



# Lokale kartdager, Østfold, Vestfold og Telemark

15.-16. Oktober 2003

Quality hotel og badeland, Sarpsborg

## RTK-pålitelighet og erfaringer

v/ Bjørn Godager, Høgskolen i Gjøvik

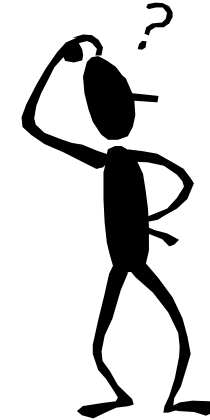
Email: [bjoern.godager@hig.no](mailto:bjoern.godager@hig.no)

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

Tlf: 61 13 52 75



## Temaer i foredraget



- ★ **Status testfelt HiG**
- ★ **TESTFELT KORTE AVSTANDER**
  - ★ Feilkilder
  - ★ Måleresultater/ drøfting
- ★ **TESTFELT LANGE AVSTANDER**
  - ★ Måleresultater
- ★ **Utstyrsutvikling**
  - ★ Nye muligheter m/ nyere utstyr, programvare, firmware?
- ★ **Videre framdriftsplaner**
- ★ **Konklusjoner?**

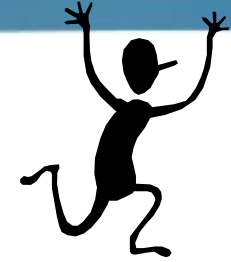


## Prosjektstatus

- ❑ Et **testfelt** med kjente fasit-verdier på 50 pkt er etablert **nær HIG** i perioden 2000 - 2002:
  - ❑ **3 åpne pkt**
  - ❑ **15 pkt i skog**
  - ❑ **32 pkt i bebyggelse/ noe skog**
- ❑ Ca **4000 målinger** er registrert i prosjektet
- ❑ **Fasit** er beregnet
- ❑ **8 foredrag** er avholdt om prosjektet
- ❑ **Sluttrapport**, samt forslag til **brukerinstruks** ved **RTK-måling under vanskelige forhold** er ikke ferdig (arbeidet pågår i regi av stipendiat)
- ❑ Ca **4000 målinger** er registrert i prosjektet.



## Prosjektstatus, forts



- ❑ Det er forsøkt å lage et testopplegg som kan **identifisere** effekten av disse **ulike faktorene** som virker inn ved RTK-bestemmelse under ulike forhold.
- ❑ **Samarbeid** mellom fagmiljø, studenter og eksterne parter.
- ❑ **Prosjektet** er ikke avsluttet, men utvidet og vil dermed **fortsette i 2004**.
- ❑ **2003: Testfelt på lange avstander** etablert (avstander på opp til 35 km)
- ❑ **2003-2004: Oppstart testfelt for jernbaneverket** (Valdresbanen)?



# Kvalitet på RTK-målinger

Formålet med prosjektet er en **praktisk test av kvalitet/pålitelighet (repetierbarhet)**

## Aktuelle faktorer:

- 🕒 Støy ved passasje gjennom skog av ulik tetthet 10 GDOP/ PDOP
- 🕒 Sol-støy, magnetiske stormer 11 Ulike instrumenter
- 🕒 Ulike treslag 12 Firmware
- ↪ Ulike sikthindringer 13 Radiosamband
- ↪ Signalavbøyning/ falske signaler (multipath) 14 Loggefrequens
- ↪ Forstyrrelser fra sendere
- ↪ Valg av elevasjonsgrense ("cut-off")
- ↪ Årstider, måletid, værtype

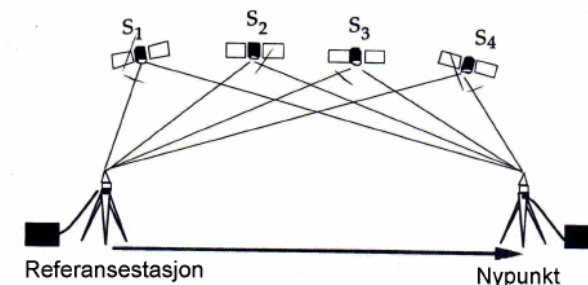


# Kvalitet på RTK-målinger



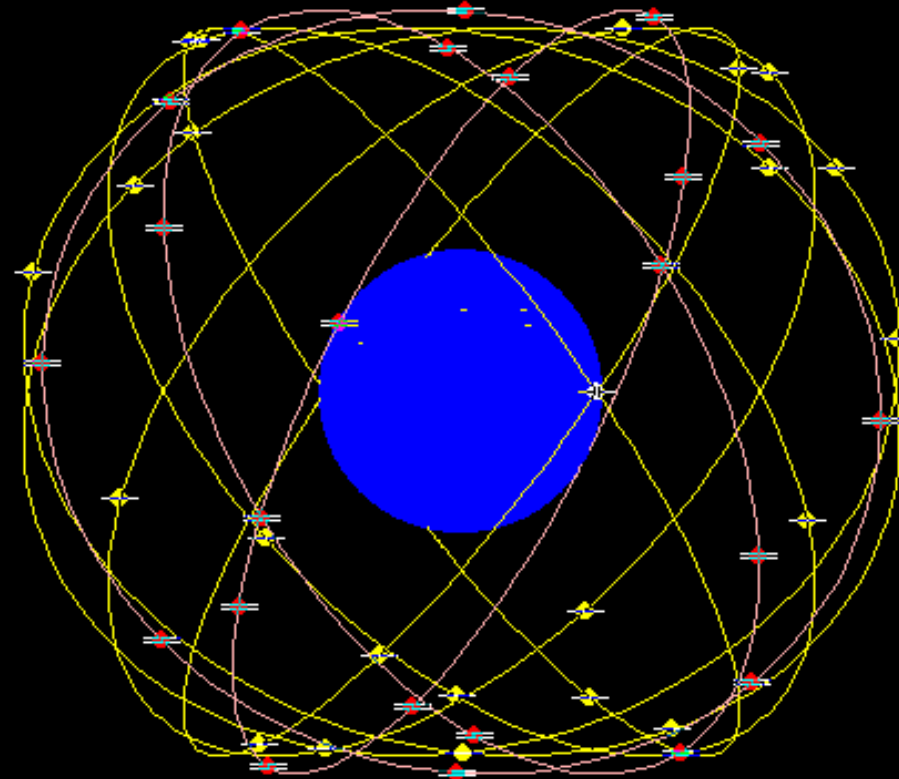
## Kjente årsaker til problemer med å få RTK FIX-løsning:

1. Kort måletid
2. Dårlig satellittgeometri
3. Støy på målingene (obstruksjoner/ ionosfærisk støy)
4. Fasebrudd (cycle-slips)
5. Umodellerte feilkilder (herunder flerveisinterferens)
6. For lang avstand mellom pkt. (sammenheng med 5.)
7. Problemer med å få fram data fra referansestasjon til ROVER (mobil enhet).





## GPS and GLONASS Simulation



Toggle View

Glonass

Orbits

Lon/Lat Lines

Position

Help

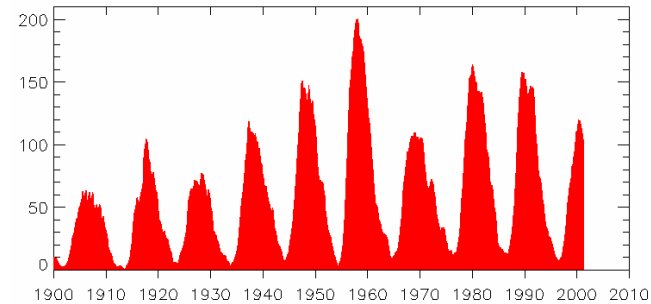
<http://www.mich.com/~buffalo/rhp/gps.html>



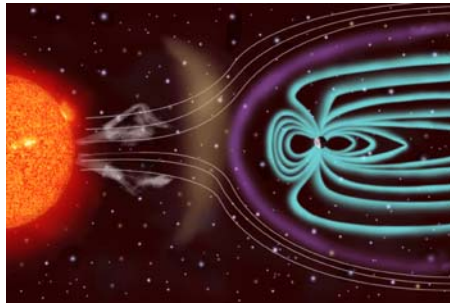
# Symbolisering av noen feilkilder



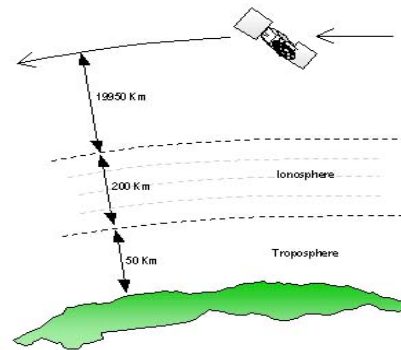
**Multipath** (signalavbøyning/  
falske signaler)



