

Uroš Stepišnik*



FLUVIOKRAS ŽIBRŠKE PLANOTE S HOTENJSKIM IN LOGAŠKIM KRAŠKIM POLJEM

*Izvirni znanstveni članek
COBISS 1.01
DOI: 10.4312/dela.55.41-68*

Izvleček

Proučevano območje Žibrške planote z okolico je z morfografskega vidika eno od najbolj pestrih fluviokraških območij v Sloveniji. Namen naše raziskave je interpretacija fluviokraških oblik in procesov ter načina delovanja fluviokraških geomorfoloških okolij. V raziskavi smo interpretirali delovanje fluviokraškega površja Žibrške planote in dolin, ki planoto razčlenjujejo. Pojasnili smo tudi delovanje dolin v okolici Žibrške planote, kjer so se površinski vodotoki pretočili v kraški vodonosnik, ter interpretirali geomorfološki razvoj Hotenjskega in Logaškega kraškega polja.

Ključne besede: geomorfologija, kras, fluviokras, kraško polje, Hotenjsko kraško polje, Logaško kraško polje

⋮ *Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani, Aškerčeva 2,
⋮ SI-1000 Ljubljana, Slovenija
⋮ e-pošta: uros.stepisnik@ff.uni-lj.si

FLUVIOKARST OF THE ŽIBRŠE PLATEAU WITH HOTEDRŠICA AND LOGATEC POLJE

Abstract

The study area of the Žibrše Plateau and its surroundings is one of the most morphologically diverse fluviokarst areas in Slovenia. The aim of our research is to interpret the fluviokarst forms and processes, as well as the functioning of the fluviokarst geomorphological environment. In this study, we interpreted the fluviokarst surface of the Žibrše Plateau and the valleys that dissect the plateau. We also explained the functioning of the valleys around the Žibrše Plateau, where surface streams drained into the karst aquifer, and interpreted the geomorphological evolution of the Hotedršica and Logatec poljes.

Keywords: geomorphology, karst, fluviokarst, polje, Hotedršica polje, Logatec polje

1 UVOD

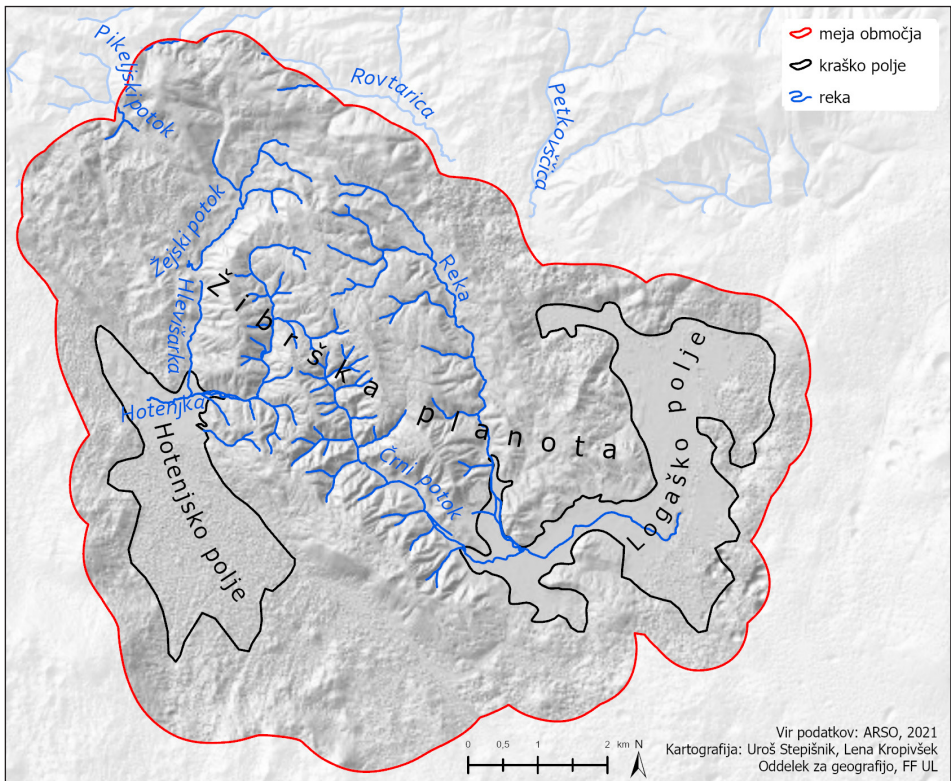
Strokovni izraz fluviokras je v krasoslovno terminologijo vpeljal Roglič (1959) in je s tem podrobneje opredelil starejša termina polkras (nem: halbkarst) (Grund, 1914) in merokras (nem: merokarst) (Cvijić, 1924). Oba izraza sta zelo splošno opisovala kraška okolja, kjer kras ni dobro razvit in se kraški procesi prepletajo s fluvialnimi. Moderno krasoslovje fluviokraška okolja povezuje z zakraselimi kamninami, ki na površju intenzivno mehansko preperevajo. To so najpogosteje dolomiti, zato se v literaturi kot sopomenka fluviokrasu uporablja tudi dolomitni kras (Gabrovec, 1994; Gabrovec, 1995; Komac, 2003; Komac, 2004; Komac, 2006; Gostinčar, 2016). Fluviokraška okolja so pogosta tudi na tankoplastnatih apnencih, lapornatih apnencih in tudi na tektonsko deformiranih območjih (Roglič, 1958; Stepišnik, 2020a). Fluviokraška okolja so značilna le za pobočja na teh kamninah, kjer vsa padavinska voda ne odteka vertikalno skozi preperelino v kraški vodonosnik, ampak delno odteka tudi površinsko. Površinski tokovi tako z erozijskimi in akumulacijskimi procesi značilno preoblikujejo površje.

Fluviokraška geomorfna okolja so v Sloveniji relativno dobro proučena, saj je tej tematiki veliko število geomorfologov namenilo množico raziskav (npr. Melik, 1959a; Melik, 1961; Melik, 1962; Gams, 1968; Gams, 1974; Habič, 1986; Gams, 1986; Mihevc, 1987; Kranjc, 1992; Gabrovec, 1995; Gams, 2003; Komac, 2004; Komac, 2006; Gostinčar, 2011; Gostinčar, Stepišnik, 2012; Gostinčar, 2016). Območje Žibrške planote z okolico je z morfografskega vidika eno od najbolj pestrih fluviokraških območij v Sloveniji. Na njem so v velikem številu prisotne vse reliefne oblike, značilne za ta okolja, vključno tudi z največjimi, ki sta dve kraški polji pritočnega tipa. Tudi Žibrška planota

je bila v preteklosti že proučena s stališča splošnega morfografskega orisa (Mihevc, 1979; Mihevc, 1986; Mihevc, 1987) ter detajlnega proučevanja dolgov v osrednjem delu planote (Komac, 2003; Komac, 2006). Večjo pozornost geomorfoloških raziskav je pritegnila okolica planote, kjer so poskušali razložiti razvoj predkraškega porečja Ljubljance (Kosmat, 1916; Krebs, 1924; Rus, 1925; Melik, 1928; Melik, 1952; Melik, 1955; Mihevc, 1987; Gams, 2003).

Namen naše raziskave je sistematično geomorfološko analizirati fluviokraško okolje Žibrške planote in okoliških kraških polj, ki veljajo za najznačilnejša in najbolj proučena fluviokraška območja v Sloveniji, ter na posameznih primerih interpretirati oziroma reinterpretirati fluviokraške oblike in procese ter način delovanja fluviokraških okolij.

Slika 1: Lokacija proučevanega območja.



2 METODE

Pri geomorfološki analizi fluviokraških okolij Žibrške planote ter Logaškega in Hotenjskega kraškega polja smo uporabili prilagojeno analitsko geomorfološko metodo (Pavlopoulos, Evelpidou, Vassilopoulos, 2009). Morfografska analiza, ki je vključevala identifikacijo in prostorsko dokumentacijo geomorfoloških oblik, je temeljila na analizi topografskih kart v različnih merilih, digitalnih ortofoto posnetkov, Lidarja (ARSO, 2021) ter terenskega morfografskega kartiranja. Vzporedno z morfografsko analizo smo opravili tudi morfometrično analizo relevantnih oblik, na podlagi katere je mogoče tipizirati določene površinske oblike in interpretirati procese. Morfometrična analiza je temeljila izključno na analizi podatkov Lidar (ARSO, 2021). Morfostrukturalna analiza je temeljila na rezultatih morfografske analize in podatkov geoloških raziskav tega območja (Buser in sod., 1967; Čar, Placer, Ogorelec, 2010). Interpretacijo morfogeneze in morfodinamike reliefnih oblik proučevanega območja smo izdelali na osnovi geomorfološke analize območja in reinterpretacije pretekle literature o delovanju fluviokrasi.

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Prve interpretacije geomorfološkega razvoja Žibrške planote in okolice so temeljile na paradigmi predkraške faze, ki je interpretirala razvoj kraškega površja s predhodnim fluvialnim preoblikovanjem. Tako je Kossmat (1916) v okviru geomorfoloških raziskav območja med Jadranom in porečjem Save zaključil, da je Ljubljana v predkraški fazi tekla površinsko od Cerknškega jezera preko Planinskega in Logaškega polja ter Ljubljanskega barja proti Savi. Ob zakrsevanju območja naj bi se vodotoki večinoma pretočili v podzemlje; del rečne mreže, ki se je ohranil na površju, pa naj bi oblikoval kraška polja. Kossmat (1916) je prav tako predvideval, da se je preko Hotenjskega podolja površinsko pretakala Hotenjka, levi pritok tedanje Ljubljane, ki je imela površni del v današnjih porečjih Idrijce, Bele in Kanomeljščice. Ugotovitve Kossmata sta nadgradila Krebs (1924) in Rus (1925), ki sta povirje predkraške Ljubljane premaknila proti jugovzhodu na Babno polje. Ljubljana naj bi od tam odtekala do Cerknškega polja in nato preko Logaško-Begunjskega ravnika in Logaškega polja proti Ljubljanskemu barju. Sotočje Hotenjke in Ljubljane sta uvrstila na območje Logaškega polja (Krebs, 1924; Rus, 1925). Melik (1928) je razvoj območja tolmačil nekoliko drugače. Predvideval je, da je Ljubljana tekla preko Planinskega polja in se pri Kalcah združila s Hotenjkjo. Na območju Logaškega polja pa naj bi se v Ljubljano izlival tok Cerknščice, ki naj bi v času pleistocena pritekal preko Logaško-Begunjskega ravnika.

