

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	61	2	1–13	Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997
--	----	---	------	---

УДК 551.882.13:551.24.031(497.11)

Оригинални научни рад

ГЕОЛОГИЈА – GÉOLOGIE

БАДЕНСКИ ЦИКЛУСИ У СРБИЈИ

од

Милодрага Анђелковића* и Јелене Анђелковић*

На територији Србије покрети II штајерске фазе (младоштајерска фаза) доводе до издизања централних и јужних делова из којих се повлаче језерске воде и образује се пространо копно, док се северни делови спуштају у које надиру морске воде и образују се морски басени. На тај начин отпочиње доњобаденски тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклус, који траје све до почетка одраза молдавске (Леита) фазе на граници средњег и горњег бадена. Горњобаденски циклус почиње са покретима молдавске (Леита) фазе и развија се све до границе баден–сармат са покретима I атичке фазе. Доњобаденски циклус почиње трансгресивним кластитима преко разноврсног палеорељефа. Смиривањем геодинамичког режима преко кластита (бучварски конгломерати) таложене вишњице глине и коњарнички шпир. Овакав развој доњобаденског циклуса може да се прати од околине Београда, преко Панонског басена (Војводина) и СЗ Србије, са једне стране, и Доњег Поморавља и Неготилске Крајине (Дакијски басен) са друге стране.

Горњобаденски циклус почиње са покретима молдавске (Леита) фазе и траје све до I атичке фазе. Почетак циклуса означен је трансгресивним кластитима преко седимената доњобаденског циклуса као и преко палеорељефа; представљен раковичким конгломератима, преко којих леже раковички пескови, а преко ових ташмајдански кречњаци. Горњобаденски циклус, са горњобаденском трансгресијом, захвата просторе све до Параћина на југу.

Централни и јужни простори Србије са покретима II штајерске фазе се издижу, језерски басени из Карпата се празне и са малим изузецима цео простор представља копно подложно ерозији.

К.ључне речи: баден, доњобаденски циклус, горњобаденски циклус, тектоника, палеогеографија, стратиграфија.

На територији Србије баден има знатно мање распрострањење од пребаденских творевина (егенбург–отпанг, карпат). На граници карпат–баден под утицајем II штајерске фазе дошло је до спуштања северне Србије у које области надиру морске воде, док се централна и јужна Србија издижу и пребаденски језерски басени се највећим делом повлаче и у целом бадену доминирају копнени предели подложни ерозији.

У проучавању миоцена можемо разликовати три периода. Први период (XIX в. и почетак XX в.) означен је поделом миоцена на: доњи или I медитеран, средњи или II медитеран и горњи – сармат и панон. У другом периоду (од 1930. до 1986. год.) у употреби је подела миоцена на доњи миоцен (аквитан и бурдигал), средњи миоцен (хелвет и тортон) и горњи миоцен (сармат и панон).

* Бањичка 25а, 11080 Земун.

У другој половини 80–их година, имајући у виду достигнућа у проучавању миоцена у Панонском басену (Централни Паратетис) као и у нашој земљи, миоцен је подељен на егенбург (M_1) који лежи преко егера (ОМ – олигомиоцен), отнанг (M_2), карпат (M_3), баден (M_4), сармат (M_5) и панон (M_6). Оваква подела миоцена у потпуној је сагласности са историјско–геолошким развојем и у дужем временском периоду у Средњој и Западној Европи није у употреби подела миоцена на доњи, средњи и горњи¹.

У проучавању бадена у Србији у највећој мери посматран је баден као целина и издвајане фације које су међусобно синхроничне (Луковић, 1922; Стевановић, 1977; Еремија, 1987; нпр. раковички пескови, вишњичке глине, ташмајдански кречњаци). Међутим, новијим истраживањима утврђено је да се у бадену одвијају два тектонско–палеогеографско–стратиграфска циклуса међусобно подвојена дискорданцијом и то између средњег и горњег бадена. Исто тако за многе локалитете се не наводи ком одељку бадена припадају.

Подела бадена у Србији извршена је на основу фораминифера на поткатове и биоzone. Остале групе организама (мекушци, бриозои, корали, ехиниди, остракоди и др.) треба обрадити у оквирима фораминиферских зона како би издвојене асоцијације могле да послуже за детаљнија биостратиграфска рапчлањавања. Треба обратити посебну пажњу на отолите и нанопланктон јер су, на основу ових фосила, могућа детаљнија биостратиграфска рапчлањавања.

*
* *

Баден (Badenien, баденски кат, баденски век – M_4) издвојен је у "Chronostratigraphie und Neostatotypen" Miozain (Seneš, 1978) у Панонском басену (Централни Паратетис). Баден се граничи са карпатом (Karpatien) у бази – граница 16,5 м.г. и сарматом у повлати – граница 13,3 м.г. Подељен је на доњи баден (Moravien – *Lagemiden Zone* /биозона CPN 6–7/ од 16,5–14,5 м.г.), средњи баден (Wieličien – зона *Spiroplectamina carinata* – биозона CPN 8–14,5–15 м.г.) и горњи баден (Kosovian – *Bulimina – Bolivina zone* – доњи део и *Rotalia beccarii zone*, CPK 9 биозона, од 15–13 м.г.). У медитеранском Тетису баденском кату одговара Langhian и Serravalian.

