



Naročnik: **GEODETSKA UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE**
Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana

LASERSKO SKENIRANJE IN AEROFOTOGRAFIRANJE 2011

Blok B21

Izvajalec: **Geodetski inženiring Maribor d.o.o.**
Gosposvetska cesta 29, 2000 Maribor



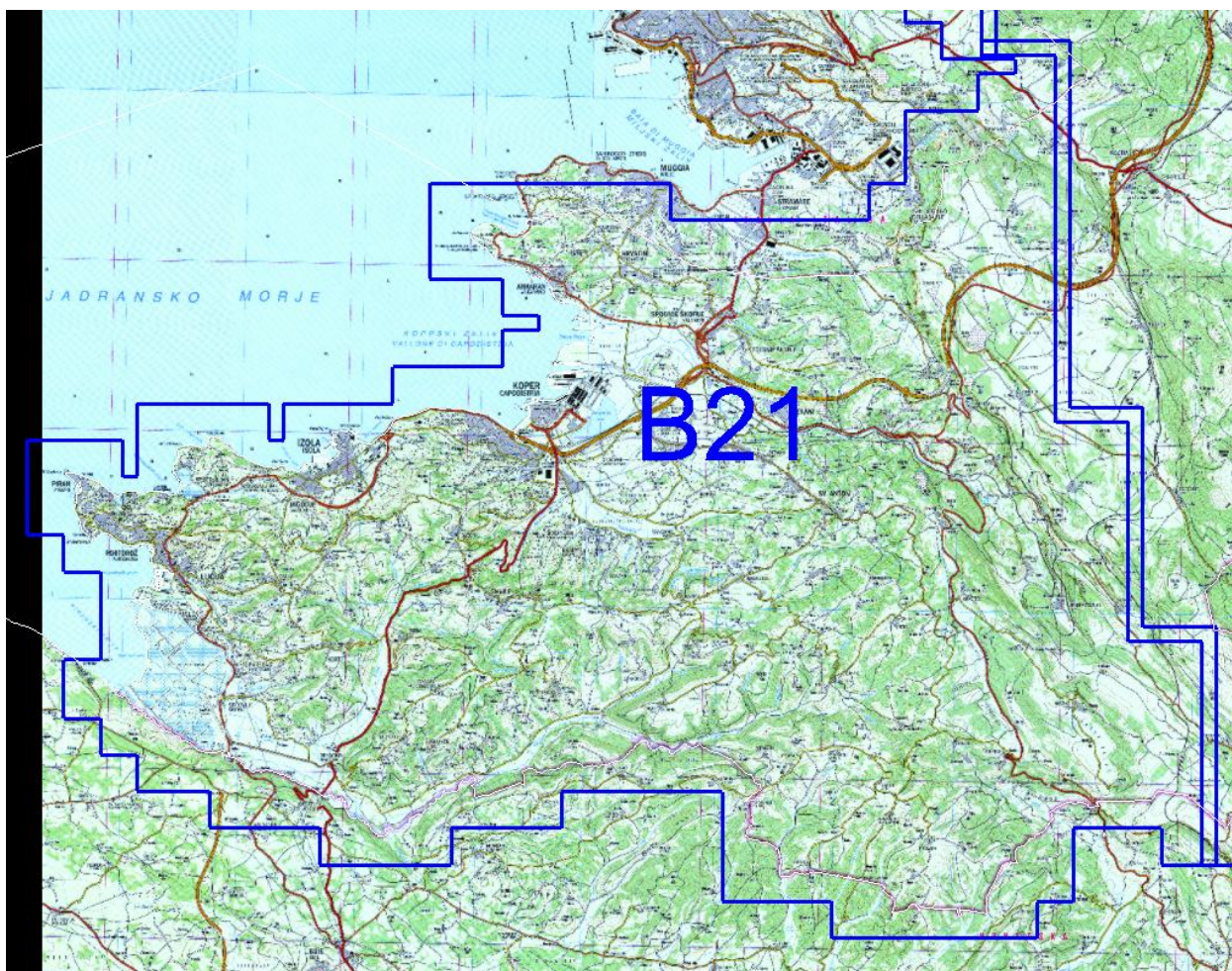
Vsebina:

1	POROČILO O SNEMANJU	3
1.1	Plan snemanja.....	3
1.2	Izvedeno snemanje	4
2	UPORABLJENA STROJNA OPREMA IN TEHNIČNI PODATKI	6
3	OSLONILNE IN KOTROLNE TOČKE.....	6
4	OBDELAVA LiDAR PODATKOV	8
4.1	Izračun linij preletov - (SBET).....	8
4.2	Izračun oblaka točk delovišča (LAS)	9
4.3	Filtracija in klasifikacija LiDAR točk	10
5	NOTRANJA KONTROLA KAKOVOSTI	11
5.1	Georeferenciran oblak točk	11
5.2	Digitalni model reliefa.....	13
6	TRANSFORMACIJA	19
7	LiDAR IZDELKI.....	19
7.1	Georeferenciran oblak točk laserskega skeniranja – GOT in georeferenciran in klasificiran oblak točk GKOT	19
7.2	Digitalni model reliefa – DMR.....	20
8	SUROVI PODATKI.....	22



1 POROČILO O SNEMANJU

Dne 23.02, 24.02, 04.03, 05.03, 08.03 in 08.04. 2011 smo izvedli lasersko skeniranje (v nadaljevanju LiDAR snemanje) za območje bloka B21. Površina območja je 405,80 km².



Slika 1: območje bloka B21

1.1 Plan snemanja

- LiDAR snemanje

V planu za LiDAR snemanje območja B21 smo izbrali višino leta na 650 m, hitrost leta 43.7m/s, frekvenco skenerja 142 kHz in kot skenerja +/- 21°, da smo zagotovili zahtevano gostoto snemanja 5 točk na m², glede na terenske razmere. Ostale nastavitve LiDAR snemanja so prikazane v sliki 4. Plan LiDAR snemanja smo izdelali s pomočjo programske opreme



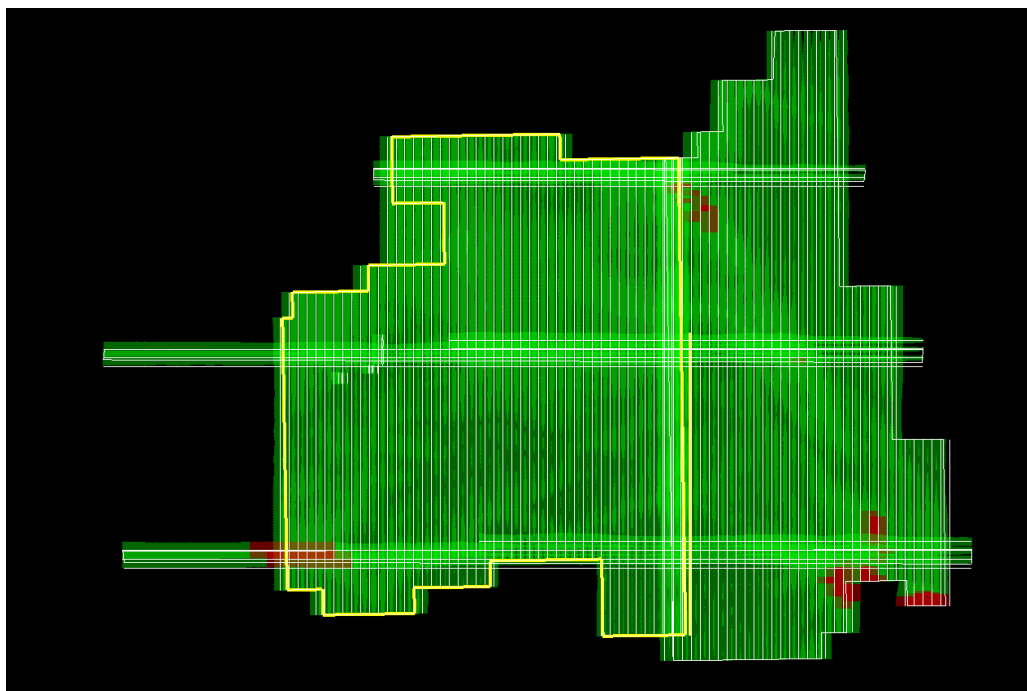
ALTM NAV 2.1.19 in Google Zemlja. Zaradi oblike območja B21 smo planirali prelet v enem kosu z tremi prečnimi linijami (Slika 2).



