

Udarbejdet til: Lars Stenseng

Dokumentation af observationerne

GPS observationer

Malik Sandgreen

Afleveringsdato: Den 20/9-2010

Studie nr.: 103517

11821 Forundersøgelser

Rigtig god rapport

Forord:

Dette projekt er udarbejdet som led i kursus 11821 Forundersøgelser og omhandler GPS observationer. Rapporten er en opsummering af øvelserne som vi har haft med Lars Stenseng.

Vores vejleder i dette kursus er:

Adjunkt Lars Stenseng, DTU Space

Bemærk venligst at rapporten indeholder stof fra forelæsningen. Disse forelæsninger findes med slides med billeder, som i teorien har jeg brugt som figurer.

11821 Forundersøgelser er gennemgået i Center for Arktisk Teknologi, Sanaartornermik Ilinniarfik.

Udarbejdet af:

Malik Sandgreen s103517

Indholdsfortegnelse

Forord:	2
1.Indledning	4
2.Teori	4
3. Databehandling	8
4. Konklusion	9
5. Litteraturliste	10
6. Bilag	11

1. Indledning

Rapporten indeholder RTK opmålinger af muligt industriområde ved syd-øst for Sisimiut samt beskrivelser af de brugte instrumenter. De beskrivelser er:

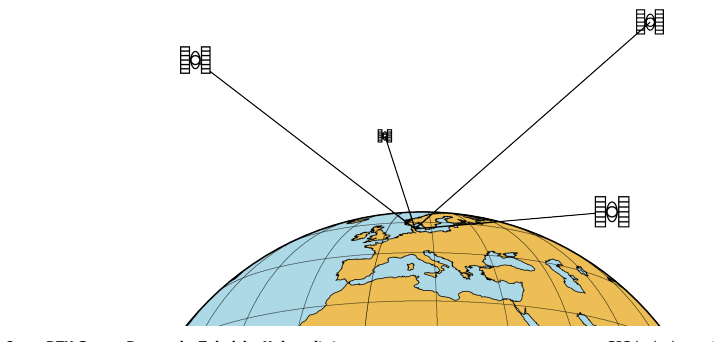
- GPS systemets segmenter, principper bag de forskellige GPS positioneringsmetoder og fejlkilder
- Koordinat- og højdesystemer der typisk knytter sig til GPS systemet og til GIS miljøer.

2. Teori

2.1 GPS Positionering

'GPS er en forkortelse for Global Positioning System, som er et satellitbaseret redskab til positionsbestemmelse i forbindelse med navigation, landmåling og geodæsi' (Dueholm, Laurentzius, 1999).

Ved at måle afstanden til 3 satellitter, med kendte positioner, kan modtagerens position bestemmes, hvis modtager og satelliternes ure er synkroniseret. Men for at synkronisere urene skal der bruges en fjerde satellit. Afstanden mellem en modtager og satellit kaldes pseudoafstand. Pseudoafstande og satelliternes kendte positioner anvendes til at bestemme GPS modtagerens position og dens urfejl. Følgende figur beskriver hvordan i princippet man bestemmer en position:



Figur 2.1.1 GPS positionering

2.2 GPS satellitterne Alle satellitter er aktive. Der er mindst 24 og højest 32 satellitter GPS består af 32 satellitter, hvoraf 24 af dem er aktive. De bevæger sig omkring jorden i en højde på 20.200 km over jordens overflade. Satellitterne er fordelt i 6 baneplaner med 55 graders inklination, dvs. det enkelte baneplan hælder 55° i forhold til ækvator. De har en hastighed på 4 km/s, og har en omløbstid på 11 timer og 58 minutter (stjernetid).

