

| | | | | |
|--|----|---|------|---|
| Геол. ан. Балк. пол. Ann. Geol. Penins. Balk. | 60 | 1 | 1-21 | Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996 |
|--|----|---|------|---|

УДК 551.24.031:551.88(497.11)

Оригинални научни рад

ГЕОЛОГИЈА – GÉOLOGIE

ТЕКТОНСКО–ПАЛЕОГЕОГРАФСКО–СТРАТИГРАФСКИ ЦИКЛУСИ У ТЕРЦИЈАРУ СРБИЈЕ

од

Милодрага Анђелковића* и Јелене Анђелковић*

У терцијару Србије издвојено је тринаест палеогеографско–стратиграфских циклуса који су се развијали између две тектонске фазе. Сваки циклус почиње кластичним слојевима које прекривају лапоровито–глиновити или кречњачки слојеви. У повољним условима у слатководним и паралским срединама развијао се и трећи члан циклуса – угљоносни слојеви, који бочно и вертикално прелазе у лапоровито–глиновите слојеве. Закључно са II савском фазом циклуси се развијају после убирања, павлачења и издизања а у другом делу II савске фазе врше се разламања–издизања и спуштања. Издвојени су следећи циклуси: I доњопалеоценски дејством ларамидске фазе, горњоеоценски – између илирске и пи–ринејске, доњоолигоценски – између пи–ринејске и хелветске, горњоолигоценски – између хелветске и I савске, егерски – између I и II савске, егенбург–отнанишки – између II савске и I штајерске, карпатски – између I и II штајерске, доњобаденски – између II штајерске и молдавске, горњобаденски између молдавске и I атичке, сарматски – између I и II атичке, панонски – између II атичке и роданске, понтски – између роданске и славонске и дакијско–романиски – покретима славонске фазе.

Кључне речи: тектонске фазе, палеогеографија, стратиграфија, циклуси, депресије, басени, серије, слојеви

У издвајању циклуса, посебно тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса у терцијару Србије мало је писано. Тек у најновије време обрађена је посебна пажња о узајамној вези тектонских покрета са палеогеографско–стратиграфским развојем који се одвијају у виду циклуса. Први приказ развоја слатководних олигоценских и миоценских басена у Србији, везано за одређена тектонска збивања и палеогеографско–стратиграфски развој, дао је Анђелковић М. (1986, 1987). Издвајање циклуса извршено је и у палеогеографској источној Србији (Анђелковић М., 1987/88); палеогеографско–стратиграфски развој олигоценских и миоценских језерских басена у Србији разматрани су од стране Анђелковић и др. (1988, 1988а).

Палеогеографско–стратиграфски развој терцијара у Југославији дала је, на основу остатака риба, Анђелковић Ј, (1989), а у књизи "Палеогеографија Србије–терцијар" (Анђелковић М. и др., 1991) издвојене су палеогеографско–стратиграфске јединице на основама дејства тектонских фаза у терцијару у Србији којима су постављене основе за издвајање тектонско–палеогеограф-

* Бањичка 25а, Земун.

ско–стратиграфских циклуса. У посебном раду (Анђелковић М. и Анђелковић Ј., 1996) дат је детаљнији преглед егенбург–отнаншког циклуса.

У посебном раду Бокчић (1980) је писао о седиментационој цикличности у понту Метохијског басена. Издваја – а) регресивни циклус (наслаге пролувијално–приобалске и алувијалне средине, б) хомогени циклус (наслаге тресетно–мочварне средине) и ц) трансгресивни циклус (наслаге стваране у језерској средини). При томе циклусе сврстава у мегациклусе (миоцен уопште, доњи плиоцен, средњи плиоцен и горњи плиоцен). Из наведеног се види да се издвајање циклуса и "мегациклуса" од стране Бокчића битно разликује од наших тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса.

У овом раду намера нам је да истакнемо циклусни развој терцијара у Србији на основама повезаности тектонских збивања и палеогеографско–стратиграфског развоја депресија и басена. Правилност развоја и понављање циклуса је изразита у језерским депресијама и паралским срединама као и у језерским срединама у целини, док је издвајање циклуса у морским срединама отежано, због тога што овима у досадашњим истраживањима није обрађена одговарајућа пажња.

Назив. Тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклус представља творевине стваране између две тектонске фазе у одређеним палеогеографским јединицама. Сваки циклус одликује се присуством два стална члана циклуса – класичним слојевима у доњем делу и лапоровито–глиновитим или кречњачким слојевима у горњем делу. У повољним палеогеографским условима ствара се и трећи члан циклуса – угљоносни слојеви који бочно и вертикално (у горњем делу) прелазе у лапоровито–глиновите слојеве.

Термин тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклус употребили смо јер ближе одређује узајамну везу тектонских покрета са палеогеографско–стратиграфским развојем у простору и времену. Постоје и други називи као "геолошки циклуси", "тектонски циклуси" и др. али они имају и одређену употребу.

ЗАКОНИТОСТИ У РАЗВОЈУ ТЕКТОНСКО– –ПАЛЕОГЕОГРАФСКО–СТРАТИГРАФСКИХ ЦИКЛУСА

У геолошкој историји Земље тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклуси су се законито развијали. Смењивање перпода ширења и скупљања Земље са преовлађујућим периодима ширења, представљају основни мотор у развоју Земље и тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса.

У развоју једног тектонско–палеогеографско–стратиграфског циклуса одлучујућу улогу имају: а) геодинамички процеси, односно тектонске фазе, б) палеогеографске средине и в) палеогеографске прилике посебно палеоклиматолошке.

Геодинамички процеси. Основни мотор за стварање циклуса представља дејство геодинамичких процеса, односно утицај тектонских фаза, које су се одразиле на развој већих или мањих палеогеографских јединица, а самим тим и на стратиграфски циклични развој у овима. На палеогеографско–стратиграфски развој на већим просторима утичу и епирогена кретања.

Ако имамо у виду територију Србије у терцијару (а односи се и на друге палеогеографске области изван наше земље) геодинамички процеси су одиграли одлучујућу улогу у развоју тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса.

У развоју терцијара у Србији тектонске фазе су се сукцесивно обнављале. Међутим, све тектонске фазе нису се подједнако одразиле у свим палеогеографским областима у Србији (Карпато–балканска, Моравска, Шумадијска и Динарска палеогео-

графска област), а исто тако ни у оквирима једне палеогеографске области. Исто тако једне тектонске фазе манифестовале су се убирањем, краљуштањем и павлачењем, као и издизањем једних блокова и спуштањем других, док су се друге тектонске фазе одразиле само раседањима (издизањем и спуштањем). У развоју терцијара у Србији издвајају се два крупна периода одраза тектонских фаза односно њиховог манифестовања: а) период закључно са одразом II савске фазе (перпод компресије) када су вршена убирања, павлачења, издизања и спуштања (шаријашки период) и б) период декомпресије, почевши од другог дела II савске фазе када се обављају искључиво раседања са спуштањима једних а издизања других блокова (постшаријашки период). Убирања, хоризонтална кретања–павлачења обављена су у фази компресије одговарајућег простора, а издизања, посебно спуштања, одвијају се у фази декомпресије у шаријашком периоду, или само издизањем и спуштањем у постшаријашком периоду.

Развој тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса у терцијару Србије у зависности је од карактера свих тектонских манифестација. Убирања и хоризонтална кретања у оквирима једне палеогеографске области, поред осталог, доводе и до појављивања различитих стратиграфских јединица на површини као и образовање различитог палеорељефа, што утиче на састав, дебљину, расирострањеност и карактер појединих чланова циклуса. Тако на пример кластични члан циклуса зависи од састава и карактера палеорељефа преко кога се развија једна палеогеографска јединица као и од карактера и динамике њеног обода. Разноврсни литолошки састав палеорељефа даје стварање полигених кластита првог члана циклуса, а њихова дебљина и карактер условљен је карактером палеорељефа обода и његовом динамиком.

