

GEOLOŠKE OSNOVE OBLIKOVANJA NAJVEČJE PODORNE DVORANE V POSTOJNSKI JAMI -VELIKE GORE

Stanka ŠEBELA

dr., dipl. ing. geolog., Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, 66230 Postojna, Titov trg 2, SLO
PhD, dipl. ing. geol., Istituto per lo studio del Carso presso CRS ASSA, 66230 Postojna, Titov trg 2, SLO

IZVLEČEK

Številni rovi Postojnske jame so podorno preoblikovani. Vsi podori so se oblikovali v tektonsko pretrtih conah in lezikah, pri čemer so še posebno pogosti medplastni zdrsi. Največji prostori v Postojnski jami so podorne dvorane, izmed katerih je največja Velika gora (70 m visoka, 160 m dolga in 100 m široka). Podiranje na Veliki gori je težko časovno opredeliti, zanesljivo lahko trdimo le, da je podorna dvorana mnogo starejša od kapnikov, ki so odloženi na podornih blokih.

Ključne besede: krasoslovje, tektonika, podor, Postojnska jama, podorna dvorana Velika gora, medplastni zdrsi
Key words: karstology, tectonics, breakdown, Postojnska jama cave, collapse chamber Velika gora, interbedded movements

UVOD

Postojnski jamski sistem je z nekaj manj kot 20.000 metri dolžine najdaljši jamski sistem v Sloveniji.

Z imenom Postojnska jama lahko označimo del Postojnskega jamskega sistema, in sicer okrog 13.500 metrov jamskih rovov, ki jim prištevamo naravne rove od ponora Pivke vse do Otoške jame (slika 1).

Geološke razmere celotnega Postojnskega jamskega sistema je že v letu 1965 raziskoval Gospodarič. Pri tem je prikazal tudi večje število prečnih jamskih profilov, iz katerih je jasno nakazano podorno oblikovanje rova. Potrebno je poudariti, da te raziskave temeljijo na današnjem stanju rovov, iz katerega se lahko le v določenih primerih da dovolj zanesljivo sklepati na primarne strukture, ki so bile vodilo razvoja rova.

