

Določitev recentnega gibanja Jadranske mikroplošče iz meritev GPS v Istri in Padski nižini

John Weber^{*}, Marko Vrabc^{**}, Polona Pavlovčič-Prešeren^{***},
Tim Dixon^{****}, Yan Jiang^{****}, Bojan Stopar^{***}

Povzetek

V prispevku obravnavamo študijo gibanja Jadranske mikroplošče glede na stabilno Evrazijo, izpeljano na osnovi izračunanih hitrosti premikov položajev GPS točk. S kombinacijo obravnavanih hitrosti premikov GPS točk in geoloških kriterijev smo določili parametre Eulerjevega pola ter hitrosti vrtenja Jadranske mikroplošče. Trajektorije gibanja Jadranske mikroplošče glede na Evrazijo predvidevajo na ozemlju Slovenije krčenje s hitrostjo deformiranja < 5 mm/leto v smer NNW-SSE. Iz dobljenih rezultatov lahko potrdimo, da se severnojadranski blok premika kot enotna mikroplošča.

Uvod

Orogenski lok, ki ga tvorijo Apenini, Alpe in Dinaridi, je nastal pri koliziji Evrazijske plošče z Jadransko mikroploščo. Koncentracija potresne aktivnosti v tem orogenskem pasu, ki se pojavlja vzdolž celotne meje Jadranske mikroplošče, potrjuje, da kolizijski procesi potekajo še danes. Od konca 80. let prejšnjega stoletja (Anderson in Jackson, 1987) se z različnimi geodetskimi in geofizikalnimi pristopi poizkuša opredeliti recentno kinematiko Jadranske mikroplošče. Medsebojno gibanje dveh litosferskih plošč, v našem primeru Evrazije in Jadranske mikroplošče, opišemo na sferični Zemlji s parametri t.i. Eulerjevega pola, ki ga sestavljajo vektor lege pola ter vektor smeri in hitrosti vrtenja ene plošče glede na drugo. Ker pretežni del Jadranske mikroplošče prekriva Jadransko morje, kopenski deli pa so bodisi pokriti z nestabilnimi nekonsolidiranimi mladimi sedimenti (Padska nižina) ali pa so podvrženi aktivnim naravnim deformacijam, ki niso reprezentativne za premikanje mikroplošče, tudi s sodobnimi geodetskimi metodami, kot sta GPS in VLBI, kinematika mikroplošče doslej ni bila nedvoumno opredeljena. To se odraža v precejšnji razpršenosti ocenjenih lokacij Eulerjevega pola Jadranske mikroplošče glede na Evrazijo (npr. Anderson in Jackson, 1987; Ward, 1994; Calais et al., 2002; Battaglia et al., 2004; D'Agostino et al., 2008), ki je v veliki meri posledica majhnega števila točk GPS z zanesljivo določenimi premiki na sami Jadranski mikroplošči.

V naši raziskavi so bile prvič doslej uporabljene ponovljene meritve GPS na točkah v Istri, ki je edini površinski izdanek nedeformirane Jadranske mikroplošče. Skupaj s podatki javno dostopnih permanentnih postaj GPS v območju Padske nižine in njenega obrobja ter s podatki o smereh zdrsov pri močnih potresih, ki jih lahko štejemo za reprezentativne za kinematiko mikroplošče. Z analizo teh podatkov smo določili nove parametre Eulerjevega pola Jadranske mikroplošče glede na Evrazijo (Weber et al., v tisku).

* Department of Geology, Grand Valley State University, ZDA

** Oddelek za geologijo, NTF, Univerza v Ljubljani, Ljubljana

*** Oddelek za geodezijo, FGG, Univerza v Ljubljani, Ljubljana

**** Geodesy Lab, RSMAS-MGG, University of Miami, ZDA

Analiza podatkov meritev

V naši analizi smo uporabili podatke 7 točk v slovenski in hrvaški Istri, na katerih so bile opravljene meritve GPS v obdobju od 1994 do 2004. Uporabili smo tudi podatke meritev na 15 italijanskih permanentnih postajah GPS, ki pokrivajo območje severne Italije med Trstom in Torinom. Podatke smo obdelali s programskim paketom GIPSY-OASIS z uporabo preciznih efemerid satelitov GPS. Hitrosti premikov točk so bile izračunane v referenčnem sestavu IGSb00 in nato preračunane v referenčni sestav stabilne Evrazije, kakor so ga predlagali Sella et al., 2002.

Vektor kotne hitrosti gibanja Jadranske mikroplošče glede na Evrazijo smo izračunali večkrat iz več različnih kombinacij točk GPS iz Istre in Padske nižine, s čimer smo želeli preveriti in izločiti vpliv morebitnih robnih učinkov, kot je npr. kopičenje elastične deformacije na zataknjenih aktivnih prelomih na obrobju mikroplošče.

