



52. GEODETSKI DAN

Geodezija → Lokacija → Informacija

8. in 9. oktober 2024
Maribor

DRUŠTVO GEODETOV



SEVEROVZHODNE SLOVENIJE



Transformacijski model med višinskima sistemoma SVS2000 in SVS2010

Božo Koler*, Tomaž Ambrožič*, Dušan Kogoj*, Klemen Kregar*,
Aleš Marjetič*, Gašper Štebe*, Jernej Tekavec*, Simona Savšek*,
Tilen Urbančič**, Klemen Medved***

* Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

** Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo in Geotočka d.o.o.

*** Geodetska uprava Republike Slovenije

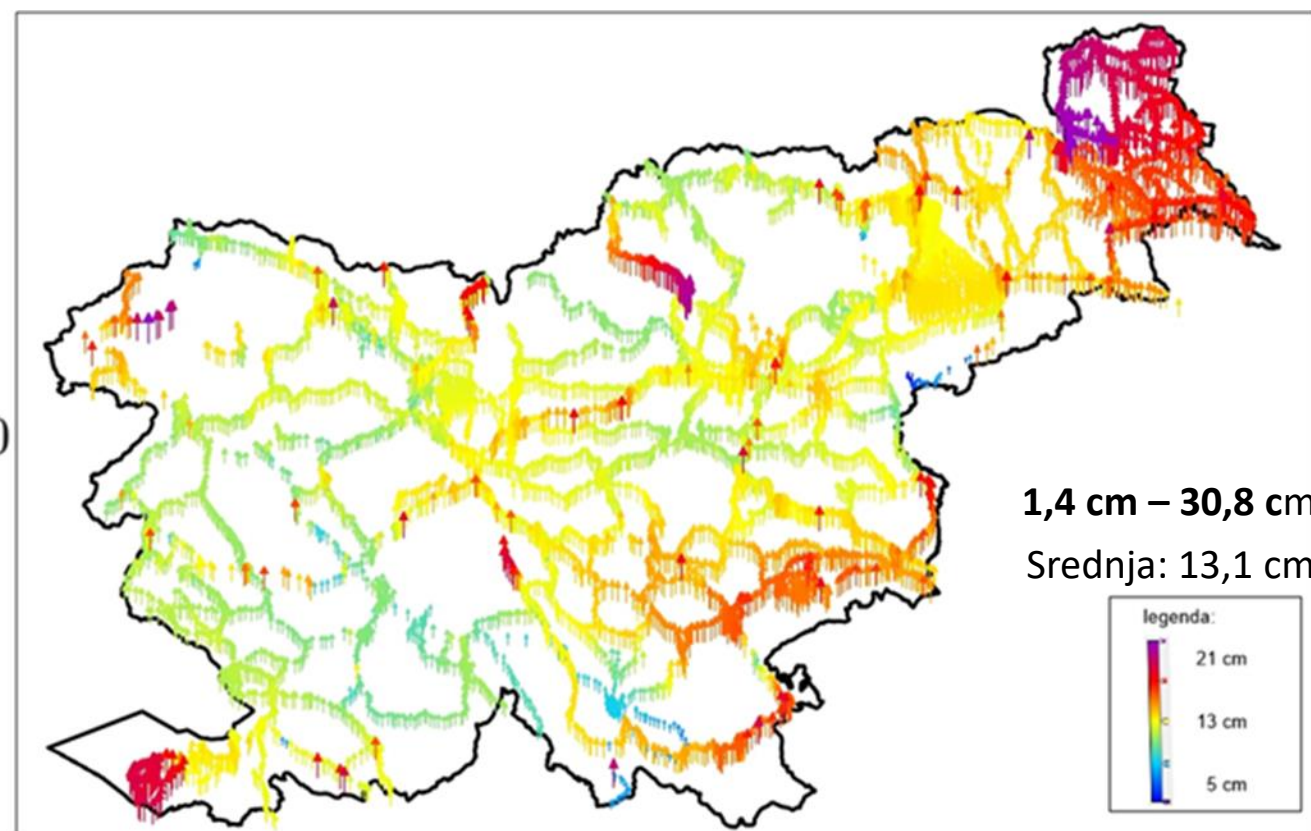
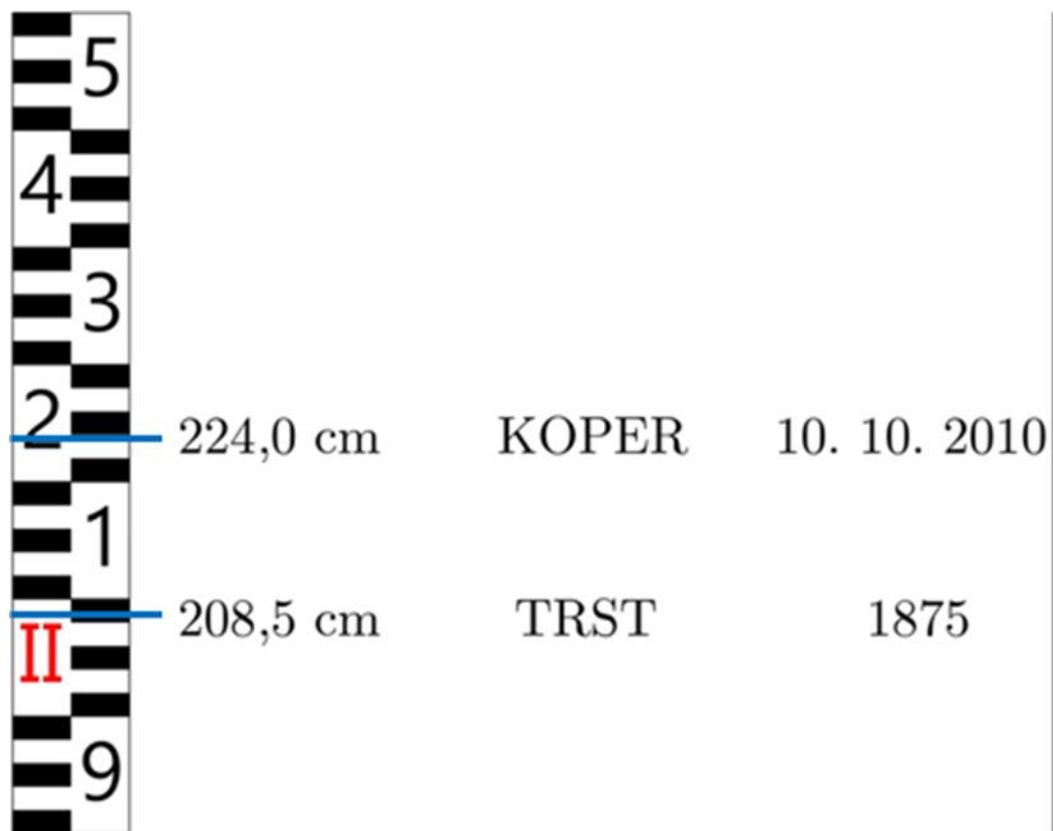


Vsebina predstavitve

- Razlogi za transformacijo višin
- Državni višinski transformacijski model
- Podatkovne zbirke GURS
- Izbira reperjev za izdelavo višinske transformacijske ploskve
- Izdelava višinske transformacijske ploskve in analiza kakovosti višinske transformacijske ploskve
- Program za transformacijo višin
- Analiza kakovosti transformiranja višin



Razlogi za transformacijo višin



Razlogi za transformacijo višin

- GURS in številni drugi upravljalci ter državni organi → različne zbirke prostorskih podatkov → georeferencirane podatke vključno z višino (SVS2000/Trst)
- dopolnjevanje podatkov → SVS2010/Koper → razlike v višinah,
- 1. 10. 2022 – 31. 3. 2024 → CRP V2-2294: Razvoj državnega višinskega transformacijskega modela med SVS2000/Trst in SVS2010/Koper (ARIS, GURS)
- poenotenje višinske transformacije podatkovnih nizov

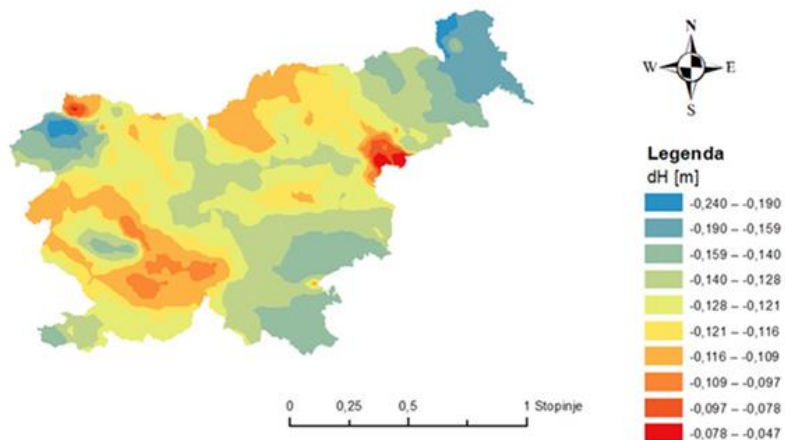


Državni višinski transformacijski model

SLO-VTP2024

ViTra

$\sigma_{\text{SLO-VTP2024}}$



ViTra - transformacija višin, različica 1.0

Transformacija višin:

