

LES I LESU SLIČNI SEDIMENTI FLUVIJALNOG PORIJEKLA U SR HRVATSKOJ I NJHOVO ZNAČENJE U ISTRAŽIVANJU RIJEČNIH TERASA*

ANDRIJA BOGNAR

UDK 911.3.551.528

U površinskom sastavu akumulacijskih nizina fluvijalnog porijekla, koje čine najveći dio kontinentskog dijela Hrvatske, dominiraju lesne i lesu slične naslage (oko 10 000 km²), koje se po svojim strukturnim i testurnim osobinama u velikoj mjeri razlikuju od lesnih naslaga na lesnim zaravnima, brežuljkastim krajevima (prigorja), po-brđima i višim ocjeditijim plavinama. U jugoslavenskoj znanstvenoj literaturi ti sedimenti izdvojeni su pod nazivom tzv. »močvarnog«, »barskog«, odnosno »terasnog« lesa eolskog porijekla, koji je nastao »taloženjem lesa« na primarno vlažnu podlogu. Naša novija istraživanja međutim ukazuju da takva shvaćanja ne odgovaraju stvarnom stanju. Upravo stoga, smatramo korisnim rezultate tih istraživanja u skraćenom obimu prezentirati kako bi i tako pridonijeli detaljnijem upoznavanju naslaga pleistocene starosti pojedinih dijelova naše Republike.

Rasprostranjenje

Naslage lesnih i lesu sličnih sedimentata fluvijalnog porijekla prevladavaju u površinskom sastavu mlade virmske terase Drave, Save (A. Bognar, 1974. i 1977) i Dunava (M. Pécsi 1972), starije holocenske terase Drave i Save (tzv. pretaloženi les, A. Bognar, 1974. i 1977) i viših nivoa naplavnih ravni rijeke Drave, Dunava i Save. Iako se po načinu akumulacije primarnog materijala mnogo ne razlikuju, po strukturi, teksturnim osobinama, udjelu CaCO₃, vremenu taloženja i diagenezi, lučiti treba naslage lesa i lesu sličnih sedimentata fluvijalnog porijekla pleistocenske starosti (koje se po svom prostornom raširenju vežu isključivo za mlade virmske terase) od naslaga lesu sličnih sedimentata fluvijalnog porijekla iz holocena (koje pretežu u površinskom sastavu starije holocene terase i viših nivoa naplavnih ravni). To tim više, jer lesu slične naslage holocenske starosti, osim u boji, granulometrijskom sastavu i nekim mikroslojnim osobinama, ne pokazuju velike sličnosti s fluvijalnim lesom mlađih virmskih terasa. Stoga ih samo u najširem smislu možemo uvrstiti u porodicu lesa i lesu sličnih sedimentata. Dodati treba da

ni fluvijalno porijeklo tih naslaga ne predstavlja sporno pitanje u vezi s njihovom genetskom klasifikacijom. Upravo stoga obradit će se pažnja isključivo osobinama i genezi lesa i lesu sličnih sedimentata pleistocenske starosti na mlađim virmskim terasama.

Pitanje geneze

Na temelju istraživanja geomorfoloških osobina mlađih virmskih terasa rijeke Drave, Save i Dunava na teritoriju SR Hrvatske i osobina litostratigrafskih profila lesa i lesu sličnih naslaga koje dominiraju u njihovom površinskom sastavu, došlo se do slijedećih rezultata koji, po našem mišljenju, govore u prilog fluvijalnog porijekla tih naslaga.

1. Gusta i fina, tipično fluvijalna, uslojenost naslaga pijeska i njihov postupni prijelaz u lesne i lesu slične naslage, izražen čestom izmjenom finopješčanih i glinasto ilovastih proslojaka u kontaktnoj zoni, veoma je dobar pokazatelj da je primarni materijal taložen protočnom vodom. Dodati treba da ni u jednom od istraživanih profila nije nađen trag bilo kakve erozijske ili denudacijske diskordance. Da je tome tako, ukazuje i postupno smanjivanje medijana zrna od pijeska u podini prema površinskim dijelovima lesnih naslaga, sve do intervala koji pokazuje tzv. »lesnu strukturu«.

