, transporta i sedimentacije. Klimatska kolebanja što se kreću u širokim granicama omogućuju, naime, intenzivnu eroziju i bitne promjene hidroloških uvjeta. Ove zadnje kolebaju od uvjeta općeg plavljenja u vrijeme odstupanja glacijala i nastupanja interglacijala do deficitarnih perioda koncern interglacijala i početkom glacijala s relativno mirnim uvjetima sedimentacije. Periode plavljenja pratila je snažna erozija i prenošenje erodiranog materijala u hipso metrijski niže dijelove bazena, kojom prilikom su formirane gruboklastične taložine. Isušivanje depresije, što ovisi i o diferencijalnim tektonskim pokretima, vjerojatno je samo djelomično. Održava se plitka zavodnjena sredina i u njoj pretežno se talože glinovito-prašinsti sedimenti u kojima se pojavljuju i tanji prosljoci tresetnog materijala.

Za obuhvaćeni profil naslaga do sada nije bilo podataka o stratigrafskoj pripadnosti. Razlog tome je nedostatak lako dostupnih površinskih izdanaka, kao i nedovoljna istraženost bušotinskih materijala. Upravo zbog toga posebnu pažnju zaslužuju mikrofossilni ostaci iz krovine glinovito-prašinstog sloja (slika 1) s dubine od 37—38 m (bušotina P-1 u Županji).

Od mikrofosila nađeni su ostrakodi, ostaci mikromuluska i oogoniji hara. U asocijaciji ostrakodske faune prisutni su slijedeći oblici: *Candona neglecta* Sars, *Scottia tumida* (Jones), *S. browniana* (Jones), *Ilyocypris monstrefica* (Norman), *I. biplicata* (Koch) i *Limnocythere* sp. Najbrojnije je zastupana vrsta *Ilyocypris monstrefica*, zatim slijede predstavnici roda *Scottia*, od kojih je češći oblik *Scottia browniana*. Ostale vrste zastupane su u relativno malom postotku.

Na osnovu ove asocijacije mogu se izvesti paleoekološki, stratigrafski, a dijelom i paleoklimatološki zaključci.

Prisutnost spomenutih ostrakodskih vrsta i oogonija hara upućuje na sredinu plitke slatke vode čija dubina nije bila veća od 5 m. Ostrakodi su živjeli na pjeskovito-muljevitom dnu koje je obilovalo biljnim raslinjem.

U stratigrafskom pogledu može se s dovoljno sigurnosti reći da su ove naslage taložene u srednjem pleistocenu. Ovaj zaključak dozvoljava u prvom redu vrsta roda *Scottia*. Vrsta *Scottia tumida* opisana je iz Elster-Saale interglacijala Njemačke (E. Triebel, 1941). Kod nas je nađena u naslagama donjeg pleistocena (N. Gagić, 1968; A. Sokač & N. Gagić, 1970). Također je dosta rasprostranjena u pleistocenskim naslagama Evrope. Druga vrsta *Scottia browniana* opisana je iz Holstein-interglacijala Tönisberga u Njemačkoj (E. K. Kempf, 1967). U našem materijalu češće se nalazi pa je njena prisutnost od većeg značenja za cjelokupnu asocijaciju, a time i za zaključivanje u pogledu stratigrafske pripadnosti. Vrsta *Scottia browniana* poznata je iz materijala bušotine porječja donje Drave (A. Sokač, 1971) za koje naslage je utvrđena stratigrafska pripadnost srednjem pleistocenu.

Najbrojnija vrsta *Ilyocypris monstifera*, opisana je iz recentnog materijala Birmingham područja u Engleskoj, a zatim je nađena u Erlangenu u sjevernoj Bavarskoj (E. Triebel, 1968). U fosilnom materijalu poznata je ova vrsta u srednje pleistocenskim naslagama porječja donje Drave, gdje je označena kao *Ilyocypris* sp. A (A. Sokač, 1971). Njena veća prisutnost u ovoj asocijaciji može se objasniti ekološkim uvjetima, jer je za iliociprise poznato da se u uvjetima povoljnim za njihov razvoj veoma lako množe.

