

BACHELOROPPGAVE:

TITTEL

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

FORFATTER(E): **Ola Vik Aarseth**
 Lars Drangevåg

Dato: 25.05.10

Sammendrag

Tittel:	Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping
Dato:	25.05.10
Forfattere:	Ola Vik Aarseth Lars Drangevåg
Veileder:	Torbjørn Kravdal
Oppdragsgiver:	Terratec AS
Kontaktperson:	Lennart Flem
Nøkkelord:	Laserskanning, mobile mapping,
Antall sider:	85. Rapport side 1 – 48. Vedlegg side 49 – 85.
Antall vedlegg:	5 (A – E).
Tilgjengelighet:	Åpen

Sammendrag:

I denne oppgaven har vi etter oppdragsgivers ønske testet laserens evne til å detektere bakkenivå under vegetasjon. Oppdragsgiver ønsker å kunne bruke laserdata til å etablere terrengmodeller på hver side av kjørebanen. Vi har besvart oppgaven ved å skanne et testområde og deretter måle inn kontrollpunkter i terrenget med totalstasjon. Vi har deretter sammenlignet laserdataene mot de innmålte kontrollpunktene. Oppgaven legger vekt på hvordan laserdataene gjengir terrengoverflaten. Gjennom arbeidet med oppgaven har vi kommet frem til at laserdataene ikke gir en nøyaktig presentasjon av bakkenivå der vegetasjonen består av tett lyng.



Bacheloroppgave i Geomatikk

Laserskanning fra bil - Mobile Mapping

Høgskolen i Gjøvik, Avd. for teknologi, økonomi og ledelse

Lars Drangevåg & Ola Vik Aarseth

25.05.10

Forord

Som avsluttende hovedprosjekt på linjen *Bachelor i Geomatikk, ved Høgskolen i Gjøvik* har vi fått i oppgave av Terratec AS å kontrollere og dokumentere nøyaktigheten av terrenget utenfor vegbanen ved laserskanning fra bil. Terratec AS ønsker å kunne tilby en modell av terrenget på siden av veibanen til sine kunder. En slik terrengmodell kan forenkle planlegging og prosjektering av nye veikryss, avkjørsler, rørgater og andre installasjoner. Under arbeidet med oppgaven har vi vært to ganger til Engelsviken i Fredrikstad kommune hvor vi har gjennomført skanning med Lynx Mobile Mapper og innmålinger av grid og teststriper med totalstasjon og Smartstation. Arbeidet med oppgaven har vært lærerikt og givende.

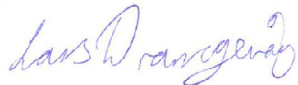
Vi vil gjerne rette en takk til de som har hjulpet oss under arbeidet

- Takk til Terratec AS, herunder en spesiell takk til: Lennart Flem, Halvor Holvik og Anders Lund.
- Takk til Leica Geosystems AS Norge, herunder: Jon Bråten og Runar Yri
- Takk til Høgskolen i Gjøvik, herunder en spesiell takk til vår veileder Torbjørn Kravdal.
- Takk til våre medstudenter for et hyggelig og profesjonelt arbeidsmiljø.

Gjøvik, 25.05.10



Ola Vik Aarseth



Lars Drangevåg

Innhold

1	Innledning.....	8
1.1	Oppgave.....	8
1.2	Oppdragsgiver	9
1.3	Beskrivelse av prosjektet.....	9
1.4	Tidligere arbeid.....	9
1.5	Prosjektets mål	10
1.6	Problemstilling.....	10
1.7	Involverte parter.....	10
1.7.1	Studenter.....	10
1.7.2	Veileder	11
1.7.3	Oppdragsgiver	11
1.8	Arbeidsform.....	11
1.9	Hjemmeside.....	11
2	Prinsipper - Teori	12
2.1	Laser	12
2.1.1	Virkemåte	12
2.1.2	Nøyaktighet	13
2.2	IMU/GPS.....	14
2.3	Etterprosessering	16
2.4	Bilbåren laserskanning som metode	17
3	Utstyr.....	18
3.1	Lynx Mobile Mapper.....	18
3.2	Totalstasjon	21
3.2.1	SmartStation.....	21
3.3	GNSS	22
3.4	Programvare	23
3.4.1	Gemini Oppmåling.....	23
3.4.2	Gemini Terreng.....	23
3.4.3	Pointcloud CAD.....	23
3.4.4	Trimble Planning.....	24
4	Utførelse.....	25
4.1	Planlegging	25
4.2	Skanning	26

4.3	Egne målinger	27
4.4	Databehandling	29
4.4.1	Punktsky	29
4.4.2	Egne innmålte data.....	33
4.4.3	Sammenligning	33
5	Metode	35
5.1	Metodevalg.....	35
5.1.1	Skanning	35
5.1.2	Egne innmålinger.....	36
5.1.3	Sammenligning	37
5.2	Alternative metoder	38
5.2.1	Laserskanning	38
5.2.2	Egne innmålinger.....	38
5.2.3	Sammenligning	39
6	Resultater	40
6.1	Beskrivelse av funn og resultater – hva som er gjort	40
7	Diskusjon av resultater	45
8	Konklusjon	46
9	Litteraturliste.....	47
10	Vedlegg.....	48
10.1	Oversikt over vedlegg.....	48
10.2	Vedlegg A – Resultater	49
10.3	Vedlegg B – Prosjektplan	60
10.4	Vedlegg C – Prosjektlogg	72
10.5	Vedlegg D – Møtereferater	73
10.5.1	Terratec	73
10.5.2	Torbjørn Kravdal – Veileder.....	74
10.6	Vedlegg E – Innmålingsrapport	75

Figurliste

Figur 1: Illustrasjon over laserens virkemåte	12
Figur 2: Illustrasjon av den bakerste antennens plassering	15
Figur 3: Arbeidsgang for bilbåren laserskanning	17
Figur 4: Bilen til Terratec AS, satt opp med Mobile Mapper	18
Figur 5: Mobile Mapper, med riggen nede	18
Figur 6: Illustrasjon over plassering av lasere, kameraer og GNSS antenne, vist med tillatelse fra Optech Inc.	19
Figur 7: Illustrasjon av 360° skanning. vist med tillatelse fra Optech Inc.	20
Figur 8: Oppstilling av Leica SmartStation i testområde	21
Figur 9: Oppstilling av base til Mobile Mapper	22
Figur 10: Innmåling av testpunkter med totalstasjon	28
Figur 11: Testpunktene med avgrensning i Gemini Oppmåling	29
Figur 12: Skjermdump fra Gemini Terreng, der punktskyen har feil høyde	30
Figur 13: Skjermdump fra Pointcloud CAD 2010, sett fra oversiden av veien.	30
Figur 14: Skjermdump fra Gemini Terreng, viser tilpasset punktsky og innmålte punkter.	31
Figur 15: Illustrasjon av ene siden i testområdet, med bilde og i punktsky	32
Figur 16: Innmålte punkter i Gemini Oppmåling, med siktepunkt for orientering.	33
Figur 17: Nærbilde fra Gemini Terreng, innmålte punkter i rødt	34
Figur 18: DOP-verdier for dagen der skanningen ble utført.	35
Figur 19: DOP-verdier for dagen vi målte inn testpunkter	37
Figur 20: Beskrivelse av stripene med testpunkter	40
Figur 21: Oversiden av vegen.	41
Figur 22: Nedsiden av vegen.	41
Figur 23: Illustrasjon over differanse mellom testpunkter og laserdata i stripe 1	43
Figur 24: Illustrasjon over differanse mellom testpunkter og laserdata i stripe 7	45

Tabeller

Tabell 1: Tekniske data for Lynx Mobile Mapper, gjengitt med tillatelse fra Terratec.	19
Tabell 2: Oversikt over differansen i høyde mellom testpunkter og tilsvarende laserpunkter i stripe 1.	42
Tabell 3: Oversikt over differansen i høyde mellom testpunkter og tilsvarende laserpunkter i stripe 7.	43

1 Innledning

1.1 Oppgave

Hovedprosjektet inngår som emne i det treårige geomatikk-studiet ved Høgskolen i Gjøvik. Emnet består av 20 studiepoeng per deltakende student. Målet med oppgaven er å bruke samt tilegne seg kunnskap knyttet til flere av temaene i studiet.

Bacheloroppgaven skal i henhold til emnebeskrivelsen integrere viktige deler av studiets faglige innhold og avslutter studentens studieprogram. Med oppgaven skal vi vise evne til å jobbe selvstendig og evne til å gå i dybden på avgrensede problemstillinger. Vi skal også vise forståelse for metodisk arbeid, evne til refleksjon og vitenskapelige vurderinger (Emnebeskrivelse, 2010).

Etter arbeidet med bacheloroppgaven skal vi ha tilegnet oss kompetanse til å:

- Planlegge og utføre en selvstendig oppgave.
- Finne mulige og realistiske løsninger og dokumentere disse med sine fordeler og ulemper.
- Velge beste løsning og dokumentere valgets resonnement.
- Forstå fordeler og ulemper med arbeid i grupper.
- Forstå viktigheten av god planlegging og oppfølging.
- Vurdere alternative arbeidsformer, deriblant en metode- og problemorientert arbeidsform.
- Presentere oppgaver/prosjekter på ulike måter.

Ved valg av oppgave tok vi kontakt med Terratec AS, som gjerne så at vi undersøkte nøyaktighet ved laserskanning fra bil. Denne type skanning er forholdsvis nytt, og det foreligger lite forskning og oppgaver rundt dette temaet. Oppdragsgiver utfører per i dag oppdrag knyttet til skanning av veier, men vil på sikt tilby 3D-modeller av terrenget utenfor veien, og ønsker i den anledning en analyse på hvilken nøyaktighet som kan forventes ved den type skanning. Oppgaven utføres ved Høgskolen i Gjøvik, med Terratec AS som oppdragsgiver.

1.2 Oppdragsgiver

Vår oppdragsgiver er Terratec AS. Firmaet ble startet i 2004 og er en videreføring av kartleggings- og flyfotoaktivitet i Fjellanger Widerøe. Terratec AS har i dag 65 ansatte og arbeider innenfor fagområdene: Geodesi og landmåling, innsamling av data ved bruk av fly og helikopterbårne sensorer, fotogrammetri, DTM og ortofotoproduksjon, 3D, spesialprogramvare som TerraPos, TerraFly og andre nisjeprodukter (Terratec, 2009).

1.3 Beskrivelse av prosjektet

Det har den siste tiden blitt mer vanlig å bruke laser oppsatt på bil for innmåling av veger, tunneller og lignende. Laser oppsatt på bil er et nytt og spennende konsept, og det finnes forholdsvis lite litteratur om temaet. Det er vanlig at lasermålingene strekker seg opp til 25 – 30 meter utenfor vegbanen på hver side. Det har vært ønsker fra bransjen å kunne bruke disse dataene til en detaljert terrengmodell på hver side av vegen. Dette vil til eksempel kunne gjøre vegplanlegging og vedlikehold av veggrofter og lignende enklere.

Det som er ønsket fra oss, er en analyse på hvor nøyaktig systemet er utenfor veien, det vil si 25 meter fra midtstripen. Vi har i samarbeid med oppdragsgiver blitt enig om at dette best kan gjøres ved å etablere soner eller tverrsnitt i forskjellige typer terreng og vegetasjon langs en vei. Oppdragsgiver ser helst at etterprosesseringen blir utført av deres operatør, slik at vi mottar ferdig prosesserte punktskyer for sammenligning med våre data. Dette grunnet komplisert programvare som vi ikke har tilgang til på skolen. Det er heller ikke selve behandlingen i programvaren som er interessant å se på i denne oppgaven.

1.4 Tidligere arbeid

Bilbåren laserskanning er en relativt ny metode, og det er ikke produsert så mye stoff som omhandler dette temaet. Mye av teknologien som benyttes er også kjent fra andre metoder, laserteknologien ved skanning fra bil er mye tilsvarende bakkebaserte skannere, og posisjonsteknologien bygger på de samme prinsippene som for flybåren skanning. Imidlertid finnes det noen oppgaver innen emnet, deriblant en oppgave fra *School of Civil Engineering and Geosciences* i Newcastle som tar for seg geometrisk kvalitet på det mobile skannersystemet *Streetmapper*.

Det finnes også en del mindre skriv som omhandler temaet, men dette begrenser seg ofte til artikler. I tillegg har produsenten av skanneren som brukes i denne oppgaven, Optech Inc., publisert noe nyttig materiale. Vi har ikke kunnet finne noen norske studentoppgaver rundt temaet, og heller ingen utenlandske bortsett fra den i Newcastle. Generelt finnes det lite om dette på norsk, kun enkelte notiser i bransjeforum og det som er publisert av Terratec AS.

1.5 Prosjektets mål

Målet med oppgaven er å oppnå en analyse på hvor nøyaktig systemet er utenfor veien, det vil si 25 meter fra midtstripen. Dette i tråd med ønsker fra oppdragsgivers kunder, som på sikt ønsker en terrengmodell av terrenget utenfor veien. I den forbindelse trenger oppdragsgiver å vite om laserpulsene har tilstrekkelig gjennomtrengning gjennom gress, lyng og busker for å utarbeide en tilfredsstillende modell av terrengoverflaten, upåvirket av vegetasjon.

1.6 Problemstilling

Oppdragsgiver ønsker å kunne etablere en terrengmodell av terrenget som ligger i tilknytning til en veistrekning. Kvaliteten på den type skanning er ukjent, derfor skal vi undersøke hvilken nøyaktighet den bilbårne laserskanneren kan levere mot forskjellige typer vegetasjon.

1.7 Involverte parter

1.7.1 Studenter

Lars er 22 år og kommer fra Røldal i Hordaland. Begynte å studere geomatikk etter å ha fullført allmenne fag på videregående skole og førstegangstjeneste.

Ola er 23 år og kommer fra Volda i Møre og Romsdal. Har tidligere gått allmenn, økonomi og administrative fag på Volda Videregående. Gikk ett år på Innovasjon og entreprenørskap i Bø i Telemark før han begynte på Bachelor i Geomatikk på Høgskolen i Gjøvik.

1.7.2 Veileder

Vår veileder er Torbjørn Kravdal, Torbjørn er høghskolelektor hos Høghskolen i Gjøvik og arbeider i seksjon for Geomatikk, Avd. for teknologi, økonomi og ledelse.

1.7.3 Oppdragsgiver

Fra Terratec AS har Lennart Flem vært vår kontaktperson. Vi har også hatt mye kontakt med operatør Anders Lund.

1.8 Arbeidsform

Arbeidet med oppgaven er grovt sett delt inn to deler, en periode fra januar til april der vi jobbet med teori og bakgrunn, før vi endelig kunne begynne med det praktiske i starten av april. Gruppen har gjort alle praktiske oppgaver sammen, samtidig som hvert gruppemedlem har fått ansvaret for å skrive forskjellige deler av rapporten. Data fra innmålinger har blitt lagret på fellesdisk hvor gruppemedlemmene har lik tilgang. Programvaren har for ordens skyld blitt installert på kun en maskin. Gruppen har tilstrebet et systematisk arbeid med oppgaven og kontinuerlig utarbeidet lister over gjøremål for de enkelte uker og dager.

1.9 Hjemmeside

I retningslinjene for skriving av bacheloroppgave står det at hver gruppe skal etablere en nettside. Nettsiden er etablert av IT-tjenesten, men innholdet på nettsiden må utarbeides av studentene selv. Nettsiden skal inneholde informasjon om prosjektets tittel, deltakere, en kort beskrivelse av prosjektet, oppdragsgivers navn og adresse, kontaktperson, telefon og e-postadresse og informasjon om gruppens veileder. Nettsiden er opprettet og inneholder også logg og bilder av arbeidet som er gjort. Det er også mulig å laste ned prosjektplan og prosjektrapport i PDF format.

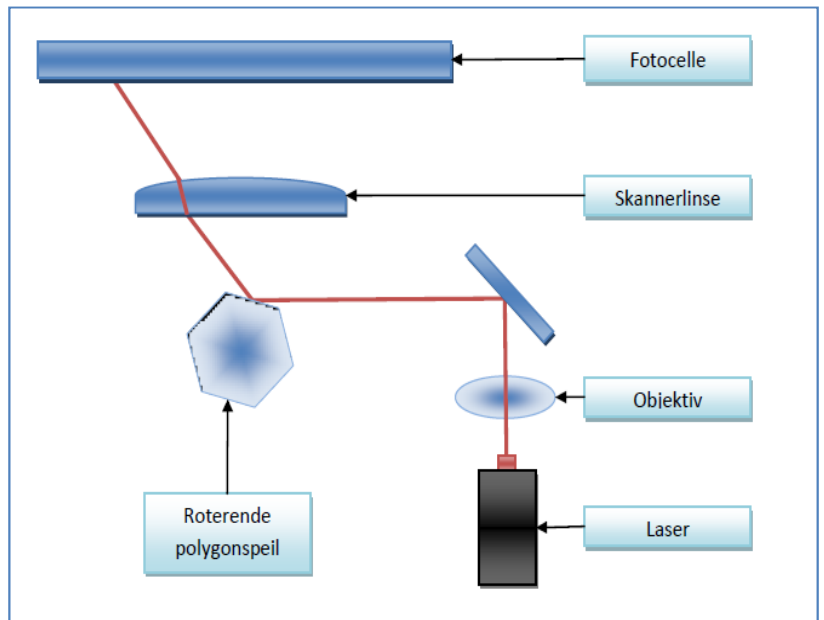
Nettsidens webadresse: http://hovedprosjekter.hig.no/v2010/tol/geo/laser_bil/

2 Prinsipper - Teori

2.1 Laser

2.1.1 Virkemåte

Laserskanning gjøres ved at kontinuerlige strømmer av lyspulser sendes mot et objekt og spres utover ved hjelp av et speil med en sveipemekanisme. Når lyspulsene treffer et objekt reflekteres en del av disse tilbake til skanneren; ved hjelp av en mottaker samles lyset opp. Idet lyset sendes ut registreres retningen på hver stråle, og når deler av denne strålen returnerer, registreres tiden som strålen har brukt frem og tilbake.



Figur 1: Illustrasjon over laserens virkemåte

Når man kjenner retning og avstand på hver stråle kan man sammen med skannerens posisjon beregne posisjon og høyde på punkt i overflaten som skannes. Ved skanning fra bil blir skannerens posisjon beregnet ved hjelp av satellittbasert posisjonsbestemmelse. Den vanligste måten å posisjonere bakkebaserte skannere på er imidlertid ved å inkludere målskiver, med kjent posisjon, i det skannede området.

Ved skanning fra bil blir det brukt en metode kalt "matching". Ved matching bruker man for eks. midtstripene i vegbanen (eller andre lett gjenkjennelige objekter). Ved laserskanning fra bil kjøres ruten alltid frem og tilbake slik at matching er gjennomførbart. Matching er noe som utføres i tillegg til at posisjonen blir beregnet ved hjelp av satellittbasert posisjonsbestemmelse. Resultatet av en laserskanning er en punktsky; denne består av en mengde punkter som alle er bestemt i tre dimensjoner (X, Y, Z). Kort sagt produserer altså en laserskanner et bilde av omgivelsene, bestående av avstander og retninger til en mengde punkter (Skår, Drangevåg, Strand & Hansen, 2010).

2.1.2 Nøyaktighet

Nøyaktigheten som kan forventes av en laserskanner kan knyttes til flere forhold.

Vinkel

Nøyaktigheten avhenger av at returpulsene får korrekt avlesning. Vinkelavlesningen kan bli upresis over tid, og det får store følger for nøyaktigheten til de tredimensjonale koordinatene. Derfor er det viktig at denne avlesningen kontrolleres med jevne mellomrom.

Avstand

Avstanden vil stort sett være presis, og ikke føre til signifikante avvik på skann opp til 100 meter. Imidlertid må også denne kontrolleres med jevne mellomrom, da det kan ha oppstått feil på skanneren.

Oppløsning

Oppløsning henger sammen med antall punkter per sekund, det vil si punktetthet, som måles i hertz. Skanneren som er brukt i denne oppgaven kan registrere opp til 200 000 punkt per sekund eller 200 KHz, og til sammen 400 000 punkt per sekund da systemet består av to skannere. Med 2x200 KHz som frekvens blir oppløsningen høy og nøyaktigheten god.

Ytre påvirkninger

Dersom temperaturgrensen overskrides, kan det få konsekvenser for nøyaktigheten. Imidlertid er skannerens virkeområde innen temperatur veldig stort, og det er sjelden man vil komme ut for mer ekstreme temperaturer. Skanneren som brukes i denne oppgaven kan operere i temperatursjiktet -20 °C - +40 °C.

Refleksjon

Forskjellige objekter gir ulik refleksjon. Noen overflater, spesielt dersom de er glatte, kan gi så dårlig refleksjon at det påvirker resultatet. Dette kan til en viss grad korrigeres for ved å definere hvor mange returpulser som skal registreres, men normalt vil ikke dette ha stor betydning for den type skanning som utføres med Mobile Mapper. Skanning bør ikke utføres dersom vegbanen er våt, da fuktigheten medfører en svært ufordelaktig refleksjon.

Hjørneeffekt

En vanlig feilkilde i laserskanning kalles hjørneeffekt. Denne effekten oppstår når fotavtrykket på en laserpuls deles på et objekt. Dette har liten betydning for skanning av vei og andre entydige objekter, men kan derimot ha noe innvirkning på fremstillingen av vegetasjon. Man må regne med at punkter deles på forskjellig vegetasjon, hvilket fører til feilaktig refleksjon, eller at refleksjon uteblir. Da fotavtrykket øker i størrelse proporsjonalt med økende avstand, får denne feilkilden større betydning på lengre distanser. (Kwan Lam CHOW 2007)

2.2 IMU/GPS

For å kunne georeferere dataene fra målinger med Lynx Mobile Mapper brukes POS LV IMU/GPS. Dette er et system med integrert treghetsteknologi som er spesielt utviklet for bruk i landbaserte kjøretøy. Systemet er utviklet med tanke på pålitelige posisjoner under vanskelige forhold i urbane miljøer. GNSS teknologi og DMI (Distance Measurement Indicator) er integrert i systemet, men POS LV kan bli brukt sammen med DGPS eller RTK korreksjoner. (Applanix, 2009)

POS LV IMU og DMI opprettholder en nøyaktig posisjon og hastighetsberegning for å kunne redusere potensielle feil og for å oppnå IARTK med centimeterposisjonering.

IMU

Genererer en sann representasjon av bilens bevegelse langs tre akser. Den produserer kontinuerlig nøyaktig posisjons- og orienteringsinformasjon. Det brukes tre akselerasjonsmeter og tre gyroskop for måling og beregning av kjøretøyets akserelasjon og vinkling. Dette er nødvendig for å kunne beregne kjøretøyets bevegelser, plassering, hastighet, akselerasjon, retning og rotasjon.

IARTK

For å oppnå best mulig resultat har systemet et innebygd system av typen IARTK (Inertially-Aided Real Time Kinetic). Ved bruk av en ordinær RTK-løsning vil man ofte få problemer med tvetydighet, spesielt i urbane områder. Dette systemet bidrar ved hjelp av IMU til drastisk å redusere tvetydighet, hvilket er essensielt for å oppnå god kvalitet på målingene i områder hvor GNSS signalene er kraftig redusert. Resultatet er høy presisjon og minimal nedetid.

