

Geol. vjesnik	34	47—61	4 slike	Zagreb, 1981
---------------	----	-------	---------	--------------

UDK: 551.763:552.5

Mastrihtski fliš jugozapadnog dijela Medvednice

Marta CRNJAKOVIĆ

*Mineraloško-petrografski zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet,
Demetrova 1, YU—41000 ZAGREB*

Opisana su svojstva pelagičkih biomikrita i karakteristike turbiditnih slojeva kalkarenitičnih pješčenjaka i pjeskovitih i siltoznih lutita. Analizirano je porijeklo nekarbonatnih čestica i ustanovljeno da su izvori detritusa identični s onima bazalnih klastita santona-kampana.

UVOD

Sedimenti fliša nalaze se na južnim padinama Medvednice pretežno u njezinom zapadnom dijelu, u području između Medvedgrada i potoka Vrapče. Njih prvi spominje Gorjanović-Kramberger (1908) kao »integrirajući dio gosavskih tvorevina«. Kako mjestimično (u Velikom potoku i u Mikulić potoku) nalazi u krupnozrnastim članovima ovih sedimenata ulomke vapnenaca tipa Scaglia, Gorjanović-Kramberger zaključuje da su ti vapnenci u vrijeme postanka fliša već tvorili obalu i da su fliške naslage očito mlađe.

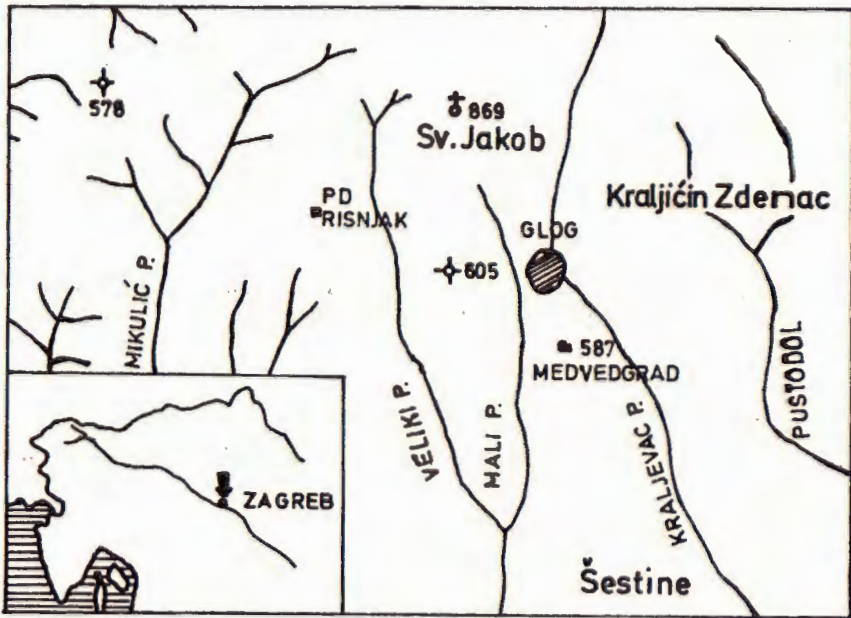
Starost vapnenaca tipa Scaglia određena je u nekoliko navrata (Neděla-Devidé, 1951—1953, 1957) kao gornjokampanska. Babić, Gušić i Neděla-Devidé (1973) potvrdili su već prije određenu starost tih vapnenaca i navode da se fliški sedimenti talože na njima nakon tektonskih pokreta na granici kampan-mastriht, te da oni prema tome pripadaju mastrihtu.

Ovaj prilog prikazuje karakteristike mastrihtskih fliških sedimenata i način njihova postanka, na primjeru izdanaka sjeverno od Medvedgrada. Izdaci su smješteni na gornjem dijelu puta, koji vodi od potoka Kraljevec prema jugu na sedlo Glog (sl. 1). Debljina detaljno snimljenog slijeda sedimenata iznosi oko 14 m (sl. 2).

Kako se senonski slijed sedimenata ovog područja sastoji od (1) klastita (santon-kampan) koji leže transgresivno na starijoj podlozi, (2) Scaglia vapnenaca (kampan) i (3) fliša koji je predmet ovog rada (mastriht), provedena je usporedba porijekla čestica između dvaju klastičnih članova (1) i (3).

OPĆE KARAKTERISTIKE

U opisanom slijedu sedimenata zastupljeni su kalkarenitični pješčenjaci, pjeskoviti i siltozni lutiti i sitnozrnasti vapnenci (glinoviti biomikriti). Ova tri tipa sedimenata taložena su određenim redom i u pravilu slijede



