

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:

Cigelšek, L., 2016. Kontrola položajne točnosti državnega ortofota s tehnologijo GNSS. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Pavlovčič Prešeren, P., somentorica Kosmatin Fras, M.): 62 str.

Datum arhiviranja: 15-11-2016

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:

Cigelšek, L., 2016. Kontrola položajne točnosti državnega ortofota s tehnologijo GNSS. Master Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Pavlovčič Prešeren, P., co-supervisor Kosmatin Fras, M.): 62 pp.

Archiving Date: 15-11-2016

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

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM DRUGE STOPNJE  
GEODEZIJA IN  
GEOINFORMATIKA**

Kandidatka:

**LUCIJA CIGELŠEK**

**KONTROLA POLOŽAJNE TOČNOSTI DRŽAVNEGA  
ORTOFOTA S TEHNOLOGIJO GNSS**

Magistrsko delo št.: 22/II.GIG

**POSITIONAL ACCURACY CONTROL OF NATIONAL  
ORTHOPHOTO WITH GNSS POSITIONING**

Graduation – Master Thesis No.: 22/II.GIG

**Mentorica:**

doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren

**Somentor:**

asist. dr. Dejan Grigillo

Ljubljana, 28. 10. 2016

## **STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

**IZJAVE**

Spodaj podpisana študentka Lucija Cigelšek, vpisna številka 26440005, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: *Kontrola položajne točnosti državnega ortofota s tehnologijo GNSS*.

**IZJAVLJAM**

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*
  - a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
  - b) da je pisno zaključno 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/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a 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: Ljubljani

Datum: 26. 9. 2016

Podpis študentke:  
Lucija Cigelšek

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>528.715(043.3)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Lucija Cigelšek</b>
<b>Mentor:</b>	<b>doc. dr. Polona Pavlovčič Prešeren</b>
<b>Somentorja:</b>	<b>doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, asist. dr. Dejan Grigillo</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Kontrola položajne točnosti državnega ortofota s tehnologijo GNSS</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>Magistrsko delo - univerzitetni študij</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>62 str., 10 pregl., 31 sl., 8 pril., 13 en.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>Ortofoto, GNSS, stereofotogrametrija, kakovost, položajna točnost, standard, NSSDA, STANAG 2215</b>

### **Izvleček**

Ortofoto je med uporabniki zelo priljubljen, vendar za kontrolo njegove kakovosti v Sloveniji nimamo obvezujočega standarda. Kontrola se izvaja sistematično ob izvajanju projekta Cikličnega aerofotografiranja Slovenije in ob podpori znanstveno-tehničnega poročila (Kapnias et al., 2008). V tujini se za kontrolo položajne točnosti prostorskih podatkov uporabljajo številni standardi, med katerimi lahko z vidika aktualnosti izpostavimo Nacionalni standard za oceno točnosti prostorskih podatkov (NSSDA) in Sporazum o standardizaciji 2215 (STANAG 2215). Ker se standarda precej razlikujeta v velikosti vzorca in statističnem modelu, smo ju v magistrskem delu praktično preizkusili na primeru kontrole državnega ortofota iz časovne serije 2014 na območju trigonometrične sekcije Celje. Izmerili smo kontrolne točke na ortofotu, na stereoparih in pridobili referenčne vrednosti z RTK-metodo izmere GNSS. Podatke smo obdelali po metodologijah obeh standardov in jih ovrednotili. Za dva lista smo izdelali ortofoto z uporabo DMR 1, pridobljenega iz podatkov laserskega skeniranja, ter preverili ali so se odstopanja na kontrolnih točkah zmanjšala. Predstavili smo ugotovitve in podali naše mnenje za uvedbo standarda STANAG 2215 v kontrolo položajne točnosti državnega ortofota v Sloveniji.

»Ta stran je namenoma prazna.«

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 528.715(043.3)  
**Author:** Lucija Cigelšek  
**Supervisor:** Assist. Prof. Polona Pavlovčič Prešeren, Ph.D.  
**Cosupervisors:** Assist. Prof. Mojca Kosmatin Fras, Ph.D.,  
Assist. Dejan Grigillo, Ph.D.  
**Title:** Positional accuracy control of national orthophoto with GNSS positioning  
**Document type:** Graduation thesis - University studies  
**Scope and tools:** 62 p., 10 tab., 31 fig., 8 ann., 13 eq.  
**Keywords:** Orthophoto, GNSS, stereophotogrammetry, quality, positional accuracy, standard, NSSDA, STANAG 2215

### **Abstract**

Orthophoto is very popular among the users, but its quality is not regulated, since there is no mandatory quality control standard existent in Slovenia. Quality check is performed systematically during the implementation of the project of the Cyclic Aerial Survey of Slovenia and with the support of the scientific and technical report (Kapnias et al., 2008). A number of standards are being used abroad to control the positional accuracy of spatial data, among which the most relevant are the National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA) and the Standardization Agreement 2215 (STANAG 2215). Since both standards differ considerably in the size of the sample and the statistical model, they were put to test in the master thesis by using them to control the quality of the national orthophoto from the 2014 time series in the trigonometric district of Celje. The orthophoto and stereopair control points were measured and reference values were obtained by the GNSS RTK method. Data was processed by using the methodology of both standards and the standards were subsequently evaluated. Orthophoto was produced for two sections by using DMR 1 obtained from the laser scan data, and the reduction in variation at control points was examined. The results were interpreted and STANAG 2215 was suggested as the national standard for measuring the quality of positional accuracy of orthophoto in Slovenia.

»Ta stran je namenoma prazna.«



## **ZAHVALA**

*»Izobrazba ni pomnjenje, je vedenje, kje poiskati, kar želiš vedeti,  
in je vedenje, kako uporabiti novo znanje.« (William Feather)*

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Poloni Pavlovčič Prešeren in somentorjema asist. dr. Dejanu Grigillu in doc. dr. Mojci Kosmatin Fras za strokovno pomoč, usmerjanje in popravke pri izdelavi magistrskega dela.

Zahvaljujem se g. Stanetu Tršanu za vse informacije in možnost vpogleda v izvajanje kontrol na Geodetskem inštitutu Slovenije.

Zahvala tudi Geodetskemu zavodu Celje, d. o. o. in zaposlenim za pomoč in možnost uporabe strojne in programske opreme.

Najlepša hvala družini, ki mi je omogočila študij in me pri tem podpirala.

Marko, hvala za vso pomoč in vzpodbudne besede ob pravem času.

»Ta stran je namenoma prazna.«

## KAZALO VSEBINE

<b>STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA .....</b>	<b>I</b>
<b>IZJAVE .....</b>	<b>II</b>
<b>BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK .....</b>	<b>III</b>
<b>BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>ZAHVALA.....</b>	<b>VII</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 TEORETIČNE OSNOVE .....</b>	<b>3</b>
2.1 Kakovost prostorskih podatkov.....	3
2.2 Ortofoto in njegova uporaba .....	5
2.3 Izdelava ortofota.....	8
2.3.1 Orientacija fotografij .....	9
2.3.2 Priprava digitalnega modela reliefa.....	9
2.3.2.1 Stereofotogrametričen zajem.....	10
2.3.2.2 Zajem z aerolaserskim skeniranjem .....	12
2.3.3 Geometrična in radiometrična transformacija .....	13
2.3.4 Sestava mozaika .....	15
2.4 Kakovost ortofota.....	16
2.5 GNSS-izmera .....	19
2.6 Pregled standardov na področju kontrole položajne točnosti prostorskih podatkov .....	20
2.6.1 Nacionalni standard za oceno točnosti prostorskih podatkov (NSSDA).....	21
2.6.1.1 Kontrolni vzorec.....	22
2.6.1.2 Statistični model.....	22
2.6.1.3 Ocena metodologije standarda .....	24
2.6.2 Sporazum o standardizaciji 2215 (STANAG 2215).....	24
2.6.2.1 Kontrolni vzorec.....	24
2.6.2.2 Statistični model.....	25
2.6.2.3 Obravnava grobih in sistematičnih pogreškov .....	27
2.6.2.4 Ocena metodologije standarda .....	28
2.7 Predstavitev kontrole kakovosti državnega ortofota v Sloveniji.....	29

---

<b>3</b>	<b>METODOLOGIJA, PODATKI IN OPREMA</b> .....	<b>31</b>
3.1	Metodologiji standardov NSSDA in STANAG 2215 .....	31
3.2	Podatki.....	31
3.3	Uporabljena strojna oprema.....	31
3.4	Uporabljena programska oprema.....	32
<b>4</b>	<b>PRAKTIČNA IZVEDBA</b> .....	<b>33</b>
4.1	Študijsko območje .....	33
4.2	Izbor kontrolnih točk .....	35
4.3	Postopek izmere.....	37
4.3.1	Izmera kontrolnih točk na ortofotu .....	38
4.3.2	GNSS-izmera kontrolnih točk .....	39
4.3.3	Stereofotogrametrično merjenje kontrolnih točk.....	40
4.4	Postopek obdelave po standardih NSSDA in STANAG 2215 .....	41
4.5	Izdelava ortofota z uporabo DMR 1 .....	41
<b>5</b>	<b>REZULTATI IN NJIHOVA ANALIZA</b> .....	<b>42</b>
5.1	Rezultati obdelave po standardu NSSDA.....	42
5.1.1	Izračun vrednosti <i>RMSE</i> in NSSDA .....	42
5.1.2	Test Kolmogorova in Smirnova, histogram.....	45
5.2	Rezultati obdelave po standardu STANAG 2215.....	47
5.3	Vektorji odstopanj na kontrolnih točkah .....	50
5.4	Ortofoto, izdelan z uporabo DMR 1 .....	50
<b>6</b>	<b>ZAKLJUČEK</b> .....	<b>53</b>
<b>VIRI</b>	.....	<b>56</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Elementi in podelementi kakovosti prostorskih podatkov (ISO 19157, 2013) .....	4
Preglednica 2: Vrednosti <i>RMSE</i> pri ortofotu.....	42
Preglednica 3: Vrednosti <i>RMSE</i> pri vektorskih podatkih stereozajema .....	43
Preglednica 4: Vrednosti <i>RMSE</i> in <i>NSSDA</i> na celotnem vzorcu.....	44
Preglednica 5: Test Kolmogorova in Smirnova .....	46
Preglednica 6: Izračun po metodologiji standarda STANAG 2215 (ortofoto).....	47
Preglednica 7: Cenilke kakovosti za ortofoto.....	48
Preglednica 8: Izračun po metodologiji standarda STANAG 2215 (stereozajem) .....	49
Preglednica 9: Cenilke kakovosti za vektorske podatke stereozajema .....	49
Preglednica 10: Primerjava med <i>DOF</i> in <i>LOF</i> .....	50

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Kakovost v povezavi z uporabnostjo in vrednostjo proizvodov .....	3
Slika 2: List ortofota z nomenklaturo G0709 (vir slike: ortofoto; GURS, 2014a) .....	5
Slika 3: Prikaz razdelitve na trigonometrične sekcije (GURS, 2016) .....	7
Slika 4: Razdelitev na liste trigonometrične sekcije G07 - Celje .....	7
Slika 5: Razlika med DMP in DMR (CHARIM, 2016) .....	10
Slika 6: Iterativni postopek izdelave DMP s slikovnim ujemanjem (Kraus, 1996).....	11
Slika 7: Sistem laserskega skeniranja (OSGeoLive, 2016) .....	12
Slika 8: Obarvan oblak laserskih točk (Accuratemaps, 2016).....	13
Slika 9: Princip izdelave ortofota (Grigillo, 2011) .....	14
Slika 10: Metoda najbližjega soseda (a) in bilinearna interpolacija (b) (SeaDAS, 2016) .....	15
Slika 11: Primer združevanja ortofotov v mozaik (BNX LE BLOG, 2016) .....	16
Slika 12: Vpliv DMR na točnost ortofota (Kraus, 1993).....	18
Slika 13: Prikaz idealne prostorske razporeditve kontrolnih točk (MPLMIC, 1999).....	22
Slika 14: Normalna krožna porazdelitev pogreškov (Greenwalt in Schultz, 1968) .....	26
Slika 15: Leica GPS 1200 (Chan Surveying, 2016) .....	32
Slika 16: Trinožni stativ s ščipalko (GeoTeha, 2016) .....	32
Slika 17: Shema korakov praktične izvedbe.....	33
Slika 18: Izbrani listi trigonometrične sekcije G07 Celje.....	34
Slika 19: Prikaz kontrolnega vzorca in dejanske rabe zemljišč.....	35
Slika 20: Primeri kontrolnih točk na ortofotu (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014b, 2014c, 2014č) in na terenu .....	36
Slika 21: Mikrolokacija točke (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014c) .....	37
Slika 22: Makro pogled na točke (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014d) .....	37
Slika 23: Merjenje točk na ortofotu z orodjem Editor v ArcGIS 10 (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014e).....	38
Slika 24: Izračun koordinat s funkcijo <i>Calculate Geometry</i> .....	38
Slika 25: Fotografije s terenske izmere .....	40
Slika 26: Stereofotogrametričen zajem točke v programu ZaHidro .....	41
Slika 27: Grafični prikaz vrednosti <i>RMSE</i> pri ortofotu in pri vektorskih podatkih stereozajema .....	44
Slika 28: Grafični prikaz ocene točnosti po metodi NSSDA (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014f). 45	
Slika 29: Histogram odstopanj za horizontalni koordinati v koordinatnem sistemu D96/TM ( $\Delta_e$ , $\Delta_n$ ) 46	
Slika 30: Detajlni prikaz točke 283 na DOF (levo) (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014f) in LOF (desno) .....	51
Slika 31: Detajlni prikaz točke 403 na DOF (levo) (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014g) in LOF (desno) .....	52

## OKRAJŠAVE

ALS	Airborne Laser Scanning (slov.: aerolasersko skeniranje)
ASLSM	Accuracy standards for large scale maps (slov.: standard za oceno točnosti kart večjega merila)
CAS	Ciklično aerosnemanje Slovenije
CMAS	Circular Map Accuracy Standard (slov.: standard za oceno točnosti topografskih kart)
DMP	digitalni model površja
DMR	digitalni model reliefa
DMV	digitalni model višin
DMR 1	digitalni model reliefa, izdelan iz podatkov laserskega skeniranja, velikost mrežne celice 1 m x 1 m
DMV 5	digitalni model višin, izdelan s slikovnim ujemanjem, velikost mrežne celice 5 m x 5 m
DOF	digitalni ortofoto
EMAS	Engineering map accuracy standard (slov.: tehnični standard za oceno točnosti kart)
GNSS	Global Navigation Satellite System (slov.: globalni navigacijski satelitski sistemi)
IMU	Inertial Measurement Unit (slov.: inercialni merski sistem)
ISO	International Organization for Standardization (slov.: mednarodna organizacija za standardizacijo)
LiDAR	Light Detection and Ranging (slov.: lasersko skeniranje)
NA	Navigation Accuracy (slov.: navigacijska točnost)
NMAS	National map accuracy standard (slov.: nacionalni standard za oceno točnosti kart)
NSSDA	National Standard for Spatial Data Accuracy (slov.: nacionalni standard za oceno točnosti prostorskih podatkov)
RMSE	Root Mean Square Error (slov.: koren srednjega kvadratnega pogreška)
RTK	Real Time Kinematic (slov.: kinematična metoda izmere v realnem času)
STANAG	Standardization Agreement (slov.: sporazum o standardizaciji)
TIN	Triangulated Irregular Network (slov.: nepravilna trikotniška mreža)

»Ta stran je namenoma prazna.«



## 1 UVOD

Uporaba prostorskih podatkov je že od nekdaj nepogrešljiv element pri vsakodnevnem odločanju posameznikov. Z razvojem geografskih informacijskih sistemov in javno dostopnih pregledovalnikov se je njihova uporaba še povečala, saj lahko do prostorskih podatkov prosto dostopajo tako strokovni kot laični uporabniki. Med slednjimi je pogosto moč zaznati, da jih informacije o kakovosti ne zanimajo ali jih niti ne razumejo. Nepoznavanje kakovosti ima lahko neprijetne ali celo škodljive posledice za nadaljnjo uporabo, zato se pojavlja vedno večja težnja po temeljitem in razumljivem poročanju o kakovosti prostorskih podatkov.

Ortofota je izdelek, ki je med uporabniki zelo priljubljen zaradi značilnega realističnega prikaza zemeljskega površja. Ortogonalna projekcija, enotno merilo in podrobnost detajla so le nekatere od lastnosti, ki mu dajejo dodatno vrednost v množici prostorskih podatkov. Ocenjevanje kakovosti ortofota ni enostavna naloga, v kolikor želimo kontrolo izvesti temeljito in pri tem upoštevati več pomembnejših vidikov. Po standardu ISO 19157: 2013 lahko poljubno prostorsko podatkovno bazo ovrednotimo z vidikov celovitosti, logične skladnosti, položajne točnosti, tematske točnosti, časovne točnosti in uporabnosti. Ker gre v omenjenem standardu za splošen kakovostni model prostorskih podatkov, se za ocenjevanje izbrane podatkovne zbirke uporabljajo bolj specifični standardi. Med aktualnejšimi standardi za kontrolo kakovosti ortofota lahko izpostavimo standarda NSSDA in STANAG 2215. Standarda sta usmerjena v kontrolo položajne točnosti, ki je med omenjenimi elementi tudi najpogosteje vrednotena. Kontrola temelji na primerjavi ortofota z referenčnim virom višje kakovosti, kjer na izbranem vzorcu kontrolnih točk opravimo statistično obdelavo odstopanj koordinat testnega od referenčnega vira. Standarda se precej razlikujeta v velikosti vzorca in statističnem modelu, zato nas še toliko bolj zanimata z vidika primernosti za kontrolo ortofota.

V Sloveniji nimamo obvezujočega standarda za kontrolo državnega ortofota. Kontrola se izvaja skladno z zahtevami iz tehnične dokumentacije projekta Cikličnega aerofotografiranja Slovenije ter ob podpori znanstveno-tehničnega poročila Evropske komisije (Kapnias et al., 2008). V želji, da bi lahko katerega od standardov priporočili tudi v Sloveniji za kontrolo državnega ortofota, smo na praktičnem primeru preizkusili omenjena standarda (NSSDA, STANAG 2215) in ju ovrednotili. Za referenčni vir smo uporabili RTK-metodo izmere GNSS, ki je po točnosti izmerjenih koordinat zadoščala za kontrolo ortofota. Kot dodatno neodvisno metodo smo uporabili stereofotogrametrično merjenje kontrolnih točk in rezultate primerjali z meritvami na ortofotu. Na manjšem vzorcu smo skušali ovrednotiti tudi vpliv digitalnega modela reliefa na položajno točnost ortofota. V ta namen smo izdelali ortofoto z DMR 1, ki je bil izdelan iz podatkov laserskega skeniranja Slovenije. Ta model ima večjo gostoto mreže in boljšo višinsko točnost od modela višin DMV 5, ki je bil izdelan s slikovnim

---

ujemanjem in uporabljen za izdelavo državnega ortofota. Predpostavljali smo, da se bo položajna točnost ortofota izboljšala z uporabo DMR 1.

Magistrsko delo smo razdelili na uvod, štiri vsebinska poglavja in zaključek. V uvodnem delu sta predstavljeni tema in struktura naloge. V drugem poglavju so zajete temeljne teoretične vsebine, kot so kakovost prostorskih podatkov, izdelava in kakovost ortofota ter izmera GNSS. Vključili smo pregled standardov na področju kontrole položajne točnosti ortofota in predstavili trenutno stanje v Sloveniji. V tretjem poglavju smo navedli uporabljeno metodologijo, podatke in opremo ter v četrtem poglavju opisali korake praktičnega dela naloge. Sledilo je poglavje z rezultati in njihovo analizo. V zaključnem poglavju smo strnili ugotovitve in izbrali standard, ki bi bil po naši oceni primeren za implementacijo v kontrolo državnega ortofota v Sloveniji.

## 2 TEORETIČNE OSNOVE

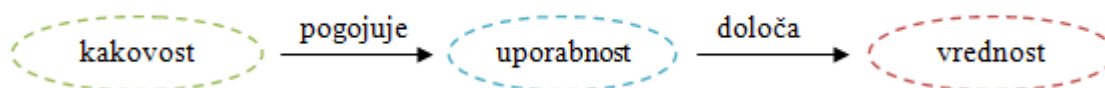
V tem poglavju smo opisali ortofoto kot izdelek, princip izdelave in njegovo kakovost. Navedli smo standarda, ki se nanašata na kontrolo položajne točnosti prostorskih podatkov in sta zanimiva za primer kontrole ortofota. Predstavili smo trenutno stanje na področju kontrole državnega ortofota v Sloveniji.

### 2.1 Kakovost prostorskih podatkov

S pojmom kakovosti se vsakodnevno srečujemo v procesih proizvodnje in storitev; vsakemu proizvodu, storitvi ali uslugi lahko namreč definiramo njegovo oziroma njeno kakovost. Pojem je zaradi različnih vidikov doživel številne zanimive opredelitve in interpretacije (Šumrada, 2011):

- American Society for Quality : »Kakovost je niz značilnosti proizvoda, ki podpirajo njegovo sposobnost, da zadovolji izražene ali vsebovane potrebe«.
- Philip B. Crosby: »Kakovost je skladnost z zahtevami«.
- Joseph M. Juran: »Kakovost je primernost za uporabo«.
- Peter Drucker: »Kakovost proizvoda ali storitve ne temelji na tem, kar v proizvod vloži proizvajalec. Temelji na tem, kar uporabnik dobi in za kar je tudi pripravljen plačati«.
- SSKJ: »Kakovost- kar opredeljuje kaj glede na pozitivne lastnosti«.

Kakovost lahko opredelimo tudi kot stopnjo dovršenosti proizvoda, storitve in se jo lahko doseže s skrbnim upravljanjem in nadzorom nad proizvodnim procesom. Kakovost proizvodov pogojuje njihovo uporabnost, le-ta pa določa njihovo vrednost (slika 1). Kakovosten proizvod odlikujejo minimalne pomanjkljivosti ali napake, proizvajalec pa kakovost proizvoda zagotavlja z odpravljanjem neustreznosti (Šumrada, 2011).



Slika 1: Kakovost v povezavi z uporabnostjo in vrednostjo proizvodov

Pomembno vlogo v postopkih vrednotenja kakovosti prostorskih podatkov imajo standardi. Na mednarodni ravni je ključna organizacija ISO (angl. International Organization for Standardization), ki deluje na področju standardizacije geografskih podatkov v okviru tehničnega odbora ISO TC 211 z imenom Geografske informacije/Geomatika. Skupina standardov s tega področja ima enotno oznako ISO 191\*\*. Pri vrednotenju kakovosti prostorskih podatkov so odmevnejši standardi ISO 19113:2002 Načela kakovosti, ISO 19114:2003 Postopki za ocenjevanje kakovosti in ISO 19115:2003

Metapodatki. V letu 2013 je izšel standard ISO 19157:2013 Geografske informacije–kakovost podatkov, ki povzema in posodablja obstoječa standarda ISO 19113:2002 in ISO 19114:2003. Najpomembnejše novosti so dodaten element kakovosti (element uporabnosti), nove mere za ocenjevanje kakovosti in pojem meta-kakovosti. Po standardu ISO 19157:2013 med elemente kakovosti štejemo:

- celovitost,
- logična skladnost,
- položajna točnost,
- tematska točnost,
- časovna točnost in
- element uporabnosti.

Strukturo elementov in podelementov prostorskih podatkov podajamo v preglednici 1. Celovitost ali popolnost obravnava prisotnost ali odsotnost objektov, atributov in relacij. Logična skladnost predstavlja stopnjo skladnosti s pojmovnimi pravili strukture razredov, njihovih atributov in relacij. Element položajne točnosti podaja točnost lege prisotnih objektov v podatkovnem nizu. Tematska točnost obravnava točnost kvantitativnih atributov in pravilnost atributov kakovosti ter točnost klasifikacije. Časovna točnost je definirana kot točnost časovnih atributov in časovnih odnosov med obravnavanimi objekti. Zadnji element je element uporabnosti, ki temelji na potrebah uporabnikov, ki niso zajete pri ostalih omenjenih elementih kakovosti. V takšnem primeru nam element uporabnosti določa primernost podatkov za posamezno aplikacijo ali skladnost z uporabnikovimi zahtevami (ISO 19157, 2013).

Preglednica 1: Elementi in podelementi kakovosti prostorskih podatkov (ISO 19157, 2013)

<b>Elementi kakovosti</b>	<b>Podelementi</b>
<b>Celovitost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prisotnost vrednosti</li> <li>• odsotnost vrednosti</li> </ul>
<b>Logična skladnost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pojmovna skladnost</li> <li>• domenska skladnost</li> <li>• formatna skladnost</li> <li>• topološka skladnost</li> </ul>
<b>Položajna točnost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• absolutna ali zunanja točnost</li> <li>• relativna ali notranja točnost</li> <li>• točnost rastrskih podatkov</li> </ul>
<b>Tematska točnost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pravilnost klasifikacije</li> <li>• kvantitativna točnost</li> <li>• pravilnost atributov kakovosti</li> </ul>

<b>Časovna točnost</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• točnost časovnih meritev</li><li>• časovna skladnost</li><li>• časovna veljavnost</li></ul>
<b>Element uporabnosti</b>	/

Med omenjenimi elementi se bomo v našem primeru osredotočili na element položajne točnosti. Položajna točnost predstavlja pričakovano odstopanje prostorskega položaja objekta v podatkovni bazi od njegovega pravega položaja v prostoru. Pogosto nas zanima absolutna točnost podatkov, in sicer kako se posamezna podatkovna baza prilega izbranemu prostorskemu referenčnemu sistemu. Absolutna točnost se je z razmahom GNSS uveljavila kot primarna, zato je tudi v kontrolah položajne točnosti najbolj razširjena. Kadar govorimo o relativni položajni točnosti, se ta nanaša na odnose med objekti v podatkovni zbirki. Tako je lahko podatkovna zbirka relativno zelo točna, absolutno pa ne in obratno. Z vidika kontrole kakovosti je zato želja po definiranju obeh, tako absolutne kot relativne točnosti.

## 2.2 Ortofoto in njegova uporaba



Ortofoto je fotogrametrični izdelek, ki ga dobimo s transformacijo posnetka (letalskega, satelitskega) iz centralne v ortogonalno projekcijo, pri čemer se upoštevata absolutna orientacija posnetkov in podatki o reliefu (Prostor, 2016). V sredini devetdesetih let 20. stoletja se je ortofoto v Sloveniji začel izdelovati izključno z digitalno tehnologijo, za oznako državnega izdelka se je uveljavila kratica DOF (digitalni ortofoto). Danes zadostuje, če uporabimo samo izraz ortofoto oziroma državni ortofoto, če želimo poudariti, da gre za državni izdelek.

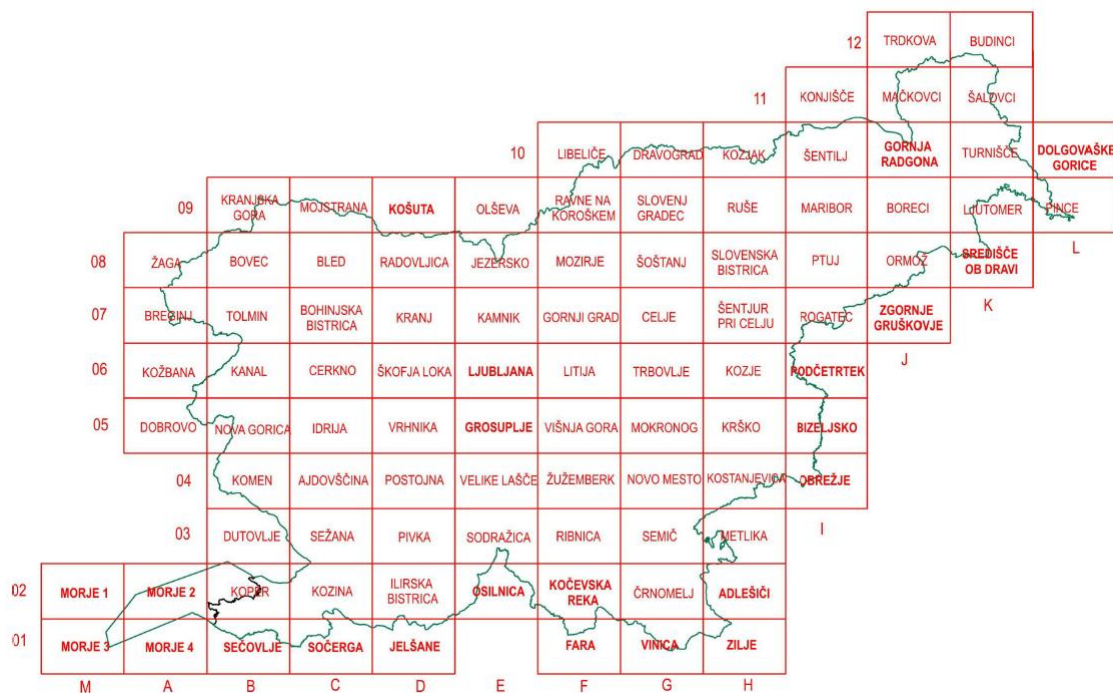
Slika 2: List ortofota z nomenklaturo G0709 (vir slike: ortofoto; GURS, 2014a)

Začetki izdelave državnega ortofota segajo v zgodnja devetdeseta leta 20. stoletja, ko so bili izdelani prvi listi analognega ortofota iz letalskih posnetkov projekta Ciklično aerosnemanje Slovenije (CAS).

Razvoj tehnologije je narekoval spremembe tudi na področju fotogrametrije, zato so analogne postopke kmalu (leta 1995) nadomestili digitalni in pričelo se je obdobje digitalne fotogrametrije. Strojna in programska oprema ter fotogrametrični skenerji so omogočali sistematično izdelavo digitalnega ortofota, najprej v črno beli in kasneje v barvni tehniki. Ortofoto iz tega obdobja ima oznako DOF 5, pri čemer številka 5 nakazuje podobnost s karto v merilu 1 : 5000 (Kosmatin Fras et al., 2014).

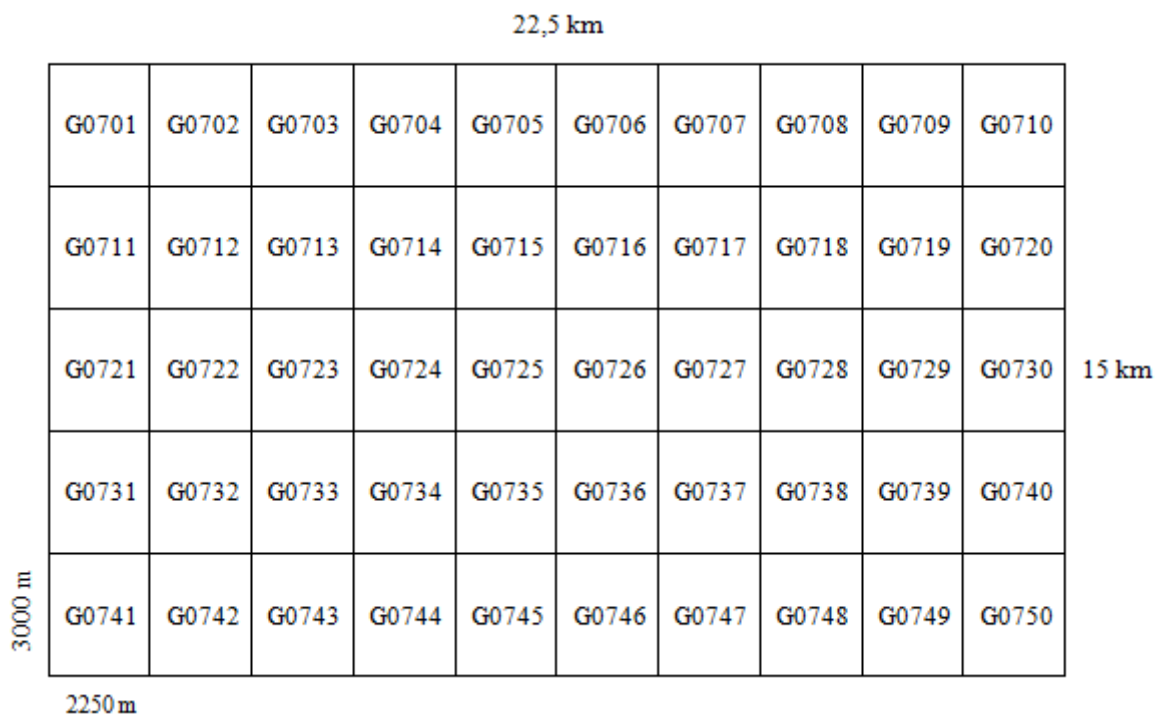
Nov pomemben mejnik v razvoju se je zgodil leta 2006 z uvedbo digitalnih aerofotoaparatur oz. snemalnih sistemov. Njihova sestava je v primerjavi z analognimi kompleksnejša in omogoča zajem podatkov v več spektralnih kanalih (večspektralno snemanje), kar izboljša semantično kakovost ortofota. Istočasno je bil opuščena postopek skeniranja, saj so bili aerosnetki že v digitalni obliki (Petrovič et al., 2011). Vse od leta 2006 se je državni ortofoto izdeloval v prostorskih ločljivostih 0,5 m ter 0,25 m in od tod izvirata tudi kratici DOF050 in DOF025. Prvotno se je višja ločljivost posnetkov uporabila zgolj za gosto naseljena območja, medtem ko je od leta 2016 z listi obeh ločljivosti prekrito celotno ozemlje Slovenije.

