

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Geodezija,  
smer Geodezija

Kandidat:

**Simon Mansutti**

# **Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji na majhnem območju**

**Diplomska naloga št.: 746**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Bojan Stopar

**Somentor:**

asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski

Ljubljana, 10. 4. 2008

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **Simon Mansutti** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»MODELIRANJE DISTORZIJ KOORDINATNIH SISTEMOV V GEODEZIJI NA  
MAJHNEM OBMOČJU«.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 7.4. 2008

---

(podpis avtorja)

## **STRAN ZA POPRAVKE**

**Stran z napako    Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **ZAHVALA**

Posebej bi se rad zahvalil mentorju izr. prof. dr. Bojanu Stoparju za razumevanje in pomoč pri diplomskem delu ter somentorju asist. mag. Klemnu Kozmusu Trajkovskemu za pomoč in napotke pri izvedbi transformacije.

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>528.236(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Simon Mansutti</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Bojan Stopar</b>
<b>Somentor:</b>	<b>asist. mag. Klemen Kozmus</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji na majhnem območju</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>99 str., 11 pregl., 26 sl., 57 en.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>koordinatni sistemi, transformacija, transformacijski parametri, interpolacijske metode, modeliranje odstopanj</b>

### **Izveček:**

Z namenom modeliranja distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji, so v diplomskem delu predstavljeni najpogosteje uporabljeni postopki transformacij koordinatnih sistemov. Ker v geodeziji praviloma izvajamo transformacije med koordinatnimi sistemi, ki niso enake kakovosti, uporabljamo za transformacije koordinatnih sistemov izravnavo transformacije. Rezultat izravnave transformacije so transformacijski parametri ter popravki oz. odstopanja koordinat točk v ciljnem koordinatnem sistemu. Odstopanja koordinat točk so posledica grobo pogrešenih koordinat točk, sistematičnih vplivov pri določitvi koordinat točk ter slučajni vplivi na koordinate točk. V prvem delu so predstavljeni osnovni postopki transformacij koordinatnih sistemov v geodeziji, v drugem delu pa se naloga usmeri v obravnavanje vplivov na velikost in smer odstopanj in sicer obravnava razlike v rezultatih glede na metodo transformacije, velikost območja transformacije, števila veznih točk in vpliv višine veznih točk. Nekaj pozornosti posveti lociranju grobih in sistematičnih pogreškov v koordinatah točk. V tretjem delu je naloga usmerjena v vzpostavitev modelov odstopanj koordinat točk, ki bi omogočal »optimalno« določitev vrednosti odstopanj koordinat točk v poljubni točki območja. Cilj modeliranja odstopanj je vključitev koordinat točk iz starega v nov sistem, ne da bi z njim vplivali na kakovost koordinat točk v novem sistemu.

II            Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

## BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

**UDC:** 528.236(043.2)  
**Author:** Simon Mansutti  
**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Bojan Stopar  
Assist. Msc. Klemen Kozmus  
**Title:** Modelling distortions of coordinate systems in geodesy at the small area  
**Notes:** 99 p., 11 tab., 26 fig., 57 eq.  
**Key words:** coordinate systems, transformation, transformation parameters, interpolating methods, modelling distortions

### **Abstract:**

With the intention of modelling distortions of coordinate systems in geodesy, the most frequently used procedures of transformations of coordination systems are presented in this diploma work. As in geodesy we perform transformations between coordinate systems that are not of equal quality, we use for the transformation of coordinate systems the adjustment of the transformation. The results of the adjustment of the transformation are the transformation parameters and residuals that is deviations of coordinates of points in the target coordinate system. The deviation of points coordinates occur because of gross errors in points coordinates, systematic error sources at points coordinates determination and random influences on the point's coordinates. In the first part, the basic procedures of the transformation of the coordinate systems in geodesy are presented. In the second part the thesis deals with treating the effects on the size and direction of deviations as it treats the differences in results as per the method of the transformation, the size of the area of transformation, the number of common points and the impact of the height of common points. Some attention is given to locating points with gross and systematic errors in points coordinates. In the third part the thesis attempts to set models of points coordinates residuals that would make possible the "optimal" determination of coordinates in an arbitrary point of the area. The goal of modelling the residuals is the inclusion of points coordinates from the old system into the new one, without affecting the quality of coordinates in the new system.

IV            Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.



## KAZALO VSEBINE

<b>BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....</b>	<b>I</b>
<b>BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION .....</b>	<b>III</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>IX</b>
<b>KAZALO GRAFIKONOV .....</b>	<b>X</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>XI</b>
<b>KAZALO PRILOG .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 KOORDINATNI SISTEMI V GEODEZIJI .....</b>	<b>3</b>
2.1 Vrste koordinatnih sistemov v geodeziji .....	3
2.1.1 Terestrični koordinatni sistemi.....	4
2.1.1.1 Naravni koordinatni sistem .....	5
2.1.1.2 ETRS89 koordinatni sistem.....	6
2.1.2 Koordinatni sistemi klasične geodezije.....	6
2.1.2.1 Astrogeodetski datum (horizontalni geodetski datum).....	7
2.1.2.2 Višinski geodetski datum.....	9
2.2 Državni koordinatni sistem .....	10
2.2.1 Stari državni koordinatni sistem .....	10
2.2.1.1 Stari ravninski koordinatni sistem (D48/GK).....	10
2.2.1.2 Stari elipsoidni koordinatni sistem (Bessel 1841).....	11
2.2.2 Novi koordinatni sistem .....	12
2.2.2.1 Novi elipsoidni koordinatni sistem (GRS 80).....	12
2.2.2.2 Novi ravninski koordinatni sistem (D96/TM).....	12
2.3 Pretvorba koordinat.....	13
2.3.1 Pretvorba elipsoidnih koordinat v kartezične koordinate .....	13
2.3.2 Pretvorba kartezičnih koordinat v elipsoidne koordinate .....	14
2.3.3 Pretvorba elipsoidnih koordinat v ravninske koordinate Gauss-Kruegerjeve projekcije .....	16

2.3.4	Pretvorba ravninskih koordinat v elipsoidne koordinate.....	18
2.4	Povezava ortometričnih in elipsoidnih višin .....	19
<b>3</b>	<b>TRANSFORMACIJE KOORDINATNIH SISTEMOV .....</b>	<b>22</b>
3.1	7-parametrična transformacija .....	22
3.1.1	Modeli 7-parametrične transformacije.....	22
3.1.1.1	Model Burša-Wolf .....	23
3.1.1.2	Model Molodensky-Badekaš.....	24
3.1.2	Izravnava transformacije.....	25
3.1.2.1	Odkrivanje grobih pogreškov in vrednotenje kakovosti transformacije .....	29
3.2	4-parametrična transformacija .....	30
3.3	Določitev transformacijskih parametrov z aplikacijo SiTraNet .....	31
3.4	Problem transformacije v geodeziji.....	33
<b>4</b>	<b>MODELIRANJE ODPSTOPANJ KOORDINAT TOČK PO TRANSFORMACIJI .....</b>	<b>35</b>
4.1	Modeliranje ploskve .....	35
4.1.1	Polinomska analiza trendov .....	36
4.1.2	Metoda minimalne ukrivljenosti.....	39
4.1.3	Metoda inverzne razdalje.....	41
4.1.4	Metoda kriging .....	42
<b>5</b>	<b>MODELIRANJE DISTORZIJ KOORDINATNEGA SISTEMA NA IZBRANEM OBMOČJU .....</b>	<b>46</b>
5.1	Izbira območja .....	46
5.2	Določitev transformacijskih parametrov za celotno območje .....	48
5.2.1	7-parametrična transformacija .....	48
5.2.2	Parametri 4-parametrične transformacije v 2D prostoru .....	51
5.2.3	Generiranje odstopanj za celotno območje.....	52
5.3	Združevanja območij podobnih odstopanj v skupine .....	56
5.4	Določitev transformacijskih parametrov za območja.....	57
5.4.1	Parametri 7-parametrične transformacije.....	58
5.4.2	Parametri 4-parametrične transformacije.....	61

5.4.3	Generiranje odstopanj za podobmočja.....	62
5.5	Določitev parametrov iz združenih območij.....	63
5.5.1	Parametri 7-parametrične transformacije.....	64
5.5.2	Parametri 4-parametrične transformacije.....	66
5.5.3	Generiranje odstopanj iz združenih območij.....	67
5.6	Analiza modelov distorzij koordinatnega sistema.....	69
5.6.1	Izbira modela transformacije.....	70
5.6.2	Izbira veznih točk in velikost območja modeliranja.....	70
5.6.3	Izbira interpolacijske metode.....	71
5.6.3.1	Polinomska analiza trendov.....	72
5.6.3.2	Metoda minimalne ukrivljenosti.....	76
5.6.3.3	Metoda inverzne razdalje.....	81
5.6.3.4	Metoda kriging.....	85
5.6.4	Ocenjevanje kakovosti modela.....	90
5.6.5	Uporaba modela odstopanj.....	92
5.6.6	Lociranje distorzij starega koordinatnega sistema na obravnavanem območju.....	94
<b>6</b>	<b>ZAKLJUČEK.....</b>	<b>95</b>
	<b>VIRI.....</b>	<b>97</b>
	<b>PRILOGE</b>	

VIII Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Transformacijski parametri, pridobljeni brez upoštevanja višin točk .	49
Preglednica 2: Transformacijski parametri, pridobljeni z upoštevanjem dejanskih višin točk.....	50
Preglednica 3: Transformacijski parametri 4-parametrične transformacije .....	51
Preglednica 4: Transformacijski parametri brez upoštevanja višin točk.....	59
Preglednica 5: Transformacijski parametri, pridobljeni z upoštevanja dejanskih višin točk.....	60
Preglednica 6: Transformacijski parametri, pridobljeni s 4 parametrično transformacijo.....	61
Preglednica 7: Transformacijski parametri, določeni brez upoštevanja višin točk ....	64
Preglednica 8: Transformacijski parametri, določeni z upoštevanja višin točk.....	65
Preglednica 9: Transformacijski parametri, določeni s 4-parametrično transformacijo .....	66
Preglednica 10: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo polinomske analize trendov na podanih točkah za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	72
Preglednica 11: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo polinomske analize trendov na podanih točkah za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	74
Preglednica 12: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo minimalne ukrivljenosti na podanih točkah za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	77
Preglednica 13: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo minimalne ukrivljenosti na podanih točkah za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	78
Preglednica 14: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo inverzne razdalje na podanih točkah za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini.....	82

Preglednica 15: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo inverzne razdalje na podanih točkah za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	83
Preglednica 16: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo kriging na podanih točkah za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .	86
Preglednica 17: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo inverzne razdalje na podanih točkah za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	87

## **KAZALO GRAFIKONOV**

Grafikon 1: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	74
Grafikon 2: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	75
Grafikon 3: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	79
Grafikon 4: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	80
Grafikon 5: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	83
Grafikon 6: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	84
Grafikon 7: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	88
Grafikon 8: <i>Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini</i> .....	89

## KAZALO SLIK

Slika 1: Naravni koordinatni sistem (Stopar et al., 2003) .....	5
Slika 2: Lokalni elipsoid .....	12
Slika 3: Prikaz povezave med elipsoidnimi in kartezičnimi koordinatami .....	14
Slika 4: Prikaz prileganja elipsoida geoidu na izbranem območju .....	21
Slika 5: 4-parametrična transformacija (Hofmann-Wellenhof et. al., 1994).....	31
Slika 6: Meje območja modela geoida Slovenije.....	32
Slika 7: Prikazuje prileganje ploskve polinoma prve stopnje (v preseku) vrednostim spremenljivke na območju .....	37
Slika 8: Prikazuje prileganje ploskve polinoma druge stopnje (v preseku) vrednostim spremenljivke na območju .....	38
Slika 9: Prikazuje prileganje ploskve polinoma 3. stopnje (v preseku) vrednostim spremenljivke na območju .....	38
Slika 10: Prikaz celotnega območja transformacije .....	47
Slika 11: Prikaz razporeditve veznih točk .....	48
Slika 12: Prikaz vektorjev odstopanj po 7-parametrični transformaciji .....	54
Slika 13: Prikaz rezultatov klasifikacije območij podobnih odstopanj.....	57
Slika 14: Prikaz manjšega območja transformacije .....	58
Slika 15: Prikaz vektorjev odstopanj na podobmočju.....	62
Slika 16: Prikaz vektorjev odstopanja za celotno območje .....	68
Slika 17: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo polinomske analize trendov za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini.....	73
Slika 18: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo polinomske analize trendov za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini.....	73
Slika 19: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini.....	77
Slika 20: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini.....	78
Slika 21: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo inverzne razdalje za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini.....	81

Slika 22: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo inverzne razdalje za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	82
Slika 23: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo kriging za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	86
Slika 24: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo kriging za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini .....	87
Slika 25: Prikaz razporeditve veznih in kontrolnih točk.....	91
Slika 26: Prikaz obeh komponent odstopanj z izolinijami .....	94



## KAZALO PRILOG

- Priloga A1: 7-parametrična transformacija celotnega območja brez upoštevanja višin
- Priloga A2: 7-parametrična transformacija celotnega območja z upoštevanja višin veznih točk
- Priloga A3: 4-parametrična transformacija celotnega območja
- Priloga B1: 7-parametrična transformacija celotnega območja-združeno brez upoštevanja višin
- Priloga B2: 7-parametrična transformacija celotnega območja-združeno z upoštevanja višin
- Priloga B3: 4-parametrična transformacija celotnega območja-združen
- Priloga C1: Izvedba in ocenitev kakovosti metode polinomska analize trendov za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga C2: Izvedba in ocenitev kakovosti metode minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga C3: Izvedba in ocenitev kakovosti metode inverzne razdalje za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga C4: Izvedba in ocenitev kakovosti metode kriging za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga D1: Izvedba in ocenitev kakovosti metode polinomska analize trendov za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga D2: Izvedba in ocenitev kakovosti metode minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga D3: Izvedba in ocenitev kakovosti metode inverzne razdalje za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga D4: Izvedba in ocenitev kakovosti metode kriging za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga E1: Odstopanja na veznih točkah pri interpolaciji za za koordinatni komponenti x in y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini
- Priloga E2: Podana odstopanja na kontrolnih točkah za za koordinatno komponenti x in y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

XIV Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

# 1 UVOD

Z uvedbo novega državnega koordinatnega sistema v Sloveniji se pojavlja zahteva po transformaciji obstoječih prostorskih podatkov v nov koordinatni sistem. Gre za datumsko transformacijo med dvema koordinatnima sistemoma različne kakovosti. Star ravninski koordinatni sistem je nehomogene, nov državni koordinatni sistem pa je homogene natančnosti. Običajni postopki enotne transformacije med obema koordinatnima sistemoma, na nivoju države, ne zagotavljajo niti natančnosti znotraj 1m. Natančnost transformacije, to je natančnost ocenjenih transformacijskih parametrov in razlike med danimi ter transformiranimi koordinatami, se izboljšuje z drobitvijo območja države na manjša območja.

V diplomski nalogi predstavljamo postopek modeliranja distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji na majhnem območju. Namen modeliranja je izdelava modela odstopanj za obravnavano območje. Z modelom odstopanj bo mogoče določiti obremenjenost položaja posamezne točke s sistematičnimi in slučajnimi vplivi. Z upoštevanjem interpolirane vrednosti odstopanj za poljubno točko bomo lahko izboljšali kakovost rezultatov transformacije. To pomeni, da bomo z uporabo modela odstopanj lahko izboljšali kakovost obstoječih podatkov pri transformaciji iz obstoječega v nov koordinatni sistem.

V nalogi bomo analizirali vrednosti odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami veznih (skupnih) točk v ravnini. Pri tem bomo opazovali odstopanja pri 7-parametrični in odstopanja pri 4-parametrični podobnostni transformaciji. Opredelili bomo tudi vpliv upoštevanja dejanskih višin točk na velikosti odstopanj. Opazovali bomo tudi morebiten pojav sistematičnih odstopanj koordinat na posameznem območju. Lahko trdimo, da so vezne točke katerih vektorji odstopanj imajo podobno velikost in smer, bile izpostavljene podobnim sistematičnim vplivom pri določitvi koordinat teh točk. Točke s sistematičnim obnašanjem vektorjev odstopanj bomo obravnavali skupaj. Predhodno bo potrebno odstraniti prisotnost grobih pogreškov v koordinatah točk, da ne bi vplivali na sistematično obnašanje vektorjev odstopanj.

V postopku modeliranja odstopanj bomo uporabili različne metode in končne rezultate med seboj tudi primerjali. Predlagali bomo metodo, katere rezultati bodo optimalni za izbrano območje. Poskušali bomo podati tudi splošne smernice za modeliranje distorzij v obstoječem koordinatnem sistemu.

## 2 KOORDINATNI SISTEMI V GEODEZIJI

### 2.1 Vrste koordinatnih sistemov v geodeziji

V geodeziji in astronomiji uporabljamo dva tipa koordinatnih sistemov. Prvi tip koordinatnih sistemov je na »dogovorjeni« način pritrjen na oddaljene izvore radijskih valovanj – kvazarje. Imenuje se »Dogovorjeni inercialni sistem« - CIS (ang.: Conventional Inertial System) ter služi kot osnova za obravnavo gibanja drugega sistema »Dogovorjenega terestričnega sistema« – CTS (ang.: Conventional Terrestrial System). CTS se premika skupaj z Zemljo in je na »dogovorjeni« način pritrjen na določeno število observatorijev na zemeljski površini. Smer vektorja težnosti  $g$  (slika 1) v CT koordinatnem sistemu je podana z astronomsko širino  $\Phi$  in astronomsko dolžino  $\Lambda$ . CT sistem ima izhodišče v težišču Zemlje, pozitivna smer Z-osi sovpada s srednjim položajem rotacijske osi Zemlje CIO (ang.: Conventional International Origin), pozitivna smer X-osi je dana s presečiščem srednje ekvatorske ravnine in srednjega meridiana Greenwicha in Y-osjo, ki je pravokotna na XZ-ravnino, s pozitivno smerjo izbrano tako, da je koordinatni sistem desnosučen. Ta koordinatni sistem je najpomembnejši koordinatni sistem v geodeziji (Stopar et al., 2001).

Omenjena osnovna sistema definira in vzdržuje služba IERS (ang.: International Earth Rotation Service) z imenom (Stopar et al., 2001):

- mednarodni nebesni referenčni sistem ICRS (ang.: International Celestial Reference System);
- mednarodni terestrični (zemeljski) referenčni sistem ITRS (ang.: International Terrestrial Reference System).

ICRS je s 1. januarjem 1998 postal uradni nebesni referenčni sistem IAU (ang.: International Astronomical Union), ki ga je na 23. generalni skupščini avgusta 1997 sprejela IAU. ICRS je nadomestil t. i. FK5 (nem.: Fundamental Katalog 5). Izhodišče

ICRS je v težišču Sončnega sistema, osi koordinatnega sistema so »pritrjene« glede na oddaljene kvazarje z natančnostjo tisočinke kotne sekunde. ICRS je materializiran s položaji 608 kvazarjev, ocenjenimi na osnovi opazovanj med leti 1979 in 1995 in ga imenujemo Mednarodni nebesni referenčni sestav – ICRF (ang.: International Celestial Reference Frame). Izhodišče ITRS je v težišču telesa Zemlje, ki vključuje oceane in Zemljino atmosfero. ITRS je materializiran z ocenjenimi položaji (in pripadajočimi hitrostmi sprememb le-teh) izbranih IERS geodetskih observatorijev, ki tvorijo Mednarodni terestrični referenčni sestav – ITRF (ang.: International Terrestrial Reference Frame). Množica točk, ki definirajo ITRF, se vsako leto povečuje, tako da se pojavljajo nove različice ITRF. Le-te izhajajo v obliki ITRFyy, kjer je s končnico 'yy' podano leto »izdaje« različice sestava ITRF (Stopar et al., 2001).

### 2.1.1 Terestrični koordinatni sistemi

Terestrični koordinatni sistemi so definirani za celotno Zemljo. Pri tem se upoštevajo fizikalne lastnosti Zemlje kot nebesnega telesa. Tako je GRS-80 (ang.: Geodetic Reference System 1980) definiran z naslednjimi štirimi parametri (Stopar et. al. 2003):

$a = 6378137 \text{ m}$  (velika polos elipsoida),

$\omega = 7292.115 \cdot 10^{-11} \text{ rads}^{-1}$  (kotna hitrost vrtenja elipsoida),

$GM = 398600.5 \cdot 10^9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$  (G - gravitacijska konstanta, M - masa elipsoida),

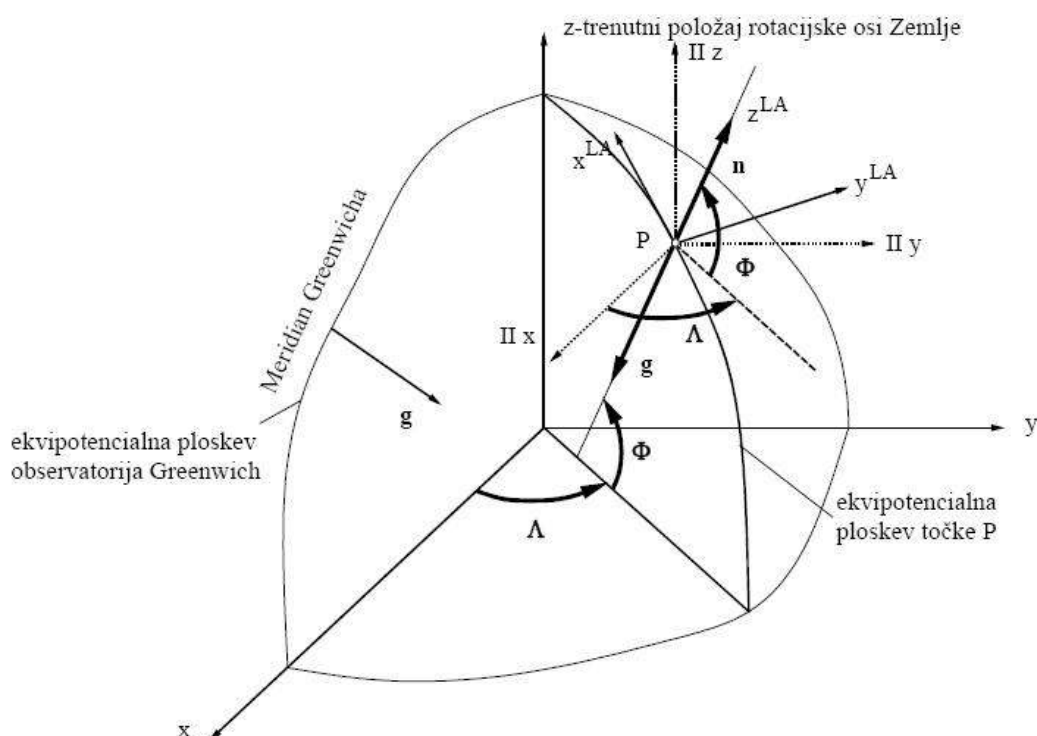
$J_2 = 0.00108263$  (t. i. »dinamični faktor oblike« referenčnega elipsoida).

Z naštetimi parametri je v celoti definirano zunanje težnostno polje rotacijskega elipsoida. Dva parametra ( $a$  in  $J_2$ ) definirata velikost in obliko elipsoida, en ( $GM$ ) maso elipsoida in en ( $\omega$ ) njegovo kotno hitrost vrtenja. S temi štirimi parametri definiramo t. i. normalni elipsoid, to je elipsoid dane mase in hitrosti vrtenja. Površino tega elipsoida predstavlja t. i. ekvipotencialni elipsoid določene oblike in velikosti. Težnostno polje tega elipsoida je definirano s standardno težnostno enačbo.

To je enačba, ki podaja vrednost normalnega težnostnega polja v točki kot funkcijo elipsoidne širine  $\varphi$  (po možnosti tudi elipsoidne dolžine  $\lambda$  in višine  $h$ ). Obstaja več oblik standardnih težnostnih enačb (Stopar et. al. 2003).

### 2.1.1.1 Naravni koordinatni sistem

Naravni koordinatni sistem je tisti, katerega smeri koordinatnih osi so definirane s smermi, ki obstajajo v naravi. Za uporabo v geodeziji sta posebej pomembna smer vektorja težnostnega pospeška in smer rotacijske osi Zemlje. Smer vektorja težnostnega pospeška definirata v tem sistemu težnostni potencial in njegov gradient  $gradW$  (slika 1). S horizontiranjem geodetskega instrumenta le-tega »vključimo« v ta koordinatni sistem.



Slika 1: Naravni koordinatni sistem (Stopar et al., 2003)

Smer vektorja težnosti  $g$  najenostavneje definiramo v lokalnem astronomskem (LA) koordinatnem sistemu (slika 1), ki ima izhodišče v poljubni točki P na zemeljski površini. Pozitivna smer  $z^{LA}$ -osi je pravokotna na ekvipotencialno ploskev skozi točko

$P$ ,  $x^{LA}$ -os je usmerjena v smeri tangente na astronomski meridian s pozitivno smerjo v smeri trenutnega severnega Zemljinega pola, pozitivna smer  $y^{LA}$ -osi je izbrana tako, da je koordinatni sistem levosučen. Ker je LA koordinatni sistem topocentričen, je njegova uporaba v praksi omejena na redukcijo opazovanj, opravljenih na posameznih točkah v enoten terestrični koordinatni sistem (Stopar et al., 2003).

### 2.1.1.2 ETRS89 koordinatni sistem

Podkomisija EUREF (ang.: EUropean REference Frame) je na podlagi prve enotne evropske GPS izmere leta 1989 za območje Evrope definirala ETRS (ang.: European Terrestrial Reference System), ki ga uvrščamo med regionalne koordinatne sisteme. Praktična realizacija ETRS koordinatnega sistema je koordinatni sestav EUREF. Koordinatni sistem, ki ga je privzela podkomisija EUREF, sovпада z ITRS koordinatnim sistemom v začetku leta 1989 in je »pritrjen« na stabilni del Evrazijske plošče (Stopar et. al. 2003).

V praksi obravnavamo in uporabljamo ETRS89 kot horizontalni koordinatni sistem, višinski evropski koordinatni sistem pa je EVRS (ang.: European Vertical Reference System). Oba sistema skupaj sestavljata ESRS (ang.: European Spatial Reference System).

### 2.1.2 Koordinatni sistemi klasične geodezije

Položaj točke na površini Zemlje je lahko določen z naravnimi - astronomskimi ali z geometričnimi - geodetskimi koordinatami. Naravne koordinate kot so astronomska geografska širina ( $\Phi$ ), astronomska geografska dolžina ( $\Lambda$ ) in ortometrična višina ( $H$ ) se nanašajo na težnostno polje. Geometrijske koordinate kot so geodetska geografska širina ( $\varphi$ ), geodetska geografska dolžina ( $\lambda$ ) in elipsoidna višina ( $h$ ) se nanašajo na referenčni elipsoid. Obe vrsti koordinat povezuje geodetski datum (Stopar et. al. 2003).



V geodeziji je zgodovina pogojevala ločeno obravnavo horizontalnih in višinskih geodetskih datumov, kar je izhajalo iz lastnosti astrogeodetskega datuma. Višinski datum predstavlja geoid (ničelna nivojska ploskev), ki ga upodobimo s srednjo morsko gladino. Horizontalni datum pa je referenčna računsko ploskev – elipsoid izbrane velikosti in oblike in je izhodišče za izračun koordinat točk na zemeljskem površju.

Nastali so različni pogledi in definicije geodetskega datuma (Kuhar, 2007):

- Geodetski datum je najmanjše število parametrov, ki definirajo koordinatni sistem, vključno z njegovim izhodiščem, orientacijo in merilom;
- Geodetski datum določa orientacijo vsakega koordinatnega sistema glede na globalni geocentrični terestrični koordinatni sistem in s tem tudi glede na telo Zemlje.

#### **2.1.2.1 Astrogeodetski datum (horizontalni geodetski datum)**

Astrogeodetski datum je določen s parametri, ki podajajo obliko, položaj in orientacijo referenčnega elipsoida v CT koordinatnem sistemu. Središče referenčnega elipsoida je postavljeno v poljuben položaj glede na težišče Zemlje (posledica klasične terestrične geodezije), kjer je datumska ploskev umeščena v telo Zemlje tako, da na se na določenem delu zemeljskega površja najbolj prilega geoidu. Torej središče rotacijskega elipsoida v okviru astrogeodetskega datuma ne sovпада s težiščem Zemlje. Orientacija referenčnega elipsoida se je izvedla na podlagi astronomskih in geodetskih opazovanj (Stopar et al., 2003). Z astronomsko orientacijo referenčnega elipsoida se je poizkušala doseči vzporednost male polosi referenčnega elipsoida z rotacijsko osjo Zemlje.

Astrogeodetski datum določa 8 parametrov (Stopar et al., 2003):

- trije parametri, ki določajo položaj izhodišča koordinatnega sistema;
- trije parametri, ki določajo orientacijo koordinatnih osi koordinatnega sistema;
- dva parametra, ki določata velikost in obliko rotacijskega elipsoida  $(a, f)$ .

V praksi je bil določen z naslednjimi parametri (Stopar et al., 2003):

- astronomska širina in astronomska dolžina izhodiščne točke astrogeodetske mreže  $(\Phi_0, \Lambda_0)$ ;
- astronomski azimut  $A_0$  na izhodiščni točki proti sosednji točki;
- vrednosti odklona navpičnice  $(\xi_0, \eta_0)$  v izhodiščni točki;
- vrednost geoidne ondulacije  $N_0$  v izhodiščni točki;
- dva parametra, ki določata velikost in obliko rotacijskega elipsoida  $(a, f)$ .

Datumski parametri astrogeodetskega datuma imajo vsaj svoj pomen, saj je navpičnica izhodiščne točke astrogeodetske mreže določena z astronomskima koordinatama  $(\Phi_0, \Lambda_0)$ , s komponentama odklona navpičnice  $(\xi_0, \eta_0)$  je normala elipsoida »pritrjena« na navpičnico v izhodiščni točki, s parametrom  $N_0$  (geoidno višino v izhodiščni točki) pa je referenčni elipsoid orientiran po višini. Med astronomskimi in geodetskimi koordinatami v izhodiščni točki tako veljajo zveze (Stopar et al., 2003):

$$\xi_0 = \Phi_0 - \varphi_0 \quad (1)$$

$$\eta_0 = (\Lambda_0 - \lambda_0) \cos \varphi_0 \quad (2)$$

$$N_0 = h_0 - H_0 \quad (3)$$

kjer je  $H_0$  vrednost nadmorske (ortometrične) višine izhodiščne točke,  $h_0$  pa vrednost elipsoidne višine izhodiščne točke. Enačbe (1), (2) in (3) vzpostavljajo zvezo

med normalo in navpičnico v izhodiščni točki mreže, vendar se referenčni elipsoid lahko še vrti okrog normale v izhodiščni točki. To prostostno stopnjo v orientaciji referenčnega elipsoida odstranimo z opazovanjem astronomskim azimutom  $A_0$  v izhodiščni točki proti poljubni točki mreže. Med astronomskim azimutom  $A_0$  in geodetskim azimutom  $\alpha_0$  mora, v izhodiščni točki mreže, veljati t. i. Laplacejeva enačba azimuta (Stopar et al., 2003):

$$A_0 - \alpha_0 = (\Lambda_0 - \lambda_0) \cos \varphi_0 \quad (4)$$

Z veljavnicima enačbama (1) in (2) v izhodiščni točki mreže je zagotovljena vzporednost koordinatnih osi CT in glavnih osi referenčnega elipsoida. Da bi se izognili prevelikemu vplivu pogreškov opazovanj na vzporednost osi koordinatnih sistemov z oddaljevanjem od izhodiščne točke, so v astrogeodetski mreži, na t. i. Laplacejevih točkah, opravljena dodatna astronomska opazovanja astronomskih koordinat in astronomskih azimutov. Od natančnosti teh opazovanj je odvisna dosežena vzporednost osi obeh koordinatnih sistemov.

Astrogeodetski datum omogoča dobro prileganje elipsoida in geoida ter zanesljivo merilo astrogeodetske mreže v bližini izhodiščne točke. Slabosti astrogeodetskega datuma so nezanesljiva povezava s težiščem Zemlje ter slabša povezava referenčnega elipsoida in geoida, ki sta povezana samo v izhodiščni točki. Zato v praksi nastopajo deformacije koordinat z oddaljevanjem od izhodiščne točke. Posledica je nujnost ločevanja horizontalnih in višinskih geodetskih mrež (Stopar et al., 2003).

### **2.1.2.2 Višinski geodetski datum**

Horizontalna opazovanja, ki jih opravljamo za določitev horizontalnega (2D) položaja, se nanašajo na »izbran« horizontalni datum, prav tako so tudi opazovanja povezana z določitvijo višine vezana na višinski datum. Znano je, da se višine nanašajo na

geoid, saj instrumenti za določanje le-teh (nivelman in trigonometrično višinomerstvo) sovpadajo z lokalnimi navpičnicami (zagotovimo s horizontiranjem instrumenta).

Med višinskimi datumi je veliko razhajanj prav tako kot med horizontalnimi, vendar se višinske mreže, določene na osnovi različnih srednjih nivojev morja (datumov), nikoli ne razlikujejo za več kot 2 metra.

Višinski geodetski datum predstavlja množica parametrov (premik v višini in merilo ( $s$ )), ki omogočajo določitev višin novih točk v višinskem koordinatnem sistemu. Višinski datum je povezan s t. i. srednjim nivojem morja. Srednji nivo morja predstavlja ekvipotencialna ploskev, ki poteka skozi izbrano izhodiščno točko – mareograf in predstavlja referenčno ploskev za določitev višin s postopki geometričnega nivelmana. V praksi običajno nadomešča eno samo višinsko referenčno točko množica višinskih referenčnih točk, ki pa vse ne ležijo na isti ekvipotencialni ploskvi.

Astrogeodetski datum in višinski geodetski datum skupaj omogočata določitev položaja v tri-razsežnem prostoru v smislu klasične geodezije (Stopar et al., 2003).

## **2.2 Državni koordinatni sistem**

### **2.2.1 Stari državni koordinatni sistem**

V tem poglavju bomo obravnavali stari državni koordinatni sistem v ravnini in na elipsoidu.

#### **2.2.1.1 Stari ravninski koordinatni sistem (D48/GK)**

Stari ravninski državni koordinatni sistem v Sloveniji temelji na Besselovem elipsoidu. Prehod z elipsoida v ravnino izvedemo z uporabo Gauss-Kruegerjeve projekcije.

Gauss-Kruegerjeva projekcija je prečna cilindrična projekcija, katere glavna lastnost je konformnost. To pomeni, da projekcija pri prehodu z elipsoida v ravnino ohrani kote in obliko neskončno majhnih likov. Plašč valja je razdeljen na  $3^\circ$  široke cone. V Sloveniji je širina cone  $3^\circ 15'$ , pri tej širini cone se celotno državno ozemlje Slovenije nahaja znotraj ene cone. Celoten elipsoid je razdeljen na 120 meridianskih con. Slovenija leži v 5. coni, katere srednji oz. izhodiščni meridian je  $15^\circ$ , kjer se plašč valja dotika elipsoida. Izhodiščno paralelo pa predstavlja ekvator. Velikost deformacij se povečuje z oddaljevanjem od srednjega meridiana. Z namenom, da deformacije ne presežejo velikosti 10cm/km, je uvedena modulacija merila  $m_0 = 0,9999$ . V izogib negativnim vrednostnim koordinate  $y$  na skrajnem zahodu in vzhodu,  $y$  koordinate povečamo za vrednost 500 000 m. Koordinate  $x$  pa zmanjšamo za 5 000 000 m, da se izognemo operiranju z velikimi številkami.

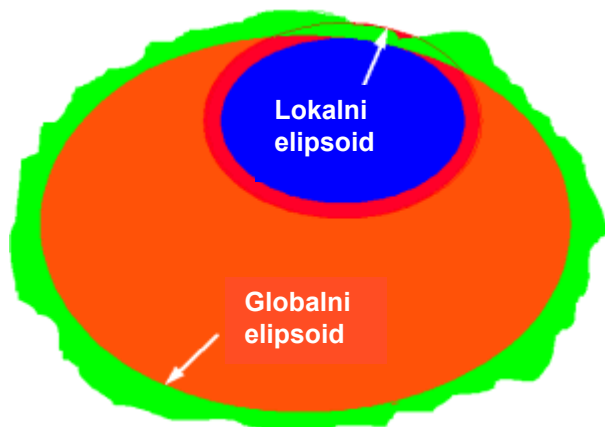
### **2.2.1.2 Stari elipsoidni koordinatni sistem (Bessel 1841)**

Stari elipsoidni državni koordinatni sistem je definiran na Besselovem elipsoidu

Značilnosti Besselovega elipsoida:

- je lokalni elipsoid, ki se najbolje prilega geoidu na področju Srednje Evrope,
- koordinatne osi so glede na elipsoid GRS 80 zarotirane, izhodišče pa je premaknjeno,
- izhodišča oz. fundamentalna točka je Hermanskögel,
- je naš bivši državni referenčni elipsoid.

Spodnja slika prikazuje razmerje lokalnega in globalnega elipsoida do geoida.



*Slika 2: Lokalni elipsoid*

## 2.2.2 Novi koordinatni sistem

### 2.2.2.1 Novi elipsoidni koordinatni sistem (GRS 80)

Novi elipsoidni koordinatni sistem temelji na geocentričnem elipsoidu GRS 80 (ang.: Geodetic Reference System 1980), ki je skoraj identičen WGS-84 (ang.: World Geodetic System 1984) rotacijskemu elipsoidu. Zelo malo se razlikujeta le v sploščenosti, sicer pa se koordinate, podane glede na enega ali drugega razlikujejo za manj kot milimeter.

### 2.2.2.2 Novi ravninski koordinatni sistem (D96/TM)

Koordinatni osi v ravnini državne kartografske projekcije sta v novem ravninskem koordinatnem sistemu (D96) označeni z mednarodnima oznakama za sever z N (North) in za vzhod z E (East). Državno projekcijo pa smo le preimenovali iz Gauss-Kruegerjeve v Transverzalno Mercatorjevo (TM - ang.: Transverse Mercator) projekcijo elipsoida sistema ETRS89.

Transverzalna Mercatorjeva projekcija, ki je modulirana in modificirana, vsebuje enačbe in parametre, ki so povsem enaki dosedanji državni kartografski projekciji (GK). Razlika med GK in TM je v novem terestričnem datumu (ETRS89 oz. D96 namesto D48) in novem državnem elipsoidu (GRS 80 namesto Bessel).

Transverzalna Mercatorjeva projekcija je konformna, spremembe površin glede na sedanji državni ravninski koordinatni sistem so minimalne (površina celotnega državnega ozemlja se spremeni za 0,4 km<sup>2</sup>).

Praktično realizacijo horizontalne komponente novega državnega koordinatnega sistema v naravi predstavljajo trajno označene geodetske točke, katerim so bile koordinate določene v sistemu ETRS89 in državno omrežje stalno delujočih postaj GPS (SIGNAL).

## **2.3 Pretvorba koordinat**

Postopek pretvorbe koordinat iz državnega ravninskega koordinatnega sistema, v prostorski koordinatni sistem in obratno, se z uvedbo novega koordinatnega sistema ni bistveno spremenil. Spremenili so se le, kot sem že zgoraj omenil, parametri državnega referenčnega elipsoida.

### **2.3.1 Pretvorba elipsoidnih koordinat v kartezične koordinate**

#### Izhodiščni podatki:

- elipsoidne koordinate  $(\varphi, \lambda, h)$ ,
- parametri rotacijskega elipsoida  $(a, b$  in  $e)$ .

Kartezične koordinate izračunamo iz danih elipsoidnih  $(\varphi, \lambda, h)$  po enačbah:

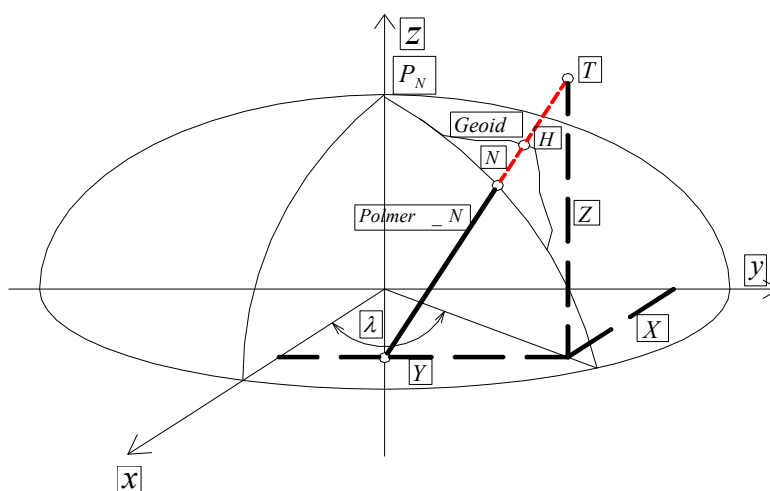
$$X = (N + h) \cos \varphi \cos \lambda \tag{5}$$

$$Y = (N + h) \cos \varphi \sin \lambda \quad (6)$$

$$Z = \left( N \frac{b^2}{a^2} + h \right) \sin \varphi \quad (7)$$

$N$  v teh enačbah predstavlja polmer ukrivljenosti prvega vertikala, ki ga izračunamo:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}, \text{ kjer so } a, b \text{ in } e \text{ parametri elipsoida } e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}.$$



Slika 3: Prikaz povezave med elipsoidnimi in kartezičnimi koordinatami

### 2.3.2 Pretvorba kartezičnih koordinat v elipsoidne koordinate

Za rešitev te naloge lahko uporabimo dva pristopa: iterativnega ali direktnega. Bolj pogosto uporabljen in tudi bolj učinkovit je iterativni pristop. Vhodni podatki pri tem pristopu so kartezične koordinate točk.



Iterativni postopek reševanja:

a.) Izračun najkrajše razdalje točke od rotacijske osi Zemlje (os z):

$$p = \sqrt{X^2 + Y^2} . \quad (8)$$

b.) Izračun približne vrednosti elipsoidne širine:

$$\varphi_0 = a \tan\left(\frac{Z}{p(1-e^2)}\right), \quad (9)$$

kjer je

$$N_0 = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2(\varphi_0)}} .$$

c.) Izračun približne vrednosti elipsoidne višine  $h_0$  :

$$h_0 = \frac{p}{\cos(\varphi_0)} - N_0 . \quad (10)$$

d.) Ponoven izračun elipsoidne širine  $\varphi_1$  :

$$\varphi_1 = \arctan\left(\frac{Z}{p} \left(1 - e^2 \frac{N_0}{N_0 + h_0}\right)^{-1}\right) . \quad (11)$$

e.) Izračunamo  $N_1$  in ga uporabimo pri določitvi  $\varphi_2$ , postopek ponavljamo toliko

časa, dokler ni razlika  $|\varphi_n - \varphi_{n-1}| < \text{dopustno}$  . (12)

f.) Medtem ko  $\varphi$  in  $h$  določimo iterativno, pa  $\lambda$  določimo direktno prek enačbe:

$$\lambda = \arctan\left(\frac{Y}{X}\right) . \quad (13)$$

Končni rezultat so elipsoidne koordinate  $(\varphi, \lambda, h)$  točke pridobljene z iterativnim pristopom.

Direkten pristop:

Izračun radija vzporednika točke:

$$p = \sqrt{X^2 + Y^2} . \quad (14)$$

Izračun količine  $\theta$ :

$$\theta = \arctan\left(\frac{Z \cdot a}{p \cdot b}\right). \quad (15)$$

Izračun elipsoidne širine  $\varphi$ , elipsoidne višine  $h$  in elipsoidne dolžine  $\lambda$ :

$$\varphi = \arctan\left(\frac{Z + e'^2 \cdot b \cdot \sin^3 \theta}{p - e^2 \cdot a \cdot \cos^3 \theta}\right), \quad \text{kjer sta} \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$h = \frac{p}{\cos \varphi} - N \quad (16)$$

$$\lambda = \arctan\left(\frac{Y}{X}\right)$$

Končni rezultat so elipsoidne koordinate  $(\varphi, \lambda, h)$  točke pridobljene z direktnim pristopom.

### 2.3.3 Pretvorba elipsoidnih koordinat v ravninske koordinate Gauss-Kruegerjeve projekcije

Pretvorba elipsoidnih koordinat  $(\varphi, \lambda, h)$  v  $(y, x)$  koordinati v državni projekcijski ravnini pa poteka po naslednjem postopku:

Vhodni podatki so  $\varphi$  in  $\lambda$  koordinati točk in parametra  $a$  in  $b$  elipsoida projekcije.

Postopek računanja:

$$l = \lambda - \lambda_0 = \lambda - 15^\circ \rightarrow l = l_{rad}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

$$t = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\eta = e' \cdot \cos \varphi$$

$$L = a \cdot (1 - e^2) \left[ A \cdot \varphi_{rad} - \frac{B}{2} \sin(2\varphi) + \frac{C}{4} \sin(4\varphi) - \frac{D}{6} \sin(6\varphi) + \frac{E}{8} \sin(8\varphi) - \dots \right] \quad (17)$$

$$A = 1 + \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \frac{175}{256} e^6 + \frac{11025}{16384} e^8 + \dots$$

$$B = \frac{3}{4} e^2 + \frac{15}{16} e^4 + \frac{525}{512} e^6 + \frac{2205}{2048} e^8 + \dots$$

$$C = \frac{15}{64} e^4 + \frac{105}{256} e^6 + \frac{2205}{4096} e^8 + \dots \quad (18)$$

$$D = \frac{35}{512} e^6 + \frac{315}{2048} e^8 + \dots$$

$$E = \frac{315}{16384} e^8 + \dots$$

$$\bar{x} = L + \frac{l^2}{2} N \sin \varphi \cos \varphi + \frac{l^4}{24} N \sin \varphi \cos^3 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) + \dots$$

$$\dots + \frac{l^6}{720} N \sin \varphi \cos^5 \varphi (61 - 58t^2 + t^4) \quad (19)$$

$$\bar{y} = lN \cos \varphi + \frac{l^3}{6} N \cos^3 \varphi (1 + \eta^2 - t^2) + \frac{l^5}{120} N \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 t^2)$$

Končen rezultat so modulirane koordinate v projekcijski ravnini:

$$\begin{aligned}x &= 0.9999\bar{x} - 5000000 \\y &= 0.9999\bar{y} + 5000000\end{aligned}\quad (20)$$

### 2.3.4 Pretvorba ravninskih koordinat v elipsoidne koordinate

Pri pretvorbi ravninskih koordinat v elipsoidne imamo za vhodne podatke koordinati  $y$  in  $x$  v ravnini projekcije in parametre elipsoida državne projekcije.

Postopek računanja:

$$\bar{x} = \frac{x}{0.9999} \quad \bar{y} = \frac{x - 500000}{0.9999} \quad (21)$$

Pričetek iterativnega postopka:

$$\begin{aligned}\varphi_1^{(0)} &= \frac{2\bar{x}}{a+b} \\d_1 &= \bar{x} - L(\varphi_1^{(0)}) \\L(\varphi_1^{(0)}) &= a(1-e^2) \left[ A\varphi_1^{(0)} \text{ rad} - \frac{B}{2} \sin(2\varphi_1^{(0)}) + \frac{C}{4} \sin(4\varphi_1^{(0)}) - \frac{D}{6} \sin(6\varphi_1^{(0)}) + \frac{E}{8} \sin(8\varphi_1^{(0)}) - \dots \right]\end{aligned}\quad (22)$$

Postopek izračuna koeficientov  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  in  $E$  je enak kot prej.

$$\begin{aligned}\varphi_1^{(1)} &= \varphi_1^{(0)} + \frac{2d_1}{a+b} \\|\varphi_1^{(1)} - \varphi_1^{(0)}| &\leq 0.00001''\end{aligned}\quad (23)$$

Če je pogoju zadoščeno, iterativni postopek ustavimo, sicer pa nadaljujemo.

