

Univerzitet u Beogradu
Geografski fakultet



Zbornik radova sa naučnog skupa

KRAS - VEKOVNA NAUČNA INSPIRACIJA

Beograd
2022.

Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

Zbornik radova sa naučnog skupa

KRAS - VEKOVNA NAUČNA INSPIRACIJA

– posvećen dr Dušanu Gavriloviću profesoru Geografskog fakulteta –



1934 - 2020

Urednici:

Predrag Djurović

Aleksandar S. Petrović

KRAS - VEKOVNA NAUČNA INSPIRACIJA

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu - Geografski fakultet

Za izdavača:

Velimir Šećerov

Urednici:

Predrag Djurović

Aleksandar S. Petrović

Tehnička priprema i dizajn:

Ratomir Veselinović

Štampa:

Planeta print d.o.o.

Tiraž:

100

ISBN 978-86-6283-127-9

Beograd, septembar 2022.

Napomena: Referati su štampani u obliku autorskih originala. Stavovi izneti u objavljenim radovima ne izražavaju stavove urednika Zbornika i Organizatora skupa. Autori preuzimaju pravnu i moralnu odgovornost za ideje iznete u svojim radovima. Izdavač neće snositi nikakvu odgovornost u slučaju ispostavljanja bilo kakvih zahteva za naknadu štete. Prvopotpisani autori predavanja po pozivu odgovorni su za formiranje koautorskih timova.

POČASNI ODBOR SKUPA

Dr Radenko Lazarević

Dr Ljubomir Menković

Dr Stevan Stanković

Dr Milutin Lješević

Dr Ljupče Miljković

Dr Predrag Manojlović

Dr Milutin Tadić

Dr Srđan Belij

NAUČNI ODBOR SKUPA

Dr Predrag Djurović, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, predsednik

Dr Velimir Šećerov, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, dekan

Dr Slavoljub Dragičević, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet,
rukovodilac Odseka za geografiju

Dr Slobodan Marković, Univerzitet u Novom Sadu, PMF,
dopisni član Srpske akademije nauka i umetnosti

Dr Nataša Ravbar, Karst Research Institute, ZRC SAZU, Slovenija

Dr Matija Zorn, Anton Melik Geographical Institute, ZRC SAZU, direktor instituta, Slovenija

Dr Emil Gachev, South-West University "Neot Rilski",
Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bugarska

Dr Marijan Temovski, Institute for Nuclear Research, Debrecen, Mađarska

Dr Aleksandar S. Petrović, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Srbija

ORGANIZACIONI ODBOR SKUPA

Dr Aleksandar S. Petrović, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, predsednik

Dr Danica Šantić, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, prodekanka za nauku

Dr Sanja Manojlović, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet,
rukovodilac Laboratorije za fizičku geografiju

MSc Marko Langović, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Katedra za fizičku geografiju

MSc Natalija Batocanin, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet,
Katedra za fizičku geografiju

MSc Tijana Jakovljević, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Katedra za fizičku geografiju

Dr Mirela Djurović, Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet

Dušica Trnavac, Mladi istraživači Srbije, doktorandkinja

MSc Ratomir Veselinović, geograf, XIV beogradska gimnazija

SADRŽAJ

Reč urednika.....	11
-------------------	----

PREDAVANJA PO POZIVU

Библиографија Јована Цвијића посвећена карсту	15
Стеван М. Станковић	

Groundwater flow mechanism in karst hydrogeological systems – An overview of historical and actual conceptions	23
Zoran Stevanović	

Теорије спелеогенеze – два века развоја.....	39
Aleksandar S. Petrović	

Morfo-hidrološke karakteristike većih speleoloških objekata Srbije	53
Predrag Djurović	

Primena speleoroničких истраживања u hidrogeologiji karsta.....	69
Saša Milanović	

Карстна изворска зона Врело на Старој планини – реткост карста Србије.....	83
Зоран Никић, Вукашин Милчановић, Ненад Марић	

Kvantitativna analiza karstnih hidrogeoloških sistema u inženjerskoj praksi	97
Igor Jemcov	

Intenzitet hemijske erozija kraških terena u Srbiji	113
Sanja Manojlović	

Dating of cave deposits in Macedonian caves using various geochronological methods	129
Marjan Temovski	

Глациокрас - један од полигенетских типова краса централног дела Црне Горе.....	133
Мирела Ђуровић	

Глациокрас - један од полигенетских типова краса централног дела Црне Горе

Мирела Ђуровић

Универзитет у Београду, Филозофски факултет, Депарتمان за археологију, Чика Љубина 18-20, Београд, e-mail: mirela.djurovic@gmail.com

Извод: Развој крашког рељефа је у многим случајевима под већим или мањим утицајем других морфогенетских процеса. На крашким теренима на којима су током плеистоцена формиран ледници долазило је до честих смена глацијалног и крашког процеса што је имала за последицу стварање полигенетског типа краса – глациокраса. Највећи део планинског простора Црне Горе изграђен је од карбонатних стена на којима су се смењивали глацијални и крашки процеси стварајући бројне примере глациокраса. На простору централног дела Црне Горе (Морачке планине) дејством ова два процеса формиран је глациокрашки рељеф, који је посебно изражен у источном делу на простору Лукавичко-луковског краса. Позитивни глацијални ефекти на стварање крашке морфологије огледају се у формирању великих крашких удубљења (поља и увале) током прогресивне фазе глацијације, као и негативни ефекти у фази стагнације када долази до њиховог делимичног засипања.

