

|               |      |       |                         |              |
|---------------|------|-------|-------------------------|--------------|
| Geol. vjesnik | 30/1 | 43—61 | 1 sl. u tekstu, 5 tabli | Zagreb, 1978 |
|---------------|------|-------|-------------------------|--------------|

551.79(161.16/19.46)

## O geologiji kvartarnih naslaga porječja rijeke Drave

Željko BABIĆ,<sup>1</sup> Ivan ČAKARUN,<sup>1</sup> Ana SOKAČ<sup>2</sup> i Vinko MRAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut za geološka istraživanja, P.p. 283, Sachsova 2, YU-41000 Zagreb

<sup>2</sup> Institut za primijenjenu geologiju i mineralne sirovine,  
Rud.-geol.-naftni fak., Pierottijeva 6, YU-41000 Zagreb

U pleistocenskim naslagama porječja rijeke Drave izvršeno je stratificiranje naslaga na osnovi litoloških i mikropaleontoloških karakteristika. Uz pretpostavljeni donji pleistocen, izdvojen je srednji i gornji pleistocen te holocenske naslage kvartarnog vodonosnog kompleksa. Obradene su pliće i dublje strukturne hidrogeološke istražne bušotine i istražno-eksploatacijski bunari, a korišteni su i rezultati terenskih opažanja, geoelektričnog sondiranja, te sedimentno-petrografskih istraživanja.

### UVOD

U području porječja rijeke Drave, na teritoriju SR Hrvatske, Institut za geološka istraživanja iz Zagreba vrši opsežna hidrogeološka istraživanja od 1960. godine. Istražni radovi izvode se za potrebe projekata i rješavanja hidroenergetskog iskorišćenja, opskrbe stanovništva i industrije vodom, odvodnjavanja, navodnjavanja te obrane od brdskih voda. Na uzvodnom dijelu porječja od Ormoža do Koprivnice intenzivno su izvođeni istražni radovi u periodu od 1960. do 1969. za potrebe projektiranih protočnih stepenica HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava. U svrhu sagledavanja potpunijih hidrogeoloških prilika čitavog uzvodnog dijela porječja, 1966. pristupilo se izvođenju regionalnih hidrogeoloških istraživanja porječja gornje Drave i Mure. Ovi radovi izvedeni su u zajednici sa Zavodom za geološka istraživanja Ljubljana.

1969. godine započelo je izvođenje HE Varaždin, a zatim slijede istražni radovi za potrebe projekata nizvodnih stepenica HE Đurđevac, HE Barč i HE Moslavina. U isto vrijeme ustanovila se potreba poznavanja hidrogeoloških osobitosti čitavog porječja kao važna podloga projekta čiji je cilj kompleksno uređenje porječja rijeke Drave. U vezi s tim započeti su regionalni hidrogeološki istražni radovi porječja donje Drave i dijela Dunava, od linije koja spaja utok Mure u Dravu i Koprivnicu na sjeverozapadu do Dunava na jugoistoku. Ranije prikupljeni podaci (Miletić, 1968) poslužili su kao podloga ovih istraživanja.

Regionalni hidrogeološki radovi obuhvatili su: geoelektrično sondiranje AB/2 = 600 na 700 i AB/2 = 2.000 na 40 stajališta po profilima, duboko i plitko strukturno hidrogeološko bušenje do dubine 250 odnosno

30 m, na 16 odnosno 60 lokacija, bušenje 10 istražno-eksploatacijskih bunara, promjera 600—900 mm reversnom metodom bušenja, terensko rekognosciranje i laboratorijske radove s mikropaleontološkom i sedimentološkom obradom.

Regionalna hidrogeološka istraživanja izvode se u suradnji sa Naučno-istraživačkim institutom VITUKI iz Budimpešte. Istraživanjem je obuhvaćeno čitavo područje porječja donje Drave i na mađarskoj i na jugoslavenskoj strani. Metodika istraživanja i lokacije istražnih radova zajednički su usaglašavane.

Istraživano porječje rijeke Drave, prikazano u ovom radu, smješteno je na krajnjem sjevernom i sjeveroistočnom dijelu SR Hrvatske. Sjeverna su granica rijeke Mura i Drava, odnosno granica prema NR Mađarskoj, istočna je Dunav, južna razvodnica Drava—Sava a zapadna, granica sa SR Slovenijom.

Najveći dio porječja blago je razveden i pretežno ravničast s blagim nagibom prema sjeveroistoku i istoku. Karakteriziran je brojnim rukavcima, močvarnim depresijama i terasastim oblicima koji se uzdižu prema jugu i zapadu. Na južnom i zapadnom dijelu dravska dolina postupno prelazi u brežuljkasto i brdovito područje. Na krajnjem istočnom dijelu porječja morfološki se ističu erdutski ravnjak i brdo Kamenjak u Baranji.

U ovom radu obrađena je stratigrafija pleistocenskih i holocenskih taložina kvartarnog vodonosnog kompleksa prostranog ravničarskog dijela rijeke Drave i Mure na osnovi litološkog sastava naslaga i mikropaleontoloških analiza ostrakodne faune iz uzoraka materijala dubljih i plićih strukturnih hidrogeoloških istražnih bušotina i istražno-eksploatacijskih bunara.

#### POVIJEST ISTRAŽIVANJA

U radovima starijih autora (Pilar, 1876; Šandor, 1912; Gorjanović-Kramberger, 1914, 1922) spominju se kvartarne naslage Podravine i istočne Slavonije, a podaci se uglavnom odnose na istraživanja prapora.

Kučan (1914) navodi da su pijesci iz Đurđevca, Molvi, Ferdinandovca i Osijeka, postali kao produkt trošenja alpskih kristaliničkih škriljavaca. Ovaj zaključak izveo je na temelju mineraloškog sastava pijesaka i osnovne stijene.

Takšić (1947) je utvrdio da su naše praporne taložine nastale u gornjem pleistocenu, te da najdublje naslage prapora odgovaraju prodoru würmske glacijacije, a one iznad da su sinhronične dobu maksimalnog razvoja leda za würmske glacijacije, dok rastrošene zone odgovaraju pluvijalnim periodima tog doba. Opisujući dublje intervale profila bušenih bunara u Borovu i uz rijeku Vuku, zaključuje da su te naslage starije od nanosa prapora. Njihovo nastajanje objašnjava kao odraz povoljnih klimatskih prilika u Alpama tijekom interglacijala Günz—Mindel i Mindel—Riss.

Jagačić (1963) navodi da su na stare arhajske i paleozojske otočne stijene nataloženi sedimenti krede, tortona, donjeg sarmata, mioplIOCena

i pliocena. Sedimenti paleogena i starijeg miocena nisu utvrđeni. Slijed naslaga utvrđen je dubokim istražnim bušenjem. Istočna Slavonija predstavlja zaseban plato u odnosu na duboku dravsku i savsku potolinu. Kod opisa srednjeg i gornjeg pliocena spominje debljinu paludinskih naslaga od 30 m na području strukture Vukovar do 900 m u području strukture Županja. Pleistocenskim naslagama pripadaju prapori debljine do 26 m na vukovarskom ravnjaku.

Pletikapić i dr. (1964) na bazi regionalnih istražnih radova, izvedenih u cilju ocjene perspektiva naftonosnosti Dravske potoline, daju geološku građu područja, s osobitim osvrtom za naftu (produktivni dio profila tercijarnih naslaga — miocen, panon i donji pont). Također spominju »pokrovne slojeve«, koje karakterizira izvanredno obilat razvoj krupnoklastičnih sedimenata, a obuhvaćaju najgornji dio *Abichi*-naslaga, *Rhomboidea*- i paludinske naslage, te kvartar. Izdvajanju kvartarnih taložina na profilima nije posvećena posebna pažnja.

Vončina (1965) izdvaja geotektonske jedinice i daje geotektonsku rajonizaciju Murske potoline. Izdvajanje pojedinih jedinica omogućuje sagledavanje unutarnje građe potoline u regionalnom smislu.

Takšić (1967) raspravlja o vremenskom rasponu formiranja Dravskih terasa i smatra da su nastale tijekom drugog i trećeg stadija würmske glacijacije.

Miletić (1969) izvršio je hidrogeološku rajonizaciju i izdvojio hidrogeološke i hidrokemijske jedinice, te arteška bazenska područja.

Kranjec i dr. (1971) prikazuju litofacijelne karakteristike naslaga četiriju litostratigrafskih jedinica na širem području Bilogore, koje su nastale u intervalu od gornjeg panona do uključivo kvartara. Dubinski litofacijelni odnosi ukazuju na razvedenost i pokrete podloge za vrijeme taloženja. Rasjedanja, aktivna tokom sedimentacije, često su uvjetovala oblikovanje pojedinih struktura i utjecala na promjene litofacijelnih parametara. Tokom kvartara vršilo se uzdizanje Bilogore i završno oblikovanje današnjih struktura.

Miletić, Urumović & Capar (1971) na osnovi hidrogeoloških pokazatelja i litoških odlika profila na području vodonosnog kompleksa Drave izdvajaju tri manje hidrogeološke jedinice: zapadno područje (od granice SR Slovenije do Pitomače), središnje (od Pitomače do Podravske Slatine) i istočno područje (od Podravske Slatine do Dunava).

A. Sokač (1971) opisuje pleistocensku ostrakodnu faunu u uzorcima materijala iz plićih strukturnih hidrogeoloških bušotina izvedenih u okviru regionalnih hidrogeoloških istraživanja porječja donje Drave.

Urumović (1971) definira, litoški, prostorno i genetski, kvartarni vodonosni horizont Varaždinskog bazena. Navodi da je horizont izgrađen iz aluvijalnog nanosa Drave i Mure, te riječnih terasa. Veliku debljinu istovrsnih kvartarnih taložina objašnjava održavanjem istih uvjeta sedimentacije, kao posljedicu istovremenog spuštanja bazena neotektonskim pokretima.

Malez (1973) daje opširnu analizu kvartarnih sedimenata šire okolice Podravske Slatine i Orahovice u Slavoniji, te ih dijeli na pleistocenske i holocenske. Uvrštavanje naslaga u geokronološku skalu bazira na osno-

vi morfološke odvojenosti, determinacije sabranih fosilnih vertebrata i mekušaca, zatim na osnovi rezultata dobivenih palinološkim, sedimentno-petrografskim i drugim analizama.

Urumović & Sokač (1974) izvršili su stratigrafsku i hidrogeološku analizu »Vuka-formacije« na profilu između Županje i Gradine, s posebnim osvrtom na posljednju fazu taloženja ove formacije koja pripada kvartaru.

Mutić (1975) izvršila je kvantitativno i kvalitativno ispitivanje mineralnog sastava, određivanje kalcijeva karbonata i granulometrijskog sastava uzoraka šljunka, pijeska, praha i gline iz bušotine B-12 (Medinci — nedaleko Podravske Slatine), te pojedinačnih uzoraka sakupljenih nedaleko Varaždina i Đurđevca. Konstatirala je, da izvorno područje kvartarnih naslaga čine kristalinične stijene alpskog područja, metamorfne stijene Pohorja, kristalasti škriljci, amfiboliti te karbonatne i klastične stijene brežuljkastog i brdovitog okolnog područja. Također navodi da su naslage nastale tijekom gornjeg pleistocena.

