

ЧЕДОМИР С. МИЛИЋ

## ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ГЕОМОРФОЛОШКЕ ЕВОЛУЦИЈЕ КРЕЧЊАЧКИХ ТЕРЕНА У ИСТОЧНОЈ СРБИЈИ

Кречњачки терени у источној Србији покривају површину од око 3.950 км<sup>2</sup>, тако да — после класичног Динарског краја — заузимају друго место у крашном рељефу Југославије. Дебљина њихових маса јако варира: најчешће је неколико десетина метара, премда негде достиже и читавих 500—700 м (Сува планина, Мироч, Кучај и др.).

О карактеристикама појединих крашких области у источној Србији постоји безброј студија и прилога, било да се рељеф третира у комплексу било да се крашке појаве специјално разматрају. Међутим, иако неке студије дају општи преглед крашких елемената, ипак немамо целовиту слику о сукцесији геоморфолошких процеса на кречњачким теренима од најстаријих периода до данашњих дана. Стога, задатак овог приказа је да се колико-толико дочара та слика.

### ГЛАВНИ МОРФОЛОШКИ ФАКТОРИ

*Геолошке одлике.* — Распоред, структура и дебљина кречњачких маса у источној Србији у ствари су резултат дуге палеогеографске и тектонске еволуције на једном делу карпатско-балканског планинског лука.

По К. В. Петковићу (1958 и 1961), у геосинклиналном простору на истоку од Родопске масе таложе се седименти од тријаса па закључно до горње креде у различитим фацијама. Две транспресије, титонска и мастрихтска, плаве ову стару масу и спајају овај простор са алпијско-динарском геосинклиналом, док су за време других временских одељака постојале само извесне комуникације.

По овом аутору, карпатско-балканска геосинклинала — већ у аустријској фази алпијске орогенезе — захваћена је снажним покретима који су оријентисани од старог родопског језгра у поље, ка истоку и северистоку. После овога, за време ларамидске и пиринејске фазе, долази до убирања горњокредних седимената са појавама раскидања, краљуштања и најактивнијих. Те покрете прати субсеквентни магматизам, када управо и пада формирање великог сенонског рова источне Србије и настављање процеса и после савске фазе. Већ крајем пиринејске фазе, нарочито у савској и штајерској па и даље, долази до раскомадавања терена преко покрета радијалног типа; само уз источни обод Родопске масе постоје и даље тангенцијална крета-

ња и навлачења. Ово радијално комадање траје и даље кроз атичку, роданску и валахијску орогену фазу, праћено само делимитично млађим вулканизмом.

Ови терени су разломљени многобројним уздужним и попречним дислокацијама, краћег или дужег пространства, дуж којих је образовано неколико котлина и басена. При томе су за крас ове области најзначајније две лонгитудиналне дислокације: ридањско-крепољински расед и печко-сврљишка дислокација.

Ридањско-крепољински расед се протеже од Голупца, на Дунаву, све до планине Руја, на бугарској граници. По А. Грубићу (1967), тешко је поуздано рећи када је настала ова раседна зона, али је сигурно да су вариацијски покрети средином карбона били манифестовани на тај начин што се источно крило издигло а западно спустило. Таква се кинематика наставила и у току горњег карбона, перма и тријаса. За време јуре и доње креде ситуација је нејасна, док је после апта динамика издизања западног и спуштања источног постала интензивнија. Ове кинематске особине су се задржале током целе средње и горње креде и палеогена. Покрети су били веома јаки током палеогена, када је раседна зона била поприште интензивних вулканских процеса. Но, крајем доњег миоцена покрети су били нарочито снажни и добили су изразиту тангенцијалну компоненту, али то је у исто време био и њихов завршетак.

Печко-сврљишка дислокација означена је углавном великим андезитским масивом источне Србије, а почиње код Мајданпека на северу и завршава се у простору Димитровграда, у подножју Старе планине. Иначе, овај масив се формирао „већ пред горњом кредом” (Ј. Цвијић, 1924) па „до пре тортона, а можда и пре горњег олигоцена” (К. В. Петковић, 1949). Пошто је млађи и ограничен на релативно краћи временски период у односу на ридањско-крепољински расед, његов удео у геоморфолошкој еволуцији кречњачких терена је нешто окомнији.

За развитак геоморфолошких процеса у источној Србији од значаја су младотерцијерне моринске и језерске трансресије које су надирале из Панонског басена у Моравску потолину и из Влашко-понтиског басена у Тимочки басен и бројне унутрашње басене, који су међусобно били у повременој вези.

Дуж Моравске потолине у доњем миоцену је језерска трансресија допирала на југ до Нишке котлине и при томе захватила низ унутрашњих басена дуж западног обода карпатско-балканског лука, као што је област сењско-ресавских рудника (Б. Максимовић, 1956 и др). У тортоњу је дошло до продора моринских вода све до линије Крагујевац — Деспотовац, док је сарматски трансресија допрла до Крушевца (М. Чичулић, 1962). Најзначајнија је панонска трансресија, када је дошло до прекида везе између Панонског и Влашко-понтиског басена (В. Ласкарев, 1924), која је захватила области далеко на југу и многе унутрашње басене у оквиру карпатско-балканског лука, као на пример Звишку котлину (М. Т. Луковић, 1938), затим Жагубичку котлину (Р. Поповић, 1960) и др. Нешто је ужих раз-

мера понтијска трансгресија, када се преко Бердапа успоставља веза и потом се после понта опет и коначно прекида та веза између Пњонског и Влашко-понтиског басена (П. Стевановић, 1951).

Ове трансгресије имају своје еквиваленте и на источном боку карпатско-балканског лука, у Тимочком басену и унутрашњим басенима који гравитирају ка тој страни.

Све ово јасно говори да је једна дуга континентална фаза трајала током палеогена, односно од горње треде до доњег миоцена. Затим, од миоцена па закључно са доњим плиоценом наступа период надирања језерских и маринских вода и седимената по ободним деловима карпатско-балканског лука и у унутрашњим басенима, чији су комплекси наслага били много пространији о чему нам говоре бројне епигенетске појаве дуж долине Тимока и по ободу Моравске потолине. Најзад, од средњег плиоцена до данас поново влада права континентална фаза.

*Палеоклиматске одлике.* — Ради разумевања сукцесије геоморфолошких процеса на кречњачким теренима источне Србије нужно је да се осврнемо и на одлике палеоклиме, бар од палеогена до данашњих дана.

