

**VERTIKALNO PRENIKANJE VODE
V ŠKOCJANSKIH JAMAH IN DIMNICAH**

(S 6 SLIKAMI)

**VERTICAL WATER PERCOLATION
IN ŠKOCJANSKE JAME AND DIMNICE**

(WITH 6 FIGURES)

JANJA KOGOVŠEK

**SPREJETO NA SEJI
RAZREDA ZA NARAVOSLOVNE VEDE
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 5. JUNIJA 1984**

Vsebina

Izveček — Abstract	51 (3)
UVOD	51 (3)
OPIS OPAZOVANIH KAPLJANJ IN CURKOV	51 (3)
METODE DELA	53 (5)
PRETOKI PRENIKLIH VODA	53 (5)
TEMPERATURA IN VLAGA	56 (8)
KEMIČNA SESTAVA PRENIKLE VODE	56 (8)
PRIMERJAVA PRENIKANJA MED MATIČNIM KRASOM IN NOTRANJSKIM KRASOM	57 (9)
IZLOČANJE SIGE	59 (11)
SKLEPI	62 (14)
LITERATURA	64 (16)
VERTICAL WATER PERCOLATION IN ŠKOCJANSKE JAME AND DIMNICE (Summary)	65 (17)

Naslov — Address

mag. JANJA KOGOVSĚEK, dipl. ing. kem., višji razisk. sodel.
Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU
Titov trg 2
66230 Postojna
Jugoslavija

Izvleček

UDK 556.36(234.422.1-16)

Janja Kogovšek: Vertikalno prenikanje vode v Škocjanskih jamah in Dimnicah.

Z rednimi meritvami fizikalnih in kemijskih lastnosti penikle vode v Škocjanskih jamah in Dimnicah smo spoznali osnovne karakteristike penikanja na matičnem Krasu, kar nam je omogočilo tudi primerjavo s postojnskim področjem. Penikanje na matičnem Krasu označujejo manjši pretoki in višje trdote penikle vode, vendar pa natančnejša ocena intenzivnosti korozije brez zveznega merjenja pretoka ni mogoča. Vzporedne meritve izločanja sige v Škocjanskih jamah pa govorijo za opazno intenzivnejše odlaganje sige na tem območju.

Abstract

UDC 556.36(234.422.1-16)

Janja Kogovšek: Vertical Water Percolation in Škocjanske jame and Dimnice.

With regular physical and chemical properties measurements of percolated water in Škocjanske jame and Dimnice we got acquainted to basic characteristics of percolation on Classical Karst getting the opportunity to compare it with Postojna region. The percolation on Classical Karst is characterized by smaller discharges and higher hardnesses of percolated water, but the precise estimation of corrosion intensity is not possible without connected discharge measurements. The parallel measurement of flowstone deposition in Škocjanske jame show the significant higher flowstone deposition in this region.

UVOD

Na krasu pogojujejo prepustne kamnine intenziven odtok padavinske vode. Pri tem izbira voda najlažje poti, sledi prelomom ter večjim in manjšim razpokam, kar vse določa način in hitrost penikanja. Ob penikanju raztaplja voda tudi karbonatne kamnine, tako da so dani pogoji za razširjanje starih in oblikovanje novih poti.

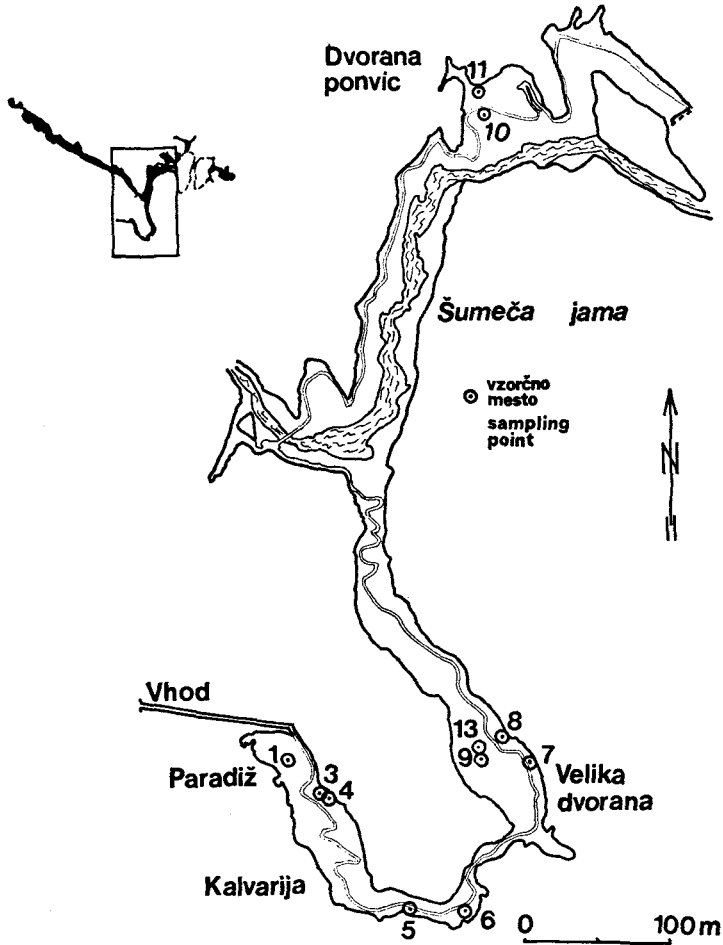
Kako penika padavinska voda skozi strop Planinske jame in Pisanega rova Postojnske jame, so nam podala večletna opazovanja kapljanj in curkov v obeh jamah (J. Kogovšek & P. Habič, 1981; J. Kogovšek, 1982). Zadnji dve leti pa smo spremljali penikanje vode na matičnem Krasu v Škocjanskih jamah in Dimnicah. V nadaljevanju podajamo rezultate teh opazovanj.

