

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	57-66	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	-------	---

УДК 551.24.01:551.251(497.11)

Оригинални паучни рад

ОДНОС ТЕКТЕНИЗАЦИЈЕ И МЕТАМОРФИЗМА У ПАЛЕОЗОЈСКИМ ТЕРЕНИМА ШУМАДИЈЕ И ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ

од

Илије Ђоковића*, Луке Пешића* и Милуна Маровића*

Радам је анализиран однос интензитета тектонизације и степена метаморфизма у стенама које припадају Дринско–ивањичком, Јадарском, Букуљском и Дичинском палеозооку и наслагама Студеничке серије. Утврђено је да су се метаморфни процеси одвијали током три етапе од којих се прва поклапа са варисцијским набирањем, друга са алпским, а трећа са фазом утискивања киселих плутонских тела терцијарне старости. На основу састава стена детектован је семиметаморфизам и промене које одговарају фазији зелених шкриљаца и епидот–амфиболитској фазији.

Кључне речи: метаморфизам, тектонизација, кливаж, плутон.

УВОД

Палеозојски терени Шумадије и западне Србије су представљени са неколико крупних, нискокристалстих, блоковских језгара, познатих у литератури под називима: Јадарски, Букуљски, Дринско–ивањички и Дичински палеозоик и Студеничка серија. У геотектонском смислу наведене целине припадају или Вардарској зони (Букуљски, Јадарски и Дичински палеозоик), или се јављају као самосталне тектонске јединице (Дринско–ивањички–елемент и Студеничка пласа; Dimitrijević, 1974).

По литостратиграфским особинама и структурним својствима наведене целине имају врло сличну геолошку грађу. Изузев Јадарског палеозоика код којег су литостратиграфски односи нешто другачији, остали имају у мањој или већој мери присутне формације које припадају Дринско–ивањичкој групи (Ђоковић, 1980).

Палинспастичким истраживањима (Ђоковић и др., 1995) је утврђено да су стене које изграђују групу формација настале у истом седиментационом басену, који је постојао све до краја средњег карбона. У току горњег карбона и доњег перма ови терени су представљали кошно, да би од средњег перма постали подлога басенског простора у коме су таложени пермски, а касније и тријаски седименти.

Опсежна истраживања изведена током израде Основне геолошке карте, а касније и реализацијом тематских студија, су указала да су истраживани простори

* Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду, Каменичка 6, Београд.

током варисцијске и алпске орогенезе претрпели полифазна тектонска обликовања (Dimitrijević, 1974; Ђоковић, 1980–1994). Она су била праћена и различитим степеном регионалног, а делом и контактнoг метаморфизма, што је још у раној фази истраживања указало на могућност њиховог корелативног односа.

СТРУКТУРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПАЛЕОЗОЈСКИХ СТЕИА

Проучавањем структура, у почетку само у Дринско–ивањичком, а касније и у осталим палеозојским целима, констатовано је да је варисцијском и алпском тектонизацијом целокупни простор стекао склоп који има типичну триклиничну симетрију. У њему је вишекратним обликовањима створено неколико генерација s–површи које су имале круцијалну улогу у процесима регионалног и контактнoг метаморфизма. Међу њима се по значају посебно истичу: варисцијски међуслојни кливаж ($S_{k//ss}$) и кливаж аксијалне површи ($IS_{k//AP}$), а у мањој мери и алпски кливаж аксијалне површи ($IS_{k//AP}$).

