

KONTAKTNI FLUVIOKRAS

(S 5 SLIKAMI)

CONTACT FLUVIOKARST

(WITH 5 FIGURES)

IVAN GAMS

Referat na Simpoziju o kraškem površju
Postojna, 12.—14. junija 1985

*Paper presented on the Symposium of karst surface
Postojna, June 12—14, 1985*

Naslov — Address

dr. IVAN GAMS, univ. prof.
Oddelek za geografijo FF, Univerza E. Kardelja v Ljubljani
AŠkerčeva 12
61000 Ljubljana
Jugoslavija

Izvleček

UDK 551.44:551.48/.49
551.48/.49:551.44

Gams Ivan: Kontaktni fluviokras.

Opisan je posebni tip fluviokrasa, ki nastaja na prehodu površinske v podzemeljsko rečno mrežo ob součinkovanju tekoče vode. Njegove oblike so med najatraktivnejšimi kraškimi pojavi sveta.

Abstract

UDC 551.44:551.48/.49
551.48/.49:551.44

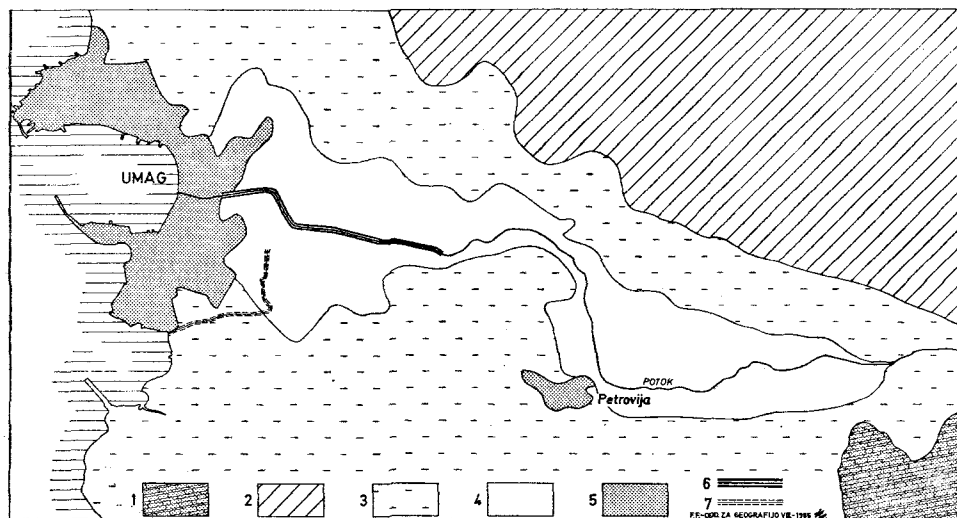
Gams Ivan: Contact fluviokarst

Described is a special type of fluviokarst which developed in co-operation with running water in the transition of surface to underground river pattern. Its forms are among the most attractive karst features of the world.

KONTAKTNI FLUVIOKRAS

Ako so kraške kamnine dobro vodno prepustne in homogene ter dvignjene nad piezometrični nivo, padavinska voda ponikne v tla brez površinskega združevanja v tokove. Ob povsem izotropnih razmerah se ob takih pogojih površje korozijsko povsem paralelno znižuje. Abrazijsko, erozijsko, neotektonsko ali kako drugače nastalo površje pri tem ohranja tudi v nižjih legah prvotne oblike. Ker se vsak delček zemeljskega površja pri zniževanju ravna brez ozira na sosedstvo (g. J. Roglič, 1957, 104, F. Šušteršič, 1982) in ker v naravi povsem izotropnih razmer ni, prihaja tudi na prvotno gladkem površju do nastanka globeli in vzpetin. Čim pa nastanejo globeli in vzpetine, ne glede na njihovo geometrično pravilno razporeditev (P. Habič, 1981), se na njihovih bolj ali manj nagnjenih pobočjih koroziji pridruži še en proces — denudacija organskega detritusa in mineralne substance. Denudacijski proces pa površje izglajuje in ob veliki intenzivnosti more preprečiti nastajanje globeli. Zato lahko povsod po svetu opažajo zmanjševanje gostote vrtač z rastočim naklonom pobočja. Pri večjih ploskvah površinske denudacije se ji more pridružiti še erozija, ki prav tako, v nasprotju s korozijo prenikajoče vode, izglajuje površja.

Po starejšem pojmovanju je kras ozemlje s površinskimi kraškimi, v naši klimi depresijskimi oblikami. Šele v novejšem času se uveljavlja naziranje, da je kras ozemlje z učinkovito korozijo in kraškim vodnim pretakanjem. Površinske depresijske oblike za pojem kras niso več nujne (glej Slovenska kraška terminologija, 1973). Po tem novejšem naziranju se kras razširja na ozemlje, ki ga je prej geomorfologija prištevala k erozijskemu reliefu, ker nima vidnejših mikrooblik, vrtač, uval ali kraških polj, ako v njem prevladuje kraška hidrografija. Ker se v marsičem loči od površinskega krasa, je upravičen nov izraz fluviokras, s katerim je J. Roglič (1965 b karta) prvotno označil predvsem iz triasnih dolomitov zgrajeni severovzhodni rob Dinarskega krasa in plitvi kras na neprepustni podlagi. V legendi za geomorfološko karto v merilih 1 : 500.000 in 1 : 100.000 pa smo kot fluviokraške imenovali tudi vse tiste večje kraške oblike, ki so nastale ob delovanju ali sodelovanju površinskega vodnega odtekanja in površinske denudacije (Uputstvo...1981). Take oblike morejo biti suhe doline, slepe doline, nekateri tipi kraških polj, skratka vse,

