

Geol. vjesnik	28	43-54	2 sl. i 2 tabele u tekstu; 1 tabla	Zagreb, 1975
---------------	----	-------	------------------------------------	--------------

551.311.33(161.17/18.46)

IVAN GALOVIĆ i ZLATA MAGDALENIĆ

EOLSKI SEDIMENTI PODRUČJA KLOŠTAR-VIROVITICA U SJEVERNOJ HRVATSKOJ

Određen je mineralni sastav i fauna molusaka pleistocenskog lesa i holocenskih eolskih pijesaka. Pretpostavljeno je da je les donesen vjetrom iz područja Alpa. Detritični materijal eolskih pijesaka je u prvoj fazi donesen velikom rijekom iz područja Alpa, a u drugoj fazi, nakon napuštanja prvobitnog rječnog korita, pre-rađen je vjetrom.

UVOD

U sklopu izrade Osnovne geološke karte SFRJ su u području Šandrovac-Kloštar-Virovitica-Đakovac detaljno istražene kvartarne naslage. Geološku kartu obrađenog područja snimili su geolozi Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu I. Galović, S. Marković, P. Mamužić i J. Crnko. Kvartarnu makrofaunu odredio je I. Galović, palinološke analize izradila je B. Jović-Erceg, mineraloško-petrografske analize Z. Magdalenić i rendgenografske analize S. Šćavničar. Separaciju uzoraka je izvršila V. Sabljak, a granulometrijske analize D. Malešević.

Zahvaljujemo kolegama S. Markoviću, P. Mamužiću i J. Crnku, koji su sudjelovali u izradi geološke karte, kolegici B. Jović-Erceg, koja nam je dozvolila korištenje palinoloških analiza i prof. dr S. Šćavničaru, koji je izradio rendgenske analize lesa. Također zahvaljujemo V. Sabljak i D. Maleševiću na laboratorijskoj obradi uzoraka kvartarnih sedimenata.

PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAZIVANJA

Najstarije podatke o kvartarnim naslagama obrađenog područja nalazimo u radovima F. Šandora (1912 a i b) i D. Gorjanović-Krambergera (1916).

Novija geološka istraživanja područja Kloštar-Virovitica započeta su 1972. godine, a prve rezultate ispitivanja mineralnog sastava eolskih pijeska objavili su Z. Magdalenić & I. Galović, 1975.

O eolskim kvartarnim sedimentima sjeverne i istočne Hrvatske pisali su: D. Gorjanović-Kramberger (1922), M. Malez (1973), I. Soklić (1943), An. Šimunić (1963), An. Šimunić, M. Šparica & Al. Šimunić (1973) i A. Takšić (1947, 1974). Na geološkom istraživanju eolskih kvartarnih naslaga u Vojvodini i Srbiji su radili: J. Marković-Marjanović & A. Gigov (1971); Lj. Rudolf & J. Obradović (1958) i drugi.

STRATIGRAFSKI PREGLED

Područje Kloštar-Virovitica-Đakovac izgrađuju naslage pliocena [donji pliocen (gornji pont) i gornji pliocen (levantin)] i kvartara (pleistocenski les, holocenski eolski pijesci i fluvijalni dravski sedimenti). U ovom su radu tretirani eolski kvartarni sedimenti i to gornjopleistocenski les i holocenski eolski pijesci fluvijalnog porijekla.

Pleistocenski les

Les prekriva područje Bilogore, gdje leži diskordantno na pliocenskim sedimentima. Nalazi se u području južno od Čepelovca, Suhe Katalene, Kozarevca, Male Črešnjevce, Sedlarice, Vukosavljevice i Virovitice (Tabla I).

U naslagama lesa obrađenog područja na lokalitetima Gradina-Bilo (1), Jasenik (2), Kozarevac (3), Šandrovac, Pupelica (4), Vis (5), Bedenička (6), Brzaja (7), Zrinska-Topolovica (8), Tromedač (9), Sv. Đurađ (10), Jagma (11) Lončarica-Dapčevica (12), Miletinac (13) i dr. nađen je velik broj fosilnih mekušaca kojima su najčešće:

- Trichia hispida* (Linné) (1—13),
- T. unidentata* (Draparnaud) (1—6, 8—10),
- Succinea oblonga* Draparnaud (1, 3—11, 13),
- S. oblonga elongata* Sandberger (2—10, 12, 13)
- Pupilla muscorum* (Linné) (1—9, 11—13),
- P. muscorum densegyrata* Ložek (1—10, 12, 13),
- P. steri* (Voith) (1—6, 8, 9, 12),
- Orcula dolium* (Draparnaud) (1—13),
- Vitrea crystallina* (Müller) (1—13),
- Vallonia tenuilabris* (A. Braun) (1—7, 9),
- Cochlicopa lubrica* (Müller) (1—4, 6—13),
- Ena montana* (Draparnaud) (1—11),
- Euconulus fulvus* (Müller) (1—10, 12, 13),
- Clausilia dubia* Draparnaud (1, 3—5, 9—11)
- Iphigena ventricosa* (Draparnaud) (7—10, 13),
- Columella columella* (Martens), (1, 4—9).

Rjeđe se nalaze:

- Pupilla loessica* Ložek (1, 3–5, 7–9, 12),
P. triplicata (Studer) (3),
Columella edentula (Draparnaud) (1, 4, 9),
Vertigo genesii (Gredler) (1–4, 7),
V. genesii genesii (Gredler) (2, 3, 4),
Orcula doliolum (Bruguière) (1),
Trichia filicina (L. Pfeiffer) (2, 4, 7–9),
T. villosula (Rossmässler) (1, 2, 6),
T. bielzi (A. Schmidt) (1, 3–5),
T. striolata (C. Pfeiffer) (1, 3–5),
Aegopinella ressmanni (Westerlund) (2–6),
A. cf. nitens (Michaud) (2, 3, 8–10),
A. cf. minor (Stabile) (2, 3, 6–10),
Oxychilus inopinatus (Uličny) (4, 10),
O. cf. orientalis (Clessin) (2, 5, 6, 9, 13),
O. cf. cellaris (Müller) (4),
Succinea putris (Linné) (4),
Cochlodina laminata (Montagu) (1–5, 7–10),
Vitrea cf. subrimata (Reinhardt) (5),
Vallonia emmiensis Gredler (1, 3–9, 12),
V. pulchella (Müller) (2),
Cochlicopa cf. nitens (Gallenstein) (1, 3–5, 7–11),
Eucobresia nivalis (Dumont & Mortillet) (4, 6),
Semilimax semilimax (Férussac) (1–6, 8, 9, 13),
Punctum pygmaeum (Draparnaud) (1–11, 13),
Perpolita radiatula (Alder) (1–8, 10, 12, 13),
Monachoides vicina (Rossmässler) (1, 3, 4, 6, 8, 9),
Zonitoides cf. nitidus (Müller) (1–3, 9, 10, 12),
Helicigona cf. banatica (Rossmässler) (5, 6),
Chondrula diodon (Retowski) (1, 2, 3, 4),
Ch. tridens (Müller) (3),
Euconulus fulvus alderi (Gray) (3–5),
Lymnaea truncatula (Müller) (4),
L. peregra cf. peregra (Müller) (4).

