

Forundersøgelser Af Potentielt industriområde

Geodæsi delopgave
Vejleder: Lars Stenseng



God rapport, med
enkelte småfejl.
Brug ordbog!!!

Thomas Bronér Skotte
Studie nr. s100602
d. 20/8-2010

Forord

Denne opgave omhandler det teoretiske grundlag for positionering metoder via GPS. Data er blevet indsamlet i forbindelse med forundersøgelser for et muligt industriområde syd-øst for Sisimiut.

Af Teorien der ligger til grund for denne opgave kommer størsteparten fra :Stenseng, L., (2010), cand. scient., Danmarks Tekniske Universitet, DTU-Space. Der vil derfor ikke være kildehenvisninger i de pågældende afsnit. Der er også skrevet teori på baggrund af: Ole Jacobi, digital kortlæsning, udgave 3, institut for planlægning , Danmarks Tekniske Tniversitet.

Thomas Bronér Skotte, stud.ing., Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg, Center for Arktisk Teknologi.

Indholdsfortegnelse

Forord.....	1
Teori.....	3
GPS systemet er opbygget fa 3 segmenter et rum, kontrol og bruger segment. Kodeobservationer. Pseudoafstanden Fasemålinger Periodekonstanten og fænomenet cycle slips Enkelt- dobbelt, og trippeldifferens og anvendelse Fejlkilder ved GPS positionering Højder og koordinatsystemer og kortprojektioner	
Data.....	6
Etablering af fikspunkter i området Terrænopmålinger med RTK Geodætisk reference system Data indsamlingen	
Diskussion.....	8
Konklusion.....	10
Referencer.....	10
Bilag (logsheets)	11

Teori

Global Navigation Satellit System (GNSS) er en fællesbetegnelse for alle satellit baserede navigations systemer hvor man kan få sin position som længde, bredde grader og højde. De forskellige satellit navigations systemer er Navstar GPS(amerikansk), Glonass(russisk), Galileo(europæisk) og Compass(Kinesisk) det eneste som ikke er udviklet til militært brug for Galileo der endnu er under udvikling og regnes færdigt om nogle år.

Der vil blive fokuseret på Navstar Global Positioning System (GPS) i denne opgave da det er dette system som vi benyttede til at lave denne opgave. Systemet er udviklet af det amerikanske forsvarsministerium, men siden slutningen af 1980'erne er systemet blevet anvendt til civil brug¹.

GPS systemet bestemmer positionen ved 3D triangulering lige som de andre satellit navigations systemer. Til positioneringen skal GPS modtageren bruge 4 satellitter, med kendte positioner. Med signaler fra mindst 3 satellitter udregnes pseudoafstanden(afstanden til satellitterne) og en 4 satellit bruges til at synkronisere urene. Når man har pseudoafstanden og kender satellitternes efemerider(banepositioner) udregnes GPS modtagerens position i et tredimensionelt koordinatsystem hvorefter det kan omregnes til geografiske koordinater med en højde i forhold til ellipsoiden.

GPS systemet er opbygget af 3 segmenter et rum, kontrol og bruger segment.

Rum segmentet er satellitterne, der skal minimum være 24 satellitter for at de kan dække hele jorden og systemet er bygget til at have op til 32 satellitter i brug på samme tid. Der er i alt 6 baneplaner med en hældning på 55° til ækvator og forskydning på 60° imellem baneplanerne. GPS satellitterne flyver i en højde af 20200 km. Og har en omløbstid på ca. 11 timer og 58 min. Satellitterne vejer ca. 1.1 ton og er udstyret med solcellepanel som primær energikilde til de daglige funktioner og eventuelle flytninger i baneplanen. Satellitterne er også forsynede med flere atomure til præcisions målinger og i tilfælde af svigt.

Kontrol segmentet, er det amerikanske forsvar. De sørger for at systemet opretholdes og hele tiden holdes opdateret, via 5 kontrolstationer som ligger spredt langs med ækvator observere og indsamle data. Ud fra disse data beregnes banepositioner(efemerider) og urkorrektioner hvorefter det nødvendige data bliver indsat i satellittens navigations signal. Det amerikanske forsvar har den fulde kontrol over GPS systemet og kan til en hver tid vælge lukke for signalet hvis de føler det nødvendigt.

Bruger segmentet er det amerikanske militær, dets allierede og civile brugere af systemet. Disse to segmenter er også inddelt i hver sin autorisations grupper.

