



Kontrola lokalne stabilnosti točk državne kombinirane geodetske mreže 0. reda

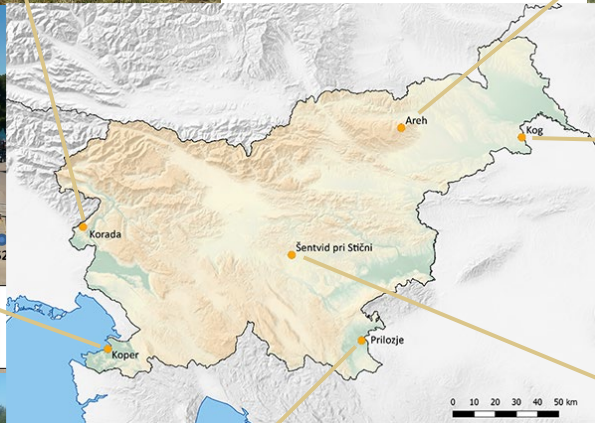
izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič, izr. prof. dr. Dušan Kogoj, doc. dr. Božo Koler, doc. dr.
Klemen Kregar, doc. dr. Aleš Marjetič, Žan Pleterski, mag. inž. geod. geoinf.,
doc. dr. Simona Savšek, doc. dr. Oskar Sterle, assist. dr. Gašper Štebe in
prof. dr. Bojan Stopar

Vsi: Oddelek za geodezijo, Fakulteta za gradbeništvo in
geodezijo Univerze v Ljubljani, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Državna kombinirana geodetska mreža 0. reda

- Geodetska mreža 0. reda je osnova realizacije državnega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji
- Točke GNSS v mreži predstavljajo realizacijo državnega horizontalnega sistema
- Povezava z državnima gravimetrično in nivelmansko mrežo predstavlja realizacijo državnega vertikalnega sistema
- Mreža je nadrejena državnemu omrežju GNSS-postaj SIGNAL in omogoča spremljanje geodinamičnega dogajanja v Sloveniji
- Namen naloge je kontrola lokalne stabilnosti točk te mreže





Stabilizacija točk

- Matična referenčna točka ob vznožju stebra: **xx00**
- Ena ali dve točki GNSS na betonskem, toplotno izoliranem stebru: **xxA1, xxA2**
- Referenčna točka v osi stebra: **xx01**
- Trije reperji za nivelmansko in gravimetrično izmero ob vznožju stebra: **xxR1, xxR2, xxR3**



Stabilizacija

- Tri ali štiri točke zavarovalne geodetske mreže: **xxZ1**, **xxZ2**, **xxZ3**, od stebra oddaljene nekaj 10 m
- Štiri pomožne točke, stojišča instrumenta, začasno stabilizirana s stativi



Terminske izmere

- 1. in 2. terminska izmera v okviru projekta – *Posodobitev prostorske podatkovne infrastukture*
- 3. terminska izmera: *SLOKIN – Geokinematski model ozemlja Slovenije*
- Izračun premikov – *Zeleni slovenski lokacijski okvir (SLO4D)*



	Areh	Kog	Korada	Prilozje	Stična	Koper
1. termin	24. 8. 2015	15. 4. 2015	27. 8. 2015	8. 5. 2015	26. 8. 2015	23. 6. 2015
2. termin	3. 8. 2016	21. 10. 2015	23. 6. 2016	11. 11. 2015	22. 6. 2016	18. 12. 2015
3. termin	2. 9. 2022	23. 8. 2022	18. 10. 2022	14. 10. 2022	31. 3 2023	

Meritve - oprema

- Horizontalna mreža
- Višinska mreža

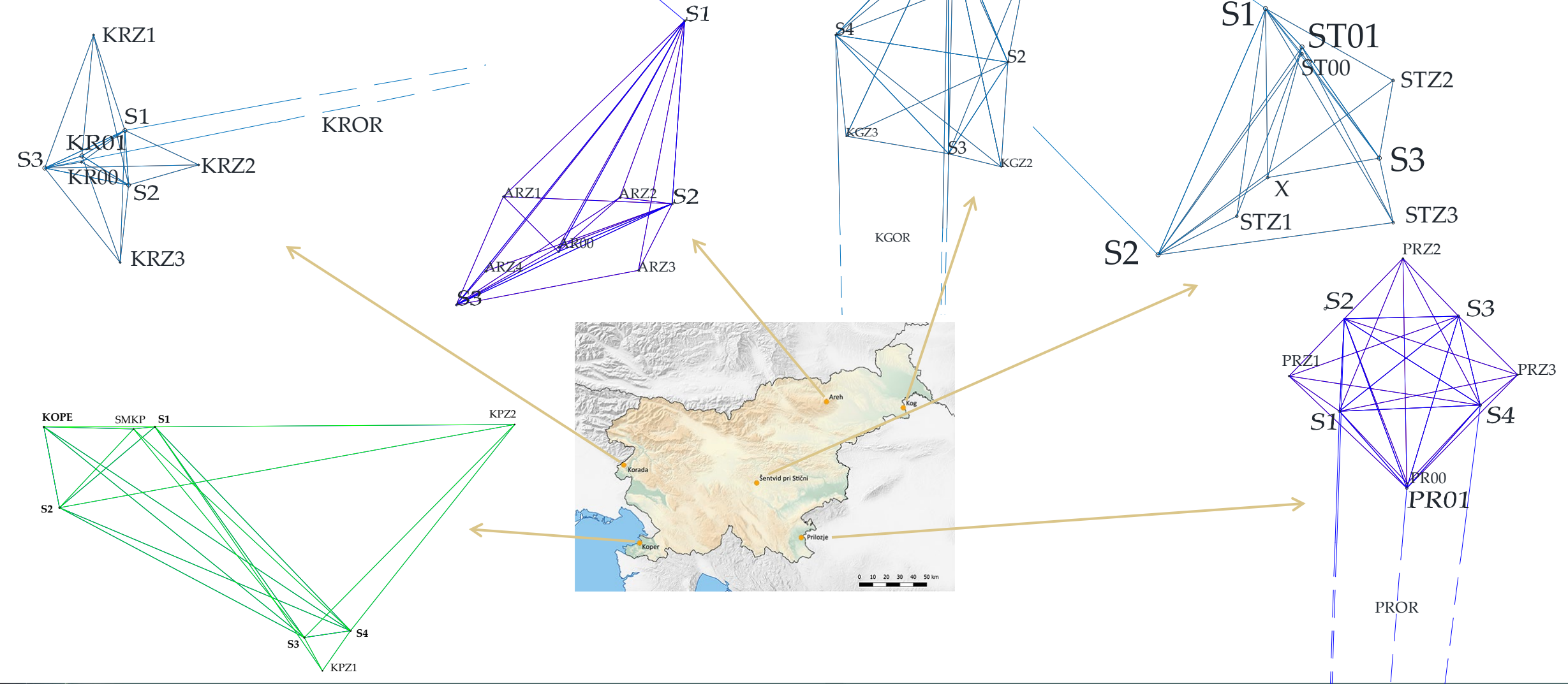


Meritve – oblika mreže

DRUŠTVO GEODETOV

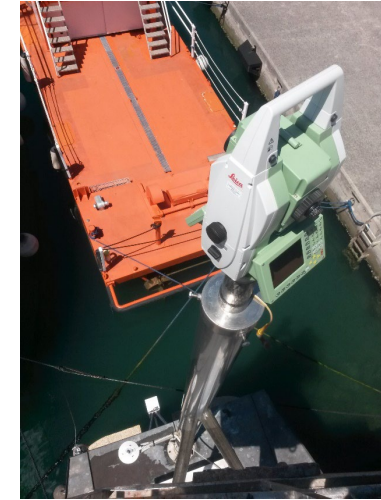


SEVEROVZHODNE SLOVENIJE



Meritve - izvedba

- Horizontalna mreža
 - Z vsakega stojišča proti vsem vidnim točkam
 - 10 girusov – 10 ponovitev v obeh krožnih legah
 - Merjenje temperature, tlaka, vlage
 - Merjenje višin točk
- Višinska mreža
 - Nivelman visoke natančnosti



Obdelava merskih podatkov

- Horizontalna izmera
 - Izračun sredin girusov
 - Horizontalne smeri
 - Zenitne razdalje
 - Poševne dolžine
 - Redukcija dolžin
 - Meteorološka
 - Geometrična
- Nivelmanska izmera
 - Konstante late
 - Temperatura
 - Izračun višinskih razlik