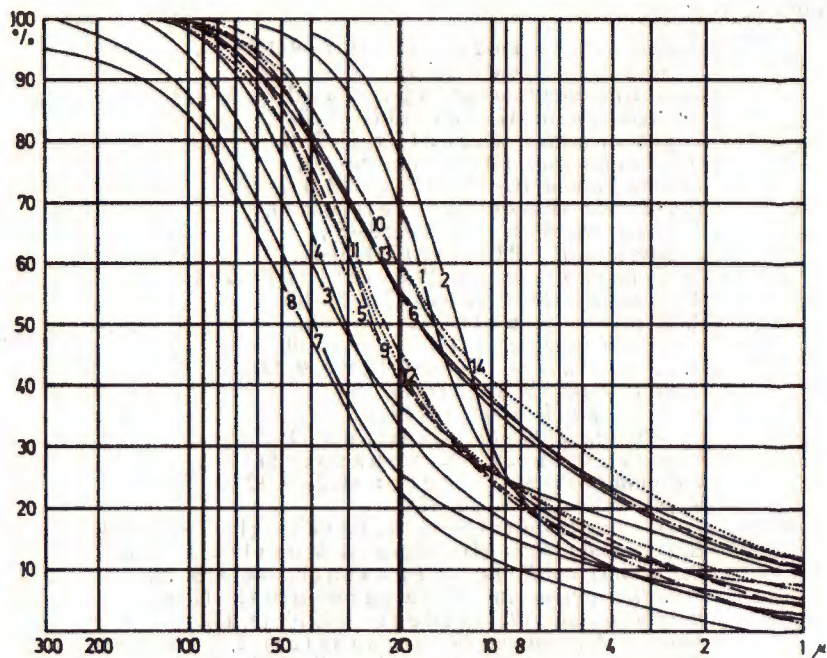
Zajednica kvartarnih molusaka ukazuje na doba hladne klime, tj. na područje hladne stepe.

Fosilni ostaci u naslagama lesa upućuju na gornjopleistocensku starost, a nalazom vrste *Mammonteus primigenius* (Blum.) kod Pčelića istočno od Virovitice (M. Malez, 1973) određena je viirnska starost ovih sedimentata.

Debljina lesa na sjevernim obroncima Bilogore varira od 1 do 10 m (najčešće 2 do 3 m.). U naslagama lesa nisu utvrđeni slojevi fosilnog tla (pogrebena zemlja).

Les je glinoviti prah (glinoviti silt), svjetložučkaste boje, nanesen vjetrom u područje tadašnje stepe i polustepe. Sediment je neuslojen, nevezan, porozan i pokazuje karakteristično vertikalno lučenje. U naslagama lesa su česte karbonatne konkrecije (lesne lutke), koje su raspoređene horizontalno i, rjeđe, vertikalno.

Srednja veličina zrna u lesu (sl. 1) varira od 13 do 42 mikrona, a koeficijent sortiranja od 1,45 do 2,81. Sadržaj CaCO_3 je od 0 do 5%.



Sl. 1 Kumulativne krivulje uzoraka lesa s područja Kloštar Virovitica
Text-fig. 1 Cumulative curves of the loess samples of Kloštar Virovitica area

Lokaliteti:

- Localities: 1 (10145) Vinogradina, 2 (9878) Čepelovac
3 (9563) Zid, 4 (4810) Zrinska,
5 (4818) Zrinska, 6 (3865) Gakovo,
7 (2025) Sv. Đurađ, 8 (2040/1) Sv. Đurađ,
9 (2695) Peratovica, 10 (2720) V. Dapčevica,
11 (2802) Munije, 12 (2931) Munije,
13 (2792) V. Miletinac, 14 (4059) V. Miletinac.

Mineralni sastav siltne i pjeskovite frakcije lesa prikazan je u tabeli I.

Les iz područja Šandrovca, Gakova i Đakovca sastoji se od zrna kvarca i feldspata, čestica stijena, karbonatnih zrna, listića muskovita, opakih zrna i prozirnih teških minerala. Kvarc se javlja u nepravilnim angularnim, subangularnim i poluzaobljenim zrnima. Mnoga zrna kvarca su djelomično oblijepljena Fe-hidroksidom. Feldspati se javljaju u subangularnim ili poluzaobljenim korodiranim zrnima. To su većim dijelom plagioklasi (polisintetski sraslaci ili zrna samci), a rjeđe kalijski feldspati (mikroklin i ortoklas). Muskovit se pojavljuje u poluzaobljenim ili zaobljenim listićima. Kao sporedni sastojci u obrađenim uzorcima lesa javljaju se fragmenti čerta, pelita i ulomci karbonatnih stijena.

Teška frakcija (dobivena separacijom uzoraka s bromoformom – sp. tež. 2,89) se sastoji od opakih zrna i prozirnih teških minerala. Pregledom opakih zrna pod lupom i mikroskopom u reflektiranom svjetlu su određeni: magnetit, ilmenit, limonit, pirit i leukoksen. U asocijaciji prozirnih teških minerala prevladava granat kojega prate: epidot, amfibol, apatit, titanit, klorit, rutil, turmalin i cirkon, zatim staurolit, disten, kloritoid, coisit, pirokseni, anatas, brukit, dolomit i biotit. Granat se javlja u nepravilnim subangularnim ili poluzaobljenim korodiranim zrnima. Epidot dolazi u poluzaobljenim izbockanim zrnima. Apatit se javlja u sferičnim, elipsoidalnim ili zaobljenim prizmatskim zrnima korodirane (izbockane) površine. Titanit se pojavljuje u poluzaobljenim ili zaobljenim korodiranim zrnima. U lesu iz okoline Šandrovcu su na površini zrna titanita opaženi međusobno okomiti isprekidani zarezi. Klorit dolazi u poluzaobljenim ili zaobljenim listićima. Rutil se pojavljuje u nepravilnim poluzaobljenim ili zaobljenim zrnima; rjeđe se pojavljuju koljenasti sraslaci rutila. Detritični dolomit dolazi u poluzaobljenim korodiranim zrnima.

Rendgenskom analizom lesa iz područja Milanovca određeni su kvarc, ilit, kaolinit, klorit, kalcit, dolomit i plagioklas.

Eolski pijesci

Eolski pijesci prekrivaju sjeverne padine Bilogore i dio Dravske nizine. Na obrađenom području se prostiru od Čepelovca i Prugovca preko Pitomače, Otrovanca i Sedlarice do Špišić-Bukovice i Virovitice (Tabla I). Na sjevernim obroncima Bilogore vidljiv je mjestimično kontakt eolskih pijesaka i gornjopleistocenskog lesa, dok u Dravskoj nizini eolski pijesci leže na fluvijalnim sedimentima (pijescima i šljuncima) nanesenim rijekom Dravom (podaci iz istražnih bušotina).

