

Geol. vjesnik	Vol. 40	str. 177—194	Zagreb 1987.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 551.263.23:551.781

Izvorni znanstveni rad

Sedimentacija Kernerove »srednje fliške zone« (paleogen, okolica Splita)

Tihomir MARJANAC

*Geološko-paleontološki zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet,
Socijalističke revolucije 8, YU — 41000 Zagreb*

Kernerova »srednja fliška zona« predstavljena je jednim izuzetno debelim megaslojem (170 m) čiji suhi volumen iznosi preko 5 km³. Megasloj je kompleksno građen i mogu se izdvojiti tri karakteristična člana. Donji član megasloja je predstavljen sedimentom s muljnom potporom u kojem se nalaze vapnenački blokovi (olistoliti) i boranjem deformirani »bazenski« sedimenti eocenske starosti. Srednji član megasloja je normalno građurani kalkarenit, a granica donjeg i srednjeg člana je deformirana u obliku »protuberanci«. Kalkarenit na gore postepeno prelazi u masivan cementni lapor koji je izdvojen kao gornji član megasloja. Srednji i gornji član taloženi su iz mutne struje izuzetno velike izdašnosti, a velika debljina lapora u gornjem članu interpretirana je kao rezultat »ujezerivanja« repa mutne struje u topografski ograničenom dijelu bazena.

Velik volumen pretaloženog sedimenta ukazuje da je megasloj nastao pri katastrofalnom razaranju ruba šelfa. Predlaže se naziv »Kamen-Sutikva« za megasloj prema karakterističnim olistolitima u području Stobreča i Solina.

Kerner's »middle flysch zone« is represented by an extraordinary thick megabed (170 m) with the dry volume that exceeds 5 km³. The megabed has a complex composition with 3 characteristic and lithologically different units. The lower unit is represented by the mud-supported sediment that contains limestone megaclasts (olistolites) and deformed »basin« sediments of the Eocene age. The middle unit is represented by the normally graded calcarenite. The contact plane of the lower and the middle unit is heavily deformed by loading that formed big flame structures. The upper unit of the megabed is represented by the thick, massive cement marl that has the transitional contact with the underlying calcarenites. The middle and the upper units were deposited by a sediment rich turbidity current. The exceptional thickness of marl in the upper unit is interpreted as a result of sedimentation from a ponded turbidity current tail in a topographically restricted part of basin.

The huge volume of resedimented debris indicates that the megabed originated by a catastrophic collapse of a shelf margin. I propose the name »Kamen-Sutikva« for that megabed, after characteristic olistolites in environs of Stobreč and Solin.

UVOD

Kartirajući u području Solina i Splita Kerner (1903) je uočio specifičan razvoj fliških naslaga i izvršio podjelu na tri stratigrafske zone: »donju flišku zonu«, »srednju flišku zonu« i »gornju flišku zonu«. U

radovima kasnijih istraživača (Marinčić & al. 1971, 1976, 1977, Magaš & Marinčić 1973, Marinčić 1981) ova podjela nije zadržana, već je fliš izdvajan kao jedna litostratigrafska jedinica. Detaljna istraživanja provedena u okolici Splita i Solina pružila su mogućnost da se revalorizira Kernerov rad i reinterpreteraju neka njegova zapažanja. »Zona klipa« (»Klippenzone«) što pripada »srednjoj fliškoj zoni« (Kerner 1903) ispravno je bila shvaćena kao karakteristična zona što dijeli slijed klastičnih sedimenata na dvije zone — donju i gornju. Na geološkoj skici u radu iz 1903. g. Kerner je prikazao prostiranje »srednje fliške zone« (sl. 1), a na geološkoj karti Sinj—Spalato u mjerilu 1 : 75 000 iz 1914. g. izdvojio je pojedine dijelove te zone i to »gornje numulitne vapnence s rošnjacima i grebenske vapnence«, koji se pojavljuju kao izolirani blokovi, i »komplanatne slojeve«. Blanchet (1970) je prvi iznio misao da su blokovi u Kernerovoj »zoni klipa« olistoliti, i odredio je starost bloka Kamen kao kasni lutet. Marjanac (1985) je ukratko opisao građu te zone koju je interpretirao kao jedan megasloj u kojem se nalaze uklopljeni blokovi (»klipe«).

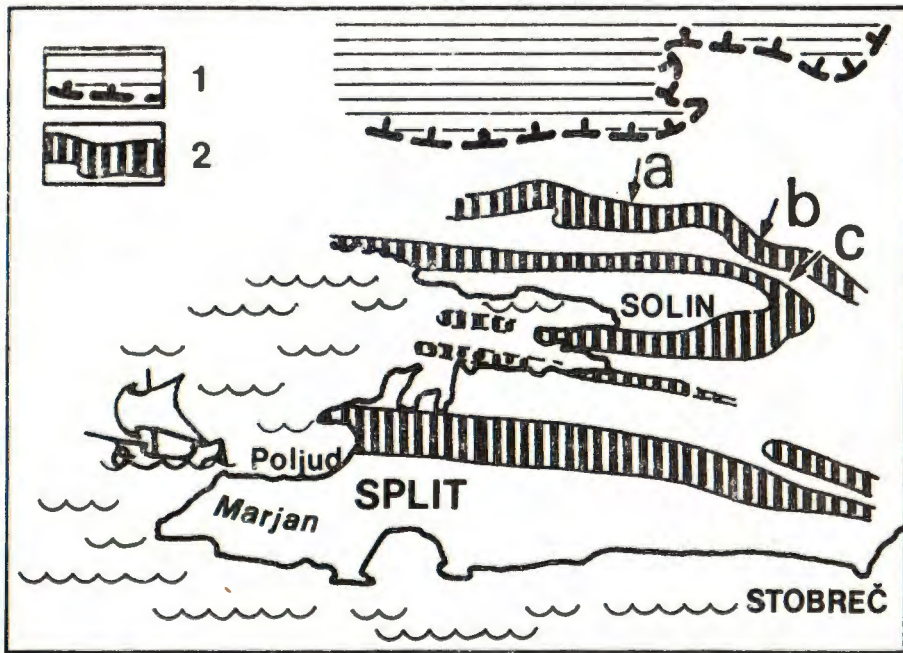
Zanimljivo je da je već Fortis u 18. stoljeću putujući Dalmacijom zapazio spomenute blokove (olistolite) u području Solina i Splita i naveo da su izgrađeni od »lećasta kamena... i posut(i) kremenom koji je također lećast« (Bratulić 1984, str. 175). Na drugom mjestu (ibid., str. 182) također je naveo da ga je put vodio podno »osamljene gromade doslovno nazvane Kamen...«.

POLOŽAJ ISTRAŽENIH IZDANAKA

»Srednja fliška zona« prikazana je na slici 1 prema Kernerovoj skici iz 1903. g. Kako su provedena detaljna istraživanja pokazala, ta pojednostavljena karta daje točan prikaz prostiranja navedene zone kako na kopnu tako i u moru u području Kaštelanskog zaljeva. Borana struktura u području između Splita i Solina omogućila je promatranje navedene pojave u tri dimenzije, to jest u pružanju, okomito na pružanje i po visini. Najkvalitetniji izdanci za promatranje nalaze se u široj okolici Solina u aktivnim i napuštenim tupinolomima (npr. »Prvoborac« i »X Kolovoz« — sl. 1, lokacije A i B), a manji izdanci nalaze se i u urbaniziranom području Solina i Splita. Veliki vapnenački blokovi koje je uočio već Fortis, a po kojima je Kerner (1903) izdvojio »zonu klipa« dobro su uočljivi u okolici Solina i na širokom prostoru od Poljuda do Stobreča. Položaj najvećih karakterističnih blokova prikazan je na slici 2. U novije vrijeme mnogi blokovi su uništeni pri izgradnji novih stambenih naselja u Splitu.

OPIS MEGASLOJA

Istraživanja u okolici Solina pokazala su da Kernerovu »srednju flišku zonu« predstavlja jedan karakteristično građen sloj koji je u području Solina debeo oko 170 m. Po toj izuzetnoj debljini ovaj sloj ulazi u red najdebljih poznatih pojava ovog tipa, pa je zato svrstan u *megaslojeve*.



Sl. 1. Položaj »srednje fliške zone« u okolini Splita po Kerneru (1903), pojednostavljeno, i lokacije detaljnih stupova.

- a — »Prvoborac«, b — Solin, c — Jadro
 1 — navlaka Kozjaka
 2 — »srednja fliška zona«

Fig. 1. Outcrop area of the »middle flysch zone« in environs of Split, after Kerner (1903), simplified, and locations of detailed sections.

