

15. September 2010

Gruppe Ler

## 11821 Forundersøgelser

Forundersøgelser af potentielt industriområde  
Geodæsi-delen

Ok rapport, med nogle fejl og  
mangler.

Christopher Gerlach  
Studienummer: s103506

## Indholdsfortegnelse:

1. Teori.....	s. 3
1.1 Indledning	
1.2 Om GPS	
1.3 GPS fejkilder	
1.4 Geodætiske referencesystemer	
2. Præsentation & Analyse.....	s. 4
2.1 Forsøget	
2.2 Fejkilder & Diskussion	
3. Konklusion.....	s. 6
4. Kildeangivelse.....	s. 7
5. Bilag.....	s. 8

## Teori

### 1.1

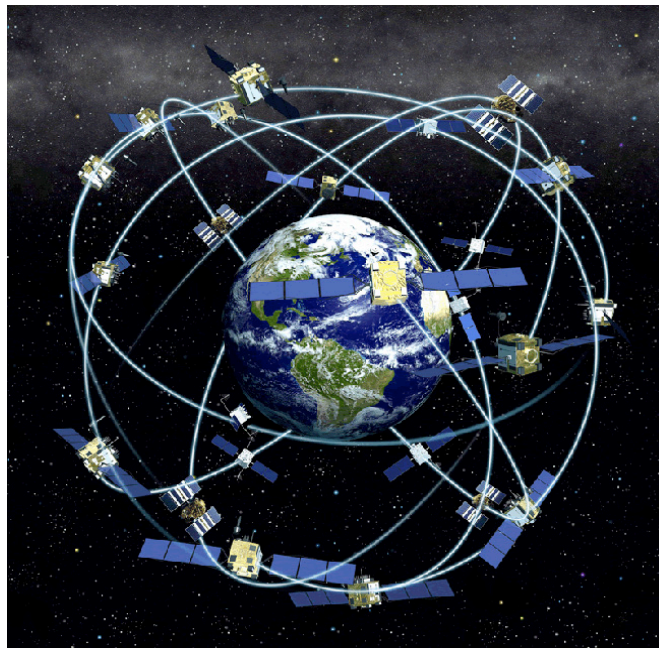
I landmåling måler man land. Dette kan have som formål at bestemme hvor stor en grund er, eller at bestemme afstanden mellem to byer. Før 80'erne var det almindelig at bruge visuelle midler, for at finde sin position, men som tiden gik blev det mere almindeligt at benytte satellitter. Satellitter er velegnet til dette formål, da de er præcise og hurtige i afmåling af data. Satellitterne er små computere, der er i stand til at opsamle og afsende data om deres position et sted i rummet over jorden. Disse satellitter kan være opsendt af, i øjeblikket, fire forskellige instanser:

- |                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| 1. Den Amerikanske hær (GPS, NavStar) | Militær/Civil |
| 2. Den Russiske hær (GLONASS)         | Militær/Civil |
| 3. Den Kinesiske hær (Beidou/Compass) | Militær/Civil |
| 4. European Space Agency (GALILEO)    | Civil         |

Alle bortset fra GALILEO er opsendt med militære formål. Det er meningen at alle skal kunne bruges af civile, dog beholdes de militære satellitter stadig med militært formål. Dvs. hvis en af myndighederne i de tre øverstnævnte lande beslutter sig for at gå i krig, kan de inddrage satellitterne til udelukkende militær brug.

### 1.2

Satellitsystemene bruger alle samme princip: Hvis man sender et signal fra en satellit ned til en modtager indeholdende en tid fra det blev sendt, kan man med nok tider fra satellitter og deres position, triangulere sig frem til sin egen position og tiden til den position.



Figur 1<sup>1</sup>. GPS satellitter i deres kredsløb om Jorden.

På figur 1 ses GPS-satellitterne som kredser om Jorden. De er opsendt i baner, så der til et hvilket som helst punkt på Jorden, altid vil være mindst 4 satellitter, mindst 15 grader over horisonten til at

---

<sup>1</sup> NOAA's hjemmeside, side om 200 års jubilæum.

bestemme positionen af det punkt.

4 satellitter kræves minimum, da der er 4 dimensioner som skal findes: længde, bredde, højde, tid.

Satelliternes tekniske virkemåde:

Alle satellitter er kodet, så man dermed kan afgøre om det signal man modtager er fra en satellit, eller fra en tilfældig anden sender. Signalet kan være kodet enten til civilt eller militært brug.