Eolski pijesci mjestimice horizontalno i rjeđe vertikalno prelaze u pjeskovite ilovine. Pjeskovite ilovine se javljaju pretežno u morfološki nižim predjelima Dravske nizine, tako u području Kloštra, Kladara, Velike Črešnjevce, Rogovca, Špišić-Bukovice i Virovitice.

Eolski pijesci i pjeskovite ilovine su sedimenti fluvijalnog porijekla. To su naslage riječnog korita Paleo-Drave i dijelom poplavni sedimenti taloženi rijekom u vrijeme periodičnih ili katastrofalnih poplava. Nakon što je rijeka (Paleo-Drava) napustila prvobitno korito, ovi su nekonsolidirani riječni sedimenti bili izloženi interaktivnom djelovanju vjetrova. Eolskom aktivnosti došlo je do formiranja pješčanih dina i međudinskih udolina. Na grebenima dina koncentriran je krupnozrnati detritični materijal (eolski pijesak), dok su u međudinskim udolinama akumulirane pjeskovite ilovine. Nizove pješčanih dina nalazimo u području Budrovca, Suhe Katalene, u okolici Prugovca, Vinjevca, Otrovanca, Pitomače, Lozana i Đote sjeverno od Virovitice (Tabla I). Dine se pretežno pružaju pravcem sjever-jug. Dužina pješčanih dina varira od

nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara, a razmak između dina od nekoliko desetina do stotinu metara. Visina pješćanih dina dosiže do 8 metara.

Početak ovog stoljeća u Dravskoj nizini u području od Đurđevca do Pitomače su još postojale naslage tzv. »živih« pijesaka, koji su ugrožavali usjeve i naselja, te je radi toga to područje nazivano »hrvatskom Saharom« (Š a n d o r, 1912a, S o k l i ć, 1943). Kretanje putujućih pijesaka je zaustavljeno nasadivanjem posebnih kultura. Unatoč tome, ostaci eolske aktivnosti su u terenu jasno izraženi.

Prema podacima, dobivenim istražnim bušenjem kvartarnih naslaga, utvrđeno je da se debljina eolskih pijesaka povećava u pravcu prema obroncima Bilogore: kod Podravske Sesvete iznosi 1 m, kod Pitomače 5 m, Otrovanca 6 m i kod Sedlarice 9 metara. Na osnovu kose slojevitosti u pješćanoj dini kod Pitomače može se pretpostaviti eolska aktivnost sa zapada.

Fosilni ostaci u pijescima su izuzetno rijetki, što je i razumljivo, jer se radi o riječnim sedimentima koji su kasnije transportirani vjetrom. U naslagama eolskog pijeska kraj Odžin potoka kod Bušetine nađeni su:

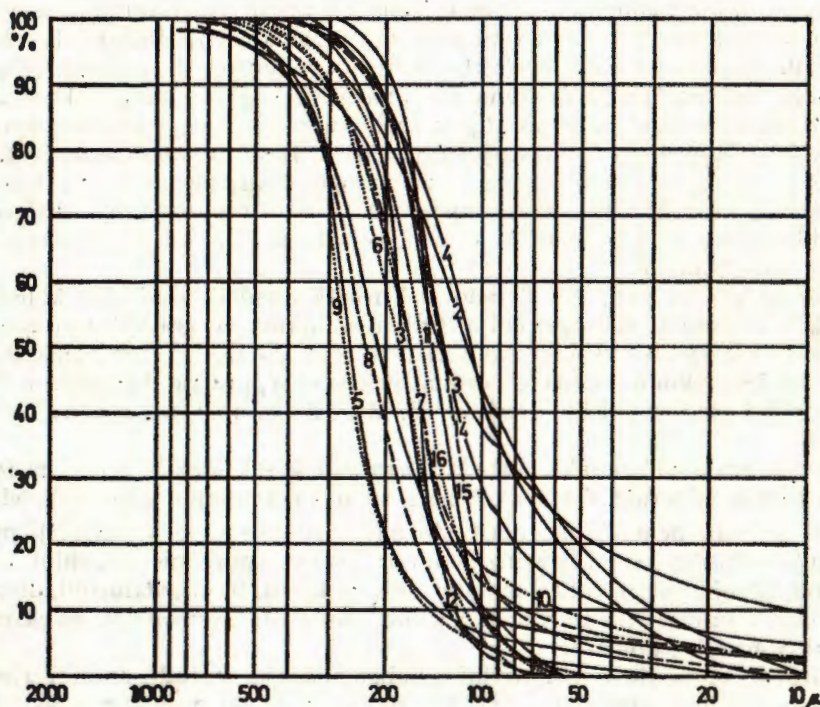
Succinea putris (Linné),
Lymnaea truncatula (Müller),
Anisus spirorbis (Linné),
Pisidium amnicum (Müller).

Pjeskovite ilovne, koje se horizontalno izmjenjuju s eolskim pijescima sadrže:

Lymnaea truncatula (Müller),
L. peregra f. peregra (Müller),
Carychium tridentatum (Risso),
Pisidium amnicum (Müller),
Planorbis carinatus (Müller),
Cepaea hortensis (Müller),
Bithynia tentaculata (Linné),
Anisus cf. leucostomus (Millet),
Helicigona cf. cingulella (Rossmässler).

Palinološkim analizama pjeskovitih ilovina iz područja Virovitice B. Jović-Erceg (1973) utvrdila je da su u flori zeljaste biljke mnogo više zastupljene od igličastog i lisnatog drveća. Šaševi, lopoči i lobode po svom učešću daleko potiskuju bor, jelu, smreku, vrbu i johu.

Eolski pijesci su žućkaste, svjetlosmeđe ili sivkaste boje. Srednja veličina zrna je od 107 do 270 mikrona, koeficijent sortiranja 1,135 do 1,68 (sl. 2). Vrlo dobro sortiranje rezultat je pretaložavanja pijeska u fluvijalnoj i eolskoj sredini.



Sl. 2 Kumulativne krivulje uzoraka eolskih pijesaka s područja Kloštar-Virovitica

Text-fig. 2 Cumulative curves of the eolian sand samples of Kloštar-Virovitica area

Lokaliteti:

- Lokalities: 1 (12023) Suha Katalena, 2 (7774) Jasenik,
 3 (9490) Kozarevac, 4 (7922) Kozarevac,
 5 (7349) V. Crešnjevica, 6 (8423) V. Polje,
 7 (5823) Sedlarica, 8 (9041) Babino Brdo,
 9 (9124) Babino Brdo, 10 (9081) Vukosavljevica,
 11 (8379B) Lozan, 12 (5583) Gradina,
 13 (5608) Đota, 14 (4942) Đota,
 15 (2102) Sv. Đurađ, 16 (2056) Sv. Đurađ.

Mineralni sastav pijeska obrađenog područja je prikazan u tabeli II. Karakteristično je da su mineralna zrna djelomično oblijepljena Fe-hidroksidom i da 40 do 60% detritičnih zrna ima mutnu (»mat«) površinu, što je posljedica kretanja detritusa djelovanjem vjetrova.