DMI

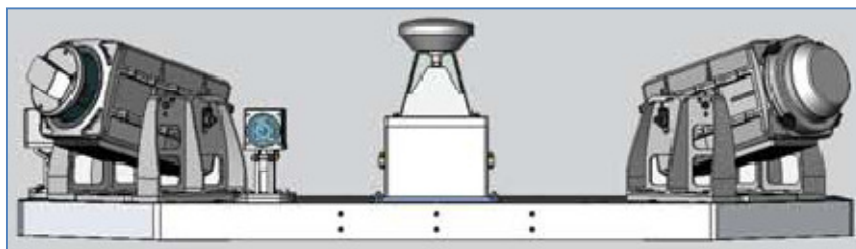
Beregner hjulets rotasjon og er en viktig faktor i beregningen av kjøretøyets posisjonering. Bevegelsen i hjulet skaper en elektrisk puls som blir regnet om til en distanse. Det er to måter å beregne hjulets reiste avstand på, enten ved å bruke bilens integrerte elektronikk eller ved å bruke en ekstern sensor montert på hjulet. DMI fungerer også som en hastighetssensor som brukes til å redusere potensielle hastighetsfeil i IMU, dette er spesielt viktig ved brudd i GNSS beregningene, og til å registrere om kjøretøyet står stille. DMI gir en merkbar forbedring av posisjonsbestemmelsen ved brudd i GNSS beregningene.

PCS

POS Computer System muliggjør mottak og beregning fra så lite som en enkelt satellitt. Dette kan beregnes direkte i systemet og bidrar til relativ nøyaktig posisjonsdata i områder med uregelmessige eller ingen GNSS- signal.

GPS Antenner

Det brukes to GPS antenner for observasjon av rådata. På bildet under vises plasseringen av den ene antennen. Den andre antennen står i front på rampen, da det er fordelaktig at antennene har en viss avstand i mellom seg, for best mulig orientering i forhold til hverandre.



Figur 2: Illustrasjon av den bakerste antennens plassering

2.3 Etterprosessering

Etter at man har utført skanning, må laserdataene kjøres gjennom en rekke prosesser for å bli fullstendige. Under skanning lagres ikke punktskyene sammen med ferdig og korrigert informasjon i sanntid. Punktene tilføres fortløpende posisjon fra GNSS-antennene på bilen, men korreksjonene fra basestasjonen påføres først i ettertid. Disse ligger i en egen fil, det gjør også internposisjons-dataene fra IMU.

Sammen tas de inn i et program som kalles POS PAC MMS, der de kombineres i en SBET-fil og dermed tilføres korreksjoner til internposisjonsdataene. Deretter tas SBET-filen inn i DASHMAP, sammen med en fil bestående av kalibreringsparametre og RAW-filene som er eksportert fra laseren og inneholder alle registrerte punkt. Så tas det hele inn i Bentley Microstation, der man med applikasjonsprogrammet TerraSolid kan utføre georeferering, matching samt legge på bilder og lage filmklipp av den ferdige punktskyen.

2.4 Bilbåren laserskanning som metode

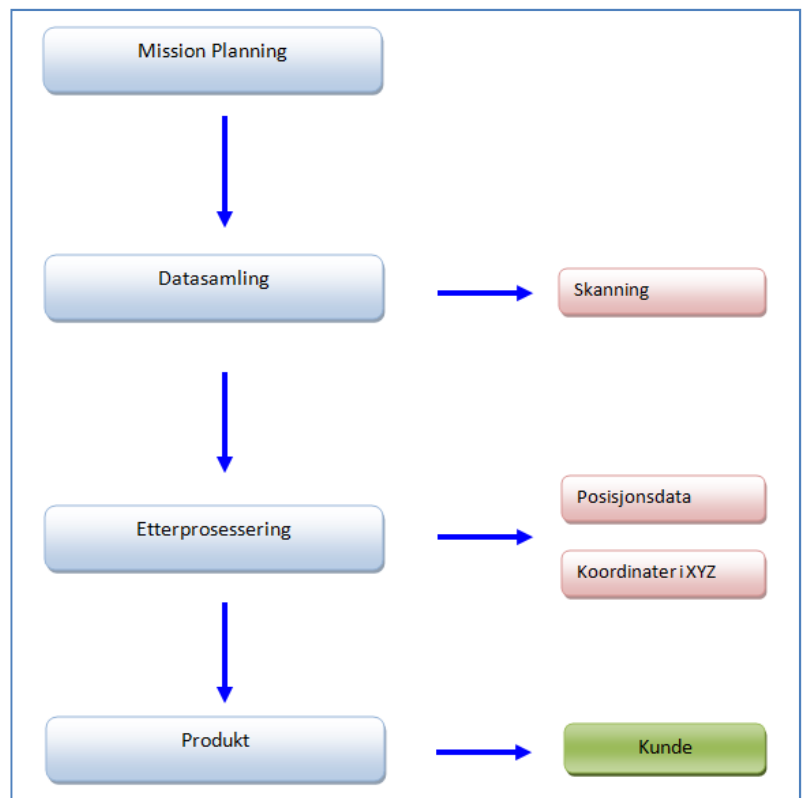
Laserskanning som metode har i en tid vært benyttet til topografisk kartlegging og innsamling av punktskyer. I Sverige tok man i bruk flybåren skanning i 1993, noen år før man begynte i Norge. Bakkebasert laserskanning ble tatt i bruk rundt 2003-2004 her i landet.

Denne metoden kan anvendes til en rekke formål, først og fremst tilknyttet industri og innmåling av installasjoner i offshoreindustrien, men også til anleggsvirksomhet.

Bilbåren skanning fungerer i prinsippet på samme måte som flybåren, med tanke på posisjoneringssystemer og georeferering. Bilbåren skanning har ikke vært benyttet så lenge, og for mange er det ukjent hvilke muligheter denne metoden tilbyr (Ussyshkin, 2009).

Bruksområder kan være:

- Veikartlegging
- Tunnel
- By modellering
- "As built" dokumentasjon
- Dokumentasjon på byggeplasser
- DTM og masseberegning
- Kraftledninger
- Vegetasjonskartlegging



Figur 3: Arbeidsgang for bilbåren laserskanning

3 Utstyr

3.1 Lynx Mobile Mapper

Lynx Mobile Mapper produseres av Optech Inc., et firma i Ontario, Canada. Optech Inc. har jobbet med lasere i over 35 år og tilbyr tjenester innen blant annet terrestrisk, marin og industriell oppmåling.

Produsenten mener at Lynx Mobile Mapper representerer neste generasjon av systemer for innsamling av 3D data. Systemet kombinerer det siste innen laserteknologi og navigasjon og består av to laserskannere som dekker 360°, i motsetning til det konkurrerende systemet Streetmapper som ikke skanner i 360°. Systemet er også satt opp med fire kameraer som tar inntil fem bilder per sekund. To kameraer peker fremover, mens de to andre kan justeres i den retning som er ønskelig i det aktuelle prosjekt. Systemet er i stand til å måle inn alle detaljer langs kjøreruten med laser (Optech, 2009).



Figur 4: Bilen til Terratec AS, satt opp med Mobile Mapper

Laserskannerne er satt opp på en rigg som er montert på taket. Elevasjonen på riggen kan justeres, slik at høyden over bakken kan tilpasses området som skal skannes. Høy posisjon vil ofte være gunstig for måling over kanter og over vegetasjon som ligger nært vegen. Mobile Mapper er utstyrt med INS/IMU som kombinert med GPS sørger for georeferering, se kapittel 2.2.



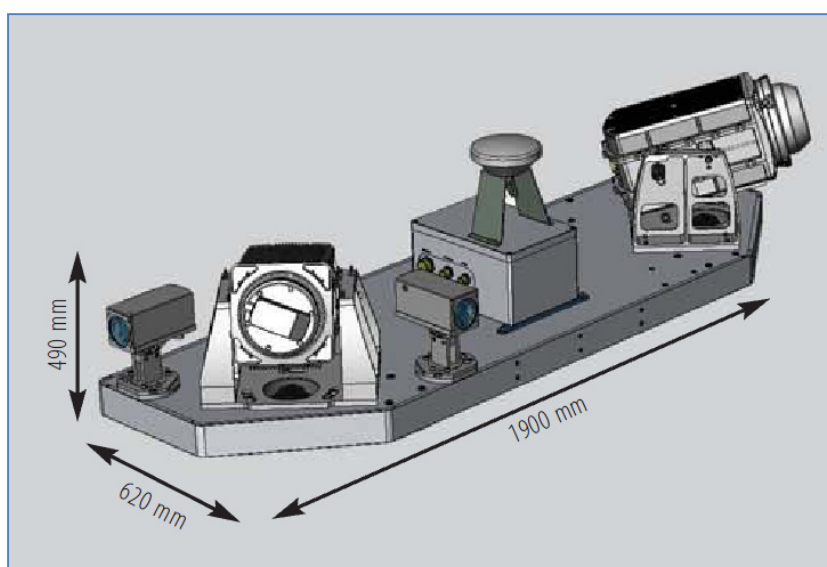
Figur 5: Mobile Mapper, med riggen nede

På taket er også GNSS-antennene plassert, en foran og en bak.

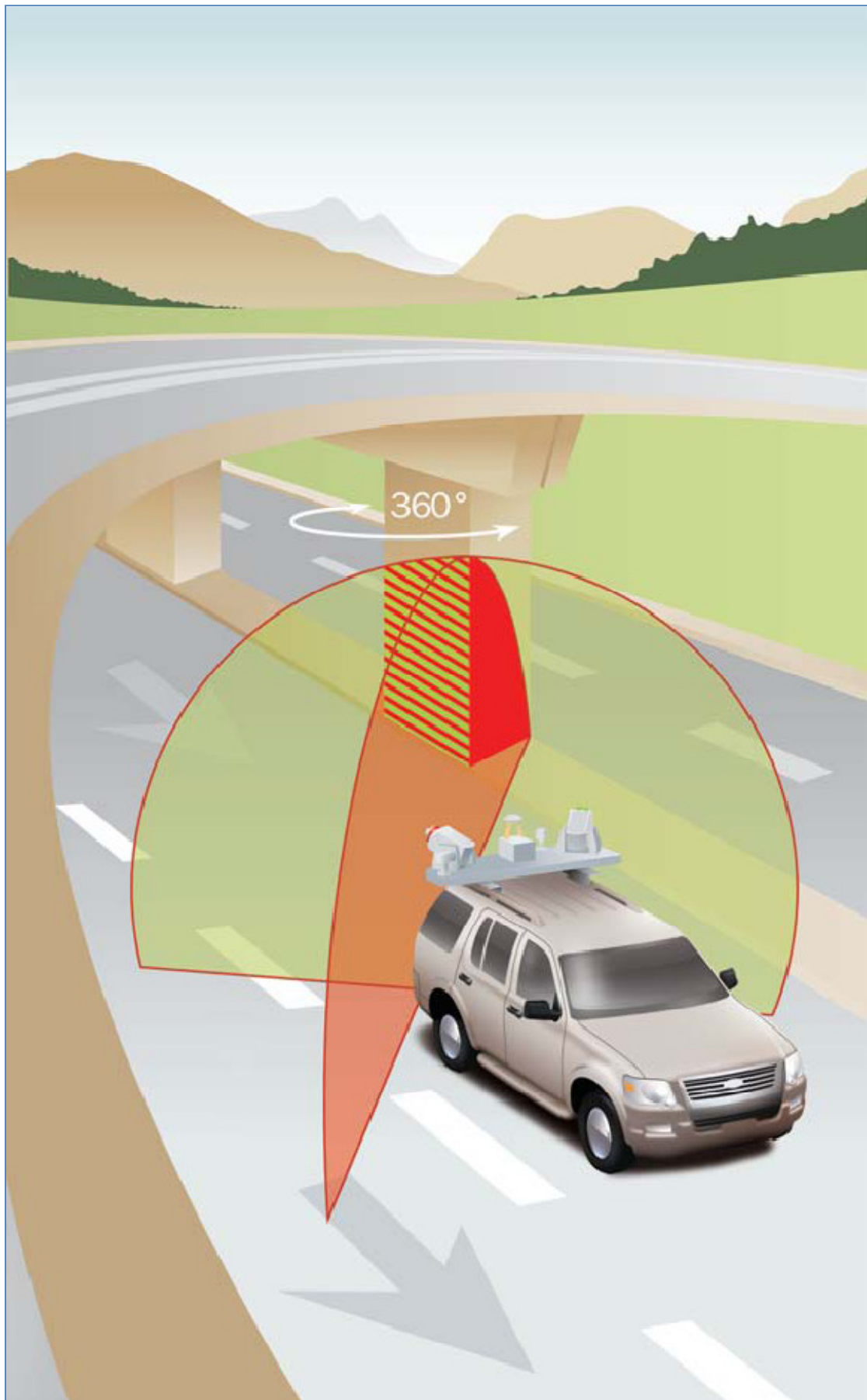
Systemet kan monteres på de fleste kjøretøy. Begrensningen er plassen utstyret krever og det vil derfor være fordelaktig å velge en stor bil. Selve bilen er kjøpt inn av Terratec AS og er ombygd i nært samarbeid med Handicare AS. (Terratec, 2009)

Tabell 1: Tekniske data for Lynx Mobile Mapper, gjengitt med tillatelse fra Terratec.

Tekniske data	
Maks avstand	>100 meter
Datainnsamling	Opp til 100 Km/t
Absolutt nøyaktighet uten matching	Bedre enn +/- 5cm (med god GPS)
Absolutt nøyaktighet med matching	Ned mot 1cm
Relativ nøyaktighet (punkt til punkt)	+/- 8mm
Posisjonering/ Orienteringssystem – POS	Applanix POS LV 420
Skannerdekning	360° uten obstruksjoner
Skannerhastighet	9000 RPM
Målehastighet	Opp til 100 000 punkter i sekundet, per skanner
Antall registrerte returer	4 (1, 2, 3 og siste puls)
Sensorer	2 skannere
Kamera	4 kamera
Virkeområde, temp.	-20°C til 40°C
Eye safety	IEC/ CDRH Class 1



Figur 6: Illustrasjon over plassering av lasere, kameraer og GNSS antenne, vist med tillatelse fra Optech Inc.



Figur 7: Illustrasjon av 360° skanning. vist med tillatelse fra Optech Inc.

3.2 Totalstasjon

I utførelsen av oppgaven har vi brukt en Leica Viva totalstasjon, som tilhører aller nyeste produktserie fra Leica. En totalstasjon kombinerer målingen av vinkler og avstander, og kan brukes til å sette ut nye punkt, og måle inn eksisterende punkt som for eksempel detaljer på bygninger. Dersom totalstasjonen etableres ved et godt grunnlagsnett, kan det oppnås en standardavvik ned i 1mm.

3.2.1 SmartStation

Leicas nyeste produktserie gir brukeren muligheten til å kombinere totalstasjon og GNSS. Slik kan man, ved målinger som ikke krever best mulig nøyaktighet, slipper å etablere totalstasjonen ved bruk av fastmerker. I mange tilfeller medfører dette at man sparer mye tid. For å ta i bruk SmartStation, tar man av håndtaket på toppen av totalstasjonen og setter på et håndtak der man kan skru fast GNSS-antennen. Dersom satellittforholdene tillater det, kan man nå få stasjonens posisjon uten å sikte til tre kjente punkt. Likevel må man sikte til ett kjent punkt for orientering.

Antennen og totalstasjonen kommuniserer via Bluetooth.



Figur 8: Oppstilling av Leica SmartStation i testområde

3.3 GNSS

For etablering av kjentpunkt har vi benyttet Leica Viva GNSS til RTK(*real time kinematic*)-målinger. Ved slike målinger mottar antennen signaler fra både GPS(*Global Positioning System*) og GLONASS(*Global Navigation Satellite System*). For korreksjonssignaler benyttet vi CPOS fra Statens kartverk, en tjeneste som gir en virtuell basestasjon i nærheten av hvor roveren er i drift. Nøyaktigheten ved bruk av CPOS kan i beste fall forventes til å være ca 2-3 cm.

Ved innmålingene som ble gjort med Lynx bilen brukte vi en Topcon basestasjon. Denne ble brukt til statisk innmåling og etterprosessert av Terratec AS.



Figur 9: Oppstilling av base til Mobile Mapper

Før vi dro av sted til Engelsviken benyttet vi Statens Kartverks sin tjeneste, Norgesglasset. Siden de punktene som er listet i fastmerkeregisteret i noen tilfeller har dårlige siktforhold fant vi frem til et utvalg av aktuelle kjentpunkt som basen kunne stilles opp i. Vi endte opp med å bruke stamnettpunktet OE29 Engelsviken (G37T0670). Området hadde lite skog og god sikt.



OE29 ENGELSVIKEN

G37T0670

Nord:	6569410,626
Øst:	599479,037
Sone:	32
Orto. høyde:	17,489
Ell. Høyde:	56,072
Kval. XY (m):	0,03
Kval. H (orto):	0,05

IDENTISK MED KOM. PP. 937 I TIDLIGERE ONSØY KOMMUNE. CA. 20M ØSØ FOR VEI OG 5M OVER VEIBANEN. PÅ NORDVESTSIDEN AV FJELLKNAUS 20M N FOR HØYESTE PUNKT.

(Statens kartverk, 2010)

3.4 Programvare

3.4.1 Gemini Oppmåling

Gemini Oppmåling fra Powel AS er et populært program som benyttes til landmålingsberegninger. Programmet kan brukes til planlegging av måleoperasjoner, samt alle typer kvalitetstester av innmålte data og dokumenteringer. I oppgaven har vi brukt programmet til å få en oversikt over egne innmålte data.

3.4.2 Gemini Terreng

Gemini Terreng fra Powel AS brukes til et stort spekter av oppgaver innen prosjektering, masseberegninger, tegningsproduksjon og visualisering. I vår oppgave har vi brukt programmet til å sammenligne laserdata med innmålte data, selv om programmet ikke er designet med tanke på så store punktmengder.

3.4.3 Pointcloud CAD

Pointcloud CAD 2010 fra MicroSurvey er bygd på samme plattform som 3D-Studio, Solidworks og Microstation, og gir brukeren muligheten til å utføre et stort antall forskjellige analyser og renderinger på en punktsky. Programmet er helt nytt, og vi har prøvd å benytte det i oppgaven. Til å behandle punktskyer er programmet meget godt egnet, imidlertid

lykkes vi ikke med å finne en måte å sammenligne innmålte data med. Det kreves også mye tid for å bli kjent med et så omfattende program.

3.4.4 Trimble Planning

Trimble Inc. sitt planleggingsverktøy gir ved hjelp av nedlastbare almanakker brukeren mulighet til å forutsi satellittforhold i fremtiden. Programmet er gratis og kan lastes ned fra Trimble sine nettsider. Vi brukte programmet til å forutse satellittforholdene på punktet hvor basen ble stilt opp og på stedet hvor våre egne innmålinger ble gjort. Programmet har funksjoner som blant annet lar brukeren velge flere områder på samme tid. Dette gjør at man kan bestemme når man skal utføre målingene på bakgrunn av to forskjellige punkt. Dette kan være nyttig dersom man har to mottakere i to forskjellige områder samtidig. Programmet viser også på en enkel måte forventet himmelplokk, DOP verdier og synlige satellitter (Trimble, 2009).

4 Utførelse

4.1 Planlegging

For å kunne gjennomføre laserskanningen, var vi avhengige av et tørt og snøfritt område. Dette viste seg å være vanskelig å finne, da denne vinteren ble helt spesiell i forhold til kulde og snø. Det ble derfor vanskelig å planlegge konkret hvor og når skanningen skulle utføres. Vi fulgte kontinuerlig med på en tjeneste fra Meteorologisk institutt, SeNorge.no, som presenterer værdata om blant annet snødybde og smelting.

Imidlertid akselererte snøsmeltingen i påsken, og i uken etter påske var det klart at snøen var mer eller mindre helt borte sør i Østfold. I utvelgelsen av testområde måtte vi også ta hensyn til om det forelå stamnettpunkter i nærheten. Litt vest for Fredrikstad, i Fredrikstad kommune, fant vi et område ved kysten som hadde tilstrekkelig med fastmerker og et godt utvalg med mindre veier der trafikken var begrenset. Etter å ha sjekket med flybilder, kom vi frem til at vegetasjonen i området også var tilfredsstillende i forhold til oppgavens mål.

Vi tok deretter kontakt med Halvor Holvik i Terratec AS, samt Anders Lund, operatør på bilen vi benytter i oppgaven. Bilen skulle til Danmark uken etter, derfor ble vi nødt til å foreta skanningen samme uke. Anders var tilgjengelig, og vi ble enige om å reise nedover på fredagen.

4.2 Skanning

Vi reiste nedover tidlig og møtte Anders i Oslo om morgenen, før vi kjørte nedover i laserbilen. Været var fint, sol og tilnærmet skyfritt. Ifølge almanakken for satellittposisjoner var forholdene best fra 10.40 til 17.30. Dette tok vi hensyn til, og satte opp basestasjon på stamnettpunktet i Engelsvik, samt klargjorde bilen mens vi avventet gode satellittforhold. Vi fant fort en liten strekning som egnet seg meget godt, med mindre bjørketrær og høy bakkevegetasjon. Imidlertid var det en del høy skog som dekket siktlinjen sørover, slik at vi brukte en del tid på flere forsøk for å få gode satellittforhold, det vil si en fixed solution.

Etter det første teststrekket kjørte vi videre mens vi så etter strekninger med bedre sikt sørover. Ved Onsøy golfbane fant vi en strekning med spredt skog, både bjørk og furu, samt en del lyng. I vårt møte med oppdragsgiver ble lyng nevnt som en meget interessant vegetasjonstype, og derfor utførte vi en skanning over et lengre strekk her. Vi utførte også en mindre skanning til i samme område, for å få med flest mulig typer vegetasjon. Området rundt golfbanen lå en del høyere i terrenget, og det var ingen større hindringer for sikten sørover. Dette medførte gode satellittforhold, og skanningen gikk raskt og problemfritt.

Skanningen ble gjort ved at vi kjørte minst to ganger, frem og tilbake, på hvert strekk. Vi valgte å heve laseren til ca en meter opp fra taket. Dette gjøres for å få best mulig dekning nærmest veien, i tillegg blir det bedre satellittdekning da begge antennene på bilen er plassert foran og bak på rampen som laseren står på.

Laseren har mulighet til å skanne med forskjellig hastighet, fra 50 til 200 KHz, det vil si 50 000 – 200 000 punkt per sekund. Vi skannet med både 100 og 200 KHz på alle teststrekningene, i den hensikt å undersøke hvor mye lavere/høyere punkttetthet påvirker gjennomtrengningen i vegetasjonen. Siden det er montert to separate lasere på bilen vil det være mulig å samle inn opp til 400 000 punkt per sekund.

4.3 Egne målinger

Neste steg i oppgaven, etter skanningen, var å gjennomføre egne totalstasjonsmålinger i den hensikt å lage en terrengmodell for sammenligning. Vi satte i gang med planlegging av målingene umiddelbart etter skanningen, disse måtte utføres i løpet av uken etter da skolens utstyr i stor grad ville være opptatt senere.

