

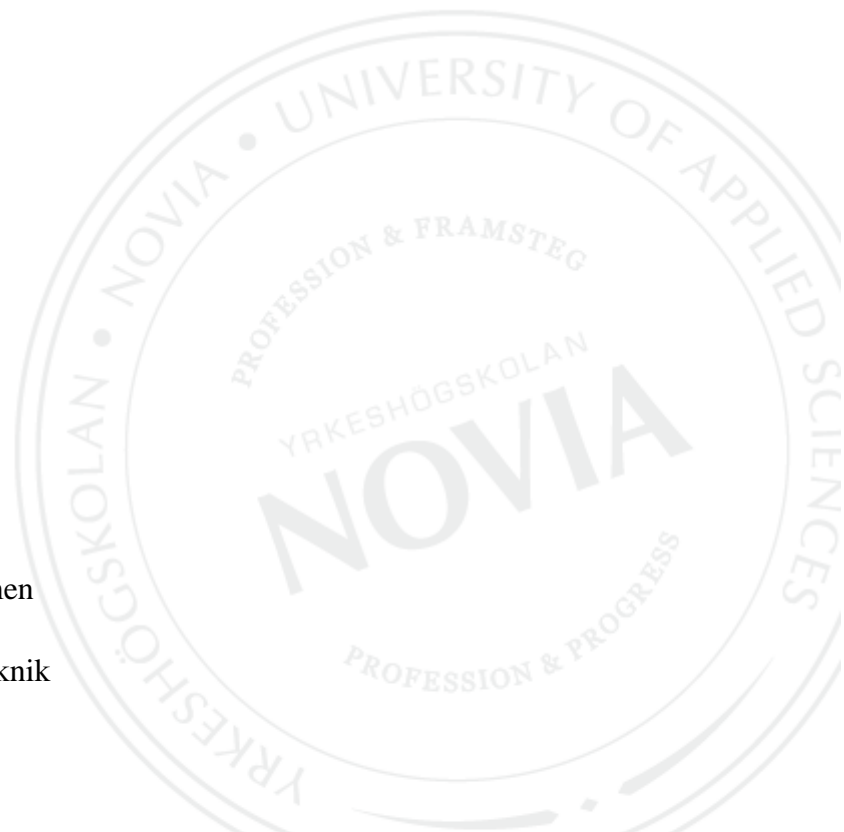
Jämförelse mellan flygburen laserskanning och GNSS-mätta punkter

Anders Björklund

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik

Vasa 2013





EXAMENSARBETE

Författare: Anders Björklund
Utbildningsprogram och ort: Lantmäteriteknik, Vasa
Handledare: Sem Timmerbacka

Titel: *Jämförelse mellan flygburen laserskanning och GNS- mätta punkter*

Datum 10.5.2010

Sidantal 46

Bilagor 2

Abstrakt

Målsättningen med detta examensarbete var att jämföra höjddifferanserna mellan GNSS-mätmetoden och flyglaserskanningsmetoden. Det som man ville få fram var om flyglaserskanningsmaterial duger t.ex. till täckdikningsplanering av en åker. Området som undersöktes var ett 37 ha stor åkerområde söder om Ylihärmä. Allt arbete utfördes i 3d-win. GNSS-materialet samt flyglaserskanningsmaterialet överlämnades av ELY-centralen. Flyglaserskanningsmaterialet måste skalas ner så att 3d-win samt datorns kapacitet skulle räckta till. Av GNSS-materialet samt flyglaserskanningsmaterialet gjordes varsin terrängmodell vilka därefter jämfördes med varandra. Jämförelsen bestod av tvärskärningar där båda terrängmodellerna kunde jämföras, samt en direkt ”punkt mot terrängmodell-undersökning” där det laserskannade materialet fungerade som terrängmodell. ”Punkt mot terrängmodell-undersökningen” resulterade i en Exceltabell. Resultatet visar att flyglaserskanning ger ett bra resultat på alla ställen utom i diken, där det kunde skilja flera decimeter.

Språk: Svenska

Nyckelord: Flyglaserskanning, GNSS



BACHELOR'S THESIS

Author: Anders Björklund
Degree Programme: Land Surveying Technology
Supervisor: Sem Timmerbacka

Titel: *Comparison of airborne laser scanning and GNSS- measured points*

Date 10.5.2010

Number of pages 46

Appendices 2

Summary

The aim of this study was to compare height differences between the GNSS-measuring technique and the flight laser scanning method. The goal was to investigate if the flight laser scanning method could be used for example drainage planning of a field. The area investigated was a 37 hectare field south of the village of Ylihärmä. All work was performed in 3d-win. All GNSS material and flight laser scanning material were submitted by the ELY-centre. The flight laser scanned material must be scaled down so that the 3d-win program and the computer capacity will be sufficient. Two separate terrain models were made on the basis of the GNSS material and the flight scanning material and these two models were later compared with each other. The comparison consisted of cross intersections where the two terrain models were compared. A comparison between the heights of the GNSS points and the height of the laser scanned terrain model were also made. The height differences were represented in an Excel table. The results show that aerial laser scanning provides a good result in all places except ditches where one could distinguish several decimeters in height difference.

Language: Swedish

Keywords: Flight laser scanning method, GNSS-measuring

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte.....	1
2	GNSS.....	1
2.1	GPS.....	1
2.2	GLONASS.....	2
2.3	Galileo.....	2
2.4	Kompass.....	2
3	Laserskanning.....	2
3.1	Flyglaserskanning.....	3
4	Program.....	6
5	Utförande.....	7
5.1	Det flyglaserskannade materialet.....	12
5.2	Det GNSS-mätta materialet.....	13
6	Problem.....	14
7	Resultat.....	15
8	Källförteckning.....	16
9	Figurförteckning.....	17

1 Inledning

Jag fick detta examensarbete av ELY-centralen (närings-, trafik- och miljöcentralen) hösten 2009. ELY-centralen är ett statligt regionalt ämbetsverk som har ansvar för bl.a. arbetskraft, kompetens, trafik, infrastruktur, miljö och naturresurser. Arbetet skulle gå ut på att undersöka hur bra flyglaserskanning är jämfört med GNSS-kartläggning, dvs. det som i folkmun kallas GPS. Som material fick jag ett antal laserskanningspunktfiler över ett område i Ylihärmä samt GNSS-punktfiler över samma område. Området var väldigt stort, ca 390 ha och bestod till största delen av åkermark med relativt små höjdskillnader. Arbetet hade påbörjats av ELY-centralen då jag fick det. Terrängarbetet var redan utfört, dvs. GNSS-mätningen samt flyglaserskanningen. Behandlingen av terrängmaterialet var också påbörjat. Återstoden av arbetet bestod av att tolka och jämföra de olika mätmetoderna med ett lämpligt program. ELY-centralen hade använt programmet 3d-win. Eftersom jag är bekant med programmet från skolan beslöt jag mig för att använda det.

1.1 Syfte

Syftet med arbetet var att undersöka om man kan använda flyglaserskanning för att t.ex. mäta dikesdjup vid en eventuell täckdikning av en åker samt att undersöka olika dataprograms behandlingsförmåga av las-filer (laserskanningsfiler). I arbetet undersökte jag 3d-win samt gratisprogrammet Karttapullautin som används vid orienteringskartritande. Jag undersökte också ett annat gratisprogram, las-tools. Hann dock inte fördjupa mig i detta program, så det behandlas inte i detta lärdomsprov.

