

Geol. vjesnik	32	97—111	4 sl. u tekstu, 2 table	Zagreb, 1979
---------------	----	--------	-------------------------	--------------

551.735:551.736:551.35

KNJIŽNICA

Instituta za geološka istraživanja

ZAGREB, M. Sachsca 2

*Štamparija  
Molteni*

## Depozicione sredine i razvoj mlađeg paleozoika Cerove (severozapadna Srbija)

Mara DIMITRIJEVIĆ i Ivan FILIPOVIĆ

Geozavod, Karađorđeva 48, YU — 11000 Beograd

U mlađepaleozojskim sedimentima područja Cerove, izdvojeno je više jedinica koje se međusobno razlikuju po sedimentološkim svojstvima. U radu su prikazane te karakteristike i načinjen je pokušaj rekonstrukcije sredina sedimentacije.

U zapadnoj Srbiji su na velikom prostranstvu otkrivene paleozojske tvorevine. U području Cerove, Lozničke reke i reke Pecke, razvijene su tvorevine donjeg i srednjeg karbona i srednjeg i gornjeg perma. Ovi sedimenti su veoma raznolikih svojstava, pa i njihovu genezu karakterišu različiti mehanizmi transporta i sredine sedimentacije. Ovaj rad predstavlja pokušaj razrade modela odgovarajućih depozicionih sredina, na bazi najvažnijih osobina ovih sedimenata.

### DONJI KARBON

Ovi sedimenti su ispitivani u Lozničkoj reci, reci Pecka i u Cerovi. Starost je određena prema superpoziciji i retkim fosilima. U ovim lokalnostima je razviće dosta slično ali postoje i izvesne fine razlike. Glavne karakteristike ovih tvorevina su: Osnovne stene su grauvake, alevroliti, mikrokonglomerati i glinci. U sve tri oblasti mogu se izdvojiti paketi sa različitim odnosima glavnih litoloških članova. U Lozničkoj reci se javljaju a) paketi masivnih grauvaka sa razorenim slojevima alevrolita; nalik su na fluksturbidite i mogli bi ukazivati na avalanše bez granulometrijske diferencijacije; b) paketi sitnozrnih grauvaka i alevrolita sa mnogobrojnim znacima podvodnog kliženja i retkim turbiditima, i c) horizonti konglomerata i mikrokonglomerata debljine i do 65 m; sastoje se od mikrokonglomeratske mase u kojoj se nalazi mnogobrojno komadje arenita, kvarca, lidita, silurskih krečnjaka, argilita, kvarcita i roznaca.

U području reke Pecke smenjuju se banci turbidita i paketi smena arenita i glinaca bez vidljivih turbiditskih svojstava.

U oblasti Cerove ove tvorevine imaju mnogo distalniji karakter. Veoma je retko smenjivanje mikrokonglomeratičnih arenita i sitnozrnih arenita, a mnogo su češći alevroliti sa vrlo retkim arenitima, najčešće sa horizontalnom laminacijom.

Srednjozrni i sitnozrni areniti su najčešće stene. Sortiranje im je relativno slabo, naročito u proksimalnim delovima, dok je u distalnim nešto bolje. Zrna su uglasta ili slabo zaobljena. Vezivo je porno-bazalno tipa; građeno je od sericita ili autigenog kalcita i silicije. Osnovni mineral je kvarc, koji se javlja ili u monokristalnim zrnima ili u zrnima mozaične strukture (kristali kvarca sa suturnim granicama, kvarc sa izduženim oblicima kristala i kvarc sa undulatornim pomračenjem). Najveći deo zrna kvarca pripada polikristalnim varijetetima, što prema Allen u (1958) pokazuje da dolazi iz metamornih kompleksa a ne iz starijih sedimenata. Monokristalna zrna verovatno potiču iz eruptiva. Feldspati su ponegde dosta česti (uglavnom samo polisintetički bližnji plagioklasi, slabo alterisani). Od odlomaka stena najmnogobrojniji su fragmenti kvarcita, rožnaca, kristalastih škriljaca, arenita i alevrolita, a u području Lozničke reke i krečnjaka. Liskuni su veoma česti (uglavnom samo muskovit). U odnosu na srednjozrne, sitnozrni areniti imaju više kvarca i liskuna. Među teškim mineralima cirkon je najčešći. Javlja se u sitnozrnoj frakciji; zaobljen je, a zrna su većinom ružičasta i zonnarna. Turmalin je takođe čest, a nalazi se u krupnozrnijoj frakciji! često je zaobljen i izlomljen. Rutil se nalazi u mnogo manjim količinama; zrna su mu najčešće dobro zaobljena. Pored stabilnih minerala čest je još samo ilmenit. Od manje stabilnih minerala javljaju se pirokseni (najčešće augit), sfen, hlorti, amfibol, epidot i cijsit — klinocojisit. Granat je veoma redak. Treću grupu predstavljaju autigeni minerali — pirit i anhidrit. Prva grupa (stabilni minerali) verovatno dolazi iz razorenih sedimenata; druga grupa iz bazičnih eruptiva, metamornih kompleksa i zona kontaktnog metamorfizma, a treća grupa ukazuje na postdijagenu mineralizaciju.