Sokač (1976) analizirala je pleistocensku faunu ostrakoda u materijalima bušotina Đakovo, Strizivojna, Andrijaševci, Gradište i Otok. Izvršila je biostratigrafsko raščlanjivanje naslaga i odijelila gornji od srednjeg te pretpostavila donji pleistocen.

Osim ovih tiskanih radova, postoji veliki broj stručnih elaborata u kojima su izneseni rezultati inženjersko-geoloških i hidrogeoloških istraživanja porječja Drave. Autori tih elaborata su Ž. Babić, koji je 1961. započeo navedena istraživanja, te I. Čakarun, K. Urumović, V. Mraz, V. Cukor i A. Šarin. Podaci koji su sadržani u tim stručnim izvještajima djelomično su korišteni u ovom radu.

#### STRATIGRAFSKI ODNOSI

Korelacija sličnih i istih litoloških intervala u istražnim bušotinama i istražno-eksploatacijskim bunarima, te pronađena ostrakodna fauna u uzorcima materijala uzduž pojedinih profila, omogućili su vertikalno razdvajanje i stratificiranje kvartarnog vodonosnog kompleksa. Kod stratigrafske obrade naslaga korišteni su rezultati svih izvedenih istražnih radova (tabla II). U analizama profila uzdužnog A—A' i poprečnih B—B' i C—C', korišteni su rezultati istražnih bušotina i bunara koji najilustrativnije prikazuju ritmičko taloženje i omogućuju stratigrafsku razdiobu. Kao dopuna podacima bušenja na poprečnim profilima korišteni su i podaci geoelektričkog sondiranja.

Uzdužni profil A—A' (tabla III), idući nizvodno, na području donje Drave, definiraju istražne bušotine B-15 (Hlebine), B-14 (Ferdinandovac), B-16 (Pitomača), B-5 (Sokolac Podravski), B-12 (Medinci—Podravska Slatina), B-6 (Klokočevci), B-10 (Velimirovac), B-8 (Bizovac) i B-7 (Bobota). Ovom prilikom djelomično su uzeti u razmatranje i kvartarni sedimenti gornje Drave radi cjelovitosti prikazivanja naslaga i njihove korelacije na širem prostoru, koje uključuje cijelo porječje Drave na teritoriju SR Hrvatske. Uzdužni profil, prema tome, nastavlja se uzvodno od Koprivnice, a određuju ga istražne bušotine: S-1/15 nedaleko Varaždina, G-1/2 Svibovec, te PO-1/5 kod Ormoža.

Poprečni profil B—B' (tabla IV) poklapa se sa geoelektričkim profilom 8—8' (tabla II). Ovaj profil presijeca kvartarni kompleks u središnjem dijelu, a definiraju ga bušotine B-4 (Suhopolje) i B-5 (Sokolac Podravski). Drugi poprečni profil C—C' (tabla V) nalazi se na krajnjem istočnom dijelu porječja. Određen je bušotinama B-2 (Kneževo), B-1 (Grabovac), bunarom Bu-5 (Klisa), bušotinom B-7 (Bobota) i bunarom Bu-8 (Pačetin) te izdancima tercijarnih naslaga na brdu Kamenjak u Baranji. Pretpostavlja se da se tercijarni sedimenti nalaze neposredno ispod prapornih naslaga na erdutskom i vukovarskom ravnjaku.

Uzdužni profil A—A' ne ide u ravnoj liniji, već povezuje pojedine lokacije bušotina idući nizvodno. Poprečni profili B—B' i C—C' su u ravnoj liniji.

#### *Općenito o litološkim odlikama naslaga kvartarnog vodonosnog kompleksa*

Dio kvartarnog vodonosnog kompleksa od Ormoža do bušotine B-5 (Sokolac Podravski) izgrađuje pretežno šljunak s pijeskom različite veličine zrna i sortiranosti (tabla III — uzdužni profil A—A'). Na dijelu od B-5 do B-12 (Medinci) javlja se nagli prelaz šljunka u pijesak. Na profilu bušotine B-12 šljunci s pijeskom javljaju se kao tanki proslojci u slojevima pijeska. U području Medinaca (nedaleko Podravske Slatine) dravski šljunak prestaje. Boja šljunka s pijeskom je pretežno svjetlosiva, a u rubnim dijelovima katkada rdastosmeđa. U dubljim dijelovima, bliže podini kompleksa, pijesak je pretežno sivoplav a mjestimično od organske tvari poprima tamnosivu boju. U sastavu zrna (Mutić, 1975) zastupljen je tinjčasti kvarcit, kvarc, tinjčasti škriljavac, okcasti gnajs i rastrošeni efuzivi.

Idući od sjeverozapada prema jugoistoku, opada veličina zrna u kvartarnom vodonosnom kompleksu; u dijelu Ormož—Varaždin promjer iznosi i do 250 mm, a u dijelu Varaždin—Koprivnica do 100 mm, Koprivnica—Sokolac Podravski (B-5) do 70 mm, a u području Medinaca (B-12) veličina je jedva 10 mm. Nizvodno od Ludbrega u šljuncima s pijeskom uloženi su, lokalno, proslojci pjeskovitog praha, praha i gline. U plićim dijelovima proslojci su slabije zbijeni, a boja im je siva do sivoplava, katkada rdastosmeđa. U dubljim dijelovima dobro su zbijeni, osobito prah i glina, a boja im je pretežno zelenkastosiva, rjeđe sivkastomodra, i, podređeno, tamnosiva do crna. Jugoistočno od Hlebina javljaju se često proslojci treseta i to obično na prelazu iz šljunka u pijesak te u pijesku, prahu i glini.

Nizvodno od bušotine B-12 (Medinci) bazen se prema istoku i jugoistoku naglo proširuje. Kvartarni vodonosni kompleks odlikuje se čestom izmjenom slojeva pijeska, praha i gline. Središnji dio ovog prostora karakteriziraju bušotine B-6 (Klokočevci), B-8 (Bizovac), B-9 (Valpovo) i B-7 (Bobota). U ovim bušotinama pojave debljih naslaga pijeska (do 40 m) vezane su za više dijelove kompleksa, dok su u nižim dijelovima slojevi pijesaka manje debljine (do 20 m) i često se izmjenjuju s prahom i glinom. Pojava debljih naslaga pijeska opaža se do dubine 75 m (bušotina B-8). Na bušotini B-13 (Vuka), koja se nalazi južno od profila A—A' (tabla II i III) deblji slojevi pijeska su u profilu znatno niži

(ispod 78 m). U području Baranje, odnosno uz sjeverni rub ovog prostora, veća zastupljenost pijesaka zapažena je pliće od 60 m, a iskazana je na bušotinama B-1 (Grabovac) i B-3 (Bolman).

Slično kao i kod opisa promjena u veličini zrna u šljuncima, prateći ih u smjeru prema jugoistoku, opaža se opadanje veličine zrna u pijescima u ovom dijelu porječja, odnosno od Medinaca do Vukovara. Boja najplićih slojeva pijeska je uglavnom sivožuta do rdastosmeđa. U dubljim dijelovima pijesak je siv, sivoplav do zelenkastosiv, a onaj s dosta biljnog trunja, tamnosivih je nijansi.

Naslage praha i gline koje se nalaze u bušotinama ovog dijela porječja nisu kontinuirane, debljina im se mijenja od mjesta do mjesta, što je posljedica erozije mlađeg vodnog vala. Diskontinuitet slojeva praha i gline dokazuju nivoi podzemne vode u slojevima pijeska, kaptirani na različitim dubinama. Pjeskoviti prah uglavnom je zastupljen u površinskom dijelu naslaga kompleksa. S dubinom opada pjeskovita komponenta, a raste udio gline i povećava se zbijenost koja graniči sa čvrstim konzistentnim stanjem u dubljim dijelovima. U prahu i glini često susrećemo vapnenačke konkrecije i rjeđe praporne lutke. U površinskom dijelu prevladava sivožuta do žutosmeđa boja, a dublje sivoplava do zelenkastosiva.

Pojave šljunčano-pjeskovitog horizonta na potezu od Čaćinaca do Koške, dokazane bunarima Bu-2 (Đurđenovac), Bu-3 (Našice) i bušotinama B-10 i B-11 (Velimirovac nedaleko od Našica) te u Baranji na području Topolje i Draža, ustanovljene u bušotinama P-12 i P-13, lokalnog su značaja i ne pripadaju sedimentima Drave.

Postanak šljunčano-pjeskovitog horizonta od Čaćinaca do Koške vezan je uz taloženje nanosa gorskih potoka Voćinke i Vojlovice sa Papuka i Krndije. Naslage šljunka su maksimalne debljine 20 m, pojavljuju se u uskom obodnom pojasu a bočno prema centru bazena postupno prelaze u pijeske Drave. Podinu, na cca 40 m dubine, čine im također pijesci. Valutice šljunka čini pretežno gnajs, granit i kvarcit, rjeđe vapnenc i dolomit. To su stijene koje nalazimo na spomenutim planinama. O dotoku materijala sa boka zaključuje i Malez (1973), na temelju različitog mineraloškog sastava uzoraka pijeska sa lokaliteta Humljani i Podravske Moslavine.

Šljunčano-pjeskovite taložine u Baranji koje nalazimo u bušotinama P-12 i P-13 predstavljaju krupnozrnati nanos Dunava. Naslage se javljaju na dubini 7—8 m i sežu do cca 30 m. Dublje prelaze u sitnozrnate jednolične do dobro sortirane pijeske.

#### *Mikropaleontološka obilježja kvartarnih naslaga*

Mikropaleontološki obrađeni uzorci iz materijala bušotina porječja Drave sadrže lijepo očuvanu faunu ostrakoda, na osnovi koje su odijeljene naslage srednjeg i gornjeg pleistocena. Sedimenti pretpostavljenog donjeg pleistocena nisu sadržavali mikrofaunu.

U mikrofosilnom sadržaju, osim ostrakoda, nađeni su mikromolusci, oogoniji hara, biljni plodovi, ostaci inkrustiranog biljnog korijenja i rjeđe pretaložene foraminifere. Posebno je dobro očuvana fauna mikromolusaka, te zaslužuje potpuniju obradu.

Ovom prilikom izvršena je revizija već prije obrađenog materijala iz porječja Drave (S o k a č, 1971), pa se došlo do novih saznanja u pogledu stratigrafske pripadnosti. Za uzorke plitkih istražnih bušotina P-2, P-3, P-5, P-10 i P-20 (tabla II), s najvećom dubinom 26,50 m kod bušotine P-2, određena je pripadnost gornjem pleistocenu. Manje korekcije u pogledu odredbi vrsta i novi nalazi na širem području porječja Drave upotpunili su poznavanje ostrakodne faune pleistocenskih naslaga ne samo na ovom prostoru, nego i u našem dijelu Panonskog bazena.

Pregled dosadašnjih istraživanja ostrakodne faune Panonskog bazena sadržan je u raspravi o pleistocenskoj fauni ostrakoda iz nekih bušotina u istočnoj Slavoniji (S o k a č, 1976). Na osnovi materijala iz ovih bušotina izdvojeni su gornji i srednji, a pretpostavljen donji pleistocen. U spomenutom radu raspravlja se o ekologiji pojedinih ostrakodnih vrsta, posebno onih koje se po prvi put spominju. Tako će i ovdje u daljnjem prikazu biti iznesena ekološka razmatranja nekih ostrakodnih oblika, kao i karakteristike pojedinih asocijacija koje se međusobno razlikuju zavisno o paleoekološkim uvjetima.

