

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Sedej, D., 2016. Analiza transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM na manjšem območju. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Stopar, B.): 39 str.

Datum arhiviranja: 13-07-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Sedej, D., 2016. Analiza transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM na manjšem območju. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Stopar, B.): 39 pp.

Archiving Date: 13-07-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GEODEZIJA
SMER ZA PROSTORSKO
INFORMATIKO**

Kandidat:

DEJAN SEDEJ

**ANALIZA TRANSFORMACIJE KOORDINAT MED
KOORDINATNIMA SISTEMOMA D48/GK IN D96/TM
NA MANJŠEM OBMOČJU**

Diplomska naloga št.: 430/PI

**ANALYSIS OF TRANSFORMATION COORDINATES
BETWEEN COORDINATE SYSTEMS D48/GK AND
D96/TM FOR A SMALL AREA**

Graduation thesis No.: 430/PI

Mentor:
prof. dr. Bojan Stopar

Ljubljana, 01. 07. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisani študent Dejan Sedej, vpisna številka 26202188, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Analiza transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM na manjšem območju

IZJAVLJAM

1. a) da je pisno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

b) da je pisno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V _____

Datum _____

Podpis študenta:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 528.23(497.4)(043.2)
Avtor: Dejan Sedej
Mentor: prof. dr. Bojan Stopar
Naslov: Analiza transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM na manjšem območju
Tip dokumenta: diplomska naloga
Obseg in oprema: 39 str., 22 pregl., 8 sl., 7 graf., 8 pril.
Ključne besede: D48/GK, D96/TM, GNSS, transformacija, transformacijski parametri, analiza

Izvleček

V diplomski nalogi smo predstavili transformacijo med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM. Koordinate veznih točk v koordinatnem sistemu D48/GK so znane, v koordinatnem sistemu D96/TM pa so koordinate določene z uporabo GNSS-tehnologije z metodo VRS. Transformacijski parametri predstavljajo povezavo dveh koordinatnih sistemov in omogočajo preračun koordinat med koordinatnima sistemoma. Glavni namen diplomske naloge je poskus izvedbe optimalne podobnostne transformacije med omenjenima koordinatnima sistemoma glede na različno število in razporeditev veznih točk ter glede na velikost območja transformacije v dveh industrijsko-obrtnih conah v Logatcu.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 528.23(497.4)(043.2)
Author: Dejan Sedej
Supervisor: Prof. Bojan Stopar, Ph.D.
Title: Analysis of transformation coordinates between coordinate systems D48/GK and D96/TM for a small area
Type of document: diploma thesis
Notes: 39 p., 22 tab., 8 fig., 7 graph., 8 eq.
Key words: D48/GK, D96/TM, GNSS, transformation, transformation parameters, analysis

Abstract:

The following thesis presents the transformation between coordinate systems D48/GK and D96/TM. The coordinates of tie points in the coordinate system D48/GK are known. In the coordinate system D96/TM the coordinates have been determined using GNSS-technology with the VRS-method. Transformation parameters represent the connection between the two coordinate systems and enable the conversion of the coordinates between the two coordinate systems. The main purpose of this thesis is the attempt to perform an optimum similar transformation between the two mentioned coordinate systems, according to a different number and arrangement of tie points as well as the size of transformation area in two trade-industrial zones in Logatec.

ZAHVALA

Za pomoč in podporo pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. Bojanu Stoparju.

Zahvaljujem se družini za finančno pomoč pri študiju ter partnerki za moralno podporo v času študija.

Hvala tudi podjetju Hektar, d. o. o., ki mi je omogočil uporabo instrumentarija za izvedbo meritev ter za odgovore na vsa moja vprašanja.

KAZALO VSEBINE

IZJAVE	III
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	IV
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION	V
ZAHVALA	VI
1 UVOD	1
2 KOORDINATNI SISTEMI	2
2.1 Državni koordinatni sistem.....	2
2.1.1 Horizontalni koordinatni sistem glede na Besselov referenčni elipsoid.....	2
2.1.2 Horizontalni koordinatni sistem ETRS89	3
2.1.3 Ravninski koordinatni sistem D48/GK.....	3
2.1.4 Ravninski koordinatni sistem D96/TM.....	3
2.1.5 Višinski državni koordinatni sistem	3
3 GNSS-IZMERA	5
3.1 Metode GNSS-izmere.....	6
3.1.1 Statična GNSS-izmera.....	6
3.1.2 Hitra statična metoda GNSS-izmere.....	6
3.1.3 Kinematična metoda GNSS-izmere.....	7
3.1.4 RTK-GNSS-metoda izmere	7
3.1.5 VRS (Virtual Reference Station)	7
3.2 Omrežje SIGNAL.....	8
4 TRANSFORMACIJE KOORDINATNIH SISTEMOV	9
4.1 Vrste transformacij v geodeziji.....	9
4.1.1 Podobnostna transformacija.....	10
4.1.2 Navodila za izvedbo transformacije v nalogah geodetske izmere	11
5 IZVEDBA MERITEV IN POSTOPEK TRANSFORMACIJE	12
5.1 Instrumentarij za GNSS-izmero	13
5.2 Srednje vrednosti koordinat veznih točk	14
5.3 Postopek izračuna transformacijskih parametrov s programom SiTraNet	15
5.3.1 Grobi pogreški in vrednotenje kakovosti transformacije.....	16
5.3.1.1 Globalni test modela »data snooping«.....	16
5.3.1.2 Metoda »tau-test«	17
5.3.1.3 Vrednotenje kakovosti transformacije.....	17
6 IZRAČUN TRANSFORMACIJE IN ANALIZA REZULTATOV	18
6.1 Transformacija koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM za IOC Zapolje	18

6.1.1	<i>Transformacija z 9 veznimi točkami</i>	19
6.1.2	<i>Transformacija s 6 veznimi točkami</i>	21
6.2	Transformacija koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM za OC Logatec	23
6.2.1	<i>Transformacija z 9 veznimi točkami</i>	24
6.2.2	<i>Transformacija s 6 veznimi točkami</i>	25
6.3	Izravnava transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM skupaj za IOC Zapolje in OC Logatec.....	28
6.3.1	<i>Transformacija z 12 veznimi točkami</i>	28
6.3.2	<i>Transformacija z 10 veznimi točkami</i>	30
6.3.3	<i>Transformacija z 8 veznimi točkami</i>	32
7	SKLEP	35
	VIRI	37
	SEZNAM PRILOG	39

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Srednje vrednosti koordinat veznih točk v ETRS89 koordinatnem sistemu	15
Preglednica 2: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – IOC Zapolje – 9 točk	20
Preglednica 3: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje – 9 točk	20
Preglednica 4: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje – 9 točk	20
Preglednica 5: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – IOC Zapolje – 6 točk	21
Preglednica 6: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje – 6 točk	21
Preglednica 7: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje – 6 točk	22
Preglednica 8: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – OC Logatec – 9 točk.....	24
Preglednica 9: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – OC Logatec – 9 točk.....	24
Preglednica 10: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – OC Logatec – 9 točk	24
Preglednica 11: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – OC Logatec – 6 točk.....	25
Preglednica 12: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – OC Logatec – 6 točk.....	26
Preglednica 13: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – OC Logatec – 6 točk	26
Preglednica 14: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za skupno območje – IOC Zapolje in OC Logatec – 12 točk	29
Preglednica 15: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec 12 točk.....	29
Preglednica 16: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 12 točk.....	29
Preglednica 17: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za skupno območje – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk	31
Preglednica 18: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk.....	31
Preglednica 19: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk.....	31
Preglednica 20: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za skupno območje – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk.....	32
Preglednica 21: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk.....	33
Preglednica 22: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk.....	33

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje – 9 točk	21
Grafikon 2: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje – 6 točk	22
Grafikon 3: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – OC Logatec – 9 točk	25
Grafikon 4: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – OC Logatec – 6 točk	27
Grafikon 5: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje in OC Logatec – 12 točk	30
Grafikon 6: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk	32
Grafikon 7: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk	34

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz elipsoidne višine h , geoidne višine (ondulacije) N in ortometrične višine H (Kuhar et al., 2011, str. 227)	4
Slika 2: Helmertova podobnostna 7-parametrična transformacija (Kogoj in Stopar, 2009: str. 31)	10
Slika 3: Primerna razporeditev veznih točk (Mozetič et al., 2006: str. 18)	12
Slika 4: Neprimerna razporeditev veznih točk (Mozetič et al., 2006: str. 19).....	13
Slika 5: SmartStation (Tuno et al., 2010: str. 658)	14
Slika 6: Območje za izračun transformacijskih parametrov IOC Zapolje.....	19
Slika 7: Območje za izračun transformacijskih parametrov OC Logatec	23
Slika 8: Območje za izračun transformacijskih parametrov IOC Zapolje in OC Logatec	28

1 UVOD

V Sloveniji smo leta 2008 uvedli nov horizontalni koordinatni sistem ETRS89 za potrebe evidentiranja nepremičnin v zemljiškem katastru in katastru stavb. Z uvedbo novega koordinatnega sistema se je pojavila potreba po transformaciji geolociranih prostorskih podatkov iz starega državnega koordinatnega sistema v nov državni koordinatni sistem in obratno (UL RS št. 47/2006).

Zavedati se moramo, da kadar govorimo o starem in novem koordinatnem sistemu, imamo v mislih predvsem to, da imamo opravka z dvema koordinatnima sistemoma z nastankom v različnem časovnem obdobju, kar vpliva na samo zanesljivost in seveda tudi natančnost prostorskih podatkov. Tukaj moramo opozoriti predvsem na bistveno razliko med sistemoma, ki se nanaša na homogenost kakovosti prostorskih podatkov.

Star državni koordinatni sistem nima homogene natančnosti v položaju prostorskih podatkov, ker ti vsebujejo vse morebitne pogreške izhodiščnih točk, kar v praksi pomeni, da točka, ki ji določimo položaj z ene trigonometrične ali poligonske točke, nima enakih koordinat, kot če ji določimo koordinate z druge trigonometrične oziroma poligonske točke. Razlike med koordinatami točk, določene iz različnih izhodišč, je potrebno iskati v metodah dela, ki so se uporabljale včasih, zmožnostih takratnega instrumentarija ter načinih obdelave podatkov, ki so bili v uporabi v preteklosti. Položaji točk, določeni z GNSS ali s kombinirano izmero v novem koordinatnem sistemu, pa imajo homogeno natančnost na območju celotne Slovenije.

Glavni namen diplomske naloge je določiti transformacijske parametre na manjšem območju med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM v dveh industrijsko-obrtnih conah v Logatcu. Koordinate veznih točk v koordinatnem sistemu ETRS89 smo določili s pomočjo GNSS-izmere z metodo VRS. Položaji točk v koordinatnem sistemu D48/GK so znani že od prej, saj se na teh deloviščih izvaja precej geodetskih del: od geodetskih načrtov, zakoličb objektov ter ureditev mej in parcelacij. Za ustrezno povezavo obeh koordinatnih sistemov je priporočljivo določiti in uporabljati transformacijske parametre, ki omogočajo določitev optimalne povezave med koordinatnima sistemoma.

Transformacijo med koordinatnimi sistemi izvajamo, kadar imamo položaje točk določene v koordinatnih sistemih z različnimi datumi. V tej diplomski nalogi bomo analizirali kakovost transformacije med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM za več območij z različnim številom veznih točk. Uporabljali bomo Helmertovo podobnostno 7-parametrično transformacijo. Kovariančna matrika koordinat točk v obeh koordinatnih sistemih bo enotska matrika, kar pomeni, da bomo predpostavili, da so koordinate vseh točk v obeh koordinatnih sistemih določene z enako natančnostjo. Analizirali bomo koordinate točk po transformaciji glede na velikost območja transformacije ter števila in razporeditve veznih točk. Kot glavno merilo kakovosti transformacije bomo uporabili odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v končnem koordinatnem sistemu. Predvidevamo, da bomo tako lahko dobili določen vpogled v homogenost kakovosti starega državnega koordinatnega sistema na obravnavanem območju.

2 KOORDINATNI SISTEMI

Koordinatni sistem je množica pravil, na podlagi katerih se točkam v prostoru dodeli koordinate. Koordinata točke je eno izmed n -terice števil, s katerimi je podan položaj točke v n -razsežnem koordinatnem sistemu. Položaj točke je obravnavan kot absolutna količina, koordinate točk pa kot relativne količine, ki so odvisne od koordinatnega sistema (Stopar et al., 2015).

V geodeziji ločimo med dvo- in trirazsežnimi kartezičnimi koordinatnimi sistemi, koordinatnimi sistemi na krogli, koordinatnimi sistemi na elipsoidu ter koordinatnimi sistemi v ravnini kartografske projekcije.

Vzpostavitev koordinatnega sistema je sestavljena iz dveh korakov (Stopar et al., 2015):

- teoretična definicija koordinatnega sistema;
- povezava teoretično definirane koordinatnega sistema s fizičnim objektom, za katerega vzpostavljamo koordinatni sistem.

Pri vzpostavitvi koordinatnih sistemov je pomembno upoštevati fizične lastnosti objekta, za katerega vzpostavljamo koordinatni sistem. V primeru vzpostavitve koordinatnega sistema Zemlje je tako potrebno upoštevati maso, težnostno polje ter dnevno in letno vrtenje Zemlje.

2.1 Državni koordinatni sistem

Državni koordinatni sistem predstavlja temelj za umeščanje prostorskih podatkov na ozemlju države v prostor. V geodeziji horizontalno in vertikalno komponento položaja obravnavamo ločeno. V združeni obliki pa horizontalna in vertikalna komponenta omogočata določitev položaja v trirazsežnem prostoru. V Sloveniji uporabljamo dva ravninska (horizontalna) koordinatna sistema ter en višinski (vertikalni) sistem. Za vzpostavitev, vzdrževanje ter vodenje državnega koordinatnega sistema je pristojna geodetska uprava Republike Slovenije (portal Prostor, 2015).

Koordinatni sistemi, ki jih trenutno uporabljamo v Sloveniji, so:

- horizontalni koordinatni sistem glede na Besselov referenčni elipsoid;
- horizontalni koordinatni sistem ETRS89;
- ravninski državni koordinatni sistem D48/GK;
- ravninski državni koordinatni sistem D96/TM;
- višinski (vertikalni) državni koordinatni sistem.

2.1.1 Horizontalni koordinatni sistem glede na Besselov referenčni elipsoid

Nastanek tega koordinatnega sistema sega v obdobje Avstro-Ogrske monarhije. Horizontalni koordinatni sistem je definiran s pomočjo Besselovega referenčnega elipsoida, ki se najbolj prilega območju geoida na območju Slovenije. Koordinate na Besselovem elipsoidu podajamo z geografskimi koordinatami (φ, λ) , katerim je dodana ortometrična višina H (Stopar et al., 2015).

2.1.2 Horizontalni koordinatni sistem ETRS89

V Sloveniji se od začetka leta 2008 v zemljiškem katastru in katastru stavb uporablja nov horizontalni koordinatni sistem ETRS89, ki je del ESRS (European Spatial Reference System). Horizontalno komponento položaja predstavljata koordinati (φ , λ) in dodana elipsoidna višina h . Referenčna ploskev tega koordinatnega sistema je geocentrični elipsoid GRS80 (Stopar, 2007).

2.1.3 Ravnski koordinatni sistem D48/GK

V tem koordinatnem sistemu uporabljamo za prehod iz Besselovega referenčnega elipsoida na ravnino Gauss-Krugerjevo kartografsko projekcijo. Omenjena projekcija je valjna, prečna, konformna projekcija. Slovenija se nahaja v 5. coni s srednjim meridianom $\lambda = 15^\circ$. Koordinate točk v ravninskem koordinatnem sistemu so podane s koordinatami (y , x) in ortometrično višino H (Stopar et al., 2015).

2.1.4 Ravnski koordinatni sistem D96/TM

V tem koordinatnem sistemu uporabljamo za prehod na ravnino prečno Mercatorjevo kartografsko projekcijo, ki je matematično enaka Gauss-Krugerjevi kartografski projekciji, razlikuje se le v parametrih referenčnega elipsoida. Koordinate točk v ravninskem koordinatnem sistemu podajamo s koordinatama (e , n), katerim dodamo ortometrično višino H (portal Prostor, 2016).

2.1.5 Višinski državni koordinatni sistem

Višinski državni koordinatni sistem predstavlja temeljna geodetska višinska mreža Republike Slovenije, ki jo podajajo višine reperjev v sistemu normalnih ortometričnih višin. Točke imajo določene višine na podlagi nivelmanske izmere z izhodiščem na mareografu v Trstu (pomol Sartorio), preračunane na fundamentalni reper, ki se nahaja v Rušah (portal Prostor, 2015).

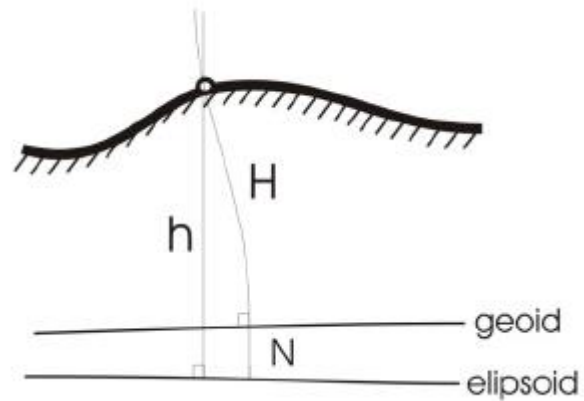
Višino v geodeziji obravnavamo kot oddaljenost od višinske referenčne ploskve vzdolž določene linije. Višinska referenčna ploskev je lahko geoid ali elipsoid, linija pa težiščnica ali normala. Običajno je v geodeziji podana glede na referenčne ploskve, ki so določene glede na fizikalne lastnosti težnostnega polja, kot sta geoid in kvazigeoid. V realnosti imamo pri določanju višin opraviti z naslednjimi ploskvami:

- zemeljsko površje;
- referenčni elipsoid;
- geoid.

Višina je podana z eno koordinato:

- elipsoidna višina (h);
- geoidna ondulacija (N);
- ortometrična višina (H).

Razmerja med zgoraj omenjenimi količinami so podana z enačbo $h = H + N$.



Slika 1: Prikaz elipsoidne višine h , geoidne višine (ondulacije) N in ortometrične višine H (Kuhar et al., 2011, str. 227)

3 GNSS-IZMERA

Pod pojmom GNSS- (Global Navigation Satellite System) izmera razumemo določanje položaja točk s pomočjo satelitske tehnologije. Za določanje položaja na osnovi GNSS-izmere sta trenutno v uporabi ameriški GPS in ruski GLONASS, medtem ko sta evropski Galileo ter kitajski Beidou v fazi vzpostavljanja in testiranja.

Vse sisteme GNSS sestavljajo trije segmenti (Stopar in Pavlovčič Prešeren, 2011):

- vesoljski segment predstavljajo navigacijski sateliti, ki oddajajo signal uporabnikom;
- kontrolni segment sestavljajo kontrolne postaje, razporejene ob ekvatorju;
- uporabniški segment smo uporabniki GNSS-sistema.

Določitev položaja z uporabo GNSS-tehnologije temelji na uporabi kodnih ali faznih opazovanjih, ki omogočajo pridobitev absolutnega ali relativnega položaja GNSS-sprejemnika. Določitev položaja za potrebe v geodeziji temelji predvsem na faznih opazovanjih določanja relativnega položaja.

Po drugi metodologiji pa delimo metode GNSS-izmere glede na način izvedbe meritev na terenu. Delitev izhaja iz tega ali sprejemnik med izmero miruje, ali se giblje po terenu. Glede na to delitev obstajata dve metodi:

- statična metoda GNSS-izmere;
- kinematična metoda GNSS-izmere.

