

MOVRAŠKA IN SMOKAVSKA VALA  
TER JAMA POD KROGOM

(S 7 SLIKAMI IN 1 PRILOGO)

MOVRAŠKA AND SMOKAVSKA VALA AND JAMA POD KROGOM

(WITH 7 FIGURES AND 1 ANNEX)

PETER HABIČ  
RADO GOSPODARIČ  
ANDREJ MIHEVC  
FRANCE ŠUŠTERŠIČ

SPREJETO NA SEJI  
RAZREDA ZA NARAVOSLOVNE VEDE  
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI  
DNE 25. NOVEMBRA 1982

## VSEBINA

Izveček — Abstract . . . . .	80 ( 4)
UVOD . . . . .	81 ( 5)
GEOLOŠKE IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI	
SMOKAVSKE IN SOSEDNJIH VAL . . . . .	81 ( 5)
HIDROLOŠKE RAZMERE V SMOKAVSKI IN SOSEDNJIH VAL . . . . .	83 ( 7)
GEOLOŠKE IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI MOVRAŠKE VALE . . . . .	85 ( 9)
HIDROLOŠKE RAZMERE V MOVRAŠKI VALI . . . . .	87 (11)
JAMA OD KROGOM . . . . .	87 (11)
HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI JAME POD KROGOM IN IZVIRA SOPOT . . . . .	90 (14)
MOŽNOSTI ZA URAVNAVANJE VODNEGA REŽIMA	
V OBRAVNAVANIH VALAH . . . . .	93 (17)
SKLEP . . . . .	94 (18)
LITERATURA . . . . .	96 (20)
MOVRAŠKA AND SMOKAVSKA VALA AND JAMA POD KROGOM	
(Summary) . . . . .	96 (20)

**Izvleček**

UDK 551.44(497.12—14)

**Habič P., Gospodarič R., Mihevc A., Šušteršič F.: Movraška in Smokavska vala ter Jama pod Krogom.**

Acta carsologica, 11 (1982), 77—97, Ljubljana, 1983, Lit. 4.

Prikazane so geološke, morfološke in hidrološke razmere kraških globeli ob stiku fliša in apnenca ob narivni luskasti conii na razvodju med Rižano, Dragonjo in Mirno v severni Istri, NW Jugoslavija. Na podlagi speleohidroloških preučitev Jame pod Krogom in njenega kraškega zaledja so ocenjene možnosti za odpravo občasnih poplav v slepih dolinah oziroma robnih kraških poljih pri Gračišču, Smokvici in Movražu. Ugotovljene so nekatere mlajše kvartarne klimatsko pogojene oblike in sedimenti na površju in v podzemlju.

**Abstract**

UDC 551.44(497.12—14)

**Habič P., Gospodarič R., Mihevc A., Šušteršič F.: Movraška and Smokavska vala and Jama pod Krogom.**

Acta carsologica, 11 (1982), 77—97, Ljubljana, 1983, Lit. 4.

Geologic, morphologic and hydrologic conditions of karst depressions at the contact of flysch and limestone near the overthrust imbricate structure on the watershed among Rižana, Dragonja and Mirna in northern Istria, NW Yugoslavia, are studied. On the base of speleohydrological studies of the Jama pod Krogom and its karst hinterland were estimated the possibilities for suppression of periodical floods on blind valleys, on marginal karst poljes near Gračišče, Smokvice and Movraž respectively. There have been stated some younger quaternary, climatically conditioned forms and sediments on the surface and in the underground.

**Naslov — Address**

Dr. Peter Habič, znanstveni svetnik  
Dr. Rado Gospodarič, znanstveni svetnik  
Andrej Mihevc, asistent  
France Šušteršič, asistent  
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU  
Titov trg 2  
66230 Postojna  
Jugoslavija

## UVOD

Po naročilu Geodetskega zavoda SRS so sodelavci Inštituta za raziskovanje krasa preučili speleohidrološke in hidrogeološke razmere v območju Movraške, Smokavske in Gračiške vale v severni Istri. Kartirali so kraške izvire, požiralnike in estavele ter raziskali edino znano izvirno jamo pod Krogom z namenom, da bi spoznali možnosti za odpravo poplav v Movraški in sosednjih valah. Podolgovate plitve kraške globeli so nastale ob stiku eocenskega fliša in paleocenskih apnencev v luskasti narivni coni na razvodju med Rižano, Dragonjo in Mirno. V geološkem pogledu je ta predel na prehodu visokega krasa Čičarije in Slavnika v nižji flišni svet severne Istre. Po kraških in hidroloških značilnostih so vale nekakšna robna občasno popolavljena kraška polja. Poplave onemogočajo nemoteno kmetijsko izrabo razmeroma ugodnih ravníc v dnu val. Površinske in kraške vode zastajajo ob ponorih zaradi omejene prepustnosti podzemeljskih kanalov in kraške talne vode, zato bi poplave lahko odpravili le z umetnimi rovi, za kar so razmeroma ugodne reliefne možnosti, pri čemer bi delno lahko izkoristili tudi izvirno jamo pod Krogom.

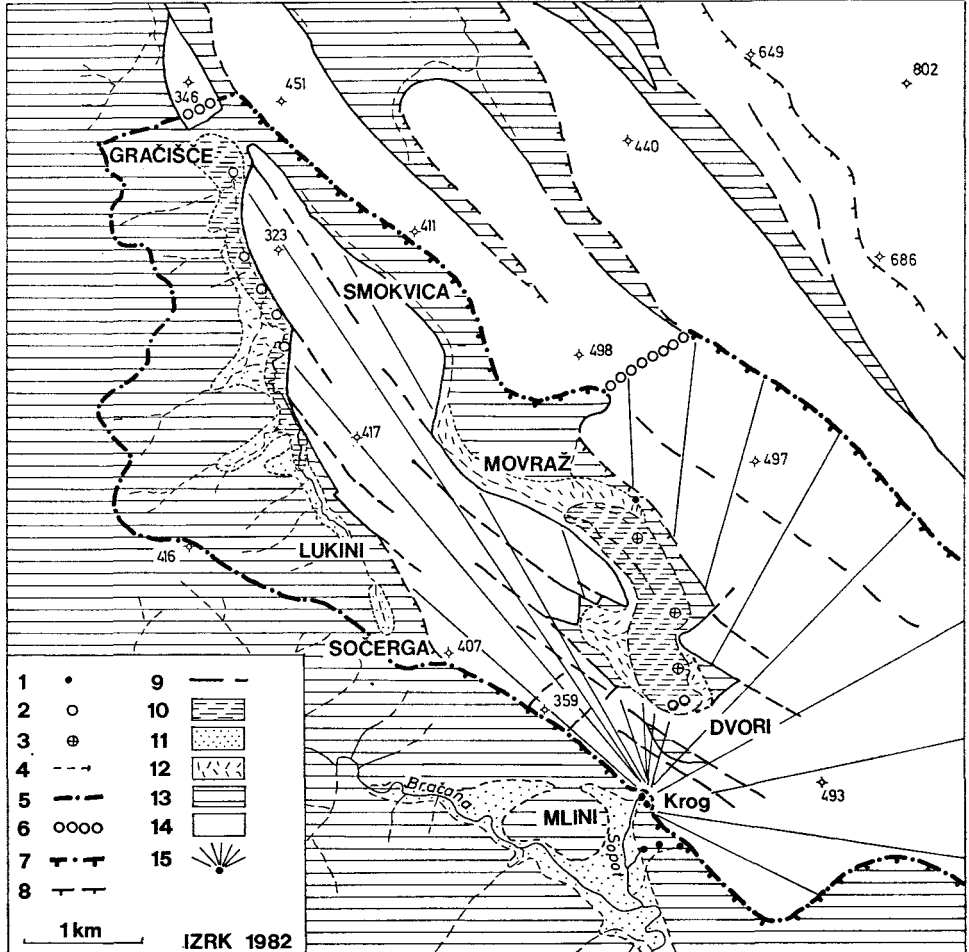
### GEOLOŠKE IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI SMOKAVSKE IN SOSEDNIH VAL

Sočerska, Lukinska, Smokavska in Gračiška vala tvorijo hidrogeološko celoto na sicer različni geološki podlagi. Nastale so z zakrasevanjem prvotne normalne doline, ki se proti NW nadaljuje ob Kubendskem potoku. Na vzhodni strani teh vzdolžnih zakraselih dolin prevladujejo zgornje paleocenski, ilderijski alveolinski apnenci in spodnjeeocenski cuisijski numulitni apnenci, ki navzgor prehajajo v spodnjelutecijske laporne apnenice in apnene laporje ter v flišne laporje in peščenjake. Eocenski fliš gradi zahodno polovico navedenih val.