Одлучујућу улогу у развоју тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса имају кретања дуж раседних линија, дуж којих се врше издизања једних, а спуштања других блокова. На тај начин долази до стварања депресија и басена у којима се стварају слатководни циклуси, или до трансгресије (ингресије) и регресије у морским срединама од којих зависи и карактер циклуса.

Палеогеографске средине. Значајну улогу у развоју тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса има карактер палеогеографских јединица. Састав тектонско–палеогеографско–стратиграфског циклуса је у тесној зависности од обима палеогеографске јединице, њеног палеорељефа, палеорељефа обода, динамике језерског или морског басена и њихових обода, од палеогеографских услова средина (клима, салинитет, палеобатиметријски односи и сл.).

У терцијару Србије издвојене су четири крупне палеогеографске области – Карпато–балканска, Моравска, Шумадијска и Динарска, а у оквирима ових мање палеогеографске јединице – депресије, басени у језерским срединама, или басени, заливи, канали у морским срединама, као и копнени предели који их раздвајају.

Палеогеографски услови. Трећи важан фактор у развоју тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса представљају палеогеографски услови. На прво место долазе палеоклиматске прилике које владају у одређеном временском периоду. Топла и сува клима са повременим дејством јачих падавина доводи до развоја кластита по типу тзв. црвених серија или већи развој карбонатних стена, док топла и влажна клима у слатководним и паралским срединама доводи до развоја мочвара и стварања угљоносних слојева. Поред климе, на развој циклуса утичу палеобатиметријски односи у једној палеогеографској јединици, затим карактер палеорељефа, степен засољености у морским срединама, динамика морске и језерске средине и др.

САСТАВ ТЕКТОНСКО–ПАЛЕОГЕОГРАФСКО–СТРАТИГРАФСКИХ ЦИКЛУСА

Тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклуси у терцијару Србије развијају се између одраза две тектонске фазе у одређеним мањим или већим палеогеографским јединицама.

У развоју једног тектонско–палеогеографско–стратиграфског циклуса разликујемо два литостратиграфска члана који се редовно јављају, а трећи члан се јавља само у слатководним и паралским срединама у повољним палеогеографским условима.

Први члан. Сваки тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклус почиње првим његовим чланом који је представљен кластичним слојевима. У другом делу одраза тектонских фаза редовно долази до раседања, при чему се једни блокови издижу док се други спуштају. У овој фази изразите динамике долази до убрзане ерозије и денудације на копиу и снашање кластичног материјала и депоновање у слатководну средину или пак на ободима језерских басена, дуж великих речних сливова и сл. Састав, дебљина, распрострањење и карактер кластита у зависности је од динамике обода и басена, њиховог састава, интензитета падавина, брзине водотокова, палеоклиматских услова. У морским басенима, поред наведених услова, карактер тектонско–палеогеографско–стратиграфског циклуса у зависности је и од брзине и јачине трансгресија (и ингресија) и регресија.

У састав првог–кластичног члана циклуса улазе на прво место конгломерати, агломерати, шљункови, крупнозрни или средњезрни пешчари, пескови са сочивима или интеркалацијама песковито–глиновитих стена. Обично се у овом члану циклуса не јавља слојевитост, најчешће су стене у хаотичном међусобном односу. Први–кластични члан циклуса издваја се као– кластични слојеви, кластична серија, црвене серије и сл.

Други члан циклуса. Други редовни члан тектонско–палеогеографско–стратиграфског циклуса представљен је глиновито–лапоровитим или кречњачким стенама. Стваран је у језерским срединама при знатно ослабљеним динамичким процесима, или у морским срединама у фазама мирног развоја палеогеографске јединице. Скоро редовно лежи преко кластичних слојева. У језерским срединама преовлађују лапоровито–глиновити слојеви, ређе кречњачки, док се у морским срединама поред глиновито–лапоровитих стена знатно јављају кречњачки слојеви, нарочито у плитководним срединама и при топлој клими.

У слатководним и паралским срединама други члан циклуса бочно прелази у угљоносне слојеве које редовно и прекрива.

Трећи члан циклуса. У повољним палеогеографским условима у језерским и паралским срединама развија се и трећи члан циклуса представљен угљоносним слојевима. У паралским и слатководним срединама под повољним палеогеографским условима развијају се мочварне средине у којима се стварају угљоносни слојеви који су подвојени лапоровито–глиновитим слојевима који су стварани у фази повећања језерског нивоа, а у паралским срединама између угљених слојева умећу се лапоровито–глиновито–песковити слојеви стварани у фазама плављења мочваре морем.

ПАЛЕОГЕОГРАФСКЕ СРЕДИНЕ

У терцијару Србије тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклуси развијају се у три палеогеографске средине: а) језерске средине, б) паралске средине и ц) морске средине.

а) Језерске средине. У терцијару Србије велико распрострањење имају језерске средине, почевши од горњег еоцена, преко олигоцена, егера, егенбург–отнанга, карпата а знатно мање у млађим одељцима. У појединим перподима, као на пример у егенбург–отнангу територија Србије је представљала "земљу са хиљаду језера" односно у овом периоду велики предели су покривени језерима, што више нигде није био случај у осталим вековима. Почевши од баденског века знатно се смањују језерске површине а у северним деловима Србије повећавају се морске средине.

У језерским срединама развијају се два редовна члана циклуса: а) кластични слојеви и б) лапоровито–глиновити слојеви. Паведеца два члана тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса развијају се у свим палеогеографским депресијама и басенима у све четири палеогеографске области – Карпато–балканска, Моравска, Шумадијска и Динарска.

Трећи члан тектонско–палеогеографско–стратиграфског циклуса – угљоносни слојеви стваран је само у оним палеогеографским јединицама у којима су постојали повољни палеогеографски услови. Тако се у терцијару Србије угљоносни слојеви развијају у доњеолигоценском циклусу: добросрећка серија, аликсарска серија; парочито у егерском веку: а) у Карпато–балканској области – јелашничка серија, сењска серија, боговинска серија; б) у Моравској области: алексиначка серија, чучалска серија; у егенбург–отнаншском циклусу: у Карпато–балканској области – читлучка серија, раковобарска серија, књажевачка серија, звезданска серија, у Моравској области: ражањска серија, сибничка серија, криворечка; у Шумадијској области: гружанска серија, јасеничка серија, крушевичка серија; у Динарској области – пећска серија, јарандолска серија, сјеничка серија, чачанска серија, рађевачка серија. У карпатском веку угљоносни слојеви су знатно ређи и немају економски значај. У баденском, сарматском и панонском веку језерске средине су знатно редуциране. У понтском веку угљоносни слојеви језерских средина нарочито се развијају у Косовском басену – и Метохијском басену – косовска серија.

б) Паралске средине у терцијару Србије развијају се у одређеним тектонско–палеогеографско–стратиграфским циклусима посебно у баденском, сарматском и понтском циклусу.

У паралским срединама развијају се два редовна члана циклуса: а) кластични слојеви у доњем и б) лапоровито–глиновити слојеви у горњем који бочно прелази у угљоносне слојеве а и прекрива ове. Угљоносни слојеви паралског типа развијају се:

У баденском веку у Шумадијској области – у Београдском басену – по Стевановић П. код Жаркова присутан је хоризонт " . . . угљевите помало шкриљаве глине са комадима угља (дебљине 0,10 – 0,30 m) . . . "; јужно од Космаја орашачки угљоносни слојеви, у Моравској области – Деспотовачки басен – хор. Ц, Млавски басен; у сарматском тектонско–палеогеографском циклусу развијају се угљоносни слојеви на јужном ободу Београдског басена – на падинама Космаја; у Моравској области – Деспотовачки басен (хор. Б) и др.; у панонском веку развијају се у Београдском басену–угљоносни слојеви Дрлупе, америћки угљоносни слојеви; у Моравској области–Деспотовачки басен (хор. А). У понтском веку знатно распрострањење и дебелина угљоносних слојева развијају се у Колубарском басену–колубарски угљоносни слојеви, у Костолачком басену–костолачки угљоносни слојеви.