- Izravnava
 - Horizontalne mreže
 - Višinske mreže



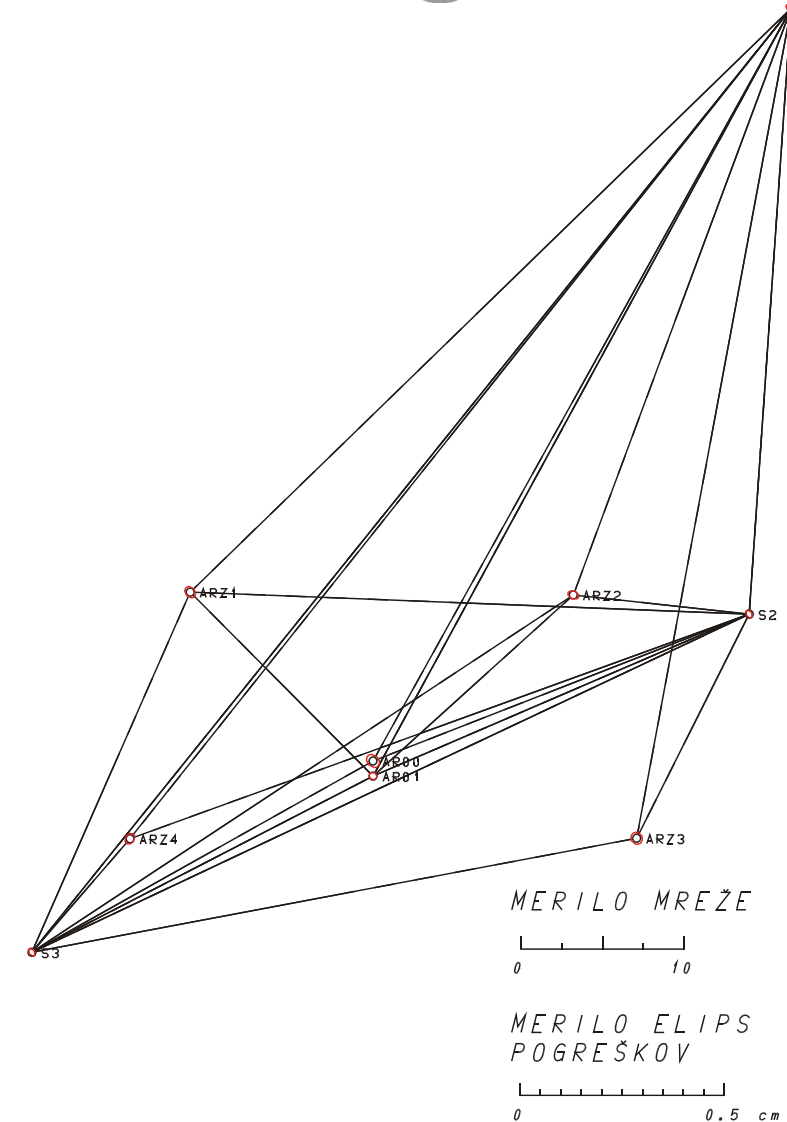
Izravnavava Areh

Horizontalna

- a) Prosta mreža
- b) AR00 dana
- c) S transformacija na
ARZ1, ARZ2 in ARZ4
- a) izračun premikov

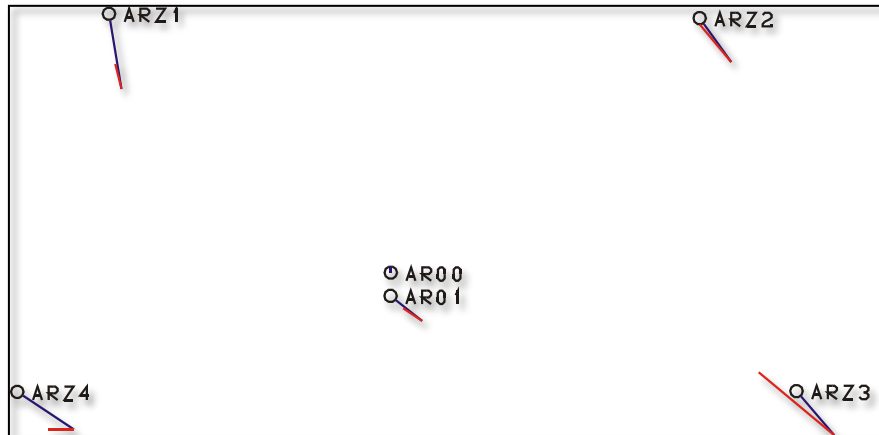
Višinska

- a) Prosta mreža
- b) AR00 dana
- c) izračun premikov

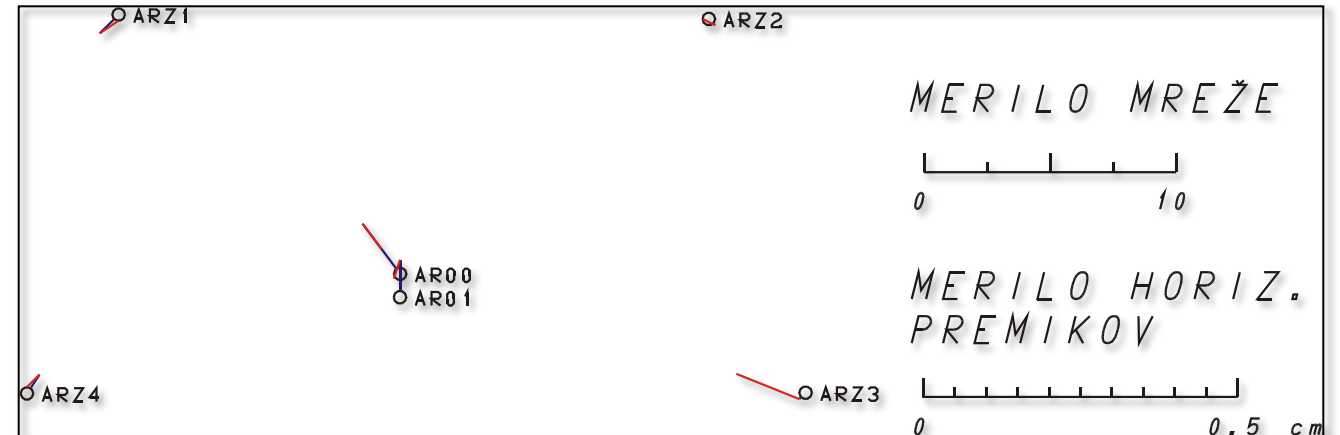


Premiki Areh

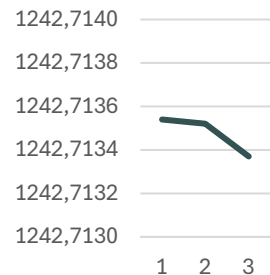
b) AR00 dana



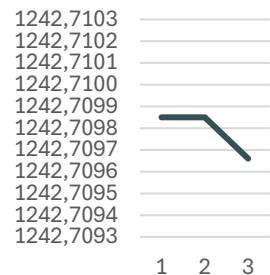
c) S transformacija na ARZ1, ARZ2 in ARZ4