¹ У новије време (Крстић Н. ед., 1996) више аутора (Долић, Кнежевић, Б. Крстић, Н. Крстић, Чичулић и др.) поново у миоцену издвајају доњи, средњи и горњи (сармат, панон) при чему се не зна обим ових одељака. У појединим радовима средњи миоцен обухвата само баден, у другима поред бадена и карпат, а у трећим још и отнанг. Исто то се односи и на "доњи" миоцен. На тај начин поновним увођењем поделе миоцена на доњи, средњи и горњи, најблаже речено, изазивају се недоумице и неразумевања које оделке односно катове обухвата доњи и средњи миоцен, те на тај начин није могуће адекватно пратити стратиграфски развој одређене области. Исто тако наглашавамо да оваква подела поново враћа стратиграфију миоцена на XIX и почетак XX века, а што је најгоре, посебно инострана геолошка јавност, не може да прати резултат стратиграфских истраживања код нас.

Исто тако неки аутори слатководне творевине миоцена издвајају као "еквиваленти" егенбурга, отнанга, бадена. Поставља се питање зашто "еквиваленти", када се зна да карпат представља кат али и век, односно временски одељак када је у једној области било море, у другој језеро, а у трећој копно, као што је случај у читавој геолошкој историји. Није нам познато да су у употреби термини: "еквиваленти", титона, оксфорда, анизика, барема, башкира и др.

Из наведеног произилази да је једино научно засновано да се из поделе миоцена избаци подела на доњи, средњи и горњи и за све творевине, било да су стваране у мору, језеру или на копну употреби подела на хроностратиграфске јединице издвојене у Панонском басену (Централном Паратетису) јер се заснивају на геолошко–историјским законитостима.

Покрети II штајерске фазе (младоштајерска фаза) доводе до снажних вертикалних кретања при чему се северни делови Србије спуштају док се централни и јужни делови издижу. У спуштене делове надиру баденске морске воде из Панонског басена када се по први пут у миоцену таложе разноврсни морски седименти. С друге стране при издизању Централне и Јужне Србије долази до успостављања речне мреже којом отичу језерске воде и на тај начин територија Србије је ослобођена највећег дела језера која су постојала у карпату. У доњем и средњем бадену развија се доњобаденски циклус, који се прекида покретима молдавске (Леита) фазе на граници средњег и горњег бадена, када почиње горњобаденски циклус који траје све до границе баден–сармат (I атичка фаза).

У бадену Србије разликујемо две крупне палеогеографске средине – морски басени у Северној Србији и копнени предели у Централној и Јужној Србији.

МОРСКИ БАСЕНИ

На граници карпат–баден покрети I штајерске фазе захватили су терене Србије и довели до спуштања северних делова у које надиру морске воде и образују морски басени. Доњобаденска трансгресија плави значајне делове Панонског басена (Војводина), околину Београда, СЗ Србију, Доње Поморавље као и Неготинску Крајину (Дакијски басен). Покрети молдавске (Леита) фазе доводе до нове горњобаденске трансгресије која у Поморављу допире до Параћина.

Овакви тектонско–палеогеографско–стратиграфски односи доводе у бадену до образовања два циклуса – доњобаденски циклус и горњобаденски циклус.

Доњобаденски циклус

У току доњег и средњег бадена одвија се доњобаденски циклус који почиње покретима II штајерске фазе, а завршава се покретима молдавске (Леита) фазе. Сам почетак циклуса означен је морском трансгресијом која надира преко издиференцираног палеорељефа Панонског басена (Војводина), околине Београда, СЗ Србије и Тимочке Крајине (Дакијски басен). Трансгресија је означена кластитима који леже преко палеорељефа различите грађе.

У околини Београда доњобаденски циклус почиње **бучварским конгломератима** (типски развијени у потоку Бучвар, 200 m дебљине – детаљнији приказ: Стевановић, 1970, 1977; Еремија 1987; Анђелковић и др., 1992). На свим просторима који су захваћени доњобаденском трансгресијом јављају се кластити адекватни бучварским конгломератима.

У горњем делу доњобаденског циклуса долази до смиривања геодинамичког режима када се таложе **вишњичке глине и коњарнички шпир**. Вишњичке глине су типски развијене код Вишњице (детаљније приказано од стране Луковића, 1922; Стевановића, 1970, 1977; Grubić, 1958; Петровића 1970, 1987; Еремије, 1987 и др.). Вишњичке глине одговарају доњем бадену – Лагенидна зона и средњем бадену – зона *Spiroplectamina carinata*. У вишњичким глинама нађена је веома богата асоцијација фауне која је представљена: фораминиферама – 144 врсте, бивалвијама – 36 врста, гастроподима – 74 врсте, коралима – 5 врста, бриозоама, остракодима, фрагментима крупних краба, зуби ајкула и значајном врстом наутилоида *Aturia aturi*. Вишњичке глине, поред Вишњице, јављају се и у Београду (фабрика Октобарска слобода), у Бучвар потоку и др. (Петровић, 1962, 1970, 1987; Спајић–Џоцо, 1973; Стевановић, 1977; Еремија, 1987; Анђелковић и др., 1992).

Коњарнички шпир (типски развијен на Коњарнику) издвојен као **птероподски шпир** (Стевановић, 1977) јавља се испод млађих седимената у појасу Коњарника па до Великог Села (околина Београда), затим у дубоким бушотинама у Војводини (Банат), на Фрушкој Гори и др. Представљен је шкриљавим сивим глинама у смењивању, дебљине 100 m са птероподима (*Vaginella austriaca* Kittle, *Spiralis*) и бројним фораминиферима (*Uvigerina semiornata* d'Orb., *Globigerinoides trilobus* Reuss и др.).