Selvsagt er det militære langt mere præcis end det civile. Hvor det civile er nøjagtigt ned til et par meter, kan det militære være nøjagtigt ned til et par cm. Jo flere satellitter modtageren kan finde, desto større bliver nøjagtigheden. Signalet indeholder en tid, en placering i ephemeriderne (satellitens bane), og evt rettelser i almanakken (flaggede satellitter, der ikke længere er præcise og deslige).

Afkodningen af signalet foregår ved at modtageren har en model af den kode som bliver sendt fra satellitten.

#### Sammenligning

Ved at sammenholde den modtagne kode med modellen, kan man bestemme hvor langt henne i den afsendte kode man var, da den blev modtaget. Denne "rest-kode" kaldes korrelation. Hvis man har samlede antal hele kodelængder og korrelationen har man pseudoafstanden.

Den egentlige afstand er ikke den målte afstand, da satellitten har nået at flytte sig på den tid det tager signalet at nå frem.

I civil kodning, også kaldet C/A koden, er kodelængden 300 km. Det giver en del hele kodelængder, og dermed også en stor usikkerhed, da man skal gætte sig til hele antal længder. I militær kodning, P-kode, er kodelængden længere end afstanden til satellitten, dermed er

entydig pseudoafstanden **korrelationen**. Det er denne egenskab som gør P-koden meget præcis hvis anvendt.

Samtidig er P-koden sendt med en meget høj frekvens, hvilket igen sikrer lav støj på signalet, da signaler med lave frekvenser er meget følsomme for ydre påvirkninger, fx fra atmosfærestøj.

#### Der er ikke en direkte sammenhæng mellem støj og frekvens

##### 1.3

Signalet fra en GPS kan forstyrres på mange måder:

Multipath, som er betegnelsen for refleksioner på signalets vej. Et signal kan blive afbøjet eller reflekteret af husmure, klipper osv.

Andre signaler kan interferere, og gøre visse dele af koden ubrugelig, eller signalet kan på andre måder afbrydes. Dette kaldes cycle-slips, og gør dermed en måling ubrugelig.

Ionosfæren kan lave en del interferens, og forstyrre koden. Det er netop her at P-koden er meget effektiv. P-koden bliver påvirket af ionosfæren i lige så høj grad som C/A-koden

Real Time Kinematic (RTK) betegner en speciel form af GPS opmålinger, hvori man benytter en jordstation med forbindelse til modtageren. Modtageren har så forbindelse til både RTK stationen og GPS satellitterne. Dette sikrer præcision ned til centimeters nøjagtighed. RTK er, udover at være meget præcis, også meget behændigt da modtageren ikke er større end en almindelig stationær GPS såsom Novatel eller en stor håndholdt GPS såsom Magellan el.lign.

#### Hvilke data sender referencestationen til modtageren i felten?

##### 1.4

Alt dette foregår digitalt, hvilket vi mennesker ikke umiddelbart kan aflæse. Det skal præsenteres grafisk. Her kommer kortprojektioner, datum og højdesystem ind i billedet. I forundersøgelserne har vi brugt kortprojektion UTM 22 Nord, GR96 som datum og kote til højde system (højde over havet). Disse tre dele udgør tilsammen det geodætiske referencesystem.

Universal Transverse Mercator (UTM) bruges hele verden, i Grønland benyttes UTM zone 22 Nord. Der er i alt 60 zoner på Jorden. UTM adskiller sig fra kortprojektioner ved bare at forholde sig til koordinater, og ikke udformningen af terræn. Dette er godt i Grønland, da der ikke er mange detaljerede kort over Grønland. Alle kortprojektioner relaterer en koordinat på en ellipsoide (eller en kugle) til en koordinat på et plan (et kort).

## Præsentation og analyse

### 2.1

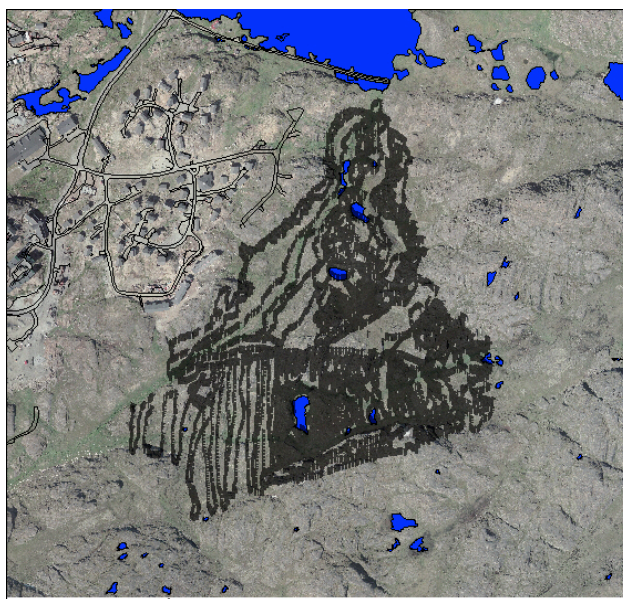
#### Forsøget:

Data blev indsamlet ved hjælp af målinger med Real Time Kinematic metoden (RTK). Området der skulle måles på, var på forhånd inddelt i fem separate felter, et til hver gruppe. Os i gruppe 1 fik tildelt område 1.

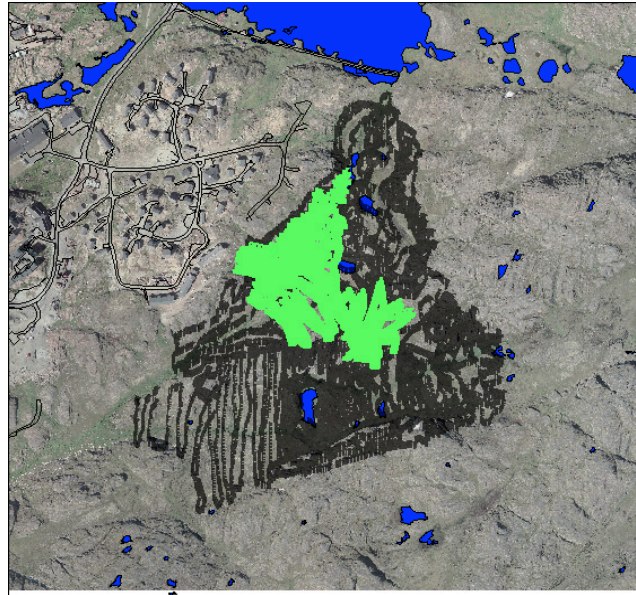
Ved opmåling gik vi rundt i felt 1 med RTK-modulet, bestående af en modtager siddende på en to meter lang stok. Apparatet blev båret rundt så det blev holdt to meter over jorden.

Udover de kinematiske målinger med RTK, blev der også målt nogle fikspunkter. Ud fra to kendte fikspunkter målte vi fire andre, nemlig DTU-1 til DTU-4. DTU-punkterne blev målt samtidig med de i forvejen to kendte fikspunkter. Ved gennemgang på klassen opdagede vi nogle huller i data, som vi udfyldte ved genopmåling den følgende dag.

Herunder ses figur 2 med de første data og deres dækning:



Herunder ses figur 3 med data efter rettelser (rettelser med grønt):



Vores data udfylder det angivne område meget fint. Fra vores DTU-2 måling (stationær), kan vi se at de kinematiske målinger er tæt på samme højde som de stationære (ca. en meter i forskel for dem som ligger tæt på). Der er ingen målinger med RTK som er lavet samme sted som de stationære. For data (log-sheets) om opstillingen af de statiske målinger, se bilag.

## 2.2

### **Fejlkilder & Diskussion**

Fejlene er mange i dette forsøg. Foruden de naturlige fejl ved anvendelse af GPS, er der alle de menneskelige fejl. Det er endnu svært at vurdere hvorvidt den stang de kinematiske målinger blev lavet med er holdt lodret under hele målingen. Vi mangler muligheden for at visualisere data i højden. Dog ser alle målinger ud til at ligge pænt i det definerede område, så i hvert fald i to dimensioner er de gode nok.

Der kan også være evt. fejl i de statiske målinger, men ved vurdering sammen med de i forvejen kendte punkter virker det usandsynligt at der er store fejl. Højderne stemmer overens, og alle nye fikspunkter er målt samtidig med måling af gamle fikspunkter (ingen fejl-afhængighed i tiden). Desuden viste de en Root Mean Square på 0.005, hvilket er en meget lav fejl.

Generelt er forsøget indtil videre veludført. Vi har ikke nok gentagne målinger til at bestemme om hele forsøget har været en succes eller ej. Det eneste vi kan sige er at man må se ad indtil de næste forsøg hvor højden bliver inddraget.

## **Konklusion**

### 3.

Opmålingen er gået godt. Vi har dækket hele det område som skulle dækkes, og de data vi har fået ud er umiddelbart gode. Denne konklusion er det eneste vi med sikkerhed kan sige.