Pijesci se sastoje od zrna kvarca i feldspata, čestica stijena, karbonatnih zrna, listića mukovita, opakih zrna i prozirnih teških minerala. Kvarc

se javlja u poluzaobljenim zrnima. Feldspati se pojavljuju u poluzaobljenim izbockanim zrnima. To su pretežno plagioklasi (polisintetski sraslaci ili zrna samci), a rjeđe zrna kalijskih feldspata. U pijesku iz područja Vukosavljevice opažena su zrna grafičkog proraštaja kvarca i feldspata. Muskovit se pojavljuje u zaobljenim ili, rjeđe, poluzaobljenim listićima. Kao sporedni sastojci pijesaka javljaju se zaobljene čestice pelita i čerta, zaobljeni fragmenti metamorfnih stijena (sericitni, klorit-sericitni, kvarckloritni, kvarcmuskovitni i biotitmuskovitni škrljci) i zaobljeni ulomci karbonatnih stijena, koje se sastoje od mikrozrnastog ili zrnatog kalcita.

Eolski pijesci područja Čepelovac-Virovitica sadrže značajne količine teških minerala. Koncentracija teških minerala u granulometrijskoj frakciji od 45 do 160 mikrona varira od 4,85 do 38,98%. Povišena koncentracija teških minerala je rezultat prirodne separacije detritusa u fluvijalnoj i kasnije eolskoj sredini. (Z. Magdalenić & I. Galović, 1975).

Teška frakcija pijesaka (Tabela II) sastoji se od opakih zrna i prozirnih teških minerala. Od opakih zrna su u analiziranim uzorcima određeni limonit, hematit, magnetit, ilmenit i leukoksen. U asocijaciji prozirnih teških minerala izrazito dominira granat, sporedni su epidot, amfiboli, titanit, apatit, rutil, turmalin, cirkon, klorit, biotit, staurolit, disten i coisit, a vrlo rijetki andaluzit, korund, kloritoid, kromspinel, pirokseni, anatas, brukit i dolomit.

Granat se javlja u nepravilnim subangularnim korodiranim i rjeđe poluzaobljenim izbockanim zrnima. Bezbojan je do blijedoružičast. Na mnogim zrnima granata opažene su figure izjedanja pravokutna oblika. Zrna granata djelomično su oblijepljena Fe-hidroksidom.

Epidot se pojavljuje u nepravilnim, rjeđe zaobljenim i izbockanim zrnima. Amfibol dolazi u izduženim zaobljenim zrnima. Pored zelene hornblende opažena su zrna blijedozelenog aktinolita i rijetka zrna glaukofana. Titanit se javlja u poluzaobljenim i zaobljenim zrnima. Često je korodiran (izbockan) i djelomično oblijepljen Fe-hidroksidom. Apatit se pojavljuje u dobro zaobljenim sferičnim do eliptičnim zrnima, karakteristične izbockane površine. Rutil dolazi u poluzaobljenim do zaobljenim zrnima. Rjeđe se pojavljuju koljenasti sraslaci rutila. Turmalin se javlja u slabo zaobljenim i, rjeđe, zaobljenim zrnima. Prevladava smeđi turmalin s dobro izraženim pleohroizmom od svjetlosmeđe do tamnosmeđe boje. U uzorku eolskog pijeska iz područja Suhe Katalene opažena su i rijetka zrna bezbojnog turmalina, razvijenog oko jezgre zelenkastog turmalina. Cirkon se pojavljuje u slabo zaobljenim do dobro zaobljenim kristalima, od kojih neki imaju izbockanu površinu. Klorit i biotit se javljaju u dobro zaobljenim listićima. Idealno zaobljeni listići klorita su opaženi u pijescima iz okoline Špišić-Bukovice. Staurolit se pojavljuje u nepravilnim i, rjeđe, korodiranim izbockanim zrnima. Iznimno se javljaju zrna »nazubljenog« korodiranog staurolita, karakte-

rističnog sastojka tercijskih molasnih sedimenata. Disten dolazi u zaobljenim zrnima (zaobljene krhotine po ploham kalavosti). Dolomit se javlja u zaobljenim kristalima i zrnima.

Mikroskopskom analizom pjeskovitih ilovina utvrđeno je, da se sastoje od kvarca, feldspata, čestica pelita, minerala glina, listića muskovita, opakih zrna i prozirnih teških minerala. Koncentracija teških minerala u analiziranim uzorcima pjeskovitih ilovina varira od 3,95 do 12,40%. U asocijaciji prozirnih teških minerala prevladava granat, epidot, amfibol i klorit, sporedni sastojci su: staurolit, disten, apatit, titanit, rutil, turmalin, cirkon, coisit i biotit, a vrlo rijetki andaluzit, kloritoid, anatas, brukit i pirokseni.

PALEOGEOGRAFSKA REKONSTRUKCIJA

Izvorna područja

Prema mineralnom sastavu analiziranih uzoraka gornjopleistocenskog lesa na obrađenom području može se pretpostaviti, da je izvorno područje bilo izgrađeno od stijena visokog i niskog stupnja metamorfizma, od kiselih i neutralnih eruptiva, i klastičnih i karbonatnih stijena. Dio detritičnog materijala donesen je vjetrovima iz područja Alpa, a dio vjerojatno potječe iz područja sjeverne Evrope.

Detritični materijal holocenskih eolskih pijesaka potječe iz područja Alpa, a donesen je velikom rijekom (Paleo-Drava) nakon otapanja alpskih ledenjaka. Izvorno područje bilo je izgrađeno od stijena visokog i niskog stupnja metamorfizma, kiselih i neutralnih eruptiva, klastita i karbonatnih stijena.

Transport i uvjeti sedimentacije

Les je fino-zrni morenski materijal, koji je nošen vjetrom i sedimentiran u tadašnjim stepama i močvarnim tundrama. Većina istraživača lesa u svijetu smatra, da je les tipični eolski sediment, genetski vezan za glacijacije u pleistocenu (D. Gorjanović-Kramberger, 1922; Kriger, 1965 i drugi). Detritični materijal, koji je u izvornom području desagregiran djelovanjem ledenjaka, transportiran je fluvio-glacijalnim tokovima i sedimentiran u periglacijalnim prostorima. Uslijed hladne i suhe klime bio je otežan razvoj vegetacije, te su velike količine nekonsolidiranih sedimenata bile izložene intenzivnoj eolskoj aktivnosti. Fino-zrnati detritus, pretežno sitnih dimenzija, bio je vjetrom dignut i nošen u udaljenija područja, gdje je konačno sedimentiran u tadašnjim stepama i tundrama.

Poznato je, da se pojas lesnih naslaga u Evropi i Aziji prostire od Nizozemske i Njemačke preko Jugoslavije, Čehoslovačke, Mađarske, Ru-

munjske, Poljske i Ukrajine do Tibeta i Kine. Naslage tzv. kopnenog lesa kod nas djelomično prekrivaju područje sjeverne i istočne Hrvatske, Vojvodine i Srbije.