Slika 2: plan LiDAR snemanja

1.2 Izvedeno snemanje

- LiDAR snemanje se je izvedlo po planu. Vso območje je v celoti pokrito, kar je razvidno iz slike 3 katera prikazuje izvedeno LiDAR snemanje (Swath).



Slika 3: izvedeno LiDAR snemanje (Swath)

74 Plan Survey Grid

☐ Lock Flight Lines

Add New Area Import Areas Remove Area

Create Plan from File Export to KML

Active Area

Area 1 of 8

Draw Area Edit Corners Generate Box Load Area from File

Pass Orientation

Optimize ☐ 0 30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 360

Flight Profile		LIDAR Settings		Camera Settings	
Altitude (m AGL)	650	System PRF (kHz)	142.00	Photo Overlap (%)	30
Pass Heading (deg)	0	Scan Freq (Hz)	45	Line Spacing	1
Overlap (%)	30	Scan Angle +/-	21	Line Overlap (%)	33.98
Speed (m/s)	43.7	Scan Offset	0	Pixel Size X (m)	0.097
Turn Time (min)	2.5	Desired Res (m)	0.392	Pixel Size Y (m)	0.097
Passes	47	CT Res	0.316	Trigger Dist (nmil)	0.15
Pass Spacing (m)	348.95	DT Res	0.486	Trigger Time (sec)	6.37
Min DEM Altitude	0	PPM^2	6.51		
Max DEM Altitude	0	Scan Cutoff (deg)	0.02		
		Swath (m)	498.5		

Survey Totals

Total Passes	97	Total Length (km)	1641.305	Swath Area (km^2)	572.734
Total Frames	5893	Total Flight Time	14:50:04	AOI Area (km^2)	470.999
				Total Laser Time	10:25:35

Costs

☐ Use Swath Area Cost per Acre 0 Area Cost \$0

☒ Use AOI Area Cost per Hour 0 Time Cost \$0

Options Errors DEM Tools Apply Apply to All Areas Help Close

Slika 4: LiDAR nastavitve za blok B21



2 UPORABLJENA STROJNA OPREMA IN TEHNIČNI PODATKI

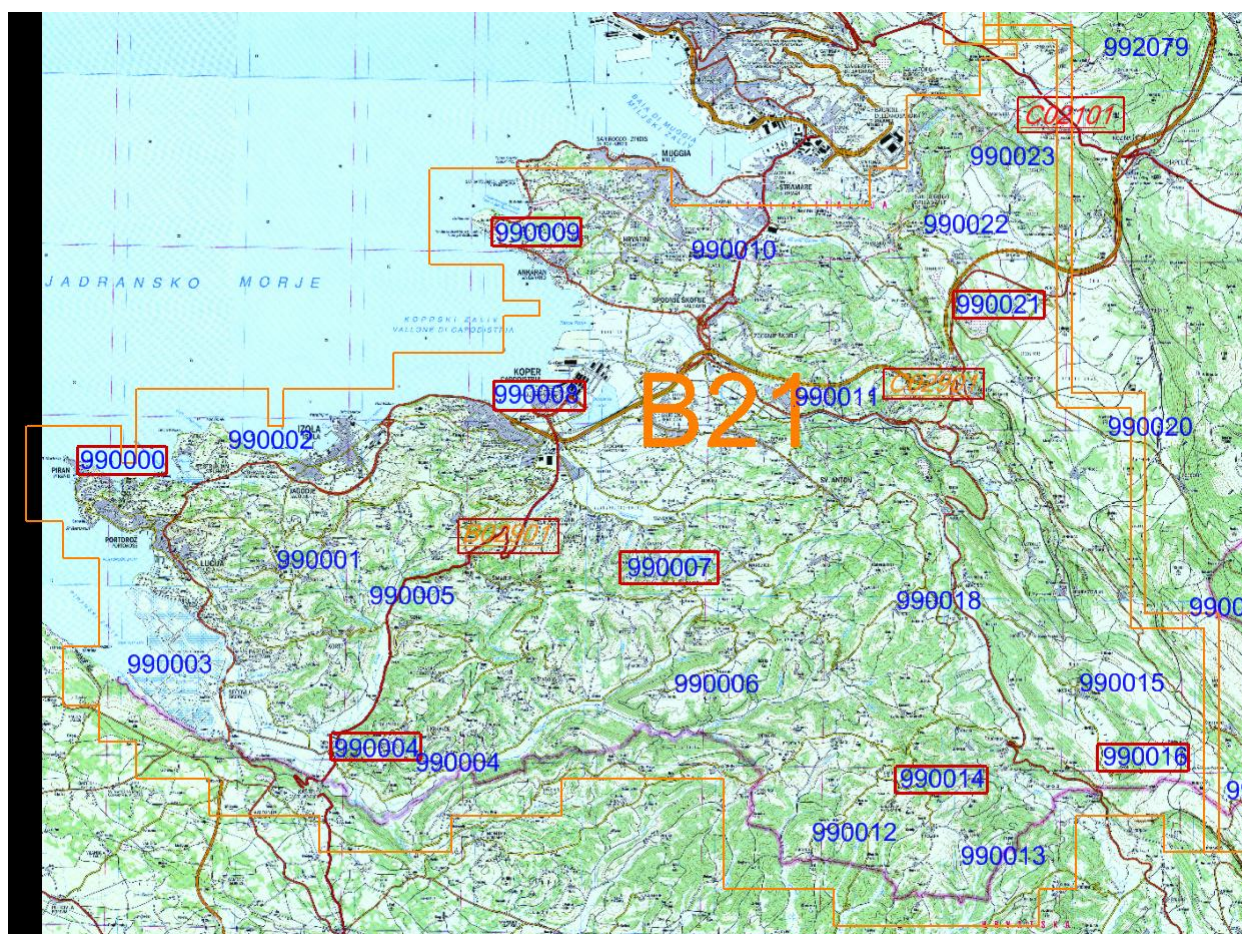
Snemanje smo izvedli s strojno opremo:

LiDAR senzorjem Optech ALTM Gemini167 – tehnični podatki so v mapi:
LiDAR_IZDELKI\TEHNICNO\TEHNICNI_PODATKI\LiDAR_PODATKI.doc

Letalo: PILATUS P-6 reg.: S5 CMA

3 OSLONILNE IN KOTROLNE TOČKE

Na terenu smo izmerili iz GNSS metodo za vsak blok kontrolne (KT) in oslonilne točke (OT).



Slika 5: območja posnetih OT in KT za blok B21

Oslonilne točke (OT) smo uporabili za aerotriangulacijo in orientacijo LiDAR-ja. Kontrolne točke (KT) smo uporabili za izračun natančnosti LiDAR točk (RMSE). V tehnični dokumentaciji je zahtevana določitev najmanj 9 oslonilnih točk in dveh območjih kontrolnih točk za vsak blok.. Na sliki 6 so prikazana območja posnetih OT (rdeča) in KT (oranžna) za blok A6 ter stare (modra). Na terenu smo, če le bilo le mogoče za OT posneli jaške.