- Standard Positioning service(SPS)
- Precise Positioning Service(PPS)

Hvor SPS er autoriseret til civile og PPS er den militære autorisation som er krypteret så den ikke kan aflæses af andre.

Kodeobservationer.

GPS satellitternes signaler bliver alle sendt på L1 og L2 bæreølgerne med to forskellige frekvenser(tabel 1) desuden bliver der implementeret et nyt signal L5 på Block IIR-M satellitterne.

¹ http://da.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

Kode	Frekvens [MHz]	Bølgelængde [m]	Kodelængde [km]
C/A	0,1x 10,23=1,023	293	300
P	1,0x10,23	29,3	1,8x10 ¹¹

Tabel 1: Frekvenser, bærebølgerne og kodelængder for C/A og P-koden

I bærebølgerne bliver der indlagt et navigationssignal og 2 forskellige koder som sekvenser af pseudo random noise (PRN). Navigationssignalet indeholder oplysninger om satellittens helbred, ur drift og efemerider og bliver sendt på L1 og L2. De to koder bruges til at udregne pseudoafstanden til satellitten, koderne er Coarse/Acquisition (C/A-koden) og Precision (P-koden). C/A-koden bliver kun sendt på L1 imens P-koden bliver sendt på L1 og L2.

L1 er SPS autoriseret og L2 er PPS.

Hver satellit har sin egen variation af C/A koden, denne variation sørger for at den enkelte modtager kan skelne de forskellige signaler fra GPS satellitter fra hinanden.

Pseudoafstanden

Afstanden fra satellitten til modtageren betegnes som pseudoafstanden. Pseudoafstanden kan deles op i den sidste brøkdel af koden plus hele antal bølgelængder.

Hvor:

N er antal hele kodelængder

L er kodelængden

$T + dT_k$ er den målte forskydning

C er signalets udbredelses hastighed

Når en modtager observerer på en sekvens fra en C/A koden bestemmes tiden for signalets udbredelse ved at finde korrelation imellem koden fra satellitten og den i forvejen indlagte koden i modtageren. Derefter kan tiden omregnes til pseudoafstanden, dog er det kun længden af den sidste brøkdel af sekvensen som kan udregnes meget præcist, derfor bliver modtageren nødt til at gætte på det resterende antal af hele bølgelængder til satellitten.

Imens C/A-koden er 300 km. Lang er P-koden er $1,8 \times 10^{11}$ km. Denne afstand er meget længere end afstanden til satellitten, derved behøver den ikke gætte på et resterende antal bølgelængder.

Med C/A koden kan man opnå en nøjagtighed på 0,3 til 3 meter og med P-koden en mere nøjagtig position.

Fasemålinger

Fasemålinger bruges når man skal have målinger som er meget præcise. Fase målingen bliver lavet som en relativ måling imellem to modtagere på kendte punkter, derfor kaldes målingerne relativ GPS. Målingerne foretages direkte på bærebølgen hvor faseforskellen på signalet fra satellitten og det genererede kopi signal fra modtageren bestemmes. hvorved man kan opnå en nøjagtighed på 2 mm. For at finde afstanden fra modtageren til satellitten skal antallet af hele bølgelængder også bestemmes.

Hvor:

c er lysets hastighed i vakuum

dT_k er modtagerens urfejl

$d\rho^p$ er satellittens fejl

d_{ion} er afstandskorrektionen for ionosfærefejlen

d_{trop} er afstandskorrektionen for troposfærefejlen

N_k^p er periodekonstanten.

Periodekonstanten og fænomenet cycle slips

N_k^p er periodekonstanten, det ukendte antal hele bølger mellem satellit p og modtager k . periodekonstanten vil forblive den samme fra målingens start til målingens slut, lige meget om satellitten bevæger sig længere væk eller tættere på. Hvis ikke målingen afbrydes, hvis dette skulle være tilfældet, er der tale om cycle-slips. Periodekonstanten kan ikke umiddelbart bestemmes, da der skal et passende arrangement af målinger til før det kan udregnes

Enkelt- dobbelt, og trippeldifferens og anvendelse

Enkeltdifferens er når to modtagere observer en satellit på samme tid. Mellem modtagerne k og m og satellitten p kan der opstilles to fundamentalligninger, når disse to subtraheres fremkommer enkeltdifferensen. Er der tale om samme satellit, da er satellittens urfejl den samme og dt^p udgår. Er afstanden i mellem de to modtagere lille kan man med god tilnærmelse sige at atmosfæren er ens da det med alt sandsynlighed være det samme front system over dem begge. Bidraget fra satellittens banefejl projiceret ind på vektoren til modtageren vil også være stort set ens. Herved elimineres atmosfærebidraget og banfejlen

Dobbeltdifferensen er dannet ud fra differensen mellem to enkeltdifferenser. Derved kan vi eliminere Urfejlen i begge modtagere. Der kan dannes en linearkombination af de fire geometriske afstande mellem modtagerne k og m og de to satellitter p og q til epoken t .

