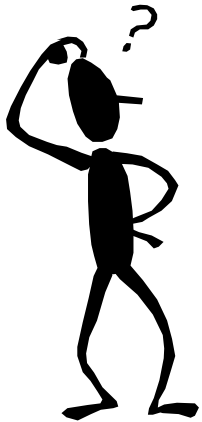




Utfordringer med EUREF



v/ Bjørn Godager, Høgskolen i Gjøvik

Email: bjoern.godager@hig.no

Hjemmeside: <http://www.hig.no/geomatikk/>

Tlf: 61 13 52 75

41 25 24 68



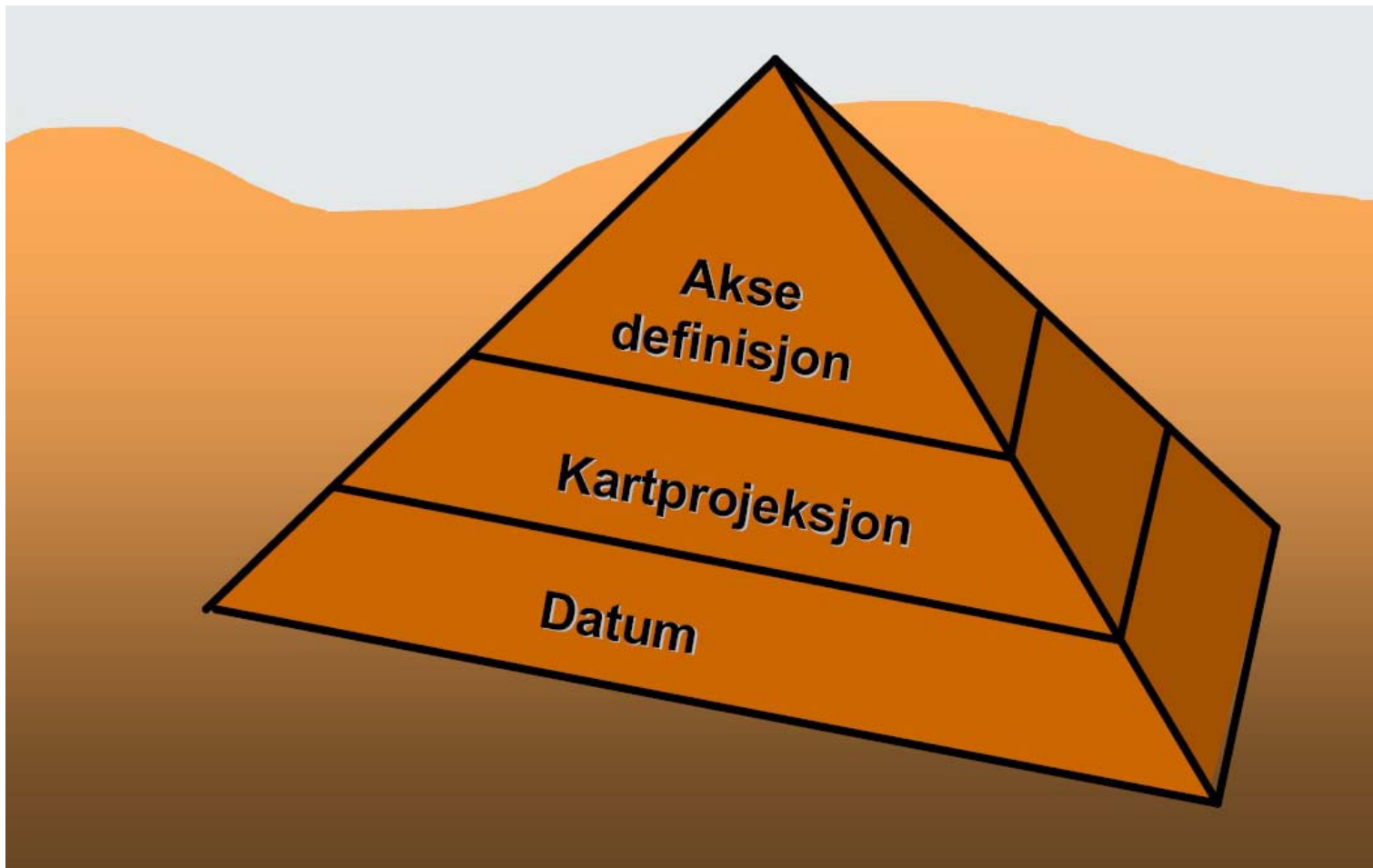
Temaer

Innledning/ bakgrunn/ temaer i foredraget

1. Generelle utfordringer mht. EUREF89 og UTM med store målestokkskorreksjoner. Hvordan skal vi håndtere dette?
2. Etablering av grunnlagsnett. Bygg og anlegg – tilpasning til kommunale nett..
3. Stikking i dette bildet... Både grunnriss og høyde



Geodetisk grunnlag





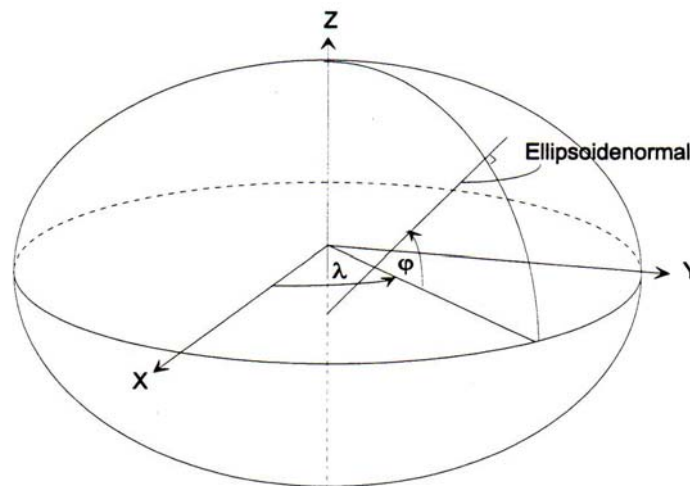
EUREF89 og/eller NGO ?

