



MASTER/BACHELOROPPGAVE:

**LASERSKANNING SOM VERKTØY
FOR AS – BUILT DOKUMENTASJON
AV UNDERSTELL TIL OLJE
PLATTFORMER**

FORFATTER: YNGVE STABERG

Dato: 7.5.2012

Sammendrag

Tittel: Laserskanning som dokumenteringsverktøy av understell til oljeplattformer.

Dato: 22.3.2012

Forfatter: Yngve Staberg

Veiledere: Bjørn Godager & Dag Norberg

Oppdragsgiver: Vitec AS

Kontaktperson: Lars Skjeset

Nøkkelord: Laserskanning, offshore, as - built

Antall sider: 85. Rapport side 1 – 51, vedlegg side 52 – 85.

Antall ord: 12 588

Antall vedlegg: 13 (A – M)

Tilgjengelighet: Åpen

Sammendrag:

I dette prosjektet har jeg testet laserskanning som metode for as – built dokumentering av understell til oljeplattformer. Hos Vitec AS blir dette til vanlig gjennomført ved bruk av totalstasjon, formålet med testingen er å se om laserskanneren er nøyaktig nok til å kunne overta noen av disse arbeidsoppgavene og om denne metoden kan foretrekkes.

Ved å bruke en punktsky jeg har tilegnet meg gjennom skanning av Ekofisk Bridgesupport, har jeg målt avstander mellom 4 punkt som befinner seg i senter legg , på topp/interface av Ekofisk Bridgesupport jacketen. Disse målene har jeg sammenlignet med totalstasjonsmålinger gjort av Vitec AS og NB Survey Global.

Jeg har brukt 3 ulike programvarer under modellering og målsetting, 3-D Reshaper, Leica Cyclone Model og Leica Cloudworx. Jeg har sammenlignet bruken av disse programvarene og prøvd å finne ut hvordan forskjell i modellering kan påvirke resultatet.

Forord

Bacheloroppgaven er utført av Yngve Staberg i løpet av vårsemesteret 2012 og vil være den avsluttende oppgaven på ett 3 år langt bachelorstudiet ved Høgskolen i Gjøvik.

Under ett vikariat hos Vitec AS, sommeren 2011 ble det diskutert mulige problemstillinger for en bacheloroppgave. Firmaet hadde nylig investert i en del utstyr for laserskanning, men på grunn av feil med utstyret var det ikke blitt grundig testet.

I utgangspunktet var planen å skanne Ekofisk 2-4L, men på grunn av problemer med skanneren, ble det nødvendig å benytte et test skann av Ekofisk Bridgesupport til modelleringen.

Jeg vil rette en takk til Lars Skjeset og de andre ansatte ved Vitec AS, uten deres støtte hadde ikke denne oppgaven vært mulig å gjennomføre. Jeg vil også takke Lars Gulbrandsen v/ Leica Geosystems og Nicolas Cathaud v/ Technodigit for studentlisenser på essensiell programvare. Også en takk til veilederne, Bjørn Godager og Dag Norberg fra Høgskolen i Gjøvik for god støtte og hjelp under gjennomføringen.

1. Innholdsfortegnelse

2. Figurliste	12
3. Tabeller	12
4. Innledning	13
4.1 Problemstilling	13
4.1.1 Bakgrunn	13
4.1.2 Avgrensing og rammebetingelser	13
4.1.3 Hovedmål	14
4.1.4 Studentmål	14
4.2 Avvik fra planlagt gjennomføring	15
4.3 Ressurser	15
4.3.1 Fra HIG:	15
4.3.2 Fra Vitec AS:	15
4.3.3 Studentlisenser:	16
4.4 Fremgangsmåte:	16
4.4.1 Arbeidsmetode:	16
4.4.2 Faser	16
4.5 Rapportens oppbygning	17
4.5.1 Målgruppe	17
4.5.2 Organisering	17
4.6 Faglig bakgrunn	17
5. Teori	18
5.1 Virkemåte Laserskannere	18
5.1.1 Terrestrial time of flight laser scanner (Long range)	18
5.1.2 Terrestrial phase comparison scanner (Short range)	19
5.1.4 Avstandsnøyaktighet	19
5.1.5 Hjørneeffekten	19
5.1.6 Ytre påvirkninger	19
5.2 Leica Scanstation 2	20
5.3 Programvare	21
5.3.1 Leica Cyclone	21
5.3.2 Cyclone Navigator	21

5.3.3 Cyclone Scan.....	21
5.3.5 Cyclone Model.....	21
5.3.6 Autocad 2012	22
5.3.7 Leica Cloudworx 4.2.....	22
5.3.8 3D – Reshaper.....	23
5.3.9 Leica AXYZ.....	24
5.4 Ekofisk Bridgesupport.....	25
5.4.1 Tekniske data Ekofisk Bridgesupport	26
5.4.2 Row ID, Ekofisk Bridgesupport.	27
5.5 Rør målinger med totalstasjon	28
5.6 Termisk utvidelse.....	30
6 Gjennomføring	31
6.1 Gjennomføring/ Datainnsamling	31
6.2 Etterbehandling.....	33
6.2.1 Registrering av punktskyer	33
6.2.2 Rensking av punktsky	33
6.2.3 Modellering 3D reshaper.....	34
6.2.4 Målinger 3D reshaper.....	35
6.2.5 Modellering Leica Cyclone Model	35
6.2.6 Målinger Leica Cyclone Model	36
6.2.7 Modellering i Leica Cloudworx 4.2.2	37
6.2.8 Målinger Autocad 2012	38
7. Resultater	40
7.1 Tabelloversikt avvik	40
7.1.1 Avvik TPS – data og skannede data. (meter).....	41
7.2 Standardavvik programvare. (meter).....	42
7.3 Standardavvik med TPS som sammenligningsgrunnlag. (meter).....	43
7.4 Kommentarer til resultat.....	44
7.5 Drøfting.....	45
7.5.1 Nøyaktighet:	45
7.5.2 Tidsbruk :	46
7.5.3 Brukervennlighet	47
7.5.4 Bruksområdet	47
8 Konklusjon	49

8.1 Hovedkriteriet:	49
8.2 Sekundære kriterier:	49
8.3 Egenevaluering	50
8.4 Videre Arbeid.....	50
9.Litteraturliste.....	51
Resursspersoner:.....	51
9.Vedlegg.....	52
Vedlegg A : English summary	52
From HIG:.....	53
From Vitec AS:	53
Student licenses:.....	54
Vedlegg B : Ekofisk CAD tegninger	56
Vedlegg C : Relevant mailkorrespondanse.....	57
Vedlegg D : Dokumentasjon Bridgesupport Vitec AS.....	58
Vedlegg E: Dokumentasjon Ekofisk Bridgesupport NB Survey Global	59
Vedlegg F : Temperaturskala Leica AXYZ, hot rolled steel	60
Vedlegg G : Avviksrapport 3D – Reshaper.....	61
Vedlegg J: Målerapport Leica Cyclone Model	62
Vedlegg K : Rapport modellering Leica Cyclone Model.....	63
Vedlegg L : Målerapport Leica Cloudworx.....	68
Vedlegg M : Registrerings rapport Leica Register	69
Vedlegg N : Forprosjekt	71
Sammendrag	72
Bakgrunn	74
Deltakere	75
Student	75
Oppdragsgiver	75
Høgskolen i Gjøvik	76
Problemstilling og mål.....	77
Hovedmål	77
Studentmål	77
Problemstilling.....	77
Problemløsning.....	77
Forutsette problemer/løsninger	78

Lokalisering.....	78
Ressurser	79
Utstyr.....	79
HMS	80
Kvalitetssikring	80
Tidsfrister.....	80
Data sikring.....	80
Kommunikasjon.....	80
Fremdriftsplan.....	81
Tidsfrister.....	81
Fremdriftsplan.....	82
Gantt – Diagram	82
Vedlegg O : Prosjektavtale	83
Vedlegg M : Prosjektlogg.....	85

2. Figurliste

Figur 1: <i>Illustrasjon for metoden terrestrial time of flight scanner. (Skår, Drangevåg, Strand og Hansen. 2010.)</i>	18
Figur 2: <i>Illustrasjon for metoden terrestrial phase comparison skanner. (Skår, Drangevåg, Strand og Hansen. 2010.)</i>	19
Figur 3: <i>Illustrasjon hentet fra brukermanual Scanstation 2 som viser skannerens fulle bevegelses kapasitet.</i>	20
Figur 4: <i>Skjermdump hentet fra 3D – Reshaper som viser fargeskala som velges enten etter fordelte nominalverdier eller avvik på punkt i meter.</i>	23
Figur 5: <i>Skjermdump fra Leica AXYZ, sirkelberegning.</i>	24
Figur 6: <i>Oversiktsmodell fra ekofisk feltet. Det aktuelle understellet for hovedoppgaven er markert med rød skrift. (Fabrikasjonsmanual_Ekofisk_Bridge_support, Conoco Phillips, 2010)</i>	25
Figur 7: <i>Viser ID til de ulike rør – endene hos Ekofisk Bridgesupport Jacket.</i>	27
Figur 8: <i>Magnetprismer med ulike former etter hvilken synsvinkel man har fra totalstasjon.</i>	28
Figur 9: <i>Figuren viser typiske sirkel - målinger som gjøres under kontroll av rør – deler, markert med rødt. Hvor man velger å hente ut sirklene fra er situasjonsbestemt, men som regel er man ute etter å finne avstander og vinkler i relative verdier.</i>	29
Figur 10: <i>Oversiktsfigur av plassering på targets og oppstillinger under skanning av Ekofisk Bridgesupport. Targets er tallmerket.</i>	32
Figur 11: <i>Skjermdump fra Compare/Inspect funksjonen i 3D – Reshaper. De ulike fargene viser avvikene etter skalaen på venstre side.</i>	34
Figur 12: <i>Skjermdump 3D Reshaper som viser presentasjon av måledata.</i>	35
Figur 13: <i>Viser modellering av rør ved bruk av Leica Cyclone Model.</i>	36
Figur 14: <i>Illustrasjon av målinger gjort med Leica Cyclone Model.</i>	37
Figur 15: <i>Skjermdump fra Leica Cloudworx som viser modellerte rør.</i>	38
Figur 16: <i>Grafen viser avvik mellom måling målt med totalstasjon og målinger gjort med ulik modellerings programvare.</i>	41

3. Tabeller

Tabell 1: <i>Tabellen viser avvik med ulike metoder og programvare som sammenligningsgrunnlag.</i>	41
Tabell 2 : <i>Viser standardavviket på modelleringen ved bruk av ulik programvare.</i>	42
Tabell 3: <i>Tabell som viser standardavviket for laserskanning med totalstasjonsmålinger som utgangspunkt.</i>	43

4. Innledning

4.1 Problemstilling

- *Er Scanstation 2 nøyaktig nok til å kunne brukes som redskap til as – built dokumentasjon på understell til oljeplattformer?*

4.1.1 Bakgrunn

Vitec AS er et datterselskap av Kværner Verdal AS, der Kværner eier 34 % av aksjene i selskapet. Tidligere gjennomførte Kværner Verdal oppmålingsarbeidet selv, men den 1.5.2000 ble det bestemt at disse oppgavene skulle deles bort fra selskapet. Tidligere ansatte under oppmåling - og sveiseteknisk seksjon dannet av denne grunn selskapet Vitec AS, der de ansatte eier 66 % av alle aksjene. Hovedoppgavene til selskapet ligger i å støtte Kværner Verdal med oppmåling og sveisetekniske tjenester, men de tilbyr også disse tjenestene for andre kunder.

Jeg hadde en stilling som sommervikar for Vitec AS, sommeren 2011. Det ble under denne perioden diskutert aktuelle problemstillinger for gjennomførelsen av kommende bacheloroppgave. Firmaet hadde tidligere planlagt en satsing på laserskanning, til bruk for as - built dokumentasjon av understell på oljeplattformer som blir bygget på Kværner Verdal. For dette ble det gjort betydelige investeringer i utstyr og programvare. Det ble også handlet inn en brukt laserskanner av typen Leica Scanstation 2, men denne viste seg å ikke fungere. Denne saken er fortsatt uavklart, jeg har derfor lånt laserskanneren til Høgskolen i Gjøvik for å gjennomføre oppgaven. Etter samtaler med veiledere i firma og skole, har jeg bestemt meg for å finne ut om nøyaktigheten under laserskanning, tilfredsstillende toleransekravene for as – built rapportering for bygging av understell til oljeplattformer. Jeg mener dette er en problemstilling som vil gi godt læringsutbytte for meg selv, gi firmaet relevante svar på om dette er et verktøy det er verdt å satse videre på i fremtiden, samt tilfredsstillende krav Høgskolen i Gjøvik har for avsluttende oppgave på en bachelorutdanning.

4.1.2 Avgrensning og rammebetingelser

As – built målinger blir tradisjonelt gjort ved bruk av totalstasjon. Dette er en metode som har vist seg som sikker og nøyaktig til denne type dokumentasjon. For at en ny metode, slik som

Laserskanning skal kunne bevise sin verdi, må denne være like nøyaktig og like tidseffektiv. Å investere i utstyr til laserskanning er en dyr affære, og metoden bør derfor være overlegen til sammenligning med bruk av totalstasjon. Mitt hovedfokus ved denne oppgaven omhandler nøyaktigheten, men jeg vil også vurdere bruken av laserskanneren på andre punkter for å se om dette er en investering jeg kan anbefale Vitec AS å gjennomføre. Laserskanneren jeg bruker under oppgaven er en 2. generasjons skanner, det er også kommet en 3. generasjons skanner som er videreutviklet og som sannsynligvis vil kunne gi bedre forutsetninger enn den jeg bruker. Det er ikke tatt hensyn til den nye teknologien i denne oppgaven, siden jeg kun har Leica Scanstation 2 tilgjengelig til gjennomføringen.

Vurderingskriterier:

Hovedkriterier:

- *Nøyaktighet*

Sekundære kriterier:

- *Tidsbruk*
- *Brukervennlighet*
- *Bruksområde*

4.1.3 Hovedmål

Mitt hovedmål med bacheloroppgaven er å skanne interface på Ekofisk 2-4L jacket, før denne blir skipet ut til Nordsjøen i slutten av februar. Jeg ønsker å bruke punktskyen som jeg tilegner meg fra denne, til å kontrollere nøyaktigheten på denne metoden ved å sammenligne mål og dimensjoner med as – built dokumentasjon, gjort med totalstasjon.

4.1.4 Studentmål

Mitt mål med denne oppgaven er å undersøke de mulighetene som finnes for bruk av metoden laserskanning til as – built dokumentasjon av understell til oljeplattformer. I tillegg til å finne ut om metoden oppfyller ønsket toleransekrav, vil jeg også se hvordan denne metoden kan konkurrere med totalstasjonen på effektivitet, datainnsamling og bruksområdet. Oppgaven skal inneholde argumenter for og imot bruk av laserskanning som metode for as – built dokumentasjon, til veiledning for Vitec AS. Det ferdige resultatet skal leveres inn og presenteres til Høgskolen i Gjøvik som en avsluttende oppgave på ett 3 år langt bachelorstudie.

4.2 Avvik fra planlagt gjennomføring

I utgangspunktet skulle jeg bruke punktskyen tilegnet fra skanning av Ekofisk 2-4L jacket. Under datainnsamlingsprosessen av denne jacketen, oppsto det tekniske problemer med den innlånte skanneren. Det dukket opp en feilmelding om at kontakten mellom datamaskin og skanner ble brutt, for å rette opp i dette problemet ble det byttet til ny nettverkskabel, men uten hell. Dette problemet resulterte i at skannet ble avsluttet og måtte startes på nytt.

Problemet oppsto hver gang jeg begynte på et nytt skann, noe som gjorde gjennomføringen umulig.

Jeg hadde tidligere gjort et testskann av en mindre jacket, Ekofisk Bridge Support. Denne jacketen er en god del mindre enn Ekofisk 2-4L, men er ellers like passende for min besvarelse på problemstillingen. Jeg har derfor valgt å bruke punktskyen av denne. Jeg anser dette som ett fullgodt alternativ, og at bytte av understell ikke vil påvirke besvarelsen av problemstilling på noen måte.

4.3 Ressurser

4.3.1 Fra HIG:

- Scanstation 2
- Scanstation 2 batteri m/lader
- Scanstation 2 strømadapter
- Tripod
- Tripod støtte
- 4 stk Leica HDS targets
- Nettverkskabel

4.3.2 Fra Vitec AS:

- PC
- 6 stk HDS targets
- Cyclone Navigator
- Cyclone Register
- Cyclone Cloudworx

4.3.3 Studentlisenser:

- 3D – Reshaper
- Cyclone Model
- Autocad 2012

4.4 Fremgangsmåte:

4.4.1 Arbeidsmetode:

- Datainnsamling
- Litteraturstudier/teori
- Samtaler med ressurspersoner

4.4.2 Faser

Fase 1: Datainnsamling.

Siden Ekofisk 2-4L sendes ut til Nordsjøen i slutten av februar, er jeg nødt til å starte med datainnsamling i første del av prosjektet.

Fase 2: Litteraturstudier og produksjon av teorigrunnlag.

Fase 2 vil bestå av teori studier som skal danne grunnlaget for resten av prosjektet.