Melik (1952) je nekaj desetletij kasneje podal interpretacijo razvoja porečja Ljubljane na popolnoma morfostrukturalni način. Sklepal je, da se je območje površinske rečne mreže prvotno razvilo na sedimentih eocenskega morja, ki naj bi segalo na to območje. Kamnine, ki naj bi dokazovale obstoj nekdanih morskih zalivov, naj bi bili

fliši eocenske starosti v okolici Kalc in Kališ. Kasneje, v srednjem in mlajšem terciarju, naj bi se površinska rečna mreža ob tektonskem dvigu tega območja prilagodila geološkim strukturam; vzdolž notranjskega podolja po Idrijskem prelomu in od Kalc preko Logaškega polja do Vrhnike po močnejši prelomnici, ki naj bi potekala v tej smeri. Na območju Kalc in Logaškega polja naj bi bilo večje sotočje Ljubljani in Hotenjke.

Že nekaj let kasneje je Melik (1955) na osnovi paradigme o klimatski geomorfologiji razložil geomorfološki razvoj reliefa na proučevanem območju kot rezultat dominantnega klimatskega vpliva. Območje Logaškega polja in njegovega zaledja je bilo v času diluvija (obdobje intenzivnejšega mehanskega preperevanja in akumulacije, ki ga avtor (Melik, 1955) pogosto povezuje s pleistocenom) prepredeno s površinsko rečno mrežo. Na severni del Logaškega polja so pritekali potoki vzhodno od Žibrške planote, Rovtarica in Petkovščica, ki sta se kasneje pretočili v podzemlje. Zaradi teh pritokov naj bi bil severni del Logaškega polja na debelo prekrit z naplavino.

V okviru interpretacije geomorfološkega razvoja Slovenije je Melik (1959b) interpretiral morfogenezo okolice Žibrške planote. Hotenjsko podolje naj bi bila stara, zelo široka suha dolina, ki naj bi razpadla v obilico vrtač in majhnih uval. Po tej dolini naj bi v srednjem pliocenu tekla Hotenjka, ki naj bi imela svoje zaledje vse od Trnovskega gozda preko porečij Belce in Kanomeljščice do Idrijce. Hotenjka naj ne bi tekla proti Planinskemu polju, ampak je pri Kalcah spremenila smer proti severovzhodu na območje Logaškega polja. Melik (1959b) je za Logaško polje, ki ga imenuje Logaška kotlina, ugotovil, da leži na močnejši tektonski prelomnici. Vsi potoki, ki pritekajo na Logaško polje iz severozahodne smeri, naj bi ponikali južno od prelomnice. Za Rovtarico in Petkovščico (Melik (1959b) jo imenuje Potok v Logu) domneva, da sta se nekoč stekali na Logaško polje, kar je razvidno iz lege suhe doline, ki naj bi od njujnih ponorov segala vse do Logaškega polja. Prav tako ugotavlja, da Logaška kotlina nikakor ne more biti kraško polje, saj ji manjkajo tipične značilnosti. Ugotavlja, da je Logaška kotlina bolj podobna slepi dolini. Na obeh straneh Logaške kotline naj bi bile ohranjene rečne terase, ki naj bi jih vrezal nekdanji površinski tok Ljubljani. Za tok Ljubljani proti severu pa je Melik (1959b) predvideval dve možnosti: v suhih dolinah zahodno ali vzhodno od kopaste vzpetine Raskovec.

Mihevc (Mihevc, 1979; Mihevc, 1986; Mihevc, 1987) je v okviru proučevanja Logaških Rovt obravnaval tudi Žibrško planoto z okolico. Celotno območje je označil kot svojevrstno obliko fluvioakraškega reliefa. Ob splošnem preglednem opisu geomorfoloških značilnosti območja je povzel ugotovitve Melika (1952; 1955) in povezal zapolnjevanje slepih dolin s sedimenti z intenzivnejšim mehanskim preperevanjem v hladnejših obdobjih pleistocena. Toplejša holocenska klima pa naj bi prispevala k eroziji sedimentov. Na proučevanem območju naj bi tako bilo v času pleistocena več površinskih vodotokov, ki so se kasneje delno pretočili v podzemlje.

Gabrovec (1994) je v okviru raziskave dolomitnih območij Slovenije povzel, da so najpomembnejše oblike v dolomitni matični podlagi dolki (imenuje jih dolci), ki so usmerjeni vzdolž pobočij, lahko pa tudi prečno na pobočja, saj so navezani na

tektonske linije ali na preostanke starejše površinske hidrološke mreže. Ugotavlja, da so dolki značilni za vršne dele planot, medtem ko v strmih pobočjih prehajajo v strme dolke in celo v erozijske jarke (imenuje jih erozijske grape) (Gabrovec, 1994).

Slika 2: Dolek na Žibrški planoti (foto: U. Stepišnik).



Gams (2003) je med splošnim opisom kraških okolij Slovenije ugotovil, da je Hotenjsko podolje, to je poimenovanje za del Notranjskega podolja med Kalcami in Godovičem, kraški ravniki, ki je v veliki meri razčlenjen z vrtačami, le v okolici Novega Sveta pa je valovito in dolasto (avtor ni pojasnil, katere oblike imenuje doli). Ugotovil je, da je v okolici Hotedršice ravniki prekrit s peščeno ilovnato naplavino, ni pa slepe doline niti večjih požiralnikov ali ponorov. Celoten Hotenjski kraški ravniki je Gams (2003) interpretiral kot del nekdanjega širšega kraškega ravnika, katerega deli so se ohranili na zahodnem robu Žibrške planote v okolici naselja Ravniki pri Hotedršici in nekoliko zahodneje pri Črnem Vrhu. Ravniki naj bi oblikovala Belca in zgornja Idrijca, preden ju je pretočila Idrijca proti severozahodu. Uravnani del Hotenjskega podolja naj bi bil le del nekdanjega fluvialno uravnane površja, ki je zaostal v tektonskem dvigu. Površinske vode iz porečja Idrijce naj bi odtekale do Kalc in nato preko Logaškega polja in suhe doline med Raskovcem in Ljubljanskim vrhom na območje Ljubljanskega barja. Nekarbonatni prodniki na Bodiškem vrhu (559 m n. v.) vzhodno od Logatca naj bi potrjevali to razlago (Gams, 2003).

Logaško polje je Gams (2003) opredelil kot izrazito robno polje pritočno-ponor-niškega tipa, ki leži na jugovzhodnem robu dolomitnega ozemlja Žibrške planote.

Površinska vodotoka, ki danes združena tečeta preko Logaškega polja v ponor Jačka, naj bi v preteklosti odtekala na južni del polja pod kopasto vzpetino Ženček (Gams, 2003). Kot utemeljitev te domneve je Gams (2003), podobno kot Melik (1928), navedel ustni vir. Na severni del polja naj bi po interpretaciji Gamsa po suhi dolini še vedno občasno pritekali Rovtarica in Petkovščica, ki danes ponirata v slepih dolinah okoli 1,5 km severneje. V hladnejših obdobjih pleistocena naj bi bilo pritekanje na polje pogostejše. Živoskalne vrtačaste terase na vzhodnem robu Logaškega polja je Gams (2003) interpretiral kot del Logaško-Begunjskega ravnika in naj bi jih oblikovali potoki iz dolomita, ki so tekli naprej proti vzhodu.

Komac (2006) je med proučevanjem dolkov (imenuje jih dolci (dolec), kljub temu, da predhodna literatura uporablja termin dolek (Gams, 1968; Gams, 1974; Gams, 1986)) po Sloveniji podrobneje analiziral tudi osrednji del Žibrške planote, za katero ugotavlja, da so dolki razporejeni v zatrepih erozijskih jarkov in manjših dolin, na slemenih in na robovih planote. Dolki so na območju med seboj povezani in se v spodnjih delih pogosto iztečejo v erozijske jarke. Njihov nastanek poveže z diferencialno korozijo površja in s površinskim spiranjem, ki pa naj bi imelo drugoten pomen pri oblikovanju (Komac, 2004; Komac, 2006).

Nagode (2002a) je med proučevanjem Logaščice in njenih pritokov prišel do zaključkov, da so razlogi za poplave vzdolž njenega spodnjega toka v posegih, ki so regulirali struge. Poplave so se namreč začele pojavljati v 20. stoletju zaradi urejanja struge in mašenja manjših požiralnikov za potrebe žagarstva in mlinarstva. Pred tem v 19. stoletju naj ne bi bilo večjih poplav oziroma o tem ni poročil (Nagode, 2002a).

Breg Valjavec (2012) je med analizo vrtač na Logaškem polju ugotovila, da je v drugi polovici 20. stoletja 77,5 % vrtač popolnoma izginilo. Zapolnjene so bile z odpadnim materialom ali pa so bile pozidane (Breg, 2007; Breg, Smrekar, Gabrovec, 2008).

4 RELIEFNE, GEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI ŽIBRŠKE PLANOTE Z OKOLICO

Žibrška planota se nahaja severozahodno od naselja Logatec. Planota je omejena z Notranjskim podoljem na jugozahodu in Žejno dolino na zahodu ter Reško dolino in Logaškim poljem na vzhodu. Čeprav območje imenujemo planota, ni popolnoma uravnana, temveč je razčlenjena z grebeni in vmesnimi dolinami. Največje doline, ki razčlenjujejo Žibrško planoto, so dolina Hotenjke na zahodu, dolina Črnega potoka na jugu in dolina Reke na vzhodnem delu območja. Nadmorske višine planote so med 600 in 700 m. Najvišji vrh območja je Bresčev hrib (738 m n. v.), ki se nahaja na višjem slemenu z dinarsko smerjo.