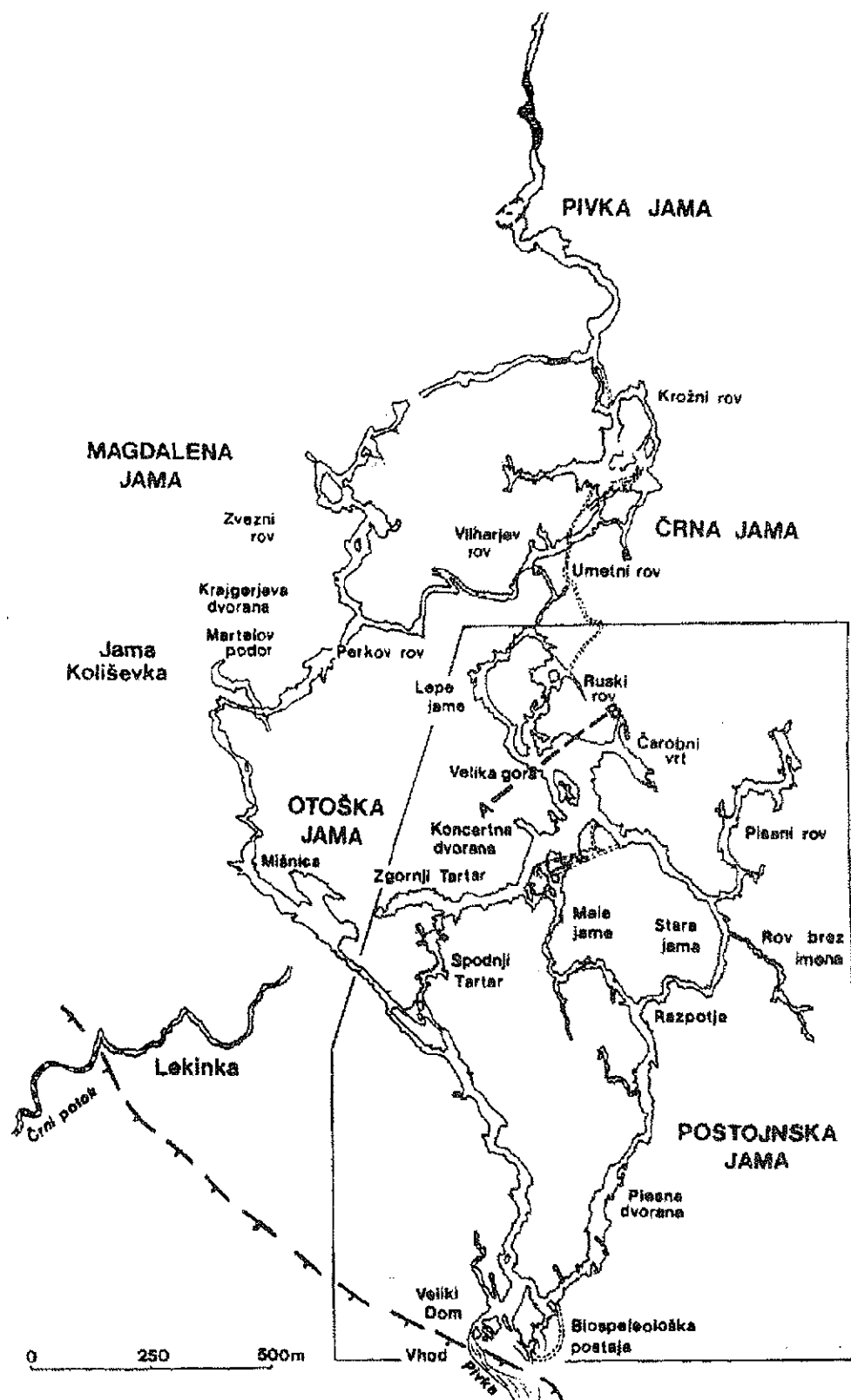
V obdobju med 1991 do 1994 sem v projektu 2.000 mladih raziskovalcev, ki ga financira Ministrstvo za znanost in tehnologijo R. Slovenije, pod mentorstvom prof. dr. J. Čarja opravljala doktorsko nalogo z naslovom: Vloga tektonskih struktur pri nastajanju jamskih rovov in kraških površinskih oblik, na primeru Postojnske jame. Članek, ki je pred vami, predstavlja le del doktorske naloge.

V Postojnski jami lahko v grobem ločimo rove, ki so podorno preoblikovani po lezikah, in rove, ki so podorno oblikovani po tektonsko pretrtih conah. Pri tem lahko ločimo tudi rove, ki so bili podorno preoblikovani med (ali v) obdobji poplav, ter podorno preoblikovane rove, kjer po podoru ni bilo več znakov poplav v rovu. Dejstvo je, da so največji prostori v Postojnski jami prav podorne dvorane, kot npr. Velika gora, Koncertna dvorana, pri čemer so vse oblikovane v močnih tektonsko pretrtih conah, v lezikah ali po medplastnih zdrsih (Šebela, 1994).

DOSEDANJE RAZISKAVE O PODORIH V JAMAH

Za podore v jamskih rovih je značilno večanje praznega prostora pod površjem, s tem da s stropa ali s strani odpadajo večji ali manjši bloki kamnine. Pri tem je še posebno ugoden stalen ali občasen vodni tok, ki odnaša odpadni material. Vzrok za odpadanje podornih blokov je največkrat mehanska nestabilnost jamskega prostora, katere vzrok je v mehansko porušeni kamnini.

Davies (1951) je zagovarjal trditev, da je obstojnost stropa oziroma celotnega podzemeljskega prostora odvisna tudi od debeline, lege in trdnosti skládov.



Slika 1: Postojnska jama je del Postojnskega jamskega sistema.
 Figure 1: Postojnska jama cave makes part of Postojna cave system.

Od francoskih znanstvenikov je oblike prečnih profilov obravnaval Renault (1958). Med drugim poudarja, da struktura kamnine, še posebno razpokanost, usmerja vodni tok in hkrati določa nekatere značilne oblike prečnih profilov (Renault, 1958, 36).

V fazah razvoja jame prihaja do rušenja zaradi tvorbe brezen v bližini starejših rovov, nenadnih poplavnih voda, sveže prenikajoče vode, rasti mineralov v razpokah, zmrzali (White & White, 1969) ter zniževanja površja.