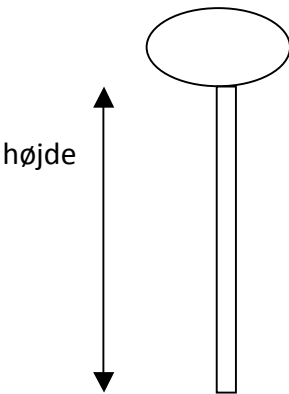
4.

Kildeangivelse

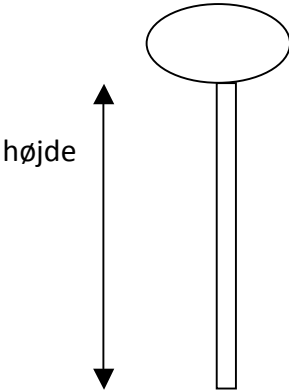
Noter uddelt af Lars Stenseng, ph.D. DTU Space

Billede hentet fra National oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)'s hjemmeside

**Bilagene følger på de næste sider**

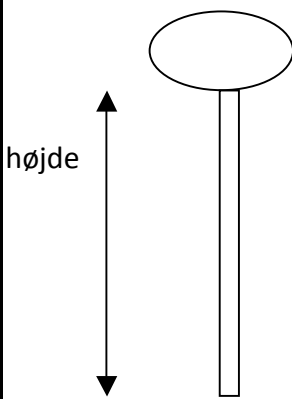
GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Ler			Område 1
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<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>	
00007		Trimble R8 5800	

## GPS Observation Field Log Sheet

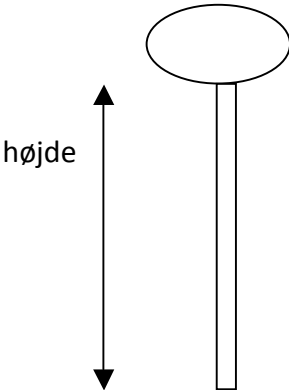
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Grus			Lokation 2
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<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	



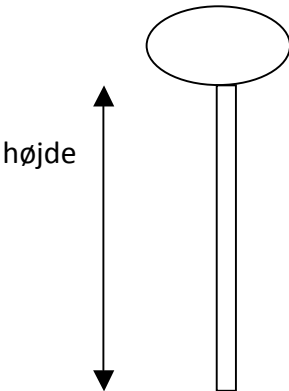
## GPS Observation Field Log Sheet

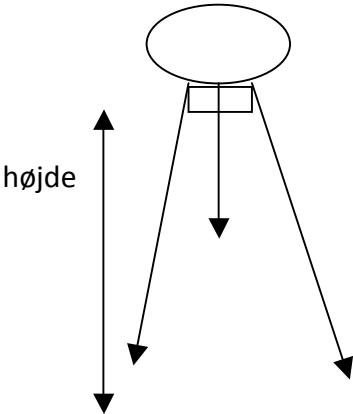
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Sand			Lokation 3
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<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

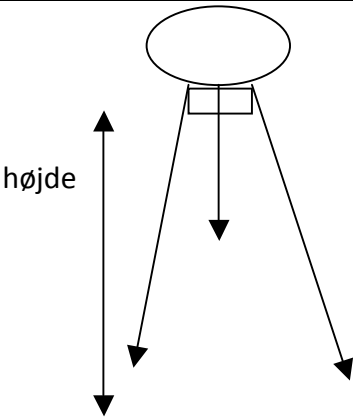
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Sten			Lokation 4
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-201	
<u>Session start (UTC)</u>		<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			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			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

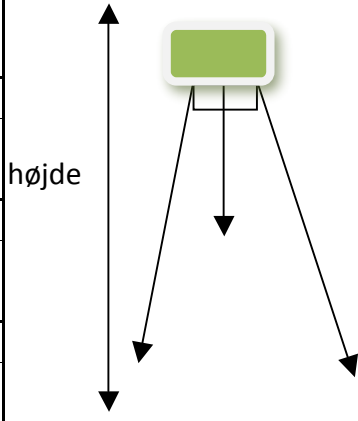
<u>Station ID (4 char GPS)</u>		<u>Station ID (Official)</u>	<u>Monument description</u>
		Dtu 002	Fotopunkt med bolt
<u>Day of year</u>	<u>Sessin no.</u>	<u>Date (DD-MM-YYYY)</u>	<u>Antenna setup sketch</u>
		15-9-2010	
<u>Session start (UTC)</u>		<u>Session end (UTC)</u>	
16:26		17:19	
<u>Session start (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)		