Eolski pijesci Podravine produkti su eolskog pretaložavanja fluvijalnih sedimenata. Nakon otapanja ledenjaka u Alpama velika rijeka (Paleo-Drava) je iz područja Alpa nosila goleme količine morenskog materijala. Pretpostavljamo, da je rijeka tekla uz podnožje Bilogore, a njezino je korito bilo znatno šire od današnjeg korita Drave. Uslijed sedimentacije velike količine detritičnog materijala, a vjerojatno i radi tektonskog izdizanja Bilogore, Paleo-Drava je napustila prvobitno korito, te je nekonsolidirani detritus u uvjetima relativno hladne i suhe klime bio izložen djelovanju vjetrova. Detritus je vjetrom pretaložavan i sortirani. Krupnozrnati detritus (eolski pijesak) koncentriran je u pješćanim dinama, dok su u međudinskim udolinama akumulirane pjeskovite ilovirne.

Primljeno 03. 04. 1975.

Institut za geološka istraživanja
41000 Zagreb, Sachsova 2

LITERATURA

- Gorjanović-Kramberger, D. (1916): Diluvijalna terasa oko Virovitice — Lukača. — *Vijesti geol. povj.*, 5—6, 23—25, Zagreb.
- Jović-Erceg, B. (1973): Palinološke analize lista Virovitica 1972. g. — *Fond dok. Inst. geol. istr. br. 5335/4*, Zagreb.
- Kruger, N. J. (1965): Les, ego svojstva i svjaz s geografičeskoj sredoj. K VII Kongresu INQUA. — *Akad. nauk. SSSR, Komisija po izučeniju čertvertičnogo perioda*, 294, str., Moskva.
- Magdalenić, Z. & Galović, I. (1975): Increased Concentration of heavy minerals in Quaternary eolian sands of Kloštar-Virovitica area in Northern Croatia. — *Bull. Sci.*, (A) 20/3—4, 69, Zagreb.
- Malez, M. (1973): Kvartarne naslage šire okolice Podravske Slatine i Orahovice u Slavoniji. — *Radovi Centra za organizaciju naučno-istraživačkog rada u Vinkovcima, Jugosl. akad. znan. umj.* 2, 5—55, Zagreb.
- Marković-Marjanović, J. (1950): Prethodna saopštenja o Deliblatskoj peščari. — *Zbornik radova geol. inst. SAN*, 1, 75—90, Beograd.
- Marković-Marjanović, J. (1972): Rasprostranjenje i stratigrafija lesa u Jugoslaviji. — *Glasn. prir. muz.*, (A), 27, 93—107, Beograd.
- Marković-Marjanović, J. & Gigov, A. (1971): Geološki sastav i istorija vegetacije tresetišta Kereš na Subotičkoj peščari — *Glasn. prir. muz.*, (A), 26, 129—148, Beograd.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1922): Morfolojske i hidrografijske prilike prapornih predjela Srijema te pograničnih česti županije virovitičke. — *Glasnik hrv. prirodosl. dr.*, 34, 111—164, Zagreb.
- Rudolf, Lj. & Obradović, J. (1958): Mineraloško ispitivanje lesa iz okolice Grocke i Smedereva. — *Zbornik radova geol. inst. »J. Žujović«*, 10, 197—207, Beograd.
- Soklić, I. (1943): Biljni svijet Podravske piesaka. — *Hrv. šumarski list*, 67, 3—34, Zagreb.
- Šandor, F. (1912a): Ekскурzija u podravske pijeske. — *Vijesti geol. povjer.*, 2, 30—36, Zagreb.

- Šandor, F. (1912b): Istraživanje prapora iz Vukovara, Bilogore i sa Rajne.—
Vijesti geol. povjer., 2, 103—107, Zagreb.
- Šimunić, An. (1963): Pleistozäne Weichtiere aus einigen lokalitäten der
Podravina. — Bull. Sci. (A), 8/1—2, 3—4, Zagreb.
- Šimunić, An., Šparica, M. & Šimunić, Al. (1973): Kvartarne naslage
na području Slavonski Brod-Staro Petrovo selo. — Geol. vjesn., 26, 73—82,
Zagreb.
- Takšić, A. (1974): Prilog poznavanju prapora istočne Hrvatske. — Geol.
vjesn., 1, 202—231, Zagreb.
- Takšić, A. (1947): Einige Gastropodenarten aus dem Löss Ostslawoniens
(Umgebung von Vinkovci). — Bull. Sci., (A), 19/3—4, 75—76, Zagreb.

I. GALOVIĆ and Z. MAGDALENIC

EOLIAN SEDIMENTS OF THE KLOŠTAR-VIROVITICA AREA IN NORTHERN CROATIA

In the area of Šandrovac — Kloštar-Virovitica Quaternary sediment — i. e. Pleistocene loess deposits and holocene eolian sands, associated with alluvial deposits of the Drava River; have been investigated. The Pleistocene loess extends over the area south of Čepelovac, Suha Katalena, Mala Črešnjevica, Sedlarica and Virovitica (Plate I). It is underlain by Pliocene sediments (beds belonging to the upper Pontian and Levantinian). The upper Pleistocene pertinence of these sediments has been determined according to numerous mollusca fossils found therein. (Table I). According to *Mammonteus primigenius*, found at Pčelić near Virovitica (M. Malez, 1973), these sediments are of the Würm age. The fauna which is present there indicates a cold climate, i. e. the region of cold steppes.

Loess is an unconsolidated silt, deposited by wind. It is devoid of any stratification. It is porous and displays the characteristic vertical features. Carbonate concretions are contained in it. The median varies between 13 and 42 microns (Fig 1), and the coefficient of sorting from 1, 45 to 2, 81. Table II shows the mineral composition of loess; it is composed of quartz, feldspars rock fragments, carbonate grains, muscovite flakes, opaque grains and transparent heavy minerals. Some quartz grains are partly coated with iron hydroxide. The dominant mineral in the association of transparent heavy minerals is garnet, and, as secondary constituents, we find: epidote, amphibole, apatite, titanite, chlorite, rutile, tourmaline, zircon, staurolite, chloritoid zoisite, pyroxene, anatase, brookite, dolomite and biotite.

The X-ray analysis of loess samples from Milanovac near Virovitica, has shown the following composition: quartz, illite, kaolinite, chlorite, calcite, dolomite and plagioclase.

Eolian sands extend over the northern foot of Bilogora and the Drava lowland, i. e. from Čepelovac and Prugovac to Pitomača, Otrovaneč, Sedlarica, Špišić Bukovica and Virovitica (Plate I). These sediments are underlain by loess or fluvial deposits, left there by the Paleo-Drava river. The eolian sands pass laterally into sandy loams. Both the eolian sands and sandy loams are of fluvial origin. They are deposits of the Paleo-Drava stream channel, or flood plain sediments deposited by the river during periodical floods. After the river had abandoned its original stream channel, these non-consolidated river deposits were exposed to intense wind action. Thanks to such eolian

action sand-dunes were formed and in inter-dune areas sandy loams were accumulated. Sand-dunes are to be met in the area of Budrovac, Suha Katalena, Prugovac, Vinjerac, Otrovaneć, Pitomača, Lozan and Virovitica (Plate I). The dunes axis run in a north-south direction, their lengths varying from some tens to several hundreds metres, their height does not exceed 8 metres.

