

**NEKATERE ZNAČILNOSTI KOPASTEGA KRASA
V SLOVENIJI**

(Z 9 SLIKAMI)

SOME CHARACTERISTICS OF CONE KARST IN SLOVENIA

(WITH 9 FIGURES)

PETER HABIČ

SPREJETO NA SEJI
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 29. MAJA 1980

VSEBINA

Izvleček – Abstract	8
Uvod	9
Način obravnave	9
Značilnosti izbranih kraških planot	10
Nekatere podrobnosti in razlike med planotami	19
Trojna mreža kraških vzpetin	20
Pomen geološke zgradbe, tektonike in klimatsko pogojenega preoblikovanja	21
Sklep	23
Some Characteristics of Cone Karst in Slovenia (Summary)	24
Literatura	25

Izvleček

UDK 551.44 (497.12)

Habič, Peter: Nekateri značilnosti kopastega krasa v Sloveniji. Acta carsologica 9, 0-00, Ljubljana, 1980, lit. 23.

Na izbranih kraških planotah v severozahodnem delu Dinarskega krasa so ugotovljeni trije osnovni tipi kopastih vrhov, ki ne glede na njihove absolutne višine sestavljajo značilno trojno mrežo poligonalnega krasa. Razporeditev kopastih vrhov je pogojena s strukturo kamninske podlage, oblikovitost površja pa je posledica večfaznega vertikalnega kraškega razčlenjevanja. V razporeditvi in oblikah vzpetin se odražajo litološke razlike, mladi tektonski premiki in klimatske ter druge morfogenetske posebnosti.

Abstract

UDC 551.44 (497.12)

Habič, Peter: Some Characteristics of Cone Karst in Slovenia. Acta carsologica 9, 0-00, Ljubljana, 1980, Lit. 23

On chosen karst plateaus in north western part of Dinaric karst three basic types of cupola-like summits were stated, consisting, regarding their absolute altitudes, the characteristic triple net of polygonal karst. The distribution of cone-shaped summits is conditioned by the texture of the rock base, while the surface morphology results on vertical karst dissection in several phases. Lithological differences, neotectonics, climatical and other morphogenetical properties are reflected in the distributions and hills shape.

Naslov - Address:

dr. Peter Habič

Inštitut za raziskovanje krasa SAZU

Titov trg 2

66230 Postojna, Jugoslavija

UVOD

V dosedanjem preučevanju Dinarskega krasa so bile v ospredju predvsem kraške globeli od najmanjših vrtac prek večjih uval, slepih in suhih dolin do razsežnih kraških polj (J. Cvijić 1893; A. Melik 1936; 1955; I. Gams 1973). Posebno pozornost so v geomorfologiji vzbudile tudi velike uravnave, robni in drugi kraški ravniki (J. Roglič 1957). Pretežna večina geomorfoloških razprav je obravnavala predvsem nižje predele, ki so seveda lažje dostopni in bolj pregledni, zato so po njih povzete tudi bistvene značilnosti Dinarskega krasa. Toda v teh predelih se je poleg kraškega procesa uveljavilo tudi fluvialno preoblikovanje, ne le na manj prepustnih kamninah, temveč tudi na apnencih. Fluvialni procesi so tedaj pomembno vplivali na videz »klasičnih« kraških oblik, če ne z neposredno rečno erozijo, ki naj bi zapustila očitne sledove (A. Melik 1963), pa vsaj z izdatno ali pospešeno korozijo v nivoju občasnih ali trajnejših poplav (J. Roglič 1957; I. Gams 1965). Sledovi fluvialnih procesov, erozije in akumulacije pa so bili ugotovljeni tudi na nekaterih visokih, danes povsem kraških planotah. Na njih so ohranjene suhe doline, pa tudi različni peski in prodi rečnega izvora (A. Melik 1961; P. Habič 1968; D. Radinja 1972). Kraške predele z izrazitimi fluvialnimi oblikami in z očitnimi sledovi fluvialnega in kraškega preoblikovanja so geomorfologi začeli imenovati fluviokras, pri čemer naj bi se oba procesa hkrati odvijala in dopolnjevala, ne pa izključevala. Osrednje dinarske planote pa naj bi po oblikah sodeč nastajale predvsem s kraškim oblikovanjem in zato v bistvu predstavljajo pravi kras (J. Roglič 1958).

Kraško površje dinarskih visokih planot sestavljajo številne kopaste vzpetine ter vmesne kraške globeli. Kopasti in stožčasti kraški griči, kovki, kuclji in podobne manjše vzpetine doslej niso bile predmet posebnih geomorfoloških študij. Le osamljeni humi sredi kraških polj in robnih ravnikov so vzbujali pozornost raziskovalcev (J. Cvijić 1926; K. Kayser 1955). Ob kritičnem presojanju sodobne klimatske geomorfologije (M. Sweeting 1976) in tehtnejšem obravnavanju strukturnih in litoloških vplivov na oblikovanje kraškega površja (V. Panoš in O. Štelc 1968; P. Williams 1971; D. Ford 1976) je potrebno posebej preveriti tudi razvojne faze tipičnega kraškega reliefa. Lep prispevek v tej smeri pomenita razpravi G. Brooka (1977) in P. Williamsa (1973).

Ko smo na dinarskih visokih planotah preučevali razporeditev in značaj kraških vzpetin, smo spoznali nekatere podobnosti s takoimenovanim tropskim krasom (P. Habič 1968). Različno visoke kopaste vzpetine se dvigajo bodisi sredi različno obsežnih uravnjav ali pa so nanizane po razsežnejših hrbtih in slemenih. Posamezne vzpetine se razlikujejo po obliki, relativni višini in strmini pobočij, svojevrstna pa je tudi njihova razporeditev. V tem prispevku bomo skušali predstaviti nekatere nove ugotovitve o tipih in razporeditvi kopastih vrhov v severozahodnem predelu Dinarskega krasa.

NAČIN OBRAVNAVE

Kraške visoke planote v Sloveniji smo primerjali s pomočjo topografske karte v merilu 1 : 25 000. Kopaste vrhove na karti smo ne glede na njihovo absolutno višino povezali s črtami, pri čemer se nam je pokazala zanimiva mreža poligonalnega krasa. V naslednji fazi smo primerjali kopaste vrhove po njihovi relativni višini in razporeditvi. Na podlagi kart

ugotovljene morfografske značilnosti smo deloma preverili s terenskimi preučevanji. Geološke podatke smo povzeli po osnovni geološki karti v merilu 1 : 100 000. Spoznanja o razvoju kopastega krasa smo lahko dopolnili z nekaterimi dognanji iz drugih podobnih kraških pokrajin.

V vsakem obravnavanem predelu smo našli nekoliko drugače sestavljeno mrežo vrhov, vse mreže pa imajo vendarle nekatere skupne poteze. Najvišji vrhovi tvorijo v vsakem predelu najredkejšo mrežo, prevladujoči srednje visoki vrhovi tvorijo drugo zelo izrazito mrežo. Najnižji vrhovi so razviti ali okrog višjih vzpetin, ali pa na obrobju, in oblikujejo le lokalno razvito tretjo mrežo.

ZNAČILNOSTI IZBRANIH KRAŠKIH PLANOT

Primerjali smo osem kraških območij od predgorja Julijskih Alp do nizke Bele krajine. Položaj obravnavanih kraških planot v Sloveniji je prikazan na sliki 1. Izbrane kraške planote so različnega obsega, od 10 do 100 km². Vse so reliefno izrazito ločene od sosedstva, bodisi z globokimi dolinami ali premočrtnimi strmimi pobočji. Na vseh planotah prevladuje kopasto površje, kjer se menjavajo vzpetine in globeli v bolj ali manj pravilnem zaporedju. Sredi planot je le malo razsežnejših uravnjav ali tipičnih kraških ravnikov, ti so pogostejši na nižjem obrobju kopastega in dolastega površja. Takšne reliefne poteze nakazujejo določeno razliko v razvoju kraškega površja. Izdatno strukturno zasnovo in tektonsko omejitvev planot potrjujejo geološki podatki, saj so planote po večini omejene z izrazitimi prelomi in narivi, zato lahko upravičeno sklepamo, da je pri njihovem morfološkem ločevanju od sosedstva bolj sodelovala tektonika kot neposredna erozija. Sledovi mlade tektonike pa se marsikje odražajo tudi sredi planot.

