

**GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI PISANEGA ROVA
POSTOJNSKE JAME**

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PISANI ROV IN
POSTOJNA CAVE

STANKA ŠEBELA

Izvleček

UDK 551.442(497.12 Postojna)

Šebela, Stanka: Geološke značilnosti Pisanega rova Postojnske jame

V Pisanem rovu Postojnske jame je ohranjenih več razvojnih faz. Nakazujejo jih fluvialni jamski sedimenti, različne generacije sig ter bolj ali manj ohranjeni podori. Turonijski skladi apnenca (K_2^2) so tektonsko prelomljeni v več smereh, od katerih prevladujejo smeri N-S, medtem ko so pogoste smeri NW-SE in SW-NE. Glede na današnjo obliko jamskih prostorov Pisanega rova ločimo odseke, ki potekajo po tektonsko pretrtih conah, v katerih so vidne sledi vodnega toka (A), odseke oblikovane ob lezikah (B), podore v tektonskih conah (C) in podore po lezikah (D). V Pisanem rovu so podorni rovi (C in D) najmlajši, predeli s sledovi vodnega toka pa najstarejši.

Ključne besede: geologija, Postojnska jama, Pisani rov, tektonika, tektonsko pretrte cone.

Abstract

UDC 551.442(497.12 Postojna)

Šebela, Stanka: Geological characteristics of Pisani rov in Postojna cave

In Pisani rov of Postojna cave more evolutionary phases are preserved. They are evidenced by fluvial cave sediments, different generations of flowstone and more or less preserved breakdowns. Turonian limestone (K_2^2) is tectonically broken in different directions of which those of N-W are the most common and NW-SE and SW-NE directions are more common. Concerning the present shape of the cave passages in Pisani rov we distinguish the sections passing according to tectonic crushed zones where the trace of water flow is visible (A), the sections formed along the bedplanes (B), the breakdowns in the tectonic zones (C) and the breakdowns in the bedplanes (D). In Pisani rov breakdown chambers (C and D) are the youngest, sections with traces of water flow are the oldest.

Key words: geology, Postojna cave, Pisani rov, tectonics, tectonic crushed zones.

Naslov - Address

Mag. Stanka Šebela, dipl.ing.geol.
Inštitut za raziskovanje krása ZRC SAZU
66230 Postojna, Titov trg 2
Slovenija

UVOD

Pisani rov, z 920 m dolžine, predstavlja le majhen del Postojnskega jamskega sistema (kat.št. 747) katerega skupna dolžina je 19555 m (KATASTER JAM). Čeprav ni odprt za redne turistične obiske, je zaradi bogatih raznobarvnih sigastih oblik izredno zanimiv in upravičeno nosi ime Pisani rov. Kljub bogatemu kapniškemu okrasju je v rovu možno podrobno geološko kartiranje. Z geološkimi, tektonskimi in litološkimi, strukturnimi elementi smo skušali ugotoviti predispozicije za oblikovanje in razvoj rova.

Študij odvisnosti jamskih rogov od geoloških strukturnih prvin privlači mnoge krasoslovce. Jamske rove oblikuje voda v skladu s hidrološkimi zakonitostmi, izbira pa zanjo najugodnejše poti v kamnini, ki jih predstavlja nepravilnost, kot so razpoke in prelomi ter lezike oziroma druge litološke posebnosti.

V ameriški literaturi posvečajo več pozornosti razvoju jamskih rogov po plasteh, pri nas pa so bolj v ospredju tektonske značilnosti, kar je seveda v skladu z razlikami v zgradbi. PALMER (1991) je zbral in obdelal podatke iz 500 ameriških jam v karbonatnih kamninah, predvsem v apnencih. Iz celotne dolžine rogov je ugotovil, da jih 57 % poteka po plasteh, 42 % po razpokah in samo 1 % po medzrnskih porah. Jamski rovi med plastmi so vijugastih oblik. Z raztapljanjem povečane razpoke in prelomi z velikimi koti ustvarjajo jamske rove po razpokah z lečastimi prečnimi prerezi in oglatimi-koničastimi prerezi.

Podatki PALMERJA (1991) seveda veljajo za severno Ameriko, kjer so plasti bolj vodoravne in manj tektonsko razlomljene. Jamski rovi so zato drugače oblikovani kot v goratem alpskem in dinarskem krasu. Glede na močno tektonsko pretrtost je odstotek rogov ob razpokah in prelomih prav gotovo večji. To so potrdile tudi razmere v Pisanem rovu.

PROBLEMATIKA

Prenešana metoda podrobnega kartiranja v merilu 1:5000 s površinskih terenov (ČAR, 1982,1986; ČAR & GOSPODARIČ, 1984) na kartiranje kraških jam v merilu 1:1000 (ŠEBELA & ČAR, 1991) je dala zelo dobre rezultate. V tem članku predstavljam še podrobnejše kartiranje jamskih prostorov v merilu 1:500. Poleg tektonskih značilnosti samega rova ter njegove odvisnosti od vrste tektonskih con sem kartirala tudi smer in vpad plasti ter navezanost odvisnosti rova na lezike.

Ob geološkem kartiranju sem opazovala tudi morfološke značilnosti rova. Posamezne predele rova sem razdelila v štiri tipe. Po obliki značilnega prečnega profila uvrščam v tip A predele, ki potekajo skladno s tektonsko pretrtocono in v katerih še vedno najdemo sledi vodnega toka (npr. fasete ali stropne

kotlice). V tip B uvrščam predele rova, ki potekajo skladno z lezikami in so v njih vidni sledovi vodnega toka. V tip C in D sem uvrstila podorne dele rova, in sicer je v C uvrščen podor po tektonsko pretrti coni in v D podor po leziki. V teh dveh primerih v rovu ni sledov vodnega toka.

DOSEDANJE RAZISKAVE PISANEGA ROVA

Pisani rov je geološko raziskoval GOSPODARIČ. V začetnih raziskavah (1963) je obdelal geološko-morfološke značilnosti rova, sedimente v njem in podiranje kapnikov. Po njegovih ugotovitvah Pisani rov ne poteka ob prelomih. Smer in oblika mu nakazujejo lezike in razpoke pretežno v smeri sever-jug. Tako je usmerjen ves Pisani rov. Od te smeri odstopa le tam, kjer si je voda izsilila prehod prečno na smer plasti. Čemu je prebijala to težjo pot GOSPODARIČ (1963) ni pojasnil. Ugotovil pa je, da smer in oblika Pisanega rova ni v skladu z WAGNERJEVO (1954) in MICHLERJEVO (1959/60) trditvijo, da so rovi Postojnske jame nastali vzdolž razpok SW-NE in vzdolž prelomov smeri SSW-NNE in NW-SE.

