

51

GEODETSKI DAN

BRDO PRI KRANJU

15. IN 16. NOVEMBER

2023



# 4D DRŽAVNI KOORDINATNI SISTEM

Klemen Medved, Sandi Berk,  
Oskar Sterle, Bojan Stopar

VEĀRAZSEŽNO MODELIRANJE PROSTORA



## Naloge sodobne geodezije

- Geometrijo prostora obravnavamo v referenčnem koordinatnem sistemu.
- Temeljna naloga geodezije – vzpostavitev referenčne osnove za modeliranje Zemlje in vseh procesov, povezanih z njo.
- Referenčna osnova prostora = prostorski referenčni sistem.

## Sodobni referenčni sistemi

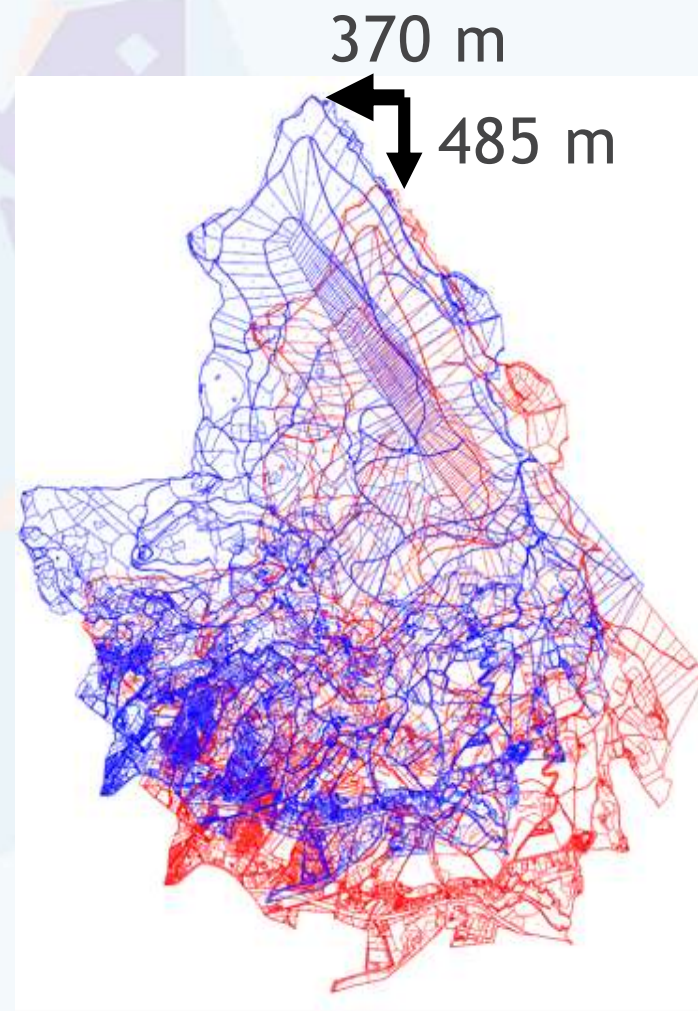
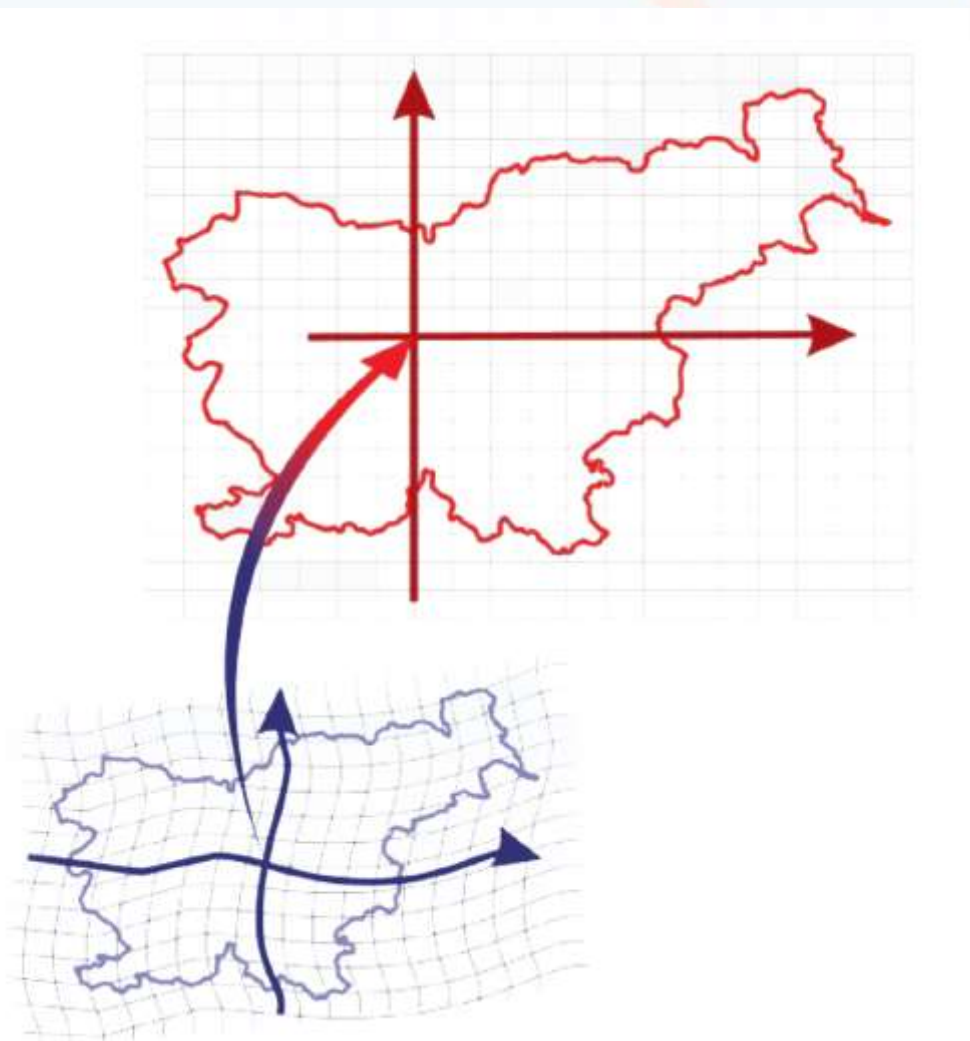
- Referenčna osnova mora biti prilagojena fizičnemu telesu (Zemlji) in tehnologijam, ki omogočajo in podpirajo pozicioniranje (GNSS).
- Višine naj bi temeljile na geo-potencialu (potencialu sile teže).
- Eksplicitno naj bi vključevali časovno komponento (4D).