ц) Морске средине у терцијару Србије развијају се у доњепалеоценском циклусу (Шумадијска област, Динарска област); затим у горњеоценском циклусу (Карпато–балканска област, Моравска област, Шумадијска област и Динарска област); у доњеолигоценском циклусу – Шумадијска област и Динарска област. У доњем

балену долази до разламања и спуштања северних делова територије Србије у које просторе надиру морске воде тако да се морске средине развијају у: доњобаденском циклусу, горњобаденском циклусу, сарматском, панонском и понтском циклусу када долази до општих издизања и престанка морске седиментације.

У терцијару Србије издвајању тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса није обраћена потребна пажња. Но, на основу постојећих података могу се реконструисати тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклуси и њихови међусобни односи. Међусобни односи између појединих циклуса у морским срединама, као и између појединих чланова циклуса у зависности су од палеорељефа басена и обода, јачине трансгресије и динамике басена и обода, палеогеографских услова – клима, засољеност, палеобатиметријски односи и сл. У морским срединама редовно недостаје трећи члан циклуса – угљоносни слојеви, јер нису постојали потребни услови за њихов развој.

РАЗВОЈ ТЕКТОНСКО–ПАЛЕОГЕОГРАФСКО–СТРАТИГРАФСКИХ ЦИКЛУСА ПО ПАЛЕОГЕОГРАФСКИМ ОБЛАСТИМА И УНУТАР ЈЕДНЕ ОБЛАСТИ

Тектонско–палеогеографско–стратиграфски циклуси развијају се унутар палеогеографских области, као најкрупније палеогеографске јединице у терцијару Србије. У појединим тектонско–палеогеографско–стратиграфским циклусима развијају се истоветне серије на читавом пружању палеогеографске области, али су чешћи примери где се унутар једне палеогеографске области развијају две или више серија. Посебно се серије и слојеви међусобно разликују по дебљини. Тако на пример у посебиом раду Анђелковић М. (1990) је приказао различит развој егерског и егеибург–отнаншког циклуса у источним и западним деловима Моравске палеогеографске области. Алексиначка серија у источним Моравидима у егерском циклусу има дебљину 1.000 m са сва три члана циклуса (алексиначки кластити, алексиначки угљоносни слојеви и алексиначки лапорци) са убирањима и навлачењима. Истовремено се у западним Моравидима развија чучалска серија са сва три члана – чучалски кластити, чучалски угљоносни слојеви и чучалски шарени слојеви укупне дебљине 250 m (чучалски кластити – 200 m, чучалски угљоносни слојеви – 20 m и чучалска шарена серија 30 m). Истовремено су седименти чучалске серије само израседани.

У егенбург–отнаншком циклусу у источним Моравидима укупна дебљина ражањске серије износи 1.000 m (ражањски кластити 500 m и ражањски лапорци и глиници 500 m), док се у западном делу Моравида развија рашичка серија са дебљином од 360 m (Доња Рашица), 400 m (Сибница –буш. Б 11/82, Б 9/82) и 500 m (Сибница – буш. Б 10/82).

Исто тако и у мањим палеогеографским јединицама–депресије, басени, разликује се састав, дебљина и сл. тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса. Тако на пример у олигоценском циклусу Динарске области у Чачанској депресији развијају се: трстеничка серија, каменичка серија, семедрашка серија; у егенбург–отнаншком циклусу Динарске палеогеографске области разликују се – у Метохијској депресији – пећска серија, у Ибарској депресији – јарандолска серија, у Чачанској депресији – чачајска серија, у Пештерској депресији – сјеничка серија, у Креманској депресији – кремајска серија, у Ваљевској депресији – рађевска серија.

Изнети примери развоја тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса указују на различито дејство тектонских фаза у појединим палеогеографским

областима што је условило и различиту динамику депресија и басена унутар једне палеогеографске области. О овоме се мора водити рачуна при истраживању тектонско-палеогеографско-стратиграфских циклуса у терцијару Србије.

ТЕКТОНСКО-ПАЛЕОГЕОГРАФСКО-СТРАТИГРАФСКИ ЦИКЛУСИ И ФЛИШ

Флишне творевине у једном тектонско-палеогеографско-стратиграфском циклусу развијају се под специфичним условима. У флишним творевинама развијају се микроциклуси који представљају флишне ритмове у којима се смењују два или три члана као што је случај у остружничком флишу, љипском флишу драгачевском флишу. Међутим, у топличком флишу (горњеоценски циклус) разликујемо серију конгломерата и лапоровито-глиновитих слојева у смењивању (грubi флиш, олистостромска јединица), преко којих лежи пенчарско-алевролитски флиш ("банковита јединица") и на крају алевролитско-пенчарски флиш ("танко-слојевита јединица").

ТЕКТОНСКО-ПАЛЕОГЕОГРАФСКО-СТРАТИГРАФСКИ ЦИКЛУСИ И ВУЛКАНИЗАМ

Вулканска активност у појединим тектонско-палеогеографско-стратиграфским циклусима има већи или мањи значај. Вулканска активност је у тесној вези са одређеним тектонским фазама у простору и времену.

Вулканске творевине у терцијару Србије јављају се у виду тањих слојева и прослојака у једном, у оба или у сва три члана циклуса када битно не утичу на карактер тектонско-палеогеографско-стратиграфског циклуса, односно не мењају њихове основне особине.

Међутим, у појединим тектонско-палеогеографско-стратиграфским циклусима вулканска активност је сложена и вишеструко се обавља упоредо са одвијањем процеса седиментације када се стварају вулканогено-седиментне серије.

Вулканске творевине које битно не мењају карактер чланова циклуса јављају се: у горњем еоцену Карпато-балканске области у ртањској црвеној серији; у Моравској области – у тламинским кластитима (Власинска депресија), у пчињским црвеним клазитима (Врањска депресија), у доњоолигоценском циклусу – у добросређској серији, у бабушничкој серији, у Стрезовачком басену, у бунпрењским глинцима и пенчарима и буштрењским битуминозним глинцима (Врањска депресија); у трстеничким црвеним клазитима (Моравска, Шумадијска и Динарска област).

Вулканска активност као производ јачих тектонских кретања, са сукцесивним изливањима упоредо са процесима седиментације доводи до образовања вулканогено-седиментних серија, када и битно утиче на карактер тектонско-палеогеографско-стратиграфских циклуса. Тако на пр. оваква вулканска активност јавља се: у горњеоценском циклусу у Моравској области – тламински вулканити и тламинска вулканогено-седиментна серија (Власинска депресија), у горњем еоцену-доњем олигоцену развија се косаничка вулканогено-седиментна серија (Левачко-крушевачка депресија), витински вулканити (Шумадијска област) у Карпато-балканској области-олигоценски век-осмаковска вулканогено-седиментна серија, у Моравској области-лечка вулканогено-седиментна серија, копаоничка вулканогено-седиментна серија, и др; у егеибург-отпашком циклусу вулкански

продукти се јављају у све четири палеогеографске области: а) Карпато–балканска област у сврљинској серији, читлучкој серији, књажевачкој серији; у Моравској области – ражањска серија, чучалска серија; у Шумадијској области–милаповачки слојеви, сланачка серија и др.; у Динарској области – таковска вулканогено–седиментна серија; у карпатском циклусу у више области – сјенички туфозии пешчари, тијајска серија као и у Моравској области – југовачка (међуханска) серија, врањска серија и др. У баденском веку најизразитији су трепчашки вулкани. У сарматском циклусу јављају се мање више појаве у кнежевачко–сремичким кречњацима.

ТЕКТОНСКО–ПАЛЕОГЕОГРАФСКО–СТРАТИГРАФСКИ ЦИКЛУСИ И ТЕКТОИСКИ ЦИКЛУСИ

Развој тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса у терцијару Србије везан је за тектонске фазе које су по тектонским манифестацијама разврстане у два тектонска циклуса: а) староалпски терцијарни тектонски циклус и б) младоалпски терцијарни тектонски циклус.