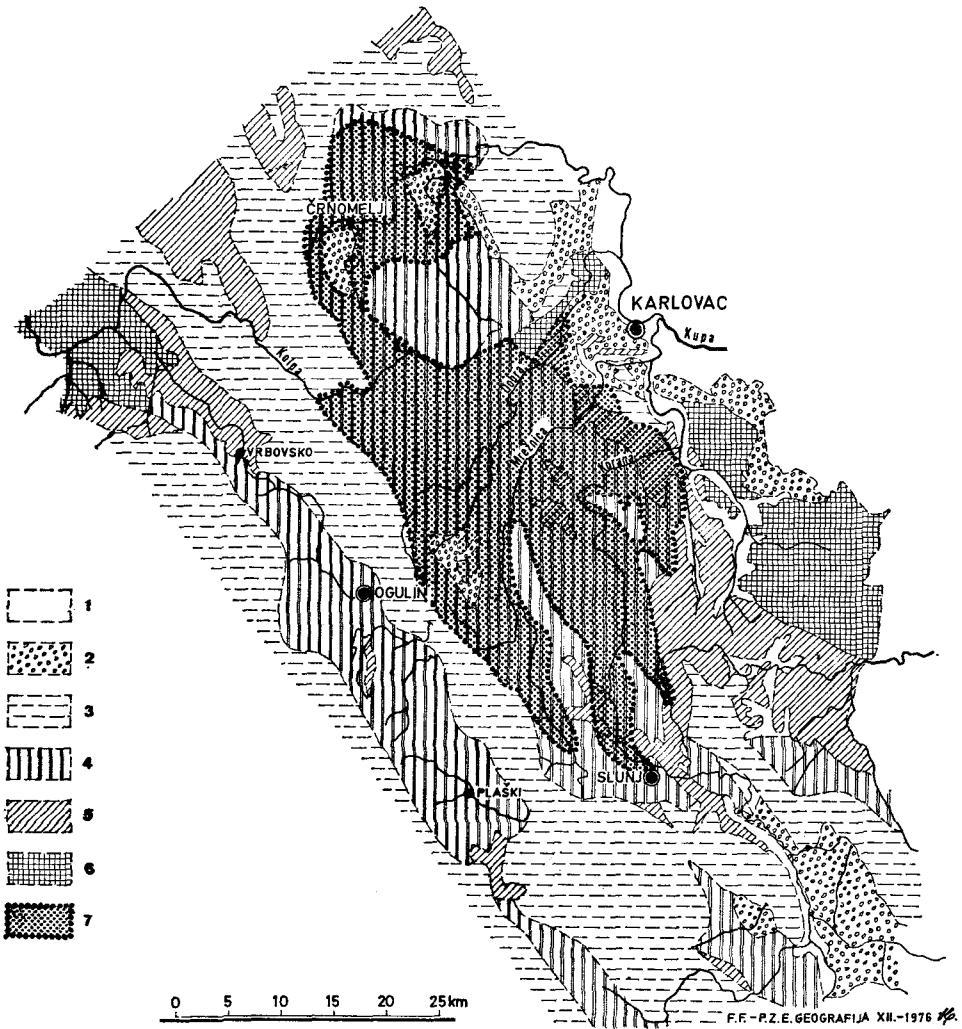


Sl. 1. Umaški ravnik

- 1 - peščenjak in lapor (eocenski fliš)
- 2 - savudrijski prag
- 3 - zahodnoistrski ravnik (prevladujoče)
- 4 - umaški ravnik v nastajanju
- 5 - naselja
- 6 - kanal Potoka
- 7 - derivacijski kanal

Fig. 1. Karst plain of Umag

- 1 - Sandstone and marl (Eocene flysch)
- 2 - Threshold of Savudrija
- 3 - Western Istrian plain (prevailing)
- 4 - Karst plain of Umag in the nascent stage
- 5 - Settlements
- 6 - Channel of the Potok
- 7 - Derivation channel



Sl. 2. Karlovški ravnik

- 1 - kvartar
- 2 - terciar
- 3 - apnenec
- 4 - apnenec z vložki dolomita
- 5 - trias
- 6 - karbon, permokarbon
- 7 - ravnik

(litologija po geološki karti Geološkega zavoda SFRJ 1 : 500.000, Beograd 1980).

Fig. 2. Karst plain of Karlovac

- 1 - Quaternary
- 2 - Tertiary
- 3 - Limestone
- 4 - Limestone with dolomite inlayers
- 5 - Triassic
- 6 - Carboniferous, Permian and Carboniferous
- 7 - Karst plain

(Lithology according to geological map of Yugoslav Geological survey 1 : 500.000, Beograd 1980).

katerih pobočja in dno ni drobno kraško razčlenjeno, temveč gladko in ima na neki razdalji enosmerni strmec.

Oznaka fluviokras še ne pomeni, da je odnašanje mineralne substance v obliki kemične raztopine intenzivnejše od ostalih procesov. Pomeni samo, da korozija ni oblikotvoren površinski proces. V porečju dolenske Temenice oz. Prečne prevladuje v triasnih dolomitih dolinasto-slemenski fluviokraški relief, toda meritve na Prečni (F. Šali, 1969) so ugotovile, da reka odnaša več raztopljenih mineralov kot teh v suspendirani obliki.

Med krasom in fluviokrasom je obilo prehodnik tipov, ki jim dajejo značaj razlike v litologiji, v strminah pobočij, talnih pogojih, klimatskih značilnostih itd. Strmejši relief teži k fluviokrasu (visokogorski kras!), prav tako debele in težke prsti ter obilica padavin, enako večje mehanično razpadanje kamnine, zamrznjenje tal (I. Gams, 1981) itd. Zato je subarktično in visokogorsko podnebje ugodno za fluviokraški razvoj. Ugoden za fluviokraški razvoj je tudi stik površinske in podzemeljske rečne mreže, kjer nastopa posebni fluviokraški tip — kontaktni fluviokras. Njegove najpogostejše oblike so v veliki meri odvisne od velikosti ozemlja s površinsko in tega s podzemeljsko hidrografijo, od njunega medsebojnega višinskega položaja, oblike drenaže itd. (glej skico pri I. Gams, 1974. s. 130). Namen tega sestavka je predvsem, prikazati glavne tipe kontaktnega fluviokrasa z značilnimi združbami površinskih in podzemeljskih pojavov.

