

# Geodætiske opmålinger i Sisimiut-området

Acceptabel, men noget  
tynd rapport

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Teoretisk del.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Segmenter.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 positioneringsmetoder.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 fejlkilder.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Koordinat og højdesystemer.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Præsentation og analyse del.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Beskrivelse af kinematisk og statisk måling.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Geodætisk referencesystem.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Præsentation af de indsamlede data.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Vurdering.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Konklusion.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Referencer.....</b>	<b>8</b>

## 1. Teoretisk del:

### 1.1 Segmenter:

Det vi nu skal beskæftige os med er Global Positioning System (GPS) – segmenter. Der er 3 forskellige segmenter. De hedder: rum- kontrol- og bruger segment.

Normalt skal der være 24 satellitter rundt omkring jorden, for at være sikker på at der 24 satellitter, bruges 4 satellitter som reserve. Satellitterne har en bane på 55° s hældning. Satellitternes afstand er ca. 20.200 km over jordens overflade, deres normal hastighed er ca. 4 km/s, og de har en periode på 11 timer og 58 minutter, regnet i stjernetid.

For det første, er der en der hedder rum segment. I dette afsnit skal man beskæftige sig med satellitter. Satellitter har fire atom ure, to forskellige ure, de hedder 2 Rubidium, og 2 Cæsium. Rubidiums stabilitet pr. sekund er  $50 \cdot 10^{-12}$  s/s, og Cæsiums er  $10 \cdot 10^{-12}$  s/s. Der er 2 x 2 atom ure, grundet er hvis den anden går i stykker, starter man den anden.

Rubidiums stabilitet er størst i korte tider (under 2 minutter), mens Cæsiums stabilitet i længere tid er størst. Der er også satellit ur, der er mere præcist end de to andre. Det hedder Hydrogen-maser ur. Hydrogen-mase urets stabilitet pr. sekund er  $0,5 \cdot 10^{-12}$  s/s. det vil sige, at Hydrogen-mase-uret har det mest nøjagtige, end de to satellit-ure. Man har endnu ikke anvendt dette satellit-ur, da det er fem gange så dyrt som de to første jeg har nævnt.

Når der er forbindelse til kontrolstationerne på jorden, kontrolleres satellit-urene, flere gange om dagen. Hvis der er fejl i satellittens ur, korrigeres satellit-uren med det samme, når der er forbindelse til kontrolstationen. Dette kaldes *Pseudofastand*. Det vil sige, hvis der er observationsafstand med urfejl. Satelliturenes fejl udregnes sammen med satellitternes banepositioner (efemerider). ? Uklart  
De drives af det amerikanske forsvar

Satellitterne udsender radiobølger med binære koder. Og det består af tallene, 0 og 1.

For det andet er der en der hedder kontrol segment. I dette afsnit skal man beskæftige sig med kontrollering af satellitter. Derfor er der fem forskellige kontrolstationer, rundt omkring verden. Hovedkontrolstationen ligger i Amerika, ved Colorado Springs. Resterende stationer ligger på øerne. Hawaii, Diego Garcia, Ascension og Kwajalein.

For det tredje er der en der hedder bruger segment. I dette afsnit skal man beskæftige sig med brugere af GPS. De normale brugere er civile og militære.

De nødvendige udstyr er antenne, modtager og strøm. GPS koster omkring 500-200.000 kr. Jo dyrere den er, vil nøjagtigheden større ende de billige.

## 1.2 Positioneringsmetoder:

Der er 2 forskellige GPS positioneringsmetoder. I dette positioneringsmetodeafsnit skal man beskæftige sig med 2 forskellige målemetoder (vektormålinger), Statisk- og kinematisk måling.

Den statiske metode benyttes til at bestemme de enkelte punkter. I den kinematisk måling (RTK, Real Time Kinematic), måler man kontinuert. Hvor den statiske metode har mere nøjagtighed end RTK.

Statisk måling kan udføres på flere måder, de vigtigste er: den statiske metode og den hurtige statisk metode.

