

Geol. vjesnik	32	173—183	3 sl. u tekstu, 1 tabela	Zagreb, 1979
---------------	----	---------	--------------------------	--------------

552.5:551.782

Sedimentološke karakteristike slanačke serije Beogradskog dunavskog ključa

Jelena OBRADOVIĆ

Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, YU — 11000 Beograd

Sedimentološkim ispitivanjima izdvojene su sredine u kojima je formirana slanačka serija srednjemiocenske starosti. Relativno plitkovodno slanačko jezero razvijalo se na mestu neke depresije ili doline, koja je prvo imala karakter močvare a koja je kasnije spuštanjem dna basena i prilivom voda prerasila u jezero. Najzastupljeniji su laporovito-glineni sedimenti središnje zone jezera sa izraženom laminacijom, koji se smenjuju sa tufovima, tufitima i tufoznim sedimentima. Na više slanačka serija prelazi u marinsku i mediteransku seriju.

UVOD

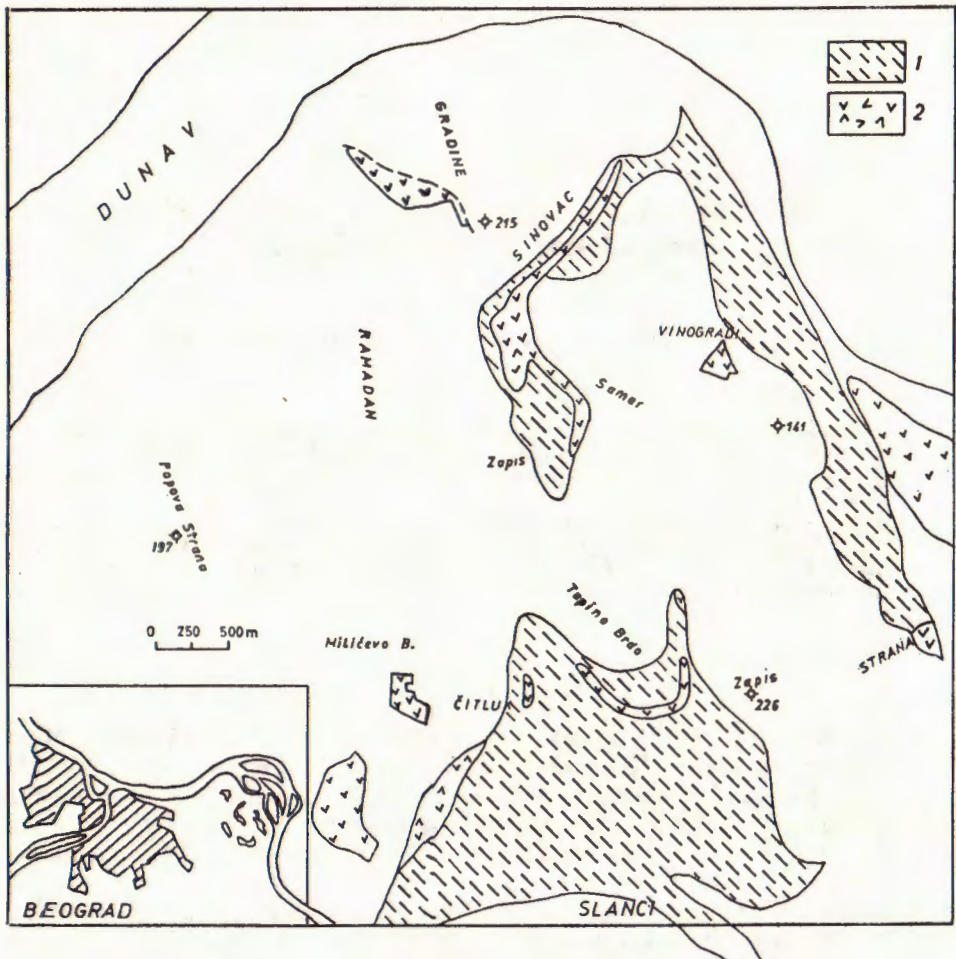
U neposrednoj blizini Beograda u ataru sela Slanci i Velikog Sela (Beogradski dunavski ključ), sl. 1. otkrivena je sedimentna serija burdigal-helvetske starosti poznata pod nazivom slanačka serija. Ova serija iako je geološki ispitana od većeg broja istraživača (Pavlović, Luković, Laskarev, Stevanović i dr.) nije bila sedimentološki obrađena.