У СЗ Србији у доњобаденском циклусу таложе се **јадарски лапорци** и **јадарске глине** са богатом асоцијацијом фораминифера лагенидне зоне (доњи део) и *Spiroplectamina carinata* зона (средњи баден) (Петровић, 1967, 1977; Еремија 1987). Творевине стваране у горњем делу доњобаденског циклуса развијене су у Подрињском и Колубарском басену али нису још увек довољно проучене. У Моравској области јављају се **смедеревски лапорци** и **кречњаци** и **браничевски слојеви**. У Дакијском басену јављају се **салашке глине** и глиновито–лапоровити слојеви Вратарнице.

У Панонском басену (северно од Саве и Дунава) велико распрострањење имају творевине стваране у доњобаденском циклусу. Раскомадавањем јужног обода Панонског басена образовани су бројни палеохорстови и палеотрогови. У палеогребене надиру доњобаденске морске воде када се прво таложе кластичне стене, да би у другом делу циклуса дошло до смиривања и таложења глиновито–лапоровитих стена.

На Фрушкој Гори миоцен је детаљније проучавала Чичулић (1957, 1977). Доњобаденски циклус почиње **слапкамеским кластитима** представљеним конгломератима, шљунковима и пепчарима, фауна је ретка (јежеви: *Clypeaster*, *Echinolampas*; бивалвије: *Ostrea lamellosa* Brock. и др.). Преко леже **буковачки пепчари** (по с. Буковац) представљени разноврсним пепчарима (глиновити, туфозни, лапоровити) са богатом фауном бивалвија, гастропода, брахиопода и др. (Чичулић, 1957).

У горњем делу доњобаденског циклуса долази до смиривања геодинамичког режима када се таложе **лединачке глине** (с. Лединац) представљене глинама и глиновитим лапорцима, бочно се глине смењују са глиновитим пепчарима (лединачки шпир). У лединачким глинама јављају се фораминифери (*Globigerina*, *Orbulina*, *Robulus*, *Dentalina*, *Globigerinoides* и др.), бивалвије (*Ostrea*, *Tracia*, *Pecten* и др.), гастроподи, бројни птероподи (*Vaginella austriaca* Kittle) као и наутилоидска врста *Aturia aturi* Boss.. Лединачке глине одговарају вишњичким глинама а лединачки шпир коњарничком шпир у околини Београда.

Поред чисто морских седимената нормалног салинитета у ободима морских басена протичале су слатке воде, тако да се јављају у доњобаденском циклусу и бракичне творевине.

Горњобаденски циклус (од 15 до 13 м.г.)

На граници средњег и горњег бадена покрети молдавске (Лейта) фазе доводе до издизања и морске регресије са терена Србије, да би у другом делу ове фазе поново настало спуштање ових простора у које надиру горњобаденске морске воде када отпочиње горњобаденски циклус. Горњобаденска трансгресија захвата веће површине од доњобаденске трансгресије и на југу у Поморављу допире до Параћина. Трансгресија је означена у бази кластитима који леже трансгресивно и дискордантно преко седимената који су стварани у доњобаденском циклусу или преко старијег палеорељефа.

Горњобаденски циклус се развија у околини Београда и почиње кластитима који свуда леже трансгресивно преко старије подлоге. Типски су развијени у Раковичком

потоку представљени **раковичким конгломератима** који леже трансгресивно и дискордантно преко албских пешчара, дебљина им је од 20 до 40 m. Изграђени су од валутака албских пешчара, рожнаца, дацита (блокови до 1 m), цемент глиновито–песковит. Преко раковичких конгломерата леже **раковички пескови** дебљине 30–40 m, представљени глиновитим песковима, сивим пешчарима у доњем делу са валуцима рожнаца, серпентинита, јасписа, а у горњем деолу преовлађују жуто–мрки, ситнозрни кварцни пешчари са богатом асоцијацијом фосила: фораминифера (21 врста), бивалвија (56 врста), гастропода (72 врсте), корала (5 врста). Раковичке пескове прекривају ташмајдански кречњаци таложени у завршној фази горњобаденског циклуса.

Раковички конгломерати и раковички пескови јављају се и у другим локалитетима у околини Београда: у Бучварском потоку раковички кластити леже преко вишњичких глина и садрже богату асоцијацију фораминифера (27 врста), гастропода (61 врста), бивалвија (37 врста) и др.; на Калемегдану раковички пескови леже испод ташмајданских кречњака са 70 врста бивалвија, гастропода, остракода и др. (Жујовић, 1889; Стевановић, 1977); јављају се у Калуђерици, Лештанима, Великом Селу, Вишњици и др.

У завршној фази горњобаденског циклуса долази до знатних промена палеогеографских услова – повећана температура, појачан салинитет, покретљивост морске воде, одсуство прилипаја теригеног материјала, повећана количина калцијум карбоната, што је све довело до таложења карбонатних стена, првенствено спрудног карактера. У овом периоду горњобаденског циклуса стварани су **ташмајдански кречњаци** спрудног карактера познати и као литотамињско–бриозојски кречњаци. Ташмајдански кречњаци у виду јединственог спруда пружају се од Калемегдана преко Ташмајдана и даље ка југу. На Калемегдану леже преко раковичких пескова, а на Ташмајдану преко доњокредних (ургонских) кречњака. Дебљина им је 90 m. Кречњаци су изграђени од литотамиња колонијалног појављивања и бриоза (око 30 врста), корала, жежева, бивалвија, гастропода. У Раковичком потоку леже преко раковичких пескова, јављају се између Бањице и Јајинаца, у Мокролушком потоку, од Лештана до Миријева и др.