I den statiske metode er basislinjer længere, det vil sige, at vektorer er længere. Eller hvis basislinjer er lange eller hvis der stilles stort krav til nøjagtighed, vil man bruge tid, det vil sige mere end 1 time. I den statiske metode bruger man normalt 20-60 minutter, for at opsamle dataer.

Der findes også den hurtige statiske metode. Der er kun en forskel mellem den statiske metode og den hurtige statiske metode, målemetoden er mindre. Det vil sige, at der er ingen nøjagtighedsforskel mellem de to metoder. ? uklart

I den kinematisk metode er der to forskellige måder at gøre det på. Den første er Stop-and-Go. Det vil sige man måler fra punkt til punkt. Man stopper og måler antal epoker. Den anden hedder, kontinuert måling. I kontinuert måling metoden er måleren måler for eksempel hver anden sekund. I dette tilfælde bliver man nødt til at bruge mindst fire fælles satellitter.

## 1.3 Fejlkilder:

Der er tre forskellige fejlkilder, det er genererede fejl, naturlige fejlkilder og modtager støj og modtager urfejl.

*Indenfor genererede fejl er der AS og SA. Anti Spoofing (AS). Det er kryptering af P-kode. Og det er bygget på en matematisk algoritme, som kun det amerikanske militære kender.*

*Selective Availability (SA) blev påført for at genere Standard Positioning Service (SPS). Det blev pålagt af det amerikanske militær og indebar fejl.*

*Amerikas forenede Staters daværende præsident Bill Clinton fjernede SA d. 2/5 2000, så blev nøjagtigheden tidoblet af den civile navigation ved kodemåling.*

*(Dueholm, Laurentzius, Jensen, 2005)*

Indenfor naturlige fejlkilder er der: satellit geometri, atmosfæriske forstyrrelser (ionosfære og troposfære), signalrefleksion (multipath) og unøjagtigheder i navigationsbesked (banefejl og satellit urfejl)

Ionosfærens grænse er helt op til 1.500 km over jordens overflade. Ionosfæren har stor koncentration af ioner og elektroner. Den kan reflektere radiobølger. Ionosfæren påvirker signaler, for eksempel signaler fra GPS satellitter.

Troposfæren udsættes for refraktion. Refraktion består af tryk, lufttemperatur og luftfugtighed. Refraktion afhænger ikke af signaler, som ionosfære gør. Refraktion kan ikke korrigeres, derfor bruger man forskellige modeller.

*Multipath er en af de væsentligste fejlkilder ved GPS måling. Multipath skyldes, at radiosignalet kan modtages fra flader i omgivelserne.*

*Multipath kan formindskes ved at sætte en høj elavationsmaske, så undgår man refleksioner fra flader.*

*(Dueholm, Laurentzius, Jensen, 2005)*

Fejlkilde	Fejlens størrelse
Satellitur	1-2 m (efter modellering)
Banefejl	1-2 m
Ionosfære	1-50 m (efter modellering) få cm-dm (med 2 frekvente observationer)
Troposfære	få dm (efter modellering)
Multipath	1-2 m
Korrelation	0.2-1 m

Figuren viser opsummering af fejlkilder (Stenseng, L, 2010)

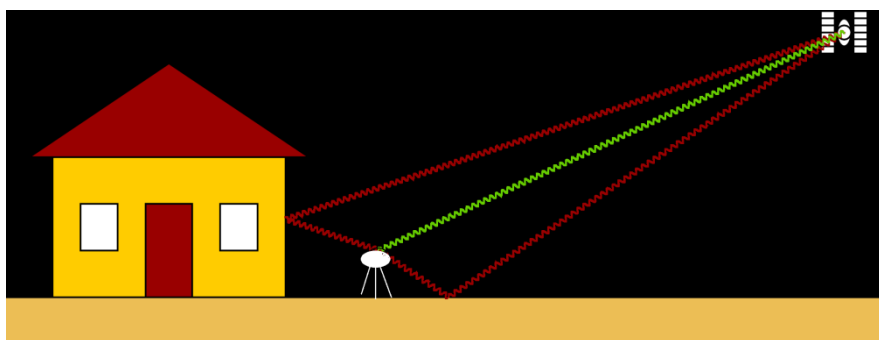


Illustration af Multipath. (Stenseng, L 2010)