V geodeziji je za potrebe zemljiško katastrske izmere dovoljena le uporaba GNSS-opreme, ki ustreza naslednjim tehničnim specifikacijam GNSS-sprejemnikov (Mozetič et al., 2006):

- najmanj dvofrekvenčni GNSS-sprejemnik;
- najmanj dvofrekvenčna GNSS-antena, ki učinkovito zmanjša učinke večpotja (multipath) in interference signalov;
- določitev baznih vektorjev z natančnostjo 10 mm + 2 ppm (za horizontalni položaj) in 20 mm + 2 ppm (za višinsko komponento);
- uporaba RTK-metode izmere z navezavo na omrežje permanentnih postaj.

Metode GNSS-izmere omogočajo določitev koordinat točk neposredno v ETRS89 koordinatnem sistemu, zato je priporočljiva uporaba teh metod ob upoštevanju naslednjih priporočil za doseganje nekaj centimetske natančnosti (Mozetič et al., 2006):

- sprejem signala z vsaj 5–6 GNSS-satelitov nad obzorjem s primerno konstelacijo ter čim manjšim PDOP faktorjem;
- izogibanje fizičnim oviram, kot so neugoden relief, visoki objekti in drevesa v bližini točk, katerim položaj določamo z GNSS-izmero, kar še posebej velja za točke, ki se nahajajo severno od ovir;
- izogibanje ravnim pločevinastim površinam, ki lahko povzročijo odboje prejetega signala z GNSS-satelitov, kar povzroči večpotje (multipath);
- izogibanje virom elektromagnetnega valovanja, kot so oddajniki, transformatorji, radijski pretvorniki ipd. v neposredni bližini točk, kar lahko povzroči interferenco z GNSS-signali;

- izvedba centriranja na točki s pomočjo libele na anteni GNSS pri določanju koordinat detajlnih točk. Pri opazovanju točk za določitev koordinat izmeritvene mreže pa se priporoča prisilno centriranje ter redno kalibriranje grezila za centriranje instrumenta;
- uporaba VRS-tehnologije zahteva nemoteno delovanje omrežja SIGNAL;
- izmera v realnem času zahteva pokritost območja z GSM/GPRS/UMTS-signalom.

3.1 Metode GNSS-izmere

Od začetka praktične uporabe GNSS-izmere pa do danes se je razvilo več metod, ki povzemajo značilnosti statične ali kinematične metode (Stopar in Pavlovčič Prešeren, 2011).

3.1.1 Statična GNSS-izmera

To je osnovna metoda za določanje relativnega položaja, ki temelji na faznih opazovanjih ter spremembi geometrijske razporeditve satelitov v času trajanja opazovanj (30–120 minut). Izmera se običajno izvaja z več sprejemniki istočasno ter v več serijah, ker imamo običajno na razpolago manjše število sprejemnikov kot je število opazovanih točk. Rezultat obdelave podatkov opazovanj statične izmere so bazni vektorji med opazovanimi točkami. Ob ustreznem poznavanju modelov za modeliranje ionosferske refrakcije ter uporabi učinkovitih algoritmov za določanje fazne nedoločenosti lahko pridobimo bazne vektorje z relativno natančnostjo do $10^{-6} * D$, ob upoštevanju natančnih efemerid (timic) satelitov tudi do $10^{-7} * D$, kjer je D dolžina baznega vektorja. Najvišjo natančnost določitve koordinat pa lahko dosežemo z izravnavo baznih vektorjev v GNSS-mreži (Stopar in Pavlovčič Prešeren, 2011).

3.1.2 Hitra statična metoda GNSS-izmere

Hitra statična metoda je praktično enaka statični metodi, le da je čas opazovanj krajši. To metodo imenujemo tudi Rapid StaticTM ali Fast StaticTM. Nastanek te metode sovпада z razvojem algoritmov za učinkovito določitev fazne nedoločenosti. Za določitev teh neznank potrebujemo opazovanja s petih ali več satelitov (Stopar in Pavlovčič Prešeren, 2011).

Pri izvajanju hitre statične izmere je potrebno upoštevati sledeča priporočila (Mozetič et al., 2006):

- interval registracije je 5 s – odvisno od pogojev opazovanja;
- trajanje opazovanj je najmanj 10 min + 1min/km oddaljenosti od referenčne postaje;
- višinski kot je 10–15°;
- največji PDOP je 6.

Hitra statična metoda GNSS-izmere je za uporabo v geodeziji primernejša, ker je čas opazovanj bistveno krajši, kakor pri statični metodi.

3.1.3 Kinematična metoda GNSS-izmere

Kinematična metoda izmere temelji na določitvi relativnega položaja premičnega GNSS-sprejemnika, ki se med izmero giblje po terenu glede na mirujoči referenčni sprejemnik. Najpomembneje pri tej metodi je inicializacija meritev, kar pomeni določitev fazne nedoločenosti za opazovanja vseh satelitov. Pogoj za določitev položaja točk, ki jih določamo s premičnim sprejemnikom, je neprekinjen sprejem signala z vsaj štirih satelitov v času trajanja izmere. Zaradi relativno kratkega časa opazovanj na posameznih točkah je potrebno zagotoviti pogoje, ki karseda odpravijo vpliv sistematičnih pogreškov z izvorom v okolici GNSS-sprejemnika (Stopar in Pavlovčič Prešeren, 2011).

Omenjena metoda se v geodeziji uporablja le izjemoma. Uporabljamo jo takrat, kadar ne potrebujemo koordinat točk že med samo izmero.

3.1.4 RTK-GNSS-metoda izmere

Ta metoda je v osnovi kinematična metoda GNSS-izmere. Pri RTK-GNSS-metodi potrebujemo radijsko povezavo med referenčnim (baznim) in premičnim sprejemnikom v času trajanja izmere ter ustrezno programsko opremo za obdelavo opazovanj obeh sprejemnikov. Bazni sprejemnik lahko nadomesti stalno delujoča (permanentna) postaja GNSS ali VRS-postaja. Uporablja se lahko v različnih nalogah inženirske geodezije, primerna pa je tudi v detajlni izmeri (Stopar in Pavlovčič Prešeren, 2011).

Priporočila za RTK-GNSS-izmero (Mozetič et al., 2006):

- interval registracije je 1 s;
- število meritev pri stop & go je v idealnih pogojih (vsaj 8 satelitov, kadar je PDOP < 2 je dovolj 6 satelitov) vsaj 10 meritev, drugače vsaj 20 meritev;
- najmanjši višinski kot je 10°;
- največji PDOP je 6;
- shranjevanje originalnih podatkov opazovanj, za morebitno naknadno obdelavo;
- navezava na VRS, kadar je bazna postaja oddaljena več kot 5 km;
- preverjanje inicializacije na kontrolni točki;
- pri slabših pogojih podaljšamo čas opazovanja.

Ta metoda se uporablja pri vsakodnevnih nalogah v geodeziji, saj ima številne prednosti pred zgoraj omenjenimi metodami, ker nam omogoča vpogled v opravljeno delo že med samo terensko izmero, česar za ostale metode ne moremo trditi.

3.1.5 VRS (Virtual Reference Station)

Je metoda določitve koordinat s pomočjo opazovanj t. i. navidezne referenčne postaje. Določitev koordinat s to metodo je glede natančnosti primerljiva z zgoraj omenjenimi metodami, omogoča pa določitev koordinat v realnem času. Vsaki točki moramo koordinate določiti vsaj dvakrat v razmiku najmanj pol ure. V tem času se spremeni geometrijska razporeditev satelitov, kar nam zagotavlja minimalen nadzor nad kakovostjo določitve koordinat.

VRS je metoda, ki je podprta z omrežjem stalno delujočih GNSS-postaj. V omrežju postaj GNSS permanentne postaje neprekinjeno sprejemajo signal satelitov GNSS, kar omogoča neprekinjeno vzpostavitev modela vplivov na opazovanja. Na podlagi koordinat virtualne referenčne postaje ter modeliranih vplivov na opazovanja se izračunajo vrednosti opazovanj, enako kot bi jih izvedel fizični sprejemnik na lokaciji virtualne referenčne postaje. VRS-opazovanja obravnavamo enako kot opazovanja dejanske – fizične GNSS-postaje (GURS, 2015).

VRS-metodo se uporablja takrat, kadar zaradi prevelike oddaljenosti od posamezne referenčne postaje navezava na le eno postajo ne zagotavlja ustrezne natančnosti določitve koordinat. Največja še sprejemljiva oddaljenost za navezavo na posamezno referenčno postajo je 10–15 km.

Za kakovostno izvedbo določitve koordinat z dovolj visoko natančnostjo se priporoča uporabo naslednjih metod GNSS-izmere:

- RTK-izmera (RealTime Kinematic) z obdelavo v realnem času (Stop & Go način izvedba opazovanj GNSS na točkah);
- hitra statična metoda.

3.2 Omrežje SIGNAL

SIGNAL (Slovenija Geodezija Navigacija Lokacija) je državno omrežje stalno delujočih GNSS-postaj. V omrežje SIGNAL je vključenih 16 stalnih GNSS-postaj, razporejenih po Sloveniji, ki so komunikacijsko povezane s centrom omrežja, na obmejnih območjih pa omrežje dopolnjujejo tudi postaje iz sosednjih držav z izjemo Italije. Postaje so postavljene tako, da karseda enakomerno pokrivajo območje celotne Slovenije, maksimalne razdalje med postajami pa ne presegajo 70 kilometrov. Ljubljanska permanentna postaja je vključena v evropsko omrežje permanentnih postaj EPN (EUREF Permanent Network).

Permanentne postaje omrežja SIGNAL imajo natančno določene koordinate, kar omogoča določitev modelov vplivov na opazovanja ter s tem zagotavljanje visoke natančnosti določitve položaja uporabnikov na celotnem območju Slovenije z uporabo VRS-metode (GURS, 2015).

Omrežje SIGNAL predstavlja ogrodje novega horizontalnega državnega koordinatnega sistema in je v lasti Geodetske uprave Republike Slovenije.

4 TRANSFORMACIJE KOORDINATNIH SISTEMOV

Transformacija je preračun koordinat, danih v enem koordinatnem sistemu, v drug koordinatni sistem. Vsaka točka ima lahko namreč več nizov koordinat, ki so odvisne od koordinatnega sistema. Pri transformaciji koordinat moramo razlikovati dve neodvisni fazi izračuna (Mihailović, 1987):

- izračun transformacijskih parametrov na osnovi identičnih točk;
- transformacija koordinat točk, katerih koordinate so znane samo v enem koordinatnem sistemu v drug koordinatni sistem na osnovi izračunanih transformacijskih parametrov.

Za izvedbo transformacije same ter pri izračunih transformacijskih parametrov, ki so potrebni za prehod iz enega v drug (ciljni) koordinatni sistem, je pomembno, da vemo zakaj, s čim, ter kako izvajamo transformacijo in kakšen rezultat pridobimo.

Izbiro modela transformacije nam narekujejo zahtevane lastnosti transformiranih koordinat, zato je najpogosteje uporabljena podobnostna transformacija, pri kateri je sprememba merila enaka v vseh smereh. Ta transformacija ohranja obliko, spremenijo pa se razdalje med točkami ter položaji točk v mreži (Stopar in Kuhar, 2001).

V geodeziji se za transformacijo med koordinatnimi sistemi najpogosteje uporablja podobnostna transformacija. To transformacijo uporabljamo pri prehodu iz koordinatnega sistema, v katerem dobimo položaj točk pri GNSS-meritvah, to je ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), v poljuben drug koordinatni sistem. Elipsoidne geografske koordinate v koordinatnem sistemu ETRS89 so podane glede na referenčni elipsoid GRS-80. Za pridobitev koordinat v ravninskem koordinatnem sistemu, katerega geodeti pri določanju koordinat največkrat uporabljamo, pa je potrebno poznati referenčni elipsoid zelenega ravninskega koordinatnega sistema. V primeru D48 je referenčna ploskev Besselov elipsoid, ki za prehod na ravnino uporablja Gauss-Krugerjevo kartografsko projekcijo, pri D96 pa je referenčna ploskev elipsoid GRS-80 in je za prehod na projekcijsko ravnino uporabljena prečna Mercatorjeva (Transverse Mercator) projekcija (Kogoj in Stopar, 2009).

4.1 Vrste transformacij v geodeziji

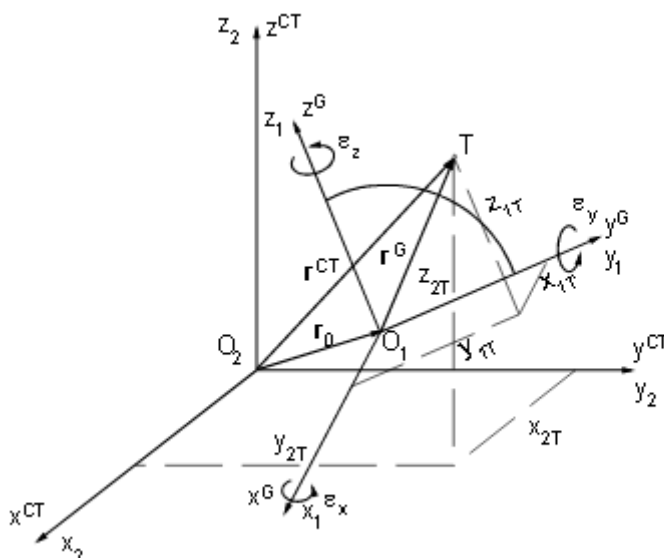
V geodeziji poznamo več vrst transformacij, izmed katerih ima vsaka svoje lastnosti, na podlagi katerih si izberemo najprimernejšo glede na želen rezultat transformacije. Izbira transformacije je torej odvisna od tega, kaj želimo pri transformaciji med koordinatnimi sistemi ohraniti. Po transformaciji se lahko spremenijo merilo, orientacija, lega, velikost in oblika. Lahko se spremeni ena od teh lastnosti ali pa tudi več.

Vrste transformacij:

- Helmertova podobnostna transformacija (2D in 3D);
- ortogonalna transformacija;
- Afina transformacija;
- polinomska transformacija;
- projektivna transformacija.

4.1.1 Podobnostna transformacija

Podobnostna transformacija v 3-razsežnem prostoru je definirana s 7 transformacijskimi parametri. 7 parametrov predstavljajo 3 premiki (translacije) vzdolž posameznih koordinatnih, 3 zasuki (rotacije) okrog koordinatnih osi ter 1 sprememba merila. Transformacija je konformna (ohranjajo se kot koti), dolžine linij in položaji točk se spreminjajo, merilo je enako v vseh smereh.



Slika 2: Helmertova podobnostna 7-parametrična transformacija (Kogoj in Stopar, 2009: str. 31)

Trirazsežnostna prostorska transformacija je definirana z izrazom (Kogoj in Stopar, 2009):

$$X_{CT} = m * R * X_G + T ;$$

X_{CT}koordinate točk v ciljnem koordinatnem sistemu

X_Gkoordinate točk v izvornem koordinatnem sistemu

Tvektor premika izhodišča G koordinatnega sistema glede na CT koordinatni sistem

Rortogonalna rotacijska matrika

mvrednost faktorja spremembe merila je odvisna od spremembe položajev med točkami po transformaciji in oddaljenostjo točke od koordinatnega izhodišča

Rotacijske matrike za kote rotacij ω_z , Ψ_y , ϵ_x okrog osi z_G , y_G , x_G so:

$$R_z(\omega) = \begin{bmatrix} \cos \omega & \sin \omega & 0 \\ -\sin \omega & \cos \omega & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad R_y(\Psi) = \begin{bmatrix} \cos \Psi & 0 & -\sin \Psi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \Psi & 0 & \cos \Psi \end{bmatrix}; \quad R_x(\epsilon) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \epsilon & \sin \epsilon \\ 0 & -\sin \epsilon & \cos \epsilon \end{bmatrix}$$

Množenje rotacijskih matrik izvedemo v naslednjem vrstnem redu:

$$R = R_z(\omega) * R_y(\Psi) * R_x(\epsilon)$$

Koordinatna sistema, med katerima izvajamo podobnostno transformacijo, sta desnosučna, zato so kotni parametri merjeni protiurno.

Vrstni red rotacij je pomemben, z izjemo primerov, kadar so vrednosti kotov majhne. V primeru, kadar so vrednosti kotov rotacij manjše od 10", lahko uporabimo poenostavljeno rotacijsko matriko.

$$R \approx \begin{bmatrix} 1 & \omega & -\Psi \\ -\omega & 1 & \varepsilon \\ \Psi & -\varepsilon & 1 \end{bmatrix}$$

Podobnostna transformacija je v geodeziji najpogosteje uporabljena, saj imajo transformacijski parametri, določeni na osnovi te transformacije, jasen geometrijski pomen. Na izbiro podobnostne transformacije vpliva dejstvo, da imata koordinatna sistema, med katerima izvajamo transformacijo, različen geodetski datum, različno imata tudi orientacijo koordinatnih osi ter merilo (Kogoj in Stopar, 2009).

4.1.2 Navodila za izvedbo transformacije v nalogah geodetske izmere

Po izvedbi transformacije med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM v različnih nalogah geodetske izmere je potrebno voditi ustrezno dokumentacijo z vsemi podatki o izvedeni transformaciji, ki omogočajo ponovitev izmere ter naknadno ovrednotenje transformacije (Mozetič et al., 2006).

Dokumentacija o transformaciji mora vsebovati (Mozetič et al., 2006):

- podatke o veznih točkah, ki morajo vsebovati oznako in vrsto točke ter leto določitve koordinat v ETRS89, kar velja za izračun lokalnih transformacijskih parametrov;
- podatke o drugih skupnih točkah, ki morajo vsebovati oznako in vrsto točke ter koordinate v ETRS89 in D48/GK koordinatnem sistemu;
- transformacijske parametre 7-parametrične podobnostne transformacije;
- poreklo transformacijskih parametrov, kadar izvajamo transformacijo na osnovi danih transformacijskih parametrov;
- podatke o oceni kakovosti transformacije, ki se nanaša na odstopanja med koordinatami pred in po izvedbi transformacije.

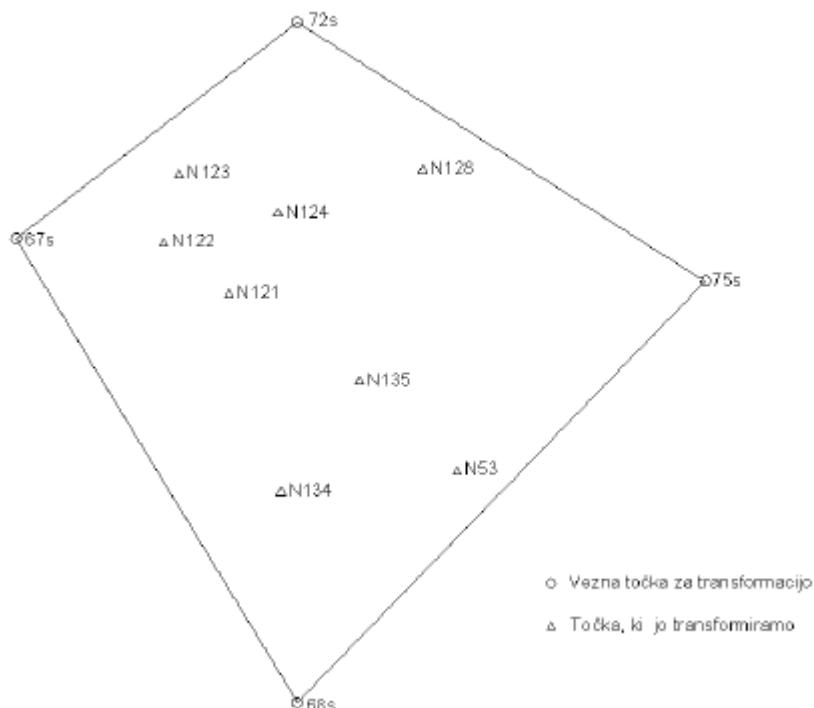
Navodila o dokumentaciji je potrebno dosledno upoštevati, saj bo v prihodnosti potreben izračun lokalnih transformacijskih parametrov za precej območij, kjer izvajamo geodetske meritve.