2 GNSS

GNSS är en förkortning av Global Navigation Satellite Systems. Till detta system hör det amerikanska satellitsystemet GPS, det ryska Glonass samt det europeiska Galileo. Dessa satelliter kretsar kring jorden på 20 000 kilometers höjd. GNSS används till navigering, maskinstyrning, utsättning samt kartläggning.

2.1 GPS

GPS är en förkortning av Global Positioning System. Systemet var till en början ämnat för det amerikanska försvaret. Systemet blev uppbyggd 1973 och blev tillgängligt för civilt

bruk 1993. Satelliternas maximala utsträckning latitud är 55 grader, vilket gör att i Finland kan satelliterna aldrig befinna sig i zenit. För att kunna positionera sig bör man ha kontakt till minst fyra satelliter. Det borde finnas 24 MEO-satelliter (Middle Earth Orbit) i omlopp enligt amerikanska försvaret.¹

2.2 GLONASS

GLONASS står för GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema och är ett ryskt satellitsystem. Systemet var till en början ämnat för militärt ändamål. 1982 skickade man upp den första satelliten och man började använda systemet 1996. Satelliternas antal har varierat kraftigt under årens lopp pga. ekonomiska aspekter. 26.11.2009 bestod systemet av 15 operabla satelliter.¹

2.3 Galileo

Galileo kommer att vara Europas eget satellitnavigeringssystem. Systemet kommer helt och hållet att vara för civilt bruk. Systemet kommer att bestå av 30 satelliter stationerade på MEO-banan. Galileo kommer att ha en god täckning upp till den 75:e breddgraden.²

2.4 Kompass

Kompass är ett kinesiskt system som består av 35 satelliter (30 stycken MEO samt 5 stycken GEO). Systemet är ämnat både för militärt samt civilt ändamål.³

3 Laserskanning

Med laserskanning är det möjligt att producera x-, y-, z- koordinater med önskad täthet. Koordinaterna kan beräknas genom att man vet laserkanonens position samt riktning. Laserkanonen skickar ut en puls som träffar ett föremål och studsar tillbaka. Genom att mäta tiden det tar för laserstrålen att färdas från laserkanon till föremålet och tillbaka, kan man beräkna koordinaterna för punkten i fråga.

¹ Remahl A. 2010

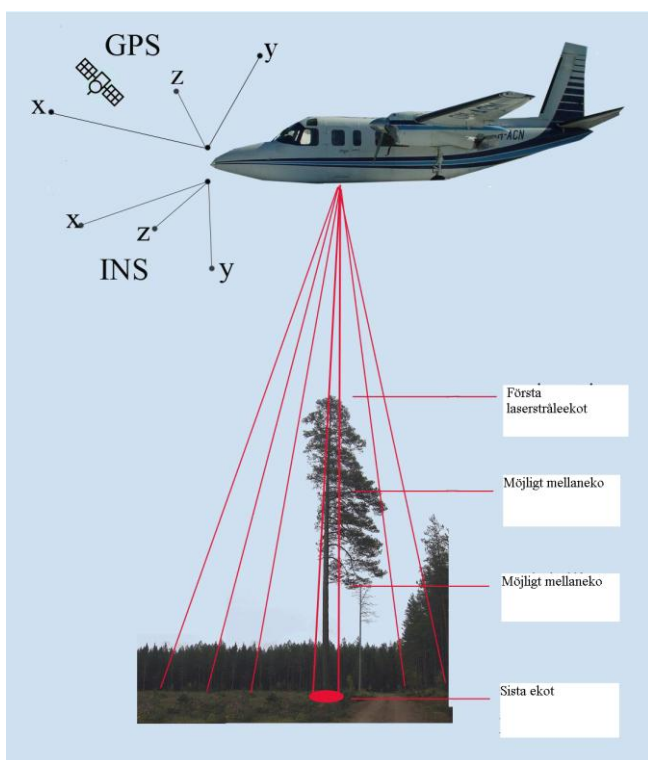
² GNSS Galileo (10.4.2011)

³ GNSS compass (10.4.2011)

3.1 Flyglaserskanning

Flyglaserskanning innebär att laserskanningen görs från ett flygplan eller helikopter.

Flygplan används vid måttliga noggrannhetskrav, t.ex. 5–50 cm samt skanning av stora vidsträckta områden. Helikopter används vid högre noggrannhetskrav, t.ex. 2–10 cm samt vid skanning längs korridorer, t.ex. vägar och kraftledningar. Positionen bestäms med hjälp av GNSS-systemet. Farkostens eventuella lutningar bestäms med hjälp av tröghetsinstrument (INS = Inertial Navigation System). Punkterna avspeglar allt som finns på marken samt eventuellt i luften, såsom fåglar som då räknas som ”felpunkter”. Från den tillbakakommande pulsen kan man uttyda flera saker beroende på dess styrka och ifall pulsen kommer i olika delar. Ifall den reflekterade pulsen är klar och sammanhängande kan man anta att pulsen reflekterats mot ett hårt jämnt underlag såsom en asfaltväg. Ifall den är svag och i flera delar kan man anta att den träffat vegetation.⁴

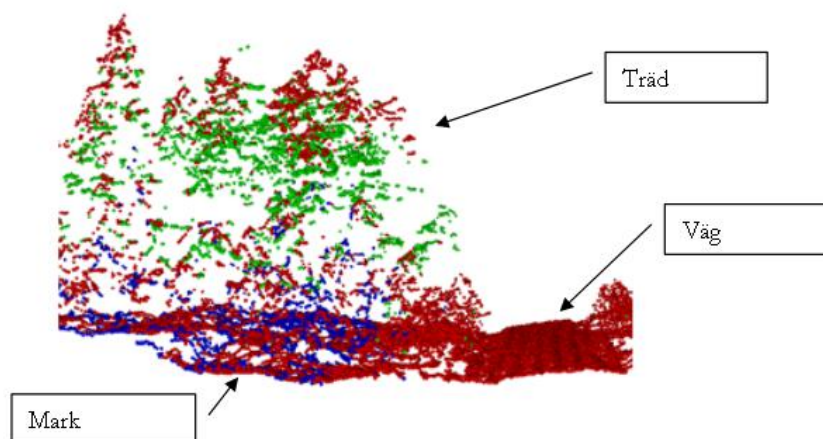


Figur 1. Flyglaserskanning.