Trippeldifferens er lavet på grundlag af to epoker til tiderne t_1 og t_2 altså ved at subtrahere to dobbeltdifferenser. Ved at gøre udgår periodekonstanten da den er konstant i tiden. Trippeldifferensen bruges kun til de indledende beregninger.

Fejlkilder ved GPS positionering

Der er flere forskellige fejlkilder ved GPS positionering, generede fejl, naturlige fejlkilder og modtagerstøj og urfejl.

De genererede fejl er kun omfattede Kode observationer og er en bevidst påført fejl af det amerikanske militær som krypteringen af P-koden kaldet Anti Spoofing(AS) og urfejl selektive availability (SA), før 1/5-2000. naturlige fejl.

Naturlige fejlkilder, efemeriderne man modtager fra satellitterne har en nøjagtighed inden for 3 meter. Og er ikke så afgørende ved normal navigation. Hvis man ønsker mere nøjagtige efemerider for bedre positionering er disse tilgængelige på internettet.

Atmosfæriske forstyrrelser, Ionosfære og troposfære fejl. I ionosfæren er det ioniseringen af atomerne som forsinker signalet med den omvendte proportional med kvadratet af frekvensen, man opnår den bedste

???

korrugering af signalet ved finder afstandskorrektionen med en formel². Troposfærefejl udsættes signalet for refraktion som afhænger af tryk, temperatur og luftfugtighed, man opnår den bedste korrugering ved hjælp af modeller.

Signalrefleksion, multipath. Refleksionen sker ved at signalerne rammer andre overflader som reflekteres til modtageren, disse mulitpath kan minimeres ved opstillingen og udstyrets udformning og kvalitet.

Højder og koordinatsystemer og kortprojektioner

Koordinater kan fås i to forskellige udgaver geografiske koordinater (længde, bredde og ellipsoidehøjden) og kartesiske koordinater (X,Y,Z). Når man får højden med GPS er den i forhold til ellipsoidehøjden. Mange gange er man mere interesseret i at få højden over middelhavniveau (**MSL** mean sea level) også kaldet korten, dette opnås ved at subtrahere ellipsoidehøjden med geoidehøjden.

World Geodetic system 1984(WGS84) er et globalt datum hvor det tilstræbes at have jordens tyngdepunkt som centrum, det er også dette datum vi har brugt.

Kortprojektion Universal Transverse Mercator(UTM) er en international projektion. Projektionen har den fordel at den deler jorden ind i 60 zoner med længdegraderne så forvanskningen derved bliver begrænset(O. Jacobi, 1997)

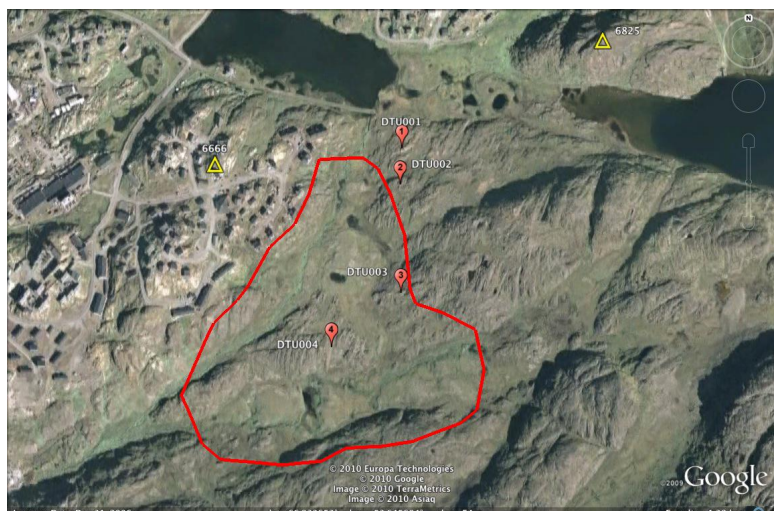
Data

Etablering af fikspunkter i området

Der blev etableret en række hovedpunkter i området til brug for fremtidige detailopmålinger og afsætninger.

