

Geol. vjesnik	28	195—215	4 sl. i 3 tabele u tekstu	Zagreb, 1975
---------------	----	---------	------------------------------	--------------

552:551.782(161.16.46/47)

BRANKO CRNKOVIĆ, MIHOVIL VRAGOVIĆ,  
IVAN TOMASIĆ, DRAGUTIN SLOVENEK i VERA BABIĆ

### SASTAV TORTONSKIH SEDIMENATA KRAJ VARAŽDINA (HRVATSKO ZAGORJE)

Tercijarni sedimenti Hrvatskog Zagorja paleontološki su detaljno obrađivani i dobro poznati, a petrografskih i mineraloških podataka ima malo. Zbog toga smo mikroskopski, rendgenski i termički obradili tortonske sedimente Vinice kraj Varaždina, da bi barem djelomično popunili postojeću prazninu u poznavanju petrografije dijela Hrvatskog Zagorja.

#### 1. UVOD

Kamen Vinice mnogo je korišten u prošlosti kao arhitektonsko-građevni element i za skulpture. To je bio građevni kamen Varaždina u doba baroka, kada je Varaždin bio poznat kao »mali Beč«. Niz pročelja zgrada u Varaždinu građenih u to doba obložen je tim kamenom. O velikoj primjeni litotamnijskog vapnenca u građevnoj i dekorativnoj tehnici piše L. Marić (1938), a da je litotamnijski vapnenac Vinice u prošlosti bio poznat i van današnjih granica naše zemlje nalazimo podatak u A. Kieslingera (1932, str. 193) koji u izlaganju o svojstvima i upotrebi litotamnijskog vapnenca piše »Von altösterreichischen Vorkommen sein nur erwähnt: ... Mokritz (in Krain) und Vinica (in Kroatien).«

U ovom radu izložit ćemo dio podataka iz studije koja obrađuje arhitektonsko-građevni i tehnički kamen Hrvatskog Zagorja,\* koji se neposredno odnose na tortonske sedimente Vinice nadaleko Varaždina (sl. 1). U toj studiji kamen Vinice tretiran je sa stanovišta umjetničkog i tehničkog kriterija, a detaljno su razrađeni i geološki uvjeti ležišta, kao neophodno potrebni kriteriji i pokazatelji za vrednovanje kamena i ležišta (N. Bilbija, B. Crnković & A. Grimšičar, 1974). U terenskom radu i dijelu laboratorijskih obrađivanja sudjelovao je Z. Ortolan, apsolvant inženjerske geologije na RGN-fakultetu.

Tortonski sedimenti u Hrvatskom Zagorju imaju veliko prostranstvo. Nalazimo ih duž oboda zagorskih gora i gorskih nizova, poput slabije ili jače isprekidanih vijenaca, gdje su taloženi u priobalnim područjima tortonskog mora. Litotamnijske vapnence (»Leithakalk«) označio je sjeverno od Ravne gore već O. Utiešenović (1879) na preglednoj geološkoj karti sjeverne Hrvatske. U istraženom području po D. G o r-



MJERILO - SCALE 0 2 4 6 km

■ GEOGRAFSKI POLOŽAJ ISTRAŽIVANOG PODRUČJA  
 † GEOGRAPHIC POSITION OF THE EXPLORED AREA

Sl. 1 Geografski položaj istraženog područja  
 Text-fig. 1 Geographic position of the explored area

janović-Krambergeru (1902) ti sedimenti brazde od Vinice na jugozapad, transgrediraju preko trijasa Ravne gore. Sastoje se od litotamnijskog vapnenca, žutog i modrasto-sivog vapnenog pješčenjaka i kavernoznih vapnenaca. D. Gorjanović-Kramberger (1902, str. 29) spominje »korisne kami« i minerale, pa piše: »U graditeljske pa i

\* »Studija o arhitektonsko-građevnom i tehničkom kamenu Hrvatskog Zagorja« izrađena je financijskim sredstvima Republičkog savjeta za naučni rad i Varaždinske regije, u organizaciji Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu i suradnji Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu, Ivanečkih ugljenokopa u Ivanču, Industrije građevnih materijala u Lepoglavi i Instituta građevinarstva Hrvatske u Zagrebu.

kiparske svrhe imenice rabi na daleko poznati Vinički kamen ... U Vinici ima više kamenika, iz kojih se vade, tešu ili pile kvaderi. Od kamenika spominjem dva općinska, od kojih jedan producira godimice do 100 kub. m. ...» Po F. Ožegoviću (1944, str. 466) u tortonu uslijedilo je utonuće čitavog područja Hrvatske, uspostavljena je veza tortonskog sa sredozemnim morem i unutar alpinskom bečkom kotlinom. Ostaci staroga gorja Hrvatske postojali su kao otoci sa mnoštvom zaljeva. Na obalama kopna stvarale su vapnene alge grebene, a u unutrašnjosti mora taloženi su, prema podacima bušenja, »pretežno pješčani tinjčasti lapori«. Sadržaj pijeska pokazuje, da je i odnošenje s brijegova bilo znatno u toku. Prema M. Heraku (1973, str. 350), tortonske naslage facijelno su veoma raznolike, u plićim priobalnim prostorima taložili su se litotamnijski vapnenoci, koji su mjestimično nabušeni i u unutrašnjosti bazena, u prostorima gdje je voda bila plića, a važno mjesto imaju pijesci i pješčenjaci s obiljem mekušaca, kao i »badenske gline« bogate fosilima.

## 2. MINERALOSKO-PETROGRAFSKE ZNACAJKE SEDIMENATA

Istražnim bušenjem u istraživanom području nabušen je i uzorkovan obilan petrografski materijal koji je prvenstveno obrađen mikroskopski, a dio rendgenski i termički, pa je utvrđen niz varijeteta karbonatnih i klastično-karbonatnih sedimentata.

### 2.1 Sitnozrnasti do srednjezrnasti biomikriti i prekrystalizirani biomikriti

To su bjeličaste, sivkaste, žućkastosivkaste i žućkastobjeličaste, rijede slabo zelenkasto nijansirane, stijene, vrlo porozne i šupljikave. Dio uzoraka prošaran je izrazitijim žućkastim, smeđastim, zelenkastim ili bjeličastim pjegama, ovisno o količini i prostornom rasporedu pigmentata. Smeđaste i žućkaste pjege pigmentirane su limonitnom supstancijom, a zelenkaste glaukonitom. Pojedini uzorci sadrže paralelne žućkaste proslojke obogaćene limonitnom supstancijom, čime je naglašena slojevitost. Limonitne pjege u promjeru iznose od 0,3 do 0,8 mm. Fini porozitet i šupljikavost redovno su jednoliko raspoređeni, rijede je njihov raspored neravnomjeran i nejednolik. Maksimalna veličina šupljina varira u ovisnosti od načina slaganja sastojaka i stupnja kristalizacije kalcitnog veziva i matriksa. Obično su šupljine veličine promjera do 1,2 mm, rijede do 2,5 mm, odnosno dugoljaste do 1,5 × 3,5 mm i 3,5 × 4,8 mm. U nekim uzorcima ima dijelova koji su jače porozni i dijelova poput »oblaka« koji su gušći. Makroskopski se zapažaju u prostoru jednoliko raspoređeni skeleti organizma: algi, krhotine školjaka, foraminifere i briozoi. Veličina skeleta varira od mikroskopskih dimen-

zija do presjeka maksimum  $30 \times 40$  mm. Ponegdje skeleti tvore spletove, pa na prelomu kamena zapažamo mrežastu građu. Dio skeleta je bijele boje i mat površine, a dio smeđastobjeličaste boje i porculanastog izgleda. Zapažena je i mala količina terigenih klastičnih čestica maksimalne veličine do  $0,6 \times 1,5$  mm. U ovisnosti od strukturnih značajki lom kamena je ravan do plitko školjkast, a površina preloma fino do srednje, vrlo rijetko grubo hrapava.