Slika 1 — Text-figure 1

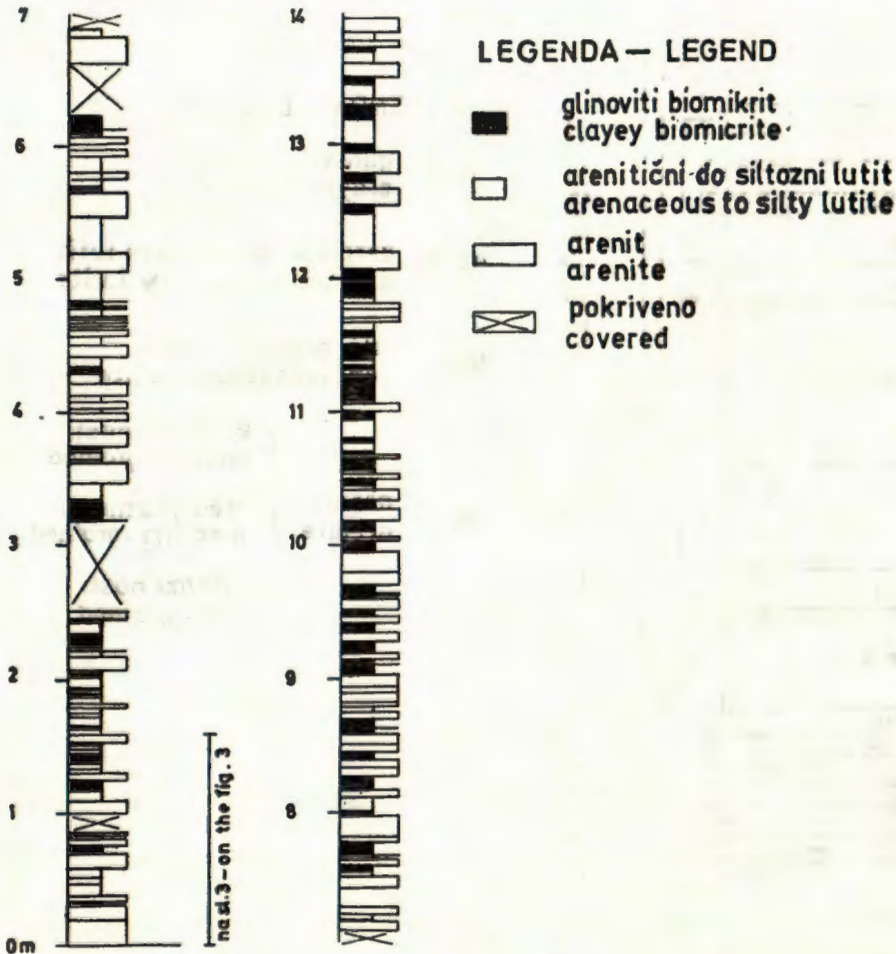
Situaciona karta — mjerilo 1:50000

Situation map — scale 1:50000

jedan iznad drugoga čineći pojedinu sedimentacijsku cjelinu — sekvenciju. Takva cjelina počinje oštrom slojnom plohom koja je ravna ili neravna s tragovima utiskivanja. Podina joj je u pravilu sitnozrnasti vapnenac (sl. 2, 3).

Većina sekvencija počinje arenitnim sedimentom, čija debljina varira od 3 do 10 cm, a samo izuzetno doseže i 20 cm. U arenitu se javljaju lamine markirane tamnim biljnim trunjem koje je u donjem dijelu sekvencija veliko i do nekoliko milimetara i često pokazuje orijentaciju. Najveći broj arenitnih slojeva pokazuje kosu laminaciju, a visina paketa kosih lamina iznosi 0,5 do 1 cm. Arenit prema gore postepeno ali brzo prelazi u pjeskoviti ili siltozni lutit, a ovaj dalje u vapnenac (glinoviti biomikrit). Pjeskoviti i siltozni lutiti najčešće su paralelno laminirani. Ovakve sekvencije mogu se označiti kao sekvencije tipa »c—e« (u smislu B o u m a, 1962), ili »c—d«, kada pri vrhu sekvencije nedostaje vapnenac, kojim obično završava potpuni sloj. Nešto su rjeđe sekvencije tipa »b—e«, kada arenit pokazuje paralelnu laminaciju u donjem, a kosu (rjeđe i konvolutnu) laminaciju u gornjem dijelu. Samo vrlo rijetko sekvencija počinje intervalom vertikalnog graduiranja, kada takav slijed možemo usporediti s sekvencijama tipa »a—d« (na sl. 3, prva sekvencija u stupu).

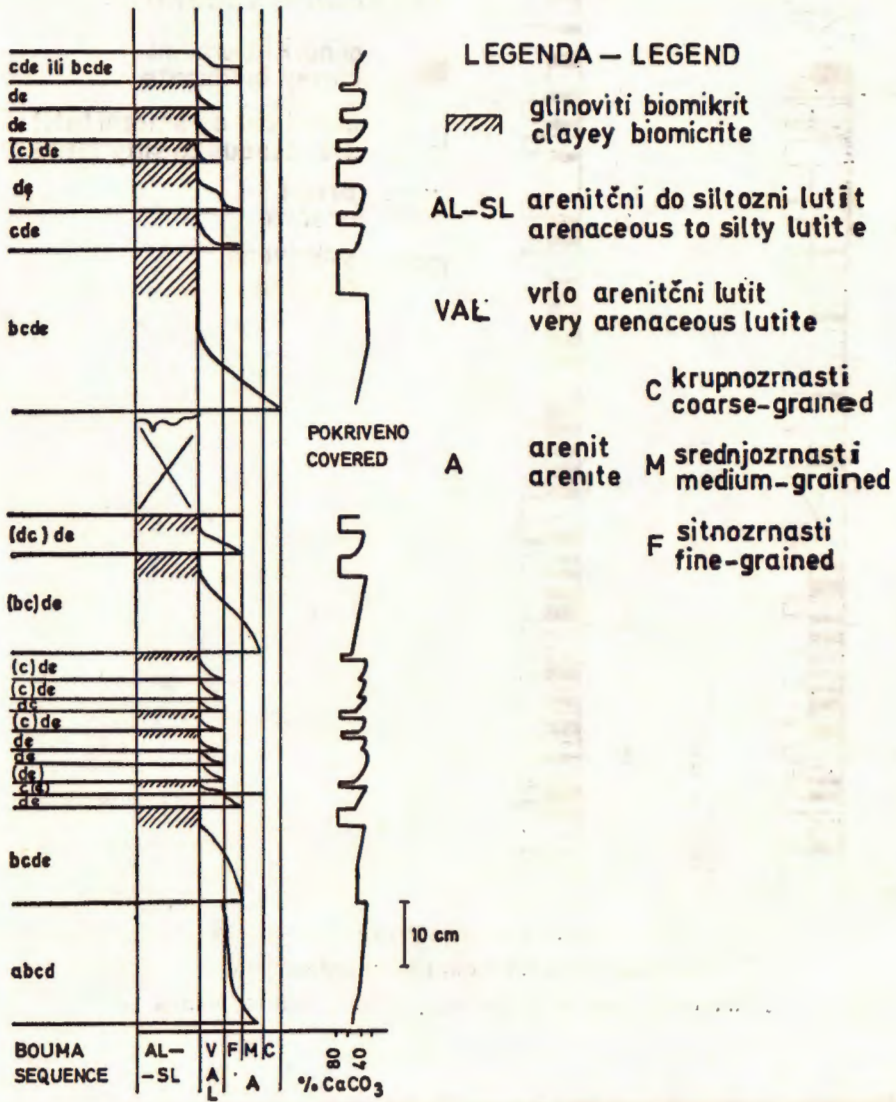
Pojedine sekvencije počinju arenitičnim ili siltoznim lutitima, čija debljina iznosi 3 do 10 cm. U svom donjem dijelu oni su obično paralelno



Slika 2 — Text-figure 2
 Litološki stup kroz dio fliških sedimenata
 Lithological column of the one part of flysch sediments

laminirani (lamine su od svjetlijeg arenitnog sedimenta) i većina takvih sekvencija može se usporediti s sekvencijama tipa »d—e«, a rijetke su možda tipa »c—e« ili »d«.