Zahodno od Žibrške planote se ob iztoku Žejne doline in doline Hotenjke nahaja Hotenjsko kraško polje, ki ga uvrščamo med večja pritočna kraška polja (Stepišnik, 2020b). Južno od polja je obsežna korozijska uravnava s toponimom Hotenjsko

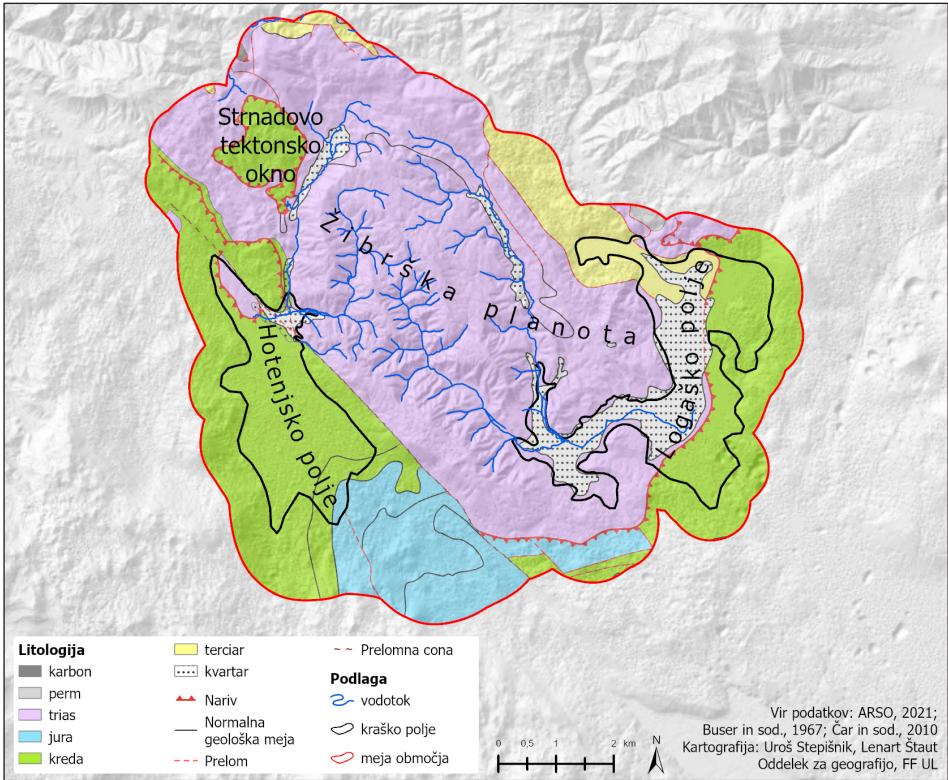
podolje (Mihevc, 1986), ki na jugovzhodu sega do Kalc, na zahodu pa do pobočij planote Hrušica. V južnem delu proučevanega območja se ob izteku doline Črnega potoka in Reške doline nahaja Logaško kraško polje, ki ga prav tako opredeljujemo kot pritočno kraško polje (Stepišnik, 2020b).

Slika 3: *Hotenjsko kraško polje (foto: U. Stepišnik).*



Tektonski območji Žibrške planote in Logaškega polja pripadata Idrijsko-žirovskemu ozemlju. Na jugu je ob Logaškem prelomu narinjeno na Vrhniško-cerkniško grudo, na vzhodu pa je narinjeno na Zaplansko lusko. Proti zahodu je vzdolž Idrijskega preloma, ki poteka vzdolž Notranjskega podolja, Idrijsko-žirovsko ozemlje narinjeno na Hrušiški pokrov (Pleničar, 1963; Buser in sod., 1967). Celotno Žibrško planoto in nekatera okoliška območja gradijo plastnati glavni dolomiti noriške in retijske stopnje zgornje triasne starosti (T_3^{2+3}); dolomiti so temnosivi ali sivi, zrnati z redkimi vložki sivega luknjičavega apnenca. Severni in severovzhodni del območja, ki obsega Žejno in povirne dele Reške doline, gradijo kamnine karnijske (T_3^1) starosti. Med njimi so sivi, temnosivi in rjavi plastnati dolomiti ter temni gomoljasti apnenci. Poleg karbonatnih kamnin so na tem območju tudi karnijski kremenovi peščenjaki in konglomerati. Skrajne severne dele proučevanega območja gradijo črni tankoplastnati apnenci z vložki črnega skrilastega laporovca, vzhodni del območja pa beli in svetlosivi zrnati neplastnati porozni dolomiti z lečami sivega neplastnatega organogenega apnenca. Te kamnine so prav tako karnijske starosti. Vrhniško-cerkniško grudo gradijo predvsem spodnje kredne in cenomanske plasti ($K_{1,2}$) sivega ploščastega apnenca z vložki zrnatega bituminoznega dolomita. Hrušiški pokrov gradijo predvsem zgornjekredni ($K_{1,2}$) sivi do svetlo sivi plastnati in beli neplastnati apnenci z rudisti (Čar, Placer, Ogorelec, 2010). Ta stratigrafska enota je prisotna tudi kot tektonsko okno severozahodno od Žejne doline, ki ga imenujemo Strnadovo tektonsko okno. V skrajnem južnem delu območja v okolici Kalc kredni apnenci preidejo v spodnjekredne ($J_{1,2}$) in zgornjekredne ($J_3^{1,2}$) dolomite in apnenca (Pleničar, 1963; Buser in sod., 1967; Čar, Placer, Ogorelec, 2010).

Slika 4: Geološka karta proučevanega območja.



Na območju so štirje večji površinski tokovi. Reka in Črni potok se po sotočju združita v Logaščico, ki v vzhodnem delu Logaškega polja odteka v ponor jačka. Ob visokih vodostajih potok poplavlja nižje dele polja. Hotenjka se steka na Hotenjsko polje in ponikne ob robu polja v umetno razširjenem ponoru ali številnih ponikvah ob robu polja. Ob visokih vodostajih poplavi del polja. Žejški potok odteka v podzemlje v požiralniku v Žejški dolini. Ob visokih vodostajih pa poplavi nižje dele doline in se preliva preko 5 m visoke dolinske stopnje v nadaljevanje doline, ki se na pritočnem delu Hotenjskega polja steče v Hotenjko (Mihevc, 1986). Podzemni tokovi Logaščice so usmerjeni proti izvirom Ljublanice pri Vrhniki. Žejški potok in Hotenjka pa se podzemno raztekata delno proti izvirom Ljublanice pri Vrhniki, delno pa v izvira Podroteja in Divje jezero ob Idrijci (Gospodarič, Habič, 1976).

5 GEOMORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI ŽIBRŠKE PLANOTE, FLUVIOKRAŠKIH DOLIN IN HOTENJSKEGA TER LOGAŠKEGA KRAŠKEGA POLJA

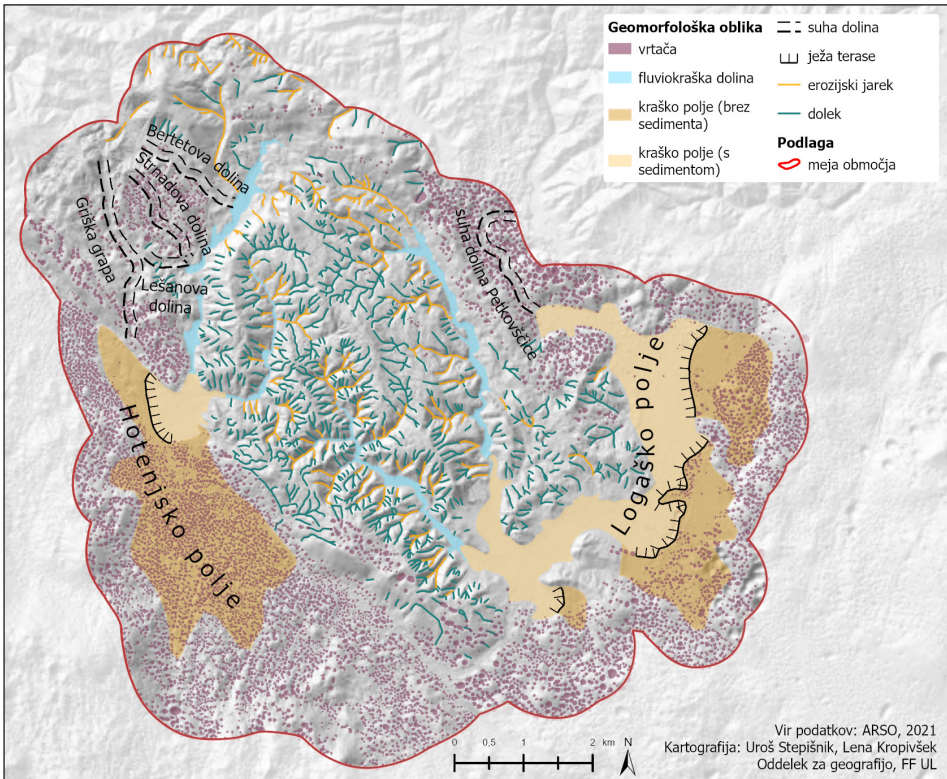
5.1 Žibrška planota

Žibrška planota, osrednje območje našega proučevanja, na zahodu in jugozahodu meji na Žejsko dolino in Hotenjsko podolje. Južna meja območja je jasna, saj preko podolja pri Kalcah preide v Logaško polje. Na severovzhodu in vzhodu pa meje ne predstavlja dolina Reke, ampak se planotasto območje Žibrške planote kljub drugačni toponomiji reliefno nadaljuje na greben, ki se imenuje Laze, in planotasto območje severno od Logaškega polja, ki ga je Mihevc (1979) imenoval Blekovska gmajna. Na vzhodu tako meji na Logaško polje, na severovzhodu pa na suho dolino Petkovščice.

Žibrška planota je reliefno v grobem razčlenjena s slemenami in dolinami. Relativno uravnani planotasti deli med slemenami in dolinami so nekoliko nagnjeni proti vzhodu, tako da nadmorske višine upadajo od okoli 700 m na zahodnem delu do okoli 550 m na območju Laz in Blekovske gmajne na vzhodu. Planotasti deli Žibrške planote obsegajo jugozahodne dele v okolici naselja Ravnik pri Hotedrščici, osrednji del planote v okolici naselja Žibrše ter dele Blekovske gmajne. Ostala območja Žibrške planote so pobočja fluviokraških dolin. Celotno območje gradijo zgornjetriasi glavni dolomiti (Pleničar, 1963; Buser in sod., 1967; Čar, Placer, Ogorelec, 2010), ki v bližini površja intenzivno mehansko preperjavajo. Na teh uravnanih območjih zaradi pokrova prepereline na površju ni izdankov matične kamnine in jih zato tipiziramo kot pokriti kras. Nekateri deli pokritega krasa Žibrške planote delujejo popolnoma kraško, saj voda skozi preperelino vertikalno odteka v kraški vodonosnik. Tovrstna kraška okolja so le na zahodnem delu Žibrške planote v okolici naselja Ravnik pri Hotedrščici, na manjšem območju osrednjega dela planote pri Žibršah, na območju Laz in na delih Blekove gmajne nad Logaškim poljem. Zaradi nemotenega delovanja kraških procesov so na teh območjih vrtače. Nekatere vrtače so izrazito razpotegnjene, tako da je njihova dolžina nekajkrat večja od širine. Na območju pokritega krasa Žibrške planote so registrirana tudi tri brezna (Kataster jam JZS, 2021), kar nakazuje, da deluje kot okolje globokega krasa (Stepišnik, 2020a).