Skozi Pisani rov je v geološki preteklosti Postojnske jame odtekala Pivka proti Planinskemu polju (GOSPODARIČ, 1963). Pri nadaljnem geološkem preučevanju Postojnskega krasa in njegove okolice je GOSPODARIČ (1964;1968;1969) natančneje kartiral litostratigrafske člene na površju in v podzemlju. Ugotovil je nagubano zgradbo in opozoril zlasti na Postojnsko antiklinalo ter prelome in razpoke, ki jo križajo. Z geološko zgradbo je skušal pojasniti le nekatere mlajše oblike in smeri podzemeljskih prostorov, ki niso bili zasuti s sedimenti, sigo in podori. Ker so taki prostori v manjšini, starost kamnin in tektonskih struktur ni zadoščala, da bi spoznali nastanek in razvoj Postojnskega jamskega sistema.

Leta 1976 je GOSPODARIČ podrobno speleološko preučil Postojnski jamski sistem in s tem tudi Pisani rov. Podrobna karta geoloških strukturnih elementov prikazuje pglavitne prelomne ploskve oziroma cone tudi v Pisanem rovu. Prikazani sta tudi sinklinala in antiklinala ter položaj dolomitiziranih in siliificiranih apnencev ter apnencev z roženci.

Kvaliteto prenikle vode v Postojnski jami so opazovali več let KOGOVŠEK & HABIČ (1981), KOGOVŠEK (1983) ter KOGOVŠEK & KRANJC (1989). Tako so z vzorčevanjem vode v Pisnem rovu zajeli prenasičeno preniklo vodo, ki izloča sigo, kot tudi agresivno preniklo vodo, ki močno korozijsko učinkuje na kapnike in okoliške kamnine.

Pomemben podatek v razvoju Pisanega rova so različne generacije sig ter podrta kapniki. Z različnimi metodami so naredili več analiz starosti sige. Z metodo ERS so IKEYA, MIKI & GOSPODARIČ (1983) ugotovili da je rdeča siga stara 530.000 let. ZUPAN (1991) je z U/Th metodo ugotovila, da je rdečkasta siga v Pisanem rovu stara več kot 350.000 let.

LITOLOŠKE RAZMERE

Po OGC list Postojna (BUSER, GRAD & PLENIČAR, 1963) je Postojnska jama izoblikovana v zgornjekrednem apnencu $K_2^{2,3}$) turonijske in senonijske starosti.

Litološke razmere Pisanega rova je prvi opisal GOSPODARIČ (1963, 1976). V turonijskem apnencu K_2^2 omenja rožence ter dolomitizirane apnenca. Z vzdolžnim profilom je prikazal več antiklinalnih struktur, ki so prekinjene s prelomi. Skladi apnenca spadajo pretežno proti zahodu.

Pri točki 5, 10, 16 in 25 (slika 1) so skladi dolomitiziranega apnenca, tu je tudi nekaj nekarbonatnih primesi. Pri točki 10 so skladoviti silificirani in dolomitizirani apnenci (GOSPODARIČ, 1976). Silificirani in dolomitizirani apnenci so bolj odporni proti korozijskemu delovanju vode. Ker pa so skladoviti in jih preprezajo dolge razpoke, je voda v njih izdelala prav take prostore kot drugod. Po geološki zgradbi površja sklepamo, da je vzhodno od Pisanega rova dolomitiziranih apnencev mnogo več (GOSPODARIČ, 1960).

Po GOSPODARIČU (1976) so v Pisanem rovu najstarejši skladi apnenca z roženci, potem sledi neskladovit apnenec in skladovit apnenec.

S podrobnim tektonsko-litološkim kartiranjem Pisanega rova v merilu 1:500 smo pregledali tudi smer in vpad plasti.

Slika 1 prikazuje poleg tektonskih razmer Pisanega rova tudi poglobitve slemenitve in vpade plasti. Med točkama 10 in 11 je teme antiklinale, smer vpada kril je 20/20 in 200/15. Proti stropu dvorane pa so plasti skoraj vodoravne, tako da gre za zelo blago antiklinalo. Po GOSPODARIČU (1976) nastopajo v tem predelu rova skladi apnenca z roženci. Debelina plasti rožencev v apnencu je okrog 3 cm. Mikroskopske raziskave vzorcev iz Pisanega rova so pokazale, da gre med točkama 10 in 11 za dolomitiziran mikritni apnenec, medtem ko rožencev v mikroskopskih analizah nisem zajela (ŠEBELA, 1989). GOSPODARIČ (1976) omenja rožence še v rovu južno od točke 16 ter v rovu vzhodno od točke 25.

V predelu rova med točkama 11 in 25 vpadajo plasti proti zahodu za 5–30°, v povprečju 10–20°. V rovu zahodno od točke 11 so tudi vodoravne plasti. Gre za skladovit apnenec s povprečno debelino skladov 0.5 m. Južno od točke 10 vpadajo plasti proti jugu za 20–40°. Od točke 9 vse do točke 3 je neskladovit apnenec, pri točki 3 pa debelo skladovit apnenec.