**Eden najpomembnejših temeljev digitalizirane in informatizirane družbe.**



# Državni koordinatni sistem

➔ D48/GK >> D96/TM



Zakaj torej **spremembe/vzdrževanje**  
koordinatnih sistemov?

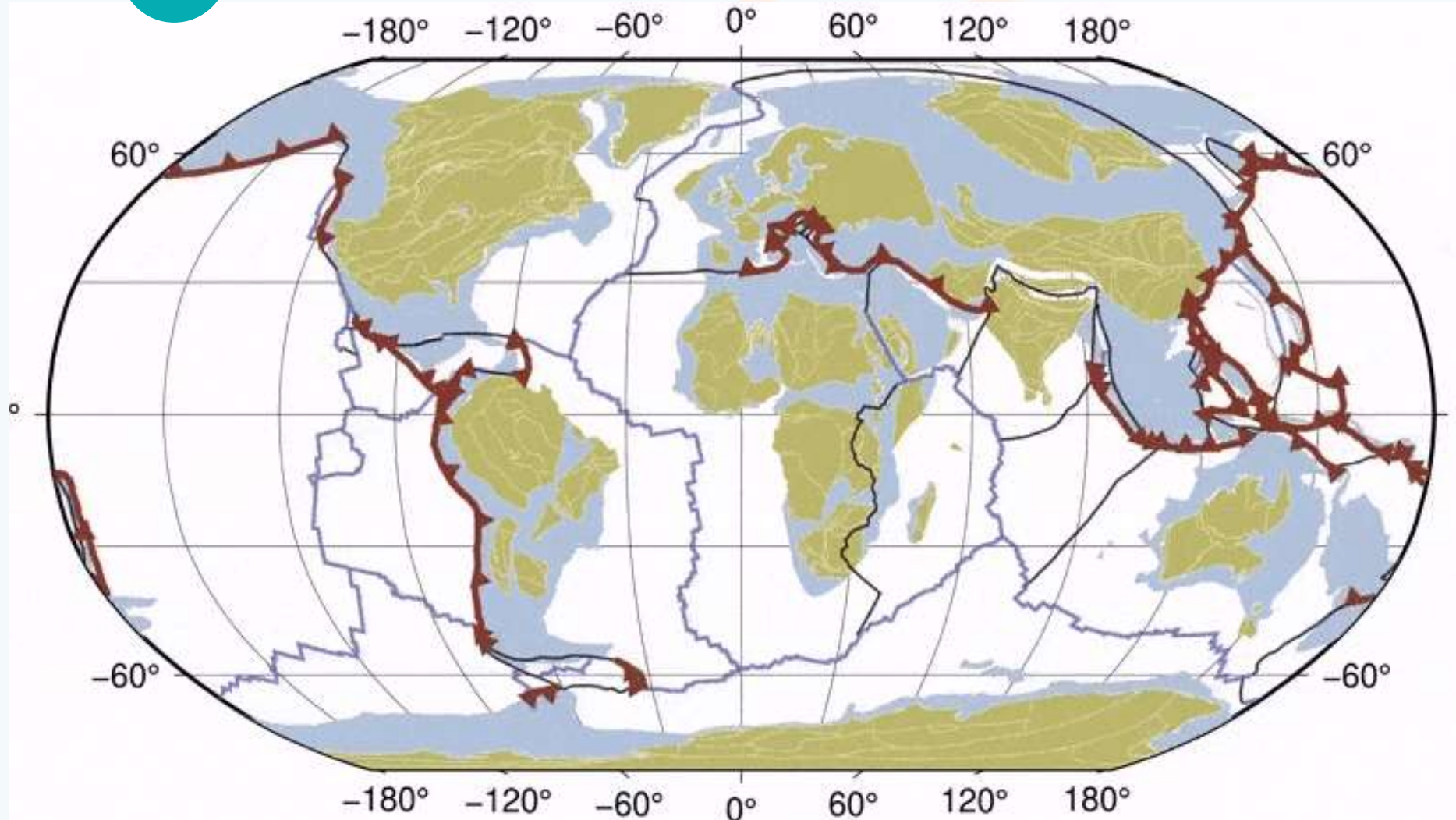




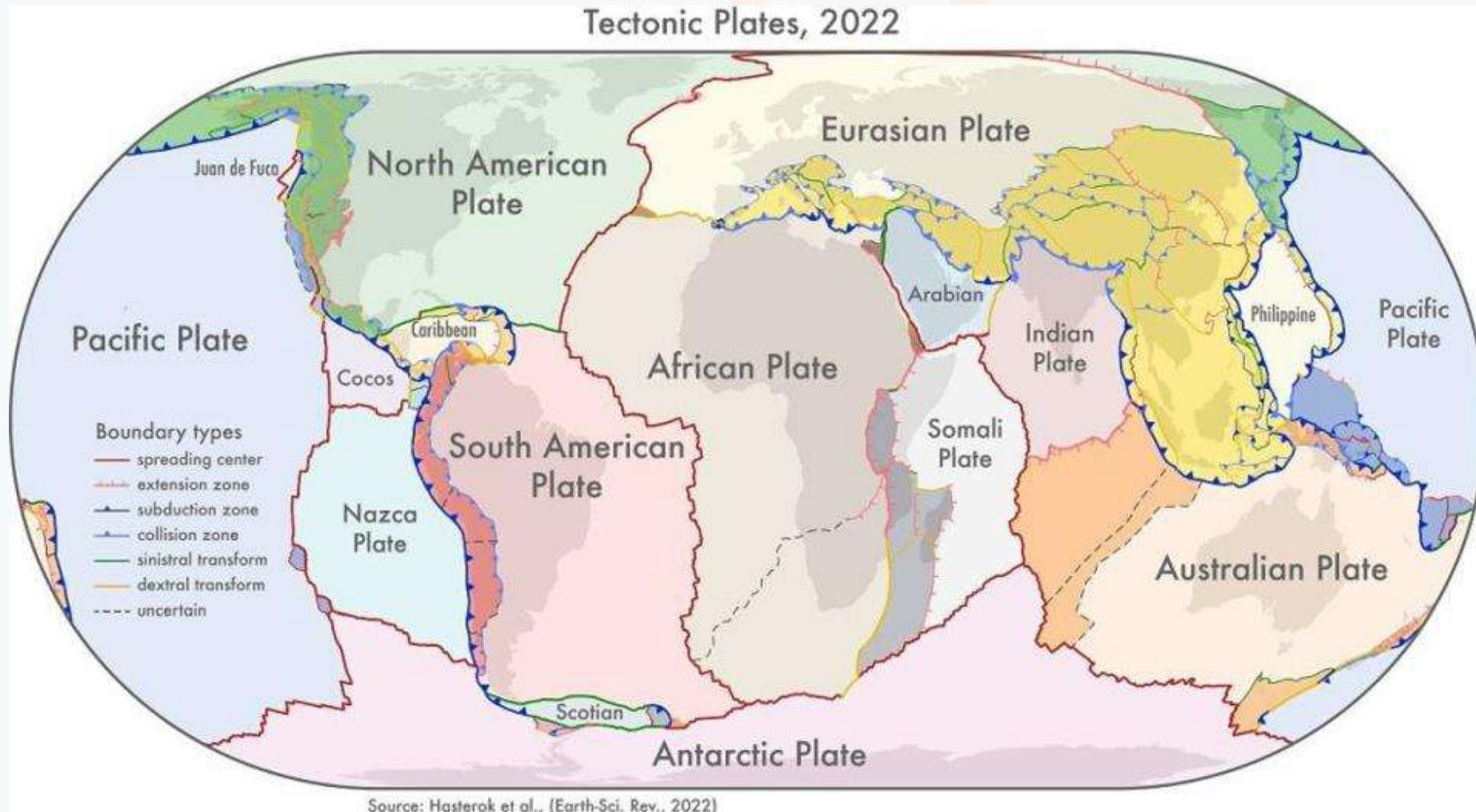
# Tektonika plošč



Tektonika plošč/milijarda let