Općenito se može reći da se taloženje pleistocenskih naslaga vršilo u plitkoj slatkovodnoj sredini. Obilje biljnih ostataka, kao što su oogoniji hara, biljni plodovi i ostaci inkrustiranog biljnog korijenja, govore nam o izrazito povoljnim uvjetima za razvoj biljnog svijeta. Upravo ovakva sredina pogoduje razvoju faune ostrakoda i molusaka.

#### Naslage podine

Podina kvartarnih naslaga utvrđena je istražnim bušotinama PO-1/5 (kod Ormoža), G-1/2 (Svibovec) i S-1/15 (nedaleko Varaždina), te strukturno hidrogeološkim bušotinama B-15 (Hlebine), B-14 (Ferdinandovac) i B-5 (Sokolac Podravski). Na dijelu porječja od Ormoža do Sokolca Podravskog podinu kvartara čine naizmjenično *Rhomboidea*- i belvederske naslage (tabla II i III). Bušotinama PO-1/5 i G-1/2 dokazane su *Rhomboidea*-naslage u podini, na potezu Ormož—Svibovec. Bušotinom S-7 (prilog 1 — nedaleko Varaždina) utvrđene su u intervalu 56—112 m belvederske naslage, a ispod ovih nalaze se pjeskoviti i glinoviti lapori *Rhomboidea*-slojeva. Nizvodno od Svibovca do približno Kapele, belvederski šljunci čine podinu kvartarnog vodonosnog kompleksa.

Smatramo da je kontinuitet belvederskih naslaga prekinut (tabla III) od Kapele do približno Peteranca. Bušotine Đ-3 i Đ-4 koje se nalaze sjeverno od linije profila A—A' (tabla II) kod Botova, dokazale su na dubini 14 m odnosno 12 m rhomboidea-naslage. Izdanci ovih naslaga javljaju se u Mađarskoj na lijevoj obali Drave (S c h m i t h, 1962). Na temelju rezultata bušenja, te podataka o tzv. »legradskom pragu« (P l e t i k a p i ć i dr. 1964; K r a n j e c i dr. 1971), zaključeno je da podinu kvartara na potezu Kapela—Peteranec čine *Rhomboidea*-naslage, dok nizvodno od Peteranca do Sokolca Podravskog (B-15, B-14 i B-5) u podini nalazimo belvederske šljunke na dubini 111—177 m.

Makroskopskim pregledom materijala iz bušotina uočava se razlika između belvederskih šljunaka i onih mlađih, koji pripadaju kvartarnom vodonosnom kompleksu. Belvederski šljunci su slabo do dobro vezani,

u njima pretežu valutice kvarca, a boje su žute do rđastosmeđe. Šljunci kvartarnog vodonosnog kompleksa su nevezani, sive boje, a čine ih uglavnom metamorfne i eruptivne stijene, te kvarcit.

Najniži dio bušotine B-8 (Bizovec), odnosno raspon od 235—253 m, čine naslage glinovito-pjeskovitog praha sivoplave do zelenkastosive boje, koje se razlikuju od litološki sličnih naslaga višeg dijela po tome, što je ovaj glinoviti prah čvršći uslijed manjeg udjela laporovite komponente pa je moguće pretpostaviti da od dubine 235 m pa na niže sedimenti pripadaju podinskim naslagama. Zbog pomanjkanja mikropaleontološki provodne faune, granica se, na dijelu porječja od Sokolca Podravskog do Dunava na istoku, ne može sa sigurnošću postaviti.

Značajno je, da nakon taloženja belvederskih naslaga nastupa period izdizanja i formiranja reljefa, intenzivnim tektonskim pokretima i procesima erozije (tabla III). U ovako promijenjenim uvjetima formira se porječje rijeke Drave koja s pritocima vrši nanošenje velikih količina rastrošenog materijala u prostornu nizinu.

### *Pretpostavljeni donji pleistocen*

Prelaz između belvederskih i kvartarnih taložina markiran je slojem gline do glinovitog praha, 2 do 5 m debljine, unutar kojeg se mjestimično javlja proslojak treseta. Debljina proslojka treseta kreće se od 0,4 do 1 m. Prelazni sloj s tresetom utvrđen je na bušotinama S-7, B-14 i B-5 (tabla III, uzdužni profil A—A').

Na sloju gline između Varaždina i Đurđevca (bušotine S-7 i B-15) slijedi šljunak s pijeskom i pijesak, u srednjem dijelu porječja Drave, od Đurđevca do približno Podravske Slatine izmjenjuje se pijesak s prahom i glinom, a pijesak prevladava. U nizvodnom dijelu do bušotine B-7 taložio se prah, glina i podređeno pijesak (tabla III).

Opisane naslage mogu se po redosljedju i vremenskom rasponu povezati, te predstavljaju najniži, tj. početni dio kvartarnih taložina. Vrijeme taloženja vjerojatno bi odgovaralo interglacijalu Günz—Mindel. Relativno brzi prijelaz šljunaka s pijeskom u pijesak, te prah i glinu, dokazuje da je transportna snaga vode bila manja u usporedbi s mlađim naglim dotocima. Slabije izražena izmjena naslaga unutar pretpostavljenog donjeg pleistocena ukazuje na ritmičko odlaganje materijala.

Sloj čvrste, komprimirane gline i glinovitog praha registriran na bušotinama B-16, B-5, B-12, B-8 i B-7, a mjestimično karakteriziran proslojcima treseta, predstavlja kraj taloženja u ovom intervalu. Debljina ovog dijela može se približno ocijeniti prema navedenim bušotinama od 26 do preko 70 m.

### *Srednji pleistocen*

Na opisanome pretpostavljenom donjem pleistocenu nataložen je debeli kompleks naslaga srdnjeg pleistocena. U ovim naslagama šljunak s pijeskom dopire znatno nizvodnije od šljunka u naslagama donjeg pleistocena.



Prateći kompleks srednjeg pleistocena na uzdužnom profilu A—A' (tabla III) od Ormoža nizvodno, možemo izdvojiti pojedine cjeline. Prvi dio obuhvatio bi potez od bušotine PO-1/5 (kod Ormoža) do B-14 (Ferdinandovac). Na njemu se i danas vrši izravnanje terena duž profila. Rijeka Drava za visokih vodostaja erodira korito i bokove, te premješta i odlaže vučeni nanos nizvodno. Recentni nanos šljunka može se slijediti u koritu rijeke sve do Terezinog polja.

Prateći ove pojave danas, može se pretpostaviti da su na potezu od Ormoža do Svibovca (od bušotine PO-1/5 do G-1/2, tabla III) naslage donjeg pleistocena bile otplavljene i transportirane na niže za vrijeme srednjeg pleistocena. Tako možemo objasniti pomanjkanje prelaznog sloja gline, koji postoji između podine i naslaga donjeg pleistocena na jugoistočnom dijelu porječja, a utvrđen je u bušotinama do Sokolca Podravskog.

Profil naslaga srednjeg pleistocena od Ormoža do Ferdinandovca karakterizira ciklička sedimentacija. U naslagama je zastupljen uglavnom šljunak s pijeskom do Ludbrega, tj. do utoka Bednje u dolinu Drave. Pomanjkanje pojedinih članova ritmičke izmjene, pijesaka, praha i gline, u ovom dijelu uvjetovano je erozijskim radom vode.

Od Ludbrega do Ferdinandovca u šljunku s pijeskom uloženi su slojevi pijeska, a u plicem dijelu do dubine 30 m i ulošci praha i gline uz rubni dio doline Drave. Nizvodno od Ferdinandovca, u ovom kompleksu naslaga moguće je odvajanje pojedinih ritmova, kao rezultat dijelom izjednačenog ravnotežnog profila, veće širine depresije, te slabije izražene energije vodenih valova.

Ritmičko taloženje nanosa prikazano je na poprečnom profilu B—B' (tabla IV), u bušotinama B-4 (Suhopolje) i B-5 (Sokolac Podravski). Na erodiranom donjem pleistocenu slijedi šljunak s pijeskom, pijesak, te prah i glina. Izmjena ovih litoloških članova karakterizirana je ritmovima koji se lijepo mogu pratiti na bušotini B-5. Naime, idući odozdo prema gore, u ovom horizontu možemo izdvojiti intervale 134—109 m, 109—71 m i 71—37 m. U ovim intervalima opetovano se ponavlja izmjena šljunka i gline, od kojih šljunak prevladava a karakterizira ga opadanje veličine valutica odozdo prema gore, a isto tako u odnosu na starije prema mlađem intervalu.

Usljed većeg prostiranja naslaga srednjeg pleistocena, idući prema površini uleknuća doline Drave (tabla IV), mogu se na bušotini B-5 izdvojiti četiri, a na bušotini B-4 samo dva karakteristična perioda ritmičkog taloženja nanosa. Opisani odnosi rezultat su promjene klime, a nastali su u opetovanim periodima bogatim oborinama u kojima su se taložili grublji klastični sedimenti. U isto vrijeme, tijekom interglacijala Mindel—Riss, Schaffer (1924) je ustanovio u Alpama periode bogate padalinama, te otapanje leda. Spomenuti autor navodi da su riječni kanjoni i doline u Alpama uglavnom postali u ovom interglacijalu kao produkt intenzivnog rada vode.

Za sedimente praha i gline koji su ustanovljeni u profilima bušotine, Mutić (1975) navodi da su eolskog porijekla. Moguće je također pretpostaviti da je taloženje ovih naslaga uvjetovano i većom udaljenošću od matice vodotoka.

U intervalu od 40—11 m dubine, na poprečnom profilu B—B' (tabla IV), vidi se da je u centralnom dijelu doline Drave taložen pijesak u izmjeni s prahom i glinom (bušotina B-5), a bočno šljunak s pijeskom (bušotina B-4). Taloženje raznorodnih nanosa u isto vrijeme i u istom intervalu dokazuje opadanje dotoka vučenog nanosa uslijed smanjene energije riječnog toka.

Idući uzdužnim profilom A—A' (tabla III), jugoistočno od profila B—B' dolazimo do bušotine B-12 (Medinci nedaleko Podravske Slatine). U ovoj bušotini nanosi šljunka s pijeskom javljaju se kao tanki proslojci u naslagama pijeska. Na ovom dijelu porječja, šljunak koji pripada nanosu Drave prelazi u pijesak. Pojave šljunčanih naslaga, nizvodno, u gornjem dijelu srednjeg pleistocena, lokalnog su karaktera i nije ih odložila rijeka Drava.