Fase 3: Etterbehandling av innsamlede data.

Denne fasen vil bestå av etterbehandling av den skannede data, der jeg henter ut de målene jeg ønsker å bruke til sammenligningen med totalstasjonen.

Fase 4: Konklusjon ferdigstilling.

Her vil jeg sammenligne resultatene jeg har fått fra målingene, samt starte argumentasjonen for og imot laserskanning som metode.

4.5 Rapportens oppbygning

4.5.1 Målgruppe

Innholdet i denne rapporten er vinklet til Vitec AS sine behov, men vil også kunne være relevant for andre med fagområde innen geomatikk og offshore virksomhet.

4.5.2 Organisering

Innledning : Beskrivelse av problemstilling, avgrensning, bakgrunn, mål, arbeidsmetode, ressurser og faglig bakgrunn.

Teori: Inneholder grunnleggende teori om laserskanning, utstyr, programvare, rørmålinger og Ekofisk Bridgesupport.

Gjennomføring: Gjennomgang av hva som er gjort i prosjektet og hvordan det er blitt gjennomført.

Resultat: Resultatene fra målingene presenteres.

Drøfting: Resultatene og problemstillingen drøftes og vurderes etter de gitte kriterier.

Konklusjon: Prosjektet oppsummeres og problemstillingen forsøkes besvart.

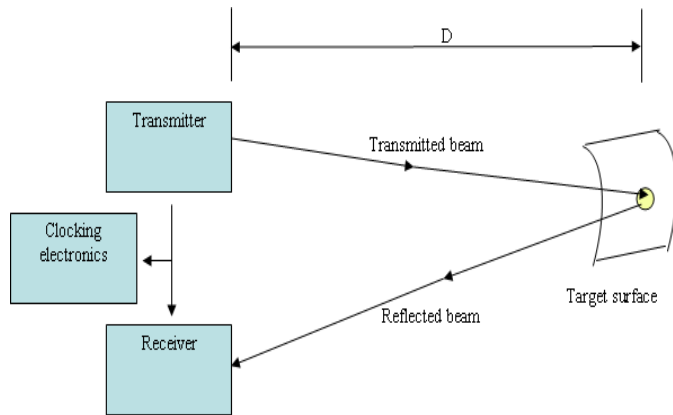
4.6 Faglig bakgrunn

Undertegnede studerer for tiden på ett 3 år langt bachelorstudie i Geomatikk ved Høgskolen i Gjøvik. Under denne tiden har jeg bygd opp en grunnleggende kompetanse innenfor oppmåling og GIS – faglige emner, men hatt lite praktiske erfaringer med laserskanning. Høsten 2011 gjennomførte jeg derimot et gruppeprosjekt, der vi skannet en etasje på Fagskolen i Gjøvik før renovering. Dette prosjektet ble brukt som en forberedende oppgave til hovedprosjektet, der målet var å skaffe seg grunnleggende erfaring innen laserskanning og etterbehandling av punktskydata.

Sommeren 2011 jobbet jeg også som ferievikar hos Vitec AS, der jeg fikk innsikt i målemetoder og produksjon av understell til oljeplattformer.

5. Teori

5.1 Virkemåte Laserskannere



Figur 1: Illustrasjon for metoden *terrestrial time of flight scanner*. (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

Skanneren samler inn informasjon ved å sende ut store mengder lyspulserende strømmer mot det ønskede objektet. Når lyspulsene

treffer objektet blir noen av lyspulsene reflektert tilbake igjen og plukket opp av mottakeren i skanneren. Laseren har lagret informasjon om vinkelen til lyspulsene når den ble sendt ut, og den tilegner seg avstanden på punktet ved å registrere tiden strålen bruker før den returnerer tilbake igjen. Man får dermed beregnet vinkel og avstand på det ønskede objektet. Hvert registrerte punkt får en verdi i de tre dimensjonene X, Y, og Z. Punktskyen er i utgangspunktet i et lokalt koordinatsystem, der man kun får hentet ut interne mål (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

For å finne posisjonen på selve skanneren, er det vanlig å bruke ”HDS – targets.” Disse målskivene brukes på samme måte som reflektorprismene brukes under oppstilling med totalstasjon. Disse er kun nødvendige hvis man ønsker flere oppstillinger under en skannjobb, eller hvis man ønsker å implementere geografiske koordinater i skannet. Ønsker man det sistnevnte, må man i løpet av prosessen måle inn målskivene med totalstasjon, for så å inkludere disse under registrerings – prosessen i etterarbeidet.

5.1.1 Terrestrial time of flight laser scanner (Long range)

Denne målemetoden baserer seg på tiden laserstrålen bruker fra den forlater skanneren til den returnerer fra det målte objektet. Et speil sender strålen ut i den ønskede vinkel, mens en mottager registrerer strålen når den kommer tilbake. Punktets koordinat - verdi baserer seg på strålens tid, multiplisert med lysets hastighet og vinkelen strålen ble sendt ut i (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

5.1.2 Terrestrial phase comparison scanner (Short range)

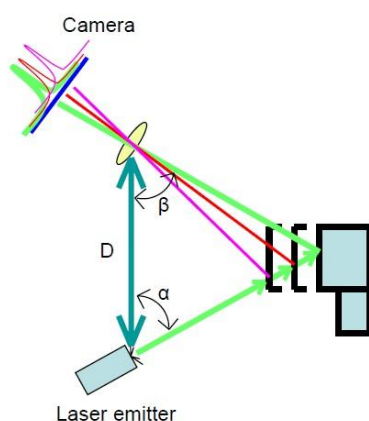
Ved denne metoden skjer avstandsbergingene ved måling av faseforskjellene mellom sendt og mottatt signal. Dette være seg forandringer i fasen mellom laser, objekt og overflate. Dette gjør at man får en høyere nøyaktighet på punktene, rundt 1 – 2 millimeter ved distanser opp til 25 meter. Frekvensen på ”short range” er også mye høyere, disse sender ut mellom 100 000 til 500 000 punkter per sekund. Disse har dog en begrenset rekkevidde og blir ofte brukt til detaljiskanning fra korte avstander (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

5.1.4 Avstandsnøyaktighet

Avstandsnøyaktigheten vil på kortere avstander, være betydelig bedre ved faseforskjellmetoden enn ved *time of flight* på kortere avstander. Nøyaktigheten på disse metodene vil jevne seg ut når man nærmer seg 100 meter. (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

5.1.5 Hjørneeffekten

Hjørneeffekten kommer av at lyspulsene blir delt når den treffer skarpe hjørner. Den delen av laserstrålen som går utenfor det ønskede objektet, kan reflekteres fra ett annet objekt i bakgrunn eller forsvinne helt. Dette kan føre til feil informasjon eller ingen informasjon i det hele tatt. Denne feilen vokser sammen med avstanden fra skanner til objekt, fordi laserstrålens volum vokser med avstanden. (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)



Figur 2: Illustrasjon for metoden terrestrial phase comparison skanner. (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

5.1.6 Ytre påvirkninger

Ytre påvirkninger kan senke nøyaktigheten på instrumentet. I den aktuelle stasjonens brukermanual er det oppgitt en preferansetemperatur for instrumentet. Denne bør følges for å unngå eventuelle feilkilder. Det kan også skje at instrumentet ikke fungerer utenfor de gitte rammene for temperatur. (M.S. Quintero, B.V. Genechten. 2008.)

5.2 Leica Scanstation 2

Leica Scanstation 2 er en 2. generasjons laserskanner og regnes for å være et verktøy til bruk utendørs. Skanneren har en oppgitt vekt på 18,8 kg og fraktes rundt i en tilhørende transport kasse. Av andre spesifikasjoner, har skanneren en arbeidstemperatur mellom 0 °C og 40 °C, noe som begrenser bruksområdet for denne skanneren betraktelig. Dette har Leica derimot gjort noe med på sin 3. generasjons skanner, Scanstation C10, der arbeidstemperaturen er oppgradert til -20 °C og 50 °C. (*Brukermanual Leica Scanstation 2, 2.0*)

Bevegelsesmønsteret til skanneren er 360° horisontalt og 270° vertikalt. Dette gjør at skannet får 90° uten dekning, i det

området trefoten befinner seg.

En "full dome" skan deles i to

operasjoner. Den vertikale delen av skannet

gjennomføres først fra -45 ° til

32 ° gjennom hovedvinduet,

360 ° horisontalt. Deretter

gjennomføres den øvre delen gjennom det øvre vinduet,

vertikalt 22,5 ° til 90 °, 360 °

horisontalt (*Brukermanual*

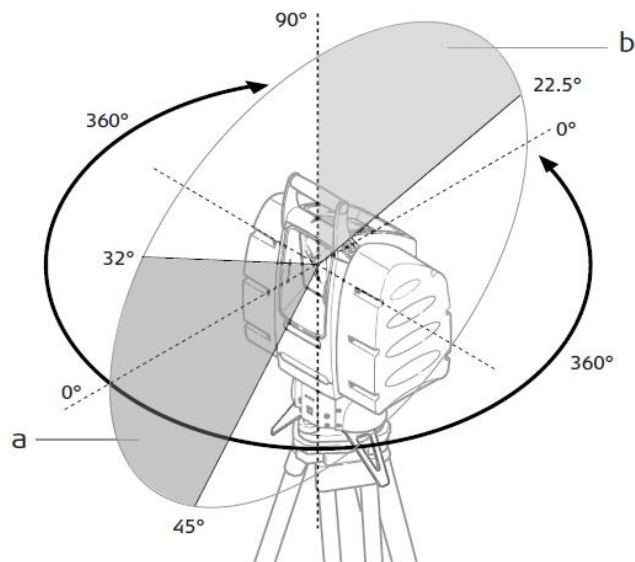
Leica Scanstation 2, 2.0)

Scanstation 2 kan måle 50 000

punkter i sekundet, fordelt på 20 000 punkt pr rad og 5000 punkt pr rekke. Rekkevidden varierer med albedo på objektet som skannes. Ved 90 % albedo er rekkevidden 300 meter.

Ved 18 % albedo er rekkevidden 134 meter (*Brukermanual Leica Scanstation 2, 2.0*)

Skanneren kan kjøres både på direktestrøm på batteri. Skolen har tilegnet seg to typer batteri, to på 12 volt og ett på 32 volt. Disse har i så måte ulike transformatorer og ønsker man å kjøre skanneren på direkte strøm må man benytte transformatoren på 32 volt. Skanneren har også to innganger for strømforsyning. Dette gjør at man slipper å avbryte pågående skann for å bytte strømforsyning når batteriet er tomt.



Figur 3: Illustrasjon hentet fra brukermanual Scanstation 2 som viser skannerens fulle bevegelses kapasitet. (*Leica Scanstation 2 brukermanual.*)

5.3 Programvare

Det finnes mange ulike programvarer som passer til å løse denne typen utfordringer. Her følger en kort introduksjon av de jeg har brukt for å løse min problemstilling.

5.3.1 Leica Cyclone

Leica Cyclone er en programpakke som inneholder moduler som dekker de fleste behov under arbeid med skanning. Denne programvaren består av ulike moduler, som brukes fra det praktiske arbeidet til den ferdigstilte modellen. Hver modul har sin egen funksjon til arbeid med punktskyer.

5.3.2 Cyclone Navigator

Dette er grunnmuren i programpakken. Det er her man oppretter prosjekt/databaser, legger til skannere og initialiserer de ulike tilleggsmodulene. Man kan si at Cyclone Navigator er utgangspunktet, mens selve arbeidet blir gjennomført ved bruk av de ulike modulene.

5.3.3 Cyclone Scan

Dette er programvaren man bruker til styring av skanneren under det praktiske arbeidet. Med denne programvaren velger man ønskede skann og legger til prefererte innstillinger i skannet.

5.3.4 Cyclone Register

Cyclone Register er en modul som tar for seg sammenstilling av ulike oppstillinger og punktskyer. Denne prosessen gjennomføres ved at HDS – targets i de ulike skann, sammensettes til en punktsky. Man får her også en analyse, slik at man kan kontrollere avvikene under registreringsprosessen. Dette programmet er en nødvendighet hvis man ønsker å sette sammen ulike oppstillinger gjort under skanning, til en punktsky.

5.3.5 Cyclone Model

Cyclone Model er modulen man bruker til modellering av punktsky. Med denne kan man modellere ønskede elementer fra punktskyen over til objekter, som igjen kan brukes til å hente ut dimensjoner og mål. Dette er også ett godt verktøy for eksport til AutoCad, som er et

populært verktøy brukt til design- og ingeniør- relatert arbeid. Et essensielt program til min problemløsning, der jeg er avhengig av nøyaktig modellering av rør for å finne rett senter.

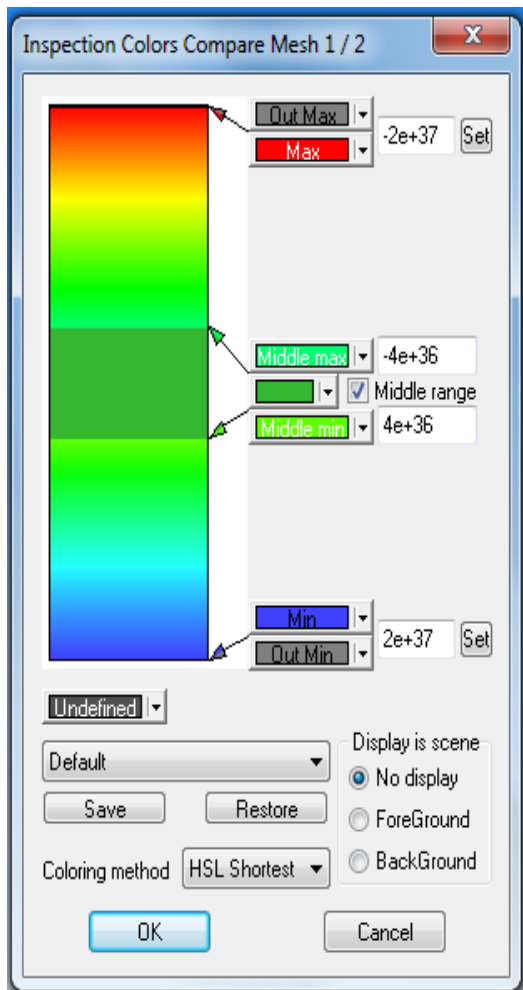
5.3.6 Autocad 2012

Autocad er et av de mest brukte designverktøy til tegninger både i 2D og 3D. Programmet kommer i ulike former og moduler, der hver enkelt modul er tilpasset sitt arbeidsområde. På grunn av de mange mulighetene med denne programvaren, er det også ett program som krever en del trening for å kunne utnytte programmets potensial. Undertegnede har lite erfaring med programvaren fra tidligere, men vil bruke resurspersoner hos Vitec AS for teknisk støtte under arbeidsprosessen.

Denne programpakken danner grunnlaget for tilleggspakken Cloudworx, som blir brukt til modellering av skannede punktskyer.

5.3.7 Leica Cloudworx 4.2

Leica Cloudworx er en tilleggspakke til Autocad. Programmet tilrettelegger for behandling av punktsky data i Autocad ved at man integrerer deler av Cyclone pakken med Autocad. Denne programvaren er kraftig og brukes av mange ulike parter i ingeniør bransjen, og er blant annet brukt av Aker Solutions til design og modellering. En av fordelene med at ulike aktører i et prosjekt benytter samme programvare er en bedre dataflyt mellom parter. Ved installering av Cloudworx pakken får man mulighet til å koble seg opp til Cyclone sin database - behandler. Mange av funksjonene i programpakken minner om de man har i Cyclone Model, men man har i tillegg muligheten til å benytte alle verktøyene som er tilgjengelig i Autocad, noe som gjør dette til den kraftigste programvaren av de jeg har testet.



Figur 4: Skjermdump hentet fra 3D – Reshaper som viser fargeskala som velges enten etter fordelte nominalverdier eller avvik på punkt i meter.

5.3.8 3D – Reshaper

Det som skiller 3D – Reshaper fra konkurrerende programvare er at de har et særlig fokus på visualisering. Ved bruk av farger kan man sammenligne teoretiske og målte verdier mot hverandre, og på denne måte, skape en lett forståelig as – built rapport som både gir god oversikt og er lett å tolke for parter utenfor bransjen.

Det finnes ulike metoder for modellering av punktsky. En av disse er å la programmet selv finne en ”best – fit,” basert på mønster i punktskyen.

Metoden baserer seg på at man først velger hvilket objekt man ønsker en tilpassning til, eksempelvis flater eller sylinder. Deretter markerer man ønskede punkt som man vil bruke som grunnlag under modelleringen.

Ved rør – målinger kan man også låse radius på objektet, dette letter programmets forståelse for hvordan objektet er utformet.

Man kan også justere toleransen på punktene man ønsker å bruke. Ved å skru ned toleransen på ønskede punkter, stiller man strengere krav til nøyaktigheten på hvert enkelt punkt, noe som fører til at modellen blir basert på færre punkter.

Hvordan punktskyen passer med modellen gjenspeiles ved bruk av en fargeskala. Hvilken avvikstørrelse som skal illustreres med hvilke farger kan velges manuelt etter formålet.

En annen metode å vise avviket på, er å taste inn teoretisk/sammenlignings verdi, mot målt verdi. Avvik vises så i en egen informasjonsboks.