Under planleggingen av oppgaven kom vi frem til at totalstasjon måtte brukes for å oppnå godt nok resultat. Imidlertid er man da avhengig av et grunnlagsnett bestående av punkter med kjent posisjon som man kan orientere til. Slike punkter forelå ikke i testområdet, og vi vurderte å etablere vårt eget grunnlagsnett. En slik etablering ville gitt oss et meget godt utgangspunkt for gode målinger, men grunnet et begrenset tidsvindu i forhold til disponering av utstyr så vi ingen mulighet til å få gjort det i løpet av den tiden vi hadde til rådighet.

Selv uten grunnlagsnett, vurderte vi fremdeles totalstasjon til å være det beste verktøyet for oppgaven. Vi hadde hørt at skolens nye utstyr, Leica Viva serien, hadde mulighet til å kombinere totalstasjon og GNSS. Se mer om dette i avsnitt 3.2.1. Det kom frem at skolen manglet én adapter/håndtak som antennen skulle stå på, derfor tok vi kontakt med Jon Bråten i Leica Geosystems AS, Oslo, og de kunne låne oss det vi manglet. Vi kjørte innom hos dem på vei til Fredrikstad, og de gav oss like godt en full demonstrasjon av SmartStation-systemet.

For å få best mulig korreksjonssignaler, bestemte vi oss for å sette opp en egen basestasjon på stamnettpunktet vi brukte tidligere, istedenfor å motta korreksjoner fra Statens kartverks CPOS-tjeneste. Egen base til totalstasjon med påmontert GNSS antenne er en metode vi aldri hadde prøvd før, og vi fikk hjelp av Jon Bråten til å sette opp utstyret til denne bruken. Etter å ha satt opp basen på punktet og deretter satt opp SmartStation i testområdet, fikk vi imidlertid problemer med GSM-tilkoblingen fra rover til base. Vi kjørte en del feilsøking uten resultat og forsøkte å sette opp nye tilkoblinger, men problemene vedvarte.

Etter hvert så vi oss nødt til å måle inn totalstasjonens posisjon samt siktepunkt med RTK til CPOS, for deretter å bruke oppstillingsmetoden *kjent baksikt*. Dette medfører at det blir vanskelig å kontrollere kvaliteten på målingene, og man må ta høyde for et avvik på 5 cm i horisontalplan og 8 cm vertikalt (Statens kartverk, 2010). Etter oppstillingen kunne vi begynne med selve innmålingen. Vi begynte på ene siden av veien der vi målte inn et grid på 0,5 x 1 m. Grunnet stigning med påfølgende fall kom vi ikke lenger enn 12 m fra veiskulderen, vegetasjonen besto av åpen furuskog og lyng. For å oppnå et rutenett med noenlunde rette streker benyttet vi målebånd for retningsanvisning.

Deretter målte vi inn et grid på 1 x 1 m på nedsiden av veien. Her kom vi 21 m ut fra veiskulderen, i et terreng med dyp lyng og mose. Det var også noe flatere underlag, slik at vi så det som hensiktsmessig å øke størrelsen på rutenettet. I tillegg målte vi inn et mindre område der vi målte en mengde punkt meget tett. Da begynte det å skumre, og vi rakk ikke å etablere flere testområder før det ble mørkt.

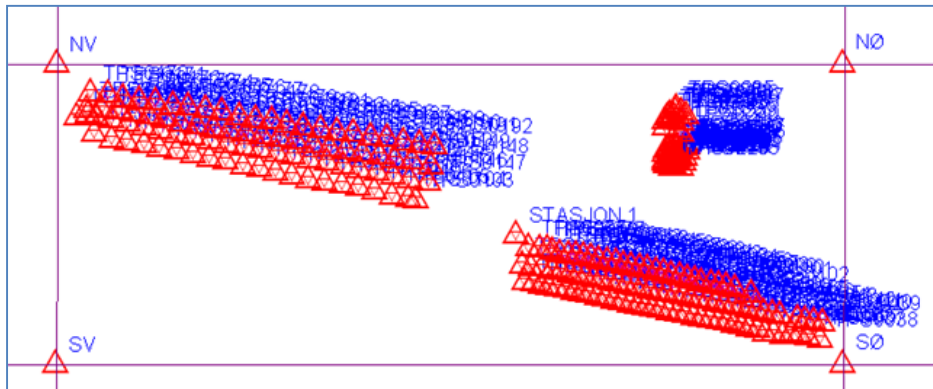


Figur 10: Innmåling av testpunkter med totalstasjon

4.4 Databehandling

4.4.1 Punktsky

Etterprosesseringen av laserdataene ble utført av Anders Lund hos Terratec AS, og vi fikk oversendt dataene på e-post 22.april. Vi hadde på forhånd sendt en e-post der vi spesifiserte det området hvor vi hadde foretatt innmålinger med totalstasjon.



Figur 11: Testpunktene med avgrensning i Gemini Oppmåling

Dataene ble levert til oss i formatene XYZ og LAS. XYZ formatet er et forholdsvis enkelt format og inneholder nord- og øst koordinater i tillegg til høydedata. LAS formatet er mye brukt ved behandling av laserdata og kan importeres i de fleste programvarer beregnet på behandling av laserdata. Siden Gemini ikke støtter LAS formatet, måtte vi definere et eget importformat for å kunne ta inn XYZ-filen. Etter å ha importert punktskyen i Gemini Terreng sammen med våre innmålte data, oppdaget vi at høydene i punktskyen var vesentlig lavere enn høydene i de innmålte dataene. Det viste seg at hele punktskyen lå tilnærmet 20 meter under den egentlige høyden.



Figur 12: Skjermdump fra Gemini Terreng, der punktskyen har feil høyde.

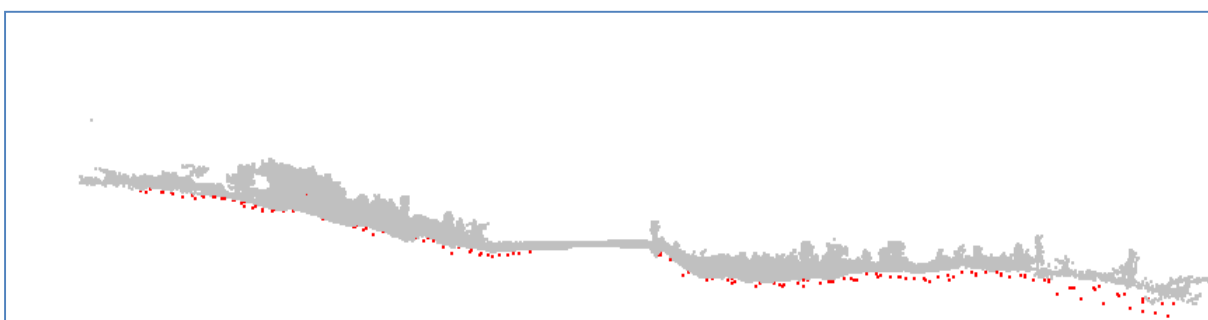
Vi tok kontakt med Terratec AS og forklarte situasjonen. Det viste seg at det var gjort en glipp i etterprosesseringen. Dette lot seg etter hvert ordne og vi fikk tilsendt nye data med riktig høyde 10. mai. De nye dataene ble i tillegg sendt i LAS v1.0 slik at vi kunne importere punktene i det nye programmet fra MicroSurvey, Point Cloud CAD 2010(se mer om PC CAD i avsnitt 3.4.3).

Vi forsøkte å bruke Point Cloud CAD til sammenlikning av punktskyen og totalstasjonsdata, men det var ikke mulig å laste inn laserdata og innmålte punkter i samme vindu. Vi har av den grunn begrenset bruken av dette programmet til å presentere punktskyen.



Figur 13: Skjermdump fra Pointcloud CAD 2010, sett fra oversiden av veien.

Programvaren Cyclone fra Leica ble også prøvd ut, men tilførte ikke oss noe utover det vi gjorde i Point Cloud CAD. Vi endte opp med å bruke Gemini Terreng hvor vi, etter å ha definert et eget import format, på en enkel måte kunne laste inn både KOF- og XYZ-filer i samme prosjekt. Siden punktskyen inneholdt i overkant av 634 000 punkt hadde Gemini problemer med å takle alle sammen som enkeltpunkt. Vi vurderte å ta inn alle punktene som en enkelt punktsky, men da ville vi ikke kunnet ta ut informasjon fra hvert enkelt punkt i punktskyen. Vi valgte derfor å klippe bort elementer av punktskyen som vi ikke trengte. Vi endte da opp med tilnærmet 148 000 punkt. Dette gjorde at vi kunne jobbe i både 2D og 3D i Gemini Terreng uten nevneverdige treghetsproblemer.



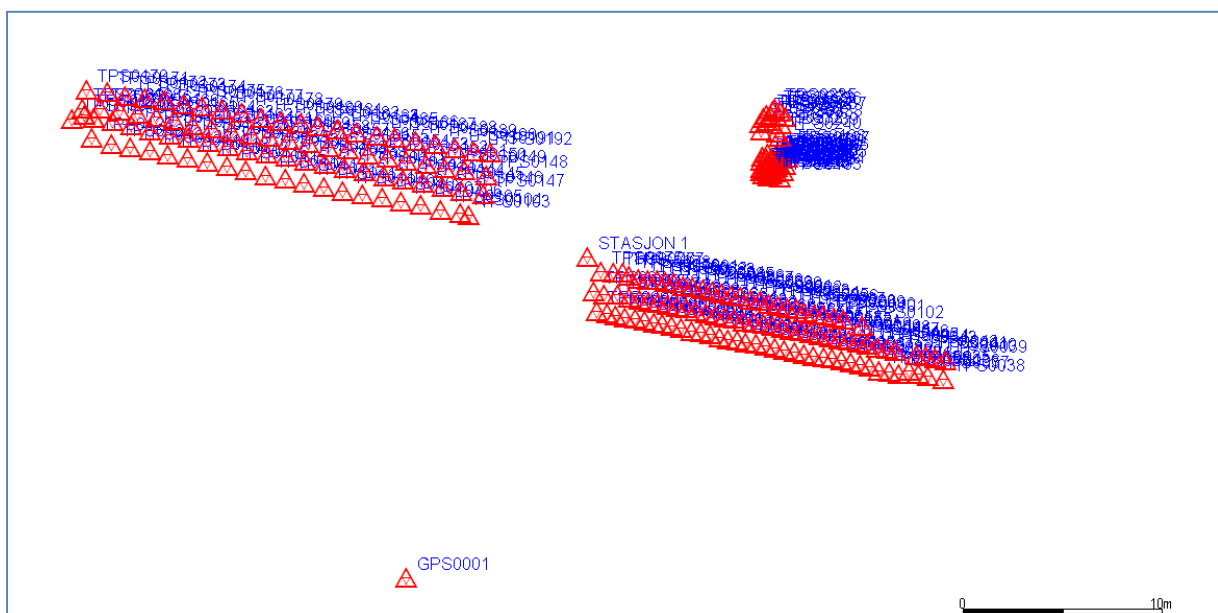
Figur 14: Skjermdump fra Gemini Terreng, viser tilpasset punktsky og innmålte punkter.



Figur 15: Illustrasjon av ene siden i testområdet, med bilde og i punktsky.

4.4.2 Egne innmålte data

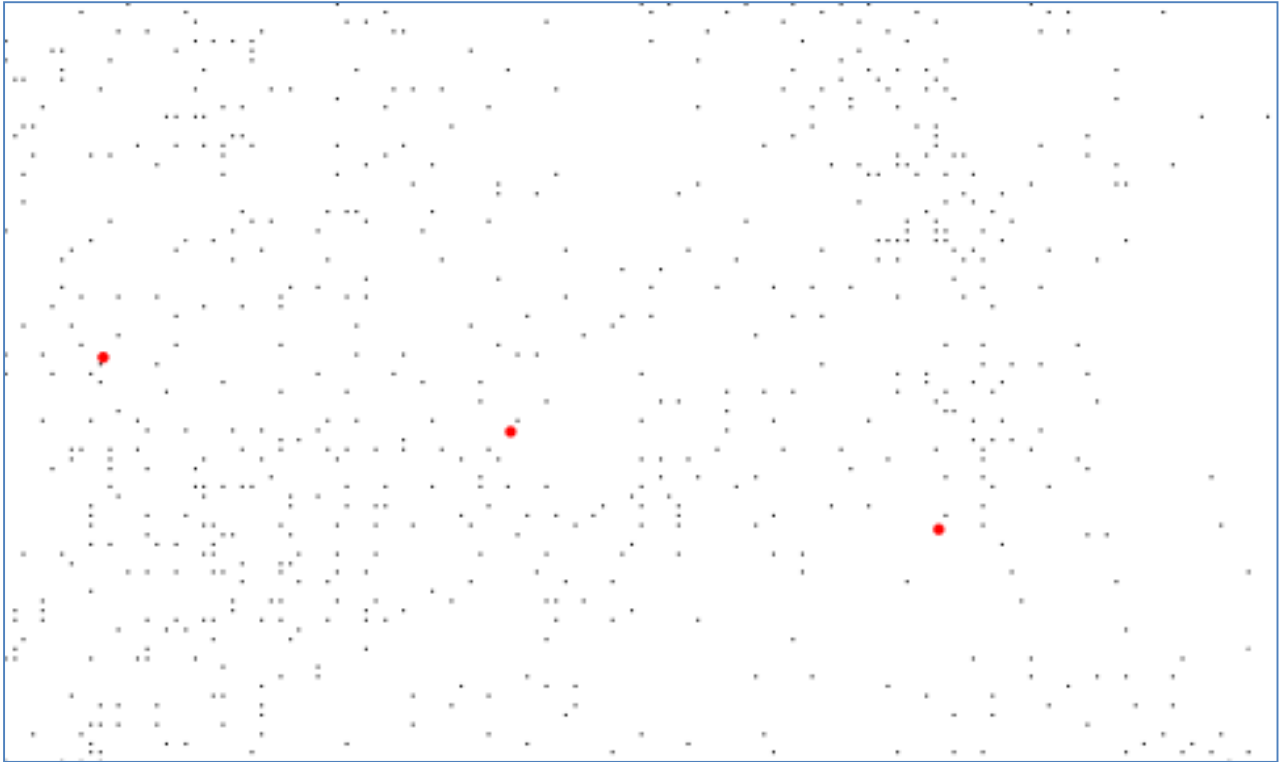
Vi valgte å ta ut dataene fra totalstasjonen i KOF-format. Dette er et format som vi er kjent med fra før og som vi visste kunne tas inn i Gemini uten problem. I tillegg ble målerapporten tatt ut og kontrollert visuelt. Dataene ble først lastet inn i Gemini oppmåling for kontroll og for å skaffe en oversikt over resultatet fra turen. Dataene tok vi så inn i Gemini Terreng for sammenligning med laserdataene. Det viste seg at innmålte data lå rett under laserdataene som forventet.



Figur 16: Innmålte punkter i Gemini Oppmåling, med siktepunkt for orientering.

4.4.3 Sammenligning

Etter importering og klipping av dataene kunne vi begynne med sammenlikningen. Vi har valgt å konsentrere oss om høydeforskjellen mellom innmålte punkt og laserdataene da vi anser dette som mest relevant i forhold til gjennomtrenging av lyng og annen bakkevegetasjon. Siden laserpunktene og de innmålte punktene ikke ligger på nøyaktig samme sted, har vi valgt å bruke det laserpunktet som ligger nærmest det innmålte punktet.



Figur 17: Nærbilde fra Gemini Terreng, innmålte punkter i rødt.

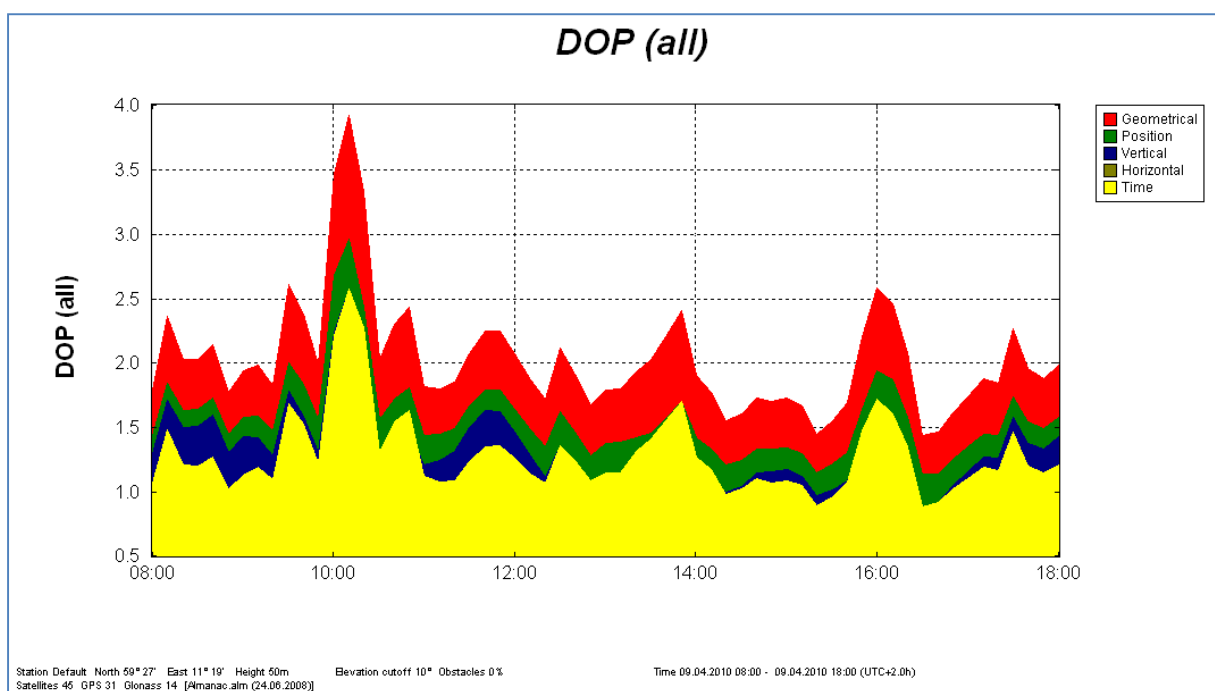
Siden skanningen ble gjort i lav hastighet og med en skannerhastighet på 200 KHz per skanner ligger de fleste av laserpunktene nærmere en 10 cm, og i mange tilfeller nærmere. Stedvis så vi også at nærmeste laserpunkt befant seg relativt langt fra det aktuelle innmålte punktet. Dette kan forekomme der hvor gjenstander/busker eller liknende skygger for laserstrålene. Vi har valgt å ta disse bort i sammenlikningen. Hvert enkelt av de innmålte punktene har fått tildelt sitt tilsvarende laserpunkt. Alle høyder ble så tatt inn i Microsoft Excel hvor vi gjorde en sammenlikning av høydene. Vi har laget grafer som viser hvordan høydene fra laserdataene ligger i forhold til de innmålte punktene. På disse grafene kommer det tydelig frem at laserpunktene ligger over de innmålte punktene. Avstanden i høyde varierer stort sett fra ca. 3mm til godt over en halvmeter. Noen punkt avviker inntil en meter fra det innmålte punktet. Dette er noe vi har forventet da det stedvis var meget høy lyng på stedet. Det var også områder med utildekket berggrunn, her var avviket sjelden større enn få millimeter.

5 Metode

5.1 Metodevalg

5.1.1 Skanning

Før skanningen med Lynx Mobile Mapper kunne startes måtte vi gjøre en vurdering på blant annet skannerhastighet. Vi valgte å skanne en gang med 100kHz og en gang med 200kHz, skanningen med 100kHz viste seg imidlertid å være ufullstendig og vi har derfor brukt data fra 200kHz målingen i beregningene og sammenligningen. På taket av bilen er laserne montert på en rigg slik at det er mulig å heve eller senke laserne etter behov. Vi valgte her å kjøre skannet med riggen oppe slik at mest mulig av vegetasjonen rundt vegen kom med. GNSS antennene er også montert på samme riggen og får da bedre mottaksforhold, spesielt i områder med høye obstruksjoner. Ofte blir et skann av et område kjørt i begge retninger med samme innstilling hva angår kHz. På denne måten får man gjennomført en såkalt matching mellom punktskyene. Matching ved bruk av to forskjellige punktskyer ble ikke mulig å gjennomføre da strekningen ikke ble kjørt to ganger med samme kHz. GPS dekningen under målingene var svært god, og vi har derfor vurdert det slik at matching ikke ville tilført en nevneverdig korreksjon i vårt tilfelle. Skanningen ble gjennomført i 30 Km/t. Målingene ble utført omtrent kl. 13:00 på dagen og DOP verdiene ser som vist i almanakken bra ut.



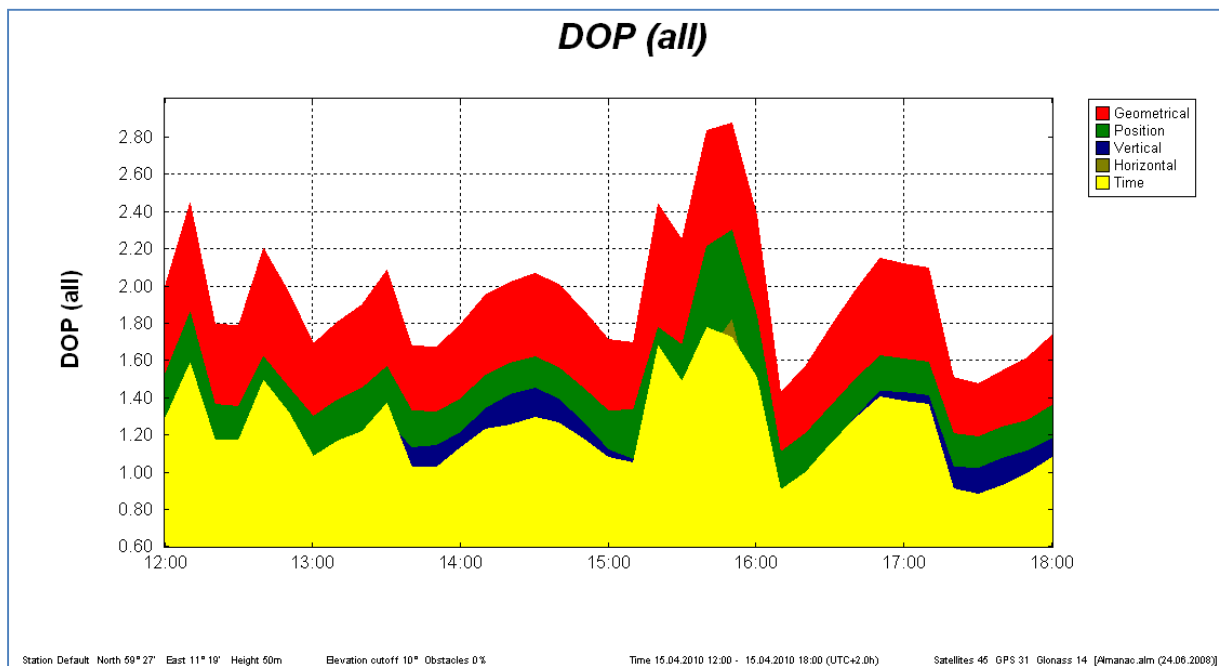
Figur 18: DOP-verdier for dagen der skanningen ble utført.