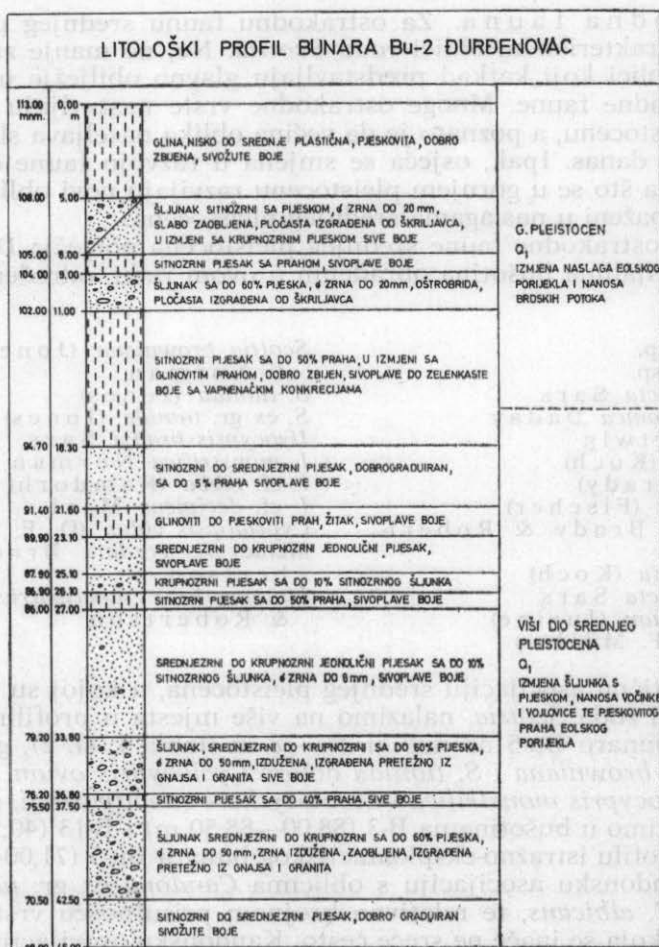
Ritmička izmjena naslaga pijeska, praha i gline, te odnosi taloženja i ispunjavanja depresije u donjem dijelu porječja, prikazani su na poprečnom profilu C—C' (tabla V). Komparacijom litoloških karakteristika na uzdužnom i poprečnom profilu, te nalazima ostrakodne faune u uzorcima materijala iz bušotina uzduž profila C—C' (tabla V), omogućena je konačna ocjena stratigrafske pripadnosti srednjem pleistocenu ovog dijela kvartarnog vodonosnog kompleksa.

Odnos naslaga donjeg i srednjeg pleistocena shematski je prikazan u profilu C—C' (tabla V). Na donjem pleistocenu slijedi stalna izmjena naslaga pijeska, praha i gline približno jednake debljine, maksimalno do 20 m. Ovakav slijed naslaga može se pratiti do 78 m dubine. Konstantne debljine članova ritmičke izmjene od 185 do 78 m (bušotina B-7) dokazuju relativno jednolične i opetovane uvjete sedimentacije. Na istom profilu opaža se da se najdublji dio depresije nalazi znatno južnije od današnjeg toka Drave. Ispunjavanje bazena vrši se od juga prema sjeveru.

U višim dijelovima ovih naslaga, od približno 78—30 m dubine, slika se bitno mijenja. U južnom dijelu porječja javljaju se naslage pijeska debljine i 40 m u uskom pojasu, širine do 1 km. Bočni ekvivalent im je glina i prah. U isto vrijeme korito Drave pomaklo se sjeverno od erdutskog ravnjaka, pa su značajnije naslage pijeska istaložene u tom području. Prostiranje im se može pratiti bušotinama B-1, B-2, B-3 i B-9 (tabla II).

Na promjene uvjeta sedimentacije, u gornjem dijelu naslaga srednjeg pleistocena, i dotoka materijala ukazuju i bušotine B-10, B-11 te bunar Bu-3 (Velimirovac — nedaleko Našica). Ove bušotine su na uzvodnom dijelu porječja (tabla II) pokazale lokalnu pojavu šljunčanih naslaga od 40—10 m dubine. Mikropaleontološkom obradom faune, iz uzoraka bunara Bu-3, utvrđeno je da ove naslage pripadaju srednjem pleistocenu. U ovim naslagama možemo izdvojiti dva ritma taloženja krupnoklastičnih materijala (slika 1). Valutice šljunka čine pretežno gnajs, granit i kvarcit, podređeno vapnenac i dolomit, a potječu od stijena okolnog brdovitog i brežuljkastog područja.

Opisane promjene, tijekom gornjeg dijela srednjeg pleistocena, jasno izražene u donjem dijelu porječja, mogu se također pratiti i u uzvodnom dijelu. Indiciraju ih sačuvani tanji proslojci gline i praha do 30 m dubine, nizvodno od Ludbrega, odnosno ispod utoka Bednje u dolinu Dra-



Sl. 1. Litološki profil bunara Bu-2 Đurđenovac

Text-fig. 1. Lithological cross section along well Bu-2 Đurđenovac

ve. Jasno se uočavaju ispod utoka Mure u Dravu, jugoistočno od Legrada, a dokazuje ih sitnozrni šljunak, te ulošci pijeska, praha i gline do dubine 40 m. Također se opažaju i na poprečnom profilu B—B' (tabla IV) zbog opadanja dotoka količine vučenog nanosa uslijed smanjenih protoka, u intervalu od 40—11 m.

Način taloženja uvjetovan je promjenama klimatskih prilika u Alpama (Schaffner, 1924), koje je uzrokovalo smanjeni dotok vode i materijala sa ovog uzvodnog područja. Istovremeno se na našem dijelu porječja usijecaju i nastaju riječne doline na okolnom brdovitom i brežuljkastom području. Novi vodotoci premještaju ranije odloženi nanos i odlažu vučeni i suspendirani talog sa okolnog područja.

**Ostrakodna fauna.** Za ostrakodnu faunu srednjeg pleistocena veoma su karakteristični oblici roda *Scottia*. No, ne manje značajni su kandonski oblici koji katkad predstavljaju glavno obilježje u asocijacijama ostrakodne faune. Mnoge ostrakodne vrste nastavljaju da žive u gornjem pleistocenu, a poznato je da većina oblika naseljava slatkovodne sredine još i danas. Ipak, osjeća se smjena u razvoju faune ostrakoda, posebno stoga što se u gornjem pleistocenu razvijaju novi oblici, koji do sada nisu zapaženi u naslagama srednjeg pleistocena.

U sastavu ostrakodne faune srednjeg pleistocena porječja Drave sadržane u materijalima bušotina obrađenih u ovom radu, određeni su slijedeći oblici:

|   |  |
|---|--|
| <i>Erpetocypris</i> sp.                 | <i>Scottia browniana</i> (Jones) Brady & Norman      |
| <i>Virgatocypris</i> sp.                | <i>S. tumida</i> (Jones)                             |
| <i>Candona neglecta</i> Sars            | <i>S. ex gr. tumida</i> (Jones)                      |
| <i>Candona balatonica</i> Daday         | <i>Ilyocypris bradyi</i> Sars                        |
| <i>C. protzi</i> Hartwig                | <i>I. monstifrica</i> Norman                         |
| <i>C. compressa</i> (Koch)              | <i>I. cf. gibba</i> (Ramdorh)                        |
| <i>C. albicans</i> (Brady)              | <i>I. cf. decipiens</i> Masi                         |
| <i>C. fabaeformis</i> (Fischer)         | <i>Cypridopsis vidua</i> (O. F. Müller)              |
| <i>C. cf. hyalina</i> Brady & Robertson | <i>Metacypris cordata</i> Brady & Robertson          |
| <i>C. cf. compressa</i> (Koch)          | <i>Limnocythere sanctipatricii</i> Brady & Robertson |
| <i>C. ex gr. neglecta</i> Sars          |  |
| <i>Cyclocypris ovum</i> (Jurine)        |  |
| <i>C. laevis</i> (O. F. Müller)         |  |

Karakterističnu asocijaciju srednjeg pleistocena, u kojoj su brojno zastupani oblici roda *Scottia*, nalazimo na više mjesta u profilima bušotina. Osim u bunaru Bu-5 na dubini 27—28 m (tabla I, sl. 2), gdje pored vrste *Scottia browniana* i *S. tumida* dolaze *Cyclocypris ovum*, *Cypridopsis vidua*, *Ilyocypris monstifrica* i *Limnocythere sanctipatricii*, sličnu asocijaciju nalazimo u bušotinama B-3 (88,00—88,50 m) i B-13 (40,50—125,50 m). Niže u profilu istražno-eksploatacijskog bunara Bu-5 (71,00—72,00 m) nalazimo kandonsku asocijaciju s oblicima *Candona ex gr. neglecta*, *C. compressa*, *C. albicans*, te relativno brojnom prisutnošću vrste *Metacypris cordata* koja se inače ne sreće često. Kandonsku asocijaciju bogatiju sadržajem vrsta nalazimo u bušotini B-3 (128,00—128,50 m), a predstavljaju je slijedeći oblici: *Candona ex gr. neglecta*, *C. compressa*, *C. balatonica*, *C. albicans*, *C. fabaeformis*, *C. protzi*, *Erpetocypris* sp., *Cyclocypris ovum*, *C. laevis*, *Scottia ex gr. tumida*, *Ilyocypris bradyi*, *I. cf. gibba*, *I. cf. decipiens* i *Cypridopsis vidua*. U ovoj zajednici relativno su brojni ciklociprisi; značajna je pojava roda *Erpetocypris* koji je veoma rijetko prisutan. Još jedna kandonska asocijacija u kojoj su brojni oblici roda *Cyclocypris* nađena je u Bu-3 (bunar Našice) na dubini 23,90—25,00 m. Uz gotovo isti sadržaj kandonskih oblika prisutan je rod *Virgatocypris*, dok izostaju vrste rodova *Ilyocypris*, *Erpetocypris* i *Cypridopsis*.

#### Gornji pleistocen

Na temelju usporedbe litoloških karakteristika naslaga u profilima bušotina i rezultata mikropaleontoloških analiza ostrakodne faune, u nizvodnom dijelu porječja procijenjeno je da debljina naslaga gornjeg ple-

istocena iznosi maksimalno 35 m. Karakterističan slijed ovih naslaga može se pratiti na bušotini B-7 (Bobota). Na dubini od 32 m na pijescima srednjeg pleistocena slijedi sloj glinovitog praha, debljine 11 m, koji vjerojatno pripada početku Würma. Iznad njega nastavlja se pijesak do približno 11 m dubine. Na toj dubini počinje tipični barski prapor i dosiže do površine terena.

Uzvodno debljina gornjeg pleistocena opada. Od Podravske Slatine prema sjeverozapadu granicu prema srednjem pleistocenu teško je postaviti. U ovom području na šljunku i pijesku slijedi odmah tipični močvarni i kontinentalni prapor. Može se pretpostaviti da manji dio krupnoklastičnih naslaga pripada Würmu, odnosno gornjem pleistocenu.

Na temelju iznijetih opažanja može se zaključiti da početkom Würma, u uzvodnom dijelu, rijeke usijecaju korito u ranije nanešenom materijalu, premještaju ga i transportiraju nizvodno, dok se niže od Podravske Slatine u depresiji Drave zadržavaju slični uvjeti kao i ranije, karakterizirani ritmičkom izmjenom naslaga do završetka prvog würmskog interstadijala. Nakon ovog vrši se usijecanje korita rijeke Drave i nizvodno od Podravske Slatine. Prema tome u ovom periodu konačno se formiraju morfološke karakteristike korita Drave, Mure i Dunava, slične današnjem.

U ovako promijenjenim morfološkim uvjetima dolazi do taloženja različitih tipova nanosa koji su vidljivi i u bušotinama.