1. Tip s prevladujočimi slepimi dolinami. Najlepše je razvit v primeru, ko priteka na kras na daljšem stiku več prodonosnih potokov z agresivno vodo. V tem primeru dolžina vodnega toka na apnencih močno niha in pogoste so pleistocenske prodne terase (Primer: podnožje Brkinov ob Podgraškem podolju. Gl. I. Gams, 1962).
2. Tip s prevladujočimi suhimi dolinami. Navadno gre za odmiranje površinske drenaže in za primere neproduosnih rek (Primer: Senožeško podolje — D. Radinja, 1972, obod Logaških Rovt).
3. Tip z robnimi kraškimi polji. V razliko od tipa slepih dolin se potoki združujejo že pred kontaktom v večji tok. V tem primeru so slepe doline večje (primer: Vremska dolina, gl. D. Radinja, 1967) in so genetsko in oblikovno podobne dolinastim robnim kraškim poljem (Popovo polje). Na poljih so večidel pleistocenske naplavine (A. Melik, 1955) oz. fluvio-glacialni prod (Cetinjsko, Grahovsko polje).
4. Tip z robnimi ravniki. O nastanku kraških (fluviokraških) robnih ravnikov Dinarskega krasa obstaja razmeroma obilna starejša literatura. Teorije bi mogli v glavnem uvrstiti v naslednje skupine:
 - a) abrazijska teorija (za Tržaški Kras C. D'Ambrosi, 1954);
 - b) erozijske teorije ob prisotnosti erozijske baze, ki jo vzdržuje neprepustno obrobje (A. Grund, 1908, za Karlovški ravniki N. Krebs, 1929, S. Morawetz, 1967, za Istro);
 - c) korozijske teorije: 1 — v višini erozijske baze (na Kitajskem H. Wisman, 1954, na Kubi H. Lehmann, 1954); 2 — ne oziraje se na erozijsko bazo, navadno v povezavi z naplavino v obliki vršaja in robno korozijo na robu neprepustne naplavine (K. Kayser, 1955, C. Rath-

je n s, 1954, J. R o g l i ć, 1952, 1957, 1965 a, za Anatolijo H. L o u i s, 1956). Podobnega nastanka naj bi bilo tudi ravno dno kraškega polja. 3 — s podtalno korozijo pod vodoprepustno naplavino hkrati z robno korozijo ob visoki vodi (I. G a m s, 1962, 1964, 1965);

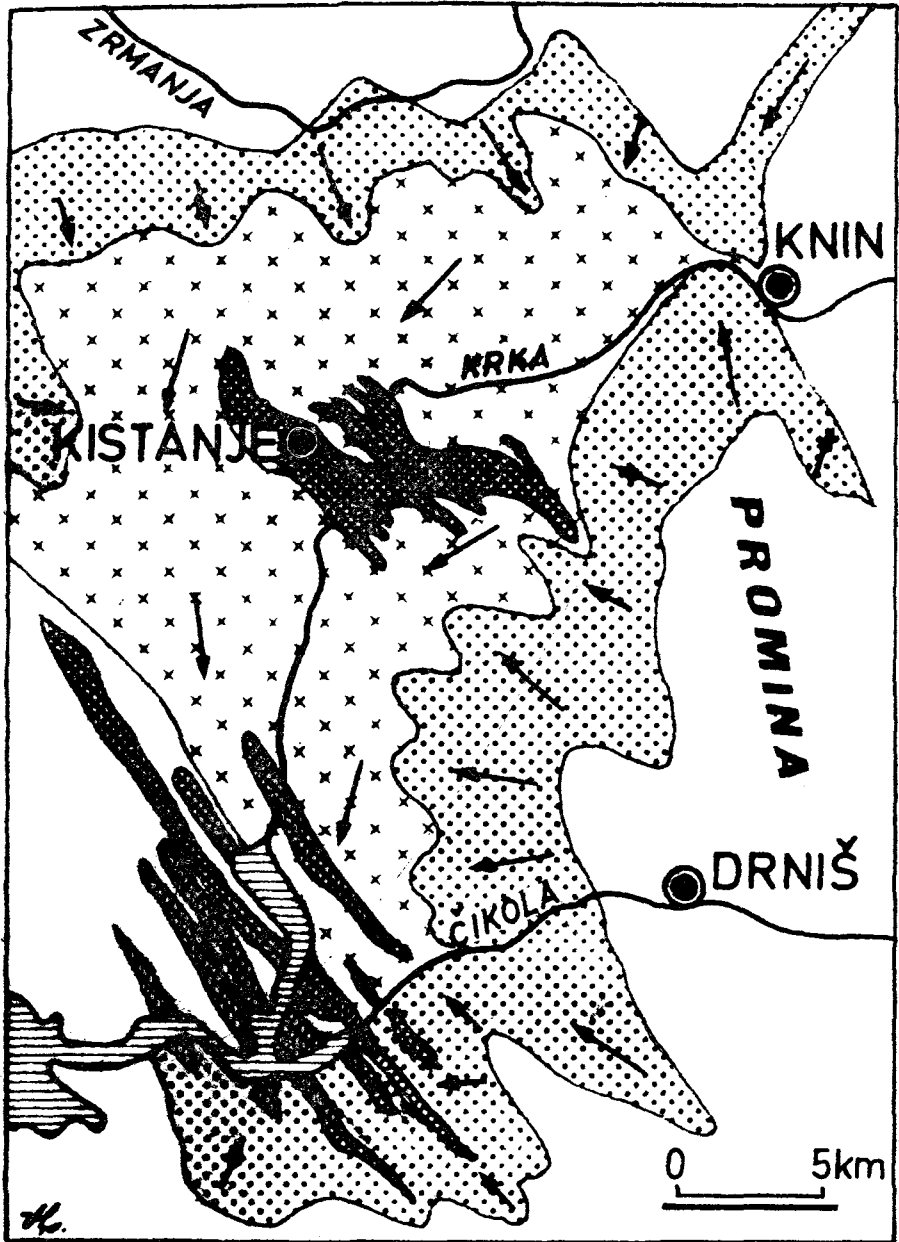
č) erozijsko-korozijske teorije. V primeru istrskega ravnika N. K r e b s, 1929.

Navedene teorije se razlikujejo tudi glede na to, kateri klimi pripisujejo najhitrejšo korozijo oz. najvidnejšo vlogo za nastanek ravnikov (neogena s pospešeno korozijo ali ledenodobna z večjo prodonosnostjo rek). Skupno pa jim je mnenje, da so ravniki na Dinarskem krasu fosilne tvorbe, ker so jih po dobi nastanka razrezale reke s kanjoni, ki so značilni za dinarske robne ravnike. V nasprotju s tem je v nadaljnjem tekstu razloženo mnenje, da tak robni ravnik nastaja tudi v sedanji klimi, in sicer pri Umagu v Istri. Zato si po bližje pogledjmo tamkajšnje razmere.