Leta 2009 se je pričela izdelava ortofota v novem državnem koordinatnem sistemu D96/TM, kar se je odrazilo v izboljšani geometrični kakovosti. Uporabnikom je bil ves čas na voljo tudi ortofoto, transformiran v stari koordinatni sistem D48/GK. S prehodom na novi koordinatni sistem se je nekoliko spremenila tudi razdelitev na liste 1 : 5000 (Kosmatin Fras et al., 2014). To je bilo potrebno, da so se v vogalih listov ohranile zaokrožene vrednosti ravninskih koordinat v koordinatnem sistemu D96/TM, ki bi jih ob stari razdelitvi izgubili. Ohranila se je osnova razdelitve, ki ostaja trigonometrična sekcija. Na sliki 3 je prikazana razvrstitev trigonometričnih sekcij v stolpce in vrstice. Vsaka sekcija ima svojo alfanumerično oznako, ki je sestavljena iz črkovne oznake stolpca (A–M) in številčne oznake vrstice (1–12). Vsaki sekciji je dodana tudi krajevna oznaka, ki pomeni zemljepisno ime najpomembnejšega kraja v sekciji (GURS, 2016).



Slika 3: Prikaz razdelitve na trigonometrične sekcije (GURS, 2016)

Trigonometrična sekcija se v nadaljevanju deli na 5 vrstic in 10 stolpcev, ki v preseku tvorijo 50 listov velikosti 2250 m x 3000 m ali 45 cm x 60 cm v merilu 1 : 5000 (slika 4) . Oznake listov so sestavljene iz splošne oznake trigonometrične sekcije (na sliki G07) in zaporedne številke lista od 1 do 50.



Slika 4: Razdelitev na liste trigonometrične sekcije G07 - Celje

Ortofoto je kot izdelek široko sprejet med uporabniki, saj nazorno prikazuje prostor in je hkrati georeferenciran v državni koordinatni sistem. Uporabljamo ga v prostorskem planiranju, geografskih informacijskih sistemih, pri načrtovanju geodetskih del na terenu in za zajem rabe zemljišč, pri vizualizaciji 3D-modelov.

Uporabo ortofota v praksi so raziskovali Kosmatin Fras, Drobne, Gregorič in Oven (2006), ki so predvsem želeli ugotoviti, kako pogosto in za kakšne namene se uporablja ortofoto med uporabniki. Z raziskavo so potrdili prej omenjeno dejstvo, da je ortofoto zelo pogosto uporabljen izdelek, saj ga kar dobra polovica anketiranih uporablja dnevno in sicer na različne načine (osnova za zajem podatkov, topografska osnova, kartografska podlaga) ter za različne zgoraj omenjene namene. Vse to kaže na velik pomen in uporabnost ortofota tudi izven geodetske stroke. Dodaten razlog za tako množično uporabo ortofota je v pomanjkanju ustreznih vektorskih podatkov, saj ti niso vsebinsko popolni in se ne vzdržujejo redno (Petrovič et al., 2011).

Seveda ima ortofoto poleg številnih dobrih lastnosti in prednosti tudi nekatere slabosti oziroma pomanjkljivosti. Ortofoto je rastrski izdelek, zato ne omogoča izvajanja prostorskih analiz. Za razliko od topografske karte nima interpretirane vsebine, zato mora biti uporabnik primerno usposobljen za to nalogo. Potrebno je poudariti, da ortofoto ni in ne sme biti primarni vir za zajem topografskih podatkov, ampak nam mora služiti predvsem kot dodaten podatkovni sloj v različnih nalogah obravnave prostorskih podatkov. Da zajem z ortofota ni primeren, potrjuje tudi dejstvo, da se visoki objekti (stavbe) na ortofotu ne preslikajo pravilno, saj se pri izdelavi uporablja digitalni model reliefa, ki ne vključuje točk površja. Primarni vir za zajem topografskih podatkov je fotogrametričen zajem s stereoparov, ki nam omogoča boljšo interpretacijo vsebine in temelji na dobro definiranem matematičnem modelu za izračun koordinat zajetih točk (Petrovič et al., 2011). Ortofotu ne moremo opredeliti enotne homogene točnosti, saj je kakovost vhodnih podatkov za njegovo izdelavo, tukaj mislimo predvsem na DMR, različna na razgibanih in ravninskih predelih. Opredelitev kakovosti ortofota je torej vse prej kot enostavna naloga in zahteva tudi sistematičen pristop.

### **2.3 Izdelava ortofota**

V kolikor želimo podrobneje spoznati ortofoto kot izdelek, se moramo najprej seznaniti s postopki njegove izdelave.

Izdelava se je sicer z razvojem tehnologije spreminjala, vendar še vedno temelji na zaporednih fazah izdelave (povzeto in dopolnjeno po Kosmatin Fras, 2004):

- orientacija fotografij,
- priprava digitalnega modela reliefa,



- geometrična in radiometrična transformacija,
- sestava mozaika,
- kontrola kakovosti,
- hranjenje in arhiviranje.

### **2.3.1 Orientacija fotografij**

Če so letalski posnetki v analogni obliki, jih je najprej potrebno skenirati. Vendar tega danes v praksi ne zasledimo več, saj so izvirne fotografije praviloma že v digitalni obliki, razen če obdelujemo analogne arhivske posnetke.

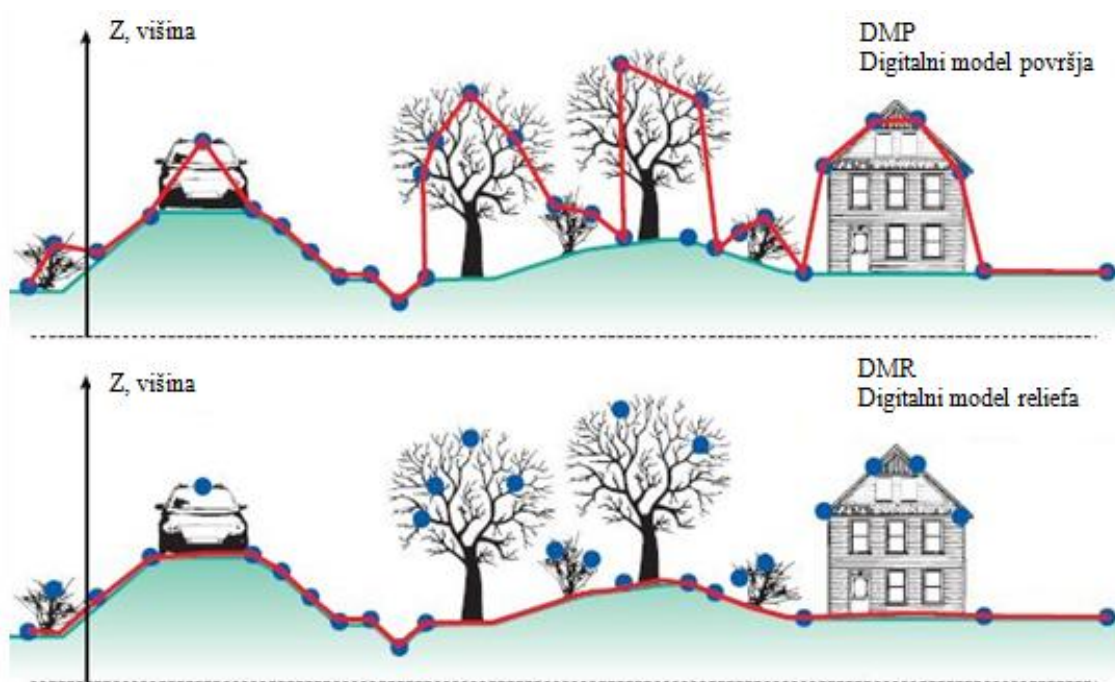
Fotografijam je potrebno določiti njihov položaj v prostoru, za kar nam služita notranja in zunanja orientacija. Notranja orientacija se nanaša na snemalni sistem ali fotoaparat in definira notranje odnose v snemalnem sistemu, medtem ko zunanja orientacija definira prostorski položaj posnetka v trenutku ekspozicije. S postopkom kalibracije se določijo trije geometrični parametri notranje orientacije, ki opišejo položaj projekcijskega centra glede na slikovno ravnino: slikovne koordinate glavne točke in goriščna razdalja. Poleg tega moramo določiti tudi optično distorzijo, da lahko odpravimo sistematične vplive objektivna na položaj slikovne točke. Parametre zunanje orientacije (prostorske koordinate projekcijskega centra, zasuki slikovnega glede na objektni koordinatni sistem) običajno določimo s projektom aerotriangulacije, kjer v prostor hkrati transformiramo celoten blok posnetkov (Kraus, 1993).

### **2.3.2 Priprava digitalnega modela reliefa**

Tretja faza izdelave je priprava digitalnega modela reliefa, ki opisuje oblikovanost zemeljskega površja. Najprej je potrebno definirati sorodne izraze, ki se pojavljajo v literaturi in jih različni avtorji tudi različno uporabljajo (Höhle, Potuckova, 2011):

- digitalni model višin (DMV) je digitalni model reliefa, ki je strukturiran v obliki mreže pravilnih ali nepravilnih celic in ima v vsaki točki celice poznano višino. Najpogostejši sta celična (kvadratna) in nepravilna trikotniška mreža (TIN). Višino poljubne točke znotraj celice določimo z izbrano metodo interpolacije;
- digitalni model reliefa (DMR) vsebuje poleg osnovne višinske mreže še višinske kote, strukturne linije, značilne robove. Za ravninski teren običajno zadostuje mreža celic digitalnega modela višin, medtem ko je na razgibanih terenih dobrodošla dodatna informacija o površju;
- digitalni model površja (DMP) je mreža pravilnih ali nepravilnih celic, ki poleg talnih točk terena vključuje tudi točke vegetacije in grajenih objektov. Digitalni model površja nam služi

pri izdelavi popolnega ortofota, kjer želimo geometrijsko pravilno upodobiti tudi visoke grajene objekte (stavbe, mostovi).



Slika 5: Razlika med DMP in DMR (CHARIM, 2016)

DMR se uporablja v nalogah kot so projektiranje cest in razne inženirske naloge, spremljanje premikov, hidrološke analize (npr. modeliranje poplavnih območij), 3D modeliranje urbanih območij, izdelava ortofota. Metoda zajema podatkov se določi v odvisnosti od uporabe DMR ter zahteve po točnosti pri posamezni aplikaciji. Osredotočili se bomo na izdelavo ortofota, kjer se najpogosteje uporabljata naslednji metodi zajema podatkov DMR:

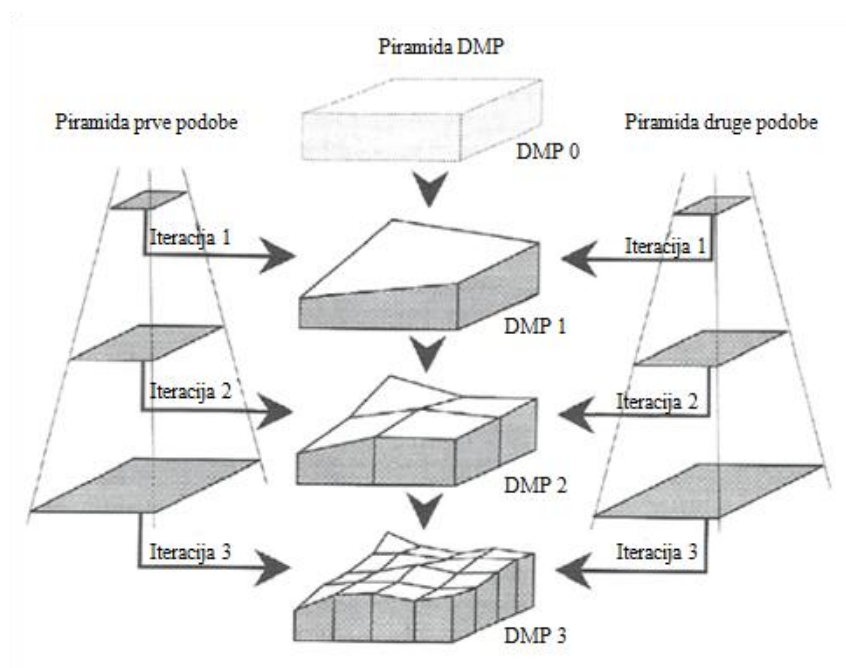
- stereofotogrametrija,
- aerolasersko skeniranje.

### 2.3.2.1 Stereofotogrametričen zajem

Princip stereofotogrametrije in merjenje s stereoparov je uveljavljena metoda zajema podatkov že dobro stoletje. Sodobne digitalne fotogrametrične postaje v kombinaciji s programsko opremo omogočajo avtomatizirane postopke orientacije, izdelave DMR in ortofota. DMR lahko izdelamo iz stereoparov s postopki slikovnega ujemanja (angl. image matching). Cilj slikovnega ujemanja je poiskati homologne točke na dveh ali več prekrivajočih se posnetkih, s čimer dosežemo relativno orientacijo posnetkov. Znanе so različne metode in algoritmi slikovnega ujemanja, med katerimi je v fotogrametriji popularna metoda ujemanja površin (angl. area-based matching). Ujemanje površin temelji na primerjavi radiometričnih vrednosti pikslov vzorčne matrike z radiometričnimi vrednostmi

pikslov iskalne matrike. Vzorec (tarčo) s poljubnim številom stolpcev in vrstic se pošlje v iskalni prostor, kjer se ugotavlja največja korelacija oziroma ujemanje. Za izračun mere podobnosti se uporabljata križni korelacijski koeficient in metoda najmanjših kvadratov (Höhle, Potuckova, 2011).

Ker je slikovno ujemanje na podobah v izvorni ločljivosti časovno zelo zamudno, se postopek skrajša s tvorjenjem slikovnih piramid. Slikovna piramida predstavlja isto podobo na različnih nivojih podrobnosti, kjer je v vrhu piramide podoba z najmanjšo ločljivostjo, v ničelnem nivoju pa je podoba v izvorni ločljivosti (slika 6). Začetno ujemanje se izvede na najvišjem nivoju, nato sledi še na drugih nivojih, torej vse do podobe v izvorni ločljivosti. Na vsakem od nivojev se izračuna DMP, ki predstavlja aproksimacijo na naslednjem, podrobnejšem nivoju. DMP se izboljšuje v odvisnosti od ločljivosti, natančnosti in podrobnosti detajla na posameznem nivoju (Kraus, 1996).



Slika 6: Iterativni postopek izdelave DMP s slikovnim ujemanjem (Kraus, 1996)

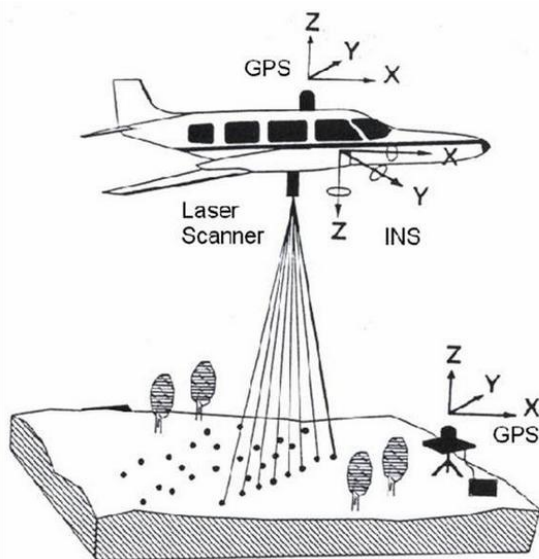
DMR v zaključku pridobimo z izbranimi metodami filtriranja in interpolacije digitalnega modela površja. Avtomatiziran proces izdelave DMR se zdi na prvi pogled časovno ekonomičen, vendar je potrebno za kakovosten končni izdelek tudi precej ročnih popravkov in odprave pomanjkljivosti. Največja slabost postopka je, da DMR ne moremo izdelati na območjih neizrazitih tekstur (pesek, asfalt) ter na območjih zakrivanja stavb in vegetacije, zato je potrebno tem območjem nameniti več pozornosti. Točnost DMR z uporabo stereofotogrametrije je odvisna od številnih faktorjev, kot so natančnost orientacije stereoparov, natančnost merjenja na stereoparih, natančnost merjenja slikovnih koordinat, višina leta in dolžina baze. V splošnem je položajna točnost DMR boljša od vertikalne (Höhle, Potuckova, 2011).

### 2.3.2.2 Zajem z aerolaserskim skeniranjem

Aerolasersko skeniranje (ALS) se je v zadnjih dvajsetih letih uveljavilo kot primarna tehnologija za hiter zajem obsežnih podatkov DMR. V Sloveniji se za poimenovanje zračnega laserskega skeniranja pogosto uporablja kar termin lidar, ki izhaja iz angleškega opisa Light Detection And Ranging (LiDAR).

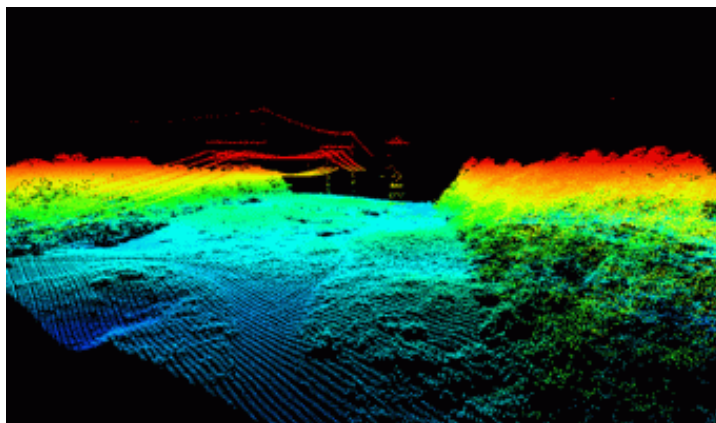
Oprema za ALS je v osnovi sestavljena iz treh komponent:

- laserskega skenerja (laserski razdaljemer, naprava za odklon laserskega žarka in naprava za nadzor ter beleženje podatkov),
- GNSS in
- inercialnega merskega sistema (IMU).



Slika 7: Sistem laserskega skeniranja (OSGeoLive, 2016)

Razdaljemer oddaja laserske žarke, ki se usmerijo proti površju, se tam odbijejo in z različno intenziteto vrnejo proti skenerju (slika 7). Ta zazna njihov odboj ter registrira čas potovanja, ki je osnova za izračun razdalje med skenerjem in merjeno točko. Rezultat je laserski oblak točk, ki vključuje točke terena, vegetacije in visokih objektov. Primer oblaka prikazujemo na sliki 8, kjer so točke obarvane glede na višino. Oblak v surovi obliki je potrebno obdelati z izbranimi metodami filtriranja in interpolacije, da pridobimo DMR.



Slika 8: Obarvan oblak laserskih točk (Accuratemaps, 2016)

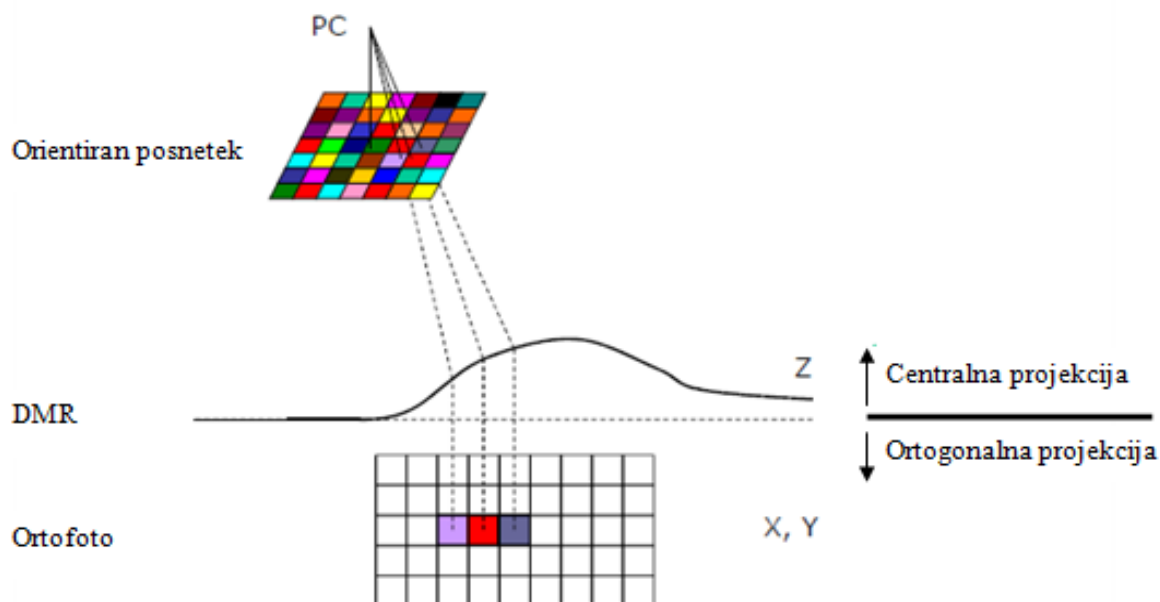
Vertikalna točnost DMR, ki je pridobljen z laserskim skeniranjem, je v primerjavi s fotogrametrijo manj odvisna od višine leta, bolj pa od gostote točk. Višinska točnost podatkov laserskega skeniranja je v območju od 10 cm do 15 cm, na ravninskih predelih lahko tudi bolje. Položajna točnost je odvisna od višine leta, sistema IMU in kalibracije ter znaša od 30 cm do 15 cm. V splošnem je višinska točnost boljša od položajne, kar je ravno v nasprotju s stereofotogrametrično metodo (Höhle, Potuckova, 2011).

### 2.3.3 Geometrična in radiometrična transformacija

Geometrično povezavo med ortofotom in posnetkom opišemo z geometrično transformacijo (slika 9). Gre za postopek, kjer z enačbami centralne in ortogonalne projekcije rekonstruiramo odnose med posnetkom, DMR in ortofotom. Ločimo neposredni in posredni postopek. Neposredna metoda preslikave poteka v smeri od projekcijskega centra, piksla na posnetku in nato preko DMR do ortofota, posredna pa v obratni smeri, torej od ortofota do izvirnega posnetka.

Pri neposredni metodi za vsak center piksla posnetka izračunamo presek slikovnega žarka z DMR, pri čemer dobimo 3D koordinate  $(X, Y, Z)$  v objektnem koordinatnem sistemu. Višino izbrane točke znotraj celice DMR izračunamo z bilinearno interpolacijo vrednosti vogalnih višin celice. Presek z DMR nato ortogonalno prenesemo na ortofoto (Kosmatin Fras, 2011).

Večinoma se uporablja postopek posredne transformacije. Za vsak piksel ortofota  $(X, Y)$  izračunamo višino  $(Z)$  na DMR (interpolacija vogalnih vrednosti višin celice). Dobljeno točko  $(X, Y, Z)$  nato z enačbami centralne projekcije povežemo s premico do projekcijskega centra, pri čemer premica seka podobo na določeni lokaciji, ki jo opišemo s slikovnimi koordinatami  $(x, y)$  točke ali pripadajočim pikslom (Kosmatin Fras, 2011).

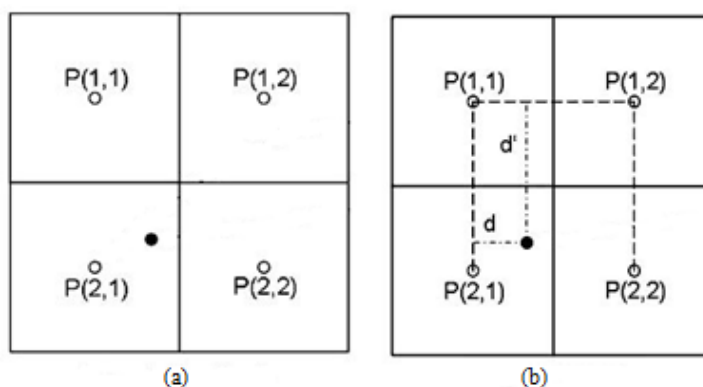


Slika 9: Princip izdelave ortofota (Grigillo, 2011)

S pojmom radiometrična transformacija (tudi prevzorčenje podobe) obravnavamo določitev radiometrične vrednosti pikslom ortofota. Ker žarek pri preslikavi običajno ne pade v center piksla posnetka, moramo radiometrično vrednost določiti z eno izmed metod interpolacije:

- metoda najbližjega sosedu (angl. nearest neighbour),
- bilinearna interpolacija,
- interpolacija s polinomi (npr. bikubična, polinomska interpolacija in zleпки).

Najbolj enostavna in hitra je metoda najbližjega sosedu, kjer izbrani točki pripišemo radiometrično vrednost najbližjega piksla na podobi (slika 10a). Pri tej metodi se lahko nekaj radiometričnih vrednosti pikslov izgubi, medtem ko se lahko nekatere vrednosti podvojijo, kar povzroči izgubo ostrine podobe. Bolj priporočljiva in v praksi najpogosteje uporabljena je metoda bilinearne interpolacije, kjer uteženo upoštevamo radiometrične vrednosti štirih sosednjih pikslov (slika 10b). Uporaba interpolacij s polinomi višje stopnje že zahteva več operacij, ki so časovno zamudne, vendar ne dajejo bistveno boljših rezultatov (SeaDAS, 2016).



Slika 10: Metoda najbližjega soseda (a) in bilinearna interpolacija (b) (SeaDAS, 2016)

### 2.3.4 Sestava mozaika

Končni izdelek je list ortofota v predvideni velikosti, za kar je potrebno združiti več posameznih ortofotov (slika 11). Postopku združevanja pravimo mozaičenje (angl. mosaicing). Pri izbiri posnetkov, iz katerih se izdelava ortofoto na posameznem območju, dajemo prednost tistim delom posnetkov, ki so bližje nadirju. Na sosednjih posnetkih ali ortofotih (odvisno od načina delovanja uporabljenega programa) nato izberemo skupna območja in na njih določimo stične linije. Pri tem moramo biti pozorni, da so stične linije na naravnih mejah (gozd, cesta), kjer se bodo spoji najlažje zakrili. Stične linije so po združitvi na nekaterih mestih lahko še vedno vidne. Programi za izdelavo ortofota običajno omogočajo, da za manj viden prehod na stičnih linijah uporabimo različne digitalne slikovne filtre (npr. filter povprečenja, filter mediane) (Capel, 2001). Posnetki se običajno razlikujejo tudi v osvetlitvi in kontrastu, zato jih je potrebno medsebojno barvno uskladiti. Omenjeni postopki resda ne vplivajo na geometrično kakovost ortofota, imajo pa velik estetski pomen za končni izdelek.





Slika 11: Primer združevanja ortofotov v mozaik (BNX LE BLOG, 2016)

## 2.4 Kakovost ortofota

Na osnovi zgoraj navedenih korakov za izdelavo ortofota lahko utemeljeno predvidevamo, da na kakovost končnega izdelka vpliva večje število elementov.

Kosmatin Fras (2004) v članku navaja naslednje elemente kakovosti:

- kakovost vira,
- natančnost parametrov orientacije,
- kakovost digitalnega modela reliefa,
- uporabljena metoda za geometrično in semantično transformacijo,
- časovna ažurnost vhodne slike.

Če se najprej osredotočimo na prvi element, je povsem jasno, da moramo imeti za kakovosten ortofoto v prvi vrsti kakovostne izvirne posnetke. Za kakovostne posnetke moramo uporabiti profesionalno fotogrametrično opremo ter pri snemanju upoštevati priporočene postopke. Posnetki morajo biti primerno osvetljeni in ostri, kar nam omogočajo smotrne nastavitve fotoaparata (zaslonka, čas ekspozicije, globinska ostrina). Pomemben vidik posnetkov je prostorska ločljivost, ki definira velikost najmanjšega detajla, ki ga na posnetkih še zmoremo zaznati.

Letalski snemalni sistemi in fotoaparati, ki se uporabljajo za fotogrametrična snemanja, imajo kalibrirane vrednosti parametrov notranje orientacije. Zaradi mehanskih in drugih vplivov, ki so jim



fotoaparati izpostavljeni med snemanjem, je potrebno postopke kalibracije redno izvajati z izbrano metodo kalibracije. Nepravilnosti v parametrih notranje orientacije neposredno vplivajo na pogrešek položaja projekcijskega centra glede na slikovno ravnino, torej na slikovni koordinatni sistem. V postopku kalibracije se ugotavlja tudi vpliv optične distorzije objektiva, ki povzroča geometrično nepravilno preslikavo, zato jo moramo na posnetkih odpraviti.

Parametri zunanje orientacije se za vsak posnetek v fotogrametričnem bloku določijo z izravnavo v projektu aerotriangulacije. Pomembno je, da je aerotriangulacija izvedena v skladu s projektnimi zahtevami, pri čemer imamo v mislih zadostno število oslonilnih točk, njihovo primerno prostorsko razporeditev in signalizacijo ter natančno določitev položaja s terensko izmero. Kakovost aerotriangulacije ocenimo iz odstopanj med terenskimi in izračunanimi koordinatami na kontrolnih točkah. Od kakovosti izvedene aerotriangulacije je odvisna tudi kakovost ortofota, zato moramo tej fazi nameniti dovolj pozornosti.