5.3.9 Leica XYZ

Leica XYZ er et industrimålingsprogram som Vitec AS bruker til sirkelberegning.

Programmet er spesialtilpasset for måling av rør, og lager en ”best – fit” på rør diameter basert på minimum 3 målte punkter langs radius av rør åpning. Etter beregning får man så koordinat på senter av rør, som man igjen bruker til å finne relativ plassering.

Programmet er utgått fra produksjon og er ikke lenger i salg hos forhandler.

	Workpiece ID	Point ID*	Device point	X	Y	Z	Std X	Std Y	Std Z	RMS X	RMS Y	RMS Z	Total RMS	Thickness	Mean Error	Apex	Device ID	Type	use	Pointing Err B
1	DP-2-051-01	0000E2.1	0	91010	138007	3009	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
2	DP-2-051-01	0000E2.2	0	92196	138005	3410	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
3	DP-2-051-01	0000E2.3	0	92454	138932	3007	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
4	DP-2-051-01	0000E2.4	0	92247	138883	2419	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
5	DP-2-051-01	0000E2.5	0	91605	138886	2307	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
6	DP-2-051-01	0000M1.1	0	92286	134585	3437	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
7	DP-2-051-01	0000M1.2	0	92493	134581	3115	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
8	DP-2-051-01	0000M1.3	0	92437	134584	2658	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
9	DP-2-051-01	0000M1.4	0	92178	134579	2289	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
10	DP-2-051-01	0000M1.5	0	91554	134574	2213	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
11	DP-2-051-01	00E1.100	0	92396	112308	2610	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
12	DP-2-051-01	052646.1	0	89208	139197	3275	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
13	DP-2-051-01	052646.2	0	89777	139332	3419	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
14	DP-2-051-01	052646.3	0	89444	140038	2650	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
15	DP-2-051-01	052646.4	0	89867	138540	2312	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
16	DP-2-051-01	052646.5	0	89198	138042	2636	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
17	DP-2-051-01	052647.1	0	94327	137022	3338	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
18	DP-2-051-01	052647.2	0	93999	138350	3382	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
19	DP-2-051-01	052647.3	0	93762	138154	2854	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
20	DP-2-051-01	052647.4	0	94083	138688	2221	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
21	DP-2-051-01	052647.5	0	94423	137194	2600	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Entered	<input checked="" type="checkbox"/>	0
22	DP-2-051-01	E2	0	91826	138886	2002	3	2	2	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
23	DP-2-051-01	M1	0	91795	134578	2601	3	2	2	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
24	DP-2-051-01	S2646	0	89535	138573	2643	1	1	2	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
25	DP-2-051-01	S2647	0	94391	138003	2601	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
26	DP-2-051-01	S2648.LIST	0	89535	138573	2643	1	1	2	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
27	DP-2-051-01	S2649R	0	89535	138573	2645	1	1	2	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
28	DP-2-051-01	S2647.LIST	0	94391	138683	2661	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0
29	DP-2-051-01	S2647R	0	94391	138683	2661	1	1	1	0	0	0	0	0	0.0000	0.000		Calculated	<input checked="" type="checkbox"/>	0

Figur 5: Skjermdump fra Leica XYZ, sirkelberegning.

5.4 Ekofisk Bridgesupport

Ekofisk Bridgesupport jacket bygges av Kværner Verdal på oppdrag fra Conoco Phillips. Conoco Phillips startet uthenting av olje på Ekofisk feltet i 1971 og har lisensperiode til år 2028. Feltet var det første olje- og gassfeltet som kom i produksjon på Norsk Sokkel. Originalt hadde feltet en oljebeholdning på 540,60 Msm³ og 160,2 Msm³ gass. Havdybden i området er 70 -75 meter. (*wikipedia.com, 2012*)



Figur 6: Oversiktsmodell fra ekofisk feltet. Det aktuelle understellet for hovedoppgaven er markert med rød skrift. (*Fabrikasjonsmanual_Ekofisk_Bridge_support, Conoco Phillips, 2010*)

Ekofisk Bridgesupport er ett av flere ledd i utbyggingen på Ekofisk feltet. Understellet skal fungere som en støtte til et brusystem, som skal gå mellom Ekofisk 2/4Z, 2/4M og 2/4L plattformene. Bruen vil gå fra 2/4M til bridgesupporten. Fra bridgesupporten vil den dele seg, slik at man får en bruovergang til 2/4Z og en til 2/4L.

(*Fabrikasjonsmanual_Ekofisk_Bridge_support, Conoco Phillips, 2010*)

Ekofisk 2/4L er en ny plattform. Understellet til denne blir også produsert ved Kværner Verdal, simultant med Ekofisk Bridgesupport.

For CAD tegninger av Ekofisk Bridgesupport, se *Vedlegg B*.

5.4.1 Tekniske data Ekofisk Bridgesupport

Jacket'en skal leveres xx.xxxx 2012 og er 26x26m mellom legger i bunn og en høyde på 110m.

Jacket weight (WNE):	xxxx t
Topside footing:	12x12m
Seabed footing:	26x26m
2-piles cluster	
84" piles, penetration:	55m
Pile weight:	2600 t
Pile grippers:	9 t

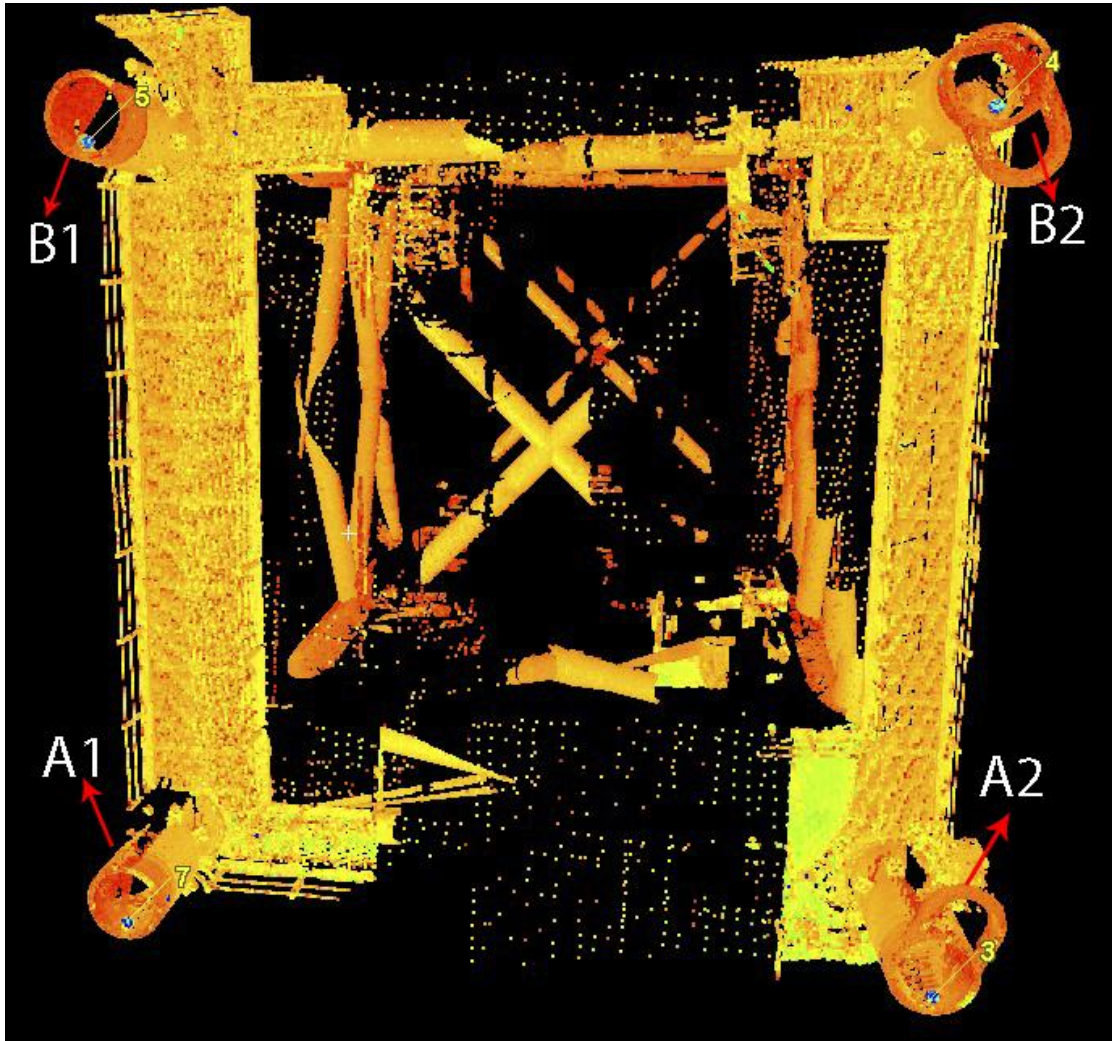
Underleverandører:

-Strukturkomponenter:	SIF
-Peler:	SIF
-Støpte deler:	Vulcan SFM
-Overfaltebehandling:	BIS Industrier
-Veiing:	
-Utlasting/ballastering:	

(Fabrikasjonsmanual_Ekofisk_Bridge_support, Conoco Phillips, 2010)

5.4.2 Row ID, Ekofisk Bridgesupport.

Kværner Verdal AS tilegner hver enkelt side av understellet en ID, for enkelt å kunne skille mellom disse under produksjonen. *Figur 7* illustrerer Kværner sin navngiving av Ekofisk Bridgesupport. Denne ID merkingen vil bli brukt om de aktuelle rør endene gjennom hele rapporten.



Figur 7: Viser ID til de ulike rør – endene hos Ekofisk Bridgesupport Jacket.

5.5 Rør målinger med totalstasjon

Vitec AS har lang erfaring med målinger av rør- og stål- konstruksjoner. Denne formen for oppmåling skiller seg på mange måter ut fra tradisjonell landmåling både i metode og utstyr.

Industrimålingen ved Kværner Verdalen AS er alltid blitt gjort ved bruk av lokale koordinatsystem. Grunnen til dette er at slik type måling ikke har bruk for globale eller nasjonale koordinatsystem, siden det kun er de relative dimensjoner og avstander som er relevante. De ulike delene til plattform understellene blir i første omgang satt sammen i haller.

Etter at denne fasen av fabrikasjonen er ferdig, blir delene transportert utendørs og satt



Figur 8: Magnetprismer med ulike former etter hvilken synsvinkel man har fra totalstasjon.

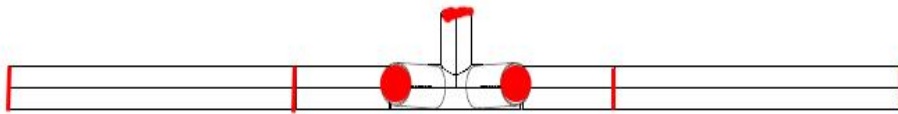
sammen til det ferdige understelet. Både utendørs og inne i hallene er det etablert et lokalt koordinatsystem med målestokk 1:1 med permanente fastmerker som blir brukt til frioppstilling. Innendørs blir det brukt prismeteip, mens det utendørs blir brukt vanlige Leica rundprismer.

For å kunne beregne senter av rør må man ha minimum 3 punkt langs rørets sirkel, men vanlig praksis hos Vitec AS er

5 punkt for å sikre overbestemmelse. Disse punktene blir plassert med bruk av såkalte magnetprismer. Dette er magneter i ulike former som setter seg fast på stålkonstruksjoner, der det er faststatt Leica prismeteip. Standardavviket på bruk av prismeteip er satt til 5 millimeter + 2 ppm av leverandør, men erfaringene fra Vitec AS tilsier at disse har en adskillig høyere nøyaktighet enn det som er oppgitt (*O.Bremseth v/ Vitec AS. 2012.*)

Ved enden av rørene er det ofte fuget, noe som gjør at magnetprismene må flyttes inn på røret for å finne reell diameter. Flyttingen foregår ved bruk av en vinkel med faste parametre på 89 millimeter. I tillegg må man legge til radius på magnetprisme, som er 11 millimeter. Dette må korrigeres senere ved bruk av programvare.

Målingene blir som oftest gjennomført på endene av rørene. Under kontroll av delproduksjon blir det ofte også gjort sirkelmålinger andre steder på rørene, for å kontrollere heng, skevheter og diameter. Selv om man måler sirkler på rørene er det egentlig punkter i senter av rørene man er ute etter, noe man senere beregner i løpet av etterarbeidet.



Figur 9: Figuren viser typiske sirkel - målinger som gjøres under kontroll av rør – deler, markert med rødt. Hvor man velger å hente ut sirklene fra er situasjonsbestemt, men som regel er man ute etter å finne avstander og vinkler i relative verdier.

Etter ferdig måling, blir dataene importert inn i Leica AXYZ. Under målearbeidet er det viktig at man nummererer punktene, slik at man senere vet hvilken sirkel hvert punkt tilhører. I programvaren merkes de tilhørende punktene, og programmet danner en sirkel etter ”best – fit” metoden. Sammen med denne sirkelen opprettes det ett nytt punkt i koordinatverdier som markerer senter av den dannede sirkelen. Man har nå funnet senterpunktet på sirkelen, men som nevnt tidligere må denne flyttes fra målt verdi til faktisk verdi. Før man gjør dette må koordinatsystemet orienteres mot sirkelen, deretter trekkes 89 millimeter + 11 millimeter = 100 millimeter fra den målte verdien. Man har da forskyvet senterpunktet ut til røråpningen.

Denne prosedyren følges på samtlige målte sirkler, og på denne måten kan man hente ut de ønskede avstander og vinkler. Målene blir sammenlignet med de teoretiske, og det blir laget en rapport på avvikene ved bruk av Autocad.

5.6 Termisk utvidelse

Under måling på stålkonstruksjoner, må man alltid ta hensyn til variabelen for termisk utvidelse. Når temperaturen i et legeme øker, øker også den gjennomsnittlige temperaturen til molekylene i legemet, dette fører til en utvidelse som vi som landmålere må ta hensyn til.

(Bjørn Davidsen, Universitetet i Tromsø. 2011.)

Hvert legeme har en proporsjonalitetskonstant, denne varierer etter hvilke stoffer legemet inneholder. Proporsjonalitetskonstanten til varmvalset stål, som blir brukt under bygging av understell ved Kværner Verdal AS, er $1,2 \cdot 10^{-5}$. *(Leica AXYZ, 2005)*

Hos Kværner Verdal er alle tegningsmål basert på en temperatur ved 20°C . Den praktiske hensikten med dette er at målebånd av typen stål har en korrekt termisk utvidelse ved denne temperaturen. I min oppgave må jeg derfor korrigere utvidelsen på stålet tilbake til 20°C for å kunne sammenligne resultatet med tegningsgrunnlaget.

Ved den forutsetning at temperaturen ikke overstiger 100°C , gir en lineær lengdeutvidelse ved følgende formel:

α = *prorsjonaitetskonstanten*

ΔT = *Temperaturforskjell fra 20°C*

L_0 = *Lengde ved faktisk temperetur*

L = *Lengde ved gitt temperatur*

$$L = L_0(1 + \alpha * \Delta T)$$

(Bjørn Davidsen, Universitetet i Tromsø. 2011.)

I et praktisk eksempel fra min oppgave, der teoretisk temperatur er 20°C , gir dette:

$$\alpha = 1,2^{-5}$$

$$\Delta T = 20$$

$$B1 \rightarrow B2 \quad L_0 = 12,004$$

L = Lengde ved temperaturen 20°C

$$L = 12,004 (1 + 0,000012 * (-20)) = \underline{\underline{12,007 \text{ meter.}}}$$

Ved den volume utvidelsen på diameteren av røret er det vanlig praksis hos Vitec AS å ikke ta hensyn til denne variabelen. Grunnen til dette er at en slik volumutvidelse i hovedsak vil påvirke røret med like verdier rundt hele sirkelen, noe som gjør at senter av rør derfor ikke vil flyttes i særlig grad (*Ole Bremset v/ Vitec AS. 2012.*)

6 Gjennomføring

6.1 Gjennomføring/ Datainnsamling

Gjennomføringen av skanning på Ekofisk Bridgesupport ble gjennomført den 18. januar 2012 mellom kl 09.00 og 14.00. Været denne dagen var overskyet, lett bris med en temperatur på 0°C. Ingen nedbør.

