

**ПЕРИГЛАЦИЈАЛНИ РЕЉЕФ ЦРНООКА
(ЈУГОИСТОЧНА СРБИЈА)**

ДРАГАН НЕШИЋ^{1*}, СРЂАН БЕЛИЈ², БОШКО МИЛОВАНОВИЋ³

¹*Завод за заштиту природе Србије, Радна јединица Ниш, Војска Карађорђа 14/2, Ниш, Србија*

²*Завод за заштиту природе Србије, Др Ивана Рибара 91, Нови Београд, Србија*

³*Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Туре Јакишића 9, Београд, Србија*

Сажетак: У раду су приказани резултати геоморфолошких истраживања периглацијалног рељефа на планини Црноок (1881 m) у југоисточној Србији. Ови резултати су указали на значајну заступљеност савремене периглацијалне морфологије на овој планини која се развија у азоналним условима планинске периглацијалне средине. Резултати истраживања са Црноока значајни су јер представљају континуитет сличних истраживања на средње високим планинама Србије (Копаоник, Стара планина). Компарацијом података са Копаоника, Старе планине и Црноока (Нешић Д., Милинчић М., 2004; Белиј С. и др., 2008; Нешић Д. и др., 2009; Нешић Д., 2009) проистиче да се у сличним климатским оквирима са значајним учешћем антропогене делатности, у смислу смањења површина под шумом у највишим планинским деловима, на овим планинама развијају се слични савремени периглацијални процеси као показатељ азоналног или граничног оквира развоја савремене планинске периглацијалне средине.

Током 2006-07. године покренут је Пројект „Савремени периглацијални геоморфолошки облици рељефа на планинама Србије“ током којег су теренски истражене високе планине Србије (Стара планина, Копаоник, Кучај, Бељаница, Златибор), али и планине Југоисточне Србије (Варденик, Бесна Кобила, Дукат и Црноок).

Кључне речи: периглацијални рељеф, азонална планинска периглацијална средина, Црноок, југоисточна Србија.

Увод

Савремена или рецентна висина горње шумске границе на планинама Балканског полуострва је у појасу 1900-2300 m надморске висине (Белиј С. и др., 2008). Изнад ове вегетацијске и климатске горње границе на високим планинама заступљен је појас савремене планинске периглацијалне средине.

У прошлости у условима аграрне пренасељености планинских подручја или потреба за дрветом у оквиру примитивног рударства, у Србији су за рачун пространих шумских комплекса ширене пашњачке површине. Тако је на већини планина успостављена својеврсна „антропогена или измењена горња шумска граница“. Оваква измењена горња граница шумске вегетације увек је далеко испод своје природне висине тако да се изнад ње простиру непрегледне пашњачке површине у највишим планинским деловима.

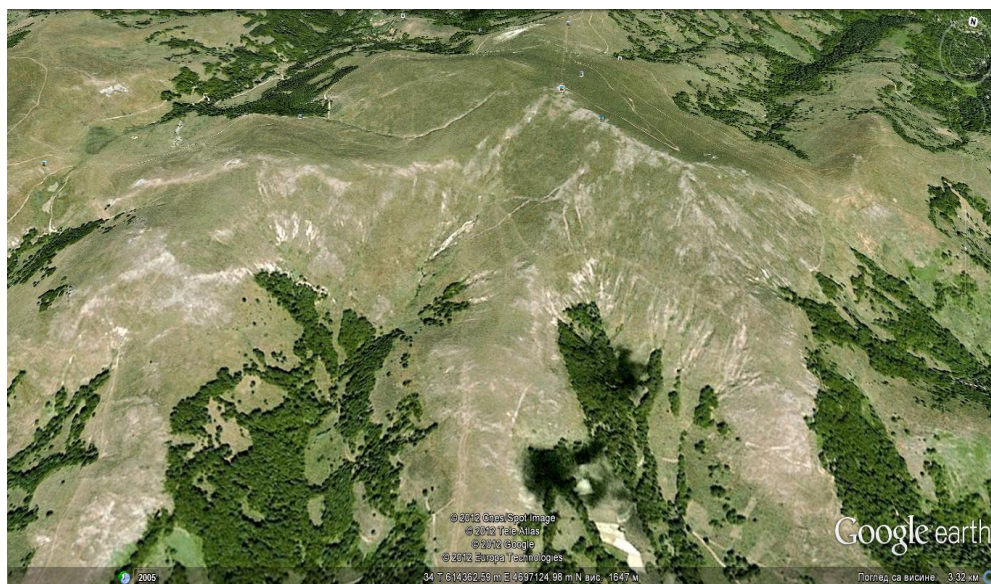
Овакав антропогено условљени положај горње шумске границе констатован је и у пределу Родопске групе планина у југоисточној Србији. У овим планинама антропогена или измењена горња шумска граница јавља се у појасу 1500-1710 m. Изнад овог појаса до највиших планинских врхова заступљене су простране

* E-mail: dragan.nesic@zps.rs

пашњачке површине које су са одсуством високе шумске или жбунасте вегетације изложене утицајима хладне планинске климе са азоналним развојем савремених периглацијалних појава и облика.

Током теренских истраживања 2008. године групе планина у оквиру Варденика (1876 m), Бесне Кобиле (1923 m) и Дуката (1828 m) на југоистоку Србије, посебно значајна заступљеност периглацијалне морфологије констатована је на купастој планинској морфоструктури Црноока (1881 m) у оквирима и односима антропогено измењених висинских вегетацијских појасева. Обиље периглацијалне морфологије на једном релативно малом простору на Црнооку, био је разлог њеног нешто детаљнијег истраживања у контексту савременог азоналног развоја периглацијалног процеса на планинама овог дела Србије.

Према нашим сазнањима периглацијални рељеф овог простора до сад није истраживан, осим уопштених прегледних приказа регионалног карактера или приказа појединих проблема са мањих територијалних целина (Милошевић М.В. и др., 2007), што је и обележје нашег рада.



Слика 1. Панорама Црноока (1881 m) са јужне стране (Google earth, 2009).

Положај и опште пределе одлике Црноока

Купаста планинска морфоструктура Црноока са 1881 m висине понекад се издваја и као највиши врх и морфолошка целина планине Дукат у оквиру Родопске групе планина, крајњег југоистока Србије. У морфолошком смислу Црноок је јасно индивидуалисана планинска целина која је са главним венцем Дуката повезана нешто нижим рељефом са системом планинских главица и преседина. Генерално Црноок је део простране планинске висије на југоистоку Србије на којој се издваја висораван и депресија Власине, односно системи планинских венаца са којих се издижу купасте планински врхови какав је Варденик - Велики Стрешер (1876 m), Бесна Кобила (1923 m) и Црноок (1881 m).