Najveće rasprostranjenje ima prapor i on pokriva čitav prostor. Razvijen je kao kontinentalni i barski, zavisno o mjestu taloženja. Na brdu Kamenjak u Baranji, erdutskom i vukovarskom ravnjaku, te na južnim pristrancima brežuljkastog područja odložen je i sačuvan tipični kontinentalni prapor. U ravničarskom području također je razvijen prapor, i to kao kontinentalni i barski, a prevladava barski. Nalazi se u površinskom dijelu i prekriva starije naslage. Omeđen je terasom (Malez, 1973), koja je nastala usijecanjem rijeke u toku višeg dijela gornjeg pleistocena.

Bočno, na potezu sjevernih obronaka Ivanščice, Kalnika, Bilogore, Papuka i Krndije, javljaju se nanosi, nastali spiranjem rastrožbom stvorenog materijala s navedenih planina. Morfološki se ističu i konusnih su oblika. Ograničeni su jarugama i jarcima potoka usječenim u njima. Slijed naslaga prikazan je na slici 1, litološkim profilom bunara Bu-2 (Đurđenovac). Debljina gornjeg pleistocena iznosi na ovom lokalitetu cca 15 m. Karakterizira ga izmjena šljunka, pijeska, praha i gline. Izvorno mjesto postanka ovih naslaga morao je biti brdoviti i brežuljkasti obod, što potvrđuju valutice šljunka koje su pretežno od škrljavca, slabo zaobljene, pločaste do oštrobriđe s kratkim transportom. Na profilu možemo izdvojiti dva ritma taloženja šljunkovitih naslaga, pri čemu one s krupnijim valuticama odgovaraju razdobljima s više padalina. Završetak taloženja čini sloj dobro zbijene pjeskovite gline, sivožute do rdastosmeđe boje. Prema Malezu (1973), glina je eolskog porijekla i predstavlja znatno promijenjeni prapor. Naslage gornjeg pleistocena sa sličnim karakteristikama određene su u bušotini B-5 (Sokolac Podravski) u intervalu od 11,0 m do površine terena. U ovom dijelu možemo također izdvojiti dva ritma odlaganja šljunka unutar kojih prevladava

pijesak, a zastupljen je i prah. Genetski su vezane za povremeno erodiranje materijala starijih nanosa, kratkog su transporta i slabo su sortirane.

○ **Ostrakodna fauna.** U asocijacijama ostrakodne faune gornjeg pleistocena najčešći su kandonski oblici. Cjelokupan sadržaj predstavljen je vrstama:

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <i>Erpetocypris</i> sp.               | <i>C. weltneri obtusa</i> G. W. Müller |
| <i>Eucypris pigra</i> (Fischer)       | <i>Candona (Typhlocypris)</i> sp.      |
| <i>Potamocypris</i> sp.               | <i>Candonopsis</i> sp.                 |
| <i>Virgatocypris</i> sp.              | <i>Cyclocypris ovum</i> (Jurine)       |
| <i>Candona candida</i> (O. F. Müller) | <i>C. laevis</i> (O. F. Müller)        |
| <i>C. neglecta</i> Sars               | <i>Cyclocypris</i> sp.                 |
| <i>C. compressa</i> (Koch)            | <i>Ilyocypris bradyi</i> Sars          |
| <i>C. albicans</i> Brady              | <i>I. monstriifica</i> (Norman)        |
| <i>C. protzi</i> Hartwing             | <i>I. cf. decipiens</i> Masi           |
| <i>C. fabaeformis</i> (Fischer)       | <i>Cyprinotus salinus</i> (Brady)      |
| <i>C. marshica</i> Hartwing           | <i>Limnocythere inopinata</i> (Baird)  |
| <i>C. ex gr. procera</i> Straub       | <i>Cypris pubera</i> O. F. Müller      |
| <i>Candona</i> sp. A. Sokač           |  |

U prikazanom sastavu ostrakodne faune zapaža se nedostatak roda *Scottia*. Među kandonskim vrstama značajna je prisutnost vrsta *Candona candida*, *C. marchica*, *C. ex gr. procera*, *Candona* sp. A, te podvrsta *Candona weltneri obtusa* koje do sada nisu nađene u naslagama starijim od gornjeg pleistocena na području našeg dijela Panonskog bazena. Također je utvrđena vrsta *Cypris pubera*. Ovo je prvi nalaz te vrste u fosilnom materijalu na teritoriju Jugoslavije. Ova vrsta veoma je rasprostranjena po cijelom svijetu, a naseljava bare i jezera sa slatkom vodom. U istim uvjetima živi vrsta *Candona marshica*, koja je na ovom području također prvi put nađena.

Razlikujemo nekoliko asocijacija gornjeg pleistocena kojima je zajednička karakteristika brojčano najveća zastupanost kandonskih oblika, ali im se sadržaj razlikuje. Također su negdje značajnijeg učešća oblici roda *Ilyocypris*. Zajednicu u kojoj prevladava vrsta *Candona candida* nalazimo u bušotini P-10 na dubini 0,80—4,20 m (tabla I, sl. 1). Pored ove prisutni su ciklociprisci predstavljeni vrstama *Cyclocypris ovum*, *C. laevis* i *Cyclocypris* sp. Sličnu asocijaciju nalazimo u bušotini B-8 (21,50—21,70 m). U drugom slučaju kandonska asocijacija predstavljena je najvećim učešćem vrste *Candona neglecta*. Tako u bušotini B-2 (27,00—28,00), osim spomenute vrste koja čini glavno obilježje ove asocijacije, nalazimo slijedeće oblike: *Candona albicans*, *C. compressa*, *Candona* sp. A., *C. (Typhlocypris)* sp., *Virgatocypris* sp., *Potamocypris* sp., *Cyclocypris ovum*, *Ilyocypris bradyi*, *Paralimnocythere* sp. i *Cypris pubera*. Brojčano veliko učešće vrste *Candona neglecta* značajno je za asocijaciju iz bušotine P-2 (21,40—26,50 m). Ostali sadržaj je donekle promijenjen, te je prate slijedeći oblici: *Candona candida*, *C. protzi*, *C. ex gr. procera*, *C. (Typhlocypris)* sp., *Cyclocypris laevis*, *Eucypris pigra*, *Potamocypris* sp. i *Virgatocypris* sp. Ova asocijacija upućuje na hladniji interval u toku taloženja pleistocenskih naslaga, jer uz vrstu *Candona neglecta* za koju se navodi da je stenotermni oblik hladnih voda, prisutna je i *Eucypris pigra*, koja obično živi ispod 12°C, a iznimno rijetko podnosi tempera-

turu veću od 16°C. Kao vodeća forma u asocijacijama gornjeg pleistocena, *Candona neglecta* prisutna je na više mjesta u analiziranim bušotinama. Tako je nalazimo u bušotini P-20 (interval 3,50—12,00 m), u bušotini P-5 (1,30—3,50 m), P-10 (16,50—24,00 m), a s nešto većim postotkom učestalosti roda *Ilyocypris* nađena je u bušotini P-3 (12,50—18,00 m). Asocijacija ostrakodne faune u bušotini spomenutoj na posljednjem mjestu sadrži ove vrste: *Candona neglecta*, *C. candida*, *Cycloocypris laevis*, *C. ovum*, *Ilyocypris bradyi*, *I. cf. decipiens* i *Limnocythere inopinata*. Još jedna veoma karakteristična zajednica, premda nije osobito česta u analiziranim uzorcima gornjeg pleistocena, sadržana je u uzorku iz bušotine B-7 (3,70—3,90 m). Karakterizira je brojna zastupanost oblika *Candona (Typhloocypris) sp.*, pored kojih dolaze *Candona albicans*, *C. ex gr. procera* i *Candona sp. A*.

### Holocen

Holocenu pripadaju nanosi u današnjim koritima rijeka i potoka. U uzvodnom dijelu od Ormoža do Ferdinandovca, uslijed strmog nagiba terena, nastavlja se tokom holocena izravnanje profila Dravom. Dubinska erozija slabije je izražena od bočne. Rijeka vodnim valovima transportira vučeni i suspendirani nanos nizvodno. Uslijed oscilacija vodostaja i jake bočne erozije nastaju promjene glavnog riječnog toka, stvaraju se meandri i mrtvaje po cijeloj dužini vodotoka. Recentni šljunčani nanos Drave može se pratiti od Neteče (Miletić i dr. 1971) nizvodno od Terezinog polja. Niže u koritu su zastupljeni pijesak i prah.

Holocenskim naslagama pripadaju i nanosi u potocima koji su postali povremenim snažanjem materijala sa rubnog brežuljkastog područja.

### ZAKLJUČAK

Obrada velikog broja podataka sakupljenih tijekom izvođenja hidrogeoloških i inženjerskogeoloških istraživanja omogućila je litostratigrafsko i biostratigrafsko definiranje kvartarnih naslaga porječja rijeke Drave i pritoka na teritoriju SR Hrvatske.

Utvrđeno je, da podinu kvartarnih sedimenata od Ormoža do Suhopolja čine mlađe tercijarne — *Rhomboidea*- i belvederske naslage, zahvaćene intenzivnom tektonikom i procesima erozije. Tektonski pokreti uvjetovali su ponavljanje članova podine na potezu Kapela—Peteranec i zbili su se prije početka taloženja kvartarnog vodonosnog kompleksa. Nizvodno od Suhopolja granica je pretpostavljena zbog sličnosti kvartarnih i podinskih litoloških članova.

Granicu između belvederskih i kvartarnih naslaga označava sloj gline i glinovitog praha s tresetom. Ovaj sloj može se pratiti nizvodno od Svibovca. Pomanjkanje prelaznog sloja gline između naslaga podine i kvartara od Ormoža do Svibovca, upućuje na to, da je donji pleistocen na ovom dijelu otplavljen i transportiran nizvodno tijekom srednjeg pleistocena.

Najstariji dio kvartara čine sedimenti karakterizirani brzim prelaskom šljunka s pijeskom (kod Đurđevca) u pijesak. Redoslijedom i vremenskim

rasponom predstavljaju posebnu cjelinu i za njih se pretpostavlja da pripadaju donjem pleistocenu. Zbog pomanjkanja mikrofaune, stratigrafska pripadnost nije im dokumentirana.

Utvrđeni periodi bogati oborinama u Alpama tijekom srednjeg pleistocena uvjetovali su intenzivne i jake vodne valove koji su naplavili velike količine vučenog i suspendiranog nanosa s Alpa nizvodno. Uslijed toga u srednjem pleistocenu nataložen je debeli kompleks naslaga, u kojima se izmjenjuju šljunak, pijesak, prah i glina. Šljunak s pijeskom prevladava u uzvodnom dijelu porječja, a nizvodno od Suhopolja šljunak je podređen, te prevladava pijesak, prah i glina.

U najdubljem dijelu depresije, gdje su sedimenti i najdeblji, mogu se izdvojiti četiri ritma taloženja naslaga u srednjem pleistocenu. U zadnjem periodu taloženja uočeno je opadanje dotoka materijala s područja Alpa, pa prevladava nanos snešen s rubnog brdovitog i brežuljkastog područja.

Smanjenje priliva materijala nastavlja se i u gornjem pleistocenu, te je debljina ovih naslaga znatno manja od naslaga srednjeg pleistocena. Smanjenjem dotoka vode u gornjem pleistocenu stvara se, najprije uzvodno a onda i nizvodno, korito Drave i pritokâ, morfološki slično današnjem. U gornjem pleistocenu, uz šljunak, pijesak, prah i glinu, značajne su i debele naslage prapora.

