

Geol. vjesnik	34	109—120	3 slike	Zagreb, 1981
---------------	----	---------	---------	--------------

UDK: 549.6:552.5 :551.763

## Nekarbonatni detritus arenitnih sedimenata mastrihtskog fliša Vivodine (Žumberak, zapadni Dinaridi)

Jožica ZUPANIC

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

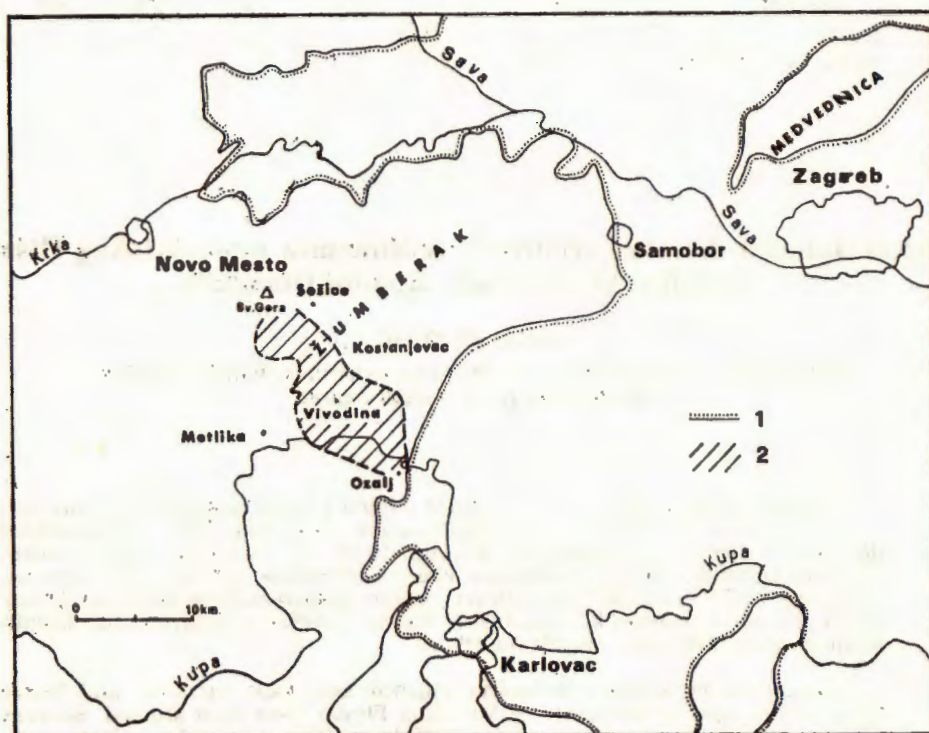
Opisane su mineralne čestice, čestice stijena i teški minerali, koji zajedno s karbonatnim detritusom izgrađuju arenitne sedimente fliša. Nekarbonatni detritus potječe iz kopnenih izvora izgrađenih od vulkanita (barem većim dijelom spilitnih), zatim ultrabazita, klastita (pretežno pješčenjaka i šejlova), rožnjaka i niskometamorfnihi stijena. Sastav nekarbonatnog detritusa jednoličan je u obim, debelim karbonatnim i tankim miješanim tipovima turbiditnih slojeva. Raspravlja se o smještaju izvora.

Non-carbonate detritus including mineral and rock particles, and heavy minerals in arenite sediments of Vivodina Flysch have been studied. Sources of this detritus were volcanic rocks (mainly spilitic), ultramafics, clastic sediments (sandstone and shale), cherts and low-grade metamorphics. Both thick carbonate and thin mixed types of turbidite beds have shown the same composition of non-carbonate detritus. The problem of source location has been discussed.

### UVOD I OPCI PODACI

Mastrihtski fliš Vivodine proteže se kao suvisli pojas od Ozlja pa gotovo do Sv. Gore (sl. 2), dok je u daljnjem protezanju on tektonski jače poremećen a izdanci su lošiji. Zato polje ograničeno na sl. 2 predstavlja najcjelovitiju površinu mastrihtskog fliša u široj regiji. Fliš Vivodine zauzima veći dio polja označenog kao gornja kreda u geološkoj karti Novo Mesto (Pleničar i al. 1976), a koja obuhvaća sjeverni dio njegova prostiranja.

U pogledu starosti ovog fliša, najprije je Gorjanović-Kramberger (1894) naveo nekoliko lokaliteta s rudistima. Herak (1966, 1968) navodi nova nalazišta s fosilima senona i ostavlja mogućnost da su klastiti djelomično možda mlađi. Manje pojave sličnih sedimenata smještenih sjevernije i tektonski odijeljenih od vivodinskog fliša uvrštene su u senon (Herak 1968) ili gornji senon i možda dan (Pleničar 1958). Na temelju interpretacije facijesa raznih senonskih sedimenata Žumberka i Gorjanaca, Zupanić (1974) utvrđuje da fliš slijedi iza bazenskih karbonatnih klastita i pelagičkih sedimenata, koji sežu do kampana, pa ga prema tome uvrštava u mastriht. Podrobnije biostratografske podatke o mastrihtskoj starosti iznose Neděla-Devidé & al. (u tisku).



