

UDC
UDK 911.2:551.4(497.12-14/15) = 863

RAZPOREDITEV KRAŠKIH GLOBELI V DINARSKEM KRASU

Peter Habič *

Splošen oris kraških globeli

Kraške globeli so najizrazitejši kraški površinski pojavi. Na topografskih kartah že po razširjenosti vrtač in drugih globeli določimo obseg krasa. Na ta način sta prva omejila razširjenost krasa v Sloveniji in Jugoslaviji A. Melik (1939, 185) in A. Serko (1947, 45). Najrazličnejše kraške globeli, kot so grezi, kotličji, vrtače in uvale ter polja, nastanejo lahko le v predelih s podzemeljskim kraškim odtokom. Položaj in oblika globeli je odvisna od geološke zgradbe, litološke podlage, klimatskih, hidrografskih in drugih morfo-genetskih faktorjev, ki opredeljujejo trajanje in intenzivnost zakrasevanja v določenem predelu. V posameznih kraških predelih se potemtakem pojavljajo značilne oblike kraških depresij, svojstvena pa je tudi njihova razporeditev.

Kraške globeli obravnavamo največkrat po ustaljeni morfo-genetski shemi, zasnovani na obliki in genezi. Osnovna in najmanjša enota naj bi bila vrtača, ki se pojavlja v različnih variantah. Slovenska kraška terminologija (1973) navaja 16 ali 17 različnih izrazov v zvezi s to obliko. Naslednja večja skupina kraških globeli so uvale, bodisi dolaste ali vrtačaste, ki po stari Cvijičevi (1918) opredelivni tvorijo v genetskem pogledu prehod od vrtač h kraškim poljem kot najvišjo obliko razvoja kraških globeli. Ta osnovna shema je že v marsičem dopolnjena in v genetskem pogledu bistveno spremenjena, podobno kot Davisova shema o cikličnem razvoju reliefa. Z razvojem krasoslovja so prišli raziskovalci v različnih predelih sveta do novih spoznanj o razvoju krasa in kraških globeli, postavili so nove hipoteze in teorije, k čemer je predvsem prispevala pestrost oblik in pojavov, nastalih in pogojenih z raznimi kombinacijami prirodnih pojavov. Precejšnja raznovrstnost pojavov pa tudi pogledov na zasnovo in razvoj kraških globeli predstavlja resne težave v prizadevanjih za enotno morfo-genetsko klasifikacijo tega najizrazitejšega pojava na kraškem površju (G. Maksimović, 1963; M. Sweeting, 1972; I. Gams, 1974 in drugi).

* Dr., znanstveni svetnik, Inštitut za raziskovanje krasa pri Slovenski akademiji znanosti in umetnosti, Titov trg 2, 66230 Postojna, YU.

Po nastanku moremo ločiti predvsem dve osnovni skupini kraških globeli. Prva skupina *fluvio kraških globeli* nastaja ob ponikalnicah in pod vplivom površinskih voda s sosednjih nekraških predelov. V to skupino lahko uvrstimo tudi kraška polja, preko katerih se pretakajo vode iz sosednjih kraških ali nekraških predelov. Drugo skupino *pravih kraških globeli* pa oblikujejo avtohtone kraške vode oziroma padavine, ki pronicajo s kraškega površja v podzemlje. So tudi nekatere vmesne pa vendar značilne oblike, kot so udornice, ki nastajajo z udiranjem stropa nad vodnimi in suhimi jamami.

Posamezni tipi kraških globeli na klasičnem dinarskem krasu Slovenije so bili doslej že bolj ali manj podrobno proučeni in opisani. A. Melik (1955), ki je sistematično preučil razvoj kraških polj v pleistocenu, je opozoril na značaj in razporeditev suhih dolov in dolin na našem krasu. I. Gams (1963) je preučeval slepe doline (1962) in kraška polja (1973). Seznam domačih prispevkov k poznavanju kraških globeli dinarskega krasa pa s tem še ni izčrpan. Posamezne oblike so opisane v manjših samostojnih razpravah ali pa so jih avtorji skušali predstaviti v sklopu širših morfogenetških študij (D. Radinja 1969, P. Habič 1968, I. Gams 1959, 1974). Kljub precejšnji pozornosti, ki so jo namenili tem oblikam, pa je še veliko nerešenih vprašanj.

Namen tega sestavka je predvsem opozoriti na raznovrstnost oblik in tipov pravih kraških globeli v posameznih morfoloških enotah NW dela Dinarskega krasa. Reliefne značilnosti teh enot so poleg geološke zgradbe odvisne tudi od drugih morfogenetških faktorjev. Pomembno vlogo pri oblikovanju kraškega površja ima klima, ki vpliva na intenzivnost in značaj korozijskega preoblikovanja, o čemer je bilo doslej že precej napisanega (D. Radinja, 1972; I. Gams, 1972). Manj nam je znanega o neotektoniki, ki naj bi posamezne predele Slovenije premaknila v mlajših geoloških obdobjih v različne višine in s tem močno vplivala na nadaljnje preoblikovanje reliefa (U. Premru, 1976). Kraško površje se je oblikovalo tudi pod vplivom morfološkega razvoja v sosednjih nepropustnih območjih, saj so površinske vode z nepropustnih predelov prečkale kras, ponikale vanj ali pa poglobljale doline na obrobju in s tem pospeševale prestavljanje kraških voda globlje v notranjost (D. Radinja 1967, 1972, 1974; P. Habič, 1968).

Morfološke enote Dinarskega krasa se torej razlikujejo po tektonski in litološki zgradbi, starosti in oblikovitosti površja ter nadmorski višini. Razporejene so od Jadranskega morja do najvišjih predelov Julijskih in Kamniških Alp v višinah med 2500 do 2800 m. Primerjava reliefnih značilnosti v različnih predelih nudi nekatera spoznanja in zaključke o razvoju kraškega površja, ki jih sicer pri preučevanju posameznih pojavov spregledamo. Za prvi poskus smo izbrali le tipe kraških globeli ter njihovo razporeditev. Primerjavo smo zaenkrat opravili s pomočjo topografske karte v merilu 1:25.000 in posameznih terenskih ogledov, potrebno pa bo še podrobno terensko kartiranje in preučevanje. V tem predhodnem poročilu bodo zato predstavljene le nekatere značilnosti, ki smo jih doslej ugotovili po posameznih morfoloških enotah.

Tipi in razporeditev kraških globeli po območjih

Istrski kras

Na primorski strani je najnižje kraško površje v območju Istre. Široka kraška uravnava je izoblikovana na paleogenskih in krednih apnencih, v katerih prevladujejo plitve skledaste vrtače; redkejšje pa so večje kraške globeli. Ob stiku zakraselih apnencev in nepropustnega eocenskega fliša so značilne slepe doline ob ponikalnicah pritekajočih s fliša. Pobočja vrtač so razmerno položna, dna pa večinoma zasuta z rdečo kraško ilovico. Zaradi majhne reliefne energije so se globeli bolj širile kot poglobljale.