6—7 km vzhodno od jadranske obale pri Umagu je zahodni rob ozemlja, ki je zgrajeno iz eocenskega peščenjaka in laporja (Geološka karta 1 : 100.000 lista Trst). Južno od Buj v njem zbira vodo potok, ki ima niže ime Potok. Le redko priteka na foraminiferne apnenice, ki obroblyajo peščenjake. Ko jih Potok doseže, se dolina razširi. Ko pa doseže kredne apnenice, se dolina na široko odpre v uravnano ozemlje oziroma ravnik, ki je značilen za zahodno istrsko obalo. Ta ravnik je najbolj raven v obalnem pasu in na njem do okoli 70—100 m n. v. ni globljih in zaokroženih depresij — vrtač. Na višjem terenu pa postajajo vse bolj zaokrožene in globlje. Uravnanost zmanjšujejo predvsem pomoli višjega sveta. Eden od njih je Savudrijski prag, 4 km širok južni rob Piranskega zaliva, na katerem doseže vrtačasto površje zahodno obalo. Povprečni naklon zahodnoistrskega ravnika je 14 promil. Nadaljuje se še v obalno morje.

Ravnica ob Potoku je skraja za nekaj metrov nižja od okoliškega istrskega ravnika, s katerim se spoji šele malo pred obalo. Ob obali je okoli 4 km široka, na vzhodnem kraju naselja Umaga se zoži na 1,5—2 km, nakar se proti vzhodu zožuje. Ravnica ima na razdalji 2,5 km pol stopinje naklona in tu ravnik očitno še danes nastaja (sl. 1).

Prvotno je bila ravnica poplavni pas. V razširjenem delu ravnice so v preteklosti Potoku skopali 2—2,8 m globok kanal. Skraja ga spremlja protipoplavni nasip, ki še danes preprečuje poplave. Kljub tej globini je v kanalu le redko kje videti skalno podlago. Pozimi oziroma po daljšem deževju se dvigne talna voda do blizu površja. Vzhodno od Umaga so sledovi vodnjakov, iz katerih so nekdanji kmetovalci dobivali vodo. Na južnem robu ravnice priteka od vzhoda po deževjih potoček po zdaj povsem zaraščeni strugi, ki jo spremlja vrsta dreves. Da bi odvajali njegovo visoko vodo in zmanjšali mokrotnost zemljišča, ki škoduje nasadom breskev, trte in drugega, so pred leti zgradili 1 km južno in vzhodno od mesta kanal. Razkriva do globine 1,5—2 m osnovne, kredne apnenice, pokrite z jerino, ki sega marsikje globlje od kanala. Vzhodno od mesta se kanal cepi, en krak sega v nekdanj poplavni pas Potoka, drugi pa proti domala vedno suhem koritu od vzhoda. Čeprav kanal nima neposredne zveze s Potokom, po njem le kdaj pa kdaj priteče voda, ki se dvigne iz tal. Njena gladina je takrat več metrov višja od morske gladine.



- 1 
- 2 
- 3 

Za osvetlitev recentnih procesov so bile izvedene naslednje meritve. Trdote Potoka močno zavisijo od vodnega stanja. Sledijo trdote, izmerjene ob nizki vodi na izvirnem kraku Potoka pri kraju Čerebica 13. IX. 1978, v oklepaju pa so trdote ob višji vodi 1. 7. 1977, zajete ob prehodu na robne apnenice: celokupna trdota 22,7 °N (14,15), karbonatna trdota 22,4° (13,3°), kalcijeva trdota 14,2° (12,85°), magnezijeva 8,5° (1,3°). Sodeč po tej trdoti more Potok pri prenikanju v tla ob visoki vodi le še malo korodirati podlago. Prenika pa predvsem v hladni polovici leta, ko je voda višja. Toda tudi takrat le redko doseže morje.

Recentna naplavina ob strugi Potoka na apnencih je sivo-rjava, jerina pa rdeča. Med staro naplavino in jerino pa ni bistvenih razlik v teksturi. To so pokazale naslednje meritve.

Lokacija	Pesek v %		Melj %	Glina %	CaCO ₃	pH (KCl)
	grobi	drobni				
Aluvialna terasa južno od Buj	3,13	39,37	56,5	1,0	32,96	7,82
V strugi Potoka na začetnem apnencu	1,17	35,63	56,4	6,8	16,9	8,06
50 m S od Potoka blizu Petrovije	0,41	5,79	38,6	55,2	0,05	8,19
3 vzorci jerine E od Buj	13,11—22,93	0,27—1,09	26,1—36,4	47,5—50,1	0—2,96	7,25—8,03

Zaradi dolgotrajnih pedogenetskih procesov ima stara naplavina že prav toliko glinaste frakcije kot jerina. Niso sicer bili analizirani prehodi iz sivorjave naplavine v rdečo zemljo, niti napravljene petrografske analize, vendar je, sodeč po teksturi, v našem primeru možno holocensko nastajanje jerine iz pottočne naplavine. Ako bodo bodoče raziskave to možnost potrdile, bo v geomorfologiji potrjena zveza med naplavino in nastajanjem ravnika.

Zaradi več metrov debeline oziroma velike poljske vodne kapacitete je zemlja do tal mokrotna navadno le po deževni zimi. V ostalem letnem času dež namoči le vrhnje plasti, niže pa zlasti poleti in jeseni ostajajo suha tla. Ker je intenzivnost korozije v podtalnem krasu odvisna od trajanja vlažnosti tal (I. G a m s, 1985, v tisku), je očitno večja na kamninah, ki segajo do blizu površja zemlje, kot na nižjih. To pa pomeni proces podtalne aplanacije apneniške podlage.

Sl. 3. Kistanjski ravnik, njegov obseg in glaciji

1 - delno prepustni in neprepustni vložki

2 - pravi ravnik

3 - glacis (puščica nakazuje smer nagnjenosti)

(Litologija po geološki karti 1 : 75.000 lista Kistanje in Drniš, 1893—96).

Fig. 3. Karst plain od Kistanje, its size and glacis

1 - Partially permeable and impermeable inlayers

2 - Proper karst plain

3 - Glacis (arrow indicates the direction of sloping)

(Lithology according to geological map 1 : 75.000, sheets Kistanje and Drniš 1893—96).

