



Laserskanning 23S001

Leveransrapport

1 februari 2024, rev 4 mars 2024

Hexagon Geosystems
c/o Leica Geosystems AB
Kronborgsgränd 21
SE-164 46 Kista

www.hexagon.com

Innehåll

Uppdraget	3
Allmänt	3
Utgångsmaterial	3
Referenssystem.....	3
Genomförande	4
Planering	4
Datafångst	4
Beräkning av banddata.....	4
Initial punktmolnsberäkning	5
Matchning och georeferering	6
Klassning.....	10
Leverans.....	11

Uppdraget

Allmänt

Detta dokument redogör för leverans av skanningsområde 23S001, laserskannat genom avrop nr 1 i ramavtal mellan Leica Geosystems AB och Lantmäteriet, avtal LM2022/055182.

Skanningsområdet ligger i den del av landet där datafångst ska ske under icke-vegetationsperiod enligt avtal. Området är en extra beställning med anpassad utformning utmed hela Skånes kustremsa med anledning av omfattande stranderosion hösten 2023.

Beställare: Lantmäteriet

Utförare: Hexagon Geosystems genom Leica Geosystems AB

Utgångsmaterial

Utgångsmaterialet från Beställaren utgörs av:

- Skanningsområdesindelning, SHP
- Bladindelning 2.5x2.5 km, SHP
- 2.5 km indexrutor i SWEREF99 TM, SHP
- Befintliga terrestra mätningar från NH-projektet, PXY
- Valda lager ur GSD-Fastighetskartan vektor
- Terrängkartan, Vägkartan, ECW
- GSD-Ortofoto, ECW
- NH höjdmodell grid 2 m

Referenssystem

Uppdragets referenssystem är SWEREF99 TM i plan och RH2000 i höjd.

Genomförande

Planering

Laserskanningen har planerats för system Leica CityMapper med sensor Hyperion2+, resulterande i följande terränganpassade parametrar:

Punkttäthet	1.1 pkt/m ² räknat på sista eller enda returpuls
Fotavtryck	0.75 m
Stråköverlapp	10%
Flyghöjd	3 200 m över mark
Skanningsvinkel	20 grader
Skanningsmönster	Cirkulärt
Pulsfrekvens	349 000 Hz med reduktion för jämn punktfördelning
Skannerfrekvens	81.8 Hz
Hastighet	160 kn

Planeringen finns bifogad leveransen som PDF och Shape-fil.

Datafångst

Datafångsten har utförts i sessioner redovisade i tabell 1, med översikt i figur 1.

Tabell 1: Sessioner

Session	Flygplan	Sensor	Datum	Kommentar
1	OY-JJT Beech C90 King Air	CityMapper #96514	2023-12-27	

Systemets kalibreringsrapport finns bifogad leveransen.

