

UDK 551.4.07 (497.5)

Primljeno (*Received*): 20.12.1994Prihvaćeno (*Accepted*): 25.3.1995.

Izvorni znanstveni članak

Original Scientific Paper

REGIONALNA RASPROSTRANJENOST PALEOŠLJUNČANIH NASLAGA U DIJELU SZ HRVATSKE I NJIHOVO GEOMORFOLOŠKO ZNAČENJE U TUMAČENJU MORFOGENEZE RELJEFA I KVARTARNIH NEOTEKTONSKIH POKRETA

A. Bogнар, E. Prelogović, V. Klein, Ž. Krušlin, I. Mesić, M. Sarkotić-Šlat, B. Hromatko

U ovom se članku odrađuje regionalna distribucija kvartarnih šljunčanih naslaga u dijelu sjeverozapadne Hrvatske, kao i njihovo geomorfološko značenje u tumačenju morfogeneze reljefa i kvartarnih neotektonskih pokreta.

REGIONAL SPREADING OF PALAEO-GRAVEL FORMATIONS IN NORTH-WESTERN CROATIA AND THEIR GEOMORPHOLOGICAL IMPORTANCE FOR EXPLANATION OF MORPHOGENESIS AND NEOTECTONICAL MOVEMENTS

Regionally distributed Quaternary fluvial gravel layers in North-western Croatia, which were by neotectonic movements subsequently removed at different hypsometrical levels, are discussed in the paper.

Gorski masiv Kalnika, Varaždinsko-Toplitskog pobrđa, SZ dio pobrđa Bilogore, pobrđe Međimurskih gorica te područja današnjih nizina rijeka Drave i Mure, tijekom svoje morfološke evolucije utjecajem neotektonskih pokreta više puta su došli u takav geomorfološki položaj koji je stimulirao akumulaciju fluvijalnih taložina. Gotovo posvuda su otkrivene ili nabušene kvartarne naslage: pretežito gline, pijesci i šljunci u izmjeni. Naročito su kao reперne pogodne za proučavanje regionalno rasprostranjene naslage šljunaka. Slične taložine utvrđene su i u susjednom području Slovenije i osobito

Mađarske na Zákány-skom i Leteny-skom pobrđu, nizinsko-brežuljkastom području županije Somogy te gorskom masivu Bakonya sjeverno od jezera Balaton (Szádecki-Kardos E., 1935, Strausz L., 1949., Lovász Gy., Juhász a., 1972). Zbog mogućnosti njihovog koreliranja, provedeni su odgovarajući terenski radovi (skupljanje uzoraka, geomorfološko kartiranje, fotodokumentacija) i laboratorijske obrade (sedimentološke, mineraloške i petrografske). Rezultati su poslužili za tumačenje poglavito kvartarnog razvitka reljefa i geoloških struktura. Obrade uzoraka sedimenata izvešene su u laboratoriju

poduzeća "INA-Naftaplin" i "Instituta za geološka istraživanja", kojima se ovom prigodom zahvaljujemo na pomoći i susretljivosti.

Geomorfološki i strukturno-geološki položaj istraživanog područja i rasprostranjenost paleošljunčanih naslaga

Obuhvaćeno područje pripada prema A. Bognaru (1994), dijelu gorsko-zavalske makrogeomorfološke regije SZ Hrvatske (Kalnik, Varaždinsko-Topličko pobrđe, Međimurske gorice i nizine rijeke Mure, te Drave do Leграда), makrogeomorfološke regije Zavale SZ Hrvatske (SZ dio pobrđa Bilogore) i makrogeomorfološke regije Panonske nizine (nizina Drave nizvodno od Leграда). Kompleksnost geomorfološkog položaja odraz je i strukturnih značajki i evolucije područja obilježenih aktivnim zonama rasjeda između kojih su nastale veće ili manje potoline (strukture tipa pull-apart) ili uzdignute strukture i nizovi struktura koji se na površini često odražavaju kao blokovi različitog oblika i rasprostranjenosti.

U petrografskom sastavu paleošljunčanih naslaga dominiraju kvarcni šljunci i, manje, pjeskoviti šljunci. Na površini naslage su često prekrivene debelim (do 40 m - Ludbreška ciglana!) ili tanjim (nekoliko m) naslagama smeđeg lesa i lesnog derivata (A. Bognar 1978, M. Pécsi 1993) ili eolskog pijeska (Z dio Zákányskog pobrđa u R Mađarskoj). Naslage šljunka nalaze se na različitim hipsometrijskim razinama, npr. na obroncima Kalnika od 180 do 300 m, Varaždinsko-Topličkom pobrđu od 180-220 m, Međimurskim goricama od 250 i Bilogori od 145 do 300 m, a u R Mađarskoj na Zákányskom pobrđu od 180-200 m, te Letenyskom pobrđu od 180-210 m. Osim navedenih lokaliteta naslage šljunka utvrđene su i u bušotinama osobito u donjem, ali i srednjem i gornjem dijelu kvar-tara (Babić i dr., 1978). Najvećih su debljina

donjokvartarni šljunci i to više od 100 m, mjestimice oko 200 m (Prelogović & Velić, 1988), u pridravskom dijelu Mađarske (prema različitim bušotinama od Örtilosa na SZ do Szentborbasa na JI na dubinama od 9.60 do 100 m, slojevi šljunka različite debljine od 0.20 do 42.50 m - prema Marosi S, 1970, tablica 2, str. 30-31) i središnjem i sjevernom dijelu županije Somogy (prema podacima različitih bušotina od 1 m do 168.50 m, slojevi šljunka različite debljine od 1.10 do 65.30 m - prema Marosi S., 1970, tablica 2, str. 30-31.