Ta proces, ki je splošen na pokritem krasu, ima v primeru umaškega ravnika posebnost v visoki gladini piezometričnega nivoja, ki ga vzdržuje vodna gladina Tržaškega zaliva. To zavira nastajanje jam in udiranje površja ter hitrejše spiranje jerine v podzemlje. K takemu stanju je verjetno prispevalo tudi recentno grezanje obalnega ozemlja. Na to kažejo tipične podtalne kraške oblike, razkrite na večini nizkih zahodnoistrskih obal, s katerih je valovanje odneslo prst ne le zaradi deforestacije, ampak tudi zaradi grezanja (gl. fotografijo!). V opisani luči omogoča recentno nastajanje umaškega kontaktnega ravnika splet pogojev kot: plitvo pod površjem se obdobjno nahajajoči piezometrični nivo, ki ga v našem primeru vzdržuje morska gladina (o pomenu erozijske baze za uravnavanje glej H. B a u l i g, 1952), debel pokrov finozrnate prsti, ki se lokalno ne ugreza in ga voda ne spira v podzemlje, naplavina kot posledica poplavišča vode, ki obdobjno ponika.

Poglejmo si nekatere morfološke tipe robnih ravnikov na osnovi najbolj znanih primerov z Dinarskega krasa in tujine.

4. 1. F l u v i o k r a š k i r a v n i k s k a n j o n i. Ti se poglobljajo povprečno za 10—25 m v ravnike, ki so postali fosilni. Te višinske razlike med holocensko



Sl. 4. Kistanjski ravnik in njegov prehod v višje obrobje.

Na površje štrleče kamenje kaže ponekod subkutane oblike — dokaz erozije, ki je po deforestaciji odstranila pokrov prsti. Foto: I. Gams

Fig. 4. Karst plain of Kistanje and its transition to higher border.

On the surface perched stones show subcutaneous forms somewhere — proving the erosion which has removed the soil cover after the deforestation, Photo: I. Gams

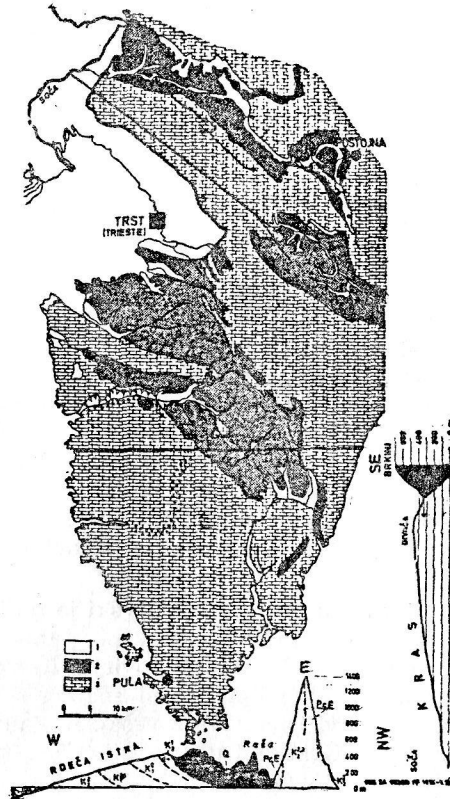
ravnico in ravnikom oz. starejšo (staropleistocensko?) teraso je najti na široko po Evropi, kar ne govori v prid, da so učinek neotektonike, oz. znižanja erozijske baze. Prej je soditi na klimatsko pogojenost (I. G a m s, 1973).

4.1.1. **Karlovški ravnik.** V literaturi nima skupnega imena. Bolj znani so njegovi deli kot Črnomaljski ravnik, Slunjska plošča, delno Kordun. Med Semičem in Slunjem je ravniško območje 68 km dolgo in 20—30 km široko (okoli tisoč km²). Ravnik prekinja več vzpetin. Erozijsko bazo Kolpe, Dobre, Mrežnice in Korane vzdržujejo (in so v času nastajanja ravnika vzdrževale) kvartarne, terciarne in starejše kamnine Karlovške kotline. Tja vzdolž teh rek ravnik tudi visi. Ob zgornjem robu ima najččešče 240—280 m, ob spodnjem 160—200 m n. m. v. Pritoki so prvotno bolj enotni strmec medrečnih uravnanih slemen zabrisali. Nastanek ravnika vzdolž rek si lahko zamislimo le ob postavki, da je ozemlje dalj časa tektonsko mirovalo. Iz tega razloga je lahko ostalo na njem nekaj krp terciarnih sedimentov (Kanižarica, Gojak, Bihač). Na Črnomaljskem ravniku so sledovi, da je bil ta pokrov prvotno bolj razširjen (I. G a m s, 1961). Domnevamo, da je tudi drugod po svoje preprečeval podzemeljski odtok, skupno z vložki triasnih in krednih dolomitov, krednih apnencev z roženci in krednih klastitov (po geol. karti Jugoslavije 1 :500.000. Beograd 1970) (gl. skico!). Ker imajo omenjene reke večidel kraške izvire (izjema je Kolpa), pri nastajanju ravnika ni računati z učinki razsežnejših naplavnih vršajev.

4.1.2. **Kistanjski ravnik.** Kot Karlovški je tudi ta v medrečju, med Zrmanjo, Krko in Čikolo. V povirju teh rek so poleg apnencev še triasni (werrfenski) klastiti, triasni dolomiti in klastiti, v povirju Čikole vzhodno od Drniša anhidrit. Ker so ti vododržni ali polprepustni sedimenti v gorah, so reke v pleistocenski dobi mogle naplaviti na ravnik vršaj. Ravnik visi od vasi Maros, kjer se razhajata Zrmanja in Krka, od n. v. okoli 275 m, proti Roškemu slapu (222 m) z naklonom štiri promile. Ob Čikoli se zniža od 280 m pri Druščah do 220 m pri izlivu reke (pet promil). Ta strmec ne govori v prid Rogličevi tezi, da pri uravnavanju niso sodelovale reke, temveč le na površini zastajajoča padavinska voda (s korozijo, ki jo zagovarja tudi K. Terzaghi, 1913). Strmec vseh obravnavanih ravnikov je podoben tamkajšnjim ohranjenim rekam. Tudi na tem ravniku so pretočne vode zadrževali na površini delno prepustni lapor-nati skrilačci iz serije promina-skladi (geol. karta 1 :75.000, lista Drniš, po kateri je narejena skica št. 3).