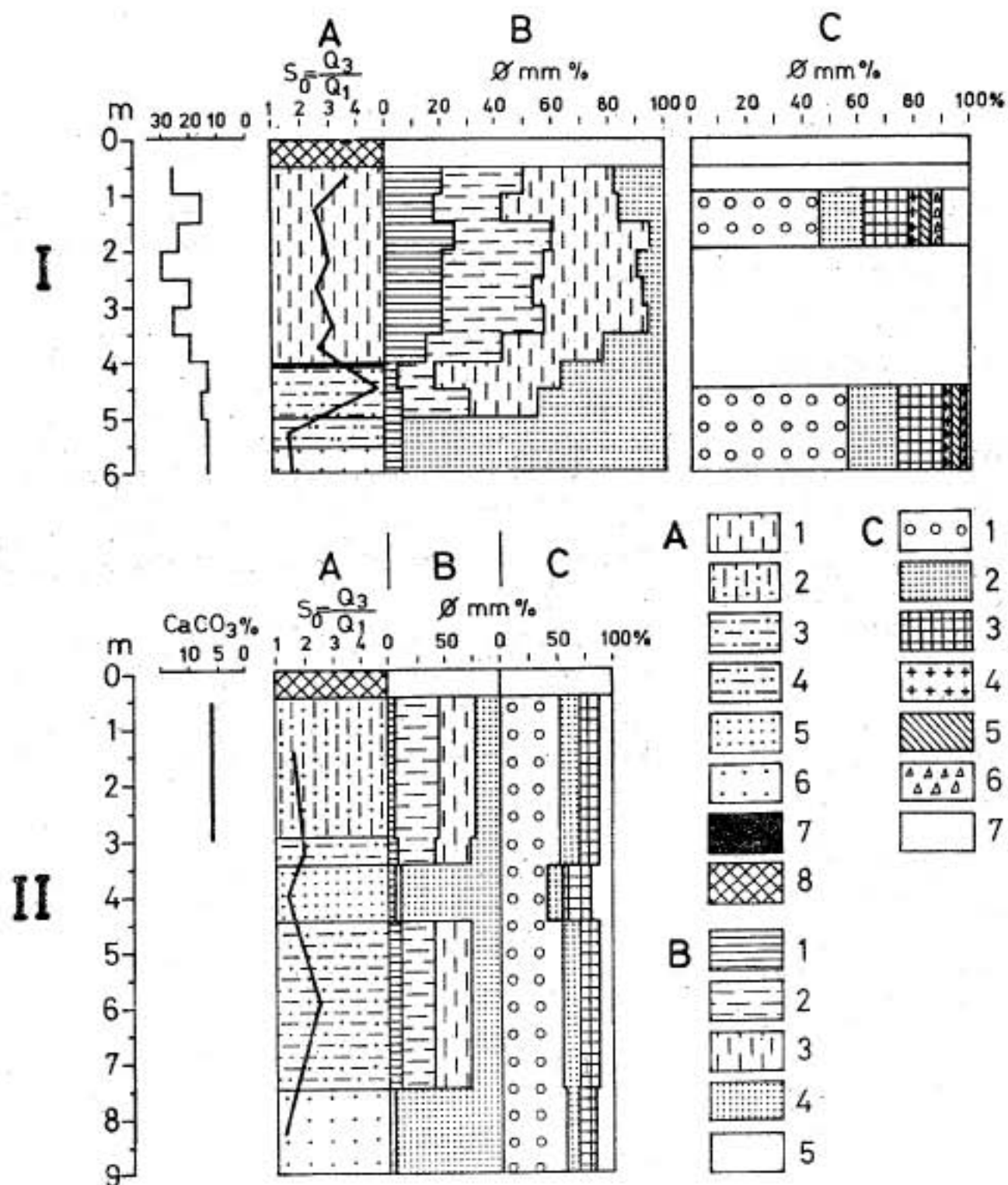
2. »Lesnu strukturu« ima samo površinski dio lesnih naslaga do dubine otprilike 1—1,5 m. U tom dijelu litostratigrafskog profila srednji dijametar zrna se povećava, a nedostaje i slojevitost inače karakteristična za dublje dijelove lesnih naslaga. Primarna slojevitost povećanjem veličine zrna, stvaranjem karbonatne ovojnice oko silikatne prašine i agregata karbonatnim cementiranjem, (L. S. Berg 1947) tu se izgubila, što nesumnjivo govori u prilog diagenezi kao osnovnom faktoru razvoja tzv. »lesne strukture«.