U mikroskopskim preparatima motrimo brojne ljuštore i fragmente ljuštura mikroorganizama, algi i krhotine školjaka, cementirane, ili u matriksu mikritskog kalcita. Kalcitni matriks je dijelom slabije ili jače prekrystaliziran. Skeleti organizama ispunjeni su fibroznim ili finozrnastim kalcitom, u dijelu uzoraka prekrystalizirani. Zapažena je neznatna količina terigenog detritusa veličine silta do psamita, koja u dijelu uzoraka iznosi do 5%, vrlo rijetko do 10%. Od tih sastojaka najviše su zastupljene angularne čestice kvarca, a nađeni su još kalcedonski čert, feldspati, te listići muskovita i klorita. U nekim uzorcima nađena je mala količina glaukonita i nešto pirita koji je katkad slabije ili jače limonitiziran. Neki od uzoraka sadrže neznatnu količinu fino dispergiranih minerala glina. U dijelu uzoraka zapaža se izvjesno subparalelno redanje i nizanje pločastih fragmenata i ljuštura organizama, što uz neravnomjernu i trakasto izraženu prekrystalizaciju mikritskog kalcita matriksa jasno ističe mikroslajevitost. U drugim uzorcima skeleti organizama orijentirani su tako da tvore mrežasti splet s intersticijskim ispunjenim prekrystaliziranim mikritskim kalcitom. Prekrystalizacijom kalcitnog matriksa nastala su zrna kalcita posve nepravilnih oblika veličine do 0,30 mm. Veća zrna kalcita uklapaju organsku tvar i mikritski kalcit. Rubovi ponekih zrna su difuzni s postepenim prelazom prozirnog kalcita u mikritski. U nekim uzorcima zapažamo kako je mikritska osnova nejednoliko prekrystalizirana pa tvori »oblake«, a mjestimice se prekrystalizacija vršila tako, da su kristalizirala krupnija zrna prozirnog kalcita poput »porfiroblasta«. Ta zrna uklapaju organsku tvar, mikritski kalcit i ponekad limonitnu supstanciju. Kalcitni matriks katkad zaprema do 50% volumena, a u nekim uzorcima su skeleti algi, foraminifera i školjaka gušće pakirani. Ponekad su u uzorcima bivše šupljine ispunjene prozirnim kristalastim kalcitom tek djelomično, pa se tada u takvim zrnima zapažaju terminalne plohe. Uzorci su pigmentirani bituminoznom supstancijom koja je raspršena ili koncentrirana oko skeleta organizama, limonitnom supstancijom i rijeđe glaukonitom.

## 2.2 Biomikriti do biomikruditi i biospariti, dijelom prekrystalizirani i pjeskoviti

To su bjeličaste, sivkaste, žućkastobjeličaste, žućkastosivkaste, smeđastosivkaste, žućkaste, smeđaste i rijeđe zelenkastosivkaste stijene, vrlo porozne i šupljikave. Neki od uzoraka su svjetlije ili tamnije nijan-

sirani. U nekim uzorcima markirana je slojevitost smeđastim prugama difuznog karaktera širine do 8,0 mm. Limonitna supstancija kao pigment obično je jednoliko raspršena, u nekim uzorcima trakasto i difuzno koncentrirana, ili tvori fini film duž stijenki ovećih šupljina. Porozitet i šupljikavost su jednoliko raspoređeni, ili je u nekim uzorcima dio šupljina međusobno vezan u nizove sa slabo naglašenim paralelnim rasporedom koji markira slojevitost. Veličina šupljina u promjeru iznosi do 3,2 mm, odnosno u dugoljastih do  $2,2 \times 7,5$  mm. Makroskopski zapažamo skelete algi, foraminifera, krhotine školjaka (prvenstveno pektena), te kolonije koralja i briozoa. Skeleti algi su bijele boje i mat površine, a foraminifere i školjke su žućkaste i smeđaste boje, porculanaste površine. U dijelu uzoraka skeleti su slabije dijagenetski vezani, pa se kamen runi među prstima. Ponekad su pločaste krhotine školjaka, prvenstveno pektena, raspoređene subparalelno čime se ističe slojevita građa, ali bez odvajanja duž slojnih planarnih elemenata. Lom kamena je neravan, površina preloma srednje do grubo hrapava.

U mikroskopskim preparatima redovito motrimo dobro sortirane sastojke, nesortiranost je rijede zapažena. Među gusto pakiranim alokemitima posebno se ističu ostaci algi i foraminifera. Skeleti organizama cementirani su mikritskim ili sitnozrnastim kalcitom. Ponekad su skeleti tako pakirani, da između njih postoji dosta intersticija, a skeleti tvore mrežaste građe. Ostaci alga samo su djelomično prekrystalizirani i najčešće impregnirani bituminoznom supstancijom, zbog čega su slabije prozirni. Ostali skeleti su slabije ili jače prekrystalizirani, često prekrystalizirani u jedno ili nekoliko zrna prozirnog kalcita. U dijelu uzoraka zamijećeno je slabo izraženo subparalelno redanje bioklasta i intraklasta. Dio uzoraka ne sadrži drugih sastojaka osim karbonatnih, dok je u ostalim uzorcima zamijećena neznatna do mala količina terigenog detritusa veličine psamita do sitnozrnastih psefita. Najkrupnija zamijećena čestica je promjera 4,5 mm. Najviše su zastupljene čestice kvarca, manje ima kalcedonskog čerta, kiselog eruptiva i nešto listića muskovita. U nekim uzorcima zapažena je manja količina glaukonita koji se nalazi u šupljinama organizama, a ponekad tvori nakupine u prekrystaliziranom kalcitnom matriksu. Ponegdje lećasta obogaćenja glaukonitom naglašavaju mikroslojevitú građu. Veličina nakupina glaukonitnog pigmenta iznosi u promjeru do 0,5 mm. Zapaženo je nešto pirita koji također mjestimice tvori nepravilne nakupine, a većim dijelom je duž rubova limonitiziran. U nekim uzorcima limonitna supstancija tvori smeđaste difuzne pjege, dio kojih je nastao oksidacijom pirita.

U ovoj grupi sedimenata posebice ćemo opisati biokalkarenite i fino-zrnaste biokalcirudite koji sadrže znatnu količinu siltozno-psamitske i rjeđe fino psefiske nekarbonatne frakcije. To su sedimenti bjeličaste, sivkaste, žućkastosivkaste, smeđastosivkaste, smeđaste, zelenkastosivkaste i plavkastosivkaste boje. Neki su različito nijansirani s tamnijim i svjetlijim dijelovima poput »oblaka«. Vrlo su porozni i šupljikavi. Veli-

čina šupljina varira i iznosi do najviše 5,5 mm u promjeru, odnosno kod dugoljastih do  $4,5 \times 6,5$  mm. Dio šupljina međusobno je povezan. U nekim uzorcima zapažene su šupljine proširene procesima karstifikacije, kojih je veličina do  $12 \times 22$  mm. Terigeni klastični sastojci su maksimalne veličine u promjeru do 3,5 mm, odnosno dugoljasti do  $2,5 \times 6,0$  mm. U nekim uzorcima zapažena su i krupnija zrna kalcita koja duž ploha kalavosti »cacle«. Osim terigenog detritusa makroskopski se zapažaju skeleti algi, foraminifera, koralja, briozoa i krhotine školjaka. Lom kamena je neravan, a površina preloma grubo, rijeđe i srednje hrapava.