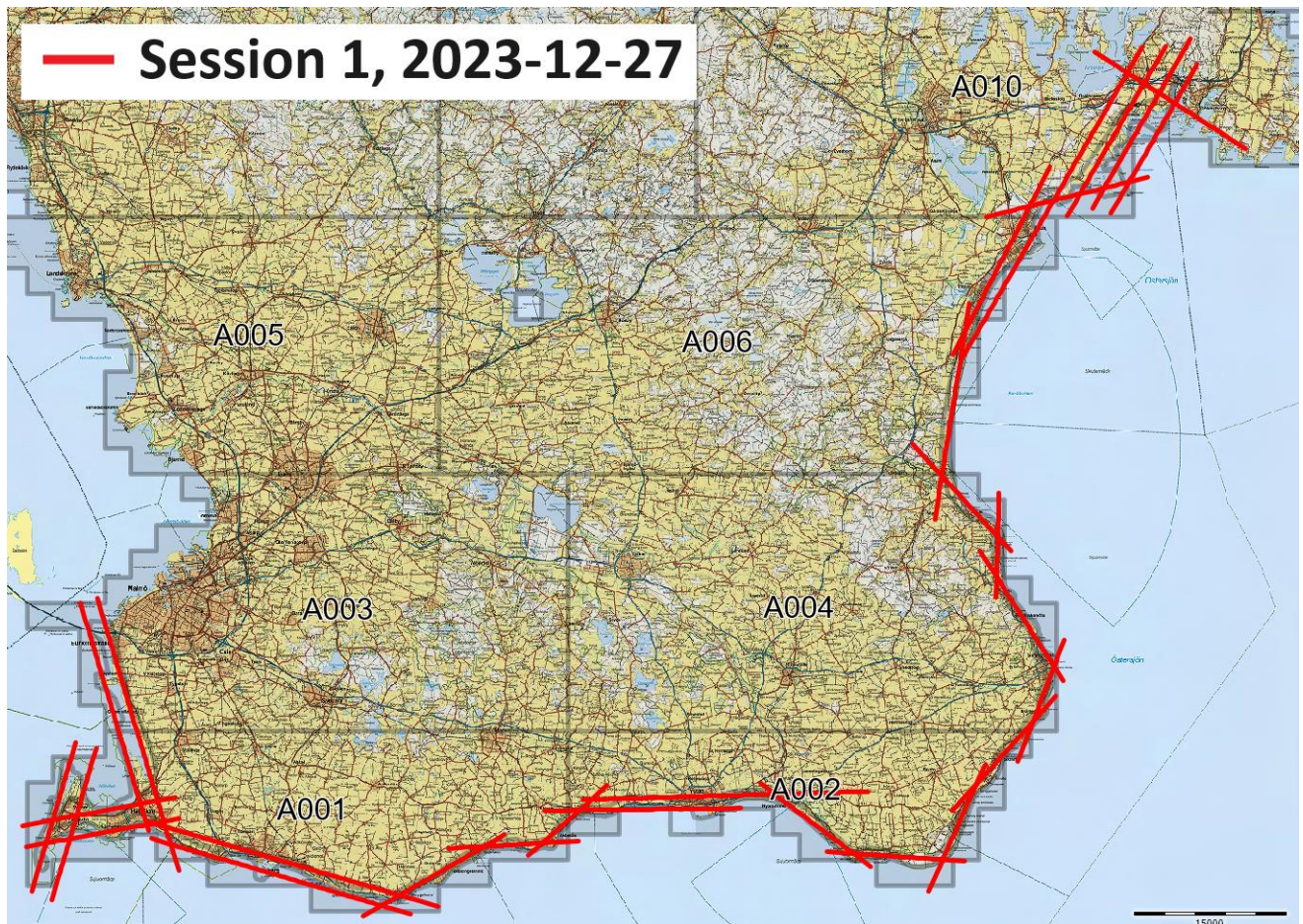
Vid installation av systemet i flygplanet har kalibreringsflygning utförts i form av korsande och parallella flygstråk med stort överlapp för kontroll av lasersystemets kalibrering. I början och slutet av varje session har en "åtta" flugits för att kalibrera drift i INS-systemet.

Beräkning av bandata

Beräkning av GNSS/INS-data samt bandata har skett i programvara Inertial Explorer (Waypoint). Beräkningen av respektive session sammanfattas i tabell 2.

Tabell 2: GNSS/INS-beräkning

Session	Använda SWEPOS-stationer	PDOP	Separation i plan [m]	Separation i höjd [m]
1	KRIS, HALV, DEGB, MALM, SKAN, SMYG, YSTA, SKIL	0.40 - 1.20	-0.03 - 0.02	-0.04 - 0.03