Ташмајдански кречњаци местимично мењају своје особине зависно од места њиховог развоја када прелазе у **амфистегинске кречњаке** откривене у Вишњици и Сланцима; **церитске кречњаке** откривене између Вишњице и Великог Села (више о ташмајданским кречњацима видети код Луковића, 1922; Стевановића, 1977; Еремије, 1978; Кнежевић–Крстић, 1996).

Седименти горњобаденског циклуса стварани су јужно од Београда до Аранђеловца; код Дучине јављају се **дучински конгломерати** преко којих леже **дучинске глине** у смењивању са морским седиментима са фораминиферима и слатководни седименти са угљем.

У СЗ Србији седименти горњобаденског циклуса развијени су као и у околини Београда. На више локалитета у Подрињском и Колубарском басену горњобаденски циклус почиње **љутичким кластитима** (Колубарски басен) и **јадарским кластитима** (Подрињски басен) преко којих се развијају раковички пескови и ташмајдански кречњаци (више види – Стевановић, 1977; Еремија у: Анђелковић и др., 1992). У Јадарском басену у доњем делу горњобаденског циклуса стварају се **јадарски пескови и глине** са две зоне (Петровић, 1967, 1977): зона *Bolivina dilatata* и зона *Rotalia beccarii*, знатно распрострањење имају и ташмајдански кречњаци.

У Моравској области у горњобаденском циклусу из Доњег Поморавља море надире даље ка југу све до Параћина где су распрострањени **браничевски слојеви** и **млавски угљоносни слојеви**. У Ресавском заливу (Деспотовац) горњобаденски циклус

означен је трансгресивним кластитима преко којих леже морски седименти у смењивању са слатководним творевинама са угљем. Код Параћина горњи баден је дебео само 50 m и представља најјужнији део допирања горњобаденске трансгресије.

Из Панонског басена почетком горњобаденског циклуса море надире ка истоку и образује Транскарпатски мореуз. Код Д. Милановца сачуване су глине, пескови и ташмајдански кречњаци, а у бази се јављају кластити. Из песковитих глина одређена је асоцијација 60 врста; ташмајдански кречњаци су спрудни.

У Дакијском басену из Зајечарског залива почетком горњобаденског циклуса долази до регресије мора (од Вратарнице до Зајечара), а стварају се **великоизворски конгломерати и пескови** са богатом фауном фораминифера и мекушаца. У северном делу јављају се литотамнијски кречњаци. Знатно распрострањење имају **сиколски слојеви** представљени кластитима са интеркалацијама глиновитих степа са богатом асоцијацијом фораминифера и мекушаца млађег бадена. Распрострањени су у Сиколској реци, у атару Рготине, Дубраве и др. У горњем делу млађег бадена таложе се **трњански кречњаци** (с. Трњани) представљени литотамнијским кречњацима са литотамнијумима, коралима, бивалвијама, фораминиферима и др.

У Панонском басену (Војводина) горњобаденски циклус почиње кластитима трансгресивно преко палеорељефа, преко којих леже пескови и на крају литотамнијски кречњаци. На Фрушкој Гори горњобаденски циклус почиње **лединачким слојевима**, представљеним конгломератима и пешчарима у смењивању са лапорцима и лапоровитим пешчарима који су издвајани као: амфистегински, нулипорски, литотамнијски, бриозојски (Чичулић, 1977). У горњем делу горњобаденског циклуса на великом пространству таложе се **фрушкогорски кречњаци** представљени различитим кречњацима – перитски, амфистегински, литотамнијски, бриозојски (Чичулић, 1977). Поред литотамнија и бриозоа јављају се бројни гастроподи, бивалвије, корали, јежеви и фораминифери. У дубоким бушотинама Војводине знатно распрострањење имају лединачки слојеви и фрушкогорски кречњаци.

КОПНЕНИ ПРЕДЕЛИ

У току егенбурга, отнанга и карпата територија Србије у целини представљала је пространо копно на коме су се развијали бројни језерски басени међусобно спојени или подвојени копненим пределима². Међутим, покрети II птајерске фазе, на граници карпат–баден, доводе до јаких издизања средишњих и јужних делова Србије, успоставља се речна мрежа којом отичу језерске воде у новообразовани Панонски и Дакијски морски басен. На тај начин у доњем бадену копнени предели без језерских басена захватају највећи део источне Србије (сем Неготинске Крајине), средишњу, западну и јужну Србију. У току бадена једино се задржавају језерски басени: Топлички басен и Чачанско–краљевачки басен који су издизањем пречаге између Пасјаче и Јастребца, у првом случају и Гледићких планина и Копаоника, у другом случају, одвојени од слива Прамораве (више види у Анђелковић и др., 1992).