Кључне речи: глациокрас, крас, глацијација, плеистоцен, Црна Гора, Динариди

Увод

Опсежна истраживања која су обухватила високопланинске крашке просторе, а вршена су током више од једног века, показала су да у рељефу постоје осим облика који су настали у највећој мери деловањем крашког процеса и полигенетски крашки облици у чијем стварању није учествовао само крашки процес, већ му је претходио глацијални процес. Ови облици представљају претходне глацијалне облике који су измењени савременим крашким процесом тј. хемијским процесом растварања.

Историја глациокрашких истраживања одвијала су у оквиру два паралелна правца и то у оквиру глациолошких студија и у оквиру карстолошких студија. Научне студије о кварталној глацијацији започињу средином 19. века, студијама објављеним од стране Луја Агасиза (1840). Историја изучавања глациокраса, на основу досадашњих научних резултата и доприноса, може се поделити у пет периода, различите дужине трајања са делимичним преклапањем (Telbisz & Tóth, 2019). Први период обухвата време почетка изучавања од 1880. године, па до седамдесетих година 20. века. Она се односе на морфолошка истраживања и описивања процеса који су представљени квалитативним резултатима (Martel, 1894; Cvijić, 1899, 1903, 1913, 1917; Grund, 1902, 1903, 1910; Corbel, 1952). Други период одвијао се од 1960-

тих па до краја 1980-тих година, када се интензивно развијају геохемијска и хидрогеолошка мерења на глациокрасу, из чије методологије проистичу и студије квантитативног садржаја. Овај период обухватио је и периглацијална и субгласијална истраживања (Atkinson, 1983; Dreybrodt, 1982; Smart, 1986). Трећи период је паралелан са претходним, када се од краја 1970-тих година, па до почетка 21. века нагло развија методологија апсолутне датације старости заснова на U-серијама примењеним на пећинском накиту и другим пећинским седиментима и космогенетском датирању површинских облика (Atkinson et al., 1978, 1987; Ford, 1979; Gascoyne and Ford, 1984; Spötl and Mangini, 2007). Почетком 21. века почиње четврти период у којем се врше синтезне студије досадашњих истраживања и примењене методологије. Ова фаза истраживања глациокраса заснива се на богатству теренских података из претходних периода истраживања, а усресређена је на утврђивање обима и фаза гласијације (Audra et al., 2007; Hughes and Woodward, 2017). Последњи период изучавања глациокраса, данас веома актуелан, односи се на антропогени утицај и углавном је везан за проблеме глобалног загревања (Viles, 2003; Zeng et al., 2012, 2015).

Први допринос изучавању глациокраса на простору Блуканског полуострва дао је Јован Цвијић. Изучавајући крас и трагове гласијације на Балканском полуострву у својим радовима објашњава везу између крашког и гласијалног процеса доводећи до закључка да је интеракција ова два процеса заслужна за формирање глациокраса као и крашког типа гласијације (Цвијић, 1897, 1899, 1903, 1913, 1917). Сва каснија истраживања темеље се на основним Цвијићевим поставкама.

Истраживања која су уследила у пост Цвијећево доба омогућила су шире и свеобухватније сагледавање крашког феномена. Захваљујући опсежним истраживањима извршена је типологија краса. Ипак, ова типологија није вршена системски и према унапред осмишљеним правилима и принципима, већ у складу са интересовањима и склоностима истраживача. Издвојене типове краса могуће је сврстати на основу заједничких критеријума у шест група: литолошки, структурни, генетски, еволутивни, морфо-пејзажни и климатски (Gavrilović, 1974; Ђуровић, 1997).

Бројни аутори указивали су на везу између краса и гласијације (Telbisz & Tóth, 2019). Појам ледничког крашког рељефа, односно термин глациокрас међу првим истраживачима почео је користити немачки геоморфолог Вöegli (Kunaver, 1983). У „Словеначкој крашкој терминологији“ глациокрас је дефинисан као површински крас који је настао деловањем крашког и гласијалног процеса (Gams, 1973), односно као крас који су створили ледници и њихови водени токови (Gams, 2003). На планинском простору Канина посебна пажња посвећена је проучавању глациокрашких појава, као последице гласијације (Kunaver, 1983). Термин глациокрас био је предмет дефинисања у оквиру различитих термилошких речника. Једна

од дефиниција је да је „Крашки рељеф створен деловањем глацијалних и крашких процеса.“(Gavrilović, 1974). Глациокрас се дефинише и као крас у планинским, али и нижим кречњачким просторима који је због претходног утицаја глацијације задобио крашке и ледничке облике (Kladnik et al., 2005). Глациокрас се дефинише као површински рељеф који су обликовали глацијални и крашки процеси (Huggett, 2007).

