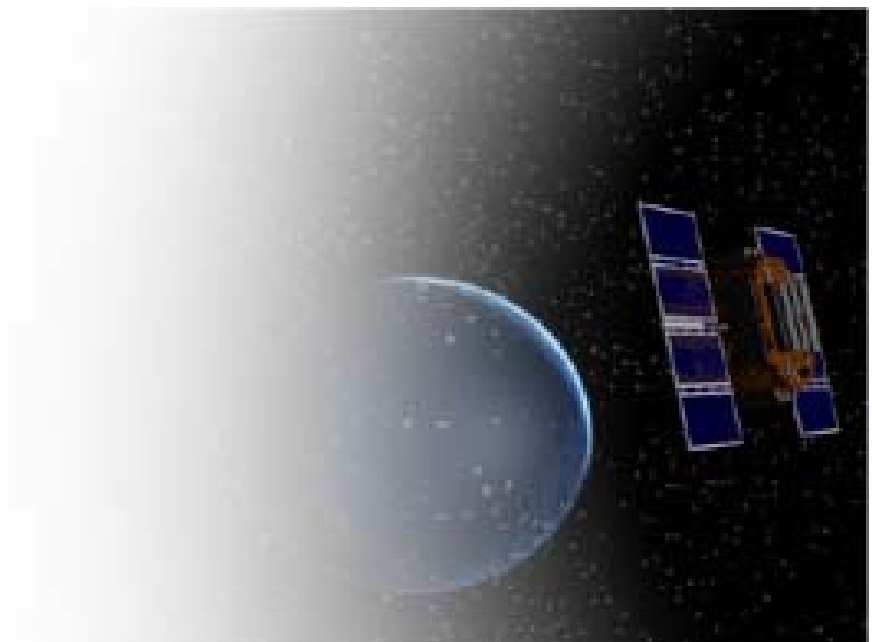


FRA KULE til KART til GPS

Om små, håndholdte GPS-mottakere:
teori, virkemåte og bruk



Jan Edvardsen
For Folkeuniversitetet Gausdal/Lillehammer
Mars 2002
+ diverse retting og tilføyelser fram til 25.9.2006

0. Innledning	1
1. Hva er en koordinat	3
1.1 Koordinatsystemer:	3
1.1.1 Geografiske koordinater	3
1.1.2 Geosentriske koordinater	5
1.1.3 Rettvinklede koordinater.....	5
2. Jorda er rund og kartet er flatt? Datum	5
3. Koordinatsystemer i Norge, en oversikt	8
3.1 UTM - Norsk datum.....	8
3.2 UTM - EUREF89.....	8
3.3 NGO48.....	8
3.4 Omregning mellom systemene.	8
4. Hvordan ta ut en koordinat fra kart	10
5. Høyder	11
6. Fra kule til kart	14
7. Norske kartserier	18
7.1 N250	18
7.2 N50	18
7.3 N5	19
8. Kompasset	20
8.1 Misvisning	20
9. GPS-systemer	21
9.1 NAVSTAR.....	21
9.2 GLONASS	21
9.3 GALILEO	21
10. Oppbyggingen av NAVSTAR	22
10.1 GPS romsegmentet	22
10.2 GPS bakkeselementet.....	25
10.3 GPS brukersegment	25
11. Satellittene. Hva sender de ut?	26
12. Håndholdte og profesjonelle mottakere	27
13. Hvordan foregår beregningen av posisjonen ?	27
14. Sanntidsmåling	29
15. Etterprosessering	29
16. Differensiell GPS	30
17. Sanntid for oss småbrukere	31
17.1 WAAS	32
17.2 EGNOS.....	32
17.3 MSAS.....	32
18. Nøyaktighetsmål	32
19. Feilkilder:	34

19.1 I satellittene.....	34
19.2 I mottakeren.....	34
19.3 I atmosfæren.....	34
19.4 Hos brukeren	34
20. Hva må jeg stille inn riktig på mottakeren min?	34
21. Hva mottakerne gjør, slå på din....	34
22. Nettsider om GPS.....	35
22.1 Generelle	35
22.2 Mottaker-relaterte	35
Garmin i Norge:.....	35
Magellan i Norge:	35
Nordic GPS:	35
23. Programvare for GPS-data og kart	37
23.1 GPS Track.	37
23.2 GPS Trackmaker	37
23.4 GPS Utility versjon 4.0.4	37
Freeware versjonen har følgende begrensinger:.....	38
Registrert versjon klarer det følgende:	38
Advarsler / Warnings	38
Limitations / Begrensninger	39
Removal of these Limitations.	40
Ofte Stillte Spørsmål / Frequently Asked Questions.	41
Vedlegg 1: 2-D vs. 3-D Fixes.....	45
Vedlegg 2 : Receiver Accuracy	47
1. Errors from the satellites:	47
2. Errors on the way:.....	48
3. Errors in your hand:	48
4. Errors on the horizon:	48
5. Errors overhead:	49
6. Multiplying errors:	49
7. Pseudorange and satellite fixes:	50
8. Selective Availability:	50
9. Differential and beyond:.....	50
10. Integrity monitoring and On-the-Fly DGPS:	51
11. References:	51
Vedlegg 3 : Post SA GPS Accuracy Measurements	52
Introduction	52
Test setup	52
Plain GPS	52
GPS with DGPS corrections	53
Caveats.....	54
Running the tests yourself	55
Vedlegg 4 : GPS Ordliste	56
Vedlegg 5 : Engelske stikkord.....	63
Vedlegg 6: KOORDINATUTTAK FRA KART	64

0. Innledning

Høsten 2000 gikk fire karer seg vill i Rogaland. De hadde mobiltelefon og håndholdt GPS, men de var utenfor dekningsområdet for mobiltelefonen og ingen hadde posisjonen for stedet bilen var parkert. GPS-mottakeren var av gammel type og hadde ikke tracking.

De hadde ikke kart og kompass, for de hadde jo GPS.

Lensmann og hjelpekorps fant dem omsider uskadde.

25.2.2002 fulgte denne annonsen med et bilag til GD:

GPS-NAVIGATOR
- til fjellturen -

GARMIN

- Nå trenger du ikke Kart og kompass.
- Innebygd kompass og høydemåler

Pris fra

2190,-

Vi har også GPS til bilen.

NORDBY AS

Lilleorget Tlf. 61 25 40 00 Hunnsv.7/9 Tlf. 61 17 90 10
Strandtorget Tlf. 61 25 41 41 CC Mart'n Tlf. 61 17 90 40

Påstanden om at du ikke trenger kart og kompass er direkte uansvarlig, det innebygde kompasset eksisterer ikke, men det finnes et kompasslignende display som angir marsjretning.

Ekspeditøren i butikken var klar over alt dette, men annonsen var laget sentralt.

Riktignok finnes det enkelte mottakere med innebygd elektronisk kompass, men de fleste har ikke dette.

Noen har et kompasslignende skjerm bilde der retning til sol og måne er angitt slik at du kan orientere skjerm bildet mot dem. Et slags juksekompass, slik:

Fra kule til kart til GPS



Men jeg anbefaler at de fleste har et kompass for å ta eksakte retninger.

Har du ikke posisjonen du skal til, er et kart den eneste måten å få tak i den på.

GPS mottakeren gir deg rettlinjert retning mellom kjente punkter, da kan greit med et kart for å se om det kan være uoverstigelige hindringer eller enklere måter å ta seg fara på mellom hindringene.

Nå har enkelte mottakere spesialløsninger for å finne tilbake til utgangspunktet (det stedet der du slo på mottakeren), men mer om dette siden.

Konklusjonen er fra min side ganske klar: GPS - størst nytte brukt sammen med kart og kompass.

På disse tre kveldene skal vi snakke om koordinater, kart og håndholdte GPS mottakere. Vi skal snakke mindre om den floraen av mer eller mindre profesjonelle programmer som finnes rundt dette, men noen av dem skal vi nevne.

Vi bør med en gang kvitte oss med myten om centimeternøyaktighet. Håndholdte mottakere vil vanligvis gi en posisjonsnøyaktighet på omtrent +/- 12 m. Ved bruk av korreksjonssatellitter om lag +/- 5 m. Det samme gjelder de fleste bilnavigasjonssystemer.

De sistnevnte tyr til et par knep for at det skal se nøyaktig ut. På skjermbildene er veiene tegnet svært brede ofte tilsvarende flere hundre meter i virkeligheten. Selv med store feil kommer følgemerket innenfor vegen. I tillegg er det i mange systemer lagt inn en "Lock To Road"-funksjon, denne virker slik at hvis den målte posisjon er nærmere en veg enn en viss avstand, blir følgemerket flyttet inn i vegen. Dette kan gi morsomme utslag på skjermen der for eksempel en europaveg og en riksveg går svært nær hverandre: kjører du på riksvegen kan du risikere å få følgemerket flyttet ut på europavegen.

Alle GPS mottakere opererer med koordinater, så det første spørsmålet som dukker opp for oss er:

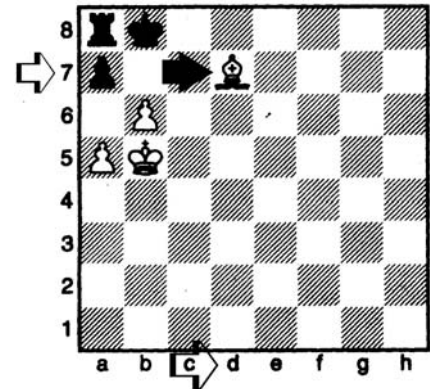
1. Hva er en koordinat.

En koordinat er et sett av tall som definerer et punkt i et definert referansesystem.

Den enkleste form for koordinatsystem er sjakkbrettet, der radene er nummerert 1 til 8 og linjene a til h.

En sjakkspiller vil si at løperen til høyre (svart pil) står på feltet d7.

Men vi kan også si at koordinaten for løperens plassering er 7, d .

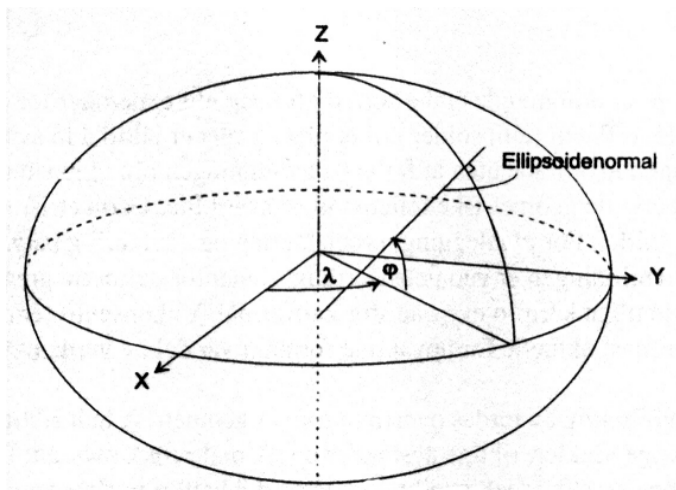


I Norge er det vanlig å gi nord-koordinaten først. I engelsktalene land er det ofte vanlig å gi øst først. De fleste mottaker gir derfor øst først. For geografiske koordinater gir man også i engelsktalende land nord først.

1.1 Koordinatsystemer:

1.1.1 Geografiske koordinater

Noen vil kalle disse globuskoordinater.



Greenwich er utgangspunkt øst-vest (lengde)

Men vi har også hatt lokalt norsk null i Oslo observatorium ($10^{\circ} 56' 33''$)

Ekvator er utgangspunkt nord-sør (bredde)

lengde og bredde i grader, minutter og sekunder, eksempel

($\varphi =$) $60^{\circ} 11' 12''$ nord(lig bredde) ($\lambda =$) $10^{\circ} 56' 33''$ øst(østlig lengde)

dette er heksadesimale grader der $1^{\circ} = 60' = 3600''$

Fra kule til kart til GPS

eller i desimale grader, eksempel ovenfor omregnet:

for nord $(11 \cdot 60 + 12) / 3600 = 672 / 3600 = 0.1867$ altså **60,1867 ° nord**

for øst $(56 \cdot 60 + 33) / 3600 = 3393 / 3600 = 0.9425$ altså **10,9425 ° øst**

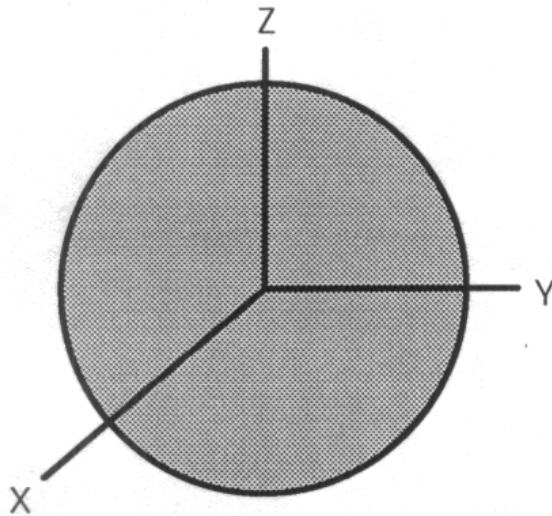
eller med grader og desimale minutter, som ofte er det man får avlest i mottakere:

eksempel ovenfor omregnet

for nord $(12/60) = 0.20$ altså **60° 11.20 ' nord**

for øst $(33/60) = 0.55$ altså **10° 56.55 ' øst**

1.1.2 Geosentriske koordinater



Utgangspunkt i jordas midte, gitt i 3 meterverdier.

Dette er koordinater som faktisk blir brukt i mellomverdiene ved beregning i profesjonelle mottakere og som kan sees ved utskrifter fra beregningene.

1.1.3 Rettvinklede koordinater.

gitt i meterverdier i forhold til et rettvinklet askesystem.

2. Jorda er rund og kartet er flatt? Datum.

Nåja, jorda er ikke rund, den er en ellipsoide – det legemet vi får når vi lar en ellipsoide rotere.

Flattrykningen er ikke lik ved de to polene, men for praktiske formål vi bruker en ellipsoide.

De første eksakte kunnskapene om jordas form fikk vi før fra gradmålingene. En startet i Hammerfest og gikk sørover i Europa. Den ble i 2006 en del av verdensarven og det som fantes av monumentering ble fredet.

De mest berørte var Everest's gradmålingsrekke i India – fra sydspissen til Himalaya foothills.

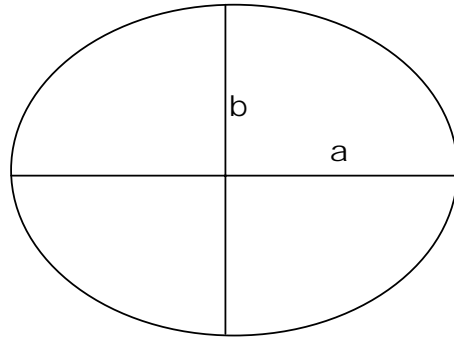
Senere har satellittmålinger gitt oss enda bedre kunnskaper om jordas form. Dette er noe av grunnen til at vi har forandret koordinatsystem på N50 kartserien.

Meteren ble senere definert som $1 / 10\,000\,000$ av meridankvadranten (avstanden fra polen til ekvator).

Fra kule til kart til GPS

Jorda har ikke en glatt overflate, men for beregningsformål må vi erstatte den fysiske jordoverflaten med et legeme det går an å gjøre beregninger på. Vi må ha et datum.

Ellipsoiden er gitt ved sine to halvaksler **a** og **b**. Der **a** kalles den store og **b** den lille halvaksen,



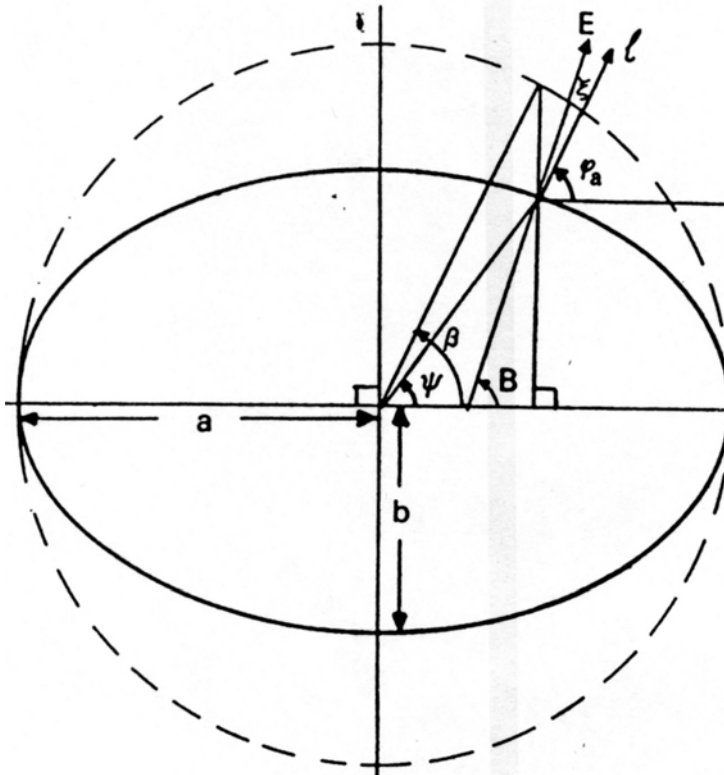
I tillegg opererer vi med begrepet flattrykning:

$$F = (a-b)/a$$

Det trenges noen flere data for å definere ett datum, som det er vist på tegningen nedenfor (for spesielt interesserte).

Punktet P er det som kalles fundamentalpunktet, punktet som binder datumet til den eksisterende jord.

Det er denne definisjonen av ellipsoiden som kalles **datum** eller **geodetisk datum**.



a : ellipsoidens store halvakse
 b : ellipsoidens lille halvakse
 E : ellipsoidenormalen i punktet P
 l : loddretningen i punktet P
 ξ : loddavviket i nord-syd retning
 φ_A : astronomisk bestemt bredde
 B : geodetisk bredde
 ψ : geosentrisk bredde
 β : redusert bredde

Data for noen ellipsoider som har vært brukt:

Datum	dekker	ellipsoide	a	$F=1/$
NAD 1927	N.Amerika	Clarke 1866	6378206.400	294.978692
Pulkovo-42	Russland	Krassovsky42	6378245.000	298.300000
NGO1948	Norge	Norsk mod. Bessel	6377492.010	299.152812
RT90 Stockholm	Sverige	Bessel 1841	6377397.155	299.152812
ED50	Europa	Internasjonale	6378388.000	297.000000
WGS84	Global	WGS84	6378137.000	298.257223
Sovjet GS90	Sovjet	Z90	6378136.000	298.257839
EUREF89 (ETRS1989)	Europa	GRS90	6378137.000	298.257222

3. Koordinatsystemer i Norge, en oversikt.

3.1 UTM - Norsk datum

Var tidligere i bruk på N50-kartene. Svart rutenett.