U mikroskopskim preparatima motrimo bioklaste i cijele skelete mikroorganizama i terigeni detritus, cementirane kristalastim mikritskim i sparitskim kalcitom. Veličina zrna sparitskog kalcita iznosi u promjeru do 0,4 mm. Skeleti organizama su slabije ili jače prekrystalizirani, katkada je prekrystalizacija toliko napredovala, da su se samo mjestimice očuvale konture skeleta, prvenstveno algi. Zrna kalcita nastala prekrystalizacijom gotovo uvijek u središnjem dijelu sadrže neprozirnu tvar mikritski kalcit, dok su u obodnim dijelovima znatno čistija i prozirnija. Terigeni detritus sastoji se ponajviše od čestica kvarca. U manjoj količini nalaze se kalcedonski čert, kvarcit, feldspati (albit, mikroklin, sericitizirani feldspati) i muskovit. Neki uzorci sadrže nekarbonatnih terigenih klastičnih sastojaka do 30%. Značajni sastojci u nekim uzorcima su pirit i glaukonit koji često tvori gnjezdaste nakupine. U primarnim šupljinama i šupljinama skeleta organizama iskristalizirani kalcit često ima razvijene terminalne plohe.

### 2.3 Sljunkoviti i pjeskoviti biosparruditi i biospariti

To su sive, sivkaste, žućkastosivkaste i smeđastosivkaste stijene, tamnije i svjetlije nijansirane, redovno vrlo šupljikave, makroskopski slične konglomeratima. Šupljikavost u njima obično je nejednoliko raspoređena. Maksimalne veličine šupljina iznose u promjeru do 8,0 mm, odnosno dugoljaste do  $4,0 \times 18,0$  mm. Šupljine su dijelom spojene i vezane u nizove, te u nekim uzorcima jasno markiraju slojevitost duž koje ne dolazi do odvajanja. Ostataka organizama makroskopski zapažamo malo. Prvenstveno su to ovalni skeleti alge litotamnijum, redovito također nejednoliko raspoređeni, te krhotine školjaka, prvenstveno ostrea. Zamjećuje se znatna količina klastičnih sastojaka veličine psamita do psefita, maksimalnih dimenzija u promjeru do 7,5 mm, odnosno dugoljastih do  $4,5 \times 12,5$  mm. Makroskopski među česticama mogu se utvrditi odlomci trijaskog sivog i tamnosivog dolomita, zatim kvarca i nakupine crne glinovite tvari.

Struktura tih stijena je klastična-ruditska. Slabo uglate do slabo zaobljene čestice različitog petrografskog i mineralnog sastava, te ljuštore i fragmenti skeleta organizama, prvenstveno algi, povezane su mikro-

sparitskim i sparitskim, vrlo rijetko mikritskim kalcitom. Od klastičnih sastojaka najviše su zastupljene čestice kvarca, dolomita i vapnenaca različitih struktura, a manje ima feldspata (mikroklin, izmijenjeni plagioklas), kalcedonskog čerta, kvarcita, listića muskovita, nakupina klorita, turmalina, cirkona i granata. Pirit je čest i redovito limonitiziran, a u ponekim uzorcima ima malo glaukonita. Pigment su bituminozna supstancija redovito jače koncentrirana oko skeleta organizama i limonitna supstancija, obično difuzno raspršena.

#### 2.4 Sitnozrnati polimiktni konglomerati s bioklastima

To su sivkaste do sive stijene, nejednoliko nijansirane boje zbog neravnomjernog rasporeda različito obojenih klastičnih sastojaka. Šupljikavost je također nejednako raspoređena. Veličina šupljina iznosi u promjeru do 4,5 mm, a dugoljastih do 3,5×8,5 mm. Šupljine su procesima karstifikacije dijelom povećane do dimenzija 6,5×17,5 mm, uslijed izluživanja kalcitnog veziva. Makroskopski zapažamo obilje slabo uglatih do slabo zaobljenih klastičnih sastojaka veličine do 8 mm. To su prvenstveno čestice sivog dolomita trijasko starosti. Uz klastične sastojke zapažaju se i skeleti alge litotamnijum. Po svom izgledu, te stijene su nalik na bazalne konglomerate kakvi su utvrđeni na nizu lokaliteta, gdje su tortonski sedimenti transgredirali na trijasku dolomitnu podlogu. Lom kamena je ravan, površina preloma grubo hrpava.

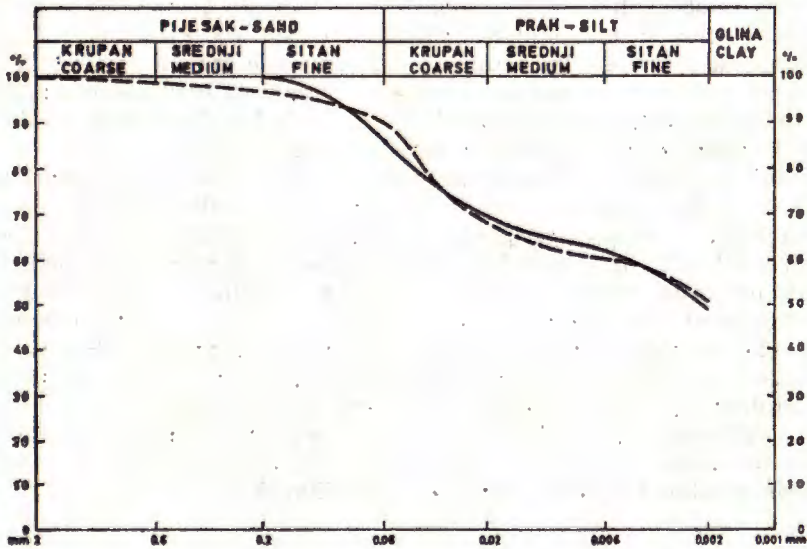
U mikroskopskim preparatima motrimo tipičnu klastičnu strukturu koja se razlikuje od svih ostalih analiziranih uzoraka. Odlikuje se nesortiranošću i obiljem terigenog detritusa. Najbrojnije su zastupljene čestice dolomita, uz zamjetljivu količinu kvarca i vapnenaca različitih struktura, zatim manje kalcedonskog čerta, kvarcita, te nešto feldspata i listića muskovita. Međusprostori čestica terigenog porijekla ispunjeni su skeletima algi i foraminifera, te mikritskim kalcitom. Ostaci skeleta organizama neravnomjerno su raspoređeni, u nekim dijelovima su obilati, u drugima ih skoro nema. Zamijećene su nakupine klorita i glaukonita, ima neznatna količina pirita, zatim mjestimične raspršenog hematita i limonitne supstancije. Bituminozna supstancija izrazitije je koncentrirana oko skeleta organizama i duž njihovih sutura.

