



# Instrumentnyheter og vurderinger

- Satellittbaserte systemer
- Landbaserte systemer



Nito's Kart og Oppmålingskonferanse  
Gardermoen, 4. des. 2006

v/ Bjørn Godager, HiG

[bjorn.godager@hig.no](mailto:bjorn.godager@hig.no)

[www.hig.no/geomatikk](http://www.hig.no/geomatikk)



GR-3

**Triple Constellation Receiver**  
GPS, Glonass, Galileo – G3



## Om foredraget...



- Fokus i foredraget rettes mot høypresisjons **satellitt-måleutstyr** og noe **totalstasjoner** og **laserscanning**. Lasere omtales ikke.
- Litt teorioversikt innledningsvis





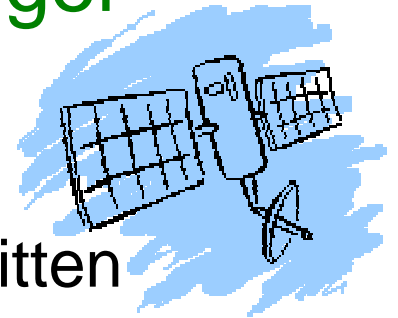
## Satellittbaserte systemer - GNSS

1. **GPS** (USA, militært)
2. **GLONASS** (Russisk, militært)
3. **GALILEO** (EU og ESA, sivil)
4. **Supplementssystemer...**