5 IZVEDBA MERITEV IN POSTOPEK TRANSFORMACIJE

Transformacijo med koordinatnimi sistemi izvajamo, kadar želimo koordinate točk, pridobljene v različnih koordinatnih sistemih, združiti v enem koordinatnem sistemu. Za izvedbo katere koli naloge v geodeziji je namreč praviloma potrebno uporabljati koordinate vseh točk v enem samem koordinatnem sistemu. Do leta 2008 je bil v Sloveniji kot ravninski sistem v uporabi koordinatni sistem D48/GK, na katerega se navezuje večina geolociranih prostorskih podatkov. Od leta 2008 pa imamo v uporabi dva ravninska koordinatna sistema; poleg že prej omenjenega D48/GK, še D96/TM.

Za učinkovitejše delo v praksi je potrebno imeti za delovišča, na katerih se pogosto izvajajo geodetske naloge, čim bolj kakovostne transformacijske parametre za prehod med različnimi koordinatnimi sistemi, kar omogoča hitro in kakovostno izvedbo storitev.

Za določitev transformacijskih parametrov med koordinatnimi sistemi potrebujemo koordinate točk v obeh koordinatnih sistemih. Točke, katerih koordinate poznamo v obeh koordinatnih sistemih, imenujemo vezne točke. Vezne točke naj bi bile enakomerno razporejene po celotnem območju, ki ga želimo transformirati. Transformacijski parametri, ki jih izračunamo na osnovi veznih točk, veljajo za območja znotraj zaključenega poligona, ki ga določajo vezne točke, zato pravilna izbira veznih točk, glede na območje transformacije, vpliva na kakovost izračuna transformacijskih parametrov in transformiranih koordinat.



Slika 3: Primerna razporeditev veznih točk (Mozetič et al., 2006: str. 18)



Slika 4: Neprimerna razporeditev veznih točk (Mozetič et al., 2006: str. 19)

Ko smo določili transformacijske parametre za izbrano območje, lahko s pomočjo teh transformacijskih parametrov izračunamo koordinate v končnem koordinatnem sistemu.

Kadar želimo koordinate točk, določene s pomočjo GNSS-izmere, uporabiti v starem državnem koordinatnem sistemu D48/GK, potrebujemo transformacijske parametre, ki so določeni na osnovi veznih točk na območju izmere. Tako določeni transformacijski parametri bodo omogočali optimalno transformacijo koordinat točk v starem koordinatnem sistemu na območju izmere. Koordinate točk, ki jih pridobimo z GNSS-izmero, se nanašajo na koordinatni sistem D96/TM.

Natančnost transformiranih koordinat v končnem koordinatnem sistemu je odvisna od natančnosti določitve transformacijskih parametrov ter od natančnosti koordinat veznih točk v obeh koordinatnih sistemih.

5.1 Instrumentarij za GNSS-izmero

Za izvedbo GNSS-izmere smo uporabili Leica SmartStation, ki združuje geodetski merski instrument za terestrično in GNSS-izmero. Na elektronski tahimeter Leica TCR 1203 namestimo dvofrekvenčni GNSS-sprejemnik (Tuno et al., 2010).



Slika 5: SmartStation (Tuno et al., 2010: str. 658)

Horizontiranje instrumenta se opravi s pomočjo libele, centriranje pa se izvede z laserskim grezilom, ki je manj natančno, kakor centriranje pri instrumentih, ki uporabljajo za ta namen optično grezilo.

Meritve GNSS smo opravili na točkah, katerih koordinate so znane v D48/GK koordinatnem sistemu, ter tako pridobili koordinate še v ETRS89 oziroma v D96/TM koordinatnem sistemu. Merski podatki se shranjujejo na pomnilniško kartico, s katere po opravljenih meritvah izvedemo prenos na računalnik.

5.2 Srednje vrednosti koordinat veznih točk

Koordinate veznih točk v novem državnem koordinatnem sistemu smo določili z GNSS-izmero z metodo VRS. Opazovanja smo opravili v sedmih serijah v različnih časih. Opazovanja so v vsaki seriji trajala 3 minute in 20 sekund. Na vseh točkah smo opazovanja opravili sedemkrat, in sicer smo štiri opazovanja izvedli v novembru 2007, naslednja tri opazovanja pa v januarju 2008. Izjema je bila točka 20027, ki smo jo naknadno opazovali štirikrat v enem dnevu. Med posameznimi opazovanji je minilo priporočene pol ure. Koordinate točk, ki jih pridobimo z GNSS-izmero, so geodetske geografske koordinate ter elipsoidna višina h .

Za koordinate, določene v posameznih serijah opazovanj, smo izračunali srednjo vrednost. Vsa opazovanja na veznih točkah smo opravili pod svojo številko, kjer pomeni prva številka pred oznako točke serijo opazovanja. V tabeli so podane srednje vrednosti geodetskih koordinat veznih točk ter elipsoidne višine. Posamezna opazovanja točk so prikazana v prilogi A.

Preglednica 1: Srednje vrednosti koordinat veznih točk v ETRS89 koordinatnem sistemu

TOČKA	φ [° ' "]	$\sigma \varphi$ ["]	λ [° ' "]	$\sigma \lambda$ ["]	h [m]	σh [m]
20012	45 56 22.83396	0.00025	14 14 21.77446	0.00025	521.698	0.029
20013	45 56 01.67829	0.00024	14 14 26.91693	0.00021	522.157	0.018
20015	45 56 11.78567	0.00009	14 14 12.48097	0.00016	521.191	0.007
20017	45 56 04.31299	0.00014	14 14 14.32133	0.00032	521.816	0.018
20023	45 56 18.35667	0.00022	14 14 36.19204	0.00026	521.297	0.020
20025	45 56 09.89284	0.00027	14 14 38.44059	0.00018	521.596	0.017
20027	45 55 51.75158	0.00012	14 14 16.18522	0.00007	520.023	0.013
20046	45 55 46.23675	0.00028	14 14 17.89098	0.00020	521.561	0.014
21001	45 56 20.99732	0.00041	14 14 43.74994	0.00028	522.465	0.016
60001	45 54 50.27692	0.00029	14 14 24.12992	0.00040	538.537	0.013
60006	45 54 49.83329	0.00049	14 14 32.97620	0.00017	548.229	0.017
61007	45 55 26.07804	0.00053	14 14 10.66607	0.00022	519.445	0.029
61011	45 55 26.43164	0.00015	14 14 17.70932	0.00017	527.140	0.018
61024	45 54 55.19472	0.00022	14 14 10.91239	0.00034	527.664	0.023
61031	45 55 01.71894	0.00009	14 14 26.31792	0.00027	526.528	0.021
61047	45 55 16.23961	0.00033	14 14 26.18133	0.00022	538.758	0.014
600016	45 55 05.82790	0.00024	14 14 25.51701	0.00017	528.888	0.024
601138	45 54 42.09802	0.00027	14 14 05.36078	0.00044	528.766	0.017

Standardni odkloni v tabeli so izračunani po naslednji enačbi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

σstandardni odklon vzorca

n.....število enot vzorca

x_iposamezna koordinata vzorca

\bar{x}srednja vrednost koordinate vzorca

5.3 Postopek izračuna transformacijskih parametrov s programom SiTraNet

V diplomski nalogi je glavni poudarek na izračunu transformacijskih parametrov, ki ga opravimo z izravnavo transformacije, in sicer tako, da so točke v obeh koordinatnih sistemih obravnavane z enako natančnostjo. Kovariančna matrika koordinat veznih točk v obeh koordinatnih sistemih je zato enotska matrika.

Izravnavo transformacije ter oceno transformacijskih parametrov smo izdelali z uporabo spletne aplikacije SiTraNet (<http://sitranet.si>), katere avtorja sta dr. Klemen Kozmus Trajkovski in dr. Bojan Stopar. Vsi primeri izravnavo transformacije in izračuna transformacijskih parametrov so izvedeni s pomočjo 7-parametrične podobnostne trirazsežne Helmertove transformacije, ki je opisana v poglavju 4.1.1. V programu SiTraNet temelji ta transformacija na modelu Burša-Wolf. Potek izračuna transformacije je izveden v skladu z navodili za uporabo spletne transformacije SiTraNet (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007). Najprej je potrebno pripraviti vhodne datoteke s koordinatami veznih točk. V nadaljevanju bomo obravnavali sedem primerov izravnavo transformacije z različnim številom veznih točk.

Koordinate točk v začetnem ali končnem datumu so lahko podane bodisi z geodetskimi geografskimi koordinatami bodisi z ravninskimi koordinatami, katerim je dodana višina, saj gre za izravnavo transformacije v trirazsežnem prostoru. Višinska komponenta položaja je lahko podana z ortometrično višino (H) ali elipsoidno višino (h) (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007).

Izravnavo transformacije se v programu SiTraNet izvaja z uporabo pravokotnih prostorskih koordinat, zato se koordinate, ki so podane z ravninskimi ali geodetskimi geografskimi koordinatami, najprej preračunajo v prostorske pravokotne koordinate (X , Y , Z). Kadar imamo višinsko komponento v začetnem in končnem koordinatnem sistemu podano v različnih sistemih višin (ortometrične in elipsoidne višine), se transformacija lahko izvede tudi z uporabo vrednosti višin enakih 0, kar pomeni, da predpostavimo, da se točka nahaja na površini referenčnega elipsoida ($h = 0$) ali na površini geoida ($H = 0$).

V primerih, ko imamo višine v obeh koordinatnih sistemih podane v različnih višinskih sistemih, je potrebno uporabiti elipsoidne višine točk, ki jih izračunamo z zvezo $h = H + N$, kjer je h elipsoidna, H ortometrična in N geoidna višina točk. V programu SiTraNet je vključen tudi model geoida Slovenije, kar omogoča določitev geoidne višine s pomočjo metode bilinearne interpolacije. V primeru, kadar izvajamo transformacijo brez upoštevanja geoidnih višin, se točkam dodeli podane ortometrične višine veznih točk (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007).

Natančnost koordinat veznih točk v obeh koordinatnih sistemih je lahko podana s standardnimi odkloni posameznih koordinat točk. Kadar standardni odkloni niso podani, se za kovariančno matriko koordinat točk privzame enotska matrika. Takrat govorimo o Helmertovi podobnostni transformaciji (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007).

5.3.1 Grobi pogreški in vrednotenje kakovosti transformacije

Ocena rezultatov izravnavo transformacije obsega ugotavljanje in odstranjevanje grobih pogreškov s pomočjo naslednjih dveh metod:

- globalni test modela z metodo »data snooping«;
- »tau-test«.

Omenjeni metodi in vrednotenje kakovosti transformacije bomo predstavili v naslednjih podpoglavjih.

5.3.1.1 Globalni test modela »data snooping«

To je metoda, ki jo uporabljamo, ko zanesljivo poznamo standardne deviacije vhodnih podatkov oziroma poznamo referenčno varianco a-priori σ_0^2 , kar pa se v praksi ne zgodi ravno pogosto. Z globalnim testom modela ugotavljamo skladnost referenčne variance a-posteriori $\hat{\sigma}_0^2$ z referenčno varianco a-priori σ_0^2 . Osnova postopka »data snooping« so standardizirani popravki opazovanj $\frac{v_i}{\sigma_{v_i}}$ ter njihova primerjava s kritično vrednostjo standardne normalne porazdelitve, ki je odvisna od stopnje značilnosti testa. Za stopnjo značilnosti testa $\alpha_0 = 0,001$ je kritična vrednost 3,29. Pri lociranju grobih pogreškov se naslanjamo tudi na število nadštevilnosti posameznih opazovanj, ki jih pridobimo iz matrike nadštevilnosti R (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007).

5.3.1.2 Metoda »tau-test«

»Tau-test« je v praksi bolj pogosto uporabljena metoda kot globalni test modela, saj le poredko natančno poznamo standardne deviacije vhodnih podatkov oziroma so te praviloma nezanesljive. V primerih, ko ne moremo natančno določiti referenčne variance a-priori, uporabimo referenčno varianco a-posteriori, kar pomeni, da standardizirane popravke primerjamo s kritično vrednostjo $\tau_{\alpha/2}$, ki je odvisna od števila nadštevilnih opazovanj v matematičnem modelu $r = n - n_0$. Za grobo pogrešeno opazovanje se šteje tisto, pri katerem je razmerje med standardiziranim popravkom $\frac{v_i}{\hat{\sigma}_{v_i}}$ ter kritično vrednostjo tau porazdelitve $\tau_{\alpha_0/2}(r)$ večje od 1 (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007).

5.3.1.3 Vrednotenje kakovosti transformacije

Vrednotenje kakovosti transformacije temelji na (Kozmus Trajkovski in Stopar, 2007):

- odstopanjih med danimi in transformiranimi koordinatami po izvedeni transformaciji za vsako koordinatno os posebej ter srednjih in največjih vrednostih odstopanj;
- izračunanemu standardnemu odklonu, ki je definiran z izrazom $\hat{\sigma}_0 = \sqrt{\frac{v^T P v}{r}}$;
- srednjem in standardnem odklonu, ki predstavlja razliko med danimi in transformiranimi koordinatami veznih točk;
- ocenjevanju prisotnosti grobih pogreškov z zgoraj omenjenima metodama.

Kakovost transformacije se oceni po zgoraj naštetih kriterijih. Za oceno kakovosti transformacije najpogosteje uporabljamo odstopanja na veznih in kontrolnih točkah med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu.

6 IZRAČUN TRANSFORMACIJE IN ANALIZA REZULTATOV

V nadaljevanju se bomo posvetili transformaciji koordinat med dvema ravninskima državnima koordinatnima sistemoma iz D48/GK v D96/TM. Z opazovanji GNSS smo pridobili geodetske geografske koordinate za 18 veznih točk v horizontalnem koordinatnem sistemu ETRS89. Transformacije med koordinatnima sistemoma smo izvajali z namenom pridobitve optimalnih transformacijskih parametrov za preračun koordinat iz koordinatnega sistema D48/GK v D96/TM. V nalogi smo izračunali transformacijo med obema sistemoma za tri delovišča, ki se nahajajo v Logatcu. Prvo delovišče je industrijsko-obrtna cona Zapolje (v nadaljevanju IOC Zapolje), drugo delovišče je obrtna cona Logatec (v nadaljevanju OC Logatec), tretje delovišče za izračun transformacijskih parametrov pa sta obe območji skupaj.

Najprej smo naredili transformacijo za vsako cono posebej z vsemi točkami ter na podlagi odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami izbrali 6 najboljših točk za določitev transformacijskih parametrov. Po izvedbi transformacij v vsaki coni smo uporabili teh 6 najboljših točk iz vsake cone za nadaljnje izračune ter izvedli transformacijo za skupno območje obeh con z vsemi 12 veznimi točkami.

Po izračunu parametrov z 12 veznimi točkami smo zopet, na podlagi odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami, izbrali najprej 10 ter v naslednjem izračunu še 8 veznih točk, in nato analizirali, kako vpliva število točk na sam izračun transformacijskih parametrov v smislu odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami.

Za vsako transformacijsko območje so v prvi tabeli najprej prikazane koordinate veznih točk v obeh koordinatnih sistemih, nato sledi tabela s pripadajočimi transformacijskimi parametri za izbrano območje ter tabela, v kateri so podana odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami točk. Za vsako območje je izdelan grafikon, v katerem so grafično predstavljena odstopanja veznih točk.

Naredili smo samo transformacijo med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM, obratne transformacije pa nismo izvajali. Za izračun transformacijskih parametrov smo uporabljali program SiTraNet, ki je opisan v poglavju 5.3.

Program SiTraNet nam omogoča določitev višin na osnovi modela geoida. Višine, ki jih imajo točke pred transformacijo, so lahko določene s trigonometričnim višinomerstvom ali z nivelmanom in so boljše kakovosti kot višine, določene s pomočjo modela geoida. Veznim točkam smo po transformaciji, kot končne vrednosti višin, dodelili identične ortometrične višine, kot so jih imele pred transformacijo.

6.1 Transformacija koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM za IOC Zapolje

IOC Zapolje je industrijsko-obrtna cona v Logatcu, ki se nahaja na koncu Napoleonovega drevoreda v smeri proti Vrhniki. Območje je bilo namenjeno za izgradnjo industrijske cone že v dolgoročnem prostorskem planu občine Logatec za obdobje med leti od 1986 in 2000. Gradnja se je začela okoli leta 2000. Cona je namenjena različnim industrijsko-obrtnim ter trgovski dejavnosti.



Slika 6: Območje za izračun transformacijskih parametrov IOC Zapolje

6.1.1 Transformacija z 9 veznimi točkami

Prvi primer transformacije za izračun transformacijskih parametrov smo izvedli za IOC Zapolje z 9 veznimi točkami. Vse poligonske točke so stabilizirane s kovinskimi čepi in imajo koordinate določene na osnovi izravnave opazovanj v poligonski mreži v starem državnem koordinatnem sistemu.

Preglednica 2: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – IOC
 Zapolje – 9 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
20012	441393.365	88666.460	475.272	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698
20013	441497.836	88012.244	475.732	45 56 01.67829	14 14 26.91693	522.157
20015	441189.886	88327.293	474.764	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191
20017	441227.284	88096.195	475.389	45 56 04.31299	14 14 14.32133	521.816
20023	441702.584	88525.236	474.854	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297
20025	441748.530	88263.478	475.155	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596
20027	441263.818	87708.020	473.597	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023
20046	441298.973	87537.434	475.134	45 55 46.23675	14 14 17.89098	521.561
21001	441866.178	88605.227	476.015	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465

Preglednica 3: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC
 Zapolje – 9 točk

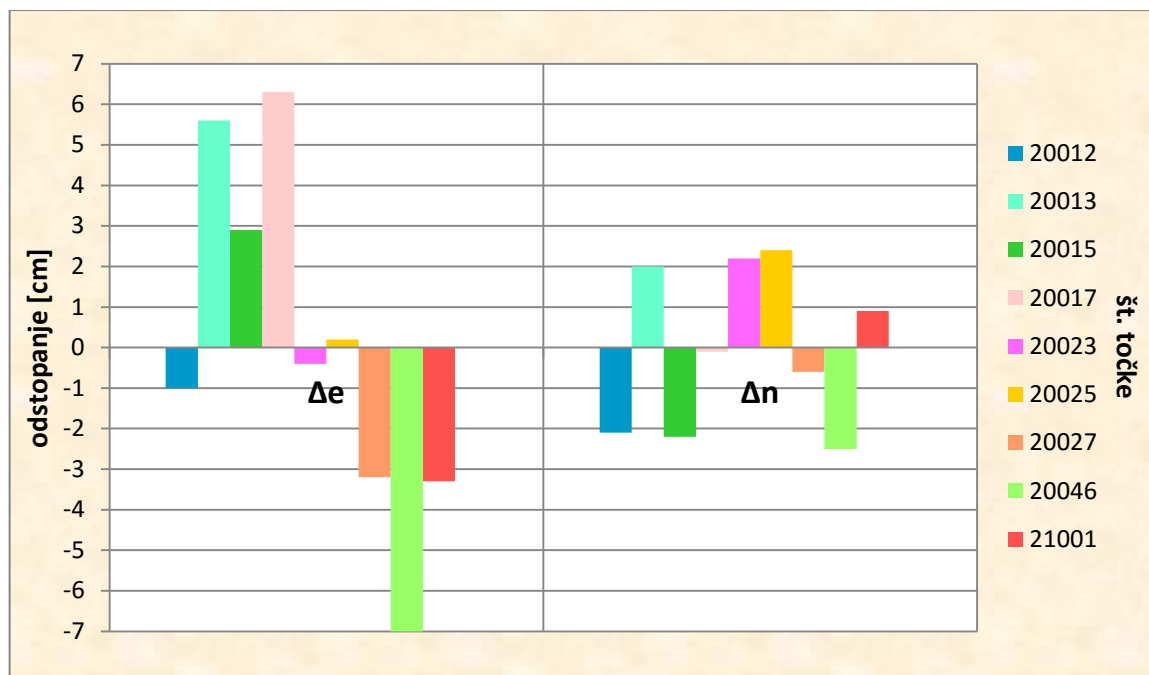
Oznaka	Parametri
Delta X	490.668913 m
Delta Y	334.023825 m
Delta Z	503.530276 m
Alfa	-00 00 13.923603 "
Beta	-00 00 05.177104 "
Gama	00 00 11.165966 "
Merilo	0.384682 ppm

Preglednica 4: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje – 9 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
20012	441021.960	89153.268	441021.970	89153.289	-0.010	-0.021
20013	441126.503	88499.098	441126.448	88499.078	0.056	0.020
20015	440818.525	88814.100	440818.496	88814.122	0.029	-0.022
20017	440855.959	88583.025	440855.897	88583.026	0.063	-0.001
20023	441331.185	89012.091	441331.189	89012.069	-0.004	0.022
20025	441377.139	88750.338	441377.137	88750.313	0.002	0.024
20027	440892.402	88194.848	440892.435	88194.854	-0.032	-0.006
20046	440927.522	88024.244	440927.591	88024.269	-0.070	-0.025
21001	441494.748	89092.070	441494.781	89092.061	-0.033	0.009

Zgornja tabela prikazuje odstopanje koordinat veznih točk po transformaciji. Višine v tabeli niso prikazane, ker se točkam po transformaciji dodeli ortometrične višine, ki so jih imele že pred transformacijo. Iz tabele je razvidno, da so pri treh točkah v komponenti e odstopanja nekoliko večja. Točke 20013, 20017 in 20046 imajo odstopanje po koordinatni osi e večje od ± 4.0 centimetra, kar smo izbrali kot največjo še sprejemljivo razliko koordinat za njihovo nadaljnjo uporabo. Za naslednjo transformacijo torej teh treh točk ne bomo uporabili.