OPIS OPAZOVANIH KAPLJANJ

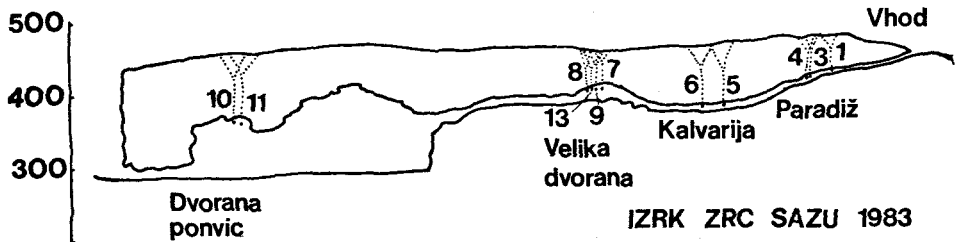
Meritve v Škocjanskih jamah smo zastavili vzdolž suhe Tihe jame in vodne Šumeče jame, kjer smo prvo leto vzorčevali na desetih stalnih mestih, ki so razvidna iz slike 1. Naslednje leto smo izmed teh izbrali le štiri karakteristična. V Paradižu, na Kalvariji in v Dvorani ponvic so stalni curki 1, 3, 4, 5, 6, 10 in 11. Jamski strop dosega v Paradižu debelino 65 m, v zgornjem delu Kalvarije 60 m, v prehodu k Veliki dvorani 90 m in v Dvorani ponvic 100 m. Voda curkov v Veliki dvorani (7, 8, 9) pa penika skozi strop, ki dosega debelino 55 do 60 m.

Dimnice so največja jama v Matarskem podolju. Razprostira se v dveh etažah. Nastala je vzdolž razpok in prelomov ter ima dvoje vhodnih korozijskih brezen. Strop je preoblikovan s podori, razen v končnem delu fosilnega rova.

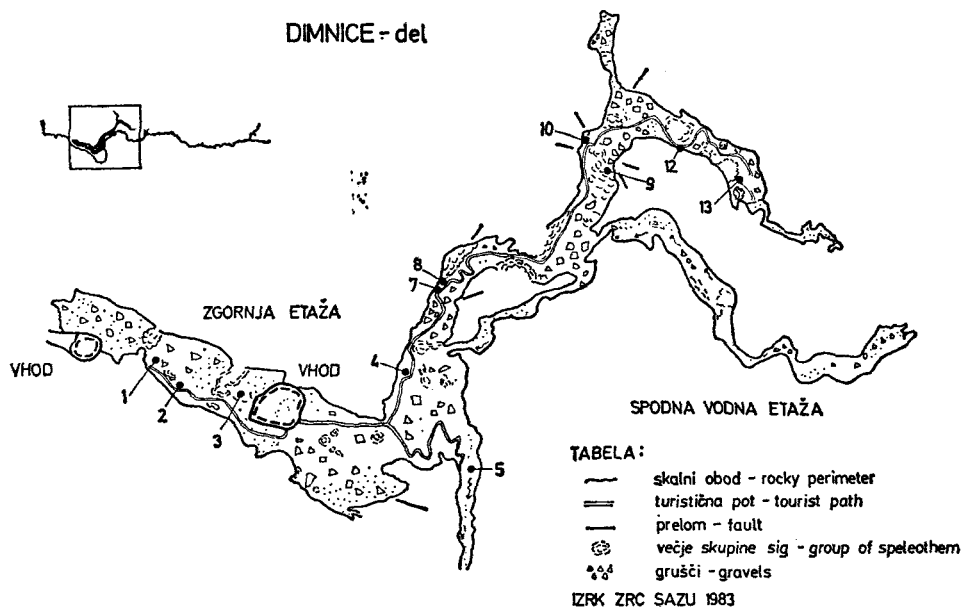
**ŠKOCJANSKE JAME - DEL
TLORIS - PLAN**



NARIS - SECTION



Sl. 1. Položaj opazovanih točk v Škocjanskih jamah
Fig. 1. The situation of observed points in Škocjanske jame



Sl. 2. Položaj opazovalnih točk v Dimnicah

Fig. 2. The situation of observed points in Dimnice

Jama se nahaja do podorne dvorane v debeloskladovitih sivih apnencih, ki nato preidejo v tankoplastovite temnorjave bituminozne apnence (F. Malečkar, R. Gospodarič, 1982).

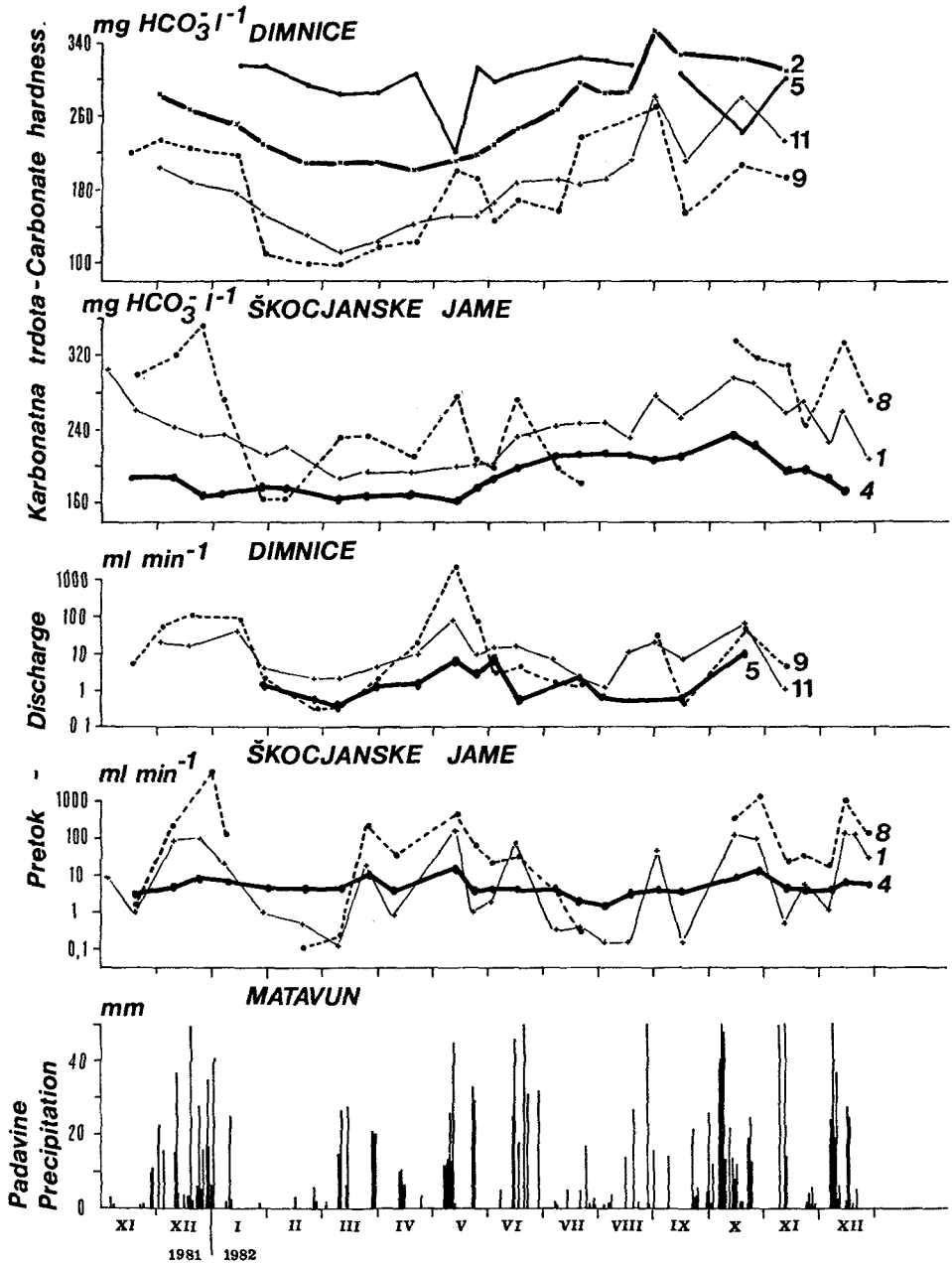
V Dimnicah smo v Beli dvorani in v dvorani med obema vhodoma opazovali tri curke. Debelina jamskega stropa, kjer prenika voda curka 1, je 36 m, nad kapljanjem 2 in 3 pa 30 m. Nad curkom 4 v Vhodni dvorani, ki le v sušnem obdobju preide v razpršeno kapljanje, dosega jamski strop 66 m. Debelina stropa na točkah ostalih kapljanj v Vilinski dvorani, Dvorani ponvic, Paletni in Končni dvorani dosega 54 do 66 m, razen kapljanja ob strugi potoka, kjer dosega kar 108 m. Položaj opazovanih točk je razviden iz slike 2.