- Vi opstilling af GPS referancer i kendte GR96 koordinater.
- Vi opstilling af statisk GPS opmålinger på pukterne: DTU0001,0002,0003,0004. Hvor der blev målt i 45 min. På hver punkt.
- Til sidst udfyldning af af log-sheet.

Figur 1: forundersøgellesområde markeret med rødt, samt DTU Punkter 0001,0002,0003,0004(rød) og REFGR punkter(gul trekant).



Husk ref på figur

Terrænopmålinger med RTK

For at kunne overvåge en evt. sætning af området som følge af smeltende permafrost skal der laves et DTM(digital terræn model)

- Vi brugte PTK Continous Topo(2 sek .interval) til at opmåle området.
- Der skulle i linjer med ca. 2 m. Afstand.
- Fortag opmålinger langs brudlinjer.
- DTU hovedpunkter opmåles.
- Udfyld log-sheet

Geodætisk reference system

Kortprojektion UTM **Husk at angive UTM zonen**

Datum WGS 84

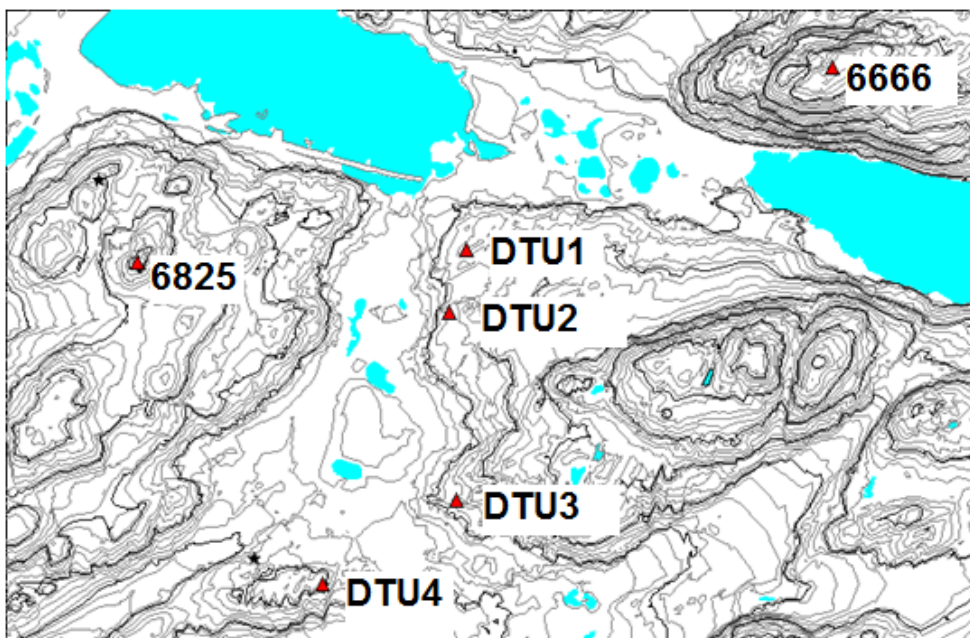
Højde msl

Data indsamlingen

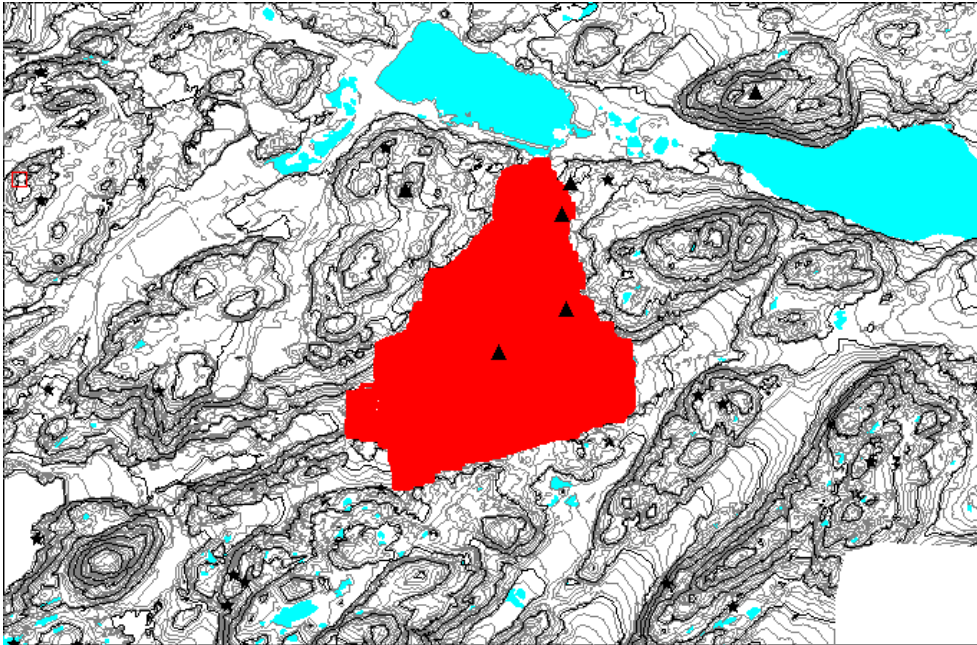
målinger	koordinater N	Koordinater E	kote
6666	66°56'03,78107"N	53°39'12,93479"W	94,546m
6825	66°56'11,79489"N	53°38'10,43111"W	111,800m
DTU1	66°56'04,75518"N	53°38'43,08522"W	55,693m
DTU2	66°56'02,49753"N	53°38'44,42063"W	53,987m
DTU3	66°55'55,78127"N	53°38'43,06141"W	53,311m
DTU4	66°55'52,57985"N	53°38'54,91581"W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

Løsningstype og fejlestimat fra
TGO, ville være godt her

Tabel 3. Statiske målinger. Logsheets



