



BACHELOROPPGAVE:

*Generering av høydekurver fra  
laserdata og fotogrammetri*

FORFATTER(E):

Simen Bjørhusdal

Fredrik Blix

Dato:

23.05.12

## SAMMENDRAG

Tittel:	Generering av høydekurver fra laserdata og fotogrammetri.		Dato:	23.05.12
Deltaker(e)/	Simen Bjørhusdal			
	Fredrik Blix			
Veileder(e):	Torbjørn Kravdal			
	Sverre Stikbakke			
oppdragsgiver:	Ivar Aanerød, Statens Kartverk avd. Bodø			
	Harald Mortensen, Statens Vegvesen avd. Mosjøen			
Stikkord	Høydemodell/høydekurver, laserdata, fotogrammetri, kurveglatting, kontroll			
Antall sider:	Antall vedlegg:	Publiseringsavtale inngått:		
46	4			
<p><b>Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:</b></p> <p>Fra erfaring ser vi at laserskanning kan gi mangelfull høydeinformasjon, bl.a. i tett vegetasjon og veigrøfter. Dette kan føre til at genererte høydekurver blir unøyaktige og mangelfulle. Ut i fra disse opplysningene ble bakgrunn for oppgavevalg lagt til grunn. Som hoveddel skal vi:</p> <p>Undersøke og beskrive ulike metoder for generering av høydemodell som grunnlag for etterfølgende produksjon av høydekurver med (1) data fra lasermålinger og (2) med data fra lasermålinger og fotogrammetri.</p> <p>Oppgaven har også flere mindre deler som kurveglatting og kontroll av høydekurver.</p>				

**ABSTRACT**

Title:	Generate contour lines from laser data and photogrammetry	Date:	23.05.12
Participants/	Simen Bjørhusdal <hr/> Fredrik Blix		
Supervisor(s)	Torbjørn Kravdal <hr/> Sverre Stikbakke		
Employer:	Ivar Aanerød, Statens Kartverk, Bodø <hr/> Harald Mortensen, Statens Vegvesen, avd. Mosjøen		
Keywords	Elevation model/contour lines, laser data, photogrammetry, smoothing, control		
Number of pages/words:	Number of appendix:	Availability (open/confidential):	
46	4		
<b>Short description of the bachelor thesis:</b>			
<p>From experience, we see that laser scanning could provide inaccurate elevation data, where the vegetation is dense or at road ditches. This can cause the generated contour lines are inaccurate and inadequate. Based on this information, the background for the task selection was used. In the main part of the project we will:</p> <p>Investigate and describe various methods for generating elevation model as a basis for subsequent production of contour lines with (1) data from laser measurements and (2) with data from the laser measurements and photogrammetry.</p> <p>The project will contain minor parts as curve smoothing and control of elevation curves/lines as well.</p>			

## FORORD

Denne oppgaven er en avsluttende Bacheloroppgave for studiet Geomatikk ved Høgskolen i Gjøvik.

Bacheloroppgaven er skrevet av to Geomatikk studenter, med interesse innenfor fagområdene GIS og landmåling.

Gruppen har tidlig utarbeidet en problemstilling sammen med Statens Kartverk avd. Bodø og Statens Vegvesen avd. Mosjøen som er relevant for begge parter. Vi ønsket også å gi oppdragsgiver innsikt i hvilke metoder som kan brukes for fremstilling av resultatet, da disse vanligvis blir fremstilt som ferdige produkter fra forskjellige leverandører.

Takk til Ivar Aanerød ved kartverket i Bodø og Harald Mortensen ved Statens Vegvesen i Mosjøen for problemstilling. Og våre veiledere ved høgskolen, Torbjørn Kravdal og Sverre Stikbakke som har bidratt med veiledning gjennom hele bachelorprosessen.

Vi vil også takke Powel Support gruppen og Terratec AS som kom med innspill på ulike problemer som ble møtt i programvare.

Som gruppe har vi jobbet godt sammen gjennom hele bachelorperioden. Det har vært diskusjoner av ulike metoder i flere prosesser av oppgaven, og gruppen har blitt enig om hvilke metoder som har vært mest riktig på bakgrunn av innspill og fagstoff fra pålitelige kilder.

Simen Bjørhusdal

Simen Bjørhusdal

Fredrik Blix

Fredrik Blix

## Innhold

SAMMENDRAG .....	2
ABSTRACT .....	3
FORORD .....	4
1    INNLEDNING .....	8
1.1 Bakgrunn .....	8
1.2 Hensikt.....	8
1.3 Problemstilling.....	8
1.3.1 Hoveddel .....	8
1.3.2 Del Spørsmål.....	9
1.4 Kildekritikk.....	9
1.5 Begreper/ definisjoner .....	10
2.    GRUNNLEGGENDE TEORI .....	11
2.1 Flybåren laserskanning.....	11
2.1.1 Posisjon og orientering.....	12
2.1.2 Hvilken returpuls? .....	12
2.1.3 Klassifisering.....	12
2.2 Fotogrammetri .....	13
2.2.1 Aerotriangulering .....	13
2.3 Terrengmodell/ høydemodell .....	14
2.3.1 Digital terrengmodell .....	14
2.3.2 Grid.....	15
2.3.3 Triangulært Irregulært Nettverk - TIN.....	15
2.4 Fra laserdata til høydemodell - Gemini Terreng og Entreprenør.....	17
2.4.1 Gemini Terreng og Entreprenør 7.3 .....	17
2.4.2 3D Grid.....	17
2.4.3 Triangelnett .....	19
2.5 Visualisering – ArcGis Desktop 10 .....	20
2.5.1 ArcGIS Desktop 10.....	20
2.5.2 Forenkling av linjer .....	20
2.5.3 Kurveglatting .....	21
2.6 Forskningsmetode.....	23
2.6.1 Kvalitativ metode .....	23
2.6.2 Kvantitativ metode.....	23

3.	METODE .....	24
3.1	Ressurser til oppgaven .....	24
3.1.1	Laserdata (LAS-filer) .....	24
3.1.2	FKB – data .....	25
3.1.3	Kontrollflate.....	26
3.2	Forarbeid .....	27
3.3	Valg av metode – høydemodell.....	27
3.4	Praktisk utførelse i programvare.....	28
3.4.1	Generere høydemodell/ høydekurver .....	28
3.4.2	Forenkling av linjer .....	30
3.4.3	Kurveglatting .....	30
3.4.4	Geometrisk Kontroll .....	31
4.	RESULTAT .....	33
4.1	Geometrisk kontroll triangelnett .....	33
4.2	Forenkling og glatting av kurver.....	35
4.3	Geometrisk kontroll av høydekurver .....	38
5.	DISKUSJON.....	39
5.1	Høydemodell og høydekurver.....	39
5.2	Forenkling og glatting.....	40
5.3	Geometrisk kontroll .....	41
5.3.1	Høydemodell/triangelnett.....	41
5.3.2	Høydekurve .....	41
6.	KONKLUSJON .....	44
7.	Litteraturliste.....	45
7.1	Nettsider.....	45
7.2	Bøker/Hovedoppgave .....	45
7.3	Standarder .....	46
8.	Figurer/Bilder .....	46
9.	VEDLEGG .....	47
	VEDLEGG 1.....	48
	VEDLEGG 2.....	52
	VEDLEGG 3.....	114
	VEDLEGG 4.....	128



# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Fra erfaring ser vi at laserskanning alene kan gi mangelfull høydeinformasjon, bl.a. i tett vegetasjon og i veigrøfter. Dette kan føre til at genererte høydekurver blir unøyaktige og mangelfulle. Ut i fra disse opplysningene ble bakgrunn for oppgavevalg lagt til grunn.

Sammen med våre oppdragsgivere, Statens kartverk v/ Ivar Aanerød og Statens Vegvesen v/ Harald Mortensen skal gruppen ta for seg en problemstilling der det er fokus på å generere tilfredsstillende høydekurver fra to ulike datafangstmetoder med ulike fordeler.

## 1.2 Hensikt

Formålet med denne oppgaven er å se på ulike metoder som har til hensikt å forbedre høydeinformasjonen ved produksjon av høydekurver. Primært ved hjelp av to ulike datafangstmetoder; (1) data fra lasermålinger og (2) data fra lasermålinger og fotogrammetri.

## 1.3 Problemstilling

Problemstillingen er utarbeidet med innspill fra våre oppdragsgivere:

*«Hvordan kan vi bruke høydeinformasjon fra to ulike datafangstmetoder til produksjon av tilfredsstillende høydekurver?»*

### 1.3.1 Hoveddel

Undersøke og beskrive ulike metoder for generering av høydemodell som grunnlag for etterfølgende produksjon av høydekurver fra (1) data fra lasermålinger og (2) data fra lasermåling og fotogrammetri.



### 1.3.2 Del Spørsmål

Sammen med hoveddelen skal gruppen også besvare mindre del spørsmål knyttet til oppgaven.

- Undersøke og vurdere metoder for kurveglatting som kan bedre kurvenes lesbarhet med minimalt nøyaktighetstap.
- Utføre kontroll av høydenøyaktighet med kontrollflater.

### 1.4 Kildekritikk

Gruppen skal være kritisk til kildene som skal tas i bruk for gjennomførelse av ulike deler av oppgaven, i hovedsak teorikapittelet. Vi skal forsikre oss om at kildene er pålitelige og tar i bruk kriterier etter «TONE» prinsippet med henvisning til VIKO;

Troverdighet

Objektivitet

Nøyaktighet

Egnethet

(1)

## 1.5 Begreper/ definisjoner

**Applikasjonslag:** *Lag som representerer ulik informasjon i et prosjekt*

**CPOS:** *CentimeterPOSisjonering*

**DFA:** *Digital Fotogrammetrisk Arbeidsstasjon*

**DTM:** *Digital Terreng Modell*

**ESRI:** *Environmental Systems Research Institute*

**FKB:** *Felles KartBase*

**FOV:** *Field of View*

**GNSS:** *Global Navigation Satellite System*

**GPS:** *Global Positioning System*

**INS:** *Inertial Navigation System*

**Kote:** *Høydekurve*

**LAS:** *Filformat for laserdata*

**LASER:** *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*

**LIDAR:** *Light Detection And Ranging*

**PAEK:** *Polynomial Approximation with Exponential Kernel*

**PST:** *Personal Storage Table*

**RGB:** *Rød Grønn Blå – Synlig lys*

**Sjikt:** *Definert terrengoverflate i applikasjonslag*

**SOSI:** *Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon*

**TIN:** *Triangulært Irregulært Nettverk*

**UTM:** *Universal Transverse Mercator*

**WGS:** *World Geodetic System*

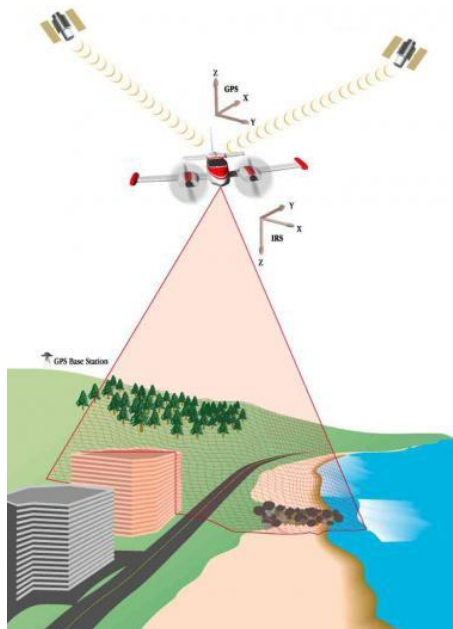
## 2. GRUNNLEGGENDE TEORI

Grunnleggende teori til oppgaven trengs for å få innsikt i hvordan dataene gruppen skal jobbe med er innsamlet. Teorien som er skrevet er relevant for oppgaven og skal ikke gå utenfor temaet oppgaven omhandler.

### 2.1 Flybåren laserskanning

Flybåren laserskanning er en metode som brukes for rask innsamling av høydedata fra fly eller helikopter. Flyet er utstyrt med et laserskanningssystem der laseren sender ut laserpulser via et speil som vrir og vendes på for å samle inn X, Y og Z koordinater av punkter på bakken. Sammen med lasersystemets GPS(er) og INS vil flyets posisjon og orientering bestemmes og utgangspunktet for avstands og retningsmålinger beregnes. Avstandene regnes ut fra tiden det tar for en sendt laserpuls til å returnere fra bakken og via speilet til detektoren som lagrer informasjon. Dersom et område for eksempel inneholder tett vegetasjon (f. eks trær), kan en laserpuls få flere returpulser. Returpulsene kan for eksempel være fra topp og bunn av vegetasjonen.

Fly og helikopter brukes i forskjellige områder, og skanner i forskjellige mønster.



Figur 1: laserskanning (tillatelse fra Blom Geomatics AS)

Skannevinkel eller field of view (FOV) sier noe om hvor bredt speilet med laserpulsene sveiper over bakken. Hvis vinkelen er stor, dekker hver skannerstripe ett større område av bakken og et definert sett av punkter blir spredt utover for hver stripe som medfører at

punktettheten blir lavere. Hvis skannevinkelen er for stor vil det bli vanskeligere å få pulsene ned på bakken og særlig i områder med tett vegetasjon hvor pulsene vil treffe greiner og andre gjenstander som fører til flere udefinerte returpulser. Terratec som har utført skanningen over prosjektets område operer vanligvis med en FOV på 30°, 35° eller 40°. Dekningsbredden for hver stripe vil være 0,54, 0,65 og 0,72 x flyhøyden for de tre skannevinklene. (2)

Etter et eventuelt skann vil resultatet fra flyvingen være en detaljert og nøyaktig punktsky som inneholder all informasjon av terrenget. Kvaliteten vil variere fra flyhøyde, skannevinkel og pulsfrekvens avhengig av hva punktskyen skal brukes til. (3)

### **2.1.1 Posisjon og orientering**

For å måle avstander og retninger mellom lasersystemet og punktene på bakken, er systemet avhengig av å finne plattformens posisjon og orientering. Lasersystemet er utstyrt med en differensiell GPS (dGPS) med GPS mottaker, og en eller flere GPS stasjoner på bakken bidrar til at flyet får en posisjon. Plattformens orientering i luften skaffes fra et internt navigasjonssystem(INS).

### **2.1.2 Hvilken returpuls?**

Med laserens fotavtrykk kan flere objekter treffes av samme puls, og dette fører til at samme laserpuls returneres flere ganger med ulike koordinater. Med nye lasersystemer kan punkter i for eksempel topp og bunn av vegetasjon registreres.

Områder med tett skog vil som oftest ha flere returpulser fra samme puls.

### **2.1.3 Klassifisering**

Ved klassifisering av punkter fra laserskanningen benyttes flere metoder. Lasersystemet ser på blant annet koordinater og refleksjonsstyrke til punktene som skal klassifiseres. Flere filtreringsteknikker har blitt utviklet for å hente ut punkter med samme kvaliteter.

Etter klassifisering har ulike programmer funksjoner som henter ut klassifiserte punkter fra laserdata. Programmene Gemini Terreng & Entreprenør og ArcGIS er noen.(4)

## 2.2 Fotogrammetri

Fotogrammetri er metoden som brukes når vi gjør måling på bilder for å bestemme geografiske egenskaper til forskjellige objekter. Metoden brukes til forskjellige formål innen kartkonstruksjon, og den store fordelen er at alt målearbeidet gjøres av operatører fra kontoret. Dette gjør fotogrammetri til en rasjonell og rimelig metode. (5)

Metoden gir oss en detaljert og god beskrivelse av høydeforhold med jevn nøyaktighet.

I dag brukes metoden digitalt, noe som har automatisert og effektivisert produksjonen av produkter. Til arbeidet brukes digitale fotogrammetriske arbeidsstasjoner, DFA. Dette er PC`er som er utstyrt med nødvendige programmer og stereoskjermer for produksjon av kart og geodata. (5)

DFA bruker bildefiler fra digitale kameraer, og flere av de prosessene som ble brukt analogt er automatisert for produksjon av produkter. Når viktige tidkrevende prosesser er automatisert, vil produksjonen av produktet bli raskere. For å nevne noen er dette prosesser som matching innenfor bildeanalyse, indre – og ytre orientering innenfor orientering. (6)

Det viktigste bruksområdet for fotogrammetri er kartlegging, men digitaliseringen har åpnet for nye bruksområder. (7)

### 2.2.1 Aerotriangulering

Aerotriangulering er en metode for bestemmelse av punkters koordinater i terrenget med høyder i fra flybilder. Dette forutsetter at området er målt i fra minst to vinkler slik at det kan dannes en stereoskopisk gjengivelse av terrenget. Prosessen utføres ved å ta i bruk indre og ytre orientering for å rekonstruere fotograferingssituasjonen, som vil gjøre det mulig å foreta målinger i bildene. Denne orienteringsprosessen blir gjennomført automatisk ved hjelp av forbindingspunkter som er felles punkter i flere av bildene. Ut i fra disse punktene blir bildene satt direkte sammen ved hjelp av «mønster-gjenkjenning» fra flere bilder. Etter bildene er satt sammen blir det sett på gittpunkter som er punkter med fastsatte koordinater. Disse punktene er satt som kontroll for bildene fra fotograferingen, og er med på å vurdere kvaliteten av målingene. Prosessen for å jevne ut feil og uoverensstemmelser i forhold til kontrollpunktene, kalles «blokkutjevning».

Med GPS og INS som blir brukt fra flyet under fotograferingen kan en matematisk måle nøyaktigheten på hvilke koordinater en har på bakken, og gittpunktene blir som nevnt brukt mer som til kontroll. Antall gittpunkter har blitt kraftig redusert i og med at beregningsprosessen direkte fra fotograferingen har blitt meget nøyaktig. (7), (8)

## 2.3 Terrengmodell/ høydemodell

### 2.3.1 Digital terrengmodell

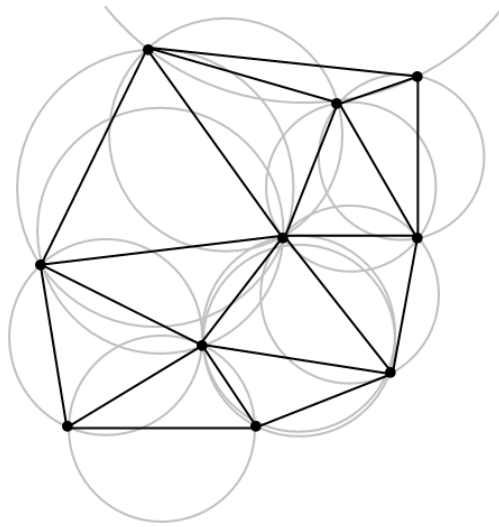
En digital terrengmodell (DTM) er en modell som beskriver formen til en terrengoverflate og kalles også for en digital høydemodell. Modellen inneholder informasjon om topografien (høydeforhold) fra et utvalg av innsamlede datapunkter fra blant annet laserskanning og målte punkter. En digital terrengmodell består av x, y og h verdier som er kjente, etter at en interpolasjonsmetode er blitt valgt som beregner h når x og y er gitt. Digitale terrengmodeller kan etableres på flere måter, og anvendes til en rekke formål, i særlig grad innenfor prosjektering. Digitale terrengmodeller er et kraftig verktøy innenfor GIS som kan brukes til analyse og visualisering. En DTM kan lagres i en geografisk database på flere måter; som ett sett med konturer(høydekurver), et rektangulært rutenett (Grid), eller som et triangulært irregulært nettverk av punkter(TIN).(9)

### 2.3.2 Grid

Grid består av et kvadratisk nett av ruter som representerer en overflate. I en DTM kan en grid representere overflaten ved at hver kvadratiske celle i et rutenett har en bestemt verdi. I en DTM er det først og fremst terrenget som er aktuelt å få en indikasjon på og da hvilke høydeverdier som befinner seg i området. Hver celle representerer en høyde som kan bli gitt med en bestemt farge. I det sammensatte rutenettet er det lett å se helninger og stigninger i terrenget kun ved å se på fargene som representerer en høyde. Overflater av et område som ulike landområder kan også bli representert ved hjelp av en grid. Hver celle indikerer her hva som ligger innenfor ett område også ved hjelp av farger, hvor ulike farger representerer ulike områder. Skog, vann, fjell og jordbruk er typiske eksempler for slike overflater. Et slikt sammensatt rutenett kalles en raster. Jo tettere det er mellom hvert grid, jo mer sammenhengende vil overflaten bli representert, samtidig som det blir en glattere overgang mellom de ulike områdene som blir representert av hver enkelt celle. Ved visualisering av terrenget vil en tettere grid føre til en mer oppriktig representasjon av hvordan det faktiske terrenget ser ut i virkeligheten.

### 2.3.3 Triangulært Irregulært Nettverk - TIN

Et triangulært irregulært nettverk (TIN) er en modell bestående av vektor- baserte digitale data som representerer terrengoverflaten. Konstruksjonen skjer gjennom en triangulering mellom nabo- punkter ut i fra deres høydeverdier der trekantene mellom hverandre blir koblet sammen og danner et nettverk av trekanter. Ved flate områder er det lenger avstand mellom punktene som fører til større trekanter, mens i brattere terreng vil punktene være tettere og trekantene blir mindre. Trekanter blir utelatt hvis vinkelen mellom nabo- punktene er for små. Trekantene kan bli beregnet ved ulike metoder. «Delaunay» er den meste brukte metoden for triangulering, som blant annet benyttes i programvarer som ArcGIS og Gemini terreng. Delaunay trianguleringen har som mål å unngå tynne trekanter ved å maksimere minimumet av alle vinklene i nettverket. Dette for å få en bedre representasjon av overflaten uten noen ekstremt spisse kanter. For å få til dette blir det i praksis trukket sirkler mellom 3 hjørnepunkter ved en bestemt trekant hvor som helst i nettverket, og ingen andre punkter vil komme innenfor sirklene. Triangelnettet vil til slutt bli glattet for å gi en bedre visualisering av det faktiske terrenget.(9)



Figur 2:Prinsippet ved Delaunay-triangulering

(10)



## 2.4 Fra laserdata til høydemodell - Gemini Terreng og Entreprenør

### 2.4.1 Gemini Terreng og Entreprenør 7.3

Gemini Terreng & Entreprenør 7.3 er et verktøy for planlegging, prosjektering, utførelse og dokumentasjon innen ulike områder knyttet til anleggsbransjen. Programvaren er oppdatert fra eldre versjon 7.2, og har fått flere spennende funksjoner. Gruppen er kjent med tidligere versjoner av programmet knyttet til ulike emner ved Høgskolen i Gjøvik.

Programmet skal brukes for generering av høydemodell og høydekurver før selve visualiseringsarbeidet i ArcGIS Desktop 10.

To ulike metoder for generering av høydemodell er blitt utforsket:

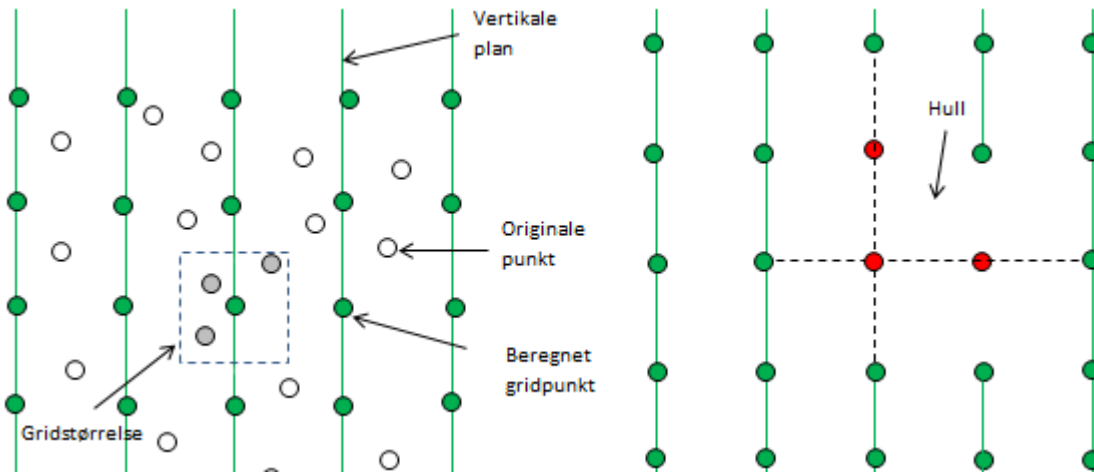
### 2.4.2 3D Grid

Blant nye funksjoner i programmet, er det en funksjon som er spesielt interessant for denne oppgaven. Programvaren har begynt å behandle punktskyer. Punktskyene kan importeres direkte til et applikasjonslag, som LAS eller PST – format. Ved import av slike filer kan konstruktøren trekke ut klassifiserte punkter, samt hente RGB farger. Programmet kan behandle opp til 200millioner punkter, både i 2D og 3D og hvert punkt i skyen har egenskaper(koordinater).(11)

Ved å definere sjikt – egenskaper til gjeldene punktsky, beregnes terrenggrid fra punktsky, og en høydemodell er etablert.

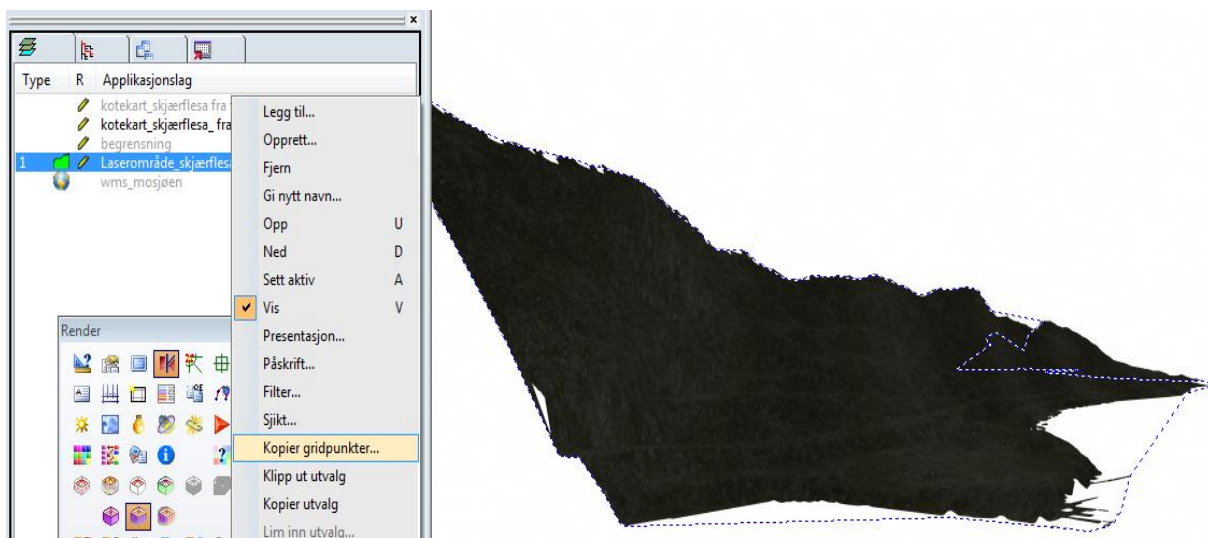
Internt i programvare bruker metoden alle punkter på punktskyen innenfor valgt gridtetthet til å beregne(ved midling) gridpunktet som brukes i modellen(bildet til venstre). Der punktskyen inneholder hull blir det vanskelig å beregne gridpunkter fra punktsky.

Gridpunkter innenfor disse områdene vil bli beregnet og interpolert fra høyder til nære gridpunkter i modellen(bildet til høyre).



Figur 3: Gridpunkter/ interpolering fra hjelpemenyen til Gemini Terreng (tillatelse fra Powel AS Support)

Med et verktøysett i programmet kan det enkelt lages en 3D grid – modell fra det definerte sjiktet og terrenget fremstilles.

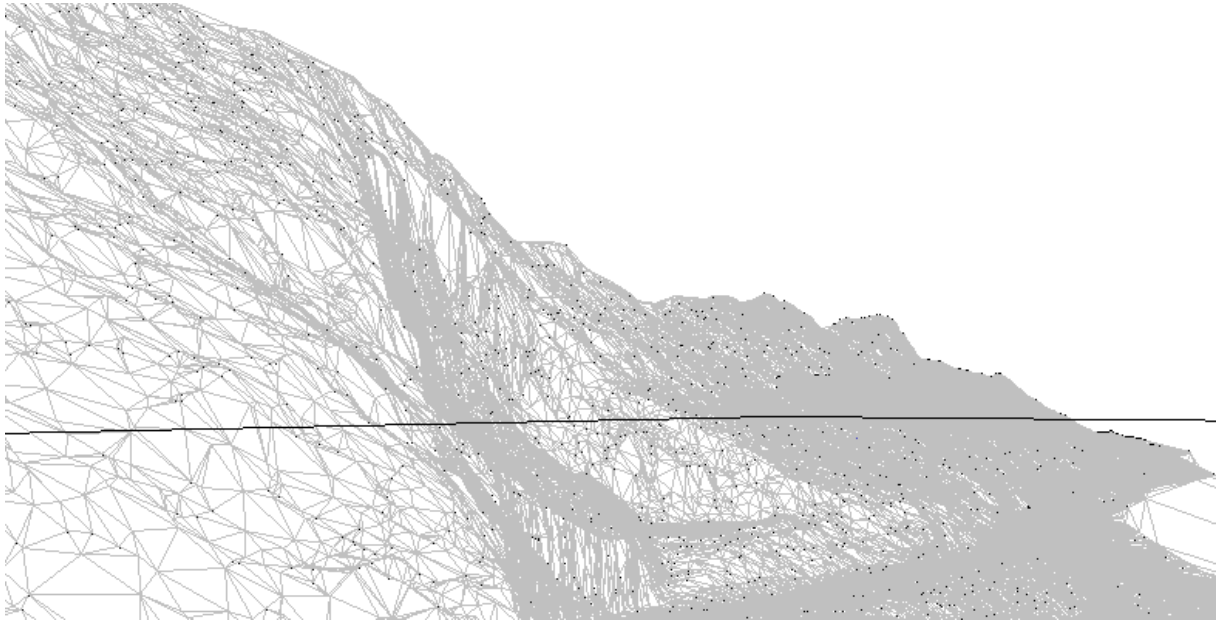


Figur 4: 3D gridmodell fra terrenget i Gemini terreng

Ved å kopiere gridpunktene som finnes innenfor en definert begrensingskontur (blått polygon), kan kotekartet genereres med støtte i gridpunktene som finnes i modellen. Gridpunktens tetthet defineres i tegningsinnstillinger i applikasjonslag i programmet, og innstillingene er viktig for å danne tilstrekkelig med høydekurver. I dette test - prosjektet er tettheten maksimert (Gridtetthet(m): 0,1).

### 2.4.3 Triangelnett

En mer "tradisjonell" metode som brukes ofte, også i flere programvarer (for eksempel ArcGIS), er å danne høydemodellen fra triangelnett. Programmet bruker Delaunay - metoden for dannelsen av triangelne. Hva som skjer i denne prosessen er beskrevet i avsnittet om Triangulert Irregulært Nettverk – TIN.



Figur 5: Triangulert punktsky fra Gemini Terreng og Entreprenør

Triangelne vises tydelig og gir et inntrykk av terrenget før generering av høydekurver. Fra ferdigdannet triangelnett som er en automatisert prosess i programmet, dannes kotekart(høydekurver) med funksjonen "Lag kotekart fra triangelnett".

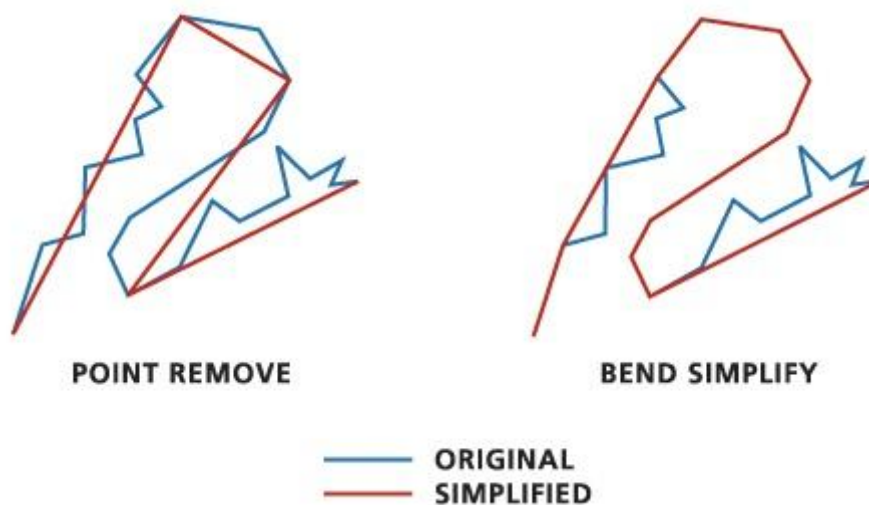
## 2.5 Visualisering – ArcGIS Desktop 10

### 2.5.1 ArcGIS Desktop 10

ArcGIS 10 er en programvare levert av ESRI som er verdens ledende leverandør av GIS - programvare. ArcGIS har utallige funksjoner i bruk av geografiske data som planlegging, analyse, visualisering med mer. I den forbindelse er programvaren tatt i bruk for dens analyse og visualiserings egenskaper. For analyse og redigering finnes det en rekke «toolboxer» som er et meget hendig verktøy for å utføre ulike geografiske operasjoner. For gruppens del har det vist seg at funksjonene forenkling av linjer samt kurveglatting har vært meget nyttig for det praktiske arbeidet.