METODE DELA

V Škocjanskih jamah in Dimnicah smo prvo leto približno dvakrat mesečno, nato pa tedensko vzorčevali vodo curkov in kapljanj, merili pretok, temperaturo in specifično električno prevodnost vode ter določali njene trdote. Uporabljali smo iste metode dela kot pri opazovanjih v Planinski in Postojnski jami, z izjemo meritev temperature in specifične električne prevodnosti, ki smo ju določali elektrometrično na terenu s setom LF 91, firme WTW. Curku na Kalvariji smo tudi zvezno registrirali pretok, v Veliki dvorani pa sta termograf in higrograf eno leto beležita temperaturo in relativno vlago zraka.

PRETOKI PRENIKLIH VODA

Po podatkih, ki smo jih zbrali iz poročil Hidrometeorološkega zavoda Slovenije za obdobje od leta 1953 do 1959, je padlo v Planini letno povprečno



Sl. 3. Karakteristični curki v Škocjanskih jamah (1, 4, 8) in Dimnicah (11, 2, 5, 9)
 Fig. 3. Characteristic trickles in Škocjanske jame (1, 4, 8) and Dimnice (11, 2, 5, 9)

1824 mm, v Matavunu 1389 mm in v Kozini 1194 mm padavin. Iz tega je razvidno, da so padavine na območju Dimnic v primerjavi s padavinami na območju Škocjanskih jam skromnejše za približno 200 mm letno, če za Dimnice upoštevamo podatke postaje Kozina. V Planini je v letu 1982 padlo 1799 mm, v Matavunu pa 1523 mm padavin, v letu 1983 pa 1381 mm v Planini in 1052 mm padavin v Matavunu. Izrazito malo padavin je bilo leta 1983, kar se odraža v pretokih prenikle vode v Škocjanskih jamah in Planinski jami.

Padavine na površju se v Škocjanskih jamah odražajo v pretoku vseh curkov, vendar zelo različno. Vzdlž jame smo zabeležili številna kapljanja z neznatnimi (točka 4) in opaznejšimi (točke 1, 5 in 6) nihanji pretoka. Ti pretoki so dosegali vrednosti od 0,1 do 360 ml min⁻¹. Najenakomernejši pretok z minimalnimi nihanji, ki niso presegla 15 ml min⁻¹, je imel curek 4, kot odraz najmočnejšega dušenja v jamskem stropu. Za slabše dušenje gre pri curku 6 in še bolj pri curkih 1 in 5, ki imata tudi zelo podoben letni potek pretoka. Letno nihanje pretoka karakterističnih curkov je razvidno iz slike 3. Curek 1 je na zmerne padavine reagiral najhitreje, vendar nismo imeli priložnosti slediti pretoku po večjih in intenzivnejših padavinah, ko lahko pričakujemo hitro reakcijo tudi skozi kamin na Kalvariji. Ta curek nikoli ne presahne, ob izdatnih padavinah pa mu pretok močno naraste in oblikuje vodne valove podobno kot curki v Planinski jami, vendar pa pretoki v Škocjanskih jamah ne dosegajo velikosti pretokov v Planinski jami, kar je razvidno tudi iz slike 4.

Na hitrost reakcije curka 3 vpliva predvsem v sušnih poletnih mesecih debelejša plast prsti v vrtači nad njim. Tako je v preteklem poletju reakcija pretoka kljub večkratnim sorazmernim izdatnim padavinam (30 mm) izostala, ali pa je oslABLJENA sledila z daljšim časovnim zaostankom. To si razlagamo z akumulacijsko sposobnostjo prsti in intenzivno evapotranspiracijo.

V Veliki dvorani, kjer je debelina stropa najmanjša (55 do 60 m), so curki v daljši poletni suši presahnili (curki 7, 8, 9, in 13). Pretoka curkov 7 in 9, ki sta nihala dokaj umirjeno, sta presahnila kasneje kot curek 8. Za ta curek so značilna velika nihanja pretoka; njegov največji izmerjeni pretok je presegal 5000 ml min⁻¹, verjetno pa to niti ni njegov višek, saj nismo imeli zvezne registracije, ki bi zabeležila vsa nihanja pretoka. Očitno gre pri curkih v Veliki dvorani za drugačno dinamiko prenikanja kot pri drugih kapljanjih v jami. Sklepamo, da je zaledje teh curkov manjše, ali še verjetneje, da se po bolj direktnih vodnikih hitreje prazni, za kar govorijo tudi velika nihanja pretokov.

Ob izdatnejših padavinah smo opazili močne curke iz razpok na Kalvariji, v prehodu med Kalvarijo in Veliko dvorano in v Šumeči jami, s pretokom več litrov na minuto. Ti curki so reagirali najhitreje. Hitremu naraščanju pretoka je sledilo hitro upadanje do presahnitve curka.