Utstørliste:

- *Bil*
- *2x skjøteledning 25meter*
- *Omformer 3-pins industri til 2 pins husmor*
- *Scanstation 2*
- *Strømforsyning Scanstation 2*
- *6x Targets*
- *Pc*
- *Nettverkskabel*
- *Stativ*
- *Personløfter*
- *Ishakke*

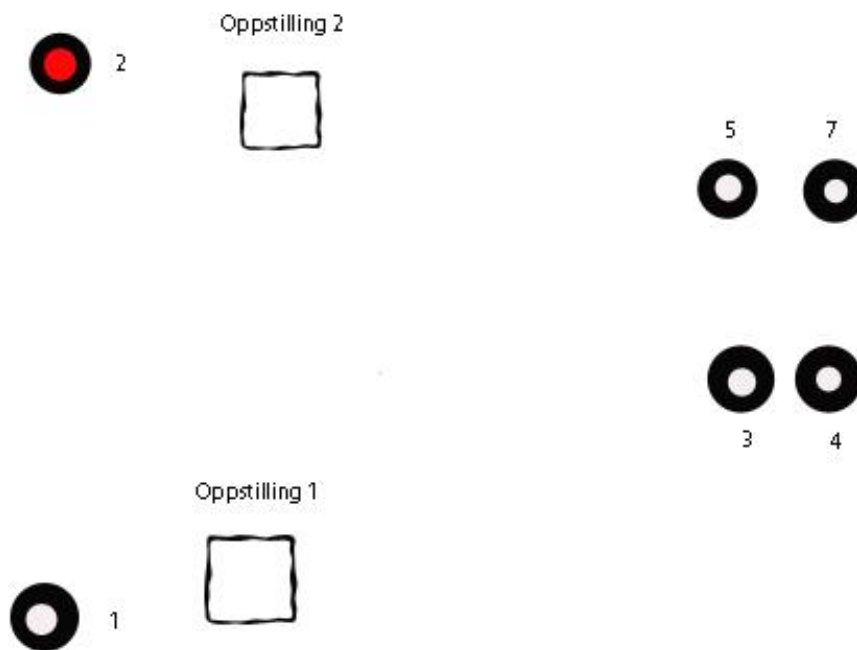
Under datainnsamlingen var også *Ole Bremseth v/Vitec AS* og *Knut Kvitne v/ Kværner Stord* engasjert for as – built dokumentasjon av topp/interface på Ekofisk Bridge Support med totalstasjon. Skanning og TPS målinger ble gjennomført simultant. På et senere tidspunkt ble også topp/interface dokumentert av en uavhengig tredjepart, NB Surveys Global.

Det ble plassert 4 HDS targets med magnetfeste inne i hver legg på jacketen. Dette for å sikre referansepunkt i ulike høyder. Det ble også plassert ut to targets med god vinkel for å sikre god skjæring på oppstillingene.

Som vist i figur 10, ligger 4 targets i røråpningene på legg. Dette gjelder target 3,4,5 og 7. Target 1 og 2 ble plassert bak skanneren for å sikre god skjæring. Target 2 ble ikke identifisert av skanneren og derfor utelatt fra oppstillingen. Targets som krevde bruk av lift, ble plassert av kvalifisert personell.

Under plassering av stativ ble det brukt ishakke for å unngå sig i stativet unner måling.

Som strømforsyning ble det brukt skjøteledning til et 2 pins strømuttak som befant seg i nærheten av arbeidsområdet.



Figur 10: Oversiktsfigur av plassering på targets og oppstillinger under skanning av Ekofisk Bridgesupport. Targets er tallmerket.

Plasseringen av stasjonene ble valgt for å få best mulig dekning av rørene. Ved å plassere stasjonene skrått mot toppen av jacketen får man dekket begge sidene av rørene godt.

Oversiden av rørene på topp, og undersiden på rørene i bunn får relativt dårlig dekning, men

dette er det vanskelig å få gjort noe med på grunn av størrelsen på objektet. Avstanden mellom oppstilling og jacket var på mellom 50 og 60 meter.

Første steg i skanneprosessen besto i å ta et 360° panorama bilde av omgivelsene. Dette er fordelaktig i den grad at man kan orientere seg i skanneren og bruke rutenettet i cyclone til videre inndeling av de ønskede områdene som skal skannes. Man velger selv kvaliteten på bildene, det ble under denne datainnsamlingen brukt høyeste kvalitet. Dette er viktig hvis man under etterarbeidet ønsker å lage en "true – view" modell.

Neste steg er selve skanningen. Siden 4 targets befant seg på leggene, valgte jeg å kjøre skannet med en gang, for så å registrere targets. Dette er tidsbesparende, siden man da i etterkant kan plukke ut targets fra punktskyen.

Under skanningen oppsto det problemer med kommunikasjonen mellom PC og Scanstation 2. Det ble gjort flere forsøk, samt bytte av nettverkskabel, uten hell. Ved å avgrense skannet til et begrenset område, som kun inkluderte de aktuelle leggene som trengtes til oppgaven, fikk jeg til slutt samlet inn ønskede data.

Det ble brukt en punkttetthet på 1 x 1 millimeter på 10 meter under skannet.

Samme prosedyre ble fulgt under oppstilling 2.

6.2 Etterbehandling

6.2.1 Registrering av punktskyer

Registreringen av punktskyen ble gjennomført ved bruk av Leica Cyclone Register. HDS targets ble i forkant plukket ut og tilegnet sin unike ID i Cyclone Navigator. Disse ble sammenslått i Leica Cyclone Register og utjevnet. Under registreringsprosessen ble det målt et avvik på "target-ID 7." Denne ble derfor utelukket fra utjevningen. For full rapport av utjevningen henvises til *Vedlegg M*.

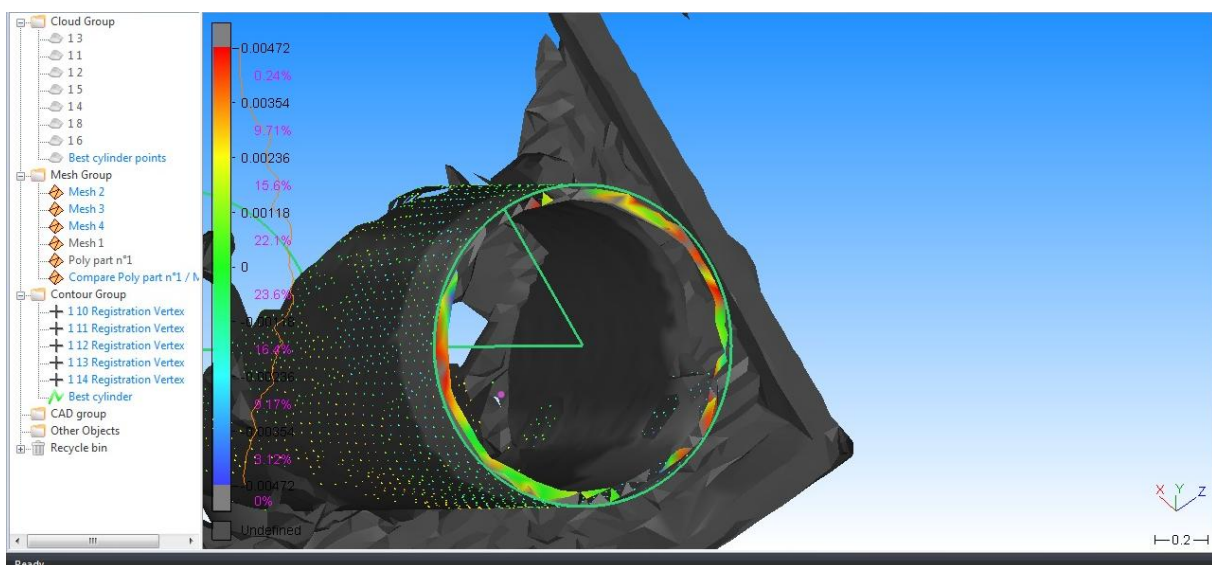
6.2.2 Rensking av punktsky

Etter registreringsprosessen ble det ryddet opp i punktskyen. Ved bruk av "Limit Box" og "Fence" funksjonen i Cyclone ble støy fjernet.

6.2.3 Modellering 3D reshaper

Det finnes flere metoder for å få hentet ut de ønskede data ved bruk av 3D – Reshaper. Jeg valgte å bruke metoden ”*extract shape.*” Denne metoden gir muligheten til å separere ut de ønskede punkter som er innenfor den valgte toleranse på rør.

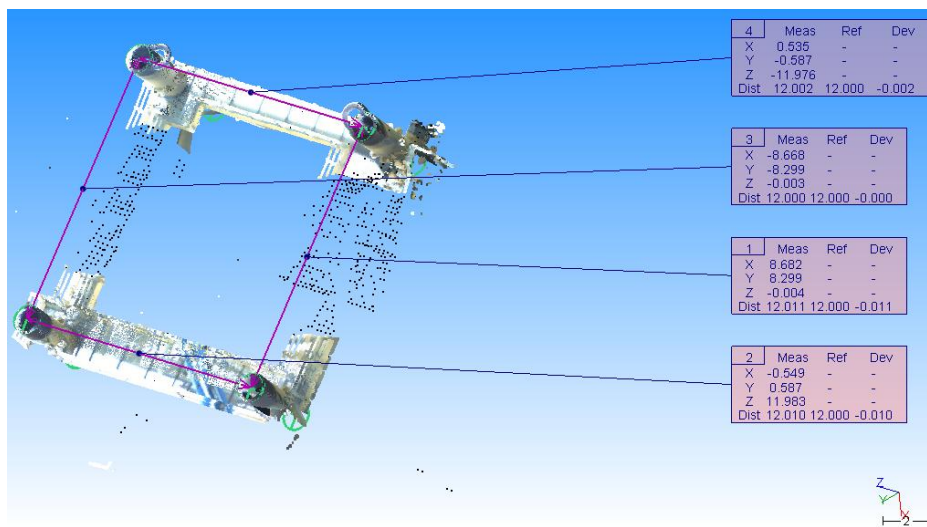
Under modellering av hvert enkelt rør ble radius låst på 1200 millimeter. Toleransen for utvinnede punkter ble satt til 5 millimeter. Punkter som lå innenfor toleranse, ble eksportert til en ny *best – fit* punktsky. Etter at modelleringen ble gjennomført, valgte jeg å triangulere punktene i den originale punktskyen. På denne måten kunne jeg kontrollere hvordan punktskyen passet med *best – fit* modellen ved å bruke ”*Compare/Inspect*” funksjonen i programmet. Dette gir en rapport på avviket til hvordan hvert enkelt punkt passer med ”*best – fit*” modellen. Det er her snakk om mange 100 000 punkt, og rapporten er 70 sider. På grunn av størrelsen på denne rapporten i forhold til informasjonen den gir, har jeg valgt å utelate denne fra oppgaven og heller gjøre den tilgjengelig digitalt ved forespørsel.



Figur 11: Skjermdump fra *Compare/Inspect* funksjonen i 3D – Reshaper. De ulike fargene viser avvikene etter skalaen på venstre side.

6.2.4 Målinger 3D reshaper

Distansemålingene i 3D – Reshaper ble gjennomført ved bruk av funksjonen ”*measure with mouse.*” Ved å huke av for *Vertex / End*, får man automatisk markert senter av de modellerte rørene og målt avstanden fra senter til senter. Videre kan man legge til ”*labels*” til målingene, der man legger til teoretiske og toleranse verdier. Resultatet kan eksporteres til en rapport (Vedlegg G.)



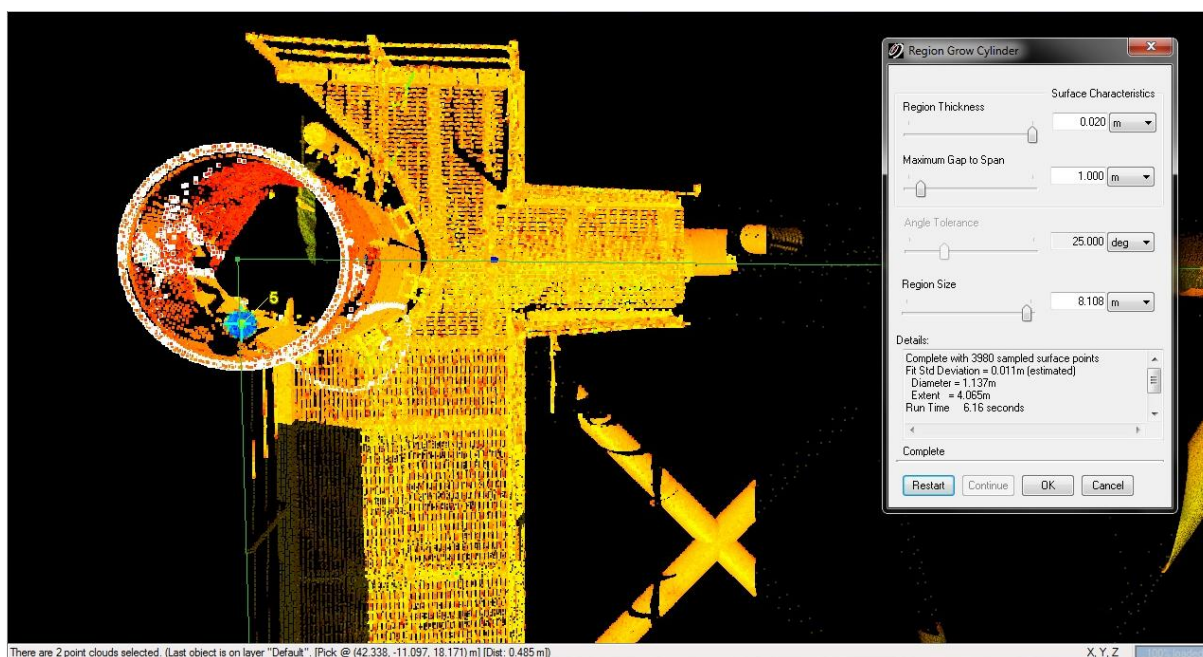
Figur 12: Skjermdump 3D Reshaper som viser presentasjon av måledata.

6.2.5 Modellering Leica Cyclone Model

Modelleringen av rør i Cyclone Model bygger på de samme prinsippene som ved bruk av 3D – Reshaper. Det første jeg gjorde var å bruke funksjonen ”*limit box*” for å avgrense det område jeg ønsket å modellere.

Deretter brukte jeg funksjonen ”*Multi – Pick Mode*”, og valgte meg ut 10 punkter langs sirkelen jeg ønsket å modellere. Hvor mange ”*pick – points*” man velger å bruke varierer etter situasjonen og man må her bruke skjønn for å finne ut hvor mange man trenger. Det er ikke slik at nøyaktigheten øker, desto flere punkt man velger å inkludere i sirkelberegningen.

Neste steg er selve modelleringen. Her brukte jeg funksjonen ”*Region Grow -> Cylinder.*” Denne funksjonen danner automatisk en sylinder, basert på de utvalgte punktene. Man kan her fortsatt legge til eller fjerne basispunkt for å se hvordan dette påvirker resultatet. Man får under denne menyen også opp programvarens estimat på tykkelsen av røret, og jeg valgte her å låse denne til teoretisk, som er 0,020 meter. Ved å akseptere valgene, dannes den modellerte sylindere i punktskyen.



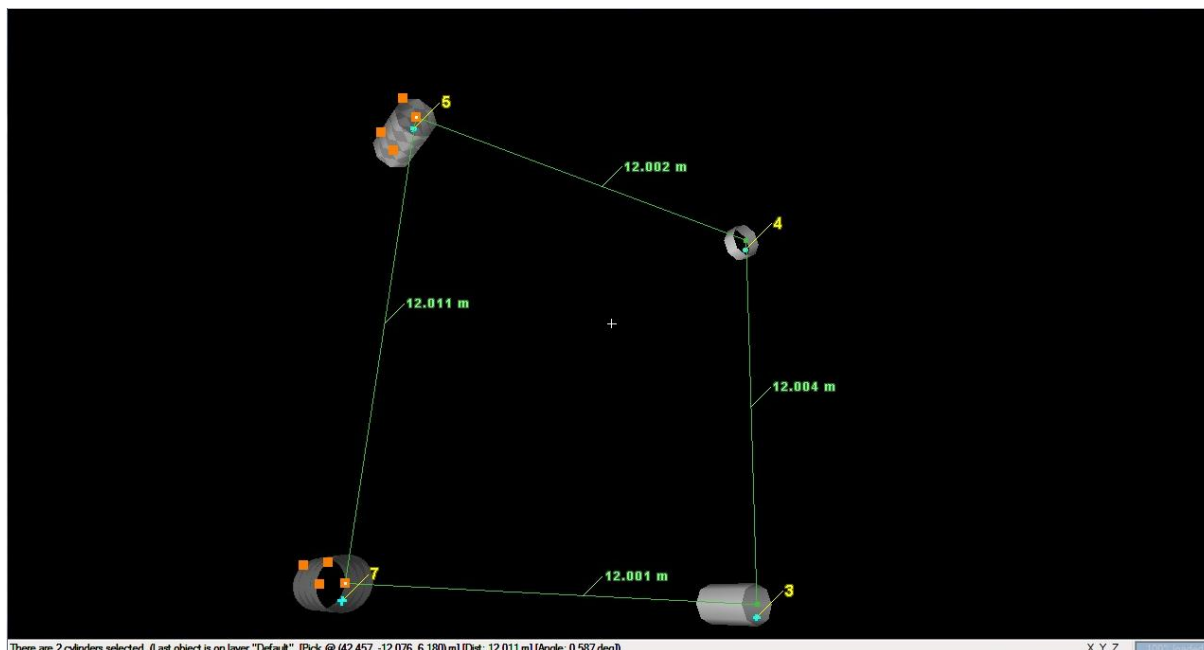
Figur 13: Viser modellering av rør ved bruk av Leica Cyclone Model.

Jeg ønsket å låse diameteren på røret til teoretisk, slik jeg gjorde under modelleringen ved bruk av 3D – Reshaper. Dette gjøres ved å markere det ønskede objektet, deretter ”*Edit Object -> Object Properties.*” Her hadde jeg flere muligheter til å redigere det ønskede objektet, blant annet diameter. Diameteren ble satt til 1,200 meter.