3.2 UTM - EUREF89

Systemet som nå brukes på N50-kartene. Blått rutenett.

3.3 NGO48

Systemet som brukes på N5 – økonomisk kartverk.

UTM – EUREF89 er på vei inn også for denne kartserien. Dette vil medføre en helt ny bladinndeling og nye bladnavn.

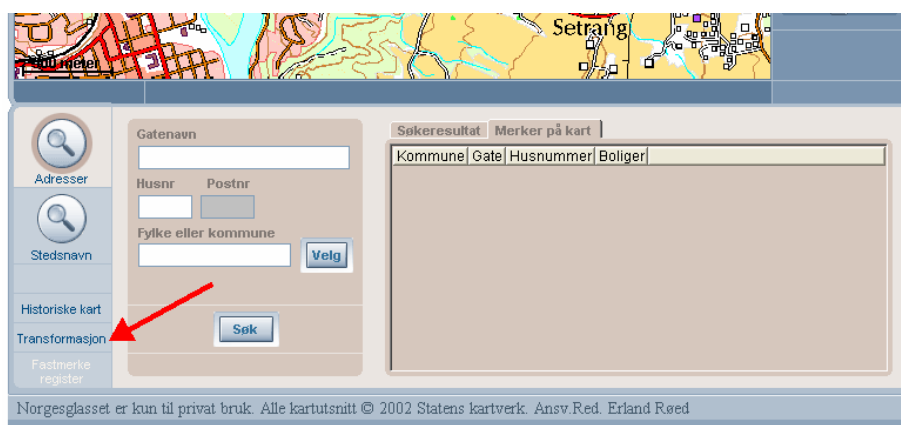
3.4 Omregning mellom systemene.

På Kartverkets hjemmeside www.statkart.no finnes det mulighet for å konvertere mellom systemer.

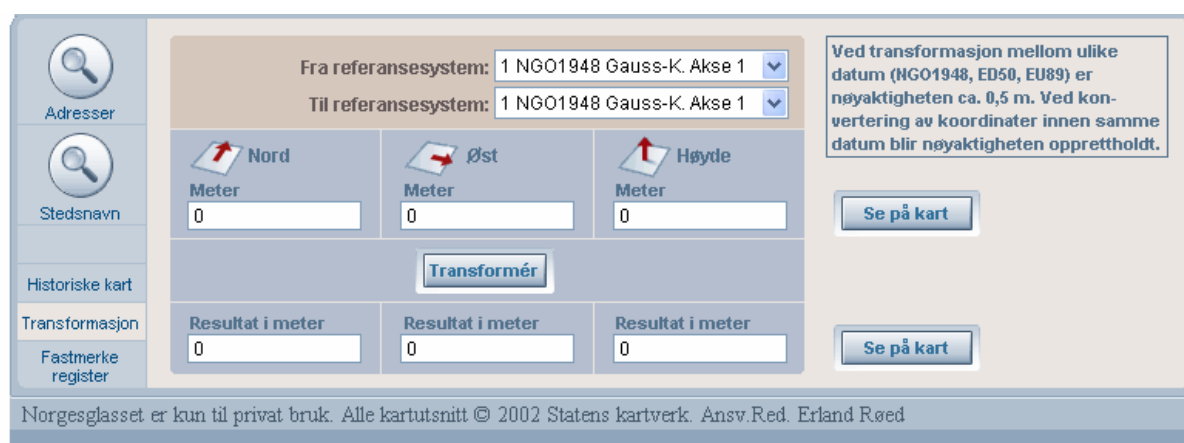
Når du er kommet inn på siden velger du Norgesglasset til høyre:

The screenshot shows the homepage of Statens Kartverk. The top navigation bar includes 'Statens kartverk', 'Tinglysingen', and 'Min side'. Below this is a secondary navigation bar with 'I fylkene', 'Pressesenter', 'Om Statens kartverk', 'Virksomhetsområder', and 'Gratis tjenester'. The main content area is divided into several sections: 'Sentrale sider' with links to 'Areal-, miljø- og planinfo.', 'Eiendomsinformasjon', 'Geodesi', 'Landkartlegging', 'Sjøkartlegging', and 'Stedsnavn'; 'Norge digitalt på lufta' with a sub-header 'Norge digitalt er et bredt samarbeid mellom virksomheter som har ansvar for å fremskaffe stedfestet informasjon og/eller er store brukere av slik informasjon. Samarbeidet som er andelstfinansiert, ble iverksatt fra 1. januar 2005.' and a link 'Les mer...'; 'Siste nytt' with sub-sections 'Mye geografi i ny klimaportal' and 'Teknologisk samarbeid er avgjørende for Norge digitalt'; and 'Mer informasjon' with a sub-section 'Norgesglasset' which contains the text 'I Norgesglasset kan du søke i kartet på adresse og stedsnavn og zoomer deg ned fra et Norgeskart og finne ditt eget hus.' and a link 'Gå til Norgesglasset...'. A red arrow points to the 'Norgesglasset' link in the 'Mer informasjon' section.

Neste valg er Transformasjoner nederst til venstre på skjermen:



Nederste del av skjermen vil nå se slik ut::



På listene over koordinatsystemer er 1 til 8 det koordinatsystemet som blir brukt på Økonomisk Kartverk (N5). Enhet meter.

Valg 9 er et utgått geodetisk datum basert på den gamle norske ellipsoiden. Enhet meter.

21 – 26 er det UTM systemet du finner på nyere kart i 1 : 50000 (de som har blått rutenett). Enhet meter.

31 -36 er et UTM-systemet som finnes på eldre kart i 1 : 5000 (de som har svart rutenett). Enhet meter.

50 er geografiske koordinater i forhold til gammel europeisk ellipse. Enhet grader, minutter, sekunder.

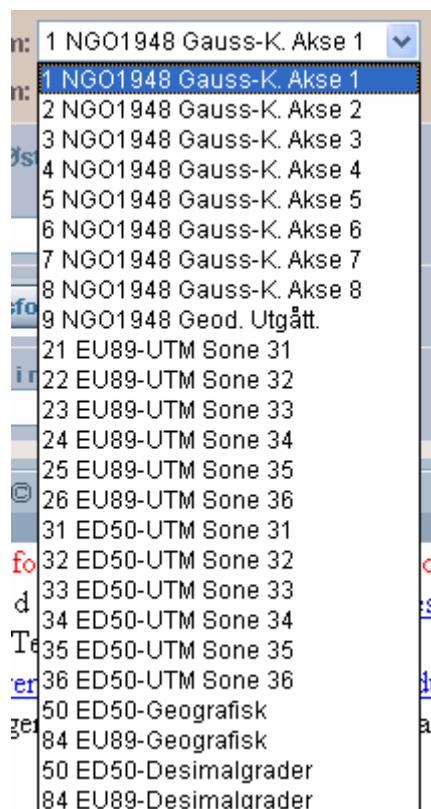
84 er geografiske koordinater i forhold til UTM-ellipse. Enhet grader, minutter, sekunder.

50 er geografiske koordinater i forhold til gammel europeisk ellipse. Enhet grader med desimaler.

84 er geografiske koordinater i forhold til UTM-ellipse. Enhet grader desimaler.

Fra kule til kart til GPS

Du må så velge korodinatsystem for Fra og Til. Lista i nedslippsmenyen ser slik ut:



Etter at Fra og Til er valgt og koordinatene tastet inn klikkes på knappen transformer, resultatet kan se slik ut:

Fra referansesystem: 22 EU89-UTM Sone 32
Til referansesystem: 84 EU89-Geografisk

Nord
Meter: 6790123

Øst
Meter: 571456

Høyde
Meter: 0

Transformér

Resultat i grd/min/sek: 61 14 19.96414
Resultat i grd/min/sek: 10 19 52.43417
Resultat i meter: 0.000

Se på kart

Ved transformasjon mellom ulike datum (NGO1948, ED50, EU89) er nøyaktigheten ca. 0,5 m. Ved konvertering av koordinater innen samme datum blir nøyaktigheten opprettholdt.

Norgesglasset er kun til privat bruk. Alle kartutsnitt © 2002 Statens kartverk. Ansv.Red. Erlend Røed

4. Hvordan ta ut en koordinat fra kart

Et skjema for å lette beregningen er vist i **vedlegg 6**.

Vi trenger et kart med påtrykt rutenett.

1. Som grunnlag for koordinatuttaket må vi velge et av hjørnene i den ruta punktet ligger i.
2. Koordinatene for det hjørnet vi velger finnes i kartkanten og skrives ned.

3. Så må de loddrette avstandene fra rutelinjene til punktet måles., vanligvis i millimeter.
4. Disse avstandene multipliseres med antall meter en millimeter er i marka og trekkes fra eller legges til koordinatene for hjørnet du har valgt..

Her er en tabell som forteller om du skal legge til eller trekke fra innenfor ruta:

Hvis du starter fra hjørne		
	Venstre	Høyre
Øvre	N - Ø +	N - Ø -
Nedre	N + Ø +	N + Ø -

5. Høyder

Det vi har snakket om gjelder koordinatene i planet. Høydene har et annet utgangspunkt. Det hadde ikke vært noen i veien for å la høydene referer seg til ellipsoiden, det ville dog hatt som følge at vannet i enkelt områder kunne renne fra lavere til høyere høyde.

Utgangspunktet for høydene er en flate vi kaller **geoiden**.

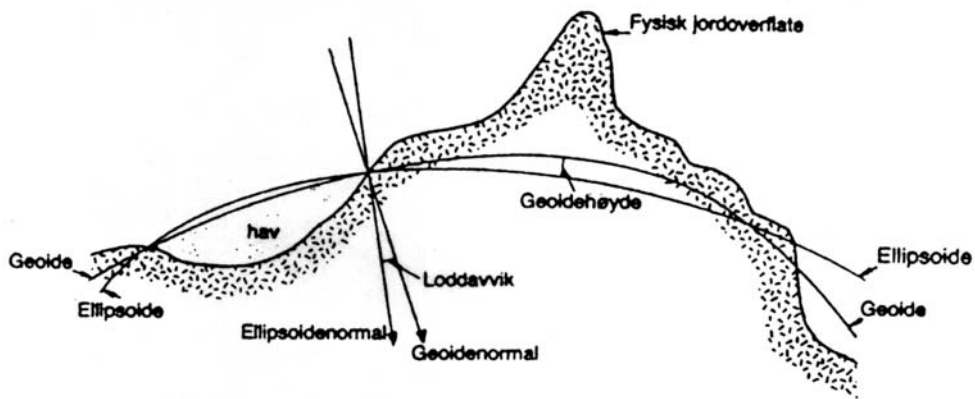
Geoiden følger havets tenkte forlengelse under kontinentene. Tyngdekraftens retning står normalt på geoiden i ethvert punkt.

Hvis noen absolutt vil se geoiden, må de grave en kanal gjennom kontinentene – St.Petersburg til Vladivostok skulle bli bra. Vannet i kanalen vil da stille seg i geoiden.

Det norske høydesystemet er fysisk knyttet til en markering i fjellet ved Grimstad og baserer seg på middelvannstandsmålinger over tid fra en rekke vannstandsmålere rundt hele kysten.

Det betegnes NN1954 (NormalNull 1954). I Nord-Norge har vi NNN1957. Enkelte havnevesen opererer også med egne lokale null.

Normalnull i Norge er komplisert, siden landet fortsatt hever seg.

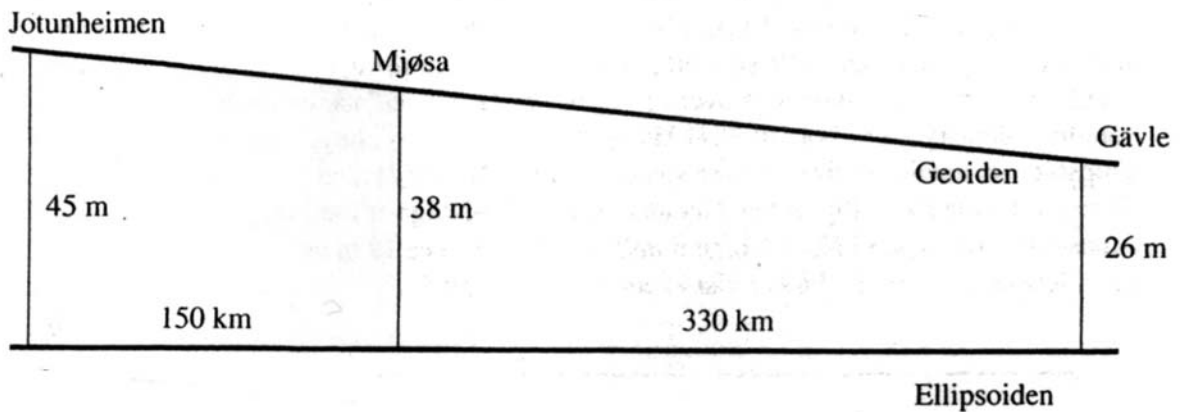


Adskilt referanseflate

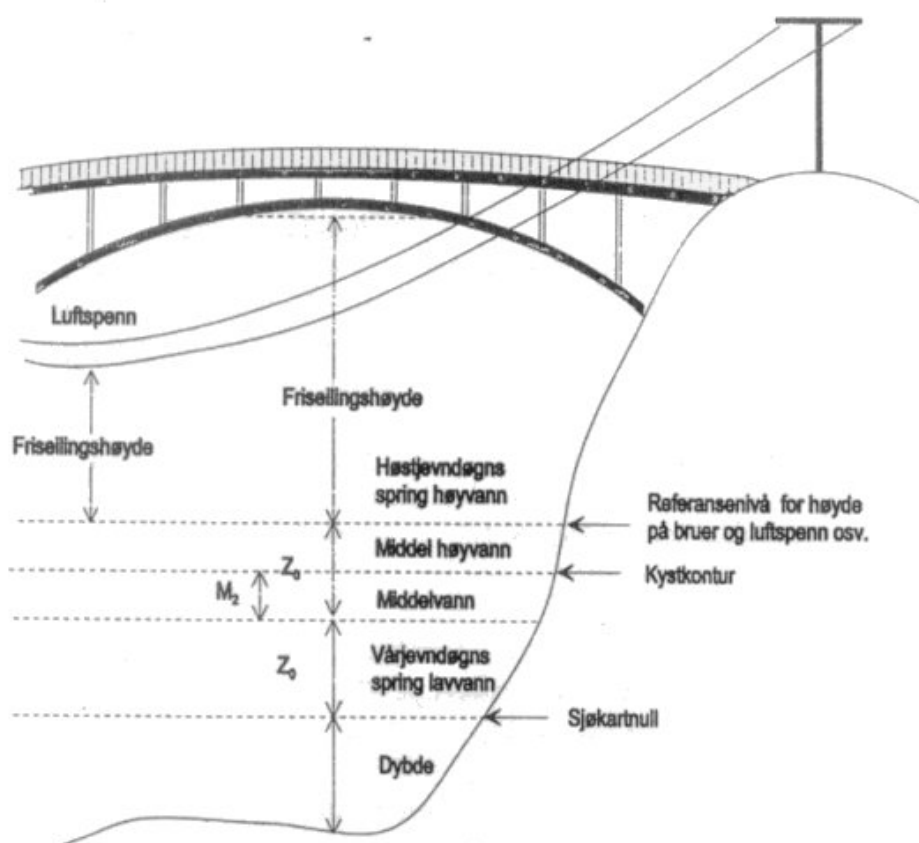
Horisontalt: ELLIPSOIDE

Vertikalt: GEOIDE

I vårt område ser det slik ut:



Her kan en merke seg at sjøkartene har en annen nullreferanse:

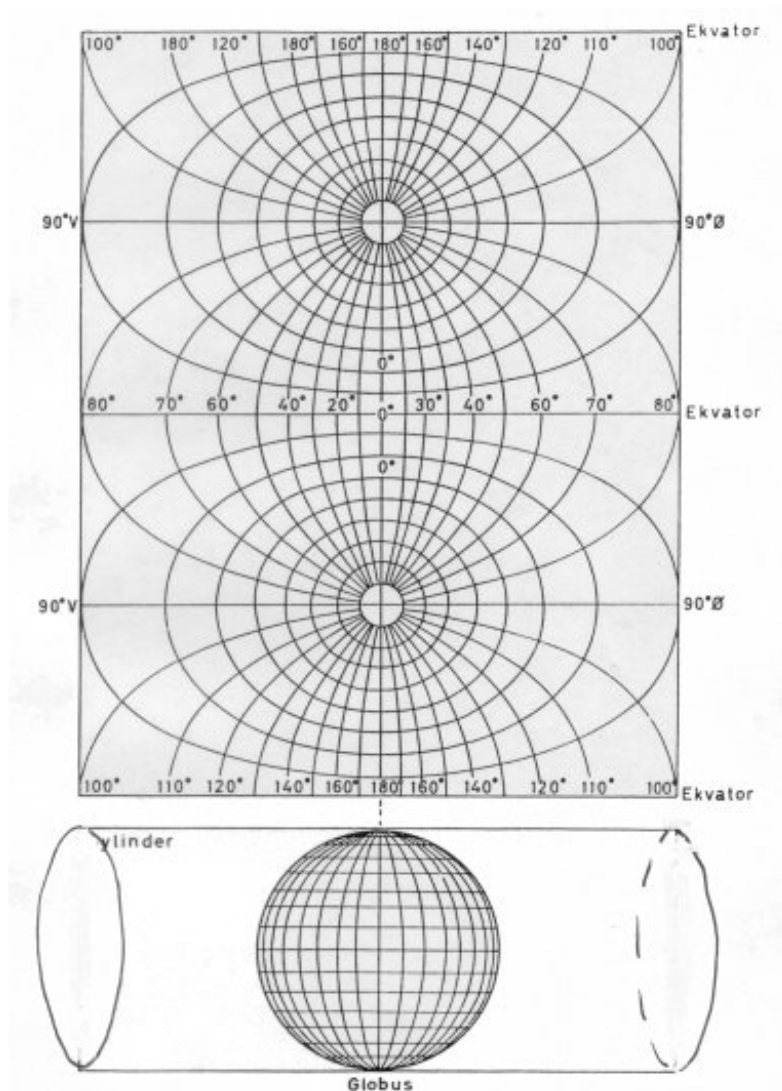


6. Fra kule til kart.

Hvordan kommer vi egentlig fra kule til kart.