Po osnovni geološki karti SFRJ, list Trst, 1:100.000 (1969) in njegovem tolmaču (M. Pleničar, A. Polšak, D. Šilič, 1973) so paleocenski apnenci med Smokvico in Movražem ter Sočergo in Gračiščem sinklinalno in antiklinalno nagubani ter narinjeni na prav tako nagubani eocenski fliš. Podrobnejše kartiranje je pokazalo, da so gube in narivi tudi vzdolž in počez prelomljeni z navpičnimi prelomi. Ob njih so razporejeni požiralniki Smokavske in Gračiške vale, vrtače na apniškem hrbtu, pa tudi grape v eocenskem flišu, ki se stekajo k požiralnikom ob stiku fliša in apnenca.

S hidrogeološkega vidika je pomemben gračiški prelom NW-SE smeri, saj so ob njem sredi kraške globeli Gračiške vale razporejeni zasuti in aktivni požiralniki. Stik apnenca in fliša je tu prekrit s 4 m debelo plastjo naplavine.

Gračiškemu vzporedno poteka naslednji prelom ob vzhodni strani Smokavske vale. Ob njem so razvrščene rupe in požiralniki v Ponikvah. Prelom



Sl. 1. Hidrogeološka skica Movraške in Smokavske vale.

1 — kraški izvir, 2 — požiralnik, 3 — estavela, 4 — ponikalnica, 5 — površinsko razvodje, 6 — kraško razvodje, 7 — hidrogeološko razvodje, 8 — narivni rob, 9 — fotogeološki prelomi, 10 — poplavno območje, 11 — aluvij, 12 — koluvij, 13 — eocenski fliš, 14 — paleocenski apnenci, 15 — usmerjenost odtoka podzemeljskih voda

Fig. 1. Hydrogeologic sketch of Movraška vala and Smokavska vala

1 — karst spring, 2 — ponor, 3 — estavele, 4 — sinking stream, 5 — superficial watershed, 6 — karst watershed, 7 — hydrogeologic watershed, 8 — overthrust line, 9 — photogeologic faults, 10 — flooded area, 11 — alluvion, 12 — colluvion, 13 — Eocen flysch, 14 — Paleocene limestone, 15 — underground water flow direction

ob stiku s flišem je viden ob cesti pri Krogu. Z njim je vzporeden tudi prelom, ob katerem so razvrščeni požiralniki Lukinskega potoka v Lazu. Prelomne smeri NW-SE in SW-NE sledimo v vsem kraškem hrbtu med Gračiško, Smo-

kavsko in Movraško valo in nanje so po našem mnenju vezane poglavitne drenažne kraške cone. Vse površinske vode iz omenjenih val se tako podzemeljsko odteka skozi apniški hrbet med vzhodnim in zahodnim flišnim pasom jugovzhodno od Gračišča.

Ozek vzhodni flišni pas sega od Gračišča mimo Smokvice proti Movražu. Nanj narinjeni apnenci, v katerih je oblikovan hrbet Lačne, niso v neposrednem stiku z vmesnim apniškim hrbtom med Smokavsko in Movraško valo. Po doslej zbranih strukturnih podatkih obstaja le malo možnosti, da se kraške podzemeljske vode iz Smokavske vane in vmesnega kraškega hrpta odteka v povodje Rižane. Dejansko usmerjenost odtoka bi bilo mogoče preveriti samo z barvanjem. Po hidrogeoloških razmerah sodeč pa so kraške in površinske vode iz tega območja usmerjene proti jugovzhodu v povodje Mirne. Verjetno skupaj z movraškimi vodami izvirajo pri Mlinih pod Krogom. Geološke razmere tudi dopuščajo možnost, da Gračiške in Smokavske ponikalnice prispevajo k poplavam v Movraški vali.

Zahodni flišni pas med Gračiščem in Sočergo je sklenjen in se nadaljuje v povodje Dragonje, Mirne in Rižane. Sočerska, Lukinska, Smokavska in Gračiška vala so tako izoblikovane prav na razvodju omenjenih porečij. Po morfoloških potezah sklepamo, da se je ob stiku z apnenci izoblikovala sprva enotna vzdolžna dolina, po kateri so vode površinsko odtekale proti Kubedu in v Rižano (V. K o k o l e, 1956, 198—206). Izdatnejša erozija v povodju Mirne je omogočila podzemeljski odtok proti jugovzhodu in s tem kraško poglobljanje Smokavske, Gračiške in Movraške vane. Kubedski potok kot pritok Tržaške reke oziroma Rižane je bil obglavljen in razvodje med Rižano in Mirno se je prestavilo od Sočerge, kjer je sedaj razvodje v višini 345 m, h Gračišču, kjer je preval med Gračiško in Kubedsko valo v višini 295 m.

Skozi zakrasele apnenice so vode sprale flišno preperelino in tako izoblikovale zaprto kontaktno kraško globel z najnižjim dnom v Ponikvah v Smokavski vali. Skalno dno požiralnikov je v višini okrog 272 m. Poplavna ravnica v flišni naplavini ob požiralnikih je v višini med 274 in 276 m. Nad 276 m je višja akumulacijska terasa, ki so jo nasule vode verjetno v hladnejših obdobjih Würma. Prehod s te terase v flišno obrobje je postopen in neizrazit ter prekrit s kolvijem. V Gračiški vali je dno poplavne ravnice v višini med 276 in 277 m. Z ročnim vrtnanjem smo ugotovili 4 m debele plasti ilovnatih naplavin, prvotno skalno dno je tudi pri Rupah v višini okrog 272 m.

## HIDROLOŠKE RAZMERE V SMOKAVSKI IN SOSEDNJIH VALAH

Sočerska vala nima pravega kraškega značaja. Plosko dno doline je zamočvirjeno, ker je stranski pritok izpod Lukinov nasul prečno na dolino manjši vršaj. Tudi Lukinska vala ni kraška. S fliša usmerjeni pritoki odteka vzdolž ob stiku z apnencem do ponikev v Smokavski vali. V njej sta dve skupini požiralnikov in rup. V južnejši ponika v Lazu Lukinski potok, ki zbira vodo od Sočerge mimo Lukinov. V severni skupini požiralnikov, v Ponikvah izginjajo vode iz osrednje in stranskih grap Smokavske vane. Med Smokavsko in Gračiško valo je več manjših rup in grezov, ki jih zalijejo le visoke vode, medtem ko potoki iz stranskih grap na obeh straneh Kameščice že prej izginejo v

naplavinah in prispevajo k zamočvirjenosti stranskih dolin. Lukinske in smokavske poplavne vode zalijejo vse požiralnike in ob najvišjih vodah oblikujejo skupaj z gračiškimi vodami enotno poplavno območje.

V Gračiški vali so osrednje ponikve v Rupah, manjše vodice pa se izgube ob flišnem robu v koluvialnih naplavinah pod Žrdinom in vplivajo na zamočvirjenost Gračiške vale. Višina poplave je odvisna od dotoka s fliša, oziroma od padavin. Poplave trajajo od nekaj ur do par dni, dokler ne odteče vsa voda skozi požiralnike v kraško podzemlje. Razpored in velikost požiralnikov je pogojena s prepustnostjo kraškega obrobja, nanj pa s površinskim širjenjem požiralnikov ni mogoče bistveno vplivati.