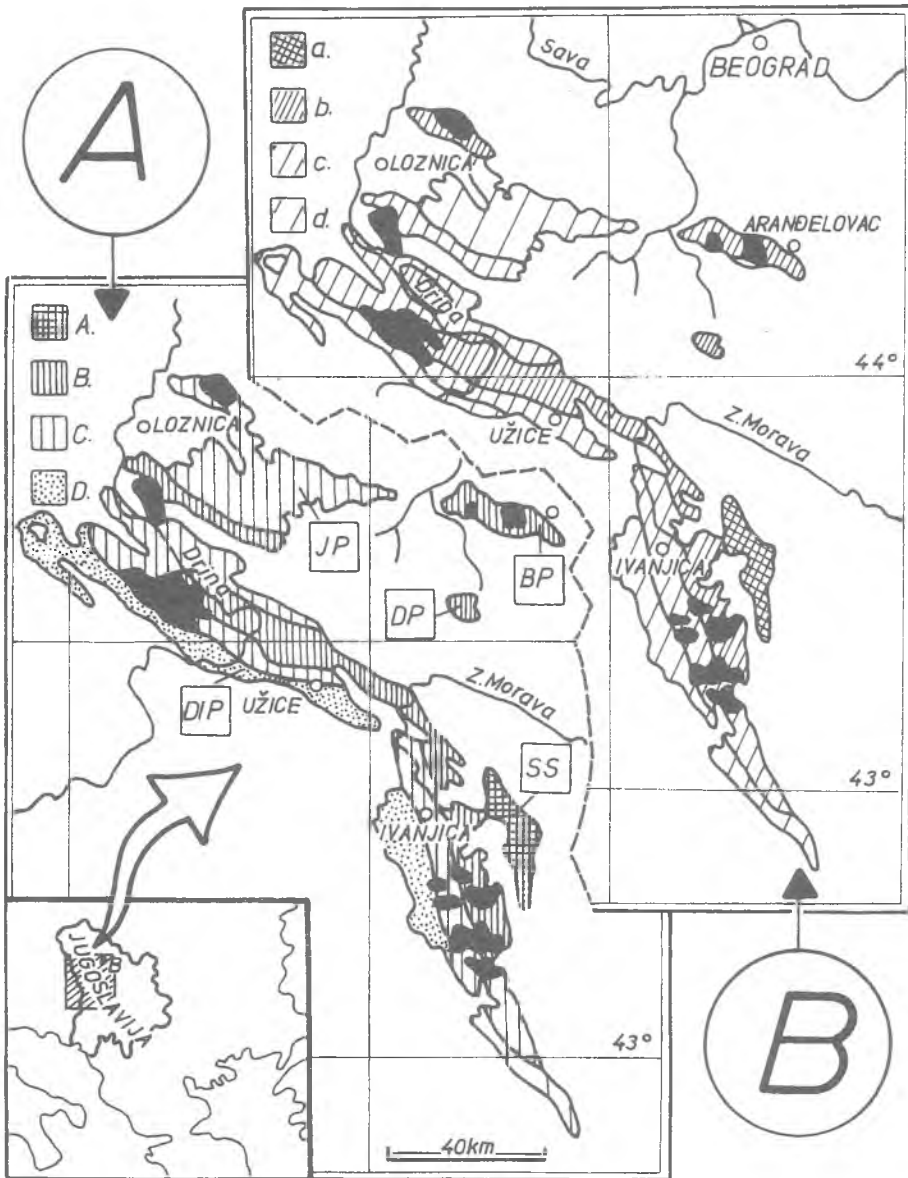
Пликативни склопови за које су везане наведене s–површи се оштро разликују како по својој геометрији, тако и по кинематици и времену настанка. У просторном погледу постоји евидентно неслагање старијих и млађих наборних структура; њихове осе стоје под правим, а ређе и под косим углом.

Структуролошким истраживањима је утврђено да су s–површи кливажног типа, скоро свугде имале истоветан редослед настанка. Њихово стварање је започело фазом варисцијског флексионог пабирања (у чијем почетку је настао међуслојни кливаж), наставило се стварањем варисцијског кливажа аксијалне површи, а завршило формирањем алпског аксијалног кливажа. Екстензитет развића и њихова пенетративност су уједначени код међуслојног, а изразито дистрибутивни код обе генерације кливажа аксијалне површи. Евидентно је да је међуслојни кливаж хомогено развијен и распрострањен у свим блоковским палеозојским језгрима, док су кливажи аксијалне површи концентрисани у зоне са опадајућим интензитетом пенетративности (сл. 1А). Очигледно је да је варисцијском и алпском тектонизацијом повећан просечан ниво тектонске оштећености у свим палеозојским целима, а да се јављају и зоне са екстремно високим износима шкриљаца и разлиставања.