Tam kjer ni bilo možnosti smo izbrali vogal bele črte na asfaltu ali katero drugo razliko v kontrastu. Za KT smo posneli štiri območja oz. lokacije po 25 točk v mreži 5 x 5 m za štiri različne tipe pokrovnosti:

- **Pokrovnost_1:** na terenu smo izbirali le gladke asfaltne površine (ceste, igrišča...). V tehnični dokumentaciji je zahtevana le pri tej pokrovnosti preverjanje tudi ravninske natančnosti in da se izračuna RMSE v datoteki RAVNINSKA_kontrola.XLS (priloga 7.5). Iz naših izkušenj smo za potrebe izračuna ravninske natančnosti na terenu posneli vogale strehe objekta in to na večjih lokacijah, predvsem tam kjer smo posneli OT in KT. Tako smo zagotovili boljšo ravninsko natančnost za celotno območje bloka. V naši praksi (in ta postopek priporoča tudi tehnična ekipa programske opreme TerraSolid za obdelavo LiDAR točk) se je izkazalo, da je za ravninsko kontrolo najbolje posneti na terenu štiri vogale strehe in jih primerjati z LiDAR točkami. Postopek izračuna je prikazan v poglavju (6.2 Digitalni model reliefa).
- **Pokrovnost_2:** na terenu smo izbirali travnike in ostale travne površine do višine 1 m.
- **Pokrovnost_3:** na terenu smo izbirali grmičevje in nizka drevesa do višine 3 m.
- **Pokrovnost_4:** na terenu smo izbirali območja, kjer so poraščena s drevesi višjimi od 3 m.

Za vse 4 različne tipe pokrovnosti smo primerjali LiDAR točke z terensko izmerjenimi višinami in izračunali RMSE. Poročila izračunanih višinske in ravninske natančnosti smo predali v mapi: NOTRANJA_KONTROLA_6.2_RAVNINSKA_VISINSKA. Vse lokacije različnih pokrovnosti smo fotografirali. Na slikah je prikazana merska lata z prepoznavno označbo na 1 metru. Vse fotografije smo predali v digitalni obliki v mapi: ELABORAT_OT in KT.

Snemanje OT in KT na terenu smo izvedli z GPS-i Leica GPS System 500. Za preračun OT in KT smo uporabili Leica Geo Office 7.0.1.0. Za vsak izračun le teh smo uporabili RINEX podatke, katere smo pridobivali iz omrežja SIGNAL.

- Opis ID za OT in KT

Primer OT:

G071010001

G07 – ime nove trigonometrične sekcije
101 – za oslonilne točke
0001 – zaporedna številka

Primer KT:

J119010001

J11 – ime nove trigonometrične sekcije
901 – za kontrolne točke
001 – zaporedna številka



OT in KT katere smo uporabili za preračun ravninske in višinske natančnosti smo predali v mapi: ELABORAT_OT_KT. V njej se nahajajo mape po blokih in v vsaki mapi so datoteke:

- ✚ B21_OT_KT. XLS
- ✚ topografije vsake točke v .pdf
- ✚ Mapa SLIKE (v njej so fotografije pokrovnosti)

4 OBDELAVA LiDAR PODATKOV

4.1 Izračun linij preletov - (SBET)

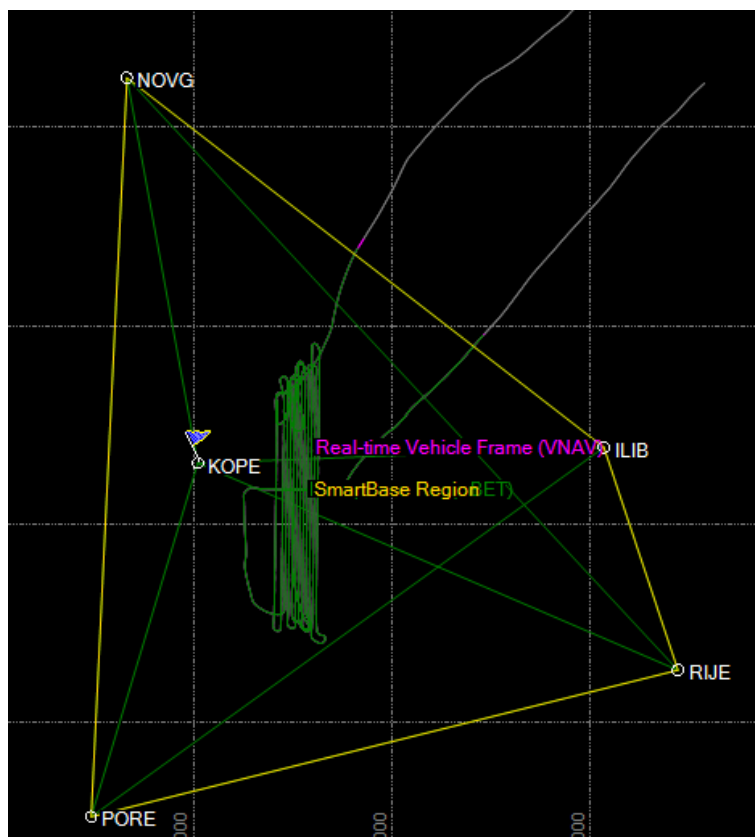
Po opravljenem LiDAR snemanju smo prenesli surove podatke v PC za nadaljno obdelavo. Prenesene imamo podatke:

- RANGE datoteka – podatki iz laserja (razdalja, kot, čas, intenziteta odboja)
- POS datoteka – podatki o položaju

Linije preletov – SBET (Smoothed Best Estimated Trajectory) smo izračunali v programski opremi Applanix PosPac, verzija 5.3.3838.25021, Service Pack 3. Program potrebuje podatke najmanj 4 GPS referenčnih postaj. Na podlagi območja preletov in pokritosti le teh z GPS referenčnimi postajami, program preračuna virtualno referenčno postajo nekje na sredini območja preletov. S pomočjo omrežja SIGNAL smo prenesli RINEX podatke kateri imajo 24 urno opazovanje z 1 s intervalom in broadcast ephemeride za referenčne postaje: NOVG, ILIB, RIJE, PORE in KOPE.

Program sedaj na podlagi podatkov o položaju (POS datoteka) katera vsebuje:

- DGPS – merjeni podatki (ϕ , λ , h)_{WGS} in broadcast efemeride (RINEX datoteka)
 - INS – podatki o orientaciji letala: roll (zasuk), pitch (nagib), heading (naklon)
- in RINEX podatkov referenčnih postaj preračuna linije preleta (SBET).



Slika 6: Linije preletov (en dan) in GPS referenčne postaj

4.2 Izračun oblaka točk delovišča (LAS)

Obdelavo smo nadaljevali v programski opreml Optech LMS (Lidar Mapping verzija 2.0.2.). Preračunane SBET-e in surove podatke RANGE (podatki lidarja) ter podatke o kalibraciji (RES), ki jo uporabljamo na priporočilo proizvajalca LiDAR sistema in programske opreme Optech. Priporočilo je, da se opravi kalibracija LiDAR – ja le v primeru, ko programska oprema LMS ne daje zaželenih rezultatov ali popravki naraščajo v isti smeri. Parametri kalibracije instrumenta se zapišejo v datoteko LCP. Prečne linije (cross strip) so prvič uporabljene v programski opreml Optech LMS, kateri izračuna in prilagodi LiDAR točke. Iskanje popravkov LiDAR točk v LMS-ju poteka avtomatično z priporočenimi nastavitvami ima le dve zahtevi: v vsakem poletu mora biti preletena minimalno ena prečna linija ter, da številko te prečne linije vpišemo v potrebna polja. Mi smo izvedli tri prečne prelete, na začetku, sredini in na koncu preleta. Drugič smo uporabili prečne linije v programski opreml TerraSolid za izračun popravkov in kontrolo natančnosti LiDAR točk. V programski opreml LMS izvedemo popravke na posameznih linijah. Nato nadaljujemo postopek v programski opreml TerraMatch, verzija 11. V TerraMatch vnesemo LiDAR točke dobljene iz LMS programa. TerraMatch dela na t.i. Tie linijah, ki jih tvori namesto točk in jih primerja med seboj. Na podlagi teh primerjav izračuna popravke za celotno območje. Nato vnesemo še kontrolne točke merjene na terenu in jih primerjamo z LiDAR točkami. Ti postopki so že tako dovršeni, da zadnje čase LiDAR točke ne rabijo popravkov.