Rupe v Gračiški vali so lijakaste vrtače v naplavini, široke okrog 10 m in globoke 3 m. Skalna podlaga v njih ni vidna. V bližini je dvojni grez, povezan z nekakšno strugo. Struga potoka je do Rup regulirana. Pri bencinski črpalki pod Gračiščem je krajša izgonska struga, ki se izgubi v naplavini. Potok pri Leneku ponika ob prehodu s fliša na akumulacijsko teraso, sicer pa se struga nadaljuje v osrednji del vale. Tja je usmerjen tudi hudourniški potok s fliša pod Lačno (451). V južnem delu Gračiške vale je pri Mržljeku manjša rupa, prav ob vznožju apniškega brega pa je slediti strugo v smeri Smokavske vale. V ozkem prehodu iz Gračiške v Smokavsko valo je struga speljana ob cesti, v poplavni ravnici so vstran od struge 4 rupe. Suha struga vodi do prvega požiralnika v Smokavski vali. V njegovi bližini je nad cesto starejši ponorni zatrep in ostanek višje terase. Ker prvotni zasip ni odstranjen, sklepamo, da so odtočni kanali v krasu zasuti, njihovo drenažno funkcijo pa so prevzeli nižji aktivni kanali, ki so povezani z mlajšimi požiralniki. Dalje proti jugu je okrog 100 m dolg in do 4 m globok jarek v naplavini s 4 pglavitnimi požiralniki. V njih ponikajo vode, ki pritekajo bodisi s severne ali južne strani. Plitva struga vodi dalje mimo večjega osamljenega greza do južne skupine ponikev Smokavskega potoka. Ob nizkih vodah smo opazovali ponikanje tega potoka s pretokom okrog 2 l/s v prvem požiralniku v kolenu struge, ko zavija proti jugu. Od tod 50 m proti jugu je niz drugih ponikev in zadnja od njih je pogobljena do skalne podlage, kjer pa ni večjih špranj. Del struge je umetno narejen, vendar se s tem ni povečala požiralnost. Nekaj deset metrov dalje proti jugu je osamljen grez, širok do 6 in globok okrog 3 m. Zalijejo ga le poplavne vode.

Lukinski potok navadno ponika v treh lijakastih aluvialnih požiralnikih v Lazu. Ob visoki vodi teče dalje do Smokavskega potoka in skupaj z njim ponika ali poplavlja. Od Laza navzgor po Lukinski in Sočerski vali ni požiralnikov.

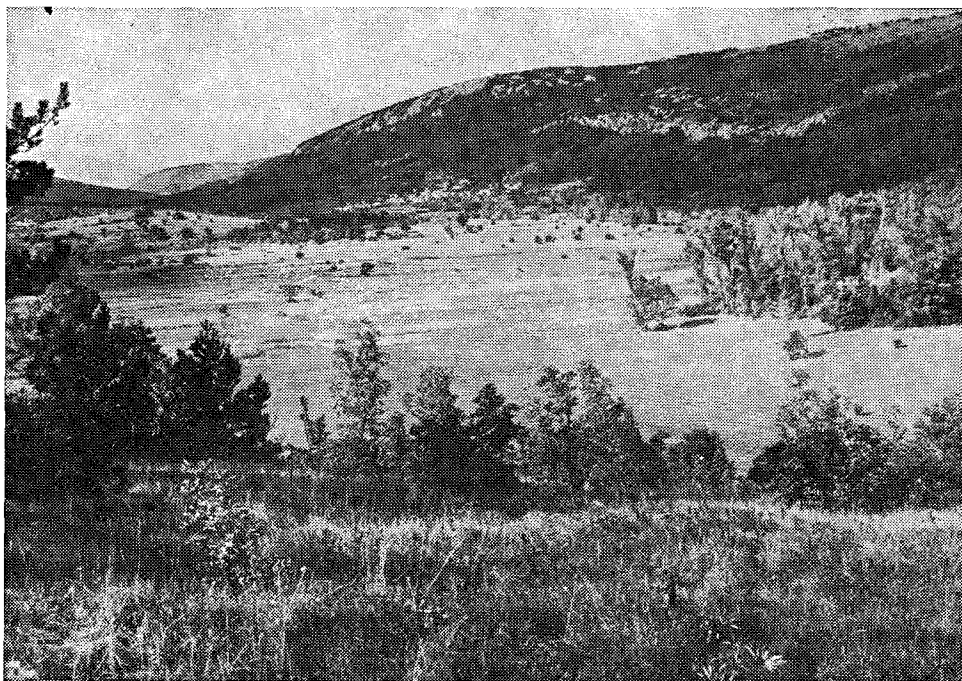
Požiralniki so razporejeni ob dveh pglavitnih prelomih, po njihovem delovanju pa sklepamo na omejeno požiralnost kraškega podzemlja. Koliko vode lahko nemoteno ponikne hkrati v vseh ponikvah ni znano, verjetno pa so vse v medsebojni podzemeljski zvezi. Dejansko požiralnost bi mogli ugotoviti le z rednim opazovanjem poplav in merjenjem pretokov. Podobno velja tudi za Movraško valo, kjer je poleg maksimalnega odtoka potrebno ugotoviti tudi dotok. Rupe v dnu globeli delujejo kot estavele, nekaj časa bruhajo vodo, nato pa jo požirajo. Poplave v Movraški vali je treba primerjati tudi s poplavami v Smokavski vali in ugotoviti njihovo morebitno povezanost.



## GEOLOŠKE IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI MOVRAŠKE VALE

Movraška vala je izoblikovana v ozkem flišnem pasu za prvim narivnim hrbtom ilerdijskih in cuijskih apnencev. Na vzhodni strani vpada eocenski fliš pod naslednji narivni apniški rob, ki poteka v dinarski smeri od Kubeda, mimo Gračišča, Smokvice in Movraža. Zahodna meja tega fliša je delno tektonska, delno pa normalno sedimentacijsko prehaja v apnenec. Pri Gračišču je tektonska ali erozijska vrzel v zunanjem apniškem hrbtu, zato je flišna cona tam sklenjena, podobno kot pri Kubedu. Za dober kilometer jugovzhodno od Gračišča pa se onkraj nizkega prevala v višini okrog 300 m začinja ob stiku apnenca in fliša sprva ozka in plitva dolina, ki se pod Smokvico razširi in pod Movražem poglobi v širšo kraško globel, nekakšno kraško polje z ravnim, do 300 m širokim in 2 km dolgim, naplavljenim dnom v višini med 168 in 170 m.

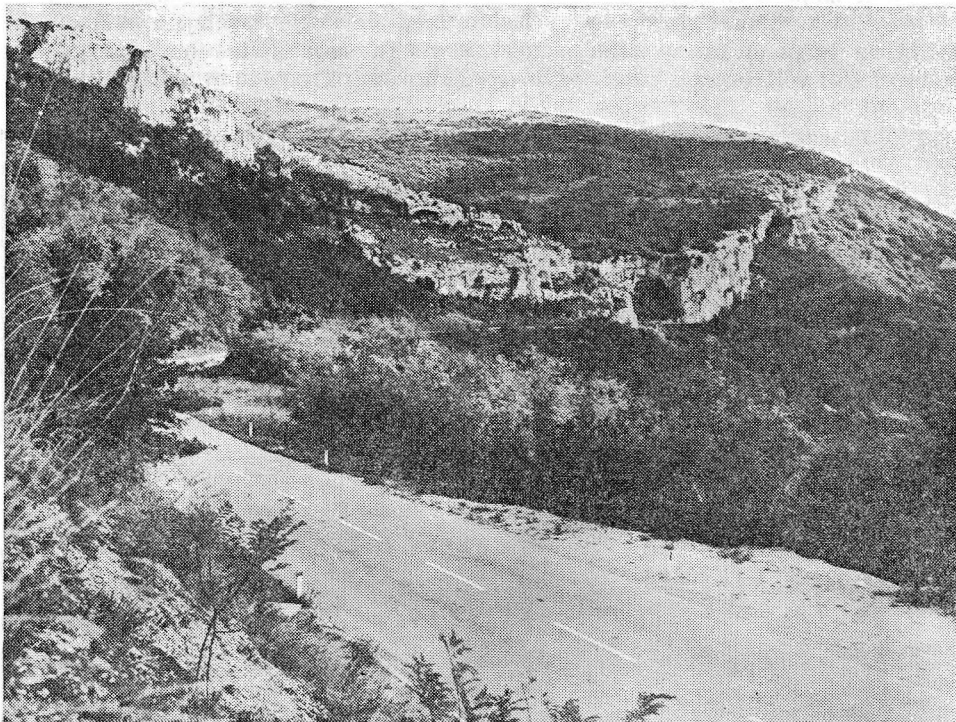
V južnem in vzhodnem delu Movraške vale se namreč nepropustna flišna cona erozijsko ali tektonsko končuje, apniški rob pa skoraj neopazno stika z zunanjim apniškim hrbtom, zato je vala na južni strani zaprta in ima obliko nekakšne slepe doline. Zakraseli apniški obod sega na obeh vzdolžnih straneh do uravnjav v višinah okrog 400 in 500 m, medtem ko je najnižji preval v suhi dolini na južni strani v višini okrog 210 m. Ta suha dolina obvisi nad prepadno steno v Krogu ob zunanjem narivnem robu okrog 150 m nad dolino Bra-



Sl. 2. Pogled na Movraško valo z jugovzhodne strani  
 Fig. 2. The view of Movraška vala from SE part

čane v povirju Mirne. Prav pod najnižjim prevalom je pri Mlinih pod Krogom stalen in ob visokih vodah kar izdaten kraški izvir Sopot, s katerim je Movraška vala nedvomno hidrološko povezana.

