

UDC
UDK 911.2:551.4(497.12-13) = 863

PRISPEVEK K POZNAVANJU PRITOČNEGA DELA PLANINSKEGA POLJA IN POSTOJNSKIH VRAT¹

France Šušteršič*

Uvod

Težišče razprave je na obravnavi stanja Postojnskih vrat v času presušitve v geološki preteklosti ter na posledicah tega dogajanja za sedanje kraške razmere. Dobljeni rezultati raziskave se na videz močno razlikujejo od opažanj, ki jih podaja dosedanja literatura. Vendar pa moramo priznati, da novejša dela ne le opuščajo »klasična« Melikova (1951) stališča (Gams, 1965), temveč tudi nakazujejo možnost razlag, ki so sorodne v razpravi navedenim ugotovitvam (Habič, 1973, Habe, 1976). Poročilo ni zaključno delo, temveč je šele prvi korak k nekoliko drugačnim razlagam morfogenetskega razvoja Planinskega polja in Postojnskih vrat ter smernica nadaljnjim raziskavam.

Pri preiskovanju izvornih zatrepov ob jugovzhodnem kotu Postojnskega polja sem prišel do ugotovitve, da je treba izostriti doslej uporabljeno terminologijo. Kraške pojave, ki ustrezajo zatrepom, definiranim v Slovenski kraški terminologiji (Gams & al., 1973), imenujem mali zatrepi. Podobnim, tudi genetsko sorodnim, vendar pa količinsko neprimerno večjim masnim deficitom, pripisujem ime velezatrep. Mali zatrepi dosežejo največ nekaj desetih milijonov m³, medtem ko gredo prostornine velezatrepov v več milijard m³. Planinskemu velezatrepu so podobni še nekateri drugi, npr.: amfiteater nad izviri Kroparice, Mala in Velika Belica ob Kolpi in še nekateri, ki vsi terjajo posebno obravnavo.

Geomorfologija Postojnskih vrat

Planinski zatrepi so rezultat razvoja Planinskega polja in njegovega dotočnega podzemlja. Oba kraška fenomena sta vezana na osušitev površinske Pivke v Postojnskih vratih ter njeno nadaljnje obnašanje. Zato je nujno vsaj

¹ Poročilo je izvleček iz raziskovalne naloge »Speleologija«, Inštituta za raziskovanje krasa SAZU, ki jo je financirala Raziskovalna skupnost Slovenije. Celotno poročilo je v arhivu IZRK SAZU v Postojni in na sedežu Raziskovalne skupnosti Slovenije.

* Dipl. geolog, Inštitut za raziskovanje krasa, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Titov trg 2, 66230 Postojna, Yu.

približno ugotoviti, kakšno je bilo geomorfološko stanje na tem ozemlju v času presušitve in nastanka prvih sklenjenih vodnih jam. Preden pa preidemo k sami geomorfologiji, si na kratko oglejmo geološke razmere v okolici Planine. Podatki so povzeti po Gospodariču (1965, 1976).

Kamnine, ki grade okolico izvirov Unice in njihovo zaledje, so pretežno spodnjekredni apnenci z dolomitnimi in roženčevimi vložki. Generalni vpad je proti zahodu, opažamo pa tudi lokalne odklone proti severozahodu in jugozahodu. Postojnske vode pritekajo iz geološko višje ležečih zgornjekrednih apnencev, ki jih od spodnje krede loči precejšen vložek apnenčevih in dolomitskih breč ter neskladovitega apnenca. Ta pas se vleče nekako od Škrbca proti severozahodu in ga prečka Pivški rokav Planinske jame. Cerkniške vode dotekajo skozi kamnine spodnje krede, ki se litološko bistveno ne ločijo od kamnin v okolici izvirov.

Severno in severovzhodno od izvirov Unice poteka predjamski nariv, ob katerem sta bili Planinska gora, pa tudi Rakovška luska, narinjeni na apnence. Obe sta zgrajeni iz norijskoretijskih dolomitov, ki se rezko ločijo od podlage. Narivna ploskev je lepo razgaljena v kamnolomu Planina in rahlo vpada proti severu.

Iz koordinat kartirane meje med dolomitom in apnencem (Gospodarič, 1964), lahko izračunamo narivnici ploskev bikvadratnega trenda. Grafično je podana na sliki 1, njena enačba pa se glasi:

$$z = 0,286\,259 + 0,078\,242x + 0,142\,399y - 0,000\,128x^2 - 0,029\,608xy - 0,000\,049y^2. \quad (1)$$

Da bi dosegli stabilnejšo računsko shemo, je uporabljena sledeča transformacija:

$x = x' - 5035,00$ km in $y = y' - 5470,00$ km. Pri tem sta x in y merjeni Gauss-Krügerjevi koordinatni vrednosti posamezne merske točke. Kot je že nakazano, so enote kilometri.

Izračunana narivnica se lepo prilega kartiranemu kontaktu vzhodno od črte Mačkovec — cerkev na Planinski gori. Nasprotno pa je dobljena slika na ozemlju zahodno od tod popolnoma različna od dejanskega stanja. Na osnovi teh razlik, ki nakazujejo vertikalni premik, lahko potegnemo hipotetični prelom, ki seka obravnavano ozemlje od Podgore ob Planinskem polju proti jugu prav do Postojne. Čeprav ga neposredno kartiranje še ni zaznalo, vsi posredni znaki kažejo na njegov obstoj. Podobno lahko predvidevamo prelom tudi v smeri Studeno — Golobičevce, severovzhodno od Magdalenske suhe doline. Oba preloma sta označena na sliki 1 s posebnim znakom.

Tektonske črte, ki jih odraža relief, so izrazito dinarske. Poleg vzdolžnih (strižnih) prelomov, zasledimo tudi prečne in diagonalne. Približno enako sliko dajejo tudi diagrami razpok, ki jih je izdelal Gospodarič (1965) za več točk obravnavanega ozemlja.