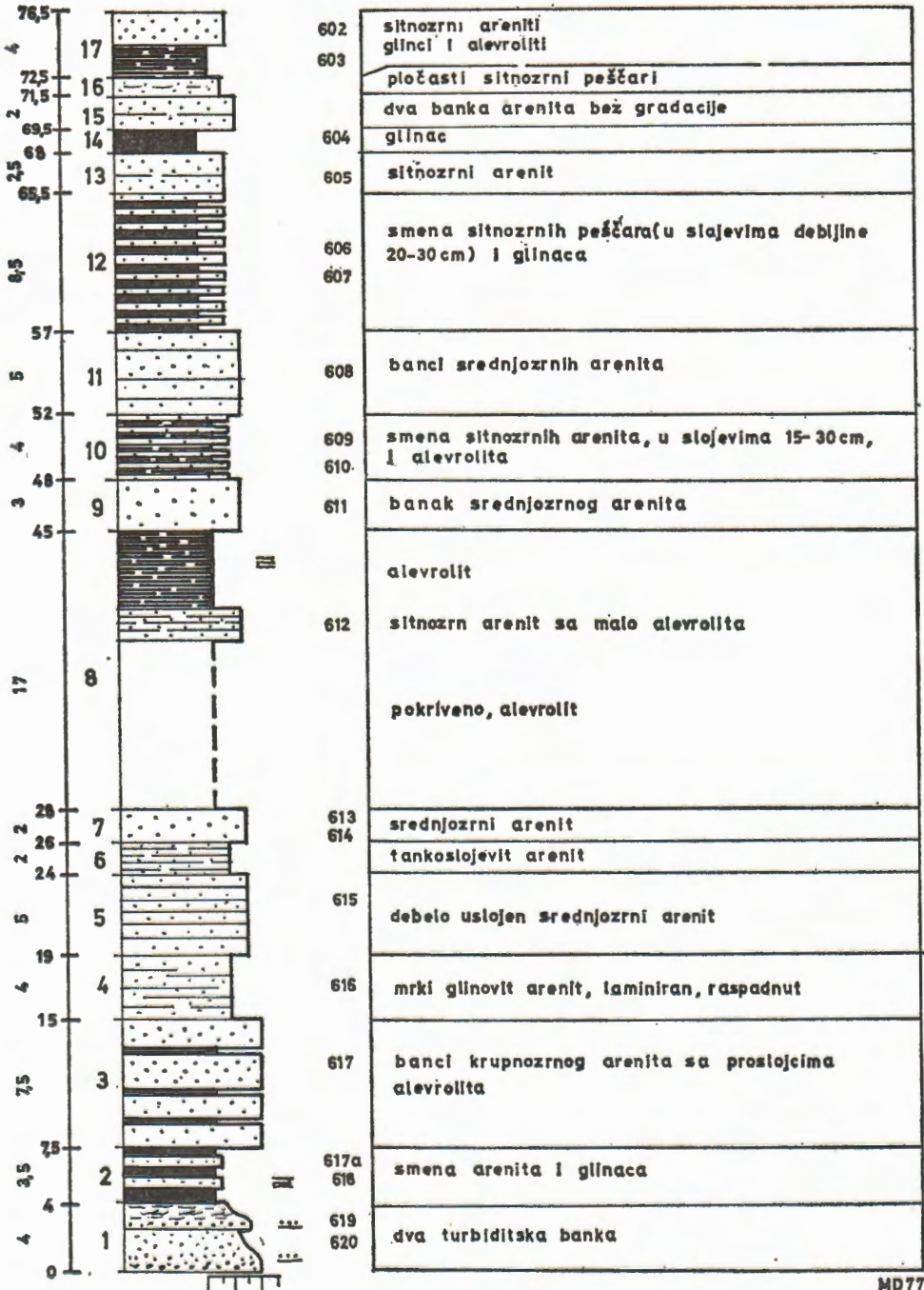
Mikrokonglomerati imaju srednju veličinu zrna 2—10 cm. Zrna su slabo zaobljena i uglasta. Glavni sastojci su zrna kvarca i feldspata i odlomci stena; kvarca i odlomak kvarcita ima 30—62%, odlomaka metamornih stena oko 10%, rožnaca oko 17%, arenita oko 10% a krečnjaka (u području Lozničke reke) i do 34%. Vezivo u nekim probama dostiže i do 34%.

Alevroliti su uglavnom građeni od sitnih zrna kvarca i sericita. U njima je arenitska komponenta često koncentrisana u obliku lamina ili sočivaca.

Svi ispitivani sedimenti ove formacije se odlikuju veoma malim procentom kalcijum karbonata.

---

Sl. 1. Lokalni stub donjokarbonskih sedimenata, Pecka. Local column of the Lower Carboniferous deposits, Pecka. Description of units: 1. Two thick turbidites. — 2. Alternation of arenite and shale. — 3. Thick beds of coarse-grained arenite with siltstone intercalations. — 4. Brown argillaceous arenite, laminated, weathered. — 5. Thick-bedded medium-grained arenite. — 6. Thin bedded arenite. — 7. Medium-grained arenite. — 8. Covered, siltstone; followed by fine-grained arenite with some siltstone; topped by siltstone. — 9. Thick bed of medium-grained arenite. — 10. Alternation of fine-grained arenite, in beds 15—30 cm thick, and siltstone. — 11. Thick beds of medium-grained arenite. — 12. Alternation of fine-grained sandstone, in beds 20—30 cm thick, and shale. — 13. Fine-grained arenite. — 14. Shale. — 15. Two thick beds of structureless arenite. — 16. Flaggy fine-grained sandstone. — 17. Shale and siltstone, overlain by fine-grained arenite.



MD77

Sl. 1

Pravci paleotransporta se mogu oceniti samo na osnovu merenja osa konvolutnih lamina i njihovih setova. Glavni pravac transporta je JI-SZ. Smer nije mogao biti utvrđen zbog odsustva direkcionih tekstura, ali se na osnovu odnosa proksimalne i distalne sedimentacije može pretpostaviti transport prema severozapadu. Pored glavnog pravca paleotransporta zapažen je i jedan sporedni, i to I—Z. Izvorna oblast je bila složene građe. U području Lozničke reke i reke Pecke jedan deo materijala potiče iz razorenih sedimenata i to verovatno iz udaljenih oblasti. Drugi deo dolazi verovatno sa kordiljera građenih od metamorfita, krečnjaka (verovatno silurskih), rožnaca i arenita. Erozijom su verovatno bili zahvaćeni i delovi nekog udaljenog eruptiva. U oblasti Cerove materijal potiče uglavnom iz metamorfita, dok su odlomci starijih sedimenata vanredno retki; na razaranja područja od sedimenata ukazuju samo karakteristike stabilnih minerala.

Prema svim zapaženim karakteristikama, sredina sedimentacije je svakako bila marinska, i to relativno dubokovodna. U oblasti Lozničke reke i reke Pecke dno je bilo, kako izgleda, koso i diferencirano, dok je u oblasti Cerove bilo nešto ravnije. Osnovni mehanizmi transporta u prve dve oblasti bila su laminarna tečenja, mutni tokovi, tečenja krupnozrnog materijala i delimično podvodna kliženja, koja su stvarala pakete konglomerata i mikrokonglomerata. U oblasti Cerove delovali su nedovoljno razvijeni mutni tokovi, a veoma sporadično i fluksoturbiditski mehanizmi. U višim delovima formacije turbiditske tokove zamenjuju laminarna tečenja.

Sve ove činjenice pokazuju da postoje izvesne razlike u razviću područja Lozničke reke i reke Pecke, i Cerove s druge strane: u poslednjem području ima manje turbidita i fliksoturbidita, skoro potpuno izostaju podvodna kliženja većih razmera; a u detritusu je malo neotpornog materijala. Sva ova svojstva pokazuju da je oblast Cerove imala distalniji, a oblast Lozničke reke i reke Pecke i okolnih područja, verovatno proksimalniji karakter.