Podobno kot v Škocjanskih jamah smo tudi v Dimnicah izbrali številna opazovalna mesta. Med letom smo tu zabeležili le šest večjih povečanj pretoka. Stalni curki 11, 2 in 4 so dosegali pretoke do 100 ml min⁻¹ in so v sušnih obdobjih prešli v kapljanja. Preostala kapljanja so dosegala pretoke do 25 ml min⁻¹, razen kapnice ob jamskem potoku, ki ji je pretok nihal le do 10 ml min⁻¹ in kapljanja 13 na koncu rova s pretokom pod 1 ml min⁻¹. V primerjavi s pretoki kapljanj in curkov v Škocjanskih jamah, so pretoki kapljanj v Dimnicah manjši in nekateri so občasno celo presahnili. Najmanjša nihanja pretoka pre-

ko leta smo zabeležili prav pri kapljanjih z majhnimi pretoki, predvsem na točkah 12 in 5 ter 13 in 7. Pri izdatnejših curkih so bila nihanja opazno večja. Izven teh okvirov je curek 9 v Dvorani ponvic, ki mu je pretok najmočnejše nihal in dosegel vrednosti tudi od nekaj 1000 ml min^{-1} , do nekaj ml min^{-1} , v dolgotrajni poletni suši pa je presahnil, podobno kot curki v Veliki dvorani Škocjanskih jam. Nihanje pretoka karakterističnih curkov v Dimnicah in vzporedno v Škocjanskih jamah je razvidno iz slike 3. V Dimnicah srečamo poleg stalnih še številna nestalna kapljanja, ki so aktivna le v času padavin.

Hitrost praznjenja zaledja curka zavisi od prevodnosti vodnikov, ki dovajajo vodo v curek. Drobna kapljanja se v Škocjanskih jamah večinoma ohranjajo vse leto kljub dolgotrajnim sušam. V izdatnejše curke se voda hitreje odvaja, kar ima za posledico hitrejše praznjenje zaledja, ki očitno ni tako obsežno, da bi zagotavljalo curkom vodo tudi v dolgotrajnih sušnih obdobjih. Na območju Dimnic so padavine skromnejše in v zaledju curkov ne ustvarjajo dovolj obsežne zaloge vode, ki bi zadostovala za napajanje curkov skozi daljše sušno poletno obdobje, tako da celo kapljanja lahko za krajši čas presahnejo.

TEMPERATURA IN VLAGA

V Tihi jami Škocjanskih jam so temperature preniklih voda in zraka dokaj konstantne in so tekom leta nihale med 11 in $12,5$ °C. V prehodu proti Veliki dvorani in v Veliki dvorani so za nekaj desetink višje temperature. Za Veliko dvorano pa se že kaže zunanji vpliv iz Velike doline ter vpliv Reke. Tako je temperatura prenikle vode in zraka pozimi upadala do 5 °C, poleti pa se dvigala do 17 °C. Temperatura Reke je pozimi večkrat dosegala le 1 °C, poleti pa do 21 °C. Precejšnje temperaturne razlike Reke se odražajo v temperaturi zraka v Šumeči jami. O vplivu klimatskih razmer v Veliki dvorani na jamsko klimo Škocjanskih jam je že pisal Z. Pe t k o v š e k (1963).

Higrograf v Veliki dvorani je med letom zabeležil visoko relativno vlago (okoli 100 %) z majhnimi nihanji. Le v poletju in jeseni 1983 je relativna vlaga dosegala nekaj odstotkov nižje vrednosti.

V Vhodni dvorani Dimnic in v rovu med obema vhodoma prevladujejo zaradi temperaturne inverzije preko leta sorazmerno nizke temperature. Tako se je konec februarja tu zrak ohladil na 1 °C, poleti pa ni presegel 7 °C. Zaradi tako močnih ohladitev v zimskem času zmrzuje tudi prenikla voda, da se tvorijo ledene sveče in ledeni stalagmiti. Posledica zmrzovanja in kasnejšega odtajevanja vode na sigi je krušenje in odpadanje njenih plasti. V Vilinski dvorani in v Dvorani ponvic temperatura zraka in vzporedno tudi temperature preniklih voda nihajo okoli 8 °C. V smeri proti koncu rova se temperature dvigujejo in na koncu rova dosegajo od 10 do 12 °C.

KEMIČNA SESTAVA PRENIKLE VODE

Prenikle vode v Škocjanskih jamah in Dimnicah imajo visoko kalcijevo ter nizko magnezijevo trdoto, ki je bila pri vseh omenjenih kapljanjih, razen na točki 5 v Škocjanskih jamah pod $3 \text{ mg Mg}^{2+} \text{ l}^{-1}$. Poleg visoke vsebnosti karbonatov ($100\text{--}370 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$) vsebujejo prenikle vode še do nekaj mg l^{-1} kloridov (v Škocjanskih jamah do 9 mg Cl l^{-1}), do $1 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$ in pod $0,05 \text{ mg}$

$\text{PO}_4^{3-} \text{ l}^{-1}$. Izjemi sta bili vodi iz kamina na točki 3 v Škocjanskih jamah, kjer smo zabeležili $30 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$, in na bližnji točki 4, z do $15 \text{ mg NO}_3^- \text{ l}^{-1}$.