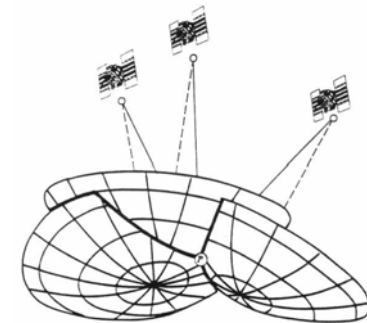
Tidsserie over **Solflekkaktivitet**  
som viser **11-års-sykluser**



**Ionosfæriske forstyrrelser**  
pga. sola (virkning størst vår/  
høst/ rett etter solnedgang)



**Ionosfære/ troposfære**

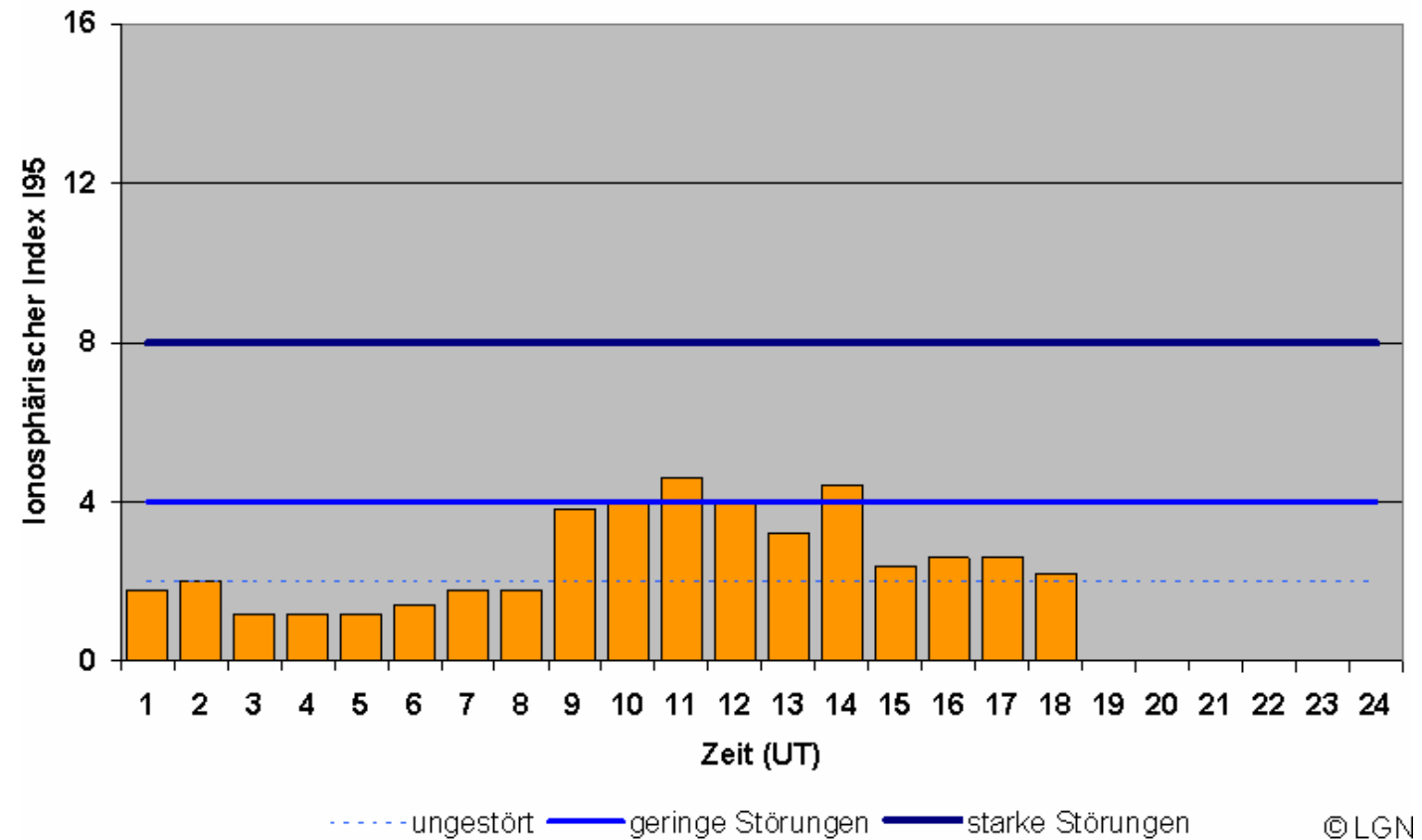


**Satellittgeometri**



## Ionosphärischer Index I95 vom 14.10.2003 (287)

berechnet mit WaSoft/Virtuell 3.0



Ionosphärischer Index I95 für den  .  .   (Daten liegen seit dem 01.01.2002 vor)

<http://www.lgn.de/produkte/sapos/iono/index.htm>



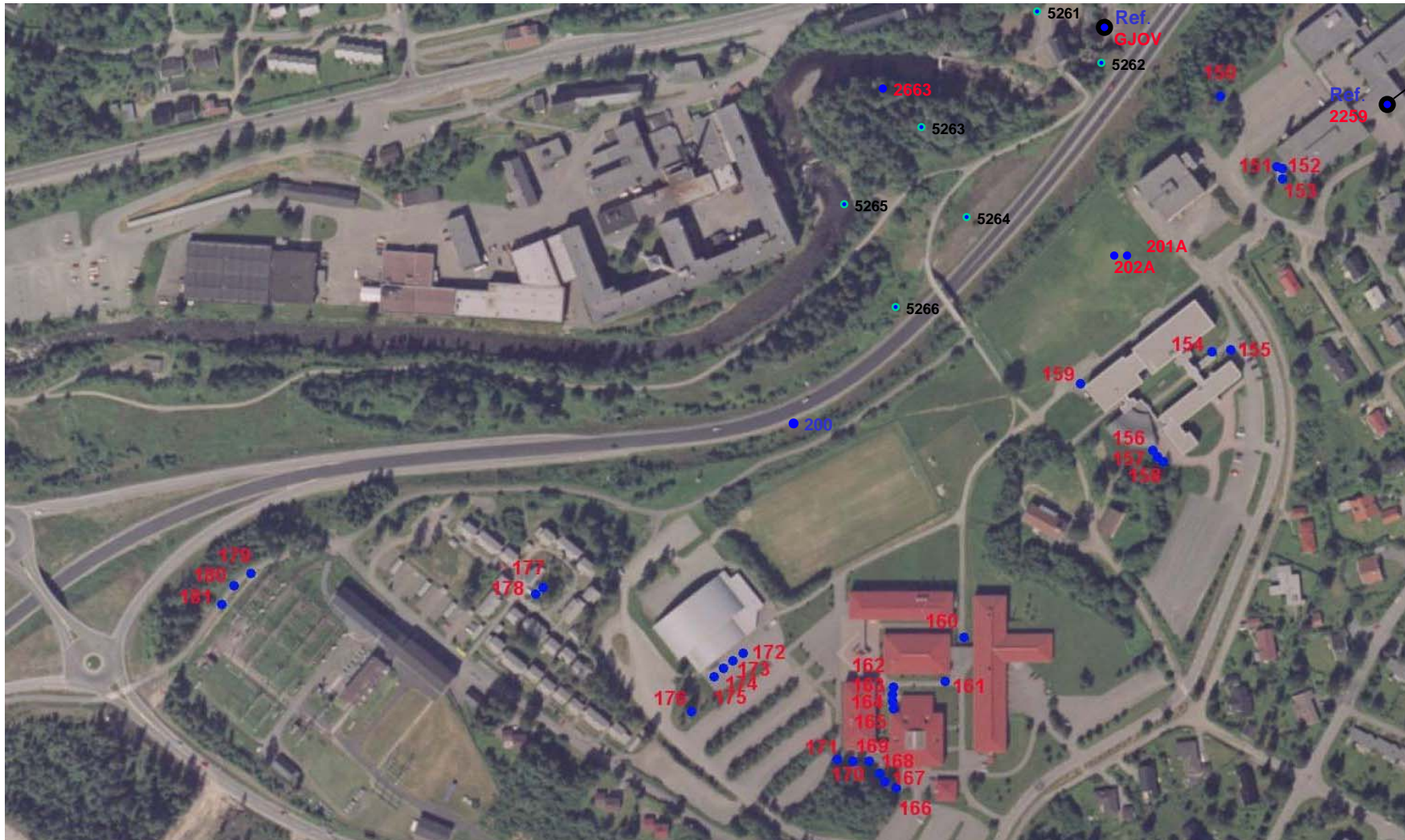
## Forts. feilkilder

Kjent hovedproblem ved RTK-målinger i Norge:

- Scintillasjoner:** (dvs. raske forandringer i avstandsobservasjonene)
- Mottakerne kan miste faselås, verst på L2-frekvensen (Grunnet "Anti-Spoofing")

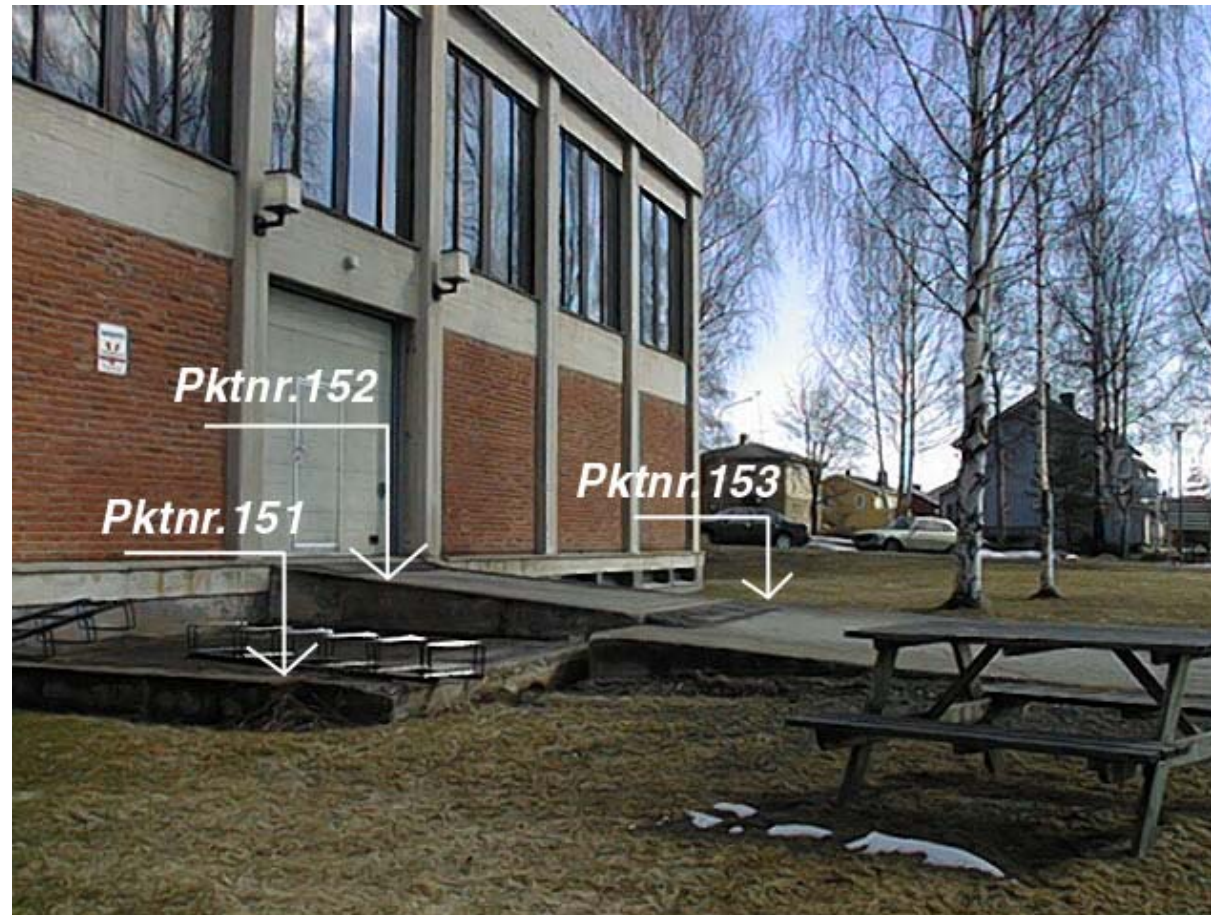


# Testpunktene på Kallerud





## Eksempel - testpunkt på Kallerud



**Punktnummer:** 151,152,153  
**Type merke** : Hugget kryss i betongen

**Bilderetning:** Mot Øst  
**Billedato** : 12.04.2000



## Eksempel - testpunkt på Kallerud



**Punktnummer:** 162,163,164,165  
**Type merke :** Asfaltspiker

**Bilderetning:** Mot Sør-Sørvest  
**Billedato :** 12.04.2000



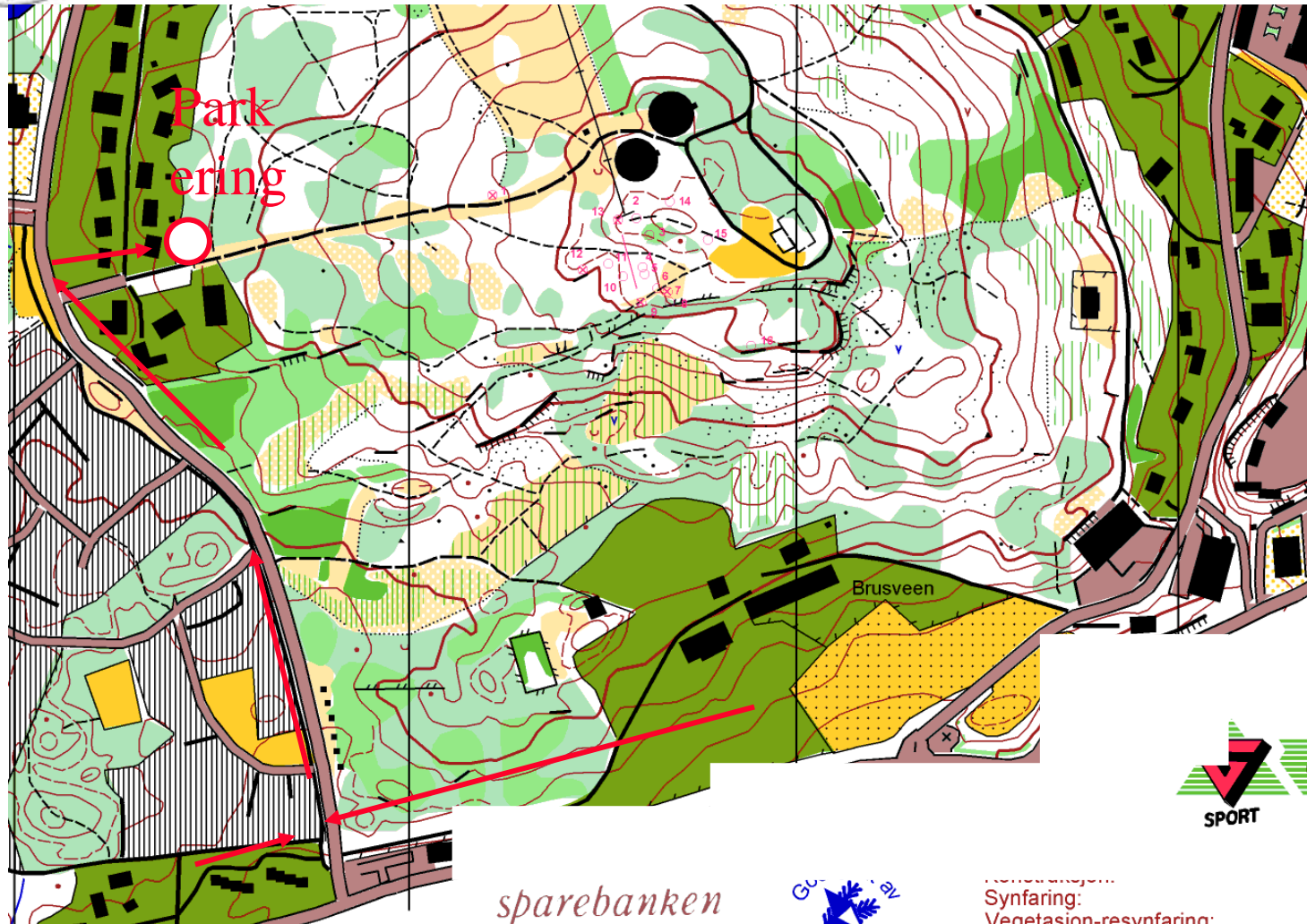
