

**LITOSTRATIGRAFSKI PROFIL PLEISTOCENSKIH SEDIMENATA  
GRMOŠČICE I NJEGOVO ZNAČENJE U TUMAČENJU GEOMORFOLOŠ-  
KOG RAZVOJA PRIGORJA MEDVEDNICE**

(prethodno saopćenje)

A. BOGNAR — V. KLEIN, Zagreb

Istraživanju geomorfoloških i geoloških osobina Medvednice i njenog prigorja poklanja se tokom posljednjih stotinjak godina relativno velika pažnja (Pilar Đ. 1877., Gorjanović-Kramberger D. 1898., 1907., 1922., Cvijić J. 1924., Čubrilović V. 1933., Kochansky-Devide V. 1944., 1956., Roglić J. 1963., Herak M., Kochansky-Devide V. 1963., Kranjec V. 1963., Malez M. 1965., Klein V. 1968. itd.) što je i razumljivo obzirom na veliku društvenu i gospodarsku vrijednost područja, na kojem se razvilo tako važno urbano središte kao što je Zagreb. Đ. Pilar (1877) tu nalazi tragove oledbe, mada odgovarajuće akumulacijske forme nedostaju. Neprihvatljivo je mišljenje J. Cvijića (1921.) da je prigorje dio abrazijskog poda panonskog mora — jezera. J. Roglić (1963.) smatra naime, da bi taj oblik teško mogao zadržati ovakvu svježinu, a i prostorna izoliranost i odnos prema dislociranim terciarnim naslagama ukazuje da to objašnjenje ne dolazi u obzir.<sup>1</sup> Veliku važnost u razvoju prigorja, posebno morfografski veoma izrazite stepenice kojom prigorje kontaktira s nizinom Save, Đ. Gorjanović opravdano pripisuje neotektonici (1922.)«.

Rezultati tih istraživanja odražavaju stanje i mogućnosti u razvoju navedenih naučnih disciplina odgovarajućeg vremena. Interesantno je da pored zaista vrijednih dostignuća niti jedan od istraživača, izuzev M. Maleza (1965) nije poklonio dovoljnu pažnju sedimentološkim analizama naslaga pleistocenske starosti, čije ponavljanje, kako navodi J. Roglić (1963), ima nesumnjivo, presudnu važnost u sagledavanju osobina geomorfološkog razvoja prigorja Medvednice. Upravo stoga, ovaj rad ima za zadatak da na primjeru profila pleistocenskih sedimenata Grmoščice pokuša u okviru mogućnosti koje su, stajale na raspolaganju pridonijeti rješavanju veoma interesantne i kompleksne geomorfološke i kvartargeološke problematike prigorja Medvednice.

<sup>1</sup> J. Roglić je na to ukazao već i u svojem jednom ranijem radu: »Problemi neogenog abrazijskog reljefa«, Kongres na geografite od FNRJ 2, Skopje, 1952, a isto tako i P. S. Jovanović: »Osvrti na Cvijićevo shvatanje o abrazijskom karakteru reljefa po obodu Panonskog bazena«, Zbornik radova Geografskog instituta SAN, knj. 1, Beograd 1951.

## Uvod

U ovom radu na osnovi terenskih istraživanja i laboratorijskih analiza dat je prikaz litostratigrafskih osobina 28,5 m debelog sklopa naslaga pleistocenske starosti koje su otkrivene troetažnim otkopom ciglana »Zagreb« na gliništu Grmoščica.

Kako je otkop gliništa najkompletniji i najpristupačniji otvoreni profil pleistocenskih sedimenata prigorja Medvednice, to je izabran, da bi se utvrđivanjem osobina i geneze sedimenata koji sudjeluju u njegovu sastavu, dobio uvid u osobine prirodnogeografske osnove i dominantne morfološke procese vremena kada je došlo do akumulacije primarnog materijala. Time bi se ostvario i cilj istraživanja da se odrede osobine morfogeneze prigorja tokom pleistocena. Zbog nedostatka odgovarajuće bušotine koja bi omogućila pristup i do dubljih partija naslaga pleistocenske starosti koje otkopom još nisu otkrivene, i nedovršenih mineraloških analiza u ovom radu nije bilo moguće dati zaista točan odgovor na sva navedena pitanja, pa ga stoga shvatiti kao prethodno saopćenje nekih rezultata jednog opsežnijeg rada.

Analiza uzoraka sedimenata koji sudjeluju u sastavu profila izvršene su u Centralnom laboratoriju poduzeća »INA — Naftaplin«, kojemu se ovom prilikom zahvaljujemo na susretljivosti. Posebnu zahvalnost dugujemo i ing. Boženi Jović-Ercceg iz Instituta za geološka istraživanja za izvršene palinološke analize. Za pomoć pri sakupljanju fotodokumentacije, uzoraka i odgovarajućim mjerenjima na terenu zahvaljujemo i studentima Geografskog zavoda PMF-a: Darku Vasiću, Zdravku Šojatu i Tomislavu Pihacu, studentima sedmog semestra školske godine 1976/1977. i Ištvanu Blazeku, Antunu Šaleru i Stjepanu Štercu, studentima petog semestra školske godine 1976/1977, te tehničaru Geografskog zavoda Dragi Pavličeviću. Također se zahvaljujemo i pokretu »Nauku mladima« SR Hrvatske u okviru kojeg se odvijao dio aktivnosti vezan za istraživanja<sup>2</sup> i dipl. ing. Krešimiru Kurečiću koji je izradio grafičke priloge.

## Geomorfološki i geološki položaj

Prigorje Medvednice u svojoj osnovi građeno je od tercijarnih sedimenata marinskog i limničkog porijekla. To su uglavnom donjo i gornjopontski lapori, gline, pijesci i pješčenjaci, zatim pješčenjaci, vapnenci i lapori sarmatske starosti, te konglomerati, pješčenjaci, lapori i vapnenci (litavac) tortonske starosti. Neogene naslage prigorja periklinalno naliježu na starije stratigrafske članove koji sudjeluju u građi Medvednice (gornja kreda, srednji i gornji trijas, stariji i mlađi paleozoik), koja u tektonskom smislu predstavlja horst a u geomorfološkom više puta remobilizirani i ekshumirani gromadni gorski masiv.<sup>3</sup> Tercijarni sedimenti na većem dijelu prostora prigorja pokriveni su mladim sedimentima pleistocenske (eolskog, deluvijalnog, gelisoliflukcijskog, proluvijalnog, fluvijalno-proluvijalnog, koluvijalnog i fluvijalnog porijekla) i holocenske (koluvijalnog, deluvijalnog, soliflukcijskog, proluvijalnog, fluvijalno-proluvijalnog i fluvijalnog porijekla) starosti. Debljina pleistocenskih sedimenata raste idući od masiva Medvednice prema nizini Save, s tim da su na najvišim dijelovima erodirani i denudirani.

<sup>2</sup> Geomorfološka sekcija pokreta »Nauka mladima« SR Hrvatska.

<sup>3</sup> Takovo izdvajanje prvi puta je provedeno od strane A. Bognara jednog od suradnika Dr. M. Pécsija pri izradi »Geomorfološke karte Karpatsko-Balkanskih zemalja 1:1.000.000«. Geografski institut Mađarske akademije nauka, Budapešt 1975.

Naslage pleistocenske starosti diskordantno naliježu na terciarnu podlogu (dono i gornjo pontske lapore) koja je prema tome destruktivnim procesima tokom g. pliocena arealno zasječena i više ili manje zaravnjena. Sve je to uz činjenicu da su i u okviru otkrivenih profila naslaga pleistocenske starosti regionalno gledajući uočeni tragovi planacijske aktivnosti destruktivskih i akumulacijskih morfoloških procesa (derazija<sup>3</sup> i povremeni bujičasti tokovi), osnova da se prigorje Medvednice svrsta u kategoriju pedimenata na mekim stijenama ili tzv. glacise



Sl. 1. Orjentaciona skica

Fig. 1. Location map

koji su se razvijali tokom pleistocena. U svojem današnjem obliku prigorje ima karakter jako diseciranog glacisa<sup>4</sup> s izmjenom grebena i dolina izduženih pravcem SZ — JI. U morfografskom smislu to je tip rebrastog reljefa. Zaravnjeni dijelovi grebena predstavljaju ostatke nekada cjelovitog glacisa, a ukoliko su

<sup>3</sup> Derazija (lat. deradere — grebati), ukupnost djelovanja periglacialnih procesa (krioturbaracija, gelisoliflukcija, spiranje, kriofrakcija) tokom glacijala i procesa kličanja, urušavanja, spiranja i mehaničke rastrošbe uz gravitacijsko kretanje rastrošenog materijala u interglacijalnim, interstadijalnim i holocenskim klimatskim prilikama na modeliranje padina i dolina odgovarajuće geneze.

<sup>4</sup> Glacis (franc. glacis — blaga kosina, nagib), pediment oblikovan na mekšim stijenama. Razvoj mu je vezan za djelovanje destruktivskih procesa arealnog karaktera (spiranje, soliflukcija, bujice, mehanička rastrošba) u aridnim semaridnim klimatskim prilikama g. pliocena, a također i za hladnijih faza pleistocena. Glacis je de facto jedan od brojnih facijelnih oblika pedimenta.

derazijskim<sup>5</sup> i derazijsko — erozijskim<sup>6</sup> dolinama jako disecirani tada trag nivoa glacisa nalazimo na najvišim dijelovima derazijskih glavica.<sup>7</sup> Vrijedi to naravno pod pretpostavkom da površinske naslage svojim litostratigrafskim osobinama ukazuju na trag planacijske aktivnosti. Primjer toga je otkop gliništa ciglana »Zagreb« usječen u najviši dio derazijske glavice Grmoščice, koja je krajnji JI dio jednog od pravcem SZ — JI izduženih grebena Vrapčanskog sektora (J. Roglič, 1963.) prigorja Medvednice. Uz asimetriju grebena u smislu naglašene strmosti njegove JZ padine (više od 21°30') i relativno blagog pada SI padine (7°30' do 11°30'), na kojem je i samo glinište, važno je naglasiti da je Grmoščica najviše izdignuti (240 m nadmorske visine) dio rubnog dijela prigorja, koje ovdje veoma izrazitim strmcem (115 m relativne visine) kontaktira s nizinom rijeke Save. Strmost JI padine Grmoščice (više od 21°30') rezultat je kombiniranog utjecaja tektonike, derazije i meandarske aktivnosti rijeke Save u razdoblju koje je prethodilo današnjoj morfološkoj situaciji. Na meandarsku djelatnost Save upućuje i lučni izrez kontakta prigorja s nizinom Save na potezu između Grmoščice i Kostanjeka.