V poglavju 2.3.2 smo opisali metodi za zajem podatkov digitalnega modela reliefa, ki se uporablja pri izdelavi ortofota. Glede na razlike v kakovosti pridobljenega digitalnega modela reliefa z izbrano metodo zajema, lahko pričakujemo tudi razlike v kakovosti ortofota. Točnejša kot je ploskev digitalnega modela reliefa, manjša položajna odstopanja lahko pričakujemo na ortofotu. Če imamo model reliefa podan v obliki mreže višin (DMV), se običajno točnost višin nanaša le na vogalne točke celic. Da določimo višino poljubne točke znotraj celice DMV, uporabimo interpolacijo. Pri tem lahko pride do večjih odstopanj glede na pravo višino terena, če je ta zelo razgiban ali vsebuje hitre višinske skoke. Zanima nas, kako napaka višine v poljubni točki reliefa vpliva na njen položaj na slikovni ravnini. Pogrešek slikovnih koordinat v radialni smeri v odvisnosti od pogreška višine in drugih parametrov lahko matematično poenostavljeno opišemo z izrazom (1) (Kraus, 1993):

$$\Delta\rho = \Delta R \cdot \frac{c}{Z_0} = \Delta Z \cdot \frac{\rho}{Z_0} = \Delta Z \cdot \frac{\rho}{c \cdot m} \quad (1)$$

Pri tem so:

$\Delta\rho$  ... pogrešek slikovnih koordinat v radialni smeri,

$\rho$  ... slikovna radialna razdalja med poljubno in glavno točko posnetka,

$\Delta R$  ... radialni pogrešek planimetričnih koordinat točke na terenu,

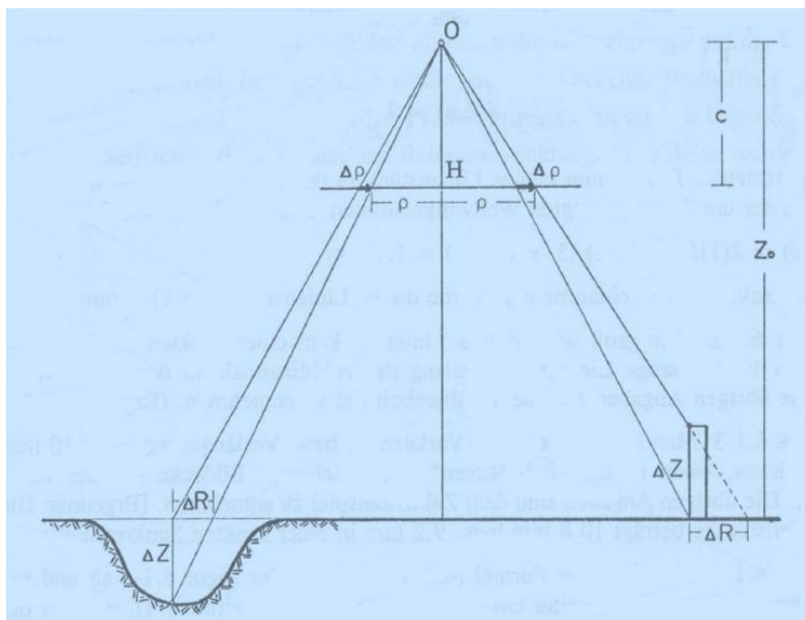
$\Delta Z$  ... vertikalni pogrešek točke,

$c$  ... konstanta fotoaparata,

$Z_0$  ... snemalna višina,

$m$  ... modul merila posnetka.

Matematični izraz (1) lahko grafično predstavimo s sliko 12. Vidimo, da se horizontalni pogrešek na slikovni ravnini veča z manjšanjem snemalne višine in konstante fotoaparata ter z večanjem oddaljenosti od središčne točke proti robovom posnetka. Večji kot je vertikalni pogrešek točke na digitalnem modelu reliefa, večji je horizontalni pogrešek točke na ortofotu.



Slika 12: Vpliv DMR na točnost ortofota (Kraus, 1993)

Pomemben element pri uporabi modela reliefa v strukturi DMV je velikost mrežne celice, saj visoka gostota mreže zmanjšuje možnost večjega vertikalnega pogreška točke pri interpolaciji. To moramo upoštevati predvsem na razgibanem terenu, kjer lahko z veliko celico precej pogrešimo, medtem ko na ravninskih delih zadošča redkejša mreža. V osnovi je pomembna točnost zajetih višin, ki je odvisna predvsem od tehnologije oziroma metode izdelave DMV. Če povzamemo, na končno kakovost določanja višin ploskve reliefa iz DMV vplivajo faktorji, ki so med seboj tesno povezani in sicer: velikost mrežne celice, točnost višin v vogalih mreže, razgibanost terena in uporabljena interpolacija.

Pri radiometrični transformaciji, tj. določitvi radiometričnih vrednosti pikselov, imamo na voljo različne metode, od katerih je odvisna tudi velikost pogreška, ki ga pri tem povzročimo. S pojmom pogrešek mislimo na interpretacijsko napako, ki pomeni napačno zapisano vrednost v nekaterih pikslih, kar lahko posredno ustvari geometrično napako. Največjo interpretacijsko napako povzroča metoda najbližjega sosedu (tudi do 30 % vsebine posnetka), medtem ko metoda bilinearne interpolacije že prinaša boljše rezultate (Kosmatin Fras, 2004).

Zadnji, a zagotovo ne zanemarljiv element, je časovna ažurnost posnetkov. Kakovosten izdelek namreč odlikuje tudi to, da odraža dejansko stanje v prostoru. Ker ortofoto prikazuje zemeljsko površje, le-to pa je podvrženo hitrim spremembam, se moramo pri njegovi uporabi zavedati tega

dejstva. Pozorni moramo biti tudi pri sočasni uporabi ortofota z drugimi podatkovnimi sloji, kot so npr. vektorski topografski podatkovni sloji, saj se lahko pojavijo večja nepojasnjena odstopanja, ki so posledica časovnega neskladja slojev. Pri obravnavi ortofota je zato pomemben datum vira, ki se nanaša na datum letalskega snemanja.

## 2.5 GNSS-izmera

Za kontrolo položajne točnosti ortofota moramo koordinate kontrolnih točk določiti z neodvisnim referenčnim virom višje kakovosti, kot je testni podatkovni vir. Zelo uporabna in ekonomična za to je geodetska GNSS-izmera, saj nam ob primernih pogojih omogoča določitev položajev točk v definicijskem območju od nekaj centimetrov do milimetrov, kar zadošča za kontrolo državnega ortofota. V večini primerov se poslužujemo kinematične metode izmere v realnem času RTK, ki omogoča določitev položajev točk v definicijskem območju nekaj centimetrov.

Pogoji, ki jih je potrebno izpolniti za kakovostno izmero GNSS (Mozetič et al., 2006):

- na obzorju je vsaj 5 satelitov, ki imajo karseda enakomerno geometrijsko razporeditev,
- v bližini točke ni večjih fizičnih ovir (drevesa, visoki objekti), še posebej južno od točke izmere,
- v bližini ni motečih ravnih površin, ki povzročajo odboje signalov,
- v bližini ni virov elektromagnetnega valovanja, ki lahko interferirajo z GNSS-signali,
- centriranje na točki s pomočjo vgrajene dozne libele ali prisilno centriranje s postavitvijo na stativ, trinožni podstavek.

Na voljo imamo različne metode izmere GNSS (Stopar, 2011):

- RTK-izmera,
- izmera Stop&Go,
- kinematična izmera,
- hitra statična in statična izmera.

Pri izbiri metode moramo presoditi, katera ustreza naravi terenskega dela, ki ga moramo opraviti. Za našo nalogo je bila zanimiva predvsem RTK-metoda izmere, saj nam omogoča določitev koordinat tekom izmere s takojšnjo oceno uspešne določitve fazne nedoločenosti kot celih števil, ki je predpogoj za nadaljnjo kakovostno določitev koordinat. Uporabili bi lahko tudi katero od drugih metod izmere (npr. statična, hitra statična), vendar bi bila njihova izbira neracionalna za primer kontrole državnega ortofota. Odločili smo se torej za RTK-metodo izmere in pri izmeri postopali po navodilih GURS (2007).

RTK (angl. Real Time Kinematic) metoda izmere je kinematična metoda, ki omogoča določitev položaja v realnem času tj. v času izvajanja izmere. Dejstvo, da lahko koordinate merjenih točk in kakovost njihove določitve dobimo že neposredno na terenu, je velika prednost metode pred drugimi. Za določitev položaja potrebujemo dva sprejemnika, referenčnega in premičnega. Gre za relativno metodo določitve položaja, kar pomeni, da se položaj premičnega sprejemnika določa relativno glede na referenčni sprejemnik, ki že ima poznan položaj (lastno bazno stojišče, stalna postaja GNSS, postaja VRS). Stalna postaja GNSS lahko deluje samostojno ali v omrežju stalnih postaj (SIGNAL), medtem ko lahko storitev VRS uporabljamo le v omrežju stalnih postaj. Referenčni sprejemnik sprejema signal z vseh vidnih satelitov in opazovanja telemetrično posreduje (radijska povezava, dostop GSM, spletna povezava) premičnemu sprejemniku. Tam se opazovanja od vidnih satelitov, sprejeta z referenčnim in premičnim sprejemnikom, obdelajo do baznega vektorja, od koder se naprej izračuna položaj premičnega sprejemnika na neznani točki (Stopar, 2011).

Kakovost RTK-metode izmere je v veliki meri odvisna od izvedene inicializacije, kjer se določi neznanost števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj. Največjo težavo pri tem predstavljajo odboji signala od objektov, saj lahko povzročijo izkrivljene rezultate določitve položaja merjene točke. Priporočljivo je, da se opravi neodvisna kontrola inicializacije, tako da se položaj točki določi vsaj dvakrat in pri tem vsakič ponovno vzpostavi inicializacijo. Med zaporednima izmerama mora preteči vsaj 30 min, kolikor lahko traja odboj signala od objektov, v tem času se spremeni tudi geometrijska razporeditev satelitov. Ob skrbni izmeri v primernih pogojih nam metoda omogoča določitev položaja v definicijskem območju do nekaj centimetrov (GURS, 2007).

## 2.6 Pregled standardov na področju kontrole položajne točnosti prostorskih podatkov

Razvoj številnih novih tehnologij in povečane zahteve uporabnikov po kakovostnih podatkih narekujejo tudi nenehen razvoj standardov na področju kontrole kakovosti prostorskih podatkov.

V poglavju 2.1 smo opisali standard za oceno kakovosti prostorskih podatkov ISO 19157:2013, ki sicer predstavlja splošni okvir za oceno kakovosti prostorskih podatkov, vendar se pojavlja težnja po definiranju dodatnih vidikov kot so optimalna velikost vzorca, prostorska porazdelitev kontrolnih točk, izbira statistične metode, kriteriji za sprejem/zavrnitev produkta. Obstaja še vrsta drugih standardov, ki so bili ali so trenutno v uporabi za oceno položajne točnosti prostorskih podatkov in so glede omenjenih vidikov nekoliko bolj specifični. V kronološkem zaporedju si ti standardi sledijo (Ariza in Atkinson, 2008):

- **National map accuracy standard** (NMAS, slov. nacionalni standard za oceno točnosti kart), ki je bil izdan leta 1947 v organizaciji United States Bureau of the Budget. Gre za preprost

industrijski standard za fotogrametrična kartiranja v malih in velikih merilih, ki so ga kartografska podjetja dobro sprejela vse do 90. let prejšnjega stoletja.

- **Engineering map accuracy standard** (EMAS, slov. tehnični standard za oceno točnosti kart) je leta 1983 izdala organizacija American Society of Civil Engineers.
- **Accuracy standards for large scale maps** (ASLSM, slov. standard za oceno točnosti kart večjega merila), ki ga je leta 1990 izdal American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Standard je bil uporabljen za kartiranja v velikih merilih tako v civilnem sektorju kot v vojaški administraciji.
- **National standard for spatial data accuracy** (NSSDA, slov. nacionalni standard za oceno točnosti prostorskih podatkov) je leta 1998 izdal Federal Geographic Data Committee (FGDC). Ta standard je obvezujoč za vse kartografske agencije, ki izdelujejo karte v Združenih državah Amerike. Standard je od leta 2003 v postopku revidiranja.
- **STANAG 2215** je leta 1989 izdala organizacija North Atlantic Treaty Organization (NATO) in od takrat je standard doživel že več posodobitev, zadnje leta 2010. Gre za dobro strukturiran dokument z zelo strogo določeno metodologijo.

Pregled omenjenih standardov kaže na velik razvoj v pristopih ocenjevanja kakovosti prostorskih podatkov, kar se v grobem odraža že v strukturi in obsegu dokumentov. Tako najstarejši med omenjenimi (NMAS) obsega zgolj eno stran, medtem ko je struktura poslednjega med njimi (STANAG 2215) že precej dodelana.

Ariza in Atkinson (2009) sta obravnavala številne vidike zgoraj navedenih standardov in jim v zaključku podala oceno o ustreznosti. Zaradi aktualnosti in uporabnosti se bomo osredotočili na najnovejša standarda NSSDA in STANAG 2215, ki ju podrobneje obravnavamo v naslednjih poglavjih, kjer bomo predstavili tudi ugotovitve omenjenih avtorjev.

### **2.6.1 Nacionalni standard za oceno točnosti prostorskih podatkov (NSSDA)**

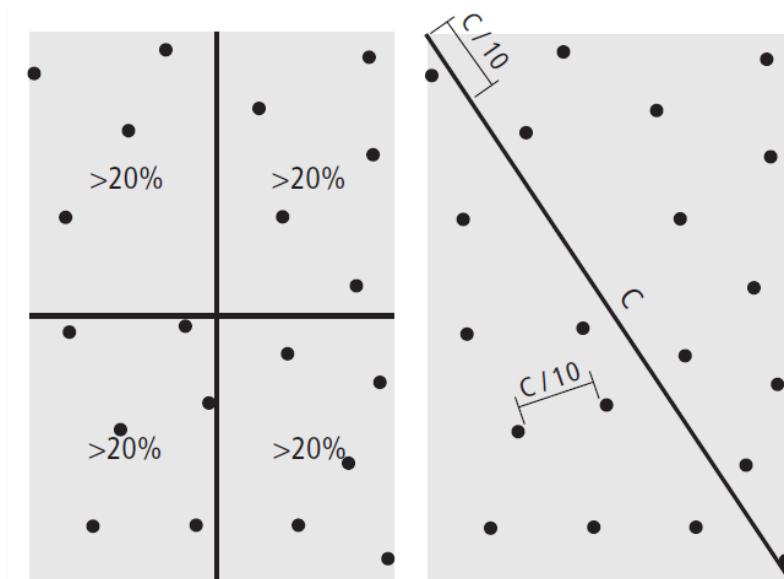
Standard NSSDA implementira statistično podprto metodologijo za oceno položajne točnosti geoprostorskih podatkov na osnovi primerjave z referenčnim virom višje kakovosti. Predmet kontrole so analogni ali digitalni prostorski podatki bodisi v vektorskem bodisi v rastrskem formatu ter pridobljeni z različnimi viri zajema (letalsko snemanje, daljinsko zaznavanje, klasične geodetske metode zajema) (FGDC, 1998).

Prvi korak pri uporabi standarda NSSDA je določitev prostorskih značilnosti testnega podatkovnega sloja. V tej fazi se odločimo, ali bomo obravnavali zgolj planimetrično ( $x, y$ ) ali tudi vertikalno točnost ( $z$ ). Sledi izbira kontrolnega vzorca, izmera v obeh podatkovnih slojih in izračun statističnih parametrov. V nalogi smo enačbe nekoliko prilagodili, tako da smo oznaki planimetričnih koordinat ( $x, y$ ) nadomestili z oznakama koordinat ( $e, n$ ) koordinatnega sistema D96/TM, ki je novi državni koordinatni sistem.

### 2.6.1.1 Kontrolni vzorec

Pri izbiri kontrolnih točk upoštevamo, da morajo biti le-te dobro vidne, prepoznavne in izmerljive v testnem in referenčnem podatkovnem sloju. Minimalna zahtevana velikost vzorca je 20 točk ne glede na obseg obravnavanega območja, saj se predpostavlja homogena položajna točnost. Ob stopnji zaupanja 95 % lahko od vzorčnih dvajsetih točk ena preseže dovoljeno vrednost odstopanja. Standard navaja dodatne smernice za idealno prostorsko razporeditev točk (slika 13):

- točke naj bodo prostorsko razporejene v štirih pravokotnikih, znotraj vsakega naj bo zastopanih vsaj 20 % točk;
- razdalje med točkami naj ne presežejo ene desetine dolžine diagonale  $C$ .



Slika 13: Prikaz idealne prostorske razporeditve kontrolnih točk (MPLMIC, 1999)

### 2.6.1.2 Statistični model

Referenčni podatkovni vir mora biti vsaj trikrat točnejši in popolnoma neodvisen od testnega podatkovnega vira (npr. GNSS, klasična geodetska metoda izmere, fotogrametrična metoda).

Kontrolne točke izmerimo v obeh slojih in nadaljnje izračune opravimo v ločenih statističnih obrazcih za horizontalno in vertikalno točnost (FGDC, 1998). Določimo naslednje vrednosti:

- vsoto kvadratov odstopanj med testnimi in referenčnimi vrednostmi koordinat,
- povprečje kvadratov odstopanj med testnimi in referenčnimi vrednostmi koordinat,
- koren srednjega kvadratnega pogreška ( $RMSE$ ) (enačba 2).

$$RMSE_e = \sqrt{\frac{\sum(e_{test,i} - e_{ref,i})^2}{n}} \quad RMSE_n = \sqrt{\frac{\sum(n_{test,i} - n_{ref,i})^2}{n}} \quad (2)$$

Kjer so:

$e_{test,i}, n_{test,i} \dots$  planimetrične koordinate  $i$ -te točke testnega podatkovnega sloja v koordinatnem sistemu D96/TM,

$e_{ref,i}, n_{ref,i} \dots$  planimetrične koordinate  $i$ -te točke referenčnega podatkovnega sloja v koordinatnem sistemu D96/TM,

$n \dots$  število kontrolnih točk,

$i \dots$  celo število od 1 do  $n$ .

Horizontalni pogrešek v točki  $i$ :

$$RMSE_r = \sqrt{\frac{\sum((e_{test,i} - e_{ref,i})^2 + (n_{test,i} - n_{ref,i})^2)}{n}} = \sqrt{RMSE_e^2 + RMSE_n^2} \quad (3)$$

Predpostavlja se, da so sistematični pogreški v največji možni meri odstranjeni. Če so pogreški normalno porazdeljeni in neodvisni v obeh koordinatnih komponentah, se za izračun položajne točnosti pri 95 % stopnji zaupanja uporabi faktor 2,4477 (Greenwalt in Schultz, 1968).

Standard obravnava dva primera izračuna vrednosti NSSDA:

- če  $RMSE_e = RMSE_n$  potem je vrednost NSSDA:

$$NSSDA = 2,4477 * RMSE_e = 2,4477 * RMSE_n = 1,7308 * RMSE_r \quad (4)$$

- če  $RMSE_e \neq RMSE_n$  in  $RMSE_{min}/RMSE_{max}$  leži na intervalu med 0,6 in 1, potem:

$$NSSDA = 2,4477 * 0,5 * (RMSE_e + RMSE_n) \quad (5)$$

Rezultate poročamo v obliki predpisane izjave:

Testirana \_\_\_\_\_ metrska horizontalna točnost ob 95 % stopnji zaupanja.

### 2.6.1.3 Ocena metodologije standarda

Ariza in Atkinson (2009) sta za standard NSSDA podala naslednje ugotovitve:

- primernost strukture dokumenta: 4 – primerno;
- obseg kontrole (list, več listov, serija): območje;
- priporočilo glede merila: ni omejitve, vsa merila;
- minimalno priporočeno število kontrolnih točk: 20;
- navodilo glede prostorske razporeditve kontrolnih točk: da;
- točnost referenčnega vira: 3 x;
- absolutna točnost: da;
- relativna točnost: ne;
- prisotnost grobih pogreškov in njihova obravnava: da;
- obravnava sistematičnih pogreškov: ne;
- *RMSE*: da;
- srednja vrednost in standardni odklon: ne;
- kategorije položajne točnosti: ne;
- stopnja gotovosti rezultata: 95 %;
- indikacija o morebitni nezanesljivosti metode: ne;
- globalna ocena avtorjev članka: 4 - dobro.

Ariza in Atkinson (2008) sta metodo NSSDA obravnavala tako, da sta s statističnimi simulacijami testirala spremenljivost ocene v odvisnosti od velikosti kontrolnega vzorca. Ugotovila sta, da ima metoda NSSDA ob številu 20 kontrolnih točk 11 % variabilnost. Da bi zagotovili 95 % stopnjo zaupanja, bi morali imeti vsaj 100 kontrolnih točk.

### 2.6.2 Sporazum o standardizaciji 2215 (STANAG 2215)

Obravnavan standard z naslovom Ocenitev natančnosti topografskih in letalskih kart ter digitalnih topografskih podatkov je bil v letu 2011 sprejet tudi v Sloveniji kot slovenski vojaški standard. Ocena točnosti temelji na primerjavi testnega podatkovnega vira z referenčnim virom višje kakovosti (5 x). Referenčni vir nam lahko predstavljajo koordinate točk, pridobljene z izmero GNSS, ali meritve na kartah večjega merila, kot je merilo obravnavanega izdelka (razmerje meril vsaj 1 : 5).

#### 2.6.2.1 Kontrolni vzorec

Standard narekuje velikost vzorca, in sicer 167 kontrolnih točk. Točke morajo biti razporejene tako, da enakovredno zastopajo vsa območja in vse vrste objektov kontroliranega izdelka. Vzorec mora biti v



najvišji možni meri reprezentativen. Zadostna velikost vzorca zagotavlja 90 % stopnjo zaupanja, sama metodologija pa ima 10 % stopnjo nezanesljivosti (STANAG 2215, 2010).

Kontrolo je mogoče izvesti tudi z manjšim številom kontrolnih točk, za kar standard določa vpeljavo posebnega faktorja:

$$faktor = \frac{\sqrt{v/\chi_v^2(0,95)}}{1,1} \quad (6)$$

Kjer sta:

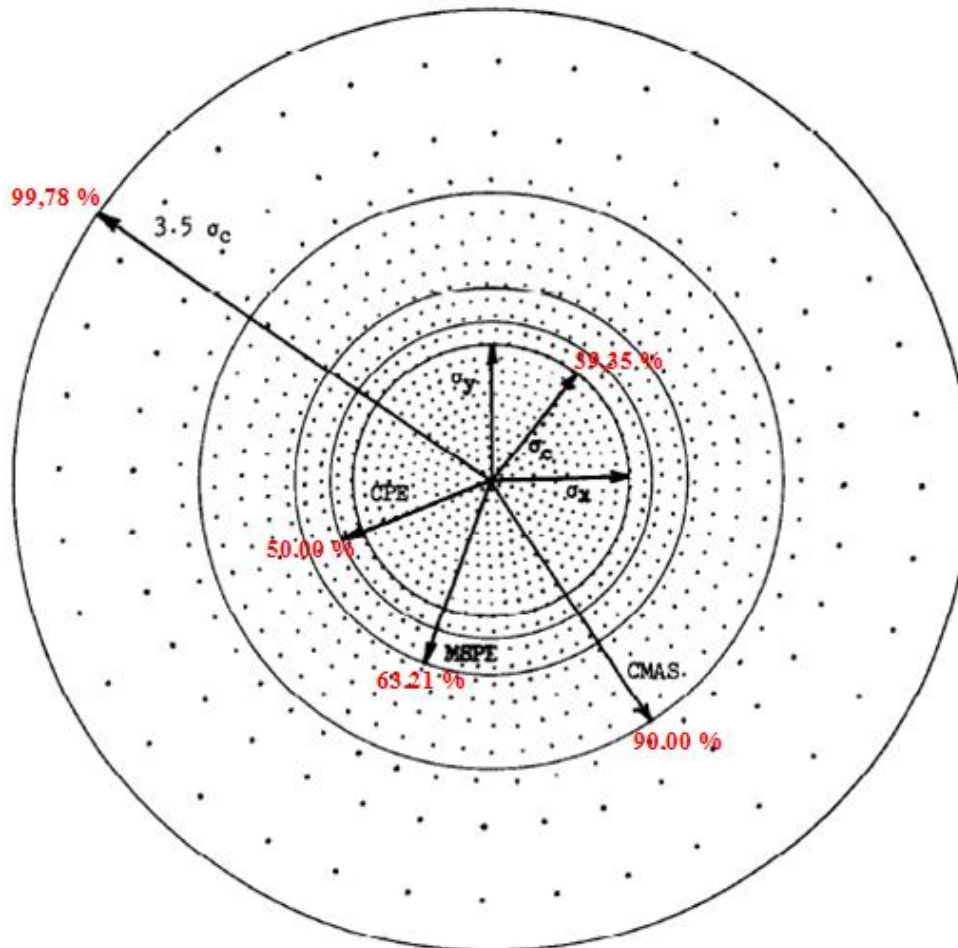
$v$  ...število prostostnih stopenj,

$\chi_v^2(0,95)$ ...statistika  $\chi^2$  s 95 % stopnjo zaupanja in  $v$  prostostnimi stopnjami.

Potrebno je poudariti, da je bistveno bolje, da je v vzorcu zastopanih zadostno število kontrolnih točk, kot manjše število točk in poenostavljena uporaba faktorja.

### 2.6.2.2 Statistični model

Standard upošteva teorijo normalne krožne porazdelitve pogreškov, kot jo prikazuje slika 14. Krožni standardni odklon  $\sigma_C$  nam daje 39,35 % stopnjo gotovosti, CPE (angl. Circular Probable Error) 50 %, MSE (angl. Mean Square Error) 63,21 %, vrednost CMAS (angl. Circular Map Accuracy Standard) pa 90 % stopnjo gotovosti. Stopnjo zaupanja 99,78 % dosežemo s 3,5-kratnikom  $\sigma_C$ .



Slika 14: Normalna krožna porazdelitev pogreškov (Greenwalt in Schultz, 1968)

Predpostavljamo, da v našem primeru koordinate točk referenčnega vira-GNSS, niso obremenjene z vplivi na opazovanja (npr. odboji signala od objektov). Ob tej predpostavki je krožni standardni odklon merjenih odstopanj  $\sigma_{CM}$  enak krožnemu standardnemu odklonu pogreškov testnega podatkovnega sloja  $\sigma_C$ .

Na osnovi merjenih odstopanj med testno in referenčno podatkovno zbirko določimo krožni standardni odklon:

$$\sigma_C = \sqrt{\frac{\sigma_e^2 + \sigma_n^2}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[ \frac{\sum(\delta e_i - \bar{\delta e})^2 + \sum(\delta n_i - \bar{\delta n})^2}{n-1} \right]} \quad (7)$$

Pri tem so:

$\delta e_i, \delta n_i$ ...odstopanje med testnimi in referenčnimi vrednostmi planimetričnih koordinat koordinatnega sistema D96/TM,

$\overline{\delta e}, \overline{\delta n}$ ...aritmetična sredina odstopanj  $\delta e_i, \delta n_i$  med testnimi in referenčnimi vrednostmi planimetričnih koordinat koordinatnega sistema D96/TM,  
 $n$ ... število kontrolnih točk.

Zanima nas absolutna horizontalna točnost CMAS ob stopnji zaupanja 90 %, ki je v primeru odsotnosti sistematičnih pogreškov enaka:

$$CMAS = 2,146 \cdot \sigma_c \quad (8)$$

V primeru prisotnosti sistematičnih pogreškov je vrednost CMAS določena:

$$CMAS = \sigma_c \cdot \left[ 1,2943 + \sqrt{\left(\frac{d}{\sigma_c}\right)^2 + 0,7254} \right] \quad (9)$$

Kjer je  $d$  srednji vektor pogreškov:

$$d = \sqrt{(\overline{\delta e})^2 + (\overline{\delta n})^2} \quad (10)$$

Standard obsega tudi obravnavo vertikalne točnosti, ki je za primer kontrole ortofota nepomembna.

### 2.6.2.3 Obravnava grobih in sistematičnih pogreškov

Grobi pogreški močno bremenijo in izkrivijo rezultate kontrole, zato jih je potrebno na primeren način odkriti in odpraviti. Eden od načinov odkrivanja grobih pogreškov je statistično testiranje odstopanj, kjer absolutna vrednost odstopanja ne sme preseči določene vrednosti. Le-ta je definirana kot zmnožek standardne deviacije opazovanj in statističnega faktorja  $M$ . Ločimo:

- linearni test,

$$Odstopanje, R = (\delta e_i - \overline{\delta e}) \quad (11)$$

$R$  je potencialni grobi pogrešek, če  $|R| > M_1 \cdot \sigma_e$ , kjer je

$$M_1 = 1,9423 + 0,5604 \cdot \log_{10} v,$$

$$v = n - 1.$$

Postopek izračuna je identičen tudi za koordinatno komponento  $n$ .

- krožni test.

$$Odstopanje, R = \sqrt{(\delta e_i - \overline{\delta e})^2 + (\delta n_i - \overline{\delta n})^2} \quad (12)$$

$R$  je potencialni grobi pogrešek, če  $|R| > M_2 \cdot \sigma_C$ , kjer sta

$$M_2 = \sqrt{2,5055 + 4,6052 \cdot \log_{10} v},$$

$$v = n - 1.$$

Statistično značilnost prisotnosti sistematičnih pogreškov (npr. značilen zamik po koordinatnih komponentah) po standardu preverjamo s statističnim testom za preizkušanje domneve. V kolikor izračunana vrednost statistike ne pade na interval med  $(d - t_{10\%} \cdot \sigma_{\bar{c}})$  in  $(d + t_{10\%} \cdot \sigma_{\bar{c}})$ , je prisotnost pogreška statistično značilna ob 90 % stopnji zaupanja, pri čemer je

$$\sigma_{\bar{c}} = \frac{\sigma_C}{\sqrt{n}} \quad (13)$$

Kjer sta:

$d$ ... srednji vektor pogreškov,

$\sigma_C$ ... krožni standardni odklon.

#### 2.6.2.4 Ocena metodologije standarda

Ariza in Atkinson (2009) sta za standard STANAG 2215 podala naslednje ugotovitve:

- primernost strukture dokumenta: 5 – zelo primerna;
- obseg kontrole (list, več listov, serija): območje;
- priporočilo glede merila: < 25 000;
- minimalno priporočeno število kontrolnih točk: 167;
- navodilo glede prostorske razporejenosti kontrolnih točk: da;
- točnost referenčnega vira: 5 x;
- absolutna točnost: da;
- relativna točnost: da;
- prisotnost grobih pogreškov in njihova obravnava: da;
- obravnava sistematičnih pogreškov: da;
- *RMSE*: ne;
- srednja vrednost in standardni odklon: da;
- kategorije položajne točnosti: da;
- stopnja gotovosti rezultata: 90 %;
- indikacija o morebitni nezanesljivosti metode: da (10 %);
- globalna ocena avtorjev članka: 5 – zelo dobro.

## 2.7 Predstavitev kontrole kakovosti državnega ortofota v Sloveniji

Kontrola kakovosti državnega ortofota se izvaja sistematično in sočasno ob izvajanju projekta Cikličnega aerosnemanja Slovenije, katerega naročnik je Geodetska uprava Republike Slovenije. Vsebina elaboratov in rezultatov izvedenih del ter zahteve glede kakovosti izdelkov, ki jih mora izvajalec upoštevati, so navedeni v tehnični dokumentaciji. Splošne zahteve za izvedbo projekta so opisane v Tehničnem navodilu za izvajanje fotogrametričnih projektov. V kolikor v omenjenih dokumentih ni obravnavane katere od pomembnih zahtev, se je potrebno opreti na znanstveno-tehnično poročilo (Kapnias et al., 2008).

Izvajalec mora zagotavljati kakovost izdelkov že med izdelavo ter izdelati tehnično poročilo o opravljenih postopkih in notranji kontroli. Zunanjo kontrolo kakovosti izvaja naročnik oziroma od naročnika v ta namen določena organizacija. V tehničnem navodilu je navedeno, da bo naročnik preveril ortofote za najmanj 4 % vseh listov posameznega območja aerofotografiranja. Če bo na vzorcu našel več kot 5 % listov ortofotov, ki ne ustrezajo ne-geometričnim zahtevam naročnika ali bo ob pregledu geometrične točnosti ortofota opaženo preseganje korena srednjega kvadratnega odstopanja (*RMSE*), se zavrne celotno območje aerofotografiranja (GURS, 2014).