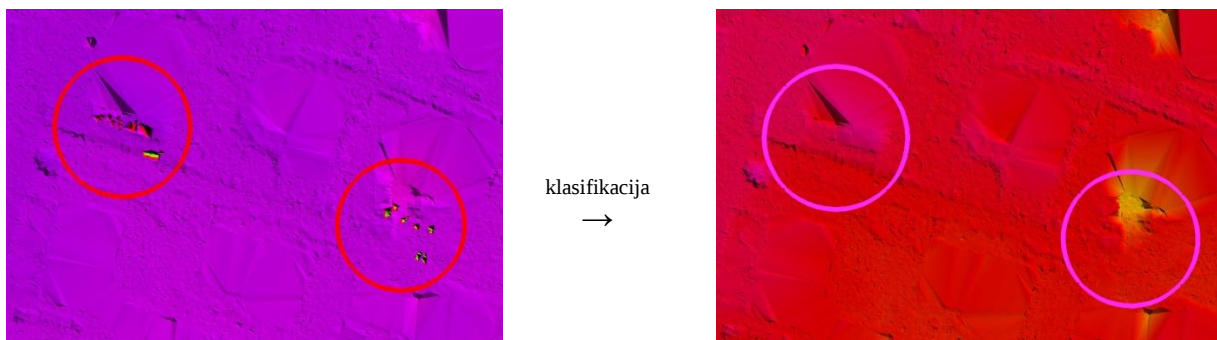


Georeferenciranje LiDAR podatkov je bilo sledeče. Surovi LiDAR podatki so v WGS84 koordinatnem sistemu in takšne uvozimo v Applanix PosPac. Tu jih obdelujemo v lokalnem sistemu D96/TM, ker je obdelava vezana na GPS referenčne postaje. Podatke izvozimo v WGS84 in jih uvozimo take v Optech LMS. Iz LMS jih izvozimo v UTM v koordinatnem sistemu. LiDAR podatke nato uvozimo v TerraSolid in pri uvozu transformiramo podatke v željen lokalni koordinatni sistem. V našem primeru v D96/TM. V TerraSolidu spustimo točke na željen geoid.

4.3 Filtracija in klasifikacija LiDAR točk

V postopku filtriranja smo ločili nezaželene informacije od zaželenih. V postopku klasifikacije smo razvrstili zaželeno informacijo v razrede. Oblak točk večinoma vsebuje točke, ki odstopajo od ostalih, to so t.i. *šumi* in predstavljajo nezaželene informacije, ki jih je potrebno filtrirati. Filtracija je v bistvu klasifikacija, kjer nezaželene točke razvrstimo v nezaželene razrede (nizke točke pod reliefom, visoke točke v zraku).

Obstaja več algoritmov za izvedbo klasifikacije. Glede na količino podatkov in na čas, ki ga potrebujemo za klasifikacijo, se je izkazal kot zelo učinkovit algoritem, ki deluje na osnovi iskanja najnižjih točk v okolici in obravnava le teh, kot talne točke. Pri tem se ustvarja najbolj prilegajoča se površina DMR kateri se dodajajo točke, ki se le tej najbolj prilegajo.



Slika 7: prikaz filtriranja: levo – nizke točke so definirane kot zemeljske točke; desno – nizke točke so iz zemeljskih točk klasificirane v nizke točke

Klasifikacijo smo izvedli na sledeč način:

Klasificirane vrednosti	Pomen
0	Ustvarjena vendar nikoli klasificirana
1	neklasificirana
2	teren (tla, ang. »bare earth«)
3	nizka vegetacija, do 1 m
4	srednja vegetacija, 1 m do 3 m
5	visoka vegetacija, nad 3 m



6	zgradbe
7	nizka točka (šum)
8	ključne točke modela
9	voda
12	točke iz prekrivajočih se pasov

Klasifikacijo točk smo izvedli s t.i. macrojem, ki omogoča avtomatizacijo več procesov in se izvedejo po zaporedju, katerega smo definirali. Po avtomatizaciji smo izvedli tudi ročno klasificiranje, t.i. čiščenje modela. Avtomatizacija se izkaže problematična v izredno gosto naseljenih in z vegetacijo bogatih območjih, kjer je čiščenje modela nujno potrebno.

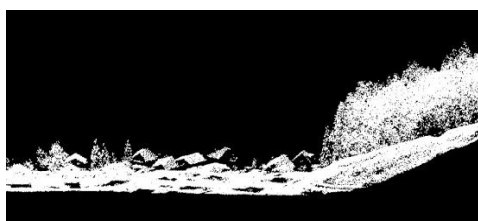
Klasifikacija se je izvedla po podatkih prikazanih v zgornji tabeli.

Vrednost 8 – ključne točke modela (model key points) smo naredili po dogovoru s naročnikom in izvozili ključne točke modela iz terenskih točk z algoritmom 15_15_20.

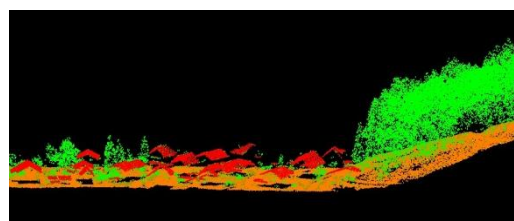
Algoritem izbere točke po višini na vsakih 15 cm v pozitivno in negativno od preračunane povprečne vrednosti. Če na območju večjem od 20 m ni terenskih višinskih razlik večjih od 15 cm, algoritem sam določi točko na vsakih 20 m. Vrednost 8 – ključne točke modela smo zapisali posebej v datoteko .LAS, da se ohranijo vsi podatki (terenskih in ključnih točk terena), za mogoč kasnejši drugačen preračun. Podatki so v mapi:

LiDAR_IZDELKI\GKOT\KTT_15_15_20\D96TM:

✚ KTT_387_43.las



klasifikacija



Slika 8: levo: vse točke so v istem razredu;

desno: rjavo – zemeljske točke, rdeče – zgradbe, temno zeleno – nizka vegetacija, svetlo zeleno – visoka vegetacija

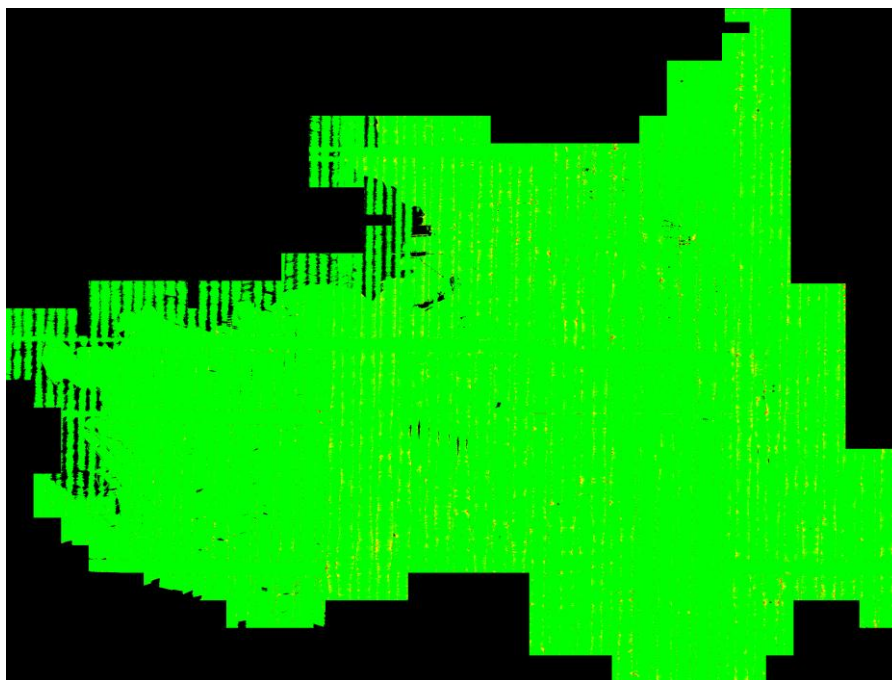
Filtracijo in klasifikacijo LiDAR točk smo izvedli v programski opremi TerraSolid verzija 11.

