



DRŽAVNI KOORDINATNI SISTEM SLOVENIJE

Bojan Stopar
Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

POSVET
“Posledice nezanesljivega višinskega sistema za upravljanje z vodami”
Ministrstvo za okolje in prostor
Ljubljana, 11. 02. 2011

Uvod

- Državni koordinatni sistem potrebuje vse več strok in dejavnosti (ne nujno povezanih s prostorom)
- Vzpostavitev in vzdrževanje državnega koordinatnega sistema je ena od nalog državne geodetske službe
- Državni koordinatni sistem zahteva povezovanje znanstveno-raziskovalnih, operativnih in upravno-administrativnih aktivnosti
- Redne aktivnosti na koordinatnem sistemu morajo potekati neprekinjeno (vzdrževanje koordinatnega sistema)
- Večje aktivnosti se izvajajo periodično na 50 – 100 let (spremembe koordinatnega sistema, vzpostavitev novega koordinatnega sistema)
- Državni koordinatni sistem je temeljna državna prostorska podatkovna infrastruktura = geoinformacijska infrastruktura

Koordinatni sistem

- **Koordinatni sistem je sredstvo za opis lege v prostoru**
- **Legu (v današnjem času) podajamo s koordinatami**
- **Koordinate morajo predstavljati lastnosti prostora**
- **Legu je geometrijska kategorija**
- **Na geometrijo prostora vplivajo fizične sile**
- **Posebej velik vpliv na geometrijo prostora ima sila teže**
- **Koordinatni sistem zato vzpostavimo tako, da omogoča opis geometrijskih lastnosti prostora, z upoštevanjem prisotnosti fizičnih sil (sile teže)**
- **Sila teže je ključna kategorija pri določitvi višin (premikanju/ pretakanju tekočin)**
- **Ločitev lege v prostoru na horizontalno legu in višino**

Koordinatni sistem, koordinatni sestav

- Koordinatni sistem sestavljata horizontalni in višinski del
- Koordinatni sistem (angl.: *coordinate system*) predstavlja dogovor o opisu lege v prostoru:
 - razsežnost k. sistema: prostorski, horizontalni, višinski
 - lega izhodišča (težišče Zemlje, poljubna)
 - orientacija koordinatnih osi (dogovorjene, realne)
 - tipi in enote koordinat (linijske, kotne, kotno-linijske)
 - ...
- Koordinatni sistem ni praktično uporaben, uporaben postane, ko ga materializiramo
- Materializacija koordinatnega sistema je koordinatni sestav (angl.: *coordinate frame*)

Koordinatni sestav, geodetske mreže

- Koordinatni sestav predstavljajo geodetske mreže:
 - astrogeodetska mreža, trigonometrične, poligonske, navezovalne mreže,...
 - postaje omrežja SIGNAL
 - nivelmanska mreža
 - gravimetrična mreža
- Koordinatni sistem predstavljajo tudi:
 - “koordinatni” podatki o topografiji prostora
 - “koordinatne” evidence zemljiško-lastniških stanj
 - vsi “koordinatno opredeljeni podatki o prostoru”
- Meja med koordinatnim sistemom in koordinatno opredeljenimi podatki o prostoru izginja



Določitev lege v prostoru



- **Legu v prostoru opišemo s koordinatami**
- **Koordinate določamo z opazovanji/meritvami**
- **Opazovanja za določitev horizontalne lege (geometrijska opazovanja)**
- **Opazovanja za določitev višine (geometrijska + fizikalna opazovanja)**
- **Opazovanja, za določitev višin, ki ne vključujejo informacij o težnostnem polju Zemlje, ne omogočajo pridobitve višin v težnostnem polju (GNSS in druga satelitska opazovanja, LiDAR opazovanja,...)**

Obstoječ (star) državni koordinatni sistem

- **Horizontalni koordinatni sistem (geometrijski):**
 - referenčni elipsoid Bessel
 - realizacija sistema je D48/GK
 - napačna lega, deformacije merila, neenakomerna točnost
- **Višinski koordinatni sistem (geometrijski + fizikalni):**
 - gravimetrična, nivelmanska mreža
 - referenčna ploskev geoid
 - normalne ortometrične višine
 - stanje mnogo boljše kot v horizontalnem sistemu
- **Prostorski sistem = horizontalni sistem + višinski sistem**
položaj v prostoru (3D) = horizontalni položaj (2D) + višina (1D)