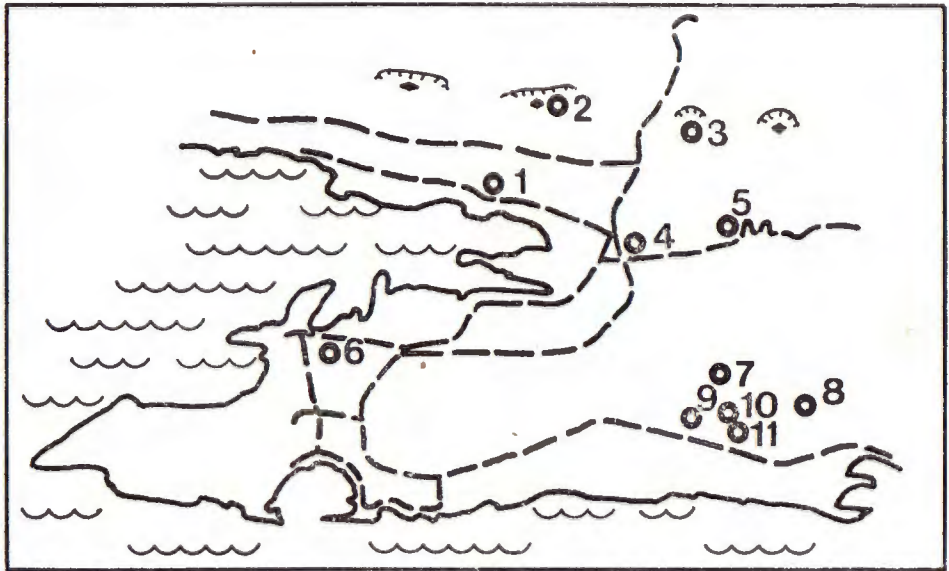
- a — »Prvoborac«, b — Solin, c — Jadro
 1 — Kozjak overthrust
 2 — the »middle flysch zone«

Kontakt s podinom

Kontakt megasloja s podinom vidljiv je zbog ograničenih izdanaka tek mjestimično, npr. u tupinolomu »Prvoborac« u Solinu (lok. 2 na sl. 2), u koritu potoka u Solinu (lok. 3 na sl. 2) i u blizini tvornice »Jugoplastika« u Splitu (lok. 4 na sl. 2). U tupinolomu se vidi da se u podini megasloja nalazi 7 m debeo turdibit T_{b-e} , a na izdancima u Solinu i kod »Jugoplastike« u podini se vidi izmjena tanko uslojenih kalkarenita i lapora. Kontakt s podinom je na navedenim izdancima izrazito oštar, no zbog malih dimenzija izdanaka ne vidi se da li je i erozivan.

Građa megasloja

»Srednju flišku zonu« predstavlja izuzetno debeo kompleksno građen megasloj, što je navelo Knera (1914) da izdvoji na karti njegove karakteristične dijelove. Slika 3 prikazuje građu megasloja s po-



Sl. 2. Lokacije karakterističnih blokova (olistolita).

1. Solin — »Prvoborac«, 2. »Prvoborac« (tupinolom/quarry), 3. Solin, 4. »Jugoplastika«, 5. Sutikva, 6. Park skojevaca (Split), 7. Kila, 8. Kamen, 9. groblje Lovrinac, 10. betonara, 11. Kitoje. Glavne ceste su prikazane crtkanom linijom.

Fig. 2. Locations of the megaclasts (olistolites). See above. The main roads are shown by dashed lines.

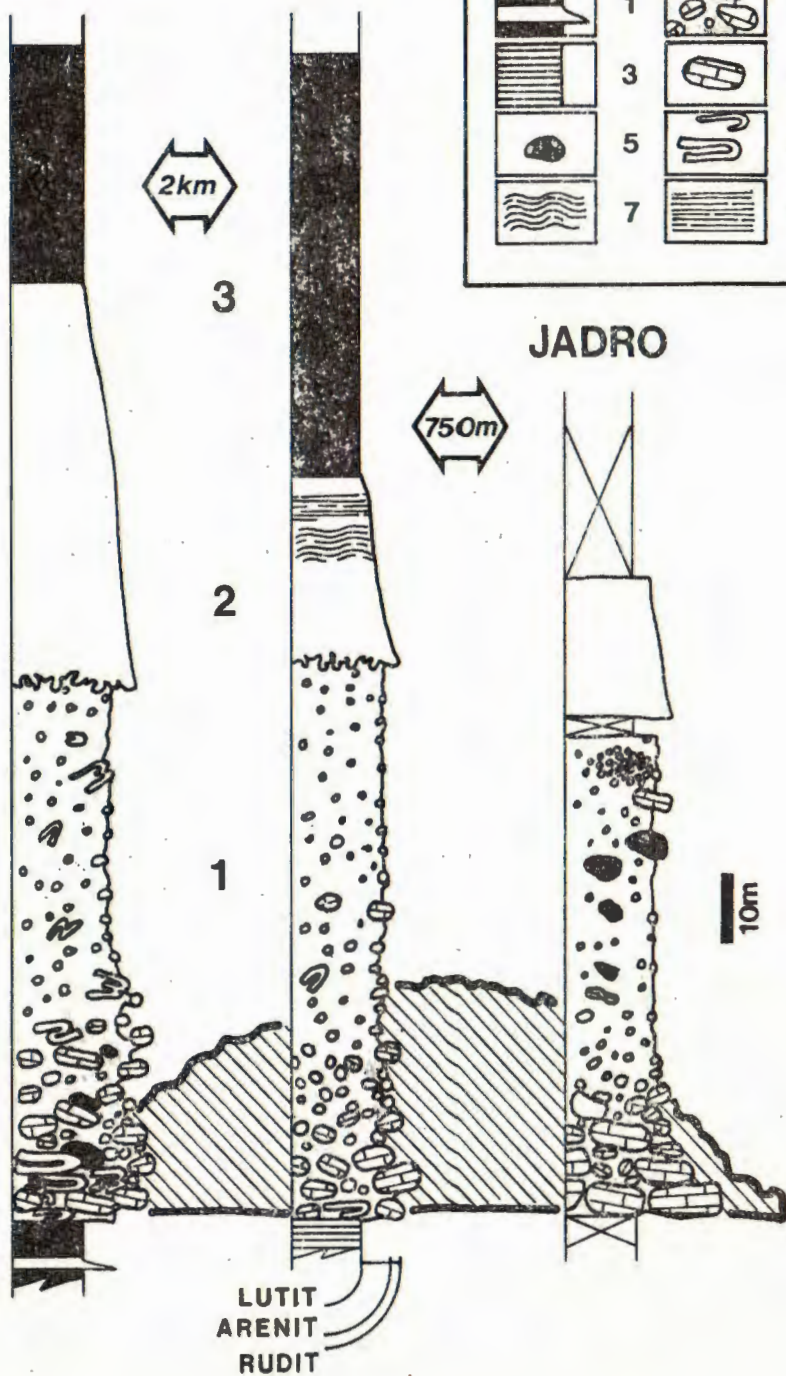
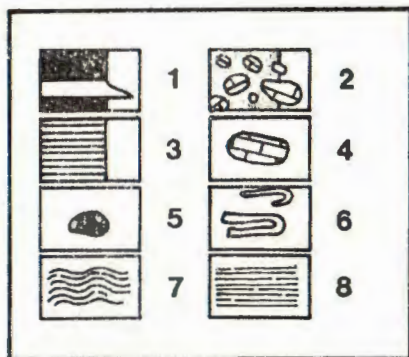
Sl. 3. Građa megasloja u području Solina (stupovi a, b i c). Brojevi označavaju dijelove megasloja: 1 — donji član, 2 — srednji član, 3 — gornji član. Član 2 na stupu a je podebljan rasjedanjern. Debelom linijom je prikazana silueta bloka Sutikva u istom mjerilu kao stupovi. Na stupu Jadro utvrđeno je da kalkarenit 2. člana megasloja predstavlja turbidit Ta—d.

Legenda: 1 — turbidit, 2 — »debris flow« sediment, 3 — izmjena kalkarenita i lapora, 4 — vapnenački klasti, 5 — laporni klasti, 6 — dijelovi kliznih bora, 7 — valovita laminacija, 8 — paralelna laminacija.

Fig. 3. Composition of the megabed in environs of Solina (detailed sections a, b and c). Numbers indicate divisions of the megabed: 1 — lower unit, 2 — middle unit, 3 — upper unit. Unit 2 in section a is thickened by minor faulting. Heavy line indicates the silhouette of Sutikva megaclast presented in the equal scale with section. Calcarenite of the 2. unit of megabed at Jadro section is Ta—d turbidite.

