

Forundersøgelser  
Praktisk og teoretisk geodæsi



Nicki Blådal-Hansen

s103512

20-09-2010

Udemærket rapport

## Indholdsfortegnelse

Indledning.....	3
Teori.....	3
Teoretisk GPS.....	3
Praktisk GPS brug.....	5
Resultatbehandling.....	7
Diskussions .....	9
Konklution .....	10
Litteraturliste.....	10

## Indledning

I det følgende vil jeg skitsere teorien bag GPS målinger, dets forskellige praktiske anvendelsesmetoder og på baggrund af opmålte koordinater fra det nye industriområde sydøst for Sisimiut prøve at vurdere hvorvidt jorden har sat sig og om det er plausibelt at det er en effekt af opvarmning af is i permafrost laget.

## Teori

### Teoretisk GPS

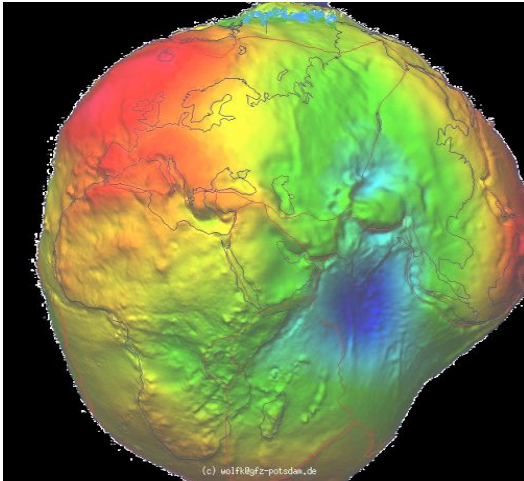
GPS, global positionering system er en metode der vha. modtagere, satellitter, radiobølger og klassisk GNSS bølgelærer udregner positioner på modtager segmentet. Der er lavet forskellige modeller af GPS systemer, NAVSTAR, GLONASS, Compas og det nye europæiske Galileo der stadig er i opstartsfasen. Som minimum skal et sådanne system, have 24 satellitter. Ellers kan det ikke dække hele verden tilstrækkeligt til at en modtager til hvert tidspunkt kan finde signal fra mindst 4 satellitter (som er minimum antal for at kunne udregne sin position). Derudover skal hver satellit være udstyret med energikilde, udsender og et meget præcist ur (atomur). Uanset hvor god kvalitet disse satellitter er, kan der stadigvæk opstå uventede fejl, for at udbedre disse kan man indføre et kontrol segment, NAVSTAR gps bruger 5 kontrolstationer rundt omkring i verden til at opfange, analysere og videregive information om evt. dysfunktionelle satellitter, der derefter bliver "flagget".

Signalet satellitterne udsender, består af nogle forskellige radiobølger. Disse bliver kategoriseret efter deres frekvens som enten L1, L2 og L5. Sætter man bølgedal til 0 og bølgetop til 1, har man et system af binære koder. Yderligere opdeler man i C/A koder og P koder, da NAVSTAR (som hovedsageligt er det system vi europæere bruger) er et militært finansieret system, er det kun de langt mere upræcise C/A koder der er tilgængelige.

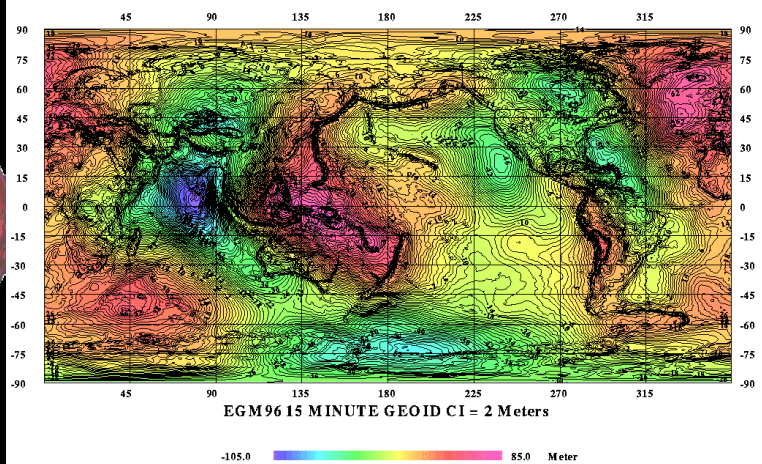
Når en modtager har modtaget signal fra 4 eller flere satellitter, er det første skridt mod at finde positionen at udregne pseudoafstanden (der er afstanden fra modtager til den enkelte satellit). Dette kan gøres ved formlen  $d = c \cdot (t_{\text{sat}} - t_{\text{modt}})$ . Når afstanden til de minimum fire satellitter er fundet kan man, da satellitterne kender deres egen position, finde ens egen position og ur fejl, ved at opstille 4 ligninger med 4 ukendte,  $(x, y, z, t)$ . Disse ligninger bliver som alt andet i naturen påvirket af en del uregelmæssigheder, satellit uret kan indeholde en fejl, der kan være opstået en banefejl (satellitens koordinat er forkert), ionosfære & troposfære påvirker signalet på forskellige måder og medfører fejl, og til sidst kan refleksion af signalerne få afstanden til at synes længere (multipath).