- Datumene har både likheter og forskjeller.
- Begge bruker den samme konforme projeksjonen, **Gauss-Krüger**.
- Derimot er ellipsoidenes størrelse og form relativt ulike.
- Det vil derfor være nødvendig at en landmåler klarer å holde tunga rett i munnen her.
- Må derfor ta fram litt "**barnelærdom**"/ "**skolestoff**"



Horisontalt datum

Sett av parametre som bestemmer en valgt ellipsoides beliggenhet i forhold til jordkroppen.



Eks på regionale datum er:

- NGO1948 i Norge,
- ED50 i Vest-Europa og
- EUREF89 i Europa.



Vertikalt datum

Sett av parametre som bestemmer en referanseflate som definerer utgangsnivået i et høydesystem.

Vanligvis knyttet til havnivået på en nærmere definert måte. Flaten oppgis i forhold til et referansefastmerke (fundamentalpunkt).

Eks

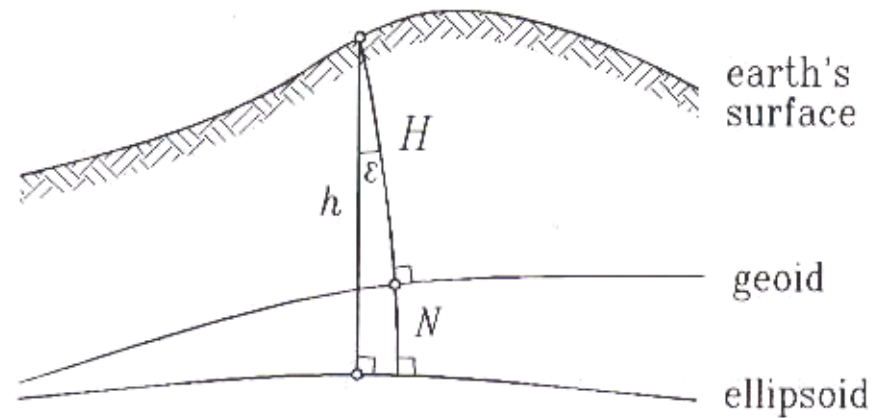
- **NN1954**
- NB! Ellipsoidehøyder \leftrightarrow Geoidehøyder...
ved satelittmåling



Referansesystemer - høyde

- **Høyde**

- Geoidehøyde (N)
- Ellipsoidisk høyde (h)
- Ortometrisk høyde (H)





Vertikalt datum, geoidehøyder

Geoideforskjellene mellom NGO1948 og EUREF89 (hvor ellipsoiden ligger langt under havnnivå) gjør at avstander blir opptil 7 mm kortere i EUREF-kartplanet (pr km).



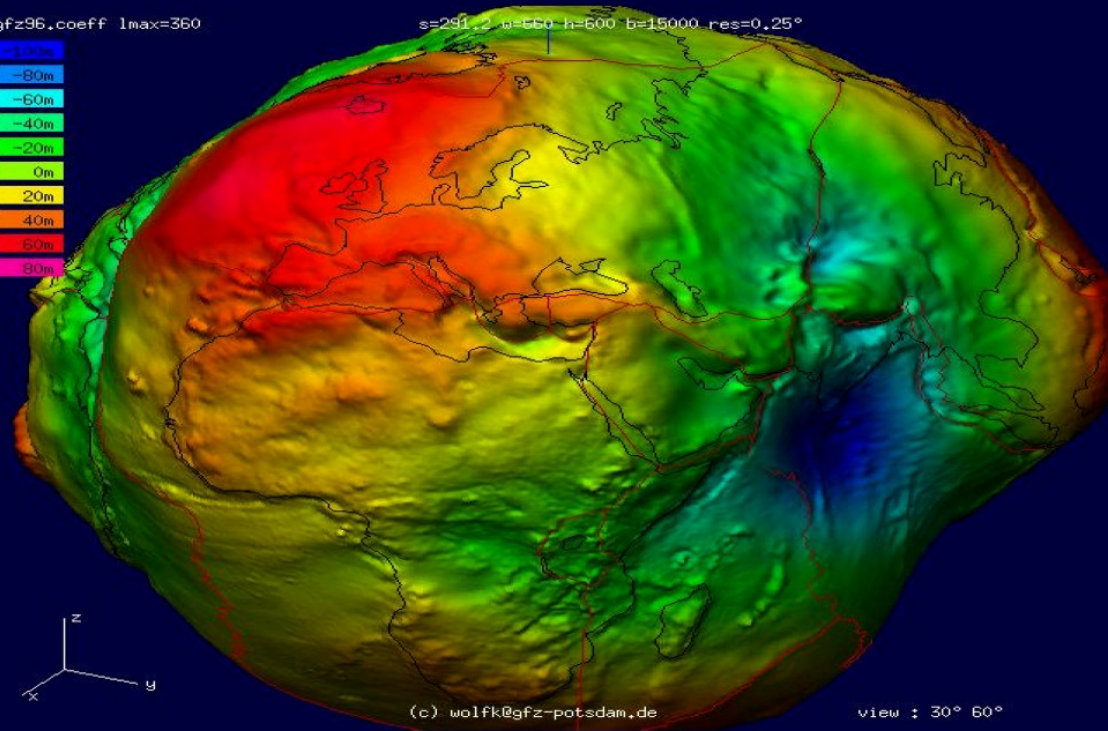
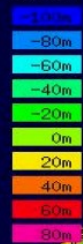


Geoidevariasjon

VIRKELIGHETEN

gfz96.coeff lmax=360

s=291 z=0 a=550 h=600 b=15000 res=0.25°



(c) wolfk@gfz-potsdam.de

view : 30° 60°



Referansesystemer

- **Projeksjoner**

- **Definisjoner**

- Konisk (Lamberts)
 - Sylindrisk (TM, UTM)
 - Asimutal

– Generelt:

$$x = f(\varphi, \lambda; a, b)$$

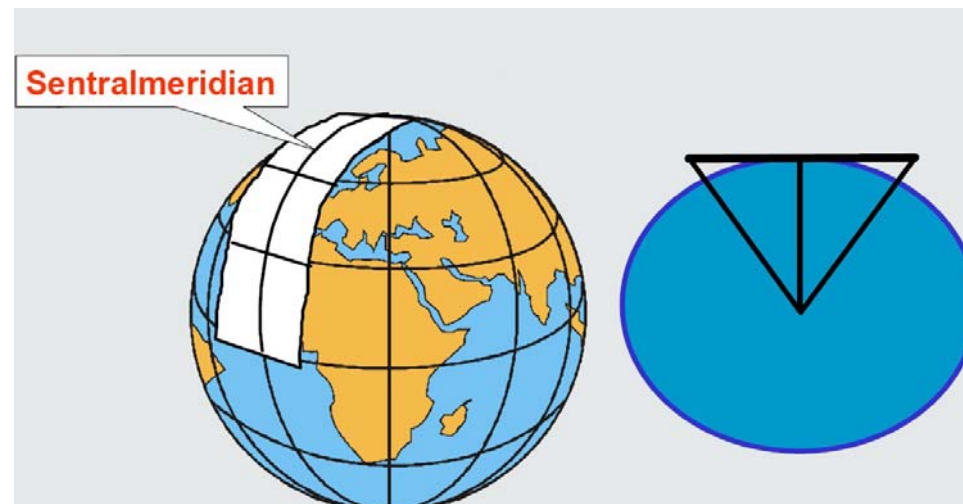
$$y = g(\varphi, \lambda; a, b)$$



Referansesystemer

– Transversal Mercator (TM)

- Gauss-Kruger projeksjon
- 120 soner
- 3 grader pr. sone



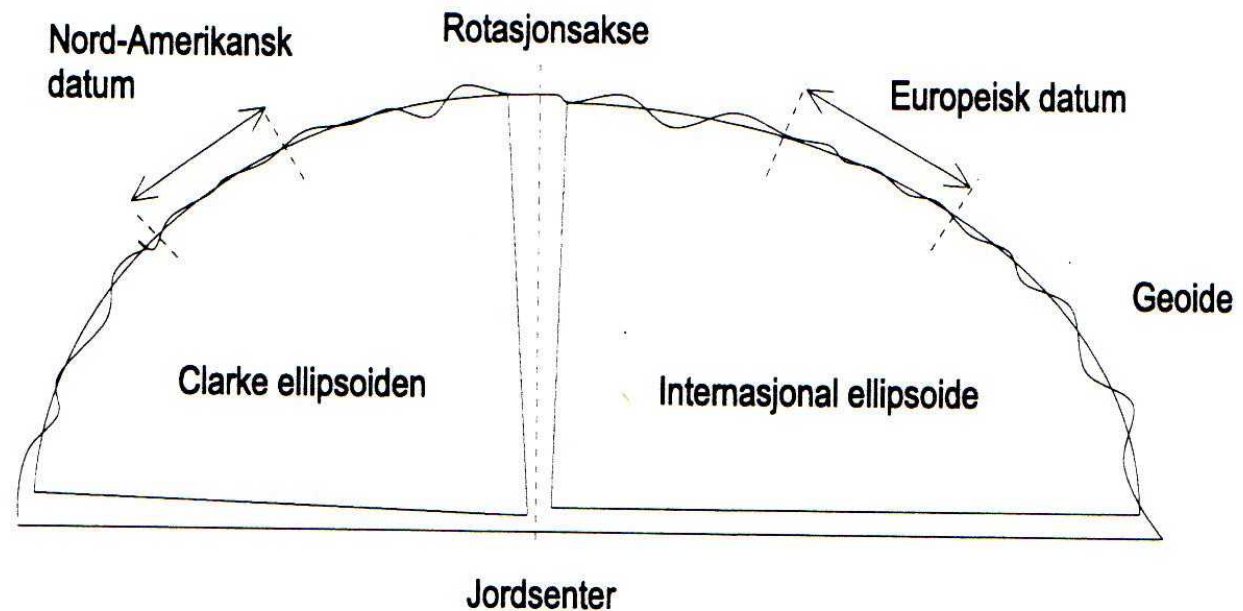


Referansesystemer - UTM

- **Universal Transversal Merkator (UTM)**
 - Gauss-Kruger projeksjon
 - Modifisert TM
 - 60 soner
 - 6 grader pr. sone
 - Skaleringsfaktor (0.9996)



Referansesystemer - UTM

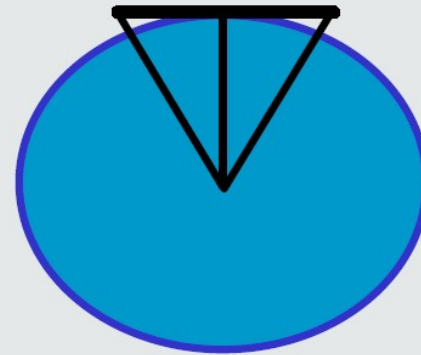
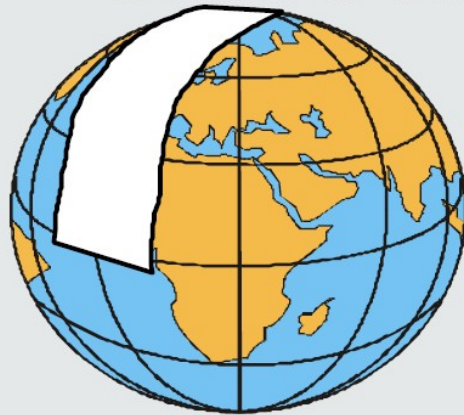


Forholdet mellom regionale datum

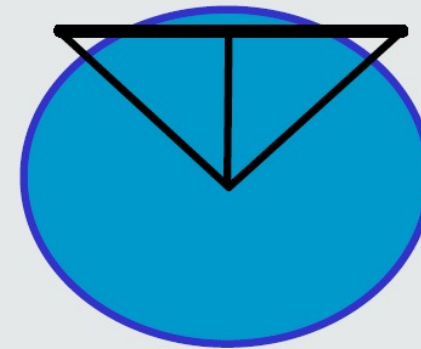
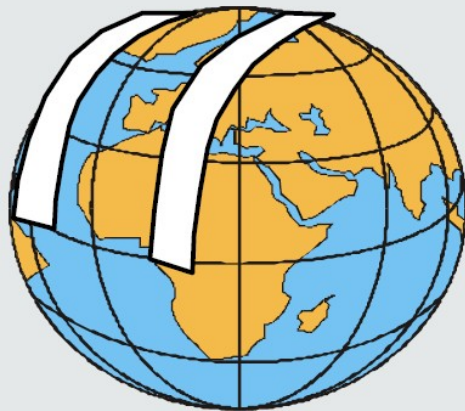