По Н. Пантићу (1956), у горњем олигоцену клима је била тропска, док је у I медитерану „била веома топла, али нешто мање од горњеолигоценске и влажнија од ње“. Током II медитерана поднебље је суптропско и изразито влажно. У сармату, у његовим најстаријим одељцима, клима је била умерено влажна, док је у млађим одељцима она нешто сувља. Друга половина панона одликовала се климом умерено топлом и суптропском са знатном влажношћу. Оваквим поднебљем карактерише се и плиоценско доба (П. Стевановић, 1951). Од гинца до риса три пута се смењују медитерански и средњеевропски климати, а вирм се одликује сувом и хладном климом, у глацијалима, и умереним поднебљем у интерстадијалима (D. Јагапoff, 1944). Најзад, данашња клима има умереноконтинентално обележје, сем у источним деловима где се донекле осећају утицаји из Руске низије.

*Хидрографске, вегетацијске и педолошке одлике.* — Целокупан физичко-географски комплекс геоморфолошких фактора не може се у потпуности разумети уколико се укратко не осврнемо и на хидрографске, вегетацијске и педолошке одлике на кречњачким теренима источне Србије.

Ове кречњачке терене дренирају притоке Мораве (Власина, Нишава, Моравица, Јовановача река, Црница, Раваница, Ресава и др.), Тимока и Дунава (Млава, Пек Поречка река и др.), које често као алогене реке савлађују крашки процес и праде дубоке кањонске долине (Бердап, Ждрело Млаве, Сићевска клисура Нишаве, Лазарева долина у сливу Тимока и др.). Тамо где не могу да савладају карстификацију, манифестују се у облику понорница, као што је случај у горњем току Пека, затим на планинама Бељаници, Кучају и у подножју Старе планине. Најзад, на највишим деловима кречњачких

маса често влада безводица (Сува планина, Кучај, Бељаница, Миروح и др.), док се стална и периодска врела углавном јављају на њиховом контакту са вододржљивим стенама где се манифестује тип загађеног краса.

Разуме се, овако уопштено приказана речна мрежа источне Србије имала је и своју еволуцију, што ће се донекле истаћи приликом анализе сукцесије морфолошких процеса на кречњачким теренима.

И слику вегетацијског покривача, за ову прилику, даћемо уопштено, и то од краја палеогена до данашњих дана.

По Н. П а н т и ћ у (1956), у горњем олигоцену била је типична палеогена вегетација само са присуством становника тропских предела, и то са јако назначеним особинама. За време I медитерана мешају се тропски биљни облици ксерофилних особина са појединим облицима умерено топлих шума и такође већ доста честим лаурацеама. Током II медитерана, особито у првој половини, доминирају влажни шумски облици суптропских области ловоровог типа; поједине локалности хелвета указују на ловорове шуме сличне данашњим ловоровим шумама Канарских острва, а у тортону се својом бројношћу истичу умерено топли елементи. У доњем сармату успевале су мешовите суптропско-тропске и умеренотопле шуме, са доминацијом првих облика; за доба средњег сармата у влажним долинским пределима биле су развијене галеријске шуме од зимзелених и летизелених шума, док су виши терени били покривени саванама. На прелазу ка панону проређују се представници умереновлажних и летизелених шума, тако да преовлађују зимзелене галеријске шуме и вегетација саване. У другој половини панона егзистују мешовите листопадне и зимзелене шуме, с тим што су ове друге сведене само на неколико родова (*Cinnamomum*, *Laurus*). Током плиоцена је доминирала листопадна шума, док су остали елементи (*Laugaceae*, *Leguminosae* и др.) били ретко представљени.

Судећи по резултатима Д. Јаранова (1944) о смењивању медитеранске и средњеевропске климе од гинца до риса, као и средњеевропске и степске током вирмоких стадијала, и плеистоценска вегетација у источној Србији је имала кореспондентан карактер. При томе је евидентна чињеница да су многи медитерански типови преживели вирмску глацијацију и данас имају реликтне особине (П. Черњавски и Б. Јовановић, 1950).

О карактеру данашње вегетације најлепшу слику нам даје Б. Јовановић (1953) на примеру Суве планине. У суподини је најпре заступљена флора у којој око 57% свих врста припада сувом и топлому елементу, а међу којима има највеште оних које потичу из медитеранских и субмедитеранских области. Пењући се уз планину, од 850 — 1100 м, налази се на балканско-илирске облике флоре. Даље се ређају шуме средње-европског типа (на 1100—1500 м). Изнад 1500 м Р. Дуњић-Јовановић (1953) је констатовала степоку траву, на јужној, и алписку и аркто-алписку траву, на северној страни.

На основу палеоклиме и палеовегетацијских прилика лако се могу реконструирати и чланови педосфере од палеогеноског доба до данашњих дана. Тако, горњоолигоценском тропском климату свакако је латерит одговарао као земљиште. За миоплиоценско доба terra rossa је била доминантни педолошки члан. Током плеистоцена, по Д. Ј а р а н о в у (1944), од гинца до риса смењују се terra rossa и иловаста земљишта, а током вирумских стадијала иловаста земљишта и бувице. А данас, на пример, на Сувој планини, у подножју је заступљена terra rossa, од 850—1100 м је регион са terra fusca-ом, док подзол покрива терене између хоризонтале од 1100 и 1500 м а највише планинске делове захвата бувица (Н. П а в и ћ е в и ћ, 1953).

### СУКЦЕСИЈА МОРФОЛОШКИХ ПРОЦЕСА

Већ је речено да је палеогеографски развој био веома различит у геосинклиналним просторима источно и западно од Родопске масе, иако су то у ствари били делови Паратетиса. То се углавном одразило на дебљину кречњачких маса, које су се са прекидима толико током целог мезозоица. Због тога су и елементи краса мање заступљени у источној Србији него у динарским пределима. Као илустрацију довољно је напоменути да у овој области постоји само једно мање крашко поље (Ј. Ц в и ј и ћ, 1924), која су иначе главна карактеристика Динарског краса. Међутим, појава увала је већ изразитија, али су оне по типу већином лонгитудиналне да често подсећају на суве долине са многим вртачама. Ове последње су толико бројне да дају основни печат красу источне Србије. Од подземних облика најбројније су окапине, затим различити типови пећина, док јаме заузимају скромније место.

Сви ови крашки облици преплићу се са другим елементима рељефа, а стварани су током дуге геоморфолошке еволуције, неки раније а неки доцније. При томе имају и своју сукцесију коју ћемо реконструирати током наредних излагања.