Petrografske, sedimentološke i mineraloške obrade

Petrografska obrada izvršena je na 15 uzoraka uzetih iz profila ciglana, otkopa i bušenih bunara s područja Bilogore, SI Kalnika i nizine Drave.

1. **KO-32, DOMAJI** - napuštena šljunčara ($x=46^{\circ}8'3$; $y=16^{\circ}43'$; 1000 m; $z=185$ nmv).

Uzorak se sastoji od valutica veličine između 7 i 55 mm. Prevladavaju različito obojene (bijeje, blijedožučkaste i rjeđe svjetlosive), valutice kvarca, a ima i nešto valutica uglavnom svjetlosivog čerta.

2. **KO-3, LIPOVICA ŠUMA** - napuštena šljunčara ($x=46^{\circ}5'750$; $y=16^{\circ}41'$; 1400 m; $z=255$ nmv)

Uzorak čine valutice šljunka veličine od 10 do 60 mm. Pretežito su prisutne blijedožute i bijelosive valutice kvarca, a u podređenoj količini ima i valutice sivog do smeđesivog pješčenjaka grauvaknog tipa.

3. **K-144, KO-3, BJELJAVINA NAD BARAMA** ($x=46^{\circ}7'1600$; $y=16^{\circ}31'450$; $z=145$ nmv)

Valutice su pomiješane sa žutosmeđim pijeskom. Veličina valutica se kreće između 3-4 mm i 50 mm. Blijedožučkaste i bijele valutice kvarca prevladavaju, a uočeno je i nešto valutice sivog do crvenkastog tufa.

4. **K-4, KO-3, BREZINE** ($x=46^{\circ}10'600$;
 $y=16^{\circ}35'1400$; $z=270$ nmv)

Valutice su veličine između 10 i 40 mm i gotovo u cijelosti pripadaju zrnima kvarca uglavnom bijelosive, rjeđe žučkastosive boje. Vrlo rijetko se uočavaju sivkasto obojene relativno lako drobljive valutice koje pripadaju glinovito-karbonatnom sedimentu (jako glinoviti dolomit).

5. **K-3, KO-3, BORO VKA** ($x=46^{\circ}8'1250$;
 $y=16^{\circ}36'050$; $z=270$ nmv)

Veličina valutica je od 5 do 60 mm. Prevladavaju valutice izgrađene od kvarca bijelosive i sive boje, a rjeđe su prisutne maslinastosive valutice pješčenjaka tipa arkoze do feldspatske grauvake.

6. **K-6, KO-3, CIGLANA LUDBREG** ($x=46^{\circ}14'400$; $y=16^{\circ}36'900$; $z=180$ nmv)

Uzorak čine raznobrojne valutice veličine od 3-4 do 40 mm (najčešće 10-20 mm) izgrađene pretežito od kvarca, no u priličnoj mjeri prisutne su i valutice meta-intruziva (? meta-granodiorit) te pješčenjaka tipa feldspatske grauvake.

7. **K-9, KO-3, SELO PRKOS** ($x=46^{\circ}9'1100$;
 $y=16^{\circ}40'500$; $z=195$ nmv)

Grubo podijeljeno prevladavaju dvije frakcije valutica; jedne veličine između 2 i 5 mm i druge veličine od 10 do 50 mm. Valutice su različite boje (bijelosive, žučkastobijele, a često žute, te tamne, gotovo crne). Gotovo isključivo su izgrađene od kvarca. Vrlo rijetko se mogu uočiti smeđaste valutice koje pripadaju pelitskom sedimentu (nije bilo moguće dobiti odgovarajući izbrusak).

8. **K-10, KO-3, JARA** ($x=46^{\circ}8'1100$;
 $y=16^{\circ}39'950$; $z=240$ nmv)

Valutice su veličine od 2-3 do 70 mm. Najvećim dijelom radi se o valuticama kvarca bijelosive i žučkastobijele boje, ali ima i valutica pješčenjaka žute i smeđe boje koji su određeni kao grauvake (litične do feldspatske).

9. **K-12, KO-3, ŽLJEBIĆ** ($x=46^{\circ}6'1600$;
 $y=16^{\circ}48'350$; $z=280$ nmv)

Valutice šljunka (vel. 5-30 mm) pomiješane s pijeskom žučkastosmede boje. Valutice uglavnom pripadaju valuticama kvarca različite boje (pretežito bijele, bijelosive i bljedožučkaste).

10. **KO-3, LIPOVICA ŠUMA** - stara šljunčara-uzorci sa ceste ($x=46^{\circ}5'750$;
 $y=16^{\circ}41'1400$; $z=255$ nmv)

Veličina valutica je u prosjeku od 20 do 50 mm. Valutice su različite boje, ali i sastava. Prevladavaju bijele, žučkastobijele i sivkastobijele valutice kvarca, a prisutne su i tamnosive pomalo škriljavale valutice kvarcica, smeđe valutice čerta, te zelenkaste valutice izmjenjenog efuziva.