Relief Postojnskih vrat, kot ključne točke v sistemu kraške Ljubljaniče, so poskušali tolmačiti že razni avtorji. Po eni strani skrajnemu mnenju A. Melika (1960), ki vidi v njem jasne sledove erozijske, torej predkraške faze v razvoju Ljubljaničinega porečja, se upira Gams (1965), ki govori o izključno korozijskih oblikah. Seveda pa so morale nastati na osnovi predhodnega, erozijsko znižanega površja. Gospodarič in Habič (1966) sta se posvetila predvsem

študiju ponornega dela Pivške kotline in sta se le delno ukvarjala z reliefom tega prevala.

Siroka vrzel med Planinsko goro in Javornikom, ki jo v grobem enačimo s Postojnskimi vrati, nima ravnega dna. Ob severnem in južnem podnožju se vlečeta pasova znižanega sveta, od katerih je južnejši, globlji, dobil ime Postojnska vrata v ožjem smislu besede, severnega pa se nekako oprijema ime Strmiško podolje. Loči ju zakrasel greben, ki se vleče v dinarski smeri in doseže višine okrog 750 m v Kolečevskem griču tik nad Mačkovcem. Upravičeno mu pripisujemo ime Planinska stopnja.

Nižje ozemlje (590 m — 620 m), ki z juga, zahoda in vzhoda objema Planinsko stopnjo, ima značaj nekoliko vegaste, vendar še dovolj uravnane ploskve, iz katere se dvigajo posamezni kopasti vrhovi, ki so med seboj le rahlo povezani. Skoraj bi lahko govorili o osamelcih. Njihovi vrhovi so že močno preoblikovano površje višje stopnje.

Bolj kompakten je strnjen greben, ki se nad zatrepi izvirov Unice vleče od Mačkovca proti vzhodu. Dosega višine do 690 m in nima posebnega imena. Z njim je na pol zrašččen še 690 m visok Počivalnik. Proti jugovzhodu je ta greben prerezan z nekaj prevali, onstran katerih se razcepi v nize vzpetin, ki vzdolžno obroblija Rakov Škocjan.

V višini Postojnske stopnje, posejane z osamljenimi griči, je Melik (o.c.) videl tri suhe doline. Prva, imenujmo jo po Ravbarkomandi Ravbarska, poteka od Postojne proti Ravbarkomandi — po njej tečejo vse glavne prometnice — in ima zelo izrazit južni bok. Severnega boka pa skoraj ni, saj se med posameznimi osamljenimi griči pravokotno nanjo priključita dve podobni »suhi dolini«, ki vodita proti severozahodu. Njuno erozijsko poreklo je več kot dvomljivo, visita pa proti Magdalenski suhi dolini (Gospodarič in Habič, o.c.).

Druga suha dolina v Postojnskih vratih naj bi bila takšna globel med Jelenčkom in Starim vrhom na eni, ter Travnim vrhom in Kolečevskim gričem na drugi strani. Po Mačkovcu je že dobila ime Mačkovska suha dolina. Značaj ozke doline ima le okrog 500 m dolg odsek, zarezan med Kolečevski grič in Stari vrh, sicer pa se proti vzhodu na široko odpira v uravnavo med Jelenčkom in Počivalnikom. Po Meliku (o.c.) naj bi bila skupaj z Ravbarsko nekdanja struga Pivke oz. Unice, preden je ta zakrasela. Gams (o.c.) pa ji odreka možnost take razlage, ker meni, da so eventualni morfološki ostanki bivšega korita Pivke korozijsko zabrisani do nespoznavnosti.

Tretja suha dolina, imenujmo jo Škrbcova, poteka od Ravbarkomande naravnost proti vzhodu. Izkoristili sta jo železnica in avtocesta. Tudi ta ima značaj korita le na južnem robu, severni pa je pretrgan med Počivalnikom in Jelenčkom, kjer se uravnani svet nadaljuje do Mačkovske suhe doline, pa spet med Počivalnikom in Cerovcem, od koder seže uravnava preko Unške kolečevke in obvisi nad Malni. Škrbcova suha dolina se nekako v Unški talih razširi in izteče v nižji svet Rakovega Škocjana.

Melik je menil, da bi bila Škrbcova suha dolina lahko delo Raka, ki naj bi tod tekkel iz Škocjana proti Ravbarkomandi, kjer bi se zlil s Pivko. Njegovo povirje bi moralo biti v višinah terase 650 m do 680 m, ki jo je ugotovil Habič (1973). Vendar pa se slednji ne pridružuje popolnoma Melikovemu mnenju. Sicer priznava suho dolino v smeri Ravbarkomanda — Mačovec, vendar riše

tudi bifurkacijo, katere drugi krak bi se nadaljeval po Škrbcovi suhi dolini proti vzhodu. Iz Rakovega Škocjana pa gre suha dolina preko pretržja med Cerovco in Topolami. Vsekakor bi se Pivka in Rak zlivala nekje v območju sedanjega Planinskega polja.

Ker — sicer znani — fluvialni sedimenti na kraškem površju Postojnskih vrat (Gospodarič, 1965) še niso dovolj proučeni, na njihovi osnovi žal še ne moremo ovrednotiti gornjih hipotez. Predvsem gre tu za poreklo Škrbcove suhe doline, ki je prevelika, da bi jo lahko zanemarili kot slučajno tvorbo. Ugotoviti moramo, da je Melik (o.c.) svoje zaključke potegnil iz starejših topografskih kart, ki kažejo Mačkovsko suho dolino sorazmerno globljo in širšo, kot Škrbcovo. Iz novejših kart v merilu 1:5 000 lahko ugotovimo, da je prvotno (pred gradnjo prometnic) dno Ravbarske suhe doline segalo do kote okrog 605 m, Škrbcove 603 m, medtem ko je prvotni preval pri Mačkovcu ležal kar 616 m visoko. Višinska razlika zadnjih dveh je opazna, vendar premajhna, da bi ne mogla biti samo posledica zakrasedanja. Zato sem poenostavil relief v okolici po metodi »ploskve navideznih vodotokov«, ki sem jih vlekel po dnu grap v reliefu (Monkhouse in Wilkinson, 1974).