Ово је простор геотектонске јединице првог реда – Српско-македонске масе са апсолутном доминацијом стена матаморфног и магматског генетског комплекса. Морфоструктуру Црноока изграђују кристаласти шкриљци предевонске старости у

оквиру кристаласте серије Јарешника (Babović M. i dr., 1977). На геолошкој карти ове стене су издвојене као лискунске парастене Јарешничке серије (Babović M. i dr., 1976). У највишем делу Црноока издвојени су и кварцити у виду издужене зоне правца северозапад-југоисток и кредни порфиroidни гранити у западном делу планине (Babović M. i dr., 1976). У структурном смислу предео Црноока се издваја као брахиантиклинала или „дома Црноока“ за чије обликовање је предпостављен утицај гранитског масива (Babović M. i dr., 1977).

У морфолошком смислу Црноок је купаста планинска морфоструктура са пространим пашњачким површинама које покривају цео простор изнад појаса од 1550-1640 m, односно изнад енклава букове шуме, сачуваних дуж плитких долина које започињу са планинских падина. Подлога осим ретких површина са стенском осномом покривена је педолошким слојем планинских ранкера, променљиве дебљине са или без скелета и високопланинским травним покривачем.

Предео Црноока је импресивни високопланински простор са кога се на западу виде венци и врхови Дуката и Бесне кобиле, док се на истоку и југоистоку отвара простор према планинама у Бугарској и Осоговским планинама у Македонији.

Основне одлике планинске климе

Обзиром да нисмо располагали адекватном базом података, у овом одељку биће приказане само карактеристике главних климатских елемената који би могли бити од значаја за геоморфолошке процесе на Бесној кобили, Дукату и Црнооку. Простор поменутих планина Т. Ракићевић (1980) сврстава у Власински климатски рејон (ознака П-16) наводећи да према Кепеновој класификацији климата припада D климату, са великом влажншћу ваздуха (Власинско језеро 80%).

На основу анализе термичких градијената за станице Врање (433 m), Сурдулица (500 m), Босилеград (830 m) и Власина (1190 m) на висинама од око 1500 m, средња годишња температура ваздуха износила би око 4°C, а на висинама од 1800 m око 2,0°C. Само највиши делови Бесне кобиле, Дуката и Црноока имали би средњу годишњу температуру између 1,0 – 2,0°C, што се уклапа у доње климатолошке оквири издвајања периглацијалне средине (према L. Wilson (1968) из Тимофеев А. Д., Вторијина А.Е., 1983). Ако узмемо у обзир да је на Панчићевом врху (иако мерења не задовољавају потребну дужину низа) на 2017 m н.в. средња годишња температура ваздуха 1,7°C, а на Црном врху (2292 m) у Бугарској -0,2°C, није реално да се чак и на врховима Бесне кобиле, Дуката и Црноока средња годишња температура ваздуха спушта испод израчунатих вредности.

Апсолутно минимална температура ваздуха забележена је 13.01.1985. године на Власини и износила је -30,0°C. Међутим, и на другим станицама су истог датума забележени апсолутни минимуми (-25,0°C у Врању; -22,4°C у Сурдулици; -26,5°C у Босилеграду). Треба имати у виду да су ово температуре измерене у стандардним метеоролошким закљонима на два метра висине, док се при површини тла могу очекивати још ниже температуре што са аспекта генезе периглацијалног рељефа може бити веома значајно.

Упркос знатном утицају рељефа на просторну расподелу падавина, покушали смо да стекнемо одређену представу о вредностима овог климатског елемента на висинама изнад посматраних станица. За то је искоришћен висински градијент падавина. Н. Живковић и Г. Анђелковић (2004) су користећи се поступком линеарне регресије издвојили хомогене рејоне градијената падавина у Србији. За посматрани простор је израчуната вредност од 32mm/100m. Ако би се прихватила ова вредност, а рачунало се од станице Власина, то би значило да се на висинама од 1500 m н.в излучи око 920mm, док би се на висинама од 1800 m н.в излучивало око 1010 mm. Ове

вредности свакако треба прихватити условно јер на већим висинама не постоје станице на основу којих би се могли проверити добијени резултати.

Услед великог утицаја локалних фактора, односно модификатора другог и трећег реда (рељеф, експозиција, снежни покривач, вегетација итд.), и непостојања климатолошке станице која би репрезентативно одсликавала климу ширег подручја Бесне кобиле, Дуката и Црноока добијене резултате не би требало узимати као дефинитивне.

Методологија рада и општи резултати

Методологија рада састојала се у класичним теренским квалитативним геоморфолошким истраживањима који подразумевају рекогносцирање терена у сврху откривања предметне морфологије, квалитативну идентификацију облика и појава и извесне поступке морфометрије на појединим издвојеним облицима или појавама.

У овом контексту извршено је рекогносцирање највиших делова Варденика, Бесне Кобиле и планине Дукат, где периглацијалне морфологије није било или је констатована на рудимертаном нивоу појављивања. У односу на ове терене са скромним развојем периглацијалног рељефа, издвојио се Црноок са обиљем ове морфологије. У том смислу на Црнооку су обављена посебно детаљна истраживања где је констатована периглацијална морфологија углавном из домена рецентних процеса. Квалитативним поступком на Црнооку издвојене су појаве мразно-солифлукионог цепања педолошког покривача са појавом мразног сортирања дробине (травни прстенови), облици мразно-денудационих ожиљака, појаве падинских поља дробине и блокова (падински куруми), појаве клизећих блокова, облици торова и нивационих улока.

Травни прстенови

Облици који су према истраживањима на Старој планини источне Србије издвојени као травни прстенови (Нешић Д., 2009), са великом честином појављивања констатовани су непосредно југоисточно од врха Црноока на извесним заравњеним површинама истурених делова рељефа изнад висине од 1850 метара. У оквиру квалитативне геоморфолошке калкулације ови облици се издвајају као солифлукионе травне терасете (Белиј С., 1992, 2010) настале мразно-солифлукионим цепањем земљано-травнатог покривача у зонама дефлационих ожиљака или дефлационих издувина, са појавама мразног сортирања ситне дробине. На основу досадашњих сазнања о овим облицима (Белиј С., 1992, 2010; Нешић Д., 2009) изгледа да се у оквиру ове морфологије могу издвојити стадијуми развоја од иницијалних облика у виду појединачних или ређе групе травних прстенова, затим развоја ових облика у извесне површине неправилно распоређених или покиданих травних прстенова и појаве правих солифлукионих вегетационих тераса у виду континуалних издужених травних бусенова (Колчаковски Д., 1998). Однос или стадијални тип развоја ове морфологије условљен је локалним климатским, орографским, педолошким и вегетацијским условима планинске периглацијалне средине где настају. На примеру Црноока изгледа да је заступљен средњи генетски стадијум, са развојем значајних површина земљано-травних прстенова између којих је мразом сортирана ситна дробина.



Слика 2. Мразом сортирана дробина на вегетационим терасетама на Црнооку (фото С. Белиј).