МЕТАМОРФИЗАМ И ТЕКТЕНИЗАЦИЈА

Метаморфна својства палеозојских формација Шумадијског и западно–србијанског палеозоика представљају појаву која је у последњих неколико деценија изучавана више пута (Димитријевић, 1971; Кагата, 1976; Ђоковић, 1980–1984; Миловацковић, 1984). Констатован је углавном нижи метаморфизам који је у различитој мери захватио палеозојске стене. При томе је формирана изразита зонарност метаморфизма која је добро изражена у Дринско–Ивањичком, а знатно слабије и у осталим палеозојским просторима (Сл. 1Б). Зоне одговарају семиметаморфном ступњу промена, затим фазији зелених шкриљаца и епидот–амфиболитској фазији.

Настанак метаморфизма, а нарочито стварање различитих метаморфних зона, према већини истраживача је временски континуиран процес индукован крупним геотектонским догађајма. Током њих је под дејством термалног флукса, везаног за контакт Вардарске зоне и Дринско–ивањичког палеозоика, настао зонарни метаморфизам чији степен опада са удаљеношћу од наведеног контакта. Зонарност је донекле нарушена контактним метаморфизмом, насталим утискивањем плутонских тела у реонима Студенице, Голије, Букуље и Борање.



Сл. 1. (А) – Распрострањење кливажа са градијом степена развијености: а) висок, б) средњи, ц) низак и д) врло низак. (Б) – Распрострањење метаморфних зона: а) епидот–амфиболитска фација, б) фација зелених шкриљаца са албитом, ц) фација зелених шкриљаца без албита и д) семиметаморфне стене. Остале ознаке: ЈП– Јадарски палеозоик, БП– Букуљски палеозоик, ДП– Дичински палеозоик, СС– Студеничка серија и ДИП– Дринско–ивањички палеозоик.

Fig. 1. (A) Distribution of cleavages and gradation of development degrees: a. high, b. medium, c. low, and d. very low. (B) Distribution of metamorphic zones: a. epidote-amphibolite facies, b. facies of green schists and albite, c. facies of green schists without albite, and d. semimetamorphic rocks. Other symbols: JP– Jadar Paleozoic, BP– Bukulja Paleozoic, DP– Dičina Paleozoic, SS– Studenica series, and DIP– Drina-Ivanjica Paleozoic.

Овакво тумачење је у многама било у нескладу са тектонским особеностима палеозојских простора. Показало се да постоји изразита корелативност тектонизације и развића варисцијских и алпских *s*-површи са једне стране, и фаза и зонарности метаморфизма са друге. Таква подударност појава јасно је указала да се метаморфизам иеконтурирао одвијао (фазно) у временски дугом периоду од средњег карбона па до почетка неогена. При томе се могу издвојити три главне фазе које се генерално поклапају са фазама регионалних тектонских обликовања.

Најстарији метаморфизам се одиграо током горњег карбона и доњег перма и одговара етапи стварања варисцијских набора. Имао је регионални карактер и захватио је целокупни палеозојски простор Шумадије и западне Србије. Током њега су седиментне и магматске творевине претрпеле семиметаморфне промене које су добро изражене у истим рејонима у којима је развијен варисцијски међуслојни кливаж (сл. 1А). Семиметаморфизам се очигледно одиграо пре фазе таложења пермских и тријаских наслага и распадања јединственог палеозојског кошна.