Key: 1 — turbidite, 2 — debris flow sediment, 3 — alternation of calcarenite and marl, 4 — limestone megaclasts, 5 — marl clasts, 6 — slump fold remnants, 7 — wavy lamination, 8 — parallel lamination.

"PRVOBORAC" SOLIN



djelom kakva će biti korištena u ovom tekstu. Uočavaju se 3 karakteristična litološki različita člana: donji »kaotičan« član (1), srednji kalkarenitni član (2) i gornji laporni član (3).

1. Donji član megasloja odgovara jedinici koju je Kerner (1903) označio kao »zonu klipa« (»Klippenzone«) i koju je smatrao »srednjom zonom fliša«. Ovaj »kaotičan« sediment debeo je 76—80 m i sadrži klaste plitkovodnih vapnenaca i »prijelaznih naslaga« te »bazenskih« sedimentata koji su raspršeni u muljnoj osnovi.

a) *Plitkovodni vapnenci* izgrađuju dekameterske blokove (tab. I) i klaste različitih veličina. Blokovi su najčešće predstavljeni eocenskim foraminiferskim vapnencem (uglavnom biomikrit, tab. II, sl. 1 i 2) i foraminiferskim vapnencem s rožnjacima koji su analogni numulitnim vapnencima Marjana. Uz plitkovodne foraminiferske vapnence, često se nalaze i blokovi eocenskih sitnozrnatih biomikrita s glaukonitom (tab. II, sl. 3) koji su analogni »prijelaznim naslagama« iz uvale Spinut, te valutice od izoliranih gomolja koralinaceja i gomolji rožnjaka od kojih neki predstavljaju silicificirani foraminiferski vapnenac. Uz klaste eocenskih vapnenaca često se može naći i valutice vapnenaca s kršjem rudista i donjokredne biosparite s orbitolinama i zelenim algama (tab. II, sl. 4).

Najveći blokovi strše na terenu kao erozijski ostaci (tab. I), a naročito dobro se ističu slijedeći blokovi:

Blok	Stijena	Dimenzije	Volumen	Slika
Sutikva	foram. vap.	110 × 75 × 33 m	272 000 m ³	tab. I, sl. 1
Kila	foram. vap.	73 × 40 × 25 m	60 000 m ³	tab. I, sl. 2
Kamen	foram. vap.	50 × 35 × 25 m	43 800 m ³	

Premda su veliki vapnenački blokovi nepravilno raspršeni na terenu, ponekad ih se može naći i u skupinama kao npr. kod tvornice cementa »Prvoborac« (tab. I, sl. 3) ili u Parku skojevaca u Splitu. Kontakt najvećih blokova s podinom je pokriven, a krovina je erodirana, tako da se navedene veličine odnose na dimenzije vidljive iznad tla. Veliki klasti i blokovi vapnenaca nalaze se na različitim nivoima u ovom »kaotičnom« sedimentu, ali su češći u nižih dvadesetak metara (vidi sl. 3) i pri tome su veći blokovi horizontalni do subvertikalni. Za najveće blokove zbog pokrivenosti terena možemo samo pretpostavljati da leže na dnu sloja u kontaktu s podinom. Skoro svi klasti i blokovi su relativno dobro zaobljeni, a neki blokovi foraminiferskog vapnenca s rožnjakom su i blago borani (npr. Kitoje). Veliki blokovi kao npr. Kamen i Sutikva pokazuju više-manje jasno izraženu slojevitost, a neki manji izgleda da se sastoje samo od jednog sloja. Na nekim blokovima uočavaju se i dijelovi paraklaza s jasnim strijama.

b) »Bazenski« sedimenti obuhvaćaju dijelove kliznih bora metarskih do dekameterskih dimenzija (tab. III, sl. 1). To su različiti sedimenti analogni sedimentima u podini (npr. izmjene tanko uslojenih kalkarenita i lapora, pješčenjaci i pješčenjaci s raspršenim valuticama, te laporni klasti različitih dimenzija koji su često plastično savijeni). U tupinolomu »Prvoborac« i u koritu potoka u Solinu osi kliznih bora

pružaju se generalno istok—zapad. Opisane deformirane sedimente uočili su već M a g a š i M a r i n č i ć (1973) i naveli su ih kao »pojave podmorskog klizanja«.

c) *Osnova* u kojoj su uklopljeni klasti oba tipa je lapor s raspršenim različito orijentiranim velikim foraminiferama (uglavnom numuliti i diskocikline), sitnim skeletnim kršjem, manjim vapnenačkim valuticama i valuticama rožnjaka (vidi tab. III, sl. 2). Premda su foraminifere uglavnom slobodne i često neoštećene, neke se još uvijek nalaze djelomično uklopljene u ishodišnom sedimentu — foraminiferskom vapnencu. Bioklasti i litoklasti su rasuti u lapornoj osnovi kao što se vidi na slici 3 u tabli III, premda se mjestimično uočava i prijelaz u pakirani sediment koji je istovjetan »numulitnim brečama«, kako je pakirani sediment s obiljem foraminifera nazivao K e r n e r (1914). Pakirani varijetet osnove izgleda da je lokalno ograničena pojava metarskog prostiranja.

Uz kontakt s podinom, vapnenački klasti i manji blokovi se dodiruju s klastima »bazenskih« sedimentata, a osnova je zastupljena u manjoj mjeri pa je mjestimično teško uočljiva. Donji član megasloja je normalno građiran (»coarse tail« tip građiranja) tako da se na gore postepeno povećava udio muljne osnove, a smanjuje se broj velikih blokova i klasta »bazenskih« sedimentata, pa zaostaju samo metarske vapnenačke valutice i manji dijelovi kliznih bora. U posljednjih desetak metara donjeg člana u osnovi se nalaze raspršeni metarski laporni klasti i decimetarske vapnenačke valutice, a u posljednjih 5 m gube se i velike valutice tako da preostaju samo litoklasti veličine krupnog šljunka, laporni klasti, te obilje velikih foraminifera. Količina lapora u osnovi se smanjuje pa nepakirani sediment donjeg člana postepeno, ali brzo, prelazi u pakirani sediment srednjeg člana megasloja. Uz kontakt donjeg i srednjeg člana megasloja (1 i 2 na sl. 3) nalaze se u donjem članu posljednji veliki laporni klasti (tab. IV, sl. 1). Granica donjeg i srednjeg člana sloja je neravna, u obliku »protuberanci« metarskih dimenzija, a mjestimično se uočava i utiskivanje podinskog sedimenta duž pukotina u krovinski pakirani sediment.

2. Srednji član megasloja (2 na sl. 3) predstavlja normalno građirani kalkarenit kojeg je K e r n e r (1914) izdvojio kao »komplatanatni sloj« i kojeg je 1903. g. smatrao graničnim članom prema »gornjoj fliškoj zoni«. Ovaj član megasloja debeo je 27—60 m i u donjem dijelu je izgrađen od velikog broja pakiranih numulita (tzv. »numulitna breča«). Duž kontakta s podinskim nepakiranim sedimentom numuliti u srednjem članu su orijentirani paralelno kontaktnoj plohi, ali desetak centimetara poviše gube tu orijentaciju. U srednjem članu megasloja više nema velikih foraminifera niti krupnijih vapnenačkih valutica. »Numulitna breča« je debela oko 10 m i usitnjava od veličine sitnog šljunka do veličine krupnog pijeska. Udio cijelih foraminifera postepeno na gore opada, a raste udio skeletnog kršja tako da stijena postaje čvrst plavosivi kalkarenit (u narodu zvan »plavac«, tab. IV, sl. 3) koji je debeo oko 12 m. Teksture su zbog trošenja u ovom dijelu sloja slabo vidljive, tako da se uz normalno građiranje u »plavcu« samo mjestimično vide paralelna i valovita laminacija (tab. IV, sl. 2) te loptasto lučenje. Na gore »plavac« postepeno prelazi u cementni lapor.

3. Gornji član megasloja predstavljen je masivnim cementnim laporom koji je deo 30—60 m, i zbog visokog udjela CaCO_3 predstavlja glavnu sirovinu za cementnu industriju u Splitskoj regiji. Grubić i Komatina (1962/63) uvrstili su ga u »hipertrofirane ritmove«, i navode da su usporedbom ritmografa snimljenih po Vassoeviću uspješno korelirali lapore Solinskog zaleđa s laporima u području Ravnica kod Omiša, na udaljenosti većoj od 25 km, pa je moguće da je ukupno prostiranje (i volumen) megasloja znatno veće od ranije navedenog.