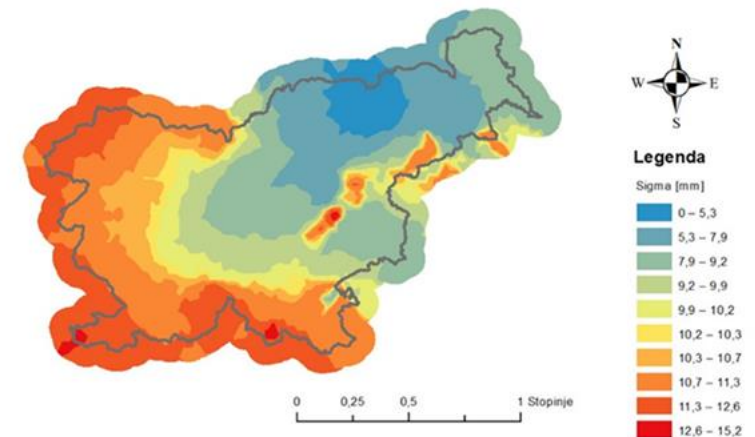
- ☒ iz SVS2000/Trst v SVS2010/Koper (v novi sistem)
- ☐ iz SVS2010/Koper v SVS2000/Trst (v stari sistem)

Zaokrožitev višin:

- ☒ na 2 decimalki (centimeter)
- ☐ na 3 decimalke (milimeter)

Vhodna datoteka < -- izberi vhodno datoteko

Transformacija Izhod



Podatkovne zbirke GURS

DRUŠTVO GEODETOV



SEVEROVZHODNE SLOVENIJE

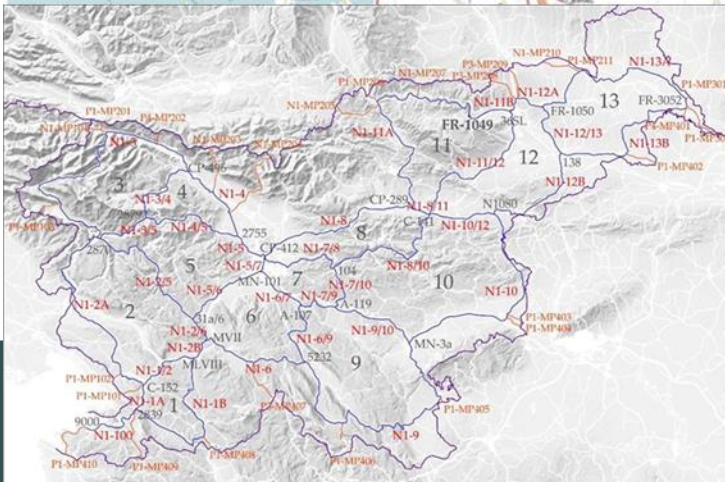


Podatkovna zbirka	Zapis/kakovost višin	Podatkovna zbirka	Zapis/kakovost višin	Podatkovna zbirka	Zapis/kakovost višin
Zemljiški kataster	Koordinate zemljiško-katastrskih točk so zaokrožene na cm . Višina ni obvezen podatek.	Državni koordinatni sistem	Nivelirane višine so zaokrožene na mm, ostale na cm .	Državna topografska karta 1 : 50.000	Ekvidistanca (E) plastnic je 20 m.
Kataster stavb	Višine stavbe so zapisane v metrih na eno decimalno .	Digitalni model višin	Višine v modelu so zaokrožene na cm .	Državna pregledna karta 1 : 250.000	Ekvidistanca (E) plastnic je 100 m.
Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture	Določeni so razredi natančnosti: $\sigma_H \leq 0,1 \text{ m}$ $0,1 \text{ m} < \sigma_H < 0,5 \text{ m}$ $0,5 \text{ m} < \sigma_H \leq 1,0 \text{ m}$	Zbirka topografskih podatkov (DTM)	Točnost pridobljenih višin je $\pm 1 \text{ m}$ (RMSE).	Druge državne pregledne karte	/
Evidenca državne meje	Višina se vodi na cm oz. m natančno.				



52. Geodetski dan | 8. in 9. oktober 2024, Maribor

$$\sigma_{\Delta H_{SLO-VTP2024}} = \sqrt{\sigma_{H_{2010}}^2 + \sigma_{H_{2000}}^2}$$



Nivelmanska mreža 1. reda	$\hat{\sigma}_0$ [mm/km]	σ_H [mm]
Stara (SVS2000/Trst)	0,86	0,12 – 11,46
Nova (SVS2010/Koper)	0,50	0,06 – 6,08

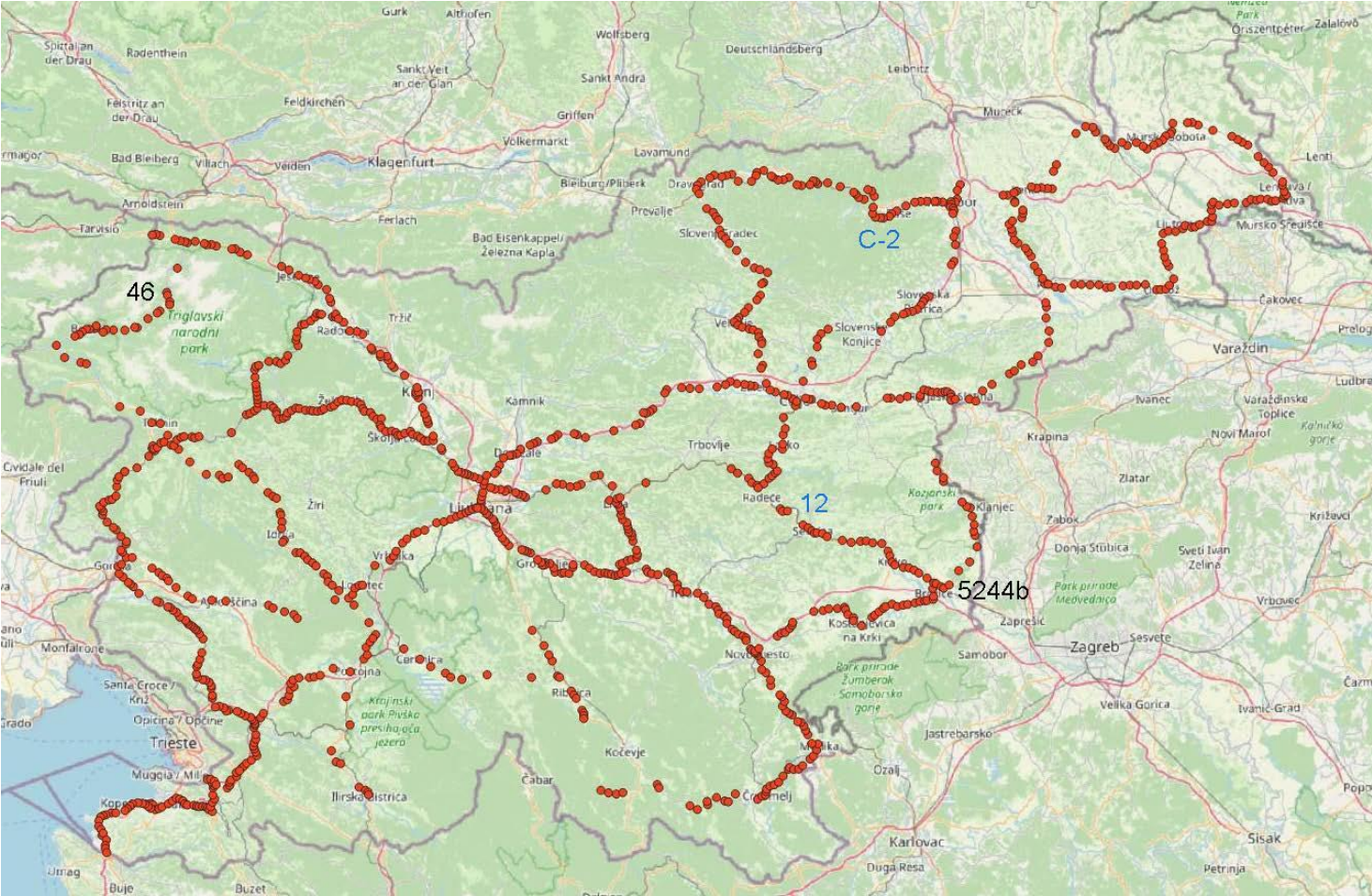


Izbira reperjev za izdelavo višinske transformacijske ploskve - sloj 1045

Reperji	Število
Identični reperji v SVS2000 in SVS2010	1.231
Izločeni	186
Skupaj	1.045