Karakteristiku ove serije čini pored glinovito-laporovitih sedimenata koji preovlađuju, pojave piroklastita i u donjim delovima uglja. Prisustvo piroklastita vezuje se za vulkanizam koji prati alpsku orogenu fazu ubiranja, odnosno intermediteranske pokrete (Stevanović i Stangačilović, 1951).

O pojavi tufova i njihovom mestu u slanačkoj seriji govore Stevanović i Stangačilović (1951). Pojedine pojave tufova ispituju Nikolić i koautori (1975). Obradović i Dimitrijević (1978) u pomenutim piroklastitima konstatuju pojavu analcima, koji se javlja sam ili zajedno sa klinoptilolitom.

Prema dosadašnjim ispitivanjima slanačka serija taložena je u nekoj vrsti jezera čije je dno tonulo za vreme sedimentacije, odnosno basenu koji je u početku predstavljao prostranu močvaru sa ravnom obalom.

U sastav slanačke serije, čija se debljina kreće oko 200—250 m, pored glinovito-laporovitih sedimenata ulaze, iako u podređenim količinama, šljunkoviti, peskoviti i prašnasti sedimenti, zatim piroklastiti (tufovi, tufiti i tufozni sedimenti) kao i manje pojave ugljeva u donjim delovima serije. Radi boljeg pregleda date su posebno karakteristike pojedinih grupa stena, bez obzira na njihovu zastupljenost.



Sl. 1. — Otkrivene pojave slanačke serije (1) i tufova (2) u njoj, prema Stevanoviću i Stangačiloviću (1951).

Fig. 1. — The occurrences of Slanci series (1) and tuffs (2) in it, after Stevanović and Stangačilović (1951).

SASTAV I KARAKTERISTIKE SEDIMENATA

Šljunkovite stene — javljaju se na više mesta unutar slanačke serije (sl. 2), a najviši horizont konstatovan je na granici helveta i tortonona. To su pretežno slabo vezane stene u kojima veličina valutica varira od 2—50 mm. Zaobljenost šljunkova takođe varira od dobro zaobljenih (indeks zaobljenosti je blizak jedinici) do poluzaobljenih (sa indeksom zaobljenosti od 0,40—0,60), što svedoči o različitom transportu šljunkovitog materijala, svakako pri torne uzimajući u obzir i fizičke karakteristike samih valutica.

Valutice šljunkova pretežno su izgrađene od krečnjaka i peščara mezozojske starosti, zatim od rožnaca, andezita i tufova kao i serpentinita. Neka izražena pravilnost u raspodeli valutica se ne zapaža, ali se ipak može konstatovati da se valutice andezita i tufova javljaju u najvišim horizontima, serpentiniti u srednjim i višim horizontima, a da su peščari i krečnjaci pretežno stalni sastojci šljunkova bez obzira na dubinu.

Sastav šljunkova i njihova zaobljenost ukazuju da se slanačko jezero prostiralo do serpentinita i gornjo jurskih i krednih sedimentata koji su pretežno izgrađeni od krečnjaka-kalkarenita i peščara-grauvaka i subgrauvaka.

Mala debljina slabo vezanih šljunkova ukazuje da je šljunkoviti materijal, ubačen bujičnim tokovima u više intervala, prenošen ka središnjem delu basena gde je bio odlagan.

Na predpostavljenoj jugoistočnoj granici slanačkog jezera javljaju se takozvani bučvarski konglomerati koji su verovatno ekvivalentni pojavi slabo vezanih šljunkova na prelazu helveta i tortona. Veća debljina bučvarskog konglomerata uslovljena je njegovim položajem na sarnom obodu jezera.

Stevanović (1970) smatra da veće debljine bučvarskog konglomerata ukazuju na epirogene pokrete i početak velike drugomediteranske transgresije u okolini Beograda, odnosno na snažna epirogena izdizanja pre početka marinske tortonske ingresije.

Peskovite stene — su vrlo retki sastojci slanačke serije, i konstatovani su u središnjem i najvišem delu serije, relativno blizu granice sa tortonom. Često čine matriks šljunkovitim stenama.

Izgrađene su od kvarca, koji preovlađuje i koji se javlja u nepravilnim uglastim do poluuglastim zrnima, zatim ređeg feldspata, manje više raspadnutog, čija zastupljenost ide do 12%, vrlo retko više. Takođe se javljaju liskuni, manje količine teških minerala kao i odlomci rožnaca i peščara. Pirit je čest sastojak peskovitih stena. Vezivo čine karbonatni cement i glineni matriks.