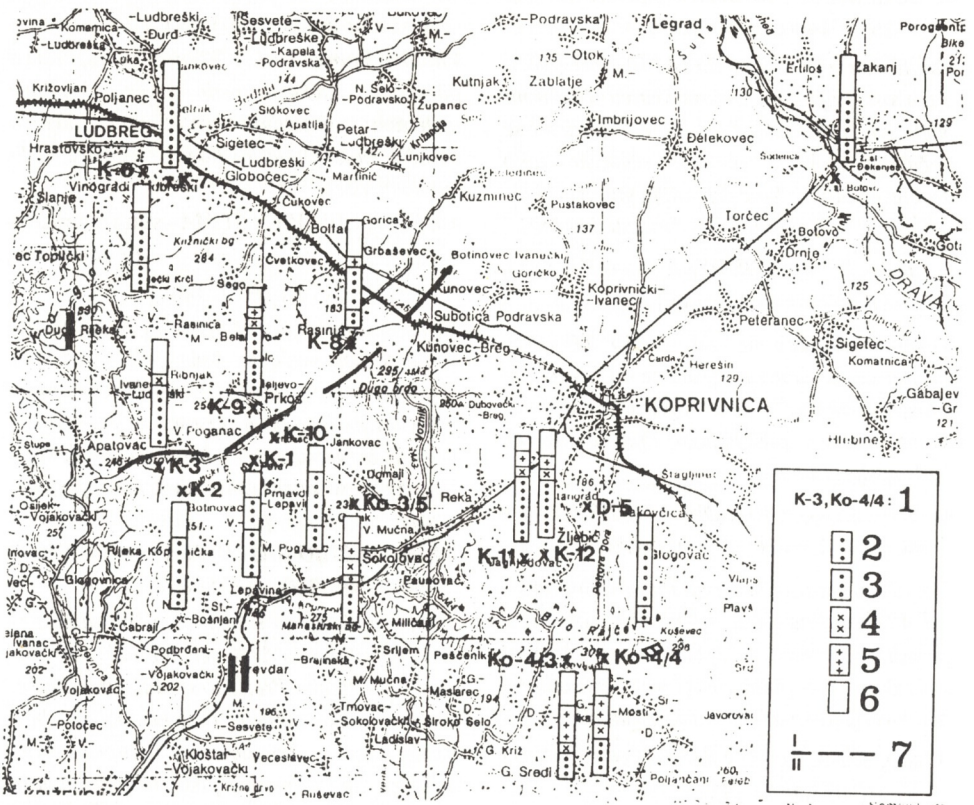
11. **KO-4, BILO RAJČEVICA** ($x=46^{\circ}4'1000$;
 $y=16^{\circ}49'1200$; $z=286$ nmv)

Grubo podijeljeno u uzorku su prisutne dvije frakcije, odnosno dvije veličine valutica: 3-10 mm i 30-70 mm. Pretežito se radi o valuticama kvarca žučkastobijele i sivkastobijele boje. Uočene su i slabo zaobljene (gotovo uglaste) valutice (ili fragmenti) jako trošnog meta-intruziva granit-granodioritskog sastava.

12. i 13. **KO-4, STARIGRAD**, bunar - Kamengradska 35, ($x=46^{\circ}8'$; $y=16^{\circ}49'800$;
 $z=175$ nmv)

U prvom uzorku razlikuju se dva tipa valutica: bijelosivog i žutosivog kvarca, te pješčenjaka. Drugi uzorak izgrađuje valutice žučkastobijelog kvarca te valutice sivo obojenih kvarcsericitiskih škriljavaca.

KVARC. Valutice izgrađene od kvarca prevladavaju u svim uzorcima, radi se o polikristaličnim zrnima kvarca (pojedino zrno sastoji se od brojnih međusobno odjeljenih kristalića). Kristalići zrna kvarca većinom su poluizometričnog (subequant) do malo izduženog oblika. Granice između zrna su relativno ravne (u uzorku **K-6 - ciglana Ludbreg**,



Sl.1. Prostorni raspored uzoraka i njihovog mineralošskog sastava

Legenda: 1. Uzorak, 2. Epidot, 3. Granat, 4. Turmalin, 5. Cirkon, 6. Ostali, 7. Granica mineraloške oblasti

Abb. 1. Die Räumliche Verteilung der Proben und ihrer mineralogischer Zusammensetzung

Legende: 1. Probe, 2. Epidot, 3. Granat, 4. Turmalin, 5. Zirkon, 6. Anderes, 7. Die Grenze des mineralogischen Gebietes

uočena su i zrna kvarca sa šivanom strukturom, a u uzorku **K-3-Borovka** pojedina zrna kvarca imaju tzv. mortar građu). Ponekad se između kristalčića uočava i mješovit (uzorci **K-3, Borovka i K-6, ciglana Ludbreg**). Kristalčići potamnjuju jednolično do blago valovito (slabo undulozno). Većina kristalčića potamni u različito vrijeme, što je znak njihove međusobne različite optičke orijentacije. Kod pojedinih valutica kvarca (uzorak 5, **KO-3 -**

Domaji i K-3, Borovka) kristalčići potamnjuju zaokretanjem mikroskopskog stolića gotovo istovremeno. To ukazuje da je optička orijentacija kristalčića relativno bliska, a orijentacija još nije bitno poremećena u odnosu na prvobitnu orijentaciju čitavog zrna kvarca.

Sva navedena obilježja kvarca od kojeg su najčešće izgrađene valutice u analiziranim uzorcima ukazuju da takve valutice najvjerojatnije potječu iz dva izvora: od intruzivnih

stijena i metamorfni stijena (najvjerojatnije iz metamorfni stijena visokog stupnja metamorfoze, npr. gnajs ili granitor-gnajs).

ČERT. Valutice čerta određene su uzorcima 5, KO-3-DOMAJI i 2, LIPOVICA ŠUMA (uzorci sa ceste). Izgrađene su od kriptu do mikrokristaliničnog kvarca. Dio valutica je raspucan, a pukotine su ispunjene nešto krupnijim mikrokristaliničnim kvarcom. U uzorku 2, LIPOVICA ŠUMA (uzorci sa ceste) u pojedinim valuticama čerta uočeno je više sustava pukotina ispunjenih mikrokristaliničnim kvarcom. U najmlađim pukotinama su kristalići kvarca najkrupniji.