PORIJEKLO DETRITUSA

Klasti i blokovi plitkovodnih vapnenaca

Klasti vapnenaca s rudistima i biosparita s orbitolinama (tab. II, sl. 4) potječu iz izrazito plitkovodnog okoliša što potvrđuju ulomci zelenih algi i mikritizirani rubovi čestica; starost navedenih vapnenaca određena je kao apt—alb po vrsti Orbitolina (*Mesorbitolina*) texana (Röemer).

Blokovi i klasti foraminiferskog vapnenca predstavljeni su biomikritima s obiljem polomljenih foraminifera (numulita, diskociklina, astrociklina i dr.) i kršjem koralinaceja (tab. II, sl. 1 i 2). Mnogi skeleti su intenzivno bušeni i mogu se uočiti dva osnovna tipa ubušivanja: tanke cjevčice koje plitko prodiru u vanjsku stijenku skeleta i krupne bušotine koje prodiru kroz cijeli skelet i u pravilu su ispunjene detritusom s mikritnom osnovom (tab. II, sl. 2). Stijenke nekih skeleta su oštećene kao da su bile abradirane, a pojedini skeleti bili su i inkrustirani koralinacejama koje su se naselile na bušene skelete, a potom su ponovno bili lomljeni. Sasvim rijetko mogu se naći i mali litoklasti fosilfernog mikrita. Skeletni detritus potječe iz plićeg sublitorala, dubokog najviše do 100 m (Belazi 1985, Curry u Funnelu 1967). Na sublitoralnu dubinu, pa čak i na fotičku zonu posredno ukazuju simbiotski odnosi recentnih numulita i zelenih algi (Lee & al, 1979). Kako je većina velikih foraminifera polomljena može se pretpostaviti da su bile polomljene tokom transporta (makar kratkotrajnog), a možda i uslijed prerađivanja olujama kako navodi Aigner (1983). Razaranje skeleta je i posljedica bioerozije, što potvrđuju intenzivna ubušivanja koja prodiru kroz cijele skelete. Osim skeletnog detritusa koji je pretaložen kao polomljen, nađene su i foraminifere koje su bile polomljene in situ (tab. II, sl. 1). Lokalno je detritus gotovo pakiran, a pojavljuju se i rijetka zrnca glaukonita koja ispunjavaju klijetke foraminifera.

Blokovi izgrađeni od biomikrita s obiljem globigerina i brojnim glaukonitnim zrcima analogni su »prijelaznim« naslagama i vjerojatno potječu iz dubljeg sublitorala. Funnel (1967) navodi Curryjev podatak da se obilje globigerina nalazi u eocenskim naslagama za koje je interpretirao dubinu od 180 m do 380 m. Porrenga (1967) smatra da glaukonit nije podesan batimetrijski indikator, tako da se može samo približno odrediti dubinu taloženja navedenih sedimenata kao dublji sublitoral.

Relativno dobra zaobljenost klasta plitkovodnih krednih i paleogen-skih vapnenaca koji su nađeni u donjem članu megasloja može biti posljedica zaobljavanja (trošenja) stijena na kopnu ili na otocima, kao što za dio klasta Tintor-sloja pretpostavljaju Babić i Zupanić (1983). Dobra zaobljenost nekih blokova uz tragove plastičnih deformacija (savijanja) i nedostatak jasne slojevitosti ukazuju na relativno nizak stupanj litificiranosti tih sedimentata neposredno pred pretaloživanje. Međutim, mnogi blokovi su jasno uslojeni, a neki sadrže i dije-love paraklaza s rasjednim strijama što ukazuje da su već bili litificirani u vrijeme pretaloživanja. Spomenute strije nisu posljedica erozije u toku transporta jer su ograničene na relativno ravne plohe i nisu nađene na svim blokovima, pa čak niti na prostorno vrlo bliskima.

Različita svojstva blokova i različit stupanj njihove prethodne litificiranosti ukazuju na donos iz različitih okoliša s različitim intenzitetom dijageneze.

Različita stratigrafska pripadnost i litološka raznolikost valutica i blokova ukazuju na heterogenu građu izvorišta odakle je detritus bio pretaložen.

»Bazenski sedimenti«

Borane izmjene kalkarenita i lapora, pješčenjaci s raspršenim valuticama i obilnim biljnim trunjem, te deformirani laporni klasti analogni su sedimentima u podini megasloja od kojih ih se ne može sa sigurnošću razlikovati, pa ih uvijetno smatram bazenskim sedimentima. Oni potječu iz nešto plićih okoliša, vjerojatno sa gornjeg dijela padine, iako nije isključeno da dijelom potječu i iz neposredne podine, tj. da su to erozijski klasti. Detritus je u tim sedimentima, dakle, re-sedimentiran najmanje dva puta.

Osnova

Osnova donjeg člana megasloja mogla je nastati prerađivanjem sedimenta u kojem su se nalazile foraminifere (fosiliferni lapor ili foraminiferski kalkarenit kakvog je iz Gizeha opisivao Aigner, 1983) i potječe iz sublitoralnog okoliša (Funnel 1967, Lee & al. 1974, Aigner 1983, Belazi 1985). Dio foraminifera u osnovi je dvaput pretaložen, na što ukazuju (doduše rijetko sačuvani) numuliti koji su samo djelomično isprani iz foraminiferskog vapnenca.

Pavlovec (1969) piše da su numuliti sinhroni s flišem, premda su alohtoni u tom dubokovodnom sedimentu, a na str. 187 navodi da se u flišu nalaze i stariji oblici velikih numulita zbog čega izvodi zaključak da je tadašnja klima bila pogodna za njihov duži opstanak. Nalazi samo djelomično ispranih numulita dokazuju da su bar jednim dijelom oni asinhroni. U promatranom megasloju se numuliti i srodne foraminifere pojavljuju zajedno s klastima foraminiferskih vapnenaca, ali se terenskim promatranjem nije moglo utvrditi da li klasti i foraminifere potječu iz istog ili različitih izvora (kao što za istarski primjer navodi Pavlovec 1969). Ipak, izgleda sasvim nevjerojatno da bi pri jednom sedimentacijskom događaju detritus bio donesen iz izvora na različitim stranama bazena.

SEDIMENTACIJSKI PROCESI

Između pojedinih članova megasloja postoje postepeni prijelazi što ukazuje na postanak pri jedinstvenom sedimentacijskom događaju. Premda na izdancima nije uočena erozija podine, barem ne jasno, očito je da je izvjesna erozija podine nužna da bi se megasloj mogao nalaziti na različitim sedimentima, kao što su izmjena kalkarenita i lapora te klasičan Bouma-turbidit T_{b-e} . Pojave deformiranih lapornih klasta i boranih dijelova »izmjena« koje su česte u donjem »kaotičnom« članu megasloja također ukazuju na eroziju podinskog sedimenta. Erozivan karakter gravitacijskih tokova sedimenata koji su transportirali sedimente analogne donjem članu megasloja, poznat je iz recentnih okoliša (Prior & al. 1984) i na primjerima iz fosilnih okoliša (Engel 1974, Bernoulli & al. 1981).

Sediment muljne potpore (debrit) kakav se nalazi u donjem članu megasloja karakterističan je za gravitacijski tok sedimenta kod kojeg su se klasti kretali zajedno s osnovom, a bili su podržavani (propusnom) čvrstinom osnove, gustoćom osnove i uzgonom. Takav tok naziva se »debris flow« (pregledno u Middleton & Hampton 1976), odnosno kohezivan »debris flow« (Lowe 1982).

Smatra se da »debris flow« nastaje pretvorbom iz podvodnog klizišta (Hampton 1972, Cook & Mullins 1983, Prior & al. 1984) koje je na svom putu niz padinu uklopilo dovoljnu količinu vode uz razaranje glinovitog sedimenta, čime je stvorena kohezivna muljna osnova. Kretanje toka je manje-više laminarno (Hampton 1972, Lowe 1982) te u njemu ne dolazi do efikasnog sortiranja detritusa, osim u završnoj fazi toka kad masivniji klasti propadaju na niže, a manje masivni zaostaju na različitim nivoima u osnovi. Mjestimično uočen sediment s pakiranim foraminiferama u osnovi donjeg člana megasloja mogao je nastati uslijed lokalne turbulencije, ili istiskivanjem vode — slično pojavama koje su opisali Labaume & al. (1983). Smicanje tokom transporta postepeno uništava klizne bore pa zaostaju samo njihovi dijelovi i zaobljeni »intraformacijski klasti«. Ukoliko se tok zaustavi prije no što se deformirani sedimenti potpuno unište, ostat će sačuvani dijelovi kliznih bora (odnosno klasti deformiranih slojeva, kao na sl. 1 u tab. III). Osnova je podržavala dio vapnenačkih klasta tokom transporta, a pri zaustavljanju toka onemogućila je njihovo tonjenje, što se može zaključiti po njihovom različitom položaju u sloju. Najveći blokovi mogli su se kretati niz padinu u više-manje stalnom kontaktu s podlogom ili drugim klastima jer su za toliko velike mase svojstva osnove mogla imati samo zanemariv značaj (Lowe 1982). Kretanje je mogao olakšavati muljni »tampon« ispod blokova, kao što za recentno podmorsko klizište i »debris flow« navode Prior & al. (1982), odnosno »bazalna mikrobreča« kako za Roncal-član u Hecho-grupi navode Labaume & al. (1983).