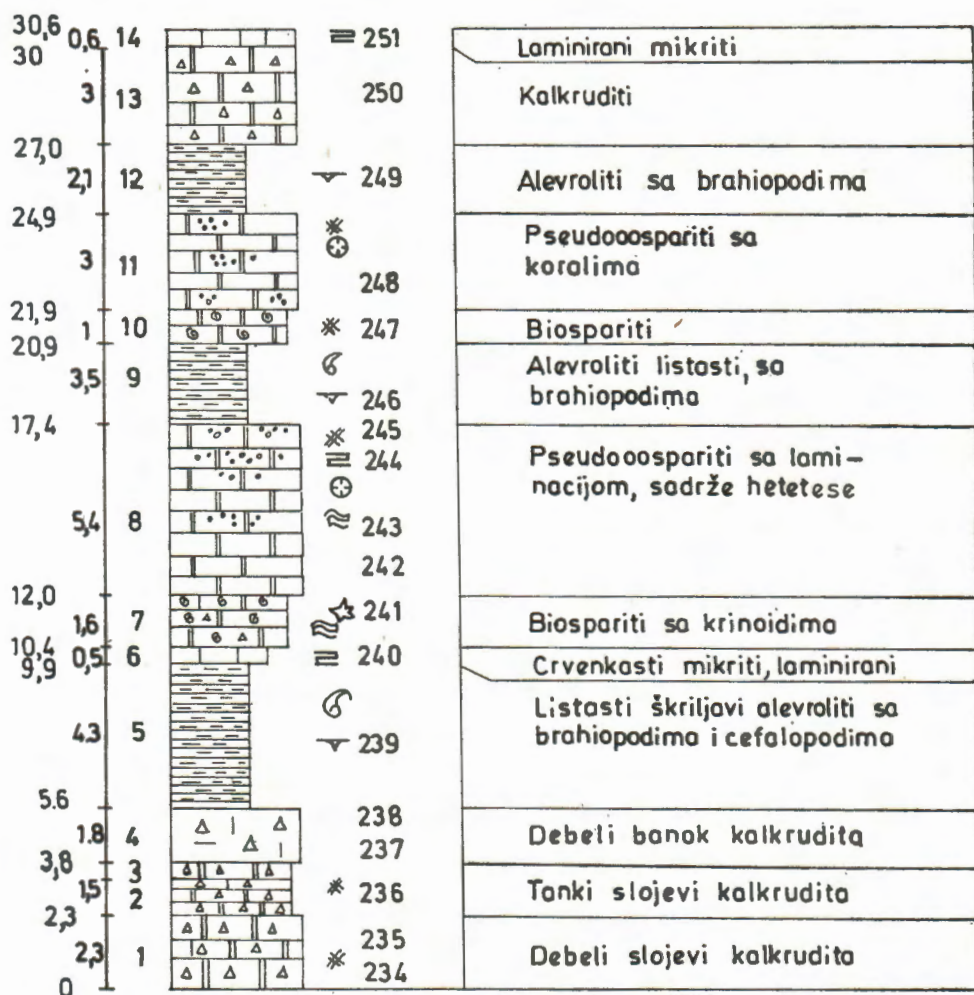
#### DULIMSKI KREČNJACI

Ova jedinica, debljine oko 20 m, razvija se iz klastične formacije donjeg karbona, a iznad nje leže foraminiferski krečnjaci baškira. Starost đulimskih krečnjaka je utvrđena na osnovu vizesko-namirske konodontske faune.

Jedinica se sastoji od mikrita-mikrosparita, peskovitih laporovitih mikrita i peskovitih laporaca.

Mikriti-mikrospariti se javljaju u tankim slojevima. Građeni su od veoma sitnozrnog mikrosparita i mikrita, tako da se nalaze na granici mikrit-sparit. U njima su mnogobrojne lamine markirane nešto krupnijim mikrosparitom, u kojima je koncentrisana organska materija. Peskoviti laporoviti mikriti se javljaju u nešto debljim slojevima i sadrže proslojke peskovitih laporaca. Ove stene takođe nose lamine sa arenitskom komponentom.

Peskoviti laporci uglavnom grade proslojke u laporovitim peskovitim mikritima. Osnovnu masu im čini laporovita materija, a u njoj je ravnomerno raspoređena arenitska komponenta.



Sl. 2. Lokalni stub baškirskih sedimenata, Cerova, zapadno od s. Gošići. Local column of Bashkirian deposits, Cerova, W of Gošići. Description of units: 1. Thick calcirudite bed. — 2, 3. Thin calcirudite beds. — 4. Thick calcirudite bed. — 5. Fissile siltstone with brachiopods and cephalopods. — 6. Laminated reddish micrite. — 7. Biosparite with crinoids. — 8. Laminated pseudoosparite with Chaetetes. — 9. Fissile siltstone with brachiopods. — 10. Biosparite. — Pseudoosparite with corals. — 12. Siltstone with brachiopods. — 13. Calcirudite. — 14. Laminated micrite.

Tip sedimenata i njihove karakteristike (tanki slojevi mikrita sa pro-slojcima peskovitih laporaca, tamnosiva boja sedimenata, planarna kosa i ritmična laminacija malih razmera; sadržaj pelaških organizama) ukazuju na basensku faciju (»fondotem« sensu Wilson, 1959) sa veoma slabim hranjenjem materijalom, koji je kroz basen kretan mehanizmom pridnenih tečenja. Na ovaj način se može objasniti i mala debljina jedinice.

#### SEDIMENTI BAŠKIRA

Karbonatne i klastične tvorevine baškira razvijaju se iz paketa alevrolita koji predstavlja direktan nastavak đulimskih krečnjaka. Starost im je određena na osnovu mnogobrojne foraminiferske faune, uz koju su konstatovani brojni krinoidi i alge, a mestimično i korali, brahiopodi i gastropodi. Debljina ovih sedimenata iznosi oko 80 m. Među sedimentima baškira mogu se izdvojiti paketi karbonatnih stena i paketi alevrolita.

Najniži deo stuba izgrađuju laminirani mikriti-mikrospariti sa podvodnim kliženjem. Dalje se u stubu smenjuju kalkruditi, pa paket listastih škrljavih alevrolita sa brahiopodima i cefalopodima. Iznad njih su laminirani biospariti sa krinoidima koji na više prelaze u pseudoosparite sa krupnim hetetisima i raznovrsnom foraminiferskom mikrofaunom. Zatim se opet javlja paket alevrolita sa dosta organogene komponente, pa opet pseudoospariti sa koralima, foraminiferama i algama.

Sastav jedinice je vrlo raznovrstan. Kalkruditi se javljaju u debelim bancima ili slojevima koji se bočno menjaju, a često se smenjuju sa laminiranim mikrosparitima. Klasti su 2—20 cm i više u prečniku, a među njima se razlikuju litoklasti, bioklasti i izoklasti. Preko 90% pripada litoklastima, koji predstavljaju intraklaste. Među njima ima pelsparita i pelmikrita, pseudoosparita, biosparita, mikrita i mikrosparita. Bioklasti su uglavnom fragmenti krinoida, algi i korala. Vezivo je po količini veoma raznoliko: najčešće je kontaktnog tipa, negde i bazalnog, a građeno je od mikrosparita. Većina ovih stena je rekristalisala.

Kalkruditi ovog tipa su karakteristični za faciju spoljašnje padine karbonatne platforme. Deponuju se u dosta plitkovodnoj sredini, obično iznad donje granice aeracije a ispod baze talasanja, na kosom dnu.

