

Merjenje tektonskih premikov v Postojnski jami

Stanka Šebela^{*}, Blahoslav Košťák^{**}, Janez Mulec^{**} in Josef Stemberk^{**}

Povzetek

V najdaljši kraški jami v Sloveniji že od februarja 2004 na dveh lokacijah, ki sta med seboj oddaljeni 260 m, opravljamo redne mesečne meritve tektonskih premikov z dvema ekstenziometroma TM 71. Od julija 2005 potekajo tudi meritve radona ter od aprila 2006 meritve živega srebra. Po štiriletnem merjenju tektonskih premikov ob dinarsko usmerjenem prelomu, ki je od Predjamskega preloma oddaljen okrog 1 km proti severu, smo v generalnem smislu določili manjše premike, in sicer povprečno -0.02 mm na leto, desni horizontalni zmik. Pred močnejšimi potresi pa smo zaznali večji nemir, ki je v enem mesecu lahko dosegel tudi 0.08 mm, po potresu pa se je premik stabiliziral na -0.05 mm.

Uvod

Merjenja tektonskih premikov s češkimi ekstenziometri so se začela v letu 2004 v okviru projekta COST 625 (*3-D monitoring of active tectonic structures*) in se danes nadaljujejo v okviru slovensko-češkega bilateralnega projekta BI-CZ/06-07-011 (*Merjenje aktivnih tektonskih struktur na krasu*).

Metode merjenja tektonskih premikov z ekstenziometri TM 71 so bile že večkrat opisane (Košťák, 1969, 1977, 1991; Košťák et al., 2007; Šebela & Gosar, 2005; Šebela, 2005). S TM 71 merimo premike tudi do 0.01 mm natančno. V letu 2004 smo se s češkimi sodelavci na projektu odločili za opazovanje aktivnih tektonskih struktur v Sloveniji. Trije inštrumenti TM 71 so nameščeni na površju (Gosar et al., 2007), dva inštrumenta pa sta v Postojnski jami (Šebela & Gosar, 2005; Šebela, 2005), kjer opazujemo dinarsko usmerjeni prelom, ki ga sledimo čez Pisani rov, Veliko goro ter vse v Lepe jame. Opazovani prelom je od Predjamskega preloma oddaljen okrog 1 km proti severu.

Merjenje tektonskih premikov s TM 71 v Postojnski jami

Merjenje tektonskih premikov s TM 71 se je na opazovanem mestu Postojna 1 začelo 26. 5. 2004, na drugi točki (Postojna 2) pa 26. 2. 2004. Podatke predvidoma odčitavamo enkrat mesečno. Čeprav je Postojna na sorazmerno tektonsko stabilnem področju, smo se za namestitev TM 71 v Postojnsko jamo odločili zaradi dobre geološke karte jame, zaradi dobrega poznavanja jame ter zaradi velikega turističnega obiska in splošne prepoznavnosti