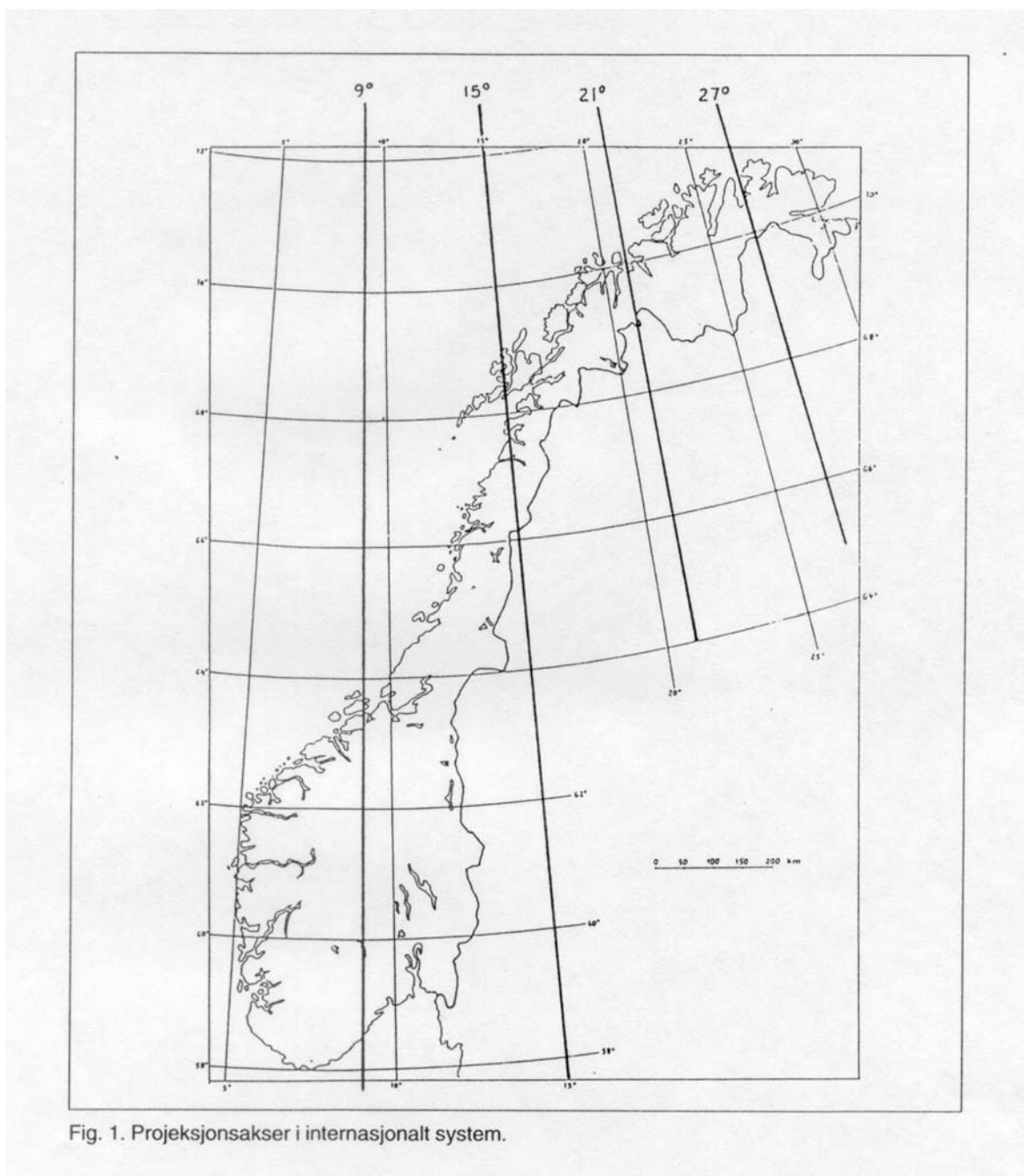
Øvelse: skrell et appelsin og lager en firkant av skallet.
Det blir nokså plundrete og demonstrere problemene ved overgangen.

Problemet løses ved å innskriver ellipsoiden i en sylinder (eller en annet legeme) og overføre punktene til dette legemet og så brette det ut.

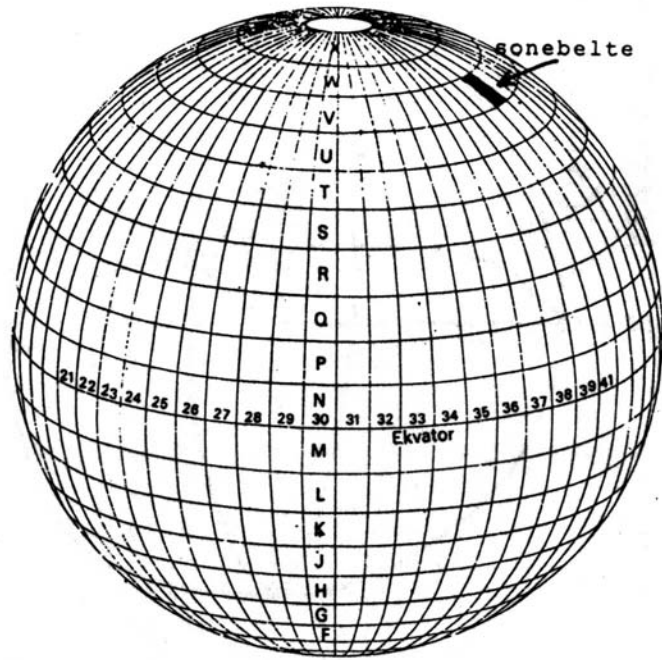


Det springende punkt er hvordan en lar sylindere tangere og for hvor stort område en foretar overføringen.

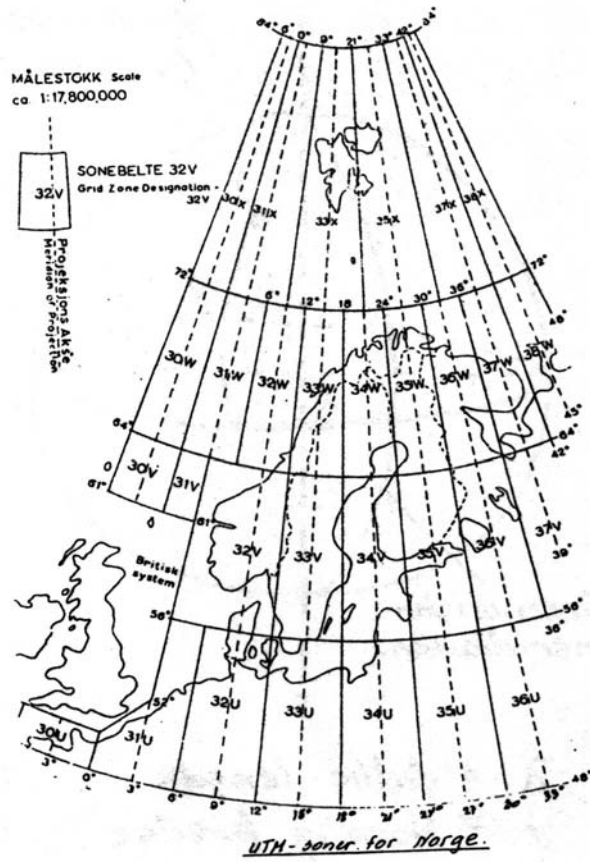
For å øke nøyaktigheten behandles bare en del av verden om gangen, slik ser det ut for N50:



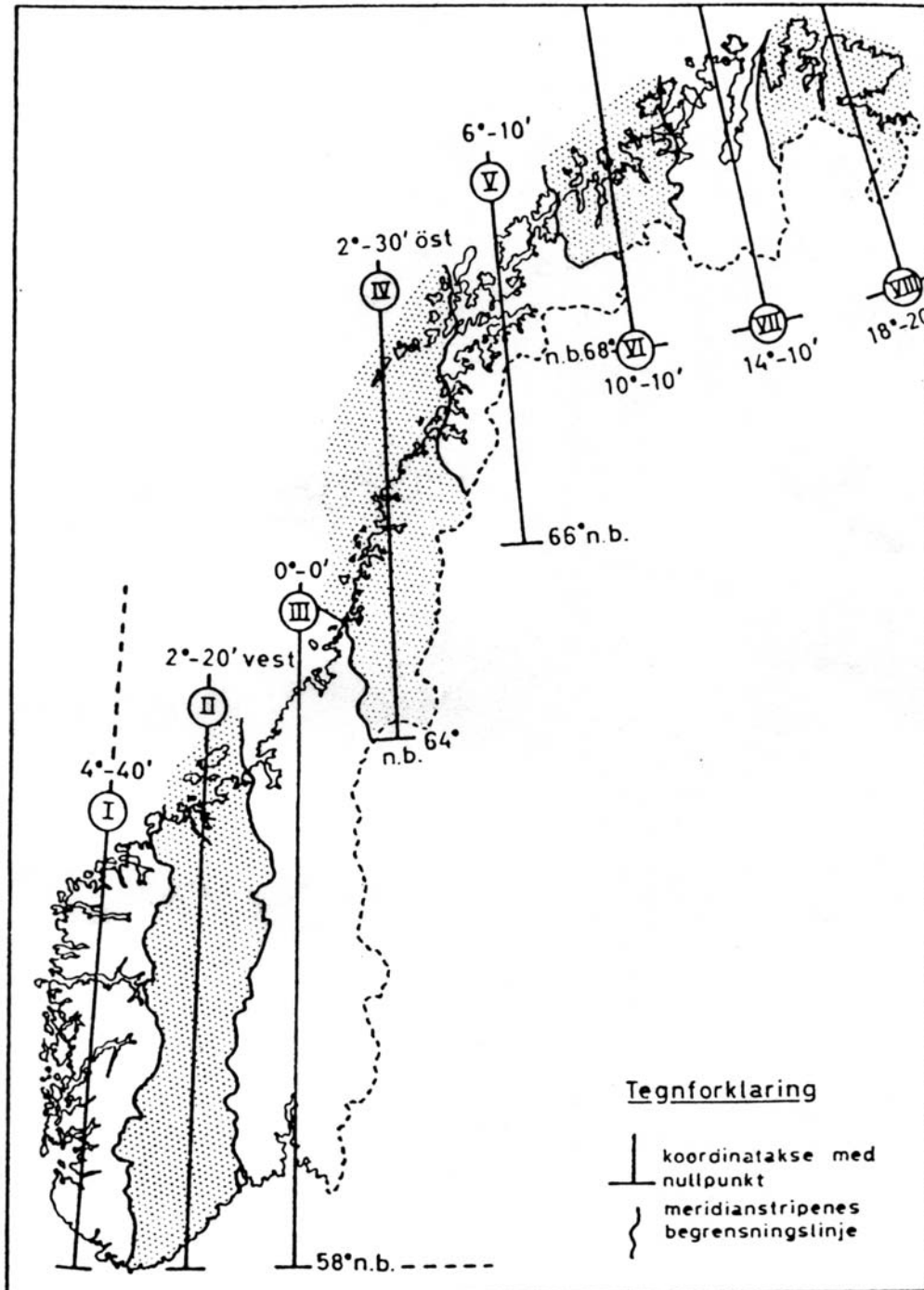
Sonene skulle fremgå av neste tegning:



Og enda mer detaljert:



Og for N5:



N5 blad med koordinater i akse I, begynner på A,
 N5 blad med koordinater i akse II, begynner på B,
 N5 blad med koordinater i akse III, begynner på C osv

7. Norske kartserier

7.1 N250

1:250 000. Foreligger i form av bilatlas og vegkart. Landsdekkende. Digital. UTM WGS (EUREF89.)

7.2 N50

1:50 000. Tidligere kjent som M711. Landsdekkende. Digital. UTM WGS (EUREF89), men har tidligere hatt ED50 (Europeisk Datum)

Gammelt	Nytt

Gammelt – ED50			
<p>EKVIDISTANSE 20 METER Tellekurver 100 m Mellomkurver 10 m Høgd i meter over gjennomsnitts sjønivå Djupn i meter under springfjære EUROPEISK DATUM KONFORM SYLINDERPROJEKSJON Tal i SVART for rutelinje i UTM sone 32</p>		<p>CONTOUR INTERVAL 20 METERS Index contours: 100 meters Supplementary contours: 10 meters Vertical Datum: Mean Sea Level Soundings in meters below Spring Low Water EUROPEAN DATUM TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION BLACK numbered lines indicate the UTM grid, zone 32</p>	
<p>SONEBELTE GRID ZONE DESIGNATION</p> <p>32V</p> <p>100 KM-RUTE 100.000 M SQUARE IDENTIFICATION</p> <p>NP</p>	<p>KARTREFERANSE 100 M-RUTE</p> <p>100-km rute (jfr. fig. til venstre)</p> <p>Første rutelinje til venstre for punktet. Avstand derifrå i tideler av ruta</p> <p>Første rutelinje under punktet. Avstand derifrå i tideler av ruta</p> <p>RUTETILVISING</p> <p>Det er 18" til neste punkt med lik tilvising. Referanse til SONEBELTE gjør tilvisinga fullstendig</p> <p>SMÅ rutetal gir full koordinat. Bruk bare STORE tal i tilvisinga</p>	<p>EKSEMPEL SAMPLE POINT:</p> <p>NP</p> <p>40</p> <p>2</p> <p>57</p> <p>4</p> <p>NP402574</p> <p>32VNP402574</p> <p>6847000</p>	<p>TO GIVE A STANDARD REFERENCE ON THIS SHEET TO NEAREST 100 METERS</p> <p>Read letters identifying 100.000 meter square in which the point lies</p> <p>Locate first VERTICAL grid line to LEFT of point and read LARGE figures labelling the line either in the top or bottom margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point</p> <p>Locate first HORIZONTAL grid line BELOW point and read LARGE figures labelling the line either in the left or right margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point</p> <p>SAMPLE REFERENCE</p> <p>If reporting beyond 18" in any direction, prefix Grid Zone Designation</p> <p>IGNORE the SMALLER figures of any grid number, these are for finding the full coordinates. Use ONLY the LARGER figures of the grid number</p>

Nytt - EUREF

EKVIDISTANSE 20 METER
 Tellekurver 100 m
 Mellomkurver 10 m
 Høyde i meter over gjennomsnitts sjønivå
 Dybde i meter under springfjære
GEODETISK DATUM: WGS84
KONFORM SYLINDERPROJEKSJON
 UTM rutenett i blått refererer til WGS84
 Tall i BLÅTT for rutelinje i UTM sone 32

CONTOUR INTERVAL 20 METERS
 Index contours: 100 meters
 Supplementary contours: 10 meters
 Vertical Datum: Mean Sea Level (Heights in meters)
 Soundings in meters below Spring Low Water
GEODETIC DATUM: WORLD GEODETIC SYSTEM (WGS84)
TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
 Blue UTM grid refer to WGS84
 BLUE numbered lines indicate the UTM grid, zone 32

SONEBELTE GRID ZONE DESIGNATION	KARTREFERANSE 100 M-RUTE	EKSEMPEL: SAMPLE POINT:	▲ 1502	TO GIVE A STANDARD REFERENCE ON THIS SHEET TO NEAREST 100 METERS
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">32V</div> <p style="text-align: center; font-size: small;">100 KM-RUTE 100,000 M SQ. IDENTIFICATION</p>	<p>100 km-rute (R. fig. til venstre)</p> <p>Første rutelinje til venstre for punktet. Avstand derfra i tideler av ruta</p>	NP	5	<p>Read letters identifying 100,000 meter square in which the point lies.</p> <p>Locate first VERTICAL grid line to LEFT of point and read LARGE figures labeling the line either in the top or bottom margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 50px; margin: 0 auto;">NP</div>	<p>Første rutelinje under punktet. Avstand derfra i tideler av ruta</p>	N445523	3	<p>Locate first HORIZONTAL grid line BELOW point and read LARGE figures labeling the line either in the left or right margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point</p>
	<p>RUTETILVISING Det er 10" til neste punkt med lik tilvising. Referanse til SONEBELTE gjør tilvisinga fullstendig</p>	32V1445523		<p>SAMPLE REFERENCE If reporting beyond 10" in any direction, prefix Grid Zone Designation.</p>
	<p>SMÅ rutestall gir full koordinat. Bruk bare STORE tall i tilvisinga</p>	6147000		<p>IGNORE the SMALLER figures of any grid number; these are for finding the full coordinates. Use ONLY the LARGER figures of the grid number</p>

På nye kart finnes denne teksten i høyre hjørne:

CO-ORDINATE CONVERSION WGS84 TO ED50

$$E_{ED} = E_{WGS} + 81 \text{ m} \quad N_{WGS} = N_{WGS} + 207 \text{ m}$$

$$\text{Long}_{ED} = \text{Long}_{WGS} + 5,40' \quad \text{Lat}_{ED} = \text{Lat}_{WGS} + 1,36'$$

Dette er omregningsformler mellom systemene.
 På helt nye kart kan det forekomme betegnelsen EUR i stedet for WGS.

7.3 N5

Økonomisk kartverk. 1:5000/10000. Dekker alle områder med økonomisk interesser. Delvis digitalt.

NGO48 koordinater. UTM – EUREF89 er på vei inn også for denne kartserien. Dette vil medføre en helt ny bladinndeling og nye bladnavn.

8. Kompasset.

Det er nødvendig å si litt om kompasset også. Kompasset kan være delt inn i 360° (grader), 400^g (gon) eller kanskje $6400'$ (streker)..

360° - seksadesimale grader, er den gamle klassiske inndelingen, med $60'$ i graden og $60''$ i graden. Tungvint å addere og trekke fra. Derfor forekommer også dette systemet av og til med desimale grader.

400^g er det vi kaller gon (desimale grader?, med $100'$ i graden og $100''$ i minuttet. Lett å addere og trekke fra.