3. Povećanje udjela pelitne i siltne frakcije prema površini lesnih i lesu sličnih naslaga ukazuje i na smanjivanje fluvijalnog utjecaja na oblikovanje naplavnih ravni. Naime, stalnom akumulacijom nanosa ili pak usijecanjem riječnog toka povećavala se relativna visina naplavne ravni, čime je bila smanjena mogućnost taloženja pješčanih frakcija. To je i razumljivo s obzirom da je prenosna snaga poplavnog vala na višim

*) Ovaj rad štampan je na engleskom jeziku pod nazivom »Loess and loess-like sediments of fluvial origin in the socialist Republic of Croatia and their significance in the investigation of river terraces« u časopisu *Quaternary, Studies in Hungary*, INQUA 1932-1982, Budapest.

dijelovima naplavnih ravni veoma mala, pa se tu talože isključivo najsitnije čestice. Istovremeno, međutim, prisutnost finopješčane frakcije u relativno velikom postotku (10-30%) u granulometrijskom sastavu lesnih i lesu sličnih naslaga također govori u prilog njihovom fluvijalnom porijeklu.

4. Česta izmjena udjela pelitnih, siltinih i finopješčanih frakcija u vertikalnom i horizontalnom smislu u okviru lesnih i lesu sličnih naslaga mlađih virmskih terasa ukazuje, vremenski i prostorno gledajući, na različite prilike u pojedinim fazama taloženja fluvijalnog materijala. Ovisno o relativnoj visini naplavne ravni, udaljenosti po-



Sl. 1. Profil kroz les i lesu slične sedimente fluvijalnog porijekla kod Kneževih Vinograda (I) i Medinaca (II)
 A. 1. Les, 2. Pjeskoviti les, 3. Pjeskoviti silt, 4. Siltoviti pijesak, 5. Fini pijesak, 6. Pijesak, 7. Hidromorfno tlo, 8. Recentno tlo
 B. 1. Glina, 2. Prah, 3. Silt, 4. Pijesak, 5. Šljunak,
 C. 1. Granat, 2. Epidot, 3. Amfibol, 4. Staurolit, 5. Kyanit, 6. Biotit, 7. Ostalo.

Fig. 1. Profile through the loess and loess-like sediments of fluvial origin at Knezevi Vinogradi (I) and Medinci (II)
 A. 1. Loess, 2. Sandy loess, 3. Sandy silt, 4. Silty sand, 5. Fine sand, 6. Sand, 7. Hydromorphic soil, 8. Recent soil.
 B. 1. Clay, 2. Loam, 3. Silt, 4. Sand, 5. Gravel.
 C. 1. Garnet, 2. Epidote, 3. Amphibole, 4. Staurolite, 5. Kyanite, 6. Biotite, 7. Other.

jedinih dijelova iste od korita rijeke Drave, Save i Dunava i jačini poplavnog vala taložile su se odgovarajuće veličine zrna i čestica, odnosno odgovarajući udjeli pojedinih frakcija; ako je relativna visina naplavne ravni bila niža a blizina korita spomenutih tokova bliža, prevladavalo je taloženje finopješčanih nanosa, odnosno u suprotnom slučaju vrijedi obrnuto pravilo. Kako se zbog migriranja korita situacija često mijenjala, veće pravilnosti u sedimentaciji nije bilo, pa granulometrijski sastav lesnih i lesu sličnih sedimentata, izuzev već navedenog ritmičkog smanji-

vanja prosječnog dijametra zrna u vertikalnom smislu prema površini terase, pokazuje izuzetno heterogenu sliku.

5. Vrijednosti sortiranosti zrna dalji su pouzdan pokazatelj prirodnogeografskih osobina u okviru kojih je izvršeno taloženje primarnog materijala. Kao što je to već naglašeno, pijesci u podlozi lesnih i lesu sličnih naslaga pokazuju tipične vrijednosti sortiranosti karakteristične za protočnu vodu (oko 2,0). Znatne izmjene u uvjetima i sredini sedimentacije javljaju se u prije-

laznom pojasu, a posebno unutar lesnih naslaga. Prevladavanje laminarnog tipa kretanja vode u okviru naplavnih ravni nužno se odrazilo na smanjenje vrijednosti sortiranosti zrna i mikroslojenost sedimenta. Ekstremno niska sortiranost i njezine česte oscilacije (u rasponu od 3—15) između pojedinih slojeva izraz su s jedne strane odumiranja fluvijalne aktivnosti, a, s druge, zamočvarivanja i sve jačeg utjecaja eolske akumulacije. Karakteristika je to posebno površinskog dijela lesnih i lesu sličnih naslaga neposredno ispod recentnog humusnog horizonta, gdje su, osim toga, i procesi izluživanja atmosferskom vodom bitno pridonijeli izmjeni primarnih osobina sedimenta.