Referansesystemer - Gauss-Krüger/ UTM

Gauss-Krüger / UTM



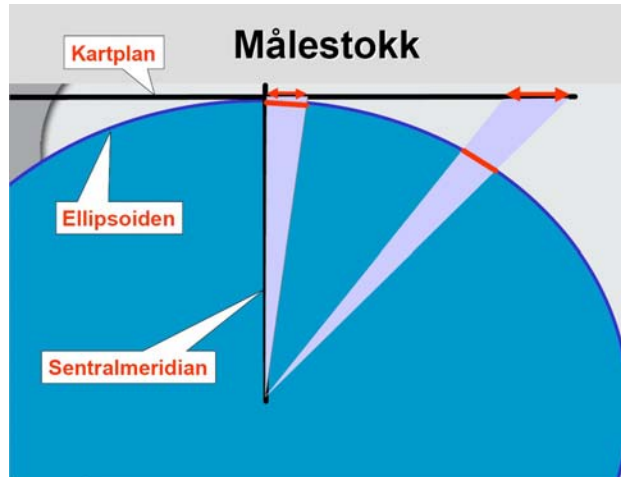
NGO/
Gauss Krüger



UTM/
Gauss Krüger
(Skjærende
projeksjon,
kan øke
sonebredden)

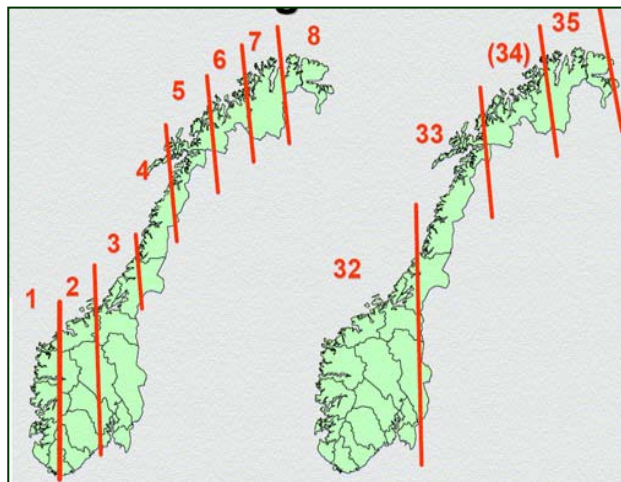


Målestokksvariasjon innen soner



Større målestokksvariasjoner i en å samme sone i **UTM** enn det i **NGO**.

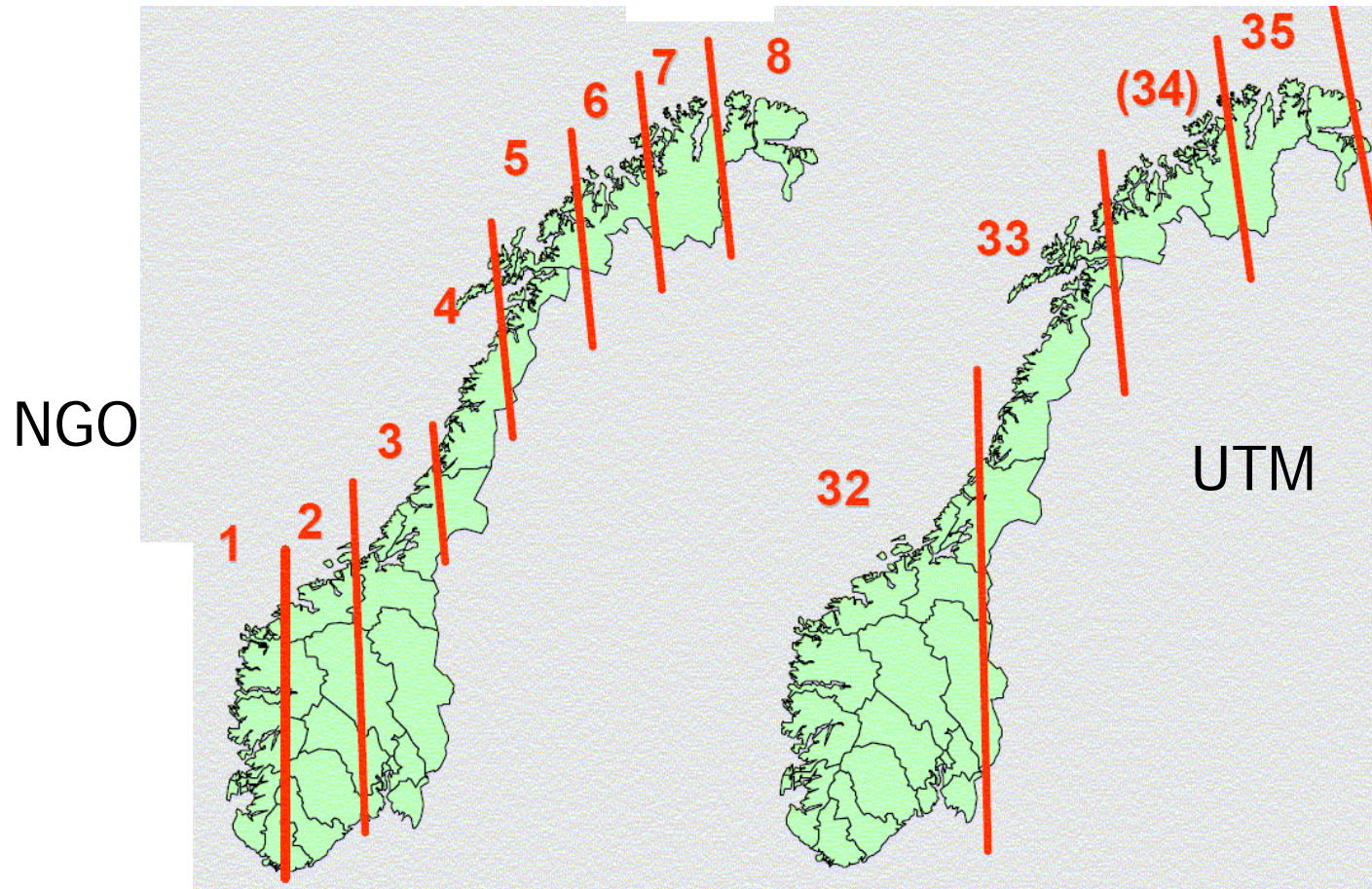
UTM: Bredere soner, målestokkskorreksjon på 0,9996 (400 ppm).