5 NOTRANJA KONTROLA KAKOVOSTI

5.1 Georeferenciran oblak točk

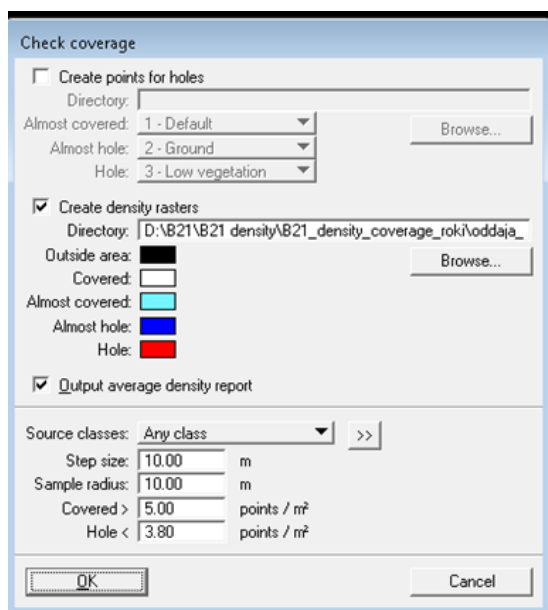
- Kontrolo pokritosti smo izvedli s programsko opremo TerraSolid. Kontrola pokritosti je v mapi: NOTRANJA_KONTROLA\6.1_POKRITOST\

✚ B21_POKRITOST.tif in tfw



Slika 9: kontrola pokritosti LIDAR točk

- Kontrolo gostote smo izvedli v programski opremi TerraSolid. Kontrolo smo izvedli po blokih 1000 m x 1000 m na vseh točkah. Nastavitve kontrole so prikazane v sliki 10. Kontrola se je zajemala s 10 m x 10 m korakom. Rezultat kontrole gostote po blokih je srednja vrednost 13,77 točk na blok velikosti 1000 m x 1000 m. Kontrola gostote je v mapi: NOTRANJA_KONTROLA\6.1_GOSTOTA:
report_gostote_B21.txt



Slika 10: nastavitve za kontrolo gostote



5.2 Digitalni model reliefa

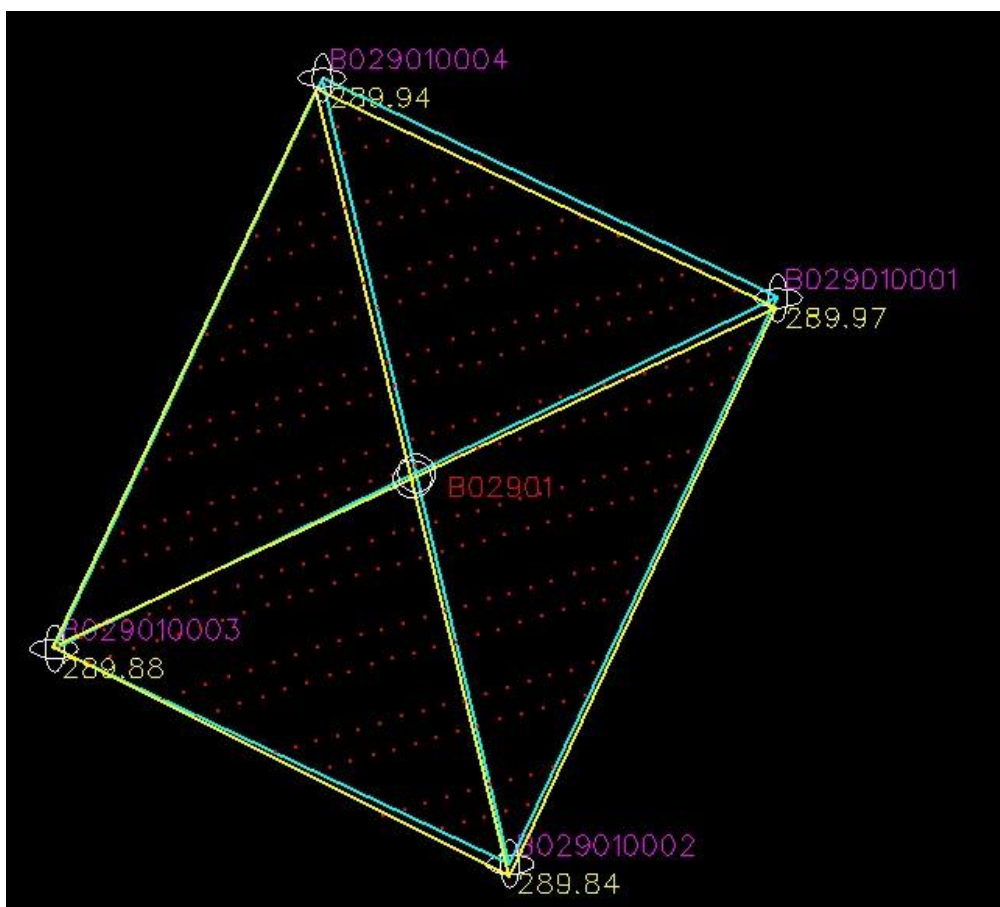
- Izvedli smo ravninsko in višinsko kontrolo na območjih štirih različnih pokrovnostih, kot je zahtevano v tehnični dokumentaciji.

Ravninsko kontrolo smo izvedli tako, da smo na terenu posneli vogale strehe in te podatke primerjali z LiDAR točkami. Ta postopek je priporočen tudi s strani TerraSolida. Vogale strehe posnete na terenu smo povezali z linijo, nato smo povezali diagonalami in dobili na preseku diagonal srednjo vrednost terenske meritve. Postopek smo ponovili za LiDAR točke. Točki preseka diagonal sta prikaz ravninskega odstopanja terenskih in LiDAR točk (Slika). Prikaz vseh območij ravninske kontrole so v datoteki, ravninska kontrola.dwg. Dobljeni koordinati preseka obeh diagonal smo vstavili v datoteko RAVNINSKA_kontrola.XLS in izračunali vrednost RMSE.

Izračun in rezultati so v mapi:

NOTRANJA_KONTROLA_6.2_RAVNINSKA_VISINSKA:

- 7.4_Priloga_D_Kontrola_natacnosti.xls
- ravninska_kontrola.dwg



Slika 11: Primer ravninske kontrole



Tabela ravninske kontrole LIDAR točk:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
številka točke	opis točke	x GNSS	x LIDAR	razlika v x	(razlika v x) ²	y GNSS	y LIDAR	razlika v y	(razlika v y) ²	(razlika v x) ² + (razlika v y) ²
B02901	Diagonal e strehe	398486.1548	398486.1017	0.0531	0.00281961	42731.489	42731.4136	0.0754	0.00568516	0.00850477
C02901	Diagonal e strehe	411947.0541	411946.9972	0.0569	0.00323761	48310.3059	48310.4619	-0.156	0.024336	0.02757361
C02101	Diagonal e strehe	415121.072	415121.1331	-0.0611	0.00373321	53953.1578	53953.0493	0.1085	0.01177225	0.01550546
									vsota	0.05158384
									povprečje	0.017194613
									RMSE	0.131128232
									dovoljen RMSE	0.3
									MIN	0.00568516
									MAX	0.024336
									srednji odklon	0.013931137
									mediana	0.01177225

- Višinsko kontrolo smo izvedli v programski opremi TerraSolid. Dobljene podatke smo vstavili v datoteko 7.4_Priloga_D_Kontrola_natančnosti (Priloga_D-visinska).xls. datoteka se nahaja v mapi:
NOTRANJA_KONTROLA_6.2_RAVNISKA_VISINSKA:
 7.4_Priloga_D_Kontrola_natacnosti.xls