Основне разлике у дефинисању глациокрашких облика, односно глациокраса проистичу из временског следа утицаја глацијалног и крашког процеса, те због тога и даље остају разлике у схватању овог појма. Зато се под глациокрасом подразумевају површински крашки облици који су настали на претходно леднички преобликованој карбонатној основи, али и површински крашки облици који су преобликовани глацијалним процесом (Stepišnik et al., 2009; Kladnik et al., 2005). Осим ових разлика постоје разлике и у схватању да ли се под појмом глациокрас подразумевају само површински облици или и подземни облици, имајући у виду велику улогу ледничких токова у формирању подземног краса, али и деструктивно деловање ледника на кречњачку основу и подземне облике изграђене у њима (Ford, 1983). Због виšekратних смена глацијалних периода у квартару издвајају се постглацијалне, периглацијалне и субглацијалне глациокрашке форме створене преобликовањем од стране ледника или полигенетски крашки облици на површини настали глацијацијом (Ford and Williams, 2007).

Од бројних дефиниција глациокраса посебно се издвајају схватања да се под овим појмом подразумева крас преобраћен ледничком ерозијом (Sweeting, 1973; Smart, 2004), где су поред крашких облика присутни и глацијални, али и периглацијални облици и у мањем обиму и флувијални.

Глациокрас у планинском простору има зонални карактер. Може бити рецентан на простору на коме се тренутно одвија глацијални процес. Према ефектима глациокрашких процеса који се односе на степен покривености карбонатне основе и врсти акумулативног материјала издваја се голи крас (кречњачка површина без седимената), субкутани крас (крас покривен земљиштем), покривени крас (крас покривен не крашким седиментима у мери да су зауставили површинску карстификацију), скривени крас (ако је крас прекривен дебелим водопрпусним седиментима) (Veress, 2016; 2017). Једна од специфичност глациокраса је порекло карбонатног материјала којим је прекривен крас, а кога су ледници са виших делова транспортовали у ниже делове планинског простора.

Код старијих глациокрашких облика, где је процес карстификације далеко одмакао, у зависности од интензитета њиховог засипања може доћи до успостављања геоморфолошких односа који су постојали пре почетка карстификације (флувијални процес) (Ford, 1979).

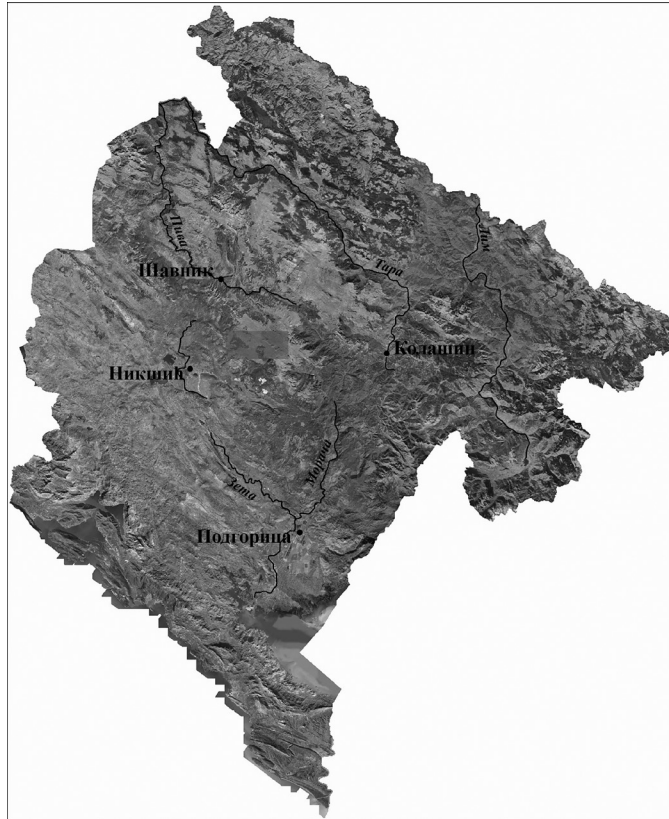
Интеракција крашког и глацијалног процеса у глациокрасу је специфична и

комплексна. Карстификовани кречњаци у преглацијалном периоду одређују у постгласијалном периоду вертикалну подземну циркулацију воде, што омогућава добру очуваност морена. С друге стране потоци формиран на самом моренском материјалу еродују рубне делове морена, што доводи до делимичног претранспортовања гласијалног материјала и засипања нижих делова краса. Такође, треба споменути и могућност појаве ледничких поплава које настају наглим испуштањем велике количине језерске воде пробијањем обода језерских басена формираних у моренском материјалу (Žebre and Stepišnik, 2014).