Za primerjavo s kraškimi predeli v Sloveniji smo izbrali dvoje območij v Istri. Prvo se razteza na takoimenovani bujski antiklinali ali Savudrijskem polotoku, kjer sega kraško površje od morja do največ 100 m nadmorske višine. Kraško površje je rahlo valovito, zgrajeno iz tenkosladovitih ploščnatih krednih apnencev v menjavi z dolomitnimi in brečastimi skladi. V reliefu so ohranjene plitve in široke dolinke kot ostanki površinskega odtoka. Dna dolink so razširjena in kraško poglobljena v razsežne podolgovate vrtače ali plitve uvale, globine 10 do 20 m in dolžine 300 do 800 m. Takšnih oblik je le 15 % od vseh globeli, vendar zavzemajo po površini daleč največji delež. Srednje velikih vrtač s premerom okrog 100 m in globine 5 do 10 m je nekaj nad 30 %; najmanjših vrtač s premerom do 50 m in le nekaj metrov globine je dobrih 50 %, vendar zavzemajo v skupnem površju le skromen delež. Povprečna gostota na Savudrijskem krasu je okrog 8 vrtač na km² (slika 2/I-A).

Drugo izbrano območje se razteza v osrednjem delu Istre v okolici Zminja. Površje je rahlo nagnjeno proti jugu v višinah med 350 in 300 m. V podlagi so kredni apnenci različno debelo prekriti z rdečo ilovico. Prevladujejo plitve skledaste vrtače z debelo plastjo ilovice v dnu. Najmanjše vrtače imajo do 50 m v premeru in so največ 5 m globoke, takšnih je skoraj polovica vseh globeli. Večje vrtače merijo do 100 m v premeru in so do 10 m globoke, po številu so na drugem mestu, saj jih je okrog 40 %. Tretjo skupino kraških globeli v tem predelu tvorijo 200 do 300 m široke in do 20 m globoke vrtače. V nasprotju s prej omenjenimi tipi so razporejene v nizu in so precej redkejšje; teh je le 10 % od vseh depresij v izbranem predelu. Po obliki in razporeditvi največjih vrtač sklepamo, da so to starejše, močno preoblikovane udornice. Četrty tip kraških globeli so uvale ali večje podolgovate in nepravilno oblikovane globeli. To so predvsem kraško poglobljene suhe doline in v njih je več vrtač prve in druge skupine. Povprečno pride 30 — 40 vrtač na km² (slika 2/I-B).

Podobne tipe vrtač in njihovo razporeditev lahko sledimo po vsem primorskem in matičnem Krasu. V posameznih predelih se vrtače razlikujejo v drobnem predvsem po količini ilovice v dnu. Nekatere vrtače ali pa cela območja vrtač so povsem izpraznjena, drugod pa so vrtače skoraj do vrha zapolnjene s kraško ilovico in kamnitim drobirjem.

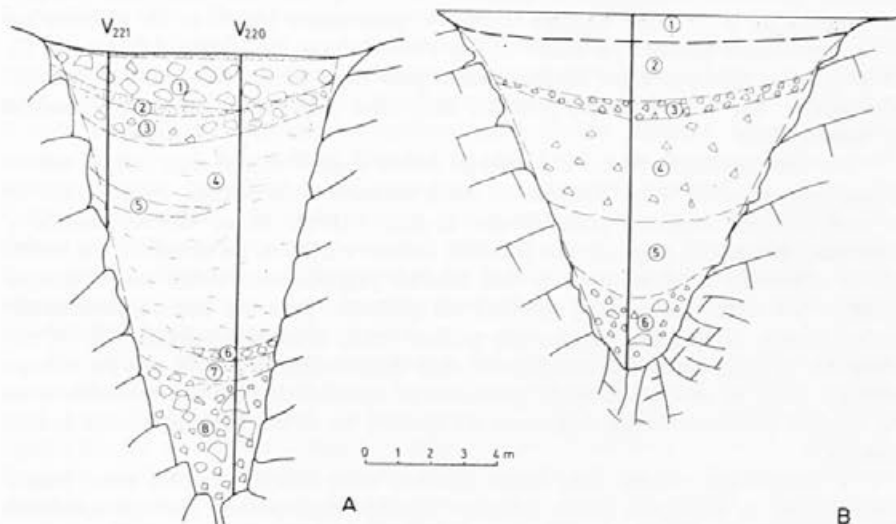
Tržaški kras

Tržaški ali matični Kras moremo po glavnih reliefnih potezah razčleniti na dvoje podolij, prvo je globlje zarezano v osrednje kraško površje in se nadaljuje od ponorov Notranjske Reke in Škocjanskih jam mimo Divače do Brestovice in Dobrdoškega krasa, drugo podolje pa sega od Brezovice čez Opčine do Nabrežine in izvirov Timava pri Devinu. Na obeh straneh osrednjega Divaško-Brezoviškega dola so višje police v obliki širokega kraško razčlenjenega ravnika. Še višje pa se vzpenjajo posamezni hrbti in nizi vzpetin na severnem in srednjem delu, deloma pa tudi na južnem robu Krasa. V vsaki od teh morfoloških enot lahko sledimo značilne kraške globeli. Prevladujejo vrtače, manjše in srednje velikosti, z različno debelo naplavino na dnu. Večje vrtače so številnejše le v določenih predelih in nizih, ker so po vsej verjetnosti v genetski zvezi z večjimi jamami in rovi, ki so jih oblikovali sklenjeni podzemeljski tokovi. Vrtačaste uvale so večinoma razporejene po dnu suhih dolin in jih zato povezujejo s prvotno površinsko rečno mrežo, kar je dokumentirano tudi z ostanki fluvialnih sedimentov (D. Radinja 1967, 1974). Poleg vrtač in kraško poglubljenih dolov je znanih tudi precej udornic, ki so nedvomno nastale z rušenjem stropovja nad jamami. Očitno gre za več generacij takih udornic, ki se po morfoloških znakih tudi precej razlikujejo. Pripadajo lahko različnim generacijam podzemeljskih kanalov, ki so jih oblikovale vode ob postopnem prestavljanju v globino. Na zunaj se ta proces najlepše odraža v stopnjasti razporeditvi teras v Vremški dolini in Divaškem krasu (D. Radinja, 1967), v kraškem podzemlju pa so različne jamske etaže lepo izražene v Škocjanskih jamah in po zadnjih odkritjih zlasti in Kačni jami pri Divači (I. Kenda, J. Petkovšek, 1974).