GPS har 3 segmenter:

- Rum segment
- Kontrol segment

- Bruger segment

Rum segment: Satellitterne er forsynet med meget nøjagtige atomure. Der er 4 atom ure, hhv. 2 Rubidium og 2 Cæsium. Den følgende figur viser forskellige ures nøjagtighed:

Stabilitet	Hydrogen-maser $\times 10^{-12}$ s/s	Cæsium $\times 10^{-12}$ s/s	Rubidium $\times 10^{-12}$ s/s	Quartz $\times 10^{-6}$ s/s
pr. sek	0.5	50	10	1
pr. minut	0.05	6	2	1
pr. time	0.03	0.8	1	1
pr. døgn	0.02	0.3	5	1

Figur 2.2.1 Nøjagtighed

Satellitterne er udstyret med solpaneler, som er primære energikilde. Solenergien bruges til at sende signaler. Men man er også i stand til at flytte satellitten, men så skal man bruge store energimængder.

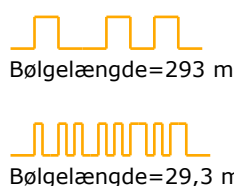
Block IIR satellitterne har en forventet levetid på 7-8 år.

Kontrol segment: Der findes 5 kontrolstationer på jorden. Kontrolstationerne ligger ved Hawaii, Schriever AFB, Ascension Island, Diego Garcia og Kwajalein. De holder øje med satellitterne, indsamler satellitdata, beregner baneparametre og urkorrektioner. Kontrolstationerne sender også data til satellitterne. Det kan f.eks. være urkorrektioner. Disse stationer er drevet af det amerikanske forsvar.

Bruger segment: Militære og civile kan anvende disse GPS systemer. Man kan f.eks. købe en sportsur med GPS, eller man kan købe udstyr til brug i privaten såsom til båd med GPS. Man skal bruge en GPS-antenne, GPS-modtager og strøm. Priserne på udstyr ligger imellem 500 til 200.000 kr. Pris og opnåeligt nøjagtighed hænger sammen, dvs. jo dyre udstyr jo bedre nøjagtighed.

2.3 GPS signaler

Der er en to signaler der hedder L1 og L2 der udsendes fra satellitter. L1 bæreboelgens frekvens er 1575,42 MHz og boelgelængden er 19 cm. Bæreboelge L2's frekvens er 1227,60 MHz og boelgelængden er 24 cm. Der moduleres to forskellige koder til måling, C/A-koden (coarse /acquisition) og P-koden (precise). Den ene, altså C/A-koden, bærer kun den ene bæreboelge L1, mens den anden kode, P-koden har begge bæreboelger, L1 og L2. C/A-koden og P-koden består af såkaldte PRN (Pseudo Random Noise) sekvenser.



Figur 2.3.1 Forskellen mellem C/A-kodens og P-kodens opløsning

2.4 RTK

Til dataindsamling har vi brugt RTK målinger. RTK er en forkortelse for Real Time Kinematic, der anvendes for fase målinger af GPS. Man kan bestemme positionen for roveren i løbet af ganske få sekunder. Positionen bestemmes differentielt i forhold til referencestation. Denne referencestation er placeret i nærheden som via radioforbindelse har forbindelse med modtageren. Dette gør det muligt at bestemme koordinaterne til de punkter som er vist i figur . RTK har typiske fejl under 5 cm (Stenseng, 2010).

2.5 Koordinat- og højdesystemer

Til måling af statiske GPS målinger har vi brugt to fikspunkter. Disse to fikspunkter er angivet med koordinater, hhv. Northing og Easting, og en højde. For at etablere fikspunkter i området for fremtidig detailopmåling og afsætning skal man først bruge GPS referencer i punkter med kendte GR96 koordinater som er 6666 og 6825. I punkt 6666 er der angivet en afmærkning af en fredningsplade med bolt. Mens i punkt 6825 er angivet med en centreringsbolt i klippe. I følgende figur angives allerede etablerede hovedpunkter med rød dråber og reference punkter markeret med gul trekant:



Figur 2.5.1 Forundersøgelsesområdet markeret med rødt, med REFGR punkter, og etablerede hovedpunkter.