² У новије време Крстић (1996) сматра да у доњем бадену на знатном делу Балканског полуострва (највећи део Србије) постоји пространо копно са великим бројем језерских басена. По нашем мишљењу Крстић је погрешно одредила старост седимената ствараних у језерским басенима Србије, који су се стварали у егенбург–отнаншком циклусу и карпатском циклусу, а не у доњобаденском циклусу. Имајући у виду да Крстић наводи исте асоцијације остракода из различитих језерских басена различите старости, треба извући закључак да наведене асоцијације остракода имају веће вертикално распрострањење и да за сада не могу бити релевантни за одредбу старости слатководних серија.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	61	2	1-13	Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997
--	----	---	------	---

UDC 551.882.13:551.24.031(497.11)

Original scientific paper

ГЕОЛОГИЈА – GÉOLOGIE

BADENIAN CYCLES OF SERBIA

by

Milodrag Andjelković* and Jelena Andjelković*

Orogenic processes of the Second Styrian phase (young Styrian phase) on the territory of Serbia led to rising of its central and southern parts, where from lakes drained and left an extensive land, and subsidence of the northern parts, which were ingressed by sea. This marked the beginning of the Lower Badenian tectonic–palaeogeographic–stratigraphic cycle, which continued to the first effects of the Moldavian (Leitha) phase at the turn from the Middle to the Upper Badenian. The Upper Badenian cycle began with Moldavian (Leitha) processes which operated as the First Attican phase to the Badenian/Sarmatian. Stratigraphically, the Lower Badenian cycle begins with clastics transgressive over the varied palaeorelief. With the abatement of geodynamic processes, the sediments laid over clastics (Bučvar conglomerates) are Višnjica clays and Konjarnik Schlier. This development of the Lower Badenian cycle can be traced from Belgrade environs, across Pannonian basin, Vojvodina, and NW Serbia, on one side, and Lower Morava valley and Negotinska Krajina (Dacian basin), on the other.

The Upper Badenian orogeny lasted from the Moldavian (Leitha) to the First Attican phase. It is marked by clastics transgressive over Lower Badenian rocks and over the palaeorelief, represented by Rakovica sands and topped by Tašmajdan limestones. The Upper Badenian cycle, including Upper Badenian transgression, extended to Paraćin in the south.

The central and southern regions of Serbia were uplifted during the Second Styrian orogeny, their lakes from the Carpathian emptied, leaving almost the entire dry and exposed to erosion.

Key words: Badenian, Lower Badenian cycle, Upper Badenian cycle, tectonics, palaeogeography, stratigraphy.

Badenian has a far smaller extent on the territory of Serbia than pre-Badenian (Eggenburgian/Ottmangian, Carpathian) formations. The Second Styrian orogeny of the Carpathian/Badenian led to subsidence of northern Serbia and sea ingression over it, whilst central and southern Serbia were uplifted, their pre-Badenian lakes mostly retreated, and dry land prevailed through the Badenian, exposed to erosion.

There are three periods of the Miocene study in Serbia. First (19th and early 20th centuries), when the Miocene is divided into: Lower or First Mediterranean, Middle or Second Mediterranean, and Upper-Sarmatian and Pannonian. Second (from 1930 to 1986), when the Miocene is divided into the Lower (Aquitanean and Burdigalian), Middle

* Banjička 25a, 11080 Zemun.

(Helvetian and Tortonian), and Upper (Sarmatian and Pannonian). Third (latter half of the eighties), on the basis of new information on Miocene in the Pannonian basin (Central Paratethys) and in this country, the Miocene is divided into Eggenburgian (M_1) which overlies Egerian (OM–Oligo–Miocene), Ottnangian (M_2), Carpathian (M_3), Badenian (M_4), Sarmatian (M_5), and Pannonian (M_6). This division is consistent with a long interval of the historical geologic evolution of Central and West Europe where the division into Lower, Middle and Upper Miocene is not used.¹

Badenian has been studied in Serbia mostly as an entity, and its synchronous facies were distinguished (Luković, 1922; Stevanović, 1977; Eremija, 1987; e.g. Rakovica sands, Višnjica clay, Tašmajdan limestones). However, more recent studies discovered two tectonic–palaeogeographic–stratigraphic cycles in the Badenian, separated by a discordance. Also, many localities are dated only as Badenian.

The Badenian in Serbia is subdivided into substages and biozones using foraminifers. Other groups of organisms (molluscs, bryozoans, corals, echinoids, ostracods, etc.) should be considered within foraminiferal zones for more detailed dating in stratigraphy. Particular consideration should be given to otoliths and nannoplankton, because these fossils allow a detailed age assignment in stratigraphy.

*

* *

Badenian (Badenien, Badenian stage, Badenian age, M_4) is individualized in "Chronostratigraphie und Neostatotypen" Miozaen (Seneš, 1978) in Pannonian basin (Central Paratethys). The Badenian has the lower boundary 16.5 M. y. Old with the Carpathian (Karpátién) and the upper 13.3 M.y. with the Sarmatian. It is divided into Lower Badenian (Moravien, Lageniden Zone, biozone CPN 6–7, from 16.5 to 14.5 M. y.), Middle Badenian (Wielicien, Spiroplectamina carinata Zone, biozone CPN8, from 14.5 to 15 M. y.), and Upper Badenian (Kosovian lower part of *Bulumina–Bolivina* Zone and *Rotalia beccarii* Zone, biozone CPK9, from 15 to 13 M. y.). Badenian equivalents in the Mediterranean Tethys are Langhian and Serravallian.

¹ In some new publications (Dolić, Knežević, B. Krstić, N. Krstić, Čičulić, and others, in: Krstić N., ed., 1996, the Miocene is again divided into Lower, Middle and Upper (Sarmatian, Pannonian), with unknown range of the divisions. In some works, the Miocene embraces only Badenian, in others it comprises Badenian and Carpathian, and in thirds it includes Ottnangian as well. Similarly applies to the "Lower" Miocene. Thus, the renewed division into the Lower, Middle and Upper Miocene, and makes it difficult to follow the stratigraphic development of a region. Also, this division brings back the Miocene stratigraphy to the 19th and the early 20th centuries and, even worse, renders it difficult for geologists to follow stratigraphical investigations in this country.

