

ДУШАН ГАВРИЛОВИЋ

РЕЛИКТИ КУПАСТОГ КРАСА У КАРПАТСКО-БАЛКАНСКИМ ПЛАНИНАМА ЈУГОСЛАВИЈЕ

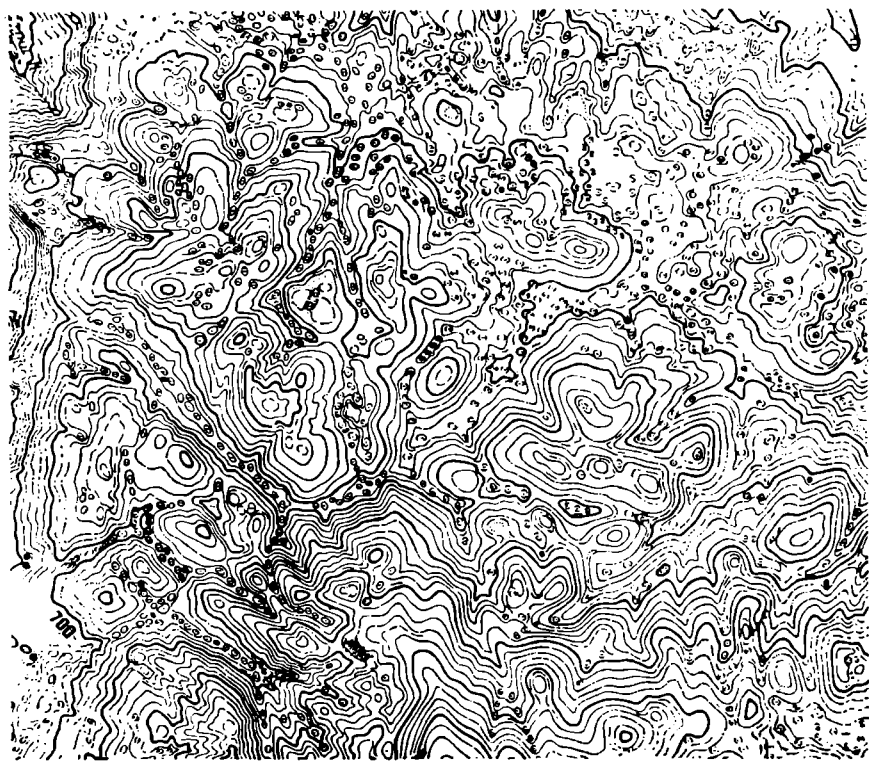
Купасти крас је посебан тип рељефа, карактеристичан за пределе са влажном и топлом климом. Његови различити варијетети срећу се у Мексику, Бразилу, на Антилским острвима, у екваторијалној Африци, Индији, југоисточној Азији и на острвима Индонезије. Новијим испитивањима реликти неогеног купастог краса нађени су и у средњој Европи (J. Büdel, 1951; V. Panoš, 1964; F. Skrivaneck, 1968; P. Habič, 1968). Откриће купастог краса у Европи представља значајан корак у развоју климатске геоморфологије и геоморфохронологије.

Распрострањење и карактеристике купастог крашког рељефа

У Карпатско-Балканским планинама Југославије облици купастог краса су најпре откривени на западном ободу планине Бељанице (Д. Гавриловић, 1969). Рељеф се овде састоји од већег броја купастих узвишења, приближно исте висине, одвојених крашким удолинама (слика 1). На површини од 25 км² налази се 15 изразитијих кречњачких купа, висине 60—100 м и пречника 400—500 м. Стране купа су нагнуте под углом од 20—35°, а врх им је заобљен. Крашке удолине између купастих узвишења представљају низове међусобно сраслих вртача. Мада су удолине сличне са сувим речним долинама, највећи број је образован без учешћа речних токова. По М. Зеремском (1962) то су „крашке псеудо-долине”. Врло често удолине су међусобно паралелне и секу се под правим углом. Овакав њихов распоред је последица паркетне структуре тектонских пукотина (сл. 2). Дна крашких удолина леже приближно у нивоу изохипсе од 700 м, односно 450 м изнад дна рецентних речних долина (Крупаја).