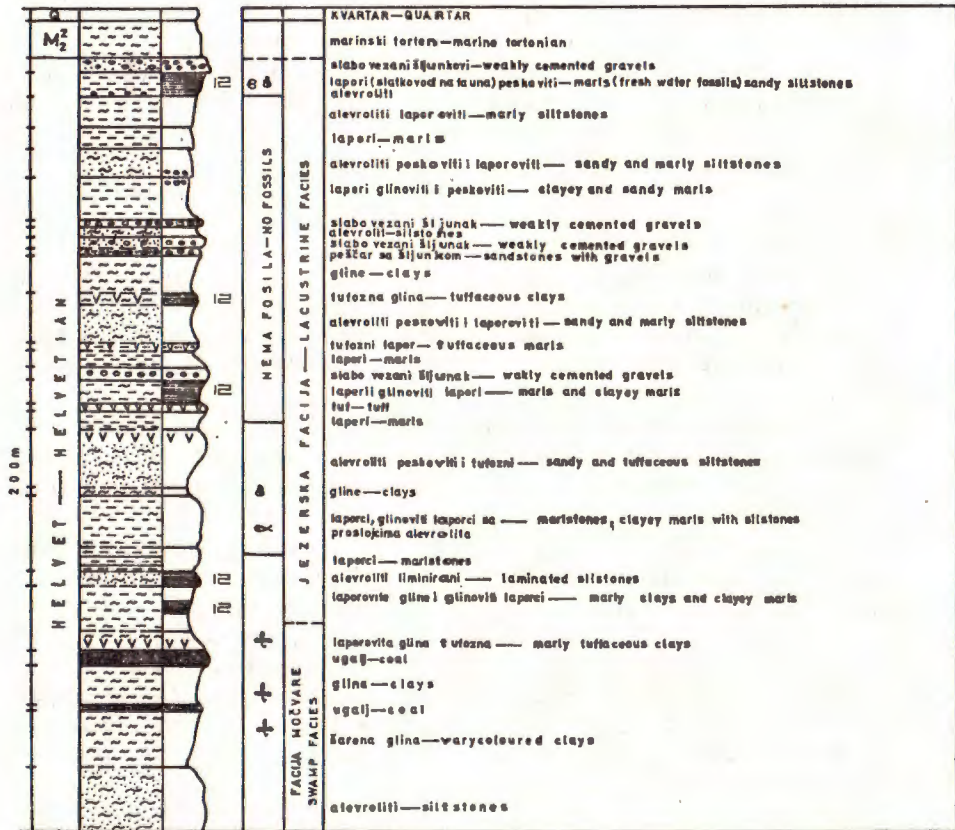
U slanačkoj seriji ne uočava se karakterističan zonarni raspored klastičnih jezerskih sedimentata, gde se po obodu javlja spoljna zona sa šljunkovitim sedimentima, zatim zona peščara, pa peskovito-laporovita zona i unutrašnja-centralna zona sa glinenim ili karbonatnim sedimentima.

Nekadašnje Slanačko jezero samo na svom jugoistočnom delu ima spoljnu zonu sa konglomeratima (severni obod nam je nepoznat), zatim dolazi zona sa prašinasto-laporovitim i glinovito-laporovitim sedimentima koji prekrivaju najveći deo površine nekadašnjeg jezera. Prelazna čisto peskovita zona, ako se izuzme relativno tanak sloj peščara blizu granice helveta i tortona, nije razvijena.

Prašinaste, glinene i laporovite stene — prikazane su skupa kako zbog svoje velike zastupljenosti tako i zbog čitavog niza prelaza između prašinstih, glinenih i laporovitih stena.

Karakteristično je da ove stene pokazuju pojavu interne slojevitosti-horizentalnu laminaciju koja često prelazi u trakastu slojevitost. Lamine su milimetarskih razmera, pretežno 1—3 mm i vidljive su zahvaljujući promeni boje koja dolazi usled razlike u veličini čestica ili koncentraciji

LOKALNI LITOSTRATIGRAFISKI STUB
„SLANAČKE SERIJE“
LOCAL LITOSTRATIGRAPHIC COLUMN OF „SLANCI SERIA“



Sl. 2. — Lokalni litostratigrafski stub slanačke serije
Fig. 2. — Local lithostratigraphic column of Slanci series.

cije različitih sastojaka. Pojava horizontalne laminacije (Sl. 2) nesumnjivo svedoči da se taloženje ispitivanih sedimenata vršilo u vodenoj sredini. Horizontalna laminacija karakteristična je za jezerske naslage taložene u relativno mirnim uslovima. Prisustvo organske materije, koja je nekad više koncentrisana u pojedinim laminama, a specijalno ostataka rastinja ukazuje da je jezero bilo vezano za humidne klimatske uslove.