Pri nastanku Movraške doline in njenega kraško poglobljenega spodnjega dela so imeli odločilno vlogo erozijsko denudacijski procesi. Površinske vode so odnašale flišno preperelino sprva čez apniški prag, kasneje pa skozenj (V. K o k o l e, 1956, 198). Starejše dno doline se je verjetno v dveh fazah kraškega poglobljanja izdatneje poglobilo, sprva za okrog 20, nato pa še za 30 m, kar sklepamo po erozijskih policah pri Ravnah in na Goričici. Drugod po obodu vale ni podobnih sledov, temveč segajo denudacijskih bregovi enakomerno do današnjega dna. Naplavine v dnu vale in ob vznožju bregov prekrivajo živoskalno podlago. Čeprav ta pokrov ne more biti posebno debel, le preprečuje vpogled v dejansko razporeditev nepropustnega fliša in zakraselih apnencev v dnu. Celotna vala ni niti geološko niti morfološko enotna. V zgornjem severnem delu se pri Podgoričici končuje dinarsko potekajoča flišna cona, ki je v dnu prekrita z naplavinami in tam se končujeta tudi obe izgon-ski strugi hudourniških površinskih potokov. Prav v tem zgornjem poplavnem



Sl. 3. Narivni apniški rob nad flišnim bregom je najbolj znižan pri Krogu nad Mlini. Ob prepadnih stenah so značilni spodmoli

Fig. 3. Over-thrusted limestone border above flysch ridge was the most lowered near Krog above Mlini. At precipaced walls there are characteristic cliff-foot caves

območju je ob apniškem vznožju tudi prva skupina kraških izvirov in estavel. Ob prečnem dinarskem prelomu, ob katerem je premaknjena narivna zgradba, se poplavna ravnica kolenasto razširi in nadaljuje proti jugu do estavel okrog Pučiča in požiralnikov ter rup v Zalogu pod Dvori (slika 1). Zaključek vale je po našem mnenju prav tako strukturno pogojen ob prečnem prelomu, ob katerem je voda našla svoje podzemeljske odtočne kanale.

### HIDROLOŠKE RAZMERE V MOVRAŠKI VALI

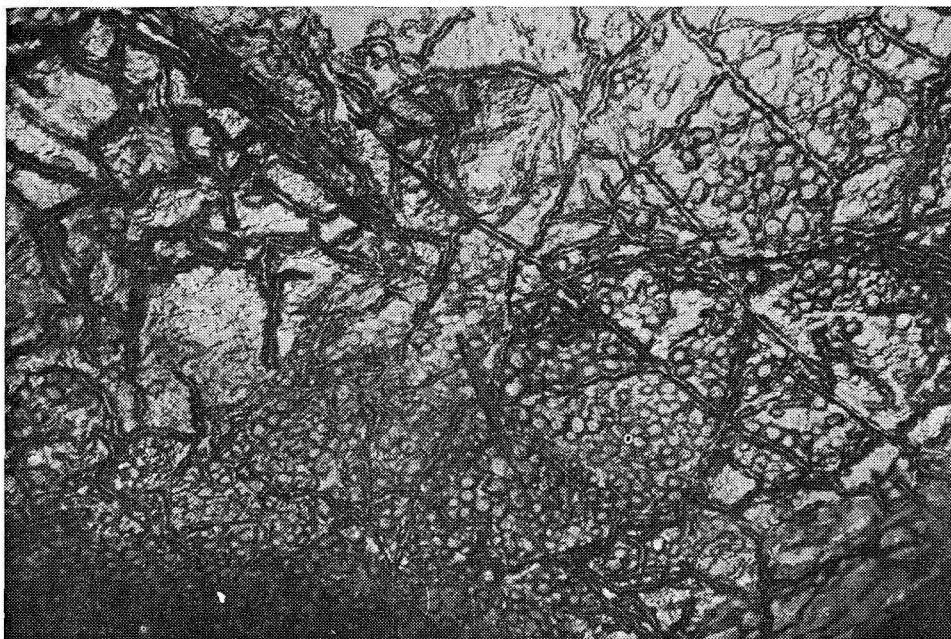
Movraško valo napajajo površinske in občasno tudi podzemeljske kraške vode. Površinske vode se stekajo po vzdolžnem flišnem pasu med apnenci in imajo hudourniški značaj, zato oblikujejo izgonske struge ob vstopu na poplavno ravnico. Po mnenju domačinov in po obsegu povodja sodeč ne prispevajo pomembnejših voda k občasnim poplavam. Te so predvsem odvisne od vodnih razmer v kraškem zaledju. Na vzhodnem obrobju sta občasna kraška izvira Rečica in Sušec, v dnu vale pa je več skupin estavel, in sicer pri Sušču, v Slivju, Podorešje, pri Pučiču in morda tudi v Zalogu. Kraška izvira sta nekoliko trajnejša od estavel, vendar ne posebno izdatna. Estavelski pritoki so po splošnem mnenju poglavitni povzročitelji poplav. Pri tem ni povsem jasno, katere estavele delujejo tudi kot požiralniki. Po zunanjem izgledu so najizdatnejše estavele v Slivju in Podorešje. Kraške vode iz zahodnega hrpta silijo ob visokih vodah v površinsko strugo potoka pod Movražem.

Poplave imajo izrazit hudourniški značaj in nastopajo dva do trikrat letno, pretežno pozimi in spomladi. Nekaj višje, a še normalne, do 2 m visoke poplave sežejo do kote 170,5 m in preplavijo okrog 35 ha njiv in travnikov ter zalijejo cesto Movraž—Dvori. Poplave k sreči trajajo le nekaj dni, redko dalj kot en teden. Poplavne vode odteka v največji meri skozi estavele, na kar kažejo že struge, ki vodijo vanje. Po vsej verjetnosti pa so pravi ponori tudi rupe v Zalogu, ki so najbližje izvirov Sopotu pod Krogom. Čeprav podzemeljske zveze Movraške vale z omenjenimi izviri še niso dokazane z barvanjem, so zelo verjetne. Manj pa je znano kraško hidrografsko zaledje oziroma prispevno območje vale in izvira Sopot.

### JAMA POD KROGOM

Prvi podatki o izvorni vodni Jami pod Krogom (1793) južno od Movraža na meji med Slovenijo in Hrvaško so zabeleženi v arhivu Inštituta za raziskovanje krasi iz leta 1958. Dne 12. 9. tega leta so jamo obiskali in delno izmerili E. Pretner, P. Štefančič in koprski jamarji. V zimski suši ob koncu februarja in v začetku marca 1982 so jamo izmerili J. Hajna, P. Habič, I. Kenda in A. Mihevc z namenom, da ugotovijo njeno usmerjenost in oddaljenost od Movraške vale. Merili so z metriskim trakom ter kompasom in naklonomerom Suunto s stopinjsko natančnostjo. Podatke so preračunali v koordinate ter navezali jamski poligon na točko ob cesti z znano nadmorsko višino. Dolžina jamskega poligona znaša 368 m, vsota reduciranih dolžin pa 336 m. Sklepni sifon je od vhoda oddaljen 195 m v smeri proti severu in 57,5 m proti vzhodu. Od roba Zaloga v Movraški vali je oddaljen 600 m in je okrog 29 m niže od poplavne ravnice. Nad sifonom je do površja okrog 76 m.