PJEŠČENJACI. Iza valutica izgrađenih od kvarca najveći broj valutica pripada valuticama pješčenjaka. Radi se o pješčenjacima grauaknog tipa. Uglavnom su to feldspatske grauake izgrađene od loše sortiranih zrna kvarca pretežito monokristaliničnog tipa, feldspata i rjeđe uglavnom kloritiziranog biotita. Vezivo čine sericit, glina, a mjestimično ima i karbonata, te silicijskog cementa. Dio pješčenjaka s povećanom količinom cementa u vezivu poprma obilježja arkoze. Pojedine valutice istog sastava, ali uz veći sadržaj fragmenata stijena, pripadaju litičkim grauakama.

Valutice koje po sastavu pripadaju grauaknim pješčenjacima zastupljene su slijedećim uzorcima: 1, KO-3-LIPOVICA ŠUMA (napuštena šljunčara), K-3, BOROVIKA, K-6, CIGLANA LUSBREG i K-10, JARA.

META - INTRUZIVI. Valutice izgrađene od dijelom metamorfoziranih stijena određene su u uzorcima K-6, CIGLANA LUSBREG i 4, KO-4-BILO RAJČEVICA. Uočava se zrnasta građa intruziva. Prevladavaju, uslijed djelovanja tlaka, malo izdužena zrna kvarca (često i raspucana) te feldspati (kiseli plagioklasi i K-feldspati) često sericitizirani i većinom kloritizirani bi-

otit. Stijene od kojih potječu ove valutice pripadaju meta-intruzivima granit-granodioritnog sastava.

IZMIJENJENI EFUZIV. Valutice izmijenjenog efuziva uočene su u uzorku 2, LIPOVICA ŠUMA-stara šljunčara (uzorci sa ceste). U izmijenjenoj staklastoj osnovi nalaze se dosta krupni fenokristali kaoliniziranih plagioklasi.

Radi usporedbe provedene su i analize šljunka korita Drave i nizine Drave.

14. KO-4, ŠODERICA - KOPRIVNICA
($x=46^{\circ}14'1500$; $y=16^{\circ}10'1000$; $z=128$ nmv)

U uzorku su zastupljeni različiti tipovi valutica:

- valutice žučkastobijelog kvarca (većina valutica pripada polikristaliničnim zrnima kvarca);*
- valutice sivobijelog granita izgrađenog od nepravilnih zrna kvarca, kalijjskih feldspata (često sericitizirani ortoklas, nešto mikrokлина), kiselih plagioklasi i biotita; zrna kvarca pokazuju često šivanu strukturu što ukazuje na izvjestan stupanj metamorfizma;*
- valutice sivog kvarcinjčevog škriljavca izgrađenog od pomalo izduženih zrna kvarca; nešto feldspata i muskovita.*

15. KO-4, KORITO DRAVE KOD BOTOVA
($x=46^{\circ}14'800$; $y=16^{\circ}11'600$; $z=105$ nmv)

Uzorak je predstavljen valuticama različite boje i tipa. Bijelo obojene pripadaju kvarcitima, a crno obojene čertu. Prisutne su i valutice sive boje koje pripadaju pješčenjacima kvarcarenitskog do sublitoarenitskog tipa. Pješčenjaci su gusto pakirani, izgrađeni od subzaobljenih zrna kvarca, nešto sericitiziranih kalijjskih feldspata, kiselih plagioklasi i fragmenata stijena. Ima i nešto sericita i muskovita.

Za razliku od petrografskog sastava naslaga paleošljunaka gdje apsolutno dominira kvarc (preko 90%) mlađi kvartarni šljunci Drave su znatno heterogenijeg sastava. Istina, prevladavaju valutice kvarca (preko

40%, pa i 50%), no, znatni je udio i valutica metamornih i eruptivnih stijena. Zrna šljunaka su dobro zaobljena, a veličina im varira od 2-5 mm (najčešće), pa do čak 15 mm. Veoma dobar primjer toga je petrografski sastav šljunaka otkopa Motičnjak: kvarc + kvarcit 50.7%, kristalinski vapnenci 21.4%, kalcit 7.3%, efuzivi 4.0%, kvarcni pješčenjaci 4.9%, škriljci 1.7%, pegmatiti 2.4%, kvarcne breče 0.8%, feldspati 2.4%, liskuni 1.2%, amfiboli + pirokseni 1.7%, graniti + cirkoni 0.4%, opaki minerali 0.1%, neidentificirana zrna 0.1% (Bušotine ..., 1979, 1981).

SEDIMENTOLOŠKE OBRADE odnose se na utvrđivanje zaobljenosti valutica šljunčanih naslaga iz 11 uzoraka. Za određivanje oblika zrna korištena je klasifikacija prema PETTIJOHNU (1975).

- KO-3, DOMAJI - napuštena šljunčara:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- KO-3, LIPOVICA ŠUMA - napuštena šljunčara:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- K-1, KO-3, BJELJAVINA NAD BARAMA:

valutice spadaju u grupu dobro zaobljenih (well rounded) zrna.

- K-4, KO-3, BREZINE:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- K-3, KO-3, BORO VKA:

valutice spadaju u grupu zaobljenih do dobro zaobljenih (rounded to well rounded) zrna.

- K-6, KO-3, CIGLANA LUDBREG:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- K-9, KO-3, SELO PRKOS:

grubo podijeljeno, uzorak se sastoji od dvije frakcije valutica:

a) valutice veličine od 2 do 5 mm koje spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna i

b) valutice od 10 do 50 mm koje također spadaju u grupu zaobljenih zrna, ali nešto većeg stupnja.