Trakasta slojevitost, koja često nastaje iz horizontalne laminacije, vezana je za periodične sezonske promene sastava i količine sedimenata, odnosno za promene godišnjih doba u umerenom klimatskom pojasu humidnog karaktera. Pri prelazu jezerske u marinsku sredinu trakasta tekstura je sve slabije izražena, pošto se porastom zasoljenosti dolazi do brže koagulacije glina i do njihovog taloženja zajedno sa alevrolitima.

Za naslage slanačke serije karakteristična je izražena karbonatnost, koja se ogleda u velikoj zastupljenosti laporovitih stena i prisutnosti različite količine karbonata u prašinstim i glinenim stenama. Za središnje delove jezerskih basena karakteristična je pojava povišenog sadržaja karbonata i stvaranja laporaca u kojima se često zapaža horizontalna laminacija, pogotovo u onim slučajevima kada u basen ulazi mala količina terigenog materijala.

Karbonatnost jezerskih naslaga, prema pojedinim autorima, ukazuje ili na malu dubinu jezera ili na njegov položaj u nižim geografskim širinama (do 55° severne širine). Drugi autori smatraju da niska temperatura ne pogoduje stvaranju laporaca; u toploj vodi izdvaja se kalcit koji se taloži zajedno sa glinama dajući na taj način laporce.

Karbonatnost jezerskih naslaga vezana je i za vrstu materijala koji se prinosi u basen. Karbonatni materijal, bilo u fragmentima ili u suspenziji, unosi se u basen i taloži dajući čiste ili mešane karbonatne stene.

U našem slučaju nesumnjivo je da je jedan deo karbonatnog materijala unešen sa kopna u basen, ali dubina i fizičko-hemijski uslovi jezera pogodovali su taloženju mešanih glineno-karbonatnih stena.

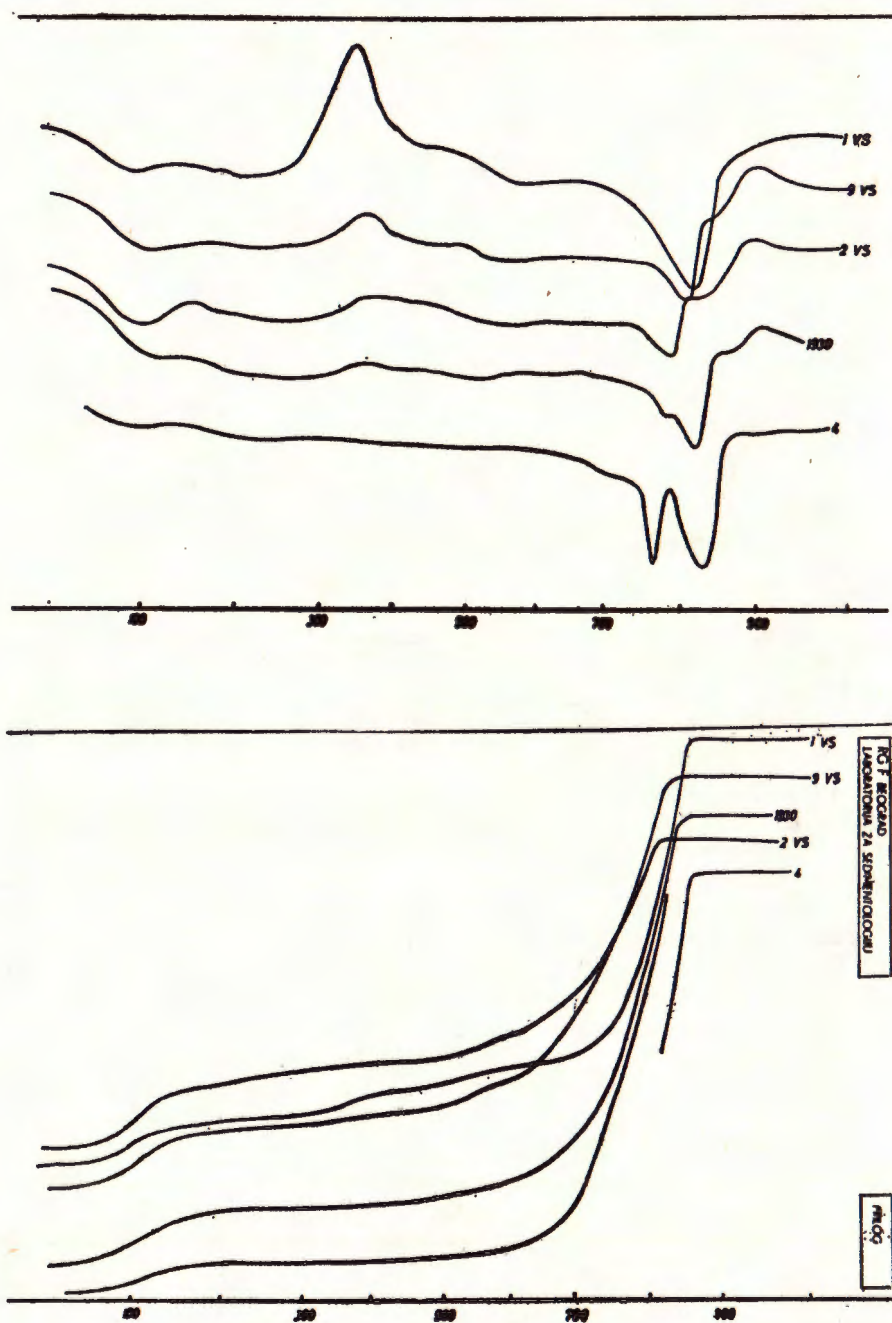
Karbonati su predstavljeni kalcitom i manjim delom dolomitom koji su konstatovani diferencijalno termičkim i rendgenskim putem (Sl. 3). Sadržaj kalcijum karbonata varira u širokim granicama, od nekoliko do 60%, pa nekad i do 70% u cementu šljunkovitih stena. Takođe varira i sadržaj dolomita, ukoliko je prisutan od nekoliko do 25%. Čisti dolomiti u vidu samostalnih stenskih masa nisu konstatovani, ali u pojedinim laminama sadržaj karbonata a često baš dolomita prevladuje. U najvećem broju slučajeva javljaju se dolomitični laporci.