By the beginning of this century deposits of moving sands were present in the Drava lowland, in the area from Đurđevac to Pitomača, endangering crops and settlements. Later, planting and raising special plants strengthened these sands and consequently this danger has now disappeared.

Eolian sand are yellowish, light brown or grey. The mean grain size, varies between 107 and 270 microns (Fig. 2), sorting coefficient: from 1, 135 to 1, 68. Sands are well sorted and well rounded.

The mineral composition of eolian sands is given in Table III. Mineral grains are partly coated with iron hydroxide. Some 40 to 60% of grains display a dull surface, as a result of eolian action. Sands consist of quartz and feldspar grains, rock particles, carbonate grains and muscovite flakes, and of opaque grains and transparent heavy minerals. Eolian sands have been enriched in heavy minerals. In the fraction from 45 to 160 microns, the concentration of heavy minerals varies between 4,85 and 38,98%. Such an increased concentration of heavy minerals is to be attributed to the natural separation of detritus in the fluvial and eolian environment. The heavy residue is composed of opaque grains (limonite, hematite, magnetite, ilmenite) and transparent heavy minerals.

Within the association of transparent heavy minerals the predominant mineral is garnet and as subordinate minerals there occur: epidote, amphibole, titanite, apatite, rutile, tourmaline, zircon, chlorite, biotite staurolite, kyanite and zoisite, while andalusite, corundum, chloritoid, chrom-spinel, pyroxene, anatase, brookite and dolomite occur rather rarely.

According to the mineral composition of loess it may be assumed that the source area had been built up of high and low grade schists, acid and intermediate igneous rocks, carbonate and clastic rocks. One part of detritus originated from the Alps area, and the other part probably from northern Europe.

Loess is a fine grained morainic material transported by wind and deposited in steppe regions. In the source area, the detrital material become disaggregated through the action of glaciers, transported by fluvio-glacial waters and deposited in periglacial regions. The cold and arid climate had hindered the development of richer vegetation, whereby, great parts of nonconsolidated deposits got exposed to the action of winds, lifted up the particles of the finegrained detritus and transported them to distant regions where they were finally deposited. The detrital material of eolian sand deposits originated from Alpine regions. Their source area was built up of high and low grade schists, igneous rocks, clastic, and carbonate rocks.

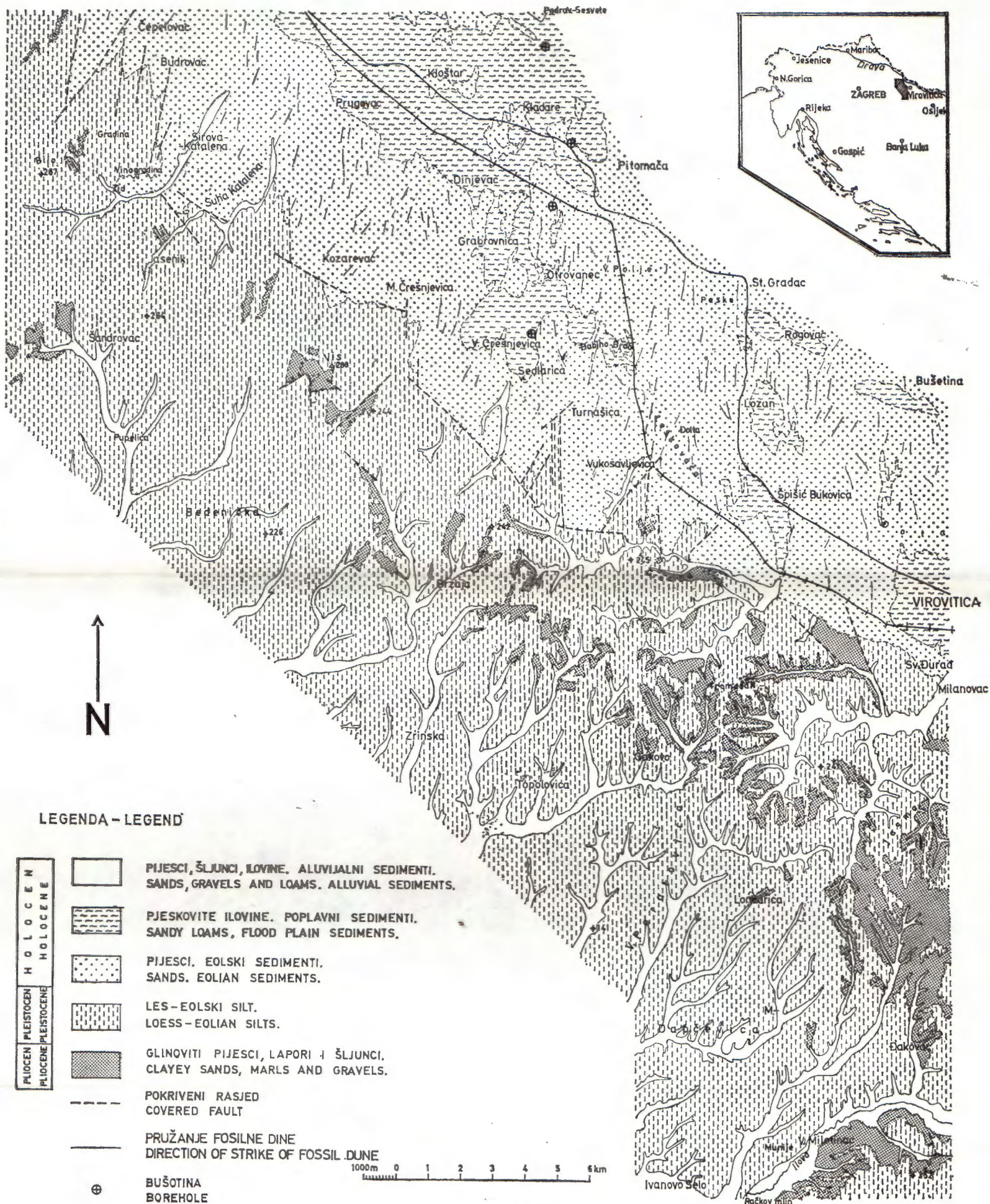
In the Postglacial, after the Würm glaciers in Alpine regions, had retreated, great quantities of morainic material were carried away by the great river (Paleo-Drava) in the Drava lowland. It is supposed that the river flowed along the foothill of Bilogora and that its ancestral channel was much larger than that of the modern Drava river. Due to the deposition of great piles of detrital material, and probably due to the lifting of Bilogora, the Paleo-Drava river abandoned its prior stream channel, so that the non-consolidated detritus became exposed to the action of winds (devastation) in a relatively cold climate. Fluvial detritus was redeposited several times and selectively sorted. The eolian sands were piled up in sand dunes, while the sandy loams were accumulated in interdune areas.