Крас који је данас захваћен гласијалним процесом налази се у просторима великих географских ширина и великих надморских висина. Комбиновањем ова два процеса (гласијацалног и крашког) настаје гласиокрас. Површинском ледничком ерозијом и акумулацијом премоделира се површина рељефа, а подземним крашким процесом и транспортом седимената изграђује се подземни крашки рељеф. Дренирање подледничких токова, због карбонатне карстификоване основе, не одвија се површински, већ подземно преко крашких водоносника. Током плеистоценских гласијала овај процес одвијао се и у средњим географским ширинама и на мањим надморским висинама (Bodgdan and Leszek, 1999; Adamson et al., 2014). Простори широких заравњених површи на великим надморским висинама представљали су места за формирање платоских ледника на којима је, због карбонатне основе, претходно био створен преглацијални крашки рељеф. Комбинованим дејством крашког и ледничког процеса и облика који су они створили формиран је гласиокрашки рељеф (González Gutiérrez et al., 2018).

Географски положај истраживаног простора

У централном делу Црне Горе који припада југоисточном делу Динарида налази се планински систем Морачке планине. Овај систем састоји се од планина Капа Морачка (2226 m н.в.), Журим (2035 m н.в.), Маганик (2139 m н.в.), Стожац (2141 m н.в.) и Лола (2129 m н.в.). На овом планинском простору, без обзира што је током плеистоцена била развијена јединствена планинска гласијација (Hughes et al. 2011), издвајају се различите геоморфолошке целине. Ове разлике последица су различите преглацијалне морфологије, различитог интензитета и трајања гласијалног процеса, као и разлика у пост гласијалној (холоценској) еволуцији. Својом морфологијом и еволуцијом посебно се издваја Лукавичко-луковски крас, који на добар начин илуструје гласиокрашки рељефа Динарида. Лукавичко-луковски крас припада западном делу овог планинског система између највишег дела на истоку Капе Морачке, Никшићког поља на западу (600 m н.в.), Лоле на североистоку и долине реке Грачанице (700 m н.в.) на југозападу (Прилог 1).



Прилог 1 – Географски положај централног планинског дела Црне Горе

Методологија

При решавању проблема настанка и еволуције глациокраса примењене су теренске и кабинетске методе. Теренске методе обухватиле су: непосредна геоморфолошка проучавања квантитативних и квалитативних карактеристика, просторних и хронолошких одлика рељефа. На основу прикупљених квалитативних података извршена је генетска класификација облика и издвојени су генетски типови рељефа. Висинска анализа генетски разнородних облика имала је за циљ утврђивање њихових хронолошких односа, тј. смене једног морфогенетског процеса другим. У истраживању су коришћени топографске карте, ортофото снимци и сл.. Детерминисање седимената вршено је на основу облика, литолошког састава и стратиграфије - морфолитостратиграфија (Hughes, 2007; 2010).

Обим и интензитет глацијалног процеса

Обим глацијације и простор који је прекриван леденом масом на Лукавичко-луковском красу мењао се у зависности од интензитета глацијалног процеса односно степена захлађења (Liedtke, 1962; Hughes et al., 2011; Ђуровић, 2020). Морфолошки трагови указују да се глацијални процес одвијао у оквиру три главне глацијалне фазе. Глацијалне фазе смењивале су се од најстарије, најјаче фазе, преко средње, до најмлађе, најслабије фазе.

У првој фази доминирао је платоски ледник. Његов настанак био је одређен преглацијалном морфологијом, односно постојањем широке крашке површи. Са ње су се одвајали бочни ледници и спустили ка нижим просторима, а најниже ка југу до 1050 m н.в. Старост ове глацијалне фазе кореспондира са најстаријом фазом околних планина, за које је на основу апсолутне датације старости утврђено да припада MIS 12 (Hughes et al., 2011). Површина под ледом била је $\sim 50 \text{ km}^2$. На простору највишег дела поља Ивање била је формирана чеона морена на 1140 m н.в. која је засула $2/3$ дужине некадашњег поља.

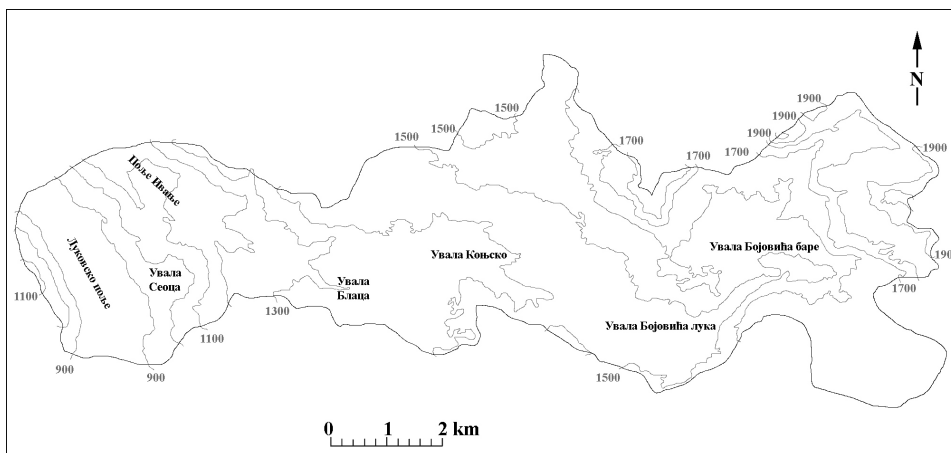
Другу фазу глацијације карактерише смањење зоне акумулације леда, како због општег смањења јачине ове фазе, тако и због преусмеравања дотока ледене масе из појединих највиших делова планина ка другим просторима. Ова фаза кореспондира са периодом MIS 6, а површина под ледом износила је $\sim 9 \text{ km}^2$.