Grafikon 1: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje – 9 točk



6.1.2 Transformacija s 6 veznimi točkami

V drugem primeru smo za izravnavo transformacije in izračun transformacijskih parametrov uporabili 6 izmed 9 točk, ki so imela v prejšnji transformaciji najmanjša odstopanja.

Preglednica 5: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – IOC Zapolje – 6 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
20012	441393.365	88666.460	475.272	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698
20015	441189.886	88327.293	474.764	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191
20023	441702.584	88525.236	474.854	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297
20025	441748.530	88263.478	475.155	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596
20027	441263.818	87708.020	473.597	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023
21001	441866.178	88605.227	476.015	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465

Preglednica 6: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje – 6 točk

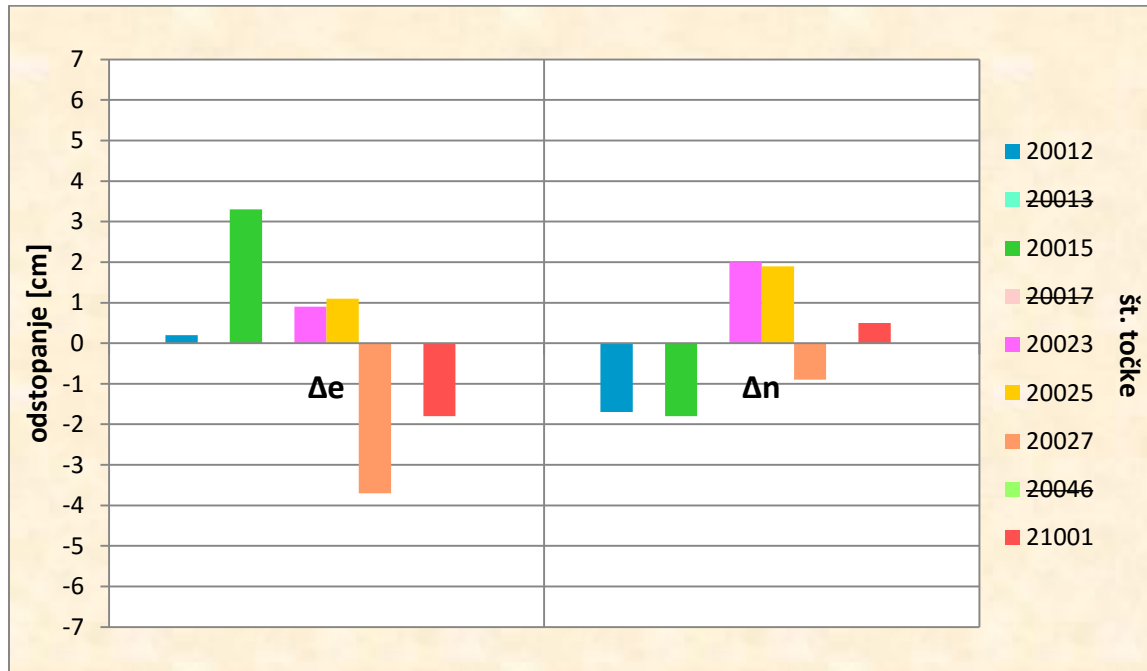
Oznaka	Parametri
Delta X	538.671724 m
Delta Y	371.939323 m
Delta Z	532.779733 m
Alfa	-00 00 16.904960 "
Beta	-00 00 05.278883 "
Gama	00 00 09.332677 "
Merilo	-9.027523 ppm

Preglednica 7: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje – 6 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
20012	441021.960	89153.268	441021.958	89153.285	0.002	-0.017
20015	440818.525	88814.100	440818.492	88814.118	0.033	-0.018
20023	441331.185	89012.091	441331.176	89012.071	0.009	0.020
20025	441377.139	88750.338	441377.129	88750.319	0.011	0.019
20027	440892.402	88194.848	440892.439	88194.856	-0.037	-0.009
21001	441494.748	89092.070	441494.765	89092.066	-0.018	0.005

Iz odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami je v primeru transformacije s 6 točkami razvidno, da so največja odstopanja v tem primeru do dvakrat manjša, kot so bila pri točkah v prejšnjem izračunu, ki pa jih v tej transformaciji nismo uporabili. Najbolj odstopata točki 20015 in 20027, kjer se je v primerjavi s predhodnim izračunom razlika med danimi in transformiranimi koordinatami celo povečala za nekaj milimetrov, pri ostalih točkah pa so največja odstopanja manjša, kakor pri transformaciji z 9 točkami. Največje odstopanje je še vedno manjše od 4 centimetrov, kar je zadovoljiv rezultat, tako da lahko teh šest točk uporabimo še v nadaljnjih izračunih. Izračunane parametre na osnovi 6 veznih točk bomo v bodoče lahko uporabljali za transformacije točk na območju IOC Zapolje.

Grafikon 2: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje – 6 točk



6.2 Transformacija koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM za OC Logatec

Obrtna cona Logatec leži ob cesti iz Logatca proti avtocesti, tik ob železniški progi. Pobudnica za izgradnjo cone je bila občina Logatec, ki je kasneje največ vlagala v odkup zemljišč ter infrastrukturo in komunalno opremljenost zemljišč. Namenjena je za podobne dejavnosti, kakor IOC Zapolje.



Slika 7: Območje za izračun transformacijskih parametrov OC Logatec

Transformacijsko območje smo poimenovali OC Logatec. Pričakovali smo, da bodo tokrat rezultati transformacij nekoliko slabši zaradi zahtevnejšega terena ter vprašljivega izvora koordinat točk oziroma njihove natančnosti, kar je v praksi mnogokrat težava. V tej obrtni coni so točke različno stabilizirane, kar nam prav tako predstavlja določen problem.

6.2.1 Transformacija z 9 veznimi točkami

V obrtni coni Logatec smo najprej izvedli transformacijo z 9 veznimi točkami. Na podlagi odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami smo prav tako izbrali šest točk, ki smo jih nato uporabili v nadaljnjih izračunih.

Preglednica 8: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – OC Logatec – 9 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
60001	441416.985	85808.538	492.048	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537
60006	441607.537	85793.013	501.738	45 54 49.83329	14 14 32.97620	548.229
61007	441137.371	86916.504	473.009	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445
61011	441289.237	86925.993	480.681	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140
61024	441133.686	85963.097	481.180	45 54 55.19472	14 14 10.91239	527.664
61031	441467.493	86161.373	480.030	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528
61047	441468.808	86609.671	492.296	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758
600016	441451.450	86288.400	482.400	45 55 05.82790	14 14 25.51701	528.888
601138	441010.120	85559.920	482.310	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766

Preglednica 9: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – OC Logatec – 9 točk

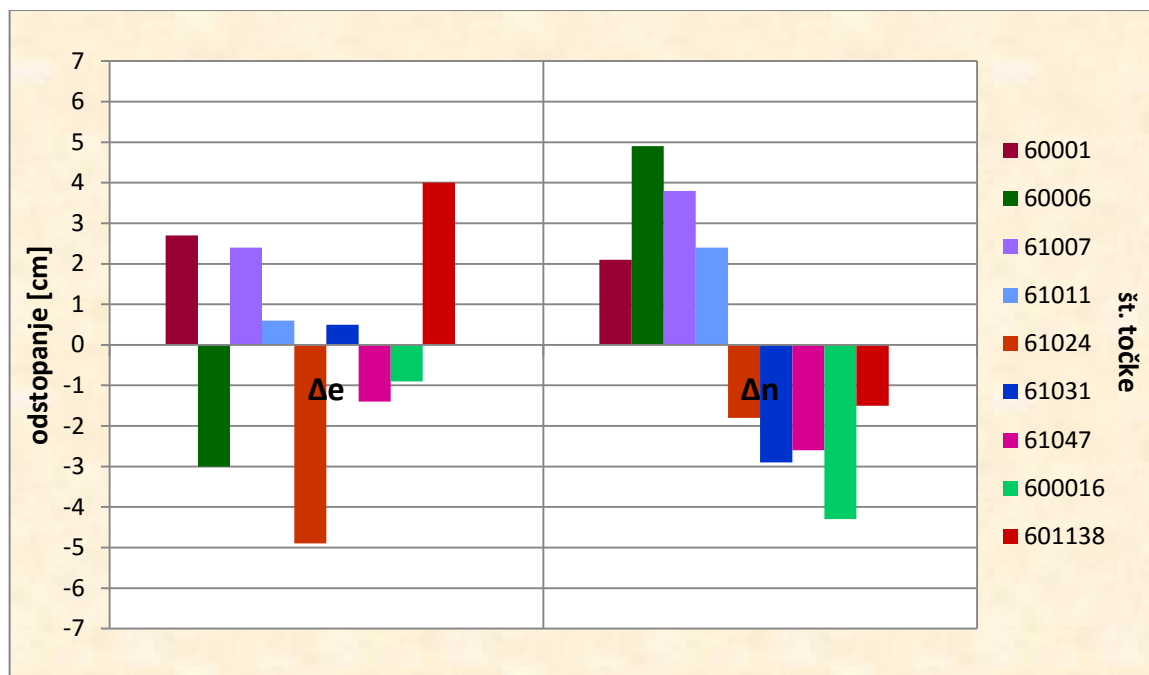
Oznaka	Parametri
Delta X	466.431164 m
Delta Y	565.939668 m
Delta Z	308.396888 m
Alfa	-00 00 09.566244 "
Beta	00 00 01.283728 "
Gama	00 00 27.843875 "
Merilo	18.660268 ppm

Preglednica 10: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – OC Logatec – 9 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
60001	441045.463	86295.382	441045.436	86295.362	0.027	0.021
60006	441235.958	86279.873	441235.988	86279.824	-0.030	0.049
61007	440765.918	87403.397	440765.894	87403.359	0.024	0.038
61011	440917.768	87412.862	440917.762	87412.838	0.006	0.024
61024	440762.096	86449.924	440762.145	86449.941	-0.049	-0.018
61031	441095.974	86648.168	441095.969	86648.197	0.005	-0.029
61047	441097.299	87096.475	441097.313	87096.501	-0.014	-0.026
600016	441079.925	86775.183	441079.934	86775.227	-0.009	-0.043
601138	440638.590	86046.752	440638.550	86046.768	0.040	-0.015

Transformacija z 9 veznimi točkami nas pripelje do ugotovitve, da točke 60006, 61024 in 600016 ne izpolnijo zahtev glede velikosti odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami, zato jih v nadaljnjih izračunih ne bomo uporabili.

Grafikon 3: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – OC Logatec – 9 točk



6.2.2 Transformacija s 6 veznimi točkami

Pri transformaciji s 6 veznimi točkami smo izločili tri točke iz predhodne transformacije. Čeprav ima točka 600016 manjšo razliko v horizontalnem položaju, upošteva obe osi skupaj, kakor točka 61007, jo bomo vseeno izločili iz nadaljnjih izračunov zaradi slabše stabilizacije. Točka 61007 je stabilizirana s kovinskim čepom, zato smo se odločili, da jo bomo uporabili za nadaljnje izračune namesto točke 600016, ki je stabilizirana z betonskim kamnom brez čepa.

Preglednica 11: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za območje – OC Logatec – 6 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
60001	441416.985	85808.538	492.048	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537
61007	441137.371	86916.504	473.009	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445
61011	441289.237	86925.993	480.681	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140
61031	441467.493	86161.373	480.030	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528
61047	441468.808	86609.671	492.296	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758
601138	441010.120	85559.920	482.310	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766

Preglednica 12: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – OC Logatec – 6 točk

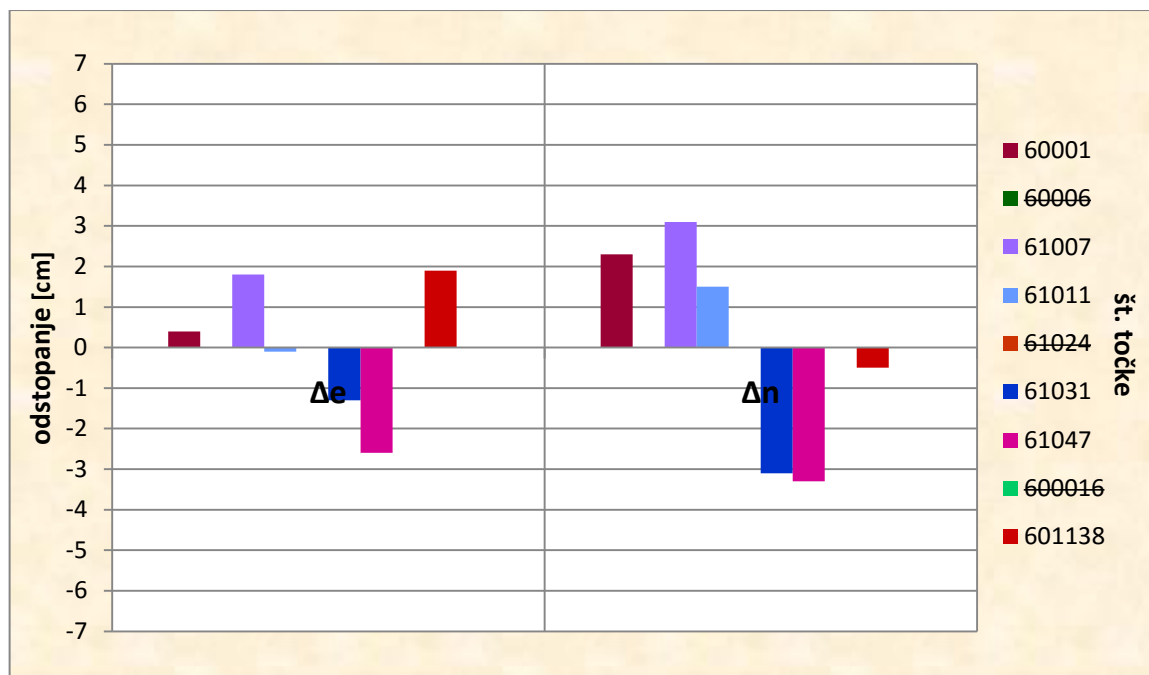
Oznaka	Parametri
Delta X	373.978801 m
Delta Y	726.669435 m
Delta Z	255.693736 m
Alfa	-00 00 15.353335 "
Beta	-00 00 00.154207 "
Gama	00 00 30.011664 "
Merilo	30.079979 ppm

Preglednica 13: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – OC Logatec – 6 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
60001	441045.463	86295.382	441045.458	86295.359	0.004	0.023
61007	440765.918	87403.397	440765.900	87403.366	0.018	0.031
61011	440917.768	87412.862	440917.769	87412.847	-0.001	0.015
61031	441095.974	86648.168	441095.988	86648.199	-0.013	-0.031
61047	441097.299	87096.475	441097.326	87096.508	-0.026	-0.033
601138	440638.590	86046.752	440638.571	86046.757	0.019	-0.005

Obravnavana transformacija s 6 točkami nam tudi v tej obrtni coni da boljši rezultat, kakor transformacija z 9, kar smo seveda tudi pričakovali. Največje odstopanje po posamezni oseh je v tem primeru po e-osi -2,6 cm, po n-osi pa -3,3 cm. Rezultat transformacije, glede na odstopanja po koordinatnih oseh, je v primerjavi s transformacijo z 9 veznimi točkami precej boljši, saj je bilo v prejšnji transformaciji največje odstopanje -4,9 cm po e-osi in 4,9 po n-osi. V tej transformaciji smo prišli do zadovoljivih rezultatov, zato lahko teh šest točk uporabimo v naslednjih izračunih. Izračunani parametri nam bodo služili za transformacije koordinat točk med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM na območju OC Logatec.

Grafikon 4: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – OC Logatec – 6 točk



6.3 Izravnava transformacije koordinat med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM skupaj za IOC Zapolje in OC Logatec



Slika 8: Območje za izračun transformacijskih parametrov IOC Zapolje in OC Logatec

6.3.1 Transformacija z 12 veznimi točkami

V nadaljevanju smo za izračun transformacijskih parametrov uporabili po šest »najboljših« točk iz vsake cone, iz česar sledi, da smo najprej naredili transformacijo z 12 veznimi točkami. V nadaljevanju smo določili točke, ki niso primerne za izračun transformacije, tako da smo na koncu prišli do točk, ki nam zagotavljajo določitev kar se da kakovostnih transformacijskih parametrov za

obe coni skupaj. Prva transformacija za vsako območje je bila namenjena oceni kakovosti veznih točk ter za pridobitev optimalnega nabora točk za nadaljnje izračune.