Jama je razvita v paleocenskih alveolinskih in numulitnih apnencih, ki so narinjeni na fliš (Osnova geološka karta SFRJ, list Trst, 1969). Nepropustna flišna bariera je ob prelomih v Krogu znižana, zato je tu nastala izrazita iztočna cona za Movraško valo in njeno širše kraško zaledje (slika 2). Apnenci so prepokani in razlomljeni v smeri NW-SE in N-S, skladovitosti ni opaziti, le razpoke med pretežno navpičnimi prelomi so bolj položne, med 30 in 50°. Stik apnenca in fliša je ob vhodu v jamo prekrit s podornimi skalami. Vhod se odpira v skalni steni, odrezani ob dinarskem prelomu, na koti 144 m in vhodni del jame je do t. 3 pokrit s podornim in nametanim kamenjem (priloga 1). Podorno skalovje sega 8 m globoko do plitvega Vhodnega jezera z gladino v višini 136 m, ki zaliva proti severovzhodu usmerjeni, do 2 m široki rov po vsej širini. Jezeru in nizkemu rovu se izognemo po ozkem Blatnem rovu med t. 4 in 8, ki nas privede do širše in višje Prečne dvorane med t. 9 in 10. Dno podolgovate Prečne dvorane je pokrito s skalami, ilovico in sigo. Na najnižjem delu dvorane se rov z jezerom sifonsko zapre, njegovega nadaljevanja ne poznamo. Nad sifonom se v ozki špranji 10 m više nadaljuje proti severozahodu usmerjeni skoraj vodoravni rov. Tako imenovani Dolgi rov je pretežno širok 1 do 2 m, v začetku je ožji, v bolj pretrtih conah pa se razširi na 6 do 8 m. Rov je tudi precej enakomerno visok od 2 do 3 m. Dve manjši dvoranici sta pri t. 13 in 14, kjer je skalno dno prekrito z gruščem, ki ga je

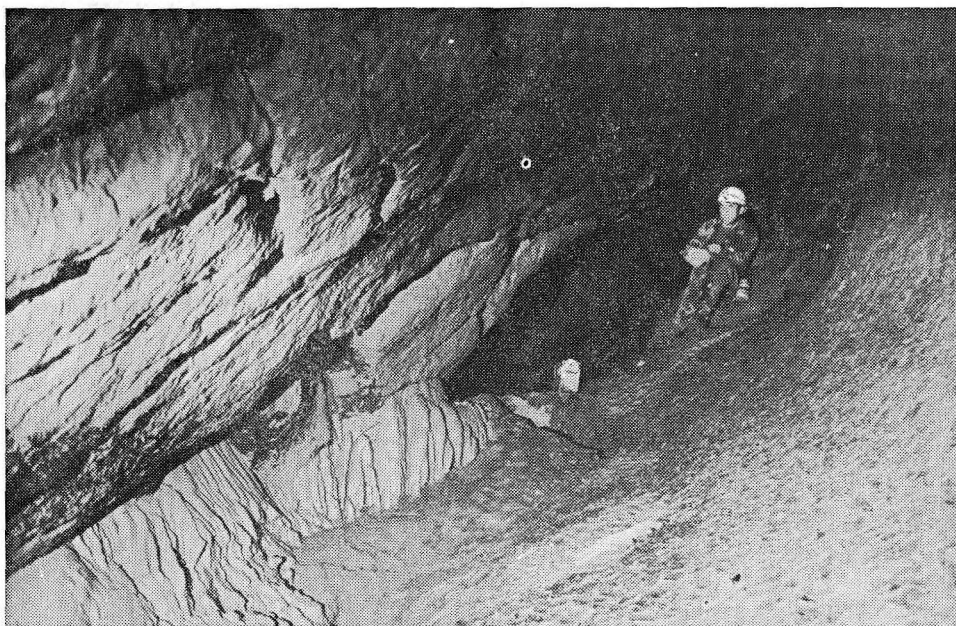


Sl. 4. Drobno korozijsko razjedena skalna površina s krožnimi in podolgovatimi zajedami in temnejšo mangansko oblogo

Fig. 4. Corroded rocky surface with spherical and oblong sponge work and darker manganese cover

vodni tok delno zaoblil in prestavil. Grušči so ponekod zlepljeni s sigo, ki je delno tudi že erodirana. Pri t. 14 je ob zahodni steni ostanek gruščnatega zasipa, visok skoraj dva metra in v njem je nekaj lepo zaobljenih prodnikov. Večji prostori so nastali na sečišču razpok in prelomov, kjer je zaradi bolj pretrte kamnine tudi več grušča. Od t. 15 do 18 je izoblikovan precej enovit rov ob prelomu v smeri proti severu. Zaključí se s sifonskim jezerom v podaljšku dvorane pri t. 19. Dno te dvorane je živoskalno in izprano, ker se vanj občasno preliva voda iz 10 m višje ležečega rova (t. 20—28). Zgornji pritočni rov, v katerega splezamo preko zasigane skalne stopnje, je nekaj nižji in širši ter ob razpokah in prelomih večkrat kolenasto zavít. V zadnjem delu se ob strmi prelomni ploskvi rov spusti 15 m globoko do podolgovatega sklepnega sifonskega jezera. Morda bodo potapljači kdaj prišli še globlje v notranjost tega kraškega podzemlja.

O smeri in hitrosti izdatnega vodnega toka pričajo fasete na stenah, ki jih ni le v vhodnem delu jame, kjer je hitrost vode manjša in se na stene useda blato. Skalne stene so v vsej jami prekríte s temno, verjetno mangansko oblogo, ki je značilna za stalno zalite rove. S to oblogo so prekríte tudi nekdanje svetle sige in kapniki, tako da je jama v celoti razmeroma temačna. Sigasta skorja in kapniki po dnu in stenah ter stropu so nedvomno nastali v nekoliko drugačnih klimatskih in vodnih razmerah kot mlajša temna obloga. Ta seže v vseh rovih do stropa in jo je odložila zelo visoka voda. Na stenah in podor-



Sl. 5. Sklepni del Jame pod Krogom z značilnim rovom nad sifonom ter ostanki ilovnatih sedimentov ter flišnih peskov  
 Fig. 5. The final part of Jama pod Krogom with characteristic channell above the syphon and remains of clayey sediments and flysch sands



nih skalah v bolj pretrtih delih jame so izoblikovane drobne korozijske oblike kot so zaokrožene korozijske vdolbinice s premerom 1 cm in nekakšne črvičaste oblike skladne z drobno razpokanostjo kamnine (slika 4). V stranskem delu Zgornjega rova so v ilovici izoblikovani značilni jamski žlebiči. V tem zatišnem delu jame je poleg ilovice odloženega tudi nekaj drobnega flišnega peska, ki ga visoke vode prenašajo po jami (slika 5). Razmeroma hitro naraščanje vode ob poplavih nakazujejo sledovi glodalcev. Ilovnate stene in skalni robovi so spraskani in po odtisih številnih krempeljcev sklepamo, da se plavajoči glodalci skušajo rešiti na suho.

### HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI JAME POD KROGOM IN IZVIRA SOPOT

Ob srednjih in nižjih vodah je v jami več manjših jezer z gladinami v različnih višinah. Najnižja je gladina vhodnega jezera. V ozkem prehodu iz Prečne dvorane v Dolgi rov so 3 ali 4 kotanje ujete vode, katerih gladina je skoraj 10 m nad vhodnim jezerom. Sledi daljša in globlja kotanja s stalno vodo za sigasto pregrado, kjer potrebujemo čoln za prehod v Dolgi rov. Stalno jezero je med t. 13 in 14 in drugo onkraj t. 14. V Dolgem rovu sta še dve podolgovati jezera, ki ju lahko preplezamo. Nekaj vode se stalno zadržuje tudi v sifonskem jezercu v dvorani pri t. 19. Gladine jezer v Dolgem rovu niso vse v isti višini, vendar so razlike majhne. Očitno gre za ujeto vodo v ločenih skalnih kotanjah, ki ostane v rovu, ko preneha visokovodno prelivanje. Tudi v Zgornjem rovu je dvoje jezer ujete vode, pri t. 23 in 24, kar je dobrih 17 m nad sklepnim sifonom.

Stalni kraški izviri z imenom Ara so v višini okrog 120 m ali dobrih 20 m pod vodom v jamo. Po pričevanju domačinov iz Slap, teče iz jame voda le po močnejšem deževju, to je nekajkrat na leto. Tudi površinska struga pod vodom je močno sprana in po njej se ob visoki vodi preliva nekaj kubičnih metrov vode v sekundi. Po morfoloških in hidrografskih razmerah v jami sodimo, da pretežni del vode priteka iz sklepnega sifona, le manjši del pa morda tudi iz sifonskih jezer pri t. 19 in 9. Ob najvišji vodi je vsa jama do stropa zalita. V posebnih hidroloških razmerah pa zelo kalna voda pušča sledove na različnih višinah. V Zgornjem rovu je sled blatne vode na koti 156,7, v Dolgem rovu pri t. 12 pa na koti 146,5. Slednje je verjetno pogojeno s prostim prelivom iz jame nad koto 144.