Računanje naprej:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_1^{(i)}}}$$

$$t = tg \varphi_1^{(i)}$$

$$\eta = e' \cos \varphi_1^{(i)}$$

$$\varphi = \varphi_1^{(i)} - \frac{t(1 + \eta^2)}{2N^2} \bar{y}^2 + \frac{t}{24N^4} (5 + 3t^2 + 6\eta^2 - 6\eta^2 t^2) \bar{y}^4 - \frac{t}{720N^6} (61 + 90t^2 + 45t^4) \bar{y}^6$$

$$l[\text{rad}] = \frac{\bar{y}}{N \cos(\varphi_1^{(i)})} - \frac{1 + 2t^2 + \eta^2}{6N^3 \cos(\varphi_1^{(i)})} \bar{y}^3 + \frac{5 + 28t^2 + 24t^4}{120N^5 \cos(\varphi_1^{(i)})} \bar{y}^5 \quad (24)$$

$$l[\text{rad}] \rightarrow l[\text{dms}]$$

Končni rezultat sta elipsoidna dolžina in širina na elipsoidu:

$$\varphi$$

$$\lambda = \lambda_0 + l[\text{dms}] \quad (25)$$

## 2.4 Povezava ortometričnih in elipsoidnih višin

Večina terestričnih državnih sistemov je kombinacija dveh ločenih koordinatnih sistemov, 2D ravninskega horizontalnega koordinatnega sistema in 1D višinskega sistema. Med drugim imata oba koordinatna sistema velikokrat različen faktor merila.

Višine točk so definirane v težnostnem polju Zemlje. Določamo jih s postopki geometričnega nivelmana, trigonometričnega višinomerstva in s postopki satelitske geodezije. Ker sta nivelman in trigonometrično višinomerstvo merski operaciji opravljeni v Zemljinem težnostnem polju, so rezultati opazovanj, pridobljeni s tema postopkoma, obremenjeni s težnostnim poljem Zemlje. Za praktično uporabnost višin pridobljenih s postopki satelitske oz. GNSS tehnologije, se morajo le te nanašati na težnostno polje. To zagotovimo s povezavo merskih postopkov določanja višin v

težnostnem polju (nivelman in trigonometrično višinomerstvo), gravimetrično izmero in postopki določanja višin s satelitsko geodezijo.

Danes stremimo k realizaciji in materializaciji geodetskih referenčnih sestavov visoke natančnosti, ki so posledica razvoja satelitske GPS oz. GNSS tehnologije. Ta nam zagotavlja centimetrsko položajno in 1-3 centimetrsko višinsko natančnost ob predpostavki, da smo zagotovili zgoraj omenjeno povezavo višin.

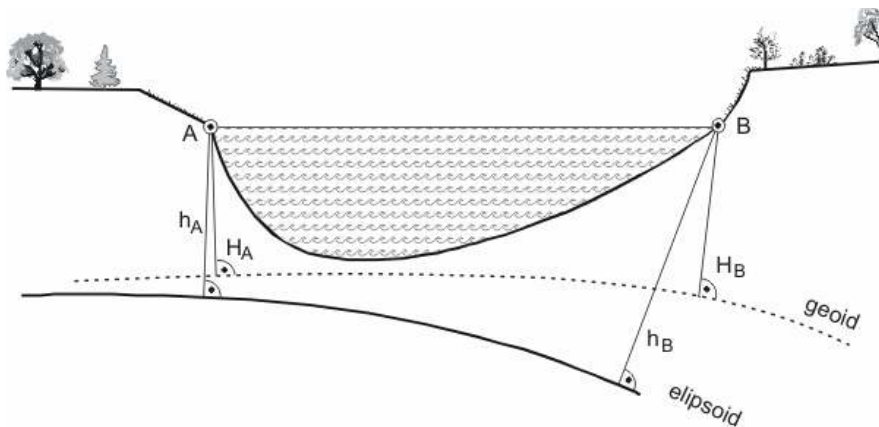
V postopku transformacije višine (aritmetično) preračunavamo iz enega višinskega sistema v drugi sistem. Zanima nas relacija: elipsoidna višina (Bessel) ↔ elipsoidna višina (GRS80).

Star horizontalni državni koordinatni sistem se nanaša na Besselov referenčni elipsoid, ki se najbolje prilega območju Srednje Evrope. Geoidna undulacija oz. geoidna višina je znašala na območju Slovenije od -3 m do +3 m. Razliko med elipsoidnimi višinami, ki so se nanašale na Besselov elipsoid in ortometričnimi, ki se nanašajo na geoid, smo lahko zanemarili in s tem nismo naredili večje poenostavitve, ki bi se odražala kot napaka v merilu koordinatnega sistema.

Z uvedbo novega državnega koordinatnega sistema ETRS89, smo dobili tudi nov referenčni elipsoid GRS 80, ki je globalni elipsoid, ki se prilega celotni Zemlji. To pomeni, da lahko lokalno bolj odstopa od geoida. Geoidna undulacija oz. geoidna višina se v tem primeru na območju Slovenije giblje med 42 m in 48 m. V primeru, da razlike med ortometričnimi in elipsoidnimi višinami ne bi upoštevali, bi to povzročilo 6-7 ppm veliko napako v merilu koordinatnega sistema.

Višin v transformaciji med koordinatnimi sistemi večinoma ne upoštevamo, ker jih reduciramo na nivojske ploskve, elipsoid v primeru elipsoidnih višin ( $h=0$ ) in geoid v primeru ortometričnih oz. nadmorskih višin ( $H=0$ ). V tem primeru se izognemo vplivu višin na določitev transformacijskih parametrov oz. v nadaljevanju na določitev položajnih koordinat točk v postopku transformacije. Po opravljeni transformaciji višine interpoliramo s pomočjo ustreznih modelov geoida.

Za izračun višin uporabljamo absolutni model geoida z naslednjo zvezo:  $h = H + N$ ,  
kjer  $H$  predstavlja ortometrično višino, ki se nanaša na geoid,  $h$  predstavlja  
elipsoidno višino nanašajočo se na izbrani rotacijski elipsoid ter  $N$  geoidno  
ondulacijo.



Slika 4: Prikaz prileganja elipsoida geoidu na izbranem območju

### **3 TRANSFORMACIJE KOORDINATNIH SISTEMOV**

V nadaljevanju bodo predstavljeni osnovni postopki transformacije koordinatnih sistemov v geodeziji.

#### **3.1 7-parametrična transformacija**

7-parametrično transformacijo imenujemo tudi podobnostna transformacija. Podobnostna transformacija je transformacija, pri kateri je merilo v vseh smereh enako. Ohranja se oblika in koti, spremeni pa se dolžina in položaji točk. 7-parametrična transformacija je najobičajnejša transformacija 3-razsežnih koordinatnih sistemov v geodeziji. V veliko primerih se izkaže kot idealno orodje. V nekaterih pa lahko zabriše določena dejstva o koordinatnih sistemih, predvsem o posameznih nehomogenih delih oz. območjih koordinatnih sistemov. Če uporabimo 7-parametrično transformacijo za veliko območje (mrežo), lahko izgubimo del informacije o lokalnih spremembah merila in orientacije posameznih delov območja (mreže). Običajno so lokalne spremembe merila in orientacije, če so sistematične, posledica neustrezno reduciranih opazovanj na računsko referenčno ploskev. V tej zvezi najpogosteje nista upoštevana vpliv odklona navpičnice na opazovane količine, kot tudi vpliv geoidne višine na redukcijo opazovanih količin na površino referenčnega elipsoida (Stopar, Kuhar, 2001). Če so spremembe merila in orientacije večje in nesistematične, so lahko tudi posledica dovoljenih odstopanj ali napak v izmeri v preteklosti.

##### **3.1.1 Modeli 7-parametrične transformacije**

Za povezavo koordinat veznih točk v obeh koordinatnih sistemih lahko uporabimo več postopkov, npr.: Burša-Wolf-ov, Molodensky-Badekaš matematični model 7-parametrične podobnostne transformacije.



### 3.1.1.1 Model Burša-Wolf

Model Burša-Wolf je definiran s spodnjim sistemom enačb (Andrei, 2006):

$$\begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1+m)\mathbf{R} \begin{bmatrix} X_W \\ Y_W \\ Z_W \end{bmatrix}, \quad (27)$$

kjer je:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{bmatrix},$$

$[X_B, Y_B, Z_B]^T$  vektor kartezičnih koordinat točk v starem k.s.,

$[X_W, Y_W, Z_W]^T$  vektor kartezičnih koordinat točk v novem k.s.,

$[\Delta X, \Delta Y, \Delta Z]^T$  vektor treh parametrov translacije med k.s.,

$\mathbf{R}$  - Cardanijeva rotacijska matrika, kjer so  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  koti zasukov okrog posameznih osi,

$m$  - sprememba merila.

Model Burša-Wolf ni primeren za obravnavo majhnih območij. Pri obravnavi majhnih območij je v izravnanih vrednostih parametrov prisotna medsebojna koreliranost letih. Posledica tega je, da rezultati transformacije niso optimalni, ker transformacijske parametre oziroma njihov vpliv na transformirane koordinate težko ločimo med seboj. Korelacijo med parametri lahko odstranimo z uporabo v nadaljevanju opisanega modela Molodensky-Badekaš.

### 3.1.1.2 Model Molodensky-Badekaš

Model Molodensky-Badekaš odstrani korelacijo med parametri oziroma njihov vpliv na transformirane koordinate na majhnem območju s povezavo le-teh s težiščem mreže. Koordinate izhodiščnega sistema reduciramo na težišče območja obravnave (Andrei, 2006).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(2)} = \begin{bmatrix} \bar{X} \\ \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta x' \\ \delta y' \\ \delta z' \end{bmatrix} + \mu \mathbf{R}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) \begin{bmatrix} X - \bar{X} \\ Y - \bar{Y} \\ Z - \bar{Z} \end{bmatrix}_{(1)} \quad (28)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \bar{X} \text{ koordinate težišča točk izhodiščnega k. s.}, \quad (29)$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad \bar{Y} \text{ koordinate težišča točk izhodiščnega k. s.}, \quad (30)$$

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \quad \bar{Z} \text{ koordinate težišča točk izhodiščnega k. s.}, \quad (31)$$

$$\begin{bmatrix} \delta x' \\ \delta y' \\ \delta z' \end{bmatrix} \text{ Molodensky-Badekaš translacija.}$$

Izravnane koordinate, dolžine linij, faktor merila, kot rotacije, variančno-kovariančne matrice in referenčna varianca a-posteriori, pridobljene s tem modelom so identične, kot pri rešitvah pridobljenih z Burša-Wolf modelom. Do razlik med modeloma prihaja pri translaciji, saj se razhajata v merilu in rotaciji težišča mreže.

Za boljšo ponazoritev razlik v translaciji uvedemo vektor  $\mathbf{k}$ , tako enačba Molodensky-Badekaš izgleda tako (Andrei, 2006):

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(2)} = \mathbf{k} + \begin{bmatrix} \delta x' \\ \delta y' \\ \delta' z \end{bmatrix} + \mu \mathbf{R} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{(1)}, \text{ kjer je } \mathbf{k} = \begin{bmatrix} \bar{X} \\ \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix}_{(1)} - \mu \mathbf{R} \begin{bmatrix} \bar{X} \\ \bar{Y} \\ \bar{Z} \end{bmatrix}_{(1)}. \quad (32)$$

Potrebno je izpostaviti, da ima težišče Molodensky-Badekaš, kadar delamo z globalnimi mrežami točk, enake koordinate kot center elipsoida ( $\bar{X}_{(1)} = \bar{Y}_{(1)} = \bar{Z}_{(1)} = 0$ ), reduciramo ga na Burša-Wolf model.

### 3.1.2 Izravnava transformacije

V postopku izravnave transformacije uporabimo splošni model izravnave. Prednost splošnega modela izravnave je v tem, da v sam postopek izravnave ne uvaja konstant, ampak uporabimo koordinate vseh veznih točk kot »opazovanja«. To so točke, ki so dane v začetnem in končnem koordinatnem sistemu in jih v izravnavi obravnavamo kot opazovanja. Splošni model omogoča skupno obravnavo opazovanj in neznank brez vseh omejitev. Izračun števila opazovanj je prikazan s spodnjo enačbo.

*Število opazovanj: število veznih točk  $\times 3 \times 2 = 6 \times n$ , kjer je  $n$  število veznih točk.*

Za enolično določitev neznank, ki so v našem primeru poleg parametrov 7-parametrične transformacije še koordinate točk v končnem sistemu, potrebujemo dane koordinate dveh točk in še eno koordinato tretje točke.

*Število neznank:  $3 + 3 + 1 + 3n = 7 + 3n$ , kjer je  $n$  število veznih točk.*

Ker v geodeziji enolična rešitev ni dovolj, težimo k temu, da imamo nadštevilna opazovanja. Posledica nadštevilnih opazovanj je, da moramo izvesti izravnavo opazovanj. Izravnavo opazovanj izvedemo s pomočjo v nadaljevanju opisanega splošnega modela izravnave.

Splošni model je oblike:

$$\mathbf{A}\mathbf{v} + \mathbf{B}\mathbf{\Delta} = \mathbf{f} . \quad (33)$$

Poleg koordinat veznih točk imamo še približne vrednosti transformacijskih parametrov. Cilj je torej določiti ocenjene vrednosti transformacijskih parametrov.

Enačbe opazovanj:

Za vsako vezno točko napišemo 3 enačbe. Za povezavo koordinat veznih točk v starem in novem koordinatnem sistemu smo uporabili zgoraj opisani model Bursa-Wolf.

$$\begin{aligned} F_{i1} &\equiv \Delta X + (1+m)(X_W^i + \omega_z Y_W^i - \omega_y Z_W^i) - X_B^i = 0 \\ F_{i2} &\equiv \Delta Y + (1+m)(-\omega_z X_W^i + Y_W^i + \omega_x Z_W^i) - Y_B^i = 0 \\ F_{i3} &\equiv \Delta Z + (1+m)(\omega_y X_W^i - \omega_x Y_W^i + Z_W^i) - Z_B^i = 0 \end{aligned} \quad (34)$$

$[X_B, Y_B, Z_B]^T$  vektor kartezičnih koordinat točk v starem k.s.,

$[X_W, Y_W, Z_W]^T$  vektor kartezičnih koordinat točk v novem k.s.,

$[\Delta X, \Delta Y, \Delta Z]^T$  vektor treh parametrov translacije med k.s.,

$i$  - indeks točke.

Splošni model je v tem primeru oblike:

$$\mathbf{A}_{(3n \times 3n)} \mathbf{V}_{(3n \times 1)} + \mathbf{B}_{(3n \times 7)} \mathbf{\Delta}_{(3n \times 1)} = \mathbf{f}_{(3n \times 1)} , \quad (35)$$

kjer sta matriki:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial X_B^1} & \frac{\partial F_1}{\partial Y_B^1} & \frac{\partial F_1}{\partial Z_B^1} & \frac{\partial F_1}{\partial X_W^1} & \frac{\partial F_1}{\partial Y_W^1} & \frac{\partial F_1}{\partial Z_W^1} & \dots & \frac{\partial F_1}{\partial X_B^n} & \frac{\partial F_1}{\partial Y_B^n} & \frac{\partial F_1}{\partial Z_B^n} & \frac{\partial F_1}{\partial X_W^n} & \frac{\partial F_1}{\partial Y_W^n} & \frac{\partial F_1}{\partial Z_W^n} \\ \vdots & & & & & & & & & & & & \vdots \\ \vdots & & & & & & \dots & & & & & & \vdots \\ \frac{\partial F_n}{\partial X_B^1} & \dots & & & & & \dots & & & & & & \frac{\partial F_n}{\partial X_W^n} \end{bmatrix} \quad (36)$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial \Delta X} & \frac{\partial F_1}{\partial \Delta Y} & \frac{\partial F_1}{\partial \Delta Z} & \frac{\partial F_1}{\partial \omega_x} & \frac{\partial F_1}{\partial \omega_y} & \frac{\partial F_1}{\partial \omega_z} & \frac{\partial F_1}{\partial m} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ \frac{\partial F_n}{\partial \Delta X} & \frac{\partial F_n}{\partial \Delta Y} & \frac{\partial F_n}{\partial \Delta Z} & \frac{\partial F_n}{\partial \omega_x} & \frac{\partial F_n}{\partial \omega_y} & \frac{\partial F_n}{\partial \omega_z} & \frac{\partial F_n}{\partial m} \end{bmatrix} \quad (37)$$

**A** - matrika numeričnih koeficientov opazovanj je sestavljena iz toliko vrstic, kolikor je enačb opazovanj in toliko stolpcev, kolikor je opazovanj vključenih v model izravnave. Posamezen člen matrike predstavlja vrednost odvoda posamezne enačbe po posameznem opazovanju, ki nastopa v tej enačbi.

**B** - matrika numeričnih koeficientov neznank, je sestavljena iz toliko vrstic, kolikor je enačb opazovanj in toliko stolpcev, kolikor je neznank vključenih v model izravnave. Posamezen člen matrike predstavlja vrednost odvoda posamezne enačbe po določeni neznanki, ki nastopa v tej enačbi.

Postopek izračuna:

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{\sigma_0^2} \Sigma \text{ matrika kofaktorjev opazovanj,} \quad (38)$$

$$\mathbf{Qe} = \mathbf{AQA}^T \text{ matrika kofaktorjev ekvivalentnih opazovanj,} \quad (39)$$

$$\mathbf{Pe} = \mathbf{Qe}^{-1} \text{ matrika uteži ekvivalentnih opazovanj,} \quad (40)$$

$$\mathbf{N} = \mathbf{B}^T \mathbf{PeB} \text{ matrika koeficientov normalnih enačb,} \quad (41)$$

$$\mathbf{t} = \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{e} \mathbf{f} \text{ vektor prostih členov} \quad (42)$$

$$\mathbf{\Delta} = \mathbf{N}^{-1} \mathbf{t} \text{ vektor popravkov ocenjenih vrednosti neznank.} \quad (43)$$

Iz enačbe (39) je razvidno, da imajo na izravnavo opazovanj oz. določitev ocenjenih vrednosti transformacijskih parametrov, večji vpliv natančnosti koordinat veznih točk v starem (začetnem) sistemu, medtem ko so lahko koordinate veznih točk v novem (končnem) sistemu poljubne natančnosti in ne vplivajo na rezultate izravnave oz. na določitev parametrov podobnostne transformacije. To pomeni, da se vzrok za slabo natančnost določitve transformacijskih parametrov skriva v slabi natančnosti koordinat točk v starem sistemu in ne v opazovanjih oz. koordinatah točk v novem sistemu.

Zaradi kompleksnosti matematičnega modela oz. zadostitve zahtevi po natančni določitvi neznank, se mora izravnava opazovanj izvajati v več iteracijah. Postopek se izvaja, dokler razlika v vrednostih transformacijskih parametrov med predhodno in naslednjo stopnjo iteracije ni znotraj dopustnega odstopanja.

Po izravnavi izračunamo še natančnost neznank po zakonu o prenosu varianc in kovarianc:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{r}, \quad (44)$$

$$\mathbf{\Sigma}_{\Delta\Delta} = \hat{\sigma}_0^2 \mathbf{N}^{-1}. \quad (45)$$

Informacije o natančnosti določitve transformacijskih parametrov nam lahko v nadaljevanju služijo za oceno natančnosti transformiranih koordinat, to izvedemo po zakonu o prenosu varianc in kovarianc.

### 3.1.2.1 Odkrivanje grobih pogreškov in vrednotenje kakovosti transformacije

V postopek ocene kakovosti izravnave transformacije so vključeni postopki odkrivanja grobih pogreškov. Glede na to, da natančnosti vhodnih podatkov niso zanesljivo znane, je bil v tem primeru uporabljena metoda t.i. »tautest«.

Metodo »tau-test« uporabimo takrat, ko referenčne variance a-priori  $\sigma_0^2$  ne poznamo, ali pa so natančnosti podatkov nezanesljive, kar je praviloma primer v praksi. V teh primerih uporabimo referenčno varianco a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$ . Standardizirane popravke primerjamo s kritično vrednostjo  $\tau_{\alpha/2}$ , ki je odvisna od števila nadštevilnih opazovanj v matematičnem modelu  $r = n - n_0$ . Kot grobo pogrešeno opazovanje postopek označi tisto, za katero je razmerje med standardiziranim popravkom  $\frac{v_i}{\hat{\sigma}_{vi}}$  ter kritično vrednostjo tau-porazdelitve  $\tau_{\alpha_0/2}(r)$  večje od 1.

Vrednotenje kakovosti izravnave transformacije sloni na:

- odstopanjih na veznih točkah za posamezne koordinate, srednjih odstopanjih in skrajnih vrednostih odstopanj,
- srednjemu standardnemu odklonu, izračunanemu na strog način v skladu z izrazom (44),
- srednjemu standardnemu odklonu, izračunanemu na osnovi odstopanj danih in transformiranih koordinat veznih točk,
- ocenjevanju morebiti prisotnih grobih pogreškov v koordinatah veznih točk, ki temelji na postopku »tau-test«. Standardizirane popravke  $\frac{v_i}{\hat{\sigma}_{vi}}$  vrednotimo z

vrednostjo razmerij  $\frac{\frac{v_i}{\hat{\sigma}_{vi}}}{\tau_{\alpha_0/2}(r)}$ , ki naj bi bilo manjše od 1 (Kozmus, Stopar, 2008).

### 3.2 4-parametrična transformacija

4-parametrično podobnostno transformacijo ali Helmertovo ravninsko transformacijo izvedemo preko najmanj dveh identičnih točk v obeh k.s.. Pri Helmertovi transformaciji privzamemo enako natančnost koordinat veznih točk v obeh koordinatnih sistemih, to pomeni, da bosta kovariančna matrika in matrika uteži koordinat vseh točk v obeh sistemih enotski matriki.

Začetni in končni k.s. se razlikujeta v izhodišču, kotu zasuka in faktorju merila. To pomeni, če želimo položaj točke iz začetnega transformirati v končni k.s., moramo izhodišče začetnega k.s. premakniti za ustrezen vektor translacije, koordinatne osi začetnega sistema zasukati za ustrezen kot zasuka in upoštevati faktor spremembe merila glede na začetni k.s..

Model 4-parametrične transformacije lahko zapišemo z enačbo:

$$\mathbf{x}_T = \mathbf{c} + \mu \mathbf{R} \mathbf{x}, \text{ kjer je} \quad (46)$$

$\mathbf{x}_T$  - vektor koordinat v končnem koordinatnem sistemu,

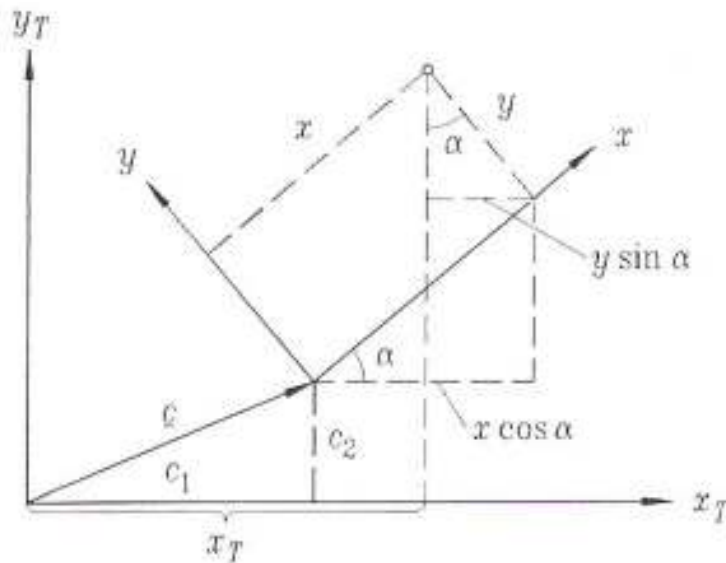
$\mathbf{x}$  - vektor koordinat v začetnem koordinatnem sistemu,

$\mathbf{c} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix}$  - vektor dveh parametrov translacije (v smeri  $x$  in  $y$  osi) med koordinatnima sistemoma,

$\mu$  - faktor spremembe merila, ki predstavlja kvocient enote dolžin med sistemoma,

$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}$  - rotacijska matrika  $\mathbf{R}$ , pri čemer  $\alpha$  predstavlja kot zasuka med koordinatnima osema začetnega in končnega sistema (Hofmann-Wellenhof et. al., 1994).





Slika 5: 4-parametrična transformacija (Hofmann-Wellenhof et. al., 1994)

Uporablja se za transformacijo detajla s pomočjo lastnih (neodvisno pridobljenih) parametrov v zemljiškem katastru ter za enostavno transformacijo podatkovnih slojev s pomočjo danih (apriori privzetih) parametrov v CAD orodjih.

### 3.3 Določitev transformacijskih parametrov z aplikacijo SiTraNet

V poglavju bomo na kratko opisali najpogosteje uporabljena postopka izvedbe transformacije v geodeziji s pomočjo aplikacije SiTraNet.

- 7-parametrična transformacija

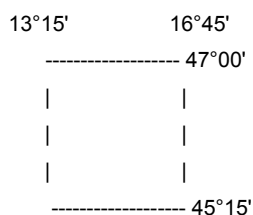
Izvedbo 7-parametrične podobnostne trirazsežne transformacije smo izvedli s pomočjo spletne aplikacije SiTraNet. Za določitev transformacijskih parametrov za izbrano območje potrebujemo vezne točke, katerih koordinate so podane v starem (D48/GK) in v novem (D96/TM) sistemu, ki jim za obravnavo v trirazsežnem prostoru dodamo višino točke. Višina točke je lahko ortometrična (nadmorska) višina  $H$  ali

elipsoidna višina  $h$ . Transformacijo celotnega območja smo v smislu višin izvajali na nivoju elipsoida ( $h = 0$ ) in ločeno z dejanskimi višinami točk. Transformacija se izvaja s pravokotnimi koordinatami, zato se koordinate točk preračunajo v prostorske pravokotne koordinate  $(X, Y, Z)$ . Ker imamo opravka s transformacijo, kjer se višinski sistem izhodiščnega koordinatnega sistema razlikuje od višinskega sistema končnega koordinatnega sistema, je potrebno v primeru, ko upoštevamo nadmorske oz. elipsoidne višine točk, ta dva sistema višin med seboj povezati. To povezavo podaja naslednja enačba:

$$h = H + N .$$

Z namenom zagotovitve te povezave, aplikacija SiTraNet vsebuje absolutni model geoida Slovenije. Model geoida je podan z geoidnimi višinami v ogliščih pravokotne mreže točk. Geoidna višina poljubne točke je določena na podlagi višin v ogliščih mreže z metodo bilinearne interpolacije.

Model geoida tvori pravokotno mrežo  $1.5' \times 1'$  in pokriva območje, prikazano na spodnji skici:



*Slika 6: Meje območja modela geoida Slovenije*

Program v postopku transformacije koordinat uporabi interpolirano geoidno višino, kjer se, npr. ob pretvorbi iz elipsoidnih višin v nadmorske, le-te izračunajo kot je zapisano v enačbi  $h = H + N$ .

Natančnost koordinat točk predstavlja kovariančna matrika, ki je enotska matrika (Kozmus, Stopar, 2008). V tem primeru imenujemo podobnostno transformacijo Helmertova transformacija.

- 4-parametrična transformacija

Podobnostna ravninska transformacija je predstavljena s štirimi parametri. Za določitev transformacijskih parametrov za izbrano območje potrebujemo vezne točke, katerih koordinate so podane v starem (D48/TM) in v novem (D96/TM) sistemu, ki jih obravnavamo v ravnini. Transformacija se izvaja z ravninskimi koordinatami, zato je potrebno elipsoidne koordinate v novem sistemu, ki se nanašajo na elipsoid GRS 80 pretvoriti v ravninske koordinate na omenjenem elipsoidu. Ravninske koordinate v starem sistemu pa se nanašajo na referenčni elipsoid Bessel. Višina točke je lahko ortometrična (nadmorska) višina  $H$  ali elipsoidna višina  $h$ . Transformacijo celotnega območja smo v smislu višin izvajali na nivoju elipsoida ( $h = 0$ ) in ločeno z dejanskimi višinami točk.

Ker imamo tudi v tem primeru opravka s transformacijo, kjer se višinski sistem izhodiščnega koordinatnega sistema razlikuje od višinskega sistema končnega koordinatnega sistema, se višine transformiranih točk v primeru, ko ne upoštevamo dejanskih višin točk, določijo iz modela geoida, kot je opisano v prejšnji točki.

### **3.4 Problem transformacije v geodeziji**

V geodeziji praviloma izvajamo transformacije med koordinatnimi sistemi, ki niso enake kakovosti. Posledica tega je, da ne moremo določiti parametrov, ki bi vse položaje točk enolično preslikali v nov koordinatni sistem. Z izravnavo transformacije pridobimo set transformacijskih parametrov, ki se različno prilagajajo točkam na podlagi katerih so bili določeni. V velikostih odstopanj se odraža nehomogena natančnost starega sistema. Točke višji redov odražajo večjo neskladnost med koordinatnima sistemoma, kot točke nižjih redov.

Posledica nehomogene natančnosti starega koordinatnega sistema je, da optimalna datumsko transformacija na nivoju države ne omogoča niti podmetrske natančnosti. Natančnost lahko izboljšamo, če območje države razdelimo na manjša območja – regije. Za vsako takšno regijo določimo svoj niz transformacijskih parametrov, torej drugačno datumsko transformacijo. Natančnost transformacije se večja z drobitvijo na manjša območja. Nekaj centimeterska natančnost je lahko dosežena le s transformacijo na nivoju detajla (Berk, Duhovnik, 2007).

Določen vpliv na natančnost transformacije ima tudi višinska komponenta, ki jo vključujemo v izračun parametrov. Globalno gledano, imajo višji redi višinskih mrež večji negativen vpliv na kakovost transformacije natančnosti, kot nižji redi.

Pri transformaciji koordinat točk, ki so dane v začetnem in končnem koordinatnem sistemu v enega izmed koordinatnih sistemov, se pojavljata dva problema:

- določitev najboljših možnih vrednosti transformacijskih parametrov med koordinatnima sistemoma,
- določitev najboljše notranje kombinacije obeh sistemov, to pomeni zmanjšanje popravkov koordinat oz. odstopanj po transformaciji na najmanjšo možno.

Zaradi sistematičnih vplivov, rešitev, ki zagotavlja najboljšo oceno transformacijskih parametrov, ni tudi rešitev, ki zagotavlja najboljšo možno kombinacijo obeh sistemov. Obe rešitvi moramo zato uporabiti zaporedoma. Pravilnost takega ravnanja potrjuje dejstvo, da transformacijski parametri ne vplivajo na notranjo geometrijo obeh koordinatnih sistemov (Stopar, 2005).

## 4 MODELIRANJE ODPSTAPANJ KOORDINAT TOČK PO TRANSFORMACIJI

### 4.1 Modeliranje ploskve

Modeliranje ploskve je postopek, ki tvori aproksimirano 3D funkcionalno površino na podlagi podanih točkovnih podatkov. To naredimo s prostorsko interpolacijo. Metode za modeliranje ploskev lahko razdelimo na več načinov: lokalni in globalni pristop ter deterministični in stohastični pristop. Deterministične metode se uporabljajo v primerih zadostnega poznavanja lastnosti področja obravnave. Stohastične pa temeljijo na domnevnih modelih, ki izhajajo iz negotovosti naključnih variacij na področju obravnave. Dalje ločimo deterministične metode na lokalne, globalne (analitične) in geostatistične. Analitične metode temeljijo na matematičnih modelih, kjer je glavni problem določitev vrednosti za uteži, ki opredeljujejo vpliv podanih točk in velikost vplivnega območja. Vplivno območje sestavljajo podane točke, katerih podane vrednosti atributa so medsebojno sorodne in vplivajo na določitev iskane vrednosti atributa znotraj vplivnega območja.

Globalne metode so procesno enostavnejše in pogosto temeljijo tudi na statističnih predpostavkah regresije in analize variance. Uporabijo vse razpoložljive podatke. Posplošijo ploskev, tako da lahko ta odstopa celo v podanih točkah. Globalne metode navadno tudi ne upoštevajo verjetnosti, da so bližnje točke vrednostno sorodnejše.

Lokalne metode temeljijo na izbiri manjših vplivnih območij ali vzorcev, kar vpliva na boljše lokalno prileganje ploskve. Značilnosti in potek lokalnih metod so naslednji:

- Izbira in velikost vplivnega področja (vzorca) okoli lokacije iskane vrednosti,
- Iskanje končnega števila točk v vplivnem območju,

- Izbira ustrezne matematične funkcije (variogram) za opredelitev variacije podanih vrednosti v vplivnem območju,
- Izračun iskane vrednosti atributa na novi lokaciji na podlagi izbrane analitične ploskve in z upoštevanjem primernih uteži za opredelitev vpliva podanih točk.

Nobena deterministična metoda ne zagotavlja dovolj zanesljivih informacij o potrebnem številu točk za izračun lokalnega povprečja na iskani točki, o velikosti, orientaciji in obliki vplivnega območja za izračun lokalnega povprečja na iskani točki, o metodi določitve uteži za interpolacijo vpliva podanih točk znotraj vzorca ter o pogreških, povezanih s povprečji in z interpoliranimi vrednostmi (Šumrada, 2005).

Interpolacijske metode prostorske statistike ali geostatistike izhajajo iz spoznanja, da je prostorska variacija katerega koli zveznega atributa pogosto nepravilna ali razpršena, kar onemogoča obravnavo z gladkimi in zveznimi matematičnimi funkcijami (deterministični pristop). Tako z njimi pogosto dosegamo boljše rezultate.

Cilj prostorske interpolacije je sestava zvezne ploskve na podlagi diskretnih točkovnih podatkov, ki so podani kot množica točk. Postopki prostorske interpolacije temeljijo na strategiji vzorčenja podanih točk in metodah prostorskega napovedovanja.

#### **4.1.1 Polinomska analiza trendov**

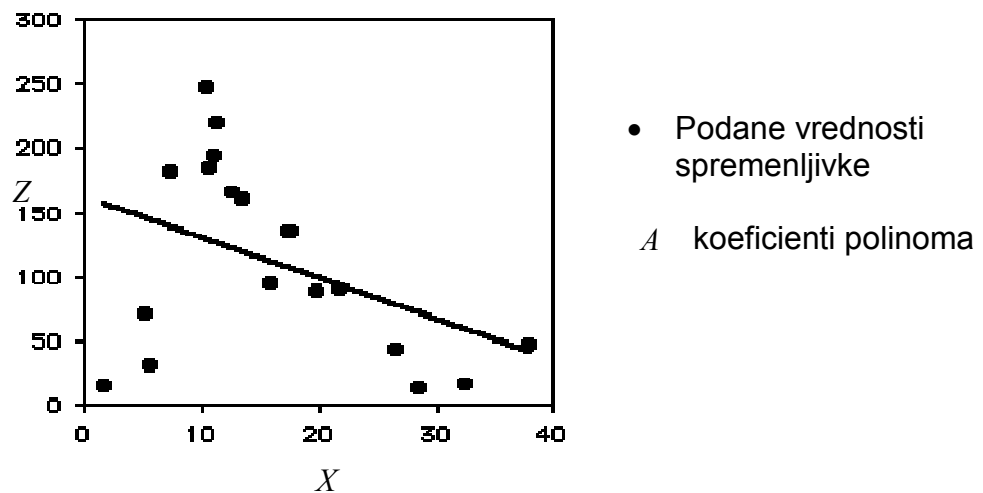
Polinomska analiza trendov je globalna metoda, ki poišče najboljše prilagajajočo se ploskev z enačbo polinoma. Ta podaja iskano vrednost kot funkcijo geografske lokacije. Metoda minimalizira vsoto kvadratov odstopanj med vhodnimi vrednostmi in izračunano vrednostjo ploskve v točki  $(X, Y)$ . Tako dobljena ploskev se nujno ne prilega danim točkam, saj gre za globalno metodo. Ploskev je posplošena in ne upošteva detajlov. Stopnja polinoma določa kompleksnost ploskve. Polinomska analiza trendov je najbolj primerna za določanje območnih trendov opazovane količine (Šumrada, 2005).

V nadaljevanju bomo predstavili odvisnost kompleksnosti ploskve od izbrane stopnje polinoma.

- Polinom 1. stopnje

Ploskev (ravnina), ki v preseku predstavlja premico je opisana s spodnjo enačbo (Surfer, 1999):

$$Z(X, Y) = A_{00} + A_{01}Y + A_{10}X \quad (47)$$

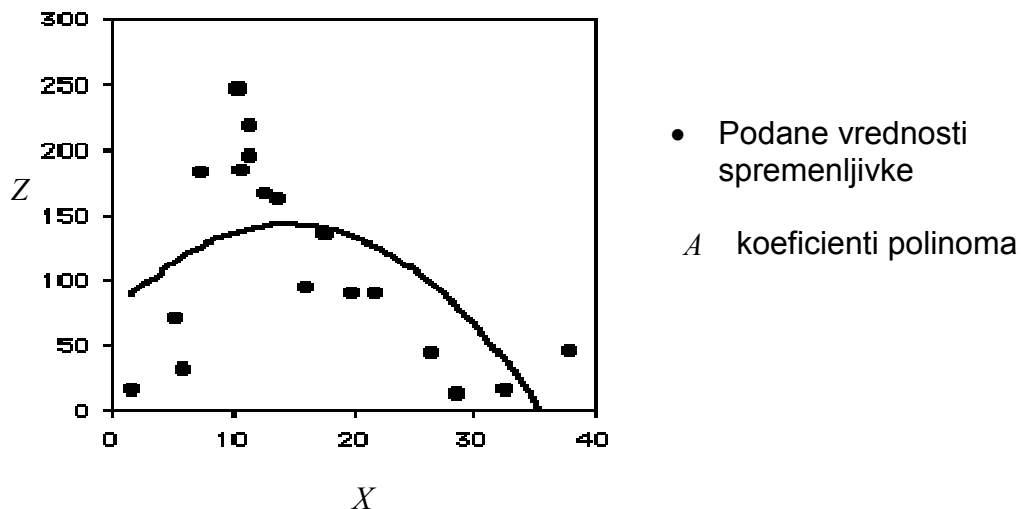


Slika 7: Prikazuje prilaganje ploskve polinoma prve stopnje (v preseku) vrednostim spremenljivke na območju

- Polinom 2. stopnje

Ploskev, ki v preseku predstavlja parabolo, je opisana s spodnjo enačbo (Surfer, 1999):

$$Z(X, Y) = A_{00} + A_{01}Y + A_{02}Y^2 + A_{10}X + A_{11}XY + A_{20}X^2 \quad (48)$$



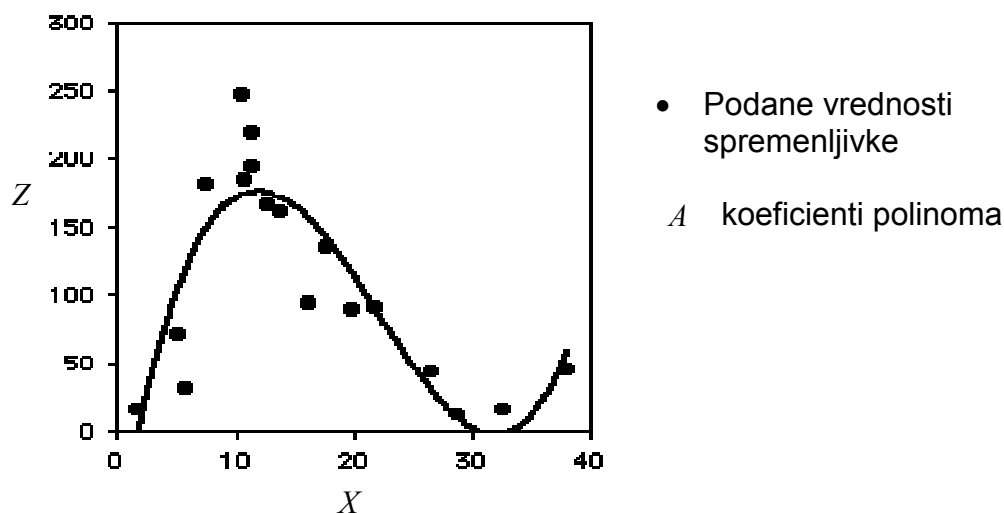
Slika 8: Prikazuje prileganje ploskve polinoma druge stopnje (v preseku) vrednostim spremenljivke na območju

Polinom druge stopnje dovoljuje samo eno ukrivljenost ploskve in sicer: konkavnost ali konveksnost ploskve.

- Polinom 3. stopnje

Ploskev je opisana s spodnjo enačbo (Surfer, 1999):

$$Z(X, Y) = A_{00} + A_{01}Y + A_{02}Y^2 + A_{03}Y + A_{10}X + A_{11}XY + A_{12}XY^2 + A_{20}X^2 + A_{21}X^2Y + A_{30}X^3 \quad (49)$$



Slika 9: Prikazuje prileganje ploskve polinoma 3. stopnje (v preseku) vrednostim spremenljivke na območju



Polinom tretje stopnje pa dovoljuje spremembo ukrivljenosti ploskve v kateremkoli preseku.

V nadaljevanju metoda polinomske analize trendov minimalizira vsoto kvadratov odstopanj med vhodnimi vrednostmi in izračunano vrednostjo ploskve v posamezni točki  $(X, Y)$  na območju obravnave.

#### 4.1.2 Metoda minimalne ukrivljenosti

Metoda minimalne ukrivljenosti je globalna metoda, ki uporablja dvorazsežno kubično funkcijo zlepkov (*spline*), da prilagodi potek gladke ploskve nizu s podanimi vrednostmi spremenljivke. Izračun ploskve zahteva številna ponavljanja. Metoda stremi k temu, da je končna oblika ploskve čimbolj gladka in čimmanj ukrivljena. (Šumrada, 2005).

Postopek poteka po naslednjih stopnjah:

- Na podlagi podanih vrednostni spremenljivke na podanih točkah se najprej oceni regionalni trend z enačbo:

$$AX + BY + C = Z(X, Y). \quad (50)$$

V nadaljevanju se izračuna vrednosti na podanih točkah, ki se prilegajo enačbi gornje ploskve.

- Izračunane vrednosti odštejemo od podanih vrednosti za posamezno točko. Dobimo »residual« spremenljivke v na posamezni podani točki.
- S postopkom minimalne ukrivljenosti se določi ploskev skozi »residual« na posamezni točki.

- Interpoliranim vrednostnim »residual-a« prištejemo vrednosti regionalnega trenda  $Z(X, Y)$  za posamezno podano točko, dobimo končno interpolirano ploskev.

### Postopek minimalne ukrivljenosti:

S postopek minimalne ukrivljenosti generiramo ploskev, ki upošteva podane vrednosti in zadosti naslednji diferencialno enačbi s tenzijo (Pachenko, 1999):

$$(1 - T_i)\nabla^2(\nabla^2 Z) - (T_i)\nabla^2 Z = 0. \quad (51)$$

Obstajajo trije robni pogoji:

Na robovih:  $(1 - T_b)\frac{\partial^2 Z}{\partial n^2} + (T_b)\frac{\partial Z}{\partial n} = 0,$

Na robovih:  $\frac{\partial(\nabla^2 Z)}{\partial n} = 0,$

Na vogalih:  $\frac{\partial^2 Z}{\partial x \partial y} = 0,$

kjer je

$\nabla^2$  Laplacev operator,

$n$  mejna normala,

$T_i$  notranja napetost/nategnjenost (tenzija), večja tenzija manj pregibov.

$T_b$  mejna napetost/nategnjenost (tenzija), uravnava vrednost pregibov na robovih.

V splošnem sta vrednosti tenzij enaki 0, njune robne vrednosti sta 0 in 1.

Metoda minimalne ukrivljenosti skuša določiti ploskev brez pregibov in se kar najbolje prilaga vrednostim na podanih točkah.

### 4.1.3 Metoda inverzne razdalje

Metoda inverzne razdalje je lokalna metoda, ki pri interpolaciji vrednosti ploskve za vsako oglišče izhodne gridne mreže upošteva izbrani niz bližnjih točk. Parametri področja iskanja določajo obliko vplivnega območja, razdalja pa njegovo velikost. Razmiki med sosednjimi točkami so lahko zelo različni (odvisno od vrste podatkov). Točke so naključno porazdeljene po območju, zato je izbira iskanja vplivnih točk ključna. Za enostavnejši izračun se običajno vzame za vplivno območje, okolica - krog primerne polmera ali kvadrat npr.: 3x3 celice. Vrednost uteži oz. vpliv podanih točk na interpolirano vrednost ploskve pada sorazmerno z razdaljo. Funkcija vpliva razdalj je običajno eksponentna in utežni parameter določa njeno vrednost. Ponavadi se izbere druga potenca, kar pomeni, da vpliv pada s kvadratom oddaljenosti (Šumrada, 2005).

#### **Algoritem:**

Podane so naključne točke z  $x$ ,  $y$  in  $z$  koordinatami. Celotno območje prekrijemo z ustrežno orientirano mrežo kvadratnih celic. Velikost oz. ločljivost celice je odvisna od namena in vrste podatka. Najprej se določi minimalna in maksimalna vrednost za posamezno komponento položaja podanih točk. S tem smo definirali velikost orientirane mreže kvadratnih celic. V nadaljevanju pa glede na izbrano ločljivost kvadratne celice, tvorimo ustrezno število vzporednic k posamezni osi položaja. Dobimo orientirano mrežo kvadratnih celic izbrane ločljivosti. Za vsako oglišče izračunamo vrednost  $z(t_0)$  po naslednjem postopku:

Pomembna je izbira oblike in velikost vplivnega območja, ki je navadno krog z radijem  $r$  okoli iskane točke  $t_0$ . Poiščemo vse dane točke v vplivnem območju, jim dodelimo uteži  $p$ .

Iz množice izbranih točk, ki tvorijo vplivno območje, se s postopkom izravnave izračuna vrednost, skozi katero poteka ploskev, ki se najbolje prilega točkam v vplivnem območju obravnavane točke.

$$z(t_0) = \frac{\sum_{i=1}^n p_i * z(t_i)}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (52)$$

kjer je utež navadno določena z:

$$p_i = \frac{1}{d_i} \text{ ali } p_i = \frac{1}{d_i^2}.$$

Postopek neodvisno ponavljamo za vsako točko naše mreže.

Interpolirana vrednost  $z(t_0)$  na novi točki oz. za posamezno oglišče kvadratne mreže, je torej rezultat utežnega povprečja podanih vrednosti na bližnjih točkah, pri čemer imajo bližnje točke največji vpliv oz. utež  $p$  (Šumrada, 2005).

#### 4.1.4 Metoda kriging

Metoda kriging je geostatistična metoda, ki lokalno interpolira vrednost spremenljivke za vsako izbrano točko, s pomočjo izračuna utežnega povprečja vrednosti spremenljivke v bližnjih točkah. Kriging postopki analizirajo statistično variacijo iskane vrednosti na različnih oddaljenostih in v raznih smereh z namenom, da se določi velikost vplivnega območja in velikost utežnih koeficientov. Utežni koeficienti se določajo tako, da se zagotovi minimalno odstopanje vsake ocenjene vrednosti od podane vrednosti spremenljivke v posamezni točki. Prostorski podatki se navadno obnašajo kot naključne spremenljivke (geostatistika). Obnašanja takih dogodkov ni

možno natančno napovedati, vendar pa je verjetnost poteka poznana oz. ocenjena (Šumrada, 2005).

Prednost metode je, da je možno določiti oceno natančnosti vsake interpolirane vrednosti in da se končna ploskev zelo dobro prilega lokalnih napovedim.

Glavna slabost metode kriging je v tem, da vsebuje zahtevne in obsežne numerične izračune, zahteva podrobno poznavanje prostorske statistike, zahteva predhodno poznavanje analize trendov površine in poznavanje semivariogramov za statistično analizo podatkov. Semivariogram je osnovno sredstvo za opredelitev uteži in s tem njihovega vpliva pri prostorski interpolaciji. Omogoča mnogo variant izbora raznih parametrov, kar pa od uporabnika zahteva pozornost in določeno predznanje.

