

# Kvalitetskontroll laserscanning – Göta- och Nordre älvs dalgångar

Scanning utförd maj 2006

Mats Nyborg

2006-11-16

Dokumenttyp	Dokumentidentitet	Rev. nr.	Rapportdatum	Uppdragsnummer
<b>RAPPORT</b>			2006-11-16	2315000
Författare Mats Nyborg		Uppdragsnamn		
Beställare Vattenfall AB Vattenkraft		Granskad av		
		Godkänd av		
Delgivning				Antal sidor 13
				Antal bilagor

## Kvalitetskontroll laserscanning

### SAMMANFATTNING

Göta- och Nordre älvs dalgångar laserscannades från flygplan i början av maj 2006 av COWI AB, i syfte att utgöra grunddata för en mycket detaljerad terrängmodell för hydrologiska syften. Uppdraget inkluderade datafångst, databearbetning samt klassificering av datat avseende träffar på markyta.

För att täcka området flögs 33 parallella stråk på 1000 meters flyghöjd med 20% överlapp. Lasersystemet Optech ALTM 2033 användes vid skanningen. Laserdatat processerades och georefererades direkt med hjälp av GPS och tröghetsmätningar. Anpassning till markstöd utfördes genom COWI's försorg av Lantmäteriet.

Noggrannhet i plan på de markklassificerade punkterna förväntades enligt beställning vara bättre än 0.3 meter som ett snittvärde.

En kvalitetskontroll av markklassificerade punkters terränghöjd har utförts avseende uppnådd punkttäthet och faktisk noggrannhet i höjd. Kvalitetskontrollen avseende noggrannhet i höjd har utförts via fältmätningar med GPS-RTK, en inmätningssmetod som har en mätningssnoggrannhet avseende höjd på 1 – 2 cm under förutsättning av öppna förhållanden (visuellt relativt satelliter).

Föreliggande kontroll visar:

- Leverans har skett enligt den täckning som avsågs
- Antal punkter per m<sup>2</sup> är i snitt mellan 1 till 2 per m<sup>2</sup> (medelavstånd till närmaste granne ca 0.6 meter).
- Noggrannheten i höjd är väl under angivna 0.3 meter (funnen noggrannhet bättre än 0.15 meter som snitt)

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING .....	3
1.1	Syfte.....	3
1.2	Områdesdefinition.....	3
1.3	Leverans av data .....	3
2	ARBETSSÄTT/METODBESKRIVNING .....	5
2.1	Täckning och punkttäthet.....	5
2.2	Noggrannhet avseende höjd.....	8

## BILAGOR:

1. COWI Data Report
2. COWI Quality Report

# 1 INLEDNING

## 1.1 Syfte

Denna rapport avser kontroller beträffande:

- Fullkomlighet avseende täckning
- Punkttäthet
- Precision avseende höjd

## 1.2 Områdesdefinition

Området definierades med begränsningslinjer digitalt i det koordinatsystem som produkten skulle levereras i.

## 1.3 Leverans av data

Leverans av data skedde på hårddisk (USB). Data levererades som markklassade data i text-format (Figur 1).