На врху купе код Водне, на 740 м. н. в., налази се вртача пречника 80—100 м и дубине 7—8 м (сл. 3). Стране вртаче су стрме и стеновите, а дно је заравњено и благо нагнуто према северу. Приликом копања бунара наишло се на црну глину са примесама угља. Даља ископавања је преузео рудар Сава Капетановић. Под његовим надзором ископан је вертикални шахт до дубине од око 15 м, где се наишло на слој мрког угља дебљине 1—1,5 м. У току експлоатације угља, која је вршена до Првог светског рата, прокопана су два хори-

зонтална ходника: један према југу, а други према западу. Сваки од ходника је био дугачак око 40 м и завршавао се кречњачким зидом на страни вртаче. Ови радови су показали да су стеновите стране вртаче врло стрме. Мања ископавања угља вршена су и између два рата. Ископани угљ је колима одвожен за село Милановац и ту продаван. Сада су ходници и шахт испуњени водом. Године 1965. у вртачи је ископан један нов бунар дубок 7 м (слика 4). На зиду бунара се види да одмах испод површине леже слојеви сиве песковите глине, дебљине 1—1,5 м. Даље у дубини најпре се јавља црна масна глина са траговима биљних остатака, а затим угљ лигнит. Угљ има сјајан шкољкаст прелом и, по причању мештана, исте је калоричне вредности као угљ из рудника Сење. На новој геолошкој карти 1:25000 седименти у овој вртачи означени су као миоцени, без неке ближе одредбе.



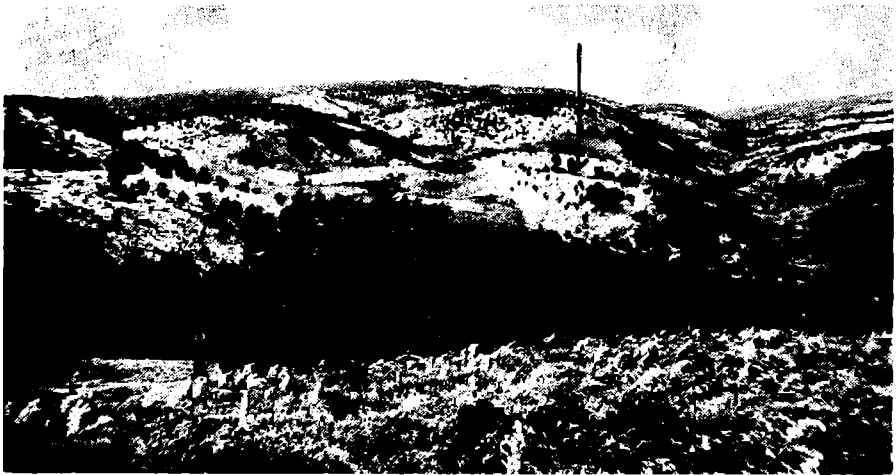
Сл. 1 — Купаста кречњачка узвишења и крашке удолине на западном ободу планине Бељанице.

У крашкој удолини Збеговиште, на 720 м н. в., налази се вртача пречника 30—40 м и дубине 5—6 м. На дну вртаче су ископана два

бунара дубине 7—8 м. И у овој вртачи је нађен слој угља, али мање дебљине и слабијег квалитета од претходног. До Првог светског рата угаљ је вадио Сима Пацић из Милановца. Око 300 м северозападније, 1965. године на дну крашке удолине ископан је шахт дубине 4 м. У трошном материјалу смеђе боје налазили су се прослојци гвожђеви-тог кварцног пешчара, а на дубини од 4 м нађен је већи број конкре-ција гвожђа.



Сл. 2 — Купасти крас на западном ободу планине Бељанице.



Сл. 3 — Купаста кречњачка узвишења код Водне на западном ободу планине Бељанице. Стрелицом је означена вртача у којој је откривен угаљ.

На западној страни крашке удолине Водна, 1966. године ископан је шахт дубине 4 м. Његов отвор лежи око 30 м изнад дна удоли-

не, односно на 690 м н. в. До 2 м дубине шахт пролази кроз песковито-глиновите седimente са дебљим прослојцима гвожђевите глине. Даље у дубини лежи хоризонтално стратификована жута шарена глина са прослојцима гвожђевитог лапорца.

Присуство угља и примеса гвожђа у овим седиментима, указују да је за време њиховог стварања владала влажна и топла клима.