#### 2.5 Glinoviti i pjeskovito-glinoviti biomikriti

To su bjeličaste, sivkaste, smeđastosivkaste, plavkastosivkaste i rijede zelenkastosivkaste stijene, vrlo porozne i fino šupljikave, laporovitog i siltozno-laporovitog izgleda. Neke su različito nijansirano pjegaste ili s izrazitijim smeđastim prugama i slojevima. Pjege su različite boje u ovisnosti od obogaćenja odgovarajućim pigmentom. Neke su bjeličaste, ako su bez pigmenta, druge smeđaste od limonitne supstancije, ili ze-

lenkaste od glaukonita, te plavkaste od fino raspršene i difuzne glinovite tvari i pirita. Porozitet i šupljikavost su ponajviše jednoliko raspoređeni. Veličina šupljina iznosi maksimum u promjeru do 0,8 mm, odnosno dugoljastih do 0,6×2,2 mm. Makroskopski zapažamo skelete organizama i čestice terigenog detritusa veličine silta do psamita, maksimalne veličine u promjeru do 2,0 mm. Glinovita tvar je fino i jednoliko raspršena u kalcitnom matriksu ili ispunjava lečaste tvorbe koje su sive i žučkastosive boje, veličine do 1,5×12,0 mm. Lom kamena je ravan, površina preloma fino do srednje hrapava.

U mikroskopskim preparatima motrimo uz obilje skeleta organizama zamjetljivu količinu terigenog detritusa i fino raspršene minerale glina u matriksu mikritskog i prekrystaliziranog kalcita. Sastojci su u dijelu uzoraka sortirani, a u drugim uzorcima slabo sortirani do nesortirani. U nekim uzorcima su ostaci organizama i pseudointraklasti paralelno do subparalelno orijentirani, zbog čega se jasno ističe mikroslojevita građa. Od klastičnih sastojaka nađeni su prvenstveno kvarc i kalcedonski čert, zatim listići muskovita i nakupine klorita. U nekim uzorcima značajan sastojak je glaukonit, a u drugim pirit. Mjestimice se zapaža,



UZORCI - SAMPLES

- BY-17/22,3 m
- BY-18/11,0 m

Sl. 2 Granulometrijski dijagram netopivih ostataka  
Text-fig. 2 Granulometric diagram of insoluble residues



da je dio limonitnog pigmenta nastao oksidacijom pirita. U onim uzorcima koji su plavkastosiivkaste boje, od pigmenta nađeni su jedino visoko disperzni minerali glina i fino raspršeni pirit.

Radi detaljnijeg utvrđivanja nekarbonatnih sastojaka uzorci pod oznakama B.V.-17/22,5 m i B.V.-19/11,0 m otopljeni su u razblaženoj HCl kod pH od 3,5 do 4,5. Netopivi ostaci, u prvom uzorku 7%, a u drugom uzorku 10%, analizirani su mikroskopski, rendgenski i termički. Granulometrijske krivulje netopivih ostataka prikazane su na slici 2, a petrografski i mineralni sastav utvrđen procjenom u mikroskopskim preparatima dat je u tabeli I.

Tabela — Table I

Sastav netopivih ostataka  
*Composition of insoluble components*

frakcije u mm <i>fractions in mm</i>	uzorci			samples		
	B. V. — 17/22,5 m			B. V. — 19/11,0 m		
	iznad over 0,063	0,04– 0,063	0,006 –0,04	iznad over 0,063	0,04– 0,063	0,006 –0,04
kvarcit <i>quartzite</i>	++	+	–	++	+	–
kvarcni silit <i>quartz siltstone</i>	+	–	–	+	+	–
kalcedonski čert <i>chalcedonic chert</i>	++	++	+	10%	++	+
sericitski škrlj. <i>sericite chist</i>	–	+	–	–	–	–
limonitizirane čest. <i>limonitized particles</i>	++	++	++	++	++	++
kvarc <i>quartz</i>	60%	60%	65%	60%	65%	70%
feldspati <i>feldspars</i>	–	○	+	○	+	+
muskovit <i>muscovite</i>	○	+	+	○	+	+
opaki minerali <i>opaque minerals</i>	–	+	+	○	+	+
pirit <i>pyrite</i>	○	++	15%	+	++	10%
biotit <i>biotite</i>	–	○	○	○	○	○
cirkon <i>zircon</i>	–	○	○	–	○	○

frakcije u mm <i>fractions in mm</i>	B. V. — 17/22,5 m			B. V. — 19/11,0 m		
	iznad <i>over</i> 0,063	0,04– 0,063	0,006 –0,04	iznad <i>over</i> 0,063	0,04– 0,063	0,006 –0,04
granat <i>garnet</i>	—	○	○	○	○	○
apatit <i>apatite</i>	—	○	○	—	—	○
epidot <i>epidote</i>	—	○	+	—	—	+
coisit <i>zoisite</i>	—	—	+	—	—	+
turmalin <i>tourmaline</i>	—	—	+	—	○	+
rutil <i>rutile</i>	—	—	○	—	—	○
hematit <i>haematite</i>	—	—	○	—	—	○
klorit <i>chlorite</i>	—	—	○	—	—	○
glaukonit <i>glauconite</i>	—	—	○	—	○	○
anataz <i>anatase</i>	—	—	—	—	—	○
korund <i>corundum</i>	—	—	○	—	—	○
SiO <sub>2</sub> -skeleti <i>SiO<sub>2</sub>-skeletons</i>	—	+	+	—	+	+

oznake — marks: ++ vrlo čest — *very frequent (>5%)*  
 + čest — *frequent (<5%)*  
 ○ prisutan — *present*  
 — nije nađen — *not found*

Iz granulometrijskog dijagrama vidimo, da se netopivi ostaci u oba analizirana uzorka sastoje 50% od čestica minerala glina, a ostalo su čestice prvenstveno veličine praha ili silta, dok je psamitska komponenta neznatno zastupljena. Prevladavajući sastojak u tim siltozno-psamitskim frakcijama je kvarc. Značajan sastojak koji ukazuje na redukcijske uvjete sredine tvorbe sedimenata je pirit biokemijskog porijekla. Njegov udio u frakcijama dobili smo izdvajanjem na magnetskom separatoru kod 1,5 A. Pirit u sedimentima često tvori «niske» od po nekoliko finih kuglica koje se nisu raspale prilikom otapanja i daljeg tretiranja uzorka.

Frakcije ispod 0,006 mm analizirane su rendenski i termički. Rendgensko snimanje uzoraka praška izvršeno je brojačkom metodom, korišten je Philipsov difraktometar s proporcionalnim brojačem i  $CuK\alpha$  zračenje. Uvjeti rada bili su ovi: napon u cijevi 34 kV; zakost struje 18mA; brzina brojača 1°/min; osjetljivost 400; vremenska konstanta 4 sek; brzina vrpce 10 mm/min. Mineralni sastav uzoraka dat je u tabeli II. Da bi se utvrdila prisutnost klorita uzorci su žareni na temperaturi 700°C kroz 2 sata, a uzorak B.V.-17/22,5 m, frakcija 0,002 do 0,006 mm tretiran je sa 10% HCl radi uklanjanja željeznog hidroksida.