NGO1948: avbilder midtmeridianen i sann målestokk, mens **EUREF89** krymper den altså med 400 ppm. Avbildningsmålestokken øker ut fra aksene i begge projeksjonene.

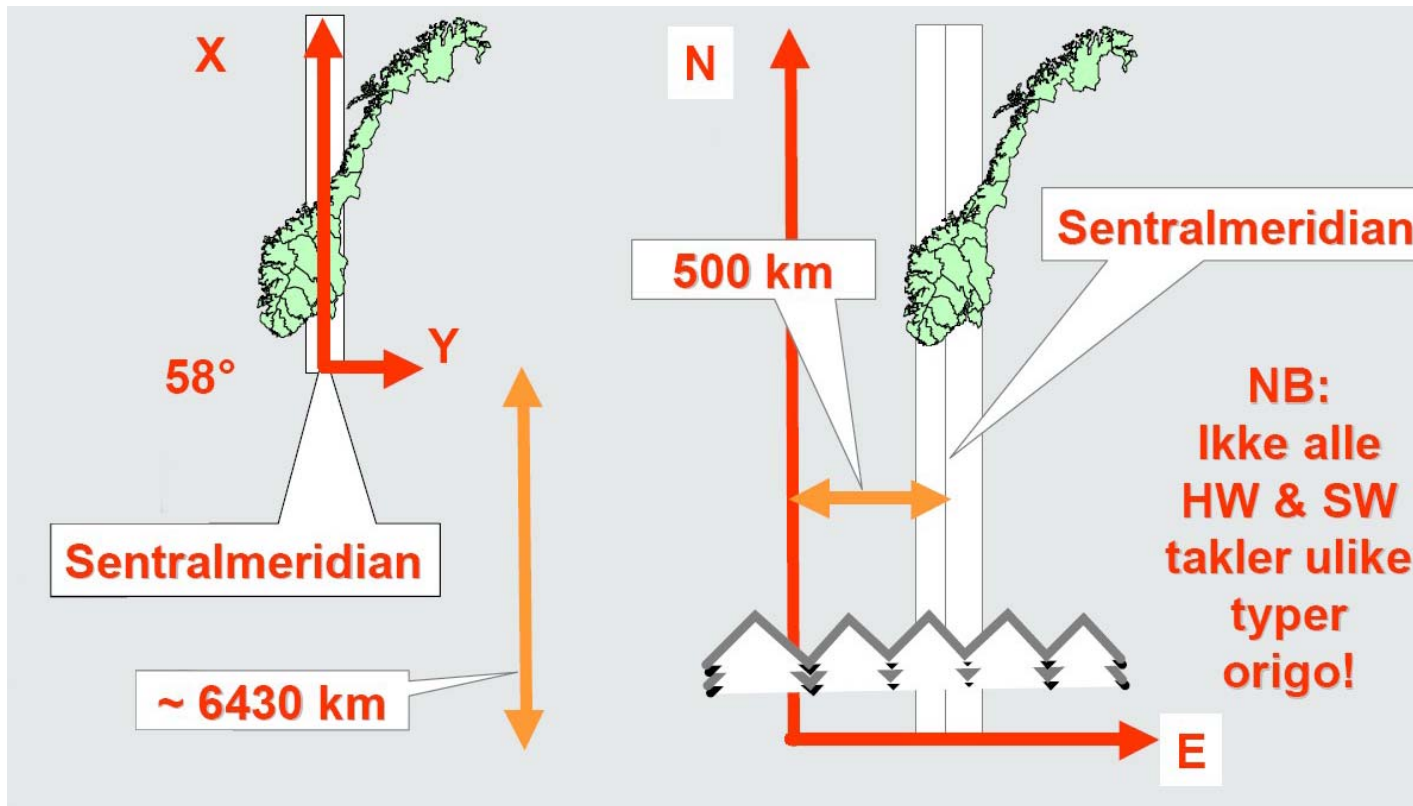


NGO Akser og UTM Soner - I





NGO Akser og UTM Soner - II





NGO48/ EUREF – Stikking....

To geodetiske grunnlag:

NGO 1948

- Nasjonal
- Flere utjevninger
- Bessels ellipsoide
- Gauss-Krüger
 - Flere akser (8 stk)
 - Mstk ganske konst [0 , +100ppm]
 - Nord ikke rett opp (60°N:1°)

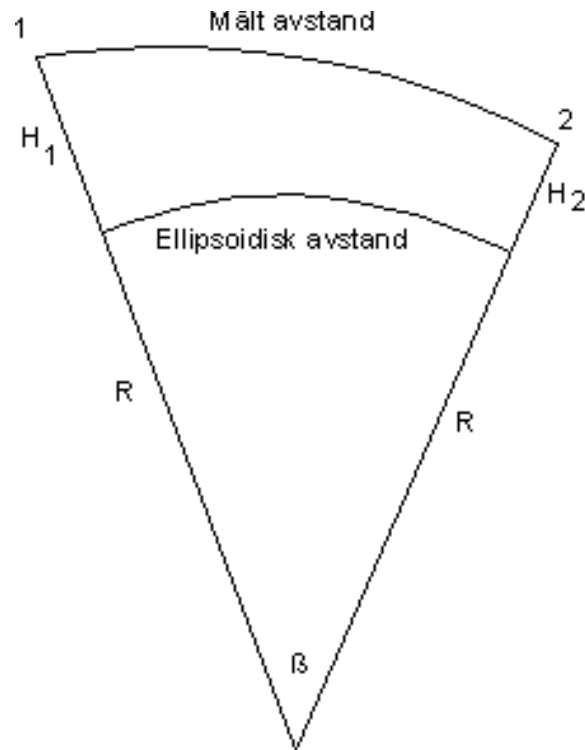
EUREF89

- Global / Regional
- Foreløpig en utjevning
- WGS84 - Ellipsoiden
- UTM
 - Flere soner (4 stk)
 - Mstk varierer mye [-400 , +200ppm]
 - Nord ikke rett opp (60°N:3°)

Utstikking!!!