Nov državni koordinatni sistem

- Del evropskega koordinatnega sistema
- Horizontalni koordinatni sistem ETRS89 (geometrijski):
 - referenčni elipsoid (GRS-80)
 - realizacija sistema je D96/TM
- Višinski sistem EVRS (geometrijski + fizikalni):
 - (mareograf Amsterdam?)
 - normalne višine?
 - referenčna ploskev kvazigeoid?
- Prostorski koordinatni sistem (ESRS = ETRS89 + EVRS)
- Prostorski sistem = horizontalni sistem + višinski sistem
(položaj v prostoru = > geometrijske + fizikalne lastnosti prostora)

Vzpostavitev (novega) koordinatnega sistema

- Realizacija (novega) koordinatnega sistema je izvedljiva le z (ustrezno velikim) številom točk s koordinatami, ki smo jih, z opazovanji, določili v (novem) koordinatnem sistemu

GEODETSKA IZMERA V NOVEM KOORDINATNEM SISTEMU

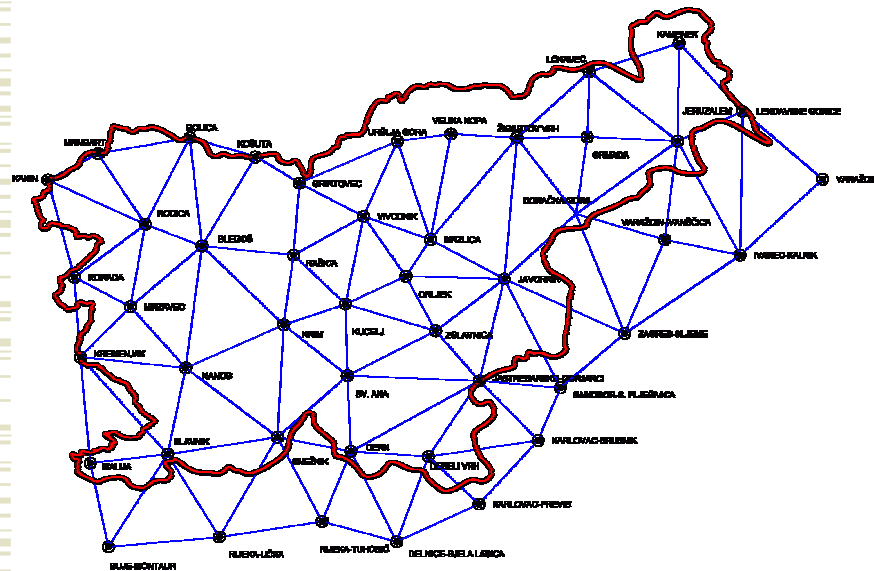
- Podatke iz obstoječega v nov sistem lahko tudi “prenesemo”:

USTREZNA TRANSFORMACIJA MED SISTEMOMA

(IZKLJUČNO ZA PODATKE NIŽJE KAKOVOSTI)