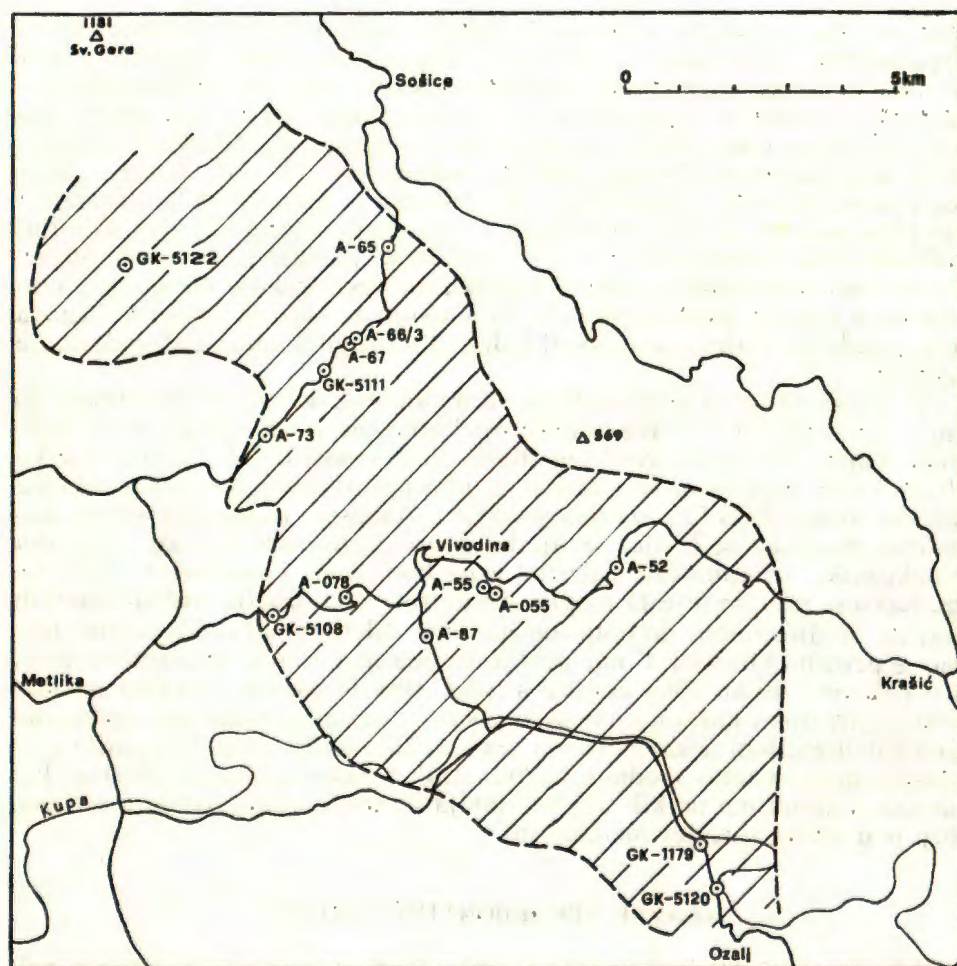
Sl. 1. Situaciona karta. 1. Neogenske i kvartarne naslage okružuju starije stijene. 2. Fliš Vivodine.

Fig. 1. Situation map. 1. Neogene and Quaternary deposits surrounding older formations. 2. Vivodina Flysch.

Bazenski karakter sedimenata s klastičnim slojevima fliškog tipa dokumentiran je već u ranijem radu (Zupanić 1974), odakle su ovdje preuzeti i osnovni podaci o građi slojeva, petrografiji i sastavu.

U flišu Vivodine nalaze se turbiditni slojevi s raznim udjelom karbonatne komponente. Međutim, oni se u pravilu grupiraju u dvije vrste slojeva, od kojih su jedni obično debeli i vapnenački, a drugi pretežno tanki i s više nekarbonatne komponente. Zadatak ovoga rada bio je prikazati značajke sastava nekarbonatnog detritusa (arenitne čestice) i saznati da li je u slojevima različitog udjela karbonatne komponente, detritus iz raznih vrsta nekarbonatnih izvora.

Uzorci potječu s 14 lokaliteta (sl. 2), s nekih lokaliteta uzeti su po nekoliko iz obiju vrsta arenita ali i iz više slojeva istog tipa, kako bi se sigurnije moglo zaključiti o eventualnim razlikama. Može se smatrati da obrađeni uzorci dobro reprezentiraju arenite cjelovitog područja fliša Vivodine.



Sl. 2. Rasprostranjenje fliša Vivodine i smještaj izdanaka koji se spominju u tekstu.

Fig. 2. Vivodina Flysch and situation of outcrops mentioned in the text.

#### OPĆE ZNACAJKE SLOJEVA

(1) Prvu spomenutu skupinu predstavljaju turbiditni slojevi s Bouma-sekvencijama *abcde*, *bcde* i *cde*. Potpuni sloj počinje obično kalciruditom, kalkareniti grade intervale *b* i *c*, a sekvencija završava laporom, laporovitim vapnencem ili vapnovitim laporom. Debljina slojeva može biti i veća od jednog metra, a debljina arenitnog dijela sloja u pravilu je preko 40 cm. Opađanje veličine zrna prema gore prati i promjena sastava: ruditi sadrže uglavnom karbonatne litoklaste, krupnozrnati kalkareniti karbonatne lito klaste i skeletni detritus, s tim da je opađanjem veličine zrna prema sitnozrnatom kalkarenitu litoklasta sve manje, a skeletnog detri-