Палеогенско доба било је обележено дугом континенталном фазом (М. Т. Л у к о в и ћ, 1938). Тада је источна Србија била поприште снажних тектонских процеса са изразитим вулканским појавама дуж риданско-крепољинског раседа и печко-сврљишке дислокације. За ову прилику биће нам од користи да се подсетимо идеја Ф. Fresh-a, које цитира W. R. E s k a r d t (1909), да су вулкански изливи и експлозиције велики извори атмосферске угљене киселине која условљава значајне хемијске и биолошке процесе. Према томе, ово доба се карактерисало тропском климом, бујном вегетацијом и дебелим наслагама латерита. У таквим условима, уз богате количине CO<sub>2</sub> из атмосфере, деловали су интензивни биохемијски и хемијски процеси који су нападали кречњачку подлогу. Они су, као што је познато, нарочито активни дуж пукотина различитих димензија и праваца — параклаза, дијаклаза и др.

Веома је инструктиван пример параклазе старог и сложеног ридањско-крепољинског раседа који је условио образовање низа долина у сливу Топоничке реке, данас маскираних миоплиоценоским наслагама (Р. Ршумовић, 1967), али још више — серије фосилних крашких депресија и каверни. Тако су на целом простору од Дунава па до области сењско-ресавских рудника проучене појаве многих вртача, увала и крашких поља, која се данас у рељефу манифестују у облику мањих или већих басена прекривених неогеним угљоносним седиментима (Д. Веселиновић и Б. Максимовић, 1952; Ч. С. Милић, 1953 и 1956 и Д. Гаврилиовић, 1970). Тада је срastaњем вртача дошло до образовања увала, а ове су доцније трансформисане у крашка поља, као што су Раковобарски басен и северни део Звишке котлине, чији се ободи карактеришту низом лучних одсека делимиче застрвених језерским наслагама. Исто тако, при рударским радовима у области Кучајне наилазило се на низ пећинских канала испуњених овим творевинама (Т. Андгее, 1880), што сведочи о интензивној карстификацији у току крајњих одељака полеогена. Најзад, нешто је мање проучен проблем појава купастог краса у доменима наведених угљоносних басена и на Сувој планини, које су свакако израз тадашње морфолошке еволуције кречњачких терена.

У богатој геоморфолошкој и геолошкој литератури источне Србије, готово се и не помињу, или пак у том правцу нису проучене, фосилне крашке депресије дуж лонгитудиналне печко-сврљишке дислокације, иако је она условила појаву многих слепих долина и пећина у области Мајданпека (Ваља Фундата, Паскова и Рајкова пећина и др.), затим Злотске и Боговинске пећине у сливу Тимока и мноштва увала и вртача на Кучају, као и пећине Владикине плоче у подножју Старе планине. На овоме простору једино се констатује крашко Смиловачко поље (Ј. Цвијић, 1924), које се у северозападном делу састоји од низа лучних одсека, према Видличу, а дренира га и једна понорница која је оријентисана ка југозападу где се уочава и фосилни понор у облику циновске јаме (Цаманска пропаст). Иначе, и ова депресија је била испуњена миоплиоценоским наслагама, које су се очувале највише на њеном источном делу где има и налазишта лигнита (Б. Милаковић, 1967).

Као што је већ речено, у периоду од доњег миоцена па закључно са доњим плиоценом долази до језерских и marinaких трансгресија по боковима карпатско-балканског планиноког лука, тако да су Панонски и Влашко-понтиски басен били у повременој вези. Ове трансгресије поступно су захватале и описане палеокрашке форме, које су у почетку биле потопљене слично данашњим криптодепресијама дуж Јадранског мора. У таквим условима крашки процес је могао да делује још извесно време, јер је по ободима унутрашњих језера свакако било сифонских врела у облику врућа. Међутим, издизањем језерских нивоа, седиментарни комплекси потпуно су испунили палеоформе и тиме се фосилизовао крашки процес који је био највећма активан током палеогена. Истовремено се смирују и интензивне вулканске еруп-

ције, које су биле извор повећаних количина  $\text{CO}_2$  у атмосфери, а тиме и изразитијих хемијских и биохемијских процеса на кречњачкој подлози.

У току миоплиоцена су само највише планине источне Србије (Сува планина, Стара планина, Сврљишке планине, Тупижница, Озрен и Девица, Ртањ, Кучај, Бељаница, Сто, Велики и Мали крш и др.) биле ван домашаја језерских и моринских трансгресија. У условима медитеранске климе и terra rossa-е као главног типа земљишта, водени токови су углавном имали алогени карактер и, као такви, носили су еродовани материјал из вододржљивих према кречњачким теренима. Због тога су многе пукотине биле зачепљене и крашки процес је био сведен на минимум. Према томе, на планинским венцима доминирали су флувијални и денудациони процеси, а ближе језерским басенима свакако је деловала и абразија.

То доба се карактерише образовањем серије површи (види Табл. 1) и симултаних долињских облика — подова и тераса, који су проучени од стране великог броја аутора. Све ове форме су током штајерске, атичке, роданске и валахијске орогене фазе биле поремећене и доведене у различите висинске положаје, иако временски припадају истим ерозивним етапама морфолошке еволуције. Отуда и настаје различито датирање серије површи једне области у односу на кореспондентне површи у другим областима, премда је могуће да су негде доминирали локални фактори флувијалног процеса.

Таб. 1 — Серија површи у источној Србији

Нишава	Моравица	Црница, Раваница	Ресава
835	1000—1100	700—780	720—750
600—670	940	680	600
522—555	830	620—640	500—550
460	670—680	560—580	420—430
	600	500—540	
	500	420—440	
		350—370	
Млава	Пек	Сврљишки Тимок	Злотска река
1000—1100	800—880	1200	700—1000
850	690—750	950	380—480
750	590—660	740—780	
600	540—560	650—680	
500—550	420—440	560—580	
420—430	370—390	450—480	

У време изградње ове серије површи речна мрежа се поступно ширила и спуштала са поменутих планинских масива на исушене језерске акумулативне равни у Моравској потолини, као заливу Панонског басена, и Тимочком басену, као заливу Влашко-понтског басена. Тако, у средњем плиоцену реке су потекле преко понтиске акумула-

тивне равни, и то у правцу Дунава који је све до вирма имао улогу отоке између два велика басена на боковима карпатско-балканског планинског лука.

Ради илустрације сукцесије морфолошких процеса на кречњачким теренима источне Србије биће од интереса да се осврнемо на еволуцију рељефа на Мирочу, као најсевернијој кречњачкој планини ове области а која је у непосредној вези са еволуцијом Бердалпа и Дунава у улози ерозивне базе. Поготову што ова планина заузима површину од око 125 км<sup>2</sup> (Ч. С. М и л и ћ, 1965).