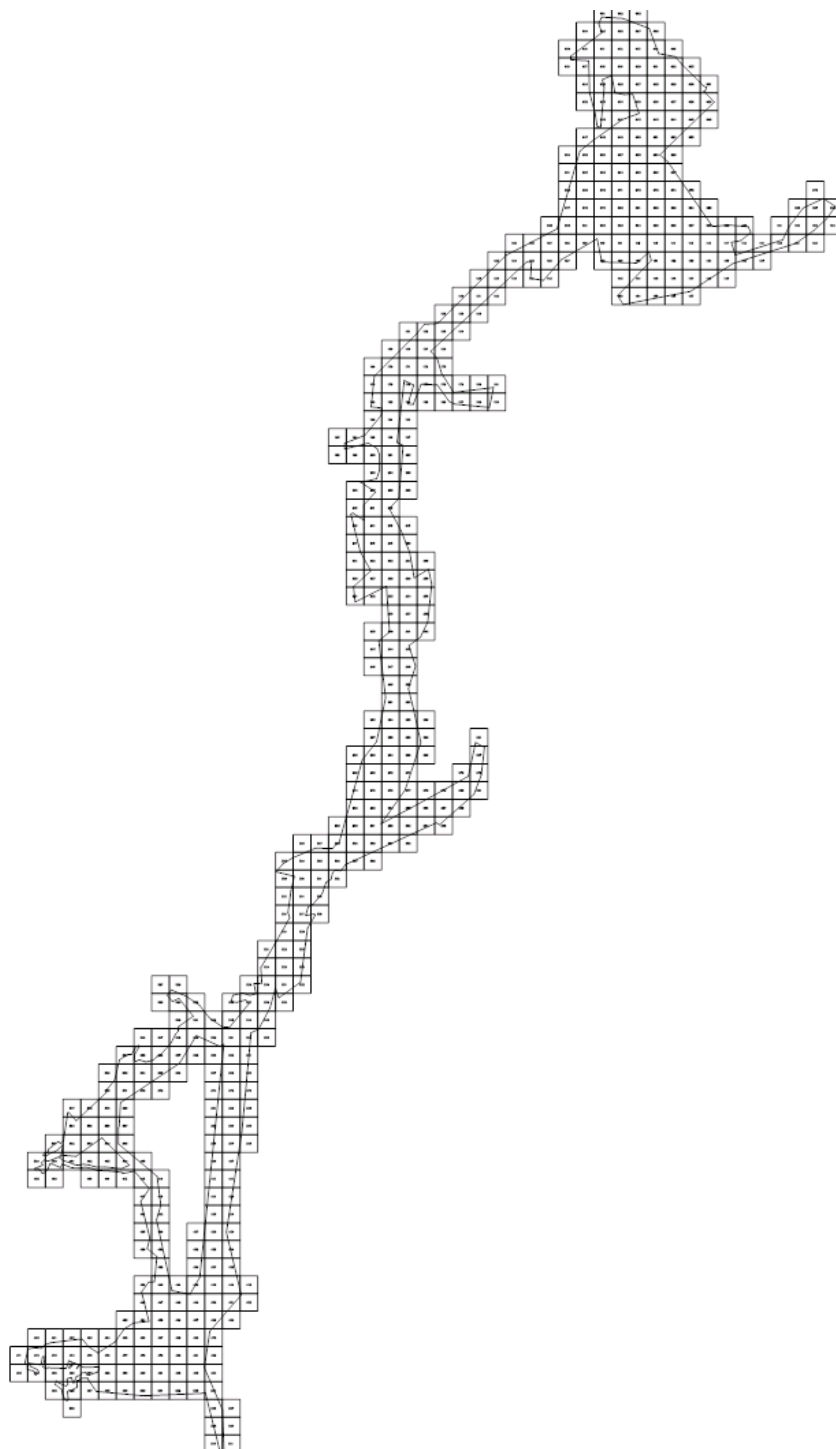
...

```
1295302.940 6479002.060 63.720
1295303.030 6479000.500 63.590
1295303.310 6479001.440 63.550
1295303.550 6479003.650 63.780
1295303.760 6479004.280 63.730
1295303.900 6479003.040 63.540
1295304.130 6479000.130 64.090
1295304.130 6479003.660 63.530
1295304.290 6479002.400 63.580
1295304.390 6479005.360 63.560
```

.....

*Figur 1. Ett exempel på utdrag ur leveransen av markklassade terränghöjder. Markklassade data levereras som ASCII-filer i tabellform. Första kolumn EASTING enligt RT90 2.5 gV 0:-15. Andra kolumn utgör NORTHING och tredje kolumn utgör terränghöjd för markyta i meter enligt RH70.*

Leveransen var geografiskt uppdelad i block (datafiler) om 1000 meter x 1000 meter enligt Figur 1 nedan.



*Figur 1. Leverans uppdelad i geografiska block.*

## 2 ARBETSSÄTT/METODBESKRIVNING

### 2.1 Täckning och punkttäthet

Kontroll av att fullständig täckning av data skedde genom att erhållen data importerades till ArcMap där varje markträff plottades mot den polygon som utgjorde begränsning för uppdraget (Figur 2).



*Figur 2. Kontroll av att data har genererats för hela undersökningsområdet.*

Punktätheten kontrollerades på två sätt

- 1) som stickprov för ett sammanlagt antal av 20 av levererade block
- 2) generellt för markträffar under öppna förhållanden (åker) och för slutna förhållanden (skog)

För varje block ur stickprovet beräknades, enligt punkt 1 ovan, medelavstånd till närmaste granne. Ett utdrag av dessa tester redovisas i Tabell 1 nedan.