Also some geologists separate freshwater Miocene formations as "equivalent" to Eggenburgian, Ottnangian, Badenian. The question is why "equivalent" if one knows that the Carpathian is both a stage and an age, or a time division when a region was under sea, another under lake, and third was dry land, as it happened throughout the geologic history. We are not aware of a common use of the term "equivalent" to Tithonian, Oxfordian, Anisian, Barrethian, Bashkirian, etc.

Consequently, the only science-based division of the Miocene is not that of Lower, Middle and Upper, whether in sea, lake, or on land, but into the chronostratigraphic units identified in the Pannonian basin (Central Paratethys), because it is founded on laws of the geologic history.

The Second Styrian orogeny (young Styrian phase) led to strong vertical movements and consequent depression of the northern and rising of central and southern parts of Serbia. The depressed terrain was ingressed by Badenian sea from the Pannonian basin, where marine sediments were deposited for the first time in the Miocene. The elevated terrain developed river systems which drained most of the Carpathian lakes. The Lower Badenian cycle continued through the Lower and Middle Badenian, and ceased with the Moldavian (Leitha) orogeny at the Middle/Upper Badenian. The Upper Badenian cycle ended at the Badenian/Sarmatian (First Attican phase).

Two large palaeogeographic environments are distinguished in the Badenian: sea basins of northern Serbia and land regions of central and southern Serbia.

SEA BASINS

Orogeny of the First Styrian phase at the Carpathian/Badenian transition led to subsidence of the northern territory and its ingression. The Lower Badenian transgression drowned large parts of the Pannonian basin (Vojvodina), Belgrade area, NW Serbia, lower Morava area, and Negotinska Krajina (Dacian basin). The Moldavian orogeny (Leitha) resulted in another Upper Badenian transgression which reached as far as Paraćin in the Morava valley.

These tectonic–palaeogeographic–stratigraphic relationships changed in the Badenian through two, Lower and Upper Badenian, cycles.

Lower Badenian Cycle

The Lower Badenian orogenic cycle began with the Second Styrian phase, through Lower and Middle Badenian, and ended with the Moldavian (Leitha) phase. The cycle began with a transgression over the differentiated palaeorelief of the Pannonian basin (Vojvodina) Belgrade environs, NW Serbia, and Timočka Krajina (Dacian basin), and is marked by clastics overlying the varistructured palaeorelief.

The Lower Badenian cycle in Belgrade environs begins with Bučvar conglomerates (Type development in the Bučvar stream valley, 200 m thick; for detailed description see Stevanović, 1970, 1977; Eremija, 1987; Andjelković et al., 1992). Clastics equivalent to Bučvar conglomerates occur in all areas affected by Lower Badenian transgression.

Deposits of the upper Lower Badenian cycle are those of abated geodynamic events – Višnjica clays and Konjarnik Schlier. Višnjica clays are type deposits at Višnjica (see for more details Luković, 1922; Stevanović, 1970, 1977; Grubić, 1958; Petrović, 1970, 1987; Eremija 1987; etc.). Višnjica clays correspond to Lower Badenian Lagenid Zone and Middle Badenian *Spiroplectamina carinata* Zone. The clays abound in faunal fossils: foraminifers, 144 species; bivalves, 36 species; gastropods, 74 species; corals, 5 species; bryozoans, ostracods, large crab fragments, shark teeth, and the important nautiloid species *Aturia aturi*. In Belgrade area, Višnjica clays are located in the Oktobarska Sloboda factory yard, in the Bučvar stream valley, etc. (Petrović, 1962, 1970, 1987; Spajić–Džodžo, 1973; Stevanović, 1977; Eremija 1987; Andjelković et al., 1992).

Konjarnik Schlier (type development in Konjarnik), identified as pteropod schlier (Stevanović, 1977), occurs beneath newer deposits in a belt from Konjarnik to Veliko

Selo, found also in deep holes drilled in Vojvodina (Banat), on Fruška Gora, etc. These deposits are represented by grey schistose clays 100 m thick, bearing pteropods (*Vaginella austriaca* Kittle, Spiralis), and numerous foraminifers (*Uvigerina semiornata* d'Orb., *Globigerinoides trilobus* Reuss, etc.).

Deposits of NW Serbia are Lower Badenian Jadar marlstones and Jadar clays abounding in foraminifers in the Lagenid Zone (lower part) and Middle Badenian *Spiroplectamina carinata* Zone (Petrović, 1967, 1977; Eremija, 1987). The upper Lower Badenian deposits are located in Podrinje and the Kolubara basins, but are not well studied. Deposits in the Morava basin are Smederevo marlstones and limestones and Braničevo beds. Salaš clays and clay-marl beds of Vratarnica are developed in Dacian basin.

Rocks deposited in the Lower Badenian have a large extent in the Pannonian basin (north of the Sava and Danube rivers). Breaking up of the northern Pannonian margin resulted in the formation of numerous palaeohorsts and palaeotroughs. In palaeograben, filled with ingressing sea, first deposited clastics rocks, and later clay-marly rocks when the orogeny ceased.

Miocene of Fruška Gora was studied in detail by Čičulić (1957, 1977). The Lower Badenian cycle is marked there by Slankamen clastics, represented by conglomerates, gravels and sandstones, bearing sparse faunal remains (echinoids: *Clypeaster*, *Echinolampas*; bivalves: *Ostrea lamellosa* Brock., etc.), overlain by Bukovac sandstones, represented by varied sandstones (clayey, tuffose, marly), abounding in bivalves, gastropods, brachiopods, etc. (Čičulić, 1957).