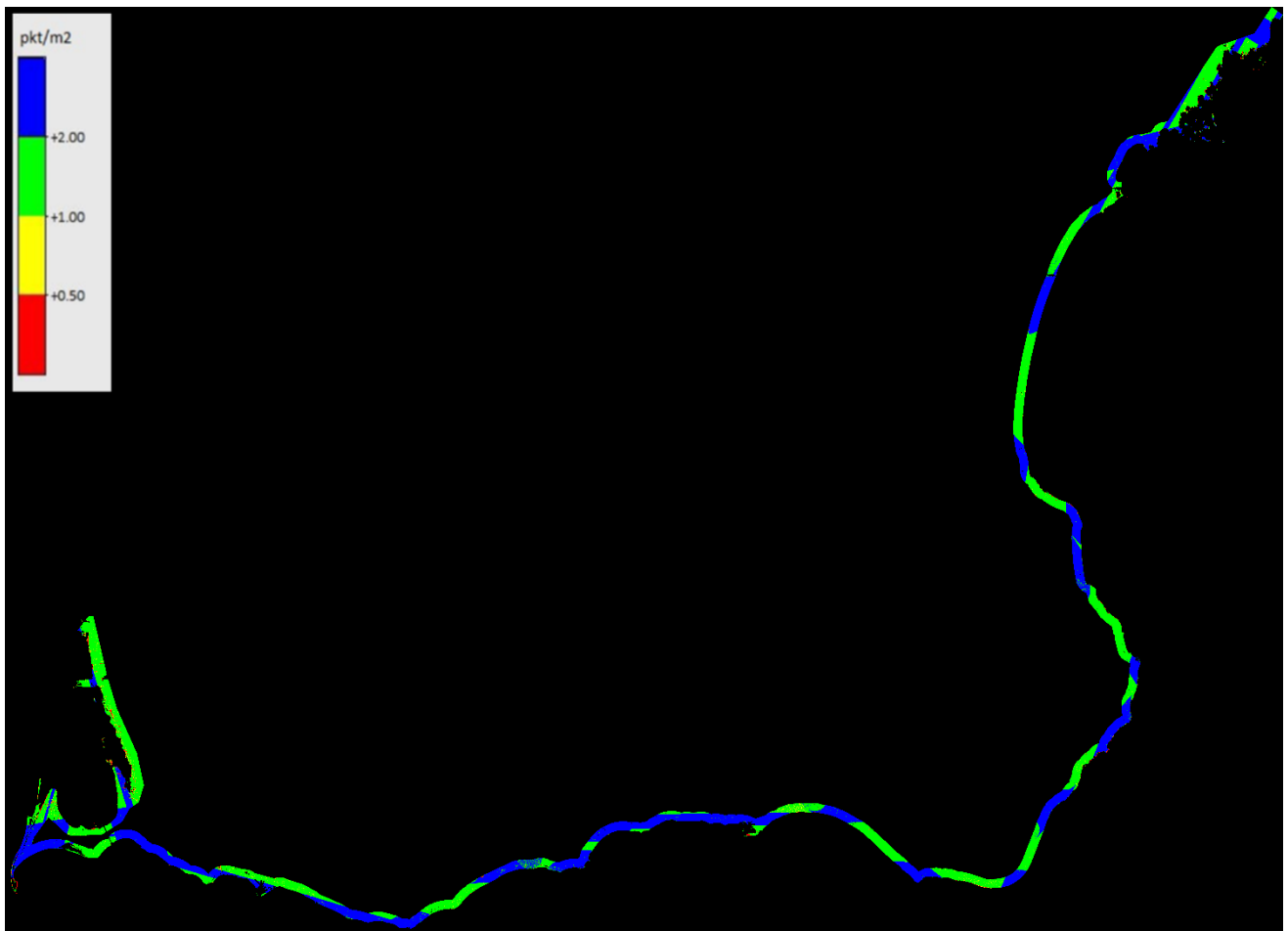
Figur 1: Skanningsområde 23S001

Initial punktmolnsberäkning

Punktmoln har beräknats i Leicas programvara HxMap v4.2 med användning av kalibreringsparametrar.

Varje flygsession har beräknats var för sig. Extra filtreringssteg har tillgripits för att behålla svaga returerna på höga objekt såsom master, men särskilja dem från högt brus.