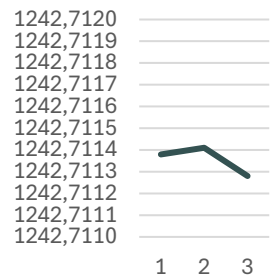
ARR1



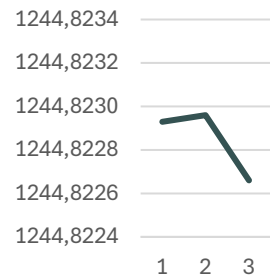
ARR2



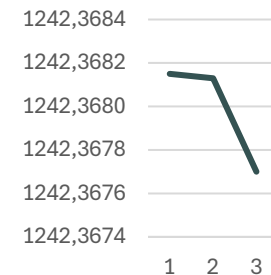
ARR3



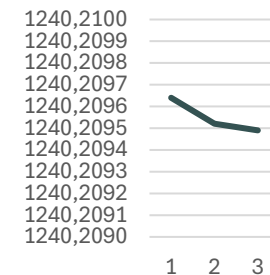
ARZ1



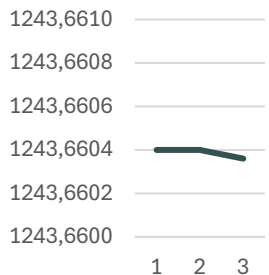
ARZ2



ARZ3



ARZ4



Izračun premikov: primer Areh – interpretacija

Izračun med datotekama (izmerama) 1 in 2.												Izračun med datotekama (izmerama) 1 in 2.							
Točka	dy	dx	ni_d	d	sigma_d	T	T_krit	alfa_dej	d>3*sigma_d	dT*Sdd-1*d	dT*Sdd-1*d>hi^2	Reper	dH	sigma_dH	T	T_krit	alfa_dej	dH>3*sigma_dH	T>T_krit
	(m)	(m)	(°)	(m)	(m)			%					(m)	(m)			%		
AR01	0.0000	0.0006	0.	0.0006	0.0001	4.5836	2.4171	0.00	*	21.4850	da	ARR1	-0.00002	0.00002	1.12169	1.95996	26.20		
AR00	-0.0006	0.0008	323.	0.0010	0.0002	5.6399	2.4140	0.00	*	32.2945	da	ARR2	0.00000	0.00002	0.00000	1.95996	100.00		
ARZ1	-0.0003	-0.0003	225.	0.0004	0.0001	4.7980	2.4272	0.00	*	23.0903	da	ARR3	0.00003	0.00002	1.61521	1.95996	10.63		
ARZ2	0.0001	-0.0001	135.	0.0001	0.0001	2.3772	2.2156	3.24		8.4086	da	ARZ1	0.00003	0.00003	1.05222	1.95996	29.27		
ARZ3	-0.0001	-0.0001	225.	0.0001	0.0002	0.8271	2.3777	69.58		0.7202		ARZ2	-0.00002	0.00003	0.71742	1.95996	47.31		
ARZ4	0.0002	0.0003	34.	0.0004	0.0001	3.9467	2.3887	0.03	*	15.5865	da	ARZ3	-0.00012	0.00003	4.18864	1.95996	0.00	*	da
												ARZ4	0.00000	0.00003	0.00000	1.95996	100.00		
Izračun med datotekama (izmerama) 1 in 3.												ARR01							
Točka	dy	dx	ni_d	d	sigma_d	T	T_krit	alfa_dej	d>3*sigma_d	dT*Sdd-1*d	dT*Sdd-1*d>hi^2	ARA1	dH	sigma_dH	T	T_krit	alfa_dej	dH>3*sigma_dH	T>T_krit
	(m)	(m)	(°)	(m)	(m)			%					(m)	(m)			%		
AR01	-0.0001	0.0003	342.	0.0003	0.0002	1.9169	2.4306	15.70		3.7060	da	ARA2	-0.00016	0.00004	4.18317	1.95996	0.00	*	da
AR00	-0.0003	0.0004	323.	0.0005	0.0002	2.0364	2.4216	12.18		4.1528	da	AGT400	0.06990	0.00004	*****	1.95996	0.00	*	da
ARZ1	0.0000	-0.0001	180.	0.0001	0.0001	0.7290	2.4205	76.24		0.5483		AGT401	0.00014	0.00004	3.91409	1.95996	0.01	*	da
ARZ2	-0.0001	0.0000	270.	0.0001	0.0001	0.7972	2.2067	66.76		0.7216		R24	0.00020	0.00004	5.40888	1.95996	0.00	*	da
ARZ3	-0.0011	0.0003	285.	0.0011	0.0002	5.5572	2.4169	0.00	*	30.9565	da		0.00002	0.00004	0.51657	1.95996	60.55		
ARZ4	0.0000	0.0001	0.	0.0001	0.0001	0.8072	2.3662	70.56		0.7323		Izračun med datotekama (izmerama) 1 in 3.							
												ARR1	-0.00017	0.00002	6.99004	1.95996	0.00	*	da
Izračun med datotekama (izmerama) 2 in 3.												ARR2							
Točka	dy	dx	ni_d	d	sigma_d	T	T_krit	alfa_dej	d>3*sigma_d	dT*Sdd-1*d	dT*Sdd-1*d>hi^2	ARR2 <td>dH</td> <td>sigma_dH</td> <td>T</td> <td>T_krit</td> <td>alfa_dej</td> <td>dH>3*sigma_dH</td> <td>T>T_krit</td>	dH	sigma_dH	T	T_krit	alfa_dej	dH>3*sigma_dH	T>T_krit
	(m)	(m)	(°)	(m)	(m)			%					(m)	(m)			%		
AR01	-0.0001	-0.0003	198.	0.0003	0.0001	2.4860	2.4342	4.40		6.1808	da	ARR3	-0.00019	0.00003	7.16033	1.95996	0.00	*	da
AR00	0.0003	-0.0004	143.	0.0005	0.0003	1.9630	2.4078	13.87		3.8548	da	ARZ1	-0.00010	0.00003	3.87150	1.95996	0.01	*	da
ARZ1	0.0003	0.0002	56.	0.0004	0.0001	3.0014	2.4232	1.02	*	9.0201	da	ARZ2	-0.00027	0.00003	8.43736	1.95996	0.00	*	da
ARZ2	-0.0002	0.0001	297.	0.0002	0.0001	2.1367	2.2012	5.94		7.4662	da	ARZ3	-0.00045	0.00004	12.17170	1.95996	0.00	*	da
ARZ3	-0.0010	0.0004	292.	0.0011	0.0002	5.3336	2.4179	0.00	*	28.4472	da	ARZ4	-0.00015	0.00003	4.39971	1.95996	0.00	*	da
ARZ4	-0.0002	-0.0002	225.	0.0003	0.0001	2.0939	2.3595	9.49		4.4265	da		-0.00004	0.00003	1.21525	1.95996	22.43		
												Izračun med datotekama (izmerama) 2 in 3.							
												ARR1	-0.00015	0.00002	6.85973	1.95996	0.00	*	da
												ARR2	-0.00019	0.00002	8.25138	1.95996	0.00	*	da
												ARR3	-0.00013	0.00002	5.82585	1.95996	0.00	*	da
												ARZ1	-0.00030	0.00003	10.48186	1.95996	0.00	*	da
												ARZ2	-0.00043	0.00003	12.47802	1.95996	0.00	*	da
												ARZ3	-0.00003	0.00003	0.96701	1.95996	33.35		
												ARZ4	-0.00004	0.00003	1.34545	1.95996	17.85		

Ugotovitvi po 2. ponovni izmeri:

horizontalno – sprememba koordinat stebra proti severozahodu in

Ugotovitvi po 2. ponovni izmeri:
 horizontalno – sprememba koordinat stebra proti severozahodu in
 vertikalno – spremembe višin stebra proti jugovzhodu
 sta si nasprotni.
 Ker sta spremembi koordinat majhni, težko rečemo, da je steber spremenil koordinate.



Izravnavava Kog

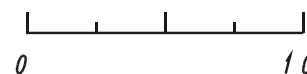
Horizontalna

- a) Prosta mreža
- b) KG00 dana
- c) KG00 dana + smer proti KGZ1
- d) KG00 dana + smer proti KGZ2
- e) KG00 dana + smer proti KGZ3
- f) S transformacija na KG00 in KGZ3
- g) Izračun premikov