Reper	Vgrajen v objekt	$H_{SVS2010}$ [m]	$H_{SVS2000}$ [m]	$H_{SLO-VTP2024}$ [m]
FR-1033	Solkan, ob parkirišču pri žičnici za Sv. Goro	79,3334	79,4447	-0,111
5352	Upravna zgradba Goriških vodovodov	106,623 4	106,7357	-0,112
5349	Propust Kobarid – Nova Gorica pri km 106+593	80,8363	80,9640	-0,109
5351	Propust Kobarid – Nova Gorica pri km 109+058	79,5649	79,6735	-0,128
5350a	Steni Kobarid – Nova Gorica pri km 109+290	81,0391	81,1539	-0,115
5349a	Propust Kobarid – Nova Gorica pri km 107+580	82,2320	82,3473	-0,115
5349	Propust Kobarid – Nova Gorica pri km 106+593	80,8363	80,9640	-0,128
5348a	Močnejši robnik ob glavni cesti pri km 105+685	82,0822	82,1925	-0,110
O-41	Propust Kobarid – Nova Gorica pri km 105+034	89,8892	89,9997	-0,111





	Reper	Niv. pol./Kraj	$\Delta H_{SLO-VTP2024}$ [m]
Maks.	5244b	N1-12B/Podplat	-0,014
Min.	46	N-3/Trenta	-0,240
Sred.			-0,129
	Reper	Niv. pol./Kraj	$\sigma_{\Delta H_{ViTraP}}$ [mm]
Min.	12	N3-51/Breg	13,8
Maks.	C-2	N1-11B/Smolnik pri Rušah	0,1
	Sred.		9,2



Izbira reperjev za izdelavo višinske transformacijske ploskve - sloj 2126

DRUŠTVO GEODETOV



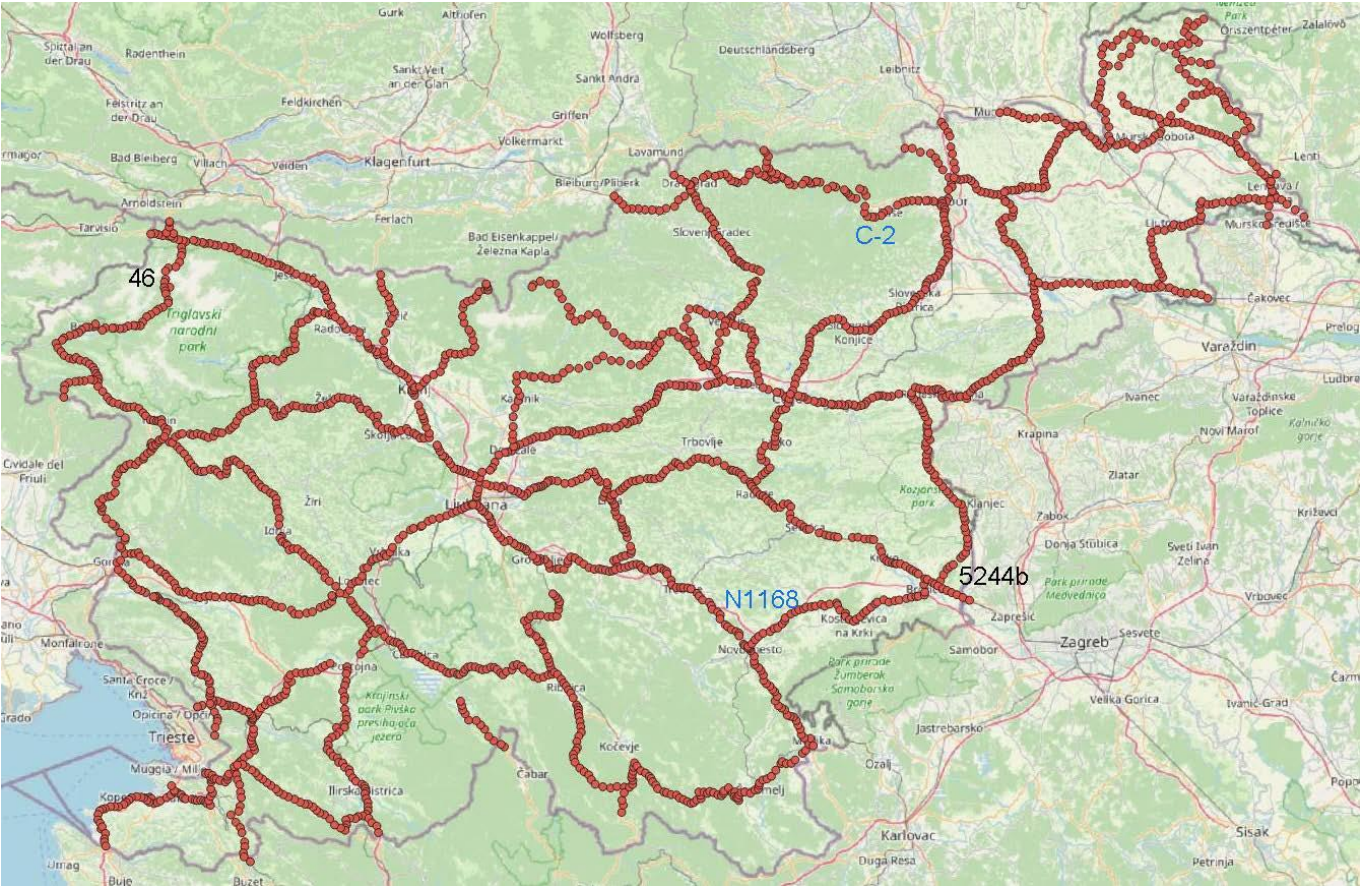
SEVEROVZHODNE SLOVENIJE



Reper	$H_{SVS2010}$ [m]	$\sigma_H^{SVS2010}$ [mm]	$H_{SVS2000}$ [m]	$\sigma_H^{SVS2000}$ [mm]	$\Delta H_{SLO-VTP2024}$ [m]	$\sigma_{\Delta H_{SLO-VTP2024}}$ [mm]
5407a	485,5064	4,9	485,6278	9,4	-0,121	10,6
5408	483,4450	4,9	483,5644	9,4	-0,119	10,6
N215	482,1861	4,9	482,3090	9,4	-0,123	10,5
N214	485,2734	4,9	485,3968	9,4	-0,123	10,5
N213	481,5141	4,9	481,6379	9,4	-0,124	10,5
C-83	480,2874	4,9	480,4106	9,4	-0,123	10,6
CP-539	502,0420	4,9	502,1651	9,4	-0,123	10,6



52. Geodetski dan | 8. in 9. oktober 2024, Maribor

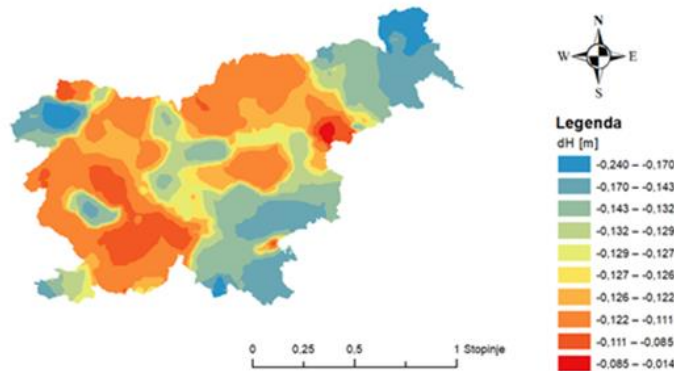


	Reper	Niv. pol./Kraj	$\Delta H_{SLO-VTP2024}$ [m]
Maks.	5244b	N1-12B/Podplat	−0,014
Min.	46	N1-3/Trenta	−0,240
Sred.			−0,130
	Reper	Niv. pol./Kraj	$\sigma_{\Delta H_{SLO-VTP2024}}$ [mm]
Maks.	N1168	N3-51/Sevnica	15,2
Min.	C-2	N1-11B/Smolnik pri Rušah	0,1
Sred.			9,3