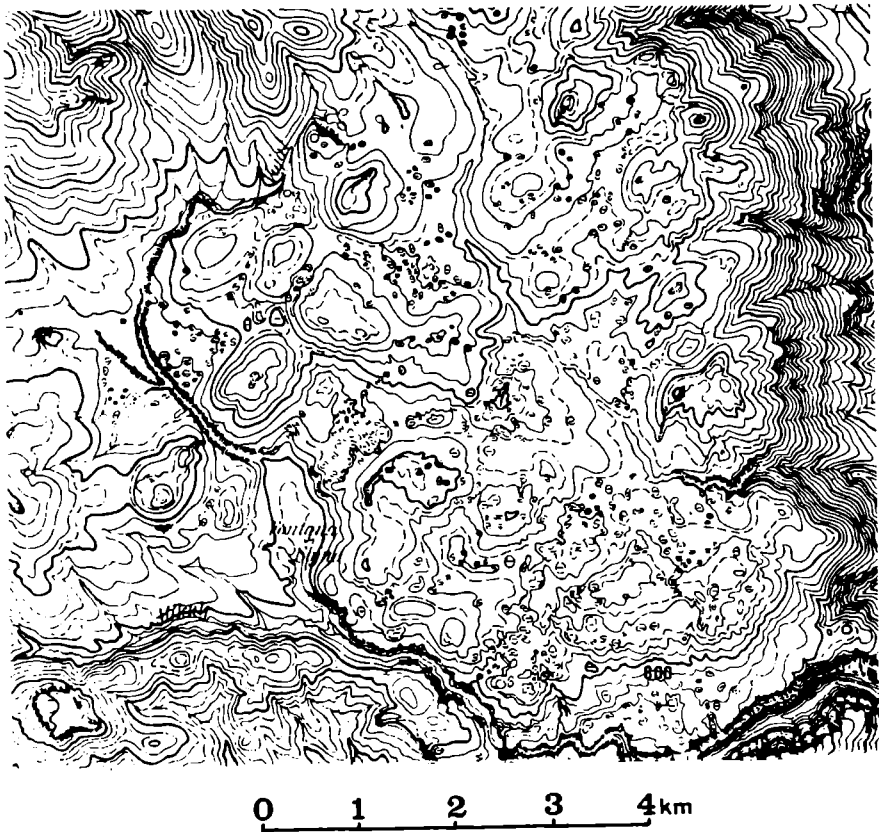


Сл. 4 — Вртача Водна на чијем дну је приликом копања једног бунара откривен угљ.

Други предео распрострањења купастог краса на планини Бељаници лежи југоисточно од Жагубице. Између Стрњака и Добре стране, на површини од око 20 км², налази се 12 изразитијих кречњачких купа. По облику и величини оне су сличне са купама на западном ободу планине. Темена кречњачких купа чине једну зараван врхова, која лежи на 830 м н. в. Крашке удолине са правцем пружања SW—NE су нагнуте према долини Мале Тиснице. Осим једне, којом повремено тече поток, све су суве и имају viseћа ушћа. Удолине правца пружања W—E немају одређени пад. По њиховом дну се јављају многобројне вртаче. На местима пресецања крашких удолина, срастањем вртача, образоване су две веће увале. За крашке удолине је карактеристично да местимично својим дном допиру до вододржљиве основе од кристаластих шкриљаца.

Изразитији облици купастог краса су констатовани на јужној и источној страни планине Кучаја. Северно од Кривога Вира, на површини нешто већој од 25 км², у рељефу се истиче пет већих (Гарчићи

820 м, Сухо планиште 810 м, Космати врх 805 м, Липов врх 821 м) и неколико мањих кречњачких купа. Између купа се налазе крашке удолине избушене вртачама. Североисточно од Злота, у залеђу површи Кота и Стобора, на површини од преко 20 км², рељеф се такође састоји од већег броја купастих кречњачких узвишења (Спартуљ 956 м, Кршијора маре 977 м). Купе су високе 40—80 м, а пречник им износи до 1 км. Између купа се налазе широке, уравњене, крашке удолине избушене вртачама. Д. Петровић, (1970) је овако описао површ Кота и Стобора: „Топографска површина је благо заталасана и у рељефу се запажају ниски брегови широких и заравњених темена и уједначених висина и плитке скрашћене удолине неодређеног пада“ (слика 5)



Сл. 5 — Купаста кречњачка узвишења и крашке удолине на површи Кота и Стобора на планини Кучају.

На површи Тепоша, између Пиротске котлине и Одоровоког поља, постоји читав сплет крашких удолина, које раздвајају кречњачка

узвишења неправилног облика. На местима пресецања крашких удолина образоване су мање увале. Карактеристично је да се готово све удолине и увале својим дном приближно везују за изохипсу од 700 м.