Iz tako dobljene slike 1 je razvidno, da je Škrbcova suha dolina široko nadaljevanje Ravbarske, Mačkovska pa le komaj opazen presledek v barieri Lohače — Koleševski grič — greben nad Malni. Tako moramo predvideti tok Pivke z mnogo večjo verjetnostjo proti vzhodu, kot proti severu.

Prej smo že omenili uravnano ploskev z osamelci, ki se razprostira vzhodno od Travnega vrha proti Rakovemu Škocjanu in je vanjo vložena Škrbcova suha dolina. Lahko si zamislimo, da je to zakrasela terasa Pivke, ko je ta zadnjič tekla po površju. Ker ne vemo, do kakšne stopnje je bila izravnana, predvidevamo ravnino, ki predstavlja linearni trend tedanjega površja. Če bi bilo zniževanje reliefa povsem enakomerno, bi imeli danes vzporedno ploskev, ki bi bila za iznos denudacije nižja od prvotne. Zakrasedanje seveda ni enakomerno po vsej ploskvi, smiselna pa je predpostavka, da je današnji linearni trend vzporeden prvotnemu. Trend sedanjega reliefa lahko izračunamo.

Preden se lotimo samega računa, moramo prečistiti še vzorec. Vzorčevanje naj bo po kvadratni mreži. Upoštevali bomo vse točke, ki se nahajajo znotraj ozemlja, ki bi se v primeru, da bi bilo nekraško, odmakalo skozi Škrbcovo suho dolino. Glede na današnji relief, nas ta kriterij privede v depresijo Rakovega Škocjana, ki ga ob presušitvi Pivke verjetno še ni bilo. Zato si zamislimo, da predstavlja preval Pri konju (kjer železnica nad Uncem prečka avtocesto), mesto nekdanjega dotoka Pivke v prostor sedanjega Rakovškega polja. Meja proti globeli Rakovega Škocjana je torej potegnjena shematično, pač pa je potrebno določiti še južno mejo. Tu se vzorčno ozemlje naslanja na Javornik in bi vztrajanje pri kriteriju navidezne terenske razvodnice vodilo do absurda. Zato izračunamo poprečno višino črte med Ravbar-komando in prevalom Pri konju, potem pa plastnico z isto vrednostjo (640 m) upoštevamo kot enako obteženo južno mejo. Iz obravnavanega ozemlja izločimo še vsa pobočja, nagnjena za 15° ali več, tako, da izločimo še osamelce, ki so bili taki že v času uravnavanja.

Na osnovi tako izbranih podatkov izračunamo po metodi najmanjših kvadratov ravnino linearnega trenda:

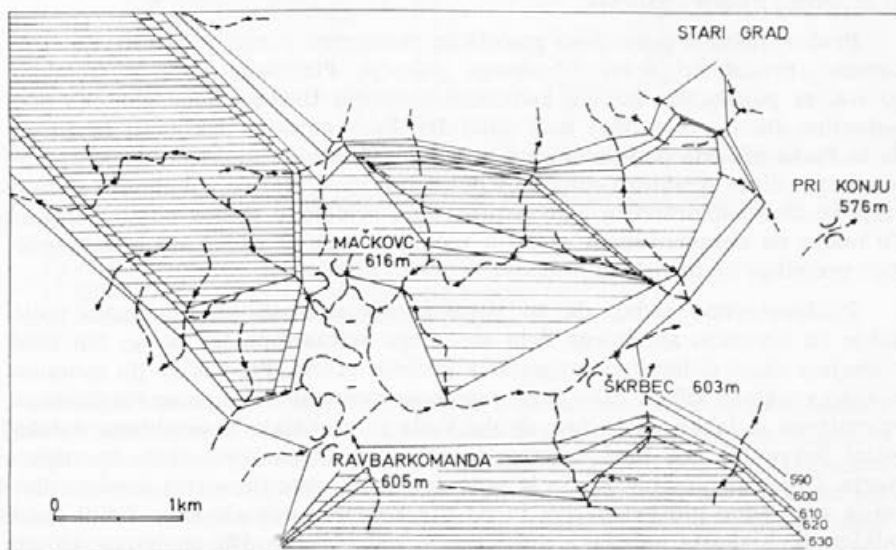
$$z = 50,13874 + 0,01043 x - 0,01882 y. \quad (2)$$

Tudi tu so merske enote kilometri, vendar koordinatne vrednosti niso transformirane. Iz enačbe (2) takoj izračunamo smer vpada (azimut 119°) in sam vpad ($1^\circ 15'$) te ravnine. Rezultat se lepo ujema s prej dobljeno sliko, ki predvideva odtok proti vzhodu.

Taka interpretacija pa seveda zahteva odgovor, zakaj ni vlekel vodotoka nase nižani svet sedanjega Planinskega polja med Dolnjo Planino, Starim gradom in Kačjo vasjo. Odgovor je enostaven — te globeli tedaj sploh še ni bilo. Nastala je namreč šele potem, ko je Pivka že zakrasela, ali bolje njen nastanek je sprožilo zakrasevanje Pivke.

Geološko namreč ni razlogov, zakaj bi ločevali Stari grad od masiva Planinske gore. Grade jih identični norijsko-retijski dolomiti, imata pa tudi identično strukturo. Zato lahko ekstrapoliramo severovzhodna in južna pobočja Planinske gore preko Starega gradu in dobimo pregrado, ki se vleče približno vzporedno z vpadnico prej izračunane ravnine. Tak položaj je prikazan na sliki 2 a in b. Tu je označen tudi izračunani narivni kontakt dolomita na apneni avtohton.

Lahko torej zaključimo, da površinski vodotok v zadnji predkraški fazi ni sledil smerem sedanjih vodnih jam. Zato ni verjetno, da bi Postojnska vrata zakrasela postopno, z retrogradnim prestavljanjem ponorov, temveč so osušela naenkrat. To se je zgodilo v času, ko je pregrada Stari grad — Planinska gora že toliko zakrasela, da je premi podzemski odtok nudil Pivki manj upora kot površinski z vijugo proti Rakovemu škocjanu. S tega stališča moramo motriti tudi vse nadaljnje razglabljanje o tamkajšnjem kraškem zaledju.