Na uravnanim, precej golem površju Divaškega krasa, kjer prevladujejo zgornje kredni rudistni apnenci, pride povprečno 65 vrtač na km². Od teh je okrog 80 % malih vrtač s premerom do 50 m in globino okrog 5 m. Nekaj nad 15 % je srednje velikih vrtač s premerom od 100 do 200 m in globino od 20 do 30 m, okrog 5 % pa je velikih udornic s premerom med 200 in 400 m ter globino 30 do 80 m (slika 2/I-C). Podobna je razporeditev tudi na uravnanim površju okrog Lipice in Sežane s to razliko, da je tam manj mladih in globokih udornic. Precej redkejše so vrtače na višjem hrbtu med Divačo in Sežano. Zanimivo pa je, da se tudi v tem gričevnatem svetu pojavljajo podobni tipi od malih in srednjih vrtač do pravih udornic. Po obliki in razporeditvi pa se vrtače bistveno razlikujejo v severnem vznožju tega hrbita, kjer prevladujejo spodnje kredni peskasti dolomiti. Tudi na paleocenskih apnencih severno od Divače, v območju Čebulovice in Gabrka, so vrtače redkejše, predvsem male in srednje, ni pa velikih udornic.

Pri projektiranju avtoceste čez Kras med Senožecami in Sežano so bile vse vrtače na trasi podrobno raziskane. Z vrtnami smo dobili vpogled v sestavo in debelino sedimentov v njih. Prevladuje rdeča in rjava kraška ilovica, ki je neenakomerno pomešana z gruščem, po večini pa ta prevlada v globljih delih vrtače. Nekatere vrtače so v celoti zapolnjene s precej enakomerno debelim gruščem, prav takšnega pa so našli tudi na površju med vrtačami, kar kaže na nekaj večjo razširjenost drobirja po kraškem površju.

Od 115 vrtin jih je ena tretjina zadela na skalno podlago že do globine 3 m, dobra polovica je dosegla skalo v globini od 6 do 12 m, le 10% vrtin pa je zadelo na 12 do 18 m debelo plast ilovice in grušča v dnu vrtača. Po debelini kjer je komaj v 3 m globoki vrtači 27 m ilovice in grušča (slika 1 A). Plasti in sestavi sedimentov je posebno zanimiva vrtača v profilu 263 pri Žirju, rdečkastorjave ilovice se menjajo s plastmi grušča. Takšno razvrstitev si razlagamo s prvotno poglobitvijo in drugotnim zasipanjem vrtače. Površinska plast grušča kaže na takoimenovano delano vrtačo (I. Gams, 1974, 177), ko so pri čiščenju okoliškega travnika s kamenjem zasuli vrtačo in ga prekrili s tanko plastjo ilovice. Menjavo ilovnatih in gruščnatih plasti smo zasledili tudi v številnih drugih vrtačah, n.pr. v profilu 20 pri Divači (slika 1 B). Pod 20 cm debelo plastjo humusa je bilo 1,5 m temnorjave ilovice (1), nato pa je do globine 5,2 m prevladovala rumenorjava ilovica (2). Pod njo je sledila približno 1 m debela plast drobnega grušča (3) pomešanega z rjavkasto ilovico. Pod plastjo grušča je odložena skoraj 6 m debela plast rumenkastorjave ilovice pomešane z gruščem (4). Pod njo je še 5 m debela plast rjave humuzne kraške ilovice (5), ta pa je odložena na 4 m debeli plasti grušča (6), ki leži na skalni podlagi. Menjavanje grušča in ilovice v vrtačah bi si torej lahko



Sl. 1 A — Prerez vrtače na trasi avtoceste Divača — Sežana, v profilu 263 pri Žirju, 1 — umetno nasut debel grušč v dnu delane vrtače, 2 — temnorjava humozna ilovica, 3 — drobnejši grušč z ilovico, 4 — temnorjava ilovica, 5 — vložek ilovnatoga grušča, 6 — korodiran debelejši grušč, 7 — rdeča kraška ilovica, 8 — grušč in skale v podlagi

Sl. 1 B — Prečni prerez vrtače v profilu 20 pri Divači, opis plasti med tekstem
Fig. 1 A — Doline cross-section on highway in construction Divača — Sežana, profile 263 near Žirje. 1 — artificially filled coarse rubble in the bottom of done doline, 2 — dark brown humus clay, 3 — thin rubble with clay, 4 — dark brown clay, 5 — inlayer of clayish rubble, 6 — corroded coarse rubble, 7 — red karst clay, 8 — rubble and rocks in matrix

Fig. 1 B — Cross-section of doline in profile 20 near Divača, the layer description in text

razlagali z menjavanjem hladnih in toplih obdobij v mlajšem kvartarju. V nekaterih vrtačah pri Divači smo v naplavini pod rdečo kraško ilovico našli tudi flišni pesek in prod, ki ga je na kraškem površju odložila lahko le površinsko tekoča Notranjska Reka. Z vrtnanjem smo zadeli na trasi med Divačo in Sežano še na drugačne sedimente v zasutih vrtačah, ki kažejo na zanimive preoblikovalne procese v razvoju matičnega Krasa in jih bo treba posebej obdelati in predstaviti.

Nizki dolenski kras

Na notranji strani dinarskega hrpta je najnižje kraško površje na območju Slovenije v Beli Krajini in sicer v višini med 150 in 300 m. Tudi tu prevladujejo kredni in jurski apnenci, ki so različno debelo prekriti z rdečo ilovico. Najnižje predele ob Kolpi prekrivajo kvartarne in morda celo predkvartarne rečne naplavine, sestavljene iz rjave ilovice in silikatnega proda. Manjše vrtače so prevladujoča oblika globeli; redkejšje so srednje in večje globeli, večinoma jih najdemo v dnu suhih dolin, ki po vsem površju belokranjskega ravnika opozarjajo na nekdanjo površinsko vodno mrežo. Ta je sedaj skrčena le na glavne tokove, ki v ozkih in plitvih, kanjonom podobnih dolinah prečkajo planotasto kraško površje. V pretežnem delu Bele Krajine prevladujejo le manjše kraške vrtače s premerom do 50 m in globino do 5 m, povprečna gostota pa znaša okrog 150 vrtač na km² (slika 2/II A in II C). Nekaj večje so vrtače po višjem osrednjem delu in na obrobju ob vznožju Gorjancev, kar je nedvomno rezultat dalj časa trajajočega kraškega procesa (I. Gams, 1961).