### 2.5.2 Forenkling av linjer

Ved konstruksjon av høydekurver vil mange av kurvene få skarpe og utstikkende kanter. Forenkling av linjer er et verktøy som kan benyttes for å fjerne overflødige kanter i linjene, men vil fortsatt bevare linjens profil uten å ødelegge dens essensielle form. Verktøyet for linje forenkling består av to algoritmer:



Figur 6: Linje forenkling

Kilde: Hjelpemeny ArcGIS, med godkjenning fra Geodata AS

### 2.5.2.1 *Punkt fjerning(point remove)*

Punkt fjerning er en rask og enkel algoritme for linje forenkling. Kritiske punkter som viser den avgjørende formen for linja blir beholdt, mens overflødige punkter blir fjernet.

Punkt fjerning er effektiv og komprimerer data, som gjør den raskere å konstruere. Detaljrikdommen kan bli kraftig redusert ved bruk av denne algoritmen, og resultatene kan inneholde meget skarpe vinkler og kanter som vil redusere kvaliteten til linjene. Algoritmen er best egnet for små mengder data, der kvalitet ikke er det viktigste.

### 2.5.2.2 *Kurveforenkling(bend simplify)*

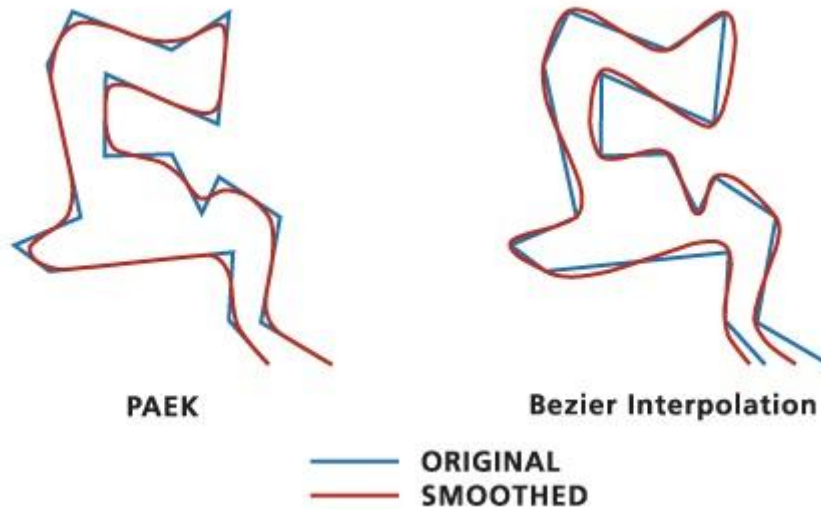
Kurveforenkling er en mer avansert algoritme enn punkt fjerning. Algoritmen analyserer linjene ved å se på dens egenskaper og gjenkjenner hvilke linjer som er avgjørende for å opprettholde kvaliteten til kurvene. Det som er avgjørende for om en kurve blir beholdt eller fjernet er sammenligningen av kurvene ved å se på dens egenskaper. Mindre kurver som har mindre innflytelse på kvaliteten vil bli fjernet og større kurver vil bli dannet. Den viktigste formen av den opprinnelige linjen vil bli beholdt, mens kvaliteten vil bli påvirket i mindre grad enn ved punkt fjerning.

### 2.5.3 *Kurveglatting*

Ved konstruksjon av høydekurver vil mange av kurvene få en form som beskriver høydene i terrenget på en lite hensiktsmessig måte. Mange av kurvene blir uoversiktlige med altfor mange spisse kanter samt kurver på steder hvor de har liten betydning.

Ved glatting av kurver kan mange av disse problemene bli eliminert, ved at kurvene får en mer "naturlig" form. Glattede kurver gir en bedre visualisering av høydene i terrenget med kurver som er rundere og "glir" mer i ett med terrenget, og det er lettere å se om kurvene opprettholder de kravene som er gitt for genererte høydekurver. (*Henviser til SOSI del 3: Produktspesifikasjon for FKB – Høydekurve*) (12)

Det finnes flere metoder for glatting av høydekurver med ulike kriterier tatt i bruk. Gruppen skal se på og bestemme seg for hvilken metode som er best egnet for bruk ved praktisk gjennomføring. I programvaren ArcGIS er det to metoder som er representert; PAEK og Bezier interpolering.



Figur 7: Kurveglatting

Kilde: Hjelpemeny ArcGIS

### 2.5.3.1 PAEK

Denne metoden jevner ut linjene basert på en utjevningstoleranse. Den nye glattede linjen legger til eller fjerner punkter for å optimalisere glattingen. Utjevningstoleransen kontrollerer hvor mye kurven blir glattet fra original linjen. Den glattede linjen blir beregnet ut i fra et vektet gjennomsnitt av alle punkter på originallinjen. På figuren ovenfor kan en se at kurvene har blitt glattet ved at de skjærer gjennom original kurvene, og legger seg på en "naturlig" måte i forhold til originalen.

### 2.5.3.2 Bezier

Bezier interpolering er en metode for kurveglatting uten noen form for utjevningstoleranse. Metoden jevner ut linjene ved å lage såkalte "bezier - kurver" som passer inn i originallinjene. På figuren ovenfor ligger bezier - kurven fornuftig på originalen, men har økt antall punkter for å gjøre kurvene mindre krumme, men er allikevel innom ytterpunktene til original- kurven. Kurven er ikke helt glatt, men fortsatt mindre spiss enn originalen.

## 2.6 Forskningsmetode

Hva er en metode? «Metode er læren om de verktøy som kan benyttes for å samle inn informasjon». Videre kan man også si at en metode er «en systematisk måte å undersøke virkelighet på», eller er «en fremgangsmåte for å komme fram til ny kunnskap». (13)

Innenfor metodebruk er det flere ulike metoder som kan benyttes;

### 2.6.1 Kvalitativ metode

Kvalitativ metode er en metode som benyttes for innhenting av informasjon som ikke kan måles eller tallfestes. Kan brukes for å få en oversikt over ulike fenomener basert på undersøkelser av en viss mengde, som igjen kan benyttes for statistikk for å se på sannsynligheten for hvordan ulike fenomener forekommer.

### 2.6.2 Kvantitativ metode

Kvantitativ metode er en metode som brukes for alt av målbare data som kan telles eller regnes på. Resultatet av denne metoden er basert på tall som kan benyttes til å vurdere nøyaktigheten av et bestemt utvalg. (14)

På bakgrunn om disse metodene er det mest hensiktsmessig å benytte seg av en kvantitativ metode, som har til formål å se på nøyaktigheten til undersøkelsene som skal foretas. Eksperimentering av metode samt nøyaktigheten på et endelig resultat vil ligge til grunn for valget av denne metoden.

### 3. METODE

Framstilling av ressurser som er mottatt og metoder som er valgt til utførelse av oppgaven.

#### 3.1 Ressurser til oppgaven

En oversikt over hvilke data som er mottatt fra våre oppdragsgivere.

Laserskanningen ble utført av Terratec avd. Trondheim med Statens Kartverk i Bodø som oppdragsgiver. Området Skjærflesa i Vefsn Kommune har blitt skannet av samme oppdragstaker som del av et større prosjekt. "Laserskanning Nordland 2010" er en rapport fra skanningene som ble utført i prosjektet og inneholder vårt område.

Rapporten legges som vedlegg.

##### 3.1.1 Laserdata (LAS-filer)

Våre ressurser gjelder innenfor område 10 og 11 i vedlagt rapport.

##### Generelle data om flyvingen:

- FOV: 40grader
- Flyhøyde: 470 m.o.t.
- Pulsstyrke: 150 kHz
- Punkttetthet: 4 punkt/m<sup>2</sup>



Figur 8: Laserdata over gjeldende område



### **3.1.1.1 Flyhøyde**

Flyhøyden under skanningen er lav (se generelle data), noe som har gitt punktskyene høy nøyaktighet sammen med flere faktorer som påvirker resultatet fra skanningen.

Sammen med pulsstyrke og punkttetthet har gruppen fått en svært detaljert punktsky å jobbe med før generering av høydemodell, med etterfølgende produksjon av høydekurver.

### **3.1.1.2 Punkttettheten i prosjektet:**

#### **Fra Produktspesifikasjon FKB – Laser s. 8: (15)**

*«Punkttettheten for FKB-Laser10 vil variere avhengig av terrengetype og bruksområder.*

*For å etablere terrengmodeller vil punkttettheten typisk settes til 1-5 punkt pr m<sup>2</sup>»*

Ved å se på generelle data om flyvingen på forrige side, ser vi at punkttettheten til området tilfredsstillende kravene fra Produktspesifikasjon for FKB – LASER. Påfølgende generering av høydekurver vil skje etter FKB – LASER10 sine krav.

### **3.1.2 FKB – data**

En rekke FKB – data er mottatt. Et viktig lag for oppgaven er «Vegsituasjon» som inneholder målte veglinjer/vegdekkekant med digital fotogrammetri som målemetode. Tilfredsstillende høydekurver skal genereres ut ifra disse i tillegg til støtte i andre FKB – data som kystlinjer, ElvBekk(senterlinje) m.m. Kravene til genererte høydekurver skal følges i henhold til ulike FKB – produktspesifikasjoner.

#### **3.1.2.1 Kvalitet og målemetode**

FKB – dataene som er mottatt er målt inn ved ulike målemetoder som kommer frem i egenskapen (... KVALITET) til objektene.

Egenskapen beskriver punktene:

KVALITET m/ subelementene

- MÅLEMETODE
- NØYAKTIGHET
- SYNBARHET

Målemetoden/konstruksjonsinstrument gis ved å se på de første sifrene i egenskapen kvalitet.

Sifrene som kommer frem i våre FKB – data og beskriver metoden er:

- 21: Aerotriangulert
- 22: Analytisk plotter
- 24: Digital Stereoinstrument (Digital Fotogrammetri)
- 36: Flybåren laserskanning
- 72: Målt med Waterstang
- 96: Kombinasjon av GPS/Tregghet (GPS fasemåling RTK)

Kvaliteten for objektene Vegsituasjon, kan forholdsvis beskrives med sifrene "24 21".

Dette betyr at målemetoden som er brukt er Digital Stereoinstrument (Digital Fotogrammetri) og at de er aerotriangulert (punkter beregnet med aerotriangulering). (16)

### 3.1.3 Kontrollflate

I henhold til Produktspesifikasjon FKB – Laser skal man ved kontroll av høydenøyaktigheten benytte kontrollflater. Se Produktspesifikasjon FKB – Laser, kapittel 6.2 – krav til nøyaktighet.

Statens Vegvesen avd. Mosjøen har stått for målingen av kontrollflaten i dette prosjektet og flaten er blitt dannet i forbindelse med prosjektet «Laserskanning Nordland 2010» utført av Terratec i 2010.

Kontrollflaten er utført med måleutstyr Leica GNSS System 1200+ og metoden CPOS. Hvert punkt i kontrollflaten er målt 2 ganger med 45 minutters mellomrom for at mottaker ikke skal være avhengig av de samme satellittene under måling. Vanlig målemetode.

Kontrollflaten består av 36 punkter med en størrelse på 25 m<sup>2</sup>. Flaten består av grusdekke, som kan gi et dårligere resultat enn om flaten skulle vært definert på hardere flate (asfalt). Dette kan selvfølgelig påvirke kontrollen, men målingsrapporten viser at alle målingene tilfredsstiller krav til nøyaktighet.

Se vedlagt rapport: "Rapport for innmåling av kontrollflater laserskanning"

## 3.2 Forarbeid

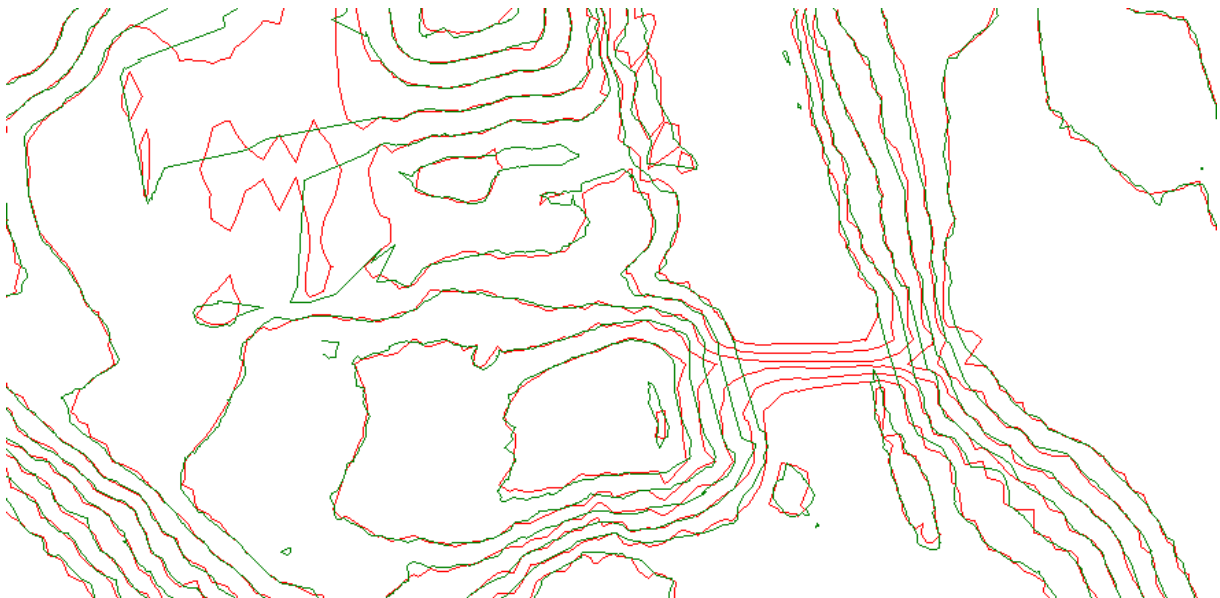
Før praktisk utførelse i programvare har gruppen sett på og diskutert to ulike metoder for generering av høydemodell og høydekurver i programmet Gemini Terreng & entreprenør 7.3: 3D grid og triangelnett.

Testene ble gjort på grunn av forskjeller i beregningsmetodene som brukes i hver av de ulike metodene.

## 3.3 Valg av metode – høydemodell

Valget av genereringsmetode for høydemodell falt på en test generering av høydekurver fra høydemodellene 3D Grid og triangelnett.

*Figuren viser høydekurver generert fra 3D grid(røde kurver) og triangelnett(grønne kurver).*



**Figur 9: Høydekurver fra test generering**

Høydemodellene er generert i samme prosjekt, og har samme prosjektinnstillinger med maksimal gridtetthet 0.1 meter for å få det beste ut av grid – metoden. Triangelnettet er ikke avhengig av gridtettheten satt i prosjektet da den bruker andre beregningsmetoder.

Test genereringen viser høydekurver fra triangelnett(grønne kurver), og høydekurver fra 3D grid(røde kurver) som vist i figuren. Det finnes flere likheter og forskjeller, men det som var

utslagsgivende for valg av metode, er at 3D grid – metoden har generert høydekurver på bruene i området.

I henhold til SOSI – produktspesifikasjon for FKB – høydekurve er høydekurver generert på bru over veg ikke akseptabelt. Triangelnett er også en mer ”tradisjonell” metode som brukes ved generering av høydemodell.

### 3.4 Praktisk utførelse i programvare

#### 3.4.1 Generere høydemodell/ høydekurver

Før generering av høydemodell kombineres mottatt FKB – data med punktskyen.

Høydekurvene i prosjektet skal genereres med støtte i laserdata og vektordata fra fotogrammetri. Dette skjer også i henhold til SOSI Produktspesifikasjon for FKB – høydekurve.

Objekttypene som er brukt i tillegg til laserdata:

Objekttyper i tillegg til laserdata
ElvBekk
ElvBekkKant
Innsjøkant
KanalGrøft
Kystkontur
Vegdekkekant
Fortauskant
AnnetVegarealAvgrensning
VeggrøftÅpen
GangvegKant
KystkonturTekniskeAnlegg
FortauskantYtre

Figur 10: Objekttyper(Fra EXCEL)

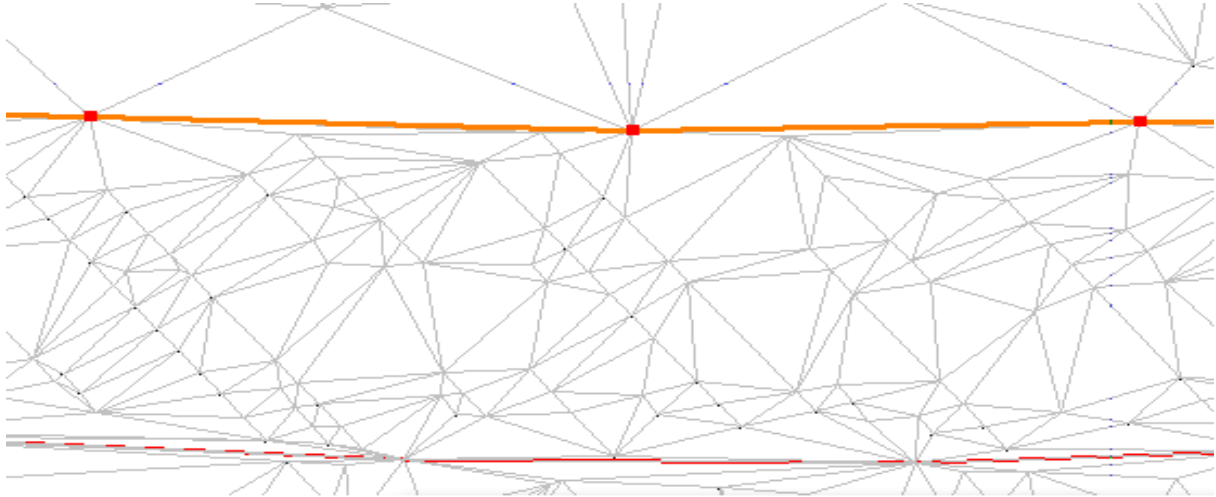
Se Produktspesifikasjon for FKB – høydekurve for flere objekttyper som kan brukes.

Ikke alle data er av nyere type og mye av FKB – dataene lå utenfor område med laserdata.

Disse dataene ble fjernet ved å danne en begrensingskontur rundt området med laserdata slik at dataene som lå utenfor prosjektområdet ble fjernet og ikke tatt med i beregningen av triangelnettet.

Dataene som ble brukt som støtte er fra 1997.05.29 til 2010.08.17.

Ved triangulering av punkter og linjer innenfor prosjektområdet, ser vi at trianglene nær vektordata søker støtte i beregnede punkter fra aérotriangulering.



Figur 11: Triangelnett med støtte i FKB – data

En automatisk generering av høydekurver fra triangelnettet som påvirkes av beregnede punkter på vektordata, vil gi oss høydekurver nær vektordata med støtte i laserdata og data fra fotogrammetri.

På grunn av en svært detaljert punktsky med 4 punkter/m<sup>2</sup> genereres høydekurvene med en ekvidistanse på 1 meter. Punktskyen tilfredsstillende kravene til *FKB-LASER10*.

Deler av området med laserdata er tett bebygd, mens andre deler er områder som inneholder lite eller ingen bebyggelse. Det er på grunn av detaljrikdommen i punktskyen at gruppen genererer høydekurvene med ekvidistanse 1 meter, selv om deler av området kunne vært generert med høydekurver med ekvidistanse 5 meter. Dette har uansett ingen betydning for oppgavens formål:

*«Hvordan kan vi bruke høydeinformasjon fra to ulike datafangstmetoder til produksjon av tilfredsstillende høydekurver?»*

Høydekurvene er generert og skal glattes etter krav til visuell kvalitet.

### 3.4.2 Forenkling av linjer

Ved forenkling av linjer er det som nevnt tidligere to forskjellige metoder som kan benyttes. Punkt fjerning og linjeforenkling (bend simplify) er to ganske forskjellige metoder for å forenkle høydekurvene i dette tilfellet. Etter testing er det valgt å utelate punkt fjerning – metoden. Denne metoden belager seg på å fjerne punkter fra de originale linjene som gjør de nye linjene mindre lesbare og fører til et kvalitetstap. Linjene vil dermed ikke følge terrenget slik en høydekurve har til hensikt å gjøre. Denne algoritmen er som sagt rask og effektiv der kvalitet ikke står sentralt.

«Bend simplify» er den klart beste metoden for kurveforenkling. Overflødige linjer vil bli fjernet, mens den essensielle formen til linjene vil bli beholdt og dermed er tap i form av kvalitet mindre. Ut i fra testing er det sett på hvor mye en kan forenkle før linjene ikke samsvarer med terrenget. Testing med alt fra forenklingens toleranse på 0,5m og 2m har blitt vurdert. Ved 0,5m toleranse forandrer kurvene seg minimalt, men består fortsatt av mange overflødige linjer som ikke har noen hensikt, eller beskriver terrenget på noen som helst måte. Etter flere tester falt metoden til slutt på en toleranse på 2m. Mange overflødige kurver blir automatisk fjernet, uten at det påvirker de mest essensielle høydekurvene nevneverdig. Gjenstående overflødige kurver i enkelte områder har blitt manuelt fjernet fra datasettet samt kryssninger av kurver i kritiske områder.

### 3.4.3 Kurveglatting

Ved konstruksjon av høydekurver vil mange av kurvene bestå av ekstremt spisse kanter som ikke viser hensiktsmessig hvordan terrenget forandrer seg. For å utnytte dette på en bedre måte ble det testet to ulike metoder for kurveglatting. PEAK og Bezier Interpolation er de to forskjellige metodene som ble testet i programvaren ArcGIS. PEAK er metoden som ble brukt da den har en toleranse parameter for hvor mye kurvene kan glattes ut i fra original kurven. I motsetning til bezier som «lager» egne kurver ut i fra de originale og dermed er nøyaktighetstapet større enn ved PEAK – metoden.

Ved test av ulike toleranse parametere for glatting med PEAK – metoden, ble det fastsatt en toleranse på 1m. Kurvene ble med dette rundere i kantene, samtidig som (den originale

formen)kvaliteten ble lite påvirket. Fra det vi kan bedømme ser toleransen for glattingen brukbar ut.

Kurveglattingen ble utført etter at kurvene først hadde blitt forenklet, for å fjerne overflødige linjer samt bare jevne ut de resterende kurvene som spiller inn på det endelige resultatet.

Som det kommer frem i **SOSI produktspesifikasjon** for **FKB –Høydekurve s. 31** er det ingen krav til produksjon av kurver når det gjelder glatting og forenkling:

*«Formålet med de genererte kurvene er å gi et godt visuelt bilde av terrenget. Dette innebærer at kurvene skal være glattet. Det er ikke stilt krav til produksjon av kurvene, men normalt vil kurvene bli generert fra en glattet terrengmodell. Høydekurvene skal ha en punkttetthet som står i samsvar med stedfestingsnøyaktigheten.*

*Det er ikke stilt krav til metode eller parametere for glatting av kurvene. Årsaken til dette er at metode og parametere vil variere avhengig av programsystem og terrengtype»*

### 3.4.4 Geometrisk Kontroll

#### 3.4.4.1 Høydemodell

For å se om høydemodellen er god nok for produksjon av tilfredsstillende kurver, skal gruppen gjøre en geometrisk kontroll av triangelnettet fra laserdata samt punkter og linjer fra FKB – data. Gemini terreng og entreprenør har en funksjon for dette, "Geometrisk kontroll triangelnett/ polygon", der det utføres en flatekontroll hvor de landmålte kontrollpunktene i kontrollflaten blir kontrollert mot flater i triangelnettet.

Fra Produktspesifikasjon Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB – laser) s. 13:

*"Laserdataene skal ha en jevn og homogen stedfestingsnøyaktighet i høyde. Kvalitetsmålet for høydenøyaktighet er systematisk avvik. Ved kontroll av høydenøyaktigheten skal man benytte kontrollflater som ligger jevnt utover prosjektområdet. Kontrollflatene kan for eksempel være på 20\*20 meter og skal ligge på harde hellende veldefinerte flater, for eksempel veg eller parkeringsplass."*

I FKB – LASER er toleransen for LASER 10 satt til 0,10m. Maksimum og minimum toleransen for den geometriske kontrollen mot triangelnettet skal oppgis i millimeter. Toleransen settes

til 100mm(maks) og -100mm(min) før kontrollen kjøres. Det blir kontrollert normalt på flaten i triangelnettet i forhold til terrenget.

#### 3.4.4.2 Høydekurver

De genererte kurvene skal også kontrolleres mot samme kontrollflate i området for å se om de tilfredsstiller krav til nøyaktighet.

Som kontroll av de ferdig genererte, forenklete og glattede høydekurvene i prosjektet, har gruppen bestemt seg for å kjøre kontroll i Gemini terreng & Entreprenør 7.3. Funksjonen «Geometrisk kontroll linje» ser ut til å egne seg godt for kontroll av ferdigstilte høydekurver i prosjektet.

Kontrollflaten med 36 punkter blir kontrollert mot en valgfri linje i applikasjonslaget, og det dannes teoretiske punkter på linjen som gjør at vi kan finne avviket mellom teoretiske punkter, og kontrollpunktene til prosjektet.

Ettersom systematisk avvik i grunnriss ikke er viktig for denne oppgave, kjører vi geometrisk kontroll linje mot høydene til kontrollpunktene. Resultatet viser kun avviket til høyde DZ fra de teoretiske punktene.

I henhold til SOSI – produktspesifikasjon for FKB høydekurve s. 34:

*«Høydekurver som er generert fra laserskanningsprosjekter kan ha varierende stedfestingsnøyaktighet. I områder med tett skog vil høydekurvene beskrive terrengoverflaten dårligere enn i områder uten vegetasjon. For enkelhets skyld skal alle høydekurvene i et enkelt laserskanningsprosjekt kvalitetskodes (..KVALITET) med samme stedfestingsnøyaktighet. Stedfestingsnøyaktigheten som skal benyttes skal gjenspeile den nøyaktigheten kurvene vil ha i de fleste områder i prosjektet. Dersom terrenget har steilhet større enn 20 %, settes toleransen for standardavviket 20 % høyere enn det som står i tabellen»*

I tabellen er kravet for høydekurver etablert etter FKB – LASER 10 satt til 0,35m.

Toleransen i funksjonen "geometrisk kontroll linje" skal oppgis i millimeter. 0,35m = 35 cm = 350 mm.

Maksimum og minimum toleransen for kontrollen settes til 350mm(maks) og -350mm(min) før kontrollen kjøres.



## 4. RESULTAT

Denne delen av oppgaven viser resultatene fra arbeidet i programvare med metodene som er brukt.

### 4.1 Geometrisk kontroll triangelnett

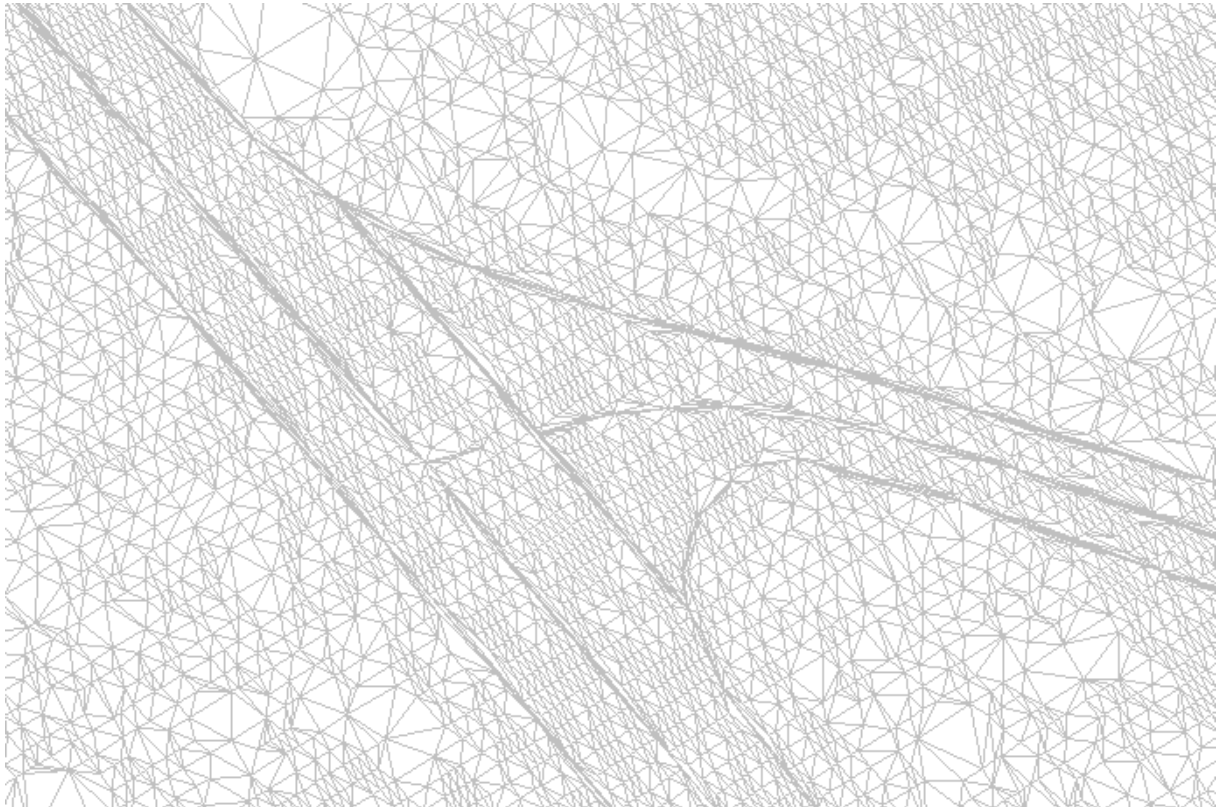
En god høydemodell er viktig for å kunne generere tilfredsstillende høydekurver. Gruppen har utført en geometrisk kontroll mot triangelnettet fra laserdata og FKB – data.

<b>Totalt antall målepunkt:</b>	<b>36</b>
<b>Punkt innenfor krav:</b>	<b>36</b>
<b>Punkt utenfor krav (avvist):</b>	<b>0</b>
<b>Standardavvik:</b>	<b>0,027</b>
<b>Middel:</b>	<b>-0,007</b>
<b>Minimum:</b>	<b>-0,092</b>
<b>Maksimum:</b>	<b>0,056</b>
<b>Minimum absolutt verdi:</b>	<b>0,000</b>
<b>Maksimum absolutt verdi:</b>	<b>0,092</b>

Figur 12: Geometrisk kontroll triangelnett(resultat fra rapport)

Kontrollen er utført med toleranser for LASER 10 satt i produktspesifikasjon for FKB - LASER. Alle punkter er innenfor kravet på 0,10 meter (100mm). Rapport fra geometrisk kontroll av triangelnett legges som vedlegg

Som figuren viser har trianglene nær vektordata søkt tydelig støtte i beregnede punkter fra målemetoden digital fotogrammetri.

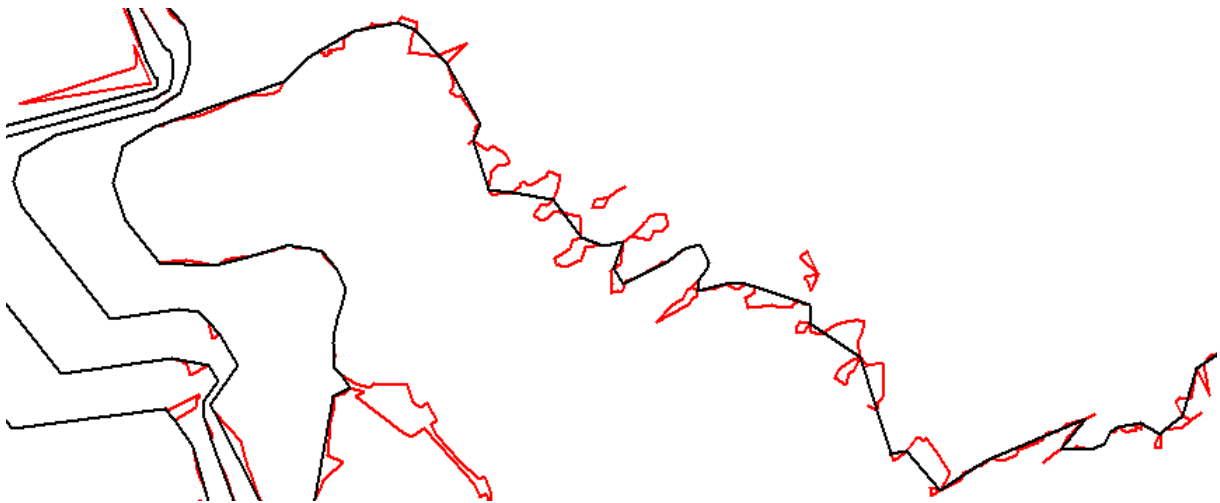


Figur 13: Triangler søker støtte i vektordata

## 4.2 Forenkling og glatting av kurver

Fra høydemodellen med støtte i FKB – data ble kurvene generert. For å få en mer ”ryddig” presentasjon ble kurvene glattet og forenklet med valgte metoder som beskrevet i metode kapitlet.