Zahteve glede geometrične točnosti ortofota in največjega dovoljenega odstopanja so za vsak projekt navedene v tehnični dokumentaciji. Projekt CAS 2014 je imel zahtevano geometrično točnost ortofota 1 m, medtem ko največje planimetrično odstopanje ni smelo biti večje od 3 m. Ortofoto, izdelan v okviru projektov CAS 2015 in CAS 2016, ima že višje zahteve po kakovosti, in sicer *RMSE* na celotnem vzorcu ne sme biti večji od 0,75 m, največje planimetrično odstopanje pa ne sme preseči 2,25 m. Razlog za povečano zahtevo kakovosti je v uporabljenem digitalnem modelu reliefa, saj se od leta 2015 za izdelavo ortofota uporablja DMR 1 z velikostjo mrežne celice 1 m x 1 m, ki je bil izdelan v projektu Lasersko skeniranje Slovenije. Poleg povečane gostote mreže (prejšnji DMV 5 je imel petmetrsko velikost mrežne celice) se je pomembno izboljšala tudi višinska točnost modela in zato so posledično večja pričakovanja glede kakovosti ortofota.

Poleg naročnika, tj. Geodetske uprave Republike Slovenije, izvaja zunanjo kontrolo državnega ortofota tudi Geodetski inštitut Slovenije. Glede na osebno komunikacijo (Stane Tršan, Geodetski inštitut Slovenije) se kontrole izvajajo sistematično in neodvisno od izvajalca ali naročnika. Za posamezno trigonometrično sekcijo se naključno izberejo listi ortofota za kontrolo, število kontrolnih točk na eno sekcijo znaša od 120 do 160. Kontrolnim točkam določijo položaj s terensko GNSS-izmero, nato se izračunajo odstopanja ter *RMSE*. Preveri se, ali morda izračunane vrednosti odstopanj presegajo dovoljene vrednosti iz tehnične dokumentacije. Poleg geometrične točnosti se izdelek

---

preveri še vizualno, da je ustrezen tudi v semantičnem smislu. Preverijo se primernost svetlosti, kontrasta in barv, prehodi med aeroposnetki v mozaiku, morebitni geometrični zamiki na šivih.

Dejstvo, da se izvaja kontrola prostorskih podatkov (v našem primeru kontrola ortofota), je dobrodošlo, pa četudi gre za enostavne in nestandardizirane postopke kontrole. Izvajalci se tako tudi zavoljo zunanje neodvisne kontrole trudijo izdelati kakovosten izdelek, kar je mogoče le s temeljito izvedbo in nadzorom vseh procesov izdelave.

### **3 METODOLOGIJA, PODATKI IN OPREMA**

V tem poglavju smo predstavili postopke, strojno ter programsko opremo in podatke, ki smo jih uporabili v praktičnem delu naloge.

#### **3.1 Metodologiji standardov NSSDA in STANAG 2215**

Ob naboru standardov, ki obravnavajo kontrolo položajne točnosti prostorskih podatkov, smo se odločili, da na praktičnem primeru uporabimo standarda NSSDA in STANAG 2215. Standarda sta podrobneje predstavljena v poglavjih 2.6.1 in 2.6.2, kjer so navedene bistvene značilnosti glede velikosti kontrolnega vzorca, statističnega modela, obravnave grobih in sistematičnih pogreškov. Izbrali smo študijsko območje in velikost kontrolnega vzorca, pri čemer smo skušali upoštevati zahteve obeh standardov. Pri terenski izmeri za določitev položajev kontrolnih točk smo uporabili RTK-metodo izmere. Točke na ortofotu smo izmerili v programskem orodju ArcGis 10, medtem ko smo za stereozajem točk uporabili orodje ZaHidro. Vsa nadaljnja obdelava je potekala po metodologijah izbranih standardov. Dodatno smo za dva reliefno razgibana lista izdelali ortofoto z uporabo DMR 1 v programskem orodju Socet Set ter preverili odstopanja na kontrolnih točkah.

#### **3.2 Podatki**

Za izvedbo praktičnega dela naloge smo uporabili naslednje podatke:

- liste ortofota DOF025 trigonometrične sekcije G07 Celje iz projekta CAS 2014,
- dejansko rabo kmetijskih in gozdnih zemljišč,
- DMR 1, izdelan iz podatkov laserskega skeniranja,
- aeroposnetke CAS 2014 za lista G0728 in G0740.

#### **3.3 Uporabljena strojna oprema**

Za terenske meritve kontrolnih točk smo uporabili instrument Leica GPS System 1200 (slika 15). Glavne komponente GPS-opreme so sprejemnik GX1230, antena AX1202 in terminal RX1210. Instrument ima pri izvedbi kinematičnih meritev v realnem času naslednje zmogljivosti (Leica Geosystems, 2016):

- čas inicializacije običajno 8 s,
- horizontalna točnost 10 mm + 1 ppm,
- vertikalna točnost 20 mm + 1 ppm,
- določitev baznega vektorja 30 km ali več v ugodnih pogojih,
- zanesljivost 99,99 % za bazne vektorje do 30 km.



Slika 15: Leica GPS 1200 (Chan Surveying, 2016)

Za centriranje instrumenta na točki smo uporabili trinožni stativ s ščipalko (slika 16). Natančnost dozne libele, vgrajene na togem antenskem grezilu, je 20'. Takšen način centriranja v kombinaciji z RTK-metodo izmere popolnoma zadošča zahtevani točnosti izmere kontrolnih točk.



Slika 16: Trinožni stativ s ščipalko (GeoTeha, 2016)

### 3.4 Uporabljena programska oprema

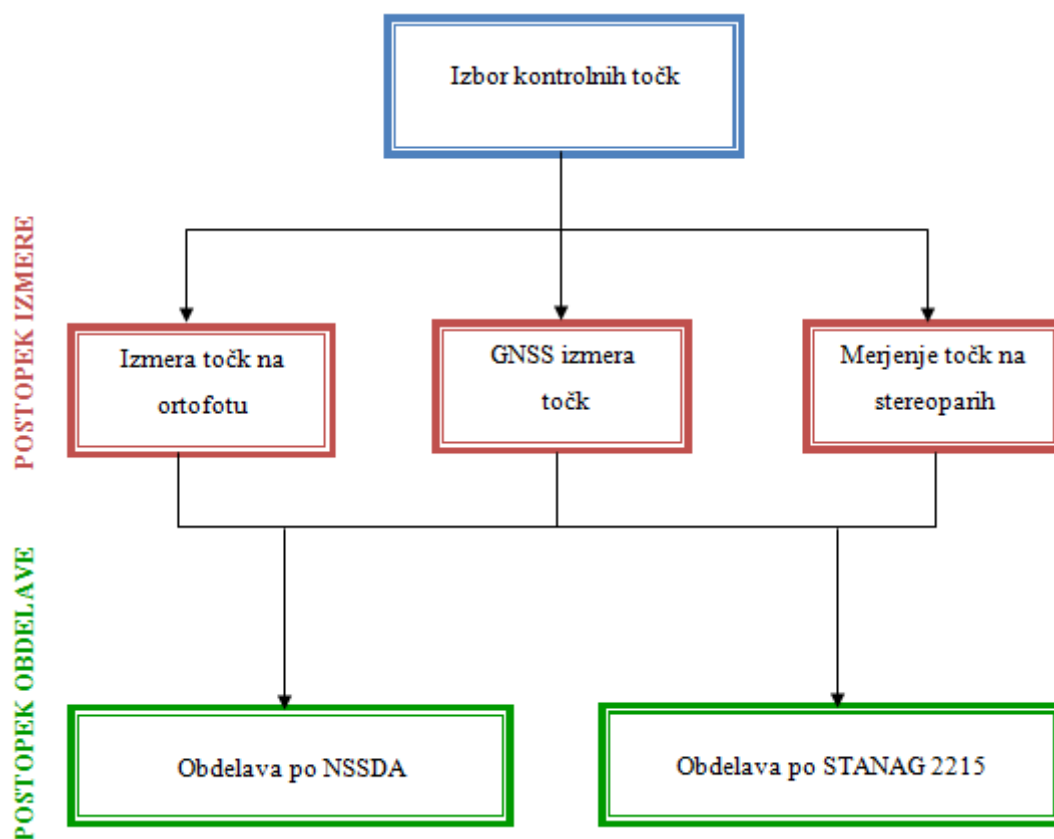
Pri obdelavi podatkov smo uporabili sledečo programsko opremo:

- Leica Geo Office,
- ArcGIS 10,
- ZaHidro,
- SocetSet,
- Microsoft Office Excel in
- Microsoft Office Word.



## 4 PRAKTIČNA IZVEDBA

V tem poglavju smo opisali postopke izvedbe praktičnega dela naloge. Na sliki 17 je shematski prikaz omenjenih postopkov. Na obravnavanem študijskem območju smo izbrali kontrolne točke. Sledil je postopek izmere kontrolnih točk, ki je obsegal izmero na ortofotu, GNSS-izmero in merjenje na stereoparih. Obdelavo smo izvedli po izbranih standardih NSSDA in STANAG 2215. Dodatno smo za dva lista izdelali ortofoto z DMR 1 in naredili primerjavo horizontalne točnosti z državnim ortofotom.



Slika 17: Shema korakov praktične izvedbe

### 4.1 Študijsko območje

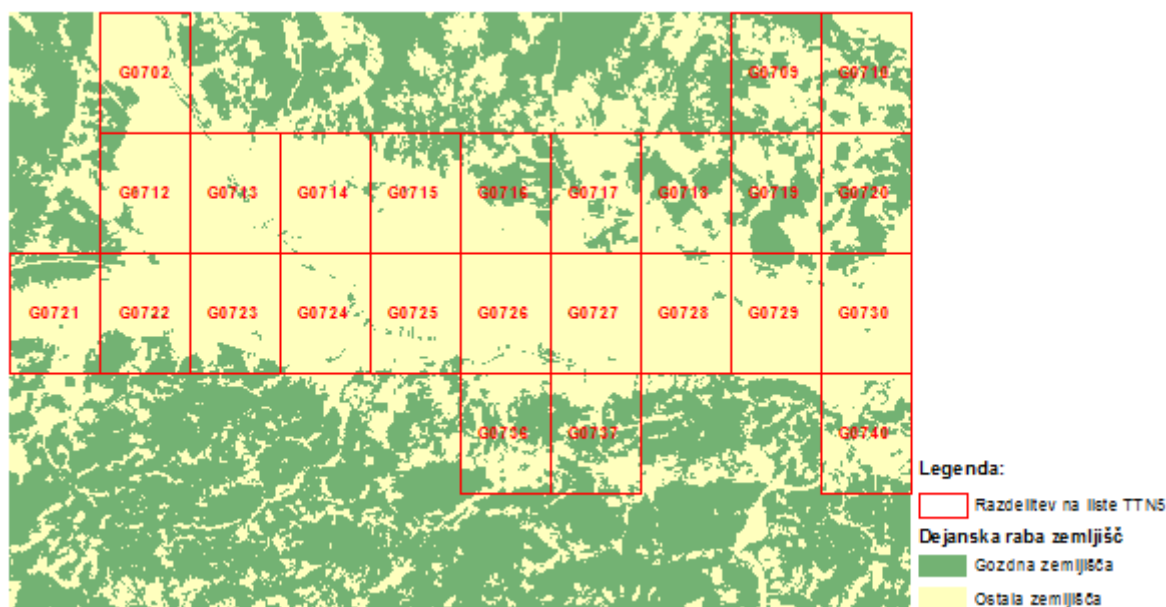
Za študijsko območje smo izbrali trigonometrično sekcijo G07 Celje, ki v celoti obsega 50 listov, kot prikazuje slika 18. Gre za sekcijo, ki je reliefno razgibana, saj obsega nižinske predele Savinjske doline in hribovita obrobja Celjske kotline. Zaradi pestre reliefne razgibanosti je zanimiva tudi za kontrolo ortofota, saj je vpliv DMR na kakovost ortofota eden od pomembnejših faktorjev, ki nas zanima v nalogi.

G0701	<b>G0702</b>	G0703	G0704	G0705	G0706	G0707	G0708	<b>G0709</b>	<b>G0710</b>
G0711	<b>G0712</b>	<b>G0713</b>	<b>G0714</b>	<b>G0715</b>	<b>G0716</b>	<b>G0717</b>	<b>G0718</b>	<b>G0719</b>	<b>G0720</b>
<b>G0721</b>	<b>G0722</b>	<b>G0723</b>	<b>G0724</b>	<b>G0725</b>	<b>G0726</b>	<b>G0727</b>	<b>G0728</b>	<b>G0729</b>	<b>G0730</b>
G0731	G0732	G0733	G0734	G0735	<b>G0736</b>	<b>G0737</b>	G0738	G0739	<b>G0740</b>
G0741	G0742	G0743	G0744	G0745	G0746	G0747	G0748	G0749	G0750

Slika 18: Izbrani listi trigonometrične sekcije G07 Celje

Najprej se je bilo potrebno odločiti, kako velik vzorec izbrati. Naša želja je bila v kontroli zajeti čim večje območje, a obenem s primerno gostoto kontrolnih točk na list. Po zahtevah standarda STANAG 2215 smo potrebovali vzorec najmanj 167-ih kontrolnih točk. Odločili smo se za kontrolo 25-ih listov trigonometrične sekcije (slika 18) z gostoto 8 kontrolnih točk na posamezen list. Pri izbiri listov smo se oprli na evidenco dejanske rabe zemljišč. Ker kontrola ortofota ni izvedljiva na območju gozdov in zaraščenih površin, smo izbrali liste, ki jih pokrivajo najmanjši deleži gozdnih zemljišč. Dejansko rabo smo klasificirali v dva razreda, gozdna in ostala zemljišča, ter za vsak list določili odstotek pokritosti z gozdom. Po kriteriju najnižjih vrednosti odstotkov gozdnih zemljišč so bili izbrani naslednji listi:

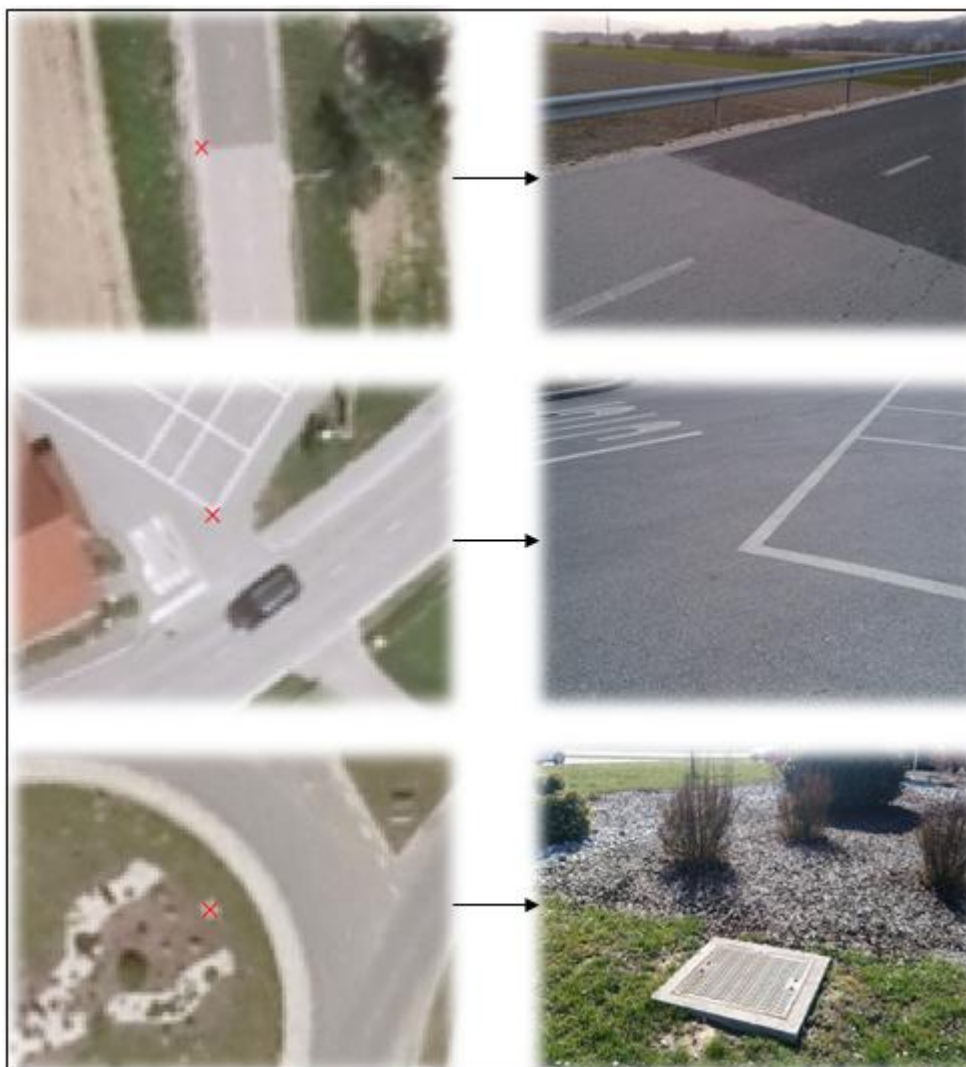
- G0702, G0709, G0710, G0712, G0713, G0714, G0715, G0716, G0717, G0718, G0719, G0720, G0721, G0722, G0723, G0724, G0725, G0726, G0727, G0728, G0729, G0730, G0736, G0737, G0740.



Slika 19: Prikaz kontrolnega vzorca in dejanske rabe zemljišč

## 4.2 Izbor kontrolnih točk

Oba standarda navajata, da morajo biti kontrolne točke dobro vidne, prepoznavne in izmerljive sočasno na ortofotu in v naravi. Njihova razporeditev naj bo čim bolj enakomerna. Za kontrolne točke smo izbirali večje jaške, talne oznake na igriščih in cestah, vogale na ostro določljivih mejah med travnato in asfaltno površino (npr. parkirišča, dvorišča, igrišča). Primeri kontrolnih točk so prikazani na sliki 20. Ob dejstvu, da bomo izmero na terenu opravili z RTK-metodo izmere, smo pri izbiri točk morali upoštevati tudi primernost točke za izmero GNSS (odsotnost večjih fizičnih ovir v bližini točke, odsotnost virov elektromagnetnega valovanja, odprtost proti jugu). Ker so bili za to trigonometrično sekcijo zadnji izdelani ortofoti iz projekta CAS 2014, smo se ob izbiri točk zavedali, da se stanje na ortofotu morda ne bo v celoti ujemalo s trenutnim stanjem v naravi.



Slika 20: Primeri kontrolnih točk na ortofotu (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014b, 2014c, 2014č) in na terenu

Oba standarda predpostavljata homogeno položajno točnost testnega podatkovnega sloja, zato velikost kontrolnega območja ni posebej opredeljena. Standarda podajata zgolj zahteve glede minimalnega števila kontrolnih točk, medtem ko je odločitev o velikosti kontrolnega območja prepuščena izvajalcem kontrole. Na izbranem območju smo se odločili za gostoto 8 kontrolnih točk na en list ortofota, kar znese 200 točk na celoten kontrolni vzorec. Obseg 200-ih kontrolnih točk je primeren za nadaljnjo obdelavo in analizo, obenem pa smo s tem številom zadostili zahtevam obeh standardov po minimalnem številu kontrolnih točk. Izbiranju točk in pisarniški pripravi smo namenili veliko časa, saj smo zaradi obsega kontrolnih točk in območja želeli izvesti terensko izmero karseda optimalno z najmanjšimi časovnimi izgubami. Izdelali smo dokument z mikrolokacijami točk, kjer so bili po listih za vsako točko zabeleženi številka, opis (npr. jašek, talna oznaka), približen naslov in izrez ortofota na ožjem območju točke (slika 21).



Slika 21: Mikrolokacija točke (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014c)

Z dodatnimi izrisi v manjšem merilu smo omogočili makro pogled na točke, ki je na terenu služil za določanje optimalne poti in dostopa do točk (slika 22).



Slika 22: Makro pogled na točke (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014d)

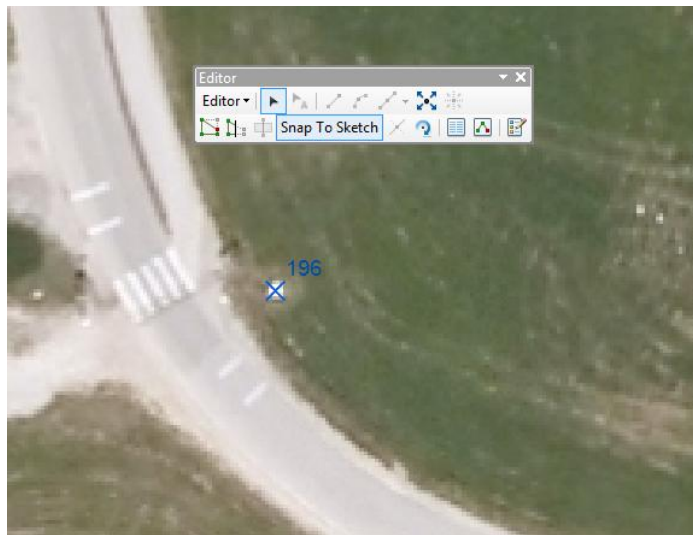
### 4.3 Postopek izmere

Kontrolne točke smo izmerili na tri načine: na ortofotu, s terensko GNSS RTK-metodo izmere in na stereoparih.



### 4.3.1 Izmera kontrolnih točk na ortofotu

Kontrolne točke je bilo potrebno izmeriti na testnem podatkovnem sloju, tj. ortofotu, za kar smo uporabili programsko orodje ArcGIS 10. Program omogoča enostaven uvoz rastrskih slik in njihovo georeferenciranje preko datoteke \*.tfw, kjer je zapisana geometrična transformacija slike. Po uvozu rastrskih datotek lahko enostavno pričnemo z zajemom točk, tako da ustvarimo točkovni sloj v zapisu Shape in z orodjem *Editor* zajamemo zelene točke (slika 23).



Slika 23: Merjenje točk na ortofotu z orodjem Editor v ArcGIS 10 (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014e)

Program omogoča izračun koordinat zajetih točk z uporabo funkcije *Calculate Geometry* (slika 24), pri čemer se v atributni tabeli izpišejo koordinate točk v nastavljenem koordinatnem sistemu ETRS89.

FID	Shape *	LIST	ID TOCKE	N	E
23	Point	G0712	124	124361,64	502680,11
28	Point	G0712	125	125276,34	503959,78
27	Point	G0712	126	124076,74	503368,25
26	Point	G0712	127	125486,74	502827,94
25	Point	G0712	128	124412,83	504386,27
30	Point	G0713	131	126734,13	505861,61
31	Point	G0713	132	126499,12	506286,98
32	Point	G0713	133	125554,64	505981,39
33	Point	G0713	134	126670,42	505031,99
34	Point	G0713	135	125431,73	505155,39
35	Point	G0713	136	124402,93	506699,59
36	Point	G0713	137	126197,03	506611,14
29	Point	G0713	138	124081,85	505537,96
37	Point	G0714	141	126050,72	508248,96
38	Point	G0714	142	125747,88	507078,52
39	Point	G0714	143	124208,11	508922,26
40	Point	G0714	144	124944,49	507512,71
41	Point	G0714	145	124165,16	507410,19
42	Point	G0714	147	124508,52	508402,74
43	Point	G0714	148	126914,05	507976,5
44	Point	G0715	151	124062,89	509340,11
45	Point	G0715	152	125666,61	510225,72
46	Point	G0715	153	124663,32	510028,47
47	Point	G0715	154	124768,26	510844,25
48	Point	G0715	155	126771,53	511053,46

Slika 24: Izračun koordinat s funkcijo *Calculate Geometry*

### 4.3.2 GNSS-izmera kontrolnih točk

Po predhodni pisarniški pripravi je sledila terenska izmera kontrolnih točk. Izmero smo želeli opraviti zgodaj spomladi, ko drevesa še ne razvijejo listov popolnoma, saj bi nam to lahko predstavljalo težave pri GNSS-izmeri katere od točk. Izmero smo opravili v štirih dneh:

- 18. 3. 2016,
- 19. 3. 2016,
- 20. 3. 2016 in
- 25. 3. 2016.

Na točkah smo izvajali RTK-metodo izmere z navezavo na omrežje SIGNAL. Uporabili smo navezavo na VRS, saj je bila na obravnavanem območju oddaljenost od stalne postaje večinoma večja od 5 km (ponekod tudi nad 1 km). Po začetni inicializaciji smo na točki izvajali opazovanja od 30 s do 40 s, interval registracije je bil 1 s. Ob slabših pogojih (manjše število satelitov, ovire v okolici, izguba inicializacije) smo po potrebi podaljšali trajanje opazovanj. Točkam smo za kontrolo določili koordinate še enkrat ob drugem delu dneva, ko je bila geometrijska razporeditev satelitov drugačna. Preverili smo odstopanja med koordinatami točk prve in druge izmere in največje odstopanje je bilo 4 cm. Po GURS (2007) je med obema nizoma koordinat dopustno odstopanje 10 cm.

Instrument smo na točki centriral s pomočjo trinožnega stativa s ščipalko, da je med izmero miroval. Točkam smo dodelili enolične oznake, sestavljene iz številke lista (brez predpone trigonometrične sekcije G07) in zaporedne številke točke na tem listu. Tako je npr. točka 378 predstavljala:

- list G07**37** in
- **8.** točko na listu.

Po opravljeni terenski izmeri smo podatke opazovanj uvozili v Leica Geo Office in izvozili koordinate točk v koordinatnem sistemu ETRS89. Program je izdelal poročilo o opravljenih opazovanjih in njihovi kakovosti. Za točke so bile v poročilu podane srednje vrednosti koordinat in odstopanja koordinat med posameznimi meritvami.

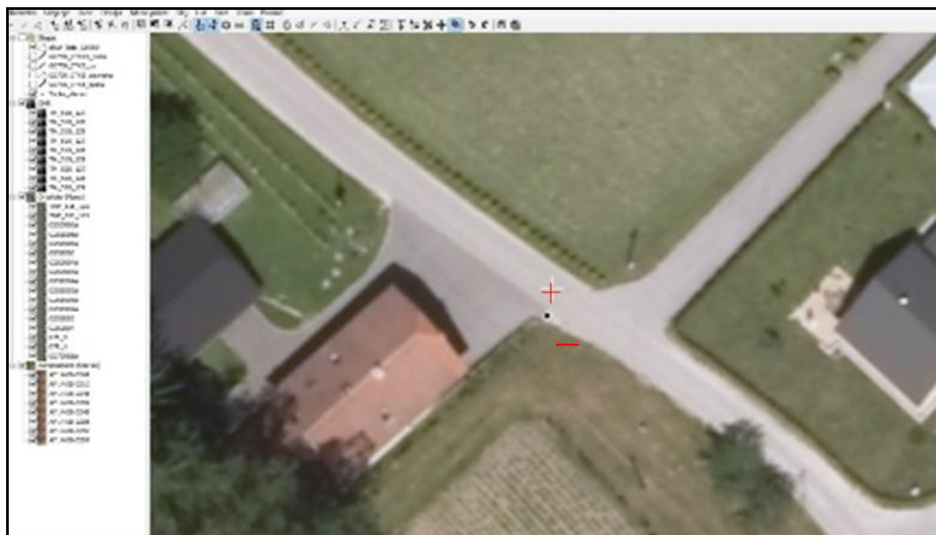


Slika 25: Fotografije s terenske izmere

#### 4.3.3 Stereofotogrametrično merjenje kontrolnih točk

Kontrolne točke smo izmerili na stereoparih in preverili položajno točnost zajema vektorskih podatkov v primerjavi z ortofotom. Uporabili smo programsko orodje ZaHidro, ki je bilo zasnovano za namen izvedbe projekta masovnega zajema podatkov hidrografije in dejanske rabe vodnih zemljišč (GeMA, 2015). Program omogoča zajemanje slojev (točkovnih, linijskih, ploskovnih) na nivoju enega lista TTN5. To pomeni, da so v posameznem projektu naloženi vsi aeroposnetki na obsegu lista, ki tvorijo različne stereopare, med katerimi mora operater izbrati najustrežnejšega za zajem. Na lokaciji kontrolne točke smo izbrali primeren stereopar in se z mersko markico postavili na pravo višino ter s klikom zajeli točko (slika 26). Za kakovosten stereozajem mora imeti operater nekaj praktičnih izkušenj (uporaba optimalnih stereoparov, postavitve merske markice na pravo višino), ki sem si jih jaz pridobila že med izvedbo omenjenega projekta.





Slika 26: Stereofotogrametričen zajem točke v programu ZaHidro

#### 4.4 Postopek obdelave po standardih NSSDA in STANAG 2215

Ko smo pridobili podatke za obdelavo, smo po metodologijah obeh standardov opravili vse potrebne izračune.

Najprej smo po metodologiji standarda NSSDA izračunali horizontalno točnost za ortofoto. Izračunali smo *RMSE* za vsak list posebej in za vse skupaj. Postopek smo ponovili tudi za vektorske podatke, pridobljene z meritvami na stereoparih. Rezultate smo primerjali in jih ovrednotili glede na zahteve iz razpisne dokumentacije. S testom Kolmogorova in Smirnova smo preverili, ali so odstopanja na ortofotu normalno porazdeljena in jih grafično prikazali s histogramom.

Po metodologiji standarda STANAG 2215 smo izračunali odstopanja, testirali prisotnost grobih ter sistematičnih pogreškov in podali zaključno oceno o kakovosti. Postopek smo opravili ločeno za ortofoto in stereopare ter primerjali rezultate.

#### 4.5 Izdelava ortofota z uporabo DMR 1

Da bi lahko vsaj delno preverili vpliv DMR na kakovost ortofota, smo za dva lista izdelali ortofoto z DMR 1 v programu Socet Set. Vhodni podatki za izdelavo ortofota so bili aerosnetki in DMR 1, izdelan v projektu Laserskega skeniranja Slovenije. Program je pri izdelavi mozaika uporabil najbolj nadirne posnetke. Ker je bila naša želja izdelati predvsem geometrično kakovosten izdelek, se nismo preveč ukvarjali z estetskim videzom (šivi ortomozaika). Prav tako je na robovih listov ostal tanjši črni rob, ki ga program ni interpoliral. Izdelana ortofota sta prikazana v prilogah Č in D.

## 5 REZULTATI IN NJIHOVA ANALIZA

V tem poglavju smo strnili rezultate in jih interpretirali. V poglavju 5.1 smo zajeli rezultate obdelave po standardu NSSDA in v poglavju 5.2 rezultate obdelave po standardu STANAG 2215. Poglavje 5.3 je namenjeno grafičnemu prikazu vektorjev odstopanj na kontrolnih točkah za primer ortofota in vektorskih podatkov, ki smo jih zajeli s stereozajemom. V poglavju 5.4 smo na vzorcu dveh listov naredili primerjavo horizontalne točnosti med državnim ortofotom, izdelanim z uporabo DMV 5, in »lidarskim« ortofotom, izdelanim z uporabo DMR 1. V nadaljevanju naloge »lidarski« ortofoto navajamo s poenostavljeno oznako LOF, državni ortofoto pa s kratico DOF.

### 5.1 Rezultati obdelave po standardu NSSDA

Rezultate smo razdelili na dva dela: izračun vrednosti  $RMSE$  in NSSDA ter test Kolmogorova in Smirnova.

#### 5.1.1 Izračun vrednosti $RMSE$ in NSSDA

Po korakih standarda smo izračunali položajno točnost najprej za primer ortofota in nato še za primer vektorskih podatkov stereozajema. Standard NSSDA predlaga uporabo obrazca za horizontalno točnost, ki vsebuje po stolpcih številko točke, koordinate na testnem in referenčnem viru, odstopanja koordinat in kvadrate odstopanj koordinat ter  $RMSE$ . Izpolnjeni obrazci izračunane horizontalne točnosti se nahajajo v prilogah A (za ortofoto) in B (za vektorske podatke stereozajema).

Rezultati izračuna za ortofoto po posameznih listih so predstavljeni v preglednici 2. Za vsak list so izračunani  $RMSE$  po obeh koordinatnih komponentah in položajni  $RMSE$ . Najmanjši položajni  $RMSE$  ima list G0702 z vrednostjo 0,11 m, največji pa G0728 z vrednostjo  $RMSE$  0,47 m.