Med visokim kraškim površjem v predgorju Julijskih Alp smo izbrali Jelovico, ki jo globoka soteska Save loči od severne sosede Pokljuke. S strmimi pobočji je obdana tudi na vzhodni in južni strani, le proti zahodu prehaja v ožji in višji Bohinjski greben. Zgrajena je iz zgornje triadnih in spodnje jurskih debeloskladovitih apnencev, dolomitiziranih apnencev in dolomitov. Te plasti so narinjene na srednje triadne psevdoziljske sklade in porfirje, ki se ponekod na planoti pokažejo v tektonskih oknih. Kraško površje je najvišje na jugozahodni strani, kjer doseže Partizanski vrh nad Dražgošami 1410 m. Nagnjeno pa je proti severovzhodu, tako da se zniža do soteske Save za okrog 400 m. Kopasti vrhovi so vkljub nagnjenosti planote razmeroma pravilno razporejeni in najbolj izrazita je srednja mreža vrhov. Najvišji vrhovi so razmeroma redki in na vzorčnem polju, ki obsega 25 km², pripadata prvi mreži le dva vrhova (sl. 2). Tretja mreža je manj izrazita, ponekod pa so njej pripadajoči vrhovi prav značilno razporejeni. Kopasti vrhovi so na Jelovici zelo enakoverno razvrščeni, zato domnevamo, da so bili kraško zasnovani na enotni uravnavi, ki je bila kasneje tektonsko nagnjena.

V podobne višine kot Jelovica segajo tudi kraške planote med Idrijo in Vipavo. Tam so najvišji sicer vrhovi na Nanosu (sl. 3). Po geološki zgradbi je Nanos velika polegla in na eocenski fliš narinjena guba krednih apnencev (M. L i m a n o v s k i 1910). S treh strani je planota ostro ločena od nižjega flišnega površja, le na vzhodni strani se strmo spušča proti kraški Hrušici. Kopasto in dolasto kraško površje Nanosa je najbolj tipično v višinah okrog 1200 in okrog 1000 m, medtem ko je nižje planotasto površje bolj uravnano in spominja na tipičen robni kraški ravnik v višini med 800 in 900 m (P. H a b i č 1968). Najvišji vrhovi so v osrednjem in višjem južnem delu Nanosa razmeroma redki, tako da prevladujejo vrhovi druge mreže. Ti so podobno razporejeni tako v višjem kot v nižjem osrednjem delu. Vmes je mreža prekinjena s strmejšimi pobočji, zato sklepamo, da je bilo kopasto površje sprva enotno zasnovano, kasneje pa tektonsko razmaknjeno.

Jugovzhodno od flišne Pivške kotline, ki je obdana s svojevrstnim kopastim kraškim obrobjem v višinah med 600 in 700 m, se dviga višja kraška planota Javornikov, kjer segajo

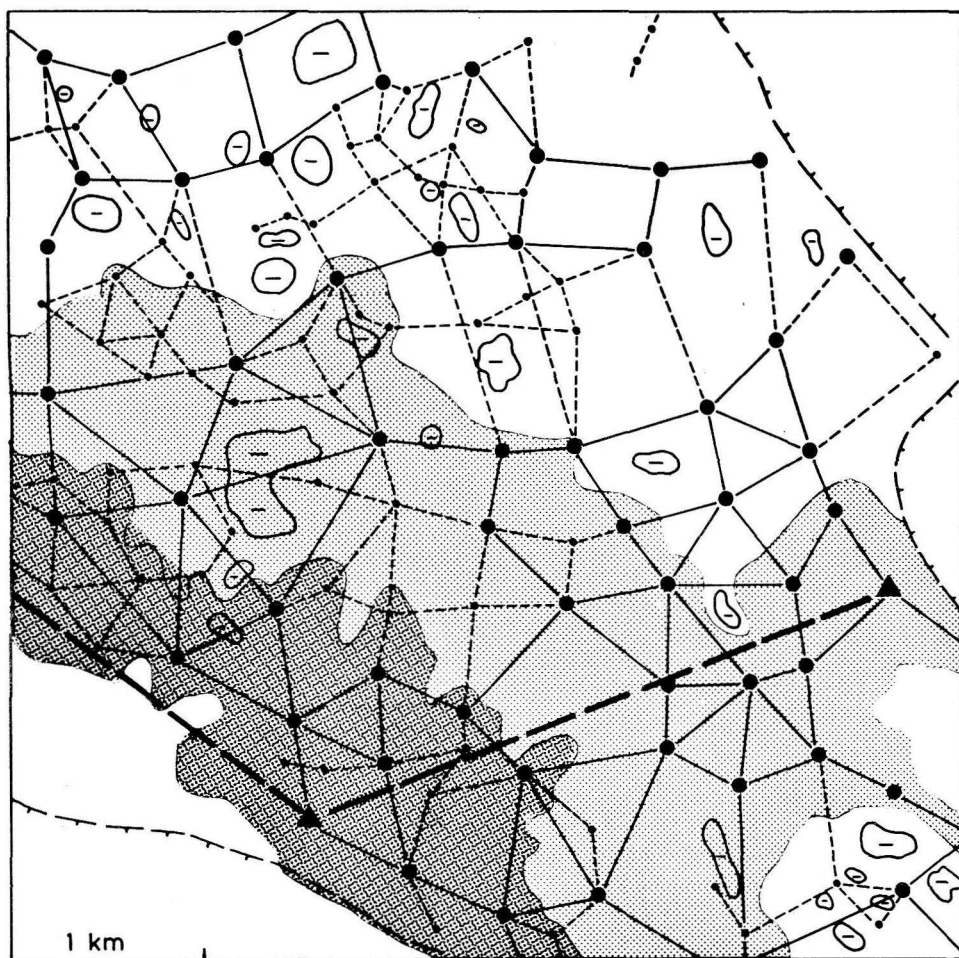


Sl. 1. Položaj obravnavanih kraških planot z značilnimi kopastimi vrhovi v Sloveniji

Fig. 1. Situation of treated karst plateaus with characteristic cone-shaped summits in Slovenia

najvišji vrhovi nekaj nad 1200 m. Površje je precej razgibano in na vzhodni strani se strmo prevesi proti Cerkniškemu polju. Javorniki so podobno kot Nanos zgrajeni iz krednih apnencev, med katerimi je nekaj dolomitnih vložkov. V osrednjem delu so značilno razporejeni višji vrhovi na razdalji okrog 2 km. Ob njih so nanizani vrhovi druge mreže podobnih oblik in velikosti na razdalji od 600 do 1000 m. Na obrobju teh vrhov so izoblikovani še nižji vrhovi na razdalji od 200 do 500 m (sl. 4). Ta del Javornikov predstavlja zelo tipično razporeditev kopastih vrhov, očitne pa so tudi nekatere posebnosti, ki so pogojene s strukturo in so bolj izrazite zlasti na prehodu proti nižjemu obrobju.

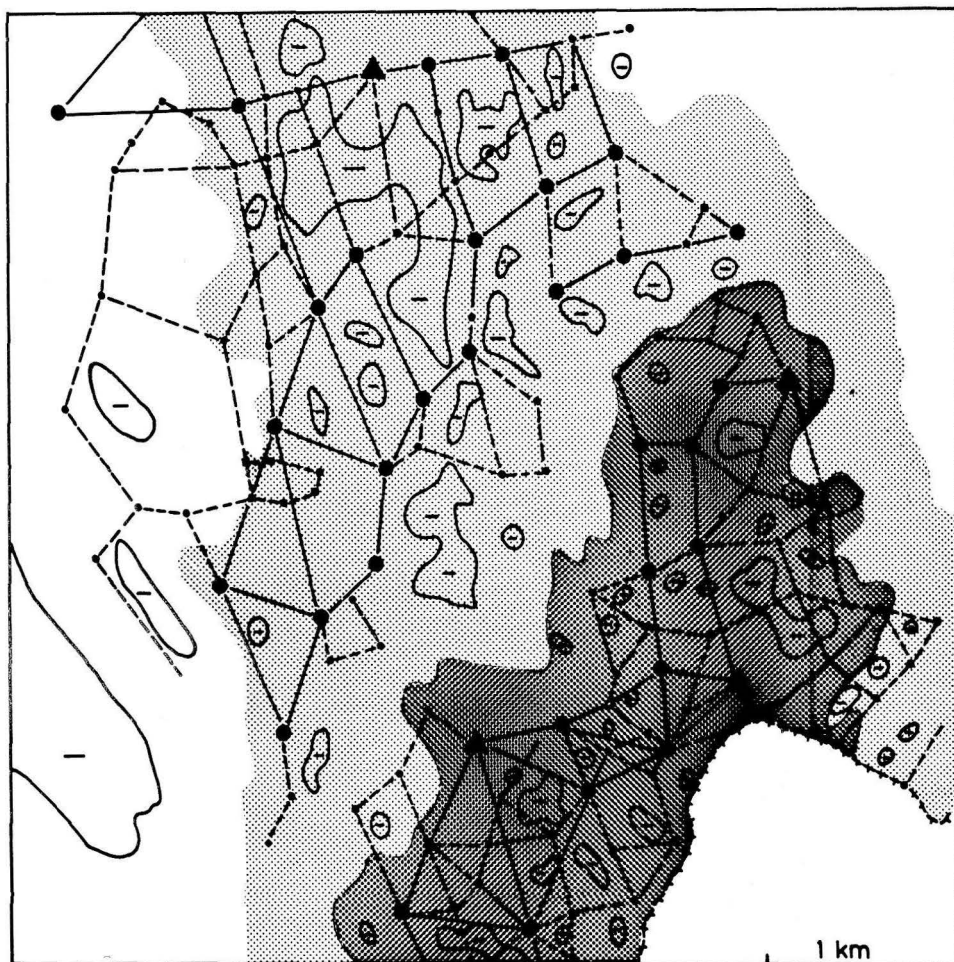
Javorniki se proti jugovzhodu nadaljujejo v višjo Snežniško planoto. Tam smo za pri-
merjavo izbrali površje okrog Zatrepa v višinah med 1300 in 1500 m. To področje je za-



Sl. 2. Razporeditev kopastih vrhov na Jelovici. S trikotniki so na vseh slikah označeni najvišji vrhovi, večje pike predstavljajo vrhove druge skupine, manjše pike pa vrhove tretje skupine, temnejši raster predstavlja višje površje.