I følgende figur er der angivet koordinater af 6666 og 6825:

Figur 2.5.2

Fikspunkter:	Northing	Easting	Højde
6666	66 56 03.79630 sx	-53 39 12.94687 sx	81.928
6825	66 56 11.70714 sx	-53 38 10.36273 sx	109.659

Figur 2.5.2 Fikspunktbeskrivelse

2.6 Fejkilder

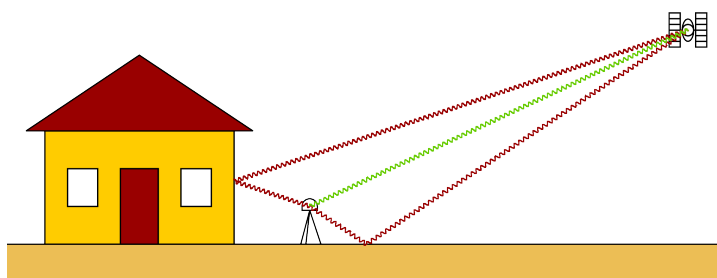
Grunden til at satellitterne bruger atomure med høj nøjagtighed er for at undgå fejl i tidsmålingerne. Da de brugte ure, Rubidium og Cæsium, er meget dyre (Dueholm, Laurentzius, 1999) anvendes Quartz-ure i modtagerne. Quartz-ure har en præcision på 1 mircosekund (10^6 s), som er lidt dårligere end de ovenfor nævnte. Satellit ure vil medføre en banefejl til 1-2m.

Troposfæren og ionosfæren har også en væsentlig betydning for GPS målingernes nøjagtighed. Signalet bliver påvirket af de to sfærer som så får pseudoafstandene for lange. Ionosfæren ligger ca. 50 km fra jordens overflade, mens troposfæren er den der ligger nærmest jordens overflade. Ionosfæren vil medføre en størrelse til 1-50 m, mens troposfæren vil medføre en størrelse mellem få dm.

En af de væsentligste fejlkilder ved GPS målinger er signalreflektion som kaldes *Multipath*. Dette sker når radiosignalet kan modtages via refleksioner fra flader i omgivelserne. C/A-koden og P-koden vil blive forstyrret af multipath. Multipath vil medføre et fejlbidrag mellem 1-2 m.

Da vi lavede opmålinger med RTK udstyr så kom vi nogle gange til at miste signalet til referencestationen. Det er i området, i figur 2.5.1, ud til venstre. Så når man zoomer ind kan man faktisk se, at der ikke kunne spores signal. Dette sker når modtagerantennen ikke kan spore signalet fra bærebølgen. Dette kaldes 'cycle slip'.

Figur 2.6.1



Figur 2.6.1 Illustration af forskellige typer multipath.