Sediment s muljnom potporom postepeno (ali brzo) prelazi na gore u normalno graduiranu »numulitnu breču« i kalkarenit koji predstavlja srednji član megasloja, što ukazuje da su oba člana nastala iz jednog toka ali s različitim transportnim mehanizmima. Do promjene transportnog mehanizma došlo je relativno naglo uz također naglo smanjenje udjela lapora. Hampton (1972) je teoretski i eksperimentalno

pokazao da »debris flow« može djelomično evoluirati u mutnu struju, te da na takav način nastaje karakterističan sediment kojeg su Dzužyński & al. (1959) nazvali »fluksoturbidit«, a nađen je i u recentnim okolišima (Cook & Mullins 1983, sl. 42; Mullins & al. 1984, sl. 6). Uz gust gravitacijski tok sedimenta (»debris flow«) koji se kreće u rjeđem fluidu (morska voda) formira se granični turbulentan sloj koji izbacuje detritus u turbulentnu suspenziju — mutnu struju, u kojoj je moguće efikasno sortiranje detritusa. Normalno graduirani kalkarenit srednjeg člana megasloja taložen je iz takve mutne struje, pri čemu je taloženje velike mase detritusa bilo vrlo naglo izazvavši snažan pritisak na podinski nekonsolidirani sediment s muljnom potporom, i dovelo do utiskivanja u obliku »protuberanci«. Na sinsedimentacijsko utiskivanje kalkarenita u sediment s muljnom potporom ukazuje orijentacija numulita koji su paralelni kontaktu. Oblik »protuberanci« je vrlo sličan teksturi utiskivanja koju su u znatno manjem mjerilu eksperimentalno ostvarili Dzužyński i Walton (1965, sl. 151). Vjerojatno je kasnije uslijed postsedimentacijskih procesa, odnosno »dijapirizma« došlo do povećanja deformacije utiskivanjem muljevitog sedimenta po pukotinama u kalkarenitu. Turbulentan tok koji je dao sedimente srednjeg člana megasloja bio je izuzetno izdašan, tako da je graduirani sediment debeo desetak metara i na gore prelazi u masivan cementni lapor koji predstavlja gornji član megasloja. Slijed tekstura u srednjem i gornjem članu megasloja može se opisati kao T_{n-3} Bouma-sekvencija. Postanak desetak metara debelog masivnog lapora koji predstavlja gornji član megasloja može se protumačiti taloženjem iz »ujezerenog« repa mutne struje (Kuenen 1968, str. 534) u topografski ograničenom bazenu ili jednom njegovom dijelu.

Promatrajući megasloj u cjelini možemo rekonstruirati evoluciju prijenosnih mehanizama u gravitacijskom toku sedimenta koji je započeo kao podmorsko klizište, evoluirao u »debris flow«, te relativno naglo prešao u golemu mutnu struju koja je dala debeo kalkarenit i lapor.

USPOREDBE

Recentni primjeri pokazuju da su relativno velika podmorska klizišta pokrenuta na preopterećenim padinama tokom izuzetnih ošeka (Karlsrud & Edgers 1982, Prior & al. 1982) ali da su čest pokretač podmorskih klizišta svakako potresi (pregledno u Stow 1986) i tajfuni (Prior & Coleman 1982). Autori koji istražuju fosilne sedimente češće vežu pokretanje podmorskih klizišta uz potrese (Bernoulli & al. 1981, Labaume & al. 1983) odnosno tektoniku (Mutti & al. 1984). Svojstva nekih (doduše malobrojnih) blokova u opisanom megasloju potkrepljuju tektonsku koncepciju, ali izgleda vjerojatno da su pri pokretanju djelovala oba uzroka (snižavanje razine mora i tektonika).

Većina autora koji su istraživali prikazani tip pojave smatraju da je mjesto pokretanja ovakvih gravitacijskih tokova sedimenta gornji dio padine (Labaume & al. 1983), odnosno rub karbonatne platforme (Garcia Mondejar & al. 1985, Sarti 1980).

Klasti prikazanog megasloja potječu iz različitih okoliša i različito su stari, pa je vjerojatno da je klizanje zahvatilo širok prostor koji je djelomično mogao biti i okopnjen, na što ukazuje heterogen stratigrafski sastav klasta i njihova dobra zaobljenost, te isprani numuliti u osnovi donjeg člana sloja.

Premda se na terenu nije moglo utvrditi veći broj tekstura po kojima bi se utvrdio smjer paleotransporta, malobrojne mjerene osi dijelova kliznih bora pružaju se istok—zapad što približno ukazuje na barem lokalno pružanje padine niz koju se detritus kretao.

Nagib padine niz koju se kretao gravitacijski tok sedimenta s velikim blokovima nije morao biti strm već je mogao iznositi 1—3° (Lewis 1971, Mountjoy & al. 1972), pa i manje (0,2—0,6° po Prior & Coleman 1982).

Mjesto zaustavljanja ovakovih tokova po mnogim je autorima podnožje padine, odnosno donji dio padine (»lower slope«) i proksimalni dio bazenske ravnice (Naylor 1981, Babić & Zupanić 1983, Labaume & al. 1983, Mullins & al. 1984). Debeo cementni lapor koji je nastao iz »ujezerenog« repa mutne struje potvrđuje da se megasloj rezultat je katasrofalnog razaranja ruba šelfa pri čemu je bio bazena.

Pokretanje gravitacijskog toka sedimenata iz kojeg je nastao megasloj rezultat je katastrofalnog razaranja ruba šelfa pri čemu je bio pokrenut izuzetno velik volumen sedimenata. Na taj način se bazen (u širem smislu) proširio na račun šelfa.

Suhi volumen (postkompakcijski) promatranog megasloja, koliko je vidljivo u splitskom području, iznosi preko 5 km³, no vjerojatno je i znatno veći jer su lapor gornjeg člana utvrdili 25 km jugoistočnije već Grubić i Komatina (1962/63).

Sloj istovjetne građe prvi je opisao Gnaccolini (1968) a kasnije su slični slojevi opisani iz fliša u okolini Ajdovščine (Engel 1970, Kuščer & al. 1976), lombardijskog fliša (Bernoulli & al. 1981), Promina naslaga (Babić & Zupanić 1983) te Hecho-grupe u Piri-nejima (Johns & al. 1981, Labaume & al. 1983).

STAROST

Blanchet (1970) navodi da je po nalazu numulita određena starost bloka Kamen kao kraj luteta. Kako se u tom bloku nalaze pretežno oštećene foraminifere koje su vjerojatno pretrpjele izvjestan transport (i pretaloživanje?), osnova u kojoj se one nalaze mogla bi biti i nešto mlađa. Naravno, pošto je riječ o starosti bloka, megasloj u kojem se on nalazi mora biti još mlađi. Prema nađenim foraminiferama Grubić i Komatina (1962/63) smatraju fliš u splitskoj okolini eocensko-oligocenskim, Blanchet (1970) i Magaš i Marinčić (1973) smatraju ga gornjolutetskim i priabonskim, a Marinčić (1981) smatra ga gornjoeocenskim, ali navodi i nalaze gornjoeocensko—donjooligocenskih foraminifera. Marinčić & al. (1977) svrstavaju ovaj fliš u raspon od gornjeg dijela srednjeg eocena do gornjeg eocena. Benić (1983) nalazi nanoplankton po kojem su utvrđene zone NP 17, NP 18 i ?NP 19, a Jerković i Martinić (1976) navode i ?NP 20 zonu, što

odgovara rasponu od gornjeg luteta do kraja priabona. Kako je određivanje starosti fliša po foraminiferama nepouzđano jer su mnogi oblici pretaloženi, a pretaloživanju su podložni i nanofosili (vidi diskusiju u Benić 1983, str. 120), starost fliša predstavlja (barem za sada) problem kojeg bi tek trebalo riješiti.