Asimetričnost grebena, istaknuti položaj Grmoščice, radialni razvoj derazijskih i derazijsko-erozijskih dolina i činjenica da je Grmoščica izdignuta na križištu tzv. Vrapčanskog rasjeda pravca pružanja SZ — JI i rasjeda pravca I — Z, koji prati kontaktnu zonu prigorja s nizinom Save, upućuje na značenje tektonike u njenom geomorfološkom razvoju. Posebnu važnost ima pri tome neotektonika, na čije prisustvo kao značajnog činioca u razvoju grebena i same Grmoščice ukazuje litostratigrafski profil njezinog najvišeg dijela, u kojem pored sedimenata deluvijalnog i eolskog porijekla sudjeluju i fluvijalne, proluvijalne i fluvijalno — proluvijalne naslage pleistocenske starosti, koje su danas oko 80—100 m više od nizine Save i naplavnih ravni potoka Vrapče i Kustošija.

#### Opis slojeva litostaligrafskog profila pleistocenskih sedimenata Grmoščice

Sloj br. dubina (m)

- |    |             |   |
|----|-------------|---|
| 1. | 0,00 — 0,50 | Podzolasto — pseudoglejno obronačno umjereno izraženo tlo.  |
| 2. | 0,50 — 3,00 | Zučkastosiv (5 Y 7/2) šljunkovito-pjeskoviti silt. Beskarbonatan neslojevit i izrazito nesortirani sediment proluvijalnog porijekla. Među šljuncima dominira kvarcit i kvarcni pješčenjak, zatim slijede zeleni škriljci, uškrljeni kvarcni pješčenjaci i kristalinični vapnenci. Šljunci su angularni do subangularni veličine nekoliko milimetara pa do više od 50 cm. Veoma oštro izraženom erozijsko-denudacijskom diskordancom sloj je odijeljen od podine.              |
| 3. | 3,00 — 6,00 | Deluvijalni, lesu sličan sediment (pjeskoviti grubi silt) tamnožuto-narančaste (10 YR 6/6) do blijedožučkasto-narančaste (10 YR 8/6) boje. Sediment je fino uslojen (laminarno) Slojevi su debeli od nekoliko mm pa do 1—2 cm, dobre u gornjem do srednje i loše sortirano u donjem dijelu sloja. Sediment je beskarbonatan s pojavama pjega i kongrecija Fe i Mn humata, koji su prema svemu sudeći krioturbacijski ispremiješani. Kontakt sloja s podinom je dosta nejasan. |

<sup>5</sup> Derazijske doline, izdužena udubljenja ovalnog ili koritastog oblika nastala derazijskim procesima (vidi napomenu 1.). Osnovna osobina im je da su bez korita tj. stalnog toka.

<sup>6</sup> Derazijsko-erozijske doline su prijelazni morfološki oblici između dolina modeliranih linearnom erozijom i čisto derazijskih dolina.

<sup>7</sup> Derazijske glavice, spiranjem i soliflukcijskim procesima formirana zaobljena uzvišenja grebena u čijem sastavu dominiraju »mekši« sedimenti.

4. 6,00 — 7,00 Sljunktovito-siltni pijesak deluvijalno-proluvijalnog porijekla. U profilu se izmjenjuju slojevi pjeskovitog grubog silta, siltnog pijeska i šljunka. Šljunci su pretežno kvarciti i kvarcni pješčenjaci, angularni do subangularni promjera do 1 cm. Sediment je blijedožuto-narančaste (10 YR 8/6) boje. Beskarbonatan je. Sortiranost sedimenta je ekstremno loša, posebno u proslojku šljunka između 6,60 i 6,80 m.
5. 7,00 — 8,00 Lesu sličan sediment (glinoviti silt) tamnožuto-narančaste (10 YR 6/6) boje, dobro sortiran. Sediment je beskarbonatan i neuslojen.
6. 8,00 — 10,00 Recentni koluvijum heterogenog sastava (silt, pijesak, šljunak). Koluvijalni materijal sprječava dostup do dijela profila između 8,00 i 10,00 m.
7. 10,00 — 11,00 Pjeskoviti lesu sličan sediment (pjeskoviti grubi silt) deluvijalnog porijekla, žučkastosive (5 Y 7/2) boje. Sediment je beskarbonatan i uslojen. Sortiranost mu je veoma slaba. Unutar sloja uočen je proslojak angularnog do subangularnog šljunka proluvijalnog porijekla. U sastavu šljunka dominira kvarcit, kvarcni pješčenjak i zeleni škriľjac. Šljunci su veličine 2—10 cm.
8. 11,00 — 12,00 Recentni koluvijum heterogenog sastava (silt, pijesak, šljunak). Onemogućuje uvid u sedimentološke osobine profila od 11,00—12,00 m.
9. 12,00 — 14,00 Veoma heterogen sklop naslaga interstadijalnog porijekla. Idući od 12,00 m mogu se izdvojiti slijedeći slojevi: 5 cm bijele gline vjerojatno organskog porijekla, 10—20 cm debeo sloj konkrecija Fe i Mn humata i prevlaka manganskih spojeva smeđe-crne boje (5 YR 2/1), 1—1,5 m debeo sloj sljunktovito-siltnog pijeska (vidi analizu uzorka B/Bz-2) svjetlosmeđe do smeđe boje (5 YR 5/6 — 5 YR 4/4) fluvijalno-proluvijalnog porijekla, 20 cm debeli sloj glinovitog lesu sličnog materijala tamnožute boje (5 Y 6/4), 10—20 cm konkrecija Fe Mn humata i prevlaka manganskih spojeva smeđe-crne boje (5 YR 2/1) i 10—20 cm debeo sloj siltnog pijeska. Svi navedeni sedimenti su beskarbonatni (oko 0,14%  $\text{CaCO}_3$ ). Unutar sloja šljunkovito-siltnog pijeska uočeni su tragovi erodiranih i zatrpanih manjih korita širine do 5 m, a dubine do 1,5 m. Šljunčani proslojci 2—3 m sastavljeni su pretežno od kvarcnog pješčenjaka i kvarcita.
10. 14,00 — 17,80 Tamnožuti (5 Y 6/4) relativno dobro sortirani pjeskovito-glinoviti lesu sličan sediment eolskog porijekla (pjeskovito-glinoviti silt) s čestim pseudoglejnim mrljama svijetlozelene boje (10 Y 6/2). Sediment je beskarbonatan. Mjestimično je uočena valovita uslojenost, što upućuje na krioturbaciju.
11. 17,80 — 18,00 Horizont konkrecija Fe Mn humata i prevlaka manganskih spojeva smeđe-crne boje (5 YR 2/1) impregniran u pjeskovito-glinovitom siltu.
12. 18,00 — 19,50 Pjeskoviti siltni šljunak veoma loše sortiranosti. Šljunak je proluvijalnog porijekla. U kontaktnom dijelu sljunktovitog sloja i horizonta konkrecija Fe Mn humata šljunak je izluživanjem i pretaloživanjem humata cementiran.
13. 19,00 — 20,50 Pjeskoviti lesu sličan sediment tamnožutonarančaste (10 Y R 6/6) boje, s pojavom pseudoglejnih mrlja svijetlozelene (10 Y 6/2) boje. Sediment je veoma loše sortiran i ulazi u kategoriju padinskih taložina.
14. 20,50 — 21,00 Horizont konkrecija i Fe Mn humata i prevlaka manganskih spojeva smeđe-crne (5 YR 2/1) do smeđe (5 YR 4/4) boje.
15. 21,00 — 21,50 Pjeskoviti lesu sličan sediment crvenkaste boje. Sediment je izuzetno bogat s  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ali je beskarbonatan. Odgovara interglacijalnom tlu.

16. 21,50 — 24,50 Crvenkasto-smeđi pjeskovito-glinoviti i pjeskoviti lesu sličan sediment deluvijalnog porijekla, srednje do loše sortiranosti, gotovo beskarbonatan.
17. 24,50 — 24,55 Žučkastosivi (5 Y 7/2) veoma loše sortirani šljunčani proslojak proluvijalnog porijekla. U sastavu angularnih do subangularnih šljunaka promjera 1—3 cm, prevladava kvarcit.
18. 24,55 — 27,55 Tamnožuto-narančasti (10 YR 6/6) loše sortirani lesu sličan sediment eolskog porijekla taložen u močvarnoj sredini ili u okviru naplavne ravni. To je tzv. »infuzivni les«. Na to ukazuje pojava limonitnih mrlja koje su po svojem sastavu vezane za utjecaj organskih materija i redukcijske procese. Sediment je karbonatan (7,13—7,82%  $\text{CaCO}_3$ ).  $\text{CaCO}_3$  se pojavljuje u bankovima (15—20 cm), što ukazuje na veoma veliki utjecaj podzemne vode.
19. 25,55 — 28,55 Tamnožuti do narančasti (10 YR 6/6) dobro sortirani finozrni uslojeni pijesak fluvijalnog ili limničkog porijekla.

### Sedimentološka analiza

U **granulometrijskom pogledu** sedimenti koji sudjeluju u sastavu profila otkopa Grmošćice pokazuju izuzetno heterogeni sastav.<sup>8</sup> To su isključivo fini i grubi klastici. Prema njihovom mehaničkom sastavu može se izdvojiti šest tipova sedimentata, i to: šljunkovito-pjeskoviti silt, pjeskoviti silt, glinoviti silt, siltni pijesak, pijesak i šljunak. Prema dominirajućim tipovima cjelokupni profil otkopa može se podijeliti na pet dijelova, i to: 0,00—12,00 m; 12,00—14,00 m; 14,00—18,00 m; 18,00—21,50 m; 21,50—28,55 m.