Preglednica 2: Vrednosti  $RMSE$  pri ortofotu

List	$RMSE_e [m]$	$RMSE_n [m]$	$RMSE_r [m]$
G0702	0,05	0,10	0,11
G0709	0,16	0,20	0,26
G0710	0,14	0,17	0,22
G0712	0,15	0,12	0,20
G0713	0,27	0,21	0,34
G0714	0,09	0,08	0,12
G0715	0,12	0,18	0,22
G0716	0,12	0,09	0,15
G0717	0,08	0,14	0,16
G0718	0,13	0,16	0,21

List	$RMSE_e$ [m]	$RMSE_n$ [m]	$RMSE_r$ [m]
G0719	0,15	0,19	0,25
G0720	0,08	0,12	0,14
G0721	0,09	0,14	0,16
G0722	0,09	0,13	0,16
G0723	0,05	0,11	0,12
G0724	0,14	0,12	0,18
G0725	0,11	0,10	0,15
G0726	0,11	0,10	0,15
G0727	0,09	0,18	0,20
G0728	0,16	0,44	0,47
G0729	0,06	0,11	0,13
G0730	0,09	0,27	0,28
G0736	0,18	0,25	0,31
G0737	0,14	0,29	0,32
G0740	0,21	0,28	0,35

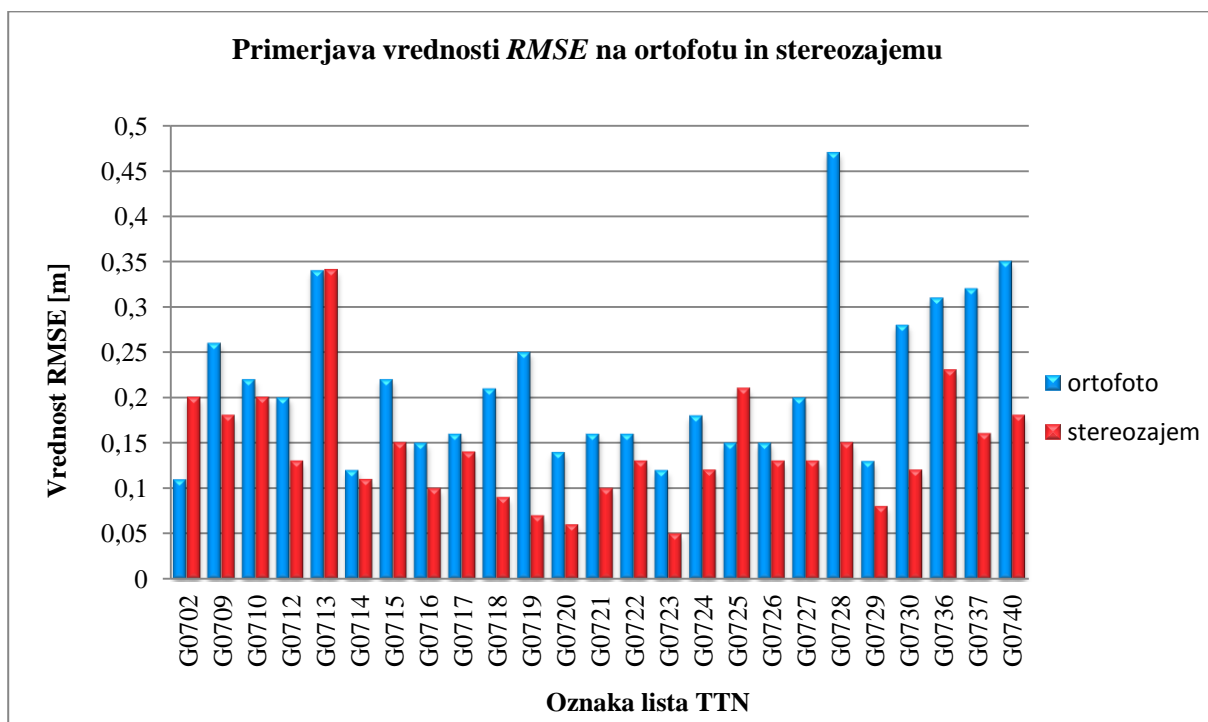
Identičen postopek izračuna smo opravili še za vektorske podatke stereozajema, rezultati so v preglednici 3. Najmanjši položajni  $RMSE$  ima list G0723 z vrednostjo 0,05 m, največji pa G0713 z vrednostjo  $RMSE$  0,34 m.

Preglednica 3: Vrednosti  $RMSE$  pri vektorskih podatkih stereozajema

List	$RMSE_e$ [m]	$RMSE_n$ [m]	$RMSE_r$ [m]
G0702	0,06	0,19	0,20
G0709	0,14	0,11	0,18
G0710	0,12	0,16	0,20
G0712	0,09	0,10	0,13
G0713	0,30	0,17	0,34
G0714	0,03	0,11	0,11
G0715	0,10	0,11	0,15
G0716	0,06	0,08	0,10
G0717	0,09	0,10	0,14
G0718	0,08	0,04	0,09
G0719	0,05	0,05	0,07
G0720	0,05	0,03	0,06
G0721	0,08	0,05	0,10
G0722	0,10	0,09	0,13
G0723	0,03	0,04	0,05
G0724	0,09	0,08	0,12
G0725	0,10	0,14	0,21
G0726	0,11	0,06	0,13
G0727	0,07	0,11	0,13
G0728	0,13	0,05	0,15
G0729	0,06	0,05	0,08

List	$RMSE_e$ [m]	$RMSE_n$ [m]	$RMSE_r$ [m]
G0730	0,07	0,09	0,12
G0736	0,14	0,19	0,23
G0737	0,14	0,08	0,16
G0740	0,12	0,13	0,18

Primerjavo rezultatov med obema metodama smo grafično prikazali na sliki 27. Vidimo, da je le na listih G0702 in G0725 vrednost položajnega  $RMSE$  pri vektorskih podatkih stereozajema preseгла vrednost na ortofotu, v splošnem pa je manjša.



Slika 27: Grafični prikaz vrednosti  $RMSE$  pri ortofotu in pri vektorskih podatkih stereozajema

Kakovost ortofota in vektorskih podatkov stereozajema nas je zanimala predvsem na celotnem vzorcu, zato smo rezultate prikazali v preglednici 4. Položajni  $RMSE$  pri ortofotu znaša 0,23 m, vrednost NSSDA pa 0,40 m. Podamo lahko zaključno izjavo, da je po standardu NSSDA na vzorcu testirana 0,40-meterska horizontalna točnost ortofota ob 95 % stopnji zaupanja. Položajni  $RMSE$  pri stereozajemu znaša 0,15 m, vrednost NSSDA pa 0,26 m. Podamo lahko zaključno izjavo, da je po standardu NSSDA na vzorcu testirana 0,26-meterska horizontalna točnost vektorskih podatkov stereozajema ob 95 % stopnji zaupanja.

Preglednica 4: Vrednosti  $RMSE$  in NSSDA na celotnem vzorcu

	$RMSE_e$ [m]	$RMSE_n$ [m]	$RMSE_r$ [m]	NSSDA [m]
<b>ortofoto</b>	0,13	0,19	0,23	0,40
<b>stereozajem</b>	0,11	0,10	0,15	0,26

Na vzorcu se je potrdilo, da so meritve točnejše, če jih opravljamo s stereozajemom na posnetkih. Zajem z ortofota pomeni 2D zajem s sekundarnega vira, pri čemer je višinska komponenta zajeta v interpolaciji uporabljenega DMR. Na drugi strani pa gre pri stereozajemu za 3D zajem z izvornih posnetkov, ki pa niso obremenjeni z vplivi DMR in zato tudi ustrežnejši za zajem.

Oceno točnosti ortofota (vrednost NSSDA) lahko grafično ponazorimo s krožnico z radijem 40 cm okrog vsake kontrolne točke. Na sliki 28 smo s črno piko ponazorili z GNSS izmerjeno točko, z vijolično pa na DOF izmerjeno točko. Vidimo, da je na levi sliki vijolična točka izven rdeče krožnice, kar kaže na 5 % negotovost, ki jo ima metoda. Na desni sliki vijolična točka ustreza točnosti, ki smo jo ocenili na vzorcu.



Slika 28: Grafični prikaz ocene točnosti po metodi NSSDA (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014f)

Želeli smo preveriti skladnost naših rezultatov z zahtevami iz Tehnične dokumentacije razpisa CAS 2014. *RMSE* na vzorcu ne sme presegati 1 m, največje planimetrično odstopanje na kontrolnih točkah pa ne 3 m. Iz priloge A je razvidno, da nobena točka ne presega največjega dovoljenega odstopanja, saj je največje planimetrično odstopanje 1,17 m na točki 283. *RMSE* na celotnem vzorcu znaša 0,23 m in ne presega dovoljenega odstopanja 1 m. Na osnovi rezultatov kontrole vzorca lahko rečemo, da izdelek ustreza vsem zahtevam.

### 5.1.2 Test Kolmogorova in Smirnova, histogram

Standard sicer tega ne zahteva, vendar smo v želji, da preverimo, ali so odstopanja med koordinatami točk testnega in referenčnega vira normalno porazdeljena, opravili neodvisen statistični test Kolmogorova in Smirnova. Test smo opravili za odstopanja po koordinatnih komponentah  $\Delta e$  in  $\Delta n$  za primer ortofota.

Postavili smo ničelno in alternativno domnevo in sicer:

Ničelna domneva: Slučajna spremenljivka  $\Delta e$  ( $\Delta n$ ) se porazdeljuje normalno.

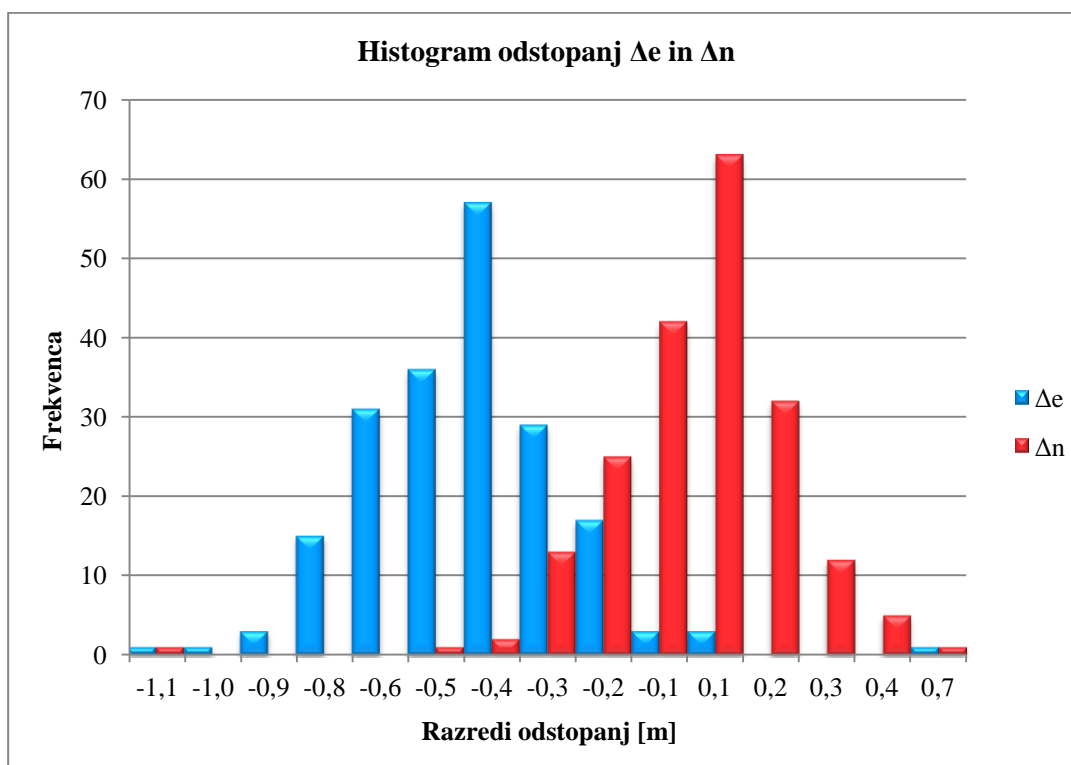
Alternativna domneva: Slučajna spremenljivka  $\Delta e$  ( $\Delta n$ ) se ne porazdeljuje normalno.

Če vrednost statistike pade v kritično območje ( $D_n > D$ ), s tveganjem  $\alpha$  ničelne domneve ne moremo sprejeti. Statistika  $D_n$  je v obeh primerih manjša od mejne vrednosti (preglednica 5), zato ničelne domneve ne moremo zavrniti. S tveganjem 5 % ne moremo trditi, da se  $\Delta e$  ( $\Delta n$ ) ne porazdeljuje normalno.

Preglednica 5: Test Kolmogorova in Smirnova

Test Kolmogorova in Smirnova	$\Delta e$	$\Delta n$
Srednja vrednost vzorca [m]	0,02	-0,04
Standardni odklon vzorca [m]	0,13	0,19
Statistika $D_n$	0,0556	0,0645
Mejna vrednost $D$ ( $n = 197, \alpha = 5 \%$ )	0,0969	0,0969

Obliko porazdelitve odstopanj smo grafično prikazali s histogramom (slika 29). Z grafikona je razvidno, da je porazdelitev odstopanj  $\Delta e$  in  $\Delta n$  zelo podobna obliki Gaußove krivulje, kar potrjuje domnevo testa, da so odstopanja približno normalno porazdeljena.



Slika 29: Histogram odstopanj za horizontalni koordinati v koordinatnem sistemu D96/TM ( $\Delta e$ ,  $\Delta n$ )

## 5.2 Rezultati obdelave po standardu STANAG 2215

Pri obdelavi po metodologiji standarda STANAG 2215 smo si pomagali z dodatkom iz standarda, ki vsebuje Excelovo preglednico z vsemi potrebnimi izračuni. V takšni obliki tudi predstavljamo rezultate izračuna za primer ortofota in vektorskih podatkov stereozajema.

V preglednici 6 so rezultati za primer ortofota. V prvem delu preglednice so predstavljeni vhodni podatki:

- aritmetični sredini odstopanj koordinat  $\overline{\delta e}$  in  $\overline{\delta n}$  med testnimi (ortofoto) in referenčnimi (GNSS) vrednostmi,
- standardna odklona  $\sigma_e$  in  $\sigma_n$ ,
- krožni standardni odklon  $\sigma_C$ .

V obrazcu sta poleg najverjetnejše vrednosti izračunani spodnja in zgornja meja ob 90 % stopnji zaupanja, kar daje informacijo o možni nezanesljivosti izračunanih statistik.

V drugem delu smo naredili kontrolo grobih pogreškov, kjer smo izračunali toleranci odstopanj  $\Delta e$  in  $\Delta n$  ter krožno toleranco. Določili smo območje, znotraj katerega je dopustna vrednost odstopanja, izven tega območja pa že lahko nakazuje na grobi pogrešek. Dovoljeno toleranco so presegle koordinate točk 136 in 238. Preverili smo okoliščine teh točk, saj neutemeljeno izločanje točk ni smiselno, ker bi na ta način lahko pridobili preoptimistično oceno kakovosti.

V zadnjem delu preglednice smo podali zaključne vrednosti, s katerimi poročamo o kakovosti testiranega izdelka. Najprej smo brez obravnave sistematičnih pogreškov določili vrednost CMAS, ki je znašala 0,35 m. Relativna horizontalna točnost predstavlja točnost poljubne točke glede na drugo točko istega podatkovnega vira in je znašala 0,49 m. Izračunali smo srednji vektor pogreškov (sistematičen premik) in testirali njegovo statistično značilnost. Test je potrdil statistično značilen premik velikostnega reda 4 cm, zato smo v zaključku izračunali vrednost CMAS ob upoštevanju tega premika. Vrednost CMAS je navkljub manjši vrednosti premika znašala 0,35 m. Podamo lahko zaključno izjavo, da je po standardu STANAG 2215 na vzorcu testirana 0,35-metrška horizontalna točnost ortofota ob 90 % stopnji zaupanja.

Preglednica 6: Izračun po metodologiji standarda STANAG 2215 (ortofoto)

1. VHODNI PODATKI			
	Spodnja meja	Najverjetnejša vrednost	Zgornja meja
Aritmetična sredina odstopanj $\overline{\delta e}$ [m]	0,00	<b>0,02</b>	0,03
Aritmetična sredina odstopanj $\overline{\delta n}$ [m]	-0,06	<b>-0,04</b>	-0,02

Standardni odklon $\sigma_e$ [m]	0,12	<b>0,13</b>	0,14
Standardni odklon $\sigma_n$ [m]	0,17	<b>0,19</b>	0,20
Krožni standardni odklon $\sigma_c$ [m]	0,15	<b>0,16</b>	0,18
<b>2. KONTROLA GROBIH POGREŠKOV</b>			
		<b>Najnižja dopustna vrednost</b>	<b>Najvišja dopustna vrednost</b>
Krožna toleranca [m]	0,58		
Toleranca odstopanj $\Delta e$ [m]	0,43	-0,41	$< \Delta e <$
Toleranca odstopanj $\Delta n$ [m]	0,60	-0,64	$< \Delta n <$
<b>3. ANALIZA</b>			
	<b>Spodnja meja</b>	<b>Najverjetnejša vrednost</b>	<b>Zgornja meja</b>
CMAS brez sistematičnih pogreškov [m]	0,32	<b>0,35</b>	0,38
Relativna horizontalna točnost [m]	0,45	<b>0,49</b>	0,54
Sistematičen premik <b>d</b> [m]		<b>0,04</b>	
Značilnost premika	DA	<b>DA</b>	DA
CMAS ob upoštevanju sistematičnih pogreškov [m]	0,33	<b>0,35</b>	0,38

V preglednici 7 smo prikazali oceno kakovosti ortofota pri različnih stopnjah zaupanja. Pri oceni kakovosti nas zanimajo stopnje zaupanja nad 90 %, zato je poleg vrednosti CMAS zanimiva navigacijska točnost (NA) pri 95 % stopnji zaupanja. Navigacijsko točnost pri standardu STANAG 2215 lahko enačimo z vrednostjo NSSDA, zato je njena vrednost prav tako 0,40 m. Z zmnožkom  $3,5 \cdot \sigma_c$  dobimo vrednost 0,57 m, ki predstavlja horizontalno točnost ortofota ob 99,78 % stopnji zaupanja.

Preglednica 7: Cenilke kakovosti za ortofoto

Cenilka kakovosti	Stopnja zaupanja [%]	Vrednost [m]
$\sigma_c$	39,35	0,16
CPE	50	0,19
MSE	63,21	0,23
CMAS	90	0,35
NA	95	0,40
$3,5 \cdot \sigma_c$	99,78	0,57

Identičen postopek izračuna smo opravili še za vektorske podatke stereozajema (preglednica 8). Dovoljeno toleranco pri kontroli grobih pogreškov sta presegli točki 136 in 363, vendar ju nismo izločili iz nadaljnega izračuna. Vrednost CMAS brez obravnave sistematičnih pogreškov je znašala



0,23 m in relativna horizontalna točnost 0,32 m. Test statistične značilnosti sistematičnega premika je potrdil premik 3 cm, ki pa ni vplival na končno vrednost CMAS. Podamo lahko zaključno izjavo, da je po standardu STANAG 2215 na vzorcu testirana 0,23-metrška horizontalna točnost vektorskih podatkov stereozajema ob 90 % stopnji zaupanja.

Preglednica 8: Izračun po metodologiji standarda STANAG 2215 (stereozajem)

1. VHODNI PODATKI					
		Spodnja meja	Najverjetnejša vrednost	Zgornja meja	
Aritmetična sredina odstopanj $\overline{\delta e}$ [m]		0,02	<b>0,03</b>	0,05	
Aritmetična sredina odstopanj $\overline{\delta n}$ [m]		0,00	<b>0,01</b>	0,02	
Standardni odklon $\sigma_e$ [m]		0,10	<b>0,11</b>	0,12	
Standardni odklon $\sigma_n$ [m]		0,10	<b>0,10</b>	0,11	
Krožni standardni odklon $\sigma_c$ [m]		0,10	<b>0,11</b>	0,11	
2. KONTROLA GROBIH POGREŠKOV					
		Najnižja dopustna vrednost		Najvišja dopustna vrednost	
Krožna toleranca [m]		0,38			
Toleranca odstopanj $\Delta e$ [m]		0,34	-0,31	$< \Delta e <$	0,37
Toleranca odstopanj $\Delta n$ [m]		0,34	-0,33	$< \Delta n <$	0,34
3. ANALIZA					
		Spodnja meja	Najverjetnejša vrednost	Zgornja meja	
CMAS brez sistematičnih pogreškov [m]		0,21	<b>0,23</b>	0,25	
Relativna horizontalna točnost [m]		0,29	<b>0,32</b>	0,35	
Sistematičen premik $d$ [m]			<b>0,03</b>		
Značilnost premika		DA	<b>DA</b>	DA	
CMAS ob upoštevanju sistematičnih pogreškov [m]		0,22	<b>0,23</b>	0,25	

V preglednici 9 smo prikazali oceno kakovosti vektorskih podatkov stereozajema ob različnih stopnjah zaupanja. Navigacijska točnost pri 95 % stopnji zaupanja je 0,26 m. Z zmnožkom  $3,5 \cdot \sigma_c$  dobimo vrednost 0,37 m, ki predstavlja horizontalno točnost vektorskih podatkov stereozajema ob 99,78 % stopnji zaupanja.

Preglednica 9: Cenilke kakovosti za vektorske podatke stereozajema

Cenilka kakovosti	Stopnja zaupanja [%]	Vrednost [m]
$\sigma_c$	39,35	0,11

Cenilka kakovosti	Stopnja zaupanja [%]	Vrednost [m]
CPE	50	0,12
MSE	63,21	0,15
CMAS	90	0,23
NA	95	0,26
$3,5 \cdot \sigma_c$	99,78	0,37

### 5.3 Vektorji odstopanj na kontrolnih točkah

Zanimalo nas je, v katero smer prevladujejo koordinatna odstopanja na kontrolnih točkah, zato smo izrisali vektorje odstopanj za primer ortofota (priloga F) in vektorskih podatkov stereozajema (priloga G). Na prvi pogled je moč opaziti, da so vektorji tako po velikosti kot po usmerjenosti zelo raznoliki. Odstopanja pri ortofotu dominirajo v smeri jugo-vzhod, kar je še posebej izrazito na listih G0736, G0737 in G0740. Očitno je, da so vektorji pri stereozajemu praviloma manjši kot pri ortofotu, kar zgolj potrjuje numerične rezultate iz preglednic 2 in 3. Med vektorji izstopa vektor pri ortofotu na listu G0728, ki je tudi vektor z največjim odstopanjem na celotnem vzorcu. Gre za točko 283, kjer je planimetrično odstopanje pri ortofotu kar 1,17 m, pri stereozajemu pa zgolj 0,08 m. Razlika je zelo velika, vendar nam vzrok zanjo ni poznan. V naslednjem poglavju smo to točko izmerili še na ortofotu, ki smo ga izdelali z uporabo DMR1, in primerjali rezultate.

### 5.4 Ortofoto, izdelan z uporabo DMR 1

Za dva lista z največjimi horizontalnimi pogreški na točkah smo z uporabo DMR 1 izdelali »lidarski« ortofoto, ki ga v nalogi imenujemo LOF. Na ta način smo želeli preveriti, v kolikšni meri, če sploh, se bo izboljšala horizontalna točnost ortofota. Izbrali smo lista:

- G0728: ravninski teren, vendar nepojasnjeno veliko odstopanje na točki 283,
- G0740: hribovit teren južno od Celja z večjimi odstopanji na točkah.

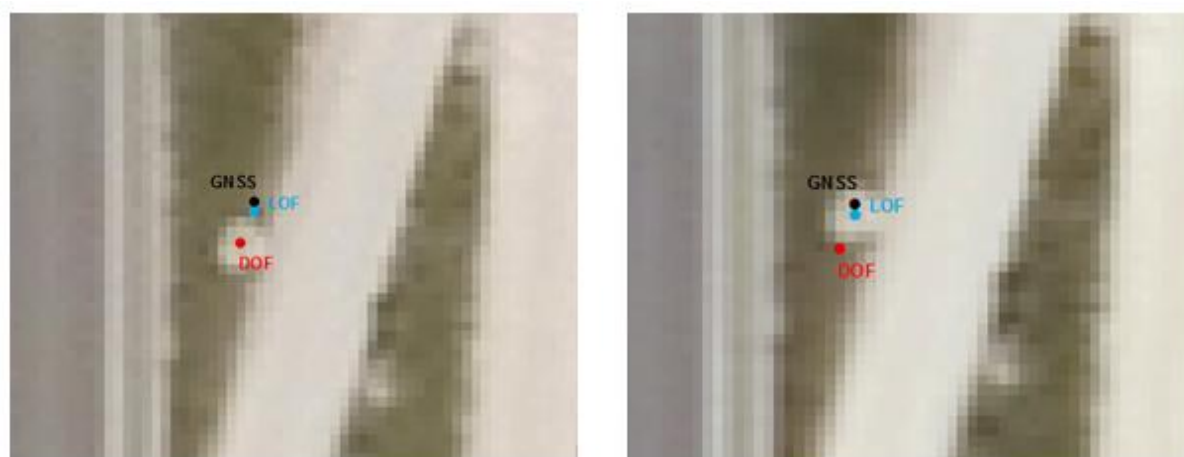
Obrazec izračunane horizontalne točnosti LOF za oba lista se nahaja v prilogi C. Za lažjo primerjavo rezultatov med DOF in LOF smo izdelali preglednico 10. Za vsako točko sta navedeni koordinatni odstopanja  $\Delta e$  in  $\Delta n$  ter planimetrično odstopanje  $\Delta p$ . Izračunali smo povprečno planimetrično odstopanje  $\overline{\Delta p}$  in *RMSE* ter primerjali vrednosti na DOF in LOF.

Preglednica 10: Primerjava med DOF in LOF

Št. točke	$\Delta e_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta e_{\text{LOF}}$ [m]	$\Delta n_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta n_{\text{LOF}}$ [m]	$\Delta p_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta p_{\text{LOF}}$ [m]
281	0,03	0,06	-0,28	-0,06	0,29	0,08
282	0,22	0,13	0,30	0,14	0,38	0,19
283	-0,37	-0,02	-1,11	-0,27	1,17	0,27

Št. točke	$\Delta e_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta e_{\text{LOF}}$ [m]	$\Delta n_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta n_{\text{LOF}}$ [m]	$\Delta p_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta p_{\text{LOF}}$ [m]
284	-0,08	0,02	0,11	-0,02	0,14	0,03
285	-0,10	0,18	-0,19	-0,04	0,21	0,18
286	-0,03	-0,09	-0,33	-0,10	0,33	0,13
287	0,02	-0,05	-0,05	-0,12	0,05	0,13
288	-0,02	0,04	-0,02	-0,03	0,03	0,05
				$\overline{\Delta p}$ [m]	<b>0,32</b>	<b>0,13</b>
				RMSE [m]	<b>0,47</b>	<b>0,15</b>
Št. točke	$\Delta e_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta e_{\text{LOF}}$ [m]	$\Delta n_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta n_{\text{LOF}}$ [m]	$\Delta p_{\text{DOF}}$ [m]	$\Delta p_{\text{LOF}}$ [m]
401	0,14	0,16	-0,20	-0,21	0,25	0,26
402	0,16	0,20	-0,07	-0,04	0,18	0,20
403	0,36	0,10	0,53	-0,22	0,64	0,24
404	0,11	0,02	-0,12	-0,24	0,16	0,24
405	0,15	0,10	-0,20	-0,14	0,25	0,17
406	0,30	0,12	-0,39	-0,28	0,50	0,30
407	0,16	-0,08	-0,27	-0,16	0,31	0,18
408	0,16	0,15	-0,12	-0,09	0,20	0,17
				$\overline{\Delta p}$ [m]	<b>0,31</b>	<b>0,22</b>
				RMSE [m]	<b>0,35</b>	<b>0,23</b>

Vzorec šestnajstih točk je resda majhen, vendar lahko na osnovi rezultatov vseeno sprejmemo določene zaključke. Na listu G0728 se je od osmih točk kar na šestih zmanjšalo planimetrično odstopanje. Povprečno planimetrično odstopanje na DOF je 0,32 m, *RMSE* je 0,47 m. Vrednosti na LOF so manjše, saj je povprečno planimetrično odstopanje 0,13 m, *RMSE* je 0,15 m. Najbolj očitna sprememba je v točki 283, ki je imela na DOF planimetrično odstopanje 1,17 m, na LOF se je ta vrednost zmanjšala na 0,27 m. Na sliki 30 smo za omenjeno točko grafično prikazali primerjavo med DOF in LOF. Razvidno je, da je na LOF jašek položajno pravilneje umeščen, zato točka, izmerjena na LOF, bolje sovпада z GNSS-izmerjeno točko.



Slika 30: Detajlni prikaz točke 283 na DOF (levo) (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014f) in LOF (desno)

Na listu G0740 se je od osmih točk na petih zmanjšalo planimetrično odstopanje. Povprečno planimetrično odstopanje na DOF je 0,31 m, *RMSE* je 0,35 m. Vrednosti na LOF so manjše, saj je povprečno planimetrično odstopanje 0,22 m, *RMSE* je 0,23 m. Najbolj očitna sprememba je v točki 403, ki je imela na DOF planimetrično odstopanje 0,64 m, na LOF se je ta vrednost zmanjšala na 0,24 m. Na sliki 31 smo za omenjeno točko grafično prikazali primerjavo med DOF in LOF. Razvidno je, da je na LOF jašek položajno pravilneje umeščen, zato točka izmerjena na LOF bolje sovпада z GNSS-izmerjeno točko. Grafični prikaz primerjave med DOF in LOF na ostalih kontrolnih točkah se nahaja v prilogi E.



Slika 31: Detajlni prikaz točke 403 na DOF (levo) (podlaga slike: ortofoto; GURS, 2014g) in LOF (desno)

Rezultati na LOF so boljši, četudi gre za majhen vzorec. To verjetno lahko pripišemo dejstvu, da DMV5, ki je bil uporabljen za izdelavo DOF, na nekaterih območjih odstopa od prave višine, kar lahko povzroči položajni premik na ortofotu. Ta premik je lahko še posebej izrazit, v kolikor za mozaičenje niso bili izbrani najbolj nadirni posnetki. Da bi lahko sklenili bolj zanesljive zaključke, bi vseeno morali imeti večji vzorec kontrolnih točk.

## 6 ZAKLJUČEK

Ortofoto je v Sloveniji zelo priljubljen med uporabniki in je na voljo že kar dve desetletji, a vendar kontrola njegove kakovosti še ni standardizirana. Največji težavi pri ocenjevanju kakovosti ortofota sta veliko število vhodnih podatkov (aeropsnetki z orientacijskimi parametri in DMR) in narava njegove izdelave, zato mu ne moremo opredeliti enotne homogene položajne točnosti. To je dejstvo, ki je z vidika kontrole njegove kakovosti izjemno nevhvaležno in vse prej kot enostavna naloga.

V magistrskem delu smo obravnavali aktualne metode kontrole položajne točnosti ortofota, med katerimi smo se osredotočili na standarda NSSDA in STANAG 2215. Na študijskem območju trigonometrične sekcije G07 Celje smo na vzorcu 25-ih listov izbrali 200 kontrolnih točk, ki smo jih za referenco izmerili z GNSS RTK-metodo izmere. Vse točke smo izmerili še na ortofotu in s stereoparov. Pridobljene podatke smo obdelali po metodologijah obeh standardov. Rezultati standarda NSSDA so pokazali, da je horizontalna točnost ortofota ob 95 % stopnji zaupanja 0,40 m, medtem ko je točnost vektorskih podatkov stereozajema 0,26 m. Podobne rezultate smo dobili tudi pri uporabi standarda STANAG 2215, saj je bila horizontalna točnost ortofota ob 90 % stopnji zaupanja 0,35 m in točnost vektorskih podatkov stereozajema 0,23 m. Na vzorcu se je potrdilo, da so meritve točnejše, če jih opravljamo s stereozajemom na izvornih posnetkih. Tega dejstva bi se morali zavedati tudi vsi uporabniki in pogosteje poseči po 3D stereozajemu namesto 2D zajemu z ortofota.