Block nummer	NN medel avstånd (m)	Antal punkter
001	0.725	177750
002	0.864	101108
004	0.675	4391
005	0.717	551950
006	0.669	756825
007	0.673	784088

*Tabell 1. Exempel på resultat kring avstånd till närmaste granne. Angivet mätt avser medelavstånd i meter till närmaste granne (NN medel avstånd).*

För punkt 2 enligt ovan, användes klassificerad landtyp som underlag för avståndsberäkningar, åker för öppen terräng och skog för sluten terräng. Exempel på sådana ytor visas i Figur 3 och 4.



**Figur 3.** Röd linje indikerar typiskt område av öppen åker karraktär. Typiskt medelavstånd för närmaste granne ligger på 0.60 meter.



**Figur 4.** Röd linje indikerar typiskt område av sluten skogskarraktär. Typiskt medelavstånd för närmaste granne ligger på 0.68 meter.



## 2.2 Noggrannhet avseende höjd

Avseende kontroll av noggrannhet i höjd har kontrollen utförts direkt mot de diskreta punkter (markyta) som utgör resultatet av skanninguppdraget. Kontrollen har alltså *inte* utförts som en kontroll av en egentlig terrängmodell. För att beräkna noggrannheten har höjden för den diskreta punkt som ligger *närmast* en uppmätt punkt jämförts och en differens beräknats (se tabeller nedan). Beroende på den höga densiteten av diskreta punkter ligger typiskt avstånd mellan punkt och RTK uppmätt punkt på kring 0.5 meter.

Provning av terränghöjder har grundats på klassning av markytan avseende kuperingsgrad och ytjämnhet. Terrängen har därför indelats med avseende på markslagstyper, där också jämnhet angivits.

Eftersom den totala ytan avseende höjd är att anse som stor, har kontroll utförts baserat på en provningsmodell där provytor (kontrollobjekt) använts. Med kontrollobjekt avses en avgränsad yta som slumphanteras, mäts och utvärderats.

Provningen har baserats på slumpartade profiler som mätts in.

Inmätningen har utförts med RTK-teknik med verifierad höjdnoggrannhet mot kända omgivande stompunkter. Varje enskild inmätt punkt har därvid erhållit en angiven precision.

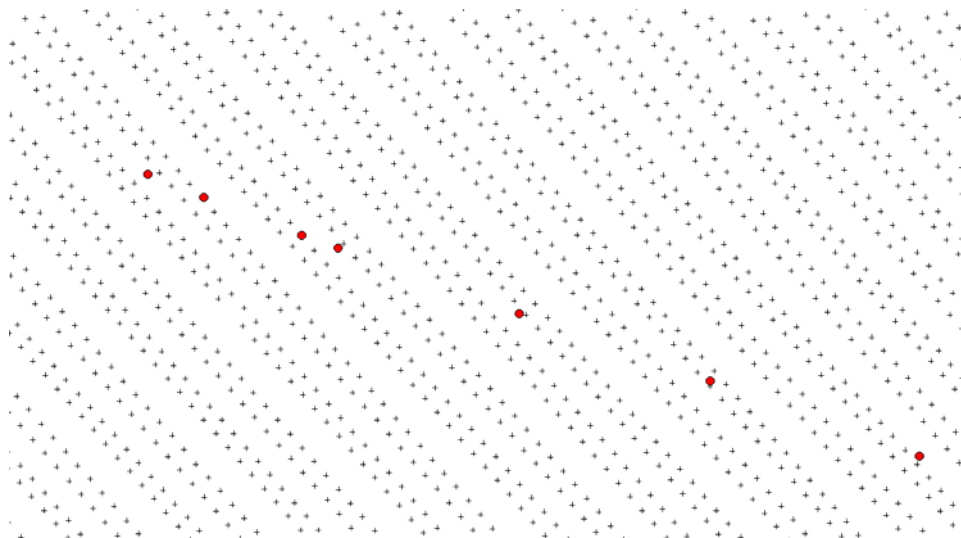
Särskilda profiler har lagts med hänseende till diken. Diken utgör lågpunkt i terräng och är därför av kritisk vikt vid hydrologisk modellering.