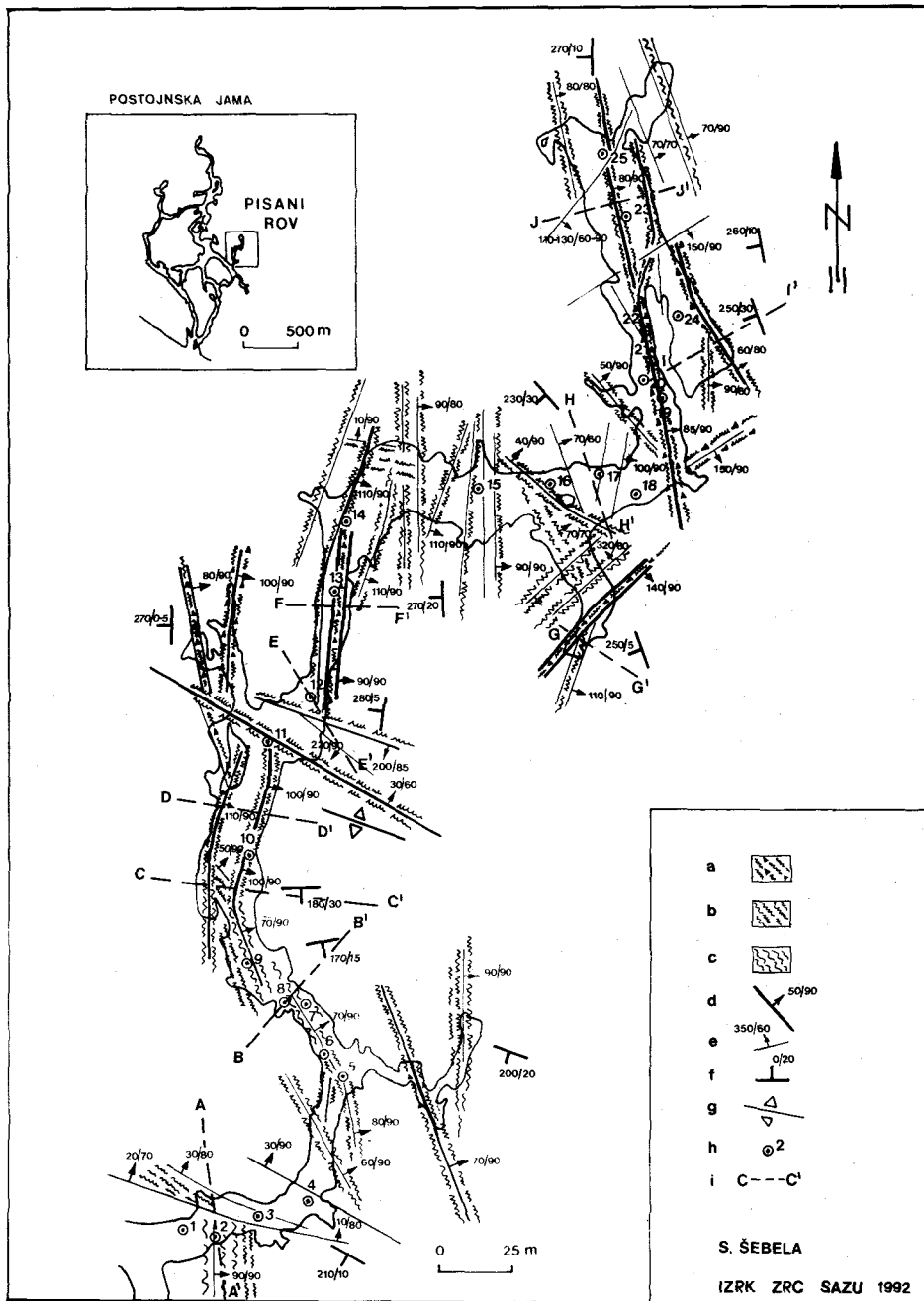
TEKTONSKE OSNOVE PISANEGA ROVA

V smislu tektonske razčlenitve Slovenije spada ozemlje Postojnske jame k tektonski enoti Javorniško–snežniških grud, ki jo štejemo v nariv Visokega krasa. Na severu je nanjo narinjena tektonska enota Hrušice. Dinarsko usmerjeni predjamski prelom deli tektonsko enoto Hrušice od Nanosa. Morda se ta prelom nadaljuje proti Postojni nekje vzdolž meje med krednimi in eocenskimi flišnimi skladi, vendar tega doslej še ni bilo mogoče dokazati (PLENIČAR, 1970).

S podrobnim tektonskim kartiranjem v merilu 1:500 po metodi ČARJA (1982, 1984) smo poskušali ugotoviti povezavo tektonsko pretrtih con (zdrobljenih, porušenih in razpoklinskih) s potekom jamskih rovov. Slika 1 nam prikazuje potek rova glede na smer in vpad tektonsko pretrtih con.

Pomembnejše smeri tektonsko pretrtih con, in sicer gre za prelomne deformacije in deloma deformacije gubanja (antiklinala), so dinarske, vendar pa močno prevladujejo smeri sever–jug. Zanimivo je, da prečno dinarske smeri sekajo in prekinjajo ter tudi zamikajo dinarske smeri. Torej so prečno dinarske smeri pretrtih con relativno mlajše od dinarskih con, oziroma con sever–jug. Ob prečnodinarskih prelomnih conah in prelomnih conah smeri skoraj E–W

Slika 1



najdemo tudi glavne podore (slika 2), kar kaže na to, da so te smeri po porušitvi najmlajše. Prelomne ploskve, ki spremljajo te cone so močno izražene in zato v jami dobro določljive (slika 1).

V najsevernejšem delu Pisanega rova, to je med točko 25 in 23 je glavna smer vpada prelomnih con $80/90^\circ$ (slika 1). Izrazita prelomna ploskev, katere smer vpada se spreminja od $110-130^\circ$ ter vpad od $60-90^\circ$, seka zgoraj omenjene pretrte cone in nekatere od njih celo zamika. Ta cona se nadaljuje tudi v stranski rov vzhodno od točke 25, kar pomeni, da je nastanek tega stranskega rova pravzaprav povezan s potekom te prelomne cone. Strop tega stranskega rova pa poteka po plasteh (slika 3).

Južno od točke 25 se nadaljujejo pretrte cone z vpadom v smeri 80° . Gre za širšo prelomno cono. V tem predelu jame je izredno močna korozija, tako da so razjedeni tudi kapniki. Strop dvorane v okolici točke 24 sovпада s plastmi (slika 4; profil JJ' na sliki 2).

Med točkama 23 in 22 ter 23 in 24 se smer glavne prelomne cone nekoliko spremeni. V dvorani pri točki 24 vpada prelomna cona v smeri $60/80$. To cono spremlja tektonska breča. Tudi v tem delu poteka strop dvorane po plasteh apnenca (profil II' na sliki 2).

V nadaljevanju Pisanega rova vpada prelomna cona v smeri $85/90$. Gre za prelomno cono, ki je široka okrog 3 m in poteka skladno z rovom.

Severovzhodno od t. 18 je na skrajnem desnem robu dvorane stranski roveček z zdrobljeno cono v smeri $150/90$. V glavnem rovu je glavna smer prelomnih ploskev $100/90^\circ$. Prečni profil HH' je prikazan na sliki 2. Sledi predel rova dolžine okrog 100 m med točkama 14 in 16, ki poteka v smeri vzhod-zahod.

V kraku rova južno od točke 16 je najjužnejši del zaprt s podornimi bloki, ki so odpadli iz močne notranje (in deloma zunanje) prelomne cone s smerjo vpada $140/90$ (profil GG' na sliki 2). Le skrajni jugozahodni del rova poteka po tej prelomni coni, medtem ko sam rov poteka po porušeni coni z vpadom $70/70$. Zanimivo je, da to porušeno cono sekajo prečnodinarsko usmerjene prelomne ploskve s spremljajočimi porušeni oziroma zdrobljenimi conami.

V predelu rova, med točkama 14 in 16, ki poteka v smeri vzhod-zahod, so najmočneje izražene porušene cone smeri sever-jug. Gre za zelo dobro vidne močne porušene cone širine okrog 2 do 3 metre z zelo strmim vpadnim kotom, ki znaša od 80 do 90° . Smer vpada teh con se v povprečju spreminja za $10-20^\circ$. Vendar pa tu zasledimo tudi prečne, slabše izražene porušene cone, ki vpadajo $10/90$. Porušene cone s smerjo sever-jug sekajo slabše izražene cone smeri vzhod-zahod.