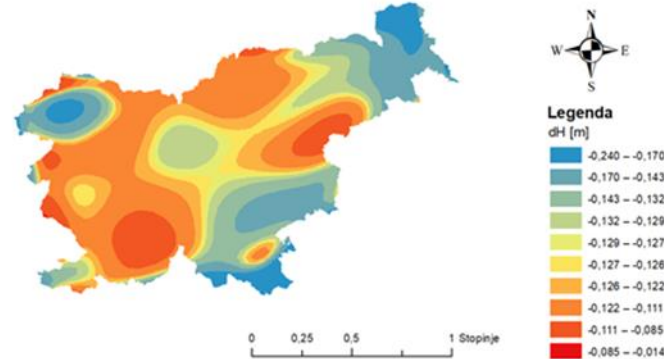


Izdelava transformacijske ploskve - sloj 2126

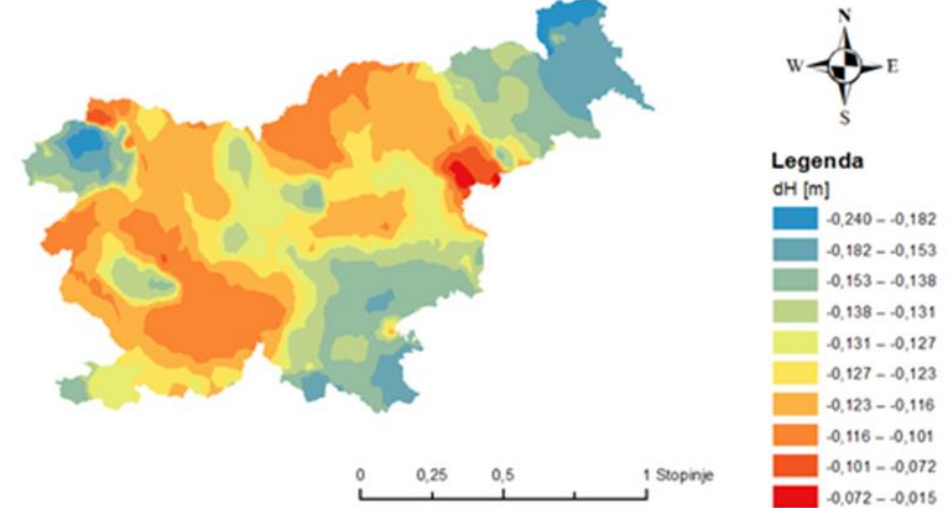
ArcGIS z orodjem Geostatistical Wizard



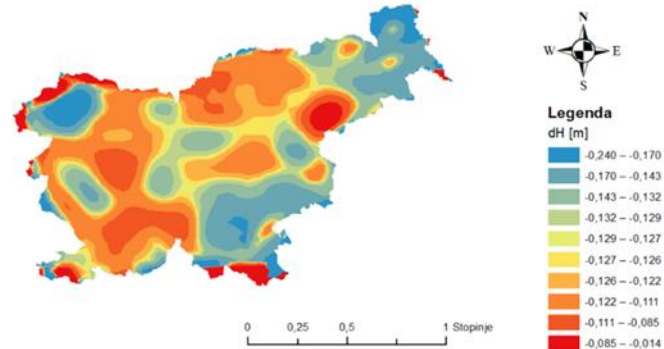
Metoda inverzne razdalje



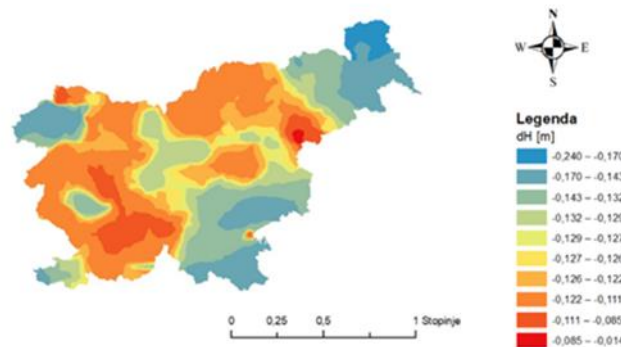
Globalna polinomska interpolacija



Kriging z dodanim vplivom smeri na variogramu



Lokalna polinomska interpolacija



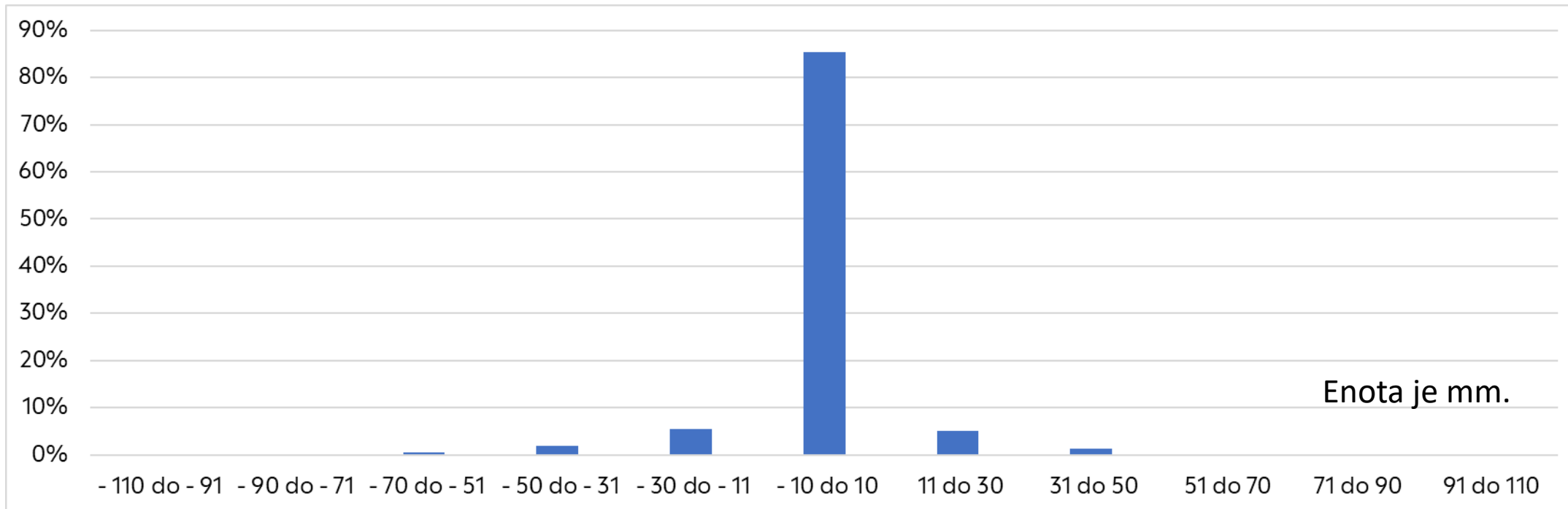
Radialne bazne funkcije

Analiza interpolacijskih metod

Interpolacijska metoda	Statistične cenilke	Sloj 1045 reperjev	Sloj 2126 reperjev
Metoda inverzne razdalje	Srednja razlika [mm]	0,0336	−0,0112
	RMSE [mm]	6,64	6,94
Globalna polinomska interpolacija	Srednja razlika [mm]	−0,0358	−0,0082
	RMSE [mm]	11,75	11,70
Lokalna polinomska interpolacija	Srednja razlika [mm]	−0,0876	0,0166
	RMSE [mm]	9,29	8,73
Radialne bazne funkcije	Srednja razlika [mm]	−0,0260	−0,0086
	RMSE [mm]	6,88	6,96
Kriging	Srednja razlika [mm]	0,0157	0,0168
	RMSE [mm]	6,63	6,24
Kriging z dodanim vplivom smeri na variogramu	Srednja razlika [mm]	−0,0171	−0,0050
	RMSE [mm]	6,36	6,17