Fig. 2. Distribution of cone-shaped summits on Jelovica. On all figures the highest peaks are marked by triangles, big dots presenting the summits of the second group, while small dots the summits of the third group; higher surface is presented darker

nimivo tudi v geološkem pogledu, saj je edino zgrajeno iz zgornje krednih apnencev in dolomitov ter obdano s cenomanskimi ploščatimi apnenci in brečami. Najvišji vrhovi v tem delu Snežniške planote so razporejeni na razdalji 2 do 3 km. Okrog Zatrepca (1458) so nanizani vrhovi druge mreže na razdalji od 500 do 1000 m. Razmeroma izrazita je tudi tretja mreža vrhov. Posebnost tega predela je izdatna poglobljenost vmesnega površja med vzpetinami, kjer so razvite globoke kraške globeli (sl. 5). Površje je bilo izpostavljeno izdatnemu nivalnemu in v ledenih dobah tudi glacialnemu preoblikovanju; saj so v bližini še lepo ohranjeni ledeniški nasipi (M. Šifrer 1959).

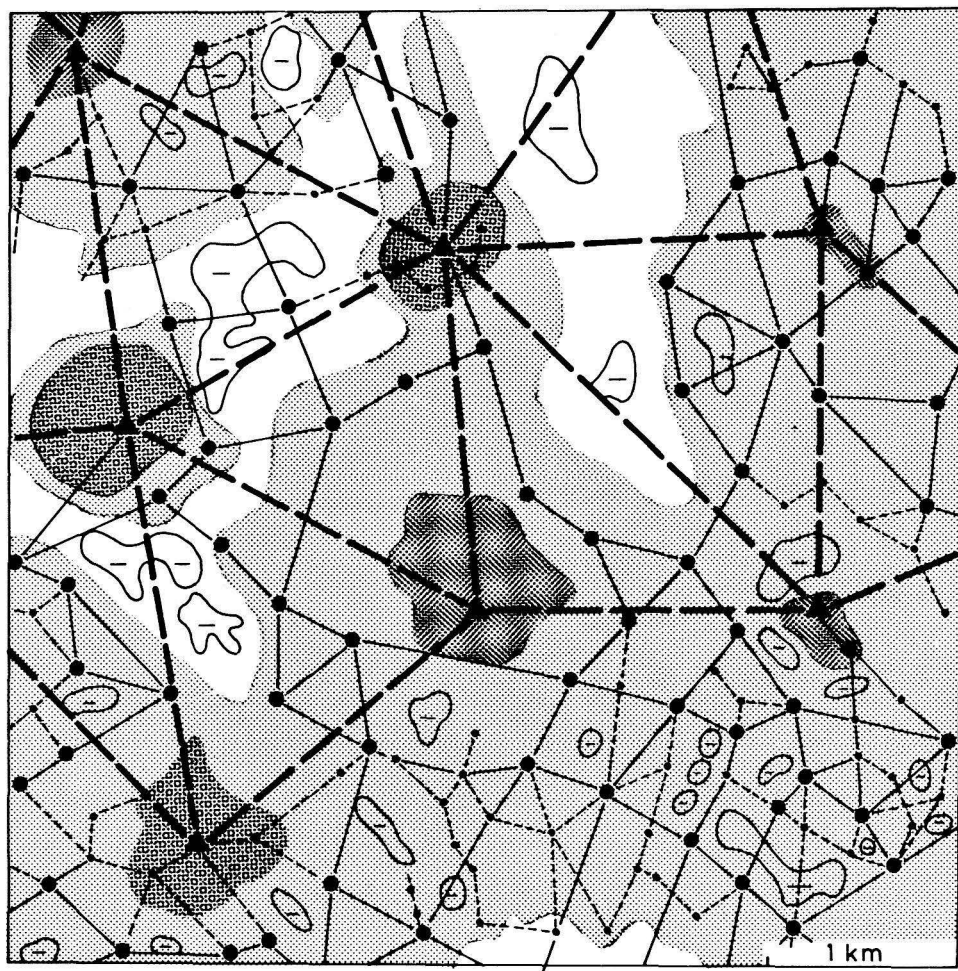


Sl. 3. Razporeditev vrhov in globeli na Nanosu

Fig. 3. Distribution of summits and hollows on Nanos

Naslednji vzorec kopastega površja smo izbrali na Veliki gori med Bloško planoto in Ribniškim poljem. Kopasto in dolasto površje v višinah med 900 in 1100 m je izoblikovano v spodnjekjurskih oolitnih apnencih in zrnatem dolomitu. Višji vrhovi so precej razmaknjeni, nekaj večje pa so tudi razdalje med vrhovi druge skupine (sl. 6). V osrednjem delu izbranega polja je med večjimi globelmi izrazita tretja mreža nižjih vrhov. Nizi vrhov in globeli so nedvomno strukturno pogojeni, vključ temu pa je kopasto površje podobno zasnovano kot na drugih visokih planotah.

Zanimive razlike v razvitosti kopastega površja se kažejo v bolj vzhodnih dinarskih planotah Slovenije. V Kočevskem Rogu, ki je zgrajen in krednih apnencev in dolomitov, je mreža vzpetin svojevrstno okrnjena. V osrednjem delu so sicer lepo razvite vse tri mreže vrhov, vendar le v omenjenem obsegu (sl. 7). Predeli kopastega površja so obdani z nižjim,