U pogledu paleoklimatskih uvjeta može se reći da je klima bila vjerojatno nešto hladnija od današnje. Jednim dijelom taj se zaključak može izvesti na osnovi nalaza predstavnika roda *Scottia* koji su poznati iz srednjeg pleistocena Njemačke (Holstein interglacijala) u kojem je prema nekim autorima (E. K. Kempf, 1966) prosječna godišnja temperatura +8 do +10°C. S druge strane i prisustvo stenotermne hladne forme kao što je *Candona neglecta* upućuje također na hladniju klimu u odnosu na današnju.

Prema T. Šegoti (1967), temperatura niža od 10°C u srednjoj Evropi pojavljuje se u drugoj polovici mindel/riss interglacijala, a niža od 9°C tek koncem tog interglacijala. To odgovara i strukturnom položaju analiziranih uzoraka. Glinoviti sloj iz krovine kojeg je prikupljen uzorak odgovarao bi prema tome mindel/riss interglacijalu, a više položeni šljunkoviti sloj nastupajućem riss glacijalu.

#### HIDROGEOLOSKE ZNAČAJKE

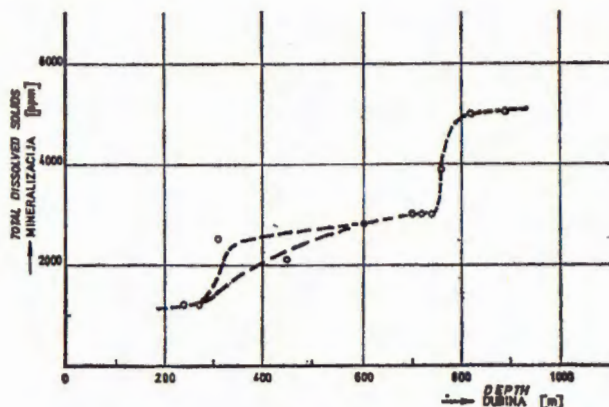
Unutar naslaga »vuka-formacije« možemo s hidrogeološkog gledišta izdvojiti tri člana. Donji i gornji član su izgrađeni od gruboklastičnih naslaga koje predstavljaju vodonosne horizonte različitih karaktera kako

u smislu rubnih uvjeta tako i u odnosu na mineralizaciju i temperaturu podzemnih voda. Srednji član je uglavnom izgrađen od glinovitih taložina i u cjelini predstavlja nepropusne naslage.

Uz prosječni geotermijski stupanj, koji je ovdje procjenjen na približno  $24 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ , temperatura donjeg hidrogeološkog člana kreće se od  $34$  do  $46^{\circ}\text{C}$ . Ukupna mineralizacija proračunata iz podataka o snimanju bušotina kreće se od oko  $3000$  do  $5000 \text{ mg/l}$  (slika 2). Relativno visoka mineralizacija upućuje da su podzemne vode ovog člana konatnog podrijetla. Naslage su, naime, saturirane u periodu njihovog nastanka, a izmjena podzemnih voda otežana je nakon taloženja krovinskih relativno nepropusnih naslaga, koje su uz tektonske pokrete u potolini, izolirale vodonosnu sredinu i prekinule izmjenu podzemnih voda u njoj. Postupan porast mineralizacije voda u pjeskovitim slojevima u drugom članu (pretežno glinovite naslage) potvrđuje funkcionalnu zavisnost mineralizacije podzemnih voda o dubini, a time i starosti naslaga, te temperaturi i tlaku podzemnih voda.