Do 12,00 m dubine prevladavaju sedimenti grubljeg mehaničkog sastava, veoma loše sortiranosti s jasno diferenciranim ritmovima sklopa grubljih i finijih taložina. U pravilu svaki ritam započinje serijom šljunčanih ili grubo pjeskovitih slojeva, da bi završio sedimentima koje karakterizira finiji mehanički sastav (pjeskoviti silt, glinoviti silt — vidi tabelu 1). Izraženo je to i u kretanju vrijednosti medijana i pomaku primarnog maksimuma od finijih prema grubljim frakcijama. Ekstremno loša sortiranost zrna pokazatelj je veoma heterogenog granulometrijskog sastava pojedinih slojeva (šljunkovito-pjeskoviti silt). U prilog tome govori smanjen stupanj primarnih maksimuma i pojave jednog pa i dva sporedna maksimuma (vidi diferencijalne krivulje na slici 3). Između 12-tog i 14-tog metra razvijen je jedan izuzetan heterogeni slijed fino do gruboklastičnih sedimentata, i to glina, silt, pijesak i šljunak. Šljunkovito-pjeskoviti sloj s izrazitom pojavom kose slojevitosti i tragovima erodiranih korita predstavlja veoma slikovito izraženu erodijsko-denudacijsku diskordancu. Glinoviti i siltni slojevi u krovini i podini šljunkovito-pjeskovitog sloja protkani su kongregacijama i mazotinama, Fe Mn humata i predstavljaju zapravo dvostruki reliktni pedološki horizont.

Profil otkopa između 14 i 18 m karakteriziran je najfinijim mehaničkim sastavom. Primarni maksimum najčešće je u tzv. »lesnoj« frakciji (0,02—0,05

<sup>8</sup> Granulometrijska analiza uzoraka profila izvršena je aerometarskom metodom.

mm), a i inače dominirajuće siltne čestice dosižu najviše postotne vrijednosti 57—70<sup>o</sup>/<sub>o</sub>). Prevladava uglavnom simetrično ili veoma slabo izražena negativna asimetrija raspodjele čestica. Izostanak sporednih maksimuma, odnosno njihova veoma slaba izrazitost ukoliko se i pojave, ukazuju na činjenicu da je sedimentaciju primarnog materijala izvršila jedna sila. Sortiranost zrna je uglavnom dobra, a tamo gdje je smanjena, očito da se radi o poremećajima u okviru same sredine sedimentacije. Na to uostalom upućuje istovremeno smanjeni stupanj primarnog maksimuma (npr. sloj B/B<sub>4</sub> od 15,00 do 16,00 m i sloj B/B<sub>5-6</sub> od 17,00 do 18,00 m) kao i činjenica da se upravo tu javljaju i već spomenuti sporedni maksimumi.

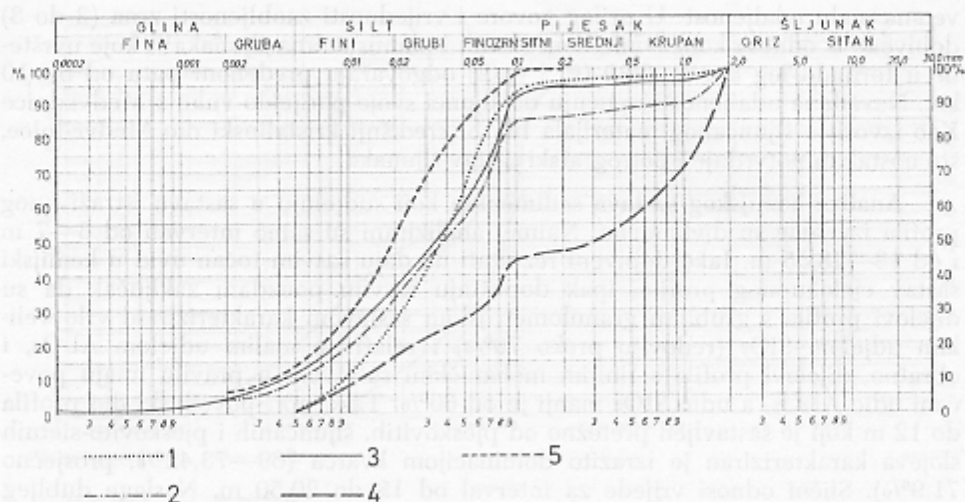
Dio profila otkopa između dva pothorizonta konkretno FeMn humata od 18,00 do 21,50 m predstavljen je slično u gornjem dijelu profila sedimentima veoma heterogenog mehaničkog sastava. To su pjeskovito-siltne šljunak i pjeskoviti lesu sličan sediment. U oba slučaja radi se o izrazito loše sortiranom materijalu s pojavom sporednih maksimuma. Mehanički sastav ukazuje s jedne strane na izuzetno snažne izmjene sedimentacijskih uvjeta, a s druge i na značajne poremećaje u samoj sredini sedimentacije.

Sedimenti donjeg dijela profila od 21,50 do 28,55 m ponovo pokazuju finiji mehanički sastav. Izuzetak u tome čini proslojak angularnog do subangularnog šljunka od 24,50 do 24,55 m dubine, te sloj pijeska na dnu profila (27,55—28,55 m). Prevladavajući unimodalni karakter sedimenata upućuje na relativno mirniju sedimentacijsku sredinu. Pojava sporednih maksimuma vezana za sloj neposredno ispod reliktnog pedološkog horizonta od 21,50 do 22,50 m, izraz je poremećaja pod utjecajem pelegogenetskih procesa, čime je došlo i do smanjenja sortiranosti zrna.

**Petrografski sastav šljunka.** Polarizacijskim mikroskopom izvršena je petrografska determinacija šljunka iz površinskog sloja od 0,00 do 3,00 m i šljunka iz pjeskovito-šljunkovitog sloja između 18,00 i 19,50 m. Radi usporedbe determinirani su i šljunci iz površinskog (0,00—2,00 m) šljunkovito-pjeskovitog silt-nog sloja s Vrhovca.<sup>9</sup> Utvrđeno je da su šljunci po svom sastavu sitnozrni do grupnozrni kvarciti visoke mineraloške zrelosti (s nešto manje tinjaca), slabo sortirani kvarciti visoke mineraloške zrelosti (s fragmentima čerta i tinjaca), sitnozrni kvarcni pješčenjaci slabe mineraloške zrelosti (s čertom, tinjcem, tinjčevim škrljcem, feldspatom i pelitom), glinoviti sitnozrni kvarcni pješčenjak, uškrljeni kvarcni pješčenjak vrlo slabe sortiranosti (s čertom, kvarcitom, tinjcem i feldspatom) i zeleni škrljci. Navedeni sastav ukazuje na zajedničko porijeklo šljunaka s Medvednice, i to s obzirom na prisustvo zelenih škrljevaca iz njezinog središnjeg dijela. U prilog tome govore i **analize stupnja zaobljenosti šljunka** M. Pécsijem i Pécsiné-Donáthovom (1959) usavršenom metodom Szadetzky Kardosa.<sup>10</sup> Većina kvartarnih šljunaka uzetih u postupak angularnog i subangularnog je oblika. Na temelju analize nekoliko stotina (200) zrna utvrđeno je da im vrijednost i zaobljenost odgovara prvom stupnju skale zaobljenosti zrna Szadetzky Kardosa, konkavni dijelovi apsolutno prevladavaju (preko 50<sup>o</sup>/<sub>o</sub>), a konveksni dijelovi i planus strane su djelomično prisutne. Sve to upućuje na zaključak, da su šljunci pretežno nezaobljeni da su do mjesta akumulacije prešli

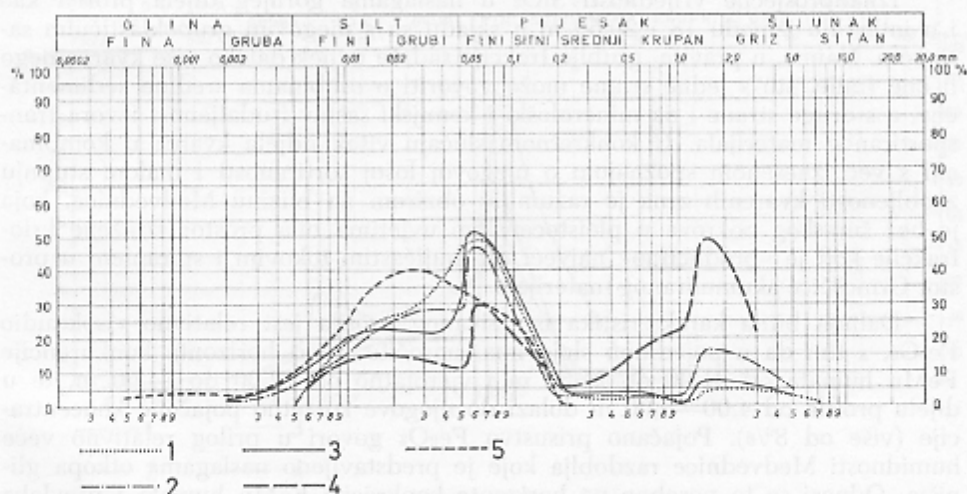
<sup>9</sup> Dvorište Furde Josipe, Vrhovec 233.

<sup>10</sup> Preuzeto iz Vendel Miklós, 1959, Aközetmeghátározás módszertana, Akadémiai Kiadó, Budapest, str. 36—541.



Sl. 2. Kumulativne krivulje granulometrijskog sastava uzoraka sedimenta pleistocenske starosti profila otkopa Grmošćice: 1. 3,01—4,00 m; 2. 4,01—5,00 m; 3. 5,01—6,00 m; 4. 6,01—7,00 m; 5. 14,01—15,00 m.

Fig. 2. Size composition of Pleistocene sediment represented by cumulative curves. The curves are based on the analyses of Table 1.: 1. 3,01—4,00 m; 2. 4,01—5,00 m; 3. 5,01—6,00 m; 4. 6,01—7,00 m; and 5. 14,01—15,00 m.



Sl. 3. Diferencijalne krivulje granulometrijskog sastava uzoraka sedimenta pleistocenske starosti profila otkopa Grmošćice: 1. 3,01—4,00 m; 2. 4,01—5,00 m; 3. 5,01—6,00 m; 4. 6,01—7,00 m; 5. 14,01—15,00 m.

Fig. 3. Size distribution in Pleistocene sediments represented by differential curves. The curves are based on the analyses of Table 1.: 1. 3,01—4,00 m; 2. 4,01—5,00 m; 3. 5,01—6,00 m; 4. 6,01—7,00 m; and 5. 14,01—15,00 m.



veoma malu udaljenost. U prilog govore i vrijednosti zaobljenosti zrna (2 do 3) dobivene iz odnosa konkavnih, konveksnih i planus strana šljunaka<sup>11</sup>, koje uvrštene u formulu  $\log km = 0,39 (v + p/2)$  odgovaraju predenom putu od 5—10 km. Navedene udaljenosti upućuju da šljunci svoje porijeklo vuku s Medvednice. Kao izvoriste šljunčanog materijala bio bi središnji kristalinski dio Medvednice, što uostalom potvrđuje i petrografski sastav šljunaka.