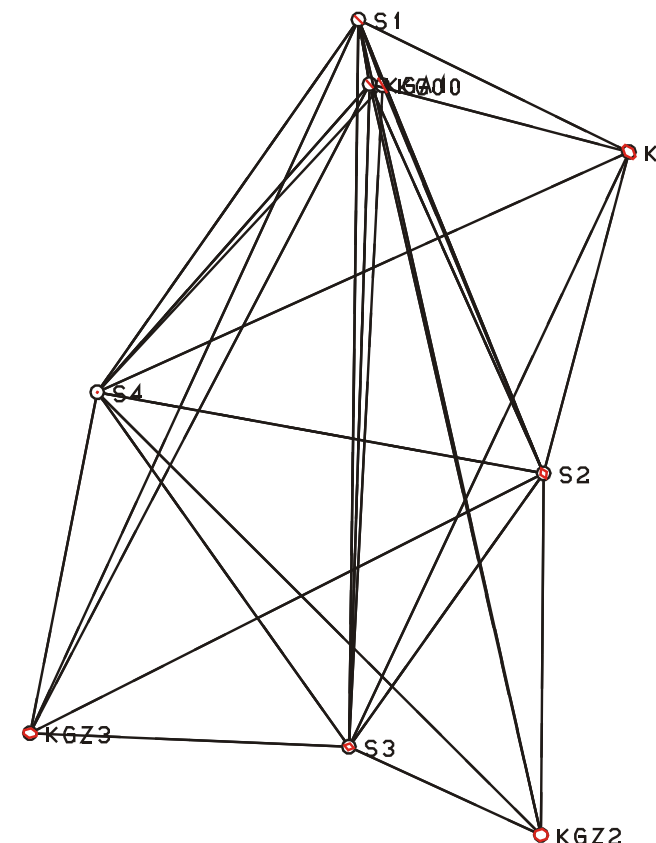
Višinska

- a) Prosta mreža
- b) KG00 dana
- c) Izračun premikov

MERILO MREŽE

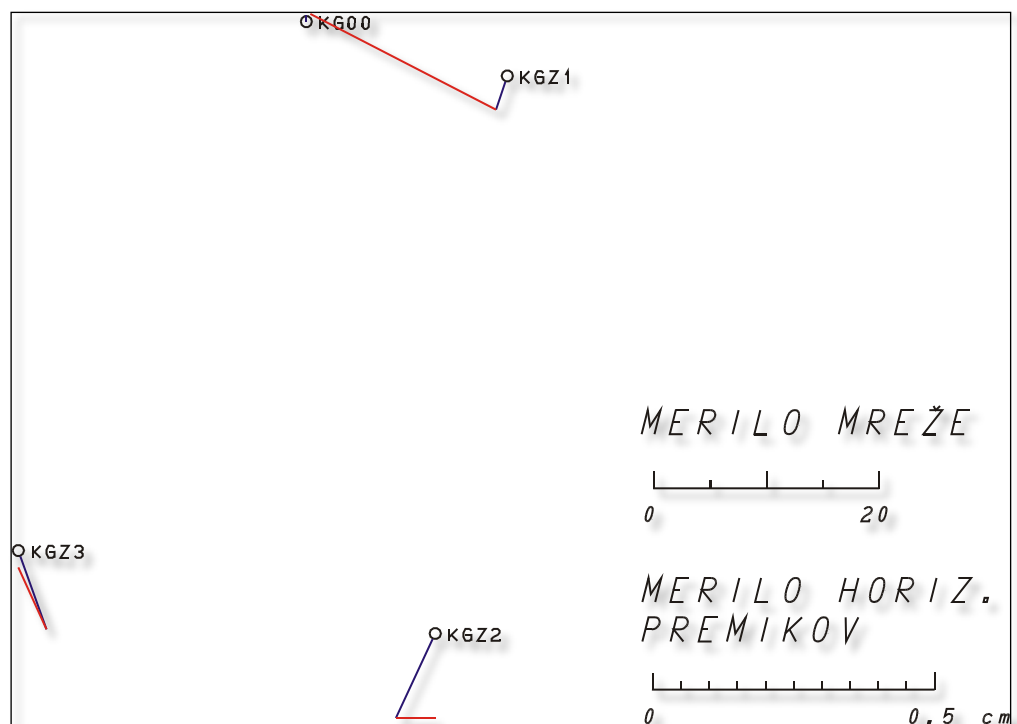


MERILO ELIPS
POGREŠKOV

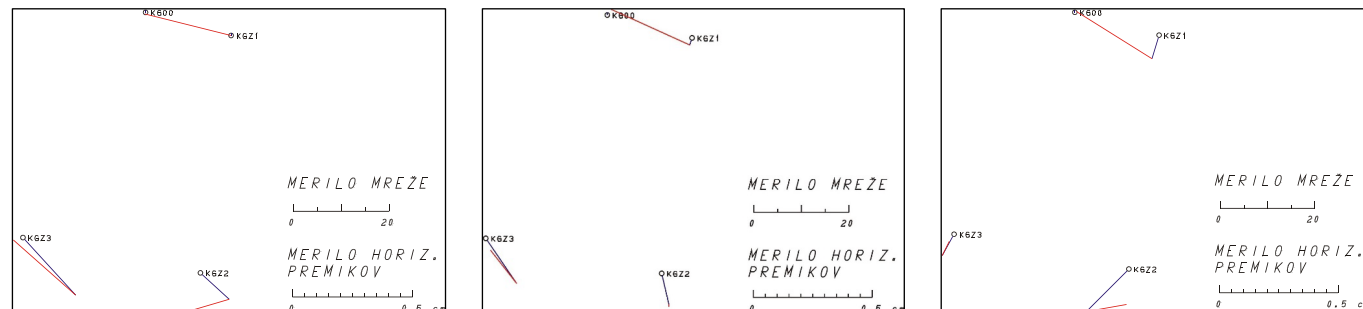


Premiki Kog

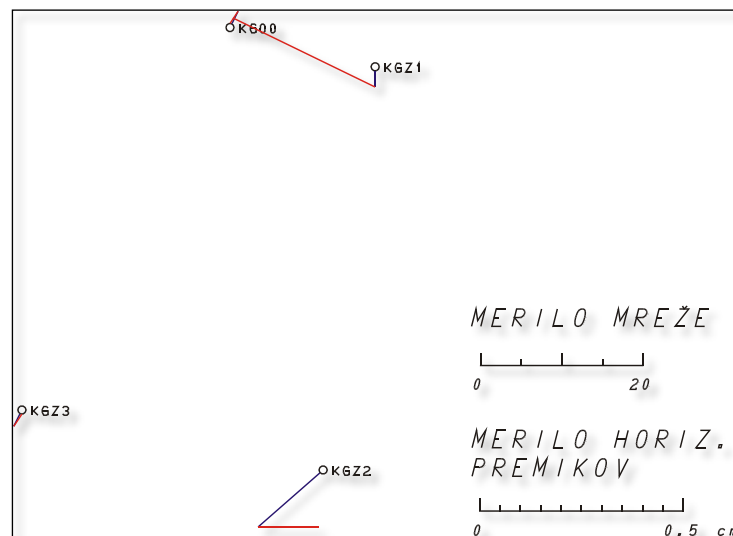
b) KG00 dana



c, d, e) KG00 dana + smer proti KGZ1, 2, 3

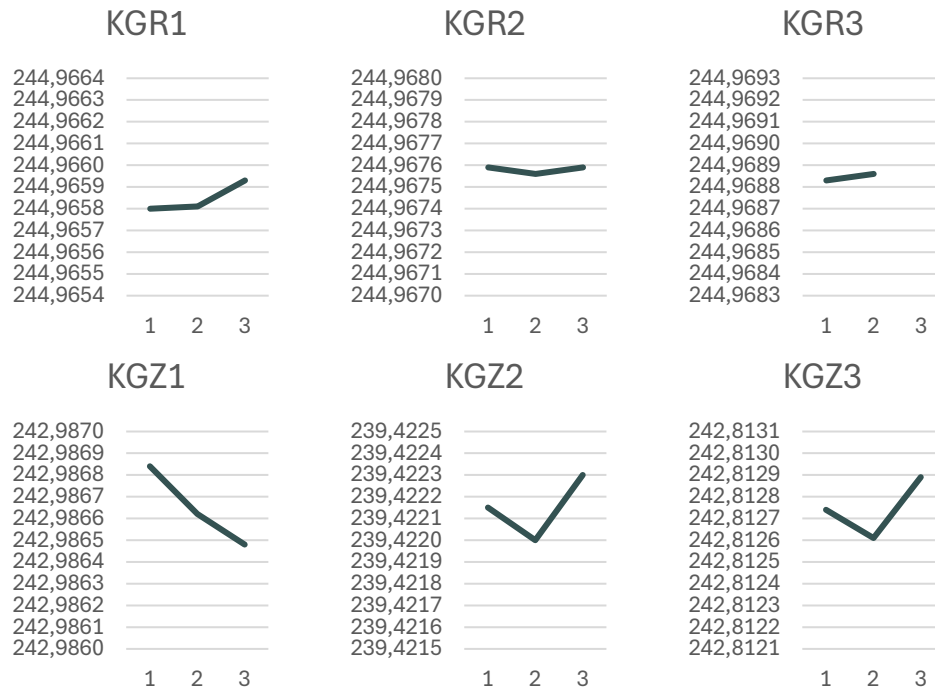


f) S transformacija na KG00 in KGZ3



Premiki Kog

b) KG00 dana



- Po 2. ponovni izmeri zavarovalne geodetske mikromreže Kog lahko zaključimo, da **steber točke 0. reda ni statistično značilno spremenil koordinat**. Enako lahko rečemo tudi za zavarovalno točko KGZ3. Vse pa kaže, da sta zavarovalni točki KGZ1 in KGZ2 malenkostno spremenili koordinate.
- Po 2. ponovni izmeri nivelmanske mikromreže Kog lahko zaključimo, da **steber točke 0. reda ni statistično značilno spremenil višine**.