Мразно денудациони ожиљци

Мразно-денудациони ожиљци су најчешће полукружни или потковичасти урези или ожиљци у педолошком слоју центиметарско-метарских димензија. На падинама Црноока јављају се у виду потковичастих ожиљака пречника 0,5-5 и више метара, усечених у педолошки слој са одсецима висине 0,1-1 m, који се према нагибу падине исклињавају и готово увек у унутрашњости подковичастиг уреза са испраним педолошким слојем до стенске основе.

Овакви облици раније се помињу у литератури као солифлукциони ожиљци (Milivojević M., 2005; Нешић Д., 2009), али и као дефлациони ожиљци (Белиј С., 2010). Да је дискутабилно њихово солифлукционо порекло управо говоре чињенице да се срећу и на готово равним површинама, као на Старој планини (Нешић Д., 2009), или да испод њих нема класичног солифлукционог језика. Логичније објашњење настанка ових облика је са мразно-денудационим процесом. Највероватније мразним надимањем, у извесном контексту и солифлукцијоним процесом долази до пуцања и извесног кретања „одцепљеног“ дела земљано-травног бусена. Овако разорена подлога изложена денудацији постепено доводи до настанка ожиљка на планинској падини. Процес денудације потпомогнут је мразним процесом на формираном подковичастом педолошко-травнатом одсеку чијим деловањем долази до уназадног померања одсека и увећања облика. Детаљним осматрањем запажено је да ови облици настају у хомогеним или са скелетом педолошким наслагама и да висина одсека, односно уреза зависи од нагиба падине или дебљине педолошког хоризонта. Тако су на источној падини Црноока запажени ожиљци са одсецима висине и до 1 метра усечени у компактни педолошки хоризонт. Код већине мразно-денудационих

ожиљака у оквиру одсека уреза констатован је педолошки скелет који је као нехомоген још подложнији мразном распадању.



Сл.ока 3. Мразно-денудациони ожиљак на северној падини Црноока (фото Д. Нешић)

На падинама Црноока мразно-денудациони ожиљци су констатовани у пашњачком региону на различитим експозицијама (мада са извесном доминацијом северне експозиције) изнад висинског појаса од 1700 m, на опсегу нагиба падина 10-40°. Њихово познавање и истраживање је значајно обзиром да доскора ови облици нису издвајани и истраживани. У том смислу локалитет Црноока је репрезентативан.

Падински куруми и поља клизеће дробине

На северној и источној падини купасте морфоструктуре Црноока појединачно се срећу издужене зоне крупне дробине која, судећи по земљаном нагомилавању испред чела ових зона, одговара пољу или језику клизеће дробине. У сложености појава развоја мразног разаравања стенске подлоге у планинским периглацијалним срединама, која се најопштије у руској литератури назива курум (Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., 1983), појаве камених језика клизеће дробине на Црнооку одговарају овим рудиментарним појавама карактеристичним за азоналне односе појављивања какви су констатовани и на другим планинама Србије (Нешић Д. и др., 2009; Нешић Д., 2009; Белиј С., 2010). Дакле, на Црнооку су запажене издужене зоне крупне дробине дужине од неколико до више десетина метара и ширине 3-10 m, које се крећу под утицајем комплекса колувијално-периглацијалних процеса, што се закључује на основу нагомиланих земљано-травних бедема висине 1-2 m на челима ових дробинских зона.

Куруми су море камења на падинама са већим нагибом (преко 10^0). Н. М. French (2007) их изједначава са пољима дробине и блокова и морем камења, док А. L. Washburn (1979, 1988) прави разлику између мора камења на равним површинама и “аналогним облицима на падинама које треба звати куруми - падине са блоковима (Washburn A. L., 1969).

Локални сибирски термин „курум“ увео је у научну литературу Ј. А. Макиров (1913) користећи га да опише знатна пространства на планинама покривена пољима блокова и дробине, наглашавајући мали угао нагиба падина. На падинама са већим нагибом примећују се различити облици кретања блокова и дробине, условљени колебањима температуре, замрзавањем и одмравањем подлоге и гомилањем леда између блокова, уз општеприсутну гравитацију. Како се на падинама планина у периглацијалној средини све налази у покрету, различите брзине и динамике кретања, уочена су кретања појединих делова дробинских покрива у облику камених потока и камених река (Белиј С., 2010). Због тога су раздвојени куруми првог реда или камено море и куруми другог реда или камене реке (Короткий А. М., 1976). Не улазећи у детаље, за ове појаве у литератури се срећу различити називи, као „каменне езици“ (Гловня М., 1968), „курум склоновий“ или падински курум (Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., 1983) или клизећа поља дробине (Белиј С., 1992, 2010). Ради се о комплексу појава кретања и нагомилавања дробине у условима мразног разаравања стенске подлоге у планинским периглацијалним срединама, чији начин кретања је углавном објашњен (Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., 1983; Нешић Д. и др., 2009). Важно је поменути да је код ових појава на Црнооку на појединим примерима на челу клизне дробине констатовано њено извесно прстенасто нагомилавање, као и на једном примеру појава плитке депресије иза зоне клизне дробине, што је показатељ извесне сложености и диференцираност процеса кретања ових наслага на махове, што и одговара условима периглацијалне средине.



Слика 4. Чело клизећег поља дробине на североисточној страни Црноока (фото С. Белиј)

Посебно на западној падини Црноока изнад преседлине од које се Црноок даље западно везује за главни планински венац Дуката, запажена је појава „усмереног разоравања“, где су у широком фронту констатована поља камене дробине које се усмерава на заравњени део подно преседлине где се формира права река клизеће дробине дужине више стотина метара и ширине 10-20 m. Зона, како смо је издвојили, усмереног разоравања, необична је по томе што периглацијално кретана крупна дробина и блокови не прате најближи нагиб ка врху преседлине већ се бочно преусмеравају ка нижим деловима преседлине. Ова појава за сада није објашњена. Појава камене реке са овим односима сигурно је једна од најимпресивнијих појава на Црнооку.

У контексту појава поља клизеће дробине на Црнооку треба поменути и појединачне примере клизећих блокова који се ретко јављају, али су заступљени и релативно ниско, чак до „антропогеног појаса горње шумске границе“ висине 1550-1640 m н.в.

Периглацијални торови и криопланационе заравни

На купастој морфоструктури Црноока у оквиру истурених делова по правцу слабо изражених гребена или „прелома“ у рељефу на планинским падинама, појединачно се јављају карактеристични остенаци-торови у виду нагомиланих великих хрпа крупних блокова.