ZAKLJUČAK

Megasloj koji izgrađuje Kernerovu »srednju flišku zonu« nastao je pri jednom sedimentacijskom događaju, a njegova karakteristična građa odražava evoluciju mehanizama koji su prenosili detritus. Tok je bio pokrenut na gornjoj padini kao podmorsko klizište, potom je evoluirao u »debris flow« i napokon u mutnu struju. Prenosio je izuzetno krupan detritus, tako da u donjem dijelu megasloja nalazimo velike blokove ekstrabazenskih klasta od kojih je većina predstavljena plitkovodnim eocenskim foraminiferskim vapnencima i eocenskim biomikritima nešto dubljeg mora. Uz ekstrabazenske blokove u donjem dijelu megasloja nađeni su i klasti koji su predstavljeni dijelovima velikih kliznih bora, prema kojima je pretpostavljeno da se padina barem lokalno pružala istok—zapad. Debeo masivan cementni lapor taložen je iz suspenzije »ujezerenog« repa mutne struje u topografski ograničenom bazenu ili jednom njegovom dijelu.

Paraklaze sačuvane na nekim blokovima ukazuju da je izvorište detritusa bilo izloženo tektonskim poremećajima.

Suhi volumen megasloja iznosi više od 5 km³, pa se može zaključiti da je pokretanje detritusa predstavljalo katastrofalan kolaps šelfa, što uz pretpostavljene tektonske uzroke pokretanja omogućuje svrstavanje megasloja u skupinu »seizmoturbidita« (sensu Mutti & al. 1984).

Navedena svojstva opisanog megasloja opravdavaju izdvajanje ove pojave unutar fliških sedimenata kako je to učinio Kerner još 1903. g., premda ga treba shvatiti kao jedinstven sloj nastao prilikom izuzetnog sedimentacijskog događaja katastrofičkih razmjera. Zbog širokog prostiranja i karakteristične građe, ovaj megasloj predstavlja izvrstan reper, koristan za korelaciju drugih facijesa u flišu Splita i okolice.

Zbog potrebe da ga se jednoznačno odredi predlažem naziv »Kamen-Sutikva« prema karakterističnim olistolitima Kamen (na jugoistoku kod Stobreča) i Sutikva (na sjeverozapadu kod Solina).

ZAHVALE

Poticaj na istraživanje paleogenskih klastita splitske regije potekao je od prof. dr Ljubomira Babića s kojim sam u toku rada vodio korisne diskusije i koji je priskrbio znatan dio strane literature, na čemu sam mu iskreno zahvalan. Za pomoć na terenu zahvalan sam Ljerki Marjanac dipl. ing. geol. i Dariji Erečić dipl. ing. geologije.

Primljeno: 27. 12. 1986.

LITERATURA

- Aigner, T. (1983): Facies and origin of nummulitic buildups: an example from the Giza Pyramids Plateau (Middle Eocene, Egypt). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 166/3, 347—368, Stuttgart.
- Babić, Lj. & Zupanić, J. (1983): Paleogene Clastic Formations in Northern Dalmatia. U: Contributions to Sedimentology of Some Carbonate and Clastic Units of the Coastal Dinarides (ur.: Babić, Lj. & Jelaska, V.), *Excursion Guide-book 4*. IAS Reg. Mtg. Split, 37—61.
- Belazi, H. S. (1985): The development of a nummulitic bank in the middle Eocene, Nafoora-Augila Field, Sirte Basin, Libya. *Abstracts 6. Eur. Reg. Mtg.* IAS Lleida, 42—45.
- Benić, J. (1983): Vapnenački nanoplankton i njegova primjena u biostratigrafiji krednih i paleogenskih naslaga Hrvatske. Disertacija, Sveuč. u Zagrebu, 1—159.
- Bernoulli, D., Bächsel, M., Bolli, H. M., Häring, M. O., Hochuli, P. A. & Kleboth, P. (1981): The Missaglia Megabed, a catastrophic deposit in the Upper Cretaceous Bergamo Flysch, northern Italy. *Ecl. Geol. Helv.* 74/2, 421—442, Basel.
- Blanchet, R. (1970): Sur un profil des Dinarides, de l'Adriatique (Split — Omiš, Dalmatie) au Bassin Pannonique (Banja Luka — Doboj, Bosnie). *Bull. Soc. Géol. Fr. (7)*, 12/6, 1010—1027, Paris.
- Bratulić, J. (1984): Alberto Fortis: Put po Dalmaciji. *Globus*, 3—303, Zagreb.
- Cook, H. E. & Mullins, H. T. (1983): Basin Margin Environment. U: Carbonate Depositional Environments (ur. Scholle P. A., Bebout, D. G. & Moore, C. H.), *Am. Ass. Petr. Geol. Mem.* 33, 540—617, Tulsa.
- Dzuffyński, S., Ksiazkiewicz, M. & Kuenen, Ph. H. (1959): Turbidites in flysch of the Polish Carpathian Mountains. *Geol. Soc. Am. Bull.* 70, 1089—1118, New York.
- Dzuffyński, S. & Walton, K. (1965): Sedimentary features of flysch and greywackes. *Developments in sedimentology 7*, Elsevier Publ. Co., 6 + 274, Amsterdam.
- Engel, W. (1970): Die Nummuliten-Breccien im Flyschbecken von Ajdovščina in Slowenien als Beispiel karbonatischer Turbidite. *Verh. Geol. B.—A.* 4, 570—582, Wien.
- Engel, W. (1974): Sedimentologische Untersuchungen im Flysch des Beckens von Ajdovščina (Slowenien). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.* 16, 4 + 65, Göttingen.
- Funnel, B. M. (1967): Foraminifera and Radiolaria as depth indicators in the marine environment. U: Depth Indicators in Marine and Sedimentary Environments (ur. Hallam, A.), *Marine Geology* 5/6, 333—347, Amsterdam.
- Garcia Mondejar, J., Hines, F. M., Pujalte, V. & Reading, H. G. (1985): Sedimentation and tectonics in the western basque-cantabrian area (northern Spain) during Cretaceous and Tertiary times. U: *Excursion guide-book 6. Eur. Reg. Mtg. IAS Lleida* (ur. Milá, M. D. & Rosell, J), 306—392.
- Gnaccolini, M. (1968): Sull' origine del »conglomerato pseudo-cretaceo« di Vernasso (civiale del Friuli). *Riv. Ital. Paleont.* 74/4, 1233—1254, Milano.
- Grubić, A. & Komatina, M. (1962/63): Osobine eocensko-oligocenskog fliša između Splita i Makarske. *Sedimentologija* 2/3, 21—38, Beograd.
- Hampton, M. A. (1972): The role of subaqueous debris flow in generating turbidity currents. *Jour. Sed. Petrol.* 42/4, 775—793, Tulsa.
- Jerković, L. & Martini, E. (1976): Upper Eocene Calcareous Nannoplankton from Split and Dugi Rat (Yugoslavia). *Nafta* 27/2, 67—70, Zagreb.
- Johns, D. R., Muttii, E., Rosell, J. & Séguret, M. (1981): Origin of a thick, redeposited carbonate bed in Eocene turbidites of the Hecho Group, South-central Pyrenees, Spain. *Geology* 9, 161—164.
- Karlsrud, K. & Edgers, L. (1982): Some Aspects of Submarine Slope Stability. U: Marine Slides and Other Mass Movements (ur. Saxov, S. & Nieuwenhuis, J. K.), *NATO Conf. Ser. 6, Plenum Press*, 61—81, New York.