3. Databehandling

3.1 Beskrivelse af den gennemførte dataindsamling

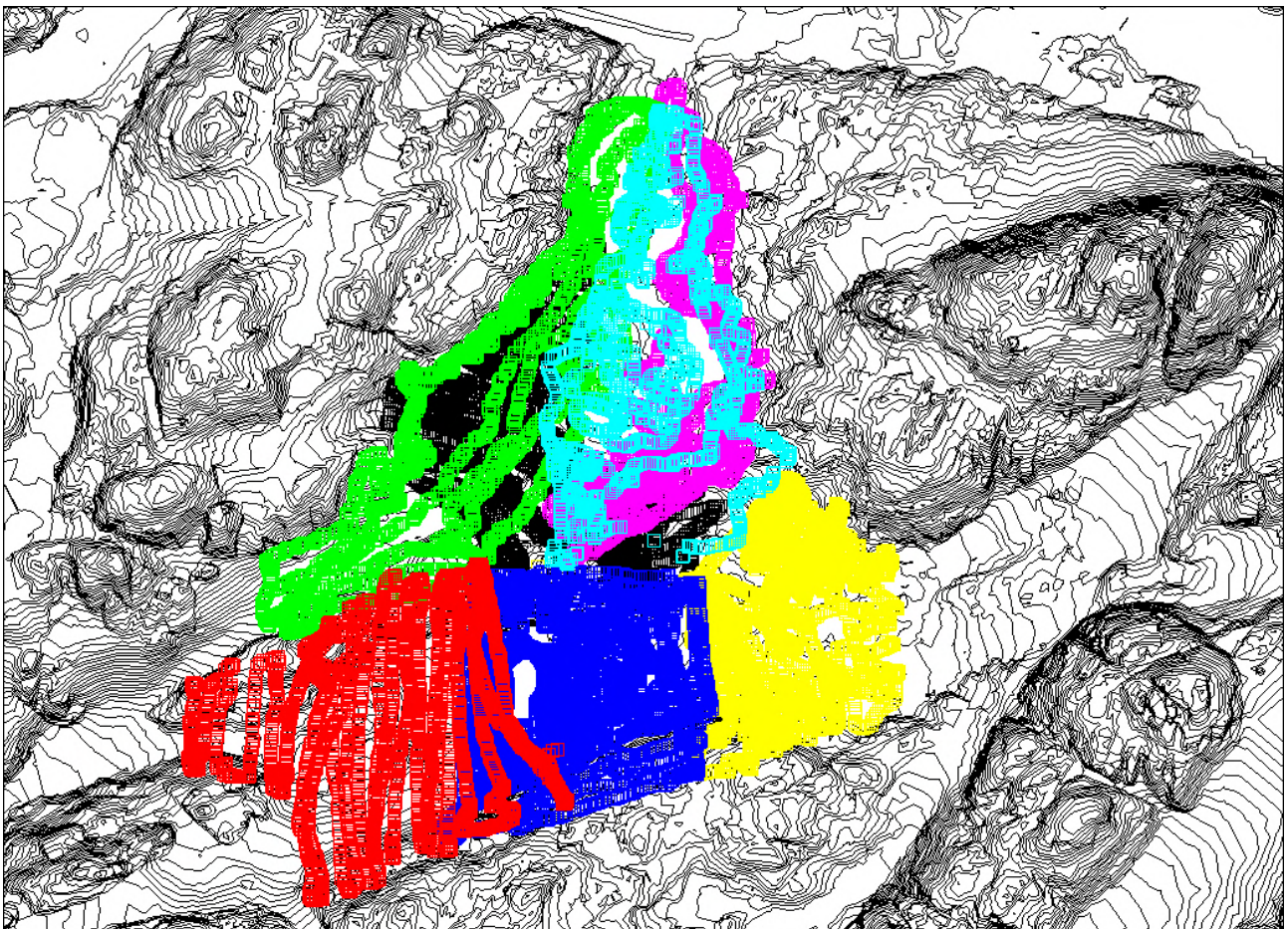
Vores data blev opsamlet ved området angivet i figur 2.5.1 syd-øst for Sisimiut. Disse data, hhv. RTK og statiske GPS målinger, har vi brugt i MapInfo og Trimble Geomatics Office, for at vise hvor i området vi har opmålinger, og for at se den geografiske sammenhæng mellem data. Da vi var 5 grupper i klassen inddelte vi området i 5. Da vi havde kun 2 RTK udstyr brugte vi tiden på at lave statiske målinger af de røde dråber angivet i figur 2.5.1.

Der måles i linjer med ca. 2 m afstand med RTK. Der er blevet brugt RTK Continuous Topo (2 sek. Interval) til at opmåle området.

3.2 Beskrivelse af det geodætiske referencesystem der er anvendt

Datum WGS84 er blevet brugt som geodætisk referencesystem og UTM 22 nord. UTM står Universal Transverse Mercator.