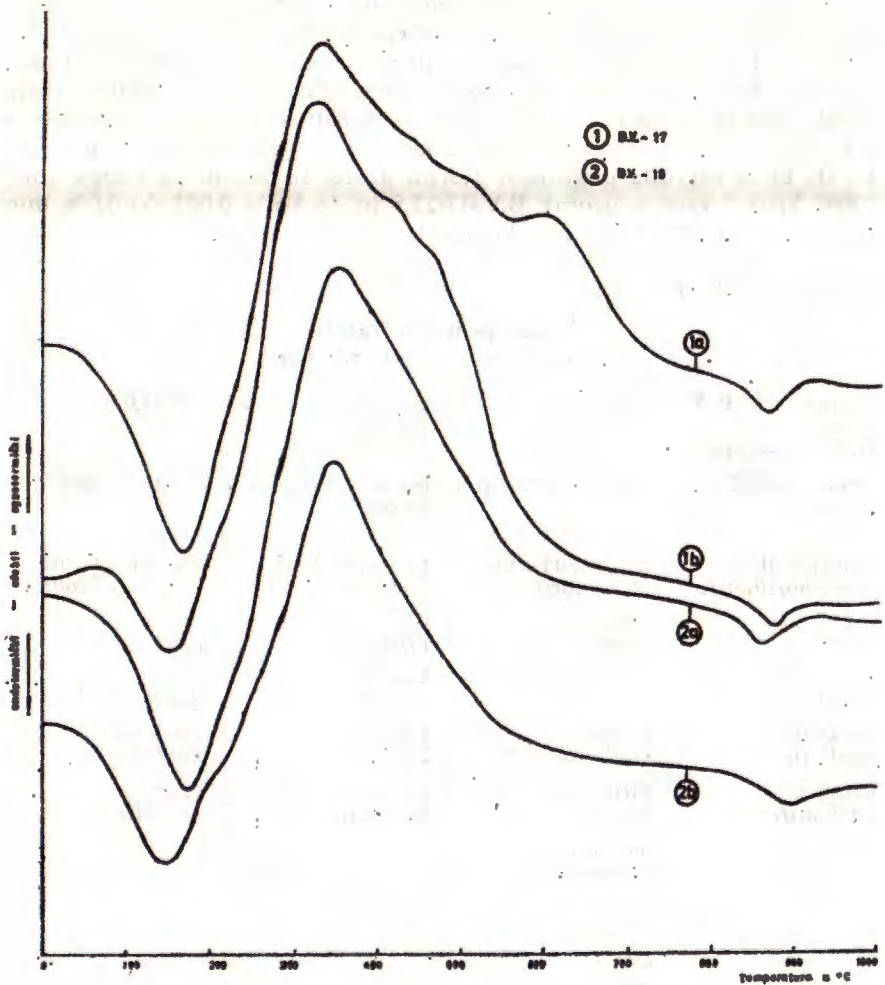
Tabela — Table II

Sastav pelitskih frakcija  
Composition of pelitic fractions

uzorak B. V. — 17/22,5 m sample frakcija — fractions		uzorak B. V. — 19/11,0 m sample frakcije — fractions	
ispod 0,002 mm below	0,002 — 0,006 mm	ispod 0,002 mm below	0,002 — 0,006 mm
montmorilonit montmorillonite	montmorilonit montmorillonite	montmorilonit montmorillonite	montmorilonit montmorillonite
ilit illite	kvarc quartz	ilit illite	ilit illite
kvarc quartz	ilit illite	kvarc quartz	kvarc quartz
kaolinit kaolinite	kaolinit kaolinite	kaolinit kaolinite	kaolinit kaolinite
hematit haematite	pirit pyrite	hematit haematite	getit goethite
	hematit haematite		
	klorit chlorite		
	talk talc		

U svim analiziranim frakcijama najzastupljeniji mineral je Ca-montmorilonit. Značajno je spomenuti, da je u frakciji 0,002 do 0,006 mm u uzorku B.V.-17/22,5 m rendgenski utvrđen pirit, što ukazuje na njegovo visoko disperzno stanje, tako da se pri tretiranju uzoraka odvojio zajedno s visoko disperznim mineralima glina.

Sve četiri frakcije analizirane su termički i okarakterizirane su skoro identičnim krivuljama DTA (sl. 3). Uočeni su tipični efekti sukcesivne dehidratacije u intervalima 100–200°C, 200–300°C i 500–600°C, karakte-



Sl. 3 DTA krivulje pelitskih frakcija  
Text-fig. 3 DTA curves of pelitic fractions

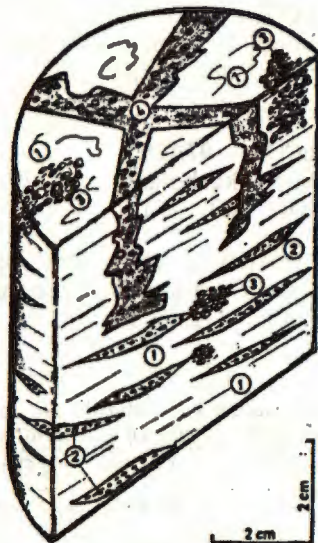
ristični za montmorilonit koji u analiziranim uzorcima predstavlja glavni sastojak. Analizirane frakcije obiluju organskom supstancijom na što upućuju eksotermički efekti u intervalu 300–400°C, a zapažene deformacije krivulja u tom intervalu ukazuju na prisustvo hidrogetita.

Rezultati provedenih analiza netopivih ostataka karbonatnih sedimenata pokazuju da je sastav pelitsko-siltozno-psamitske nekarbonatne

komponente posebno složen. Glavni mineral glina je montmorilonit, a glavni sastojak siltozno-psamitske komponente je kvarc. Uz široku lepezu alotigenih minerala utvrđen je i autigeni pirrit biokemijskog porijekla. Ovaj visoko disperzni mineral, osim što ukazuje na redukcijske uvjete sredine nastojanja sedimentata, predstavlja i glavni pigment koji ovim tvorbama daje plavkastu i sinju boju.

Glinoviti biokalkarenit nabušen u bušotini B.V.-5 u dubini 30,5 m opisat ćemo zbog nekih značajki zasebno (sl. 4). Kamen je smeđast-osiivkaste boje i izrazite slojevite građe. U fino-zrnastom biokalkarenitu (1) nalaze se paralelne dugoljaste leće siltita i fino-zrnastog pješčenjaka (2) koje naglašavaju slojevitost, te ovalne tvorbe i kolonije algi i koralja (3). Okomito na slojevitost nalaze se pukotine nastale sušenjem kalcitnog mulja, naknadno ispunjene klastičnim siltoznim i psamitskim detritusom (4).

U mikroskopskim preparatima ovog uzorka zapaženo je paralelno do subparalelno redanje skeleta organizama koje naglašava mikroslojevitost



Sl. 4 Skica uzorka B. V. — 5/30,5 m

Text-fig. 4 Sketch of sample B. V. — 5/30,5 m

- (1) — sitnozrnasti biomikrit
- (1) — *fine-grained biomicrite*
- (2) — leće siltita i fino-zrnastog pješčenjaka
- (2) — *lenses of siltstone and fine-grained sandstone*
- (3) — ovalne kolonije algi i koralja
- (3) — *oval algal and coral colonies*
- (4) — pukotine sušenja mulja ispunjene siltitom i pješčenjakom
- (4) — *mudcracks filled with siltstone and sandstone*

građu. Prekristalizacija mikritskog kalcita je slaba. Mjestimice su pojedini dijelovi jače obogaćeni klastičnim terigenim detritusom veličine silta do psamita, a drugi dijelovi obogaćeni su mineralima glina. Od terigenog detritusa prevladavaju čestice kvarca, manje ima kalcedonskog čerta, nešto čestica vapnenaca i listića muskovita.

Ovaj uzorak opisali smo zasebno zbog toga što ukazuje na uvjete pri genezi tortonskih sedimenata u istraživanom području, naime na oscilacije dna bazena sedimentacije i povremeno sušenje kalcitnog mulja, zbog čega je došlo do tvorbe pukotina sušenja.