У току средњег плиоцена створила се речна мрежа Дунава, као отоке, и његових непосредних притока преко исушене понтиске акумулативне равни. Овако формирана речна мрежа усецала се све дубље кроз језерске седimente, док није допрла до мезозојске кречњачке подлоге у коју се фиксирала. На тај начин је кањон Дунава у простору Казана задобио епигенетско обележје, што истовремено указује на констатацију да су све површи испод нивоа Великог штрбца (768 м) флувијалног порекла и постпонтиске старости.

Приликом усецања водених токова у кречњачку подлогу, једног момента имали смо следећу ситуацију: виши делови брда били су састављени од понтиских наслага (шљунка, песка, глине и лапора) а долинска дна од кречњака испросецаних различитим пукотинама. При томе се од ових повлатних наслага образовале велике количине делувијалног материјала који се постепено померао са виших теренских тачака према алувијалним равнинама река. У условима тадашње климе постојао је одговарајући вегетациони покривач и terra rossa као доминантно земљиште. Делувијални материјали и црвеница, која се формирала на бази тих материјала и кречњачког резидијума, понашали су се као тампон у кречњачким пукотинама и на тај начин су онемогућавали да се крашки процес испољи у већем износу, поготову што су и хемијске реакције тада биле неутралне до слабо алкалне. Ово истовремено говори да је то доба било обележено доминацијом флувијалне ерозије.

У време изградње флувијалне површи од 700—750 м нестала је повлата од понтиских седимената. При томе су делувијални материјали, као деривати ових седимената, били донекле осиромашени преталожавањем са виших на ниже теренске тачке. Тиме су и услови за образовање terra rossa-е били нешто неповољнији, али такво стање није било критично по доминацију флувијалне ерозије на темену Мироча.

И у току изградње површи од 590—640 м доминирала је флувијална ерозија на кречњачком масиву Мироча, нарочито на периферним деловима који су били засипани алогеним материјалима са околних вододржљивих терена. Централни делови овог масива били су унеколико оголићени од делувијалних наслага и тада су се вероватно образовали иницијални облици вртача на вишим заравнима.

Ништа битно се није изменило ни током усецања површи од 530—560 м: флувијална ерозија је била и даље доминантни процес захва-



љубући повољним климатским, вегетацијским и педолошким приликама. Такве карактеристике рељефа биле су и током изградње површи од 490—520 м.

За време формирања ерозивног нивоа од 420—440 м Дунав и његове непосредне притоке усецају широке подове. Тада су се погоршавали услови за флувијалну ерозију, јер су изворишта ових притока била захваћена снажнијим крашким процесом. То се најпре односи на највише делове кречњачке масе Мироча, где су делувијални материјали били увелико испрани.

Након овог периода, према Цвијићевим (1908 и 1921) и нашим проучавањима (1953, 1956 и 1965), Дунав је у Бердапу изградио следећу серију подова и тераса:

Тераса Калфе од 370 м (420—440 м)	Левант
Тераса Казана од 260 м (310—350 м)	Левант-плеистоцен
Тераса од 210 м	
Тераса од 150—160 м	Гинц-рис
Тераса од 90—115 м	
Тераса од 60—65 м	
Тераса од 27—30 м	Вирм
Тераса од 10 м	
Тераса од 4—8 м	Холоцен

Са терасом Казана, која је иначе поремећена валахијском орогеном фазом, као да се окончава плиоценска доминација флувијалног процеса на кречњачкој маси Мироча. У то време још се више карстификују изворишни краци непосредних притока Дунава, јер се делувијалне творевине непрекидно евакуишу са виших на ниже теренске тачке. Тај процес је био праћен погоршавањем климе, чиме је била смањена ерозивна моћ водених токова и њихова способност за савлађивање крашког процеса.

Погоршавање климе је било још драстичније у плеистоцену и оно се нарочито одразило на вегетацију и педолошке процесе, који су били обележени подзолацијом *terra rossa*-е и *terra fusca*-е у вишим планинским катовима. Тако ова земљишта постају водопропуштајива, што условљава интензивнији крашки процес дуж пукотина и у неким вртачама које почињу све више да се развијају како по димензијама тако и опсегу распрострањења. Овај процес је узео толико маха да је готово потпуно истиснуо флувијалну ерозију са кречњачког терена Мироча.

Оживљавање и успоравање или угушивање крашке ерозије током плеистоцена било је у зависности од скоковитих климатских промена којима се одликовала та епоха. Глацијални одељци ове епохе били су обележени хладнијом и сувљом климом, слабијом ерозивном снагом водених токова, спуштањем горње границе шуме у ниже регионе и деградацијом црвенице као доминантног земљишта. Због тога

се вртаче све више појављују у рељефу а неке од њих прерастају у увале у простору гребена Мироча, где су најпре испрани делувијални материјали. Међутим, у току интергласијација водени токови постају снажнији, шуме захватају и више регионе а оцрвенчавање карактерише педосферу. Услед тога било је могуће да се на неким деловима планине регенерише флувијална ерозија, док је црвеница фосилозовала крашки процес у појединим вртачама.

Од карстификације били су поштеђени само јачи токови, што се пре свега односи на Дунавчија ће се улога као алогене реке сагледати у неколико речи. У почетку све до усецања терасе Казана, овај ток је доносио много материјала пореклом из притока, који се депоновало на широкој алувијалној равни и тиме загушивао лукотине у кречњаку. Међутим, током плеистоцена дотур овог материјала је био све мањи и мањи услед карстификације непосредних притока, па и самих дунавских тераса. Усецањем ове реке и оголићавањем све нижих пукотина спуштала се и подземна хидрографија Мироча. Судаћи по релативним висинама неколико пећинских канала на овоме простору, могло би се рећи да је крас тек у вирму учврстио своје позиције, што није био случај током старијег дела дилувијума.

Холоценоко доба карактерише се, премда нешто слабијег интензитета, свим оним процесима који би више одговарали превирмским гласијацијама него интергласијалним одељцима плеистоцена. То се, пре свега, односи на педолошке процесе који се одликују деградацијом црвенице и terra fusca-е. Зато крашки процес делује у правцу образовања нових вртача и даљег прерастања вртача у увале, чиме крас Мироча добија коначну физиономију.

Оваква сукцесија морфолошких процеса на кречњачким теренима овакако је била изражена и у околним пределима, у сливовима Пека и Поречке реке, све до хоризонтале од 750 м, премда има и посебних карактеристика. То се, пре свега, мисли на присуство већег броја слепих долина и пећинских канала (од сувих, па до оних са периодским и сталним токовима), који су свакако настали у плеистоцено доба када је престала доминација флувијалне ерозије. По свој прилици, слична је ситуација и са кречњачким теренима Кучаја, који захвата површину од око 800 км<sup>2</sup> и који се одликује свим површинским, сем крашких поља, и подземним облицима а са динамиком развоја карактеристичном за тип загађеног краса (Д. Петровић, 1970).