- K-10, KO-3, JARA:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- K-12, KO-3, ŽLJEBIĆ:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- LIPOVICA ŠUMA - stara šljunčara - uzorci sa ceste:

valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

- KO-4, BILO RAJČEVICA:

u uzorku su prisutne dvije veličine (frakcije) valutica:

a) Veličina od 3 do 10 mm:

Valutice spadaju u grupu zaobljenih (rounded) zrna.

b) Valutice veličine 30-70 mm:

Valutice spadaju u grupu dobro zaobljenih (well rounded) zrna.

MINERALOŠKE OBRADE. Kod svih uzoraka dominiraju kvarcna zrna (oko 70%). Prevladavaju nepravilna zrna s unduloznim potamnjenjem, što znači da potječu iz metamornih stijena. Manje ima poluzaobljenih zrna s regeneracijskim rubovima, koja su vjerojatno pretaložena iz starijih sedimenata. Rijetka su svježja kvarcna zrna homogenog potamnjenja. Ta zrna obično sadrže uklopke drugih minerala.

Drugi važan sastojak lake mineralne frakcije je feldspat. Prevladavaju svježja zrna alkalijskih feldspata, često sa sitnim uklopcima. Rjeđa su zamućena trošna zrna. Sadržaj feldspata u analiziranim uzorcima varira od 10 do 30%.

Sporadni sastojci su muskovit i fragmenti stijena, uglavnom kvarcita i rožnjaka, rjeđe metamornih i vulkanskih stijena. Samo nekoliko uzoraka sadrži više muskovita nego feldspata. Sadržaj teških minerala varira od 4 do

20%, a kod jednog uzorka čine preko 30% analizirane mineralne frakcije.

Prevladavaju prozirni teški minerali (oko 80%). Sporedni sastojci su opaki željezoviti minerali, od kojih su neki limonitizirani. U malim količinama su prisutni listići klorita i biotita, osim kod dva uzorka koji ima 20 do 33% klorita i 8 do 11% biotita. Isti uzorci (K-2 i K-8) sadrže i dosta muskovita (24-25%).

Od prozirnih teških minerala najzastupljeniji su granat, epidot i amfibol.

Kod većine analiziranih uzoraka dominira granat (30-62%), a podjednako su zastupljeni epidot i amfibol. Sporedni sastojci su turmalin, rutil, cirkon, disten, staurolit i apatit. Rijetka su zrna titanita i piroksena.

Kod šest analiziranih uzoraka granati su sporedni sastojci. Čine samo 1-5% prozirnih teških minerala. Kod tih uzoraka dominiraju minerali iz epidot-coisitske grupe, zatim slijede rutil i turmalin. Sporedni sastojci su amfibol, disten, staurolit, cirkon, granat, titanit i apatit. Visoki udio rezistentnih minerala dozvoljava pretpostavku da se kod tih uzoraka radi o starijim sedimentima.

Pitanje starosti, porijekla i značajki sedimentacijskog okoliša paleošljunčanih naslaga

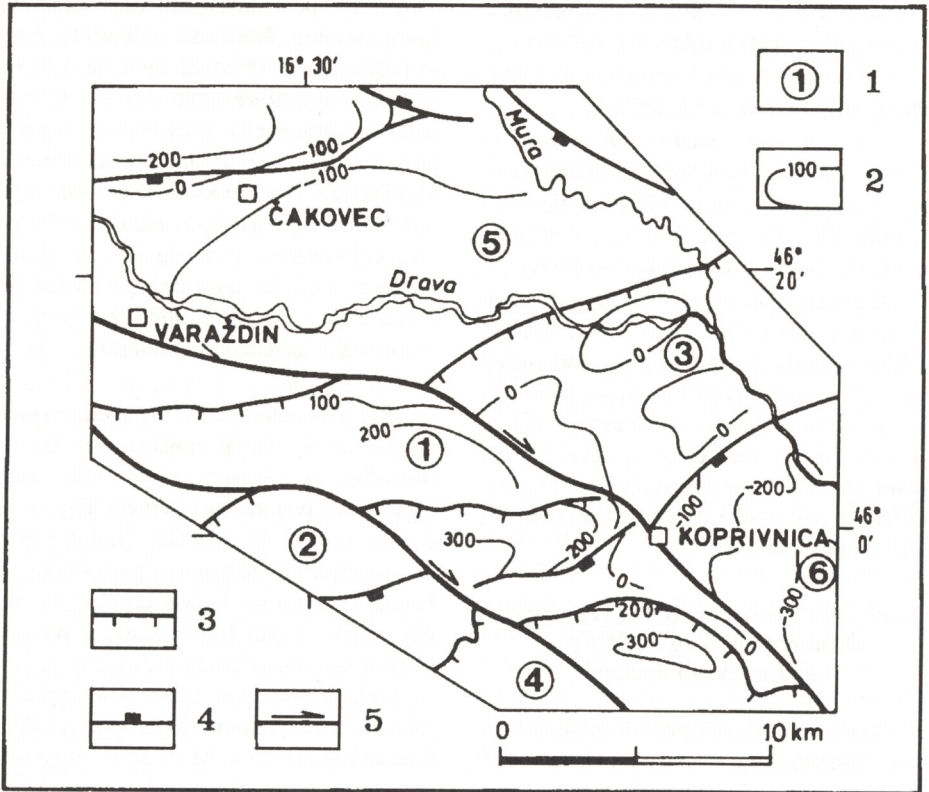
Krajem pliocena započinje tektonski aktivno razdoblje koje traje tijekom kvartara do danas. U neposrednoj blizini istraživanih područja, u okolici današnjeg Balatona (R Madarska - Marosi S, 1970), prisutni su i izljevi bazalta. Tijekom tog razdoblja javlja se i pojačana denudacija okolnog uzdignutog reljefa, te istodobno i veoma izražena akumulacija u potolinama. Paleošljunčane naslage taložene su tijekom kvartara i regionalno su rasprostranjene, te imaju i znatno debljinu. Ovo potonje ukazuje na odlaganje šljunaka unutar potolinog prostora. Zatanjenje naslaga u predjelu stukture Legrada (3 u slici