Vapnenac koji se javlja u vrhu većine sekvencija (sl. 2, 3) uvršten je u interval »e«, iako je on barem većim dijelom pravi autohtoni pelagički sediment, a samo manji dio je možda i turbiditnog postanka. Debljina vapnenaca iznosi 3 do 5 cm, a samo izuzetno se mogu naći slojevi debeli samo 1 cm, kao i oni debljine do 15 cm. Tekstura im je u pravilu homogena, ali neki katkada sadrže foraminifere raspoređene u diskontinuiranim nizovima, što se obično zapaža tek u izbrusku.



Slika 3 — Text-figure 3
 Detalj litološkog stupa sa slike 2
 Detail of the lithological column from the Figure 2

Za sva tri tipa sedimenata karakteristični su, i u njima česti, ihnofosili. Nalaze se kako na slojnim plohama, tako i u samom sloju. To su ravne ili vijugave cijevi promjera 4—5 mm (a ima i sitnijih). Dužina im može doseći i 10 cm. Na slojnim plohama siltoznih lutita zapaženi su i vrlo sitni meandrirajući ihnofosili s promjerom kanalića najviše do 1 mm. Oni unutar sloja ispunjeni su obično nešto svjetlijim arenitnim sedimentom, a rubovi su im mjestimično obojeni limonitom. Oni kanalići koji su paralelni sa slojem obično su deformirani uslijed kompakcije. Mjestimično su ihnofosili tako brojni da mogu izbrisati svaki trag prvotne interne tekture sedimenta.

STRUKTURNE KARAKTERISTIKE, SASTAV I DRUGA SVOJSTVA

Kalkarenitični pješčenjaci

Kalkarenitični pješčenjaci su sitnozrnasti i vrlo sitnozrnasti sedimenti, a samo u bazi pojedinih debljih slojeva mogu biti i srednjozrnasti. Sortiranje (Folk & Ward, 1957) je srednje u bazi slojeva, do srednjedobro u vršnom dijelu pješčenjačkog sedimenta. Zrna su međusobno u kontaktu, osim na mjestima gdje je došlo do potiskivanja kalcitom. U slojevima s dobro izraženom paralelnom laminacijom izduženi fragmenti stijena i listićasti minerali međusobno su manje ili više paralelni.

Kalkarenitični pješčenjaci sadrže kalcitno vezivo. Srednjozrnasti su cementirani bistrim kalcitom, a u sitnozrnastim članovima pojavljuje se mjestimično uz sparitni cement još i mikritni matriks.

Sparitni cement često poikilitski uklapa detritična zrna, rjeđe se može javiti kao sintaksijalni cement oko zrna bodljikaša, a samo izuzetno rijetko mogao se je zapaziti u obliku sitnih ekvidimenzionalnih kristalića kako obrubljuje čestice. Kako je većina detritičnih karbonatnih zrna barem djelomično rekristalizirana granica između takvog zrna i cementa obično nije jasna. Sav bistri kalcit, uključivo i zamjenski, koji često sastojak prodire u nekarbonatne čestice je željezoviti kalcit (kao što pokazuje bojenje po metodi Dickinsona 1966), a takav je i interni cement u komaricama foraminifera.

Areniti sadrže karbonatne i nekarbonatne sastojke (tab. 1). S obzirom na dosta visoki udio detritičnih karbonatnih zrna mogu se ovi pješčenjaci svrstati u kalkarenitične pješčenjake. Otapanjem karbonata pomoću 0,1 N HCl i vaganjem netopivog ostatka (sadržaj Ca kontroliran je kompleksometrijski) nađeno je da se udio kalcij-karbonata u većini slučajeva ravnomjerno smanjuje od baze prema vrhu sloja. To se dobro vidi na primjeru 5 uzoraka uzetih iz 19 cm debelog arenitnog sloja koji je vertikalno građuiran. Uzorci su uzimani u intervalima od oko 3 cm. Sadržaj kalcij-karbonata iznosio je 50,6% u bazi sloja, zatim idući prema vrhu 45,9%, 38,5%, 37,2% i 36,9% u vršnom dijelu istog arenitnog sloja.

Nekarbonatni sastojci su pretežno kvarc i čestice stijena, a u malim količinama zastupljeni su još muskovit, feldspati, klorit i vrlo rijetko biotit.

Kvarc (15,3—32%, tab. 1) je nepravilan i uglast, a vrlo rijetko može biti i slabo zaobljen. Česta su zrna nazupčanih rubova radi nagrizanja karbonatom. Većina pokazuje undulozno, a samo manji dio homogeno potam-

Tabela 1 — Table 1

Modalni sastav kalkarenitičnih pješčenjaka (planimetrijska metoda)
 Modal composition of calcarenitic sandstones (planimetric method)

	1	2	3	4	5	6	7
Karbonat Carbonate	53,3%	51,9%	45,8%	47,6%	46,3%	57,3%	46,3%
Kvarc Quartz	15,3	24,4	24,9	32,0	28,9	26,4	29,4
Feldspati Feldspars	2,9	2,3	1,3	0,8	1,2	3,4	0,6
Listićasti minerali Phyllosilicate minerals	1,9	3,0	1,6	4,2	4,0	3,5	1,7
Čestice niskometamorfita Fragments of low-grade metamorphics	8,9	9,8	10,0	9,6	11,1	6,1	14,8
Kvarcit Quartzite	16,0	7,7	15,9	5,7	8,4	3,2	7,0
Rožnjak Chert	1,6	0,9	0,5	—	—	—	—

Karbonat — Karbonatne skeletne čestice i kalcitni cement

Carbonate — Carbonate skeletal grains and carbonate cement

njenje. Tu i tamo javljaju se idiomorfna i hipidiomorfna zrna (šesterostrani presjeci i prizme) autigenog kvarca koji sadrži sitne uklopke kalcita. Takva zrna često su naknadno također nagrižena kalcitom, što katkada smeta prepoznavanju pravilnih formi.