Na kontinentalni strani dinarskega hrpta sega v višine med 300 in 600 m planotasto površje Suhe Krajine na obeh straneh doline Krke. Poleg vrtač so v tem predelu značilne podolgovate kraške globeli, ki so očitno nastale v bistveno drugačnih pogojih kot številne vrtače v njih in na obrobju. Po obliki so to nekakšne dolaste uvale v dnu kraško pogobljenih suhih dolin. Razporeditev teh dolov pa je bolj odvisna od geološke zgradbe kot od površinske rečne mreže. Nahajališča silikatnih peskov sredi kraškega površja (M. Šifrer, 1970, 11) pričajo o starejši morfogenetiki dogajanj, ki pa jih niti po obsegu niti po času še ni bilo mogoče podrobneje opredeliti. Po vsej verjetnosti so to sledovi predkvartarnih dogajanj, ki so vsaj za nekaj časa prekinila kraški razvoj.

V zahodnem višjem delu Suhe Krajine smo izbrali površje med Brezovim dolom in Visejcem (slika 2/II-B). Najvišje vzpetine na jurskih apnencih segajo med 420 in 460 m, v širšem obrobju celo nekaj nad 500 m, kot pri Sv. Katarini (522). Dna globeli so v višinah med 300 in 350 m, prevali nad njimi pa med 380 in 400 m. Prostorne dolaste uvale obsegajo do 50 % površja. V prečni smeri so široke 500 do 1500 m, po dolgem pa merijo od 1000 do 1500 m. Kjer se veže več dolov zapovrstjo, kot med Pleševico in Lipljami, se razteza celotna globel tudi 8 in več kilometrov v dolžino. Uvale so različno globoke, nekako od 30 pa največ do 100 m. Poleg malih vrtač, ki so najbolj goste v dnu uval, naštejemo jih lahko do 100 na km², so značilne v tem predelu tudi srednje velike vrtače s premerom 100 do 200 in 20 do 30 m globine. Razporedje pa so največkrat v nizih, kar je povezano s posebnimi pogoji za njihov nastanek in razvoj.

V vzhodni Suhi Krajini smo za primerjavo izbrali obrobje široke in plitve globeli južno od Dobrnica. V predelu med Dobravo in Podlipo pri Zuzemberku so male vrtače prav tako na gosto razporejene po dnu globeli in na prevalih med vzpetinami kot v zahodni Suhi Krajini. Uvale so nekaj manjše in tudi plitvejše. Njihovo dno je v višini med 230 in 240 m, prevali med 250 in 260 m, vrhovi pa se povzpnejo v višini med 300 in 400 m. Na oblikovanje tega kraškega površja so nedvomno vplivale podzemeljske vode, ki so še danes sorazmerno plitvo pod dnom globeli, saj v bližnjem Globodolu nastopajo občasne poplave še do višine okrog 198 m (I. Gams, 1959, 34).

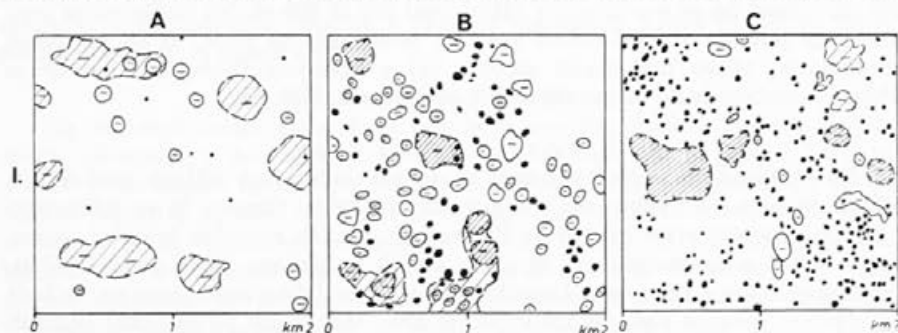
Srednje visoki kras

Na Dolenjskem in Notranjskem krasu prevladujejo v višinah med 400 in 600 m podolja s kraškimi polji in robnimi kraškimi ravniki, ki se odlikujejo z izredno gostoto vrtač od 100 do 300 na km². Na teh ravnikih je daleč največ malih vrtač s premerom do 50 m in do 10 m globine (A. Kranjc, 1972 b). Po gostoti izstopa predvsem Logaški Ravnik, kjer lahko naštejemo na najbolj vrtačastem površju tudi do 350 vrtač na km². Med njimi pa je nekaj tipičnih velikih udornic z 200 do 300 m v premeru in do 80 m globine. Za primerjavo smo izbrali značilne vrtačaste predele v območju Logaškega (a), Ribniškega (c), Kočevskega (b) in Belokranjskega ravnika (d) (slika 2/II-A).

Pri projektiranju in gradnji avtoceste od Vrhnike do Postojne so bile številne vrtače sistematično preučene, nekatere posebej odkopane, druge pa med gradnjo prerežane tako, da je bilo mogoče spoznati ne le sestav naplavine v njih, temveč tudi korozijsko razčlenjenost skalne podlage. V posebej odkopani vrtači pri žel. postaji Planina je pod 1 do 2 m debelo plastjo rjave ilovice povsem prevladal grušč pomešan s podornimi skalami, ki so se privalile v dno vrtače ob mehaničnem razpadanju golega skalnega oboda. Podobno je oblikovana večina lijakastih vrtač Notranjskega krasa, kjer prevladuje precej skalnato kraško površje na krednih in jurskih apnencih. Prave rdeče kraške ilovice je v tem predelu razmeroma malo, ohranjena pa je edino v nekakšnih žepih ali zasutih vrtačah.