Nato ima Pisani rov zopet smer sever-jug. Najprej sledi močni prelomni coni z vpadom $90/90$. Pri tej coni lahko opazujemo okrog 1 m široko notranjo prelomno cono s tektonsko brečo ter seveda zunanjo prelomno cono, v kateri so

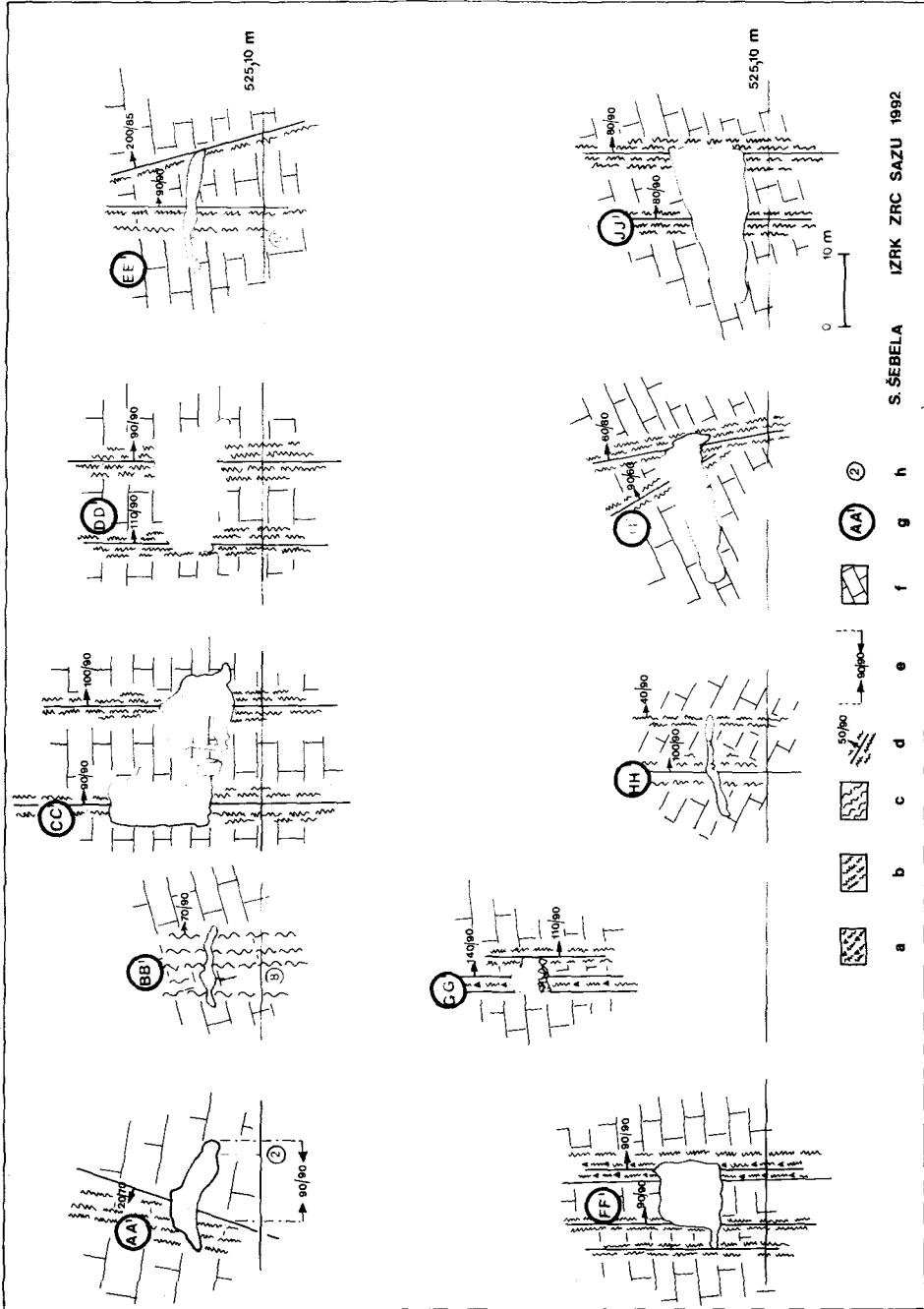
Sl. 1. Geološko-tektonske razmere v Pisanem rovu Postojnske jame.

a-zdrobljena cona, b-porušena cona, c-razpoklinska cona, d-slemenitev in vpad močnejših prelomnih ploskev, e-slemenitev in vpad šibkejših prelomnih ploskev, f-slemenitev in vpad plasti, g-antiklinala, h-geodetska točka, i-presek rova.

Fig.1. Geological-tectonic setting in Pisani rov of Postojna cave.

a-broken zone, b-crushed zone, c-fissured zone, d-strike and dip of more intensive fault planes, e-strike and dip of weak fault planes, f-strike and dip of beds, g-anticline, h-survey point, i-cross section.

slika 2



vidne vzporedne prelomne ploskev in spremljajoče porušene cone. Notranja prelomna cona poteka po vzhodnem delu rova. Strop rova pa deloma poteka po plasteh (slika 5; profil FF' na sliki 2).

Potem pridemo do nekoliko večje dvorane, med točkama 12 in 11, iz katere sta na sliki 1 označena dva prehoda v manjše stranske rove. Severni stranski rov poteka po notranji prelomni coni z vpadom 100/90. Gre za značilen ozek, okrog 7 m visok, rov, ki je na koncu, na okrog 1 m, zožan in zasigan. Ta stranski rov ima na zahodnem robu tudi manjši stranski dvorani. Južnejša je nekoliko večja in se konča z breznom globine 3–4 m. To brezno je vezano na 1 m široko prelomno cono 80/90.

Nekoliko večja dvorana Pisanega rova, med točkama 11 in 12, je v močno porušeni kamninah. Vidne so močno izražene prelomne ploskve, ki jih lahko sledimo čez celo dvorano. Taka je prelomna ploskev 30/60, ki seka vse ostale (slika 6). Lahko bi zaključili, da je dvorana nastala ob tej prelomni ploskvi, ki ima skoraj vzporedne dobro izražene prelomne ploskve s spremljajočimi porušeni conami kot npr. 200/85 in 220/90. V sami dvorani je mnogo podornih blokov, ki so odpadli predvsem po tektonsko pretrtih conah.

Stranski rov (med točkama 11 in 10) ima zelo ozek prehod v zgoraj opisano večjo dvorano. Ta rov poteka po zdrobljeni coni s tektonsko brečo, ki jo omejuje ta prelomni ploskvi z vpadom 100/90 in 70/90. Tudi v tem delu rova je močna korozija.

Glavni rov Pisanega rova, in sicer nekoliko severno od točke 10 (profil DD' na sliki 2), poteka po prelomni coni z vpadom 100/90. Strop zahodnega dela te dvorane je oblikovan v prelomni coni, strop srednjega dela dvorane pa poteka po plasteh. Med točkama 10 in 9 so vidni veliki bloki (slika 7; profil CC' na sliki 2), ki so se odlomili po plasteh in deloma veznih prelomih, verjetno pa je šlo tudi za zdrse med plastmi.