Received 3 April 1975

Institut of Geology
Sachsova 2, 41000 Zagreb

GEOLOŠKA KARTA PODRUČJA KLOŠTAR-VIROVITICA

GEOLOGICAL MAP OF THE KLOŠTAR-VIROVITICA REGION



LEGENDA - LEGEND

- | | | |
|---------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HOLOCEN
HOLOCENE | | PIJESCI, ŠLJUNCI, ILOVINE. ALUVIJALNI SEDIMENTI.
SANDS, GRAVELS AND LOAMS. ALLUVIAL SEDIMENTS. |
| | | PJESKOVITE ILOVINE. POPLAVNI SEDIMENTI.
SANDY LOAMS, FLOOD PLAIN SEDIMENTS. |
| PLEISTOCEN
PLEISTOCENE | | PIJESCI, EOLSKI SEDIMENTI.
SANDS. EOLIAN SEDIMENTS. |
| | | LES-EOLSKI SILT.
LOESS-EOLIAN SILTS. |
| | | GLINOVITI PIJESCI, LAPORI I ŠLJUNCI.
CLAYEY SANDS, MARLS AND GRAVELS. |
| | | POKRIVENI RASJED
COVERED FAULT |
| | | PRUŽANJE FOSILNE DINE
DIRECTION OF STRIKE OF FOSSIL DUNE |
| | | BUŠOTINA
BOREHOLE |



Tabela I
Table I

MINERALNI SASTAV LESA IZ PODRUČJA KLOŠTAR – VIROVITICA (frakcija > 20 μ)
Mineral composition of loess of Kloštar – Virovitica (fraction >20 μ)

Broj uzorka Number of sample	Lokalitet Locality	% teških minerala Percent Heavies	Teški minerali 100% Heavy minerals 100%		Prozirni teški minerali 100% Transparent heavy minerals 100%																	Laki minerali 100% Light minerals 100%					
			opaka zrna Opaques	prozirni minerali Transparent minerals	granat Garnet	staurolit Staurolite	disten Disten	Kyanit Kyanite	Kloritoid Chloritoid	epidot Epidote	zoisit Zoisite	amfibol Amphibole	piroksceni Pyroxenes	titanit Titanite	apatit Apatite	anatas Anatase	brukit Brookite	rutil Rutile	turalin Tourmaline	cirkon Zircon	dolomit Dolomite	klorit Chlorite	biotit Biotite	kvarc Quartz	feldspati Feldspars	čestice stijena Rock fragments	karbonatna zrna Carbonate grains
10477	Šandrovac	9,08	45	55	23	1	5	—	9	1	3	1	3	8	—	—	14	9	4	—	13	5	64	16	2	4	14
10512	Pupelica	8,20	40	60	26	2	3	—	15	3	7	2	5	2	—	—	8	8	5	—	13	1	60	20	4	—	16
4148	Topolovica	5,45	45	55	32	1	3	—	2	2	5	—	8	4	—	—	6	3	6	10	17	1	65	10	5	4	16
3015	Gakovo	7,25	44	56	30	—	—	—	12	4	3	—	11	6	—	—	9	2	4	5	12	2	57	15	7	4	17
2025	Sv. Đurađ	5,09	60	40	12	13	1	1	11	1	5	—	5	14	—	1	18	6	10	—	2	—	63	16	10	—	11
2054	Sv. Đurađ	7,75	30	70	31	3	—	1	6	3	6	—	3	6	—	1	6	3	7	6	17	1	55	17	9	—	19
2040/1	Sv. Đurađ	11,54	35	65	51	1	—	—	7	—	1	—	2	13	—	—	8	4	5	5	3	—	58	15	7	5	15
2040/2	Sv. Đurađ	13,80	31	69	38	2	3	—	5	2	7	—	2	7	—	—	5	4	3	7	15	—	60	16	8	—	16
3296	M. Dapčevica	7,64	43	57	13	5	1	2	10	2	3	—	10	5	—	1	13	3	16	—	12	1	62	14	9	—	15
2762	Ivanovo Selo	6,84	30	70	25	4	1	1	12	2	4	—	9	3	—	—	5	4	2	—	24	4	67	13	6	—	14
3529	Ivanovo Selo	5,55	50	50	32	3	2	—	4	1	4	—	8	7	1	1	10	4	10	—	10	3	68	12	7	2	11
2836	Račkov mlin	5,03	32	68	27	3	2	—	5	3	4	—	8	7	—	1	5	4	5	5	21	2	72	11	4	2	11
1689	Milanovac	8,88	30	70	26	1	1	1	25	2	6	—	4	6	1	—	6	2	1	8	7	3	44	24	7	11	14
1587a	Milanovac	13,40	28	72	40	1	1	—	16	1	9	—	1	4	—	1	6	3	2	4	8	3	64	16	3	5	12

NAPOMENA: Procenti dobiveni
brojanjem zrna
REMARK: Percentage by number

MINERALNI SASTAV EOLSKIH PIJESAKA PODRUČJA KLOŠTAR-VIROVITICA
Mineral composition of eolian sands of Kloštar-Virovitica region