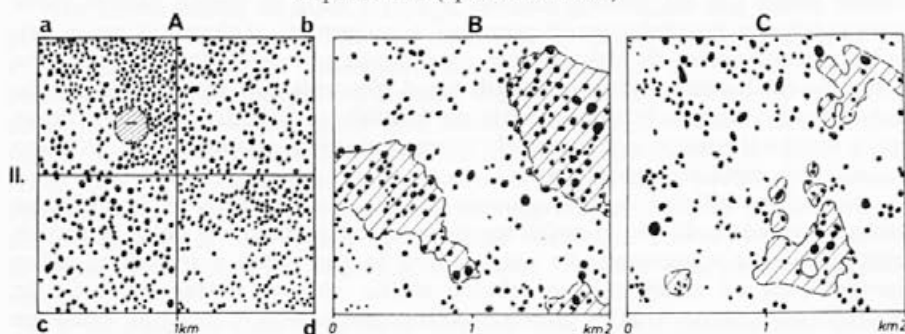
Na višjih, reliefno bolj razgibanih hrbtih Notranjskega in Dolenjskega krasa so vrtače redkejše in večje ter razporejene večinoma v dolih in uvalah med kopastimi vzpetinami. Po razporeditvi in legi vrtač v uvalah ni težko ugotoviti, da so vrtače mlajše reliefne oblike, vložene v starejše, večje in drugače oblikovane kraške globeli. Takšne zakonitosti v razvoju kraškega površja smo že pred leti opazili pri preučevanju kraškega reliefa v Trnovskem gozdu, na Nanosu in v Hrušici (P. Habič, 1968, 87). Za vzorec smo izbrali planotasto kraško površje v višinah med 800 in 1000 m na Lokavcu nad suho Čepovansko dolino, zgrajeno pretežno iz jurskih apnencev. Povprečno pride 60 vrtač na km², prevladujejo pa manjše vrtače, ki so gosto posejane po dnu plitvih uvalastih kraških globeli (slika 2/II-C). Precej podobno razporeditev kraških globeli, predvsem vrtač in večjih podolgovatih uval med vzpetinami zasledimo tudi v osrednjem delu Nanosa v višinah med 900 in 1100 m (slika 2/III-A). Med kopastimi vrhovi so izoblikovane podolgovate uvale, ki jih v drobnem razčlenjujejo mlajše, predvsem kotličaste vrtače. Povprečno pride do 30 vrtač na km², medtem ko so v dnu globeli lahko vrtače tudi 10 krat bolj zgoščene. V skupnem številu je malih vrtač nad 90 % in komaj 10 % je večjih

globeli, ki pa lahko zavzamejo do 50 % celotnega kraškega površja. V prečnem prerezu ne presegajo 300 m, po dolgem pa se vlečejo lahko od 500 do 1500 m, in dosegaajo 30–80 m globine. Presenetljivo podobno so razporejeni enaki tipi kraških globeli na Nanosu in na Ribniški Veliki gori. Precejšnje sorodnosti pa je mogoče opaziti tudi na drugih višjih planotah v NW delu Dinarskega krasa.



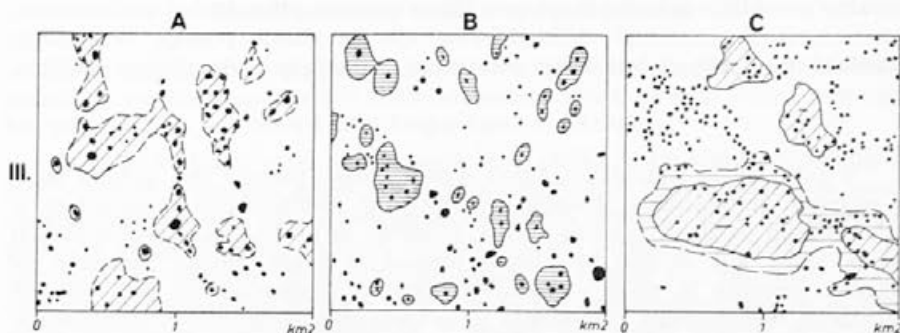
Sl. 2 — Razporeditev kraških globeli: I-A — Savudrijski kras s tremi tipi kraških globeli, I-B — Istarski kras v okolici Zminja s štirimi tipi globeli, I-C — Divaški kras z malimi in srednjimi vrtačami, velikimi udornicami (gosto črtano) in plitvimi globelmi (redkeje črtano)

Fig. 2 — Distribution of karst depressions: I-A — The karst near Savudrija with three types of depressions, I-B — The karst Istria near Zminj with four types of depressions, I-C — The karst of Divača with small and medium sized dolines, great collapsed dolines (densly hatched) and shallow depressions (sparse hatched)



II-A/a — del Logaškega ravnika z najgostejšimi vrtačami, do 350/km², in značilno udornico Ivanjsko kukalo, II-A/b — vrtače v okolici Livolda ob robu Kočevskega polja, do 200/km², II-A/c — vrtače ob Ribniškem polju pri Novih Lazih, do 130/km², II-A/d — vrtače na ravniku Bele Krajine v višini okrog 200 m, do 160/km², II-B — Kraške globeli v zahodni Suhi Krajini pri Brezovem dolu, večje globeli so črtane, II-C — Površje z vrtačami in večjimi globelmi (črtano) na Lokovcu, Banjšiška planota

II-A/a — A part of Logatec applanation where the dolines are the most dense, 350 per km² and with significant collapsed doline Ivanjska kukava, II-A/b — Dolines near Livold at the border of Kočevje polje, up to 200 per km², II-A/c — The dolines on Ribnica polje near Novi Lazi, up to 130 per km², II-A/d — The dolines on the applanation of Bela Krajina about 200 m above sea level, up to 130 per km², II-B — Karst depressions in western Suha Krajina near Brezov dol, greater depressions are hatched, II-C — The surface with dolines and greater depressions (hatched) on Lokovec, Plateau of Banjšice



III-A — Vrtače in doli (črtano) v osrednjem delu Nanosa, III-B — Kotličaste vrtače in večje globeli na Golakih v Trnovskem gozdu, III-C — Kotličiči in vrtače ter večje globeli in snežne konte na Komni, Govnjač in Planina na Kraju (črtasto)

III-A — Dolines and depressions (hatched) in central part of Nanos Mt., III-B — Kettle dolines and greater depressions on Golaki in Trnovski gozd, III-C — Kettles and dolines and greater depressions and gently sloping dolines on Komna, Govnjač and Planina na Kraju (hatched)

Visoki notranjski kras

V najvišjih predelih osrednjega dinarskega hrbta od Trnovskega gozda, preko Nanosa, Javornikov in Snežnika so poleg manjših vrtač pojavljajo zelo globoke, srednje velike vrtače in večje uvalaste globeli ali drage. Ti najvišje dvignjeni hrbti so že dolgo izpostavljeni intenzivnemu kraškemu preoblikovanju. V hladnih obdobjih pleistocena so segali v območje periglacialnega in celo izdatnega glacialnega preoblikovanja. V sedanjih razmerah je osrednji dinarski greben med najbolj namočenimi predeli v Sloveniji in zato je tam tudi korozijsko preoblikovanje najbolj izdatno (P. Habič, 1968, 217; I. Gams, 1976). Zaradi velike reliefne energije in globokega krasa so vse kraške depresije, od kotličev do velikih drag, zelo globoke. S poglobljanjem pa so se globeli tudi širile, pri čemer je imela pomembno vlogo različna odpornost kamnine in zlasti je prišla do veljave razlika med apnencem in dolomitom.