5.1.2 Egne innmålinger

I henhold til problemstillingen skulle vi finne den mest passende metoden for å utarbeide et sammenligningsgrunnlag til laserdataene. Først måtte vi finne en måte å utføre datafangst på. I løpet av møtet med oppdragsgiver ble det klart at vi burde etablere soner eller tverrsnitt fra vegkanten og utover i terrenget, der vi kunne lage et rutenett eller grid av tettliggende punkter. Vi antok at et slikt nett kunne gi oss tilstrekkelig informasjon om bakken under vegetasjonen, og at det var den beste fremgangsmåten for sammenligning. Et slikt nett kan utarbeides på flere måter, men for best mulig kvalitet på punktene anså vi totalstasjon for å være det beste verktøyet. Med totalstasjon kan man enkelt etablere et rutenett på relativt kort tid, noe vi mente var en klar fordel da vi måtte regne med å måle inn mange punkt. Et annet forhold som talte for totalstasjon, var nøyaktigheten og kvaliteten på punktene, da en totalstasjon som er etablert i et godt grunnlagsnett kan levere målinger med standardavvik ned i 1mm.

Skanningen ble utført i et område der det ikke var tilgjengelige fastmerker akkurat der hvor stasjonen skulle etableres, derfor måtte vi finne en annen måte å foreta stasjonsetablering på. Vi valgte å bruke SmartStation, som innhenter stasjonens posisjon ved RTK til CPOS, og siktet deretter til et annet punkt vi hadde målt på samme måte for å få riktig orientering på totalstasjonen. Dette er ikke en optimal måte å utføre stasjonsetablering på, vi burde derimot ha foretatt en statisk GNSS-kampanje der vi hadde etablert minst tre nye fastmerker vi kunne ha siktet til for å oppnå optimal kvalitet. En slik løsning ville tatt mer tid enn den tiden vi disponerte skolens utstyr. Vi regnet også med at denne løsningen ville gi gode nok målinger til formålet, da vi ikke anså det som nødvendig med standardavvik på millimeters nivå for å utføre sammenligningen.

Etter å ha etablert stasjonen kunne vi opprette et grid bestående av rette linjer ut i fra veien på begge sider. Langs disse linjene målte vi inn punkter med en bestemt avstand i mellom, 0,5 meter på ene siden og 1 meter på den andre. Vi anså det som uproblematisk å øke avstanden mellom punktene på nedsiden av veien grunnet et flatere terreng der. Det var også nødvendig, da vi ellers ikke hadde rukket å måle inn et tilfredsstillende antall punkter før det ble mørkt. Målingene med GNSS ble utført i tidsrommet 16:00 – 16:30 og DOP verdiene burde etter planleggingen i Trimble Planning være tilfredsstillende.



Figur 19: DOP-verdier for dagen vi målte inn testpunkter.

5.1.3 Sammenligning

For å finne den eksakte forskjellen mellom de innmålte dataene og laserdataene måtte vi finne en metode for sammenligning. Vi valgte å ta inn alle data i Gemini Terreng hvor vi kunne se direkte på sammenhengen mellom innmålte data og laserdata. Alle punkter med tilhørende høyder ble eksportert til Microsoft Excel og hvert av de innmålte punktene fikk manuelt tildelt sitt nærmeste punkt fra laserdataene. Dette gjorde vi ved å se på hvert enkelt av de innmålte punktene og deretter bruke det laserpunktet som lå nærmest til sammenligning. Dette er en enkel men tidkrevende måte å skaffe et sammenligningsgrunnlag på. Utvelgelsen av tilsvarende laserpunkt kan nok gjøres på en kjappere måte, men med den programvaren vi var fortrolige med og hadde tilgang til, kunne vi ikke finne en slik funksjon. Videre beregnet vi differansen mellom punktene og lagde diagram. Som metode for enkelt å visualisere forskjellen mellom innmålte data og laserdata vil vi vurdere beregninger i Excel som tilfredsstillende.

5.2 Alternative metoder

5.2.1 Laserskanning

Det foreligger ikke mange alternativer til hvordan vi utførte skanningen, men vi kunne ha valgt en annen frekvens som hadde gitt oss færre punkter. Vi kunne også kjørt med en lavere elevasjon på riggen der laseren er montert. Det fantes imidlertid ingen fordeler med en slik løsning. Derimot ville det ført til færre punkter og en dårligere fremstilling av terrenget. I tillegg kunne det medført dårligere GNSS forhold og derav mindre korrekt posisjonsbestemmelse av laserpunktene.

I startfasen av prosjektet så vi for oss å etablere målskiver, eller targets, for å undersøke hvor mye av laserpulsene som trengte gjennom trær og busker. I møtet med oppdragsgiver fikk vi et inntrykk av at dette ikke var interessant, så vi bestemte oss for å utelate disse. Vi fant heller ikke at targets kunne ha representert bakkenivå på en bedre måte enn innmålt grid, dermed ble hele denne fremgangsmåten ekskludert fra prosjektet. I ettertid ser vi også at representasjonen av punkter bak trær og busker er nærmest fraværende. Det forventes at gjennomtrengingen blir vesentlig forverret når trær og busker har fått blader.

5.2.2 Egne innmålinger

Vi diskuterte flere alternative løsninger for å måle inn grid. Nest etter totalstasjon fremsto innmåling med en RTK-rover til CPOS som et brukbart alternativ. Imidlertid var det flere usikkerhetsmomenter knyttet til denne metoden. Først og fremst er ikke CPOS som referanse optimalt, og det ville vært meget vanskelig og kanskje ville det ikke la seg gjøre å oppnå en fix løsning inne i skogen. Da måtte vi ha brukt float løsning, hvilket det er knyttet stor usikkerhet til. I tillegg må det påregnes et betydelig loddavvik.

Et annet alternativ var å lage en terrengmodell basert på FKB data, en metode som kunne spare oss for målinger på stedet. Det var imidlertid på ingen måte et mål for oss å unngå innmålinger, derimot var det et sentralt moment ved oppgaven. Vi kunne heller ikke ha stolt på at en terrengmodell basert på FKB data var nøyaktig nok. Istedenfor FKB kunne vi kanskje ha brukt flybårne laserdata til terrengmodellen, men vår erfaring fra tidligere oppgaver tilsier at disse ikke er pålitelige nok i områder med relativt tett skog.

Hadde vi fått utført skanningen i henhold til fremdriftsplanen, ville vi hatt tid til å etablere et eget grunnlagsnett eller funnet et område der det forelå gode fastmerker fra før av. Dette satte den sene snøsmeltingen en stopper for, slik at vi så oss nødt til å benytte fremgangsmåten som beskrevet ovenfor.

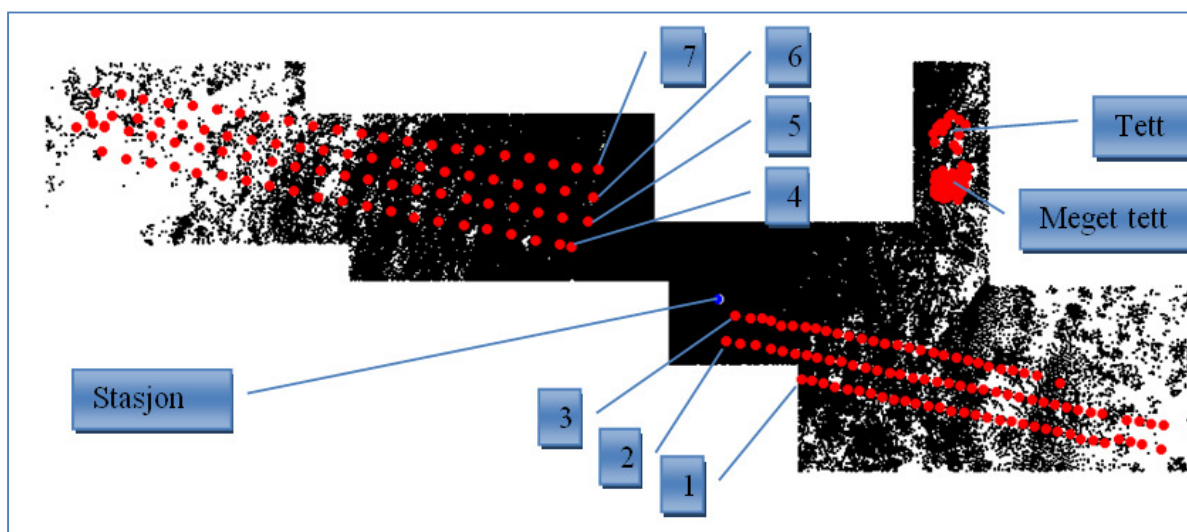
5.2.3 Sammenligning

Til sammenligningen av innmålte punkter og laserpunkter kunne vi ikke finne noen annen metode enn den som er brukt og beskrevet ovenfor. Det er likevel nærliggende å tro at det eksisterer en funksjon for utvelgelse av nærmeste laserpunkt for de innmålte punktene. Når det gjelder selve sammenligningen mellom punktenes høyde er Excel et meget godt verktøy. Vi kan ikke se at det finnes andre mer effektive og/eller bedre programmer som kan nyttes til dette.

6 Resultater

6.1 Beskrivelse av funn og resultater – hva som er gjort

Resultatet av sammenligningen er gitt i form av tabeller og grafer. Det er i sammenligningen og i det endelige resultatet lagt spesielt vekt på punktdifferansen i høyde mellom de innmålte punktene og laserdataene da vi anser dette som den beste måten å definere gjennomtrengingen gjennom lyng og lignende vegetasjon. Resultatene er vist fra stripe til stripe, se bildet under. På grunn av mye informasjon har vi valgt å vise et utvalg av resultatene i selve oppgaven. Resten ligger som vedlegg til denne rapporten (vedlegg A).



Figur 20: Beskrivelse av stripene med testpunkter.

Forklaring til presentasjonen av resultatene:

En tabell med informasjon for hver stripe er opprettet. Grafene for hver stripe er opprettet med bakgrunn i den informasjonen som er gitt av tabellen. I grafene er høyden (ell.) vist til venstre i diagrammet. Punktdensiteten er vist nederst i diagrammet og differansen mellom laserdataene og punktene langs den aktuelle stripen viser hvordan høydeforholdene er mellom laserdataene og de innmålte dataene (den faktiske terrengformen).



Figur 21: Oversiden av vegen.

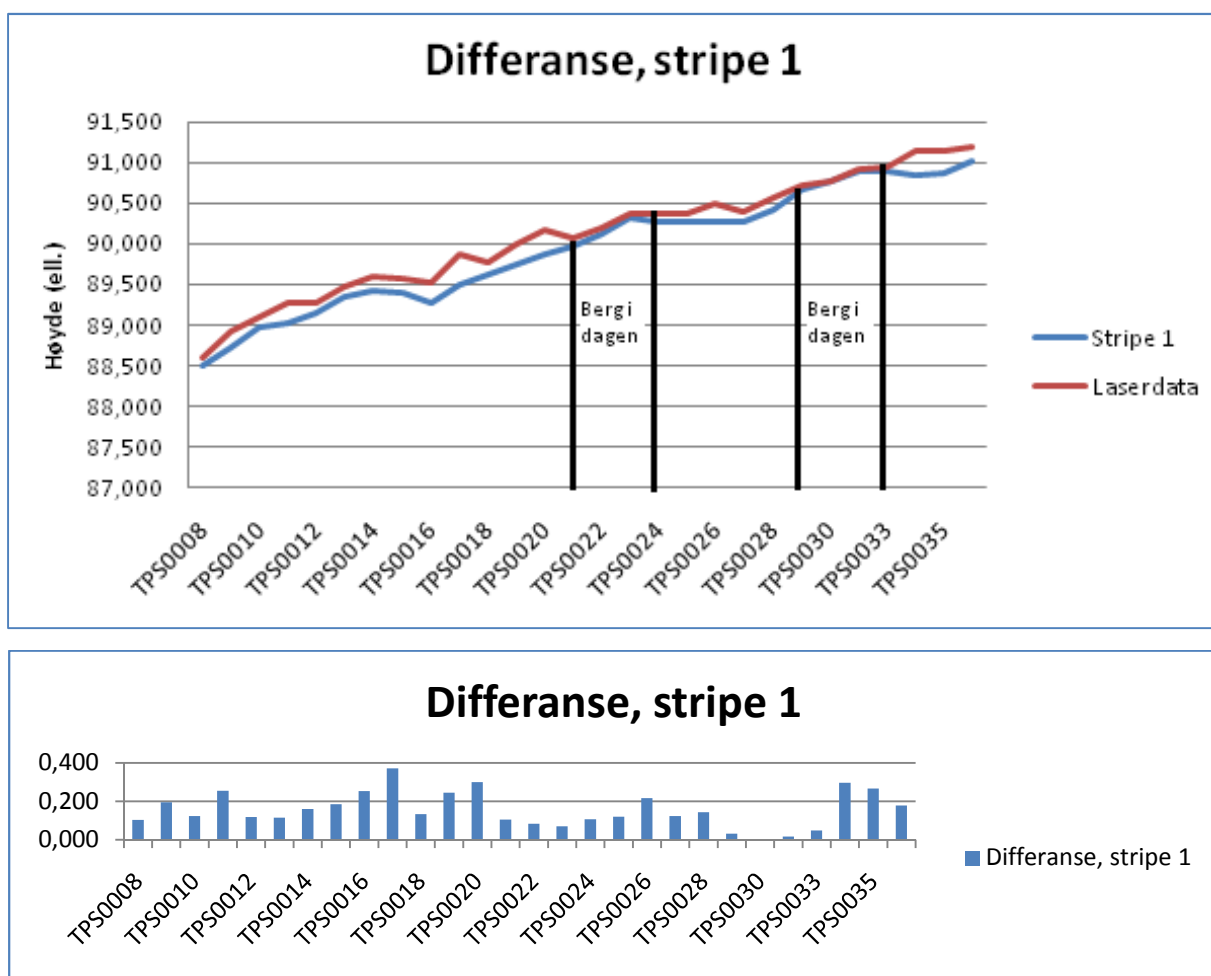


Figur 22: Nedsiden av vegen.

Stripe 1**Tabell 2: Oversikt over differansen i høyde (m) mellom testpunkter og tilsvarende laserpunkter i stripe 1.**

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde	Differanse
Nærmeste skannede punkt				Målt punkt		
162723	602193,080	6571863,560	88,590	TPS0008	88,487	0,103
155277	602193,520	6571863,500	88,920	TPS0009	88,725	0,195
148894	602193,970	6571863,400	89,100	TPS0010	88,977	0,123
142265	602194,420	6571863,290	89,270	TPS0011	89,016	0,254
619471	602194,940	6571863,150	89,270	TPS0012	89,152	0,118
128877	602195,400	6571863,100	89,470	TPS0013	89,355	0,115
123018	602195,860	6571862,970	89,590	TPS0014	89,430	0,160
117928	602196,340	6571862,830	89,570	TPS0015	89,385	0,185
112834	602196,810	6571862,720	89,530	TPS0016	89,277	0,253
625831	602197,260	6571862,650	89,860	TPS0017	89,489	0,371
626659	602197,680	6571862,590	89,760	TPS0018	89,627	0,133
93196	602198,150	6571862,480	90,000	TPS0019	89,755	0,245
85957	602198,670	6571862,340	90,180	TPS0020	89,880	0,300
629015	602199,120	6571862,270	90,070	TPS0021	89,965	0,105
629700	602199,660	6571862,190	90,200	TPS0022	90,118	0,082
630169	602200,120	6571862,140	90,380	TPS0023	90,311	0,069
630838	602200,590	6571862,030	90,370	TPS0024	90,264	0,106
631376	602201,120	6571861,920	90,380	TPS0025	90,261	0,119
631895	602201,570	6571861,770	90,490	TPS0026	90,274	0,216
51506	602202,060	6571861,790	90,400	TPS0027	90,278	0,122
632874	602202,550	6571861,630	90,570	TPS0028	90,428	0,142
633132	602202,950	6571861,520	90,710	TPS0029	90,679	0,031
633351	602203,420	6571861,420	90,770	TPS0030	90,767	0,003
IKKE MÅLT PGA. BUSK				TPS0031	90,839	
40017	602204,320	6571861,090	90,910	TPS0032	90,894	0,016
633915	602204,690	6571861,050	90,940	TPS0033	90,893	0,047
35466	602205,310	6571860,990	91,150	TPS0034	90,854	0,296
33031	602205,810	6571861,120	91,130	TPS0035	90,864	0,266
30806	602206,360	6571861,140	91,200	TPS0036	91,022	0,178

Stripe 1: stripen begynner nede på vegen og går opp gjennom en skråning med varierende vegetasjon. I starten bestod vegetasjonen for det meste av middels høyt gress til lav lyng (fra TPS0008 til TPS0020). Punktdifferansen ligger her på mellom 10,3cm til 25,4cm. Videre fra (fra TPS0021 til TPS0024) var det et område hvor det var berg i dagen, men med noe mose. Punktdifferansen varierte her mellom 6,9cm og 10,6cm. Det var også et annet tilfelle med berg i dagen på samme stripe, mellom TPS0029 og TPS0033. Her var det imidlertid ikke mose og punktdifferansen ligger på 0,3cm til 4,7cm.



Figur 23: Illustrasjon over differanse mellom testpunkter og laserdata i stripe 1.

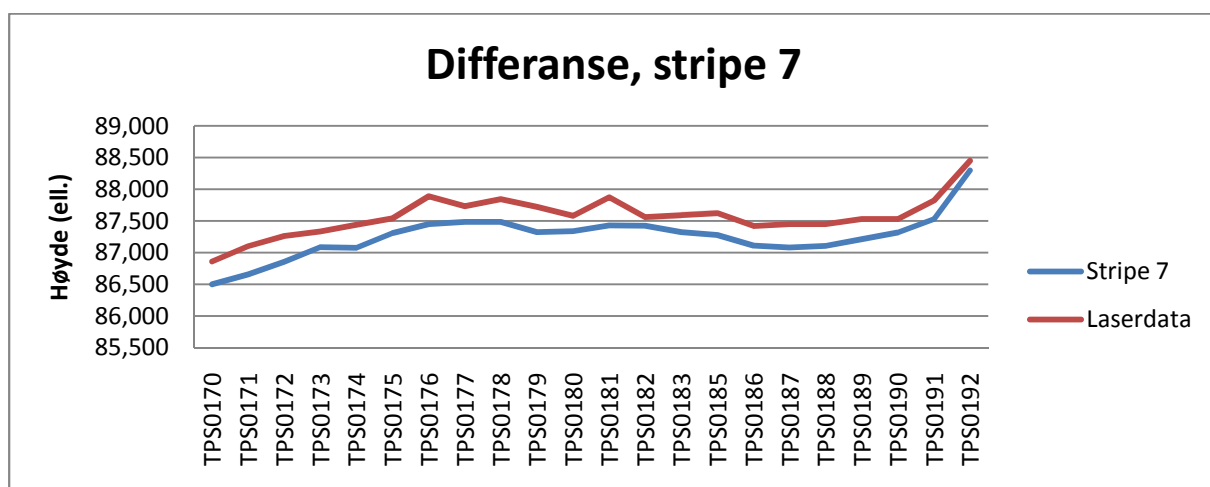
Stripe 7:

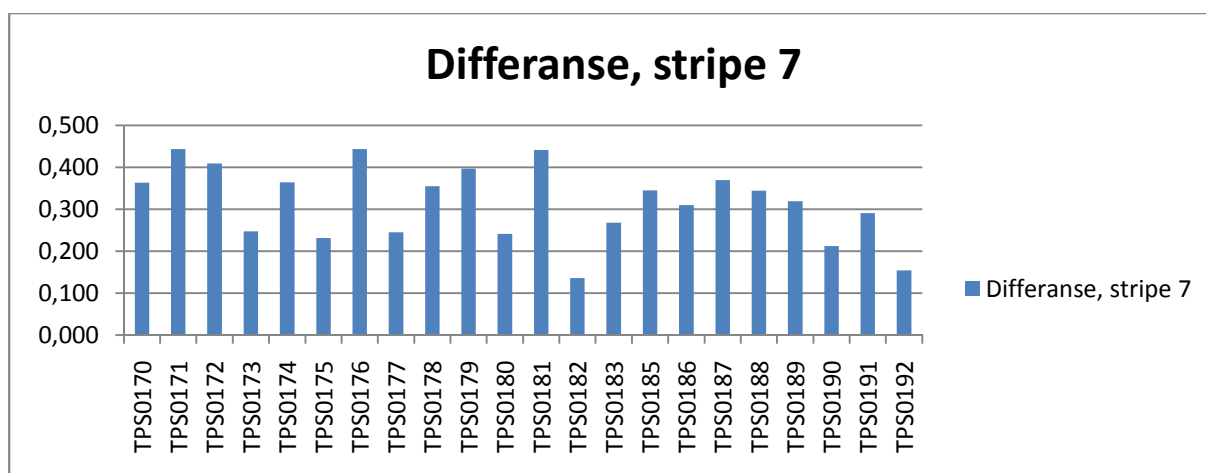
Tabell 3: Oversikt over differansen i høyde (m) mellom testpunkter og tilsvarende laserpunkter i stripe 7.

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde	Differanse
Nærmeste skannede punkt				Målt punkt		
321287	602164,490	6571875,120	86,860	TPS0170	86,497	0,363
322410	602165,620	6571874,910	87,100	TPS0171	86,657	0,443
322641	602166,560	6571875,110	87,260	TPS0172	86,851	0,409
323328	602167,470	6571874,880	87,330	TPS0173	87,083	0,247
323789	602168,350	6571874,940	87,440	TPS0174	87,076	0,364
324992	602169,370	6571874,520	87,540	TPS0175	87,309	0,231
279382	602170,380	6571874,260	87,890	TPS0176	87,447	0,443
274662	602171,300	6571874,190	87,730	TPS0177	87,485	0,245
330970	602172,380	6571874,050	87,840	TPS0178	87,485	0,355
262661	602173,320	6571873,850	87,720	TPS0179	87,323	0,397
256761	602174,350	6571873,650	87,580	TPS0180	87,339	0,241
247837	602175,300	6571873,540	87,870	TPS0181	87,429	0,441

347439	602176,220	6571873,340	87,560	TPS0182	87,424	0,136
352227	602177,180	6571873,200	87,590	TPS0183	87,322	0,268
BORTE					87,317	
357489	602178,080	6571873,080	87,620	TPS0185	87,275	0,345
366920	602179,170	6571872,910	87,420	TPS0186	87,110	0,310
373919	602180,050	6571872,830	87,450	TPS0187	87,081	0,369
384528	602181,100	6571872,640	87,450	TPS0188	87,106	0,344
393149	602182,090	6571872,530	87,530	TPS0189	87,211	0,319
404511	602183,050	6571872,310	87,530	TPS0190	87,318	0,212
411864	602183,980	6571872,170	87,820	TPS0191	87,529	0,291
165317	602184,860	6571872,050	88,450	TPS0192	88,296	0,154

Stripe 7 er den siste stripen som ble målt inn på nedsiden av veien. Vegetasjonen i området besto av tett og høy lyng. Helt til høyre i diagrammet ser vi slutten på stripen opp mot autovernet og veien. Rett før autovernet besto vegetasjonen av grov grus og pukk (fra TPS0191 til TPS0192) Her ser vi at høydeforskjellen mellom laserdataene og de innmålte dataene blir vesentlig mindre enn i området med lyng. Ved punktene TPS0171, TPS0176 og TPS0181 vil vi si at høyden på lyngen var spesielt høy.