Trapezoidni prečni profil stabilne širine nastane kot kombinacija vrezovanja in podorov. Glavni razlog vseh podorov je mehanični razpad znotraj plasti, med plastmi ali med razpokanimi bloki (Ford & Williams, 1989).

Jameson (1991) je preučeval klasifikacijo podorov v jamah Zahodne Virginie (ZDA). Nastanek podora se po njegovih ugotovitvah začne z:

- raztapljanjem,
- kemično rastjo in alteracijo,
- mehansko razbremenitvijo.

Po Gamsu (1965) je podor Velike gore preusmeril Pivko proti Otoški jami, nadaljnji podori pa so jo prisilili k izdelavi nižje, še sedaj aktivne vodne etaže.

Gospodarič (1968) loči dve razvojni in štiri razpadne faze Postojnskega jamskega sistema, ki jih uvršča v pleistocen. Ko vodni tokovi ne dosežejo več rova ter v njem nastaja siga in pride do podorov, govori o tretji razpadni fazi. Povezava jame s površjem in zapolnitev rova zaradi popolnega udara stropa sodita v zadnjo, četrto razpadno fazo.

Na primeru Najdene jame je Šušteršič (1982) med drugim ločil:

- podorno preoblikovane rove, ki so se oblikovali zaradi manjše mehanske odpornosti, krušenja (tanki skladi, peščeni dolomit) ali zaradi agresivnih curkov in z njimi povezanega nastajanja kaminov. Prvotni rovi so že toliko prilagojeni napetostnemu stanju, da prvotnih oblik neposredno ne vidimo več;

- podorne dvorane so vezane na krajevno omejeno intenzivnejše odstranjevanje gradiva, rast nadpovprečno velikih prostorov in z njo povezano podiranje nestabilnega stropa.

Na primeru podornih dvoran v Vzhodnem rovu Jame pri Predjami sva (Šebela & Čar, 1991) prikazala odvisnost oblikovanja podornih dvoran od tektonske zgradbe.

V stalno zaliti coni (Šušteršič, 1991) so porušitve neznatne, ker speleogeneza poteka v globljih delih kamninskega masiva, kjer je napetostno polje bolj homogeno kot blizu površja. Do prvih močnih porušitev pride v občasno zaliti coni, ko se zaradi zniževanja gladine podzemne vode povečajo hidravlični gradienti.

V razvoju jamskega rova loči Šušteršič (1994) tri stopnje:

- začetje: ob lezikah;
- rast: ob lezikah in odprtih prelomnih strukturah;

- razpadanje: ob porušeni strukturah.

Napetostno polje se v okolici jame neprestano spreminja, kar ima za posledico rušenje v različnih fazah razvoja kraškega sistema (Brenčič, 1993).

GEOLOŠKE RAZMERE V PODORNI DVORANI VELIKI GORI

Največja dvorana v Postojnski jami je podorna dvorana Velika gora, katere višina je okrog 70 m, dolžina 160 m in širina 100 m (slika 2). Severovzhodni rob dvorane je oblikovan ob več kot 20 m visoki prelomni ploskvi dinarske smeri NW-SE.

Velika gora je razvita v turonijskem debeloplastnatem (0,5 do 1,5 m) apnencu K²₂, ki je v tem delu bele barve, in sicer v jugozahodnem krilu Postojnske antiklinale, tako da vpadajo plasti apnenca proti jugozahodu pod kotom 30-60°. Pri tem je potrebno poudariti, da je vpadni kot apnenca na severovzhodnem robu dvorane manj strm (30°) kot na jugozahodnem robu (50-60°). Med plastmi apnenca so medplastni zdrsji, od katerih potekajo nekateri iz ene plasti v drugo, večinoma pa predstavljajo le lezike, poudarjene z medplastnimi zdrsji.

