

AKTIVNI PREMIDI OB PRELOMIH PERIADRIATSKEGA PRELOMNEGA SISTEMA V VZHODNI SLOVENIJI: PRVI REZULTATI GPS-MERITEV

Marko Vrabec^{*}, Polona Pavlovčič Prešeren^{**}, Bojan Stopar^{**}

Razširjeni povzetek

Periadriatski prelomni sistem (PPS) je ena izmed najbolj pomembnih postkolizijskih struktur v Alpah. V procesih miocenske ekstruzije ozemlja Vzhodnih Alp proti vzhodu se je ob PPS, ki je imel vlogo južne meje ekstruzije, izvršilo najmanj 100 km desnega premika. Jedro prelomne cone PPS po začetku srednjega miocena sicer ni bilo več aktivno, saj najvzhodnejši del cone, ki izdanja vzhodni Sloveniji, prekrivajo 17 Ma stari sedimenti, vendar pa se je desnozmična deformacija prenašala na južnejše segmente PPS, ki so bili aktivni vse do kvartarja (Fodor et al., 1998). Ekstruzija Vzhodnih Alp se je ustavila konec miocena, ko je zaustavitev subdukcije v Karpatskem loku preprečila nadaljnje premike proti vzhodu. Novejše raziskave, denimo odkritje aktivnih zmičnih premikov znotraj Panonskega bazena, predvsem pa GPS-meritve premikov točk Srednjeevropske geodinamske mreže CERGOP (Grenerczy, 2002) kažejo, da se procesi ekstruzije nadaljujejo tudi v današnjem času. Grenerczyeva analiza GPS meritvev kaže, da se enota Vzhodnih Alp premika proti vzhodu s hitrostjo ~1.5 mm/leto glede na stabilno Evrazijo in "Jadranski blok", ki se primika Evraziji s hitrostjo ~2 mm/leto. Južna meja premikajoče se enote Vzhodnih Alp bi lahko bil Periadriatski prelom in njegov vzhodni podaljšek, Srednjemadžarska cona, vendar zaradi majhnega števila točk CERGOP mreže in njihove velike medsebojne oddaljenosti ni bilo mogoče natančneje opredeliti lokacije te strukturne meje, niti oceniti, ali so premiki res omejeni na eno samo prelomno cono, ali pa je deformacija porazdeljena v širšem območju.

V prispevku predstavljamo ugotovitve analize premikov devetih točk Velike geodinamične mreže Premogovnika Velenje v obdobju šestih let (1996-2002), pridobljene na osnovi meritev GPS (Global Positioning System). Mreža pokriva območje od Kamnika in Luč na zahodu, Uršlje gore in Velike Kope na severu, Mrzlice na jugu in Ponikve na vzhodu, ter tako sega preko vseh glavnih prelomov PPS v Sloveniji: Savskega, Šoštanjskega, Smrekovškega in Labotskega.

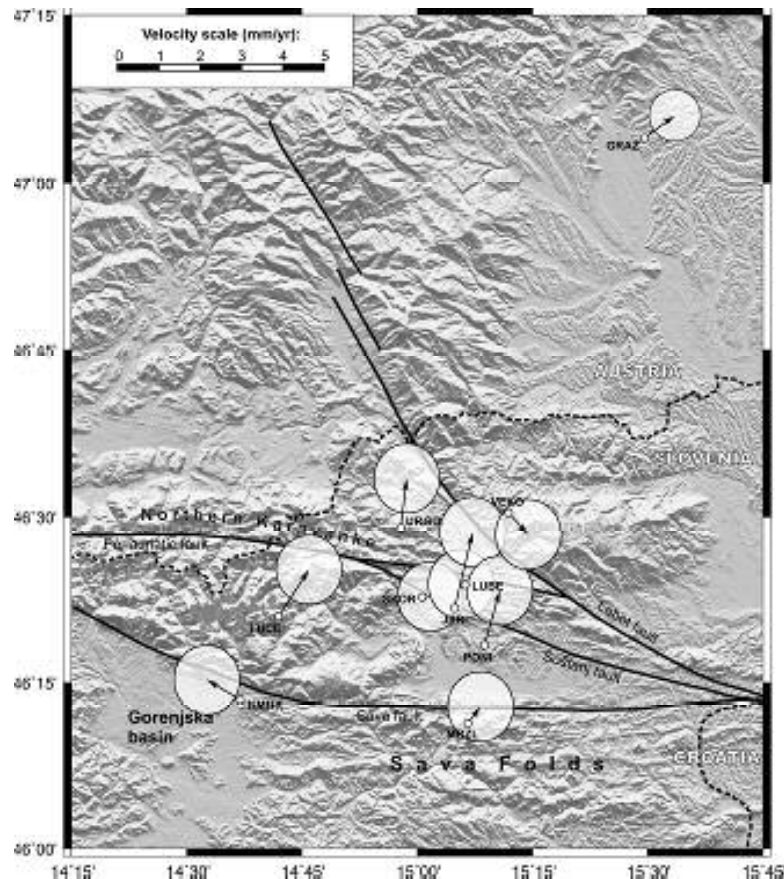
Izmera GPS na točkah v Veliki geodinamični mreži Premogovnika Velenje je bila opravljena trikrat. Prva izmera je potekala med 10. in 12. julijem 1996, druga med 1. in 3. septembrom 1999 in tretja med 3. in 5. septembrom 2002. V vseh GPS-izmerah smo opravili GPS-opazovanja v trajanju 48 ur na posamezni točki, hkrati na vseh točkah mreže.