Figur 24: Illustrasjon over differanse mellom testpunkter og laserdata i stripe 7.

7 Diskusjon av resultater

Av resultatene kan vi se at punktskyen er ganske nøyaktig på veien, avviket mellom punktene på vegen og totalstasjonspunktet er 0,04 meter, hvilket er innenfor oppgitt nøyaktighet på skanner-systemet. På grunn av mykt underlag utenfor selve vegbanen er det nærliggende å anta at stangen med prisme sank inntil 3 cm ned i bakken. Laserdataene er etterprosessert uten bruk av matching, og da er nøyaktigheten oppgitt til +/- 5 cm forutsatt at GNSS-dekningen er god, hvilket den var under vår skanning. I terrenget er imidlertid avviket vesentlig større, opp til 1 meter på et sted. Så høye avvik er det likevel ikke så mange av, og de kan kanskje avskrives som grovfeil. Vi har valgt å ta de med, da det stedvis var meget høy vegetasjon, og i gjennomsnitt blir avviket 0,25 meter. Der terrenget består av bart fjell uten vegetasjon, er avvikene små og stort sett innenfor oppgitt nøyaktighet. Dette er også tilfelle i vegkanten, der underlaget består av pukk og grus.

Dette tyder på at de innmålte punktene innehar en tilfredsstillende kvalitet, til tross for at vi ikke hadde et grunnlagsnett å basere målingene på. Vi må imidlertid ta høyde for at det kan eksistere et avvik, av produktarket til CPOS er nøyaktigheten oppgitt til bedre enn 8 cm i høyde og 5 cm horisontalt, dette gjelder i 95 % av tiden (Satref 2010). Da RTK til CPOS kun er brukt til å etablere stasjonen, regner vi med at en eventuell feil er konstant og at den ikke fører til store enkeltavvik. Avviket mellom innmålte punkter og laserdataene i totalstasjonspunktet, som var 4 cm, er akseptabelt i forhold til våre krav til nøyaktighet. Vi tror ikke avviket overstiger 4 cm andre steder i testområdet.

8 Konklusjon

I denne oppgaven har vi, i henhold til problemstillingen, undersøkt om laserdata fra et mobilt system kan benyttes til å utarbeide en sannferdig modell av bakkenivå utenfor veien der det er vegetasjon. Svaret på dette er vesentlig avhengig av hva en slik modell skal brukes til. I gjennomsnitt har vi funnet et avvik på 0,25 meter, hvilket er omtrent samme høyde som vegetasjonen i området innehar. I samme område fikk vi et avvik på 0,04 meter der det var asfalt, hvilket gir oss en indikasjon på at våre egne data er gode nok til å foreta en troverdig sammenligning. Dermed kan vi slå fast at i et terreng der vegetasjonen består av tett og høy lyng som i testområdet, vil ikke laserdataene være i stand til å levere en nøyaktig fremstilling av bakkenivå under vegetasjonen. Imidlertid kan vi ikke utelukke at resultatet ville vært et helt annet i et område med en annen vegetasjonstype, for eksempel gress. Det hadde vært svært ønskelig å sammenligne laserdata mot innmålte data i flere forskjellige vegetasjonstyper og i andre områder. Vi ville slik kunne si mer om gjennomtrengningen gjennom forskjellige typer vegetasjon. Til tross for dette mener vi at lyngen har gitt oss tilstrekkelig innsyn i utfordringene ved skanning av vegetasjon.

Ved innmålingen av egne punkt ble det brukt en totalstasjon med påmontert GNSS antenne. Det er noe usikkerhet rundt bruken av denne da det er vanskelig å si hvor stor en potensiell feil kan være. Vi har likevel vurdert denne metoden som god nok, og resultatene viser tydelig at avvikene mellom de ulike dataene er i en helt annen størrelsesorden enn usikkerheten på våre innmålinger.

Vi mener at vi har tilegnet oss mye fagkunnskap gjennom arbeidet med oppgaven. I den praktiske utførelsen av oppgaven var vi innom flere forskjellige temaer som laserskanning og de mer tradisjonelle metodene for landmåling, samt applikasjoner til disse som var ukjent for oss fra før av. Vi føler at vi har oppnådd en bredere og dypere forståelse for praktiske innmålinger med slike instrument enn det vi hadde før arbeidet med oppgaven. Når det gjelder bruk av programvare har vi hatt mulighet til å prøve ut forskjellige programmer og behandlingsmetoder. Vi føler også her at vi har tilegnet oss vesentlig mye ny kunnskap om bruk av disse programmene.

9 Litteraturliste

- Applanix (2009). *Position and Orientation System for Land Vehicles*. Hentet fra <http://www.applanix.com/media/downloads/products/brochures/POS%20LV%20Brochure.pdf>
- Høgskolen i Gjøvik (2008 – 2009). *Emnebeskrivelse – TØL3901 – Bacheloroppgave 20*. Hentet fra http://www.hig.no/studiehaandbok/studiehaandboeker/2008_2009/emner/avdeling_for_teknologi_oekonomi_og_ledelse/ing3901_bacheloroppgave_20
- Kwan Lam CHOW, H., China (2007). *Engineering Survey Applications of Terrestrial Laser Scanner in Highways Department of the Government of Hong Kong Special Administration Region (HKSAR)*. Hentet fra http://www.fig.net/pub/fig2007/papers/ts_6f/ts06f_05_lam_1488.pdf
- Norgesglaset, S. k. (2010). *Fastmerkeregister*. Hentet fra <http://ngis2.statkart.no/norgesglaset/fmr/default.html>
- Optech (2009). *Lynx brochure*. Hentet fra <http://www.optech.ca/pdf/Lynx%20Brochure.pdf>
- Satref, S. k. (2010). *CPOS-Tjenesten*. Hentet fra <http://www.statkart.no/filestore/ny/geodesi/SATREF/Posisjonstjenester/CPOS-standard10.02.10.pdf>
- Skår, D. A., Drangevåg, L., Strand, H. M. & Hansen, J. K. L. (2010). *Laserskanning – Bakkebasert laserskanning i landmålingsøyemed..* Gjøvik: Høgskolen i Gjøvik..
- Terratec (2009). *Lynx Mobile Mapper*. Brosjyre utarbeidet av Terratec AS.
- Terratec (2009). *Om Terratec AS*. Hentet fra <http://terratec.no/index.aspx>
- Trimble (2009). *Trimble planning*. Hentet fra <http://www.trimble.com/planningsoftware.shtml>
- Ussyshkin, V. (2009). *Mobile Laser Scanning Technology for Surveying Application: From Data Collection to End-Products*. Hentet fra http://www.fig.net/pub/fig2009/papers/ts08e/ts08e_ussyshkin_3521.pdf

10 Vedlegg

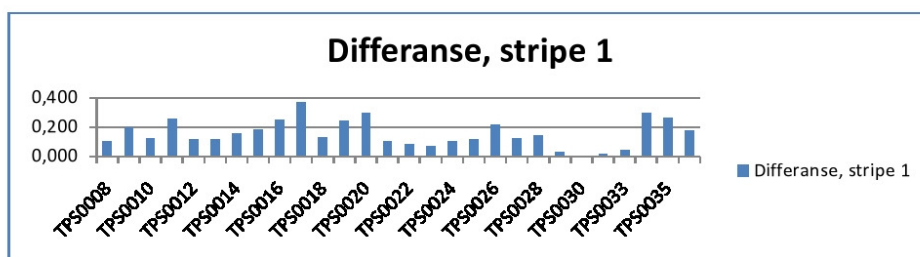
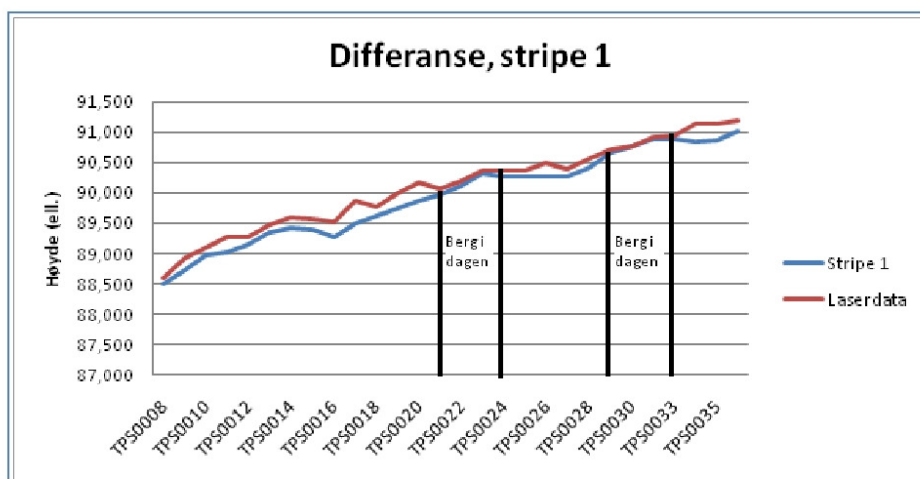
10.1 Oversikt over vedlegg

NUMMER	BESKRIVELSE
A	Resultater
B	Prosjektplan
C	Logg
D	Møtereferater
E	Innmålingsrapport

10.2 Vedlegg A – Resultater

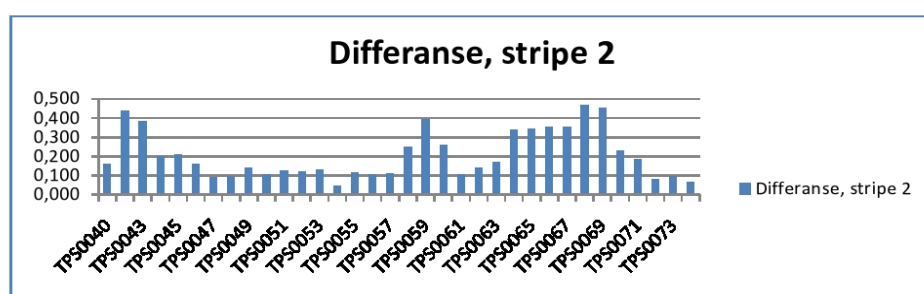
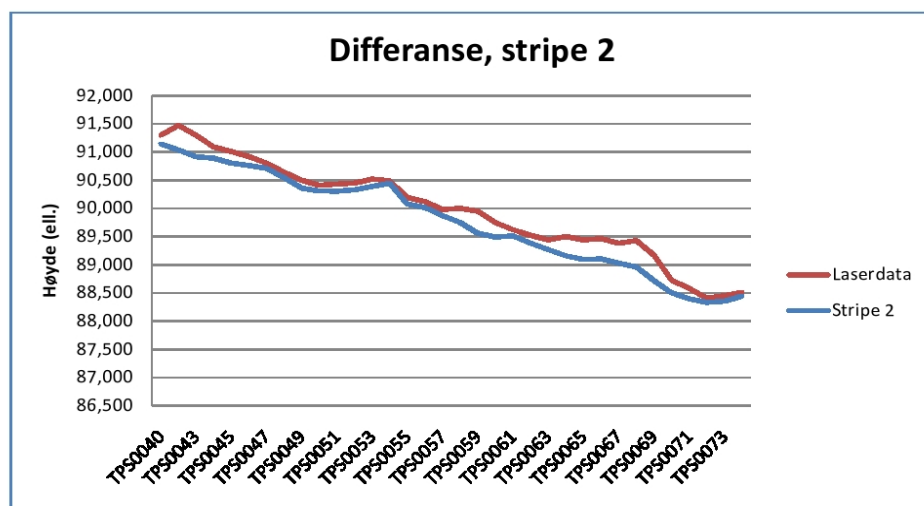
Stripe 1

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde	Differanse
Nærmeste skannede punkt				Målt punkt		
162723	602193,080	6571863,560	88,590	TPS0008	88,487	0,103
155277	602193,520	6571863,500	88,920	TPS0009	88,725	0,195
148894	602193,970	6571863,400	89,100	TPS0010	88,977	0,123
142265	602194,420	6571863,290	89,270	TPS0011	89,016	0,254
619471	602194,940	6571863,150	89,270	TPS0012	89,152	0,118
128877	602195,400	6571863,100	89,470	TPS0013	89,355	0,115
123018	602195,860	6571862,970	89,590	TPS0014	89,430	0,160
117928	602196,340	6571862,830	89,570	TPS0015	89,385	0,185
112834	602196,810	6571862,720	89,530	TPS0016	89,277	0,253
625831	602197,260	6571862,650	89,860	TPS0017	89,489	0,371
626659	602197,680	6571862,590	89,760	TPS0018	89,627	0,133
93196	602198,150	6571862,480	90,000	TPS0019	89,755	0,245
85957	602198,670	6571862,340	90,180	TPS0020	89,880	0,300
629015	602199,120	6571862,270	90,070	TPS0021	89,965	0,105
629700	602199,660	6571862,190	90,200	TPS0022	90,118	0,082
630169	602200,120	6571862,140	90,380	TPS0023	90,311	0,069
630838	602200,590	6571862,030	90,370	TPS0024	90,264	0,106
631376	602201,120	6571861,920	90,380	TPS0025	90,261	0,119
631895	602201,570	6571861,770	90,490	TPS0026	90,274	0,216
51506	602202,060	6571861,790	90,400	TPS0027	90,278	0,122
632874	602202,550	6571861,630	90,570	TPS0028	90,428	0,142
633132	602202,950	6571861,520	90,710	TPS0029	90,679	0,031
633351	602203,420	6571861,420	90,770	TPS0030	90,767	0,003
IKKE MÅLT PGA. BUSK				TPS0031	90,839	
40017	602204,320	6571861,090	90,910	TPS0032	90,894	0,016
633915	602204,690	6571861,050	90,940	TPS0033	90,893	0,047
35466	602205,310	6571860,990	91,150	TPS0034	90,854	0,296
33031	602205,810	6571861,120	91,130	TPS0035	90,864	0,266
30806	602206,360	6571861,140	91,200	TPS0036	91,022	0,178



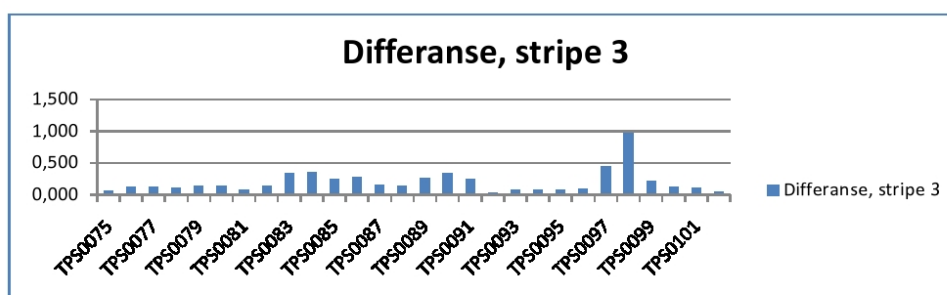
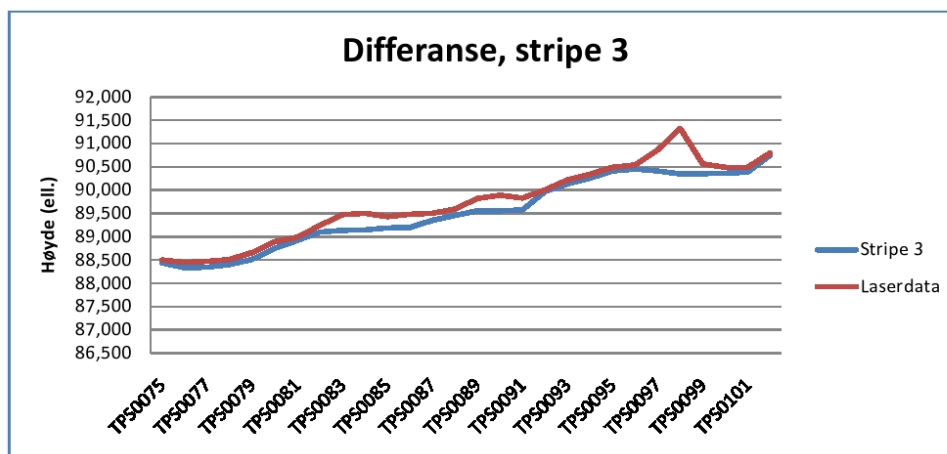
Stripe 2

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
26527	602207,060	6571861,690	91,300	TPS0040	91,140	0,160
26739	602206,690	6571861,910	91,470	TPS0041	91,034	0,436
IKKE MÅLT PGA, BUSK				TPS0042	91,064	
633679	602205,200	6571862,120	91,300	TPS0043	90,917	0,383
33033	602204,860	6571862,170	91,090	TPS0044	90,889	0,201
35728	602204,120	6571862,300	91,010	TPS0045	90,801	0,209
632989	602203,840	6571862,430	90,920	TPS0046	90,761	0,159
38913	602203,310	6571862,520	90,800	TPS0047	90,710	0,090
632122	602202,920	6571862,620	90,640	TPS0048	90,544	0,096
43630	602202,290	6571862,780	90,500	TPS0049	90,360	0,140
631206	602201,960	6571862,810	90,410	TPS0050	90,307	0,103
630441	602201,370	6571862,970	90,430	TPS0051	90,306	0,124
629992	602201,010	6571862,990	90,450	TPS0052	90,330	0,120
54023	602200,450	6571863,110	90,520	TPS0053	90,388	0,132
58630	602199,910	6571863,200	90,490	TPS0054	90,445	0,045
64435	602199,500	6571863,290	90,190	TPS0055	90,076	0,114
626789	602199,000	6571863,310	90,120	TPS0056	90,015	0,105
625895	602198,530	6571863,490	89,980	TPS0057	89,870	0,110
81346	602198,050	6571863,530	90,000	TPS0058	89,750	0,250
623825	602197,580	6571863,640	89,950	TPS0059	89,559	0,391
622203	602197,070	6571863,760	89,750	TPS0060	89,490	0,260
99755	602196,640	6571863,850	89,620	TPS0061	89,514	0,106
107061	602196,150	6571863,890	89,520	TPS0062	89,381	0,139
112844	602195,670	6571864,020	89,440	TPS0063	89,269	0,171
117095	602195,180	6571864,180	89,500	TPS0064	89,159	0,341
123880	602194,700	6571864,250	89,440	TPS0065	89,097	0,343
129747	602194,220	6571864,300	89,460	TPS0066	89,105	0,355
603905	602193,750	6571864,440	89,380	TPS0067	89,027	0,353
599020	602193,250	6571864,530	89,430	TPS0068	88,962	0,468
148092	602192,830	6571864,600	89,170	TPS0069	88,719	0,451
157592	602192,320	6571864,700	88,730	TPS0070	88,502	0,228
163480	602191,830	6571864,810	88,580	TPS0071	88,395	0,185
586061	602191,250	6571864,940	88,410	TPS0072	88,331	0,079
579217	602190,590	6571865,000	88,450	TPS0073	88,355	0,095
572741	602190,040	6571865,110	88,510	TPS0074	88,443	0,067



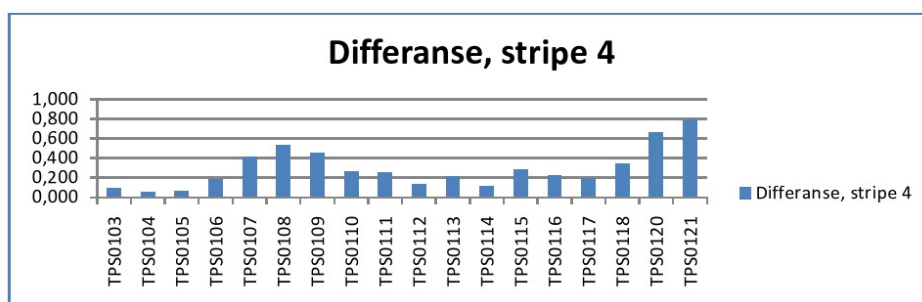
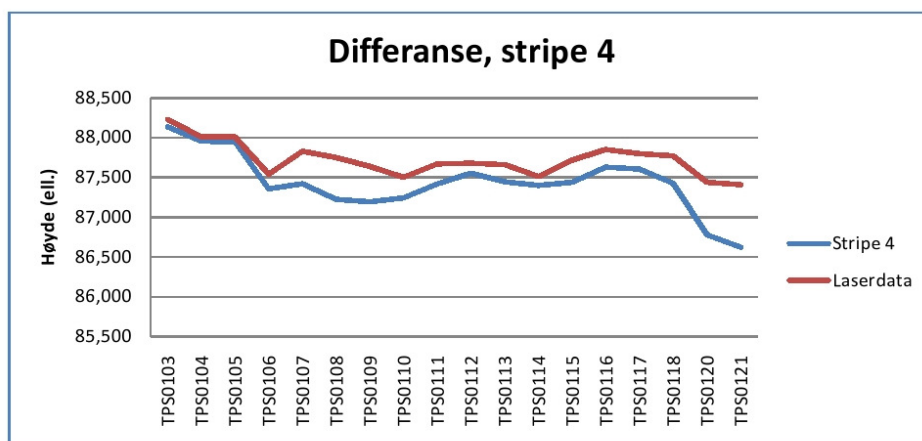
Stripe 3:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
166396	602190,380	6571866,130	88,500	TPS0075	88,436	0,064
159867	602191,020	6571866,060	88,450	TPS0076	88,331	0,119
153767	602191,530	6571866,020	88,470	TPS0077	88,345	0,125
150589	602191,810	6571865,940	88,510	TPS0078	88,399	0,111
145629	602192,280	6571865,720	88,660	TPS0079	88,513	0,147
583630	602192,740	6571865,700	88,890	TPS0080	88,749	0,141
129777	602193,200	6571865,710	88,990	TPS0081	88,917	0,073
122217	602193,670	6571865,610	89,240	TPS0082	89,100	0,140
114555	602194,100	6571865,540	89,470	TPS0083	89,137	0,333
110355	602194,520	6571865,400	89,500	TPS0084	89,148	0,352
105447	602194,990	6571865,320	89,430	TPS0085	89,188	0,242
606283	602195,480	6571865,220	89,480	TPS0086	89,199	0,281
93218	602196,000	6571865,130	89,500	TPS0087	89,350	0,150
87541	602196,450	6571865,010	89,590	TPS0088	89,457	0,133
614904	602196,960	6571864,910	89,820	TPS0089	89,553	0,267
617081	602197,430	6571864,870	89,890	TPS0090	89,555	0,335
68727	602198,010	6571864,750	89,830	TPS0091	89,578	0,252
64442	602198,350	6571864,660	90,000	TPS0092	89,968	0,032
623438	602198,880	6571864,530	90,220	TPS0093	90,134	0,086
54565	602199,320	6571864,400	90,340	TPS0094	90,260	0,080
50556	602199,800	6571864,290	90,490	TPS0095	90,412	0,078
47959	602200,200	6571864,220	90,540	TPS0096	90,453	0,087
626839	602200,620	6571864,070	90,860	TPS0097	90,410	0,450
627154	602201,110	6571864,000	91,320	TPS0098	90,344	0,976
41787	602201,620	6571863,860	90,560	TPS0099	90,350	0,210
630224	602202,130	6571863,740	90,490	TPS0100	90,363	0,127
630786	602202,570	6571863,710	90,490	TPS0101	90,384	0,106
34468	602203,500	6571863,410	90,800	TPS0102	90,746	0,054