Sl. 1 — Relief Postojnskih vrat, prikazan po metodi »ploskve navideznih vodotokov«

Speleologija zaledja izvirov Unice in Planinski velezatrep

Danes aktivni rovi podzemske Pivke in Unice so v neposrednem zaledju izvirov že precej preiskani. Lahko potegnemo tudi nekatere splošne zaključke o načinu zgradbe podzemskega spleta. Žal pa je druga značilnost našega znanja, da višjih etaž skorajda ne poznamo. Zato na osnovi redkih sledov le stežka sklepamo, kako je razvita etažnost sistema.

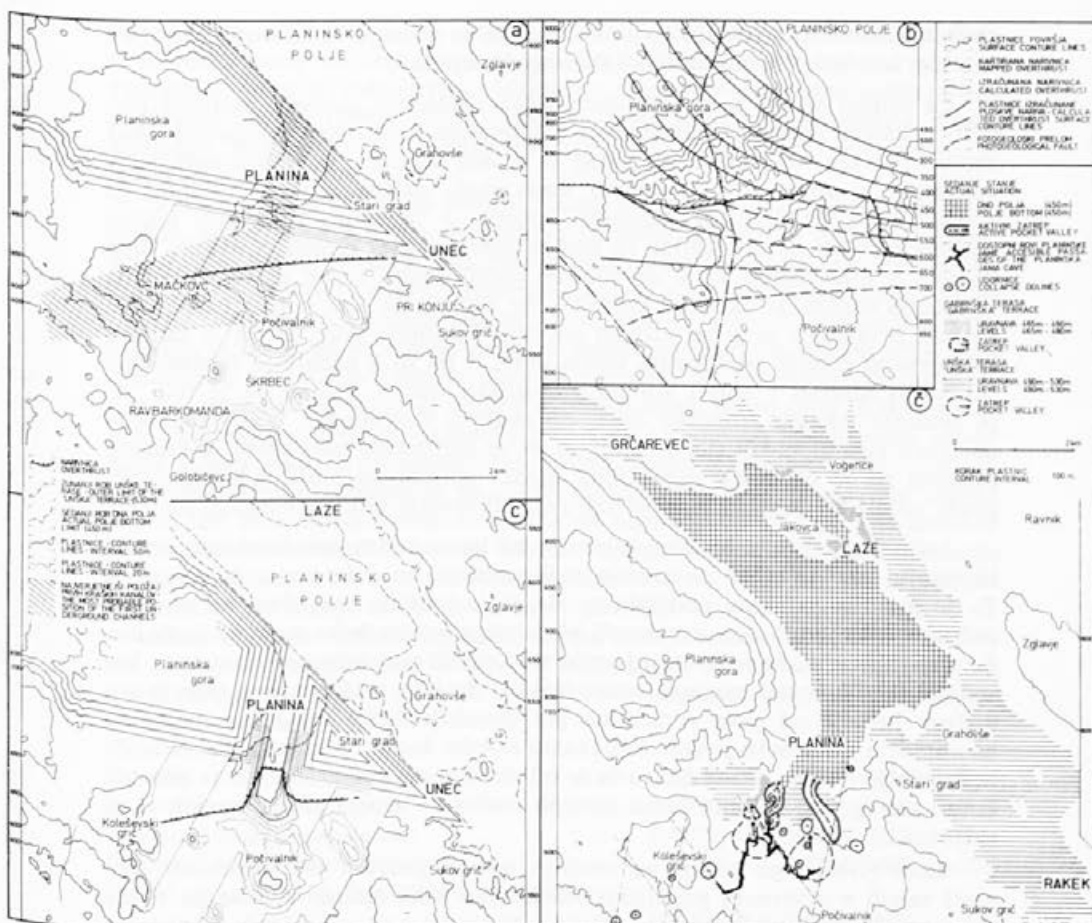
Možne etaže so verjetno vezane na razvoj Planinskega polja, oziroma na njegove terase. Najvišji, kolikor toliko uravnani nivo v njegovi okolici je območje med Gradišami in Kališami, južno od Logatca. Habič (1973) je to imenoval Gradiško teraso. Njena višina je 610 m do 650 m, kar bi morda koga navedlo na zvezo s Postojnskimi vrati. Vendar pa bi morali pri razlagi upoštevati tudi neotektoniko. S tem se odpirajo nove in nadaljnje možne kombinacije. Zato v tem okviru gradiško teraso izpustimo.

Zelo izrazita je terasa v višinah 490 m do 530 m (Unška terasa). Že Habič (o.c.) je ugotovil, da predstavlja nekdanje skupno dno Planinskega in Rakovškega polja, ki je v nadaljnjem razvoju zaostalo. Razen na Rakovškem polju zasledimo to uravnano — čeprav precej deformirano — še v okolici Kačje vasi, na vzpetini, imenovani Nart med Planinsko jamo in Malni, ob severnem in severovzhodnem obrobju Starega gradu, zahodno in severno od Ivanjega Sela, južno od Laz in odtod vzdolž vsega roba Planinskega polja do Lanskega vrha. V isti višini je tudi preval pri Grčarevskem vrhu.

V času, ko se je dno Planinskega polja ustalilo v tej višini, je bil velezatrep med Planinsko goro in Starim gradom v grobih potezah že izdelan. Poskusimo sedaj ugotoviti, kakšne so bile osnovne poteze jamskega sistema, ki je sprožil njegov nastanek.

Prvo vprašanje posvetimo geološkim razmeram v tem prostoru. Če izračunamo presečnico severovzhodnega pobočja Planinske gore s trendom nariva, se pokaže, da leži na kritičnem območju Unškega loga globoko pod sedanjim dnom polja (glej tudi sliko 1!). Zato moramo izključiti možnost, da bi Pivka prodrla pod dolomitno pregrado. Ostane še možnost, da je uporabila kot vodilno strukturo razpoke v dolomitni masi. Ker so v dolomitu strižne razpoke zmilonitizirane in zato neprevodne, pridejo v poštev edino natezne. Te imajo na obravnavanem ozemlju večinoma azimut okrog 12° in so posledica premikov ob idrijskem prelomu.