## Eksempel - testpunkt på Kallerud



**Studentene Anders Helgesen og Line Myklebust i aksjon på Kallerud**



# Testpunktene i skog - Hovdetoppen



sparebanken

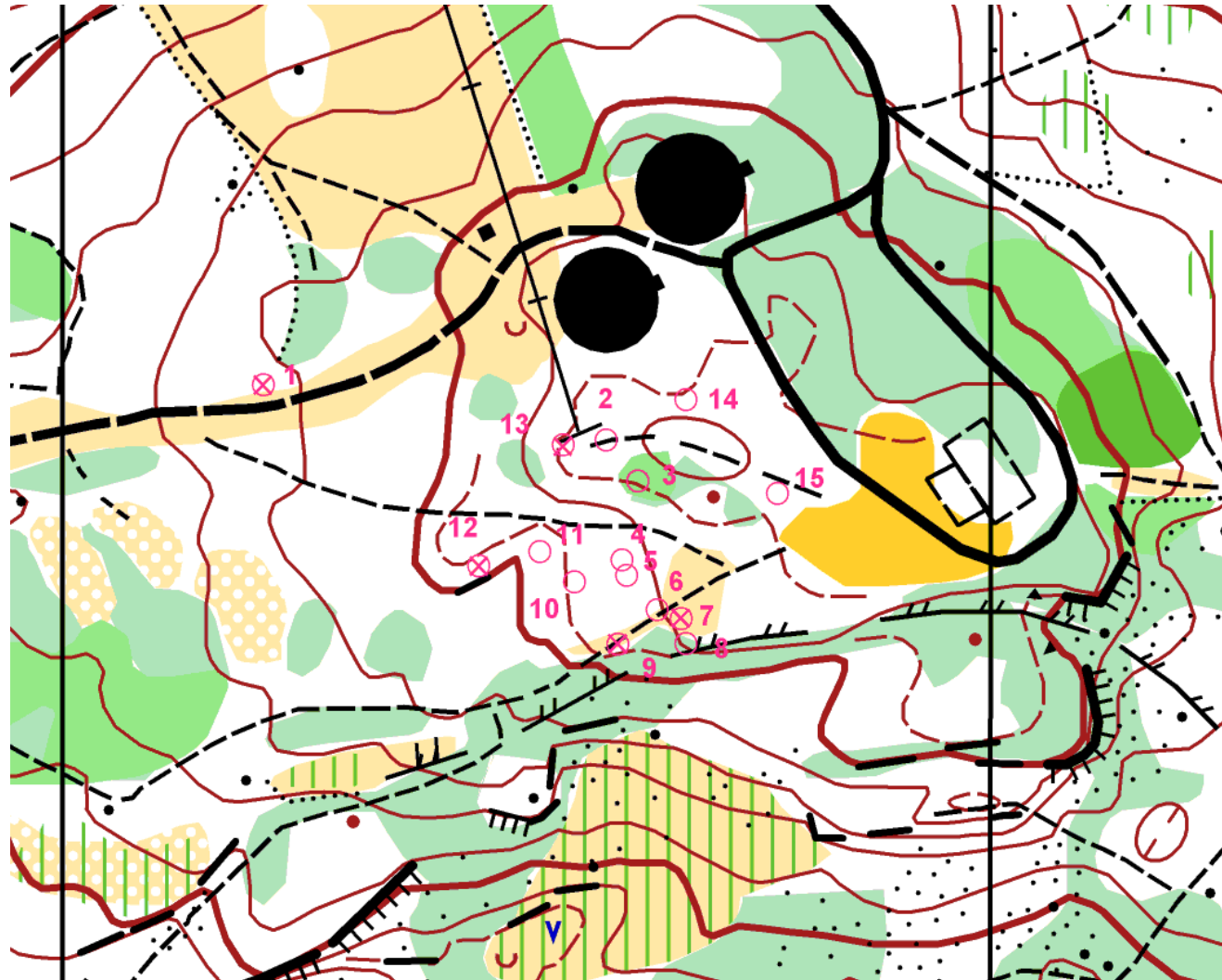


Kontorbyggen  
Synfaring:  
Vegetasjon-resurfaring:



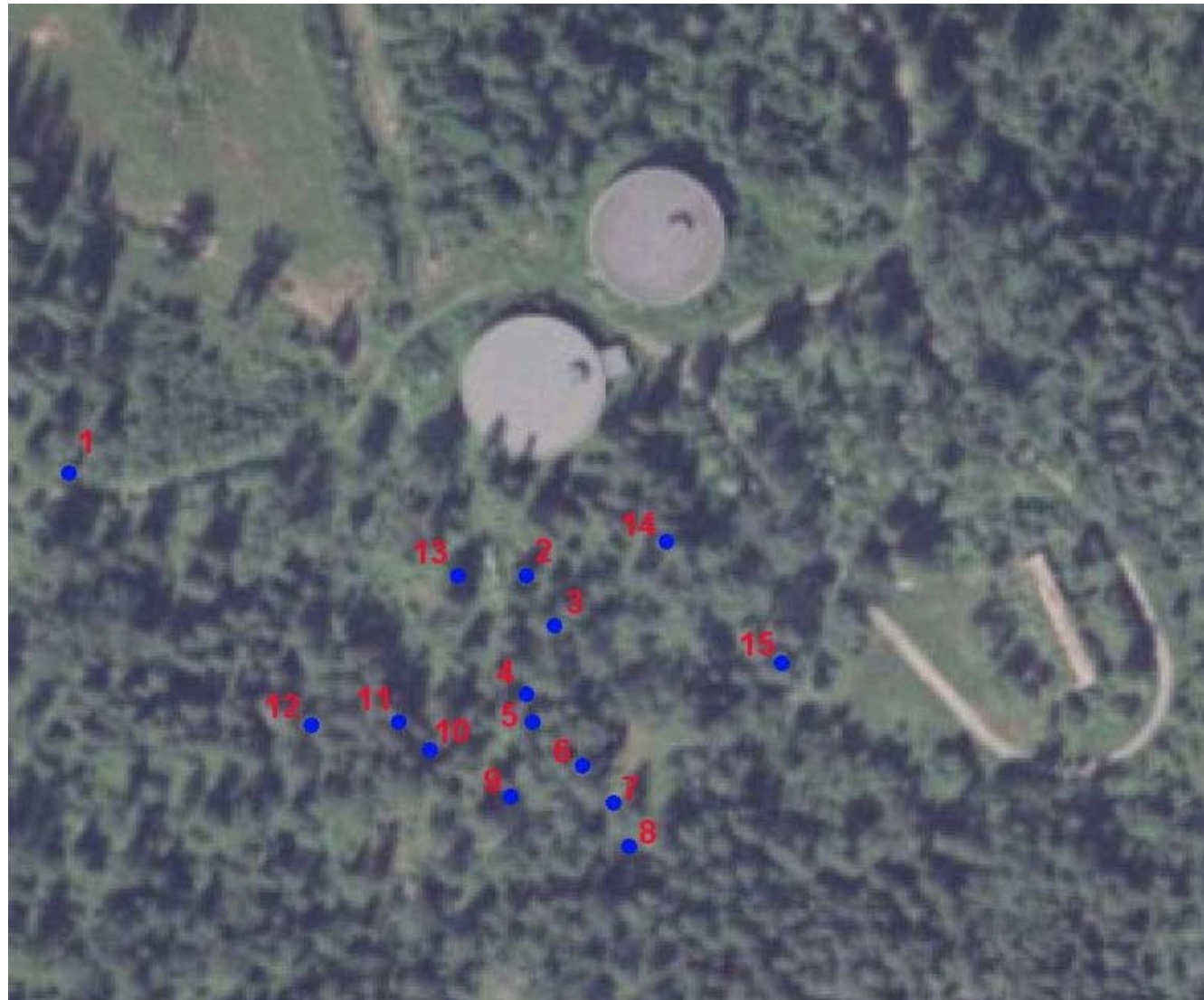


# Testpunktene i skog - Hovdetoppen





## Testpkt. i skog - Hovdetoppen





## Eks. - testpunkt - Hovdetoppen



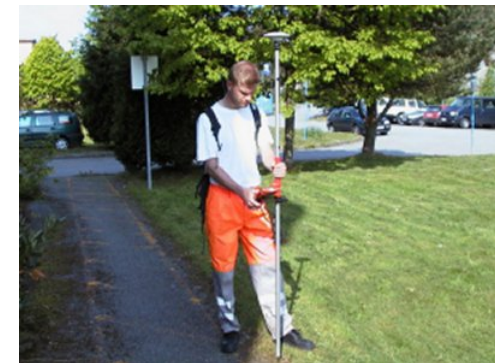
**Punktnummer:** 9  
**Type merke** : Bolt med klave i fjell