Међутим, идући ка југу источне Србије кречњачке планине све више премашују поменуто хоризонталну од 750 м, тако да се ситуација компликује, поготову када је у питању вирмски део морфолошке еволуције. Стога ћемо се осврнути на сукцесију морфолошких процеса на Сувој планини, која заузима најјужнији простор наше области. То је истовремено, са врхом Тремом (1808 м), најистакнутији пребен источне Србије, који се на површини од 50—60 км<sup>2</sup> одликује — како и само име говори — безводицом типичном у теренима са веома одмаклим стадијумом развитка крашког процеса. Ту су, слично Кучају, заступљени готово сви облици површинског и подземног краса, сем крашких

поља и слепих долина. А раније је већ речено каквим се вегетационим и педолошким покривачем данас карактерише, док ће се њихова улога у морфолошкој еволуцији ближе истаћи у наредним излагањима.

Највиши делови гребена Суве планине никада нису били потпали под дејство миоплиоценских језерских и маринских трансгресија, што говори да су на њему одувек деловали субаероки процеси. Тако су доминантне тачке ове планине сведоци старе морфолошке еволуције која је следила после савске орогене фазе (Ч. С. Милић, 1962), када су водени токови најпре еродовали повлатну серију од аптских и баремских пешчара и кречњака, као и отривских кречњака и лапораца, затим захватили главну масу валендијских кречњака и, најзад, зашли у антиклинално језгро од пермских црвених пешчара, глинаца и конгломерата. Геолошки супстрат, односно његов нерастворни део са образовање тадашњег искључивог педолошког члана — terra rossa-e — представљали су, поред црвеног алогеног материјала из пермске подине, и делувијалне наслагае настале разоравањем повлатне лапоровито-пешчарске серије.

Овакво стање педолошког покривача наслеђено је и за време образовања највише површи, од 1400—1500 м, која представља последњу етапу засипања црвеног алогеног материјала преко кречњака, а из пермског терена. То се дешава у миоцену, у условима када се тропски биљни облици мешају са медитеранским. Црвеница је била тада типска, у чијем је образовању свакако учествовао, поред наведених алогених и делувијалних материјала, и латерит из палеогеног доба који је био преталожен са виших теренских тачака. У таквим приликама јаке каолинизације земљишта речина мрежа је еродовала кречњачку подлогу, при чему је доминирала латерална компонента. Наиме, и поред знатне испрепучалости кречњачке масе, пукотине су биле загушене и флувијална ерозија је несметано изграђивала ову пространу површ.

Након издизања и разламања ове највише површи, за време штајерске фазе, престаје прилив црвеног алогеног материјала из бившег пермског залеђа и тиме донекле слаби каолинизација земљишта на површи од 1000—1200 м. Ипак, terra rossa је и даље доминантно земљиште а водени токови врше апланацију нешто скромнијих размера него што је био случај у претходној фази.

Преталожавање црвеног алогеног материјала и црвенице са виших ерозивних нивоа на ниже наставља се и за време изградње млађих површи (од 900—950, 800—840, 690—750, 590—640 и 540—560 м) током плиоцена (Ч. С. Милић, 1960, 1962 и 1969). Тиме се земљишни покривачи виших региона истањују, док се ове површи, свака у своје доба усецања, биле застрвене дебелим наслагама црвенице. Њено стварање базира на црвеном делувијуму и резидијуму прљавих отривских кречњака. Тада, можда, наступа и браунизација terra rossa-e на планинским врховима, а крашка ерозија почиње да се манифестује ембрионалним вртачама, док у нижим регионима са типском црвеницом још доминира флувиоденудациони процес.

Даљим ритмичким издизањем планине, крајем плиоцена, регион црвенице се спушта на све мање висине, чиме је била условљена изградња млађих флувијалних облика, тераса и долина. И горња граница овог земљишта спуштала се све ниже, а изнад ње вршила се или браунизација или подзолација већ доста истањеног педолошког покривача. Наиме, из тла су испирани глиновити састојци, а остала су поглавито песковита зрнца. Површинско испирање није доводило до потпуног губитка глиновитих честица које су се таложиле на мањим падовима, али испирањем кроз вртаче и подземне канале — оне су одлазиле у неповрат. Тако су услови за карстификацију виших региона сукцесивно све повољнији, поготову тамо где је била активна слаба подзолација са киселим реакцијама.

При свему овом треба такође нагласити да крашки процес у вишим регионима Суге планине, у време изградње степеничастих површи, и поред браунизације и подзолације terra rossa-е, није био толико интензиван као у квартарним одељцима морфолошке еволуције.

Превирмски део плеистоцена представљен је даљим издизањем планинске масе и погоршавањем климе, нарочито за време глацијалних стања. Тектонски и климатски фактори иду укорак у погоршавању погодаба за опстанак и развитак флувијалног процеса.

Зона подзолације у доњем плеистоцену свакако је била изнад данашње. Она је захватала данашњи травни регион, а граница шуме је допирала скоро до самих планинских врхова. Како је непосредно испод ове границе најјаче оподзољавање, то се тамо развијао и најинтензивнији крашки процес. Наиме, он је продужио овоје деловање тамо где су у претходним фазама стваране иницијалне вртаче. У то време пада и образовање увала на највишим планинским деловима, од којих је само једна остала као сведок те фазе, док је већина уништена за време вирмске глацијације.

Док се у највишим деловима планине врши јако оподзољавање, нижи катови се карактеришу слабом подзолацијом и браунизацијом и тамо се тек припрема терен за образовање вртача. Међутим, у подгорини, због велике дебљине црвенице и црвеног делувијума, као и повољнијих температурних прилика, још преовлађује флувиоденудациони процес. То се нарочито односи на интерглацијалне одељке старијег плеистоцена, када је клима имала медитерански карактер.

Већ јаснију представу о ерозивним процесима имамо из доба вирмске глацијације, која је на овом терену оставила и одговарајуће облике.

У региону изнад хоризонтале од 1600 м била је изражена појава пермафросте, где је за време краткотрајних лета деловала солифлукција и слаб флувијални процес на површинском слоју кречњачке масе. Тада су нестале многе вртаче, као на пример она на Борђином коњарнику која се данас види на темену једног брда у облику јаме-леденице (Ч. С. Милић, 1962 и 1968). Сличну судбину имале су и многе увале.