6. Vremensko poklapanje težišta eolskog i fluvijalnog modeliranja, koji pada u topliji dio godine tokom glacijala u periglacialnim krajevima, kao što je to bio panonski prostor, isključuje mogućnost dominantno eolskog podrijetla primarnog materijala tadašnjih naplavnih ravni iz kojega je kasnijim razvojem nastao les. Naglasiti treba da ne mijenja stvar ni činjenica da je eventualno veći dio fluvijalno akumuliranog materijala u korita rijeka dospio eolskim putem, jer akumulaciju primarnog materijala u krajnjoj liniji izvršila je riječna voda, što je za genetsku klasifikaciju sedimenta od daleko najvećeg značenja. Ne isključujemo, međutim, mogućnost da je u krajnjoj fazi oblikovanja terase sve većim odumiranjem fluvijalne aktivnosti na ocjeditijim i sušnijim dijelovima naplavne ravni prevladala eolska akumulacija. Upravo stoga, može se u genetskoj klasifikaciji lesnih i lesu sličnih naslaga fluvijalnog porijekla naglasiti da je dio (manji) primarnog materijala u površinskom dijelu litostratigrafskog profila hidroaerolitnog¹⁾ porijekla (A. Vendl, 1956).

7. Dalji pokazatelj fluvijalnog porijekla lesa i lesu sličnih sedimenta na mlađim virmskim terasama jest veoma velika sličnost mineralogičkog sastava istih i fluvijalnih pijesaka u podlozi. Gotovo da i nema razlika, a ako i postoje, odnose se na veći ili manji utjecaj pritoka koji dotiču prema rijeci Dravi i Savi s okolnih gorskih masiva. Dominacija granata izražena je kod lesa i lesu sličnih naslaga na mlađoj virmskoj terasi Drave (oko 50%). Primarni materijal je očito alpskog porijekla. U prostoru Posavine veoma je slična situacija. Međutim, za razliku od Podravine, lesne naslage se ovdje u cijelosti mogu nazvati »epidotskim« lesom. Rezultat je to direktnog utjecaja intenzivne rastrošbe niskometamorfnihtijena gorskog okvira (Medvednica, Moslavačka Gora, Psunj). Za les i lesu slične naslage na dunavskoj terasi u Baranji i kod Mohača u Mađarskoj karakteristična je pojava dvaju maksimuma, i to kod granata i amfibola. (Codarcea, 1977).

8. Usporedba granulometrijskog sastava lesa i lesu sličnih sedimenta i suspendiranog nanosa voda Drave i Dunava u velikoj mjeri potvrđuje dosadašnja razmatranja. Slijedi to iz priložene tablice koja sadrži podatke o količini i srednjem dijametru vučenog i lebdećeg nanosa spomenutih rijeka u pojedinim dijelovima njihova toka.

Tab. 1. Prosječna godišnja količina i srednji dijаметar suspendiranog i vučenog nanosa na rijeci Dravi i Dunavu²⁾

Rijeka	Mjerna stanica	Srednji dijаметar suspendiranog n. u mm	Čestica-zrna vučenog n. u mm	Prosječna količina suspend. nanosa u t.	Godišnja količina vučenog n. u t.
DUNAV	Dunaujváros	0,06-0,07	0,3	11 700 000	28 400
DUNAV	Fajz	0,06	0,4	10 722 000	50 000
DUNAV	Baja	0,06	0,3-0,4	18 291 000	44 000
DRAVA	Drávaszabolcs	0,041-0,057	0,25-0,33 cca	1 432 500	67 500 cca

Srednja veličina čestica suspendiranog nanosa Dunava i Drave u Baranji niže od Baje (NR Mađarska) i kod Drávaszabolcsa (NR Mađarska) gotovo je identična sa srednjom veličinom čestica lesa i lesu sličnih naslaga na mlađim virmskim terasama. Porast ukupne količine lebdećeg nanosa kod obiju rijeka izražen je u povećanju prosječne debljine lesa i lesu sličnih naslaga na mlađim virmskim terasama u nizvodnom smjeru toka. Dok je, na primjer, debljina lesa i lesu sličnih naslaga na mlađoj virmskoj terasi Drave kod Đurđevca oko 0,50—1,5 m, u okolici Virovitice i Podravske Slatine oko 0,5—2 m, u Baranji ona dosiže u prosjeku 3—6 m. Slični odnosi karakteristični su i za mladu virmsku terasu Dunava, na kojoj se debljina lesnih sedimenta povećava od Kalocse od 2—3 m na oko 4—12 m kod Mohácsa i Duboševice. Znatno veća debljina lesnih i lesu sličnih naslaga na mlađoj virmskoj terasi Dunava u skladu je s većom količinom lebdećeg materijala koji prenosi Dunav.