Positioner ordnes ved at ligge dem ind i et koordinatsystem, det er ikke helt lige til at lave et simpelt 3D koordinat system der passer til jordens overflade. Der har gennem tiden været mange forskellige bud på hvordan det kunne gøres, før regnemaskinen blev opfundet var det fordelagtig at inddеле kloden i en masse små simple kort, hvor vi i dag kan overskue langt mere kompliceret kort. I højden, har man næsten altid målt med havoverfladen som nulpunkt. I dag er der tre systemer: **1.** At jorden er kugle rund, dette er meget nemt at regne efter, men kan give fejl på helt op til 15 km. **2.** at den Pga. centrifugerings kraften (der opstår ved jordens rotation) har form som en omdrejnings ellipse, denne er en del sværere at arbejde med da der

ikke er nogle simpel formel for denne figur. Med omdrejningsellipsen kan man til gengæld mindske fejlen helt ned til et maksimum på omkring 100m. **3.** En sidste model er geoide modellen(se figur 1 & 2), den optimale geoidemodel har ud fra jordens massefordeling og derved også tyngdefordeling, taget højde for at havoverfladen vil være højere nogle steder da tyngde samler vandet. Det er en meget omfattende proces at opbygge en geoide model, da den kræver opmåling af alle punkter der skal være indtegnet i den. Med den optimale geoide model vil der ikke være nogen fejl i højden.



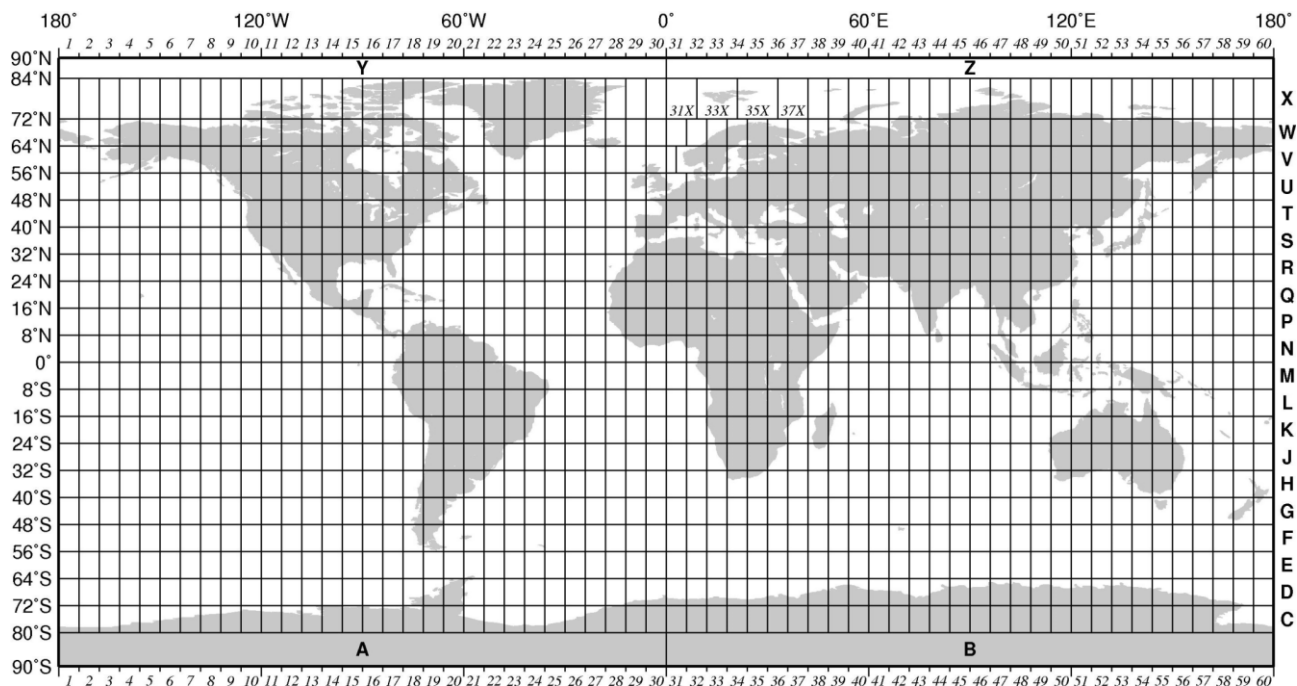
Figur 1 En afbildningen af den geoidemodel vi arbejder med. wolfkfz-potsdam.de©,( 2010)