Do točke 8 prevladujejo precej zasigani rovi, kjer je smer vpada porušene cone 70/90, ki proti jugu prehaja v močno razpoklinsko cono (slika 1; profil BB' na sliki 2).

V delu rova pri točki 5 je vpad porušeni con 80/90. V desnem stranskem rovčku je vpad močne porušene cone 70/90, na koncu rovčka pa prevladuje porušena cona 90/90.

Med točkama 3 in 4 je več skoraj vzporednih prelomnih ploskev z vpadom 20–30/70–80. Prečni profil AA' je prikazan na sliki 2.

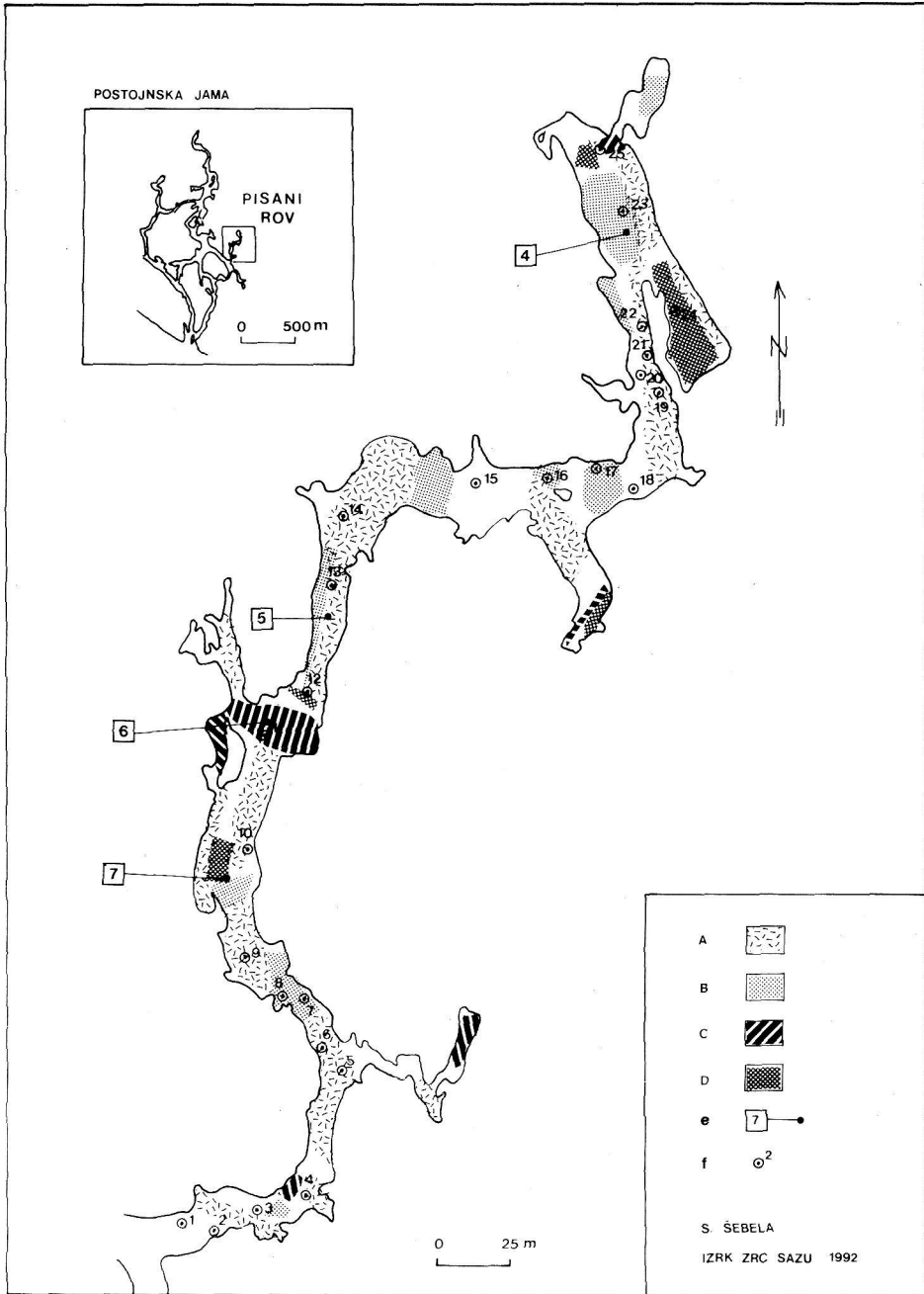
SKLEP

Pisani rov, ki je 920 m dolg stranski rov Postojnskega jamskega sistema (slika 1), je razvit v turonijskih apnencih K_2^2 , ki na nekaterih mestih vsebujejo

Sl. 2. Geološke razmere po prečnih prerezih v Pisani rovu Postojnske jame. a-zdrobljena cona, b-porušena cona, c-razpoklinska cona, d-slemenitev in vpad prelomne ploskve oziroma pretрте cone, e-pretрта cona vzporedna s profilom, f-turonijski apnenec K_2^2 , g-oznaka profila, h-geodetska točka.

Fig. 2. Geological setting in cross sections in Pisani rov of Postojna cave. a-broken zone, b-crushed zone, c-fissured zone, d-strike and dip of fault plane or fault zone, e-broken zone parallel to profile, f-Turonian limestone K_2^2 , g-mark of cross section, h-survey point.

slika 3





Sl. 4. Strop dvorane pri točki 23 poteka po plasteh - pogled proti jugu. Prečni profil JJ' je na sliki 3.

Fig. 4. Cave ceiling near point 23 is parallel to beds - view towards south. Cross section JJ' is on Fig.3.

vložke oziroma pole dolomitiziranega apnenca in rožencev. Skladi apnenca so v povprečju debeli okrog 0.5 m, to velja predvsem za severni in osrednji predel rova, medtem ko je južni predel razvit v neskladovitem in debelo skladovitem apnencu.