Na pobočjih pokritega krasa padavinska voda ne odteka v celoti vertikalno skozi preperelino v kraški vodonosnik, ampak delno odteka tudi površinsko. Zaradi procesov spiranja se oblikujejo linearne vdolbine vzdolž pobočij, ki jih na podlagi morfografskih in morfodinamičnih značilnosti delimo v dolke in erozijske jarke. Vršni del Žibrške planote, kjer ima površje blage naklone, je popolnoma razčlenjen z dolki. Dolki so usmerjeni v smeri največjega naklona pobočja. V prečnem prerezu so manj strmi in imajo navadno blago konkavno dno. Dna dolkov zapolnjuje debelejša plast

Slika 5: Geomorfološka karta proučevanega območja.



sedimenta, ki se akumulira z okoliških pobočij ali z višjih delov dolkov. Dna dolkov so najpogosteje hidrološko neaktivna, torej brez vodotokov (Gostinčar, Stepišnik, 2012; Stepišnik, 2020a). Erozijski vodni tokovi v dolkih je zanemarljiva oziroma manjša od akumulacije, saj v nasprotnem primeru dna dolkov ne bi zapolnjeval sediment, ampak bi bile prisotne erozijske reliefne oblike. V dolkih je poleg poljenja tal s pobočij in vzdolž dolkov poglavitni način mehanskega premeščanja sedimenta površinsko spiranje in odtok vode skozi preperelino. Torej večina sedimenta iz dolkov odteka v obliki suspenzije kot drobna peščena, meljasta in glinena frakcija. Zaradi odtekanja vode skozi preperelino so v dneh dolkov pogoste manjše sufozijske vrtače. Skoraj vsi dolki na Žibrski planoti so prostorsko organizirani v dendritično strukturo. Usmerjeni so proti robovom planote in rečnim dolinam, kjer na bolj strmih reliefu večinoma preidejo v erozijske jarke. V primeru, da pod dolki ni erozijskih jarkov, se le-ti prav tako iztečejo v vršaje, ki jih gradijo drobnozrnati sedimenti. Na jugovzhodnem delu območja pri naselju Ravnik in na območju Blekove gmajne se dolki pogosto iztečejo v kraške kotanje, ki so živoskalne in imajo podobne dimenzije kot vrtače. Te kotanje

po funkciji niso klasične vrtače, ampak imajo funkcijo odvajanja vod in sedimenta iz dolkov. Torej bi te kotanje lahko opredelili kot poseben tip ponikev, ki so značilne za fluviokraška pobočja. Prihodnje raziskave fluviokraških okolij bodo morale večjo pozornost posvetiti prav delovanju tovrstnih kraških kotanj ob iztekih dolkov in erozijskih jarkov.

Na območju, kjer blaga pobočja Žibrške planote prehajajo v strma pobočja dolin, dolki večinoma preidejo v erozijske jarke. To so tipične fluvialne oblike, ki nastanejo zaradi erozijskih procesov na pobočjih. Ko se padavinske vode zbirajo v večje površinske vodotoke, se le-ti vrežejo v pobočja. Navadno nastajajo z zadenjsko oziroma retrogradno erozijo, ki deluje po pobočju navzgor. V fluviokraških okoljih nastanejo zato, ker del vode s pobočij ne odteče skozi preperelino v kraški vodonosnik, ampak odteka površinsko (Summerfield, 2013; Huggett, 2017). Površinski odtok mora biti zadosten, da povzroča erozijo in s tem oblikovanje erozijskih jarkov (Gostinčar, Stepišnik, 2012; Stepišnik, 2020a). Skoraj vsi erozijski jarki na proučevanem območju se preko vršajev iztečejo v dna dolin.

5.2 Fluviokraške doline

Na območju proučevanja je tudi 5 dolin. Doline Hotenjke, Črnega potoka in Reke sekajo Žibrško planoto v osrednjem delu in jo reliefno razčlenjujejo. Dolina Žejnega potoka in suha dolina Petkovščice pa iz zahodne in vzhodne strani omejujeta območje Žibrške planote. Vse doline so orientirane v smeri juga na Hotenjsko oziroma Logaško kraško polje.

Doline v fluviokraških okoljih označujemo s terminom fluviokraške doline (Stepišnik, 2020a). Njihova pobočja so zaradi izdatnega mehanskega preperevanja blaga, hkrati pa so razčlenjena z erozijskimi jarki in dolki. V teh dolinah, podobno kot v erozijskih jarkih v fluviokraških okoljih, občasni ali stalni vodotoki vanje transportirajo zadostne količine sedimenta, da vode ne morejo sproti odtekati v kraški vodonosnik. Fluviokraške doline ob zmanjšani količini transportiranega sedimenta pogosto presahnejo, saj začne voda odtekati skozi naplavino v kraški vodonosnik. Tovrstne suhe doline dobijo sčasoma blage topografske poteze, podobne manjšim podoljem (Stepišnik, 2020a).

Fluviokraške doline na proučevanem območju, ki imajo najbolj stalne vodotoke, so doline Hotenjke, Črnega potoka in Reke. Doline gradijo pretežno glavni dolomiti norijske in retijske starosti, le povirni del doline Črnega potoka gradijo predvsem dolomiti ter kremenovi peščenjaki in konglomerati karnijske starosti (Pleničar, 1963; Čar, Placer, Ogorelec, 2010). V teh dolinah nismo identificirali večjih ponikev ali požiralnikov, kjer bi površinski vodotoki odtekali v podzemlje. Literatura pa navaja, da sta Črni potok in Reka odtekala v podzemlje, preden so ju v začetku 20. stol. regulirali za potrebe mlinarstva in žagarstva na Logaščici. Vsa pobočja dolin so razčlenjena z

erozijskimi jarki in dolki, dna pa so zapolnjena z nekaj 10 metrov široko aluvialno uravnavo. Zaključijo se ob iztoku na širši uravnavi kraških polj.

Ob zahodnem robu proučevanega območja je dolina Žejskega potoka (tudi Žejska voda), ki jo imenujejo tudi Žejska oziroma Žejna dolina. Dolina je tipična fluviokraška dolina, kjer se je del vodotoka že pretočil v podzemlje. Po zgornjem delu doline teče Žejski potok, ki v spodnjem delu doline odteka v jamo z imenom Kmetov brezen – ponor, ki ima skupno dokumentirano dolžino rovov več kot kilometer (Kataster jam JZS, 2021). Povirni del doline leži v kamninah zgornje triasne starosti (karnij), ki jih gradijo sivi, temno sivi in rjavi plastnati dolomiti in temni gomoljasti apnenci ter kremenovi peščenjaki in konglomerati. Skrajne severne dele porečja gradijo karnijski črni tankoplastnati apnenci z vložki črnega skrilastega laporovca, vzhodni del območja pa beli in svetlosivi zrnati neplastnati porozni dolomiti z lečami sivega neplastnatega organogenega apnenca (Čar, Placer, Ogorelec, 2010).

Pobočja so v povirnem in vzhodnem delu doline razčlenjena z erozijskimi jarki in dolki. Zahodna pobočja pa ne delujejo fluviokraško, ampak popolnoma kraško, saj so razčlenjena z vrtačami. Ta pobočja gradijo namreč zgornjekredni sivi do svetlo sivi plastnati in beli neplastnati apnenci z rudisti Strnadovega tektonskega okna (Čar, Placer, Ogorelec, 2010). Na območju tektonskega okna so ohranjene tri suhe doline, po katerih so se površinski vodotoki iz fluviokraških območij stekali v Žejski potok. Največja suha dolina se imenuje Bretetova dolina, ki ima v povirnem delu, ki jo gradijo predvsem zgornjetriasni glavni dolomiti, površinske vodotoke Pikeljske vode s pritoki. Površinski vodotoki odtekajo v podzemlje v ponoru z imenom Pucovo brezno (Kataster jam JZS, 2021), ki leži v bližini litološkega stika s tektonskim oknom. Dve suhi dolini se iztečeta v Žejsko dolino v bližini Kmetovega brezna. Na južni strani je Lešanova suha dolina (poimenovana po toponimu Lešanova ravan v povirnem delu suhe doline), ki ima povirni del v glavnih dolomitih, kjer so dolki in erozijski jarki. V osrednjem delu preide na območje tektonskega okna, kjer je ohranjena le še suha dolina, ki je popolnoma razčlenjena z vrtačami. S severozahoda pa do Kmetovega brezna vodi Strnadova suha dolina (poimenovana po zaselku Strnad), ki je popolnoma razčlenjena z vrtačami, saj je v celoti na apnencih Strnadovega tektonskega okna (Čar, Placer, Ogorelec, 2010). Nekoliko zahodneje poteka še ena suha dolina, ki pa kljub bližini ni bila pritok Žejskemu potoku, pač pa se izteka v skrajnem severnem delu Hotenjskega kraškega polja. Njen povirni del, kjer se imenuje Griška grapa, gradijo zgornjetriasni glavni dolomiti, njen osrednji del pa leži na območju Strnadovega tektonskega okna.

V nadaljevanju Žejska dolina proti jugu zvezno preide v dolino potoka Hlevišarka. Podobno kot Žejski potok tudi Hlevišarka odteče v podzemlje v skupini ponikev tik preden se dolina razširi na Hotenjsko polje. Površinski vodotok odteče v podzemlje na geološkem stiku glavnih dolomitov na vzhodu in zgornjekrednih apnencev, ki gradijo zahodno pobočje (Čar, Placer, Ogorelec, 2010).

Vzhodni rob proučevanega območja poteka vzdolž suhe doline, ki se nahaja med ponori Petkovščice pri Logu in se izteče na severozahodnem delu Logaškega polja.

Slika 6: Pikeljski potok v ponornem delu Bertetove doline (foto: U. Stepišnik).