Satellitens urfejl på  $10^{-9}$  sekund medfører en fejl på 0,3 m på pseudoafstanden, derfor bruger man satellitter (atomure) i høj kvalitet (Rubidium og Cæsium). Derfor kontrolleres satellitter flere gange om dagen. For at undgå satellitternes urfejl.  
 (Dueholm, Laurentzius, Jensen, 2005)

Brug dette afsnit til at beskrive de anvendte højde- og koordinatsystemer. F.eks UTM koordinater, GR96 og WGS84 datum.

## 1.4 Koordinat og højdesystemer

Der findes flere forskellige koordinatsystemer der knytter sig til GPS systemet. De 3 koordinatsystemer vi har gennemgået er: Kartesisk -, Sfærisk - og Geografisk typer.

1) Kartesisk ( $X, Y, Z$ ), hvor:

- $Z$ -akse er sammenfaldende med jordens rotationsakse.
- $X$ -akse er sammenfaldende med mellem Ækvatorplanet og Greenwich meridianplanet
- $Y$ -akse er normal til Greenwich meridianplanet pegende mod øst

2) Sfærisk ( $\varphi, \lambda, h$ ), hvor:

- $\varphi$  er reduceret bredde, vinkel relativt til ækvatorplanet
- $\lambda$  er længde vinkel relativt til Greenwich meridianplanet
- $h$  er højde over ellipsoide

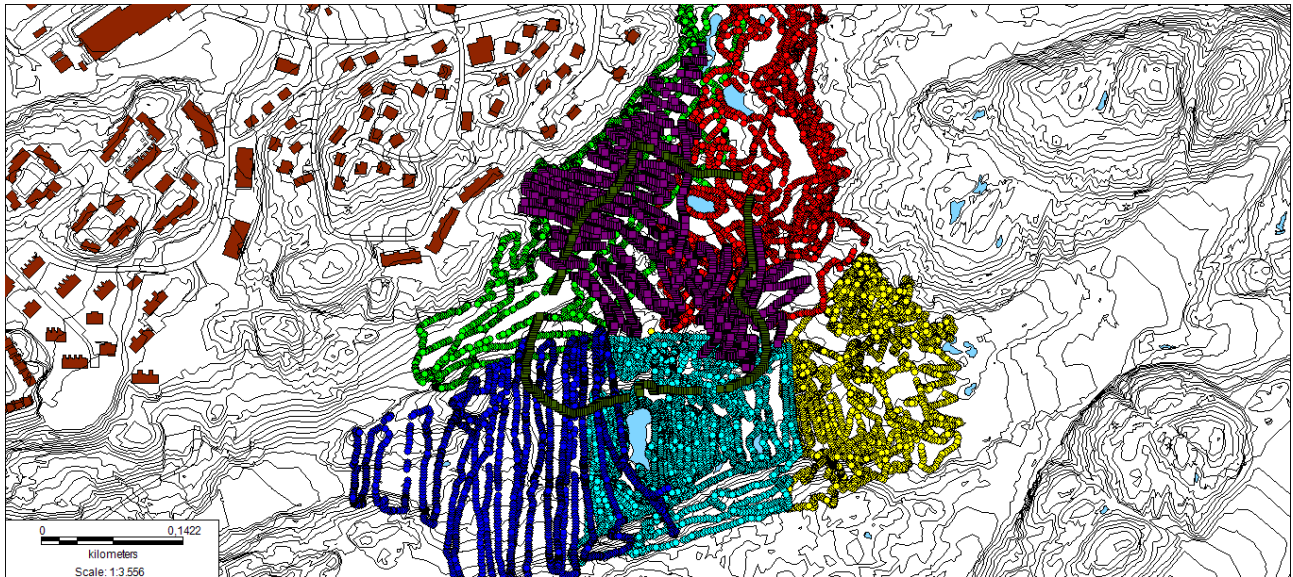
3) Geografisk ( $\varphi, \lambda, h$ ), hvor:

- $\varphi$  er vinkel relativt til ækvatorplanet
- $\lambda$  er vinkel relativt til Greenwich meridianplanet
- $h$  er højde over ellipsoide

- vinkler kan opgives i: decimaler grader, grader og decimalminutter, grader, minutter og decimalsekunder. (Stenseng, L, 2010)

Globalt bruger man for eksempel: højde over Earth Gravitational Model, 1996 (EGM96) (geoide) og højde over World Geodetic System, 1984 (WGS84) (ellipsoide), som højdesystemer. I Grønland bruger man middelhavsniveauet som højdesystem.

Geographic Information System (GIS), er geografisk informationssystem. Vi fra Arktisk Teknologi brugte programmet der hedder MapInfo Professional version 10,5, for at vise observationer der blev målt i Real Time Kinematic (RTK), kinematisk måle metode.



På figuren ses Industri området, med de RTK observationer vi har målt med GPS. (Lavet af Malmkov, J, 2010).

## 2. Præsentation og analyse del:

### 2.1 Beskrivelse af kinematisk og statisk måling:

Da vi skulle til at måle Industri området delte vi i fem grupper. Terræn området blev delt i fem. De gule punkter er det, det vi fra SILT-gruppe har målt med kinematisk kontinuert måle-metode, med 2 sekunders interval. Først oprettede vi GPS'en forbindelse til telehytten. Ved måling brugte vi Trimble 5800 GPS modtager.

I det statiske måle-metode stillede vi GPS modtagere op i seks forskellige steder (fikspunkter). For at undgå multipath, ligger de på toppen af fjeldene.

Fikspunkter	Længde	Bredde	Højde
6666	66°56'03,78107"N	53°39'12,93479"W	94,546m
6825	66°56'11,79489"N	53°38'10,43111"W	111,800m
DTU1	66°56'04,75518"N	53°38'43,08522"W	55,693m
DTU2	66°56'02,49753"N	53°38'44,42063"W	53,987m
DTU3	66°55'55,78127"N	53°38'43,06141"W	53,311m
DTU4	66°55'52,57985"N	53°38'54,91581"W	56,885m





På figuren ses de seks fikspunkter

Husk reference på figur.

### **Geodætisk reference system:**

Ved måling bruges der World Geodetic System, 1984 (WGS84) Datum og UTM Zone 22 Nord som projektionen. I dette tilfælde bruges geoiden som højde.

### **Præsentation af de indsamlede data:**

Vores observations data indsamling i terræn området, kan nu åbnes i Trimble Geomatics Office (TGO) programmet og MapInfo Professional 10,5 programmet.

### **Vurdering af de indsamlede data:**

De resultater vi har fået er gode. Det vil sige vores opgave er løst, med lidt få problemer. Man kan se på figuren at der er huller.

### **Konklusion:**

De observationstal vi har fået er mere præcise, end forventet. Jeg vil hermed konkludere at vores rapport er opfyldt. De 4 DTU statiske faseobservationers nøjagtighed er gode. De blev etableret til fikspunkter 6666 punkt og 6825 punkt.

Daniel Jensen  
Studie nr: s094395  
Afleveringsdato: 20/09-2010

Forundersøgelser 11821

## Referencer:

Bøger:

Dueholm, Laurentzen og Jensen, K, M, A (2005) GPS 3. udgave, Nyt Teknisk forlag.