На висини од 1200—1600 м био је пласиран регион местимичног замрзавања, где су солифлукција и флувијална ерозија биле мање изражене. Стога су незнатније били уништавани крашки облици из претходних етапа морфолошке еволуције, о чему нам говоре јама на дну плитких вртача.

И у региону лишаја и маховина, на висини од око 1000—1200 м, тле се повремено замрзавало, али знатно мање него у претходном катју. Зато се овде највише образују шкрапе и каменце.

Травни се регион за време вирмске глацијације, на висини од око 400—1000 м, карактерише бувацама као чланом педосфере. У условима стварања благог хумуса, крашки процес је био слабијег интензитета и волумена. Али, како једногодишње биљке обилују у азотним једињењима, то се крас развијао на бази одговарајућих киселина, премда се то не може мерити са интензивним процесом који је везан за регион непосредно испод горње границе шуме.

Шумски кат се у то доба налазио испод хоризонтале од 400 м и поклапао се са регионом интензивног оподзољавања црвенице. Сасвим логично, на том простору је најјаче деловала крашка ерозија а вртаче дају основни печат пејзажу.

Постглацијално, односно холоценско доба карактерише се оним вегетационим и педолошким приликама, које смо истакли у ранијем излагању. Климатски региони и одговарајући ерозивни катови углавном заузимају онакав положај какав су имали у превирмско доба; при томе је орографско тело Суве планине нешто више издигнуто. Тада вирмска пермафроста нестаје, а на њено место долази травни регион где се врши регенерација вртача. Тај крашки процес није толико снажан да би довео до регенерације увала, за чије образовање је иначе потребан дужи временски период. Најзад, данашња горња ивица шуме, од 1200—1500 м, која се донекле поклапа са нивоом површи од 1400—1500 м, наследила је регион повременог замрзавања тла, где су се очувале вртаче из ранијих периода. Крашки процес је овде толико интензиван да се развијају нове вртаче, а старе прерастају у велике увале, и то захваљујући јаком оподзољавању и појави киселог хумуса.

Као последицу смене морфолошких процеса током квартара, данас на Сувој планини имамо следећу ситуацију: у подножју су вртаче главни представници краса, у нивоу површи од 1400—1500 м најчешћа је појава увала а у највишим регионима опет преовлађују вртаче. То значи, да се у нивоу горње границе мезофилне шуме сумирала дејства крашког процеса, односно подзолације, из превирмског и данашњег периода и довела до образовања увала. А што се тиче ове површи, она је поступно била карстификована тек после образовања нивоа од 540—560 м, крајем плиоцена (Ч. С. М и л и ћ, 1962).

Из излагања о сукцесији морфолошких процеса на Мирочу и Сувој планини, као крајњим реперима за компарацију, добија се утисак да је карстификација закашњавала у северним у односу на јужне делове источне Србије. То није ни чудо ако се има у виду да је утицај Дунава као ерозивне базе био непосреднији на Мирочу него у обла-

стима даље од њега, а поготову што су у питању слабији токови у извориштим речних сливова који се не могу одупрети крашком процесу — већ и због тога што су на дну њихових долина наталожени трубљи, водопропустљиви материјали.

Исто тако, из ових излагања добио би се утисак да су се искључиво крашки и флувијални процес смењивали током дуге геоморфолошке еволуције кречњачких терена источне Србије. То међутим, не одговара стварности.

Приликом разматрања карактеристика краса Мироча и непосредне околине били смо учинили ограду за терене изнад хоризонтале од 750 м, и то из одређених разлога. Наиме, региони изнад те хоризонтале претрпели су током вирмске глацијације посебне промене, што је било предмет посебног написа (Ч. С. М и л и ћ, 1968) па ћемо то сада укратко резимирати.

Још је Ј. Ц в и ј и ћ (1895) био констатовао да су леденице у источној Србији „на великим висинама: најниже на висини од 700—800 м, а највише на висини од 1600—1700 м” и при томе је издвојио три групе: леденице у облику џакина, леденице у облику јама са вртачастим отворима и леденице у облику јама са окнастим отворима. А појава ових леденица, нарочито оних у облику јама са окнастим отворима на теменима брда, биле су заправо повод посебних проучавања и закључака.

Као што је напред речено, превирмски део плеистоцена био је обележен таквим физичко-географским условима, који су погодовали деловању крашког процеса, нарочито у планинским регионима који су били покривени мезофилном шумом. При томе су вртаче, као главни представници краса, имале различите облике понора, већ у зависности од степена нагомилавања резидијалних глина на њиховом дну. Дошњије, у условима вирмске пермафросте, стране вртача су уништаване солифукцијом и слабим флувијалним процесом и при томе су заостајали само понори испуњени вечитим ледом. У постгласијално доба регенерисао се крашки процес у непосредној близини ових фосилних понора, тако да су леденице са окнастим отворима заостале било на заравнима било на теменима брда. И, тако, на основу њихових појава реконструисана је доња граница вирмске пермафросте у источној Србији: на југу је била на око 1600 м (Сува планина) а идући ка северу је поступно падала све до 700 м (Мали криш).

При свему не треба сметнути с ума да се планине источне Србије — поред флувијалних површи и низа крашких облика — одликују вишим и нижим ескарпманима, све у зависности од дебљине кречњачких маса и степена удубљивања речне мреже у ову подлогу.

Већ на примеру кањонске долине Дунава у Казану, испод Мироча, могло се утврдити да су услови за образовање одсека настали тек у време када је ослабила латерална компонента флувијалне ерозије. То се десило после доба терасе Казана, на прекретници леванта у плеистоцен, када је аридитет кречњачке подлоге настао како услед значајније промене климе тако и карстификације. Тај аридитет је био

најизразитији у време вирмоких глацијала, када управо пада формирање бројних каверни чији су отвори оријентисани ка Дунаву.

Још је Ј. Цвијић (1912) био запазио да Сува планина представља велики потковичасти гробен „који као облук уокружава извориште Црвене реке, и ти се највише делови одликују оштрим, смелим, готово алпијским облицима врхова”. Испод овог гробена спуштају се стравични ескарпмани, високи 500—600 м, на чијим смо подножјима утврдили две генерације сипарских купа, вирмоке и холоценске (Ч. С. Милић, 1962). Али, тада смо били констатовали да је образовање ових вертикалних елемената рељефа свакако почело још у минделу, када је крашки процес најинтензивније деловао и његове сведоке имамо у облику окапине — леденице Трема, на висини од 1600—1700 м, а коју је Ј. Цвијић (1895) детаљно описао.