Avstander – målestokk – Stikking....



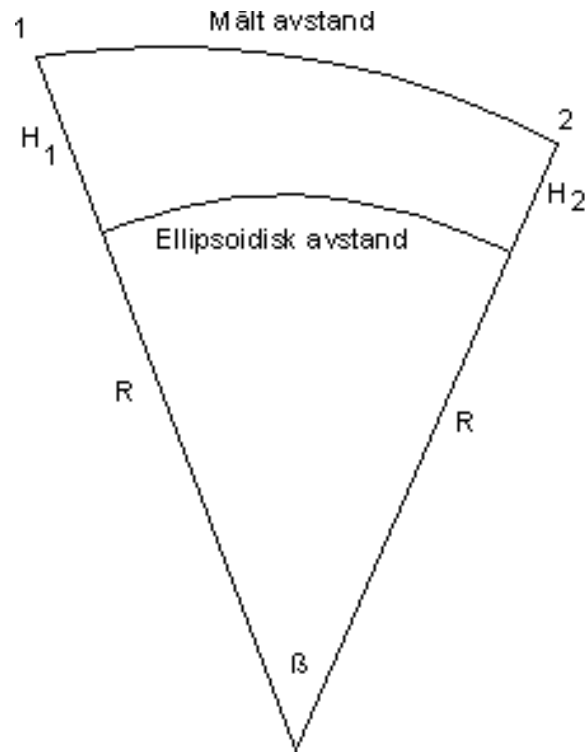
Ellipsoiden. Hvorfor trenger vi ellipsoiden? Figuren viser en målt avstand mellom punktene A og B.

For å gjengi denne avstanden på et kart må den projiseres ned på en felles flate (ellipsoide). Vi får en horisontal avstand mellom punktene A og B på ellipsoiden.

Ellipsoiden avbilder vi igjen i planet med en kartprojeksjon.



Avstander – målestokk – Stikking....



Figuren viser at skrå avstand mellom A og B er lengre enn den ellipsoidiske avstanden. Vi får tre avstander mellom A og B, en skrå, en ellipsoidisk og en i kartplanet. Normalt blir disse tre avstandene forskjellige.

Når vi i kortform sier avstanden A til B menes som regel enten avstanden i kartplanet eller avstanden på ellipsoiden. Sjeldnere mener vi avstanden i terrenget.

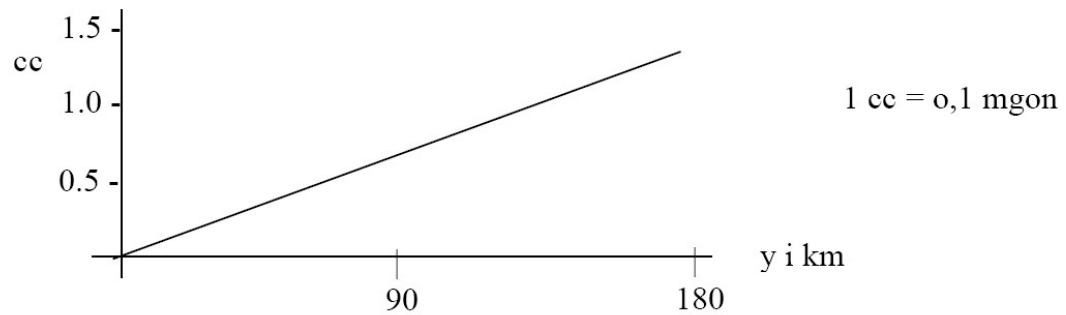
Det brukes rotasjonsellipsoider. En ekte ellipsoide kan ha tre halvaksler.

Rotasjonsellipsoiden vi bruker er framkommet ved å la en ellipse rotere om sin korte akse.

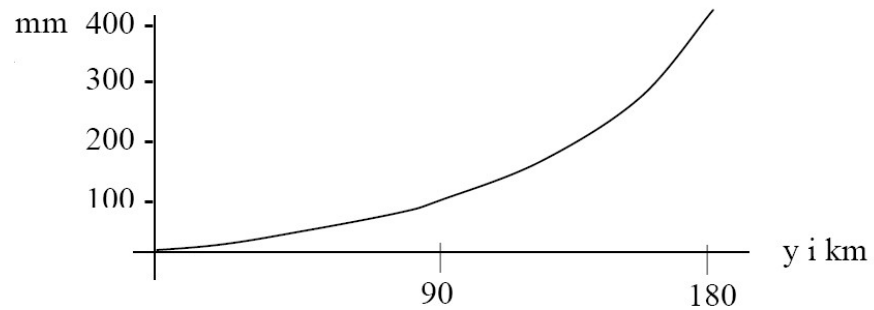
Ekvator blir dermed en sirkel.



Korreksjoner i Euref



Retningskorreksjon i EUREF89



Avstandskorreksjon i EUREF89



Horisontalt grunnlag 1900 - 2006

1906-1965	1. ordens trianguleringer
1900-1980	Triangulering for sjøkartlegging
1900-1975	Triangulering for topografisk kartlegging
1920-1940	Eablering av basiser for NGO1948
1925-1980	Astronomiske observasjoner for NGO1948
1948	NGO1948, første del av Sør-Norge ferdig
1970	NGO1948, Nord-Norge ferdig
1950-1990	Triangulering for økonomisk kartverk
1958-1990	Avstandsmålinger i 1. ordensnettet
1970-1988	Dopplermålinger
1988-1996	GPS til reovering i NGO1948
1994-1997	3D- og stamnettmålinger
1997	Stamnettet i EUREF89 ferdig beregnet
1997-	Landsnett i EUREF89
2006	Landsnettet ferdig i XXX kommuner



WSKTRANS

- Transformasjon mellom datumene EUREF89, NGO1948 og ED50
- Overgang mellom plane, geodetiske og jordsentriske koordinater
- Overgang mellom ellipsoiden og NN1954 med VREF1996