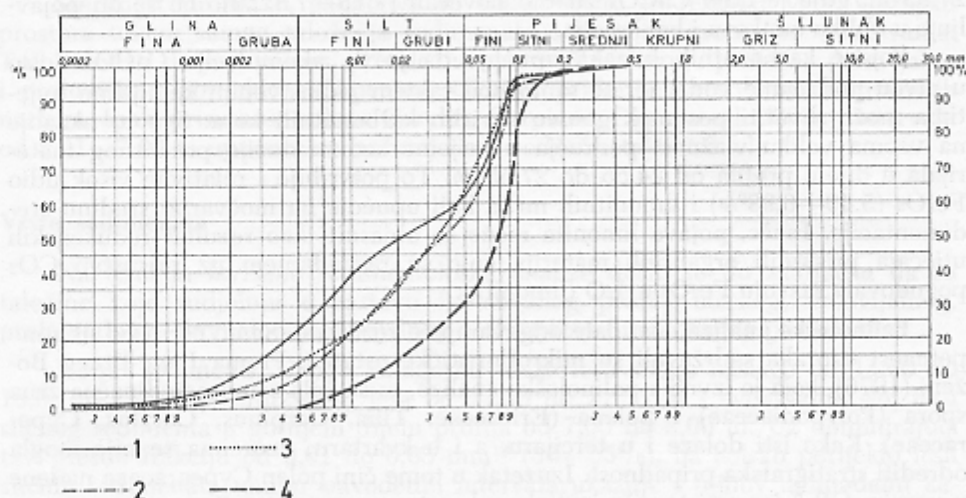
**Analize kemijskog sastava sedimenata** koji sudjeluju u sastavu istraživanog profila izvršene su djelomično. Naime, analizirani su samo intervali od 3—7 m i od 18—28,55 m. Iako dobiveni rezultati ne daju sasvim točan uvid u kemijski sastav cjelokupnog profila, ipak dopuštaju sasvim pouzdani zaključak da su dijelovi profila s grubljim granulometrijskim sastavom karakterizirani vrlo velikim udjelom SiO<sub>2</sub> (redovito preko 70%) i relativno malim udjelom Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, i obratno, dijelovi profila s finijim mehaničkim sastavom u pravilu imaju povećani udio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, a udio SiO<sub>2</sub> manji je od 60%. Tako npr. površinski dio profila do 12 m koji je sastavljen pretežno od pjeskovitih, šljunčanih i pjeskovito-sietnih slojeva karakteriziran je izrazito dominacijom kvarca (69—73,42%, prosječno 71,9%). Slični odnosi vrijede za interval od 18 do 20,50 m. Naslage dubljeg dijela profila ispod pothorizonta FeMn humata na 20,50 do 21,00 u kojima prevladavaju sedimenti finijeg mehaničkog sastava, uz smanjeno prisustvo SiO<sub>2</sub> (52,14—69,32% prosjek 62,36%) pokazuju znatno veće prisustvo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u njihovu sastavu (14,00—23,29%).

Iznesene pravilnosti dopuštaju mogućnost generalizacije, pa se može s relativnom sigurnošću tvrditi da je interval finoklastičnih naslaga (pjeskovito-glinoviti silt) od 14,00 do 18,00 m, označen slično kao i naslage dubljeg dijela profila, smanjenim udjelom SiO<sub>2</sub>, a povećanim udjelom Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Iznadprosječne vrijednosti SiO<sub>2</sub> u naslagama gornjeg dijela profila kao i u intervalu između 18 i 20,50 m u skladu su s njegovim gruboklastičnim sastavom. Naime, u pravilu, grublje frakcije sadrže uvijek daleko više kvarca nego li one finije, što s jedne strane može govoriti o osobinama sredine sedimentacije, a s druge strane i na mineraloški i kemijski sastav i udaljenost izvora transportiranog materijala. U konkretnom slučaju višak udjela kvarca u kombinaciji s već iznesenom spoznajom o njegovoj lošoj sortiranosti i malom stupnju zaobljenosti kvarcnih zrna je razumljiv obzirom na blizinu Medvednice, koja je bez šumskog pokrova u pleistocenskim uvjetima bila prostor izražene kiofrakcije koji je »producirao« najveći dio bujičastim tokovima i spiranjem u prostor Grmošćice akumuliranog materijala.

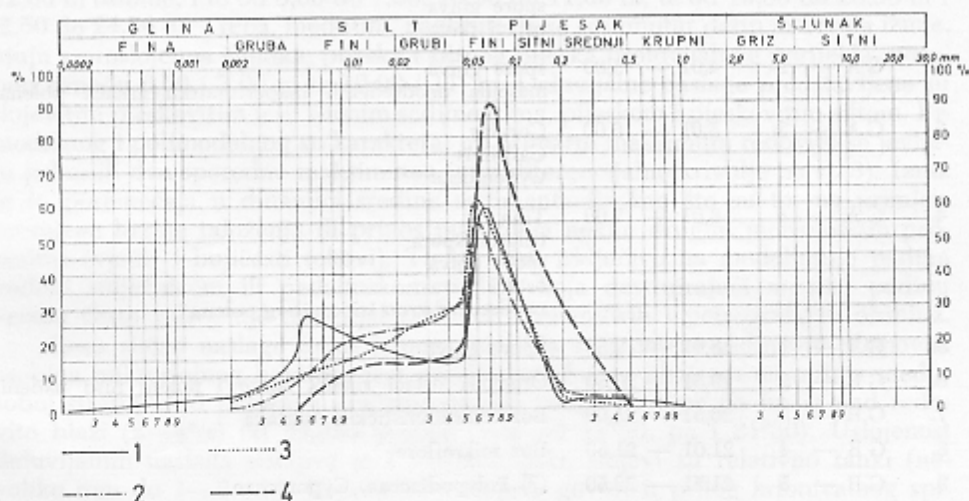
Daljnja bitna karakteristika istraživanog profila jest relativno visok udio Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, s tim da u pojedinim slojevima, naročito ispod horizonta konkurencije FeMn humata od 21,00 do 21,50 m i vjerojatno od 12,00 do 14,00 m, te u dijelu profila od 4,00—5,00 m dolazi do njegove izuzetno pojačane koncentracije (više od 8%). Pojačano prisustvo Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> govori u prilog relativno veće humidnosti Medvednice razdoblja koje je predstavljeno naslagama otkopa gliništa. Odnosi se to posebno na horizonte konkrecija FeMn humata i prevlaka manganskih slojeva, nastale tokom izuzetno vlažnih razdoblja interstadijala i interglacijala. Većom vlažnošću područja može se objasniti i beskarbonatnost većeg dijela istraživanog profila. Količina CaCO<sub>3</sub> kreće se u prosjeku od 0,14 do 0,55%. Izuzetak u tome čini krajnji donji dio profila otkopa od 24,55 do

<sup>11</sup> Misli se na formulu:  $c = v + p/2$ .



Sl. 4. Kumulativne krivulje granulometrijskog sastava uzoraka sedimenta pleistocenske starosti profila otkopa Grmoščice: 1. 21,51—22,50 m; 2. 23,51—24,50 m; 3. 25,56—26,55 m; 4. 27,56—28,55 m.

Fig. 4. Size composition of Pleistocene sediments represented by cumulative curves. The curves are based on the analyses of Table 1.: 1. 21,51—22,50 m; 2. 23,51—24,50 m; 3. 25,56—26,55 m; and 4. 27,56—28,55 m.



Sl. 5. Diferencijalne krivulje granulometrijskog sastava uzoraka sedimenta pleistocenske starosti profila otkopa Grmoščice: 1. 21,51—22,50 m; 2. 23,51—24,50 m; 3. 25,56—26,55 m; 4. 27,56—28,55 m.

Fig. 5. Size distribution in Pleistocene sediments represented by differential curves. The curves are based on the analyses of Table 1.: 1. 21,51—22,50 m; 2. 23,51—24,50 m; 3. 25,56—26,55 m; and 4. 27,56—28,55 m.

27,55 m, gdje je udio  $\text{CaCO}_3$  znatno povećan (7,13—7,82%). Tu se on pojavljuje u obliku bankova i konkreција.

Pojave karbonatnih banaka upućuje da je do akumulacije  $\text{CaCO}_3$  došlo u nivou podzemne vode, jer se samo pod takvim jedinstvenim kemijskim uvjetima može shvatiti postanak gotovo suvislih karbonatnih kora. Sve to ukazuje na veoma veliku vlažnost područja u vrijeme sedimentacije primarnog materijala u dijelu profila od 24,55 do 27,55 m. To potvrđuje i relativno visok udio  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (5,49—6,98%) i limonitnih mrlja koji upućuje na močvarnu sredinu sedimentacije. Inače, pojava limonita može se objasniti kao rezultat redukcijskih utjecaja prisutnih organskih materija koje su raspadanjem uz prisustvo  $\text{CO}_2$  pogodovale razvoju  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (limonita).

**Palinološke analize** nisu dale odgovarajuće rezultate. Samo četiri od ukupno petnaest uzoraka sadržavali su mikroflorističke ostatke. Prema Jović-Erceg Boženi (1976), koja je izvršila palinološke analize, to su bila samo pojedinačna zrna spora (Polypodiaceae) i polena (Ericaceae, Tilia, Carpinus, Corylus, Cyperaceae). Kako isti dolaze i u tercijaru, a i u kvartaru, uzorcima se nije mogla odrediti stratigrafska pripadnost. Izuzetak u tome čini polen Cyperaceae nađene u uzorku GB-5 jer se iste više javljaju u kvartaru nego u tercijaru.

Tabela 1. Palinološke analize uzoraka litostratigrafskog profila Grmošćice (B. Jović-Erceg 1976).