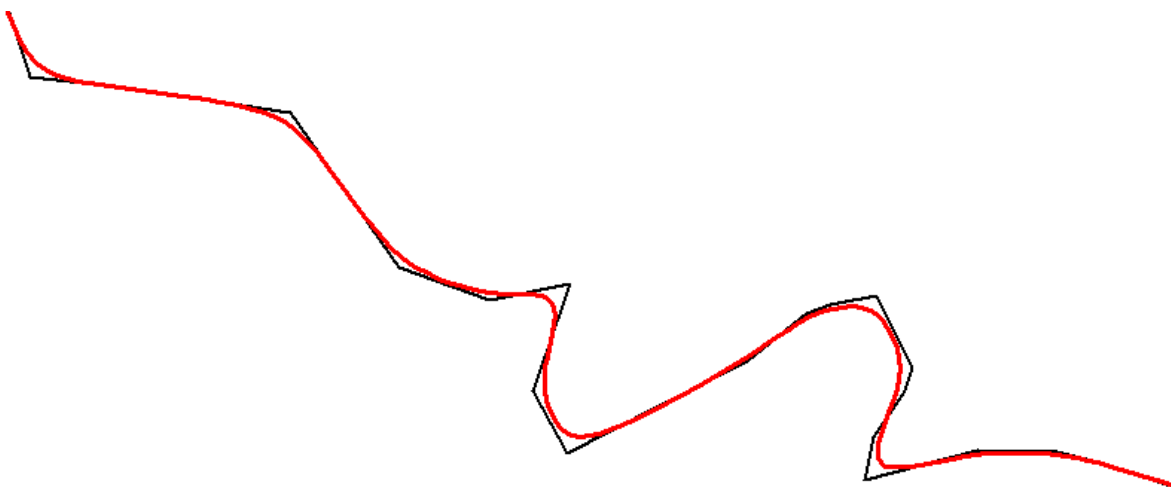
Resultat etter Forenkling:



Figur 14: Forenkling av kurver

Som det vises i figuren gir forenklingen en mer ryddig presentasjon (svarte kurver) enn kurver som ikke er forenklet (røde kurver). Metoden har rensket og tatt bort data som er mindre viktig for den kartografiske presentasjonen. Kurvene som er tatt bort har ingen eller liten virkning på den visuelle kvaliteten. Vi står igjen med kurver som beskriver formen til de originale kurvene som utgangspunkt.

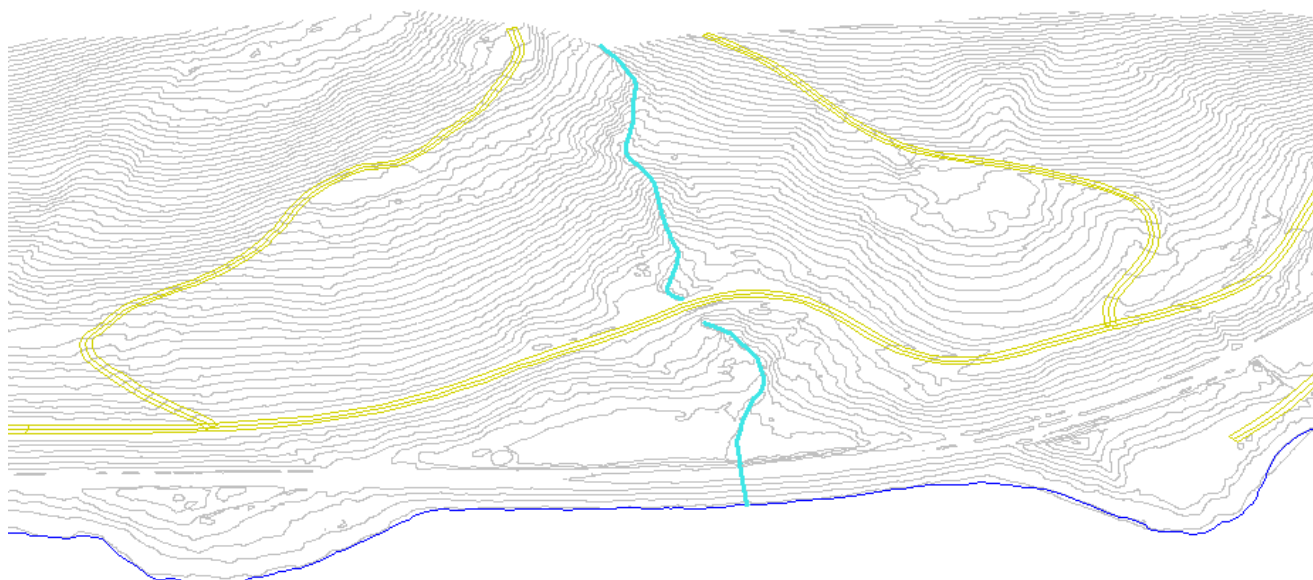
Selv om kurvene er forenklet inneholder de forenklede linjene skarpe kanter som skal fjernes for å tilfredsstille kravene til visuell kvalitet. (SOSI FKB - høydekurve):



Figur 15: Glatting av kurver

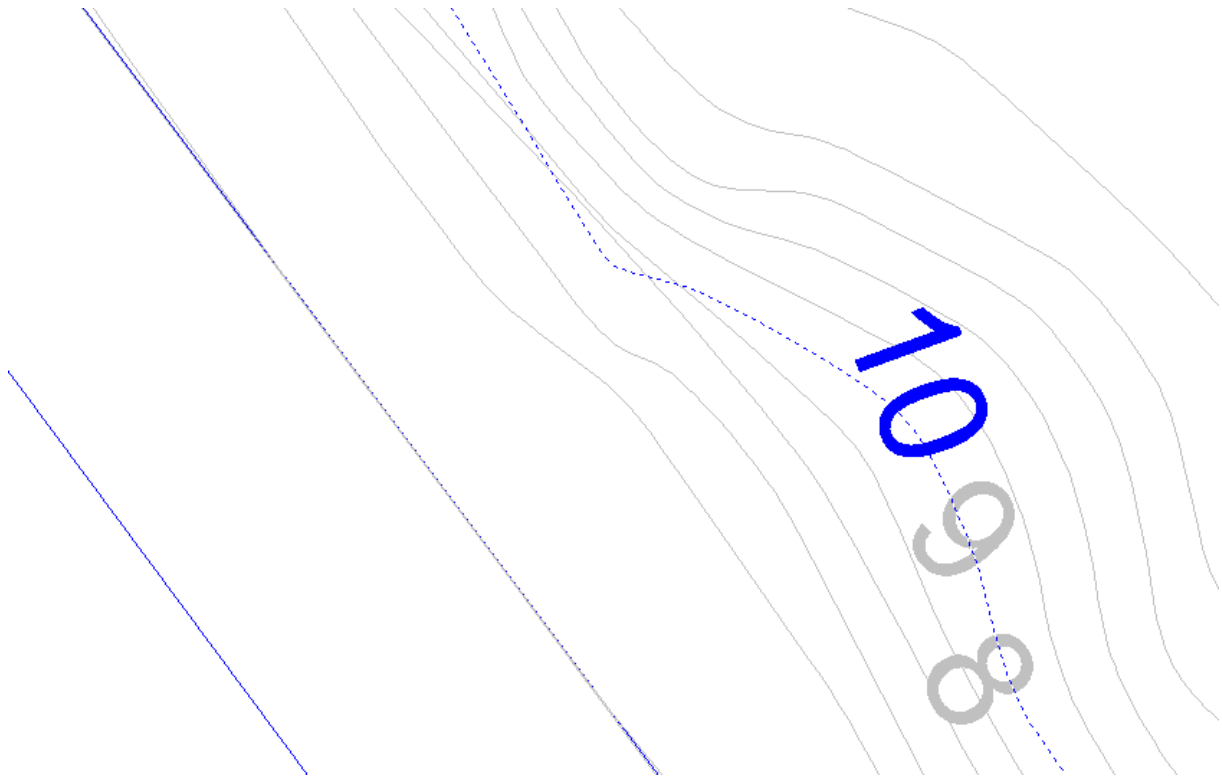
De glattede kurvene (røde kurver) gir en finere presentasjon av de forenklede kurvene (svarte kurver) i prosjektet. Kurvene presenteres med en rundere form.

Sammen med FKB – data blir det framstilt en god presentasjon av de ferdige høydekurvene. Terrenget i området beskrives godt og kurvene følger formen til FKB – data brukt i oppgaven.



Figur 16: Ferdig genererte kurver

Selv om datasettet er generalisert med tilsynelatende ok toleranser, finner vi noen feil (krysninger og skjæringer) som det vises i figur 17. Disse finnes i bratte områder og er vanskelig å unngå. Problemet diskuteres i diskusjonskapittelet.



Figur 17: Kurver i bratt område

Figuren viser en 10 meterskurve (blå stripet kurve) som krysser 8 og 9 meterskurve etter forenkling og glatting av kurver.



Figur 18: Kurver i 2D

Ved en 2D visning får vi høydekurver der kurver med ekvidistanse 5 meter er presentert med en mørkere presentasjon. Tellekurvene gir oss et godt bilde på høydeforholdet i området, og skal være gjennomgående.

### 4.3 Geometrisk kontroll av høydekurver

Resultat av geometrisk kontroll linje mot valgfri høydekurve i applikasjonslag for sluttresultat.

<b>Totalt antall målepunkt:</b>	<b>36</b>
<b>Punkt innenfor krav:</b>	<b>36</b>
<b>Punkt utenfor krav (avvist):</b>	<b>0</b>
<b>Standardavvik:</b>	<b>0,053</b>
<b>Middel:</b>	<b>0,015</b>
<b>Minimum:</b>	<b>-0,080</b>
<b>Maksimum:</b>	<b>0,147</b>
<b>Minimum absolutt verdi:</b>	<b>0,004</b>
<b>Maksimum absolutt verdi:</b>	<b>0,147</b>

Figur 19: Geometrisk kontroll av høydekurver(fra rapport)

Figurer viser hvor mange kontrollpunkter som var innenfor toleransen som ble satt. Hvordan kontrollen utføres i programvare er beskrevet i kapittelet metode.

Rapport for geometrisk kontroll av linje legges som vedlegg.

## 5. DISKUSJON

Kapitlet tar for seg diskusjon av resultatene fra arbeid programvare. Alle valgene gruppen har gjort for fremstilling av resultatet skal diskuteres og mulige forbedringer foreslås.

### 5.1 Høydemodell og høydekurver

Gruppen ser ut til å ha fått en god høydemodell fra trianguleringen, som er en avgjørende faktor for å produsere tilfredsstillende høydekurver. Høydemodellen er i hovedsak fra laserdataene, da disse inneholder en punktetthet på 4 punkter pr  $m^2$ . FKB dataene ser vi har liten innvirkning på trianglene ved at de har få punkter som trianglene kan søke støtte i. Det er også en mulighet for at flere av punktene på FKB – objektene blir ignorert, ettersom vegen og andre områder rundt har godt definerte flater med flere punkter fra klassifiseringen.

Om FKB – dataene inneholdt flere (tettere) beregnede punkter på objektene, ville de da hatt en større innvirkning på trianglene og genereringen av høydekurver fra triangelnettet?

For at FKB – data skal ha større innvirkning ved lignende prosjekter, ville det vært bedre å kombinere FKB – data med punktskyer med mindre punktetthet. Dette defineres selvfølgelig av hvordan type område som skannes.

Etter genereringen av høydekurver er det mye data som må forbedres før de kan regnes som visuelt tilfredsstillende.

Bratte områder er spesielt krevende. På grunn av topografien i Norge som er ujevn og kupert, er det ikke til å unngå at kurver krysser eller skjærer i hverandre. En rask løsning på problemet vil være å fjerne kurver i bratte områder som ikke er tellende, mens kurver som er tellende (med ekvidistanse 5 meter) skal være gjennomgående for hele settet.

## 5.2 Forenkling og glatting

Ved valg av metode for forenkling og glatting har gruppen hatt fokus på å beholde den kartografiske kvaliteten, som gjør at kurvenes originale form opprettholdes. Gruppen har brukt like toleranser for forenkling og glatting gjennom hele datasettet. Det hadde vært mulig å bruke ulike toleranser for forenkling og glatting i områder hvor det er bratt eller flatere terreng.

Det kommer frem i **SOSI produktspesifikasjon AR5** at lengden på kurvene har betydning for hvor mye hver enkelt kurve påvirkes av generaliseringen under visualiseringsarbeidet.

Sammenslåtte lengre kurver som gruppen har jobbet med, vil inneholde flere krysninger og feil i bratte områder. I disse områdene ville det vært mer riktig å bruke mindre toleranse i motsetning til flatere områder, der muligheten for krysninger og feil er betydelig mindre. I bratte områder kunne også ekvidistansen for kurvene vært høyere for å unngå problemet.

Forenkling og glatting av kurver følger ikke en bestemt standard, og dermed har en del av denne generaliseringsprosessen gått på hvordan kurvene følger terrenget på en brukbar måte. Hvordan ser kurvene ut, og hvor mange komplikasjoner oppstår ved bruk av de ulike forenklingsprosessene i form av krysninger og overlappinger.

Dersom det hadde vært en standard for forenkling og glatting av høydekurver ville en uerfaren operatør sette toleranser som er "sikker" å bruke ved generaliseringen. En slik type standard kunne gått under krav til nøyaktighet for høydekurver, der et av kriteriene for toleransen kunne blitt satt ut i fra hvor mye helning det er i et område. Det ville blitt stilt færre spørsmål under visualiseringsarbeidet.



## 5.3 Geometrisk kontroll

### 5.3.1 Høydemodell/triangelnett

Rapporten fra kontroll med funksjonen "geometrisk kontroll triangelnett/ polygon" viser alle avvik mot flater i triangelnettet og kontrollen er utført normalt på flaten i triangelnettet som det vises i egenskapen FOTPUNKT med tallet 3.

Flatekontrollen viser at alle kontrollerte flater er innenfor toleransekravet(systematisk avvik for absolutt høydenøyaktighet) som er satt for kontrollen.

Hvor god denne kontrollen er, kan diskuteres. Ved at vi kun har én kontrollflate for prosjektområdet, får vi bare kontrollert trianglene som er innenfor kontrollflatens størrelse som er på 25m<sup>2</sup>. Kontrollflaten er også etablert på et flatt område, noe som gjør at denne geometriske kontrollen forteller oss ingenting om hvor god høydemodellen er for bratte områder eller områder med mye terreng. Dersom områder i prosjektet inneholder høy punkttetthet og riktig klassifisering kan man også i disse områdene regne høydemodellen som god eller mer nøyaktig.

### 5.3.2 Høydekurve

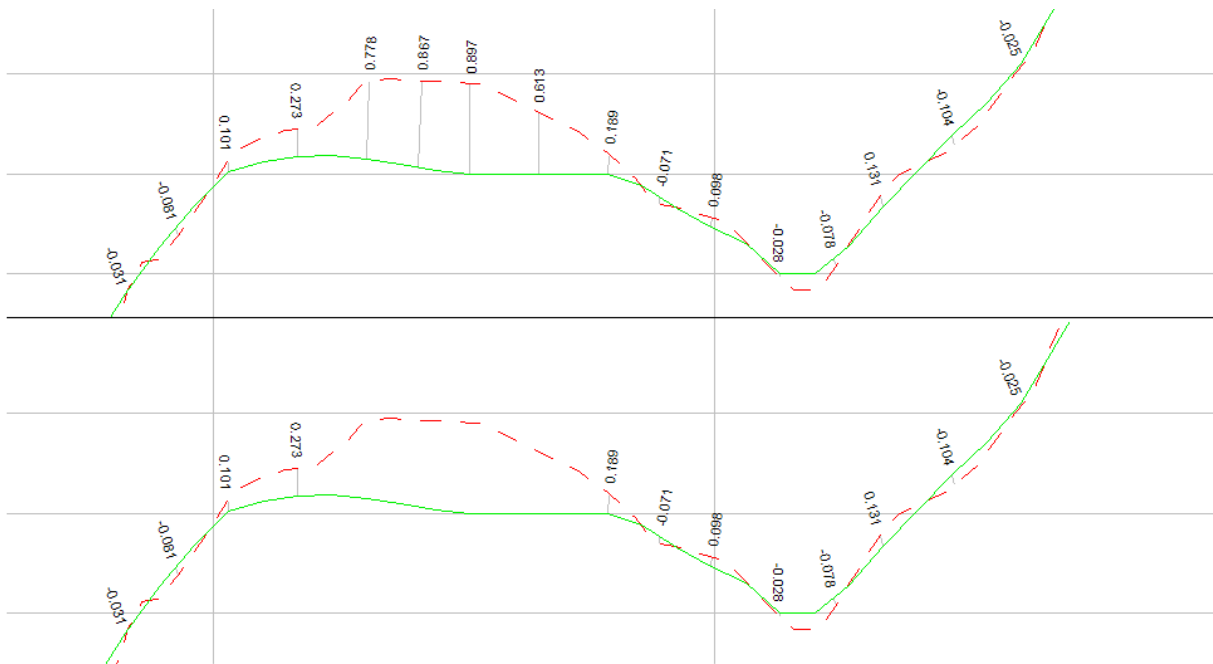
Rapporten fra kontroll med funksjonen "geometrisk kontroll linje" viser at alle avvik mellom teoretiske punkter på linjen det ble kontrollert mot, og kontrollpunktene mottatt til prosjektet er innenfor toleransen(standardavviket for absolutt høydenøyaktighet) som er satt for høydekurver produsert etter laserstandard FKB – LASER 10.

Denne kontrollen gjelder kun for valgt kurve i applikasjonslag. Ved utførelse av kontrollen var det var naturlig å kontrollere en kurve som gikk gjennom kontrollflaten. Vi ser at denne interne metoden for kontroll i Gemini terreng & entreprenør er en god metode for kontroll av en enkelt høydekurve. Kurven finnes også i et flatt område der vi vet høydemodellen er god.

For kontroll av høydekurver for hele datasettet ville det vært sikrere og lettere å kontrollere kurvene med høydemodellen(TIN) som fasit. Dette ble sett nærmere på.

Ved å definere sjikttegenskaper til terrengmodellen og ferdige høydekurver, kunne vi lage en lengdeprofiltegning fra en linje som ble trukket på tvers over et område som vi ser har varierende terreng.

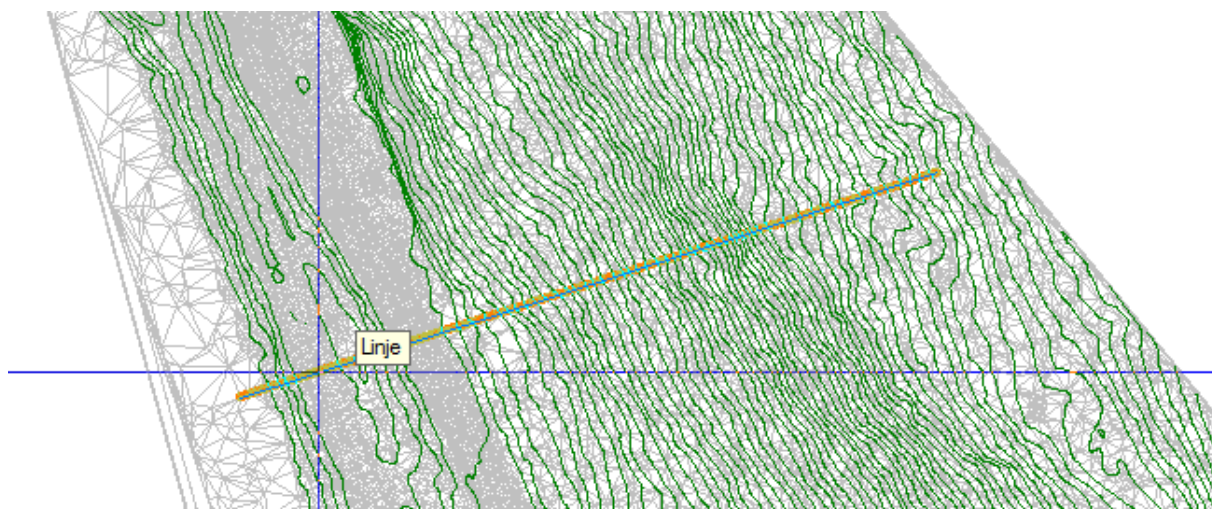
I lengdeprofiltegningen vises lagene med forskjellige sjiktinnstillinger. Terrengmodellen definert med rød stripet linje, og terrenget fra høydekurvene som grønn linje.



Figur 20: Differanse mellom høydemodell og høydekurver

Ved å sette største tillatte toleranse(0.35m for høydekurver definert etter laserstandard FKB – LASER 10) og deretter beregne punktdifferanse mellom lagene, ser vi hvilke krysningspunkter på høydekurvene som tilfredsstillt kravet. Punktene som har for store differanser fra triangelnettet faller bort(nederste del av figuren).

Krysningspunktene kommer fra linjen som går på tvers over området. Hvert punkt blir dannet der linjen med lengdeprofil krysser en høydekurve.



Figur 21: Linje som danner krysningspunkter på høydekurver

Gruppen vet med dette at i flate områder eller i områder med jevn stigning er høydemodellen god.

I områder med mye terreng har lagene fra tin – modellen og høydekurvene(terrenget) større differanser mellom hverandre. Grunnen til disse differansene kan blant annet være eller feil klassifisering eller få punkter fra laserskanningen. (17)

## 6. KONKLUSJON

På grunnlag av en test – generering av høydekurver fra de to ulike høydemodellene vi har sett på, finner vi triangelmetoden mer sikker enn 3D grid, selv om vi ikke har kontroll på hvor mye triangelmodellen blir glattet i valgt programvare. Ved optimalisert gridtetthet(0,1m) i Grid modellen har vi fått det beste fra denne metoden med et resultat som ikke er tilfredsstillende for oppgaven.

Det er vanlig at kurver genereres automatisk fra parametere som er satt i programmer som blir brukt til samme formål. Generaliseringen derimot trenger faglig innsikt og forståelse over hva som må gjøres for produksjon av visuelt tilfredsstillende kurver. En profesjonell operatør vil utføre mye av arbeidet på bakgrunn av erfaring. Det er vanskelig for uerfarne å fastsette toleranser selv om det ikke finnes noen standard for generaliseringen.

Høydekurvene tilfredsstillir kravene visuelt. Dette er noe vi kan se og konkludere med uten tall fra en rapport. Selv om det finnes krysninger og feil i datasettet der områdene er bratte, har vi diskutert hva som kan gjøres for å unngå problemet ved en lignende oppgave.

De geometriske kontrollene av høydemodell og høydekurver har vist seg kun å gjelde innenfor området til kontrollflaten som er mottatt til oppgaven, og dermed er de interne kontrollene i programvare svak å konkludere med. «har gruppen klart å produsere tilfredsstillende høydekurver fra datainnsamlingsmetodene?».

Skulle kontrollene vært gjort på nytt, ville gruppen kontrollert genererte høydekurver med høydemodellen som fasit som nevnt i diskusjonen. Da ville vi fått differanser fra forskjellige områder datasettet i stedet for differanser fra målte punkter på kontrollflaten og teoretiske punkter på valgfri kurve.

## 7. Litteraturliste

### 7.1 Nettsider

1. Tangen L. Kildekritikk. NTNU; 2010 [17.12]; Available from: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>
2. Terratec. Laser. Terratec.no; 2007; Available from: <http://terratec.no/doc/laser%20info.pdf>.
7. Kunnskapsforlaget. Fotogrammetri. Store Norske Leksikon; 2009 [14.02]; Available from: <http://snl.no/fotogrammetri>.
8. Mæhlum L. Aerotriangulering. Store Norske Leksikon; 2010 [22.03]; Available from: <http://snl.no/aerotriangulering>.
9. Bjørke JT. Digitale terrengmodeller. UMB, Ås 2005. Available from: [http://www.geoforum.no/forskOgUtdan/kartografisk-litteratur/terrengmodeller.pdf/at\\_download/file](http://www.geoforum.no/forskOgUtdan/kartografisk-litteratur/terrengmodeller.pdf/at_download/file).
10. es N. Delaunay circumcircles. In: circumcircles.png D, editor.: Wikimedia; 2006. p. A Delaunay triangulation with circumcircles, based on Delaunay triangulation.
11. Powel. Nyheter: Gemini Terreng og Entreprenør 7.3. Powel.no; 2012 [10.01]; Available from: <http://powel.no/no/Nyheter/Nyhetsarkiv/Teknisk-Infrastruktur/gemini-terreng-og-entreprenor-73/>.
13. Sander K. Hva er en metode? : Kunnskapscenteret; 2004 [08.23]; Available from: <http://www.kunnskapscenteret.com/articles/2484/1/Hva-er-en-metode/Hva-er-en-metode.html>.
14. Sander K. Metodetyper. Kunnskapscenteret; 2004 [08.23]; Available from: <http://www.kunnskapscenteret.com/articles/2486/1/Metodetyper/Metodetyper.html>.

### 7.2 Bøker/Hovedoppgave

3. Øpstad A. Blokkutjevning av striper fra flybåren laserskanning [Hovedfagsoppgave]. Ås: Norges Landbrukshøgskole; 2002.
4. Warner TA, Nellis MD, Foody GM. The Sage handbook of remote sensing. Los Angeles, Calif.: SAGE; 2009. XXXII, 504, [32] s., ill. p.
5. Wangen H, Skogseth T. Grunnleggende landmåling. Oslo: Universitetsforl.; 1998. 350 s. p.
6. Lillesand TM, Kiefer RW, Chipman JW. Remote sensing and image interpretation. New York: Wiley; 2004. XIV, 763 s., pl. p.

## 7.3 Standarder

12. Kartverk S. SOSI Del 3: FKB Høydekurve. Statens Kartverk; 2011 [cited 2011 02.01]; Available from: [http://www.statkart.no/filestore/Landdivisjonen\\_ny/Fagomrder/lGeovekst/Produktspesifikasjoner/FKB\\_-\\_1-Terrengform-v401-2011-02-01.pdf](http://www.statkart.no/filestore/Landdivisjonen_ny/Fagomrder/lGeovekst/Produktspesifikasjoner/FKB_-_1-Terrengform-v401-2011-02-01.pdf).
15. Kartverk S. Produktspesifikasjon FKB-Laser. Statens Kartverk; 2011 [cited 2011 02.01]; Available from: [http://www.statkart.no/filestore/Landdivisjonen\\_ny/Fagomrder/lGeovekst/Produktspesifikasjoner/FKB-Laser\\_/FKB-Laser-v10-2011-02-01.pdf](http://www.statkart.no/filestore/Landdivisjonen_ny/Fagomrder/lGeovekst/Produktspesifikasjoner/FKB-Laser_/FKB-Laser-v10-2011-02-01.pdf).
16. Kartverk S. SOSI Del 3 Generell del. Statens Kartverk; 2011 [cited 2011 01.01]; Available from: [http://www.statkart.no/filestore/Landdivisjonen\\_ny/Fagomrder/lGeovekst/Produktspesifikasjoner/FKB\\_-\\_0-Generelldel-2011-01-01.pdf](http://www.statkart.no/filestore/Landdivisjonen_ny/Fagomrder/lGeovekst/Produktspesifikasjoner/FKB_-_0-Generelldel-2011-01-01.pdf).
17. Kartverk S. Kontroll av genererte høydekurver fra laserdata. Statens Kartverk; 2010 [cited 2010 13.10]; Available from: [http://www.statkart.no/filestore/Geovekstforum\\_-\\_Ekstranett/Referaterinnkallinger/-/RapportTestprosjektHydekurvegenerering-2010-10-13.pdf](http://www.statkart.no/filestore/Geovekstforum_-_Ekstranett/Referaterinnkallinger/-/RapportTestprosjektHydekurvegenerering-2010-10-13.pdf).

## 8. Figurer/Bilder

Figur 1: laserskanning (tillatelse fra Blom Geomatics AS).....	11
Figur 2:Prinsippet ved Delaunay-triangulering .....	16
Figur 3: Gridpunkter/ interpolering fra hjelpemenyen til Gemini Terreng .....	18
Figur 4: 3D gridmodell fra terrenget i Gemini terreng .....	18
Figur 5: Triangulert punktsky fra Gemini Terreng og Entreprenør .....	19
Figur 6: Linje forenkling.....	20
Figur 7: Kurveglatting .....	22
Figur 8: Laserdata over gjeldende område .....	24
Figur 9: Høydekurver fra test generering.....	27
Figur 10: Objekttyper(Fra EXCEL) .....	28
Figur 11: Triangelnett med støtte i FKB – data .....	29
Figur 12: Geometrisk kontroll triangelnett(resultat fra rapport).....	33
Figur 13: Triangler søker støtte i vektordata.....	34
Figur 14: Forenkling av kurver .....	35
Figur 15: Glatting av kurver .....	36
Figur 16: Ferdig genererte kurver .....	36
Figur 17: Kurver i bratt område.....	37
Figur 18: Kurver i 2D .....	38
Figur 19: Geometrisk kontroll av høydekurver(fra rapport) .....	38
Figur 20: Differanse mellom høydmodell og høydekurver .....	42
Figur 21: Linje som danner krysningspunkter på høydekurver.....	43

## 9. VEDLEGG

VEDLEGG 1: Tillatelse via e- post. Bruk av figurer.

VEDLEGG 2 : RAPPORT FOR LASERSKANNING "Laserskanning Nordland 2010"

VEDLEGG 3: Rapport for innmåling av kontrollflater laserskanning

VEDLEGG 4: Rapport fra geometriske kontroller

## VEDLEGG 1



Simen Bjørhusdal <simebjor@gmail.com>

---

### RE: lån av bilde til bacheloroppgave

1 e-post

---

**Andreas Holter** <andreas.holter@blomasa.com>  
Til: "Simebjor@gmail.com" <Simebjor@gmail.com>

15:38 20. mars 2012

Hei

Dere kan lån det angitte bilde, men vi ser helst at det i bildeteksten blir nevnt at det kommer fra Blom.

Lykke til med Bacheloroppgaven!

Best regards / Mvh,

**Andreas Holter**

Managing Director

Blom Geomatics AS

Tel: +47 22 25 45 02

Mob: +47 90 66 68 23

Email: [andreas.holter@blomasa.com](mailto:andreas.holter@blomasa.com)

**From:** [info.no@blomasa.com](mailto:info.no@blomasa.com) [<mailto:info.no@blomasa.com>]

**Sent:** 20. mars 2012 15:11

**To:** [info.no](mailto:info.no)

**Subject:** From [blomasa.com](http://blomasa.com)

Form from Blomasa.com Contact us:

**Form:** 1332252212

**\*Your Name::** Simen Bjørhusdal

**\*E-mail::** [Simebjor@gmail.com](mailto:Simebjor@gmail.com)

**Tel ::**

**Subject::** lån av bilde til bacheloroppgave

**\*Your Question::** heil vi er to studenter fra geomatikk ved Høgskolen i Gjøvik som skriver bacheloroppgave om generering av høydekurver fra laserdata og fotogrammetri. Oppgaven skal ha et kapittel om flybåren laserskanning, og vi lurar på i den forbindelse om vi kan låne et bilde fra dere? gjeldende bilde: [http://ndla.no/sites/default/files/images/Scanning\\_fly\\_Blom.jpg](http://ndla.no/sites/default/files/images/Scanning_fly_Blom.jpg) mvh Simen Bjørhusdal og Fredrik Blix





Simen Bjørhusdal <simebjor@gmail.com>

---

## **bacheloroppgave, lån av bilder fra hjelp - funksjon**

1 e-post

---

**Simen Bjørhusdal** <simebjor@gmail.com>  
Til: support@powel.no

10:41 19. mars 2012

hei!

Vi er en gruppe på to studenter fra Geomatikk ved Høgskolen i Gjøvik som skriver bacheloroppgave om generering av høydekurver fra laserdata, og data fra fotogrammetri. Til utførelse av oppgaven har vi valgt å bruke gemini terreng & entreprenør 7.3 pga programmet har begynt å behandle punktskyer.

Vi skal ha med et kapittel om gridtetthet, og vi ønsker da beskrive hvordan deres program behandler gridpunkter f. eks ved å definere sjikt. ved søk på "grid" i deres hjelpfunksjon beskrives godt hvordan programmet jobber med gridpunkter for punktskyer, og enkle bilder brukes til illustrasjon. kan vi låne disse bildene fra dere? Det gjelder de to nederste bildene.

mvh

Simen Bjørhusdal og Fredrik Blix

---

## **Sv:(PowelID: 27655) bacheloroppgave, lån av bilder fra hjelp - funksjon**

2 meldinger

---

**support@powel.no** <support@powel.no>  
Til: simebjor@gmail.com

13:30 19. mars 2012

Hei!

Det går fint om dere bruker disse bildene i oppgavenes dere. Gjerne merk de med "fra hjelp i Gemini Terreng" eller lignende.

Med vennlig hilsen

Øyvind Hauge

Powel AS  
Support: [+47 73 80 45 10](tel:+4773804510)

## RE: Bacheloroppgave

Fra: **Siril Hafstad** (siril.hafstad@geodata.no)

Sendt: 25. april 2012 11:18:24

Til: Fredrik Blix (fredrikblix10@hotmail.com); Siril Hafstad (siril.hafstad@geodata.no)

Kopi: Joel Waltner (joelw@geodata.no)

Hei.

Det er nok i orden, men det bør stå info under bildet om at det er hentet fra hjelpeteksten til ArcGIS.

Så flott at dere bruker ArcGIS i bacheloroppgaven. Følg med på Geodatas facebookside for studenter (<http://www.facebook.com/#!/GeodataStudent>), for der legger vi ut en del info som er rettet mot dere.