### 3. KEMIJSKI SASTAV KARBONATNIH SEDIMENATA

U Institutu za geološka istraživanja u Zagrebu izrađeno je 37 kemijskih analiza karbonatnih sedimenata nabušenih jezgara<sup>2</sup>. Analizirani su oni uzorci koji su makroskopski bili najbliži karbonatnim sedimentima, a ne tipični klastiti bogati nekarbonatnim sastojcima. Minimalne utvrđene količine:

$$\begin{aligned} \text{CaCO}_3 &= 79,86\% \\ \text{ukupni karbonati} &= 83,56\% \\ \text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3 &= 1,11\% \end{aligned}$$

Maksimalne utvrđene količine:

$$\begin{aligned} \text{CaCO}_3 &= 97,12\% \\ \text{ukupni karbonati} &= 98,52\% \\ \text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3 &= 16,40\% \end{aligned}$$

Aritmetičke sredine, varijance, koeficijenti varijacije i standardne pogreške komponenata:  $\text{CaCO}_3$ , ukupnih karbonata ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ) i  $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ , date su u tabeli III.

Tabela — Table III

Kemijski sastav karbonatnih sedimenata <i>The chemical composition of carbonatic sediments</i>			
	$\text{CaCO}_3$	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	$\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$
aritmetička sredina (%) <i>arithmetic mean (%)</i>	90,93%	94,28%	5,53%
varijanca <i>root mean square deviation</i>	4,13	3,87	3,93
koeficijent varijacije <i>coefficient of variation</i>	4,54	4,11	71,06
standardna pogreška <i>standard error of mean</i>	0,68	0,64	0,65

<sup>2</sup> Kemijske analize uzoraka karbonatnih sedimenata izradio je D. Malešević u laboratoriju Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu, te mu se i ovom prilikom zahvaljujemo na dozvoli objavljivanja podataka kemijskog sastava analiziranih karbonatnih sedimenata.

Srednja karbonatna stijena istraživanaog područja nalazi se u graničnom području prema slabo glinenim vapnencima i dolomitnim vapnencima. Prema klasifikaciji vapnenaca na osnovu odnosa Ca/Mg po C. V. Chilingeru (1957), karbonatni sedimenti Vinice nalaze se u rasponu od Ca/Mg = 13 (dolomitnog vapnenca) do Ca/Mg = 65 (slabo magnezijskog ili slabo dolomitnog vapnenca).

#### 4. PALEONTOLOSKA ODREDBA

Paleontološka obrada 40 uzoraka nabušenih jezgara, uz odredbu mikrofosila i makrofosila, obavljena je u Institutu za geološka istraživanja u Zagrebu<sup>a</sup>. Utvrđeno je, da analizirani uzorci sadrže očuvane foraminifere i kršje foraminifera, slabije očuvane školjke i obilje krhotina nji-kovih ljuštura, alge koralinaceje, bodlje ježinaca i briozoe.

Nađene su i određene ove foraminifere:

- Textularia articulata* (d'Orbigny)
- Textularia* sp.
- Martinottiella communis* (Orbigny)
- Karreiella* sp.
- Triloculinae
- Robulus* sp.
- Dentalina* sp.
- Bolivina dilatata* (Reuss)
- Bolivina* sp.
- Eponides umbonatus* (Reuss)
- Eponides* sp.
- Gyroidina* sp.
- Cibicides cf. lobatus* (W. & J.)
- Cibicides* sp.
- Anomalidae
- Elphidium crispum* (Linné)
- Elphidium* sp.
- Globigerina bulloides* (d'Orbigny)
- Globigerina* sp.
- Globigerinoides trilobus* (Reuss)
- Orbulina universa* (d'Orbigny)
- Orbulina bilobata* (d'Orbigny)
- Orbulina* sp.
- Rotalia* sp.
- Amphistegina lessonii* (d'Orbigny)
- Amphistegina haueri* (d'Orbigny)
- Amphistegina* sp.
- Asterigerina planorbis* (d'Orbigny)
- Miogypsina* sp.
- Bulimina aculeata* (d'Orbigny)
- Bulimina* sp.

<sup>a</sup> Determinaciju su izvršili Lidija Šikić, dipl. inž. geol. i Oto Basch, dipl. inž. geol., te im se i ovom prilikom zahvaljujemo na dozvoli objavljivanja podataka odredbe fosila.

Nađene su i određene ove alge – Corallinaceae:

*Mesophyllum vaughani* (Howe)  
*Mesophyllum* sp.

Nađeni su i određeni ovi školjkaši:

*Lucina (Phacoides) borealis* (Linné)  
*Chlamys* cf. *elegans* (Andrusow)  
*Chlamys macrotis* (Sow.)  
*Pecten* sp.  
*Ostrea* sp.  
*Codakia (Codakia) leonina* (Basterot)

Utvrđeni fosilni ostaci i sastav fosilne zajednice u analiziranim sedimentima koji sadrže koralinaceje, briozoe, bodlje ježinaca, brojne karakteristične tortonske foraminifere i školjke, dokumentiraju njihovu tortonsku starost.

## 5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Tortonske naslage istraživanog područja su slojevite i manjim dijelom gromadaste. Debljina slojeva varira od desetak centimetara do 6 m. Ako se uzmu u obzir podaci dobiveni istražnim bušenjem i visine kota terena izgrađenih od tortonskih naslaga, može se zaključiti da njihova ukupna debljina iznosi namjanje 95 m.

Istražnim radovima nije dosegnuta podina tortonskih naslaga, ali su u njihovoj bazi nabušeni sitnozrnasti konglomerati koji imaju karakteristike transgresivnih sedimentata. Sastav valutica u tim konglomeratima pokazuje, da se u podini tortonskih naslaga najvjerojatnije nalaze trijaski vapnenci i dolomiti. Na konglomeratima konkordantno leže krupnozrnasti biokalkareniti do sitnozrnasti biokalciruditi, slabije ili jače obogaćeni biogenom i terigenom komponentom. Takvi sedimenti prevladavaju u donjem dijelu tortona istraživanog područja. U srednjem dijelu tortona duž vertikalnog profila izmjenjuju se krupnozrnasti biokalkareniti sa sitnozrnastim biokalkarenitima, u kojima količina biogene i terigene komponente također varira. U gornjem dijelu tortona prevladavaju sitnozrnasti biokalkareniti. Spomenute promjene granulometrijskog, mineralnog i biogenog sastava zapažaju se i lateralno, ali nisu toliko izrazite.

S obzirom na redosljed taloženja, sastav i strukture analiziranih uzoraka karbonatnih sedimentata tortona Vinice, možemo zaključiti da su se ti sedimenti taložili u priobalnom području, generalno uzevši u plitkom i relativno mirnom bazenu, ali uz opetovanu dosta izraženu oscilaciju, kako dubine bazena, tako i jačine strujanja vode u njemu. Znatna sadržina ostataka zoogenih i fitogenih organizama i organske tvari ukazuje, da je život u tom bazenu bio bogat i bujan.

U razdobljima dubljih i mirnijih sredina taložili su se sedimenti koji pretežno sadrže ostatke foraminifera kao detritus planktona i bentosa,



s manjim udjelom ostalih organizama bentosa sitnih i tankih ljuštura. U razdobljima plićih i relativno dinamičnih sredina taložili su se sedimenti u postanku kojih uglavnom sudjeluju alge s malo organizama krupnih i debelih ljuštura. Naime, ostaci ostrea u analiziranim uzorcima su vrlo rijetki.