Među česticama stijena nalaze se većinom dobro zaobljena zrna sericit-skih, kvarc-sericit-skih i kvarc-kloritskih škriljaca i tamnih šejlova, zatim kvarcit i rožnjak. Vrlo rijetko nađe se i po koja čestica koja sadrži kvarc i muskovit, ili feldspat, kvarc i muskovit, a potječe iz kiselog eruptiva ili metamorfita kvarc-feldspatskog sastava. Izuzetno su rijetke čestice stijena koje sadrže kvarc, ili kvarc i feldspat u sitnozrnastoj osnovi, a kako se na nekima od zrna kvarca zapažaju tragovi magmatske korozije, takve su čestice vrlo vjerojatno fragmenti efuziva ili tufa.

Od listićastih minerala (1,6—4,2%) najčešći je muskovit, koji je često deformiran među čvršćim sastojcima. Klorit je također prisutan u svim uzorcima, ali je nešto rjeđi od muskovita, s mnogo sitnijim listićima. Mjestimično javljaju se i deblji paketi vjerojatno autigenog klorita. Najrjeđi među listićastim mineralima je biotit, koji je uslijed trošenja žućkaste ili zelenosmeđe boje. U nekima je opažena mreža sagenita.

Feldspati su zastupljeni svega sa 0,6 do 3,4%. Javljaju se kao polisintetski sraslaci i kao samci. Polisintetski sraslaci su nepravilnog oblika ili su omeđeni s plohama kalavosti. Manji dio takvih zrna je bistar a većina sadrži brojne listiće vjerojatno klorita. Na osnovi mjerenja maksimalnog kuta simetrijskog potamnjenja ustanovljeno je da je veći dio tih zrna albit, a za manji dio ovom metodom se nije moglo ustanoviti da li pripa-

daju albitu ili možda oligoklasu. Oko polovica svih feldspata su samci, a među njima najviše je zrna s brojnim uklopocima, dok su bistra rijetka. Iako je većina nepravilnog oblika ima i idiomorfni i hipidiomorfni. Pojedina rijetka zrna sadrže nepravilne uklopke slične rožnjaku (možda devitrificirano vulkansko staklo). Kristali samci razlikuju se međusobno po optičkom karakteru. Jedni su optički pozitivni, vjerojatno albiti, dok su drugi optički negativni možda kalijski feldspati. Opaženo je i svega nekoliko zrna pertita.

Karbonatni sastojci (karbonatni detritus i cement) čine 45,8 do 57,3% kalkarenitičnih pješčenjaka (tab. 1). Vrste karbonatnog detritusa se radi intenzivne rekristalizacije, kao i zbog često sitnih zrna teško mogu prepoznati. Jedino zrna bodljikaša imaju uvijek sačuvanu prvotnu skeletnu građu i ona su od neželjezovitog kalcita. Katkada se mogu prepoznati fragmenti ljuštura školjaka ili njihove pojedinačne kalcitne prizme (od kojih su neke s mikritiziranim rubovima), a dosta su česte i planktonske foraminifere, koje su većinom slomljene.

Teški minerali

Teški minerali separirani su u bromoformu (spec. tež. $2,89 \text{ g cm}^{-3}$) iz frakcije od 0,10—0,06 mm. Sadržaj teških minerala iznosi 0,05—0,35% (težinski postoci). Učestalost pojedinih mineralnih vrsta teških minerala izražena je brojanim postocima. Odnos opakih listićastih i ostalih prozirnih minerala određen je brojenjem oko 400 zrna u svakom preparatu, a međusobni odnos pojedinih vrsta prozirnih minerala određen je brojenjem oko 200 zrna samo tih minerala u svakom mikroskopskom preparatu.

Među teškim mineralima najviše je opakih (24,2—85,1%) i listićastih (7,5—67,6%) (tab. 2), a u sastavu prozirnih teških minerala ne računajući listićaste, daleko prevladavaju tri najrezistentnija — turmalin, rutil i cirkon.

Turmalin čini 27,2—59,5% prozirnih zrna teških minerala. Javljaju se zelenosmeđi, smeđi i zeleni varijeteti, dok su ružičastosmeđa do bezbojna zrna vrlo rijetka. Većinom su kratkoprizmatski, hipidiomorfni s zaobljenim rubovima, a ima i ksenomorfni zaobljeni zrna. Na nekima je opažen abradirani sekundarni prirast.

Rutil (18,8—40,5%) je zastupljen crvenkastim prizmatskim, ali redovito dobro zaobljenim zrnima. Opaženi su koljenčasti i sroliki sraslaci. Nepravilna zrna su rijetka.

Cirkon (8,2—33,4%) je zastupljen s nekoliko varijeteta. Bistra bezbojna zrna su pretežno kratkoprizmatska, idiomorfna, s neznatno zaobljenim bridovima, ili štapičasta, kojima je dužina 4—5 puta veća od širine. Neka od njih sadrže štapičaste uklopke orijentirane paralelno s izduženjem. Osim bezbojnih nađu se i jedva primjetno zelenkasti cirkoni, koji dolaze u obliku dobro zaobljenih prizmatskih, ili gotovo jajolikih zrna, a površina im je obično hrapava. Mnogo su rjeđa vrlo svijetla ružičastosmeđa zrna kojima se obično jedva naziru kristalne forme, te smeđa redovito savršeno zaobljena, gotovo kuglasta zrna. Pojedini obojeni cirkoni pokazuju neznatni pleohroizam.