## Kodemålinger og fasemålinger – hva er det vi måler?



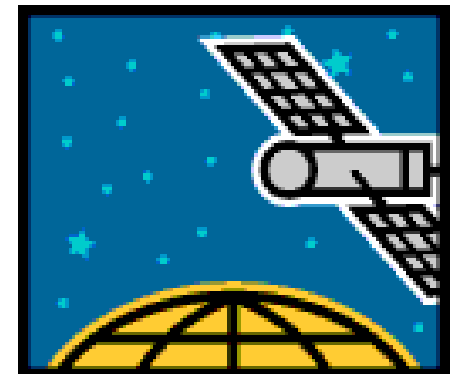
- Med **kode** kan vi måle avstand til satellitten direkte, men med ganske dårlig presisjon
  - **Kode** er en robust og enkel, men unøyaktig teknikk
- ~~~~~
- Med **fase** kan vi kun måle avstandsforandringen til satellitten, men med svært høy presisjon
  - **Fase**målinger er mye mer komplisert og krever mye dyrere mottakere





## Tilleggsutfordring ved fasemåling

- Vi måler bare **avstandsforandringen** – tilleggsukjente for heltall må inn i beregningen
- Når de **heltalls**ukjente er nøyaktig nok bestemt, kan de låses og elimineres fra beregningen
- Kjente heltall – da har vi fixløsning ("**fix**") og høy nøyaktighet
- Ukjente heltall – da har vi floatløsning ("**float**") og lav nøyaktighet





## Absolutt eller relativ modus

### → Absolutt måling

En mottaker og vi kan beregne posisjonen til denne

### → Relativ måling

To mottakere og vi kan beregne vektoren mellom dem



## Statisk eller kinematisk måling

### → Statisk:

Alle mottakere i **ro**. Vi måler ofte over en lengre periode og midler mange målinger for å oppnå høy nøyaktighet

### → Kinematisk

En eller flere mottakere i **bevegelse** under måling. Vi kan oppnå høy produktivitet med litt dårligere nøyaktighet



## Sanntid eller etterprosessering

### → **Sanntid:**

GPS data blir sendt direkte til beregningsprogram i mottakeren og posisjonen blir beregnet "på sparket"

### → **Etterprosessering:**

GPS data blir samlet i mottakerens minne og kan lastes over i et PC program for beregning i ettertid.



## RTK – den mest brukte måle- metoden for satellittlandmåling

- Består av en stillestående mottaker (**base**) og en bevegelig mottaker (**rover**)
- Basen stilles opp over kjente koordinater og sender sine GPS data ut via radio/GSM/Internett
- Rover mottar data fra basen og samler sine egne GPS data gjennom roverantennen
- Beregningsprogrammet i roveren beregner vektor mellom base og rover.
- Basen har kjente koordinater, og vi kan beregne roverposisjon



## RTK baser – flere muligheter

### → Mobil base

En ekstra mottaker man setter på et fastmerke i nærheten.

### → Permanent base

Et mottaker som står fast montert, ofte oppå et bygg. Står på hele tiden.

### → Nettverk

Flere mottakere og et kontrollsenter som danner et nettverk av baser.

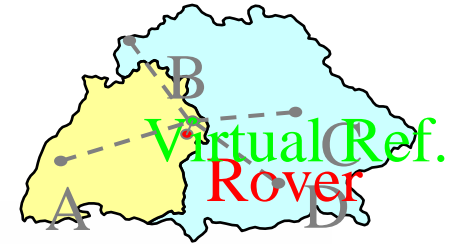


## RTK i nettverk

- Ekstern organisasjon etablerer et nettverk av baser med et kontrollsenter (for eks. Kartverket)
- Brukere kan **abonnere** på **korreksjonsdata** fra **nettverket**.
- **Virtuell basestasjon** blir opprettet for brukeren
- Nødvendig med toveis kommunikasjon



# CPOS



Data fra  
basestasjonene



SATREF® kontrollsenter

CPOS korreksjonsdata

GPS-posisjon



GPS-måling

Deler av figur fra kartverket