Gornji član je zastupan naslagama kvartarne starosti u kojima gruboklastične taložine predstavljaju vodonosne horizonte odvojene glinovito-prašinstim slojevima, koeficijent filtracije kojih je vrlo nizak ali konačan. U periodu sedimentacije naslaga razina površinskih voda koleba se u skladu s općim hidrološkim promjenama uvjetujući intenzivnu izmjenu podzemnih voda u tek formiranim slojevima. Taloženjem mlađih naslaga i formiranjem više položenih vodonosnih horizonata usporava se izmjena voda u ranije formiranim slojevima. Kako je vertikalni koeficijent filtracije relativno slabo propusnih, glinovito prašinstih međuslojeva konačan, kvartarne naslage u cjelini predstavljaju vodonosni sustav u kojem intenzitet izmjene podzemnih voda opada s dubinom slojeva. Temperatura vode u njima kreće se od oko  $12^{\circ}\text{C}$  u prvom vodonosnom horizontu, do oko  $26^{\circ}\text{C}$  u najdubljim vodonosnim horizontima. Ukupna mineralizacija podzemnih voda redovito je niža od  $1500 \text{ mg/l}$  (slika 2), čime su u osnovici zadovoljeni kriteriji za pitke vode. U ovom smislu značajna je pojava povišenog sadržaja željeza u podzemnim vodama. Ona je rezultat redukcijских uvjeta u sedimentacijskom bazenu (P. Miletić, K. Urumović, G. Turić i D. Mayer, 1973), koja se u ovom području zahvaljujući zavodnjenosti bazena i bogatstvu humusnih kiselina uglavnom održava tijekom taloženja kvartarnih naslaga. Prema tome povišen sadržaj željeza u podzemnim vodama kvartarnih vodonosnih horizonata treba u ovom području uzeti kao pravilo.

S gledišta obnavljanja podzemnih voda najpovoljnije uvjete susrećemo u prvom vodonosnom horizontu. Vode ovog horizonta neposredno su uključene u izmjeni elemenata opće vodne bilance, bilo da se radi o infiltraciji padalina kroz prašinsto-glinoviti pokrivač produktivnog vodonosnog horizonta ili vezi podzemnih voda s površinskom vodom u koritu Save. Kako se međutim u uvjetima promjene tlaka kaptiranih vodono-



Sl. 2. Dijagram porasta ukupne mineralizacije podzemnih vođa s dubinom (proračunato iz elektrokarotažnih mjerenja na bušotinama Z-1 i Z-2).

Text-fig. 2. Graph of the total dissolved solids with the depth of the water-bearing layers.

snih horizonata pobuđuje procjeđivanje kroz relativno slabo propusne međuslojeve to kod određivanja eksploatacionih rezervi treba voditi računa o rubnim uvjetima na krovini i podini zahvaćenog sloja nezavisno o dubini sloja.

#### SAZETAK

Na temelju kompilacije podataka iz plitkih hidrogeoloških bušotina i podataka snimanja naftnih bušotina, izvršena je interpretacija profila kvartarnih naslaga između Županje i Gradine (slika 1). Prikazani profil predstavlja zadnju fazu taloženja »vuka-formacije« koja u svom punom opsegu obuhvaća naslage kvartara, gornjeg i srednjeg pliocena.

Razmatranjem slijeda naslaga »vuka-formacije« čija je debljina kod Županje oko 680 m, a kod Gradine do 900 m, moglo se razlučiti tri faze sedimentacije. U donjem dijelu, na dubini ispod 600 m, općenito prevladavaju gruboklastični sedimenti, zatim se talože glinovite naslage u kojima se pijesci javljaju kao tanki proslojci i, konačno, u završnoj fazi sedimentacije, došlo je do prostorno ujednačene naizmjenične sedimentacije pjeskovito-šljunkovitih i glinovito-prašinstih taložina.

Izdvojeni litološki članovi imaju specifične hidrogeološke značajke. Najniži član su vodonosni horizonti s termomineralnim vodama konatnog podrijetla, ukupna mineralizacija kojih se kreće od oko 3000 do 5000 mg/l i temperatura između 34—46°C. Srednji dio su nepropusne naslage. Gornji član sadrži horizonte s podzemnim vodama koje prema minera-



lizaciji zadovoljavaju kriterij vode za piće. Ukupna mineralizacija je, naime, niža od 1500 mg/l, a temperatura raste s dubinom od 12—26°C. Kako su vodonosni horizonti odvojeni s relativno slabo propusnim glinovito-prašinastim međuslojevima, to ovaj dio naslaga u cjelini predstavlja vodonosni sustav u kojemu izmjena podzemnih voda opada s dubinom. Kod toga je prvi vodonosni horizont i njegov površinski pokrivač neposredno uključen u opću vodnu bilansu.