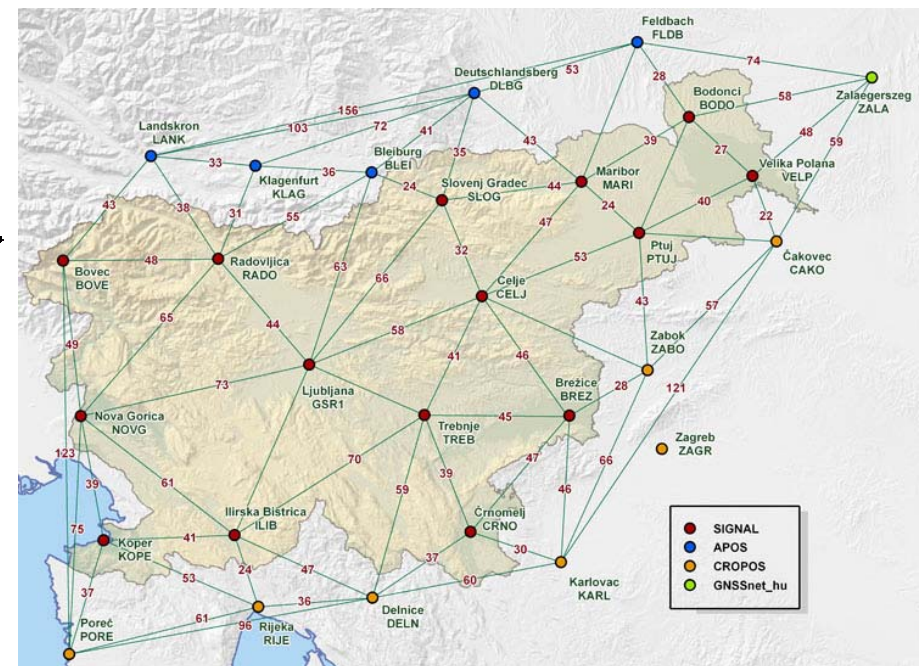
Državni horizontalni koordinatni sistem

Astrogeodetska mreža



D48/GK

Omrežje postaj GNSS SIGNAL



D96/TM



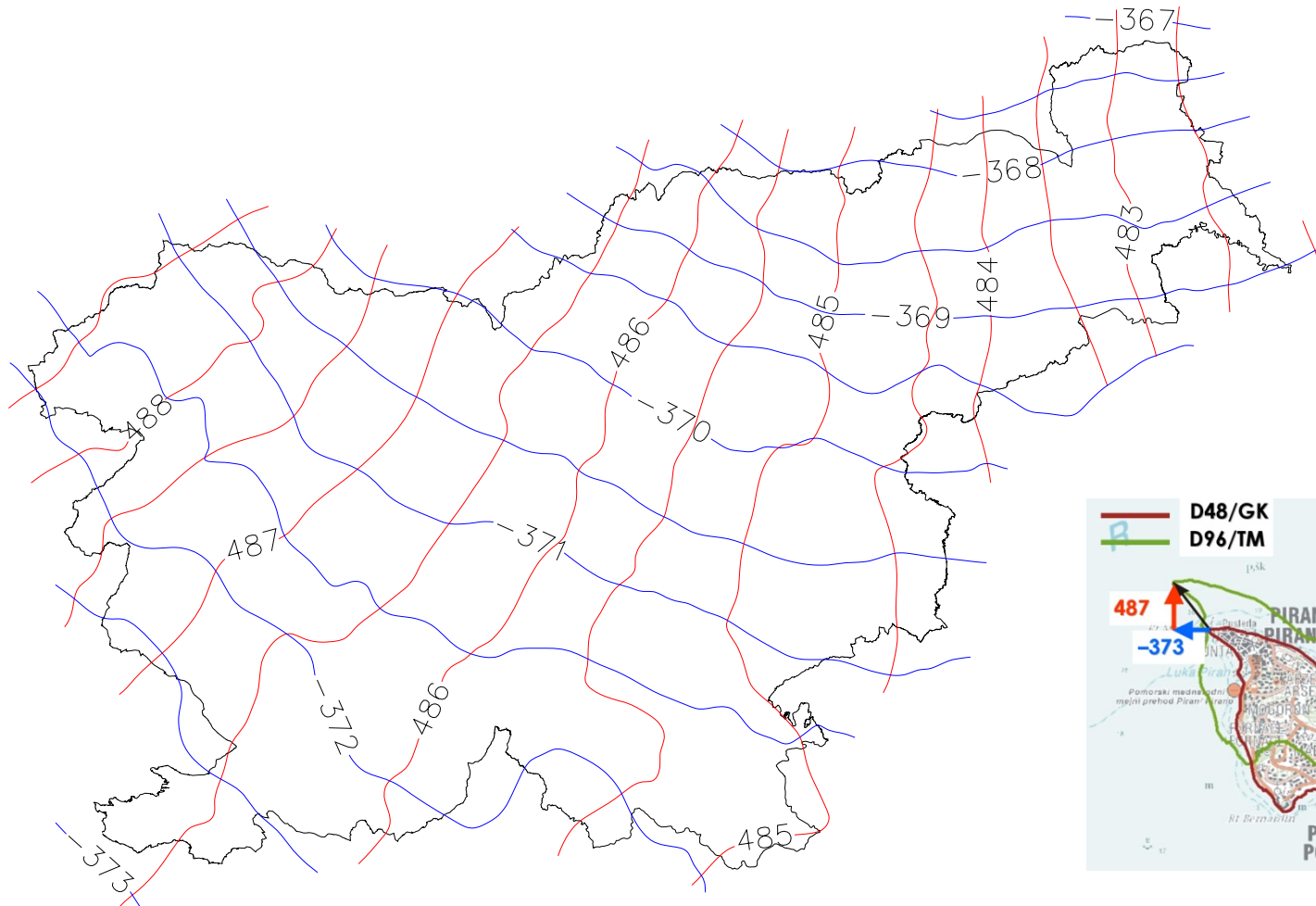