tusa sve više. Litoklasti odgovaraju raznim strukturnim tipovima vapnenača prvotno stvaranim u različitim energetske zonama litorala i sublitorala dinarske karbonatne platforme. Najveći dio ih je donjokredne starosti, a nalaze se i gornjokredni i jurski ulomci (Herak 1968, Zupanić 1974). Ima i klasta »istovremenih« sedimenata. Skeletni detritus obuhvaća fragmente ljuštura rudista, puževa, crvenih algi, koralja, briozoa i razne bentičke foraminifere. Najveći dio je pretaložen iz istovremenih plitkovodnih okoliša smještenih u susjedstvu bazena. U sitnozrnatim kalkarenitima pojavljuju se još i pretaložene planktonske foraminifere. Sitnozrnati kalkareniti sadrže nekarbonatne čestice, koje mogu biti vrlo rijetke, a najviše mogu doseći do 30% ukupnog sastava stijene. Osnova je u pojedinim slojevima sparitni kalcit, a u drugima mikrit ili pak oboje zajedno.

(2) *Drugu skupinu* predstavljaju tanki slojevi, debeli obično 10 do 20 cm, a rjeđe oko 50 cm s Bouma-sekvencijama *cde*, *de*, a rijetko *bcde*. Debljina donjeg, odnosno arenitnog dijela sloja iznosi 0,3 do 5 cm, rijetko 10 cm i više. Areniti su sitnozrnati, a udio nekarbonatnih čestica veličine pijeska iznosi 22 do 52% ukupnog sastava (dobiveno planimetrijskom metodom). Karbonatne čestice se rijetko dobro prepoznaju i to su uglavnom planktonske foraminifere, kalcitna zrna bodljikaša i fragmenti mekušaca. Kako se na više mjesta mogla promatrati kalcitizacija nekarbonatnih čestica, od djelomične do potpune zamjene kalcitom, udio tih čestica morao je prvotno biti veći. U mnogim uzorcima ima mnogo sparitne osnove, a u nekima i preko 50% sastava stijene. Ona je jednim dijelom nastala rekristalizacijom karbonatnih sastojaka, a drugim dijelom već spomenutom kalcitizacijom nekarbonatnih čestica. Zato i nije moguće točnije procijeniti prvotni udio i odnos karbonatnih i nekarbonatnih čestica. Po negdje, u arenitima tankih slojeva, javlja se nešto sitnozrnatog matriksa, koji je u nekim slučajevima kloritni.

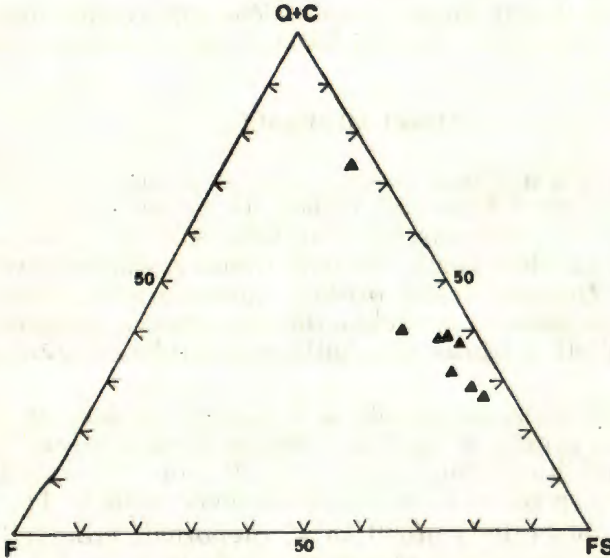
#### GLAVNE NEKARBONATNE ČESTICE

Nekarbonatni detritus arenita u obje skupine turbiditnih slojeva prilično je ujednačenog sastava (sl. 3). Ulomci nestabilnih stijena i feldspat zajedno čine u pravilu više od 50% sastojaka. Samo je u jednom uzorku arenita miješanog sastava (GK—65/20) kvarca i rožnjaka bilo više od nestabilnih sastojaka.

Kvarc se većinom javlja kao monomineralna nepravilna i uglata zrna, od kojih su neka izrazito šiljasta. Zaobljena zrna razmjerno su rijetka, a isto tako malobrojan je i hipidiomorfan kvarc. Neka hipidiomorfna zrna imaju karakteristične zaljeve nastale magmatskom korozijom. Inkluzije su rijetke, uglavnom točkaste i to vjerojatno od plina ili tekućine, rjeđe kristala cirkona ili klorita. Potamnjenje je u pravilu homogeno, rijetko valovito. Polikristalinična zrna također nisu zastupljena u većem broju što je u skladu s malom dimenzijom detritusa (Blatt, 1967). Pojedina zrna kvarca potisnuta su uz rubove kalcitom, koji prodire i u pukotine zrna. Autigeni rast oko detritične jezgre zamijećen je u istim uzorcima u kojima je kvarc potiskivan kalcitom.

Feldspatska zrna najčešće su kalotine većih kristala. Zaobljeni feldspati su rijetki. Plagioklasi prevladavaju, a po sastavu odgovaraju albitu

do andezinu (8 do 45% an). Zrna bez sraslaških lamela vjerojatno su ortoklasi. Mnoga feldspatska zrna su bistra i svježa. Neka sadrže mrlje sericita ili inkluzije klorita. Zapaženi su, doduše rijetko, i zaljevi karakteristični za magmatski korodirana zrna. Ti su »zaljevi« također ispunjeni kloritom. Zamjena kalcitom je česta.