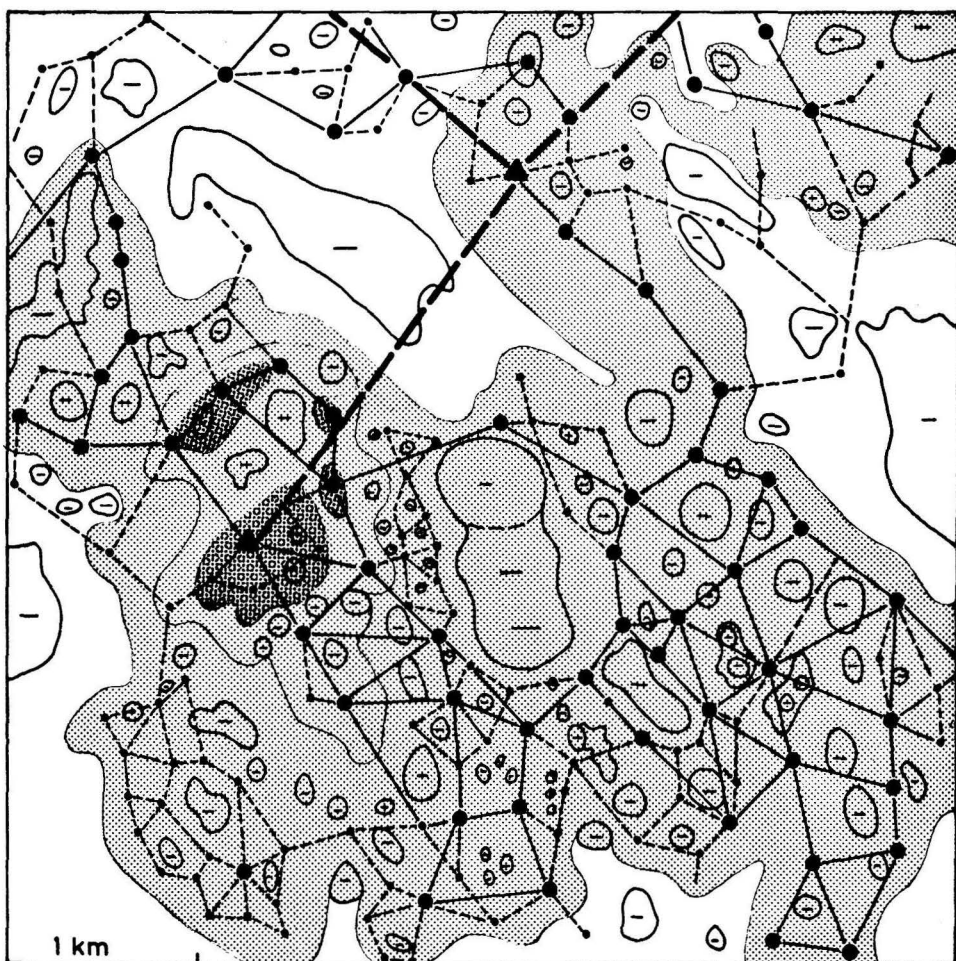


Sl. 4. Razporeditev kopastih vrhov v Javornikih

Fig. 4. Distribution of cone-shaped hills in Javorniki

bolj uravnanim površjem. Poleg tega pa sega kopasto površje tudi v različne višine, kar si razlagamo z mlado tektoniko. Najvišji vrhovi prve mreže dosega 1100 m v severnem ter 940 do 960 m v srednjem in 1000 do 1200 m v južnem delu vzorčnega polja. Vrhovi druge mreže so za 50 do 100 m nižji, vrhovi tretje mreže pa so še za 30 do 60 m nižji od vrhov druge mreže. Uravnano kraško površje je v višinah med 750 in 850 ali 100 do 250 m pod najvišjimi vrhovi. Višinske razlike med podobnimi reliefnimi značilnostmi kažejo, da moramo pri preučevanju kopastega površja kot tudi pri celotnem preučevanju krasa nameniti tektonskim premikom in strukturnim razmeram več pozornosti.

Ob severnem vznožju Kočevskega Roga je svojevrstno kraško površje Suhe krajine v višinah med 400 in 600 m. Po litološki sestavi se prav nič ne razlikuje od Kočevskega Roga,

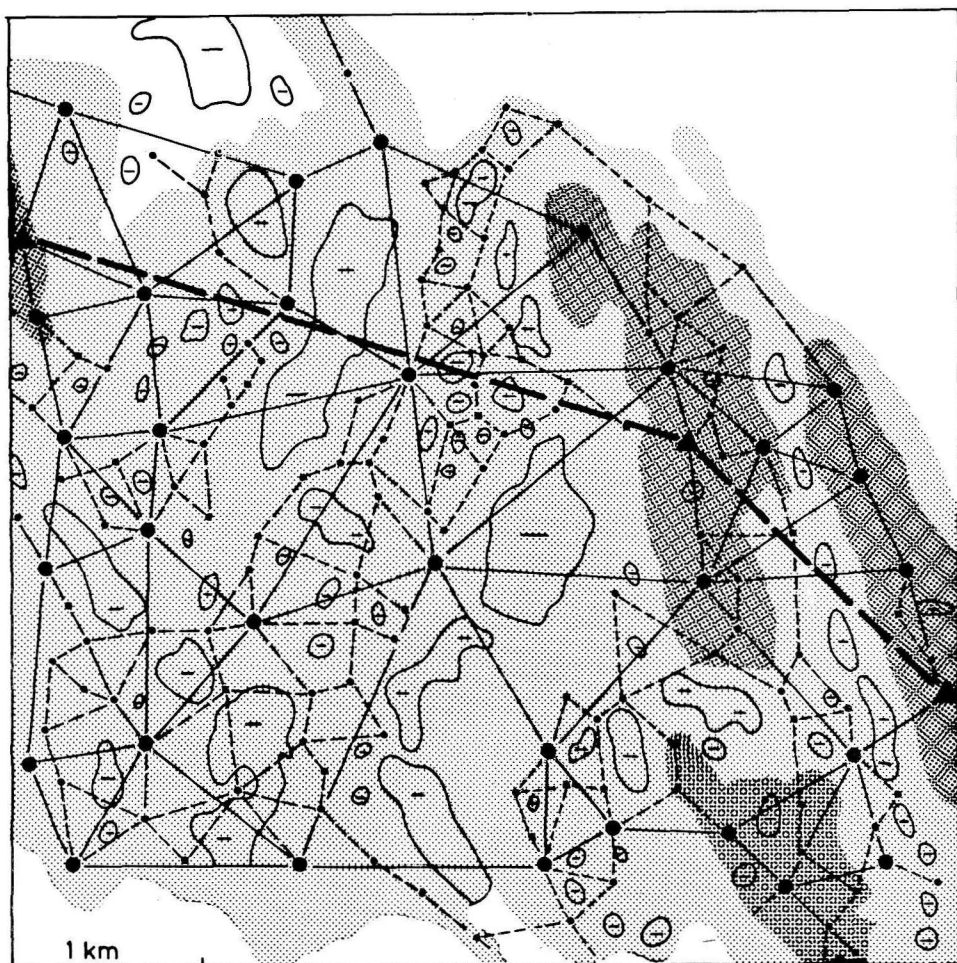


Sl. 5. Razporeditev kopastih vrhov in kraških globeli okrog Zatrepa, južno od Snežnika

Fig. 5. Distribution of cone-shaped summits and karst depressions around Zatrep, southwards of Snežnik Mt.

relief pa je precej drugačen. Med redkimi vrhovi so obsežne kraške globeli, ki so po svojem nastanku in razvoju močno vplivale na zasnovo in razpored kopastih vzpetin. Najvišji vrhovi v izbranem predelu segajo v višine med 550 in 580 m, razporejeni pa so na razdalji 2 do 3 km. Vrhovi druge mreže so nižji za 70 do 100 m, tretja mreža pa v tem predelu ni razvita (sl. 8). Namesto nje so izoblikovane obsežne uvale in doli, ki so poglobljeni v najvišje površje 200 do 300 m, ali 50 do 100 m pod najnižje prevale med vrhovi. Vzrok za takšen razvoj kopastega in dolastega kraškega površja moramo iskati v posebnih morfogenezskih pogojih pri oblikovanju Suhe krajine.

V Beli krajini prevladuje uravnano kraško površje v razmeroma nizki legi in sicer v višinah med 150 in 300 m. Vanj so reka Kolpa in njeni pritoki vrezali ozke soteske in debri.



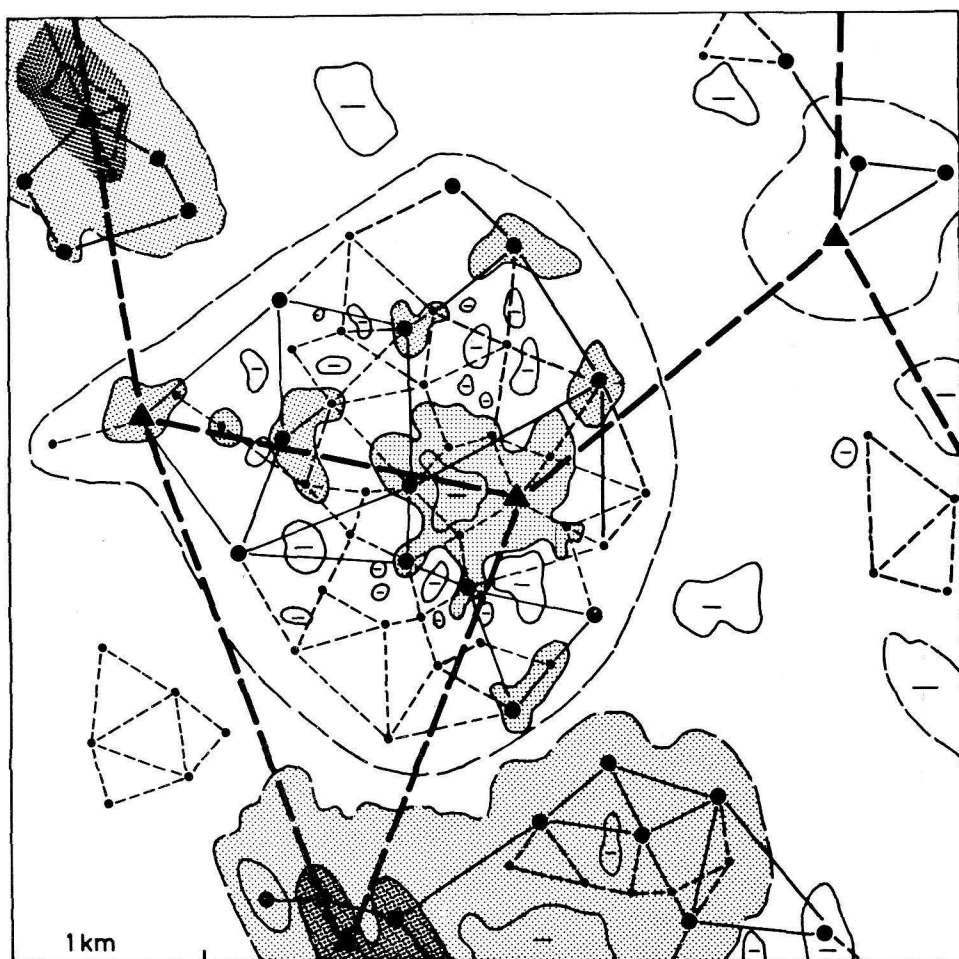
Sl. 6. Mrežasto razporejeni vrhovi na Ribniški Veliki gori

Fig. 6. Reticularly distributed summits on Velika Ribniška gora

Te so poglobljene v prevladujočo uravnavo od 10 do 100 m, kar je brez dvoma posledica neenakomernega dviganja prvotnega ravnika. Kraško površje je med vasmi Otok, Krasinec in Griblje prekrto z mlajšimi naplavinami Kolpe, ki segajo nekako do nadmorske višine 150 m. Pri Adlešičih je kraški ravnik že v višinah okrog 200 do 220 m in pri Marinu dolu med 250 in 270 m, zato je tu deber Kolpe globoka od 100 do 150 m (sl. 9).