Сл.5. Периглацијални тор са падинским курумом на југозападној страни Црноока (фото С. Белиј)

Периглацијални остенаци – торови заостају као отпорнији делови масивних стена чији је највећи део разорен мразом и учесталим наизменичним замрзавањем и одмрзавањем. Општа дефиниција да је „тор остатак, налик на брадавицу, огољених стена, упадљиво издигнут над околином основног стеновитог платоа, покривеног реголитом“ (Hall A. M., Sugden D. E., 2007), када се преведе у услове периглацијалне

средине, добија се тумачење за савремени изглед периглацијалних торова. Заснована на периглацијалном циклусу Л. Пелтиера (Peltier L. C., 1950), који је Дејвисову општу идеју о географском циклусу прилагодио условима периглацијалне средине, ова теорија се заснива на мразном разоравању и солифлукционом транспорту материјала, након чега су остеоњаци ексхумирани и изложени мразном разоравању. Пуцањем гранитних стена формира се море камења око торова, које ту дуго егзистује, али се једним делом помера низ благе падине мразним сортирањем и формирањем камених река и курума, као и клизањем материјала, у оквирима опште криопланације заравњених планинских била (Palmer J., Radley J., 1961; Palmer J., R. Neilson A., 1962). Прегледом литературе утврђено је да торови настају у свим срединама, од тропске, преко умерене до субарктичке, да су присутни у равницама и долинама, као и на теменима побрђа и заравњеним гребенима високих планина и да су полигенетског порекла. Дакле, тор јесте полигенетски облик, али у периглацијалној средини доминирају мразно разоравање и солифлукциони падиниски процеси, који га обликују и односе материјал нагомилан у непосредној околини. Периглацијални торови у нашим условима, највише личе на оне изворно описане у Енглеској, као остаци матичне стене, најчешће мутониране током последње глацијације, селективном ерозијом уз значајно мразно разоравање и формирање мора камења у непосредном окружењу. Најчешће су везани за високопланинске просторе са гранитским стенама, али их има и у стенама свих других врста. Такви торови се могу звати периглацијални остеоњаци, односно периглацијални торови (Белиј С., 2010).



Слика 6. Фрагмент криопланационе заравни на Каловском планишту, на 1750 m н.в. са периглацијалним торовима у залеђу (фото С. Белиј)

Комплекс мразних процеса најчешће је у природи наших високих планина нераскидиво везан са деловањем снега и снежаника и облици који егзистују у

периглацијалној средини резултат су деловања два или сва три процеса истовремено (полигенетски облици) или су стварани под доминацијом неког од процеса који су се временом смењивали (полифазни облици). Ако се томе додају деловање крашког процеса у специфичним условима периглацијалне средине, као и дејство текуће воде и ветра, тек се онда добија права слика о сложености настанка и егзистовања предела периглацијалне средине на нашим високим планинама.

Криопланација, у сагласности са општим термином апланације (уравњивање површине рељефа), подразумева процесе усмерене на редукцију површине рељефа у условима хладне климе и периглацијалне средине (Вујан К., 1946). На нашим високим планинама, где је присутна знатна енергија рељефа и неотектонско издизање, такво уравњивање је могло да се очува само у фрагментима и то управо око периглацијалних торова. Најбољи пример је југозападна падина Црноока, на локалитету Каловско пландиште, где се јавља група разорених остенака на фрагменту криопланационе заравни на 1750-1754 m н.в.

Нивационе улоке и утолеглице

Нивационе улоке и утолеглице, у контексту ових појмова како их је издвојио Ј. Цвијић (1922), на падинама Црноока одговарају плитким депресијама у рељефу у виду издужених депресија или депресија са снежничким бујичним потоцима као својим отокама и сасвим плитким неправилним депресијама на падинама које су места извесних снежних нагомилавања. При томе су улоке најмањи облици, плитке заравњене депресије до 20-30 cm дубине, пречника 3-30 m. Чешће су у вододржљивим, затрављеним теренима, где се вода отопљеног снега задржава једно време формирајући обалну линију. Утолеглице су нешто веће и дубље, не увек равнoг дна, а јављају се и по ободу питомих гребена, када се јављају у низовима. Такве депресије имају отоке који отиче отопљени снег и у пролеће су најчешће катастрофалне бујице са коритима 1-5 m дубине и 3-8 m ширине. Посебно велика полигенетска флувио-нивациона утолеглица констатована је на западној падини Црноока, одакле храни извориште Црноштице.

Закључак

На основу констатоване периглацијалне морфологије на Црнооку, представљене травним прстеновима, мразно-денудационим ожилцима, пољима клизеће дробине и клизећим блоковима, нивационим улокама, торовима и криопланационим заравнима у оквиру рецентних процеса и односа проистиче да је ово периглацијални рељеф који настаје у „умеренијим“ условима периглацијалне климе у којој доминирају солифлукцијоне појаве и односи. Ово је сагласно са нашим теоријским калкулацијама изведеним на основама квантитативне периглацијалне геоморфологије по којој предео планине Црноока са антропогено условљеном горњом шумском границом одговара савременој азоналној периглацијалној средини у овом делу Балканског полуострва, као најнижем планинском појасу у коме су заступљени савремени периглацијални процеси. Изнете тврдње поткрепљују и резултати истраживања периглацијалног рељефа на средње високим планинама Србије где је констатована слична периглацијална морфологија. Тако су на Копаонику констатоване сличне појаве поља клизеће дробине на јужној падини Панчићевог врха (2017 m), на којој је учињен покушај објашњења начина њеног кретања (Нешић Д. и др., 2009) или на истој планини, појаве активних солифлукционих високопланинских клизишта у шумској висинској зони (Нешић Д., Милинчић М., 2004). На Старој планини у источној Србији између осталог издвојене су рудиментарне појаве травних

прстенова и мразно-денудационих ожилјака, поља клизеће дробине и клизећих блокова (Нешић Д., 2009), дакле исто као и на Црнооку.

Сви ови резултати довољни су показатељ да се у Србији, односно овом делу централног Балканског полуострва, може издвојити азонална заступљеност савремене периглацијалне средине која се осим геоморфолошки доказује и климатолошки, али и према односима распрострањења савремене горње шумске границе. На овим основама у наредном периоду периглацијална геоморфолошка истраживања на простору Балканског полуострва треба проширити и на друге средње високе, а поготово високе планине како би се изградила целовитија слика развоја савремене планинске периглацијалне средине или криосфере на овом простору. Посебно је значајно комплексним приступом, који је значајно прихваћен у периглацијалној геоморфологији (Кудрявцев и др., 1979; Белиј С., Колчаковски Д., 1997), истраживати појаве азоналног развоја периглацијалне средине на планинама, као вид деструктивних процеса изазваних антропогеном делатношћу измене односа планинских вегетационих појасева крчењем шума.

Посебан је проблем што осим на Црнооку, савремени периглацијални рељеф готово да изостаје на већини средње високих планина Родопске групе у југоисточној Србији, када су у питању просторно блиске планине сличне физичко-географске основе.