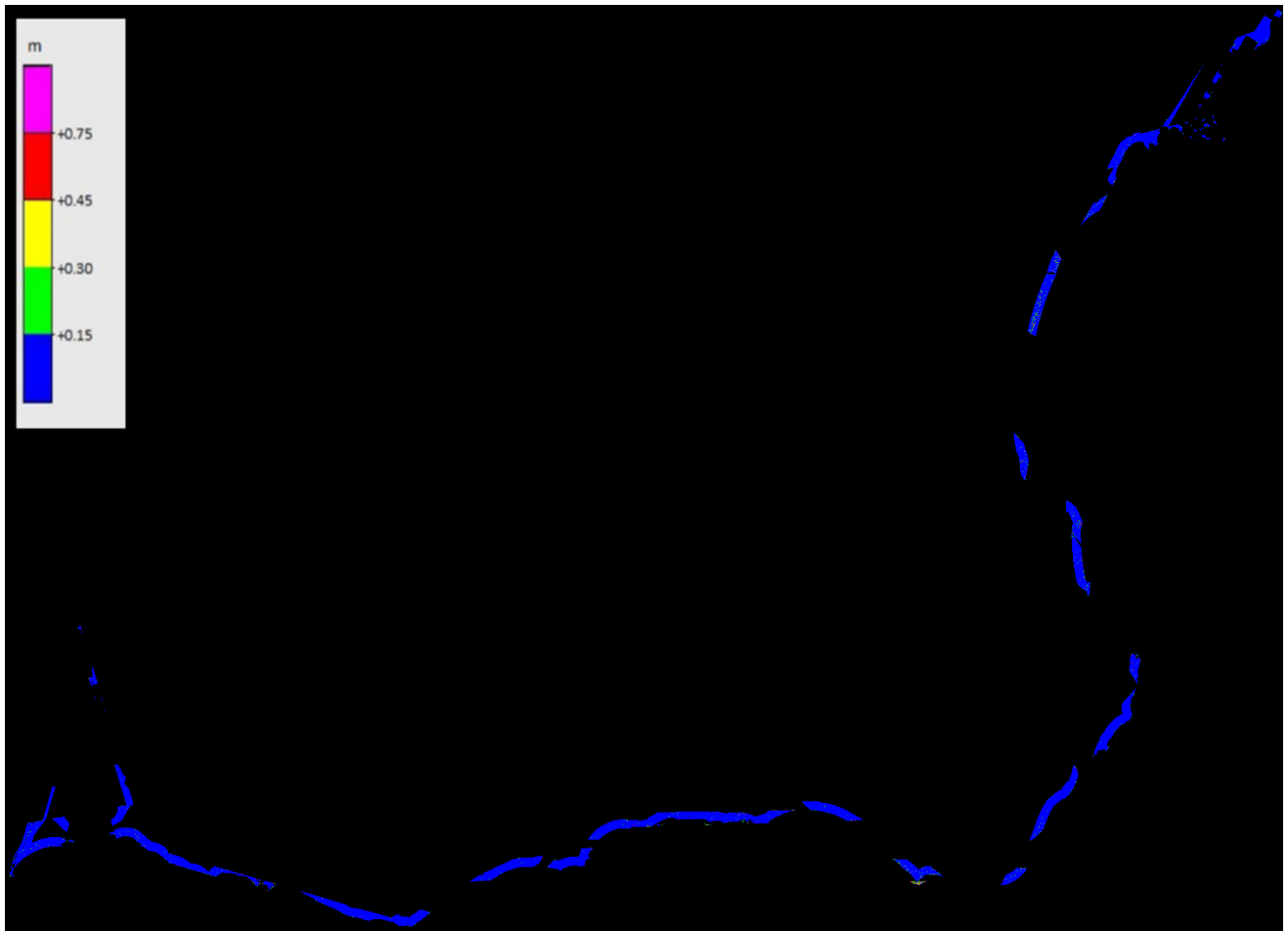
I täckningskarta "coverage" samt i figur 2 framgår punkttäthet för sista och enda retur. Specificerad punkttäthet 1 pkt/m² uppnås överallt på land. I skog har mer än 40% av skickade pulser flera returerna.