Na osnovi meritev GPS smo določili hitrosti premikov točk ter na podlagi geoloških kriterijev smo kot najboljši rezultat za parametre Eulerjevega pola ocenili vrednosti, določene na osnovi 17 točk GPS. V tej rešitvi je bil položaj Eulerjevega pola 45.03N in 6.52E ter hitrost vrtenja Jadranske mikroplošče $0.297^\circ/\text{Ma} \pm 0.116^\circ/\text{Ma}$ v protiurni smeri.

Položaj Eulerjevega pola smo neodvisno izračunali tudi iz podatkov vektorjev premikov, ki smo jih določili iz žariščnih mehanizmov močnih potresov ($M > 5.0$) v obdobju 1976-2008, povzetih iz italijanskega regionalnega kataloga (Pondrelli et al., 2006). V analizi smo uporabili le podatke potresov iz severnega bloka Jadranske mikroplošče, ki je od južnega dela ločen z linijo Gargano - Dubrovnik, saj se južni blok verjetno premika neodvisno od severnega (Battaglia et al., 2004; D'Agostino et al., 2008). S tem izračunom smo pridobili položaj Eulerjevega pola 45.59N, 6.29E in s protiurno smerjo vrtenja Jadranske mikroplošče, kar se v okviru napake dobro ujema z našim rezultatom iz podatkov meritev GPS.

Rezultati in diskusija

Trajektorije gibanja Jadranske mikroplošče glede na Evrazijo, ki sledijo iz položaja naših parametrov Eulerjevega pola, predvidevajo na ozemlju Slovenije krčenje (pritiske Jadranske mikroplošče) s hitrostjo deformiranja < 5 mm/leto, v generalni smeri NNW-SSE. Predvidena smer krčenja se dokaj dobro ujema z opazovanimi smermi premikov točk GPS v slovenski Istri in zaledju, prav tako pa tudi z velikim delom vektorjev premikov iz žariščnih mehanizmov potresov. Na osnovi meritev GPS določene hitrosti točk se v celotnem analiziranem območju spreminjajo postopno in sistematično, kar se ujema z modelom enotne mikroplošče v severnem jadranskem območju. Razlike med hitrostmi premikov točk, izračunanih na osnovi meritev GPS ter hitrostmi premikov točk, izračunanimi glede na naše parametre Eulerjevega pola premikanja Jadranske mikroplošče, kažejo na konsistentnost modela na nivoju ~ 1 mm/leto, kar je znotraj območja točnosti izračunanih hitrosti na osnovi meritev GPS. Naši podatki torej potrjujejo, da se severnojadranski blok premika kot enotna mikroplošča.

Analiza razlik izmerjenih ter modeliranih hitrosti premikov točk je potrdila, da so točke GPS na južnem in severnem obrobju Padske nižine, ležeče na aktivnih narivih, dejansko podvržene robnim učinkom in smo jih zato izločili iz izračuna parametrov Eulerjevega pola. Sistematično povečanje razlik hitrosti se pojavi tudi pri točkah GPS v vzhodnem delu Istre, kar kaže, da se z aktivnim narivanjem povezani elastični učinki najbrž pojavljajo tudi tam.

Literatura

- Anderson H., and Jackson J. (1987) Active tectonics of the Adriatic region, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 91, 937-983.
- Battaglia, M., Murray, M., Serpelloni, E., and Burgmann, R. (2004) The Adriatic region: An independent microplate within the Africa-Eurasia collision zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L09605, doi:10.1029/2004GL019723.
- Calais, E., Nocquet, J.M., Jouanne, F., Tardy, M. (2002) Current strain regime in the Western Alps from continuous Global Positioning System measurements, 1996-2001, *Geology*, 30, 651-654.
- D'Agostino, N., Avallone, A., Cheloni, D., D'Anastasio, E., Mantenuto, S., and Selvaggi, G. (2008) Active tectonics of the Adriatic region from GPS and earthquake slip vectors, *J. Geophys. Res.*, 113, B12413, doi:10.1029/2008JB005860.
- Pondrelli, S., Salimbeni, S., Ekström, G., Morelli, A., Gasperini, P., and Vannucci, G. (2006) The Italian CMT data set from 1997 to the present, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 159, 286-303, doi:10.1016/j.pepi.2006.07.008.
- Sella, G., Dixon, T., Mao, A. (2002) REVEL: A model for recent plate velocities from space geodesy, *J. Geophys. Res.*, 107(B4), 2081, doi:10.1029/2000JB000033.
- Ward, S. (1994) Constraints on the seismotectonics of the central Mediterranean from Very Long Baseline Interferometry, *Geophys. J. Int.*, 117, 441-452.
- Weber, J., Vrabec, M., Pavlovčič-Prešeren, P., Dixon, T., Jiang, Y., Stopar, B. (v tisku) GPS-derived motion of the Adriatic microplate from Istria Peninsula and Po Plain sites, and geodynamic implications, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2009.09.001