Литература

- Babović, M. i Cvetković, D. sa sar. (1976): Osnovna geološka karta, list Trgovište sa Radomirom. Beograd: Savezni geološki zavod, OGK, 1:100 000.
- Babović, M., Roglič, Č., Avramović, V., Marić, S. (1977): Tumač za Osnovnu geološku kartu, list Trgovište sa Radomirom. Beograd: Savezni geološki zavod, 1-58.
- Белиј, С. (1992): Савремени геоморфолошки процеси у криосфери североисточне Шар-планине. *Гласник српског географског друштва*, 72 (1), 13-24.
- Белиј С. (2010): Геоеколошке карактеристике периглацијалне средине Проклетија и њена заштита. Докторска дисертација, манускрипт, 362 стр, Географски факултет, Београд
- Белиј, С., Колчаковски, Д. (1997): Методологија комплексног проучавања периглацијалне зоне високих планина Балканског полуострва. Сепарат са Научног скупа „Перспективе и правци развоја географске науке“, Брезовица, новембар 1997.
- Белиј, С., Нешић, Д., Миловановић, Б. (2008): Савремени геоморфолошки процеси и облици рељефа периглацијалне средине Старе планине и њихова заштита. *Заштита природе*, бр. 59/1-2, 19-50.
- Bryan K. (1946): Cryopedology-the study of frozen ground and intensive frost action with suggestions on nomenclature. *American Journal of Science*, 244, pp. 622-642, *International Earth Science Journal*, Stanford University
- Гловня, М. (1968): Глациален и периглациален рељеф у јужниј дјелу на средина Рила. *Годишник на Софијскиј Университет, Геолого-географски факултет, Том 61, Кн. 2, Географија*, 37-69.
- Живковић, Н., Анђелковић, Г. (2004): Висински градијенти падавина у Србији. *Гласник српског географског друштва*, 84 (2), 31-36.
- Зеремски, М. (1977): Криогени процеси плеистоценске периглацијалне климе – са прилогом из Штубичко-зајечарског рова источних Карпата. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“*, 29, Београд, 69-80.
- Колчаковски, Д. (1998): Високопланински карст на планина Караџица. *Географски разгледи*, 26., Скопје, 95-113.
- Короткий А. М. (1976): Мерзлотные и нивационные образования в вершинном поясе Сихотэ-Алиня. В кн.: *Климатическая геоморфология Дальнего Востока. Владивосток*
- Кудрявцев, А. В. и др. (1979): *Методика мерзлотной съемки*. Издательство Московского университета, 1-358.
- Макиров Ј. А. (1913): Нагорные террасы Сибири и их происхождение. *Известия Геологической комиссии*, 32, Санкт Петербург
- Milivojević, M. (2005): Periglacialni reljef na Magliču. *Zbornik radova sa prvog kongresa geografa Bosne i Hercegovine, Sarajevo*, 116-126.
- Милошевић, М.В., Миливојевић, М., Ђалић, Ј. (2007): Туфури Власине и Крајишта. *Гласник српског географског друштва*, 87 (1), 39-50.
- Нешић, Д., Милинчић, М. (2004): Специфичности високопланинских клизишта на примеру НП Копаоник. *Заштита природе*, бр. 55/1-2, 5-14.

- Нешић, Д., Белиј, С., Миловановић, Б. (2009): Механизам настанка клизеће дробине на јужној падини Панчићевог врха (2017 m), Копаоник. *Гласник српског географског друштва*, 89 (4), 37- 59.
- Нешић, Д. (2009): *Периглацијална морфологија Старе планине и њена заштита*. Београд: Географски факултет, докторска дисертација, 1-283.
- Palmer J., Radley J. (1961): Gritstone tors of the English Pennines. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 5, 1.
- Palmer J., Neilson R. A. (1962): The orogin of granite tors on Dartmoor, Devonshire. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 33, p. 315-340, Nottingham
- Peltier L. C. (1950): The Geographical Cycle in Periglacial regions as it related to Climatic Geomorphology. *Annals of the Association of American Geographers*, 40, 3, pp. 214-236, Washington
- Ракићевић, Т. (1980): Климатско рејонирање СР Србије. Зборник радова Географског института ПМФ, 27, 29-41.
- Тимофеев, А. Д., Втюрина, А.Е. (1983): Терминология перигляциальной геоморфологии. Издательство «Наука», Москва, 1-201.
- French H. M. (2007): *The Periglacial Environment*. John Wiley&Sons, London, 458 pp.
- Hall A. M., Sugden, D. E. (2007): The significance of tors in glaciated lands: a view from the British Isles. In "Du continent au bassin versant : theories et pratiques en géographie physique (Hommage au Professeur Alain Godard)." (M.-F. Andre, Ed.), pp. 301-311. Presses Universitaires Blaise-Pascal, Lyon.
- Цвијић, Ј. (1922): О снежаничкој и ледничкој ерозији. *Гласник Географског друштва*, 7-9, Београд, 21-48.
- Washburn A. L. (1969): Weathering, frost action and patterned ground in the Masters Vig district, Northeast Greenland. *Meddelelser om Groenland*, 176, 4, 303 pp., Denmark Kommissionen for ledelsen af de geologiske og geografiske undersøgelser i Grønland, København
- Washburn A. L. (1979): *Geocryology, A Survey of Periglacial Processes and Environments*. Edward Arnold, London, 406 pp.
- Washburn A. L. (1988): Мир холода, гекриологические исследования. Перевод с английского А. Ф. Глазовского, предисловие и редакция Б. И. Втюрина, 382 стр., Москва, Прогрес
- Wilson, L. (1968): Morphogenetic classification. In: *The Encyclopedia of geomorfology*, New York.

PERIGLACIAL RELIEF OF CRNOOK (SOUTHEAST SERBIA)

DRAGAN NEŠIĆ¹, SRĐAN BELIJ², BOŠKO MILOVANOVIĆ³

¹ *Institute for nature conservation of Serbia, work unit - Niš, 14/2 Vožd Karađorđe Street, Niš, Serbia*

² *Institute for nature conservation of Serbia, Dr Ivan Ribar Street 91, Novi Beograd, Serbia*

³ *Geographical Institute "Jovan Cvijic" SANU, Đjura Jakšić Street 9, Belgrade, Serbia*

Abstract: This paper presents the results of geomorphological research of the periglacial relief on mountain Crnook (1881 m) in Southeast Serbia. The results have showed the significant presence of modern periglacial morphology on this mountain which is developing in azonal conditions of a periglacial mountain environment. Research results from Crnook are significant because they represent the continuation of similar studies on medium-high mountains of Serbia (Kopaonik, Stara Planina). Based on a comparison of data from Kopaonik, Stara Planina and Crnook (Nešić D., Milinčić M., 2004; Belij S. et al., 2008; Nešić D. et al., 2009; Nešić D., 2009), it can be concluded that in similar climatic frameworks with a significant share of anthropogenic activities, in terms of reducing the forest area in the highest parts of a mountain, similar modern periglacial processes develop on mountains as an indicator of azonal or boundary development framework of modern mountain periglacial environment.

During 2006-07, the project "Modern periglacial geomorphic landforms on the mountains of Serbia" was initiated and the field research was conducted on the high mountains of Serbia (Stara Planina, Kopaonik, Kučaj, Beljanica, Zlatibor), and the mountains of Southeast Serbia (Vardenik, Besna Kobila, Dukat i Crnook).

Keywords: periglacial relief, azonal periglacial mountain environments, Crnook, Southeast Serbia.