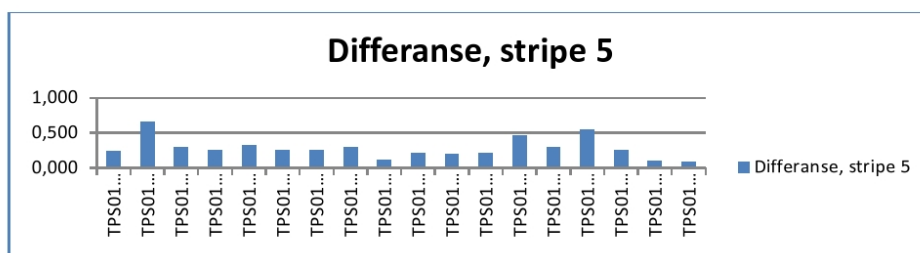
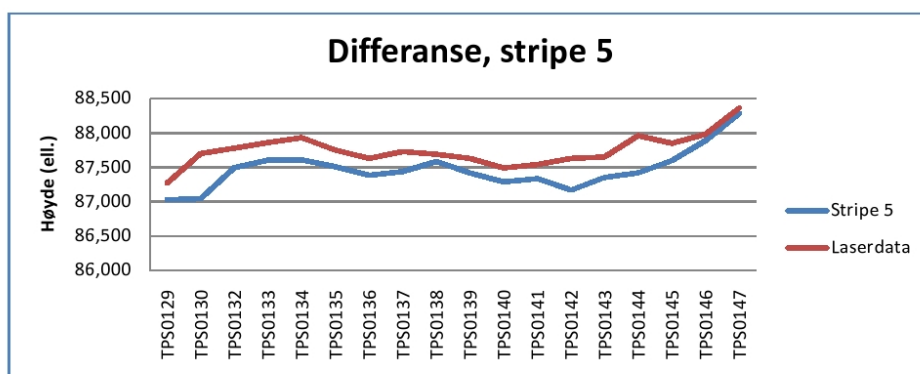
Stripe 4:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
463297	602183,790	6571868,930	88,230	TPS0103	88,136	0,094
459334	602183,300	6571869,050	88,010	TPS0104	87,955	0,055
449502	602182,350	6571869,180	88,010	TPS0105	87,950	0,060
441089	602181,360	6571869,430	87,540	TPS0106	87,356	0,184
426860	602180,360	6571869,640	87,830	TPS0107	87,422	0,408
246403	602179,420	6571869,820	87,750	TPS0108	87,224	0,526
255385	602178,400	6571869,950	87,640	TPS0109	87,194	0,446
262635	602177,510	6571870,090	87,500	TPS0110	87,242	0,258
268276	602176,460	6571870,340	87,670	TPS0111	87,418	0,252
273015	602175,500	6571870,630	87,680	TPS0112	87,552	0,128
365683	602174,550	6571870,800	87,660	TPS0113	87,445	0,215
358577	602173,560	6571870,980	87,510	TPS0114	87,401	0,109
351023	602172,600	6571871,200	87,720	TPS0115	87,440	0,280
344916	602171,580	6571871,430	87,850	TPS0116	87,629	0,221
291579	602170,720	6571871,600	87,800	TPS0117	87,606	0,194
293984	602169,630	6571871,870	87,770	TPS0118	87,428	0,342
IKKE MÅLT PGA, BUSK				TPS0119	87,325	
298094	602167,760	6571872,220	87,440	TPS0120	86,778	0,662
299630	602166,710	6571872,460	87,410	TPS0121	86,622	0,788



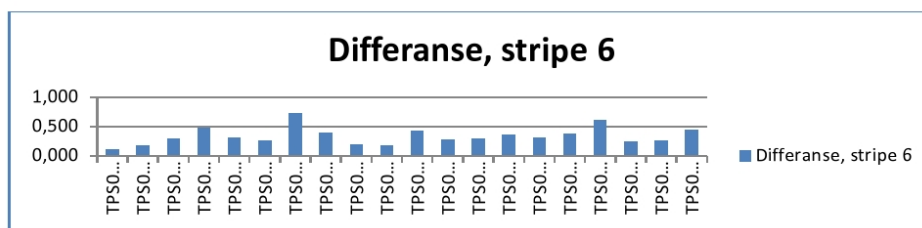
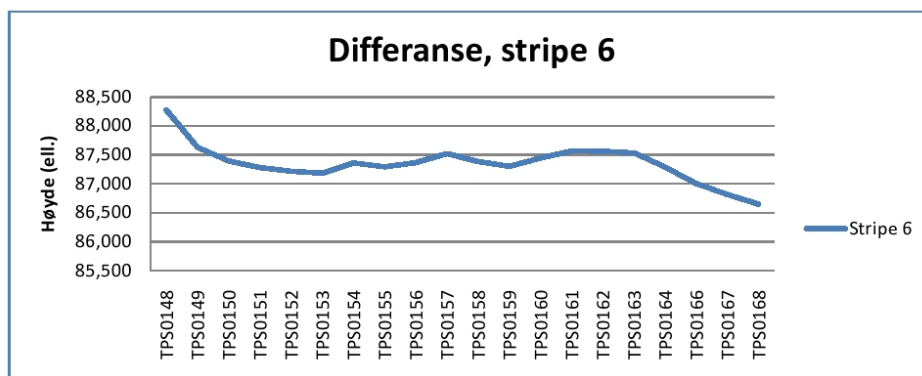
Stripe 5:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
325150	602166,950	6571873,450	87,270	TPS0129	87,029	0,241
326295	602167,890	6571873,250	87,700	TPS0130	87,045	0,655
IKKE MÅLT PGA, BUSK				TPS0131	87,350	
289886	602169,630	6571872,930	87,780	TPS0132	87,495	0,285
286958	602170,630	6571872,680	87,860	TPS0133	87,605	0,255
284530	602171,540	6571872,320	87,930	TPS0134	87,609	0,321
343270	602172,600	6571872,180	87,750	TPS0135	87,507	0,243
275710	602173,640	6571871,990	87,630	TPS0136	87,383	0,247
353156	602174,590	6571871,870	87,730	TPS0137	87,436	0,294
359649	602175,570	6571871,720	87,690	TPS0138	87,583	0,107
257430	602176,570	6571871,450	87,630	TPS0139	87,416	0,214
379969	602177,530	6571871,280	87,490	TPS0140	87,289	0,201
390068	602178,540	6571871,100	87,540	TPS0141	87,335	0,205
235126	602179,520	6571870,940	87,630	TPS0142	87,167	0,463
228296	602180,460	6571870,700	87,650	TPS0143	87,353	0,297
217467	602181,510	6571870,560	87,960	TPS0144	87,419	0,541
431871	602182,450	6571870,310	87,850	TPS0145	87,597	0,253
441871	602183,410	6571870,130	87,980	TPS0146	87,887	0,093
190884	602184,450	6571869,970	88,360	TPS0147	88,281	0,079



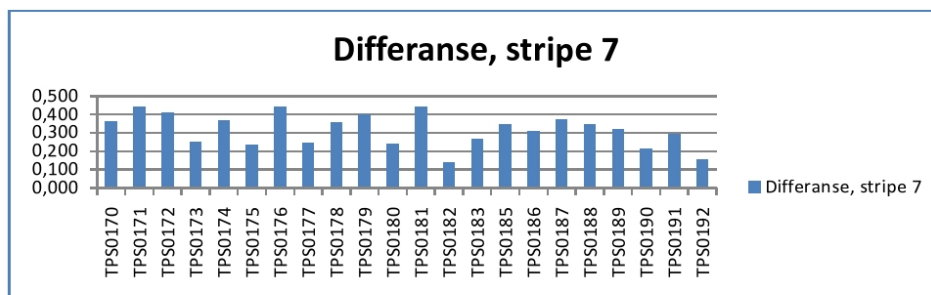
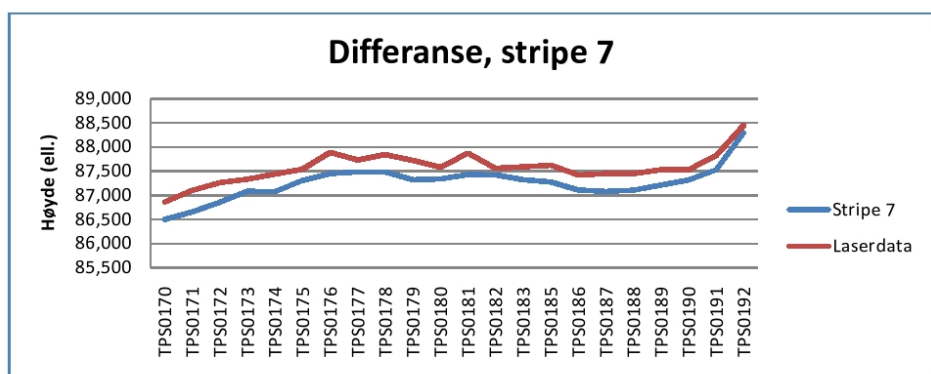
Stripe 6:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
179151	602184,660	6571870,960	88,380	TPS0148	88,275	0,105
425907	602183,560	6571871,190	87,800	TPS0149	87,629	0,171
201525	602182,560	6571871,300	87,690	TPS0150	87,394	0,296
208832	602181,610	6571871,490	87,750	TPS0151	87,279	0,471
395586	602180,580	6571871,700	87,530	TPS0152	87,217	0,313
387691	602179,650	6571871,800	87,440	TPS0153	87,180	0,260
230319	602178,650	6571871,980	88,090	TPS0154	87,361	0,729
365652	602177,690	6571872,210	87,690	TPS0155	87,292	0,398
247825	602176,700	6571872,400	87,560	TPS0156	87,362	0,198
351813	602175,720	6571872,530	87,700	TPS0157	87,519	0,181
346712	602174,690	6571872,630	87,800	TPS0158	87,384	0,416
268290	602173,750	6571872,890	87,580	TPS0159	87,298	0,282
338756	602172,800	6571873,020	87,730	TPS0160	87,442	0,288
277844	602171,830	6571873,150	87,920	TPS0161	87,567	0,353
283214	602170,770	6571873,300	87,870	TPS0162	87,560	0,310
286576	602169,820	6571873,440	87,910	TPS0163	87,534	0,376
326734	602169,100	6571873,580	87,890	TPS0164	87,289	0,601
IKKE MÅLT PGA, BUSK				TPS0165	87,059	
324639	602167,090	6571873,880	87,240	TPS0166	87,002	0,238
323926	602166,230	6571874,060	87,070	TPS0167	86,812	0,258
323103	602165,400	6571874,250	87,080	TPS0168	86,645	0,435



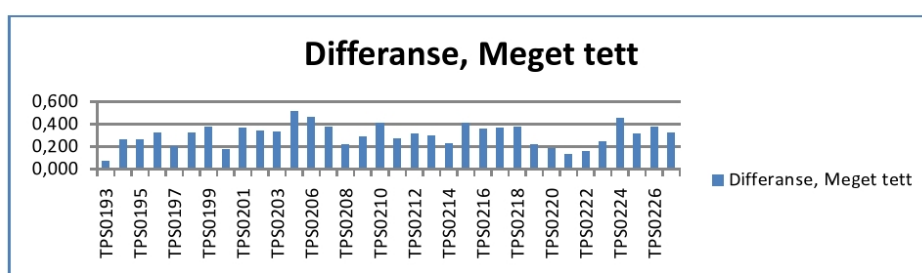
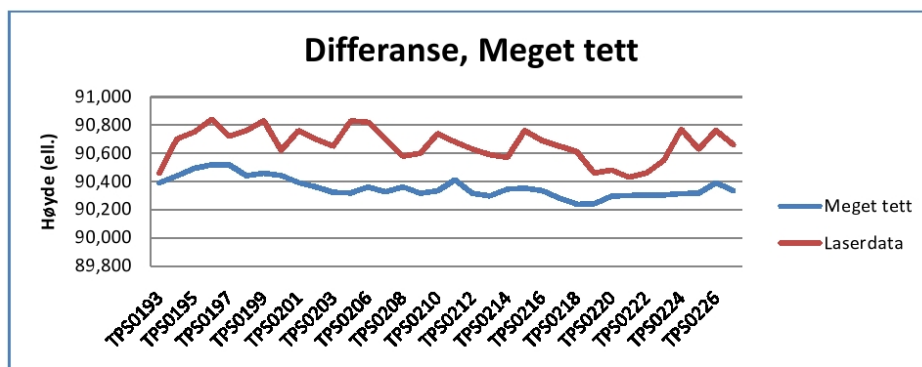
Stripe 7:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde	Differanse
Nærmeste skannede punkt				Målt punkt		
321287	602164,490	6571875,120	86,860	TPS0170	86,497	0,363
322410	602165,620	6571874,910	87,100	TPS0171	86,657	0,443
322641	602166,560	6571875,110	87,260	TPS0172	86,851	0,409
323328	602167,470	6571874,880	87,330	TPS0173	87,083	0,247
323789	602168,350	6571874,940	87,440	TPS0174	87,076	0,364
324992	602169,370	6571874,520	87,540	TPS0175	87,309	0,231
279382	602170,380	6571874,260	87,890	TPS0176	87,447	0,443
274662	602171,300	6571874,190	87,730	TPS0177	87,485	0,245
330970	602172,380	6571874,050	87,840	TPS0178	87,485	0,355
262661	602173,320	6571873,850	87,720	TPS0179	87,323	0,397
256761	602174,350	6571873,650	87,580	TPS0180	87,339	0,241
247837	602175,300	6571873,540	87,870	TPS0181	87,429	0,441
347439	602176,220	6571873,340	87,560	TPS0182	87,424	0,136
352227	602177,180	6571873,200	87,590	TPS0183	87,322	0,268
BORTE					87,317	
357489	602178,080	6571873,080	87,620	TPS0185	87,275	0,345
366920	602179,170	6571872,910	87,420	TPS0186	87,110	0,310
373919	602180,050	6571872,830	87,450	TPS0187	87,081	0,369
384528	602181,100	6571872,640	87,450	TPS0188	87,106	0,344
393149	602182,090	6571872,530	87,530	TPS0189	87,211	0,319
404511	602183,050	6571872,310	87,530	TPS0190	87,318	0,212
411864	602183,980	6571872,170	87,820	TPS0191	87,529	0,291
165317	602184,860	6571872,050	88,450	TPS0192	88,296	0,154



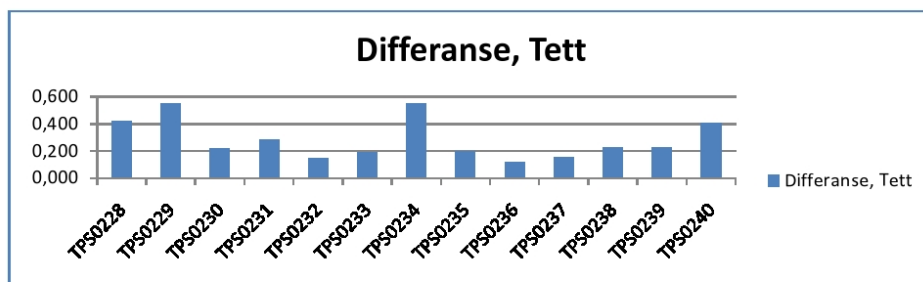
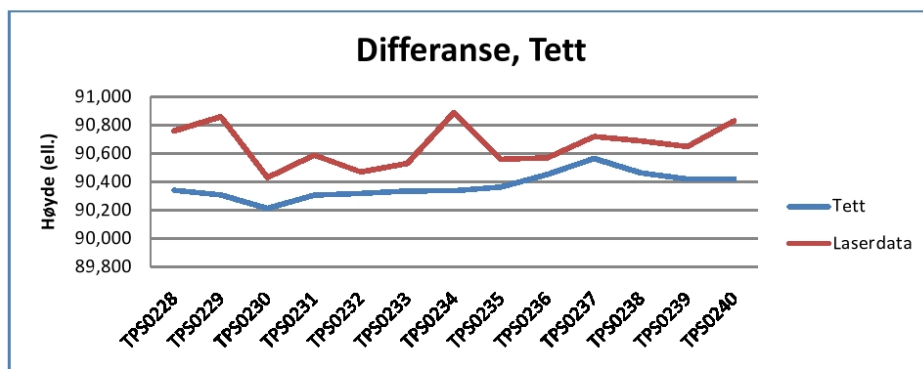
Meget tett:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
546139	602199,460	6571870,820	90,460	TPS0193	90,391	0,069
538454	602199,530	6571871,170	90,700	TPS0194	90,439	0,261
534098	602199,650	6571871,440	90,750	TPS0195	90,492	0,258
20541	602199,700	6571871,780	90,840	TPS0196	90,519	0,321
19544	602199,800	6571872,090	90,720	TPS0197	90,518	0,202
519249	602199,630	6571872,230	90,760	TPS0198	90,441	0,319
20344	602199,540	6571872,030	90,830	TPS0199	90,459	0,371
21736	602199,440	6571871,810	90,620	TPS0200	90,443	0,177
22564	602199,370	6571871,530	90,760	TPS0201	90,393	0,367
532626	602199,270	6571871,350	90,700	TPS0202	90,362	0,338
535566	602199,150	6571871,160	90,650	TPS0203	90,323	0,327
25475	602198,970	6571870,980	90,830	TPS0204	90,319	0,511
IKKE MÅLT PGA, BUSK				TPS0205	90,312	
527443	602199,010	6571871,430	90,820	TPS0206	90,360	0,460
22775	602199,220	6571871,660	90,700	TPS0207	90,326	0,374
22569	602199,120	6571871,910	90,580	TPS0208	90,362	0,218
22988	602199,050	6571871,840	90,600	TPS0209	90,317	0,283
23817	602198,940	6571871,610	90,740	TPS0210	90,334	0,406
527445	602198,900	6571871,440	90,680	TPS0211	90,411	0,269
531889	602198,870	6571871,220	90,630	TPS0212	90,316	0,314
536301	602198,770	6571870,950	90,590	TPS0213	90,298	0,292
528931	602198,640	6571871,290	90,570	TPS0214	90,346	0,224
524471	602198,690	6571871,460	90,760	TPS0215	90,353	0,407
24027	602198,770	6571871,750	90,690	TPS0216	90,336	0,354
23394	602198,790	6571871,960	90,650	TPS0217	90,282	0,368
517013	602198,520	6571871,860	90,610	TPS0218	90,238	0,372
25916	602198,450	6571871,640	90,460	TPS0219	90,242	0,218
526707	602198,430	6571871,340	90,480	TPS0220	90,296	0,184
531150	602198,420	6571871,130	90,430	TPS0221	90,301	0,129
534839	602198,530	6571870,970	90,460	TPS0222	90,304	0,156
538457	602198,840	6571870,890	90,550	TPS0223	90,305	0,245
25694	602198,840	6571871,080	90,770	TPS0224	90,315	0,455
533370	602198,910	6571871,160	90,630	TPS0225	90,316	0,314
24635	602198,980	6571871,280	90,760	TPS0226	90,390	0,370
23818	602199,100	6571871,490	90,660	TPS0227	90,335	0,325



Tett:

Id	Øst	Nord	Høyde	Punktbeskrivelse (Id)	Høyde2	Differanse2
Nærmeste scannet punkt				Målt punkt		
478317	602199,030	6571874,150	90,760	TPS0228	90,342	0,418
478316	602198,720	6571873,950	90,860	TPS0229	90,308	0,552
486957	602198,460	6571873,550	90,430	TPS0230	90,214	0,216
18798	602198,540	6571873,770	90,590	TPS0231	90,306	0,284
493156	602198,410	6571873,190	90,470	TPS0232	90,319	0,151
18613	602198,740	6571873,670	90,530	TPS0233	90,336	0,194
480654	602198,910	6571873,900	90,890	TPS0234	90,338	0,552
15740	602199,140	6571874,300	90,560	TPS0235	90,363	0,197
15201	602199,480	6571874,130	90,570	TPS0236	90,453	0,117
15031	602199,690	6571873,880	90,720	TPS0237	90,565	0,155
495465	602199,350	6571873,410	90,690	TPS0238	90,464	0,226
18609	602199,240	6571873,070	90,650	TPS0239	90,420	0,230
18790	602199,310	6571872,810	90,830	TPS0240	90,421	0,409



Totalt:

Gjennomsnittlig differanse	0,2543907
----------------------------	-----------

10.3 Vedlegg B – Prosjektplan



Mobile Mapping, Terratec AS

Prosjektplan 2010 Mobile Mapping

Høgskolen i Gjøvik, Avd. for teknologi, økonomi og ledelse

Ola Vik Aarseth og Lars Drangevåg
25.01.2010

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Innledning og bakgrunn.....	2
Bakgrunn for oppgavevalg	2
TerraTec AS	2
Deltakere	3
Oppdragsgiver	3
Veileder HIG	3
Prosjektets mål	4
Tema med avgrensning	4
Problemstilling.....	4
Ressursbehov.....	5
Fremdriftsplan	6
Ansvarsforhold	7
Gruppereregler	8
Vedlegg 1. Avtale med eksterne parter.....	9
Vedlegg 2. Tidsplan.....	11

Sammendrag

Som avsluttende bachelorprosjekt ved linjen *Bachelor i Geomatikk* har vi fått i oppgave av Terratec AS å kontrollere og dokumentere nøyaktigheten av terrenget utenfor vegbanen ved laserskanning fra bil. Terratec er interessert i å kunne tilby en terrengmodell som strekker seg 25 meter fra veibanen på hver side til sine kunder. En slik terrengmodell vil kunne være med på å forenkle planlegging og prosjektering av nye veikryss, avkjørsler, rørgater, osv.

Innledning og bakgrunn

Bakgrunn for oppgavevalg

Det har den siste tiden blitt mer vanlig å bruke laser oppsatt på bil for innmåling av veger, tunneller og lignende. Laser oppsatt på bil er et nytt og spennende konsept og det finnes forholdsvis lite litteratur om temaet. Det er vanlig at lasermålingene strekker seg opp til 25 – 30 meter utenfor vegbanen på hver side. Det har vært ønsker fra bransjen å kunne bruke disse dataene til en detaljert terrengmodell på hver side av vegen. Dette vil til eksempel kunne gjøre vegplanlegging og vedlikehold av veggrofter og lignende enklere.

TerraTec AS

Vår oppdragsgiver er TerraTec AS. TerraTec ble startet i 2004 og er en videreføring av kartleggings- og flyfotoaktivitet i Fjellanger Widerøe. TerraTec har i dag 65 ansatte.

TerraTec arbeider innenfor fagområdene: Geodesi & Landmåling, Innsamling av data ved bruk av fly og helikopterbårne sensorer, Fotogrammetri, DTM og ortofotoproduksjon, 3D, Spesialprogramvare som TerraPos, TerraFly og andre nisjeprodukter.