U svim uzorcima prisutan je epidot. Nepravilnog je oblika, žućkastozelene boje i vrlo slabog pleohroizma. Granat je zastupljen sa svega

Tabela 2 — Table 2
Teški minerali — Heavy minerals

Ukupni sastav — 100% Total — 100%					Ostalo: Prozirna zrna teških minerala — 100% Others: Transparent grains of heavy minerals — 100%												
op	ms	ch	bt	ostalo others	ru	tu	zr	ep	g	am	co	ap	ti	an	sp	n	
1.	85,1	1,7	5,8	7,3	29,0	59,5	8,2	3,3									
2.	49,1	27,7	3,4	19,8	34,5	27,2	33,4	2,4		0,3	0,3			0,3	1,4		
3.	61,4	22,7	5,1	5,7	5,1	21,5	53,8	18,8	1,5	+	0,3		0,6	+	2,8	0,6	
4.	25,5	60,5	5,4	8,6	24,4	58,6	9,2	3,4	1,2	1,8		0,3				0,3	
5.	34,8	48,0	8,7	+	8,5	26,4	52,8	14,2	4,4	1,5	0,3	+		+	+	0,3	
6.	24,2	61,4	6,0	0,2	8,1	18,8	45,2	27,2	4,5	2,7	0,6			+	+	0,3	
7.	63,4	25,4	+	11,1	40,5	38,6	12,4	5,2	+		0,6			1,9	+	0,6	

Legenda: op = opaka zrna — op. grains
Legend: ms = muskovit — muscovite
ch = klorit — chlorite
bt = biotit — biotite
ru = rutil — rutile
tu = turmalin — tourmaline
zr = cirkon — zircon
ep = epidot — epidote
g = granat — garnet

am = amfibol — amphibole
co = korund — corundum
ap = apatit — apatite
ti = titanit — sphen
an = anatas — anatase
sp = spinel — spinel
n = neodređeni — unknown
+ = minerali u tragovima — minerals in traces

nekoliko zrna u preparatu, iako se javlja u gotovo svim uzorcima. Bezbojan je ili svjetloružičast. Neki od bezbojnih granata imaju jako korodiranu površinu. Pokazuju istaknut reljef i potpunu izotropiju. Amfibol je nađen u pet uzoraka. Zrna su mu izdužena s dobro izraženom kalavosti paralelno izduženju. Boja im varira od svjetlozelene do smeđezelene i pokazuju zamjetljivi pleohroizam. Kut potamnjenja ovisno o orientaciji zrna u preparatu varira od 4 do 18 stupnjeva. Optički su negativni, a karakter zone izduženja je pozitivan. Apatit je opažen u samo jednom uzorku. Javljaju se bezbojna, izdužena i dobro zaobljena zrna. Anatas je također rijedak, a dolazi kao hipidiomorfna zrna istaknutog reljefa. Boja im je prljavosmeđa ili jako tamna plavičasta, mrljasto raspoređena. Na većini zrna izražena je kalavost pod kutom od 90 stupnjeva. Titanit je nađen samo u jednom uzorku. To su nepravilna žutosmeđa zrna istaknutog reljefa. Neka pokazuju anomalne interferencijske boje. Korund se javlja u žućkastim hipidiomorfnim pločastim kristalima, ili kao nepravilne krhotine. Spinel se javlja u tragovima i samo u jednom uzorku doseže 2,8% prozirnih teških minerala ne računajući listićaste. Zrna su mu hipidiomorfna ili nepravilne oštrobridne krhotine. Boja im je tamna, crvenkastosmeđa, a katkada su gotovo opaki i samo na rubovima malo providni. Vjerojatno spadaju u grupu kromspinele.

Od listićastih minerala jedino je muskovit prisutan u svim uzorcima teške frakcije, a udio mu koleba od 1,7—61,4%. Klorit (3,4—8,7%) često dolazi u obliku dosta dobro zaobljenih listića svjetlozelene boje. Neki kloriti interferiraju u svojoj boji prvog reda, dok su drugi gotovo izotropni. Pojedini listići sadrže mrežu sagenita, a kako su neki od njih zelenkastosmeđi, vjerojatno je da su nastali kloritizacijom biotita. Biotit je dosta rijedak a javljaju se blijedosmeđi listići. Često sadrži sagenit, ili rjeđe vrlo sitne šesterostrane uklopke koji na rubovima propuštaju crveno svjetlo (hematit). Mnogi listići biotita su na rubovima zelenkasti radi kloritizacije. Takvi dijelovi interferiraju u svojoj boji ili su gotovo izotropni.

Među opakim mineralima najviše ima leukoksena, zatim dolazi ilmenit, grudice limonita i hematita, te pirit koji je u pojedinim uzorcima po zastupljenosti odmah iza leukoksena i čini oko 30% opakih minerala. Katkada su zrna pirita pa i limonita posve okrugla i većina njih potječe iz komorica planktonskih foraminifera.

Pjeskoviti i siltozni lutiti

Pjeskoviti i siltozni lutiti sadrže karbonatne i nekarbonatne čestice dimenzija pijeska i silta rasute u glinovitoj karbonatnoj osnovi, koja je mjestimično obojena željeznim oksidima. Listićasti minerali raspoređeni su u manje ili više paralelne nizove, a čestice dimenzija pijeska i silta često su koncentrirane u paralelne lamine.

I karbonatni i nekarbonatni sastojci podudaraju se s onima u kalkanitičnim pješčenjacima, samo što lutiti sadrže nešto manje ukupnog karbonata. Među karbonatnim sastojcima pjeskovitih i siltoznih lutita također su česte slomljene ljušturice planktonskih foraminifera, ali se ostala karbonatna zrna u pravilu ne mogu prepoznati, osim po koje kal-

citne prizme koja potječe od ljuštore školjkaša. Među nekarbonatnim terigenim česticama prevladava kvarc, zatim slijede sericit, klorit, rožnjak i vrlo rijetka zrna feldspata.