Introduction

Contemporary or recent height of the upper forest border in the mountains of the Balkan Peninsula is in the range of 1900-2300 m above sea level (Belij S. et al., 2008). Above this vegetational and climatic upper limit of the high mountains, there is a belt of modern periglacial mountain environment.

In the past, in conditions of agrarian overpopulation of mountain areas and the need for wood during primitive mining, pastures in Serbia have been disseminated on behalf of the vast woods. Thus, on most mountains, a kind of "anthropogenic or modified upper forest limit" has been established. This modified upper limit of forest vegetation is still far below its natural level so it is spread over vast pastures in the highest mountain areas.

Such anthropogenically conditioned position of the upper forest limit has been found in the area of the Rhodope Mountains in Southeast Serbia. On these mountains, anthropogenic or modified upper forest limit occurs in the range of 1500-1710 m. Above this range, up to the highest mountain peaks, there are large pastures which are, due to the absence of high forest or bushy vegetation, exposed to the influence of cold mountain climate with azonal development of modern periglacial occurrences and forms.

During field research on the group of mountains including Vardenik (1876 m), Besna Kobila (1923 m) and Dukat (1828 m) in the southeast of Serbia in 2008, a particularly significant presence of periglacial morphology has been noted in the cone-shaped mountain morphostructures of Crnook (1881 m), in the framework and the relationships of anthropogenically modified altitudinal vegetation belt. The abundance of periglacial morphology in a relatively small area of Crnook was the reason for its somewhat more detailed research in the context of modern development of azonal periglacial processes on the mountains of this part of Serbia.

According to our findings, the periglacial relief of this area has not been investigated so far, except for general reviews of regional characteristics or reviews of individual problems on some smaller territorial units (Milošević M. et al., 2007), and that is precisely the feature of our work.

Picture 1. The panoramic view of Crnook (1881 m) from the south side (Google Earth, 2009)

The Position and General Features of the Landscape of Crnook

The cone-shaped mountain morphostructure of Crnooka, with the height of 1881 m, is sometimes singled out as the highest peak and morphological entity of mountain Dukat, within the Rhodope Mountains in the far southeast of Serbia. Morphologically, Crnook is a clearly separate mountain unit which is connected to the main mountain range of Dukat by slightly lower relief of the system of mountain elevations and saddles. In general terms, Crnook is a part of the spacious mountainous highlands in the southeast of Serbia, where the plateau and the depression of Vlasina stand out, as well as the systems of mountain ranges which rise to the cone-shaped mountain peaks such as Vardenik – Veliki Strešer (1876 m), Besna Kobila (1923 m) and Crnook (1881 m).

This space is a first-order geotectonic unit - Serbo-Macedonian mass with absolute dominance of the rocks of metamorphic and magmatic genetic complex. Morphostructure of Crnook is built of crystalline schists of predevon age within the crystalline series of Jarešnik (Babović M. et al., 1977). On the geological map, these rocks are defined as the pararocks of Jarešnik series (Babović M. et al., 1976). In the highest part of Crnook, there are also quartzites in the form of an elongated zone of northwest-southeast direction and porphyroid granites in the western part of the mountain (Babović M. et al., 1976). In structural terms, Crnook area stands out as a brachy-anticline whose formation is assumed to have been influenced by a granite massif (Babović M. et al., 1977).

In morphological terms, Crnook is a cone-shaped mountain morphostructure with large pastures that cover the entire space above the range of 1550-1640 m, above the enclave of beech forests preserved along the shallow valleys that start from the mountain slopes. The substrate, other than the few areas with rock basis, is covered with a layer of pedological mountain rankers of variable thickness, with or without skeleton, and the high mountain grass cover. The area of Crnook is an impressive high mountainous area, and from its west side it is possible to see ranges and peaks of Dukat and Besna Kobila, while in the east and southeast it opens up towards the mountains in Bulgaria and Osogovo mountains in Macedonia.

Basic Characteristics of the Mountain Climate

Since we did not have an adequate database, this section will show only the main characteristics of the climatic elements that might be of significance for geomorphic processes on Besna Kobila, Dukat and Crnook. T. Rakićević (1980) classifies the space of the mentioned mountains as the climatic region of Vlasina (mark II-16) stating that, according to Kepen's climate classification, it belongs to D climate, with high air humidity (Vlasina Lake - 80%).

Based on the analysis of thermal gradients for stations in Vranje (433 m), Surdulica (500 m), Bosilegrad (830 m) and Vlasina (1190 m) at altitudes of about 1500 m, the average annual air temperature amounted to about 4°C, and at altitudes of 1800 m, approximately 2.0 °C. Only the highest parts of Besna Kobila, Dukat and Crnook have the average annual air

temperature between 1.0 to 2.0 °C, which fits into the lower climatological framework of periglacial environment allocations (according to L. Wilson (1968) from А Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., 1983). If we consider that at Pančić's peak (although measurements do not meet the required string length) at altitude of 2017 m, the annual air temperature is 1.7 °C, and at the Black peak (2292 m) in Bulgaria -0.2 °C, it is not realistic that even at the peaks of Besna Kobilica, Dukat and Crnook, the annual air temperature can fall below the calculated values.

The absolute minimum air temperature recorded was on 13.01.1985. in Vlasina and it was -30.0 °C. However, on the same date, other stations also recorded absolute minimum air temperatures (-25.0 °C in Vranje; -22.4 °C in Surdulica; -26.5 °C in Bosilegrad). It should be kept in mind that these are the temperatures measured in standard meteorological shelters at the height of two meters, while the ground surface can be expected to have even lower temperatures, which can be significant in terms of the genesis of periglacial relief.

Despite the significant impact of relief on the spatial distribution of rainfall, we tried to gain certain insight into the values of this element of the climate at altitudes above observed stations. To this end, the altitudinal precipitation gradient was used. By using the linear regression method, N. Živković and G. Anđelković (2004) singled out the regions of homogeneous precipitation gradients in Serbia. For the observed area, the calculated value was 32mm/100m. If we were to accept this value calculated from the computer at the station Vlasina, it would mean that at altitudes of 1500 m, the amount of precipitation would be about 920mm, while at the altitude of 1800 m, the amount of precipitation is about 1010 mm. These values should certainly be accepted conditionally, because at higher altitudes there are no stations from which the results could be checked.

Due to the great influence of local factors, or modifiers of the second and third order (relief, exposure, snow cover, vegetation, etc.), and lack of climate stations that would be representative of the wider climate of Besna kobilica, Dukat and Crnook, the results should not be taken as definitive.

Methodology and General Results

The methodology consisted of the classical field qualitative geomorphological studies that involve the field reconnaissance in order to detect the subject morphology, qualitative identification of forms and occurrences and certain procedures of morphometry in some isolated forms and occurrences.