Figur 2: Översiktskarta täckning, punkttäthet sista/enda retur

Matchning och georeferering

Matchning av punktmolnet har utförts i HxMap i en integrerad process som innehåller matchning mellan skanningsriktningar framåt/bakåt, mellan flygstråk respektive globalt. Höjddifferens mellan överlappande flygstråk efter matchning redovisas grafiskt i figur 3 samt karta "relative"; avvikelse i höjd på väldefinierade ytor efter matchning redovisas även i tabell 3.



Figur 3: Översiktskarta höjddifferens mellan överlappande flygstråk

Tabell 3: Matchning

Avvikelseintervall i höjd vid matchning [m]	Andel rutor 5x5 m inom respektive intervall mellan överlappande flygstråk	Andel rutor 5x5 m inom respektive intervall mellan skanningsriktning framåt/bakåt
< 0.05	97.2%	96.6%
0.05 - 0.10	1.3%	1.6%
0.10 - 0.20	0.4%	0.6%
> 0.20	1.1%	1.2%

Transformation har utförts från WGS84 till SWEREF99 TM / RH2000 med geoidmodell SWEN17_RH2000.

Antalet returerna har reducerats till max 5 i enlighet med specifikationen för LAS 1.2, varvid de fyra första samt den sista sparats.

Beräkning har skett för inpassning av punktmolnet i plan och höjd med hjälp av utvalda av beställaren tillhandahållna terrestra mätningar. Samtliga mätningar inom skanningsområdet samt utanför detsamma där punktmolnet har fullgod täckning har därvid beaktats. Inpassningarna har utförts i programvara TerraScan.

Höjdinpassning av punktmolnet har skett som konstant translation (shift) +0.05 m. Inpassningsberäkning i höjd visas i tabell 4. Inga ingående mätningar har uteslutits.

I plan är avvikelserna inte signifikanta, varför inpassning i plan ej utförts på punktmolnet. Inpassningsberäkning i plan visas i tabell 5.

Tabell 4: Avvikelse i höjd mot terrestert mätta referensytor

yta	dH [m]	int SD [m]	korr dH [m]	korr RMS [m]
61337_3954_SH	-0,102	0,025	-0,055	0,060
61379_4436_KH	-0,022	0,036	0,025	0,043
61380_4490_SH	-0,051	0,039	-0,004	0,038
61381_3773_KH	-0,110	0,021	-0,063	0,066
61386_4398_SH	-0,017	0,037	0,030	0,047
61387_4045_KH	-0,041	0,029	0,006	0,029
61397_3620_SH	-0,086	0,020	-0,039	0,044
61412_4125_SH	-0,031	0,028	0,016	0,032
61421_4264_KH	-0,032	0,051	0,015	0,053
61440_3641_KH	-0,080	0,034	-0,033	0,047
61444_4516_KH	-0,059	0,024	-0,012	0,027
61449_4400_KH	-0,037	0,036	0,010	0,037
61499_4566_SH	0,000	0,026	0,047	0,053
61500_3710_SH	-0,033	0,023	0,014	0,027
61570_4595_KH	-0,033	0,025	0,014	0,028
61602_3674_KH	-0,079	0,020	-0,032	0,038
61751_4488_SH	0,019	0,029	0,066	0,072
61885_4511_KH	-0,053	0,037	-0,006	0,037
62000_4563_SH	-0,063	0,037	-0,016	0,040
62067_4762_KH	-0,046	0,024	0,001	0,024
62141_4668_KH	-0,039	0,024	0,008	0,025
medel [m]	-0,047			0,041