Figur 2 Geoide trukket ud som kort [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org) (2010)

Det man i praktisk bruger er forskellige højdekort hvor man ud fra en sammensætning af geoide målinger og ellipsoide beregninger har lavet et så kaldt datum, disse kort er lokale og kan derfor ikke overføres fra et til et andet.

I planen er det nogle andre problemer man står overfor og hertil følgende løsninger, da kort er flade og ofte firkantede er det svært at passe en kugle eller ellipse ind uden at forvrænge visse dele af det. Den kortprojektion man ofte bruger i dag er UTM(universal transvers merkator)(se figur 2).



Figur 3 DTU Space, Danmarks Tekniske Universitet, slide, 2010 alle de forskellige UTM zoner på et kort.

Til sammen bliver datum, kortprojektion og højdesystem kaldt geodætisk reference system. At omregne fra et geodætisk referencesystem til et andet er forbundet med meget kompliceret udregninger, men programmer som KMS-Trans kan gøre det i et svup tag.

## Praktisk GPS brug

Der er forskellige behov inde for GPS brug og dertil hørende apparater, lige fra bil gps der tvinger ens position ind på et vejnet på et kort, til de håndholdte der kan bruges af rejsende til at finde positioner på et kort ned til 5-10 meters sikkerhed, til de mindre brugervenlige flerfaset gps modtagere der kan give præcise koordinater ned til en millimeters nøjagtighed.

Vi har gennem forelæsninger stiftet bekendtskab til tre metoder inden for sidst nævnte, statiske, kinematiske og real time kinematiske(RTK) gps observationer.

### Statisk faseobservation:

Den statiske faseobservation måler afstanden fra satellit til modtager ved at se på det hele antal bølgelængder og på faseforskellen(der er det den sidste brøkdel af koden). Statiske målinger kan ved kontinuerlig kontakt til en anden modtager, der deler signal med de samme satellitter, over en længere periode, lave det der hedder en tripeldifferens - der ved hjælp af matematik fjerner mulige fejl risici. Statiske målinger er effektive øde steder hvor man skal bruge præcise koordinater reference stationer i real time, dvs. man skal måle flere steder på samme tid.

**Kinematisk:**

Den kinematiske metode er god hvis man skal have målt mange kontinuerligt placeret punkter, forholdsvis præcist. Den beregner selv periode konstanten i starten så det eneste man skal bruge er en reference station. Data den indsamler bliver udregnet sammen med data fra en referencestation – der skal være tilgængelig under hele målingen. Des længere man holder roveren stille des mere præcis bliver målingen af punktet, 1-5cm nøjagtighed.