Млађа фаза метаморфизма се одвијала током јуре и доње креде (Миловановић, 1984) када се одиграло и вишекратно доковање палеозојских блокова у Варварској зони и уз њен југозападни руб. Тада је усред пренабирања семиметаморфита дошло до реактивирања варисцијског и стварања алпског кливажа аксијалне површи. Процес је био нарочито добро изражен у зонама где су блокови потањали једни под друге, или најахивали једни преко других. Такви механизми су стварали изразит зоираи распоред интензитета ушкриљепости, што је термалном флуксу траспало пут ка стварању метаморфне зонарности. У таквом склопу зоне са најинтензивније развијеним кливажом су претрпеле регионални метаморфизам до фазије зелених шкриљаца. Микроскопским проучавањима метаморфита (Врковић и др., 1968; Ђоковић, 1980) је недвосмислено утврђено да је на стварање метаморфита овог ступња одлучујућу улогу имао интензитет развића кливажа, односно интензитет шкриљања. У високо тектонизованим и разлистаним партијама стена у источном делу ивањичког и букуљског и у аксијалној зони дринског и дичинског подручја, као и у рејону Студенице, фазија зелених шкриљаца је праћена са интензивном албитизацијом. У подручјима као што су аксијални део ивањичког, латерални делови дринског и југозападни рејон јадарског палеозојског простора, где је пенетративност аксијалних кливажа нешто нижа, зелени шкриљци су нешто мањег кристалинитета и скоро да немају албитску компоненту. Очигледно је да је кливаж играо кључну улогу у развоју најзначајније фазе регионалног метаморфизма.

Најмлађа фаза промена палеозојских стена је везана за олигомиоценски магматизам када је под термичким дејством плутонских тела прогресивно метаморфисана Студеничка серија до нивоа епидот амфиболитске фазије. Сличан степен метаморфизма је запажен и у ужим ореолним зонама нарочито око букуљског гранитоида, а понегде и око борањског и голијског плутона.

Период утискивања плутонских тела је праћен куполастим савијањем претходно насталих *s*-површи и интензивним разлистивањем микролитонских тела. Процес је нарочито био значајан у подручју Студеничке пласе, због чега је и дошло до екстензивног развића метаморфизма. Елементи контактног метаморфизма се могу наслутити и у неким палеозојским срединама у којима нису откривени кисели плутони. Као пример се може навести Јелова Гора где је евидентан нешто јачи метаморфизам (Миловановић, 1984), а који би се могао узети за термални утицај неоткривеног плутонског тела.

*

*

*

Метаморфни процеси који су се одиграли у свакој од наведених фаза су допринели стварању прогресивног метаморфног тренда у палеозојским стенама средишњег и западног дела Србије. При томе су регионални, а и контактни метаморфизам пратили тектонизацију простора, што је и резултовало високом корелативношћу интензитета развића s-површи и ивоа метаморфизма. Овакви односи се могу очекивати не само у просторима који су приказани овим радом, већ и у рејонима који припадају Лимском и Прачанском палеозооку.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	57-66	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	-------	---

UDC 551.24.01:551.251(497.11)

Original scientific paper

RELATIONSHIP BETWEEN TECTONISATION AND METAMORPHISM IN THE PALEOZOIC OF ŠUMADIJA AND WESTERN SERBIA

by

Ilija Đoković*, Luka Pešić* and Milun Marović*

This paper analyses the relationship between intensities of tectonisation and metamorphism degrees in rocks of the Drina–Ivanjica, the Jadar, Bukulja, and the Dičina Paleozoic terrains and in the Studenica series. Metamorphic processes were recognized which operated through three stages: first coetaneous with the Variscian folding, second with Alpine, and third with intrusion of acid plutonic bodies of Tertiary age. Semimetamorphism and transformations equivalent to the green schist and the epidote-amphibolite facies were detected on the basis of rock compositions.

Key words: metamorphism, tectonisation, cleavage, pluton.