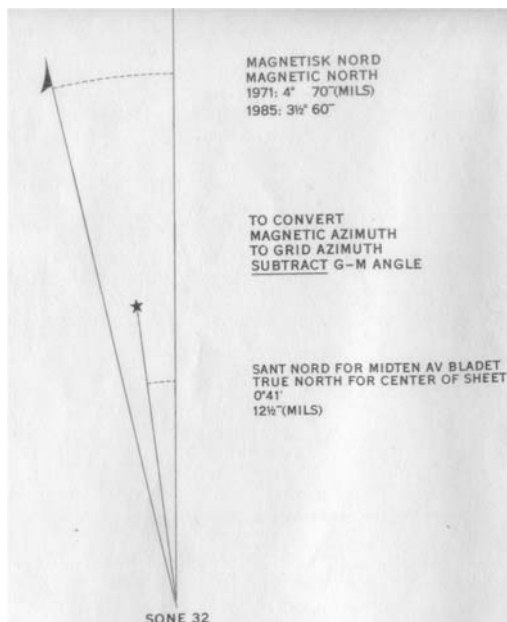
$6400'$ er forsvarrets system med enheten streker. Det tidligere avvikende inndeling i forskjellige land, 6000 , 6200 og 6400 streker. Vet ikke om disse i det hele tatt er i bruk i forsvaret lenger, men de kan finnes på enkelte kompass.

Det du trenger er altså et kompass med 360° inndeling.

En rask sjekk i Lillehammer ga som resultat at elektroniske kompass som armbåndsurs koster fra 1800 kr og oppover.

8.1 Misvisning

Denne finnes på alle N50 kart.



9. GPS-systemer

9.1 NAVSTAR

NAVSTAR	NAV igation S ystem T ime A nd R ange
----------------	--

Eies av det amerikanske forsvarsdepartementet. Det er gratis å bruke, men kan lukkes når for kortere eller lengre tid når eieren finner det nødvendig.

9.2 GLONASS

GLONASS	GL obal O rbiting NA avigation S atellite S ystem
----------------	--

Er russernes svar på NAVSTAR. Kodene derfra var hemmelige, men ble knekket av et engelsk universitet i slutten av 1980-tallet.

Glonass er nå åpent for kommersiell bruk.

Det finnes profesjonelle mottakere som håndterer begge systemer, meg bekjent er det ikke håndholdte mottaker for GLONASS.

9.3 GALILEO

I mars 2002 vedtok EU at det skal etableres et europeisk system med navigasjonssatellitter. Navnet skal være **Galileo**.

Den første prøvesatellitten ble skutt opp i jula 2005.

Så i fremtiden får vi kanskje håndholdte mottakere som baserer seg på Galileo-satellitter (eller Galileo og Navstar)-

Det blir i hovedsak NAVSTAR vi skal snakke om her.

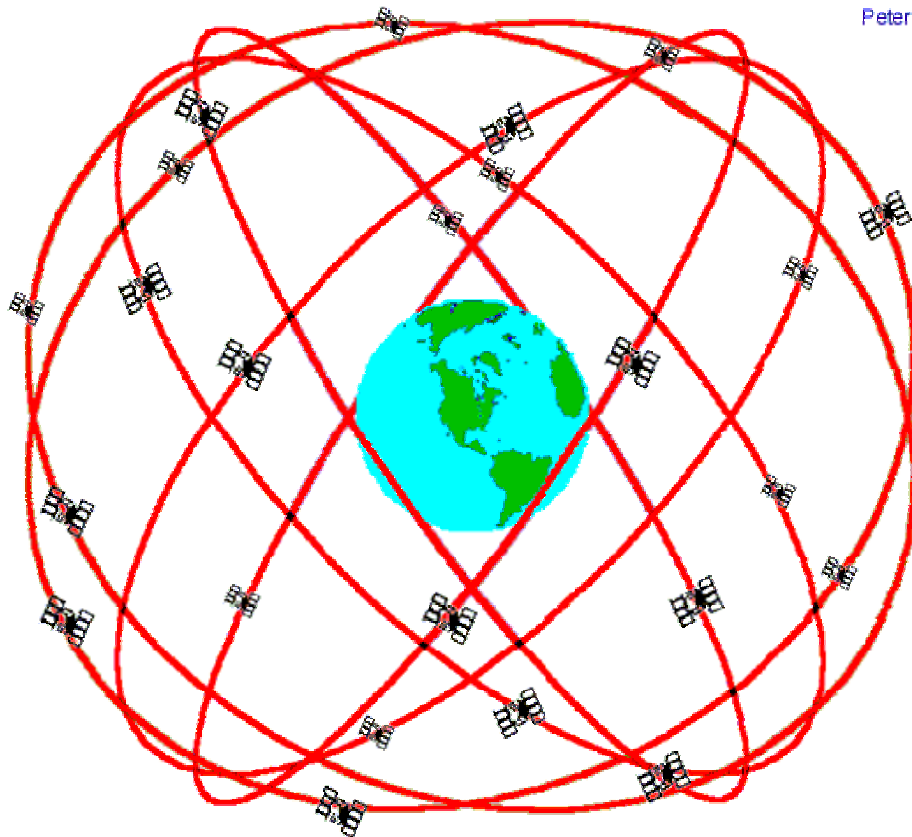
Systemet blir delt inn i tre deler.

10. Oppbyggingen av NAVSTAR

10.1 GPS romsegmentet

21 aktive satellitter og 3 aktive reserver.

Satellitter og baneplan:



Peter H. Dana 9/22/98

GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination

På grunnlag av dataene ovenfor skulle det gi en hastighet i banen på omlag **13 km/sekund**.

Satellitten har vært av to forskjellige konstruksjoner:

Block 1 satellitt:

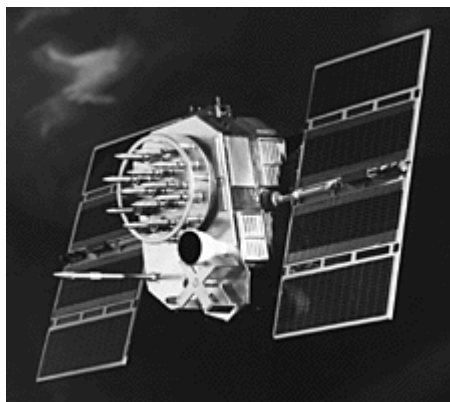


BLOCK I SATELLITES

SVN	PRN	LAUNCH DATE	US SPACE** COMMAND
*01	04	22 FEB 78	10684
*02	07	13 MAY 78	10893
*03	06	06 OCT 78	11054
*04	08	10 DEC 78	11141
*05	05	09 FEB 80	11690
*06	09	26 APR 80	11783
*07			NONE
*08	11	14 JUL 83	14189
*09	13	13 JUN 84	15039
*10	12	08 SEP 84	15271
*11	03	09 OCT 85	16129

Ingen av satellittene i Block 1 er lenger i tjeneste.

Block 2 satellitt:



BLOCK II SATELLITES

LAUNCH ORDER	PRN	SVN	LAUNCH DATE	FREQ STD	PLANE	US SPACE COMMAND **
*II-1		14	14 FEB 89			19802
II-2	02	13	10 JUN 89	Cs	B3	20061
*II-3		16	18 AUG 89			20185
*II-4		19	21 OCT 89			20302

Fra kule til kart til GPS

II-5	17	17	11 DEC 89	Rb	D3	20361
*II-6		18	24 JAN 90			20452
*II-7		20	26 MAR 90			20533
II-8	21	21	02 AUG 90	Cs	E2	20724
II-9	15	15	01 OCT 90	Cs	D5	20830
IIA-10	23	23	26 NOV 90	Cs	E5	20959
IIA-11	24	24	04 JUL 91	Cs	D1	21552
IIA-12	25	25	23 FEB 92	Cs	A2	21890
*IIA-13		28	10 APR 92			21930
IIA-14	26	26	07 JUL 92	Rb	F2	22014
IIA-15	27	27	09 SEP 92	Cs	A4	22108
IIA-16	01	32	22 NOV 92	Cs	F4	22231
IIA-17	29	29	18 DEC 92	Rb	F5	22275
IIA-18	22	22	03 FEB 93	Rb	B1	22446
IIA-19	31	31	30 MAR 93	Cs	C3	22581
IIA-20	07	37	13 MAY 93	Rb	C4	22657
IIA-21	09	39	26 JUN 93	Cs	A1	22700
IIA-22	05	35	30 AUG 93	Cs	B4	22779
IIA-23	04	34	26 OCT 93	Rb	D4	22877
IIA-24	06	36	10 MAR 94	Cs	C1	23027
IIA-25	03	33	28 MAR 96	Cs	C2	23833
IIA-26	10	40	16 JUL 96	Cs	E3	23953
IIA-27	30	30	12 SEP 96	Rb	B2	24320
IIA-28	08	38	06 NOV 97	Rb	A3	25030
***IIR-1		42	17 JAN 97			
IIR-2	13	43	23 JUL 97	Rb	F3	24876
IIR-3	11	46	07 OCT 99	Rb	D2	25933
IIR-4	20	51	11 MAY 00	Rb	E1	26360
IIR-5	28	44	16 JUL 00	Rb	B5	26407
IIR-6	14	41	10 NOV 00	Rb	F1	26605
IIR-7	18	54	30 JAN 01	Rb	E4	26690

* Satellite is no longer in service.

** US SPACE COMMAND, previously known as the NORAD object number; also referred to as the NASA Catalog number. Assigned at successful launch.

*** Unsuccessful launch.

UTDRAG

HISTORY OF BLOCK II/IIA/IIR SATELLITES AND STATUS

```

=====
40  10  Launched 16 JUL 96; Set usable 15 AUG 96; Operates on Cs std
      Unusable 28 Nov 96 2018 UT to 01 Dec 96 2325 UT due to
      change in operational frequency standard from Rb to Cs.
41  14  Launched 10 NOV 00; Set usable 10 Dec 00; Operates on Rb std
43  13  Launched 23 JUL 97; Set usable 31 Jan 98; Operates on Rb std
44  28  Launched 16 JUL 00; Set usable 17 Aug 00; Operates on Rb std
46  11  Launched 07 OCT 99; Set usable 03 Jan 00; Operates on Rb std
51  20  Launched 11 MAY 00; Set usable 01 Jun 00; Operates on Rb std
54  18  Launched 30 JAN 01; Set usable 15 Feb 01; Operates on Rb std

```

10.2 GPS bakkesegmentet

Dette segmentet består av bakkestasjoner som kontrollerer satellittene og deres baner. Stasjonene er vist på kartet under.



10.3 GPS brukersegment

Det er oss og mottakerne våre:



Bildet over viser to mottakere av klassisk modell.

En annen mulighet er dukket opp det siste året (2004/05).

Har du en mobiltelefon med operativsystem som for en PDA (for eksempel SONY Ericsson 900) kan du kjøpe en strippet GPS mottaker og koble til (pris 800 kr og oppover).

Software kan lastes ned fra nettet for testformål eller kjøpes forholdsvis rimelig. Se for eksempel <http://www.nhgps.com>

Jeg har bare sett opplegget i bruk, ikke prøvd det sjøl. En fordel er i hvert fall klar, softwaren jeg så kunne ta inn kart bilder i vanlige formater , bl.a. jpg. Dette frigjør en fra kart i leverandørenes proprietære formater.

11. Satellittene. Hva sender de ut?

Følgende signaler med tilhørende frekvenser sendes ut:

L1 CARRIER 1575.42 MHz



C/A CODE 1.023MHz



NAV/SYSTEM DATA 50 Hz



P-CODE 10.23 MHz



L2 CARRIER 1227.6 MHz

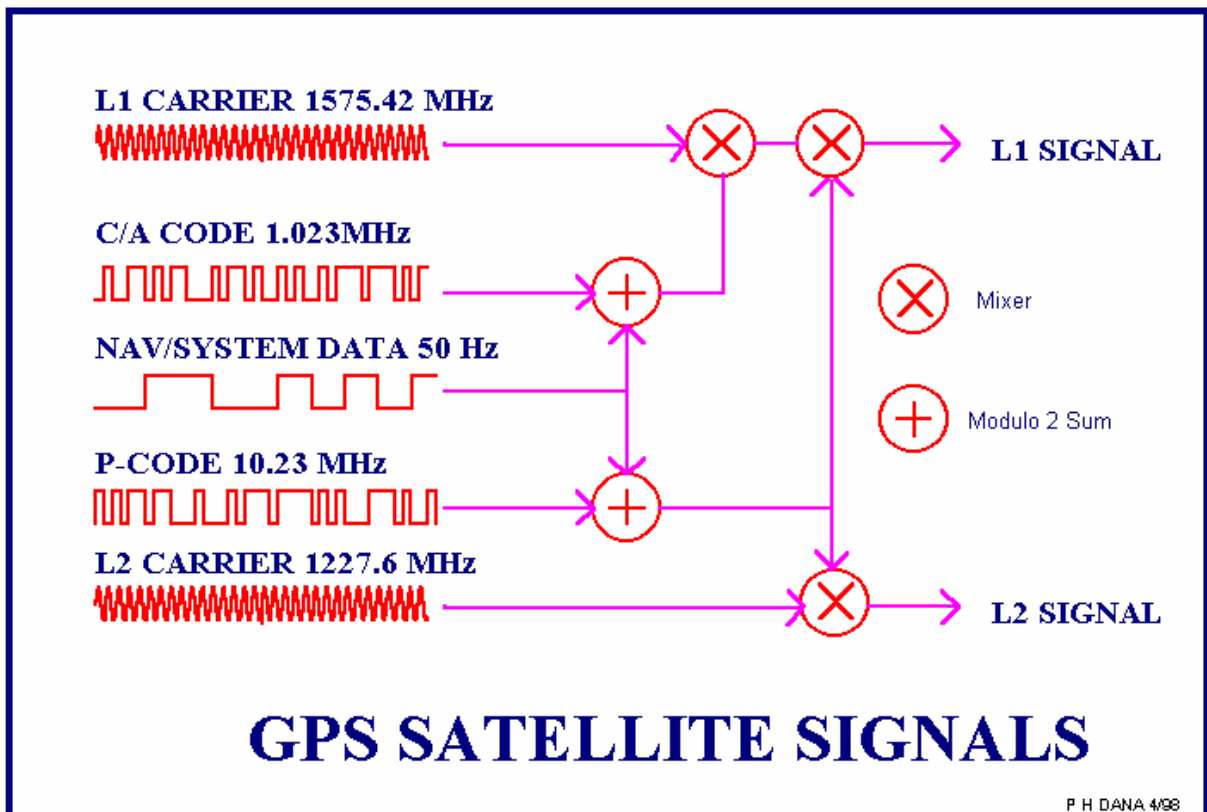


Som en tommelfingerregel kan vi måle fasen med en nøyaktighet på 1% av bølgelengden.

	Frekvens	Bølgelengde	1% av bølgelengden
L1	1575.42 MHz	19.05 cm	1.9 mm
L2	1227.60 MHz	24.45 cm	2.4 mm
P-code	10.23 MHz	29.31 m	0.29 m
C/A code	1.023 MHz	293.1 m	2.91 m

For spesielt interesserte tas med en figur som viser hvilken signaler som er tilgjengelige hvor.

Nav/Systemdata er det som ofte kalles efemeride data.



12. Håndholdte og profesjonelle mottakere.

Håndholdte mottakere bruker bare C/A koden. Profesjonelle mottaker bruker alle kodene.

Håndholdte mottagere bruker tida til å beregne posisjonen.

Profesjonelle brukes antall hele bølger pluss delbølgen(fasen):

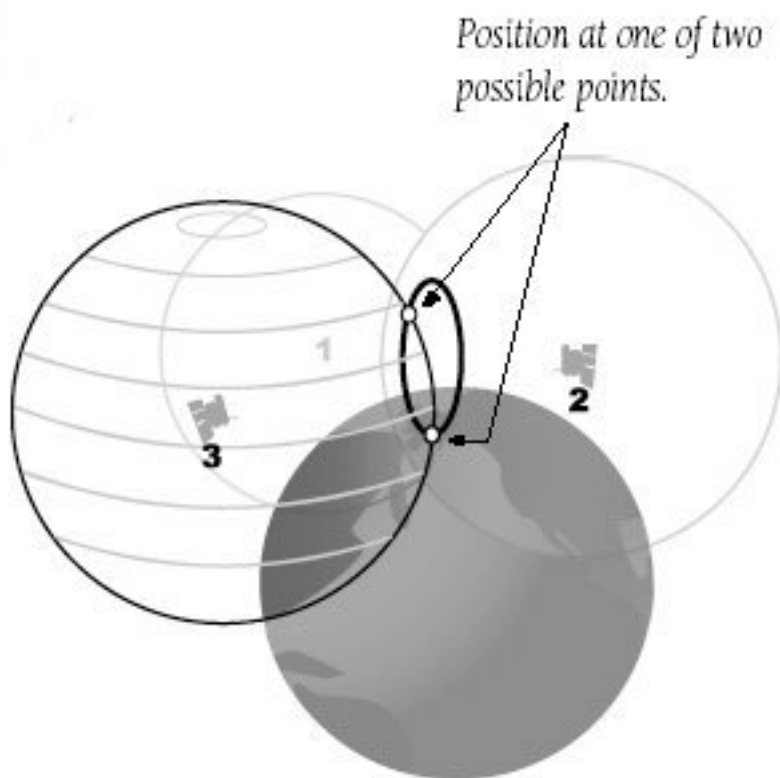
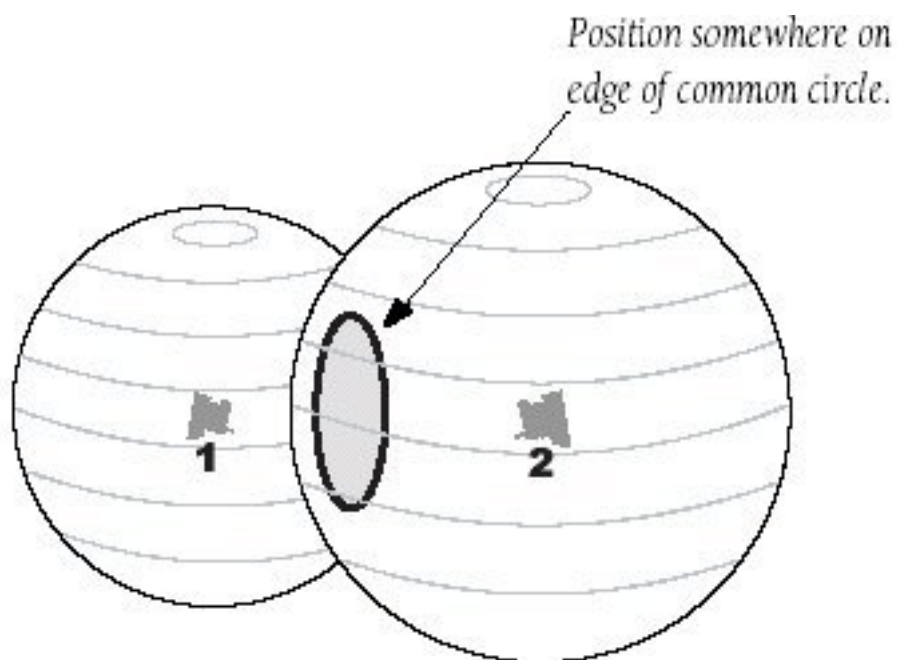
Avstanden = $N \cdot \text{bølgelengden} + \text{fasen}$, finessen her er å finne heltallet N .