U sastav glina, bilo čistih ili onih koje čine prelaz ka laporovitim ili alevrolitskim vrstama, ulaze montmorijonit, ilit i manje količine kaolinita, od kojih je poslednji zbog svoje male zastupljenosti bio konstatovan uglavnom rentgenskim putem. Montmorijonit i ilit su najčešći sastojci čija zastupljenost varira u širokim granicama, tako da nekad prevladuje jedan ili drugi mineral, a nekad se javljaju u približno istim količinama. Treba napomenuti da u slučajevima tufoznih sedimenata montmorijonit bentonitskog sastava je vezan za alteraciju vulkanskog stakla.

Detritična komponenta alevrolitskih, glinenih i laporovitih stena je predstavljena sitnozrnim kvarcem, odlomcima rožnaca i peščara, retkim zrnima feldspata, liskunima i retkim akcesornim mineralima. U alevrolitima kao vezivna materija javlja se kalcijum karbonat u vidu cementa a kao matriks glina.

U slanačkoj seriji u prašinstim, glinenim i laporovitim stenama konstatovana je pojava slatkovodne faune u dva nivoa, od kojih je jedan vrlo male debljine (vidi sliku 2). U gornjem nivou blizu granice sa tortonom javljaju se: *Potamocyprus slanci*, Krstić i *Reticulocandona višnjicae*, Krstić a u donjem nivou: *Reticulocandona nisseana*, Krstić, *Candona gr. luminosa*, Bođina, *Mediocyprus sp.* i dr. (usmeno saopštenje Krstić Nade, 1978).

Među glinenim stenama, u donjem delu serije, konstatovani su slojevi ugljeva i ugljevitih mrkih glina. Prisustvo ugljeva u ispitivanoj seriji svedoči da su u vreme taloženja ugljeva i ugljevitih sedimenata uslovi



Sl. 3. — DTA i TGA laprovitih stena
 Fig. 3. — DTA and TGA of marly rocks

bili nešto drugačiji nego kada se taložila serija iznad njih. Njihovo prisustvo ukazuje na postojanje stajaćih voda, neku vrstu močvare-baruš-tine, gde je višak vlage sprečavao pristup vazduhu te su se organski sastojci slabo razlagali i sakupljali u vidu ugljevite materije.

Interesantna je pojava šarenih, mrkocrvenih do sivoplavih, glina gde su pomenute boje nepravilno raspoređene u masi stene. Prema našem mišljenju pojava šarenih glina ukazuje na obezbojavanje prvobitno crvenih glina u redukcionim uslovima uz prisustvo organske materije. Ovo obezbojavanje se vršilo u rano dijagenetskom stadijumu.