Na osnovi faune ostrakoda nađene u bušotini P-1 u Županji s dubine 37—38 m utvrđena je stratigrafska pripadnost ovih naslaga srednjem pleistocenu, odnosno mindel/riss interglacijalu. Ostrakodi su zastupani vrstama: *Candona neglecta* Sars, *Scottia tumida* (Jones), *S. browniana* (Jones), *Ilyocypris monstrefica* (Norman), *I. biplicata* (Koch) i *Limnocythere* sp. Pored ostrakoda nađeni su ostaci mikromoluska i oogniji hara. Cjelokupan mikrofosilni sadržaj upućuje na plitku slatkovodnu sredinu s obiljem biljnog rastlinja.

U pogledu paleoklimatoloških uvjeta zaključeno je da je klima bila hladnija od današnje. Prema T. Šegoti (1967), u mindel/riss interglacijalu temperatura niža od današnje pojavljuje se tek koncem ovog interglacijala, a to odgovara strukturnom položaju analiziranih uzoraka. Oni, naime, leže u krovinskom dijelu glinovito-prašinstog sloja iz mindel/riss interglacijala.

Karakteristike litološkog razvoja i prikazane mikropaleontološke analize pokazuju da zadnja faza taloženja »vuka-formacije« vremenski odgovara kvartaru. Kvartarne naslage predstavljaju dakle vodonosni sustav, koji, zahvaljujući povoljnim uvjetima obnavljanja podzemnih voda i njihovom kvalitetu, čini realnu osnovicu za rješavanje opskrbe istočne Slavonije vodom.

Primljeno 15. 02. 1974.

Institut za primijenjenu geologiju  
i mineralne sirovine,  
Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,  
41000 Zagreb, Pierottijeva ul. 6

#### LITERATURA

- Gorjanović-Kramberger, D. (1912): Fosilni proboscidi Hrvatske i Slavonije. — *Vijesti geol. povj.*, 2, 1910, 1—23, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1913): Fosilni rinoceratidi Hrvatske i Slavonije s osobitim obzirom na *Rinoceros Mercki* iz Krapine. — *Djela JAZU*, 22, 1—70, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1914): Iz prapornih predjela Slavonije. — *Vijesti geol. povj.*, 3/4, (1912 i 1913) 21—26, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1922): Morfologijske i hidrografijske prilike prapornih predjela Srijema, te pograničnih česti Županije virovičke. — *Glasnik Hrv. prir. društva*, 34, 111—164, Zagreb.