Predpostavimo sedaj, da so prvotni rovi vstopali na Planinsko polje nekje na območju spodnjega dela sedanjega velezatrepa ter da so bili med prebojem skozi dolomitno pregrado v grobem premi. Predvideti jih moramo nekako v višinah 550 m. Tako definirano cono postavimo v prostor Planinskega velezatrepa in lahko ugotovimo dvoje. Voda je prehajala iz avtohtona v dolomitni pokrov na črti med vzpetino zahodno od Laškarskega kota in vrhom Narta. Druga ugotovitev je, da je sedanje kraško površje v tem predelu skorajda vzporedno ploskvi nariva in od nje komajda odmaknjeno. Edini večji odklon je lijakasta zajeda z nožičem v višini okrog 500 m, okrog 150 m južneje od Mrzlega dola. To je verjetno najstarejši ohranjeni zatrep ob Planinskem polju.



Sl. 2 — Reliefne razmere na območju med Planinsko goro, Planino in Starim gradom:

- Regresijska ravnina
- Geomorfološke in geološke razmere
- Oblikovanje prvega kraškega velezatrepa
- Sedanje razmere na Planinskem polju

Kraških votlin, ki bi ustrezale dotoku v ta zatrep, danes še ne poznamo. Tudi ni jasno, katera voda je težila semkaj. Možno pa je sklepanje: zagotovo je sem tekla Pivka. Prav tako se je sem usmeril krajevni odtok z Javornikov v južnem boku Postojnskih vrat. Vendar pa o javorniškem toku v sedanjem smislu še ne moremo govoriti. Ta je nastal polagoma šele pozneje z nadaljnjim zniževanjem lokalne erozijske baze v območju Planinskega velezatrepa. Največja neznanka pa je Rak, ki tedaj pravzaprav še ni imel razlogov za svoj obstoj. Možno pa je, da je približno v smeri sedanjega Raka nastajal eden

zbirnih kanalov javorniških voda, v katerega je pozneje vdrla cerkniška voda in s tem šele sprožila nastajanje Rakovega Škocjana.

Če želimo slediti razvoju podzemnega dotočnega sistema, moramo proučiti nekatere razvojne podrobnosti Planinskega velezatrepa. Odgovoriti moramo predvsem na vprašanje, zakaj je masni deficit v dolomitu narastel v velezatrep, v apnencu pa najdemo samo sledi malega zatrepa. Verjetno je glavni razlog v kamninski zgradbi. Pobočja v dolomitu so zaradi bližine narivne ploskve slabo stabilna in močno izpostavljena eroziji. S svojim umikanjem je mali zatrep, ki je nastajal ob izvirih Pivke, sproti ustvarjal pogoje za močno odnašanje okoliške kamnine. Ne smemo pa tudi pozabiti delovanja možnih pritokov z grap na južnem pobočju Planinske gore, ki jih je Unica z retrogradno erozijo postopoma vlekla nase, ti pa so z nadaljnjo medsebojno piraterijo zarezali v smeri kontakta erozijsko dolino. Možno pa je tudi, da je znižanje lokalne erozijske baze, ob osušitvi Postojnskih vrat, povzročilo nastanek niza globokih slepih dolin, ki so se združevale med seboj. V vsakem primeru pa je nastanek velezatrepa sprožil splošno znižanje dolomitne pregrade vzdolž kontakta, s tem pa tudi razgalil severni bok apnenega avtohtona.

Izvirni zatrep nad Mrzlim dolom je bil izpostavljen površinskemu preoblikovanju, kar je lahko povzročilo tudi močnejšo in dolgotrajnejšo zaježitev. Ta je prisilila zaježeno ponikalnico, da si je prebila nov izhod na površje, pač tam, kjer je bil njen rov dovolj blizu razgaljenega boka matične kamnine. Če predvidevamo, da so tedanji jamski rovi sledili podobnim zakonitostim, kot sedanjí (ki jih bomo razčlenili malo dalje), je bilo takšno mesto dobrih sto metrov južneje od prve serpentine pri današnji Kačji vasi. Tam najdemo na območju Čutarovke podobno lijakasto zajedo, kot pri Mrzlem dolu. Nožišče te zajede je v višini okrog 525 m in že od daleč zbuja pomisleke, da je preoblikovan zatrep. Žal pa tudi temu zatrepu doslej ni uspelo najti jamskih ekvivalentov.

Gams (1965) tega zatrepa ne omenja, pač pa posveča več pozornosti dolinasti zajedi v severnem podaljšku Mačkovske suhe doline. Vendar pa tu ne opazimo nikakršnih sledov čela zatrepa, ki so pri prej omenjenih še povsem razločni. Zajeda ima le enakomerno oblikovana vzdolžna pobočja. Zato ni posebeno verjetno, da bi bila nekdanji zatrep.

Naslednji nižji nivo predstavljajo fragmenti uravnave v višini okrog 465 m do 480 m. Najdemo jih v Kačji vasi, v okolici gradu Hasberk, na njej pa stoji tudi večji del vasi Laze, predvsem predel Gabrnše. Zato bi jo lahko imenovali Gabrnška terasa. Po višini ji odgovarjajo nekateri stranski rovi Planinske jame ter več manjših jam v okolici.

Možne sledove dotoka na površje najdemo v stranskem zatrepu vzhodno od vhoda v Planinsko jamo, nato pod nožiščem starejšega zatrepa v Čutarovki, verjetno pa je tak rudimentaren zatrep obstojal tudi v Malnih, a je bil pri nastajanju mlajšega uničen. Skupna značilnost tako jamskih rogov, kot pripadajočih zatrefov je, da gre za prostorninsko manj pomembne masne deficite. Pri jamskih rovih se celo kaže, da je bila voda manj jasno koncentrirana, kot danes. Vsekakor pomeni faza Gabrnške terase le vmesno stopnjo na prehodu k stanju, kakršnega poznamo danes.

