

Glaukonitni pješčenjaci u badenskim sedimentima okolice Novog Marofa

Dunja ŠPALJ i Josip TIŠLJAR

*Institut za geologiju i mineralne sirovine, Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, YU — 41000 Zagreb*

Bubrežasta glaukonitna zrna u pješčenjacima koji se javljaju u početku ritmičke izmjene turbiditnih sedimenata badena okolice Novog Marofa, interpretirana su kao glaukonitni peleti nastali procesom glaukonitizacije iz fekalnih peleta. Zajedno s fosilnim i siliciklastičnim detritusom ona su mutnim tokovima donesena i istaložena kao turbiditni sedimenti u donjem dijelu padine bazena.

Glauconite grains of mammillar shape that appear within the rhythmic exchange of turbidite sediments (Badenian) in the vicinity of Novi Marof were interpreted as glauconite pellets. They originate from shallow marine environments due to the activity of the living organisms and glauconitization process. Glauconite pellets were as well as siliceous detritus transported by gravity flow mechanism and deposited as turbidite sediments in the low part of the slope.

UVOD

Ritmičko redanje biokalkarenita, pjeskovitih biokalkarenita, litičnih arenita, pjeskovitih siltita, siltita i siltoznih lapora badena okolice Novog Marofa, koje se osobito lijepo može pratiti na jezgri istražne bušotine u selu Remetinec, ukazuje na taloženje mehanizmom mutnog toka.

Unutar nekoliko turbiditnih sekvencija pojavljuju se glaukonitni pješčenjaci.

U ovom radu prikazani su rezultati sedimentoloških istraživanja naslaga u stupu Remetinec kao i pokušaj interpretacije porijekla glaukonitnih zrna u tzv. glaukonitnim pješčenjacima.

Naslage pripadaju tortonu (= badenu) M_2^2 , a Šimunić et al. (1982) spominju ih kao najizrazitiji transgresivni član neogena koji svojim većim dijelom okružuje starije stijene. Prema istim autorima za vrijeme tortonske transgresije iz mora su stršali pojedini dijelovi planina koji su kasnije bili preplavljeni. Gorjanović-Kramberger (1904 i 1908) je smatrao da su planine virile kao otoci iz terciarnog mora i nazvao ih »otočnim planinama«.

Prema Šimuniću et al. (1982) tortonski (=badenski) sedimenti su izrazito marinski, nastali u različitim okolišima zone neritika, uz naglašenu ulogu biogenih elemenata u toku sedimentacije. Prevladavajući

vapnenački sedimenti zastupljeni su biogenim te pjeskovitim vapnencima, laporovitim vapnencima, a pojavljuju se još konglomerati, breče, pješčenjaci, pijesci i lapori.

LITOLOŠKE I SEDIMENTOLOŠKE ZNAČAJKE BADENSKIH SEDIMENATA

Badenski sedimenti u području Novog Marofa, posebno oko sela Retinec gdje se unutar njih nalaze glaukonitni pješčenjaci, sastoje se u donjem dijelu od litotamnjsko-briozojskih biokalkrudita i u gornjem dijelu od pješčenjaka i siltita u izmjeni (slika 1).

Biokalkruditi koje nalazimo u podini slojeva koji sadrže glaukonitne pješčenjake su masivne, rjeđe debeloslojevite, čvrsto litificirane stijene pretežno sastavljene od gomolja ili rodoida i krhotina litotamnija, promjera i do 25 mm, te od fragmenata skeleta briozoa, a često i kršja bodljikaša, debeloljuštarnih školjkaša i krupnih bentičkih foraminifera. Kod litotamnjskih gomolja ili rodoida česte su inkrustacije i obraštanja litotamnija brizoama.

Osim fosilnog detritusa biokalkruditi sadrže i siliciklastični detritus, ali uvijek u bitno manjem udjelu od fosilnog detritusa.