Laminirani mikriti-mikrospariti javljaju se u tankim slojevima sa karakterističnom laminacijom — najčešće horizontalnom, ali se javlja i kosa i talasasta pa čak i konvolutna. Ovi krečnjaci odgovaraju granici mikrita i mikrosparita, pošto je veličina kalcitskih čestica 0,01—0,08 mm. Sedimentacija ovih stena se odvijala u uslovima relativno niske energije, gde se mirno mogao koncentrisati karbonatni mulj.

Biospariti prate kalkrudite i često u njima grade posebne zone. U njima je česta laminacija. Biogena komponenta je koncentrisana u lamina-ma, a predstavljena je foraminiferama i bioklastima od krinoida, korala, bodlja ježeva i različitih algi, uz mnogobrojne bioklaste neodredljivog porekla. Ove stene mestimično sadrže i nešto arenitske komponente. Depozicija ovih biosparita se verovatno može vezati za područja spoljne padine. To su plitkovodne sredine, ispod baze talasanja, gde se materijal većinom sakupljao sa šelfa. Fauna u njima može biti veoma obilna, a delom dolazi i sa otvorenog mora.

Pseudoospariti se uglavnom javljaju kao sočiva među slojevima kalkrudita i biosparita. Ponekad čine i zasebne slojeve. Osnovnu komponentu im predstavljaju ooklasti, koji su većinom deformisani, promenjene prvobitne strukture, tako da sada pripadaju čpseudoolitima. Pored ooklasta mnogobrojni su i izoklasti. U mnogim ooklastima i izoklastima sačuvano je jezgro koga čine ili fragmenti algi ili bodlje ehinida. Veličina ooklasta i izoklasta se kreće od 0,07 do 0,5 mm u prečniku. Vezivo gradi sitnozrni spar-kalcit. Cementa ima dosta, tako da odgovara bazalnom tipu ili porno-bazalnom. Ove stene kao tipični »grainstone«, stvarani su u području spoljašnje padine gde su jaka pridnena strujanja donosile detritus iz tajdanih oblasti u kojima su se ooliti stvarali.

Mrkocrveni listasti alevroliti grade pakete, debljine 1,8 do 3,5 m, između kalkrudita i laminiranih mikrosparita. Oni pokazuju laminaciju tečenja uz brojne tragove podvodnog kliženja malih dimenzija. Građeni su od alevrolitske mase i agregata kvarca i liskuna. Lamine i sočivca su ispunjeni arenitskom komponentom, pretstavljenom nešto krupnijim zrnima kvarca i liskuna. Alevroliti sadrže mnogo faune tipične za otvoreno more, kao što su brahiopodi, cefalopodi i dr.

Opšta svojstva alevrolita (laminacija, tip faune, granulometrijski sastav, asocijacija sa ostalim stenama) pokazuju da su stvarani u širokom području spoljašnje padine.

#### POVLATA BAŠKIRSKIH SEDIMENATA

Baškirske tvorevine se završavaju alevrolitima i arenitima, znatno ređe u smeni sa peskovitim i laporovitim mikritima. Taj paket ima relativno malu debljinu, a nastaje postupno iz podinskih foraminiferskih krečnjaka. Alevroliti se karakterišu markantnom horizontalnom laminacijom, a po sastavu i strukturi su skoro potpuno identični sa alevrolitima baškira.

Srednjozrni areniti se javljaju u slojevima debljine 20—30 cm. Dosta su dobro sortirani (1, 7, Trask). Sav zrna su uglasta; među njima dominira kvarc, a feldspata i liskuna ima malo. Fragmenti stena su česti (odlomci kvarcita, rožnaca, alevrolita i osnovne mase nekih magmatskih stena). Među teškim mineralima preovlađuju cirkon, rutil, ilmenit i turmalin, a retki su staurolit i hromit. Vezivo je sericitsko, kontaktnog tipa.

Peskoviti mikriti i peskoviti laporci su građeni od mikritske ili laporovite mase sa dosta arenitske komponente, koja je rasuta ili gradi sočivca u steni. Sadrže veliku količinu bioklasta, među kojima dominiraju krinoidi, bodlje ehinida, alge, kalupi brahiopoda i cefalopoda i briozoe. U ovim sedimentima nema mnogo znakova koji bi karakterisali sredinu sedimentacije; može se, ipak, pretpostaviti da su (kao i alevroliti baškira) deponovani u širokom području spoljne padine.

#### STOLICKI KREČNJACI

Prema superpoziciji, ovi krečnjaci predstavljaju najmlađu jedinicu srednjeg karbona, ispod transgresivnih sedimenata srednjeg perma.

Tanki najniži deo ove jedinice čine tankoslojeviti škriljavi peskoviti krečnjaci, koji se postupno razvijaju iz podinskih alevrolita. Iz njih dalje proizlaze masivni mestimično brečasti, krečnjaci, debeli oko 100 m. Za razliku od baškirskih krečnjaka, koji su po pravilu dobro uslojeni i litološki raznoliki, stolički su uglavnom masivni, jednolični i upadljivo lišeni laminacije i slojevitosti. Siromašni su faunom. Najčešći biogeni elemenat su alge (jako rekristalisale); foraminifere su retke a od makrofaune se samo retko sreću usamljeni koralni, drške krinoida i preseki brahiopoda. U ovoj jedinici su markantna dva litološka člana: rekristalisali krečnjaci i kalkruditi.

Krečnjaci su pretrpeli skoro potpunu rekristalizaciju, tako da im se prvobitna struktura ne može rekonstruisati. U njima se nalaze najčešće jedva vidljivi tragovi organizama (najvećim delom algi) a ponegde se zapaža i poneko zaostalo ostrvce mikrita ili pelmikrita koje ukazuje na prvobitnu prirodu stene.

Kalkruditi se najčešće javljaju u bancima (ili retko, debelim slojevima) ili samo predstavljaju brečaste zone u kristalastim krečnjacima. Za razliku od kalkrudita baškira, klasti ovih breča sastoje se samo od jedne vrste krečnjaka tako da one odgovaraju ili intraformacionim ili (mnogo verovatnije) kolapsnim brečama. Klasti su uglavni, različite veličine i hoatično raspoređeni u steni. Breče su mestimično skoro bez cementa i izgledaju kao da su vezane samo kalcitskim žicama. Ponegde cementu masu gradi dolomitska materija. Ove stene verovatno predstavljaju kolapsne breče, koje nastaju ranim rastvaranjem, kolapsom i gravitacionim kličanjem karbonatnog mulja; na ovu prvu fazu promena kasnije se superponuje brečizacija u čvrstom stanju uz razvoj žičnog kalcita. Pojava ovih breča u skladu je sa javljanjem rekristalisalih krečnjaka, koji najverovatnije predstavljaju izmenjene mase karbonatnog mulja nagomilavanog na nagibu ispred platforme, pošto se u takvim karbonatnim masama mogu javiti i kolapsne breče.