**Bilderetning:** Mot Nordøst  
**Billedato** : 14.04.2000



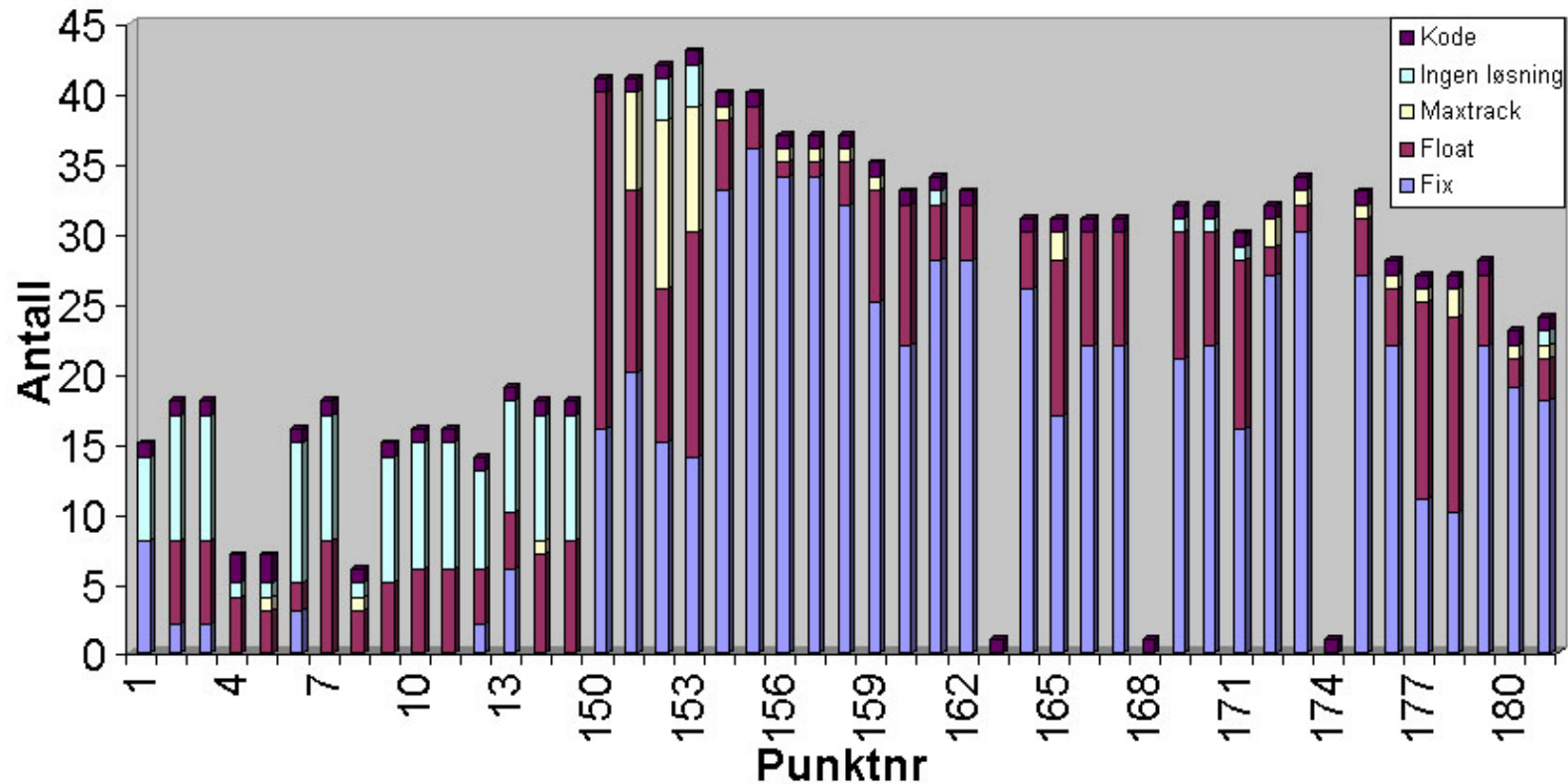
## Erfaringer så langt

- ❑ Mange av testpunktene viser seg å være vanskelige å måle i (får kun float).
- ❑ Vi ønsker å kunne antyde en grense for hvilke type punkt det er mulig å få målinger i - og hva som påvirker målingene.
- ❑ Det må/ skal måles mange ganger i alle punkt under ulike forhold.
- ❑ Vi ønsker å få håndgripelig inntrykk av påliteligheten (repetierbarhet, standard avvik og ev. grove feil).





# Måleresultater 2001



**Målinger i studentprosjekt 2001: Grafisk fremstilling av type og antall resultater i hvert punkt.**



## Mer detaljert status/ noen erfaringer

- Flere vanskelige målepunkter
- Viktig med nok satellitter/ god geometri
- Solforstyrrelser virker inn i perioder
- Flere falske fix-løsninger (noen typer utstyr mer utsatt enn andre)
- Z-Surveyor mest pålitelig ved hovedprosjektet 2002, men Leica-utstyret hadde en feil i oppsettet (Leica var stabile i 2000/2001)
- Fuktig skog øker problemene
- Marginal effekt av Glonass-satellitter når det er få
- Ser ut til at ulike instrumenter har ulik firmware og ulik sikkerhet på FIX-løsningene som frigis! (gjaldt spesielt i 2000)! (Hvor lenge må en løsning holde seg før den frigis).
- Ulike innstillinger under i enkle og vanskelige måleforhold (Topcon).



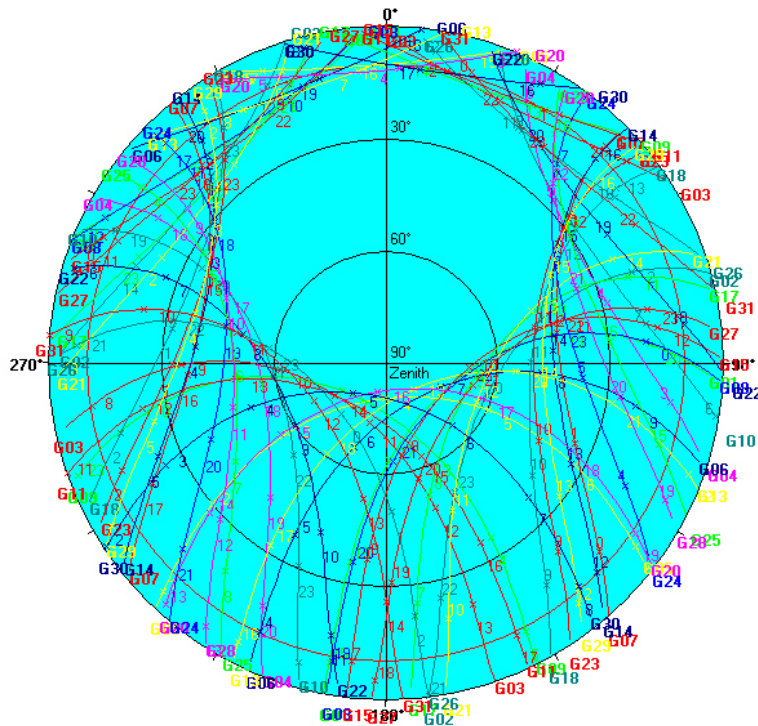


## Mer detaljert status/ noen erfaringer, forts.

- ❑ Ulikt utstyr/ programvare **logger ulike opplysninger**. Behov for **standardisering**?
- ❑ Z-Surveyor mest pålitelig ved hovedprosjektet 2002, men Leica-utstyret hadde en feil i oppsettet (Leica var stabile i 2000/2001)
- ❑ Under hovedprosjektet i 2002 ble det målt i **timesperioder** med registrering **hvert 2. minutt**. Allikevel ikke særlig gode konklusjoner. Det er forsøkt å konsentrere ytterligere målinger på de målepunktene som har skapt mest problemer så langt!
- ❑ **Utstyret/ SW/ FW** har gradvis blitt **bedre** og bedre. Klart mer falske fix-løsninger på enkelte utstyrstyper i 2000 og delvis 2001 enn i 2002.
- ❑ Indikasjon på at det er **større sjanse** for **falsk fix** når en står lenge på et pkt før en får fix.