Transformasjonsmetoder i WSKTRANS

- ➔ Stedsavhengig transformasjon mellom EUREF89 og NGO1948 basert på fellespunkter
 - Fellespunktene kan ikke endres av brukeren
 - Samme prinsipp i landsformel og fylkesformler
- ➔ Mellom NGO1948 og Møre-grunnlag basert på Helmert-transformasjon
- ➔ Mellom NGO1948 og ED50 basert på rekkeutvikling
- ➔ I Nordsjøen mellom ED50 og WGS84
 - 4. gradspolynom mellom ED50 og ED87
 - 7-parametertransformasjon mellom ED87 og WGS84
- ➔ I Norskehavet mellom ED50 og EUREF89 med 7-parametertransformasjon



Transformasjonsmetode

- Finner de 4 nærmeste fellespunktene som danner et omskrevet rektangel. Søkeradius 16 km.
- Finnes ikke nok punkter, utvides søkeradien, og programmet finner 6 fellespunkter.
- Det beregnes konstanter til en affin transformasjon som brukes til å transformere punktet
- Vekting omvendt proporsjonalt med avstanden. Det fjerneste punktet får vekt $1/10$, punkter nærmere enn 10 m får vekt 10
- Finnes ikke nok fellespunkter, brukes et polynom basert på alle fellespunkter i området



Affin transformasjon

- Konstantene bestemmes ut fra fellespunktene koordinater
- Målestokken kan være forskjellig langs aksene
- Krever minimum 3 fellespunkter
- Ved 4 eller flere fellespunkter bestemmes konstantene ved utjevning etter minste kvadraters metode



Landsformelen

- Dekker hele det norske hovedland
- Basert på ca. 500 1.ordenspunkter
 - Beregnet i EUREF89 på grunnlag av avstands- og retningsmålinger
 - De 7 1.ordenspunktene fra EUREF-kampanjen i 1993 er grunnlag
- Nøyaktighet ca 0.5 m. Mange steder 0.1 - 0.2 m.



Fylkesformelen

- ➔ Basert på lokale fellespunkter
 1. Landsnettpunkter identisk med eldre trigpunkter
 2. Andre trigpunkter bestemt med GPS
 3. Trigpunkter bestemt med tradisjonelle metoder
- ➔ Tettheten varierer, størst i tettbygde områder
- ➔ Nøyaktighet ca 3-10 cm
- ➔ Nøyaktigheten varierer med kvaliteten på NGO-grunnlaget.
 - Best i områder med renovert NGO basert på GPS
 - Dårligst i gamle NGO-nett med store deformasjoner



Fylkesformler

- ➔ Flere NGO-versjoner i samme område
 - Krever ett transformasjonsbibliotek for hver NGO-versjon som er i bruk
- ➔ Fylkesformlene testes ved transformasjon av punkter beregnet i begge datum
- ➔ Fylkesformler finnes bare i kommuner der landsnettets er ferdig beregnet
- ➔ Spesial-transformasjoner kan utarbeides
 - Eksempler:
 - EUREF89 - Oslo kommunes koordinatsystem
 - EUREF89 - Bergenshalvøens lokale koordinatsystem



Ekstra fellespunkter

- ➔ Brukes for å oppnå bedre tilpasning til det lokale NGO-grunnlaget.
Alternativer:
 - Bare fellespunkter
 - Fellespunkter + ekstrapunkter
 - Bare ekstrapunkter
- ➔ Krever at brukerne holder orden på hvilke ekstrapunktfiler som brukes
- ➔ Gjelder bare fylkesformler, ikke landsformelen



Noen bruksområder

→ Landsformelen

- Kartdata i mindre målestokker
- Foreløpige koordinater for beregning

→ Fylkesformler, ev. med ekstrapunkter

- Kartdata i større målestokker (FKB-data)
- Eiendomsdata?

→ Viktig å kontrollere resultatet ved å transformere kjente punkter

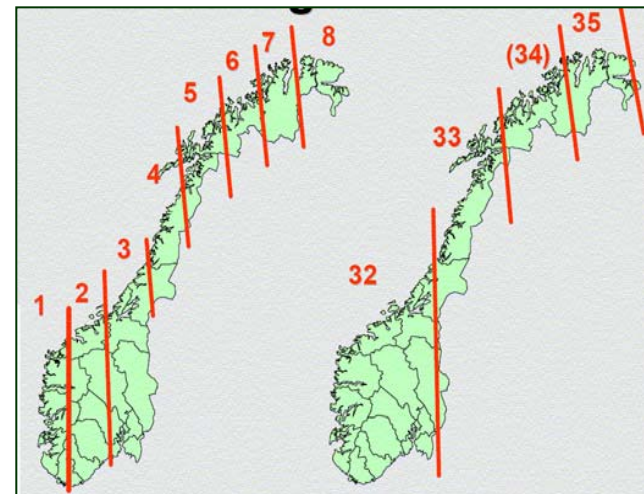
→ Transformasjon gir aldri like godt resultat som beregning

- Men til mange formål blir det godt nok
- **WSKTrans ikke så aktuelt ved nøyaktig stikking**



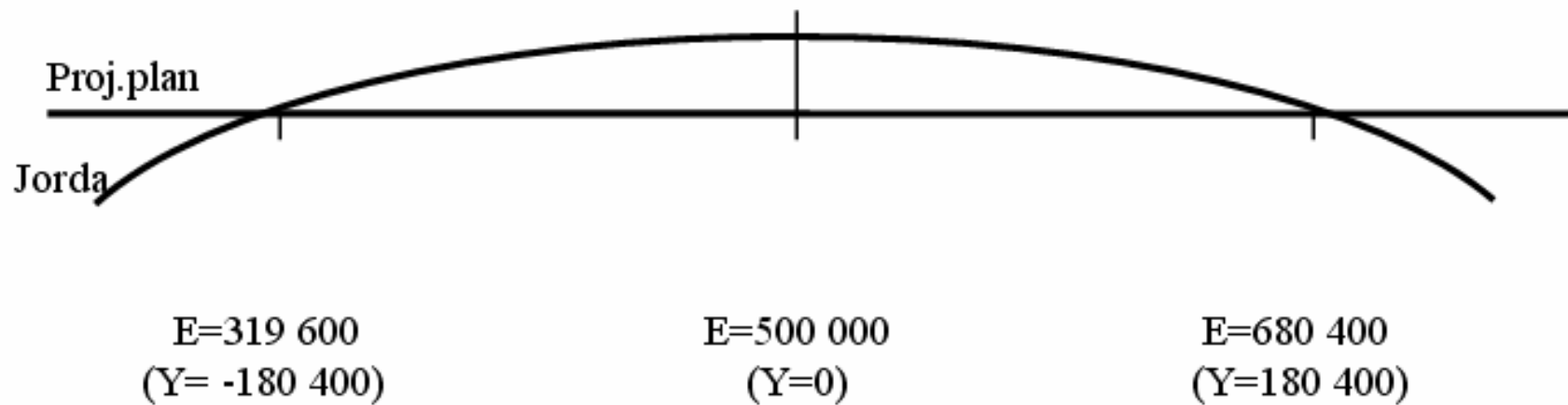
Målestokksfeil/ sonebredder – NGO/EUREF

- Maksimal tillatt målestokksfeil er 1/10000 i NGO og 1/1000 i EUREF89.
- Det at EUREF89 har skjærende projeksjon og større tillatt målestokksfeil gjør at vi kan ha større sonebredder.
- 6 grader pr. sone.