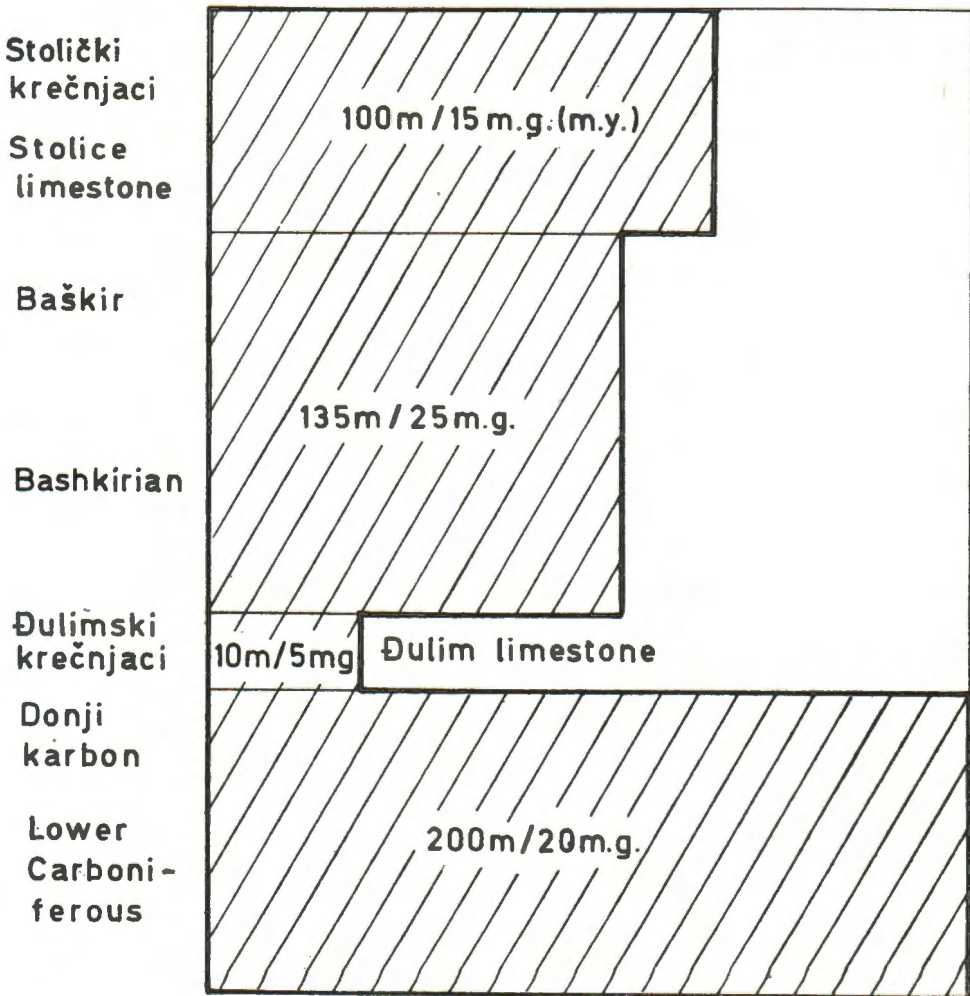
#### PERMSKI SEDIMENTI

Sedimenti srednjeg perma leže transgresivno preko tvorevina srednjeg karbona.

Najniži paket čine peščari, koji nisu detaljnije snimani. To su grubozrni areniti sa srednjom veličinom zrna oko 1,2 mm, srednje sortirani. Sadrže najviše kvarca u zrnima građenim od jedne kristalne individue; dalje se javljaju odlomci kvarcita, rožnaca, osnovne mase neke magmatске stene i izvanredno retka zrna feldspata i listići liskuna. Vezivo je sericitsko-kalcitsko, kontaktno-pornog tipa. Od teških minerala karakteristična je grupa stabilnih minerala — cirkon, rutil i turmalin a zatim ilmenit i hromit.

Dalje, na više je razvijen paket ljubičastih i sivozelenih peskovitih laporaca i arenita a dalje treći paket koji se sastoji od glinaca s alevrolitima i arenitima. Ove stene skoro su bez kalcijum karbonata, koji se pojavljuje samo u retkim proslojcima laporaca. Glinci, alevroliti, areniti i laporci grade tanke slojeve sa oštrim i uglavnom ravnim granicama. U glincima i alevrolitima ima lamina arenita, koje su usled podvodnog kli-





Sl. 3. Dijagram brzine sedimentacije za karbonske tvorevine. Diagram of deposition rate for Carboniferous deposits.

ženja deformisane i pretvorene u sočiva. Ovi sedimenti su deponovani u relativno dubokoj vodi, na kosom dnu, gde je povremeno dolazilo do podvodnog kliženja.

Alevrolit-glinci su građeni od alevrolitske i glinovite materije koja je jako sericitisana, a sadrže i nešto gvoždavite komponente. Intenzivno su sericitisani, te se u njima ne zapaža nikakva primarna struktura.

Areniti su veoma sitnozrni. Sastoje se od sitnih zrna kvarca, fragmenta kvarcita i listića liskuna u sericitiskom matriksu. Asocijacija teških minerala se razlikuje od karbonske: ovde dominiraju hornblende i minerali titana (anatas, ilmenit i rutil) a u manjim količinama se javljaju cirkon, turmalin i staurolit.

Sledeći paket je mnogo veće debljine. Njegov donji deo se sastoji od tamnosivih biomikrita sa prosljocima laporaca, zatim od grudvastih biomikrita, dolomita, dolomitičnih biomikrita i šupljikavih krečnjaka. Desetak metara iznad ovog dela stuba nastavljaju se dolomitični mikrospariti, pa se zatim smenjuju mikriti i škriljavi laporci iznad kojih se debeli slojevi biomikrita. U višim delovima paketa su laporci sa mikritima, zatim smena silifikovanih i dolomitičnih mikrita i na kraju laporoviti krečnjaci i listasti laporci koji predstavljaju prelaz u gornji perm. Ovakva asocijacija stena može ukazivati na sedimentaciju u okviru zaštićene platforme sa ograničenom cirkulacijom, gde je dolazilo do dolomitizacije. Treba napomenuti da je rekonstrukcija depozicione sredine ovde veoma otežana jakom tektonizacijom stena.

Glavni litološki članovi ovog paketa su različiti tipovi mikrita i mikrosparita.

Biomikrospariti su građeni od vrlo sitnozrnog spari-kalcita sa veoma mnogo okruglastih i eliptičnih oblika ispunjenih nešto krupnozrnijim spari-kalcitom. Ovakve stene su karakteristične za intertajdalna područja.

Sivi biomikriti grade uglavnom tanke slojeve. Delimično su dolomitisani, a sastoje se od mikrita sa mnogobrojnim ostacima algi i ponekom retkom grupom peleta. Deponovani su u subtajdalnu ali dosta blizu graničnog područja prema hintertajdalnu.