а) Староалпски терцијарни тектонски циклус одвијао се од границе креда–палеоцен па закључно са II савском фазом. Овом тектонском циклусу припадају тектонске фазе: ларамидска, илирска, пиринејска, хелветска, I савска и II савска фаза.

У овом тектонском циклусу у терцијару Србије тектонске дислокације и дуж ових депресије и басени развијали су се правцима: у Карпато–балканској области – ССЗ–ЈИ и СЗ–ЈИ; у Моравској области и Шумадијској области – ССЗ–ЈИ, а у Динарској области – СЗ–ЈИ а подређено ССЗ–ЈИ.

Тектонске фазе староалпског терцијарног тектонског циклуса манифестују се убирањем, павлачењем, издизањем и спуштањем у појединим палеогеографским областима (Карпато–балканска, источни део Моравске области, Динарска област). Међутим, све тектонске фазе нису се подједнако одразиле у свим палеогеографским областима. На табеларином прегледу дате су тектонске фазе и њихове манифестације у све четири палеогеографске области.

б) Младоалпски терцијарни тектонски циклус отпочео је са другим периодом одраза II савске фазе – период декомпресије обухватајући I и II штајерску фазу, I и II атичку фазу, молдавску фазу, роданску и славонску фазу.

Тектонске фазе овог циклуса одразиле су се само раседањима са издизањима једних блокова а спуштањима других, без убирања и павлачења.

Поред дислокација које су наслеђене из претходног тектонског циклуса јављају се и нови раседи правца СИ–ЈЗ и И–З (Карпато–балканска, Моравска и Шумадијска област) и СЗ–ЈИ (Динарска област). Раседи екваторијалног и субекваторијалног пружања условили су разламања копнених средина унутар појединих палеогеографских области, тако да је образована нова генерација басена у којима се одвија I седиментни циклус (егенбург–отнашки циклус) док се у наслеђеним депресијама развија II или III седиментни циклус.

ТЕКТОИСКО–ПАЛЕОГЕОГРАФСКО–СТРАТИГРАФСКИ ЦИКЛУСИ У ТЕРЦИЈАРУ СРБИЈЕ

У терцијару Србије разликујемо 13 тектонско–палеогеографско–стратиграфских циклуса који су дати на табеларином прегледу. Сваки циклус развијао се

између две тектонске фазе; у посебним колонама дате су тектонске манифестације сваке тектонске фазе, затим фазе магматске активности (вулканизам, плутонизам) а у посебном одељку изнете су депресије и басени са серијама и слојевима у свим палеогеографским областима.

Доњопалеоценски циклус као најстарији терцијарни циклус у Србији развијао се под дејством ларамијске фазе. У Карпато–балканској и Моравској области ларамијска фаза доводи до општих издизања када је образовано Карпатско–моравско копно без седиментационих простора. Међутим, у Шумадијској и Динарској области ларамијска фаза је условила развој флишних басена, тако да се у Шумадијској области стварао остружнички флиш, а у Динарској области љишки и драгачевски флиш. Исто тако реална је претпоставка да се палеогени седименти из СИ Босне настављају и у просторе Савске депресије у СЗ Србији.

Горњосоценски циклус отпочео је да се развија покретима илирске фазе а завршио покретима пиринејске фазе. У првом, компресионом периоду илирске фазе дошло је до убирања и навлачења, посебно у Карпато–балканској области, завршивши се општим издизањима. У другом – декомпресијском периоду долази до раскомадавања дуж крупних дислокација када настају депресије: а) у Карпато–балканској области Ртањска депресија са рујишком серијом, Добродолска (Борска) депресија са борским кластитима, мајданпечким клазитима, рудињском серијом, Пиротска депресија са ирисјанским клазитима и шротским кречњацима, Бабушничка депресија са звоначком серијом; у Моравској области: Власинска депресија – тламинска серија, Врањска депресија – трговишки вулканити, пчињски кластити и буштрењски карбонати; Левачко–крушевачка депресија – куршумлијски кластити, топлички флиш, косаничка вулканогено–седиментна серија (доњи део); у Шумадијској и Динарској области – витински вулканити, биначки кластити.

Доњоолигоценски циклус настао је између пиринејске и хелветске фазе. Развијао се у: Карпато–балканској области у Ртањској депресији – добросрећска серија; Аликсарској депресији – аликсарска серија; у Моравској области – Врањска депресија – врањска серија (козјачки кластити и пчињски глиници и пенччари; Левачко–крушевачка депресија – косаничка вулканогено–седиментна серија; у Шумадијској и Динарској области – биначки кластити и биначки слојеви.

Горњоолигоценски циклус одвијао се између хелветске фазе и I савске фазе у: Карпато–балканској области – Ртањска депресија – зоруновачка серија (зоруновачки флиш), Бабушничка депресија – бабушничка серија; у Моравској области – Левачко–крушевачка депресија – трстеничка серија; у Шумадијској области – трстеничка серија; у Динарској области – семедрашка серија, трстеничка серија и каменичка серија.

Егерски циклус развијао се између I и II савске фазе у: Карпато–балканској области – Јелашничка депресија–јелашничка серија, Сењска депресија–сењска серија, Боговинска депресија–боговинска серија и манојличка серија; у Моравској области – Моравска депресија–алексиничка серија, Левачко–крушевачка депресија–чучалска серија, Марковачка депресија–новоселска серија; у Шумадијској и Динарској области постојала је копнена средина.

Егенбург–отнаншки циклус настао је између II савске фазе и I штајерске фазе. У другом периоду II савске фазе долази до стварања нове генерације раседа правца СИ–ЈЗ и И–З дуж којих се образују језерски басени који су повезивали депресије меридијанског правца пружања. Развијао се у: Карпато–балканској области – раковобарска серија, читлучка серија, кпажевачка и звезданска серија; у Моравској области – Моравска депресија – ражањска серија, Јастребачко–јухорска депресија – ражањска

серија, Левачко–крушевачка депресија – рапичка серија, сибничка серија; у Шумадијској области – Шумадијска депресија – слапачка серија, гружанска серија, јасеничка серија, венчачка серија; Милановачко–белановичка депресија – милановачка серија, букуљска серија, крушевичка серија; у Динарској области – Косовска и Метохијска депресија – пећска серија, Пештерска депресија – сјеничка серија, Ибарска депресија – јарацдолска серија, Чачанска депресија – чачанска серија, таковска серија, Креманска депресија – креманска серија, Ваљевска депресија – рађевска серија и Савска депресија – тамнавска серија.

Карпатски циклус настао је између I и II штајерске фазе у: Карпато–балканској области – жагубичка серија, врмџанска серија, слатинска серија; у Моравској области Моравска депресија – мраморска серија, Јастребачко–јухорска депресија – мраморска серија, југовачка серија, Левачко–крушевачка депресија – беличка серија; у Шумадијској области – шумадијска серија; у Динарској области–сјенички туфозни пескови (Пештерска депресија), Поженска депресија – пожешка серија, Чачанској депресији – тијанска серија, Ибарска депресија – трепчански вулканити.

Доњобаделски циклус развијао се између II штајерске фазе и молдавске фазе у: Карпато–балканској области – Зајечарски залив – николичевска серија, Кладовско–неготинска увала – шгубички кластити и салашке глине; у Моравској области – (западни део) смедеревски пешчари и смедеревски лапорци и кречњаци, источни део – браничевски слојеви и млавски угљоносни слојеви; у слатководним басенима почиње стварање пребрешке серије; у Шумадијској области – бучварски конгломерати и вишњишке глине а у језерском развоју конгломерати Пресеке; у Динарској области – Јадарски басен – јадарски пескови и јадарски лапорци.