Раније смо се већ осврнули на карактеристике одсека у Сићевској клисури, затим на планинама Видличу, Баби и Великом кршу (Ч. С. Милић, 1962) и констатовали да је образовање кречњачких ескарпмана било најинтензивније у време вирмоких глацијала, када се горња граница шуме била спустила до хоризонтале од 400 м. То значи да су се ови облици највише развијали у регионима омеђеним пермафростом и шумом. При томе, у појасу пермафросте је овај процес колико-толико деловао, али у појасу шуме свакако је био сведен на минимум због стабилизационе улоге вегетационог покривача.

Развитком ових одсека, односно њиховим уназадним померањем, уништавани су други елементи рељефа. Тако, на пример на Сувој планини, подсечене су многе вртаче и јаме. Данас се на њиховом дну, особито на осовној страни, образују снежаници са посебним типом периглацијалне ерозије, који су својевремено сматрани као „сумњиви глацијални трагови” (Р. Т. Никוליћ, 1912). Исто тако, еволуцијом одска повећавају се падови на планинским странама, што, уз антропогено деловање, изазива интензивну ерозију ионако танког педолошког покривача и формирање шкрапа и јаруга.

На крају, нужно је да се осврнемо на улогу разгранате речне мреже у морфогенези на кречњачким теренима источне Србије. Она је, пре свега, учествовала у изградњи серије флувијалних површи и симултаних долинских облика, а у физичко-географским условима који су се разликовали од данашњих. При усецању ових морфолошких елемената снижавали су се загати околних вододржљивих стена, што је утицало на степен карстификованости и аридитета карбонатних маса, тако да су се остваривали услови за образовање низа крашких форам и ескарпмана. Све је то праћено оголићавањем и отварањем нових пукотина у подземљу, што је довело до проширивања различитих типова пећинских канала и усецања слепих долина. Најзад, евакуацијом језерских наслага из унутрашњих угљоносних басена ексхумирале су се палеокрашке депресије, које данас имају изглед ерозивних проширења. И при томе је само једна од њих (Смиловачко поље) толико регенерисана да је постала рецентно крашко поље.

## БИБЛИОГРАФИЈА

- Andrée T.*: Die Umgebung von Majdan Kučajna in Serbien (Jahrbuch der k.k. Geol. Reichsanstalt, XXX, Wien 1880).
- Богићевић М.*: Сврљишка котлина (Гласник Српског географског друштва, 3, Београд, 1914).
- Цвијић Ј.*: Пећине и подземна хидрографија у источној Србији (Глас САН, XLVI, Београд 1895).
- Свијић Ј.*: Entwicklungsgeschichte des Eisernen Tores (Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 160, Gotha 1908).
- Цвијић Ј.*: Сува Планина и карст Валождја (Гласник СГД, I, 1, Београд 1912).
- Цвијић Ј.*: Бердапске терасе (Глас САН, CI, Београд 1921).
- Цвијић Ј.*: Геоморфологија I (Београд 1924).
- Цвијић Ј.*: Геоморфологија II (Београд 1926).
- Черњавски П. и Јовановић Б.*: Шумска станишта и одговарајућа дендрофлора у Србији (Посебна издања Инст. за екологију и биогеографију САН, CLIX, Београд 1950).
- Чичулић М.*: Палеогеографска скица терцијерних басена у Моравском рову (Весник Завода за геол. и геофиз. истраживања НРС, Серија А, XX, Београд 1962).
- Eskardt W. R.*: Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart (Braunschweig 1909).
- Гавриловић Д.*: Елементи купастог крапа у рељефу планине Белашице (Манускрипт, Београд 1970).
- Грубић А.*: Ридањско-крепољинска раседна зона у источној Србији (Геол. анали Балк. полуострва, XXXIII, Београд 1967).
- Јанковић П.*: Историја развитка Нишавске долине (Београд 1908).
- Jaranoff D.*: Das Klima des Mittelmeergebietes während des Pliozäns und des Quartärs (Geol. Rdsch, Bd 34, 7/8, Stuttgart 1944).
- Јовановић-Дуњић Р.*: Пашњаци и ливаде на Сувој планини (Београд, 1953).
- Јовановић Б.*: Шумске фитоценозе и станишта Суве планине (Београд 1953).
- Јовановић Б. П.*: Велика пећина код Дубоке (Зборник радова Географског инст. САН, I, Београд 1951).
- Јовановић П. С.*: Геоморфологија сокобањске котлине (Гласник СГД, 10, Београд 1924).
- Јовановић П. С.*: Зараћени карст (Зборник радова посвећен Јовану Цвијићу, Београд 1924).
- Laskarev V.*: Sur les équivalents du Sarmatien supérieur en Serbie (Зборник радова посвећен Јовану Цвијићу, Београд 1924).
- Луковић М. Т.*: О постшаријашким покретима у источној Србији (Vesnik Geol. inst. Кр. Југославије, VI, Beograd 1938).
- Максимовић Б.*: Геолошки и тектонски односи угљоносног терена Сењско-рессавских рудника и његовог обода (Посебна издања Геол. инст. „Ј. Жујовић“, 6, Београд 1956).
- Марковић Ј. Б.*: Рељеф слива Раванице (Зборник радова Географ. инст. САН, XXVI, 4, Београд 1953).
- Марковић Ј. Б.*: Рељеф слива Црнице и Грзе (Зборник радова Географ. инст. САН, XXXIX, 7, Београд 1954).
- Марковић Ј. Б.*: Рељеф слива Ражањске реке (Зборник радова Географ. инст. САН, 8, Београд 1954).
- Марковић Ј. Б.*: Рељеф слива Јовановачке са Крћевом и Великом реком (Зборник радова Геогр. инст. САН, LI, 12, Београд 1956).