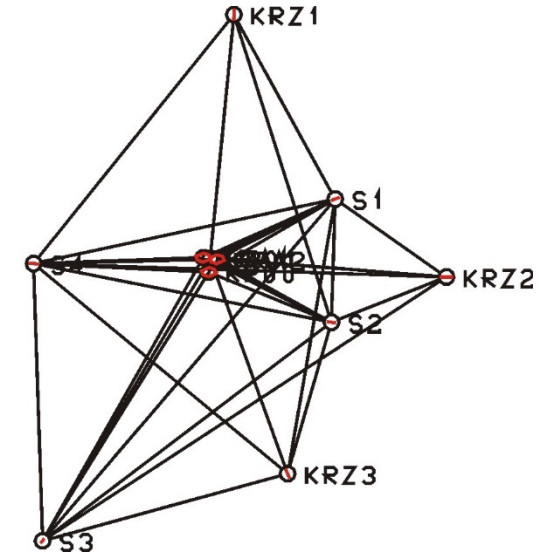
Izravnavava Korada

Horizontalna

- a) Prosta mreža
- b) KR00 dana
- c) S transformacija na KRZ1 in KRZ3
- d) Izračun premikov

Višinska

- a) Prosta mreža
- b) KG00 dana
- c) Izračun premikov



MERILO MREŽE

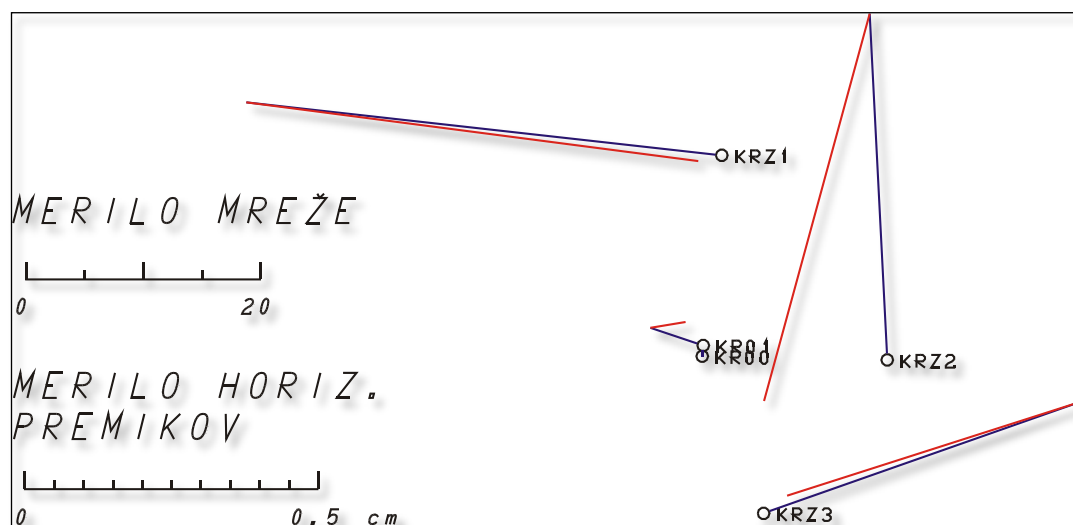


MERILO ELIPS
POGREŠKOV

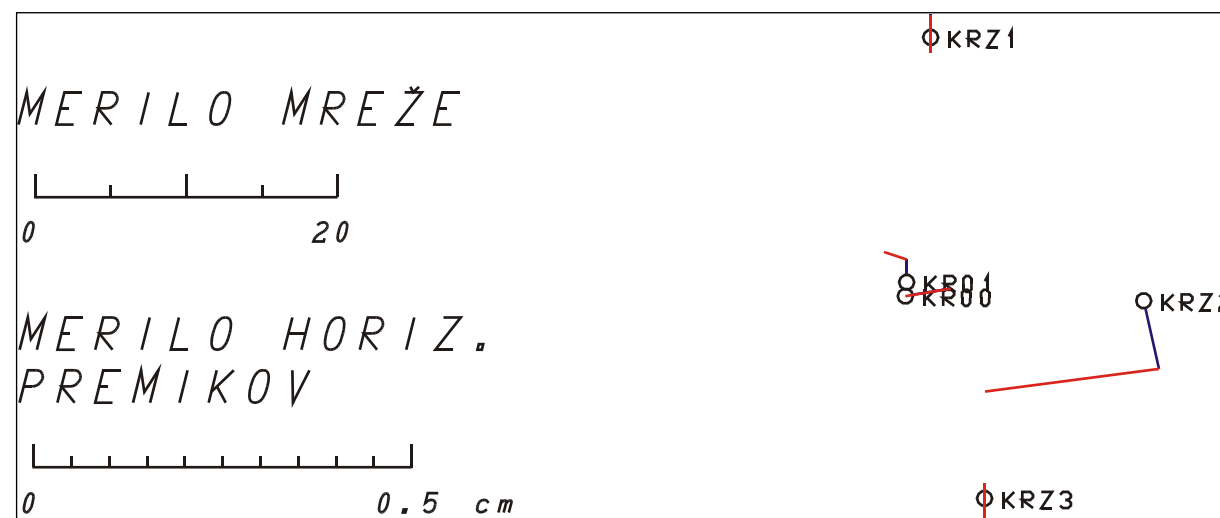


Premiki Korada

b) KR00 dana

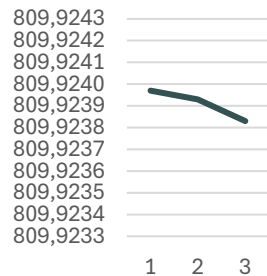


c) S transformacija na KRZ1 in KRZ3

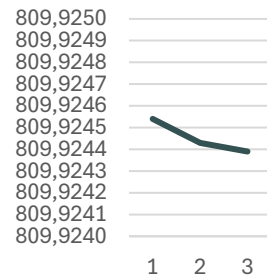


Premiki Korada

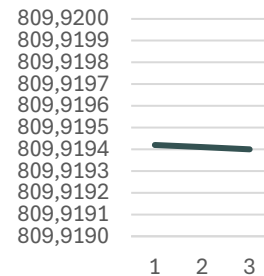
KRR1



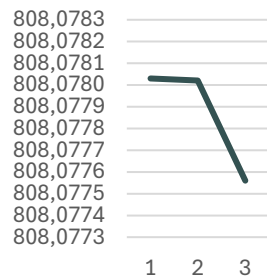
KRR2



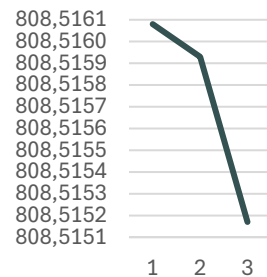
KRR3



KRZ1



KRZ2



KRZ3



- Po 2. ponovni izmeri zavarovalne geodetske mikromreže Korada lahko zaključimo, da steber točke 0. reda ni statistično značilno spremenil koordinat. Enako lahko rečemo tudi za zavarovalni točki KRZ1 in KRZ3, **zavarovalna točka KRZ2 pa je rahlo spremenila koordinate (kumulativna sprememba znaša 2.4 mm).**
- Po 2. ponovni izmeri nivelmanske mikromreže Korada lahko zaključimo, da se je steber točke 0. reda **zelo malo nagnil proti reperju KRR1 oziroma KRR2** (proti KRR1 je razlika kumulativne spremembe višin reperjev **0.12 mm**, proti KRR2 pa je razlika kumulativne spremembe višin reperjev **0.13 mm**).