Kemijski sastav

Kemijskom analizom pjeskovitih lutita (tab. 3, an. 4, 5) utvrđen je dosta visoki udio Al_2O_3 u tim stijena. Kako je vrlo vjerojatno samo jedan dio vezan u mineralima zrna pijeska i silta čini se da je i udio minerala glina dosta velik.

Tabela 3 — Table 3
Kemijski sastav glinovitih biomikrita i pjeskovitih lutita
Chemical composition of the clayey biomicrite and sandy lutite

	1	2	3	4	5
SiO ₂	14,00%	13,11%	13,40%	44,21%	47,13%
TiO ₂	+	+	+	0,70	0,61
Al ₂ O ₃	5,44	3,92	4,32	13,74	12,19
Fe ₂ O ₃	1,88	2,14	2,40	2,58	2,76
FeO	1,11	1,10	1,32	1,10	0,76
MnO	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01
MgO	—	0,74	0,06	1,40	—
CaO	41,33	42,99	42,73	16,03	16,30
Na ₂ O	1,20	0,87	0,56	1,40	2,60
K ₂ O	1,03	0,33	0,89	3,01	2,23
P ₂ O ₅	0,73	0,43	0,56	1,04	0,58
Gubitak žarenjem Loss on ignition	32,30	34,39	34,01	14,16	13,90
H ₂ O—	0,39	0,17	0,27	0,82	0,83
	99,44	100,20	100,25	100,50	100,50

1, 2, 3 — glinoviti biomikriti — clayey biomicrite

4, 5 — pjeskoviti lutiti — sandy lutite

Glinoviti biomikriti

Vapnenci imaju mikritsku osnovu onečišćenu glinom i obojenu željeznim oksidima, a lokalno ona može biti sparitska ili mikrosparitska. U takvoj osnovi rasute su karbonatne čestice pretežno arenitnih dimenzija i nekarbonatne koje su pretežno siltne.

Vrste čestica

Karbonatne čestice većim dijelom potječu od planktonskih foraminifera: globigerinida i globotrunkana. Ove posljednje mogu biti poredane u paralelne, obično diskontinuirane nizove. Stijenke foraminiferskih skeleta su od fibroznog kalcita, a klijetke su ispunjene krupnozrnastim že-

ljezovitim kalcitom ili rjeđe željeznim oksidima. Mnoge od ljuštura su slomljene. Osim planktonskih foraminifera vapnenci sadrže i fragmente skeleta školjkaša, vjerojatno inoceramusa, od kojih se najčešće nalaze samo pojedinačne kalcitne prizme. Zatim dolaze kalcitna zrna bodljikaša i fragmenti njihovih bodlji, te spikule spužvi kalcitiziranih skeleta. Ljuštore planktonskih foraminifera vrlo su rijetko zamijenjene sitnozrnastim kvarcom.

Od nekarbonatnih čestica najčešći je kvarc, uglast i korodiranih rubova. Nešto su rjeđi muskovit i klorit, a biotit je vrlo rijedak. Među feldspatima koji su također vrlo rijetki nalaze se samci, kao i bistra zrna s vrlo uskim sraslačkim lamelama. Iako su feldspati najčešće nepravilni ima i hipidiomorfni zrna.

Osim nekarbonatnih sastojaka terigenog porijekla, ima i takvih koji su nastali u samom sedimentu. Takav je pirit, koji se javlja u obliku kockica, ili pak kao sitna raspršena zrna nepravilnog oblika. Najčešće je potpuno limonitiziran, a oko većih zrna često nalazimo još i pojas limonitom obojenog vapnenca. Tamni cement u ljušturicama planktonskih foraminifera, vjerojatno je također limonitizirani pirit. Autigeni kvarc javlja se kao sitna zrna u okremenjenim ljušturicama foraminifera, a vjerojatno je i dio sitnih zrna (s inkluzijama karbonata) rasutih u osnovi autigen. Autigena bi zatim mogla biti i neka od bistrih hipidiomorfni zrna plagioklasa. Nepostojanje idiomorfnog autigenog kvarca i plagioklasa može se objasniti naknadnim potiskivanjem tih zrna kalcitom.

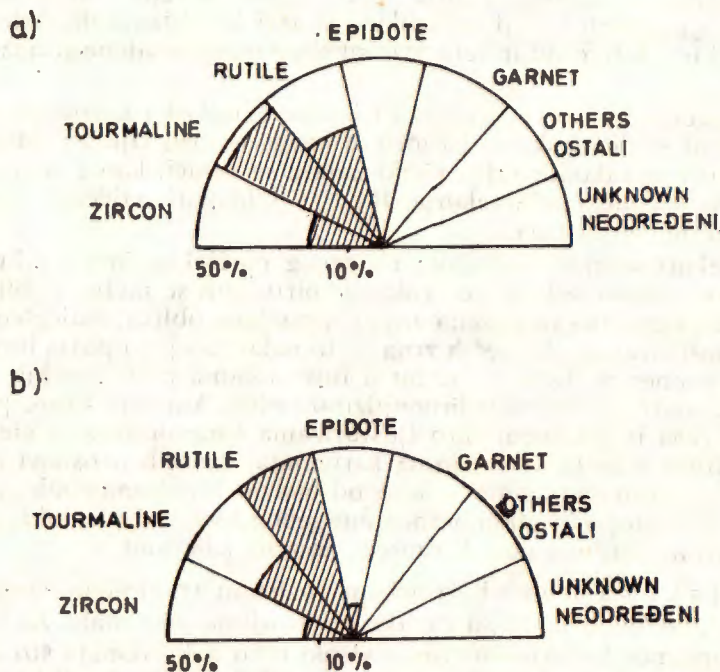
Kemijski sastav. Kemijskom analizom tri tipična uzorka vapnenaca ustanovljeno je da su razlike među njima vrlo male. Za sve analizirane vapnence karakterističan je visoki udio nekarbonata što se u kemijskoj analizi odrazilo visokim postotkom SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O i K_2O (tab. 3, an. 1, 2, 3). U nekarbonatne sastojke osim silicijskih siltnih čestica uključeni su i minerali glina, pa se na osnovi toga ovi vapnenci mogu označiti kao glinoviti.