# Dekningsområde

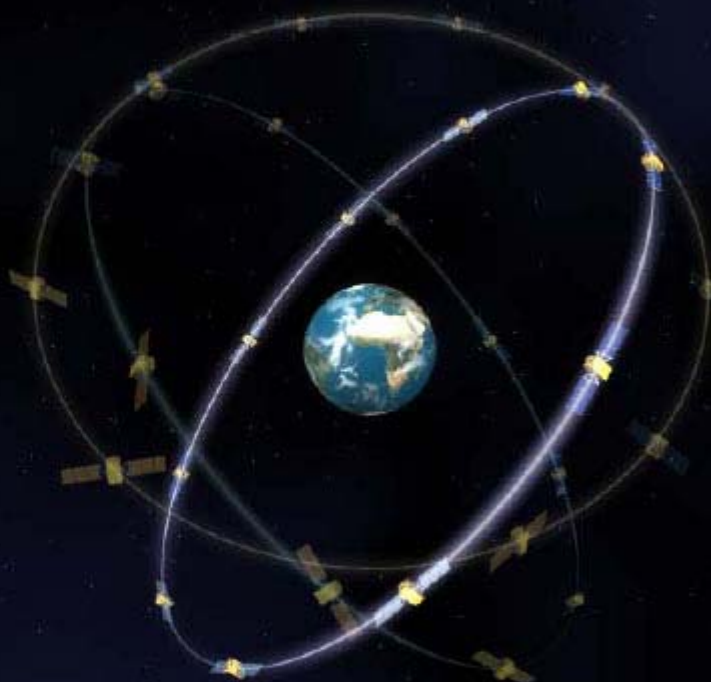
pr juni 2006

- **200 abonnenter pr. nå**
- **Tilbud til hele landet, men**
- **bygger ut etter interesse/behov**
- **41 permanente geodetiske stasjoner inngår**
- **Etablering og drift er brukerfinansiert**  
*Krever 4 brukere pr stasjon som skal Etableres som binder seg til 2 år  
Kr 25.000 pr år*

Kilde: Statens Kartverk



# Galileo Constellation



- **circular orbits**
- **56° inclination**
- **3 planes**
- **23616 km altitude**





## EGNOS= European Geostationary Navigation Overlay Service

- For å bedre nøyaktigheten og tilgjengeligheten av GPS i europeiske interesseområder, har EU og ESA sammen etablert **EGNOS**.
- Sender korreksjonssignaler for GPS fra 3 **geostasjonære satellitter** (satellitter som følger jordas rotasjon)
- **GPS med nogo attåt**
- Forløper til GALILEO

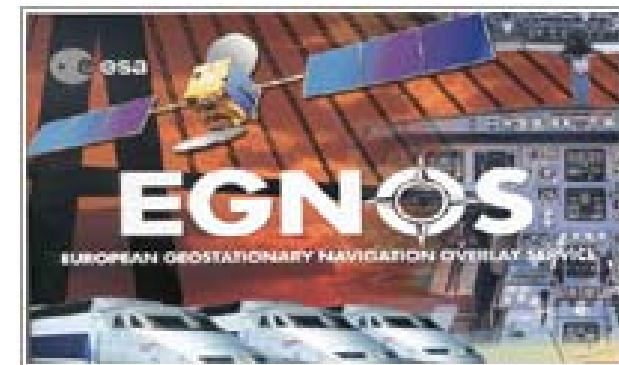
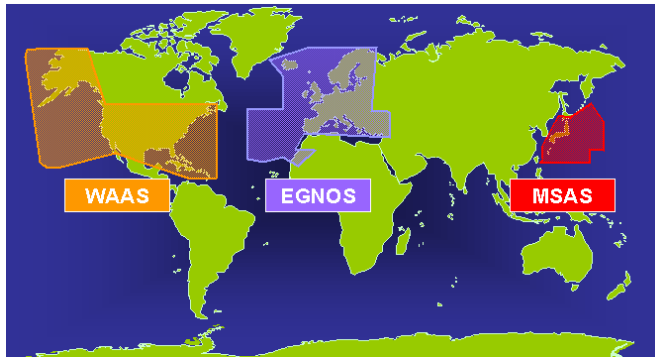


## EGNOS

- **EGNOS**, samler data om GPS-feilene fra 34 mottakerstasjoner over hele verden, og sender dem til kontrollsentre i England, Tyskland, Spania og Italia.  
Dataene kokes ned til et **korreksjonssignal** som sendes ut over tre vanlige kommunikasjons-satellitter, og som brukes av spesielt avanserte GPS-mottakere til å øke nøyaktigheten helt ned til et par meter.
- **EGNOS** er spesielt beregnet på luftfarten og andre samfunnskritiske virksomheter.



**Nyhet!**



→ De tre konkurrerende systemene **WAAS**, **EGNOS** og **MSAS** og deres dekningsområder.  
Figur: [ESA/forskning.no](http://ESA/forskning.no)



## Leica – SmartStation/1200 - systemet

**Nyhet!**



**Smartpole**



**Smart-Station**



**TPS1200**



**GPS1200**



**Rover +  
målebok**

- Sparer tid både inne og ute – on the fly
- Trenger ikke å måle i fastmerker
- Kombi GPS og TPS
- Felles plattform

<http://www.leica-geosystems.com>

**Leica**  
**Geosystems**



- GPS + GLONASS + GALILEO kompatibilitet loves fra og med 1200-systemet
- 500-systemet vil kun virke mot GPS (utvikles ikke videre)

Kilde/ mer info: <http://www.leica-geosystems.com>





# Leica – laserscannere

## Leica HDS6000 (Phase Scanner) and Cyclone 5.6 Software

- Erstatte Leica HDS4500 scanner
- 50% større rekkevidde, raskere
- Nytt kompakt (alt i ett), integrert design
- Ny tilt sensor som tillater ”dragmåling” og nyoppstilling
- Tre scanner kontroll mulighet: integrert sidepanel, trådløs PDA, eller laptop
- Høyere nøyaktighet og scannetethet

**Nyhet!**

Kilde/ mer info: <http://www.leica-geosystems.com>

**Leica**  
**Geosystems**



# Laserscanning



Bruksområder: For as-built, topografiske måling, detaljer, ulik ingeniørlandmåling

+++

Billig, rask, nøyaktig, og detaljert as-built & topografisk måling. Fleksibel bruk av dataene etterpå

---

Mye data, krever supert datautstyr og egnet programvare