Istraživanja Krstić Nade pokazala su da šarene gline odgovaraju nivou bez pojave fosila, što se sasvim uklapa u naše rezultate, pošto takva redukciona sredina u kojoj se vršilo taloženje nije pogodna za raz-vitak organizama.

Iz iznetog proizilazi da se slanačko jezero razvijalo na kopnu, na me-stu neke depresije ili doline, koja je prvo imala karakter močvare a ka-snije prilivom voda prerasla u jezero, relativno male dubine. Granica između jezerske facije i facije močvare je postupna i nalazi se negde oko 150 m, kao što je prikazano na listostratigrafskom stubu, sl. 2. Ova gra-nica izdvaja se i na osnovu pojave horizontalne laminacije kao i sadržaja kalcijum karbonata, koji je ispod dubine od 174 m vrlo nizak. (vidi tab. 1).

Tabela 1.

Granice u slanačkoj seriji izdvojene na osnovu sadržaja fosila, CaCO_3 i vrste minerala glina

Boundary in series Slanci devided on the basis of the conteint of fossils, CaCO_3 and clay minerals

Dubina Depth	Fosili Fossils	CaCO_3	minerali glina clay minerals
	gornji nivo 12—22 m +		
do 51 m	22—51 m —	6—61%	ilit preovlađuje
52—81 m	—	0,8—20%	montmorijonit preovlađuje
82—146 m	100—132 m +	visok	ilit + montmorijonit
preko 146 m	—	2—12%	ilit + montmorijonit

Piroklastične stene — predstavljene su beličasto-žutim do belim tufovima, mrkim do sivo-mrkim tufitima i tufoznim sedimentima (Obradović i Dimitrijević, 1978), koji se smenjuju sa sedi-mentima slanačke serije.

Tufovi su izdvojeni po veličini zrna i zastupljenosti vulkanskog stakla na pelitske-viroklastične i psamitske-vitrokristaloklastične tufove dacit-skog sastava. Izgrađeni su od vrlo sitnih fragmenata vulkanskog stakla, retkih vrlo sitnih liski biotita i pirita koji su vezani finozrnim vulkan-skim pepelom (pelitske vitroklastične vrste), ili pak oštrougaonih, karak-

terističnih odlomaka vulkanskog stakla, zrna plagioklasa i kvarca, hornblende i mrkog biotita, vezanih finostrukturnim vulkanskim pepelom (psamit-ske vitrokristaloklastične vrste).

Mrki do sivo-mrki tufiti odgovaraju po svome sastavu vitrokristaloklastičnim tufovima, samo su bogatiji glinenom materijom.

Tufozni sedimenti su predstavljeni tufoznim često dolomitičnim laporcima kao i tufoznim glinama. Tufozni laporci i tufozni dolomitični laporci su jasno laminirani, sa laminama 1—3 mm debljine. Dolomit je, u većini slučajeva, vezan za pojedine lamine. Pored dolomita konstatovano je i prisustvo kalcita, ilita i montmorijonita. Sive lamine sadrže i sitna zrna kvarca i retkog feldspata, a nekad i biotit i hornblendu. Tufozne gline takođe pokazuju pojavu laminacije ali slabije izraženu nego kod laporaca. Pored glina montmorijonitskog sastava u njima se javljaju i sitna zrna kvarca, promenjenog feldspata, mrki biotit i hornblenda, kao i pirit.

U tufovima iste serije samo u lokalnosti Višnjice, Nikolić i koautor (1975) su konstatovali prisustvo zeolita-klinoptilolita. Našim ispitivanjima pored klinoptilolita utvrdili smo analcim (Obradović i Dimitrijević, 1978) a u tufoznim dolomitičnim laporcima pretežno sam analcim. Prisustvo klinoptilolita, analcima i montmorijonita bentonitskog karaktera vezano je za dijagenetske izmene vulkanskog stakla. Od zeolita prvo je u tufovima stvoren klinoptilolit koji je kasnije prešao u analcim pod određenim uslovima, koje je uslovlila paleohidrogeotermalna aktivnost karakteristična za ovu oblast (Perić, 1978; Obradović i Dimitrijević, 1978).

ZAKLJUČAK

U neposrednoj blizini Beograda u burdigal-helvetu egzistovalo je relativno plitko slanačko jezero, veličine do cca 10 km². Razvijalo se na kopnu, na mestu neke depresije ili doline, koja je prvo imala karakter močvare a koja je kasnije spuštanjem dna basena i prilivom voda prerasla u jezero, relativno male dubine. Granica između jezerske facije i facije močvare je postupna i nalazi se negde oko 150 m dubine. Gornja granica slanačke serije je takođe postupna. Ingresijom mora jezerska facija prelazi u tortonsku-marinsku faciju.