#### **Opis postopka navadni kriging:**

Semivariogram (variogram) je osnovno sredstvo za opredelitev optimalnih uteži in s tem njihovega vpliva pri prostorski interpolaciji. Spodnja enostavna enačba ponazarja linearni semivariogram (Šumrada, 2005):

$$\gamma(d) = c_0 + \kappa d, \quad (53)$$

kjer je

$c_0$  znatost, to pomeni, če primerjamo dve točki na zanemarljivi medsebojni oddaljenosti se njuna vrednost atributa malenkostno razlikuje. To pomeni, da semivarianca ni nikoli nič, niti na razdalji nič.

$\kappa$  naklon premice,

$\gamma(d)$  semivarianca na razdalji  $d$ .

Semivarianca (polovica variance) je mera za določevanje povezav med opazovanimi spremenljivkami in je enaka polovici variance.

Uteži so potrebne za interpolacijski postopek na točki  $t_0$ . Ocenjevanje novih vrednosti se doseže na podlagi utežnega vpliva bližnjih točk.

Iskano vrednost  $z(t_0)$  dobimo po enačbi:

$$z(t_0) = \sum_{i=1}^n p_i * z(t_i), \text{ kjer je vsota uteži enaka 1, torej } \sum_{i=1}^n p_i = 1. \quad (54)$$

Minimalna varianca  $\sigma_e^2$  od  $z(t_0)$  je podana kot:

$$\sigma_e^2 = \sum_{i=1}^n p_i * \gamma(t_i, t_0) + \phi, \text{ ki velja, če je za vsak } j \text{ izpolnjena spodnja enačba} \quad (55)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i * \gamma(t_i, t_j) + \phi = \gamma(t_i, t_0). \quad (56)$$

$\gamma(t_i, t_j)$  semivarianca med pari podanih točk  $t_i$  in  $t_j$ ,

$\gamma(t_i, t_0)$  semivarianca med pari podanih točk  $t_i$  in novo točko  $t_0$ ,

$\phi$  Lagarangev multiplikator, ki je potreben za postopek minimalizacije.

Za določitev vektorja uteži  $\gamma$  je potrebno rešiti naslednjo matrično enačbo:

$$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{b} = \begin{bmatrix} \gamma \\ \phi \end{bmatrix}, \quad (57)$$

kjer je

**A** matrika semivarianc med pari danih točk,

**b** matrika semivarianc med vsako podano in iskano točko.

Rezultat je interpolirana vrednost, ki je najboljše lokalno povprečje in se sovpada z vrednostmi na podanih točkah. Ocenjena napaka  $\sigma_e^2$ , imenujemo jo tudi »varianca kriginga«, podaja zanesljive informacije o natančnosti za vsako interpolirano vrednost na določeni točki (Šumrada, 2005).

## **5 MODELIRANJE DISTORZIJ KOORDINATNEGA SISTEMA NA IZBRANEM OBMOČJU**

S postopki prostorske interpolacije poskušamo, z upoštevanjem znanih odstopanj na veznih točkah, izdelati optimalen model odstopanj. Model nam bo omogočal določitev odstopanj za poljubno točko na območju enotnega niza transformacijskih parametrov, na podlagi katerih je bil model izdelan. Z vrednostjo odstopanja bomo lahko popravili vhodne koordinate v starem sistemu ali pa transformirane vrednosti koordinat v novem sistemu za poljubne točke v okviru območja z enotnimi transformacijskimi parametri. Model bo predstavljal sredstvo s katerim bomo preprečili ali vsaj zmanjšali prenos, slabosti starega sistema s transformacijo v nov kakovostnejši koordinatni sistem.

Iz modela interpolirana vrednost odstopanja za posamezno koordinato točke v ravnini projekcije bo predstavljala ocenjeno vrednost raznih sistematičnih vplivov, ki so skupni na obravnavanem območju. Za kakovostno modeliranje odstopanj bo ključnega pomena ustrezna izbira veznih točk in njihova enakomerna razporeditev na obravnavanem območju. Pomembna je predhodna kvalitetna določitev transformacijskih parametrov, predvsem v smislu zadostnega števila kakovostnih veznih točk in njihove enakomerne razporeditve na obravnavanem območju.

### **5.1 Izbira območja**

Območje, ki smo ga izbrali za obravnavo v diplomski nalogi skoraj v celoti zajema območje, za katero je bila s strani Geodetske uprave RS določena skupina transformacijskih parametrov, poimenovana z imenom Štajerska. Kot izhodišče obravnave smo vzeli 124 veznih točk, ki so podane v starem in novem koordinatnem sistemu. Glede na upravno prostorsko delitev območje obsega 66 občin, katerih skupna površina znaša 4769,3 km<sup>2</sup>. Potrebno je tudi omeniti, da smo nekatere



občine, ki se nahajajo na obrobju zgoraj navedene skupine transformacijskih parametrov, izločili iz obravnave, ker ne vsebujejo nobene vezne točke.



Slika 10: Prikaz celotnega območja transformacije

## 5.2 Določitev transformacijskih parametrov za celotno območje



Slika 11: Prikaz razporeditve veznih točk

### 5.2.1 7-parametrična transformacija

S postopkom izravnave 7-parametrične transformacije bomo določili vrednosti transformacijskih parametrov za dva primera, in sicer brez upoštevanja dejanskih višin veznih točk in z upoštevanjem dejanskih višin veznih točk.

- Brez upoštevanja višin veznih točk

Točke v starem sistemu imajo normalne ortometrične višine, ki se nanašajo na ničelno nivojsko ploskev, katero predstavlja geoid. Višine danih točk v novem sistemu

pa se nanašajo na referenčni elipsoid. V primeru izravnave transformacije imamo opravka z različnimi tipi višinskih sistemov, zato privzamemo višine veznih točk na nivoju referenčnega elipsoida za nov k.s. oz. na nivoju geoida za star k.s. Zaradi tega moramo pri izvedbi izravnavi 7-parametrične transformacije upoštevati naslednjo zvezo:

$$H_r = h - N, \text{ kjer sta}$$
$$h_{ETRS89} = 0$$
$$N = \text{geoidna ondulacija.}$$

Spodaj so navedene vrednosti transformacijskih parametrov in cenilke kakovosti določitve izračuna transformacijskih parametrov za omenjeno območje.

Podrobnejši rezultati so v prilogi (Priloga (A1)).

*Preglednica 1: Transformacijski parametri, pridobljeni brez upoštevanja višin točk*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
deltaX	-477.730056	m	
deltaY	-130.718457	m	
deltaZ	-424.460325	m	
alfa	0 00 03.790572	"	
beta	0 00 02.246488	"	
gama	- 0 00 12.992070	"	
merilo	-8.828735	ppm	
Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.071 m			
Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.100 m			
Število iteracij: 2			
Število veznih točk: 124			
Število nadštevilčnosti: 365			
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
min	-32.2	-33.4	-17.6
max	27.2	36.8	63.9
-----			
sr.v.	-0.0	-0.0	9.1
sr.v. (abs)	10.2	8.5	11.9

V nadaljevanju bomo izvedli še postopek izravnave 7-parametrične transformacije z upoštevanjem dejanskih višin veznih točk na celotnem obravnavanem območju.

- Upoštevanje dejanskih višin veznih točk

Upoštevamo dejanske višine veznih točk v obeh sistemih:

$h_{ETRS89} = \text{dejanska višina}$

$H_{D48} = \text{dejanska višina}$

*Preglednica 2: Transformacijski parametri, pridobljeni z upoštevanjem dejanskih višin točk*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
deltaX	-439.481571	m	
deltaY	11.748178	m	
deltaZ	-494.977806	m	
alfa	0 00 00.026814	"	
beta	0 00 04.656409	"	
gama	- 0 00 10.155825	"	
merilo	-16.269829	ppm	
Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.114 m			
Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.161 m			
Število iteracij: 2			
Število veznih točk: 124			
Število nadštevilčnosti: 365			
Površina oboda območja transformacije: 5126.97 km <sup>2</sup>			
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
min	-31.8	-31.6	-59.9
max	27.7	37.7	37.6
-----			
sr.v.	0.0	0.0	0.0
sr.v. (abs)	10.3	8.5	17.6

Iz rezultatov izravnave transformacije (Priloga (A2)), je razvidno, da upoštevanje oz. neupoštevanje višin nima bistvenega vpliva na maksimalne in minimalne vrednosti odstopanj v horizontalnih koordinatah. Večje spremembe so opažene na nivoju

posamezne točke. Vrednosti odstopanja se na točkah višjega reda spremenijo za cca. 1 cm, pri točkah nižjih redov pa prihaja do nekaj centimetrskih razlik. Pri višinski komponenti so odstopanja še večja. Ta odstopanja lahko pripišemo neenotnim kriterijem natančnosti izmere pri določevanju koordinat obravnavnih točk. Z upoštevanjem višin se spremenijo vrednosti transformacijskih parametrov, ki pa niso bistvene.

## 5.2.2 Parametri 4-parametrične transformacije v 2D prostoru

*Preglednica 3: Transformacijski parametri 4-parametrične transformacije*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI		
a	1.0000	
b	-0.0000	
c	-500.4700	
d	378.1057	
Srednji stand. odklon: 0.088 m		
Število iteracij: 2		
Število veznih točk: 124		
Površina oboda območja transformacije: 5126.97 km <sup>2</sup>		
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):		
min	-32.3	-33.5
max	27.6	38.5
-----		
sr.v.	-0.0	-0.0
sr.v. (abs)	10.4	8.6

Transformacija koordinatnih sistemov je tu 4-parametrična podobnostna transformacija v ravnini, ki uvaja 2 premika, zasuk in spremembo merila. Transformacijske parametre smo določili tudi s 4-parametrično podobno transformacijo za celotno območje obravnave. Ker gre za kar veliko območje in poenostavljeno transformacijo, smo pričakovali večje razlike med rezultati 7-parametrične podobnostne in 4-parametrične podobnostne transformacije. Razlike znašajo cca 1 cm. Podrobnejši rezultati so v prilogi (Priloga A3).

Izkaže se, da se pri transformaciji na območju obravnave, ob uporabi strogega prehoda (7-parametrično podobnostno transformacijo) in poenostavljenega prehoda (z ravninsko podobnostno transformacijo), koordinatne razlike ne razlikujejo več kot 2 cm, kar je glede na natančnost, ki jo pri tem dosežemo (odstopanja večja od 30 cm), zanemarljivo.

Namen izračuna transformacijskih parametrov za celotno območje je v tem, da že v samem postopku transformacije izločimo morebiti prisotne grobe pogreške v koordinatah veznih točk. Kontrolo prisotnosti grobih pogreškov izvedemo s t.i. postopkom »tau test«. Rezultate transformacije, tu mislimo predvsem na odstopanja na veznih točkah, v nadaljevanju uporabimo za obravnavanje vplivov na koordinate veznih točk v starem sistemu. Na začetku poskušamo na obravnavanem območju vključiti čim večje število točk, da pridobimo kakovostne informacije o distorzijah v starem koordinatnem sistemu.

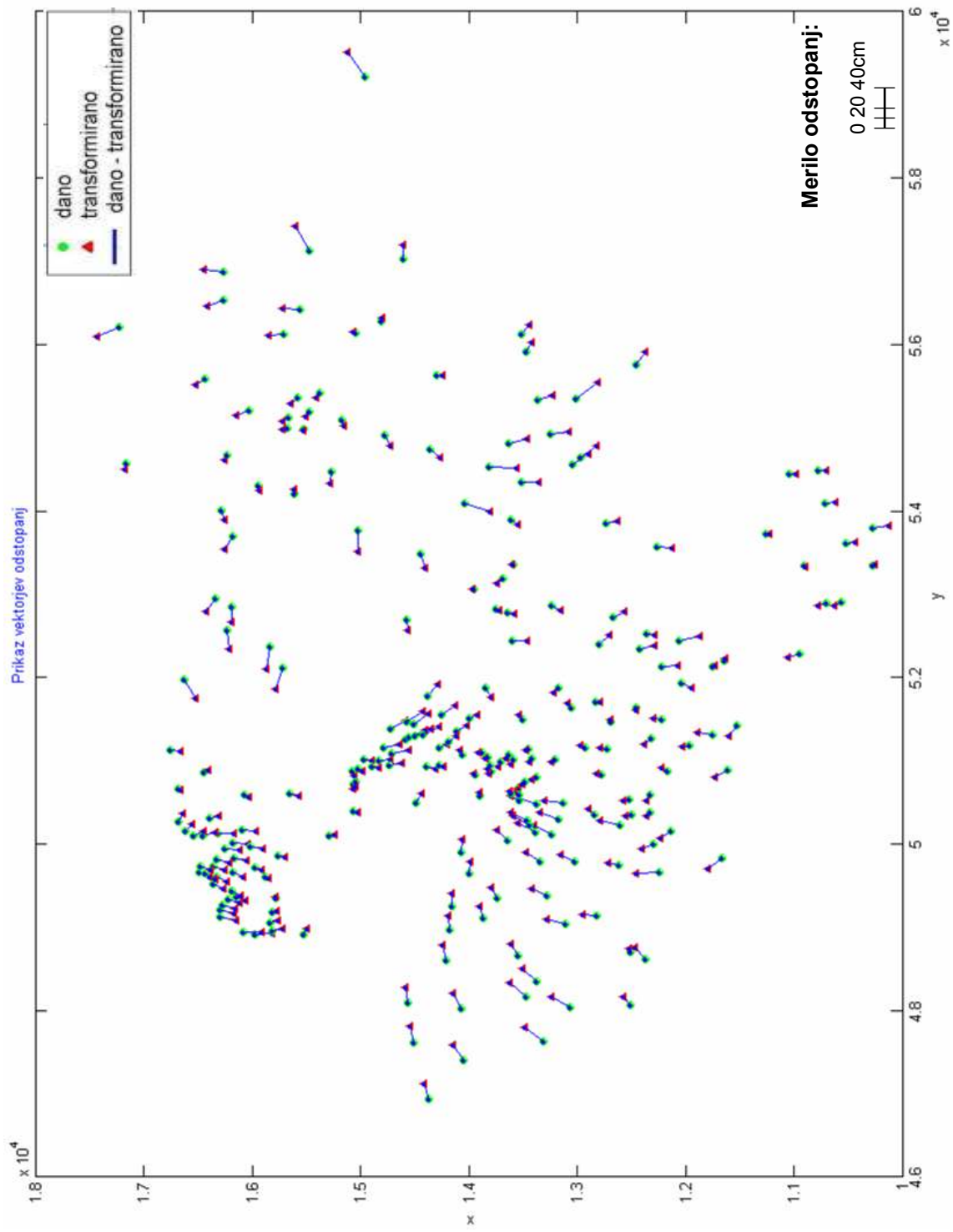
### **5.2.3 Generiranje odstopanj za celotno območje**

Odstopanja predstavljajo vrednosti razlik med danimi GK koordinatami točk, ki so bile vključene v izračun transformacijskih parametrov in vrednostmi koordinat teh točk, ki so bile določene na podlagi izračunanih transformacijskih parametrov. Gre torej za odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami veznih točk v ravnini projekcije. Razlike obravnavamo v dveh komponentah, odstopanje v smeri x osi in odstopanje v smeri y osi. Če danim GK koordinatam prištejemo x in y komponento odstopanja, dobimo transformirano vrednost koordinat x in y.

Odstopanja na posamezni vezni točki so spodaj prikazana z vektorji z izhodiščem v danih GK koordinatah posamezne vezne točke in krajiščem v transformirani vrednosti le-teh.

Spodaj smo prikazali vektorje odstopanj, ki so rezultat 7-parametrične podobnostne transformacije. Kot smo že omenili so razlike med odstopanji pridobljenimi s 7-

parametrično in 4-parametrično podobnostno transformacijo, glede na natančnost transformacije, zanemarljive. To pomeni, da so tudi spremembe velikosti vektorjev odstopanj zanemarljive, zato bomo nadaljnje analize vektorjev odstopanj opravljali z odstopanji koordinat veznih točk, pridobljenimi s 7-parametrično podobnostno transformacijo.



Slika 12: Prikaz vektorjev odstopanj po 7-parametrični transformaciji



Z metodo za odkrivanje grobih pogreškov »tau-test« smo predhodno pregledali opazovanja, ki jih sedaj predstavljajo koordinatne razlike oz. odstopanja, z namenom odkrivanja grobih pogreškov v opazovanjih in iz opazovanj odstranili morebiti prisotne grobe pogreške.

Razlog za odstopanja je slaba kakovost astro-geodetske mreže Slovenije. AGM ima, poleg napačnega položaja na Besselovem referenčnem elipsoidu, v mreži prisotne velike lokalne deformacije merila, katerih posledica je nehomogena natančnost koordinat točk v starem sistemu. Lokalne deformacije so razvidne iz velikosti in smeri vektorjev odstopanj.

Z zgornjega prikaza je razvidno formiranje zaključenih območij, katerih skupna lastnost je podobna usmerjenost in velikost vektorjev odstopanj. Posebej pomembna je skupna smer vektorjev odstopanj na posameznih območjih. Na podlagi tega lahko sklepamo na prisotnost podobnih sistematičnih vplivov na koordinate veznih točk v posameznem območju, ki se odraža v usmerjenosti in velikosti vektorjev odstopanj. Vzroki za oblikovanje območij s podobno usmerjenimi in podobno velikimi vektorji odstopanj na veznih točkah so v navezovanju na iste točke pri opravljanju meritev na posameznem območju, v slabo izvedenih oz. neizvedenih redukcijah opazovanj, v tektonskih premikih, v slabo opravljenih meritvah, itd.

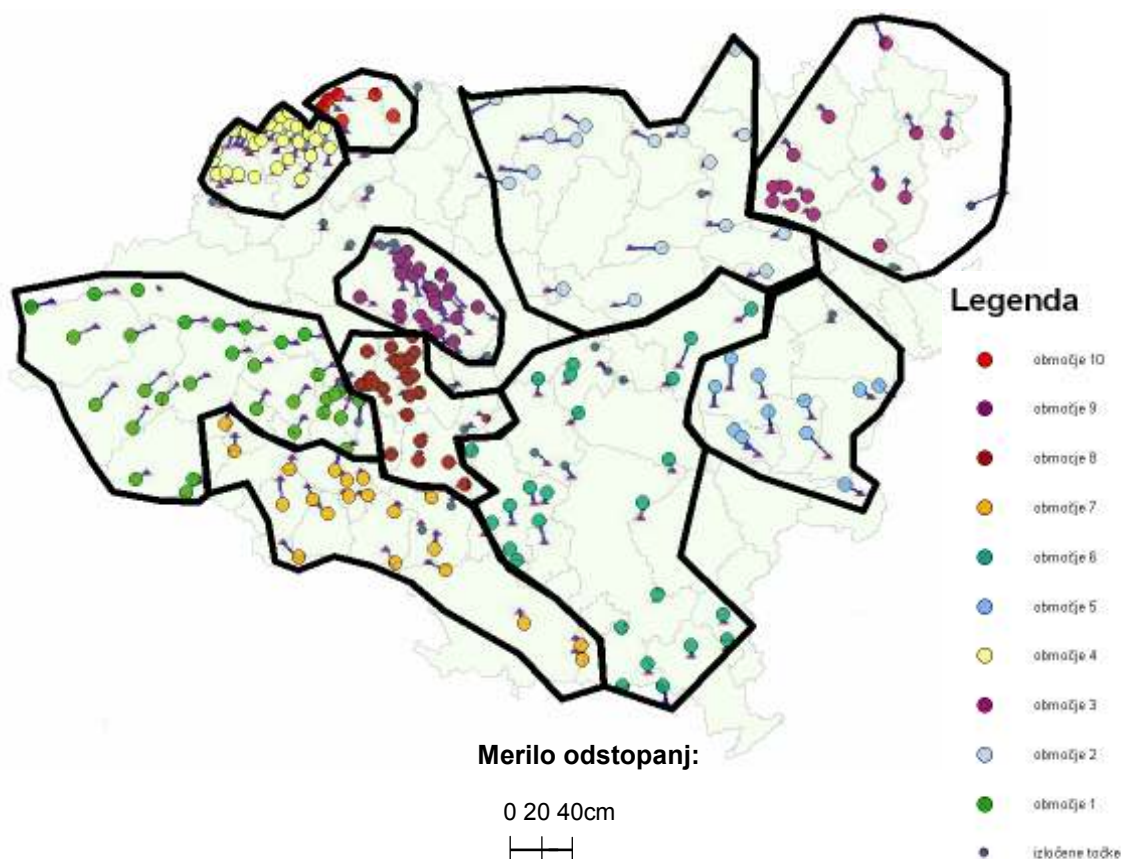
Pri transformaciji imamo opravka s sistemom nehomogene natančnosti, zato moramo za korektno določitev transformacijskih parametrov uporabiti postopek izravnave transformacije.

Kot končni rezultat dobimo set transformacijskih parametrov, ki ustrezajo načelom izravnave po metodi najmanjših kvadratov. Slabša kakovost nekaterih veznih točk oz. njihova obremenjenost z različnimi pogreški, se porazdeli na celotno območje. Pomembno je, da iz postopka izravnave predhodno izločimo morebitne grobe pogreške. Z odstranitvijo grobih pogreškov v položajih veznih točk, lahko levji delež odstopanj pripišemo raznim sistematičnim vplivom, katerih posledica je nehomogena natančnost starega koordinatnega sistema.

### **5.3 Združevanja območij podobnih odstopanj v skupine**

Na podlagi sistematično podobne usmerjenosti vektorjev odstopanj smo izbrano območje razdelili na več skupin. Skupna značilnost vektorjev odstopanj v posameznem podobmočju je skupna usmerjenost. Razvrščanje v razrede smo izvedeli s pomočjo poizvedbe, ki je obravnavala kot, ki ga oklepa vektor s koordinatno osjo. Na podlagi kriterija skupne smeri in primerljive velikosti vektorja odstopanj znotraj iste skupine, smo oblikovali skupine veznih točk, katere so bile podvržene podobnim sistematičnim vplivom. Posamezno skupino veznih točk so tvorile vezne točke, katerih vektorji odstopanj so se znotraj skupine razlikovali v usmerjenosti za največ  $45^\circ$ . V primeru, da je znotraj skupin, ki so bile formirane na podlagi kriterija smeri, prihajalo do večjih razlik v dolžinah vektorjev, smo formirali novo skupino točk. Po končanem postopku razvrščanja, smo posamezne skupine veznih točk združili, ker je bilo število veznih točk v posamezni skupini premajhno. Težili smo k temu, da so bila območja zaključena in da so vsebovala točke, katerih odstopanja so bila primerljivih velikosti. Točke, ki so se nahajale znotraj posameznega območja in so precej odstopale od kriterijev razvrščanja za posamezno območje, smo izločili iz obravnave. V območja pa smo naknadno vključevali točke, katerih odstopanja so se minimalno razlikovala od kriterija za posamezno skupino točk. Posamezni predeli celotnega obravnavanega območja niso vključeni v nobeno izmed podobmočij, ker ne vsebujejo nobene vezne točke. Končno število skupin, ki smo jih oblikovali je 10.

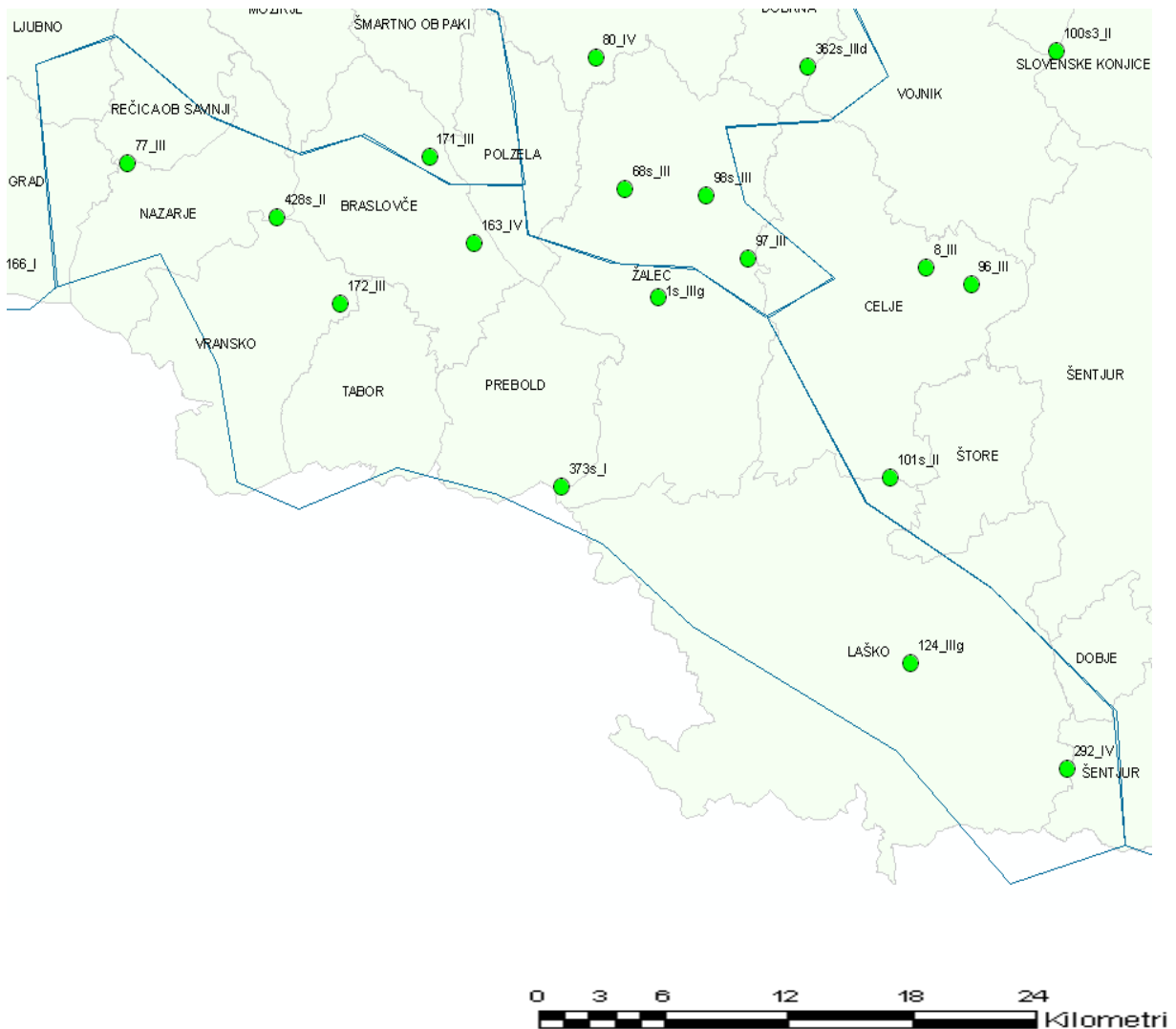
Razvrščanje v skupine je namenjeno izločanju grobih pogreškov za vsako skupino posebej in tako odstranimo slabosti starega sistema, preden bi jih prenesli v nov sistem.



Slika 13: Prikaz rezultatov klasifikacije območij podobnih odstopanj

#### 5.4 Določitev transformacijskih parametrov za območja

Namen določitve transformacijskih parametrov v posamezne skupine veznih točk, ki so bile določene na podlagi podobne usmerjenosti vektorjev odstopanj, je preveriti »odnose« veznih točk znotraj posamezne skupine. Potrebno je odkriti in izločiti morebitne grobe pogreške v koordinatah točk, ki so ostali neodkriti v postopku globalne obravnave obravnavanega območja.



Slika 14: Prikaz manjšega območja transformacije

#### 5.4.1 Parametri 7-parametrične transformacije

S postopkom izravnave 7-parametrične transformacije bomo določili vrednosti transformacijskih parametrov na območju za dva primera, in sicer: brez upoštevanja dejanskih višin veznih točk in z upoštevanjem dejanskih višin veznih točk.

- Brez upoštevanja višin veznih točk

V primeru izravnave transformacije imamo opravka z različnimi tipi višinskih sistemov, zato privzamemo višine veznih točk na nivoju referenčnega elipsoida. Posledično moramo pri izvedbi izravnave 7-parametrične transformacije upoštevati naslednjo zvezo:

$$H_w = h - N, \text{ kjer sta}$$
$$h_{ETRS89} = 0$$
$$N = \text{geoidna ondulacija.}$$

*Preglednica 4: Transformacijski parametri brez upoštevanja višin točk*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
deltaX	-475.913063	m	
deltaY	-127.161625	m	
deltaZ	-415.843101	m	
alfa	0 00 04.005120	"	
beta	0 00 02.172339	"	
gama	- 0 00 12.657400	"	
merilo	-10.095562	ppm	
Srednji st. odklon (matricni racun):		0.022	m
Srednji st. odklon (iz odstopanj):		0.030	m
Stevilo iteracij:		2	
Stevilo nadstevilnosti:		17	
Najmanjse in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
min	-4.4	-5.6	-13.9
max	2.9	4.7	26.2
-----			
sr.v.	-0.0	0.0	6.4
sr.v. (abs)	2.1	3.3	9.9

V nadaljevanju bomo izvedli še postopek izravnave 7-parametrične transformacije z upoštevanjem dejanskih višin veznih točk na območju.

- Upoštevanje dejanskih višin veznih točk

Upoštevamo dejanske višine veznih točk v obeh koordinatnih sistemih:

$h_{ETRS89} = \text{dejanska višina}$

$H_{D48} = \text{dejanska višina}$

**Preglednica 5: Transformacijski parametri, pridobljeni z upoštevanja dejanskih višin točk**

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
deltaX	-573.486016	m	
deltaY	-12.719471	m	
deltaZ	-353.950815	m	
alfa	0 00 01.685622	"	
beta	- 0 00 01.455198	"	
gama	- 0 00 09.617113	"	
merilo	-17.398198	ppm	
Srednji stand. odklon (matrični racun):		0.041 m	
Srednji stand. odklon (iz odstopanj):		0.057 m	
Število iteracij:		2	
Število veznih točk:		8	
Število nadštevilčnosti:		17	
Površina oboda območja transformacije:		180.64 km <sup>2</sup>	
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
min	-4.8	-6.3	-12.7
max	3.2	5.6	6.6
-----			
sr.v.	-0.0	-0.0	-0.0
sr.v. (abs)	2.2	3.3	5.8

## 5.4.2 Parametri 4-parametrične transformacije

*Preglednica 6: Transformacijski parametri, pridobljeni s 4 parametrično transformacijo*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI		
a	1.0000	
b	-0.0000	
c	-499.1547	
d	378.5418	
Srednji stand. odklon: 0.025 m		
Število iteracij: 2		
Število veznih točk: 8		
Površina oboda območja transformacije: 180.64 km <sup>2</sup>		
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):		
min	-4.4	-5.7
max	2.8	4.7
-----		
sr.v.	0.0	-0.0
sr.v. (abs)	2.1	3.3

Pri transformaciji na območju s premerom do 10 km so koordinatne razlike ob uporabi strogega (prostorska podobnostna 7-parametrična transformacija) prehoda in poenostavljenega (ravninska podobnostna 4-parametrična transformacija) prehoda manjše od 1 cm. Nekaj centimetrska natančnost je torej na nivoju detajla dosežena tudi z 4-parametrično transformacijo med starim in novim ravninskim koordinatnim sistemom (Berk, Duhovnik, 2007).

Z drobitvijo obravnavanega območja se povečuje tudi natančnost transformacije, ne glede na uporabljeno metodo. Z zgornjega prikaza je razvidno, da so odstopanja v absolutnem smislu znotraj cca. 10 cm za obe komponenti položaja veznih točk.

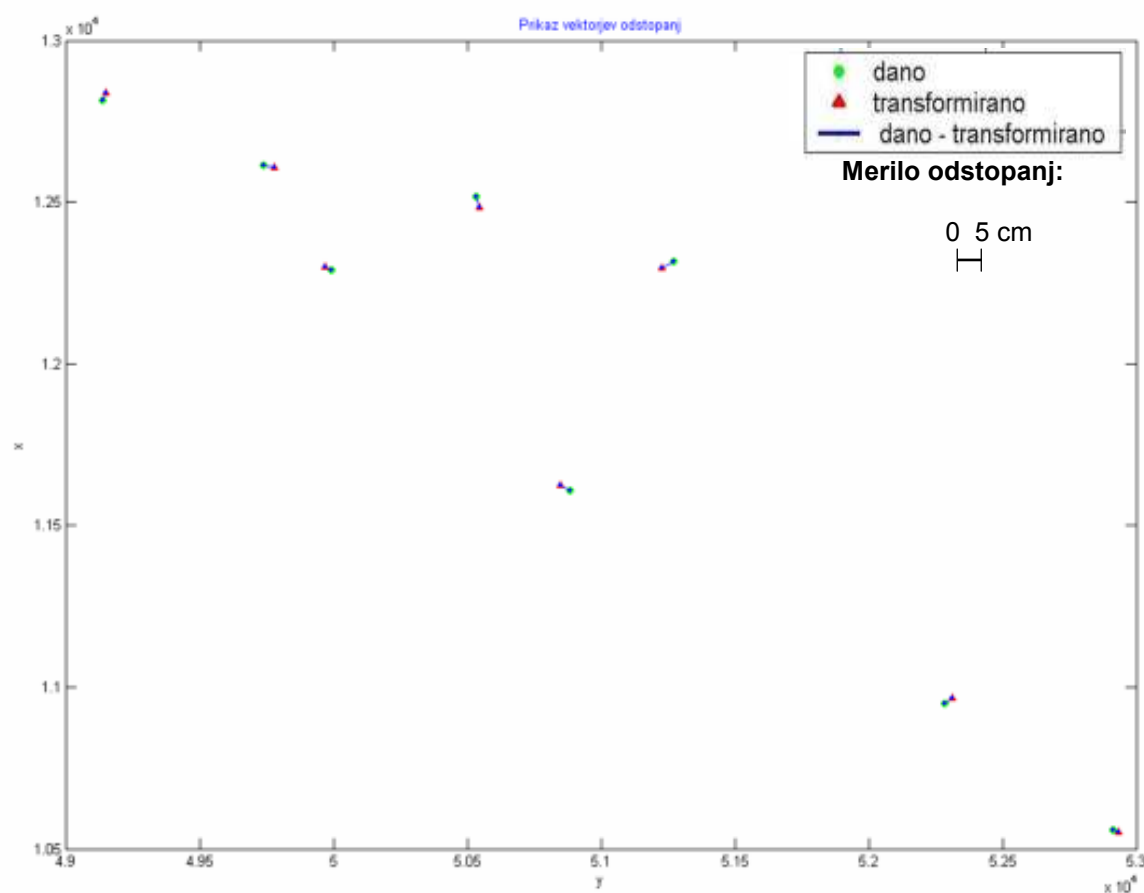
Z upoštevanjem dejanskih višin se odstopanja pri obravnavi manjšega območja malenkostno povečajo, razlike so znotraj 1 cm za obe komponenti položaja. Glede na to, da prikazano vzorčno območje (območje 7), leži pretežno v ravninskem svetu, so

vplivi višin na odstopanja manjši. Večji vpliv višin na odstopanja je zaznati v višjih predelih celotnega obravnavanega območja. V višjih predelih so višine določene z manjšo natančnostjo, kar je mogoče pripisati uporabi različnih metod pri določanju višin. Pri določevanju višin ni bilo opredeljenih kriterijev, kdaj uporabiti posamezno metodo določanja višin. Rezultat so lokalne deformacije višin, ki imajo vpliv na izravnavo transformacije, če upoštevamo dejanske višine točk.

### **5.4.3 Generiranje odstopanj za podobmočja**

Za posamezno podobmočje so transformacijski parametri določeni z višjo natančnostjo, kar se odraža v velikosti odstopanj na veznih točkah. Maksimalne in minimalne vrednosti odstopanj so na veznih točkah po nekajkrat manjše, kot pri globalni obravnavi območja. V skladu z velikostjo vektorja se z zmanjševanjem območja zmanjšuje tudi prisotnost sistematičnih vplivov na območju.





Slika 15: Prikaz vektorjev odstopanj na podobmočju

### **5.5 Določitev parametrov iz združenih območij**

Po izvedbi postopka izravnave transformacije za vsako območje posebej, smo analizirali odstopanja na veznih točkah ter izločili vezne točke, ki so precej odstopale od sistematične oblike odstopanj določenega podobmočja. Pri izločevanju veznih točk, katerih sistematična odstopanja so odstopala od sistematičnosti odstopanj na podobmočju, ni šlo za kakšno množično odstranjevanje veznih točk. Odstranili smo samo točke, ki bi utegnile bistveno vplivati na sam rezultat modeliranja distorzij.

Pri izbiri veznih točk nismo izbirali samo takšnih točk, da bi nam zagotovile minimalne vrednosti odstopanj, ampak je bilo v ospredju, da zajamemo karakteristične

značilnosti posameznega podobmočja. Vezne točke, ki predstavljajo karakteristiko posameznega podobmočja, združimo in izvedemo izravnavo transformacije.

### 5.5.1 Parametri 7-parametrične transformacije

S postopkom izravnave 7-parametrične transformacije bomo določili vrednosti transformacijskih parametrov za primera, in sicer brez upoštevanja dejanskih višin veznih točk in z upoštevanjem dejanskih višin veznih točk.

- Brez upoštevanja višin veznih točk

*Preglednica 7: Transformacijski parametri, določeni brez upoštevanja višin točk*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
deltaX	-474.749929	m	
deltaY	-129.652826	m	
deltaZ	-421.322978	m	
alfa	0 00 03.758637	"	
beta	0 00 02.241356	"	
gama	- 0 00 13.014417	"	
merilo	-9.527494	ppm	
Srednji stand. odklon (matrični racun):		0.062 m	
Srednji stand. odklon (iz odstopanj):		0.087 m	
Število iteracij:		2	
Število veznih točk:		64	
Število nadštevilčnosti:		185	
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
min	-22.8	-19.4	-17.6
max	26.4	20.8	47.3
-----			
sr.v.	0.0	-0.0	8.2
sr.v. (abs)	9.8	7.0	10.9

Podrobnejši rezultati so v prilogi (Priloga (B1)).

V nadaljevanju bomo izvedli še postopek izravnave 7-parametrične transformacije z upoštevanjem dejanskih višin veznih točk.

- Upoštevanje dejanskih višin veznih točk

*Preglednica 8: Transformacijski parametri, določeni z upoštevanja višin točk*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
deltaX	-448.206460	m	
deltaY	13.921233	m	
deltaZ	-481.167089	m	
alfa	0 00 00.029274	"	
beta	0 00 04.146005	"	
gama	- 0 00 10.088062	"	
merilo	-16.983633	ppm	
Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.104 m			
Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.146 m			
Število iteracij: 2			
Število veznih točk: 64			
Število nadštevilčnosti: 185			
Površina oboda območja transformacije: 4316.41 km <sup>2</sup>			
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
min	-22.6	-18.7	-49.6
max	27.2	22.0	35.9
-----			
sr.v.	-0.0	-0.0	0.0
sr.v. (abs)	10.0	7.1	16.2

Podrobnejši rezultati so v prilogi (Priloga (B2)).

## 5.5.2 Parametri 4-parametrične transformacije

*Preglednica 9: Transformacijski parametri, določeni s 4-parametrično transformacijo*

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI		
a	1.0000	
b	-0.0000	
c	-500.5034	
d	378.4982	
Srednji stand. odklon: 0.075 m		
Število iteracij: 2		
Število veznih točk: 70		
Površina oboda območja transformacije: 4342.48 km <sup>2</sup>		
Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):		
min	-22.8	-19.3
max	27.3	21.2
-----		
sr.v.	-0.0	0.0
sr.v. (abs)	9.4	7.3

Iz maksimalnih in minimalnih vrednosti odstopanj za oba modela transformacije je razvidno, da smo v postopku obravnave veznih točk po podobmočjih odstranili vezne točke, ki globalno največ odstopajo in preprečili njihov vpliv na modeliranje ploskve odstopanj. Z njihovo vključitvijo v sam postopek modeliranja pa bi zasenčili lokalne značilnosti veznih točk.

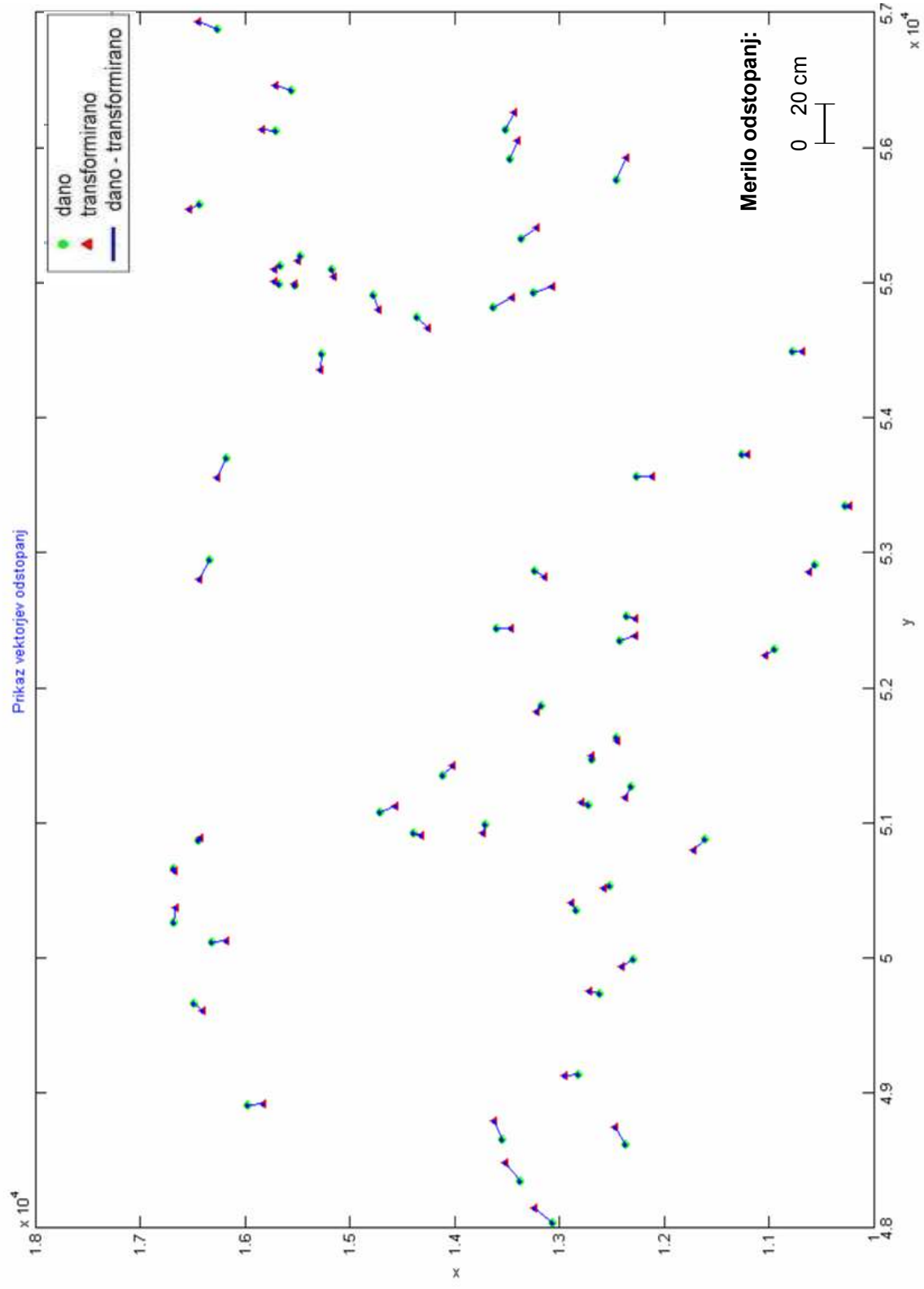
Podobno kot v prejšnjih dveh primerih, se položajna odstopanja na veznih točkah v primeru upoštevanja dejanskih višin veznih točk povečajo, le redkim se zmanjšajo (Priloga B3).

Nabor veznih točk, ki kar najbolje poseblja sistematičnost odstopanj na podobmočjih, smo združili in s tem dobili vezne točke, ki predstavljajo sistematičnost odstopanj celotnega območja. S ponovno izvedbo postopka izravnave transformacije (7 in 4-

parametrične) smo pridobili enoten niz transformacijskih parametrov za celotno območje in odstopanja na posamezni komponenti položaja veznih točk.

### **5.5.3 Generiranje odstopanj iz združenih območij**

Odstopanja na veznih točkah so spodaj predstavljena z vektorji. Iz prikaza je razvidno, da smo dokaj dobro ohranili lokalno sistematiko območij. Problem se pojavlja zaradi pomanjkanja točk na robovih posameznih podobmočij in ta problem se z združitvijo območij v celoto še poglobi.



Slika 16: Prikaz vektorjev odstopanja za celotno območje

## **5.6 Analiza modelov distorzij koordinatnega sistema**

V nadaljevanju so opisane glavne faze postopka modeliranja distorzij koordinatnega sistema. Modeliranje ploskve odstopanj koordinat točk po transformaciji smo izvedli na podlagi poznanih vrednosti odstopanj na izbranih veznih točkah. Odstopanja med prostorsko in ravninsko podobnostno transformacijo so na obravnavanem območju zanemarljiva, zato bomo uporabili rezultate 7-parametrične podobnostne transformacije.

V nadaljevanju bomo primerjali rezultate modeliranja ploskev odstopanj, pridobljenih s štirimi interpolacijskimi metodami. Osredotočili smo se na vrednosti odstopanj na veznih točkah, za katerega želimo, da je v bližini 0.

Kakovost izdelanega modela ocenimo z ujemanjem modelirane ploskve z dejanskimi vrednostmi odstopanj na veznih in izbranih kontrolnih točkah za posamezno interpolacijsko metodo. Za ugotavljanje kakovosti pa smo izbrali niz kontrolnih točk. Kontrolne točke so točke, ki niso bile vključene v določevanje vrednosti transformacijskih parametrov, imajo pa znane koordinat v starem koordinatnem sistemu, njihove koordinate v novem koordinatnem sistemu pa določimo na podlagi izračunanih transformacijskih parametrov, enotnih za celotno območje obravnave. Optimalno je, da se z vrednostjo odstopanja, ki jo določimo iz modela, kar najbolj približamo razliki dane in transformirane vrednosti koordinat, za izbrano kontrolno točko. Tega v popolnosti ni mogoče doseči, je pa rezultat v veliki meri odvisen od same interpolacijske metode.

Med kontrolnimi točkami je tudi nekaj takih, ki so že v predhodni analizi vektorjev odstopanj precej izstopale. Naš namen je bil doseči čim bolj ekstremne pogoje pri ocenjevanju kakovosti modeliranja ploskve odstopanj in tako kar najbolje oceniti skladnost modela z dejanskim stanjem distorzij v koordinatnem sistemu. Želeli smo izpostaviti dejstvo, da model v celoti gledano ni enako kakovosten. Zato moramo biti uporabniki kritični do iz modela interpoliranih vrednosti odstopanj.

### **5.6.1 Izbira modela transformacije**

Za obravnavano območje izbira metode transformacije med 7-parametrično in 4-parametrično podobnostno transformacijo, ni imela bistvenega pomena. Podatki v odstopanjih na veznih točkah se minimalno razlikujejo glede na vrednosti transformiranih koordinat. Maksimalne vrednosti razlik so manjše od 1 cm.

V splošnem bi model transformacije izbirali na podlagi velikosti območja in zahtevane kakovosti transformiranih koordinat točk.

Za večja območja se razlika v transformiranih koordinatah za oba modela transformacije povečuje, to pomeni, da se zmanjšuje skladnost med koordinatnima sistemoma.

### **5.6.2 Izbira veznih točk in velikost območja modeliranja**

Pri modeliranju distorzij koordinatnega sistema je pomembno tudi zadostno število veznih točk. Število veznih točk se povečuje z velikostjo in raznovrstnostjo sistematičnosti odstopanj na obravnavanem območju. Premajhno število točk vodi v zakrivanje lokalne sistematičnosti oz. raznolikosti sistematičnosti odstopanj na obravnavanem območju. Vezne točke oz. točke s poznanimi vrednostmi odstopanj, poskušamo, kolikor je to možno, enakomerno porazdeliti po celotnem območju. Stremimo k temu, da je celotno območje pokrito v veznimi točkami, da se izognemo ostrim prehodom iz ene oblike sistematičnosti odstopanj v drugo. Vezne točke gostimo na območjih večje raznolikosti sistematičnosti odstopanj, na območjih, ki pa so manj raznolika pa operiramo z manjšim številom točk.