Vennlig hilsen



**Siril Hafstad**

Account Manager

**Geodata AS**

Schweigaardsgate 28

Po Box 9036 Grønland

No-0133 Oslo

+47 95 29 26 35

[www.geodata.no](http://www.geodata.no)



*[Se våre lynraske bakgrunnskart som nå serveres fra skyen](#)*

---

**From:** Fredrik Blix [mailto:fredrikblix10@hotmail.com]

**Sent:** 25. april 2012 10:31

**To:** Siril Hafstad

**Subject:** Bacheloroppgave

Hei!

Vi er i gang med vår bacheloroppgave og lurer på om vi kan bruke noen bilder fra hjelp menyen til ArcGIS i vår oppgave? Litt usikker hvem vi skal kontakte og om vi trenger tillatelse i det hele tatt?

Vet du noe om dette?

mvh

Fredrik og Simen  
Høgskolen i Gjøvik

---

This e-mail has been scanned for viruses by [Comendo Norge AS](#).

---

VEDLEGG 2

# RAPPORT FOR LASERSKANNING

Laserskanning Nordland 2010

(Minus område 9; jbv- og svv jbv-områder i Rana  
Kommune)

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>GENERELLE OPPLYSNINGER I PROSJEKTET .....</b>	<b>5</b>
1.1	OPPDRAKSGIVER .....	5
1.2	OPPDRAGET .....	5
1.3	OPPDRAKSTAKER.....	5
1.4	OPPDRAGETS INNHOLD .....	5
1.5	KVALITETSSIKRING .....	5
1.6	KARTUTSNITT .....	6
<b>2.</b>	<b>DATAINNSAMLING .....</b>	<b>6</b>
2.1	UTFØRELSE.....	6
2.2	MÅLEUTSTYR .....	6
2.3	GRUNNLAG/DATUM .....	6
2.4	KVALITET PÅ KONTROLLPUNKT.....	6
2.5	AVVIK KONTROLLPUNKT .....	7
2.6	TRANSFORMASJONER.....	7
2.7	VANSKELIGHETER I DATAINNSAMLINGEN.....	7
<b>3.</b>	<b>PROSESSERING/DATABEARBEIDING.....</b>	<b>7</b>
3.1	BEREGNINGS- OG EDITERINGSARBEID.....	7
3.2	GNSS/INS-BEREGNINGER .....	7
3.3	KALIBRERING OG STRIPEJUSTERING.....	7
3.3.1	<i>Prosjektkalibrering .....</i>	<i>8</i>
3.3.2	<i>Stripeutjevning .....</i>	<i>8</i>
3.4	RESULTAT FRA KJENTFLATER .....	8
<b>4.</b>	<b>LEVERANSER.....</b>	<b>8</b>
4.1	INNHOLD I LEVERANSENE .....	8
4.2	OPPDELING OG NAVNING AV FILER .....	8
<b>5.</b>	<b>VEDLEGG A .....</b>	<b>9</b>
5.1	KARTUTSNITT NORDLAND FORSVARSBYGG, NORDRE DEL.....	9
5.2	KARTUTSNITT NORDLAND FORSVARSBYGG, SØNDRE DEL .....	9
5.3	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 1 .....	10
5.4	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 2.....	11
5.5	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 3.....	12
5.6	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 4.....	12
5.7	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 5.....	13
5.8	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 6.....	14
5.9	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 7.....	14
5.10	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 8.....	15
5.11	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 10.....	16
5.12	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 11.....	17

5.13	KARTUTSNITT NORDLAND OMRÅDE 12.....	18
<b>6.</b>	<b>VEDLEGG B .....</b>	<b>19</b>
6.1	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND FORSVARSBYGG .....	19
6.1.1	<i>Flydag 20100819</i> .....	19
6.1.2	<i>Flydag 20100820</i> .....	19
6.2	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND OMRÅDE 1 OG 3 .....	20
6.3	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND OMRÅDE 2 OG 4.....	20
6.3.1	<i>Flydag 20100826</i> .....	20
6.3.2	<i>Flydag 20100821</i> .....	21
6.4	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND OMRÅDE 5.....	21
6.5	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND OMRÅDE 6 OG 7.....	21
6.6	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND OMRÅDE 8 OG 10.....	22
6.7	PROSJEKTKALIBRERING NORDLAND OMRÅDE 11 OG 12.....	22
<b>7.</b>	<b>VEDLEGG C .....</b>	<b>23</b>
7.1	STRIPEUTJEVNING NORDLAND FORSVARSBYGG .....	23
7.1.1	<i>Flydag 20100819</i> .....	23
7.1.2	<i>Flydag 20100820</i> .....	25
7.2	STRIPEUTJEVNING NORDLAND OMRÅDE 1 OG 3 .....	27
7.3	STRIPEUTJEVNING NORDLAND OMRÅDE 2 OG 4 .....	27
7.3.1	<i>Flydag 20100826</i> .....	27
7.3.2	<i>Flydag 20100821</i> .....	29
7.4	STRIPEUTJEVNING NORDLAND OMRÅDE 5.....	30
7.5	STRIPEUTJEVNING NORDLAND OMRÅDE 6 OG 7 .....	32
7.6	STRIPEUTJEVNING NORDLAND OMRÅDE 8 OG 10 .....	33
7.7	STRIPEUTJEVNING NORDLAND OMRÅDE 11 OG 12 .....	35
<b>8.</b>	<b>VEDLEGG D .....</b>	<b>38</b>
8.1	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 1 .....	38
8.2	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 2 .....	40
8.3	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 3 .....	43
8.4	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 4 .....	44
8.5	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 5 .....	46
8.6	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 6 .....	49
8.7	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 7 .....	52
8.8	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 8 .....	54
8.9	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 10.....	57
8.10	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 11 .....	59
8.11	RESULTAT FRA KJENTFLATER NORDLAND OMRÅDE 12.....	61

Rapport utarbeidet,



Lysaker, 14. januar 2010

*Kristin K. Hansen*

Kristin Karthum Hansen  
Siv.ing. Teknisk Fysikk

# 1. GENERELLE OPPLYSNINGER I PROSJEKTET

## 1.1 Oppdragsgiver

Navn: Statens Kartverk Bodø  
 Besøksdresse: Moloveien 10  
 Postdresse: 3507 Hønefoss  
 Prosjektleder: Ivar Aanerød

## 1.2 Oppdraget

Navn: Laserskanning i Nordland 2010  
 Nr/betegnelse: LACHN002  
 Kommune, -nr: Vefsn 1824, Grane 1825, Hemnes 1832, Lurøy 1834, Rødøy 1836, Gildeskål 1838, Beiarn 1839, Saltdal 1840, Fauske 1841, Bodø 1804 Sørfold 1845, Steigen 1848, Hamarøy 1849, Tysfjord 1850, Narvik 1805  
 Fylke: Nordland

## 1.3 Oppdragstaker

Navn: TerraTec AS  
 Besøksdresse: Lysaker Torg 12. Avd. Trondheim: Brattørkaia 17B  
 Postdresse: Pb. 513, 1327 LYSAKER  
 Prosjektleder: Tormod Jensen  
 Prosjektreferanse: 4824

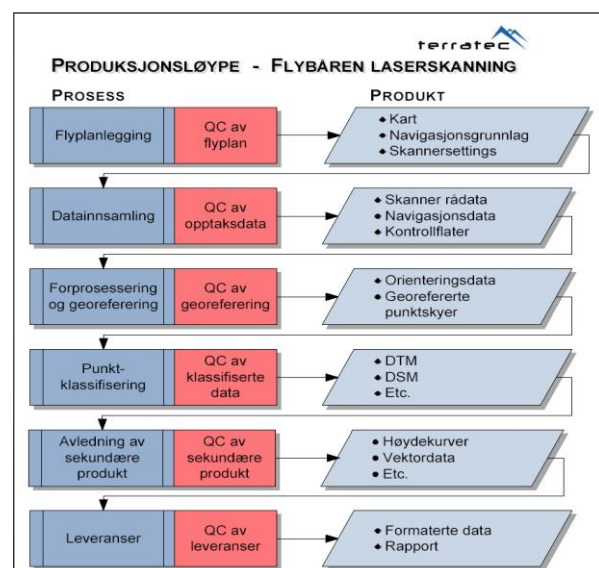
## 1.4 Oppdragets innhold

Oppdraget innebærer laserskanning av område med minimum punktethet 4 pkt/m<sup>2</sup> (minimum 3 pkt/m<sup>2</sup> for Forsvarsbygg-områder). Det utføres preprosessering og sensor-/stripekorreksjoner for endelig georeferering av punktskyen. Absolutt høydenøyaktighet forbedres ved måling mot kontrollflater. For generering av terrengmodell utføres automatisk og manuell klassifisering av datasettet. Høydekurver avledes av den klassifiserte terrengmodellen.

## 1.5 Kvalitetssikring

Kvalitetssikringsopplegget er utført i.h.t. TerraTecs kvalitetsstyrings-system. Opplegget for denne type produksjon er vist skjematisk i figuren til høyre. I dette prosjektet er det spesielt lagt vekt på:

- Kalibrering av sensorsystem
- Tverrstriper og flystriper i forskjellige retninger
- Utjevning mellom overlappende striper
- Justering mot kontrollflater





## 1.6 Kartutsnitt

Kartutsnitt er å finne i vedlegg A i denne rapporten.

## 2. DATAINNSAMLING

### 2.1 Utførelse

TerraTec AS har gjennomført laserskanningen i følgende operasjoner:

<u>Område</u>	<u>Operatør</u>	<u>Dato</u>
Nordland 1	J. Vuorinen	20.08.2010
Nordland 2	J. Vuorinen, L. Aamodt	21.08.2010, 26.08.2010
Nordland 3	J. Vuorinen	20.08.2010
Nordland 4	J. Vuorinen	21.08.2010
Nordland 5	J. Vuorinen	18.08.2010
Nordland 6	J. Vuorinen	19.08.2010
Nordland 7	J. Vuorinen	19.08.2010
Nordland 8	R. Mathisen	20.08.2010
Nordland 10	R. Mathisen	20.08.2010
Nordland 11	R. Mathisen	11.08.2010
Nordland 12	R. Mathisen	11.08.2010
Nordland Forsvarsbygg	J. Vuorinen	19.08.2010, 20.08.2010

### 2.2 Måleutstyr

Kalibreringsparametre for systemet er beregnet ved flyging over vårt standard kalibreringsområde i Hamar. Disse parametrene er beregnet i TerraMatch og implementert i ALS Post Processor for prosessering av rådata.

#### Spesifikasjoner

Laserskanner, snr:	ALS50-II, snr 055 / 058 / 099
IMU:	MicroIRS
GNSS-mottakere:	NovAtel OEM4 og Topcon Legacy E
Plattform:	FW/RW (type og reg-nr)
Høyde over terreng	470 / 770 / 900 m
Flyhastighet:	135/70 kt
Laserpuls	150000 / 120200 / 107800 Hz
Åpningsvinkel	± 20 / 10 grader
Sideoverlapp	20 %

### 2.3 Grunnlag/datum

Horisontalt:	Euref89 UTM sone 33
Vertikalt:	NN1954

### 2.4 Kvalitet på kontrollpunkt

Kontrollflatemålinger er utført av kunden.

## 2.5 Avvik kontrollpunkt

Avviket mellom kontrollflater og laserdata er relativt små og godt innenfor kravet - jfr. kap 3.4

## 2.6 Transformasjoner

GPS-beregning i TerraPOS er utført i WGS84. Transformasjon er utført for levering i de ulike datum prosjektet skal leveres i.

Transformasjon WGS84 – EU89 UTM33

Høydetransformasjon Ellipsoidisk – NN1954

Høydetransformasjonen fra ellipsoidiske til ortometriske høyder er utført med geoidmodell generert i WSK Trans, Href2007b utgitt av Statens kartverk.

## 2.7 Vanskeligheter i datainnsamlingen

Det har ikke vært vanskeligheter i forbindelse med gjennomføringen av laserskanningen.

# 3. PROSESSERING/DATABEARBEIDING

## 3.1 Beregnings- og editeringsarbeid

<u>Program/versjon</u>	<u>Produsent</u>	<u>Funksjon</u>
GeoDig	TerraTec	Flyplanlegging
AeroPlan Mission - Planning	Leica Geosystems	"
TerraPOS	TerraTec	GNSS-prosessering
IPAS Pro	Leica Geosystems	GNSS/INS-integrasjon
ALS Post - Processing ALSPP	Leica Geosystems	Beregning av "rå" punktskyer
WSKTrans	Statens kartverk	Geoide
Leica Geo Office	Leica Geosystems	Landmålingsberegninger
TerraScan	Terrasolid	Prosessering, visning, editering og klassifisering av laser punktdata
TerraMatch	Terrasolid	Sensor- og stripekorreksjoner
TerraModeler	Terrasolid	Visualisering av terrengoverflate
MicroStation	Bentley	CAD-plattform for Terrasolid-program

## 3.2 GNSS/INS-beregninger

Blending av GPS og IMU-data er utført med kalman-filter i Leicas programvare IPAS-PRO v 15.

## 3.3 Kalibrering og stripejustering

Utover årlig kalibrering av sensoren er det gjennomført en egen prosjektkalibrering for å redusere eventuelle gjenværende feil i sensororienteringen. Arbeidet er utført med TerraMatch og resultater vises nedenfor.

### 3.3.1 Prosjektkalibrering

Se Vedlegg B.

### 3.3.2 Stripeutjevning

Se Vedlegg C.

## 3.4 Resultat fra kjentflater

Det er gjort beregninger på høydeavvik mellom laserdataene og de landmålte kontrollflatene. Resultater er listet i Vedlegg D.

## 4. LEVERANSER

### 4.1 Innhold i leveransene

<u>Filformat laserdata</u>	<u>Beskrivelse</u>
#.sos:	terrengpunkter på sosi-sverm. Sosi-versjon 4.0
#.las:	terreng (klasse 2), ikke terrengpunkter (klasse 1), og punkt i sjø (klasse 9) på lasformat
#.xyz:	Terrengpunkter i ASCII-format

De nevnte laserdata er levert sammen med rapport for laserskanning.

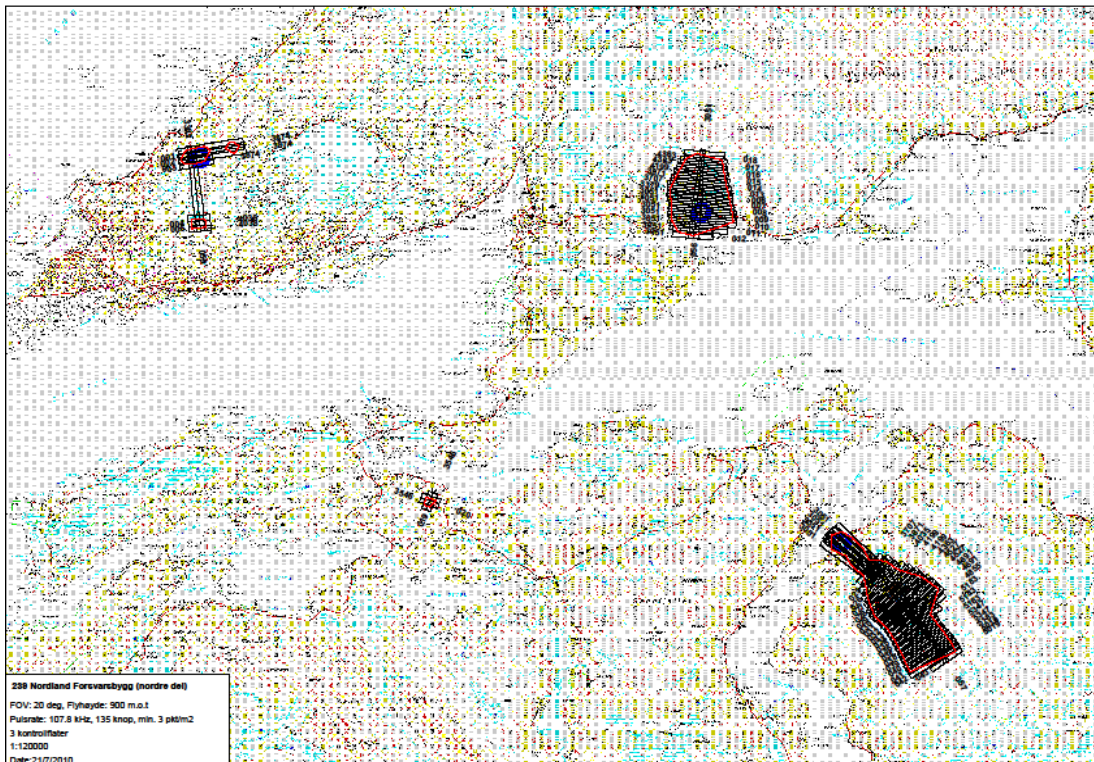
<u>Filformat metadata</u>	<u>Beskrivelse</u>
#.sos:	Tetthetsanalyse av antall 1.returer innenfor ruter på 250m <sup>2</sup>
#.sos:	Laserdekningsområde
#.sos:	Kurve som angir sensorens opptaksrute

### 4.2 Oppdeling og navning av filer

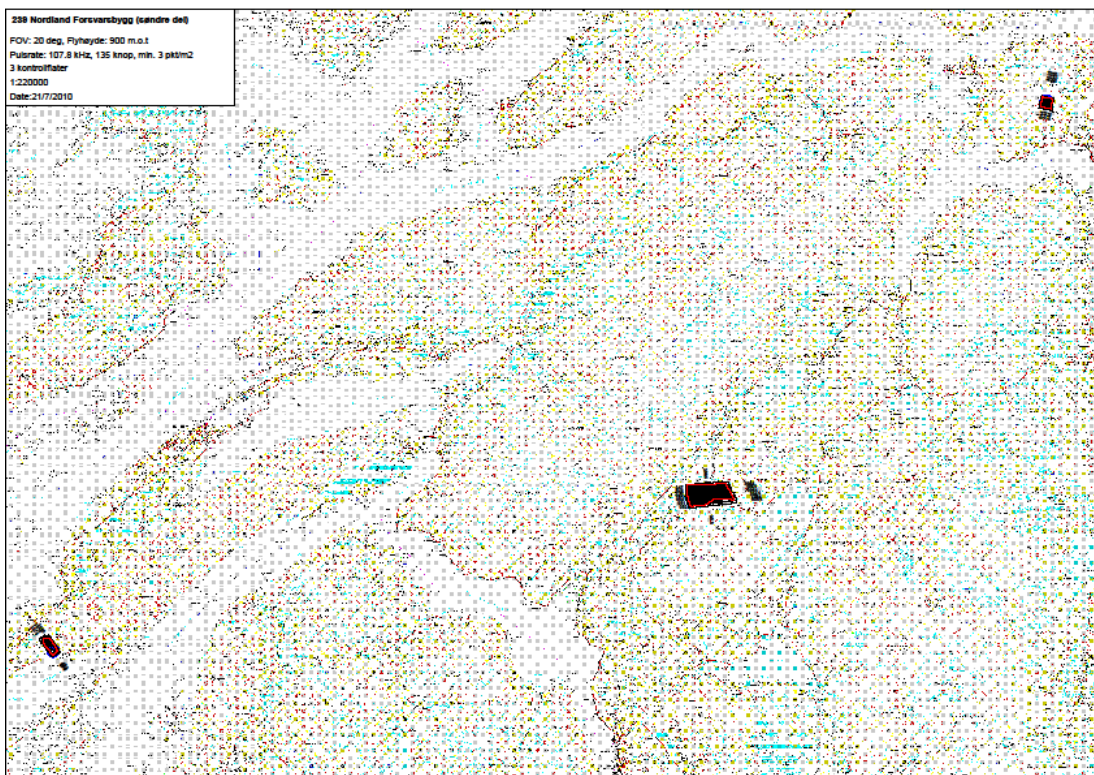
Las- og sosifiler er inndelt i.h.h.t. kartbladinndeling 1:1000 (800x600m).

## 5. VEDLEGG A

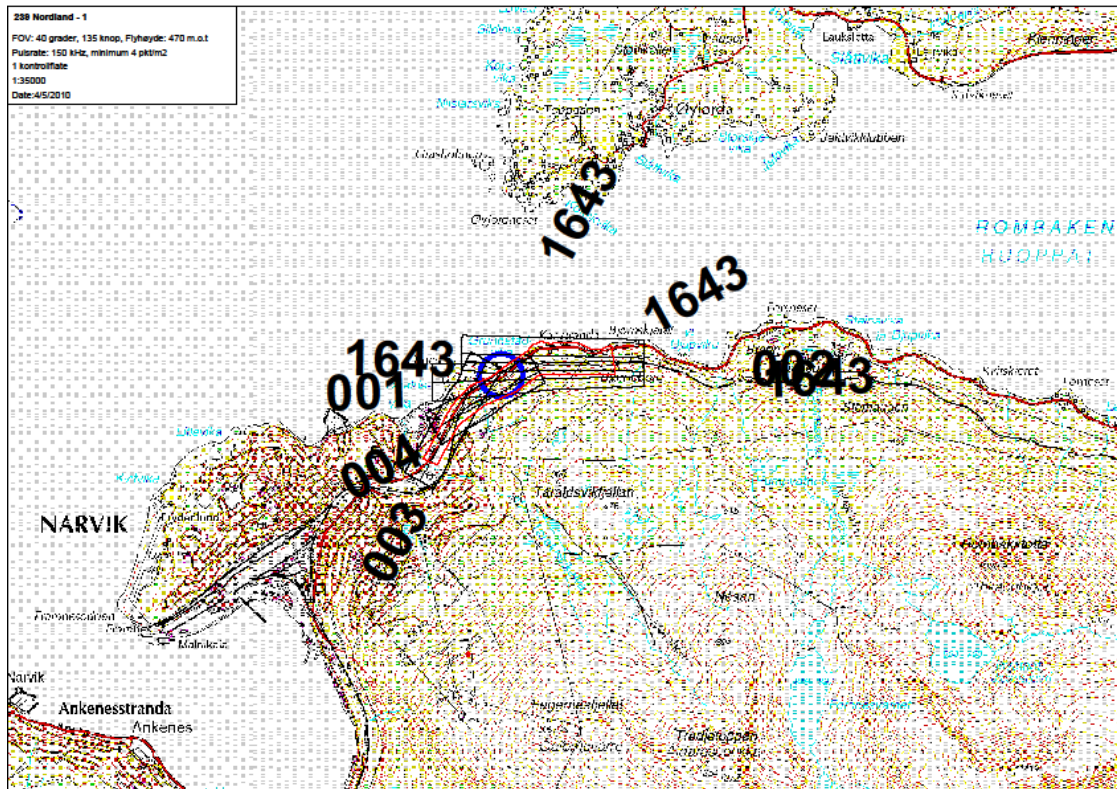
### 5.1 Kartutsnitt Nordland Forsvarsbygg, Nordre del



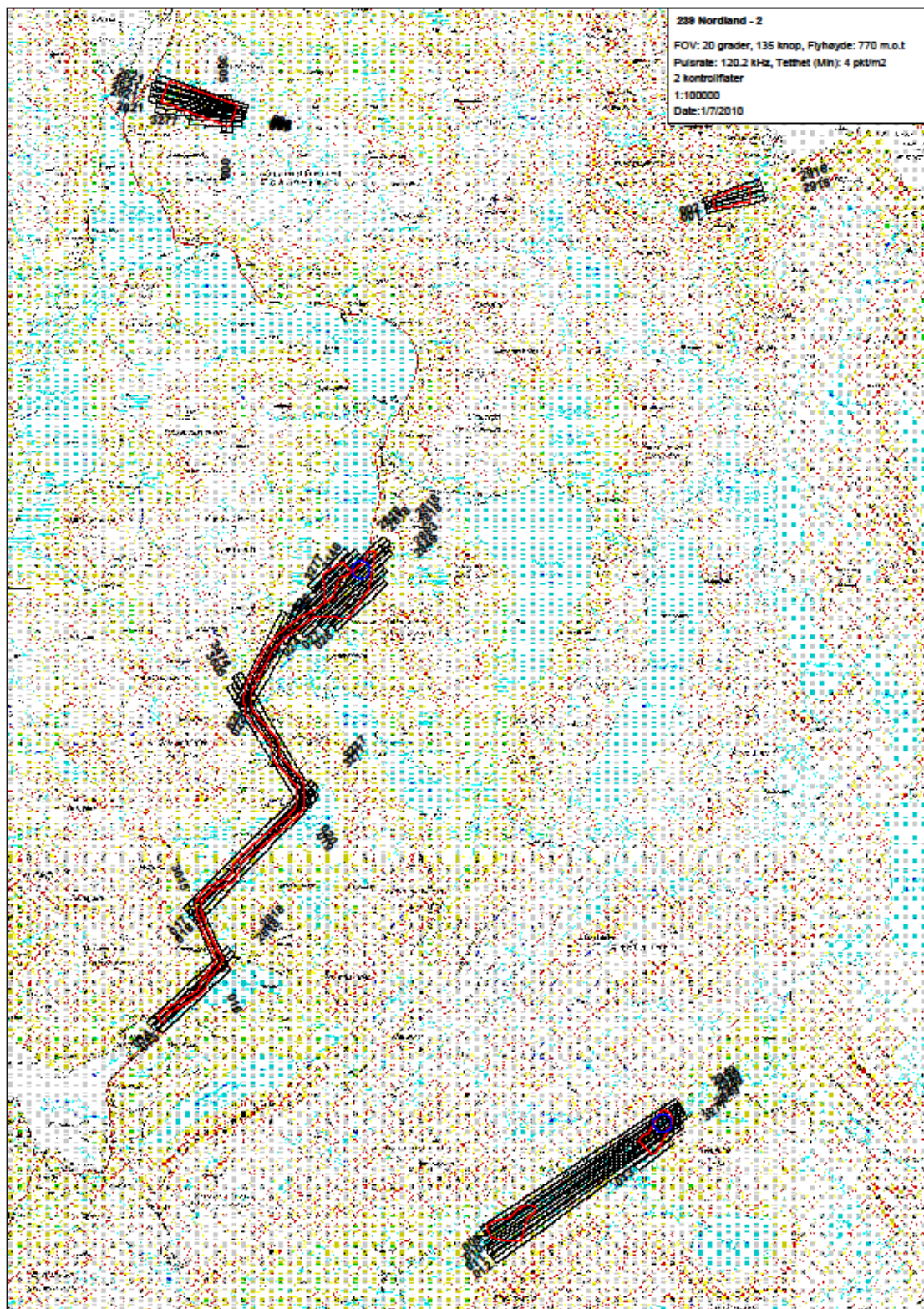
### 5.2 Kartutsnitt Nordland Forsvarsbygg, Søndre del