Mobile Mapping

25.01.2010

Deltakere

Prosjektet blir gjennomført av to studenter fra bachelor i geomatikk.

Lars Drangevåg (Studentnummer: 995408)
Idunsveg 20
2817 Gjøvik

Ola Vik Aarseth (Studentnummer: 070507)
Hammersenggutua 6
2619 Lillehammer

Oppdragsgiver

TerraTec AS
PB 513, 1327 Lysaker
Besøksadresse: Lysaker Torg 8
Tlf: 45 46 63 00 - Faks: 45 46 63 01

Kontaktperson: Lennart Flem, Department Manager Processing
Mobil: 91 62 15 28, e-post: lennart.flem@terratec.no

Veileder HIG

Torbjørn Kravdal
Høgskolelektor
Høgskolen i Gjøvik
tlf: 61135213
e-post: torbjoern.kravdal@hig.no

Prosjektets mål

Målet med oppgaven er å oppnå en analyse på hvor nøyaktig systemet er utenfor veien, det vil si 25 meter fra midtstripen. Dette i tråd med ønsker fra oppdragsgivers kunder, som på sikt ønsker en terrengmodell av terrenget utenfor veien. I den forbindelse trenger oppdragsgiver å vite om laserpulsene har tilstrekkelig gjennomtrengning gjennom gress, lyng og busker for å utarbeide en tilfredsstillende modell av terrengoverflaten, upåvirket av vegetasjon.

Tema med avgrensning

Det som er ønsket fra oss, er en analyse på hvor nøyaktig systemet er utenfor veien, det vil si 25 meter fra midtstripen. Vi har i samarbeid med oppdragsgiver blitt enig om at dette best kan gjøres ved å etablere soner eller tverrsnitt i forskjellige typer terreng og vegetasjon langs en vei, der vi etablerer en terrengmodell. Denne modellen kan baseres alene på innmålinger vi gjør, eventuelt sammen med FKB- eller flybårne laserdata.

Det blir opp til oss og finne en egnet veistrekning der snøen forsvinner tidlig.

Oppdragsgiver ser helst at etterprosesseringen blir utført av deres operatør, slik at vi mottar ferdig prosesserte punktskyer for sammenligning med våre data. Dette grunnet komplisert og kostbar programvare. Det er heller ikke selve behandlingen i programvaren som er interessant å se på i denne oppgaven.

Problemstilling

Oppdragsgiver ønsker å kunne etablere en terrengmodell av terrenget som ligger i tilknytning til en veistrekning. Kvaliteten på den type skanning er ukjent, derfor skal vi finne en metode for å analysere hvilken nøyaktighet den bilbårne laserskanneren kan levere mot forskjellige typer vegetasjon.

Ressursbehov

Arbeidet med oppgaven vil i hovedsak foregå på grupperommet som vi sammen med de to andre gruppene på bachelor i geomatikk har fått tildelt fra studenttorget. Rommet er nå klargjort med to ekstra internettilkoblinger.

Oversikt over nødvendige ressurser:

Utstyr:	Software:
<ul style="list-style-type: none">• Minimum en stk. totalstasjon• Minimum en stk. GNSS (RTK & CPOS) mottaker• Prismar/targets• Øvrig utstyr• Lynx Mobile Mapper	<ul style="list-style-type: none">• Den software som trengs fra HiG finnes allerede lisensavtaler og ordninger på. Det er enda ikke slått fast hvilke programmer vi konkret vil ha bruk for i arbeidet.• Terratec har de nødvendige programvarer og personell som vil være behjelpelige med arbeidet som ikke kan gjøres på software som HiG har avtaler på.

Det vil også være nødvendig for hvert av gruppemedlemmene å stå for kost og losji under arbeid med oppgaven. Både når gruppen befinner seg på Campus og når gruppen befinner seg andre steder i landet. *Alle felles kostnader som berører gruppen i sin helhet blir delt likt mellom gruppemedlemmene.*

Fremdriftsplan

Etableringsfase	20 dager	11.01.2010 08:00	05.02.2010 17:00
Frist levering av prosjektplan	0 dager	25.01.2010 17:00	25.01.2010 17:00
Levert prosjektplan (Etter avtale med veileder)	0 dager	01.02.2010 16:00	01.02.2010 16:00
Nettside etablert og innlevert	0 dager	05.02.2010 08:00	05.02.2010 08:00
Finne og etablere testområde (I løpet av feb. mnd.)	15 dager	08.02.2010 08:00	26.02.2010 17:00
Kjøre skanning med Mobile Mapper (I løpet av mars mnd.)	5 dager	01.03.2010 08:00	05.03.2010 17:00
Vurdering av arbeidsmetode for behandling av data.	7 dager	01.04.2010 08:00	09.04.2010 17:00
Behandling og vurdering av innsamlet data	15 dager	12.04.2010 08:00	30.04.2010 17:00
Evaluerer av resultat	10 dager	03.05.2010 08:00	14.05.2010 17:00
Ferdigstilling av oppgaven	85 dager	26.01.2010 08:00	24.05.2010 17:00
Leverer A3 plakat for laminering	0 dager	24.05.2010 17:00	24.05.2010 17:00
Leverer oppgaven til Kopisentralen	0 dager	24.05.2010 17:00	24.05.2010 17:00
Leverer Laminert plakat og oppgave til studenttorget	0 dager	28.05.2010 08:00	28.05.2010 08:00
Presentasjon av oppgaven	0 dager	03.06.2010 08:00	03.06.2010 08:00

For å kunne strukturere arbeidet med oppgaven har vi laget en fremdriftsplan. Vi vil til en hver tid prøve å følge denne planen så godt som mulig. Likevel er det sannsynlig at noen av fristene vil måtte endres etter hvert som arbeidet med oppgaven pågår. En mer detaljert fremdriftsplan følger som vedlegg (vedlegg 2).

Forklaringer:

Etableringsfase: I denne perioden vil vi gjennomføre møter med oppdragsgiver og vi vil ha interne gruppemøter der vi klargjør hva oppgaven konkret skal dreie seg om og hvilket omfang oppgaven skal ha. Det vil bli gjennomført interne møter med "brainstorming" og mye diskusjon rundt valg av problemstilling, hvordan de praktiske problemer skal løses, hva vi trenger å låne av skolens utstyr, osv. Det vil også bli brukt en del tid på å sette seg inn i utstyret og dets virkemåte.

Finne og etablere testområde: I denne perioden vil vi finne frem til et passende område og etablere de nødvendige kjentpunkt og målinger. Testområdet må være fritt for snø allerede tidlig i mars og det er derfor aktuelt å etablere et testområde en plass i Vestfold.

Kjøre skanning med Mobile Mapper: Når vi har etablert testområdet og er klar til å kjøre skanning med Mobile Mapper vil vi planlegge en hel dag der en ansatt hos Terratec blir med til testområdet og kjører skanning der. Her har vi satt opp 5 dager, men mange av disse dagene vil gå med til planlegging og klargjøring før skanningen.

Vurdering av arbeidsmetode for behandling av data: Her vil vi vurdere hvilke metoder vi skal bruke for å sammenligne forskjellige data fra testområde og fra skanningen av testområdet. Her må vi også vurdere hvilke returer fra skanningen som skal brukes til terrengmodell data.

Ansvarsforhold

Studenter

Etablering av testområde blir gjort av gruppe medlemmene.

Sammenligning og analysing av resultat fra punktsky og testdata blir gjort av gruppen og vil være hoveddelen av prosjektet.

Terratec

Skanning av testområde og etterprosessering av data blir gjort av Terratec. En ferdig prosessert punktsky vil da bli gjort tilgjengelig for gruppen forholdsvis kort tid etter gjennomført skanning.

Terratec og deres ansatte vil være tilgjengelig for spørsmål og veiledning hva angår laserskanningen, informasjon om utstyret som er brukt, og lignende.

Veileder HIG

Veileder fra Høgskolen i Gjøvik vil følge opp gruppen i arbeidet med oppgaven. Veileder vil være tilgjengelig for både faglige og praktiske spørsmål rund oppgaven og arbeidet med den. Gjennomføring av veiledning med ansvarlig veileder vil bli iverksatt ved ønske fra studenter eller veileder.

For underskrevet prosjektavtale se vedlegg 1.

Grupperegler

§1. Grupperegler ved bacheloroppgave

§1.1 Alle beslutninger vedrørende oppgaven og arbeidet med den tas av gruppen som en helhet.

§1.2 Begge gruppemedlemmene har samme stemmerett og fullmakt. Det er ingen oppnevnt gruppeleder.

§1.4 Avskjedigelsen gjennomføres ved at gruppemedlemmet blir kastet fra gruppen etter samtale og rådføring med veileder.

§1.5 Alle kostnader i forbindelse med oppgaven og arbeid med denne skal fordeles likt.

§1.6 Begge gruppemedlemmer har retten til å signere for gruppen i sin helhet.

§1.7 Alle gruppemedlemmer skal til en hver tid tilstrebe en positiv holdning til hverandre og arbeidet med oppgaven.


Ola Vik Aarseth


Lars Drangevåg

Vedlegg 1. Avtale med eksterne parter



HØGSKOLEN I GJØVIK

PROSJEKTAVTALE

mellom Høgskolen i Gjøvik (HiG) (utdanningsinstitusjon),

Terratec AS (oppdragsgiver), og
OLA VIK AARSETH og
LARS ORANGEVÅG
(student(er))

Avtalen angir avtalepartenes plikter vedrørende gjennomføring av prosjektet og rettigheter til anvendelse av de resultater som prosjektet frembringer:

1. Studenten(e) skal gjennomføre prosjektet i perioden fra 11.01.2010 til 03.06.2010

Studentene skal i denne perioden følge en oppsatt fremdriftsplan der HiG yter veiledning.

Oppdragsgiver yter avtalt prosjektbistand til fastsatte tider. Oppdragsgiver stiller til rådighet kunnskap og materiale som er nødvendig for å få gjennomført prosjektet. Det forutsettes at de gitte problemstillinger det arbeides med er aktuelle og på et nivå tilpasset studentenes faglige kunnskaper. Oppdragsgiver plikter på forespørsel fra HiG å gi en vurdering av prosjektet vederlagsfritt.

2. Kostnadene ved gjennomføringen av prosjektet dekkes på følgende måte:
 - Oppdragsgiver dekker selv gjennomføring av prosjektet når det gjelder f.eks. materiell, telefon/fax, reiser og nødvendig overnatting på steder langt fra HiG. Studentene dekker utgifter for trykking og ferdigstillelse av den skriftlige besvarelsen vedrørende prosjektet.
 - Eiendomsretten til eventuell prototyp tilfaller den som har betalt komponenter og materiell mv. som er brukt til prototypen. Dersom det er nødvendig med større og/eller spesielle investeringer for å få gjennomført prosjektet, må det gjøres en egen avtale mellom partene om eventuell kostnadsfordeling og eiendomsrett.
3. HiG står ikke som garantist for at det oppdragsgiver har bestilt fungerer etter hensikten, ei heller at prosjektet blir fullført. Prosjektet må anses som en eksamensrelatert oppgave som blir bedømt av faglærer/veileder og sensor. Likevel er det en forpliktelse for utøverne av prosjektet å fullføre dette til avtalte spesifikasjoner, funksjonsnivå og tider.
4. Den totale besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur så vel som programlisting, kildekode, disketter, taper mv. som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, gis det en kopi av til HiG, som vederlagsfritt kan benyttes til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, eller vedlegg til den, må ikke nyttes av HiG til andre formål, og ikke overlates til utenforstående uten etter avtale med de øvrige parter i denne avtalen. Dette gjelder også firmaer hvor ansatte ved HiG og/eller studenter har interesser.

Besvarelser med karakter C eller bedre registreres og plasseres i skolens bibliotek. Det legges også ut en elektronisk prosjektbesvarelse uten vedlegg på bibliotekets del av skolens Internett-sider. Dette avhenger av at studentene skriver under på en egen avtale hvor de gir biblioteket tillatelse til at deres hovedprosjekt blir gjort tilgjengelig i papir og nettutgave (jfr. Lov om opphavsrett). Oppdragsgiver og veileder godtar slik

offentliggjøring når de signerer denne prosjektavtalen, og må evt. gi skriftlig melding til studenter og dekan om de i løpet av prosjektet endrer syn på slik offentliggjøring.

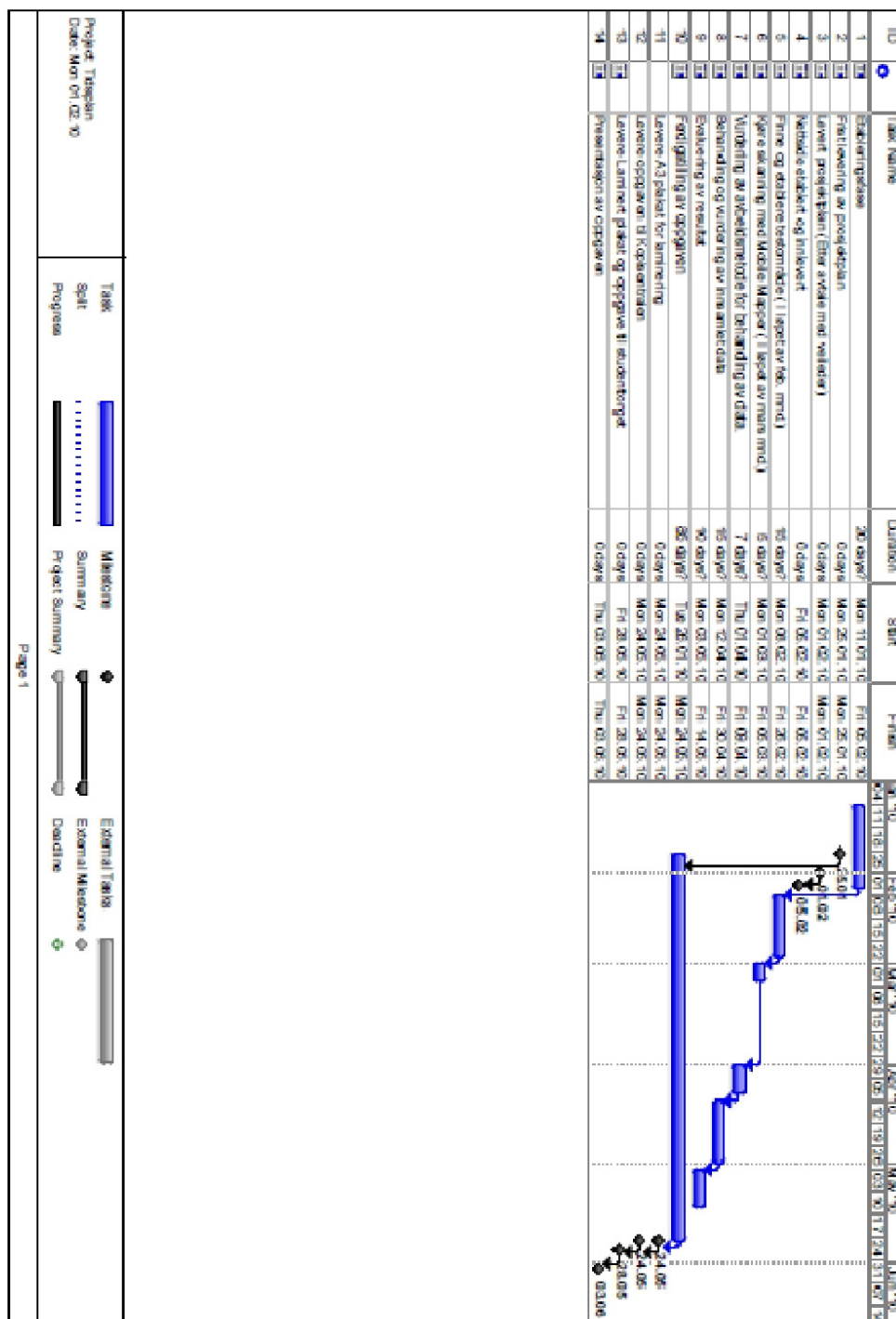
5. Besvarelsens spesifikasjoner og resultat kan anvendes i oppdragsgivers egen virksomhet. Gjør studenten(e) i sin besvarelse, eller under arbeidet med den, en patentbar oppfinnelse, gjelder i forholdet mellom oppdragsgiver og student(er) bestemmelsene i Lov om retten til oppfinnelser av 17. april 1970, §§ 4-10.
6. Ut over den offentliggjøring som er nevnt i punkt 4 har studenten(e) ikke rett til å publisere sin besvarelse, det være seg helt eller delvis eller som del i annet arbeide, uten samtykke fra oppdragsgiver. Tilsvarende samtykke må foreligge i forholdet mellom student(er) og faglærer/veileder for det materialet som faglærer/veileder stiller til disposisjon.
7. Studenten(e) leverer 3 - tre - eksemplarer av oppgavebesvarelsen med vedlegg til Studenttorget. I tillegg leveres et eksemplar til oppdragsgiver. HiG kan stille til disposisjon ytterligere eksemplar(er) for oppdragsgiver mot at denne godtgjør produksjonskostnadene.
8. Denne avtalen utferdiges med et eksemplar til hver av partene. På vegne av HiG er det dekan som godkjenner avtalen.
9. I det enkelte tilfelle kan det inngås egen avtale mellom oppdragsgiver, student(er) og HiG som nærmere regulerer forhold vedrørende bl.a. eiendomsrett, videre bruk, konfidensialitet, kostnadsdekning og økonomisk utnyttelse av resultatene.
Dersom oppdragsgiver og student(er) ønsker en videre eller ny avtale, skjer dette uten HiG som partner.
10. Når HiG også opptre som oppdragsgiver trer HiG inn i kontrakten både som utdanningsinstitusjon og som oppdragsgiver.
11. Eventuell uenighet vedrørende forståelse av denne avtale løses ved forhandlinger avtalepartene i mellom. Dersom det ikke oppnås enighet, er partene enige om at tvisten løses av voldgift, etter bestemmelsene i tvistemålsloven av 13.8.1915 nr. 6, kapittel 32.

12. Deltakende personer ved prosjektgjennomføringen:

HiGs veileder (navn):	TORBJØRN KRAUDAL	
Oppdragsgivers kontaktperson (navn):	Lennart Flem	
Student(er) (signatur):	Lars Drangerud	dato 28.01-10
	Olav Vile Aaseh	dato 28.01.2010
		dato
		dato
Oppdragsgiver (signatur):	Lennart Flem	dato 25.1.10
Dekan (signatur):	Joy G. A.	dato 01.02.10

Revidert 11.10.07, Ivar Moe

Vedlegg 2. Tidsplan



10.4 Vedlegg C – Prosjektlogg

Uke	Arbeid	Timer
2	Oppstart, arbeid med prosjektplan	23
3	Møte med Terratec, arbeid med prosjektplan	29,5
4	Arbeid med prosjektplan	6
5	Innlevering av prosjektplan, innhenting av teoristoff	11
6	Opprettelse av hjemmeside, teori	26
7	Teori, møte med Torbjørn	11
8	Vinterferie	
9	Andre fag	
10	Andre fag	
11	Teori	27
12	Teori, programvare	13
13	Påske	
14	Programvare, forberedelser og utførelse av skanning	32
15	Forberedelser og utførelse av egne målinger	36
16	Programvare, sammenligning av data	37
17	Sammenligning, bekreftet feil i punktsky	28
18	Teori	37
19	Mottatt korrekte data, ny sammenligning, teori	55
20	Slutføring av rapport	55
21	Innlevering av rapport	
Sum timer individuelt		426,5
Sum timer totalt		853

10.5 Vedlegg D – Møtereferater

10.5.1 Terratec

Møtereferat

Dato: 19.01.10

Sted: Terratec, Lysaker

Deltakere:

- Ola Vik Aarseth, student, HIG
- Lars Drangevåg, student, HIG
- Lennart Flem, Department Manager Processing og vår kontaktperson, Terratec
- Halvor Holvik, Prosjektkoordinator Laser, Terratec
- Anders Lund, Operatør, Terratec

Saker:

Presisering av problemstilling

Hovedformålet vårt for dette møtet var og sammen med oppdragsgiver komme frem til en mer presis problemstilling for oppgaven. Problemstillingen vi hadde var noe diffus, og vi var usikre på hva vi egentlig skulle gjøre. I den midlertidige problemstillingen sto det at vi skulle se på nøyaktigheten ved forskjellige værforhold, det vil si at vi skulle ha funnet ut hvor våt veien kunne være før nøyaktigheten ble for dårlig. Dette ville i praksis blitt et rent fysikkprosjekt, som kommer utenfor vårt fagfelt og vår kompetanse. Vi ble derfor raskt enige om å stryke dette fra problemstillingen.

Det ble snart tydelig at det som var ønsket fra oss, var en analyse på hvor nøyaktig systemet er utenfor veien, det vil si 25 meter fra midtstripen. Dette i tråd med ønsker fra oppdragsgivers kunder, som på sikt ønsker en terrengmodell av terrenget utenfor veien. I den forbindelse trenger oppdragsgiver å vite om laserpulsene har tilstrekkelig gjennomtrengning gjennom gress, lyng og busker for å utarbeide en tilfredsstillende modell av *overflaten*, upåvirket av vegetasjon.

Vi ble enige om at dette best kunne gjøres ved å etablere soner eller tverrsnitt i forskjellige typer terreng og vegetasjon langs en vei, der vi etablerer en terrengmodell. Denne modellen kan baseres alene på innmålinger vi gjør, eventuelt sammen med FKB- eller flybårne laserdata.

Det blir opp til oss og finne en egnet veistrekning der snøen forsvinner tidlig. Vestfold ble nevnt som et passende område.

Oppdragsgiver ser helst at etterprosesseringen blir utført av deres operatør, slik at vi mottar ferdig prosesserte punktskyer for sammenligning med våre data.

Avklaring av ressursbehov og tilgjengelighet på utstyr

For øyeblikket er laseren på service i Canada, men oppdragsgiver regner med at vi kan få tilgang til bil og operatør fra 1. mars. I utgangspunktet er det tiltenkt å bruke en dag på skanningen, dersom alt går i orden.

Sette sammen en grov tidsplan tilpasset Terratecs ønsker og behov

Siden bilen er tilgjengelig fra 1. mars, må vi ha funnet område, avklart metodebruk og kanskje hentet inn noe data innen den tid. Alle er enige om at skanningen bør utføres så tidlig som mulig. Oppdragsgiver har ingen videre formeninger om tidsbruk, men ble gjort kjent med de tidsfrister vi skal forholde oss til.

Kommunikasjon

Det ble ikke fastsatt noe bestemt rapporteringsmønster, men inntil vi begynner å jobbe med punktsvermene tar vi kontakt dersom vi har spørsmål og omvendt.

10.5.2 Torbjørn Kravdal – Veileder

Møtereferat 25.01.10

Sted: Høgskolen i Gjøvik

Tilstede: Ola, Lars og Torbjørn

Dette møtet ble iverksatt for å få evaluert møtet vi hadde med Terratec i forrige uke, samt at vi hadde noen spørsmål vedrørende prosjektplan. Torbjørn gav oss litt mer tid til å levere denne, ingen endelig frist ble uttalt, men vi er nok enige om at den bør være klar innen de nærmeste dagene.