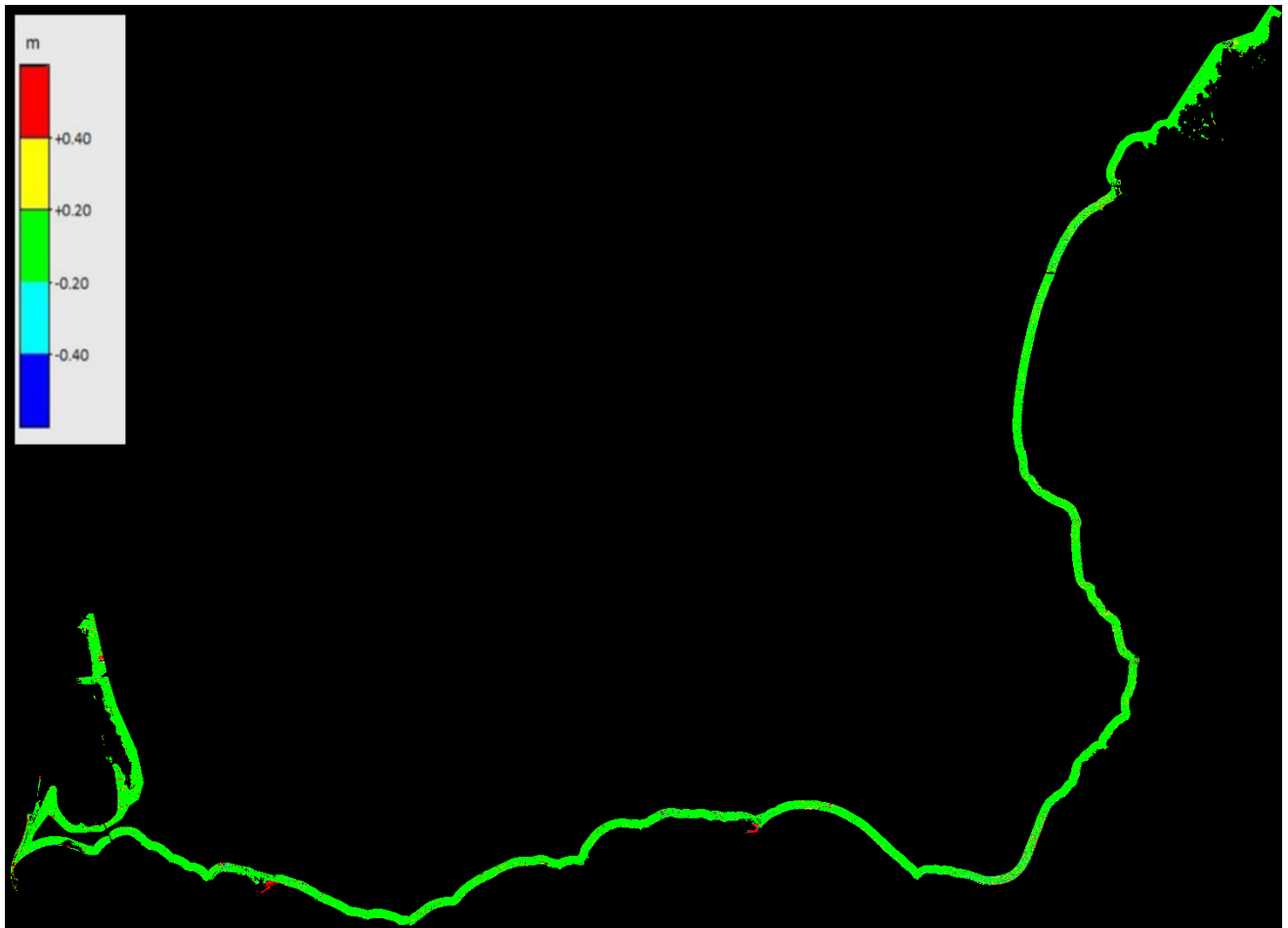
Tabell 5: Radiell avvikelse i plan mot terrestert inmätta planobjekt