Pomembno je, da pred izvedbo postopka modeliranja odstranimo grobe pogoške, ki smo jih locirali postopkom izravnave transformacije na globalni in lokalni ravni in postopkom analize vektorjev odstopanj na posameznem območju. V nadaljevanju analiziramo obravnavano območje kot celoto, da dobimo informacije o koordinatah in



velikostih distorzij v koordinatnem sistemu na obravnavanem območju. Te informacije v nadaljevanju uporabimo pri izbiri števila veznih točk na posameznem območju obravnave. V modeliranje ploskve odstopanj smo vključimo takšne vezne točke, ki bodo ohranjale sistematičnost odstopanj določenega območja.

Območje modeliranja distorzij ne sme biti preveliko, ker lahko pride do visoke stopnje posploševanja. Pri modeliranju velikega območja bi zajeli samo dominantne karakteristike območja.

### **5.6.3 Izbira interpolacijske metode**

Poleg prejšnjih dveh zahtev, je ključnega pomena tudi izbira interpolacijske metode. Izberemo takšno metodo, ki nam bo zagotavljala visoko stopnjo ujemanja modelirane ploskve z dejanskim stanjem. Cilj je zvezna ploskev, ki poteka skozi vrednosti na podanih točkah oz. se od njih poljubno malo razlikuje. Metoda mora biti sposobna določiti optimalne vrednosti odstopanj v okolici veznih točk z različnimi postopki napovedovanja. Idealno je, če izbrana metoda vsebuje še algoritem za ugotavljanje kakovosti interpoliranih vrednosti odstopanj v okolici podanih točk.

Modele odstopanj smo izdelali na podlagi podanih odstopanj na veznih točkah, ki so bila generirana na podlagi enotnih transformacijskih parametrov za celotno območje. Model izdelamo za vsako komponento položaja v ravnini, torej za x in y komponento odstopanj posebej.

Za izdelavo modelov odstopanj in ocenjevanje kakovosti modela za posamezno interpolacijsko metodo, smo uporabili program Surfer 8. V prilogi so za vsako interpolacijsko metodo priložena statistična poročila, podana odstopanja na veznih točkah in odstopanja na kontrolnih točkah.

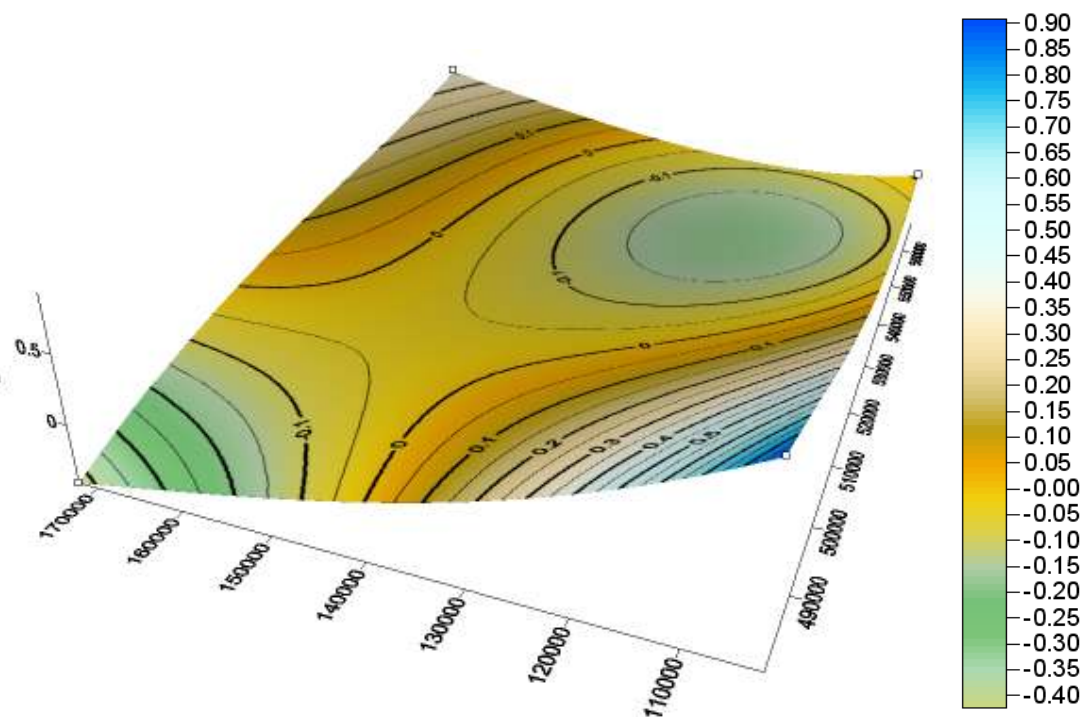
### 5.6.3.1 Polinomska analiza trendov

Polinomska analiza trendov je globalna metoda, ki poišče najboljše prilagajajočo se ploskev enačbi polinoma, ki je v tem primeru tretje stopnje.

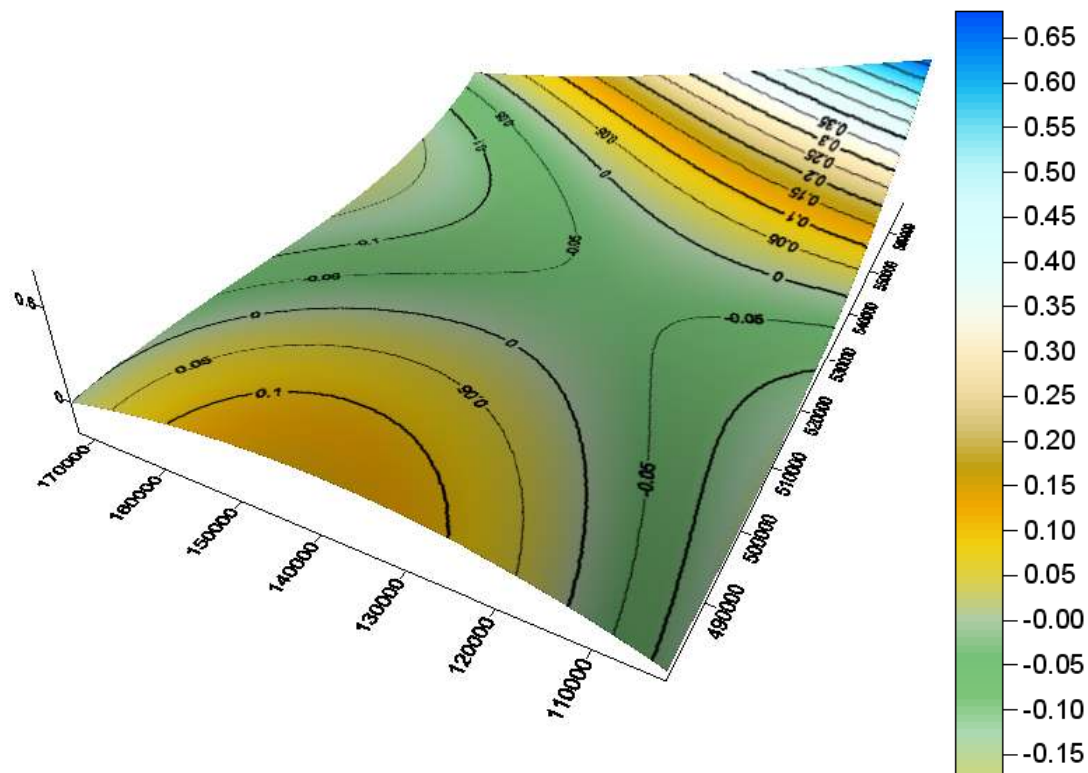
Metoda minimalizira vsoto kvadratov odstopanj med vhodnimi vrednostmi odstopanj na veznih točkah in izračunano vrednostjo ploskve odstopanj na obravnavanem območju.

*Preglednica 10: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo polinomske analize trendov na podanih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini*

X-komponenta	
Število točk	63
Vsota	-0.0020 m
Minimalno odstopanje	-0.1474 m
Maksimalno odstopanje	0.1065 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0000 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0518 m</b>



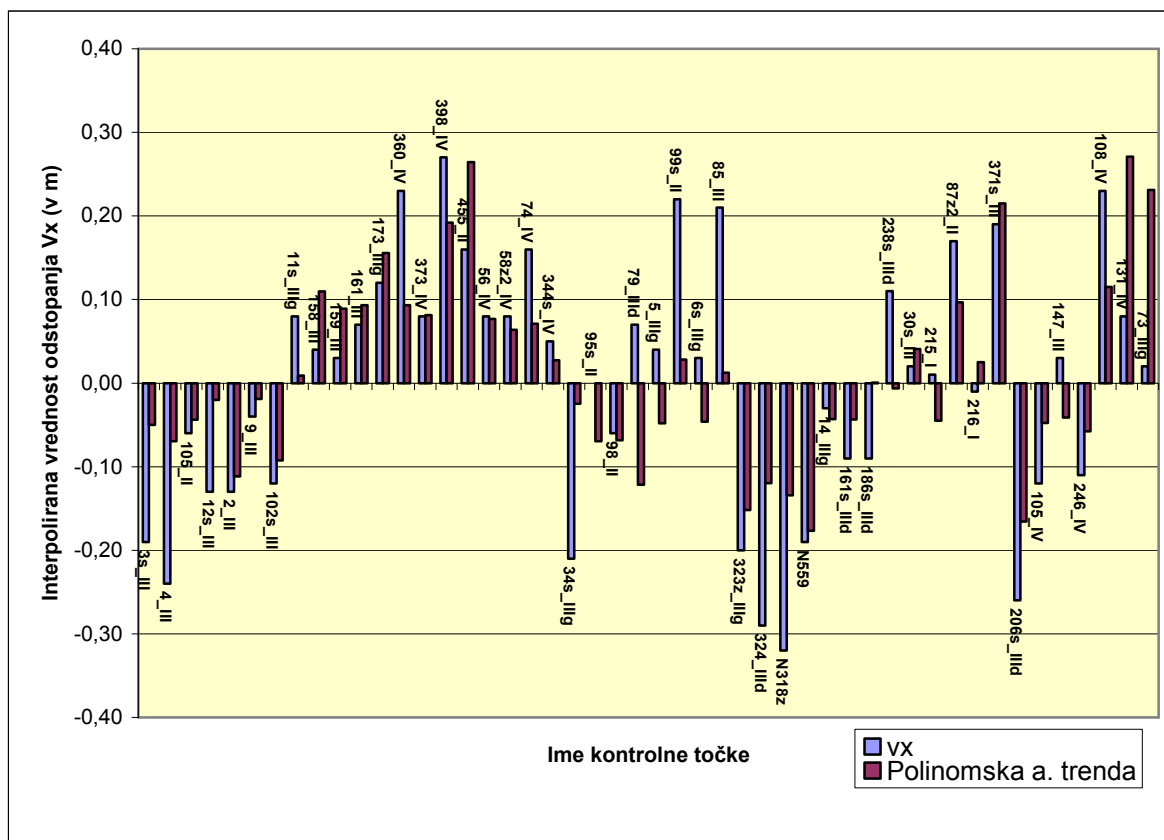
Slika 17: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo polinomske analize trendov za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini



Slika 18: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo polinomske analize trendov za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Preglednica 11: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo polinomske analize trendov na podanih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Y-komponenta	
Število točk	63
Vsota	-0.0001 m
Minimalno odstopanje	-0.1032 m
Maksimalno odstopanje	0.1409 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0000 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0577 m</b>

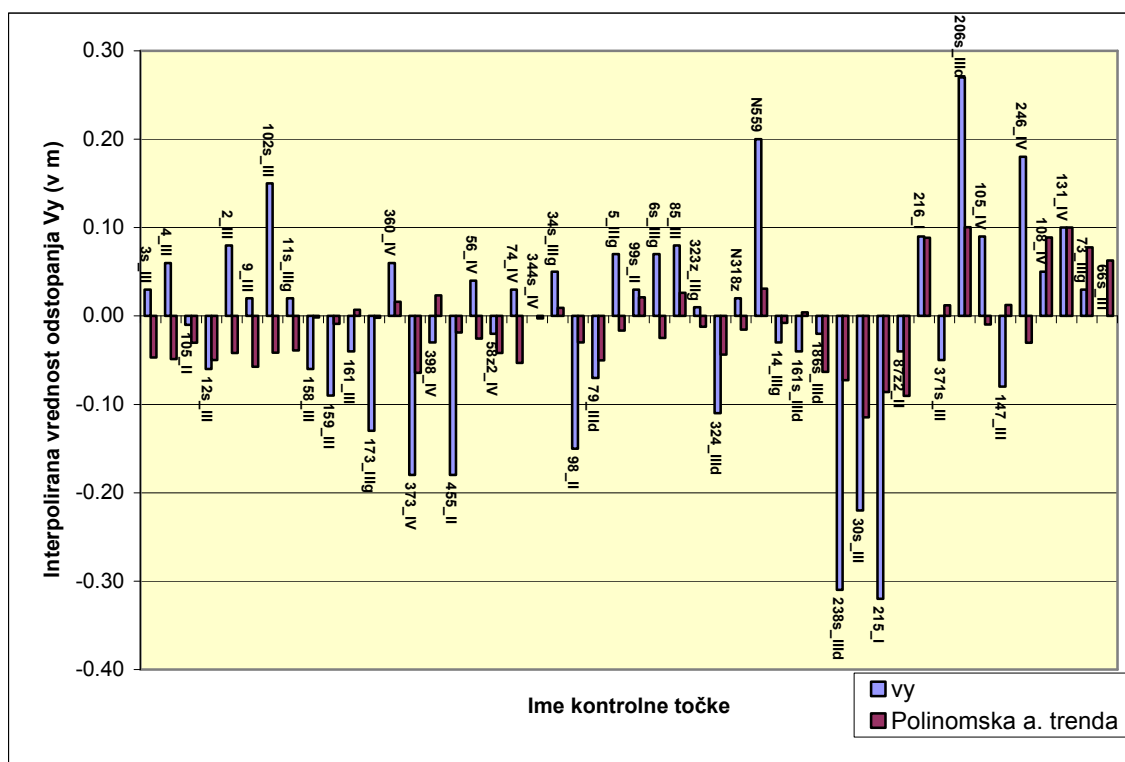


Grafikon 1: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Maksimalno izračunano odstopanje med dano in transformirano vrednostjo koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-x znaša 27 cm, in sicer za točko 398\_IV. Interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x te točke pa znaša 19 cm.

Minimalna izračunana vrednost odstopanja znaša –32 cm za kontrolno točko N318z. Iz modela interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x točke N318z pa znaša –13 cm.

Tako dobljena se nujno ne prilega danim točkam, ker gre za globalno metodo. Ploskev je posplošena in ne upošteva detajlov. Ploskev odstopanj pridobljena z metodo polinomske analize trendov se precej dobro prilega območjem, kjer izračunana odstopanja v absolutnem smislu zavzemajo maksimalne vrednosti. Z izbiro stopnje polinoma določimo kompleksnost interpolirane ploskve. Uporabili smo polinom tretje stopnje. Vrednosti parametrov polinoma tretje stopnje so navedene v prilogi (Priloge (C1), (E1) in (E2)).



Grafikon 2: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

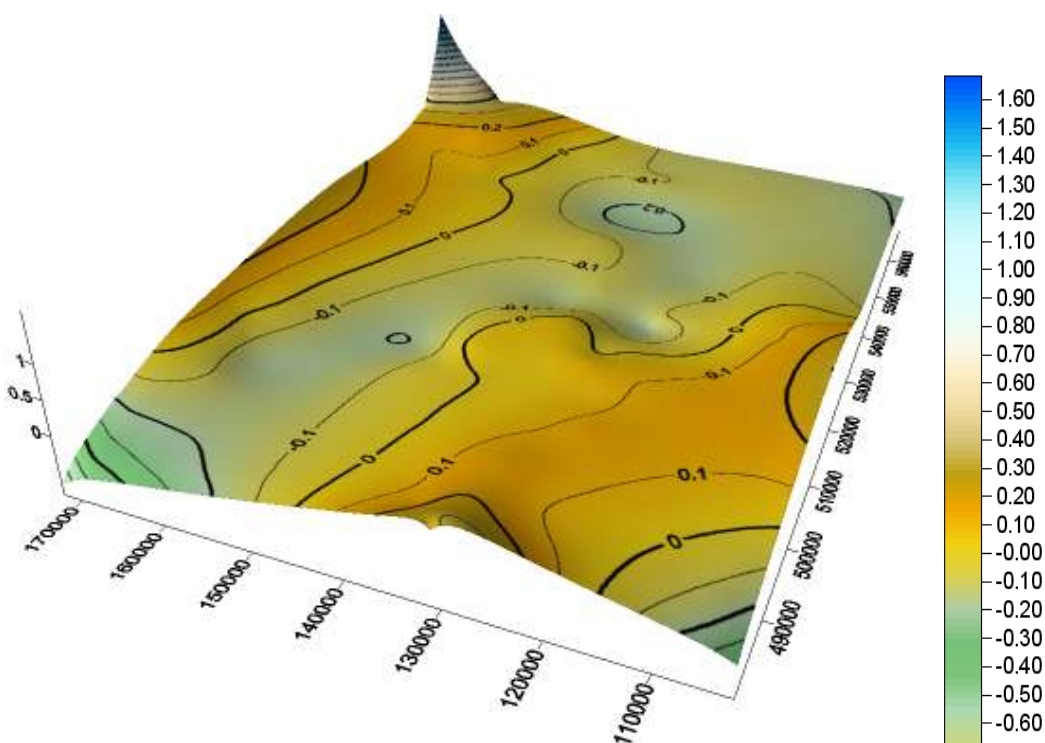
Maksimalno izračunano odstopanje med danimi transformiranimi vrednostmi koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-y znaša 27 cm za točko 206s\_IIIId. Iz modela interpolirana vrednost za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša 10 cm.

Minimalna izračunana vrednost odstopanja za y-komponento položaja izbranih kontrolnih točk pa znaša –32 cm za točko 215\_I. Interpolirana vrednost odstopanja za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša –8,5 cm.

Posploševanje ploskve je lepo razvidno iz prikaza odstopanj za posamezno komponento. Metoda interpolacije ne upošteva verjetnosti, da so bližnje točke sorodnejše v podanih vrednostih odstopanj, ker so bile izpostavljene podobnim sistematičnim vplivom, ki so vplivali na natančnost določitve položaja. Poleg posploševanja je razvidno tudi, da ploskev ne poteka niti skozi dane točke. Na splošno pa metoda kar dobro prilega območjem trenda oz. območjem kjer so izračunana odstopanja največja. Za točke kot so 102s\_III, 246\_IV, 238s\_IIIId, itd., lahko sklepamo, da je na določitev njihovega položaja najverjetneje vplival grobi pogrešek. Zgoraj v preglednicah so navedena tudi odstopanja na veznih točkah in statistika le-teh (Priloge (D1), (E1) in (E2)).

### **5.6.3.2 Metoda minimalne ukrivljenosti**

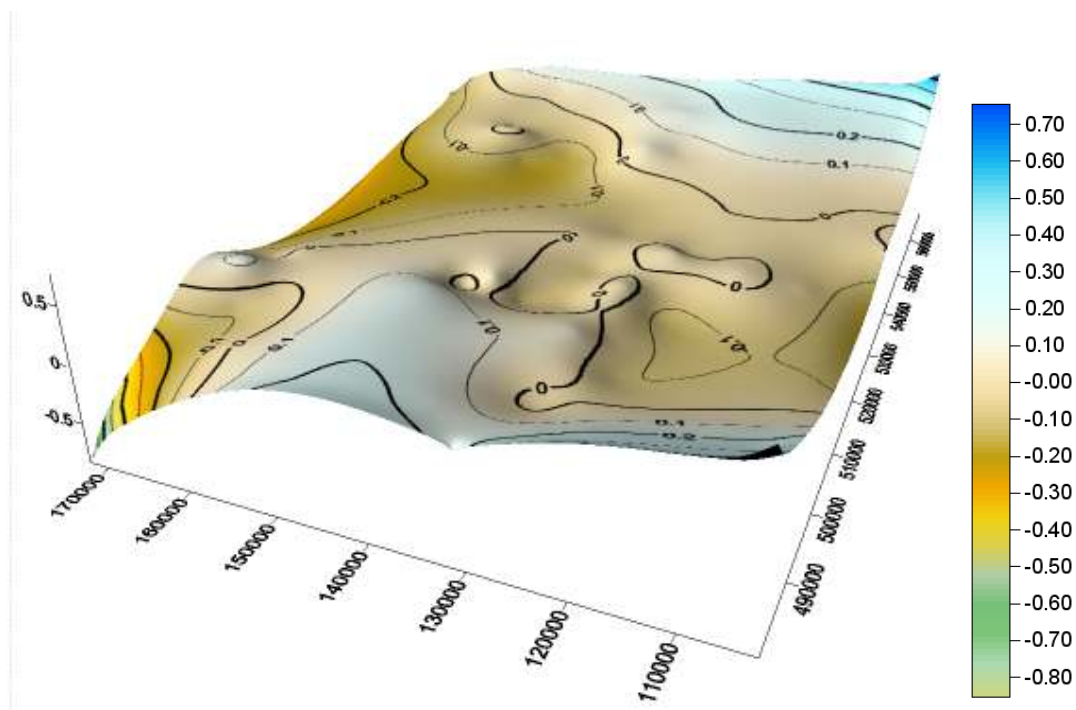
Metoda minimalne ukrivljenosti je globalna metoda, ki uporablja dvorazsežno kubično funkcijo zlepkov (*spline*), da prilagodi potek gladke ploskve v nizu s podanimi vrednostmi spremenljivke. Izračun ploskve zahteva številna ponavljanja. Metoda stremi k temu, da je končna oblika ploskve čim bolj gladka in čimmanj ukrivljena.



Slika 19: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Preglednica 12: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo minimalne ukrivljenosti na podanih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

X-komponenta	
Število točk	63
Vsota	-0.0409 m
Minimalno odstopanje	-0.0245 m
Maksimalno odstopanje	0.0056 m
Srednja vrednost odstopanj	-0.0006 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0037 m</b>

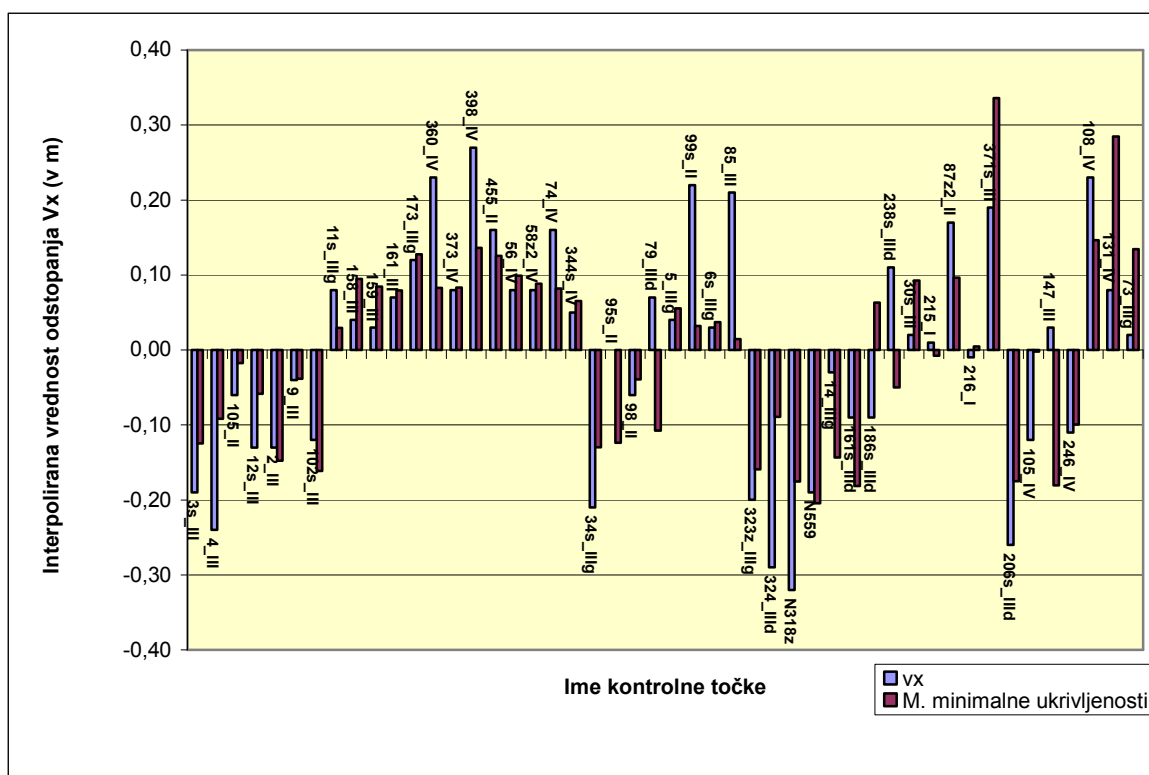


Slika 20: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Preglednica 13: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo minimalne ukrivljenosti na podanih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Y-komponenta	
Število točk	63
Vsota	0.0198 m
Minimalno odstopanje	-0.0050 m
Maksimalno odstopanje	0.0049 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0003 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0022 m</b>



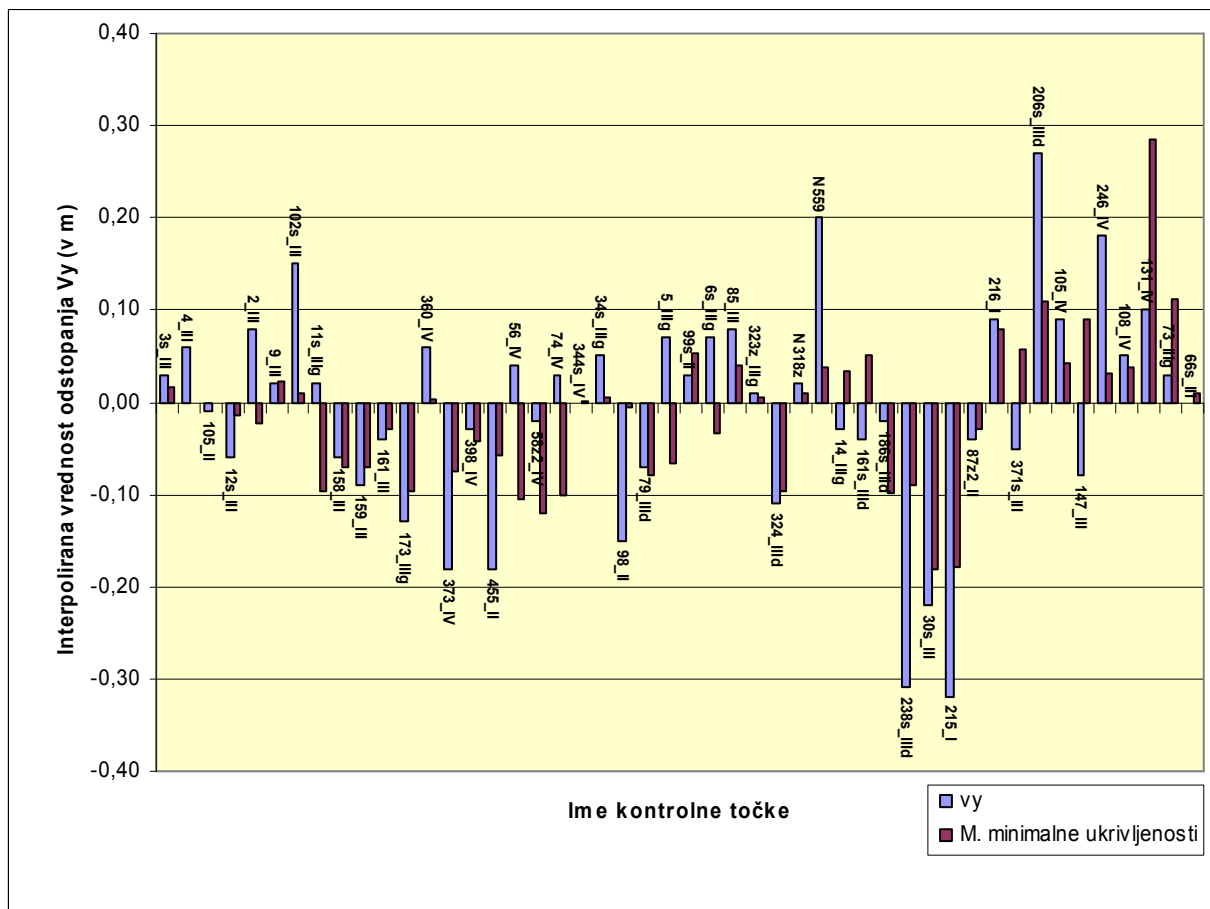


Grafikon 3: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Maksimalno izračunano odstopanje med dano in transformirano vrednostjo koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-x znaša 27 cm, in sicer za točko 398\_IV. Interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x te točke pa znaša 14 cm.

Minimalna izračunana vrednost odstopanja znaša -32 cm za kontrolno točko N318z. Iz modela interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x točke N318z pa znaša -18 cm.

Globalno gledano, z metodo minimalne ukrivljenosti dosežemo presenetljivo dobro stopnjo ujemanja med modelirano in izračunano vrednostjo odstopanja na posamezni kontrolni točki. Razumljivo je, da pride na nekaterih območjih do prevelike stopnje posploševanja, saj gre po definiciji za globalno metodo interpolacije (Priloge (C2), (E1) in (E2)).



Grafikon 4: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Maksimalno izračunano odstopanje med danimi transformiranimi vrednostmi koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-y znaša 27 cm pri točki 206s\_IIIId. Iz modela interpolirana vrednost odstopanja za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša 11 cm.

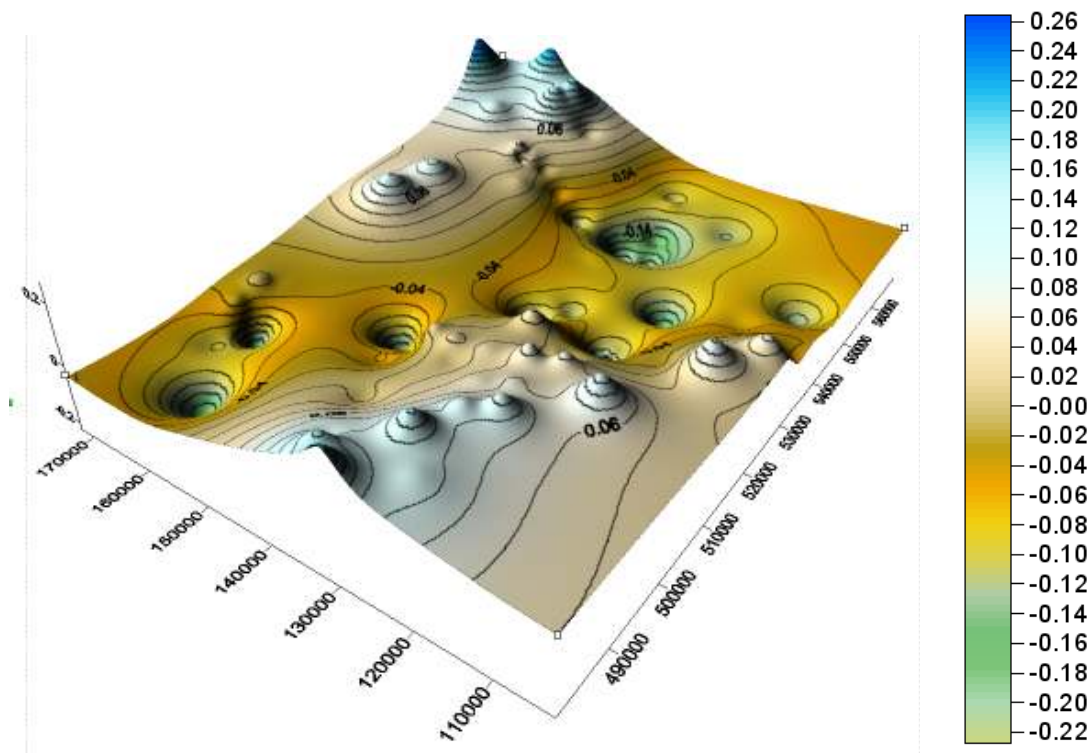
Minimalna izračunana vrednost odstopanja za y-komponento položaja izbranih kontrolnih točk pa znaša -32 cm za točko 215\_I. Interpolirana vrednost odstopanja za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša -18 cm.

Opazimo, da se model minimalne ukrivljenosti precej dobro prilega ekstremnim vrednostim odstopanj koordinatne komponente-x za izbrane kontrolne točke.

Nekaterim se pa ne prilega, sklepamo lahko na grobe pogreške, ki so prisotni v opazovanjih na podlagi katerih je bil določen položaj teh kontrolnih točk (Priloge (D2), (E1) in (E2)).

### 5.6.3.3 Metoda inverzne razdalje

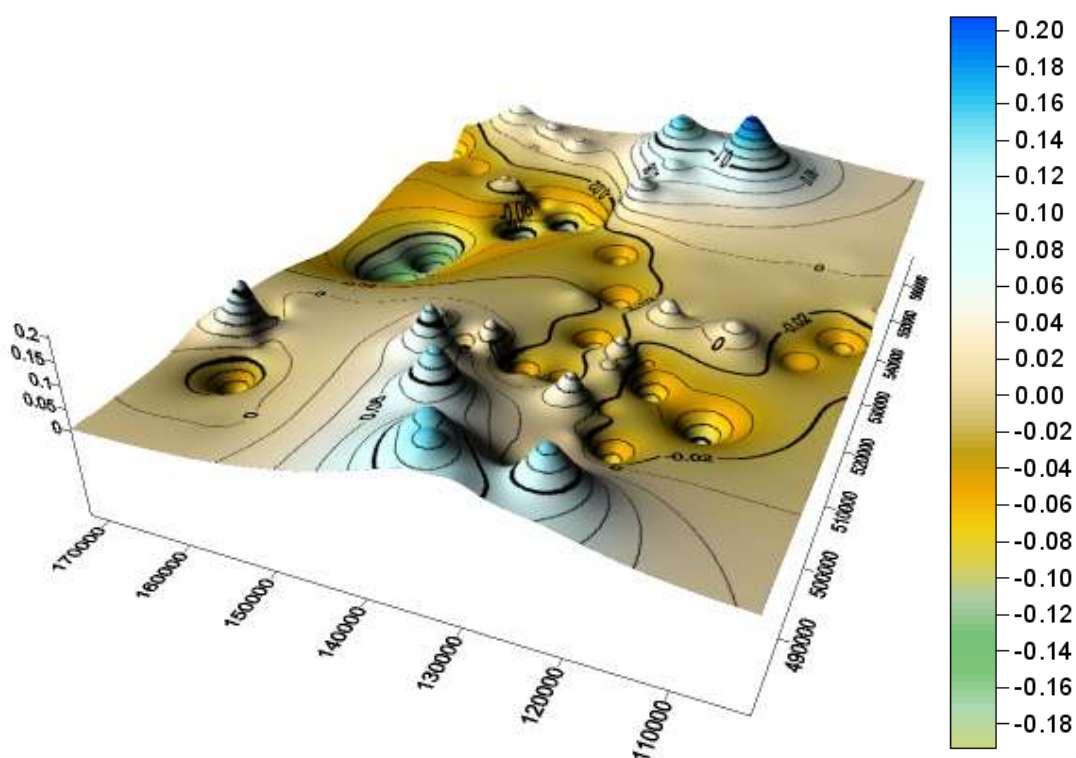
Metoda inverzne razdalje je lokalna metoda, ki pri interpolaciji vrednosti ploskve odstopanj za vsako oglišče izhodne gridne mreže upošteva izbrani niz bližnjih točk. Parametri področja iskanja določajo obliko vplivnega območja, razdalja pa njegovo velikost. Točkam na vplivnem območju se določi utež, ki je inverzna z razdaljo.



Slika 21: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo inverzne razdalje za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

*Preglednica 14: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo inverzne razdalje na podanih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini*

X-komponenta	
Število točk	63
Vsota	0.0023 m
Minimalno odstopanje	-0.0029 m
Maksimalno odstopanje	0.0028 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0000 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0010 m</b>

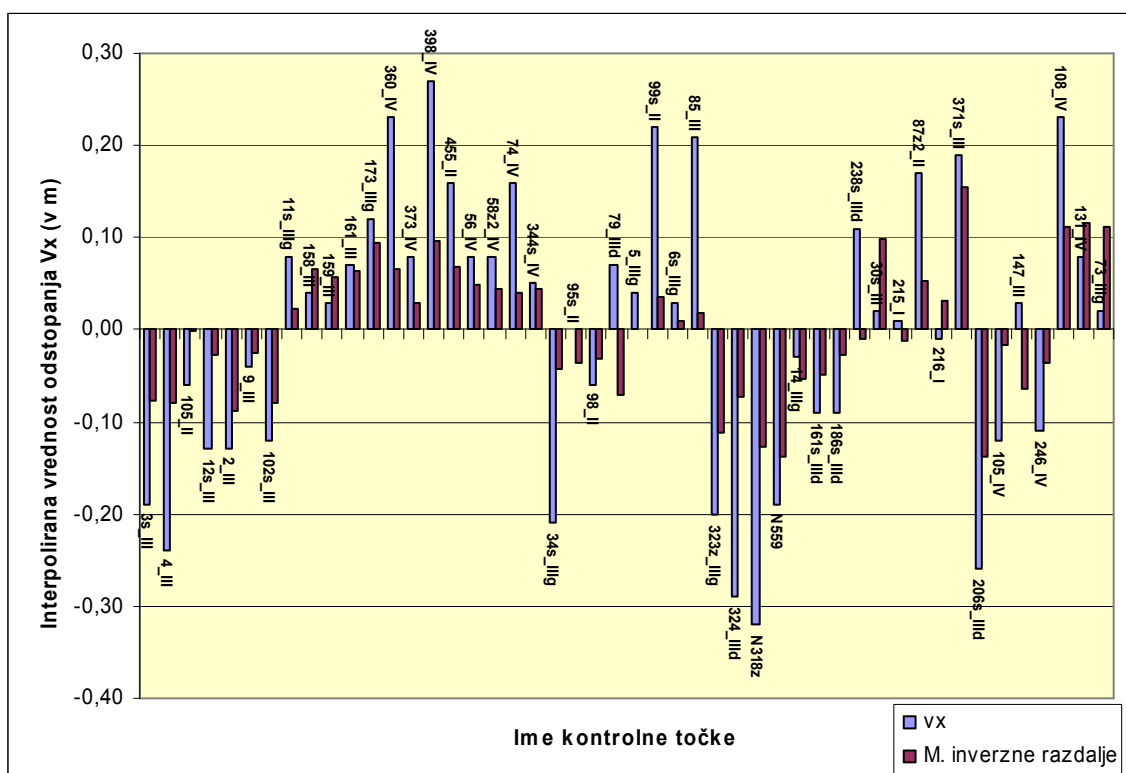


*Slika 22: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo inverzne razdalje za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini*

Preglednica 15: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo inverzne razdalje na podanih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Y-komponenta	
Število točk	63
Vsota	-0.0023 m
Minimalno odstopanje	-0.0028 m
Maksimalno odstopanje	0.0024 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0000 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0011 m</b>

V preglednici so vidna minimalna odstopanja ploskve odstopanj v podanih veznih točkah.

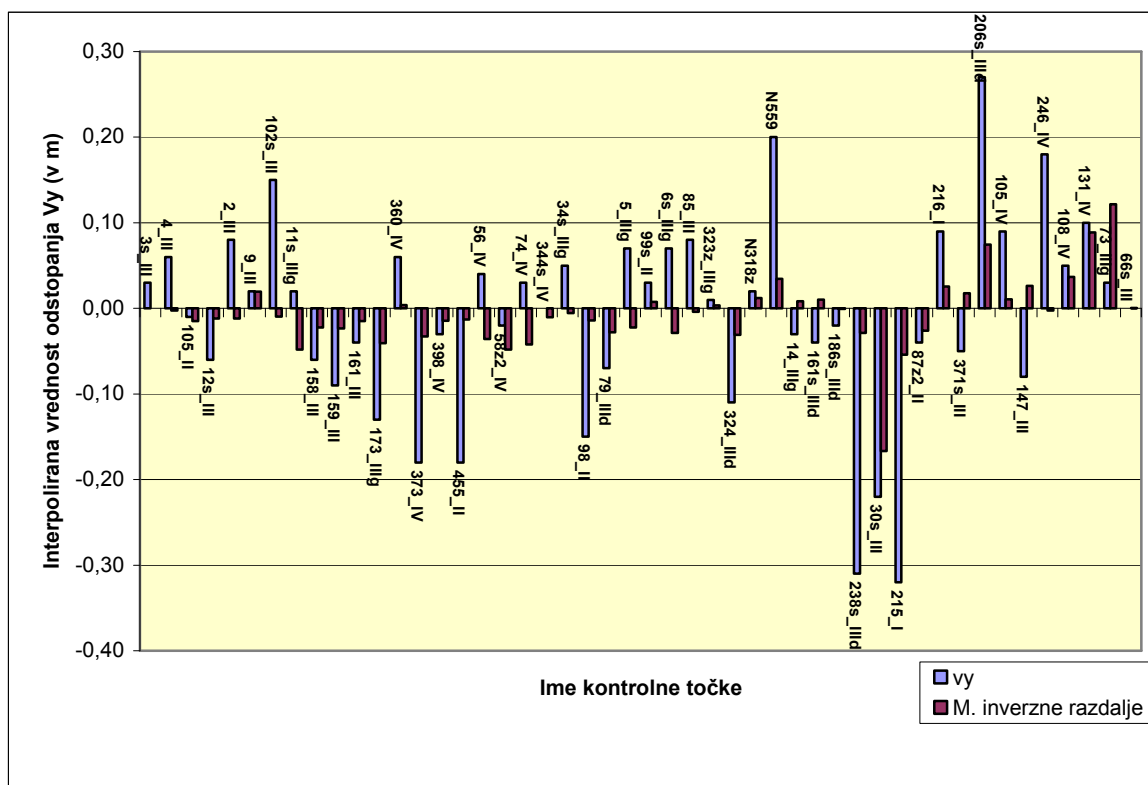


Grafikon 5: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Maksimalno izračunano odstopanje med dano in transformirano vrednostjo koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-x znaša 27 cm, in sicer za točko 398\_IV. Interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x te točke pa znaša 10 cm.

Minimalna vrednost izračunana vrednost odstopanja znaša –32 cm za kontrolno točko N318z. Iz modela interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x točke N318z pa znaša –13 cm.

Z metodo inverzne razdalje dobimo model odstopanj, katerega interpolirane vrednosti se lepo prilegajo izračunanim vrednostim odstopanj. Kot smo že omenili, smo med kontrolne točke vključili tudi nekatere točke, ki so bile predhodno že izločene iz postopka analize veznih točk, kot točke katerih položaj je bil določen na podlagi grobo pogrešenih opazovanj (Priloge (C3), (E1) in (E2)).



Grafikon 6: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Maksimalno izračunano odstopanje med danimi in transformiranimi vrednostmi koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-y znaša 27 cm za točko 206s\_IIIId. Iz modela interpolirana vrednost za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša 7,5 cm.

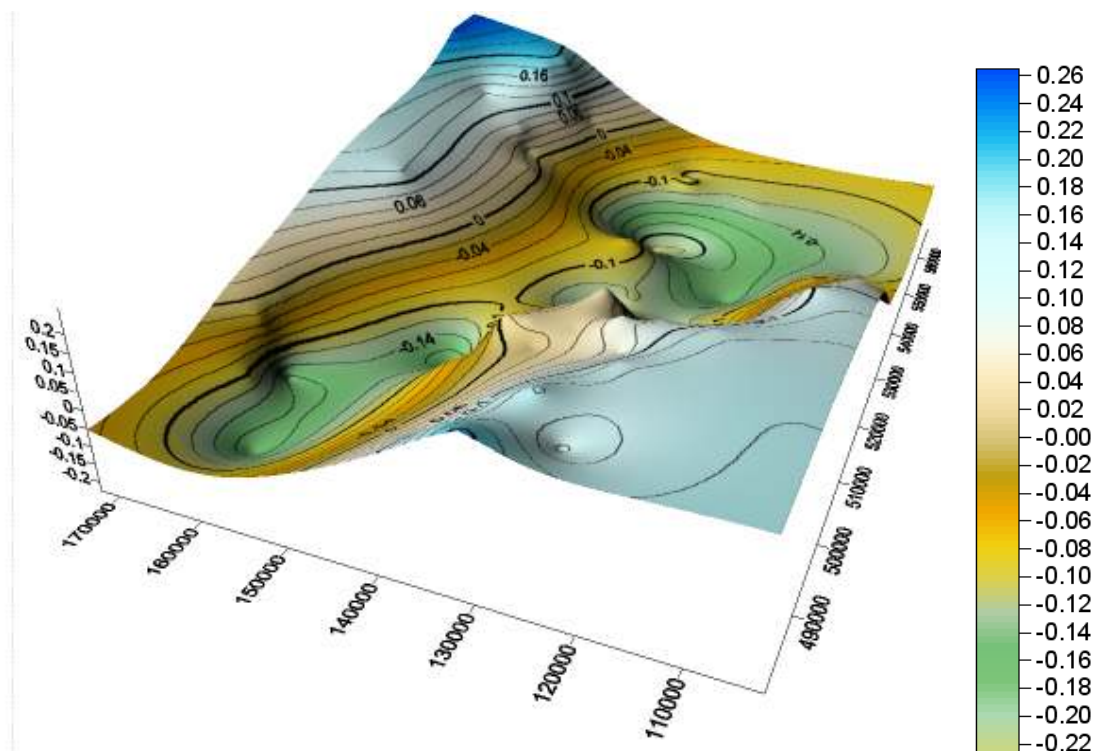
Minimalna izračunana vrednost odstopanja za y-komponento položaja izbranih kontrolnih točk pa znaša –32 cm pri točki 215\_I. Interpolirana vrednost odstopanja za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša –6 cm.

Opazimo, da se model izdelan z metodo inverzne razdalje, slabše prilega ekstremnim vrednostim odstopanj. Pri kontrolnih točkah je opaziti tudi pojav, da so nekatere precej pogrešene samo v smeri ene koordinatne osi. Model ustreza ponavadi samo manjši komponenti odstopanja (Priloge (D3), (E1) in (E2)).

#### **5.6.3.4 Metoda kriging**

Metoda kriging je geostatistična metoda, ki lokalno interpolira vrednost spremenljivke za vsako izbrano točko, s pomočjo izračuna utežnega povprečja vrednosti spremenljivke v bližnjih točkah. Kriging postopki analizirajo statistično variacijo iskane vrednosti na različnih oddaljenostih in v raznih smereh z namenom, da se določi velikost vplivnega območja in velikost utežnih koeficientov. Utežni koeficienti se določajo, tako da se zagotovi minimalno odstopanje vsake ocenjene vrednosti od podane vrednosti odstopanja na posamezni točki.

Pri modeliranju ploskve smo uporabili postopek navadni kriging z linearnim variogramom (Prilogi (C4) in (D4)).