U mikrofosilnom sadržaju analiziranih uzoraka nađeni su ostrakodi, mikromolusci, ogoniji hara, biljni plodovi, ostaci inkrustiranog biljnog korijenja i rjeđe pretaložene foraminifere. Fauna ostrakoda omogućila je izdvajanje srednjeg i gornjeg pleistocena, dok uzorci pretpostavljenog donjeg pleistocena nisu sadržavali mikrofaunu. Ukupno je određeno 36 ostrakodnih oblika, koji pripadaju rodovima *Erpetocypris*, *Virgatocypris*, *Eucypris*, *Potamocypris*, *Candona*, *Candonopsis*, *Cyclocypris*, *Scottia*, *Ilyocypris*, *Cyprinotus*, *Cypridopsis*, *Metacypris*, *Limnocythere* i *Cypris*. Za srednji pleistocen osobito su karakteristični oblici roda *Scottia* kojih nema u gornjem pleistocenu. Različite kandske asocijacije nalazimo kroz cijeli profil naslaga srednjeg i gornjeg pleistocena, ali se one razlikuju po sadržaju i učešću pojedinih vrsta. Tako se u gornjem pleistocenu pojavljuju kandski oblici koji nisu do sada opaženi u naslagama srednjeg pleistocena, kao što su *Candona candida*, *C. marshica*, *C. ex gr. procera*, *Candona* sp. A., te podvrsta *Candona weltneri obtusa*. Značajni su prvi fosilni nalazi vrsta *C. marshica* i *Cypris pubera* u naslagama gornjeg pleistocena Panonskog bazena na teritoriju Jugoslavije.

Ovom prilikom izvješna je revizija ranije obrađenog materijala porječja donje Drave (S o k a č, 1971) i određena pripadnost gornjem pleistocenu.

Naslagama holocena pripadaju nanosi u današnjim koritima rijeka i potoka.

Primljeno 29. 03. 1977.



## LITERATURA

- Gorjanović-Kramberger, D. (1912): Fosilni proboscidi Hrvatske i Slavonije. — *Vijesti geol. povj.*, 2, (1910), 1—23, 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 virovitičke. — *Glasnik Hrv. prir. društva*, 34, 111—164, Zagreb.
- Galović, I. & Magdalenić, Z. (1975): Eolski sedimenti područja Kloštar—Virovitica u sjevernoj Hrvatskoj. — *Geol. vjesnik*, 28, 43—54, Zagreb.
- Heim, A. (1885): *Handbuch der Gletscherkunde*. — Stuttgart.
- Heim, A. (1919): *Geologie der Schweiz*. Bd. 1. Molasseland und Juragebirge, Leipzig.
- Jagačić, T. (1963): Stratigrafski, paleografski 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. & Šimon, J. (1969): Geološki razvoj đakovačko-vinkovačkog platoa. — *Geol. vjesnik*, 22, 111—120, Zagreb.
- Kranjec, V., Prelogović, E., Hernitz, Z. & Blašković, I. (1971): O litofacijelnim odnosima mlađih neogenskih i kvartarnih sedimenata u širem području Bilogore. — *Geol. vjesnik*, 24, 47—55, Zagreb.
- Kranjec, V. & Prelogović, E. (1974): O paleogeografskim i neotektonskim odnosima u tercijaru i kvartaru na teritoriju SR Hrvatske. — *Geol. vjesnik*, 27, 95—102, Zagreb.
- Kučan, F. (1913): Pijesak u Hrvatskoj. — *Glasnik Hrv. prir. društva*, 26/4, 1—7, Zagreb.
- Malez, M. (1970): Izumrli sisavci Slavonije. — *Zbornik rad. I Znan. Sabora Slavonije*, 101—105, Osijek.
- 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., Urumović, K. & Capar, A. (1971): Hidrogeologija prvog vodonosnog horizonta porječja Drave na području Hrvatske. — *Geol. vjesnik*, 24, 149—153, Zagreb.
- Molnar, B. (1973): Latest Tertiary and Quaternary Sedimentary Accumulation cycles of Great Hungarian Plain. — *Föld. Közl.*, 103/3—4, 294—310, Budapest.
- Mutić, R. (1975): Pijesak rijeke Drave u naslagama bušotine B-12 nedaleko Podravske Slatine. — *Geol. vjesnik*, 28, 243—268, Zagreb.
- Mutić, R. (1975): Sedimentološka ispitivanja naslaga lesa iz okolice Vinkovaca, Našica i Valpova. — *Geol. vjesnik*, 28, 269—286, Zagreb.
- Penck, A. (1906): Climatic features of Pleistocene ice age. — *Geogr. Journ.*, 27.
- Penck, A. (1912): Über glaziale Erosion in den Alpen. — *Congr. Geol. Int.*, 11, 443—461, Stockholm.
- Pilar, Đ. (1876): Podravina, đakovština i Dilj gora. — *Rad JAZU*, 33, 38—57, Zagreb.
- Pletikapić, Ž., Gjetvaj, I., Jurković, M., Urbiha, H. & Hrnčić, Lj. (1964): Geologija i naftoplinonosnost Dravske potoline. — *Geol. vjesnik*, 17, 49—78, Zagreb.
- Schaffer, F. X. (1924): *Lehrbuch der Geologie*, Bd. 11, Leipzig.
- Schmidt, E. (1962): *Magyarország Vizföldtanatlasza*. — MÁFI Kiadása, Budapest.
- Sokač, A. (1971): Pleistocenska fauna ostrakoda porječja donje Drave. — *Geol. vjesnik*, 24, 67—76, Zagreb.

- Sokač, A. (1976): Pleistocenska fauna ostrakoda iz nekih bušotina u Istočnoj Slavoniji (SR Hrvatska). — *Geol. vjesnik*, 29, Zagreb.
- Sandor, F. (1912): Istraživanje prapora iz Vukovara, Bilogore i sl. Rajne. — *Vijesti Geol. povj.*, 2, 103—108, Zagreb.
- Simunić, An. & Basch, O. (1975): Stratigrafija kvartarnih sedimenata Zagrebačkog Posavlja. — *Geol. vjesnik*, 28, 153—164, Zagreb.
- Tajder, M. (1942): Sastav i postanak srijemskih prapora. — *Spomenica vukovarske real. gimn.*, 107—112, Vukovar.
- Takšić, A. (1947): Prinos poznavanju prapora istočne Hrvatske. — *Geol. vjesnik*, 1, 202—231, Zagreb.
- Takšić, A. (1967): *Kvartar sjeverne Hrvatske*. Fond struč. dok. RGN fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
- Urumović, K. (1971): O kvartarnom vodonosnom kompleksu u području Varaždina. — *Geol. vjesnik*, 24, 183—188, Zagreb.
- Urumović, K. & Sokač, A. (1974): O kvartarnim naslagama Županje (Istočna Slavonija, SR Hrvatska). — *Geol. vjesnik*, 27, 319—330, Zagreb.
- Vončina, Z. (1965): Prikaz neotektonske rajonizacije Murske potoline. — *Nafta*, 1, 1—3, Zagreb.
- Woldstedt, P. (1929): *Das Eiszeitalter, Grundlinien einer Geologie des Diluviums*. — Stuttgart.
- Woldstedt, P. (1969): *Quartär, Handbuch der Stratigraphischen Geologie*. Bd. II, Stuttgart.

## Geology of Quaternary deposits of the river Drava drainage basin in Croatia

Z. Babić, I. Čakarun, A. Sokač and V. Mraz

The interpretation of a vast number of data collected during long-term hydrogeologic and engineering geology explorations resulted also with the lithostratigraphic and biostratigraphic determination of Quaternary deposits of the river Drava drainage basin within the territory of S.R. Croatia. These deposits reaching occasionally the thickness of about 250 meters and saturated with fresh ground water are called Quaternary water-bearing complex.

It has been found that, between the towns of Ormož and Suhopolje, Quaternary deposits are underlain by late Tertiary Rhomboidea and Belvedere deposits which underwent a strong tectonism and erosional processes that occurred before the deposition of the Quaternary water-bearing complex. The structural deformations caused a repetition of Tertiary deposits between the villages of Kapela and Peteranec. Downstream of Suhopolje, the contact between Tertiary and Quaternary deposits is uncertain because of the resemblance in lithology.

The contact between the Belvedere and Quaternary deposits is marked by a Lower Pleistocene bed of clay and clayey silt with peat. This marker bed can be found downstream of the village of Svibovec, but it does not occur between Ormož and Svibovec, because during the Middle Pleistocene the Lower Pleistocene was eroded from this area and transported downstream.

The lowest part of the Quaternary, near the town of Đurđevac, is characterized by a sharp transition of gravel with sand into pure sand. They are outstanding by their sequence and time span and they are probably Lower Pleistocene, but the age was not proved owing to the lack of microfauna.

During the Middle Pleistocene there were periods of abundant rainfall in the Alps. They produced heavy runoffs that deposited huge quantities of bed and suspended loads downstream of Alps. The result of this is a thick complex of clastic deposits accumulated during the Middle Pleistocene among which gravel, sand, silt, and clay alternate. Gravel with sand prevails upstream of Suhopolje; sand, silt, and clay are more frequent downstream.

In the deepest part of the depositional basin, where the sediments have the greatest thickness, four sedimentary cycles can be distinguished during the Middle Pleistocene. A decrease of the material transported from the Alps is evident during the last period of deposition, when detritus derived from the surrounding mountains and hills already prevailed.

The decrease in the river load continued during the Upper Pleistocene that resulted in a smaller thickness of deposits than of those of the Middle Pleistocene. By decreasing of the flow of water during the Upper Pleistocene, the bed of the river Drava and of its tributaries was formed similarly to the present one. In addition to gravel, sand, silt, and clay, the Upper Pleistocene is also characterized by thick deposits of loess.

Among the microfossils analysed in the samples of drill cores from boreholes drilled within the river Drava drainage basin, ostracods, micromolluscs, remains of characeans, plant fruits, incrustated plant roots, and, rarely, redeposited foraminiferas have been found. The ostracod fauna enabled the determination of the Middle and Upper Pleistocene, while the samples of the assumed Lower Pleistocene did not contain any microfauna. In total, 36 ostracod forms were determined. They belong to the following genera: *Erpetocypris*, *Virgatocypris*, *Eucypris*, *Potamocypris*, *Candona*, *Candonopsis*, *Cyclocypris*, *Scottia*, *Ilyocypris*, *Cyprinotus*, *Cypridopsis*, *Metacypris*, *Limnocythere*, and *Cypris*. Various forms of the genus *Scottia* are particularly characteristic of the Middle Pleistocene and they do not appear in the Upper Pleistocene. Various *Candona* associations may be found throughout the entire Middle and Upper Pleistocene, but they differ in species and frequency; i.e., *Candona* forms that have not yet been found in the deposits of Middle Pleistocene — such as *Candona candida*, *C. marshica*, *C. ex gr. procera*, *Candona* sp. A., and *Candona weltneri obtusa* — appear in the Upper Pleistocene. It is important to mention that the species *Candona marshica* and *Cypris pubera* were for the first time found in Upper Pleistocene deposits of the Panonian Basin within the territory of Yugoslavia. All the fossil material of the lower part of the Drava river drainage basin, that was earlier studied and interpreted (Soklač, 1971), was revised during the preparation of this paper and attributed to the Upper Pleistocene.

The alluvial deposits of rivers and creeks along their present beds are Recent.

Received 29 March 1977.

