

# NEOTEKTONIKA V SISTEMU POSTOJNSKIH JAM

Stanka Šebela\*

## POVZETEK

V najdaljši kraški jami v Sloveniji, v sistemu Postojnskih jam (20 km) najdemo več primerov, ki dokazujejo, da so bili tektonski procesi aktivni, ko so jamski rovi že obstajali. Najlepši primer je v umetnem rovu med Lepimi jamami in Črno jamo, kjer v flišnih sedimentih, ki zapolnjujejo star kamin, najdemo vodoravne tektonske drse. Gre za aktivnost prečno dinarskega levo zmičnega preloma po odložitvi jamskih sedimentov starih 730.000-900.000 let.

## UVOD

Ugotavljanje starosti kraških jam in starosti tektonskih elementov, po katerih se oblikujejo jamski rovi, je ena od najbolj zanimivih študij v krasoslovju. V veliki večini kraških jam v Sloveniji so tektonski elementi starejši od rogov, ki so se oblikovali v njih. Nekaj pa je tudi izredno dobrih dokazov, da so bili tektonski procesi aktivni, ko so jamski rovi že obstajali. Tak je primer v sistemu Postojnskih jam, v umetnem rovu med Lepimi jamami in Črno jamo, kjer v flišnih sedimentih, ki zapolnjujejo star kamin, najdemo vodoravne tektonske drse.

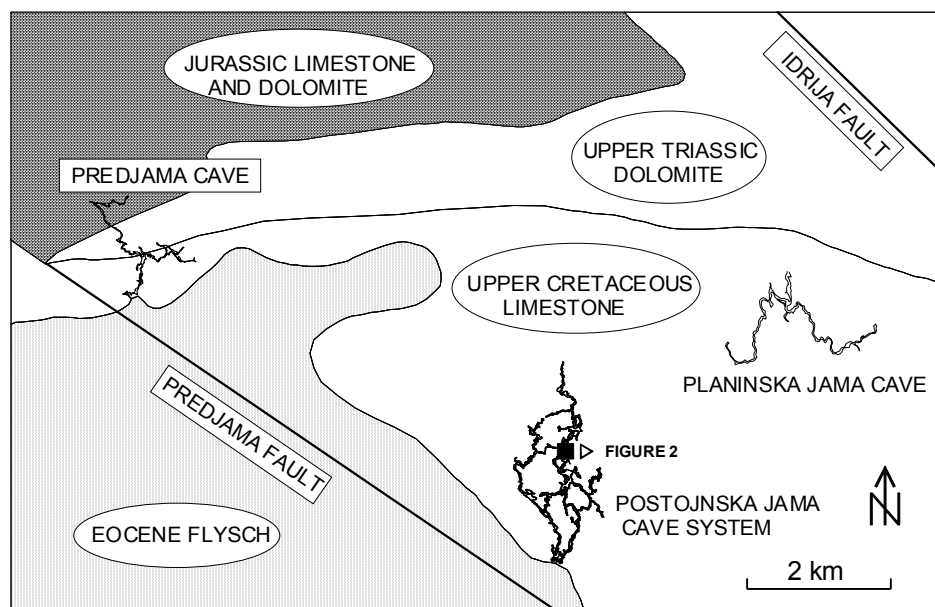
Neotektonika je novejša specifična disciplina geotektonike, ki obravnava najmlajše, sodobne procese in nastale strukture v višjih delih litosfere, kakor tudi na sami zemeljski površini (Nikolić, 1989).

K neotektoniki prišteva Placer (1981) regionalno pomembne prelome JZ Slovenije, kot so: Idrijski, Predjamski (slika 1), Raški in Divaški prelom. Bistveni element neotektonskih prelomov so tektonske drse (Placer, 1982).

Gospodarič (1964) je v umetnem rovu med Postojnsko in Črno jamo določil tektonske premike na flišnih peskih. Umetni rov, ki so ga zgradili med obema svetovnima vojnama, na več mestih seka naravne, z ilovico in peskom zapolnjene prostore. Najbolj pomemben je kamin, ki leži v bližini Prečnega rova (515 m n.m.v.) (slika 2). Možno je, da gre pravzaprav za enoten jamski rov, ki je danes zapolnjen s flišnimi peski. Če namreč močno udarimo z nogo po dnu, votlo odmeva. O tem da so bili vsi ti prostori nekdanj med seboj povezani, pričajo flišni peski v kaminu, kjer jih je nanosla voda do višine 525 m, kar je 5 m iznad dna umetnega rova (520 m n.m.v.).