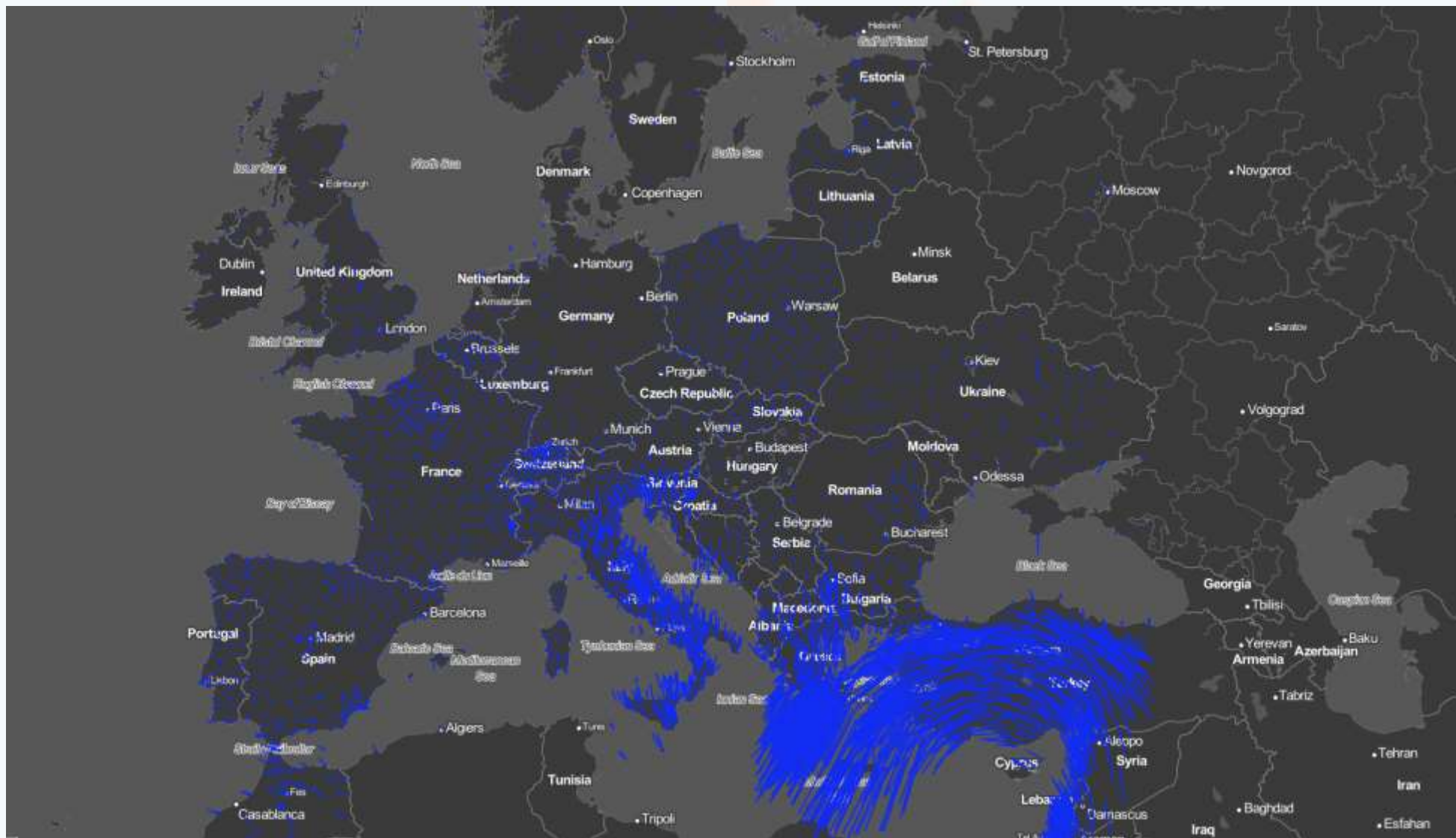


# Tektonika plošč



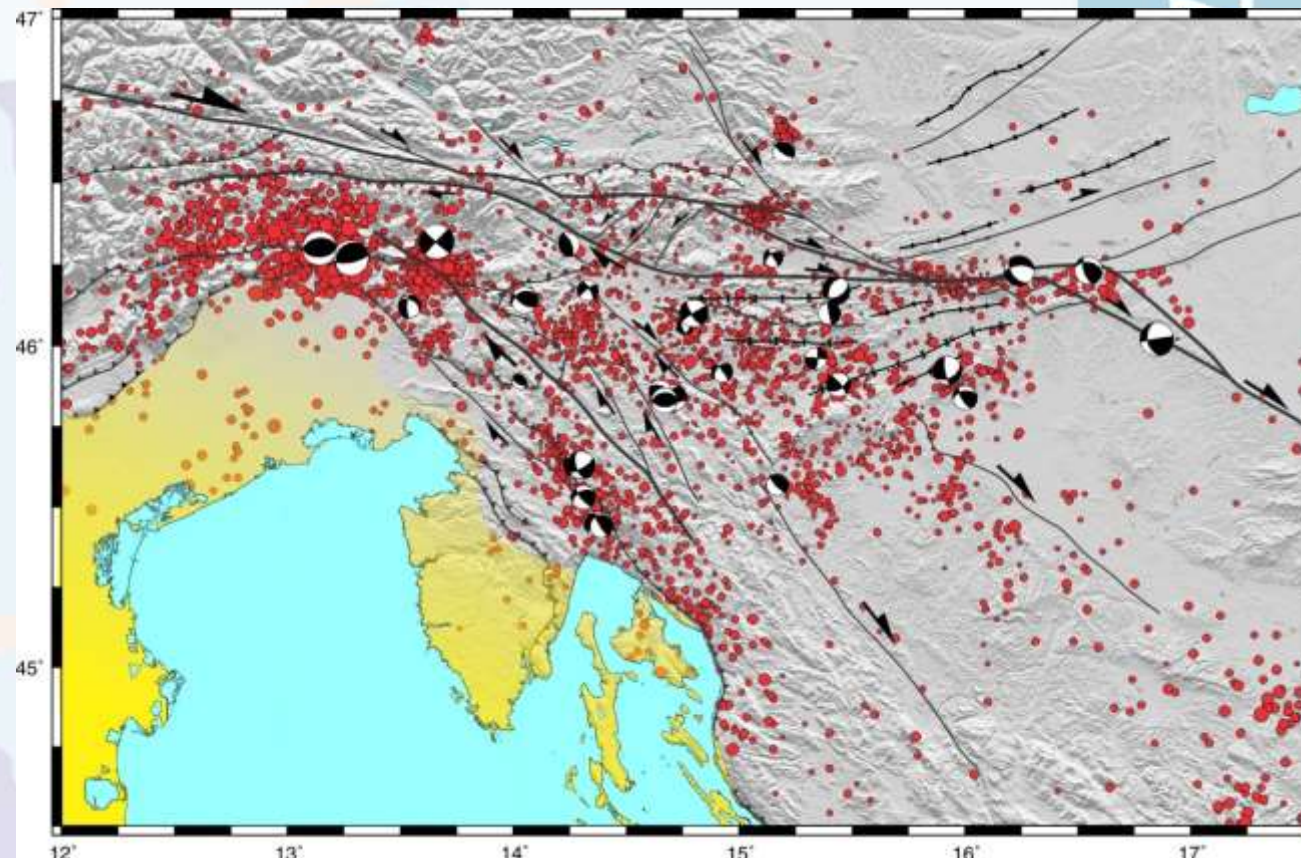


# Tektonika plošč



# Tektonika Slovenije in potresna aktivnost

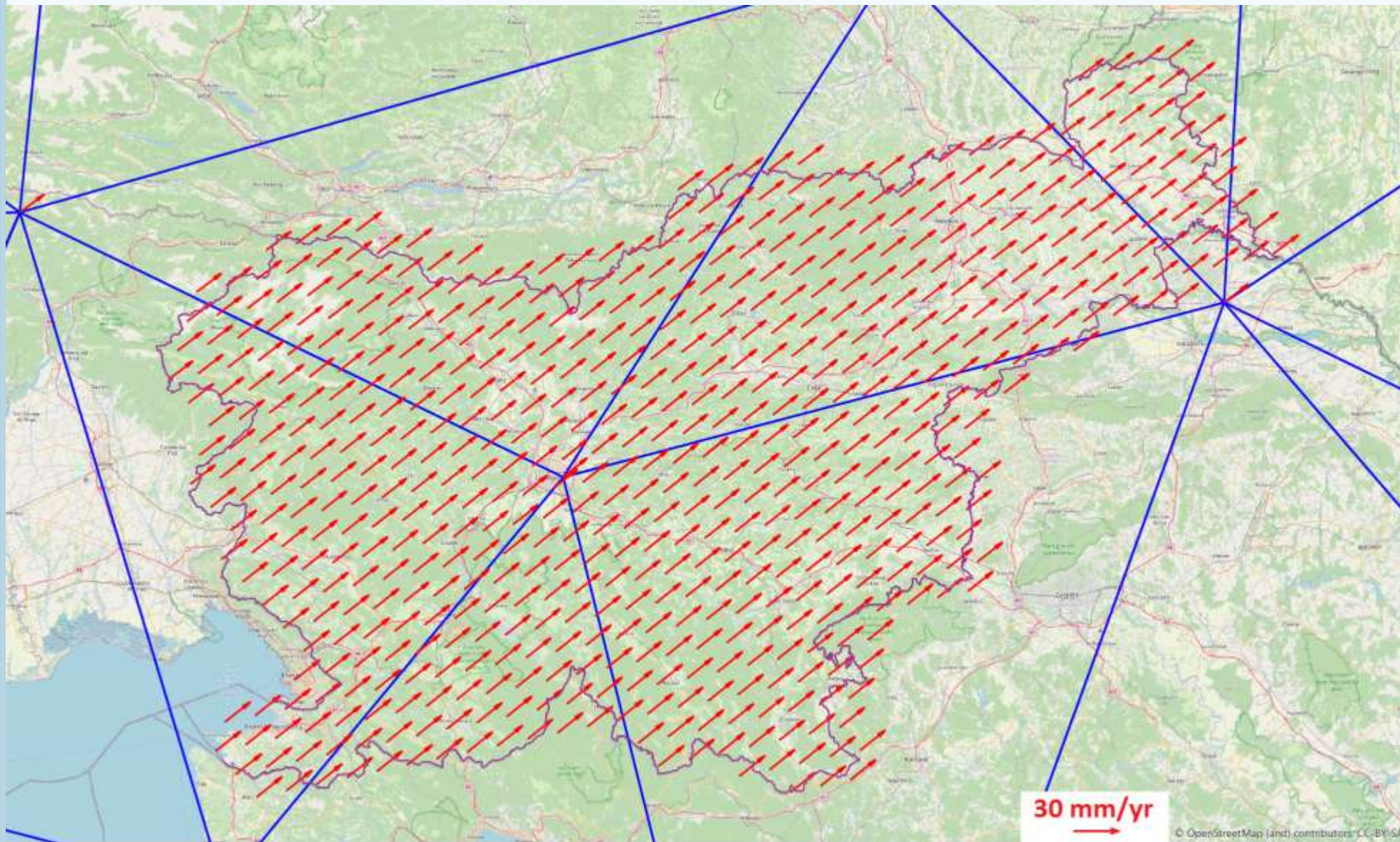
- Ozemlje Slovenije in širše okolice se nahaja na konvergentnem stiku dveh litosferskih plošč, Jadranske mikro-plošče in Evrazijske plošče.
- Aktivni tektonski procesi še vedno potekajo in so vzrok znatni seizmični aktivnosti na ozemlju Slovenije. Slovenija sodi med potresno bolj ogrožene države v EU.
- V obdobju zadnjih 500 let je ozemlje prizadelo večje število potresov, ki so imeli velike posledice za družbo in infrastrukturo.