Sedanje dno Planinskega polja je v višini okrog 450 m, vode pa pritekajo v glavnem skozi tri izvorna območja. Od zahoda proti vzhodu si sledijo: Planinska jama s Cvingerjem, Malni in Škratovka. Dosedanja literatura, predvsem Savnik (1960), Gams (1965) in Gospodarič (1976) prinaša dovolj podrobne podatke o posameznih izvirnih mestih in jih na tem mestu ne bomo obnavljali.

V neposrednem zaledju izvirov Unice je velik jamski sistem, običajno poznan kot Planinska jama. Pomudimo se samo pri njenih glavnih potezah. Vhodni rov (od Sotočja) je usmerjen praktično proti severu. Opazimo komaj nakazano členjenje v odseke, usmerjene dinarsko in pravokotno. Pivški rokav se od sifona navzdol vijuga najprej proti vzhodu severovzhodu, malo pred zadnjim stebrom pa se zasuka proti severoseverovzhodu in ohrani tako smer z manjšimi odkloni do Golgote. Tam se ostro zasuka proti jugovzhodu in do Sotočja preko nekaj vijug še dalje v skoraj povsem južno smer. Rakov rokav ima od Šmidlove dvorane navzdol (smer visoke vode) do Rudolfovega pristanišča precej enovito severozahodno smer, čeprav z meandrastimi odkloni. Za Rudolfovim pristaniščem pa ostro zvižuga, tako, da imata dva ovinka skoraj 180° in nazadnje vstopi v Sotočje od jugozahoda. Od Šmidlove dvorane proti končnemu sifonu ima precej enotno smer proti severovzhodu. Če dodamo še glavne stranske rove, ki so Paradiž, Katernov rov, Rov mrtvih netopirjev in Rudolfov rov, imajo vsi splošno smer jugovzhod — severozahod.

Vsa jama tako razpade na nekaj skoraj ravnih odsekov, pri čemer je izjema le predel med vhomom, Golgoto in Rudolfovim pristaniščem. Za vsak tak odsek lahko na osnovi merskih podatkov izračunamo regresijsko premico in dobimo enačbe:

$$\text{Paradiž:} \quad y = -0,71197 x + 93797,6123 \quad (3.1)$$

$$\text{Rakov rokav:} \quad y = -0,74941 x + 98041,4767 \quad (3.2)$$

$$\text{Rov pred Zadnjim stebrom:} \quad y = 5,41538 x - 360093,0872 \quad (3.3)$$

$$\text{Rov pred Misterioznim jezerom:} \quad y = 1,84309 x - 94363,9488 \quad (3.4)$$

$$\text{Pivški rokav od Zadnjega stebra do Golgote:} \\ y = 0,21523 x + 25306,6410 \quad (3.5)$$

Opazimo presenetljivo vzporednost predvsem premic iz enačb (3.1) in (3.2), pa tudi (3.3) in (3.4). Ta postane še toliko bolj pomembna, če upoštevamo, da korelacijski koeficient nikjer ne pade pod vrednost 0,8. To pomeni, da lahko glavne rove Planinske jame z minimalnim odstopanjem priredimo enostavni geometrijski strukturi, ki ima zaradi smeri toka obliko valov.

Valovito odklanjanje jamskih rogov od splošne smeri je znano že od nekdaj, v matematično obliko pa sta ga menda prva spravila Hanna in High (1971). Nakazala sta tudi speleogenetsko ozadje. Ker doslej teoretske osnove njunih predvidevanj niso razčiščene, se aplikacija valovnih funkcij in njihove Fourierove analize v speleologiji še ni uveljavila. Ne da bi se spuščali v teorijo, lahko na primeru Planinske jame dobljeno valovnico ekstrapoliramo v obe smeri. Podaljšek iz Podorne dvorane gre natanko skozi podnožje čela zatropa v Malnih, podaljška družje in tretje vzporednice Pivškega rokava na zahodu, pa vodita prav skozi težišči vzhodne in zahodne skupine udornic v sistemu Postojnskih jam.

Značilne smeri valovnice imajo še drugo vsebino. Paradiž in Rakov rokav potekata natanko v dinarski smeri, torej v smeri strižnih razpok, Pivški pa vodi skoraj natanko 45° na prejšnjo smer. Smer Pivškega rokava je smer natezних razpok, ki jih povzročajo premiki ob idrijskem prelomu. Če pogledamo še sistem Postojnskih jam ter Tkalca jame, ugotovimo, da ju lahko razkrojimo na enako usmerjene dele. Pričakovati smemo, da imajo še neznani deli teh jam pretežno iste smeri in da so vezani na iste strukture. Še več, ker se tudi zatrepi, to je bivša izvirna mesta, pojavljajo v dveh skupinah, je verjetno, da so tudi prevodnejše strukture razporejene v nekem redu, ki opredeljuje položaj aktivnih in opustelih rogov Planinskega spleta.

V tej luči lahko zaključimo, da moramo iskati prvotni izvir Pivke na nivoju sedanjega Planinskega polja v Malnih, skupaj z Rakom in javorniškimi tokom. Sedanji vhod v Planinsko jamo je nastal, podobno kot že enkrat prej, na mestu, kjer je denudacija odprla bok bližnjemu temenu valovnice. Morda je zaradi zaježitve v Malnih, ki jo je sprožil kak večji podor, Pivka udrila v jamo svojega pritoka izpod Planinske gore, zalila njegovo slepo dolino, pretrgala njen bok in si tako poiskala novo pot na Planinsko polje. Ker so ostali Malni nadalje zaježeni, je pritisnil v Planinsko jamo tudi Rak in postavil na glavo prvotni položaj v sedanjem Rakovem rokavu. Rak bo morda v prihodnosti spet obnovil svoj izvir v Malnih, Pivka pa — razen v primeru katastrofalne zaježitve — po dosedanji poti tja ne bo več našla poti.

Verjetno se je to zgodilo tudi v razvojni fazi Unške terase in je dvojnost izvirov značilna za vsak zreli stadij posameznih faz razvoja Planinskega polja. Enotni izvir v Malnih bi bil tako značilen za zgodnje stadije istih faz. Nakazano prvotno smer Pivke v Malne je prvi ugotovil in sedimentološko dokazal že Gospodarič (1976).