Nezaobljeni i slabo zaobljeni fragmenti detritusa terigenog porijekla, čestice mehanički i kemijski rastrošenih stijena i minerala, pokazuju da je njihov transport bio kratak, odnosno, da se distributivno područje nalazilo relativno blizu sedimentacionog bazena. Fragmenti kvarca, feldspata, epidota, coisita, sericita i muskovita ukazuju, da su u bližoj okolini bazena mjestimično bile otkrivene i trošenjem zahvaćene nisko-metamorfne stijene, ili, pak nezrele sedimentne stijene vjerojatno tipa grauivaka.

Oscilacije dubine bazena i dinamike strujanja vode pratili su odgovarajući uvjeti oksidacijsko-redukcijskih procesa. Spomenuli smo, da se u analiziranim uzorcima tortona Vinice nalaze ostaci organizama bentosa, koji žive na dnu bazena, što ukazuje, da se granični pojas oksidacijsko-redukcijskih uvjeta – ploha  $Eh_0$  – uvijek nalazio ispod granične plohe sediment-voda. Dubina plohe  $Eh_0$  mijenjala se u ovisnosti intenziteta aeracije bazena.

U razdobljima dubljih i relativno mirnih sredina,  $Eh_0$  ploha nalazila se neposredno ispod granične plohe voda-sediment. Zbog pomanjkanja jačih strujanja vode, aeracija mulja bila je slaba i doved kisika nedovoljan za oksidaciju organske tvari, koja se u odnosu na brzinu oksidacijskih procesa taložila relativno brzo. U sedimentima istaloženim pod takvim uvjetima, slabo izraženu oksidativnu sredinu zamjenila je izrazita redukтивna sredina i to nedugo nakon njihovog taloženja. Reduktivni uvjeti u toj sredini trajali su kroz čitavo vrijeme dijageneze, pa stoga u njima nalazimo uz obilje organske tvari-bitumena, i veću količinu pirita.

U razdobljima plićih i dinamičnijih sredina  $Eh_0$  ploha nalazila se znatno dublje od granične plohe voda-sediment. Strujanje vode u mulju, a time i aeracija, bilo je intenzivnije, zbog čega i oksidacija organske tvari u mulju intenzivnija i s obzirom na brzinu taloženja dugotrajnija. To je uvjetovalo oksidaciju pretežnog dijela organske tvari i taloženje malih količina feri-oksida. U vrijeme dijageneze, kad su se takvi sedimenti nalazili dublje i bili prekriveni sedimentima taloženim u mirnoj sredini, preostala organska tvar izmijenila je oksidacijsku sredinu u umjereno redukcijsku. Stoga u takvim sedimentima uz malo organske tvari, limonit i ponekad pirit, nalazimo i pojave glaukonita. Dakle u tim sedimentima glaukonit je u paragenezi minerala koje spominju W. A. Howie & J. Zussman (1961, vol. 3, str. 40).

O postanku glaukonita postoje različita i ponekad oprečna mišljenja. Pročitamo li ono što o postanku glaukonita navode F. J. Pettijohn (1957, str. 467-468), H. Fuchtbauer & G. Müller (1970, str.

179-190), L. B. Ruhin (1969, str. 179) i Geologičeskij slovar (sv. 1, str. 170), možemo zapaziti, da pretežni dio istraživača smatra glaukonit karakterističnim mineralom sedimenata taloženih u marinskoj sredini, a njegov postanak vežu za umjereno redukcijske procese na dubinama do 300 m, najčešće oko 200 m. Iako je geneza glaukonita još sporna, kako s obzirom na porijeklo komponenata koje ulaze u njegov sastav, tako i s obzirom na oksidacijsko-redukcijske uvjete, mi smatramo da taj mineral može nastati u sredinama gdje su uz ostale potrebne kemijske komponente zadovoljeni uvjeti, da istovremeno budu prisutni fero- i feri-ioni, a to je moguće ako se fero-minerali nastali u reduktivnim sredinama oksidiraju, ili feri-minerali nastali u oksidativnim sredinama reduciraju. S obzirom da se u vertikalnom profilu tortonskih naslaga Vinice izmjenjuju slojevi izrazito reduktivnih uvjeta s obiljem bitumena i znatnom količinom pirita, i slojevi slabo reduktivnih uvjeta s glaukonitom, limonitom i samo ponekad piritom, skloni smo mišljenju, da je glaukonit nastao u toku dijageneze pod slabo reduktivnim uvjetima, kakvi su vladali kad se oksidativna sredina mijenjala u reduktivnu. Oksidacione procese vezane za kisik vadoznih voda isključujemo, jer u tom slučaju ne bi postojala spomenuta izmjena duž vertikalnog profila.

Veliki porozitet tortonskih sedimenata Vinice, koji u pojedinim slojevima iznosi preko 30%, uvjetovan je prvobitnim rahlim slaganjem ljuštura i skeleta organizama, nepotpunim ispunjavanjem šupljina organizama i međuprostora kalcitnim muljem, kao i obiljem organske tvari koja je neposredno nakon taloženja ispunjavala i šupljine organizama i jednim dijelom međuprostore. Djelomičnom oksidacijom organske tvari taj porozitet je vjerojatno povećan, jer se kod toga oslobađao CO<sub>2</sub> koji je sprečavao intenzivniju cemetaciju autigenim kalcitom. Stoga u tim sedimentima nalazimo djelomičnu prekrystalizaciju mikritskog mulja, te djelomično ispunjavanje šupljina autigenim kalcitom, i to pretežno u varijetetima krupnijeg zrna. Osim toga, kompakcija ili zbijanje tih sedimenata u toku dijagenetskih procesa bila je vrlo mala i relativno kratkotrajna, jer su to mlađi sedimenti. Ispunjavanje šupljina autigenim kalcitom, i to pretežno u donjim dijelovima tortonskih naslaga Vinice, možemo djelomice vezati za cemetaciju descendentnim vodama.

Praktično značenje analiziranih tortonskih sedimenata Vinice sastoji se u tome, što biokalkareniti i biokalciruditi predstavljaju u prošlosti dobro poznat cijenjen i korišten arhitektonsko-građevni kamen. Geološki uvjeti ležišta, mogućnost vađenja blokova znatnih dimenzija, iskoristivost ležišta i njegova ekonomska valorizacija, te promjene fizičko-mehaničkih svojstava vezane za promjene poroziteta, bit će predmet posebnih publikacija.

Primljeno 15. 03. 1975.

Zavod za mineralogiju, petrologiju  
i ekonomsku geologiju  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Pierottijeva 6, 41000 Zagreb

LITERATURA

- Bilbija, N., Crnković, B. & Grimšičar, A. (1974): Perspektivna područja za eksploataciju arhitektonsko-građevnog kamena u SFRJ. — Simpozij o ukrasnom i tehničkom kamenu, Zbornik radova. 1—16. Opatija.
- Chilingar, G. W. (1957): Classification of limestones and dolomites on basis of Ca/Mg ratio. — Journ. Sediment. Petrol., 27, 187—189.
- Deer, W. A., Howie, R. A. & Zussman, J. (1961): Rock-forming Minerals. Vol. 3, 270 str. London.
- Füchtbauer, H. & Müller, G. (1970): Sedimente und Sedimentgesteine. 726 str. Stuttgart.
- ... (1973): Geologičeskij slovar, tom 1. Izd. Njedra. 486 str. Moskva.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1902): Geologijska prijedlogna karta kraljevina Hrvatske i Slavonije. — Tumač geologijske karte Vinica. 1—30. Zagreb.
- Herač, M. (1973): Geologija. Struktura, dinamika i razvoj Zemlje. 465 str. Zagreb.
- Kieslinger, A. (1932): Zerstörungen an Steinbauten. 346 str. Wien.
- Marić, L. (1973): Litotamnijski vapnenjak (krečnjak) u prirodi i građevini. Tehnički list, 19/21—22, 296—300 i 23/24, 314—317. Zagreb.
- Ožegović, F. (1944): Prilog geologiji mlađeg tercijara na temelju podataka iz novijih bušotina u Hrvatskoj. — Vjestnik Hrv. drž. geol. zav. i Hrv. drž. geol. muz. 2/3, 391—491. Zagreb.
- Pettijohn, F. J. (1957): Sedimentary rocks. 718 str. New York.
- Ruhin, L. B. (1969): Osnovi litologiji. 704. str. Lenjingrad.
- Utješenić, O. (1879): Die Naturschätze im nördlichen Croatien. 86, str. Wien.