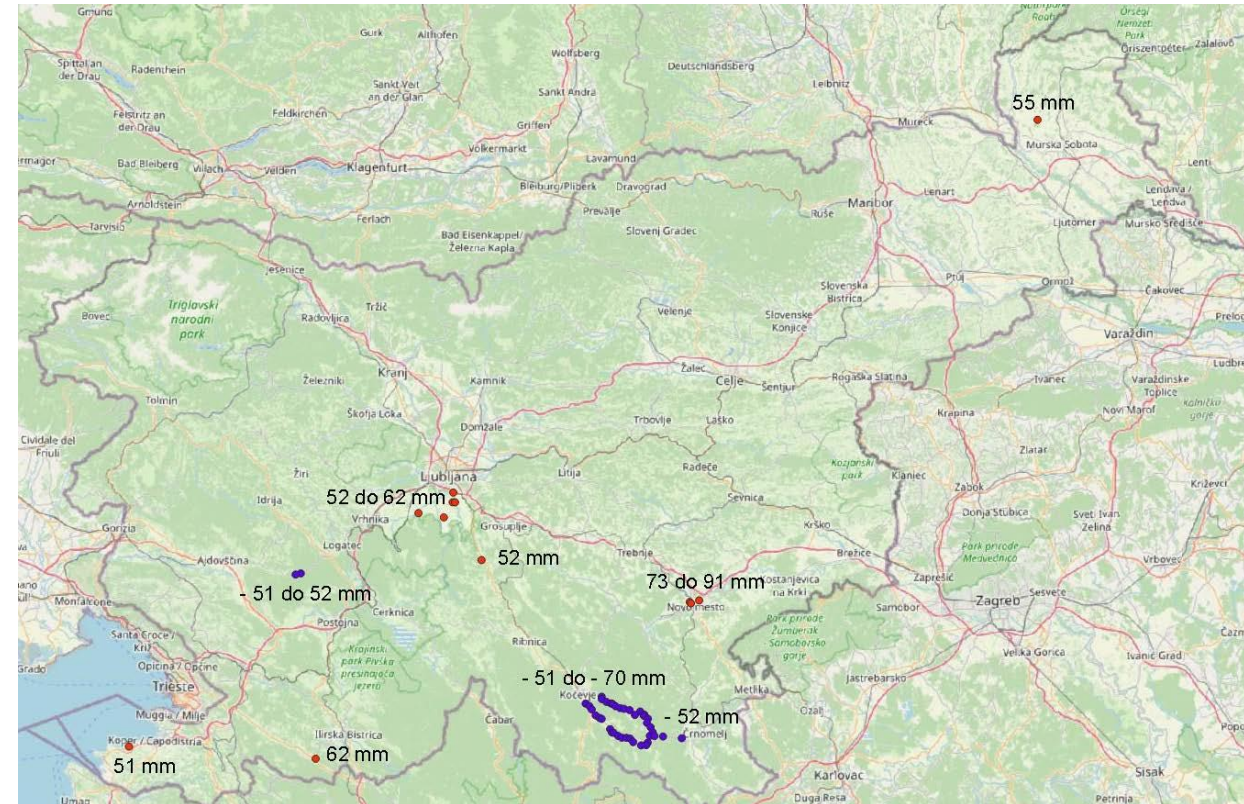
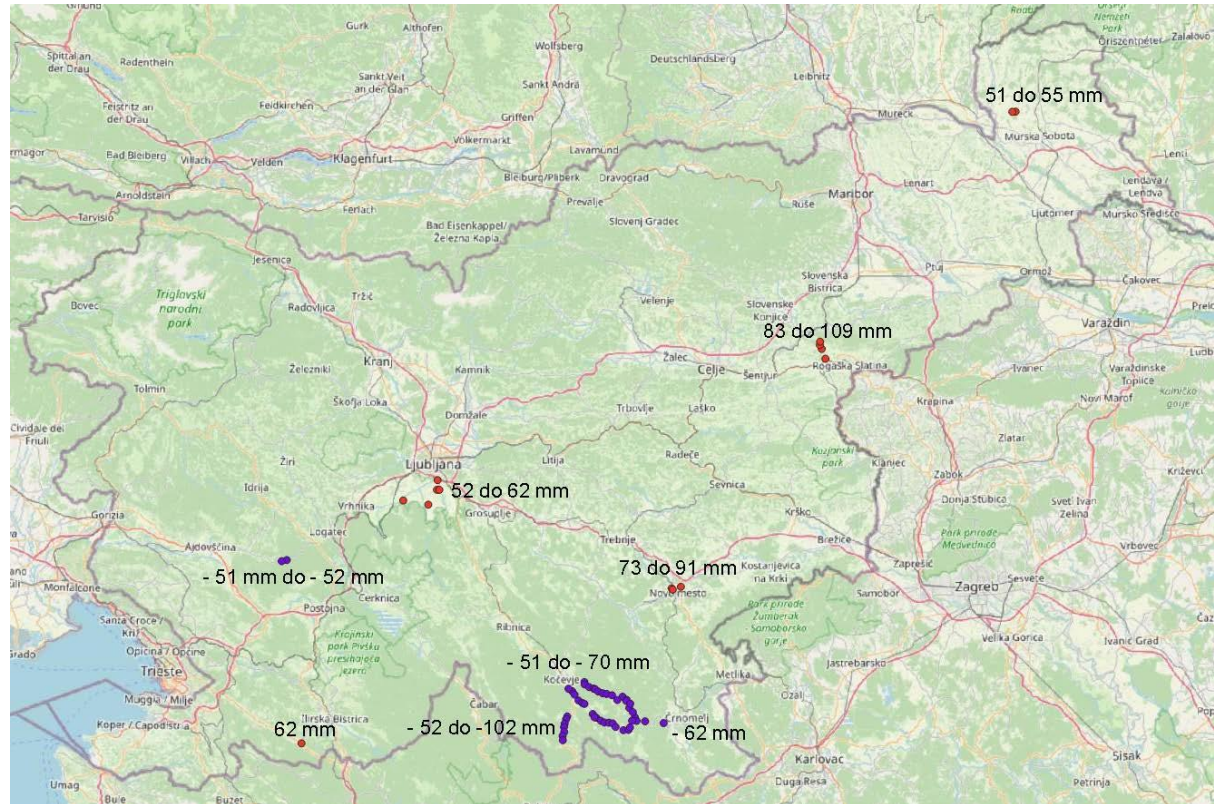


Analiza kakovosti višinske transformacijske ploskve na 8700 kontrolnih reperjih



84,2 % → ± 10 mm





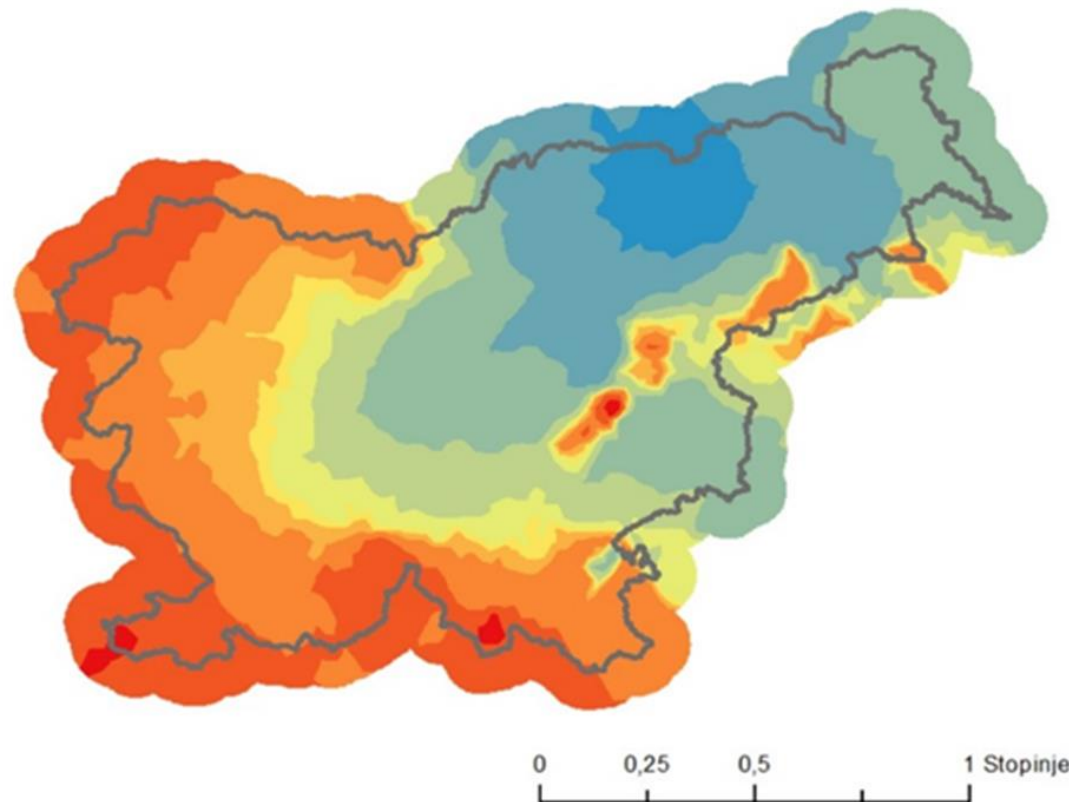
Dodatna analiza
vhodnih podatkov:
- izločili 10 $\Delta H_{SLO-VTP2024}$

→ Sloj 2116 reperjev.

52. Geodetski dan | 8. in 9. oktober 2024, Maribor



$$\Delta H_{\Delta H_{SLD_{SVTP2024}} = \sqrt{H_{SV2010}^2 + H_{SV2000}^2}}$$



Legenda

Sigma [mm]

0 – 5,3
5,3 – 7,9
7,9 – 9,2
9,2 – 9,9
9,9 – 10,2
10,2 – 10,3
10,3 – 10,7
10,7 – 11,3
11,3 – 12,6
12,6 – 15,2



SLO-VTP2024

Zapis višinske transformacijske ploskve s celično mrežo →

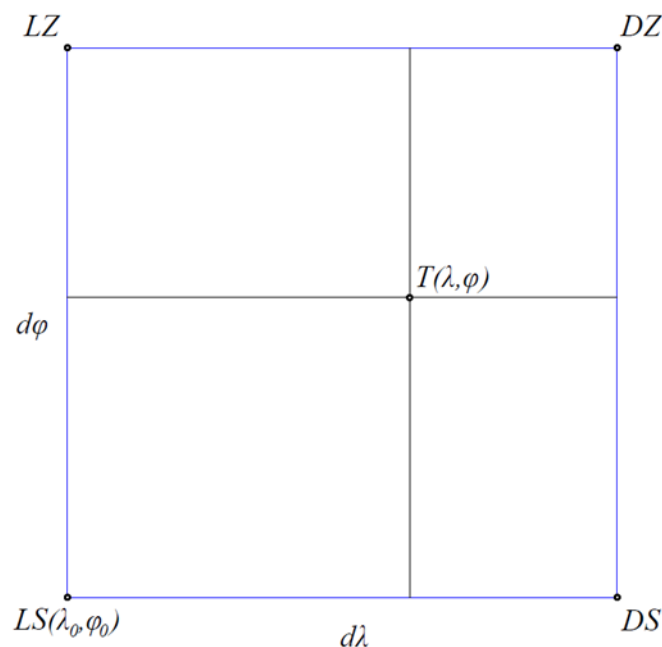
SLO-VTP2024 = SLO-VRP2016/Koper:

- Območje: od 45° do 47° severne geografske širine, ter od 13° do 17° vzhodne geografske dolžine,
- resolucija rastra: $30'' \times 45''$ ($d\phi$, $d\lambda$), cca $925 \text{ m} \times 925 \text{ m}$ (dn , de),
- koordinate celične mreže so podane v decimalnih stopinjah s korakom $0,0083^{\circ}$ (ϕ) $\times$ $0,0125^{\circ}$ (λ),
- celična mreža je zapisana v *.grd, *.gri, *.tif, *.tfw, *.txt in *.xyz formatih.