GPS-opazovanja smo obdelali v programskem paketu Bernese ver. 4.2 (Hugentobler et al., 2001), z uporabo natančnih IGS (International GPS Service) efemerid GPS-satelitov in Saastamoinenovega modela troposferske refrakcije. Prvi rezultat obdelave GPS-izmer so koordinate točk določene za vsako od izmer v ITRF2000 koordinatnem sestavu s formalno ocenjeno informacijo o natančnosti koordinat točk. Koordinate točk, določene v treh časovnih obdobjih, smo nato uporabili za oceno vektorjev hitrosti sprememb položajev točk ter za oceno natančnosti vektorjev hitrosti. Formalno ocenjene natančnosti vektorjev

^{*} Univerza v Ljubljani, NTF, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, Ljubljana

^{**} Univerza v Ljubljani, FGG, Oddelek za geodezijo, Jamova 2, Ljubljana

hitrosti so običajno podcenjene glede na t.i. realne natančnosti za faktor 2-11 (Mao et al. 1997; Dixon et al. 2000), zato smo naše »formalne« natančnosti množili s faktorjem 10. Vektorje hitrosti smo skupaj z »realno« natančnostjo le-teh iz ITRF2000 koordinatnega sestava transformirali na Evrazijsko tektonsko ploščo (Altamimi et al., 2002). S tem smo pridobili vektorje hitrosti točk naše geodinamične mreže, z »realno« natančnostjo le-teh glede na stabilno Evrazijo. Izračunane hitrosti točk glede na evrazijsko ploščo znašajo okoli 1 mm/leto in jih prikazujemo na Sliki 1.



Slika 1 - Ocenjeni vektorji hitrosti glede na stabilno Evrazijo za obdobje 1996-2002. Elipse pogreškov predstavljajo »realno« natančnost vektorjev hitrosti v okviru 1σ .

Glede na razlike med vektorji hitrosti posameznih točk je možno izločiti tri cone povečanih deformacij, ki se ujemajo s potekom Labotskega, Šoštanjkega in Savskega preloma.

Točke vzdolž Savskega preloma kažejo na desni zmik okoli 1.5 mm/leto. Točki KMNK in MRZL južno od preloma se ne premikata enotno, ampak divergirata, kar je morda posledica aktivnega ugrezanja Ljubljanske kotline in deformacij v Posavskih gubah.

Vektorji hitrosti premikanja točk LUCE, PONI in JERI v območju med Savskim prelomom in sistemom Smrekovski-Šoštanski prelom se praktično ne razlikujejo, nakazujejo pa transtenzijo glede na točki KMNK in MRZL južno od Savskega preloma. Na prisotnost plio-kvartarnih transtenzijskih grabnov v tem območju kaže analiza geoloških kart in podatkov o zdrsih ob prelomnih ploskvah (Fodor et al., 1998).