Za razliku od fosilnog detritusa u kojem prevladavaju krupna zrna (2—25 mm) siliciklastični detritus ima dimenzije sitnog i srednjeg pijeska, a samo iznimno i krupnog pijeska. Zastupljen je pretežno uglatim zrnima monokristalnog, rijetko polikristalnog kvarca, fragmentima kvarcita, kvarcnih arenita, litičnih arenita i litičnih grauvaka, a znatno rjeđi su odlomci kristalastih škriljavaca i intenzivno izmijenjenih tufova ili efuziva.

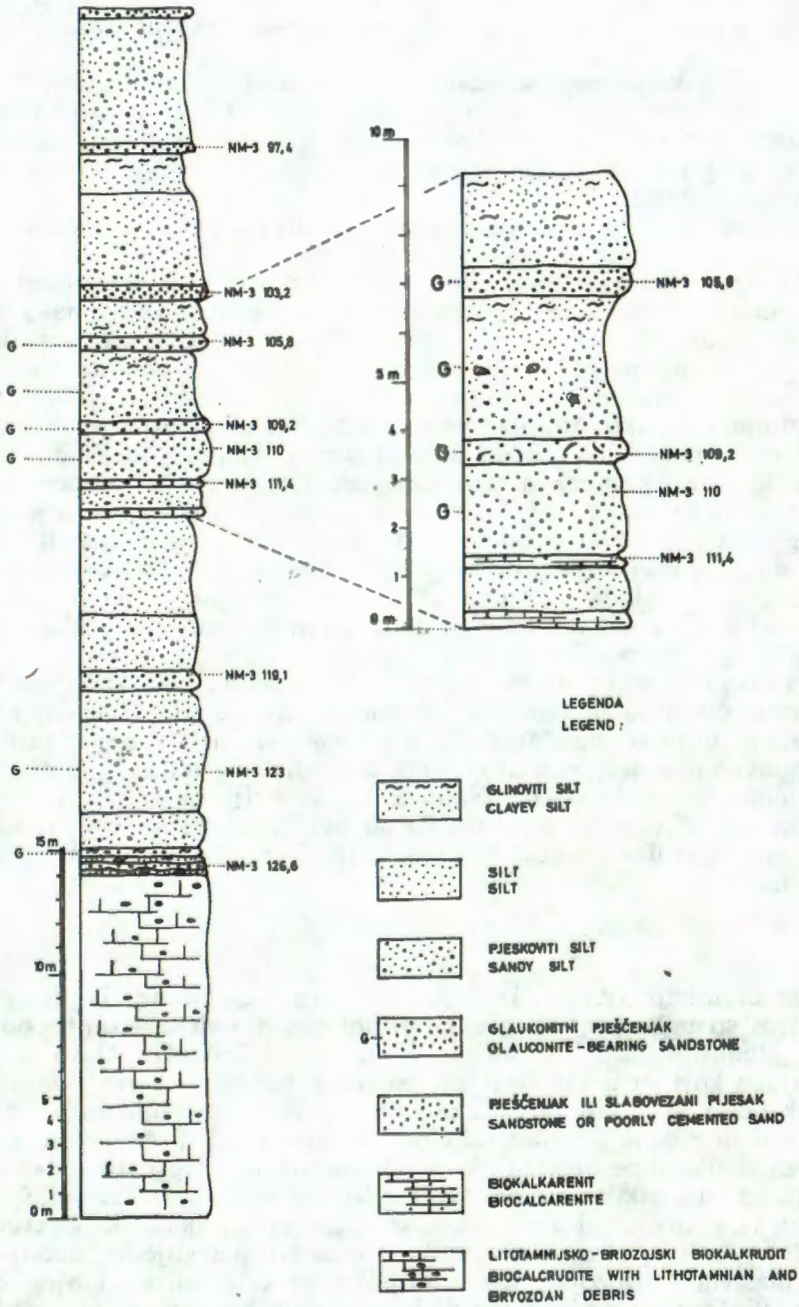
Kao vezivo u intraskeletnim porama u donjem dijelu biokalkrudita prevladava mozaični družni kalcitni cement, a u gornjem dijelu gusti, kriptokristalasti karbonatni mulj — mikrit. U intraskeletnim šupljinama brioza i bentičkih foraminifera redovito je izlučen mozaični družni kalcitni cement, a oko fragmenata bodljikaša sintaksijalni obrubni kalcitni cement.