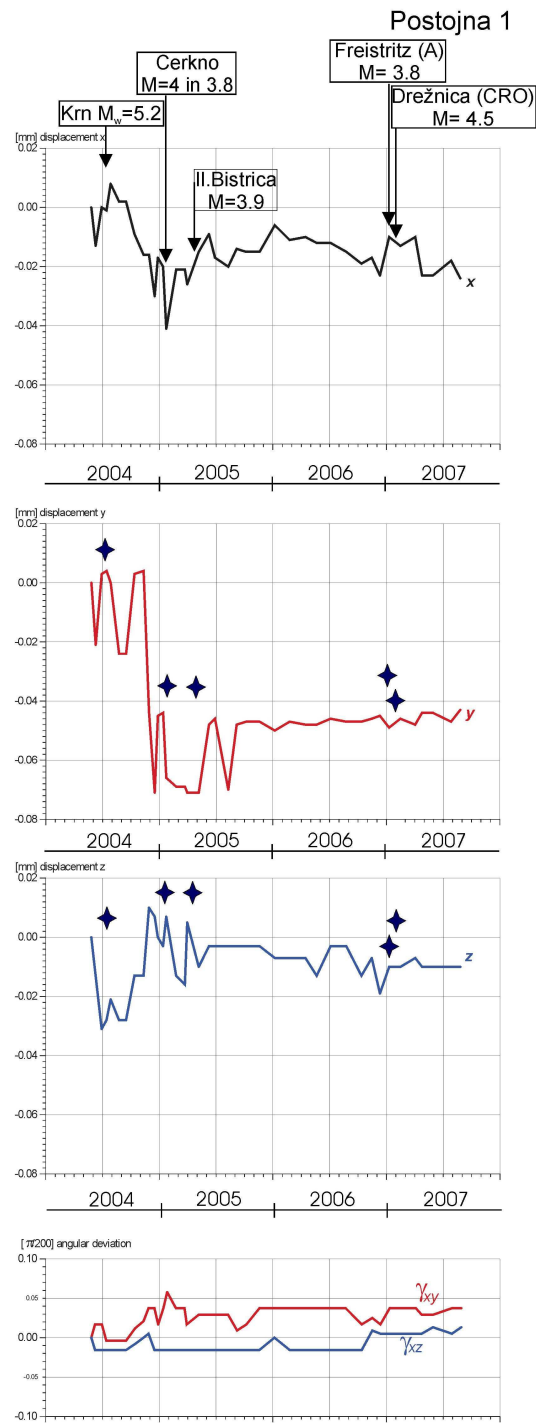
* IZRK ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija

** Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, V Holešovičkách 41, 18209 Prague, Czech Republic

** Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, V Holešovičkách 41, 18209 Prague, Czech Republic

** Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, V Holešovičkách 41, 18209 Prague, Czech Republic

jame. Na Sliki 1 so prikazani rezultati meritev opazovanega mesta Postojna 1 v treh oseh x , y in z ter večji potresi, ki so povzročili premike.



Slika 1 – Diagrami premikov v treh smereh x , y in z ter diagram rotacije za ravnini xy in xz glede na časovno obdobje od 2004 do danes za opazovano mesto Postojna 1 (Velika gora, Postojnska jama). Označeni so tudi močnejši potresi, ob katerih je prišlo do premikov

Analize rezultatov merjenja tektonskih premikov s TM 71 zajemajo tri koordinate x , y , z , kjer $+x$ predstavlja kompresijo opazovanega preloma, $+y$ levi horizontalni zmik in $+z$ vertikalni premik (severni blok se je spustil in južni dvignil). Zabeležili smo tudi manjšo rotacijo v vertikali $+\gamma_{xz}$ in horizontali $+\gamma_{xy}$.

Rezultati meritev kažejo na manjše premike v vseh treh oseh. Na opazovanem mestu Postojna 1 (Slika 1) imamo v povprečju -0.02 mm/leto levi horizontalni zmik (y). V krajšem časovnem obdobju pa smo v letu 2004 zabeležili v povprečju -0.05 mm (y). Premiki v osi y v letu 2006 so podobni za oba inštrumenta (Postojna 1 in 2), pravzaprav gre za dolgo obdobje mirovanja.