INTRODUCTION

Paleozoic terrains of Šumadija and western Serbia are represented by several large, low–crystalline, block cores, referred to in the geologic literature as: the Jadar, Bukulja, the Drina–Ivanjica, and the Dičina Paleozoics, and the Studenica series. Geotectonically, these units belong either to the Vardar zone (Bukulja, the Jadar, the Dičina) or are independent tectonic units (the Drina–Ivanjica element and the Studenica unit; Dimitrijević, 1974)

The mentioned units are very similar in lithostratigraphy and structure. With the exception of the Jadar Paleozoic, which is slightly different in lithostratigraphic relations, others include in a smaller or greater measure the formations which belong to the Drina–Ivanjica group (Đoković, 1980).

A palinspastic study (Đoković et al., 1995) ascertained that rocks building up this group of formations were formed in the same sedimentation basin which existed to the end of the Middle Carboniferous. During the Upper Carboniferous and Lower Permian, the terrains were continental, and from the Middle Permian were the bedrock of a basin in which Permian and later Triassic sediments were deposited.

* University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Institute of Regional Geology and Paleontology, Kamenička 6, Belgrade.

Numerous investigations for the Base Geologic Map, and later thematic studies, indicated a polyphase tectonic modeling of the given terrains during the Variscian and Alpine orogenies (Dimitrijević, 1974; Đoković, 1980–1984), followed by varied regional, and partly contact metamorphism, which, even in the early stage of the study, suggested their correlation.

STRUCTURAL FEATURES OF PALEOZOIC ROCKS

It was established through the study of structures, first only in the Drina–Ivanjica unit and later in other Paleozoic entites, that Variscian and Alpine orogenies resulted in a structural pattern of typical triclinic symmetry. Repeated transforms produced several generations of *s*-planes which had a crucial part in the processes of regional and contact metamorphism. Those of particular significance are Variscian interstratal cleavage ($S_{k//ss}$) axial plane cleavage ($IS_{k//AP}$), and somewhat less Alpine cleavage along axial plane ($IIS_{k//AP}$).

The fold fabric, to which the mentioned *s*-planes are related, is quite different in geometry and in kinematics and time of formation. There is an evident spatial discrepancy between the old and younger fold structures; their axes are at a right, rarely at an oblique, angle.

As indicated by structurological study, *s*-planes of the cleavage type almost everywhere had the identical order of formation: from the Variscian flexural folding (which initiated divisional cleavage), to the Variscian axial plane cleavage, to the Alpine axial cleavage. The extent and penetration are uniform in the divisional plane cleavage, and notably distributive in both generations of the axial plane cleavage. The bedding plane cleavage is evidently homogeneously developed and extensive in all Paleozoic block cores, whereas the axial plane cleavages are concentrated in zones of the decreasing penetration intensity (Fig. 1A). Obviously, Variscian and Alpine tectonisations raised the average level of the tectonic deformations in all Paleozoic entities, and even formed zones of extremely high schistosity and sheeting.

METAMORPHISM AND TECTONISATION

Metamorphism of Paleozoic formations of Šumadija and West–Serbia Paleozoic has been studied in the last few decades (Dimitrijević, 1971; Karamata, 1976; Đoković, 1980–1984; Milovanović, 1984). The identified metamorphic grade of Paleozoic rocks is low and nonuniform, and zonal in distribution: notable in the Drina–Ivanjica, and much lower in other Paleozoic terrains (Fig. 1B). Zones designate the semimetamorphic grade of transformation, and the facies of green schists and the epidote–amphibolite facies.

The origin of the metamorphism, and particularly the formation of various metamorphic zones, is commonly interpreted as a process continuous in time, induced by large geotectonic events. These events and the thermal flux associated with the contact of the Vardar zone and the Drina–Ivanjica Paleozoic resulted in the metamorphism decreasing in grade with the distance from this contact. The zonation is partly disturbed by contact metamorphism provoked by the intrusion of plutonic bodies in Studenica, Golija, Bukulja, and Boranja regions.