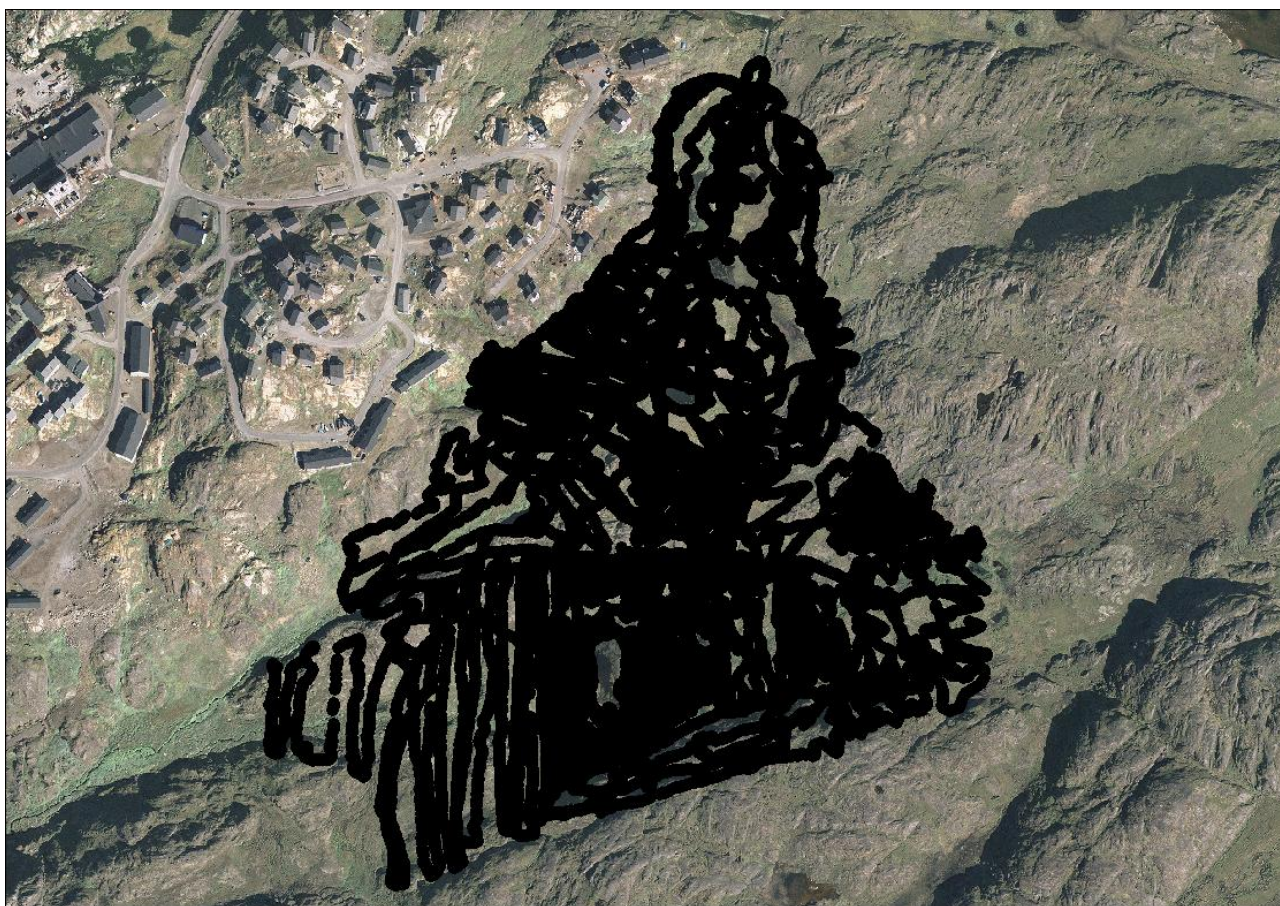
**RTK:**

RTK foregår på samme måde som kinematisk gps målinger her bliver signalet mellem referencestationen bare sendt til roveren via mobiltelefon link eller radio signal, dette gør målingen mere præcise end den normale kinematiske gps måling. Har man til en RTK måling flere reference stationer til rådighed kan man lave en såkaldt netværk-RTK måling, hvor datacentralen sender korrigeret koordinater tilbage til roveren.

Målingen bliver ikke mere præcis, men RTK er meget hurtigere da der ikke efterfølgende skal processeres data.