V profilu so vidni peski, odloženi v valovitih plasteh. V pesku je več kot polovica prozornega, steklastega, mlečnega in obarvanega kremenca, medtem ko je ostalo gradivo sestavljeno iz delcev peščenjaka, laporja, sljude in drugih mineralov. Nekatera zrnca kremenca in obarvanih mineralov so zelo zaobljena. Prevladujejo 1-2 mm velika zrna zaobljenih kremenov in raznih obarvanih mineralov. Iz petrografske analize obravnavanih peskov izhaja, da izvirajo iz flišnih peščenjakov in laporjev, saj so v frakcijah tudi zaobljeni kosi drobnega zrnatega peščenjaka. Stik pasovitih in drugih peskov kaže na to, da so obstajali različni sedimentacijski pogoji (Gospodarič, 1964).

\*IZRK ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija, sebel@zrc-sazu.si



Slika 1 - Geološki položaj kraških jam na območju Postojne med Idrijskim in Predjamskim prelomom

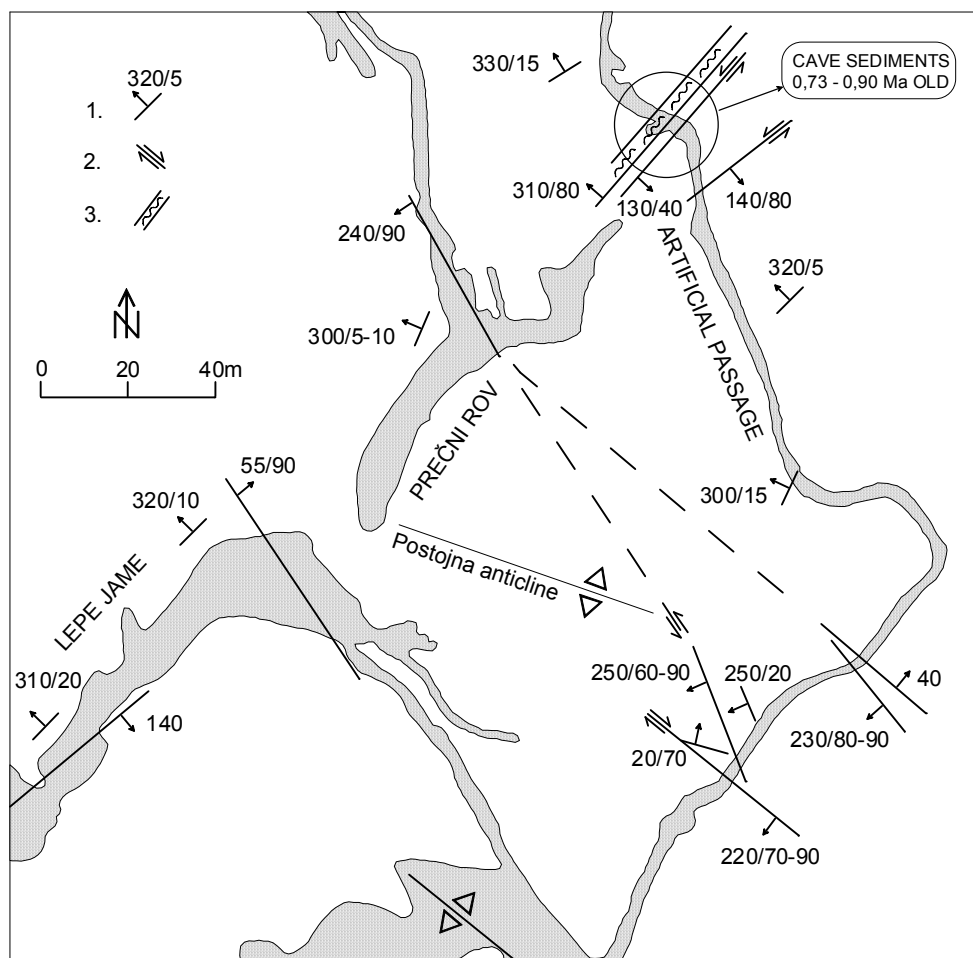
## GEOLOŠKE RAZMERE SISTEMA POSTOJNSKIH JAM