Denne prosessen ble fulgt på samtlige 4 rør. For dokumentasjon av rørmodelleringen henvises det til *Vedlegg K.*

6.2.6 Målinger Leica Cyclone Model

Målingene ved bruk av Cyclone Model gjennomføres ved å markere de ønskede objektene ved bruk av verktøyet ”*Pick Points.*” Når objektet er markert, i dette tilfellet en sylinder, vil sentrum av sylindren komme frem som en oransje firkant. Denne firkanten markeres, samt firkanten som markerer sentrum av sylindren man ønsker å måle til. Deretter benytter man funksjonen ”*Tools -> Measure -> Distance -> Point to Point.*” Den målte avstanden vil nå dukke opp i punktskyen.



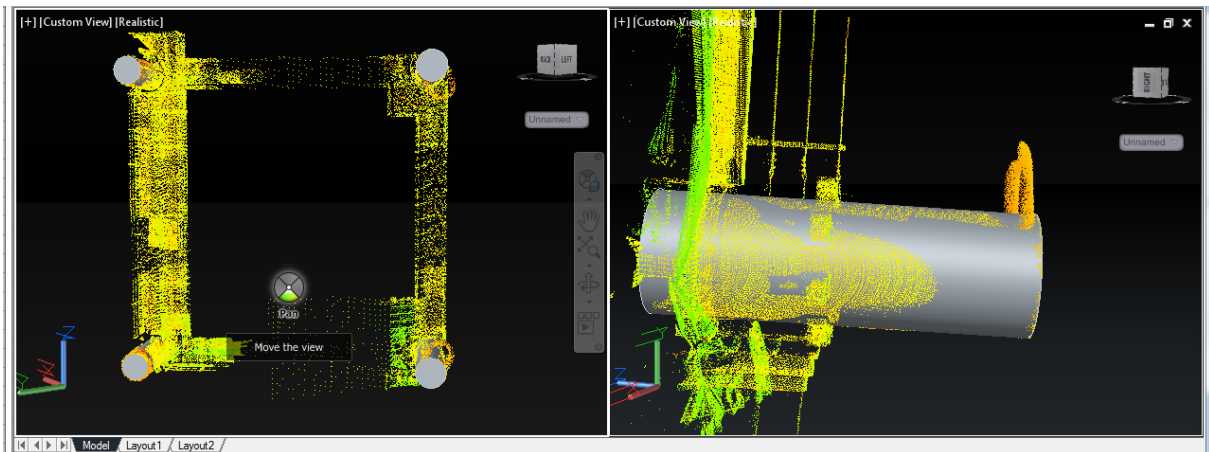
Figur 14: Illustrasjon av målinger gjort med Leica Cyclone Model.

6.2.7 Modellering i Leica Cloudworx 4.2.2

Ved oppstart av Autocad må man først velge en tegningsstil som håndterer 3D modeller. Jeg valgte i dette tilfellet å bruke "acad3D" som tegningstype. Punktskyen ble importert ved bruk av funksjonen "Import Modelspace View" i Cloudworx. Dette verktøyet kobler direkte opp til Cyclone sin database og henter inn punktskyen.

Før jeg begynte med selve modelleringen ville jeg redusere antall unødvendige punkt i punktskyen. Her brukte jeg verktøyet "slice." Denne funksjonen lar deg definere et området i modellen som man ønsker å jobbe videre med. Alle punkter utenfor det definerte området blir fjernet, noe som gjør det lettere for maskinen, når den har færre punkter å laste.

Det finnes flere metoder for modellering av rør ved bruk av Cloudworx. Jeg valgte å bruke funksjonen "Fit pipes to cloud" som baserer seg på de samme prinsippene som ved bruk av Cyclone Model. Denne funksjonen lot meg velge hva programvaren skal hente ut fra punktskyen. Den kan opprette både senterlinje, samt danne et 3D – objekt av selve røret. I mitt tilfelle var det nok bare med senterlinje, da jeg kun er interessert i å finne senter. Man kan også her velge maks avvik på punktene som skal brukes til "best – fit" modellen, og jeg valgte å sette denne til 6 millimeter.



Figur 15: Skjermdump fra Leica Cloudworx som viser modellerte rør.

Resultatet av denne funksjonen er to sirkler med en senterlinje mellom. Autocad behandler denne som et objekt og ikke en sirkel. Jeg får derfor ikke muligheten til å justere diameteren på røret til teoretisk, slik jeg har gjort i de andre programvarene. For å løse dette problemet må jeg bruke funksjonen ”explode.” Denne funksjonen splitter linjer, noe som gjør at objektet nå blir delt i tre objekter, to sirkler og en linje. Ved å velge sirkelen i den aktuelle røråpningen, for så å trykke ”properties,” la jeg til teoretisk diameter på sirkelen.

Denne fremgangsmåten ble fulgt på samtlige 4 rør – åpninger.

6.2.8 Målinger Autocad 2012

Jeg hentet målefunksjonene fra Autocad programvaren. Dette er noe mer komplisert enn i de andre programvarene som ble testet, da man her på forhånd må definere et koordinatsystem etter punktskyen.

Før jeg begynte med målingene valgte jeg å skru av visningen av punktskyen i programmet. Dette etterlater kun de ønskede sirklene jeg ønsker å hente ut målene fra, og man slipper å laste inn punktskyen kontinuerlig under arbeidet.

Neste steg blir å sette opp koordinatsystemet etter modellen. Dette gjøres enklest ved å tegne en linje mellom senteret på hver sirkel. Ved å taste inn kommandoen ”UCS”, deretter ”3” får jeg muligheten til å definere et nytt koordinatsystem med 3 akser. Første valget er hvor jeg vil plassere senter i systemet. Dette plasseres i senter av det ene røret. Deretter definerte jeg aksene, for å gjøre dette skriver man inn ”nea,” som gjør at programmet ”snapper” til

nærmeste linje. Ved å gjennomføre dette på en av de linjene jeg tegnet tidligere, er man sikret at koordinatsystemet er orientert vinkelrett på rørene. (*Knut Ekker v/Vitec AS, 2012*)

Jeg kan nå gjennomføre selve målingene. Her brukte jeg funksjonen ”*aligned dimension*,” som viser verdien for skråavstand. Ved markering av senter på objekt i Autocad, bør man bruke ”*center snap*” funksjonen for å forsikre seg om at det faktisk er senter man henter ut målene fra.

7. Resultater

Alle verdier er kompensert til en temperatur på 20°C.

7.1 Tabelloversikt avvik

Avstander (meter)	TPS NB				Cyclone	Cyclone
	Teoretisk	TPS Vitec	Surveys	3D-Reshaper	Model	Cloudworx 4.2.2
B1 ->B2	12,000	12,007	12,006	12,008	12,005	12,005
B2 -> A2	12,000	12,009	12,011	12,004	12,007	12,005
A1 -> A2	12,000	12,008	12,008	12,005	12,004	12,005
A1 ->B1	12,000	12,019	12,019	12,018	12,014	12,015

Avvik teoretisk (meter)

	Teoretisk	TPS Vitec	TPS NB	3D-Reshaper	Cyclone	Cyclone
		avvik	Surveys	avvik	Model	Cloudworx
					avvik	avvik
B1 ->B2	12,000	0,007	0,006	0,008	0,005	0,005
B2 -> A2	12,000	0,009	0,011	0,004	0,007	0,005
A1 -> A2	12,000	0,008	0,008	0,005	0,004	0,005
A1 ->B1	12,000	0,019	0,019	0,018	0,014	0,015

Gjennoms
nitt avvik

	0,011	0,011	0,009	0,007	0,007
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Avvik fra TPS (meter)

	TPS	3D-	Cyclone	Cyclone
	(Midlet)	Reshaper	Model	Cloudworx
		avvik	avvik	avvik
B1 ->B2	12,006	-0,001	0,002	0,002
B2 -> A2	12,010	0,006	0,003	0,005
A1 -> A2	12,008	0,003	0,004	0,003
A1 ->B1	12,019	0,001	0,005	0,004

Gjennoms
nitt avvik

	0,002	0,003	0,003
--	--------------	--------------	--------------

Avvik fra 3D-Reshaper (meter)

	3D-	Cyclone	Cyclone
	Reshaper	Model	Cloudworx
		avvik	avvik
B1 ->B2	12,008	0,003	0,003
B2 -> A2	12,004	-0,003	-0,001
A1 -> A2	12,005	0,001	0,000
A1 ->B1	12,018	0,004	0,003

Gjennoms
nitt avvik

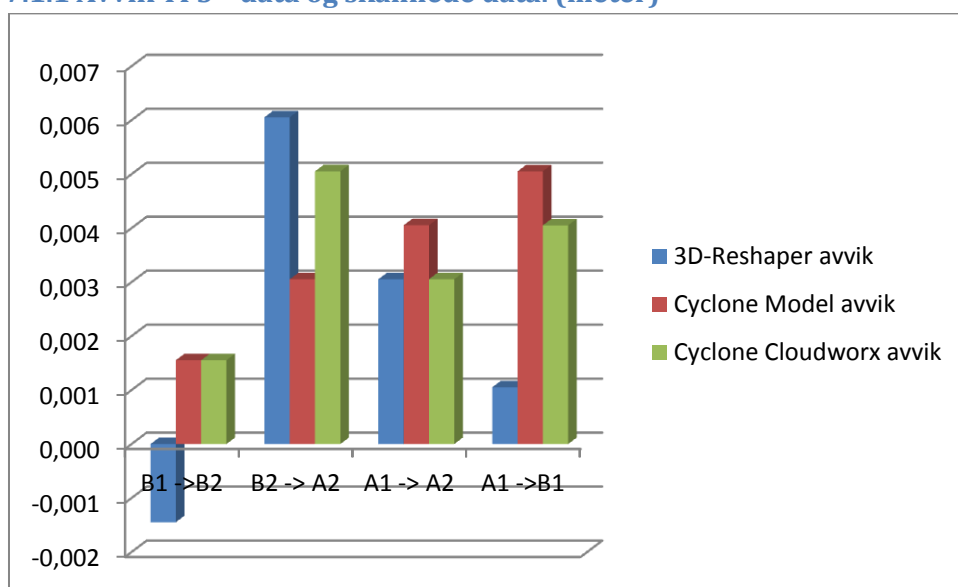
	0,001	0,001
--	--------------	--------------

Avvik fra Cyclone Model (meter)

	Cyclone Model	Cyclone Cloudworx avvik
B1 ->B2	12,005	0,000
B2 -> A2	12,007	0,002
A1 -> A2	12,004	-0,001
A1 ->B1	12,014	-0,001
Gjennomsnitt avvik		0,000

Tabell 1: Tabellen viser avvik med ulike metoder og programvare som sammenligningsgrunnlag.

7.1.1 Avvik TPS – data og skannede data. (meter)



Figur 16: Grafen viser avvik mellom måling målt med totalstasjon og målinger gjort med ulike modelleringsprogramvare.

7.2 Standardavvik programvare. (meter)

Standardavvik Laserskanning av rør

B1 -> B2	Målt verdi	Midlet Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,008	12,006	-0,002	0,000
Cyclone Model	12,005	12,006	0,001	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,005	12,006	0,001	0,000
n=3			0,000	0,000006

Sx± = **0,002**

Standardavvik Laserskanning av rør

B1 -> A2	Målt verdi	Midlet Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,004	12,005	0,001	0,000
Cyclone Model	12,007	12,005	-0,002	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,005	12,005	0,000	0,000
n=3			0,000	0,000005

Sx± = **0,002**

Standardavvik på enkelmåling. Laserskanning av rør.

A1 -> A2	Målt verdi	Midlet Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,005	12,005	0,000	0,000
Cyclone Model	12,004	12,005	0,001	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,005	12,005	0,000	0,000
n=3			0,001	0,000001

Sx± = **0,001**

Standardavvik på enkelmåling. Laserskanning av rør.

A1 -> B1	Målt verdi	Midlet Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,018	12,016	-0,002	0,000
Cyclone Model	12,014	12,016	0,002	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,015	12,016	0,001	0,000
n=3			0,001	0,000011

Sx± = **0,002**

Samlet standardavvik på alle enkeltmålinger = ± **0,003**

7.3 Standardavvik med TPS som sammenligningsgrunnlag. (meter)

Standardavvik Laserskanning av rør				
B1 -> B2	Målt verdi	TPS Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,008	12,006	-0,001	0,000
Cyclone Model	12,005	12,006	0,002	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,005	12,006	0,002	0,000
n=3			0,002	0,000007

$S_{x\pm} =$ **0,002**

Standardavvik Laserskanning av rør				
B2 -> A2	Målt verdi	TPS Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,004	12,010	0,006	0,000
Cyclone Model	12,007	12,010	0,003	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,005	12,010	0,005	0,000
n=3			0,014	0,000071

$S_{x\pm} =$ **0,006**

Standardavvik på enkeltmåling. Laserskanning av rør.				
A1 -> A2	Målt verdi	TPS Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,005	12,008	0,003	0,000
Cyclone Model	12,004	12,008	0,004	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,005	12,008	0,003	0,000
n=3			0,010	0,000035

$S_{x\pm} =$ **0,004**

Standardavvik på enkeltmåling. Laserskanning av rør.				
A1 -> B1	Målt verdi	TPS Verdi	ϵ	ϵ^2
3D-Reshaper	12,018	12,019	0,001	0,000
Cyclone Model	12,014	12,019	0,005	0,000
Cyclone Cloudworx 4.2.2	12,015	12,019	0,004	0,000
n=3			0,010	0,000043

$S_{x\pm} =$ **0,005**

Samlet standardavvik på en enkeltmåling = \pm **0,009**

Tabell 3: Tabell som viser standardavviket for laserskanning med totalstasjonsmålinger som utgangspunkt.

7.4 Kommentarer til resultat

Tabell 1: Tabellen viser avvik ved ulike sammenligningsgrunnlag. Tabellen sammenligner resultatet ved bruk av de ulike metodene og programvarene. Totalstasjonsmålingene er hentet fra dokumentasjon utført av Vitec AS og NB Surveys Global.

Figur 16: Figuren viser avvikene til hver enkelt programvare med målingene fra totalstasjon som utgangspunkt. Verdiene i grafen er basert på resultatene i tabell 1.

Tabell 2: Tabellen sier ingenting om nøyaktigheten på modelleringen, men hvor mye spredning det er på avvikene mellom de ulike programvarene. Under utregningen er midlet verdi brukt som referanse.

Ved utregning av standardavvik for enkeltmåling, er det brukt følgende formel: $S_x = \pm \sqrt{\frac{\sum \epsilon^2}{n-1}}$. For å finne samlet standardavvik på enkeltmålinger har jeg brukt feilforplantningsloven : $S = \sqrt{s_1^2 + s_2^2}$.

Tabell 3: Tabellen viser standardavvik for en måling per avstand og samlet standardavvik på enkeltmåling. Under utregningen har jeg brukt feilforplantningsloven for å finne ut samlet standardavvik. Totalstasjonsmålingene er satt som sann verdi. Denne verdien er basert på en midling mellom målingene til Vitec AS og NB Surveys Global. Verdiene er kun til bruk ved sammenligning mellom laserskanning og totalstasjon, som metode, og kan ikke brukes som nøyaktighetsmål for laserskanning på rør.

7.5 Drøfting

7.5.1 Nøyaktighet:

Laserskanning er en metode som innebærer flere ulike prosesser før man får ut det ferdige produktet. Under alle disse prosessene vil det dukke opp variabler som vil påvirke nøyaktigheten av resultatet. Av de variablene som påvirker resultatet mest finnes registrering av punktsky, punkttetthet og modellering. Punkttetthet og modellering er i dette tilfellet to avhengige variabler. Ved modelleringen vil et større antall tilgjengelig punkter gi en mer nøyaktig modell.

I denne oppgaven er målinger gjort med totalstasjon, satt som sammenligningsgrunnlag, og derfor sann verdi. Men disse målingene har også et oppgitt standardavvik, man kan derfor ikke hente ut verdiene fra ”*Resultat*” og avslå eller godkjenne disse uten en empirisk vurdering.

NORSOK er standarden som følges av Vitec AS for kontroll av understell på norsk sokkel, denne har en toleranse på ± 6 millimeter på posisjon senter legg på ”*interface*.” Dette betyr at man ved utregning av avstanden mellom to legger har ± 12 millimeter som akseptabelt avvik på avstand. Ved å se på sammenligningen av målinger i *tabell 1*, ser vi at de modellerte målingene følger de samme tendensene som målene gjort med totalstasjon, og at de alle er innenfor en akseptabel grense fra målingene gjort med totalstasjon. Der de høyeste avvikene befant seg på ± 6 millimeter, ref. *tabell 1*.

Resultatene i *tabell 1* har målinger gjort med totalstasjon som sammenligningsgrunnlag. Påliteligheten av disse målingene er derfor viktig for å kunne underbygge resultatene til modelleringen gjort med Scanstation 2. Disse målingene er gjennomført med bruk av Leica prismeteip, som har et oppgitt standardavvik på 5 millimeter + 2 ppm. Den største forskjellen i avviket mellom dokumentasjonen til Vitec AS og NB Surveys er 3 millimeter, ref *tabell 1*. En av grunnene til avvikene mellom disse to dokumentasjonene er små, er bruken av *best fit* sirkelberegning. Denne metoden utjevner de 5 punktmålingene for å finne senter på røret. Jeg anser derfor totalstasjonsmålingene som nøyaktige, men vil være varsom med å fastsette hvor nøyaktig.