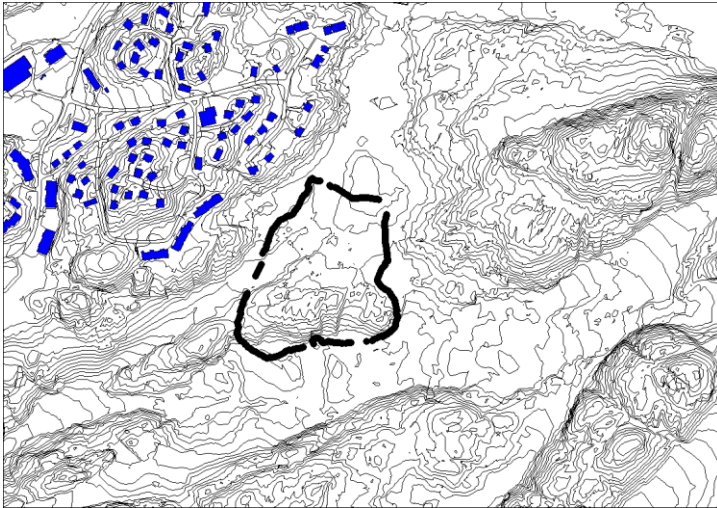
## Resultatbehandling



Figur 4 Gps RTK måling rute A. Ginnerup, (2010) Kortet her viser hvor højdemålingerne er blevet taget, de sorte pletter er ruten.

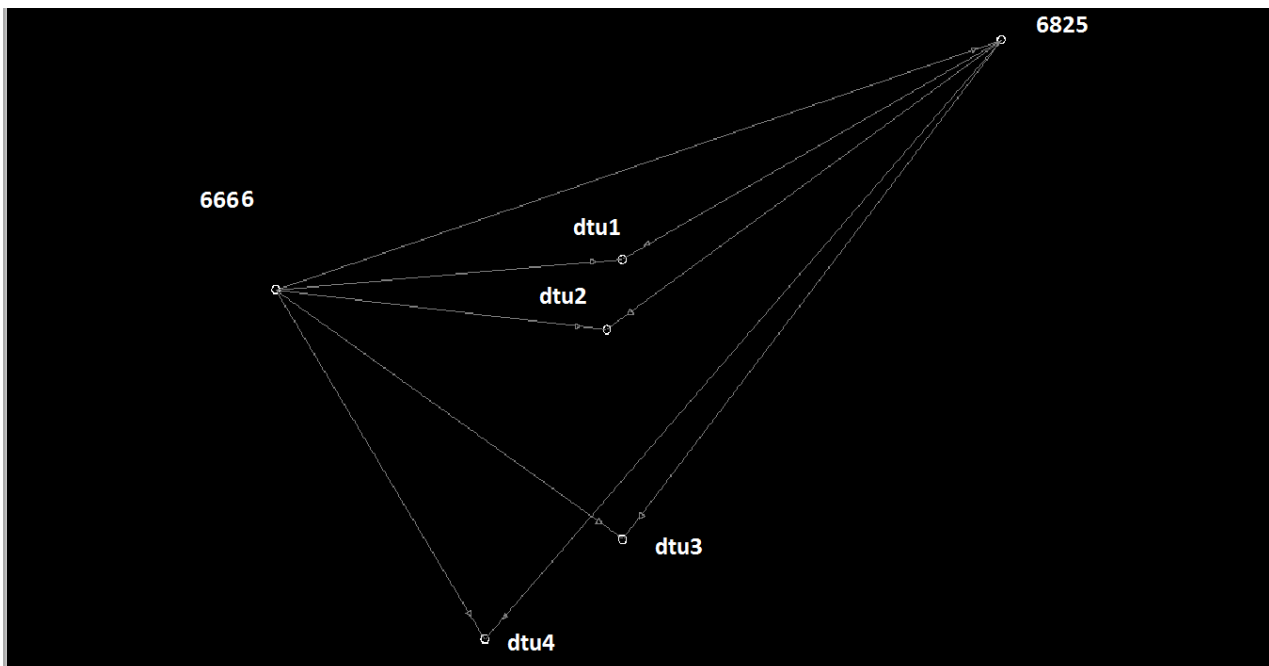
Vi var 23 mand ude og måle, med 5 roveres. Området der skulle afdækkes var det sorte på figur 4. Hver plet er enkeltstående RTK målinger. Under opmålingerne af det sorte område brugte vi RTK Continuous Topo, der var sat til at lave en måling hver 2. sek. denne funktion er den smarteste til at måle højdetypografien, pga. dens hurtighed og præcision.

Området blev opdelt i 5 dele, for at sprede arbejdet ud mellem de forskellige arbejdsgrupper.



Figur 5 højde kontrol A. Ginnerup, (2010) her på kortet vises den kontrol måling der er blevet foretaget.

For at modvirke grove menneskefejl lavede vi en enkeltstående måling der overlappede alle fem områder(se figur 5).