Slutresultatet av mätningen blir ett stort antal mätpunkter, ett s.k. punktmoln där varje punkt har ett läge i tre dimensioner (x , y , z). Ju längre laserstrålen färdas genom atmosfären desto större radie får den. Detta innebär att delar av laserstrålen kan träffa ett föremål högre upp i luften, som t.ex. ett träd, medan resten träffar t.ex. marken. Dessa kallas multipla reflektioner och behöver nödvändigtvis inte vålla några problem. De flesta

⁴ Lahtinen & Pummila 2010

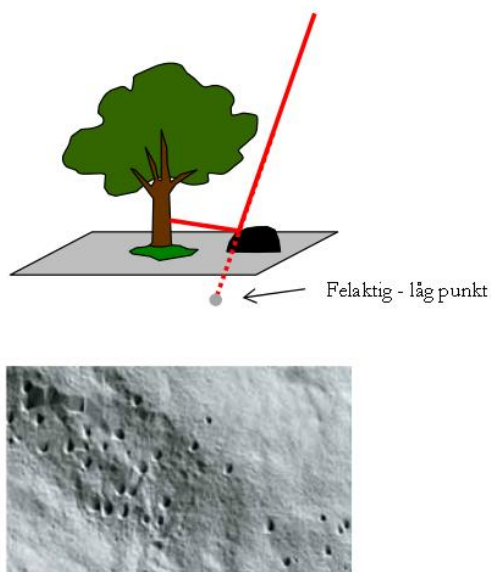
flyglaserskanningssystem klarar av att hantera multipla reflektioner.



Figur 2. Punktmoln bestående av: rödfärg = enkel reflektion, blått och grönt = multipla reflektioner.

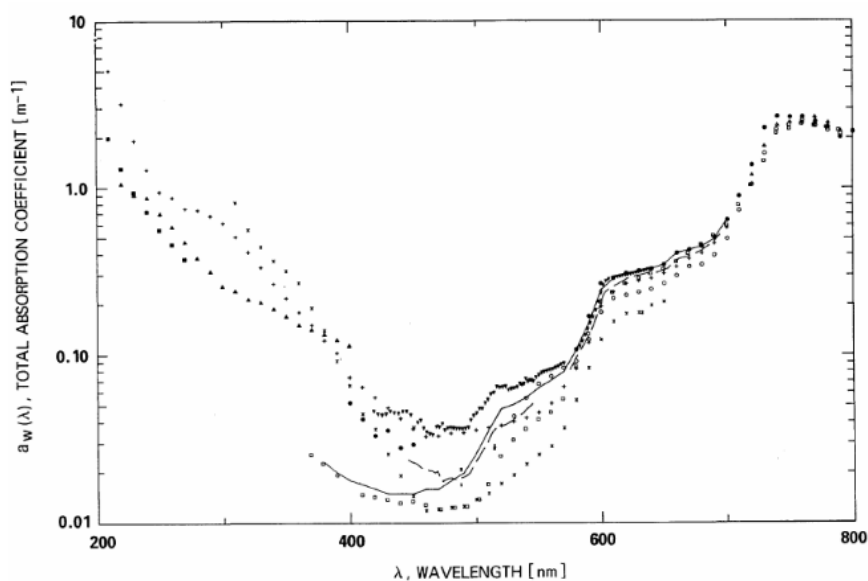
Den slutliga upplösningen beror på flyghöjd, ju högre flyghöjd desto sämre upplösning, flygplanets fart, skannerns rörelse samt laserpulsrepetitionsfrekvens, dvs. hur snabbt skannern skickar ut pulser. I stort kan man säga att om flygplanets flyghöjd är 2 km så blir upplösningen ca 50 cm, dvs. att vi får ca fyra punkter per kvadratmeter. Punkttätheten kan ytterligare ökas genom att skanna samma område flera gånger. Felaktiga punkter kan uppkomma ifall laserstrålen reflekteras flera gånger än en gång. Eftersom laserstrålen färdats en längre tid än om den skulle ha reflekterats direkt så beräknar mottagaren, som tror att laserstrålen färdats linjärt, punkten lägre än vad den egentligen är.⁵

⁵ Flyglaserskanning (13.4.2013)



Figur 3. Övre bilden: Laserstrålen reflekteras först via trädet mot stenen och sen tillbaka. Mottagaren tolkar strålen som en rät linje med samma sträcka. Nedre bilden: Hålen i marken är s.k. lågpunkter, dvs. hålen finns ej på riktigt.

Flyglaserskanning kan också användas för att få ut topografin på sjö eller havsbotten. Detta kallas laserbatymetri. Eftersom den laservåglängd som vanligtvis används vid laserskanning inte tränger igenom vatten så bra krävs det vid skanning av sjö och havsbotten en annan laservåglängd. Grönt ljus har våglängden 490–575 nm, enligt figur 4 ger denna våglängd minst absorption. Därför används denna vid skanning av bottenar.



Figur 4. Absorption i vatten av olika laservåglängder.

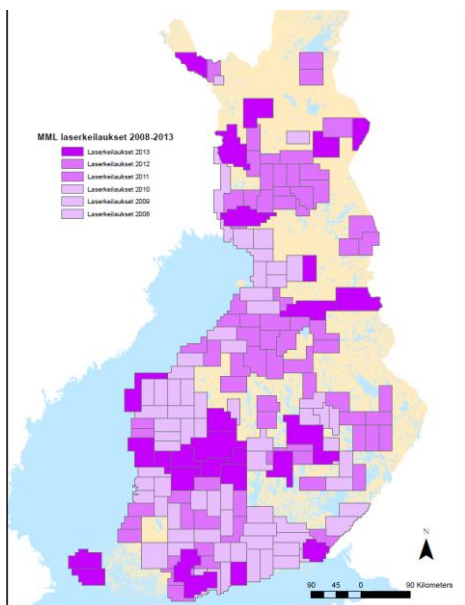
4 Program

Datan som samlas in består ofta av stora filer (.LAS) innehållande tiotals miljoner punkter per km². Filerna blir då väldigt stora, uppemot 500–600 Mb. För att behandla dessa filer behövs specialprogram såsom 3d-win eller Realworks. Med hjälp av flygfoton kan man drapera det skannade materialet och få snygga och användbara 3d-modeller av t.ex. städer. Detta kan t.ex. göras i Arcgis.



Figur 5. Drapperad laserskannad bild av en stad

På Internet kan man hitta flera gratisprogram som behandlar las-data. Ett av dessa är finska Karttapullautin. Med detta program kan man göra orienteringskartor av las material. I och med att lantmäteriverket har släppt sitt las-material fritt på Internet kan vem som helst göra en orienteringskarta över nästan vilket område som helst i Finland, utan att ens behöva gå ut i terrängen för rekognosering.