Materijal sa kopna, pretežno šljunkoviti, prinošen je u basen bujičnim tokovima, koji su se javljali u vreme taloženja središnjeg i gornjeg dela serije. Manja količina šljunkovitog materijala dospevala je do središnjeg dela jezerskog basena gde se odlagala u vidu tanjih slojeva slabo vezanih šljunkova. Na pretpostavljenoj jugo-jugoistočnoj granici jezera, pri prelazu helveta u torton, konstatovane su veće količine tzv. bučvarskog konglomerata. Ova pojava odgovara marginalnoj šljunkovitoj zoni.

Peskovita zona, izuzev malih pojava peščara pri vrhu serije, nije razvijena ali zato prašinsti, glineni i laporoviti sedimenti prekrivaju najveći deo slanačkog jezera.

Horizontalna laminacija, koja je karakteristična za te sedimente, i koja u ispitivanoj seriji često prelazi u trakastu slojevitost svedoči o jezer-

skoj, relativno mirnoj, sredini. Trakasta slojevitost ukazuje na promene godišnjih doba u umerenom klimatskom pojasu humidnog karaktera.

Prisustvo organske materije, a specijalno ostataka rastinja takođe ukazuje da je jezero bilo vezano za humidne klimatske uslove. Prisustvo organske materije i dobro očuvanih skeleta riba pokazuje da su dublji delovi jezera bili anaerobni i da je voda bila stajačeg karaktera, što se naročito zapaža na delovima neposredno iznad prelaza facije močvare u jezersku.

Karbonatnost naslaga, koja je karakteristična za središnji delove basena, vezana je delom za prinos karbonatnog materijala sa kopna, a uglavnom je uslovljena malom dubinom i fizičko-hemijskim uslovima koji su vladali u vreme taloženja.

Pojava minerala dolomita a i reakcija klinoptilolit-analcima u tufovima vezana je za paleohidrogeotermalne pojave, koje su bile najizraženije u sarmatu, ali koje su egzistovale i ranije (Perić, 1978). Te vode koje su bile tople, alkalne a i magnezijske menjale su lokalno karakter sredine i omogućavale taloženje karbonata-dolomita i favorizovale alteraciju vulkanskog stakla u zeolite i montmorijonite bentonitskog karaktera, kao i samu reakciju klinoptilolit-analcim. pH vrednosti sredine morala je u to vreme biti u granicama između 8 i 9, jer se pod tim uslovima vrši alteracija vulkanskog stakla u klinoptilolit. Veća vrednost od 9 omogućavala bi formiranje filispita a ne klinoptilolita.

Pojava ugljeva i ugljevitih glina ukazuje na postojanje stajačih voda, neku vrstu baruštine-močvare, gde je višak vlage sprečavao pristup vazduhu te su se organski ostaci slabo razlagali i sakupljali u vidu ugljevitih materije.

Šarene gline koje se javljaju ispod ugljeva ukazuju na rano diagenetsko obezbojavanje prvobitnih crvenih glina u redukcionalnoj sredini uz prisustvo organske materije. Normalno je da u jednoj takvoj redukcionalnoj sredini sa stajačim vodama nije moglo da dođe do razvitka organskog sveta. Pojave šarenih glina odgovaraju nivou bez fosila. Pojave takvih crvenih glina mogu da sugeriraju sub-arealne uslove sredine taloženja.

Želim da izrazim zahvalnost »Kosovoprojektu«, Beograd a posebno ing. Olgi Isaković koji su mi omogućili korišćenje uzoraka stena iz Bušotina šire okoline Višnjice.

LITERATURA

- Laskarev, V., Petković, V. i Luković, M. (1930): Geološka karta okoline Beograda 1:25.000, Beograd.
- Luković, M. (1922): Facije drugomediterranskog kata u okolini Beograda; *Geološki anali Balk. Pol.*, VII, 1, 22—41, Beograd.
- Nikolić, D., Poharc, V. & Marković, D. (1975): Mineraloško-hemijsko proučavanje tufa okoline Višnjice i mogućnost njegove primene; *Zbornik radova — Simpozijum cementna ind.*, Novi Sad — Beočin, 33—39.
- Obradović, J. & Dimitrijević, R. (u tisku): Piroklastične stene sa analcima iz slanačke serije Beogradskog dunavskog ključa; *Geološki anali Balk. Pol.*
- Pavlović, P. (1922): Geološki sastav Beogradskog dunavskog ključa; *Geološki anali Balk. Pol.*, VII, 1, 1—13, Beograd.