Relacija med D48/GK in D96/TM

- **Na voljo 2000 točk:**
 - v preteklosti kakovostno določene koordinate v D48/GK
 - z GNSS-izmerami določene koordinate v D96/TM
- **Točke so uporabljene za:**
 - oceno kakovosti obstoječega koordinatnega sistema
 - optimalnih transformacijski parametrov med sistemoma

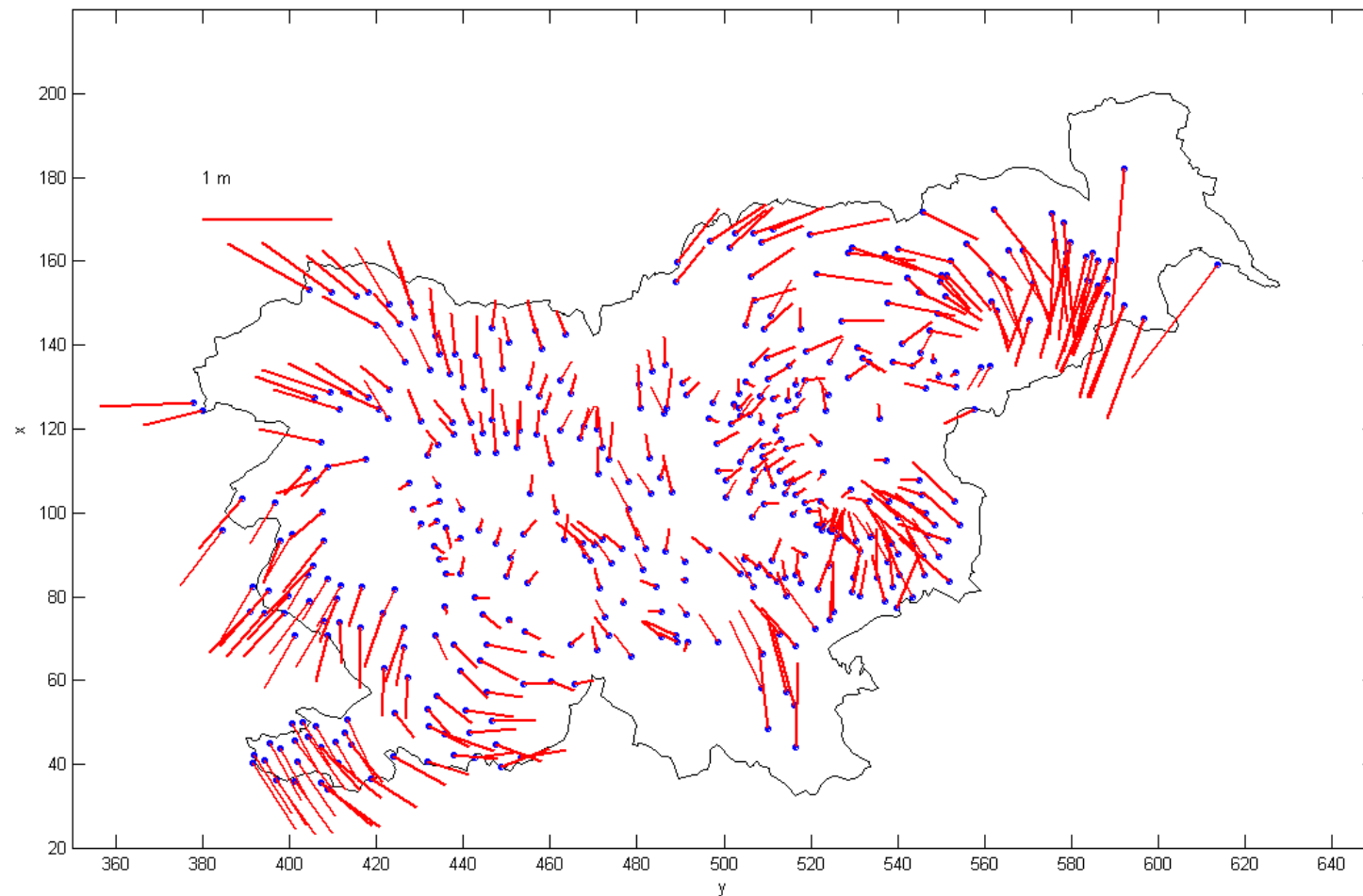
Ocena kakovosti obstoječega (starega) koordinatnega sistema