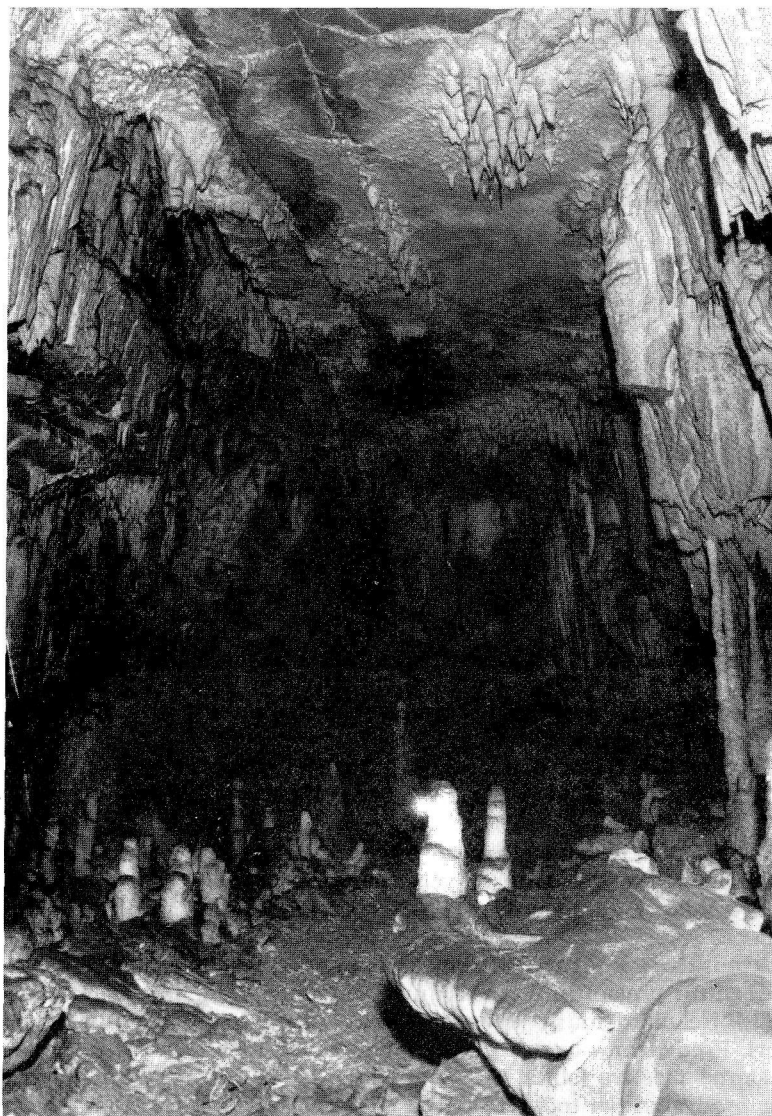
Od tektonskih strukturnih elementov prevladujejo porušene cone z bolj ali manj izraženimi prelomnimi ploskvami, pri čemer prevladujejo smeri sever-jug (slika 8,(2)). Nekoliko manj je smeri NW-SE (dinarskih smeri) in prečnodinarskih smeri. Predvsem v osrednjem in južnem delu Pisanega rova so močno izražene prelomne ploskve (slika 1), ki vpadajo 20-30°/60-90°. Ob teh prelomnih ploskvah, predvsem pri točki 11 (slika 6) je prišlo do zdrsov ter kasneje do nas-

Sl. 3. Razdelitev Pisanega rova glede na oznake A,B,C in D.

A-predel rova, ki je skladen s tektonsko pretrto cono in v katerem najdemo sled vodnega toka, B-predel rova, ki poteka po leziki in v katerem najdemo sled vodnega toka, C-podor po tektonsko pretrti coni, D-podor po leziki, e-oznaka in mesto fotografije, f-geodetska točka.

Fig.3. Classification of Pisani rov to types A,B,C and D.

A-section of passage which is parallel to tectonic broken zone in which we find water flow traces, B-section of passage which is parallel to bedplanes and in which we find water flow traces, C-breakdown in tectonic broken zone, D-breakdown in bedplanes, e-mark and location of photograph, f-survey point.

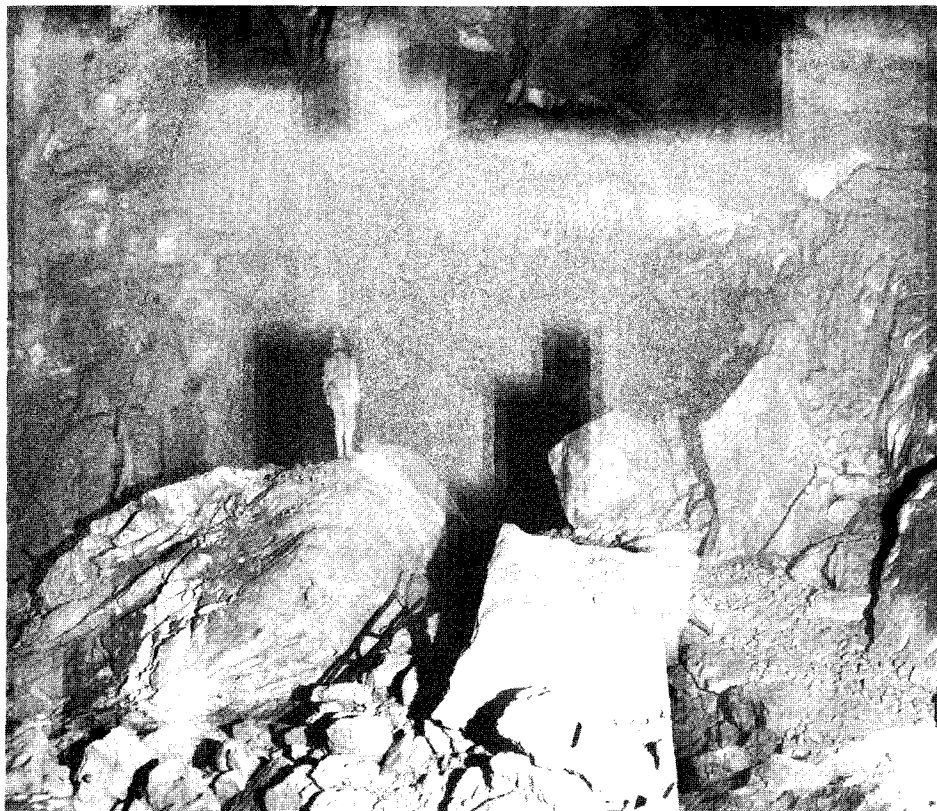


Sl. 5. Strop dvorane južno od točke 13 poteka po plasteh - pogled proti jugu. Prečni profil FF' je na sliki 3.

Fig. 5. Cave ceiling south from point 13 is parallel to beds - view towards south. Cross section FF' is on Fig.3.

tanka večjih podornih dvoran (slika 3, tip C). Tako so nastali tudi najmlajši prostori v celotnem Pisanem rovu.

Zdrobljene cone po pogostosti sledijo porušnim conam (slika 8,(3)), ki vpa-



Sl. 6. Prelomna ploskev 30/60 in podor pri točki 11 – pogled proti jugu.

Fig. 6. Fault plane 30/60 and breakdown near point 11 – view towards south.

dajo $60-75^{\circ}/90^{\circ}$. Razpoklinske cone (slika 8,(1)) so v Pisanem rovu najslabše zastopane.