Генеза купастог крашког рељефа

У области Карпатоко-Балканског планиноског венца су издвојена два ерозиона нивоа регионалног распрострањења. Они леже на 830 м и 690 м н. в., односно одговарају Цвијићевим највишим абразионим површинама на јужном ободу Панонског басена. С обзиром да се ова два нивоа површи, подова и висећих долина јављају са обе стране планиноског венца, а на растојању од око 250 км задржавају приближно исту висину, нема сумње да су образовани према високим стањима Панонско-Понтијског мора. Услед усецања млаћих и нижих ерозионих нивоа, абразиони облици рељефа нису очувани. Остали су само делови флувијалног и крашког рељефа образованог у залећу прибрежне акумулативне равнице. На основу очуваних делова ерозионог нивоа од 830 м, утврђено је да је тадашњи рељеф био низак и слабо расчлањен. Речни токови су ретко имали дужину већу од 20 км, а падови на уздужним речним профилима су били знатно мањи него код садашњих долина исте дужине. За време ерозионе фазе од 690 м, речне долине су имале дужину већу од 20 км, биле су дубоке 100—200 м и знатно шире од садашњих долина. Падови на уздужним речним профилима су се незнатно повећали. Посебна одлика овог периода је појава интензивног крашког процеса. У изворишним деловима долина стварају се крашке увале, а по ободу акумулативне равни купаста кречњачка узвишења.

Приликом стварања ерозионе површи од 830 м пресечен је читав систем вертикалних тектонских пукотина. Са регресијом мора и појавом крашког процеса, дуж ових пукотина, под погодним климатским условима, најпре се стварају низови вртача. Развитак вртача и крашког процеса уопште био је условљен положајем крашке издани, која је у то време гравитирала према нивоу од 690 м. Поједине вртаче доспевши својим дном готово до издани престају да се развијају даље у дубину. У току даље еволуције, услед нарастања вртача искључиво у ширину, њихова дна међусобно срстају. Тако се низови вртача претварају у удолине, чија су дна периклинално оријентисана према акумулативним равницама. Деловањем ивичне корозије, дна крашких удолина се све више проширују, а купаста узвишења између њих редуцирају се.

Простране површи и облици купастог крашког рељефа доказују да је током ерозионих фаза од 830 м и 690 м владала топла и влажна клима.

Старост купастог крашког рељефа

У проучаваној области постоји приближно поклапање горње границе распрострањења горње-миоцених седимената са ерозионим нивоом од 690 м. Ова појава је најбоље изражена у Жагубичкој котлини, дуж западног обода планине Кучаја, у Сокобањској и Бабушничкој котлини (М. Миловановић — М. Бирић, 1968). На западној страни планине Кучаја, дискордантно преко средње-миоцене угљеносне серије, лежи серија конгломерата, чија дебелина код брда Буле достиже 243 м (Б. Максимовић, 1956). Конгломерати су сталожени у продужетку две фосилне долине (Праклочаница и Праресавица) ерозионог нивоа од 690 м, односно представљају корелативне седименте овог нивоа. На источној страни Гледићких планина једна таква серија конгломерата допире до 674 м н. в. Анализом фаунистичких остатака је утврђено да су ови седименти сталожени крајем тортона и почетком сармата (М. Анђелковић, 1956). То је истовремено и груба одредба старости ерозионог нивоа од 690 м, који је несумњиво млађи од вишег ерозионог нивоа.

Крајем хелвета, за време штајерске орогене фазе, дошло је до оживљавања велике дислокационе линије Ридањ—Крепољин—Сење и до навлачења палеозојских црвених пешчара преко доње-миоцених језерских седимената и мезозојских кречњака планина Бељанице и Кучаја (Б. Максимовић, 1956). Приликом навлачења, на западном ободу планине Бељанице кречњачки слојеви су исхерени према долини Крупаје под углом од 50° до 60° (Л. Карајичић — М. Каленић, 1963). С обзиром да је ерозиони ниво од 830 м управо на планинама Бељаница и Кучају најбоље очуван, доказује да је он млађи од овог навлачења. Пошто је за корелативне седименте ерозионог нивоа од 690 м утврђено да су сталожени крајем тортона и почетком сармата, ерозиони ниво од 830 м може бити само тортоноке старости. У прилог томе иде и чињеница да се у басенима по ободу планинског венца миоцени седименти у маринској фацији први пут таложе тек почетком тортона (П. Стевановић, 1962).

Доводећи у корелативну везу поједине ерозионе нивое са седиментима сталоженим по њиховом ободу, дошли смо до закључка да је Панонско-Понтијско море своје највише стање достигло за време тортона, а не у сармату, како се досада сматрало.