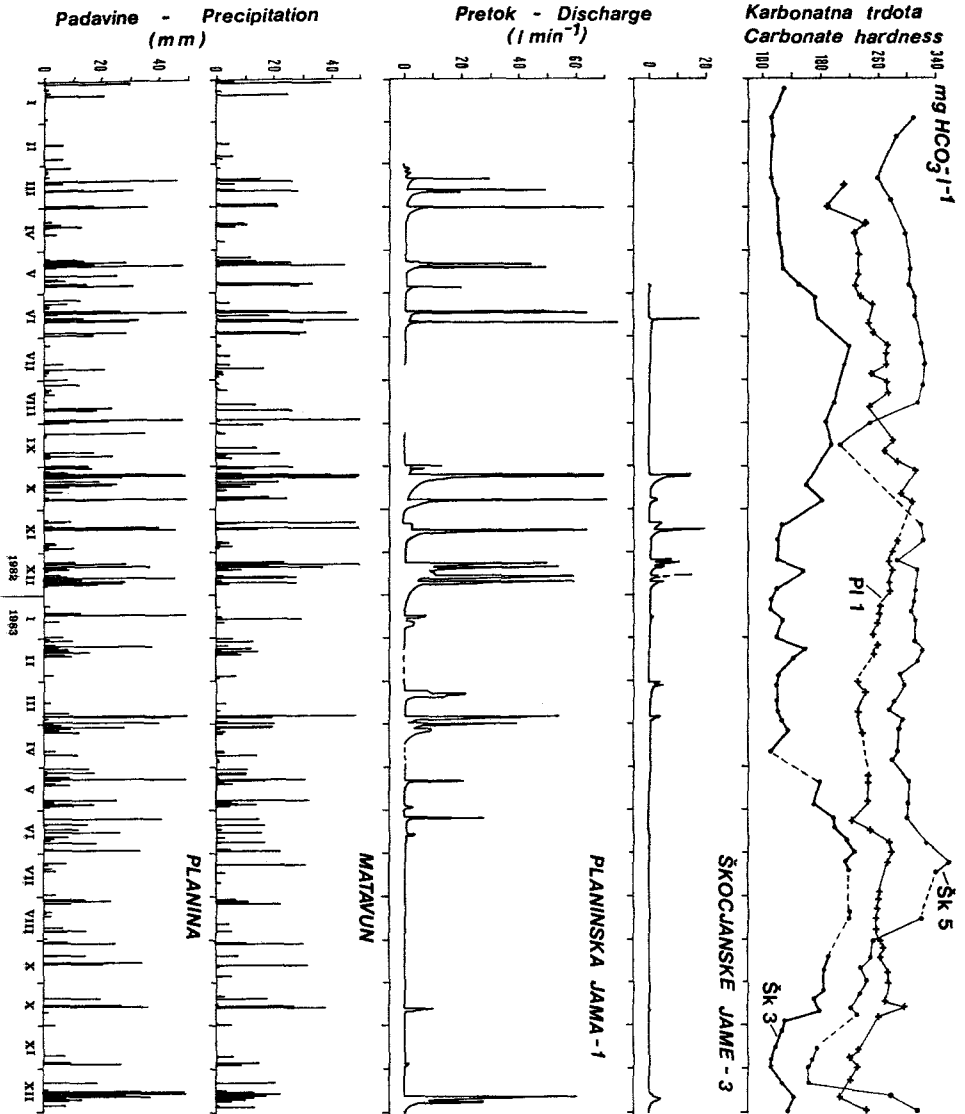
V Dimnicah je kapnica ob potoku (5), v najdebelejšem stropu in z minimalnimi nihanji pretoka, dosegala prek celega leta visoko karbonatno trdoto, ob povišanju pretoka pa je vedno močno upadla. Pri vseh drugih curkih, razen pri curku 9, se kaže bolj ali manj izrazit sezonski potek karbonatne trdote, z viškom poleti in jeseni. Kapljanje na točki 13 z najmanjšim pretokom in najmanjšim nihanjem le-tega označuje manj izrazit sezonski potek, ko je vsebnost karbonatov nihala v razponu $60 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. Zelo podoben potek so imeli tudi curki 7, 8 in 10, ki so dosegali prek leta višje pretoke, vendar pa so bila nihanja le-teh majhna. Vsebnost karbonatov je nihala do $80 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$.

Izrazitejše sezonsko nihanje karbonatne trdote do $160 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$ sta izkazovala curka 2 in 3, ki jima je tudi pretok močnejše nihal. Tudi curki 1, 4 in 12 odražajo sezonski potek, ki ga v poznem poletju in jeseni označuje povišana vsebnost karbonatov ob istočasnem povišanju pretokov. Izven te skupine pa je curek 9, kjer se kaže sorazmeren potek pretoka in vsebnosti karbonatov, ki je prek leta nihala v obsegu $170 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$.

V Škocjanskih jamah imamo podobno sliko. Izmed vseh opazovanih kapljanj smo zabeležili najmanjša nihanja pretoka na točki 4. Karbonatna trdota je tu sezonsko nihala za manj kot $60 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$, podobno kot na točki 13 v Dimnicah, kjer so bili manjši pretoki. Curke na točkah 1, 5, 6 in 7 označujejo v teku leta večja nihanja pretoka in karbonatne trdote, slednja niha do $120 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. Pri vseh je opazen sezonski potek, z viškom poleti in jeseni, ki se mu, podobno kot curkom 11,4 in 12 v Dimnicah, pridružujejo v poznem poletju in jeseni porasti karbonatne trdote ob povečanjih pretoka. V posebno skupino bi razvrstili curke iz Velike dvorane in Dvorane ponvic (8, 9, 10, 11, 13), ki se jim je karbonatna trdota od vzorčevanja do vzorčevanja skokovito spreminjala in nihala do $200 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. Curek 11 izkazuje v teku leta dva močna upada vsebnosti karbonatov ob istočasnem upadu pretoka, in to spomladi ter poleti, ko dalj časa ni bilo intenzivnejših padavin. Podoben potek imata tudi curka 9 in 10. Najbolj skokovita nihanja karbonatne trdote pa odraža curek 8, kjer je povečanjem pretoka sledilo povečanje karbonatne trdote, podobno kot smo to že ugotavljali za curek 9 v Dimnicah, le da je karbonatna trdota v Škocjanskih jamah dosegala znatno višje vrednosti — tudi do $370 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$.

PRIMERJAVA PRENIKANJA MED MATIČNIM KRASOM IN NOTRANJSKIM KRASOM

Če primerjamo karbonatno trdoto curkov in kapljanj v Planinski jami ter Škocjanskih jamah in Dimnicah, vidimo, da se v vseh jamah pojavljajo curki z nižjimi in višjimi karbonatnimi trdotami. Tako smo med opazovanimi curki v Planinski jami zabeležili večino curkov s karbonatno trdoto od 100 do $230 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$, enako kot v Pisanem rovu Postojnske jame. Izjema je bil curek 1 v Planinski jami, ki vsebuje tudi do $320 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$, kar pripisujemo povečani koroziji zaradi prisotnosti apnenodolomitne breče v jamskem stropu. V Škocjanskih jamah se karbonatna trdota curkov in kapljanj giba v intervalu od 100 do $370 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. V splošnem višje vrednosti karbonatnih trdot



Sl. 4. Primerjava prenikanja vode v Škocjanskih jamah in Planinski jami
 Fig. 4. Comparison of water percolation in Škocjanske jame and Planinska jama

na matičnem Krasu v primerjavi z Notranjskim krasom delno verjetno izvirajo iz višjih temperatur prenikle vode, kar vpliva na večje reakcijske hitrosti; medtem ko so nam drugi možni vzroki zaenkrat še neznan.

Količine letnih padavin na območjih omenjenih jam se dokaj razlikujejo. Največ padavin je v Planini, za dobrih 400 mm manj jih je v Matavunu, na

območju Dimnic pa še za nadaljnjih 200 mm manj. Izdatnost in trajnost curkov pogojujejo predvsem narava in velikost njihovega zaledja z odgovarjajočo prepustnostjo vodnikov ter letna količina padavin, ki oskrbuje zaledje curkov z vodo.