Figur 6. Flyglaserskannade områden i Finland 2013

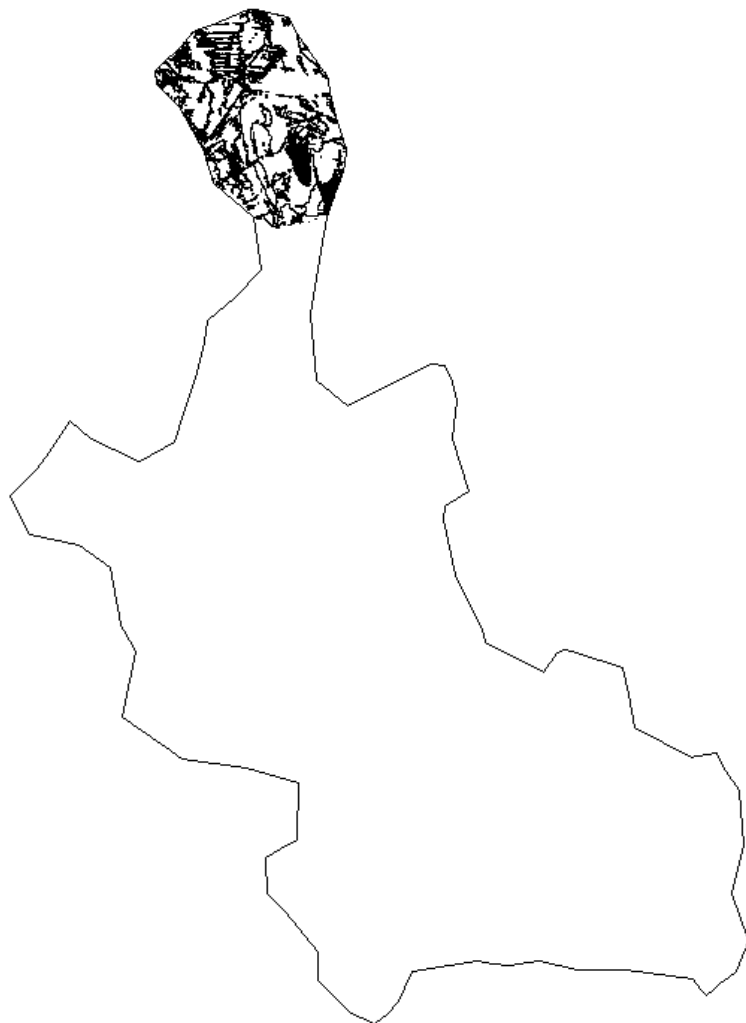


Figur 7. Till vänster karta gjord med Karttapullautin. Till höger en riktig orienteringskarta över samma område.

5 Utförande

Det ingick i mina planer att behandla ett ca 390 hektar stort område. Området skalades ner till ca 37 hektar (se figurerna 8 och 9). Dessutom måste det laserskannade materialets

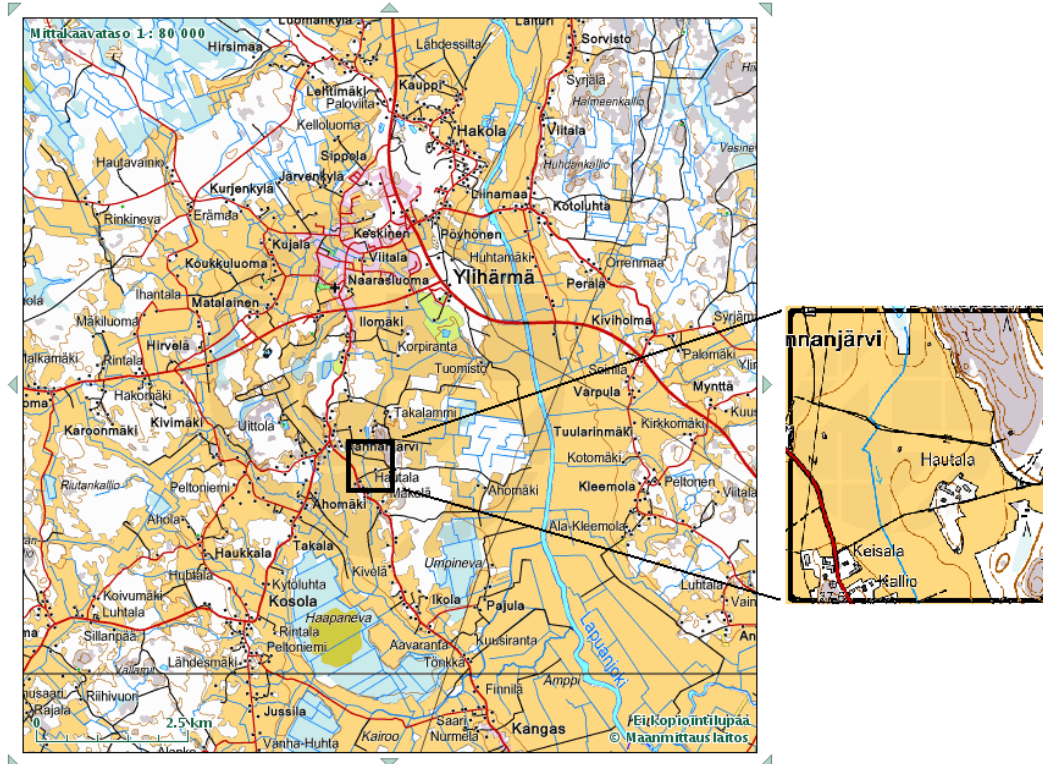
höjdkoordinater transformeras så att de stämde överens med de GNSS-mätta koordinaterna. Detta gjordes så att det laserskannade materialet transformerades från höjdsystemet N2000 till N60. Detta gjordes i programmet 3d-win. Det laserskannade materialet var i en annan projektionszon än det GNSS-mätta materialet. Byte av projektionszon så att det stämde överens med det GNSS-mätta materialet gjordes i 3d-win.



Figur 8. Området som det först var tänkt att jag skulle undersöka. (Det svartfläckade området är det undersökta området).



Figur 9. Triangulerad bild av GNSS-materialet över det undersökta området.



Figur 10. Karta över det undersökta området.



Figur 11. Närbild på karta över det undersökta området.



Figur 12. Flygbild över det undersökta området. De vita pilarna anger fotografierna 13 samt 14:s bildriktning.



Figur 13. Bild över det undersökta området.