2) upućuje na odvojenost Murske i Dravske potoline u kvartaru. Također veće debljine naslaga u okolici Koprivnice označavaju veći dotok materijala sa sjevera. Obzirom da mineraloški sastav slojeva pijesaka unutar šljunaka pokazuje izrazitu dvojnost, prevladavanjem granata odnosno epidot-coisitske grupe, s tim da posljednja obilježava, vjerojatno donjokvartarne sedimente, mogu se pretpostaviti određene izmjene u paleomorfološkoj evoluciji područja. To tim prije pošto se dominacija epidot-coisitske grupe prozirnih teških minerala veže za strukturu Kalnika (2) i Jagnjedovca-Topolovca 4, (na slici 2) i za hipsometrijski relativno više područja. Istodobno se može izdvojiti podno strukture Legrad (3) jedno prijelazno područje gdje se miješaju utjecaji dvije grupe sedimentata različitog mineraloškog sastava.

Snižavanje temperature početkom pleistocena uzrokovalo je pojačanu mehaničku rastrošbu (kriofrakcija!) stijenskih kompleksa višeg planinskog područja. To je pogodilo produkciju grubljeg (šljunkovitog!) nanosa riječnih tokova s Alpa i sredogorja Panonskog bazena. Pojava grubljeg fluvijalnog nanosa iznad finijih klasičnih pliocena može se smatrati posrednim dokazom starosti tih naslaga. Njegovim taloženjem započinje pleistocen u zapadnom i jugozapadnim dijelovima Panonskog prostora. Može ih se stoga smatrati i značajnim stratigrafskim reperom. U prilog tome govore rezultati istraživanja mađarskih geomorfologa (Góczán, 1960, Marosi S, 1970) koji su na području zavale Tapolca i u županiji Somogy unutar kvarcničkih šljunaka otkrili singenetske krioturbacijske tragove i utvrdili veoma sličan stupanj zaobljenosti zrna šljunka. Te šljunčane naslage gotovo uvijek se nalaze u krovinskom položaju iznad unakrsno-slojevitih naslaga pijeska gornje pliocenske starosti (Marosi S, 1970).

Što se tiče podrijetla šljunaka u Mađarskoj sedimentološka istraživanja (Szádecki-Kardos, 1938) su potvrdila da se radi o fluvijalnim taloženama paleotokova, koji su otjecali pravcem S-J. Nakon povlačenja Panonskog jezera oblikovan fluviolakustri-

jski, zatim krajem pliocena pretežno fluvijalni otjecajni sustav, bio je u skladu s paleoreljevnom situacijom. Većina starijih mađarskih i austrijskih geologa (Szádecki K.E, 1938, Winkler-Hermaden A. 1957, Sümeghy J, 1955) smatrali su da su paleo Du-



Sl. 2. Shematska strukturna karta

Legenda:

1 - Geološke strukture: VARAŽDINSKE TOPLICE (1), KALNIK (2), LEGRAD (3), JAGNJEDOVAC-TOPOLOVAC (4), MURSKA POTOLINA (5), DRAVSKA POTOLINA (6); 2 - Stratozohipse podine kvartarnih naslaga; 3 - Reversni rasjedi; 4 - Normalni rasjedi; 5 - Transkurentni rasjedi

Abb. 2 Schematische Strukturkarte

Legende:

1 - Geologische strukturen: VARAŽDINSKE TOPLICE (1), KALNIK (2), LEGRAD (3), JAGNJEDOVAC-TOPOLOVAC (4), DASMURTAL (5), DAS DRAUTAL (6); 2 - Stratozohypsen des quartärsedimentals; 3 - Reversverwerfung; 4 - Normalverwerfung; 5 - Transkurentverwerfung

nav i njegovi Karpatski pritoci početkom levanta otjecali južno od Malog Alfreda. Do izmjena je prema njima došlo krajem levanta, kao posljedica izdizanja brdskih uzvišenja Keszthely-Gleichenberg, pa je Dunav skrenuo prema istoku i oblikovao Višegradsku sutjesku. Kasnije, mađarski geomorfolozi (Pécsi, M., 1959, Adám L., 1959) utvrdili su da je Dunav na potezu Mali Alfeld-Višegradska sutjeska još mlađi, pa se o njegovom skretanju u današnji tok otjecanja može govoriti samo od starijeg pleistocena. U prilog tome su išla i istraživanja L. Goczána (1960) koji je u zavali Tapolca (JI dio područja Balatona) otkrio šljunke slične Dunavskim (prema stupnju zaobljenosti) s tim da su uz to poremećeni periglacialnim procesima. Slijedom toga Marosi S. (1970) pretpostavlja da se i južno od Balatonskog jezera sve do Drave mogu očekivati slične naslage pošto je taj prostor imao, u to doba, potolinska obilježja. Odgovarajuća istraživanja su to i potvrdila. Marosi S. (1970) pri tom pretpostavlja da je tzv. Slavonsko jezero, koje je u to doba egzistiralo, predstavljalo glavnu erozijsku osnovicu navedenih tokova.

Po svemu sudeći, uzimajući pri tome u obzir i rezultate naših istraživanja, može se prepostaviti jedna hipotetska paleogeografsko-paleogeomorfološka situacija tijekom starijeg pleistocena koja govori u prilog navedenom tumačenju razvoja hidrogeografske mreže. Stoga su prihvatljiva gledišta Goczán-a, Pécsi-a, Adám-a i Marosi_a.