Iz drobno razčlenjenega vrtačastega kraškega ravnika se v kolenu Kolpe pri Adlešičih dvigujejo zaobljene kopaste vzpetine v višini od 260 do 320 m ter od 360 do 370 m.

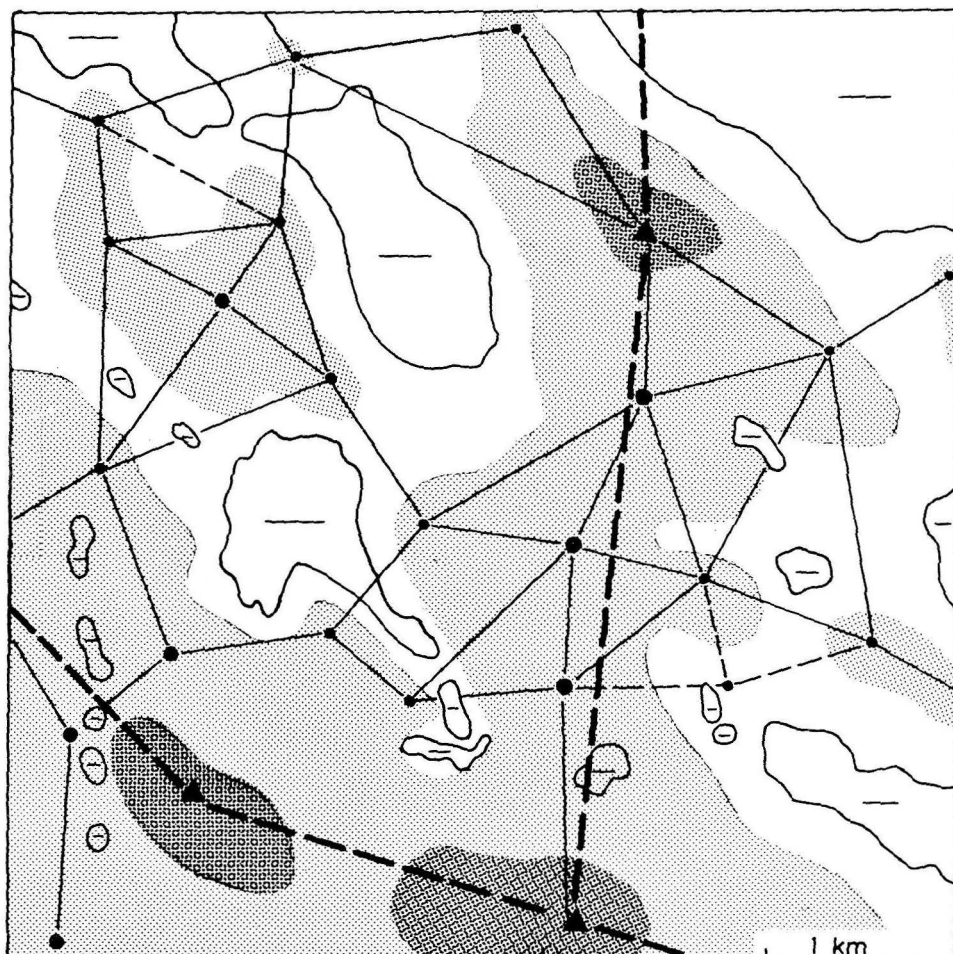
Kopasti vrhovi v Beli krajini niso le različnih absolutnih višin, temveč so različne tudi njihove relativne višine. Iz uravnave najbolj izstopa V. Plešivica (364) in sicer sega iz nje



Sl. 7. V Kočevskem Rogu je mreža svojevrstno okrnjena

Fig. 7. In Kočevski Rog the net is peculiarly mutilated

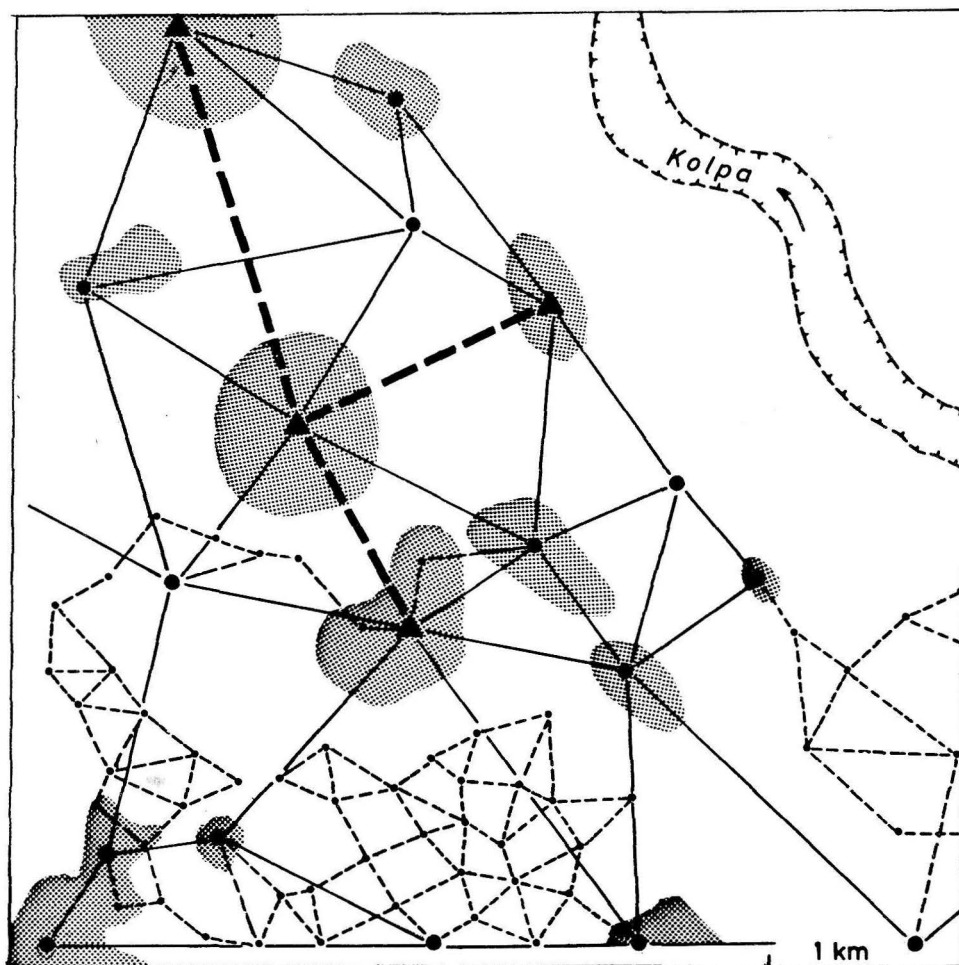
za 130 do 160 m, medtem ko je nekaj višji Izgornik (373) le 70 do 120 m visok. Drugi vrhovi kot M. Plešivica (341 m) in Cernik (367) se dvigajo 80 do 100 m iz uravnave, še več pa je manjših vrhov, ki segajo le 40 do 50 m visoko. Zanimivo je, da so najbolj izražene osamljene vzpetine na prehodu od nižjega, bolj uravnjenega, na višje, bolj razčlenjeno površje. Sredi med višjimi vzpetinami na tem prehodu so tudi obsežnejše globeli, medtem ko so v višjih delih iste uravnave vzpetine nižje, pa tudi globeli med vzpetinami so plitvejši. Med višjimi vzpetinami prve in druge mreže vrhov so nizki, komaj izraženi vrhovi, ki pripadajo tretji mreži. Razdalje med višjimi vzpetinami znašajo od 1 do 2 km, v srednji mreži od 400 do 700 m, v tretji mreži pa so vrhovi razvrščeni na razdalji med 200 in 300 m,



Sl. 8. Kopasto in dolasto površje v Suhi krajini

Fig. 8. Hill and dale surface in Suha krajina

vzpenjajo pa se le 20 do 30 m nad nižjim obrobjem. Ob novi cesti Črnomelj – Adlešiči so na vznožju Velike Plešivice razkriti sledovi kremenčevih peskov, ki so sicer znani v sklenjenih plasteh na obeh straneh Gorjancev. Po legi in razširjenosti teh peskov sklepamo, da je uravnano kraško površje starejše od teh naplavin na obrobju Panonske kotline. In podobno velja tudi za osamljene kopaste vzpetine, ki se dvigajo iz razsežnega kraškega ravnika. Iz tega bi mogli sklepati, da je kopasto površje tudi v drugih predelih Slovenije zasnovano že v pliocenu.