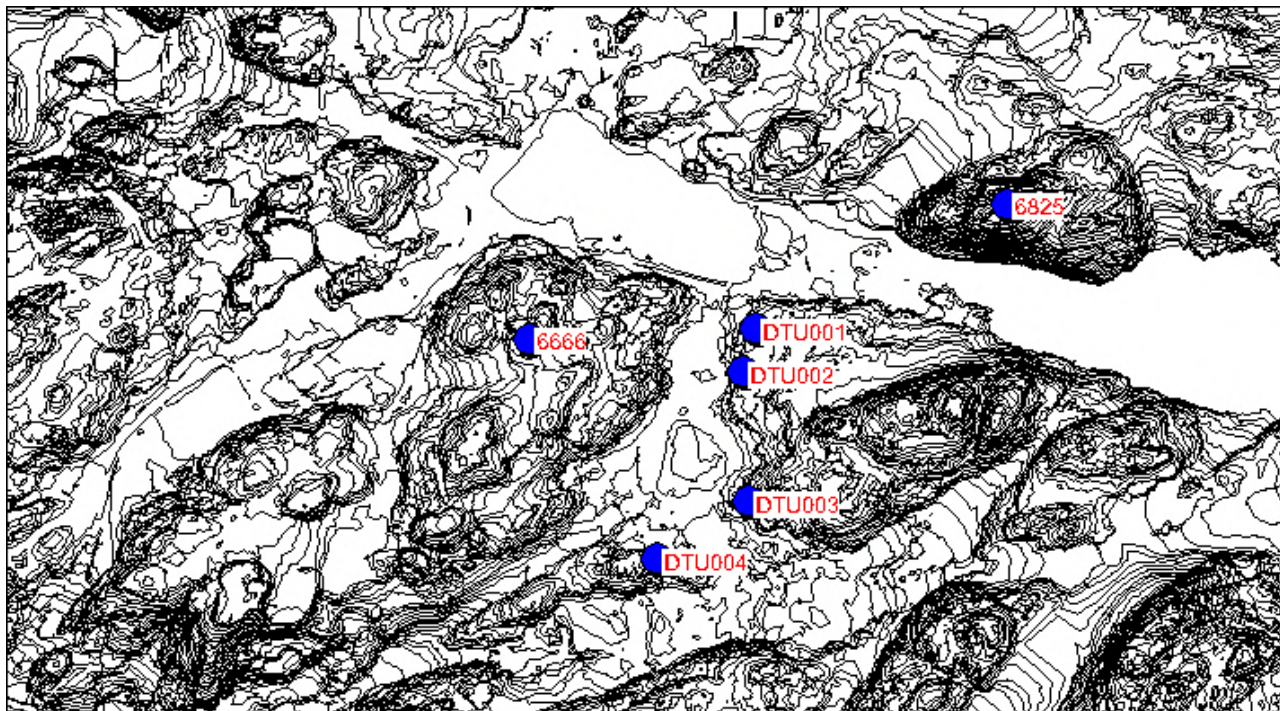
3.3 Præsentation af de indsamlede data i MapInfo:



Figur 3.3.1 Området med grøn er den område som vi, altså Gruppe Ler, lavede målingerne på. Den næste område markeret med lyse blå og lilla er den område som Gruppe Grus lavede målinger på. Gruppe sand rød, Gruppe Sten blå og til sidst Gruppe Silt markeret med gult.

Der er også en ekstra måling af RTK som er markeret med sort fordi vi mente, at der i områderne var mangel af data.

Der er udfyldt Log-sheet til alle målinger af RTK og statiske GPS målinger. Se bilag nr. 1, 2, 3, 4 og 5 for RTK målinger.



Figur 3.3.2 Statiske målinger af området for syd-øst for Sisimiut

Der er udfyldt Log-sheet for alle målinger af statiske GPS målinger. Se bilag nr. 6, 7, 8, 9 og 10. Bemærk venligst at punkt 6666 og 6825 er fikspunkter, mens DTU001, 002, 003 og 004 er hovedpunkter.

En tabel med koordinater og fejl på de etablerede punkter ville være godt.

4. Konklusion

Statiske målinger har vi benyttet til at etablere hovedpunkter i området. Vi har brugt eksisterende fikspunkter, som er 6666 og 6825. Der har vi opsamlet data i ca. 45 minutter ved hvert punkt, ved DTU001, 002, 003 og 004, fordi der stilles krav til nøjagtigheden. Disse fikspunkter, kaldet REFGR, er kendte koordinater. Fikspunkterne skal helst være i yderkanten af det opmålte område som i angivet i figur 2.5.1.

På baggrund af de resultater vi har fået ved RTK måling, så vil jeg sige, at den metode er ikke så nøjagtigt som ved statiske målinger. Det er fordi man skal hele tiden sikre sig, at man har forbindelse til referencestationen.