## Noen interessante erfaringer:



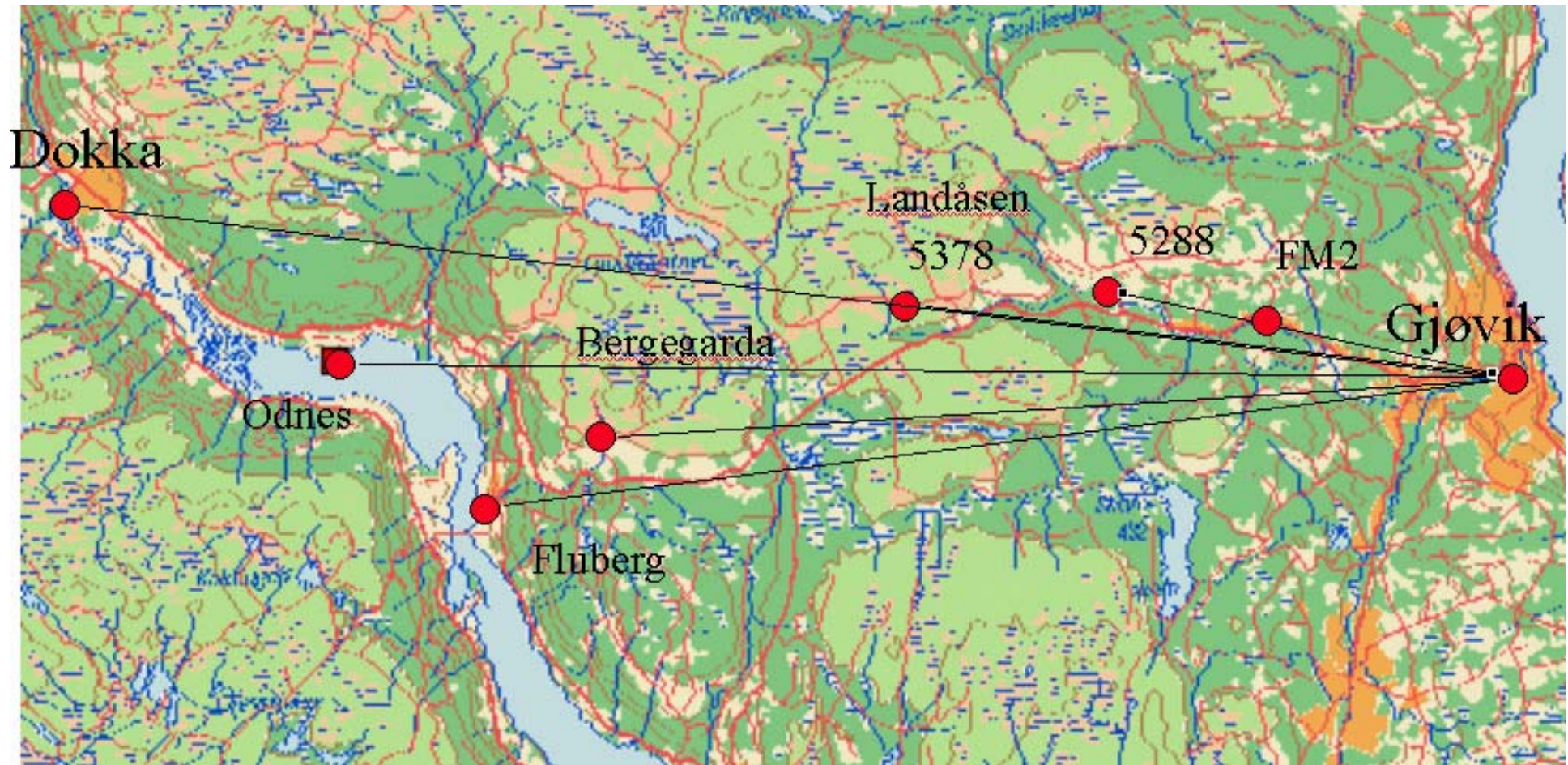
Skyplott over Gjøvik

Større avvik fra fasit i nordverdi enn østverdi.

Årsak: Geometri?!