Sl. 3. Glavne nekarbonatne čestice. Q + C = kvarc i »rožnjak«, F = feldspat, FS = fragmenti stijena.

Fig. 3. Main non-carbonate particles. Q + C = quartz and »chert«, F = feldspar, FS = rock fragments.

Čestice stijena imaju u pravilu najveći udio među nekarbonatnim zrnima. Zastupljeni su fragmenti vulkanskih stijena različite strukture i sastava. Neki od njih imaju strukturu karakterističnu za spilitne stijene, a sastoje se od štapićastog plagioklasa i klorita. Jednako bi porijekla mogle biti i čestice izgrađene samo od listića ili lepeza klorita žutozelene boje. Drugi ulomci vulkanskih stijena u sitnozrnatoj osnovi sadrže »utruske« kvarca koji mogu biti magmatski korodirani, a neki još i plagioklas. Fragmenti stakla razmjerno su rijetki. Vulkanskog bi porijekla bile i čestice od lepeza ili sferulita vlaknastog kalcedona.

Vrlo je mnogo ulomaka stijena koje se sastoje od sitnih listićastih bezbojnih minerala niskog indeksa loma, koji su međusobno paralelni ili čine mrežastu strukturu. Kod nekih se pojavljuju još i vrlo sitna zrna kvarca između listića. Takve su čestice veoma slične devitrificiranom staklu ili staklastom tufu, ali i nekim vrstama šejlova. Kako je kod nekih fragmenata vulkanskih stijena osnova upravo takvog sastava i strukture, možda dio ovih čestica predstavlja fragmente osnove efuziva. Jednako je problematično i porijeklo inače dosta rijetkih čestica, koje strukturom i sastavom odgovaraju rožnjaku.

Fragmenti niskometamornih stijena sastoje se od kvarca i listićastih minerala (uglavnom muskovita), ili samo kvarca.

Rijetki tamnosivi fragmenti šejlova su pločasti i obično slabo deformirani.

Najmanje ima čestica koje se sastoje od zrna kvarca i feldspata, a mogle bi biti fragmenti granita, gnajsa ili srodne stijene.

Ostali sastojci su klorit, kojega mjestimično ima veoma mnogo, zatim muskovit i biotit. Akcesorni sastojci katkada dolaze koncentrirani u pojedinim laminama.

### TEŠKI MINERALI

Uz opake minerale u teškoj frakciji nađeno je još 13 vrsta prozirnih minerala (ne računajući listićaste) (tabela 1), među kojima su najčešći spinel, te rutil, cirkon, turmalin i granat. Udio epidota s coisitom znatno varira. Kloritoid, amfibol, apatit, korund, titanit zastupljeni su u pravilu s manje od 4%. Značajke čestih brukita i anatasa ne opisuju se ovdje, jer one ne upućuju jasno na porijeklo. Dio tih minerala sigurno je autigen što se moglo vidjeti u izbruscima, gdje zrna brukita »režu« strukturu stijene.

Zajednica teških minerala jednaka je i u arenitima debelih i arenitima tankih turbiditnih slojeva. I u jednoj i drugoj skupini stijena odnos opakih i prozirnih teških minerala varira, tako da jednom prevladavaju prozirni, drugi puta neprozirni ili ih ima podjednako (tabela 1).

Među opakim mineralima mogli su se prepoznati kromit i magnetit, zatim leukoksen najčešće kao bubrežasta smeđasta ili sasvim opaka zrna. Mnoga od njih imaju autigeni prirast sitnih kristala žute boje, vjerojatno brukita. Okrugle nakupine kristalića pirita i limonitiziranog pirita svoju kuglastu formu dobile su rastući u komoricama planktonskih foraminifera.

U zajednici prozirnih teških minerala po velikom učešću (tabela 1) ističu se minerali iz skupine spinela i to kromspinel i vjerojatno pikotiti. Zrna su im tamnocrvena, crvena do žutosmeđa, oštrobriđna i školjkastog loma. Zaobljena zrna su veoma rijetka.

Cirkon je također veoma raširen mineral. Mogle su se razlučiti tri različite skupine cirkona. Više od polovine cirkona je zaobljeno (oko 60%). Nisu rijetka zrna koja su kuglasta ili gotovo kuglasta, pa im se prvotni oblik niti ne nazire. Drugi su dobro zaobljeni ali izduženi. Međutim, najčešće se prvotni oblik nazire, a terminalne plohe su jače ili slabije zaobljene. Neka slomljena zrna imaju zaobljene vrhove. Većina zaobljenih zrna je bezbojna, ali mogu biti i zelenkasta, žuta, ružičasta, purpurna, smeđa, zamućena, a zapaženo je i nekoliko zrna malakona. Zornost se zapaža i kod bezbojnih i kod različito obojenih varijeteta. Jezgre takvih cirkona su katkada zamućene. Površine zrna su najčešće glatke, no javljaju se i zrna hrapave, neravne i izbockane ili jako nazubljene površine. Jače nazubljene površine karakteristične su za zamućena zrna.