In this context, the reconnaissance of the highest parts of Vardenik, Besna Kobilica and Dukat was performed, and periglacial morphology was not observed or it was observed at a rudimentary level of appearance. Compared to these fields with modest development of periglacial relief, Crnook stood out with an abundance of this morphology. To this end, detailed research was conducted at Crnook where the periglacial morphology was ascertained mainly in the domain of recent processes. Through qualitative method at Crnook, it was possible to note occurrences of frost-solifluction splitting of pedological cover with the appearance of frost sorting of debris (grass rings), forms of frost-denudation scars, the appearance of slope fields of debris (slope kurums), the appearance of sliding blocks, forms of tors and nivation niches.

Grass Rings

The forms which are, according to research on Stara Planina in Eastern Serbia, noted as grass rings (Nešić D., 2009), with a high frequency of occurrence, were found just

southeast of the peak of Crnook, on the flat surfaces of certain protruding parts of the relief above the height of 1850 meters. In the qualitative geomorphic calculations these forms stand out as solifluction grass terraces (Belij S., 1992, 2010) created by frost-solifluction splitting of earth and grass cover in areas of deflationary scarring or deflationary emissions, with occurrences of minor frost-sorting of debris. Based on the previous knowledge of these forms (Belij S., 1992, 2010, Nešić D., 2009) it appears that, in this morphology, it is possible to classify different stages of development, from initial shape in the form of individual or, in rare occasions, groups of grass rings, to the development of these forms in certain areas into irregularly distributed or broken grass rings, and the appearance of real solifluction vegetation terraces in the form of elongated continuous grass sods (Kolčakovski D., 1998). Relationship or stadial development of this type of morphology is determined by local climatic, orographic, soil and vegetation conditions of periglacial mountain areas where they arise. For example, Crnook seems to represent intermediate genetic stage, with the development of significant areas of grass-earth rings between which there is minor debris caused by frost sorting.

Picture 2. Frost-sorted debris on the vegetation terraces of Crnook (photo S. Belij)

Frost-Denudation Scars

Frost-denudation scars are usually semicircular or horseshoe cuts or scars of centimeter-meter size on the pedological layer. On the slopes of Crnook, they appear as horseshoe scars of 0.5 to 5 meters or more in diameter, cut into the pedological layer at height of 0.1 to 1 m, which pinch-out toward the inclination of the slope, and almost always inside the horseshoe cut with the washed out pedological layer to the rock foundation.

Picture 3. Frost-denudation scar on the northern slope of Crnook (photo D. Nešić)

These forms are previously mentioned in the literature as solifluction scars (Milivojević, M., 2005, Nešić D., 2009), as well as deflationary scars (Belij S., 2010). Their solifluction origin is debatable because of the fact that they can be found on almost flat surfaces, as on Stara Planina (Nešić D., 2009), or that there is no classical solifluction tongue under them. A more logical explanation for the origin of these forms is the frost-denudation process. Most probably, frosty flatulence and solifluction process lead to cracking and some movement of "broken-off" part of the earth-grass turf. Such eroded surfaces, exposed to denudation, gradually give rise to scars on mountain slopes. The process of denudation is aided by frost processes on the formed horseshoe pedological grassy sections whose activity causes backward movement of the sections and the enlargement of shapes. Through careful observation, it was noted that these forms occur in homogeneous or pedological layers with skeleton and that the height of the section, or the cut, depends on the inclination of a slope and the thickness of pedological horizon. Thus, on the eastern slope of Crnook, there are observed scars sections with the height of up to 1 meter cut into the compact pedological horizon. In most frost-denudation scars, within the section of the cut, a pedological skeleton was found that is, as nonhomogeneous, even more susceptible to frost decay.

On the slopes of Crnook, frost-denudation scars were noted in the pasture region in different exposures (albeit with a certain dominance of the northern exposure) above the range of 1700 m in altitude, on the slope angle range of 10-40 °. Their discovery and

research is significant, considering that, until recently, these forms were not singled out and investigated. In this sense, the Crnook site is representative.

Slope Kurums and the Fields of Sliding Debris

On the northern and eastern slopes of cone-shaped morphostructures of Crnook, there are individual occurrences of elongated zones of large debris, which, judging by the accumulation of soil on the forefront of these zones, correspond to field or tongue of sliding debris. In the complexity of the emerging development of frost destruction of rock surfaces in periglacial mountain areas, which are, in the most general terms, called kurums in the Russian literature (Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., 1983), the appearance of stone tongues of sliding debris on Crnook corresponds to these rudimentary occurrences characteristic for the azonal appearances, which were also observed on other mountains of Serbia (Nešić D. et al., 2009; Nešić D., 2009; Belij S., 2010). Therefore, on Crnook, elongated zones of large debris were observed, with length from a few to several tens of meters and width of 3-10 m, which move under the influence of complex periglacial-colluvial processes. This is concluded on the basis of accumulated earth and grass turfs with the height of 1-2 m on the forefronts of these debris zones.

Kurums are the seas of stones on the slopes with a higher inclination (over 100). H. M. French (2007) equates them with fields of debris and seas of stones and blocks, while A. L. Washburn (1979, 1988) distinguishes between the sea of stones on flat surfaces and "analogous forms on slopes that should be called kurums - slopes with blocks (Washburn A. L., 1969).

Picture 4. The forefront of the sliding field of debris on the northeast side of Crnook (photo S. Belij)

Local Siberian term "kurum" was introduced in the scientific literature by Я. А. Макепов (1913), who used it to describe a considerable spaces on mountains covered with fields of blocks and debris, emphasizing low angle of inclination of slopes. On the slopes with greater inclination, various forms of block and debris movement can be observed, conditioned by fluctuations of temperature, freezing and unfreezing substrate and the accumulation of ice blocks, along with gravity. Seeing how, on the slopes of mountains in periglacial environment, everything is in motion of variable speed and dynamics of movement, the movements of individual parts debris cover were observed in the form of stone streams and stone rivers (Belij S., 2010). Thus, there are kurums of first order or the stone seas and kurums of second order or stone rivers (Короткий А. М., 1976). Without going into details, these phenomena are encountered in the literature under different names, like "каменные езици" (Glovnâ M., 1968), "курум склоновый" or slope kurums (Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., 1983) and sliding fields of debris (Belij S., 1992, 2010). It is a complex phenomenon of movement and accumulation of debris in the conditions of frost destruction of rock surfaces in periglacial mountain environments, whose manner of movement is mainly explained (Тимофеев А. Д., Втюрина А.Е., Nešić D. et al., 2009). It is important to note that with these phenomena on Crnook, in some instances, the ring accumulation was noted at the forefront of sliding debris, and, in one example, the occurrence of a shallow depression behind the zone of sliding debris, which is an indication of some complexity and differentiation processes of movement of these layers in bursts, which corresponds to the conditions of periglacial environment.

Especially on the western slope of Crnook, above the saddle from which Crnook is, toward the west, linked to the main mountain range of Dukat, the phenomenon of "directed

destruction" was observed, where, in a broad front, the stone debris field is directed toward the flattened part of the foot of the saddle, where a real river of sliding debris forms with several hundred meters in length and width of 10-20 m. The zone of directed destruction is unusual in that periglacial movement of large debris and blocks does not follow the slope closest to the top of the saddle but is diverted laterally to the lower parts of the saddle. This phenomenon has not yet been explained. The appearance of the stone river with these relationships is certainly one of the most impressive phenomena on Crnook.