Petkovščica priteka iz območja pod Zaplano, ki ga gradijo dolomiti triasne starosti in karbonski ter permski skrilavi glinavci. Ob litološkem stiku s triasnimi dolomiti Petkovščica ponira v Loški jami (Kataster jam JZS, 2021). Dno suhe doline se nahaja le nekaj metrov višje od sedanjih ponorov, zato je popolnoma jasno, kot navaja že predhodna literatura (Melik, 1959b; Mihevc, 1986; Mihevc, 1987), da se je v preteklosti po njej pretakala Petkovščica. Literatura (Melik, 1959b; Mihevc, 1986; Mihevc, 1987) tudi navaja, da je ta suha dolina nekoč prevajala tudi Rovtarico, ki danes odteka v podzemlje v izteku slepe doline okoli kilometer severozahodno od suhe doline Petkovščice. Teh ugotovitev v okviru naše raziskave nismo mogli potrditi, saj v nadaljevanju slepe doline Rovtarice, ki naj bi se iztekala v suho dolino Petkovščice, ni suhe doline.

5.3 Hotenjsko kraško polje

Hotenjsko kraško polje (Stepišnik, 2020b), ki ga literatura opredeljuje tudi kot Hotenjsko podolje (Melik, 1952; Gams, 1974; Mihevc, 1986; Gams, 2003), leži jugozahodno od Žibrške planote. Danes hidrološko aktivni del polja leži na skrajnem severnem delu v

okolici naselja Hotedršica, kjer se na polje iztekata dolina Hlevišarke in dolina Hotenjke. Celotni aktivni del polja je vršaj, ki ga gradijo dolomitni peski in prodi ter drobnejše frakcije. V vrhnjem delu vršaja so nadmorske višine okoli 545 m, v najnižjih delih pa so za okoli 10 m nižje. Dolžina vršaja je okoli 800 m, največja širina pa en kilometer. Preko vršaja poteka regulirana struga Hotenjke, ki vodi do skupine ponikev in katavatronov v skrajnem zahodnem delu vršaja. Del vodotoka je speljan proti požiralniku, nad katerim je Tomažinov mlin, ki ima mlinska kolesa nameščena v breznu in je edini tovrstni mlin v Sloveniji. Ob izteku vršaja so tudi številne sufozijske vrtače in ponikve.

Slika 7: Katavatron v strugi Hotenjke (foto: U. Stepišnik).



Aktivni del polja brez reliefnega pregiba ali stopnje prehaja v okoliško kraško uravnano. Večji del kraške uravnave gradijo zgornjekredni apnenci Hrušiškega pokrova, le na manjšem območju severozahodno od vršaja je tektonska krpa Idrijsko-žirovskega ozemlja, ki ga gradi glavni dolomit (Čar, Placer, Ogorelec, 2010). Zaplate drobnozrnatih sedimentov, ki prekrivajo karbonatno matično podlago, se z oddaljevanjem od vršaja krčijo. Robne dele vršaja dosežejo površinski tokovi le ob izrednih meteoroloških dogodkih (Mihevc, 1992; Pavšek, 1993), kar se je nazadnje zgodilo leta 2010. Ob visokih vodostajih se vode površinsko stekajo na vrtačasto površje zahodno in južno od vršaja, kjer odtekajo v podzemlje v različnih kraških kotanjah.

Južno od aktivnega dela polja leži obsežna uravnava, ki obsega celotno območje med pobočji Žibrske planote in Hrušice. Literatura to območje opredeljuje tudi kot

Hotenjski ravnik (Mihevc, 1979) ali kot del Hotenjskega podolja (Melik, 1952; Gams, 1974; Mihevc, 1986; Gams, 2003). Celotno območje je polgoli kras, ki ga razčlenjujejo vrtače. Gradijo ga zgornjekredni apnenci, ki jih le v okolici naselja Novi Svet prekriva večja zaplata fino zrnatih sedimentov. Ob prehodu aktivnega dela polja v vrtačasto uravnava so nadmorske višine okoli 535 m, v južnem delu, kjer se po 3,8 km kraška uravnava zaključí z višjim območjem kopastega krasa, pa so nadmorske višine okoli 495 metrov, kar je 40 m nižje. V tem delu polja so površinske vode občasno prisotne le v skrajnem južnem delu (Mihevc, 1992). Najnižje kotanje ob ekstremnih vremenskih dogodkih poplavi, saj je tukaj območje plitvega krasa, kjer se gladina podzemne vode v krasu občasno dvigne do površja. V bližini najnižjega dela vrtačaste uravnave se nahaja tudi Brezno v Grudnovi dolini (Blatnik, 2020; Kataster jam JZS, 2021), ki ima občasno funkcijo izvira. Vhod v brezno je na nadmorski višini 495 metrov, globina brezna, kjer se nahaja najnižja gladina podzemne vode v krasu, pa je na višini okoli 435 metrov.

5.4 Logaško kraško polje

Logaško polje leži jugovzhodno od Žibrške planote. Glede na hidrološko aktivnost in oblikovanost površja ga delimo na tri dele: južni, hidrološko aktivni del, severni, neaktivni in živoskalne uravnave na vzhodu. Dno polja z izjemo živoskalnih uravnav gradijo prodi in peski ter drobnejše frakcije. Ti sedimenti prekrivajo glavni dolomiti noriške in retijske stopnje, ki tektonsko pripadajo Idrijsko-žirovskemu ozemlju. Približno ob vzhodnem robu polja je strukturna enota Idrijsko-žirovskega ozemlja narijnena na Vrhiško-cerkniško grudo, ki jo gradijo predvsem spodnjekredni apnenci z vložki dolomita.

Na južni del polja, ki je danes hidrološko aktiven, pritekata Črni potok in Reka s severozahoda. Ob sotočju se preimenujeta v Logaščico, ki teče po popolnoma regulirani strugi proti vzhodnemu robu polja, kjer odteka v skupino ponorov, imenovanih Jačka. Zahodni del tega območja, do naselja Zgornji Logatec, gradi obsežen vršaj, ki ga gradijo dolomitni prodi in peski in drobnejše frakcije naplavin. Zgornji del vršaja je na nadmorski višini okoli 495 m, ob izteku, ki je približno ob sotočju, pa je nadmorska višina okoli 10 m nižja. Aluvialno uravnava, ki obsega dno polja vzhodno od vršaja, gradijo dolomitni peski in drobnejše frakcije sedimenta. Zaključí se ob ponorih na zahodnem delu polja na nadmorski višini okoli 470 m, kjer je razčlenjena v nekaj manjših teras. Rečna struga je ob ponorih zarezana v okoli 15 m globok kanjon. Ob vzhodnem robu aluvialnih uravnav je več sufozijskih vrtač.

Aktivni del polja proti vzhodu in jugovzhodu prehaja v dve živoskalni uravnavi, ki sta razčlenjeni z vrtačami. Južna živoskalna uravnava je okoli 5 m nad aktivnim delom polja, vzhodna uravnava pa je za okoli 3 m nad okoliško aluvialno uravnava. Manjša uravnava na jugovzhodu sega okoli 300 m od reliefnega pregiba z aluvialnim dnom polja, medtem ko večja uravnava na vzhodu poteka vzdolž celotnega roba polja v širino okoli 1500 m od reliefnega pregiba. Manjšo jugovzhodno teraso gradijo glavni

Slika 8: Ponorni del Logaškega polja (foto: U. Stepišnik).



dolomiti, večjo na vzhodu pa kredni apnenci. Mihevc (1979) je vzhodno živoskalno teraso interpretiral kot rezultat hitrejšega preperevanja dolomita in robne korozije.

Severni del Logaškega kraškega polja se imenuje tudi Pusto polje, saj je hidrolóško neaktivno oziroma nima površinskih vodnih tokov. Njegov najvišji del je na severozahodu, ob iztoku suhe doline nekdanjega toka Petkovščice, kjer ima nadmorsko višino okoli 475 m, na njegovem vzhodnem delu pa je okoli 15 m nižja. Dno polja gradijo dolomitni peski in drobnejše frakcije naplavine, med katerimi so tudi nekarbonatni peski in droben prod skrilavih glinavcev, ki dokazujejo, da je na polje v preteklosti pritekala Petkovščica (Melik, 1955; Gams, 1974; Mihevc, 1979), saj ima del njenega porečja takšno kamninsko zgradbo. V dnu polja so številne sufozijske vrtače, ki jih je bilo v preteklosti mnogo več, a so jih zaradi gospodarske rabe prostora zasuli (Breg, 2007; Breg, Smrekar, Gabrovec, 2008). Vzdolž celotnega vzhodnega roba polja je obsežna živoskalna uravnava, ki je okoli 5 m višja od aluvialnega dna polja. Uravnava v celoti leži na krednih apnencih in je popolnoma razčlenjena z vrtačami. Uravnava sega do 1,2 km od reliefnega pregiba z aluvialnim dnom polja.

Slika 9: Severni del Logaškega polja ob izteku suhe doline Petkovščice (foto: U. Stepišnik).



6 DISKUSIJA

Fluviokras je termin za kraška okolja, kjer na pobočjih deluje spiranje po površju ali v preperelini, ki povzroča fluvialno denudacijo in agradacijo sedimenta. S tem nastanejo značilne reliefne oblike, ki so rezultat lokalnega fluvialnega premeščanja sedimenta na kraškem površju, in jih zato imenujemo fluviokraške. Proces, ki pogojuje oblikovanje fluviokrasa, je intenzivno mehansko preperevanja matične kamnine. Rezultat tega procesa je debelejša plast prepereline, ki jo lahko iz hidrogeološkega vidika opredelimo tudi kot cono talnega prenikanja, ki prekriva epikraško hidrogeološko cono krasa. Kraška okolja, kjer sklenjena cona talnega prenikanja prekriva epikraško cono, imenujemo tudi pokriti kras. V primeru, da je preperelina drobnozrnata, zavira vertikalni odtok padavinskih vod v nižje dele kraškega vodonosnika. Na pobočjih pokritega krasa je vertikalni odtok padavinske vode zavrt, zato del vod odteka vzporedno s pobočjem. Lateralni odtok vode odnaša sediment po površju in v preperelini in ga nato odlaga na nižjih delih pobočij. Na površju se lahko transportirajo tudi večje frakcije sedimenta, medtem ko je transport skozi preperelino omejen le na raztopljen in suspendiran sediment. Torej je fluviokraško površje vezano izključno na pobočja pokritega krasa, kjer prihaja do lateralnega premeščanja sedimenta.

Fluviokraška okolja so litološko in strukturno geološko pogojena, saj naj bi bila odvisna predvsem od odpornosti kamninske podlage na mehansko preperevanje.