Sl. 9. Kraške vzpetine v Beli krajini

Fig. 9. Karst elevations in Bela krajina

NEKATERE PODOBNOSTI IN RAZLIKE MED PLANOTAMI

Razlike v oblikovitosti planotastega površja izhajajo iz litoloških in strukturnih razlik, podobnosti v reliefu različnih planot pa iz prevladujočih skupnih morfogogenetskih procesov. Na različnih planotah smo mogli poleg podobnosti v razporeditvi kopastih vrhov ugotoviti tudi podobnosti v razporeditvi kraških globeli med njimi. Na nižjih planotah prevladujejo poleg vrtač široke in plitve globeli. Na višjih planotah pa so globeli precej globlje, kar je

nedvomno posledica intenzivnega kraškega poglobljanja. To pa je v veliki meri povezano z ustreznimi klimatskimi pogoji, saj prejemajo višji predeli precej več padavin. Znatno del teh pade v obliki snega, ki se zadržuje v najvišjih predelih tudi več kot polovico leta. V hladnih obdobjih pleistocena so bili ti predeli prekriti z ledom, o čemer priča ohranjen morski drobir (A. Melik 1959; M. Šifrer 1959; P. Habič 1968). Pospešeno kraško poglobljanje pod vplivom snežnice je vplivalo tudi na oblikovanje pobočij. Negativne oblike v reliefu prevladujejo nad pozitivnimi, pobočja so konkavna in vrhovi priostreni, površje pa je izredno razčlenjeno. Pri kraškem razčlenjevanju visokih planot pa ima pomembno vlogo tudi čas, saj so bili ti predeli najprej izpostavljeni vertikalnemu zakrasevanju.

Bistveno drugače je v nižjih predelih, kjer prevladujejo konveksne oblike, vzpetine nad globelmi, razmeroma precej pa je tudi ravnost. Na nižjih kraških planotah, zlasti v notranjem dinarskem pasu je tudi več prepereline, kraške ilovice in rdeče prsti, ki daje kraškim oblikam bolj blag značaj. Na primorski strani je pod vplivom mediteranske klime razgaljenost površja precej večja, drobna korozijska razčlenjenost pa daje krasu bolj divjo podobo.

Na nižjih kraških planotah v kontinentalnem delu Dinarskega krasa so poleg rdeče ilovice ohranjeni marsikje ostanki domnevno pliocenskih transgresijskih kremenčevih peskov in prodov. Ti peski in prodi so dokaz več o pliocenski zasnovi kraškega površja. Ohranjeni so v različnih predelih in na nekaterih že precej razgaljenih površinah jih najdemo le še v starejših kraških depresijah kot pri Žužemberku, Birčni vasi, Adlešičih itd. Zato ne moremo povsem izključiti možnosti, da se je nekaj današnjih površinskih oblik podedovalo iz starejših obdobj in da imamo v današnjem reliefu vsaj ponekod tudi ostanke ekshumiranega krasa (D. Radinja 1972). Podobni peski in prodi, kot jih najdemo še sklenjene ob robovih nižjih planot, so ohranjeni tudi na višjih kraških planotah, na pr. na Menini in Veliki planini. Računati moramo potemtakem z izdatnimi neotektonskimi premiki od srednjega pliocena dalje. Nanje je posebej opozoril U. Premru (1976) in jih razčlenil za območje vzhodne Slovenije.

Pomembne morfološke razlike so se pokazale tudi na prehodnih območjih, zlasti na robovih planot. Če pri tem ne upoštevamo tistih oblik, ki so nastale zaradi procesov ob stiku propustnih in nepropustnih kamnin in so značilne za kontaktni kras, je na obliko in razporeditev vrhov vplivala predvsem različna reliefna energija. Ob večjih višinskih razlikah, ki so bodisi tektonskega ali erozijskega izvora, je potekalo kraško preoblikovanje pobočij bistveno drugače kot v osrednjem delu planot. V večji meri so bili na robovih prisotni procesi pediplenizacije. Kopaste vzpetine so ob robovih planot bolj izražene in asimetričnih oblik s strmejšimi pobočji na zunanjih robovih ter bolj prilagojene strukturnim potezam.

Svojevrstna razporeditev vzpetin in globeli se pojavlja v predelih, kjer je nivo kraške vode blizu površja. Tam so občasno poplavljeni dna dolin in kraških globeli. Lep primer takšnega kraškega površja je Zgornja Pivka ob vznožju Javornikov na obrobju flišne Postojnske kotline. V današnjem reliefu se odraža postopni razvoj kraških globeli od stalno ali občasno poplavljenih do povsem suhih. Globeli, ki se občasno spremenijo v kraška jezera, so razporejene v dnu suhih dolin, ki so jih oblikovale kraške vode iz višjih planot. Na starejšem višjem kraškem površju so morebitne fluvialne oblike povsem zabrisane, zato pa toliko bolj izstopa mrežasta razporeditev kopastih vrhov in vmesnih globeli.

TROJNA MREŽA KRAŠKIH VZPETIN

Po velikosti lahko kopaste vrhove razdelimo v nekaj skupin. Prva obsega bolj ali manj zaokrožene in izolirane kopaste vrhove, relativne višine 100 do 150 m s 1500 m premera ob vznožju. Takšne zaokrožene stožčaste vzpetine so v nizki Beli krajini na obeh straneh Kolpe. Najlepša sta vrhova Plešivice in Izgornika ter bližnji sosedi Lipovica, Hum, Okrugnik, Cirknik in drugi. Podobni, nekoliko bolj priostreni so tudi stožčasti vrhovi na višjih pla-

notah in na njihovem obrobju, kot so na primer Sinji vrh na Otlici v Trnovskem gozdu, Sv. Primož nad Pivko, Tuščak nad Knežakom, Ljubljanski vrh in Vinji vrh nad Pokojniško planoto, Ahac pri Turjaku in drugi. Med večjimi kopastimi vrhovi pa moramo razlikovati sestavljene vrhove kot večje tektonsko zasnovane enote. Mednje spadajo v okolici Ljubljane Krim in Mokerc, posebej značilni pa so tudi v predalpskem hribovju od Matajurja, Porezna in Blegoša do Mrzlice, Kuma in Boča ter drugi.

Večje posamezne kovke zasledimo na prehodu iz nižje na višjo uravnavo ali pa predstavljajo najvišje vzpetine, ki segajo nad nižje kopasto površje. Po legi in velikosti jih povezujemo v primarno mrežo vrhov, razdalje med njimi pa so na različnih planotah precej enake in sicer se ti vrhovi pojavljajo praviloma na razdalji od 2 do 4 km.

Druga skupina vrhov ali kucljev je povprečne relativne višine od 50 do 80 m, pri vznožju pa merijo ti vrhovi med 400 in 600 m v premeru. Kopasti vrhovi te velikosti so najbolj pogostni na kraških planotah Dinarskega krasa, oddaljeni so drug od drugega 500 do 1000 m in tvorijo drugo mrežo vzpetin.

Tretja skupina kopastih vrhov ali lonc obsega manjše in nižje vrhove okrog glavnih vrhov ali ob vznožju vrhov druge skupine. Visoki so od 10 do 40 m s premerom ob vznožju med 100 in 500 m. Največkrat jih zasledimo na slemenih in hrbtih ali na uravnava ob vznožju višjih vrhov. Te uravnave so povečini zelo razčlenjene z manjšimi kraškimi depresijami. Po legi in velikosti lahko najnižje vzpetine povežemo v tretjo mrežo, v kateri so vrhovi oddaljeni drug od drugega od 200 do 500 m.

Vse tri mreže kopastih vzpetin niso povsod razvite, zlasti prva mreža se od predela do predela precej razlikuje tako po višini vzpetin, še bolj pa po razporeditvi najvišjih vrhov. Marsikje smo zasledili očitno navezanost na strukturo. Najvišji vrhovi so praviloma sredi kopastih vrhov druge mreže, obdani pa so z vseh strani z globljimi reliefnimi vrzeli v obliki podolgovatih uval ob glavnih prelomnih conah (glej slike 2–9).