- Kerner, F. (1903): Gliederung der Spalatiner Flyschformation. *Verh. Geol. Reichsanst.* 5, 87—102, Wien.
- Kerner, F. (1914): Geologische Spezialkarte der Österr.-Ungar. Monarchie 1:75 000, Zone 31, Kol. XV, Sinj und Spalato, Wien.
- Kuenen, Ph. H. (1968): Turbidity Currents and Organisms. *Ecl. Geol. Helv.* 61/2, 525—544, Basel.
- Kuščer, D., Krošl-Kuščer, N. & Skaberne, D. (1976): Olistostrome v flišu pri Anhovem (zahodna Slovenija). 8. jug. geol. kongr. Bled (1974), 2 (paleont., sedim., strat.), 157—164, Ljubljana.
- Labaume, P., Mutti, E., Séguret, M. & Rosell, J. (1983): Mégaturbidites carbonatées du bassin turbiditique de l'Éocène inférieur et moyen sud-Pyrénéen. *Bull. Soc. Géol. France* (7), 25/6, 927—941, Paris.
- Lee, J. J., Mc Enery, M. E., Kahn, E. G. & Schuster, F. L. (1979): Symbiosis and the evolution of larger foraminifera. *Micropaleont.* 25/2, 118—140, New York.
- Lewis, K. B. (1971): Slumping on a continental slope inclined at 1°—4°. *Sedimentology* 16/1/2, 97—110, Amsterdam.
- Lowe, D. R. (1982): Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high — density turbidity currents. *Jour. Sed. Petrol.* 52/1, 279—297, Tulsa.
- Magaš, N. & Marinčić, S. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za listove Split i Primošten, K 33—20 i K 33—21, 5—47, Savezni geol. zavod, Beograd.
- Marinčić, S. (1981): Eocenski fliš jadranskog pojasa. *Geol. vjesnik* 34, 27—38, Zagreb.
- Marinčić, S., Korolija, B. & Majcen, Z. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Omiš, K 33—22, Savezni geol. zavod, Beograd.
- Marinčić, S., Korolija, B., Mamužić, P., Magaš, N., Majcen, Z., Brkić, M. & Benček, Đ. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, Tumač za list Omiš, K 33—22, 5—51, Savezni geol. zavod, Beograd.
- Marinčić, S., Magaš, N. & Borović, I. (1971): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000, list Split, K33—21, Savezni geol. zavod, Beograd.
- Marjanac, T. (1985): Composition and origin of the megabed containing huge clasts (Flysch formation, middle Dalmatia, Yugoslavia). *Abstracts 6. Eur. Reg. Mtg. IAS* Lleida, 270—273.
- Middleton, G. V. & Hampton, M. A. (1976): Subaqueous Sediment Transport and Deposition by Sediment Gravity Flows. U: Marine Sediment Transport and Environmental Management (ur. Stanley, D. & Swift, D.), John Wiley & Sons, 197—218, New York.
- Mullins, H. T., Heath, K. C., Van Buren, M. & Newton, C. R. (1984): Anatomy of a modern open-ocean carbonate slope: northern Little Bahama Bank. *Sedimentology* 31, 141—168, Oxford.
- Mountjoy, E. W., Cook, H. E., Pray, L. C. & McDaniel, P. N. (1972): Allochthonous Carbonate Debris Flows — Worldwide Indicators of Reef Complexes, Banks or Shelf Margins. 24. *Int. Geol. Congr. Montreal, Sect. 6 (Strat. Sed.)*, 172—189.
- Mutti, E., Ricci Lucchi, F., Séguret, M. & Zanzucchi, G. (1984): Seismoturbidites: a new group of re-sedimented deposits. *Marine Geology* 55, 103—116, Amsterdam.
- Naylor, M. A. (1981): Debris flow (olistostromes) and slumping on a distal passive continental margin: the Palombini limestone-shale sequence of the northern Apennines. *Sedimentology* 28/6, 837—852, Oxford.
- Pavlovec, R. (1969): Istrske numulitine s posebnim ozirom na filogenezo in paleoekologijo. *Razprave Slov. Akad. Znan. Umjet.* (4) 12/4, 113—206, Ljubljana.
- Porrenga, D. H. (1967): Glauconite and chamosite as depth indicators in the marine environment. *Marine Geology* 5/6, 495—501, Amsterdam.

- Prior, D. B., Bornhold, B. D., Coleman, J. M. & Bryant, W. R. (1982): Morphology of a submarine slide, Kitimat Arm, British Columbia. *Geology* 10, 588—592.
- Prior, D. B., Bornhold, B. D. & Johns, M. W. (1984): Depositional characteristics of a submarine debris flow. *Journ. of Geology* 92, 707—727, Chicago.
- Prior, D. B. & Coleman, J. M. (1982): Active Slides and Flows in Underconsolidated Marine Sediments on the Slopes of the Mississippi Delta. U: Marine Slides and Other Mass Movements, (ur. Saxov, S. & Nieuwenhuis, J. K.), Plenum Press, 21—49, New York.
- Sarti, M. (1980): Frane sottomarine e debris flow in una successione carbonatico torbiditica eocenica (Val d'Avesa, Verona). *Annali dell'Universita di Ferrara (N. ser.) sec. 9, Sci. geol. pal.* 7/4, 65—89, Univ. degli studi di Ferrara.
- Stow, D. A. V. (1986): Deep Clastic Seas. U: Sedimentary Environments and Facies (ur. Reading H. G.), Blackwell Sci. Publ., 399—444, Oxford.

Sedimentation of Kerner's »middle flysch zone« (Paleogene, environs of Split)

T. Marjanac

Kerner (1903, 1914) recognized differences in flysch sequence of Split environs, and introduced tripartite subdivision with the »lower flysch zone«, the »middle flysch zone« (that includes the »Klippenzone«) and the »upper flysch zone«. Later authors did not follow this subdivision, but recognized flysch as a single lithostratigraphic unit (Marinčić & al. 1971, 1976, 1977, Marinčić 1981, Magaš & Marinčić 1973). The detailed exploration in environs of Split and Solin proved that the »Klippenzone« was correctly recognized as the characteristic zone that divides clastic sediments in 2 zones, i. e. the lower one and the upper one. The outcrop area of the »middle flysch zone« is illustrated in fig. 1 by Kerner's simplified map from the 1903. Blanchet (1970) first recognized the huge clasts in Kerner's »Klippenzone« as the olistolites, and Marjanac (1985) described the composition of the megabed that contains those olistolites.

The »middle flysch zone« consists of 170 m thick (single) megabed that originated from an extraordinary huge sediment gravity flow that had the characteristics of a debris flow in the lower part, and a dense turbidity current in the upper part (fig. 3). That flow transported exceptional volume of debris, and the dry volume of the megabed exceeds 5 km³. The huge extrabasinal megaclasts (olistolites) are predominantly represented by the shallow marine eocene foraminiferal limestones (pl. II, fig. 1 and 2) and biomicrites of a deeper marine environment that contain abundant pelagic foraminifers and glauconite grains (pl. II, fig. 3). Clasts of older rocks (i. e. cretaceous limestones, pl. II, fig. 4) are subordinate. The megaclasts are most abundant in the lower unit of the megabed (fig. 3). Deformed bedded clasts of »basin« origin are another important constituent in the lower unit (see contorted remnant of a slump fold on pl. III, fig. 1). The size of extrabasinal and »basin sediment« megaclasts can vary in a wide range from a meter to a hundred meters. The biggest extrabasinal megaclasts appear isolated in the field (pl. I, fig. 1 and 2) as erosional remnants, but some smaller ones form small groups (pl. I, fig. 3). The orientation of these megaclasts is usually random, but sometimes it seems that some of them are subconcordant with the bedding plane of the megabed. The graded middle unit of the megabed is deposited from a giant turbidity current that was generated by a debris flow and the thick and massive cement marl of the upper unit is deposited from a ponded turbidity current tail in a topographically restricted part of basin.

The axes of the slump fold remnants are oriented approximately east-west, indicating possible strike of a slope. Fault planes that are preserved on some megaclasts indicate that the source area was affected by tectonics, and the rounded shape of most clasts indicates that the source area was a place of extensive rounding, possibly by the wave action.

The exceptional volume of the megabed indicates a catastrophic collapse of a shelf margin, that was probably initiated by a seismic shock during the lowstand of the sea level. Thus the megabed is a »seismoturbidite« (sensu Mutti & al. 1984). In spite of a great thickness and the complex composition, the megabed should be considered as a single-event deposit. Similar megabeds have been described by Gnaccolini (1968), Engel (1970), Kuščer & al. (1976), Bernoulli & al. (1981), Johns & al. (1981), Babić & Zupanić (1983) and Laube & al. (1983).

TABLA I
Blokovi

1. Blok Sutikva (lok. 5 na sl. 2).
2. Blok Kila (lok. 7 na sl. 2).
3. Skupina blokova u blizini tvornice cementa »Prvoborac« (lok. 1 na sl. 2).

PLATE I
Megaclasts

1. Sutikva megaclast (loc. 5 in fig. 2).
2. Kila megaclast (loc. 7 in fig. 2).
3. Group of megaclasts near the cement factory »Prvoborac« (loc. 1 in fig. 2).