Vi diskuterte så vidt metodebruk i oppgaven, men ble enige om å fortsette tankeprosessen rundt dette på egenhånd, i hvert fall inntil videre.

Møtereferat 15.02.10

Sted: Høgskolen i Gjøvik

Tilstede: Ola, Lars og Torbjørn

Saker:

- Kommentarer til prosjektplan

Torbjørn synes prosjektplanen er tilfredsstillende, og mener vi har fått med alle momenter på en grei måte. Prosjektplanen er godkjent, med forbehold om at endringer i for eksempel problemstilling fremdeles kan foretas.

- Tidsplan

Vi diskuterte litt rundt tidsperspektivet, men dette er litt uklart på grunn av de nåværende snøforholdene. Hvis snøen vedvarer, kan det bli aktuelt å be Terratec om å få tilsendt gamle data som vi kan bruke til å tilegne oss erfaring med sammenligning av data, slik at den prosessen kan gå fortere når vi kommer i gang med feltarbeidet. Vi har fått signaler om at bilen skal til Spania over en lengre periode fra slutten av mars og utover. Dette er imidlertid ubekreftet, men vi bør ta sikte på å utføre skanningen før den tid.

- Metode

I startfasen vurderte vi bruk av FKB kartdata og eventuelt flybårne laserdata til etablering av terrengmodell. Nå har vi kommet frem til at totalstasjon trolig er den metoden som gir oss et best resultat. Vi vil likevel bruke kartdata i oversiktsøyemed.

- Utstyr

Skolen har nå mottatt nytt utstyr i et større antall enn tidligere, så tilgjengeligheten er ganske god. Vi vil ha bruk for en satellittmottaker og en totalstasjon. Trolig er tiden rett før og rett etter påske den beste med tanke på tilgjengelighet. Uansett bør vi tilstrebe og bli ferdige med det praktiske utearbeidet før påske. Utstyret er utilgjengelig i tidsrommet 21 – 23.03.10.

10.6 Vedlegg E – Innmålingsrapport

System 1200 Data Eksport - Fil Starter
 ++++++
 ++

Jobb

Dato/Tid: : 15.04.10, 16:05:49
 Job : O.L TOTAL
 Operatør :
 Instrumenttype : TCRP1203+ R1000
 Serie Nr. : 262844

Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse
Kode	3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM	
STASJON 1		15.04.10	07:33:46	6571866.833	602189.704	88.490
---	0.000	---	---	---	---	Kontr1

TPS Stasjon

Stasjon ID	N	Ø	H	ih
STASJON 1	6571866.833	602189.704	88.490	1.702

Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse
Kode	3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM	
GPS0001		15.04.10	07:37:33	6571850.779	602180.622	88.469
---	0.000	---	---	---	---	Kontr1

TPS Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse	Kode
3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM			
TPS0002	15.04.2010	08:19:38	6571864.118	602190.195	88.385	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0003	15.04.2010	08:20:12	6571864.032	602190.705	88.139	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0004	15.04.2010	08:20:33	6571863.905	602191.134	88.289	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0005	15.04.2010	08:20:50	6571863.837	602191.623	88.385	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0006	15.04.2010	08:21: 9	6571863.755	602192.126	88.366	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0007	15.04.2010	08:21:33	6571863.668	602192.617	88.348	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0008	15.04.2010	08:21:54	6571863.567	602193.083	88.487	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0009	15.04.2010	08:22:16	6571863.489	602193.512	88.725	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0010	15.04.2010	08:22:32	6571863.385	602193.964	88.977	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				
TPS0011	15.04.2010	08:22:53	6571863.267	602194.437	88.016	Målt	---
0.005	2.000	0.023 -356	0				

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0012	15.04.2010	08:23:16	6571863.154	602194.937	89.152	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0013	15.04.2010	08:23:35	6571863.068	602195.413	89.355	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0014	15.04.2010	08:23:56	6571862.963	602195.902	89.430	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0015	15.04.2010	08:24:15	6571862.834	602196.354	89.385	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0016	15.04.2010	08:24:41	6571862.734	602196.801	89.277	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0017	15.04.2010	08:25: 3	6571862.676	602197.263	89.489	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0018	15.04.2010	08:25:27	6571862.582	602197.692	89.627	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0019	15.04.2010	08:25:43	6571862.482	602198.188	89.755	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0020	15.04.2010	08:26: 2	6571862.395	602198.664	89.880	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					
TPS0021	15.04.2010	08:26:18	6571862.286	602199.153	89.965	Målt	---
0.005 2.000	0.023 -356	0					

Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse
Kode	Sh	PrismeK Geo.PPM	Atm.PPM			
TPS0022	15.04.10	08:27:26	6571862.187	602199.638	90.118	Midlet
---	0.004	---	---			

TPS Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse	Kode
3D-KK Sh	PrismeK Geo.PPM	Atm.PPM					
TPS0023	15.04.2010	08:27:52	6571862.086	602200.112	90.311	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0024	15.04.2010	08:28: 7	6571861.994	602200.595	90.264	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0025	15.04.2010	08:28:21	6571861.900	602201.084	90.261	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0026	15.04.2010	08:28:36	6571861.835	602201.589	90.274	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0027	15.04.2010	08:29: 6	6571861.750	602202.038	90.278	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0028	15.04.2010	08:29:22	6571861.647	602202.505	90.428	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0029	15.04.2010	08:30: 9	6571861.544	602202.948	90.679	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0030	15.04.2010	08:30:37	6571861.438	602203.423	90.767	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0031	15.04.2010	08:30:55	6571861.332	602203.922	90.839	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0032	15.04.2010	08:31:37	6571861.150	602204.379	90.894	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					

Punkter

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

Punkt ID		Dato	Tid	N	E	H	Klasse	
Kode	3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM			
TPS0033		15.04.10	08:32:50	6571861.094	602204.883	90.893	Midlet	
---	0.050	---	---	---				
TPS Punkter								

Punkt ID		Dato	Tid	N	E	H	Klasse	Kode
3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM				
TPS0034		15.04.2010	08:33: 7	6571860.974	602205.353	90.854	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0035		15.04.2010	08:33:48	6571861.121	602205.904	90.864	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0036		15.04.2010	08:34:15	6571861.008	602206.361	91.022	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0037		15.04.2010	08:34:31	6571860.908	602206.835	91.007	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0038		15.04.2010	08:34:55	6571860.718	602207.625	91.069	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0039		15.04.2010	08:39: 5	6571861.680	602207.723	91.105	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0040		15.04.2010	08:39:49	6571861.749	602207.210	91.140	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0041		15.04.2010	08:40:17	6571861.853	602206.734	91.034	Målt	---
0.005	1.850	0.023	-356	0				
TPS0042		15.04.2010	08:41:57	6571861.920	602206.248	91.064	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0043		15.04.2010	08:44: 2	6571862.135	602205.219	90.917	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0044		15.04.2010	08:44:25	6571862.233	602204.781	90.889	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0045		15.04.2010	08:44:50	6571862.322	602204.270	90.801	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0046		15.04.2010	08:45:13	6571862.429	602203.813	90.761	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0047		15.04.2010	08:45:39	6571862.537	602203.335	90.710	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0048		15.04.2010	08:45:56	6571862.645	602202.883	90.554	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0049		15.04.2010	08:46:24	6571862.740	602202.407	90.360	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0050		15.04.2010	08:46:42	6571862.823	602201.893	90.307	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0051		15.04.2010	08:47: 7	6571862.917	602201.407	90.306	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0052		15.04.2010	08:47:25	6571863.017	602200.930	90.330	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0053		15.04.2010	08:47:44	6571863.117	602200.446	90.388	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0054		15.04.2010	08:48: 8	6571863.193	602199.946	90.445	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				
TPS0055		15.04.2010	08:48:27	6571863.295	602199.500	90.076	Målt	---
0.005	1.750	0.023	-356	0				

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0056	15.04.2010	08:48:44	6571863.384	602199.025	90.015	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0057	15.04.2010	08:49: 5	6571863.475	602198.556	89.870	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0058	15.04.2010	08:49:26	6571863.560	602198.073	89.750	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0059	15.04.2010	08:49:46	6571863.616	602197.591	89.559	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0060	15.04.2010	08:50: 7	6571863.743	602197.081	89.490	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0061	15.04.2010	08:50:33	6571863.823	602196.644	89.514	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0062	15.04.2010	08:50:50	6571863.932	602196.158	89.381	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0063	15.04.2010	08:51: 6	6571864.046	602195.670	89.269	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0064	15.04.2010	08:51:27	6571864.137	602195.179	89.159	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0065	15.04.2010	08:51:51	6571864.260	602194.713	89.097	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0066	15.04.2010	08:52:12	6571864.322	602194.214	89.105	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0067	15.04.2010	08:52:31	6571864.442	602193.732	89.027	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0068	15.04.2010	08:52:51	6571864.536	602193.270	88.962	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0069	15.04.2010	08:53: 9	6571864.600	602192.826	88.719	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0070	15.04.2010	08:53:28	6571864.706	602192.321	88.502	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0071	15.04.2010	08:53:48	6571864.814	602191.828	88.395	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0072	15.04.2010	08:54: 9	6571864.946	602191.237	88.331	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0073	15.04.2010	08:54:24	6571864.986	602190.583	88.355	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0074	15.04.2010	08:54:40	6571865.104	602190.031	88.443	Målt	---
0.005 1.750	0.023 -356	0					
TPS0075	15.04.2010	08:59: 7	6571866.132	602190.405	88.436	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0076	15.04.2010	08:59:37	6571866.059	602191.038	88.331	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0077	15.04.2010	08:59:56	6571866.042	602191.508	88.345	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0078	15.04.2010	09:00:20	6571865.922	602191.827	88.399	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0079	15.04.2010	09:00:35	6571865.735	602192.281	88.513	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0080	15.04.2010	09:00:49	6571865.706	602192.736	88.749	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0081	15.04.2010	09:01: 8	6571865.692	602193.233	88.917	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0082	15.04.2010	09:01:23	6571865.617	602193.659	89.100	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0083	15.04.2010	09:02: 4	6571865.538	602194.085	89.137	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0084	15.04.2010	09:02:19	6571865.404	602194.551	89.148	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0085	15.04.2010	09:02:35	6571865.307	602195.025	89.188	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0086	15.04.2010	09:02:51	6571865.215	602195.539	89.199	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0087	15.04.2010	09:03: 6	6571865.106	602196.006	89.350	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0088	15.04.2010	09:03:17	6571865.017	602196.469	89.457	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0089	15.04.2010	09:03:35	6571864.929	602196.955	89.553	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0090	15.04.2010	09:03:47	6571864.855	602197.433	89.555	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0091	15.04.2010	09:03:60	6571864.726	602197.923	89.578	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0092	15.04.2010	09:04:19	6571864.658	602198.407	89.968	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0093	15.04.2010	09:04:34	6571864.516	602198.840	90.134	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0094	15.04.2010	09:04:49	6571864.410	602199.321	90.260	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0095	15.04.2010	09:04:59	6571864.312	602199.794	90.412	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0096	15.04.2010	09:05:11	6571864.222	602200.225	90.453	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0097	15.04.2010	09:05:40	6571864.071	602200.628	90.410	Målt	---
0.005 1.900	0.023 -356	0					
TPS0098	15.04.2010	09:06:46	6571863.984	602201.148	90.344	Målt	---
0.005 1.550	0.023 -356	0					
TPS0099	15.04.2010	09:06:60	6571863.904	602201.618	90.350	Målt	---
0.005 1.550	0.023 -356	0					
TPS0100	15.04.2010	09:07:13	6571863.820	602202.103	90.363	Målt	---
0.005 1.550	0.023 -356	0					
TPS0101	15.04.2010	09:07:32	6571863.730	602202.604	90.384	Målt	---
0.005 1.550	0.023 -356	0					

Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse
Kode	3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM	
TPS0102	15.04.10	09:12:46	6571863.419	602203.530	90.746	Midlet
---	0.005	---	---	---		

TPS Punkter

Punkt ID	Dato	Tid	N	E	H	Klasse	Kode
3D-KK	Sh	PrismeK	Geo.PPM	Atm.PPM			
TPS0103	15.04.2010	09:18:49	6571868.922	602183.774	87.136	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0104	15.04.2010	09:19:56	6571869.037	602183.318	87.955	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0105	15.04.2010	09:20:14	6571869.190	602182.340	87.950	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0106	15.04.2010	09:20:38	6571869.447	602181.367	87.356	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0107	15.04.2010	09:20:57	6571869.648	602180.378	87.422	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0108	15.04.2010	09:21:33	6571869.835	602179.412	87.224	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0109	15.04.2010	09:23:44	6571869.990	602178.416	87.194	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0110	15.04.2010	09:24:17	6571870.140	602177.432	87.242	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0111	15.04.2010	09:24:48	6571870.365	602176.468	87.418	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0112	15.04.2010	09:25: 5	6571870.581	602175.505	87.552	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0113	15.04.2010	09:25:22	6571870.783	602174.534	87.445	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0114	15.04.2010	09:25:43	6571870.956	602173.551	87.401	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0115	15.04.2010	09:25:59	6571871.190	602172.574	87.440	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0116	15.04.2010	09:26:18	6571871.404	602171.594	87.629	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0117	15.04.2010	09:26:38	6571871.609	602170.623	87.606	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0118	15.04.2010	09:26:59	6571871.813	602169.648	87.428	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0119	15.04.2010	09:27:31	6571871.955	602168.651	87.325	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0120	15.04.2010	09:30: 1	6571872.169	602167.742	86.778	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0121	15.04.2010	09:30:27	6571872.345	602166.743	86.622	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0122	15.04.2010	09:30:46	6571872.497	602165.807	86.417	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0123	15.04.2010	09:31: 8	6571872.827	602164.822	86.289	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0124	15.04.2010	09:31:59	6571873.771	602163.793	86.021	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0125	15.04.2010	09:34: 7	6571873.943	602164.462	86.122	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0126	15.04.2010	09:34:29	6571873.814	602164.927	86.178	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0127	15.04.2010	09:40:32	6571873.826	602164.910	86.517	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0128	15.04.2010	09:41:10	6571873.632	602165.873	86.754	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0129	15.04.2010	09:41:37	6571873.435	602166.824	87.029	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0130	15.04.2010	09:41:58	6571873.185	602167.764	87.045	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0131	15.04.2010	09:42:22	6571872.981	602168.742	87.350	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0132	15.04.2010	09:42:52	6571872.800	602169.685	87.495	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0133	15.04.2010	09:43:13	6571872.597	602170.663	87.605	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0134	15.04.2010	09:43:42	6571872.390	602171.669	87.609	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0135	15.04.2010	09:44: 1	6571872.192	602172.605	87.507	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0136	15.04.2010	09:44:27	6571872.027	602173.628	87.383	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0137	15.04.2010	09:44:56	6571871.852	602174.603	87.436	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0138	15.04.2010	09:45:24	6571871.682	602175.559	87.583	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0139	15.04.2010	09:45:44	6571871.488	602176.556	87.416	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0140	15.04.2010	09:46: 4	6571871.282	602177.519	87.289	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0141	15.04.2010	09:46:26	6571871.116	602178.516	87.335	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0142	15.04.2010	09:46:50	6571870.905	602179.521	87.167	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0143	15.04.2010	09:48:12	6571870.701	602180.441	87.353	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0144	15.04.2010	09:48:48	6571870.552	602181.466	87.419	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0145	15.04.2010	09:49:14	6571870.332	602182.436	87.597	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0146	15.04.2010	09:49:36	6571870.125	602183.405	87.887	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0147	15.04.2010	09:49:57	6571869.978	602184.473	88.281	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0148	15.04.2010	09:52:42	6571870.948	602184.658	88.275	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0149	15.04.2010	09:53:21	6571871.199	602183.534	87.629	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0150	15.04.2010	09:53:43	6571871.313	602182.549	87.394	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0151	15.04.2010	09:53:59	6571871.492	602181.604	87.279	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0152	15.04.2010	09:54:29	6571871.690	602180.616	87.217	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0153	15.04.2010	09:54:48	6571871.836	602179.660	87.180	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0154	15.04.2010	09:55:14	6571871.982	602178.656	87.361	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0155	15.04.2010	09:55:28	6571872.215	602177.681	87.292	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0156	15.04.2010	09:55:43	6571872.371	602176.693	87.362	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0157	15.04.2010	09:55:57	6571872.540	602175.705	87.519	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0158	15.04.2010	09:56:12	6571872.696	602174.715	87.384	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0159	15.04.2010	09:56:29	6571872.864	602173.729	87.298	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0160	15.04.2010	09:56:48	6571872.990	602172.793	87.442	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0161	15.04.2010	09:57: 6	6571873.125	602171.839	87.567	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0162	15.04.2010	09:57:28	6571873.288	602170.844	87.560	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0163	15.04.2010	09:57:40	6571873.435	602169.868	87.534	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0164	15.04.2010	09:58: 4	6571873.708	602168.955	87.289	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0165	15.04.2010	09:58:18	6571873.882	602168.075	87.059	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0166	15.04.2010	09:58:38	6571874.010	602167.124	87.002	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0167	15.04.2010	09:59: 1	6571874.179	602166.248	86.812	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0168	15.04.2010	09:59:21	6571874.259	602165.231	86.645	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0169	15.04.2010	09:59:48	6571874.265	602164.363	86.470	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0170	15.04.2010	10:01:25	6571875.207	602164.554	86.497	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0171	15.04.2010	10:01:41	6571875.141	602165.597	86.657	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0172	15.04.2010	10:01:57	6571874.921	602166.477	86.851	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0173	15.04.2010	10:02:11	6571874.799	602167.471	87.083	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0174	15.04.2010	10:02:21	6571874.684	602168.454	87.076	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0175	15.04.2010	10:02:33	6571874.503	602169.438	87.309	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0176	15.04.2010	10:02:46	6571874.385	602170.374	87.447	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0177	15.04.2010	10:02:58	6571874.223	602171.349	87.485	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0178	15.04.2010	10:03:11	6571874.070	602172.340	87.485	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0179	15.04.2010	10:03:24	6571873.832	602173.340	87.323	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0180	15.04.2010	10:03:45	6571873.675	602174.319	87.339	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0181	15.04.2010	10:03:59	6571873.548	602175.306	87.429	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0182	15.04.2010	10:04:18	6571873.368	602176.181	87.424	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0183	15.04.2010	10:04:32	6571873.235	602177.152	87.322	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0184	15.04.2010	10:04:46	6571873.231	602177.155	87.317	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0185	15.04.2010	10:05: 1	6571873.085	602178.126	87.275	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0186	15.04.2010	10:05:16	6571872.906	602179.137	86.110	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0187	15.04.2010	10:05:34	6571872.842	602180.047	87.081	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0188	15.04.2010	10:05:56	6571872.637	602181.084	87.106	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0189	15.04.2010	10:06:14	6571872.527	602182.058	87.211	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0190	15.04.2010	10:06:31	6571872.303	602183.051	87.318	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0191	15.04.2010	10:06:51	6571872.146	602183.994	87.529	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0192	15.04.2010	10:07:10	6571872.076	602184.868	88.296	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0193	15.04.2010	10:11:16	6571870.843	602199.421	90.391	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0194	15.04.2010	10:11:33	6571871.158	602199.542	90.439	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0195	15.04.2010	10:11:51	6571871.440	602199.654	90.492	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0196	15.04.2010	10:12: 4	6571871.798	602199.752	90.519	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0197	15.04.2010	10:12:20	6571872.143	602199.812	90.518	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0198	15.04.2010	10:12:35	6571872.244	602199.621	90.441	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0199	15.04.2010	10:12:49	6571872.038	602199.531	90.459	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0200	15.04.2010	10:13: 6	6571871.794	602199.447	90.443	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0201	15.04.2010	10:13:21	6571871.548	602199.370	90.393	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0202	15.04.2010	10:13:38	6571871.375	602199.231	90.362	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0203	15.04.2010	10:13:51	6571871.113	602199.149	90.323	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0204	15.04.2010	10:14: 6	6571870.973	602198.964	90.319	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0205	15.04.2010	10:14:20	6571871.241	602198.921	90.312	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0206	15.04.2010	10:14:34	6571871.425	602199.059	90.360	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0207	15.04.2010	10:14:48	6571871.660	602199.186	90.326	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0208	15.04.2010	10:15: 4	6571871.935	602199.186	90.362	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0209	15.04.2010	10:15:17	6571871.847	602199.005	90.317	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0210	15.04.2010	10:15:29	6571871.652	602198.916	90.334	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0211	15.04.2010	10:15:44	6571871.443	602198.906	90.411	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0212	15.04.2010	10:15:56	6571871.221	602198.852	90.316	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0213	15.04.2010	10:16: 9	6571870.976	602198.807	90.298	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0214	15.04.2010	10:16:19	6571871.264	602198.645	90.346	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0215	15.04.2010	10:16:31	6571871.481	602198.733	90.353	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0216	15.04.2010	10:16:43	6571871.767	602198.746	90.336	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0217	15.04.2010	10:16:56	6571872.015	602198.758	90.282	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0218	15.04.2010	10:17:12	6571871.874	602198.524	90.238	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0219	15.04.2010	10:17:23	6571871.641	602198.460	90.242	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0220	15.04.2010	10:17:38	6571871.324	602198.451	90.296	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0221	15.04.2010	10:18:15	6571871.127	602198.442	90.301	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0222	15.04.2010	10:18:25	6571870.986	602198.554	90.304	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0223	15.04.2010	10:18:37	6571870.879	602198.830	90.305	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0224	15.04.2010	10:18:47	6571871.065	602198.854	90.315	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0225	15.04.2010	10:18:57	6571871.182	602198.960	90.316	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0226	15.04.2010	10:19: 8	6571871.310	602198.983	90.390	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0227	15.04.2010	10:19:20	6571871.459	602199.078	90.335	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0228	15.04.2010	10:20:38	6571874.193	602199.019	90.342	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0229	15.04.2010	10:20:50	6571873.944	602198.712	90.308	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0230	15.04.2010	10:20:59	6571873.554	602198.421	90.214	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					
TPS0231	15.04.2010	10:21: 8	6571873.794	602198.593	90.306	Målt	---
0.005 2.150	0.023 -356	0					

Laserskanning Fra Bil – Mobile Mapping

TPS0232		15.04.2010	10:21:14	6571873.198	602198.446	90.319	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0233		15.04.2010	10:21:30	6571873.638	602198.799	90.336	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0234		15.04.2010	10:21:42	6571873.904	602198.934	90.338	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0235		15.04.2010	10:21:51	6571874.308	602199.143	90.363	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0236		15.04.2010	10:22: 1	6571874.112	602199.423	90.453	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0237		15.04.2010	10:22:15	6571873.882	602199.692	90.565	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0238		15.04.2010	10:22:25	6571873.490	602199.447	90.464	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0239		15.04.2010	10:22:36	6571873.092	602199.248	90.420	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0240		15.04.2010	10:23: 5	6571872.844	602199.410	90.421	Målt	---
0.005	2.150	0.023	-356	0				
TPS0241		15.04.2010	10:23:20	---	---	---	INGEN	---
0.000	2.150	0.000	-356	0				

+++++
System 1200 Data Export - Fil Slutter