The geodynamic activity calmed in the latter half of the Upper Badenian, when were deposited Ledinac clays represented by clays and clay marlstones; the clays pass laterally into sandstones (Ledinac schlieren). The Ledinac clays bear foraminifers (*Globigerina*, *Orbulina*, *Robulus*, *Dentalina*, *Globigerinoides*, etc.), bivalves (*Ostrea*, *Tracia*, *Pecten*, etc.), gastropods, numerous pteropods (*Vaginella austriaca* Kittle), and the nautiloid species *Aturia aturi* Boss. Ledinac clays are equivalent to Višnjica clays, and Ledinac Schlier to Konjarnik Schlier.

In addition to purely marine deposits of normal salinity, brackish deposits were also formed marginally on the sea basins in the Lower Badenian.

Upper Badenian Cycle

Moldavian (Leitha) orogeny at the transition from Middle to Upper Badenian led to rising and sea regression in Serbia, and to subsidence and ingression in the latter half of this phase. The Upper Badenian transgression was more extensive than the Lower Badenian one; it reached Paraćin in the south. It is marked by clastics at the base, which are transgressive and unconformable over Lower Badenian deposits or the pre-existing palaeorelief.

Upper Badenian in the environs of Belgrade begins with clastics which are everywhere transgressive over the older rocks. Their type development is in the Rakovički Potok, represented by Rakovica conglomerates which lie transgressively and unconformably over Albian sandstones, in a thickness from 20 m to 40 m. The conglomerates consist of cobbles and boulders of sandstone, chert and dacite in clay-sand cement. The Rakovica conglomerates are overlain by 30 m to 40 m of Rakovica sands, composed in the lower part of clay sands, grey sandstones with chert, serpentinite, jasper cobbles, and in the upper of prevailing yellow-brown fine-

grained quartz sands bearing many fossils: foraminifers (21 species), bivalves (56 species), gastropods (72 species), corals (5 species). Rakovica sands are overlain by Tašmajdan limestones deposited in the end of the Upper Badenian cycle.

Rakovica conglomerates and Rakovica sands occur in some other localities of Belgrade area as well: in Bučvar stream valley. Rakovica clastics lie over Višnjica clays and contain an abundant association of foraminifers (27 species), gastropods (61 species), bivalves (37 species), etc.; on Kalemegdan. Rakovica sands lie under Tašmajdan limestones, containing 70 species of bivalves, gastropods, ostracods, etc. (Žujović, 1889; Stevanović, 1977); in Kaludjerica, Leštani, Veliko Selo, Višnjica, etc.

The palaeogeographic situation significantly changed in the end of the Upper Badenian cycle; water temperature, salinity and energy increased, inflow of terrigenous material ceased, calcium carbonate content rose, all leading to deposition of carbonate rocks, primarily reefs. The Tašmajdan reef limestones, known as lithothamnion-bryozoan limestones, were formed in that interval of the Upper Badenian. Tašmajdan limestones extend in a single reef from Kalemegdan to Tašmajdan and further southward. The limestones lie over Rakovica sands on Kalemegdan and over Lower Cretaceous (urgonian) limestones on Tašmajdan. The limestones have a thickness of 90 metres and are made up of colonial lithothamnium and bryozoans (about 30 species), corals, echinoids, bivalves, gastropods. In the Rakovica stream valley, these limestones lie over Rakovica sands, between Banjica and Jajinci, in Mokri Lug stream, from Leštane to Mirijevo, and elsewhere.

The Tašmajdan limestones vary in characteristics depending on the place of development: passing into amphisteginan limestones exposed in Višnjica and Slanci, cerithic limestones uncovered between Višnjica and Veliko Selo (for more on Tašmajdan limestones see Luković, 1922; Stevanović, 1977; Eremija, 1978; Knežević-Krstić, 1996).

Upper Badenian sediments were deposited south of Belgrade to Arandjelovac: Dučina conglomerates at Dučina, overlain by Dučina clays and topped by marine deposits with foraminifers and freshwater sediments with coal.

Upper Badenian deposits of NW Serbia are similar to those of Belgrade area. In many places of the Drina and Kolubara river basins, the Upper Badenian begins with Ljutica clastics (the Kolubara basin) and Jadar clastics (the Drina basin), overlain by Rakovica sands and Tašmajdan limestones (see Stevanović, 1977; Eremija, in: Andjelković et al., 1992). The lower part of the Upper Badenian in the Jadar basin consists of Jadar sands and clays in two zones: *Bolivina dilatata* and *Rotalia beccarii*. Tašmajdan limestones are also widespread.

The Morava region was drowned in the Upper Badenian by sea from the lower Morava area as far as Paraćin where Braničevo beds and Mlava coaliferous beds are extensive. In the Resava bay (Despotovac), the Upper Badenian is marked by transgressive clastics overlain by marine and underlying freshwater deposits with coal. Upper Badenian deposits are only 50 metres thick at Paraćin, the southernmost area reached by Upper Badenian transgression.

Eastward transgression from the Pannonian basin in the early Upper Badenian formed the Transcarpathian strait. There are preserved clays, sands and Tašmajdan limestones over clastics at Donji Mitanovac. A fossil association of sixty species has been identified from sandy clays: Tašmajdan limestones are reef limestones.