In the context of the emergence of the fields of sliding debris on Crnook, individual examples of sliding blocks should also be mentioned; they are rare, but they are represented and relatively low, even up to "anthropogenic upper forest border zone" at the height of 1550-1640 m above the sea level.

Periglacial Tors and Cryoplanation Plateaus

On the cone-shaped morphostructures of Crnook, within protruding parts, following the direction of weakly expressed ridges or "fractures" in the relief of the mountain slopes, there are individual occurrences of characteristic rocks-tors in the form of large accumulated piles of big blocks.

Picture 5. Periglacial tor with slope kurum on the southwest side of Crnook (photo S. Belij)

Periglacial rocks-tors fall behind as resilient parts of the massive rocks which are mostly destroyed by the frost and frequent alternate freezing and unfreezing. The general definition that "tor is the remainder, like a wart, of bare rocks, conspicuously raised above surroundings of the base of a rocky plateau, covered with regolith" (Hall A. M., Sugden D. E., 2007), when translated to the terms of periglacial environment, provides the interpretation of contemporary look of periglacial tors. Based on the periglacial cycle of L. Peltier (Peltier L. C., 1950), who took Davies' general idea of the geographical cycle and adapted it to the conditions of periglacial environment, this theory is based on frost destruction and solifluction transportation of materials, after which the rocks were exhumed and exposed to frost destruction. Cracking of granite rocks forms the sea of stones around tors, which exist there for a long time, but partly moves down the gentle slopes by means of frost sorting and forming stone rivers and kurums, as well as sliding materials, within general cryoplanation of flattened mountain ridges (Palmer J., Radley J., 1961, Palmer J., R. Neilson A., 1962). A review of the literature reveals that tors occur in all environments, from tropical, through temperate to subarctic; that they are present in both plains and valleys, on the vertices of flattened hills and ridges of high mountains, and that they are of polygenic origin. Therefore, tor is a polygenic form, but in the periglacial environment where frost destruction and solifluction slope processes dominate, they shape it and take away the material piled in the vicinity. Periglacial tors, in our conditions, most closely resemble those originally described in England, as remnants of the parent rocks, usually mutated during the last glaciation, by selective erosion with significant frost destruction and formation of seas of stones in the immediate environment. They are most often related to high mountain areas with granite rocks, but they are also in the rocks of all other species. Such tors may be called periglacial rocks or periglacial tors (Belij S., 2010).

Picture 6. Fragment of cryoplanation plateau on Kalovsko Plandište, at 1750 m above sea level with tors in the background (photo S. Belij)

The Complex of frosting processes is, in the nature of our high mountains, usually inextricably linked with the activities of the remaining snow, and the shapes that exist in periglacial environment are the result of two or all three processes simultaneously (polygenic forms), or they are created under the domination of one of the processes which alternated over time (polyphase forms). If we add the effect of the karst processes in the specific conditions of periglacial environment, and the effects of running water and wind; it is only then that one gets the true picture of the complexity of emergence and existence of the periglacial environment on our high mountains.

Cryoplanation, in accordance with the general term of aplanation (surface leveling of the relief), refers to the processes aimed at reducing the surface relief in conditions of cold periglacial climate and environment (Bryan K., 1946). On our high mountains, where significant energy of relief and neotectonic uplift are present, such leveling could be preserved only in fragments, and just around periglacial tors. The best example is the southwestern slope of Crnook, the site of Kalovsko Plandište, where a group of broken rocks appears on a fragment of cryoplanation plateau at 1750-1754 m above sea level.

Nivation Niches and Depressions

Nivation niches and depressions, in the context of these concepts as they are singled out by J. Cvijić (1922), on the slopes of Crnook, correspond to shallow depressions in the relief as elongated depressions or depressions with snow torrential streams as its islands, and very shallow irregular depressions on the slopes which are places of certain snow accumulation. Simultaneously, niches are smallest forms, flattened shallow depression to 20-30 cm depth, with diameter of 3-30 m. They are more common in water-filled green fields, where water from the melting snow retains itself for some time to form the coastline. Depressions are slightly larger and deeper, not necessarily with a flat bottom, and they also appear around the edges of a gentle ridge, when appearing in the series. These depressions have islands that drain melted snow and cause catastrophic floods in spring with beds 1-5 m deep and 3-8 m wide. Extra large polygenetic fluvial-nivation depression was found on the western slope of Crnook, where it feeds the spring of Crnoštica.

Conclusion

Based on the periglacial morphology on Crnook, presented grass rings, frost-denudation scars, areas of sliding debris and sliding blocks, nivation niches, tors and cryoplanation plateaus, in the framework of recent processes and relationships, it can be concluded that this is periglacial relief which arises in the "moderate" conditions of periglacial climate dominated by solifluction phenomena and relationships. This is consistent with our theoretical calculations performed on the basis of quantitative periglacial geomorphology, according to which mountain Crnook, with anthropogenically conditioned upper forest limit, corresponds to contemporary azonal periglacial environment in this part of the Balkan Peninsula, as the lowest mountains range in which the contemporary periglacial processes are represented.

Presented statements are supported by the results of the research of periglacial relief in the high mountains of central Serbia, where the similar periglacial morphology was identified. Thus, on Kopaonik, similar occurrences of sliding debris were identified on the southern slope of Pančić's peak (2017 m), where an attempt was made to explain its movement (Nešić D. Et al., 2009) or, on the same mountain, the appearance of high-mountain solifluction landslides in the elevated forest zone (Nešić D., Milinčić M., 2004).

On Stara Planina, in eastern Serbia, among others, rudimentary appearances of grass rings and frost-denudation scars were identified, along with fields of sliding debris and sliding blocks (D Nešić., 2009), same as on Crnook.

All these results are sufficient indication that, in Serbia, i.e. the central part of the Balkan Peninsula, azonal representation of modern periglacial environment can be identified, which is, besides geomorphologically, also proving climatologically, and in the ratios of distribution of modern upper forest border. On this basis, the future periglacial geomorphological research in the area of the Balkan Peninsula should be extended to other medium-high, and especially high mountains, in order to build a more complete picture of the development of modern mountain periglacial environment or cryosphere in this area. It is particularly important, by means of complex approach which was significantly recognized in the periglacial geomorphology (Кудрявцев et al., 1979; Belij S., Kolčakovski D., 1997), to explore the azonal development of periglacial environment on mountains, as a form of destructive processes caused by anthropogenic activities and changing the relationships between mountain vegetation regions by deforestation.

A particular problem is that, when it comes to spatially close mountains of similar physical-geographical basis, besides Crnook, the contemporary periglacial relief is almost completely absent on most medium-high mountains of Rhodope group in southeastern Serbia.

References

See references on page 81