Preglednica 14: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za skupno območje – IOC Zapolje in OC Logatec – 12 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
20012	441393.365	88666.460	475.272	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698
20015	441189.886	88327.293	474.764	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191
20023	441702.584	88525.236	474.854	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297
20025	441748.530	88263.478	475.155	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596
20027	441263.818	87708.020	473.597	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023
21001	441866.178	88605.227	476.015	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465
60001	441416.985	85808.538	492.048	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537
61007	441137.371	86916.504	473.009	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445
61011	441289.237	86925.993	480.681	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140
61031	441467.493	86161.373	480.030	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528
61047	441468.808	86609.671	492.296	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758
601138	441010.120	85559.920	482.310	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766

Preglednica 15: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec 12 točk

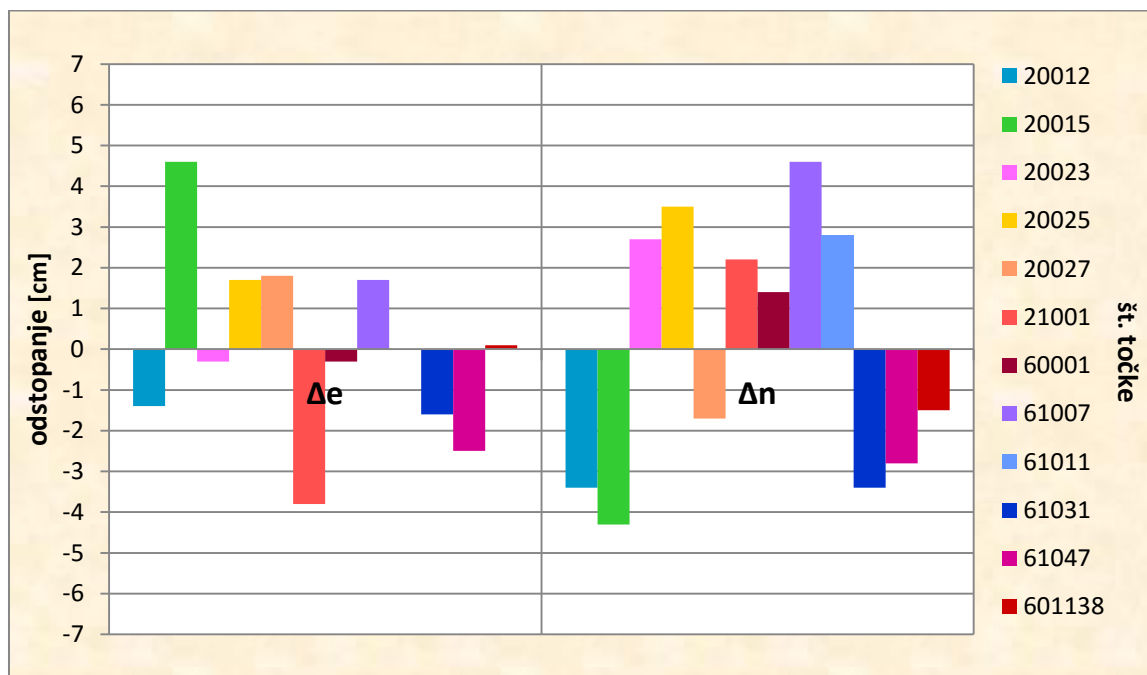
Oznaka	Parametri
Delta X	503.507180 m
Delta Y	539.441144 m
Delta Z	350.384770 m
Alfa	-00 00 11.801106 "
Beta	00 00 00.441077 "
Gama	00 00 23.793377 "
Merilo	10.711906 ppm

Preglednica 16: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 12 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
20012	441021.960	89153.268	441021.974	89153.303	-0.014	-0.034
20015	440818.525	88814.100	440818.479	88814.143	0.046	-0.043
20023	441331.185	89012.091	441331.188	89012.064	-0.003	0.027
20025	441377.139	88750.338	441377.122	88750.303	0.017	0.035
20027	440892.402	88194.848	440892.384	88194.864	0.018	-0.017
21001	441494.748	89092.070	441494.786	89092.048	-0.038	0.022
60001	441045.463	86295.382	441045.466	86295.369	-0.003	0.014
61007	440765.918	87403.397	440765.901	87403.351	0.017	0.046
61011	440917.768	87412.862	440917.768	87412.833	0.000	0.028
61031	441095.974	86648.168	441095.990	86648.202	-0.016	-0.034
61047	441097.299	87096.475	441097.324	87096.502	-0.025	-0.028
601138	440638.590	86046.752	440638.588	86046.767	0.001	-0.015

Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami so največja pri točki 20015 iz industrijsko obrtne cone Zapolje, ter pri točki 61007, ki se nahaja v obrtni coni Logatec. Teh dveh točk v naslednjem izračunu z 10 veznimi točkami ne bomo več uporabili, ker so razlike med danimi in transformiranimi koordinatami po vsaj eni komponenti večje od 4 cm. Pri ostalih točkah je ta razlika manjša od 4 cm, kar smo izbrali kot še sprejemljivo razliko obojih koordinat, zato jih obravnavamo kot primerne za nadaljnje analize transformacij.

Grafikon 5: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje in OC Logatec – 12 točk



6.3.2 Transformacija z 10 veznimi točkami

Iz predhodnega izračuna parametrov z 12 točkami smo izvzeli zgoraj omenjeni dve točki in naredili transformacijo s preostalimi 10, iz vsake izmed con s po 5 točkami. Po tej transformaciji pričakujemo dovolj dobre rezultate transformacije za praktično uporabo, z razliko od transformacije z 12 točkami, katere pretežni namen je bil zgolj pridobitev ustreznih veznih točk za nadaljnje analize.

Preglednica 17: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za skupno območje – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
20012	441393.365	88666.460	475.272	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698
20023	441702.584	88525.236	474.854	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297
20025	441748.530	88263.478	475.155	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596
20027	441263.818	87708.020	473.597	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023
21001	441866.178	88605.227	476.015	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465
60001	441416.985	85808.538	492.048	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537
61011	441289.237	86925.993	480.681	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140
61031	441467.493	86161.373	480.030	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528
61047	441468.808	86609.671	492.296	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758
601138	441010.120	85559.920	482.310	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766

Preglednica 18: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk

Oznaka	Parametri
Delta X	475.515793 m
Delta Y	585.796736 m
Delta Z	314.631603 m
Alfa	-00 00 13.534655 "
Beta	00 00 00.458531 "
Gama	00 00 24.479055 "
Merilo	16.457996 ppm

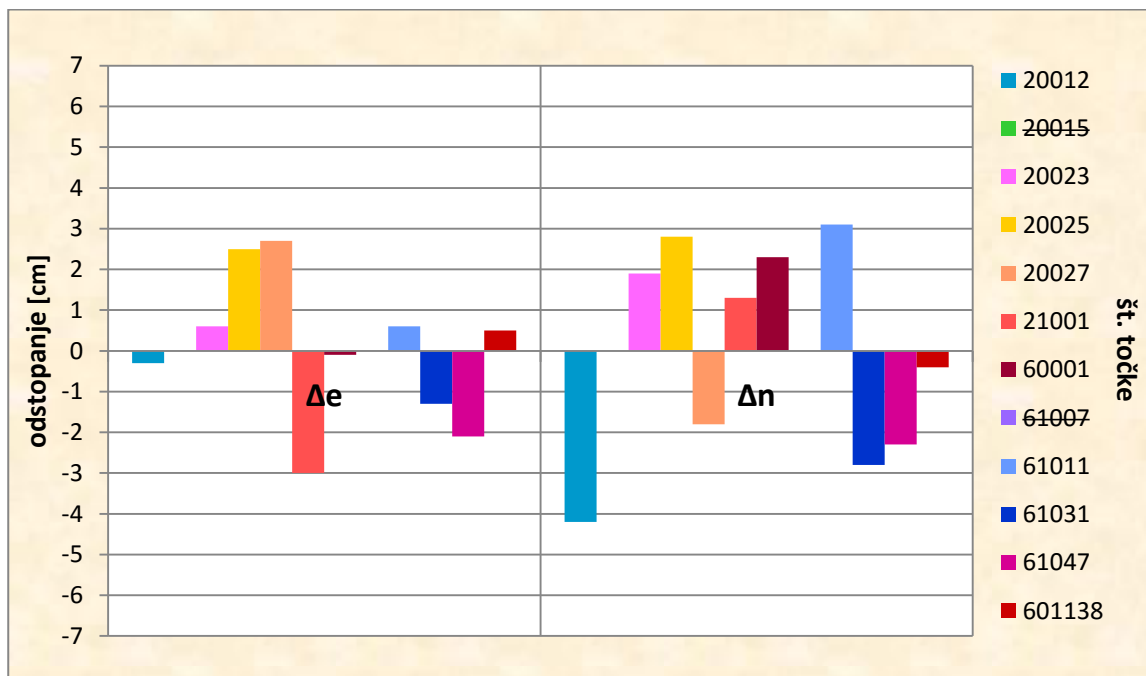
Preglednica 19: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
20012	441021.960	89153.268	441021.963	89153.310	-0.003	-0.042
20023	441331.185	89012.091	441331.179	89012.072	0.006	0.019
20025	441377.139	88750.338	441377.115	88750.309	0.025	0.028
20027	440892.402	88194.848	440892.375	88194.866	0.027	-0.018
21001	441494.748	89092.070	441494.778	89092.057	-0.030	0.013
60001	441045.463	86295.382	441045.464	86295.360	-0.001	0.023
61011	440917.768	87412.862	440917.761	87412.831	0.006	0.031
61031	441095.974	86648.168	441095.988	86648.196	-0.013	-0.028
61047	441097.299	87096.475	441097.320	87096.498	-0.021	-0.023
601138	440638.590	86046.752	440638.585	86046.756	0.005	-0.004

Iz tabele lahko razberemo, da imata sedaj največje razlike koordinat točka 20012 iz ene cone ter točka 61011 iz druge cone. Omenjeni točki v bodoče ne bomo več uporabili, kljub temu, da ima točka 61011 sprejemljivo razliko med danimi in transformiranimi koordinatami. Točko 61011 smo izločili iz naslednjega izračuna zato, ker izvajamo transformacije na način, da pri vsaki naslednji transformaciji izločimo iz predhodne po eno točko z največjo razliko med danimi in transformiranimi koordinatami v vsakem območju, IOC Zapolje in OC Logatec. Ostalih osem točk pa nima razlike med danimi in transformiranimi koordinatami večjih od 4 centimetrov, kar lahko štejemo kot dober rezultat. Izračunani parametri so v bistvu dovolj dobri za praktične namene, vendar glede na naš že večkrat

omenjeni kriterij zaradi točke 20012 ne povsem zadovoljivi. Rezultati so po pričakovanjih boljši od predhodne transformacije.

Grafikon 6: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje in OC Logatec – 10 točk



6.3.3 Transformacija z 8 veznimi točkami

Zadnji primer izračuna je transformacija z 8 veznimi točkami. Iz vsake cone smo uporabili po štiri točke, ki so v predhodnih izračunih imele najmanjša odstopanja po koordinatnih oseh. Od te transformacije pričakujemo boljše rezultate, kakor pri izračunu z 10 oziroma z 12 veznimi točkami, čeprav se zavedamo, da ima lahko posamezna točka večje odstopanje kot v predhodnih primerih izračunov.

Preglednica 20: Koordinate veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za skupno območje – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk

Št. točke	D48/GK			ETRS89		
	y	x	H	φ	λ	h
20023	441702.584	88525.236	474.854	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297
20025	441748.530	88263.478	475.155	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596
20027	441263.818	87708.020	473.597	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023
21001	441866.178	88605.227	476.015	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465
60001	441416.985	85808.538	492.048	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537
61031	441467.493	86161.373	480.030	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528
61047	441468.808	86609.671	492.296	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758
601138	441010.120	85559.920	482.310	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766

Preglednica 21: Transformacijski parametri med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM – IOC
 Zapolje in OC Logatec – 8 točk

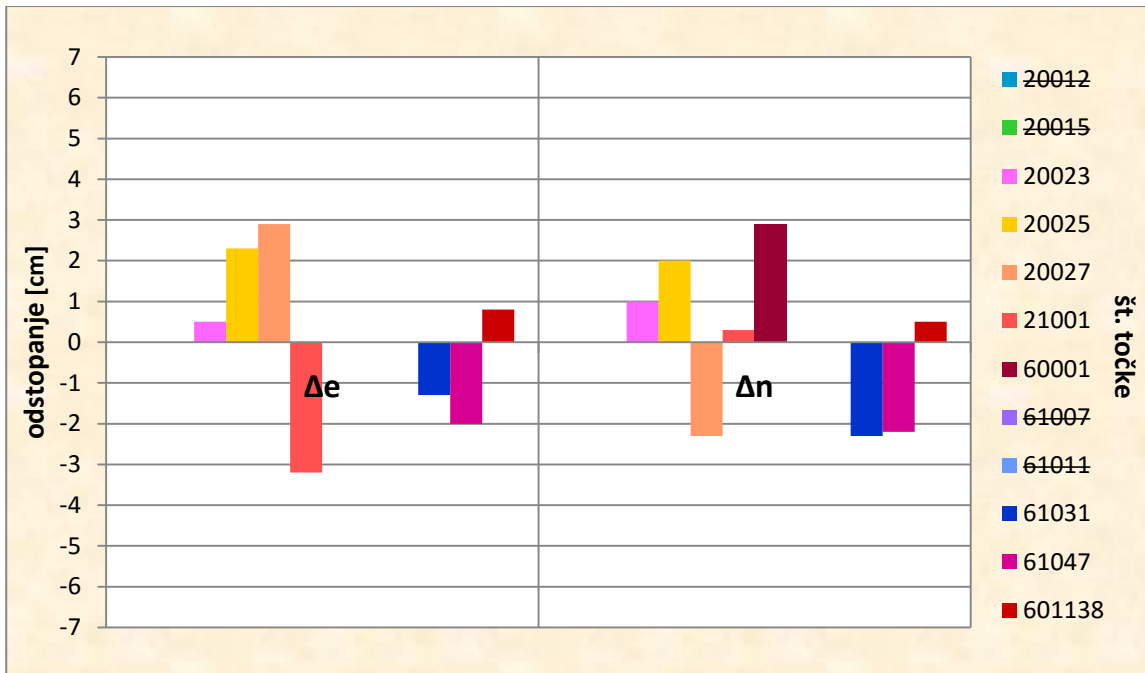
Oznaka	Parametri
Delta X	436.187899 m
Delta Y	713.386916 m
Delta Z	267.083915 m
Alfa	-00 00 16.739774 "
Beta	00 00 00.592775 "
Gama	00 00 27.514546 "
Merilo	22.545392 ppm

Preglednica 22: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem
 sistemu D96/TM – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk

Št. točke	Dane koordinate		Transformirane koordinate		Dane – Transformirane	
	e	n	e	n	Δe [m]	Δn [m]
20023	441331.185	89012.091	441331.180	89012.081	0.005	0.010
20025	441377.139	88750.338	441377.116	88750.317	0.023	0.020
20027	440892.402	88194.848	440892.374	88194.871	0.029	-0.023
21001	441494.748	89092.070	441494.780	89092.067	-0.032	0.003
60001	441045.463	86295.382	441045.462	86295.353	0.000	0.029
61031	441095.974	86648.168	441095.987	86648.191	-0.013	-0.023
61047	441097.299	87096.475	441097.319	87096.496	-0.020	-0.022
601138	440638.590	86046.752	440638.581	86046.748	0.008	0.005

Razlika med danimi in transformiranimi koordinatami je v primeru izračuna z 8 veznimi točkami po pričakovanih najmanjša. Kljub boljšim rezultatom se sedaj pri točkah 20027, 60001 in 601138 odstopanje celo nekoliko poveča, pri ostalih petih točkah pa se odstopanja zmanjšajo. Bistveno je, da spremembe koordinat po transformaciji niso večje od 4 centimetrov. Vsa odstopanja po koordinatnih oseh so manjša od 3 centimetrov, z izjemo točke 21001 po e-osi.

Grafikon 7: Odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami v ravninskem koordinatnem sistemu D96/TM po posameznih koordinatnih oseh – IOC Zapolje in OC Logatec – 8 točk



7 SKLEP

Namen diplomske naloge je bil določitev optimalnih transformacijskih parametrov med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM in analiza rezultatov transformacije med tema koordinatnima sistemoma na območju dveh industrijsko-obrtnih con v Logatcu.

Na območjih, kjer se pogosto izvajajo različne vrste geodetskih storitev, kot so ureditev meje, parcelacija, geodetski načrti, zakoličbe objektov ipd., je potrebno imeti vse vrste geodetskih mrež navezanih na uradni državni koordinatni sistem. Pred uvedbo novega državnega koordinatnega sistema smo bili geodeti odvisni od različnih navezovalnih mrež, ki pa niso bile homogene kakovosti. Za IOC Zapolje je bila mreža izmeritvenih točk navezana na geodetsko mrežo, vzpostavljeno za potrebe geodetske izmere regionalne ceste Logatec–Vrhnika, preostale vezne točke, ki smo jih uporabili v izračunih, pa so navezane na geodetsko mrežo, vzpostavljeno za potrebe topografske izmere Logatca.

Določeno pozornost je potrebno nameniti tudi ostalim dejavnikom geodetskih izmer v preteklosti. Tukaj imamo predvsem v mislih razvoj merilne opreme v zadnjih desetletjih in časovno obdobje, iz katerega izhajajo posamezne geodetske mreže ter način izravnave opazovanj v teh mrežah v preteklosti. Ker vseh teh dejavnikov v večini primerov ne poznamo, in ker ne vemo, s kakšno kakovostjo podatkov v omenjenih mrežah razpolagamo, je smiselno za kakovostno transformacijo izbirati manjša območja z uporabo takih veznih točk, ki imajo, če je le mogoče, skupen nastanek v starem koordinatnem sistemu. V praksi se dostikrat zgodi, da ne vemo, s kakšno položajno natančnostjo so določene koordinate v Gauss Krugerjevem koordinatnem sistemu. Pri prehodu na nov koordinatni sistem pa teh težav ni več, ker je ta homogen na območju celotne države, je neodvisen od izmeritvenih mrež ter nanj ne vplivajo razni razlogi, ki so vplivali na kakovost geodetskih podatkov v preteklosti.

Vedno, kadar izvajamo transformacijo, je potrebno najprej ugotoviti, s kakšnimi vhodnimi podatki razpolagamo in kakšen rezultat želimo doseči. V našem primeru smo imeli na razpolago 18 točk, iz katerih smo želeli vzpostaviti kar se da dobro povezavo med koordinatnima sistemoma D48/GK in D96/TM, kar nam je sicer uspelo šele po izločitvi določenega števila veznih točk, ker niso izpolnjevale v naprej postavljenega kriterija glede odstopanj med koordinatami točk pred in po transformaciji. Na tej osnovi lahko pridemo do zaključka, da je smiselno najprej narediti nekaj poskusnih transformacij, kar sta bili v našem primeru transformaciji z 9 in 12 točkami. Na osnovi poskusnih transformacij smo lahko evidentirali in izločili točke, za katere smo menili, da niso dovolj kakovostne, za pridobitev praktično uporabnih transformacijskih parametrov za različne geodetske naloge na obravnavanem območju.

V diplomski nalogi smo za tri območja določili tri praktično uporabne nize transformacijskih parametrov. V bodoče bomo za IOC Zapolje in OC Logatec uporabljali parametre, ki smo jih določili na osnovi 6 veznih točk. Ker pa se v prihodnosti obeta združitve obeh con, lahko uporabimo za transformacije točk v conah IOC Zapolje in OC Logatec tudi parametre, ki smo jih določili za obe coni skupaj z 8 veznimi točkami, predvsem pa pridejo ti parametri v poštev za transformacije točk na območju med obema conama. Za izbrano območje obeh industrijsko-obrtnih con skupaj smo prišli do zaključka, da so parametri, določeni z 8 veznimi točkami, najbolj optimalni za praktične namene.

Z zaporedjem izračunov transformacij smo prikazali, da lahko v primerih, ko imamo na razpolago večje število veznih točk, pridemo do kakovostnih rezultatov transformacije (transformacijskih parametrov in transformiranih koordinat) z izločitvijo tistih točk, ki imajo prevelika odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami. Kadar iz izračuna izločimo točko ali več, se pri naslednji transformaciji to pozna na koordinatah prav vsake točke, zato lahko sklepamo, da smo prišli pri izračunih s 6 in 8 veznimi točkami do kakovostnih rezultatov. To tudi pomeni, da predstavljajo koordinate končne množice točk dva koordinatna sistema, ki sta med seboj skladna v smislu uporabljene transformacije, ki je v našem primeru Helmertova podobnostna transformacija v trirazsežnem prostoru.