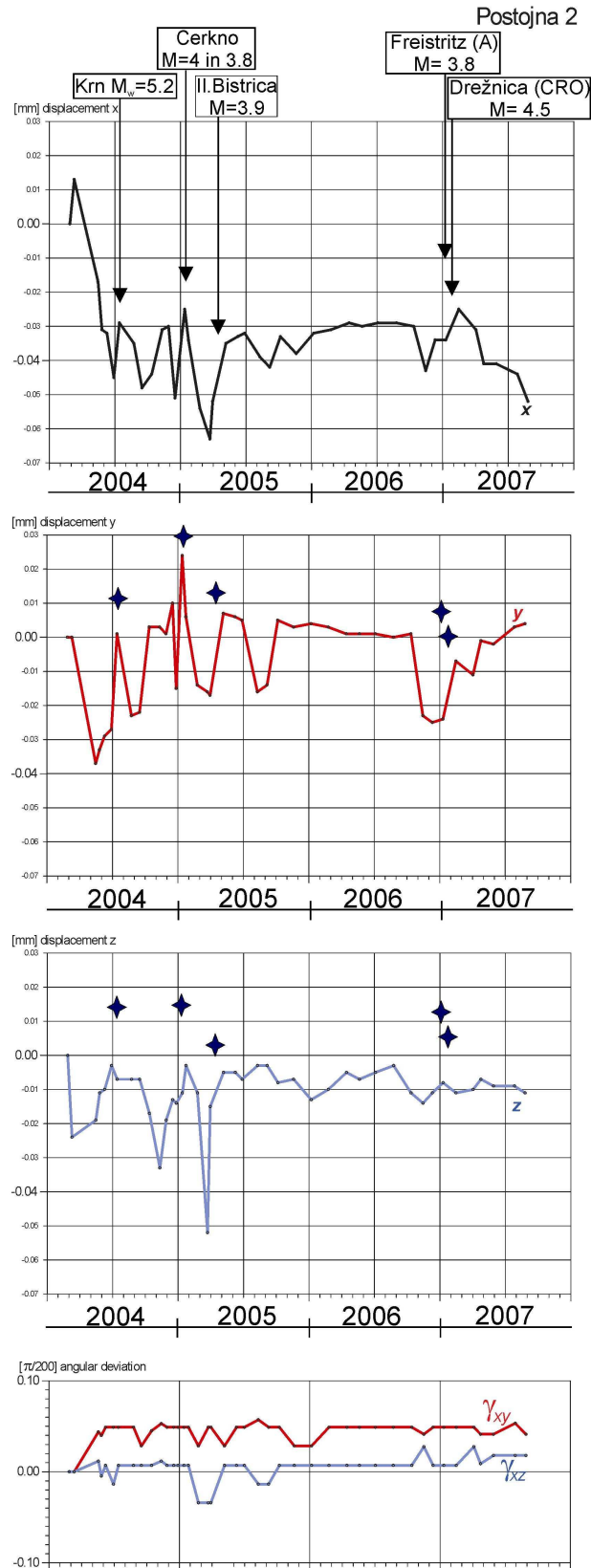
Oba inštrumenta sta 12. 7. 2004 ob Krnskem potresu ($M_w = 5.2$) zabeležila podobne premike. Oddaljenost epicentra od merilnih točk je bila okrog 70 km. Pred potresom je premik vzdolž osi y ustrezal desnemu horizontalnemu zniku, tik pred potresom ali med potresom pa se je premik obrnil v levi zmik reda velikosti okrog 0.03 mm (Šebela et al., 2005).

Večinoma beležimo manjše premike v vseh treh smereh na obeh inštrumentih TM 71 istočasno. Glede na to, da imamo obdobja nemira in obdobja skoraj brez premikov (npr. os y v letu 2006), menimo, da imamo opravka s tektonskimi premiki. Konec leta 2004 in v začetku leta 2005 smo na osi y (Postojna 1, Slika 1) zaznali večji premik. Od 10. 11. 2004 do 15. 12. 2004 smo na osi y opazili -0.08 mm (horizontalni desni zmik) Med 15. 12. 2004 in 27. 12. 2004 se je premik obrnil v horizontalni levi zmik za $+0.03$ mm. Po tem zaenkrat največjem zabeleženem premiku je v osi y ostal permanentni premik za -0.05 mm. Čeprav sta oba inštrumenta TM 71 postavljena na isto prelomno cono, pa na lokaciji Postojna 2 (Slika 2) nismo zabeležili tako velikega premika kot na lokaciji Postojna 1. Dejstvo je, da sta ekstenziometra postavljena v isti prelomni coni, vendar na različne prelomne ploskve. Med obema inštrumentoma, ki sta okrog 260 m oddaljena, poteka tudi močnejša prečnodinarska prelomna cona, ki je lahko vzrok za določene razlike v velikosti premikov.