Če primerjamo smer rova (slika 8,(5)) in smer vpada vseh pretrtih con (slika 8,(4)) se smer rova precej sklada s smerjo pretrtih con in slemenitvijo plasti (slika 8,(6)).

Posebno zanimiv je odnos poteka stropa v rovu, glede na plasti in tektonsko pretrte cone, kar prikazuje slika 3. V Pisanem rovu so nekateri odseki stropa rova skladni s plastmi, nekateri pa so oblikovani po tektonsko pretrtih conah.

Posebno vlogo v razvoju jamskega rova imajo podori, ki pomenijo preoblikovanje prvotnih oblik, lahko pa tudi smeri rova. Seveda danes težko sklepamo na najstarejše podore, saj so vidni predvsem najmlajši podori.

Potek jamskih rovov sem po obliki prečnih profilov in po obliki stropa razdelila na 4 tipe. Slika 3 prikazuje:

- predel rova, ki poteka po tektonsko pretrti coni in v kateri opazimo sled vodnega toka (npr. stropne kanale, fasete) (A)
- predel rova, ki poteka po leziki in v kateri opazimo sled vodnega toka (B)
- podor po tektonsko pretrti coni (C)



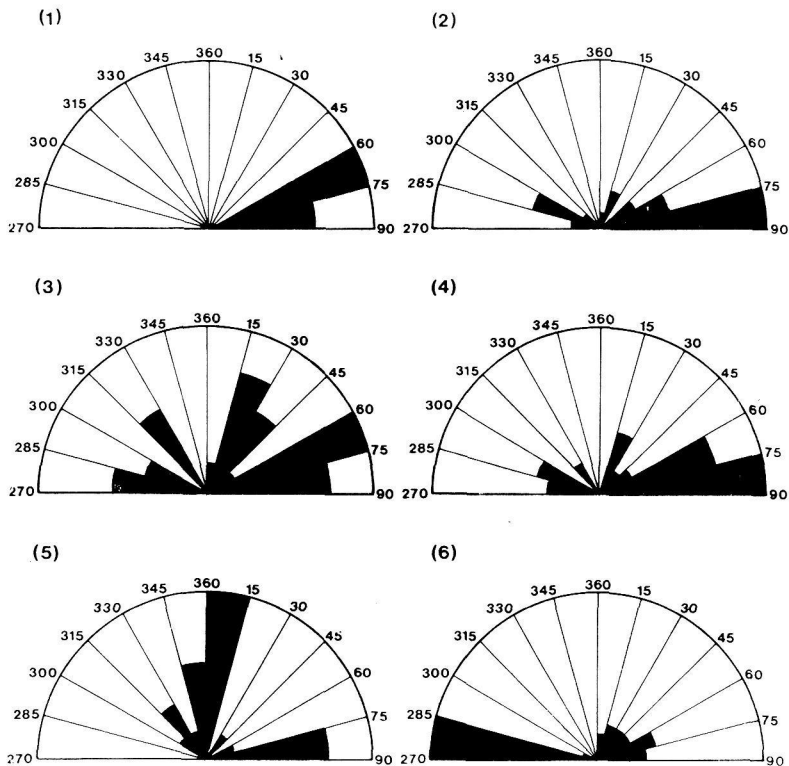
Sl. 7. Geološke razmere med točkama 10 in 9 – pogled proti severu. Prečni profil CC' je na sliki 3.

Fig. 7. Geological setting between points 10 and 9 – view towards north. Cross section CC' in on Fig.3.

– podor po leziki (D).

Natančen pregled stropa v Pisanem rovu je pokazal nekatere zanimive ugotovitve. V predelih rova, kjer poteka strop skladno s tektonskimi strukturnimi elementi (npr. razpoklinskimi, porušenimi in zdrobljenimi conami) lahko v nekaterih primerih (tip A na sliki 3) zaključimo, da je vodni tok v začetnih fazah sledil tem tektonsko pretrtim conam, kar nam nakazujejo stropne kotlice oziroma stropni kanali in fasete. V nekaterih primerih strop sledi tektonskemu strukturnemu elementu, tako da so te cone tektonsko porušene oziroma podrte in ne opazimo sledov vodnega toka v njih. V tem primeru gre za strop oblikovan po podoru iz porušene oziroma zdrobljene cone. Predeli rova nastali na tak način (na sliki 3 so označeni s C) so se oblikovali po začetnih fazah razvoja in so genetsko mlajši deli rova kot deli označeni s tipom A. To velja predvsem za močne prelomne ploskve pri točki 11 (slika 3 in slika 6), pa tudi za predel rova južno od točke 16. Naslednji primer predstavljajo rovi katerih strop poteka po lezikah (slika 3, tip B). To je raven strop, v katerem so elementi kot stropni kanali ali fasete, ki kažejo na starejšo fazo poteka jamskega rova. Za četrti primer je značilna porušitev po lezikah (slika 3, tip D), kar po starosti lahko vzporejamo s podori po tektonsko pretrtih conah (C).

Današnji potek Pisanega rova in današnja oblika rova skrivata sledove različnih procesov iz različnih obdobj. V grobem lahko določimo starejše in novej-



Sl. 8. Polrozete – diagrami smeri vpada razpoklinskih (1), porušenih (2), zdrobljenih (3) con; diagram smeri vpada vseh treh tektonsko pretrtih con skupaj (4); diagram smeri rova (5); diagram smeri vpada plasti (6).

Fig. 8. Diagrams of strike direction of fissured zones (1), crushed zones (2), broken zones (3); diagram of strike direction of all the tectonic crushed zones together (4); diagram of passage directions (5); diagram of strike directions of beds (6).

še odseke rova (starejši so označeni z A in B, novejši s C in D (slika 3)), predele rova, ki so bili v občasno zaliti con (sledovi faset, stropnih kotlic) in predele, ki so bili porušeni (podor) po tistem, ko je bil rov zadnjič zalit z vodo. Inicialni sledovi vodnega toka v leziki kot tudi v tektonsko pretrti con, so zelo težko določljivi, ker je bil rov vedno izpostavljen spreminjanju.

Še vedno je predvsem zaradi pomanjkanja podatkov, ki kažejo inicialno stanje, težko opredeliti vzroke prevajanja vodnega toka v določenem delu jame po litoloških ali tektonskih elementih. Vendar pa je podrobno tektonsko-litološko kartiranje pokazalo precejšen pomen oblikovanja Pisanega rova po tektonsko pretrtih conah kot tudi po lezicah.

Nadaljne raziskave v smeri povezovanja geoloških strukturnih elementov s speleogenezo jamskih rogov bodo obogatile spoznanja pretakanja vode v karbonatnih kamninah in na konkretnem primeru Postojnskega krasa razložile nekatere regionalne značilnosti.