Data:

Malmskov, J (2010) DTU BYG Arktisk teknologi

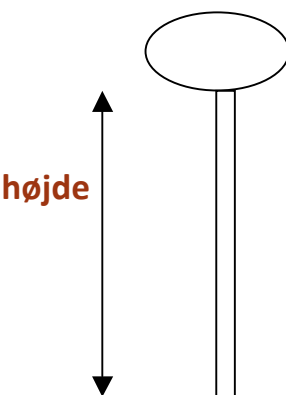
Noter:

Jacobi O. (1997) Digital Kortlægning 3. udg. DTU

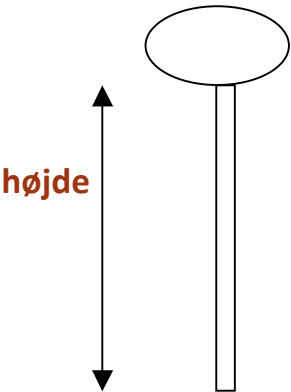
Slides:

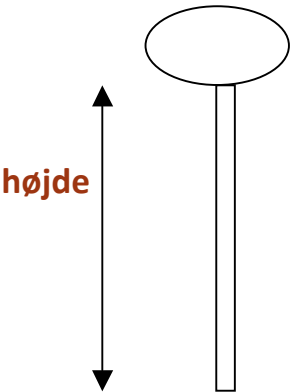
Stenseng L. (2010) GPS (GNSS) Kodeobservation DTU Space

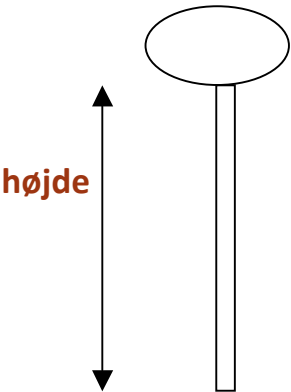
Stenseng L (2010) Fejlteori og statistik

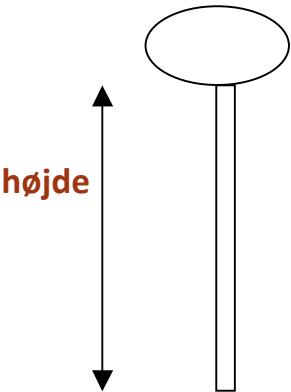
GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Ler			Grøn Lokation 1
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
17:03		19:30	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
13:03		15:30	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
2m		2m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
2m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
XXXXXXXXXX		Trimble R8 5800	



GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Grus			rød Lokation 2
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
15:55		17:05	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
2m		2m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
2m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
		Trimble R8 5800	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Sand			Blå Lokation 3
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
10:16		12:33	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
2m		2m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
2m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
4515157431		Trimble R8 5800	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Sten			Beige Lokation 4
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
16:38		19:31	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
12:38		15:31	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
2m		2m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
2m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
XXXXXXXXXX		Trimble R8 5800	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Silt			Gul Lokation 5
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
14:00		16:10	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
10:00		12:10	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
2m		2m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
2m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
XXXXXX5042		Trimble R8 5800	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			6 Sisimiut
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		6666	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
13:56		18:25	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
09:56		14:25	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
1,265m		1,265m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
1,22088m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
00005		Javad Delta	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			6825 Sisimiut
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		6825	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
14:11		18:25	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
10:11		14:25	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
1,439m		1,439m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
1,395m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
00007		Javad Delta	



GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			Dtu 001
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		Dtu 001	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-2010	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
17:32		18:19	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
13:32		14:19	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
1,385m		1,385m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
1,4241m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
MT s/n: 1648		Javad (maxor)	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			Dtu 002
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		Dtu 002	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-2010	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
16:26		17:19	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
12:26		13:19	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
1,316m		1,316m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
1,355m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
MT s/n: 1648		Javad (maxor)	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			Dtu 003
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		Dtu 003	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-2010	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
13:57		15:01	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
9:57		11:01	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
1,234m		1,234	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
1,2729m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
MT s/n: 1648		Javad (maxor)	

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			Dtu 004
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		Dtu 004	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
15:13		16:00	
<u>Session start (local)</u>		<u>Session end (local)</u>	
11:13		12:00	
<u>Ant. height before obs.</u>		<u>Ant. height after obs.</u>	
1,165m		1,165m	
<u>Final ant. height</u>		<u>Used antenna height (illustrated in "Antenna setup sketch")</u>	
1,2038m			
<u>Receiver serial no.</u>		<u>Receiver type/model</u>	
MT s/n: 1648		Javad (maxor)	