Et argument for laserskanning kontra målinger gjort med totalstasjon er at punktskyen inneholder langt flere punkter for bestemmelsen av rørdiameter. Totalstasjonen baserer utregningen av senter på kun 5 punkter langs radius, mens punktskyen av ett rør kan bestå av flere tusen punkter. Dette argumentet faller allikevel bort siden vanlig praksis ved rør måling er å låse diameter til teoretisk verdi. Det er også tvilsomt at en endring av radius vil påvirke plasseringen av senterpunktet i særlig grad, siden sirkelen vil ha samme senterpunkt uavhengig av radius. Det er da av en større viktighet at de modellerte rørene har korrekt vinkel.

Det må påpekes at jeg har hatt en begrenset periode å sette meg inn i bruken av programvaren på grunn av restriksjoner med lisenser. På grunn av kompleksiteten til programvaren, har jeg grunn til å tro at en person med erfaring innen bruk av slik programvare ville kunne produsert ett bedre resultat under modelleringen enn undertegnede. Modellering har tidligere ikke vært et fagfelt som har tilhørt landmålerens oppgaver, men med laserskanning på veg inn som metode, er kanskje dette noe det blir mer fokus på i fremtiden.

Tabell 2 forteller oss noe om hvor konsistent modelleringen på programvaren er. Samlet standardavvik for alle enkeltmålingene er her på ± 3 millimeter, noe som viser at selve modelleringen vil ha lite utslag på resultatet, gitt at samme punktsky er brukt som utgangspunkt.

I *tabell 3* ser vi at ingen av avstandene har større standardavvik enn ± 5 millimeter, med totalstasjonen som sammenligningsgrunnlag. Samlet standardavvik for avstandene er ± 9 millimeter med totalstasjonen som sammenligningsgrunnlag.

7.5.2 Tidsbruk :

Selve oppstillingen tar for lang tid med denne generasjonen utstyr og prosessen krever for mange elementer til gjennomføringen. Det faktum at man er nødt til å ha med en ekstern PC til gjennomføringen, gjør det hele mer komplisert. Ved store prosjekt som foregår over lang tid, vil en PC etterhvert også trenge ladning eller direktestrøm, da hjelper det lite at man har batterikapasitet på selve skanneren. Det vil med tiden kunne innarbeides en god rutine på slike målinger, men det er et faktum at klargjøring av alt utstyr for hver oppstilling, ikke vil gjøre Leica Scanstation 2 like effektiv som bruk av totalstasjon på denne type målinger. Den store mengden utstyr gjør også at man er avhengig av bil for transport. Når selve oppstillingen er gjennomført, vil man ha mulighet til å kunne samle inn langt mer data på en mye kortere tid

enn ved totalstasjon. Konklusjonen her må bli at laserskanning vil være tidsbesparende ved oppdrag som krever stor datainnsamling og få oppstillinger.

Selve etterarbeidet vil etter min mening også ta lengre tid enn ved etterberegning av totalstasjon. Men også her vil man kunne hente mye mer informasjon enn ved målinger gjort med totalstasjon. Til etterarbeid av kompliserte strukturer, slik som hele understell, kan man også vurdere å leie inn en tredjepart til å utføre dette arbeidet.

For målinger med totalstasjon er det utviklet et fastmerkenett både i hallene og utendørs. Ved å etablere et lignende nett for HDS targets, vil man kunne begrense tidsbruken betraktelig. Ferdige jacketer blir i hovedsak sammensatt på faste sammenstillings områder, man kunne da vurdert å etablere et godt utbygd nett på disse områdene.

7.5.3 Brukervennlighet

Det er min oppfatning at den delen av laserskanningen som omhandler datainnsamling, er en enkel metode som kun krever grunnleggende kompetanse om data og oppmåling. Dette er en metode som alle ansatte ved dimensjonskontroll avdelingen til Vitec AS kan lære seg ved hjelp av en kort innføring.

Etterarbeidet krever mer kompetanse og erfaring enn selve målearbeidet. Programvaren er et ukjent fagfelt for mange landmålere og erfaring vil her spille en stor rolle for kvaliteten på resultatet. Programvaren er etter min mening også såpass komplisert at vedkommende som utfører etterarbeidet, bør holde kunnskapen oppdatert med kontinuerlig arbeid. Som tidligere nevnt kan det også vurderes å leie inn en tredjepart for å gjennomføre denne prosessen.

7.5.4 Bruksområdet

Bruksområdet for en punktsky vil være adskillig større enn målinger tatt med totalstasjon. Ved å bruke laserskanning som dokumentasjonsmetode, vil man kunne hente ut informasjon etter forespørsler, uten at man trenger ut å måle. Dette kan være spesielt formålstjenlig i situasjoner som oppstår etter at understellet har forlatt produksjonsområdet.

En punktsky vil også kunne fungere som en sikkerhet ved eventuelle tvister i etterkant av produksjon. Hvis for eksempel tidligere dokumentasjon av en eller annen grunn skulle bli satt i tvil av kunde eller tredjepart.

For kunde, eller andre involverte parter, vil også en slik punktsky være svært verdifull. Ved tilgang til en slik punktsky kan partene benytte seg av punktskyen til uthenting av informasjon fortløpende. Dette kan være aktuelt både under plassering av plattform på understell og ved

senere vedlikeholdsarbeid. Nye problemstillinger kan dukke opp i løpet av tiden, som det ikke er tatt hensyn til under dokumentasjonen som blir gjort under produksjon. En punktsky er med andre ord mye mer fleksibel enn totalstasjons målinger.

Et stort problem med denne typen skanner er at den ikke fungerer ved temperaturer lavere enn 0°C. Denne faktoren vurderer jeg å være til stor ulempe for Vitec AS. Firmaet kan ikke være avhengig av varmegrader for å få gjennomført sine målinger, som regel er det korte tidsfrister for innlevering av as – built dokumentasjon, og med de relativt lange vintrene vi har i Norge vil dette by på utfordringer. Med tanke på at slikt utstyr også er en stor investering, vil det ikke være lønnsomt å basere bruken kun i sommermånedene. Produksjonen på Kværner Verdal AS er lik, uavhengig av årstid.

8 Konklusjon

8.1 Hovedkriteriet:

Jeg vil i denne oppgaven være varsom med å komme med en endelig konklusjon om laserskanneren tilfredstiller de satte krav til denne type måling. Ut fra *resultatet* kan man se at det er et avvik mellom metodene, men man kan ikke skyve hele dette avviket over på laserskanneren, når man ikke har de faktiske avstandene til sammenligning. Hvis jeg hadde brukt en Leica TDA 5005 som totalstasjon under dokumentasjonsprosessen, ville jeg følt meg tryggere på at målingene hadde vært mer nøyaktig. Det er heller ikke tatt hensyn til variabelen for trykk under målingene gjort med laserskanneren.

Det er mange variabler å ta hensyn til ved bruk av laserskanneren. Høyere punkttetthet, flere oppstillinger og mer erfaring med modelleringsprogramvare er alle faktorer som vil kunne ha en innvirkning på nøyaktigheten av det ferdige resultatet.

Undertegnede vil uansett fraråde Vitec AS i å investere i Scanstation 2 og heller utforske muligheten for nyere generasjoner laserskannere. Denne vurderingen er basert på Scanstation 2 sin svært begrensede arbeidstemperatur, samt at prosessen ved stasjonsetablering er for omfattende.

8.2 Sekundære kriterier:

I situasjoner som krever stor datainnsamling vil skanneren være overlegen en totalstasjon på tidseffektivitet. Ved typiske dokumentasjonsoppdrag hos Vitec AS, vil totalstasjon være det mest effektive verktøyet.

Datainnsamling krever kun grunnleggende kompetanse, mens etterbehandling krever mer erfaring i bruk av programvare.

Det vil være verdifullt for Vitec AS, kunde og eventuelle tredjeparter, å ha tilgang til en punktsky der man kan hente ut mål, uavhengig av understellets tilgjengelighet og lokalisering. Begrensningene i arbeidstemperatur vurderes å være til stor ulempe for firmaet og vil innebære uakseptable restriksjoner for bruken.

8.3 Egevaluering

Jeg er meget godt fornøyd med gjennomføringen av oppgaven, og arbeidet med den har lært meg mye. Prosjektet har vært veldig lærerikt og jeg føler meg sikker på at det vil være til hjelp både for meg selv og firmaet i fremtiden.

Den største utfordringen for meg ble å sette meg inn i de ulike programvarene, på den begrensede tiden jeg har hatt disposisjon. Selv om leverandørene har vært meget behjelpelig med lisenser og produktstøtte, krever disse programmene en del erfaring og kunnskap for å kunne utnyttes til sitt fulle.

I ettertid ser jeg at følgende kunne blitt gjort annerledes:

- Måle inn HDS targets, med den hensikt å sette punktskyen inn i samme koordinatsystem som totalstasjonsmålingene. Jeg kunne da sammenlignet koordinatverdier på enkeltpunkt og utelatt variabelen for modellering. Dette var planen å gjennomføre på skannet av Ekofisk 2-4L jacket, men på grunn av problemene med skanneren ble ikke dette skannet gjennomført.
- Tilegnet meg mer erfaring på programvare før prosjektstart. Dette gjelder spesielt bruk av Autocad.
- Hadde jeg gjennomført flere skann av det samme understellet, kunne jeg sammenlignet resultatene for så å se hvor konsistent laserskanneren oppfører seg ved gjentakende operasjoner.
- Brukt Vitec AS sin Leica TDA 5005 under dokumentasjon med totalstasjon. Denne har en nøyaktighet på 1mm + 2ppm og en avstandsmåler med en oppløsning på 0,01 millimeter.

8.4 Videre Arbeid

Jeg mener den nye generasjonen laserskannere vil være en bedre løsning for Vitec AS, blant annet har denne et mye større vindu for arbeidstemperaturer. Testing av dette utstyret vil være fordelaktig før en eventuell investering.

9.Litteraturliste

Leica Geosystems. 2012. *Leica Scanstation 2 bruker manual*, http://hds.leica-geosystems.com/en/Support-Downloads-Manuals_63865.htm

Leica Geosystems. 2011. *Leica Viva TS15I Brukermanual*. Leica Geosystems.

Mario Santana Quintero, Bjorn Van Genechten (University of Applied Sciences St. Lieven, Belgia). Marc De Bruyne, (BNS, Belgia), Ronald Poelman (Delfttech (Nederland), Martin Hankar (Globe Zenith, Belgia), Simon Barnes & Huseyin Caner (Plowman Craven, UK), Luminita Budei (Technical University of Iasi, Romania), Erwin Heine & Hansbjorg Reiner (University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Østerrike), Jose`Luis Lerma Garcia & Josep Miquel Biosca Taronger (Polytechnic University of Valencia, Spania). 2008. *Theory and practice on Terrestrial Laser Scanning*. VLAAMS LEONARDO DA VINCI AGENTSCHAP v.z.w.

Conoco Phillips, 2010. *Fabrikasjonsmanual_Ekofisk_Bridge_support*.

www.wikipedia.org, 2012, *Ekofisk feltet*. <http://no.wikipedia.org/wiki/Ekofisk>

Bjørn Davidsen, 2011. *Forelesningsnotater i fysikk : Temperatur og varme*, Universitet i Tromsø.

Resursspersoner:

Lars Skjeset, Vitec AS.

Knut Ekker, Vitec AS.

Morten Roel, Vitec AS.

Ole Bremset, Vitec AS.

Knut Kvitne, Kværner AS.

Bjørn Godager, Høgskolen i Gjøvik

Dag Norberg, Høgskolen i Gjøvik

9.Vedlegg

Vedlegg A : English summary

HIG

Laserscanning for as – built documentation

on oil rig jackets

Yngve Staberg

22.03.2012

Background

This summary is based on a bachelor thesis written in cooperation with Vitec AS and Gjøvik University College. The thesis marks the end of a 3 year bachelor study in geomatics. During an internship with Vitec AS, the possibility of a relevant thesis was discussed. Because of recent investment in laserscanning equipment, it was agreed to check if the tolerances using this equipment, would live up to the high standards of offshore documentation. To find the answer to this question, I would scan the interface of the Ekkofisk 2-4L jacket, and use the pointcloud acquired to compare the results with the documentation made with a totalstation by Vitec AS and NB Surveys Global. Due to problems with the Leica Scanstation 2, I was forced to use the pointcloud of a previous scan on the Ekkofisk Bridgesupport. In my opinion this will not affect the quality of my thesis. The software I have used for modelling are 3D – Reshaper, Leica Cyclone and Leica Cloudworx. A comparison of these softwares can be found in *tabell 1 and 2*.

Used equipment

From HIG:

- Scanstation 2
- Scanstation 2 battery with charger
- Scanstation 2 powersupply
- Tripod
- Tripod support
- 4 stk Leica HDS targets
- TCP/IP cable

From Vitec AS:

- PC
- 6 stk HDS targets
- Cyclone Navigator
- Cyclone Register
- Cyclone Cloudworx

Student licenses:

- 3D – Reshaper
- Cyclone Model
- Autocad 2012

Evaluation of results

Main Criteria

- Is the Leica Scanstation 2 accurate enough for use in as – built documentation on offshore jackets?

Secondary Criteria

- Effectivity
- Usability

Precision

NORSOK is the main standard used on the Norwegian continental. This standard states that center legs on jacket interface, have a tolerance of ± 6 millimeter, which means that the tolerance of a distance between two legs are ± 12 millimeter.

The highest deviation on a measured distance is ± 6 millimeter, with the totalstation set as true distance. The total deviation of all the distances are ± 9 millimeter, which is borderline acceptable if you consider the tolerance of ± 12 millimeter on a distance. There is also an unknown variable considering the unknown deviation of the total station.

During post processing, three different softwares were used for modelling purposes. 3D – Reshaper, Leica Cyclone and Leica Cloudworx. As seen in *tabell 2*, the deviation between these software was minimal with a total deviation error of all single measurements of ± 3 millimeter.

Effectivity

The orientation process of the Scanstation 2 is too time consuming and also requires a lot of extra gear. Compared to the newest generation of scanners, this process is too impractical. The scanning process also requires an external PC which is not optimal. Once the orientation is done, the Scanstation 2 can gather huge amounts of data.

Usability

The process of gathering data is easy to learn and can be done by anyone with basic knowledge in geomatics. The post processing part is more complicated. Modelling requires some experience with the software and have traditionally not been a part of the land surveyors assignments. The usability of a pointcloud is much more flexible than measurements done with a totalstation.

The biggest disadvantage with the Scanstation 2 is its limits in working temperature. This spans from 0 °C to + 40 °C. The winters in Norway are often colder than 0 °C, which would limit the scanstation usability significantly.

Conclusion

I will not conclude whether or not the Leica Scanstation 2 is accurate enough for this kind of measurements. There is just too many variables involved. With a higher point density, more setups and more experience in the used 3D – modelling software the result could be more accurate.

When a task requires large amount of data, the Leica Scanstation 2 will be superior to the totalstation in a collection phase. During normal documentation tasks at Vitec AS, the totalstation will be the most effective, since these tasks do not require large amounts of data to be collected.