- Relacije starega in novega sistema:
 - $dn \cong + 485\text{m}$ ($482\text{m} < dn < 488\text{m}$)
 - $de \cong - 370\text{m}$ ($- 373\text{m} < de < - 367\text{m}$)
 - povprečen zasuk $\cong + 4.9''$
 - notranja geometrija sistema: $\Delta_p = ?$ ($> 20 \text{ m}$)
 - deformacije merila do 30mm/km
 - geodinamika ozemlja: $\Delta_{P(\text{RELATIVNI})} = ?$ ($\cong 5 - 10 \text{ mm/leto}$)
 - vpliv višinskega sistema na horizontalni sistem

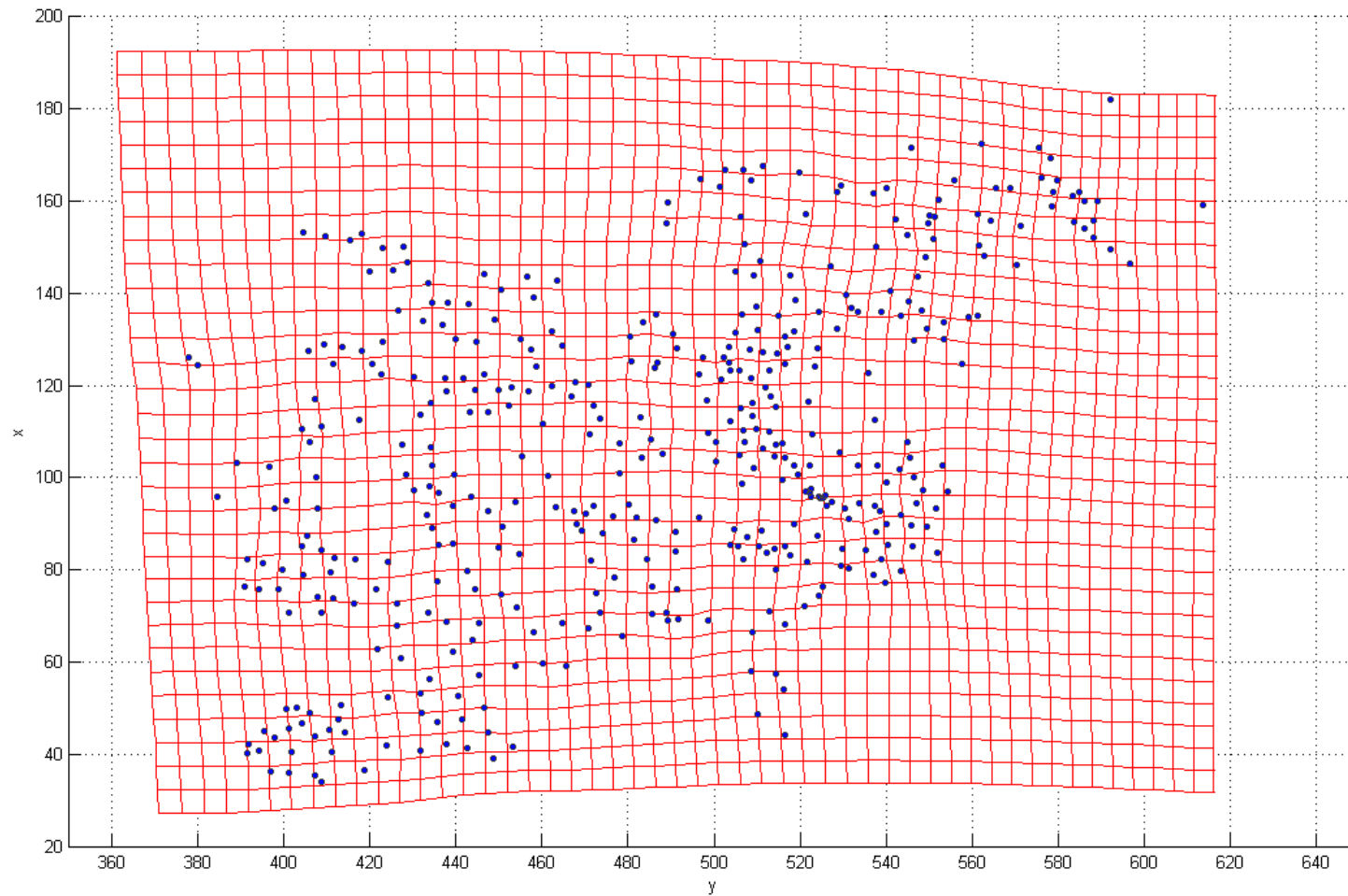
Relacija obstoječ ↔ nov horizontalni koordinatni sistem Slovenije