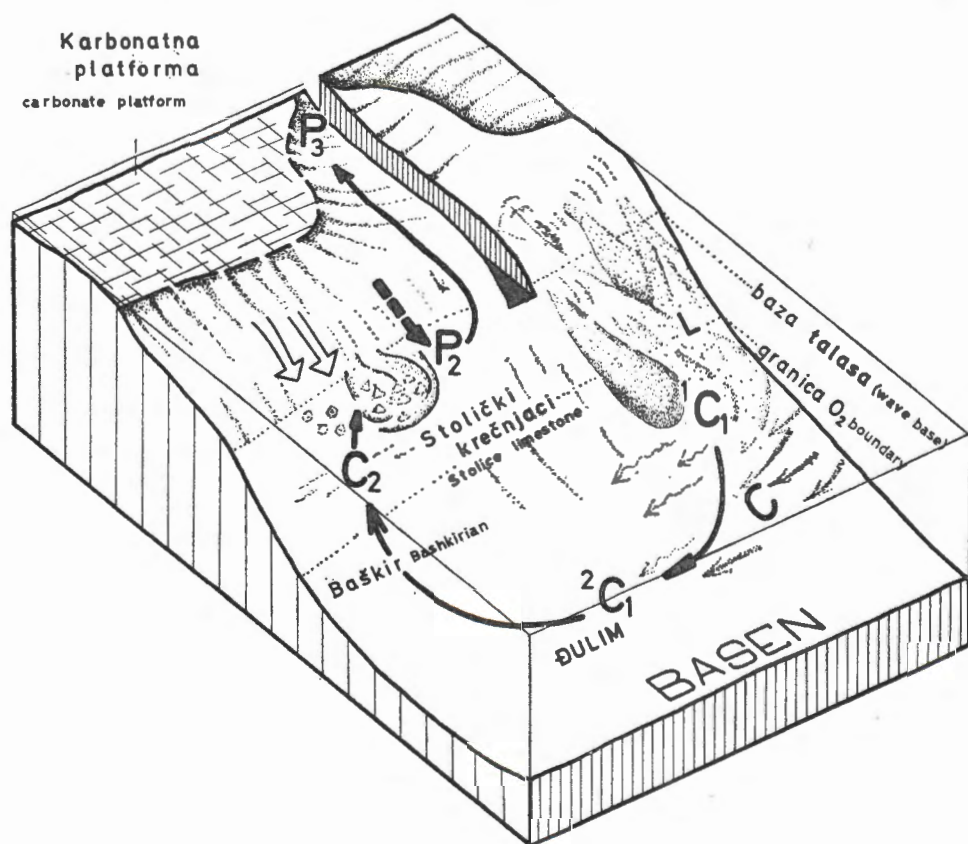
Mikriti grade debele slojeve i banke sive boje, sa jedva vidljivom horizontalnom laminacijom. Delimično su dolomitisani a ponegde se u mikritskoj masi nalazi i poneka retka skupina peleta. Ove stene takođe pripadaju subtajdalnoj zoni blizu granice prema intertajdalnu.

Tvorevine gornjeg perma nisu detaljnije sedimentološki ispitivane. To su mikrospariti sa foraminiferama, koji sadrže i nešto algi i ostrakoda. Ove stene ukazuju na intertajdalno područje, za koje je upravo karakterističan sparit i ovakva foraminiferska fauna.

#### INTERPRETACIJA REZULTATA

Na osnovu svih izloženih podataka načinjen je pokušaj rekonstrukcije sredina sedimentacije za područje Cerove u intervalu donji-srednji karbon i srednji-gornji perm.

U donjem karbonu je egzistovala relativno duboka marinska sredina. Depozicija se odvijala iz suspenzija a povremeno su delovali mutni tokovi ili gravitaciona kliženja. Karakteristično je ponavljanje kombinacije pesak-alevrolit-glina. Taj materijal se kretao po dnu undateme i dalje se najvećim delom deponovao po klinotemi. Krupnozrniji materijal se akumulirao na vrhu klinoteme a sitnozrniji se kretao dalje u suspenziji i nošen je u duboku vodu niz klinotemu (verovatno laminarnim tečenjima) da bi se istaložio u fondatemi, upravo u njenom početnom delu. Na taj način bi se mogla objasniti izvesna razlika u oblasti Cerove (koja bi odgovarala upravo delovima fondateme) i područja Lozničke reke i reke Pecke koje bi odgovarale oblasti klinoteme. Zbog suspenzija, mutnih to-



Sl. 4. Shematski blok-dijagram sredina sedimentacije karbonskih i permskih tvorina. Schematic block-diagram of depositional environments for Carboniferous and Permian deposits.

kova, gravitacionih kličjenja i dr., jasno je da su uslovi za organski život bili veoma nepovoljni i zbog toga je ova jedinica skoro potpuno sterilna u pogledu fosilne flore i faune.

U najvišem delu donjeg karbona nastaje promena u uslovima sredine sedimentacije. U oblasti Cerove sredina je mirna, koju remeti ili postoje samo slaba intermitentna tečenja ili već skoro potpuno oslabljeni mutni tokovi, tako da je transport materijala beznačajan i basen se veoma slabo prihranjuje. Unutar basena se deponuje karbonatni mulj tako da se stvaraju uglavnom samo tanko slojevite stene, a pridnena tečenja donose nezatno sitnopeskovitog materijala od koga se stvaraju peskoviti laporci, a prema svemu depozicija je veoma lagana. Kao što to najčešće biva, i ovde su sedimenti fondoteme siromašni fosilnim materijalom, izuzev konodonti. Treba napomenuti da tipovi laminacije govore o relativnoj blizini klinoteme. Na taj način su stvarani đulimski krečnjaci.

U baškiru se opet menja sredina serimentacije. Nastaje lagano oplićavanje, formira se epineritska sredina sa uslovima pogodnim za život. Depozicija se odvija u otvorenom basenu u vodi koja je najvećim bistra ali u kojoj su aktivna i značajna tečenja. Svetlo dopire do svih delova dna, što omogućava rašćenje bogate flore. Glavnu masu sedimenata predstavljaju karbonati sa obilnim znacima života i organskim detritusom (foraminifere, korali, alge, briozoe, brahiopodi, krinoidi i dr.). Oolitski krečnjaci su u toj asocijaciji vezani za zone pokretljive vode. U ovom području su se menjali periodi mirne sedimentacije (u kojima su laka laminarna tečenja deponovala mikrosparite) i periodi relativno niske energije sredine, subtajdalnog područja. Oblast depozicije je svakako zahvatila i deo spoljašnje padine karbonatne platforme na šta ukazuju u ovoj formaciji i sedimentne breče. Samo su se javljala jača tečenja, koja su donosila sitan klastični detritus sa kopna. Tada su stvarani veoma karakteristični horizonti sa alevrolitima. Na taj način je nastao kompleks baškirskih sedimenata u kojem ima različitih litoloških paketa.