Značilno za Kistanjski ravnik je počasen prehod v okoliški višji svet v obliki glacijev (fotogr.). Njihov nastanek je še nepojasnen. So posledica neotektonskega vbočenja ravnika, z najnižjo osjo vzdolž današnje Krke? So učinek podgorskih geomorfoloških procesov, kakršni so v aridni klimi, tudi že v južnem Sredozemlju, še zdaj (K. H. Pfeffer, 1973)? Današnji pregib preko Roškega slapa je verjetno učinek mlajše tektonske dislokacije. Odprto ostaja zato tudi vprašanje, ali je mogla morska gladina kot erozijska baza prispevati k aplanaciji ravnika. Ker je v nizki nadmorski višini tudi ostali del Ravnih kotarov, sodimo o dolgotrajnem tektonskem mirovanju širšega ozemlja.

4.2. **Kraške planote z globokimi kanjoni.** Razlike z nizkimi ravniki izhajajo iz intenzivnejšega tektonskega dvigovanja, kar je rekam omogočilo, da so izdelale globlje kanjone. Ob tem so ravniki oz. planote doživele



Sl. 5. Litološka skica, prečni profil čez zahodnoistrski ravnik in vzdolžni profil čez Kras

- 2 - pretežno neprepustni sedimenti (eocenski fliš)
3 - apnenc

V obeh prikazanih primerih se apneniško površje dokaj enakomerno znižuje z oddaljenostjo od glavnega dobavitelja vode — gorovja (gričevja) iz eocenskega fliša, kar govori za fluviokraški nastanek ravnika (planote). To ne zanika verjetnosti, da je poševni tektonski nagib plošče usmeril površinsko pretakanje, niti naknadnih tektonskih denivelacij. Po prestanku nastajanja ravnika je tu in pri drugih primerih prišlo do kraškega razčlenjevanja površja.

Fig. 5. Lithological sketch, cross-section of the western Istrian karst plain and the longitudinal profile of the Trieste Karst (Kras).

- 2 - impermeable sediments prevailing (Eocene flysch)
3 - limestone

In both presented cases the limestone surface lowers rather steadily in proportion to the distance from the main water suppliers — Eocene flysch uplands (hills) showing fluviokarst origin of the plain (plateau). It does not deny the possibility neither that the inclined tectonic plate directed the superficial discharge nor the subsequent tectonic denivelation. After plain development here and elsewhere superficial karst dissection has taken place.

tudi večje denivelacije. Genetsko pa so podobne nizkim fluviokraškim ravnikom. To sodimo po podobnih dejavnikih. Te si poglejmo na primeru planot v vzhodnih Julijskih Alpah (Mežakla, Pokljuka, Jelovica, Komna). Vododržne (oligocenske) kamnine, ki so v povirnem delu reke (Save Bohinjke) omogočile naplavine, so se obdržale v manjšem obsegu v Bohinju. Erozijsko bazo reke so vzdrževali neprepustni sedimenti Blejskega kota (magnatske kamnine, oligocen). Planote predstavljajo neotektonsko negativno elipsasto tvorbo, z najnižjim delom v Bohinjski kotlini in z višjimi vnanjimi robovi, lepo vidnimi na severu v Poključskem grebenu in na jugu v robu Ratitovec—Bogatin (I. G a m s, 1981, U. P r e m r u, 1982). V povprečju 400 do 600 m globok kanjon Save Bohinjke sledi osi najmanjšega dviga.

Tudi pri zelo znanih črnogorskih planotah med dolinami Čehotine, Tare in Pive—Komarnice najdemo podobne dejavnike razvoja ravnikov. V povirju teh rek so poleg apnencev paleozojski klastiti, argilošisti in filiti (porečje Lima), dolomiti, triasni klastiti, tufi, v povirju Komarnice nad Šavnikom tudi kredni fliši. Erozijsko bazo teh rek je vzdrževala večja krpa paleozoika v dolini Drine med Fočo in Goraždem. Neotektonski dvig je bil še intenzivnejši kot pri planotah v vzhodnih Julijskih Alpah in kanjoni so zato globlji.

4.3. K o n t a k t n i f l u v i o k r a s z r a v n i k o m, s l e p i m i, s u h i m i i n r e č n i m i d o l i n a m i. Primer zahodnoistrskega ravnika. Dobavitelj alohtone površinske vode na kras je eocenski fliš tržaško-pazinske sinklinale. Večina potokov danes ponika v slepih dolinah, dolina Pazinskega potoka pa se v višji legi nadaljuje s suho dolino do Limskega kanala. Da so se nekdanji potoki s fliša površinsko pretakali proti morju, govori kljub lokalnim denivelacijam dokaj enakomeren naklon ravnika proti zahodu. Ravnik je večinoma fosilna tvorba, razen, kot omenjeno, pri Umagu. Poleg tega je tu še edina preostala aktivna rečna dolina, reka Mirne. Oblike so torej pestre in ravnik nudi ugodne pogoje za študij razvoja od površinskega naplavljanja na robni fluviokras, nastanka aktivnih in suhih dolin do večinskega pretakanja pod površjem.

Podoben tip fluviokraškega ravnika je Sežanski (Tržaški) Kras. V primerjavi z istrskim ravnikom nima pravih suhih dolin. Aktivni rečni dolini sta sicer dve (Raša, Glinščica) a sta manjši in robni. Ima pa zatrepno dolino (Moščenice) in fosilno slepo dolino (dol Devetakov). Aktivni kontakt fliša z apnencem na Senožeškem Krasu (Radinja, 1972) lahko primerjamo z nastajajočim ravnikom pri Umagu. Škocjanski kras (I. G a m s, 1983) ima paralelo v slepi dolini Fojbe pri Pazinu. Površje Krasa pa je bolj razgibano zaradi intenzivnejše neotektonske denivelacije (P. H a b i č, 1984). Tektonika sama pa ravnikega sveta seveda ni mogla ustvariti.