Posebno su zanimljivi bistri i bezbojni cirkoni čija su zrna poput skeleta sa »zaljevima« i s jednom do nekoliko ploha. Ta su zrna često puna dugoljastih, cjevastih inkluzija. Oblik im je veoma sličan cirkonima koje

Tabela 1. Teški minerali. OP = opaki minerali, ChBM = klorit, biotit, muskovit, OT = ostali prozirni minerali. 1 = turbiditi prve skupine, 2 = turbiditi druge skupine. Separirana su zrna veličine 0,10–0,05 mm. Udio teških minerala iznosi 0,2 do 1,9 težinskih postotaka. Brojeno je 200 do 400 prozirnih zrna ne računajući lističaste, a ukupno 500 do 1000 zrna u svakom preparatu.

Table 1. Heavy minerals. OP = opaque minerals, ChBM = chlorite, biotite, muscovite, OT = other transparent minerals. 1 = turbidite bed of the type 1, 2 = turbidite bed of the type 2.

Lokalitet/ uzorak				OT = 100%										Vrsta stijene Rock type		
	OP	ChBM	OT	Spinel gr.	Rutile	Zircon	Tourmaline	Garnet	Epidot + Zoisite	Chloritoid	Amphibole	Apatite	Corundum		Titanite	Brookite + Anatase
A-52/7	48	4	48	21	24	37	5	3	5	2	—	—	tr	—	3	2
A-52/30	69	8	23	45	7	25	6	6	2	1	1	—	—	tr	7	2
A-55/6	63	9	28	30	19	12	15	2	1	—	tr	—	—	—	20	2
A-055/9	88	8	4	25	17	13	13	—	—	—	—	—	—	—	32	2
A-055/15	85	7	8	25	13	23	10	5	—	—	—	—	—	—	24	2
A-055/41	41	2	57	39	10	32	3	2	4	1	—	tr	1	—	8	2
A-055/42	36	7	57	41	10	22	4	3	3	2	tr	tr	—	tr	15	2
A-65/20	55	19	26	9	17	22	12	32	tr	2	1	—	—	—	5	2
A-66/3/1/5	66	1	33	41	13	19	6	4	4	tr	1	—	—	—	12	1
A-66/3/1/6	57	7	36	28	17	27	6	8	1	—	tr	—	—	tr	13	1
A-67/0	47	9	44	43	9	27	5	9	1	1	tr	—	—	—	5	2
A-67/3/3	60	1	39	33	12	22	5	4	6	3	1	—	—	—	14	1
A-73/12/2A	65	3	32	18	13	31	13	6	2	—	—	—	1	—	16	1
A-73/12/2B	57	6	37	37	10	28	8	6	—	—	—	—	—	—	11	1
A-73/101	54	12	34	33	11	29	6	4	3	1	tr	1	—	—	12	2
A-078/2/3	31	4	65	55	6	21	3	4	3	tr	1	—	tr	—	7	1
A-078/2/5	43	7	50	49	8	20	4	6	1	1	tr	—	—	—	11	1
A-87/36/1	89	7	4	55	8	16	6	5	1	—	—	—	—	—	9	1
A-87/36/3	90	5	5	42	12	19	6	3	—	—	—	—	—	—	18	1
GK-1179/16/1	74	7	19	39	16	17	7	3	2	3	tr	—	2	—	10	1
GK-1179/16/3	46	13	41	31	17	22	13	4	1	—	—	tr	—	—	12	1
GK-1179/16/5	48	13	39	28	13	26	10	1	1	4	tr	—	—	—	17	1
GK-1179/24	58	8	34	70	10	11	2	1	—	—	—	—	—	—	6	2
GK-1179/35	53	4	43	54	13	17	4	2	4	2	tr	—	tr	—	4	2
GK-1179/36/6	55	4	41	55	13	19	2	2	3	—	—	tr	—	—	6	1
GK-1179/36/7	52	5	43	40	16	19	4	1	3	—	—	1	—	—	16	1
GK-1179/36/8	58	6	36	28	23	13	7	3	11	tr	1	—	—	—	14	1
GK-1179/48	70	2	28	57	10	10	2	6	2	—	1	—	—	—	12	2
GK-1179/73	94	2	4	46	14	16	2	7	3	2	—	—	—	—	10	1
GK-1179/96	47	5	48	68	7	12	2	2	tr	—	—	—	—	—	9	1
GK-1179/113	61	1	38	25	25	24	4	3	4	—	—	—	—	—	15	2
GK-1179/114	90	1	9	47	10	18	4	2	2	—	2	—	—	—	15	1
GK-1179/129	83	2	15	65	9	14	2	3	3	—	—	—	—	—	4	2
GK-5108/2	75	2	23	22	14	20	5	7	10	3	tr	1	—	3	15	2
GK-5111/1/1	62	8	30	40	6	11	4	20	6	3	3	tr	—	—	7	1
GK-5111/1/2	74	6	20	19	21	21	9	12	10	1	tr	tr	—	—	7	1
GK-5120/1	77	6	17	44	10	18	7	4	5	tr	—	1	—	—	11	2
GK-5122/1	67	14	19	28	11	30	9	4	4	—	—	—	—	—	14	2

je Poldervaart (1956) separirao iz bazičnih stijena, a raznolik i neobičan habitus pripisuje kasnoj kristalizaciji cirkona u tim stijenama.

Najmanje je idiomorfni cirkoni. To su kratkostubasta do srednje izdužena zrna (izduženje do 2,5) najčešće bipiramidalnih jednostavnih završetaka. Samo neka od tih zrna imaju kompleksne terminalne plohe. Takvi cirkoni su ili bezbojni ili različito obojeni (žučkasti, ružičasti, smeđasti). Neki od njih su zonarni, a takvima je katkada jezgra tamna ili samo zamućena. Inkluzije su rijetke.