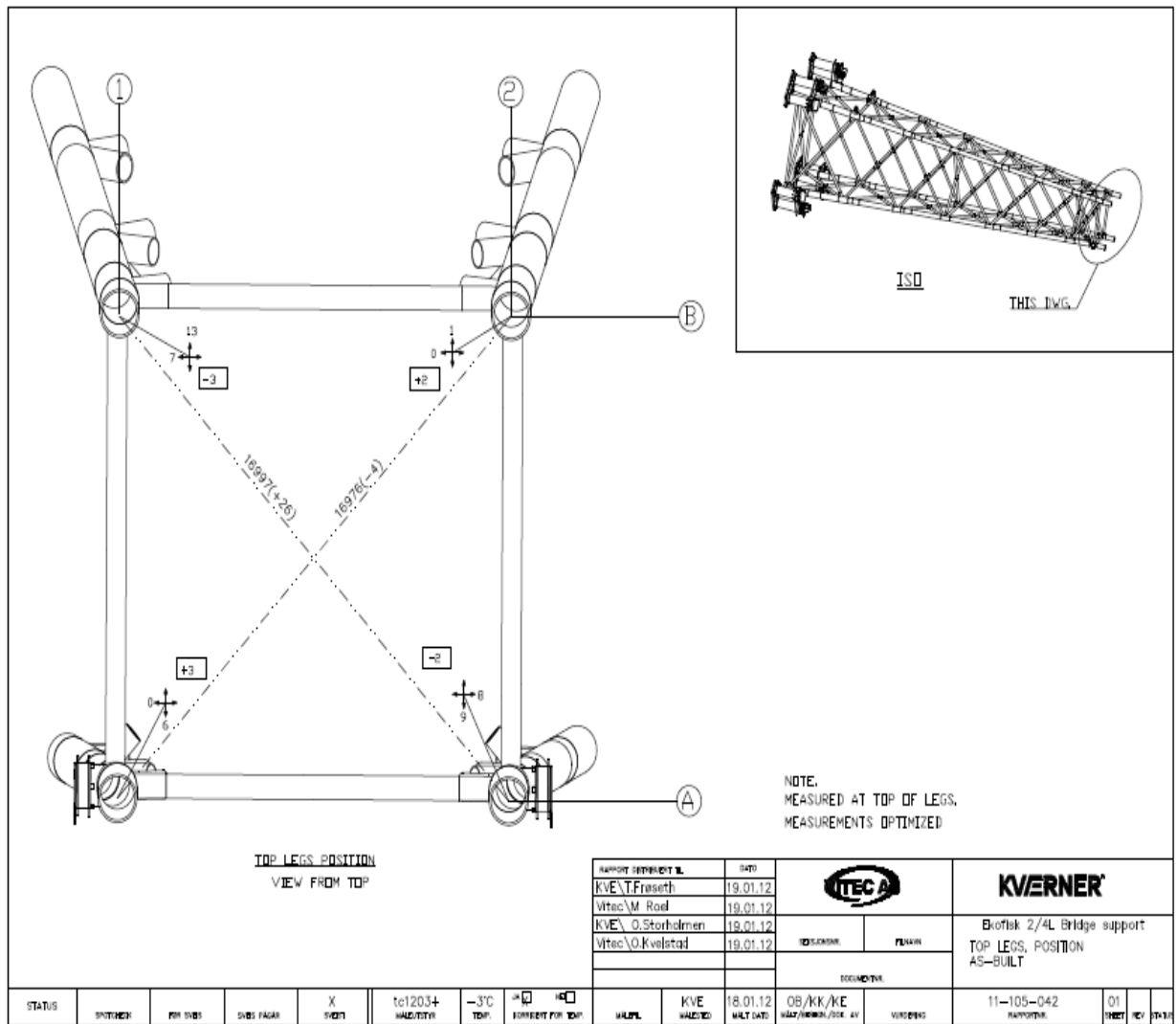
The data collection phase of laser scanning is easy and can be done by anyone with basic knowledge in Geomatics. The post processing part is more of a challenge and should preferably be done by someone with experience in modelling and software.

The biggest disadvantage of the Leica Scanstation 2 is its limitations in working temperature. With Norways long winters, this will be a problem. The next generation of laserscanners have corrections for this, and would be more usable in scandinavian conditions.

Vedlegg C : Relevant mailkorrespondanse

Dato	Avsender	Mottager	Emne
29.09.2011	Yngve Staberg	Lars Skjeset	Problemstilling
28.11.2011	Yngve Staberg	Lars Skjeset	Problemstilling
30.11.2012	Lars Gulbrandsen	Yngve Staberg	Lisens Cyclone Model
19.01.2012	Nicholas Cathaud	Yngve Staberg	Lisens 3D Reshaper
23.01.2012	Yngve Staberg	Bjørn Godager	Lisens Autocad
23.01.2012	Yngve Staberg	Leif Erik Storm	Lisens Autocad
24.01.2012	Yngve Staberg	Dag Norberg	Tidligere studentoppgaver
26.01.2012	Yngve Staberg	Thorbjørn Kravdal	Innlevering avtale oppgave
02.02.2012	Yngve Staberg	Bjørn Godager	Lisens Cyclone Model
23.02.2012	Nicholas Cathaud	Yngve Staberg	Lisens 3D Reshaper
08.03.2012	Lars Skjeset	Yngve Staberg	Lisens Cloudworx
09.03.2012	Lars Gulbrandsen	Yngve Staberg	Lisens Cyclone Model

Vedlegg D : Dokumentasjon Bridgesupport Vitec AS

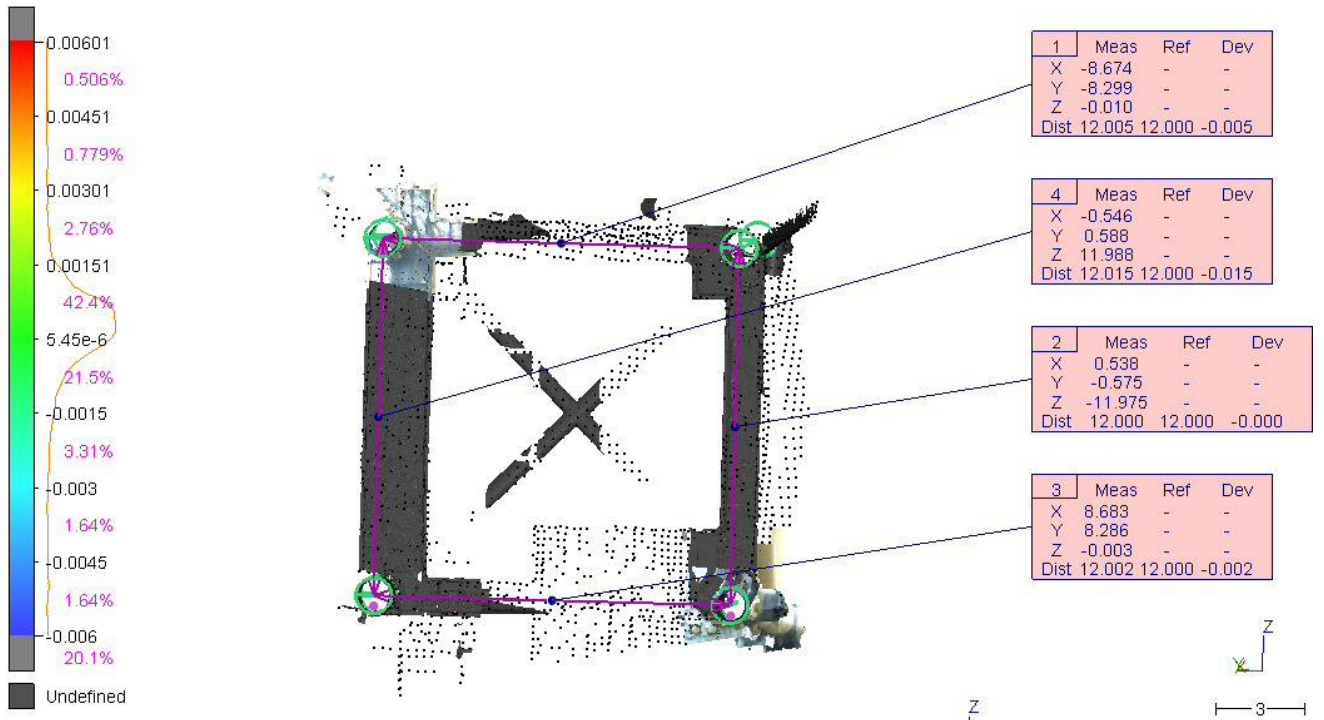


Vedlegg F : Temperaturskala Leica XYZ, hot rolled steel

30	0,9998794
29	0,9998915
28	0,9999035
27	0,9999156
26	0,9999276
25	0,9999397
24	0,999952
23	0,9999641
22	0,9999762
21	0,9999883
20	1
19	1,0000125
18	1,0000246
17	1,0000367
16	1,0000488
15	1,0000603
14	1,000073
13	1,0000851
12	1,0000972
11	1,0001093
10	1,0001208
9	1,0001335
8	1,0001456
7	1,0001577
6	1,0001698
5	1,0001809
4	1,000194
3	1,0002061
2	1,0002182
1	1,0002303
0	1,0002412
-1	1,0002545
-2	1,0002666
-3	1,0002787
-4	1,0002908
-5	1,0003015
-6	1,000315
-7	1,0003271
-8	1,0003392
-9	1,0003513
-10	1,0003618
-11	1,0003755
-12	1,0003876
-13	1,0003997
-14	1,0004118
-15	1,0004221

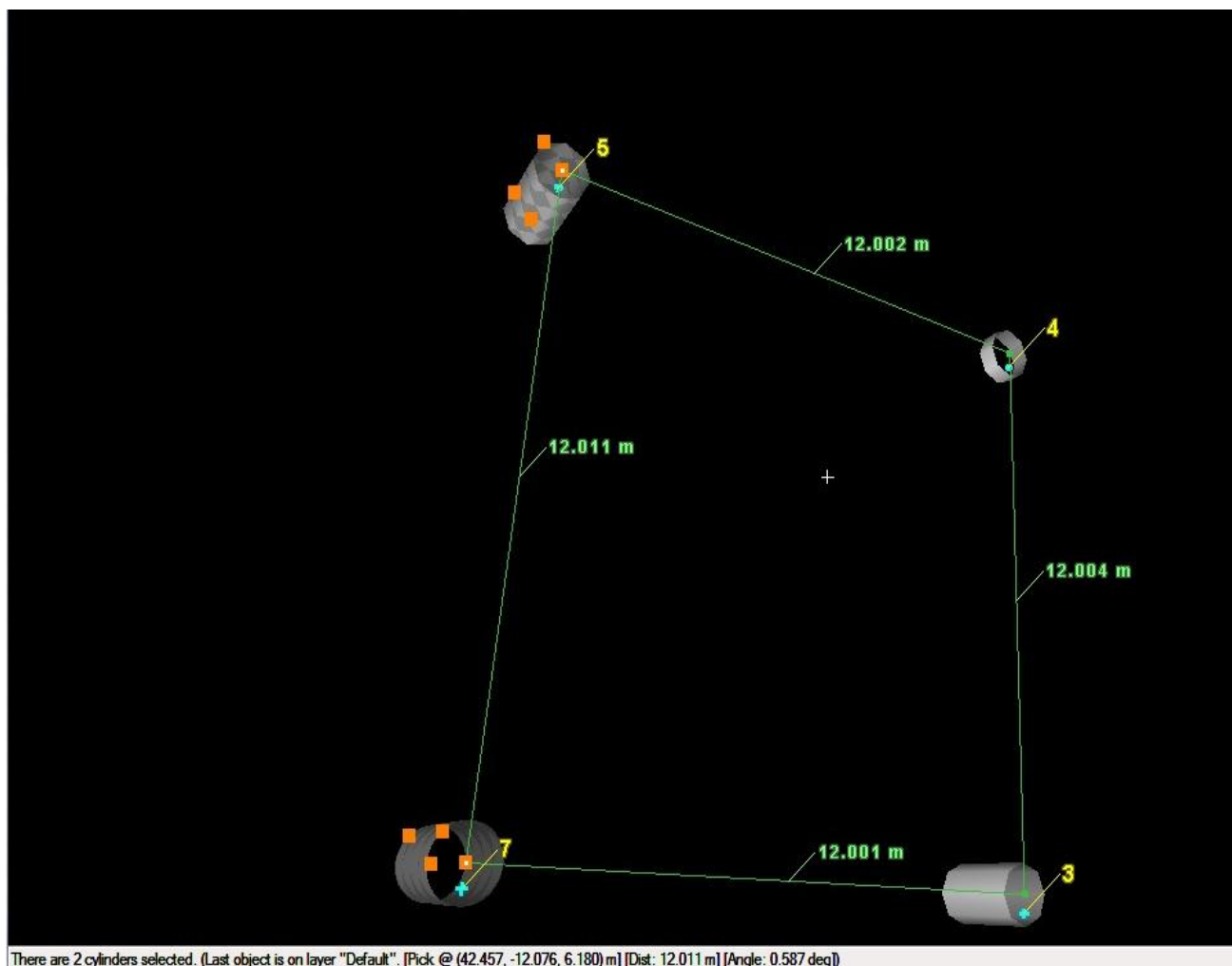
Vedlegg G : Avviksrapport 3D - Reshaper

Verdier er ikke korrigert for temperatur.



Vedlegg J: Målerapport Leica Cyclone Model

Verdier er ikke korrigert for temperatur.



Vedlegg K : Rapport modellering Leica Cyclone Model

Rapport cylinder modeler

B1

Name: <21EA>

Object Info:

End Point 1 = (43.243, -12.884, 18.291) m

End Point 2 = (41.913, -11.493, 18.164) m

Origin = (43.243, -12.884, 18.291) m

Axis = (-0.6898, 0.7210, -0.0658)

Diameter = 1.200 m

Height = 1.929 m

Color = [190, 190, 190]

Insulation Thickness = 0.000 m

Meta Info:

Layer: Default Layer

Name: <21EA>

Server: VITEC-UTEPC01 (unshared)

Path: \Ekkofisk Bridgesupport\Bridgesupport\ScanWorld [Registration 1]\ModelSpaces\ModelSpace
\<21EA>

Created at: 10:46:48, 2/8/2012

Derived from cloud with 24400 points

Fit Quality:

Error Mean = 0.000 m

Error Std Deviation = 0.002 m

Absolute Error Mean = 0.001 m

Maximum Absolute Error = 0.007 m

B2

Name: <21D8>

Object Info:

End Point 1 = (33.563, -20.130, 18.192) m

End Point 2 = (33.237, -19.787, 18.160) m

Origin = (33.563, -20.130, 18.192) m

Axis = (-0.6877, 0.7229, -0.0667)

Diameter = 1.200 m

Height = 0.475 m

Color = [190, 190, 190]

Insulation Thickness = 0.000 m

Meta Info:

Layer: Default Layer

Name: <21D8>

Server: VITEC-UTEPC01 (unshared)

Path: \Ekkofisk Bridgesupport\Bridgesupport\ScanWorld [Registration 1]\ModelSpaces\ModelSpace
\<21D8>

Created at: 10:18:40, 2/8/2012

Derived from cloud with 1423165 points

Fit Quality:

Error Mean = 0.000 m

Error Std Deviation = 0.001 m

Absolute Error Mean = 0.001 m

Maximum Absolute Error = 0.003 m

A2

Name: <21B5>

Object Info:

End Point 1 = (35.217, -21.878, 6.312) m

End Point 2 = (33.778, -20.365, 6.183) m

Origin = (35.217, -21.878, 6.312) m

Axis = (-0.6876, 0.7235, -0.0618)

Diameter = 1.200 m

Height = 2.093 m

Color = [190, 190, 190]

Insulation Thickness = 0.000 m

Meta Info:

Layer: Default Layer

Name: <21B5>

Server: VITEC-UTEPC01 (unshared)

Path: \Ekkofisk Bridgesupport\Bridgesupport\ScanWorld [Registration 1]\ModelSpaces\ModelSpace
<21B5>

Created at: 10:07:44, 2/8/2012

Derived from cloud with 8637 points

Fit Quality:

Error Mean = 0.000 m

Error Std Deviation = 0.001 m

Absolute Error Mean = 0.001 m

Maximum Absolute Error = 0.006 m

A1

Name: <21FF>

Object Info:

End Point 1 = (44.079, -13.801, 6.349) m

End Point 2 = (42.457, -12.076, 6.180) m

Origin = (44.079, -13.801, 6.349) m

Axis = (-0.6833, 0.7267, -0.0713)

Diameter = 1.200 m

Height = 2.374 m

Color = [190, 190, 190]

Insulation Thickness = 0.000 m

Meta Info:

Layer: Default Layer

Name: <21FF>

Server: VITEC-UTEPC01 (unshared)

Path: \Ekkofisk Bridgesupport\Bridgesupport\ScanWorld [Registration 1]\ModelSpaces\ModelSpace
\<21FF>

Created at: 11:00:12, 2/8/2012

Derived from cloud with 4079096 points

Fit Quality:

Error Mean = 0.000 m

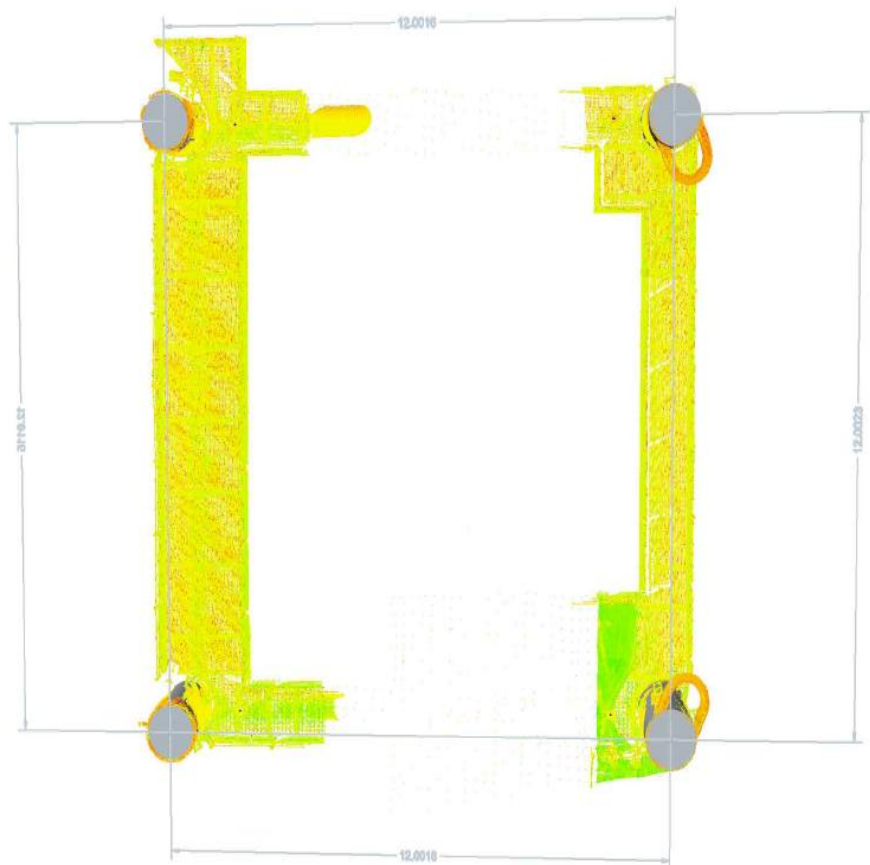
Error Std Deviation = 0.001 m

Absolute Error Mean = 0.001 m

Maximum Absolute Error = 0.009 m

Vedlegg L : Målerapport Leica Cloudworx

Verdier er ikke korrigert for temperatur.