U gornjem delu srednjeg karbona dolazi, takođe na spoljašnjoj padini do koncentracije karbonatnog mulja koji se nagomilavao na preplatfornom padini. Tu po svoj prilici nije bilo laminarnih tečenja a organski život je bio dosta oskudan. Mestimično su se događala i podvodna kliženja već delimično konsolidovanog karbonatnog mulja uz stvaranje kolapsnih breča. To bi verovatno bio ambijent u kome su se deponovali stolički krečnjaci.

Za tvorevine karbona u zapadnoj Srbiji načinjen je i dijagram brzine sedimentacije. Ovaj dijagram pokazuje najveće brzine depozicije u donjem karbonu, (oko 10m/mg); sedimentacija đulimskih krečnjaka je veoma polagana (2m/mg), pa nadalje brzina raste (5,4 m/mg) za baškirske sedimente i 6,6 m/mg za stoličke krečnjake. Ovaj dijagram je konstruisan na osnovu srednjih debljina ovih jedinica za zapadnu Srbiju i biće veoma zanimljivo poređenje pojedinih područja kada se dobiju odgovarajući detaljniji podaci. Za sada se može reći da su dobijene brzine sedimentacije u skladu sa prikazanim modelom depozicionih sredina.

Dalje po svoj prilici nastupa oplićavanje i potpuna regresija, tako da nema nikakvih tragova sedimentacije sve do srednjeg perma.

Sedimentološka ispitivanja su dalje obuhvatila tvorevine srednjeg perma, od trećeg paketa. Ove stene su deponovane u relativno dubokoj vodi, možda i na kosom dnu, dakle opet najverovatnije na padini platforme, gde je povremeno dolazilo i do podvodnih kliženja manjih razmera. Materijal je verovatno bio transportovan mehanizmom pridnenih tečenja, pri čemu su se taložili areniti i glici. Kasnije se menja režim sedimentacije: dolazi do izvesnog oplićavanja i stvara se ambijent zaštićene platforme sa ograničenom cirkulacijom i povećanjem saliniteta. Tu se deponuju biospariti i biomikriti, a u toku (verovatno rane) dijageneze i do dolomitizacije.

Tokom gornjeg perma u ispitivanoj oblasti nastaje još jače oplićavanje. Sedimentacija se odvija u graničnim delovima subtajdala i intertajdala, gde se deponuju foraminiferski mikrospariti i mikriti.

## LITERATURA

- Allen J. R. L., 1962: Petrology, origin and deposition of the highest Lower sandstone of shropshire, *England. Jour. Sed. Petrol.*, 32, 657—697.
- Filipović I., 1974: Paleozoik severozapadne Srbije. *Geologija, Razprave in poročila*, 17, 229—252.
- Heckel Ph., 1972: Recognition of ancient shallow marine environments. *Soc. Econ. Pal. Min., Spec. Publ.*, 16, 226—286.
- Humber L., 1976: *Éléments de pétrologie dynamique des systèmes calcaires*. Tom 1, 2. Technip, Paris. 1—213, 1—199.
- Krumbein W. C., Sloss L. L., Dapples R. C., 1949: Sedimentary tectonics and sedimentary environments. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 11, 1859—1892.
- Rich J. L., 1950: Flow marking, grooving and intra-stratal crumpling as criteria for recognition of slope deposits. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 34, 4, 717—742.
- Rich J. L., 1951: Three critical environments of deposition and criteria for recognition of rocks deposited in each of them. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 62, 1, 1—20.
- Simić V., 1957: Prilog geološkom poznavanju donjeg perma Podrinja. *Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž. NRS*, 13, 29—37.
- Wilson J. L., 1969: Microfacies and sedimentary structures in »deep water« lime mudstones. Depositional environments in carbonate rocks. *Soc. Econ. Pal. Min., Spec. Publ.*, 14, 4—19.
- Wilson J. L., 1974: Characteristics of carbonate platform margins. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 58, 810—824.
- Wilson J. L., 1975: Carbonate facies in geologic history. Springer, 1—471.

### Depositional environments and development of the Upper Paleozoic at Cerova, NW Serbia

M. N. DIMITRIJEVIĆ and I. FILIPOVIĆ

Paleozoic deposits cover a large area in NW Serbia. The Lower and the Middle Carboniferous, as well as the Middle and Upper Permian strata have been studied in domains of the Loznička river, the Pecka river and the Cerova locality. These strata show very diverse features, and their deposition is characterized by diversified mechanisms of transport and sedimentation. This paper is an attempt to elaborate a model of corresponding depositional environments, based on the most salient strata features.

Lower Carboniferous has been studied in all the three domains. The age was established upon superposition and sparse fossils. Main rock types are medium to fine grained greywackes, siltstone, microconglomerate and shale. Members with different relations of the main lithologic constituents can be separated in all three domains.

In the Loznička river, conspicuous are horizons of massive greywacke with destroyed siltstone layers, resembling fluxoturbidites, as well as zones of fine grained greywacke and siltstone with signs of submarine slumps, and thick sequences of conglomerate and microconglomerate.

In the Pecka river, turbidites alternate with horizons of shale and nonturbiditic sandstone.

In Cerova, there are mostly laminated siltstone with very rare arenite occurrences. Main paleotransport there is toward the NW. The depositional environment in the whole of the area corresponded to a quite deep sea. In the domains of the Loznička and Pecka rivers the bottom was inclined and differentiated, whereas in the Cerova domain it was much flatter. Main transport mechanisms in the first two mentioned domains corresponded to traction currents, turbidity currents, coarse suspension mass transport, partly also subaquatic slumping. In

the Cerova domain, weak turbidity currents were active, together with unfrequent fluxoturbiditic mass transport. Properties of strata show that the Cerova domain was of a more distal, and the other two domains of a more proximal character.

The Đulim limestone, about 20m thick, developed from these Lower Carboniferous clastics, grading upwards into Bashkirian limestone. The age of the Đulim limestone was established by conodonts as the uppermost Lower Carboniferous. The unit consists of laminated micrite to microsparite in thin beds, together with sandy micrite and marl. Main characteristics of these strata — thin beds of micrite with intercalations of sandy marl; dark grey color; planar cross and rhythmic lamination of small size; pelagic fauna — suggest a fondothem with very restricted influx of sediment. Clastic material was moved through the basin by traction currents. These conditions explain also the small thickness of the Đulim limestone.

The age of Bashkirian carbonates and clastics was established by a prolific foraminiferal fauna. These deposits, about 80m thick, consist of alternating micrite-microsparite; calcrudite; flaggy siltstone with brachiopods and cephalopods; laminated biosparite with forams, crinoids, algae, brachiopods, corals and gastropods; pseudo-oosparite with large *Heterotrypa* and diverse forams, echinoids etc. Such deposits correspond to the external slope, where the material was transported from the shallow carbonate undathem.