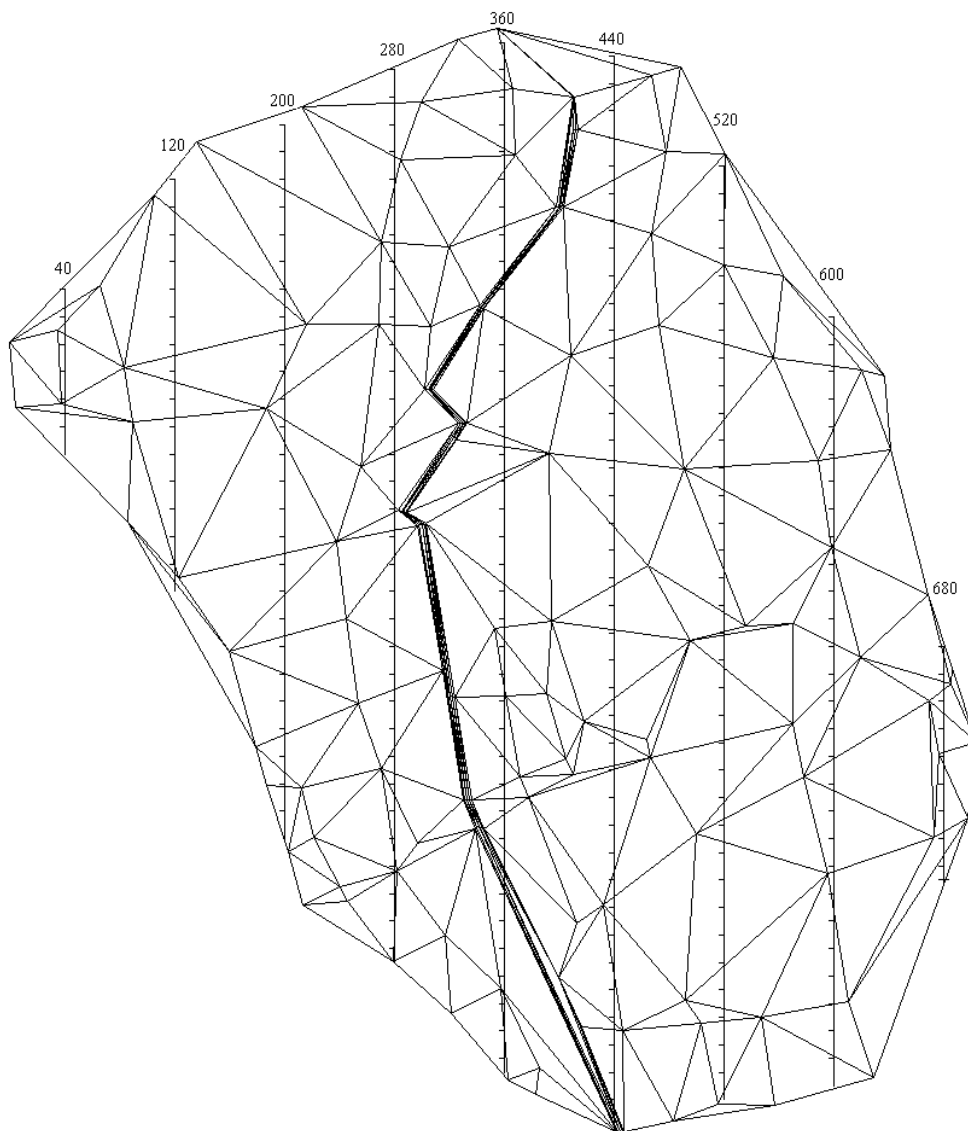
Figur 14. Bild över det undersökta området.

5.1 Det flyglaserskannade materialet

Beräkningarna gjordes i 3d-win version 5.5.1 20.8.2010. LAS-filerna kunde inte laddas som sådana i programmet eftersom dessa var alldeles för stora. En fil innehåller ca 13 miljoner punkter, 3d-win programmet klarar endast av 4–5 miljoner punkter.⁶ För att kunna ladda LAS-filerna måste man först filtrera bort alla punkter som inte klassas som markpunkter, vilket gjordes i 3d-win. Med filtreringen gjord var det möjligt att öppna filerna i 3d-win, men vidare arbete med filerna var mer eller mindre omöjlig. Detta pga. att den enorma punktmängden gjorde att den grafiska delen av programmet gick väldigt långsamt och när man försökte sig på en triangulering räckte inte datorns minne till. Lösningen på detta var helt enkelt att dela upp punktmängden i flera mindre filer. Med en punktmängd på ca 200 000 punkter kunde materialet behandlas relativt enkelt. Uppdelningen gjordes grafiskt i 3d-win.

Med en mindre punktmängd gick det också att triangulera materialet och då få fram en terrängmodell. Terrängmodellen delades upp i tvärskärningar, en för varje 20 m samt med 80 meters bredd så att tvärskärningarna täckte hela det undersökta området.

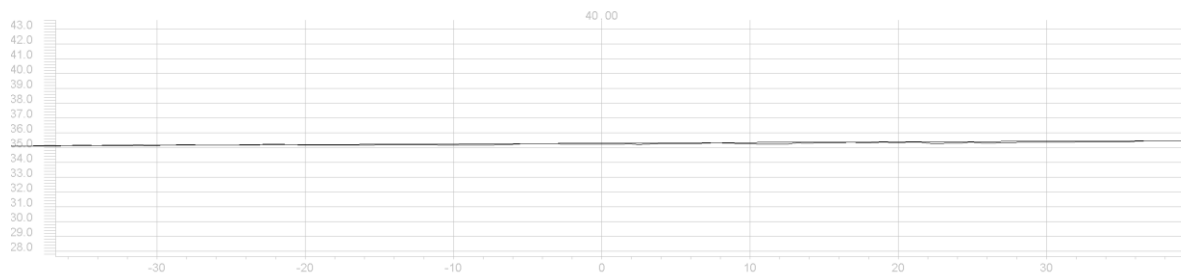
⁶ E-post förfrågan av Jarmo Muukkonen (5.4.2011)



Figur 15. Karta över tvärskärningsutdragen.

5.2 Det GNSS-mätta materialet

GNSS-filerna var betydligt mindre än LAS-filerna, ca 100 punkter, vilket gjorde att man kunde behandla dem utan särskild förbehandling. GNSS-materialet triangulerades direkt och man fick en terrängmodell som resultat. Av terrängmodellen gjordes tvärskärningar som placerades i samma tvärskärningsmodell som det skannade materialet. Tvärskärningarna är gjorda med 20 m mellanrum och har ett spann på 80 m, figur 15. På detta sätt kunde man enkelt jämföra de olika mätmetodernas höjddifferanser. Det gjordes också en ”punkt mot terrängmodell-undersökning”, vilket resulterade i en Exceltabell där höjdskillnaderna kunde utläsas ⁷. Som bottenmodell användes det triangulerade LAS-materialet och jämförelsepunkterna bestod av de GNSS-mätta punkterna.



Figur 16. Utdrag från tvärsärningsundersökningen. Första tvärsärningslinjen från vänster PL40, se **Figur 15.**

6 Problem

Trots att det skannade materialet sorterades så att alla punkter som inte var fast mark sällades bort så fanns det fortfarande punkter som inte kunde tas med i beräkningarna. Ett exempel på sådana punkter var punkter på hustak och stenar. Genom den grafiska undersökningen av tvärsärningarna kunde åtminstone hustakspunkterna sorteras bort pga. deras geometriska form. Ett mindre problem var att förvandla mätningarna till samma höjdsystem, eftersom GNSS-mätningen var gjord i höjdsystemet N60 samt flyglaserskanningen i N2000. Detta gjordes ganska enkelt i 3d-win. Ett annat problem var 3d-wins, enligt mig, icke användarvänliga utformning. En positiv sak med 3d-win är dock att när man väl har fått fram de två punktmolnen på rätt ställe samt tillräckligt avskalade, så är det lätt att få ut tvärsärningar samt ”punkt mot terrängmodell undersökningslistor”. Eftersom området som skulle undersökas var så enormt så måste det delas upp i många mindre områden. I detta lärdomsprov behandlas endast ett av dessa områden. Trots det så genererade det ca 200 tvärsärningar. Området som jag behandlat är ca en tiondel av det totala, vilket betyder att det skulle ha blivit 2000 tvärsärningar att tillverka och analysera. Har här med endast tvärsärningarna av diket (38 st.), eftersom det är det mest intressanta terrängobjektet.

⁷ Bilaga 1

7 Resultat

Genom grafisk undersökning av tvärskärningarna kunde det konstateras att de största kontinuerliga höjdskillnaderna kunde utläsas i diket som sträcker sig från söder till norr på det undersökta området ⁸. Detta var ett ganska väntat resultat eftersom området i fråga består till allra största delen av åkermark. Av Exceltabellen kan man också konstatera att de största höjdskillnaderna befinner sig i diket, (se kod: dike botten och dike slänt).