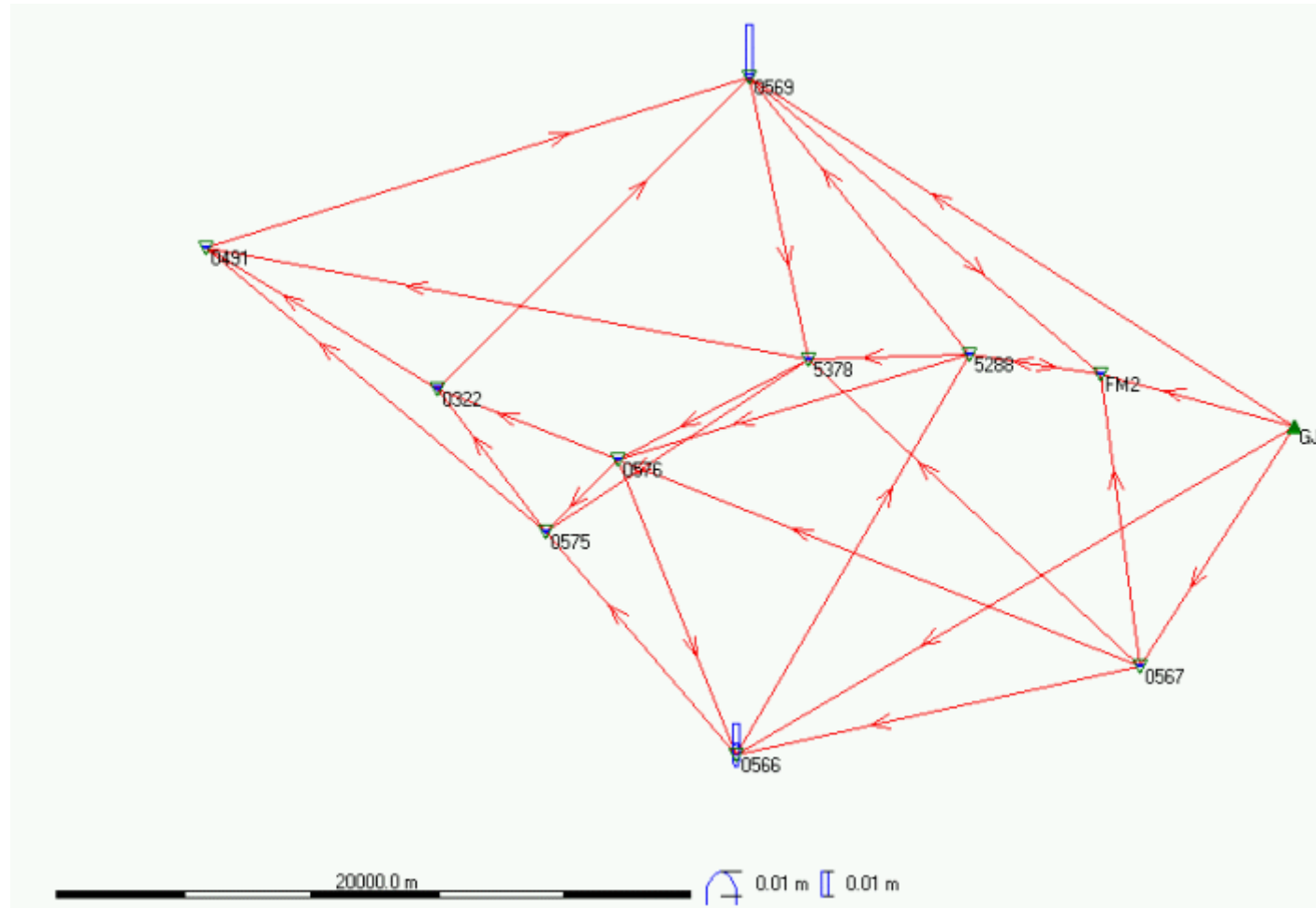
## Testfelt lange avstander



**Avstander på 5 - 35 km til relativt åpne testpunkt**



# Testfelt lange avstander

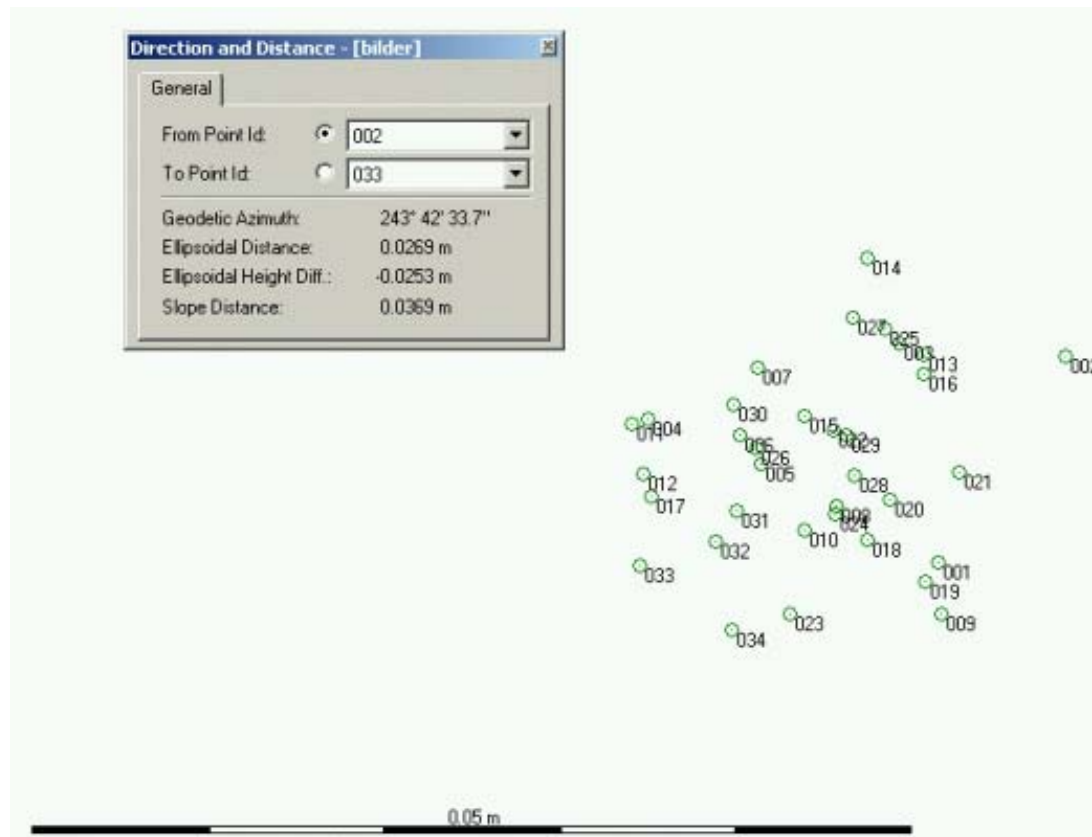


**Grunnlagsnett - fasit målt inn statisk**



# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (1)



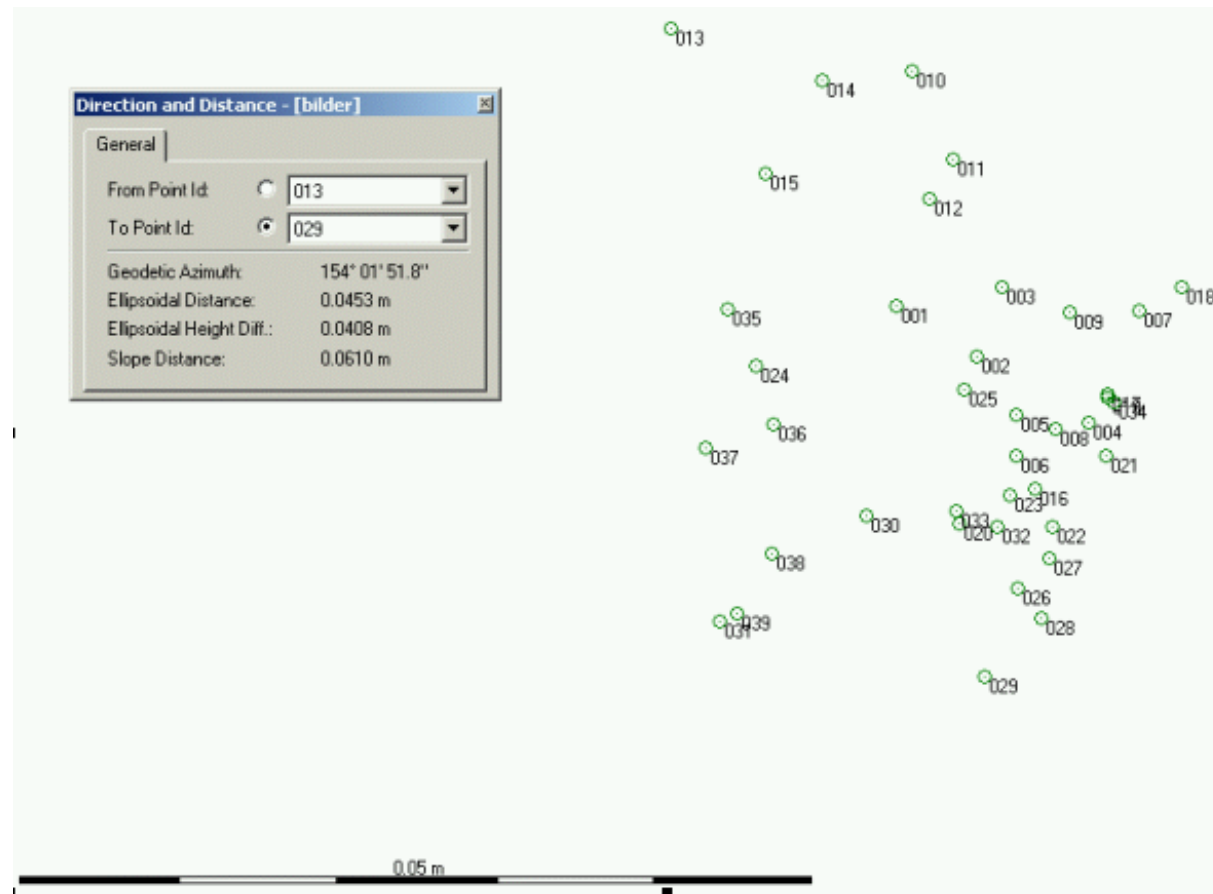
Ivar Trondhjem på FM2

FM2, måling 8. & 9. mai 2003, **6.3 km** fra GJOV



# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (2)