Redni broj	UZORAK	Dubina vađenja u metrima	
1.	CA 1—2	3,01 — 4,00	Ericaceae spore gljiva ostaci tkiva
2.	CA — 2	4,01 — 5,00	spore gljiva mascula neodređenih inaperaturatnih zrnaca polena
3.	CA — 3	5,01 — 6,00	Corylus Carpinus Cyperaceae (?)
4.	CA — 4	6,01 — 7,00	Tilia triletna spora spore gljiva ostaci tkiva neodredivo zrno triporatnog polena
5.	GB — 1	18,01 — 19,50	Spore gljiva
6.	GB — 2	19,51 — 20,50	Organski ostaci rijetki, spore i poleni nisu nađeni
7.	GB — 3	20,51 — 21,00	Bez mikroflorističkih ostataka
8.	GB — 4	21,01 — 21,50	Bez mikroflora
9.	GB — 5	21,51 — 22,50	(?) Polypodiaceae, Cyperaceae
10.	GB — 6	22,51 — 23,50	Inaperaturatno zrno (?) polena
11.	GB — 7	23,51 — 24,50	Bez mikroflora
12.	GB — 9	24,56 — 25,55	Bez organskih ostataka i bez sporomorfa
13.	GB — 10	25,56 — 26,55	Bez mikroflora
14.	GB — 11	26,56 — 27,55	Rijetki organski ostaci, spore i poleni nisu nađeni
15.	GB — 12	27,56 — 28,55	Bez organskih ostataka i bez mikroflora

Sterilnost profila u palinološkom smislu očito je rezultat veće vlažnosti prostora tokom samog taloženja sedimenata i kasnijim procesima izlužavanja. Treba dodati da su i procesi pretaloživanja, na što ukazuje pretežno deluvijalno i proluvijalno porijeklo sedimenata, također pridonijeli sterilnosti istraživanih naslaga. Ipak, prisutnost polena *Corylus*, *Carpinus*, *Cyperaceae* i *Tilia* u intervalu od 5,01—7,00 m upućuju na pošumjenost područja tokom dijela Va.

### Vrste sedimenata

Na temelju izvršene sedimentološke analize došlo se do zaključka da su taložine koje sudjeluju u sastavu istraživanog profila eolskog, deluvijalnog, proluvijalnog, fluvijalno-proluvijalnog i fluvijalno-(limničkog?) porijekla.

**Eolski sedimenti.** U ovu kategoriju ulaze lesu slične naslage od 14,00 do 18,00 m i naslage infuzivnog lesa od 24,55 do 27,55 m i eventualno sloj lesu sličnog sedimenta u gornjem dijelu profila od 7,00 do 8,00 m. Uz dominirajući tzv. »lesu« frakciju od 0,01 do 0,05 mm<sup>12</sup> (36—55<sup>0/0</sup>), na eolsko porijeklo lesu sličnih sedimenata unutar navedenih intervala ukazuje i njihov unimodalni karakter i mat-sjaj zrna. Pojava sekundarnih maksimuma vezana je samo na krio-turbirani sloj između 15,00 i 16,00 m. Loša sortiranost lesu sličnih sedimenata krajnjeg donjeg dijela profila od 24,50 do 27,55 m upućuje na zaključak da se prašinski materijal taložio u naplavnoj ravni. Na to, uostalom, ukazuje i pojava limonitnih mrlja te karbonatnih bankova. Radi se tu dakle o tzv. infuzivnom<sup>13</sup> lesu sličnom sedimentu.

**Sedimenti deluvijalnog porijekla** dominiraju u gornjem dijelu profila do 12,00 m dubine, i to od 3,00 do 7,00, 10,00 do 11,00 m, te od 19,50 do 20,50 m i 22,50 do 24,50 m. Treba, međutim, naglasiti da se isti unutar datih intervala izmjenjuju s proslojcima šljunka, pijeska i siltnog pijeska proluvijalnog porijekla, posebno između 6,00 i 7,00 m te 10,00 i 11, m. Deluvijalne naslage predstavljene su slojevitim pjeskovitim lesu sličnim sedimentima, pijeskom i pjeskovitim siltom. Bimodalnog i polimodalnog su karaktera: uz primarni maksimum redovito se javlja jedan ili dva sporedna maksimuma (vidi diferencijalne krivulje na sl. 3). Izraz je to poremećaja u dinamici sredine sedimentacije kao što su to, na primjer, promjene brzine taloženja ili prinos materijala nekim drugim morfološkim procesima (vjetar i bujičasti tokovi). Tu se misli isključivo na modeliranje padina vodom sniježnicom ili padalinskom vodom koja destruirajući arealno padinu veoma često zahvaća materijal različitih mehaničkih i petrografskih osobina.

Lesu slične naslage deluvijalnog porijekla su uslojeni sedimenti. Osnovna osobina mikroslojnoj habitusa jest paralelnost slojeva obzirom na njihov međusobni stratigrafski položaj i praćenje nagiba padine, s time da im je pad redovito blaži (2—4<sup>0/0</sup>) od nagiba padine (više od 11<sup>0/30</sup>, pa i 21<sup>0/30</sup>). Uslojenost deluvijalnih naslaga uočljiva je i makroskopski, slojevi su relativno tanki (nekoliko mm do 1—2 cm). Usporednost slojeva govori u prilog krionivalnog spiranja i akumulacije, što je i razumljivo obzirom na jaku pjeskovitost lesu sličnih naslaga, a što istovremeno isključuje mogućnost soliflukcije. Dakako, to ne

<sup>12</sup> Pod tzv. »lesnom« frakcijom najčešće se podrazumijevaju intervalni razmaci od 0,01 do 0,05, 0,02 do 0,05 i 0,02 do 0,06 mm, od kojih je prvo spomenuti najčešće korišten, pa smo ga u našoj determinaciji i mi usvojili.

<sup>13</sup> Prisustvo sitnopjeskovite frakcije od 0,05 do 0,1 mm u relativno većem postotku upućuje na donos materijala protočnom vodom, dakle, naplavnu ravan.

vrijedi za glinovite slojeve deluvijalnog i colskog porijekla u dubljim partijama profila. Materijal deluvijalnih naslaga je, iako mineraloških analiza ne posjedujemo, vrlo vjerojatno pretežno lokalnog porijekla sa samog prigorja ili eventualno Medvednice, no ne isključujemo niti mogućnost dvostrukog transporta — vjetrom i spiranjem.

**Proluvijalni sedimenti** karakteristični su uglavnom za gornji dio profila otkopa, iako ne izostaju u podređenoj mjeri niti u njegovim dubljim dijelovima. Najizraženiji su u samom pokrovnom plaštu cjelokupnog otkopa od 0,00 do 3,00 m. Proluvij je tu predstavljen jednom petrografski i granulometrijski izuzetno heterogenom masom šljunkovito-pjeskovitog siltnog materijala, što je uz ekstremno lošu sortiranost i pojavu i po više sporednih maksimuma<sup>14</sup> dokaz njegova taloženja bujičastim tokovima s izrazito turbulentnim kretanjima vode čime je došlo do miješanja petrografski i mehanički različitog materijala. Šljunci su s Medvednice na što ukazuju već prije prezentirani podaci analize petrografskog sastava i stupnja zaobljenosti zrna.

Sličnih mehaničkih i petrografskih osobina su i slojevi šljunkovito-siltnog pijeska između 6,00 u 7,00 m, pjeskovito-siltnog šljunka između 10,00 i 11,00 m, te 18,00 i 19,50 m i 24,50 i 24,55 metara i pjeskovito-glinovitog lesu sličnog sedimenta između 21,00 i 22,50 m.

**Fluvijalno-proluvijalne naslage** profila predstavljene su pijescima, siltnim pijescima i šljunkovitim pijescima. Razvijene su između 12,00 i 14,00 m. U prilog fluvijalnog porijekla sedimentata govori i pojava zatrpanih i erodiranih korita te kosa slojevitost. Istovremeno, međutim, ekstremno loše sortiranost (više od 4) i pojava dvaju sporednih maksimuma upućuje na torencijalni karakter režima povremenih tokova koji su akumulirani pješćane, šljunkovito-pješćane i siltno-pjeskovite slojeve tog dijela profila otkopa. Sve je to bilo razlogom da navedene sedimente u genetskom smislu izdvojimo pod nazivom fluvijalno-proluvijalnih naslaga.

**Sedimenti fluvijalnog (limničkog?) porijekla** utvrđeni su na samom dnu profila otkopa od 27,55 do 28,55 m. To su veoma dobro sortirani srednjozrni pijesci. Vrijednosti sortiranosti odgovaraju sedimentacijskoj sredini karakterističnoj za protočnu vodu jednog relativno minog toka ili eventualno obzirom na izrazitu unimodalnost sedimenta, na jezersku sredinu.

### **Paleogeografska rekonstrukcija litostratigrafskog profila i njegovo značenje u tumačenju geomorfološke evolucije prigorja Medvednice**

#### **a) Paleogeografska rekonstrukcija**

Za paleogeografsku rekonstrukciju i kronostratigrafsko uvrštavanje od izuzetnog značenja je da pored lesu sličnih naslaga i naslaga pijeska, šljunka i šljunkovito-pjeskovitog silta, u sastavu profila otkopa sudjeluju i četiri horizonta kongrecija FeMn humata<sup>15</sup> i jedan izrazito crveni reliktni pedološki horizont. Može se, međutim, pretpostaviti da su destruktivski procesi neke od reliktnih pedoloških horizonata erodirali-denudirali pa je njihovo eventualno posto-

<sup>14</sup> Granulometrijska analiza završena je samo za finoklasični dio sedimentata (pješćana, siltna i glinena frakcije). Na prisustvo šljunka ukazuje priložen fotosnimak (fot. 2.).

<sup>15</sup> Po našem sudu odgovaraju jednom od tipova pseudogleja.

janje danas teško ustanoviti. Na takvu mogućnost ukazuju utvrđene česte erozijsko-denudacijske diskordance, posebno u gornjem dijelu profila do 12,00 m i pojava po svemu sudeći, krioturbiranih konkrecija FeMn humata i prevlaka manganskih slojeva od 4,01—5,00 m. Sve to kao i sterilnost istraživanih naslaga u palinološkom pogledu otežava točnu paleogeografsku rekonstrukciju profila otkopa Grmošćice i kronostratigrafsko uvrštavanje naslaga u odgovarajuće vremenske intervale pleistocena. Doda li se tome da zbog kontaminacije (vodom temeljnicom!) pougljenjenog komada drveta nađenog na kontaktu pokrovnog šljunkovitog pjeskovito-siltnog sloja i lesu sličnog sedimenta deluvijalnog porijekla na dubini od tri metra nije uspjela niti C<sup>14</sup> analiza,<sup>16</sup> sasvim je razumljivo da se je rješavanju paleogeografske i kronostratigrafske problematike prišlo posrednim putem, i to korelacijom profila Grmošćice s sedimentološki istraženim profilima okolice i ostalog dijela Srednjodunavskog bazena. U tu svrhu korišten je od strane komisije za les INQUA-e 1972. službeno prihvaćen generalizirani profil lesa i lesu sličnih sedimenata gornjopleistocene starosti (Szebényi Lajosné, Pécsi Márton 1972.) Srednjodunavskog bazena (Karpat-ska zavala, panonski prostor) M. Pécsija (1972, 1965.), a od koristi su bili i generalizirani litostratigrafski profili pećinskih taložina Veternice M. Maleza (1965.) i lesa i lesu sličnih sedimenata Baranje A. Bognara (1975).