Трећу, најмлађу, фазу глацијације одликује непостојање јединствене ледничке масе. Ова глацијална фаза била је разбијена и одвијала се у неколико циркова, обухватала је површину од $\sim 1,5 \text{ km}^2$, а поклапала се са периодом MIS 5d–2.

Трагови евентуалне четврте фазе која припада периоду млађег дријаса, на простору Лукавичко-луковског краса су слабо очувани.

Крашки рељеф

Међусобно просторно и временско преклапање крашког и других морфогенетских процеса, као и сменом једног процеса другим у Лукавичко-луковском красу створена је врло сложена крашка морфологија. Од крашких облика проучене су различите врсте шкрапа и вртача, а од најкрупнијих облика увале и поља.



Прилог 2 - Увале и поља у Лукавичко-луковском красу (Ђуровић, 2020)

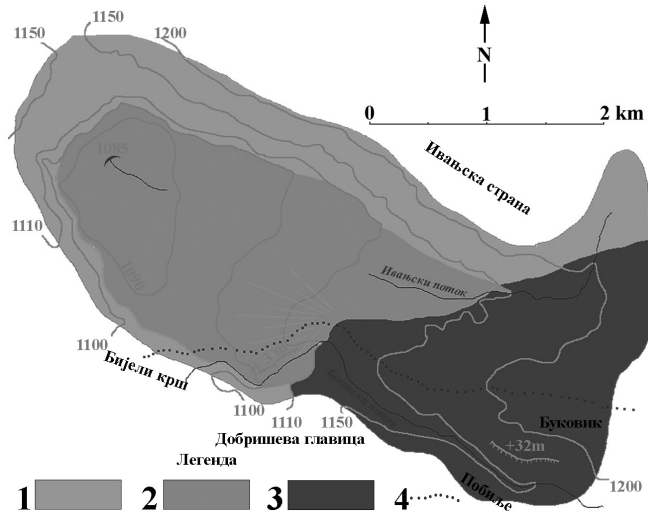
На овом простору постоји 5 степеничasto поређаних увала: Бојовића баре, Бојовића лука, Коњско, Блаца и Сеоца, у висинској зони од 945 m н.в. до 550 m н.в. Постоје два поља: Ивање (1085 m н.в.) и Луковско (820 m н.в.,) (Прилог 2). Ови облици указују на висок степен преглацијалне карстификације овог простора. Основна карактеристика ових облика је да су у значајној мери засута глацијалним и флувиоглацијалним материјалом што има за последицу да у њима у већој или мањој мери постоји и флувијални процес (стални и периодични речни токови). Такође, у њима су очувани и трагови раније флувијалне активности у виду речних тераса усечених у глацијалном и флувиоглацијалном материјалу.

Утицај глацијалног и крашког процеса на стварање глациокрашког рељефа

За разумевање интеракције глацијалног и крашког процеса на стварање краса најзначајнији су увале и поља.

За поље Ивање које је отворено према нижем Луковском пољу утврђено је да је у знатној мери засуто седиментима (Прилог 3). Засипање се вршило у две фазе. У првој фази засипање се вршило из југоисточног правца и завршило се у најнижем југозападном делу поља. Старост глацијалне фазе кореспондира са најнижим и најстаријим моренама на Дурмитору (MIS 12 ~ 470 – 420 хиљада година) (Hughes et al., 2011). По завршетку друге глацијалне фазе која је синхрона са моренама околине Жабљака (MIS 6 ~ 190-130 хиљада година) (Hughes et al., 2011) наступа ново засипање поља Ивање када се у највишем југоисточном делу формира плавинска лепеза. Ниже, Луковско, поље је у потпуности испуњено претранспортованим моренским материјалом из вишег поља Ивање (Прилог 4)

(Djurović and Djurović, 2015; Ђуровић, 2020). Због високог степена засутости краса на овим просторима није уочено постојање значајнијих спелеолошких објеката.