V Škocjanskih jamah so bili curki le občasno aktivni, skozi celo leto pa se ohrani predvsem drobno kapljanje v Tihi jami. Kapljanja so vezana na manj prepustne vodnike, kjer ima vlogo nekakšnega regulatorja še zasigan jamski strop. Prepojenost zaledja curka zaradi šibkejšega odtoka manj niha; takšno kontinuirano dogajanje pa ima za posledico tudi manjša nihanja karbonatne trdote. Izdatnejši curki odvajajo večje količine vode in ko se zaledje sprazni, curki presahnejo. Po večjem deževju pa se ti curki obnovijo. Te spremembe verjetno vplivajo na velika nihanja karbonatne trdote.

Glede na splošne višje karbonatne trdote prenikle vode na matičnem Krasu v primerjavi z Notranjskim, je stopnja korozije¹ (izrazi pojasnjeni na str. 61) na matičnem Krasu večja. Ker pa vemo, da je učinek korozije² odvisen predvsem od količine prenikle vode, je ocena končnega učinka brez zveznega merjenja pretokov nemogoča. Slika 4 vzporedno prikazuje curek 1 iz Planinske jame in curek 3 iz Škocjanskih jam. Opazno nižji pretoki curka 3 in izostanki njegove reakcije so posledica manjših letnih padavin, saj celotna količina prenikle vode, ki je v letu 1983 pritekla skozi curek 3 znaša le 1/10 količine vode curka 1 iz Planinske jame.

IZLOČANJE SIGE

Izločanje sige smo podrobneje spremljali v Škocjanskih jamah. Kot primer majhnega curka, ki občasno preide v kapljanje, smo izbrali curek 1 v Paradižu. Tu smo preko celega leta zabeležili dokaj enakomerno izločanje, in sicer od 15 do 60 mg CaCO₃ iz 1 litra prenikle vode. Za izračun letne količine prenikle vode, ki je pritekla skozi ta curek, in količine karbonatov, ki se je v enem letu izločila iz nje, smo uporabili meritve, ki smo jih opravljali vsaka dva tedna. Seveda so izračunane vrednosti le približne. Tako se je iz 16 m³ prenikle vode v enem letu izločilo 600 g sige. Podobne vrednosti smo merili v Pisanem rovu Postojnske jame (J. Kogovšek, 1983). Iz slike 6 so razvidna razmerja med količino vode in količino izločene sige zgoraj omenjenih kapljanj. Pri tem moramo omeniti, da so poti, na katerih smo merili izločanje, različno dolge.

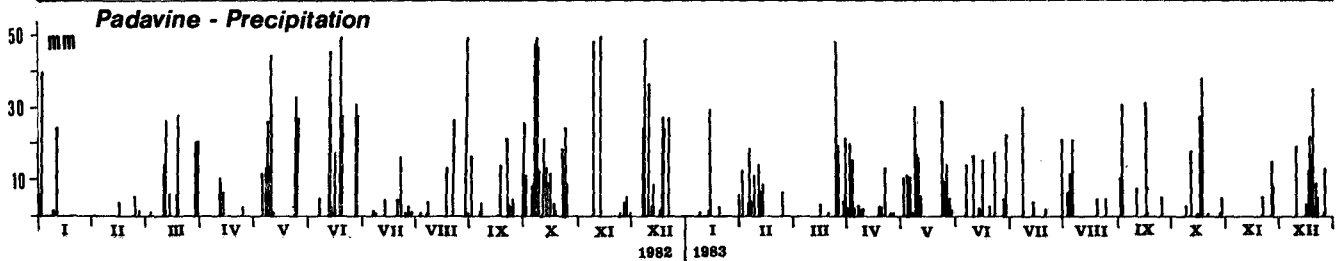
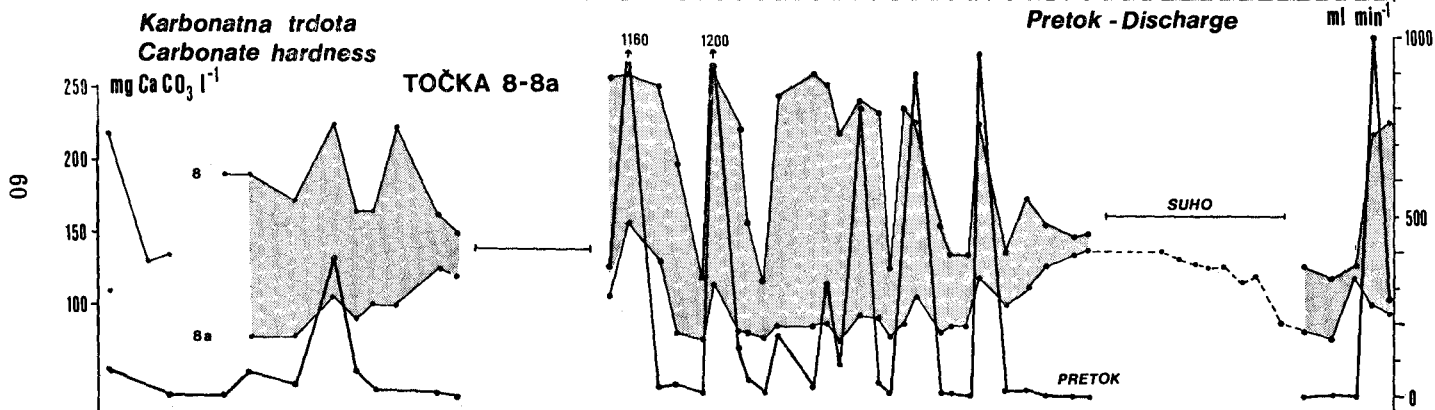
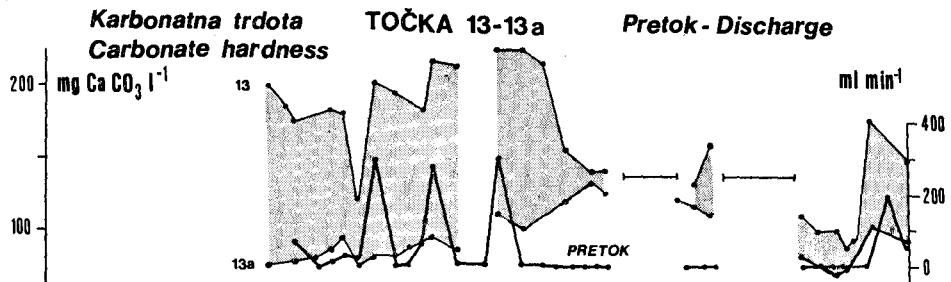
Dveletne meritve izločanja sige smo izvedli še na točki 8, ki jo označujejo velika nihanja pretoka in karbonatne trdote. Tu prenikla voda s karbonatno trdoto do 360 mg HCO₃⁻ l⁻¹, občasno pa tudi le 140 mg HCO₃⁻ l⁻¹, nesklenjeno polzi po približno 10 m visokem kapniku Orjaku. Voda je po izločanju vsebovala od 90 do 160 mg HCO₃⁻ l⁻¹, izjemoma ob zelo visokih pretokih, pa celo 190 mg HCO₃⁻ l⁻¹.