Preostali cirkoni su nepravilni, često krhotine većih kristala, koje su možda nastale u laboratorijskom procesu.

Rutil je najčešće hipidiomorfan sa češljastim završecima. Idiomorfna zrna su razmjerno rijetka i to su obično tanki kristali. Karakteristični koljenčasti sraslaci također se mogu naći. Zaobljena zrna pokazuju sve stupnjeve abrasije, od onih gdje im se još nazire oblik, do takvih, koja su dobro zaobljena. Boje su im žute i zlatnožute do smeđecrvene i tamnocrvene. Pleohroizam je uglavnom slab. Zlatnožuti rutili su češće igličasti i idiomorfni od tamnijih varijeteta. Pojedina zrna djelomično su zamućena, tamna i neprozirna, što je posljedica prelaska u leukoksen.

Turmalin je hipidiomorfan bez terminalnih ploha. Idiomorfi ili slomljeni idiomorfni kristali su rijetki. Nepravilna zrna, vjerojatno odlomci većih turmalinskih kristala, mogu biti i angularna, i zaobljena. Pleohroitne boje su im različite, a naročito se ističu roza i plavi do zeleni varijeteti, zatim žuti i smeđi, te smeđi i zeleni. Za neke od njih karakteristična je veoma jaka apsorpcija ordinarne zrake, te su takvi crni. Bezbojni ili vrlo svijetlo obojeni varijeteti, također su zapaženi. Bezbojan je obično autigen prirast oko detrične jezgre. Neka od zrna s autigenim prirastom su abradirana. Veoma je čest zonarni raspored boje, a kod izduženih zrna vidi se višeslojnost boja. Inkluzije su česte. To su najčešće opaka zrna, rjeđe igličasti kristali, koji katkad ispunjuju čitavo zrno.

Granat je idiomorfan, hipidiomorfan i nepravilan a takvi mogu biti uglati do dobro zaobljeni. Zanimljive su površine njihovih zrna. Uz glatke javljaju se jako korodirana zrna, ali i zrna s autigenim prirastom poput sitnih rombića. Većinom su bezbojni. Ružičasti i smeđasti varijeteti mogu biti i idiomorfni, ali ih ima i među zaobljenima. Mnogi sadrže igličaste inkluzije koje su ili nasumce raspoređene ili su pak koncentrične. Često su anomalni i takvi interferiraju u sivoj boji prvog reda.

Epidot i coisit, iako rijetki, javljaju se gotovo u svim istraženim uzorcima. Epidot je često karakterističnog skeletnog oblika. Uglata, zelenkasta i sivozelenkasta zrna kloritoida također se javljaju u mnogim uzorcima, no najčešće samo u maloj količini.

Hipidiomorfnna zrna amfibola s češljastim završecima, pripadaju suđeci po svjetlozelenoj boji i vrlo slabom pleohroizmu, aktinolit-tremolitu. Rijetki amfiboli tamnozeleni do smeđasti boje vjerojatno su hornblende.

Korund, titanit i apatit su rijetki i ne javljaju se u svim istraženim uzorcima.

## RASPRAVA

### I

U tektonski labilnim područjima kakvi su okoliši s flišnom sedimentacijom, sastav sedimentata dosta je realan pokazatelj građe izvornih stije-



na. Naime, brzo trošenje i erozija, specifičan način prijenosa materijala unutar bazena te brza sedimentacija i prekrivanje mlađim naslagama, omogućuju da mineralna zajednica može biti sačuvana u sastavu naslijeđenom od izvornih stijena (Van Andel, 1959; Stanley, 1965).

Sudeći po svojstvima zajednice nekarbonatnih sastojaka arenita mastrihtskog fliša Vivodine, u kojoj su uz stabilne sastojke sačuvani i različiti nestabilni sastojci, može se također smatrati da ona odražuje sastav izvornog područja. O tome govore ulomci nestabilnih stijena, na trošenje osjetljivi malakon i drugi manje stabilni minerali, te feldspati koji su uglavnom ostali svježi.

Prema analitičkim podacima o vrstama detritusa, u izvornom području morale su biti otkrivene različite vulkanske, a možda i vulkanoklastične stijene. O tome najprije svjedoči raznovrsnost njihovih ulomaka: ulomci spilitnih stijena uključivo i čestice od klorita, ulomci »porfirne« strukture s utruscima kvarca i feldspata ili samo kvarca, ulomci sferulitne građe i vulkanskog stakla. Vulkanskog, odnosno piroklastičnog porijekla možda je i dio ulomaka izgrađenih od lističastih minerala, koji podsjećaju na devitificirano vulkansko staklo. O trošenju vulkanskih stijena svjedoče i zrna kvarca i feldspata s karakterističnim oblicima nastalim magmatском korozijom, iako nije isključeno da bi tog porijekla mogla biti još i druga zrna feldspata kao i druga monokristalinična zrna kvarca homogenog potarnjenja. Šiljasta zrna kvarca bi pak pokazivala na piroklastično porijeklo. Od vulkanskih bi stijena mogao potjecati i dio materijala iz grupe epidota, te možda i amfibol.