Горњабаделски циклус развијао се између молдавске фазе и I атичке фазе у: Карпато–балканској области – Зајечарски залив – изворска серија; Кладовско–неготинска увала–сиколски слојеви и трњански кречњаци; у Моравској области – браничевски слојеви, а у језерским срединама наставља се развој пребрешке серије; у Шумадијској области – раковички конгломерати, раковички пескови и тапмајдански кречњаци и орашачки угљоносни слојеви; у Динарској области – јадарски кластити, љутички кластити.

Сарматски циклус развијао се између I и II атичке фазе у: Карпато–балканској области – јасенички рисоидно–хидробијски слојеви, мокрањски слојеви; у Моравској области – рисоидно–хидробијски слојеви, песковито–глиновити слојеви и ервилијски слојеви (источни део); Шумадијска област – рисоидно–хидробијске глине, топчидерски пескови и кнежевачко–сремички кречњаци; у Динарској области: Колубарски басен – бањански кречњаци, мушићски слојеви.

Панонски циклус развијао се између II атичке и роданске фазе у: Карпато–балканској области – неготински кластити и милошевске глине, као и видровачки кречњачко–песковити слојеви и међедирски кречњаци; у Моравској области – источни део – шљунковито – песковити слојеви, сиво–зелене глине и сиво–жуте глине и пескови а у западном делу – иесковито–глиновито–кречњачки ниво, песковито–глиновити ииво и гвозђевити–песковито–глиновити ниво; у Шумадијској области – теразијски бели лапорци, умчарске глине и карагачки слојеви; у Динарској области – конгеријски слојеви, оригоцераски лапорци, лимнокардијски пескови, глиновито–песковита серија (Колубарски басен) и конгломератична серија (Подрињски басен).

Понтски циклус стваран је између роданске фазе и славонске фазе у: Карпато–балканској области – подвршки пескови, кустачке глине а прекривају их

кључки песковито–глиновити слојеви. У језерским срединама таложи се мозгошка серија; У моравској области – западни део – косточачка серија, источни део орешачки пескови; одвија се седиментација и у слатководним срединама; у Шумадијској области – конопљински кластити које прекривају белопоточки лапорци као и преромбоидејске глине, ромбоидејске глине и Будмаша слојеви; у Динарској области – Колубарски басен – колубарска серија (кластични слојеви, угљоносни слојеви и лапоровито–глиновити слојеви) а у Подринском басену церски кластити. У Косовској и Метохијској депресији таложи се косовска серија (косовски кластити, косовски угљоносни слојеви и косовски лапорци и глине).

Дакијско–романски циклус је завршни циклус у терцијару Србије. Настао је покретима славонске фазе када је територија Србије потпуно ослобођена морског покривача и на копненим срединама развијају се континенталне творевине представљене: у Карпато–балканској области – пиротским кластитима; у Моравској области нишким кластитима; у Динарској области метохијском серијом и у Панонској области славонским слојевима.

| | | | | |
|--|----|---|------|---|
| Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk. | 60 | 1 | 1-21 | Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996 |
|--|----|---|------|---|

UDC 551.24.031:551.88(497.11)

Original scientific paper

ГЕОЛОГИЈА – GÉOLOGIE

TERTIARY TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC–STRATIGRAPHIC CYCLES OF SERBIA

by

Milodrag Anđelković* and Jelena Anđelković*

Within the Tertiary of Serbia, thirteen paleogeographic–stratigraphic cycles have been separated between two tectonic stages. Each cycle began with deposition of clastic beds overlain by marl–clayey rock or limestone beds. Where the freshwater and paralic environments were suitable, a third cycle member was formed – coal beds which pass laterally and upward into marl–clayey rocks. The cycles evolved through folding, thrusting and rising into the Second Savian phase, and faulting and up– and down–throwing in the latter half of this stage. The individualized cycles are the following: First Lower Paleocene, caused by Laramian orogeny; Upper Eocene, between Illyrian and Pyreneean orogenies; Lower Oligocene, between Pyreneean and Helvetian; Upper Oligocene, between Helvetian and First Savian; Egerian, between Second First and Second Savian; Eggenburgian–Ottangian, between Second Savian and First Styrian; Carpathian, between First and Second Styrian; Lower Badenian, between Second Styrian and Moldavian, Upper Badenian between Moldavian and First Attican; Sarmatian, between First and Second Attican; Pannonian, between Rhodanian and Slavonian; and Dacian–Romanian movements of the Slavonian phase.

Key words: tectonic stages, paleogeography, stratigraphy, cycles, depressions, basins, series, beds.

There are few published information about division of the Tertiary into cycles, tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles in particular, for the territory of Serbia. It is only in the last ten years that some consideration has been given to the interrelation between tectonic events and the cycles of the paleogeographic–stratigraphic evolution.

The first description of freshwater Oligocene and Miocene basins of Serbia in connection with respective tectonic events and the paleogeographic history was given by M. Anđelković (1986, 1987). He divided Paleogene cycles of eastern Serbia (Anđelković, 1987/88) and considered paleostratigraphical evolution of Oligocene and Miocene lake basins of Serbia (Anđelković et al., 1988, 1988a).

The paleogeographic–stratigraphical evolution of the Tertiary in Yugoslavia is described on the basis of fish remains by J. Anđelković (1989), and in the book "Paleogeography of Serbia – the Tertiary" (Anđelković et al., 1991) paleogeographic–stratigraphic units are divided on the basis of Tertiary tectonic even effects in Serbia, which are fundamental for

* Banjička 25a, Zemun.

subdivision into tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles. In an earlier work (Anđelković and Anđelković, 1996), a detailed review is given of the Eggenburgian–Ottungian cycle.

Bokčić (1980) refers to the Pontian sedimentation cycle of Metohian basin, and identifies: (a) regression cycle (deposits of proluvial–shore and alluvial environments), (b) homogeneous cycle (deposits of peat bog environment), and (c) transgressive cycle (deposits of lacustrine environment). He classifies cycles into megacycles (Miocene in general, Lower Pliocene, Middle Pliocene, and Upper Pliocene). The division proposed by Bokčić into cycles and "megacycles" is entirely different from the tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles described in this paper.

This contribution is intended to present the evolution of Tertiary cycles of Serbia on the basis of correlation of tectonic events and paleogeographic–stratigraphic history of depressions and basins. The regularity in the recurrence of cycles is notable in lake depressions and paralic environments, or lacustrine environments in general, whilst separation of cycles in marine environments is more difficult, because it has not been specifically studied.

Name. A tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycle covers products between two tectonic stages formed in paleogeographic units. Each cycle consists of two permanent cycle members: lower, clastic beds, and upper, marl–clayey rock or limestone beds. Where the paleogeographic conditions were suitable, a third member of the cycle was formed, coal beds, which laterally and upward pass into marl–clayey rocks.

The term tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycle is used because it describes the relation of tectonic movements and paleogeographic–stratigraphic evolution in space and time. There are other terms, such as "geologic cycle", "tectonic cycle", etc., but they have different meanings.

REGULARITY OF TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC– –STRATIGRAPHIC CYCLES

Tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles had a continuous evolution through the history of the Earth. Successive crustal expansion and contraction, the former prevailing, were the principal motive power in the history of the Earth, and of the tectonic–paleogeographic–stratigraphic evolution.

The principal controlling factors of a tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycle are: (a) geodynamic processes or tectonic events; (b) paleogeographic situation; and (c) paleoclimatological circumstances.

Geodynamic processes. The principal motor of a cycle is the effects of geodynamic processes, or the effects of tectonic events on the formation of larger or smaller paleogeographic units, consequently the cyclic stratigraphic development within the units. Another factor affecting the paleogeographic–stratigraphic evolution are epirogenic movements.

The Tertiary of Serbian territory is characterized by a succession of tectonic events, which had differential effects on the paleogeographic regions of Serbia (Carpatho–Balkan, Morava, Šumadija, and Dinaric regions) and within each of the regions; ones are manifested in folds, thrusts and nappes, rising or subsidence of blocks, and the others only faults (up- and down–throws). Two periods of tectonic effects are distinguished in the Tertiary of Serbia: (a) period ending with the effects of the Second Savian phase (compression period) of folding, thrusting, rising and subsidence (overthrust folding) and (b) period of decompression, from the

latter half of the Second Savian, of folding and subsidence of ones and elevation of other blocks (post–overthrust folding period). Folding, overthrust folding, occurred during the compression of respective segments, and rising and subsidence during the decompression of the former, or only rising and subsidence in the latter.