Nadaljnji problemi

Prikazana razvojna shema Postojnskih vrat in pritočne strani Planinskega polja ni v skladu z doslej uveljavljenim tolmačenjem. Seveda je potrebno taka nesoglasja razčistiti. Tu ni mesto, da bi posegali v širšo problematiko, vsekakor pa je koristno, da si priključimo v spomin poglobljena odprta vprašanja.

Prostornina Planinskega polja pod koto 530 m, kot značilno višino Unške terase, znaša skupaj $1,17 \text{ km}^3$. Od tega gre $0,24 \text{ km}^3$ materiala na račun velezatrepa. Kakšna je bila prostornina globeli izven velezatrepa nad to višino zaradi razkrojenga oboda ne moremo ugotoviti. Pač pa lahko izračunamo, da znaša masni deficit v velezatrepu kar $2,01 \text{ km}^3$. To je skoraj dvakrat več, kot znaša prostornina osrednje kotanje polja pod koto 530 m.

Razkrajanje pregrade med Starim gradom in Planinsko goro, ki je bilo v neki fazi verjetno precej intenzivno, je pomenilo mogočno akumulacijo dolomitnega drobirja na vsem območju polja. Nujna posledica je bila zastoj v poglobljanju in bočno širjenje polja — nastajanje uravnave v Rogličevem (1957) smislu. Na ta način lahko razložimo obstoj Unške terase, ki pomeni v primerjavi s sosednjimi kraškimi polji pravzaprav izjemo. (Starejši kvartarni terasi, ki jo je po večini slovenskih kraških polj ugotovil Gams (1973), odgovarja slejkoprej Gabrnška terasa). Da pomeni Unška terasa po-

sebnost v razvoju Ljubljaničinih kraških polj, pričajo tudi aglomerati drnove limonitne rude, ki jih najdemo po vsem območju terase od Rakeka do Lanskega vrha (Sušteršič, 1976) in pričajo o daljši zamočvirjenosti tega ozemlja. Kljub precejšnjim vloženim naporom pa takega sedimenta na vzvodnih poljih nisem uspel najti.

Gornja razmišljanja nam sicer odgovorijo, zakaj je dotočno mesto površinske Pivke v prostor Rakovško-Planinskega polja danes zabrisano, postavljajo pa novo vprašanje, ali je predpostavka o enotnem polju pred fazo Unške terase sploh potrebna. Odgovor prepuščam prihodnosti, tako kot oživiljeno vprašanje izvora Begunjsko-Logaškega Ravnika, ki se mu v luči podanih interpretacij povečuje možnost izvora, ki jo je nakazal že Kossmat (cit. Melik, 1951).

Naslednja posledica drugačnega predkraškega reliefja Postojnskih vrat bi se morala pokazati tudi v tedanji vzvodni hidrografski mreži. Zal doslej še nimamo metode, da bi njene ostanke nedvomno identificirali. Večina avtorjev jo namreč izriše šele na osnovi rekonstruirane oroplastike. Res pa je tudi, da odkrivajo novejša raziskovanja vse več podrobnosti, ki govore za popolno koncentracijo postojnskih voda v Ravbarski suhi dolini, kar je toliko bolj sprejemljivo, kolikor bolj kompaktna je bila pregrada vzhodno od Strmice.

Kot poslednji možen učinek razkrajjanja pregrade Planinska gora — Stari grad, omenimo še efekte razbremenitve. Geološko gledano hitra odstranitev 4, 824 · 10⁹ ton materiala je morala povzročiti naraščanje tal v neposredno prizadetem okolju. Kako se je to odražalo (ali se še odraža) na kraškem podzemlju, nam je še uganka. Morda je eden simptomov navidezni paradoks, ko ugotavljamo, da je blok Postojnske stopnje glede na Planinsko relativno nekoliko pogreznjen, medtem ko hidrologija pretočnega sistema Postojna — Planina kaže prav obratno. V tem primeru bi morala Planinska stopnja toniti.

Bibliografija — Bibliography

- Agterberg, F. P., 1974: Geomathematics, Mathematical background and geo-science applications, Elsevier, 1 — 596, Amsterdam, London, New York.
- Anelli, F., 1937: Su alcune cavitá sfiattatoi di grotta del Carso di Postumia, Le grotte d'Italia, Ser. 2a, 2, 5 — 19.
- Arhiv in kataster Inštituta za raziskovanje krasa SAZU, Postojna.
- Bronštejn, J. N., Semendjajev, K. A., 1963: Matematični priročnik. Založba življenje in tehnika, 1 — 699, Ljubljana.
- Doornkamp, J. C., 1972: Trend-surface analysis of planation surfaces, Spatial analysis in geomorphology. Methuen, 247—281, London.
- Gams, I., 1965: H kvartarni geomorfogenezi ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. Geografski vestnik 37, 61—101, Ljubljana.
- Gams, I., 1970: Maksimiranost kraških podzemeljskih pretokov na primeru ozemlja med Cerkniškim in Planinskim poljem. Acta carsologica 5, 171—188, Ljubljana.
- Gams, I., 1973: Bie zweiphasige quartärzeitliche Flächenbildung in den Poljen und Blindtälern des Nordwestlichen Dinarischen Karstes. Geographische Zeitschrift, Beihefte, 143—149, Wiesbaden.
- Gams, I. & al., 1973: Slovenska kraška terminologija. Zveza geografskih institucij Jugoslavije, 1—76, Ljubljana.