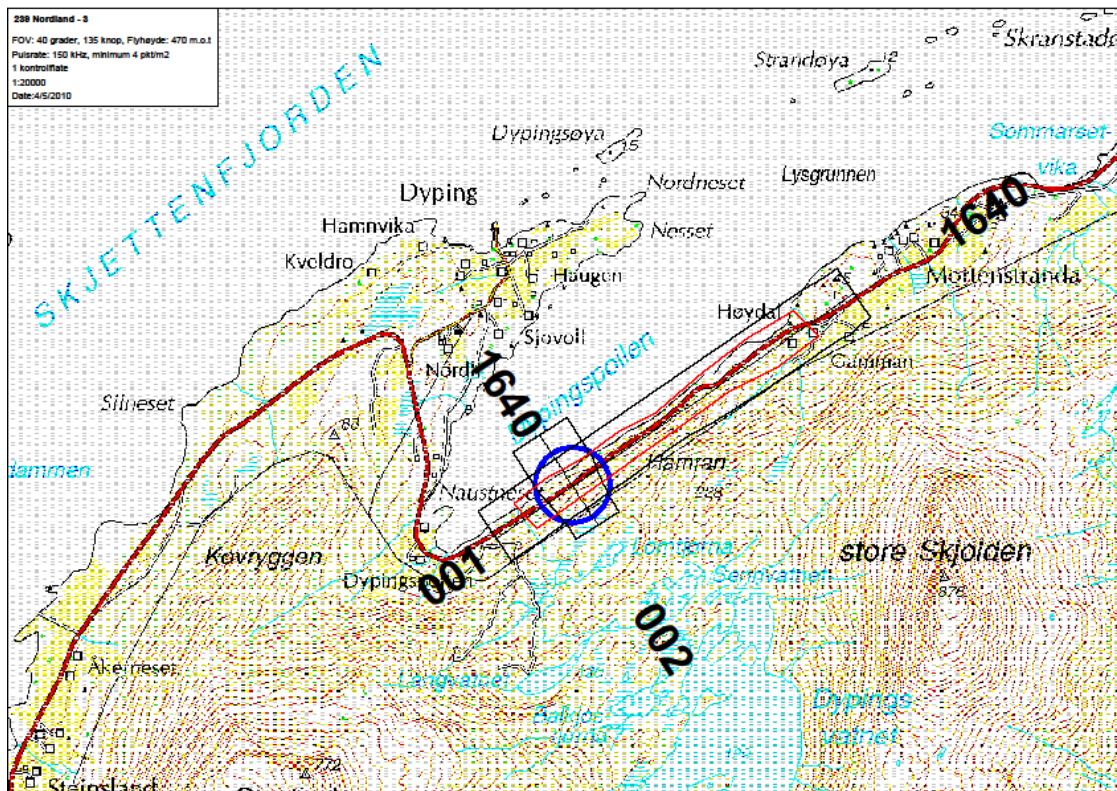
### 5.3 Kartutsnitt Nordland Område 1



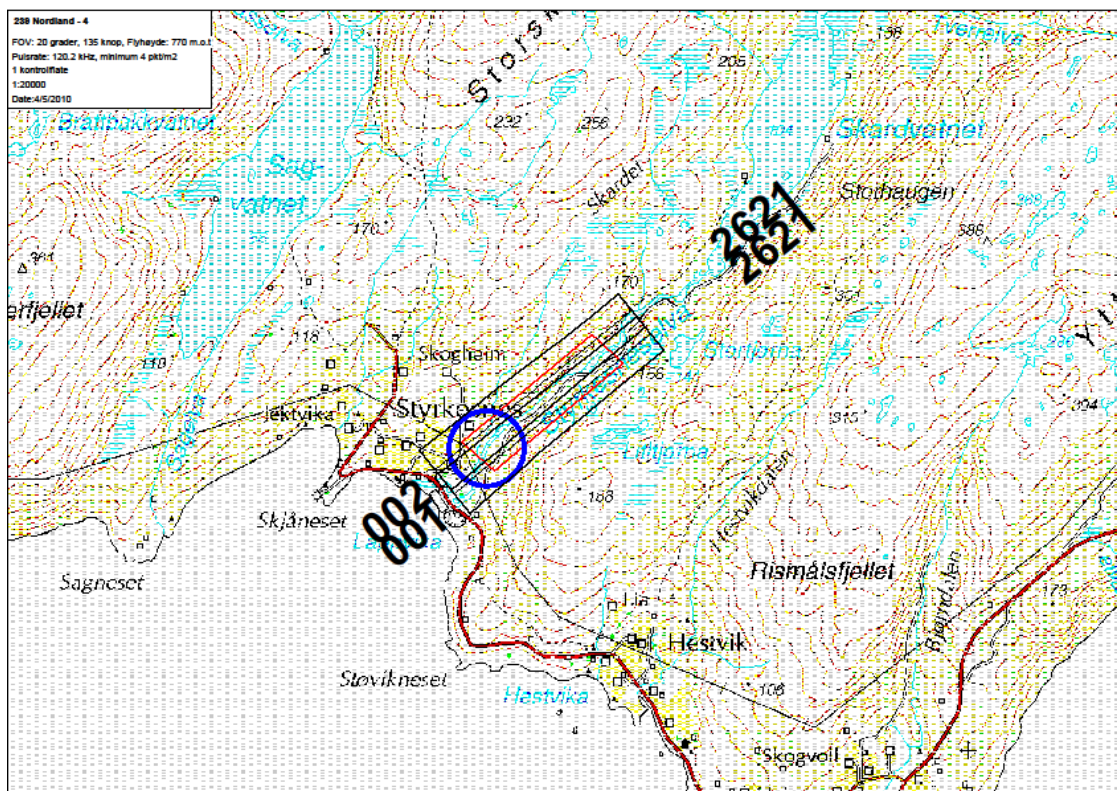
## 5.4 Kartutsnitt Nordland Område 2



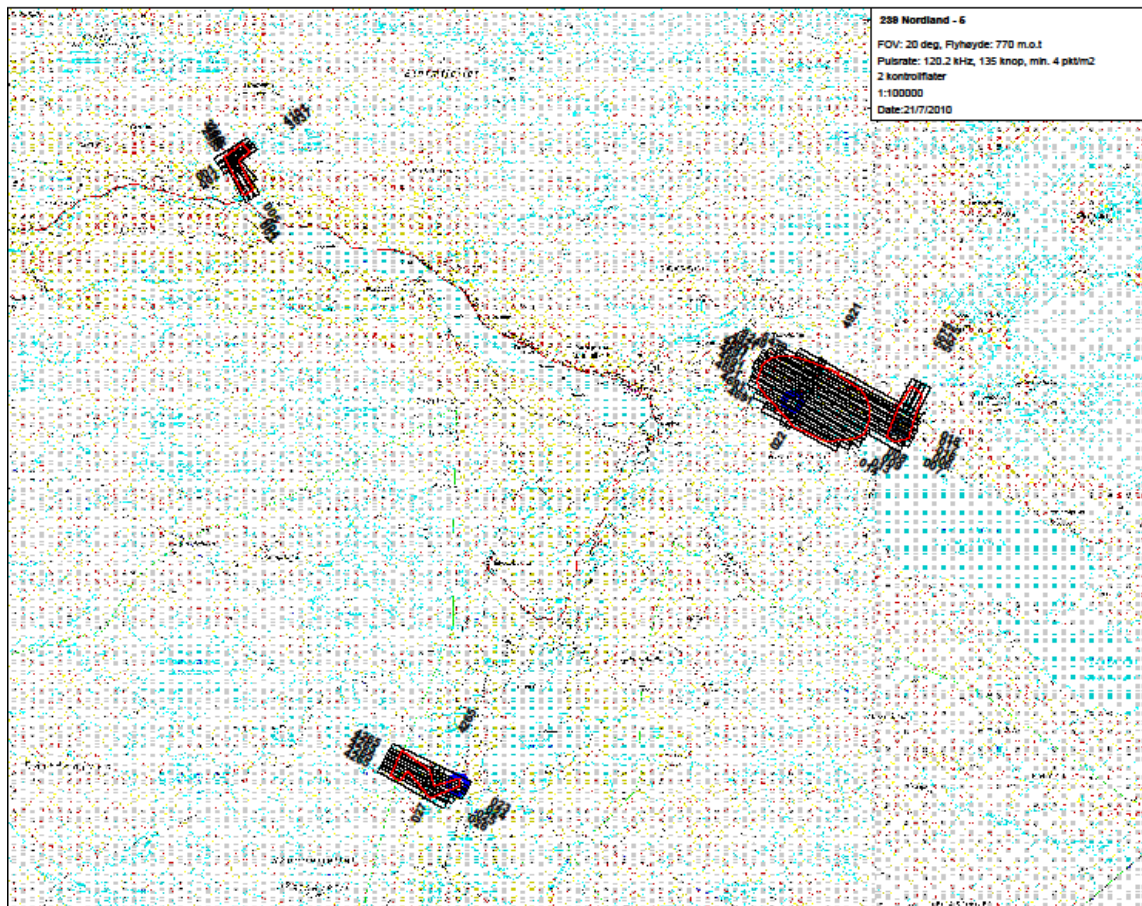
### 5.5 Kartutsnitt Nordland Område 3



### 5.6 Kartutsnitt Nordland Område 4

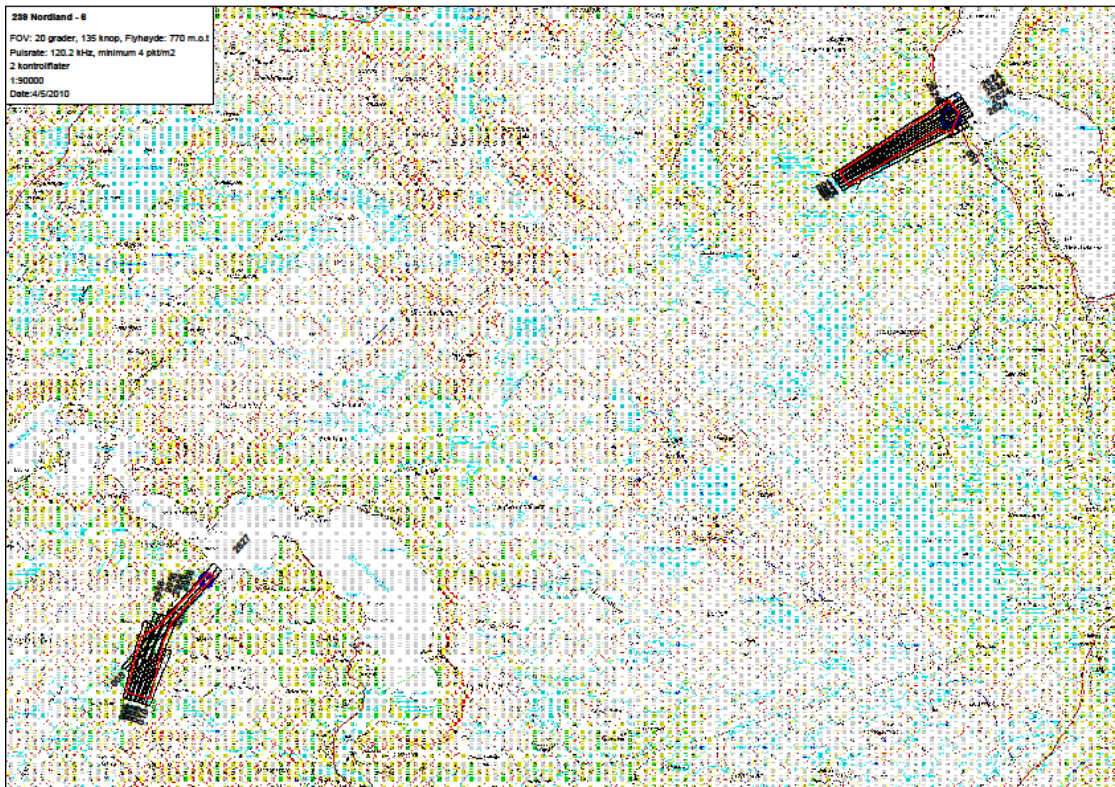


## 5.7 Kartutsnitt Nordland Område 5

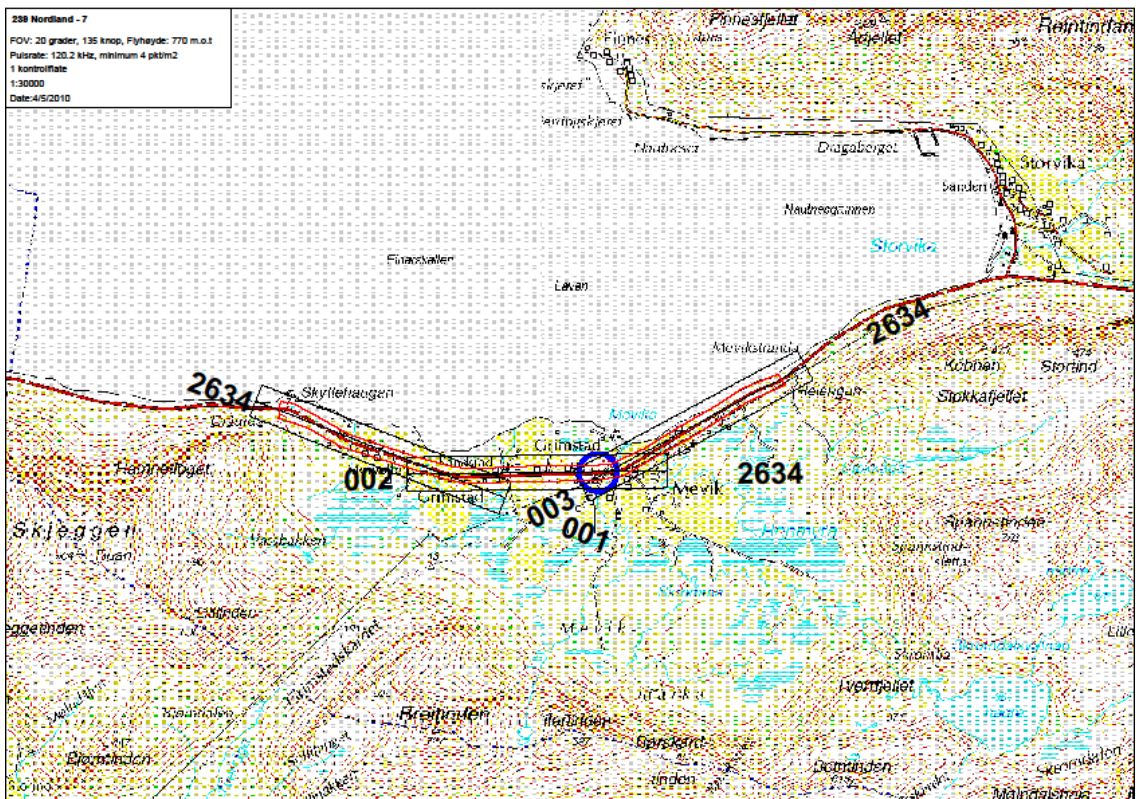




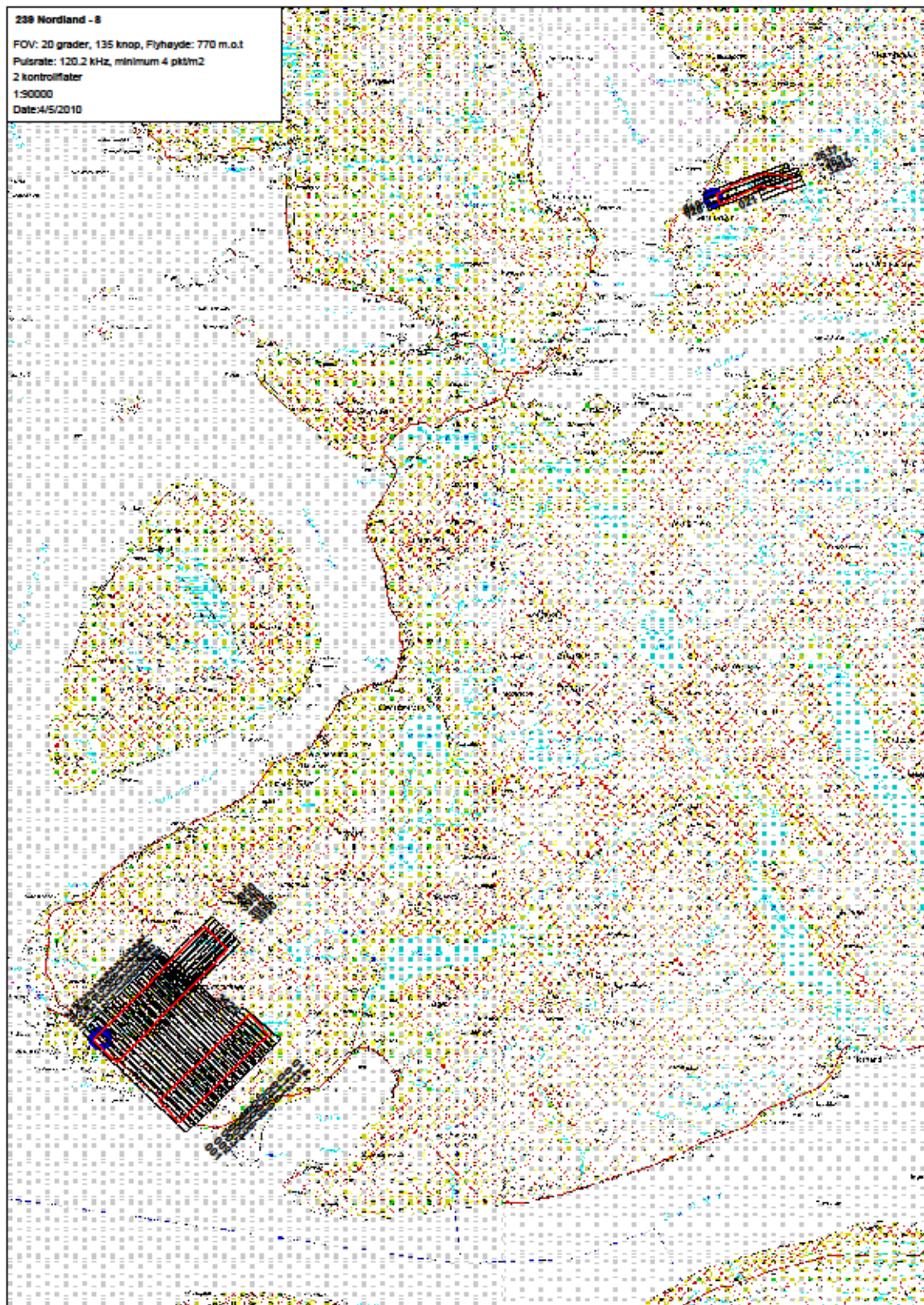
## 5.8 Kartutsnitt Nordland Område 6



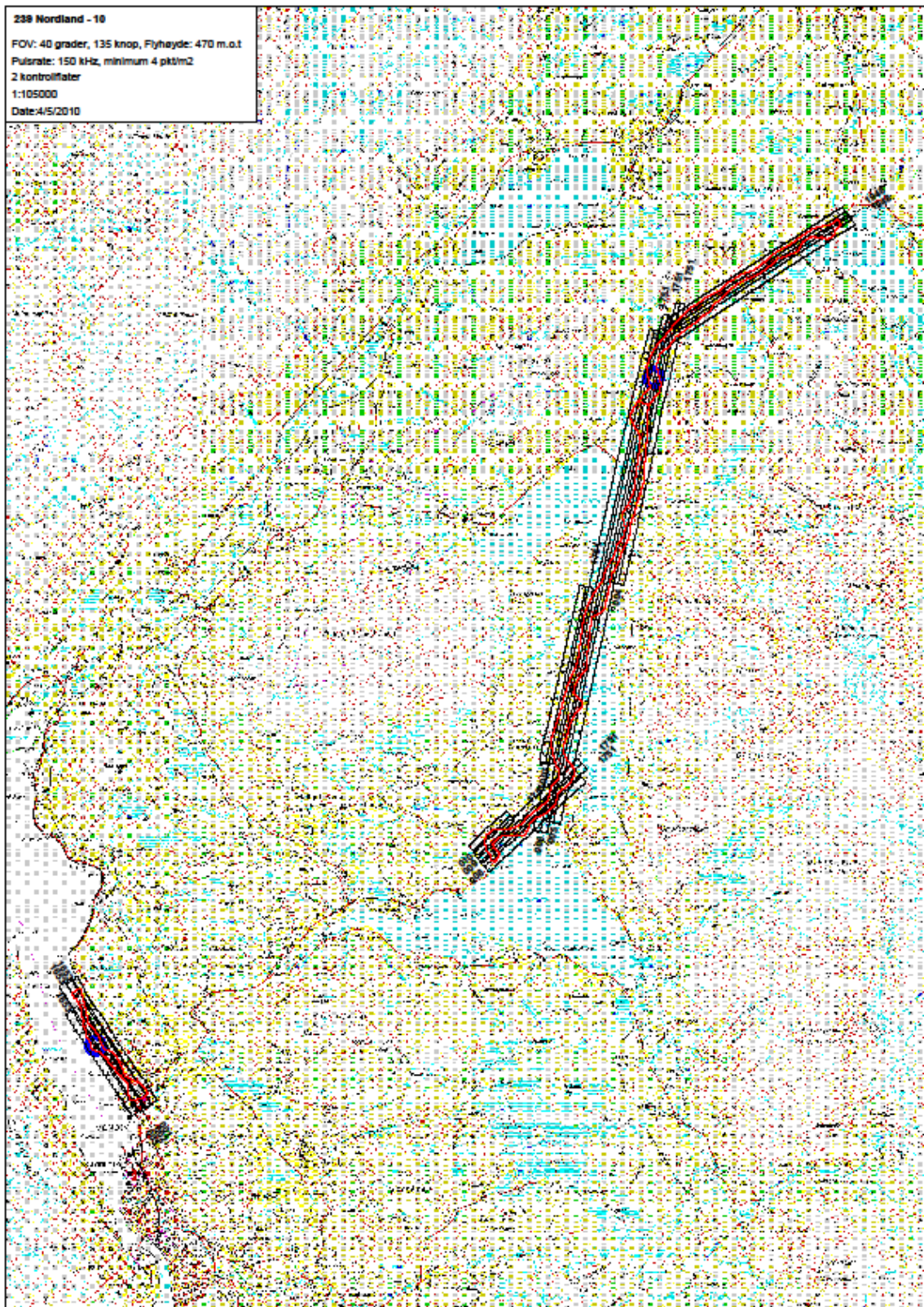
## 5.9 Kartutsnitt Nordland Område 7



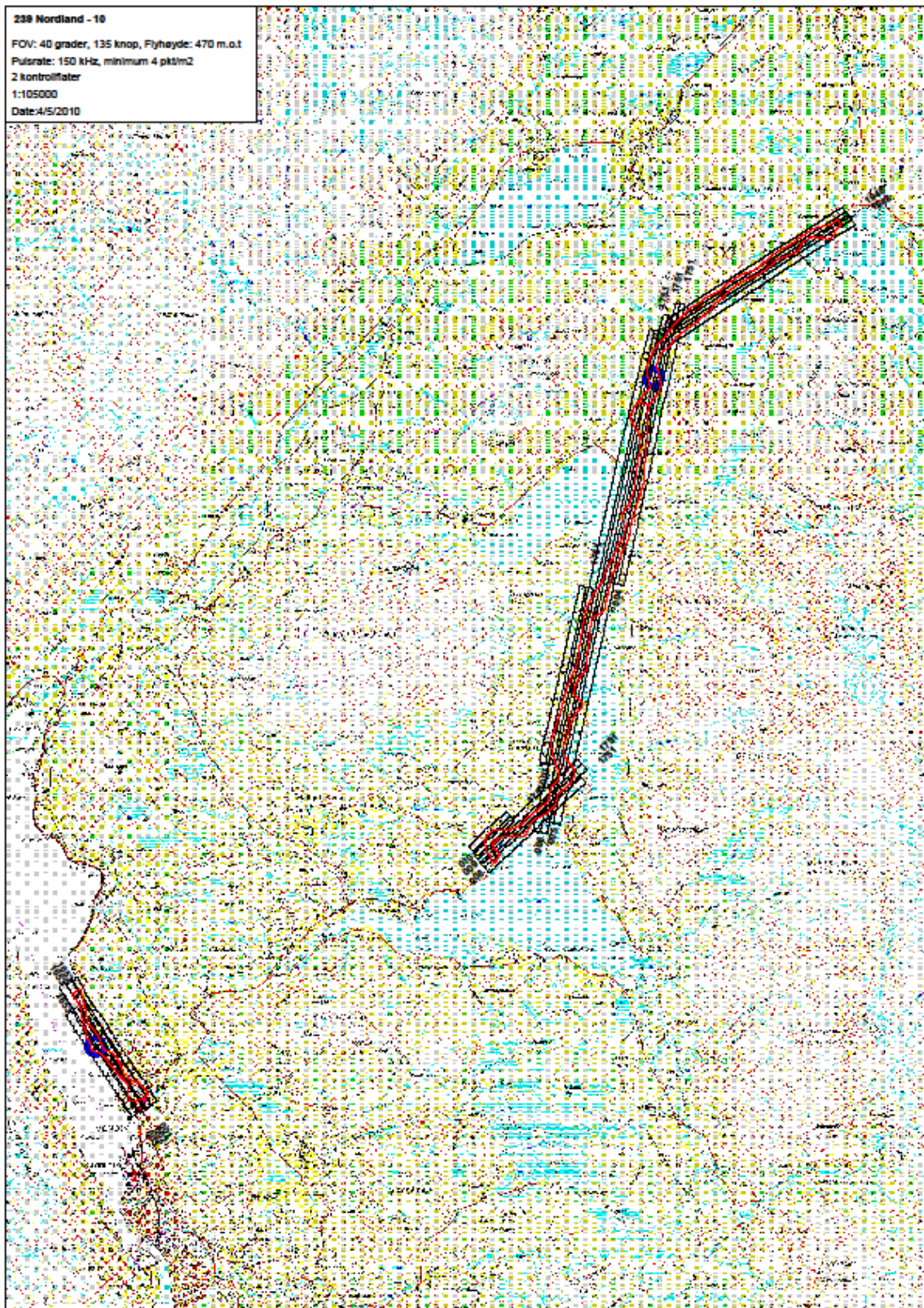
## 5.1010 Kartutsnitt Nordland Område



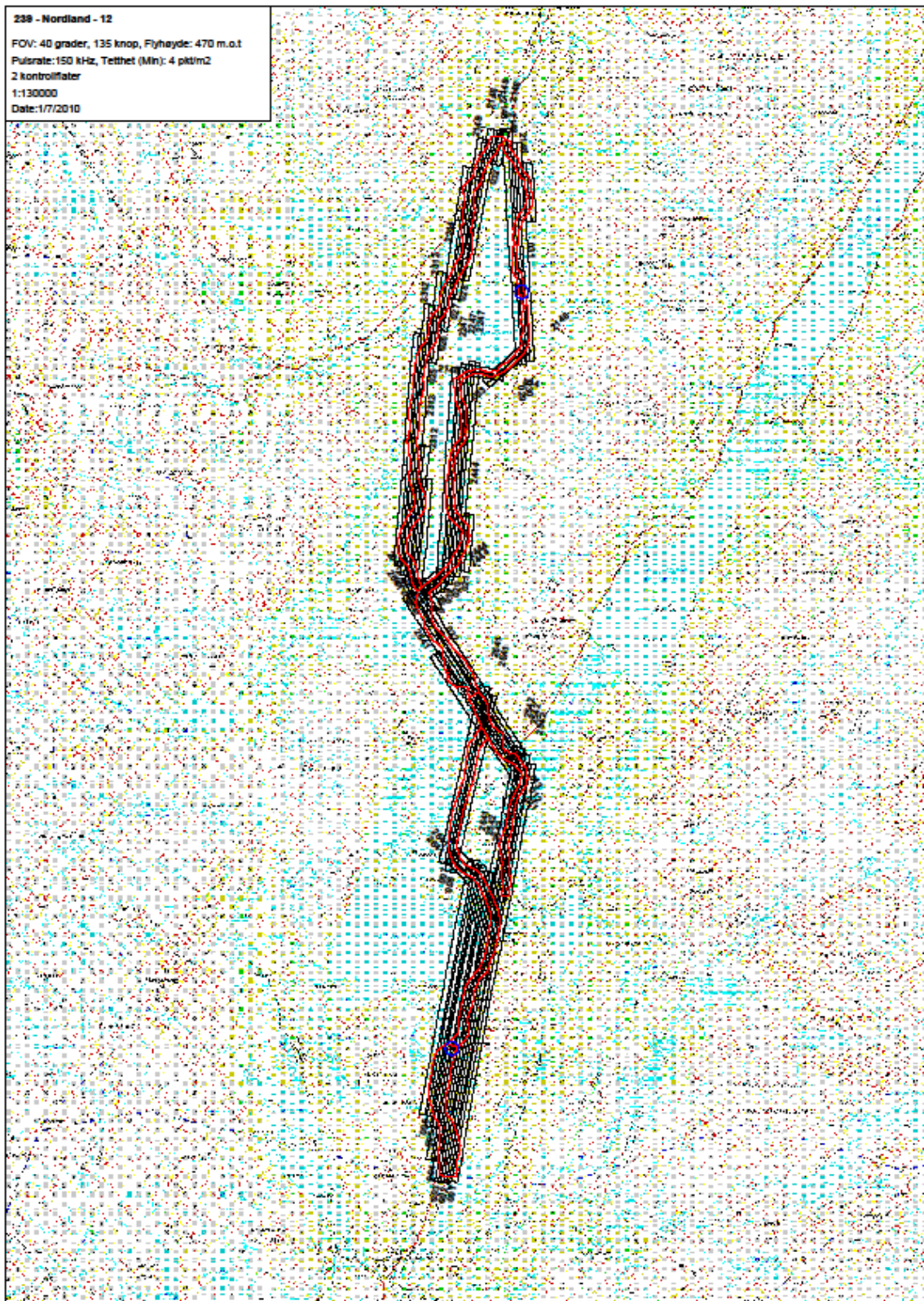
## 5.1111 Kartutsnitt Nordland Område



## 5.1212 Kartutsnitt Nordland Område



## 5.1313 Kartutsnitt Nordland Område



## 6. VEDLEGG B

### 6.1 Prosjektkalibrering Nordland Forsvarsbygg

#### 6.1.1 Flydag 20100819

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0708

Final dz RMS: 0.0452

Standard error of unit 0.0202

Execution time: 20665.1 sec

Number of iterations: 19

Points 27370200

H shift +0.0019 Std dev 0.0003

R shift +0.0072 Std dev 0.0001

P shift -0.0159 Std dev 0.0000

Scale -0.00023

#### 6.1.2 Flydag 20100820

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0585

Final dz RMS: 0.0394

Standard error of unit 0.0176

Execution time: 13550.7 sec

Number of iterations: 9

Points 29315311

H shift +0.0015 Std dev 0.0002

R shift +0.0053 Std dev 0.0000

P shift -0.0141 Std dev 0.0000

Scale -0.00041

## 6.2 Prosjektkalibrering Nordland Område 1 og 3

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0587

Final dz RMS: 0.0460

Standard error of unit 0.0206

Execution time: 1328.9 sec

Number of iterations: 16

Points 1580143

H shift +0.0141 Std dev 0.0012

R shift +0.0153 Std dev 0.0003

P shift -0.0152 Std dev 0.0003

Scale +0.00007

## 6.3 Prosjektkalibrering Nordland Område 2 og 4

### 6.3.1 Flydag 20100826

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0418

Final dz RMS: 0.0334

Standard error of unit 0.0148

Execution time: 446.3 sec

Number of iterations: 12

Points 895341

H shift -0.0060 Std dev 0.0016

R shift +0.0009 Std dev 0.0002

P shift +0.0159 Std dev 0.0002

Scale -0.00033

### 6.3.2 Flydag 20100821

H shift	0.0141
R shift	0.0050
P shift	-0.0144
Scale	-0.00050

## 6.4 Prosjektkalibrering Nordland Område 5

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0466  
Final dz RMS: 0.0250

Standard error of unit 0.0112

Execution time: 235.7 sec  
Number of iterations: 26

Points	774743		
H shift	+0.0003	Std dev	0.0036
R shift	+0.0114	Std dev	0.0004
P shift	-0.0207	Std dev	0.0005
Scale	+0.00005		

## 6.5 Prosjektkalibrering Nordland Område 6 og 7

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0597  
Final dz RMS: 0.0440

Standard error of unit 0.0196

Execution time: 311.6 sec  
Number of iterations: 8



Points 1067422  
H shift +0.0005 Std dev 0.0008  
R shift +0.0039 Std dev 0.0001  
P shift -0.0155 Std dev 0.0001  
Scale +0.00024

## 6.6 Prosjektkalibrering Nordland Område 8 og 10

Final dz RMS: 0.0551

Standard error of unit 0.0246

Execution time: 4090.6 sec

Number of iterations: 19

Points 4342321  
H shift +0.0073 Std dev 0.0011  
R shift -0.0029 Std dev 0.0003  
P shift +0.0261 Std dev 0.0004  
Scale -0.00009

## 6.7 Prosjektkalibrering Nordland Område 11 og 12

Solution for whole data set

Starting dz RMS: 0.0503

Final dz RMS: 0.0418

Standard error of unit 0.0187

Execution time: 753.2 sec

Number of iterations: 21

Points 779341  
H shift -0.0134 Std dev 0.0019  
R shift -0.0133 Std dev 0.0006  
P shift +0.0211 Std dev 0.0005  
Scale -0.00009

## 7. VEDLEGG C

### 7.1 Stripeutjevning Nordland Forsvarsbygg

#### 7.1.1 Flydag 20100819

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0400

Final dz RMS: 0.0358

Standard error of unit 0.0160

Execution time: 14067.6 sec

Number of iterations: 10

Flightline	Points	Z shift	R shift
1	665805	-0.011	-0.0031
2	186554	-0.024	-0.0049
3	967045	-0.014	-0.0031
4	146231	-0.023	-0.0036
5	1318164	+0.020	-0.0017
6	253932	+0.007	-0.0019
7	556652	+0.005	-0.0006
8	545893	+0.041	-0.0004
9	1026667	-0.017	-0.0026
10	949196	-0.004	+0.0015
11	1090980	-0.044	-0.0038
12	1068942	-0.020	+0.0055
13	1007345	+0.001	-0.0030
14	1183374	-0.008	+0.0043
15	1326104	-0.020	+0.0013
16	1087653	+0.003	+0.0037
17	850133	-0.007	-0.0004
18	922513	+0.016	+0.0012
19	1073318	+0.016	-0.0026
20	605830	+0.030	+0.0044
21	2036238	+0.020	-0.0000
22	218635	-0.019	+0.0017

23	213979	-0.010	-0.0028
24	420778	+0.026	+0.0073
25	779709	-0.038	+0.0063
26	445454	+0.008	-0.0002
27	690396	+0.011	+0.0015
28	919002	-0.041	+0.0027
29	896998	+0.020	+0.0011
30	877223	+0.011	+0.0019
31	816461	+0.003	+0.0003
32	581157	+0.018	+0.0033
33	683049	+0.033	-0.0003
34	231228	+0.016	-0.0013
35	462719	-0.024	-0.0050
36	206913	+0.018	-0.0035

#### Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
1	665805	0.001	0.0002
2	186554	0.001	0.0002
3	967045	0.001	0.0001
4	146231	0.001	0.0003
5	1318164	0.000	0.0001
6	253932	0.001	0.0002
7	556652	0.001	0.0002
8	545893	0.001	0.0002
9	1026667	0.001	0.0001
10	949196	0.001	0.0001
11	1090980	0.001	0.0001
12	1068942	0.001	0.0001
13	1007345	0.001	0.0001
14	1183374	0.001	0.0001
15	1326104	0.000	0.0001
16	1087653	0.001	0.0001
17	850133	0.001	0.0001
18	922513	0.001	0.0002
19	1073318	0.000	0.0002
20	605830	0.001	0.0003
21	2036238	0.000	0.0001
22	218635	0.001	0.0002

23	213979	0.001	0.0002
24	420778	0.001	0.0002
25	779709	0.001	0.0001
26	445454	0.001	0.0002
27	690396	0.001	0.0002
28	919002	0.001	0.0001
29	896998	0.001	0.0001
30	877223	0.001	0.0001
31	816461	0.001	0.0001
32	581157	0.001	0.0002
33	683049	0.001	0.0000
34	231228	0.001	0.0003
35	462719	0.001	0.0002
36	206913	0.001	0.0003

### 7.1.2 Flydag 20100820

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0373

Final dz RMS: 0.0319

Standard error of unit 0.0142

Execution time: 21582.3 sec

Number of iterations: 17

Flightline	Points	Z shift	R shift
1	1329827	+0.085	-0.0004
2	1458210	+0.003	-0.0005
3	1267870	+0.064	-0.0006
4	1471879	-0.000	-0.0007
5	1160881	+0.008	-0.0004
6	1537532	-0.044	-0.0004
7	1125203	+0.031	-0.0013
8	592959	-0.005	-0.0022
9	1574632	-0.005	-0.0010
10	1634276	-0.053	+0.0008

11	1478063	-0.035	+0.0006
12	1577577	-0.027	-0.0024
13	1429227	-0.023	-0.0005
14	1544454	-0.012	-0.0002
15	1082337	+0.011	-0.0006
16	971989	-0.041	-0.0025
17	666407	-0.044	+0.0044
18	675682	+0.041	-0.0015
19	520388	+0.045	-0.0022
20	2545551	+0.012	-0.0036
21	630992	+0.011	+0.0039
22	1102468	-0.006	+0.0024
23	734810	-0.009	-0.0006
24	1175414	-0.006	+0.0031

Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
1	1329827	0.001	0.0002
2	1458210	0.001	0.0002
3	1267870	0.001	0.0001
4	1471879	0.001	0.0002
5	1160881	0.001	0.0002
6	1537532	0.001	0.0001
7	1125203	0.001	0.0002
8	592959	0.001	0.0002
9	1574632	0.001	0.0002
10	1634276	0.001	0.0001
11	1478063	0.001	0.0002
12	1577577	0.001	0.0002
13	1429227	0.001	0.0001
14	1544454	0.001	0.0001
15	1082337	0.001	0.0002
16	971989	0.001	0.0002
17	666407	0.001	0.0002
18	675682	0.001	0.0002
19	520388	0.001	0.0002
20	2545551	0.000	0.0002
21	630992	0.001	0.0003
22	1102468	0.001	0.0002

23 734810 0.001 0.0003  
 24 1175414 0.001 0.0002

## 7.2 Stripeutjevning Nordland Område 1 og 3

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0342

Final dz RMS: 0.0304

Standard error of unit 0.0136

Execution time: 977.3 sec

Number of iterations: 4

Flightline	Points	Z shift	R shift
6	153205	+0.037	-0.0014
5	153315	-0.052	-0.0007
1	557215	+0.004	-0.0006
3	561094	-0.012	+0.0026
2	307575	+0.013	+0.0018
4	525348	+0.010	-0.0012

Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
6	153205	0.000	0.0002
5	153315	0.001	0.0002
1	557215	0.000	0.0001
3	561094	0.000	0.0001
2	307575	0.000	0.0001
4	525348	0.000	0.0001

## 7.3 Stripeutjevning Nordland Område 2 og 4

### 7.3.1 Flydag 20100826

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0292

Final dz RMS: 0.0265

Standard error of unit 0.0118

Execution time: 17676.1 sec

Number of iterations: 12

Flightline	Points	Z shift	R shift
17	1048965	+0.001	-0.0045
16	1400903	-0.015	-0.0057
20	518461	-0.010	-0.0016
18	1032587	-0.020	-0.0049
19	545705	-0.010	+0.0000
11	1748227	+0.002	-0.0002
7	1996848	-0.032	+0.0031
8	1382913	+0.027	-0.0026
15	1329700	+0.003	-0.0049
10	858299	+0.037	-0.0015
14	1044513	+0.007	-0.0046
4	351031	+0.006	+0.0059
6	2028227	-0.027	+0.0052
13	1146582	-0.014	-0.0041
9	1223051	+0.034	+0.0002
5	953235	-0.004	-0.0023
12	939131	+0.026	-0.0038
1	502646	-0.016	+0.0029
3	179754	-0.007	-0.0013
2	597501	+0.011	+0.0012

#### Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
17	1048965	0.000	0.0002
16	1400903	0.000	0.0001
20	518461	0.001	0.0001
18	1032587	0.000	0.0002
19	545705	0.001	0.0001
11	1748227	0.000	0.0001
7	1996848	0.000	0.0001