V nalogi smo predstavili, da metodologija trenutne kontrole državnega ortofota ni standardizirana. Kontrola se izvaja na 4 % naključno izbranih listih posameznega območja aerofotografiranja, kar znese skupno 8 listov. Število kontrolnih točk na list znaša približno 30. Točnost izdelka se podaja z vrednostjo *RMSE*, preveri se tudi prisotnost morebitnih grobih pogreškov z največjim dovoljenim odstopanjem na kontrolnih točkah ( $3 \cdot RMSE$ ). Uveljavljena metodologija je v večji meri podobna metodologiji standarda NSSDA, le da se ne izračunava položajna točnost ob 90 % stopnji zaupanja, ampak se zgolj poda parameter *RMSE*.

Zanimalo nas je, ali bi lahko katerega od standardov implementirali v kontrolo državnega ortofota, zato smo razmislili o njunih prednostih in slabostih. Standard STANAG 2215 zahteva v vzorcu 167 kontrolnih točk, kar je na nivoju enega lista ortofota težko realizirati, predvsem z ekonomičnega vidika. Ortofoto nima homogene položajne točnosti, zato nam ogromno število kontrolnih točk ne zagotavlja nujno točnejših rezultatov. Obenem je res, da se z večanjem vzorca veča zaupanje v rezultate. Standard temelji na dveh statističnih parametrih, in sicer na srednji vrednosti ter standardnem odklonu odstopanj koordinat med testnim in referenčnim virom. Določena sta krožni standardni odklon in vrednost CMAS, ki predstavlja absolutno horizontalno točnost ob 90 % stopnji zaupanja. V stroki je sicer pogosteje uporabljena stopnja zaupanja 95 %, vendar je za oceno kakovosti

stopnja zaupanja 90 % povsem sprejemljiva. Standard je dobro strukturiran, saj obsega obravnavo grobih in sistematičnih pogreškov, relativne točnosti in posebnega faktorja v primeru manjšega števila kontrolnih točk.

Standard NSSDA zahteva v vzorcu minimalno 20 kontrolnih točk. Velikost kontrolnega območja ni posebej opredeljena, saj se predpostavlja, da ima izdelek homogeno položajno točnost. Standard temelji na enem statističnem parametru, tj. korenu srednjega kvadratnega pogreška (*RMSE*). V nadaljevanju se določi vrednost NSSDA, ki predstavlja položajno točnost ob 95 % stopnji zaupanja. Dvajset kontrolnih točk je premajhen vzorec, saj je že iz prispevka avtorjev Ariza in Atkinson (2008) znano, da ima metodologija pri takšnem številu kontrolnih točk 11 % variabilnost. Da bi zagotovili 95 % stopnjo zaupanja, bi morali imeti v vzorcu vsaj 100 kontrolnih točk. Standard ne vključuje obravnave sistematičnih pogreškov, vključuje pa možnost odkrivanja grobih pogreškov.

Ob razmišljanju, kateri standard bi bilo smiselno uveljaviti v naši praksi, imamo glede obeh nekaj pomislekov. Zavedamo se, da je na eni strani zahteva po kakovostni kontroli s čim večjim vzorcem kontrolnih točk, obenem pa mora biti postopek kontrole tudi praktičen in ekonomičen. Standard STANAG 2215 res zahteva veliko število kontrolnih točk na posamezen list ortofota, vendar vključuje možnost upoštevanja faktorja, v kolikor bi uporabili manjše število kontrolnih točk. Pri standardu NSSDA nam 20 kontrolnih točk ne daje rezultatov s predvideno stopnjo zaupanja in bi za to potrebovali vsaj 100 kontrolnih točk. Če standarda ovrednotimo še z vidika obravnave grobih in sistematičnih pogreškov, je standard STANAG 2215 boljša izbira, saj omogoča odkrivanje grobih pogreškov in statistično testiranje prisotnosti sistematičnih pogreškov. Njegovo prednost vidimo tudi v preglednejšem in razumljivejšem podajanju rezultatov, saj poleg najverjetnejše vrednosti vključuje tudi spodnjo in zgornjo mejo posameznega parametra ob 90 % stopnji zaupanja.

Po zgoraj omenjenih dejstvih bi se odločili za standard STANAG 2215, ki je v Sloveniji že sprejet kot slovenski vojaški standard za kontrolo topografskih in letalskih kart. Standard je primeren tudi za kontrolo ortofota in bi ga lahko enostavno uvedli v praksi. S standardom bi vnesli v kontrolo sistematičen pristop obravnave grobih in sistematičnih pogreškov ter strukturirano poročanje o oceni kakovosti. Rezultati ocene kakovosti bi morali biti na voljo tudi uporabnikom, saj bi jih na ta način ozaveščali o kakovosti izdelka in s tem o omejitvah njegove uporabe.

V zadnjem sklopu praktičnega dela smo želeli preveriti vpliv DMR na kakovost ortofota, zato smo za dva lista izdelali ortofoto z uporabo DMR 1. Horizontalna točnost se je na sicer majhnem vzorcu bistveno izboljšala, kar lahko pripišemo točnejšemu DMR. Točke, ki so na DOF najbolj odstopale od reference (GNSS), so se na LOF položajno pravilneje preslikale. Da se je horizontalna točnost v našem primeru izboljšala, je optimistična napoved za ortofoto, ki se izdeluje v okviru projekta CAS 2016, saj

se bo pri njegovi izdelavi uporabil prav DMR 1. Z uvedbo DMR 1 v izdelavo ortofota je pričakovati, da bo položajna točnost ortofota bolj homogena. Zanimivo bi bilo narediti kontrolo nove serije ortofota na našem vzorcu kontrolnih točk, saj bi na tako velikem vzorcu že lahko sklenili bolj zanesljive zaključke.

## VIRI

### Uporabljeni viri

Accuratemaps. 2016.

<http://www accuratemapsurvey.com/lidar.htm> (Pridobljeno 16. 2. 2016.)

Ariza López, F. J., Atkinson Gordo, A. D. 2008. Analysis of Some Positional Accuracy Assessment Methodologies. Journal of Surveying Engineering, Volume 134 (2): 45-54.

[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:2\(45\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:2(45)) (Pridobljeno 16. 2. 2016.)

Ariza López, F. J., Atkinson Gordo, A. D. 2008. Variability of NSSDA Estimations. Journal of Surveying Engineering, Volume 134 (2): 39-44.

[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:2\(39\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:2(39)) (Pridobljeno 16. 2. 2016.)

BNX LE BLOG. 2016.

<http://leblogdex.overblog.com/image-mosaicing> (Pridobljeno 16. 2. 2016.)

Capel, D. P. 2001. Image Mosaicing and Super-resolution. Robotics Research Group, Department of Engineering Science, University of Oxford.

<https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/publications/2001/Capel01a/capel01a.pdf> (Pridobljeno 23. 8. 2016.)

Caribbean Handbook on Risk Information Management (CHARIM). 2016.

<http://www.charim.net/datamanagement/32> (Pridobljeno 13. 2. 2016.)

Chan Surveying. 2016.

<http://chansurveying.com/products/Leica-GPS-1200-Base-RTK-Smart-Rover-Station.html>

(Pridobljeno 22. 5. 2016.)

Federal Geographic Data Committee (FGDC). 1998. Geospatial Positioning Accuracy Standards, Part 3. National Standard for Spatial Data Accuracy, FGDC-STD-007.3-1998. Federal Geographic Data Committee, Washington D.C.

<https://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/accuracy/part3/chapter3>

(Pridobljeno 20. 1. 2016.)



Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2007. Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru.

<https://www.google.si/#q=Tehni%C4%8Dno+navodilo+za+uporabo+novega+koordinatnega+sistema+v+zemlji%C5%A1kem+katastru>. (Pridobljeno 13. 2. 2016.)

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014a. Državni ortofoto, list G0709, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014b. Državni ortofoto, list G0715, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014c. Državni ortofoto, list G0724, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014č. Državni ortofoto, list G0730, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014d. Državni ortofoto, list G0712, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014e. Državni ortofoto, list G0719, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014f. Državni ortofoto, list G0728, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014g. Državni ortofoto, list G0740, časovna serija 2014.

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2014. Razpisna dokumentacija za oddajo javnega naročila po odprtem postopku, predmet javnega naročila: Ciklično aerofotografiranje Slovenije 2014.

[http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/JVN\\_2014/Razpisi/3\\_CAS\\_2014/CAS2014\\_razpisna\\_dokumentacija.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/JVN_2014/Razpisi/3_CAS_2014/CAS2014_razpisna_dokumentacija.pdf) (Pridobljeno 20. 5. 2016.)

Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS). 2016. Prostor prostorski portal, brezplačni podatki, razdelitev na liste 1 : 5000.

[http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/BREZPLACNI\\_POD/Mreze\\_v\\_koordinatnem\\_sistemu\\_D96/Nova\\_razdelitev\\_na\\_liste\\_5000.pdf](http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/BREZPLACNI_POD/Mreze_v_koordinatnem_sistemu_D96/Nova_razdelitev_na_liste_5000.pdf) (Pridobljeno 27. 8. 2016.)

GeoTeha. 2016.

<http://geoteha.hr/artikl/geodetski-pribor/stativi-55> (Pridobljeno 26. 5. 2016.)

Greenwalt, C., Schultz, M. 1968. Principles of error theory and cartographic applications. ACIC Tehnical Report No. 96. Aeronautical Chart and Information Center, St. Louis.

<http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tr96.pdf> (Pridobljeno 12. 5. 2016.)

Grigillo, D. 2011. Fotogrametrija. Gradiva iz vaj za šolsko leto 2010/2011: loč.pag

Höhle, J., Potuckova, M. 2011. EuroSDR No. 60: Assessment of the Quality of Digital Terrain Models, December 2011.

[http://www.eurosd.net/sites/default/files/uploaded\\_files/60\\_0.pdf](http://www.eurosd.net/sites/default/files/uploaded_files/60_0.pdf)

Kapnias, D., Milenov, P., Kay, S. 2008. Guidelines for Best Practice and Quality Checking of Ortho Imagery. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities: 40 str.

Kosmatin Fras, M. 2004. Vpliv kakovosti vhodnih podatkov na kakovost ortofota. Geodetski vestnik 48, 2: 167-178.

Kosmatin Fras, M. 2011. Fotogrametrija. Gradiva iz predavanj za šolsko leto 2010/2011: loč.pag.

Kosmatin Fras, M., Fabiani, N., Triglav Čekada, M. 2014. Kakovost državnega ortofota v različnih letnikih njegove izdelave. Geodetski vestnik 58, 4: 695-709.

[http://www.geodetski-vestnik.com/58/4/gv58-4\\_fras.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/58/4/gv58-4_fras.pdf) (Pridobljeno 23. 8. 2016.)

Kosmatin Fras, M., Drobne, S., Gregorič, H., Oven, J. 2006. Raziskava uporabe ortofota (DOF5) v praksi. Geodetski vestnik 50, 2: 258-269.

<https://www.yumpu.com/xx/document/view/49143773/raziskava-uporabe-ortofota-dof5-v-praksi-geodetski-vestnik> (Pridobljeno 28. 5. 2016.)

Kraus, K. 1993. Photogrammetry: Volume 1. Fundamentals and Standard Processes. Bonn, Dümmler Verlag: 397 str.

Kraus, K. 1996. Photogrammetry: Volume 2. Advanced methods and applications. Bonn, Dümmler Verlag: 466 str.

Laboratory for geometric modeling and multimedia algorithms (GeMA). 2015. Navodila za uporabo programskega paketa za fotogrametrični stereo Zajem HIDROgrafije- ZaHidro.

Leica Geosystems. 2016. Leica GPS1200 Series, High performance GNSS System.  
[http://www.leica-geosystems.se/se/gps\\_1200\\_glonass\\_150dpi.pdf](http://www.leica-geosystems.se/se/gps_1200_glonass_150dpi.pdf) (Pridobljeno 28. 5. 2016.)

Minnesota Planning Land Management Information Center (MPLMIC). 1999. Positional Accuracy Handbook. St. Paul, Minn.  
[http://www.mnplan.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda\\_o.pdf](http://www.mnplan.state.mn.us/pdf/1999/lmic/nssda_o.pdf) (Pridobljeno 10. 5. 2016.)

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.  
[http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/Horiz\\_koord\\_sistem\\_D96/Navodila/Navodilo\\_za\\_GNSS-izmero-v2.pdf](http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/Horiz_koord_sistem_D96/Navodila/Navodilo_za_GNSS-izmero-v2.pdf) (Pridobljeno 20. 5. 2016.)

OSGeoLive. 2016.  
[http://live.osgeo.org/en/overview/liblas\\_overview.html](http://live.osgeo.org/en/overview/liblas_overview.html) (Pridobljeno 16. 2. 2016.)

Petrovič, D., Podobnikar, T., Grigillo, D., Kozmus Trajkovski, K., Vrečko, A., Urbančič, T., Kosmatin Fras, M. 2011. Kaj pa topografija? Stanje in kakovost topografskih podatkov v Sloveniji. Geodetski vestnik 55, 2: 304-318.  
[http://www.geodetski-vestnik.com/55/2/gv55-2\\_304-318.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/55/2/gv55-2_304-318.pdf) (Pridobljeno 23. 8. 2016.)

Prostorski portal Prostor. 2016.  
<http://www.e-prostor.gov.si/si/> (Pridobljeno: 5. 5. 2016.)

SeaDAS. 2016.  
<http://seadas.gsfc.nasa.gov/help/general/ResamplingMethods.html> (Pridobljeno 21. 2. 2016.)

STANAG 2215-7:2010. Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data.

Standard ISO 19157:2013(en). Geographic information – Data quality.

Stopar, B. 2011. GNSS v geodeziji. Gradiva iz predavanj za šolsko leto 2010/2011: loč.pag.

Šumrada, R. 2011. Geoinformatika. Gradiva iz predavanj za šolsko leto 2010/2011: loč.pag

### **Ostali viri**

Fabiani, N. 2014. Analiza položajne točnosti državnega ortofota glede na časovno obdobje njegove izdelave. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba N. Fabiani).

Thomson, M. K. 2005. Quality evaluation procedure for the quantitative horizontal positional accuracy assessment of orthophotos of the Swiss National Park. BSc (Hons) Remote Sensing&GIS.

## **SEZNAM PRILOG**

- PRILOGA A: REZULTATI IZRAČUNA HORIZONTALNE TOČNOSTI ORTOFOTA PO METODOLOGIJI STANDARDA NSSDA
- PRILOGA B: REZULTATI IZRAČUNA HORIZONTALNE TOČNOSTI VEKTORSKIH PODATKOV STEREOZAJEMA PO METODOLOGIJI STANDARDA NSSDA
- PRILOGA C: PREGLEDNICA IZRAČUNA HORIZONTALNE TOČNOSTI LIDARKEGA ORTOFOTA PO METODOLOGIJI STANDARDA NSSDA
- PRILOGA Č: LIDARSKI ORTOFOTO ZA LIST G0728
- PRILOGA D: LIDARSKI ORTOFOTO ZA LIST G0740
- PRILOGA E: GRAFIČNI PRIKAZ KONTROLNIH TOČK NA DOF IN LOF
- PRILOGA F: PRIKAZ VEKTORJEV ODPANJ NA KONTROLNIH TOČKAH ZA PRIMER ORTOFOTA
- PRILOGA G: PRIKAZ VEKTORJEV ODPANJ NA KONTROLNIH TOČKAH ZA PRIMER VEKTORSKIH PODATKOV STEREOZAJEMA

»Ta stran je namenoma prazna.«

## PRILOGA A: Rezultati izračuna horizontalne točnosti ortofota po metodologiji standarda NSSDA

Št. točke	$e_{GNSS}[m]$	$e_{DOF}[m]$	$\Delta e[m]$	$\Delta e^2[m^2]$	$n_{GNSS}[m]$	$n_{DOF}[m]$	$\Delta n[m]$	$\Delta n^2[m^2]$	$(\Delta e^2 + \Delta n^2)[m^2]$	$\sqrt{(\Delta e^2 + \Delta n^2)}[m]$
21	502.798,20	502.798,18	-0,02	0,00	128.087,60	128.087,60	0,00	0,00	0,00	0,02
22	503.206,50	503.206,37	-0,13	0,02	127.277,19	127.277,30	0,11	0,01	0,03	0,17
23	504.303,67	504.303,63	-0,04	0,00	127.673,36	127.673,38	0,02	0,00	0,00	0,04
24	504.441,88	504.441,86	-0,02	0,00	127.294,72	127.294,87	0,15	0,02	0,02	0,15
25	502.637,94	502.637,91	-0,03	0,00	127.582,18	127.582,21	0,03	0,00	0,00	0,04
26	504.479,82	504.479,82	0,00	0,00	129.011,48	129.011,64	0,16	0,02	0,02	0,16
28	503.617,78	503.617,75	-0,03	0,00	127.623,07	127.623,01	-0,06	0,00	0,00	0,06
91	519.713,99	519.713,87	-0,12	0,01	129.266,41	129.266,39	-0,02	0,00	0,01	0,12
92	519.015,11	519.014,84	-0,27	0,07	128.268,36	128.268,17	-0,19	0,03	0,11	0,33
93	518.148,86	518.148,78	-0,08	0,01	129.757,41	129.757,41	0,00	0,00	0,01	0,08
94	519.304,17	519.303,88	-0,29	0,09	128.511,24	128.510,88	-0,36	0,13	0,22	0,47
95	518.537,63	518.537,55	-0,08	0,01	128.514,01	128.513,68	-0,33	0,11	0,12	0,34
96	519.237,05	519.236,98	-0,07	0,01	129.699,61	129.699,51	-0,10	0,01	0,01	0,12
97	519.783,30	519.783,29	-0,01	0,00	127.376,33	127.376,53	0,20	0,04	0,04	0,20
98	518.335,42	518.335,34	-0,08	0,01	127.211,66	127.211,63	-0,03	0,00	0,01	0,09
101	521.041,09	521.041,01	-0,08	0,01	127.500,52	127.500,57	0,05	0,00	0,01	0,10
102	522.489,20	522.489,07	-0,13	0,02	128.982,82	128.982,75	-0,07	0,00	0,02	0,15
103	521.007,83	521.007,96	0,13	0,02	128.999,29	128.999,10	-0,19	0,04	0,05	0,23
104	520.560,43	520.560,28	-0,15	0,02	128.196,08	128.196,09	0,01	0,00	0,02	0,15
105	521.431,92	521.431,76	-0,16	0,03	127.859,69	127.860,01	0,32	0,10	0,13	0,36
106	522.023,00	522.023,02	0,02	0,00	129.734,32	129.734,51	0,19	0,04	0,04	0,19
107	522.003,14	522.002,94	-0,20	0,04	128.307,66	128.307,45	-0,21	0,04	0,08	0,29
108	522.449,47	522.449,27	-0,20	0,04	129.394,51	129.394,47	-0,04	0,00	0,04	0,20
121	504.335,16	504.335,09	-0,07	0,00	126.719,78	126.719,86	0,08	0,01	0,01	0,10
122	503.103,20	503.103,19	-0,01	0,00	126.875,03	126.875,26	0,23	0,05	0,05	0,23
123	502.838,27	502.838,08	-0,19	0,04	126.708,98	126.708,90	-0,08	0,01	0,04	0,21
124	502.680,08	502.680,11	0,03	0,00	124.361,61	124.361,64	0,03	0,00	0,00	0,04

125	503.959,72	503.959,78	0,06	0,00	125.276,48	125.276,34	-0,14	0,02	0,02	0,15
126	503.368,04	503.368,25	0,21	0,04	124.076,81	124.076,74	-0,07	0,00	0,05	0,22
127	502.827,62	502.827,94	0,32	0,10	125.486,59	125.486,74	0,15	0,02	0,12	0,35
128	504.386,28	504.386,27	-0,01	0,00	124.412,77	124.412,83	0,06	0,00	0,00	0,06
131	505.861,57	505.861,61	0,04	0,00	126.734,00	126.734,13	0,13	0,02	0,02	0,14
132	506.287,15	506.286,98	-0,17	0,03	126.499,04	126.499,12	0,08	0,01	0,04	0,19
133	505.981,46	505.981,39	-0,07	0,01	125.554,38	125.554,64	0,26	0,07	0,07	0,27
134	505.032,12	505.031,99	-0,13	0,02	126.670,30	126.670,42	0,12	0,01	0,03	0,18
135	505.155,59	505.155,39	-0,20	0,04	125.432,12	125.431,73	-0,39	0,15	0,19	0,44
136	506.698,90	506.699,59	0,69	0,47	124.403,23	124.402,93	-0,30	0,09	0,56	0,75
137	506.611,08	506.611,14	0,06	0,00	126.196,91	126.197,03	0,12	0,02	0,02	0,14
138	505.538,02	505.537,96	-0,06	0,00	124.081,86	124.081,85	-0,01	0,00	0,00	0,06
141	508.248,90	508.248,96	0,06	0,00	126.050,54	126.050,72	0,18	0,03	0,03	0,19
142	507.078,51	507.078,52	0,01	0,00	125.747,86	125.747,88	0,02	0,00	0,00	0,02
143	508.922,28	508.922,26	-0,02	0,00	124.208,03	124.208,11	0,08	0,01	0,01	0,09
144	507.512,62	507.512,71	0,09	0,01	124.944,48	124.944,49	0,01	0,00	0,01	0,09
145	507.410,39	507.410,19	-0,20	0,04	124.165,22	124.165,16	-0,06	0,00	0,04	0,20
147	508.402,63	508.402,74	0,11	0,01	124.508,48	124.508,52	0,04	0,00	0,01	0,12
148	507.976,49	507.976,50	0,01	0,00	126.914,02	126.914,05	0,03	0,00	0,00	0,03
151	509.340,08	509.340,11	0,03	0,00	124.062,88	124.062,89	0,01	0,00	0,00	0,04
152	510.225,72	510.225,72	0,00	0,00	125.666,45	125.666,61	0,16	0,03	0,03	0,16
153	510.028,58	510.028,47	-0,11	0,01	124.663,02	124.663,32	0,30	0,09	0,11	0,33
154	510.844,08	510.844,25	0,17	0,03	124.768,03	124.768,26	0,23	0,05	0,08	0,29
155	511.053,29	511.053,46	0,17	0,03	126.771,35	126.771,53	0,18	0,03	0,06	0,24
156	509.054,90	509.054,91	0,01	0,00	125.107,90	125.108,09	0,19	0,04	0,04	0,19
157	510.137,48	510.137,30	-0,18	0,03	126.232,01	126.232,17	0,16	0,03	0,06	0,24
158	510.292,71	510.292,64	-0,07	0,01	125.055,83	125.055,89	0,06	0,00	0,01	0,09
161	513.216,80	513.216,83	0,03	0,00	124.584,93	124.584,92	-0,01	0,00	0,00	0,03
162	512.093,17	512.092,96	-0,21	0,04	124.237,65	124.237,77	0,12	0,01	0,06	0,24
163	512.129,24	512.129,31	0,07	0,01	124.573,68	124.573,76	0,08	0,01	0,01	0,11



164	512.618,40	512.618,45	0,05	0,00	124.162,76	124.162,75	-0,01	0,00	0,00	0,05
165	512.477,97	512.478,00	0,03	0,00	125.635,43	125.635,36	-0,07	0,01	0,01	0,08
166	511.345,56	511.345,62	0,06	0,00	125.814,15	125.814,14	-0,01	0,00	0,00	0,06
167	511.662,84	511.663,08	0,24	0,06	126.736,28	126.736,10	-0,18	0,03	0,09	0,30
168	512.965,95	512.965,87	-0,08	0,01	125.070,44	125.070,37	-0,07	0,01	0,01	0,11
171	514.960,29	514.960,31	0,02	0,00	124.251,44	124.251,48	0,04	0,00	0,00	0,04
172	513.886,23	513.886,26	0,03	0,00	124.713,26	124.713,50	0,24	0,06	0,06	0,24
173	515.460,04	515.460,01	-0,03	0,00	124.668,87	124.668,85	-0,02	0,00	0,00	0,03
174	513.765,29	513.765,36	0,07	0,00	124.230,41	124.230,48	0,07	0,00	0,01	0,09
175	513.766,53	513.766,62	0,09	0,01	126.978,56	126.978,63	0,07	0,01	0,01	0,11
176	514.982,59	514.982,45	-0,14	0,02	125.849,36	125.849,18	-0,18	0,03	0,05	0,22
177	514.603,96	514.603,86	-0,10	0,01	125.154,18	125.154,38	0,20	0,04	0,05	0,22
178	513.626,98	513.627,04	0,06	0,00	125.701,38	125.701,51	0,13	0,02	0,02	0,15
181	517.036,11	517.035,98	-0,13	0,02	124.611,80	124.611,96	0,16	0,03	0,04	0,21
182	516.737,48	516.737,23	-0,25	0,06	124.029,64	124.029,71	0,07	0,00	0,07	0,26
183	517.505,13	517.505,12	-0,01	0,00	124.373,25	124.373,19	-0,06	0,00	0,00	0,06
184	516.506,73	516.506,63	-0,10	0,01	126.443,00	126.442,88	-0,12	0,01	0,02	0,16
185	516.098,92	516.099,06	0,14	0,02	125.252,33	125.252,66	0,33	0,11	0,13	0,36
186	517.263,52	517.263,37	-0,15	0,02	126.808,06	126.808,11	0,05	0,00	0,03	0,16
187	517.920,93	517.920,96	0,03	0,00	125.089,68	125.089,76	0,08	0,01	0,01	0,09
188	517.396,46	517.396,38	-0,08	0,01	125.357,40	125.357,61	0,21	0,04	0,05	0,22
191	519.093,22	519.093,37	0,15	0,02	126.708,31	126.708,31	0,00	0,00	0,02	0,15
192	519.944,61	519.944,61	0,00	0,00	126.209,31	126.209,15	-0,16	0,03	0,03	0,16
193	519.615,26	519.615,37	0,11	0,01	124.631,97	124.631,94	-0,03	0,00	0,01	0,11
194	518.155,73	518.155,77	0,04	0,00	124.406,85	124.406,75	-0,10	0,01	0,01	0,11
195	519.284,25	519.284,10	-0,15	0,02	125.245,86	125.245,43	-0,43	0,18	0,21	0,45
196	519.949,84	519.949,49	-0,35	0,12	125.333,94	125.333,88	-0,06	0,00	0,13	0,36
197	520.042,71	520.042,75	0,04	0,00	124.769,16	124.769,14	-0,02	0,00	0,00	0,04
198	518.238,93	518.238,99	0,06	0,00	126.417,06	126.416,80	-0,26	0,07	0,07	0,27
201	520.759,02	520.758,99	-0,03	0,00	126.287,19	126.287,02	-0,17	0,03	0,03	0,17

202	522.394,48	522.394,49	0,01	0,00	125.491,04	125.490,79	-0,25	0,06	0,06	0,25
203	521.549,83	521.549,87	0,04	0,00	124.746,54	124.746,50	-0,04	0,00	0,00	0,06
204	521.439,66	521.439,51	-0,15	0,02	125.989,16	125.989,05	-0,11	0,01	0,04	0,19
205	520.568,16	520.568,25	0,09	0,01	124.955,67	124.955,70	0,03	0,00	0,01	0,10
206	521.203,00	521.203,09	0,09	0,01	126.926,85	126.926,88	0,03	0,00	0,01	0,10
207	521.988,10	521.988,18	0,08	0,01	124.577,22	124.577,24	0,02	0,00	0,01	0,08
208	521.425,15	521.425,12	-0,03	0,00	124.124,94	124.124,90	-0,04	0,00	0,00	0,05
211	501.081,79	501.081,75	-0,04	0,00	121.802,50	121.802,75	0,25	0,06	0,07	0,26
212	501.301,65	501.301,74	0,09	0,01	121.654,15	121.654,26	0,11	0,01	0,02	0,14
213	500.175,97	500.176,01	0,04	0,00	123.526,63	123.526,66	0,03	0,00	0,00	0,05
214	501.516,95	501.516,94	-0,01	0,00	123.153,98	123.153,98	0,00	0,00	0,00	0,01
215	501.568,56	501.568,63	0,07	0,00	122.271,48	122.271,62	0,14	0,02	0,02	0,15
216	500.498,63	500.498,61	-0,02	0,00	123.129,25	123.129,14	-0,11	0,01	0,01	0,11
217	500.993,86	500.993,65	-0,21	0,05	123.644,81	123.644,73	-0,08	0,01	0,05	0,23
218	501.666,99	501.667,00	0,01	0,00	123.357,66	123.357,48	-0,18	0,03	0,03	0,18
221	503.502,67	503.502,56	-0,11	0,01	123.624,79	123.624,76	-0,03	0,00	0,01	0,11
222	503.739,11	503.739,13	0,02	0,00	122.994,19	122.994,00	-0,19	0,04	0,04	0,19
223	502.921,69	502.921,77	0,08	0,01	122.009,51	122.009,51	0,00	0,00	0,01	0,08
224	502.518,16	502.518,19	0,03	0,00	121.565,50	121.565,48	-0,02	0,00	0,00	0,04
225	504.218,06	504.218,13	0,07	0,01	122.631,85	122.632,05	0,20	0,04	0,05	0,22
226	502.696,50	502.696,55	0,05	0,00	123.056,61	123.056,51	-0,10	0,01	0,01	0,12
227	502.426,23	502.426,37	0,14	0,02	123.021,99	123.021,93	-0,06	0,00	0,02	0,15
228	504.204,11	504.204,26	0,15	0,02	122.314,34	122.314,13	-0,21	0,05	0,07	0,26
231	505.508,99	505.509,01	0,02	0,00	123.766,69	123.766,75	0,06	0,00	0,00	0,06
232	505.840,35	505.840,36	0,01	0,00	123.355,18	123.355,11	-0,07	0,00	0,01	0,07
233	505.873,94	505.874,00	0,06	0,00	122.182,75	122.182,76	0,01	0,00	0,00	0,06
234	506.634,29	506.634,39	0,10	0,01	121.855,69	121.855,86	0,17	0,03	0,04	0,19
235	506.564,68	506.564,75	0,07	0,00	122.249,78	122.249,87	0,09	0,01	0,01	0,12
236	504.705,61	504.705,64	0,03	0,00	122.147,97	122.147,77	-0,20	0,04	0,04	0,20
237	505.923,56	505.923,54	-0,02	0,00	123.135,91	123.135,89	-0,02	0,00	0,00	0,03