The Tertiary evolution of tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles in Serbia depended on the character of all tectonic manifestations. Folding and displacement within one paleogeographic region led, among others, to the surfacing of different stratigraphic units and consequent formation of a varied paleorelief; members of the cycle vary in composition, thickness, extent, and nature. Thus, the clastic member depends on composition and character of the paleorelief over which a paleogeographic unit developed and on character and displacements of its margin. The varied lithologic composition of the paleorelief is reflected in polygenic clastics of the lowest cycle member, and their thickness and character are controlled by the nature of the paleorelief on the margin and its mobility.

The tectonic–paleogeographic–stratigraphic evolution of the cycles was mainly controlled by movements along the fault lines, up– and down–throws of blocks, which resulted in the formation of freshwater depressions and basins, or transgressions (ingressions) and regressions.

Paleogeographic environments. A significant role in the development of tectonic–paleogeographic cycles had the character of paleogeographic units. The composition of each cycle depended on the paleogeographic unit's perimeter, paleorelief, marginal paleorelief, mobility of the lake or sea basin and its margin, paleogeographic environmental conditions (climate, salinity, bathymetric relations, etc.).

Four large paleogeographic regions: Carpatho–Balkan, Morava, Šumadija, and Dinaric were formed during the Tertiary in Serbia, and smaller paleogeographic units within each: lake depressions and basins, or sea basins, gulfs, channels, and landforms between them.

Paleogeographic conditions. The third important factor in the evolution of tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles were the prevailing paleogeographic conditions. Most influential condition was the climate. Warm, dry climate with rainy intervals resulted in the formation of clastics of the red series type or dominant carbonate rocks; warm and wet climate in freshwater and paralic zones resulted in the formation of marshes and coal deposits. Paleobathymetric relations, character of the paleorelief, salinity rate in seas, mobility of lakes and seas, were also factors of influence on the cycles.

COMPOSITION OF TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC– –STRATIGRAPHIC CYCLES

A tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycle consists of two constant lithostratigraphic members and a third member developed only in freshwater or paralic environments where paleogeographic situation was suitable for its formation.

First member. Each tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycle begins with its first member composed of clastic beds. Tectonic events always cause faulting and rising or subsidence of blocks, followed by rapid erosion and denudation of land and transport and deposition of materials in lake basins or on their margins, down the large river courses, etc. Composition, thickness, extent and character of clastics depend on the mobility of the basin and its margin, their compositions, precipitation intensities, surface flow rates, paleoclimate. One more factor of influence in sea basins is the rate and strength of transgression (and ingression) and regression.

Composition of the first clastic member includes conglomerates, agglomerates, gravels, coarse- or medium-grained sandstones, sands with lenses or intercalations of sand-clayey rocks. The rock constituents of this member are generally chaotic, unstratified. This member of the cycle is identified as: clastic beds, clastic series, red series, etc.

Second member. This member is represented by clay-marly or calcareous rocks. It formed in lacustrine environment when dynamic processes were much weaker, or in marine environment during calm intervals. Deposits of the second member lie over clastic beds, and consist dominantly of marl-clayey rocks in lacustrine and of limestones in marine environments particularly those deposited in shallow sea of warm climate.

In freshwater and paralic environments, the second member passes laterally into coal beds and covers them.

Third member. This member of coal beds formed in lacustrine and paralic environments when paleogeographic conditions were suitable for their formation. Where formed in freshwater, coal beds are separated by clay-marl deposits which formed in the intervals of elevated lake level; in paralic environment, coal beds are separated by marl-clay-sand deposits formed in the intervals of marine invasion.

PALEOGEOGRAPHIC ENVIRONMENT

Tertiary tectonic-paleogeographic-stratigraphic cycles of Serbia formed in three paleogeographic environments: (a) lacustrine, (b) paralic, and (c) marine.

Lacustrine environment. Lakes had a large coverage in the Tertiary of Serbia, from the Upper Eocene through Oligocene, Egerian, Eggenburgian-Ottngian to the Carpathian, and much smaller in the subsequent intervals. At times, for instance in the Eggenburgian-Ottngian, the territory of Serbia was "a land of thousand lakes", which was never before or at a later period. The lake area significantly shrank from the Badenian, and sea area expanded in northern Serbia.

Lake deposits consisted of two constant cycle members: (a) clastic beds and (b) marl-clay beds, formed in all depressions and basins of the all four paleogeographic regions: Carpatho-Balkan, Morava, Šumadija, and Dinaric region.

The third member formed only where paleogeographic conditions permitted. Coal formations of the Lower Oligocene are: Dobra Sreća series, Aliksar series; the Egerian: (a) Carpatho-Balkan region: Jelašnica series, Senje series, Bogovina series, (b) Morava region: Aleksinac series, Čučale series; the Eggenburgian-Ottngian: Čitluk series, Rakova Bara series, Knjaževac series, Zvezdan series in the Carpatho-Balkan region; Ražanj series, Sibnica series, Kriva Reka series in the Morava region; Gruža series, Jasenica series, Kruševica series in Šumadija region; Peć series, Jarandol series, Sjenica series, Čačak series, Radevo series in the Dinaric region. Coal formations of the Carpathian are fewer and without economic value. The area under lakes was much reduced through the Badenian, Sarmatian and the Pannonian. Lacustrine coal beds of the Pontian are notable in Kosovo and Metohija basins: Kosovo series.

Paralic environment in which the tectonic-paleogeographic-stratigraphic cycle evolved, prevailed in the Badenian, Sarmatian and Pontian. Two constant members were formed: (a) clastic beds and (b) marl-clay beds which laterally pass into coal beds and cover them.

Badenian stage: (a) in Belgrade basin of Šumadija region, Stevanović describes a horizon near Žarkovo of "... coal, slightly schistose clay, bearing coal lumps (0.10 to 0.30 m thick) ...";

Orašac coal beds south of Kosmaj; (b) in Despotovac and Mlava basins of the Morava region. Sarmatian stage: coal beds at Kosmaj slopes on the southern margin of Belgrade basin; Despotovac basin of Morava region, etc. Pannonian stage: Drlupa and Amerić coal beds in Belgrade basin; Despotovac basin in Morava region. Pontian stage: Kolubara coal beds of significant extent and thickness in Kolubara basin and Kostolac coal beds in Kostolac basin.

Marine environment in the Tertiary of Serbia: Lower Paleocene (Šumadija and Dinaric regions); Upper Eocene (Carpatho–Balkan, Morava, Šumadija, Dinaric regions); Lower Oligocene (Šumadija and Dinaric regions). Northern areas of Serbia subsided in the Lower Badenian and were invaded by sea, where marine deposits were formed during the Lower Badenian, Upper Badenian, Sarmatian, Pannonian, and Pontian, before the emergence of these areas.

Tertiary tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles of Serbia have not been adequately studied, but the available data allow reconstruction of these cycles and their relationships. The relationships between cycles in marine environments, and between members of the same cycle were controlled by the paleorelief of each basin and its margin, magnitude of transgression and dynamics of the basin and its margin, paleogeographic conditions: climate, salinity rate, paleobathymetric relations, etc. The coal–bed member is lacking in marine deposits, because marine environment was not suitable for its formation.

TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC–STRATIGRAPHIC CYCLES BY PALEOGEOGRAPHIC REGIONS AND WITHIN REGIONS

The tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles are the largest Tertiary paleogeographic units in the paleogeographic regions of Serbia. Some of the cycles are identical over a paleogeographic region, but more often they consist of two or more series in the same region. Rock series and beds particularly differ in thickness. Thus, for example, in the Morava paleogeographic region (Anđelković, 1990), Aleksinac series of the Egerian, folded and overthrust, in eastern Moravides has a total thickness of 1000 metres (three units: Aleksinac clastics, Aleksinac coal beds and Aleksinac marlstones). The synchronous Čučale series in western Moravides, composed of all three members: Čučale clastics, Čučale coal beds, and Čučale mottled beds, has a total thickness of 250 metres (clastics 200 m, coal beds 20 m, mottled beds 30 m). These deposits are only faulted.

The Eggenburgian–Ottangian cycle also differs in deposit thickness between the eastern Moravides, where Ražanj series is 1000 m thick (clastics 500 m, marlstones and shales 500 m), and the western Moravides, where Rašica series varies from 360 m (Donja Rašica) to 400 m (Sibnica, hole B–11/82 and B–9/82) to 500 m (Sibnica, hole B–10/82).

Also in smaller paleogeographic units, depressions and basins, tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles differ in composition, thickness, etc. For instance, Oligocene series in Čačak depression of the Dinaric region are: Trstenik series and Smedraž series; Eggenburgian–Ottangian series in Metohian depression is Peć series; in Ibar depression, Jarandol series; in Čačak depression, Čačak series; in Pešter depression, Sjenica series; in Kremna depression, Kremna series, in Valjevo depression, Radevo series.

The above examples show different effects of tectonic events on depressions and basins within the paleogeographic regions, which must be taken into consideration when studying tertiary tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles of Serbia.

TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC–STRATIGRAPHIC CYCLES AND FLYSCH

Flysch deposits of a tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycle were formed under specific conditions. They reflect microcycles of flysch rhythms, each of two or three units, as the Ostružnica flysch, Ljig flysch, Dragačevo flysch. However, Toplica flysch (Upper Eocene cycle) is a sequence of conglomerates and clay–marly rocks (coarse flysch, olistostrome unit), sand–silty flysch ("thick–bedded unit"), and silt–sandy flysch ("thin–bedded unit").

TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC–STRATIGRAPHIC CYCLES AND VOLCANISM

Volcanism had a greater or smaller effect on the tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles. Each volcanism is related to particular tectonic stage in space and time.

Volcanic products in Tertiary deposits of Serbia occur in thin beds or interbeds in one, both, or all three members, and display no significant effect on their properties.

Only in few instances, volcanic activity was complex and recurrent, synchronous with sedimentation, which produced volcanic–sedimentary series.

The former volcanic products, which have not transformed the character of the cycle members, are recognized in Upper Eocene Rtanj red series (Carpatho–Balkan region), Tlamin elastics (Morava region, Vlasina depression), Pčinja red clastics (Vranje depression); Lower Oligocene Dobra Sreća series, Babušnica series, Buštanj shales and sandstones (Strezovci basin) and Buštranj bituminous shales (Vranje depression); Trstenik red clastics (Morava, Šumadija, Dinaric regions).

The latter, volcanic products of greater tectonic events, resulting from recurrent extrusions synchronous with sedimentation, formed volcanic–sedimentary series of appreciable effect on the character of tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles. These series are: Upper Eocene Tlamin volcanites and Tlamin volcanic–sedimentary series (Vlasina depression) in Morava region; Upper Eocene–Lower Oligocene Kosanica volcanogenic–sedimentary series (Leskovac depression), Vitina volcanites in Šumadija region; Oligocene Osmakovo volcanic–sedimentary series in Carpatho–Balkan region, Lece volcanic–sedimentary series, Kopaonik volcanic–sedimentary series, etc. in Morava region; Eggenburgian–Ottngian volcanic products in all four regions: Svrlijig series, Čitluk series, Knjaževac series in the Carpatho–Balkan region; Ražanj series, Čučale series in the Morava region; Milanovac beds, Slanci series, etc. in Šumadija region; Takovo volcanic–sedimentary series in the Dinaric region; in Carpathian Sjenica tuffaceous sandstones, Tijane series, and Jugovac (Međuhana) series, Vranje series, etc. in Morava region. The best known Badenian products are Trepča volcanites, and the Sarmatian are only minor occurrences in Kneževac–Sremčica limestones.

TECTONIC–PALEOGEOGRAPHIC–STRATIGRAPHIC CYCLES AND TECTONIC CYCLES

Tertiary tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles of Serbia are related and assigned to two tectonic cycles: (a) old Alpine Tertiary tectonic cycle, and (b) young Alpine Tertiary tectonic cycle.

(a) Old Alpine Tertiary tectonic cycle, from the Cretaceous/Paleocene through the Second Savian phase, consisted of tectonic phases: Laramian, Illyrian, Pyrenean, Helvetian, First Savian, and Second Savian.

Tectonic dislocations and depressions and basins formed along them have the following trends: NWW–SSE and NW–SE in the Carpatho–Balkan region, NNW–SSE in the Morava and Šumadija regions, and NW–SE, subordinately NNW–SSE, in the Dinaric region.

Tectonic phases of the old Alpine orogeny are manifested in folds, nappes, rising and subsidences in the paleogeographic regions (Carpatho–Balkan, eastern Morava, Dinaric), not equally in each region. A review of tectonic phases and their manifestations in the four paleogeographic regions is given in the table.

(b) Young Alpine Tertiary tectonic cycle included the Second Savian, through First and Second Styrian, First and Second Attican, Moldavian, Rhodanian, and Slavonian phases. The effects of young Alpine orogeny were the formation of faults and up- and down-throws of blocks, without involving folds and nappes.

The newly formed faults strike in NE–SW or E–W (Carpatho–Balkan and Šumadija regions) or NW–SE (Dinaric region) direction. Faults of equatorial and subequatorial strikes broke up lands in paleogeographic regions and thus provided for the formation of a new generation of basins. Sedimentation in new basins and pre-existing depressions were of the first (Eggenburgian–Ottomanian) and the second or third cycles, respectively.

TERTIARY TECTONIC–PALEO GEOGRAPHIC–STRATIGRAPHIC CYCLES OF SERBIA

Thirteen tectonic–paleogeographic–stratigraphic cycles have been individualized within the Tertiary of Serbia (see Table). Each cycle developed between two tectonic stages. The table shows tectonic manifestations, magmatic activity (volcanism, plutonism) intervals, and series and beds in depressions and basins for each paleogeographic region.

Lower Paleocene cycle, the earliest Tertiary cycle of Serbia, was caused by Laramian orogeny. Its effects were a general rising in the Carpatho–Balkan and Morava region without sedimentation, and formation of flysch basins in the Šumadija (Ostružnica flysch) and Dinaric (Ljig and Dragačevo flysches) regions. A plausible surmise is that Paleocene deposits of NE Bosnia extended into the Sava depression of NW Serbia.

Upper Eocene cycle began with the Illyrian and ended with the Pyrenean movements. The former, compressive interval of the Illyrian orogeny resulted in folds and nappes, especially in the Carpatho–Balkan region, and a general rising. The results of the latter, decompression interval of differential movements along large dislocations, are depressions: (a) Rtanj depression with Rujšte series, Dobri Do (Bor) depression with Bor clastics, Majdanpek clastics, Rudinje series, Pirot depression with Prisjan clastics and Pirot limestones, Babušnica depression with Zvonce series, in the Carpatho–Balkan region; Vlasina depression with Tlamin series, Vranje depression with Trgovište volcanics, Pčinja clastics, and Buštrenj carbonate rocks, Levač–Kruševac depression with Kuršumlja clastics, Toplica flysch, Kosanica volcanic–sedimentary series (lower part), in the Morava region; Vitina volcanic rocks, Binač clastics, in the Šumadija and Dinaric regions.

Lower Oligocene cycle, between the Pyrenean and the Helvetian orogenies, produced: (a) Carpatho–Balkan region – Dobra Sreća series in Rtanj depression, Aliksar series in Aliksar

depression; (b) Morava region–Vranje series (Kozjak clastics) and Pčinja shales and sandstones in Vranje depression, Kosanica volcanic–sedimentary series in Levač–Kruševac depression; (c) Šumadija and Dinaric regions – Binač clastics, Binač beds.