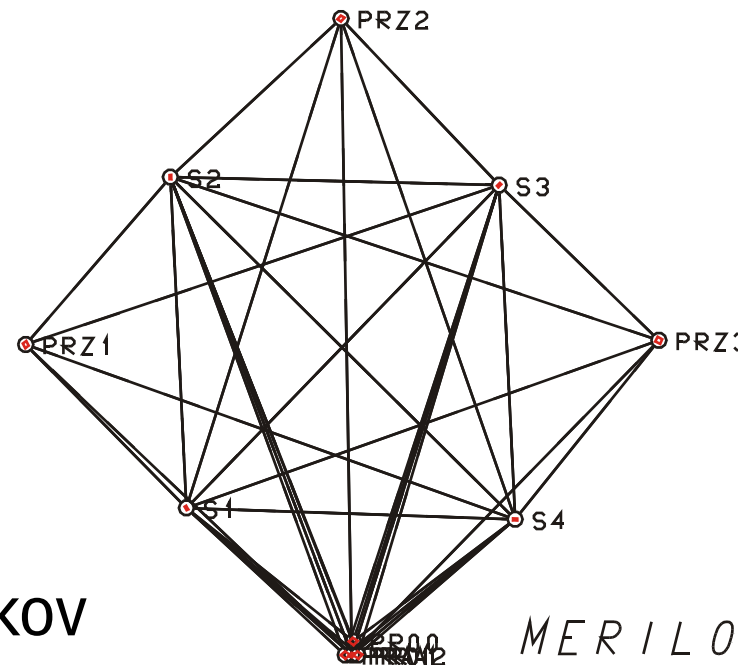
Izravnavava Prilozje

Horizontalna

- a) Prosta mreža
- b) PR00 dana
- c) PR00 dana + smer proti PRZ1
- d) PR00 dana + smer proti PRZ2
- e) PR00 dana + smer proti PRZ3
- f) S transformacija na PRZ1, PRZ2 in PRZ3
- g) Izračun premikov

Višinska

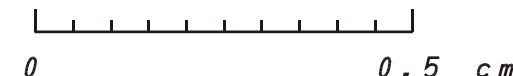
- a) Prosta mreža
- b) PR00 dana
- c) Izračun premikov



MERILO MREŽE

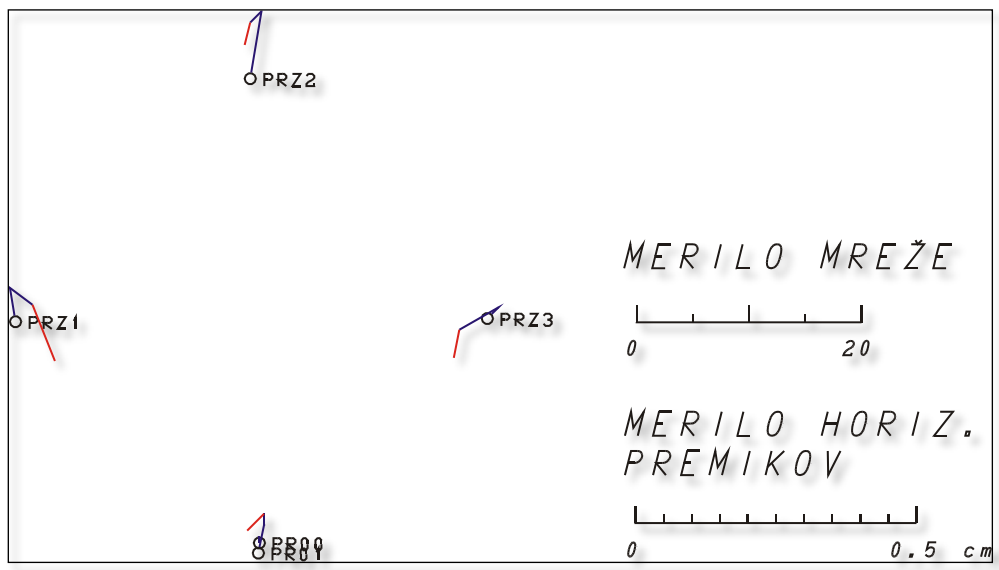


MERILO ELIPS
POGREŠKOV

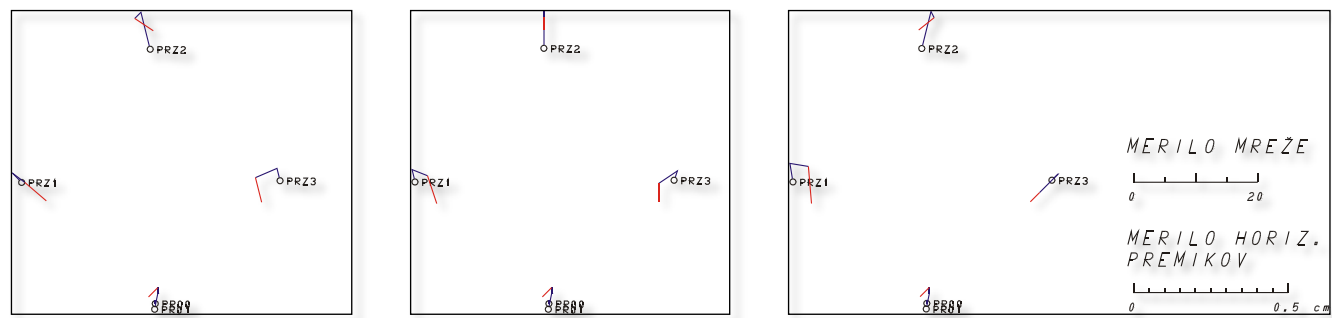


Premiki Prilozje

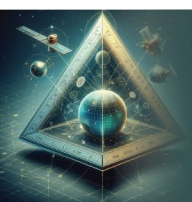
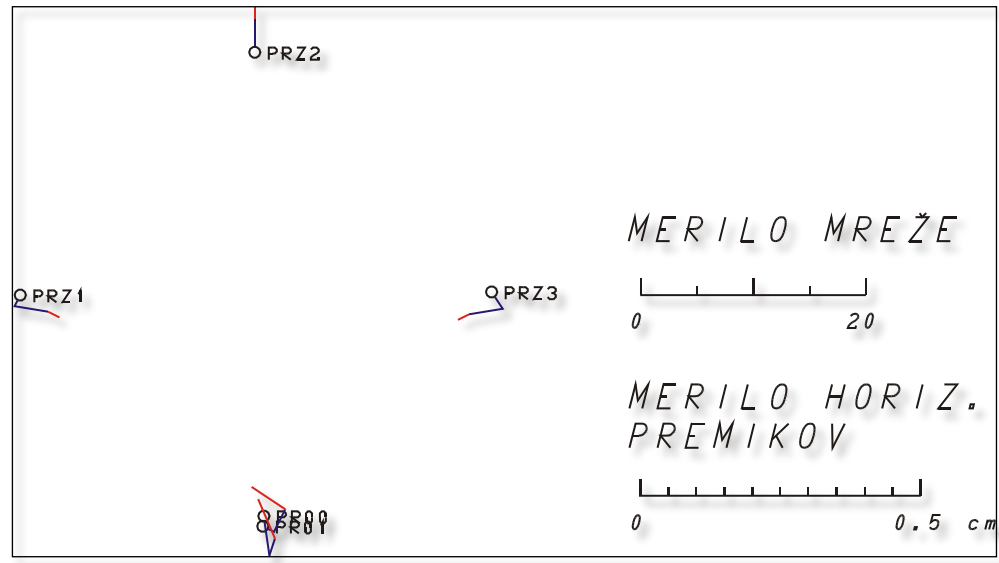
b) PR00 dana



c, d, e) PR00 dana + smer proti PRZ1, 2, 3



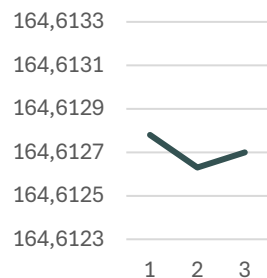
f) S transformacija na PRZ1, PRZ2, PRZ3



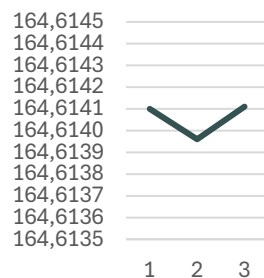
Premiki Prilozje

b) KG00 dana

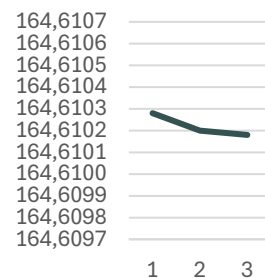
PRR1



PRR2



PRR3



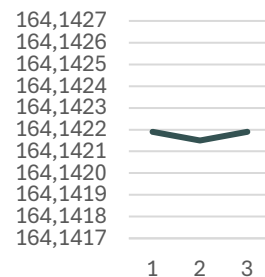
PRZ1



PRZ2



PRZ3



- Po 2. ponovni zavarovalne geodetske mikromreže Prilozje lahko zaključimo, da **steber točke 0. reda ni statistično značilno spremenil koordinat. Enako lahko rečemo tudi za zavarovalne točke.**
- Po 2. ponovni izmeri nivelmanske mikromreže Prilozje lahko zaključimo, da **steber točke 0. reda ni statistično značilno spremenil višine.**