Прилог 3- Геоморфолошка карта поља Ивање

Легенда: 1 – кречњаци, 2 – флувио-глатијални материјал, 3 – моренски материјал, 4 – развоје Буковског и Ивањског потока



Прилог 4 – Степеничasto поређана поља и увале засуте глатијалним и флувиоглатијалним материјалом

Међутим, осим негативних последица глацијални процес је у појединим планинским деловима овог простора имао позитиван ефекат на спелеогенетске процесе и стварања врло дубоких јама (Djurović 2017; Djurović & Djurović 2021). У деловима Морачких планина, који су ван простора акумулације глацијалног материјала, формиран су врло дубоки јамски системи од више стотина метара. Због непостојања сталних површинских речних токова у формирању ових система најважнију улогу имала је сочница, настала отапањем ледника или у савременом периоду снега и снежаника. Сочница је основни ерозивни фактор у стварању јама као што су Iron deer, Јама у Прибатовом Долу, Jaskina Nux (Јама у Трештену врху), Aither, Jaskinia M13, Зоран Јама и Jaskinia M73 (Vujić 1994, 1999; Mašlanka 2008; Dvořák 2011; Furtak 2012; Adamec et al. 2013; Dvořák & Baldík 2013; Królewicz 2013-2017; Otava & Baldík 2013; Dvořák 2014; Šimiček & Kahle 2015).

Закључак

Интензивна засипања која захватају велике кречњачке просторе могу у потпуности зауставити крашки процес, а изграђену крашку морфологију у потпуности прекрити и трансформисати у фосилни крас. Највећи интензитет засипања краса одвија се у оним деловима Лукавичко-луковског краса у којима се акумулирао глацијални материјал у виду морена. То је простор поља Ивање и његова непосредна околина. Каснијим процесима претранспортирања моренског материјала поље је засуто до највиших ободних делова. Интензивна акумулација флувио-глацијалног материјала у Луковском пољу, довела је до препуњавања поља и преталожења седимента ка нижим крашким просторима. Све ово указује да се на простору Лукавичко-луковског краса одвијао врло интензиван процес засипања узрокован глацијалним процесом и процесима претранспортирања моренског материјала под утицајем флувијалног, делувијалног, пролувијалног и колувијалног процеса. Резултат тога је заустављање развоја крашког процеса и у појединим деловима обнављања претходног флувијалног процеса. То је једна од основних карактеристика овог глациокрашког простора.

Рад је подржан средствима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (Уговор број 451-03-68/2022-14/200163)

Литература

- Adamec, V., Baldik, V., Dvořák, Z. (2013). „Czech“ cave over one kilometre deep (Maganik Range, Montenegro). In: Czech Speleological Society Speleoforum vol. 23, Prague, 45-50.
- Adamson, K.R., Woodward J.C., Hughes P.D., (2014). Glaciers and rivers: Pleistocene uncoupling in a Mediterranean mountain karst. *Quaternary Science Review*, 94, 28-43.
- Agassiz, L. (1840): *Etudes sur les glaciers*. Jent et Gassmann, Neuchatel, 1-652.
- Atkinson, T.C., Harmon R.S., Smart, P.L., Waltham, A.C. (1978): Paleoclimatic and geomorphic implications of $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates on speleothems from Britain. *Nature* 272 (5648), 24-28.
- Atkinson, T.C. (1983): Growth mechanisms of speleothems in Casleguard Cave, Columbia Icefields, Alberta, Canada. *Arct. Alp. Res.* 15, 523 – 536.
- Atkinson, T.C., Lawson, T.J., Smart, P.L., Harmon, R.S., Hess, J.W. (1987): New data on speleothem deposition and paleoclimate in Britain over the last forty thousand years. *J. Quat. Sci.* 1, 67-72.
- Audra, P., Bini, A., Gabrovšek, F., Häuselmann, P., Hobléa, F., Jeannin, P., Kunaver, J., Monbaron, M., Šušteršič, F., Tognini, P., Trimmel, H., Wildberger, A. (2007): Cave and Karst Evolution in the Alps and Their Relation to Paleoclimate and Paleotopography. *Acta Carsologica*, Time and karst, 53 – 67
- Bodgdan, G., Leszek, L. (1999): Glaciokarst of subalpine and alpine zone of the Mala laka Valley, Tatra Mts., Poland. *Acta Carsologica*, 28 (1) 71–86.
- Corbel, J. (1952): A comparison between the karst of the Mediterranean region and of north western Europe. *Trans. Cave Res. Group Great Britain*, 2, 3 – 25.
- Cvijić, J. (1893): *Das Karstphaenomen. Versuch einer morphologischen Monographie*. *Geograph Abh Wien* 5(3), 218–329.
- Cvijić, J. (1897): Über Gletscherspuren in Bosnien u. Hercegovina. *Verhandlungen d. Gesell. F. Erdkunde, Berlin*, XXIV, 8-9, 479 -480.
- Cvijić, J. (1899): Glacijalne i morfološke studije o planinama Bosne, Hercegovine i Crne Gore. *Glas Srpske kraljevske akademije*, LVII, 21, 1–196, Beograd.
- Цвијић, Ј. (1903): Нови резултати о глацијалној епоси Балканског полуострва. *Глас Српске Краљевске Академије*, 65, 185 – 240.
- Цвијић, Ј. (1913) Ледено доба у Проклетијама и околним планинама. *Глас Српске Краљевске Академије*, ХСIII, 14.
- Cvijić, J. (1917): L'eroque glaciaire dans la péninsule balkanique. *Annales de Géographie*, 26 (141), 189-218.
- Dreybrodt, W. (1982): A possible mechanism for growth of calcite speleothems without participation of biogenic carbon dioxide. *Earth Planet Sci. Letter*, 58 (29), 293.
- Ђуровић, М. (2020). Утицај глацијалног процеса на засипање Лукавичко-луковског краса (Црна Гора) (докторска дисертација). Унивезитет у Новом Саду, Природно-математички факултет.
- Djurović, M., Djurović, P. (2021). Review of the most significant cave in Montenegro. *Acta Carsologica*, 50(1), 11-27.
- Ђуровић, П. (1997): Регионализација краса Србије – основни принципи. *Географска структура и регионализација Србије*, Београд, 119-128.
- Djurović, P. (2017). *General Speleological map of Montenegro*. Author's edition, Belgrade.
- Dvořák, Z. (2011). The Nyx and Aither Abysses.- In: *Speleoforum* vol. 30. Czech Speleological Society, 82-86, Prague.