Ovakva struktura i cementacija donjeg dijela biokalkrudita tim stijenama daje karakteristike bioklastičnih rudstona, a u gornjem dijelu bioklastičnih floatstona.

Litotamnjsko-briozojski i ehinodermiski biokalkruditi su interpretirani kao sedimenti nastali taloženjem velikih količina biogenog grebenskog detritusa iz relativno kratkih turbiditnih tokova u donjem dijelu padine morskog sedimentacijskog bazena.

Na biokalkruditima slijedi oko 125 m debeli paket sedimentata s jasnim ritmičkim redanjem sekvencija čije debljine najčešće variraju od 30 cm do 2,3 m. Unutar tog paketa javlja se nekoliko slojeva glaukonitnih pješčenjaka (slika 1).

Sekvencije se sastoje od razmjerno tankog sloja (5—20 cm) srednje do sitnozrnatog slabovezanog pješčenjaka ili pjeskovitog biokalkarenita, koji ponekad pokazuju gradaciju, horizontalnu ili kosu slojevitost (dakle pripadaju Bauma intervalima Ta, Tb, ili Tc), te, u pravilu, od bitno debljeg sloja pjeskovitog siltita koji prema vrhu sekvencija obično postupno prelazi u siltit, glinoviti siltit ili siltozni lapor (slika 1). Tipični



Sl. 1. Litološki stup

Fig. 1. Lithologic column

Bauma intervali s jasno izraženim teksturama razvijeni su u stupu iznad sekvencija u kojima nalazimo glaukonitne pješčenjake prikazane na slici 1.

Pjeskoviti biokalkareniti se sastoje od varijabilnog udjela siliciklastičnog detritusa istog sastava kao i pješčenjaci, te od dobro sortiranog kršja briozoa, litotamnija, bodljikaša i bentičkih foraminifera, dakle biodetritusa istog sastava kakav imaju biokalkruditi u donjem dijelu badenskih sedimenata.

Pješčenjaci pripadaju litičnim arenitima i vapnenačkim litičnim arenitima.

Litični areniti se sastoje pretežno od uglatih zrna kvarca s unduloznim i istovremenim potamnjenjem, polikristalnog kvarca, odlomaka kvarcita, litičnih arenita i kvarčnih arenita. Rjeđi su odlomci kristalastih škrljavaca, dolomita, tufova i/ili efuziva. Uz ove bitne sastojke litični areniti još sadrže listiće muskovita, pojedinačne krhotine briozoa, bodljikaša i litotamnija, a glaukonitni pješčenjaci, o kojima će detaljnije biti govora nešto dalje u tekstu, još i veliki udio kuglica i grudica glaukonita. Intergranularne pore ispunjene su mikrokristalastim kalcitnim cementom.

Vapnenački litični areniti, koje češće nalazimo u gornjem dijelu turbiditnog paketa, sastoje se od istog detritusa kao i litični areniti, ali za razliku od njih umjesto cementa sadrže i znatan udio sitnozrnatog kalcitnog matriksa, odnosno sitnozrnatog kalcitnog mulja. Taj je mulj bitaložen zajedno sa siliciklastičnim detritusom dimenzija pijeska iz mutnih struja.

Pjeskoviti siltiti, siltiti i siltozni lapori koji tvore pretežni, odnosno završni dio sekvencija, sastoje se od promjenljivih međusobnih udjela siliciklastičnog detritusa dimenzija sitnog pijeska i silta (uglavnom kvarc, kvarcit, tinjci), karbonatnog mulja i gline.

Ritmično redanje litoloških članova u sekvenciji, kao i teksturne značajke unutar sekvencija, ukazuju da su ovi badenski sedimenti nastali taloženjem detritusa iz mutnih tokova, tj. da ih možemo smatrati turbiditima.