Na osnovu usporedbe litostratigrafskih osobina svih navedenih profila s relativno velikom sigurnošću se može tvrditi da reliktni pedološki kompleks profila Grmošćice na dubini od 20,50—21,50 m predstavljen izrazito crvenim slojem reliktnog tla i horizontom konkrecija FeMn humata i crnosmeđim prevlakama manganskih slojeva odgovara R—V interglacijalnom tzv. »Mende bazalnom pedološkom kompleksu« Pécsijevog generaliziranog profila i rudo crvenom glinastom tlu unutar profila lesa i lesu sličnih sedimenata Baranje te crvenkastom-smeđem ilovastom tlu (sloj j) Malezovog profila pećinskih sedimenata Veternice iste starosti. U prilog tome govori činjenica da podinu oba spomenuta pedološka kompleksa, a i rudo crvenog glinovitog tla Baranje čine naslage proluvijalnog porijekla, što istovremeno ukazuje na jednu jaku destruktivnu fazu arealnog karaktera u uvodnom dijelu r—v interglacijala na području čitavog Srednjodunavskog bazena. Daljnji dokaz da je pedološki kompleks Grmošćice (nadalje označen kao PK I) nastao tokom posljednjeg interglacijala je njegova boja i litostratigrafske osobine dijela profila koji se neposredno nastavlja u PK I. Naime, crvena boja donjeg člana PK I (pjeskoviti silt) izraz je toplijih klimatskih osobina područja karakteriziranih visokim ljetnim temperaturama. Da su tokom posljednjeg interglacijala temperature bile znatno više nego što su to danas i da su mogle stimulirati takve procese površinske kemijske rastrošbe koje su rezultirali crvenom bojom tla ukazuju relativno visok udio Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (više od 8%) donjeg dijela reliktnog PK I, a potvrđuju to i rezultati rada T. Šegote (1967) na rekonstrukciji hoda prosječnih godišnjih temperatura za Srednju Evropu, u kojem on smatra da je r—v interglacijal u nas bio oko 2°C topliji od današnjih prosječnih godišnjih temperatura. Završni dio interglacijala bio je nešto vlažniji i hladniji o čemu svjedoči razvoj horizonta konkrecija i prevlaka manganskih slojeva FeMn humata. Vlažnost područja prigorja Medvednice tokom prvog dijela virna pod utjecajem sve jačeg prodora Atlanskih zračnih masa se još i povećala, na što upućuje razvoj oko 1 m debelog sloja deluvijalnog pje-

<sup>16</sup> Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti instituta »Ruđer Bošković«. Analizirani uzorci Z — 527 i Z — 533. Analizu vršila Dr Adica Sljepčević.

skovitog lesu sličnog sedimenta i pojava pjega pseudooglejavanja. Pjeskovitost i uslojenost sedimenta govori u prilog akumulacije primarnog materijala spiranjem i to vjerojatno krionivalnim. Analogne prilike vladaju u središnjim dijelovima Srednjedunavskog bazena i Baranji. (M. Pécsi, 1965.; A. Bognar, 1975.) gdje se istovremeno obzirom na nešto veću sušnost talože deluvijalne naslage lesa i lesu sličnih sedimenta. Na oko jedan metar debelim naslagama deluvijalnog lesu sličnog sedimenta leže pjeskovito-siltno-šljunčane naslage proluvijalnog porijekla (1,5 m). Završni dio  $v_1$  karakteriziran je, dakle, kontinentskim tipom klime koji je pogodovao razvoju torenta. Slične prilike vladaju i u ostalim dijelovima Srednjedunavskog bazena. Slijedi jedan tipičan oko dvadesetak centimetara deo horizont konkrecija i FeMn humata i prevlaka manganskih spojeva, koji odgovara prvom jačem zatopljenju tokom virna ( $v_{1-2}$ ). Kao izraz kontinentalnije klime u ostalom dijelu Srednjedunavskog bazena razvila su se stepska tla (M. Pécsi 1965, A. Bognar 1975.).

Srednji virn na Grmošćici predstavljen je oko 4 m debelom beskarbonatnom lesu sličnim sedimentima eolskog porijekla, koji se po svojim strukturnim osobinama najviše približuje tipskom lesu. Sve to govori da je to razdoblje karakterizirano nešto sušnijom klimom nego što je to bilo  $v_1$ . Nedostatak  $CaCO_3$  i pojava pjega pseudooglejavanja ukazuju istovremeno da je prigorje Medvednice u odnosu na središnje dijelove Srednjedunavskog bazena ipak vlažnije područje pa niti u tom razdoblju nisu postojali odgovarajući klimatski uvjeti za razvoj tipskih naslaga lesa. Pojava blagih kriodeformacija (valovitost slojeva) govori u prilog činjenici da je srednji virn bio daleko hladniji od početnog dijela glacijala te se istraživani prostor može uvrstiti u periglacialna područja. U prilog tome govore i nađeni relikti ledeni klinovi (A. Bognar) na prigorju Žumberačke gore (Plješivičko prigorje). Pred kraj razdoblja vlažnost prostora se ponovo pojačava o čemu svjedoči činjenica da preko lesu slične naslage leži 20 cm deo siltnog pijeska fluvijalno-proluvijalnog porijekla. Činjenica da je dio naslaga srednjeg virna sasvim sigurno erodiran, što na neki način može objasniti izostanak Pécsijevog dvostrukog pedološkog kompleksa Basahare (BD), inače predstavljenog razvojem černozyoma. Interesantno je, međutim, da na trag zatopljenja tokom srednjeg virna nije naišao niti M. Malez (1965) u okviru pećinskih taložina Veternice, a niti A. Bognar (1975) unutar profila lesa i lesu sličnih naslaga Baranje. Sve to govori u prilog činjenici da su u južnom i jugozapadnom dijelu Srednjedunavskog bazena erozijski i derazijski procesi krajem srednjeg virna bili izuzetno jaki. Eventualno postojanje neke prethodne destruktivne faze tokom spomenutog razdoblja do danas nije bilo moguće otkriti.

Posljednji interstadijal virna ( $v_{2-3}$ ) bio je svakako najizrazitiji erozijsko-derazijska faza tokom virna, čemu u prilog govori oko 1—1,5 m deo siltovito-šljunkovitog pijeska fluvijalno-proluvijalnog porijekla i tragovi erodiranih i zatrpanih korita povremenih tokova širine do 5 m i dubine do 1,5 m. Izrazito humidna klima u toku posljednjeg zatopljenja virna rezultirala je i razvojem dva horizonta konkrecija FeMn humata i prevlaka manganskih spojeva. Isti su ponegdje erodirani pa nedostaju. Po svemu sudeći nakon taloženja već prije spomenutog sloja siltovito-šljunkovitog pijeska slijedi faza širenja šumskog pokrova, koja je uvjetovala relativno mirovanje u djelovanju destruktivnih morfoloških procesa arealnog karaktera, s razvojem pedogenetskih procesa, pa je u toj fazi interstadijala došlo do formiranja prvog horizonta konkrecija FeMn humata i pre-

vlakla manganskih spojeva. U slijedećoj fazi V<sub>2-3</sub> ponovo dobivaju na značenju destruktivsko-akumulacijski procesi koji su ponegdje erodirali reliktni pedološki horizont i izvršili taloženje spomenutog 1—1,5 m debelog sloja šljunkovitog pijeska crvenkasto-smeđe boje koja istovremeno upućuje i na relativno više temperature, da bi krajem razdoblja ponovo oživjeli pedogenetski procesi pa se razvija i drugi sloj konkrecija FeMn humata i prevlaka manganskih slojeva preko kojih kao završni član sklopa interglacijalnih naslaga leži jedan oko 5 cm debeo sloj visoko plastične gline vjerojatno organskog porijekla. Dok se, dakle, na području današnjeg prigorja Medvednice zahvaljujući vlažnijim klimatskim prilikama formirao reliktni pedološki kompleks (PK II) predstavljen dvostrukim horizontom konkrecija FeMn humata i prevlaka manganskih spojeva, u sušnim dijelovima Srednjedunavskog bazena razvili su se černožjomi (Pécsi M. 1965. 1973. i 1975.) i posmeđeni černožjomi, tzv. »brunizemi« (A. Bognar, 1975).<sup>17</sup> Važno je osim toga naglasiti da je trag jake erozijsko-derazijske diskordance nađen gotovo kod svih istraženih profila lesa i lesu sličnih sedimenata panonskog prostora.

Najmlade naslage pleistocenskih sedimenata od 12-tog metra pa sve do površine istraživanog profila u genetskom smislu su veoma heterogenog sastava. Uz dominirajuće deluvijalne sedimente značajnu ulogu u akumulaciji primarnog materijala imali su i bujičasti tokovi. Eolske akumulacije imaju manju važnost iako se može pretpostaviti i dvostruki transport materijala, kao na primjer eolski rad + spiranje i soliflukcijski procesi ili eolski rad + bujičasti tokovi. Međutim, obzirom da je genetsko određenje sedimenata temeljeno na činjenici koja je sila izvršila akumulaciju primarnog materijala to eolsko porijeklo kod većeg dijela istih ne dolazi u obzir.