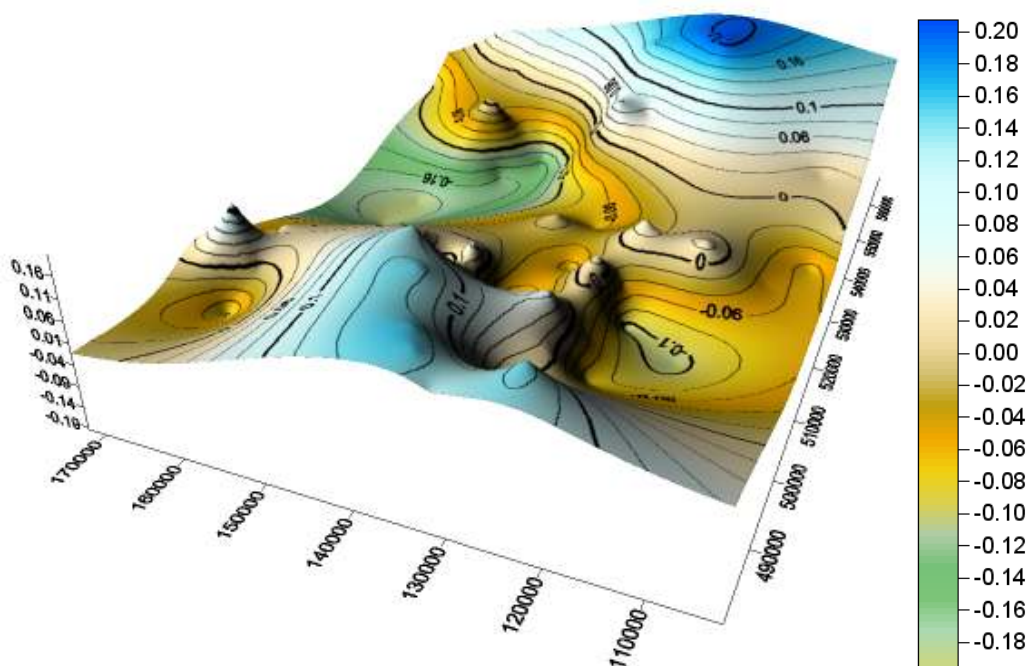


Slika 23: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo kriging za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Preglednica 16: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo kriging na podanih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

X-komponenta	
Število točk	63
Vsota	0.0067 m
Minimalno odstopanje	-0.0080 m
Maksimalno odstopanje	0.0066 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0001 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0023 m</b>



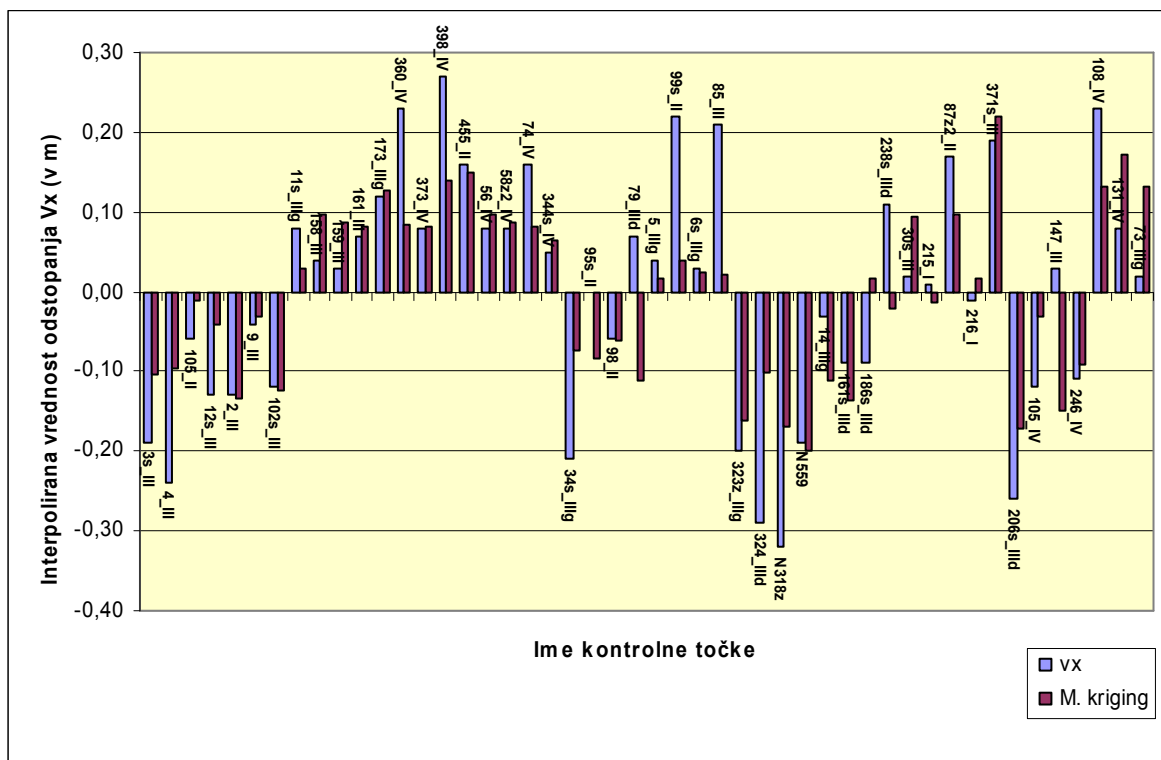


Slika 24: Interpolirana ploskev odstopanj z metodo kriging za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Preglednica 17: Osnovni podatki o interpolirani ploskvi z metodo inverzne razdalje na podanih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Y-komponenta	
Število točk	63
Vsota	-0.0018 m
Minimalno odstopanje	-0.0075 m
Maksimalno odstopanje	0.0089 m
Srednja vrednost odstopanj	0.0000 m
<b>Standardni odklon</b>	<b>0.0032 m</b>

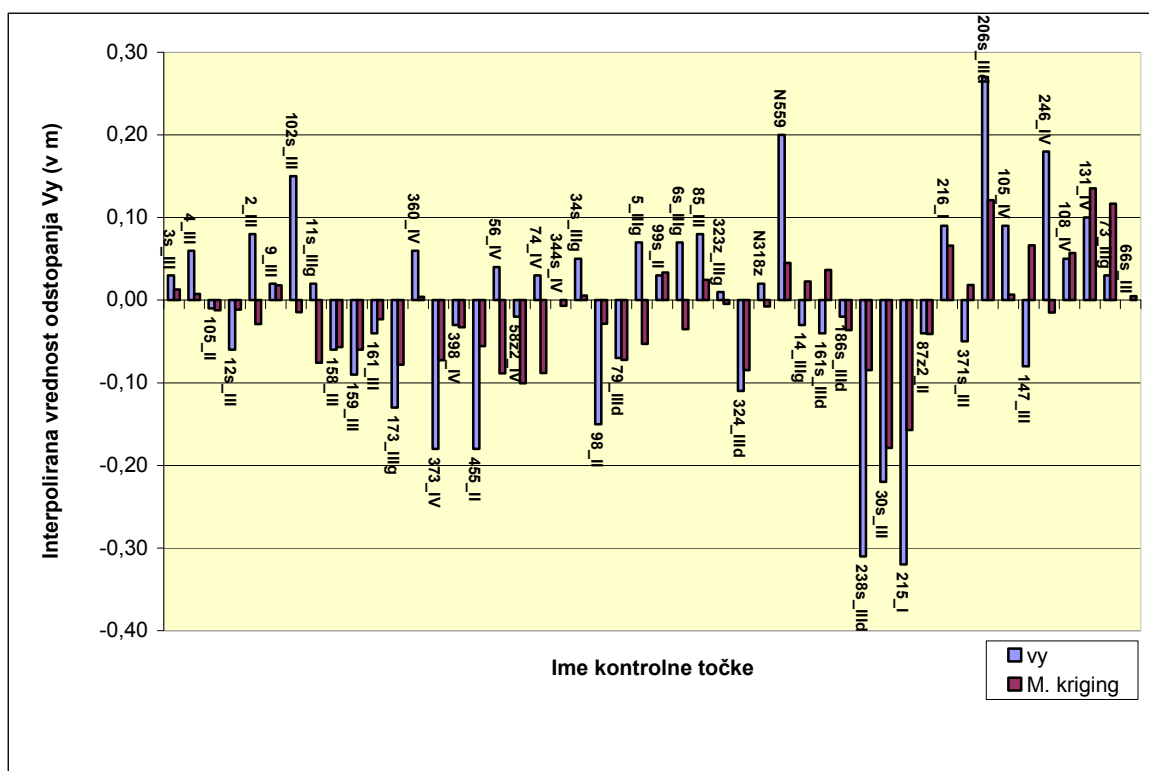
Tudi pri metodi kriging opazimo minimalna odstopanja ploskve odstopanj v podanih veznih točkah.



Grafikon 7: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Če pogledamo maksimalno izračunano odstopanje med dano in transformirano vrednostjo koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-x znaša 27 cm, in sicer za točko 398\_IV. Interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x te točke pa znaša 14 cm.

Minimalna izračunana vrednost odstopanja znaša -32 cm za kontrolno točko N318z. Iz modela interpolirana vrednost odstopanja za koordinatno komponento-x točke N318z pa znaša -17 cm (Priloge (C4), (E1) in (E2)).



Grafikon 8: Odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatno komponento-y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

Maksimalno izračunano odstopanje med danimi transformiranimi vrednostmi koordinat kontrolnih točk za koordinatno komponento-y znaša 27 cm za točko 206s\_IIIId. Iz modela interpolirana vrednost za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša 12 cm.

Minimalna izračunana vrednost odstopanja za y-komponento položaja izbranih kontrolnih točk pa znaša -32 cm za točko 215\_I. Interpolirana vrednost odstopanja za y koordinatno komponento položaja te točke pa znaša -16 cm.

Model, izdelan z interpolacijsko metodo kriging, se kar dobro prilega dejanskim vrednostim distorzij, ki so podane na kontrolnih točkah na celotnem območju obravnave. Dobro se približa tudi nekaterim kontrolnim točkam z ekstremnimi vrednostmi odstopanj, ne glede na to, da te niso bile vključene v postopek modeliranja. Prednost metode kriging je v načinu določanju vplivnega območja in da

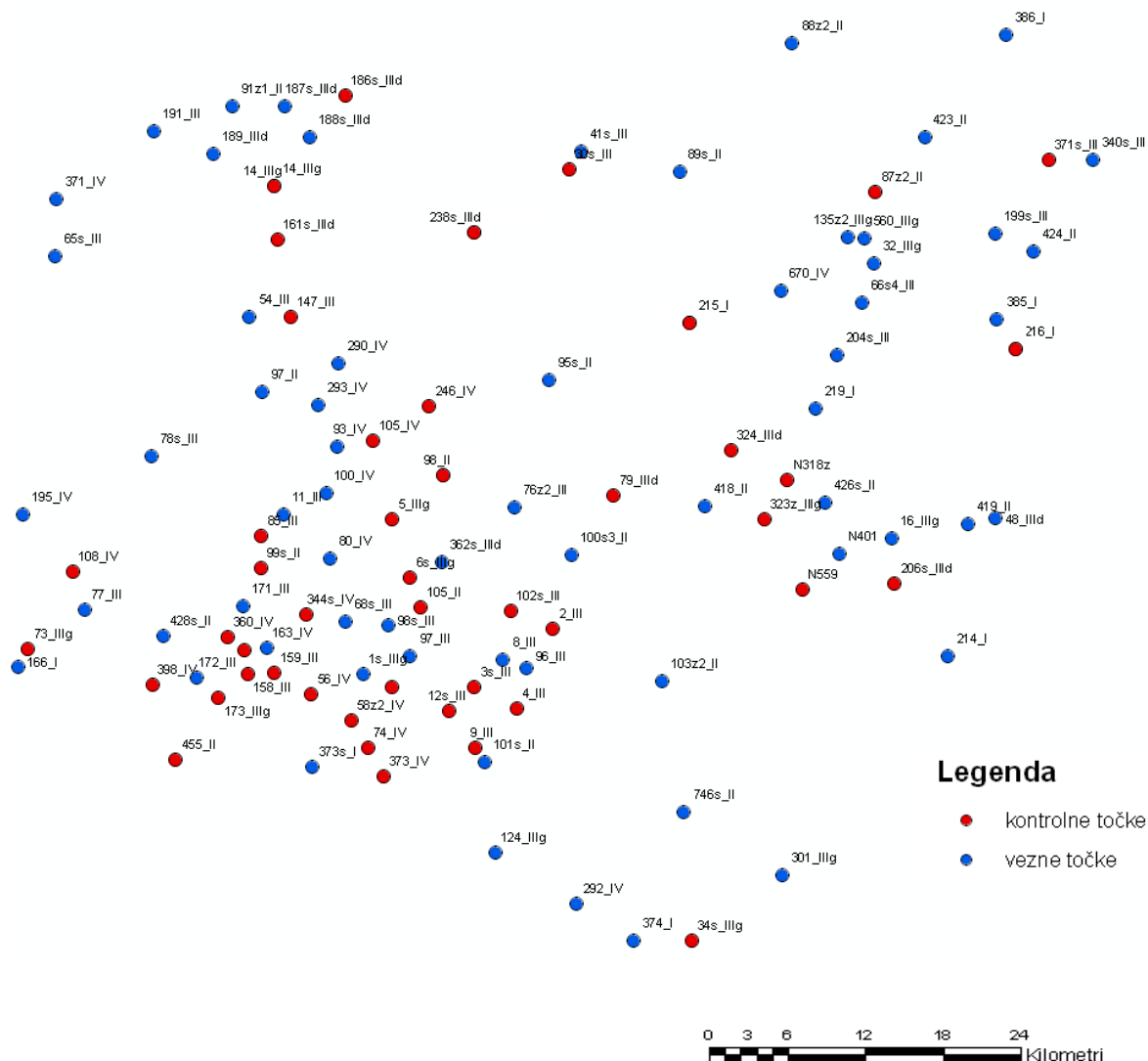
zagotovi gladkost modela. Na nekaterih predelih model ni dovolj kakovosten, kar posledica nepravilne izbire oz. nezadostnega števila veznih točk, ki so bile vključene v sam postopek modeliranja (Priloge (D4), (E1) in (E2)).

Iz analize modelov odstopanj je razvidno, da najboljše rezultate dosežemo z metodo kriging, blizu pa ji je tudi metoda inverzne razdalje. Metoda kriging upošteva bližino podanih točk in hkrati smeri njihove razporeditve. Glavna prednost pred ostalimi metodami je gladkost ploskve, ki jo poskuša doseči z uporabo statističnih dognanj in postopkov. Prednost pred ostalimi metodami je tudi, da ima metoda kriging že vgrajene postopke, ki nam omogočajo oceno natančnosti za vsako interpolirano vrednost spremenljivke v gridni mreži.

Metoda kriging omogoča mnogo variant izbora, kot denimo izbiro primerne korelacijskega modela. Zato je po našem mnenju ob še ustrežnejši izbiri veznih točk in uporabi različnih variant kriginga, še dovolj maneverskega prostora za optimizacijo postopka modeliranja odstopanj.

#### **5.6.4 Ocenjevanje kakovosti modela**

Ocenjevanje kakovosti modelirane ploskve smo izvedli, tako da smo iz modela interpolirali vrednosti odstopanj za posamezno komponento odstopanja za točke, katerih položaj smo poznali v starem sistemu, to so kontrolne točke. Za ocenjevanje modela smo uporabili 48 kontrolnih točk, katerih razporeditev je prikazana na spodnjem prikazu. Med kontrolnimi točkami se nahajajo tudi točke, katerih natančnost položaja je slaba. Te točke so bile zaradi precejšnjega odstopanja od sistematike odstopanj na globalni ali lokalni ravni izločene. Zato je razumljivo, da je pri nekaterih večja razlika med modelirano in dejansko vrednostjo odstopanja. To smo storili iz dveh razlogov: kritičnega ovrednotenja modela in pomanjkanja točk, ki smo jih imeli na razpolago. Bolj korektno je, da vključimo nekaj slabše kakovostnih točk med kontrolne, kot pa med vezne točke.



Slika 25: Prikaz razporeditve veznih in kontrolnih točk

Iz prikaza je razvidna enakomerna porazdelitev veznih in kontrolnih točk. V nalogi smo že večkrat poudarili pomembnost izbire zadostnega števila veznih točk. Za enako pomembno lahko smatramo tudi izbiro kontrolnih točk. Če predpostavljamo, da smo izbrali dovolj in pravilne vezne točke, potem se lahko lotimo izbire kontrolnih točk. Največ kontrolnih točk poizkušamo izbrati tam, kjer je raznolikost modela največja in kjer potrebujemo zanesljive podatke o kakovosti modela.

V oči bode točka 215\_I, ki smo jo obravnavali kot kontrolno točko, čeprav gre za točko 1. reda. Izločili smo jo zaradi prevelikega odstopanja po y osi (32 cm), glede na ostale, v obravnavo vključene točke, v njeni bližini. Interpolirana vrednost odstopanja na tej točki za y koordinato znaša cca. 15 cm. Kar pomeni, da če bi upoštevali interpolirano vrednost odstopanja, bi za polovico zmanjšali odstopanje.

Moje mnenje je, da smo tako glede na točke, ki jih imamo na razpolago, manj vplivali na interpolirane vrednosti točk v njeni okolici, kot če bi točko 215\_I vključili v model. Položaji točke nižjih redov v njeni okolici so določeni z višjo natančnostjo. Pri določevanju položaja teh točk so bile za navezavo uporabljene še druge točke v okolici, zato je bil vpliv pogrešene točke na točke v okolici manjši.

Pri pripravi podatkov za modeliranje je pomembno, da izločimo točke, ki izstopajo po velikosti odstopanj. S tem onemogočimo vključevanje teh točk v model. Točka, ki lokalno precej odstopa, bi imela velik vpliv na interpolirane vrednosti odstopanj, ki bi bile večje od dejanskih odstopanj med danimi in transformiranimi položaji točk. To bi povzročilo lokalno neuporabnost modela.

### **5.6.5 Uporaba modela odstopanj**

Korektno modeliran model odstopanj nam omogoča določitev vrednosti odstopanj za poljubno točko v okviru območja z enotnimi transformacijskimi parametri. Odstopanje interpoliramo iz modela za vsako komponento horizontalnega položaja posebej. Interpolirana vrednost odstopanja za posamezno točko predstavlja seštevek sistematičnih in slučajnih vplivov na postopek določitve položaja posamezne točke. Ker vplivov za vsako poljubno točko na območju ni mogoče korektno modelirati, je uporabnik modela tisti, ki mora presoditi, kdaj upoštevati vrednost pridobljeno iz modela in kdaj ne.

Postopek modeliranja odstopanj bi lahko uporabili na ravni celotne države, pri transformaciji celotnih podatkovnih zbirk, kjer je pomembna zveznost transformacije.

Pomembno je tudi, da se ohranjajo relativni odnosi med objekti, katerih položaj opisujemo s koordinatama položaja v izbranem ravninskem koordinatnem sistemu. To pomeni, da potrebujemo enotne parametre za celotno državo. Transformacija na nivoju države ne dosega niti metrske natančnosti.

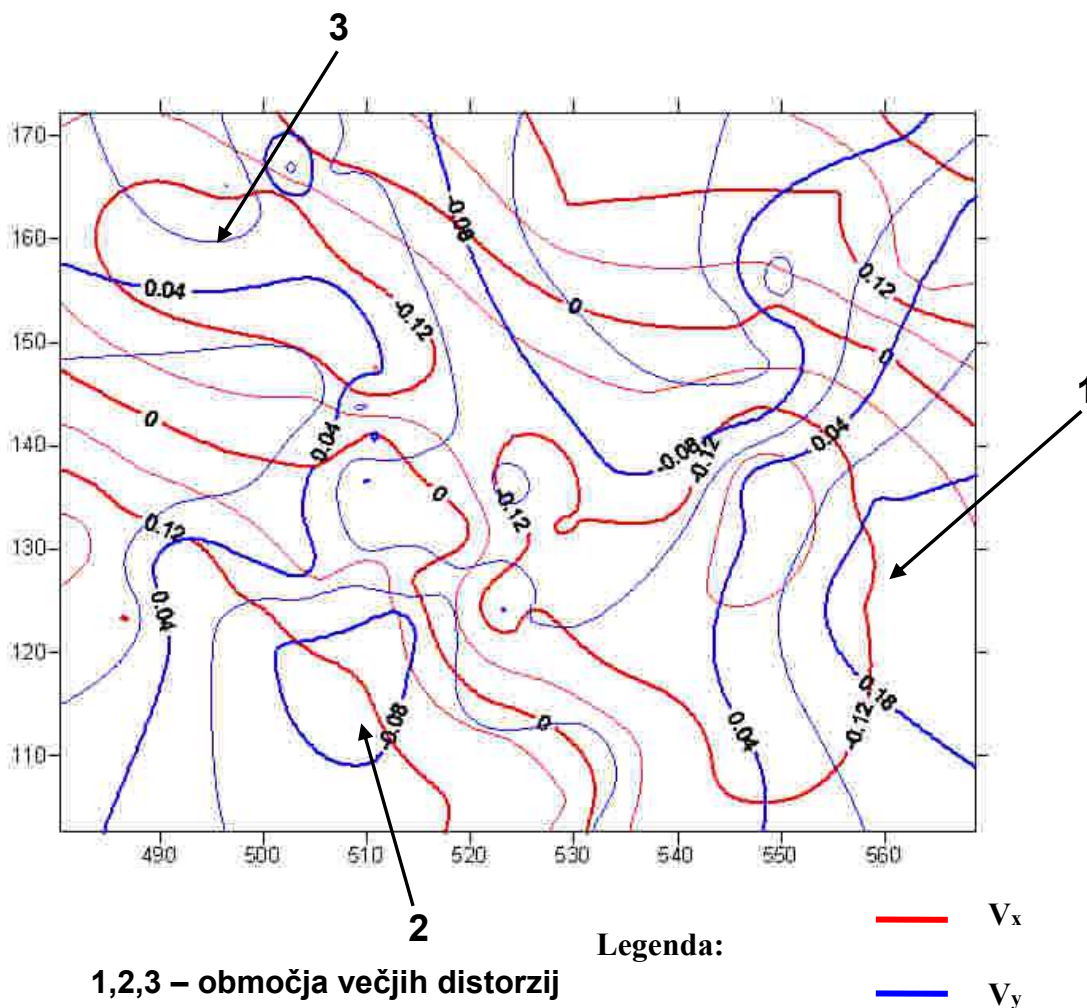
Na nivoju države bi s postopkom izravnave transformacije (7-parametrične ali 4-parametrične) najprej analizirali stanje v koordinatnem sistemu na nivoju celotne države. Tako bi locirali »žarišča« največje nehomogenosti koordinatnega sistema. Na območjih največje nehomogenosti bi zbrali večje število veznih točk, ki bi ustrezale sistematičnosti odstopanj na tem območju. V nadaljevanju bi s postopki metode kriging modelirali ploskev odstopanj. Nato bi z vrednostmi, ki smo jih interpolirali iz modela, popravili vrednosti položajev točk v starem sistemu. Popravili bi vrednosti tistih točk, katerih interpolirana vrednost je bila v postopku modeliranja določena z dovolj veliko natančnostjo. Natančnost interpolirane vrednosti nam podajajo algoritmi metode kriging. Postopek bi izvajali iterativno, vedno bi popravljali »žarišča« nehomogenosti, ki bi nam jih z vsako iteracijo znova navrgel postopek izravnave transformacije. Postopek bi izvajali tako dolgo, dokler skladnost transformacije med sistemoma ne bi bila znotraj zahtevane natančnosti za posamezno zbirko prostorskih podatkov.

Modeliranje odstopanj bi bilo uporabno tudi na nivoju regij oz. za območja, ki so po velikosti med regijo in detajlom. Posameznemu setu transformacijskih parametrov za celotno regijo bi izdelali model odstopanj ustrezne kakovosti. Zagotovili bi zveznost transformacije in večjo natančnost transformacije za prostorske podatke, ki se uporabljajo na nivoju regije in katerih zahtevana natančnost je višja od slojev za celotno državo.

Če sledimo načelu iz velikega v malo, je naslednja faza modeliranja detajl. Na nivoju detajla so odstopanja po transformaciji manjša, znašajo le nekaj centimetrov. Kar nam pa večinoma zadostuje, zato smatram samo modeliranje odstopanj na nivoju detajla, kot nepotrebno.

### 5.6.6 Lociranje distorzij starega koordinatnega sistema na obravnavanem območju

Na prikazu (slika 19) smo združili prikaze posamezne komponente odstopanja z izolinijami. Iz prikaza so razvidna območja večjih distorzij starega koordinatnega sistema na obravnavanem območju. Opaziti je, da so distorzije v smeri osi x bolj izrazite in raznolike. Oblikujejo se tri globalna »žarišča« največjih distorzij. Maksimalne distorzije po y osi se položajno ne ujemajo v celoti z maksimalnimi distorzijami po x osi na obravnavanem območju. Pri veznih točkah je pogost pojav, da je ena izmed koordinat precej bolj pogošena kot druga. Na spodnjem prikazu so s puščicami označena območja, kjer gre za večja odstopanja v obeh koordinatah.



Slika 26: Prikaz obeh komponent odstopanj z izolinijami



## 6 ZAKLJUČEK

V geodeziji se večinoma ukvarjamo s transformacijami med koordinatnimi sistemi, ki niso enake kakovosti. Posledica tega je, da ne moremo zagotoviti enoličnih transformacijskih parametrov za izvedbo transformacije. Za določitev transformacijskih parametrov moramo zato uporabiti postopek izravnave transformacije, posledica katerega so odstopanja, ki so posledica grobo pogrešenih koordinat točk, sistematičnih in slučajnih vplivov na postopek določitev položaja točk. Rezultat tega je, da so transformacijski parametri lahko zadovoljive kakovosti, vendar so odstopanja med položajnimi koordinatami veznih točk velika. Tako predvidevamo, da so potem tudi transformirane koordinate točk v novem sistemu določene s slabšo natančnostjo, vendar natančnosti transformiranih koordinat ne poznamo. Z nepravilno določitvijo in nepravilno uporabo transformacijskih parametrov, prenesemo slabosti starega sistema v nov sistem.

Natančnost transformacije na nivoju države ne omogoča niti podmetrske natančnosti, izboljšuje pa se z zmanjševanjem območja obravnave. Na nivoju detajla pa nam postopek transformacije daje rezultate zadovoljive kakovosti. Posledica delitve obravnavnega območja oz. države na manjša območja je, da transformacija ni več zvezna. Za prostorske podatke na nivoju države pa nujno potrebujemo zvezno transformacijo, torej to pomeni enotne transformacijske parametre. Rešitev za izboljšanje natančnosti transformacije je modeliranje distorzij v koordinatnem sistemu in s tem poprava pogrešenih vrednosti koordinat, za iz modela interpolirano vrednost distorzije, za poljubno točko.

Model distorzij izdelamo na podlagi, s postopkom transformacije pridobljenih, odstopanj danih in transformiranih koordinat veznih točk. Za vezne točke imamo podane vrednosti odstopanj za komponenti položaja točke v ravninskem koordinatnem sistemu. Iz velikosti in usmerjenosti vektorjev odstopanj za posamezno točko je opazna sistematičnost obnašanja vektorjev odstopanj na določenem območju. To pomeni, da so točke s podobno sistematičnostjo na nekem območju,

obremenjene z istimi sistematičnimi vplivi. Pomembno je, da to sistematiko, ki se kaže na vektorjih odstopanj, upoštevamo pri modeliranju distorzij z izbiro veznih točk.

Modeliranje distorzij izvedemo z ustreznim postopkom modeliranja ploskve distorzij. Postopek mora določiti takšno ploskev, ki poteka skozi vrednosti odstopanj na veznih točkah oz. se od njih poljubno malo razlikuje. Pomembno je, da je modelirana ploskev gladka in da ohranja lokalne značilnosti sistematičnosti odstopanj. Idealno je, če nam sama metoda modeliranja odstopanj omogoča ocenitev natančnosti določitve vrednosti odstopanj na interpoliranih točkah.

Kakovost modela lahko ocenimo tudi z izbiro ustreznega števila kontrolnih točk. Število kontrolnih točk, ki jih vključimo v postopek vrednotenja kakovosti modela je odvisno od velikosti modela in raznovrstnosti sistematičnosti odstopanj. Dobro je, da dosežemo čim boljše ujemanje vrednosti odstopanj določenih iz modela in dejanskih vrednosti odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami za kontrolne točke.

Model distorzij pa nam vedno ne bo zagotavljal pravilne oz. dovolj kakovostne interpolirane vrednosti odstopanj. Čeprav bo model v večini točk podajal korektne rezultate, tega ne moremo 100% posplošiti na celoten model oz. za vsako interpolirano vrednost odstopanja na posamezni točki. Uporaba modela odstopanj od uporabnika zahteva kritičen pristop uporabe. Uporabnik je tisti, ki se bo moral odločiti na podlagi izkušenj in poznavanja razmer v geodetski mreži na obravnavanem območju, ali iz modela interpolirano vrednost upoštevati ali ne.

Z uporabo postopkov modeliranja distorzij v starem koordinatnem sistemu, bomo izboljšali natančnost transformacije in preprečili prenos nehomogenosti starega sistema v nov državni koordinatni sistem. Za potrebe geodetske stroke pa transformacija ne bo ustrezala merilom natančnosti samo na nivoju detajla, ampak širše. Rezultat bodo enotni transformacijski parametri in zveznost transformacije za širše območje. Na nivoju države pa bomo lahko za tiste podatke, kjer je zveznost transformacije nujna, zagotovili njeno večjo natančnost.

## VIRI

Andrei, C-O. 2006. 3D affine coordinate transformations. Master's of Science Thesis in Geodesy. Stockholm, Royal Institute of Technology (KTH), School of Architecture and the Built Environment: 2-7.

Berk, S., Duhovnik, M. 2007. Transformacija podatkov geodetske uprave Republike Slovenije v novi državni koordinatni sistem. Ljubljana, Geodetski vestnik 51, 4: 804-825.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger H., and Collins J. 1994. Global Positioning System-Theory and Practice, Third edition, Wien New York Springer-Verlag: 255-278.

Stopar, B, Kuhar, M. 1997. Astrogeodetska mreža Slovenije in geoid. Astrogeodetic network of Slovenia and geoid. Ljubljana, Geodetski vestnik 41, 2: 91-110.

Stopar, B., Kuhar, M. 2001. Moderni geodetski koordinatni sistemi in astrogeodetska mreža Slovenije. Ljubljana, Geodetski vestnik 45,1-2: 11-26.

Stopar, B., Koler, B., Kuhar, M. 2003. Programska zasnova in priprava gradiv za izvedbo strokovnega dela izpita iz geodetske stroke: Osnovni geodetski sistemi. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 4-19.

Surfer. User's Guide. 1999. Colorado, Golden Software: 17-488.

Kozmus, K., Stopar, B. 2008. Navodila za uporabo spletne aplikacije za transformacije koordinatnih sistemov SiTraNet: v2.01 Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 2-23.

Panchenko, I.1999. The Generic Mapping Tool. URL:  
<http://xray.sai.msu.ru/~ivan/gmt/man/surface.html> (12.12.2007)

Šumrada, R. 2005. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 157-225.

#### DRUGI VIRI:

Berk, S., Klanjšček, M. 2007. Transformacija med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM. Obvezno izobraževanje geodetov. Poljčane, Maribor, Sežana, Geodetski inštitut Slovenije.

Jenko, M. 2001. O ekstremnih točkah našega planeta. Ljubljana, Geodetski vestnik 45, 4: 554.

Kelenc, D. 2008. Določitev transformacijskih parametrov med koordinatnima sistemoma D48 in D96 na območju mesta Ormož. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Koler B., Medved K., Kuhar M. 2006. Projekt nove gravimetrične mreže 1. reda Republike Slovenije. Ljubljana, Geodetski vestnik 50, 3: 451-460.

Koler B., Medved K., Kuhar M. 2007. Uvajanje sodobnega višinskega sistema v Sloveniji. Ljubljana, Geodetski vestnik 51, 4: 777-778.

Marjetič, A., Stopar, B. 2007. Geodetski datum in S – transformacija. Ljubljana, Geodetski vestnik 51, 1-2: 550-555.

Mesner, N., Berk, S., Radovan, D., Pegan Žvokelj, B., Ravnihar, F., Korošec, M., Mozetič, B., Komadina, Ž., Logar, M., Triglav, J., Stopar, B., Ferlan, M., Pavlovčič Prešeren, P., in Kozmus, K. 2007. Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije, Geodetski inštitut Slovenije ter Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Mozetič, B. 2006. Državni koordinatni sistem. Izobraževanje za imetnike geodetskih izkaznic.

Radovan, D., Klanjšček, M., Berk, S., Stopar, B., Kozmus, K. 2005. Razvoj osnovnega geodetskega sistema : končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.

Radovan, D. 2007b. Slovensko omrežje referenčnih postaj GPS za natančno določanje položaja. V: Kozmus, K. (ur.), Kuhar, M. (ur.). Raziskave s področja geodezije in geofizike 2006 : zbornik predavanj. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 21-28.

Režek, J., Radovan, D., Stopar, B. 2004. Strategija osnovnega geodetskega sistema. Ljubljana, Geod. vestnik 48, 3: 288-306.

Stopar, B. 2003. Izravnalni račun II, zapiski s predavanj. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Stopar, B. 2005. Izravnalni račun III, zapiski s predavanj. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Stopar, B., Koler, B., Kuhar, M., Jenko, M. 2007. Sodelovanje znanstveno raziskovalnega sektorja pri uvajanju evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji: otvoritvena konferenca in predstavitev projekta Vzpostavitev evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji. Ljubljana, MOP; Geodetska uprava RS.

## PRILOGE

### Priloga A1: 7-parametrična transformacija celotnega območja brez upoštevanja višin

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK  
 V PROJ. RAVNINI KONČNEGA DATUMA

točka	x	y	H						
3s_III	122201.670	521267.010	272.950	dan	166_I	123717.010	486206.360	1509.190	dan
	122201.852	521266.977	272.703	transf.		123716.890	486206.179	1509.296	transf.
	-0.182	0.033	0.247	dan -		0.120	0.181	-0.106	dan -
transf.					172_III	122897.360	499943.320	332.800	dan
						122897.219	499943.375	332.744	transf.
						0.141	-0.055	0.056	dan -
4_III	120573.040	524494.360	345.970	dan	transf.				
	120573.276	524494.303	345.757	transf.					
	-0.236	0.057	0.213	dan -	173_IIIg	121328.340	501594.780	325.729	dan
transf.						121328.224	501594.897	325.493	transf.
						0.116	-0.117	0.236	dan -
8_III	124249.760	523466.480	254.591	dan	transf.				
	124249.940	523466.430	254.399	transf.					
	-0.180	0.050	0.192	dan -	1s_IIIg	123164.770	512738.120	257.640	dan
transf.						123164.690	512738.215	257.553	transf.
						0.080	-0.095	0.087	dan -
96_III	123628.020	525286.320	261.570	dan	transf.				
	123628.119	525286.341	261.322	transf.					
	-0.099	-0.021	0.248	dan -	360_IV	126051.800	502333.440	334.290	dan
transf.						126051.569	502333.373	334.042	transf.
						0.231	0.067	0.248	dan -
102s_III	128006.690	524036.970	355.690	dan	transf.				
	128006.813	524036.829	355.600	transf.					
	-0.123	0.141	0.090	dan -	373_IV	115293.460	514293.930	783.970	dan
transf.						115293.377	514294.100	784.071	transf.
						0.083	-0.170	-0.101	dan -
97_III	124571.470	516348.880	274.404	dan	transf.				
	124571.476	516348.915	274.334	transf.					
	-0.006	-0.035	0.070	dan -	373s_I	116079.270	508839.740	1117.950	dan
transf.						116079.125	508839.832	1117.922	transf.
						0.145	-0.092	0.028	dan -
9_III	117516.980	521310.680	718.400	dan	transf.				
	117517.016	521310.659	718.409	transf.					
	-0.036	0.021	-0.009	dan -	398_IV	122403.670	496615.180	341.066	dan
transf.						122403.398	496615.199	340.839	transf.
						0.272	-0.019	0.227	dan -
2_III	126636.950	527296.050	402.330	dan	transf.				
	126637.074	527295.974	402.231	transf.					
	-0.124	0.076	0.099	dan -	428s_II	126127.990	497419.170	946.640	dan
transf.						126127.867	497419.137	946.378	transf.
						0.123	0.033	0.262	dan -
12s_III	120367.490	519283.610	459.130	dan	transf.				
	120367.613	519283.669	459.015	transf.					
	-0.123	-0.059	0.115	dan -	455_II	116654.390	498334.990	1183.920	dan
transf.						116654.231	498335.153	1183.944	transf.
						0.159	-0.163	-0.024	dan -
101s_II	116409.985	522064.715	827.660	dan	transf.				
	116409.992	522064.676	827.471	transf.					
	-0.007	0.039	0.189	dan -	56_IV	121608.380	508766.750	279.696	dan
transf.						121608.302	508766.704	279.601	transf.
						0.078	0.046	0.095	dan -
98s_III	126935.510	514657.320	295.638	dan	transf.				
	126935.511	514657.274	295.498	transf.					
	-0.001	0.046	0.140	dan -	58z2_IV	119608.930	511818.660	353.580	dan
transf.						119608.849	511818.673	353.413	transf.
						0.081	-0.013	0.167	dan -
105_II	128289.160	517148.940	566.620	dan	transf.				
	128289.220	517148.950	566.674	transf.					
	-0.060	-0.010	-0.054	dan -	68s_III	127177.860	511386.710	480.020	dan
transf.						127177.774	511386.689	479.889	transf.
						0.086	0.021	0.131	dan -
11s_IIIg	122220.670	514913.930	248.760	dan	transf.				
	122220.585	514913.902	248.653	transf.					
	0.085	0.028	0.107	dan -	74_IV	117530.280	513072.630	565.100	dan
transf.						117530.112	513072.594	564.951	transf.
						0.168	0.036	0.149	dan -
158_III	123211.190	503846.020	291.091	dan	transf.				
	123211.148	503846.068	290.976	transf.					
	0.042	-0.048	0.115	dan -	171_III	128394.320	503532.270	303.360	dan
transf.						128394.258	503532.183	303.214	transf.
						0.062	0.087	0.146	dan -
159_III	123310.210	505868.380	279.310	dan	transf.				
	123310.181	505868.457	279.245	transf.					
	0.029	-0.077	0.065	dan -	344s_IV	127790.520	508381.160	401.230	dan
transf.						127790.472	508381.155	401.109	transf.
						0.048	0.005	0.121	dan -
161_III	124991.740	503572.860	295.990	dan	transf.				
	124991.671	503572.890	296.038	transf.					
	0.069	-0.030	-0.048	dan -	374_I	102708.730	533508.690	1024.780	dan
transf.						102708.753	533508.687	1024.908	transf.
						-0.023	0.003	-0.128	dan -
163_IV	125172.350	505349.330	287.890	dan	transf.				
	125172.278	505349.344	287.816	transf.					
	0.072	-0.014	0.074	dan -	301_IIIg	107781.690	544885.040	331.320	dan
transf.						107781.791	544885.039	331.496	transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

		-0.101	0.001	-0.176	dan -		0.205	0.086	0.159	dan -
transf.						transf.				
34s_IIIg	102765.210	537925.630	853.250	dan		426s_II	136326.510	548205.432	290.564	dan
	102765.396	537925.592	853.307	transf.			136326.730	548205.362	290.408	transf.
	-0.186	0.038	-0.057	dan -			-0.220	0.070	0.156	dan -
transf.						transf.				
746s_II	112598.490	537336.440	650.210	dan		323z_IIIg	135107.950	543509.220	312.430	dan
	112598.540	537336.445	650.260	transf.			135108.152	543509.225	312.238	transf.
	-0.050	-0.005	-0.050	dan -			-0.202	-0.005	0.192	dan -
transf.						transf.				
124_IIIg	109496.780	522849.400	563.220	dan		324_IIIId	140361.050	540946.860	512.220	dan
	109496.656	522849.444	563.197	transf.			140361.345	540946.986	512.116	transf.
	0.124	-0.044	0.023	dan -			-0.295	-0.126	0.104	dan -
transf.						transf.				
292_IV	105575.780	529135.760	566.450	dan		N318z	138123.610	545245.190	267.180	dan
	105575.689	529135.825	566.589	transf.			138123.932	545245.191	267.044	transf.
	0.091	-0.065	-0.139	dan -			-0.322	-0.001	0.136	dan -
transf.						transf.				
103z2_II	122614.400	535692.290	393.430	dan		N401	132432.750	549313.740	259.470	dan
	122614.567	535692.299	393.327	transf.			132432.962	549313.703	259.334	transf.
	-0.167	-0.009	0.103	dan -			-0.212	0.037	0.136	dan -
transf.						transf.				
418_II	136045.380	538980.000	385.100	dan		N559	129658.000	546454.720	297.280	dan
	136045.447	538980.077	384.967	transf.			129658.189	546454.540	297.117	transf.
	-0.071	-0.077	0.133	dan -			-0.189	0.180	0.163	dan -
transf.						transf.				
220_IIIId	135841.460	533564.830	425.770	dan		670_IV	152625.930	544774.130	1043.190	dan
	135841.447	533564.818	425.683	transf.			152625.915	544774.305	1043.114	transf.
	0.013	0.012	0.087	dan -			0.015	-0.175	0.076	dan -
transf.						transf.				
78s2_III	139517.540	530577.260	745.315	dan		1250_VI	155199.590	549769.880	276.651	dan
	139517.525	530577.255	745.236	transf.			155199.584	549769.893	276.627	transf.
	0.015	0.005	0.079	dan -			0.006	-0.013	0.024	dan -
transf.						transf.				
98_II	138494.510	518834.840	1271.920	dan		66s4_III	151684.340	551018.820	271.501	dan
	138494.576	518834.988	1271.972	transf.			151684.359	551018.917	271.479	transf.
	-0.066	-0.148	-0.052	dan -			-0.019	-0.097	0.022	dan -
transf.						transf.				
95s_II	145755.820	527028.650	1505.410	dan		204s_III	147710.926	549087.740	454.900	dan
	145755.835	527028.813	1505.390	transf.			147710.982	549087.901	454.915	transf.
	-0.015	-0.163	0.020	dan -			-0.056	-0.161	-0.015	dan -
transf.						transf.				
100s3_II	132332.490	528718.650	1038.449	dan		14_IIIg	160688.540	505874.040	844.520	dan
	132332.599	528718.721	1038.487	transf.			160688.591	505874.073	844.322	transf.
	-0.109	-0.071	-0.038	dan -			-0.051	-0.033	0.198	dan -
transf.						transf.				
76z2_III	135940.250	524373.590	1090.940	dan		161s_IIIId	156535.810	506125.540	750.360	dan
	135940.415	524373.590	1090.989	transf.			156535.920	506125.583	749.721	transf.
	-0.165	-0.000	-0.049	dan -			-0.110	-0.043	0.639	dan -
transf.						transf.				
79_IIIId	136893.850	531932.150	598.170	dan		186s_IIIId	167586.810	511349.340	1016.870	dan
	136893.784	531932.226	598.076	transf.			167586.933	511349.367	1016.784	transf.
	0.066	-0.076	0.094	dan -			-0.123	-0.027	0.086	dan -
transf.						transf.				
99s_II	131313.260	504912.640	730.130	dan		187s_IIIId	166800.990	506671.980	1370.800	dan
	131313.048	504912.606	730.177	transf.			166801.019	506672.005	1370.759	transf.
	0.212	0.034	-0.047	dan -			-0.029	-0.025	0.041	dan -
transf.						transf.				
362s_IIIId	131754.310	518739.710	549.360	dan		188s_IIIId	164443.400	508676.300	945.440	dan
	131754.263	518739.776	549.150	transf.			164443.450	508676.279	945.302	transf.
	0.047	-0.066	0.210	dan -			-0.050	0.021	0.138	dan -
transf.						transf.				
80_IV	132070.920	510209.580	355.850	dan		189_IIIId	163133.180	501224.650	913.200	dan
	132070.887	510209.626	355.722	transf.			163133.365	501224.642	912.727	transf.
	0.033	-0.046	0.128	dan -			-0.185	0.008	0.473	dan -
transf.						transf.				
5_IIIg	135044.350	514964.870	969.560	dan		238s_IIIId	157118.120	521199.110	786.880	dan
	135044.312	514964.801	969.456	transf.			157118.030	521199.426	786.743	transf.
	0.038	0.069	0.104	dan -			0.090	-0.316	0.137	dan -
transf.						transf.				
6s_IIIg	130582.490	516348.840	493.610	dan		30s_III	161894.310	528521.330	854.980	dan
	130582.462	516348.771	493.493	transf.			161894.309	528521.565	854.838	transf.
	0.028	0.069	0.117	dan -			0.001	-0.235	0.142	dan -
transf.						transf.				
85_III	133745.830	504873.010	566.640	dan		41s_III	163345.870	529504.390	928.450	dan
	133745.625	504872.924	566.481	transf.			163345.764	529504.591	928.358	transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

	0.106	-0.201	0.092	dan -		0.006	0.207	0.022	dan -
transf.					transf.				
90s_II	166297.060	519719.290	1003.320	dan	216_I	148113.510	562833.030	384.500	dan
	166297.193	519719.563	1003.444	transf.		148113.522	562832.975	384.633	transf.
	-0.133	-0.273	-0.124	dan -		-0.012	0.055	-0.133	dan -
transf.					transf.				
91z1_II	166798.880	502669.950	1522.530	dan	199s_III	157011.722	561289.515	339.560	dan
	166798.928	502669.816	1522.188	transf.		157011.549	561289.543	339.568	transf.
	-0.048	0.134	0.342	dan -		0.173	-0.028	-0.008	dan -
transf.					transf.				
215_I	150163.150	537759.300	1368.212	dan	371s_III	162653.029	565362.892	330.910	dan
	150163.147	537759.634	1368.158	transf.		162652.843	565362.982	330.882	transf.
	0.003	-0.334	0.054	dan -		0.186	-0.090	0.028	dan -
transf.					transf.				
386_I	172267.290	562082.860	403.014	dan	424_II	155612.750	564205.400	359.790	dan
	172267.042	562082.996	403.020	transf.		155612.562	564205.379	359.731	transf.
	0.248	-0.136	-0.006	dan -		0.188	0.021	0.059	dan -
transf.					transf.				
385_I	150437.520	561398.150	470.869	dan	299s_III	154736.830	571334.490	226.691	dan
	150437.492	561398.133	470.862	transf.		154736.670	571334.122	226.635	transf.
	0.028	0.017	0.007	dan -		0.160	0.368	0.056	dan -
transf.					transf.				
219_I	143556.990	547425.560	429.180	dan	340s_III	162650.278	568788.612	242.905	dan
	143557.110	547425.683	429.174	transf.		162650.057	568788.589	242.825	transf.
	-0.120	-0.123	0.006	dan -		0.221	0.023	0.080	dan -
transf.					transf.				
88z2_II	171635.100	545681.280	514.440	dan	48_IIId	135185.990	561304.980	295.360	dan
	171635.095	545681.364	514.487	transf.		135186.092	561304.849	295.287	transf.
	0.005	-0.084	-0.047	dan -		-0.102	0.131	0.073	dan -
transf.					transf.				
89s_II	161763.510	537041.750	955.770	dan	16_IIIg	133603.930	553296.950	346.210	dan
	161763.417	537041.955	955.694	transf.		133604.101	553296.873	346.065	transf.
	0.093	-0.205	0.076	dan -		-0.171	0.077	0.145	dan -
transf.					transf.				
9s_IIIg	156115.640	542132.420	398.480	dan	206s_IIIId	130094.400	553503.190	486.781	dan
	156115.639	542132.358	398.352	transf.		130094.654	553502.949	486.911	transf.
	0.001	0.062	0.128	dan -		-0.254	0.241	-0.130	dan -
transf.					transf.				
22s_IIIg	159440.290	543040.200	536.580	dan	419_II	134744.470	559203.580	337.680	dan
	159440.313	543040.260	536.517	transf.		134744.548	559203.439	337.648	transf.
	-0.023	-0.060	0.063	dan -		-0.078	0.141	0.032	dan -
transf.					transf.				
87z2_II	160224.360	552057.400	420.860	dan	100_IV	137059.250	509872.110	475.360	dan
	160224.203	552057.475	420.779	transf.		137059.222	509872.184	475.248	transf.
	0.157	-0.075	0.081	dan -		0.028	-0.074	0.112	dan -
transf.					transf.				
423_II	164374.590	555839.990	386.850	dan	105_IV	141141.170	513514.760	739.340	dan
	164374.483	555840.072	386.759	transf.		141141.296	513514.669	739.231	transf.
	0.107	-0.082	0.091	dan -		-0.126	0.091	0.109	dan -
transf.					transf.				
32_IIIg	154751.920	551945.600	271.060	dan	11_III	135450.420	506626.370	490.820	dan
	154751.892	551945.666	270.982	transf.		135450.414	506626.365	490.684	transf.
	0.028	-0.066	0.078	dan -		0.006	0.005	0.136	dan -
transf.					transf.				
560_IIIg	156677.010	551231.220	281.066	dan	147_III	150609.570	507201.430	424.067	dan
	156676.947	551231.271	281.061	transf.		150609.561	507201.504	423.805	transf.
	0.063	-0.051	0.005	dan -		0.009	-0.074	0.262	dan -
transf.					transf.				
135z2_IIIg	156742.290	549919.600	294.533	dan	246_IV	143744.770	517782.050	956.760	dan
	156742.242	549919.609	294.517	transf.		143744.887	517781.872	956.664	transf.
	0.048	-0.009	0.016	dan -		-0.117	0.178	0.096	dan -
transf.					transf.				
529_N	162869.051	540060.290	817.036	dan	290_IV	147075.150	510833.050	485.710	dan
	162869.096	540060.425	816.906	transf.		147075.342	510832.993	485.470	transf.
	-0.045	-0.135	0.130	dan -		-0.192	0.057	0.240	dan -
transf.					transf.				
214_I	124558.239	557594.446	891.107	dan	293_IV	143861.190	509287.810	709.470	dan
	124558.343	557594.257	891.147	transf.		143861.285	509287.837	709.236	transf.
	-0.104	0.189	-0.040	dan -		-0.095	-0.027	0.234	dan -
transf.					transf.				
517_I	149538.225	592183.697	303.580	dan	54_III	150594.410	504017.490	631.340	dan
	149538.016	592183.329	303.519	transf.		150594.452	504017.506	631.028	transf.
	0.209	0.368	0.061	dan -		-0.042	-0.016	0.312	dan -
transf.					transf.				
420_II	146035.720	570287.970	318.700	dan	78s_III	139931.780	496472.100	1044.540	dan
	146035.714	570287.763	318.678	transf.		139931.790	496471.930	1044.498	transf.



Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

transf.	-0.010	0.170	0.042	dan -	191_III	164857.390	496678.330	433.640	dan
93_IV	140618.280	510754.400	787.380	dan	transf.	164857.514	496678.399	433.367	transf.
	140618.263	510754.334	787.212	transf.		-0.124	-0.069	0.273	dan -
	0.017	0.066	0.168	dan -	371_IV	159683.250	489153.370	751.450	dan
transf.						159683.448	489153.352	751.409	transf.
97_II	144834.590	504986.130	866.360	dan	transf.	-0.198	0.018	0.041	dan -
	144834.659	504985.985	866.245	transf.					
	-0.069	0.145	0.115	dan -	65s_III	155230.690	489098.530	761.160	dan
transf.						155230.727	489098.431	761.021	transf.
108_IV	131061.680	490431.240	390.537	dan	transf.	-0.037	0.099	0.139	dan -
	131061.463	490431.174	390.234	transf.					
	0.217	0.066	0.303	dan -	66s_III	157762.320	493581.830	722.090	dan
transf.						157762.317	493581.815	721.818	transf.
131_IV	125105.640	480685.170	600.950	dan	transf.	0.003	0.015	0.272	dan -
	125105.568	480685.048	600.830	transf.					
	0.072	0.122	0.120	dan -					
transf.									
195_IV	135438.660	486607.470	882.520	dan	TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI				
	135438.573	486607.286	882.568	transf.	deltaX	-477.730056	m		
	0.087	0.184	-0.048	dan -	deltaY	-130.718457	m		
transf.					deltaZ	-424.460325	m		
451_II	130667.820	480430.770	1557.240	dan	alfa	0 00 03.790572	"		
	130667.610	480430.616	1557.293	transf.	beta	0 00 02.246488	"		
	0.210	0.154	-0.053	dan -	gamma	- 0 00 12.992070	"		
transf.					merilo	-8.828735	ppm		
60_IIIg	133765.840	483510.310	1119.110	dan	Srednji stand. odklon (matrični racun):	0.071	m		
	133765.680	483510.122	1118.958	transf.	Srednji stand. odklon (iz odstopanj):	0.100	m		
	0.160	0.188	0.152	dan -	Število iteracij:	2			
transf.					Število veznih točk:	124			
73_IIIg	125083.950	486973.980	1450.650	dan	Število nadštevilčnosti:	365			
	125083.936	486973.923	1450.689	transf.					
	0.014	0.057	-0.039	dan -					
transf.					Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):				
77_III	128155.260	491408.440	459.820	dan	min	-32.2	-33.4	-17.6	
	128155.094	491408.431	459.702	transf.	max	27.2	36.8	63.9	
	0.166	0.009	0.118	dan -	-----				
transf.					sr.v.	-0.0	-0.0	9.1	
					sr.v. (abs)	10.2	8.5	11.9	

**Priloga A2: 7-parametrična transformacija celotnega območja z upoštevanja višin veznih točk**

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V PROJ. RAVNINI KONČNEGA DATUMA				transf.	-0.123	0.071	-0.018	dan -
točka	x	y	H	12s_III	120367.490	519283.610	459.130	dan
3s_III	122201.670	521267.010	272.950	transf.	120367.613	519283.675	459.013	transf.
	122201.849	521266.986	272.706	transf.	-0.123	-0.065	0.117	dan -
	-0.179	0.024	0.244	dan -				
transf.								
4_III	120573.040	524494.360	345.970	101s_II	116409.985	522064.715	827.660	dan
	120573.275	524494.309	345.816	transf.	116410.000	522064.675	827.587	transf.
	-0.235	0.051	0.154	dan -	-0.015	0.040	0.073	dan -
transf.								
8_III	124249.760	523466.480	254.591	98s_III	126935.510	514657.320	295.638	dan
	124249.936	523466.439	254.434	transf.	126935.507	514657.283	295.446	transf.
	-0.176	0.041	0.157	dan -	0.003	0.037	0.192	dan -
transf.								
96_III	123628.020	525286.320	261.570	105_II	128289.160	517148.940	566.620	dan
	123628.117	525286.349	261.379	transf.	128289.221	517148.953	566.671	transf.
	-0.097	-0.029	0.191	dan -	-0.061	-0.013	-0.051	dan -
transf.								
102s_III	128006.690	524036.970	355.690	11s_IIIg	122220.670	514913.930	248.760	dan
	128006.811	524036.835	355.681	transf.	122220.581	514913.912	248.579	transf.
	-0.121	0.135	0.009	dan -	0.089	0.018	0.181	dan -
transf.								
97_III	124571.470	516348.880	274.404	158_III	123211.190	503846.020	291.091	dan
	124571.472	516348.924	274.268	transf.	123211.143	503846.078	290.833	transf.
	-0.002	-0.044	0.136	dan -	0.047	-0.058	0.258	dan -
transf.								
9_III	117516.980	521310.680	718.400	159_III	123310.210	505868.380	279.310	dan
	117517.022	521310.659	718.492	transf.	123310.176	505868.468	279.099	transf.
	-0.042	0.021	-0.092	dan -	0.034	-0.088	0.211	dan -
transf.								
2_III	126636.950	527296.050	402.330	161_III	124991.740	503572.860	295.990	dan
	126637.073	527295.979	402.348	transf.	124991.666	503572.900	295.896	transf.
				transf.	0.074	-0.040	0.094	dan -

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

163_IV	125172.350 125172.273 0.077	505349.330 505349.354 -0.024	287.890 287.671 0.219	dan transf. dan -	34s_IIIg	102765.210 102765.409 -0.199	537925.630 537925.588 0.042	853.250 853.652 -0.402	dan transf. dan -
transf.					transf.				
166_I	123717.010 123716.902 0.108	486206.360 486206.167 0.193	1509.190 1509.330 -0.140	dan transf. dan -	746s_II	112598.490 112598.547 -0.057	537336.440 537336.443 -0.003	650.210 650.494 -0.284	dan transf. dan -
transf.					transf.				
172_III	122897.360 122897.214 0.146	499943.320 499943.385 -0.065	332.800 332.616 0.184	dan transf. dan -	124_IIIg	109496.780 109496.661 0.119	522849.400 522849.448 -0.048	563.220 563.385 -0.165	dan transf. dan -
transf.					transf.				
173_IIIg	121328.340 121328.220 0.120	501594.780 501594.908 -0.128	325.729 325.366 0.363	dan transf. dan -	292_IV	105575.780 105575.695 0.085	529135.760 529135.828 -0.068	566.450 566.886 -0.436	dan transf. dan -
transf.					transf.				
1s_IIIg	123164.770 123164.686 0.084	512738.120 512738.226 -0.106	257.640 257.454 0.186	dan transf. dan -	103z2_II	122614.400 122614.567 -0.167	535692.290 535692.302 -0.012	393.430 393.513 -0.083	dan transf. dan -
transf.					transf.				
360_IV	126051.800 126051.565 0.235	502333.440 502333.383 0.057	334.290 333.914 0.376	dan transf. dan -	418_II	136045.380 136045.449 -0.069	538980.000 538980.079 -0.079	385.100 385.153 -0.053	dan transf. dan -
transf.					transf.				
373_IV	115293.460 115293.383 0.077	514293.930 514294.100 -0.170	783.970 784.131 -0.161	dan transf. dan -	220_IIIId	135841.460 135841.446 0.014	533564.830 533564.821 0.009	425.770 425.916 -0.146	dan transf. dan -
transf.					transf.				
373s_I	116079.270 116079.135 0.135	508839.740 508839.827 -0.087	1117.950 1117.940 0.010	dan transf. dan -	78s2_III	139517.540 139517.528 0.012	530577.260 530577.252 0.008	745.315 745.606 -0.291	dan transf. dan -
transf.					transf.				
398_IV	122403.670 122403.393 0.277	496615.180 496615.209 -0.029	341.066 340.746 0.320	dan transf. dan -	98_II	138494.510 138494.587 -0.077	518834.840 518834.976 -0.136	1271.920 1272.310 -0.390	dan transf. dan -
transf.					transf.				
428s_II	126127.990 126127.872 0.118	497419.170 497419.135 0.035	946.640 946.334 0.306	dan transf. dan -	95s_II	145755.820 145755.849 -0.029	527028.650 527028.795 -0.145	1505.410 1506.009 -0.599	dan transf. dan -
transf.					transf.				
455_II	116654.390 116654.240 0.150	498334.990 498335.148 -0.158	1183.920 1183.870 0.050	dan transf. dan -	100s3_II	132332.490 132332.608 -0.118	528718.650 528718.712 -0.062	1038.449 1038.735 -0.286	dan transf. dan -
transf.					transf.				
56_IV	121608.380 121608.298 0.082	508766.750 508766.714 0.036	279.696 279.491 0.205	dan transf. dan -	76z2_III	135940.250 135940.424 -0.174	524373.590 524373.581 0.009	1090.940 1091.284 -0.344	dan transf. dan -
transf.					transf.				
58z2_IV	119608.930 119608.847 0.083	511818.660 511818.682 -0.022	353.580 353.360 0.220	dan transf. dan -	79_IIIId	136893.850 136893.785 0.065	531932.150 531932.225 -0.075	598.170 598.343 -0.173	dan transf. dan -
transf.					transf.				
68s_III	127177.860 127177.773 0.087	511386.710 511386.695 0.015	480.020 479.806 0.214	dan transf. dan -	99s_II	131313.260 131313.050 0.210	504912.640 504912.607 0.033	730.130 730.112 0.018	dan transf. dan -
transf.					transf.				
74_IV	117530.280 117530.114 0.166	513072.630 513072.599 0.031	565.100 564.968 0.132	dan transf. dan -	362s_IIIId	131754.310 131754.263 0.047	518739.710 518739.778 -0.068	549.360 549.244 0.116	dan transf. dan -
transf.					transf.				
171_III	128394.320 128394.253 0.067	503532.270 503532.193 0.077	303.360 303.103 0.257	dan transf. dan -	80_IV	132070.920 132070.883 0.037	510209.580 510209.633 -0.053	355.850 355.702 0.148	dan transf. dan -
transf.					transf.				
344s_IV	127790.520 127790.469 0.051	508381.160 508381.162 -0.002	401.230 400.999 0.231	dan transf. dan -	5_IIIg	135044.350 135044.318 0.032	514964.870 514964.796 0.074	969.560 969.621 -0.061	dan transf. dan -
transf.					transf.				
374_I	102708.730 102708.768 -0.038	533508.690 533508.680 0.010	1024.780 1025.259 -0.479	dan transf. dan -	6s_IIIg	130582.490 130582.461 0.029	516348.840 516348.776 0.064	493.610 493.537 0.073	dan transf. dan -
transf.					transf.				
301_IIIg	107781.690 107781.795 -0.105	544885.040 544885.042 -0.002	331.320 331.716 -0.396	dan transf. dan -	85_III	133745.830 133745.624 0.206	504873.010 504872.928 0.082	566.640 566.473 0.167	dan transf. dan -
transf.					transf.				
					426s_II	136326.510	548205.432	290.564	dan

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

	136326.727	548205.364	290.486	transf.		-0.138	-0.265	-0.439	dan -
transf.	-0.217	0.068	0.078	dan -	transf.				
323z_IIIg	135107.950	543509.220	312.430	dan	91z1_II	166798.880	502669.950	1522.530	dan
	135108.149	543509.228	312.388	transf.		166798.940	502669.799	1522.668	transf.
transf.	-0.199	-0.008	0.042	dan -	transf.	-0.060	0.151	-0.138	dan -
324_IIIId	140361.050	540946.860	512.220	dan	215_I	150163.150	537759.300	1368.212	dan
	140361.344	540946.985	512.330	transf.		150163.158	537759.616	1368.628	transf.
transf.	-0.294	-0.125	-0.110	dan -	transf.	-0.008	-0.316	-0.416	dan -
N318z	138123.610	545245.190	267.180	dan	386_I	172267.290	562082.860	403.014	dan
	138123.928	545245.195	267.146	transf.		172267.033	562082.996	402.678	transf.
transf.	-0.318	-0.005	0.034	dan -	transf.	0.257	-0.136	0.336	dan -
N401	132432.750	549313.740	259.470	dan	385_I	150437.520	561398.150	470.869	dan
	132432.959	549313.705	259.485	transf.		150437.488	561398.129	470.677	transf.
transf.	-0.209	0.035	-0.015	dan -	transf.	0.032	0.021	0.192	dan -
N559	129658.000	546454.720	297.280	dan	219_I	143556.990	547425.560	429.180	dan
	129658.187	546454.542	297.357	transf.		143557.107	547425.682	429.230	transf.
transf.	-0.187	0.178	-0.077	dan -	transf.	-0.117	-0.122	-0.050	dan -
670_IV	152625.930	544774.130	1043.190	dan	88z2_II	171635.100	545681.280	514.440	dan
	152625.921	544774.293	1043.340	transf.		171635.090	545681.364	514.258	transf.
transf.	0.009	-0.163	-0.150	dan -	transf.	0.010	-0.084	0.182	dan -
1250_VI	155199.590	549769.880	276.651	dan	89s_II	161763.510	537041.750	955.770	dan
	155199.577	549769.895	276.612	transf.		161763.421	537041.946	955.977	transf.
transf.	0.013	-0.015	0.039	dan -	transf.	0.089	-0.196	-0.207	dan -
66s4_III	151684.340	551018.820	271.501	dan	9s_IIIg	156115.640	542132.420	398.480	dan
	151684.353	551018.920	271.436	transf.		156115.635	542132.360	398.561	transf.
transf.	-0.013	-0.100	0.065	dan -	transf.	0.005	0.060	-0.081	dan -
204s_III	147710.926	549087.740	454.900	dan	22s_IIIg	159440.290	543040.200	536.580	dan
	147710.979	549087.900	454.937	transf.		159440.310	543040.259	536.672	transf.
transf.	-0.053	-0.160	-0.037	dan -	transf.	-0.020	-0.059	-0.092	dan -
14_IIIg	160688.540	505874.040	844.520	dan	87z2_II	160224.360	552057.400	420.860	dan
	160688.594	505874.069	844.638	transf.		160224.197	552057.474	420.683	transf.
transf.	-0.054	-0.029	-0.118	dan -	transf.	0.163	-0.074	0.177	dan -
161s_IIIId	156535.810	506125.540	750.360	dan	423_II	164374.590	555839.990	386.850	dan
	156535.921	506125.581	750.017	transf.		164374.476	555840.073	386.564	transf.
transf.	-0.111	-0.041	0.343	dan -	transf.	0.114	-0.083	0.286	dan -
186s_IIIId	167586.810	511349.340	1016.870	dan	32_IIIg	154751.920	551945.600	271.060	dan
	167586.938	511349.359	1017.214	transf.		154751.885	551945.668	270.903	transf.
transf.	-0.128	-0.019	-0.344	dan -	transf.	0.035	-0.068	0.157	dan -
187s_IIIId	166800.990	506671.980	1370.800	dan	560_IIIg	156677.010	551231.220	281.066	dan
	166801.029	506671.991	1371.245	transf.		156676.940	551231.273	280.998	transf.
transf.	-0.039	-0.011	-0.445	dan -	transf.	0.070	-0.053	0.068	dan -
188s_IIIId	164443.400	508676.300	945.440	dan	135z2_IIIg	156742.290	549919.600	294.533	dan
	164443.454	508676.273	945.697	transf.		156742.235	549919.611	294.486	transf.
transf.	-0.054	0.027	-0.257	dan -	transf.	0.055	-0.011	0.047	dan -
189_IIIId	163133.180	501224.650	913.200	dan	529_N	162869.051	540060.290	817.036	dan
	163133.368	501224.637	913.049	transf.		162869.097	540060.419	817.106	transf.
transf.	-0.188	0.013	0.151	dan -	transf.	-0.046	-0.129	-0.070	dan -
238s_IIIId	157118.120	521199.110	786.880	dan	214_I	124558.239	557594.446	891.107	dan
	157118.032	521199.422	787.171	transf.		124558.352	557594.245	891.424	transf.
transf.	0.088	-0.312	-0.291	dan -	transf.	-0.113	0.201	-0.317	dan -
30s_III	161894.310	528521.330	854.980	dan	517_I	149538.225	592183.697	303.580	dan
	161894.312	528521.559	855.183	transf.		149538.007	592183.320	303.332	transf.
transf.	-0.002	-0.229	-0.203	dan -	transf.	0.218	0.377	0.248	dan -
41s_III	163345.870	529504.390	928.450	dan	420_II	146035.720	570287.970	318.700	dan
	163345.767	529504.583	928.683	transf.		146035.708	570287.759	318.520	transf.
transf.	0.103	-0.193	-0.233	dan -	transf.	0.012	0.211	0.180	dan -
90s_II	166297.060	519719.290	1003.320	dan	216_I	148113.510	562833.030	384.500	dan
	166297.198	519719.555	1003.759	transf.		148113.517	562832.972	384.452	transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

	-0.007	0.058	0.048	dan -					
transf.					93_IV	140618.280	510754.400	787.380	dan
199s_III	157011.722	561289.515	339.560	dan		140618.266	510754.332	787.426	transf.
	157011.542	561289.543	339.354	transf.		0.014	0.068	-0.046	dan -
	0.180	-0.028	0.206	dan -	transf.				
transf.					97_II	144834.590	504986.130	866.360	dan
371s_III	162653.029	565362.892	330.910	dan		144834.662	504985.982	866.495	transf.
	162652.834	565362.981	330.629	transf.		-0.072	0.148	-0.135	dan -
	0.195	-0.089	0.281	dan -	transf.				
transf.					108_IV	131061.680	490431.240	390.537	dan
424_II	155612.750	564205.400	359.790	dan		131061.457	490431.183	390.250	transf.
	155612.555	564205.377	359.514	transf.		0.223	0.057	0.287	dan -
	0.195	0.023	0.276	dan -	transf.				
transf.					131_IV	125105.640	480685.170	600.950	dan
299s_III	154736.830	571334.490	226.691	dan		125105.564	480685.054	600.796	transf.
	154736.660	571334.121	226.417	transf.		0.076	0.116	0.154	dan -
	0.170	0.369	0.274	dan -	transf.				
transf.					195_IV	135438.660	486607.470	882.520	dan
340s_III	162650.278	568788.612	242.905	dan		135438.574	486607.284	882.742	transf.
	162650.046	568788.590	242.567	transf.		0.086	0.186	-0.222	dan -
	0.232	0.022	0.338	dan -	transf.				
transf.					451_II	130667.820	480430.770	1557.240	dan
48_IIId	135185.990	561304.980	295.360	dan		130667.622	480430.603	1557.411	transf.
	135186.088	561304.848	295.316	transf.		0.198	0.167	-0.171	dan -
	-0.098	0.132	0.044	dan -	transf.				
transf.					60_IIIg	133765.840	483510.310	1119.110	dan
16_IIIg	133603.930	553296.950	346.210	dan		133765.685	483510.116	1119.110	transf.
	133604.099	553296.873	346.163	transf.		0.155	0.194	0.000	dan -
	-0.169	0.077	0.047	dan -	transf.				
transf.					73_IIIg	125083.950	486973.980	1450.650	dan
206s_IIIId	130094.400	553503.190	486.781	dan		125083.946	486973.913	1450.722	transf.
	130094.655	553502.946	487.102	transf.		0.004	0.067	-0.072	dan -
	-0.255	0.244	-0.321	dan -	transf.				
transf.					77_III	128155.260	491408.440	459.820	dan
419_II	134744.470	559203.580	337.680	dan		128155.089	491408.438	459.654	transf.
	134744.546	559203.438	337.689	transf.		0.171	0.002	0.166	dan -
	-0.076	0.142	-0.009	dan -	transf.				
transf.					191_III	164857.390	496678.330	433.640	dan
100_IV	137059.250	509872.110	475.360	dan		164857.509	496678.403	433.557	transf.
	137059.220	509872.188	475.348	transf.		-0.119	-0.073	0.083	dan -
	0.030	-0.078	0.012	dan -	transf.				
transf.					371_IV	159683.250	489153.370	751.450	dan
105_IV	141141.170	513514.760	739.340	dan		159683.448	489153.350	751.449	transf.
	141141.298	513514.667	739.504	transf.		-0.198	0.020	0.001	dan -
	-0.128	0.093	-0.164	dan -	transf.				
transf.					65s_III	155230.690	489098.530	761.160	dan
11_III	135450.420	506626.370	490.820	dan		155230.727	489098.429	761.139	transf.
	135450.411	506626.369	490.704	transf.		-0.037	0.101	0.021	dan -
	0.009	0.001	0.116	dan -	transf.				
transf.					66s_III	157762.320	493581.830	722.090	dan
147_III	150609.570	507201.430	424.067	dan		157762.317	493581.814	721.989	transf.
	150609.557	507201.509	424.075	transf.		0.003	0.016	0.101	dan -
	0.013	-0.079	-0.008	dan -	transf.				
transf.					TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI				
246_IV	143744.770	517782.050	956.760	dan	deltaX	-439.481571 m			
	143744.893	517781.866	957.098	transf.	deltaY	11.748178 m			
	-0.123	0.184	-0.338	dan -	deltaZ	-494.977806 m			
transf.					alfa	0 00 00.026814 "			
290_IV	147075.150	510833.050	485.710	dan	beta	0 00 04.656409 "			
	147075.340	510832.997	485.765	transf.	gama	- 0 00 10.155825 "			
	-0.190	0.053	-0.055	dan -	merilo	-16.269829 ppm			
transf.					Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.114 m				
293_IV	143861.190	509287.810	709.470	dan	Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.161 m				
	143861.286	509287.836	709.476	transf.	Število iteracij: 2				
	-0.096	-0.026	-0.006	dan -	Število veznih točk: 124				
transf.					Število nadštevilčnosti: 365				
54_III	150594.410	504017.490	631.340	dan	Površina oboda območja transformacije: 5126.97 km2				
	150594.451	504017.507	631.305	transf.	Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):				
	-0.041	-0.017	0.035	dan -	min	-31.8	-31.6	-59.9	
transf.					max	27.7	37.7	37.6	
78s_III	139931.780	496472.100	1044.540	dan	-----				
	139931.795	496471.925	1044.779	transf.	sr.v.	0.0	0.0	0.0	
	-0.015	0.175	-0.239	dan -	sr.v. (abs)	10.3	8.5	17.6	
transf.									

**Priloga A3: 4-parametrična transformacija celotnega območja**

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČEK V KONČNEM DATUMU				116079.122 0.148	508839.835 -0.095	transf. dan - transf.	
3s_III	122201.670 122201.852 -0.182	521267.010 521266.980 0.030	dan transf. dan - transf.	373_IV	122403.670 122403.394 0.276	496615.180 496615.197 -0.017	dan transf. dan - transf.
4_III	120573.040 120573.277 -0.237	524494.360 524494.306 0.054	dan transf. dan - transf.	373s_I	126127.990 126127.864 0.126	497419.170 497419.136 0.034	dan transf. dan - transf.
8_III	124249.760 124249.940 -0.180	523466.480 523466.432 0.048	dan transf. dan - transf.	398_IV	116654.390 116654.226 0.164	498334.990 498335.153 -0.163	dan transf. dan - transf.
96_III	123628.020 123628.120 -0.100	525286.320 525286.343 -0.023	dan transf. dan - transf.	428s_II	121608.380 121608.300 0.080	508766.750 508766.705 0.045	dan transf. dan - transf.
105_II	128006.690 128006.813 -0.123	524036.970 524036.830 0.140	dan transf. dan - transf.	455_II	119608.930 119608.847 0.083	511818.660 511818.675 -0.015	dan transf. dan - transf.
98s_III	124571.470 124571.475 -0.005	516348.880 516348.916 -0.036	dan transf. dan - transf.	56_IV	127177.860 127177.773 0.087	511386.710 511386.690 0.020	dan transf. dan - transf.
101s_II	117516.980 117517.016 -0.036	521310.680 521310.662 0.018	dan transf. dan - transf.	58z2_IV	117530.280 117530.111 0.169	513072.630 513072.597 0.033	dan transf. dan - transf.
12s_III	126636.950 126637.075 -0.125	527296.050 527295.976 0.074	dan transf. dan - transf.	74_IV	128394.320 128394.256 0.064	503532.270 503532.182 0.088	dan transf. dan - transf.
2_III	120367.490 120367.612 -0.122	519283.610 519283.672 -0.062	dan transf. dan - transf.	171_III	127790.520 127790.471 0.049	508381.160 508381.155 0.005	dan transf. dan - transf.
102s_III	116409.985 116409.992 -0.007	522064.715 522064.681 0.034	dan transf. dan - transf.	374_I	102708.730 102708.756 -0.026	533508.690 533508.694 -0.004	dan transf. dan - transf.
9_III	126935.510 126935.511 -0.001	514657.320 514657.275 0.045	dan transf. dan - transf.	301_IIIg	107781.690 107781.797 -0.107	544885.040 544885.043 -0.003	dan transf. dan - transf.
97_III	128289.160 128289.219 -0.059	517148.940 517148.952 -0.012	dan transf. dan - transf.	34s_IIIg	102765.210 102765.401 -0.191	537925.630 537925.600 0.030	dan transf. dan - transf.
11s_IIIg	122220.670 122220.583 0.087	514913.930 514913.903 0.027	dan transf. dan - transf.	344s_IV	112598.490 112598.544 -0.054	537336.440 537336.450 -0.010	dan transf. dan - transf.
158_III	123211.190 123211.145 0.045	503846.020 503846.068 -0.048	dan transf. dan - transf.	746s_II	109496.780 109496.656 0.124	522849.400 522849.449 -0.049	dan transf. dan - transf.
159_III	123310.210 123310.178 0.032	505868.380 505868.458 -0.078	dan transf. dan - transf.	124_IIIg	105575.780 105575.691 0.089	529135.760 529135.832 -0.072	dan transf. dan - transf.
161_III	124991.740 124991.669 0.071	503572.860 503572.890 -0.030	dan transf. dan - transf.	220_IIIId	122614.400 122614.569 -0.169	535692.290 535692.301 -0.011	dan transf. dan - transf.
163_IV	125172.350 125172.276 0.074	505349.330 505349.344 -0.014	dan transf. dan - transf.	N401	136045.380 136045.453 -0.073	538980.000 538980.078 -0.078	dan transf. dan - transf.
77_III	123717.010 123716.885 0.125	486206.360 486206.174 0.186	dan transf. dan - transf.	98_II	135841.460 135841.449 0.011	533564.830 533564.819 0.011	dan transf. dan - transf.
166_I	122897.360 122897.216 0.144	499943.320 499943.374 -0.054	dan transf. dan - transf.	100s3_II	139517.540 139517.526 0.014	530577.260 530577.256 0.004	dan transf. dan - transf.
172_III	121328.340 121328.221 0.119	501594.780 501594.897 -0.117	dan transf. dan - transf.	103z2_II	138494.510 138494.577 -0.067	518834.840 518834.989 -0.149	dan transf. dan - transf.
173_IIIg	123164.770 123164.689 0.081	512738.120 512738.217 -0.097	dan transf. dan - transf.	292_IV	145755.820 145755.836 -0.016	527028.650 527028.815 -0.165	dan transf. dan - transf.
1s_IIIg	126051.800 126051.567 0.233	502333.440 502333.373 0.067	dan transf. dan - transf.	418_II	132332.490 132332.600 -0.110	528718.650 528718.722 -0.072	dan transf. dan - transf.
360_IV	115293.460 115293.375 0.085	514293.930 514294.104 -0.174	dan transf. dan - transf.	95s_II	135940.250 135940.416 -0.166	524373.590 524373.592 -0.002	dan transf. dan - transf.
68s_III	116079.270	508839.740	dan	78s2_III	136893.850	531932.150	dan

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

	136893.785 0.065	531932.227 -0.077	transf. dan - transf.		161894.310 0.000	528521.568 -0.238	transf. dan - transf.
79_IIIId	131313.260 131313.047 0.213	504912.640 504912.605 0.035	dan transf. dan - transf.	30s_III	163345.870 163345.764 0.106	529504.390 529504.594 -0.204	dan transf. dan - transf.
99s_II	131754.310 131754.264 0.046	518739.710 518739.777 -0.067	dan transf. dan - transf.	41s_III	166297.060 166297.196 -0.136	519719.290 519719.567 -0.277	dan transf. dan - transf.
362s_IIIId	132070.920 132070.886 0.034	510209.580 510209.626 -0.046	dan transf. dan - transf.	90s_II	166798.880 166798.935 -0.055	502669.950 502669.817 0.133	dan transf. dan - transf.
76z2_III	135044.350 135044.312 0.038	514964.870 514964.802 0.068	dan transf. dan - transf.	91z1_II	150163.150 150163.147 0.003	537759.300 537759.635 -0.335	dan transf. dan - transf.
80_IV	130582.490 130582.463 0.027	516348.840 516348.772 0.068	dan transf. dan - transf.	215_I	172267.290 172267.033 0.257	562082.860 562082.996 -0.136	dan transf. dan - transf.
5_IIIg	133745.830 133745.625 0.205	504873.010 504872.923 0.087	dan transf. dan - transf.	386_I	150437.520 150437.490 0.030	561398.150 561398.130 0.020	dan transf. dan - transf.
6s_IIIg	136326.510 136326.732 -0.222	548205.432 548205.361 0.071	dan transf. dan - transf.	385_I	143556.990 143557.110 -0.120	547425.560 547425.682 -0.122	dan transf. dan - transf.
85_III	135107.950 135108.154 -0.204	543509.220 543509.225 -0.005	dan transf. dan - transf.	219_I	171635.100 171635.092 0.008	545681.280 545681.368 -0.088	dan transf. dan - transf.
426s_II	140361.050 140361.346 -0.296	540946.860 540946.986 -0.126	dan transf. dan - transf.	88z2_II	161763.510 161763.416 0.094	537041.750 537041.958 -0.208	dan transf. dan - transf.
323z_IIIg	138123.610 138123.933 -0.323	545245.190 545245.191 -0.001	dan transf. dan - transf.	89s_II	156115.640 156115.638 0.002	542132.420 542132.359 0.061	dan transf. dan - transf.
324_IIIId	132432.750 132432.964 -0.214	549313.740 549313.702 0.038	dan transf. dan - transf.	9s_IIIg	159440.290 159440.311 -0.021	543040.200 543040.262 -0.062	dan transf. dan - transf.
N318z	129658.000 129658.192 -0.192	546454.720 546454.540 0.180	dan transf. dan - transf.	22s_IIIg	160224.360 160224.200 0.160	552057.400 552057.475 -0.075	dan transf. dan - transf.
670_IV	152625.930 152625.914 0.016	544774.130 544774.305 -0.175	dan transf. dan - transf.	87z2_II	164374.590 164374.477 0.113	555839.990 555840.072 -0.082	dan transf. dan - transf.
N559	155199.590 155199.582 0.008	549769.880 549769.893 -0.013	dan transf. dan - transf.	423_II	154751.920 154751.889 0.031	551945.600 551945.665 -0.065	dan transf. dan - transf.
1250_VI	151684.340 151684.358 -0.018	551018.820 551018.916 -0.096	dan transf. dan - transf.	32_IIIg	156677.010 156676.944 0.066	551231.220 551231.271 -0.051	dan transf. dan - transf.
66s4_III	147710.926 147710.982 -0.056	549087.740 549087.900 -0.160	dan transf. dan - transf.	560_IIIg	156742.290 156742.240 0.050	549919.600 549919.609 -0.009	dan transf. dan - transf.
204s_III	160688.540 160688.596 -0.056	505874.040 505874.074 -0.034	dan transf. dan - transf.	135z2_IIIg	162869.051 162869.094 -0.043	540060.290 540060.428 -0.138	dan transf. dan - transf.
14_IIIg	156535.810 156535.925 -0.115	506125.540 506125.583 -0.043	dan transf. dan - transf.	529_N	124558.239 124558.349 -0.110	557594.446 557594.255 0.191	dan transf. dan - transf.
161s_IIIId	167586.810 167586.938 -0.128	511349.340 511349.371 -0.031	dan transf. dan - transf.	214_I	149538.225 149538.012 0.213	592183.697 592183.312 0.385	dan transf. dan - transf.
186s_IIIId	166800.990 166801.025 -0.035	506671.980 506672.008 -0.028	dan transf. dan - transf.	517_I	146035.720 146035.713 0.007	570287.970 570287.756 0.214	dan transf. dan - transf.
187s_IIIId	164443.400 164443.455 -0.055	508676.300 508676.282 0.018	dan transf. dan - transf.	420_II	148113.510 148113.521 -0.011	562833.030 562832.970 0.060	dan transf. dan - transf.
188s_IIIId	163133.180 163133.371 -0.191	501224.650 501224.643 0.007	dan transf. dan - transf.	199s_III	157011.722 157011.545 0.177	561289.515 561289.541 -0.026	dan transf. dan - transf.
189_IIIId	157118.120 157118.032 0.088	521199.110 521199.428 -0.318	dan transf. dan - transf.	371s_III	162653.029 162652.835 0.194	565362.892 565362.979 -0.087	dan transf. dan - transf.
238s_IIIId	161894.310	528521.330	dan	216_I	155612.750	564205.400	dan

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

	155612.558 0.192	564205.375 0.025	transf. dan - transf.		144834.661 -0.071	504985.984 0.146	transf. dan - transf.
299s_III	154736.830 154736.665 0.165	571334.490 571334.115 0.375	dan transf. dan - transf.	97_II	131061.680 131061.461 0.219	490431.240 490431.170 0.070	dan transf. dan - transf.
424_II	162650.278 162650.049 0.229	568788.612 568788.585 0.027	dan transf. dan - transf.	108_IV	125105.640 125105.562 0.078	480685.170 480685.040 0.130	dan transf. dan - transf.
340s_III	135185.990 135186.094 -0.104	561304.980 561304.845 0.135	dan transf. dan - transf.	131_IV	135438.660 135438.572 0.088	486607.470 486607.280 0.190	dan transf. dan - transf.
48_IIIId	133603.930 133604.104 -0.174	553296.950 553296.871 0.079	dan transf. dan - transf.	195_IV	130667.820 130667.608 0.212	480430.770 480430.608 0.162	dan transf. dan - transf.
16_IIIg	130094.400 130094.658 -0.258	553503.190 553502.948 0.242	dan transf. dan - transf.	451_II	133765.840 133765.678 0.162	483510.310 483510.115 0.195	dan transf. dan - transf.
206s_IIIId	134744.470 134744.550 -0.080	559203.580 559203.436 0.144	dan transf. dan - transf.	60_IIIg	125083.950 125083.931 0.019	486973.980 486973.918 0.062	dan transf. dan - transf.
419_II	137059.250 137059.222 0.028	509872.110 509872.184 -0.074	dan transf. dan - transf.	73_IIIg	128155.260 128155.090 0.170	491408.440 491408.427 0.013	dan transf. dan - transf.
100_IV	141141.170 141141.297 -0.127	513514.760 513514.669 0.091	dan transf. dan - transf.	191_III	164857.390 164857.521 -0.131	496678.330 496678.400 -0.070	dan transf. dan - transf.
105_IV	135450.420 135450.414 0.006	506626.370 506626.364 0.006	dan transf. dan - transf.	371_IV	159683.250 159683.456 -0.206	489153.370 489153.349 0.021	dan transf. dan - transf.
11_III	150609.570 150609.563 0.007	507201.430 507201.504 -0.074	dan transf. dan - transf.	65s_III	155230.690 155230.733 -0.043	489098.530 489098.427 0.103	dan transf. dan - transf.
147_III	143744.770 143744.889 -0.119	517782.050 517781.873 0.177	dan transf. dan - transf.	66s_III	157762.320 157762.324 -0.004	493581.830 493581.813 0.017	dan transf. dan - transf.
246_IV	147075.150 147075.345 -0.195	510833.050 510832.994 0.056	dan transf. dan - transf.	TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
290_IV	143861.190 143861.287 -0.097	509287.810 509287.836 -0.026	dan transf. dan - transf.	a	1.0000		
293_IV	150594.410 150594.455 -0.045	504017.490 504017.505 -0.015	dan transf. dan - transf.	b	-0.0000		
54_III	139931.780 139931.791 -0.011	496472.100 496471.927 0.173	dan transf. dan - transf.	c	-500.4700		
78s_III	140618.280 140618.265 0.015	510754.400 510754.334 0.066	dan transf. dan - transf.	d	378.1057		
93_IV	144834.590	504986.130	dan	Srednji stand. odklon: 0.088 m			
				Število iteracij: 2			
				Število veznih točk: 124			
				Površina oboda območja transformacije: 5126.97 km <sup>2</sup>			
				Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
				min -32.3 -33.5			
				max 27.6 38.5			
				-----			
				sr.v. -0.0 -0.0			
				sr.v. (abs) 10.4 8.6			

**Priloga B1: 7-parametrična transformacija celotnega območja-združeno brez upoštevanja višin**

					135438.569 0.091	486607.314 0.156	882.568 -0.048	transf. dan -
PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V PROJ. RAVNINI KONČNEGA DATUMA				transf.				
točka	x	y	H					
78s_III	139931.780 139931.786 -0.006	496472.100 496471.951 0.149	1044.540 1044.498 0.042	dan transf. dan -	451_II	130667.820 130667.609 0.211	480430.770 480430.650 0.120	1557.240 1557.293 -0.053
transf.					transf.			
166_I	123717.010 123716.895 0.115	486206.360 486206.210 0.150	1509.190 1509.296 -0.106	dan transf. dan -	60_IIIg	133765.840 133765.677 0.163	483510.310 483510.153 0.157	1119.110 1118.958 0.152
transf.					transf.			
171_III	128394.320 128394.263 0.057	503532.270 503532.201 0.069	303.360 303.214 0.146	dan transf. dan -	670_IV	152625.930 152625.911 0.019	544774.130 544774.290 -0.160	1043.190 1043.114 0.076
transf.					transf.			
195_IV	135438.660	486607.470	882.520	dan	66s4_III	151684.340 151684.356	551018.820 551018.898	271.501 271.479
								dan transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

	-0.016	-0.078	0.022	dan -		-0.178	-0.004	0.041	dan -
transf.					transf.				
204s_III	147710.926	549087.740	454.900	dan	426s_II	136326.510	548205.432	290.564	dan
	147710.982	549087.883	454.915	transf.		136326.738	548205.348	290.408	transf.
	-0.056	-0.143	-0.015	dan -		-0.228	0.084	0.156	dan -
transf.					transf.				
41s_III	163345.870	529504.390	928.450	dan	N401	132432.750	549313.740	259.470	dan
	163345.749	529504.584	928.358	transf.		132432.972	549313.688	259.334	transf.
	0.121	-0.194	0.092	dan -		-0.222	0.052	0.136	dan -
transf.					transf.				
89s_II	161763.510	537041.750	955.770	dan	214_I	124558.239	557594.446	891.107	dan
	161763.405	537041.943	955.694	transf.		124558.361	557594.238	891.147	transf.
	0.105	-0.193	0.076	dan -		-0.122	0.208	-0.040	dan -
transf.					transf.				
32_IIIg	154751.920	551945.600	271.060	dan	48_IIId	135185.990	561304.980	295.360	dan
	154751.887	551945.645	270.982	transf.		135186.102	561304.825	295.287	transf.
	0.033	-0.045	0.078	dan -		-0.112	0.155	0.073	dan -
transf.					transf.				
32_IIIg	154751.920	551945.600	271.060	dan	16_IIIg	133603.930	553296.950	346.210	dan
	154751.887	551945.645	270.982	transf.		133604.111	553296.855	346.065	transf.
	0.033	-0.045	0.078	dan -		-0.181	0.095	0.145	dan -
transf.					transf.				
1250_VI	155199.590	549769.880	276.651	dan	419_II	134744.470	559203.580	337.680	dan
	155199.578	549769.873	276.627	transf.		134744.558	559203.417	337.648	transf.
	0.012	0.007	0.024	dan -		-0.088	0.163	0.032	dan -
transf.					transf.				
386_I	172267.290	562082.860	403.014	dan	8_III	124249.760	523466.480	254.591	dan
	172267.026	562082.965	403.020	transf.		124249.951	523466.435	254.399	transf.
	0.264	-0.105	-0.006	dan -		-0.191	0.045	0.192	dan -
transf.					transf.				
385_I	150437.520	561398.150	470.869	dan	96_III	123628.020	525286.320	261.570	dan
	150437.492	561398.107	470.862	transf.		123628.131	525286.344	261.322	transf.
	0.028	0.043	0.007	dan -		-0.111	-0.024	0.248	dan -
transf.					transf.				
423_II	164374.590	555839.990	386.850	dan	101s_II	116409.985	522064.715	827.660	dan
	164374.472	555840.047	386.759	transf.		116410.009	522064.684	827.471	transf.
	0.118	-0.057	0.091	dan -		-0.024	0.031	0.189	dan -
transf.					transf.				
32_IIIg	154751.920	551945.600	271.060	dan	418_II	136045.380	538980.000	385.100	dan
	154751.887	551945.645	270.982	transf.		136045.457	538980.069	384.967	transf.
	0.033	-0.045	0.078	dan -		-0.077	-0.069	0.133	dan -
transf.					transf.				
32_IIIg	154751.920	551945.600	271.060	dan	100s3_II	132332.490	528718.650	1038.449	dan
	154751.887	551945.645	270.982	transf.		132332.606	528718.721	1038.487	transf.
	0.033	-0.045	0.078	dan -		-0.116	-0.071	-0.038	dan -
transf.					transf.				
560_IIIg	156677.010	551231.220	281.066	dan	76z2_III	135940.250	524373.590	1090.940	dan
	156676.941	551231.250	281.061	transf.		135940.419	524373.592	1090.989	transf.
	0.069	-0.030	0.005	dan -		-0.169	-0.002	-0.049	dan -
transf.					transf.				
135z2_IIIg	156742.290	549919.600	294.533	dan	219_I	143556.990	547425.560	429.180	dan
	156742.235	549919.589	294.517	transf.		143557.112	547425.667	429.174	transf.
	0.055	0.011	0.016	dan -		-0.122	-0.107	0.006	dan -
transf.					transf.				
199s_III	157011.722	561289.515	339.560	dan	374_I	102708.730	533508.690	1024.780	dan
	157011.544	561289.516	339.568	transf.		102708.781	533508.689	1024.908	transf.
	0.178	-0.001	-0.008	dan -		-0.051	0.001	-0.128	dan -
transf.					transf.				
424_II	155612.750	564205.400	359.790	dan	301_IIIg	107781.690	544885.040	331.320	dan
	155612.559	564205.349	359.731	transf.		107781.818	544885.032	331.496	transf.
	0.191	0.051	0.059	dan -		-0.128	0.008	-0.176	dan -
transf.					transf.				
340s_III	162650.278	568788.612	242.905	dan	746s_II	112598.490	537336.440	650.210	dan
	162650.050	568788.556	242.825	transf.		112598.562	537336.442	650.260	transf.
	0.228	0.056	0.080	dan -		-0.072	-0.002	-0.050	dan -
transf.					transf.				
189_IIIId	163133.180	501224.650	913.200	dan	103z2_II	122614.400	535692.290	393.430	dan
	163133.345	501224.655	912.727	transf.		122614.581	535692.295	393.327	transf.
	-0.165	-0.005	0.473	dan -		-0.181	-0.005	0.103	dan -
transf.					transf.				
191_III	164857.390	496678.330	433.640	dan	163_IV	125172.350	505349.330	287.890	dan
	164857.492	496678.415	433.367	transf.		125172.285	505349.361	287.816	transf.
	-0.102	-0.085	0.273	dan -		0.065	-0.031	0.074	dan -
transf.					transf.				
371_IV	159683.250	489153.370	751.450	dan	172_III	122897.360	499943.320	332.800	dan
	159683.428	489153.374	751.409	transf.		122897.227	499943.396	332.744	transf.



Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

transf.	0.133	-0.076	0.056	dan -		140618.261	510754.345	787.212	transf.
						0.019	0.055	0.168	dan -
1s_IIIg	123164.770	512738.120	257.640	dan	transf.	362s_IIIId	131754.310	518739.710	549.360 dan
	123164.700	512738.228	257.553	transf.			131754.268	518739.782	549.150 transf.
	0.070	-0.108	0.087	dan -			0.042	-0.072	0.210 dan -
transf.					transf.				
373s_I	116079.270	508839.740	1117.950	dan		290_IV	147075.150	510833.050	485.710 dan
	116079.139	508839.849	1117.922	transf.			147075.335	510833.003	485.470 transf.
	0.131	-0.109	0.028	dan -			-0.185	0.047	0.240 dan -
transf.					transf.				
428s_II	126127.990	497419.170	946.640	dan		293_IV	143861.190	509287.810	709.470 dan
	126127.872	497419.160	946.378	transf.			143861.280	509287.848	709.236 transf.
	0.118	0.010	0.262	dan -			-0.090	-0.038	0.234 dan -
transf.					transf.				
124_IIIg	109496.780	522849.400	563.220	dan		97_II	144834.590	504986.130	866.360 dan
	109496.678	522849.452	563.197	transf.			144834.652	504985.999	866.245 transf.
	0.102	-0.052	0.023	dan -			-0.062	0.131	0.115 dan -
transf.					transf.				
292_IV	105575.780	529135.760	566.450	dan		187s_IIIId	166800.990	506671.980	1370.800 dan
	105575.715	529135.829	566.589	transf.			166800.997	506672.014	1370.759 transf.
	0.065	-0.069	-0.139	dan -			-0.007	-0.034	0.041 dan -
transf.					transf.				
77_III	128155.260	491408.440	459.820	dan		188s_IIIId	164443.400	508676.300	945.440 dan
	128155.096	491408.457	459.702	transf.			164443.431	508676.287	945.302 transf.
	0.164	-0.017	0.118	dan -			-0.031	0.013	0.138 dan -
transf.					transf.				
97_III	124571.470	516348.880	274.404	dan		91z1_II	166798.880	502669.950	1522.530 dan
	124571.486	516348.924	274.334	transf.			166798.905	502669.827	1522.188 transf.
	-0.016	-0.044	0.070	dan -			-0.025	0.123	0.342 dan -
transf.					transf.				
98s_III	126935.510	514657.320	295.638	dan		TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI			
	126935.519	514657.285	295.498	transf.		deltaX	-474.749929 m		
	-0.009	0.035	0.140	dan -		deltaY	-129.652826 m		
transf.						deltaZ	-421.322978 m		
68s_III	127177.860	511386.710	480.020	dan		alfa	0 00 03.758637 "		
	127177.781	511386.702	479.889	transf.		beta	0 00 02.241356 "		
	0.079	0.008	0.131	dan -		gama	- 0 00 13.014417 "		
transf.						merilo	-9.527494 ppm		
80_IV	132070.920	510209.580	355.850	dan		Srednji stand. odklon (matrični racun):	0.062 m		
	132070.890	510209.638	355.722	transf.		Srednji stand. odklon (iz odstopanj):	0.087 m		
	0.030	-0.058	0.128	dan -		Število iteracij:	2		
transf.						Število veznih točk:	64		
100_IV	137059.250	509872.110	475.360	dan		Število nadštevilčnosti:	185		
	137059.222	509872.196	475.248	transf.					
	0.028	-0.086	0.112	dan -					
transf.									
11_III	135450.420	506626.370	490.820	dan		Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):			
	135450.414	506626.379	490.684	transf.		min	-22.8	-19.4	-17.6
	0.006	-0.009	0.136	dan -		max	26.4	20.8	47.3
transf.						-----			
						sr.v.	0.0	-0.0	8.2
93_IV	140618.280	510754.400	787.380	dan		sr.v. (abs)	9.8	7.0	10.9

**Priloga B2: 7-parametrična transformacija celotnega območja-združeno z upoštevanja višin**

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V PROJ. RAVNINI KONČNEGA DATUMA				
točka	x	y	H	
78s_III	139931.780	496472.100	1044.540	dan
	139931.789	496471.946	1044.759	transf.
	-0.009	0.154	-0.219	dan -
transf.				
166_I	123717.010	486206.360	1509.190	dan
	123716.904	486206.199	1509.263	transf.
	0.106	0.161	-0.073	dan -
transf.				
171_III	128394.320	503532.270	303.360	dan
	128394.258	503532.212	303.060	transf.
	0.062	0.058	0.300	dan -
transf.				
195_IV	135438.660	486607.470	882.520	dan
	135438.569	486607.314	882.704	transf.
	0.091	0.156	-0.184	dan -
transf.				
451_II	130667.820	480430.770	1557.240	dan
	130667.618	480430.637	1557.357	transf.
	0.202	0.133	-0.117	dan -
transf.				
60_IIIg	133765.840	483510.310	1119.110	dan
	133765.680	483510.148	1119.065	transf.
	0.160	0.162	0.045	dan -
transf.				
670_IV	152625.930	544774.130	1043.190	dan
	152625.915	544774.277	1043.383	transf.
	0.015	-0.147	-0.193	dan -
transf.				
66s4_III	151684.340	551018.820	271.501	dan
	151684.351	551018.900	271.482	transf.
	-0.011	-0.080	0.019	dan -
transf.				
204s_III	147710.926	549087.740	454.900	dan
	147710.979	549087.882	454.971	transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

transf.	-0.053	-0.142	-0.071	dan -	transf.	-0.226	0.082	0.071	dan -
41s_III	163345.870	529504.390	928.450	dan	N401	132432.750	549313.740	259.470	dan
	163345.751	529504.577	928.741	transf.		132432.970	549313.691	259.483	transf.
transf.	0.119	-0.187	-0.291	dan -	transf.	-0.220	0.049	-0.013	dan -
89s_II	161763.510	537041.750	955.770	dan	214_I	124558.239	557594.446	891.107	dan
	161763.407	537041.934	956.037	transf.		124558.370	557594.226	891.409	transf.
transf.	0.103	-0.184	-0.267	dan -	transf.	-0.131	0.220	-0.302	dan -
32_IIIG	154751.920	551945.600	271.060	dan	48_IIId	135185.990	561304.980	295.360	dan
	154751.881	551945.648	270.956	transf.		135186.101	561304.824	295.329	transf.
transf.	0.039	-0.048	0.104	dan -	transf.	-0.111	0.156	0.031	dan -
32_IIIG	154751.920	551945.600	271.060	dan	16_IIIG	133603.930	553296.950	346.210	dan
	154751.881	551945.648	270.956	transf.		133604.111	553296.855	346.166	transf.
transf.	0.039	-0.048	0.104	dan -	transf.	-0.181	0.095	0.044	dan -
1250_VI	155199.590	549769.880	276.651	dan	419_II	134744.470	559203.580	337.680	dan
	155199.572	549769.876	276.665	transf.		134744.558	559203.416	337.700	transf.
transf.	0.018	0.004	-0.014	dan -	transf.	-0.088	0.164	-0.020	dan -
386_I	172267.290	562082.860	403.014	dan	8_III	124249.760	523466.480	254.591	dan
	172267.018	562082.964	402.780	transf.		124249.949	523466.445	254.395	transf.
transf.	0.272	-0.104	0.234	dan -	transf.	-0.189	0.035	0.196	dan -
385_I	150437.520	561398.150	470.869	dan	96_III	123628.020	525286.320	261.570	dan
	150437.489	561398.102	470.726	transf.		123628.129	525286.353	261.340	transf.
transf.	0.031	0.048	0.143	dan -	transf.	-0.109	-0.033	0.230	dan -
423_II	164374.590	555839.990	386.850	dan	101s_II	116409.985	522064.715	827.660	dan
	164374.466	555840.047	386.642	transf.		116410.015	522064.683	827.528	transf.
transf.	0.124	-0.057	0.208	dan -	transf.	-0.030	0.032	0.132	dan -
32_IIIG	154751.920	551945.600	271.060	dan	418_II	136045.380	538980.000	385.100	dan
	154751.881	551945.648	270.956	transf.		136045.456	538980.072	385.153	transf.
transf.	0.039	-0.048	0.104	dan -	transf.	-0.076	-0.072	-0.053	dan -
32_IIIG	154751.920	551945.600	271.060	dan	100s3_II	132332.490	528718.650	1038.449	dan
	154751.881	551945.648	270.956	transf.		132332.613	528718.712	1038.718	transf.
transf.	0.039	-0.048	0.104	dan -	transf.	-0.123	-0.062	-0.269	dan -
560_IIIg	156677.010	551231.220	281.066	dan	76z2_III	135940.250	524373.590	1090.940	dan
	156676.934	551231.253	281.055	transf.		135940.426	524373.583	1091.273	transf.
transf.	0.076	-0.033	0.011	dan -	transf.	-0.176	0.007	-0.333	dan -
135z2_IIIG	156742.290	549919.600	294.533	dan	219_I	143556.990	547425.560	429.180	dan
	156742.229	549919.591	294.543	transf.		143557.110	547425.667	429.253	transf.
transf.	0.061	0.009	-0.010	dan -	transf.	-0.120	-0.107	-0.073	dan -
199s_III	157011.722	561289.515	339.560	dan	374_I	102708.730	533508.690	1024.780	dan
	157011.538	561289.515	339.419	transf.		102708.795	533508.683	1025.175	transf.
transf.	0.184	0.000	0.141	dan -	transf.	-0.065	0.007	-0.395	dan -
424_II	155612.750	564205.400	359.790	dan	301_IIIG	107781.690	544885.040	331.320	dan
	155612.553	564205.347	359.578	transf.		107781.823	544885.037	331.652	transf.
transf.	0.197	0.053	0.212	dan -	transf.	-0.133	0.003	-0.332	dan -
340s_III	162650.278	568788.612	242.905	dan	746s_II	112598.490	537336.440	650.210	dan
	162650.040	568788.555	242.651	transf.		112598.570	537336.442	650.436	transf.
transf.	0.238	0.057	0.254	dan -	transf.	-0.080	-0.002	-0.226	dan -
189_IIIId	163133.180	501224.650	913.200	dan	103z2_II	122614.400	535692.290	393.430	dan
	163133.346	501224.650	913.088	transf.		122614.583	535692.300	393.478	transf.
transf.	-0.166	-0.000	0.112	dan -	transf.	-0.183	-0.010	-0.048	dan -
191_III	164857.390	496678.330	433.640	dan	163_IV	125172.350	505349.330	287.890	dan
	164857.487	496678.420	433.596	transf.		125172.281	505349.372	287.622	transf.
transf.	-0.097	-0.090	0.044	dan -	transf.	0.069	-0.042	0.268	dan -
371_IV	159683.250	489153.370	751.450	dan	172_III	122897.360	499943.320	332.800	dan
	159683.427	489153.373	751.471	transf.		122897.222	499943.408	332.557	transf.
transf.	-0.177	-0.003	-0.021	dan -	transf.	0.138	-0.088	0.243	dan -
426s_II	136326.510	548205.432	290.564	dan	1s_IIIG	123164.770	512738.120	257.640	dan
	136326.736	548205.350	290.493	transf.		123164.696	512738.239	257.405	transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

transf.	0.074	-0.119	0.235	dan -					
373s_I	116079.270	508839.740	1117.950	dan	362s_IIIId	131754.310	518739.710	549.360	dan
	116079.148	508839.844	1117.871	transf.		131754.268	518739.786	549.220	transf.
	0.122	-0.104	0.079	dan -	transf.	0.042	-0.076	0.140	dan -
transf.					290_IV	147075.150	510833.050	485.710	dan
428s_II	126127.990	497419.170	946.640	dan		147075.332	510833.007	485.772	transf.
	126127.875	497419.159	946.281	transf.	transf.	-0.182	0.043	-0.062	dan -
	0.115	0.011	0.359	dan -	293_IV	143861.190	509287.810	709.470	dan
transf.						143861.280	509287.848	709.473	transf.
124_IIIg	109496.780	522849.400	563.220	dan	transf.	-0.090	-0.038	-0.003	dan -
	109496.682	522849.457	563.309	transf.	transf.				
	0.098	-0.057	-0.089	dan -	97_II	144834.590	504986.130	866.360	dan
transf.						144834.654	504985.996	866.492	transf.
292_IV	105575.780	529135.760	566.450	dan	transf.	-0.064	0.134	-0.132	dan -
	105575.721	529135.833	566.805	transf.					
	0.059	-0.073	-0.355	dan -	187s_IIIId	166800.990	506671.980	1370.800	dan
transf.						166801.005	506671.999	1371.296	transf.
77_III	128155.260	491408.440	459.820	dan	transf.	-0.015	-0.019	-0.496	dan -
	128155.092	491408.466	459.602	transf.					
	0.168	-0.026	0.218	dan -	188s_IIIId	164443.400	508676.300	945.440	dan
transf.						164443.433	508676.281	945.743	transf.
97_III	124571.470	516348.880	274.404	dan	transf.	-0.033	0.019	-0.303	dan -
	124571.483	516348.935	274.225	transf.					
	-0.013	-0.055	0.179	dan -	91z1_II	166798.880	502669.950	1522.530	dan
transf.						166798.915	502669.810	1522.716	transf.
98s_III	126935.510	514657.320	295.638	dan	transf.	-0.035	0.140	-0.186	dan -
	126935.516	514657.294	295.408	transf.					
	-0.006	0.026	0.230	dan -	TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI				
transf.					deltaX	-448.206460 m			
68s_III	127177.860	511386.710	480.020	dan	deltaY	13.921233 m			
	127177.780	511386.708	479.765	transf.	deltaZ	-481.167089 m			
	0.080	0.002	0.255	dan -	alfa	0 00 00.029274 "			
transf.					beta	0 00 04.146005 "			
80_IV	132070.920	510209.580	355.850	dan	gamma	- 0 00 10.088062 "			
	132070.886	510209.647	355.672	transf.	merilo	-16.983633 ppm			
	0.034	-0.067	0.178	dan -	Srednji stand. odklon (matrični racun):	0.104 m			
transf.					Srednji stand. odklon (iz odstopanj):	0.146 m			
100_IV	137059.250	509872.110	475.360	dan	Število iteracij:	2			
	137059.219	509872.201	475.330	transf.	Število veznih točk:	64			
	0.031	-0.091	0.030	dan -	Število nadštevilčnosti:	185			
transf.					Površina oboda območja transformacije:	4316.41 km <sup>2</sup>			
11_III	135450.420	506626.370	490.820	dan	Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):				
	135450.412	506626.385	490.680	transf.	min	-22.6	-18.7	-49.6	
	0.008	-0.015	0.140	dan -	max	27.2	22.0	35.9	
transf.					-----				
93_IV	140618.280	510754.400	787.380	dan	sr.v.	-0.0	-0.0	0.0	
	140618.262	510754.343	787.417	transf.	sr.v.(abs)	10.0	7.1	16.2	
	0.018	0.057	-0.037	dan -					
transf.									

### **Priloga B3: 4-parametrična transformacija celotnega območja-združeno**

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOCK V KONČNEM DATUMU		123716.884	486206.202	transf.			
		0.126	0.158	dan - transf.			
189_IIIId	124249.760	523466.480	dan	214_I	122897.360	499943.320	dan
	124249.948	523466.435	transf.		122897.219	499943.392	transf.
	-0.188	0.045	dan - transf.		0.141	-0.072	dan - transf.
41s_III	123628.020	525286.320	dan	216_I	123164.770	512738.120	dan
	123628.129	525286.344	transf.		123164.695	512738.227	transf.
	-0.109	-0.024	dan - transf.		0.075	-0.107	dan - transf.
419_II	124571.470	516348.880	dan	199s_III	116079.270	508839.740	dan
	124571.481	516348.923	transf.		116079.132	508839.849	transf.
	-0.011	-0.043	dan - transf.		0.138	-0.109	dan - transf.
560_IIIg	116409.985	522064.715	dan	424_II	126127.990	497419.170	dan
	116410.005	522064.686	transf.		126127.864	497419.156	transf.
	-0.020	0.029	dan - transf.		0.126	0.014	dan - transf.
100_IV	126935.510	514657.320	dan	11_III	127177.860	511386.710	dan
	126935.515	514657.283	transf.		127177.776	511386.700	transf.
	-0.005	0.037	dan - transf.		0.084	0.010	dan - transf.
135z2_IIIg	125172.350	505349.330	dan	96_III	128394.320	503532.270	dan
	125172.279	505349.358	transf.		128394.257	503532.197	transf.
	0.071	-0.028	dan - transf.		0.063	0.073	dan - transf.
8_III	123717.010	486206.360	dan	219_I	102708.730	533508.690	dan
					102708.781	533508.695	transf.
					-0.051	-0.005	dan - transf.

**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

88z2_II	107781.690 107781.822 -0.132	544885.040 544885.035 0.005	dan transf. dan - transf.	746s_II	172267.290 172267.017 0.273	562082.860 562082.961 -0.101	dan transf. dan - transf.
423_II	112598.490 112598.563 -0.073	537336.440 537336.445 -0.005	dan transf. dan - transf.	100s3_II	150437.520 150437.489 0.031	561398.150 561398.099 0.051	dan transf. dan - transf.
340s_III	109496.780 109496.674 0.106	522849.400 522849.456 -0.056	dan transf. dan - transf.	385_I	143556.990 143557.111 -0.121	547425.560 547425.663 -0.103	dan transf. dan - transf.
48_IIIId	105575.780 105575.713 0.067	529135.760 529135.835 -0.075	dan transf. dan - transf.	428s_II	171635.100 171635.072 0.028	545681.280 545681.344 -0.064	dan transf. dan - transf.
89s_II	122614.400 122614.581 -0.181	535692.290 535692.295 -0.005	dan transf. dan - transf.	374_I	161763.510 161763.401 0.109	537041.750 537041.941 -0.191	dan transf. dan - transf.
32_IIIg	136045.380 136045.457 -0.077	538980.000 538980.067 -0.067	dan transf. dan - transf.	124_IIIg	164374.590 164374.465 0.125	555839.990 555840.042 -0.052	dan transf. dan - transf.
60_IIIg	138494.510 138494.574 -0.064	518834.840 518834.991 -0.151	dan transf. dan - transf.	292_IV	154751.920 154751.883 0.037	551945.600 551945.640 -0.040	dan transf. dan - transf.
166_I	145755.820 145755.830 -0.010	527028.650 527028.809 -0.159	dan transf. dan - transf.	301_IIIg	156677.010 156676.937 0.073	551231.220 551231.246 -0.026	dan transf. dan - transf.
91z1_II	132332.490 132332.604 -0.114	528718.650 528718.719 -0.069	dan transf. dan - transf.	103z2_II	156742.290 156742.232 0.058	549919.600 549919.585 0.015	dan transf. dan - transf.
386_I	135940.250 135940.416 -0.166	524373.590 524373.591 -0.001	dan transf. dan - transf.	204s_III	124558.239 124558.365 -0.126	557594.446 557594.234 0.212	dan transf. dan - transf.
290_IV	131754.310 131754.265 0.045	518739.710 518739.781 -0.071	dan transf. dan - transf.	76z2_III	148113.510 148113.522 -0.012	562833.030 562832.940 0.090	dan transf. dan - transf.
54_III	132070.920 132070.885 0.035	510209.580 510209.636 -0.056	dan transf. dan - transf.	418_II	157011.722 157011.539 0.183	561289.515 561289.509 0.006	dan transf. dan - transf.
1250_VI	136326.510 136326.738 -0.228	548205.432 548205.344 0.088	dan transf. dan - transf.	98_II	155612.750 155612.555 0.195	564205.400 564205.342 0.058	dan transf. dan - transf.
66s4_III	132432.750 132432.973 -0.223	549313.740 549313.685 0.055	dan transf. dan - transf.	95s_II	162650.278 162650.042 0.236	568788.612 568788.547 0.065	dan transf. dan - transf.
172_III	152625.930 152625.908 0.022	544774.130 544774.286 -0.156	dan transf. dan - transf.	14_IIIg	135185.990 135186.104 -0.114	561304.980 561304.819 0.161	dan transf. dan - transf.
68s_III	155199.590 155199.575 0.015	549769.880 549769.869 0.011	dan transf. dan - transf.	187s_IIIId	133603.930 133604.113 -0.183	553296.950 553296.851 0.099	dan transf. dan - transf.
1s_IIIg	151684.340 151684.353 -0.013	551018.820 551018.893 -0.073	dan transf. dan - transf.	188s_IIIId	134744.470 134744.560 -0.090	559203.580 559203.411 0.169	dan transf. dan - transf.
373s_I	147710.926 147710.980 -0.054	549087.740 549087.879 -0.139	dan transf. dan - transf.	293_IV	137059.250 137059.218 0.032	509872.110 509872.193 -0.083	dan transf. dan - transf.
65s_III	160688.540 160688.575 -0.035	505874.040 505874.079 -0.039	dan transf. dan - transf.	78s_III	135450.420 135450.410 0.010	506626.370 506626.375 -0.005	dan transf. dan - transf.
77_III	166800.990 166800.999 -0.009	506671.980 506672.011 -0.031	dan transf. dan - transf.	97_II	147075.150 147075.334 -0.184	510833.050 510833.000 0.050	dan transf. dan - transf.
191_III	164443.400 164443.432 -0.032	508676.300 508676.284 0.016	dan transf. dan - transf.	451_II	143861.190 143861.278 -0.088	509287.810 509287.844 -0.034	dan transf. dan - transf.
362s_IIIId	163133.180 163133.347 -0.167	501224.650 501224.651 -0.001	dan transf. dan - transf.	N401	150594.410 150594.440 -0.030	504017.490 504017.514 -0.024	dan transf. dan - transf.
171_III	163345.870 163345.747 0.123	529504.390 529504.583 -0.193	dan transf. dan - transf.	163_IV	139931.780 139931.782 -0.002	496472.100 496471.944 0.156	dan transf. dan - transf.
371_IV	166798.880 166798.909 -0.029	502669.950 502669.823 0.127	dan transf. dan - transf.	93_IV	140618.280 140618.258 0.022	510754.400 510754.341 0.059	dan transf. dan - transf.



**Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...**  
**Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.**

N013	-0.156	148970.128	0.042	509260.214	189_III	-0.167	163133.193	-0.001	501224.598
N016	-0.130	145132.208	-0.000	514438.493	190S_III	-0.146	159761.106	-0.080	497248.324
N023	-0.188	147864.367	0.054	511518.216	191_III	-0.105	164857.390	-0.080	496678.330
N026	-0.166	147292.861	0.043	509509.527	371_IV	-0.181	159683.250	0.004	489153.370
N033	0.021	133756.271	-0.042	508080.463	65s_III	-0.022	155230.690	0.084	489098.530
N036	-0.148	145541.051	0.019	512846.204	66s_III	-0.116	157762.186	-0.029	493581.799
N037	-0.133	144989.356	0.013	512982.888	91_II	-0.029	166798.886	0.127	502669.909
N042	0.007	135386.276	0.037	505161.623	19_IV	-0.143	160938.742	-0.046	501770.044
N045	0.008	135392.607	0.017	505913.760	216_IV	-0.129	164562.364	0.041	500997.854
N052	0.038	134455.833	-0.103	511480.637	217s_IV	-0.106	163936.573	0.037	503076.365
N065	0.036	136285.283	-0.101	510762.218	223_IV	-0.168	162545.583	-0.045	499494.331
N066	0.032	135868.440	-0.100	510216.998	224s_IV	-0.171	161804.632	-0.046	500187.903
N069	0.025	137942.065	-0.033	508818.719	225_IV	-0.151	161713.121	-0.090	496588.965
N072	0.030	138013.339	-0.040	509428.927	227_IV	-0.134	163303.285	-0.096	496101.222
N085	0.026	133860.689	0.100	501439.838	230_IV	-0.133	158818.387	-0.069	496100.894
N087	0.016	134553.740	0.086	502766.736	231z2_IV	-0.111	157543.721	-0.070	498654.479
N095	0.032	134172.547	-0.092	510377.762	234_IV	-0.152	160126.016	-0.069	499737.256
N102	0.007	136078.262	0.013	506131.927	235_IV	-0.161	161628.151	-0.073	498373.628
N135	0.037	138195.743	-0.038	510448.411	236_IV	-0.133	163564.129	-0.078	497359.254
N139	0.038	138818.760	-0.009	510969.309	370s_IV	-0.134	158176.849	0.025	489507.139
PT01	-0.053	142753.200	0.015	511550.626	372z2_IV	-0.139	158377.838	0.006	490559.548
S237_IV	-0.108	144171.681	0.006	513176.314	373z2_IV	-0.127	158105.093	-0.008	491795.350
S297_IV	-0.050	142766.353	-0.006	509414.064	379s_IV	-0.170	162933.968	-0.075	492102.080
S515_IV	-0.026	141877.984	0.026	512255.271	380s_IV	-0.195	160774.819	-0.016	489429.422
Z026	0.015	134866.296	-0.033	507511.871	M65	-0.132	163593.619	-0.099	495253.904
Z084_IV	0.039	131704.904	0.086	502959.145	N75	-0.115	164336.821	-0.089	496425.112
Z086_IV	0.019	134387.416	0.093	502292.269	N77	-0.108	164787.726	-0.065	497345.240
106_II	0.034	137411.216	0.139	493525.474	N140	-0.179	162972.618	-0.065	491236.739
106_III	0.075	142136.201	0.198	486058.695	N141	-0.165	162714.354	-0.081	492716.643
108_IV	0.141	131061.597	0.044	490431.236	N142	-0.161	162179.909	-0.084	493384.756
109_II	0.144	140678.818	0.203	480195.028	N143	-0.161	161450.196	-0.080	493615.976
110_II	0.043	141797.712	0.182	489774.208	N144	-0.154	161887.113	-0.090	494367.369
112_II	0.132	145103.560	0.205	476216.824	N145	-0.099	165395.366	0.068	501001.871
131_IV	0.181	125105.740	0.175	480685.247	N146	-0.065	166160.276	0.104	501572.830
182_IV	0.089	130161.403	0.069	497894.242	N71s	-0.145	163305.421	-0.063	498149.484
195_IV	0.097	135438.660	0.165	486607.470					
200_IV	0.052	133438.872	0.100	497863.245					
213_IV	0.185	134729.896	0.174	481684.703					
224_IV	0.095	132729.769	0.067	493832.564					
251_IV	0.040	138705.340	0.161	491141.701					
350_IV	0.101	145609.256	0.202	480922.410					
451_II	0.219	130667.820	0.132	480430.770					
56_IIIg	0.179	143719.193	0.215	469322.924					
57_IIIg	0.189	140494.257	0.202	473989.543					
60_IIIg	0.170	133765.840	0.168	483510.310					
63_III	0.234	133130.963	0.163	476356.994					
73_IIIg	0.139	125084.068	0.123	486974.069					
77_III	0.172	128155.260	-0.010	491408.440					
66_III	0.021	141558.760	0.169	492600.074					
14_III	-0.035	160688.539	-0.039	505874.015					

Srednji stand. odklon: 0.075 m  
Število iteracij: 2  
Število veznih točk: 70

Površina oboda območja transformacije: 4342.48 km2

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):

min	-22.8	-19.3
max	27.3	21.2
-----	-----	-----
sr.v.	-0.0	0.0

## Priloga C 1: Izvedba in ocenitev kakovosti metode polinomska analize trendov za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

---

### Gridding Report

---

Sun Mar 16 09:09:46 2008

Elapsed time for gridding: 0.01 seconds

### Data Source

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev

območij\7p\vx\Interpolacija\_ponovna\_združitev.xls

X Column: A  
Y Column: B  
Z Column: M

### Data Counts

Active Data: 63

Original Data: 63

Excluded Data: 0

Deleted Duplicates: 0

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Retained Duplicates: 0  
 Artificial Data: 0  
 Superseded Data: 0

Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.22800000000279
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.10199999999844
Median:	523466.48	135450.42	0.0060000000230502
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.091000000014901
Maximum:	568788.612	172267.29	0.26399999999558
Midrange:	524609.691	137488.01	0.017999999996391
Range:	88357.842	69558.56	0.49199999999837
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.1929999999993
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.095999999975902
Mean:	525583.71063492	138782.29587302	-0.00052380952397398
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	-0.0016666666666871
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.11979862165732
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.014351709750993
Coef. of Variation:			-1
Coef. of Skewness:			0.017906866309941

Inter-Variable Correlation

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.095
Y:		1.000	0.135
Z:			1.000

Inter-Variable Covariance

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-277.0462319256
Y:		299940599.7747	280.41560190562
Z:			0.014351709750993

Planar Regression:  $Z = AX + BY + C$

Fitted Parameters

	A	B	C
Parameter Value:	-6.329841107371E-007	1.1158370333758E-006	0.17730390285814
Standard Error:	6.3988248290651E-007	8.9654795352054E-007	0.33428191258369

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Inter-Parameter Correlations

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.030760630493743	0.015380315246872	
	1.0566			
Residual:	60	0.87339708381883	0.014556618063647	
Total:	62	0.90415771431257		

Coefficient of Multiple Determination (R<sup>2</sup>): 0.034021310670485

Nearest Neighbor Statistics

	Separation	Delta Z
Minimum:	1313.2435047622	0.0059999999939464
25%-tile:	3279.5766944226	0.0219999999968102
Median:	4099.7930947061	0.048999999999069
75%-tile:	6838.1064183661	0.08000000016298
Maximum:	10149.959721625	0.16300000000047
Midrange:	5731.6016131933	0.084499999997206
Range:	8836.7162168624	0.15700000000652
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.058000000048196
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.031000000017229
Mean:	5003.3755636949	0.056650793651306
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.054210526316239
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.042605297659782
Variance:	5924016.577919	0.0018152113886786
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.75206885753489
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.78275229261527
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.070883875528934
Mean Square:	30957783.609298	0.0050245238100014

Complete Spatial Randomness

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214
Skellam:	125.61316097122

Exclusion Filtering

Exclusion Filter String: Not In Use

Duplicate Filtering



Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Duplicate Points to Keep: First  
X Duplicate Tolerance: 0.01  
Y Duplicate Tolerance: 0.0082

No duplicate data were found.

#### Breakline Filtering

Breakline Filtering: Not In Use

#### Gridding Rules

Gridding Method: Polynomial Regression  
Maximum X Order: 3  
Maximum Y Order: 3  
Maximum Total Order: 3  
Surface Definition: Cubic Surface  
Regression Coefficients:  $Z(X,Y) = A00 + A01 Y + A02 Y^2 + A03 Y^3 + A10 X + A11 XY + A12 XY^2 + A20 X^2 + A21 X^2Y + A30 X^3$   
A00 -78.22557012547  
A01 -0.0012537743751005  
A02 9.912920141266E-010  
A03 -1.9683798891832E-015  
A10 0.00085366911877362  
A11 3.9045979079799E-009  
A12 -1.7935305875515E-017  
A20 -2.234925649101E-009  
A21 -3.4550648985237E-015  
A30 1.7551906495571E-015

#### Output Grid

Grid File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\7p\vx\polinom\_ponovna\_združitev\_st3.grd  
Grid Size: 79 rows x 100 columns  
Total Nodes: 7900  
Filled Nodes: 7900  
Blanked Nodes: 0

#### Grid Geometry

X Minimum: 480430.77  
X Maximum: 568788.612  
X Spacing: 892.50345454545  
Y Minimum: 102708.73  
Y Maximum: 172267.29  
Y Spacing: 891.77641025641

#### Grid Statistics

Z Minimum: -0.42502834098073  
Z 25%-tile: -0.1041417332504  
Z Median: -0.03346004985579  
Z 75%-tile: 0.0809483621602  
Z Maximum: 0.9073774097742  
Z Midrange: 0.24117453439673  
Z Range: 1.3324057507549  
Z Interquartile Range: 0.1850900954106

Z Median Abs. Deviation: 0.086148292921166

Z Mean: 0.011723589500617

Z Trim Mean (10%): -0.0043391123047818

Z Standard Deviation: 0.17790661755072

Z Variance: 0.031650764568337

Z Coef. of Variation: 15.175097826596

Z Coef. of Skewness: 1.5541055852413

Z Root Mean Square: 0.17829247633906

Z Mean Square: 0.031788207119116

## Priloga C2 : Izvedba in ocenitev kakovosti metode minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

---

### Gridding Report

---

Wed Mar 12 20:47:12 2008

Elapsed time for gridding: 6.80 seconds

### Data Source

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vx\Interpolacija\_ponovna\_združitev.xls

X Column: A

Y Column: B

Z Column: M

### Data Counts

Active Data: 63

Original Data: 63

Excluded Data: 0

Deleted Duplicates: 0

Retained Duplicates: 0

Artificial Data: 0

Superseded Data: 0

### Univariate Statistics

---

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.22800000000279
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.10199999999844
Median:	523466.48	135450.42	0.0060000000230502
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.091000000014901
Maximum:	568788.612	172267.29	0.26399999999558
Midrange:	524609.691	137488.01	0.017999999996391
Range:	88357.842	69558.56	0.49199999999837
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.1929999999993
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.095999999975902

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Mean:	525583.71063492	138782.29587302	-0.00052380952397398
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	-0.00166666666666871
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.11979862165732
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.014351709750993
Coef. of Variation:			-1
Coef. of Skewness:			0.017906866309941

**Inter-Variable Correlation**

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.095
Y:		1.000	0.135
Z:			1.000

**Inter-Variable Covariance**

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-277.0462319256
Y:		299940599.7747	280.41560190562
Z:			0.014351709750993

**Planar Regression:  $Z = AX + BY + C$**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-6.329841107371E-007	1.1158370333758E-006	0.17730390285814
Standard Error:	6.398824829065E-007	8.9654795352054E-007	0.33428191258369

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.030760630493743	0.015380315246872	1.0566
Residual:	60	0.87339708381883	0.014556618063647	
Total:	62	0.90415771431257		

Coefficient of Multiple Determination ( $R^2$ ): 0.034021310670485

#### Nearest Neighbor Statistics

---

	Separation	Delta Z
Minimum:	1313.2435047622	0.0059999999939464
25%-tile:	3279.5766944226	0.021999999968102
Median:	4099.7930947061	0.04899999999069
75%-tile:	6838.1064183661	0.08000000016298
Maximum:	10149.959721625	0.16300000000047
Midrange:	5731.6016131933	0.08449999997206
Range:	8836.7162168624	0.15700000000652
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.058000000048196
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.03100000017229
Mean:	5003.3755636949	0.056650793651306
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.054210526316239
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.042605297659782
Variance:	5924016.577919	0.0018152113886786
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.75206885753489
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.78275229261527
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.070883875528934
Mean Square:	30957783.609298	0.0050245238100014

---

#### Complete Spatial Randomness

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214
Skellam:	125.61316097122

#### Exclusion Filtering

Exclusion Filter String: Not In Use

#### Duplicate Filtering

Duplicate Filtering: Not In Use

#### Breakline Filtering

Breakline Filtering: Not In Use

#### Gridding Rules

Gridding Method:	Minimum Curvature
Maximum Residual:	0.0005
Maximum Iteration:	100000
Internal Tension:	0
Boundary Tension:	0
Relaxation Factor:	1
Anisotropy Ratio:	1

#### Output Grid

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Grid File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev  
območjivx\ukrivljenost\_\_ponovna\_združitev.grd  
Grid Size: 158 rows x 200 columns  
Total Nodes: 31600  
Filled Nodes: 31600  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 480430.77  
X Maximum: 568788.612  
X Spacing: 444.00925628141  
  
Y Minimum: 102708.73  
Y Maximum: 172267.29  
Y Spacing: 443.04815286624

**Grid Statistics**

Z Minimum: -0.68238816378794  
Z 25%-tile: -0.13491662762463  
Z Median: -0.042794203743875  
Z 75%-tile: 0.0862764877268  
Z Maximum: 1.6835469064562  
  
Z Midrange: 0.50057937133415  
Z Range: 2.3659350702442  
Z Interquartile Range: 0.22119311535143  
Z Median Abs. Deviation: 0.10197209079536  
  
Z Mean: -0.019152265714128  
Z Trim Mean (10%): -0.025942474816033  
Z Standard Deviation: 0.14886893233299  
Z Variance: 0.022161959013966  
  
Z Coef. of Variation: -1  
Z Coef. of Skewness: 1.4234694355359  
  
Z Root Mean Square: 0.15009586368701  
Z Mean Square: 0.02252876829595

**Priloga C3: Izvedba in ocenitev kakovosti metode inverzne razdalje za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini**

---

**Gridding Report**

---

Wed Mar 12 20:45:24 2008  
Elapsed time for gridding: 0.19 seconds

**Data Source**

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev  
območjivx\Interpolacija\_ponovna\_združitev.xls  
X Column: A  
Y Column: B  
Z Column: M

**Data Counts**

Active Data:	63
Original Data:	63
Excluded Data:	0
Deleted Duplicates:	0
Retained Duplicates:	0
Artificial Data:	0
Superseded Data:	0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.22800000000279
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.10199999999844
Median:	523466.48	135450.42	0.0060000000230502
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.091000000014901
Maximum:	568788.612	172267.29	0.26399999999558
Midrange:	524609.691	137488.01	0.017999999996391
Range:	88357.842	69558.56	0.49199999999837
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.1929999999993
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.095999999975902
Mean:	525583.71063492	138782.29587302	-0.00052380952397398
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	-0.0016666666666871
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.11979862165732
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.014351709750993
Coef. of Variation:			-1
Coef. of Skewness:			0.017906866309941

**Inter-Variable Correlation**

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.095
Y:		1.000	0.135
Z:			1.000

**Inter-Variable Covariance**

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-277.0462319256
Y:		299940599.7747	280.41560190562
Z:			0.014351709750993

**Planar Regression:  $Z = AX+BY+C$**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-6.329841107371E-007	1.1158370333758E-006	0.17730390285814
Standard Error:	6.3988248290651E-007	8.9654795352054E-007	0.33428191258369

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.030760630493743	0.015380315246872	1.0566
Residual:	60	0.87339708381883	0.014556618063647	
Total:	62	0.90415771431257		

Coefficient of Multiple Determination (R<sup>2</sup>): 0.034021310670485

**Nearest Neighbor Statistics**

	Separation	Delta Z
Minimum:	1313.2435047622	0.0059999999939464
25%-tile:	3279.5766944226	0.0219999999968102
Median:	4099.7930947061	0.048999999999069
75%-tile:	6838.1064183661	0.080000000016298
Maximum:	10149.959721625	0.16300000000047
Midrange:	5731.6016131933	0.084499999997206
Range:	8836.7162168624	0.15700000000652
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.058000000048196
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.031000000017229
Mean:	5003.3755636949	0.056650793651306
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.054210526316239
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.042605297659782
Variance:	5924016.577919	0.0018152113886786
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.75206885753489
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.78275229261527
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.070883875528934
Mean Square:	30957783.609298	0.0050245238100014

**Complete Spatial Randomness**

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214
Skellam:	125.61316097122

#### Exclusion Filtering

Exclusion Filter String: Not In Use

#### Duplicate Filtering

Duplicate Points to Keep: First  
X Duplicate Tolerance: 0.01  
Y Duplicate Tolerance: 0.0082

No duplicate data were found.

#### Breakline Filtering

Breakline Filtering: Not In Use

#### Gridding Rules

Gridding Method: Inverse Distance to a Power  
Weighting Power: 2  
Smoothing Factor: 0  
Anisotropy Ratio: 1  
Anisotropy Angle: 0

#### Search Parameters

No Search (use all data): true

#### Output Grid

Grid File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vxlidv\_ponovna\_združitev\_dk.grd  
Grid Size: 158 rows x 200 columns  
Total Nodes: 31600  
Filled Nodes: 31600  
Blanked Nodes: 0

#### Grid Geometry

X Minimum: 480430.77  
X Maximum: 568788.612  
X Spacing: 444.00925628141  
  
Y Minimum: 102708.73  
Y Maximum: 172267.29  
Y Spacing: 443.04815286624

#### Grid Statistics

Z Minimum: -0.22735288966733  
Z 25%-tile: -0.068839439048319  
Z Median: -0.01920436377113  
Z 75%-tile: 0.043998202660151  
Z Maximum: 0.26397621051362  
  
Z Midrange: 0.018311660423143  
Z Range: 0.49132910018095  
Z Interquartile Range: 0.11283764170847  
Z Median Abs. Deviation: 0.05618303426743  
  
Z Mean: -0.010493992959987  
Z Trim Mean (10%): -0.011929199543514



Z Standard Deviation: 0.073226314086252  
Z Variance: 0.0053620930746584  
  
Z Coef. of Variation: -1  
Z Coef. of Skewness: 0.29636031269194  
  
Z Root Mean Square: 0.073974434522358  
Z Mean Square: 0.0054722169629026

## Priloga C4: Izvedba in ocenitev kakovosti metode kriging za koordinatno komponento x v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

### Gridding Report

Wed Mar 12 20:12:07 2008

Elapsed time for gridding: 0.24 seconds

### Data Source

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vx\Interpolacija\_ponovna\_združitev.xls  
X Column: A  
Y Column: B  
Z Column: M

### Data Counts

Active Data: 63  
Original Data: 63  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.22800000000279
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.10199999999844
Median:	523466.48	135450.42	0.0060000000230502
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.091000000014901
Maximum:	568788.612	172267.29	0.26399999999558
Midrange:	524609.691	137488.01	0.017999999996391
Range:	88357.842	69558.56	0.49199999999837
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.1929999999993
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.09599999975902
Mean:	525583.71063492	138782.29587302	-0.00052380952397398
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	-0.0016666666666871
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.11979862165732
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.014351709750993

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Coef. of Variation: -1  
 Coef. of Skewness: 0.017906866309941

**Inter-Variable Correlation**

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.095
Y:		1.000	0.135
Z:			1.000

**Inter-Variable Covariance**

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-277.0462319256
Y:		299940599.7747	280.41560190562
Z:			0.014351709750993

**Planar Regression:  $Z = AX + BY + C$**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-6.329841107371E-007	1.1158370333758E-006	0.17730390285814
Standard Error:	6.3988248290651E-007	8.9654795352054E-007	0.33428191258369

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.030760630493743	0.015380315246872	1.0566
Residual:	60	0.87339708381883	0.014556618063647	
Total:	62	0.90415771431257		

Coefficient of Multiple Determination ( $R^2$ ): 0.034021310670485

**Nearest Neighbor Statistics**

Separation |Delta Z|

---

Minimum:	1313.2435047622	0.0059999999939464
25%-tile:	3279.5766944226	0.021999999968102
Median:	4099.7930947061	0.04899999999069
75%-tile:	6838.1064183661	0.08000000016298
Maximum:	10149.959721625	0.16300000000047
Midrange:	5731.6016131933	0.08449999997206
Range:	8836.7162168624	0.15700000000652
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.058000000048196
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.03100000017229
Mean:	5003.3755636949	0.056650793651306
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.054210526316239
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.042605297659782
Variance:	5924016.577919	0.0018152113886786
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.75206885753489
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.78275229261527
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.070883875528934
Mean Square:	30957783.609298	0.0050245238100014

---

#### Complete Spatial Randomness

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214
Skellam:	125.61316097122

#### Exclusion Filtering

Exclusion Filter String:	Not In Use
--------------------------	------------

#### Duplicate Filtering

Duplicate Points to Keep:	First
X Duplicate Tolerance:	0.01
Y Duplicate Tolerance:	0.0082

No duplicate data were found.

#### Breakline Filtering

Breakline Filtering:	Not In Use
----------------------	------------

#### Gridding Rules

Gridding Method:	Kriging
Kriging Type:	Point
Polynomial Drift Order:	0
Kriging std. deviation grid:	no

#### Semi-Variogram Model

Component Type:	Linear
Anisotropy Angle:	0
Anisotropy Ratio:	1
Variogram Slope:	1

#### Search Parameters

No Search (use all data): true

#### Output Grid

Grid File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vx\kriging\_ponovna\_združitev\_dejan\_ko.grd  
Grid Size: 158 rows x 200 columns  
Total Nodes: 31600  
Filled Nodes: 31600  
Blanked Nodes: 0

#### Grid Geometry

X Minimum: 480430.77  
X Maximum: 568788.612  
X Spacing: 444.00925628141  
  
Y Minimum: 102708.73  
Y Maximum: 172267.29  
Y Spacing: 443.04815286624

#### Grid Statistics

Z Minimum: -0.22666062179403  
Z 25%-tile: -0.10836385068382  
Z Median: -0.030573307884567  
Z 75%-tile: 0.099526906643457  
Z Maximum: 0.26519785909259  
  
Z Midrange: 0.019268618649282  
Z Range: 0.49185848088662  
Z Interquartile Range: 0.20789075732728  
Z Median Abs. Deviation: 0.09271084813455  
  
Z Mean: -0.0092357427006986  
Z Trim Mean (10%): -0.01123855007079  
Z Standard Deviation: 0.11458312370436  
Z Variance: 0.013129292237848  
  
Z Coef. of Variation: -1  
Z Coef. of Skewness: 0.29610763588102  
  
Z Root Mean Square: 0.11495473535736  
Z Mean Square: 0.013214591181081

## Priloga D1: Izvedba in ocenitev kakovosti metode polinomske analize trendov za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

#### Gridding Report

Sat Mar 22 10:57:23 2008  
Elapsed time for gridding: 0.01 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\7p\vy\Interpolacija\_ponovna\_združitev\_vy.xls  
X Column: E  
Y Column: D  
Z Column: L

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

**Data Counts**

Active Data:	63
Original Data:	63
Excluded Data:	0
Deleted Duplicates:	0
Retained Duplicates:	0
Artificial Data:	0
Superseded Data:	0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.1940000000177
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.069000000017695
Median:	523466.48	135450.42	-0.0020000000949949
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.052000000025146
Maximum:	568788.612	172267.29	0.20799999998417
Midrange:	524609.691	137488.01	0.0069999999832362
Range:	88357.842	69558.56	0.40200000000186
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.12100000004284
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.05599999986589
Mean:	525583.71063492	138782.29587302	0.00079365078792242
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	0.001210526310994
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.08973331895666
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.0080520685309776
Coef. of Variation:			113.06398270146
Coef. of Skewness:			0.17378830216965

**Inter-Variable Correlation**

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.124
Y:		1.000	-0.162
Z:			1.000

**Inter-Variable Covariance**

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-270.56265331202
Y:		299940599.7747	-252.01171458387
Z:			0.0080520685309776

**Planar Regression: Z = AX+BY+C**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-3.5180379444198E-007	-7.3964521834602E-007	0.28834565601976
Standard Error:	4.7905863314156E-007	6.7121549445848E-007	0.25026569784953

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.017739806346903	0.0088699031734513	1.0871
Residual:	60	0.48954051110469	0.0081590085184115	
Total:	62	0.50728031745159		

Coefficient of Multiple Determination (R<sup>2</sup>): 0.0349704211589

**Nearest Neighbor Statistics**

Separation	Delta Z
------------	---------

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Minimum:	1313.2435047622	0.00099999998928979
25%-tile:	3279.5766944226	0.027000000001863
Median:	4099.7930947061	0.05199999990873
75%-tile:	6838.1064183661	0.082999999984168
Maximum:	10149.959721625	0.1689999999441
Midrange:	5731.6016131933	0.08499999991851
Range:	8836.7162168624	0.16800000000512
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.055999999982305
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.031000000075437
Mean:	5003.3755636949	0.059111111109988
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.05645614034872
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.043805164265588
Variance:	5924016.577919	0.0019188924163351
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.74106480901839
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.653131976891
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.073573200779852
Mean Square:	30957783.609298	0.0054130158729924

#### Complete Spatial Randomness

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214
Skellam:	125.61316097122

#### Exclusion Filtering

Exclusion Filter String: Not In Use

#### Duplicate Filtering

Duplicate Filtering: Not In Use

#### Breakline Filtering

Breakline Filtering: Not In Use

#### Gridding Rules

Gridding Method:	Polynomial Regression
Maximum X Order:	3
Maximum Y Order:	3
Maximum Total Order:	3
Surface Definition:	Cubic Surface
Regression Coefficients:	$Z(X,Y) = A_{00} + A_{01} Y + A_{02} Y^2 + A_{03} Y^3 + A_{10} X + A_{11} XY + A_{12} XY^2 + A_{20} X^2 + A_{21} X^2 Y + A_{30} X^3$
A <sub>00</sub>	-191.68373510787
A <sub>01</sub>	-5.1281668737801E-005
A <sub>02</sub>	-1.4551294427335E-009
A <sub>03</sub>	3.4491734956379E-016
A <sub>10</sub>	0.0011631828698323
A <sub>11</sub>	1.119145963628E-009
A <sub>12</sub>	2.3812301252094E-015
A <sub>20</sub>	-2.4834359259479E-009
A <sub>21</sub>	-1.8157894685458E-015
A <sub>30</sub>	1.8211165860634E-015

#### Output Grid

Grid File Name:	E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\7pivyl\Interpolacija_ponovna_združitev_vy.grd
Grid Size:	158 rows x 200 columns
Total Nodes:	31600
Filled Nodes:	31600
Blanked Nodes:	0

#### Grid Geometry

X Minimum:	480430.77
X Maximum:	568788.612
X Spacing:	444.00925628141
Y Minimum:	102708.73
Y Maximum:	172267.29
Y Spacing:	443.04815286624

#### Grid Statistics

Z Minimum:	-0.17362647812826
Z 25%-tile:	-0.060534269213008
Z Median:	-0.012412151799367

Z 75%-tile: 0.066331341314822  
 Z Maximum: 0.67986463536329

Z Midrange: 0.25311907861752  
 Z Range: 0.85349111349154  
 Z Interquartile Range: 0.12686561052783  
 Z Median Abs. Deviation: 0.060419715276851

Z Mean: 0.016406825135693  
 Z Trim Mean (10%): 0.0042610946797876  
 Z Standard Deviation: 0.12335886821504  
 Z Variance: 0.015217410367295

Z Coef. of Variation: 7.5187531527151  
 Z Coef. of Skewness: 1.7258347732296

Z Root Mean Square: 0.12444514565996  
 Z Mean Square: 0.015486594278328

## Priloga D2: Izvedba in ocenitev kakovosti metode minimalne ukrivljenosti za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini

### Gridding Report

Wed Mar 12 21:03:42 2008  
 Elapsed time for gridding: 5.00 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vy\Interpolacija\_ponovna\_združitev\_vy.xls  
 X Column: E  
 Y Column: D  
 Z Column: L