8	1382913	0.000	0.0001
15	1329700	0.000	0.0001
10	858299	0.001	0.0002
14	1044513	0.000	0.0001
4	351031	0.001	0.0002
6	2028227	0.000	0.0001
13	1146582	0.000	0.0001
9	1223051	0.000	0.0001
5	953235	0.000	0.0001
12	939131	0.001	0.0001
1	502646	0.001	0.0002
3	179754	0.001	0.0003
2	597501	0.001	0.0001

### 7.3.2 Flydag 20100821

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0427

Final dz RMS: 0.0351

Standard error of unit 0.0157

Execution time: 3578.3 sec

Number of iterations: 8

Flightline	Points	Z shift	R shift
11	675573	-0.031	-0.0002
8	479814	-0.036	-0.0025
10	493922	-0.034	-0.0042
13	537907	+0.054	+0.0015
9	277407	+0.005	-0.0055
7	681459	+0.020	-0.0051
12	856107	-0.007	+0.0007
1	407113	+0.012	-0.0003
2	414850	-0.008	-0.0025
6	1583180	-0.032	-0.0031
4	1042706	-0.004	-0.0063



5	1572463	+0.013	-0.0010
3	300279	+0.047	+0.0028

Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
11	675573	0.000	0.0001
8	479814	0.001	0.0002
10	493922	0.001	0.0002
13	537907	0.001	0.0002
9	277407	0.001	0.0003
7	681459	0.001	0.0001
12	856107	0.000	0.0001
1	407113	0.001	0.0001
2	414850	0.001	0.0001
6	1583180	0.000	0.0001
4	1042706	0.000	0.0001
5	1572463	0.000	0.0001
3	300279	0.001	0.0003

#### 7.4 Stripeutjevning Nordland Område 5

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0523

Final dz RMS: 0.0337

Standard error of unit 0.0151

Execution time: 5258.1 sec

Number of iterations: 11

Flightline	Points	Z shift	R shift
11	406996	-0.001	-0.0085
12	406734	-0.034	-0.0134
13	1385478	+0.020	-0.0015
14	2265929	-0.013	-0.0137
20	1835749	+0.011	-0.0064
19	1703455	+0.028	-0.0099

21	1681052	+0.030	-0.0083
22	961070	-0.002	-0.0093
15	1826791	-0.040	-0.0058
18	2096690	+0.016	-0.0043
17	2238152	+0.023	-0.0102
16	2196882	+0.023	-0.0042
9	323156	-0.079	+0.0010
10	188145	-0.045	-0.0060
5	982392	-0.011	+0.0025
8	264962	+0.011	-0.0039
2	596017	+0.017	+0.0026
7	360737	+0.005	-0.0047
3	926136	-0.006	+0.0007
6	249094	+0.021	+0.0060
4	689531	+0.017	+0.0015
1	546485	+0.010	-0.0027

#### Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
11	406996	0.001	0.0002
12	406734	0.001	0.0002
13	1385478	0.000	0.0001
14	2265929	0.000	0.0001
20	1835749	0.000	0.0001
19	1703455	0.000	0.0001
21	1681052	0.000	0.0001
22	961070	0.001	0.0001
15	1826791	0.000	0.0001
18	2096690	0.000	0.0001
17	2238152	0.000	0.0001
16	2196882	0.000	0.0001
9	323156	0.001	0.0002
10	188145	0.001	0.0003
5	982392	0.001	0.0002
8	264962	0.001	0.0002
2	596017	0.001	0.0002
7	360737	0.001	0.0002
3	926136	0.001	0.0002
6	249094	0.001	0.0002

4 689531 0.001 0.0002  
 1 546485 0.001 0.0002

## 7.5 Stripeutjevning Nordland Område 6 og 7

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0557

Final dz RMS: 0.0521

Standard error of unit 0.0233

Execution time: 1277.6 sec

Number of iterations: 12

Flightline	Points	Z shift	R shift
15	96150	+0.013	+0.0014
14	125772	+0.044	+0.0096
13	221533	+0.009	-0.0037
2	105885	+0.028	-0.0045
1	123081	+0.056	-0.0068
5	159392	-0.024	+0.0005
9	302174	+0.011	-0.0007
8	89797	-0.036	+0.0050
3	240831	-0.027	+0.0058
6	182462	-0.033	-0.0008
10	292734	+0.013	-0.0017
12	229194	+0.000	+0.0001
4	44441	-0.036	-0.0065
11	121193	-0.018	+0.0020
7	163292	+0.000	-0.0021

Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
15	96150	0.003	0.0008
14	125772	0.003	0.0010
13	221533	0.002	0.0006
2	105885	0.003	0.0015

1	123081	0.003	0.0015
5	159392	0.002	0.0004
9	302174	0.002	0.0004
8	89797	0.003	0.0007
3	240831	0.002	0.0009
6	182462	0.002	0.0004
10	292734	0.002	0.0004
12	229194	0.002	0.0005
4	44441	0.005	0.0005
11	121193	0.003	0.0006
7	163292	0.002	0.0004

## 7.6 Stripeutjevning Nordland Område 8 og 10

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0727

Final dz RMS: 0.0640

Standard error of unit 0.0286

Execution time: 521.3 sec

Number of iterations: 15

Flightline	Points	Z shift	R shift	P shift
2	100323	+0.027	-0.0069	+0.0113
1	44789	+0.015	-0.0080	+0.0206
3	52548	-0.012	-0.0092	+0.0104
24	83867	-0.038	+0.0003	+0.0019
16	43767	-0.048	-0.0096	-0.0012
22	56323	-0.046	-0.0022	+0.0010
19	80744	+0.039	-0.0041	-0.0015
26	71257	-0.009	-0.0001	-0.0055
14	53076	-0.088	-0.0114	+0.0004
28	77628	-0.022	-0.0001	-0.0052
31	13070	+0.041	-0.0048	-0.0071
21	77488	-0.001	-0.0072	-0.0047
25	75318	+0.011	-0.0064	-0.0030

20	78672	-0.053	-0.0075	+0.0006
15	57665	+0.035	-0.0077	-0.0010
18	70160	-0.031	-0.0090	-0.0012
23	70753	+0.013	-0.0078	-0.0037
27	90581	+0.012	-0.0031	-0.0111
29	67149	-0.002	-0.0040	-0.0121
17	43943	+0.052	-0.0054	-0.0021
30	36248	-0.020	+0.0008	-0.0020
9	118791	+0.062	-0.0033	+0.0146
13	49884	+0.035	-0.0070	-0.0012
7	221181	+0.012	-0.0053	+0.0143
32	74564	-0.015	-0.0007	-0.0111
5	64443	-0.042	-0.0096	+0.0020
12	70007	+0.013	-0.0104	-0.0077
8	218009	-0.039	-0.0049	+0.0040
4	127447	-0.062	-0.0110	+0.0113
33	57123	+0.019	-0.0054	-0.0036
6	84721	+0.026	-0.0064	+0.0006
11	100245	+0.058	-0.0035	+0.0091
10	95445	+0.061	-0.0008	+0.0164

#### Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift	P shift
2	100323	0.004	0.0020	0.0036
1	44789	0.007	0.0028	0.0057
3	52548	0.006	0.0029	0.0042
24	83867	0.006	0.0024	0.0013
16	43767	0.008	0.0020	0.0020
22	56323	0.007	0.0024	0.0014
19	80744	0.005	0.0022	0.0011
26	71257	0.006	0.0025	0.0014
14	53076	0.007	0.0024	0.0015
28	77628	0.005	0.0019	0.0016
31	13070	0.015	0.0046	0.0044
21	77488	0.006	0.0024	0.0012
25	75318	0.006	0.0024	0.0013
20	78672	0.005	0.0020	0.0010
15	57665	0.007	0.0019	0.0016
18	70160	0.006	0.0024	0.0012

23	70753	0.006	0.0022	0.0014
27	90581	0.005	0.0021	0.0014
29	67149	0.006	0.0018	0.0017
17	43943	0.007	0.0032	0.0016
30	36248	0.008	0.0024	0.0022
9	118791	0.004	0.0019	0.0043
13	49884	0.009	0.0025	0.0017
7	221181	0.003	0.0014	0.0036
32	74564	0.006	0.0027	0.0027
5	64443	0.006	0.0029	0.0047
12	70007	0.005	0.0025	0.0059
8	218009	0.003	0.0014	0.0037
4	127447	0.004	0.0018	0.0035
33	57123	0.007	0.0031	0.0030
6	84721	0.005	0.0025	0.0048
11	100245	0.004	0.0021	0.0049
10	95445	0.005	0.0021	0.0057

## 7.7 Stripeutjevning Nordland Område 11 og 12

Solution for individual strips

Starting dz RMS: 0.0625

Final dz RMS: 0.0595

Standard error of unit 0.0266

Execution time: 1838.2 sec

Number of iterations: 8

Flightline	Points	Z shift	R shift
16	78399	-0.036	-0.0043
9	287308	+0.062	-0.0046
11	184071	+0.037	-0.0002
12	247004	+0.025	-0.0039
4	192972	+0.008	-0.0073
8	336384	-0.049	-0.0039
5	81126	-0.047	-0.0058

3	190665	-0.023	-0.0107
6	164423	-0.037	-0.0042
7	131730	-0.015	-0.0034
1	135254	+0.003	-0.0147
2	84309	+0.047	-0.0123
44	90017	+0.001	-0.0068
40	190856	-0.003	-0.0115
45	137510	+0.006	-0.0055
38	69556	+0.032	-0.0116
37	144484	-0.006	-0.0013
39	159547	-0.040	-0.0007
41	270882	-0.019	-0.0013
57	41463	+0.049	+0.0015
46	345156	+0.046	+0.0006
43	209581	+0.011	-0.0029
56	142433	+0.012	-0.0021
42	171342	-0.008	-0.0066
47	280512	-0.022	-0.0021
49	307168	+0.003	-0.0042
55	153900	-0.002	-0.0024
54	288422	-0.002	-0.0025
52	335082	-0.059	-0.0010
48	357790	+0.005	+0.0030
50	292536	-0.018	+0.0023
53	282468	+0.002	-0.0024
51	327696	+0.012	-0.0036
33	91435	-0.007	-0.0000
35	65021	-0.011	-0.0045
36	25135	-0.016	-0.0007
31	80514	+0.000	+0.0024
34	61173	-0.009	+0.0005
32	81881	+0.024	-0.0051
21	113909	-0.021	-0.0111
19	234402	-0.027	-0.0051
23	38120	-0.012	-0.0020
20	175627	-0.038	-0.0002
25	38501	+0.071	+0.0056
26	116250	-0.046	-0.0090
28	44678	+0.064	-0.0086

30	37866	-0.030	-0.0015
29	13879	+0.069	+0.0153
22	140915	+0.049	-0.0005
24	202900	-0.007	-0.0077
27	58331	+0.006	-0.0032
18	122738	-0.010	+0.0021
10	114824	-0.014	-0.0031
14	135607	+0.003	-0.0004
15	98565	+0.014	-0.0036
13	212366	+0.018	-0.0025
17	72774	-0.043	-0.0024

#### Standard deviations

Flightline	Points	Z shift	R shift
16	78399	0.003	0.0015
9	287308	0.002	0.0007
11	184071	0.002	0.0009
12	247004	0.002	0.0008
4	192972	0.002	0.0008
8	336384	0.001	0.0006
5	81126	0.003	0.0015
3	190665	0.002	0.0006
6	164423	0.002	0.0009
7	131730	0.002	0.0010
1	135254	0.002	0.0010
2	84309	0.003	0.0013
44	90017	0.002	0.0009
40	190856	0.002	0.0006
45	137510	0.002	0.0007
38	69556	0.003	0.0008
37	144484	0.002	0.0006
39	159547	0.002	0.0006
41	270882	0.001	0.0004
57	41463	0.003	0.0011
46	345156	0.001	0.0004
43	209581	0.001	0.0007
56	142433	0.002	0.0009
42	171342	0.002	0.0007
47	280512	0.001	0.0005



49	307168	0.001	0.0005
55	153900	0.002	0.0010
54	288422	0.001	0.0006
52	335082	0.001	0.0005
48	357790	0.001	0.0004
50	292536	0.001	0.0003
53	282468	0.001	0.0004
51	327696	0.001	0.0004
33	91435	0.003	0.0011
35	65021	0.004	0.0018
36	25135	0.005	0.0020
31	80514	0.003	0.0012
34	61173	0.003	0.0013
32	81881	0.003	0.0011
21	113909	0.003	0.0011
19	234402	0.002	0.0007
23	38120	0.004	0.0013
20	175627	0.002	0.0009
25	38501	0.005	0.0019
26	116250	0.003	0.0013
28	44678	0.005	0.0022
30	37866	0.005	0.0016
29	13879	0.007	0.0027
22	140915	0.002	0.0010
24	202900	0.002	0.0009
27	58331	0.004	0.0019
18	122738	0.002	0.0012
10	114824	0.003	0.0011
14	135607	0.002	0.0011
15	98565	0.003	0.0014
13	212366	0.002	0.0008
17	72774	0.003	0.0014

## 8. VEDLEGG D

### 8.1 Resultat fra kjentflater Nordland Område 1

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
--------	---------	----------	---------	---------	----

---

1	601260.509	7595270.150	5.084	5.050	-0.034
2	601261.396	7595270.601	5.054	5.060	+0.006
3	601262.294	7595271.059	5.077	5.050	-0.027
4	601263.173	7595271.495	5.073	5.050	-0.023
5	601264.091	7595271.906	5.084	5.080	-0.004
6	601264.080	7595271.927	5.082	5.080	-0.002
7	601264.981	7595272.379	5.091	5.070	-0.021
8	601264.643	7595273.350	5.024	5.030	+0.006
9	601263.741	7595272.907	5.071	5.030	-0.041
10	601262.836	7595272.459	5.043	5.020	-0.023
11	601261.957	7595271.996	5.024	5.020	-0.004
12	601261.080	7595271.543	5.042	5.020	-0.022
13	601260.161	7595271.091	5.047	5.030	-0.017
14	601259.852	7595272.037	5.025	4.990	-0.035
15	601260.773	7595272.446	5.027	5.000	-0.027
16	601261.672	7595272.875	5.015	4.980	-0.035
17	601262.570	7595273.300	5.010	4.990	-0.020
18	601263.465	7595273.740	5.029	5.010	-0.019
19	601264.366	7595274.187	5.021	5.010	-0.011
20	601264.162	7595274.950	4.998	4.970	-0.028
21	601263.239	7595274.585	4.991	4.970	-0.021
22	601262.299	7595274.190	4.995	4.970	-0.025
23	601261.385	7595273.791	4.986	4.960	-0.026
24	601260.481	7595273.395	5.016	4.980	-0.036
25	601259.529	7595272.980	4.971	4.960	-0.011
26	601259.219	7595273.926	4.956	4.920	-0.036
27	601260.139	7595274.315	4.958	4.930	-0.028
28	601261.048	7595274.732	4.963	4.940	-0.023
29	601261.942	7595275.166	4.986	4.950	-0.036
30	601262.857	7595275.586	4.963	4.950	-0.013
31	601263.764	7595275.995	4.970	4.940	-0.030
32	601263.489	7595276.891	4.951	4.900	-0.051
33	601262.568	7595276.475	4.958	4.940	-0.018
34	601261.648	7595276.071	4.959	4.930	-0.029
35	601260.738	7595275.650	4.939	4.910	-0.029
36	601259.820	7595275.252	4.915	4.890	-0.025
37	601258.893	7595274.874	4.902	4.910	+0.008

Average dz      -0.022  
 Minimum dz     -0.051  
 Maximum dz     +0.008  
 Average magnitude   0.023  
 Root mean square   0.026  
 Std deviation     0.013

## 8.2 Resultat fra kjentflater Nordland Område 2

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	541377.417	7521565.602	88.140	88.150	+0.010
2	541376.791	7521566.382	88.169	88.170	+0.001
3	541376.169	7521567.164	88.191	88.180	-0.011
4	541375.550	7521567.957	88.220	88.210	-0.010
5	541374.919	7521568.729	88.259	88.240	-0.019
6	541374.284	7521569.492	88.284	88.260	-0.024
7	541373.641	7521570.259	88.302	88.310	+0.008
8	541372.929	7521569.814	88.312	88.330	+0.018
9	541373.560	7521569.036	88.281	88.250	-0.031
10	541374.192	7521568.267	88.265	88.250	-0.015
11	541374.796	7521567.470	88.226	88.210	-0.016
12	541375.398	7521566.677	88.200	88.180	-0.020
13	541375.997	7521565.878	88.159	88.170	+0.011
14	541376.574	7521565.040	88.137	88.140	+0.003
15	541375.768	7521564.470	88.122	88.120	-0.002
16	541375.129	7521565.239	88.155	88.170	+0.015
17	541374.495	7521566.012	88.201	88.190	-0.011
18	541373.865	7521566.781	88.217	88.210	-0.007
19	541373.226	7521567.556	88.255	88.250	-0.005
20	541372.588	7521568.315	88.289	88.270	-0.019
21	541371.951	7521569.087	88.334	88.330	-0.004
22	541371.091	7521568.502	88.357	88.370	+0.013
23	541371.725	7521567.714	88.303	88.320	+0.017
24	541372.376	7521566.950	88.244	88.280	+0.036
25	541373.020	7521566.194	88.214	88.220	+0.006
26	541373.669	7521565.450	88.215	88.200	-0.015
27	541374.321	7521564.681	88.164	88.180	+0.016

28	541374.948	7521563.894	88.119	88.120	+0.001
29	541374.125	7521563.341	88.147	88.140	-0.007
30	541373.471	7521564.065	88.153	88.180	+0.027
31	541372.822	7521564.830	88.201	88.200	-0.001
32	541372.172	7521565.586	88.215	88.240	+0.025
33	541371.530	7521566.357	88.284	88.280	-0.004
34	541370.886	7521567.103	88.303	88.310	+0.007
35	541370.250	7521567.882	88.372	88.380	+0.008
36	541369.391	7521567.286	88.389	88.410	+0.021
37	541370.041	7521566.521	88.323	88.330	+0.007
38	541370.702	7521565.772	88.280	88.290	+0.010
39	541371.349	7521565.019	88.227	88.250	+0.023
40	541372.010	7521564.278	88.208	88.210	+0.002
41	541372.663	7521563.511	88.165	88.190	+0.025
42	541373.309	7521562.756	88.136	88.130	-0.006
43	541372.502	7521562.169	88.147	88.150	+0.003
44	541371.836	7521562.907	88.174	88.190	+0.016
45	541371.183	7521563.668	88.221	88.210	-0.011
46	541370.541	7521564.431	88.251	88.260	+0.009
47	541369.898	7521565.177	88.298	88.290	-0.008
48	541369.236	7521565.937	88.346	88.360	+0.014
49	541368.608	7521566.697	88.407	88.410	+0.003

Average dz        +0.002  
 Minimum dz       -0.031  
 Maximum dz       +0.036  
 Average magnitude 0.012  
 Root mean square 0.015  
 Std deviation     0.015

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	548406.030	7509188.310	288.870	288.870	+0.000
2	548405.280	7509188.970	288.880	288.870	-0.010
3	548404.530	7509189.630	288.880	288.880	+0.000
4	548403.770	7509190.280	288.890	288.860	-0.030
5	548403.020	7509190.940	288.880	288.880	+0.000
6	548402.270	7509191.610	288.890	288.890	+0.000
7	548401.520	7509192.260	288.900	288.890	-0.010

8	548400.770	7509192.930	288.900	288.890	-0.010
9	548400.020	7509193.580	288.900	288.890	-0.010
10	548399.270	7509194.240	288.920	288.900	-0.020
11	548398.510	7509194.890	288.920	288.910	-0.010
12	548397.760	7509195.560	288.920	288.920	+0.000
13	548398.430	7509196.310	288.870	288.860	-0.010
14	548399.190	7509195.650	288.880	288.860	-0.020
15	548399.840	7509195.030	288.860	288.870	+0.010
16	548400.650	7509194.330	288.860	288.840	-0.020
17	548401.220	7509193.760	288.840	288.870	+0.030
18	548402.190	7509193.010	288.850	288.780	-0.070
19	548402.940	7509192.350	288.840	288.860	+0.020
20	548403.680	7509191.680	288.840	288.820	-0.020
21	548404.440	7509191.030	288.850	288.830	-0.020
22	548405.200	7509190.370	288.840	288.810	-0.030
23	548405.940	7509189.710	288.830	288.870	+0.040
24	548406.680	7509189.060	288.850	288.840	-0.010
25	548407.320	7509189.840	288.890	288.890	+0.000
26	548406.570	7509190.490	288.890	288.890	+0.000
27	548405.830	7509191.170	288.890	288.890	+0.000
28	548405.000	7509191.710	288.890	288.870	-0.020
29	548404.330	7509192.470	288.890	288.900	+0.010
30	548403.590	7509193.130	288.900	288.880	-0.020
31	548402.830	7509193.790	288.910	288.900	-0.010
32	548402.080	7509194.450	288.920	288.910	-0.010
33	548401.320	7509195.110	288.920	288.880	-0.040
34	548400.580	7509195.760	288.930	288.910	-0.020
35	548399.810	7509196.430	288.920	288.910	-0.010
36	548399.080	7509197.090	288.920	288.940	+0.020
37	548399.750	7509197.840	288.880	288.870	-0.010
38	548400.360	7509197.140	288.880	288.910	+0.030
39	548401.230	7509196.490	288.890	288.880	-0.010
40	548401.990	7509195.840	288.880	288.890	+0.010
41	548402.740	7509195.180	288.860	288.870	+0.010
42	548403.490	7509194.530	288.860	288.920	+0.060
43	548404.240	7509193.860	288.860	288.980	+0.120
44	548404.980	7509193.200	288.840	288.880	+0.040
45	548405.740	7509192.550	288.850	outside	*
46	548406.490	7509191.880	288.840	outside	*

47	548407.120	7509191.300	288.830	288.840	+0.010
48	548408.000	7509190.590	288.840	outside	*

Average dz	-0.001
Minimum dz	-0.070
Maximum dz	+0.120
Average magnitude	0.019
Root mean square	0.029
Std deviation	0.029

### 8.3 Resultat fra kjentflater Nordland Område 3

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	514598.885	7532264.085	33.446	33.460	+0.014
2	514599.403	7532263.227	33.481	33.550	+0.069
3	514599.953	7532262.410	33.550	33.570	+0.020
4	514600.495	7532261.567	33.559	33.600	+0.041
5	514601.024	7532260.709	33.576	33.610	+0.034
6	514601.529	7532259.856	33.595	33.620	+0.025
7	514600.649	7532259.356	33.617	33.600	-0.017
8	514600.153	7532260.238	33.633	33.600	-0.033
9	514599.637	7532261.062	33.542	33.580	+0.038
10	514599.102	7532261.904	33.565	33.560	-0.005
11	514598.518	7532262.728	33.525	33.510	-0.015
12	514598.041	7532263.562	33.429	33.450	+0.021
13	514597.211	7532263.014	33.385	33.410	+0.025
14	514597.651	7532262.173	33.466	33.510	+0.044
15	514598.242	7532261.350	33.510	33.520	+0.010
16	514598.762	7532260.532	33.545	33.550	+0.005
17	514599.298	7532259.710	33.559	33.550	-0.009
18	514599.797	7532258.812	33.560	33.570	+0.010
19	514598.944	7532258.309	33.577	33.530	-0.047
20	514598.421	7532259.224	33.579	33.530	-0.049
21	514597.921	7532260.016	33.504	33.500	-0.004
22	514597.396	7532260.843	33.500	33.490	-0.010
23	514596.825	7532261.643	33.448	33.450	+0.002
24	514596.378	7532262.468	33.367	33.390	+0.023

25	514595.545	7532261.896	33.307	33.320	+0.013
26	514595.975	7532261.109	33.394	33.410	+0.016
27	514596.532	7532260.319	33.474	33.450	-0.024
28	514597.062	7532259.501	33.497	33.470	-0.027
29	514597.577	7532258.691	33.496	33.510	+0.014
30	514598.106	7532257.773	33.511	33.510	-0.001
31	514597.264	7532257.254	33.451	33.500	+0.049
32	514596.728	7532258.169	33.432	33.490	+0.058
33	514596.228	7532258.978	33.405	33.450	+0.045
34	514595.703	7532259.811	33.392	33.420	+0.028
35	514595.151	7532260.579	33.363	33.390	+0.027
36	514594.722	7532261.353	33.279	33.310	+0.031

Average dz        +0.012  
 Minimum dz       -0.049  
 Maximum dz       +0.069  
 Average magnitude    0.025  
 Root mean square    0.030  
 Std deviation        0.028

#### 8.4 Resultat fra kjentflater Nordland Område 4

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	520571.810	7491386.850	64.770	64.720	-0.050
2	520572.700	7491387.180	64.770	64.710	-0.060
3	520573.660	7491387.640	64.750	64.690	-0.060
4	520574.470	7491388.100	64.670	64.590	-0.080
5	520575.330	7491388.590	64.690	64.640	-0.050
6	520576.220	7491389.050	64.670	64.630	-0.040
7	520577.100	7491389.540	64.630	64.640	+0.010
8	520577.950	7491390.000	64.600	64.610	+0.010
9	520578.840	7491390.430	64.520	64.530	+0.010
10	520579.650	7491391.050	64.500	64.480	-0.020
11	520580.430	7491391.510	64.470	64.500	+0.030
12	520581.410	7491392.180	64.420	64.410	-0.010
13	520582.200	7491392.630	64.350	64.380	+0.030
14	520583.100	7491393.140	64.320	64.300	-0.020

15	520583.970	7491393.610	64.220	64.190	-0.030
16	520584.810	7491394.130	64.060	64.080	+0.020
17	520585.680	7491394.620	64.000	63.990	-0.010
18	520571.990	7491386.170	64.750	64.710	-0.040
19	520573.030	7491386.640	64.700	64.710	+0.010
20	520573.980	7491387.100	64.700	64.700	+0.000
21	520574.850	7491387.570	64.660	64.680	+0.020
22	520575.710	7491388.040	64.640	64.670	+0.030
23	520576.560	7491388.450	64.600	64.600	+0.000
24	520577.450	7491388.960	64.570	64.570	+0.000
25	520578.310	7491389.410	64.490	64.510	+0.020
26	520579.200	7491389.950	64.490	64.480	-0.010
27	520580.030	7491390.410	64.440	64.480	+0.040
28	520580.920	7491391.010	64.450	64.440	-0.010
29	520581.800	7491391.540	64.420	64.410	-0.010
30	520582.670	7491392.090	64.370	64.380	+0.010
31	520583.510	7491392.630	64.330	64.300	-0.030
32	520584.400	7491393.050	64.200	64.230	+0.030
33	520585.230	7491393.550	64.100	64.150	+0.050
34	520586.030	7491394.000	64.020	64.140	+0.120
35	520572.340	7491385.580	64.710	64.710	+0.000
36	520573.480	7491386.020	64.680	64.770	+0.090
37	520574.390	7491386.430	64.660	64.690	+0.030
38	520575.110	7491386.940	64.620	64.660	+0.040
39	520575.950	7491387.460	64.610	64.680	+0.070
40	520576.880	7491387.990	64.620	64.620	+0.000
41	520577.720	7491388.440	64.560	64.620	+0.060
42	520578.580	7491388.920	64.530	64.530	+0.000
43	520579.580	7491389.460	64.520	64.480	-0.040
44	520580.370	7491389.950	64.450	64.450	+0.000
45	520581.270	7491390.520	64.430	64.430	+0.000
46	520582.140	7491391.100	64.400	64.400	+0.000
47	520582.990	7491391.610	64.350	64.360	+0.010
48	520583.840	7491392.120	64.340	64.320	-0.020
49	520584.800	7491392.610	64.240	64.250	+0.010
50	520585.550	7491393.150	64.110	64.190	+0.080
51	520586.380	7491393.590	64.040	64.110	+0.070

Average dz      +0.006



Minimum dz     -0.080  
 Maximum dz     +0.120  
 Average magnitude   0.029  
 Root mean square   0.040  
 Std deviation     0.040

## 8.5 Resultat fra kjentflater Nordland Område 5

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	551367.060	7445666.480	701.300	701.310	+0.010
2	551366.460	7445665.660	701.330	701.390	+0.060
3	551365.890	7445664.860	701.370	701.400	+0.030
4	551365.270	7445664.060	701.370	701.410	+0.040
5	551367.860	7445665.880	701.310	701.330	+0.020
6	551367.270	7445665.070	701.350	701.370	+0.020
7	551366.680	7445664.280	701.360	701.390	+0.030
8	551366.090	7445663.460	701.360	701.390	+0.030
9	551368.680	7445665.290	701.290	701.330	+0.040
10	551368.070	7445664.500	701.340	701.380	+0.040
11	551367.480	7445663.670	701.350	701.390	+0.040
12	551366.890	7445662.870	701.370	701.410	+0.040
13	551369.470	7445664.700	701.290	701.330	+0.040
14	551368.880	7445663.900	701.360	701.400	+0.040
15	551368.290	7445663.090	701.340	701.390	+0.050
16	551367.700	7445662.290	701.380	701.410	+0.030
17	551370.290	7445664.110	701.300	701.330	+0.030
18	551369.690	7445663.300	701.340	701.390	+0.050
19	551369.100	7445662.480	701.320	701.370	+0.050
20	551368.500	7445661.690	701.380	701.380	+0.000
21	551371.080	7445663.520	701.310	701.340	+0.030
22	551370.500	7445662.710	701.360	701.390	+0.030
23	551369.910	7445661.890	701.320	701.390	+0.070
24	551369.310	7445661.100	701.360	701.360	+0.000
25	551371.900	7445662.910	701.330	701.390	+0.060
26	551371.310	7445662.110	701.360	701.400	+0.040
27	551370.700	7445661.300	701.330	701.340	+0.010
28	551370.110	7445660.500	701.350	701.320	-0.030

29	551372.700	7445662.340	701.390	701.400	+0.010
30	551372.100	7445661.500	701.380	701.410	+0.030
31	551371.510	7445660.710	701.330	701.370	+0.040
32	551370.920	7445659.890	701.300	701.340	+0.040
33	551373.510	7445661.730	701.380	701.420	+0.040
34	551372.910	7445660.910	701.400	701.420	+0.020
35	551372.320	7445660.110	701.310	701.360	+0.050
36	551371.720	7445659.300	701.300	701.240	-0.060
37	551374.300	7445661.120	701.400	701.440	+0.040
38	551373.720	7445660.340	701.420	701.430	+0.010
39	551373.130	7445659.520	701.350	701.380	+0.030
40	551372.530	7445658.720	701.330	701.240	-0.090
41	551375.100	7445660.540	701.440	701.440	+0.000
42	551374.520	7445659.740	701.440	701.440	+0.000
43	551373.940	7445658.910	701.340	701.380	+0.040
44	551373.340	7445658.120	701.320	701.250	-0.070
45	551375.910	7445659.950	701.420	701.440	+0.020
46	551375.320	7445659.140	701.420	701.460	+0.040
47	551374.730	7445658.350	701.380	701.400	+0.020
48	551374.130	7445657.530	701.360	701.310	-0.050
49	551376.730	7445659.380	701.420	701.470	+0.050
50	551376.120	7445658.550	701.430	701.450	+0.020
51	551375.540	7445657.750	701.410	701.410	+0.000
52	551374.950	7445656.950	701.380	701.340	-0.040

Average dz        +0.021  
 Minimum dz       -0.090  
 Maximum dz       +0.070  
 Average magnitude 0.034  
 Root mean square 0.039  
 Std deviation     0.033

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	543019.690	7437306.220	518.980	518.960	-0.020
2	543019.730	7437305.210	518.980	518.960	-0.020
3	543020.700	7437306.240	519.040	519.020	-0.020
4	543019.760	7437304.220	518.970	518.950	-0.020
5	543019.800	7437303.210	518.960	518.940	-0.020

6	543019.830	7437302.230	518.970	518.930	-0.040
7	543019.880	7437301.230	518.940	518.910	-0.030
8	543019.900	7437300.230	518.950	518.920	-0.030
9	543019.950	7437299.220	518.920	518.930	+0.010
10	543019.990	7437298.220	518.900	518.900	+0.000
11	543020.020	7437297.240	518.900	518.900	+0.000
12	543020.070	7437296.250	518.910	518.890	-0.020
13	543020.120	7437295.250	518.890	518.860	-0.030
14	543021.090	7437295.260	518.950	518.900	-0.050
15	543021.050	7437296.260	518.940	518.950	+0.010
16	543021.030	7437297.270	518.950	518.960	+0.010
17	543021.000	7437298.260	518.980	518.950	-0.030
18	543020.970	7437299.270	519.000	518.960	-0.040
19	543020.920	7437300.270	519.000	518.980	-0.020
20	543020.880	7437301.290	519.020	519.000	-0.020
21	543020.840	7437302.280	519.020	518.990	-0.030
22	543020.790	7437303.280	519.040	519.000	-0.040
23	543020.770	7437304.260	519.030	519.010	-0.020
24	543020.750	7437305.280	519.030	519.020	-0.010
25	543021.710	7437306.300	519.010	519.020	+0.010
26	543021.740	7437305.320	518.980	519.010	+0.030
27	543021.750	7437304.270	519.000	519.000	+0.000
28	543021.800	7437303.320	518.980	519.000	+0.020
29	543021.840	7437302.290	518.970	518.980	+0.010
30	543021.880	7437301.290	518.960	518.970	+0.010
31	543021.910	7437300.300	518.950	518.950	+0.000
32	543021.960	7437299.300	518.940	518.930	-0.010
33	543021.990	7437298.290	518.940	518.930	-0.010
34	543022.030	7437297.270	518.910	518.930	+0.020
35	543022.050	7437296.250	518.920	518.910	-0.010
36	543022.090	7437295.240	518.920	518.900	-0.020
37	543023.090	7437295.210	518.870	518.850	-0.020
38	543023.060	7437296.240	518.910	518.880	-0.030
39	543023.000	7437297.270	518.910	518.850	-0.060
40	543022.970	7437298.330	518.950	518.890	-0.060
41	543022.930	7437299.390	518.950	518.900	-0.050
42	543022.900	7437300.340	518.930	518.890	-0.040
43	543022.890	7437301.310	518.900	518.930	+0.030
44	543022.840	7437302.330	518.960	518.930	-0.030