Posebno intenzivno je razčlenjeno površje v osrednjem hrbtu Golakov v Trnovskem gozdu. Zgrajeno je iz jurskih apnencev in sega v višine med 1200 in 1400 m. Povprečno pride v zelo razgibanem reliefu okrog 40 vrtač na km². Približno 80 % je manjših kotličastih vrtač, s premerom do 50 m in globino 10 do 20 m. Okrog 20 % je velikih vrtač s premerom 100 do 300 m, ki dosežejo tudi 100 m globine (slika 2/III-B). Pobočja so torej strma in skalnata. V dnu pa prevladujejo podorne skale in grušči. Podobne tipe in razporeditev globeli zasledimo tudi v območju Snežnika. Tam so različni tipi razporejeni v približno enakem razmerju, čeprav je njihova gostota precej manjša, do 15 vrtač na km².

Planote med 800 in 1400 m so torej različno razčlenjene z vrtačami, doli in dragami. Med manjšimi oblikami so pogostne kotličaste vrtače in kotličiči, ki so nastali v hladnejših kvartarnih obdobjih v periglacialnih pogojih. Izdatno

nivalno preoblikovanje kraškega površja se odraža tudi v drobni oblikovitosti, na ravnem, na vzpetinah in v globelih, kjer je skalno površje škrapljasto razčlenjeno. V dnu globeli je več podornega skalovja in mehaničnega drobirja.

Alpski visokogorski kras

V Julijskih in Kamniških Alpah segajo kraške planote nad gozdno mejo v recentno periglacialno območje z intenzivnim nivalnim preoblikovanjem. V teh predelih so zlasti značilni kotličiči, redkeje so prave vrtače. Večje globeli so podobno kot drugim po višjem dinarskem krasu močno navezane na ugodne geološke in zlasti strukturne razmere. Oblikovane so pod vplivom izdatnega mehaničnega razpadanja in pospešenega korozijskega učinkovanja v takoimenovanih snežnih kontah ob vznožju višjih sten in pobočij. Kopičenje snega ob njihovem vznožju predstavlja najpomembnejši faktor poglobljanja in nastajanja specifičnih kraških globeli. Zanimivo pa je, da se v dnu takšnih kont zelo pogosto pojavljajo številne manjše korozijske globeli, razširjene špranje in zlasti kotličiči (J. Kunaver, 1973).

Na Komni prevladije v višinah med 1500 in 1700 m na zgornje triadnih dachsteinskih apnencih ledeniško in nivalno kraško močno razčlenjeno planotasto površje. Med zaobljenimi in ledeniško obrušeni vzpetinami so razporejene večje do 100 m globoke in do 1000 m dolge, v drobnem močno razčlenjene kraške globeli. V njihovem dnu in po vmesnih hrbtih je polno manjših kotličastih vrtač s premerom do 50 in do 15 m globine. V predelu med planino Na Kraju in Govnjačem jih je povprečno do 60 na km², medtem ko pride povprečno le ena večja globel na km² tega površja (slika 2/III-C). Male vrtače in kotličiči pa so zelo neenakomerno razširjeni po površju, pogostejši so v dnu kont. V nivalno kraški globeli pod Kukom (2085), ki meri v dnu le nekaj 100 m², smo našli preko 50 kotličičev in njim podobnih votlin ter korozijsko razširjenih špranj v razpokanem apnencu. Pri takšni gostoti bi jih na km² našli nekaj tisoč. Izredno neenakomerno in mestoma zelo na gosto so v alpskem krasu razporejena tudi kotličasta in vodnjakasta brezna. Teh so v posameznih predelih Komne našli tudi do 80 na km², medtem ko znaša povprečna gostota le 1 do 2 objekta na km² (A. Kranjc, 1972).

Med alpskimi gozdnatimi planotami se posebej odlikuje Jelovica s svojevrstno razporeditvijo globeli. Podobno kot na drugih dinarskih planotah z razgibanim kopastim površjem v višini med 1000 in 1300 metri prevladujejo na jurskih apnencih Jelovice male vrtače s premerom 30 do 50 m in globine 5 do 10 m. Večinoma so takšne vrtače na gosto posejane, saj jih lahko naštejemo povprečno do 100 na km². V nasprotju s podolgovatimi uvalami na Nanosu in Ribniški Veliki gori, pa na Jelovici med večjimi globelmi izstopajo do 50 m globoke lijakaste vrtače s premerom 200 do 300 m. Še posebno pa so te oblike izrazite s svojim višjim zaokroženim obodom. Če ne računamo s premerom in globino na najnižjem obrobju depresije, temveč na višjem prevladujočem obodu, dosežejo 500 do 1000 m širine in preko 100, izjemoma celo do 200 m globine. Po svoji obliki in razporeditvi kažejo na izredno intenzivno in že dalj časa trajajoče spiranje in odnašanje prepereline s površja v kraško podzemlje. Uvrščamo jih, podobno kot druge velike kraške globeli, med starejše oblike kraškega površja.

Globeli kot odraz razlik v kraškem procesu

Že iz nepopolnega pregleda posameznih tipov in razporeditve kraških globeli po različnih enotah NW dela Dinarskega krasa se kaže velika pestrost teh pojavov.

Poleg litoloških in strukturnih razlik je za obliko in tip globeli pomembna lega v reliefu, odločilna pa je zlasti strmina pobočij. Oblika globeli je med drugim odvisna tudi od starosti in intenzivnosti razvoja. Povečini so večje globeli v višjih predelih, so torej starejše in zato prostornejše. Lahko pa so tudi različno stare in različno velike globeli na istem površju. Velikost je odvisna od trajnosti in hitrosti raztapljanja ter razpadanja kamnine in spiranja drobirja v kraško podzemlje. V enakih klimatskih pogojih je proces odvisen predvsem od geološke zgradbe in litološke sestave, kar vpliva tudi na značaj prevotljenosti skalne podlage.

Normalne ali male vrtače so še najbolj enakomerno posejane po kraškem površju in jih zasledimo v vseh morfoloških enotah od nizke Istre do najvišjih planot v Julijskih in Kamniških Alpah. Ponekod so zelo goste, drugod redkejšje, povečini so razporejene v določenih nizih, so pa posejane tudi brez pravega reda po kraškem površju. Več jih je v dnu dolin in uval ter na ravninah med vrhovi, manj pa po strmih pobočjih, najpogostejše so na robnih kraških ravninah.

Razmerje med površino vrtač in drugim kraškim površjem je zelo različno. Marsikje prehajajo vrtače druga v drugo, tako da zavzemajo nad polovico celotnega površja. Če pa primerjamo prostornine, so razmerja med odnešeno in preostalo kamnino v površinski coni, ki jo označuje povprečna globina vrtač, zelo zanimiva in poučna. V Notranjskem podolju je v povprečno 5 m debeli površinski coni raztopljene in odnešene do 10 % kamnine. V osrednjem hrbtu Golakov je ta delež še večji, površinska prevotljenost pa zajema tudi globljo cono. Primerjava površinske prevotljenosti s podzemeljsko, ki je do 100 in 100-krat manjša, pa kaže na veliko nesorazmerje v korozijskem procesu med površjem in kraškim podzemljem. Ker pa niso samo vrtače produkt raztapljanja v površinski coni, morajo obstajati v kamnini še druge votline, ki se razvijajo bodisi med vrtačami, ob njih ali pod njimi. To so različna brezna, kamini in druge jame, ki jih je treba pri študiju površinske in podzemeljske prevotljenosti posebej obravnavati. So pa zanimive tudi v zvezi s preučevanjem nastanka in razvoja vrtač.