Dijageneza glinovitih biomikrita. Najlakše uočljiva promjena prvotne strukture sedimenta izazvana je organskim bušenjem, što ima za posljedicu unošenje pjeskovitog i siltnog materijala u vapnence.

Kasnije, u toku cementacije prvo su u vrlo ranoj fazi dijageneze kalcitnim cementom ispunjene komorice foraminifera, što sudimo po tome što se na njima ne zapaža utjecaj kompakcije (dok su bušotine ihnofosila deformirane). Do konačne cementacije i povezivanja karbonatnog mulja u čvrstu stijenu moralo je dakle doći nešto kasnije (nakon kompakcije).

Pojava masa sparita i mikrosparita, ukazuje na rekristalizaciju, koja se je vjerojatno također zbivala u kasnijoj dijagenezi.

Okremenjivanje, koje je inače u pelagičkim vapnencima česta pojava, u ovom primjeru nije jače izraženo. Zapažena su samo rijetka zrna autigenog kvarca (s inkluzijama kalcita), te vrlo rijetko okremenjene ljuštore planktonskih foraminifera. Izvor SiO_2 mogle su biti spikule spužvi, koje su opažene u vapnencu kalcitizirane. Pojava bistrih hipidiomorfni zrna albita ukazuje da je i on vrlo vjerojatno autigen. Vrlo kasno u toku dijageneze, što sudimo po nagriženim zrnima autigenog plagioklasa i kvarca, došlo je do njihovog potiskivanja kalcitom.



Slika 4 — Text-figure 4

a) Prozirni teški minerali fliša (srednja vrijednost iz 7 analiza) — Transparent heavy minerals in the flysch (average of 7 analysis), b) Prozirni teški minerali iz klastičnih sedimenata santona-kampana (srednja vrijednost iz 7 analiza) — Transparent heavy minerals in the clastic sediments of Santonian-Campanian (average of 7 analysis)

PORIJEKLO NEKARBONATNIH ČESTICA

Iako se u kalkarenitičnim pješčenjacima i pjeskovitim i siltoznim lutitima samo neke od karbonatnih čestica mogu prepoznati, kao na primjer fragmenti ljuštura školjkaša, dobar dio karbonatnih čestica morao je doći iz plićaka (mikritizirane ljušture).

Nekarbonatni sastojci pak svakako prvotno potječu iz kopnenih prostora. Najveći broj podataka o sastavu (tab. 1), govori o metamorfnim stijenama i to o metamorfitima najnižeg stupnja (fragmenti kloritskih i sericitskih škriljaca), te o šejlovima. Fragmenti šejlova mogu se usporediti s šejlovima kakvi su danas poznati unutar paleozoika Medvednice, pa vrlo vjerojatno i potječu iz tih stijena. Vrlo mali udio feldspata također ukazuje na izvore s prevladavajućim niskometamorfnim stijenama ili sedimentima (Pettijohn, Potter, Siever, 1972). Opetovani nalaz

epidota (iako s malim udjelom) također treba smatrati znakom porijekla iz niskometamorfnih stijena. Mnogo manji udio materijala potječe iz kvarc-feldspatskih stijena (stijene granitske skupine ili gnajsi), kao i iz efuziva ili tufova (kvarc s oblicima kakvi su karakteristični za magmatsku koroziju). Vrlo visoki udio stabilnih teških minerala (cirkon, rutil, turmalin) koji varira od 91,2 do 96,7% prozirnih teških minerala (ne računajući lističaste), pokazuje da je bio znatan utjecaj sedimentata kao izvora detritusa. S time je u skladu i zaobljenost većine zrna cirkona i rutila. Abradirani autigeni prirast na zrnima turmalina ukazuje na barem dva ciklusa pretaložavanja, dakle također na sedimentne izvore. Zastupljenost granata i kromspinela je premala da bi im se moglo odrediti značenje.

Fliške naslage imale su gotovo iste izvore detritusa kao i klastični sedimenti santona-kampana kojima počinje senonski slijed u tom području (Crnjaković, 1977, 1979). Za jedne i druge sedimente to su u prvom redu bili klastiti, zatim metamorfiti niskog stupnja i šejlovi kakvi su i danas poznati na Medvednici. Sličnost izvora vidi se i po sastavu teških minerala, jer u oba slučaja daleko prevladavaju tri najrezistentnija minerala — cirkon, turmalin i rutil (sl. 4). Osim ovih izvora fliš sadrži vjerojatno neznatni udio stijena granitske skupine, ili gnajsa i vjerojatno efuziva ili tufova. S ovim dodatnim izvorima je možda povezano i nešto veće učešće turmalina i cirkona u odnosu na starije sedimente (santona-kampana) (sl. 4), kao i pojava idiomorfih neabradiranih cirkona u teškim mineralima fliša.

MEHANIZMI SEDIMENTACIJE

Po postanku razlikuju se dvije vrste sedimentata koje se međusobno izmjenjuju: detritični sediment i vapnenac s planktonskim foraminiferama. Iako ih zajedno možemo smatrati kao Bouma-sekvenciju (Bouma, 1962), vapnenački sediment koji formalno odgovara dijelu intervala »e«, predstavlja po postanku posebnu tvorevinu. Naime, homogena tekstura, biomikritna struktura, visoki udio vapnenačke komponente i planktonske foraminifere, kao daleko pretežni skeletni sastojak očito su oznake pelagičkog sedimenta, koji se taložio na dubljem bazenskom dnu. Nekarbonatne primjese pijeska i silta u vapnencu unesene su gotovo isključivo organskim rovanjem koje se moglo zapaziti kao vrlo često. Ono je dovelo do postsedimentacijskog unošenja nekonsolidiranog nekarbonatnog sedimenta, koji nije sedimentiran zajedno s vapnencem. Glinena komponenta i vjerojatno neznatni dio nekarbonatnog silta i pijeska mogli su biti donešeni i nekim drugim mehanizmom. Vapnenac je dakle najvećim dijelom autohtoni sediment taložen u vrijeme kada nije bilo donosa detritusa mutnim strujama na to mjesto.