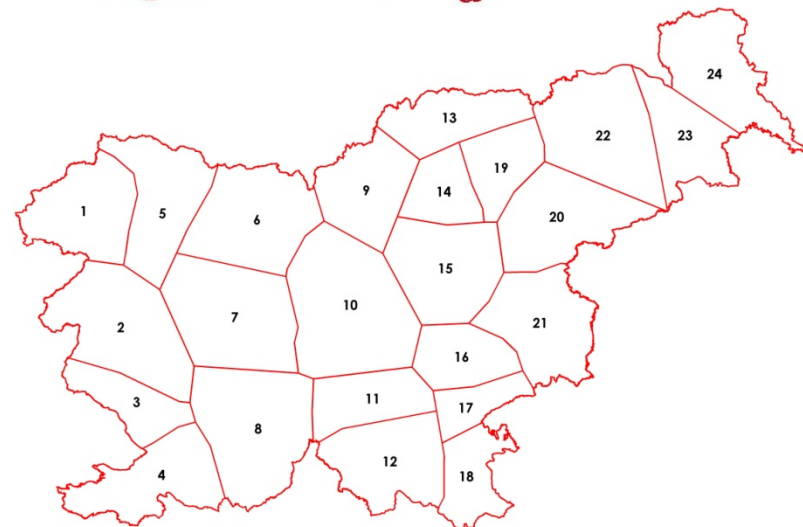
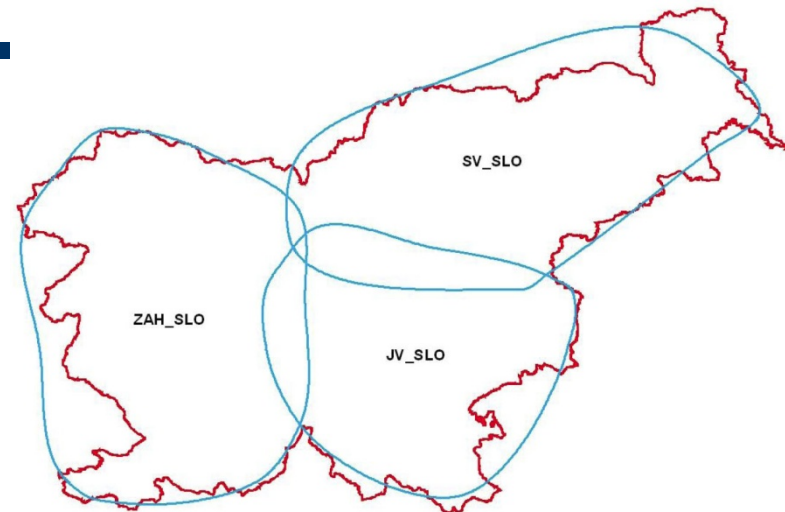
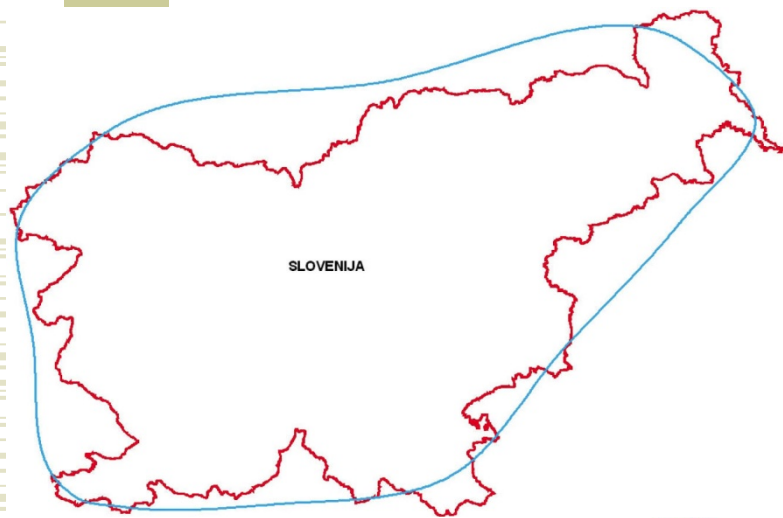
Relacija obstoječ ↔ nov horizontalni koordinatni sistem Slovenije



Relacija obstoječ \leftrightarrow nov horizontalni koordinatni sistem Slovenije



Optimalni državni in regionalni parametri medD48/GK in D96/TM



Optimalni državni in regionalni parametri med D48/GK in D96/TM

Dosegljiva natančnost:

- Državni parametri:

$$\delta_{\max} = 124 \text{ cm}$$

- Regionalni parametri – 3 regije:

$$35,7 \text{ cm} \leq \delta_{\max} \leq 50,4 \text{ cm}$$

- Regionalni parametri – 7 regij:

$$13,7 \text{ cm} \leq \delta_{\max} \leq 36,8 \text{ cm}$$

- Regionalni parametri – 24 regij:

$$10,3 \text{ cm} \leq \delta_{\max} \leq 25,8 \text{ cm}$$



Zaključek

- **Velik tehnološki napredek v zadnjih 30 letih**
- **Razvoj IT, GIS, digitalnih kartografskih baz ter tehnologij in storitev povezanih s položajem:**
 - GNSS
 - GSM
 - (mobilni) internet
 - LBS
- **Množična uporaba tehnologij (predvsem GNSS) za enostavno in kakovostno določanje položaja**
- **Vse pogostejše (geo)lociranje informacij**

Zaključek

- Današnji čas zahteva
 - Kakovosten državni koordinatni sistem
 - Določitev koordinat s cm točnostjo
 - Koordinatni sistem je postal potreba in zahteva celotne družbe
- Realizacija koordinatnega sistema je mogoča le z:

GEODETSKO IZMERO V KOORDINATNEM SISTEMU

(IN BLJIŽNICE NE OBSTAJAJO)

A decorative graphic in the top left corner consisting of a vertical stack of thin horizontal lines on the left, a solid olive-green vertical bar to its right, and two dark blue horizontal bars extending from the top bar. A second olive-green horizontal bar is positioned below the first, extending further to the right.

HVALA ZA POZORNOST