U vrijeme trošenja na površini su bile izložene i ultrabazične i možda intruzivne bazične stijene, koje su dale dobro zastupljene minerale spinelske skupine. Možda su i pojedina zrna granata potekla od tih izvornih stijena. Na bazične intruzive vjerojatno upućuje i »skeletni« cirkon, kako ga interpretira Poldervart (1956). Odlomci stijena koje bi potjecale od te skupine stijena nisu sigurno utvrđeni.

Pouzdanih podataka o tome da su trošenju bile izložene i druge dubinske magmatske stijene, npr. stijene granitne skupine ili visokometamorfne stijene, nema, premda bi rijetke čestice od kvarca i feldspata, zatim idiornorna zrna cirkona, turmalina i rutila mogla biti tog porijekla.

Udio sedimentnih stijena u građi kopna morao je biti veći, no što bi se moglo zaključiti po udjelu fragmenata šejla ili čestica »rožnjaka«. Trošenju su naime, bili izloženi i pješčenjaci, što dokazuju u prvom redu zaobljena zrna kvarca i feldspata, zatim veliki udio zaobljenog cirkona u teškoj frakciji (oko 60% svih zrna cirkona), od kojih su mnoga karakteristične hrapave površine, zatim zaobljena zrna rutila, turmalina, čija pojedina zrna pokazuju da su reciklirana, zaobljeni granat, te zaobljeni listići klorita i muskovita. Međutim, vrlo je vjerojatno da su još i mnoga uglata zrna kvarca, feldspata i neki drugi sastojci također mogli poteci od starijih arenita.

Niskometamorfne stijene dale su fragmente, koje nalazimo kao stalne sastojke nekarbonatnog detritusa. Moglo bi se pretpostaviti da bi dio granata, klorita, muskovita i biotita, zatim kloritoid, aktinolit, dio minerala grupe epidota, te možda dio cirkona, turmalina i rutila također mogli potjecati od tih stijena.

Može se dakle zaključiti, da su kopneni izvori nekarbonatnih čestica bile razne vulkanske stijene, ultrabazični i možda bazični intruzivi, zatim stariji klastiti i rožnjaci, te niskometamorfne stijene. To je kopno dakle bilo kompleksno građeno.

## II

Analitički podaci iz sistematski uzorkovanih vrsta slojeva, zatim varijacija unutar slojeva, te izdanaka, pokazuju podudarnost sastava nekarbonatnog detritusa u svim uzorcima, u svim slojevima i njihovim dijelovima i u svim izdancima, iako se slojevi međusobno razlikuju po debljini, udjelu karbonata i vrsti sekvencija. Ta istovrsnost upućuje na istovrsne izvore tih čestica za sve vrste slojeva. No karbonatne čestice kao što su jurski i kredni litoklasti i istovremeni skeletni detritus plitkovodnih organizama, upućuju na porijeklo s jugozapada, odnosno juga, gdje su se u to vrijeme, neposredno susjedno vivodinskom dijelu bazena, nalazili karbonatni plićaci i karbonatna kopna (Zupanić 1974). Veliki udio tog detritusa kao i često velike dimenzije čestica govore o blizini izvora. S druge pak strane, nekarbonatne čestice upućuju na drugačije izvore: vulkanite, ultrabazite i vjerojatno bazite, klastite, rožnjake i niskometamorfite.

Zajedničko pojavljivanje karbonatnog i nekarbonatnog detritusa u raznim arenitima fliša Vivodine mora dakle biti posljedica njihova međusobnog miješanja prije konačnog taloženja. Miješanje se obavilo u plitkom moru, transportom uz obalu, odnosno rub bazena. Dodatno miješanje mogle su još obavljati struje koje su materijal nosile u bazen, i koje su bile sposobne erodirati i uključiti u svoj sastav ranije istaloženi sediment dna.

Izvori nekarbonatnog detritusa morali su biti smješteni negdje dalje od neposrednog susjedstva vivodinskog dijela bazena, jer dimenzije čestica ne prelaze sitnozrnati arenit, udio u ukupnom sastavu je malen, a takve zajednice stijena nema u današnjem »vanjskom dinarskom« prostoru. To su bile stijene neke »unutarnje« geotektonske jedinice koja je u to vrijeme već morala biti smještena na istoj strani bazena kao i karbonatna platforma.

Zasada se mogućnost usporedbi sastava s mastrihtskim fliškim sedimentima drugih predjela čini problematičnom, jer je na raspolaganju razmjerno mali broj podataka iz tih tvorevina.

## ZAKLJUČAK

Svojstva zajednice nekarbonatnih čestica u arenitima mastrihtskog fliša Vivodine posljedica su brzog trošenja i erozije, brzog prijenosa i taloženja, pa zato čestice odrazuju sastav kopnenih izvornih predjela. Kopneni izvorni predjeli nekarbonatnog detritusa bili su izgrađeni od vulkanskih stijena, koje su pretežno spilitne, zatim ultrabazita i možda bazita, starijih klastita (pješčenjaka, šejlova), rožnjaka i niskometamorfita.

Postoji izrazita podudarnost sastava nekarbonatnog detritusa u arenitima raznih vrsta slojeva i po mineralnom sastavu i stijenskim česticama, vrstama i karakteristikama teških minerala i njihovim omjerima. Prema

tome dvije skupine slojeva koji se razlikuju po debljini i udjelu karbonatne komponente, zastupljenosti Bouma-sekvencija ne sadržavaju nekarbonatni detritus iz raznih kopnenih predjela različitog sastava, nego iz jednog jedinstvenog.