**Hitrosti aktivnih tektonskih deformacij so dovolj velike, da jih je s sodobnimi geodetskimi metodami mogoče izmeriti.**



# Slovenija v ITRS (ITRF2014)

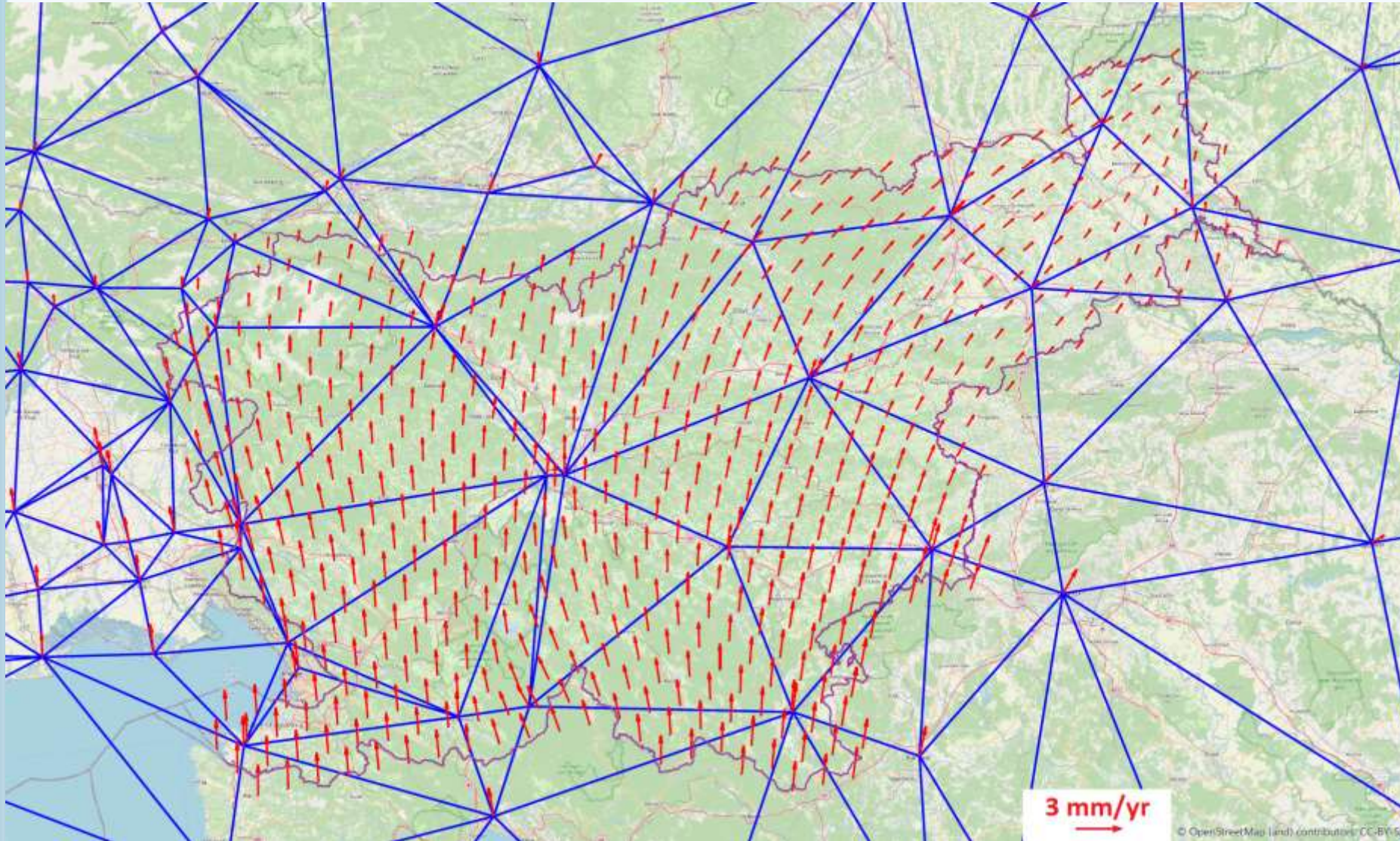


Slovenija se v ITRS pomika s hitrostjo **27 mm/leto**.





# Slovenija v ETRS89 (ETRF2000)



Vir: Piña-Valdés et al., 2022

Slovenija se glede na stabilen del Evrope pomika s hitrostjo  $\frac{1}{2}$  mm/leto do 4 mm/leto.



## Geodezija v raziskavah **recentne tektonike**



Ugotovili smo, da se geodetske točke na ozemlju Slovenije gibljejo s hitrostjo do 4 mm/leto glede na „stabilno Evrazijo“ ( $\leq 10$  cm/25 let).





# Geodezija v raziskavah recentne tektonike



Ugotovili smo, da se geodetske točke na ozemlju Slovenije gibljejo s hitrostjo do 4 mm/leto glede na „stabilno Evrazijo“ ( $\leq 10$  cm/25 let).