Analizirali smo spremembe koordinat točk v odvisnosti od števila točk, uporabljenih v transformaciji, in velikostjo območja. Spoznali smo, da je potrebno obravnavati vsako točko posebej in prišli do ugotovitve, da pri vsaki posamezni točki ne velja nujno, da se razlike med danimi in transformiranimi koordinatami manjšajo, če izločimo »slabše« vezne točke. Napačno bi bilo, če bi dejali, da so razlike koordinat vsake točke najmanjše pri dveh transformacijah s 6 in eno z 8 točkami, kjer smo dobili najboljše rezultate. V splošnem velja, da se položaji točk v mreži po transformaciji najmanj spremenijo v primerih z omenjenimi tremi izračuni, nikakor pa ne moremo trditi, da to velja za vse točke.

S transformacijami med koordinatnimi sistemi se bomo v geodeziji srečevali tudi v prihodnosti. Dogajalo se nam bo, da bo potrebno določiti lokalne transformacijske parametre med različnimi koordinatnimi sistemi za manjša območja, na katerih bomo izvajali geodetske storitve. Pri tem je pomembno, da znamo presoditi, katero vrsto transformacije izbrati, kdaj koordinate točkam določiti s pomočjo predhodno določenih transformacijskih parametrov in kdaj je koordinate potrebno določiti na delovišču samem z GNSS oziroma kombinirano geodetsko izmero. Koordinat točk izmeritvenih mrež v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM namreč ne smemo določati s transformacijami, temveč jih lahko določamo le na osnovi terenske izmere. Koordinate, določene s transformacijo iz D48/GK v D96/TM, bi namreč bile obremenjene z nehomogenostjo starega koordinatnega sistema. Transformacijski parametri pridejo v poštev za transformacijo koordinat točk na nivoju detajla. Menimo, da smo v začetku postavljene cilje naloge dosegli, saj smo določili kakovostne transformacijske parametre, ki so praktično uporabni na območju obeh industrijsko-obrtnih con in nam omogočajo določitev koordinat točk ustrezne kakovosti v D96/TM koordinatnem sistemu.

VIRI

Prostor, Prostorski portal, 2015. Državni koordinatni sistem.

http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/drzavni_koordinatni_sistem/ (Pridobljeno 5. 12. 2015).

GURS, 2015. Omrežje SIGNAL, Služba za GPS.

<http://www.gu-signal.si/node/1> (Pridobljeno 12. 12. 2015).

Prostor, Prostorski portal, 2015. Višinski državni koordinatni sistem.

http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/drzavni_koordinatni_sistem/visinski_drzavni_koordinatni_sistem/ (Pridobljeno 7. 12. 2015).

Prostor, Prostorski portal, 2016. Razlika med starim in novim KS.

http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/drzavni_koordinatni_sistem/horizontalni_drzavni_koordinatni_sistem_d96tm/ (Pridobljeno 28. 5. 2016).

Kogoj, D., Stopar, B. 2009. Geodetska izmera. Programska zasnova in priprava gradiv za izvedbo strokovnega dela izpita iz geodetske stroke: 29–31 str.

http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/GEODETSKA_IZMERA.pdf (Pridobljeno 21. 5. 2016).

Kozmus Trajkovski, K., Stopar, B. 2007. SiTraNet v2.10. Navodila za uporabo spletne aplikacije za transformacije koordinatnih sistemov.

http://e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/SiTraNet_navodila.pdf (Pridobljeno 8. 1. 2016).

Kuhar, M., Berk, S., Koler, B., Medved, K., Omang, O., Solheim, D., 2011. Vloga kakovostnega višinskega sistema in geoida za izvedbo GNSS-višinomerstva. Geodetski vestnik, letnik 55/2, 227.

http://www.geodetski-vestnik.com/55/2/gv55-2_226-234.pdf (Pridobljeno 6. 6. 2016)

Mihailovič, K. 1987. Geodezija II, I deo. Beograd, Naučna knjiga: 440 str.

Mozetič, B., Komadina, Ž., Radovan, D., Berk, S., Mesner, N., Klanjšček, M., Stopar, B., Pavlovčič Prešeren, P., Kozmus, K. 2006. Navodilo za izvajanje izmere z uporabo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov v državnem koordinatnem sistemu (Različica 2.0, 20. 11. 2006): 12–15, 18–19, 21–22 str.

http://e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/Horiz_koord_sistem_D96/Navodila/Navodilo_za_GNSS-izmero-v2.pdf (Pridobljeno 8. 12. 2015).

Stopar, B. 2007. Vzpostavitev ESRS v Sloveniji. Geodetski vestnik, letnik 51/4, 767:768.

http://www.geodetski-vestnik.com/51/4/gv51-4_763-776.pdf (Pridobljeno 27. 5. 2016).

Stopar, B., Koler, B., Kuhar, M. 2015. Osnovni geodetski sistem. Programska zasnova in priprava gradiv za izvedbo strokovnega dela izpita iz geodetske stroke: 4, 29–31 str.

http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/OSNOVNI_GEO_SISTEM.pdf (Pridobljeno 5. 12. 2015).

Stopar, B., Kuhar, M. 2001. Moderni geodetski koordinatni sistemi in astrogeodetska mreža Slovenije. Geodetski vestnik letnik 45/1-2, 19.

<http://www.geodetski-vestnik.com/45/gv45-12.pdf> (Pridobljeno 28. 12. 2015).

Stopar B., Pavlovčič Prešeren P. 2011. Satelitsko podprta geodetska izmera: Študijsko gradivo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 5, 29–31 str.

Tuno, N., Mulahusić, A., Marjetič, A., Kogoj, D. 2010. Pregled razvoja elektronskih tahimetrov Leica Geosystems. Geodetski vestnik 54/4, 658.

http://www.geodetski-vestnik.com/54/4/gv54-4_643-660.pdf (Pridobljeno 15. 1. 2016).

Zakon o evidentiranju nepremičnin (ZEN). Uradni list RS št. 47-2024/2006: 5050-5051.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: SREDNJE VREDNOSTI GEOGRAFSKIH KOORDINAT POSAMEZNIH OPAZOVANJ VEZNIH TOČK, DOLOČENIH Z GNSS-IZMERO Z METODO VRS	A1
PRILOGA B: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – IOC ZAPOLJE – 9 TOČK	B1
PRILOGA C: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – IOC ZAPOLJE – 6 TOČK	C1
PRILOGA D: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – OC LOGATEC – 9 TOČK.....	D1
PRILOGA E: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – OC LOGATEC – 6 TOČK.....	E1
PRILOGA F: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – IOC ZAPOLJE + OC LOGATEC – 12 TOČK	F1
PRILOGA G: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – IOC ZAPOLJE + OC LOGATEC – 10 TOČK	G1
PRILOGA H: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET – IOC ZAPOLJE + OC LOGATEC – 8 TOČK.....	H1

**PRILOGA A: SREDNJE VREDNOSTI GEOGRAFSKIH KOORDINAT POSAMEZNIH
 OPAZOVANJ VEZNIH TOČK, DOLOČENIH Z GNSS-IZMERO Z METODO VRS**

TOČKA	ETRS'89 (lat, lon, h elipsoidna)				GDOP
120012	45 56 22.83366	14 14 21.77400	521.694	2	
220012	45 56 22.83422	14 14 21.77458	521.692	2	
320012	45 56 22.83425	14 14 21.77459	521.664	2	
420012	45 56 22.83415	14 14 21.77438	521.685	2	
520012	45 56 22.83371	14 14 21.77460	521.736	3	
620012	45 56 22.83397	14 14 21.77431	521.740	2	
720012	45 56 22.83376	14 14 21.77474	521.675	2	
Sredina	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698		
120023	45 56 18.35667	14 14 36.19192	521.285	3	
220023	45 56 18.35665	14 14 36.19167	521.298	2	
320023	45 56 18.35658	14 14 36.19220	521.276	2	
420023	45 56 18.35678	14 14 36.19227	521.292	2	
520023	45 56 18.35626	14 14 36.19175	521.315	3	
620023	45 56 18.35694	14 14 36.19216	521.332	2	
720023	45 56 18.35681	14 14 36.19234	521.280	2	
Sredina	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297		
121001	45 56 20.99658	14 14 43.74987	522.458	3	
221001	45 56 20.99718	14 14 43.74978	522.468	2	
321001	45 56 20.99710	14 14 43.75005	522.456	2	
421001	45 56 20.99755	14 14 43.75019	522.472	2	
521001	45 56 20.99782	14 14 43.74964	522.490	3	
621001	45 56 20.99747	14 14 43.74967	522.473	2	
721001	45 56 20.99756	14 14 43.75039	522.440	2	
Sredina	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465		
120025	45 56 09.89302	14 14 38.44050	521.595	3	
220025	45 56 09.89310	14 14 38.44037	521.577	2	
320025	45 56 09.89237	14 14 38.44093	521.600	2	
420025	45 56 09.89291	14 14 38.44058	521.591	2	
520025	45 56 09.89257	14 14 38.44063	521.610	2	
620025	45 56 09.89307	14 14 38.44046	521.623	2	
720025	45 56 09.89283	14 14 38.44063	521.576	3	
Sredina	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596		
120013	45 56 01.67849	14 14 26.91705	522.124	3	
220013	45 56 01.67854	14 14 26.91718	522.143	2	
320013	45 56 01.67841	14 14 26.91688	522.169	2	
420013	45 56 01.67818	14 14 26.91709	522.165	2	
520013	45 56 01.67783	14 14 26.91690	522.169	3	
620013	45 56 01.67834	14 14 26.91653	522.175	3	
720013	45 56 01.67827	14 14 26.91690	522.151	3	
Sredina	45 56 01.67829	14 14 26.91693	522.157		
120046	45 55 46.23706	14 14 17.89114	521.532	3	
220046	45 55 46.23681	14 14 17.89064	521.563	2	
320046	45 55 46.23698	14 14 17.89110	521.571	2	
420046	45 55 46.23674	14 14 17.89099	521.561	2	
520046	45 55 46.23645	14 14 17.89085	521.571	2	

620046	45 55 46.23630	14 14 17.89091	521.574	2
720046	45 55 46.23691	14 14 17.89125	521.555	2
Sredina	45 55 46.23675	14 14 17.89098	521.561	
120017	45 56 04.31306	14 14 14.32107	521.794	3
220017	45 56 04.31315	14 14 14.32092	521.807	2
320017	45 56 04.31309	14 14 14.32123	521.819	2
420017	45 56 04.31273	14 14 14.32168	521.834	2
520017	45 56 04.31295	14 14 14.32114	521.802	2
620017	45 56 04.31301	14 14 14.32178	521.845	2
720017	45 56 04.31297	14 14 14.32147	521.811	2
Sredina	45 56 04.31299	14 14 14.32133	521.816	
120015	45 56 11.78557	14 14 12.48078	521.190	2
220015	45 56 11.78560	14 14 12.48097	521.182	2
320015	45 56 11.78568	14 14 12.48120	521.195	2
420015	45 56 11.78568	14 14 12.48096	521.189	2
520015	45 56 11.78565	14 14 12.48078	521.203	2
620015	45 56 11.78586	14 14 12.48096	521.188	2
720015	45 56 11.78563	14 14 12.48112	521.193	3
Sredina	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191	
120027	45 55 51.75169	14 14 16.18524	520.021	2
220027	45 55 51.75162	14 14 16.18511	520.040	2
320027	45 55 51.75142	14 14 16.18527	520.020	2
420027	45 55 51.75160	14 14 16.18524	520.009	2
Sredina	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023	
1601138	45 54 42.09806	14 14 05.36126	528.754	2
2601138	45 54 42.09781	14 14 05.36123	528.777	2
3601138	45 54 42.09759	14 14 05.36011	528.739	2
4601138	45 54 42.09832	14 14 05.36066	528.764	2
5601138	45 54 42.09790	14 14 05.36108	528.785	2
6601138	45 54 42.09833	14 14 05.36037	528.782	2
7601138	45 54 42.09813	14 14 05.36077	528.760	7
Sredina	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766	
161024	45 54 55.19501	14 14 10.91279	527.671	6
261024	45 54 55.19476	14 14 10.91243	527.667	3
361024	45 54 55.19455	14 14 10.91220	527.664	2
461024	45 54 55.19483	14 14 10.91251	527.642	2
561024	45 54 55.19436	14 14 10.91175	527.695	2
661024	45 54 55.19467	14 14 10.91241	527.680	2
761024	45 54 55.19488	14 14 10.91266	527.627	2
Sredina	45 54 55.19472	14 14 10.91239	527.664	
1600016	45 55 05.82805	14 14 25.51706	528.894	5
2600016	45 55 05.82821	14 14 25.51700	528.893	2
3600016	45 55 05.82793	14 14 25.51693	528.883	2
4600016	45 55 05.82751	14 14 25.51716	528.891	2
5600016	45 55 05.82770	14 14 25.51670	528.901	3
6600016	45 55 05.82786	14 14 25.51700	528.916	6
7600016	45 55 05.82805	14 14 25.51722	528.840	2
Sredina	45 55 05.82790	14 14 25.51701	528.888	
161047	45 55 16.24019	14 14 26.18139	538.733	4
261047	45 55 16.23964	14 14 26.18150	538.771	2

361047	45 55 16.23976	14 14 26.18102	538.757	2
461047	45 55 16.23916	14 14 26.18115	538.759	3
561047	45 55 16.23943	14 14 26.18123	538.774	2
661047	45 55 16.23970	14 14 26.18134	538.749	2
761047	45 55 16.23941	14 14 26.18167	538.760	2
Sredina	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758	

161031	45 55 01.71898	14 14 26.31799	526.500	4
261031	45 55 01.71889	14 14 26.31753	526.541	2
361031	45 55 01.71907	14 14 26.31766	526.517	2
461031	45 55 01.71879	14 14 26.31794	526.539	1
561031	45 55 01.71898	14 14 26.31807	526.542	2
661031	45 55 01.71891	14 14 26.31793	526.551	2
761031	45 55 01.71896	14 14 26.31835	526.503	2
Sredina	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528	

160006	45 54 49.83344	14 14 32.97602	548.198	5
260006	45 54 49.83383	14 14 32.97632	548.230	2
360006	45 54 49.83327	14 14 32.97608	548.229	2
460006	45 54 49.83246	14 14 32.97598	548.249	4
560006	45 54 49.83370	14 14 32.97643	548.222	2
660006	45 54 49.83351	14 14 32.97633	548.231	3
760006	45 54 49.83285	14 14 32.97622	548.247	4
Sredina	45 54 49.83329	14 14 32.97620	548.229	

160001	45 54 50.27670	14 14 24.13045	538.534	2
260001	45 54 50.27693	14 14 24.12936	538.533	2
360001	45 54 50.27700	14 14 24.12964	538.525	2
460001	45 54 50.27680	14 14 24.12960	538.528	2
560001	45 54 50.27650	14 14 24.13035	538.557	2
660001	45 54 50.27733	14 14 24.12995	538.554	3
760001	45 54 50.27720	14 14 24.13007	538.526	2
Sredina	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537	

161011	45 55 26.43175	14 14 17.70946	527.138	3
261011	45 55 26.43180	14 14 17.70924	527.120	2
361011	45 55 26.43163	14 14 17.70919	527.122	2
461011	45 55 26.43174	14 14 17.70906	527.142	2
561011	45 55 26.43135	14 14 17.70930	527.156	2
661011	45 55 26.43161	14 14 17.70949	527.170	3
761011	45 55 26.43163	14 14 17.70949	527.134	2
Sredina	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140	

161007	45 55 26.07693	14 14 10.66617	519.391	5
261007	45 55 26.07843	14 14 10.66565	519.453	3
361007	45 55 26.07840	14 14 10.66626	519.424	2
461007	45 55 26.07824	14 14 10.66592	519.443	2
561007	45 55 26.07788	14 14 10.66629	519.468	2
661007	45 55 26.07810	14 14 10.66605	519.479	3
761007	45 55 26.07833	14 14 10.66617	519.455	2
Sredina	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445	

PRILOGA B: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– IOC ZAPOLJE – 9 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: ZAPOLJE-GK-9TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: ZAPOLJE-GRS-9TOCK.koo

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
20012	88666.460	441393.365	475.272	1.000	1.000	1.000
20013	88012.244	441497.836	475.732	1.000	1.000	1.000
20015	88327.293	441189.886	474.764	1.000	1.000	1.000
20017	88096.195	441227.284	475.389	1.000	1.000	1.000
20023	88525.236	441702.584	474.854	1.000	1.000	1.000
20025	88263.478	441748.530	475.155	1.000	1.000	1.000
20027	87708.020	441263.818	473.597	1.000	1.000	1.000
20046	87537.434	441298.973	475.134	1.000	1.000	1.000
21001	88605.227	441866.178	476.015	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
20012	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698	1.000	1.000	1.000
20013	45 56 01.67829	14 14 26.91693	522.157	1.000	1.000	1.000
20015	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191	1.000	1.000	1.000
20017	45 56 04.31299	14 14 14.32133	521.816	1.000	1.000	1.000
20023	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297	1.000	1.000	1.000
20025	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596	1.000	1.000	1.000
20027	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023	1.000	1.000	1.000
20046	45 55 46.23675	14 14 17.89098	521.561	1.000	1.000	1.000
21001	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

20012 20013 20015 20017 20023 20025 20027 20046 21001

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	E	N	H
20012	441021.970	89153.289	475.272
20013	441126.448	88499.078	475.732
20015	440818.496	88814.122	474.764
20017	440855.897	88583.026	475.389
20023	441331.189	89012.069	474.854
20025	441377.137	88750.313	475.155
20027	440892.435	88194.854	473.597
20046	440927.591	88024.269	475.134
21001	441494.781	89092.061	476.015

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM
KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
20012	4306983.719	1092984.895	4560962.183	dan
	4306983.706	1092984.902	4560962.201	transf.
	0.013	-0.007	-0.018	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.445	0.228	0.600	std.popr.
	0.156	0.080	0.210	tau test
20013	4307411.750	1093207.823	4560508.219	dan
	4307411.783	1093207.774	4560508.211	transf.
	-0.033	0.049	0.008	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	1.097	1.618	0.271	std.popr.
	0.384	0.567	0.095	tau test
20015	4307270.233	1092851.039	4560724.575	dan
	4307270.223	1092851.006	4560724.588	transf.
	0.010	0.032	-0.013	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.333	1.072	0.424	std.popr.
	0.117	0.376	0.148	tau test
20017	4307421.609	1092930.353	4560564.554	dan
	4307421.623	1092930.291	4560564.552	transf.
	-0.014	0.061	0.002	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.460	2.032	0.059	std.popr.
	0.161	0.712	0.021	tau test
20023	4307003.332	1093310.318	4560865.754	dan
	4307003.344	1093310.325	4560865.737	transf.
	-0.013	-0.008	0.017	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.422	0.250	0.557	std.popr.
	0.148	0.088	0.195	tau test
20025	4307173.636	1093403.528	4560684.219	dan
	4307173.654	1093403.531	4560684.203	transf.
	-0.018	-0.003	0.016	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.588	0.091	0.541	std.popr.
	0.206	0.032	0.190	tau test
20027	4307680.654	1093037.513	4560293.504	dan
	4307680.641	1093037.543	4560293.508	transf.
	0.013	-0.030	-0.004	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.433	0.992	0.120	std.popr.
	0.152	0.348	0.042	tau test
20046	4307791.242	1093103.492	4560176.171	dan
	4307791.206	1093103.554	4560176.188	transf.
	0.036	-0.062	-0.017	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	1.196	2.065	0.569	std.popr.
	0.419	0.723	0.199	tau test
21001	4306907.265	1093453.915	4560923.296	dan
	4306907.260	1093453.948	4560923.288	transf.
	0.005	-0.033	0.009	dan - transf.
	0.030	0.030	0.030	std.dev.transf.k.
	0.161	1.096	0.284	std.popr.
	0.056	0.384	0.099	tau test

točka	N	E	
20012	89153.268	441021.960	dan
	89153.289	441021.970	transf.
	-0.021	-0.010	dan - transf.
20013	88499.098	441126.503	dan
	88499.078	441126.448	transf.
	0.020	0.056	dan - transf.
20015	88814.100	440818.525	dan
	88814.122	440818.496	transf.
	-0.022	0.029	dan - transf.
20017	88583.025	440855.959	dan
	88583.026	440855.897	transf.
	-0.001	0.063	dan - transf.
20023	89012.091	441331.185	dan
	89012.069	441331.189	transf.
	0.022	-0.004	dan - transf.
20025	88750.338	441377.139	dan
	88750.313	441377.137	transf.
	0.024	0.002	dan - transf.
20027	88194.848	440892.402	dan
	88194.854	440892.435	transf.
	-0.006	-0.032	dan - transf.
20046	88024.244	440927.522	dan
	88024.269	440927.591	transf.
	-0.025	-0.070	dan - transf.
21001	89092.070	441494.748	dan
	89092.061	441494.781	transf.
	0.009	-0.033	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOCK Z UPOŠTEVANJEM Odstopanj V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
20012	-0.021	89153.268	-0.010	441021.960	475.272
20013	0.020	88499.098	0.056	441126.504	475.732
20015	-0.022	88814.100	0.029	440818.525	474.764
20017	-0.001	88583.025	0.063	440855.959	475.389
20023	0.022	89012.091	-0.004	441331.185	474.854
20025	0.024	88750.338	0.002	441377.139	475.155
20027	-0.006	88194.848	-0.032	440892.402	473.597
20046	-0.025	88024.244	-0.070	440927.522	475.134
21001	0.009	89092.070	-0.033	441494.748	476.015