Daljnja osobina naslaga vs, kao što se to već u obradi granulometrijskih osobina istaklo, da izražavaju slojevitost i to u smislu jasno diferenciranih ritmičkih sklopova sedimenata grubljeg i finijeg mehaničkog sastava proluvijalnog i deluvijalnog, te eolskog porijekla. Kraj pleistocenskog razdoblja karakteriziran je, dakle, čestim izmjenama suho-hladnih, hladno-vlažnih, a obzirom da su nađeni tragovi jednog krioturbacijom poremećenog horizonta konkrecija FeMn humata, i toplijih klimatskih faza. Vlažnija razdoblja pospješuju destruktivske procese arealnog karaktera, kao što su to spiranje, soliflukcija i djelovanje povremenih bujičastih tokova, dok nešto sušnija faze eolsku akumulaciju koja je, međutim, unutar tog dijela profila veoma slabo izražena. To je, inače najsušnije razdoblje virna na što upućuje posvemašnji nedostatak pjega pseudooglejavanja i prevladavajuća blijedožućkasta boja sedimenta. Općenito, grublji mehanički sastav gornjeg dijela profila Grmoščice s dominacijom pjeskovitog lesu sličnog sedimenta karakteristika je inače svih istraženih profila unutar Srednjedunavskog bazena, s tim da prema središnjim dijelovima područja zbog izraženijih kontinentalnih utjecaja u sastavu uglavnom prevladava karbonatni pjeskoviti les. Spomenuti trag jednog jačeg zatopljenja otkriven je također regionalno gledajući po čitavom panonskom prostoru (humozni horizonti u lesu), a spominje ga i Malez (1965.) kod pećinskih taložina Veternice (željezotivo-manganska zona — tzv. sloj e1).

Površinski proluvijalni plašt debljine od oko 2—3 m, koji sadrži blokove stijena veličine i do 0,5 m izmiješane sa šljuncima, pijeskom i siltom, ima karakter jedne amorfne mase taložene nekom iznenadnom blatnom bujicom izuzetno

<sup>17</sup> Prema usmenom saopćenju profesora Đure Janekovića, Osijek.



velike snage izazvanom tektonskom aktivnošću na Medvednici. U prilog tome govori činjenica da su u podlozi sloja na više mjesta uočeni tragovi pougljenjene vegetacije uništene nadolaskom vala bujice. Upravo stoga, pokrovni proluvijalni sedimentni plašt koji je inače naden i na ostalim dijelovima prigorja (Vrhovec, Sesvete itd.) treba shvatiti kao posljednji trag planacijskih procesa na Grmošćici, koji su obzirom na porijeklo šljunka (Medvednica) genetski bili određeni povezanošću prigorja i gorskog masiva. Očito je da je to i vrijeme nastanka submontane udoline, čime se prekinula mogućnost transporta bilo kakvog materijala s Medvednice u prostor prigorja.

U postglacijalu i tokom holocena derazijski i linearnoerozijski procesi postaju najznačajniji morfološki procesi u modeliranju reljefa Grmošćice. Usporedo s daljim usijecanjem dolina potoka Vrapče i Kustošija derazijski (spiranje i kličenje) i kombinirani derazijsko-erozijski procesi izmodelirali su u kombinaciji s radom čovjeka, koji je veoma često negativno poticao denudacijske procese spiranja, a i kličnja (južna padina), krajnji JI dio grebena između spomenutih potoka u derazijsku glavicu. Morfološki ona je asimetrična, što je tektonski predisponirano, s veoma lijepo uravnilenim platoastim nivoom u svojem najvišem dijelu (240 m), gdje je i razvijeni otkop gliništa.

Što se tiče dijela profila od 21,50—28,55 m on bi se na osnovu superpozicije i činjenice da na njemu leži PK — I riško-vrimske interglacijalne starosti mogao uvrstiti u riški glacijal. Naslage risa po svojim strukturnim, teksturnim i kemijskim osobinama pokazuje izrazitu dvojnost. Krajnji donji dio profila između 24,55—27,55 m predstavljen infuzivnim karbonatnim lesom odgovarao bi r<sub>1</sub>, a deluvijalne i proluvijalne lesu slične naslage iznad šljunkovitog proslojka (24,50—24,55 m) od 24,50—21,50 drugom riškom stadijalu. Erozijsko-denudacijska diskordanca predstavljena spomenutim šljunčanim preslojkom, koji dijeli infuzivni les od deluvijalnih i proluvijalnih lesu sličnih naslaga očito da je trag interstadijalnog zatopljenja tokom r<sub>1-2</sub>.

Teško je odlučiti se pri kronostratigrafskom usavršavanju sloja dobro sortirano g pijeska fluvijalnog (limničkog?) porijekla u podini cjelokupnog istraživanog profila od 27,55—28,55 m. Može se reći samo da po svom stratigrafskom položaju odgovara mindelsko-riškom interglacijalu ili, eventualno, uvodnom dijelu risa.

#### b) Geomorfološka interpretacija rezultata

Fluvijalna faza izražena u razvoju prostora velikog interglacijala (m—r) nastavila se je i u prvom dijelu risa pošto je isti predstavljen karbonatnim infuzijskim lesom. Slijedi faza relativno snažnih tektonskih poremećaja tokom r<sub>1-2</sub> ili r<sub>2</sub>, čemu u prilog govori unutar naslaga infuzijskog lesa nađena lijevo izražena rasjedna pukotina (vidi fot. 4), i pretežno deluvijalno i proluvijalno porijeklo lesu sličnih sedimentata r<sub>2</sub>. Naime, izdizanjem područja dolazi do prekida taloženja karakterističnog za močvarne i naplavne sredine i sve više dolazi do izražaja akumulacija svojstvena padinskim facijesima. Kako su naslage najmlađeg glacijala predstavljene također pretežno deluvijalnim, eolskim i proluvijalnim naslagama, prostor Grmošćice u to vrijeme i dalje zadržava osobine jednog padinskog habitusa, koji je, sudeći po zaista malom nagibu slojeva (2°—4° S—J i SZ—JI), bio dio jedne blage prigrorske kosine razvijene od Medvednice u pravcu juga i jugoistoka. Povremena pojava fluvijalno-proluvijalnih sedimentata odraz je vlažnih klimatskih faza koje su stimulirale disekciju i fluvijalnu akumulaciju i na području Grmošćice.

U skladu sa navedenim očito da je prostor Grmoščice tokom promatranog razdoblja dio jednog glacisa čiji razvoj, kao što je to već u analizi položaja istraživog profila rečeno, započinje u gornjem pliocenu. Pedimentacijski procesi koji su se nastavili i tokom pleistocena dominiraju u hladnijim razdobljima, a linearno-erozijski u toplijim i vlažnim interglacijalnim i interstadijalnim fazama. Međutim, treba istovremeno reći da je u razvoju glacisa bilo prekida na što upućuje postojanje naslaga infuzijskog lesa i fluvijalnog pijeska u dubljim partijama istraživog profila.

Izgleda da je u prostoru Grmoščice nakon g. pliocena sve do sredine risa prevladavala jedna akumulacijska faza određena spuštanjem tog dijela današnjeg prigorja Medvednice. Nakon toga izdizanjem, na što upućuje rasjedima poremećene naslage infuzivnog lesa iz r<sub>1</sub> (vidi fotos 4), ponovo prevladavaju destruktivski procesi arealnog karaktera. Vrijedi to naravno samo za profil Grmoščice i to od razdoblja r<sub>1-2</sub> pa do kraja virna kada je sudeći po karakteru i načinu taloženja površinskog proluvijalnog plašta i petografskom sastavu šljunka došlo do ponovnog oživljavanja tektonske aktivnosti. Tada nastaje i submontana udolina, a i Grmoščica se izdiže do današnjih visina, što je u daljem razvoju isključilo mogućnost akumulacije materijala s Medvednice i razvoja glacisa na većem dijelu današnjeg prigorja. To tim više pošto su se izdizanjem Medvednice pojačali procesi linearno-erozijskog usijecanja, koji do svog punog izražaja dolaze u postglacijalu. Dvije faze u razvoju dolina prigorja spominje i J. Roglić (1963) ističući da je fazi usijecanja prethodilo razdoblje znatno manje dinamike reljefa. Disekcijom glacisa svi morfološki procesi arealnog djelovanja (kliženja, spiranja itd.) tokom holocena bili su usmjereni prema nizini Save i naplavnim ravnima potoka, što je u krajnjoj liniji rezultiralo širenjem erozijskih dolina, razvojem derazijskih dolina, snižavanjem grebena, disekcijom same submontane udoline i formiranjem derazijskih glavica i sedala, posebno na mjestima gdje su krčenjem primarne vegetacije i neplanskom izgradnjom oživjeli destruktivski procesi derazijskog karaktera (kliženja!).

## LITERATURA

- Bognar A., 1975. — Osobine i regionalno značenje Banskog brda i Južne baranjske lesne zaravni, Magistarski rad, PMF Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Cvijić I. 1924. — Geomorfologija 1, Beograd.
- Čubrilović V. 1933. — Tercijar jugozapadnog dela zagrebačke gore, Vesnik geol. inst. Kr. Jug. 2, Beograd.
- Gojranović-Kramberger D. 1898. — Das Tertiär des Agramer Gebirges, Jahrb. geol. Reichsanst., Wien.
- Gojranović-Kramberger D. 1907. — Da li je bila gora Zagrebačka oledena i kako je postala Zagrebačka terasa, Glasnik hrvatskog narovoslovnog društva, br. 19, Zagreb.
- Gojranović-Kramberger D. 1908. — Geologijska prijedlogna karta i tumač geologijske karte Zagreb, Izdanje Geol. povj. 5, Zagreb.
- Gojranović-Kramberger D. 1922. — Der Bruchsand des Zagreber — Gebirges zwischen Podsused und Zagreb und seine Bedeutung zur Heranbildung der Zagreber Terrasse, Glasnik Hrv. Prirodoslovnog društva, Godište XXXIV, Zagreb.
- Herak M. i D. Nedela Devide 1963. — Geologija zagrebačke regije, Geografski institut PMF-a Arhiv, Zagreb.
- Janeković D. 1964. — Spezielle Bodenbildungen Jugoslawiens, Pedologie XIV, 1, Gent.
- Klein V. 1968. — Morfometrijska analiza horizontalne rasčlanjenosti reljefa Medvednice, Geografski glasnik XXX, Zagreb.

Kochansky-Devide V. 1944. — Fauna marinskog miocena južnog pobožja Medvednice (Zagrebačke gore), Vjest. Hrv. drž. geol. zavoda, 2/3, Zagreb.

Kochansky-Devide V. 1956. — O fauni marinskog miocena i o tortonskom »šliru« Medvednice, Geol. Vjesnik 10, Zagreb.