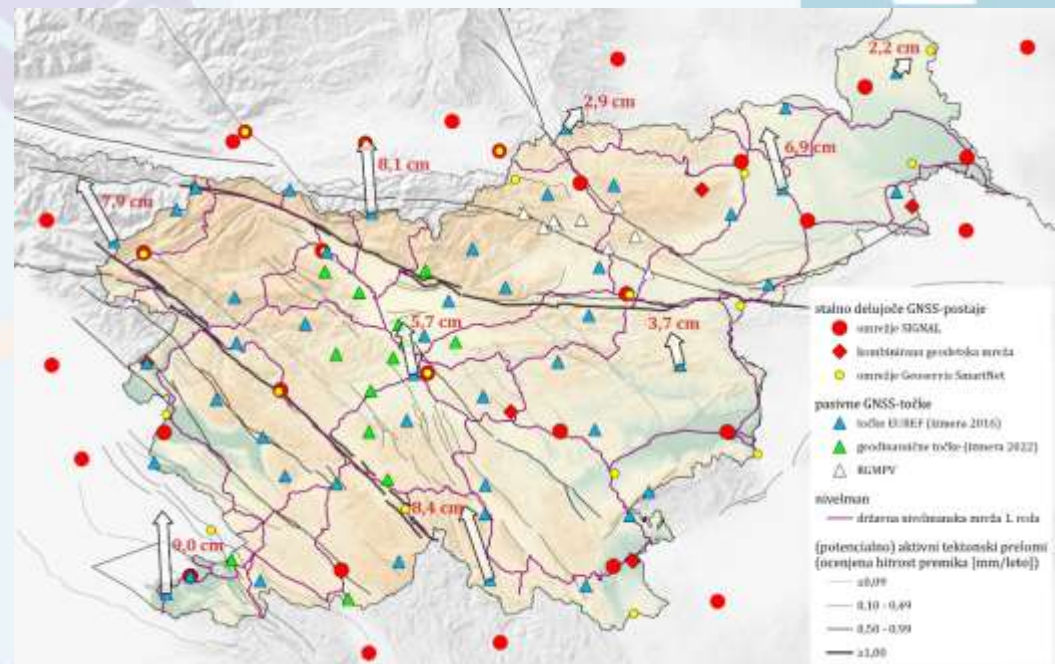


SOCERB



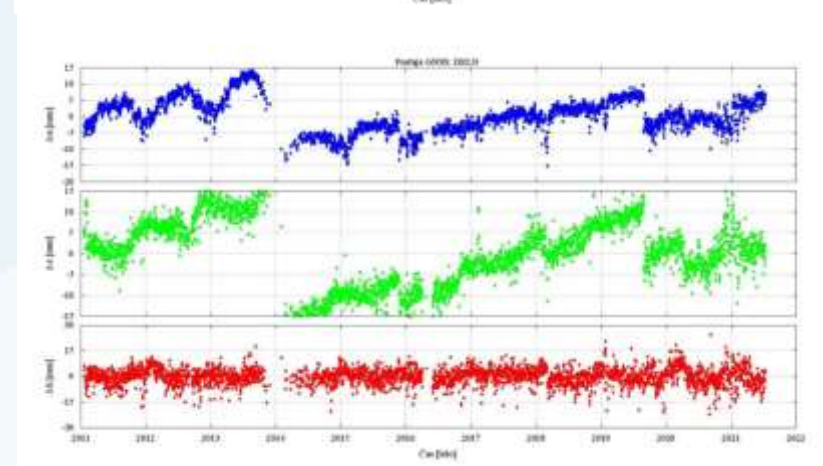
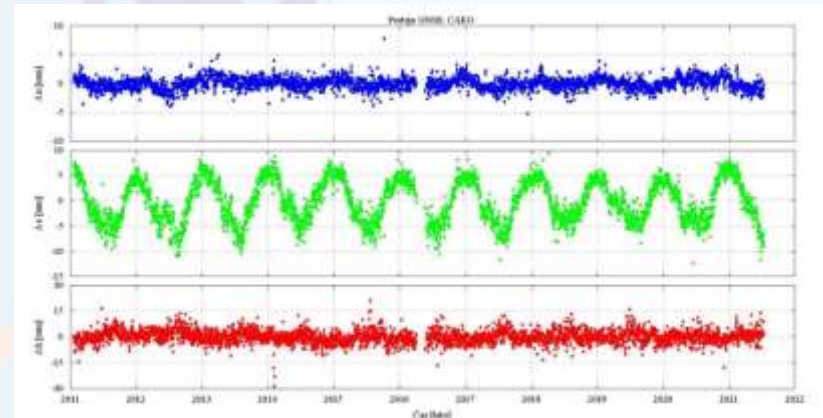
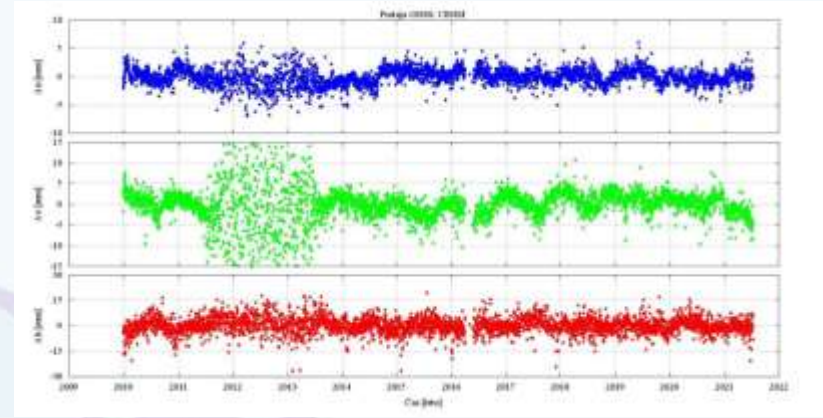
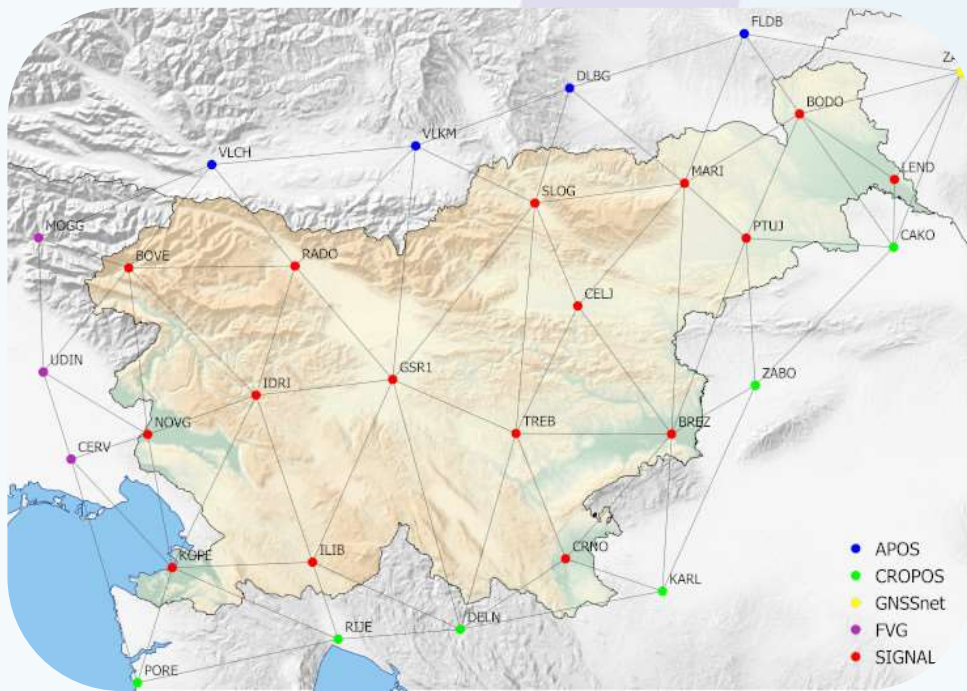
JELŠANE

- V horizontalnem smislu → za veliko število točk ponovljene meritve GNSS v obdobju več kot 20 let (*t.i. pasivne GNSS točke*)
- V višinskem smislu → kombinacija nivelmana ponovljene izmere v obdobju več kot 50 let in podatkov GNSS.
- Diferencialna radarska interferometrija – DInSAR (?).