Syftet med detta lärdomsprov var att undersöka flyglaserskanningens duglighet för mätning av t.ex. dikesdjup. Av tvärskärningarna kan konstateras att vi har ett kast i höjdlid på i medeltal 20–30 cm. Jämfört med GNSS-mätningen där man rör sig kring mätnoggrannheter på 2 cm i höjdlid så är flyglaserskanning ej att rekommendera ⁹.

3d-win-programmet duger visserligen till en undersökning av detta slag, men är ganska långsamt vid behandling av stora punktmoln som i detta fall. Jag kunde endast ta med vart hundrade punkt, vilket räckte alldeles bra i detta fall, vid behandlingen. Tog jag med flera punkter så blev den grafiska delen alltför långsam, dvs. zoomning samt 3d-vridning. Dess grafiska användarvänlighet är alltså ganska långt ifrån t.ex. ett cad-program. Arbetet kunde ännu ha förbättrats genom att göra undersökningen på ett större område med flera detaljer, dvs. stenar, byggnader och skog. Man kunde också undersöka flyglaserskanning för olika årstider. Vintertid ger snötäcket en vriden bild av landskapet och på sommaren ger växtligheten också en oönskad effekt, om man vill undersöka marken. Man kunde även undersöka programmet Las-tools lite utförligare samt dess tillämpning vid denna undersökning. Trimble Realworks är också ett program som kunde undersökas.

⁸ Bilaga 2

⁹ GNSS noggrannhet

8 Källförteckning

Remahl A. (2010) Kontrollmätning av höjdfixpunkter i Vasa stad, lärdomsprov.
Lantmäteri ingenjör, Yrkehögskolan Novia, lantmäteriteknik, Vasa

Galileo, GNSS (u.å.). http://www.esa.int/esaNA/GGGMX650NDC_galileo_0.html
(hämtat: 10.4.2011)

Compass, GNSS (u.å.). http://en.wikipedia.org/wiki/Compass_navigation_system (hämtat:
10.4.2011)

Lahtinen, A. & Pummila, A. (2010) *Laserkeilauksen hyödyntämismahdollisuudet
Metsähallituksen luontopalveluiden ja ELY- keskuksen Ympäristö ja luonnonvarat
vastuualueen näkökulmasta* (u.o) Hämeen ammattikorkeakoulu

Flyglaserskanning (u.å.).
[http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-
2009/09-09.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-2009/09-09.pdf) (hämtat: 13.4.2013)

GNSS noggrannhet (u.å.). <http://www.leicageosystems.com> (hämtat 10.5.2013)

9 Figurförteckning

Figur 1. *Flyglaserskanning* (u.å.).

<http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-2009/09-09.pdf> (hämtat: 13.4.2013)

Figur 2. *Flyglaserskanning* (u.å.).

<http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-2009/09-09.pdf> (hämtat: 13.4.2013)

Figur 3. *Flyglaserskanning* (u.å.).

<http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-2009/09-09.pdf> (hämtat: 13.4.2013)

Figur 4. Källa okänd

Figur 5. *Flyglaserskanning* (u.å.).

<http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-2009/09-09.pdf> (hämtat: 13.4.2013)

Figur 6. *Maanmittauslaitos* (u.å.) www.maanmittauslaitos.fi (hämtat: 10.5.2013)

Figur 7. *Attackpoint* (u.å.). www.attackpoint.org (hämtat 10.5.2013)

Figur 8. Egen ritning

Figur 9. Egen ritning

Figur 10. *Karttapaikka* (u.å.). www.karttapaikka.fi (hämtat 13.4.2011)

Figur 11. *Karttapaikka* (u.å.). www.karttapaikka.fi (hämtat 13.4.2011)

Figur 12. *Karttapaikka* (u.å.). www.karttapaikka.fi (hämtat 13.4.2011)

Figur 13. *Googlemaps* (u.å.). www.googlemaps.com (hämtat 4.5.2013)

Figur 14. *Googlemaps* (u.å.). www.googlemaps.com (hämtat 4.5.2013)

Figur 15. Egen ritning

Figur 16. Egen ritning

Bilaga1

Tabell1: Höjddifferanser mellan GNSS-punkterna och terrängmodellen gjord på det skannade materialet.

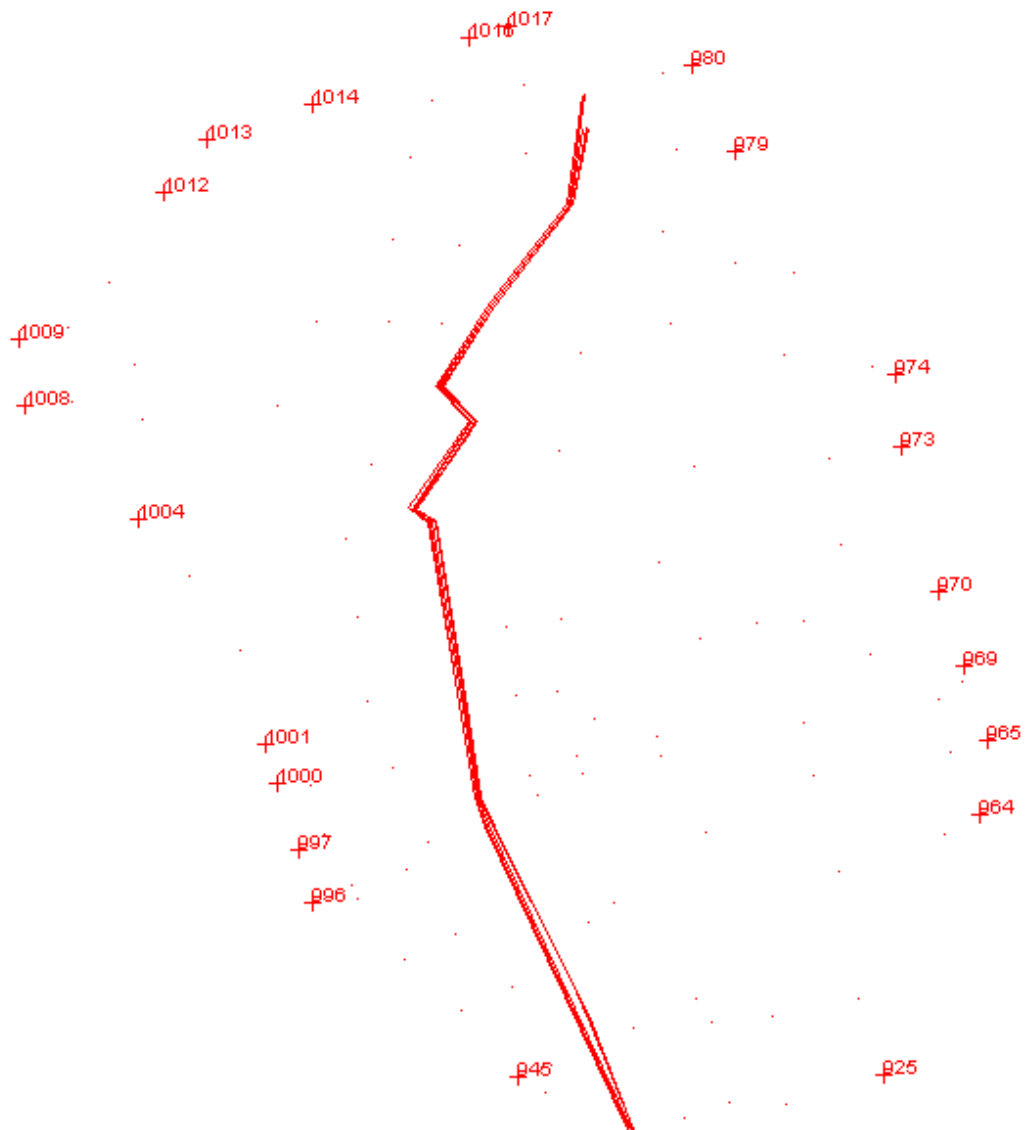
Pkt.nr.	Z-Differans (m)(sorterat)	Anmärkningar	Kod
965	37,793	Punkter utanför	
974	37,689	terrängmodellen.	
969	37,495	Dvs. En subtraktion har	
970	37,434	inte kunnat göras	
964	37,355		
973	37,006		
925	36,449		
1009	36,086		
1012	36,053		
1008	35,740		
1013	35,699		
996	35,631		
1014	35,436		
945	35,301		
980	35,217		
979	35,212		
997	35,083		
1004	35,074		
1000	34,221		
1016	33,814		
1001	33,443		
1017	31,900		
5013	0,253	20-50 cm	dike slänt
5027	0,240		dike slänt
947	0,165	10-20 cm	
958	0,144		
1015	0,128		
1630	0,122		dike slänt
1615	0,121		dike slänt
5035	0,113		dike slänt
948	0,105		
5046	0,100		dike slänt