13. Hvordan foregår beregningen av posisjonen ?

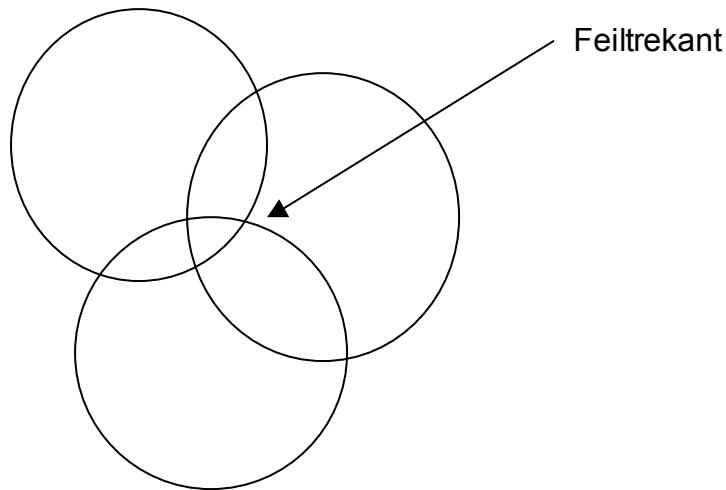
Håndholdte mottaker beregner ut fra tid og hastighet.

Avstand = tid * lysets hastighet (radiobølgens hastighet)

Med en satellitt vil dette representere et sirkelformet "spor" på jorda(ellipsoiden)



Med tre satellitter ser det slik ut:



Så beregnes det mest sannsynlige punkt innenfor feiltrekanten.

Til nå har det blitt beregnet i forhold til ellipsoiden, så følger en overgangsberegning til plant koordinatsystem.

14. Sanntidsmåling

Svaret kommer mens du måler. Den håndholdte mottakeren måler og beregner i sanntid.

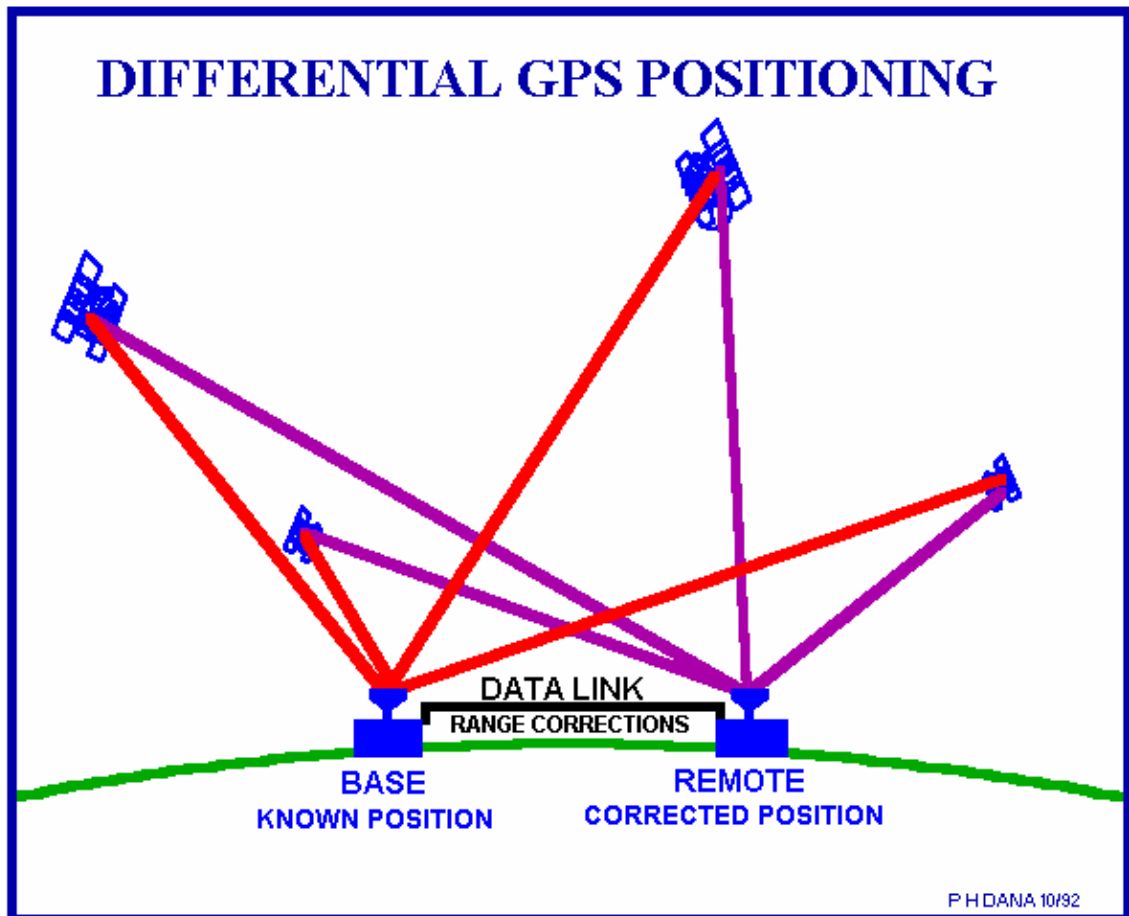
Vil man ha høy nøyaktighet må differensiell GPS brukes.

15. Etterprosessering.

Eksakte banedata og klokke data for satellittene er bare tilgjengelige i ettertid.

Det er ingen små håndholdte mottakere som lagrer noe data om måletidspunktet tillater etterprosessering kan finne sted.

16. Differensiell GPS.



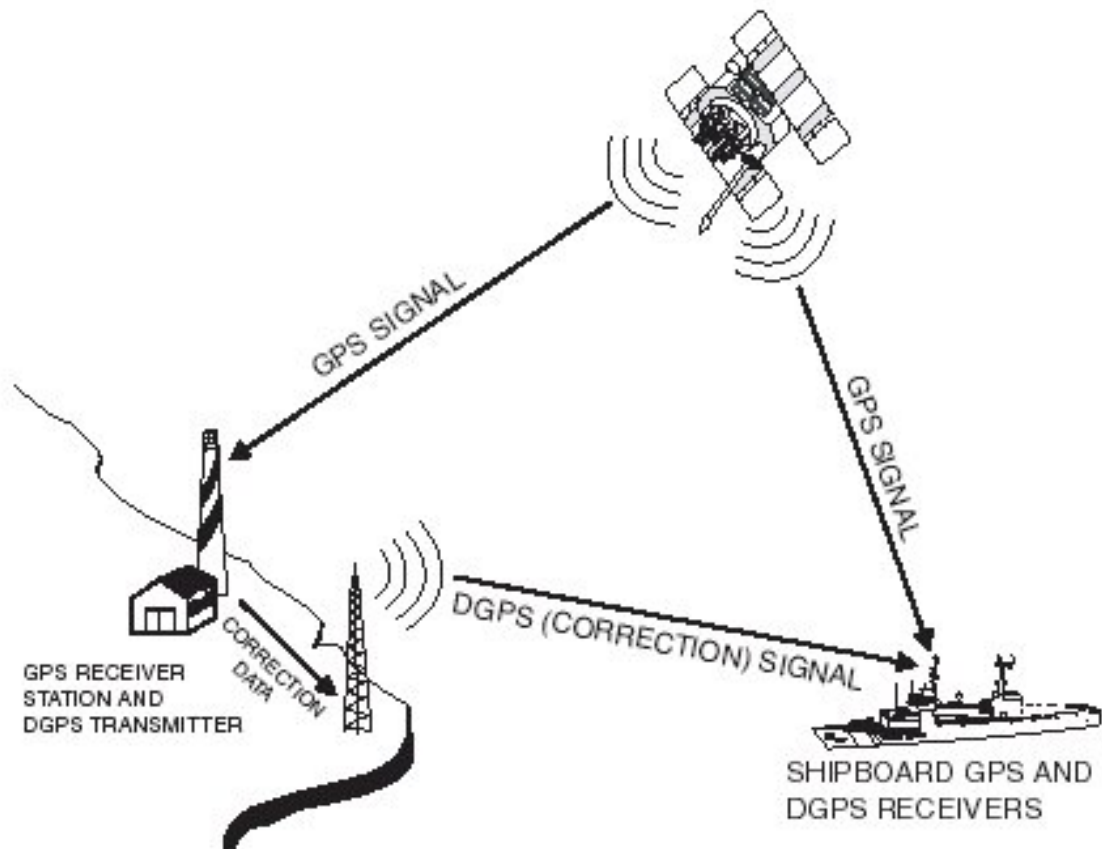
Kjente data er understreket.

Riktig posisjon base = beregnet posisjon base + feilen

Riktig posisjon remote = beregnet posisjon remote + feilen

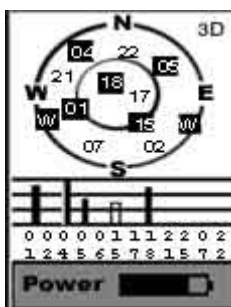
Figuren ovenfor forutsetter at målelaget har to mottaker.

Neste figur viser DGPS kombinert med sanntid korreksjonssystem. Målelaget trenger bare en mottaker (i skipet).



17. Sanntid for oss småbrukere

Det er satellittsystemer på veg som skal gi korreksjoner til oss småbruker. Vi skal med disse kunne få en nøyaktighet på 3 til 5 meter. (WAAS lover 3, EGNOS 5). Det finnes små mottakere som er klargjort for WAAS og EGNOS til salgs i Norge allerede.



Skjermbildet fra en slik mottaker kan se slik ut, korreksjonssatellitten merke med W.

Noe å tenke på neste gang du skal kjøpe mottaker.

17.1 WAAS

Wide Area Augmentation Service,

leverer dat for USA og Canada.

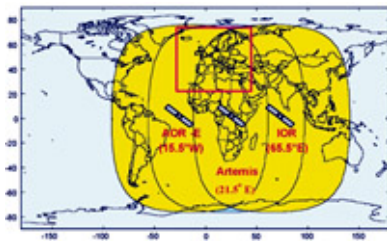
Prøvedrift pågår, full drift i enkelte deler av USA

17.2 EGNOS

European Geostation Navigation Overlay Service.

Satt i gang av Tripartiate Group bestående av European Space Agency, EU og Eurocontrol (organisasjonen ansvarlig for flysikkerhet i Europa)..

Prøvedrift foregår – skal være operativt i 2004.



Ovalene viser satellittenes dekningsområde.

Firkanten viser området der korreksjonen vil være gyldige.

17.3 MSAS

MSAT Satellite–Based Augmentation System.

Lignende system som dekker Japan.

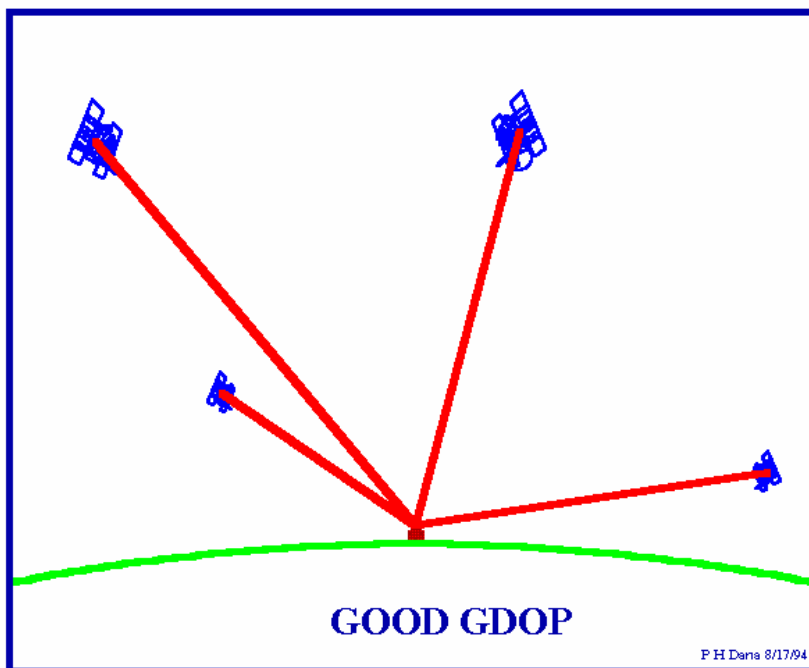
18. Nøyaktighetsmål.

DOP-er = Dilution Of Precision

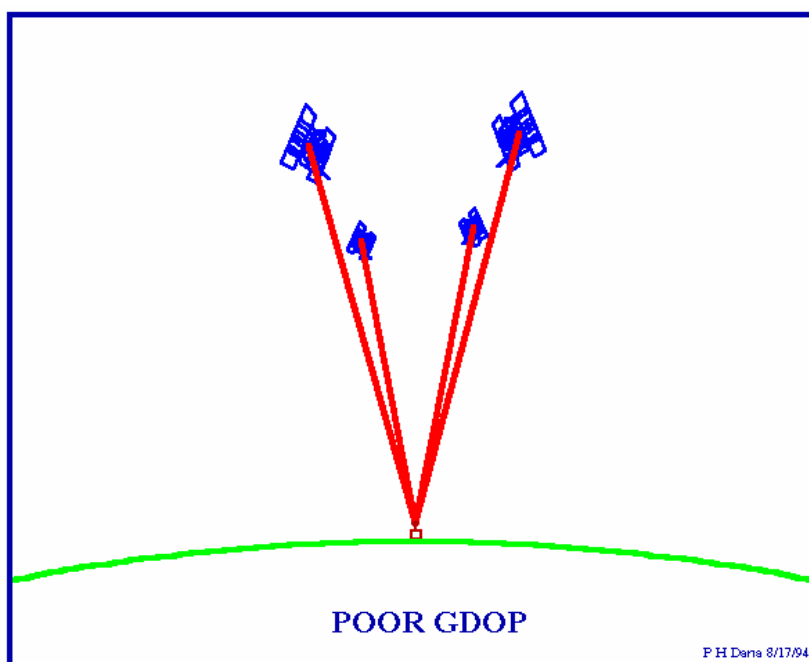
Den mest brukte er GDOP, Geometrical Dillution Of Precision.

Det kan vises matematisk at best GDOP foreligger når volumet på legemet beskrevet at de fire satellittene som brukes er størst mulig.

God GDOP er vist nedenfor.



Og her kommer et eksempel på dårlig GDOP:



19. Feilkilder:

19.1 I satellittene

Klokkefeil – 1/1000 sekund er 13 m i satellittbanen, omtrent det samme som den forventede feilen i den håndholdte mottakeren.

Banefeil – satellitten følger ikke den banen som er beregnet.

19.2 I mottakeren

Klokkefeil- klokka i mottakeren er dårligere enn de i satellittene, i tillegg kan den naturligvis gå feil.

19.3 I atmosfæren



19.4 Hos brukeren

Brukerfeil – vil vanligvis være feil innstilling av parametre i mottakeren.

20. Hva må jeg stille inn riktig på mottakeren min?

- Datum
- Koordinatsystem
- I noen: Tidsforskjell fra UTC (Universal Time CO-ordinated) og sommertidskorreksjoner.

21. Hva mottakerne gjør, slå på din....

- Gir satellittinformasjon
- Lagrer en posisjon
- Henter en posisjon
- Finner veien til en posisjon
- Finner veien ved hjelp av ei rute (waypoints)
- Satellittklokka - det beste tidssignalet du har

22. Nettsider om GPS

22.1 Generelle

Tre bra sider med gode oversikter til andre GPS ressurser på nettet:

<http://www.hom.net/~mark/gps.html>
<http://joe.mehaffey.com/>
<http://www.navtechgps.com/links.asp>
<http://www.gpsnuts.ca>
<http://gpsinformation.net/>

Peter Danas sider kommer ingen afficinado utenom:

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

I Norge har vi den kommersielle siden

<http://www.gps.no>

Med forskjellig stoff om håndholdt GPS, den har også en samling av filer med waypoints for en rekke områder i Norge. Link fra hovedsiden eller direkte

<http://www.gps.no/waypoint>

22.2 Mottaker-relaterte

Garmin i Norge:

<http://www.belanor.no>

Magellan i Norge:

<http://www.semitronic.no>

Nordic GPS:

<http://www.jegeroghund.no>

22.3 Geocaching

Geocaching er en sport som utviklet seg etter framveksten av håndholdte GPS-mottakere.

<http://www.geocaching.com>

<http://www.starte.no>

23. Programvare for GPS-data og kart

Vi skal se litt på et frittstående program som gjør det mulige å ta ut opplysninger fra mottakeren, kombinere disse med et kartbilde, redigere dataene fra mottakeren og laste disse dataene tilbake i mottakeren.

Det finnes en rekke program av denne typen. Jeg har sett på tre:

- GPS Track
- GPS Trackmaker.
- GPS Utility

Siden dette kurset ikke er basert på en type mottaker, har jeg sett bort fra software som bare laster ned fra en mottaker.

Det jeg synes er best – mest fordi det har de beste muligheter for innpassing av kartet – er GPS Utility. Jeg skal behandle det litt grundigere, men først litt om de to andre. Programmene.

23.1 GPS Track.

Programmet er fransk. Det har dårligere mulighet for innpass av kart. Den engelske versjonen er lite gjennomarbeidet – mye fransk henger igjen.

All installasjon foregår på fransk. Det har dog kobling til et annet program som kan lage 3D produkter og høydeprofiler.