Vedlegg M : Registrerings rapport Leica Register

Status: VALID Registration

Mean Absolute Error:

for Enabled Constraints = 0.002 m

for Disabled Constraints = 0.012 m

Date: 2012.02.23 08:17:52

Database name : Ekkofisk Bridgesupport

ScanWorlds

Station 1: ScanWorld 1

Station 2: ScanWorld 2 (Leveled)

Constraints

Name	ScanWorld	ScanWorld	Type	On/Off	Weight	Error	Error
Vector	Horz	Vert					

TargetID: 3 Station 1: ScanWorld 1 Station 2: ScanWorld 2 (Leveled) Coincident: Vertex-Vertex On
1.0000 0.002 m (0.000, 0.001, 0.001) m 0.001 m 0.001 m

TargetID: 4 Station 1: ScanWorld 1 Station 2: ScanWorld 2 (Leveled) Coincident: Vertex-Vertex On
1.0000 0.001 m (0.000, -0.001, -0.001) m 0.001 m -0.001 m

TargetID: 5 Station 1: ScanWorld 1 Station 2: ScanWorld 2 (Leveled) Coincident: Vertex-Vertex On
1.0000 0.002 m (0.002, -0.001, 0.000) m 0.002 m 0.000 m

TargetID: 7 Station 1: ScanWorld 1 Station 2: ScanWorld 2 (Leveled) Coincident: Vertex-Vertex Off
1.0000 0.012 m (0.005, 0.008, 0.008) m 0.009 m 0.008 m

TargetID: 1 Station 1: ScanWorld 1 Station 2: ScanWorld 2 (Leveled) Coincident: Vertex-Vertex On
1.0000 0.002 m (-0.002, 0.000, -0.001) m 0.002 m -0.001 m

ScanWorld Transformations

Station 1: ScanWorld 1

translation: (0.000, 0.000, 0.000) m

rotation: (0.0000, 1.0000, 0.0000):0.000 deg

Station 2: ScanWorld 2 (Leveled)

translation: (26.077, 23.962, -0.206) m

rotation: (0.0001, 0.0001, -1.0000):134.531 deg

Unused ControlSpace Objects : none

Laserscanning for as – built documentation

on oil rig jackets



Yngve Staberg

22.03.2012

Sammendrag

Denne rapporten er ett beskrivende dokument som omhandler planleggingen av avsluttende oppgave for geomatikk ved Høgskolen i Gjøvik. Jeg ønsker med denne rapporten å fremstille hvordan jeg tenker å legge opp mitt arbeid rundt bacheloroppgaven 2012.

Rapporten inneholder i første omgang litt om bakgrunnen for prosjektet, og hvorfor jeg valgte den problemstillingen jeg gjorde. Deretter følger problemstillingen og målet for prosjektet, dette er en viktig del, siden det her fastsettes hva det er jeg ønsker å besvare i løpet av prosjektet. Jeg har også valgt å implementere en bit om forutsette problemer som både kan og vil oppstå i løpet av arbeidsprosessen. Jeg har laget en utstyrsliste, samt hvor disse resurssene er hentet fra, og en fremdriftsplan som viser hvordan jeg har tenkt å fordele arbeidstiden på prosjektet. Tittelen på forprosjektet er å anse som en ”*working title*.”

Innhold

Sammendrag	72
Bakgrunn	13
Deltakere	75
Student	75
Oppdragsgiver	75
Høgskolen i Gjøvik	76
Problemstilling og mål	77
Hovedmål	14
Studentmål	14
Problemstilling.....	77
Problemløsning.....	77
Forutsette problemer/løsninger	78
Lokalisering.....	78
Ressurser	15
Utstyr.....	79
HMS	80
Kvalitetssikring	80
Tidsfrister.....	80
Data sikring.....	80
Kommunikasjon.....	80
Fremdriftsplan.....	81
Tidsfrister.....	81
Fremdriftsplan.....	82
Gantt – Diagram	82

Bakgrunn

Vitec AS er et datter – selskap av Kværner Verdal AS, der Kværner eier 34% av aksjene i selskapet. Tidligere gjennomførte Kværner Verdal oppmålingsarbeidet selv, men den 1.5.2000 ble det bestemt at disse oppgavene skulle separeres fra selskapet. Tidligere ansatte under oppmålings - og sveisetekniske seksjonen dannet av denne grunn selskapet Vitec AS, der de ansatte eier 66% av alle aksjene. Hovedoppgavene til selskapet ligger i å støtte Kværner Verdal med oppmåling og sveisetekniske tjenester, men de tilbyr også disse tjenestene for andre parter.

Undertegnede hadde en stilling som sommer vikar for Vitec AS sommeren 2011. Det ble under denne perioden diskutert aktuelle problemstillinger for gjennomførelsen av kommende bacheloroppgave. Firmaet hadde tidligere planlagt en satsing på laserskanning, til bruk for as - built dokumentasjon av understell på oljeplattformer som blir bygget på Kværner Verdal. Det var blitt gjort betydelige investeringer i utstyr og programvare av denne grunn. Det ble også handlet inn en brukt laserskanner av typen Leica Scanstation 2, men denne viste seg å ikke fungere. Denne saken er fortsatt uavklart, jeg har derfor lånt laserskanneren til Høgskolen i Gjøvik for å gjennomføre oppgaven. Etter samtaler med veiledere i firma og skole, har jeg bestemt meg for å finne ut om nøyaktigheten under laserskanning, tilfredsstillende toleransekravene for as – built rapportering for bygging av understell til oljeplattformer.

Deltakere

Student

Yngve Staberg

Mule

7600 Levanger

Telefon: +47 995 858 03

E – post: yingve.staberg@hig.no

Oppdragsgiver

Vitec AS

Industriveien 12

7650 Verdal

Telefon: +47 454 84 600

E- post: firmapost@vitec.as

Kontaktperson Vitec AS:

Lars Skjeset

Oppmålingsingeniør

Telefon: +47 913 87 679

E – post: lars.skjeset@vitec.as

Høgskolen i Gjøvik

Høgskolen i Gjøvik

Postboks 191

2802 Gjøvik

Veiledere

Bjørn Godager v/ Høgskolen i Gjøvik

Telefon: + 47 412 52 468

E – post: bjoern.godager@hig.no

Dag Norberg v/ Høgskolen i Gjøvik

Telefon:

E – post: dag.norberg@hig.no

Problemstilling og mål

Hovedmål

Mitt hovedmål med bacheloroppgaven er å skanne interface på Ekofisk 2-4L jacket, før denne blir skipet ut til Nordsjøen i slutten av februar. Jeg ønsker å bruke punktskyen som jeg tilegner meg fra denne på å kontrollere nøyaktigheten for denne metoden ved å sammenligne mål og dimensjoner med as – built dokumentasjon gjort med totalstasjon.

Studentmål

Mitt mål med denne oppgaven er å undersøke de mulighetene som finnes for bruk av metoden laserskanning til as – built dokumentasjon av understell til oljeplattformer. I tillegg til å finne ut om metoden oppfyller ønsket toleransekrav, vil jeg også se hvordan denne metoden kan konkurrere med totalstasjonen på effektivitet og datainnsamling.

Problemstilling

- *Er Scanstation 2 nøyaktig nok til å kunne brukes som redskap til as – built dokumentasjon på understell til oljeplattformer?*

Problemløsning

For å finne ut om nøyaktigheten på Scanstation 2 oppfyller toleransekravene, vil jeg skanne interface/topp på Ekofisk 2-4L jacketen. Ekofisk 2-4L har 6 legger som stikker opp av jacketen, disse skal etter plassering i Nordsjøen kobles sammen med selve plattformen. Vitec AS har dokumentasjon på senter av disse leggene, min arbeidsoppgave blir derfor å skanne toppen, modellere endene på leggene, finne senter på leggene, for så å sammenligne dette resultatet med de dataene dokumentert med totalstasjon. Det er i denne sammenheng de interne avstandene mellom leggene som er interessante, det vil derfor bli brukt et lokalt koordinatsystem.

Forutsette problemer/løsninger

Per dags dato er det allerede gjennomført en test skann av Ekofisk – bridgesupport. Under denne prosessen ble det gjort noen erfaringer som er verdt å merke seg til senere oppgaveløsning. Under skann prosessen oppsto problemer med kommunikasjonen mellom PC og Scanstation 2. Det ble av denne grunn byttet nettverkskabel, uten at dette løste problemet. Eneste løsning jeg har funnet på dette problemet er å ta omstart på skanneren og begynne på nytt. Ved gjennomførelsen av skannet på Ekofisk 2-4L, blir det nødvendig å dele opp skannet i mindre vinduer, dette gjør at jeg ikke trenger å begynne helt på nytt for hver gang denne feilen oppstår.

En annen utfordring med skanneren er at den ikke kan brukes i minus temperaturer, dette gjør at jeg må benytte de dagene med milde temperaturer til å gjennomføre skannet.

Jeg mangler også per dags dato noen lisenser på aktuell programvare. Dette gjelder AutoCad 3D, samt Leica Cyclone Model. Jeg er i samtaler med Leica og veiledere v/ Høgskolen i Gjøvik for å få løst dette problemet.

Lokalisering

Den praktiske delen av oppgaven blir gjennomført på industriområdet til Kværner Verdalen AS. Ekofisk 2-4L jacketen befinner seg i den nordlige delen av området, det er her selve skanneprosessen vil bli gjennomført. Den teoretiske delen av oppgaven, som omhandler etterbehandling og ferdigstilling av oppgaven, vil gjennomføres på Vitec AS sine kontorer i Verdalen. Jeg anser dette som den beste løsningen, siden de innsamlede data befinner seg på firmaets PC, samt at man da også kan benytte seg av den brede kompetansen på området som befinner seg i firmaet.

Ressurser

Utstyr

Fra HIG:

- Scanstation 2
- Scanstation 2 batteri m/lader
- Scanstation 2 strømadapter
- Tripod
- Tripod støtte
- 4 stk Leica HDS targets
- Nettverkskabel

Fra Vitec AS:

- PC
- 6 stk HDS targets
- Cyclone Navigator
- Cyclone Register
- Cyclone Cloudworx

Studentlisenser:

- 3D – Reshaper

Lisenser som mangler pr 20.01.2012:

- AutoCad
- Cyclone Model

HMS

Under gjennomføringen av den praktiske delen av oppgaven, skal rutinene for HMS følges etter interne instruksjoner på området for Kværner Verdalen. Dette innebærer bruk av påkrevd verneutstyr ved arbeid inne på industriområdet. Under arbeidet kan det være behov for lift, til plassering av HDS targets, dette skal da gjøres av ansatte med godkjent lift - fører kurs.

Kvalitetssikring

Tidsfrister

De gitte tidsfrister satt av HiG skal følges. Det skal også etterstribes å følge min egen gitte tidsplan, men utfordringer kan dukke opp under veis i prosjektet som kan føre til at denne må tilpasses. Grunnen til dette er for å kunne disponere tiden min på en best mulig måte, det er også viktig at man får jevn arbeidsflyt gjennom hele prosjektet.

Data sikring

Dataen vil bli lagret henholdsvis på egen PC, firmaets PC, samt minnebrikke. Det vil bli gjort duplikater av prosjektarbeidet en gang i uken for å være sikret mot datatap.

Kommunikasjon

Jeg kommer under arbeidsprosessen til å være situert i Verdalen, kommunikasjonen mellom meg selv og veilederne ved skolen vil av denne grunn foregå gjennom e – post og telefon. Kommunikasjonen med firmaet vil foregå gjennom møter og samtaler siden jeg kommer til å befinne meg på deres kontorer.

Fremdriftsplan

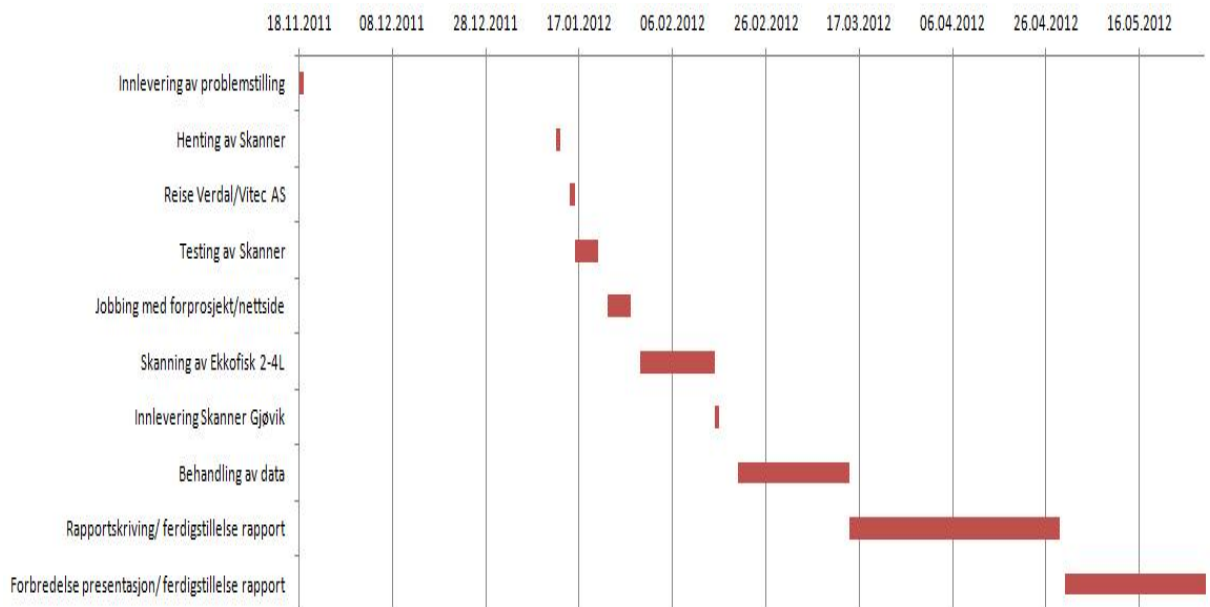
Tidsfrister

Dato	Oppgave
18.11.2011	Innlevering endelig problemstilling
22.11.2011	Innlevering av kontrakt
27.01.2012	Innlevering prosjektplan
03.02.2012	Innlevering av nettside
15.02.2012	Tilbakelevering av Scanstation 2 til HiG
23.05.2012	Innlevering av rapport, abstract & vedlegg
23.05.2012	Innlevering av publiseringsavtale
30.05.2012	Innlevering av logg, plakat & refleksjonsnotat
06.06.2012	Presentasjon
07.06.2012	Innlevering av presentasjon

Fremdriftsplan

Gjøremål	Dager	Fra	Til
Innlevering av problemstilling	1	18.11.2011	18.11.2011
Henting av Skanner	1	12.01.2012	12.01.2012
Reise Verdal/Vitec AS	1	15.01.2012	15.01.2012
Testing av Skanner	5	16.01.2012	20.01.2012
Jobbing med forprosjekt/nettside	5	23.01.2012	27.01.2012
Skanning av Ekkofisk 2-4L	16	30.01.2012	15.02.2012
Innlevering Skanner Gjøvik	1	15.02.2012	15.02.2012
Behandling av data	24	20.02.2012	15.03.2012
Rapportskriving/ ferdigstillelse rapport	45	15.03.2012	30.04.2012
Forbredelse presentasjon/ ferdigstillelse rapport	31	30.04.2012	30.05.2012

Gantt - Diagram



Vedlegg 0 : Prosjektavtale



HØGSKOLEN I GJØVIK

PROSJEKTAVTALE

mellom Høgskolen i Gjøvik (HiG) (utdanningsinstitusjon),

_____ VITEC AS _____ (oppdragsgiver), og

_____ YNGVE STABERG _____ (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 15.01.2012 til 07.06.2012.

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 ferdigstilling 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 bedomt 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 treer 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): BJØRN GODAGER, DAG NORBERG

Oppdragsgivers kontaktperson (navn): LARS SKSESET

Student(er) (signatur): Yngve Skubey dato 18.01.2012

dato _____

dato _____

dato _____

Oppdragsgiver (signatur): Lars Skjerv dato 18.01.2012

Dekan (signatur): _____ dato _____

Revidert 11.10.07, Ivar Moe

Vedlegg M : Prosjektlogg

Uke	Arbeid
	2 Klargjøring / testing av utstyr
	3 Klargjøring / testing av utstyr
	4 Forprosjekt
	5 Datainnsamling Bridgesupport
	6 Nettside
	7 Retur av Scanstation 2
	8 Litteraturstudier
09 ->10	Innlagt på sykehus
11 ->12	Litteraturstudier
	13 Påskeferie
14->18	Etterbehandling punktsky
19->21	Ferdigstilling rapport
22 -> 23	Presentasjon