Tabela višinske kontrole

A	B	C	D	E	F
številka točke	opis točke	H GNSS	H LIDAR	razlika v H	(razlika v H) ²
990004	Rob talne oznake	58.907	58.93	-0.023	0.000529
990007	Konec asfalta	216.448	216.44	0.008	6.4E-05
990008	Signal - zelena točka	46.681	46.64	0.041	0.001681
990009	Center okrogle plosve	66.528	66.41	0.118	0.013924
990014	Center oznake na igrišču	520.651	520.57	0.081	0.006561
990016	Signal - zelena točka	223.999	223.98	0.019	0.000361
990021	Vrhni rob talne oznake	380.033	380.03	0.003	9E-06
B029010005	TRAVNIK	294.774	294.72	0.054	0.002916
B029010006	TRAVNIK	294.684	294.64	0.044	0.001936
B029010007	TRAVNIK	294.676	294.74	-0.064	0.004096
B029010008	TRAVNIK	294.647	294.64	0.007	4.9E-05
B029010009	TRAVNIK	294.667	294.65	0.017	0.000289
B029010010	TRAVNIK	294.458	294.41	0.048	0.002304
B029010011	TRAVNIK	294.529	294.48	0.049	0.002401
B029010012	TRAVNIK	294.517	294.43	0.087	0.007569
B029010013	TRAVNIK	294.499	294.43	0.069	0.004761
B029010014	TRAVNIK	294.538	294.57	-0.032	0.001024



B029010015	TRAVNIK	294.362	294.33	0.032	0.001024
B029010016	TRAVNIK	294.253	294.22	0.033	0.001089
B029010017	TRAVNIK	294.262	294.22	0.042	0.001764
B029010018	TRAVNIK	294.284	294.26	0.024	0.000576
B029010019	TRAVNIK	294.224	294.19	0.034	0.001156
B029010020	TRAVNIK	294.194	294.18	0.014	0.000196
B029010021	TRAVNIK	294.244	294.26	-0.016	0.000256
B029010022	TRAVNIK	294.163	294.16	0.003	9E-06
B029010023	TRAVNIK	294.152	294.16	-0.008	6.4E-05
B029010024	TRAVNIK	294.288	294.3	-0.012	0.000144
B029010025	TRAVNIK	294.143	294.16	-0.017	0.000289
B029010026	TRAVNIK	294.103	294.09	0.013	0.000169
B029010027	TRAVNIK	294.073	294.07	0.003	9E-06
B029010028	TRAVNIK	294.159	294.15	0.009	8.1E-05
B029010029	TRAVNIK	294.158	294.15	0.008	6.4E-05
B029010030	GRM	294.35	294.42	-0.07	0.0049
B029010031	GRM	294.306	294.43	-0.124	0.015376
B029010033	GRM	293.904	293.93	-0.026	0.000676
B029010034	GRM	293.625	293.71	-0.085	0.007225
B029010035	GRM	293.146	293.12	0.026	0.000676
B029010036	GRM	293.223	293.21	0.013	0.000169
B029010037	GRM	293.057	293.03	0.027	0.000729
B029010038	GRM	292.893	292.89	0.003	9E-06
B029010039	GRM	293.626	293.56	0.066	0.004356
B029010040	GRM	293.874	293.87	0.004	1.6E-05
B029010041	GRM	293.978	293.97	0.008	6.4E-05
B029010042	GRM	293.585	293.52	0.065	0.004225
B029010043	GRM	293.653	293.68	-0.027	0.000729
B029010044	GRM	293.788	293.83	-0.042	0.001764
B029010045	GRM	293.856	293.86	-0.004	1.6E-05
B029010046	GRM	294.072	294.05	0.022	0.000484
B029010047	GRM	294.085	294.16	-0.075	0.005625
B029010048	GRM	294.012	294.23	-0.218	0.047524
B029010049	GRM	293.968	294.25	-0.282	0.079524
B029010050	GRM	293.533	293.71	-0.177	0.031329
B029010051	GRM	293.547	293.61	-0.063	0.003969
B029010052	GRM	294.189	294.25	-0.061	0.003721
B029010053	GRM	294.171	294.29	-0.119	0.014161
B029010054	IGRISCE	305.985	305.84	0.145	0.021025
B029010055	IGRISCE	305.938	305.82	0.118	0.013924
B029010056	IGRISCE	305.895	305.87	0.025	0.000625
B029010057	IGRISCE	305.855	305.74	0.115	0.013225
B029010058	IGRISCE	305.808	305.67	0.138	0.019044
B029010059	IGRISCE	305.764	305.68	0.084	0.007056
B029010060	IGRISCE	305.805	305.71	0.095	0.009025
B029010061	IGRISCE	305.822	305.75	0.072	0.005184
B029010062	IGRISCE	305.84	305.78	0.06	0.0036
B029010063	IGRISCE	305.889	305.78	0.109	0.011881



B029010064	IGRISCE	305.81	305.63	0.18	0.0324
B029010065	IGRISCE	305.757	305.69	0.067	0.004489
B029010066	IGRISCE	305.714	305.66	0.054	0.002916
B029010067	IGRISCE	305.69	305.58	0.11	0.0121
B029010068	IGRISCE	305.642	305.55	0.092	0.008464
B029010069	IGRISCE	305.548	305.48	0.068	0.004624
B029010070	IGRISCE	305.574	305.51	0.064	0.004096
B029010071	IGRISCE	305.617	305.56	0.057	0.003249
B029010072	IGRISCE	305.663	305.64	0.023	0.000529
B029010073	IGRISCE	305.711	305.67	0.041	0.001681
B029010074	IGRISCE	305.634	305.55	0.084	0.007056
B029010075	IGRISCE	305.586	305.52	0.066	0.004356
B029010076	IGRISCE	305.545	305.46	0.085	0.007225
B029010077	IGRISCE	305.479	305.44	0.039	0.001521
B029010078	IGRISCE	305.439	305.36	0.079	0.006241
B029010079	GOZD	253.372	253.19	0.182	0.033124
B029010080	GOZD	252.8	252.84	-0.04	0.0016
B029010081	GOZD	254.17	254.18	-0.01	0.0001
B029010082	GOZD	254.815	254.85	-0.035	0.001225
B029010083	GOZD	254.756	254.79	-0.034	0.001156
B029010084	GOZD	254.392	254.41	-0.018	0.000324
B029010085	GOZD	254.072	254.14	-0.068	0.004624
B029010086	GOZD	254.203	254.21	-0.007	4.9E-05
B029010087	GOZD	254.556	254.66	-0.104	0.010816
B029010088	GOZD	254.306	254.19	0.116	0.013456
B029010089	GOZD	252.372	252.35	0.022	0.000484
B029010090	GOZD	252.313	252.39	-0.077	0.005929
B029010091	GOZD	252.004	252.23	-0.226	0.051076
C021010003	Vogal jaška	504.271	504.11	0.161	0.025921
C021010004	Vogal jaška	504.243	504.01	0.233	0.054289
C021010005	Sredina kvadratnega jaška	504.244	504.04	0.204	0.041616
C021010006	CRTA	503.412	503.29	0.122	0.014884
C021010007	CRTA	503.38	503.23	0.15	0.0225
C021010008	CRTA	503.377	503.23	0.147	0.021609
C021010009	CRTA	503.426	503.28	0.146	0.021316
C02901005	GRM	381.299	381.24	0.059	0.003481
C02901006	GRM	381.673	381.63	0.043	0.001849
C02901007	GRM	382.065	382.06	0.005	2.5E-05
C02901008	GRM	382.247	382.21	0.037	0.001369
C02901009	GRM	382.303	382.27	0.033	0.001089
C02901010	GRM	381.906	381.82	0.086	0.007396
C02901011	GRM	381.875	381.97	-0.095	0.009025
C02901012	GRM	381.789	381.79	-0.001	1E-06
C02901013	GRM	381.56	381.61	-0.05	0.0025
C02901014	GRM	381.205	381.18	0.025	0.000625
C02901015	GRM	382.019	382.04	-0.021	0.000441
C02901016	GRM	382.255	382.25	0.005	2.5E-05
C02901017	GRM	382.514	382.6	-0.086	0.007396