- Gams, I., 1974: Kras. Slovenska matica, 1 — 360, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1965: Tektonika ozemlja med Pivško kotlino in Planinskim poljem ter njen pomen za sistem Postojnskih jam. Tipkopis v arhivu IZRK, 1 — 179, Postojna.
- Gospodarič, R., Habič, P., 1966: Črni potok in Lekinka v sistemu podzemlj-skega odtoka iz Pivške kotline. Naše jame 8, 12—32, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1976: Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinskim poljem v kvartarju. Acta carsologica 7, 1, 5 — 140, Ljubljana.
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijco in Vipavo. Dela SAZU 21, 1 — 239, Ljubljana.
- Habič, P., 1973: O razvoju krasa in podzemeljske cirkulacije v porečju Ljubljanice. 3. SUWT, Poročila 1, 18—32, Postojna.
- Habe, F., 1976: Morfološki, hidrografski in speleološki razvoj v studenskem flišnem zatoku. Acta carsologica 7, 2, 144—213, Ljubljana.
- Hanna, K., High, C., 1970: Spectral analysis of meanders in underground streams. Trans. Cave Res. group of Great Britain 12 (3), 219—223.
- Mark, M. D., Church, M., 1977: On the misuse of regression in the earth science. Mathematical Geology, Vol. 9, No. 1, 63—75.
- Melik, A., 1951: Pliocenska Pivka. Geografski vestnik 23, 17—39, Ljubljana.
- Melik, A., 1960: Slovenija 2, Slovensko Primorje, Slovenska matica, 1 — 548, Ljubljana.
- Monkhouse, F. J., Wilkinson, H. R., 1974: Maps and diagrams. Methuen, 1 — 527, London.
- Roglič, J., 1958: Zaravni na vapnencima. Geografski glasnik 19, 103—134, Zagreb.
- Savnik, R., 1960: Hidrografsko zaledje Planinskega polja. Geografski vestnik 32, 212—224, Ljubljana.
- Scheidegger, A., 1961: Theoretical geomorphology. Springer, 1 — 233, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Sušteršič, F., 1974: Nekateri metrični problemi udornic. Geografski vestnik 46, 27—46, Ljubljana.
- Sušteršič, F., 1976: Kvartarni sedimenti v zasutih breznih notranjskega krasa, tipkopis v arhivu IZRK, 1 — 91, Postojna.

A CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE INFLOW PART OF THE PLANINSKO POLJE AND THE POSTOJNSKA VRATA

France Sušteršič

(Summary)

The following text is based on some results of an exploration project of the Institute for the Karst research in Postojna, concerned with the pocket-valleys in the Planina area. In this article the main stress is turned to the geomorphological evolution of the Postojnska vrata at the time of its definitive drying and to the speleological effect of this event. The conclusions do not always agree with the former knowledge, so that this article could be also a start point for new discussions and explorations.

One can distinguish two types of pocket-valleys in the area. The first one is commonly known and can be found anywhere. The volume of it's representatives does not exceed some millions of cubic metres. Good examples are recent pocket valleys at the entrance to the Planinska jama and at Malni. The second type is much greater, and usually contains several features of the first type. An example can be the whole area between Planinska gora,

Stari grad and Planina (See fig. 2!). The volumes of the second-type phenomena can exceed some billions of cubic metres. The two types are named micro-pocket-valleys and macro-pocket-valleys respectively.

According to the older literature (for instance, Melik, 1960), the area of Postojnska vrata shows clear traces of the prekarstic fluvial relief. The past rivers should flow in the direction Postojna — Ravbarkomanda — Mačkovec — Planina. More recent authors (for instance, Gams, 1965) do not deny the prekarstic phase, but they add that nearly all the traces were destroyed by subsequent corrosion processes. Observing the area from the air (or using air photographs), one can remark that, the whole district is more or less flat, scattered by solitary hills, resembling to hums or, maybe, mogotes. Towards North, at the very rim of the Planinsko polje basin, the terrain rises to an compact ridge and then suddenly sinks to the polje bottom. The only interference in this barrier is the so called »Mačkovska dolina« dry-valley-like depression. Here the older students predicted the prekarstic flow. Eastwards the terrain is more open and passes to the Rakov Škocjan and Rakovško polje without crossing any important obstacle. Observing the levels of the key-points in the area, the outflow direction here seems to be more natural (Fig. 1). This impression becomes more valuable, when calculating the general trend of the flat bottom of the Postojnska vrata. The regression plane is inclined towards East-Fouth-East (Fig. 2, a), and so the prekarstic flow in this direction is more probable. This conclusion accords with some occasional findings of the flysch pebbles near the location »Pri Konju«. The origin of flysch must be, of course, somewhere in the Postojnsko polje (For general data of the area the reader is related to Gams, 1974).

If this notion is accepted, a new question arises. Why did the water not flow to the nowadays area of Planina, in the complex of the Planinsko polje? The answer is simple. At the time of drying of the Postojnska vrata this depression hasn't existed yet and it is in fact a macro-pocket-valley. At the »entrance« to the main part of the Planinsko polje, both sides of it are composed of the upper triassic dolomite, overthrust over cretaceous limestone (Fig. 2, b). So this macro-pocket-valley is cut in geologically homogeneous block. The prekarstic Pivka was enforced to flow Eastwards, following the contact between the limestone and dolomite, and it turned North in the area of the nowadays Rakovško polje. Later, the relative lowering of the Planinsko polje made the tension cracks in the dolomite more liable to karstification and turned the direction of waterflow. The situation at the formation of the first pocket-valley is shown on the Fig. 2. c.

The further development of the Planinsko polje brought about the formation of terraces in two distinct levels above the recent polje bottom. The first one, called »Unška terasa« is spread in the level 490 m — 530 m (Fig. 2, č). It's total area, including also the nowadays polje bottom, is about twice the area of the recent polje. It is possible, that the formation of the macro-pocket-valley meant a great accumulation of the gravel in the polje area. That brought about the widening of the polje, in sense of Roglič (1958). The second terrace (465 m — 480 m), »Gabrnska terasa«, (Fig. 2, č) is relatively worse preserved and fits mostly to the recent shape of the polje. Opposite to the first one, which has no equivalents in the slovenian karst poljes, it belongs to the old quaternary level, found practically anywhere (Gams, 1963).

As well as in the recent polje level, more or less preserved micro-pocket-valleys can be found also at the inflow parts of the two terraces. It is interesting, that the pocket valleys are paired and that they appear close to the recent springs. Observing the plane of the inflow Planinska jama cave, one can see, that all the passages can be easily plotted to a wave function, following the main tectonic directions. Where the two wave peaks are closest to the polje, water found direct way to the surface. Extrapolating this curve back to the Postojnska jama, we can observe that this cave obeys it as well. So it seems that the conductive structures are the same for the whole area and that they have a typical space distribution.