Kranjec V. 1963. — O geologiji okolice Podsuseda s osobitim obzirom na Sutinska vrela, Geol. vjes. 17, Zagreb.

Malez M. 1965. — Pećina Veternica u Medvednici — I Opći speleološki pregled — II Stratigrafija kvartarnih taložina, JAZU, Prirodoslovna istraživanja, knjiga 35, Acta geologica V, Zagreb.

Pécsi M. 1965. — Zur Frage der Typen der Löss- und lössartigen Sedimente im Karpatenbecken und ihrer lithostratigraphischen Einteilung, Földrajzi Közlemények LXXXIX, 1965, broj 4, MFT, Budapest.

Pécsi M. 1972. — Scientific and practical significance of Loess research, Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae, Tomus 16, Budapest.

Pécsi M. Szabó L. — Löss Symposium INQUA 1972, Földrajzi Közlemények, XLVI, MFT, br. 2—3, Budapest.

Pilar Đ. 1877, Tragovi oledbe na području Zagrebačke gore, RAD JAZU 39, Zagreb.

Roglić J., 1963 — Elementi i dinamika reljefa Zagrebačke regije, Geografski institut PMF-a, Arhiva, Zagreb.

Vendel M. 1959. — A Közetmeghatározás Módszertana, Akadémiai Kiadó, Budapest.

Šegota T. 1967. — Paleotemperature Changes in the Upper and Middle Pleistocene, Eiszeitalter und Gegenwart, Band 18, Öhringen/Würt.

Jović-Erceg Božena 1976. — Palinološka analiza iz uzoraka kvartara Grmošćice, Fond stručnih dokumenata IGH br. 350/76. IGH OOUR za Geologiju i paleontologiju, Zagreb.

### Summary

#### LITHOSTRATIGRAPHIC PROFILE OF PLEISTOCENE SEDIMENTS IN BRICKYARD OF GRMOŠĆICA AND ITS IMPORTANCE FOR THE INTERPRETATION OF THE GEOMORPHOLOGIC DEVELOPMENT OF THE MEDVEDNICA FOOTHILL AREA

(Preliminary Report)

A. Bognar — V. Klein

This work gives — on the basis of field explorations and laboratory analyses — the results of a study of the lithostratigraphic characteristics of a 28.5 m thick profile of Pleistocene deposits, discovered in the vicinity of the brickyard »ZAGREB«, on the Grmošćica Hill.

The grain size analysis, analyses of petrographic, chemical palynological structure of the sediments, as well as the analysis of the spherical shape of gravel, indicated an eolian (loess-like sediments, infusion loess), deluvial (loess-like sediments), proluvial (gravel, gravelly-sandy silt), fluvial-proluvial (sands and gravelly sands in crossbedding arrangement) and fluvial origin of the investigated sediment complex.

The paleogeographic reconstruction of development and chronostratigraphic classification of deposits has been performed with a view to their sterility in a paleontological, palynological and malacological sense, by their correlation with the corresponding — already explored — profiles of the Middle Danubian Basin (M. Pecsí 1965, M. Malez 1965, A. Bognar 1975). On the basis of comparative analysis, one can conclude that Grmošćica profile contain glacial drift of Riss and Würm origin. Unlike the Riss deposits, which are represented only by loess and loess-like sediments, the Würm deposits are distinct heterogeneity of petrographic structure: loess-like deposits of eolian, deluvial and proluvial origin, a considerable part of the profile consists of the coars clastic deposits (gravel, sand) of deluvial and proluvial origin.

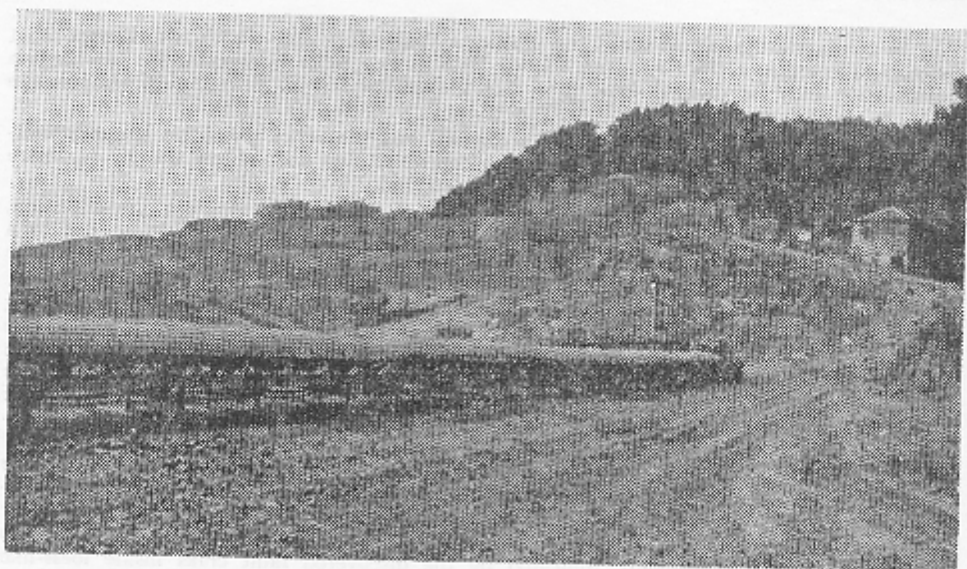
In a chronostratigraphical sense, the profile of Würm deposits — with two distinct relict pedological complexes (PK — I and PK — II) and one relict horizon of Fe Mn-humate accumulation may be divided into three stages characterized by lowering of temperature ( $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ ), and two warmer stages.

The types and characteristics of the sediments and the relict pedologic horizons indicate that the Medvednica foothill area in the course of Riss and Würm was by far more humid than the central parts of the Middle Danubian Basin.

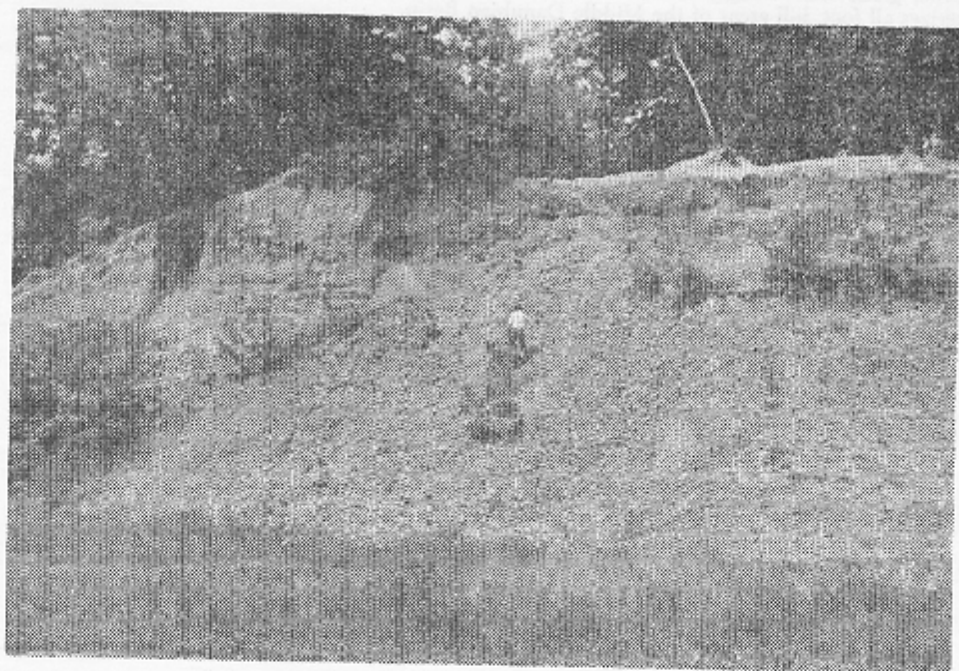
The processes dominating in the morphological formation of the area are pluvionivation, solifluction, and intermittent torrential streams, as well as eolian accumulation, but to a smaller extent. The humidity of the area is also reflected by the relict soil, in view of the prevalent development of pseudogley soil types.

The results of sedimentological studies of the lithostratigraphic profile are substantiating the conclusion that the Medvednica foothill area has all properties of dissected glacis. The beginning of glacis formation dates from Upper Pliocene. According to fluvio-lacustrine origin of layers from Mindel-Riss interglacial, as well to infusive layers of loess-like sediments from the beginning of Riss, during the Lower and part of Middle Pleistocene the area of present foot-hill was lowered. During Riss interstadial and Late Riss Medvednica Mountain area and its foot-hill was emerged. This is proved by disturbed layers of Riss and by dominance of deluvial, and proluvial sediments in whole profile from  $R_2$  to  $W_3$ . At the same period the pedimentation was revived. By the end of  $W_3$  glacis and Medvednica Mountain area have been faulted. At the same time by the development of submontane valley the genetic relation between Medvednica Mountain and its glacis ceased. Thereafter, by the occurrence of radial movements, indicated by the discovered fault cracks inside loess-like deposits and by the present elevation of fluvial and proluvial deposits above the flood plains of the surrounding valleys (80—100 m), as well as by a change in the climatic properties of the region at the end of Würm, in the postglacial period and in the course of the Holocene, glacis was strongly dissected and transformed into its present hilly form that characterizes all foot, hill areas of the Middle Danubian Basin.

Translated by Delija Suzana



Fot. 1. Profil pleistocenskih sedimenata troetažnog otkopa gliništa Grmošćice  
 Phot. 1. Profile od Pleistocene sediments in brickyard on the Grmošćica hill



Fot. 2. Gornji dio profila gliništa na Grmošćici. Jasno se vidi pokrovni šljunkovito-pjeskoviti  
 silti plašt proluvijalnog porijekla  
 Phot. 2. Upper part of the brickyard profile on the Grmošćica hill. One sees gravel-sand-  
 silts sheet of proluvial origine

Fot. 3. Veoma lijepo razvijen horizont Fe Mn humata i mazotina manganskih spojeva R—V interglacijalni starosti

Phot. 3. One sees the horizon of Fe Mn accumulation from R—W Interglacial in the upper part of the profile



Fot. 4. Rasjedom poremećene naslage infuzivnog lesa iz R<sub>1</sub> u dnu profila pleistocenskih sedimenata Grmošćice

Phot. 4. Faulted layers of infusive R<sub>1</sub> loess in the bottom of brickyard profile