GLAUKONITNI PJEŠČENJACI

Prema definiciji (Pettijohn, 1975) pravi glaukonitni pješčenjaci sastavljeni su uglavnom od glaukonitnih zrna i sadrže manje od 1% kvarca. Međutim, naziv »glaukonitni pješčenjak« upotrebljava se i za pješčenjake koji su u litosferi mnogo češći, gdje je kvarc dominantni sastojak i čini 50 ili više postotaka svih sastojaka, a glaukonitna zrna se pojavljuju sa znatno manjim udjelom. U američkoj literaturi se kao sinonim za glaukonitne pješčenjake često koristi naziv »greensand«.

U slijedu badenskih naslaga okolice Novog Marofa, prikazanih u stupu (slika 1), glaukonitni pješčenjaci se pojavljuju u nekoliko sekvencija.

Slojevi relativno siromašni glaukonitnim zrnima slijede neposredno nakon masivnog briozojско-litotamnijског biokalkrudita donjeg dijela naslaga. Pješčenjaci s visokim udjelom glaukonitnih zrna učestalije se pojavljuju nešto više u stupu u seriji sedimenata koji redanjem litoloških članova tvore turbiditne sekvencije.

Glaukonitni pješčenjaci po tipu pripadaju litičnim arenitima (tabla I, sl. 1). Osnovni sastojci su, pored glaukonitnih zrna, relativno dobro sor-

tirana zrna kvarca s unduloznim i istovremenim potamnjem, odlomci kvarcita, kristalastih škriljavaca (gnajsa, kvarc-tinjčastih škriljavaca), izmijenjenih efuziva i/ili vitrofirskih tufova, grauvaknih pješčenjaka, mikrokristalastih vapnenaca i dolomita. S promjenjivim udjelom u pojedinim slojevima pojavljuje se i fosilni detritus — krhotine ljuštura školjkaša i skeleta litotamnijskih algi i briozoa. Mjestimično je udio debelo-ljušturnih školjkaša toliko velik da čini pjeskovitu kokinu.

U integranularnim porama najčešće je izlučen mikro do makrokristalasti kalcitni cement. Sloj s fosilnim kršjem školjkaša osim kalcitnog sadrži i razmjerno velik udio ferokalcitnog cementa.

Pored siliciklastičnog i fosilnog detritusa, listića muskovita, te grudastih nakupina organske materije, u spomenutim pješčenjacima nalaze se žutozelena do zelena zrna glaukonita. U pojedinim slojevima glaukonitna zrna se pojavljuju tek sporadično, dok su u nekima (sloj s uzorkom NM-3 109,2) značajni sastojak. Veličina glaukonitnih zrna varira od 0,2—1 mm. U mikroskopskom izbrusku motrimo najčešće zrna sferičnih ili ovalnih formi (tabla I, sl. 1 i 2). Ona predstavljaju mikro do kriptokristalaste nakupine minerala u kojima mikroskopski nije moguće odrediti da li se uz glaukonit javljaju i neki drugi zeleni minerali. Osim sferičnih i elipsoidalnih zrna, u mikroskopskom izbrusku često nalazimo i zrna složene građe koja se sastoje od više međusobno slijepljenih sitnih glaukonitnih kuglica — peleta (tabla I, sl. 3).

Otapanjem kalcitnog odnosno ferokalcitnog cementa te izdvajanjem glaukonitnih zrna elektromagnetnim Frantz-ovim izodinamskim separatorom i zatim njihovim istraživanjem stereomikroskopom, zapažena su glaukonitna zrna tamnozeleno boje i bubrežastih oblika. Površina zrna izbrazdana je plitkim žljebovima ispunjenim kvarcom (tabla I, sl. 4).

Svojim oblicima, morfologijom i uniformnim dimenzijama po porijeklu odgovaraju fekalnim peletima koji su naknadno bili glaukonitizirani.