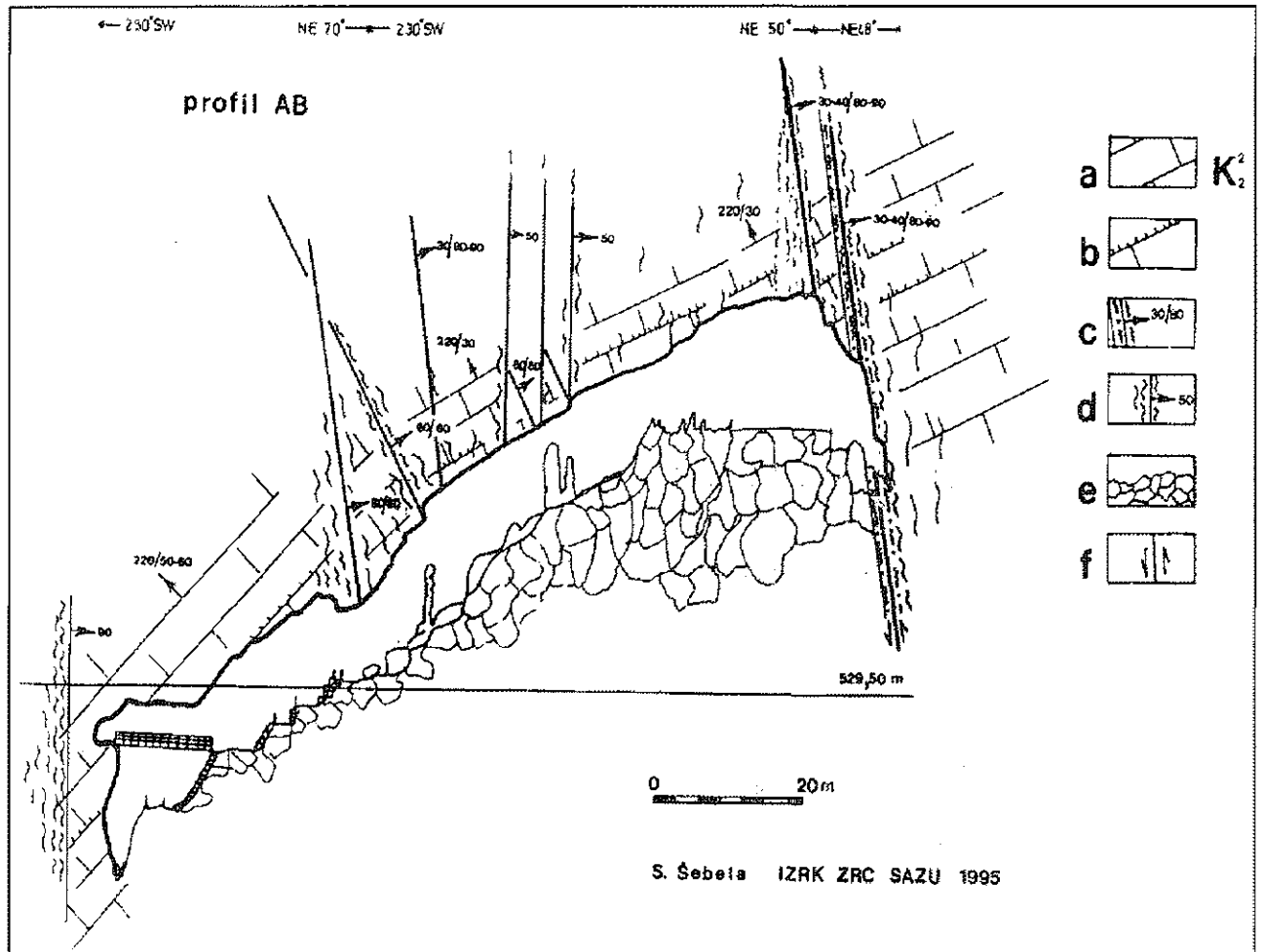
Menim, da je primarno aktivnost zdrssov potrebno iskati v obdobju gubanja in narivanja, ko se je oblikovala Postojnska antiklina. Po Placerju (1982) je alpsko-dinarski prostor konec eocena ali v oligocenu zajelo obsežno narivanje. V miocenu in pliocenu je narivanje spremljalo gubanje. Z mlajšimi prelomnimi deformacijami iz neogena in kvartarja je prišlo do horizontalnega in vertikalnega premikanja blokov, ob čemer so bili nekateri medplastni zdrsji zopet aktivni.

Pri pravem gubanju se vrhni del sklada razteza (zato nastanejo tu dostikrat vzdolžne razpoke), spodnji del pa stiska (zato nastanejo često tod drobne gube ali celo narivi). Na lezikah so ponekod dvojne raze; ene so vodoravne, druge pravokotne z vpadnico skladov. Ta ugotovitev navaja k sklepu, da so se apnenci premikali skladno z dvema tektonskima procesoma. Po Gospodariču (1965) so bili skladi najprej prevrnjeni, potem pa so se še vodoravno premikali ob lezikah in zmikih.