Literatura predvideva, da je v humidni zmernotopli klimi, kjer je tudi slovenski kras, tovrstno mehansko preperevanje vezano predvsem na zmrzalni tip preperevanja (Gams, 1974; Gams, 2003; Stepišnik, 2020a). Podrobnejših raziskav načinov preperevanj, ki pogojujejo delovanje fluviokraških procesov, do zdaj še ni bilo in bodo morale za potrebe boljšega razumevanja biti opravljene v prihodnje.

Namen raziskave je bil interpretirati oblikovanost fluviokrasa in procese na primeru Žibrške planote z okolico. To območje je namreč eno od najbolj pestrih fluviokraških območij v Sloveniji in so ga v preteklosti proučevali številni avtorji (npr. Melik, 1928; Melik, 1952; Melik, 1955; Mihevc, 1979; Mihevc, 1986; Mihevc, 1987; Gabrovec, 1995; Gams, 2003; Komac, 2003; Komac, 2004; Komac, 2006; Breg, 2007; Breg, Smrekar, Gabrovec, 2008; Gostinčar, 2016), zato je to območje idealno za interpretacijo in reinterpretacijo geomorfoloških značilnosti tega reliefnega okolja.

Nekateri deli Žibrške planote niso fluviokraški, ampak so le območja pokritega krasa. Ta območja so v okolici naselja Ravnik pri Hotedršici, pri Žibršah, na območju Laz in na delih Blekove gmajne. Zaradi pretežno vertikalnega odtoka padavinske vode so na teh območjih številne vrtače. Nekatere izmed njih so izrazito razpotegnjene, saj nekatera pobočja vrtač preoblikujejo fluviokraški procesi. Intenzivnost spiranja je vezana na debelino prepereline, kar je rezultat litoloških ali geološko strukturnih značilnosti območja. To interpretacijo razpotegnjenosti vrtač pokritega krasa je v svojih raziskavah navedel že Gabrovec (1994).

Najpogostejša reliefna oblika na pobočjih pokritega krasa so dolki (Gostinčar, 2016; Stepišnik, 2020a). Starejša literatura njihov nastanek povezuje z intenzivnim mehanskim preperevanjem, ki naj bi bilo aktivnejše v hladnejših obdobjih pleistocena (Melik, 1961; Melik, 1962; Mihevc, 1986; Gabrovec, 1995). Kasneje se je njihov nastanek povezoval z intenzivno kemično denudacijo v njihovih dneh, saj naj bi se skozi preperelino spirala raztopina ter tudi drobnozrnat sediment v suspenziji. Dolki naj bi nastali iz začetnih plitvih vdolbin v pobočjih, kjer naj bi v sedimentu zastajala voda in pospeševala kemično in mehansko preperevanje (Komac, 2006).

Novejše interpretacije povezujejo razvoj dolkov z erozijskimi jarki (Gostinčar, 2011; Gostinčar, Stepišnik, 2012; Gostinčar, 2016; Stepišnik, 2020a). Dolki so skupaj z erozijskimi jarki organizirani v enotne dendritične sisteme na pobočjih, ki delujejo fluviokraško (Gostinčar, Stepišnik, 2012). Zgornje dele sistemov navadno tvorijo dolki, medtem ko v spodnjih delih postopoma preidejo v erozijske jarke. Pod obema oblikama so odložene akumulacije sedimentov v obliki vršajev. Tovrstna prostorska razporeditev teh reliefnih oblik je značilna za vsa pobočja Žibrške planote razen za pobočja v okolici naselja Ravnik, kjer se dolki iztekajo v kotanje velikosti vrtač, ki delujejo kot fluviokraške ponikve.

Dolke lahko morfogenetsko opredelimo kot podedovane reliefne oblike, ki so nastale iz erozijskih jarkov. Dinamika erozije v njihovih dneh se je zmanjšala, saj so padavinske vode skozi preperelino začele odtekati v kraški vodonosnik. Razlog za spremembo smeri odtoka je v manjši dinamiki mehanskega preperevanja, ki je

najpogosteje geološko ali klimatsko pogojeno. Zaradi manjšega lateralnega spiranja v dneh so se dna dolgov postopoma preoblikovala v blage konkavne oblike. Vsekakor pa v dneh dolgov še vedno delujejo manj intenzivni pobočni procesi odtoka sedimenta v raztopini in suspenziji na način, kot ga je interpretiral Komac (2006).

Preko Žibrške planote poteka pet dolin, ki se iztečejo na Logaškem ali Hotenjskem kraškem polju. Doline Hotenjke, Črnega potoka in Reke gradijo predvsem glavni dolomiti in so tipične fluviokraške doline (Stepišnik, 2020a). Zanje je značilno, da so pobočja zaradi izdatnega mehanskega preperevanja blaga, hkrati pa so razčlenjena z erozijskimi jarki in dolki. V teh dolinah stalni vodotoki vanje transportirajo zadostne količine sedimenta, da vse vode ne morejo sproti odtekati v kraški vodonosnik. Potoki v dolinah ob zmanjšani količini transportiranega sedimenta presahnejo, saj voda začne odtekati skozi naplavino v kraški vodonosnik. V treh dolinah na proučevanem območju nismo identificirali reliefnih oblik, kot so ponikve ali požiralniki, ki bi dokazovali odtok površinskih vodotokov v podzemlje. Literatura (Nagode, 2002b) pa vseeno navaja, da sta vsaj Črni potok in Reka občasno odtekala v podzemlje preden so ju v začetku 20. stol. regulirali za potrebe lokalnih mlinov in žag.

Dolin Žejskega potoka in Petkovščice pa ne moremo opredeliti kot tipičnih fluviokraških dolin. Dolina Žejskega potoka, po kateri v nadaljevanju teče tudi Pikeljski potok, se izteče na območju Strnadovega tektonskega okna (Čar, Placer, Ogorelec, 2010), kjer izdajajo zgornjekredni apnenci, ki delujejo popolnoma kraško. Površinski vodotok ob geološkem stiku odteče v kraški vodonosnik v ponoru Kmetovo brezno (Kataster jam JZS, 2021). Nekdanji desni pritoki Žejskega potoka v Betetovi dolini, Lešanovi dolini in Strnadovi dolini so se prav tako zaradi denudacije krovne dolomita zgornjetriasne starosti nad Strnadovim tektonskim oknom popolnoma ali le delno pretočili v kraški vodonosnik. Na enak način na stiku fluviokraškega površja triasnih dolomitov in permsko-karbonskih glinavcev in peščenjakov s triasnimi apnenci v kraški vodonosnik odteka Petkovščica. V nadaljevanju nekdanjega površinskega vodotoka je ohranjena suha dolina, ki se izteče na skrajni severozahodni del Logaškega polja. Dolin Žejskega potoka, Pikeljskega potoka, Betetove doline, Lešanove doline, Strnadove doline in doline Petkovščice ne moremo opredeliti kot fluviokraških dolin. So le preslikave fluviokraških dolin v apnenčasto matično podlago, ki deluje kot geomorfno okolje globokega krasa, ker je bila dolomitna krovina delno ali v celoti denudirana. Tovrstne suhe doline, ki so nastale s preslikavo reliefnih oblik, ki jih v geomorfologiji opredeljujemo tudi kot podedovane reliefne oblike, sčasoma dobijo blage topografske poteze, podobne nekakšnim manjšim podoljem (Stepišnik, 2020a).

Kraški polji v okolici Žibrške planote so starejši raziskovalci (Kossmat, 1916; Krebs, 1924; Rus, 1925; Melik, 1928; Melik, 1952; Gams, 2003) povezovali z nekdanjimi površinskimi tokovi Idrijce, Belce in Ljubljance. Te paradigme so temeljile na nekdanjih interpretacijah delovanja kraškega geomorfnega sistema, kjer naj bi kraška območja pred zakrasevanjem delovala kot fluvialni geomorfni sistemi. Tudi dominantna klimatsko podprta paradigma Melika (1955), ki razloži morfogenezo kraških polj z

razpadom rečne mreže v deluviju, je s sodobnim razumevanjem kraškega geomorfnege sistema manj verjetna in tudi slabo podprta z dokazi.

Hotenjsko in Logaško kraško polje ustrežata vsem kriterijem kraških polj (Gams, 1978), saj imata sklenjen obod okoli relativno uravnane dna, ustrezne dimenzije in odtok površinskih vodotokov v kraški vodonosnik, torej ju lahko nedvomno opredelimo kot kraški polji. Tip kraških polj, ki je značilen za kraška okolja, v katera pritekajo površinski vodotoki, starejša literatura (Gams, 1978; Gams, 2003) po hidrološki funkciji opredeljuje kot pritočno-ponorniška polja, po nastanku pa kot robna polja. Po navedbah literature (Gams, 1978; Gams, 2003) naj bi bil ta tip polj značilen za litološke stike med nekraškimi in kraškimi kamninami. Iz primerov, ki jih navaja ista literatura, je razvidno, da vode nanje vedno pritekajo iz fluviokraških in nikoli iz fluvialnih geomorfnihih okolij, ki so v okolici slovenskega krasa najpogostejša na fliših eocene ali glinavcih permsko-karbonske starosti (Gams, 1978; Gams, 2003). Kraška polja na stiku fluviokraških in kraških okolij, kjer vode površinsko pritekajo na polja in tam odteka v kraški vodonosnik, novejša morfodinamična tipizacija kraških polj (Stepišnik, 2020b) opredeljuje kot pritočni tip kraških polj. Za manjša pritočna kraška polja je značilno, da se nanje stekajo vode s sedimenti iz okoliških fluviokraških pobočij preko dolgov in erozijskih jarkov. Na večja pritočna kraška polja, kakršni sta tudi Hotenjsko in Logaško, pa poleg lokalnih pobočnih vodotokov pritekajo tudi večji površinski tokovi iz fluviokraških dolin.