Program za transformacijo višin → ViTra

Razvit program ViTra → bilinearna interpolacija,
Podprti formati datotek SHP, CSV, TXT, XYZ.



$$dh(\lambda, \varphi) = \frac{1}{d\lambda \cdot d\varphi} \begin{bmatrix} \lambda_0 + d\lambda - \lambda & \lambda - \lambda_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dh_{LS} & dh_{LZ} \\ dh_{DS} & dh_{DZ} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_0 + d\varphi - \varphi \\ \varphi - \varphi_0 \end{bmatrix}$$

Transformacija SVS2000 → SVS2010:

$$H_{SVS2010} = H_{SVS2000} + dh(\lambda, \varphi)$$

Transformacija SVS2010 → SVS2000:

$$H_{SVS2000} = H_{SVS2010} - dh(\lambda, \varphi)$$



Dostopen: <https://www.e-prostor.gov.si/dostopi/javni-dostop/storitve/?filter=.pf-javni-dostop>

Iskanje storitev

Tip dostopa

☒ Javni dostop

☐ Osebni dostop

☐ Dostop z registracijo

Odznači vse

Tip storitve

☐ Vpogled

☐ Prezem

☐ Urejanje

Področje

Vsa področja

Javni vpogled (JV)

Arhivski javni vpogled v podatke o nepremičninah na dan 31.03.2020

Javni geodetski podatki (JGP)

Naročanje nejavnih podatkov (NNP)

Vpogled v aktualne cene nepremičnin

Vpogled v evidenco modelov vrednotenja

Iskalnik katastrskih postopkov

Enouporabniški program SiTra

Spletni program SiTraNet

Spletni program SiVis

Program ViTra

Spletni program SITRIK

Name	Type	Compressed size	Password ...	Size	Ratio	Date modified
Primeri_vhodnih_datotek	File folder					12. 06. 2024 09:09
shapelib.dll	Application extension	55 KB	No	108 KB	49%	22. 02. 2024 12:14
ViTra.exe	Application	1,841 KB	No	4,974 KB	63%	22. 02. 2024 12:14
ViTra_prirocnik.docx	Microsoft Word Document	6,151 KB	No	6,543 KB	6%	12. 06. 2024 11:01

ViTra - transformacija višin, različica 1.0

Transformacija višin:

- iz SVS2000/Trst v SVS2010/Koper (v novi sistem)
- iz SVS2010/Koper v SVS2000/Trst (v stari sistem)

Zaokrožitev višin:

- na 2 decimalki (centimeter)
- na 3 decimalke (milimeter)

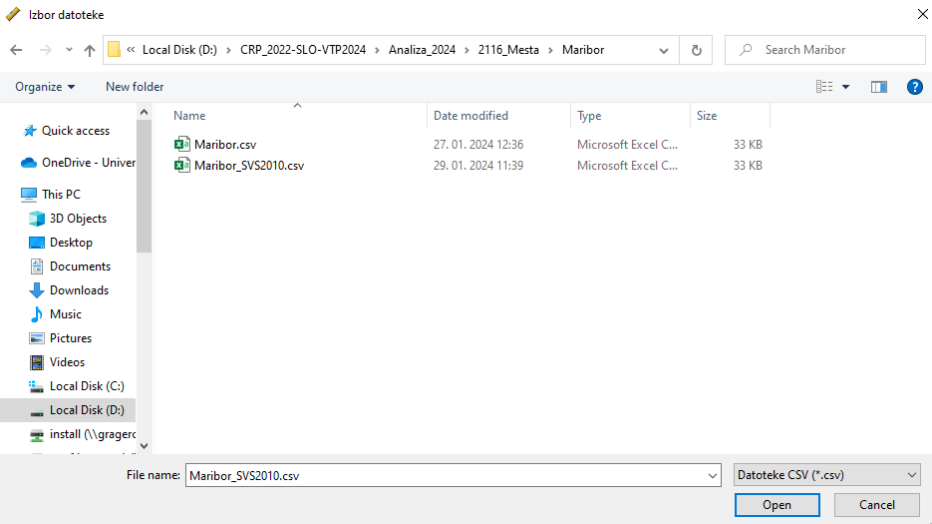
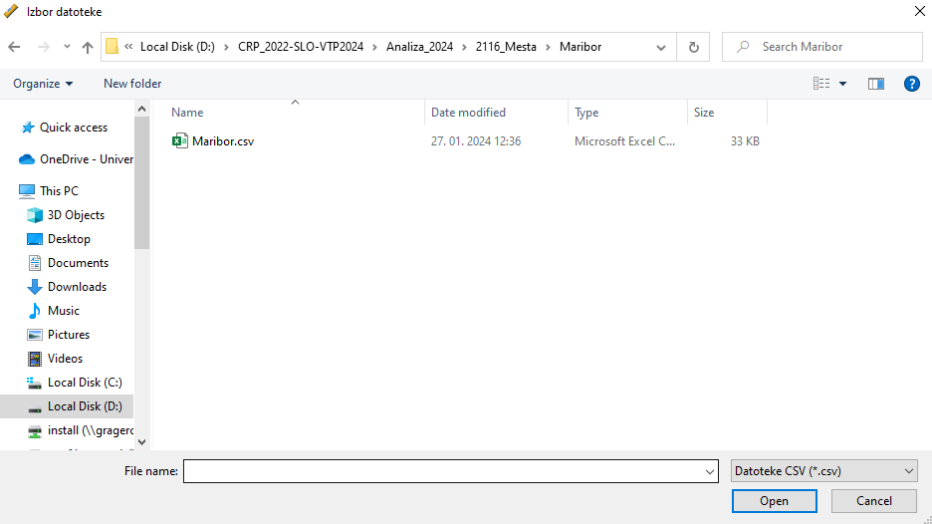
Vhodna datoteka

< -- izberi vhodno datoteko

Transformacija

Izhod

Dostopen: <https://www.e-prostor.gov.si/dostopi/javni-dostop/storitve/?filter=.pf-javni-dostop>



ŠTEVILKA REPERJA	E	N	HNO_TRSTvSVS2010	
940	550491	158859	276.393	MARIBOR GRAD
967	550405	158866	275.243	MARIBOR GRAD
942	550447	159351	280.287	KOŠAKI
957	550577	159275	287.189	KOŠAKI
952	550661	159615	283.825	KOŠAKI
958	550547	159065	291.195	KOŠAKI
953	550838	159696	289.935	KOŠAKI
943	550410	159624	281.278	KRČEVINA
959	550539	158865	279.711	KOŠAKI
954	551096	159826	300.421	KOŠAKI
939	550572	158738	273.11	MELJE
955	551135	160101	313.783	KOŠAKI
949	550219	159923	284.414	POČEHOVA
951	550053	160440	296.389	POČEHOVA
950	550045	160223	288.636	POČEHOVA
945	550500	160123	287.764	KOŠAKI
946	550648	160262	288.562	KOŠAKI
947	550833	160390	289.864	KOŠAKI
720	549658	155552	276.481	OB ŽELEZNICI
97	550512	158605	271.308	MARIBOR GRAD

Analiza kakovosti transformiranja višin

- SLO-VTP2024 – 2116 reperjev,
- 8.775/8.693 kontrolnih reperjev,
- po redovih,
- po zankah/območjih,
- večjih mestnih nivelmanskih mrež.