Do podorov je večinoma prišlo šele takrat, ko se je voda že umaknila v nižje, proti jugozahodu pomaknjene rove (Gospodarič, 1965).

Tak razvoj dogodkov lahko prikažemo iz razmer podorne dvorane Velike gore.

Ob zadnjih vertikalnih premikih ob prelomni ploskvi 30-40/80-90° se je severovzhodni blok glede na jugozahodnega relativno dvignil (slika 2). Zaradi teh premikov so bile mehanski nestabilnosti izpostavljene tudi plasti, pri čemer so se zopet aktivirali medplastni zdrsji. Tako so s stropa odpadali razlomljeni bloki apnenca in se odlagali kot podorni material.



Slika 2: Geološke razmere v prečnem profilu podorne dvorane Velike gore v Postojnski jami.

a - turonijski debeloplastnat apnenec, b - medplastni zdrsi, c - zdrobljena cona z geološkimi elementi, d - porušena cona, e - podorni bloki, f - vertikalni premik ob prelomni ploskvi.

Figure 2: Geological conditions in cross-section of collapse chamber Velika gora in Postojnska jama cave.

a - Turonian thick-bedded limestone, b - interbedded movements, c - crushed zone with geological elements, d - broken zone, e - block breakdown, f - vertical movement in fault zone.

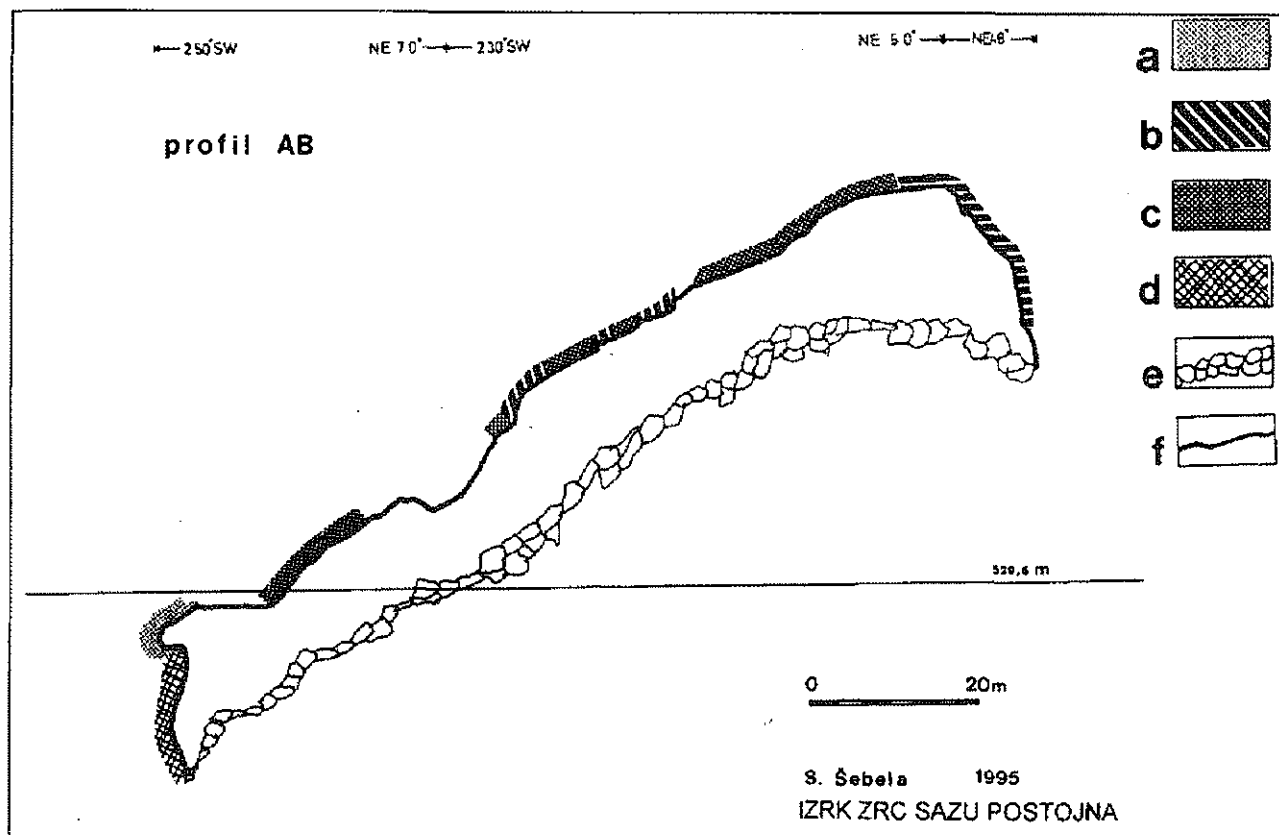
Na vrhu Velike gore, to je v njenem severovzhodnem delu, na stenah dvorane ne najdemo sledov horizontalnega toka, ampak le vertikalnega prenikanja s stropa. V jugozahodnem robu dvorane pri Ruskem mostu pa najdemo freatično oblikovan rov.