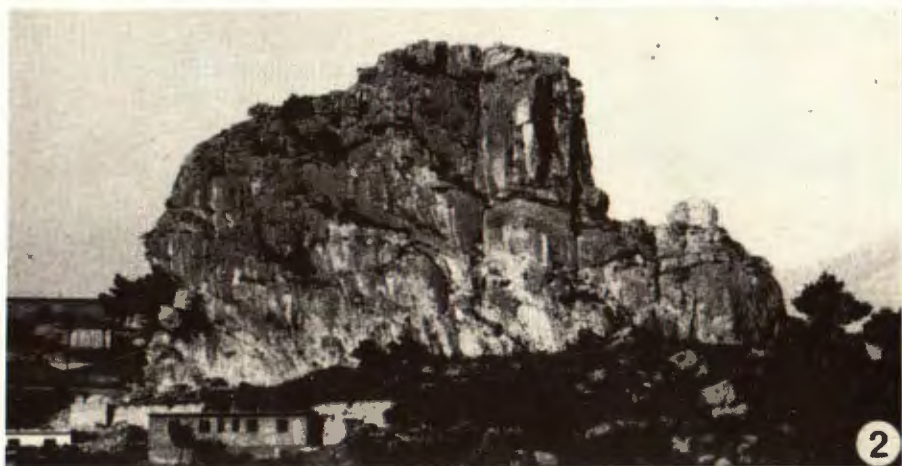


TABLA II
Mikrofacijesi blokova

1. Blok Kamen (lok. 8 na sl. 2): foraminiferski vapnenac — biomikrit. Vidi se fragmentiranost skeleta. Velike diskocikline su polomljene in situ (negativ).
2. Blok Kamen — detalj. Neki skeleti su intenzivno bušeni, a stijenske su oštećene (? abradirane). Prikazana oštećenja uočena su podjednako kod numulita i diskociklina. Takvi skeleti su najvjerojatnije pretaloženi.
3. Blokovi uz Jadro: biomikrit s globigerinama i glaukonitom (nije vidljiv na slici).
4. Klast biosparita s orbitolinama i kršjem školjkaša (lok. 3 na sl. 2). Rubovi skeleta su mikritizirani (negativ). Mjerilo pokazuje 1 mm.

PLATE II
Microfacies of megaclasts

1. Kamen megavlast (loc. 8 in fig. 2): foraminiferal limestone — biomicrite. Note the fragmentation of skeletal remains, larger discocyclinids are fragmented in situ (negative print).
2. Kamen megaclast — a detail. Some skeletal remains are heavily bored, and the shells are roughend (? abraded). Such destruction is recorded both on nummulitins and diskocyclinids. These skeletal remains are most probably resedimented.
3. Megaclasts along the Jadro river: biomicrite with numerous globigerinids and glauconite (not visible on the photo).
4. Biosparite clast from the loc. 3 in fig. 2. Note orbitolinids and lammelibran-
chiate fragments with the micrite coatings (negative print). Scale bar represents 1 mm.

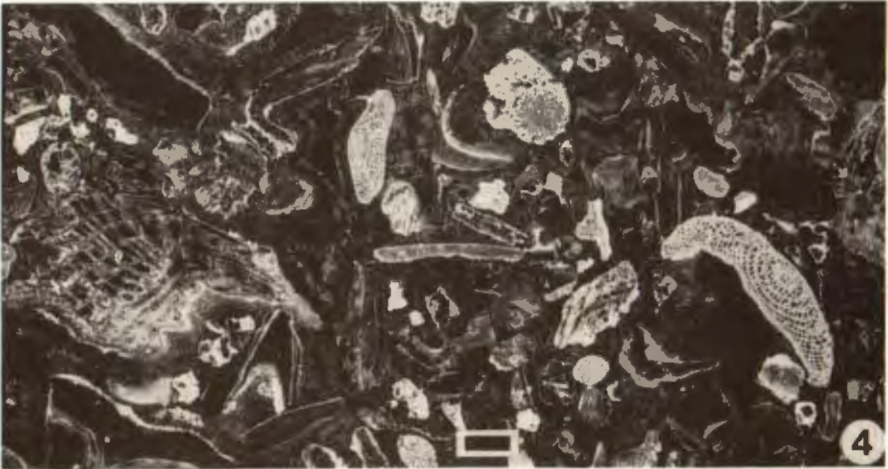
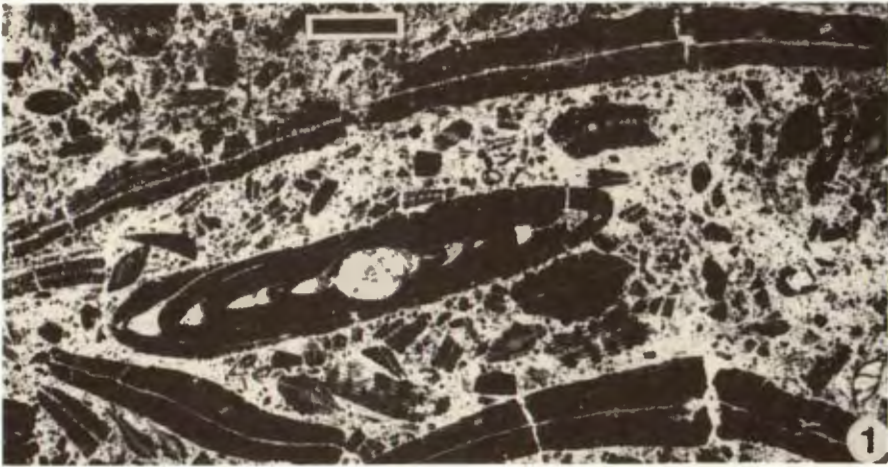


TABLA III
Donji član megasloja

1. Dio klizne bore s deformiranim »bazenskim« sedimentom. Napušten tupinolom »Prvoborac« (lok. 2 na sl. 2). Geološki čekić pokazuje mjerilo.
2. Osnova donjeg člana megasloja (»debris flow« sediment) s obiljem foraminifera (veliki numuliti i fragmenti diskociklina). Strelica pokazuje laporni klast. Kovanica pokazuje mjerilo.
3. Mikrosnimak osnove. Detritus ima muljnu potporu, a velike foraminifere su redovito oštećene. Acetatni preparat. Mjerilo mikrosnimka pokazuje 1 mm.

PLATE III
Lower unit of the megabed

1. Slump fold remnant of »basin« sediments. Abandoned »Prvoborac« quarry (loc. 2 in fig. 2). Note geological hammer for scale.
2. Matrix of the lower unit (debris flow sediment) with abundant foraminifers (big nummulites and fragmented diskocyclinas). Arrow indicates a marl clast. Coin indicates scale.
3. Microphotography of matrix. Note the mud support and fragmentation of the larger foraminifers. Acetate peel. Scale bar represents 1 mm.

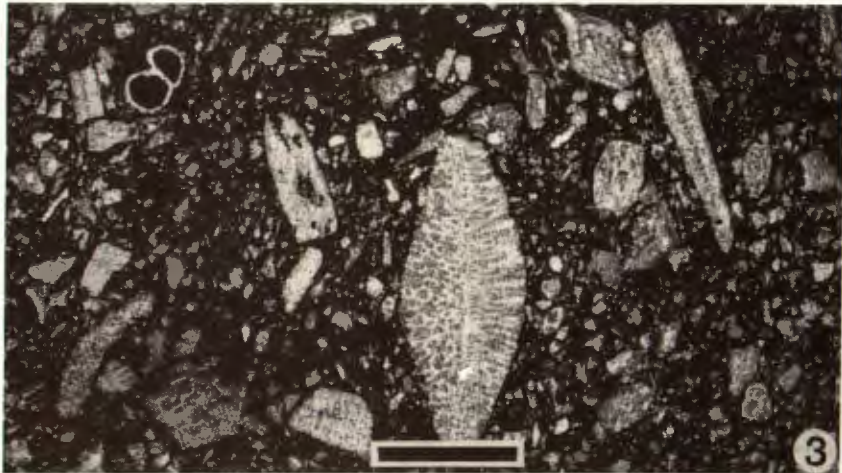


TABLA IV
Srednji član megasloja

1. Kontakt donjeg (1) i srednjeg (2) člana megasloja je izrazito nepravilan zbog utiskivanja (»protuberance«). Strelica pokazuje laporni klast uz kontakt. Uočava se odsutnost većih litoklasta u »debris flow« sedimentu. Mjerilo pokazuje 1 m.
2. Valovita laminacija u srednjem članu megasloja.
3. Kalksiltit (biomicrit) s prijelaza srednjeg u gornji član megasloja. (Negativ.) Mjerilo mikrosnimka pokazuje 1 mm.

PLATE IV
Middle unit of the megabed

1. Contact of the lower (1) and the middle (2) unit is very irregular due to the loading that produced big flame structures. Arrow is pointed at a big marl clast near the contact. Note the absence of big lithoclasts in the debris flow sediment. Scale bar represents 1 m.
2. Wavy lamination in the middle unit of the megabed.
3. Calcsiltite (biomicrite) from transition of the middle to the upper unit of the megabed. (Negative print.) Scale bar represents 1 mm.