Vrhovi druge mreže prevladujejo na večini obravnavanih planot. Med njimi so lahko ožji predeli in žlebovi, različno obsežne ravnote, razčlenjene z drobnimi vrtačami, pogostne pa so med njimi tudi večje kraške globeli, vrtačaste uvale in doli. Ti so pravilno razporejeni v predelih med vrhovi in močno spominjajo na tipične cockpit tropskega krasa. Tudi v Dinarskem krasu so ponekod globeli med vrhovi dominantnejše, tako da so vzpetine priostrene in konkavnih pobočij, kar je značilnost takomenovanega piramidnega dolinastega krasa na Novi Gvineji (P. W. Williams 1973). V sekundarni mreži vzpetin in globeli smo mogli ugotoviti vse prehodne oblike od kopastega in stožčastega krasa do bolj piramidnega krasa s simetričnimi in asimetričnimi vrhovi. Poleg tipičnih in prehodnih oblik pa smo mogli slediti tudi značilnemu zamiku mreže (na Rogu, na Nanosu, v Javornikih). Ta zamik je posledica razlik v strukturi, ne smemo pa izključiti tudi mladih tektonskih vplivov. Poleg zamikov pa je neotektonika lahko vplivala na nagnjenost prvotne uravnave, kot se kaže na Jelovici. Toda te posebnosti bo treba še podrobno preučiti.

Vrhovi prve mreže so torej najvišje vzpetine sredi vrhov druge mreže. Po tej značilnosti jih spoznamo tudi tam, kjer se posamezni deli druge mreže pojavljajo višje od vrhov prve skupine. Za vrhove druge mreže je značilno, da so razporejeni po vsej planoti in so ob tektonsko zasnovanih mlajših pobočjih odrezani v značilne polkope. Vrhovi tretje mreže pa so največkrat razporejeni le na manjših površinah, na nižjih uravnava in na obrobju plitvih kraških globeli med vrhovi druge skupine.

POMEN GEOLOŠKE ZGRADBE, TEKTONIKE IN KLIMATSKO POGOJENEGA PREOBLIKOVANJA

Obravnavana področja so zgrajena iz zgornje triadnih, jurskih in krednih apnencev, med katerimi so neenakomerno razporejeni različno obsežni vložki dolomitiziranih apnencev in dolomitov. Skladi so različno debeli, od 0,1 do 2 m, le ponekod so manjša območja

neskladovitih apnencev. Vsi so tektonsko močno pretrti ter premaknjeni ob prelomih in povečini nagnjeni tako, da niso redki zelo strmi, navpični pa tudi prevrnjeni skladi.

Kopasti vrhovi so največkrat iz bolj odpornih, debelo skladovitih ali celo neskladovitih apnencev, ne moremo pa v celoti pojasniti vseh vrhov z litološko odvisnostjo. Po dosedanjih spoznanjih je za oblikovanje kopastega površja pomembna menjava različno odpornih kamnin, dolomita in apnenca, tanjših in debelejših skladov. Podoben pomen pa ima tudi manjša ali večja razpokanost in pretrtost kamnin. Vse te litološke razlike prispevajo k različnemu kraškemu razčlenjevanju površja zaradi razlik v razpadanju in raztapljanju. Na razpadanje močno vplivajo prav mehanska odpornost in klimatske razmere. Razpadanje je izdatno zlasti v predelih z velikimi temperaturnimi razlikami. Tako so nastale na prisojnih pobočjih visokih dinarskih planot debele plasti grušča, te pa so seveda največje tam, kjer so k nestabilnosti pobočij v apnencih prispevali tudi tektonski ali izdatni erozijski procesi. Prepadne stene in gruščnata pobočja so značilna zlasti v Vipavski dolini. Ponekod še danes nastajajo obsežne meli, drugod pa so grušči zaraščeni, saj izvirajo iz hladnejših kvartarnih obdobj, medtem ko danes prevladuje v teh predelih raztapljanje, ki prispeva k razgaljanju pobočij.

Kamnine, ki grade kraške visoke planote, so bile v teku kvartarja izpostavljene različnim klimatskim razmeram, ki so pogojevale tudi različno intenzivno razpadanje in raztapljanje. Z razlikami v intenzivnosti in načinu preoblikovanja pa moramo računati tudi v tropski in subtropski klimi pliocenske dobe. Kljub izdatnim klimatskim spremembam v preteklih obdobjih pa je na razčlenjevanje površja odločilno vplival prav tipični kraški proces. Zanj je značilna točkovna vertikalna drenaža in z njo je pogojena poligonalna ali mrežasta zasnova kraškega reliefa, s prevladujočimi centričnimi reliefnimi oblikami kot so vzpetine ali globeli. Prav v tem se kraški relief bistveno loči od fluvialnega, v katerem prevladujejo linearno razporejeni hrbti in doline. Ne glede na vsakokratni delež infiltracije in površinskega odtoka poteka v krasu predvsem točkovno, vertikalno razčlenjevanje, pa naj bo to v obliki drobnih vrtač, ali večjih dolov. V poglobljanju reliefa zaostajajo predeli s šibkejšo drenažo, kjer poteka počasnejše spiranje ali odnašanje. Po izdatnosti vertikalnih curkov v kraškem podzemlju sodimo, da se posamezni deli površja lahko sto in večkrat hitreje znižujejo od drugih (P. Habič, J. Kogovšek 1979). Sredi strukturno pogojenih izrazitejših drenažnih con zaostajajo vzpetine in skladno z mrežasto razpokanostjo in različno prepustnostjo se oblikuje tipično kraško površje vzpetin in globeli.

Na oblikovitost kraškega površja vpliva tedaj predvsem geološka zgradba in učinkovitost temeljnega kraškega procesa, to je raztapljanja, pa tudi mehaničnega razpadanja kamnin. Kraški proces oziroma njegov učinek je pogojen litološko, klimatsko, prostorsko in časovno. Odpornost kamnine proti raztapljanju in mehaničnemu razpadanju je pogojena s petrografsko sestavo in pretrtostjo, pa tudi s klimatskimi razmerami, ki vplivajo na intenzivnost in usmerjenost procesov. Čas je pomemben dejavnik v oblikovanju površja, saj je z njim podano določeno trajanje kraškega razčlenjevanja, prostorsko pa je razčlenjevanje pogojeno z vertikalno in horizontalno razporeditvijo karbonatnih kamnin in morfogenskim vplivom sosedstva (gladina kraške vode, procesi ob stiku prepustnih in neprepustnih kamnin itd.). Vsi ti elementi se različno kombinirajo v vseh delih zemeljskega površja in zato lahko nastaja kras vzpetin in globeli ob ugodni kombinaciji navedenih pogojev v večini klimatskih pasov. Znanе so različne oblike vzpetin tako v tropskem kot v zmernem pasu (D. Balasz 1973). Bistvena poteza krasa je tedaj prav točkovno razčlenjevanje površja, ki povezano s kraško denudacijo izoblikuje različne tipe kraškega reliefa. V povezavi s fluviokraškimi procesi ob stiku z neprepustnimi kamninami ali v nivoju talne vode pa nastajajo posebne kombinacije fluviokraških pokrajin. In prav te so, kot kažejo številne razprave, pogostne v subtropskih in tropskih predelih.

SKLEP

Tipični kraški relief kopastih vzpetin in različnih globeli je značilen za osamljene dinarske visoke planote, kjer ločimo lahko tri vrste kraških vzpetin. Klimatski in drugi morfologenetski pogoji so v geološki preteklosti dovoljevali razvoj značilnega kopastega krasa, ki je bil splošno razširjen, v nadaljnjem razvoju pa različno preoblikovan in ohranjen. Najstarejši fazi razvoja pripadajo razmeroma redki osamljeni vrhovi, ki so po svoji obliki, velikosti in legi posebej izpostavljeni sredi kraških planot. Pri večini je njihova izjemna oblika in lega tudi tektonsko pogojena. Na te osamljene vrhove so že zgodaj opozarjali geomorfologi in v njih videli nekakšne ostanke, Inselberge, najstarejšega uravnavanja. Novejša preučevanja neotektonike in kraškega reliefa odpirajo še druge razlage. Podobne reliefne oblike so ohranjene tudi v nižjih legah, če so posamezni bloki tektonsko zastajali.

Prevladujoče kopasto površje druge mreže bi po splošnem znanju o geomorfološkem razvoju jugovzhodnega obrobja Alp (F. K o s s m a t 1916; A. W i n k l e r 1957) bilo spodnje ali srednje pliocenske starosti. V tem času naj bi prevladovalo uravnavanje karbonatnih predelov in precej enakomerno kraško razčlenjevanje.

Tretja mreža kopastih vrhov je po vsej verjetnosti najmlajša in odraža nadaljnje vertikalno razčlenjevanje kraškega površja že po izoblikovanju prevladujoče druge mreže. Nastanka vseh treh mrež časovno seveda še ne moremo podrobneje opredeliti. Po vsej verjetnosti pa le gre za oblike, zasnovane še v predkvartarnem obdobju. In ker zasledimo vse tri mreže v različnih višinah, lahko sklepamo, da so nastajale bodisi neodvisno druga od druge v različnih legah, ali pa so bile zasnovane na mnogo bolj uravnanem površju od današnjega in so jih pozneje tektonske sile različno dvignile. K razčlenjevanju so seveda prispevali tudi drugi preoblikovalni procesi v kvartarju.