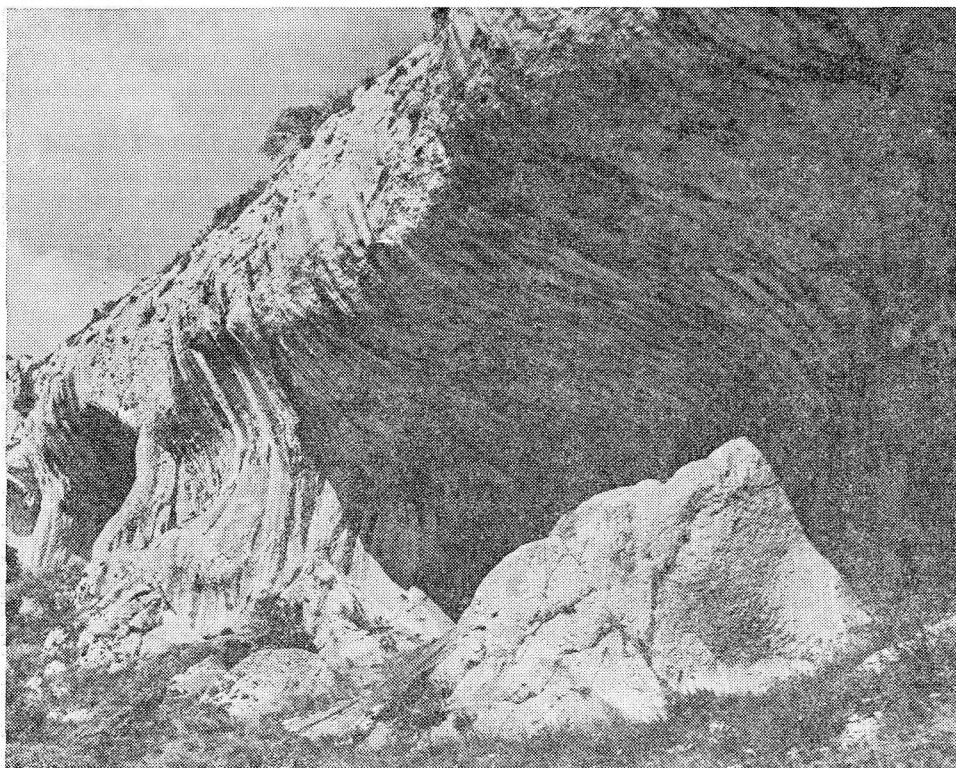
Okrog 500 m jugovzhodno od Jame pod Krogom je na strmem bregu pod prepadno steno Kuka v višini okrog 160 m občasni kraški izvir Sušec. Njegovo maksimalno izdatnost smo ocenili na okrog 200 do 300 l/s. Voda priteka iz apniškega grušča, ki je nasut po pobočju in prekriva narivni stik fliša in apnenca. Nižje pod cesto Sočerga—Buzet je še nekaj manjših izvirov v višini med 100 in 124 m. Tam priteka do 100 l/s iz fosilnega lehnjaka, ki je odložen na flišnem bregu. Flišni jez je torej odločilen za najvišji preliv, v nižje izvire pa se pretaka voda po flišni podlagi pod gruščem in starim lehnjakom.

Kraške vode so odlagale lehnjak ob izviri Sopote in Sušca v preteklem, klimatsko drugačnem obdobju, ki ga pa časovno še nismo mogli prav oceniti. Pri Mlinih je v dnu doline širok položen vršaj lehnjaka, v katerega je zarezana do 4 m globoka struga Sopote. Lehnjak je odložen tudi visoko do 40 m ob strugi Sušca in sega nekako 30 m pod najvišji izvir. Tudi ob izviru Sopote

ga ni tik pod prelivom visokih voda na površje. V sedanjih klimatskih in hidroloških razmerah se lehnjak ne izloča, čeprav imajo celo visoke vode razmeroma precejšnje trdoto. Za primerjavo naj navedemo podatke z dne 18. 10. 1982 za kraške in flišne vode ob jesenski visoki vodi, to je dan po umiku poplave iz Movraške vane.

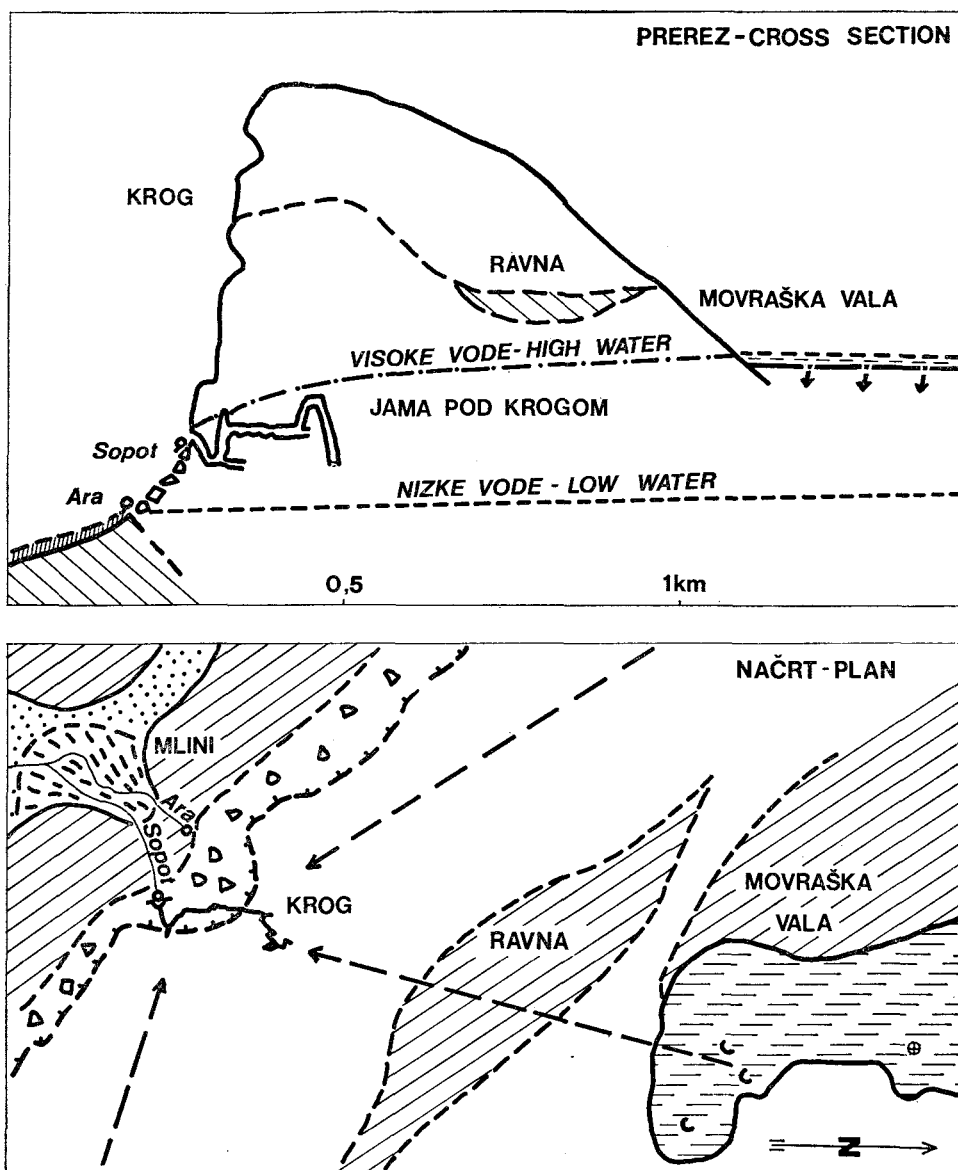
	T °C	Q l/s	Karb. Carb. mgCaCO <sub>3</sub> /l	Ca mg/l	Mg mg/l	Prev. Cond. μS
Sopot	13,0	1500	327	275	40	570
Lukinski potok	13,5	100	270	248	12	477