objekt plan	dP [m]
61337_3958_SP	0,071
61381_3773_KP	-0,112
61381_4437_KP	0,086
61381_4490_SP	0,058
61385_4042_KP	0,095
61386_4396_SP	0,076
61398_3625_SP	0,052
61414_4125_SP	-0,077
61423_4267_KP	0,105
61499_3711_SP	0,064
61502_4565_SP	0,076
61569_4595_KP	0,036
61601_3677_KP	0,062
61751_4488_SP	0,083
61885_4510_KP	0,052
62000_4562_SP	0,082
62068_4762_KP	0,132
62142_4668_KP	0,128
RMS (dP) [m]	0,059

I höjd har jämförelse även skett mellan punktmoln och NH höjdmodell 2 m grid; jämförelsen har skett vid platserna för terrestra mätningar, varvid jämförelse kunnat ske inbördes mellan alla de tre datakällorna punktmoln, NH och terrestra mätning. Resultatet framgår av tabell 6. Jämförelsen med NH framgår även grafiskt i figur 4 samt karta "absolute".

Tabell 6: Jämförelse mellan punktmoln och NH höjdmodell

	z shift [m]
61337_3954_SH	-0,050
61379_4436_KH	0,014
61380_4490_SH	-0,014
61381_3773_KH	-0,040
61386_4398_SH	0,013
61387_4045_KH	0,029
61397_3620_SH	-0,048
61412_4125_SH	0,055
61421_4264_KH	0,054
61440_3641_KH	0,002
61444_4516_KH	0,009
61449_4400_KH	0,001
61499_4566_SH	0,061
61500_3710_SH	0,071
61570_4595_KH	0,097
61602_3674_KH	-0,032
61751_4488_SH	0,090
61885_4511_KH	0,024
62000_4563_SH	0,017
62067_4762_KH	-0,005
62141_4668_KH	0,017
medel [m]	0,017
RMS [m]	0,045



Figur 4: Översiktskarta avvikelse i höjd mot NH

Klassning

Punktmolnet har genom automatiska metoder tilldelats följande klasser:

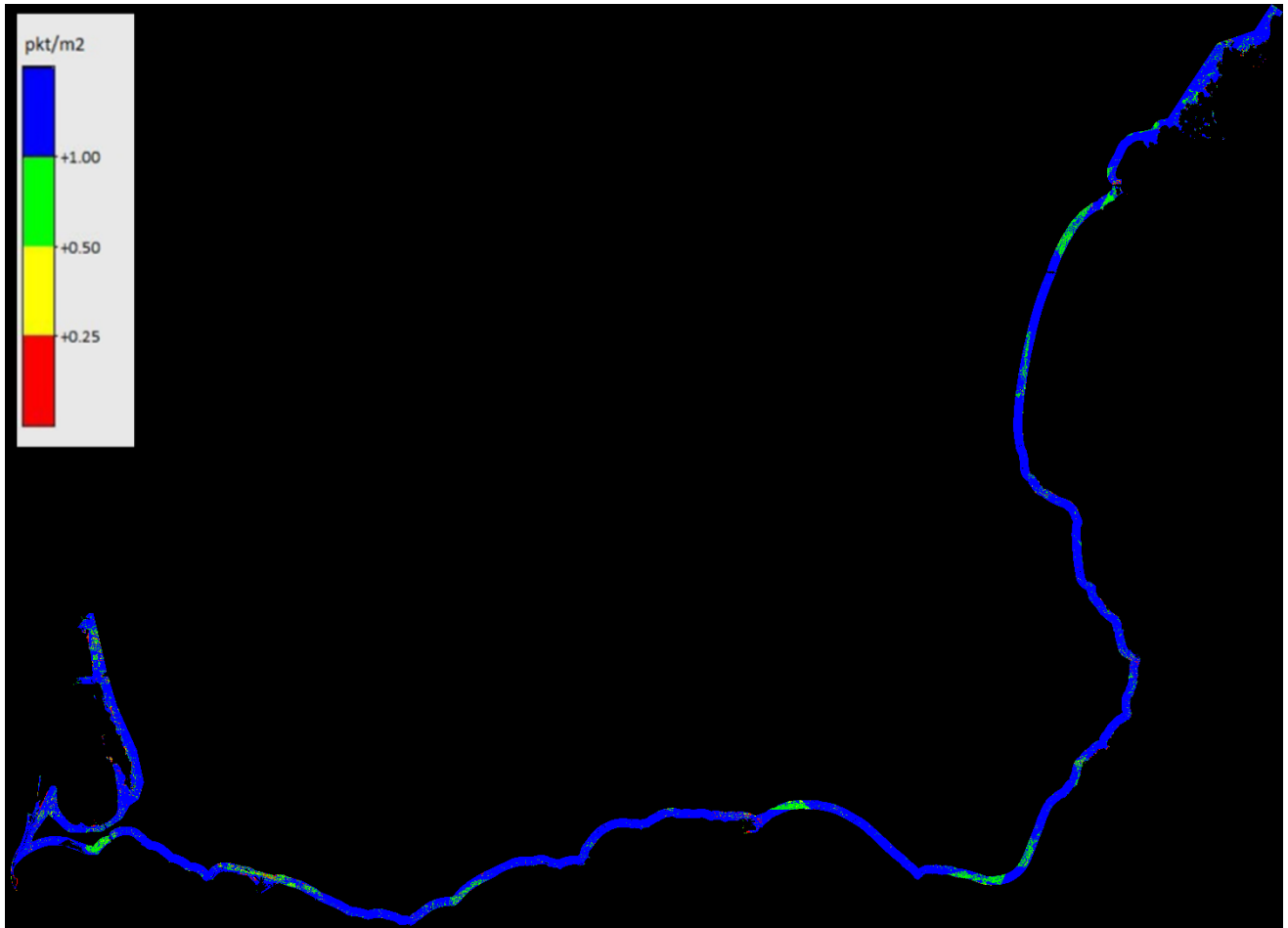
- 1 unclassified
- 2 ground
- 7 low point (noise)
- 9 water (markklassade punkter inom vattenytor från GSD-Fastighetskartan)
- 18 high noise

Den automatiska klassningen har anpassats till terrängförhållandena i skanningsområdet. Markklassningen görs i flera steg för att lättare kunna hantera kluster av lågpunkter associerade med returerna från starkt reflekterande ytor. Punkter med hög intensitet och dessas följande ekon har klassats till temporära klasser, följt av en klassning av lågpunkter och en första markklassning med relativt strikta parametrar på de kvarvarande punkterna. Därefter har ytterligare lågpunkter klassats från samtliga returerna, följt av en slutlig markklassning från samtliga ekon förutom punkter tidigare identifierade som lågpunkter. I denna andra markklassning har funktionerna för att avbryta klassningen eller minska iterationsvinkeln vid minskad triangelsida ej använts.

I nästa steg har markpunkter klassats om till vattenklassen med hjälp av tillhandahållna vattenpolygoner. Isolerade punkter ovan mark/vatten har klassats till high noise och punkter under markytan klassats till low point.

All klassning har gjorts med överlapp mellan kartbladen för att undvika oönskade kanteffekter.

Punkttäthet för markklassade punkter redovisas grafiskt i figur 5 samt karta "density".



Figur 5: Översiktskarta punkttäthet i klass mark

Leverans

Denna rapport ingår i leverans av skanningsområde 23S001. Leverans sker på hårddisk.

Leveransen består av:

- Planering
- Klassade laserdata i format LAS 1.2
- Trajectories från GNSS/INS
- Metadata

Skanningsområdets rådata levereras vid senare tillfälle.