- Gagić, N. (1968): Prikaz kvartarne ostrakodske faune iz nekoliko bušotina u južnom delu Panonskog bazena (severna Srbija). (Referat potkomisije stratigr. lesa INQUA, Beograd, 1966). — Vesnik Zav. geol. geofiz. istr., (A), 26, 219—228, Beograd.
- Gagić, N. & Sokač, A. (1970): Fauna ostrakoda paludinskih naslaga Vukomeričkih gorica. — Referat VII kong. geol. SFRJ, I, 131—148, Zagreb.
- Haček, M. & Olujić, M. (1969): Prikaz rezultata fotogeološke interpretacije srednje i istočne Slavonije. — Nafta, 1969/7, 333—336, Zagreb.
- Jagačić, T. (1963): Stratigrafski, paleografski i tektonski odnosi istočnog dijela Slavonije na osnovu dubokih istražnih bušotina. — Geol. vjesnik, 15/2, 341—354, Zagreb.
- Kempff, E. K. (1966): Das Holstein- Interglazial von Tönisberg in Rahmen des niederrheinischen. — Eiszeitalter-Gegenwart, 17, 5—60, Ohriegen/Württemberg.
- Kempff, E. K. (1967): Ostrakoden aus dem Holstein-Interglazial von Tönisberg (Niederrheingebiet). — Monatsberichte Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, 9/2, 119—139, Berlin.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E. & Blašković, I. (1968a): Litofacijelne karte litostratigrafskih jedinica područja istočne Slavonije (206 karata u mjerilu 1:100.000). — Fond str. dokum. »INA-Naftaplin«, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E. & Blašković, I. (1968a): O izradi litofacijelnih karata područja istočne Slavonije uz osobito korištenje podataka seizmičkih profila i drugih snimanja. — Fond str. dokum. »INA-Naftaplin«, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E. & Blašković, I. (1969): Dubinsko litofacijelno kartiranje područja istočne Slavonije i Bosanske Posavine. — Zbornik Rud. geol. naftnog fakulteta, 165—174, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E. & Blašković, I. (1970): Studija tektonike područja istočne Slavonije i susjednog dijela Bosanske Posavine. — Fond str. dokum. »INA-Naftaplin«, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E., Simon, J. & Blašković, I. (1969): On the tectonism and sedimentation of Tertiary deposits in eastern Slavonia and neighbouring areas (Pannonian Basin). — Bull. sci. Cons. Acad. RPF Yougosl., 14/3—4, 69—70, Zagreb.
- Kranjec, V., Hernitz, Z., Prelogović, E., Blašković, I. & Simon, J. (1969): Geološki razvoj Đakovačko-vinkovačkog platoa (istočna Slavonija). — Geol. vjesnik, 22, 111—120, Zagreb.
- Malez, M. (1970): Izumrli sisavci Slavonije. — Zbornik rad. I Znan. sabora Slavonije, 101—105, Osijek.
- Malez, M. (1971): Kvartargeološke karakteristike Brodskog posavlja. — Radovi centra JAZU u Vinkovcima, 1, 373—383, Zagreb.
- Malez, M. (1972): Rasprostranjenost hladnodobnih životinja u gornjem pleistocenu jugoistočne Evrope. — Rad JAZU, 364, 133—180, Zagreb.
- Malez, M. (1973): Kvartarne naslage šire okolice Podravske Slatine i Orahovice u Slavoniji. — Radovi centra JAZU u Vinkovcima, 2, 5—55, Zagreb.
- Miletić, P. (1969): Hidrogeološke karakteristike sjeverne Hrvatske. — Geol. vjesnik, 22, 511—524, Zagreb.
- Miletić, P., Novinsky, A., & Urumović, K. (1973): O drugoj hidrogeološkoj zoni sjeverne Hrvatske. — Zbornik radova Rudarsko-geoIoško-naftnog fakulteta, Zagreb (u tisku).
- Miletić, P., Turić, G., Urumović, K. & Blašković, V. (1973): Zeljezo u podzemnim vodama porječja Save u sjevernoj Hrvatskoj. — Geol. vjesnik, 26, 227—232, Zagreb.

- Miletić, P. & Urumović, K. (1973): O geološkom okviru hidrogeoloških značajki savske doline u Hrvatskoj. — Zbornik radova Rud. geol. naftnog fakulteta, Zagreb (u tisku).
- Miletić, P., Urumović, K. & Blašković, V. (1973): Regionalna hidrogeološka istraživanja i hidrogeološka rajonizacija sjeverne Hrvatske. — Zbornik radova Rud. geol. naftnog fakulteta, Zagreb (u tisku).
- Miletić, P., Urumović, K., Turić, G. & Mayer, D. (1973): Prilog poznavanju koncentracije željeza u podzemnim vodama porječja Drave. — Geol. vjesnik, 25, 267—275, 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, 67—76, Zagreb.
- Sandor, F. (1912): Istraživanja prapora iz Vukovara, Bilogore i sa Rajne. — Vijesti geol. povj., 2, 103—108, Zagreb.
- Segota, T. (1967): Paleotemperature Changes in the Upper and Middle Pleistocene. — Eiszeitalter-Gegenwart, 18, 127—141, Öhrigen/Württemberg.
- Šimunić, A., Šparica, M. & Šimunić, Al. (1973): Kvartarne naslage na području Slavonski Brod—Staro Petrovo selo. — Geol. vjesnik, 26, 73—82, Zagreb.
- Simon, J. (1973): O litostratigrafskom stupu tercijarnih naslaga u području istočne Slavonije. — Nafta, 1973/3, 119—127, Zagreb.
- Takšić, A. (1947): Prinos poznavanju prapora istočne Hrvatske. — Geol. vjesnik, 1, 202—231, Zagreb.
- Triebel, E. (1968): Einige für das Gebiet neue Süßwasser Ostracoden aus Deutschland. — Natur u. Museum, 98/6, 239—258, Frankfurt a. M.
- Urumović, K., Miletić, P. & Turić, G. (1973): Hidrogeološki uvjeti i rezerve podzemnih voda u području Vinkovaca. — Zbornik radova Rud. geol. naftnog fakulteta, Zagreb (u tisku).