Крајем тортона, из засада још непознатих разлога, јавља се регресија Панонско-Потијског мора. Услед спуштања ерозионог базиса и оживљавања вертикалне ерозије, у ободним деловима морских басена најпре се таложе конгломерати, а касније и финији седименти. Током сармата, према мање-више стабилном морском нивоу и у одсуству јачих тектонских покрета, флувијалном и крашком ерозијом је усечен ниво површи од 690 м.

Према томе, облици купастог краса, констатовани на површима ерозионих нивоа од 830 м и 690 м, образовани су крајем средњег и током горњег миоцена.

На основу анализе фосилних биљних остатака, утврђено је да је за време миоцена у овој области владала субтропска до тропска влажна клима (М. Панџић, 1956). У тадашњим шумама су расли *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Ficus*, *Laurus*, *Cinnamomum*, *Celastrus* и др. Сличне биљне врсте се данас срећу у Мексику, на југу САД, у Медитерану, југоисточној Кини и на Јави. Садашње распрострањење ових биљака се приближно поклапа са распрострањењем купастог краса.

На прелазу између миоцена и плочена, за време атичке орогене фазе, поново долази до оживљавања ридањско-крепољинско-сењске дислокационе линије и незнатног издизања њеног западног крила. Приликом овог издизања, чији максимални износ није био већи од 60 м, у пределу купастог краса на западном ободу планине Бељанице формирано је локално језеро. Седименти овог језера су испунили вртачу на врху кречњачке купе код Водне и делимично засули крашке удолине. Хоризонтална стратификација ових седимената је доказ да они нису били захваћени јачим тектонским покретима, нити представљају делове навлаке.

Морфолошко-еволутивни тип купастог крашког рељефа

Сматра се да купаста крас представља карактеристичан облик крашког процеса у тропским пределима, односно да је он у првом реду продукт климе. Међутим, не смеју се занемарити ни други елементи неопходни за његово образовање. Да би се развио купаста крас, ерозиони базис у току дужег геолошког периода мора бити стабилан. Облик и величина крашких купа стоји у тесној вези са распоредом и густином тектонских пукотина. Мрежа већих и мањих пукотина заступљена је у свим кречњачким теренима. Ипак, свој пун морфолошки одраз она добија тек у влажним тропским и субтропским пределима. Коначан изглед рељефа у великој мери зависи од иницијалне површине на којој почиње крашки процес. Изгледа да је за образовање купастог краса неопходно да иницијална површина буде мање-више равна.

У морфолошком погледу, купаста крас у пределу Карпатоко-Балканског планинског венца припада типу „полуполтастог краса“ (*Halbkugelkarst*). Овај тип краса је најпре био проучен на острву Јави (Н. Lehmann, 1936), а затим у Мексику А. Gerstehauer, 1960), на острву Целебесу (М. Sunartadirdja — Н. Lehmann, 1960), на острву Јамајци (М. Sweeting, 1958) и на острву Порторико (Н. Lehmann, 1953). Због паркетног распореда тектонских пукотина, кречњачке купе на планинама Бељанице и Кучају имају правилан облик и јављају се у низовима. Купаста крас код кога кречњачке купе стоје у низовима Н. Lehmann (1954) је означио као „линеарни крас“ (*gerichteter Karst*). Ако се прихвати мишљење Н. Lehmann-а (1968), да се крас на Куби почео образовати још у миоцену и да се развијао све до данас, оправдано се поставља питање да

ли је „лолулоптасти крас“ само морфолошки или је то и еволутивни тип купастог краса. Највероватније, „лолулоптасти крас“ представља почетни стадијум у развоју купастог краса уопште.

У Карпатско-Балканском планинском венцу купаста кречњачка узвишења се срећу између 680 м и 900 м н. в. односно чине један висински појас у рељефу. Пошто је купаста крас генетски везан за два ерозиона нивоа, који се могу пратити дуж целог јужног обода Панонског басена, његови облици морају имати знатно распрострањење.