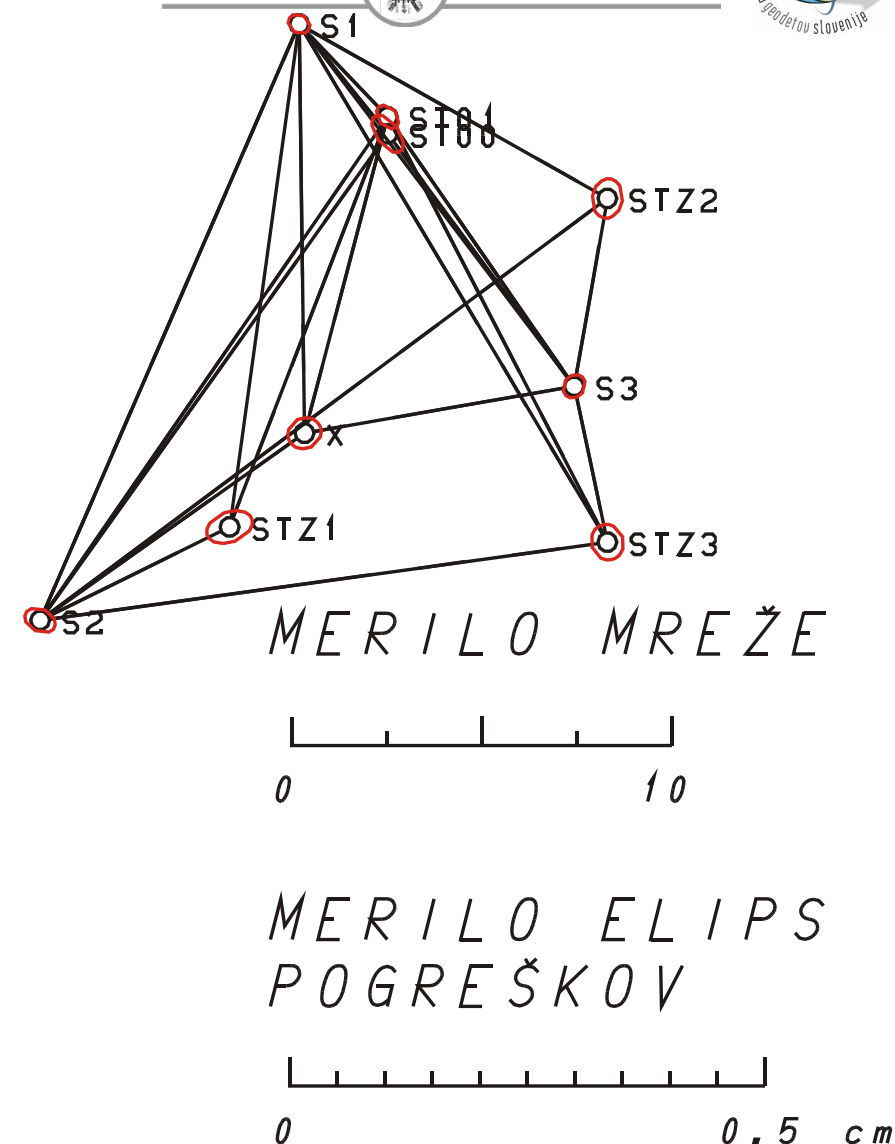
Izravnavava Šentvid pri Stični

Horizontalna

- a) Prosta mreža
- b) ST00 dana
- c) S transformacija na STZ1 in STZ3
- d) Izračun premikov