TABLE I — PLATE I

1. Mikrotaksonička zajednica gornjeg pleistocena (Mikrotaksonička zajednica of the Upper Pleistocene; borehole T — 10.03—43) m

2. Mikrotaksonička zajednica srednjeg pleistocena (Mikrotaksonička zajednica of the Middle Pleistocene; borehole Bn — 51.00—72) m

Foto (taken by):  
M. Rendulić

Mikrotaksonička zajednica  
(Mikrotaksonička zajednica): 172



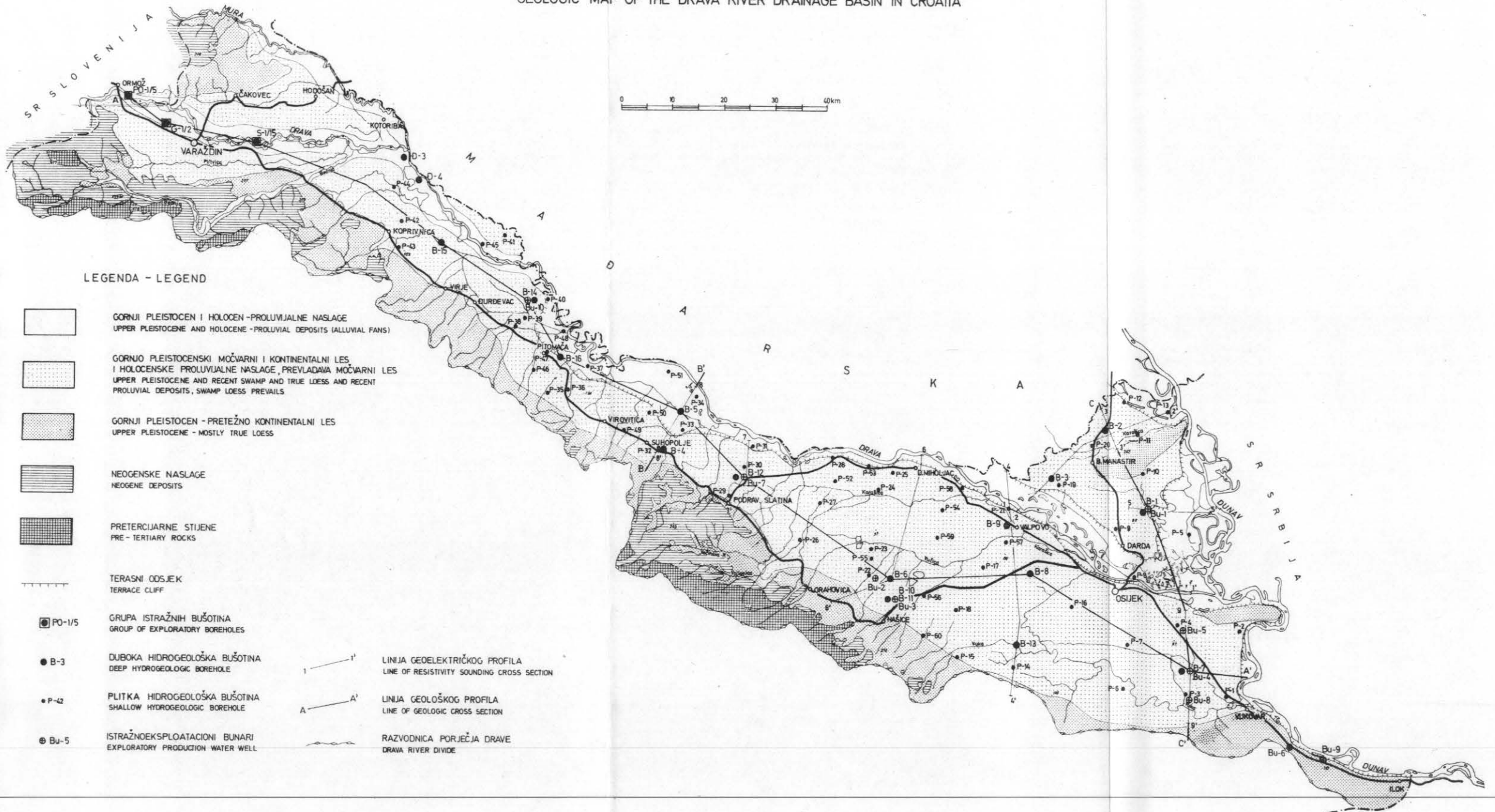


1
















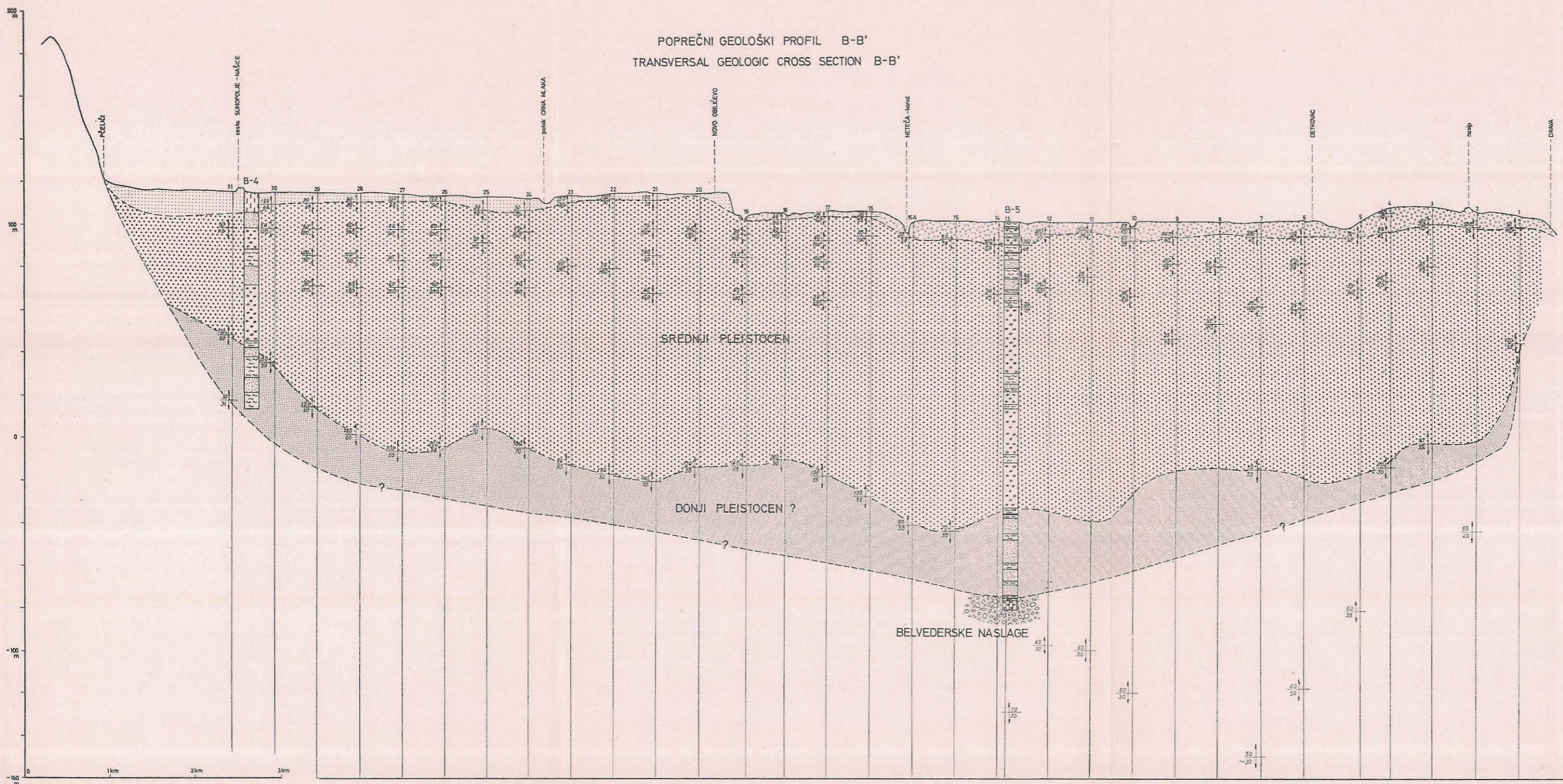
2

GEOLOŠKA KARTA PORJEČJA RIJEKE DRAVE NA PODRUČJU SR HRVATSKE  
GEOLOGIC MAP OF THE DRAVA RIVER DRAINAGE BASIN IN CROATIA



LEGENDA - LEGEND

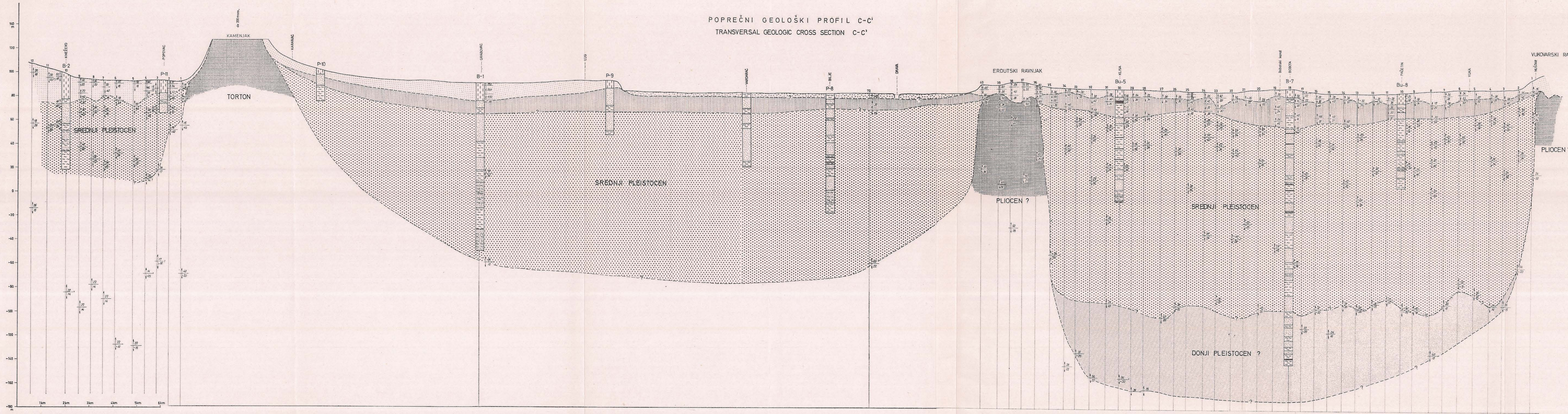
-  GORNJI PLEISTOCEN I HOLOCEN - PROLUVIJALNE NASLAGE  
UPPER PLEISTOCENE AND HOLOCENE - PROLUVIAL DEPOSITS (ALLUVIAL FANS)
-  GORNJO PLEISTOCENSKI MOČVARNI I KONTINENTALNI LES,  
I HOLOCENSKE PROLUVIJALNE NASLAGE, PREVLAĐAVALA MOČVARNI LES  
UPPER PLEISTOCENE AND RECENT SWAMP AND TRUE LOESS AND RECENT  
PROLUVIAL DEPOSITS, SWAMP LOESS PREVAILS
-  GORNJI PLEISTOCEN - PRETEŽNO KONTINENTALNI LES  
UPPER PLEISTOCENE - MOSTLY TRUE LOESS
-  NEOGENSKE NASLAGE  
NEOGENE DEPOSITS
-  PRETERCIJARNE STIJENE  
PRE - TERTIARY ROCKS
-  TERASNI ODSJEK  
TERRACE CLIFF
-  PO-1/5 GRUPA ISTRAŽNIH BUŠOTINA  
GROUP OF EXPLORATORY BOREHOLES
-  B-3 DUBOKA HIDROGEOLOŠKA BUŠOTINA  
DEEP HYDROGEOLOGIC BOREHOLE
-  P-42 PLITKA HIDROGEOLOŠKA BUŠOTINA  
SHALLOW HYDROGEOLOGIC BOREHOLE
-  Bu-5 ISTRAŽNOEKSPLOATACIONI BUNARI  
EXPLORATORY PRODUCTION WATER WELL
-  1-1' LINIJA GEOELEKTRIČKOG PROFILA  
LINE OF RESISTIVITY SOUNDING CROSS SECTION
-  A-A' LINIJA GEOLOŠKOG PROFILA  
LINE OF GEOLOGIC CROSS SECTION
-  RAZVODNICA PORJEČJA DRAVE  
DRAVA RIVER DIVIDE