- Милаковић Б.*: О угљоносном неогену код Мазгоша (Весник Завода за геол. и геоф. истраживања СРС, XXIV/XXV, Београд 1966/67).
- Милић Ч. С.*: Рељеф у сливу Туманске реке (Зборник радова Географ. инст. САН, 4, Београд 1953).
- Милић Ч. С.*: Рељеф у сливу Брњице (Зборник радова Геогр. инст. САН, 4, Београд 1953).
- Милић Ч. С.*: Прилог познавању морфолошке разноликости вртача у загађеном красу (Зборник радова Геогр. инст. САН, 4, Београд 1954).
- Милић Ч. С.*: Слив Пека. Геоморфолошка студија (Посебна издања Географ. инст. САН, SCLII, 9, Београд 1956).
- Милић Ч. С.*: Лужничка вреда. Прилог климатској морфологији краса (Зборник радова Геогр. инст. САН, 17, Београд 1960).
- Милић Ч. С.*: Главне одлике краса Суве планине (Зборник радова Геогр. инст. „Ј. Цвијић”, 18, Београд 1962).
- Милић Ч. С.*: О појави одсека у југословенском красу (Зборник Матице српске, 23, Нови Сад 1962).
- Милић Ч. С.*: Морфологија крашке оазе Мироча (Зборник радова Географ. инст. „Ј. Цвијић”, 20, Београд 1965).
- Милић Ч. С.*: Јаме као индикатори периглацијала у красу источне Србије (Цвијићев зборник, Београд 1968).
- Милић Ч. С.*: Удолина Велике и Јужне Мораве. Геоморфолошке одлике (Зборник радова Геогр. инст. „Ј. Цвијић”, 22, Београд 1969).
- Милојевић С.*: Појави и проблеми крша (Посебна издања САН, СХХIII, 32, Београд, 1938).
- Николић Р. Т.*: Сумњиви глацијални трагови на Сувој Планини (Гласник СГД, I, 1, Београд 1912).
- Пантић Н.*: Биостратиграфија терцијерне флоре Србије (Геол. анали Балк. полуострва, XXIV, Београд 1956).
- Паунковић Б.*: Долина Млаве (Посебна издања Српс. геогр. друштва, 17, Београд 1933).
- Паунковић Б.*: Рељеф слива Ресаве (Посебна издања Геогр. инст. САН, ССXI, 5, Београд 1953).
- Павићевић Н.*: Типови земљишта на Сувој планини (Земљиште и биљке, II, 1, Београд 1953).
- Петковић К. В.*: Проблем постанка великог сенонског тектонског рова источне Србије временски и просторно и оштрих пикативних облика у њему (Гласник САН, I, 3, Београд 1949).
- Petković K. V.*: Neue Erkenntnisse über den Bau der Dinariden (Wien, 1958).
- Петковић К. В.*: Тектонска карта ФРН Југославије (Глас САНУ, 22, Београд 1961).
- Петровић Д.*: Слив Злотске реке (Зборник радова Географ. инст. САН, 7, Београд 1954).
- Петровић Д.*: Боговинска пећина (Други југословенски спелеолошки конгрес, Загреб 1961).
- Петровић Д.*: Брезовица (Гласник СГД, XLIII, 2, Београд 1963).
- Петровић Д.*: Пећина Верњикица (Зборник радова Географ. инст. „Јован Цвијић”, 19, Београд 1964).
- Петровић Д.*: Две леденице на Кучају (Гласник СГД, XLIV, 1, Београд 1964).
- Петровић Д., Гавриловић Д.*: Нови резултати морфолошких истраживања Злотске пећине (Гласник СГД, XLII, 2, Београд 1965).
- Петровић Д.*: Еволутивни типови крашких долина на Кучају (Гласник СГД, XLV, 2, Београд 1965).

- Петровић Д.*: Раваничка пећина (Зборник радова Геогр. завода Прир.-мат. факултета, XV, Београд 1968).
- Петровић Д.*: Слив Црног Тимока. Геоморфолошка студија (Посебна издања Геогр. инст. „Јован Цвијић”, 22, Београд 1970).
- Петровић Ј.*: Ерозија тла на Сувој планини (Зборник радова Географ. зав. Прир.-мат. факултета, 1, Београд 1954).
- Поповић Р.*: О старости седимената Жагубичке котлине (Весник Завода за геол. и геогр. истраживања, Серија А, 68, Београд 1960).
- Ршумовић Р.*: Нишко-алексиначки део удолине Јужне Мораве (Зборник радова Геогр. инст. „Ј. Цвијић”, 21, Београд 1967).
- Стевановић П.*: Доњи миоцен Србије и суседних области (Посебна издања Геол. инст. САН, CLXXXVII, 2, Београд 1951).
- Веселиновић Д. и Максимовић Б.*: Резултати геолошких проматрања у области Деспотовачког угљеног басена (Зборник радова Геол. инст. САН, XXII, 3, Београд 1952).

## Résumé

СЕДОМИР С. МИЛИЋ

### CARACTERISTIQUES FONDAMENTALES DE L'EVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DES TERRAINS CALCAIRES DANS LA SERBIE DE L'EST

La disposition, la structure et l'épaisseur des masses calcaires mésozoïques dans la Serbie de l'Est sont le résultat d'une longue évolution tectonique et géomorphologique.

L'âge paléogène était caractérisé par une phase continentale et des puissants processus volcaniques le long de deux grandes dislocations longitudinales. De même, cette période était caractérisée par le climat tropical, la végétation exubérante, les épaisses couches de latérites et l'abondance de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. Dans de telles conditions les processus chimiques et biochimiques attaquaient la base calcaire. A cette période appartient la formation d'une série de vallées et de dépressions karstiques et cavernes fossiles.

Au cours miopliocène, il se produisait des transgressions lacustres et marines sur les côtés de l'arc de montagne karpato-balkanique. Par suite de l'élevation des niveaux d'eau, les ensembles sédimentaires ont complètement comblé les paléofformes et, par là, le processus karstique fut fossilisé. Seulement les montagnes les plus hautes se trouvaient hors de portée de ces transgressions. Cette époque est caractérisée par la formation de terra rossa et d'une série de plates-formes et de terrasses.

Ainsi, par la terrasse danubienne de 260 m, d'ailleurs perturbée par la phase orogène valaque, semble se terminer la domination pliocène du processus fluvial. La reprise et le ralentissement ou la répression de l'érosion karstique au cours de pléistocène dépendait des changements du climat. Les sections glaciaires étaient marquées d'une puissance

d'érosion plus faible des cours d'eau et de la dégradation de terra rossa. C'est pourquoi les dolines apparaissent de plus en plus fréquemment dans le relief et quelques unes se transformeront en uvalas. Cependant, au cours des interglaciations les cours d'eau deviennent plus puissants et il était possible de régénérer l'érosion fluviale dans certaines parties de montagnes.

Pourtant, les régions au-dessus de horizontale de 750 m ont subi des changements spéciaux au cours de Würm. Ainsi, prenant pour base l'apparition des glaciers en forme d'avens, on a pu reconstruire la limite inférieure de la permafrost en Serbie de l'Est.

Les montagnes de cette région se distinguent par les escarpements plus ou moins hauts. Leur formation était la plus intense à l'époque de Würm. En conséquence de l'évolution de ces escarpements, de nombreuses dolines et certains avens ont été détruits. De même, augmentent les inclinaisons des versants de montagnes, ce qui cause une érosion accélérée et la formation des lapiés et des ravins.