The sea regressed in the early Upper Badenian from Zaječar gulf to Dacian basin (from Vratamica to Zaječar) and Veliki Izvor conglomerates and sands formed with an abundance of foraminifers and molluscs, and lithothamnion limestones in the north. Sikole beds, represented by clastics intercalated with clay rocks and containing Upper Badenian foraminifers and molluscs, are extensive in the Sikolska Reka, the villages of Rgotina, Dubrava, etc. Upper part of the Upper Badenian consists of Trnjani limestones–lithothamnion limestones with lithothamnia, corals, bivalves, foraminifers, etc.

The Upper Badenian cycle begins in the Pannonian basin (Vojvodina) with clastics transgressive over the palaeorelief, overlain by sands, followed by lithothamnion limestones. On Fruška Gora, it begins with Ledinac beds of conglomerates and sandstones under marlstones and marly sandstones which were identified as: amphistegina, nulipora, lithothamnion, bryozoan sandstones (Čičulić, 1977). The upper Upper Badenian are extensive Fruška Gora limestones: cerithic, amphistegina, lithothamnion, bryozoan (Čičulić, 1977). Associated with lithothamnia and bryozoans are numerous gastropods, bivalves, corals, echinoids, and foraminifers. Ledinac beds and Fruška Gora limestones proved extensive development in Vojvodina.

LAND AREAS

Serbian territory was a large land area through the Eggenburgian, Otnangian and Carpathian, with many communicating or isolated lakes.² However, Second Styrian orogeny, at the Carpathian/Badenian transition, elevated central and southern Serbia where a river system was developed that drained lakes into the newly formed Pannonian and Dacian sea basins. Thus the drained areas formed in the Lower Badenian embraced most of the eastern (excluding Negotinska Krajina), central, western and southern Serbian regions. The only lake basins in the Badenian were: Toplica and Čačak–Kraljevo, which were separated from the ancient Morava basin, the former by a ridge between Pasjača and Jastrebac, and the latter by Gledičke and Kopaonik mountains (see Andjelković et al., 1992).

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Анђелковић М. и Анђелковић Ј. (=Andjelković and Andjelković), 1996: Тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклуси у терцијару Србије.– Геол. ан. Балк. пол., 60/1, 1–21. Београд.
- Анђелковић М., Еремија М., Павловић М., Анђелковић Ј. и Митровић–Петровић Ј. (=Andjelković et al.), 1992: Палеогеографија Србије – терцијар.– Инст. рег. геол. палеонтол., 237 стр., Београд.
- Čičulić М., 1957: Oligocen i miocen Fruške Gore.– Doktorska disertacija, Prirodno–matematički fak. Univerziteta u Beogradu, Beograd.

² Krstić (1966) maintains that an extensive land a variety of lacustrine deposits existed in the Lower Badenian over a large part of Balkan peninsula (most of Serbia). We believe that Krstić dated wrongly the deposits in lake basins of Serbia, which were formed in the Eggenburgian–Otnangian and Carpathian cycles, not in the Lower Badenian. Krstić states the same ostracod associations from lake basins of different ages, which suggests a greater range of these ostracod associations and consequently their irrelevance for dating the freshwater series.

- Чичулић М. (=Čičulić), 1977: Миоцен Фрушке Горе. У: Петковић К. (ур.) Геологија Србије. 2/3. Стратиграфија – Кенозоик.– Завод рег. геол. палеонтол. Руд. –геол. фак., 286–294, Београд.
- Еремија М. (=Eremija), 1987: Баденски кат. У Анђелковић М. (ур.) Геологија шире околине Београда, 1, Геологија и геодинамика.– Завод рег. геол. палеонтол., Руд.–геол. фак., 151–194, Београд.
- Grubić D. 1958: Prilog stratigrafskom poznavanju višnjičkih plavih glina.– Vesnik zav. geol. geofiz. istr., 15, 111–118, Beograd.
- Кнежевић С. and Krstić N., 1996: Neogene of the the city of Belgrade and its vicinity. In: Krstić N. (ed.) Neogene of Central Serbia.– Geoinstitut, 19, 7–15, Belgrade.
- Krstić N., 1996: Environmental changes of Balkan Peninsula some 15 m.y. ago.– Ibid., 1, Belgrade.
- Луковић М. (=Luković), 1922: Фације другог медитеранског ката у околини Београда.– Геол. ан. Балк. пол., 7/1, 22–41, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1962: Прилог познавању торгонских фораминифера из Београда и ближе околине.– Ibid., 29, 27–38, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1967: Средњемиоценски фораминифери Јадарског басена. Биостратиграфска студија.– Ibid., 33, 157–232, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1970: Кредни и миоценски фораминифери околине Београда.– Ibid. 35, 191–209, Београд.
- Спајић О. (=Spajić), 1974: Миоцен Браничева.– Ibid., 39, 59–79, Београд.
- Спајић О. и Џоџо–Томић Р. (=Spajić and Đodžo–Tomić), 1971: Резултати стратиграфских истраживања миоцена Србије.– Ibid, 36, 29–37, Београд.
- Стевановић П. (=Stevanović), 1970: Палеогеографско–еколошке принове из тортона околине Београда.– Глас САНУ, ССLXXVIII, Одељ. Прир. мат. наука, 33, Београд.
- Стевановић П. (=Stevanović), 1977: Геологија Србије, 2/3, Стратиграфија, Кенозоик.– Завод рег. геол. палеонтол. Београд.
- Жујовић Ј. (=Žujović), 1889: Основи за геологију Краљевине Србије са скицом геолошке карте.– Геол. ан. Балк. пол., 1, 1–130, Београд.