Nivelmanski poligon	Število	Delež
2. Red	23	28,0 %
4. Red	20	24,4 %
Mestni	8	9,8 %
MOL in Ljubljansko barje	31	37,8 %
Skupaj	82	100,0 %

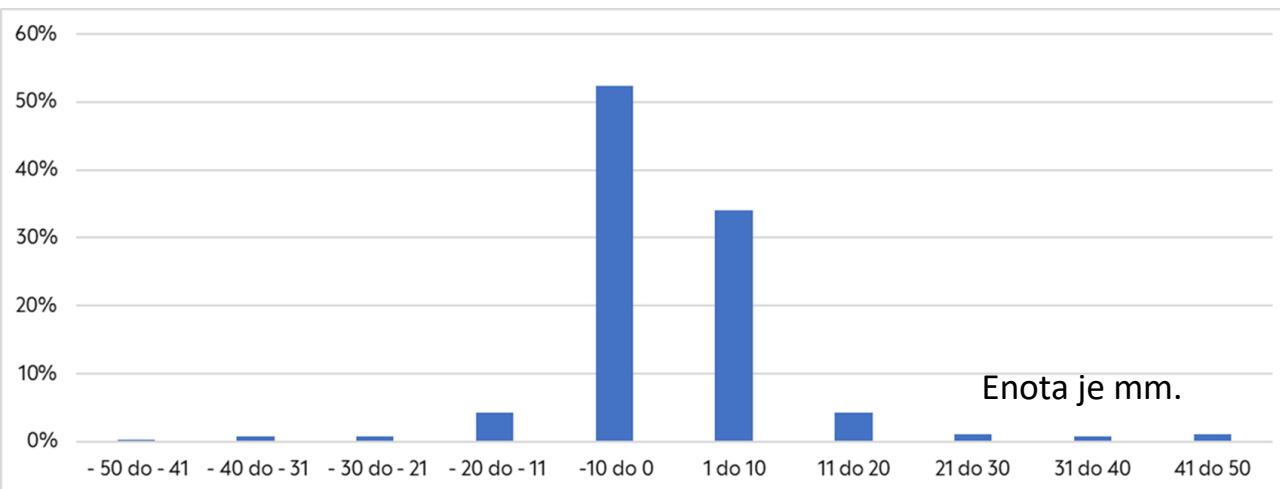
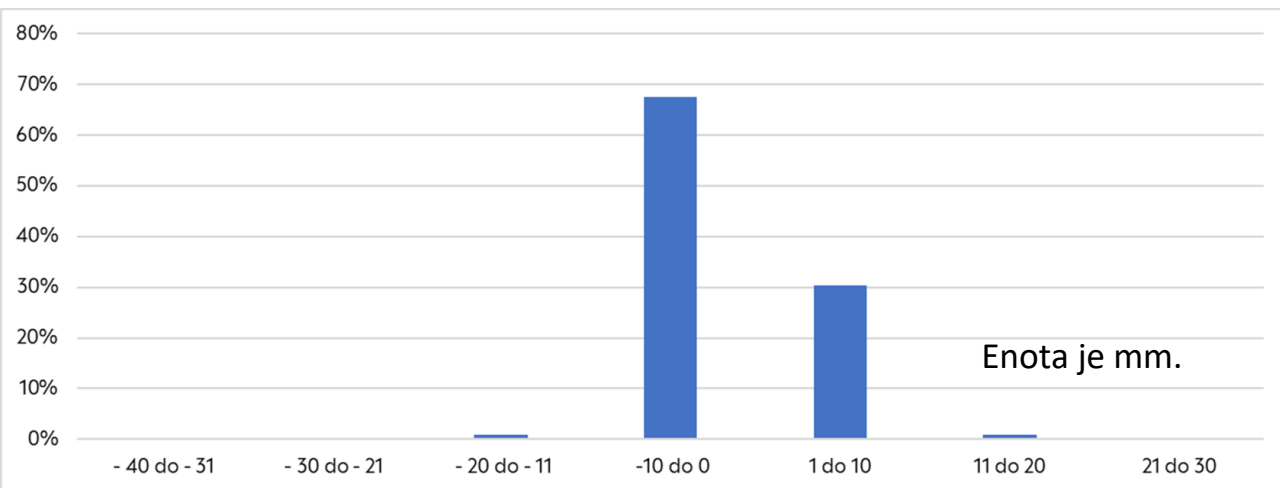




SLO-VTP2024/8.775/8.693

Statistične cenilke	SLO-VTP2024	8.775	8.693
Minimalna razlika	−33 mm	−90 mm	−50 mm
Število reperjev z razliko manjšo od −50 mm	/	12 (0,14 %)	/
Maksimalna razlika	27 mm	70 mm	50 mm
Število reperjev z razliko večjo od 50 mm	/	40 (0,46 %)	/
Srednja razlika	0,02 mm	0,05 mm	−0,06 mm
σ_{ViTra}	3,5 mm	11,1 mm	9,9 mm





SLO-VTP2024

Delež reperjev z z razliko ± 10 mm

97,8 %

Delež reperjev z z razliko ± 20 mm

99,6 %

8.693 reperjev

Delež reperjev z razliko ± 10 mm

86,4 %

Delež reperjev z z razliko ± 20 mm

95,0 %

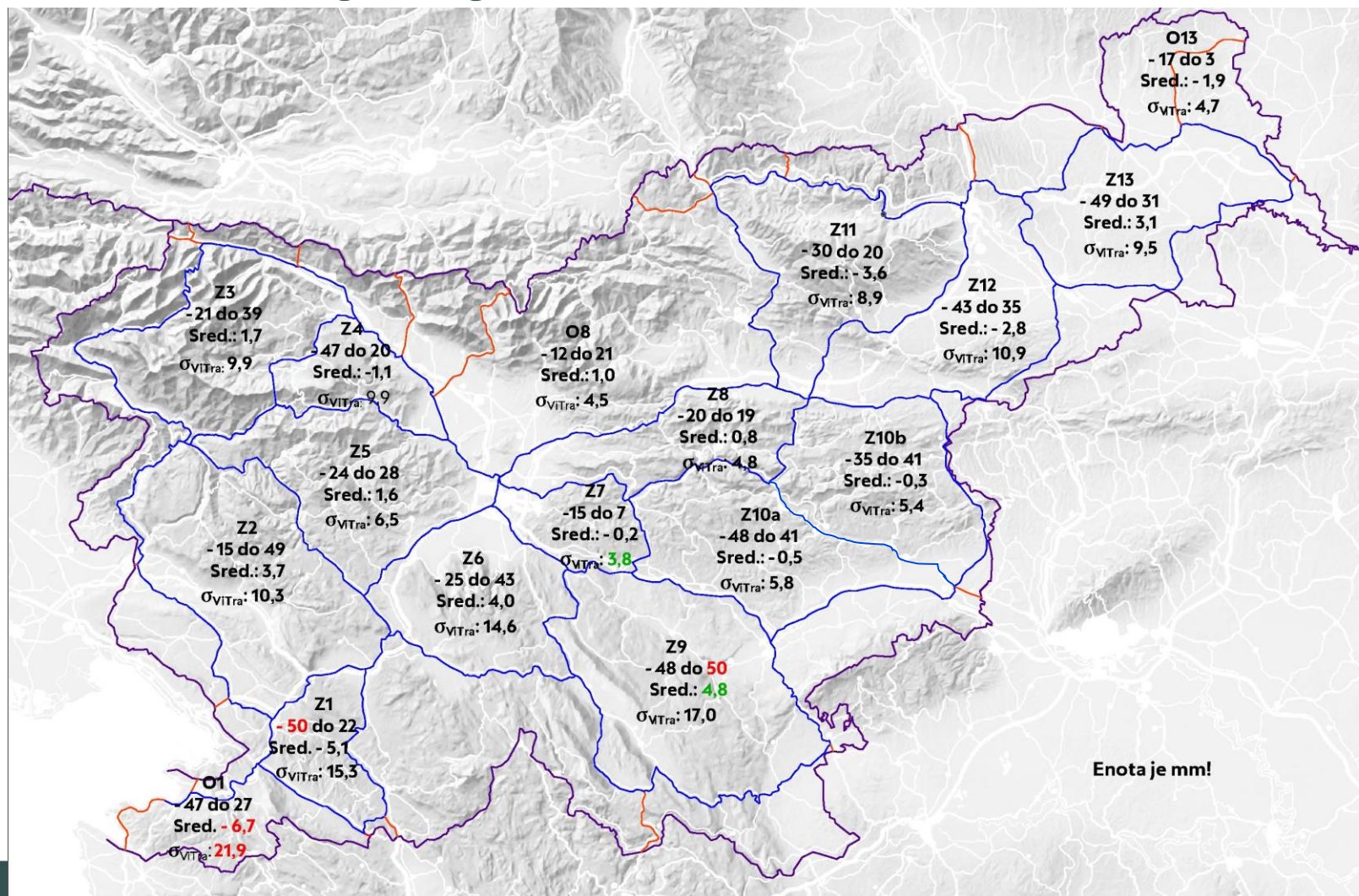


Kontrolni reperji posameznih redov

Reper	Število reperjev	Delež	Min. raz.	Maks. raz.	Sre. vre. raz.	Razlika ± 10 mm/±20 mm		σ_{ViTra}
1. red	232	2,7 %	−7 mm	39 mm	4,07 mm	84,0 %	91,4 %	10,3 mm
2. red	471	5,4 %	−39 mm	49 mm	2,92 mm	86,6 %	91,1 %	12,6 mm
3. red	8.51	9,8 %	−47 mm	41 mm	−0,41 mm	84,8 %	95,0 %	9,3 mm
4. red	2.740	31,5 %	−50 mm	50 mm	0,04 mm	81,8 %	94,2 %	10,4 mm
Mesta	4.399	50,6 %	−49 mm	48 mm	−0,57 mm	89,7 %	96,1 %	9,2 mm