Podorna dvorana Velika gora je v severnem delu omejena s prelomno ploskvijo $30-40/90-90^\circ$, ki je del dinarsko usmerjene prelomne cone, ki se nadaljuje tudi v Čarobnem vrtu, Pisanem rovu, Ruskem rovu in Lepih jamah. Prelomna cona je večinoma vzporedna s Postojnsko antiklinalo.

Čez celotno dvorano Velike gore so opazne vzporedne prelomne ploskve z elementi vpada $40-50/80-90^\circ$. Podorni material se je krusil po prelomnih ploskvah

$240/30-40^\circ$, ki predstavljajo medplastne zdrse. Velika gora se je na skrajnem severnem delu oblikovala po notranji prelomni coni, na južnem delu pa po zunanji prelomni coni.

Prečni profil čez Veliko goro kaže, da je dvorana močno sekundarno preoblikovana (slika 3). Dno dvorane prekrivajo podorni bloki. Zgornji del je v današnjem stanju oblikovan v odlomih po plastnatosti in medplastnih zdrsih ter v izsuttju iz zdrobljenih con. Le v skrajnem jugozahodnem delu je primarni freatični rov, ki je delno preoblikovan z abrazijo mehanskih delcev. Prečni profil čez Veliko goro je oblikovan do današnje stabilne oblike.



Slika 3: Oblikovanje podorne dvorane Velike gore.

a - jamski rov, oblikovan po plastnatosti (ohranjene freatične oblike), b - izsutje iz tektonske cone (podor), c - odlom po plastnatosti (podor), d - abrazija mehanskih delcev, e - podorni bloki, f - nedoločljivo oblikovanje jamskega rova.

Figure 3: Formation of collapse chamber Velika gora.

a - cave passage according to beds (preserved phreatic features), b - the pour from tectonical zone (breakdown), c - the break of beds (breakdown), d - abrasion of mechanical particles, e - block breakdown, f - undefined formation of cave passage.

SKLEP

Pri preučevanju podorov v kraških jamah se postavi zanimivo vprašanje, v katero obdobje lahko postavimo nastanek in samo oblikovanje podorov. Za vzorec sige, ki je bil vzet v Fizenci (jama pri Predjami) je U/Th analiza (razmerje U in Th v sigi) pokazala, da je podor obstajal pred 153.900 leti, to je v glacialu riss (Zupan, 1991). Drugi primer starosti podora predstavlja U/Th datacija iz Pisanega rova v Postojnski jami. Starost stalagmita, ki je rasel na podornih blokih, je 19.900 let (+25.200, -24.700), kar pomeni, da je podor verjetno obstajal v poznem ali srednjem würmu ter je stalagmit začel rasti na podornih blokih med zadnjim würmskim glacialom (Zupan, 1991).

Pri tem moramo poudariti, da je ta starost le okvirna, saj ne more upoštevati obdobja od prvih procesov podiranja do obdobja, ko je sige na nekaterih mestih

prekrila podorne bloke. Ob pomanjkanju datacij sige iz Velike gore lahko zanesljivo trdimo le, da je podorna dvorana mnogo starejša od kapnikov, ki so odloženi na podornih blokih.