- Dvořák, Z. (2014). Iroan deep continued.- In: Speleoforum vol. 33. Czech Speleological Society, 72-77, Prague.
- Dvořák, Z., Baldík, V. (2013). Czech discoveries in the Maganik MTS., Montenegro.- In: Filippi, M. & P. Bosák,(eds.), Proceedings of the 16th International congress of speleology. 21 -28 July 2013, Brno, Czech Speleological Society. Praha. 2, 74-77.
- Ford D.C. (1979): A review of alpine karst in the Southern Rocky Mountains of Canada. Bulletin of the National Speleological Society, 41, 53-65.
- Ford, D., Williams, P. (2007): Karst hydrogeology and geomorphology. London, John Wiley & Sons, 562.
- Furtak, M., 2012: Nyx - bogini ciemności.- Jaskinie 3(68), 11-12.
- Gams, I. (1973): Slovenska kraška terminologija. Ljubljana, Katedra za fizično geografijo Oddelka za geografijo FF, Univerza v Ljubljani, 76 str.
- Gams, I. (2003): Kras v Sloveniji v prostoru in času. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 1-516.
- Gascoyne, M., Ford, D.C. (1984): Uranium series dating of speleothems, II: results from the Yorkshire dales and implications for cave development and quaternary climates. Cave Sci. 11 (2), 65 – 85.
- Gavrilović, D. (1974): Srpska kraška terminologija. Kraška terminologija jugoslovenskih naroda, Savez geografskih institucija Jugoslavije, knjiga II.
- Gavrilović, D. (1974a): Genetski tipovi pečina u Sahari. Acta carsologica, VI, 149-165, Ljubljana.
- Gonzalez-Gutierrez R. B., Santos- Gonzalez J., Gomez-Villar A., Alonso-Herrero E., Garcia-de Celis A., Cano M., Redondo-Vega J. M. (2018): Glaciokarst landforms in the Sierra de los Grajos, Babia and Luna Natural Park (Cantabrian Mountains, NW Spain). Acta Carsologica 46/2–3, 165–178.
- Grund, A. (1902): Neue Eiszeitspuren aus Bosnien und der hercegovina. Globus, 78 (9), 173 – 174.
- Grund, A. (1903): Die Karsthydrographie, Studien aus Westbosnien. Geograph. Abhandl. (Penck), 7(3), 1-200.
- Grund, A. (1910): Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Geirges. Geographische Abhandlungen, 9 (3), 1-230.
- Huggett, R. J. (2007): Fundamentals of geomorphology. London, New York, Routledge, 458.
- Hughes, P.D. (2007). Allostratigraphy/morphostratigraphy. In: Elias, S. (Ed.) Encyclopedia of Quaternary Sciences. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 2841–2846.
- Hughes, P.D. (2010). Geomorphology and Quaternary stratigraphy: The roles of morpho, litho-, and allostratigraphy. Geomorphology 123, 189-199.
- Hughes, P.D, Woodward, J.C., van Calstern P.C., Thomas, L.E. (2011): The glacial history of the Dinaric Alps Montenegro. Quaternary Science Reviews, 30, 3393-3412.
- Hughes, P.D., Woodward, J.C. (2017): Quaternary glaciation in the Mediterranean mountains: a new synthesis. Geol. Soc. London Special Publish, 433 (1): 1 – 23.
- Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.). (2005): Geografski terminološki slovar. Ljubljana, Založba ZRC, 451.
- Królewicz, I., (2013-2017). Exploration in Maganik, Montenegro 2012–2016.- Polich caving, 2013-2017, 33-36.
- Kunaver, J., (1983): Geomorfološki razvoj Kaninskega pogorja s posebnim ozirom na glaciokraškepojave. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 147.