B. CRNKOVIC, M. VRAGOVIC, I. TOMASIC,  
D. SLOVENEK and V. BABIC

COMPOSITION OF TORTONIAN SEDIMENTS OF VINICA NEAR  
VARAZDIN (NORTHERN CROATIA)

The Tertiary sediments of Hrvatsko Zagorje (northwest region of Croatia) have been treated from the palaeontological and geological points of view in detail, whereas only few petrographical and mineralogical data are available. Because of this we have made the Tortonian sediments of Vinica, place, near Varaždin, the subject of our microscopical, X-ray and thermal examinations. These sediments were used very much in the past as architectural and civil engineering, structural as well as sculptural stone known also beyond the present boundaries of our country (A. Kieslinger, 1932, p. 193).

The Tortonian sediments of the explored area (Text-fig. 1) consist of fine-grained to medium-grained biomicrites, coarse-grained biomicrites to fine-grained biomicrudites, biosparites, fine-grained polymict conglomerates and clayey biomicrites.

The fine-grained and medium-grained biomicrites are whitish, grevish and yellowish, seldom with a greenish hue and very porous rocks. They contain skeletons and fragments of skeletons of foraminiferas, algae and detrital shells cemented, or in the matrix of the micrite calcite. The calcite matrix is more or less partly recrystallized. The skeletons are filled with fibrous and fine-grained calcite. These sediments con-

tain an insignificant amount of terrigenous detrital components, at most angular quartz particles, less chalcedonic chert, feldspars, muscovite and chlorite. Some samples contain a little glauconite and pyrite.

The coarse-grained biomicrites and fine-grained biomicrudites are whitish, greyish, yellowish, brownish and seldom greenish, very porous rocks. Macroscopically, we can distinguish skeletons of lithotamium algae, foraminiferas, detrital shells of pectens, the colonies of corals and bryozoas. The components range from well sorted, to occasionally poorly sorted and to unsorted. The skeletons of organisms are cemented by micritic or fine-grained calcite. The skeletons of algae are only partly recrystallized and often impregnated with bituminous substance. In a part of the samples, a weak stratification of bioclast and intraclast was noted. Part of samples contains carbonate components only, while an insignificant small amount from terrigenous detritus of psamite to fine-grained psefite was noted. The quartz particles are present in most, there is less chalcedonic chert, acid eruptive and muscovite. Some samples contain glauconite, which filled the cavities of skeletons of organisms, and sometimes it produces accumulations and lense-like aggregates, which emphasize the microlamination. Part of samples contain a significant amount of silty-psamitic and fine psefitic non-carbonate fraction in which quartz is present to the greatest extent, whereas the chalcedonic chert, quartzite, feldspars and muscovite can be found in smaller quantities. In a part of the samples these components comprise up to 30 percent.

The biosparudites and biosparites are greyish, yellowish and brownish, very porous rocks, macroscopically similar to conglomerates. We can note macroscopically very few organism skeletons. In the first line these are the oval skeletons of corallinean algae and detrital shells, mostly ostreid. A significant amount of terrigenous detritus, of psamite size can be noted, among which particles of grey and dark-grey dolomite of Trias can be distinguished. The texture of these rocks is clastic-psefitic. It consists of particles of various petrographical composition and skeletons of organisms, cemented by microsparitic and sparitic calcite. Of the clastic components there are, at the most quartz particles, dolomite and limestones of various texture. There are less feldspars, chalcedonic chert, muscovite, chlorite, tourmaline, zircon and garnet. Pyrite is often present, while some samples contain glauconite. The bituminous substance is as a rule concentrated around the skeleton of organisms.

The fine-grained polymictic conglomerates are greyish rocks ununiformly porous. Particles of quartz and Triassic dolomite can be noted macroscopically in them. They have the typical clastic-psefitic texture. They are characterized by lack of sorting, and by abundance of the terrigenous detritus. The most numerous particles are these of dolomite, limestones of various texture, and quartz, while there is less chalcedonic chert, quartzite, feldspars and muscovite. The interstices between particles of terrigenous origin are filled up with skeletons of algae and foraminiferas. Some samples contain accumulations of chlorite and glauconite. Pyrite is rare. The bituminous substance is concentrated around the skeletons of organisms and along their sutures.

Clayey biomicrites are whitish, greyish, bluish and greenish, very porous rocks of marly and siltously-marly appearance. They abound with organism skeletons and terrigenous detritus as well as with finely dispersed clay minerals. The petrographic and mineral composition of insoluble components is given in Table I, and the granulometric diagram of analyzed samples in Text-fig. 2. The insoluble rests consist 50 percent of pelitic particles. The composition of this fraction determined by X-ray is given in Table II. The pelitic fractions were also thermally analyzed (Text-fig. 3). The montmorillonite was determined by X-ray and thermally, as the main mineral of

pelitic fractions. An important component of these sediments is also pyrite, which is, at the same time, combined with the clay minerals, the pigment of which gives the rock a bluish hue.

The chemical composition of carbonate sediments is given in Table III.

Through the paleontological determination of foraminifers, algae and lamellibranch shells it was established that the sediments belong to the Tortonian.

The total thickness of Tortonian sediments near Vinica amounts to minimum 95 m. In their base they are conglomerate having all the characteristics of transgressive sediments, which have transgressed to Triassic limestones and dolomites. The biomicrudites, biosparudites and coarse-grained biomicrites, which contain the biogene and terrigenous detrital components, lay on them concordantly. In the upper part, the fine-grained biomicrites prevail. Changes of granulometric, mineral and biogene composition are established long the vertical profile, as well as laterally, the latter however being less pronounced. The Tortonian sediments near Vinica were deposited in the neritic area, in a shallow, and relatively quiet basin, with oscillations of the basin depth and water flows intensity. Terrigenous detritus indicates that the low-metamorphic rocks, or rocks of the greywacke type were uncovered and exposed to detrition in the closer surroundings of the basin. The oscillations of the basin depth and the dynamics of water flows were accompanied by the corresponding conditions of oxydation-reduction processes. The boundary belt of the oxydation-reduction conditions was situated, all the time, below the boundary surface water-sediment. Under such conditions the reduction processes were alternating with the oxydation ones, which conditioned the environment. Mineral glauconite was produced in the presence of ferri- and ferro-ions under such conditions.

*Received 15 March 1975.*

*Institute for Mineralogy, Petrology  
and Economic Geology,  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum  
Engineering  
Pierottijeva ul. 6, 41000 Zagreb*