Det er gratis. Men bruker du det mer enn 100 gange må du få et passord for å låse det opp for videre bruk.

GPS Track finnes på hjemmesiden <http://www.gpstrack.com>

23.2 GPS Trackmaker

Brasiliansk program. Hjemmeside <http://www.gpstm.com>

23.4 GPS Utility versjon 4.0.4

Fungerer for Garmin og Magellan mottakere.

GPS Utility kan laste data både til og fra til mottakeren. Du kan også laste ned ei rute, redigere denne og så laste den til mottakeren igjen.

Programmet kan lastes ned fra hjemmeside: <http://www.gpsu.co.uk>. Her finnes også en del hjelpeprogrammer.

Det du får lastet ned er freeware versjonen. Passord for å gjøre denne om til full versjon koster US\$ 40. Kan bestilles og betales med kort fra hjemmesiden. Da får du det du trenger på e-mail innen 48 timer.

Freeware versjonen har følgende begrensinger:

The freeware version of GPS Utility has the following limitations:

- 100 Waypoints
- 4 Routes + Active Route(00), each of 10 waypoints
- 500 Trackpoints
- 10 Track Summary entries
- 2 Data Set windows (+ 2 Map windows)
- 2000x2000 pixel Map window
- 2 Map Annotations
- Manually control of map parameters restricted

Registrert versjon klarer det følgende:

- 65000 Waypoints
- 50 Routes each of up to 1000 waypoints
- 65000 Trackpoints
- 1800 Track Summaries
- 200 Map Annotations
- Number of files in windows limited by the resources of your system
- 250 Symbols in the symbol set

The maximum bitmap image size is limited by the system resources available in your computer.

Note: Although GPS Utility can deal with files containing this number of Waypoints or Tracks, the number which can be uploaded into your Garmin receiver is much less than this.

Advarsler / Warnings

1. When using large numbers of Waypoints or Tracks, performance may be reduced.
2. The use of large bitmaps with large color depth may produce performance or system resource problems.

On start-up GPS Utility looks for a file 'GPSU.INI' which is usually found in the C:/WINDOWS directory.

This file is used to initialize the Option settings and the Datum Table.

You need to set up various settings in the GPS|Setup..., Options|General and Options|Data Set panels to suit your system and way of working:

- Interface (Garmin, Magellan or NMEA)
- Communication port number
- Transfer preferences
- Fonts used for display and printing
- Loadable Grids (choose the coordinate formats you intend to use)
- Time Zone
- Degree symbol

You may also wish to select the Datums that you intend to use.

- Open a New window and then select View|Datums. Use the Add button to obtain a full list of datums. Select a datum that you will want to use and click on the '<' button. Repeat for any other datums you may want to transfer to the available datums list. Click on OK to exit the datum dialogue.

If the Options|Save on Exit menu item is checked then your option settings and selected datums will be saved whenever you exit GPS Utility.

To save the option settings immediately use Options|Save.

For more information see Saving Option settings.

Note: One or two option settings, such as the date format may be modified by opening a data file which contains a 'Settings' line.

Limitations / Begrensninger

The following limitations and known problems exist with GPS Utility:

1. UPS (Universal Polar Stereographic) projection is not supported in a number of the tools (Filter, Sort and Mapping). The use of coordinates north of N84 degrees or south of S80 may cause problems.
2. The Filter and Sort tools do not support the British Grid in the major squares (A,E,F,K,L,P,Q,U,V and Z). These are the extreme westerly and easterly squares and well outside the British Islands.
3. This version of GPS Utility does not support "wrap around" from W180 degrees to E180 degrees. Use of GPS Utility with coordinates on both sides of this meridian will cause problems with the Filter, Sort and Mapping tools.
4. Dates which have a 2 digit year are assumed to be in the range 1980-2079.
5. Bitmaps which contain only Greyscale colors cause a problem for GPS Utility in that the colour palette does not contain the colors needed by GPS Utility to draw

waypoints, tracks and routes. To overcome this problem there is a workaround - see Preparing Bitmaps.

6. Great Circle (Lat/Long) Distances are calculated assuming the FAI sphere whilst Grid distances are calculated using a pythagorian triangle. - see Measuring Distances.

Removal of these Limitations.

It is hoped to remove some of these limitations in future releases of GPS Utility.

Ofte Stille Spørsmål / Frequently Asked Questions.

How do I test my communication port?

Do the following steps:

1. Check that you have the correct port number set up in GPS|Setup...
2. If you get a message saying 'Could not Connect ...' check that no other program is using the communication port. Check your Start up folder to see which other programs may be active and could have grabbed the port.
3. Set the Interface mode to NMEA and click OK.
4. Start the Interface Monitor from the GPS menu.
5. Do GPS|Connect and you should see "CONNECTED to NMEA interface".
6. Now set your GPS unit to transmit NMEA (if Magellan, then also make sure that it has a satellite view, is locked on and producing a position). You should now see incoming NMEA messages in the Interface Monitor. This tests that the basic connect and download wire are functioning correctly.
7. If you suspect that the upload wire is not working, then create a TEST waypoint in a New window. Remove the GPS unit from the cable and then connect a short piece of wire between the Data-Out and Data-In pins (check your manual for the pins). This will loop any outgoing signal back as an incoming signal. Do GPS|Upload Waypoints and you should see the upgoing waypoint begin returned e.g:
->\$GPWPL,0000.000,N,000000.000,E,TEST*5D
Finished with Comms.
<-\$GPWPL,0000.000,N,000000.000,E,TEST*5D
If this is successful then the cable and communications port would appear to be working. Remove the wire link and reconnect your GPS to the cable.
8. Do GPS|Disconnect and select the correct interface mode for your GPS receiver (Garmin or Magellan). Set your GPS receiver to the correct transfer mode (e.g. GARMIN or GRMN/GRMN). Do GPS|About and you should see a small panel with some information relating to your GPS model.
9. If you suspect GPS Utility does not fully support your GPS then please send a note to the author containing the information given by GPS|About. It would also help if you saved the connect sequence interface trace by doing SaveAs... in the Interface Monitor and attaching the trace file to the email.

How can I upload maps to my Garmin receiver?

It is not possible to upload scanned image maps to a Garmin receiver.

Garmin software can upload vector maps (i.e. those consisting of drawn lines). However, Garmin have not published the interface protocol for uploading vector maps and so this function is not supported in GPS Utility.

The best you can do with GPS Utility is to create tracks which can be used as 'pseudo maps'. You can do this by digitising tracks using scanned maps - see the Help topics 'mapping' and 'digitising'. The maps are a bit crude, but it does work for some purposes.

Can I use GPS Utility to delete waypoints in my GPS?

Sorry, it is not possible to delete individual waypoints in your GPS from a PC. The workaround is to download all the waypoints, delete those you do not need, clear all waypoints in your GPS receiver and then upload those that you want to keep.

What is Selective Availability?

Selective Availability (SA) is NO MORE!

As of midnight on the 1st May 2000, SA was discontinued under orders of the President Clinton. Selective Availability was the purposeful degradation of the GPS signal for civilian users. This took the form of a timing 'jitter' in the signals coming from the satellites giving a slightly erroneous position (up to 100m for 95% of the time). The military could decode the signal correctly and remove the jitter. Without SA the error is about 15m horizontally and 25m vertically for 95% of the time.

How do I get Step by Step maps with MapBlast?

You now need to be registered with MapBlast. See the right hand tab 'My MapBlast!'. Register and then select 'Preferences'. In the Drive settings, change the default for Show Step by Step Maps from NO to YES. Remember that on the Route Directions page you should select the 'MapBlast! Standard Directions' - not the Linedrive directions.

Why do the eTrex (and eMap) tracks show a timestamp of 31-DEC-1989

The eTrex records a timestamp for each trackpoint in the Active Log. However, when this is saved as a Stored Log, the timestamp is "stripped from a saved tracklog to reduce the amount of memory taken up" (according to Garmin). If you download a Stored Log, then the date is given as 31-DEC-1989 (GPS time zero). If you upload a track as an active log, then the timestamp is also set to the default value. Only an eTrex derived active track log contains valid time value.

Why do I not get the trackpoint creation time when I download tracks from my Magellan 315/320?

The original software as shipped with the Magellan 315/320 does not provide the trackpoint creation date and time in track download. GPSU defaults to the time at which the trackpoints were downloaded. Software version 3.12 (or later) obtainable from the Magellan website should fix this problem. You need to upgrade your 315/320 to the latest software version.

I cannot import the 'intermediate' waypoints from AutoRoute Express / Streets and Trips.

The intermediate waypoints displayed in AutoRoute Express or Streets and Trips are **NOT** exported in the file - they are obtained when needed from the CD data base which is encrypted. Therefore they cannot be imported into GPS Utility.

If you want intermediate route waypoints, then you need to define them as 'Stop' or 'Via' points first. These are exported and can be read by GPS Utility into a route.

If you also capture the AutoRoute Express/Streets and Trips screen image, then you can calibrate this map image using your Start and End points and then you can

quickly digitise the route as a track ready for upload to your GPS receiver. More information regarding this technique is available in Hints and Tips.

How does GPS Utility deal with altitude information?

Altitude can be referenced to any of:

1. The WGS84 ellipsoid (a mathematically defined surface which forms the basis for GPS position calculations)
2. A selected datum's ellipsoid (another mathematically defined surface - shifted with respect to the WGS84 ellipsoid, but usually defined to closely match the local surface of the Geoid for a geographic region).
3. A Geoid (a surface of equal gravitational potential - caused by density variations within the earth's crust)
4. Mean Sea Level (slightly different from the Geoid surface, because of permanent ocean currents, winds, temperature and salinity differences)

Data transmitted using the Garmin protocol is transmitted in WGS84 and GPS Utility assumes that the altitude is referenced to the WGS84 ellipsoid. If there is no altitude data in the message, then the value is taken to be zero. If you now display this data using some other datum, the altitude is referenced to that datum and you will see a value which represents the difference in height between the two datums (or ellipsoid surfaces).

Data transmitted using the Magellan or NMEA interface, is referenced to a user selected datum. GPS Utility ASSUMES that you have set the same datum as the GPS unit and displays the altitude as received over the interface without change. GPS Utility therefore displays the altitude as an 'ellipsoid' height. It does not have a 'geoid' height model which would account for local variations of the gravitational field. Mean Sea Level may differ from the the ellipsoid surface by a number of metres. Over a local area, this offset will be fairly constant.

You may like to read about the seven level headed scientists who can explain this much better.

My Epson Color Stylus 660 or 760 printer does not print anything

You probably have a bad printer driver. You need to go to the Epson web site and download a new driver.

Don't assume that you have the latest driver as the Epson site only lists V5.0 (dated Dec'99) but if you download this you will find the setup program refers to it as V5.24 (or later). So install this as per the instructions and hopefully this will fix the problem.

Track altitude was not saved in files generated by versions 1.40.3 and 3.40.3. How do I recover my data?

These versions, released 18th May 2000 and withdrawn 25th May 2000 contained a regression bug in that they did not save the track altitude information to file even

though the field header was written correctly. The files written can not be read back into GPS Utility in their present form.

Unfortunately the altitude information is lost, but you can recover the waypoint coordinates of your tracks by using a standard text editor to EITHER delete the 'Alt(m)' or 'Alt(ft)' from the Track Field Header lines 'F' OR by adding a column of '0' altitudes in the track data. For example: Either

```
F Latitude      Longitude      Date      Time      .....  
T N51°42.6104' W001°58.7630' 31/12/89 00:59:59 .....
```

OR

```
F Latitude      Longitude      Alt(m) Date      Time      .....  
T N51°42.6104' W001°58.7630'      0 31/12/89 00:59:59 .....
```

The order of the data needs to match the header line.

This problem is now fixed in versions 1.40.4 and 3.40.4.

A regression bug in versions 4.02.0/4.02.3 may have caused a small error in the northing value in UTM non-WGS84 datum files. How do I recover my data?

The bug in versions 4.02.0 to 4.02.3 caused a slight error in the northing value when you switched datums when in UTM coordinate format. Normally the source datum would have been WGS84.

To recover the data in the the dataset file please try the following steps:

1. Use the old version of GPSU (version 4.02.0 to version 4.02.3).
2. Open your file.
3. Open the file a second time (there may be a small difference in northing value between the 2 windows.)
4. In the second window switch the datum to the source datum (WGS84 or NAD83) and save the file.
5. Now upgrade to version 4.02.4 (or later), open the file and check that all is OK.

This procedure reverses the problem caused by the bug. The problem should be fixed in versions 4.02.4 (or later).

Vedlegg 1: 2-D vs. 3-D Fixes by Ed Weston

Most receivers calculate a horizontal position after they acquire three satellites.

To do this they must make presumptions on their altitude. Usually the last calculated altitude is used. If the altitude assumed by the receiver is in error, the accuracy of the horizontal position is impacted.

For example, if the receiver assumed mean sea level and it was at 10,000 feet, a horizontal error of more than a mile could result. On the other hand, if the assumed value is very accurate the horizontal error may be less than if four satellites are tracked.

I'm going to try to present a simplified description of the GPS position calculation procedure to help the reader understand why the above is true. If a receiver is tracking four satellites, it is able to make simultaneous pseudo-range measurements from each.

Each pseudo-range can be thought of as being equal to the range to the satellite plus the offset in the receiver's clock, scaled to distance units. Since the receiver can calculate the satellite's position from the Navigation Message, there are four unknowns in the pseudo-range equations: the three components of the receiver's position, and the offset in the receiver's clock.

To determine its location it then must solve the four equations for the four unknowns. The receiver uses suitable algorithms to perform this arithmetic

Note for the more mathematically inclined. You've noticed that the equations are non-linear which makes the task non-trivial. If a rough estimate of position is available a Taylor series expansion about the estimated position is generally used. The partial derivatives of the pseudo-range wrt to receiver position are equal to the satellite-to-receiver unit line of sight vector.]

If the receiver "knows" one of the three position components, then measurements from only three satellites are required to solve for the other two components and the receiver clock offset (3 equations and 3 unknowns). If, for example, the altitude is known perfectly, this is equivalent to tracking a satellite directly above (or below) the user, and having a perfect pseudo-range measurement to it.

since a real fourth satellite will never provide a perfect pseudo-range, the three-satellite solution will be better than the four-satellite solution (assuming similar geometry quality, i.e., PDOP). If on the other hand the assumed altitude is in error, then the two sides of the equations will be equal only if a compensating error is added to the horizontal position components and clock offset.

How does a receiver calculate its position if more than four satellites are tracked? Well, without getting into the mathematics it will be a little difficult to explain, but I'll try. This description will be conceptual, that is should not be taken literally. As was described above, with four satellites (and good geometry) the position (and necessarily the clock offset) can be calculated.

If a measurement from a fifth satellite is available, the receiver can calculate what the measurement should be (expected pseudo-range is range plus clock offset, based on the four satellite solution).

The difference between the actual pseudo-range and the selected pseudo-range indicates whether the fifth satellite “agrees” with the four-satellite position solution. That is, if the difference is zero the five-satellite solution is the same as the four-satellite solution. If it is non-zero, then the value is used to adjust the four satellite position (and clock offset) to produce the five satellite position.

How is the adjustment done? Well mathematically, linear algebra techniques are used to produce a least square solution. Conceptually think about it like this.

You guess a position (and clock) solution, then use it to calculate the five expected pseudo-range values as described above. You then square each of the pseudo-range differences (expected minus actual pseudo-range) and sum them up. This is a measure of the quality of the five-satellite solution. You try many different position solutions, calculating the quality measure for each.

The one with the smallest quality measure is your least squares five satellite position. A similar technique is used to calculate a least squares solution for more than five satellites.

Ed Weston is a GPS analyst and has worked on GPS for DOD (Department of Defence) since 1975.

Vedlegg 2 : Receiver Accuracy

GPS Receiver Accuracy by C.J. Hoare, GlobeStar Positioning Services Inc.

We've all spoken to GPS users who've told us of their wonderful receiver which is accurate to a metre. I must admit I've seen receivers of my own giving a position to about 1 metre by 1 metre - but how often does that happen, and how much can we rely on that kind of performance? The simple answer is not much; I'll endeavour to explain why below. Note that the numbers in brackets after various topics (such as 1.) refer to paragraphs where more detail is provided.

In simple terms, your receiver determines its position by being able to calculate its distance (called pseudorange, see 7. below) from several simultaneously observed satellites. It has to know where each satellite was when the measurement code signal was dispatched (from the broadcast ephemeris, see 1. below) and it has to be able to match its own clock to GPS time to know the time difference between the instant the signal started and the instant it was received. If the satellites are not quite where they say they are; if the transmitted signals are delayed; if the timing corrections are faulty; if your receiver has excessive measurement noise; or if the available satellites are in a poor configuration, the position your receiver displays can be tens of metres off - even today without SA (see 8. below). Accurate positioning using DGPS, RTK, or phase measurements (see 9. below) remove most of these errors to produce sub-metre to millimetre level fixes - but no single receiver can match this.

If you want to determine your position on a highway, at sea, or on the side of a mountain, a single autonomous fix is probably going to be adequate. Don't expect an autonomous position to be better than + or - 15 metres and you're being realistic. Don't be surprised if fixes on different days are 30 metres apart. If you want to map your cultivated field, or features in a community, then you need to advance to the more accurate GPS methods described in 9. below. If you want to find your way into a harbour in a fog or land an aircraft in zero-zero (see 10. below) then you need all the GPS enhancements you can get.

The FAA monitors the performance of the GPS and Glonass (Russian) systems in order to gauge the accuracy and reliability for civil aviation use. In the quarter ended on Dec 31st 2000 they found the average accuracy from their monitor stations was from 5 to 6 metres. (At one station 7.4 metres.) The maximum horizontal errors measured at the nine stations ranged from 16.8 to 22.1 metres. Now these were in fixed locations, the antennas were not moving past obstacles or under trees, so they were ideal figures, not the realistic ones the average user may expect. However, they give the repeatability (two readings at the same place but different times) as being accurate to between 2.147 and 2.678 metres no more than 95% of the time - so much for buddy, whose receiver is always accurate to a metre.