238	506.047,78	506.047,73	-0,05	0,00	122.477,91	122.477,97	0,06	0,00	0,01	0,07
241	507.553,77	507.554,10	0,33	0,11	121.513,10	121.513,12	0,02	0,00	0,11	0,33
242	508.474,74	508.474,65	-0,09	0,01	121.813,75	121.813,72	-0,03	0,00	0,01	0,10
243	507.083,84	507.083,74	-0,10	0,01	121.764,05	121.764,24	0,19	0,04	0,05	0,22
244	507.243,49	507.243,52	0,03	0,00	123.831,55	123.831,40	-0,15	0,02	0,02	0,15
245	507.699,19	507.699,06	-0,13	0,02	123.671,17	123.671,22	0,05	0,00	0,02	0,14
246	507.402,07	507.402,08	0,01	0,00	123.079,73	123.079,61	-0,12	0,01	0,01	0,12
247	506.828,75	506.828,72	-0,03	0,00	122.259,56	122.259,74	0,18	0,03	0,03	0,18
248	508.929,30	508.929,29	-0,01	0,00	123.979,55	123.979,60	0,05	0,00	0,00	0,05
251	509.055,19	509.055,22	0,03	0,00	123.972,50	123.972,56	0,06	0,00	0,00	0,07
252	509.819,73	509.819,62	-0,11	0,01	121.742,83	121.742,89	0,06	0,00	0,02	0,12
254	511.235,31	511.235,50	0,19	0,04	121.219,87	121.219,75	-0,12	0,02	0,05	0,23
255	509.508,46	509.508,46	0,00	0,00	122.281,23	122.281,28	0,05	0,00	0,00	0,05
256	509.220,48	509.220,47	-0,01	0,00	123.536,53	123.536,51	-0,02	0,00	0,00	0,02
257	510.662,04	510.662,23	0,19	0,04	123.889,27	123.889,07	-0,20	0,04	0,08	0,28
258	510.343,19	510.343,17	-0,02	0,00	123.081,74	123.081,69	-0,05	0,00	0,00	0,05
261	511.590,31	511.590,25	-0,06	0,00	123.842,27	123.842,23	-0,04	0,00	0,01	0,07
262	513.335,98	513.336,02	0,04	0,00	123.463,70	123.463,63	-0,07	0,01	0,01	0,08
263	511.765,61	511.765,76	0,15	0,02	122.364,95	122.365,12	0,17	0,03	0,05	0,23
264	512.309,44	512.309,40	-0,04	0,00	123.403,01	123.402,89	-0,12	0,01	0,02	0,12
265	511.826,36	511.826,52	0,16	0,02	121.357,87	121.357,82	-0,05	0,00	0,03	0,16
266	511.301,38	511.301,52	0,14	0,02	121.176,52	121.176,40	-0,12	0,01	0,03	0,18
267	512.215,13	512.215,29	0,16	0,03	121.273,04	121.273,06	0,02	0,00	0,03	0,16
268	512.988,28	512.988,32	0,04	0,00	121.364,26	121.364,14	-0,12	0,01	0,02	0,13
271	514.458,47	514.458,36	-0,11	0,01	122.828,82	122.828,66	-0,16	0,03	0,04	0,20
272	514.558,49	514.558,38	-0,11	0,01	123.094,85	123.094,72	-0,13	0,02	0,03	0,17
273	514.796,57	514.796,65	0,08	0,01	123.737,22	123.737,21	-0,01	0,00	0,01	0,08
274	514.994,89	514.994,92	0,03	0,00	122.329,55	122.329,28	-0,27	0,07	0,07	0,27
275	514.499,74	514.499,81	0,07	0,00	121.735,71	121.735,78	0,07	0,00	0,01	0,10
276	514.973,82	514.973,79	-0,03	0,00	122.721,62	122.721,34	-0,28	0,08	0,08	0,28

277	515.710,89	515.710,75	-0,14	0,02	123.268,17	123.267,95	-0,22	0,05	0,06	0,25
278	514.364,49	514.364,61	0,12	0,01	121.224,02	121.223,94	-0,08	0,01	0,02	0,14
281	517.021,79	517.021,82	0,03	0,00	122.410,31	122.410,03	-0,28	0,08	0,08	0,29
282	517.380,34	517.380,56	0,22	0,05	121.848,26	121.848,56	0,30	0,09	0,14	0,38
283	517.828,73	517.828,36	-0,37	0,14	122.551,66	122.550,55	-1,11	1,22	1,36	1,17
284	516.547,58	516.547,50	-0,08	0,01	122.315,25	122.315,36	0,11	0,01	0,02	0,14
285	517.529,26	517.529,16	-0,10	0,01	123.072,11	123.071,92	-0,19	0,04	0,05	0,21
286	517.129,32	517.129,29	-0,03	0,00	122.699,36	122.699,03	-0,33	0,11	0,11	0,33
287	517.852,86	517.852,88	0,02	0,00	123.492,86	123.492,81	-0,05	0,00	0,00	0,05
288	516.668,63	516.668,61	-0,02	0,00	121.230,11	121.230,09	-0,02	0,00	0,00	0,03
291	518.731,01	518.730,99	-0,02	0,00	122.032,99	122.033,05	0,06	0,00	0,00	0,07
292	518.489,47	518.489,51	0,04	0,00	123.868,08	123.867,98	-0,10	0,01	0,01	0,11
293	520.082,43	520.082,45	0,02	0,00	123.561,55	123.561,50	-0,05	0,00	0,00	0,05
294	520.072,94	520.073,03	0,09	0,01	121.128,66	121.128,52	-0,14	0,02	0,03	0,17
295	519.825,88	519.825,87	-0,01	0,00	122.333,62	122.333,62	0,00	0,00	0,00	0,01
296	519.272,58	519.272,60	0,02	0,00	123.367,09	123.367,03	-0,06	0,00	0,00	0,06
297	519.435,37	519.435,49	0,12	0,01	121.428,00	121.428,00	0,00	0,00	0,01	0,12
298	518.386,43	518.386,37	-0,06	0,00	122.793,97	122.793,72	-0,25	0,06	0,07	0,26
301	520.954,02	520.953,87	-0,15	0,02	123.275,41	123.275,12	-0,29	0,09	0,11	0,33
302	521.305,29	521.305,33	0,04	0,00	122.913,98	122.913,69	-0,29	0,08	0,09	0,29
303	521.001,07	521.001,10	0,03	0,00	122.423,74	122.423,72	-0,02	0,00	0,00	0,04
304	521.091,74	521.091,76	0,02	0,00	121.677,51	121.677,50	-0,01	0,00	0,00	0,03
305	521.876,11	521.876,20	0,09	0,01	121.610,36	121.610,08	-0,28	0,08	0,09	0,29
306	522.417,63	522.417,56	-0,07	0,00	122.296,52	122.295,96	-0,56	0,32	0,32	0,57
307	520.563,38	520.563,51	0,13	0,02	121.783,56	121.783,52	-0,04	0,00	0,02	0,13
308	521.996,81	521.996,91	0,10	0,01	123.886,85	123.886,72	-0,13	0,02	0,03	0,16
361	511.374,13	511.374,24	0,11	0,01	120.093,17	120.092,79	-0,38	0,14	0,16	0,40
362	512.178,68	512.178,88	0,20	0,04	119.190,33	119.190,13	-0,20	0,04	0,08	0,29
363	512.887,62	512.887,79	0,17	0,03	119.434,38	119.434,03	-0,35	0,12	0,15	0,39
364	511.722,86	511.723,01	0,15	0,02	120.857,93	120.857,79	-0,14	0,02	0,04	0,21

365	512.664,65	512.664,72	0,07	0,00	118.657,82	118.657,57	-0,25	0,06	0,07	0,26
366	513.276,35	513.276,64	0,29	0,08	118.696,53	118.696,60	0,07	0,00	0,09	0,29
367	512.136,46	512.136,62	0,16	0,03	120.168,05	120.167,92	-0,13	0,02	0,04	0,21
368	511.754,01	511.754,23	0,22	0,05	118.602,56	118.602,25	-0,31	0,09	0,14	0,37
371	514.329,76	514.329,86	0,10	0,01	120.542,10	120.542,02	-0,08	0,01	0,02	0,13
372	514.442,06	514.442,13	0,07	0,00	120.164,78	120.164,46	-0,32	0,10	0,10	0,32
373	514.681,05	514.681,24	0,19	0,04	119.343,64	119.343,33	-0,31	0,10	0,14	0,37
374	515.543,60	515.543,49	-0,11	0,01	118.890,56	118.890,96	0,40	0,16	0,17	0,41
375	514.036,07	514.036,27	0,20	0,04	119.160,80	119.160,30	-0,50	0,25	0,28	0,53
376	515.244,22	515.244,21	-0,01	0,00	119.362,07	119.362,20	0,13	0,02	0,02	0,13
377	514.692,60	514.692,77	0,17	0,03	118.702,02	118.701,97	-0,05	0,00	0,03	0,17
378	515.489,15	515.489,29	0,14	0,02	118.632,21	118.632,04	-0,17	0,03	0,05	0,22
401	520.599,47	520.599,61	0,14	0,02	120.683,45	120.683,25	-0,20	0,04	0,06	0,25
402	521.822,42	521.822,58	0,16	0,03	120.959,54	120.959,47	-0,07	0,00	0,03	0,18
403	521.232,77	521.233,13	0,36	0,13	120.003,96	120.004,49	0,53	0,28	0,41	0,64
404	520.430,37	520.430,48	0,11	0,01	119.744,90	119.744,78	-0,12	0,01	0,03	0,16
405	520.728,49	520.728,64	0,15	0,02	119.113,12	119.112,92	-0,20	0,04	0,06	0,25
406	521.520,85	521.521,15	0,30	0,09	119.196,36	119.195,97	-0,39	0,15	0,25	0,50
407	522.213,59	522.213,75	0,16	0,03	119.739,81	119.739,54	-0,27	0,07	0,10	0,31
408	522.197,56	522.197,72	0,16	0,03	118.800,39	118.800,27	-0,12	0,01	0,04	0,20
<b>Vsota [m<sup>2</sup>]</b>				<b>3,48</b>				<b>7,17</b>	<b>10,64</b>	<b>36,46</b>
<b>Povprečje [m<sup>2</sup>]</b>				<b>0,02</b>				<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,19</b>
<b>RMSE [m]</b>				<b>0,13</b>				<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	
<b>RMSE<sub>min</sub> /RMSE<sub>max</sub></b>				<b>0,70</b>						
<b>NSSDA [m]</b>				<b>0,40</b>						

»Ta stran je namenoma prazna.«

## PRILOGA B: Rezultati izračuna horizontalne točnosti vektorskih podatkov stereozajema po metodologiji standarda NSSDA

Št. točke	$e_{GNSS}[m]$	$e_{STEREO}[m]$	$\Delta e[m]$	$\Delta e^2[m^2]$	$n_{GNSS}[m]$	$n_{STEREO}[m]$	$\Delta n[m]$	$\Delta n^2[m^2]$	$(\Delta e^2 + \Delta n^2)[m^2]$	$(\sqrt{\Delta e^2 + \Delta n^2}[m])$
21	502.798,20	502.798,22	0,02	0,00	128.087,60	128.087,75	0,15	0,02	0,02	0,15
22	503.206,50	503.206,40	-0,10	0,01	127.277,19	127.277,32	0,13	0,02	0,03	0,16
23	504.303,67	504.303,59	-0,08	0,01	127.673,36	127.673,58	0,22	0,05	0,05	0,23
24	504.441,88	504.441,84	-0,04	0,00	127.294,72	127.295,06	0,34	0,12	0,12	0,34
25	502.637,94	502.637,98	0,04	0,00	127.582,18	127.582,38	0,20	0,04	0,04	0,20
26	504.479,82	504.479,88	0,06	0,00	129.011,48	129.011,61	0,13	0,02	0,02	0,14
28	503.617,78	503.617,78	0,00	0,00	127.623,07	127.623,14	0,07	0,00	0,00	0,07
91	519.713,99	519.713,86	-0,13	0,02	129.266,41	129.266,40	-0,01	0,00	0,02	0,13
92	519.015,11	519.014,96	-0,15	0,02	128.268,36	128.268,46	0,10	0,01	0,03	0,18
93	518.148,86	518.148,64	-0,22	0,05	129.757,41	129.757,45	0,04	0,00	0,05	0,22
94	519.304,17	519.304,12	-0,05	0,00	128.511,24	128.511,14	-0,10	0,01	0,01	0,11
95	518.537,63	518.537,42	-0,21	0,04	128.514,01	128.514,03	0,02	0,00	0,04	0,21
96	519.237,05	519.236,96	-0,09	0,01	129.699,61	129.699,73	0,12	0,01	0,02	0,15
97	519.783,30	519.783,22	-0,08	0,01	127.376,33	127.376,58	0,25	0,06	0,07	0,26
98	518.335,42	518.335,37	-0,05	0,00	127.211,66	127.211,68	0,02	0,00	0,00	0,05
101	521.041,09	521.041,11	0,02	0,00	127.500,52	127.500,55	0,03	0,00	0,00	0,04
102	522.489,20	522.489,13	-0,07	0,00	128.982,82	128.982,81	-0,01	0,00	0,01	0,07
103	521.007,83	521.007,58	-0,25	0,06	128.999,29	128.999,43	0,14	0,02	0,08	0,29
104	520.560,43	520.560,38	-0,05	0,00	128.196,08	128.196,03	-0,05	0,00	0,00	0,07
105	521.431,92	521.431,93	0,01	0,00	127.859,69	127.860,06	0,37	0,14	0,14	0,37
106	522.023,00	522.022,81	-0,19	0,04	129.734,32	129.734,37	0,05	0,00	0,04	0,20
107	522.003,14	522.003,08	-0,06	0,00	128.307,66	128.307,85	0,19	0,04	0,04	0,20
108	522.449,47	522.449,37	-0,10	0,01	129.394,51	129.394,48	-0,03	0,00	0,01	0,10
121	504.335,16	504.335,19	0,03	0,00	126.719,78	126.719,87	0,09	0,01	0,01	0,09
122	503.103,20	503.103,27	0,07	0,00	126.875,03	126.875,23	0,20	0,04	0,04	0,21
123	502.838,27	502.838,33	0,06	0,00	126.708,98	126.708,96	-0,02	0,00	0,00	0,06
124	502.680,08	502.680,11	0,03	0,00	124.361,61	124.361,68	0,07	0,00	0,01	0,08

125	503.959,72	503.959,70	-0,02	0,00	125.276,48	125.276,56	0,08	0,01	0,01	0,08
126	503.368,04	503.368,11	0,07	0,00	124.076,81	124.076,81	0,00	0,00	0,00	0,07
127	502.827,62	502.827,85	0,23	0,05	125.486,59	125.486,71	0,12	0,01	0,07	0,26
128	504.386,28	504.386,30	0,02	0,00	124.412,77	124.412,81	0,04	0,00	0,00	0,04
131	505.861,57	505.861,48	-0,09	0,01	126.734,00	126.734,18	0,18	0,03	0,04	0,20
132	506.287,15	506.287,18	0,03	0,00	126.499,04	126.499,17	0,13	0,02	0,02	0,13
133	505.981,46	505.981,45	-0,01	0,00	125.554,38	125.554,42	0,04	0,00	0,00	0,04
134	505.032,12	505.032,02	-0,10	0,01	126.670,30	126.670,37	0,07	0,00	0,01	0,12
135	505.155,59	505.155,63	0,04	0,00	125.432,12	125.432,05	-0,07	0,00	0,01	0,08
136	506.698,90	506.699,73	0,83	0,69	124.403,23	124.402,86	-0,37	0,14	0,83	0,91
137	506.611,08	506.611,18	0,10	0,01	126.196,91	126.197,04	0,13	0,02	0,03	0,16
138	505.538,02	505.538,07	0,05	0,00	124.081,86	124.081,79	-0,07	0,00	0,01	0,09
141	508.248,90	508.248,92	0,02	0,00	126.050,54	126.050,71	0,17	0,03	0,03	0,17
142	507.078,51	507.078,49	-0,02	0,00	125.747,86	125.748,02	0,16	0,03	0,03	0,16
143	508.922,28	508.922,34	0,06	0,00	124.208,03	124.208,12	0,09	0,01	0,01	0,11
144	507.512,62	507.512,66	0,04	0,00	124.944,48	124.944,54	0,06	0,00	0,01	0,07
145	507.410,39	507.410,37	-0,02	0,00	124.165,22	124.165,28	0,06	0,00	0,00	0,06
147	508.402,63	508.402,64	0,01	0,00	124.508,48	124.508,59	0,11	0,01	0,01	0,11
148	507.976,49	507.976,50	0,01	0,00	126.914,02	126.914,08	0,06	0,00	0,00	0,06
151	509.340,08	509.340,07	-0,01	0,00	124.062,88	124.062,85	-0,03	0,00	0,00	0,03
152	510.225,72	510.225,58	-0,14	0,02	125.666,45	125.666,58	0,13	0,02	0,04	0,19
153	510.028,58	510.028,65	0,07	0,00	124.663,02	124.663,05	0,03	0,00	0,01	0,08
154	510.844,08	510.844,06	-0,02	0,00	124.768,03	124.768,10	0,07	0,00	0,01	0,07
155	511.053,29	511.053,26	-0,03	0,00	126.771,35	126.771,30	-0,05	0,00	0,00	0,06
156	509.054,90	509.054,94	0,04	0,00	125.107,90	125.108,01	0,11	0,01	0,01	0,12
157	510.137,48	510.137,27	-0,21	0,04	126.232,01	126.232,24	0,23	0,05	0,10	0,31
158	510.292,71	510.292,78	0,07	0,00	125.055,83	125.055,79	-0,04	0,00	0,01	0,08
161	513.216,80	513.216,87	0,07	0,00	124.584,93	124.584,96	0,03	0,00	0,01	0,08
162	512.093,17	512.093,06	-0,11	0,01	124.237,65	124.237,76	0,11	0,01	0,02	0,16
163	512.129,24	512.129,31	0,07	0,00	124.573,68	124.573,68	0,00	0,00	0,00	0,07



164	512.618,40	512.618,45	0,05	0,00	124.162,76	124.162,80	0,04	0,00	0,00	0,06
165	512.477,97	512.477,91	-0,06	0,00	125.635,43	125.635,56	0,13	0,02	0,02	0,14
166	511.345,56	511.345,55	-0,01	0,00	125.814,15	125.814,25	0,10	0,01	0,01	0,10
167	511.662,84	511.662,85	0,01	0,00	126.736,28	126.736,34	0,06	0,00	0,00	0,06
168	512.965,95	512.965,97	0,02	0,00	125.070,44	125.070,55	0,11	0,01	0,01	0,11
171	514.960,29	514.960,37	0,08	0,01	124.251,44	124.251,44	0,00	0,00	0,01	0,08
172	513.886,23	513.886,25	0,02	0,00	124.713,26	124.713,32	0,06	0,00	0,00	0,06
173	515.460,04	515.460,10	0,06	0,00	124.668,87	124.668,77	-0,10	0,01	0,01	0,12
174	513.765,29	513.765,36	0,07	0,00	124.230,41	124.230,51	0,10	0,01	0,01	0,12
175	513.766,53	513.766,61	0,08	0,01	126.978,56	126.978,67	0,11	0,01	0,02	0,14
176	514.982,59	514.982,59	0,00	0,00	125.849,36	125.849,31	-0,05	0,00	0,00	0,05
177	514.603,96	514.603,96	0,00	0,00	125.154,18	125.154,23	0,05	0,00	0,00	0,05
178	513.626,98	513.627,19	0,21	0,04	125.701,38	125.701,58	0,20	0,04	0,08	0,29
181	517.036,11	517.036,04	-0,07	0,00	124.611,80	124.611,73	-0,07	0,00	0,01	0,10
182	516.737,48	516.737,44	-0,04	0,00	124.029,64	124.029,68	0,04	0,00	0,00	0,06
183	517.505,13	517.505,11	-0,02	0,00	124.373,25	124.373,30	0,05	0,00	0,00	0,05
184	516.506,73	516.506,61	-0,12	0,01	126.443,00	126.443,02	0,02	0,00	0,01	0,12
185	516.098,92	516.099,06	0,14	0,02	125.252,33	125.252,37	0,04	0,00	0,02	0,15
186	517.263,52	517.263,48	-0,04	0,00	126.808,06	126.808,09	0,03	0,00	0,00	0,05
187	517.920,93	517.920,99	0,06	0,00	125.089,68	125.089,68	0,00	0,00	0,00	0,06
188	517.396,46	517.396,45	-0,01	0,00	125.357,40	125.357,41	0,01	0,00	0,00	0,01
191	519.093,22	519.093,18	-0,04	0,00	126.708,31	126.708,34	0,03	0,00	0,00	0,05
192	519.944,61	519.944,57	-0,04	0,00	126.209,31	126.209,22	-0,09	0,01	0,01	0,10
193	519.615,26	519.615,36	0,10	0,01	124.631,97	124.631,92	-0,05	0,00	0,01	0,11
194	518.155,73	518.155,78	0,05	0,00	124.406,85	124.406,76	-0,09	0,01	0,01	0,10
195	519.284,25	519.284,28	0,03	0,00	125.245,86	125.245,88	0,02	0,00	0,00	0,04
196	519.949,84	519.949,79	-0,05	0,00	125.333,94	125.333,98	0,04	0,00	0,00	0,06
197	520.042,71	520.042,71	0,00	0,00	124.769,16	124.769,14	-0,02	0,00	0,00	0,02
198	518.238,93	518.238,91	-0,02	0,00	126.417,06	126.417,02	-0,04	0,00	0,00	0,04
201	520.759,02	520.759,03	0,01	0,00	126.287,19	126.287,13	-0,06	0,00	0,00	0,06

<b>202</b>	522.394,48	522.394,53	0,05	0,00	125.491,04	125.491,07	0,03	0,00	0,00	0,06
<b>203</b>	521.549,83	521.549,84	0,01	0,00	124.746,54	124.746,52	-0,02	0,00	0,00	0,02
<b>204</b>	521.439,66	521.439,58	-0,08	0,01	125.989,16	125.989,15	-0,01	0,00	0,01	0,08
<b>205</b>	520.568,16	520.568,25	0,09	0,01	124.955,67	124.955,70	0,03	0,00	0,01	0,09
<b>206</b>	521.203,00	521.202,97	-0,03	0,00	126.926,85	126.926,82	-0,03	0,00	0,00	0,04
<b>207</b>	521.988,10	521.988,08	-0,02	0,00	124.577,22	124.577,21	-0,01	0,00	0,00	0,02
<b>208</b>	521.425,15	521.425,17	0,02	0,00	124.124,94	124.124,97	0,03	0,00	0,00	0,04
<b>211</b>	501.081,79	501.081,84	0,05	0,00	121.802,50	121.802,56	0,06	0,00	0,01	0,08
<b>212</b>	501.301,65	501.301,77	0,12	0,01	121.654,15	121.654,18	0,03	0,00	0,02	0,12
<b>213</b>	500.175,97	500.176,03	0,06	0,00	123.526,63	123.526,67	0,04	0,00	0,01	0,07
<b>214</b>	501.516,95	501.516,86	-0,09	0,01	123.153,98	123.154,06	0,08	0,01	0,01	0,12
<b>215</b>	501.568,56	501.568,66	0,10	0,01	122.271,48	122.271,52	0,04	0,00	0,01	0,11
<b>216</b>	500.498,63	500.498,58	-0,05	0,00	123.129,25	123.129,29	0,04	0,00	0,00	0,06
<b>217</b>	500.993,86	500.993,86	0,00	0,00	123.644,81	123.644,87	0,06	0,00	0,00	0,06
<b>218</b>	501.666,99	501.666,87	-0,12	0,01	123.357,66	123.357,68	0,02	0,00	0,01	0,12
<b>221</b>	503.502,67	503.502,58	-0,09	0,01	123.624,79	123.624,80	0,01	0,00	0,01	0,09
<b>222</b>	503.739,11	503.739,07	-0,04	0,00	122.994,19	122.994,10	-0,09	0,01	0,01	0,10
<b>223</b>	502.921,69	502.921,71	0,02	0,00	122.009,51	122.009,48	-0,03	0,00	0,00	0,04
<b>224</b>	502.518,16	502.518,16	0,00	0,00	121.565,50	121.565,53	0,03	0,00	0,00	0,03
<b>225</b>	504.218,06	504.218,15	0,09	0,01	122.631,85	122.632,03	0,18	0,03	0,04	0,20
<b>226</b>	502.696,50	502.696,53	0,03	0,00	123.056,61	123.056,67	0,06	0,00	0,00	0,07
<b>227</b>	502.426,23	502.426,46	0,23	0,05	123.021,99	123.021,97	-0,02	0,00	0,05	0,23
<b>228</b>	504.204,11	504.204,16	0,05	0,00	122.314,34	122.314,45	0,11	0,01	0,01	0,12
<b>231</b>	505.508,99	505.508,96	-0,03	0,00	123.766,69	123.766,72	0,03	0,00	0,00	0,04
<b>232</b>	505.840,35	505.840,34	-0,01	0,00	123.355,18	123.355,15	-0,03	0,00	0,00	0,03
<b>233</b>	505.873,94	505.873,94	0,00	0,00	122.182,75	122.182,77	0,02	0,00	0,00	0,02
<b>234</b>	506.634,29	506.634,32	0,03	0,00	121.855,69	121.855,65	-0,04	0,00	0,00	0,05
<b>235</b>	506.564,68	506.564,70	0,02	0,00	122.249,78	122.249,82	0,04	0,00	0,00	0,04
<b>236</b>	504.705,61	504.705,69	0,08	0,01	122.147,97	122.147,90	-0,07	0,00	0,01	0,11
<b>237</b>	505.923,56	505.923,57	0,01	0,00	123.135,91	123.135,92	0,01	0,00	0,00	0,01

238	506.047,78	506.047,79	0,01	0,00	122.477,91	122.477,94	0,03	0,00	0,00	0,03
241	507.553,77	507.553,98	0,21	0,04	121.513,10	121.513,09	-0,01	0,00	0,04	0,21
242	508.474,74	508.474,72	-0,02	0,00	121.813,75	121.813,74	-0,01	0,00	0,00	0,02
243	507.083,84	507.083,87	0,03	0,00	121.764,05	121.764,13	0,08	0,01	0,01	0,09
244	507.243,49	507.243,48	-0,01	0,00	123.831,55	123.831,45	-0,10	0,01	0,01	0,10
245	507.699,19	507.699,07	-0,12	0,01	123.671,17	123.671,24	0,07	0,00	0,02	0,14
246	507.402,07	507.402,03	-0,04	0,00	123.079,73	123.079,74	0,01	0,00	0,00	0,04
247	506.828,75	506.828,76	0,01	0,00	122.259,56	122.259,72	0,16	0,03	0,03	0,16
248	508.929,30	508.929,35	0,05	0,00	123.979,55	123.979,57	0,02	0,00	0,00	0,05
251	509.055,19	509.055,26	0,07	0,00	123.972,50	123.972,60	0,10	0,01	0,01	0,12
252	509.819,73	509.819,73	0,00	0,00	121.742,83	121.743,01	0,18	0,03	0,03	0,18
254	511.235,31	511.235,44	0,13	0,02	121.219,87	121.219,87	0,00	0,00	0,02	0,13
255	509.508,46	509.508,51	0,05	0,00	122.281,23	122.281,29	0,06	0,00	0,01	0,08
256	509.220,48	509.220,50	0,02	0,00	123.536,53	123.536,50	-0,03	0,00	0,00	0,04
257	510.662,04	510.662,23	0,19	0,04	123.889,27	123.889,05	-0,22	0,05	0,08	0,29
258	510.343,19	510.343,25	0,06	0,00	123.081,74	123.081,66	-0,08	0,01	0,01	0,10
261	511.590,31	511.590,29	-0,02	0,00	123.842,27	123.842,28	0,01	0,00	0,00	0,02
262	513.335,98	513.336,02	0,04	0,00	123.463,70	123.463,63	-0,07	0,00	0,01	0,08
263	511.765,61	511.765,66	0,05	0,00	122.364,95	122.365,06	0,11	0,01	0,01	0,12
264	512.309,44	512.309,50	0,06	0,00	123.403,01	123.402,96	-0,05	0,00	0,01	0,08
265	511.826,36	511.826,46	0,10	0,01	121.357,87	121.357,79	-0,08	0,01	0,02	0,13
266	511.301,38	511.301,53	0,15	0,02	121.176,52	121.176,53	0,01	0,00	0,02	0,15
267	512.215,13	512.215,30	0,17	0,03	121.273,04	121.273,05	0,01	0,00	0,03	0,17
268	512.988,28	512.988,45	0,17	0,03	121.364,26	121.364,34	0,08	0,01	0,04	0,19
271	514.458,47	514.458,53	0,06	0,00	122.828,82	122.828,76	-0,06	0,00	0,01	0,08
272	514.558,49	514.558,42	-0,07	0,00	123.094,85	123.094,81	-0,04	0,00	0,01	0,08
273	514.796,57	514.796,63	0,06	0,00	123.737,22	123.737,19	-0,03	0,00	0,00	0,07
274	514.994,89	514.994,88	-0,01	0,00	122.329,55	122.329,30	-0,25	0,06	0,06	0,25
275	514.499,74	514.499,80	0,06	0,00	121.735,71	121.735,72	0,01	0,00	0,00	0,06
276	514.973,82	514.973,78	-0,04	0,00	122.721,62	122.721,47	-0,15	0,02	0,02	0,16

277	515.710,89	515.710,99	0,10	0,01	123.268,17	123.268,15	-0,02	0,00	0,01	0,10
278	514.364,49	514.364,61	0,12	0,01	121.224,02	121.223,96	-0,06	0,00	0,02	0,13
281	517.021,79	517.021,84	0,05	0,00	122.410,31	122.410,33	0,02	0,00	0,00	0,05
282	517.380,34	517.380,39	0,05	0,00	121.848,26	121.848,26	0,00	0,00	0,00	0,05
283	517.828,73	517.828,75	0,02	0,00	122.551,66	122.551,58	-0,08	0,01	0,01	0,08
284	516.547,58	516.547,59	0,01	0,00	122.315,25	122.315,25	0,00	0,00	0,00	0,01
285	517.529,26	517.529,58	0,32	0,10	123.072,11	123.072,16	0,05	0,00	0,10	0,32
286	517.129,32	517.129,28	-0,04	0,00	122.699,36	122.699,24	-0,12	0,01	0,02	0,13
287	517.852,86	517.852,94	0,08	0,01	123.492,86	123.492,87	0,01	0,00	0,01	0,08
288	516.668,63	516.668,80	0,17	0,03	121.230,11	121.230,12	0,01	0,00	0,03	0,17
291	518.731,01	518.731,03	0,02	0,00	122.032,99	122.032,98	-0,01	0,00	0,00	0,02
292	518.489,47	518.489,44	-0,03	0,00	123.868,08	123.868,00	-0,08	0,01	0,01	0,09
293	520.082,43	520.082,48	0,05	0,00	123.561,55	123.561,53	-0,02	0,00	0,00	0,05
294	520.072,94	520.073,10	0,16	0,03	121.128,66	121.128,58	-0,08	0,01	0,03	0,18
295	519.825,88	519.825,84	-0,04	0,00	122.333,62	122.333,54	-0,08	0,01	0,01	0,09
296	519.272,58	519.272,61	0,03	0,00	123.367,09	123.367,05	-0,04	0,00	0,00	0,05
297	519.435,37	519.435,41	0,04	0,00	121.428,00	121.427,95	-0,05	0,00	0,00	0,06
298	518.386,43	518.386,44	0,01	0,00	122.793,97	122.793,98	0,01	0,00	0,00	0,01
301	520.954,02	520.953,99	-0,03	0,00	123.275,41	123.275,30	-0,11	0,01	0,01	0,11
302	521.305,29	521.305,38	0,09	0,01	122.913,98	122.913,81	-0,17	0,03	0,04	0,19
303	521.001,07	521.001,12	0,05	0,00	122.423,74	122.423,71	-0,03	0,00	0,00	0,06
304	521.091,74	521.091,81	0,07	0,00	121.677,51	121.677,43	-0,08	0,01	0,01	0,11
305	521.876,11	521.876,24	0,13	0,02	121.610,36	121.610,25	-0,11	0,01	0,03	0,17
306	522.417,63	522.417,69	0,06	0,00	122.296,52	122.296,49	-0,03	0,00	0,00	0,07
307	520.563,38	520.563,43	0,05	0,00	121.783,56	121.783,60	0,04	0,00	0,00	0,06
308	521.996,81	521.996,87	0,06	0,00	123.886,85	123.886,78	-0,07	0,00	0,01	0,09
361	511.374,13	511.374,22	0,09	0,01	120.093,17	120.093,09	-0,08	0,01	0,01	0,12
362	512.178,68	512.178,76	0,08	0,01	119.190,33	119.190,29	-0,04	0,00	0,01	0,09
363	512.887,62	512.887,72	0,10	0,01	119.434,38	119.434,02	-0,36	0,13	0,14	0,37
364	511.722,86	511.723,09	0,23	0,05	120.857,93	120.857,84	-0,09	0,01	0,06	0,25