Ne da bi podrobneje razpravljali o zakonitostih oblikovanja vrtač po različnih morfoloških enotah, naj vendarle opozorimo na nekatere razlike. V najvišjih nivalno kraških območjih se v kotličih kaže intenzivno vertikalno poglobljanje. Mehanično razpadanje kamenine zaostaja za korozijskim učinkovanjem deževnice in snežnice. Ta proces lahko označimo tudi kot primarno fazo v razvoju vrtač, pri čemer ima lahko podobno vlogo kot snežni pokrov tudi zelo vlažna prepustna naplavina, n.pr. na robnih ravninah. V nižjih predelih so vrtače na splošno bolj zapolnjene z drobirjem in ilovico. Tipične lijkaste vrtače so redkejšje, ker pa jih najdemo sredi prevladujočih oblik, so nedvomno odraz mladega intenzivnega poglobljanja v posebno ugodnih pogojih.

Večino skledastih vrtač v srednjih višinah z več ilovice in grušča v dnu lahko uvrstimo v sekundarno fazo razvoja, ko prevlada zapolnjevanje nad poglobljanjem. Marsikje pa smo mogli zaslediti tudi znake ponovnega poglobljanja in predvsem spiranja drobirja, ilovice in grušča iz vrtač v prevotljeno kraško podlago. To je posledica obnovljenega korozijskega poglobljanja hkrati z zmanjšanjem zapolnjevanja.

Rdeča ilovica v vrtačah sredi pretežno golega krasa je marsikje le še edini dokaz o nekdanji debelejši odeji rdeče prsti na krasu. Podobno velja tudi za ostanke fluvialnih naplavin, ki so nekdanj prekrivale robne ravnike tako kot danes dna kraških polj. Tudi ostanki silikatnih peskov in provod v nekdanjih vrtačah po Suhi in Beli Krajini imajo podoben pomen. Zanimivi so tudi drobni gruščki po kraškem površju in v vrtačah, ki opozarjajo na intenzivno mehanično razpadanje apnenca. To razpadanje je imelo pomembno vlogo pri oblikovanju celotnega kraškega površja in še posebno kraških globeli. Po debelih plasteh grušča ob vhodih v kraške jame, ki so bile predmet paleolitskih in speleoloških raziskav (S. Brodar, 1952, 1966; R. Gospodarič, 1976), kot tudi po fosilnih meliščih ob vznožju strmih sten Nanosa in Trnovskega gozda (P. Habič, 1968) ter drugod po Dinarskem krasu, sklepamo, da je bil ta proces zlasti učinkovit v hladnejših obdobjih pleistocena, ko so v submediteranskem bolj aridnem pasu nastajale velike temperaturne razlike v teku leta, zlasti pa v dneh z močnim sončnim obsevanjem in izdatnim nočnim ohlajanjem.

Pri preučevanju razvoja posameznih kraških pojavov kot tudi celotnega kraškega površja moramo posvetiti posebno pozornost prav razmerju med mehaničnim razpadanjem in kemičnim raztapljanjem različnih apnencev in dolomitov. Od raztapljanja in razpadanja kamnine je v veliki meri odvisen razvoj pobočij, oziroma poglobljanje ali širjenje kraških globeli. Menjavanje v izdatnosti teh dveh procesov se odraža v tipih in razporeditvi kraških globeli po posameznih morfoloških enotah. Različne oblike in tipi v istem predelu so potemtakem predvsem posledica klimatsko pogojenih sprememb v kraškem procesu. Na starejšem kraškem površju, ki je doživelo več sprememb, je praviloma več različnih tipov kraških globeli in to ne glede na današnji višinski razpored teh predelov. Z višino pogojene razlike se odražajo bolj v variaciji oblik znotraj posameznega tipa kot pa v kraških globelih, ki kažejo na podobnosti in razlike v razvoju krasa. Edino na robnih ravninah na Notranjskem in Dolenjskem ter v Beli Krajini prevladuje en sam tip kraških globeli, kar se sklada s specifičnim razvojem tega kraškega površja.

Bibliografija — Bibliography

- Brodar, S., 1952: Prispevek k stratigrafiji jam Pivške kotline, posebej Parske golobine. Geogr. vestnik, 24, 43—76, Ljubljana
 Brodar, S., 1966: Pleistocenski sedimenti in paleolitska najdišča v Postojnski jami. Acta carsologica, 4, 55—138, Ljubljana
 Cvijić, J., 1918: Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst. Recueil des Travaux de l'Institut de Géographie Alpine. T. VI, parc. 4, Grenoble
 Gams, I., 1959: H geomorfologiji kraškega polja Globodola in okolice. Acta carsologica, 2, 27—65, Ljubljana