Tako se je izločalo iz 1 litra prenikle vode od 37 do 170 mg CaCO₃, kar pomeni 23 do 65 % vseh karbonatov v prenikli vodi. Iz slike 5 je razvidno izločanje sige na točki 8 in bližnji točki 13. Najvišje trdote prenikle vode in naj-

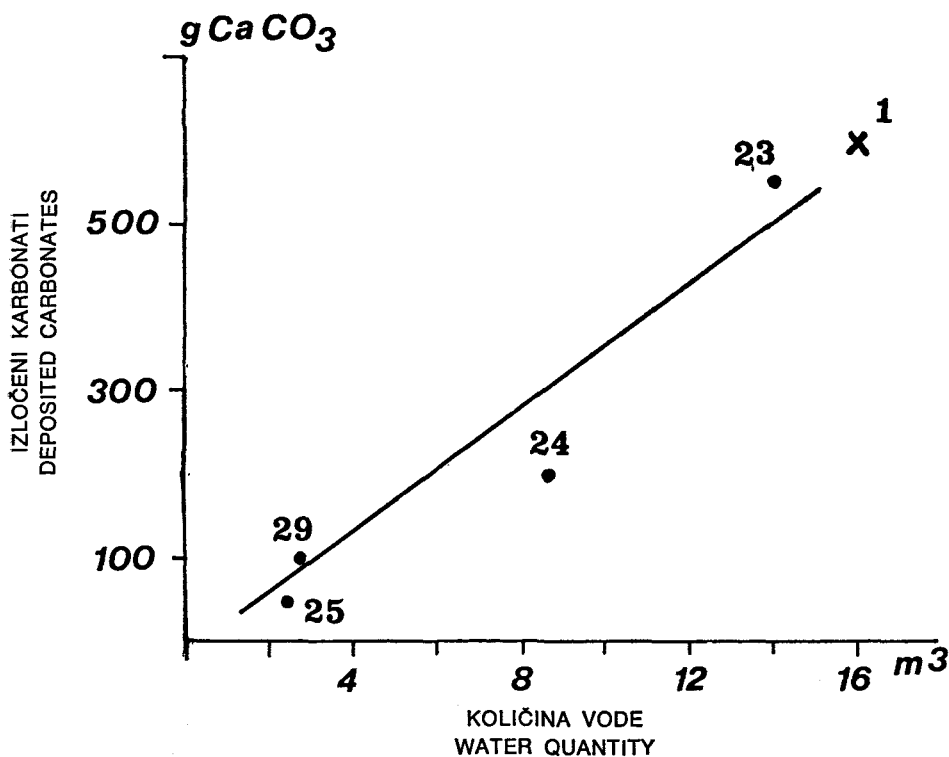
¹ Stopnja raztapljanja (stopnja korozije) je prirastek trdote oz. količine raztopljenih karbonatov v enoti volumna.

² Učinek raztapljanja (učinek korozije) je količina raztopljenih karbonatov v določenem času.

ŠKOCJANSKE JAME



Pisani rov 23, 24, 25, 29 Škocjanske jame 1 x



Sl. 6. Intenzivnost izločanja sige v Škocjanskih jamah v primerjavi s Pisanim rovom Postojnske jame

Fig. 6. The intensity of flowstone deposition in Škocjanske jame compared to Pisani rov in Postojnska jama

Sl. 5. Izločanje sige v Veliki dvorani Škocjanskih jam. Na točkah 8 in 13 so merjene trdote prenikle vode nad stalagmitom, na točkah 8a in 13a pa ob vznožju stalagmita. Razlika v trdoti predstavlja izločene karbonate

Fig. 5. The flowstone deposition in Big Hall of Škocjanske jame. On the points 8 and 13 the hardnesses of percolated water were measured above the stalagmite, while on points 8a and 13a at the stalagmite; the difference in hardnesses presents the deposited carbonates.

večja stopnja izločanja³ nastopajo ob večjih pretokih; le izredno visoki pretoki imajo nekaj manjšo stopnjo izločanja. Količina izločene sige pa zavisi tudi od količine vode, in ker se tu oba vpliva združujeta, se ob ugodnih razmerah izloči največ sige, če so curki stalni. Curek pri točki 8 pa je v poletni suši 1982 presahnil za dobra dva meseca, v letu 1983 pa zaradi izredno dolge suše kar za štiri mesece, in to se seveda pozna v celoletni količini izločene sige. Zaradi pomajkanja zveznih merilcev pretoka, smo lahko le približno ocenili količino izločenih karbonatov na podlagi tedenskih meritev. Po tej oceni se lahko iz curkov v Veliki dvorani Škocjanskih jam izloči precej več kot iz curkov v Planinski jami in v Pisanem rovu Postojnske jame, kjer je stopnja izločanja zlasti ob večjih pretokih manjša.

SKLEPI

V Škocjanskih jamah in Dimnicah imamo v grobem dva tipa prenikanja vode: drobno stalno kapljanje s skromnimi nihanji karbonatne trdote ter izdatnejše curke, ki v daljših sušnih obdobjih presahnejo, hkrati pretok in karbonatna trdota skokovito nihata, naraščanju pretoka pa sledi tudi naraščanje karbonatne trdote. V Planinski jami smo pri sicer izdatnejših, stalnih curkih ugotavljali obratno razmerje pretoka in karbonatne trdote.

Področji matičnega Krasa in Notranjskega krasa se predvsem razlikujeta po količini padavin. Na območju Škocjanskih jam pade 23 %, na območju Dimnic pa 33 % manj padavin, kot na Postojnskem. Izdatnost in trajnost curkov očitno v veliki meri zavisi od narave in obsega zaledja curka ter količine padavin, ki vplivajo na njegovo prepojenost. Meritve so pokazale, da debelina jamskega stropa bistveno ne vpliva na značilnosti curka. Drobna kapljanja so vezana na manj prepustne vodnike, ki zavirajo pretakanje vode skozi jamski strop. Podobno uravnava pretok tudi zasigan jamski strop. Tako se prepojenost zaledja curkov malo spreminja, kar verjetno vpliva na majhna nihanja trdot teh curkov. Pri izdatnih curkih z bolj prepustnimi vodniki pa se prepojenost hitreje spreminja in celo toliko zmanjša, da curki tudi presahnejo. Te pomembne hidrološke spremembe v zaledju curka verjetno vplivajo tudi na velika nihanja karbonatne trdote.