Dna večjih robnih kraških polj so lahko ob višjih pretokih tudi ojezerjena, zato kamninsko podlago prekrivajo fluvialni in jezerski sedimenti. Za pritočna kraška polja je tudi značilno, da se na odtočni strani njihova dna nadaljujejo v uravnava, ki jih na gosto razčlenjujejo vrtače (Stepišnik, 2020b). Teh uravnav ne prekriva sediment, temveč skoraj povsod izdanja kamninska podlaga. So na višini dnov kraških polj ali pa kot nekaj metrov višje terase. Literatura teh uravnav ne obravnava kot del kraških polj, ampak jih opredeljuje s terminom robne uravnave oziroma robni kraški ravniki (Gams, 1973; Gams, Kunaver, Radinja, 1973; Gams, 1974; Gams, 2003). Značilne naj bi bile za robove nekaterih kraških polj in slepih dolin. Gams (1973) je njihovo morfogenezo pojasnjeval z dvofazno dinamiko produkcije sedimentov zaradi izmenjevanja hladnejših in toplejših obdobij pliocena in pleistocena. Ob večjih produkcijah sedimentov, ki naj bi bile vezane na hladnejša klimatska obdobja, je bila izdatna akumulacija sedimenta v kraških poljih in slepih dolinah. Debelina sedimentnih zapolnitev naj bi bila tolikšna, da so sedimenti prekrili tudi te robne uravnave. V toplejših klimatskih obdobjih, kakršno naj bi bilo tudi danes, pa naj bi zaradi manjše produkcije sedimenta in večje vodnatosti sediment denudiralo na višine, ki so primerljive z današnjimi (Gams, 1973). Mihevc (1979) je interpretiral nastanek robne kraške uravnave na vzhodnem delu Logaškega polja nekoliko drugače, saj jih je opredelil kot rezultat hitrejšega preperevanja dolomita in robne korozije. Podrobnejše razlage načina in dinamike delovanja teh dveh procesov ni podal.

Pritočna kraška polja, kakršni sta tudi Hotenjsko in Logaško, gradijo relativno uravnani, hidrološko aktivni deli, kjer kamninsko podlago prekriva sklenjen sedimentni

pokrov, in hidrološko neaktivni del, kjer izdanja kamninska podlaga, površje pa razčlenjujejo vrtače. Te vrtačaste uravnave pri Hotenjskem polju obsegajo veliko območje med Žibrško planoto in Hrušico, pri Logaškem polju pa so omejene na manjša območja vzdolž vzhodnega in jugovzhodnega roba polja. Nastale so kot del kraških polj, ko je bil dotok vod in sedimenta na obe polji bolj izdaten. Z denudacijo fluviokraškega zaledja, ki zaradi součinkovanja mehanske in kemične denudacije poteka hitreje kot na okoliškem krasu, se je reliefna energija pritokov zmanjšala, s tem pa tudi dotok sedimenta. Tudi s pretočitvijo površinskih vodotokov v kraški vodonosnik se je zmanjšal vnos vod in sedimenta na polji. Kraške pretočitve pritokov pa lahko nastanejo zaradi vrezovanja fluviokraških dolin v kamninsko podlago, ki deluje popolnoma kraško, kot je bilo v primeru Žejskega potoka s pritoki in Petkovščice. Lahko pa so vezane izključno na fluviokraške doline, saj se lahko del vod zaradi zmanjšane sedimentacije v njihovih dneh pretoči v kraški vodonosnik, kar je bilo dokumentirano na primeru Črnega potoka in Reke (Nagode, 2002a). Zaradi zmanjšane dotekanja vod in sedimenta na polji se je prekinila ali zelo zmanjšala agradacija sedimenta v njihovih distalnih delih. Kot rezultat denudacije sedimentne krovline, ki ji je sledilo površinsko kraško razčlenjevanje izpostavljene kamninske podlage, so nastali hidrološko neaktivni deli kraških polj, ki so v grobem ohranili uravnano obliko dnov polj, a so popolnoma razčlenjeni z vrtačami.

7 ZAKLJUČEK

Glavni namen raziskave fluviokraškega geomorfnege sistema Žibrške planote in okoliških kraških polj je interpretacija geomorfni oblik, predvsem njihove morfogeneze in morfodinamike. Analitski del metod je zajemal morfografske, morfometrične in morfostrukturne pristope v okviru terenskega dela, analize s pomočjo geografskih informacijskih sistemov in analize geomorfološke, hidrološke in geološke literature območja.

Območje Žibrške planote je z geomorfološkega vidika eno od najbolj proučenih fluviokraških območij v Sloveniji (Mihevc, 1979; Mihevc, 1986; Mihevc, 1992; Gabrovec, 1994; Gabrovec, 1995; Nagode, 2002a; Komac, 2003; Komac, 2006; Gostinčar, 2016). Razlog je najverjetneje v izredni pestrosti geomorfni oblik, ki so vezane na tovrstna kraška okolja. Prav tako sta bili okoliški kraški polji – Hotenjsko in Logaško – predmet mnogih proučevanj (Rus, 1925; Melik, 1928; Melik, 1952; Melik, 1955; Melik, 1961; Gospodarič, Habič, 1976; Mihevc, 1987; Nagode, 2002b; Breg, 2007; Breg, Smrekar, Gabrovec, 2008).

Zaradi relativno nekonsistentnih opredelitev fluviokraškega geomorfnege okolja v obstoječi literaturi (Cvijić, 1924; Melik, 1961; Gams, 1974; Habič, 1986; Gams, 1986; Gabrovec, 1995; Komac, 2003; Komac, 2004; Gostinčar, Stepišnik, 2012; Gostinčar, 2016; Stepišnik, 2020a) smo tovrstno okolje najprej morfodinamično opredelili (Stepišnik, 2020a). Oprli smo se na interpretacijo Rogliča (1958), ki je prvi definiral

tovrstna kraška okolja kot kraška pobočja na manj odpornih kamninah, kjer prihaja do lokalnega lateralnega premeščanja mehanskega sedimenta po kraškem površju.

V okviru raziskave smo ugotovili, da uravnana območja Žibrške planote kljub prevladi mehansko manj odpornih glavnih dolomitov ne delujejo fluviokraško, ampak kot globoki pokriti kras. Pobočja vrtač na tem območju so preoblikovana s fluviokraškimi procesi, zato so nekatere med njimi razpotegnjene v smeri prevladujočih geoloških struktur. Njihovo razpotegnjenost bi lahko interpretirali tudi kot rezultat preoblikovanja dolgov v vrtače. Tovrstne vrtače bi bile razporejene v linijah nekdanjih dolgov, prav tako bi njihova razpotegnjenost nakazovala smer nekdanjih dolgov. Na ta način lahko interpretiramo tudi vrtače v linijah, ki potekajo vzdolž nekaterih pobočij.

Najznačilnejša oblika fluviokraških okolij so dolki, ki preoblikujejo predvsem zgornje, manj strme dele pobočij Žibrške planote, medtem ko so na spodnjih, bolj strmih delih pobočij, predvsem erozijski jarki. Zaradi povezanosti erozijskih jarkov in dolgov v enotne dendritične sisteme in zaradi fluvialnih akumulacij v izteku nekaterih dolgov, smo zaključili, da so dolki podedovane reliefne oblike, ki so se razvile iz erozijskih jarkov. Ob analizi dolgov smo identificirali tudi takšne, ki se iztečejo v kotanjah, ki imajo velikosti vrtač. Nastanek in funkcija teh kotanj do sedaj še nista bili proučeni, ampak njihova oblika in lega implicirata, da delujejo kot nekakšne fluviokraške ponikve.

Doline Hotenjke, Reke in Črnega potoka smo opredelili kot fluviokraške, saj v njihovih dneh vodotoki tečejo po naplavini; del vod odteka skozi naplavino v kraški vodonosnik, del vod pa odteka po površju na kraška polja. Dolini Žejskega potoka in Petkovščice pa sta se erozijsko poglobili preko dolomitne krovne, ki deluje kot fluviokraško okolje, v zakrasele apnenice, zato so se njuni vodotoki pretočili v kraški vodonosnik. Obe suhi dolini sta tako podedovani reliefni obliki fluviokraškega okolja na kraškem površju.

Hotenjsko in Logaško kraško polje ustrežata morfodinamični tipizaciji pritočnih kraških polj (Stepišnik, 2020b). Dna obeh polj lahko geomorfološko razčlenimo na dva dela. Pritočni, hidrološko aktivni del, je relativno uravnan, kamninsko podlago pa prekrivajo sedimenti. Na odtočni strani se dna nadaljujejo v dele, kjer sedimenti ne prekrivajo kamninske podlage, površje pa je na gosto razčlenjeno z vrtačami. Predpostavljamo, da so neaktivni deli dnov v preteklosti bili prekriti s fluvialnimi in jezerskimi sedimenti, ki so jih prinašale vode z višjih fluviokraških območij. Zaradi denudacije fluviokraškega zaledja se je pritok sedimenta na območje polja zmanjševal, prav tako so se nekateri pritoki delno ali v celoti pretočili v kras. Tako se je obseg aktivnih dnov kraških polj postopoma krčil, neaktivne dele pa so ob denudaciji sedimentne krovne razčlenile vrtače. Gladina podzemne vode v krasu v spodnjem, neaktivnem delu Hotenjskega polja ob visokih vodostajih seže do površja (Blatnik, 2020), zato sklepamo, da je to polje v preteklosti delovalo kot kombiniran tip polja – pritočno in prelivno hkrati.