1. Errors from the satellites:

The accuracy of the orbit information broadcast by the satellites is not perfect. The satellites are all monitored by the US Air Force ground stations and their orbit parameters are calculated by a kind of reverse GPS program which compares their pseudoranges to the known tracking station locations. From this information a prediction of each satellite's future orbit parameters is produced and this predicted information fed to each satellite up to a day ahead of its broadcast. While this is probably more exact than stock market predictions, at the time your GPS receiver is tracking it a satellite could be either ahead or behind in its orbital track and the orbit could be a few metres away from prediction. The more satellites you're tracking, the better each one's individual errors will cancel (you hope) rather than compound.

Timing errors are important because it's the measurement of time displacement of the code signals which the receiver uses to calculate the pseudoranges. The system uses highly accurate atomic clocks on the ground and in the satellites to produce a precise system time. When it begins to track, your receiver uses the broadcast clock data to correct its own electronic time circuits to this standard but there are, inevitably, errors. Even a nanosecond multiplied by the speed of light is about 0.3 metres.

It's estimated that putting these errors together can produce a User Equivalent Range Error (UERE) of about 5 metres.

2. Errors on the way:

The satellite signals travel through the ionosphere and troposphere on the way to your receiver and both affect the speed at which the signals travel. Since these instantaneous effects cannot be measured they give an unknown time error in the measurement of the pseudorange proportional to the length of path. Internally the receivers have a modelling program which allows a theoretical correction for the altitude of the satellite.

Only dual frequency receivers, with the ability to compare the biases in both the transmitted satellite frequencies, allow the actual delays to be measured. No hand-held civilian GPS receiver can do this.

The ionospheric and tropospheric errors are least for satellites at zenith and greatest for satellites near the horizon - which is why good receivers allow the user to set elevation cut-off. The errors are especially bad near dawn and dusk when the ionospheric changes are greatest, and often receivers will report repeated loss of lock at these times. These errors can be as little as a metre or two, or up to 50 metres or more.

3. Errors in your hand:

We all understand the term receiver noise when it's applied to a communications radio - it gives us the crackles and pops which make it hard to make out what's being said. In a GPS receiver the noise translates into errors in range measurement. Not all receivers are equal, some are noisier than others. Manufacturer's published data are not going to give you a number on this, but experience with different units will let you know which receiver might be reading within 5 metres of true while another is 20 metres off.

What's going on inside the receiver can affect displayed accuracy as well.

When Selective Availability (SA, see 8. below) ended, I took a hand-held receiver to a known point and was pleased to see a reading within a metre or so in the WGS84 datum. When I switched to the NAD27 datum this same receiver was now about 15 metres out - purely as a result of a poor internal conversion. Not only that, but when I tried each of the different varieties of NAD27 offered (for Canada East, and West, and Alaska etc) they all gave the same number - which didn't give me a good feeling about the manufacturer.

This same receiver also displays time two seconds slow and their tech support says it cannot be corrected.

4. Errors on the horizon:

Since the position reported by the GPS receiver comes from measurements from a number of satellites, the configuration of these can result in either a strong or a weak position solution. This is called DOP, Dilution

of Precision - HDOP for horizontal, VDOP for vertical, PDOP for position, and so on. If the satellites being received are well spaced around the horizon and complemented by one overhead, the PDOP could be less than 2, and the position given will be accurate to twice the compounded UERE mentioned above. If there are only four or five satellites visible, and they are grouped in one segment of sky the PDOP can be in the tens or even hundreds, and the position reported totally unreliable. In mapping we generally discard positions produced with a PDOP higher than 7, depending on the mapping accuracy required.

Hand-held GPS receivers tend not to report PDOP, as the manufacturers would rather use their own reassuring numbering system for quality. Just take a look at the satellite positions reported on the appropriate screen and decide for yourself whether they're spread out enough to give a good fix.

5. Errors overhead:

It's easy to compare the reliability of a GPS receiver in the open with the same receiver under tree canopy. All sorts of things happen to the signals under tree canopy. Satellite signals can come and go, not only as the receiver and its antenna move but as the satellites move their positions in the sky. Since the accuracy of position depends upon the configuration of the satellite constellation, the loss of a satellite creating good geometry can mean a jump in reported position of many metres. GPS receivers, no matter how brainy in computation, are dumb in judgement. They cannot compare one position report with another and decide from the discrepancy that something is amiss - in fact there is no "carry-over" from one fix to the next, so there may be no relationship between them. It's this that has led the aviation community to require a system of integrity monitoring before GPS can be used in critical navigation situations, such as instrument landing. It's also the reason why a map produced with an autonomous GPS receiver can have large distortions - unless the area mapped is very large in comparison to the probable errors.

I have a pair of old hand-helds which allow position averaging, and can smooth the errors to some degree. I can also download data to a computer and weed out fixes that look suspicious, but it's not as productive as going to differential positioning (9. below) would be.

6. Multiplying errors:

Multipath, where the signals are split into two or more paths by reflection or refraction, can complicate the receiver resolving a good pseudorange. Signals can reflect off a metal building, a tree, or almost anything, and as well as causing a measurement error it can also cause something I've never seen described in the literature but which could be called bamboozling.

The positions reported by the early Magellan differential GPS I used would, when the receiver passed under some trees, suddenly zoom off into the sky at flying saucer speeds. For some reason the software had stopped taking the movement of the satellites into account and assumed the receiver was keeping pace at nearly 10,000 mph. Magellan were able to fix this when the information I sent back to them helped pin down the problem, but I once saw something like it in data from my older single frequency Ashtechs as well. I've also seen the plot screen of another receiver show a one city-block jump in mapping position part way into a small town. I suspect this was a result of the poorly matched external antenna that the manufacturer sold.

7. Pseudorange and satellite fixes:

A GPS receiver measures the time shift in the code signals by comparing the code at transmitted time with the code at receive time. Before this can be done the receiver needs to have been tracking four or more satellites long enough to have computed a time correction. This time shift is multiplied by the speed of light to derive an approximate distance (without accounting for possible transmission errors) called pseudorange from that satellite. Knowing the pseudorange from three or more satellites allows it to resolve a point on the earth's surface where these ranges intersect.

8. Selective Availability:

Although SA is gone, the issue of military security hasn't, and the Pentagon is developing methods whereby accurate GPS measurements can be denied to enemies in time of conflict. These would likely be in the form of service interference in conflict areas. What SA did was dither the satellite clock corrections to introduce an error of up to 100 metres horizontal (and 156m vertical) to the Standard Positioning Service (SPS) fixes.

Several SA methods were tried in the early to mid Nineties, some of which produced errors as much as 500 metres at times, and others which were less than random and would average out nicely if data was collected for long enough. Ironically, whenever the US military was engaged in conflict during the Nineties (the Gulf War and Grenada for example) the SA was actually switched off, because the US and its allies were making a greater use of the civil GPS service than was the enemy.

9. Differential and beyond:

With real-time DGPS and RTK (Real Time Kinematic) an operator with GPS can obtain an accurate fix within the working area in a matter of seconds. I was working this past winter with a company using RTK to map culture and mark survey line positions. I was delighted to find, when setting survey lines on the edges of some frozen lakes, that using the data to set a theodolite between any two of these points I could swing the instrument to any other fix hundreds of metres across the lake and find the survey stake square in the cross-hairs. The mapping operator would write the fix coordinates on the lath for our use and generally alter his day's schedule to come and run us some new points whenever we ran out. It was truly the realisation of a survey dream generations old.

Two methods of differential corrections are used - the simplest determines the present error at a known point and applies that correction to other roving receivers. The other method uses the measured satellite data to calculate not a position fix but a vector. Software compares the differences in measurements between antennas at two different sites to compute a distance and direction between them. When one location is known precisely the other can be fixed accurately provided they are close enough that the satellite signals are travelling through similar ionosphere and troposphere. When the measurement is carried out with the GPS SPS code data the level of accuracy is to a metre or so - or sub-metre with close-correlator type receivers. When using the carrier phase data the measurements are carried out on the high frequency carrier wave and can be as precise as a few millimetres, although good surveying techniques from the operators, and longer data collecting sessions are called for to attain this. Actually, the Navstar GPS system was never designed for these purposes, but the development people recognised the possibility early and wrote software to resolve a factor called Ambiguity in order to realise it.

The code measurements in GPS are resolved from a signal wavelength of 293 metres - the carrier measurements on a wavelength of 19cm. giving 1500 times the resolution. The problem was that - unlike the coded signals - the carrier carried no way of reading the number of whole wavelengths between the satellite and receiver. The solution of this unknown factor comes from a huge number of statistical estimates of ranges that only a computer can carry out in less than months of human effort - until a number is attained that answers to all the varying ranges in the survey session.

Many surveyors, trained in the old school where one always verified one's surveys by cross-checking and calculation, are still too suspicious of this mathematical sleight of hand to use GPS.

Differential GPS can be conducted in real time or post processed, the first depending on the reliability of radio communications and - sometimes - one's patience with the kind of UHF two-step that cell phone users hate.

Most hand-held GPS receivers will accept differential corrections by radio. Some services are offered world-wide from communications satellites, some area-wide by FM radio stations, and some can be set up by the users - the only variables are accuracy and cost. Two concerns are that the base (or virtual base) from which the corrections are derived should be no more than 10kms away for RTK and no more than 800 km for code differential, and also that the correction rate should allow the roving receiver to get a new correction packet every few seconds.

10. Integrity monitoring and On-the-Fly DGPS:

Where lives depend on the reliability of the GPS fix the system requires two enhancements. One is to upgrade the fix accuracy by one of the differential methods described in 9. above. Even the early experiments showed the excellent potential of On-the-Fly by fixing the track of a test aircraft to centimetre accuracy while it was on its final approach. The other enhancement must show the user monitoring information which assures him or her that the fixes are not degraded. Accurate surveying is always carried out between three or more points at once - two of them known. If the baseline between the known points goes off, then the unknown point fix is likely suspect. This procedure is used in various proposed blind landing systems to ensure the instantaneous corrections relayed to the aircraft are good. The system also monitors continuity between successive fixes for a smooth and believable track, which no simple GPS receiver can do. To see this problem demonstrated, watch a track plot as you travel under tree canopy and see the big jumps in your track every time the constellation changes due to trees blocking satellites.

11. References:

I've used - as well as personal experience - several references to check numbers used in this article. "Guide to GPS Positioning" by Canadian GPS Associates, "GPS Positioning Guide" from the Geodetic Survey of Canada, the FAA quarterly report for October-December 2000, an article in GPS World "The GPS Error Budget" March 1997 by Prof. Richard Langley, and a paper by Gourevitch, Qin, and Kuhl presented at ION 1992 called "Very Precise Differential GPS".

If there are still errors, they're all mine - I'm an oil-patch surveyor, not an electronics tech or a mathematician.

Christopher Hoare (published June 18, 2001)

Vedlegg 3 : Post SA GPS Accuracy Measurements

Introduction

On May 1, 2000 the intentional degradation of GPS signals (called SA) was terminated. With this change a GPS without a DGPS unit attached became almost as accurate as a GPS with a DGPS attached. What follows is the result of 2 separate 24 hour tests, one with DGPS and one without.

Test setup

The tests were both done using a Garmin 12xl GPS (sw. version 3.53) outputting NMEA data which was logged to an attached NetBSD computer. The GPS antenna was a roof-mounted Trimble/Lowe antenna with 15 meters (50 ft.) of RG58A/U connecting the antenna to the GPS.

For the second test a Garmin GBR-21 DGPS radio tuned to the Point Blunt, CA Coast Guard station was used to provide the DGPS corrections. The Coast Guard station was located a mere 53 km (33 miles) away and provided the faster (thus lower delay) 200 baud corrections.

Plain GPS

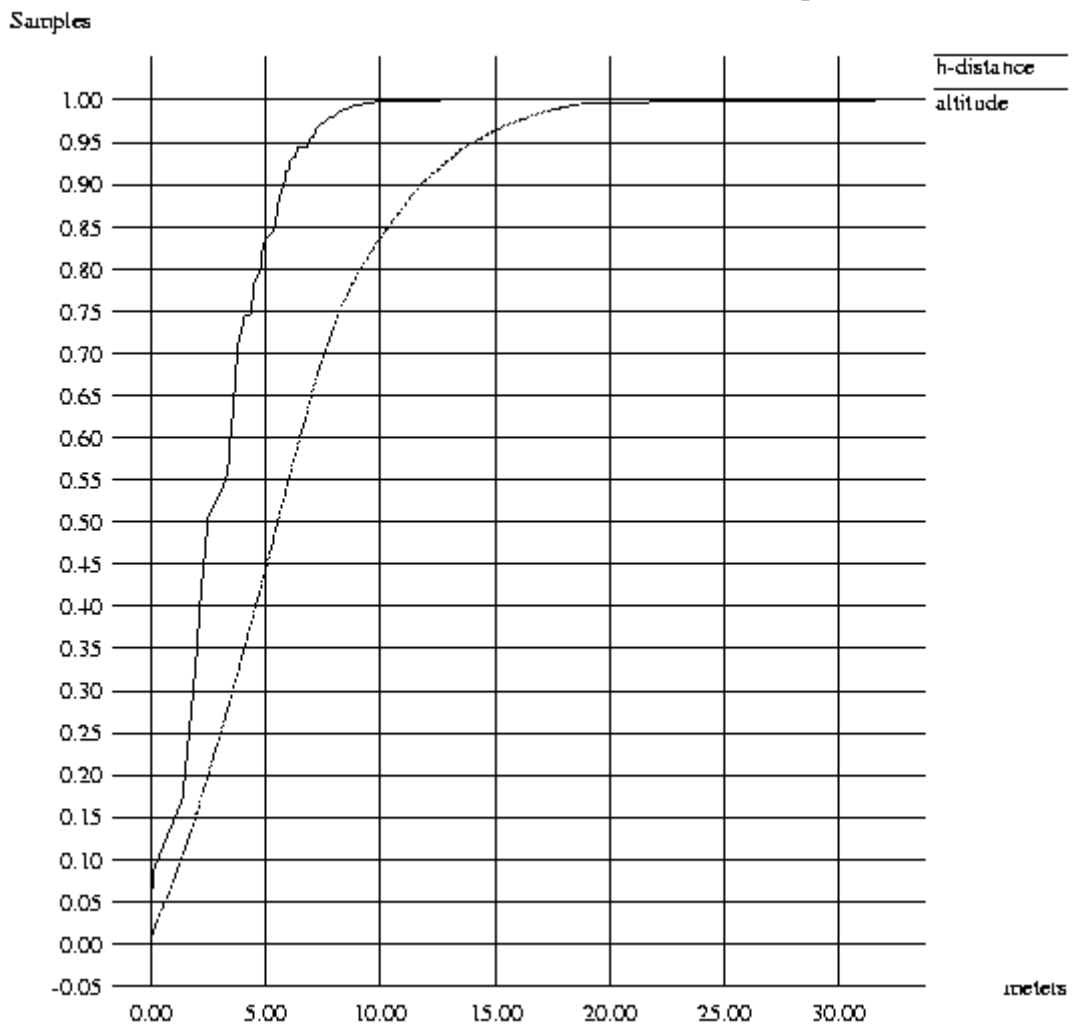
Lat/Lon	
samples:	43478 (24.2 hrs)
ave lat:	37.55 degrees
ave lon:	-121.94 degrees
ave alt:	39.474 meters
50.00% confidence:	2.5 meters
68.27% confidence:	3.8 meters
95.45% confidence:	7.0 meters
99.73% confidence:	9.8 meters

Alt	
50.00% confidence:	5.6 meters
68.27% confidence:	7.4 meters
95.45% confidence:	14.4 meters
99.73% confidence:	21.3 meters

What this means is that a user taking a single non-DGPS correction can expect the reading to fall within 2.5 meters of the correct position 50% of the time. Similarly the reading should fall within 7 meters of the correct position 95% of the time.

The noise level recorded by this test is so low that one should be suspicious that the receiver firmware is pulling a fast one on us. The receiver is probably detecting that it is stationary and using that information to filter the heck out of the lat/lon/alt numbers. I would not expect to get this sort of an accuracy out of a non-stationary test.

Garmin 12xl w. Lowe Ant. 43478 Samples

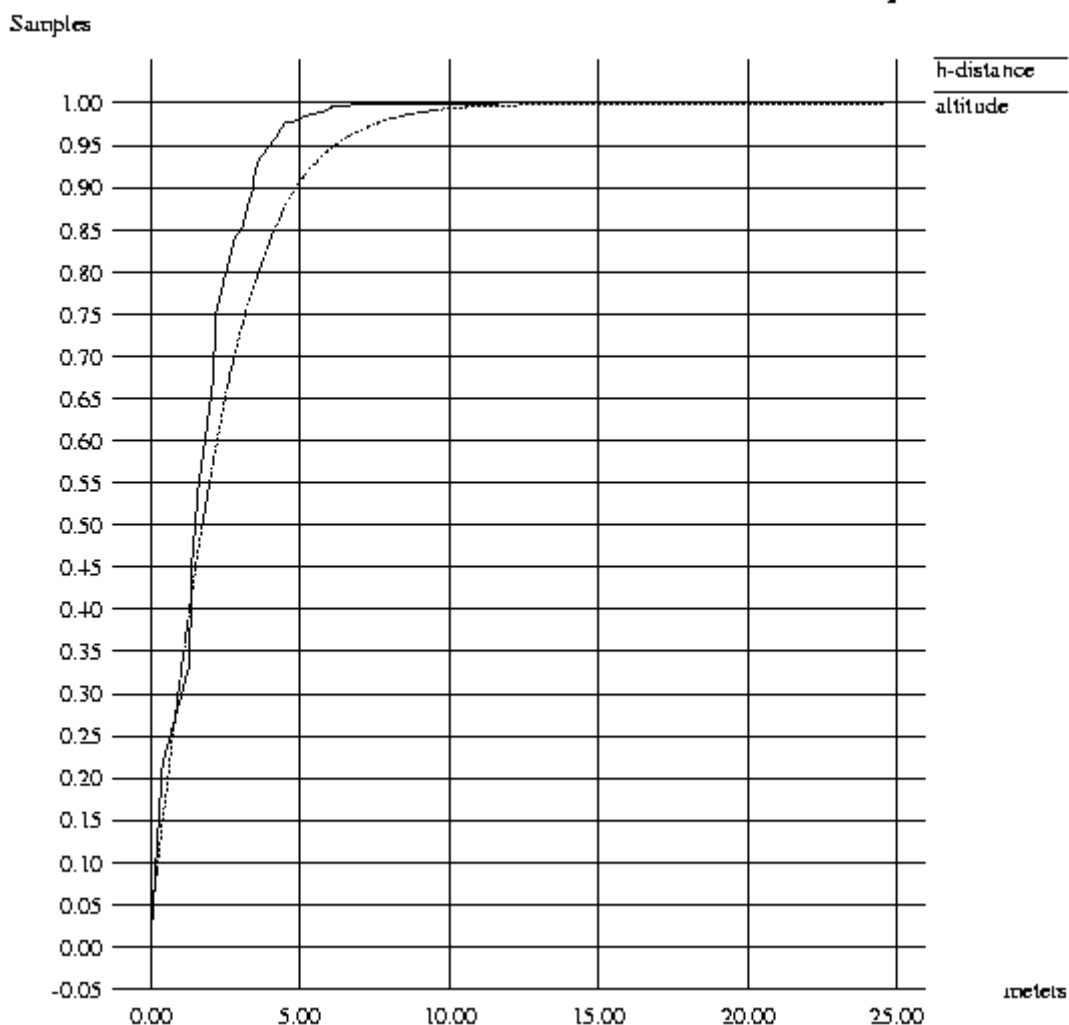


GPS with DGPS corrections

Lat/Lon	
samples:	43156 (24.0 hrs)
ave lat:	37.55 degrees
ave lon:	-121.94 degrees
ave alt:	30.727 meters
50.00% confidence:	1.6 meters
68.27% confidence:	2.2 meters
95.45% confidence:	4.2 meters
99.73% confidence:	6.7 meters

Alt	
50.00% confidence:	1.8 meters
68.27% confidence:	2.7 meters
95.45% confidence:	6.4 meters
99.73% confidence:	12.0 meters

Garmin 12xl w. DGPS and Lowe Ant. 43156 Samples



What this means is that a user taking a single DGPS reading can expect the reading to fall within 1.6 meters of the correct position 50% of the time. Similarly the reading should fall within 4.2 meters of the correct position 95% of the time.

