

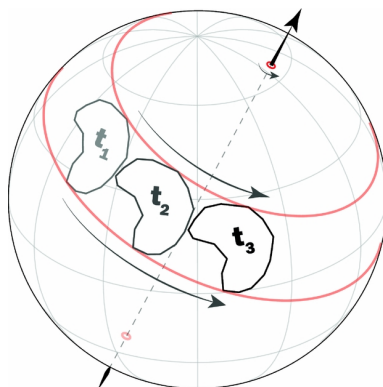
VAJA 1 – NALOGA 1: ABSOLUTNI VEKTORJI HITROSTI

2025/2026

1 UVOD

Zemljina skorja in zgornji del plašča sestavljata litosfero. Litosfera ni mirujoča plast, temveč plava na astenosferi, ki je sestavljena iz staljenih kamnin. Prav tako litosfera ni kontinuirana plast, ampak je sestavljena iz več litosferskih oziroma tektonskih plošč. Danes se litosfero deli na okrog 20 večjih in manjših plošč (ni enotne delitve), ki nenehno potujejo. Gibanje litosferskih plošč, ki ga lahko obravnavamo v absolutnem smislu (gibanje posamezne plošče glede na celotno Zemljo) ali relativnem smislu (gibanje ene plošče glede na drugo), opisujejo različni modeli, ki so lahko geofizikalni ali kinematični. Geofizikalni modeli opisujejo gibanje litosferskih plošč na podlagi modeliranja različnih geofizikalnih pojavov (premiki oceanskega dna, poteki tektonskih prelomnic, smeri razširjanja potresnih sunkov ...) za časovno obdobje več milijonov let. Na drugi strani pa kinematični modeli temeljijo na opazovanjih vesoljske geodezije (GNSS, VLBI, SLR). V tem primeru razpolagamo s podatki o gibanju litosferskih plošč za obdobje nekaj deset let. Med geofizikalne modele sodijo modeli NUVEL-1 in NUVEL-1A (opisujeta relativno gibanje litosferskih plošč, ki ga bomo spoznali v drugem deli vaje 1) ter NNR-NUVEL-1A in NNR-NUVEL-1B (opisujeta absolutno gibanje litosferskih plošč). Primeri (absolutnih) kinematičnih modelov pa so različni izračuni modela APKIM (APKIM2014, APKIM2008 ...) in modela ITRFyyyy-PMM (ITRF2020-PMM, ITRF2014-PMM ...). Modela MORVEL (relativni) in NNR-MORVEL56 (absolutni) pa temeljita na združitvi geofizikalnih modelov in opazovanj vesoljske geodezije.

Gibanje litosferske plošče na Zemlji-krogli lahko opišemo kot rotacijo plošče z določeno kotno hitrostjo okrog ustrezno izbrane rotacijske osi (slika 1). Presek rotacijske osi z zemeljskim površjem imenujemo Eulerjev pol. Koordinate Eulerjevega pola, skupaj s kotno hitrostjo, s katero tektonska plošča rotira okrog pripadajočega Eulerjevega pola, sestavljajo Eulerjev vektor. Pozitivna smer kotne hitrosti je v protiurni smeri. Tako podano gibanje tektonske plošče predpostavlja, da plošča drsi po krogli, kar pomeni, da je vertikalna hitrost plošče enaka $v_u = 0$.



Slika 1: Shematski prikaz opisa gibanja tektonske plošče z Eulerjevim vektorjem

2 NALOGA

Na spletni učilnici imate dane tri modele absolutnega gibanja tektonskih plošč: [NNR-NUVEL-1A](#)¹, [NNR-MORVEL56](#)² in [ITRF2014-PMM](#)³.

- (i) Za vse tri modele absolutnega gibanja tektonskih plošč izdelajte karto gibanja tektonskih plošč v ekvidistančni cilindrični projekciji. Gibanje posamezne plošče predstavite na podlagi celične mreže točk ločljivosti $5^\circ \times 5^\circ$, za katere izračunate absolutne vektorje hitrosti v LG koordinatnem sistemu. Pomagate si lahko z datoteko `grid_5x5.txt`, ki vsebuje točke celične mreže in podatek, na kateri tektonski plošči se točka nahaja, ter MATLAB-ovo funkcijo `get_Euler_vector.m`, ki za podan model gibanja tektonskih plošč in tektonsko ploščo vrne ustrezen Eulerjev vektor. Podano imate tudi QGIS predlogo za izdelavo kartografskih izrisov predloga_za_izris.qgz.
- (ii) Za dodeljenih sedem GNSS postaj (datoteka `FG-V01-tocke_ITRF2014-razdelitev.pdf`), ki so del referenčnega sestava [ITRF2014](#)⁴, izračunajte absolutne vektorje hitrosti v LG koordinatnem sistemu z uporabo danih treh modelov absolutnega gibanja tektonskih plošč. Izračunajte tudi velikost posameznega vektorja hitrosti in njegov azimut. Podatki o GNSS postajah so dani v datoteki `tocke_ITRF2014_GNSS.txt`. Rezultate vnesite v dano Excel-ovo datoteko za oddajo rezultatov `FG-V01-rezultati_naloga_1.xlsx` in jih dodajte na karte gibanja tektonskih plošč iz točke (i).
- (iii) Dejanske vektorje hitrosti dodeljenih sedmih GNSS postaj, ki so podani v ECEF koordinatnem sistemu (datoteka `tocke_ITRF2014_GNSS.txt`), pretvorite v LG koordinatni sistem. Dobljene vektorje hitrosti v LG koordinatnem sistemu vnesite v Excel-ovo preglednico z rezultati in izrišite na vsaki izmed treh kart iz točke (i).
- (iv) Naredite dodaten kartografski prikaz, na katerem prikažete zgolj (horizontalne) vektorje hitrosti dodeljenih sedmih GNSS postaj – vektorji hitrosti iz obravnavanih treh modelov in dejanski vektorji hitrosti.
- (v) Na podlagi numeričnih rezultatov točk (ii) in (iii) ter grafičnih prikazov razmislite, kateri model absolutnega gibanja tektonskih plošč se najbolj ujema z dejanskimi vektorji hitrosti GNSS postaj. Je rezultat pričakovan?

3 REZULTATI

Rezultati Naloga 1 so:

- štirje kartografski prikazi absolutnih vektorjev hitrosti (v formatu PDF),
- Excel-ova preglednica z numeričnimi rezultati za dodeljenih sedem GNSS postaj (`FG-V01-rezultati_naloga_1.xlsx`).

¹<https://doi.org/10.1016/j.jog.2004.03.004>

²<https://doi.org/10.1029/2011GC003751>

³<https://doi.org/10.1093/gji/ggx136>

⁴https://itrf.ign.fr/docs/solutions/itrf2014/ITRF2014_GNSS.SSC.txt