U vezi porijekla naslaga paleošljunaka otkrivenih u nas treba istaći još jednu važnu činjenicu. Svi šljunci koji su otkriveni ili nabušeni južno od Balatonskog jezera, prema Marosi-u (1970), uvijek su vezani za tektonski ujetovane tzv. meridionalne doline pravca S-J. Može se pretpostaviti da su paleotokovi sa sjevera imali utjecaja i na području SZ dijela Bilogore i susjednim obroncima Kalnika. Prema prisutnim izdancima šljunaka, ti predjeli su početkom kvartara bili dijelovi potolin-

skog prostora. Kao što je već prethodno spomenuto, epidot-coisitna grupa minerala prevladava u uzorcima vršnog dijela Bilogore i susjednih obronaka Kalnika (tablica 1; **KO-3/5, K-3, K-11, K-12, KO-4/3 i KO-4/4**). Uzorci uzeti na nižim otkopima (**D5, K-10, K-8**) po svom sastavu slični su onim zapadno od strukture Legrad (3), gdje do izražaja dolazi dominacija granata. Te naslage se mogu vezati za akumulacijsku aktivnost rijeke Drave. Također, one su mlađe od šljunaka i pijesaka s preovladavajućim epidot-coisitnim sastavom. Upućuje to na izdizanje SZ dijela Bilogore i obronaka Kalnika tijekom srednjeg pleistocena. Istodobno je Drava započela svoju akumulacijsko-erozijsku aktivnost u okviru istraživanog prostora. U skladu s tim šljunci i pijesci otkriveni kod Ludbrega (**K-6, K-7**), Prkosa (**K-9**), Strmca (**K-2**), Starigrada (**D5**) i Rasinje (**K-8**) mogu se smatrati srednjopleistocenskim taložinama Drave. Gotovo uvijek pokriveni su relativno debelim naslagama prapora.

U slici 2 prikazana je strukturna shema s naglaskom na glavne kvartarne aktivne rasjede i deformacije podinske plohe kvartarnih naslaga. Osobito su značajni desni transkurentni rasjedi između kojih postoji rotacija pojedinih struktura. Duž njihovih krila nalaze se reversni i normalni rasjedi. Na temelju prikazanih stratoizohipsa uočava se odvojenost Murske i Dravske potoline. Dubine zalijeganja podinske plohe kvartara dosižu - 150 m u Murskoj i - 300 m u Dravskoj potolini (Urumović, 1971; Urumović i dr., 1990; Prelogović / Velić, 1988). Osobito značajnim se ističe transkurentni rasjed između Varaždina i Koprivnice koji odvaja uzdignute obronke Kalnika, Varaždinskih toplica i Bilogore od potolinskih dijelova. Skokovi po tim kao i nekim drugim rasjedima iznose 100 i više metara. Najmlađe naslage virna predstavljene su s dvije izražene terase. Njihov različit hipsometrijski položaj svjedoči o izraženoj najmlađoj tektonskoj aktivnosti.

LITERATURA I VRELA

Adám L., 1959, A Móri-árok és északi előterének kialakulása, és fejlődéstörténete. Földrajzi Ertesítő 8, MTA FTI, Budapest.

Babić Ž., Čakarun I., Sokač A., Mraz V. 1978, O geologiji kvartarnih naslaga rijeke Drave, Geološki vjesnik 30/1, Geološko društvo Hrvatske, Zagreb.

Bognar A. 1978, Les i lesu slični sedimenti SR Hrvatske, Geografski glasnik br. 40, GDH, Zagreb.

Bognar A. 1980, Tipovi reljefa kontinent-skog dijela Hrvatske, Zbornik 30-godišnjice GDH, GDH, Zagreb.

Bognar A. 1994, Neke od temeljnih značajki razvoja pedimenata u gorskoj zoni Vanjskih Dinarida, Geografski glasnik, br. 56, HGD, Zagreb.

Bušotine u šljunčari kod Sračinca i šljunčari Motičnjak, 1979 i 1981, RGN fakultet Zagreb, OOUR Studij geotehnike Varaždin, Zagreb.

Dunham R.J. 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture, In: Classification of Carbonate Rocks (Ed. by W.E. Ham), pp. 108-121, Mem. Am. Ass. Petrol. Geol. 1, Tulsa.

Folk R.L. 1962, Spectral subdivision of Limestone types, In: Classification of Carbonate Rocks (Ed. by W.E. Ham), pp 62-84, Mem. Am. Ass. Petro. Geol. 1, Tulsa.

Folk R.L. 1980, Petrology of Sedimentary Rocks, pp. 159. Hemphill Publishing Co., Austin.

Elaborat o rezervama opekarske gline u ležištu Cukavec kod Turčina, 1986, RGN fakultet u Zagrebu, GO Varaždin, naručilac: G.K. "Zagorje" Varaždin, Zagreb.

Góczán L., 1960, A Tapolcai-medence Kialakolástörténeti problemái, Földrajzi Ertesítő, br. 9, MTA FTI, Budapest.

Juhász A. 1972, Investigation of the clastics sediments in the Bakony mountains Földrajzi, Értesítő XXI, br. 2/3, MTA FKI, Budapest

Lovász Gy. 1964, Geomorfológiai tanulmányok a Dráva-völgyben. DTGY 47. Series geographica 25, Budapest.

Lovász Gy. 1970, A Zalai-dombság főbb morfológiai problémái. MTA DTI Tanulm. Budapest

Pécsi M. 1993, Negyedkor és Löszkutatás, Akadémiai Kiadó, Budapest

Marosi S., 1970, Belső-Somogy kialakulása és felszín-alaktana, Földrajzi Tanulmányok br. 11, MTA FTI, Budapest.

Pettijohn F. J. 1975, Sedimentary Rocks, Harper & Row, New York.