5042	0,094	0-10 cm	dike slänt
927	0,090		
986	0,089		
1619	0,082		dike slänt
5032	0,052		dike slänt
1005	0,051		
975	0,044		
5023	0,042		dike slänt
998	0,042		
971	0,039		
1006	0,038		
1007	0,038		
928	0,036		
951	0,036		
917	0,035		
985	0,033		
5048	0,031		dike slänt
968	0,030		
982	0,026		
5050	0,024		dike slänt
967	0,017		
1002	0,013		
972	0,010		
1025	0,009		
1129	0,009		
1020	0,007		
990	0,006		
966	0,004		
959	0,003		
1029	0,001		
995	0,000		
1010	-0,002		
963	-0,003		
984	-0,004		
1030	-0,007		

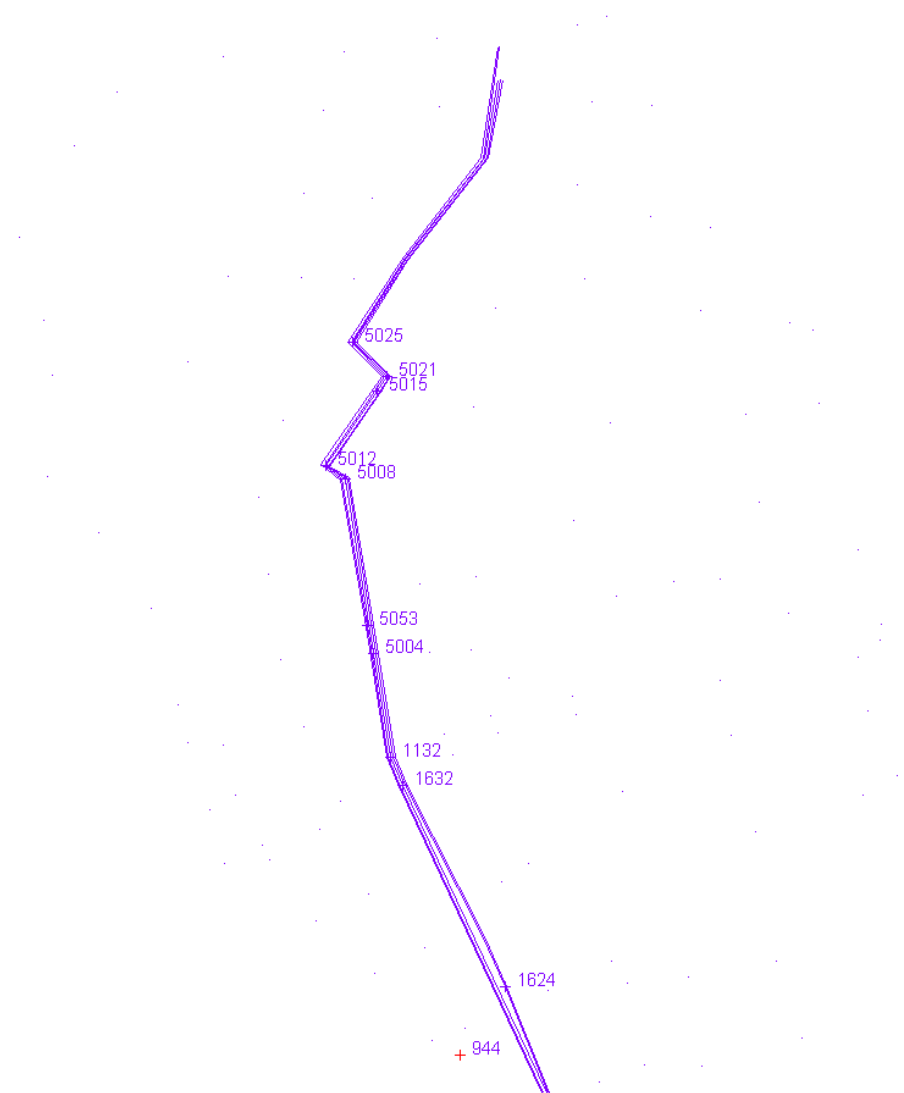
1626	-0,008	
1019	-0,009	
5002	-0,009	dike slänt
999	-0,011	
1003	-0,014	
923	-0,015	
989	-0,016	
1026	-0,017	
916	-0,018	
978	-0,019	
	-0,020	
1028	-0,022	
915	-0,023	
1023	-0,023	
981	-0,024	
962	-0,024	
924	-0,026	
994	-0,028	
1022	-0,030	
956	-0,031	
976	-0,031	
1027	-0,031	
1024	-0,032	
1031	-0,033	
920	-0,035	
926	-0,039	
961	-0,042	
987	-0,042	
913	-0,047	
5040	-0,047	dike slänt
983	-0,048	
1618	-0,048	dike slänt
957	-0,049	
1623	-0,049	dike slänt
1021	-0,050	

921	-0,051		
5010	-0,054		dike slänt
946	-0,055		
954	-0,056		
5054	-0,056		dike slänt
5019	-0,057		dike slänt
919	-0,058		
993	-0,058		
955	-0,059		
918	-0,060		
1018	-0,061		
5052	-0,067		dike slänt
953	-0,073		
960	-0,073		
5044	-0,076		dike slänt
5051	-0,082		dike slänt
992	-0,083		
949	-0,087		
5014	-0,088		dike slänt
5036	-0,091		dike slänt
1011	-0,093		
952	-0,098	10-20 cm	
950	-0,103		
914	-0,109		
988	-0,111		
5041	-0,133		dike slänt
5006	-0,160		dike slänt
1131	-0,167		dike slänt
5028	-0,169		dike slänt
5034	-0,180		dike botten
977	-0,187		
5043	-0,188		dike slänt
5047	-0,197	20-50 cm	dike slänt
5033	-0,200		dike slänt
5037	-0,202		dike botten