UTM – Målestokk - figur



UTM-projeksjonens skjæring av jordkula.



PPM-korreksjonene i UTM er for noen utvalgte steder:

→ Stavanger	65 ppm
→ Trondheim	-335 ppm
→ Hammerfest	-282 ppm
→ Oslo	-285 ppm



Grunnlagsnett på Bygg og anlegg – tilpasning til kommunale nett..

- Hvordan bør grunnlagsnett etableres i forbindelse med utstikking?**
- Lave toleranseverdier → Nett uten tvang**
- Polygonpunkter på vei ut**
- Referansestasjoner eller CPOS?**

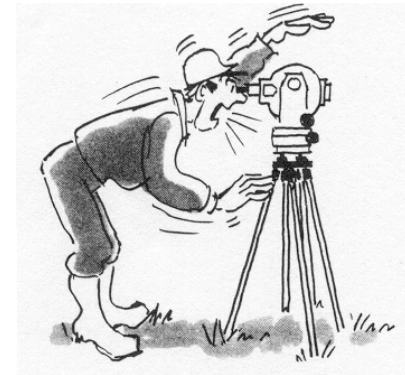


Transformasjon for jobbing m satellittmetoder på anlegg

- **7-parametertransformasjon**
 - 3 translasjoner/ forskyvninger
 - 3 rotasjoner (3 akser)
 - Målestokk
- Typisk for kobling mellom EUREF og lokalt anleggsdatum
- Fanger også opp geoidevariasjonene.
 - Krever gode høyder på fellespunktene (helst 5 eller flere)



→ Innen bygg og anlegg er det mange ulike aktører, og de fleste har eller skal vel heller ikke ha noe **nært forhold til datum, projeksjoner, målestokksfeil osv.**

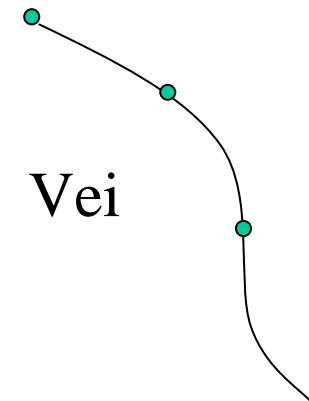
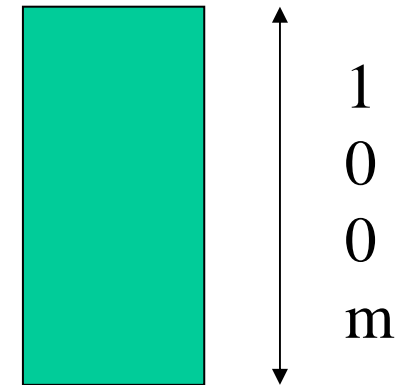


→ Derfor må **landmåleren** ivareta dette gjennom sine gode fagkunnskaper.





- Vi må her gjøre noen viktig valg, og det kan da synes naturlig at ved **byggrelatert stikking** benyttes grunnlagsnett som **beholder avstandsforhold i tegningene ut i terrenget**. Dersom bygges er 100 meter på tegningen, så blir det 100 meter i terrenget.
- Mens ved en del **andre typer stikking synes det forsvarlig å benytte EUREF89 med målestokksfaktor og kartplan** (slik vi har vært vant med i NGO-systemet).
- Vurderinger omkring dette gjøres i et pågående arbeid med å revidere **NS3463 Oppmåling og Utsetting på Byggeplass**.





Basiskunnskap - landmåler

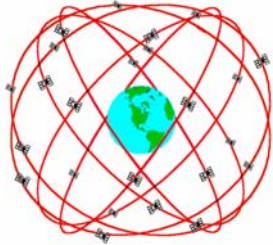
- Kunnskap om **utjevning, nettanalyse og transformasjoner** synes svært sentralt.
- Uten denne ballasten er det heller ikke lett å forstå utfordringene knyttet til overholdelse av **toleransene**.
- En landmåler bør forstå/ beherske **transformasjon**. En 7-parameters transformasjon basert på minimum 5 fellespunkter brukes gjerne for å koble sammen to datumer.
- Ofte vil det ene datumet være EUREF89 og det andre NGO1948 eller et lokalt nett.
- En kommune eller et anlegg kan ha behov for å bruke flere ulike transformasjoner i ulike områder og til ulikt behov.



Flere satellittposisjoneringssystemer:

-GPS, GLONASS og GALILEO.

-Hvordan skal vi forholde oss til dette?



- Pr. i dag er **GPS** fullt utbygd
- GLONASS i de senere år har hatt mellom 8 og 13-14 satellitter (lenge bare 9-10). **GLONASS**-systemet planlegges dog å være fullt utbygd i løpet av få år (2008?).
- I kulissene kommer også **GALILEO** som vi etter planen har fullt utbygd i 2008/2009.
- **Kombinasjon** av 2 eller 3 fullverdige systemer?



Oppsummering

- Selv om målerutiner og utstyr stadig endres, vil landmåleren uansett ha behov for en god **basisforståelse** innen **datum** og **transformasjon**.
- **Utstyr** og **programmer** vil stadig forbedres, og vi vil kunne ta ut effektivitetsgevinster, men vi må uansett ha **GOD FAGKUNNSKAP** i bunnen, slik at vi skjønner hva vi holder på med.



Gårdagens landmåling



Hva bringer
morgendagen ?

Cola, men...