Literatura in viri

- ARSO, 2021. LIDAR. URL: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (citirano 10. 10. 2015).
- Blatnik, M., 2020. Groundwater Distribution in the Recharge Area of Ljubljana Springs. Cham: Springer.
- Breg, M., 2007. Degradation of dolines on Logaško polje (Slovenia). *Acta Carsologica*, 36, str. 223–231. DOI: 10.3986/ac.v36i2.191.
- Breg, M., Smrekar, A., Gabrovec, M., 2008. Spremembe rabe tal v vrtačah – primer Logatca. Kras. Ljubljana: Založba ZRC, str. 165–170.
- Breg Valjavec, M., 2012. Geoinformatic methods for the detection of former waste disposal sites in karstic and nonkarstic regions : dissertation. Nova Gorica: University Nova Gorica.
- Buser, S., Ferjančič, L., Grad, K., Turnšek, D., Mencej, Z., Orehek, A., Pavlovec, R., Pleničar, M., Prestor, M., Rijavec, J., Šribar, L. 1967. Osnovna geološka karta SFRJ. L 33-77, Postojna. Beograd, Zvezni geološki zavod.
- Cvijić, J., 1924. Types morphologiques de terrains calcaires. *Glasnik Geografskog društva*, 10, 1, str. 1–7.
- Čar, J., Placer, L., Ogorelec, B., 2010. Geološka zgradba Idrijsko-cerkljanskega hribovja : tolmač h Geološki karti Idrijsko-cerkljanskega hribovja med Stopnikom in Rovtami v merilu 1:25.000. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.
- Gabrovec, M., 1994. Relief in raba tal na dolomitnih območjih Slovenije. Doktorska disertacija. Ljubljana: Oddelek za geografijo Univerze v Ljubljani.
- Gabrovec, M., 1995. Dolomite areas in Slovenia with particular consideration of relief and land use/ Dolomitne pokrajine v Sloveniji s posebnim ozirom na relief in rabo tal. *Geografski zbornik*, 1, 35, str. 7–44.
- Gams, I., 1968. Geomorfološko kartiranje na primeru Rakitne in Glinic. *Geografski vestnik*, 40, 1, str. 69–88.
- Gams, I., 1973. Die zweiphasige quartärzeitliche Flächenbildung in den Poljen und Blindtälern des nordwestlichen Dinarischen Karstes. V: Semmel, A. (ur.). *Neue Ergebnisse der Karstforschung in den Tropen und im Mittelmeerraum : Vorträge des Frankfurter Karstsymposiums 1971*. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag, str. 143–149.
- Gams, I., 1974. Kras : zgodovinski, naravoslovni in geografski oris. Ljubljana: Slovenska matica.
- Gams, I., 1978. The polje: the problem of definition: with special regard to the Dinaric karst. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 22, 2, str. 170–181.
- Gams, I., 1986. Kontaktni fluviokras. *Acta Carsologica*, 14-15, 1, str. 71–87.
- Gams, I., 2003. Kras v Sloveniji v prostoru in času. Ljubljana: Založba ZRC.
- Gams, I., Kunaver, J., Radinja, D., 1973. Slovenska kraška terminologija. Ljubljana: Katedra za fizično geografijo, Univerza v Ljubljani.
- Gospodarič, R., Habič, P., 1976. Underground water tracing: investigations in Slovenia 1972–1975. Postojna: SAZU, Institute for Kars Research SAZU.

- Gostinčar, P., 2011. Kontaktni kras v Kočevskem Rogu in Kočevski Mali gori. *Dela*, 35, str. 27–43. DOI: 10.4312/dela.35.27-44.
- Gostinčar, P., 2016. Geomorphological characteristics of karst on contact between limestone and dolomite in Slovenia. PhD thesis. Ljubljana: Univerza v Novi Gorici.
- Gostinčar, P., Stepišnik, U., 2012. Geomorfološke značilnosti Kočevskega Roga in Kočevske Male gore s poudarkom na fluviodenudacijskem površju. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete.
- Grund, A., 1914. Der geographische Zyklus in Karst. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 8, 1, str. 621–640.
- Habič, P., 1986. Površinska razčlenjenost Dinarskega krasa. *Acta Carsologica*, 14-15, 1, str. 39–58.
- Huggett, R. J., 2017. *Fundamentals of Geomorphology*. London: Routledge.
- Kataster jam JZS. 2021. URL: <https://www.jamarska-zveza.si/> (citirano 1. 1. 2021).
- Komac, B., 2003. Dolomite relief in the Žibrske Hills. *Acta geographica Slovenica*, 43, 2, str. 7–30.
- Komac, B., 2004. Dolomitni kras ali fluviokras? *Geografski vestnik*, 1, 76, str. 53–60.
- Komac, B., 2006. Dolec kot značilna oblika dolomitnega površja. Ljubljana: Založba ZRC.
- Kossmat, F., 1916. Die morphologische Entwicklung der Gebirge im Isonzo- und oberen Savegebiet. Eine Studie zur Geschichte der adriatischen Wasserscheide. Berlin: Mittler & Sohn.
- Kranjc, A., 1992. Intenzivnost zakrasevanja v dolomitnem krasu (na primeru Lašč). *Geografski vestnik*, 64, 1, str. 9–18.
- Krebs, N., 1924. *Fragmente einer Landeskunde des innerkrainer Karstes*. Beograd: Državna štamparija Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca.
- Melik, A., 1928. Pliocensko porečje Ljubljane. *Geografski vestnik*, 4, 1/4, str. 69–88.
- Melik, A., 1952. Zasnova Ljubljaničinega porečja. *Geografski zbornik*, 1, 1, str. 5–31.
- Melik, A., 1955. Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Ljubljana: SAZU.
- Melik, A., 1959a. Nova geografska dognanja na Trnovskem gozdu. *Geografski zbornik*, 5, 1, str. 5–25.
- Melik, A., 1959b. *Posavska Slovenija*. Ljubljana: Slovenska matica.
- Melik, A., 1961. Fluvialni elementi na krasu. *Geografski zbornik*, 6, 1, str. 333–362.
- Melik, A., 1962. O dolih na krasu. *Arheološki vestnik*, 13/14, 1, str. 223–240.
- Mihevc, A., 1979. Geomorfološka karta ozemlja Logaških Rovt. Diplomsko delo. Ljubljana: Filozofska fakulteta.
- Mihevc, A., 1986. Geomorfološka karta ozemlja Logaških Rovt/Geomorphological map of Logaške rovt. *Acta Carsologica*, 14-15, 1, str. 207–218.
- Mihevc, A., 1987. Logatec, Logaško Polje, and Logaščica. V: Gams, I., Habič, P. (ur.). *Man's impact in Dinaric karst*. Ljubljana: Department of geography, University of Ljubljana, str. 60–64.
- Mihevc, A., 1992. Poplave ob Logarščici, Hotenjki in v Hotenjskem ravniku. *Poplave v Sloveniji*, str. 185–191.

- Nagode, M., 2002a. Pretoki Logaščice. *Naše jame*, 44, 1, str. 132–140.
- Nagode, M., 2002b. Raziskave požiralnikov Logaščice v Jački. *Naše jame*, 44, 1, str. 141–148.
- Pavlopoulos, K., Evelpidou, N., Vassilopoulos, A., 2009. Mapping geomorphological environments. Berlin: Springer.
- Pavšek, M., 1993. Poplave v Sloveniji. *Ujma*, str. 270–271.
- Pleničar, M., 1963. Tolmač za list Postojna, L 33-77. Ljubljana: Geološki zavod Ljubljana.
- Roglič, J., 1958. Odnos riječne erozije i krškog procesa. V. kongres geografa FNR Jugoslavije, str. 103–134.
- Rus, J., 1925. Morfogenetske skice iz notranjskih strani. *Geografski vestnik*, 1, str. 29–32.
- Stepišnik, U., 2020a. Fizična geografija krasa. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete.
- Stepišnik, U., 2020b. Kraška polja v Sloveniji. *Dela*, 53, str. 23–43. DOI: 10.4312/dela.53.23-43.
- Summerfield, M. A., 2013. *Global geomorphology*. London, New York: Routledge, Taylor & Francis Group.

FLUVIOKARST OF THE ŽIBRŠE PLATEAU WITH THE HOTEDRŠICA AND LOGATEC POLJES

Summary

Fluviokarst is the term for karst environments where the slopes are subject to surface slope wash, causing fluvial denudation and aggradation of sediments. This creates characteristic landforms that are the result of local fluvial transport of sediments on the karst surface and are therefore called fluviokarst. The process that leads to the formation of a fluviokarst is the intense mechanical weathering of the bedrock. The result of this process is a thicker layer of weathering mantle. Geomorphologic environments in which an uninterrupted weathering mantle overlies an epikarst zone are also referred to as covered karst. When the overburden is fine-grained, it impedes the vertical flow of rainwater into the lower parts of the karst aquifer. On the slopes of the covered karst, the vertical runoff of rainwater is inhibited, so that some of the water flows parallel to the slope. Lateral runoff transports sediment across the surface and within the weathering mantle, depositing it on the lower portions of the slopes. Larger fractions of sediments may also be transported on the surface, while transport through the weathering mantle is limited to dissolved and suspended sediments. The fluviokarst is thus exclusively associated with the slopes of the covered karst, where lateral transport of sediments takes place.

Fluviokarst environments are lithologically and structurally geologically determined, as they are thought to depend primarily on the bedrock's resistance to mechanical weathering. Literature suggests that in humid-temperate climates, where Slovenian karst is located, this type of mechanical weathering is mainly related to frost action (Gams, 1974; Gams, 2003; Stepišnik, 2020a). The aim of our research is the systematic geomorphological analysis of the fluviokarst environment of the Žibrše Plateau and the surrounding poljes, which are considered the most characteristic and best studied fluviokarst areas in Slovenia, as well as the interpretation or reinterpretation of fluviokarst forms and processes, and the functioning of fluviokarst environments.

Our investigations have shown that the flat areas of the Žibrše Plateau, although dominated by mechanically less resistant dolomites, do not act as fluviokarst, but as deep karst. The slopes of the dolines in this area have been reshaped by fluviokarst processes, and some of them are therefore elongated in the direction of the dominant geological structures.

The most characteristic form of fluviokarst environments are the dells, which mainly transform the upper, less steep parts of the slopes of the Žibrše Plateau, while the lower, steeper parts of the slopes are mainly dissected by erosion gullies. Based on the connection of erosional gullies and dells into single dendritic systems and due to presence of fluvial accumulations in the outflow of some of the dells, we concluded that the dells are inherited landforms that developed from erosional gullies. Analysis of the dells has also identified dells that drain into relief depressions the size of dolines. The origin and function of these depressions has not yet been investigated, but their shape and location suggest that they function as a type of fluviokarstic sinkholes.

The valleys of the Hotenjka, Reka and Črni Potok were defined as fluviokarst because the watercourses in their floors flow on alluvium; part of the water flows through the alluvium into the karst aquifer and part of the water flows on the surface into the poljes. However, the valleys of the Žejski Potok and the Petkovščica have eroded through the dolomitic bedrock, which functions as a fluviokarstic environment, into the karstified limestones, and their watercourses have therefore drained into the karst aquifer. The two dry valleys are thus the inherited landforms of a fluviokarst environment on the karst surface.

The Hotedršica and Logatec Poljes correspond to the morphodynamic typification of inflow poljes (Stepišnik, 2020b). The floors of both poljes can be geomorphologically divided into two parts. The tributary area, which is hydrologically active, is relatively flat and the bedrock is covered by sediments. On the downstream side, the bedrock continues into parts where sediments do not cover the bedrock and the surface is densely covered by dolines. It is assumed that the inactive parts of the floors were covered in the past by fluvial and lacustrine sediments transported by water from higher fluviokarst areas. Denudation of the fluviokarstic hinterland has led to a decrease in sediment inflow into the polje, and some of the tributaries have also partially or completely drained into the karst aquifer. In this way, the active polje floors

have gradually shrunk and the inactive parts have been dissected by sinkholes as the sediment cover has been denuded away.

(Translated by the author)