- Perić, J. (1978): Studija o uslovima i mogućnostima iznalaženja izvorišta geotermalne energije u području Avala — Kosmaj — Bukulja — Rudnik; Fond RGF, Beograd, 1976—1978, 202 p.
- Reineck, H. E. & Singh, I. B. (1973): *Depositional Sedimentary Environments* Springer — Verlag, Berlin, 439 p.
- Selley, R. C. (1970): *Ancient Sedimentary Environments*; Chapman and Hall, LTD., London, 237 p.
- Stevanović, P. (1970): Paleogeografsko-ekološke prinove iz tortona okoline Beograda; *Glas CCLXXVIII, SAN*, od. prir.-mat. nauka, 33, 1—20.
- Stevanović, P. (1975): Stratigrafski položaj tercijarnih eruptivnih stena u okolini Beograda; *Acta Geol. VIII*, 41, 453—468, Zagreb.
- Stevanović, P. & Stangačilović, D. (1951): O pojavama vulkanskog tufa u miocenskim naslagama Beogradskog dunavskog ključa; *Zap. Srpskog Geol. društva* za 1950, 1951. i 1952. god. 1954, 67—79, Beograd.

Sedimentological characteristics of Slanci series from beogradski dunavski ključ

J. OBRADOVIĆ

In the village Slanci and Veliko Selo, in the vicinity of Beograd, sedimentary series so called Slanci series, of Burdigalian-Helvetian age, occurs. The sediments of this series were deposited in relatively shallow water lacustrine environment. The lake covered about ten sq. km. and was formed in some depression or valey plane, which at first had a swamp character and after that with the subsidence and the water influx passed into the lake. The boundary between swamp and lake is gradual and is established on the depth of 150 m. The upper boundary also is gradual. With the ingretion of the sea lacustrine facies passed into marine facies (fig. 2).

Slanci series with thickness of about 200 m is composed of dominant clayey, silty and marly sediments, of gravels and rarely of sandy sediments as well as of pyroclastic rocks and of thin beds of coal and coaly clay in the lower part of the series.

Gravels from the land were carried into the basin with the torrential flows, which occur in the time of deposition of the middle and upper part of the series. A small quantity of gravels came to the central part of the lake, where they were deposited as thin beds of weakly cemented gravels (conglomerates). Only on the marginal parts of the lake (south-southeast), in the time interval between Helvetian and Tortonian a large mass of conglomerates was deposited.

A sandy zone was not formed, with the exception of the small occurrences of weakly cemented sandstone in the upper part of the series.

Silty, clayey and marly sediments cover the largest parts of the lake. They are characterized by the occurrences of horizontal lamination, which show a low energy lacustrine deposits. Varves, which also occur in these sediments, have been interpreted as annual events.

The preservation of organic matter together with perfectly preserved fish skeletons suggest that the deeper parts of the lake, very near to the boundary of swamp facies, were anaerobic and stagnant. The presence of organic matter and the remains of lush vegetation show a humide climate.

The presence of carbonate matter which occurs in the central part of the basin, is in connection with the limestone brought from the land but mostly with the small depth of basin and with the physical and chemical conditions of the environment.

Some tuffaceous marls are dolomitic and some laminae in laminated sediments are composed of nearly pure dolomite. Origin of Mg for the formation of dolomite is in connection with paleohydrogeothermal activity in Miocene time.

Pyroclastic rocks, which are concordant with the sediments, correspond to white vitroclastic and vitrocrytaloclastic tuffs of dacite composition, tuffites and tuffaceous sediments. In pyroclastic rocks clinoptilolite, analcime and bentonitic clay - the products of diagenetic alteration of the volcanic glass were discovered.

Clinoptilolite is the first formed zeolite. The reaction clinoptilolite-analcime was favored by thermal and alkaline waters, which locally changed the condition of the environment. pH value at the time of diagenetic alteration should have been between 8 and 9. Greater value than 9 would have favored the formation of phillipsite instead of clinoptilolite.

Thin beds of coal and coaly clay occur in the base of the series. The presence of coal indicates a swamp environments.

Clays of red and gray colour, which occur in the lowest uncovered parts of the series, suggest that the primary red colour of clays was in connection with the sub-areal exposure of environments of deposition. In the early diagenetic time in reduction conditions red clays changed colour to gray.