4.4. O a z n i r a v n i š k i p r e t o č n i k r a s s s l e p i m i i n s u h i m i d o l i n a m i i n g o s t i m i v o d n i m i j a m a m i. Primer Moravskega krasa (Češkoslovaška). Dolg in razmeroma ozek pas devonskih apnencev (skupno 92 km²) ima pasivni kontakt z okoliškimi kulmskimi vododržnimi skladi samo delno, na zahodni strani. Ostali kontakt je aktiven. Poleg tega je glavna rečna mreža usmerjena vzdolžno. Od tod tolikšna uravnanost površja in tolika gostota jam, od katerih ima Amaterska jama 32,5 km. Kljub dolgemu razvoju krasa v mezozoiku, terciarju in kvartarju nima kras nobene večje aktivne rečne doline, verjetno zaradi obdobjih fosilizacij (P a n o š, 1964).

4.5. Robni fluviokraški ravniki s slepimi dolinami in vertikalnim kontaktom na odtočni strani. Primer krasa v Kentuckyju in v Indiani. Uravnavanemu Moravskemu krasu do neke mere odgovarjata Mitchel Plain v Indiani in Sinkhole Plain v Kentuckyju, oba iz devonskih apnencev. V razliko od Moravskega krasa pa se kras na območju Narodnega parka Mamutske jame nadaljuje kot endokras pod neprepustnim silikatnim pokrovom Chester Uplanda do doline Green Riven. Ker ta silikatni pokrov, razen v udornih brezni in globljih dolinah, preprečuje prenikanje padavinske vode v apnenca v talnini, siga jamskega spleta ni prekinila z zapolitvami. Zato se je lahko pod slemeni Flint, Mammoth in Joppa ohranil najdaljši, okoli 500 km dolg jamski splet Flint-Ridge-Mammoth Cave (gl. F. D. Miotke, 1975, pod. 32 in 45. A. N. Palmer, 1981, pod. 21 in 29).

5. Ozni pretočni gorski kras z vodnimi jamami. Tip krasa v gorovju Api v narodnem parku Mulu v Sarawaku (Borneo). Skozi 37 km dolg in 5 km širok gorski hrbet iz grebenskih apnencev se pretakajo reke iz skrilavcev in peščenjakov na sedimentno ravnico na nasprotni strani Api. Goste jame v nadstropjih, nastale zaradi tektonskega dviga, slovijo po izrednih razsežnostih (A. J. Eavis, 1981, A. C. Waltham, D. B. Brook, 1979).

6. Kontaktni fluviokras z globokimi brezni. Primerov je pri nas in v svetu veliko. Ponornice so navadno manjše in višinska razlika med ponori in izviri velika. Poleg vododržnih skladov so v gorovjih nekdanj dojavljali alohtono vodo tudi pleistocenski ledeniki. Največje globine imajo navadno brezna, ki se nadaljujejo v poševne vodne jame, nastale na vododržni podlagi oz. blizu piezometričnega nivoja. Spadajo med najgloblja na svetu.

Pestrost oblik kontaktnega fluviokrasa je posledica mnogih dejavnikov. Od njih omenimo nekatere, ki najbolj vidno preprečujejo ponornicam takojšen spust v globlje kraško podzemlje. Med njimi je dolgotrajnejši obstoj visoke erozijske baze na odtočni strani (vododržni sedimenti, morje), kar je običajno pogojeno s tektonsko stabilnostjo krasa. Na kraškem površju ali v dolgih vododržnih jamah ostajajo ponornice zlasti v primeru večjih skoncentriranih tokov in močnejšega prenašanja sedimentov, zlasti proda, pa tudi vložkov manj prepustnih kamnin v krasu.

LITERATURA

- D'Am bro sio, C., 1954: Ipotesi sulla deviazione del Paleotimavo. Atti VI. Congr. Naz. Speleol., Trieste.
- Ba ulig, H., 1952: Surface d'aplanissement. Annales d'Géographie. No 325-LXI.
- Ea vis, A., J., 1981: Caves of Mulu '80. Royal Geographical Society. London.
- Ga ms, I., 1961: H geomorfologiji Bele krajini. Geografski zbornik VI, Ljubljana.
- Ga ms, I., 1962: Slepe doline v Sloveniji. Geografski zbornik VII, Ljubljana.
- Ga ms, I., 1964: Velo polje in problem pospešene korozije. Geografski vestnik XXXV, 1963, Ljubljana.
- Ga ms, I., 1965: Types of accelerated corrosion. Problems of Sp eological Research, I. Prague.
- Ga ms, I., 1973: Die zweiphasige quartärzeitliche Flächenbildung in den Poljen und Blindtälern des nordwestlichen Dinarischen Karstes. Geogr. Zeitschrift-Beihefte: Neue Ergebnisse der Karstforschung in den Tropen und im Mittelmeerraum. Wiesbaden.
- Ga ms, I., 1974: Kras. Ljubljana.
- Ga ms, I., 1981: Karst—Karst Denudation—Chemical Erosion—Climate, Perspectives in Geomorphology (ed. H. S. Sharma). New Delhi.
- Ga ms, I., 1981: Morfografski sistemi u Jugoslaviji. Glasnik srpskog geografskog društva, LXI, Beograd.
- Ga ms, I., 1983: Škocjanski Kras kot vzorec kontaktnega krasa. Mednarodni simpozij »Zaščita Krasa ob 160. letnici turističnega razvoja Škocjanskih jam«. Sežana.
- Ga ms, I., 1985 (v tisku): Mednarodne primerjalne meritve površinske korozije s pomočjo standardnih apneniških tablet. Zbornik ob 85. letnici rojstva akad. I. Rakovca, Ljubljana.
- Gr un d, A., 1908: Die Oberflächenformen des Dinarischen Gebriges. Zeitschr. Ges. Erdkunde, Berlin.
- Ha bi č, P., 1981: Nekateri značilnosti kopastega krasa v Sloveniji. Acta carsologica — Krasoslovni zbornik IX, 1980, Ljubljana.
- Ha bi č, P., 1984: Reliefne enote in strukturnice matičnega Krasa. Acta carsologica — Krasoslovni zbornik XII, 1983, Ljubljana.
- Ka yser, K., 1955: Karstrandebene und Poljeboden. Zur Frage der Entstehung von Einebnungsflächen im Karst. Erdkunde, 9.
- Kre bs, N., 1929: Ebenheiten und Inselberge im Karst. Zeitschrift Ges. Erdkunde zu Berlin, I, 3/4.
- Le hman n, H., 1954: Der tropische Kegelarst auf den Grossen Antillen. Erdkunde, 8, Bonn.
- Lo uis, H., 1956: Die Entstehung der Poljen und ihre Stellung in der Karstabtragung auf Grund von Beobachtungen im Taurus. Erdkunde, 10, Bonn.
- Me lik, A., 1955: Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Dela 7 Geogr. inštituta SAZU, Ljubljana.
- Mio tke, F., D., 1975: Der Karst im zentralen Kentucky bei Mammoth Cave. Hannover.
- Mo rawetz, S., 1967: Zur Frage der Karstebenheiten. Zeitschr. Geomorph., 11.
- Pa lmer, A., N., 1981: A geological guide to Mammoth Cave National Park. Teaneck.
- Pa no š, V., 1964: Der Urkarst im Ostflügel der Böhmischen Masse. Zeitschr. f. Geomorphologie, N.H. 8, 2.
- Pfe ffer, K., H., 1973: Flächenbildung in den Tropen und im Mittelmeerraum. Wiesbaden.
- Pr emru, R., 1982: Spiralne strukture. Nekateri primeri na področju Jugoslavije. Zbornik radova, X jub. kongres geologa Jugoslavije, knj. I., Budva.
- Radinja, D., 1972: Senožeško podolje. Geografski zbornik XIII, Ljubljana.
- Radinja, D., 1967: Vremška dolina in Divaški Kras. Geografski zbornik X, Ljubljana.
- Ra thjens, C., 1954: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen. Erdkunde, 8.