C02901018	GRM	382.555	382.52	0.035	0.001225
C02901019	GRM	382.733	382.66	0.073	0.005329
C02901020	GRM	382.927	382.9	0.027	0.000729
C02901021	GRM	382.93	382.98	-0.05	0.0025
C02901022	GRM	382.741	382.81	-0.069	0.004761
C02901023	GRM	382.623	382.6	0.023	0.000529
C02901024	GRM	382.523	382.54	-0.017	0.000289
C02901025	GRM	382.054	382.13	-0.076	0.005776
C02901026	GRM	381.671	381.7	-0.029	0.000841
C02901027	GRM	381.129	381.21	-0.081	0.006561
C02901028	GRM	381.057	381.05	0.007	4.9E-05
C02901029	GRM	381.004	381.12	-0.116	0.013456
C02901030	GRM	380.694	380.74	-0.046	0.002116
C02901031	TRAVNIK	380.379	380.31	0.069	0.004761
C02901032	TRAVNIK	380.537	380.52	0.017	0.000289
C02901033	TRAVNIK	380.669	380.65	0.019	0.000361
C02901034	TRAVNIK	380.924	380.9	0.024	0.000576
C02901035	TRAVNIK	381.115	381.02	0.095	0.009025
C02901036	TRAVNIK	380.649	380.59	0.059	0.003481
C02901037	TRAVNIK	380.565	380.61	-0.045	0.002025
C02901038	TRAVNIK	380.34	380.36	-0.02	0.0004
C02901039	TRAVNIK	380.261	380.22	0.041	0.001681
C02901040	TRAVNIK	380.133	380.1	0.033	0.001089
C02901041	TRAVNIK	380.038	380.04	-0.002	4E-06
C02901042	TRAVNIK	380.147	380.07	0.077	0.005929
C02901043	TRAVNIK	380.124	380.07	0.054	0.002916
C02901044	TRAVNIK	380.217	380.13	0.087	0.007569
C02901045	TRAVNIK	380.247	380.22	0.027	0.000729
C02901046	TRAVNIK	379.832	379.8	0.032	0.001024
C02901047	TRAVNIK	379.742	379.76	-0.018	0.000324
C02901048	TRAVNIK	379.656	379.68	-0.024	0.000576
C02901049	TRAVNIK	379.667	379.55	0.117	0.013689
C02901050	TRAVNIK	379.715	379.67	0.045	0.002025
C02901051	TRAVNIK	379.435	379.37	0.065	0.004225
C02901052	TRAVNIK	379.367	379.36	0.007	4.9E-05
C02901053	TRAVNIK	379.327	379.29	0.037	0.001369
C02901054	TRAVNIK	379.38	379.39	-0.01	1E-04
C02901055	TRAVNIK	379.339	379.19	0.149	0.022201
C02901057	GOZD	339.033	338.94	0.093	0.008649
C02901058	GOZD	338.489	338.47	0.019	0.000361
C02901059	GOZD	338.112	338.11	0.002	4E-06
C02901060	GOZD	337.765	337.86	-0.095	0.009025
C02901061	GOZD	338.385	338.33	0.055	0.003025
C02901062	GOZD	338.539	338.66	-0.121	0.014641
C02901063	GOZD	338.78	338.66	0.12	0.0144
C02901064	GOZD	339.208	339.1	0.108	0.011664
C02901065	GOZD	339.556	339.57	-0.014	0.000196
C02901066	GOZD	340.6	340.53	0.07	0.0049



C02901067	GOZD	340.378	340.54	-0.162	0.026244
C02901068	GOZD	340.304	340.51	-0.206	0.042436
C02901069	GOZD	341.595	341.61	-0.015	0.000225
C02901070	GOZD	341.468	341.48	-0.012	0.000144
C02901071	GOZD	341.035	341.05	-0.015	0.000225
C02901072	GOZD	340.355	340.33	0.025	0.000625
C02901073	GOZD	339.878	339.82	0.058	0.003364
C02901074	GOZD	339.106	339.08	0.026	0.000676
C02901075	GOZD	339.299	339.26	0.039	0.001521
C02901076	GOZD	340.643	340.66	-0.017	0.000289
C02901077	GOZD	340.776	340.79	-0.014	0.000196
C02901078	GOZD	341.15	341.19	-0.04	0.0016
C02901079	GOZD	341.827	341.94	-0.113	0.012769
C02901080	GOZD	342.142	342.13	0.012	0.000144
C02901081	GOZD	347.689	347.6	0.089	0.007921
C02901082	CE	347.709	347.62	0.089	0.007921
C02901083	CE	347.712	347.63	0.082	0.006724
C02901085	CE	347.655	347.63	0.025	0.000625
C02901086	CE	347.783	347.72	0.063	0.003969
C02901087	CE	347.864	347.85	0.014	0.000196
C02901088	CE	347.889	347.8	0.089	0.007921
C02901089	CE	347.948	347.9	0.048	0.002304
C02901090	CE	348.077	348.08	-0.003	9E-06
C02901091	CE	348.048	348.05	-0.002	4E-06
C02901092	CE	347.964	347.85	0.114	0.012996
C02901093	CE	347.796	347.69	0.106	0.011236
C02901094	CE	347.683	347.5	0.183	0.033489
C02901096	CE	347.969	347.91	0.059	0.003481
C02901097	CE	348.118	348.1	0.018	0.000324
C02901098	CE	348.232	348.17	0.062	0.003844
C02901099	CE	348.29	348.25	0.04	0.0016
C02901100	CE	348.503	348.46	0.043	0.001849
C02901101	CE	348.324	348.26	0.064	0.004096
C02901102	CE	348.194	348.12	0.074	0.005476
C02901103	CE	348.008	347.94	0.068	0.004624
C02901105	CE	348.083	348.02	0.063	0.003969
C02901106	CE	348.316	348.21	0.106	0.011236
C02901107	CE	348.454	348.31	0.144	0.020736
C02901108	CE	348.538	348.39	0.148	0.021904
C02901109	CE	348.719	348.6	0.119	0.014161
				vsota	1.332003
				povprečje	0.00662688
				RMSE	0.08140565
				dovoljena RMSE	0.1
				MIN	-0.282
				MAX	0.233
				srednji odklon	0.02411443
				mediana	0.026



6 TRANSFORMACIJA

Izdelke: GKOT, DMR1, OTR, PAS iz DMR1 in PAS iz OTR ter KTT_15_15_20 smo transformirali iz novega koordinatnega sistema D96TM v stari koordinatni sistem D48GK. Transformacijo smo izvedli s pomočjo trikotniško zasnovane odsekoma afine ravninske transformacije. Na podlagi 899 virtualnih veznih točk, različica 3.0 katere smo dobili iz GURS-a, smo tvorili Delaunayjeve trikotnike in dobili 1776 trikotnikov. Tem trikotnikom smo izračunali transformacijske parametre. Razvili smo dva računalniška programa, enega za transformacijo ASCII datotek, drugi pa za transformacijo LAS datotek. Programa delujeta tako, da najprej ugotovita položaj vsake točke (v katerem trikotniku je točka) in nato uporabita transformacijske parametre za vsak ustrezen trikotnik.