ЛИТЕРАТУРА

- Анђелковић М. (1956): *Геолошки састав и тектоника Гледињских планина*. — Геолошки анали Балканског полуострва, књ. 24, Београд.
- Büdel J. (1951): *Fossiler Tropenkarst in der Schwäbischen Alb und den Ostalpen; seine Stellung in der klimatischen Schichtstufen- und Karstentwicklung*. — Erdkunde, B. V, H. 2, Bonn.
- Gavrilović D. (1969): *Kegelkarst-Elemente im Relief des Gebirges Beljanica (Jugoslawien)*. — Problems of the karst denudation, Ceskoslovenska akademie ved, Geografický ustav, Studia geographica, 5, Brno.
- Gerstenhauer A. (1960): *Der tropische Kegelkarst in Tabasco (Mexico)*. — Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 2, Internationale Beiträge zur Karstmorphologie, Berlin.
- Habič P. (1968): *Kraški svet med Idrijo in Vipavo*. — Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 21, Inštitut za geografijo, 11, Ljubljana.
- Карајичић Љ. — Каленић М. (1963): *Тумач за Основну геолошку карту ФНРЈ, Лист „Жагубица“, 1:100.000*. — Фонд стручних докумената Савезног геолошког завода у Београду.
- Lehmann H. (1936): *Morphologische Studien auf Java*. — Geographische Abhandlungen, III, 9, Stuttgart.
- Lehmann H. (1953): *Der tropische Kegelkarst in Westindien*. — Tagungsberichte und wissenschaftliche Abhandlungen, Deutscher Geographentag Essen.
- Lehmann H. (1954): *Der tropische Kegelkarst auf den Grossen Antillen*. — Erdkunde, B. VIII, H. 2, Bonn.
- Lehmann H. (1968): *Diskussionsbemerkungen* — V. Panoš and O. Stelcl: Physiographic and Geologic Control in Development of Cuban Mogotes. — Zeitschrift für Geomorphologie, B. 12, H. 2, S. 171—173, Berlin.
- Максимовић Б. (1956): *Геолошки и тектонски односи угљоносног терена Сењско-Ресавских рудника и његовог обода*. — Геолошки институт „Јован Жујовић“, Посебна издања, књ. 6, Београд.
- Миловановић М. — Бирић М. (1968): *Геолошка карта СР Србије, размера 1:200.000*. — Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.
- Panoš V. (1964): *Der Urkarst im Ostflügel der Böhmischen Masse*. — Zeitschrift für Geomorphologie, B. 8, H. 2, Berlin.
- Panoš V. — Stelcl O. (1968): *Physiographic and Geologic Control in Development of Cuban Mogotes*. — Zeitschrift für Geomorphologie, B. 12, H. 2, Berlin.
- Пантић Н. (1956): *Биостратиграфија терцијарне флоре Србије*. — Геолошки анали Балканског полуострва, књ. 24, Београд.
- Петровић Д. (1970): *Слив Црног Тимока*. — Географски институт „Јован Цвијих“, Посебна издања, књ. 22, Београд.
- Skrivanek F. (1968): *Die Karstentwicklung des Plešivec-Plateaus im Südslowakischen Karst*. — Actes du IV Congres International de Spéléologie en Yougoslavie 1965, Tome III, Ljubljana.

- Стевановић П. (1962): *Терцијер. Водич за екскурзију кроз источну Србију, Стратиграфија и тектоника*. — Савез геолошких друштава ФНРЈ, Београд.
- Sunartadirdja M. — Lehmann H. (1960): *Der tropische Kegelkarst von Maros und Nord-Bone in SW-Celebes (Sulawesi)*. — *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 2, Internationale Beiträge zur Karstmorphologie*, Berlin.
- Sweeting M. (1958): *The Karstlands of Jamaica*. — *The Geographical Journal*, 124, 2.
- Зеремски М. (1962): *Прилог генези и еволуцији крашких псеудо-долина*. Гласник Српског географског друштва, Св. XLII, бр. 1, Београд.

R é s u m é

D. GAVRILOVIĆ

RESTES DU KARST CONIQUE DANS LES MONTAGNES KARPATHO-BALKANIQUES DE YUGOSLAVIE

Les restes du karst conique ont été constatés dans les montagnes de Beljanica et de Kučaj et sur la pénéplaine de Tepoš, à l'est de la ville de Pirot. Leur présence a été jusqu'à présent établie en cinq localités sur le superficies de 20 à 25 km². Le relief dans ces endroits se compose d'un nombre assez important d'éminences karstiques, de 60—100 m de hauteur et de 400—500 m de diamètre, séparées par des dépressions karstiques. Le karst conique apparaît sur la surface des niveaux d'érosion de 830 et de 690 m, pour lesquels on a établi qu'ils étaient formés vers la fin du miocène moyen et au cours du miocène supérieur, pendant les hauts états de la mer Pannonienne-Pontienne. Au point de vue morphologique le karst conique appartient au type de Halbkugelkarst.