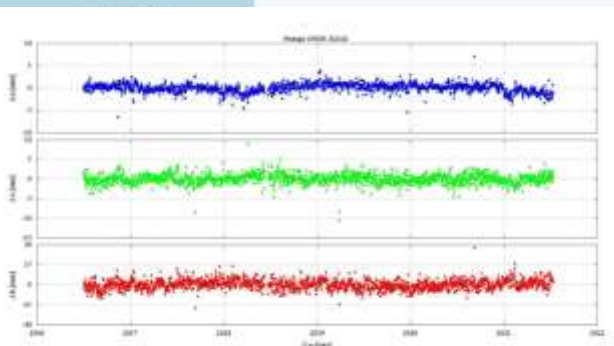
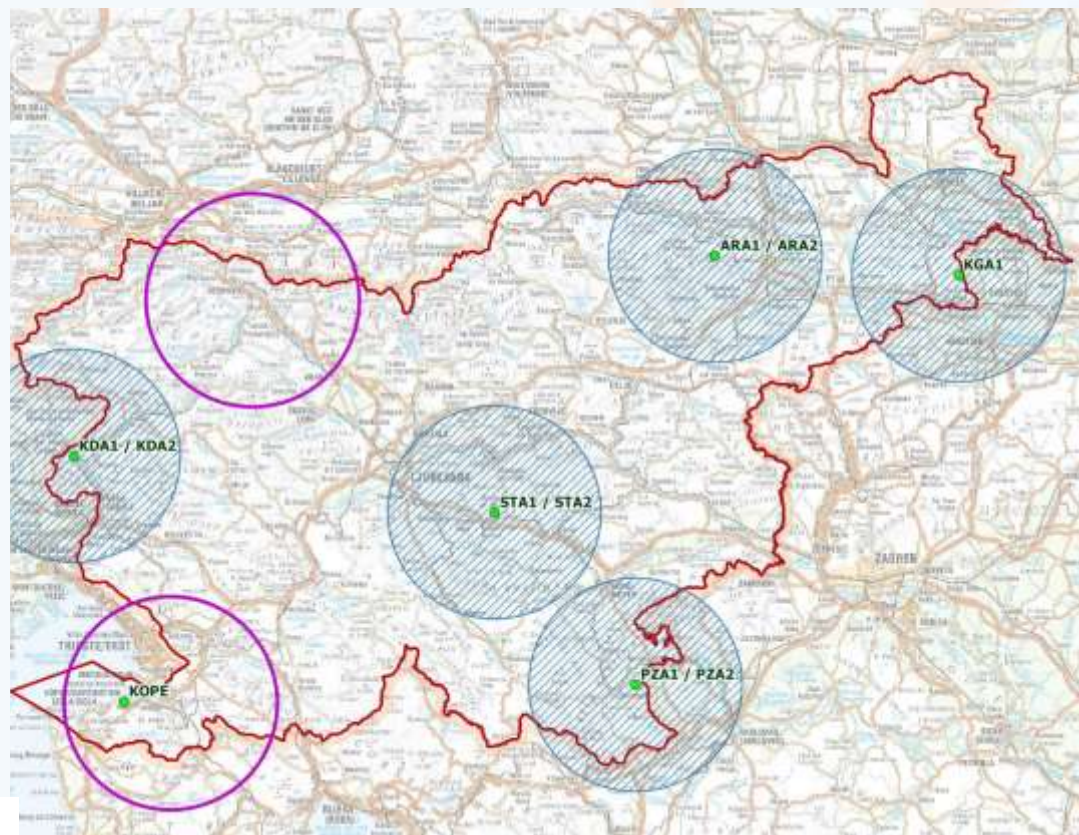


# Točke GNSS omrežja SIGNAL





# Točke kombinirane geodetske mreže (ničtega reda)



Nadgradnja mreže – 2 novi točki : NOO projekt (SLO 4D)



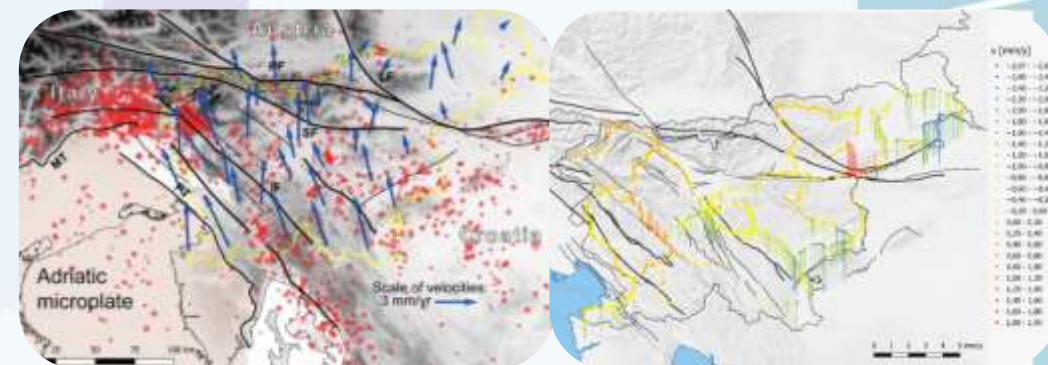
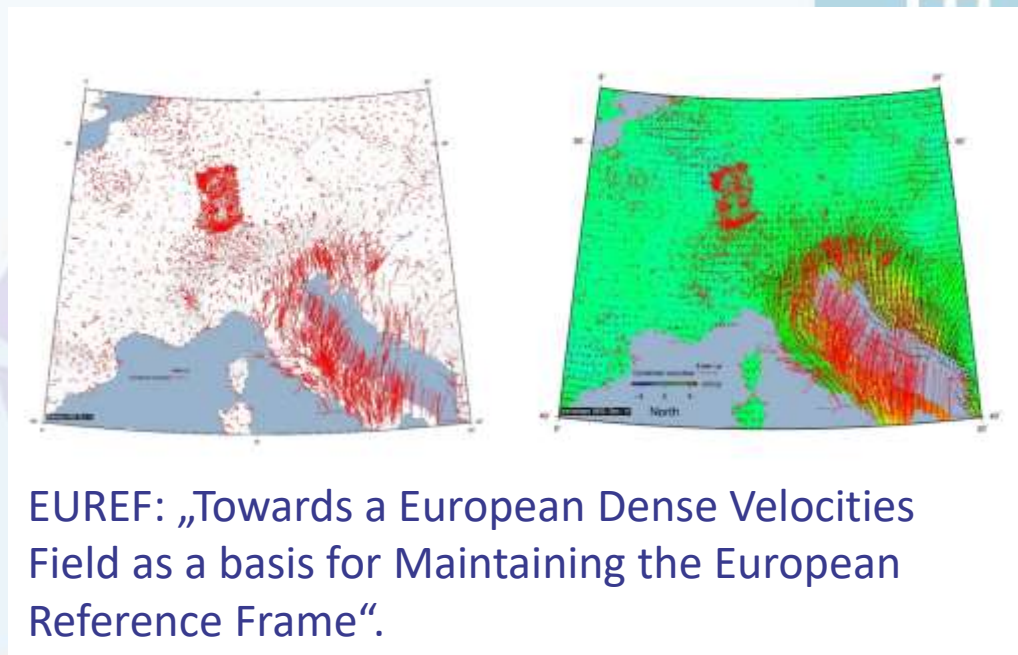
# Geokinematski model Slovenije

Raziskave regionalne geokinematike:  
kontinentalne in regionalne raziskave

- omrežja postaj GNSS,
- pasivne GNSS točke,
- nivelmanske izmere ter
- InSAR.