Figur 2. statiske målepunkter og referencepunkter



Figur 2,2. Samlede dataindsamling: 1, 2 målingerne Og kontrolmålingen

Koordinaterne for REFGR punkterne
fastholdes og skal ikke beregnes

Diskussion

Statiskemålinger. De koordinater vi fik da vi lavede statiskemålinger på fikspunkterne 6666 og 6825 stemmer ikke overens med de fikspunktsbeskrivelser vi har for 6666 og 6825. Northing og Easting ligger begge lidt forskudt desuden har vi målt MSL for 6825 til at være 2,1 m. over fikspunktsbeskrivelsen og punkt 6666 ligger 12,6 m. over fikspunktsbeskrivelsen. (se tabel 3: statiske målinger og tabel 4: fikspunktsbeskrivelser for punkt 6825 og 6666 Gr96). Når punkterne bliver sat ind i Mabinfo ser de dog ud til at passe med punkterne ude i virkeligheden.

RTK målingerne. Vi fik dækket hele området Ved RTK opmålingen langs med brudlinjerne, men RTK opmålingerne er ikke lavet i lige linjer alle steder, på de flade områder og ved søerne er der områder hvor afstanden imellem de nærmeste målinger er større end 2 m. Desuden er der ikke blevet lavet RTK opmålinger på DTU fikspunkterne, hvor den nærmeste er ca. 1 m. fra fikspunktet. Det ser dog ud til at RTK opmålingerne ligger hvor de skal da man ikke kan se nogen umildbar forskydning af punkterne (se figur 3,3). Digital Terræn Model (DTM). Vi har ikke lært at lave nogen DTM, men vi har lavet forundersøgelserne til dette.