Karbonatni detritus, koji potječe iz neposrednog susjedstva vivodinskog dijela bazena, i nekarbonatne čestice, čiji su izvori bili smješteni dalje, pojavljuju se zajedno u raznim vrstama stijena i njihovom konačnom taloženju prethodilo je međusobno miješanje, koje je obavljeno transportom uzduž obale, odnosno ruba bazena. Dodatno miješanje obavljale su struje koje su iz plitkovodnih akumulacija prenosile materijal u bazen. Mnoge od tih struja imale su veliku snagu, pa su mogle erodirati i pretaložiti, odnosno uključiti u svoj sastav već istaložene sedimente dna.

Izvorne stijene nekarbonatnog detritusa pripadale su nekoj »unutarnjoj« geotektonskoj jedinici, koja je u to vrijeme već morala biti smještena na istoj strani bazena kao i karbonatna platforma.

Primljeno: 30. 5. 1980.

#### LITERATURA

- Andel, T. J. H. Van (1959): Reflections on the interpretation of heavy mineral analyses. *Journ. Sed. Petr.* 29/2, 153—163. Tulsa.
- Blatt, H. (1967): Original characteristics of clastic quartz grains. *Journ. Sed. Petr.* 37/2, 401—424. Tulsa.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1894): Geologija gore Samoborske i Zumberačke. *Rad Jugosl. akad.* 120 (Matem. prir. razred 18), 1—83. Zagreb.
- Herak, M. (1966): Geološka istraživanja krša Zumberka. *Ljetopis Jugosl. akad.* 71, 263—265. Zagreb.
- Herak, M. (1968): Noviji rezultati istraživanja osnovnih stratigrafskih jedinica u Zumberku. *Geol. vjesnik* 21, 111—116. Zagreb.
- Pleničar, M. (1958): Poročilo o globokomorskom razvoju krednih plasti pri Kostanjevici. *Geologija* 4, 152—156. Ljubljana.
- Pleničar, M., Premru, U. i Herak, M. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ, Novo Mesto, 1:100.000. Savezni geol. zavod, Beograd.
- Poldervaart, A. (1956): Zircon in rocks, II. Igneous rocks. *Am. Journ. Sci.* 254/9, 521—554. New Haven.
- Stanley, D. J. (1965): Heavy minerals and provenance of sands in Flysch of central and southern French Alps. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 49/1, 22—40. Tulsa.
- Zupanić, J. (1974): Sedimentologija gornje krede sjeverne Hrvatske. Dokt. disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, p. 142. Zagreb.

### Non-carbonate detritus from arenite sediments of Maastrichtian Vivodina Flysch (Zumberak, Western Dinarides)

J. ZUPANIĆ

There are two groups of turbidite beds in Vivodina Flysch. (1) Turbidites of the first group are usually more than 50 cm thick, they are built up mainly of carbonate detritus except their pelite portion which may be marly, and show Bouma sequences *abcde*, *bcde*, or *cde*. Division *a* is usually a calcirudite, and division *b* and *c* represented by calcarenite. Calcarenite is 10—200 cm thick. Non-carbonate particles in calcarenite are usually rare but may reach 30% in total composition (by plani-

metric method) in extreme case. (2) Second group is represented by thin beds (10–50 cm) with Bouma sequences *cde*, *de* and rare *bcde*. The arenite portion is usually 0,3 to 5 cm thick, and rarely more. Arenites are fine-grained and contain 22–52% non-carbonate particles in total composition.

Typical outcrops show one or several carbonate beds of group (1) associated with numerous thin beds of group (2).

The investigations of non-carbonate detritus including mineral and rock particles, and heavy minerals in arenite sediments have shown the same composition of this detritus in both groups of turbidite beds (Table 1; Fig. 3).

Rock fragments are the most frequent non-carbonate particles. They include volcanic (mainly spilitic) and volcanoclastic rocks, low-grade metamorphics, shales, chert, rare grains consisting of quartz and feldspar (possibly granite or gneiss fragments), and frequent particles which might represent tuff, shale, volcanic glass or low-grade metamorphics.

Quartz is mainly represented by monomineral angular grains. Occasionally magmatic corrosional embayments occur on hypidiomorphic quartz grains. Feldspar is mostly albit and andesine. Chlorite is always present and may be abundant locally.

Heavy mineral association (Table 1) is characterised by the combination of two mineral groups: spinel group and ultrastable minerals. The majority of ultrastable minerals has been recycled.

It may be concluded that source area of non-carbonate detritus in both groups of turbidite beds was built up by volcanic rocks (mainly spilitic), ultramafics, clastic sediments (sandstone, shale), chert, and low-grade metamorphics.

Carbonate material (skeletal particles and Mesozoic lithoclasts) in carbonate turbidites (group 1) must have derived from near-by situated dinaric carbonate platforme on the south which was partly emerged (Zupanić 1974). Non-carbonate detritus was not available in this area and its sources were situated in some distance. Source rocks interpreted here belonged to an »Inner Dinaric« geotectonic unit. The presence of non-carbonate detritus in all bed types including carbonate ones, indicate a mixing which preceded final deposition. It must have been performed by the long-shore transport. Erosion ability of turbidite currents may have play an additional role in particles mixing. If so, both type of sources have been situated on the same side of the basin. It means that the mentioned »Inner Dinaric« geotectonic unit was already situated on the same side of the basin as carbonate platforme.