This interpretation was inconsistent with the tectonic features of the Paleozoic domain. A notable correlation was observed between the tectonisation and development of Variscian and Alpine *s*-planes, on one hand, and the phases and zonation of metamorphism, on the other. This coincidence of the phenomena clearly indicated a discontinuous

(staged) progress of metamorphism through a long period from the Middle Carboniferous to the Neogene. There were three principal stages generally concurrent with the phases of the regional tectonic transforms.

The oldest metamorphism evolved through the Upper Carboniferous and the Lower Permian, equivalent to the formation of Variscian folds. It had a regional extent covering the entire Paleozoic domain of Šumadija and western Serbia. Sedimentary and magmatic rocks affected by this metamorphism were semimetamorphosed as noted in the same regions where Variscian bedding plane cleavage is developed (Fig. 1A). The semimetamorphism must have preceded the sedimentation of Permian and Triassic deposits and the breaking up of the Paleozoic land.

A later stage of metamorphism continued through the Jurassic and the Lower Cretaceous (Milovanović, 1984), when Paleozoic blocks repeatedly docked into the Vardar zone and to its southwestern border. Then the refolding of semimetamorphites reactivated the Variscian and formed Alpine axial plane cleavages. This process was particularly notable in zones where blocks sunk one under another or one over the other. The acting mechanism formed a distinctly zonal pattern of schistosity intensities, which traced the path for a thermal flux and eventual development of metamorphic zonality. The zones of the most advanced cleavage underwent the regional metamorphism to the green schist facies. A microscopic study of metamorphites (Brković et al., 1968; Đoković, 1980) ascertained that the formation of metamorphites of the given grade was definitely controlled by the cleavage intensity, i.e. by the degree of schistosity. The green schist facies is associated with high albitisation in the highly tectonized and exfoliated rocks of the eastern Ivanjica and Bukulja regions and in the axial zone of the Drina and the Dičina areas. Green schist are of a lower crystallinity and almost without the albite component in the areas such as the axial zone of Ivanjica, lateral parts of the Drina, and southwestern region of the Jadar Paleozoic terrains, where axial cleavage is less penetrative. Cleavage obviously had the key role in the most important stage of the regional metamorphism.

The latest stage of the Paleozoic rock transformation is related to the Oligo–Miocene magmatism, when the thermal effect of plutonic bodies progressively metamorphosed the Studenica series to the epidote–amphibolite facies level. A similar level of metamorphism was noted in proper orographic zones especially around Bukulja granitoid, and sporadically around Boranja and Golija plutons.

The period of plutonic body intrusions was succeeded by dome-like flexing of the previously formed s-planes and intensive exfoliation of the microlithon bodies. The process was particularly significant in the domain of the Studenica unit, which provided for extensive metamorphism. Elements of the contact metamorphism can be surmised in some Paleozoic environments where acid plutons were not formed. An example is Jelova Gora, which shows a higher grade of metamorphism (Milovanović, 1984), that can be associated with the thermal effect of a covered plutonic body.

*

* *

Metamorphic processes which operated in each of the mentioned phases, contributed to the progressive metamorphic trend in Paleozoic rocks of central and western Serbia. Regional, and contact, metamorphism accompanied the regional tectonisation which re-