Rendgenski snimak praha čistih, separiranih glaukonitnih zrna pokazao je da je sastav monomineralan, tj. da je to čisti mineral glaukonit koji s gotovo 100% sudjeluje u građi ovih »glaukonitnih peleta«. Rendgensku analizu je izradio dr. Dragutin Slovenac, pa mu se ovom prilikom zahvaljujemo na pomoći.

Detaljnija mineraloška i kemijska istraživanja glaukonita iz tortonskih (=badenskih) pješčenjaka južnih padina Požeške gore, u kojima se glaukonit pojavljuje u gotovo identičnim zrnima kao i u badenskim glaukonitnim pješčenjacima okoline Novog Marofa, izvršio je Slovenac (1986). Prema njegovim rezultatima »bubrežaste i grozdaste glaukonitne nakupine promjera od 0,1 — 0,5 mm izgrađene su od vrlo sitnih kristalita (glaukonit tipa 1M—1Md), a sadrže i malo amorfne tvari. Prosječni kemijski sastav ovih nakupina odgovara strukturno relativno homogenom glaukonitu tipa 1M«.

INTERPRETACIJA POSTANKA GLAUKONITNIH PJEŠČENJAKA

Problem postanka glaukonitnih zrna nije potpuno jasan i jednoznačan. U recentnim sedimentima glaukonitna zrna se najčešće pojavljuju u kalcitnim muljevima, vanjskog dijela kontinentalnog šelfa ili na gor-

njem dijelu padine u dubinama od 50 do 500 metara (Ehlmann, 1978). Zrna su bubrežastih oblika izbrazdana pukotinama.

Odin i Matter (1981) tumače proces postanka glaukonitnih zrna zamjenom primarne supstance autigenim mineralima: glaukonitom, smektitom, kloritom, bertierinom i drugima. Primarnu supstancu mogu predstavljati: fekalni peleti, biogeni karbonatni detritus, mineralna zrna i fragmenti stijena te kalupni otisci ljušturica foraminifera. Prema istim autorima proces glaukonitizacije zahtjeva marinsku sredinu i relativno dug vremenski period sa slabim intenzitetom sedimentacije. Potrebni uvjeti postižu se u sredinama udaljenim od obale na dubini od najmanje 50 metara s neizraženom turbulencijom vode. Marinske transgresije, smatraju Odin i Matter (1981), stvaraju pogodne uvjete za procese glaukonitizacije.

U badenskim pješčenjacima okolice Novog Marofa glaukonitna zrna su zajedno s ostalim plitkovodnim grebensko-prigrebenskim biodetritrusom i pješčanim siliciklastičnim priobalnim detritrusom istaložena mehanizmom gravitacijskih tokova u donjem dijelu padine bazena nakon prethodne glaukonitizacije fekalnih peleta u mirnim, nešto dubljim marinskim sredinama male energije vode nastalih uslijed transgresije.

Specifični bubrežasti oblici i jednolične dimnezije glaukonitnih zrna u badenskim pješčenjacima okolice Novog Marofa dopuštaju mogućnost interpretacije njihovog postanka glaukonitizacijom fekalnih peleta. Grozdasta zrna nastala su sljepljivanjem više sitnih, okruglih peleta vjerojatno još u probavnom traktu organizma, koja su zatim bila glaukonitizirana. S obzirom da se glaukonitni pješčenjaci u vertikalnom slijedu sedimentata nalaze iznad litotamnjsko-briozojskih biokalkrudita, a ispod tipičnih turbidita s Bouma sekvencijama T_{a-d}, moguća je slijedeća sedimentološka interpretacija:

Biokalkruditi su sedimenti nastali taloženjem grebenskog biodetritru sa nakon njegovog prenosa gravitacijskim tokovima niz padinu ili u dublji dio bazena. Prestankom stvaranja i razaranja organogenih grebena, koji su bili izvorište biodetritru, nastaju na širem prostoru marinskih plicaka s niskom energijom vode na prelazu prema padini optimalni uvjeti za postanak fekalnih peleta i njihovu glaukonitizaciju. Tektonskim pokretima, koji su uzrokovali izdizanje i eroziju stijena na kopnu i/ili tonjenjem dna bazena, glaukonitni peleti zajedno s ostalim siliciklastičnim detritrusom prenose se niz padinu i talože na biodetritrus (biokalkrudite). Jačanjem tektonske aktivnosti uz promjenu nagiba padine i snažnu eroziju stijena na kopnu, nastaju uvjeti za formiranje turbiditne sedimentacije, što je rezultiralo taloženjem turbidita na glaukonitne pješčenjake.

Primljeno: 28. 12. 1987.

LITERATURA

- Ehlmann, A. J., Julings, N. C., Glover, E. D. (1963): Stages of glauconite formation in modern foraminiferal sediments. *J. Sed. Petrology*, 33, 87—96, Tulsa.
- Ehlmann, A. J. (1978): Glauconite. U: Fairbridge, R. W. and Bourgeois, J. (edit.): »The Encyclopedia of Sedimentology«, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., 364—366 str., Stroudsburg, Pennsylvania.

- Gorjanović-Kramberger, D. (1904): Geologijska prijedlogna karta kraljevine Hrvatske — Slavonije. Tumač geologijske karte Zlatar—Krapina, 1—25, Zagreb.
- Huges, D. A., Whitehead, D. (1987): Glauconitization of detrital silica substrates in the Barton Formation (upper Eocene) of the Hampshire Basin, southern England, *Sedimentology*, 34/5, 825—835, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne.
- Odin, S. G., Matter, A. (1981): De glauconiarum origine. *Sedimentology*, 28/5, 611—641, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne.
- Pettijohn, F. J. (1975): *Sedimentology Rocks*. Harper and Row, Publishers, 426 str., New York, Evanston, San Francisco and London.
- Slovenec, D. (1986): Nalazi pirofilita, paragonita, margarita i glaukonita u stijenama slavonskih planina. *Geol. vjesnik*, 39, 61—74, Zagreb.
- Simunić, An., Pikića, M., Hećimović, J. (1982): Osnovna geološka karta SFRJ, Tumač za list Varaždin 1 : 100 000, Institut za geol. istraživanja, Savezni geološki zavod, 75 str., Beograd.

The glauconite-bearing sandstone in the Badenian sediments of the Novi Marof area (North Croatia, Yugoslavia)

D. Špalj and J. Tišljar

Within the column of the Badenian turbidite sediments of the Novi Marof area glauconite-bearing sandstones appear in a few sequences.

The first appearance of the glauconite-bearing sandstones is noted above the massive biocalcudite with lithotamnian and bryozoan debris and in three more sequences higher in the column (Text, fig. 1). Glauconite-bearing sandstones are the lithic arenite type. Their most abundant constituent is quartz followed by glauconite grains, rock fragments (quartzite, gneiss, quartz-mica shists, graywackes, sandstones, microcrystalline limestones and dolomites) and sporadically there is lithotamnian and bryozoan debris. Intergranular voids are infilled with microcrystalline calcite or ferro-calcite (Plate I, fig. 1).

Glauconite grains range in size from 0,2 to 1 mm, but the most abundant are those of about 0,4 or 0,5 mm in size. The shape of the grains in the thin-sections is either spheroidal or ellipsoidal and they are of a yellow-green to a green colour. They also show either microcrystall structures (Plate I, fig. 2) or a composition of several grains stucked together (Plate I, fig. 3).