45	543022.790	7437303.360	519.000	518.980	-0.020
46	543022.780	7437304.320	518.980	518.960	-0.020
47	543022.770	7437305.350	518.990	518.970	-0.020
48	543022.710	7437306.350	518.970	518.970	+0.000

Average dz        -0.016  
 Minimum dz       -0.060  
 Maximum dz       +0.030  
 Average magnitude 0.022  
 Root mean square 0.027  
 Std deviation     0.022

## 8.6 Resultat fra kjentflater Nordland Område 6

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	477531.530	7437887.820	6.410	6.450	+0.040
2	477530.970	7437888.650	6.390	6.440	+0.050
3	477530.410	7437889.460	6.380	6.440	+0.060
4	477529.860	7437890.300	6.400	6.410	+0.010
5	477529.300	7437891.120	6.390	6.420	+0.030
6	477528.760	7437891.960	6.380	6.430	+0.050
7	477528.200	7437892.800	6.380	6.420	+0.040
8	477527.660	7437893.640	6.370	6.420	+0.050
9	477532.360	7437888.380	6.390	6.430	+0.040
10	477531.810	7437889.170	6.340	6.440	+0.100
11	477531.230	7437890.000	6.390	6.440	+0.050
12	477530.660	7437890.860	6.390	6.430	+0.040
13	477530.080	7437891.680	6.380	6.430	+0.050
14	477529.520	7437892.500	6.380	6.430	+0.050
15	477528.960	7437893.330	6.380	6.450	+0.070
16	477528.390	7437894.160	6.390	6.420	+0.030
17	477533.180	7437888.980	6.410	6.440	+0.030
18	477532.640	7437889.820	6.410	6.440	+0.030
19	477532.090	7437890.660	6.380	6.450	+0.070
20	477531.560	7437891.490	6.390	6.420	+0.030
21	477531.020	7437892.330	6.380	6.410	+0.030
22	477530.490	7437893.170	6.370	6.440	+0.070

23	477529.970	7437893.990	6.380	6.410	+0.030
24	477529.450	7437894.830	6.370	6.420	+0.050
25	477529.000	7437895.730	6.350	6.440	+0.090
26	477534.040	7437889.500	6.390	6.430	+0.040
27	477533.530	7437890.360	6.410	6.440	+0.030
28	477533.010	7437891.210	6.400	6.410	+0.010
29	477532.500	7437892.060	6.310	6.420	+0.110
30	477531.980	7437892.920	6.390	6.420	+0.030
31	477531.470	7437893.770	6.400	6.440	+0.040
32	477530.950	7437894.640	6.420	6.420	+0.000
33	477530.430	7437895.480	6.410	6.410	+0.000
34	477529.910	7437896.330	6.430	6.430	+0.000
35	477534.910	7437890.010	6.410	6.430	+0.020
36	477534.370	7437890.850	6.420	6.420	+0.000
37	477533.850	7437891.700	6.390	6.410	+0.020
38	477533.320	7437892.560	6.430	6.410	-0.020
39	477532.790	7437893.410	6.440	6.400	-0.040
40	477532.260	7437894.260	6.430	6.420	-0.010
41	477531.730	7437895.100	6.420	6.440	+0.020
42	477531.190	7437895.950	6.420	6.430	+0.010
43	477530.660	7437896.770	6.380	6.430	+0.050
44	477530.110	7437897.630	6.410	6.440	+0.030
45	477529.240	7437897.090	6.460	6.440	-0.020
46	477528.390	7437896.550	6.420	6.440	+0.020
47	477527.530	7437896.060	6.460	6.430	-0.030
48	477526.650	7437895.570	6.460	6.430	-0.030
49	477528.070	7437895.230	6.390	6.430	+0.040
50	477527.160	7437894.740	6.340	6.440	+0.100

Average dz        +0.032  
 Minimum dz       -0.040  
 Maximum dz       +0.110  
 Average magnitude   0.038  
 Root mean square   0.046  
 Std deviation       0.033

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
--------	---------	----------	---------	---------	----

-----

1	495590.350	7448967.700	2.130	2.180	+0.050
2	495589.530	7448967.140	2.190	2.230	+0.040
3	495588.680	7448966.660	2.330	2.320	-0.010
4	495587.830	7448966.150	2.400	2.370	-0.030
5	495590.850	7448966.940	2.390	2.180	-0.210
6	495591.340	7448965.960	2.170	2.200	+0.030
7	495591.810	7448965.120	2.210	2.180	-0.030
8	495592.260	7448964.200	2.150	2.190	+0.040
9	495592.730	7448963.330	2.140	2.170	+0.030
10	495593.230	7448962.460	2.190	2.180	-0.010
11	495593.730	7448961.620	2.210	2.180	-0.030
12	495594.150	7448960.710	2.200	2.170	-0.030
13	495594.650	7448959.820	2.110	2.170	+0.060
14	495595.110	7448958.910	2.080	2.140	+0.060
15	495595.580	7448958.050	2.120	2.140	+0.020
16	495594.670	7448957.600	2.230	2.260	+0.030
17	495594.240	7448958.410	2.190	2.250	+0.060
18	495593.770	7448959.350	2.300	2.230	-0.070
19	495593.280	7448960.160	2.200	2.240	+0.040
20	495592.780	7448961.120	2.260	2.230	-0.030
21	495592.350	7448962.020	2.250	2.230	-0.020
22	495591.910	7448962.830	2.280	2.250	-0.030
23	495591.400	7448963.750	2.270	2.250	-0.020
24	495590.920	7448964.580	2.230	2.260	+0.030
25	495590.490	7448965.470	2.270	2.260	-0.010
26	495589.980	7448966.350	2.260	2.260	+0.000
27	495589.190	7448965.970	2.350	2.310	-0.040
28	495589.590	7448965.000	2.370	2.290	-0.080
29	495590.120	7448964.130	2.360	2.330	-0.030
30	495590.570	7448963.290	2.360	2.340	-0.020
31	495591.010	7448962.450	2.360	2.310	-0.050
32	495591.530	7448961.550	2.320	2.300	-0.020
33	495591.970	7448960.590	2.320	2.340	+0.020
34	495592.430	7448959.710	2.370	2.330	-0.040
35	495592.860	7448959.000	2.340	2.330	-0.010
36	495593.280	7448958.090	2.360	2.330	-0.030
37	495593.780	7448957.180	2.330	2.340	+0.010
38	495593.170	7448956.840	2.400	2.380	-0.020
39	495592.720	7448957.440	2.460	2.420	-0.040

40	495592.200	7448958.380	2.690	2.420	-0.270
41	495591.630	7448959.250	2.650	2.400	-0.250
42	495591.220	7448960.130	2.460	2.390	-0.070
43	495590.800	7448961.020	2.430	2.360	-0.070
44	495590.270	7448962.020	2.400	2.370	-0.030
45	495589.590	7448962.800	2.430	2.390	-0.040
46	495589.170	7448963.680	2.460	2.390	-0.070
47	495588.690	7448964.570	2.400	2.360	-0.040
48	495588.190	7448965.460	2.420	2.350	-0.070

Average dz        -0.027  
 Minimum dz       -0.270  
 Maximum dz       +0.060  
 Average magnitude 0.049  
 Root mean square 0.073  
 Std deviation     0.068

## 8.7 Resultat fra kjentflater Nordland Område 7

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	444703.402	7425829.923	10.853	10.890	+0.037
2	444703.096	7425830.869	10.860	10.870	+0.010
3	444702.776	7425831.825	10.841	10.860	+0.019
4	444702.460	7425832.778	10.821	10.840	+0.019
5	444702.140	7425833.710	10.829	10.830	+0.001
6	444701.822	7425834.668	10.813	10.810	-0.003
7	444701.514	7425835.609	10.802	10.820	+0.018
8	444702.456	7425835.940	10.772	10.790	+0.018
9	444702.768	7425835.003	10.799	10.790	-0.009
10	444703.095	7425834.027	10.812	10.820	+0.008
11	444703.425	7425833.047	10.817	10.820	+0.003
12	444703.753	7425832.082	10.843	10.860	+0.017
13	444704.046	7425831.193	10.867	10.850	-0.017
14	444704.343	7425830.268	10.874	10.870	-0.004
15	444705.292	7425830.588	10.867	10.860	-0.007
16	444704.999	7425831.500	10.848	10.860	+0.012
17	444704.711	7425832.346	10.816	10.820	+0.004

18	444704.386	7425833.301	10.807	10.820	+0.013
19	444704.049	7425834.309	10.789	10.800	+0.011
20	444703.704	7425835.314	10.768	10.780	+0.012
21	444703.415	7425836.242	10.760	10.770	+0.010
22	444704.348	7425836.579	10.746	10.760	+0.014
23	444704.654	7425835.632	10.773	10.760	-0.013
24	444705.004	7425834.602	10.787	10.770	-0.017
25	444705.361	7425833.562	10.802	10.800	-0.002
26	444705.675	7425832.623	10.828	10.830	+0.002
27	444705.948	7425831.802	10.841	10.830	-0.011
28	444706.234	7425830.916	10.843	10.850	+0.007
29	444707.177	7425831.247	10.840	10.860	+0.020
30	444706.900	7425832.105	10.835	10.840	+0.005
31	444706.637	7425832.893	10.820	10.820	+0.000
32	444706.322	7425833.831	10.798	10.780	-0.018
33	444705.959	7425834.918	10.760	10.760	+0.000
34	444705.603	7425835.964	10.740	10.750	+0.010
35	444705.314	7425836.907	10.735	10.730	-0.005
36	444706.247	7425837.225	10.716	10.720	+0.004
37	444706.533	7425836.316	10.738	10.730	-0.008
38	444706.909	7425835.219	10.748	10.760	+0.012
39	444707.279	7425834.107	10.770	10.780	+0.010
40	444707.597	7425833.157	10.809	10.800	-0.009
41	444707.850	7425832.416	10.829	10.810	-0.019
42	444708.111	7425831.604	10.838	10.850	+0.012
43	444709.050	7425831.950	10.808	10.820	+0.012
44	444708.802	7425832.727	10.795	10.810	+0.015
45	444708.573	7425833.421	10.787	10.790	+0.003
46	444708.244	7425834.354	10.768	10.770	+0.002
47	444707.857	7425835.526	10.729	10.740	+0.011
48	444707.480	7425836.641	10.703	10.710	+0.007
49	444707.177	7425837.553	10.691	10.700	+0.009

Average dz        +0.005  
 Minimum dz       -0.019  
 Maximum dz       +0.037  
 Average magnitude    0.010  
 Root mean square    0.012  
 Std deviation        0.012



## 8.8 Resultat fra kjentflater Nordland Område 8

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	424330.090	7375782.080	25.270	25.330	+0.060
2	424330.160	7375783.090	25.340	25.340	+0.000
3	424330.220	7375784.080	25.370	25.400	+0.030
4	424330.280	7375785.090	25.400	25.430	+0.030
5	424329.100	7375782.160	25.270	25.340	+0.070
6	424329.160	7375783.150	25.330	25.350	+0.020
7	424329.220	7375784.140	25.360	25.370	+0.010
8	424329.280	7375785.150	25.360	25.370	+0.010
9	424328.100	7375782.230	25.300	25.350	+0.050
10	424328.160	7375783.210	25.340	25.340	+0.000
11	424328.220	7375784.200	25.360	25.370	+0.010
12	424328.290	7375785.220	25.340	25.360	+0.020
13	424327.110	7375782.280	25.290	25.340	+0.050
14	424327.160	7375783.280	25.340	25.340	+0.000
15	424327.230	7375784.270	25.330	25.340	+0.010
16	424327.290	7375785.270	25.310	25.330	+0.020
17	424326.110	7375782.340	25.270	25.330	+0.060
18	424326.160	7375783.340	25.330	25.340	+0.010
19	424326.230	7375784.340	25.330	25.350	+0.020
20	424326.280	7375785.340	25.290	25.290	+0.000
21	424325.120	7375782.410	25.240	25.310	+0.070
22	424325.170	7375783.400	25.290	25.310	+0.020
23	424325.250	7375784.390	25.300	25.310	+0.010
24	424325.310	7375785.400	25.250	25.310	+0.060
25	424324.110	7375782.470	25.240	25.310	+0.070
26	424324.190	7375783.450	25.260	25.280	+0.020
27	424324.230	7375784.460	25.260	25.300	+0.040
28	424324.300	7375785.460	25.250	25.260	+0.010
29	424323.100	7375782.510	25.240	25.310	+0.070
30	424323.180	7375783.520	25.270	25.290	+0.020
31	424323.230	7375784.520	25.280	25.290	+0.010
32	424323.300	7375785.520	25.270	25.250	-0.020
33	424322.120	7375782.590	25.230	25.290	+0.060

34	424322.180	7375783.580	25.270	25.280	+0.010
35	424322.240	7375784.570	25.280	25.290	+0.010
36	424322.300	7375785.560	25.240	25.290	+0.050
37	424321.120	7375782.650	25.200	25.260	+0.060
38	424321.180	7375783.630	25.260	25.260	+0.000
39	424321.240	7375784.630	25.270	25.260	-0.010
40	424321.310	7375785.630	25.250	25.280	+0.030
41	424320.120	7375782.720	25.220	25.280	+0.060
42	424320.180	7375783.700	25.260	25.260	+0.000
43	424320.240	7375784.700	25.260	25.280	+0.020
44	424320.300	7375785.700	25.270	25.310	+0.040
45	424319.130	7375782.770	25.180	25.220	+0.040
46	424319.180	7375783.770	25.250	25.260	+0.010
47	424319.250	7375784.770	25.290	25.310	+0.020
48	424319.300	7375785.770	25.310	25.360	+0.050
49	424318.120	7375782.830	25.180	25.220	+0.040
50	424318.200	7375783.820	25.260	25.270	+0.010
51	424318.250	7375784.820	25.300	25.320	+0.020
52	424318.300	7375785.820	25.300	25.340	+0.040

Average dz        +0.027  
 Minimum dz       -0.020  
 Maximum dz       +0.070  
 Average magnitude    0.028  
 Root mean square    0.036  
 Std deviation        0.024

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	411676.120	7358538.780	24.710	24.700	-0.010
2	411677.060	7358538.390	24.730	24.720	-0.010
3	411677.980	7358538.000	24.730	24.710	-0.020
4	411678.890	7358537.590	24.710	24.700	-0.010
5	411676.530	7358539.700	24.760	24.760	+0.000
6	411677.450	7358539.310	24.780	24.730	-0.050
7	411678.370	7358538.920	24.780	24.750	-0.030
8	411679.280	7358538.520	24.750	24.750	+0.000
9	411676.930	7358540.620	24.780	24.760	-0.020

10	411677.840	7358540.230	24.810	24.760	-0.050
11	411678.760	7358539.840	24.800	24.760	-0.040
12	411679.680	7358539.440	24.760	24.770	+0.010
13	411677.310	7358541.550	24.800	24.810	+0.010
14	411678.230	7358541.160	24.820	24.790	-0.030
15	411679.160	7358540.770	24.820	24.770	-0.050
16	411680.080	7358540.360	24.820	24.760	-0.060
17	411677.710	7358542.470	24.820	24.810	-0.010
18	411678.620	7358542.060	24.810	24.780	-0.030
19	411679.550	7358541.670	24.800	24.790	-0.010
20	411680.460	7358541.280	24.820	24.790	-0.030
21	411678.110	7358543.390	24.850	24.840	-0.010
22	411679.020	7358543.000	24.830	24.790	-0.040
23	411679.940	7358542.590	24.830	24.790	-0.040
24	411680.860	7358542.200	24.840	24.800	-0.040
25	411678.490	7358544.300	24.860	24.840	-0.020
26	411679.410	7358543.910	24.850	24.790	-0.060
27	411680.330	7358543.520	24.850	24.800	-0.050
28	411681.250	7358543.110	24.820	24.830	+0.010
29	411678.890	7358545.200	24.870	24.850	-0.020
30	411679.800	7358544.830	24.850	24.820	-0.030
31	411680.720	7358544.440	24.850	24.810	-0.040
32	411681.640	7358544.050	24.840	24.830	-0.010
33	411679.280	7358546.140	24.870	24.880	+0.010
34	411680.200	7358545.750	24.860	24.820	-0.040
35	411681.120	7358545.360	24.860	24.820	-0.040
36	411682.050	7358544.970	24.860	24.830	-0.030
37	411679.680	7358547.060	24.890	24.880	-0.010
38	411680.590	7358546.660	24.880	24.840	-0.040
39	411681.520	7358546.280	24.890	24.840	-0.050
40	411682.430	7358545.890	24.900	24.860	-0.040
41	411680.060	7358547.980	24.920	24.910	-0.010
42	411680.980	7358547.590	24.900	24.860	-0.040
43	411681.900	7358547.190	24.900	24.850	-0.050
44	411682.820	7358546.800	24.910	24.870	-0.040
45	411680.450	7358548.910	24.910	24.900	-0.010
46	411681.370	7358548.520	24.910	24.870	-0.040
47	411682.300	7358548.120	24.930	24.870	-0.060
48	411683.210	7358547.720	24.910	24.910	+0.000

49	411680.840	7358549.810	24.930	24.890	-0.040
50	411681.760	7358549.420	24.920	24.870	-0.050
51	411682.690	7358549.030	24.930	24.860	-0.070
52	411683.610	7358548.640	24.930	24.910	-0.020

Average dz	-0.028
Minimum dz	-0.070
Maximum dz	+0.010
Average magnitude	0.030
Root mean square	0.035
Std deviation	0.021

## 8.9 Resultat fra kjentflater Nordland Område 10

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
19	429548.260	7322190.350	100.350	100.380	+0.030
25	429550.790	7322194.690	100.340	100.370	+0.030
30	429547.470	7322190.970	100.350	100.370	+0.020
36	429550.020	7322195.330	100.330	100.350	+0.020
31	429546.700	7322191.620	100.310	100.330	+0.020
5	429551.260	7322189.240	100.410	100.420	+0.010
13	429552.350	7322193.420	100.390	100.400	+0.010
16	429550.340	7322191.220	100.380	100.390	+0.010
20	429548.930	7322191.170	100.360	100.370	+0.010
24	429551.560	7322194.040	100.360	100.370	+0.010
28	429548.790	7322192.470	100.350	100.360	+0.010
29	429548.170	7322191.760	100.350	100.360	+0.010
33	429548.000	7322193.130	100.330	100.340	+0.010
34	429548.700	7322193.850	100.340	100.350	+0.010
35	429549.370	7322194.580	100.350	100.360	+0.010
23	429550.920	7322193.360	100.370	100.380	+0.010
27	429549.500	7322193.230	100.350	100.350	+0.000
1	429553.920	7322192.210	100.410	100.410	+0.000
7	429549.810	7322189.120	100.380	100.380	+0.000
8	429550.470	7322189.890	100.390	100.390	+0.000
10	429551.820	7322191.310	100.410	100.410	+0.000
12	429553.130	7322192.820	100.410	100.410	+0.000

14	429551.710	7322192.720	100.390	100.390	+0.000
17	429549.720	7322190.540	100.390	100.390	+0.000
18	429549.030	7322189.720	100.370	100.370	+0.000
26	429550.140	7322193.950	100.370	100.370	+0.000
32	429547.320	7322192.400	100.330	100.330	+0.000
6	429550.600	7322188.490	100.390	100.380	-0.010
9	429551.110	7322190.600	100.390	100.380	-0.010
11	429552.490	7322192.090	100.400	100.390	-0.010
15	429551.030	7322191.950	100.390	100.380	-0.010
22	429550.270	7322192.600	100.370	100.360	-0.010
2	429553.270	7322191.470	100.420	100.400	-0.020
3	429552.610	7322190.710	100.420	100.400	-0.020
4	429551.920	7322189.990	100.430	100.410	-0.020
21	429549.560	7322191.860	100.370	100.340	-0.030

Average dz        +0.003  
 Minimum dz       -0.030  
 Maximum dz       +0.030  
 Average magnitude 0.010  
 Root mean square 0.014  
 Std deviation     0.014

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
32	416637.300	7306918.250	5.110	5.150	+0.040
31	416636.510	7306918.910	5.150	5.180	+0.030
34	416638.800	7306916.950	5.040	5.060	+0.020
35	416639.580	7306916.310	5.010	5.030	+0.020
30	416635.790	7306918.210	5.110	5.130	+0.020
12	416637.740	7306912.680	4.930	4.940	+0.010
15	416636.830	7306914.730	4.970	4.980	+0.010
28	416637.350	7306916.840	5.060	5.070	+0.010
36	416640.330	7306915.690	4.970	4.980	+0.010
6	416633.320	7306915.140	5.040	5.050	+0.010
29	416636.590	7306917.480	5.080	5.090	+0.010
33	416638.040	7306917.600	5.080	5.090	+0.010
17	416635.300	7306916.040	5.020	5.020	+0.000
16	416636.080	7306915.380	4.990	4.990	+0.000

18	416634.560	7306916.680	5.030	5.030	+0.000
21	416636.750	7306916.110	5.010	5.010	+0.000
1	416637.120	7306911.900	4.950	4.940	-0.010
2	416636.340	7306912.580	4.970	4.960	-0.010
3	416635.590	7306913.200	4.990	4.980	-0.010
4	416634.840	7306913.860	5.000	4.990	-0.010
5	416634.060	7306914.520	5.040	5.030	-0.010
7	416633.950	7306915.890	5.020	5.010	-0.010
13	416638.370	7306913.450	4.920	4.910	-0.010
20	416635.980	7306916.750	5.060	5.050	-0.010
23	416638.240	7306914.800	4.990	4.980	-0.010
27	416638.130	7306916.240	5.040	5.030	-0.010
24	416639.010	7306914.190	4.940	4.930	-0.010
8	416634.700	7306915.240	5.040	5.020	-0.020
11	416636.990	7306913.310	4.970	4.950	-0.020
14	416637.600	7306914.060	4.960	4.940	-0.020
19	416635.200	7306917.440	5.080	5.060	-0.020
25	416639.660	7306914.960	4.970	4.950	-0.020
9	416635.490	7306914.610	4.990	4.970	-0.020
10	416636.220	7306913.970	4.990	4.970	-0.020
22	416637.480	7306915.460	5.030	5.010	-0.020
26	416638.880	7306915.580	5.030	4.970	-0.060

Average dz        -0.004  
 Minimum dz       -0.060  
 Maximum dz       +0.040  
 Average magnitude 0.015  
 Root mean square 0.018  
 Std deviation     0.018

#### 8.10 Resultat fra kjentflater Nordland Område 11

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
18	426300.700	7268617.570	58.780	58.820	+0.040
16	426302.650	7268617.970	58.760	58.790	+0.030
24	426305.250	7268619.580	58.720	58.740	+0.020
26	426303.950	7268620.280	58.730	58.750	+0.020
30	426300.040	7268619.430	58.780	58.800	+0.020

17	426301.650	7268617.740	58.770	58.790	+0.020
2	426305.230	7268616.510	58.780	58.790	+0.010
12	426305.900	7268617.710	58.780	58.790	+0.010
22	426303.290	7268619.160	58.750	58.760	+0.010
23	426304.270	7268619.360	58.740	58.750	+0.010
28	426302.010	7268619.840	58.770	58.780	+0.010
29	426301.020	7268619.650	58.770	58.780	+0.010
31	426299.750	7268620.400	58.780	58.790	+0.010
3	426304.270	7268616.300	58.770	58.770	+0.000
4	426303.320	7268616.100	58.790	58.790	+0.000
5	426302.320	7268615.860	58.790	58.790	+0.000
13	426305.560	7268618.630	58.770	58.770	+0.000
15	426303.610	7268618.180	58.770	58.770	+0.000
19	426300.360	7268618.500	58.790	58.790	+0.000
20	426301.360	7268618.720	58.780	58.780	+0.000
21	426302.330	7268618.950	58.770	58.770	+0.000
33	426301.700	7268620.850	58.780	58.780	+0.000
34	426302.660	7268621.070	58.750	58.750	+0.000
8	426301.990	7268616.850	58.810	58.800	-0.010
9	426302.970	7268617.090	58.810	58.800	-0.010
11	426304.910	7268617.510	58.790	58.780	-0.010
25	426304.960	7268620.510	58.740	58.730	-0.010
27	426302.980	7268620.060	58.760	58.750	-0.010
32	426300.720	7268620.630	58.780	58.770	-0.010
35	426303.650	7268621.280	58.750	58.740	-0.010
36	426304.650	7268621.490	58.730	58.720	-0.010
14	426304.600	7268618.420	58.770	58.760	-0.010
1	426306.180	7268616.740	58.790	58.770	-0.020
6	426301.350	7268615.680	58.820	58.800	-0.020
7	426301.020	7268616.610	58.820	58.800	-0.020
10	426303.950	7268617.310	58.810	58.780	-0.030

Average dz        +0.001  
Minimum dz       -0.030  
Maximum dz       +0.040  
Average magnitude    0.011  
Root mean square    0.015  
Std deviation        0.015

## 8.11 Resultat fra kjentflater Nordland Område 12

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	424294.560	7245109.120	191.860	191.860	+0.000
2	424295.340	7245108.420	191.930	191.940	+0.010
3	424296.060	7245107.760	191.980	191.980	+0.000
4	424296.790	7245107.080	192.020	192.030	+0.010
5	424297.520	7245106.400	192.070	192.080	+0.010
6	424298.260	7245105.730	192.160	192.180	+0.020
7	424297.570	7245104.960	192.150	192.160	+0.010
8	424296.840	7245105.620	192.070	192.080	+0.010
9	424296.110	7245106.310	192.030	192.020	-0.010
10	424295.390	7245106.990	191.980	191.950	-0.030
11	424294.640	7245107.650	191.940	191.930	-0.010
12	424293.880	7245108.370	191.880	191.870	-0.010
13	424293.200	7245107.640	191.850	191.850	+0.000
14	424293.980	7245106.930	191.910	191.910	+0.000
15	424294.690	7245106.260	191.960	191.930	-0.030
16	424295.430	7245105.580	191.980	192.000	+0.020
17	424296.160	7245104.900	192.050	192.040	-0.010
18	424296.890	7245104.250	192.110	192.130	+0.020
19	424296.240	7245103.510	192.110	192.130	+0.020
20	424295.490	7245104.160	192.030	192.030	+0.000
21	424294.750	7245104.820	191.970	191.970	+0.000
22	424294.030	7245105.490	191.940	191.930	-0.010
23	424293.290	7245106.180	191.880	191.870	-0.010
24	424292.540	7245106.890	191.840	191.830	-0.010
25	424291.900	7245106.170	191.820	191.830	+0.010
26	424292.590	7245105.500	191.850	191.880	+0.030
27	424293.320	7245104.820	191.900	191.920	+0.020
28	424294.050	7245104.140	191.940	191.960	+0.020
29	424294.790	7245103.450	192.000	192.000	+0.000
30	424295.550	7245102.770	192.060	192.100	+0.040
31	424294.840	7245102.020	192.030	192.050	+0.020
32	424294.110	7245102.700	191.970	191.990	+0.020
33	424293.400	7245103.390	191.910	191.930	+0.020
34	424292.670	7245104.090	191.880	191.890	+0.010



Average dz +0.006  
 Minimum dz -0.030  
 Maximum dz +0.040  
 Average magnitude 0.013  
 Root mean square 0.016  
 Std deviation 0.015

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
1	421921.860	7222780.250	315.420	315.440	+0.020
2	421921.980	7222781.230	315.440	315.440	+0.000
3	421922.030	7222782.250	315.440	315.450	+0.010
4	421922.100	7222783.240	315.460	315.450	-0.010
5	421922.190	7222784.190	315.490	315.480	-0.010
6	421922.250	7222785.250	315.510	315.510	+0.000
7	421923.240	7222785.260	315.550	315.550	+0.000
8	421923.180	7222784.160	315.540	315.540	+0.000
9	421923.140	7222783.210	315.520	315.510	-0.010
10	421923.030	7222782.240	315.490	315.470	-0.020
11	421922.980	7222781.190	315.470	315.480	+0.010
12	421922.850	7222780.240	315.460	315.450	-0.010
13	421923.860	7222780.190	315.500	315.480	-0.020
14	421923.940	7222781.170	315.510	315.480	-0.030
15	421924.040	7222782.240	315.530	315.520	-0.010
16	421924.110	7222783.170	315.560	315.540	-0.020
17	421924.160	7222784.140	315.550	315.540	-0.010
18	421924.220	7222785.190	315.560	315.550	-0.010
19	421925.230	7222785.220	315.620	315.590	-0.030
20	421925.150	7222784.130	315.610	315.580	-0.030
21	421925.110	7222783.170	315.600	315.580	-0.020
22	421925.030	7222782.220	315.580	315.540	-0.040
23	421924.950	7222781.160	315.550	315.520	-0.030
24	421924.880	7222780.190	315.530	315.510	-0.020
25	421925.870	7222780.140	315.500	315.510	+0.010
26	421925.960	7222781.140	315.550	315.540	-0.010

29	421926.160	7222784.120	315.590	315.620	+0.030
30	421926.240	7222785.190	315.620	315.630	+0.010
31	421927.230	7222785.150	315.650	315.680	+0.030
32	421927.160	7222784.130	315.650	315.630	-0.020
33	421927.100	7222783.150	315.610	315.630	+0.020
34	421927.030	7222782.140	315.590	315.620	+0.030
35	421926.960	7222781.160	315.570	315.580	+0.010
36	421926.890	7222780.150	315.520	315.540	+0.020

Average dz      -0.003  
 Minimum dz     -0.040  
 Maximum dz     +0.030  
 Average magnitude 0.017  
 Root mean square 0.020  
 Std deviation    0.020

## Vedlegg 3

### Rapport for innmåling av kontrollflater laserskanning

#### 1 Generelt

1.1 Oppdragsbetegnelse: **Fv78 Halsøy-Hjartåsen**  
Kommune: **Vefsn**  
Flatenavn: **Rynes**

1.2 Landmåler: Harald Mortensen  
Firma: Statens vegvesen region nord

#### 2 Landmålingsarbeidet

2.1 Måling er utført den 13. august 2010

2.2 Måleutstyr: Leica GNSS System 1200+

2.3 Målemetode: Sanntids-/dobbelmåling mot CPos  
Tidsforskyning over 45 min. mellom målingene.

2.4 Kontrollpunkt: I17N0001  
Måling: 7304660,682 417608,493 7,694  
Trigpunktliste 7304660,660 417608,521 7,730

2.5 Flatestørrelse: 36 punkter – 25 m2

2.6 Flatedekke: Grus - flatt

2.7 Beregner: Harald Mortensen  
Firma: Statens vegvesen region nord

DOKUMENTASJON UTJEVNINGSBEREGNINGER  
 \*\*\*\*\*

ADMINISTRATIVE DATA

Institusjon/firma : Statens vegvesen region nord  
 Oppdrag : Kontrollflate laserskanning  
 Kommunenavn : Vefsn  
 Flatenavn : Rynes  
 Landmåler : Harald Mortensen  
 Beregner : Harald Mortensen  
 Instrument : Leica System 1200+

GJENNOMSNITTSPARAMETRE

Geoidehøyde [m] : 40.000  
 Rotasjon [gon] : 0.00000  
 Målestokk [m/km] : 0.000  
 Nordlig loddavvik [gon] : 0.00000  
 Østlig loddavvik [gon] : 0.00000

DATUMPARAMETRE

System : EUREF89 - SONE 33  
 Akse / Sone : 33  
 Lang halvakse [m] : 6378137.000  
 Flattrykning [1/f] : 298.2572221010000  
 Tangeringsmeridian [deg] : 15.0000000000000  
 Skalafaktor : 0.999600  
 Addisjonskonst. nord [m] : 0.000  
 Addisjonskonst. øst [m] : 500000.000  
 Rotasjon [deg] : 0.000000

INSTRUMENTPARAMETRE

INSTRUMENT : 61: CPOS  
 Std.avvik                                   Konstantdel                   Avstandsavhengig  
 Standardavvik grunnriss:   0.0200 m  
 Standardavvik høyde       :   0.0300 m  
 Sentrering Grunnriss     :   0.0010 m  
 Sentrering Høyde         :   0.0020 m  
 Ingen kovariansfunksjon, punktobs er ukorrelert med hverandre

TEST AV OBSERVASJONER

DATUM: EUREF89 - SONE 33

UTJEVNING I 3-D

FRI UTJEVNING

TEST AV OBSERVASJONER - MULTIPPEL T-TEST

Fra	Til		Restfeil	Est.grovfeil	Testverdi
0001	1	X	0.014	-0.025	1.38
0001	1	Y	-0.007	0.019	1.91
0001	1	H	0.005	0.027	0.92
0001	2	X	-0.008	0.025	1.38
0001	2	Y	0.011	-0.019	1.91