LITERATURA

- Buser, S., Grad, K. & Pleničar, M. 1967: Osnovna geološka karta SFRJ Postojna 1:100000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Čar, J. 1982: Geološka zgradba požiralnega obrobja Planinskega polja.- Acta carsologica SAZU 10 (1981), 75-105, Ljubljana.
- Čar, J. & Gospodarič, R. 1984: O geologiji krasa med Postojno, Planino in Cerknico.- Acta carsologica SAZU 12 (1983), 91-106, Ljubljana.
- Čar, J. 1986: Geološke osnove oblikovanja kraškega površja.- Acta carsologica SAZU 14/15 (1985-86), 31-38, Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1963: K poznavanju Postojnske jame - Pisani rov.- Naše jame 4 (1962), 9-16, Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1964: Sledovi tektonskih premikov iz ledene dobe v Postojnski jami.- Naše jame 5 (1963), 5-11, Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1968: Podrti kapniki v Postojnski jami. - Naše jame 9 (1967), 15-31, Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1969: Speleološki procesi v Postojnski jami iz mlajšega pleistocena. Naše jame 10 (1968), 37-44, Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1976: Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinaskim poljem v kvartarju.- Acta carsologica SAZU VII, 5-135, Ljubljana.
- Ikeya, M., Miki, T. & Gospodarič, R. 1983: ESR Dating of Postojna Cave Stalactite.- Acta Carsologica 11 (1982), 117-130, Ljubljana.
- KATASTER JAM INŠTITUTA ZA RAZISKOVANJE KRASA ZRC SAZU Postojna.
- Kogovšek, J. 1983: Prenikanje vode in izločanje sige v Pisanem rovu Postojnske jame. Acta carsologica 11, 59-76, Ljubljana.
- Kogovšek, J. & Habič, P. 1981: Preučevanje vertikalnega prenikanja vode na primerih Planinske in Postojnske jame. Acta carsologica 9, 111-148, Ljubljana.
- Kogovšek, J. & Kranjc, A. 1989: Vpliv kislih padavin na procese v Postojnski jami.- Acta carsologica SAZU XVIII (1989), 221-232, Ljubljana.
- Michler, I. & Hribar, F. 1959/60: Sistem Postojnskih jam.- Proteus XXII/8, Ljubljana.
- Palmer, A. N. 1991: Origin and morphology of limestone caves.- Geological Society of America Bulletin, v.103, 1-21, s.l.
- Pleničar, M. 1960: Prispevek h geologiji Postojnskega jamskega sistema. Naše jame II/1-2, Ljubljana.
- Pleničar, M. 1970: Tolmač lista Postojna. Osnovna geološka karta SRFJ 1:100000.- Zvezni geološki zavod Beograd, 62 str., Beograd.
- Šebela, S. 1989: Apnenec z roženci in njihov vpliv na velikost rogov v Postojnski jami.- Acta Carsologica XVIII, 157-170, Ljubljana.
- Šebela, S. & Čar, J. 1991: Geološke razmere v podornih dvoranah Vzhodnega rova Predjame.- Acta Carsologica XX, 205-222, Ljubljana.
- Zupan, N. 1991: Flowstone datations in Slovenia.- Acta Carsologica XX, 187-204, Ljubljana.
- Wagner, G. 1954: Der Karst als Musterbeispiel der Verkarstung.- Aus der Heimat, 62/9-10, Tübingen.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PISANI ROV IN POSTOJNA CAVE

Summary

Pisani rov, 920 metres long lateral passage of Postojna cave system (Fig.1), developed in Turonian limestone K_2^2 , contains layers of dolomitized limestone and cherts. In the northern parts limestone layers are 0.5 metres thick in average and in the middle and southern parts limestones are more solid and thick.

Referring to tectonic structural elements crushed zones with more or less visible fault planes in N-S direction are the most frequent (Fig.8 (2)). Dinaric (NW-SE) and cross dinaric (NE-SW) directions are a bit less common. In the middle and southern parts of Pisani rov fault planes (Fig. 1) with strike and dip of $20-30^\circ/60-90^\circ$ are very well visible. Between these fault planes, especially near point 11 (Fig. 6), the movements were present that caused big collapsed chambers (Fig.3, C type). In that way the youngest places in the Pisani rov passage were formed.

Crushed zones follow broken zones (Fig. 8 (3)) with strike and dip $60-75^\circ/90^\circ$ by the frequency. Fissured zones (Fig. 8 (1)) are the least frequent in Pisani rov.

If we compare the direction of Pisani rov (Fig. 8 (5)) with strike of all the tectonic zones (Fig.8 (4)) we could see that direction of channel is rather parallel with tectonic zones and beds (Fig. 8 (6)).

Fig. 3 shows the relation among cave ceiling, tectonic zones and beds what is very interesting. In Pisani rov some parts of the cave ceilings are parallel with beds and some with tectonic zones.

Special part in development of cave passages have breakdowns, which signify transformation of primary shapes and also directions of passages. Today it's difficult to determine places of old breakdowns as the youngest ones are visible only.

Related to cross sections and ceiling shapes I classified cave passages in 4 types. Fig. 3 shows:

- section of passage parallel to tectonic zones, traces of water flow (roof half tubes, scallops) are still visible (A)
- sections of passages parallel to bedplanes, traces of water flow are visible (B)
- breakdown in tectonic zone (C)
- breakdown in bedplanes (D).

In parts of Pisani rov where the ceiling is parallel to tectonic zones in some cases (Fig.3, A type) one could assume that water flow in primary phases followed tectonic zones evidenced by roof half tubes. In some cases ceiling follows tectonic zones but they are tectonically broken and collapsed and no traces of water flow remained. In that case ceiling was formed by breakdown of tectonic zone and represents C type. Parts of Pisani rov in C type are genetically younger than parts of A type. The best example is found near point 11 (Fig. 3 and Fig. 6). Next cases are passages with ceiling in bedplanes (Fig. 3, B type). They represent flat ceiling where on the roof half tubes and scallops show primary stage of cave passage. The fourth example is characteristic for passages collapsed according to bedplanes (Fig. 3, D type). Types C and D are genetically parallel.

The direction and shape of recent passages in Pisani rov hide traces of different processes from different periods. We can separate older and newer parts of the passages. Types A and B are older parts, C and D are younger (Fig. 3). These are the parts belonging to vadose zone with traces of water flow (A and B) and to the breakdown passages developed after the period when the passage was waterfilled. Initial traces of water flow in bedplanes as well as in tectonic zones are very difficult to determine, because Pisani rov was always exposed to changes.

Due to the initially cave data deficiency it's difficult to determine the reasons of water flow transmissivity in special parts of the cave by lithological or tectonical elements. Detailed tectonic-lithologic mapping in scale 1:500 shows great dependence of Pisani rov development on tectonic zones and also bedplanes.

Further investigations associated to geological structural elements and speleogenesis would enrich the knowledge on water transmissivity in carbonate rocks and the concrete exemple of Postojna karst area would explain some regional characteristics.