Kontrolni reperji nivelmanskih zank/območij



Kontrolni reperji nivelmanskih zank/območij

Niv. zanka , območje	Število reperjev	R a z l i k a			σ_{ViTra} [mm]	Niv. zanka , območje	Število reperjev	R a z l i k a			σ_{ViTra} [mm]
		Min. [mm]	Maks. [mm]	Sred. [mm]				Min. [mm]	Maks. [mm]	Sred. [mm]	
Z1	231	-50	22	-5,1	15,3	O8	266	-12	21	1,0	4,5
O1	115	-47	27	-6,7	21,9	Z9	546	-48	50	4,8	17,0
Z2	477	-15	49	3,7	10,3	Z10a	874	-48	41	-0,5	5,8
Z3	340	-21	39	1,7	9,9	Z10b	571	-35	41	-0,3	5,4
Z4	323	-47	20	-1,1	9,8	Z11	560	-30	20	-3,6	8,9
Z5	438	-24	28	1,6	6,5	Z12	824	-43	35	-2,8	10,9
Z6	188	-25	43	4,0	14,6	Z13	686	-49	31	3,1	9,5
Z7	138	-15	7	-0,2	3,8	O13	55	-17	3	-1,9	4,7
Z8	542	-20	19	0,8	4,8	Srednja vrednost:				-0,1	9,6



Kontrolni reperji mestnih nivelmanskih mrež

Mesto	Število reperjev	R a z l i k a			σ_{ViTra} [mm]	Mesto	Število reperjev	R a z l i k a			σ_{ViTra} [mm]
		Min. [mm]	Maks. [mm]	Sred. [mm]				Min. [mm]	Maks. [mm]	Sred. [mm]	
Celje	253	−12	18	6,9	9,8	Maribor	892	−30	12	2,4	5,2
Domžale	52	−2	8	0,4	1,5	Murska Sobota	60	−10	6	0,7	2,2
Grosuplje	52	−6	3	−1,2	2,6	Nova Gorica	45	−15	12	1,2	4,7
Kranj	119	−6	13	2,1	5,0	Novo mesto	61	−48	7	−1,6	9,0
MOL	2.009	−19	17	−4,6	6,5	Ptuj	69	−11	19	3,5	6,9
							Srednja vrednost:			1,0	5,3



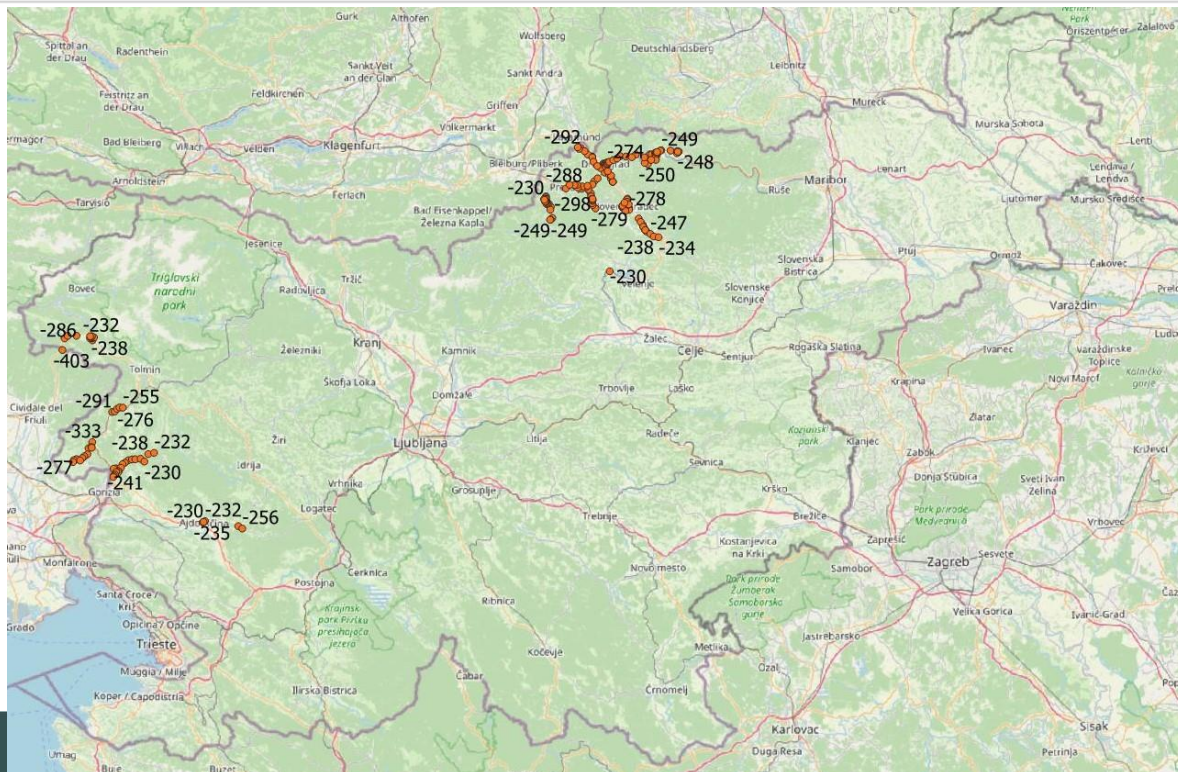
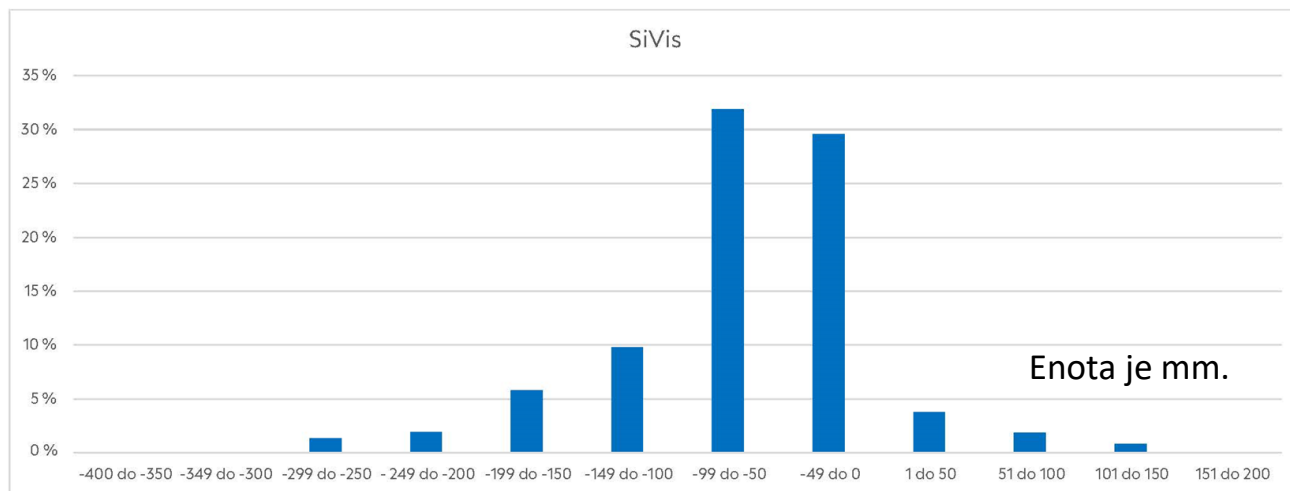
Transformacija s programom SiVis

Transformacija SVS2000 → SVS2010:

$$h_{elip} = H_{SVS2000} + N_{AGM2000} \rightarrow H_{SVS2010} = h_{elip} - N_{SLO-VRP2016/Koper}$$

Statistični kazalci	ViTra	SiVis
Minimalna razlika	−50 mm	−403 mm
Število reperjev z razliko manjšo od -50 mm	/	5084 (58,5 %)
Maksimalna razlika	50 mm	155 mm
Števil reperjev z razliko večjo od 50 mm	/	274 (3,2 %)
Srednja razlika	−0,06 mm	−67 mm
Delež reperjev z abs. raz. manjšo od 10 mm	86,4 %	3,6 %
Delež reperjev z abs. raz. manjšo od 20 mm	95,0 %	7,6 %
$\sigma_{ViTra/SiVis}$	9,9 mm	92,2 mm





52. Geodetski dan | 8. in 9. oktober 2024, Maribor