Reka Pivka ponika v sistem Postojnskih jam v nadmorski višini 511 m. Višji nivo danes suhih rovvov pa se začne v nadmorski višini 529,5 m, kar je tudi nivo umetne ploščadi pred jamo. Pivka priteče s flišnih kamnin Pivške kotline in ponika na kontaktu z zgornje krednim apnencem.

Rovi sistema Postojnskih jam so razviti v zgornje krednih apnencih (Cenomanij, Turonij, Senonij). Cenomanijski in Turonijski apnenci so tanjše plastnati in vsebujejo leče rožencev ter dolomitizirane apnence. Senonijski apnenci so debelo plastoviti. Jamski rovi so razviti v okrog 800 m debelem litološkem stolpcu (Šebela, 1998).

Sistem Postojnskih jam leži med dvema pomembnejšima regionalnima prelomoma, to sta Idrijski prelom na severu in Predjamski prelom na jugu (slika 1). Za tektonsko zgradbo terena med obema desno zmičnima prelomoma so značilni desno zmični dinarski prelomi in levo zmični prečno dinarski prelomi. V sistemu Postojnskih jam najdemo starejše deformacije narivanja in gubanja in mlajše prelomne deformacije. Narivanje se je vršilo po odložitvi eocenskega fliša, to je v zgornjem eocenu. Med miocenom in pliocenom je narivanje spremljalo gubanje. Glavna deformacija gubanja v sistemu Postojnskih jam je Postojnska antiklinala (slika 2). Jamski rovi so razviti v obeh krilih antiklinala, sledijo smeri in vpadu plasti, posebno še tistim plastem, ki so poudarjene z medplastnimi zdrsni. Rov Podzemeljske Pivke med Otoško in Pivko jamo sledi vpadu plasti in prečno dinarskim prelomnim conam.

V največji podorni dvorani Veliki gori je bil zadnji podor aktiven, ko dvorane ni več zajel vodni tok. Severni rob Velike gore je razvit v dinarski prelomni coni, ob kateri je prišlo do nekajmetrskega vertikalnega premika. Reaktiviranje prelomne cone je povzročilo večanje podorne dvorane do današnjih dimenzij. Občasni vodni tok je v začetku še odnašal del podornega materiala. Isto prelomno con, ki jo opazujemo na Veliki gori, lahko sledimo tudi v drugih delih jame, kjer pa kaže drugačno dinamiko. Ob tej prelomni coni lahko opazujemo vsaj 4 različne tektonske dogodke, desni zmik, levi zmik, reverzni premik in normalni premik.



Slika 2 - Strukturno geološka skica v sistemu Postojnskih jam, umetni tunel. 1 - smer in vpad plasti apnenca, 2 - horizontalni premik ob prelomu, 3 - prelomna cona (Šebela, 2001).

### PRIMER NEOTEKTONKE IZ UMETNEGA ROVA

Tektonske drse ali raze najdemo v flišnih peskih kot tudi na meji med peski in apnencem. Vse tektonske drse so vodoravne oziroma nekoliko nagnjene. Ne najdemo pa vertikalnih tektonskih drs, ki bi kazale na podorni značaj svojega nastanka. Zato lahko z gotovostjo trdimo, da gre za tektonske oziroma neotektonske premike v sistemu Postojnskih jam, ki so bili aktivni, ko je bil del sistema Postojnskih jam že oblikovan. Aktivnost premikov je v tem primeru torej lahko le mlajša od starosti usedanja flišnih peskov.

Po Gospodariču (1976, 1981) je najstarejši jamski sediment v JZ Sloveniji prod pisanega roženca, ki naj bi se odložil v zgornje-srednjem Pleistocenu, v glacialu Mindel (350.000-590.000 let). Paleomagnetne analize (Šebela & Sasowsky, 1999) so dokazale, da imajo flišni peski iz umetnega rova sistema Postojnskih jam reverzni magnetni obrat in jih po največji verjetnosti uvrščamo v obdobje Matuyama (730.000-900.000 let).