Der skulle en større planlægning til at opmåle området med RTK da området var stort, og at man nogle gange skulle gå mellem sumper hvor vi fik våde fødder, og nogle gange det ikke var muligt at gå mellem fordi der var enten en sø eller en vandløb.

Der er i nærheden fjeld som har dækket for signalet en gang imellem mellem målingerne, som så får målingerne til at være optimale.

5. Litteraturliste

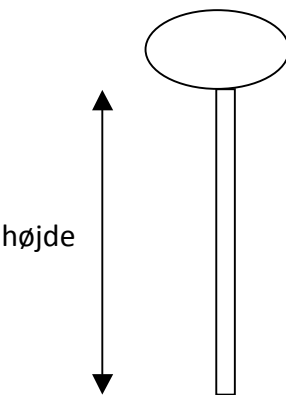
Dueholm, K., Laurentzius, M., B.O. Jensen, A. (2005): Noter om GPS.

Dueholm, K. Laurentzius, M. (1999): GPS. 1. Udgave

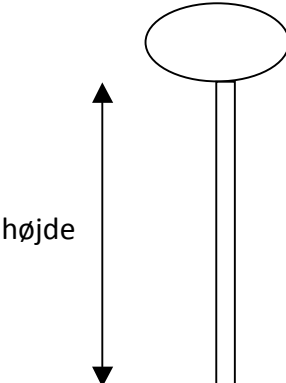
Jacobi, O. (1997): Digital Kortlægning. 3. Udgave. Danmark Tekniske Universitet.

6. Bilag

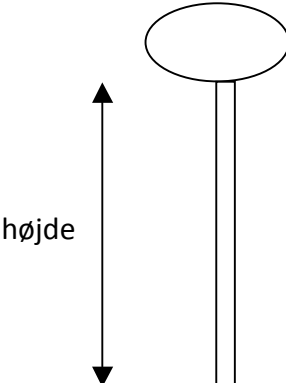
Bilag 1 Log-sheet med RTK målinger (Grønt område)

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>
258		15-9-2010	
<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	

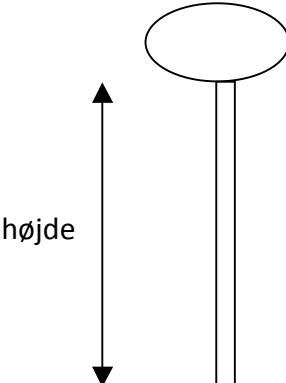
Bilag 2 Log-sheet med RTK målinger (Lyse blå/ Lilla område)

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Grus			Lyse blå/Lilla 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>
258		15-9-2010	
<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	

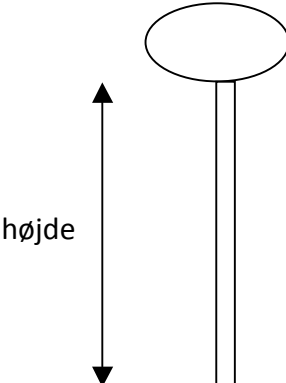
Bilag 3 Log-sheet med RTK målinger (Rød område)

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>
258		15-9-2010	
<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	

Bilag 4 Log-sheet med RTK målinger (Blå område)

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Sten			Blå 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>
258		15-9-2010	
<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	

Bilag 5 Log-sheet RTK målinger (Gult område)

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>
258		15-9-2010	
<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	

Bilag 6 Log-sheet Statiske målinger punkt 6666

GPS Observation Field Log Sheet			
<u>Operator/Agency</u>		<u>Project</u>	<u>Station/Location Name</u>
Dtu			6666 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>
258		15-9-2010	
<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	

Bilag 7 Log-sheet Statiske målinger punkt 6825

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>
258		15-9-2010	
<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	

Bilag 8 Log-sheet Statiske målinger punkt DTU001

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>
258		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)	

Bilag 9 Log-sheet Statiske målinger punkt DTU002

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>
258		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)	

Bilag 10 Log-sheet Statiske målinger punkt DTU003

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>
258		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)	

Bilag 11 Log-sheet Statiske målinger punkt DTU004

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>
258		15-9-2010	
<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)	