Pri dosedanjem preučevanju smo naleteli na več dokazov za drugo možnost. V različnih predelih Dinarskega krasa je razporeditev kopastih vrhov višinsko različna, oblikovno pa veliko bolj podobna. Nekdanje geomorfološko razčlenjevanje kraških planot na erozijske nivoje je pripeljalo slovenske geomorfologe v slepo ulico. V predalpskem in dinarskem predelu Slovenije je bila zabeležena cela vrsta nivojev in teras, ki so marsikje presenetljivo skladne po višinah, čeprav se nahajajo na precej ločenih planotah, kot je ugotovil A. M e l i k (1963). Morfološka podobnost planot pa ne kaže postopnega erozijskega ali predkraškega fluvialnega oblikovanja reliefa, temveč skladen morfologenetski kraški proces, katerega posledica je značilni kopasti kras vzpetin in različnih globeli z vso pestrostjo sekundarnih vplivov. Višinsko razčlenjevanje enotnega kraškega površja je pogojeno predvsem z mlajšo tektoniko. Njeno intenzivnost in vpliv na oblikovitost površja bo treba še podrobno preučiti.

Ko primerjamo različne poteze v razvoju kopastega površja, se kaže enotno oblikovanje kopastega krasa v dveh ali treh fazah in njegovo nadaljnje tektonsko in morfološko preoblikovanje veliko bolj sprejemljivo kot morda deset in več fazno erozijsko razčlenjevanje in oblikovanje planot v takoiimenovani predkraški fazi. S podrobnejšo geološko-geomorfološko analizo bo treba odkriti še trdnejše dokaze za takšen razvoj. Ob sedanjem preučevanju kopastega krasa v Sloveniji se hkrati dotikamo vrste vprašanj, ki jih doslej ni bilo mogoče pojasniti. Takšne narave so antiklinalna vzbočenja kopastega površja na Snežniku in Javorniku, v Trnovskem gozdu in drugod, ali pa nagnjenost planot kot v primeru Jelovice. Podobna vprašanja o stukturni zasnovi zadevajo tudi nekatere druge kraške pojave. Zato velja ponovno preučiti morfologenetske probleme, v zvezi s položajem kraških polj pa tudi nekatere speleološke in hidrološke značilnosti Dinarskega krasa.

Summary

SOME CHARACTERISTICS OF CONE KARST IN SLOVENIA

Karst surface of Dinaric high plateaus consists of several cupola-like hills separated by irregular karst hollows. Cupola and cone-shaped karst hills, called 'kovk', 'kucelj', and 'lonica', and other small elevations have not been yet the subject of special geomorphological studies. Basing on topographic maps on the scale 1 : 25 000 the relief forms on selected high plateaus of Slovenia were analysed (NW Dinarids). Geological data were taken from basic geological map. On annexed figures (2-9) the characteristic distribution of karst elevations on Jelovica, Nanos, Javorniki, Snežnik, Velika gora, Kočevski Rog, Suha krajina and Bela krajina is represented, it means the surface from 200 to 1500 m above sea level. In all these regions cupola-shaped hills were classified into three basic types thus composing triple net of polygonal karst.

The highest cupola-shaped summits or 'kovk' belong to the first group. They surmount lower for about 150 m; they are mostly distributed in the distance from 2 to 3 km. The net of these summits is not everywhere equally expressed, somewhere it is evidently tectonically displaced. In all treated regions the second summits net is the most expressed. The cupola-like summits of this group are called »kucelj«; they are 50 to 80 m high and 400 to 600 m wide, distributed in the distance of 500 to 1000 m. The third group of cupola-like summits, called 'lonica', includes the karst elevations, distributed around the main summits or on their border and among the summits of the second group. They are 10 to 40 m high, with diameter of 100 to 500 m, 200 to 500 m distant one from the other.

All the three nets are not developed everywhere equally; the differences among particular regions are mostly conditioned by tectonic setting. The nets are somewhere tectonically displaced, the plateaus could be the scheme of the cone-shaped surface either tectonically inclined either their parts were differently elevated. As well are important the lithological differences as the most typical cone surface has developed in thick bedded Upper Triassic, Jurassic and Cretaceous limestones where there are some dolomite inliers. But all the summits could not be explained by lithological factors only. Similar influence as dolomite and limestone exchange could be attributed to different layers thickness and bigger or smaller crushed zones. All these differences in rocks contribute to differently intensive weathering and solution. A particular condition for the origin of cone and hollow karst surface, as special form of polygonal karst, is given by vertical drainage on one point, rendering possible the development of central forms, elevations and hollows. Point vertical karst dissection is conditioned by tectonic setting, lithology, climate, space and time. All these elements are differently combined in different regions of earth surface, hence different types of such karst surface have developed.

In Dinaric karst the conditions for the origin of cone karst have been favourable specially in Pliocene, in warmer climate and in longer geomorphologically stable period. At least the cone karst in Bela krajina is documented by sediments to be of Pliocene age. The differences in relief characteristics of particular plateaus belong to structural differences and later transformation and to different tectonic movements of the entire plateaus or of their parts. Studying relief, hydrological and speleological properties of Dinaric karst, greater accent has to be given just to detailed geological structure and to neotectonics.

Literatura

- Balasz, D., 1973: Relief types of tropical karst areas. Symposium on karst morphogenesis. Intern. Geogr. Union, Hungary, 16-32.
- Brook, G.A., 1977: Preliminary thoughts on a structural lithological model of karst landform development. Proceedings of the 7th International Speleological Congress, Sheffield.
- Cvijić, J., 1926: Geomorfologija II. Beograd.
- Ford, D.C. & G.A. Brook, 1976: The Nahani North Karst Northwest Territories, Canada. Proc. 6th Intern. Cong. Speleol., Olomuc, 1973, II, 157-168.
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijo in Vipavo. Dela 4. razr. SAZU 21, 1-243. Ljubljana.
- Habič, P., J. Kogovšek, 1979: Percolating Water Karst Denudation on the case of Postojnska and Planinska jama. Symposium on karst denudation, Aix - Marseille - Nimes.
- Kayser, K., 1955: Karstrandebene und Poljeboden. Erdkunde 9.
- Kossmat, F., 1916: Die morphologische Entwicklung des Gebirge im Insonzo und oberen Saagebiet. Zeit. Ges. Erdk. Berlin, 9, 573-645. Berlin.
- Limanowski, M., 1910: Wielkie przemieszczenia mas skalnych u Dynarydach kolo Postojny. Razpr. Wyda. Mat. Przyr. Akad. Umjet., 3-10. Krakow.
- Melik, A., 1959: Nova geografska dognanja na Trnovskem gozdu. Geografski zbornik 5, 5-26. Ljubljana.
- Melik, A., 1961: Fluvialni elementi v krasu. Geografski zbornik 6. Ljubljana.
- Melik, A., 1963: Slovenija I, Geografski oris. Slovenska matica. Ljubljana.
- Osnovna geološka karta, listi Postojna, Kranj, Ribnica, Ilirska Bistrica, Delnice.
- Panoš, V., O. Štecl, 1968: Physiographic and geologic control in development of Cuban mogotes. Zeit. Geomorph. 12, 117-165.
- Premru, U., 1976: Neotektonika vzhodne Slovenije. Geologija 19, 211-149. Ljubljana.
- Radinja, D., 1972: Zakrasevanje v Sloveniji v luči celotnega morfogenetskega razvoja. Geografski zbornik 13, 197-243. Ljubljana.
- Roglić, J., 1957: Zaravni na vapnencima. Geografski glasnik 19, 103-134. Zagreb.
- Roglić, J., 1958: Odnos riječne erozije i krškog procesa. Zbornik radova 5 kongr. geogr. Jug., 263-275. Cetinje.
- Sweeting, M.M., 1976: Present problems in karst geomorphology. 2. Geomorph. N.F. 26, 1-5. Berlin - Stuttgart.
- Šifrer, M., 1959: Obseg pleistocenske poledenitve na Notranjskem Snežniku. Geografski zbornik 5. Ljubljana.
- Williams, P., 1971: Illustrating morphometric analysis of karst with examples from New Guinea. Zeit.f. Geomorph. NF 15, 40-61.
- Williams, P.W., 1973: Variations in karstlandforms with altitude in New Guinea. Geogr. Zeitsch., Beihefte H, 32, Neue Ergebnisse der Karstforschung in der Tropen und in Mittelmeerraum, 25-33.
- Winkler, A., - Hermaden, 1957: Geologisches Kräftespiel und Lanformung. Springer-Verlag, Wien.