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX 490.668913 m
 deltaY 334.023825 m
 deltaZ 503.530276 m
 alfa - 0 00 13.923603 "
 beta - 0 00 05.177104 "
 gama 0 00 11.165966 "
 merilo 0.384682 ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.025 m
 Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.030 m
 Število iteracij: 2
 Število veznih točk: 9
 Število nadštevilčnosti: 20

Površina oboda območja transformacije: 0.41 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):

min	-2.5	-7.0
max	2.4	6.3

sr.v.	-0.0	0.0
sr.v. (abs)	1.7	0.0

PRILOGA C: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– IOC ZAPOLJE – 6 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: ZAPOLJE-GK-6TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: ZAPOLJE-GRS-6TOCK.KOO

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
20012	88666.460	441393.365	475.272	1.000	1.000	1.000
20015	88327.293	441189.886	474.764	1.000	1.000	1.000
20023	88525.236	441702.584	474.854	1.000	1.000	1.000
20025	88263.478	441748.530	475.155	1.000	1.000	1.000
20027	87708.020	441263.818	473.597	1.000	1.000	1.000
21001	88605.227	441866.178	476.015	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
20012	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698	1.000	1.000	1.000
20015	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191	1.000	1.000	1.000
20023	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297	1.000	1.000	1.000
20025	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596	1.000	1.000	1.000
20027	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023	1.000	1.000	1.000
21001	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

20012 20015 20023 20025 20027 21001

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	E	N	H
20012	441021.958	89153.285	475.272
20015	440818.492	88814.118	474.764
20023	441331.176	89012.071	474.854
20025	441377.129	88750.319	475.155
20027	440892.439	88194.856	473.597
21001	441494.765	89092.066	476.015

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM
KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
20012	4306983.719	1092984.895	4560962.183	dan
	4306983.711	1092984.890	4560962.198	transf.
	0.008	0.004	-0.015	dan - transf.
	0.020	0.020	0.020	std.dev.transf.k.
	0.401	0.206	0.726	std.popr.
	0.155	0.079	0.281	tau test
20015	4307270.233	1092851.039	4560724.575	dan
	4307270.226	1092851.003	4560724.585	transf.

	0.006	0.036	-0.009	dan - transf.
	0.020	0.020	0.020	std.dev.transf.k.
	0.313	1.796	0.469	std.popr.
	0.121	0.694	0.181	tau test
20023	4307003.332	1093310.318	4560865.754	dan
	4307003.347	1093310.313	4560865.739	transf.
	-0.015	0.005	0.015	dan - transf.
	0.020	0.020	0.020	std.dev.transf.k.
	0.743	0.247	0.730	std.popr.
	0.287	0.096	0.282	tau test
20025	4307173.636	1093403.528	4560684.219	dan
	4307173.654	1093403.521	4560684.208	transf.
	-0.017	0.007	0.011	dan - transf.
	0.020	0.020	0.020	std.dev.transf.k.
	0.868	0.323	0.560	std.popr.
	0.335	0.125	0.217	tau test
20027	4307680.654	1093037.513	4560293.504	dan
	4307680.639	1093037.547	4560293.511	transf.
	0.015	-0.034	-0.007	dan - transf.
	0.020	0.020	0.020	std.dev.transf.k.
	0.749	1.701	0.338	std.popr.
	0.289	0.658	0.131	tau test
21001	4306907.265	1093453.915	4560923.296	dan
	4306907.262	1093453.932	4560923.291	transf.
	0.003	-0.018	0.005	dan - transf.
	0.020	0.020	0.020	std.dev.transf.k.
	0.148	0.871	0.243	std.popr.
	0.057	0.337	0.094	tau test

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

točka	N	E	
20012	89153.268	441021.960	dan
	89153.285	441021.958	transf.
	-0.017	0.002	dan - transf.
20015	88814.100	440818.525	dan
	88814.118	440818.492	transf.
	-0.018	0.033	dan - transf.
20023	89012.091	441331.185	dan
	89012.071	441331.176	transf.
	0.020	0.009	dan - transf.
20025	88750.338	441377.139	dan
	88750.319	441377.129	transf.
	0.019	0.011	dan - transf.
20027	88194.848	440892.402	dan
	88194.856	440892.439	transf.
	-0.009	-0.037	dan - transf.
21001	89092.070	441494.748	dan
	89092.066	441494.765	transf.
	0.005	-0.018	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK Z UPOŠTEVANJEM ODSTOPANJ V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
20012	-0.017	89153.268	0.002	441021.960	475.272
20015	-0.018	88814.100	0.033	440818.525	474.764

20023	0.020	89012.091	0.009	441331.185	474.854
20025	0.019	88750.338	0.011	441377.139	475.155
20027	-0.009	88194.848	-0.037	440892.402	473.597
21001	0.005	89092.070	-0.018	441494.748	476.015

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX	538.671724	m
deltaY	371.939323	m
deltaZ	532.779733	m
alfa	- 0 00 16.904960	"
beta	- 0 00 05.278883	"
gama	0 00 09.332677	"
merilo	-9.027523	ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.020 m
Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.020 m
Število iteracij: 2
Število veznih točk: 6
Število nadštevilčnosti: 11

Površina oboda območja transformacije: 0.36 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):

min	-1.8	-3.7
max	2.0	3.3

sr.v.	-0.0	0.0
sr.v. (abs)	1.4	0.0

PRILOGA D: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– OC LOGATEC – 9 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: OBC-GK-9TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: OBC-GRS-9TOCK.KOO

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
60001	85808.538	441416.985	492.048	1.000	1.000	1.000
60006	85793.013	441607.537	501.738	1.000	1.000	1.000
61007	86916.504	441137.371	473.009	1.000	1.000	1.000
61011	86925.993	441289.237	480.681	1.000	1.000	1.000
61024	85963.097	441133.686	481.180	1.000	1.000	1.000
61031	86161.373	441467.493	480.030	1.000	1.000	1.000
61047	86609.671	441468.808	492.296	1.000	1.000	1.000
600016	86288.400	441451.450	482.400	1.000	1.000	1.000
601138	85559.920	441010.120	482.310	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
60001	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537	1.000	1.000	1.000
60006	45 54 49.83329	14 14 32.97620	548.229	1.000	1.000	1.000
61007	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445	1.000	1.000	1.000
61011	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140	1.000	1.000	1.000
61024	45 54 55.19472	14 14 10.91239	527.664	1.000	1.000	1.000
61031	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528	1.000	1.000	1.000
61047	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758	1.000	1.000	1.000
600016	45 55 05.82790	14 14 25.51701	528.888	1.000	1.000	1.000
601138	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

60001 60006 61007 61011 61024 61031 61047 600016 601138

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	E	N	H
60001	441045.436	86295.362	492.048
60006	441235.988	86279.824	501.738
61007	440765.894	87403.359	473.009
61011	440917.762	87412.838	480.681
61024	440762.145	86449.941	481.180
61031	441095.969	86648.197	480.030
61047	441097.313	87096.501	492.296
600016	441079.934	86775.227	482.400
601138	440638.550	86046.768	482.310

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM
KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
60001	4308972.789	1093542.037	4558986.369	dan
	4308972.810	1093542.015	4558986.355	transf.
	-0.021	0.022	0.014	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	0.744	0.770	0.500	std.popr.
	0.261	0.270	0.175	tau test
60006	4308941.958	1093730.919	4558983.801	dan
	4308941.992	1093730.959	4558983.775	transf.
	-0.035	-0.040	0.026	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	1.209	1.410	0.897	std.popr.
	0.424	0.494	0.314	tau test
61007	4308261.567	1093062.214	4559741.688	dan
	4308261.605	1093062.200	4559741.667	transf.
	-0.038	0.015	0.021	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	1.320	0.514	0.719	std.popr.
	0.463	0.180	0.252	tau test
61011	4308221.826	1093208.714	4559754.811	dan
	4308221.840	1093208.712	4559754.791	transf.
	-0.015	0.002	0.020	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	0.515	0.077	0.689	std.popr.
	0.181	0.027	0.242	tau test
61024	4308929.798	1093237.230	4559084.205	dan
	4308929.761	1093237.271	4559084.205	transf.
	0.037	-0.041	0.000	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	1.277	1.435	0.006	std.popr.
	0.447	0.503	0.002	tau test
61031	4308707.107	1093523.261	4559223.541	dan
	4308707.079	1093523.248	4559223.551	transf.
	0.028	0.013	-0.010	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	0.979	0.452	0.359	std.popr.
	0.343	0.158	0.126	tau test
61047	4308403.890	1093443.270	4559544.240	dan
	4308403.877	1093443.280	4559544.266	transf.
	0.013	-0.010	-0.027	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	0.461	0.364	0.939	std.popr.
	0.161	0.127	0.329	tau test
600016	4308624.606	1093484.515	4559313.501	dan
	4308624.569	1093484.515	4559313.526	transf.
	0.038	0.000	-0.025	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	1.319	0.016	0.867	std.popr.
	0.462	0.005	0.304	tau test
601138	4309241.517	1093192.870	4558803.643	dan
	4309241.524	1093192.830	4558803.662	transf.
	-0.007	0.039	-0.018	dan - transf.
	0.029	0.029	0.029	std.dev.transf.k.
	0.247	1.380	0.646	std.popr.
	0.087	0.483	0.226	tau test

točka	N	E	
60001	86295.382	441045.463	dan
	86295.362	441045.436	transf.
	0.021	0.027	dan - transf.
60006	86279.873	441235.958	dan
	86279.824	441235.988	transf.
	0.049	-0.030	dan - transf.
61007	87403.397	440765.918	dan
	87403.359	440765.894	transf.
	0.038	0.024	dan - transf.
61011	87412.862	440917.768	dan
	87412.838	440917.762	transf.
	0.024	0.006	dan - transf.
61024	86449.924	440762.096	dan
	86449.941	440762.145	transf.
	-0.018	-0.049	dan - transf.
61031	86648.168	441095.974	dan
	86648.197	441095.969	transf.
	-0.029	0.005	dan - transf.
61047	87096.475	441097.299	dan
	87096.501	441097.313	transf.
	-0.026	-0.014	dan - transf.
600016	86775.183	441079.925	dan
	86775.227	441079.934	transf.
	-0.043	-0.009	dan - transf.
601138	86046.752	440638.590	dan
	86046.768	440638.550	transf.
	-0.015	0.040	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOCK Z UPOŠTEVANJEM Odstopanj V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
60001	0.021	86295.382	0.027	441045.463	492.048
60006	0.049	86279.873	-0.030	441235.958	501.738
61007	0.038	87403.397	0.024	440765.918	473.009
61011	0.024	87412.862	0.006	440917.768	480.681
61024	-0.018	86449.924	-0.049	440762.096	481.180
61031	-0.029	86648.168	0.005	441095.974	480.030
61047	-0.026	87096.475	-0.014	441097.299	492.296
600016	-0.043	86775.183	-0.009	441079.925	482.400
601138	-0.015	86046.752	0.040	440638.590	482.310

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX 466.431164 m
 deltaY 565.939668 m
 deltaZ 308.396888 m
 alfa - 0 00 09.566244 "
 beta 0 00 01.283728 "
 gama 0 00 27.843875 "
 merilo 18.660268 ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.039 m
 Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.029 m
 Število iteracij: 2
 Število veznih točk: 9
 Število nadštevilčnosti: 20

Površina oboda območja transformacije: 0.53 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):

min	-4.3	-4.9
max	4.9	4.0

sr.v.	-0.0	0.0
sr.v. (abs)	2.9	0.0

PRILOGA E: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– OC LOGATEC – 6 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: OBC-GK-6TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: OBC-GRS-6TOCK.KOO

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
60001	85808.538	441416.985	492.048	1.000	1.000	1.000
61007	86916.504	441137.371	473.009	1.000	1.000	1.000
61011	86925.993	441289.237	480.681	1.000	1.000	1.000
61031	86161.373	441467.493	480.030	1.000	1.000	1.000
61047	86609.671	441468.808	492.296	1.000	1.000	1.000
601138	85559.920	441010.120	482.310	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
60001	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537	1.000	1.000	1.000
61007	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445	1.000	1.000	1.000
61011	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140	1.000	1.000	1.000
61031	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528	1.000	1.000	1.000
61047	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758	1.000	1.000	1.000
601138	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

60001 61007 61011 61031 61047 601138

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	E	N	H
60001	441045.458	86295.359	492.048
61007	440765.900	87403.366	473.009
61011	440917.769	87412.847	480.681
61031	441095.988	86648.199	480.030
61047	441097.326	87096.508	492.296
601138	440638.571	86046.757	482.310

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM
KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
60001	4308972.789	1093542.037	4558986.369	dan
	4308972.807	1093542.038	4558986.354	transf.
	-0.018	-0.000	0.015	dan - transf.
	0.023	0.023	0.023	std.dev.transf.k.
	0.796	0.015	0.649	std.popr.
	0.308	0.006	0.251	tau test
61007	4308261.567	1093062.214	4559741.688	dan
	4308261.594	1093062.203	4559741.667	transf.

		-0.027	0.012	0.021	dan - transf.
		0.023	0.023	0.023	std.dev.transf.k.
		1.170	0.503	0.917	std.popr.
		0.452	0.195	0.354	tau test
61011	4308221.826	1093208.714	4559754.811	dan	
	4308221.831	1093208.716	4559754.795	transf.	
		-0.005	-0.003	0.016	dan - transf.
		0.023	0.023	0.023	std.dev.transf.k.
		0.219	0.117	0.682	std.popr.
		0.085	0.045	0.264	tau test
61031	4308707.107	1093523.261	4559223.541	dan	
	4308707.075	1093523.267	4559223.554	transf.	
		0.033	-0.005	-0.014	dan - transf.
		0.023	0.023	0.023	std.dev.transf.k.
		1.418	0.234	0.597	std.popr.
		0.548	0.090	0.231	tau test
61047	4308403.890	1093443.270	4559544.240	dan	
	4308403.871	1093443.292	4559544.273	transf.	
		0.020	-0.022	-0.034	dan - transf.
		0.023	0.023	0.023	std.dev.transf.k.
		0.863	0.956	1.472	std.popr.
		0.334	0.370	0.569	tau test
601138	4309241.517	1093192.870	4558803.643	dan	
	4309241.519	1093192.851	4558803.647	transf.	
		-0.002	0.019	-0.004	dan - transf.
		0.023	0.023	0.023	std.dev.transf.k.
		0.096	0.818	0.179	std.popr.
		0.037	0.316	0.069	tau test

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

točka	N	E	
60001	86295.382	441045.463	dan
	86295.359	441045.458	transf.
	0.023	0.004	dan - transf.
61007	87403.397	440765.918	dan
	87403.366	440765.900	transf.
	0.031	0.018	dan - transf.
61011	87412.862	440917.768	dan
	87412.847	440917.769	transf.
	0.015	-0.001	dan - transf.
61031	86648.168	441095.974	dan
	86648.199	441095.988	transf.
	-0.031	-0.013	dan - transf.
61047	87096.475	441097.299	dan
	87096.508	441097.326	transf.
	-0.033	-0.026	dan - transf.
601138	86046.752	440638.590	dan
	86046.757	440638.571	transf.
	-0.005	0.019	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK Z UPOŠTEVANJEM ODSTOPANJ V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
60001	0.023	86295.382	0.004	441045.463	492.048
61007	0.031	87403.397	0.018	440765.918	473.009

61011	0.015	87412.862	-0.001	440917.768	480.681
61031	-0.031	86648.168	-0.014	441095.974	480.030
61047	-0.033	87096.475	-0.026	441097.299	492.296
601138	-0.005	86046.752	0.019	440638.590	482.310

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX		373.978801	m
deltaY		726.669435	m
deltaZ		255.693736	m
alfa	- 0 00	15.353335	"
beta	- 0 00	00.154207	"
gama	0 00	30.011664	"
merilo		30.079979	ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.055 m
Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.023 m
Število iteracij: 2
Število veznih točk: 6
Število nadštevilčnosti: 11

Površina oboda območja transformacije: 0.44 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):

min	-3.3	-2.6
max	3.1	1.9

sr.v. 0.0 0.0
sr.v. (abs) 2.3 0.0

PRILOGA F: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– IOC ZAPOLJE + OC LOGATEC – 12 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: ZAPOLJE+OBC-GK-12TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: ZAPOLJE+OBC-GRS-12TOCK.KOO

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
20012	88666.460	441393.365	475.272	1.000	1.000	1.000
20015	88327.293	441189.886	474.764	1.000	1.000	1.000
20023	88525.236	441702.584	474.854	1.000	1.000	1.000
20025	88263.478	441748.530	475.155	1.000	1.000	1.000
20027	87708.020	441263.818	473.597	1.000	1.000	1.000
21001	88605.227	441866.178	476.015	1.000	1.000	1.000
60001	85808.538	441416.985	492.048	1.000	1.000	1.000
61007	86916.504	441137.371	473.009	1.000	1.000	1.000
61011	86925.993	441289.237	480.681	1.000	1.000	1.000
61031	86161.373	441467.493	480.030	1.000	1.000	1.000
61047	86609.671	441468.808	492.296	1.000	1.000	1.000
601138	85559.920	441010.120	482.310	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
20012	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698	1.000	1.000	1.000
20015	45 56 11.78567	14 14 12.48097	521.191	1.000	1.000	1.000
20023	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297	1.000	1.000	1.000
20025	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596	1.000	1.000	1.000
20027	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023	1.000	1.000	1.000
21001	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465	1.000	1.000	1.000
60001	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537	1.000	1.000	1.000
61007	45 55 26.07804	14 14 10.66607	519.445	1.000	1.000	1.000
61011	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140	1.000	1.000	1.000
61031	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528	1.000	1.000	1.000
61047	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758	1.000	1.000	1.000
601138	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

20012	20015	20023	20025	20027	21001	60001	61007	61011
61031	61047	601138						

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	E	N	H
20012	441021.974	89153.303	475.272
20015	440818.479	88814.143	474.764
20023	441331.188	89012.064	474.854
20025	441377.122	88750.303	475.155
20027	440892.384	88194.864	473.597
21001	441494.786	89092.048	476.015
60001	441045.466	86295.369	492.048
61007	440765.901	87403.351	473.009

61011	440917.768	87412.833	480.681
61031	441095.990	86648.202	480.030
61047	441097.324	87096.502	492.296
601138	440638.588	86046.767	482.310

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
20012	4306983.719	1092984.895	4560962.183	dan
	4306983.689	1092984.901	4560962.203	transf.
	0.031	-0.006	-0.020	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	1.257	0.253	0.818	std.popr.
	0.419	0.084	0.273	tau test
20015	4307270.233	1092851.039	4560724.575	dan
	4307270.206	1092850.984	4560724.597	transf.
	0.026	0.054	-0.021	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	1.069	2.218	0.875	std.popr.
	0.357	0.739	0.292	tau test
20023	4307003.332	1093310.318	4560865.754	dan
	4307003.350	1093310.326	4560865.735	transf.
	-0.018	-0.008	0.019	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.735	0.327	0.761	std.popr.
	0.245	0.109	0.254	tau test
20025	4307173.636	1093403.528	4560684.219	dan
	4307173.672	1093403.520	4560684.203	transf.
	-0.036	0.008	0.016	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	1.445	0.330	0.668	std.popr.
	0.482	0.110	0.223	tau test
20027	4307680.654	1093037.513	4560293.504	dan
	4307680.652	1093037.493	4560293.521	transf.
	0.002	0.020	-0.017	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.078	0.802	0.696	std.popr.
	0.026	0.267	0.232	tau test
21001	4306907.265	1093453.915	4560923.296	dan
	4306907.271	1093453.956	4560923.282	transf.
	-0.007	-0.042	0.014	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.272	1.693	0.567	std.popr.
	0.091	0.564	0.189	tau test
60001	4308972.789	1093542.037	4558986.369	dan
	4308972.795	1093542.042	4558986.357	transf.
	-0.006	-0.005	0.012	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.250	0.190	0.501	std.popr.
	0.083	0.063	0.167	tau test
61007	4308261.567	1093062.214	4559741.688	dan
	4308261.608	1093062.208	4559741.661	transf.
	-0.041	0.006	0.027	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	1.659	0.259	1.094	std.popr.
	0.553	0.086	0.365	tau test
61011	4308221.826	1093208.714	4559754.811	dan
	4308221.841	1093208.718	4559754.787	transf.
	-0.015	-0.004	0.024	dan - transf.