Na spremenjene klimatske razmere opozarjajo tudi razpadajoče sige in kapniki v odprtih spodmolih pod prepadnimi stenami ob narivnem robu pri



Sl. 6. Korozijsko denudacijski spodmoli nad Krogom z ostanki razpadlih kapnikov in sig ter temnimi progami lišajev

Fig. 6. Corrosion denudation cliff-foot caves above Krog with remains of weathered speleothems and dark lichen stripes



Sl. 7. Položaj Movraške vale in Jame pod Krogom (glej legendo na sl. 1)  
 Fig. 7. Situation of Movraška vala and Jama pod Krogom (see legende on Fig. 1)



Krogu (slika 6). Polkrožni, 5 do 15 m široki in 10 do 20 m dolgi ter do 6 m visoki spodmoli s položnim navzven nagnjenim živoskalnim dnom so nanizani predvsem ob zgornji prepadni steni zahodno od Kroga. Spodmole ločijo nerazpadli vmesni skalnati pragovi. Lepo zaokrožene plitvejšje zajede so tudi v spodnji steni tik nad flišem zahodno od Kroga in v Krogu samem. Na prvi pogled bi takšne zajede, podvise v navpičnih stenah lahko pripisali rečni eroziji. Po podrobnejšem ogledu spodmolov ali podkapin pa se bolj nagibamo k drugačni razlagi. Po obliki in velikosti vsekakor svojevrstni in v našem krasu redki takšni spodmoli naj bi nastali predvsem z mehaničnim razpadanjem manj odpornih lapornatih skladovnih čel v navpični apniški steni. Nekaj metrov debeli skladi apnencev vpadajo za  $50^\circ$  proti NE, tako da bolj odporni zgornji sklad tvori nekakšno streho in strop spodmola, naslednji spodnji pa dno. Pri zasnovi spodmolov naj bi imele pomembno vlogo tudi prečne razpoke, saj so med njimi ohranjeni nerazpadli skalni hrbti. Razlike v odpornosti naravnega čela se odražajo v obeh navpičnih stopnjah ter vmesni položnejši skalni brežini. Po vsej verjetnosti moremo zametek spodmolov pripisati hladnejši würmski klimi z izdatnejšim razpadanjem apnencev v izpostavljeni prisojni legi. Ob naravnem čelu so kot ob vznožju visokega krasa v Vipavski dolini (P. Habič, 1968) in drugod ob Jadranski obali (M., P. A m b e r t, J. N i c o d, 1982) nastajali pobočni grušči. V postwürmski, verjetno vlažnejši atlantski dobi se je na stropu in ob stenah iz čez previs polzeče in skozi strop prenikajoče vode izločala siga v obliki reber in kapnikov (slika 3). V sedanjih razmerah prenikajoča voda sigo razjeda, ob poletni vročini ter zimskem zmrzovanju pa tudi mehanično razpada.

Izvira Sopot in Sušec ter Jama pod Krogom so okrog 800—1000 m oddaljeni od najbližjih požiralnikov v Movraški vali. Poplavne vode sežejo v vali nekako do 170,5 m nadmorske višine. Visokovodni izvir Sopote je na koti 145, Sušca pa na 160. Navidezni podzemni strmec znaša tedaj od 10 do 25 ‰, kar kaže skupaj z izdatnimi višinskimi razlikami med rovi v jami pod Krogom, da so podzemeljske vode v zaledju teh izvirov precej dušene. Najnižji stalni izviri z imenom Ara so v višini okrog 120 m, ob visoki vodi se torej dvigne gladina v krasu za okrog 40 m. O gladini nizke vode v zaledju Sopote ni podatkov. Skladno z razmerami drugod v krasu pa lahko računamo z vsaj 5 ‰ strmecem, kar pomeni, da se gladina kraške podtalnice lahko napaja tudi do 40 m pod dnom Movraške vale. Dejanske razmere bi seveda lahko spoznali le z vrtnami in opazovanjem piezometrov v območju vale in v zaledju izvirov. Potrebni so tudi hidrološki podatki o največji izdatnosti ter njihovi odvisnosti od poplav v vali. Jama pod Krogom deluje sicer kot visokovodni preliv z omejeno prepustnostjo. Kritična maksimiranost kanalov med Movraško valo in izviri pa po našem mnenju ni v dostopnem delu jame, temveč v neznanem zaledju.

## MOŽNOSTI ZA URAVNAVANJE VODNEGA REŽIMA V OBRAVNAVANIH VALAH

Po razpoložljivih hidrogeoloških in speleoloških podatkih sklepamo, da je prepustnost kraškega podzemlja na odtočni strani val omejena, požiralniki pa so ob poplavah v hidrološkem ravnotežju s prepustnostjo podzemlja. Iz tega

sledi, da s površinskim širjenjem požiralnikov ni mogoče povečati odtoka skozi kras. Z drenažnimi jarki je možno urediti le režim talne vode v aluvialni naplavini glavne in stranskih dolin v Smokavski in Gračiški vali ter s tem odpraviti njihovo občasno zamočvirjenost. Z znižanjem gladine talne vode v flišnih naplavinah pa se bo povečala sušnost tal.

Občasnih poplav v Smokavski in Gračiški vali, podobno kot v Movraški, ni mogoče odpraviti brez umetnega odvoda visokih voda iz zaprtih kraških globeli. Iz Gračiške vale bi najlažje speljali umetni odtok po kanalu in 2 km dolgem tunelu pod Gračiščem v površinski Kubedski potok. Tega bi morali regulirati vsaj po Kubedski vali. Tunel bi lahko v celoti zgradili v apnencu, če so naše predstave o geološki zgradbi pravilne, preveriti bi jih morali z vrtanjem.

Delno bi lahko omilili poplave z zadrževanjem in akumulacijo vode v povirnem nepropustnem delu večjih stranskih grap ali v osrednjem ožjem delu Lukinske vale, kjer ni ugodnejših obdelovalnih površin. Zajezeno vodo bi lahko uporabili za namakanje v sušnem obdobju. Kakršno koli pospeševanje odtoka skozi kras pa je vprašljivo. Morda bi z zadrževanjem vode v Lukinski vali celo zmanjšali poplave v Movražu.

Kraškega zaledja Movraške vale ne moremo dovolj natančno opredeliti za približen izračun vodnih količin. Neznano podzemeljsko razvodje je v vzhodnem in južnem obrobju, medtem ko po zgradbi in drugih razmerah sklepamo, da pripada celotno povodje Gračiške in Smokavske vale hidrografskemu zaledju Movraža in izvirov pod Krogom. Na zahodni strani Movraške vale je pas zakraselih apnencev razmeroma ozek, najožji prav med ponori in izviri pri Mlinih, ki so oddaljeni le okrog 800 m. Višinska razlika med njimi znaša 40 do 50 m in tako bi bil strmec lahko razmeroma velik, do 60 ‰. Toda prepustnost vmesnega kraškega hrpta je vsekakor omejena in bi jo morali za odpravo poplav v Movraški vali povečati z umetnim okrog 600 m dolgim rovom do pritočnega sifona v jami pod Krogom. Z umetnim pospešenim odtokom poplavne vode iz Movraške vale pa bi se dotok Sopote v Bračano ob visokih vodah najmanj enkrat povečal.

### SKLEP

Ob stiku eocenskega fliša in spodnjeeocenskih cuisijskih numulitnih ter zgornjepaleocenskih ilderijskih alveolinskih apnencev, v luskasti narivni coni ob vznožju Slavnika in Čičarije, na razvodju med Rižano, Dragonjo in Mirno v Severni Istri, so nastale plitve kraške globeli ali vale. Po bližnjih naseljih imenovane Sočerska, Lukinska, Smokavska in Gračiška vala tvorijo hidrogeološko celoto. Razvile so se iz nekdanje normalne Kubedske doline, ki je z zakrasevanjem vzhodnega apniškega obrobja in z nadaljnji erozijskimi procesi v flišu razčlenjena v plitvo robno kraško polje. Sestavljena je iz morfološko sicer nekoliko različnih vendar hidrološko med seboj povezanih val.

Sinklinalno in antiklinalno nagubani in na fliš narinjeni apnenci so vzdolž, v NW smeri, in počez, v NE smeri, prelomljeni z navpičnimi prelomi. Ob njih so razporejeni požiralniki v dnu val, vrtače v apniškem hrptu in grape v flišu.