sulted in a highly correlative intensity of s-plane development and level of metamorphism. Similar relations can be expected not only in the regions described in this work, but also in the regions of the Lim and the Prača Paleozoic domains.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Брковић Т., Малешевић М., Трифуновић С., Радовановић З., Димитријевић М. и Димитријевић М. Н. (=Brković et al.), 1968: Тумач за геолошку карту, лист Ивањица 1:100.000.– СГЗ, 14–22, Београд.
- Ћирић В. и Gaertner N. R., 1962: O problemima varisijskog ubiranja u Jugoslaviji.– Vesnik Zavoda za geol. i geof. istr., A, 20, 279–288, Београд.
- Димитријевић М. Д. (=Dimitrijević), 1972: Варисцијски метаморфизам у аксијалном делу Балканског полуострва (могућности нове генетске интерпретације).– Записници СГД за 1971, 115–124, Београд.
- Димитријевић М., Брковић Т. и Радовановић З. (=Dimitrijević et al.), 1972: Генеза антиформе Ивањице, Стари Влах.– Записници СГД за 1968, 1969, 121–126, Београд.
- Dimitrijević M. D., 1974: Dinaridi: jedan model na osnovama "Nove globalne tektonike". Metalogenija i koncept geotektonskog razvoja Jugoslavije.– Izdanje KEG, RG fakulteta u Beogradu, 119–151, Beograd.
- Đoković I., 1975: Sklop šireg područja Jelove gore.– Zbornik radova RGF, 18, 9–19, Beograd.
- Ђоковић И. (Đoković), 1985: Примена структурне анализе на решавање грађе палеозојских творевина дринско–ивањичке области.– Геол. ан. Балк. пол., 49, 11–160, Београд.
- Ђоковић И. и Пешић Л. (=Đoković and Pešić), 1985: Корелација творевина Дринско–ивањичког и Јадарског палеозоика.– Ibid., 49, 253–260, Београд.
- Đoković I. i Marović M., 1986: Polifazno oblikovanje Bukuljskog kristalastog kompleksa.– XI Kongres geologa Jugoslavije: stratigrafija, paleontologija, regionalna geologija, 3, 293–298, Tara.
- Ђоковић И. Маровић М. (Đoković and Marović), 1988: Неке карактеристике склопа букуљског кристалина.– Записници СГД за 1985–1986, 35–36, Београд.
- Ђоковић И. и Пешић Л. (Đoković and Pešić), 1988: Неке карактеристике палеозојских творевина западне Србије.– Записници СГД за 1985–1986, 139–141, Београд.
- Ђоковић И. (=Đoković), 1989: Палинспастичке карактеристике седиментног простора Дринско–ивањичког палеозоика.– Геол. ан. Балк. пол., 53, 107–113, Београд.
- Đoković I., 1990: Drinsko–ivanjički paleozoik i Studenička serija – sličnosti i razlike.– XII Kongres geologa Jugoslavije: stratigrafija, sedimentologija, paleontologija, I, 63–71, Ohrid.
- Ђоковић И. (=Đoković), 1991: Могућност утврђивања палинспастичких односа у Дринско–ивањичком палеозоику.– Записници СГД за 1987, 1988. и 1989. год., 295–298, Београд.
- Ђоковић И., Пешић Л., Маровић М., Тривић Б. (=Đoković et al.), 1995: Палинспастика палеозојских терена западне Србије и централне Шумадије.– Геол. ан. Балк. пол., 59/1, 13–25, Београд.
- Filipović I., 1974: Paleozoik severozapadne Srbije.– Rasprave in poročila, 17, 229–252, Ljubljana.
- Grubić A., Ercegovac M., Stefanovska D., Antonijević I. i Pešić L., 1975: Paleogeografska skica prostora današnjih Dinarida u karbonu.– II Godišnji znanstveni skup JAZU, A, 30–37, Zagreb.
- Grubić A., 1980: Yugoslavia an outline of geology excursions. 201A and 202C, Livre Guide No 15, 26. Congr. inter., 92 p., Paris.
- Карамата С. (=Karamata), 1976: Гранично подручје дијагенезе и метаморфизма.– II Скуп Седиментолога Југославије, 151–158, Београд.
- Миловановић Д. (=Milovanović), 1984: Петрологија нискометаморфних стена средишњег дела Дринско–ивањичког палеозоика.– Гласник природњачког музеја, А, 39, 13–130, Београд.
- Пешић Л. (=Pešić), 1982: Стратиграфске и тектонске карактеристике палеозоика у сливу реке Јадра–западна Србија.– Геол. ан. Балк. пол., 46, 43–159, Београд.
- Trivić B., 1992: Tektonski sklop granitoida Bukulje.– Magistarski rad RGF, Beograd.