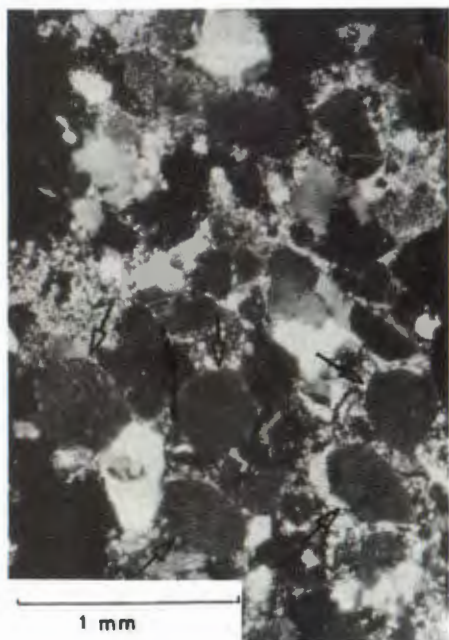
X-Ray powder analysis of the separated glauconite grains shows that they are composed of the pure glauconite.

Mammillary shape, cracked surface and specially monomineral composition of the glauconite grains in the sandstones of the Novi Marof area allows us to interpret them as pellets.

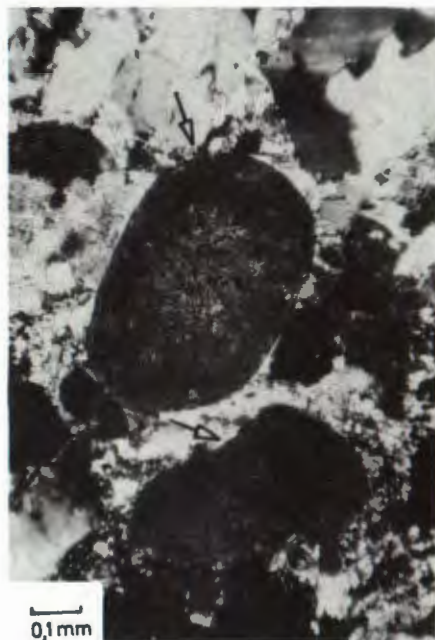
In the Badenian sandstones of the Novi Marof area the glauconite grains together with siliceous detritus, reefal and perireefal biotritus were transported by gravity flow mechanism and deposited between the slope and the basin plane.

TABLA — PLATE I

1. Glaukonitni pješčenjak — litični arenit. Okrugla i ovalna zrna glaukonita (strelice), zrna kvarca i odlomci stijena cementirani kalcitnim cementom. Nikoli +.
Thin-section of the glauconite-bearing sandstone. Spheroidal and ovoidal glauconite grains (arrows), quartz grains and rock fragments cemented with calcite cement. Nicols +.
2. Pravilni, elipsoidalni glaukonitni peleti (strelice) kriptokristalaste strukture. Nikoli +.
Cryptocrystalline texture of the ellipsoide like glauconite pellets (arrows) in the thin-section. Nicols +.
3. Složeni glaukonitni pelet sastavljen od sitnih, kuglastih peleta. Jedan nikol.
Composed glauconite pellet in the thin-section. One Nicol.
4. Kuglasti i bubrežasti glaukonitni peleti nakon otapanja octenom kiselinom i izdvajanja Frantz-ovim izodinamskim separatorom.
Spheroidal and mammilar like glauconite pellets after solution with acetic acid and separation with »Frantz isodynamic magnetic separator«.



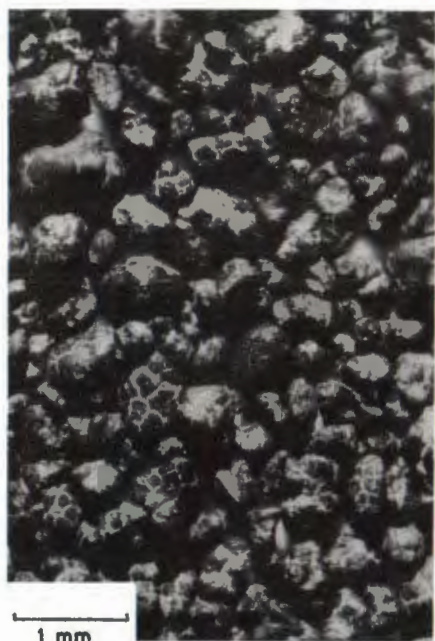
1



2



3



4