Usporedba detritičnih sedimentata s tekturnim sekvencijama (Bouma, 1962) provedljiva je potpuno, iako znatni broj slojeva nije do te mjere otkriven da bi se jasnije mogle promatrati teksture. Svakako postoje i sekvencije tipa »e«, koje se međutim vrlo rijetko jasnije odjeljuju. Intervalu »a« (vrlo rijetkom) odgovara srednjozrnasti arenit, intervalu »b« srednjozrnasti i sitnozrnasti arenit, dok intervalima »d« i »e« (bez pelagičkog vapnenca) arenitični i siltozni lutiti. U skladu s postankom

pomoću naglih donosa mutnim strujama je i odnos detritičnog sedimenta prema prethodno taloženom: uvijek počinje oštrom slojnom plohom i najčešće na vapnencu.

ZAKLJUČAK

Na primjeru izdanaka smještenih sjeverno od Medvedgrada, na osnovi sastava i tekstura slojeva može se zaključiti da je to sediment nastao u bazenskim uvjetima i da posjeduje karakteristike fliša.

Tipični »slojevi« sastoje se od turbiditnih sedimenata u svom donjem dijelu (kalkarenitični pješčenjaci, pjeskoviti i siltozni lutiti) i od glinovitih pelagičkih vapnenaca u gornjem dijelu.

Pretežni dio udjela nekarbonatnih čestica u vapnencima unesen je post-sedimentacijski kroz kanaliće ihnofosila (pijesak i silt), a manji dio je autigen (kvarc, feldspat, dio rožnjaka).

Izvorne stijene nekarbonatnog detritusa bili su klastiti, metamorfiti najnižeg stupnja metamorfizma, te kvarcit (uz neznatni udio stijena granitske skupine ili gnajsa i možda efuziva ili tufova), te najvećim dijelom odgovaraju stijenama koje su danas poznate na Medvednici. Izvori detritusa mastrihtskog fliša bili su prema tome (s izuzetkom dodatnih stijena granitske skupine i efuziva) gotovo potpuno identični onima koji su snabdijevali sedimentacijski prostor u vrijeme taloženja bazalnih klastita senona (santon-kampan) u tom predjelu.

ZAHVALE

Kritičke primjedbe na tekst dr. B. Šćavničar bile su mi vrlo korisne te joj se najljepše zahvaljujem na uloženom trudu. Posebno se želim zahvaliti dr. J. Zupaniću i dr. Lj. Babiću koji su mi u toku rada uvijek bili pripravnici pomoći savjetima i sugestijama.

Primljeno: 30. 5. 1980.

LITERATURA

- Babić, Lj., Gušić, I. & Devidé-Neděla, D. (1973): Senonski kršnici na Medvednici i njihova krovina. *Geol. vjesnik*, 25, 11—27, Zagreb.
- Bouma, A. H. (1962): *Sedimentology of some flysch deposits*, Elsevier, Amsterdam, 169.
- Crnjaković, M. (1979): Sedimentacija transgresivnog senona na južnim padinama Medvednice. *Geol. vjesnik*, 32, 81—95, Zagreb.
- Dickson, J. A. D. (1966): Carbonate identification and genesis as revealed by staining. *J. Sediment. Petrology*, 36, 491—505.
- Folk, R. L. & Ward, W. C. (1957): Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrology*, 27, 3—26.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1908): Geolozijska prijeledna karta kraljevine Hrvatske — Slavonije. Tumač geolozijskoj karti Zagreb. (Zona 22, col. XIV), 75 str. Kralj. Zemalj. vlada, Zagreb.
- Neděla-Devidé, D. (1951—1953): Nalazi globotrunkana u Medvednici, Zrinskoj gori, Boki Kotorskoj i okolici Budve. *Geol. vjesnik*, 5—2, 299—315, Zagreb.
- Neděla-Devidé, D. (1957): Značenje globotrunkanida za rješavanje nekih stratigrafskih problema u Jugoslaviji. II. kongres geol. FNRJ, Sarajevo, 134—154, Sarajevo.

Pettijohn, F. J., Potter, P. E. & Siever, R. (1972): Sand and sandstone. Springer-Verlag, XVI + 618, Berlin.

Neobjavljeno:

Crnjaković, M. (1977): Klastiti gornje krede Medvednice — zapadni dio. Magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 1—90, Zagreb.

Maastrichtian flysch sediments in the south-west part of Mt. Medvednica

M. CRNJAKOVIC

Maastrichtian flysch deposits in the south-west part of Mt. Medvednica represent a sequence of clayey biomicrites, calcarenitic sandstones, and sandy to silty lutites.

Clayey biomicrite is an autochthonous pelagic sediment consisting of fine-grained clayey »matrix« and scattered skeletons of planctonic foraminifers. Non carbonate constituents are quartz, and some feldspar grains, most of them coming in to sediment by bioturbation, but some of them are autochthonous.

Calcarenitic sandstones, and sandy to silty lutites predominate. They display typical Bouma-sequences of sedimentary structures. Calcarenitic sandstones consists of particles of different origin. Carbonate skeletal particles are mostly lamelibranch and echinoderm fragments (some of them micritized), generated in shallow-water environment, and planctonic foraminifers swept from the bottom by turbidity currents. Non carbonate constituent consist predominately of quartz grains, pelitic and low-grade metamorphic rock particles, and a few granitic or gneissic, and probably volcanic rock fragments. Terrigenous particles including heavy mineral associations indicate (with the exception of granitic and volcanic rocks) similar or same land sources as in the time of sedimentation of the Santonian-Campanian clastic sediments in the same area.