- Gams, I., 1961: H geomorfologiji Bele Krajine. Geografski zbornik, 6, 191—240, Ljubljana
- Gams, I., 1962: Slepe doline v Sloveniji. Geografski zbornik, 7, 263—306, Ljubljana
- Gams, I., 1972: Geografsko raziskovanje krasa v Sloveniji. Geografski vestnik, 44 (1972), 57—74, Ljubljana
- Gams, I., 1973: Die zweiphasige quartärzeitliche Flächenbildung in den Poljen und Blindtälern des Nordwestlichen Dinarischen Karstes. Geogr. Zeitschr., Beihefte Wiesbaden
- Gams, I., 1974: Kras, zgodovinski, naravoslovni in geografski oris. Slov. matica, Ljubljana
- Gams, I., 1976: Hydrographic Review of the Dinaric and Alpine Karst in Slovenia with special regard to corrosion. Problems of karst hydrology in Yugoslavia, Belgrade, 41—52
- Gospodarič, R., 1976: Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinskim poljem v kvartarju. Acta carsologica, 7, 5—135, Ljubljana
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijo in Vipavo, prispevek k poznavanju razvoja kraškega reliefa. Dela Inštituta za geografijo SAZU, 21, 1—239, Ljubljana
- Kenda, I., J. Petkovšek, 1974: Odkritje toka Notranjske Reke v Kačni jami pri Divači. Naše jame, 15 (1973), 41—46, Ljubljana
- Kranjc, A., 1972: Osnovna speleološka karta, list Tolmin 2d, Rokopis, Arhiv IZRK, Postojna
- Kranjc, A., 1972 b: Kraški svet Kočevskega polja in izraba njegovih tal. Geografski zbornik, 13, 129—195, Ljubljana
- Kunaver, J., 1973: The High Mountainous Karst of Julian Alps in the System of Alpine Karst. IGU — European reg. conf. Symposium karst-morphogenesis, 209—225, Hungary
- Melik, A., 1935: Slovenija I/1, Geografski opis. Slovenska matica, Ljubljana
- Melik, A., 1955: Kraška polja Slovenije v pleistocenu. SAZU, Ljubljana
- Melik, A., 1963: O dolih na krasu. Arheološki vestnik, 13/4, 223—240, Ljubljana
- Premru, U., 1976: Neotektonika vzhodne Slovenije. Geologija, 19, 211—249, Ljubljana
- Radinja, D., 1967: Vremenska dolina in Divaški kras. Geografski zbornik, 10, 157—269, Ljubljana
- Radinja, D., 1969: Doberdobski Kras, Morfogenetska problematika robne kraške pokrajine. Geografski zbornik, 11, 225—278, Ljubljana
- Radinja, D., 1972: Zakrasevanje v Sloveniji v luči celotnega morfogenetskega razvoja. Geografski zbornik, 13, 197—243, Ljubljana
- Radinja, D., 1974: Matični Kras v luči širšega reliefnega razvoja. Acta carsologica, 6, 21—33, Ljubljana
- Slovenska kraška terminologija. Zveza geografskih inštitucij Jugoslavije, Ljubljana 1973
- Šerko, A., 1974: Kraški pojavi v Jugoslaviji. Geografski vestnik 19, 43—70, Ljubljana
- Sifrer, M., 1970: Nekateri geomorfološki problemi Dolenjskega krasa. Naše jame, 11, 1969, Ljubljana

DISTRIBUTION OF KARST DEPRESSIONS IN NW PART OF DINARIC KARST

Peter Habič

(Summary)

Characteristic forms of karst depressions with peculiar distribution appear in particular karst regions. Mostly the karst depressions are treated by fixed morphogenetic outline. The elementary unit is presented by doline occurring in different variants. The following group is presented by ouvalas which are forming in genetic point of view the transition from dolines to karst poljes after old Cvijić (1918) definition. This outline has been fundamentally completed and changed by the recent investigations. After their origin there are two main groups of karst depressions. The first one is presented by fluviokarst depression lying near sinking streams and waters flowing from non karst areas, the second one includes the real karst depressions formed mostly by rainwater during its direct percolation to underground. The transitional forms are collapsed dolines formed above the water caves. In this contribution mostly the variety of karst depression types and of their distribution in different morphologic units of Dinaric karst, from the Adriatic Sea up to the peaks of the Julian Alps is wished to be presented.

The lowest chosen karst surface lies on Istrian peninsula in Savudrija in the altitudes between 50 to 100 m. Here are three depression types known, about 50% are smaller dolines, 30% medium sized and only 15% are greater depressions 300—800 m long and 10—20 m deep. The average density amounts to only 8 depressions per km² (Fig. 2, I-A). In central part of Istria, near Zminj, 300—350 m above sea level there are four types of depressions distinguished. Small dolines up to 50 m wide and 5 m deep prevail (50%), medium sized dolines up to 100 m of diameter are 40%, about 10% there are greater depressions, 200—300 m wide and 20 m deep. The fourth type is presented by longish ouvalas in the bottom of dry valleys. In average there are 30—40 depressions per km² (Fig. 2, I-B). The Trieste karst is morphologically heterogeneous, close to central applanation there are three series of elevations and two valleys. In each region the distribution of depressions is peculiar. On Divača karst, about 450 m above sea level (Fig. 2, I-C) there are cca 80% small dolines, 15% medium sized and 5% big depressions, developed by ceiling collapse above the caves. In average there are 65 depressions per 1 km². For laying out the highway Senožeče — Sežana the dolines were investigated in detail. Clay and rubble in their bottoms reach 27 m (Fig. 1 A, B).

The low karst of Dolenjsko on the continental side of Dinaric ridge is presented by karst applanation of Bela Krajina, 150—300 m above sea level, where small dolines (density 150 dolines/km²) prevail. In medium altitudes between 200 and 500 m on the surface of Suha Krajina two depression types are distinguished. Small dolines prevail in the bottoms of great longish depressions (up to 100 dolines/km²) (Fig. 2, II-B). On middle high karst of Notranjsko and Dolenjsko, 400—600 m above sea level the majority of dolines are situated on border corrosional applanations of karst poljes. Extremely dense disposed prevail exclusively small dolines, 100—350 per km² (Fig 2, II-C). There are only few great collapsed dolines and there are no characteristic ouvalas. The dolines in the area between Vrhnika and Postojna were investigated in detail in connection with highway construction. By special building measures the subsidences in the doline bottoms were prevented.

In higher regions of Notranjsko karst 600—1000 m above sea level the density of small dolines is the greatest in the bottoms of longish depressions among elevations, in average there are 30 dolines per km² (Fig. 2, II-C, III-A). In the highest parts of the Dinaric karst, 1000—1400 m above sea level all the depressions are very deep. Anyway kettle dolines, wide up to 50 m and 10—15 m deep prevail (80%). Specially characteristic are greater dolines with 100—300

m diameter and up to 100 m deep. Scarce are great ouvalas with some 1000 m diameter and more than 100 m deep (Fig. 2, III-B). In alpine karst, 1500—2000 m above sea level the kettles and kettle dolines are the predominant forms of depressions, their density amounts to 60 per km². Significant for this area are greater depressions and specially gently sloping dolines due to snow at the foot of precipiced walls (Fig. 1, III-C).

Normal or small dolines are disposed all over the karst scenery from the sea up to the highest regions, but their forms and contents differ from each other. These, lying on higher positions are washed off and less filled up by clay and rubble. These one prevail in middle altitudes where the sediments in dolines are of different origin and deposited in several layers. For dolines as well as for other depression formations the correlation between mechanical weathering and rock solution is the most important being conditioned mostly by climate. In pleistocene karst depressions suffered several development phases of deepening and filling up. The periods of intense mechanical rock weathering, shown by thick layers of rubble at the entrance to karst caves (S. Brodar 1952, 1966; R. Gospodarič 1976) and at foot of steep slopes of Nanos Mt. and Trnovski gozd (P. Habič 1968), were exchanged by periods when the corrosional deepening of karst surface prevailed. In majority of treated karst regions similar types of karst depressions were found reflecting the allied transformation processes in past geological periods. The differences in forms and types are mostly due to younger, more differentiated development influenced by different morphogenetic factors.