- Liedtke, H. (1962). Eisrand und Karstpoljen am Westrand der Lukavica- Höchfläche (Westmontenegro). *Erdkunde*, XV(1), 289 – 298.
- Martel, E.A. (1894): *Les Abîmes*. Charles Delagrave, Paris, 578.
- Mašlanka, A., 2008: Czarnogóra 2007/2008. *Jaskine*, 4(53) 16-20.
- Otava, J., Baldík, V. (2013). Geology and deep verticals: case study from Maganik MTS. - In: Filippi, M., Bosák P. (eds.) *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology, 2013, Brno*. Czech Speleological Society, 134-136, Praha.
- Smart, P.L. (1986): Origin and development of glacio-karst closed depressions in the picos de Europa, Spain. *Zeitschrift für Geomorphologie* 30, 423 -443.
- Smart, C. (2004): Glacierized and glaciated karst. In: Gunn J (ed.): *Encyclopedia of Caves and Karst Science*, Fitzroy-Dearborn, New York, London pp. 389-390.
- Spötl, C., Mangini, A. (2007): Speleothems and paleoglaciers. *Earth Planet Sci Letter*, 254 (3): 323 – 331.
- Stepišnik, U., Ferk, M., Kodelja, B., Medenjak, G., Mihevc, A., Natek, K., Žebre, M., (2009): Glaciokarst of western Orjen, Montenegro. *Cave and Karts Science*, 36 (1) 21-28.
- Sweeting, M.M. (1973): *Karst Landforms*. Columbia University Press, New York, 1-362.
- Telbisz, T., Tóth, G. (2019): History of glaciokarst research. In: Veress, M., Telbisz T., Tóth G., Lóczy, D., Ruban, D. A., Gutak, J.M. (eds.) *Glaciokarst*. Springer, doi.org/10.1007/978-3-319-97292-3.
- Veress, M. (2016): *Covered Karst*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1-536. DOI 10.1007/978-94-017-7518-2.
- Šimiček, O., Kahle, V. (2015). K vyverum Maganiku (destination – karst springs on the Maganik Plateau). *Speleoforum*, 34, 62-65.
- Veress, M. (2017): The evolution and development enviroment of solution dolines of glaciokarst based on examples from Alpine and Dinaric areas. *Karsztfejlödés XXII, Szombathely*, pp. 89-118. DOI: 10.17701/17.89-118.
- Viles, H. A. (2003): Conceptual modeling of the impacts of climate change on karst geomorphology in the UK and Ireland. *J. Nat. Conserv.* 11 (1): 59 – 66.
- Vujić, M. (1994). Podzemni oblici kraške erozije Mliječnog dola (planina Stožac).- U: Velimirović, M (ur.) *Zbornik radova. Društvo istraživača „Vladimir Mandić Manda“*, 11, 89-104, Valjevo.
- Vujić, M. (1999). Dvogrla jama u Pribatovom dolu.- U: Božić, N. (ur.), *Zbornik radova, Društvo istraživača “Vladimir Mandić - Manda”*, Valjevo, 14, 77-84.
- Zeng, C., Gremaund, V., Zeng, H., Liu, Z.H., goldsheider, N. (2012): Temperature-driven meltwater production and hydrochemical variations at a glaciated alpine karst aquife: implication for the atmospheric CO2 sink under global warming. *Environ. Earth Sci.*, 65: 2285 – 2297.
- Zeng, C., Liu, Z., Yang, J., Yang, R. (2015). A groundwater conceptual model and karst-related carbon sink for a glacierized alpine karst aquifer, Southwestern china. *J. Hydrol.*, 529, 120 – 133.
- Žebre, M., Stepišnik, U. (2014). Glaciokarst: a Case Study from the Dinaric Alps. *Geophysical Research Abstracts, EGU*, 16.

Glaciokarst - one of the polygenetic types of karst in the central part of Montenegro

Abstract: The development of the karst relief in many cases more or less is influenced by other morphogenetic processes. During the Pleistocene on the karst terrains where glaciers were formed, there were frequent changes in the glacial and karst processes, which resulted in the creation of a polygenetic type of karst - glaciokarst. Carbonate rocks make up the bulk of mountainous part of Montenegro where glacial and karst processes alternated, creating numerous examples of glaciokarst. In the area of the central part of Montenegro (Mt. Moračke planine), the impact of these two processes was formed a glaciokarst relief, which was especially pronounced in the eastern part of the area Lukavičko-Lukovski Karst. During the progressive phase of glaciation the positive glacial effects on the creation of karst morphology in the formation of large karst depressions (poljes and uvalas) are reflected, as well as negative effects in the phase of stagnation when they were partially filled up.

Keywords: glaciokarst, karst, glaciation, Pleistocene, Montenegro, Dinarides