0001	2	H	0.012	-0.027	0.92
0002	1	X	0.009	-0.012	0.66
0002	1	Y	-0.004	0.010	1.02
0002	1	H	0.009	0.006	0.19
0002	2	X	-0.004	0.012	0.66
0002	2	Y	0.006	-0.010	1.02
0002	2	H	0.003	-0.006	0.19
0003	1	X	0.006	-0.004	0.23
0003	1	Y	0.002	-0.006	0.64
0003	1	H	0.008	-0.009	0.30
0003	2	X	-0.002	0.004	0.23
0003	2	Y	-0.004	0.006	0.64
0003	2	H	-0.005	0.009	0.30
0004	1	X	0.012	-0.015	0.85
0004	1	Y	0.003	-0.006	0.60
0004	1	H	0.005	0.005	0.19
0004	2	X	-0.005	0.015	0.85
0004	2	Y	-0.003	0.006	0.60
0004	2	H	0.000	-0.005	0.19
0005	1	X	0.009	-0.012	0.68
0005	1	Y	0.001	-0.002	0.19
0005	1	H	0.003	0.007	0.23
0005	2	X	-0.004	0.012	0.68
0005	2	Y	-0.001	0.002	0.19
0005	2	H	0.001	-0.007	0.23
0006	1	X	0.002	0.008	0.47
0006	1	Y	-0.003	0.006	0.59
0006	1	H	0.015	-0.022	0.79
0006	2	X	0.003	-0.008	0.47
0006	2	Y	0.003	-0.006	0.59
0006	2	H	-0.007	0.022	0.79
0007	1	X	0.002	0.017	1.03
0007	1	Y	-0.004	0.007	0.67
0007	1	H	0.025	-0.043	1.55
0007	2	X	0.007	-0.017	1.03
0007	2	Y	0.003	-0.007	0.67
0007	2	H	-0.015	0.043	1.55
0008	1	X	0.004	0.015	0.94
0008	1	Y	-0.007	0.012	1.28
0008	1	H	0.030	-0.044	1.58
0008	2	X	0.006	-0.015	0.94
0008	2	Y	0.006	-0.012	1.28
0008	2	H	-0.014	0.044	1.58
0009	1	X	0.024	-0.026	1.60
0009	1	Y	0.007	-0.019	2.02
0009	1	H	0.030	-0.012	0.42
0009	2	X	-0.012	0.026	1.60
0009	2	Y	-0.011	0.019	2.02
0009	2	H	-0.010	0.012	0.42
0010	1	X	0.010	-0.010	0.63
0010	1	Y	-0.005	0.010	1.07
0010	1	H	0.015	-0.000	0.00

0010	2	X	-0.005	0.010	0.63
0010	2	Y	0.006	-0.010	1.07
0010	2	H	0.001	0.000	0.00
0011	1	X	0.005	0.008	0.47
0011	1	Y	-0.002	0.001	0.15
0011	1	H	0.022	-0.032	1.14
0011	2	X	0.003	-0.008	0.47
0011	2	Y	0.000	-0.001	0.15
0011	2	H	-0.012	0.032	1.14
0012	1	X	0.007	-0.007	0.45
0012	1	Y	-0.010	0.022	2.26
0012	1	H	0.010	0.007	0.25
0012	2	X	-0.003	0.007	0.45
0012	2	Y	0.012	-0.022	2.26
0012	2	H	0.006	-0.007	0.25
0013	1	X	-0.003	0.018	1.10
0013	1	Y	-0.009	0.020	2.07
0013	1	H	0.014	-0.027	0.95
0013	2	X	0.008	-0.018	1.10
0013	2	Y	0.011	-0.020	2.07
0013	2	H	-0.006	0.027	0.95
0014	1	X	0.008	0.003	0.18
0014	1	Y	-0.006	0.010	1.06
0014	1	H	0.025	-0.026	0.92
0014	2	X	0.001	-0.003	0.18
0014	2	Y	0.005	-0.010	1.06
0014	2	H	-0.008	0.026	0.92
0015	1	X	0.008	0.001	0.08
0015	1	Y	-0.006	0.012	1.27
0015	1	H	0.024	-0.022	0.77
0015	2	X	0.000	-0.001	0.08
0015	2	Y	0.007	-0.012	1.27
0015	2	H	-0.006	0.022	0.77
0016	1	X	0.015	-0.010	0.63
0016	1	Y	-0.003	0.004	0.41
0016	1	H	0.027	-0.016	0.56
0016	2	X	-0.005	0.010	0.63
0016	2	Y	0.002	-0.004	0.41
0016	2	H	-0.006	0.016	0.56
0017	1	X	0.015	-0.014	0.87
0017	1	Y	0.002	-0.007	0.71
0017	1	H	0.023	-0.012	0.41
0017	2	X	-0.007	0.014	0.87
0017	2	Y	-0.004	0.007	0.71
0017	2	H	-0.006	0.012	0.41
0018	1	X	0.003	0.005	0.27
0018	1	Y	0.008	-0.021	2.22
0018	1	H	0.012	-0.027	0.95
0018	2	X	0.002	-0.005	0.27
0018	2	Y	-0.013	0.021	2.22
0018	2	H	-0.013	0.027	0.95
0010	1	H	0.015	-0.000	0.00

0019	1	Y	0.003	-0.007	0.75
0019	1	H	0.007	-0.004	0.13
0019	2	X	-0.003	0.007	0.41
0019	2	Y	-0.004	0.007	0.75
0019	2	H	-0.003	0.004	0.13
0020	1	X	0.011	-0.009	0.54
0020	1	Y	-0.000	-0.002	0.17
0020	1	H	0.017	-0.010	0.35
0020	2	X	-0.004	0.009	0.54
0020	2	Y	-0.001	0.002	0.17
0020	2	H	-0.005	0.010	0.35
0021	1	X	0.014	-0.015	0.90
0021	1	Y	0.001	-0.004	0.39
0021	1	H	0.019	-0.006	0.22
0021	2	X	-0.007	0.015	0.90
0021	2	Y	-0.002	0.004	0.39
0021	2	H	-0.004	0.006	0.22
0022	1	X	0.002	-0.002	0.12
0022	1	Y	0.000	-0.001	0.12
0022	1	H	0.003	-0.001	0.05
0022	2	X	-0.001	0.002	0.12
0022	2	Y	-0.001	0.001	0.12
0022	2	H	-0.001	0.001	0.05
0023	1	X	0.007	0.004	0.27
0023	1	Y	-0.005	0.009	0.96
0023	1	H	0.022	-0.025	0.89
0023	2	X	0.002	-0.004	0.27
0023	2	Y	0.005	-0.009	0.96
0023	2	H	-0.008	0.025	0.89
0024	1	X	-0.011	0.037	2.40
0024	1	Y	-0.008	0.019	1.92
0024	1	H	0.010	-0.047	1.70
0024	2	X	0.018	-0.037	2.40
0024	2	Y	0.010	-0.019	1.92
0024	2	H	-0.013	0.047	1.70
0025	1	X	-0.003	0.011	0.67
0025	1	Y	-0.004	0.008	0.79
0025	1	H	0.007	-0.016	0.56
0025	2	X	0.005	-0.011	0.67
0025	2	Y	0.004	-0.008	0.79
0025	2	H	-0.004	0.016	0.56
0026	1	X	-0.009	-0.002	0.09
0026	1	Y	-0.001	0.006	0.60
0026	1	H	-0.026	0.033	1.16
0026	2	X	-0.000	0.002	0.09
0026	2	Y	0.004	-0.006	0.60
0026	2	H	0.013	-0.033	1.16
0027	1	X	0.007	-0.013	0.70
0027	1	Y	-0.008	0.020	1.97
0027	1	H	0.006	0.013	0.44
0027	2	X	-0.002	0.013	0.70
0027	2	Y	0.012	-0.020	1.97
0027	2	H	0.003	-0.013	0.44

0028	1	X	-0.006	-0.003	0.18
0028	1	Y	-0.006	0.018	1.76
0028	1	H	-0.018	0.033	1.09
0028	2	X	0.001	0.003	0.18
0028	2	Y	0.011	-0.018	1.76
0028	2	H	0.010	-0.033	1.09
0029	1	X	-0.015	0.017	0.95
0029	1	Y	-0.008	0.025	2.47
0029	1	H	-0.022	0.021	0.69
0029	2	X	0.012	-0.017	0.95
0029	2	Y	0.017	-0.025	2.47
0029	2	H	-0.001	-0.021	0.69
0030	1	X	-0.005	0.005	0.27
0030	1	Y	-0.005	0.015	1.44
0030	1	H	-0.006	0.009	0.30
0030	2	X	0.004	-0.005	0.27
0030	2	Y	0.010	-0.015	1.44
0030	2	H	-0.001	-0.009	0.30
0031	1	X	-0.014	0.031	1.71
0031	1	Y	-0.004	0.012	1.12
0031	1	H	-0.006	-0.018	0.60
0031	2	X	0.018	-0.031	1.71
0031	2	Y	0.010	-0.012	1.12
0031	2	H	-0.014	0.018	0.60
0032	1	X	0.001	0.003	0.15
0032	1	Y	-0.008	0.020	1.95
0032	1	H	0.006	-0.002	0.05
0032	2	X	0.005	-0.003	0.15
0032	2	Y	0.013	-0.020	1.95
0032	2	H	-0.006	0.002	0.05
0033	1	X	-0.001	0.006	0.32
0033	1	Y	-0.004	0.009	0.88
0033	1	H	0.002	-0.005	0.15
0033	2	X	0.005	-0.006	0.32
0033	2	Y	0.006	-0.009	0.88
0033	2	H	-0.005	0.005	0.15
0034	1	X	-0.000	0.007	0.41
0034	1	Y	-0.006	0.016	1.61
0034	1	H	0.007	-0.009	0.29
0034	2	X	0.007	-0.007	0.41
0034	2	Y	0.012	-0.016	1.61
0034	2	H	-0.008	0.009	0.29
0035	1	X	0.007	-0.015	0.83
0035	1	Y	-0.008	0.020	2.00
0035	1	H	0.007	0.015	0.49
0035	2	X	-0.005	0.015	0.83
0035	2	Y	0.012	-0.020	2.00
0035	2	H	0.002	-0.015	0.49
0036	1	X	-0.005	0.013	0.69
0036	1	Y	-0.006	0.015	1.48
0036	1	H	0.002	-0.008	0.27
0027	2	H	0.003	-0.013	0.44



0036	2	Y	0.011	-0.015	1.48
0036	2	H	-0.009	0.008	0.27

Tabellverdi=3.38 (Student-t, f=107, alfa=0.0005)

OPPSUMERING ETTER TEST AV OBSERVASJONER:

Kategori	Ant.obs.	Akkumulert (%)
Test/Tabell < 1.0	216	100.00
1.0 < Test/Tabell < 2.0	0	100.00
2.0 < Test/Tabell < 3.0	0	100.00
3.0 < Test/Tabell < 3.0	0	100.00
Ukontrollerbar	0	100.00

STATISTIKK

Antall iterasjoner	:	2
Antall observasjoner grunnrisskoordinater	:	144
Antall observasjoner høydekoordinater	:	72
Antall observasjoner	:	216
Antall ukjente grunnrisskoordinater	:	72
Antall ukjente høydekoordinater	:	36
Antall tilleggsukjente	:	2
Antall ukjente	:	110
Rangdefekt	:	2
Antall ukjente korrigeret	:	108
Antall overbestemmelser	:	108
Antall korrelasjoner	:	216
Feilkvadratsum	:	265.56632191
Beregnet std.avvik på vektsenheten	:	1.5681
Antatt std.avvik på vektsenheten	:	1.0000

TEST AV M0

Tabellverdi	=	133.26 (Kjikkvadrat, f=108, alfa=0.0500)
Beregnet verdi	=	265.57 *

Ingen feil i observasjonsmaterialet er funnet

DOKUMENTASJON UTJEVNINGSBEREGNINGER

\*\*\*\*\*

ADMINISTRATIVE DATA

Institusjon/firma : Statens vegvesen region nord  
 Oppdrag : Kontrollflate laserskanning  
 Kommunenavn : Vefsn  
 Flatenavn : Rynes  
 Landmåler : Harald Mortensen  
 Beregner : Harald Mortensen  
 Instrument : Leica System 1200+

GJENNOMSNITTSPARAMETRE

Geoidehøyde [m] : 40.000  
 Rotasjon [gon] : 0.00000  
 Målestokk [m/km] : 0.000  
 Nordlig loddavvik [gon] : 0.00000  
 Østlig loddavvik [gon] : 0.00000

DATUMPARAMETRE

System : EUREF89 - SONE 33  
 Akse / Sone : 33  
 Lang halvakse [m] : 6378137.000  
 Flattrykning [1/f] : 298.2572221010000  
 Tangeringsmeridian [deg] : 15.0000000000000  
 Skalafaktor : 0.999600  
 Addisjonskonst. nord [m] : 0.000  
 Addisjonskonst. øst [m] : 500000.000  
 Rotasjon [deg] : 0.000000

INSTRUMENTPARAMETRE

INSTRUMENT : 61: CPOS  
 Std.avvik Konstantdel Avstandsavhengig  
 Standardavvik grunnriss: 0.0200 m  
 Standardavvik høyde : 0.0300 m  
 Sentrering Grunnriss : 0.0010 m  
 Sentrering Høyde : 0.0020 m  
 Ingen kovariansfunksjon, punktobs er ukorrelert med hverandre

YTRE PÅLITELIGHET

DATUM: EUREF89 - SONE 33

UTJEVNING I 3-D

TVUNGEN UTJEVNING

GITTE KOORDINATER [meter]

PUNKT	N	E	H
-----			

NYBESTEMTE KOORDINATER MED MIDLERE FEIL [meter]

PUNKT	N	E	H	sN	sE	sH
-------	---	---	---	----	----	----

0001	7306911.901	416637.122	4.948	0.009	0.005	0.014
0002	7306912.577	416636.338	4.969	0.009	0.005	0.014
0003	7306913.202	416635.587	4.986	0.009	0.005	0.014
0004	7306913.855	416634.841	4.996	0.009	0.005	0.014
0005	7306914.517	416634.059	5.037	0.009	0.005	0.014
0006	7306915.138	416633.324	5.036	0.008	0.005	0.014
0007	7306915.892	416633.952	5.018	0.008	0.005	0.014
0008	7306915.237	416634.695	5.035	0.008	0.005	0.014
0009	7306914.614	416635.487	4.990	0.008	0.005	0.014
0010	7306913.970	416636.224	4.988	0.008	0.005	0.014
0011	7306913.314	416636.987	4.970	0.008	0.005	0.014
0012	7306912.675	416637.739	4.926	0.008	0.005	0.014
0013	7306913.451	416638.372	4.920	0.008	0.005	0.014
0014	7306914.063	416637.600	4.962	0.008	0.005	0.014
0015	7306914.726	416636.827	4.974	0.008	0.005	0.014
0016	7306915.376	416636.083	4.991	0.008	0.005	0.014
0017	7306916.037	416635.304	5.017	0.008	0.005	0.014
0018	7306916.676	416634.560	5.029	0.008	0.005	0.014
0019	7306917.442	416635.204	5.077	0.008	0.005	0.014
0020	7306916.754	416635.983	5.059	0.008	0.005	0.014
0021	7306916.114	416636.748	5.014	0.008	0.005	0.014
0022	7306915.462	416637.481	5.027	0.008	0.005	0.014
0023	7306914.800	416638.240	4.994	0.008	0.005	0.014
0024	7306914.189	416639.014	4.936	0.008	0.005	0.014
0025	7306914.956	416639.656	4.969	0.009	0.005	0.014
0026	7306915.576	416638.884	5.030	0.009	0.005	0.014
0027	7306916.235	416638.125	5.035	0.009	0.005	0.014
0028	7306916.840	416637.350	5.062	0.009	0.005	0.014
0029	7306917.480	416636.587	5.081	0.008	0.005	0.013
0030	7306918.212	416635.785	5.107	0.008	0.005	0.013
0031	7306918.912	416636.512	5.147	0.009	0.005	0.013
0032	7306918.248	416637.299	5.109	0.009	0.005	0.013
0033	7306917.599	416638.037	5.082	0.008	0.005	0.013
0034	7306916.951	416638.795	5.044	0.008	0.005	0.013
0035	7306916.305	416639.580	5.013	0.009	0.005	0.014
0036	7306915.689	416640.327	4.972	0.009	0.005	0.014

YTRE PÅLITELIGHET - KOORDINATER [meter]

KOORDINAT	Observasjon....[meter/gon]			Indre pål.	Ytre pål.
N 0001	0001	2	X	0.060	0.040
E 0001	0001	1	Y	0.038	0.021
H 0001	0001	2	H	-0.085	-0.054*
P 0001	0001	2	X	0.060	0.040
N 0002	0002	2	X	0.048	0.031
E 0002	0002	1	Y	0.029	0.016
H 0002	0002	2	H	-0.064	-0.041
P 0002	0002	2	X	0.048	0.031
N 0003	0003	2	X	0.040	0.026
E 0003	0003	1	Y	-0.026	-0.014
H 0003	0003	2	H	0.067	0.043
P 0003	0003	2	X	0.040	0.026
N 0004	0004	2	X	0.051	0.033
E 0004	0004	1	Y	-0.025	-0.014
H 0004	0004	2	H	-0.064	-0.041

P	0004	0004	2	X	0.051	0.033
N	0005	0005	2	X	0.048	0.031
E	0005	0005	1	Y	-0.021	-0.012
H	0005	0005	2	H	-0.065	-0.042
P	0005	0005	2	X	0.048	0.032
N	0006	0006	2	X	-0.040	-0.023
E	0006	0006	1	Y	0.025	0.014
H	0006	0006	2	H	0.078	0.049
P	0006	0006	2	X	-0.040	0.023
N	0007	0007	2	X	-0.049	-0.028
E	0007	0007	1	Y	0.026	0.014
H	0007	0007	2	H	0.099	0.062*
P	0007	0007	2	X	-0.049	0.028
N	0008	0008	2	X	-0.047	-0.027
E	0008	0008	1	Y	0.032	0.018
H	0008	0008	2	H	0.100	0.062*
P	0008	0008	2	X	-0.047	0.027
N	0009	0009	2	X	0.058	0.033
E	0009	0009	1	Y	-0.038	-0.022
H	0009	0009	2	H	0.068	0.043
P	0009	0009	2	X	0.058	0.033
N	0010	0010	2	X	0.043	0.024
E	0010	0010	1	Y	0.030	0.017
H	0010	0010	2	H	0.056	0.035
P	0010	0010	2	X	0.043	0.024
N	0011	0011	2	X	-0.040	-0.023
E	0011	0011	1	Y	0.021	0.012
H	0011	0011	2	H	0.088	0.055*
P	0011	0011	2	X	-0.040	0.023
N	0012	0012	2	X	0.040	0.022
E	0012	0012	1	Y	0.041	0.023
H	0012	0012	2	H	-0.063	-0.040
P	0012	0012	1	Y	0.041	0.023
N	0013	0013	2	X	-0.050	-0.028
E	0013	0013	1	Y	0.039	0.022
H	0013	0013	2	H	0.082	0.052*
P	0013	0013	2	X	-0.050	0.028
N	0014	0014	2	X	-0.036	-0.020
E	0014	0014	1	Y	0.030	0.017
H	0014	0014	2	H	0.082	0.052*
P	0014	0014	2	X	-0.036	0.020
N	0015	0015	2	X	-0.034	-0.019
E	0015	0015	1	Y	0.032	0.018
H	0015	0015	2	H	0.078	0.049
P	0015	0015	2	X	-0.034	0.019
N	0016	0016	2	X	0.043	0.024
E	0016	0016	1	Y	0.023	0.013
H	0016	0016	2	H	0.072	0.046
P	0016	0016	2	X	0.043	0.024

N	0017	0017	2	X	0.047	0.026
E	0017	0017	1	Y	-0.026	-0.015
H	0017	0017	2	H	0.068	0.043
P	0017	0017	2	X	0.047	0.026
N	0018	0018	2	X	-0.037	-0.021
E	0018	0018	1	Y	-0.040	-0.023
H	0018	0018	2	H	0.083	0.052*
P	0018	0018	1	Y	-0.040	0.023
N	0019	0019	2	X	0.039	0.022
E	0019	0019	1	Y	-0.027	-0.015
H	0019	0019	2	H	0.060	0.038
P	0019	0019	2	X	0.039	0.022
N	0020	0020	2	X	0.042	0.023
E	0020	0020	1	Y	-0.021	-0.012
H	0020	0020	2	H	0.066	0.042
P	0020	0020	2	X	0.042	0.023
N	0021	0021	2	X	0.048	0.026
E	0021	0021	1	Y	-0.023	-0.013
H	0021	0021	2	H	0.062	0.040
P	0021	0021	2	X	0.048	0.026
N	0022	0022	2	X	0.033	0.017
E	0022	0022	1	Y	-0.021	-0.012
H	0022	0022	2	H	0.057	0.035
P	0022	0022	2	X	0.033	0.017
N	0023	0023	1	X	0.036	0.018
E	0023	0023	1	Y	0.029	0.017
H	0023	0023	2	H	0.079	0.050
P	0023	0023	1	X	0.036	0.018
N	0024	0024	1	X	0.068	0.034
E	0024	0024	1	Y	0.038	0.022
H	0024	0024	2	H	0.101	0.063*
P	0024	0024	1	X	0.068	0.034
N	0025	0025	2	X	-0.044	-0.024
E	0025	0025	1	Y	0.027	0.016
H	0025	0025	2	H	0.072	0.046
P	0025	0025	2	X	-0.044	0.024
N	0026	0026	2	X	0.035	0.019
E	0026	0026	1	Y	0.026	0.015
H	0026	0026	2	H	-0.089	-0.057*
P	0026	0026	2	X	0.035	0.019
N	0027	0027	1	X	-0.049	-0.026
E	0027	0027	1	Y	0.041	0.026
H	0027	0027	2	H	-0.073	-0.044
P	0027	0027	1	Y	0.041	0.027
N	0028	0028	1	X	-0.040	-0.021
E	0028	0028	1	Y	0.039	0.025
H	0028	0028	2	H	-0.092	-0.056*
P	0028	0028	1	Y	0.039	0.025

N 0029	0029	1	X	0.054	0.027
E 0029	0029	1	Y	0.045	0.028
H 0029	0029	2	H	-0.080	-0.050
P 0029	0029	1	Y	0.045	0.028
N 0030	0030	1	X	0.042	0.021
E 0030	0030	1	Y	0.035	0.022
H 0030	0030	2	H	-0.068	-0.043
P 0030	0030	1	Y	0.035	0.022
N 0031	0031	1	X	0.067	0.034
E 0031	0031	1	Y	0.032	0.020
H 0031	0031	2	H	0.077	0.048
P 0031	0031	1	X	0.067	0.034
N 0032	0032	1	X	0.039	0.020
E 0032	0032	1	Y	0.040	0.025
H 0032	0032	2	H	0.061	0.038
P 0032	0032	1	Y	0.040	0.025
N 0033	0033	1	X	0.042	0.022
E 0033	0033	1	Y	0.030	0.019
H 0033	0033	2	H	0.063	0.039
P 0033	0033	1	X	0.042	0.022
N 0034	0034	1	X	0.043	0.023
E 0034	0034	1	Y	0.037	0.023
H 0034	0034	2	H	0.067	0.041
P 0034	0034	1	X	0.043	0.024
N 0035	0035	1	X	-0.052	-0.026
E 0035	0035	1	Y	0.041	0.025
H 0035	0035	2	H	-0.074	-0.046
P 0035	0035	1	X	-0.052	0.026
N 0036	0036	1	X	0.049	0.025
E 0036	0036	1	Y	0.036	0.022
H 0036	0036	2	H	0.067	0.042
P 0036	0036	1	X	0.049	0.025

Tabellverdi=1.98 (Student-t, f=107, alfa=0.0250)

#### STATISTIKK

Antall iterasjoner	:	2
Antall observasjoner grunnrisskoordinater	:	144
Antall observasjoner høydekoordinater	:	72
Antall observasjoner	:	216
Antall ukjente grunnrisskoordinater	:	72
Antall ukjente høydekoordinater	:	36
Antall ukjente	:	108
Antall overbestemmelser	:	108
Antall korrelasjoner	:	216

Feilkvadratsum	:	265.56632191
Beregnet std.avvik på vektsenheten		1.5681
Antatt std.avvik på vektsenheten	:	1.0000

TEST AV M0

Tabellverdi	=	133.26 (Kjikkvadrat, f=108, alfa=0.0500)
Beregnet verdi	=	265.57 *





## Vedlegg 4

Kontrolltype:		Triangelnett				Flatekontroll					
App.lag punkter:		Geometrisk_kontroll.aly				Differanse: Normalt på flate					
Geo. kontroll mot:		triangelnett.aly: Triangle 1				Min. tol.: -100 mm					
Offset:		0,000				Max. tol.: 100 mm					
		Vektor fra teo. punkt				Flatekontroll			Målt punkt		
Punkt	Teo. høyde	Dx	Dy	Dz	Fotpunkt	Differanse	Forkastet	Flate	Øst	Nord	Høyde
Ry1	4,942	0,000	0,001	0,006	3	0,006			416637,122	7306911,901	4,948
Ry2	4,957	0,001	0,000	0,012	3	0,012			416636,338	7306912,577	4,969
Ry3	4,977	0,000	0,000	0,009	3	0,009			416635,587	7306913,202	4,986
Ry4	4,985	0,000	0,000	0,011	3	0,011			416634,841	7306913,855	4,996
Ry5	5,061	-0,002	-0,002	-0,024	3	-0,024			416634,059	7306914,517	5,037
Ry6	5,048	0,000	0,000	-0,012	3	-0,012			416633,324	7306915,138	5,036
Ry7	5,029	0,014	-0,005	-0,011	3	0,019			416633,952	7306915,892	5,018
Ry8	5,016	0,000	-0,001	0,019	3	0,019			416634,695	7306915,237	5,035
Ry9	5,012	-0,001	0,004	-0,022	3	-0,023			416635,487	7306914,614	4,990
Ry10	4,972	-0,001	0,000	0,016	3	0,016			416636,224	7306913,970	4,988
Ry11	4,996	-0,013	0,019	-0,026	3	-0,035			416636,987	7306913,314	4,970
Ry12	4,939	0,000	0,001	-0,013	3	-0,013			416637,739	7306912,675	4,926
Ry13	4,953	0,001	-0,048	-0,033	3	-0,059			416638,372	7306913,451	4,920
Ry14	4,945	0,001	-0,001	0,017	3	0,017			416637,600	7306914,063	4,962
Ry15	4,976	0,000	0,000	-0,002	3	-0,002			416636,827	7306914,726	4,974
Ry16	4,996	0,000	-0,001	-0,005	3	-0,005			416636,083	7306915,376	4,991
Ry17	5,017	0,000	0,000	0,000	3	0,000			416635,304	7306916,037	5,017
Ry18	5,024	0,000	0,000	0,005	3	0,005			416634,560	7306916,676	5,029
Ry19	5,059	-0,001	0,000	0,018	3	0,018			416635,204	7306917,442	5,077
Ry20	5,053	0,000	-0,001	0,006	3	0,006			416635,983	7306916,754	5,059
Ry21	5,007	0,000	-0,001	0,007	3	0,007			416636,748	7306916,114	5,014
Ry22	5,006	-0,001	-0,001	0,021	3	0,021			416637,481	7306915,462	5,027
Ry23	4,983	0,000	-0,001	0,011	3	0,011			416638,240	7306914,800	4,994
Ry24	4,933	0,000	0,000	0,003	3	0,003			416639,014	7306914,189	4,936
Ry25	5,010	-0,002	0,001	-0,041	3	-0,041			416639,656	7306914,956	4,969
Ry26	4,974	0,001	-0,004	0,056	3	0,056			416638,884	7306915,576	5,030
Ry27	5,031	0,000	0,000	0,004	3	0,004			416638,125	7306916,235	5,035
Ry28	5,068	0,000	0,000	-0,006	3	-0,006			416637,350	7306916,840	5,062
Ry29	5,091	0,000	0,001	-0,010	3	-0,010			416636,587	7306917,480	5,081
Ry30	5,131	0,003	0,003	-0,024	3	-0,025			416635,785	7306918,212	5,107
Ry31	5,207	-0,001	0,005	-0,060	2	-0,060			416636,512	7306918,912	5,147
Ry32	5,150	-0,002	0,005	-0,041	3	-0,041			416637,299	7306918,248	5,109
Ry33	5,087	0,000	0,000	-0,005	3	-0,005			416638,037	7306917,599	5,082
Ry34	5,058	0,000	0,001	-0,014	3	-0,014			416638,795	7306916,951	5,044
Ry35	5,034	0,009	0,006	-0,021	3	-0,024			416639,580	7306916,305	5,013
Ry36	4,977	0,000	0,000	-0,005	3	-0,005			416640,327	7306915,689	4,972
<b>Totalt antall målepunkt:</b>						<b>36</b>					
<b>Punkt innenfor krav:</b>						<b>36</b>					
<b>Punkt utenfor krav (avvist):</b>						<b>0</b>					
<b>Standardavvik:</b>						<b>0,024</b>					
<b>Middel:</b>						<b>-0,005</b>					
<b>Minimum:</b>						<b>-0,060</b>					
<b>Maksimum:</b>						<b>0,056</b>					
<b>Minimum absolutt verdi:</b>						<b>0,000</b>					
<b>Maksimum absolutt verdi:</b>						<b>0,060</b>					



# Geometrisk kontroll

<b>Kontrolltype:</b>	Linje	<b>Linjekontroll</b>					
<b>App.lag punkter:</b>	Geometrisk kontroll.	Differanse:	Høyde				
<b>Geo. kontroll mot:</b>	høydekurver.aly: Lin	Min. tol.:	-350 mm				
		Max. tol.:	350 mm				

Punkt	Profilnr.	Teo. høyde	Linjekontroll		Målt punkt		
			Differanse	Avvist	Øst	Nord	Høyde
Ry1	222,097	5,000	-0,052		416637,122	7306911,901	4,948
Ry2	220,627	5,000	-0,031		416636,338	7306912,577	4,969
Ry3	219,777	5,000	-0,014		416635,587	7306913,202	4,986
Ry4	218,355	5,000	-0,004		416634,841	7306913,855	4,996
Ry5	217,951	5,000	0,037		416634,059	7306914,517	5,037
Ry6	217,687	5,000	0,036		416633,324	7306915,138	5,036
Ry7	217,047	5,000	0,018		416633,952	7306915,892	5,018
Ry8	217,125	5,000	0,035		416634,695	7306915,237	5,035
Ry9	217,296	5,000	-0,010		416635,487	7306914,614	4,990
Ry10	219,755	5,000	-0,012		416636,224	7306913,970	4,988
Ry11	220,394	5,000	-0,030		416636,987	7306913,314	4,970
Ry12	222,636	5,000	-0,074		416637,739	7306912,675	4,926
Ry13	229,637	5,000	-0,080		416638,372	7306913,451	4,920
Ry14	214,123	5,000	-0,038		416637,600	7306914,063	4,962
Ry15	214,976	5,000	-0,026		416636,827	7306914,726	4,974
Ry16	215,990	5,000	-0,009		416636,083	7306915,376	4,991
Ry17	216,227	5,000	0,017		416635,304	7306916,037	5,017
Ry18	216,339	5,000	0,029		416634,560	7306916,676	5,029
Ry19	215,842	5,000	0,077		416635,204	7306917,442	5,077
Ry20	215,577	5,000	0,059		416635,983	7306916,754	5,059
Ry21	214,975	5,000	0,014		416636,748	7306916,114	5,014
Ry22	214,243	5,000	0,027		416637,481	7306915,462	5,027
Ry23	213,483	5,000	-0,006		416638,240	7306914,800	4,994
Ry24	212,709	5,000	-0,064		416639,014	7306914,189	4,936
Ry25	212,071	5,000	-0,031		416639,656	7306914,956	4,969
Ry26	212,840	5,000	0,030		416638,884	7306915,576	5,030
Ry27	213,599	5,000	0,035		416638,125	7306916,235	5,035
Ry28	214,369	5,000	0,062		416637,350	7306916,840	5,062
Ry29	215,031	5,000	0,081		416636,587	7306917,480	5,081
Ry30	215,573	5,000	0,107		416635,785	7306918,212	5,107
Ry31	215,028	5,000	0,147		416636,512	7306918,912	5,147
Ry32	214,411	5,000	0,109		416637,299	7306918,248	5,109
Ry33	213,688	5,000	0,082		416638,037	7306917,599	5,082
Ry34	212,930	5,000	0,044		416638,795	7306916,951	5,044
Ry35	212,144	5,000	0,013		416639,580	7306916,305	5,013
Ry36	211,398	5,000	-0,028		416640,327	7306915,689	4,972

<b>Totalt antall målepunkt:</b>	<b>36</b>
<b>Punkt innenfor krav:</b>	<b>36</b>
<b>Punkt utenfor krav (avvist):</b>	<b>0</b>
<b>Standardavvik:</b>	<b>0,053</b>
<b>Middel:</b>	<b>0,015</b>
<b>Minimum:</b>	<b>-0,080</b>
<b>Maksimum:</b>	<b>0,147</b>
<b>Minimum absolutt verdi:</b>	<b>0,004</b>
<b>Maksimum absolutt verdi:</b>	<b>0,147</b>