**LEGENDA - LEGEND**

- NASLAGE KVARTARNOG VODONOSNOG KOMPLEKSA**  
DEPOSITS OF QUATERNARY WATER-BEARING COMPLEX
- HOLOCEN RECENT**
    - GORNJI PLEISTOCEN I HOLOCEN (WÜRM - HOLOCEN) - PROLUVIJALNE NASLAGE  
UPPER PLEISTOCENE AND RECENT (WÜRM - RECENT) - PROLUVIAL DEPOSITS (ALLUVIAL FANS)
  - PLEISTOCEN - PLEISTOCENE**
    - GORNJI PLEISTOCEN (WÜRM) - MOČVARNI I KONTINENTALNI LES  
UPPER PLEISTOCENE (WÜRM) - SWAMP AND TRUE LOESS
    - SREDNJI PLEISTOCEN (MINDEL - RISS) - MOČVARNE NASLAGE  
MIDDLE PLEISTOCENE (MINDEL - RISS) - SWAMP DEPOSITS
    - DONJI PLEISTOCEN ? (GÜNZ - MINDEL ?) - FLUVIJALNE I MOČVARNE NASLAGE  
LOWER PLEISTOCENE ? (GÜNZ - MINDEL ?) - FLUVIATILE AND SWAMP DEPOSITS
  - NASLAGE PODINE**  
BEDROCK
  - TERCIJAR TERTIARY**
    - BELVEDERSKE NASLAGE: DOBRO VEZANI ŠLJUNAK  
BELVEDERE DEPOSITS: WELL CEMENTED GRAVEL
- B-5**
- LITOLOŠKI PROFIL ISTRAŽNE BUŠOTINE  
LITHOLOGIC LOG OF EXPLORATORY BOREHOLE:
1. MOČVARNI I KONTINENTALNI LES; 2. ŠLJUNAK S PUESKOM
  3. PUESAK; 4. PRAH I GLINA; 5. TRESET
- LITHOLOGIC LOG OF EXPLORATORY BOREHOLE:  
1. MARSH LOESS AND TRUE LOESS, 2. GRAVEL WITH SAND, 3. SAND, 4. SILT AND CLAY, 5. PEAT
- GEOTELEKTRIČKA SONDA S VRIJEDNOSTIMA OTPORA U Ω m**  
RESISTIVITY SOUNDING WITH RESISTIVITIES IN OHM-METERS

POPREČNI GEOLOŠKI PROFIL C-C'  
TRANSVERSAL GEOLOGIC CROSS SECTION C-C'

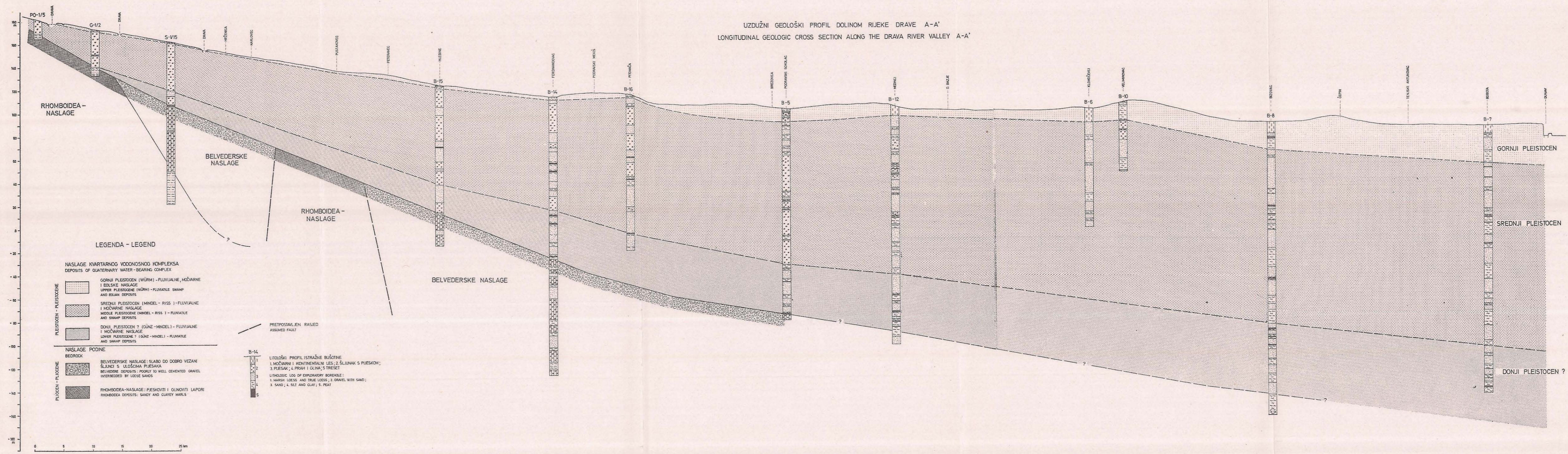


LEGENDA - LEGEND

- HOLOCEN - RECENT**  
NASLAGE KVARTARNOG VODONOSNOG KOMPLEKSA  
DEPOSITS OF QUATERNARY WATER-BEARING COMPLEX
  - GORNJI PLEISTOCEN I HOLOCEN (WÜRM-HOLOCEN) - PROLUVIJALNE NASLAGE  
UPPER PLEISTOCENE AND RECENT (WÜRM-RECENT) - PROLUVIAL DEPOSITS (ALLUVIAL FANS)
  - GORNJI PLEISTOCEN (WÜRM) - MOČVARNI I KONTINENTALNI LES  
UPPER PLEISTOCENE (WÜRM) - SWAMP AND TRUE LOESS
  - GORNJI PLEISTOCEN (WÜRM) - FLUVIJALNE I MOČVARNE NASLAGE  
UPPER PLEISTOCENE (WÜRM) - FLUVIATILE AND SWAMP SEDIMENTS
  - SREDNJI PLEISTOCEN (MINDEL - RISS) - FLUVIJALNE I MOČVARNE NASLAGE  
MIDDLE PLEISTOCENE (MINDEL - RISS) - FLUVIATILE AND SWAMP DEPOSITS
  - DONJI PLEISTOCEN ? (GÜNZ - MINDEL ?) - FLUVIJALNE I MOČVARNE NASLAGE  
LOWER PLEISTOCENE ? (GÜNZ - MINDEL ?) - FLUVIATILE AND SWAMP DEPOSITS
  - NASLAGE PODINE**  
BEDROCK
  - PLIOCEN ? - LAPOROVITE GLINE I GLINOVITI LAPORI NA ERDUTSKOM I VUKOVARSKOM RAVNJIJAKU  
PLIOCENE ? MARLY CLAYS AND CLAYEY MARLS OCCURRING ON THE ERDUT AND VUKOVAR PLATEAUS
  - TERTIJAR - TERTIARY  
TORTON - VAPNENAČKE BREČE, PJEŠČENJACI I LAPORI  
TORTONIAN - CALCAREOUS BRECCIAS, SANDSTONES, AND MARLS
- B-7**
- LITOLOŠKI PROFIL ISTRAŽNE BUŠOTINE  
1. MOČVARNI I KONTINENTALNI LES, 2. ŠLJUNAK S PJEŠKOM;  
3. PJEŠAK, 4. PRAH I GLINA, 5. TRESET
  - LITHOLOGIC LOG OF EXPLORATORY BOREHOLE  
1. MARSH LOESS AND TRUE LOESS, 2. GRAVEL WITH SAND,  
3. SAND, 4. SILT AND CLAY, 5. PEAT
- 8**
- GEOELEKTRIČKA SONDA S VRIJEDNOSTIMA OTPORA U Ωm  
RESISTIVITY SOUNDING WITH RESISTIVITIES IN OHM-METERS



UZDUŽNI GEOLOŠKI PROFIL DOLINOM RIJEKE DRAVE A-A'  
LONGITUDINAL GEOLOGIC CROSS SECTION ALONG THE DRAVA RIVER VALLEY A-A'

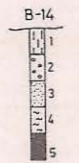


LEGENDA - LEGEND

- NASLAGE KVARTARNOG VODONOSNOG KOMPLEKSA  
DEPOSITS OF QUATERNARY WATER-BEARING COMPLEX
- PLEISTOCEN - PLEISTOCENE
    - GORNJI PLEISTOCEN (WÜRМ) - FLUVIJALNE, MOČVARNE I EOLSKE NASLAGE  
UPPER PLEISTOCENE (WÜRМ) - FLUVIATILE SWAMP AND EOLIAN DEPOSITS
    - SREDNJI PLEISTOCEN (MINDEL - RISS) - FLUVIJALNE I MOČVARNE NASLAGE  
MIDDLE PLEISTOCENE (MINDEL - RISS) - FLUVIATILE AND SWAMP DEPOSITS
    - DONJI PLEISTOCEN ? (GÜNZ - MINDEL) - FLUVIJALNE I MOČVARNE NASLAGE  
LOWER PLEISTOCENE ? (GÜNZ - MINDEL) - FLUVIATILE AND SWAMP DEPOSITS

- NASLAGE PODINE  
BEDROCK
- PLEISTOCEN - PLEISTOCENE
    - BELVEDERSKE NASLAGE: SLABO DO DOBRO VEZANI ŠLJUNCI S ULOŠCIMA PIJESAKA  
BELVEDERE DEPOSITS: POORLY TO WELL CEMENTED GRAVEL INTERBEDDED BY LOOSE SANDS
    - RHOMBOIDEA-NASLAGE: PJEŠKOVITI I GLINOVITI LAPORI  
RHOMBOIDEA DEPOSITS: SANDY AND CLAYEY MARLS

PRETPOSTAVLJEN RASJED  
ASSUMED FAULT



LITOLOŠKI PROFIL ISTRAŽNE BUŠOTINE  
1. MOČVARNI I KONTINENTALNI LES; 2. ŠLJUNAK S PIJESKOM;  
3. PIJESAK; 4. PRAH I GLINA; 5. TRESET  
LITHOLOGIC LOG OF EXPLORATORY BOREHOLE:  
1. MARSH LOESS AND TRUE LOESS; 2. GRAVEL WITH SAND;  
3. SAND; 4. SILT AND CLAY; 5. PEAT