Med 14. 1. 2005 in 6. 5. 2005 smo v osi y na Veliki gori (Postojna 1) zabeležili desni horizontalni zmik za -0.03 mm. Podoben premik smo v osi y v istem časovnem obdobju določili tudi v Lepih jamah (Postojna 2). V tem obdobju imamo tudi tri močnejše potrese (Cerkno $M = 4.0$ in 3.8 ter Ilirska Bistrica $M = 3.9$). Zanimiv pa je večji premik v oseh z in x na opazovanem mestu Postojna 2 (Slika 2). Med 26. 1. 2005 in 22. 3. 2005 smo v osi z zabeležili vertikalni premik za -0.05 mm. Do 6. 5. 2005 se je stanje povrnilo nazaj v položaj, kot je bil 26. 1. 2005. Tudi v osi x (Slika 2) smo opazili premik za -0.04 mm v obdobju od 14. 1. 2005 do 22. 3. 2005. Tudi ta premik se je povrnil na skoraj predhodno stanje do 6. 5. 2005. Menimo, da sta premika v oseh x in z na opazovanem mestu Postojna 2, povezana s potresom na področju Ilirske Bistrice ($M_L = 3.9$) dne 24. 4. 2005, ki je bil od Postojne oddaljen 25 km. Zanimivo je, da tudi na opazovanem mestu Postojna 1 (Slika 1) v prvih mesecih leta 2005 v oseh x in z beležimo premike, ki pa so manjši kot na vzorčnem mestu Postojna 2.

Po daljšem obdobju mirovanja na obeh opazovanih mestih smo konec leta 2006 in v letu 2007 zopet začeli beležiti manjše premike v vseh treh oseh, s tem da so nekoliko večji premiki zabeleženi v Lepih jamah (Postojna 2). Najmočnejša bližnja potresna dogodka v tem obdobju sta 80 km oddaljeni potres 1. 1. 2007 v južni Avstriji (Freistritz, $M_L = 3.8$) in okrog 90 km oddaljen potres na Hrvaškem v Drežnici dne 5. 2. 2007 ($M_w = 4.5$). Največji premik velikosti 0.025 mm smo izmerili v osi y v Lepih jamah (Slika 2) v obdobju od 13.

10. 2006 do 12. 1. 2007. Od 12. 1. 2007 do 16. 2. 2007 se je stanje povrnilo nazaj, skoraj na enak položaj, kot je bil pred 13. 10. 2006.



Slika 2 – Diagrami premikov v treh smereh x , y in z ter diagram rotacije za ravnini xy in xz glede na časovno obdobje od 2004 do danes za opazovano mesto Postojna 2 (Lepe jame, Postojnska jama). Označeni so tudi močnejši potresi, ob katerih je prišlo do premikov

Na dinarsko usmerjeni prelomni coni v Postojnski jami, ki jo opazujemo z dvema ekstenziometroma TM 71, lahko določimo tudi sledove starih tektonskih deformacij. In sicer v JV delu jame tektonske drse kažejo na horizontalni levi zmik, na Veliki gori (Postojna 1) se opazi reverzni prelom, kjer je severni blok dvignjen glede na južnega, v Lepih jamah (Postojna 2) pa imamo pol metra narazen 2 prelomni ploskvi, kjer ob severni tektonske drse kažejo na horizontalni desni zmik (Slika 3), ob južni pa na normalni prelom, kjer je severni blok relativno spuščjen glede na južnega. Tako imamo dokaze za vsaj 4 različne tektonske dogodke, s tem da nam današnja merjenja z TM 71 v generalnem smislu kažejo blag desni horizontalni premik, kar je tudi v skladu z aktivnimi tektonskimi razmerami na dinarskem krasu v JZ Sloveniji.