Premiki točk JERI, PONI in LUBE, ki ležijo vzdolž Šoštanjkega preloma, kažejo na 1.5 – 2 mm/leto konvergence pravokotno na prelom. Ta rezultat je nenavaden, saj strukturne značilnosti Šoštanjkega preloma in analiza zdrsov ob prelomni ploskvah kažejo na zgolj desne in desno-transtenzijske zmike ob prelomu (Vrabec et al., 1999).

Preko Periadriatskega preloma (točki LUCE in URGO) nismo izmerili pomembnejših premikov, zanimivo pa je, da se točka URGO, ki leži severno od preloma, pomika ~1 mm/leto proti severu, kar bi bilo lahko povezano z aktivnim transpresivnim narivanjem Severnih Karavank (cf. Placer, 1996).

Premiki točk URGO, LUBE in VEKO, ki ležijo vzdolž Labotskega preloma, kažejo na 0.5 – 1 mm/leto desnega zmika, kar se ujema s predvideno kinematiko preloma.

Gradient hitrosti med točkama KMNK in MRZL južno od Savskega preloma, ter točko GRAZ v enoti Vzhodnih Alp, ki jo je v svoji analizi uporabil tudi Grenczy (2002), je v grobem skladen s hitrostjo ekstruzije Vzhodnih Alp ~1.5 mm/leto. Naši rezultati tako zaenkrat potrjujejo, da je ekstruzija na jugu omejena s Periadriatskim prelomnim sistemom. Deformacija na območju slovenskega dela PPS pa ni omejena na osrednjo prelomno cono, ampak je porazdeljena v nekaj 10 km širokem pasu. Posamezni prelomi znotraj PPS kažejo komaj zaznavne premike velikostnega reda 1 mm/leto, ki pa niso zgolj enostavni horizontalni zmiki, poleg tega pa se nekoliko deformirajo tudi območja med prelomi.

Nadaljevanje meritev v prihodnosti bo izboljšalo natančnost določitev hitrosti premikanja točk mreže. Poleg tega je bila v organizaciji Premogovnika Velenje v letu 2003 obstoječa mreža zaradi možne vloge Šoštanjskega preloma pri potresni aktivnosti v Šaleški kotlini zgoščena z 10 novimi točkami. Nove točke dodatno pokrivajo Šoštanjski, Smrekovski in Labotski prelom, tako da bo v prihodnosti mogoče bolje razumeti doslej manj jasne deformacije znotraj tega ožjega območja.

Zahvala

Raziskavo so omogočili sodelavci Premogovnika Velenje, d.d., za kar jim najlepše zahvaljujemo. Posebej pa se zahvaljujemo M. Koželju in D. Potočniku za pomoč pri organizaciji in izvedbi terenskih izmer ter J. Webbru za nasvete pri tektonski interpretaciji, ki temelji na podatkih GPS-opazovanj.

Literatura

- Altamimi Z., Sillard P., Boucher C., ITRF2000: A new release of the International Terrestrial Reference Frame for earth science applications, *Journal of geophysical research*, Vol. 107, No. B10, 2214-2232.
- Dixon T.H., Miller M.M., Farina F., Wang H. & Johnson D. 2000: Present day motion of the Sierra Nevada block and some tectonic implications for the Basin and Range province: North American Cordillera. *Tectonics* 19, 1-24.
- Fodor L., Jelen B., Márton E., Skaberne D., Čar J., Vrabc M., 1998: Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadriatic Line and surrounding area – implication for Alpine-Carpathian extrusion models. *Tectonics* 17, 690-709.
- Grenczy G., 2002: Tectonic processes in the Eurasian-African plate boundary zone revealed by space geodesy. In: S. Stein, J.T. Freimueller (eds.): Plate boundary zones. Special Publication of the American Geophysical Union.
- Mao A., Harrison G.A. & Dixon T.H. 1997: Noise in GPS coordinate time series. *Journal of Geophysical Research* 104, B2, 2797-2816.
- Placer L., 1996: Pecin nariv ob Periadriatskem lineamentu. *Geologija* 39, 289-302.
- Vrabc M., Čar J., Veber I., 1999: Kinematics of Šoštanj fault in the Velenje basin area – Insights from subsurface data and paleostress analysis. *RMZ* 46, 623-634.
- Urs Hugentobler, Stefan Schaer, Pierre Fridez: Bernese GPS Software. Version 4.2. Astronomical Institute of the University of Berne, Berne, 2001.