7 LiDAR IZDELKI

7.1 Georeferenciran oblak točk laserskega skeniranja – GOT in georeferenciran in klasificiran oblak točk GKOT

- Izdelali smo **GOT** za blok B21 z gostoto 5 točk na m² v novem koordinatnem D96/TM, h – (GRS80, elipsoidne višine) in ga razdelili na datoteke po 2GB. Podatki so v mapi: LiDAR_IZDELKI\GOT:
📁 1.las
- Izdelali smo **GKOT** za blok B21 v koordinatnih sistemu D96/TM in jih razrezali na bloke pridobljene s strani naročnika (1000 m X 1000 m). Podatki in pregledna karta so v mapi: LiDAR_IZDELKI\GKOT\D96TM:
📁 TM_387_42.las

S pomočjo trikotniške transformacije smo GKOT transformirali iz koordinatnega sistema D96TM v koordinatni sistem D48GK. Podatki in pregledna karta so v mapi:

LiDAR_IZDELKI\GKOT\D48GK:

📁 GK_387_42.las



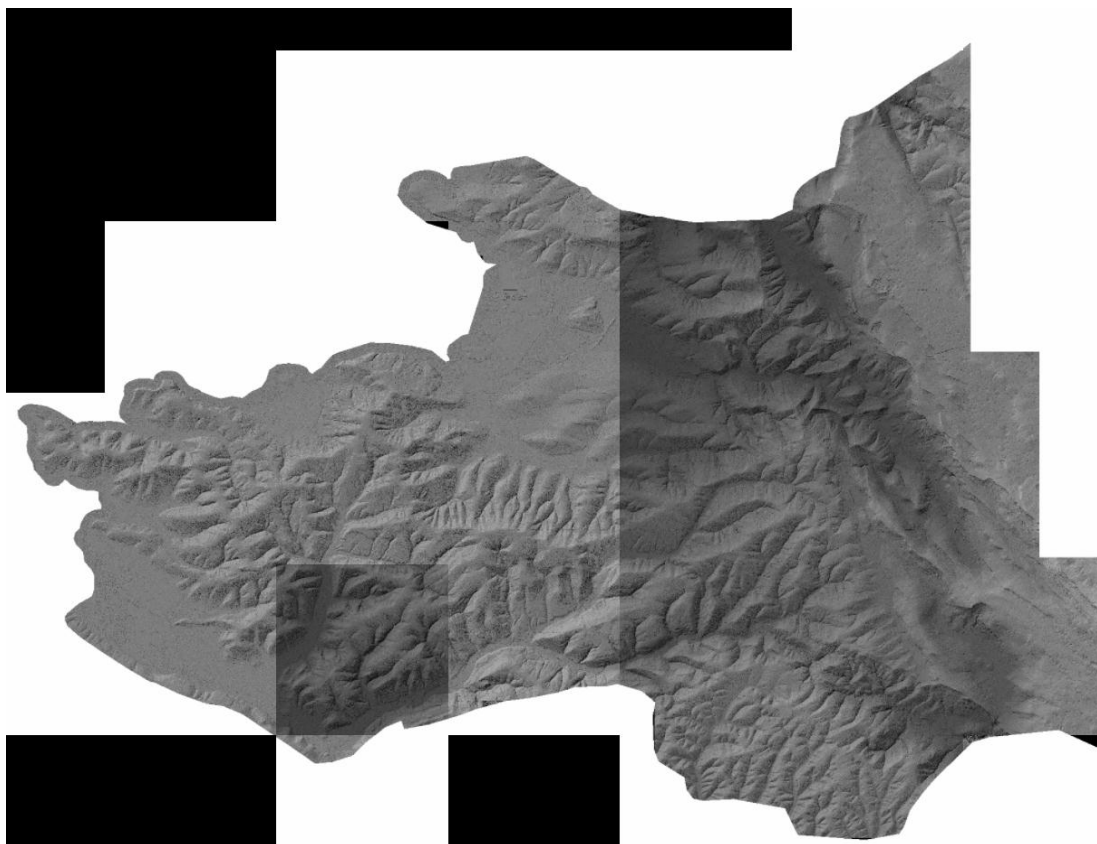
7.2 Digitalni model reliefa – DMR

- Oblak točk reliefa (**OTR**) smo izdelali iz GKOT. Na podlagi avtomatične in ročne klasifikacije smo dobili klasificiran teren ali OTR in ga razrezali na bloke. Podatki in pregledna karta so v mapi: LiDAR_IZDELKI\OTR\D96TM:
✚ TMR_387_42.las....

S pomočjo trikotniške transformacije smo OTR transformirali iz koordinatnega sistema D96TM v koordinatni sistem D48GK. Podatki in pregledna karta so v mapi: LiDAR_IZDELKI\OTR\D48GK:
✚ GKR_387_42.las....

- **Podoba analitičnega senčenja – PAS za OTR**

Podobe analitičnega senčenja PAS smo izvedli v programski opremi Global Mapper verzija 11.01. Izdelki so v mapi: LiDAR_IZDELKI\OTR\PAS\OTR_D96TM:
✚ SSR_385_035.tfw
✚ SSR_385_035.tif



Slika 12: podoba analitičnega senčenja OTR



- Iz OTR smo izdelali digitalni model terena z velikostjo mrežne celice 1 m x 1 m (**DMR1**). Podatki in pregledna karta so v mapi: LiDAR_IZDELKI\DMR1\D96TM:
TM1_387_42.xyz....

S pomočjo trikotniške transformacije smo DMR1 transformirali iz koordinatnega sistema D96TM v koordinatni sistem D48GK. Podatki in pregledna karta so v mapi:

LiDAR_IZDELKI\DMR1\D48GK:

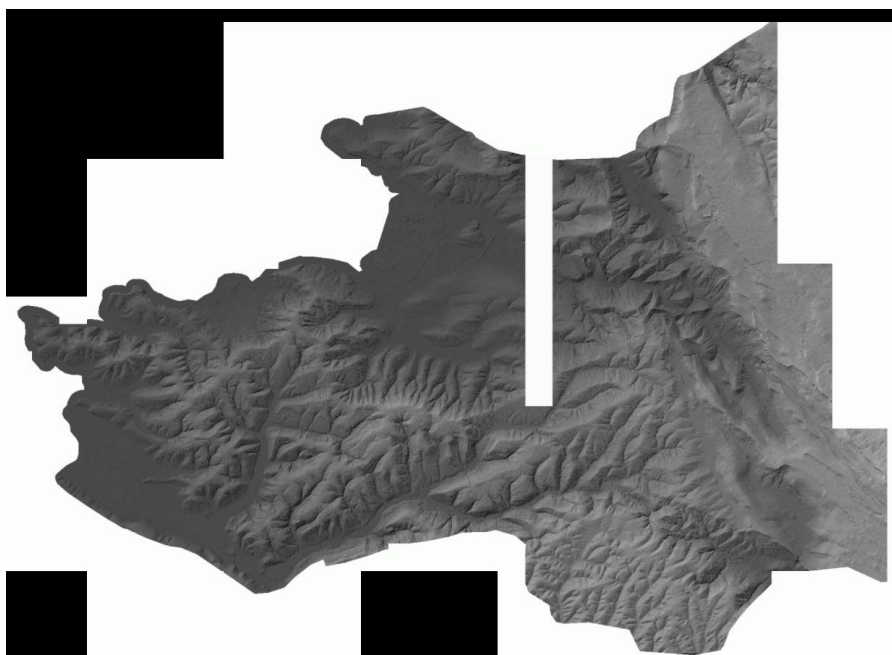
GK1_387_42.xyz....

- **Podoba analitičnega senčenja – PAS za DMR1**

Podobe analitičnega senčenja PAS smo izvedli v programski opremi Global Mapper verzija 11.01. Izdelki so v mapi: LiDAR_IZDELKI\DMR1\PAS\DMR1_D96TM:

SS1_555_130.tif

SS1_555_130.tfw



Slika 13: podoba analitičnega senčenja DMR1



8 SUROVI PODATKI

- V mapi: LiDAR_IZDELKI\SUROVI_PODATKI\GPS_INS\A6\ so naslednji podatki za možen ponoven izračun podatkov. Datoteke:

-  POS
-  RANGE
-  BASESTATION (RINEX)

Maribor: 04.11.2011

Geoin d.o.o.

Jože Mlasko