Upper Oligocene cycle, between the Helvetian and the First Savian phases, formed: Zorunovac series (Zorunovac flysch) in Rtanj depression and Babušnica series in Babušnica depression, Carpatho–Balkan region; Trstenik series in Levač–Kruševac depression, Morava region; Trstenik series in Šumadija region; Semedraž series, Trstenik series and Kamenica series in Dinaric region.

Egerian cycle, between the First and the Second Savian phases, formed: Jelašnica series in Jelašnica depression, Senje series in Senje depression, Bogovina series and Manojlica series in Bogovina depression, the Carpatho–Balkan region; Aleksinac series in the Morava depression, Čučale series in Levač–Kruševac depression, Novo Selo series in Markovac depression, the Morava region; the Šumadija and Dinaric regions were terrestrial environments.

Engenburijski–Ottangijski cycle, between the Second Savian and the First Styrian orogenies. A new generation of NE–SW and E–W trend faults and lake basins of meridional extent which connected depressions, were formed in the latter half of the Second Savian phase. The series formed in this interval are: Carpatho–Balkan region – Rakova Bara series, Čitluk series, Knjaževac and Zvezdan series; Morava region – Ražanj series in the Morava depression, Ražanj series in Jastrebac–Juhor depression, Rašica series, Sibnica series in Levač–Kruševac depression; Šumadija region – Slanci series, Gruža series, Jasenica series, Venčac series in Šumadija depression, Milanovac series, Bukulja series, Kruševica series in Milanovac–Belanovica depression; Dinaric region – Peć series in Kosovo and Metohija depression, Sjenica series in Pešter depression, Jarandol series in the Ibar depression, Čačak series, Takovo series in Čačak depression, Kremna series in Kremna depression, Radevo series in Valjevo depression, Tamnava series in the Sava depression.

Carpathian cycle, between the First and the Second Styrian orogenies. Carpatho–Balkan region: Žagubica series, Vrmdža series, Slatina series; Morava region: Mramor series in the Morava depression, Mramor series and Jugovo series in Jastrebac–Juhor depression, Belica series in Levač–Kruševac depression; Šumadija region: Šumadija series; Dinaric region: Sjenica tuffaceous sands in Pešter depression, Požega series in Požega depression, Tijane series in Čačak depression, Trepča volcanics in the Ibar depression.

Lower Badenian cycle, between the Second Styrian and the Moldavian orogenies. Carpatho–Balkan region: Nikoličevo series in Zaječar gulf, Štubik clastics and Salaš clays in Kladovo–Negotin bay; Morava region – west: Smederevo sandstones and Smederevo marl and limestones; east: Braničevo beds and Mlava coal beds; Šumadija region – fresh-water basins: Prebreza series, Bučvar conglomerates and Višnjica clays; lake basins: Preseka conglomerates; Dinaric region: Jadar sands and Jadar marls in the Jadar basin.

Upper Badenian cycle, between the Moldavian and the First Attican orogenies. Carpatho–Balkan region: Izvor series in Zaječar gulf, Sikole beds and Trnjani limestones in Kladovo–Negotin bay; Morava region: Braničevo beds, Prebeg series in lake environments; Šumadija region: Rakovica conglomerates, Rakovica sands, Tašmajdan limestones, Orašac coal beds; Dinaric region: Jadar clastics, Ljutica clastics.

Sarmatian cycle, between the First and the Second Attican orogenies. Carpatho–Balkan region: Jasenica Rissoid–hydrobic beds, Mokranja beds; Morava region – east: Ris-

soid–hydrobic beds, sand–clay beds, Ervilian beds; Šumadija region: Rissoid–hydrobic clays, Topčider sands, Kneževac–Sremčica limestones; Dinaric region: Banjani limestones, Mušić beds in the Kolubara basin.

Pannonian cycle, between the Second Attican and the Rhodanian orogenies. Carpatho–Balkan region: Negotin clastics and Miloševo clays, and Vidrovac limestone–sand beds and Mećeris limestones; Morava region – east: gravel–sand beds, gray–green clays and gray–yellow clays and sands; west: sand–clay limestone level, sand–clay level, and ferruginous sand–clay level; Šumadija region: congerian beds, origoceras marls, limnocardium sands, clay–sand series (Kolubara basin), and conglomerate series (Podrinje basin).

Pontian cycle, between the Rhodanian and the Slavonian phases. Carpatho–Balkan region: Podvrh sands, Kusteč clays, overlain by Ključ sand–clay beds, and lacustrine Mozgoš series; Morava region – west: Kostolac series; east: Orešac sands, freshwater deposits; Šumadija region: Konopljište clastics overlain by Beli Potok marls, and prarhomboidian clays, rhomboidian clays, and Budmania beds; Dinaric region: Kolubara series (clastic beds, coal beds, marl–clay beds) in the Kolubara basin, Cer clastics in Podrinje basin, Kosovo series (Kosovo clastics, Kosovo coal beds, Kosovo marls and clays) in Kosovo and Metohija depressions.

Dacin–Romanian cycle is the latest Tertiary cycle of Serbia, which began from the Slavonian phase and liberated entire territory of Serbia from the sea cover. Terrestrial formations of this cycle are: Pirot clastics in the Carpatho–Balkan region, Niš clastics in the Morava region, Metohian series in the Dinaric region, and Slavonian bed in the Pannonian region.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Andelković J., 1989: Tertiary fishes of Yugoslavia – A stratigraphic–paleontologic–paleoecological study. – *Paleont. Jugosl.*, 38, 1–121, Zagreb.
- Анђелковић М. (=Andelković), 1986: Геодинамички процеси и стратиграфско–палеогеографски развој олигоценских и миоценских слатководних басена средишње и западне Србије. – *Геол. анал. Балк. пол.*, 50, Београд.
- Анђелковић М. (=Andelković), 1987: Значај пиринејске и савске фазе за настанак и развој терцијарних депресија у Србији. – *Ibid.*, 51, Београд.
- Анђелковић М. и Анђелковић Ј. (=Andelković and Andelković), 1989: Стратиграфски положај црвених серија у терцијару Србије и њихов значај за палеогеографију и тектонику. – *Ibid.*, 53, 1–22, Београд.
- Анђелковић М. и Анђелковић Ј., 1990: Стратиграфија чучалске серије (егер) и рашичке серије (егенбург–отнанг) у Чучалском басену – *Ibid.*, 54, 1–19, Београд.
- Анђелковић М. и Анђелковић Ј. (=Andelković and Andelković), 1996: Егенбург–отнаншки циклус у Србији. – *Ibid.*, 60/2, 1–17, Београд.
- Анђелковић М. и Павловић М. (=Andelković and Pavlović), 1988: Стратиграфско–палеогеографски развој и тектоника Јелашичког басена. – *Ibid.*, 52, 115–157, Београд.
- Анђелковић М., Павловић М., Еремија М. и Анђелковић Ј. (=Andelković et al.), 1988: Палеогеографско–стратиграфски развој олигоценских и миоценских језерских басена у источној Србији – *Ibid.*, 52, 1–35, Београд.
- Анђелковић М., Павловић М., Еремија М. и Анђелковић Ј. (=Andelković et al.), 1988a: Палеогеографско–стратиграфски развој олигоценских и миоценских језерских басена јужне и југозападне Србије. – *Ibid.*, 52, 51–106, Београд.
- Анђелковић М., Еремија М., Павловић М., Анђелковић Ј. и Митровић–Петровић Ј. (=Andelković et al.), 1991: Палеогеографија Србије–терцијар. – *Инст. за рег. геол. и пал. РФГ.*, 1–237, Београд.
- Павловић М. (=Pavlović), 1992: Терцијарни сисари као палеогеолошки и палеоклиматолошки индикатори. – *Геол. анал. Балк. пол.*, 65/1, 137–152, Београд.