Miljøministeriet, kort og Matrikelstyrelsen

Fikspunktsbeskrivelse

For 6 666

Udskrevet 2010 09 05, 14.30

Koordinater

System geo_gr96

N 66 56 03.79630 sx

E -53 39 12.94687 sx

Beregnet 2006 02 14, 11.57

Koter

System h_msl

Kote 81.928 m

Målt år 1963

Beregnet 2006 02 14, 14.31

Fikspunktsbeskrivelse

For 6 825

Udskrevet 2010 09 05, 14.31

Koordinater

System geo_gr96

N 66 56 11.70714 sx

E -53 38 10.36273 sx

Beregnet 2006 02 14, 11.57

Koter

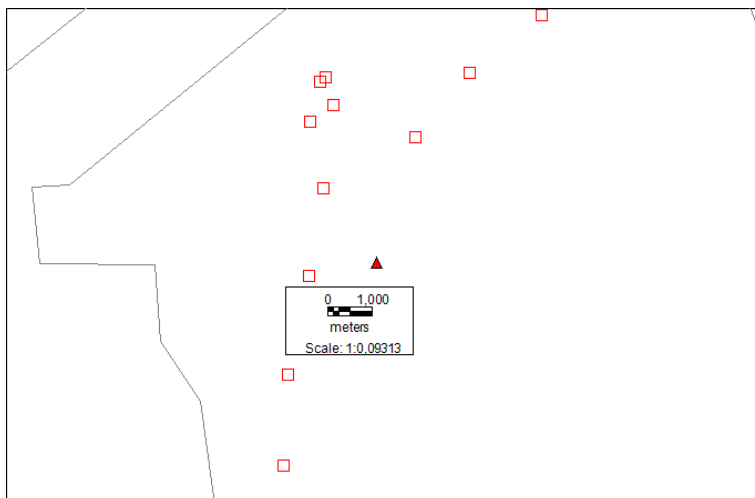
System h_msl

Kote 109.659 m

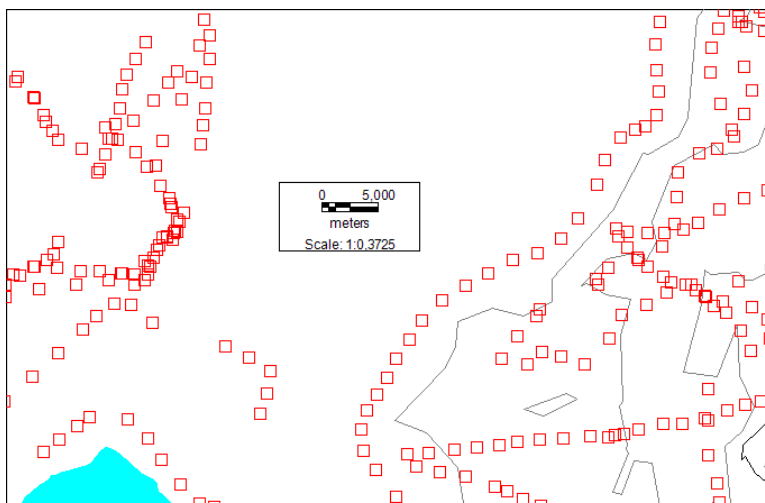
Målt år 1956

Beregnet 2006 02 14, 14.31

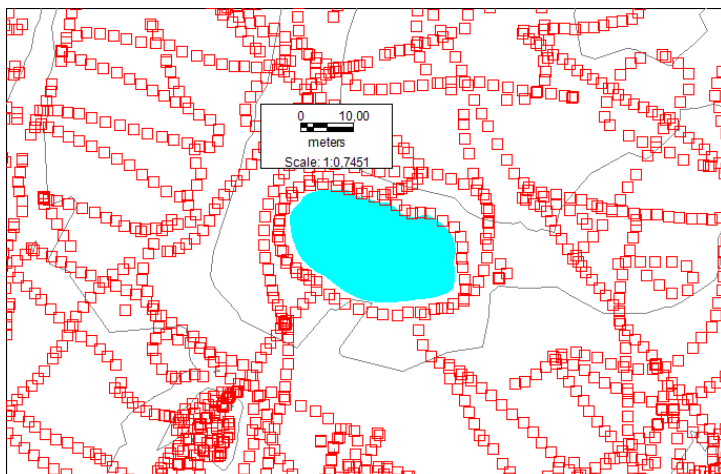
tabel 4: fikspunktsbeskrivelser for punkt 6825 og 6666 Gr96



Figur 3,1 DTU3 med nærmeste RTK målinger.



Figur 3,2. RTK opmålingerne ligger ikke på lige linje i dette område, men følger konjekturene i landskabet. der er længere en 15 m. til nærmeste RTK måling i midten af det hvide område.



Figur 3,3. RTK punkterne følger kanterne af søen, dette indikere at punkterne ikke er blevet forskudt på kortet.

Konklusion

Forundersøgelser området er blevet opmålt med RTK , men der er områder hvor der er længere end 2 m. til nærmeste måling desuden der er ikke blevet målt RTK på DTU hovedpunkterne.

De statiske målinger ligger de rigtige steder men de målt data stemmer ikke overens med fikspunkt beskrivelserne.

Vi kan ikke lave nogen DTM

Referancer

- Stenseng, L., (2010), cand. scient., Danmarks Tekniske Universitet, DTU-Space. Mundlig fremlæggelser.
- Ole Jacobi, digital kortlæsning, udgave 3, institut for planlægning , Danmarks Tekniske Tniversitet.

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)	

Bilag logsheets.