K. URUMOVIĆ and A. SOKAČ

#### QUARTERNARY DEPOSITS OF ŽUPANJA

(eastern Slavonija, Croatia)

On the basis of data compiled from hydrogeologic boreholes and measurements in oil wells, an interpretation of the cross-section of Quaternary deposits between Županja and Gradina has been made (fig. 1). The profile shown here represents the last phase of the sedimentation of the Vuka formation, which in its whole sequence comprises Quaternary as well as Upper and Middle Pliocene deposits.

Analysing the sequence of the Vuka formation layers, whose thickness amounts to 680 m at Županja and 900 m at Gradina, three sedimentation phases could be singled out. In the lower part, at the depth of more than 600 m, coarse-grained sediments generally predominate; later clayey layers are deposited where sands occur as thin intercalations, and finally, during the last stage of sedimentation we find an alternating sedimentation uniform in space of sandy-gravelly and clayey-silty sediments.

These lithologic members which have been singled out have specific hydrogeologic characteristics. The lowest part represents waterbearing horizons with thermomineral waters of connate origin with total mineralization from

3000 to 5000 ppm and temperature from 34—46° centigrade. The middle part represents impermeable layers. The upper part contains groundwater horizons which, according to the mineralization level, satisfy the criteria for drinking water. The total mineralization is lower than 1500 ppm and the temperature increases with depth of the layers from 12—26° centigrade. The water-bearing horizons being separated with clayey-silty intercalations of relatively low permeability, this part of the sequence as a whole forms a waterbearing system in which the exchange of groundwater decreases with the increase of depth. The first waterbearing horizon and its overburden are directly included into the general water balance.

On the basis of the ostracods fauna found in the P-1 well at Županja, at the depth of 37—38 m, the stratigraphic age of these layers has been established as the Middle Pleistocene, or as the Mindel-Riss interglacial period. The ostracods are represented by the species *Candona neglecta* Sars, *Scottia tumida* (Jones), *S. browniana* (Jones), *Ilyocypris monstrifica* (Norman), *I. biplicata* (Koch) and *Lymnocythere* sp. Apart from ostracods, remains of micromolluscs and charophyte oogonia have been found.

The total contents of microfossils suggest a shallow freshwater facies with an abundant flora.

It has been established, concerning the palaeoclimatic conditions, that the climate was colder then than at present.

According to T. Šegota (1967), during the Mindel-Riss interglacial, the temperature at the end of that period was colder than at present which agrees with the structural position of analysed samples. They are situated, namely, in the upper part of the clayey-silty layer from the Mindel-Riss interglacial.

The characteristics of the lithologic column and the described micropaleontologic analyses indicate that the last phase of the Vuka formation corresponds in time to the Quaternary. The Quaternary layers represent in this way a waterbearing system, which — thanks to the favourable conditions of groundwater recharge and water quality — forms a safe basis for the solution of water supply problems in eastern Slavonija.

Received 15 February 1974.

Institute of Applied Geology and Mineral Resources,  
Faculty of Mining, Geological and Petroleum  
Engineering,  
41000 Zagreb, Pierottieva 6