The Stolice limestone developed from the Bashkirian. It is composed of crystalline limestone and calcrudite, about 100m thick. Rocks are very monotonous, conspicuously devoid of lamination and layering, and poor in fauna. Limestones are recrystallized to such a degree that the original structure can not be recognized. Calcudite contains angular clasts of various size, consisting of microsparite as the sole component, and most probably corresponds to collapse-breccia.

Middle Permian strata unconformably overlie the Middle Carboniferous deposits. They begin with a thin sandstone horizon, followed by purple to greenish marl and arenite. They are overlain by marl, silt and arenite with traces of submarine slumping. The uppermost unit is the thickest and the most distinct; it consists of biomicrite interlayered with marl and nodular biomicrite which upwards becomes dolomitic and silicified. The association of rocks in this part of the unit points to deposition within a restricted platform.

The Upper Permian is represented by microsparite with forams, algae and ostracods.

All the available data have been used in an attempt to reconstruct the depositional environments in the Cerova domain within the interval Lower-Middle Carboniferous and Middle-Upper Permian. Types of sediments show that during the Lower Carboniferous there was no carbonate platform in the area, and that terrigenous material was deposited; the most suitable model for interpretation of depositional environments is therefore the Rich's one (1951). The sea of that time was relatively deep, and the deposition was from suspensions and periodical turbidity currents and gravity slumps. Characteristic is the alternation of sand-silt and clay. This material was moved over the bottom of a quite deep undaform and deposited farther, mostly on the clinof orm. The coarsest material accumulated in the upper part of the clinof orm and finer one moved in the form of a suspension farther down the clinof orm to settle in the next part of the fondof orm. This could explain the differences between the Cerova (which might correspond to a part of the fondothem) and the Loznička and Pecka rivers, which might correspond to the clinothem. Due to the presence of suspended material, turbidity currents and similar phenomena, the conditions of existence were highly unfavorable, and the unit was almost sterile.

In the uppermost Lower Carboniferous a change of conditions took place. In Cerova, the environment was quiet, relatively deep, with only weak intermittent currents or very thin turbidity currents; the transport of material was insignificant and the basin was barely fed. Within the basin calcareous mud was deposited, and traction currents supplied only scantily fine grained sand, the deposition thus being very slow. The fondothem deposits were very poor in fossils, except for conodonts. Some types of lamination suggested relative proximity of the clinothem. Such an environment was the deposition site of the Đulim limestone.

In the Middle Carboniferous, large quantities of calcareous material were deposited; thus for an explanation of the deposition the most feasible is the Wilson's model with a carbonate platform. The depositional environment changed to a

shallower, epineritic one, with favorable conditions of existence. Sedimentation took part in an open basin, mostly in clear water but with some currents too. Light penetrated throughout the water column, providing for a rich floral life. The main mass of sediments consisted of carbonates with rich biota and organic detritus (corals, algae, bryozoans, forams, crinoids, brachiopods, gastropods etc). Oolitic limestones in this association were related to the zones of water agitation. Subtidal regime was characteristic of this area, with alternating periods of low and high energy. The area of deposition included also a portion of the foreslope with shallow undaform, as shown by carbonate breccia. Periodical currents supplied fine-grained detritus from the adjacent land, giving rise to the highly characteristic siltstone horizons. This was the possible mode of origin of Bashkirian deposits.

In the upper part of the Middle Carboniferous, the slope was characterized by concentration of calcareous mud. Life was very scanty. Slumps occurred in places, in partly lithified calcareous mud, with generation of collapse breccia. The Stolice limestone probably originated in such circumstances.

The deposition-rate diagram, made for the Carboniferous, shows the largest deposition velocity (about 10m/m. y.) in the Lower Carboniferous; deposition is very slow for the Đulim limestone (2 m/m. y.) and increases in rate further on to 5.4 m/m. y. for Bashkirian deposits and 6.6 m/m. y. for the Stolice limestone. This diagram has been constructed using general thickness data of Carboniferous deposits in western Serbia; the obtained deposition rates seem to be completely congruous with the presented model of depositional environments.

Upon the sedimentation of the Stolice limestone, a general shoaling ensued, followed by a complete regression, without any deposition up to the Middle Permian.

**Tabla I**

**Plate I**

- I/1. Srednjozrna grauvaka sa gradacijom, donji karbon. Razmernik je 1 mm. Graded fine-grained greywacke. Lower Carboniferous. Scale bar is 1 mm.
- I/2. Alevrolit sa »plamenim jezičcima«, donji karbon. Razmernik je 1 mm. Siltstone with flame structures. Lower Carboniferous. Scale bar is 1 mm.
- I/3. Laminirani mikrosparit, đulimski krečnjaci. Razmernik je 1 mm. Laminated microsparite, Đulim limestone. Scale bar is 1 mm.
- I/4. Baškirski kalkrudit sa klastima biosparita i mikrita. Razmernik je 1 mm. Bashkirian calcirudite with biosparite and micrite fragments. Scale bar is 1 mm.



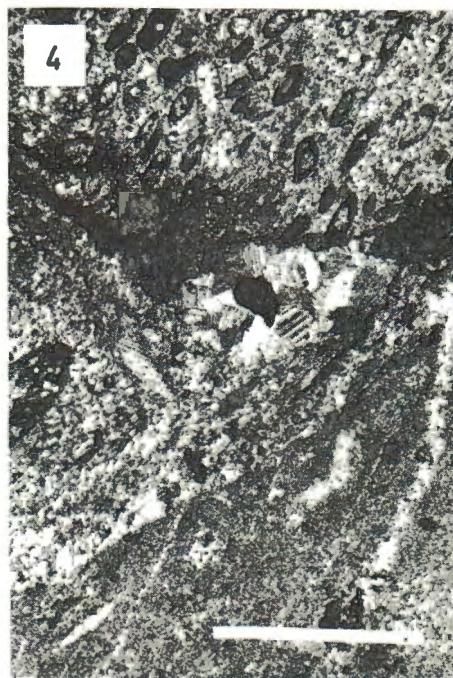


Tabla II

Plate II

II/1. Baškirski biosparit; mikrofauna sa mikritskom opnom. Razmernik je 1 mm. Bashkirian biosparite; microfauna with micritic envelope. Scale bar is 1 mm.

II/2. Baškirski pseudoosparit sa deformisanim ooidima i bodljom ehinida. Razmernik je 1 mm. Bashkirian pseudo-oosparite with deformed ooids and an echinoid spine. Scale bar is 1 mm.

II/3. Kolaps-breča sa odlomcima mikrosparita i kalcitskim vezivom. Stolički krečnjaci. Razmernik je 1 mm. Collapse breccia with fragments of microsparite and calcitic binder. Stolice limestone. Scale bar is 1 mm.

II/4. Biomikrosparit sa mnoštvom foraminifera. Gornji perm. Razmernik je 1 mm. Foraminiferal biosparite, Upper Permian. Scale bar is 1 mm.