Table II
Tabela II

Broj uzorka Number of sample	Lokalitet Locality	% teških minerala Percent heavies	Teški minerali 100% Heavy minerals 100%		Prozirni teški minerali 100% Transparent heavy minerals 100%																				Laki minerali 100% Light minerals 100%					
			Opaka zrna Opaques	prozirni minerali Transparent mineral	granat Garnet	siarolit Staurolite	disten Kyanite	andaluzit Andalusite	korund Corundum	kloritoid Chloritoid	epidot Epidote	coisit Zoisite	amfibol Amphibole	piroksceni Pyroxenes	krom spinel Chrom-spinel	titanit Sphene	apatit Apatite	anatas Anatase	brukit Brookite	rutil Rutile	turalin Tourmaline	cirkon Zircon	dolomit Dolomite	klorit Chlorite	biotit Biotite	kvarc Quartz	feldspati Feldspars	čestice stijena Rock fragments	karbonatna zrna Carbonate grains	muskovit Muscovite
10187	Čepelovac	14,30	30	70	52	3	2	1	—	—	3	2	4	—	—	5	2	—	—	7	4	3	—	7	5	65	9	3	3	20
10078	Čepelovac	9,85	40	60	36	4	1	—	—	—	10	1	4	3	—	6	3	—	—	10	2	5	—	13	2	65	11	12	—	12
9927	Budrovac	15,30	35	65	44	4	1	—	—	—	13	2	7	—	—	4	4	—	—	9	3	1	—	7	1	—	—	—	—	—
12031	Prugovac	14,45	38	62	70	3	1	—	—	—	8	—	6	—	—	1	1	—	—	4	3	1	—	1	1	53	17	4	—	26
10147	Vinogradina	9,60	36	64	41	3	2	—	—	—	15	2	5	1	—	3	1	—	—	9	6	2	—	6	4	58	13	14	—	15
8657b	Prugovec	12,43	32	68	50	3	1	1	—	—	9	—	4	1	—	3	7	—	—	8	2	2	—	3	6	—	—	—	—	—
7959	Suha Katalena	28,73	30	70	71	4	3	1	—	—	4	—	3	—	—	2	2	—	—	4	1	1	—	3	1	77	6	9	2	6
8650	Prugovac	21,52	27	73	68	2	1	1	—	—	1	1	6	—	—	2	5	—	—	5	2	2	—	2	2	46	9	17	11	17
7795	Jasenik	10,02	35	65	40	1	1	—	—	1	8	2	3	—	—	3	6	—	—	9	8	7	5	5	1	59	13	10	3	15
7978	Jasenik	8,90	40	60	33	4	3	—	—	—	8	1	8	—	—	6	8	—	—	4	5	4	7	6	3	—	—	—	—	—
7710	Kozarevac	11,62	42	58	20	5	3	—	—	1	9	1	6	—	1	11	4	1	—	15	8	8	—	9	1	—	—	—	—	—
7718	Kozarevac	12,79	34	66	35	1	1	1	—	—	9	1	8	—	—	4	17	—	1	5	3	2	5	5	2	62	8	11	5	14
8832	Podrav. Sesvete	15,05	24	76	67	2	1	1	—	1	2	1	3	—	—	5	2	—	—	3	1	—	8	2	1	52	10	14	14	10
8963	Kloštar	19,97	32	68	73	2	1	—	—	2	4	—	4	—	—	1	2	—	—	4	2	1	—	4	—	54	9	20	—	14
7927	Grabrovnica	14,75	38	62	57	2	3	—	—	—	3	—	4	—	—	4	5	1	—	4	4	3	3	7	—	50	11	11	20	8
8863	Kladare	30,84	28	72	62	1	2	—	—	1	5	1	7	—	—	3	2	—	—	3	1	1	6	3	2	—	—	—	—	—
8505	Otrovanec	18,98	30	70	62	2	2	—	—	—	4	—	7	—	—	1	7	—	—	3	2	1	5	4	1	—	—	—	—	—
7918	V. Črešnjeвица	28,40	32	68	79	1	—	—	1	—	6	—	4	—	—	2	—	1	—	2	1	1	—	2	—	76	10	10	—	4
8430	Otrovanec	9,44	30	70	62	3	1	—	—	1	5	1	3	—	—	4	1	—	—	4	5	1	—	9	2	71	9	7	—	13
8449	V. Črešnjeвица	23,75	33	67	60	1	1	—	—	1	6	1	2	—	—	2	4	—	—	9	5	2	—	4	2	64	9	14	—	13
7695	V. Polje	10,72	30	70	62	4	2	1	—	1	8	1	3	—	—	3	3	—	—	6	2	2	—	2	—	—	—	—	—	—
8182	Sedlarica	4,85	32	68	36	5	1	1	—	1	18	3	3	—	1	4	4	—	—	5	2	5	—	10	1	63	8	8	—	20
8228	Sedlarica	13,47	36	64	52	1	2	—	—	1	7	—	3	—	—	5	5	—	—	10	3	3	—	7	1	—	—	—	—	—
7116	Sedlarica	10,08	50	50	27	1	3	—	1	1	14	1	4	—	—	3	8	—	1	9	6	12	—	0	—	—	—	—	—	—
9012	Babino brdo	34,19	25	75	74	4	2	2	—	—	6	—	4	—	—	1	1	—	—	2	1	1	—	1	1	53	16	17	—	14
7451	Peske	12,57	30	70	69	1	1	—	1	—	4	2	2	—	1	7	3	—	—	4	2	2	—	—	—	70	12	6	2	10
9142	Đolta	10,70	26	74	62	2	3	—	—	1	7	—	10	—	—	1	7	—	—	3	2	1	—	2	3	—	—	—	—	—
5717	Turnašica	38,98	60	40	80	3	2	—	—	—	2	—	4	—	—	1	3	—	—	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
8041	Vukosavljeвица	19,60	35	65	68	1	1	—	—	—	3	1	1	—	—	4	8	—	—	7	2	2	—	1	1	—	—	—	—	—
9085	Leskovača	15,60	30	70	57	2	5	1	—	—	4	1	13	—	—	2	4	—	—	3	2	—	—	4	2	58	12	13	—	17
8346	Lozan	27,54	23	77	60	2	2	1	1	—	5	2	5	—	—	1	3	—	—	5	—	2	8	3	1	50	5	15	25	4
8379a	Lozan	8,75	32	68	53	5	1	1	—	—	3	1	7	—	1	1	7	—	—	4	4	—	5	5	2	61	6	10	16	7
9406	Bušetina	15,10	28	72	48	3	4	1	—	1	8	—	9	—	—	1	8	—	—	1	2	1	4	6	3	49	9	11	24	7
7535	Bušetina	5,90	25	75	34	1	3	1	—	—	14	—	8	1	—	5	5	—	—	8	4	—	4	9	—	65	15	3	3	14
5583	Gradina	7,21	45	55	62	2	1	—	—	—	6	—	10	1	—	2	3	—	—	—	4	—	—	7	2	67	15	13	—	5
9273	Špišić Bukovica	4,97	33	67	56	2	1	—	—	—	7	2	7	1	—	4	3	—	—	4	4	1	—	6	2	56	12	18	—	14
4546	Gradina		40	60	60	4	2	1	—	—	4	1	5	—	—	3	3	—	—	1	3	—	—	11	2	72	9	10	—	9
7656	Đota	9,43	35	65	49	—	—	—	—	1	2	—	5	—	—	4	15	1	—	2	9	1	—	8	2	71	10	10	—	9
7512a	Đota	21,90	30	70	61	2	3	1	—	—	5	1	5	—	—	2	7	—	—	5	2	—	4	—	1	60	12	9	6	13
9335	Đota	13,30	30	70	54	1	1	—	—	—	3	—	10	1	—	2	8	—	—	2	3	1	5	6	3	49	6	5	25	15
5608	Đota	10,32	28	72	65	4	2	1	—	—	2	1	5	—	—	3	2	—	—	2	2	1	—	7	3	64	14	9	—	13
4942	Đota	10,39	35	65	46	2	2	—	1	—	4	—	4	—	—	5	8	—	1	5	5	4	5	6	2	60	17	10	3	10
4955	Sv. Đurađ	12,51	40	60	62	—	1	—	—	—	7	—	8	—	—	1	1	—	—	8	5	1	—	5	1	72	8	11	—	9
2102	Sv. Đurađ	14,10	42	58	61	3	1	—	—	—	2	—	3	—	—	2	1	—	—	6	—	4	—	8	9	65	10	14	—	11
2056	Sv. Đurađ	14,88	30	70	55	2	1	—	—	—	6	2	8	—	—	1	3	—	—	10	—	4	—	7	1	73	9	10	—	8