365	512.664,65	512.664,74	0,09	0,01	118.657,82	118.657,66	-0,16	0,03	0,03	0,18
366	513.276,35	513.276,51	0,16	0,03	118.696,53	118.696,40	-0,13	0,02	0,04	0,21
367	512.136,46	512.136,60	0,14	0,02	120.168,05	120.167,88	-0,17	0,03	0,05	0,22
368	511.754,01	511.754,17	0,16	0,03	118.602,56	118.602,32	-0,24	0,06	0,08	0,29
371	514.329,76	514.329,78	0,02	0,00	120.542,10	120.542,02	-0,08	0,01	0,01	0,08
372	514.442,06	514.442,16	0,10	0,01	120.164,78	120.164,67	-0,11	0,01	0,02	0,15
373	514.681,05	514.681,15	0,10	0,01	119.343,64	119.343,59	-0,05	0,00	0,01	0,11
374	515.543,60	515.543,79	0,19	0,04	118.890,56	118.890,55	-0,01	0,00	0,04	0,19
375	514.036,07	514.036,17	0,10	0,01	119.160,80	119.160,78	-0,02	0,00	0,01	0,10
376	515.244,22	515.244,25	0,03	0,00	119.362,07	119.362,01	-0,06	0,00	0,00	0,07
377	514.692,60	514.692,78	0,18	0,03	118.702,02	118.701,90	-0,12	0,01	0,05	0,22
378	515.489,15	515.489,41	0,26	0,07	118.632,21	118.632,13	-0,08	0,01	0,07	0,27
401	520.599,47	520.599,59	0,12	0,01	120.683,45	120.683,26	-0,19	0,04	0,05	0,22
402	521.822,42	521.822,50	0,08	0,01	120.959,54	120.959,45	-0,09	0,01	0,01	0,12
403	521.232,77	521.232,87	0,10	0,01	120.003,96	120.003,92	-0,04	0,00	0,01	0,11
404	520.430,37	520.430,50	0,13	0,02	119.744,90	119.744,79	-0,11	0,01	0,03	0,17
405	520.728,49	520.728,60	0,11	0,01	119.113,12	119.112,93	-0,19	0,04	0,05	0,22
406	521.520,85	521.520,94	0,09	0,01	119.196,36	119.196,17	-0,19	0,04	0,04	0,21
407	522.213,59	522.213,75	0,16	0,03	119.739,81	119.739,76	-0,05	0,00	0,03	0,17
408	522.197,56	522.197,72	0,16	0,03	118.800,39	118.800,30	-0,09	0,01	0,03	0,18
<b>Vsota [m<sup>2</sup>]</b>				<b>2,42</b>				<b>2,16</b>	<b>4,58</b>	<b>23,76</b>
<b>Povprečje [m<sup>2</sup>]</b>				<b>0,01</b>				<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,12</b>
<b>RMSE [m]</b>				<b>0,11</b>				<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	
<b>RMSE<sub>min</sub> /RMSE<sub>max</sub></b>				<b>0,95</b>						
<b>NSSDA [m]</b>				<b>0,26</b>						

»Ta stran je namenoma prazna.«

## PRILOGA C: Preglednica izračuna horizontalne točnosti lidarskega ortofota po metodologiji standarda NSSDA

Št. točke	$e_{GNSS}$ [m]	$e_{LOF}$ [m]	$\Delta e$ [m]	$\Delta e^2$ [m <sup>2</sup> ]	$n_{GNSS}$ [m]	$n_{LOF}$ [m]	$\Delta n$ [m]	$\Delta n^2$ [m <sup>2</sup> ]	$(\Delta e^2 + \Delta n^2)$ [m <sup>2</sup> ]
281	517.021,79	517.021,85	0,06	0,00	122.410,31	122.410,25	-0,06	0,00	0,01
282	517.380,34	517.380,47	0,13	0,02	121.848,26	121.848,40	0,14	0,02	0,04
283	517.828,73	517.828,71	-0,02	0,00	122.551,66	122.551,39	-0,27	0,07	0,07
284	516.547,58	516.547,60	0,02	0,00	122.315,25	122.315,23	-0,02	0,00	0,00
285	517.529,26	517.529,44	0,18	0,03	123.072,11	123.072,07	-0,04	0,00	0,03
286	517.129,32	517.129,23	-0,09	0,01	122.699,36	122.699,26	-0,10	0,01	0,02
287	517.852,86	517.852,81	-0,05	0,00	123.492,86	123.492,74	-0,12	0,01	0,02
288	516.668,63	516.668,67	0,04	0,00	121.230,11	121.230,08	-0,03	0,00	0,00
			<b>Vsota [m<sup>2</sup>]</b>	<b>0,07</b>				<b>0,12</b>	<b>0,19</b>
			<b>Povprečje [m<sup>2</sup>]</b>	<b>0,01</b>				<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
			<b>RMSE [m]</b>	<b>0,09</b>				<b>0,12</b>	<b>0,15</b>
			<b>NSSDA [m]</b>	<b>0,26</b>					
Št. točke	$e_{GNSS}$ [m]	$e_{LOF}$ [m]	$\Delta e$ [m]	$\Delta e^2$ [m <sup>2</sup> ]	$n_{GNSS}$ [m]	$n_{LOF}$ [m]	$\Delta n$ [m]	$\Delta n^2$ [m <sup>2</sup> ]	$(\Delta e^2 + \Delta n^2)$ [m <sup>2</sup> ]
401	520.599,47	520.599,63	0,16	0,03	120.683,45	120.683,24	-0,21	0,04	0,07
402	521.822,42	521.822,62	0,20	0,04	120.959,54	120.959,50	-0,04	0,00	0,04
403	521.232,77	521.232,87	0,10	0,01	120.003,96	120.003,74	-0,22	0,05	0,06
404	520.430,37	520.430,39	0,02	0,00	119.744,90	119.744,66	-0,24	0,06	0,06
405	520.728,49	520.728,59	0,10	0,01	119.113,12	119.112,98	-0,14	0,02	0,03
406	521.520,85	521.520,97	0,12	0,01	119.196,36	119.196,08	-0,28	0,08	0,09
407	522.213,59	522.213,51	-0,08	0,01	119.739,81	119.739,65	-0,16	0,03	0,03
408	522.197,56	522.197,71	0,15	0,02	118.800,39	118.800,30	-0,09	0,01	0,03
			<b>Vsota [m<sup>2</sup>]</b>	<b>0,13</b>				<b>0,28</b>	<b>0,41</b>
			<b>Povprečje [m<sup>2</sup>]</b>	<b>0,02</b>				<b>0,04</b>	<b>0,05</b>
			<b>RMSE [m]</b>	<b>0,13</b>				<b>0,19</b>	<b>0,23</b>
			<b>NSSDA [m]</b>	<b>0,39</b>					

»Ta stran je namenoma prazna.«



PRILOGA Č: Lidarski ortofoto za list G0728



»Ta stran je namenoma prazna.«

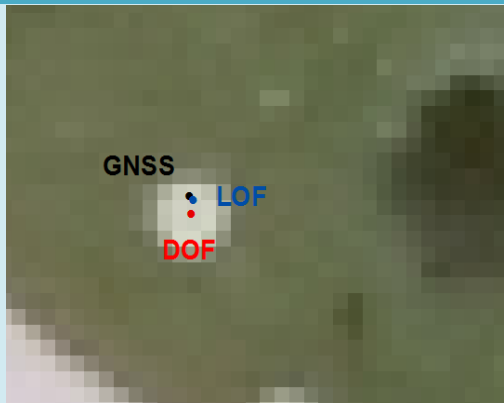
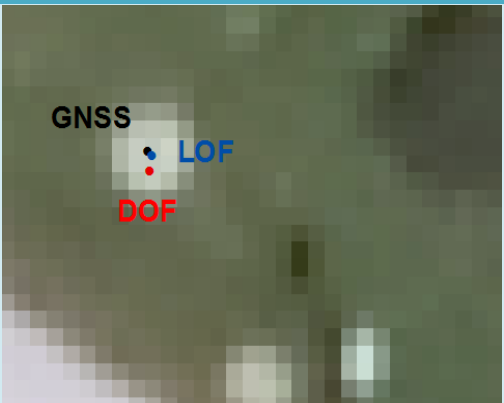
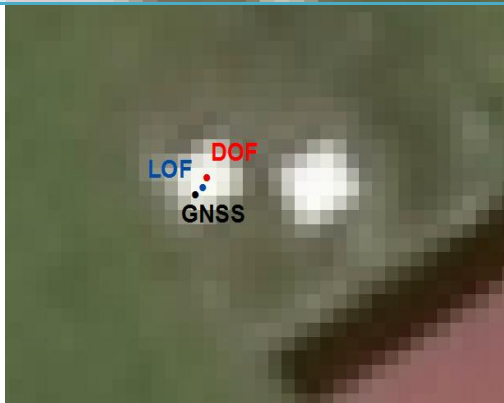




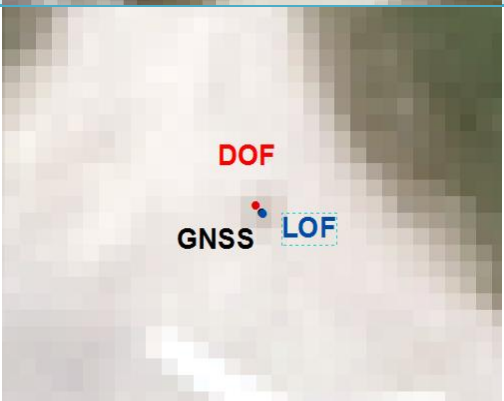


PRILOGA D: Lidarski ortofoto za list G0740

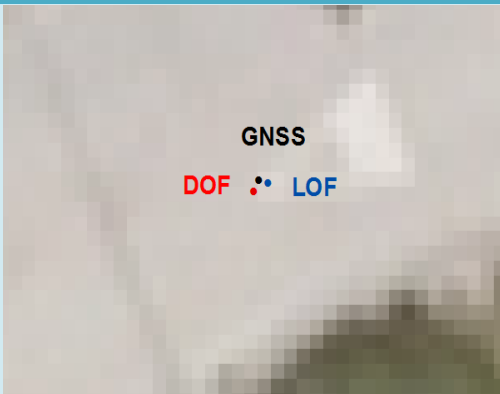
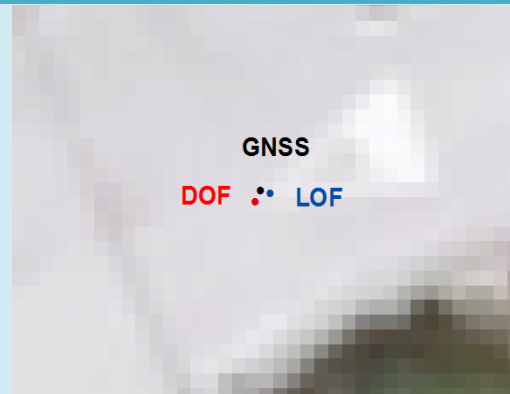
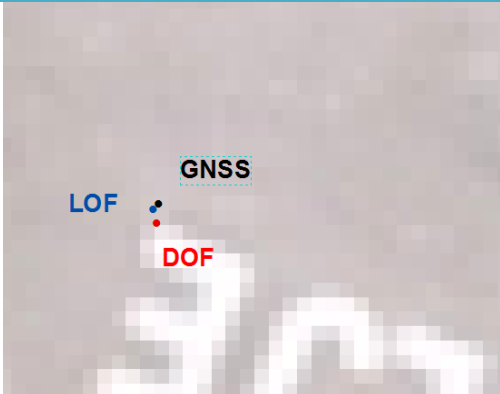
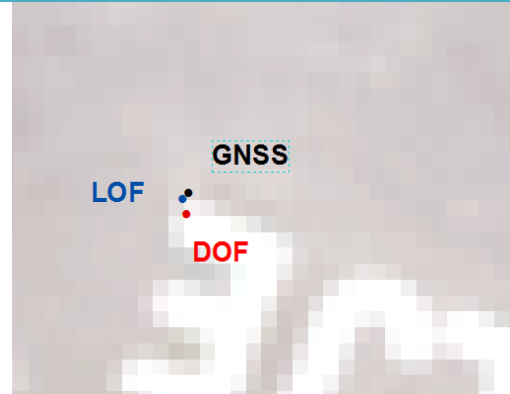
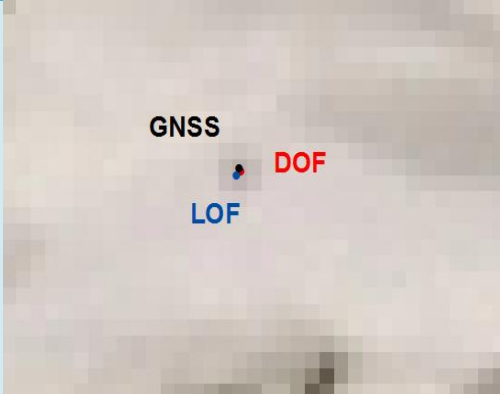
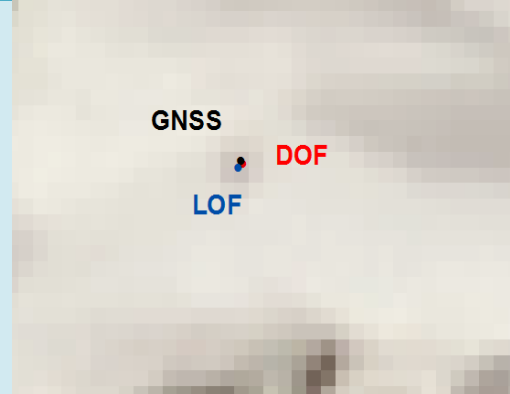




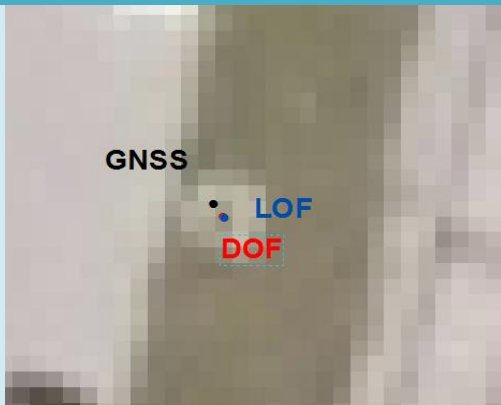
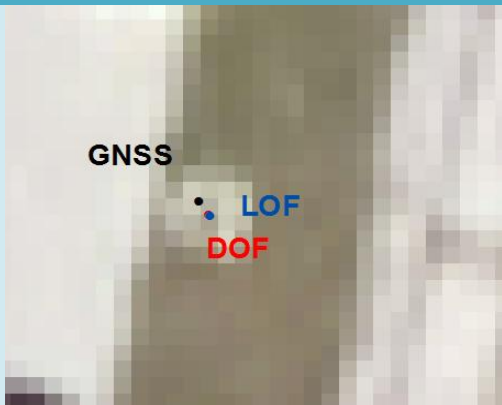
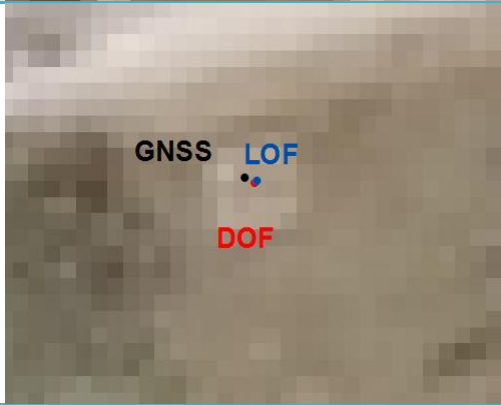
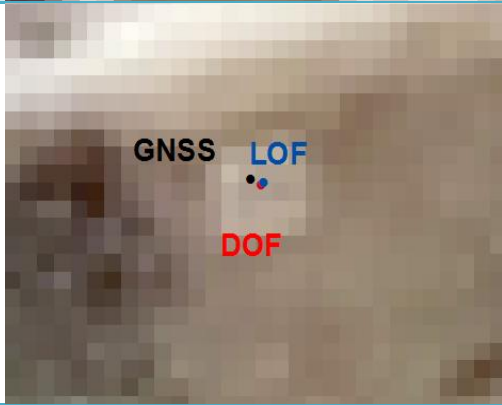


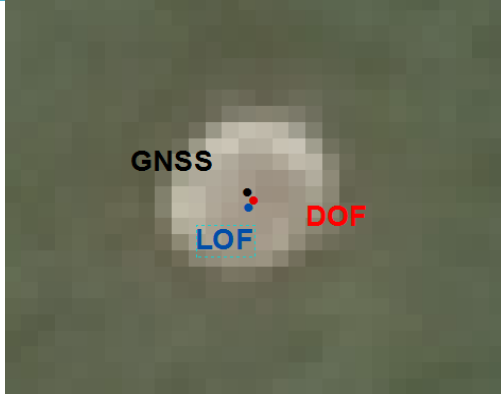
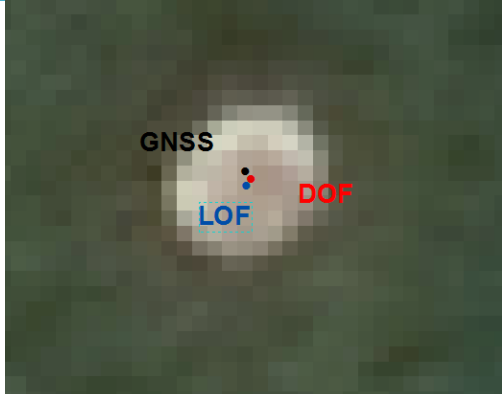
»Ta stran je namenoma prazna.«

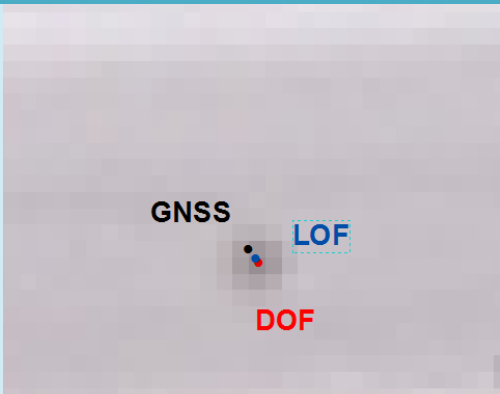
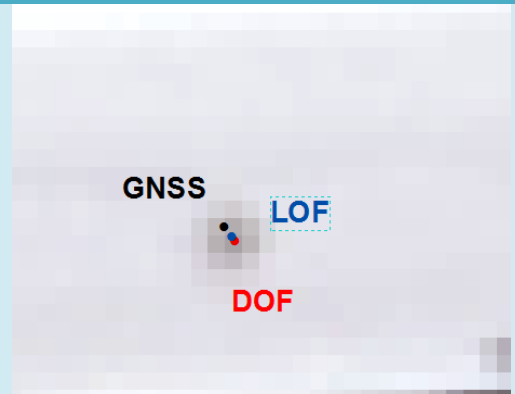
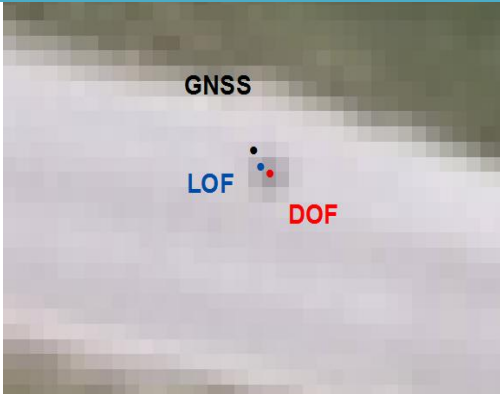
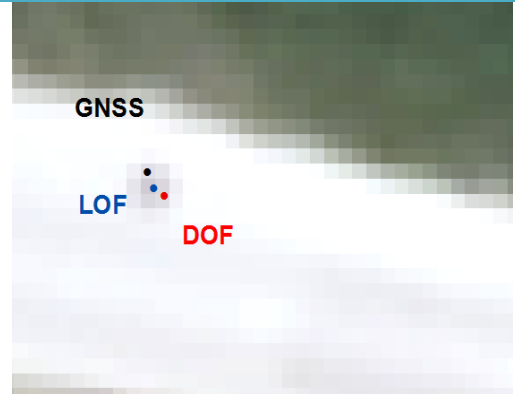

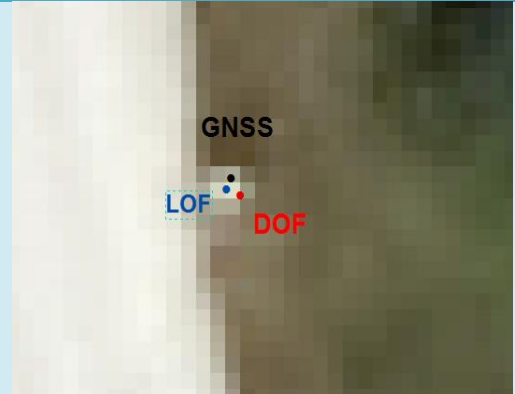

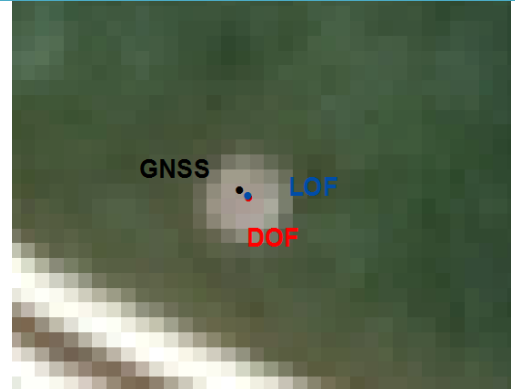
PRILOGA E: Grafični prikaz kontrolnih točk na DOF in LOF

Št. točke	DOF	LOF
281	 The image shows a blurry outdoor scene. Three points are marked: 'GNSS' (black dot), 'LOF' (blue dot), and 'DOF' (red dot). The 'GNSS' and 'LOF' points are very close to each other, while the 'DOF' point is slightly below them.	 The image shows the same scene as the DOF column. The 'GNSS' (black dot) and 'DOF' (red dot) points are very close to each other, while the 'LOF' (blue dot) is slightly to the right.
282	 The image shows a blurry outdoor scene. Three points are marked: 'GNSS' (black dot), 'LOF' (blue dot), and 'DOF' (red dot). The 'GNSS' point is at the bottom, with 'LOF' and 'DOF' points above it.	 The image shows the same scene as the DOF column. The 'GNSS' (black dot) and 'DOF' (red dot) points are very close to each other, with the 'LOF' (blue dot) slightly to the left.
283	 The image shows a blurry outdoor scene. Three points are marked: 'GNSS' (black dot), 'LOF' (blue dot), and 'DOF' (red dot). The 'GNSS' and 'LOF' points are very close to each other, with the 'DOF' point below them.	 The image shows the same scene as the DOF column. The 'GNSS' (black dot) and 'DOF' (red dot) points are very close to each other, with the 'LOF' (blue dot) slightly to the right.
284	 The image shows a blurry outdoor scene. Three points are marked: 'GNSS' (black dot), 'LOF' (blue dot), and 'DOF' (red dot). The 'GNSS' point is at the bottom, with 'LOF' and 'DOF' points above it.	 The image shows the same scene as the DOF column. The 'GNSS' (black dot) and 'DOF' (red dot) points are very close to each other, with the 'LOF' (blue dot) slightly to the right.



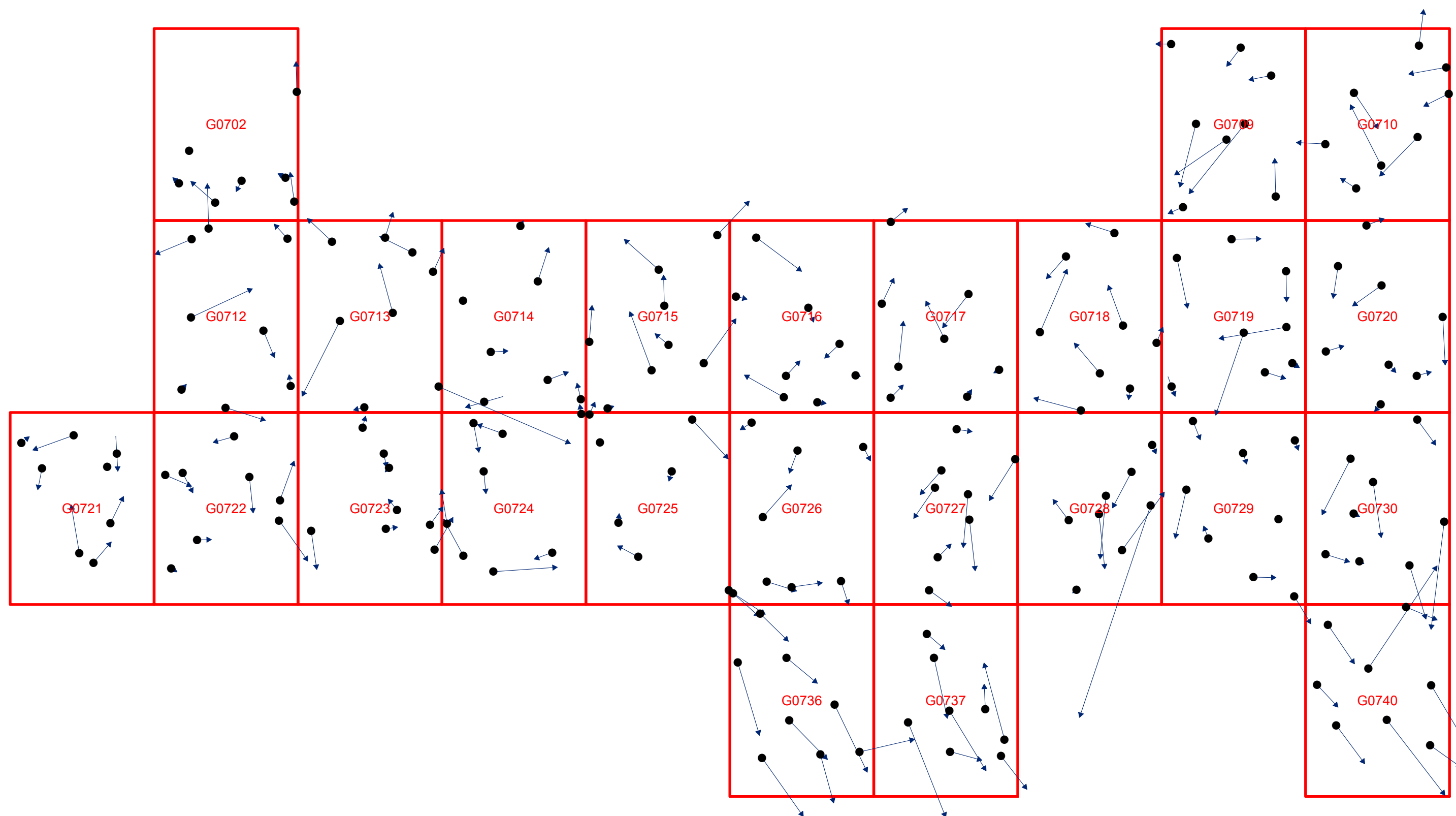
Št. točke	DOF	LOF
285	 <p>GNSS DOF •• LOF</p>	 <p>GNSS DOF •• LOF</p>
286	 <p>GNSS LOF •• DOF</p>	 <p>GNSS LOF •• DOF</p>
287	 <p>GNSS DOF •• LOF</p>	 <p>GNSS DOF •• LOF</p>
288	 <p>GNSS DOF •• LOF</p>	 <p>GNSS DOF •• LOF</p>

Št. točke	DOF	LOF
401		
402		
403		
404		

Št. točke	DOF	LOF
405		
406		
407		
408		



PRILOGA F: Prikaz vektorjev odstopanj na kontrolnih točkah za primer ortofota



**Legenda:**

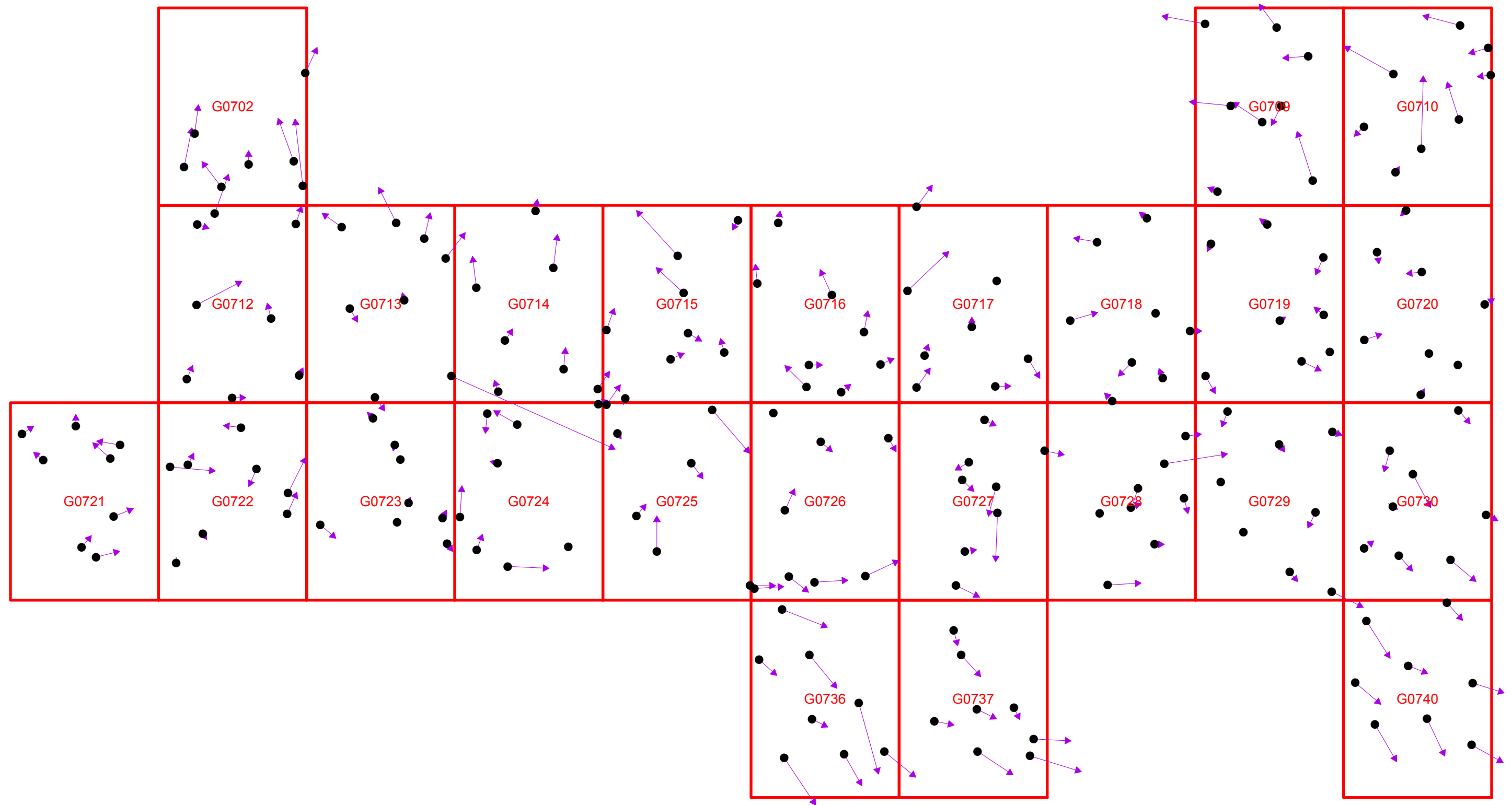
- Kontrolne točke
- Vektorji\_ortofoto

Merilo karte: 1:60.000

Merilo vektorjev odstopanj: 1:20

Avtor: Lucija Cigelšek

PRILOGA G: Prikaz vektorjev odstopanj na kontrolnih točkah za primer vektorskih podatkov stereozajema



**Legenda:**

- Kontrolne točke
- Vektorji\_stereo

Merilo karte: 1:60.000

Merilo vektorjev odstopanj: 1:20

Avtor: Lucija Cigelšek