Slika 3 – Tektonske drse in TM 71 v Lepih jamah, Postojna 2 (foto S. Šebela)

Zaključek

V najdaljši slovenski jami - Postojnski jami - z dvema ekstenziometroma TM 71 že od leta 2004 opazujemo dinarsko (SZ-JV) usmerjeni prelom, ob katerem beležimo blage premike (povprečno 0.02 mm/leto) v horizontalni smeri. Pred in med močnejšimi potresi (kot je bil npr. potres v Posočju dne 12. 7. 2004, $M_w = 5.2$) pa registriramo močnejše opazen nemir, kar pomeni, da se v obdobju enega meseca ob prelomu vršijo premiki velikosti do 0.08 mm, vendar se po potresu stanje ob prelomu navadno vrne v stanje pred potresom. Podobno obnašanje opazujejo tudi v drugih kraških jamah, npr. na Češkem in Slovaškem (Briestenský et al., 2007). Dejstvo je, da so registrirani premiki v Postojnski

jami zelo majhni, vendar pa bo merjenje potekalo še vrsto let, tako da bomo zanesljive zaključke lahko podali po večletnem opazovanju. Gre za spremljanje mikro deformacij ob aseizmičnem prelomu v temperaturno stabilnem okolju (9-11° C) kraške jame ter za razumevanje obnašanja preloma pred, med in po potresih.

Literatura

- Briestenský, M., Stemberk, J. & Petro, L., 2007. Displacements registered around the 13 March 2006 Vrbové earthquake M=3.2 (Western Carpathians).- *Geologica Carpathica*, 58/5, 7pp.
- Gosar, A., Šebela, S., Košťák, B., Stemberk, J., 2007. Micro-deformation monitoring of active tectonic structures in W Slovenia. *Acta Geodyn. Geomater.* Vol. 4, No. 1, 87-98.
- Košťák, B., 1969. A new device for in-situ movement detection and measurement. *Exp. Mechanics* 9, Easton (Pa, USA), 374-379.
- Košťák, B., 1977. Terčové měřidlo TM-71 a jeho užití pro měření velmi pomalých pohybů na poruchách a trhlinách. *Inž. Stavby* 25, 5, 213-218.
- Košťák, B., 1991 Combined indicator using Moiré technique. *Proc. 3rd Int. Symp. on Field Measurements in Geomechanics*, 9-11 Sept. 1991 Oslo, 1, 53-60, Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- Košťák, B., Cacoń, S., Dobrev, N.D., Avramova-Tacheva, E., Fecker, E., Kopecký, J., Petro, L., Schweizer, R., Nikonov, A.A., 2007. Observations of tectonic microdisplacements in Europe in relation to the Iran 1997 and Turkey 1999 earthquakes. *Izvestiya - Physics of the Solid Earth* Vol. 43, No 6, 503-516.
- Stemberk, J., Košťák, B., 2007. 3-D trend of aseismic creep along active faults in western part of the Gulf of Corinth Greece. *Acta Geodyn. Geomat.* 4, 1, (145), 53-65.
- Šebela, S., 2005. Monitoring of active tectonic structures – Project COST 625. *Acta carsologica* 34/2, 471-488.
- Šebela, S. & Gosar, A., 2005. Začetek meritev premikov ob prelomih v zahodni Sloveniji s 3D ekstenziometri TM 71.- *Raziskave s področja geodezije in geofizike 2004*, zbornik predavanj, 37-45, Ljubljana.
- Šebela, S., Gosar, A., Košťák, B., Stemberk, J., 2005. Active tectonic structures in the W part of Slovenia - setting of micro-deformation monitoring net. *Acta Geodyn. Geomat.* 2/1(137), 45-57.