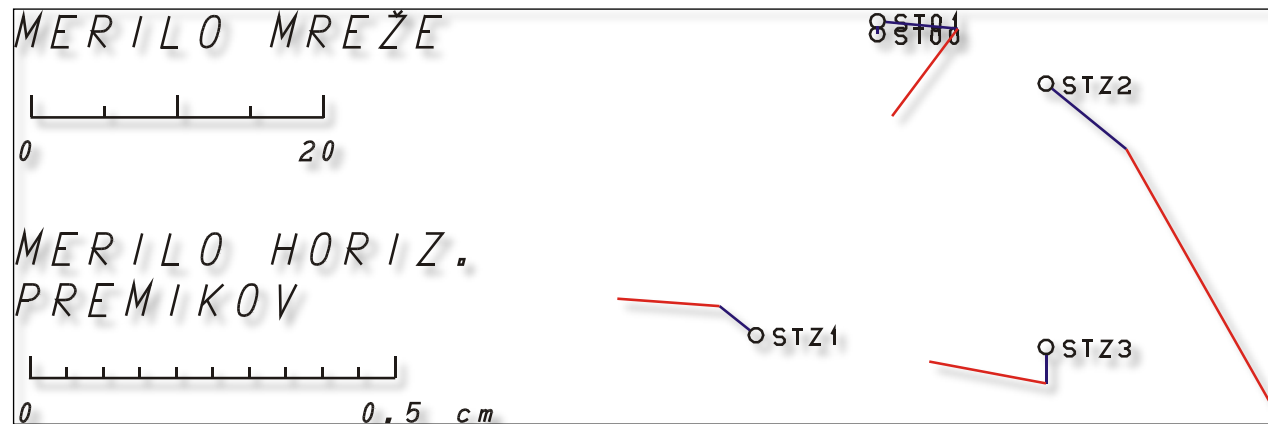
Višinska

- a) Prosta mreža
- b) ST00 dana
- c) Izračun premikov

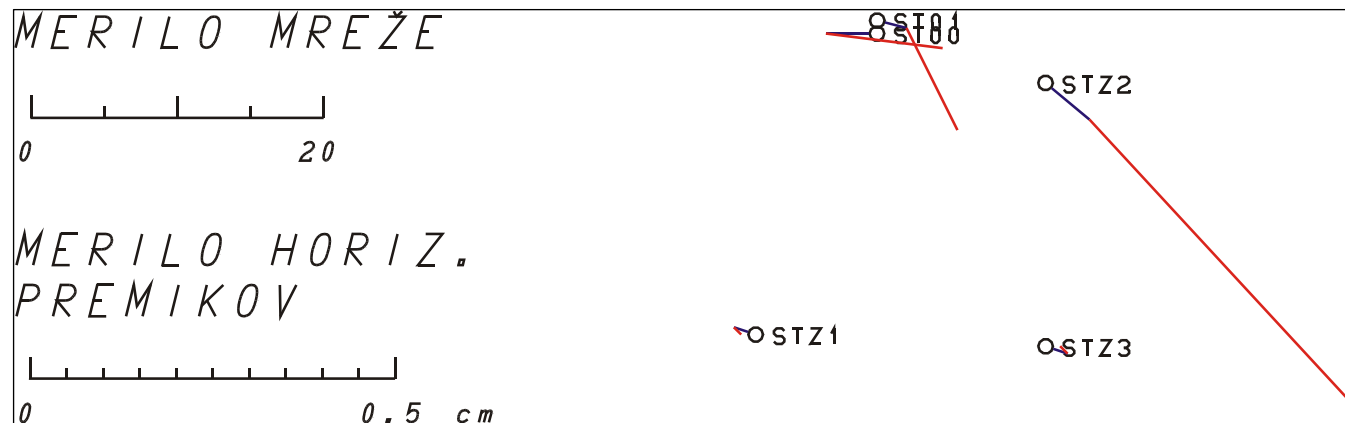


Premiki Šentvid pri Stični

b) PR00 dana



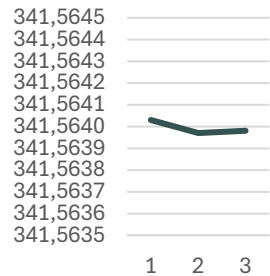
c) S transformacija na STZ1 in STZ3



Premiki Šentvid pri Stični

b) KG00 dana

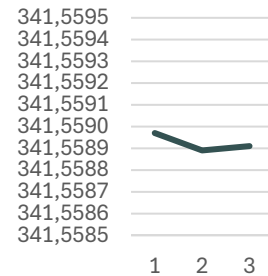
STR1



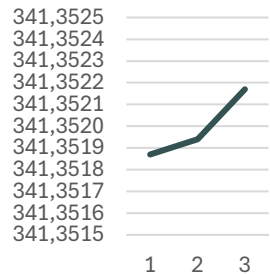
STR2



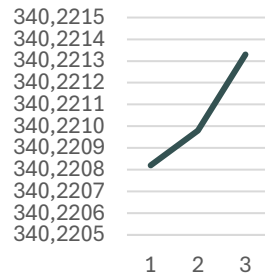
STR3



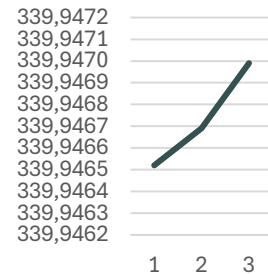
STZ1



STZ2



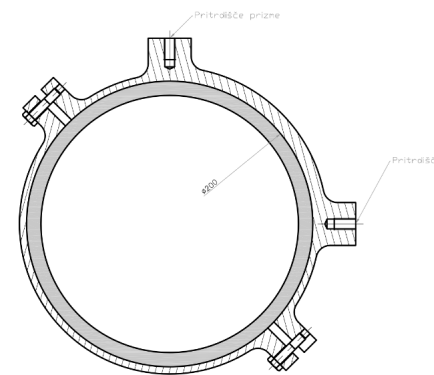
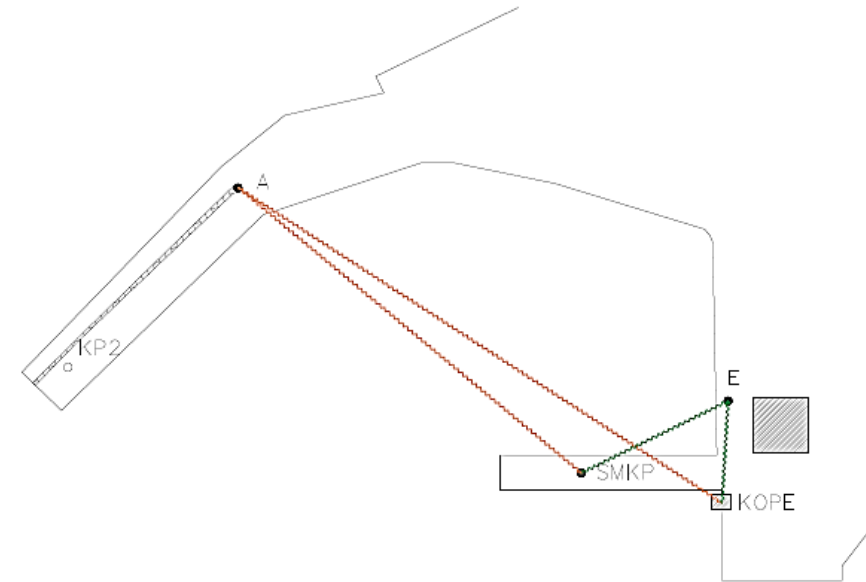
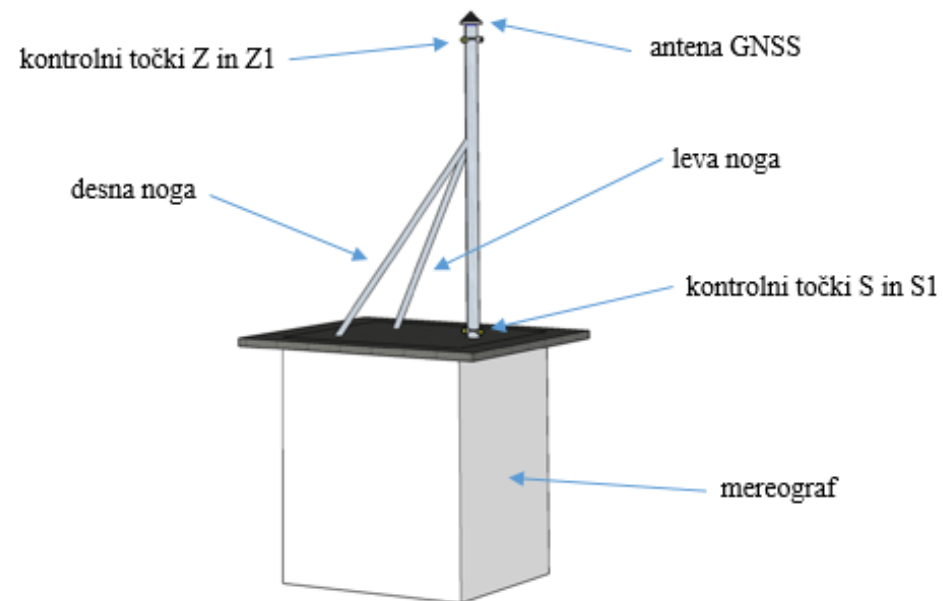
STZ3



- Po 2. ponovni zavarovalne geodetske mikromreže Šentvid pri Stični lahko zaključimo, da je steber točke 0. reda malenkostno spremenil koordinate proti jugovzhodu. Točka na vrhu betonskega stebra **ST01** kaže na kumulativno spremembo koordinat **1.9 mm**, točka ob vznožju stebra na skupnem temelju **ST00** pa kaže na kumulativno spremembo koordinat **0.9 mm**. Največ je spremenila koordinate zavarovalna točka **STZ2** (kumulativna sprememba koordinat znaša **6.2 mm**).
- Po 2. ponovni izmeri nivelmanske mikromreže Šentvid pri Stični lahko zaključimo, da se je steber točke 0. reda malenkostno nagnil proti jugu. **Vse tri zavarovalne točke STZ1, STZ2 in STZ3, stabilizirane z imbus vijakom, so glede na ST00, spremenile višine (približno 0.5 mm).**

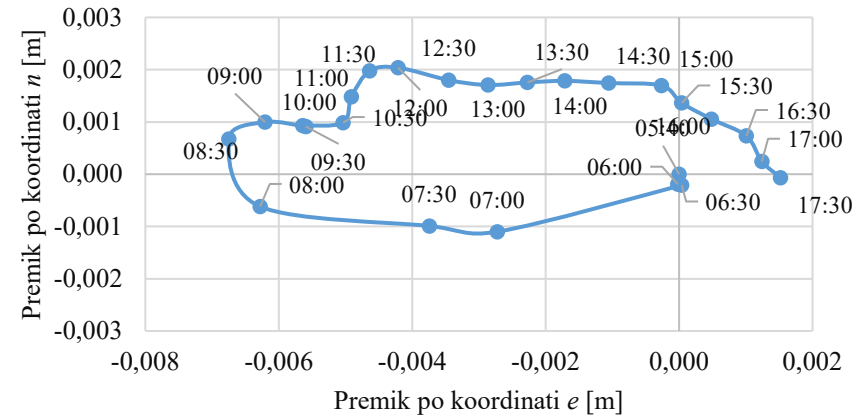
Točka Koper

- V diplomski nalogi Brezovar, 2022 smo preverjali kakovost stabilizacije točke 0. reda Koper

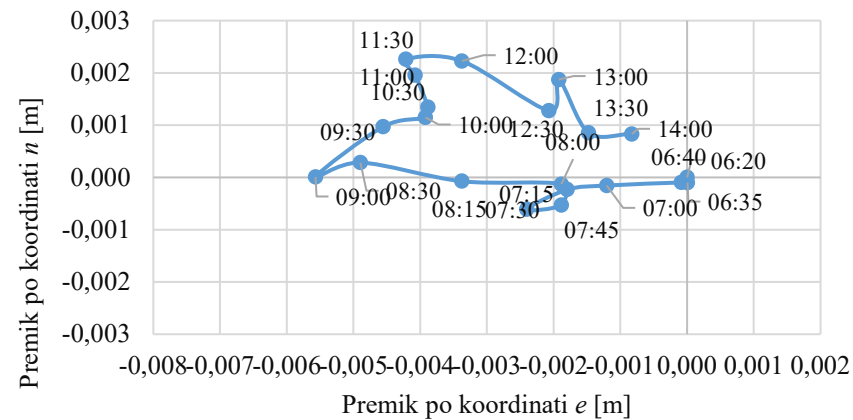


Premiki Koper

TS30 - Z1



MS50 - Z1



Zaključek

- Kontrolirali smo lokalno stabilnost točk mreže 0. reda.
- Uporabljali smo metode in opremo, ki zagotavljajo najvišjo dosegljivo natančnost.
- Horizontalni položaji in višine točk so določene z natančnostjo višjo od 0,5 mm
- Razen Kopra so točke stabilne, spremembe koordinat so majhne.
- Zaradi visoke natančnosti se pri statističnem testiranju tudi majhne spremembe izkažejo za značilne.