**Figur 5.** Exempel på inmätt profil för jämn mark med ortofoto i bakgrunden. Profilen har en längd om 77 meter.



**Figur 6.** Exempel på inmätt profil för något kuperad mark. Profilen har en längd av 35 meter



**Figur 7.** Exempel på RTK inmätta punkter (röd symbol) relativt markträff i laserskanning.

Sammanlagt har 30 profiler mätts uppdelat enligt följande:

- 10 profiler i flack terräng
- 10 profiler i relativt kuperad terräng
- 10 profiler in-emot skogsterräng (dock ej i skogsterräng pga. skuggbildning RTK)

*Exempel Utvärderade inmätta profiler*

*Profil Str-01*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>Ah m</i>
46,462	46,590	+0,128
46,367	46,470	+0,103
46,318	46,430	+0,112
46,103	46,310	+0,207
45,973	46,210	+0,237
45,972	46,100	+0,128
44,268	44,960	+0,692

*Profil Str-02 Medelavvikelse 0.184 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>Ah m</i>
46,808	46,940	+0,132
46,773	46,910	+0,137
46,793	46,950	+0,157
46,685	46,890	+0,205
45,767	46,720	+0,953
45,727	45,760	+0,033
46,896	46,860	-0,036
47,220	47,330	+0,110
47,116	47,320	+0,204
46,867	47,040	+0,173
47,243	47,330	+0,087
47,256	47,360	+0,104
47,285	47,420	+0,135

*Profil Str-03 Medelavvikelse 0,030 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
40,563	40,660	+0,097
40,257	40,360	+0,103
40,068	40,190	+0,122
39,767	39,820	+0,053
39,493	39,400	-0,093
38,969	38,970	+0,001
38,614	38,700	+0,086
38,608	38,580	-0,028
38,117	38,130	+0,013
38,205	38,260	+0,055
38,611	38,720	+0,109
38,997	39,020	+0,023
39,570	39,490	-0,080
40,057	40,080	+0,023
40,134	40,090	-0,044
40,161	40,180	+0,019
40,333	40,380	+0,047
40,607	40,640	+0,033

*Profil Str-04 Medelavvikelse 0,098 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
44,753	44,820	+0,067
43,993	44,010	+0,017
43,530	43,700	+0,170
43,538	43,680	+0,142
43,480	43,770	+0,290
43,397	43,210	-0,187
42,710	42,690	-0,020
42,823	43,240	+0,417
43,533	43,720	+0,187
44,048	44,210	+0,162
44,813	44,760	-0,053
45,369	45,420	+0,051
45,923	46,010	+0,087
46,308	46,350	+0,042

*Profil Str-05 Medelavvikelse 0.23 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
46,462	46,590	+0,128
46,367	46,470	+0,103
46,318	46,430	+0,112
46,103	46,310	+0,207
45,973	46,210	+0,237
45,972	46,100	+0,128
44,268	44,960	+0,692

*Profil Str-06 Medelavvikelse 0.162 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
52,906	53,050	+0,144
53,093	53,220	+0,127
53,028	52,970	-0,058
52,392	52,790	+0,398
53,056	53,220	+0,164
53,223	53,430	+0,207
53,400	53,550	+0,150

*Profil Str-07 Medelavvikelse 0,160 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
63,249	63,700	+0,451
63,078	63,240	+0,162
62,062	62,790	+0,728
60,868	60,920	+0,052
60,585	60,810	+0,225
60,747	60,740	-0,007
61,707	61,130	-0,577
61,123	61,370	+0,247

*Profil Str-08 Medelavvikelse 0,101 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
26,870	26,910	+0,040
25,450	25,480	+0,030
24,629	24,730	+0,101
23,609	24,030	+0,421
22,110	22,630	+0,520
21,423	21,480	+0,057
22,846	22,910	+0,064
24,369	24,000	-0,369
26,016	26,080	+0,064
26,511	26,590	+0,079
26,530	26,630	+0,100

*Profil Str-09 Medellavvikelse 0,132 m*

<i>RTK m</i>	<i>LIDAR m</i>	<i>H m</i>
9,269	9,370	+0,101
9,126	9,250	+0,124
8,615	8,580	-0,035
8,621	8,760	+0,139
8,901	9,270	+0,369
9,238	9,460	+0,222
9,125	9,240	+0,115
9,170	9,230	+0,060
9,054	9,150	+0,096