#### Data Counts

Active Data: 63  
 Original Data: 63  
 Excluded Data: 0  
 Deleted Duplicates: 0  
 Retained Duplicates: 0  
 Artificial Data: 0  
 Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.1940000000177
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.069000000017695
Median:	523466.48	135450.42	-0.0020000000949949
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.052000000025146
Maximum:	568788.612	172267.29	0.20799999998417
Midrange:	524609.691	137488.01	0.0069999999832362
Range:	88357.842	69558.56	0.4020000000186
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.12100000004284
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.05599999986589
Mean:	525583.71063492	138782.29587302	0.00079365078792242
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	0.001210526310994
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.08973331895666
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.0080520685309776
Coef. of Variation:			113.06398270146
Coef. of Skewness:			0.17378830216965

#### Inter-Variable Correlation

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.124
Y:		1.000	-0.162
Z:			1.000

#### Inter-Variable Covariance

	X	Y	Z
X:			
Y:			
Z:			

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

X: 588819060.62143                      85735528.29456                      -270.56265331202  
 Y: 299940599.7747                      299940599.7747                      -252.01171458387  
 Z:    0.0080520685309776

**Planar Regression: Z = AX+BY+C**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-3.5180379444198E-007	-7.3964521834602E-007	0.28834565601976
Standard Error:	4.7905863314156E-007	6.7121549445848E-007	0.25026569784953

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.017739806346903	0.0088699031734513	1.0871
Residual:	60	0.48954051110469	0.0081590085184115	
Total:	62	0.50728031745159		

Coefficient of Multiple Determination (R<sup>2</sup>): 0.0349704211589

**Nearest Neighbor Statistics**

	Separation	Delta Z
Minimum:	1313.2435047622	0.00099999998928979
25%-tile:	3279.5766944226	0.027000000001863
Median:	4099.7930947061	0.051999999990873
75%-tile:	6838.1064183661	0.082999999984168
Maximum:	10149.959721625	0.16899999999441
Midrange:	5731.6016131933	0.084999999991851
Range:	8836.7162168624	0.16800000000512
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.055999999982305
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.031000000075437
Mean:	5003.3755636949	0.059111111109988
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.05645614034872
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.043805164265588
Variance:	5924016.577919	0.0019188924163351
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.74106480901839
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.653131976891
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.073573200779852
Mean Square:	30957783.609298	0.0054130158729924

**Complete Spatial Randomness**

Lambda: 1.0250495667464E-008  
 Clark and Evans: 1.0131308316214  
 Skellam: 125.61316097122

**Exclusion Filtering**

Exclusion Filter String: Not In Use

**Duplicate Filtering**

Duplicate Filtering: Not In Use

**Breakline Filtering**

Breakline Filtering: Not In Use

**Gridding Rules**

Gridding Method: Minimum Curvature  
 Maximum Residual: 0.00041  
 Maximum Iteration: 100000  
 Internal Tension: 0  
 Boundary Tension: 0  
 Relaxation Factor: 1



Anisotropy Ratio: 1

#### Output Grid

Grid File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev  
območjiv\ukrivljenost\_ponovna\_združitev\_vy\_dk.grd  
Grid Size: 158 rows x 200 columns  
Total Nodes: 31600  
Filled Nodes: 31600  
Blanked Nodes: 0

#### Grid Geometry

X Minimum: 480430.77  
X Maximum: 568788.612  
X Spacing: 444.00925628141  
  
Y Minimum: 102708.73  
Y Maximum: 172267.29  
Y Spacing: 443.04815286624

#### Grid Statistics

Z Minimum: -0.85257669084606  
Z 25%-tile: -0.079916831768449  
Z Median: -0.0015445607512345  
Z 75%-tile: 0.096334370636095  
Z Maximum: 0.75622622234464  
  
Z Midrange: -0.048175234250707  
Z Range: 1.6088029131907  
Z Interquartile Range: 0.17625120240454  
Z Median Abs. Deviation: 0.085826466352356  
  
Z Mean: 0.01336470134415  
Z Trim Mean (10%): 0.0094298339134223  
Z Standard Deviation: 0.14501268265786  
Z Variance: 0.021028678131628  
  
Z Coef. of Variation: 10.8504244819  
Z Coef. of Skewness: 0.40996428881364  
  
Z Root Mean Square: 0.14562724117982  
Z Mean Square: 0.021207293373647

### *Priloga D3: Izvedba in ocenitev kakovosti metode inverzne razdalje za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini*

#### Gridding Report

Wed Mar 12 21:05:01 2008  
Elapsed time for gridding: 0.19 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev  
območjiv\Interpolacija\_ponovna\_združitev\_vy.xls  
X Column: E  
Y Column: D  
Z Column: L

#### Data Counts

Active Data: 63  
Original Data: 63  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.1940000000177
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.069000000017695
Median:	523466.48	135450.42	-0.00200000000949949
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.0520000000025146
Maximum:	568788.612	172267.29	0.20799999998417
Midrange:	524609.691	137488.01	0.0069999999832362
Range:	88357.842	69558.56	0.40200000000186
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.121000000004284
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.05599999986589

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Mean:	525583.71063492	138782.29587302	0.00079365078792242
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	0.001210526310994
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.08973331895666
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.0080520685309776
Coef. of Variation:			113.06398270146
Coef. of Skewness:			0.17378830216965

**Inter-Variable Correlation**

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.124
Y:		1.000	-0.162
Z:			1.000

**Inter-Variable Covariance**

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-270.56265331202
Y:		299940599.7747	-252.01171458387
Z:			0.0080520685309776

**Planar Regression: Z = AX+BY+C**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-3.5180379444198E-007	-7.3964521834602E-007	0.28834565601976
Standard Error:	4.7905863314156E-007	6.7121549445848E-007	0.25026569784953

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.017739806346903	0.0088699031734513	1.0871
Residual:	60	0.48954051110469	0.0081590085184115	
Total:	62	0.50728031745159		

Coefficient of Multiple Determination (R<sup>2</sup>): 0.0349704211589

**Nearest Neighbor Statistics**

	Separation	Delta Z
Minimum:	1313.2435047622	0.00099999998928979
25%-tile:	3279.5766944226	0.027000000001863
Median:	4099.7930947061	0.051999999990873
75%-tile:	6838.1064183661	0.082999999984168
Maximum:	10149.959721625	0.16899999999441
Midrange:	5731.6016131933	0.084999999991851
Range:	8836.7162168624	0.16800000000512
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.055999999982305
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.031000000075437
Mean:	5003.3755636949	0.059111111109988
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.05645614034872
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.043805164265588
Variance:	5924016.577919	0.0019188924163351
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.74106480901839
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.653131976891
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.073573200779852
Mean Square:	30957783.609298	0.0054130158729924

**Complete Spatial Randomness**

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Skellam: 125.61316097122

**Exclusion Filtering**

Exclusion Filter String: Not In Use

**Duplicate Filtering**

Duplicate Filtering: Not In Use

**Breakline Filtering**

Breakline Filtering: Not In Use

**Gridding Rules**

Gridding Method: Inverse Distance to a Power  
Weighting Power: 2  
Smoothing Factor: 0  
Anisotropy Ratio: 1  
Anisotropy Angle: 0

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vy\lidv\_ponovna\_združitev\_vy.grd  
Grid Size: 158 rows x 200 columns  
Total Nodes: 31600  
Filled Nodes: 31600  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 480430.77  
X Maximum: 568788.612  
X Spacing: 444.00925628141

Y Minimum: 102708.73  
Y Maximum: 172267.29  
Y Spacing: 443.04815286624

**Grid Statistics**

Z Minimum: -0.19350482210655  
Z 25%-tile: -0.027908267367445  
Z Median: -0.0021807781865572  
Z 75%-tile: 0.025079893947528  
Z Maximum: 0.20762366814762

Z Midrange: 0.0070594230205342  
Z Range: 0.40112849025417  
Z Interquartile Range: 0.052988161314973  
Z Median Abs. Deviation: 0.026388087164252

Z Mean: 0.00080977610822958  
Z Trim Mean (10%): 0.00032545147426  
Z Standard Deviation: 0.051427242291514  
Z Variance: 0.00264476124971

Z Coef. of Variation: 63.507976796141  
Z Coef. of Skewness: 0.1934150230507

Z Root Mean Square: 0.051433617285346  
Z Mean Square: 0.0026454169870555

**Priloga D3: Izvedba in ocenitev kakovosti metode kriging za koordinatno komponento y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini**

**Gridding Report**

Wed Mar 12 21:06:17 2008  
Elapsed time for gridding: 0.25 seconds

**Data Source**

Source Data File Name: E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vy\Interpolacija\_ponovna\_združitev\_vy.xls  
X Column: E  
Y Column: D  
Z Column: L

**Data Counts**

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Active Data: 63  
 Original Data: 63  
 Excluded Data: 0  
 Deleted Duplicates: 0  
 Retained Duplicates: 0  
 Artificial Data: 0  
 Superseded Data: 0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	480430.77	102708.73	-0.1940000000177
25%-tile:	506626.37	125172.35	-0.069000000017695
Median:	523466.48	135450.42	-0.0020000000949949
75%-tile:	549313.74	155199.59	0.052000000025146
Maximum:	568788.612	172267.29	0.20799999998417
Midrange:	524609.691	137488.01	0.0069999999832362
Range:	88357.842	69558.56	0.40200000000186
Interquartile Range:	42687.37	30027.24	0.12100000004284
Median Abs. Deviation:	21307.65	11822.4	0.055999999986589
Mean:	525583.71063492	138782.29587302	0.00079365078792242
Trim Mean (10%):	525728.93785965	138971.07508772	0.001210526310994
Standard Deviation:	24265.594174086	17318.793253997	0.08973331895666
Variance:	588819060.62143	299940599.7747	0.0080520685309776
Coef. of Variation:			113.06398270146
Coef. of Skewness:			0.17378830216965

**Inter-Variable Correlation**

	X	Y	Z
X:	1.000	0.204	-0.124
Y:		1.000	-0.162
Z:			1.000

**Inter-Variable Covariance**

	X	Y	Z
X:	588819060.62143	85735528.29456	-270.56265331202
Y:		299940599.7747	-252.01171458387
Z:			0.0080520685309776

**Planar Regression: Z = AX+BY+C**

**Fitted Parameters**

	A	B	C
Parameter Value:	-3.51803794442E-007	-7.3964521834597E-007	0.28834565601976
Standard Error:	4.7905863314157E-007	6.7121549445848E-007	0.25026569784954

**Inter-Parameter Correlations**

	A	B	C
A:	1.000	0.204	-0.930
B:		1.000	0.167
C:			1.000

**ANOVA Table**

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	0.017739806346902	0.008869903173451	1.0871
Residual:	60	0.48954051110469	0.0081590085184115	
Total:	62	0.50728031745159		

Coefficient of Multiple Determination (R<sup>2</sup>): 0.034970421158899

**Nearest Neighbor Statistics**

	Separation	Delta Z
Minimum:	1313.2435047622	0.00099999998928979

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

25%-tile:	3279.5766944226	0.02700000001863
Median:	4099.7930947061	0.051999999990873
75%-tile:	6838.1064183661	0.0829999999984168
Maximum:	10149.959721625	0.16899999999441
Midrange:	5731.6016131933	0.084999999991851
Range:	8836.7162168624	0.16800000000512
Interquartile Range:	3558.5297239435	0.0559999999982305
Median Abs. Deviation:	1192.8943425649	0.031000000075437
Mean:	5003.3755636949	0.059111111109988
Trim Mean (10%):	4926.4634954153	0.05645614034872
Standard Deviation:	2433.9302738408	0.043805164265588
Variance:	5924016.577919	0.0019188924163351
Coef. of Variation:	0.48645764101774	0.74106480901839
Coef. of Skewness:	0.67157306215759	0.653131976891
Root Mean Square:	5563.9719274362	0.073573200779852
Mean Square:	30957783.609298	0.0054130158729924

#### Complete Spatial Randomness

Lambda:	1.0250495667464E-008
Clark and Evans:	1.0131308316214
Skellam:	125.61316097122

#### Exclusion Filtering

Exclusion Filter String:	Not In Use
--------------------------	------------

#### Duplicate Filtering

Duplicate Points to Keep:	First
X Duplicate Tolerance:	0.01
Y Duplicate Tolerance:	0.0082

No duplicate data were found.

#### Breakline Filtering

Breakline Filtering:	Not In Use
----------------------	------------

#### Gridding Rules

Gridding Method:	Kriging
Kriging Type:	Point
Polynomial Drift Order:	0
Kriging std. deviation grid:	no

#### Semi-Variogram Model

Component Type:	Linear
Anisotropy Angle:	0
Anisotropy Ratio:	1
Variogram Slope:	1

#### Search Parameters

No Search (use all data):	true
---------------------------	------

#### Output Grid

Grid File Name:	E:\faks\Diploma Simon\SiTra\Štajerska\parametri območja\ponovna združitev območij\vy\kriging_ponovna_združitev_vy.grd
Grid Size:	158 rows x 200 columns
Total Nodes:	31600
Filled Nodes:	31600
Blanked Nodes:	0

#### Grid Geometry

X Minimum:	480430.77
X Maximum:	568788.612
X Spacing:	444.00925628141
Y Minimum:	102708.73
Y Maximum:	172267.29
Y Spacing:	443.04815286624

#### Grid Statistics

Z Minimum:	-0.19520176584556
Z 25%-tile:	-0.06075635716851
Z Median:	-0.0068288071263702
Z 75%-tile:	0.065896131958952
Z Maximum:	0.20756446015559
Z Midrange:	0.0061813471550165
Z Range:	0.40276622600114

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

Z Interquartile Range: 0.12665248912746  
 Z Median Abs. Deviation: 0.060483475760894  
 Z Mean: 0.0016713076508624  
 Z Trim Mean (10%): 0.0013026626481479  
 Z Standard Deviation: 0.091509984356438  
 Z Variance: 0.0083740772369155  
 Z Coef. of Variation: 54.753524468829  
 Z Coef. of Skewness: 0.13694894394206  
 Z Root Mean Square: 0.091525245185027  
 Z Mean Square: 0.0083768705061793

*Priloga E1: Odstopanja na veznih točkah pri interpolaciji za koordinatni komponenti x in y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini*

Prikaz odstopanj na veznih točkah za komponento Vx												
točka	Y(m)	x(m)	H(m)	xt(m)	yt(m)	Ht(m)	vx(m)	kriging(m)	idv(m)	ukrivljenost(m)	polinom(m)	
78s_III	496472.10	139931.78	1044.540	139931.8	496472	1044.498	-0.006	-0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0252	
166_I	486206.36	123717.01	1509.190	123716.9	486206.2	1509.296	0.115	-0.0022	0.0001	-0.0026	0.1074	
171_III	503532.27	128394.32	303.360	128394.3	503532.2	303.214	0.057	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0552	
195_IV	486607.47	135438.66	882.520	135438.6	486607.3	882.568	0.091	-0.0008	-0.0002	-0.0014	0.0706	
451_II	480430.77	130667.82	1557.240	130667.6	480430.7	1557.293	0.211	0.0008	0.0003	-0.0044	0.1920	
60_IIIg	483510.31	133765.84	1119.110	133765.7	483510.2	1118.958	0.163	0.0006	0.0003	0.0002	0.1425	
670_IV	544774.13	152625.93	1043.190	152625.9	544774.3	1043.114	0.019	0.0010	0.0002	0.0009	0.0162	
66s4_III	551018.82	151684.34	271.501	151684.4	551018.9	271.479	-0.016	-0.0005	-0.0006	0.0018	-0.0138	
204s_III	549087.74	147710.93	454.900	147711	549087.9	454.915	-0.056	0.0006	-0.0007	0.0018	-0.0506	
41s_III	529504.39	163345.87	928.450	163345.7	529504.6	928.358	0.121	0.0015	0.0006	0.0018	0.0966	
89s_II	537041.75	161763.51	955.770	161763.4	537041.9	955.694	0.105	0.0002	0.0007	-0.0015	0.0871	
32_IIIg	551945.60	154751.92	271.060	154751.9	551945.6	270.982	0.033	-0.0001	-0.0001	-0.0043	0.0324	
1250_VI	549769.88	155199.59	276.651	155199.6	549769.9	276.627	0.012	-0.0033	-0.0024	-0.0050	0.0095	
386_I	562082.86	172267.29	403.014	172267	562083	403.020	0.264	0.0004	0.0002	-0.0023	0.2503	
385_I	561398.15	150437.52	470.869	150437.5	561398.1	470.862	0.028	-0.0021	-0.0004	0.0003	0.0382	
423_II	555839.99	164374.59	386.850	164374.5	555840	386.759	0.118	-0.0017	0.0003	0.0007	0.1091	
560_IIIg	551231.22	156677.01	281.066	156676.9	551231.3	281.061	0.069	0.0021	0.0028	-0.0005	0.0658	
135z2_IIIg	549919.60	156742.29	294.533	156742.2	549919.6	294.517	0.055	0.0004	0.0010	0.0037	0.0509	
199s_III	561289.52	157011.72	339.560	157011.5	561289.5	339.568	0.178	0.0015	0.0011	0.0021	0.1808	
424_II	564205.40	155612.75	359.790	155612.6	564205.3	359.731	0.191	0.0027	0.0016	-0.0014	0.1972	
340s_III	568788.61	162650.28	242.905	162650.1	568788.6	242.825	0.228	0.0000	0.0004	-0.0245	0.2292	
189_IIIId	501224.65	163133.18	913.200	163133.3	501224.7	912.727	-0.165	-0.0048	-0.0017	-0.0040	-0.2071	
191_III	496678.33	164857.39	433.640	164857.5	496678.4	433.367	-0.102	0.0014	-0.0003	-0.0013	-0.1489	
371_IV	489153.37	159683.25	751.450	159683.4	489153.4	751.409	-0.178	-0.0026	-0.0008	0.0004	-0.2239	
426s_II	548205.43	136326.51	290.564	136326.7	548205.3	290.408	-0.228	-0.0027	-0.0015	-0.0005	-0.2104	
N401	549313.74	132432.75	259.470	132433	549313.7	259.334	-0.222	-0.0007	-0.0007	0.0000	-0.1994	
214_I	557594.45	124558.24	891.107	124558.4	557594.2	891.147	-0.122	0.0006	-0.0002	0.0008	-0.0853	
48_IIIId	561304.98	135185.99	295.360	135186.1	561304.8	295.287	-0.112	-0.0024	-0.0005	-0.0003	-0.0849	
16_IIIg	553296.95	133603.93	346.210	133604.1	553296.9	346.065	-0.181	-0.0003	-0.0006	-0.0008	-0.1572	
419_II	559203.58	134744.47	337.680	134744.6	559203.4	337.648	-0.088	0.0037	0.0005	0.0012	-0.0617	
8_III	523466.48	124249.76	254.591	124250	523466.4	254.399	-0.191	-0.0080	-0.0029	-0.0044	-0.1756	
96_III	525286.32	123628.02	261.570	123628.1	525286.3	261.322	-0.111	0.0031	0.0003	0.0028	-0.0938	
101s_II	522064.72	116409.99	827.660	116410	522064.7	827.471	-0.024	-0.0007	-0.0001	-0.0011	-0.0007	
418_II	538980.00	136045.38	385.100	136045.5	538980.1	384.967	-0.077	0.0024	0.0000	-0.0005	-0.0649	
100s3_II	528718.65	132332.49	1038.449	132332.6	528718.7	1038.487	-0.116	0.0011	-0.0005	0.0011	-0.1063	
76z2_III	524373.59	135940.25	1090.940	135940.4	524373.6	1090.989	-0.169	-0.0006	-0.0002	-0.0002	-0.1661	
219_I	547425.56	143556.99	429.180	143557.1	547425.7	429.174	-0.122	-0.0005	-0.0007	-0.0017	-0.1130	
374_I	533508.69	102708.73	1024.780	102708.8	533508.7	1024.908	-0.051	-0.0021	-0.0003	-0.0045	-0.0052	

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

301_IIIg	544885.04	107781.69	331.320	107781.8	544885	331.496	-0.128	-0.0008	-0.0004	0.0000	-0.0807
746s_II	537336.44	112598.49	650.210	112598.6	537336.4	650.260	-0.072	0.0011	-0.0001	0.0016	-0.0348
103z2_II	535692.29	122614.40	393.430	122614.6	535692.3	393.327	-0.181	-0.0018	-0.0008	0.0005	-0.1560
163_IV	505349.33	125172.35	287.890	125172.3	505349.4	287.816	0.065	-0.0014	0.0003	-0.0014	0.0679
172_III	499943.32	122897.36	332.800	122897.2	499943.4	332.744	0.133	0.0009	0.0008	-0.0011	0.1350
1s_IIIg	512738.12	123164.77	257.640	123164.7	512738.2	257.553	0.070	0.0014	0.0011	-0.0010	0.0798
373s_I	508839.74	116079.27	1117.950	116079.1	508839.8	1117.922	0.131	0.0004	0.0004	0.0005	0.1463
428s_II	497419.17	126127.99	946.640	126127.9	497419.2	946.378	0.118	-0.0002	0.0005	0.0001	0.1148
124_IIIg	522849.40	109496.78	563.220	109496.7	522849.5	563.197	0.102	0.0022	0.0012	0.0008	0.1335
292_IV	529135.76	105575.78	566.450	105575.7	529135.8	566.589	0.065	0.0028	0.0009	-0.0023	0.1048
77_III	491408.44	128155.26	459.820	128155.1	491408.5	459.702	0.164	0.0025	0.0012	0.0002	0.1547
97_III	516348.88	124571.47	274.404	124571.5	516348.9	274.334	-0.016	0.0000	-0.0005	0.0004	-0.0055
98s_III	514657.32	126935.51	295.638	126935.5	514657.3	295.498	-0.009	-0.0030	-0.0007	-0.0005	-0.0022
68s_III	511386.71	127177.86	480.020	127177.8	511386.7	479.889	0.079	0.0031	0.0017	0.0003	0.0835
80_IV	510209.58	132070.92	355.850	132070.9	510209.6	355.722	0.030	-0.0006	0.0002	0.0003	0.0283
100_IV	509872.11	137059.25	475.360	137059.2	509872.2	475.248	0.028	0.0009	0.0008	-0.0012	0.0205
11_III	506626.37	135450.42	490.820	135450.4	506626.4	490.684	0.006	-0.0004	-0.0001	-0.0002	-0.0018
93_IV	510754.40	140618.28	787.380	140618.3	510754.3	787.212	0.019	0.0047	0.0013	-0.0036	0.0081
362s_IIIId	518739.71	131754.31	549.360	131754.3	518739.8	549.150	0.042	0.0066	0.0014	0.0056	0.0460
290_IV	510833.05	147075.15	485.710	147075.3	510833	485.470	-0.185	-0.0047	-0.0023	0.0006	-0.2031
293_IV	509287.81	143861.19	709.470	143861.3	509287.8	709.236	-0.090	-0.0004	-0.0004	-0.0018	-0.1055
97_II	504986.13	144834.59	866.360	144834.7	504986	866.245	-0.062	0.0013	-0.0002	0.0022	-0.0813
187s_IIIId	506671.98	166800.99	1370.800	166801	506672	1370.759	-0.007	0.0007	0.0005	0.0027	-0.0497
188s_IIIId	508676.30	164443.40	945.440	164443.4	508676.3	945.302	-0.031	0.0004	-0.0001	-0.0004	-0.0698
91z1_II	502669.95	166798.88	1522.530	166798.9	502669.8	1522.188	-0.025	0.0026	0.0006	0.0046	-0.0702
								kriging	idv	ukrivljenost	polinom
							Število točk	63.0000	63.0000	63.0000	63.0000
							Sum	0.0067	0.0023	-0.0409	-0.0020
							Minimum	-0.0080	-0.0029	-0.0245	-0.1474
							Maximum	0.0066	0.0028	0.0056	0.1065
							Mean	0.0001	0.0000	-0.0006	0.0000
							Std(m)	<b>0.0023</b>	<b>0.0010</b>	<b>0.0037</b>	0.0518

Prikaz odstopanj na veznih točkah za komponento Vy

točka	xGK(m)	y GK(m)	H(m)	xt(m)	yt(m)	Ht(m)	vy(m)	idv(m)	kriging(m)	ukrivljenost(m)	polinom(m)
78s_III	139931.78	496472.10	1044.540	139931.786	496471.951	1044.498	0.1490	0.0004	0.0006	0.0001	0.1388
166_I	123717.01	486206.36	1509.190	123716.895	486206.21	1509.296	0.1500	0.0006	0.0033	0.0023	0.1242
171_III	128394.32	503532.27	303.360	128394.263	503532.201	303.214	0.0690	0.0003	0.0007	0.0004	0.0528
195_IV	135438.66	486607.47	882.520	135438.569	486607.314	882.568	0.1560	0.0004	0.0007	0.0006	0.1390
451_II	130667.82	480430.77	1557.240	130667.609	480430.65	1557.293	0.1200	0.0000	-0.0005	-0.0025	0.0973
60_IIIg	133765.84	483510.31	1119.110	133765.677	483510.153	1118.958	0.1570	0.0003	0.0006	-0.0007	0.1377
670_IV	152625.93	544774.13	1043.190	152625.911	544774.29	1043.114	-0.1600	-0.0015	-0.0023	0.0026	-0.1438
66s4_III	151684.34	551018.82	271.501	151684.356	551018.898	271.479	-0.0780	-0.0008	-0.0006	0.0030	-0.0603
204s_III	147710.93	549087.74	454.900	147710.982	549087.883	454.915	-0.1430	-0.0023	-0.0032	0.0013	-0.1289
41s_III	163345.87	529504.39	928.450	163345.749	529504.584	928.358	-0.1940	-0.0007	-0.0012	-0.0008	-0.1752
89s_II	161763.51	537041.75	955.770	161763.405	537041.943	955.694	-0.1930	-0.0011	-0.0011	-0.0012	-0.1728
32_IIIg	154751.92	551945.60	271.060	154751.887	551945.645	270.982	-0.0450	-0.0010	-0.0017	-0.0010	-0.0247
1250_VI	155199.59	549769.88	276.651	155199.578	549769.873	276.627	0.0070	0.0024	0.0056	-0.0014	0.0269
386_I	172267.29	562082.86	403.014	172267.026	562082.965	403.020	-0.1050	-0.0001	-0.0005	0.0023	-0.0682

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

385_I	150437.52	561398.15	470.869	150437.492	561398.107	470.862	0.0430	0.0005	0.0003	-0.0027	0.0634
423_II	164374.59	555839.99	386.850	164374.472	555840.047	386.759	-0.0570	-0.0002	0.0001	0.0011	-0.0282
560_IIIg	156677.01	551231.22	281.066	156676.941	551231.25	281.061	-0.0300	-0.0017	-0.0035	0.0036	-0.0085
135z2_IIIg	156742.29	549919.60	294.533	156742.235	549919.589	294.517	0.0110	0.0024	0.0049	-0.0038	0.0321
199s_III	157011.72	561289.52	339.560	157011.544	561289.516	339.568	-0.0010	-0.0003	-0.0011	-0.0008	0.0243
424_II	155612.75	564205.40	359.790	155612.559	564205.349	359.731	0.0510	0.0010	0.0011	0.0031	0.0762
340s_III	162650.28	568788.61	242.905	162650.05	568788.556	242.825	0.0560	0.0002	0.0009	-0.0050	0.0881
189_IIIId	163133.18	501224.65	913.200	163133.345	501224.655	912.727	-0.0050	-0.0004	-0.0023	-0.0022	0.0036
191_III	164857.39	496678.33	433.640	164857.492	496678.415	433.367	-0.0850	-0.0012	-0.0052	0.0017	-0.0767
371_IV	159683.25	489153.37	751.450	159683.428	489153.374	751.409	-0.0040	0.0000	-0.0001	-0.0035	-0.0022
426s_II	136326.51	548205.43	290.564	136326.738	548205.348	290.408	0.0840	0.0009	0.0043	0.0015	0.0893
N401	132432.75	549313.74	259.470	132432.972	549313.688	259.334	0.0520	0.0000	-0.0012	-0.0008	0.0549
214_I	124558.24	557594.45	891.107	124558.361	557594.238	891.147	0.2080	0.0010	0.0020	0.0016	0.2079
48_IIIId	135185.99	561304.98	295.360	135186.102	561304.825	295.287	0.1550	0.0006	-0.0005	0.0005	0.1641
16_IIIg	133603.93	553296.95	346.210	133604.111	553296.855	346.065	0.0950	0.0004	-0.0006	-0.0006	0.1001
419_II	134744.47	559203.58	337.680	134744.558	559203.417	337.648	0.1630	0.0014	0.0020	0.0010	0.1710
8_III	124249.76	523466.48	254.591	124249.951	523466.435	254.399	0.0450	0.0017	0.0055	0.0025	0.0327
96_III	123628.02	525286.32	261.570	123628.131	525286.344	261.322	-0.0240	-0.0007	-0.0027	-0.0015	-0.0361
101s_II	116409.99	522064.72	827.660	116410.009	522064.684	827.471	0.0310	0.0004	0.0021	0.0006	0.0124
418_II	136045.38	538980.00	385.100	136045.457	538980.069	384.967	-0.0690	-0.0004	-0.0007	0.0013	-0.0671
100s3_II	132332.49	528718.65	1038.449	132332.606	528718.721	1038.487	-0.0710	-0.0006	-0.0016	-0.0013	-0.0755
76z2_III	135940.25	524373.59	1090.940	135940.419	524373.592	1090.989	-0.0020	0.0000	0.0004	0.0000	-0.0053
219_I	143556.99	547425.56	429.180	143557.112	547425.667	429.174	-0.1070	-0.0007	-0.0012	0.0021	-0.0966
374_I	102708.73	533508.69	1024.780	102708.781	533508.689	1024.908	0.0010	0.0001	0.0013	0.0049	-0.0237
301_IIIg	107781.69	544885.04	331.320	107781.818	544885.032	331.496	0.0080	0.0000	-0.0011	-0.0010	-0.0089
746s_II	112598.49	537336.44	650.210	112598.562	537336.442	650.260	-0.0020	0.0000	0.0000	-0.0006	-0.0180
103z2_II	122614.40	535692.29	393.430	122614.581	535692.295	393.327	-0.0050	0.0000	0.0002	-0.0009	-0.0142
163_IV	125172.35	505349.33	287.890	125172.285	505349.361	287.816	-0.0310	-0.0005	-0.0009	0.0032	-0.0490
172_III	122897.36	499943.32	332.800	122897.227	499943.396	332.744	-0.0760	-0.0010	-0.0030	0.0027	-0.0976
1s_IIIg	123164.77	512738.12	257.640	123164.7	512738.228	257.553	-0.1080	-0.0020	-0.0043	-0.0021	-0.1249
373s_I	116079.27	508839.74	1117.950	116079.139	508839.849	1117.922	-0.1090	-0.0004	-0.0004	0.0002	-0.1325
428s_II	126127.99	497419.17	946.640	126127.872	497419.16	946.378	0.0100	0.0003	0.0012	0.0013	-0.0101
124_IIIg	109496.78	522849.40	563.220	109496.678	522849.452	563.197	-0.0520	-0.0004	-0.0007	-0.0013	-0.0754
292_IV	105575.78	529135.76	566.450	105575.715	529135.829	566.589	-0.0690	-0.0006	-0.0024	0.0007	-0.0931
77_III	128155.26	491408.44	459.820	128155.096	491408.457	459.702	-0.0170	-0.0009	-0.0058	-0.0025	-0.0377
97_III	124571.47	516348.88	274.404	124571.486	516348.924	274.334	-0.0440	-0.0008	-0.0022	-0.0035	-0.0586
98s_III	126935.51	514657.32	295.638	126935.519	514657.285	295.498	0.0350	0.0017	0.0054	0.0035	0.0216
68s_III	127177.86	511386.71	480.020	127177.781	511386.702	479.889	0.0080	0.0008	0.0025	0.0003	-0.0064
80_IV	132070.92	510209.58	355.850	132070.89	510209.638	355.722	-0.0580	-0.0007	-0.0018	0.0016	-0.0692
100_IV	137059.25	509872.11	475.360	137059.222	509872.196	475.248	-0.0860	-0.0028	-0.0075	0.0019	-0.0936
11_III	135450.42	506626.37	490.820	135450.414	506626.379	490.684	-0.0090	0.0000	0.0000	-0.0002	-0.0189
93_IV	140618.28	510754.40	787.380	140618.261	510754.345	787.212	0.0550	0.0021	0.0089	0.0046	0.0503
362s_IIIId	131754.31	518739.71	549.360	131754.268	518739.782	549.150	-0.0720	-0.0012	-0.0038	-0.0032	-0.0804
290_IV	147075.15	510833.05	485.710	147075.335	510833.003	485.470	0.0470	0.0007	0.0026	-0.0005	0.0472
293_IV	143861.19	509287.81	709.470	143861.28	509287.848	709.236	-0.0380	-0.0005	-0.0032	-0.0007	-0.0408
97_II	144834.59	504986.13	866.360	144834.652	504985.999	866.245	0.1310	0.0015	0.0039	0.0037	0.1274
187s_IIIId	166800.99	506671.98	1370.800	166800.997	506672.014	1370.759	-0.0340	-0.0010	-0.0053	-0.0018	-0.0207
188s_IIIId	164443.40	508676.30	945.440	164443.431	508676.287	945.302	0.0130	0.0004	0.0027	0.0031	0.0252
91z1_II	166798.88	502669.95	1522.530	166798.905	502669.827	1522.188	0.1230	0.0018	0.0086	0.0034	0.1349



							idv	kriging	ukrivljenost	polinom
							število točk	63	63	63
							Sum	-0.0023	-0.0018	0.0198
							Minimum	-0.0028	-0.0075	-0.0050
							Maximum	0.0024	0.0089	0.0049
							Mean	0.0000	0.0000	0.0003
							Std(m)	0.0011	0.0032	0.0022
										0.0577

*Priloga E2: Podana odstopanja na kontrolnih točkah za koordinatni komponenti x in y v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini*

Prikazane so interpolirane vrednosti odstopanj za komponento Vx

točka	vx	Polinom (m)	ukrivljenost (m)	inverzna(m)	kriging (m)	xGK(m)	yGK(m)	xt(m)	yt(m)	Ht(m)
3s_III	-0.1900	-0.0501	-0.1248	-0.0766	-0.1042	122201.67	521267.01	122201.86	521266.98	272.70
4_III	-0.2400	-0.0697	-0.0917	-0.0788	-0.0972	120573.04	524494.36	120573.28	524494.30	345.75
105_II	-0.0600	-0.0440	-0.0174	-0.0023	-0.0118	128289.16	517148.94	128289.22	517148.95	566.67
12s_III	-0.1300	-0.0202	-0.0583	-0.0262	-0.0423	120367.49	519283.61	120367.62	519283.67	459.01
2_III	-0.1300	-0.1116	-0.1477	-0.0890	-0.1334	126636.95	527296.05	126637.08	527295.97	402.23
9_III	-0.0400	-0.0191	-0.0386	-0.0245	-0.0314	117516.98	521310.68	117517.02	521310.66	718.40
102s_III	-0.1200	-0.0924	-0.1616	-0.0790	-0.1247	128006.69	524036.97	128006.81	524036.82	355.60
11s_IIIg	0.0800	0.0091	0.0294	0.0218	0.0282	122220.67	514913.93	122220.59	514913.91	248.65
158_III	0.0400	0.1099	0.0946	0.0667	0.0974	123211.19	503846.02	123211.15	503846.08	290.97
159_III	0.0300	0.0888	0.0847	0.0583	0.0877	123310.21	505868.38	123310.18	505868.47	279.24
161_III	0.0700	0.0933	0.0795	0.0640	0.0818	124991.74	503572.86	124991.67	503572.90	296.03
173_IIIg	0.1200	0.1558	0.1278	0.0944	0.1275	121328.34	501594.78	121328.22	501594.91	325.49
360_IV	0.2300	0.0933	0.0829	0.0663	0.0836	126051.80	502333.44	126051.57	502333.38	334.04
373_IV	0.0800	0.0814	0.0833	0.0289	0.0828	115293.46	514293.93	115293.38	514294.11	784.07
398_IV	0.2700	0.1920	0.1361	0.0959	0.1405	122403.67	496615.18	122403.40	496615.21	340.83
455_II	0.1600	0.2644	0.1257	0.0671	0.1495	116654.39	498334.99	116654.23	498335.17	1183.94
56_IV	0.0800	0.0767	0.0992	0.0488	0.0972	121608.38	508766.75	121608.30	508766.71	279.60
58z2_IV	0.0800	0.0638	0.0883	0.0438	0.0862	119608.93	511818.66	119608.85	511818.68	353.41
74_IV	0.1600	0.0712	0.0822	0.0397	0.0821	117530.28	513072.63	117530.12	513072.60	564.95
344s_IV	0.0500	0.0275	0.0652	0.0436	0.0644	127790.52	508381.16	127790.47	508381.16	401.10
34s_IIIg	-0.2100	-0.0247	-0.1296	-0.0426	-0.0735	102765.21	537925.63	102765.42	537925.58	853.30
95s_II	0.0000	-0.0695	-0.1236	-0.0359	-0.0841	145755.82	527028.65	145755.82	527028.80	1505.39
98_II	-0.0600	-0.0682	-0.0395	-0.0320	-0.0603	138494.51	518834.84	138494.57	518834.99	1271.97
79_IIIId	0.0700	-0.1214	-0.1077	-0.0709	-0.1104	136893.85	531932.15	136893.78	531932.22	598.07
5_IIIg	0.0400	-0.0482	0.0554	0.0015	0.0173	135044.35	514964.87	135044.31	514964.80	969.45
99s_II	0.2200	0.0281	0.0321	0.0348	0.0386	131313.26	504912.64	131313.04	504912.61	730.17
6s_IIIg	0.0300	-0.0461	0.0373	0.0100	0.0239	130582.49	516348.84	130582.46	516348.77	493.49
85_III	0.2100	0.0126	0.0145	0.0176	0.0222	133745.83	504873.01	133745.62	504872.93	566.48
323z_IIIg	-0.2000	-0.1519	-0.1592	-0.1121	-0.1612	135107.95	543509.22	135108.15	543509.21	312.23
324_IIIId	-0.2900	-0.1195	-0.0891	-0.0719	-0.1003	140361.05	540946.86	140361.34	540946.97	512.11
N318z	-0.3200	-0.1342	-0.1755	-0.1276	-0.1684	138123.61	545245.19	138123.93	545245.17	267.04
N559	-0.1900	-0.1767	-0.2043	-0.1370	-0.1981	129658.00	546454.72	129658.19	546454.52	297.11
14_IIIg	-0.0300	-0.0432	-0.1433	-0.0540	-0.1115	160688.54	505874.04	160688.57	505874.07	844.32
161s_IIIId	-0.0900	-0.0435	-0.1816	-0.0485	-0.1370	156535.81	506125.54	156535.90	506125.58	749.72
186s_IIIId	-0.0900	0.0007	0.0631	-0.0264	0.0156	167586.81	511349.34	167586.90	511349.36	1016.78

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomaska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

238s_IIIId	0.1100	-0.0065	-0.0500	-0.0100	-0.0219	157118.12	521199.11	157118.01	521199.42	786.74
30s_III	0.0200	0.0406	0.0928	0.0992	0.0949	161894.31	528521.33	161894.29	528521.55	854.83
215_I	0.0100	-0.0449	-0.0079	-0.0111	-0.0146	150163.15	537759.30	150163.14	537759.62	1368.15
87z2_II	0.1700	0.0968	0.0965	0.0519	0.0971	160224.36	552057.40	160224.19	552057.44	420.77
216_I	-0.0100	0.0251	0.0046	0.0302	0.0168	148113.51	562833.03	148113.52	562832.94	384.63
371s_III	0.1900	0.2150	0.3362	0.1552	0.2200	162653.02	565362.89	162652.83	565362.94	330.88
206s_IIIId	-0.2600	-0.1658	-0.1752	-0.1388	-0.1728	130094.40	553503.19	130094.66	553502.92	486.91
105_IV	-0.1200	-0.0477	-0.0022	-0.0157	-0.0309	141141.17	513514.76	141141.29	513514.67	739.23
147_III	0.0300	-0.0410	-0.1804	-0.0635	-0.1479	150609.57	507201.43	150609.54	507201.51	423.80
246_IV	-0.1100	-0.0576	-0.0996	-0.0369	-0.0924	143744.77	517782.05	143744.88	517781.87	956.66
108_IV	0.2300	0.1151	0.1466	0.1109	0.1325	131061.68	490431.24	131061.45	490431.19	390.23
131_IV	0.0800	0.2708	0.2849	0.1163	0.1709	125105.64	480685.17	125105.56	480685.07	600.83
73_IIIg	0.0200	0.2309	0.1343	0.1119	0.1320	125083.95	486973.98	125083.93	486973.95	1450.68

Prikazane so interpolirane vrednosti odstopanj za komponento Vy

točka	vy(m)	inverzna(m)	kriging(m)	ukrivljenost(m)	Polinom (m)	xGK	yGK	H(m)	xt (m)	yt(m)	Ht(m)
3s_III	0.0300	0.0000	0.0129	0.0164	-0.0468	122201.67	521267.01	272.95	122201.86	521266.98	272.70
4_III	0.0600	-0.0025	0.0075	-0.0020	-0.0488	120573.04	524494.36	345.97	120573.28	524494.30	345.75
105_II	-0.0100	-0.0149	-0.0121	-0.0008	-0.0303	128289.16	517148.94	566.62	128289.22	517148.95	566.67
12s_III	-0.0600	-0.0119	-0.0115	-0.0146	-0.0499	120367.49	519283.61	459.13	120367.62	519283.67	459.01
2_III	0.0800	-0.0120	-0.0290	-0.0227	-0.0420	126636.95	527296.05	402.33	126637.08	527295.97	402.23
9_III	0.0200	0.0195	0.0181	0.0231	-0.0576	117516.98	521310.68	718.40	117517.02	521310.66	718.40
102s_III	0.1500	-0.0095	-0.0147	0.0106	-0.0416	128006.69	524036.97	355.69	128006.81	524036.82	355.60
11s_IIIg	0.0200	-0.0483	-0.0758	-0.0956	-0.0389	122220.67	514913.93	248.76	122220.59	514913.91	248.65
158_III	-0.0600	-0.0225	-0.0568	-0.0696	-0.0017	123211.19	503846.02	291.09	123211.15	503846.08	290.97
159_III	-0.0900	-0.0236	-0.0597	-0.0704	-0.0088	123310.21	505868.38	279.31	123310.18	505868.47	279.24
161_III	-0.0400	-0.0149	-0.0233	-0.0290	0.0069	124991.74	503572.86	295.99	124991.67	503572.90	296.03
173_IIIg	-0.1300	-0.0407	-0.0781	-0.0968	-0.0021	121328.34	501594.78	325.72	121328.22	501594.91	325.49
360_IV	0.0600	0.0038	0.0040	0.0043	0.0162	126051.80	502333.44	334.29	126051.57	502333.38	334.04
373_IV	-0.1800	-0.0328	-0.0726	-0.0758	-0.0645	115293.46	514293.93	783.97	115293.38	514294.11	784.07
398_IV	-0.0300	-0.0144	-0.0328	-0.0426	0.0234	122403.67	496615.18	341.06	122403.40	496615.21	340.83
455_II	-0.1800	-0.0130	-0.0557	-0.0571	-0.0187	116654.39	498334.99	1183.92	116654.23	498335.17	1183.94
56_IV	0.0400	-0.0358	-0.0887	-0.1054	-0.0255	121608.38	508766.75	279.69	121608.30	508766.71	279.60
58z2_IV	-0.0200	-0.0480	-0.1006	-0.1210	-0.0418	119608.93	511818.66	353.58	119608.85	511818.68	353.41
74_IV	0.0300	-0.0423	-0.0880	-0.1004	-0.0529	117530.28	513072.63	565.10	117530.12	513072.60	564.95
344s_IV	0.0000	-0.0105	-0.0068	0.0019	-0.0029	127790.52	508381.16	401.23	127790.47	508381.16	401.10
34s_IIIg	0.0500	-0.0056	0.0055	0.0044	0.0093	102765.21	537925.63	853.25	102765.42	537925.58	853.30
98_II	-0.1500	-0.0140	-0.0285	-0.0057	-0.0301	138494.51	518834.84	1271.92	138494.57	518834.99	1271.97
79_IIIId	-0.0700	-0.0278	-0.0724	-0.0784	-0.0502	136893.85	531932.15	598.17	136893.78	531932.22	598.07
5_IIIg	0.0700	-0.0225	-0.0531	-0.0670	-0.0164	135044.35	514964.87	969.56	135044.31	514964.80	969.45
99s_II	0.0300	0.0075	0.0334	0.0520	0.0210	131313.26	504912.64	730.13	131313.04	504912.61	730.17
6s_IIIg	0.0700	-0.0287	-0.0350	-0.0326	-0.0250	130582.49	516348.84	493.61	130582.46	516348.77	493.49
85_III	0.0800	-0.0040	0.0245	0.0400	0.0261	133745.83	504873.01	566.64	133745.62	504872.93	566.48
323z_IIIg	0.0100	0.0033	-0.0045	0.0055	-0.0123	135107.95	543509.22	312.43	135108.15	543509.21	312.23
324_IIIId	-0.1100	-0.0309	-0.0848	-0.0956	-0.0438	140361.05	540946.86	512.22	140361.34	540946.97	512.11
N318z	0.0200	0.0121	-0.0075	0.0091	-0.0153	138123.61	545245.19	267.18	138123.93	545245.17	267.04
N559	0.2000	0.0344	0.0451	0.0379	0.0309	129658.00	546454.72	297.28	129658.19	546454.52	297.11
14_IIIg	-0.0300	0.0082	0.0226	0.0328	-0.0079	160688.54	505874.04	844.52	160688.57	505874.07	844.32

Mansutti, S. 2008. Modeliranje distorzij koordinatnih sistemov v geodeziji...  
 Diplomska naloga – UNI. Ljubljana, UL, FGG, Oddelek za geodezijo, Geodetska smer.

161s_IIIId	-0.0400	0.0102	0.0364	0.0507	0.0043	156535.81	506125.54	750.36	156535.90	506125.58	749.72
186s_IIIId	-0.0200	-0.0007	-0.0363	-0.0992	-0.0631	167586.81	511349.34	1016.87	167586.90	511349.36	1016.78
238s_IIIId	-0.3100	-0.0288	-0.0849	-0.0894	-0.0725	157118.12	521199.11	786.88	157118.01	521199.42	786.74
30s_III	-0.2200	-0.1665	-0.1788	-0.1807	-0.1145	161894.31	528521.33	854.98	161894.29	528521.55	854.83
215_I	-0.3200	-0.0540	-0.1573	-0.1790	-0.0860	150163.15	537759.30	1368.21	150163.14	537759.62	1368.15
87z2_II	-0.0400	-0.0260	-0.0408	-0.0294	-0.0904	160224.36	552057.40	420.86	160224.19	552057.44	420.77
216_I	0.0900	0.0254	0.0660	0.0798	0.0886	148113.51	562833.03	384.50	148113.52	562832.94	384.63
371s_III	-0.0500	0.0179	0.0185	0.0577	0.0120	162653.02	565362.89	330.91	162652.83	565362.94	330.88
206s_IIIId	0.2700	0.0744	0.1210	0.1093	0.1003	130094.40	553503.19	486.78	130094.66	553502.92	486.91
105_IV	0.0900	0.0108	0.0069	0.0430	-0.0098	141141.17	513514.76	739.34	141141.29	513514.67	739.23
147_III	-0.0800	0.0264	0.0664	0.0898	0.0124	150609.57	507201.43	424.06	150609.54	507201.51	423.80
246_IV	0.1800	-0.0025	-0.0151	0.0321	-0.0301	143744.77	517782.05	956.76	143744.88	517781.87	956.66
108_IV	0.0500	0.0367	0.0569	0.0371	0.0890	131061.68	490431.24	390.53	131061.45	490431.19	390.23
131_IV	0.1000	0.0886	0.1353	0.2843	0.1002	125105.64	480685.17	600.95	125105.56	480685.07	600.83
73_IIIg	0.0300	0.1215	0.1168	0.1119	0.0778	125083.95	486973.98	1450.65	125083.93	486973.95	1450.68
66s_III	0.0000	0.0005	0.0048	0.0105	0.0629	157762.32	493581.83	722.09	157762.29	493581.83	721.81