Prenikla voda v Škocjanskih jamah in Dimnicah ima predvsem karbonatno in kalcijevo trdoto. Karbonatna trdota je v večini primerov znatno večja, kot smo jo zabeležili v Planinski in Postojnski jami. Eden od vzrokov so verjetno višje temperature prenikajoče vode, ki vplivajo na povečanje reakcijskih hitrosti, medtem ko so nam drugi možni vzroki še neznani.

Karbonatna trdota je v Škocjanskim jamah dosegala vrednosti do $370 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$, v Dimnicah do $345 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$, medtem ko smo v Planinski jami in Pisanem rovu Postojnske jame zabeležili pri večini curkov do $230 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. Izjema je curek 1 v Planinski jami, ki zaradi plasti apnenodolomitne breče v jamskem stropu dosega višjo karbonatno trdoto, kar nakazuje enega od možnih vzrokov za povečane karbonatne trdote. Večje trdote prenikle vode govore za večjo korozijo v jamskem stropu. Ker pa vemo, da končni

³ Stopnja izločanja je zmanjšanje trdote oz. količine raztopljenih karbonatov v enoti volumna.

učinek korozije zavisi predvsem od količine prenikle vode, izračun brez zveznega merjenja pretoka na izbranem reprezentativnem območju ni možen.

Prenikla voda v Škocjanskih jamah je v glavnem prenasičena, tako smo v Tihi jami na vsakem koraku priča izločanju sige. V glavnem bi to izločanje lahko razvrstili v dve skupini. Pri drobnih, stalnih kapljanjih imamo dokaj enakomerno izločanje, podobno kot smo to zabeležili v Pisanem rovu Postojnske jame. Intenzivnejše izločanje pa smo izmerili pri curkih v Veliki dvorani, katerih pretok in karbonatna trdota ter vzporedno tudi izločanje sige močno nihajo. Tu se je iz prenikle vode izločalo od 23 do 65 % vseh karbonatov. Ker višje trdote nastopajo ravno ob večjih pretokih in je količina izločene sige produkt obeh faktorjev, nastopajo maksimalni učinki izločanja sige ravno ob večjih pretokih. In čeprav prihaja v poletni suši do izostanka izločanja, ocenjujemo, da letna količina izločene sige v Veliki dvorani Škocjanskih jam znatno presega izločanje v Planinski jami in Pisanem rovu Postojnske jame.

LITERATURA

- Kogovšek, J., Habič, P., 1981:** Preučevanje vertikalnega prenikanja vode na primerih Planinske in Postojnske jame. Acta carsologica 9, 129—148. Ljubljana.
- Kogovšek, J., 1982:** Vertikalno prenikanje v Planinski jami v obdobju 1980/81. Acta carsologica, 10, 106—125, Ljubljana.
- Kogovšek, J., 1983:** Prenikanje vode in izločanje sige v Pisanem rovu Postojnske jame. Acta carsologica 11, 59—76, Ljubljana.
- Malečkar, F., Gospodarič, R., 1982:** La geologia della grotta Dimnice (Matarsko podolje — Slovenija). Atti del 5. Convegno regionale di speleologia del Friuli — Venezia Giulia, 243—249, Trieste.
- Petkovšek, Z., 1963:** Klimatske razmere v Veliki dolini pri Škocjanskih jamah. Biološki vestnik 11, 49—66, Ljubljana.

VERTICAL WATER PERCOLATION IN ŠKOCJANSKE JAME AND DIMNICE**S u m m a r y**

In the last two years we studied the water percolation in Škocjanske jame and Dimnice. We had chosen several drippings and trickles where we have regularly measured physical and chemical parameters of percolated water. For the comparison we regularly measured parallelly the trickle 1 in Planinska jama.

Compared to Postojna region on Classical Karst there are significantly less precipitations. Therefore small drippings prevail. In Škocjanske jame the discharges reached the values up to 360 mm/min^{-1} , while in Dimnice only up to 100 ml/min^{-1} . At more abundant trickles the discharge oscillated by leaps and bounds up to 5000 ml/min^{-1} and more, while during the summer dry period these trickles dried up.

We suppose that smaller aquifer permeability of small drippings combined with calcited cave roof in the role of regulator assure smaller level oscillations in the reservoir of these drippings. It is reflected in smaller discharge and carbonate hardness oscillations too, which are between 160 and $340 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. Particular trickles annual amplitude amounts from 80 to upmost $120 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. At more abundant trickles quicker drying up and stronger water level oscillations in trickle background occur, if their stock is not big enough, the trickles periodically dry up. These severe changes in the background are probably conditioned by big carbonate hardness oscillations, reaching from 140 to $370 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$. Annual amplitude of carbonate hardness at these trickles amounts to $200 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$.

Compared to hardnesses of percolated water in Planinska and Postojnska jama (Pisani rov) where the majority of trickles reaches the carbonate hardness up to $230 \text{ mg HCO}_3^- \text{ l}^{-1}$, on Classical Karst the hardnesses are significantly higher. One reason lies probably in higher temperatures of the percolated water while the other reasons are till now unknown. The corrosion intensivity depends beside the carbonate hardness also on the quantity of the percolated water. It is proportional to precipitations quantity, which are modest on Classical Karst thus it seems, that the final effect of corrosion is smaller. But without connected measurements of discharge and carbonate hardnesses on the representative region we cannot give the precise corrosion judgement.

In Dimnice and Škocjanske jame we meet the richness of flowstone formations which are still growing today. At small, permanent drippings the deposition is going on during the whole year. Out of one liter up to 60 mg CaCO_3 deposited, similar as we observed in Pisani rov of Postojnska jama. More intensive deposition occurs at trickles in Big Hall in Škocjanske jame, where higher hardnesses correspond to higher discharges, leading to maximal effect of flowstone deposition. Thus were deposited from the percolated water 23 to 65% of all the carbonates during one year. As the discharge and carbonate hardness of all these trickles oscillate very much, parallelly oscillates the flowstone deposition too. Nevertheless we estimate that here the sinter deposition highly increases that in Planinska jama and in Pisani rov of Postojnska jama.