Siposs Z. 1957/1958, A Mura Dráva torkolatvidék negyedkori képződményei M. _ll. Földt. Int. Evi Jelentése, FTI, Budapest.

Strausz L. 1949, A Dunántúl DNY-i részének karicsképződményei. Földt. Köz. 49, Köt.

Szádeczky - K.E., 1938, Geologie der rumpfungarlandischen Kleinen Tiefebene, Sopron.

Szádeczky-Kardod E. 1935, Adatok a görgetési határ kérdéséhez. Föld. Köz. 65, MET, Budapest.

Sümeghi J., 1955, A Magyarországi pliocén és pleisztocén, Akadémia i doktori értekezés, Kézirat, Budapest.

Urumović K. 1971, O kvartarnom vodonosnom kompleksu na području Varaždina, Geološki vjesnik br. 24, Zagreb.

Winkler H.A. 1938: Geologisch-morphologische Beobachtungen im Südwestungarn, Zentralbl., Wien.

Winkler H.A., 1957, Geologisches Kräftspiel und Landformung, Wien.

Prelogović E.R., Velić J, 1988, Kvartarna tektonska aktivnost zapadnog dijela Dravske potoline. Geološki vjesnik, 41, 237-253, Zagreb.

Urumović K., Hlesnjak B., Prelogović E.R., Mayer D. 1990, Hidrogeološki uvjeti Varaždinskog vodonosnika, Geološki vjesnik, 43, 149-158, Zagreb.

REGIONAL VERBREITETE PALEOKIESSCHICHTEN NORDWEST KROATIENS UND IHRE GEOMORPHOLOGISCHE BEDEUTUNG FÜR DIE ERKLÄRUNG DER MORPHOGENESE DES RELIEFS UND DER NEOTEKTONISCHEN BEWEGUNG

A. Bognar, E. Prelogović, V. Klein, Ž. Krušlin, I. Mesić, M. Sarkotić-Šlat, B. Hromatko

Mehrmals kamen Teilen nordwest Kroatiens durch neotektonischen Bewegungen im Verlauf ihre geomorphologische Evolution in so eine geomorphologische Lage das sich Grossmengen von Flusstransportierte Material ablagerten. Auf dem Gebiet des Međimurske gorice, des Varaždiner Gebirges, des nordöstlichen Kalnik und des nordwestlichen Bilogora befindet sich eine grosse Paleoschwemmung. Die Paleoschwemmung war durch die neotektonische Bewegungen Zerkleinert in einige Reliefeinheiten (Blocken) die sich heute auf verschiedenen Höchen befinden. In die petrographische Zusammensetzung vorherrschen stark bis sehr stark Gerundete Kiesel (über 90%). In die schwere minerale Fraktion in mitkommenden Sand dominieren Granat, Epidot und Amphibol, danach Disten, Staurolit und Zyrkon. Die homogene petrographische Zusammensetzung und Tekstur weisen auf ihre alpinische Herkunft, Flusstransport und anschwemmenden Typ der Lagerung. Die paleokies- und sandschichten sind Ablagerungen von Drau und/oder Mur Fluss.

Im nordwestlichen Teil Kroatiens ist eine Quartär- und rezente Tektonik recht ausgeprägt und wirksam (Bild 1). Hier haben wir mit tektonischen Erhöhungen und Senkungen in Zagorje, in Drava- (Drau) und Savatal, zu tun. Diese Struktureinheiten werden durch Verwerfungen begrenzt, wovon die Verwerfungszone "Medvednica" besonders erwähnenswert wird. Die tektonische Tätigkeit wird unmittelbar im Relief sichtbar, und zwar durch Terrassen-Deformationen, durch die Entfaltung von tief eingeschnitten Tälern mit steilen Abhängen, durch die asymmetrischen Abhängen und Täler durch die Eigenschaften der Erosionnetzes, durch die Erosion und Akkumulation der Sedimenten, durch die Entwicklung von Verschiedene Sedimenttypen, von Gleitungen, Abrollen, Verschiedene Quer- und Längsprofilen der Flüsse oder durch das Abschneiden der Jüngsten Sedimente seitens verschiedener Verwerfungstypen.

In der erforschten Gegend haben wir die Stellen mit bestimmten strukturgeomorphologischen Merkmalen festgestellt. Ein

wichtiger Zeichen für die Quartär-tektonischen Bewegungen sind die vorhandenen Bevedere-Kieselsteine. Sie werden nördlich des Medvednica-Bergs, vor allem im Drava-Tal sedimentiert. Die Stratoisohypsen der solchfläche zeigen die Amplituden der tektonischen Bewegungen und aktive Verwerfungszonen, am bestens (Bild 2). Um der Ort

Koprivnica werden traskurrente Verwefungen durch scharf abgeschnittene Tal- und Terrassenhängen an der Oberfläche, besonders sichtbar. Aus dem tiefsten Geländeteil wurde ein Profil mit Bohrungen und die Abgrabung der Bevedere-Kieseksteine dargestellt.

Dr A. Bognar, redovni profesor, Geografski odsjek PMF-a, Zagreb, Marulićev trg 19

Dr E. Prelogović, redovni profesor, RGN, Zagreb, Pierottijeva 6

Mr V. Klein, istraživač, INA-Naftaplin, Zagreb, Šubićeva 29

Ing Ž. Krušlin, INA-Naftaplin, Zagreb, Šubićeva 29

Mr I. Mesić, istraživač, INA-Naftaplin, Zagreb, Lovinčićeva bb

Ing M. Sarkotić-Šlat, INA-Naftaplin, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Saxova 2

Prof. B. Hromatko, savjetnik, Državni Hidrometeorološki zavod RH, Zagreb, Grič 3