Potreba po uradnem državnem **geokinematskem modelu** – uporabiti vse razpoložljive podatke in raziskave.



Projekt »SLOKIN – Geokinematski model ozemlja Slovenije«



# Naloge v okviru projekta SLO4D



## Vključitev četrte (časovne) razsežnosti v DKS

- Nadgradnja obstoječe kombinirane geodetske mreže 0. reda (2022–2024)
- Nabava merilne (geodetske) opreme (2024–2026)
- Vzpostavitev geokinematičnega (deformacijskega) modela države (2024–2025)
- Vključitev četrte (časovne) razsežnosti v državni referenčni koordinatni sistem (2024–2026)



## Sistem za kakovost DKS in svetovanje uporabnikom

- Sistem za kakovost in nadzor državnega koordinatnega sistema (2024–2025)
- Sistem za svetovanje in pomoč uporabnikom (2025–2026)



# Kaj konkretno to pomeni za geo-podatkovne zbirke?

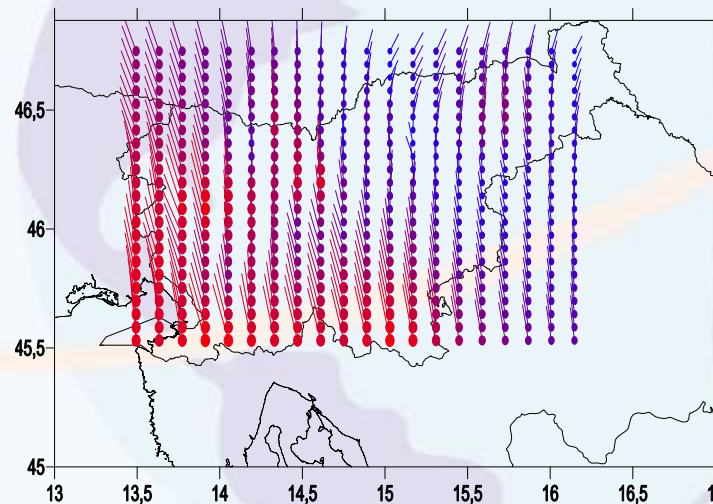


**Geolokacija objekta: določena s koordinatami točka X (E, N, H)**

**Koordinata v odvisnosti od epohe/časa**

$t_0$  – referenčna epoha izmere/čas določitve koordinate

točka X (E, N, H,  $t_0$ )



Geokinematski model slovenije

$t$  – poljubno izbran čas/epoha:

točka X ( $E + v(t - t_0)$ ,  $N + v(t - t_0)$ ,  $H + v(t - t_0)$ ,  $t$ )



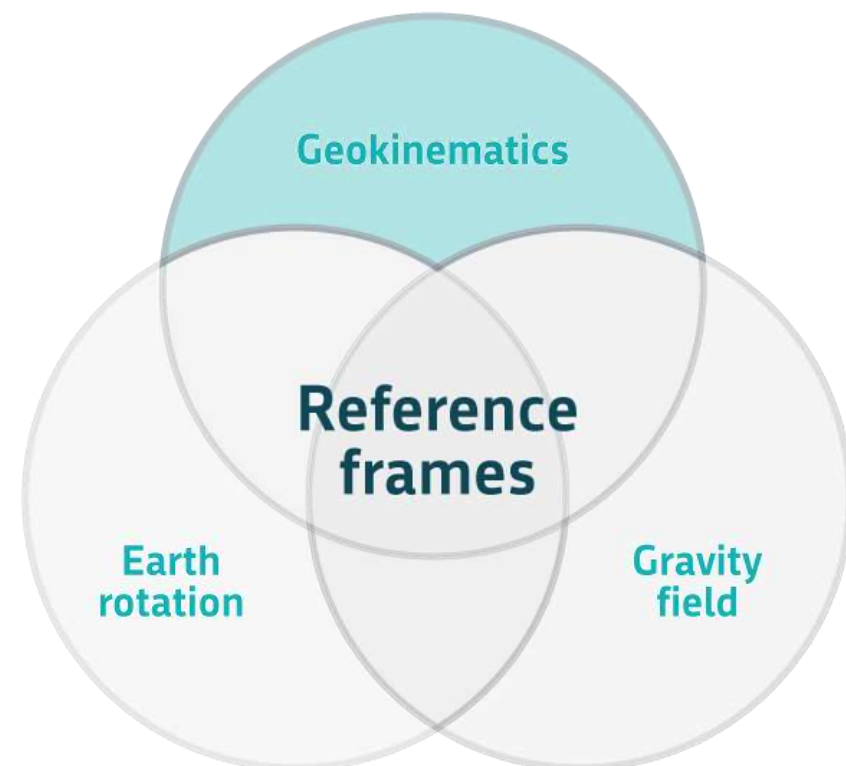


# Potrebnost geokinematskega modela



Osnova za vzpostavitev geokinematskega modela so časovne spremembe koordinat.

- Klasična realizacija državnega koordinatnega sistema ne more zagotoviti zadostne kakovosti pozicioniranja ↔ uvedba geokinematskega modela, ki modelira in napoveduje spremembe koordinat s časom.
- Na voljo imamo tehnologije, ki omogočajo določitev/spremljanje časovne spremenljivosti koordinat.
- Geokinematski model je ključni sestavni del sodobnega geodetskega referenčnega sistema.
- **Nenehna digitalna preobrazba družbe in pojav tehnologij (avtonomna vozila, pametna mesta ...) bodo potrebovali prostorsko – časovno natančnost (točnost) pozicioniranja na ravni (nekaj) mm.**



HVALA ZA POZORNOST!  
SLEDIJO  
VPRAŠANJA/QUESTIONS