Figur 6 punkt 6666 og 6825 er reference stationer for de 4 dtu fix punkter.

For yderligere præcision oprettede vi 4 fix punkter(dt1-4 på figur 6) vha. statiske målinger i minimum 45 minutter hver, til dette formål oprettede vi to reference stationer(i punkt 6666 og 6825 se figur 6), der begge var tilgængelig gennem de fire fikspunkters opmåling.



## Baseline Processing Report:

ID	From	To	Baseline Length	Solution Type	Ratio	Reference Variance	RMS
<a href="#">B9</a>	6666	6825	799,406m	L1 fixed	7,420	1,888	0,005
<a href="#">B7</a>	6666	dtu0001	365,943m	L1 fixed	11,848	2,094	0,005
<a href="#">B5</a>	6666	dtu0002	350,891m	L1 fixed	53,927	2,326	0,005
<a href="#">B1</a>	6666	dtu0003	439,729m	L1 fixed	12,504	3,675	0,007
<a href="#">B3</a>	6666	dtu0004	413,608m	L1 fixed	22,358	1,926	0,005
<a href="#">B2</a>	6825	dtu0003	635,977m	L1 fixed	19,442	3,628	0,007
<a href="#">B4</a>	6825	dtu0004	807,990m	L1 fixed	29,293	1,947	0,005
<a href="#">B6</a>	6825	dtu0002	505,769m	L1 fixed	85,494	2,360	0,005
<a href="#">B8</a>	6825	dtu0001	454,525m	L1 fixed	12,272	1,974	0,005

**Tabel 1. Baseline Processing Reports.** Grundet længderne af rapporterne er de ikke taget med Tabel 1 er kun medtaget som bevisførelse på at de er blevet lavet.

Der er blevet arbejdet med GPS koordinater i kortprojektion UTM Zone 22 Northern Hemisphere, det geodætiske datum GR-96 og som højdesystem brugte vi ellipsoide højde. Dette betyder koordinatsystemet der er blevet brugt er UTM og at vi befinder os i zone 22N (se figur 3), N betyder at det er over 0 på lodret akse og tallet er inddelingen på vandretaksen. Datummet GR-95 er den tilpasning, af ellipsoiden i forhold til geoiden, man tager i Grønland. Højdesystemet ellipsoide højde, indebærer at man måler højden fra ellipsoiden. Et alternativ til dette er at tage mean sea level eller geoide højden.

De enkeltstående koordinater se således ud:

02092010-9362,7426567.759,884298.879,71.007,

Hvor grøn er punktets navn.  
Hvor rød er northing.  
Hvor blå er easting.  
Hvor lilla er højden over ellipsoide.

## Diskussion

De fem grupper indsamlede tilsammen næsten 20.000 RTK Continuous Topo koordinater fra området, disse er blevet behandlet i *Map info*® (se figur 4 & 5). Da vi endnu ikke har nogle andre redskaber end at vurdere data enkeltvis, må vi sige at det ikke er muligt.

## Konklusion

Jeg kan ud fra det foregående ikke konkludere noget med den baggrund jeg har.

## Litteraturliste

### Figure:

- Figur 1:        wolffkfz-potsdam.de©, 2010, Geoidekort
- Figur 2:        <http://commons.wikimedia.org/> , 16-09-2010, geoidekort
- Figur 3:        DTU Space, 2010, slide Reference\_og\_Koordinatsystemer, Danmarks Tekniske Universitet
- Figur 4:        Ginnerup A., 2010, RTK målinger på satellitkort, Center for Arktisk teknik
- Figur 5:        Ginnerup A., 2010, Højdekontrol, Center for Arktisk teknik

### Slides:

- Stenseng, L, 2010, Stenseng L., 2010, GPS\_kodeobservation, Center for arktisk teknologi
- Stenseng, L, 2010, GPS\_referencenet\_processing, Center for arktisk teknologi
- Stenseng, L, 2010, Stenseng L., 2010, Reference\_og\_Koordinatsystemer, Center for arktisk teknologi
- Stenseng, L, 2010, Stenseng L., 2010, GPS\_Kinematisk\_RTK\_slides, Center for arktisk teknologi
- Stenseng, L, 2010, Stenseng L., 2010, Statisk\_GPS\_faseobservation\_slides, Center for arktisk teknologi