Starost

Starost lesnih i lesu sličnih naslaga je pleistocena, i to najvjerojatnije mlada virmska. Taj zaključak slijedi iz morfološkog položaja pojedinih terasa u poprečnom profilu nizine Drave i Save (A. Bognar, 1974. i 1975), a upućuju na to i tragovi krioturbaćijskih procesa (kriodeformacije slojeva i fosilni ledeni klinovi) otkriveni unutar istraživanih naslaga (A. Bognar, 1974. i 1975). Slabija izraženost kriodeformacija slojeva i ledenih klinova po klasifikaciji strukturnih tala po M. Pécsiju (1964), učvršćuje iste u mladi virm

¹⁾ Naziv je prihvaćen od mađarskog geologa Vendl Aladára, koji ga prvi puta spominje u svom radu »Hidroaerolitische Gesteine im ungarischen Quartär«, Földtani Közlöny Tom 86, 1956, br. 4, Budapest, 1956, str. 357-360.

²⁾ Za rijeku Dunav podaci su preuzeti od M. Pécsi 1959. »Entwicklung und Morphologie des Donautales in Ungarn«, Földrajzi Monográfiák, Budapest, str. 36., a za rijeku Dravu dobiveni su u Vodnoj zajednici Osijek.

(W₃). Isti zaključci vrijede i za mlađu virmsku terasu Dunava (M. Pécsi 1961). Na mlađu pleistocensku starost lesa i lesu sličnih naslaga fluvi-

jalnog porijekla upućuje i prisutnost biotita u njihovom mineraloškom sastavu, i to kod svih istraženih profila.

Summary

LOESS AND LOESS-LIKE SEDIMENTS OF FLUVIAL ORIGIN IN SR CROATIA AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE INVESTIGATION OF RIVER TERRACES

Andrija Bognar

In the top layer structure of alluvial plains, of which the largest part of continental Croatia is composed, loess and loess-like layers predominate (approximately 10.000 km²), which, with regard to structural and textural characteristics, differ considerable from the loess layers on the loess plateaus, glacia regions, foothills and higher, better drained alluvial fans.

Layers of loess and loess-like sediments of fluvial origin prevail in the superficial structure of the younger Würmian terrace of the Drava, Danube and Sava rivers. (A. Bognar, 1977.), of the older Holocene terrace of the Drava and Sava and on the higher flood plain levels of the Drava, Sava and Danube rivers.

Primary material from which by diagenesis was formed loess under the condition of dry and cold steppe-climate was of fluvial origin. The proof of that are analyses of texture, structure chemical and mineralogical qualities of loess and loess-like sediments, and study of paleogeographical characteristic on the territory of sedimentation.

Loess and loess-like layers are of Pleistocene age, most likely from a younger Würmian period. The conclusion follows from the morphological positions of individual terraces in a cross section of the Drava and Sava valleys, and this is also indicated by the traces of cryoturbation processes discovered inside investigated layers.

LITERATURA:

Berg, L. S.: *Klimat i žizn*, Moskva, 1947.

Bognar, A.: Karst and karst denudational relief forms in the loess region of Baranya, IX Kongres geografa Jugoslavije 1972, Sarajevo, 1974.

Bognar, A.: Osobine i regionalno značenje Banškog brda i Južne baranjske lesne zaravni, magistarski rad Zagreb, 1975.

Bognar, A.: Les i lesu slični sedimenti Hrvatske, *Geografski glasnik* br. 40, GDH, Zagreb, 1977.

Codarcea, V.: Percentage distribution of heavy minerals in the loess profiles at Paks and Mohacs, *Földrajzi Közlemények*, god. CI, br. 1-3, MET, Budapest, 1977.

Mutić, R.: Pijesak rijeke Drave u naslagama bušotina B-12 nedaleko P. Slatine, *Geološki vjesnik*, br. 28, JGH, Zagreb, 1975.

Pécsi, M.: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és gelszinalaktana, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959.

Pécsi, M.: Die wichtigsten Ergebnisse geomorphologischer Forschungen des Quartärs in Ungarn, *Instytut Geolog. ob. a tomu XXXIV INQUA*, Warszawa, 1961.

Pécsi, M.: Chronological problems of the patterned soils of Hungary, *Biuletyn Perigl.* 14, 279-293, 1964.

Pécsi, M.: Scientific and practical significance of loess research. *Acta Geologica*, Budapest, 1972.

Vendl, A.: Hidroaerolitische Gesteine in ungarische Quartär, *Földtani Közlöny*, Vol. 86, Budapest, 1956.