Umetni rov je presegal več naravnih votlin, ki so bile nekoč del hidrološkega sistema Postojnskih jam. Na sliki 2 je prikazana geološka situacija. V vzorčevanem profilu

jamskih sedimentov smo s paleomagnetnimi analizami določili dve magnetni komponenti. Nižja komponenta (A) predstavlja ostanek današnjega magnetnega polja, višja komponenta (B) pa predstavlja detritični remanentni magnetizem z reverzno magnetno polariteto. Iz sistema Postojnske in Planinske jame smo v letu 1999 analizirali 32 vzorcev, v letih 2001 in 2002 pa smo vzorčili še 22 vzorcev, ki še čakajo na analize.

Vzorci iz profila v umetnem rovu (slika 2) so bili analizirani na Univerzi v Pittsburghu (Paleomagnetic Laboratory, USA). V obdobju od leta 1999 do 2002 smo iz omenjenega profila vzeli 10 vzorcev, od tega so že analizirani štirje iz dveh različnih plasti v profilu. Magnetna susceptibilnost za spodnjo analizirano plast (vzorca SLO 029 in SLO 030) je v povprečju  $3,76 \times 10^{-5}$  (cgs enote), medtem ko je za zgornjo plast (vzorca SLO 031 in SLO 032) povprečna vrednost  $4,82 \times 10^{-5}$ . Določen je bil tudi izotermalni remanentni magnetizem (IRM), pri katerem je bila nasičenost za vse vzorce med 10 in 100 mT, kar kaže na to, da je primarni nosilec magnetizma mineral magnetit.

V umetnem rovu so glavne smeri tektonskih elementov v skladu z regionalno geologijo. Med Prečnim rovom in Lepimi jamami (slika 2) poteka os Postojnske antiklinale. Številne plasti apnenca tako v severnem kot v južnem krilu antiklinale so tektonsko deformirane z medplastnimi zdrsi. Glavna prelomna cona v umetnem rovu poteka v dinarski smeri in jo sledimo tudi v Prečnem rovu. Gre pravzaprav za 2 prelomni coni, ki se tik pred Prečnim rovom združita v enotno cono. Na prelomnih ploskvah lahko opazujemo sledove desnih in levih zmikov. Prečnodinarska prelomna cona, ki seka vzorčevani profil za paleomagnetizem, je najmočnejše izražena v umetnem rovu, v Prečnem rovu je nismo določili, na njeno nadaljevanje pa kaže tudi prelom v Lepih jamah. V umetnem rovu gre za do 4 m široko prelomno cono. V severnem delu prelomne cone je oblikovan do 8 m visok kamin. Prelomna cona seka zgornjekredni apnenec kot tudi alohtone jamske sedimente, ki deloma zapolnjujejo star jamski rov. Znotraj prelomne cone je apnenec močno tektonsko pretrt, ponekod na apnencu opazujemo vodoravne tektonske drse. Tudi na prelomnih ploskvah, ki sekajo alohtone sedimente, so tektonske drse dobro vidne. Prelomne ploskve znotraj prelomne cone vpadajo različno, lahko so subvertikalne, vpadajo lahko proti SZ za  $80^\circ$  ali pa proti JV za  $40^\circ$ . Ker temu prečno dinarskemu prelomu ne moremo zvezno slediti tudi v Prečni rov, sklepamo, da je dinarski prelom, ki seka Prečni rov relativno mlajši od prečno dinarskega preloma, katerega zadnja aktivnost je mlajša od 730.000 let. V speleogenetskem smislu je prečno dinarski prelom verjetno obstajal še prej kot so se začeli oblikovati rovi sistema Postojnske jame. V različnih stopnjah razvoja jamskih rogov je bil večkrat reaktiviran tudi ta prelom, zadnjič najmanj pred 730.000 leti. Glede na značilnosti tektonskih drs gre za levi zmik.