Potoki s flišnih grap ponikajo v požiralnikih in ponikvah, razporejeni v NW-SE smeri vzdolž apniškega naravnega roba. Ob močnejšem deževju so dotoki večji od kapacitete požiralnikov, zato se višek vode razlije po njivah in travnikih v aluvialnem dnu val. Poplave k sreči ne dosežejo kmetijskih površin na višji, domnevno würmski akumulacijski terasi. Čeprav so morda nekateri stari požiralniki zasuti, poplav ne bi mogli odpraviti s širjenjem in odkopavanjem požiralnikov, temveč le z zadrževanjem ali z odvajanjem voda po umetnih kanalih in rovih iz dna val. Prepustnost zakraselih lapornih apnencev na odtočni strani val je namreč premajhna za nemoteno odvajanje visokih voda. To potrjujejo tudi hidrološke razmere v sosednji Movraški vali ter speleohidrološke raziskave jame pod Krogom ob izviri Sopote in Sušca. Nad stalnim izvirov Sopote z imenom Ara, se odpira vhod v 336 m dolgo Jamo pod Krogom. Ta deluje kot občasni bruhalnik, po katerem odtekajo visoke vode iz Movraške in Smokavske vale ter njihovega površinskega ter neznanega kraškega zaledja. Omejeno prepustnost kraškega hrbita med Movraško in Smokavsko valo ter izviri Sopote pri Mlinih pod Krogom nakazuje dvig vodne gladine v njem, in sicer vsaj 25 m nad stalnimi izviri Sopote v jami pod Krogom ter do 45 m v zaledju bruhalnika Sušec. Kraški izviri so tedaj v višini med 120 in 165 m, poplave v okrog 1000 m oddaljeni Movraški vali pa med 168 in 170,5 m. Poleg površinskih potokov s fliša prispevajo k poplavam v Movraški vali zlasti podzemeljske kraške vode, ki jih napajajo manjši izviri na obrobju in izdatnejše estavele v dnu. Tudi v tej vali bi mogli poplave odpraviti le z odvajanjem visokih voda po okrog 800 m dolgem umetnem tunelu do izvirov Sopote. Delno bi za odvajanje voda iz Movraške vale lahko izkoristili znane rove v Jami pod Krogom. V njej se ob suši zadržujejo ujete vode v plitvih jezerih in sifonih več metrov nad gladino stalnih izvirov. Skalne stene so preprežene s fasetami in obložene s temno mangansko skorjo. Ta prekriva tudi redke sige in kapnike. Med starejše sedimente štejemo ostanke hrušča in proda, recentne pa so flišne gline in peski, ki so odloženi v višjih stranskih rovih. Ob izviri Sopote in Sušca je precej lehnjaka, verjetno iz vlažnejših postglacialnih obdobij. Vanj je zarezana recentna struga. Klimatske spremembe se odražajo tudi v spodmolih ob prepadnih stenah naravnega roba pri Krogu, kjer razpadajo verjetno postglacialne sige in kapniki. Niz svojevrstnih spodmolov je verjetno nastal z mehničnim diferenciranim razpadanjem manj odpornih apnencev v hladnejši würmski dobi. V tem, sicer nekoliko odmaknjem robnem predelu, na prehodu visokega dinarskega krasa v nižjih primorski oziroma istrski kras smo v razgibani narivni coni, kjer se menjavajo pasovi nepropustnega fliša in zakraselih apnencev, spoznali posebne morfološke, hidrološke in speleološke pojave. Ti so predvsem odraz zakrasevanja v mlajšem kvartarju. Spoznanja in rezultati raziskav so praktične vrednosti za uravnavanje vodnega režima v občasno poplavljenih kraških globelih, hkrati pa so dragocena opora za primerjavo z drugimi predeli dinarskega krasa.

## LITERATURA

- Ambert, M. in P., J. Nicod, 1982: Problemes geomorphologiques de la Slovenie et de la Croatie Septentrionale. Evolution karstique dans les domaines mediterraneen et alpin. Travaux, XI, CNRS, E. E. A. No 282, 43—68, Aix en Provence.
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijco in Vipavo. SAZU, Dela 21, Inštitut za geografijo 11, Ljubljana.
- Kokole, V., 1956: Morfologija Šavrinskega gričevja in njegovega obrobja. Geografski zbornik, IV, 185—219, SAZU, Ljubljana.
- Pleničar, M., A. Polšak, D. Šilič, 1973: Osnovna geološka karta SFRJ, Tolmač za list Trst, 1:100.000, Beograd.

## MOVRAŠKA AND SMOKAVSKA VALA AND JAMA POD KROGOM

## Summary

At the contact of Eocene flysch and Lower Eocene Cuisian nummulitic and Upper Paleocene Ilerdian alveoline limestones, in the imbricate over-thrust structure at the foot of Slavnik and Čičarija, on the watershed among Rižana, Dragonja and Mirna in northern Istria developed shallow karst depressions, named vala. Named after the neighbour settlements Sočerska, Lukinska, Smokavska and Gračiška vala they form a hydrogeological unit. They developed from the former normal Kubed valley, which have been dissected by the karstification of eastern limestone border and by the further erosional processes in flysch into shallow karst margin polje. It is composed by morphologically rather different but hydrologically connected valleys.

Syncline and anticline folded limestones, thrust over flysch are along, in NW direction, and across, in NE direction, faulted by vertical faults. The sinking holes are distributed in the bottom of the valleys, dolines in limestone ridge and gulches in flysch. The brooks from flysch gulches sink into sinking holes and swallets, distributed in NW-SE direction along the limestone thrust border. During the heavy rain the supply is bigger than sinking holes capacity, therefore the water floods the fields and meadows in alluvial bottom. Fortunately the floods do not reach the farming areals on higher, supposingly Würm accumulation terrace. Perhaps there are some old sinking holes filled up, but there would not be any solution in widening and digging them, but only by keeping back or draining the water by artificial channels from the bottom of the valleys. The permeability of karstified marl limestones on the runoff part of the valley is too small for undisturbed drainage of high waters. The same was proved by hydrological conditions in the neighbour Movraška vala and by speleohydrological investigations of Jama pod Krogom near the springs of Sopota and Sušec. Above the permanent Sopota spring, named Ara, there is the entrance to 336 m long Jama pod Krogom. It is a periodically effluent, where the high waters from Movraška and Smokavska vala and from unknown karst superficial hinterland are flowing off. The limited permeability of karstic ridge between Movraška and Smokavska vala and Sopota springs near Mlini under Krog is proved by the increase of water level in them; in Jama pod Krogom the water level increases at least 25 m above the permanent Sopota springs, in hinterland of effluent Sušec the increase is about 45 m. The karst springs are then in the altitude between 120 to 165 m, while the floods in about 1000 m distant Movraška vala between 168—170,5 m. Beside the superficial brooks from flysch, the floods are augmented specially by underground karst waters, which are fed by smaller springs on the border and abundant estavellas in the bottom. Even in this valley the floods could be abolished only by the drainage of high waters through about 800 m long artificial tunnel up to Sopota springs. The known channels in Jama pod Krogom could be partly used for drainage of water from Movraška vala. During the dry period the waters are caught in the cave in shallow lakes and syphons several meters above the level of permanent springs. Rocky walls are decorated by current markings, covered by dark manganese crust. It is covering rare speleothems too. Older sediments are presented by remains of rubble and gravel, recent sediments are flysch clays and sands, which were deposited

in higher lateral channels. At the springs of Sopota and Sušec there is a lot of tufa, probably from humid postglacial period, the recent river bed is cut in them. Climatic changes reflect in cliff-foot caves at precipiced walls of over-thrust border near Krog, where probably postglacial speleothems are weathering. The series of extraordinary cliff-foot caves probably developed by mechanical (differentiated) weathering of less resistant limestones in colder Würm period.

In this, rather removed marginal region on the passage from high Dinaric karst to lower littoral, Istrian karst respectively, we have found in agitated over-thrust zone, where beds of impermeable flysch and karstified limestones are altering, special morphological, hydrological and speleological phenomena. The reason is mostly in karstification in Younger Quaternary. The knowledge and the investigation results have the practical value for balancing of water regime in periodically flooded karst depressions, giving at the same time precious comparison with other parts of Dinaric karst.