## Topcon



### GPT 9000A (totalstasjon):

- Optisk link, ev. også radio
- Ultrarask servo
- Kjapp
- 2000 m reflektorløst
- Trådløst
- Touch-screen i farger
- Windows CE

**Nyhet!**



### GR-3 (GNSS):

- Verdens første mottaker som kan ta både GPS, Glonass, Galileo
- 72 kanaler

**Nyhet!**



## GR-3

- GPS L1, L2 and L5 bærebølge-fasemåling
- C/A and L2C sivil kode
- P-kode på både L1 og L2 frekvensene
  
- GLONASS signaler
  
- Galileo-signaler, inkludert L1, E1, E2, E5, and E6 signaler
- Avansert design med 72 "tracking" kanaler, lavt strømforbruk





# Trimble GNSS-utstyr

## Trimble R8/R6 GPS System

- Base stasjon og rover for RTK GPS / GNSS
- Bluetooth
- Antennen har internbatteri, GPS mottaker og radio integrert !
- GPS, GLONASS, GALILEO (senere)
- En kontroller, en felt software, en jobbfil !

<http://www.trimble.com/news/release.aspx?id=101006a>

**Nyhet!**



**R6**





# Trimble bakkebasert utstyr

## → Trimble totalstasjon

- Ny, automatisert
- Nøyaktig
- Servo, søker og måler raskt
- Autolock og robot (opsjon)
- Låser mot både aktive og passive prismer
- Optisk og vanlig landmåling
- Geodimeter programvare
- 5 ulike målebøker



**Trimble S6**

**Nyhet!**



**Trimble 5600**

**Forgjengeren**



## Trimble – laserscannere



### Callidus 3D laserscanner

**Velegnet til tunnel konstruksjon, tunnel vedlikehold, overvåkning av konstruksjoner, vedlikehold av broer og motorveier med mer.**



## Ortometriske høyder og RTK..

- En **høydereferansemodeller** er ikke det samme som en **geoidmodell**
- En **geoidmodell** beskriver nivåforskjellen mellom en matematisk definert flate – ellipsoiden - og en potensialflate i jordens tyngdefelt – geoiden
- En **høydereferansemodell** beskriver forskjellen mellom to høydesystem (eks NN1954 og EUREF89).



## Bruk av HREF i RTK høyderref.modell

**Nyhet!**

- ❑ **Sende HREF-verdien sammen med korreksjonsdataene**
  - ✓ Foreløpig umulig ettersom en slik verdi ikke er definert i RTCM-formatet.
- ❑ **Ha HREF-modellen i måleboka**
  - ✓ **Leica (GPS500 og GPS1200)**
    - ❑ Omformaterer modellen til internt format
    - ❑ Ved geografisk uttrekk kan modellen lagres i minne.
  - ✓ **Blinken (TOPCON og Psion)**
    - ❑ Bruker modellen uten omformatering
    - ❑ Nåværende versjon av Psion kan ennå ikke lese HREF-modellen
  - ✓ **NorGeodesi(Trimble)**
    - ❑ Omformaterer til GGF-format
    - ❑ Kan gjøre geografisk uttrekk, men uvanlig med dagens raske prosessorer i målebøkene.



# Hvem bruker hvilke metoder?

## Geomatikk AS

- CPOS 60 % (21 abon.)
  - RTK 25 %
  - Statisk GPS 5%
  - Totalstasjon/ robotstasjon 10%
- (Jfr Jørn Thorsen, nov. 2006)

## Bygg- og anlegg

- RTK, totalstasjon, lasere viktig
- Noe CPOS

## Kommuner, andre etater

- Mer og mer CPOS der hvor det er dekning, RTK uten CPOS utenfor dekningsområdet.
- Konkurrerende nettverksystemer??