	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.621	0.166	0.992	std.popr.
	0.207	0.055	0.331	tau test
61031	4308707.107	1093523.261	4559223.541	dan
	4308707.068	1093523.267	4559223.552	transf.
	0.040	-0.006	-0.011	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	1.615	0.250	0.458	std.popr.
	0.538	0.083	0.153	tau test
61047	4308403.890	1093443.270	4559544.240	dan
	4308403.871	1093443.291	4559544.265	transf.
	0.020	-0.021	-0.026	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.796	0.841	1.043	std.popr.
	0.265	0.280	0.348	tau test
601138	4309241.517	1093192.870	4558803.643	dan
	4309241.513	1093192.867	4558803.660	transf.
	0.004	0.003	-0.017	dan - transf.
	0.025	0.025	0.025	std.dev.transf.k.
	0.167	0.111	0.693	std.popr.
	0.056	0.037	0.231	tau test

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

točka	N	E	
20012	89153.268	441021.960	dan
	89153.303	441021.974	transf.
	-0.034	-0.014	dan - transf.
20015	88814.100	440818.525	dan
	88814.143	440818.479	transf.
	-0.043	0.046	dan - transf.
20023	89012.091	441331.185	dan
	89012.064	441331.188	transf.
	0.027	-0.003	dan - transf.
20025	88750.338	441377.139	dan
	88750.303	441377.122	transf.
	0.035	0.017	dan - transf.
20027	88194.848	440892.402	dan
	88194.864	440892.384	transf.
	-0.017	0.018	dan - transf.
21001	89092.070	441494.748	dan
	89092.048	441494.786	transf.
	0.022	-0.038	dan - transf.
60001	86295.382	441045.463	dan
	86295.369	441045.466	transf.
	0.014	-0.003	dan - transf.
61007	87403.397	440765.918	dan
	87403.351	440765.901	transf.
	0.046	0.017	dan - transf.
61011	87412.862	440917.768	dan
	87412.833	440917.768	transf.
	0.028	0.000	dan - transf.
61031	86648.168	441095.974	dan
	86648.202	441095.990	transf.

	-0.034	-0.016	dan - transf.
61047	87096.475	441097.299	dan
	87096.502	441097.324	transf.
	-0.028	-0.025	dan - transf.
601138	86046.752	440638.590	dan
	86046.767	440638.588	transf.
	-0.015	0.001	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOCK Z UPOŠTEVANJEM ODSTOPANJ V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
20012	-0.034	89153.268	-0.014	441021.960	475.272
20015	-0.043	88814.100	0.046	440818.525	474.764
20023	0.027	89012.091	-0.003	441331.185	474.854
20025	0.035	88750.338	0.017	441377.139	475.155
20027	-0.017	88194.848	0.018	440892.402	473.597
21001	0.022	89092.070	-0.038	441494.748	476.015
60001	0.014	86295.382	-0.003	441045.463	492.048
61007	0.046	87403.397	0.017	440765.918	473.009
61011	0.028	87412.862	0.000	440917.768	480.681
61031	-0.034	86648.168	-0.016	441095.974	480.030
61047	-0.028	87096.475	-0.025	441097.299	492.296
601138	-0.015	86046.752	0.001	440638.590	482.310

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX 503.507180 m
 deltaY 539.441144 m
 deltaZ 350.384770 m
 alfa - 0 00 11.801106 "
 beta 0 00 00.441077 "
 gama 0 00 23.793377 "
 merilo 10.711906 ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.032 m
 Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.025 m
 Število iteracij: 2
 Število veznih točk: 12
 Število nadštevilčnosti: 29

Površina oboda območja transformacije: 1.51 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):
 min -4.3 -3.8
 max 4.6 4.6

 sr.v. 0.0 0.0
 sr.v. (abs) 2.9 0.0

PRILOGA G: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– IOC ZAPOLJE + OC LOGATEC – 10 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: ZAPOLJE+OBC-GK-10TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: ZAPOLJE+OBC-GRS-10TOCK.KOO

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
20012	88666.460	441393.365	475.272	1.000	1.000	1.000
20023	88525.236	441702.584	474.854	1.000	1.000	1.000
20025	88263.478	441748.530	475.155	1.000	1.000	1.000
20027	87708.020	441263.818	473.597	1.000	1.000	1.000
21001	88605.227	441866.178	476.015	1.000	1.000	1.000
60001	85808.538	441416.985	492.048	1.000	1.000	1.000
61011	86925.993	441289.237	480.681	1.000	1.000	1.000
61031	86161.373	441467.493	480.030	1.000	1.000	1.000
61047	86609.671	441468.808	492.296	1.000	1.000	1.000
601138	85559.920	441010.120	482.310	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
20012	45 56 22.83396	14 14 21.77446	521.698	1.000	1.000	1.000
20023	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297	1.000	1.000	1.000
20025	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596	1.000	1.000	1.000
20027	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023	1.000	1.000	1.000
21001	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465	1.000	1.000	1.000
60001	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537	1.000	1.000	1.000
61011	45 55 26.43164	14 14 17.70932	527.140	1.000	1.000	1.000
61031	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528	1.000	1.000	1.000
61047	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758	1.000	1.000	1.000
601138	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

20012	20023	20025	20027	21001	60001	61011	61031	61047
601138								

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	E	N	H
20012	441021.963	89153.310	475.272
20023	441331.179	89012.072	474.854
20025	441377.115	88750.309	475.155
20027	440892.375	88194.866	473.597
21001	441494.778	89092.057	476.015
60001	441045.464	86295.360	492.048
61011	440917.761	87412.831	480.681
61031	441095.988	86648.196	480.030
61047	441097.320	87096.498	492.296
601138	440638.585	86046.756	482.310

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM
 KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
20012	4306983.719	1092984.895	4560962.183	dan
	4306983.683	1092984.888	4560962.205	transf.
	0.036	0.007	-0.022	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	1.735	0.320	1.071	std.popr.
	0.596	0.110	0.368	tau test
20023	4307003.332	1093310.318	4560865.754	dan
	4307003.346	1093310.315	4560865.740	transf.
	-0.014	0.002	0.014	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.680	0.107	0.691	std.popr.
	0.234	0.037	0.238	tau test
20025	4307173.636	1093403.528	4560684.219	dan
	4307173.669	1093403.511	4560684.207	transf.
	-0.033	0.017	0.012	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	1.582	0.811	0.594	std.popr.
	0.544	0.279	0.204	tau test
20027	4307680.654	1093037.513	4560293.504	dan
	4307680.652	1093037.484	4560293.520	transf.
	0.003	0.029	-0.016	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.136	1.394	0.766	std.popr.
	0.047	0.479	0.263	tau test
21001	4306907.265	1093453.915	4560923.296	dan
	4306907.267	1093453.947	4560923.288	transf.
	-0.003	-0.032	0.008	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.127	1.541	0.388	std.popr.
	0.044	0.529	0.133	tau test
60001	4308972.789	1093542.037	4558986.369	dan
	4308972.803	1093542.042	4558986.353	transf.
	-0.014	-0.005	0.017	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.695	0.241	0.802	std.popr.
	0.239	0.083	0.276	tau test
61011	4308221.826	1093208.714	4559754.811	dan
	4308221.844	1093208.712	4559754.784	transf.
	-0.018	0.001	0.027	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.870	0.071	1.309	std.popr.
	0.299	0.024	0.450	tau test
61031	4308707.107	1093523.261	4559223.541	dan
	4308707.074	1093523.267	4559223.549	transf.
	0.033	-0.005	-0.008	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	1.588	0.253	0.389	std.popr.
	0.546	0.087	0.134	tau test
61047	4308403.890	1093443.270	4559544.240	dan
	4308403.876	1093443.288	4559544.263	transf.
	0.015	-0.018	-0.024	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.718	0.849	1.137	std.popr.
	0.247	0.292	0.391	tau test

601138	4309241.517	1093192.870	4558803.643	dan
	4309241.521	1093192.866	4558803.652	transf.
	-0.005	0.004	-0.009	dan - transf.
	0.021	0.021	0.021	std.dev.transf.k.
	0.222	0.181	0.420	std.popr.
	0.076	0.062	0.144	tau test

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

točka	N	E	
20012	89153.268	441021.960	dan
	89153.310	441021.963	transf.
	-0.042	-0.003	dan - transf.
20023	89012.091	441331.185	dan
	89012.072	441331.179	transf.
	0.019	0.006	dan - transf.
20025	88750.338	441377.139	dan
	88750.309	441377.115	transf.
	0.028	0.025	dan - transf.
20027	88194.848	440892.402	dan
	88194.866	440892.375	transf.
	-0.018	0.027	dan - transf.
21001	89092.070	441494.748	dan
	89092.057	441494.778	transf.
	0.013	-0.030	dan - transf.
60001	86295.382	441045.463	dan
	86295.360	441045.464	transf.
	0.023	-0.001	dan - transf.
61011	87412.862	440917.768	dan
	87412.831	440917.761	transf.
	0.031	0.006	dan - transf.
61031	86648.168	441095.974	dan
	86648.196	441095.988	transf.
	-0.028	-0.013	dan - transf.
61047	87096.475	441097.299	dan
	87096.498	441097.320	transf.
	-0.023	-0.021	dan - transf.
601138	86046.752	440638.590	dan
	86046.756	440638.585	transf.
	-0.004	0.005	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK Z UPOŠTEVANJEM ODPANJ V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
20012	-0.042	89153.268	-0.003	441021.960	475.272
20023	0.019	89012.091	0.006	441331.185	474.854
20025	0.028	88750.338	0.025	441377.139	475.155
20027	-0.018	88194.848	0.027	440892.402	473.597
21001	0.013	89092.070	-0.030	441494.748	476.015
60001	0.023	86295.382	-0.001	441045.463	492.048
61011	0.031	87412.862	0.006	440917.768	480.681
61031	-0.028	86648.168	-0.013	441095.974	480.030
61047	-0.023	87096.475	-0.021	441097.299	492.296
601138	-0.004	86046.752	0.005	440638.590	482.310

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX 475.515793 m
deltaY 585.796736 m
deltaZ 314.631603 m
alfa - 0 00 13.534655 "
beta 0 00 00.458531 "
gama 0 00 24.479055 "
merilo 16.457996 ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.035 m
Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.021 m
Število iteracij: 2
Število veznih točk: 10
Število nadštevilčnosti: 23

Površina oboda območja transformacije: 1.28 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):
min -4.2 -3.0
max 3.1 2.7

sr.v. -0.0 0.0
sr.v.(abs) 2.3 0.0

PRILOGA H: IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV S PROGRAMOM SITRANET
– IOC ZAPOLJE + OC LOGATEC – 8 TOČK

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA

SiTra v2.10

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Datum: 28.11.2015

Tip transformacije: 3R 7-parametrična podobnostna

Višine veznih točk v izračunu transf.par.: Upoštevane: h(ETRS89), H(D48/D96)

Višine transformiranih točk: Identične točkam v začetnem datumu

Helmertova transformacija: DA

Datoteka s podatki v začetnem datumu: ZAPOLJE+OBC-GK-8TOCK.KOO

Datoteka s podatki v končnem datumu: ZAPOLJE+OBC-GRS-8TOCK.KOO

KOORDINATE TOČK V ZAČETNEM DATUMU - D48/GK

točka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
20023	88525.236	441702.584	474.854	1.000	1.000	1.000
20025	88263.478	441748.530	475.155	1.000	1.000	1.000
20027	87708.020	441263.818	473.597	1.000	1.000	1.000
21001	88605.227	441866.178	476.015	1.000	1.000	1.000
60001	85808.538	441416.985	492.048	1.000	1.000	1.000
61031	86161.373	441467.493	480.030	1.000	1.000	1.000
61047	86609.671	441468.808	492.296	1.000	1.000	1.000
601138	85559.920	441010.120	482.310	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOČK V KONČNEM DATUMU - ETRS89 (elipsoidne)

točka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
20023	45 56 18.35667	14 14 36.19204	521.297	1.000	1.000	1.000
20025	45 56 09.89284	14 14 38.44059	521.596	1.000	1.000	1.000
20027	45 55 51.75158	14 14 16.18522	520.023	1.000	1.000	1.000
21001	45 56 20.99732	14 14 43.74994	522.465	1.000	1.000	1.000
60001	45 54 50.27692	14 14 24.12992	538.537	1.000	1.000	1.000
61031	45 55 01.71894	14 14 26.31792	526.528	1.000	1.000	1.000
61047	45 55 16.23961	14 14 26.18133	538.758	1.000	1.000	1.000
601138	45 54 42.09802	14 14 05.36078	528.766	1.000	1.000	1.000

Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov:

20023 20025 20027 21001 60001 61031 61047 601138

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOČK - D96/TM

točka	N	E	H
20023	89012.081	441331.180	474.854
20025	88750.317	441377.116	475.155
20027	88194.871	440892.374	473.597
21001	89092.067	441494.780	476.015
60001	86295.353	441045.462	492.048
61031	86648.191	441095.987	480.030
61047	87096.496	441097.319	492.296
601138	86046.748	440638.581	482.310

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT VEZNIH TOČK V 3R PRAVOKOTNEM KOORDINATNEM SISTEMU

točka	X	Y	Z	
20023	4307003.332	1093310.318	4560865.754	dan
	4307003.336	1093310.314	4560865.743	transf.

	-0.004	0.003	0.011	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	0.223	0.179	0.549	std.popr.
	0.080	0.064	0.197	tau test
20025	4307173.636	1093403.528	4560684.219	dan
	4307173.662	1093403.511	4560684.211	transf.
	-0.026	0.017	0.008	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	1.318	0.887	0.421	std.popr.
	0.473	0.318	0.151	tau test
20027	4307680.654	1093037.513	4560293.504	dan
	4307680.642	1093037.480	4560293.517	transf.
	0.012	0.033	-0.012	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	0.624	1.696	0.634	std.popr.
	0.224	0.609	0.228	tau test
21001	4306907.265	1093453.915	4560923.296	dan
	4306907.259	1093453.947	4560923.294	transf.
	0.006	-0.032	0.002	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	0.291	1.653	0.096	std.popr.
	0.104	0.593	0.034	tau test
60001	4308972.789	1093542.037	4558986.369	dan
	4308972.810	1093542.043	4558986.350	transf.
	-0.021	-0.005	0.020	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	1.095	0.276	1.005	std.popr.
	0.393	0.099	0.361	tau test
61031	4308707.107	1093523.261	4559223.541	dan
	4308707.079	1093523.267	4559223.547	transf.
	0.028	-0.006	-0.006	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	1.450	0.295	0.319	std.popr.
	0.520	0.106	0.114	tau test
61047	4308403.890	1093443.270	4559544.240	dan
	4308403.877	1093443.287	4559544.262	transf.
	0.013	-0.017	-0.022	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	0.686	0.880	1.144	std.popr.
	0.246	0.316	0.411	tau test
601138	4309241.517	1093192.870	4558803.643	dan
	4309241.525	1093192.863	4558803.643	transf.
	-0.008	0.007	0.001	dan - transf.
	0.019	0.019	0.019	std.dev.transf.k.
	0.415	0.341	0.026	std.popr.
	0.149	0.122	0.009	tau test

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

točka	N	E	
20023	89012.091	441331.185	dan
	89012.081	441331.180	transf.
	0.010	0.005	dan - transf.
20025	88750.338	441377.139	dan
	88750.317	441377.116	transf.
	0.020	0.023	dan - transf.
20027	88194.848	440892.402	dan

	88194.871	440892.374	transf.
	-0.023	0.029	dan - transf.
21001	89092.070	441494.748	dan
	89092.067	441494.780	transf.
	0.003	-0.032	dan - transf.
60001	86295.382	441045.463	dan
	86295.353	441045.462	transf.
	0.029	0.000	dan - transf.
61031	86648.168	441095.974	dan
	86648.191	441095.987	transf.
	-0.023	-0.013	dan - transf.
61047	87096.475	441097.299	dan
	87096.496	441097.319	transf.
	-0.022	-0.020	dan - transf.
601138	86046.752	440638.590	dan
	86046.748	440638.581	transf.
	0.005	0.008	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOCK Z UPOŠTEVANJEM Odstopanj V RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vN	N	vE	E	H
20023	0.010	89012.091	0.005	441331.185	474.854
20025	0.020	88750.338	0.023	441377.139	475.155
20027	-0.023	88194.848	0.029	440892.402	473.597
21001	0.003	89092.070	-0.032	441494.748	476.015
60001	0.029	86295.382	0.000	441045.463	492.048
61031	-0.023	86648.168	-0.013	441095.974	480.030
61047	-0.022	87096.475	-0.020	441097.299	492.296
601138	0.005	86046.752	0.008	440638.590	482.310

TRANSFORMACIJSKI PARAMETRI

deltaX 436.187899 m
 deltaY 713.386916 m
 deltaZ 267.083915 m
 alfa - 0 00 16.739774 "
 beta 0 00 00.592775 "
 gama 0 00 27.514546 "
 merilo 22.545392 ppm

Srednji stand. odklon (matrični racun): 0.047 m
 Srednji stand. odklon (iz odstopanj): 0.019 m
 Število iteracij: 2
 Število veznih točk: 8
 Število nadštevilčnosti: 17

Površina oboda območja transformacije: 1.10 km²

Najmanjše in največje vrednosti odstopanj (v cm):

min -2.3 -3.2
 max 2.9 2.9

 sr.v. -0.0 0.0
 sr.v. (abs) 1.7 0.0