- Roglič, J., 1952: Unsko-koranska zaravan i Plitvička jezera. Geografski glasnik XII, Zagreb.
- Roglič, J., 1957: Zaravni na vapnencima. Geografski glasnik XIX, Zagreb.
- Roglič, J., 1965: The Depths of the Fissure Circulation of Water in the Dinaric Karst. Problems of the Speleological Research, I. Prague.
- Roglič, J., 1965 b: The Delimitation and Morphological Types of the Dinaric Karst. Naše jame, VII, 1-2, Ljubljana.
- Slovenska kraška terminologija. (ur. I. Gams et al.), 1973, Ljubljana.
- Šali, F., 1969: Denudacija in korozija v porečju gornje Krke in Temenice. Geografski obzornik XVI, 3-4, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1982: Nekaj misli o oblikovanosti kraškega površja. Geografski vestnik, LIV, Ljubljana.
- Terzaghi, K., 1913: Beiträge zur Hydrographie und Morphologie des kroatischen Karstes. Mitt. Jahr. Geol. Reichanstalt, XX, 6, Budapest.
- Tolmač geološke karte SFR Jugoslavije 1 : 500.000. Geološka karta SFRJ. Zvezni geološki zavod, Beograd 1971.
- Uputstvo za izradu pregledne geomorfološke karte SFRJ u razmeru 1 : 500.000 Beograd 1981 (cikl.).
- Waltham, A., C., Brook, D. B., 1979: Caves in Mulu hills. Geographical Magazine (april).
- Wis mann, H., 1954: Der Karst der humiden heissen und sommerheissen Gebieten Ostasiens. Erdkunde, 3.

CONTACT FLUVIOKARST

Summary

The article first explains the difference between the concepts of karst and fluvio-karst. Fluviokarst means the endogeneous karst with surface, decisively controlled by surface wash (denudation) and processes of running water (even if the corrosion of percolating water is more intensive). Dolines are usually absent. The notion also found application in the legende to the geomorphological mapping of Yugoslavia on the scale 1 : 500.000 and 1 : 100.000 by dividing the larger surface forms into karstic and fluviokarstic ones.

The article then discusses the different types of special contact fluviokarst developed in the transition zone from surface to underground drainage pattern in the border karst area, with forming control of running water. The types are compounded of surface depression forms (blind valleys, dry valleys, border poljes, karst plains) and water caves and collapse dolines genetically connected with them, as well as potholes. The most impressive and famous karst features are briefly described as types of contact fluviokarst:

- 1) with predominant blind valleys and ponors,
- 2) with predominant dry valleys and water caves,
- 3) with border poljes and caves,
- 4) with karst plains.

As the latter in the Dinaric Karst are believed to be fossil forms, an example of a recently developing karst plain is described from the Istrian peninsula of NW Yugoslavia near to the town of Umag. The main morphogenetic factors acting here are: the piezometric level of karst water maintained near to the ground surface by the sea level, absence of surface collapsing, sinking streams, deposition of suspended material in the flooded area, deep clay ore loamy soil (here terra rossa) and more intensive subcutaneous corrosion of the stones protruded higher into the often moist surface layer of soil- a process which leads to subcutaneous planation.

As subtypes are shown fluviokarst plains with predominant canyons as fossil forms (karst plain W, SW and S of the Karlovac basin, karst plain of Kistanje near Zadar), karst plateaus which are tectonically higher risen karst plains (plateaus of Eastern Julian Alps, that among the rivers Čehotina, Tara and Piva—Komarnica in Monte Negro — Črna gora), karst plain with blind valleys, dry valleys and river valley (karst plain of western Istria, Trieste Karst in higher elevation), isolated karst with blind valleys, dry valleys and dense water caves (Moravian Karst).

5) Border plain fluviokarst with blind valleys and vertical contact. The type of karst in Indiana and Kentucky where the Mitchel Plain and Sinkhole Plain can be genetically compared with the Moravian Karst. But in Kentucky, in Mammoth Cave National Park the surface karst has a continuation behind the Chester escarpment in the endokarst below the caprock of impermeable silica sediments. It prevents, outside of the collapsed dolines and valleys, the percolation of waters, and by this the filling up of the caves with flowstone. This is the reason for the density of caves (Flint-Ridge Mammoth Cave System is the largest in the world).

6) Isolated through-flow mountainous karst with water caves. The type of karst in the Api Mts in the Mulu National Park in Sarawak, Borneo.

7) Contact karst with deep potholes and combination pothole-caves. The last ones are among the deepest in the world (in the high mountains at the ends of ancient glaciers).

Factors of diverse modelling of contact fluviokarst are also examined (size and elevation of the impermeable and permeable areas, lithology, climate, drainage pattern, age of processes, existence of base level for surface applanation and horizontal water caves, alluvial fans etc.