V sistemu Postojnskih jam najdemo tudi druge prečno dinarske prelome, ob katerih bi lahko šlo za neotektonsko aktivnost (Šebela, 2001). Tako najdemo v Pisanem rovu na koncu rova prečno dinarski prelom s smerjo vpada  $110-130^\circ$  in z vpadnim kotom  $60-90^\circ$  proti SV. Ob prelomni ploskvi se je izvršil horizontalni premik - levi zmik. Prelom, ki poteka po stropu rova, je morfološko izredno dobro izražen, na dnu rova, ki je prekrit z zasiganimi podornimi bloki pa ne moremo povsem zanesljivo določiti aktivnosti preloma po tistem, ko so bili podorni bloki že na mestu, kjer so danes. V tem skrajnem severnem delu se Pisani rov tudi močno približa pobočju in dnu Velike Jeršanove doline (Šebela & Čar, 2000). Tako bi lahko tudi površinsko oblikovanje in poglobljanje te velike doline vplivalo na nestabilnost jamskega rova.

Okrog 450 m severno od našega neotektonskega preloma naletimo v drugem umetnem rovu med Črno in Pivko jamo na več primerov prečno dinarskih levo zmičnih prelomov. Gre za prelome, ki so zgornje kredne apnenice deformirali do stopnje

tektonske gline (Zupan, 1989). V tem primeru ne gre za zapolnitve jamskih sedimentov v prelomni coni, ampak za tektonsko spremenjene apnenice znotraj prelomne cone.

## ZAKLJUČEK

Glede na potresno aktivnost v Sloveniji bi lahko pričakovali, da so se tudi v kraških jamah ohranili dokazi za neotektonsko aktivnost. Podori v kraških jamah, ki jih nekateri pripisujejo potresom, so velikokrat povezani s površinski procesi, kot je npr. oblikovanje udornic. Tudi študija prekinitve odlaganja sige v kapnikih in ponovnega odlaganja sige na premaknjenih kapnikih ni vedno povezana s potresi ampak velikokrat le s posedanjem nestabilnih glinastih tal. Primer iz umetnega rova v sistemu Postojnskih jam je odličen primer neotektonske aktivnosti prečno dinarskega preloma, takrat ko je jamski sistem v določeni stopnji razvoja že obstajal.

Raziskava je bila v letu 1999 opravljena v okviru sofinanciranja Raziskovalnega sklada ZRC SAZU, v letih 2001 in 2002 je bila del znanstveno tehnološkega projekta z ZDA, ki ga sofinancira Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport RS. Paleomagnetne analize v ZDA so bile opravljene v okviru projekta National Science Foundation.

## LITERATURA

- Gospodarič, R., 1964: Sledovi tektonskih premikov iz ledene dobe v Postojnski jami.- Naše jame 5 (1963), 5-11, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1976: Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinskim poljem v kvartarju.- Acta Carsologica SAZU 7, 8-135, Ljubljana.
- Gospodarič, R. 1981: Generacije sig v Klasičnem krasu Slovenije.- Acta Carsologica SAZU 9 (1980), 87-110, Ljubljana.
- Nikolić, P., 1989: Geotektonika.- Naučna knjiga, 596 pp., Beograd.
- Placer, L., 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije.- Geologija 24/1, 27-60, Ljubljana.
- Placer, L., 1982: Tektonski razvoj idrijskega rudišča.- Geologija, 25/1, 7-94, Ljubljana.
- Šebela, S., 1998: Tektonska zgradba sistema Postojnskih jam.- Založba ZRC, 18, 112 pp., Ljubljana.
- Šebela, S. & Čar, J., 2000: Velika Jeršanova doline-a former collapse doline.- Acta carsologica SAZU 29, no 2, 201-212, Ljubljana.
- Šebela, S., 2001: How faults control the age of karst caves, An illustration from SW Slovenia.- Tectonique active et géomorphologie, Riviera 2000, Villefranche-sur-Mer 18-22 oct. 2000, Revue d'Analyse Spatial N° spécial - 2001, 133-137, Nice.
- Zupan, N., 1989: Mineralogija tektonske gline v Pivki jami.- Acta Carsologica SAZU 18, 139-156, Ljubljana.
- Šebela, S. & Sasowsky, I.D., 1999: Age and magnetism of cave sediments from Postojnska jama cave system and Planinska jama cave, Slovenia.- Acta Carsologica SAZU 28/2, 293-305, Ljubljana.