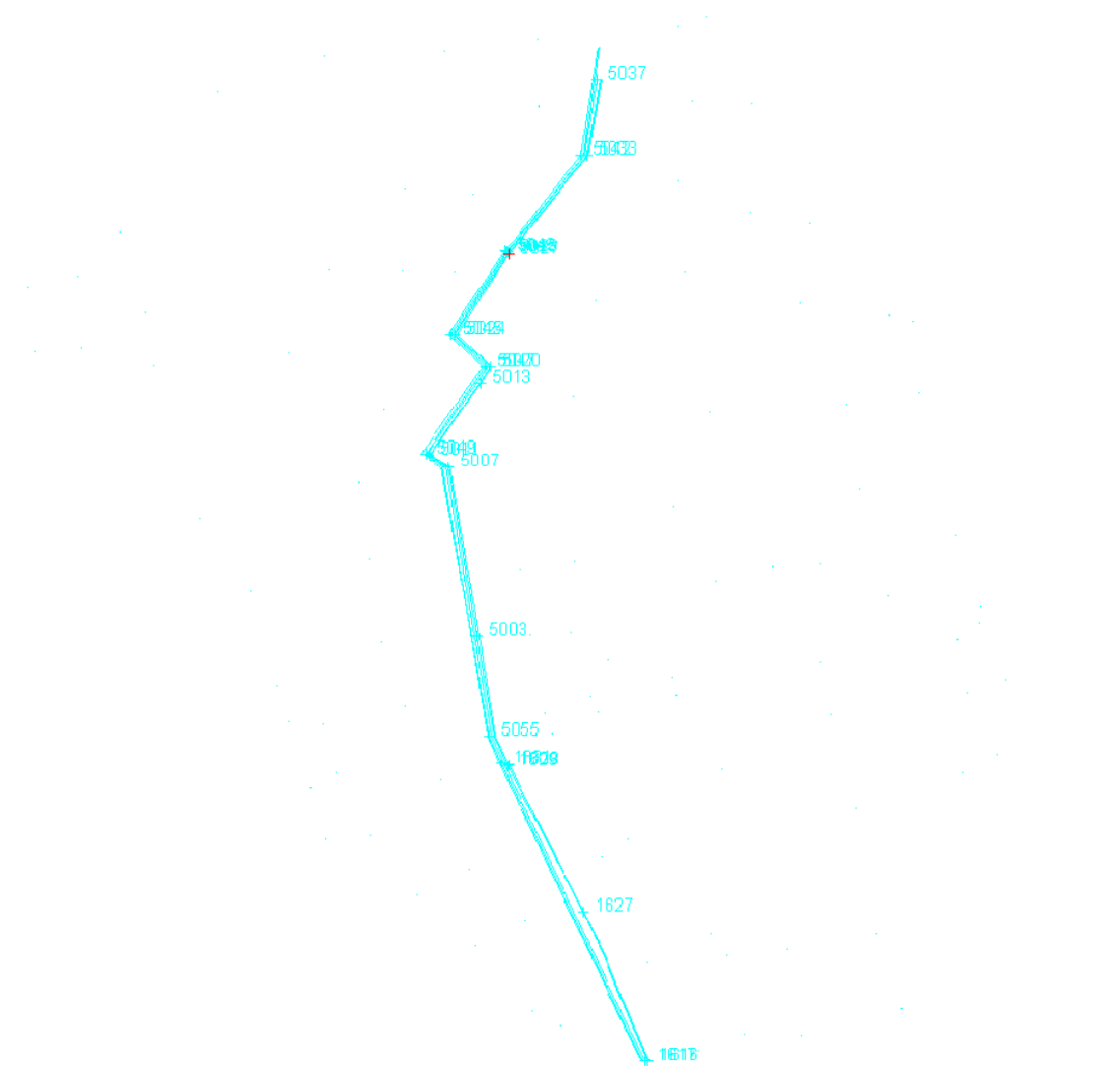
5024	-0,232		dike slänt
1631	-0,239		dike slänt
5045	-0,262	icke unikt nummer	dike slänt
5042	-0,280		dike slänt
1627	-0,280		dike slänt
1617	-0,292		dike botten
5055	-0,293		dike slänt
5007	-0,301		dike slänt
1616	-0,318		dike slänt
5049	-0,346		dike slänt
5003	-0,371		dike slänt
5011	-0,375		dike slänt
1628	-0,377		dike slänt
5029	-0,393		dike botten
5020	-0,403		dike slänt
5045	-0,437	icke unikt nummer	dike slänt
1629	-0,456		dike slänt
5053	-0,514	50-200 cm	dike slänt
5008	-0,562		dike botten
1624	-0,634		dike slänt
1132	-0,642		dike botten
1632	-0,656		dike botten
5012	-0,680		dike botten
5025	-0,715		dike botten
5004	-0,762		dike botten
5021	-0,765		dike botten
5015	-0,866		dike botten
944	-1,749		



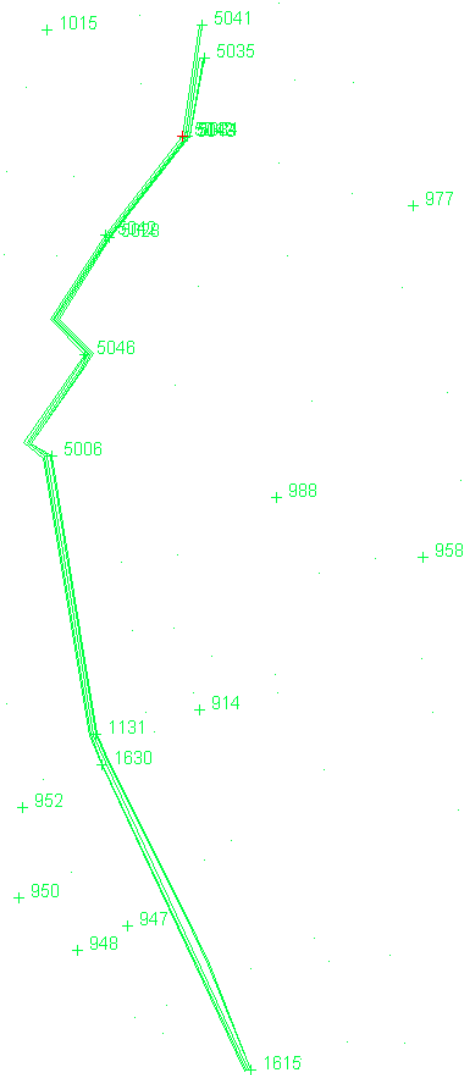
Figur 9-1 Punkter som sakna höjddifferans pga. att dom ligger utanför modellen



Figur 9-2 Punkter med höjddifferans 50-200cm



Figur 9-3 Punkter med höjddifferans 20-50cm



Figur 9-4 Punkter med höjddifferans 10-20cm