Caveats

The exact position of the rooftop antenna is not currently known. The position of the rooftop antenna is derived as the average of the 24 hour position. If there are any biases in the system, or if the GPS were to have an error in calculating its position correctly then some undetected errors could sneak in. The differentially determined position and the non-differentially determined position differ by 2.8 meters. Approximately 1.4 meters of offset were expected due to the fact that the Coast Guard adds an intentional offset of 1.4 meters to their reference station's position. The source of the other 1.4 meter error is unknown. In any case the two setups should be looked at as having a slightly different datum setting.

Similarly to the horizontal offset, there is a 8.75 meter offset between the two altitude averages. The source of this offset is also not known. Garmin NMEA issues: Garmin's NMEA output is limited to 0.001 minutes of arc.

This means that any position wandering within a 1.8 meter by 1.4 meter box could go unnoticed. The receiver's noise could well be +/- 0.7 to 0.9 meters more than the graphs have one believe.

Further tests using a Motorola Oncore receiver with a much higher 1cm reporting resolution are currently underway.

Running the tests yourself

The above statistics were gathered with a home grown unix program I call salog. Feel free to grab the above distribution and run your own statistics. It should compile up with little difficulty under netbsd, freebsd, openbsd and linux.

wolfgang@charlotte.wsrcc.com (Wolfgang Rupprecht)

last updated : 2000/05/20 21:06:00 .

Vedlegg 4 : GPS Ordliste

Almanakk

Et sett data mottakerene bruker for å finne satellittene når den slås på.

cpos

Betalingstjeneste fra Statens Kartverk som leverer korreksjonsdata for å oppnå centimeter-nøyaktighet. Se SATREF.

datum

Innen kartfagene kortform for geodetisk datum, se dette.

DOP

et uttrykk for det geometriske bidraget til usikkerheten i en posisjonsbestemmelse. Engelsk: Dilution Of Precision. En lav DOP verdi gir en mer nøyaktig posisjonsbestemmelse enn en høy DOP verdi. De mest vanlige DOP størrelsene er: GDOP (Geometric DOP) PDOP (Position DOP)

dpos

Betalingstjeneste fra Statens Kartverk som leverer korreksjonsdata for å oppnå decimeter-nøyaktighet. Se SATREF.

Efemeride

Et sett av data om satellittbanen og satellittklokka som satellittene sender hvert 30 sekund. Kalles ofte banedata, selv om de ikke er eksakte banedata.

EGNOS

European **G**eostation **N**avigation **O**verlay **S**ervice.

Korreksjonsdatasystem for Eurpa. Satt i gang av Tripartiate Group bestående av European Space Agency, EU og Eurocontrol (ansvarlig for flysikkerheten i Eurtopa). Prøvedrift foregår – skal være operativt i 2004.

Prøvedrift foregår. På mottakere som håndterer WAAS og EGNOS vises satellittene fra EGNOS på samme måte som WAAS satellittene.

Se også WAAS og MSAS.

EPE

Estimated Position Error – antatt feil i posisjonen. Feilindikeringsmelding hos noen mottakere.

EUREF89

EUropean REference 1989.

Betegnelsen på geodetisk datum brukt under utjevningen i Stamnett.

fasemåling

måling av fasedifferansen mellom bærebølgen til det mottatte satellittsignalet og mottakerens egengenererte kopi av bærebølgen. En fasedifferanse uttrykker forskyvning mellom mottatt bølge og egengenerert bølge.

fastmerke

varig merket punkt, markert med bolt eller annen egnet permanent markering, der plane koordinater og/eller høyde er bestemt, eller planlagt bestemt i et geodetisk referansesystem .

flerveisinterferens

interferens (samvirkning) mellom radiobølger som har gått forskjellige veier mellom sender og mottaker.

geodetisk datum

størrelse og form på en rotasjonellipsoide og denne ellipsoidens plassering og orientering i forhold til den fysiske jord.

Ellipsoidens størrelse, form, plassering og orientering er valgt slik at den gir best tilnærming til en del av, eller hele, geoiden (flate i idealisert havnivå, tenkt forlenget under kontinentene).

geodetisk landsnett

overordnet nasjonalt nett av fastmerker som utgjør en fortetting av Stamnettets ned til ca. 5 km punktavstand i bebygde områder.

I dagligtale brukes betegnelsen "Landsnett". Landsnettets er Statens kartverks ansvar, og det danner basis for grunnlagsnett av lavere orden (detaljnett) som kommunen har ansvar for.

geodetisk referanseramme

koordinater for et sett av punkter som realiserer et geodetisk referansesystem.

geodetisk referansesystem

grunnlag for entydig stedfesting, gitt ved måleenhet, geodetisk datum, tidspunkt og matematiske modeller.

Geodetiske referansesystemer er definert ved fysiske konstanter og parametere for jorden.

geodetisk stamnett

overordnet nasjonalt nett av fastmerker etablert av Statens kartverk i forbindelse med overgang til EUREF89.

I dagligtale brukes betegnelsen "Stamnett". Stamnettets avløser det tidligere 1. ordens trekantnettets. Nettets har sidelengder på ca. 20 km i bebygde strøk. Statens kartverk er ansvarlig for Stamnettets.

geoid

ekvipotensialflate i jordens tyngdefelt, sammenfallende med midlere havflate når man tenker seg havet i fullstendig ro, uten tidevannsbevegelser, havstrømmer eller bølger.

Geoiden følger havets tenkte forlengelse under kontinentene. Tyngdekraftens retning står normalt på geoiden i ethvert punkt. Geoiden er bl.a. referanseflate for høydeangivelse og astronomiske observasjoner.

GLONASS

Global **O**rbiting **N**avigation **S**atellite **S**ystem. Russisk satellittnavigasjonssystem
Har også sett denne forklaringen på trykk: GLObal NAvigation Satellite System.

gon / g

Navnet på graden i et system der sirkelen er delt i 400.

GPS

Global Positioning System. Amerikansk satellittnavigasjonssystem.

GRS80

Geodetic Reference System 1980. Den tilhørende ellipsoide, anbefalt av the International Association of Geodesy, har parameterene:

Store halvakse (a)=6378137 meter

Flattrykning ($1/f$)=298.257222101

grunnlagsnett

fastmerker systematisk bundet sammen på grunnlag av observerte vektorer, høydeforskjeller, vinkler, avstander og tyngdekraft.

Fastmerkene utgjør grunnlag for innmåling av nye fastmerker, innmåling av objekter, plassering og påvisning.

horisontalt datum

parametere for en rotasjonsellipsoide og dens tilordning til jordkloden.

høyde

uttrykk for punkters beliggenhet i vertikal retning, vanligvis relativt til en fysisk eller matematisk definert referanseflate som ligger eksakt eller tilnærmet horisontalt.

Hvis referanseflaten er en ellipsoide, får man ellipsoidisk høyde. Hvis referanseflaten er geoiden, får man ortometrisk høyde. Normalhøyder refererer seg til en geoidelignende flate kalt kvasigeoiden.

initialisering

bestemmelse av det hele antall sykler mellom satellitt- og mottakerklokke ved henholdsvis utsending og mottaking av satellittsignalet ved målestart.

kinematisk posisjonsbestemmelse

posisjonsbestemmelse av noe som er i bevegelse i forhold til referansesystemet.

kodemåling

måling av tidsdifferansen mellom en av kodene på det mottatte satellittsignalet og mottakerens egengenererte kopi av koden

Landsnettet

Se geodetisk landsnett.

loddavvik

vinkelforskjell mellom stedets loddlinje og ellipsoidenormalen på stedet.

Loddavviket angis vanligvis med en nord-sør komponent og en øst-vest komponent .

MNEA

National **M**arine **E**lectronics **A**ssociation, amerikansk organisasjon. Har gitt ut et eget sette av standarder. Du kan av og til se at opplyst at mottakeren er bygd i henhold til MNEA standard. Betyr oftest at data kan leveres i et format definert av NMEA og at kontakten for tilkobling av mottakeren er av en bestemt type godkjent av MNEA..

mpos

Betalingstjeneste fra Statens Kartverk som leverer korreksjonsdata for å oppnå decimeter-nøyaktighet. Se SATREF.

MSAS

MTSAT **S**atellite–**B**ased **A**ugmentation **S**ystem.

Korreksjonsdatasystem som dekker Japan.

Se også WAAS og EGNOS.

mobil satellittmottaker

en satellittmottaker som flyttes fra punkt til punkt hvor den måler posisjon direkte eller i forhold til mottakeren i en referansestasjon

NGO1948

Norges geografiske oppmålings datum av 1948

Koordinatene ble beregnet ved utjevning omkring 1948 av 133 første ordens

trekantpunkter i Sør-Norge. Avbildning i kartplanet ved konform, transversal

Merkator-projeksjon, kalt Gauss-Krüger-projeksjon. Lavere ordens trekantpunkter blir

vanligvis beregnet direkte i kartplanet der x-akse er positiv nordover fra 58° nordlig

bredde og y-akse positiv østover.

Som offisielle, nasjonale koordinater i NGOs rutenett-system benyttes plane, rettvinklede koordinater (x og y). Pga. krav til målestokk-fortegning i kartplanet er systemet basert på 8 projeksjons-soner, dvs. 8 akse-systemer som dekker Norges hovedland. Projeksjon og akser i NGOs rutenettssystem skriver seg opprinnelig fra 1913.

Det er dette koordinatsystemet som er brukt på økonomisk kartverk.

NN1954, normalnull 1954

datum for det nasjonale høydesystem i Norge

NN1954 er fysisk knyttet til ett bestemt fastmerke ved Tregde vannstandsmåler (nær Mandal). Dette fastmerke er normalhøydepunkt. Høyden på dette fastmerke er basert på en utjevning fra 1954 av middelvannstandsberegningene for Oslo, Nevlunghavn, Tregde, Stavanger, Bergen, Kjølisdal og Heimsjø vannstandsmålere. I utjevningen er det benyttet mellom 18 og 53 årganger av de ulike vannstandsmålerne. Normalnull 1954 forkortes vanligvis til NN1954.

nøyaktighet

mål for en estimert verdis nærhet til sin sanne verdi eller til det man antar er den sanne verdi. Den estimerte verdien er vanligvis målt eller beregnet. I Geodatastandardens kapittel 4 er de ulike nøyaktighetsmålene beskrevet.

posisjon

stedsangivelse ved hjelp av koordinater i et referansesystem.

posisjonering

bringe noe til en bestemt posisjon.

Kan oppfattes som det motsatte av posisjonsbestemmelse.

posisjonsbestemmelse

det å finne posisjonen til et punkt.

pseudoavstand

uttrykk for avstand mellom mottaker og satellitt.

En pseudoavstand vil være litt lengre eller litt kortere enn den geometriske avstanden som en følge av at satellittenes klokker og mottakerens klokke ikke er synkronisert.

pseudokinematisk måling

et spesialtilfelle av statisk posisjonsbestemmelse der hver vektor observeres i flere korte intervaller med lang tid mellom observasjonene.

på direkten

metode for å bestemme antall hele bølgelengder mellom satellitt og mottakeren for mottaker som er i bevegelse. Brukes i sanntidsmåling.

referanseramme

Se geodetisk referanseramme.

referansestasjon

fastmerke med kjent posisjon brukt som utgangspunkt ved relativ posisjonsbestemmelse.

referansesystem

Se geodetisk referansesystem.

relativ måling

Se relativ posisjonsbestemmelse.

relativ posisjonsbestemmelse

bestemmelse av posisjonen til ett eller flere punkt i forhold til et punkt med kjent posisjon. I denne standarden også kalt relativ måling.

RTCM-formatet

mottakeruavhengig format for distribusjon av korreksjoner.

RTCM = **R**adio **T**echnical **C**ommission for **M**aritime Services, U.S.A.

RTK (Real Time Kinematic)

kinematisk fasemåling med en eller flere mobile mottakere som får korreksjonene fra referansestasjonen(e) i sanntid

sanntid

det at rapportering av en hendelse eller innsamling av data omkring en hendelse skjer samtidig som hendelsen finner sted.

sanntidsmåling

kode- eller fasemåling der beregninger skjer samtidig med at man måler [SAT] Resultatet (posisjonsbestemmelsen) foreligger vanligvis med inntil et par sekunders etterslep. Hvis man ikke har bruk for posisjonen med en gang, kan man beregne den i ettertid.

satellittbasert posisjonsbestemmelse

det å finne posisjonen til et punkt ved bruk av satellitter som hjelpemiddel.

SATREF

Prosjekt hos Statens Kartverk som leverer korreksjonsdata i sanntid. Det leveres i flere varianter: mpos, dpos og cpos (meter-, desimeter og centimeter nøyaktighet). Dette er en betalingstjeneste. Dekker det meste av Norge. Kan bare utnyttes av profesjonelt utstyr.

SPS

Standard Positioning Service

Tjeneste fra det amerikanske forsvarsdepartementet til sivile brukere.

Stamnettet

Se geodetisk stamnett.

standardavvik

statistisk størrelse som angir spredningen for en gruppe måle- eller beregningsverdier i forhold til deres sanne eller estimerte verdier

stopp og gå

relativ posisjonsbestemmelse der den mobile satellittmottakeren står stille i hvert punkt i noen sekunder og har kontakt med satellittene når den flyttes mellom punktene.

sykel

svingning

I løpet av en sykel gjennomløper fasevinkelen alle verdier i intervallet fra 0 til 2π .

transformasjon

omregning av punkters koordinater i ett koordinatsystem til deres tilsvarende koordinater i et annet koordinatsystem med et annet datum.

UERE

User Equivalent Range Error

vektor

linjestykke med lengde og retning eller koordinatdifferanser.

I satellittbasert posisjonsbestemmelse mye brukt betegnelse på den målte tredimensjonale vektoren mellom to mottakere/antenner.

vertikalt datum

referanseflate som definerer utgangsnivået i et høydesystem, vanligvis knyttet til havnivået på en nærmere definert måte.

Vertikalt datum kalles også høydedatum. Referanseflaten oppgis i forhold til et referansemerke (fundamentalpunkt).

Flere referanseflater er i bruk. Standarden "Norges offisielle høydesystem og referansenivåer" gir opplysninger om disse.

VREF1996

modell som viser forskjellen mellom høyden over GRS80-ellipsoiden og høyder i NN1954 i Norge med data som forelå fram til 1996.

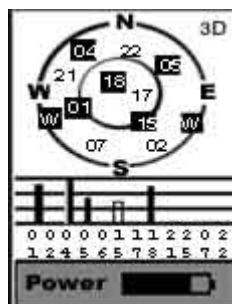
WAAS

Satellitter med korreksjonsdata for USA. Skal kunne gi nøyaktig på om lag 3 m.

Vil sees (merket med W) på satellittplottene på håndholdte mottakere også i Norge. Et lignende system kommer også for Europa – er under uttesting.

Se også EGNOS og MSAS.

Diss satellittene vises på enkelte håndholdte mottakere – markert med W på bildet under.



WGS84

World Geodetic System 1984.

WGS84 er et koordinatbasert referansesystem utviklet av forsvarsdepartementet i USA. WGS84 er også betegnelsen som GPS bruker om systemet satellittene opererer i. Koordinater i WGS84 avviker mindre enn ca. 0.5 m fra koordinater i EUREF89.

Vedlegg 5 : Engelske stikkord

baseline	vektor
carrier phase measurements	fasemåling
code	kode
cycle slips	fasebrudd
differential positioning	relativ posisjonsbestemmelse
initialisation	initialisering
kinematic positioning	kinematisk posisjonsbestemmelse
latitude	breddegrader (nordlig bredde)
longitude	lengdegrader (østlig lengde)
mil(s)	strek(er) (vinkelmål)
multipath interference	flerveisinterferens
obtain position (USA: positioning) on the fly	posisjonsbestemmelse på direkten
orbit	bane
phase measurements	fasemåling
positioning	posisjonering
pseudo-kinematic	pseudokinematisk måling
pseudorange measurements	kodemåling
pseudorange	pseudoavstand
real-time	sanntid
real-time kinematic (RTK)	kinematisk sanntidsmåling
reference station	referansestasjon
relative positioning	relativ posisjonsbestemmelse
rover mobil	bevegelig satellittmottaker
single point positioning	enkelpunktbestemmelse
stop and go	stopp og gå

Vedlegg 6: KOORDINATUTTAK FRA KART

Husketabell

Utgangshjørner

	Venstre	Høyre
Øvre	N - Ø +	N - Ø -
Nedre	N + Ø +	N + Ø -

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

	Nord	Øst
Hjørne-koordinat		
Utmål		
Punkt koordinat		