Podorno preoblikovani rovi in dvorane predstavljajo v današnjem stanju enega zadnjih jamskih aktivnosti (seveda pred odlaganjem sige). Konkretni primer podorne dvorane Velike gore kaže pglavtni vpliv oblikovanja podorne dvorane od geoloških strukturnih elementov. Z zadnjimi tektonskimi premikanji ob prelomni coni ter z odpadanjem podornih blokov po lezika, poudarjenih z medplastnimi zdrsi, se je podorna dvorana večala do današnjih razsežnosti. Dvorana je oblikovana do današnje stabilne oblike, saj ne zasledimo novih podornih blokov. V jugozahodnem delu dvorane je verjetno tudi v času podiranja obstajal občasen vodni tok, ki je odnašal del podornega materiala.

RIASSUNTO

La maggior parte delle sezioni trasversali delle gallerie delle grotte mostrano lo stato attuale, mentre le forme primarie sono state cancellate da frane o sono state modificate dall'azione abrasiva di elementi meccanici.

Velika Gora, la maggiore grotta di frana delle grotte di Postumia, è situata nel tratto sud - occidentale dell'anticlinale di Postumia. I blocchi sono crollati sfaldandosi lungo i piani di strato, soprattutto quelli che erano interessati da fenomeni di scorrimento tra i piani di stratificazione. La parte nord - orientale della cavità si trova invece nella zona tettonica rivolta in direzione dinarica, dove il blocco nord - orientale si è relativamente sollevato rispetto a quello sud - occidentale. La galleria freatica primaria, modificata in parte dall'azione abrasiva di elementi meccanici, si è conservata soltanto nella parte sud - occidentale della Velika Gora.

È difficile stabilire l'epoca delle frane. Possiamo affermare con certezza soltanto che la grotta di frana è molto più antica delle concrezioni che si sono deposte sui blocchi crollati.

LITERATURA

- Brenčič, M., 1993.** Rušni procesi v jamah, primer jame Košelevc na Ljubljanskem vrhu.- Naše jame 35/2, 25-31, Ljubljana.
- Davies, W. E., 1951.** Mechanics of cavern breakdown.- National Speleological Society Bulletin, 13, p. 36-43.
- Ford, D.C. & Williams, P., 1989.** Karst Geomorphology and Hydrology.- Uniwin Hyman, 601 p., Boston, Sydney, Wellington.
- Gams, I., 1965.** H kvartarni geomorfogenezi ozemlja med Postojnskim, Planinskim in cerkniškim poljem.- Geografski vestnik XXXVII, 61-101, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1965.** Tektonika ozemlja med Pivško kotlino in Planinskim poljem ter njen pomen za sistem Postojnskih jam.- 179 str. + 38 prilog, Postojna (elaborat. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna).
- Gospodarič, R., 1968.** Podrti kapniki v Postojnski jami.- Naše jame 9 (1967), 15-31, Ljubljana.
- Jameson, R. A., 1991.** Concept and Classification of Cave Breakdown: An Analysis of Patterns of Collapse in Friars Hole Cave System, West Virginia.- Appalachian Karst, Proceedings of the Appalachian Karst Symposium, March 23-26, 1991, 35-44, Radford, Virginia.
- Placer, L., 1982.** Tektonski razvoj idrijskega rudišča.- Geologija 25/1, 1-95, Ljubljana.
- Renault, P., 1958.** Éléments de spéléomorphologie karstique.- Annales de Spéléologie, Spelunca 3^e Série, XII, 23-48 p., Société Spéléologique de France; Comité scientifique du club Alpin Français, Paris.
- Šebela, S. & Čar, J., 1991.** Geološke razmere v podornih dvorinah Vzhodnega rova Predjame.- Acta carsologica 20, 206-222, Ljubljana.
- Šebela, S., 1994.** Vloga tektonskih struktur pri nastajanju jamskih rogov in kraških površinskih oblik.- doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, FNT, 1-129 +19 prilog, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1982.** Morfologija in hidrografija Najdene jame.- Acta carsologica 12 (1983), 107-138, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1991.** S čim naj se ukvarja speleologija.- Naše jame 33, 75-89, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1994.** Jama Kloka in začetje.- Naše jame 36, 9-30, Ljubljana.
- Zupan, N., 1991.** Flowstone datations in Slovenia.- Acta carsologica XX, 187-204, Ljubljana.
- White, E.L. & White, W.B., 1969.** Processes of cave breakdown.- Bulletin of the National Speleological Society 31/4, 83-96.