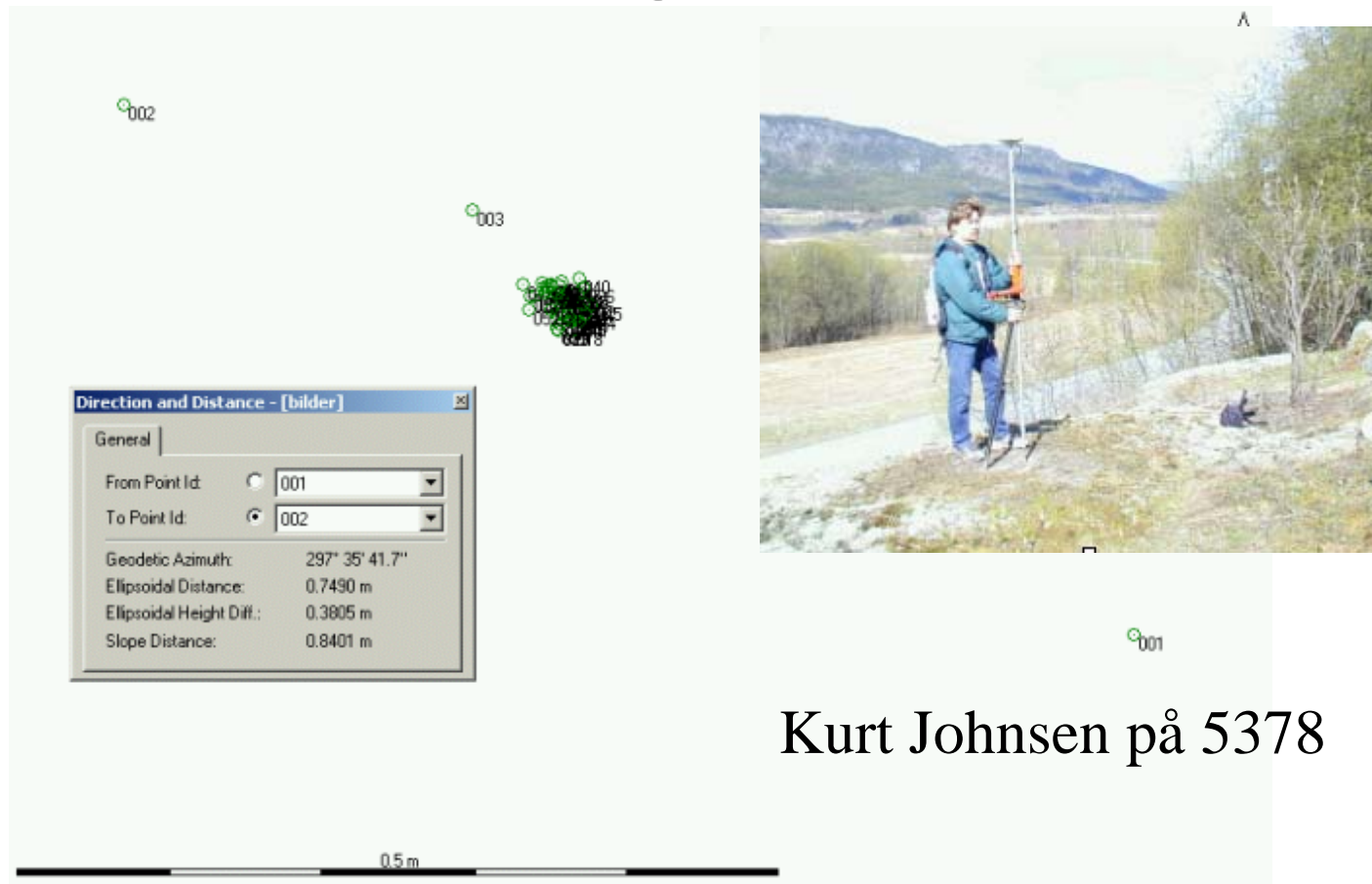


5288, måling 8. & 9. mai 2003, **10.5 km** fra GJOV



# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (3)



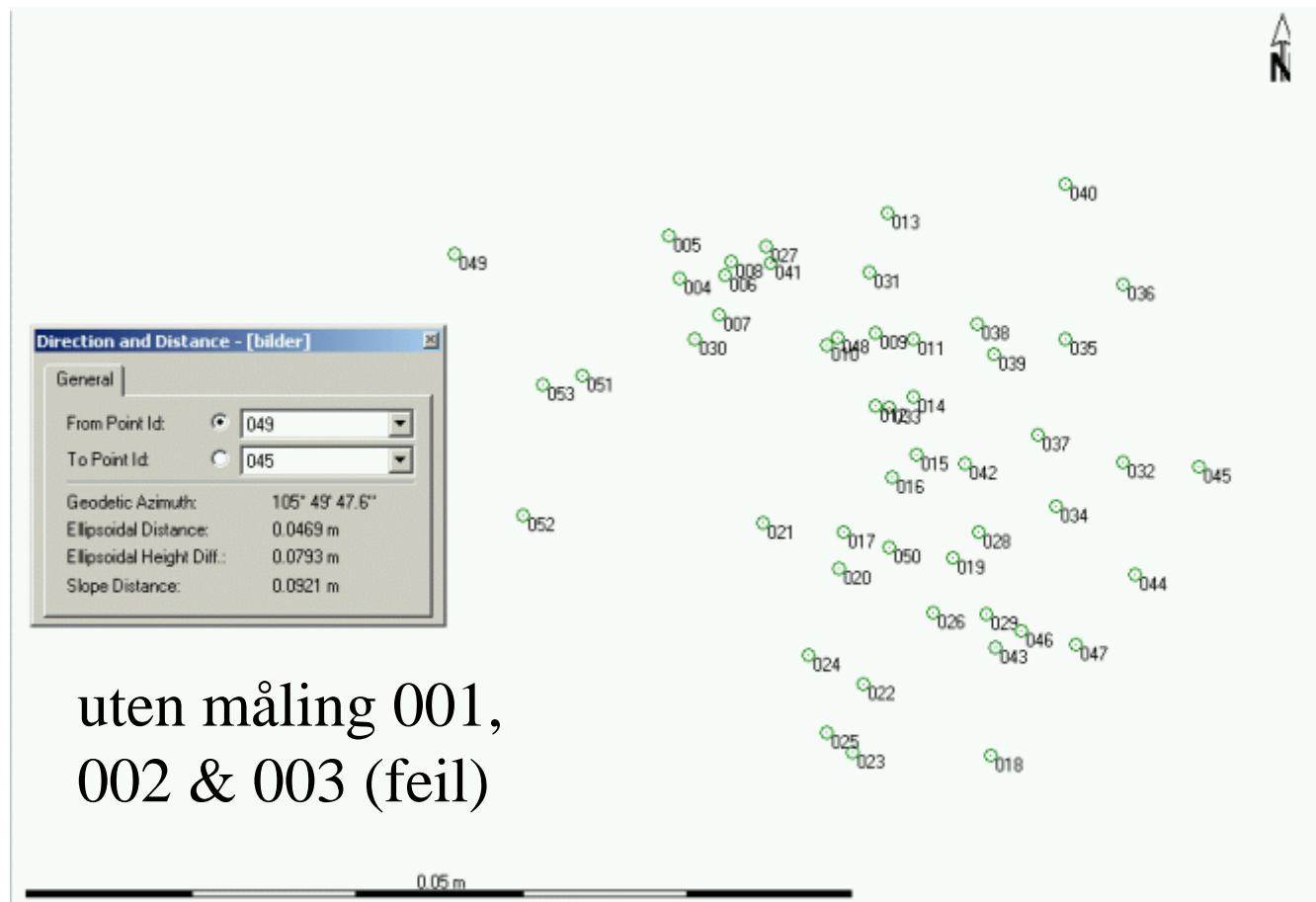
Kurt Johnsen på 5378

5378, måling 8. & 9. mai 2003, **15.5 km** fra GJOV



# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (3b)



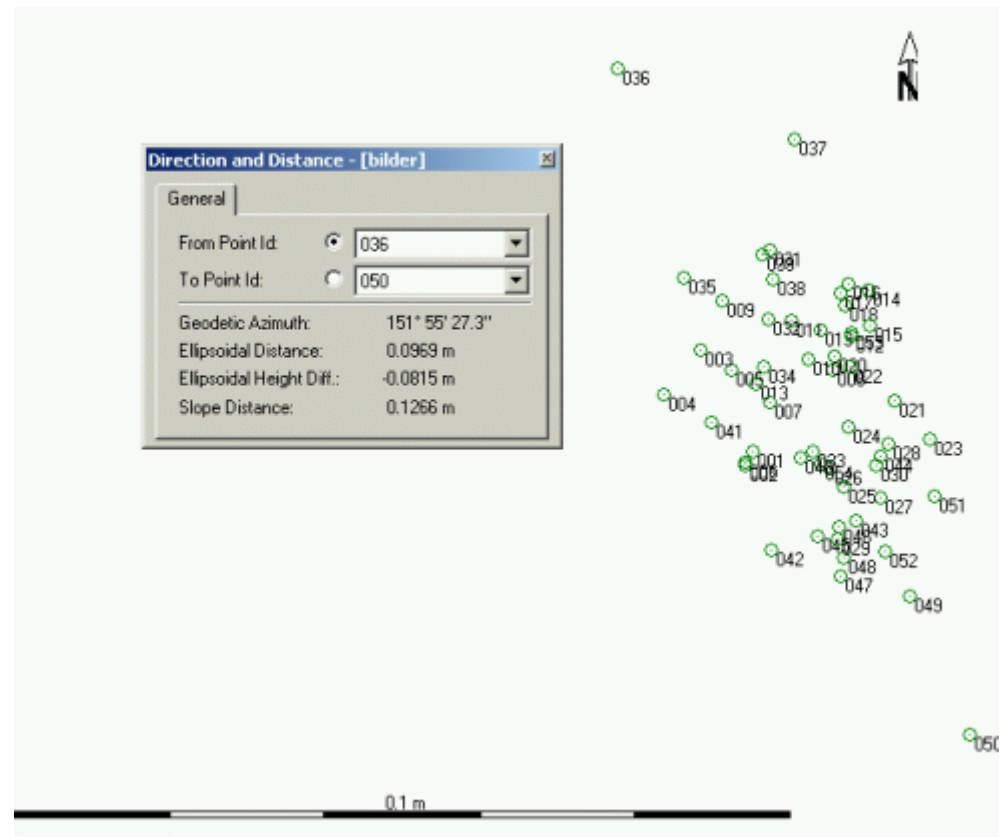
uten måling 001,  
002 & 003 (feil)

5378, måling 8. & 9. mai 2003, 15.5 km fra GJOV



# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (4)

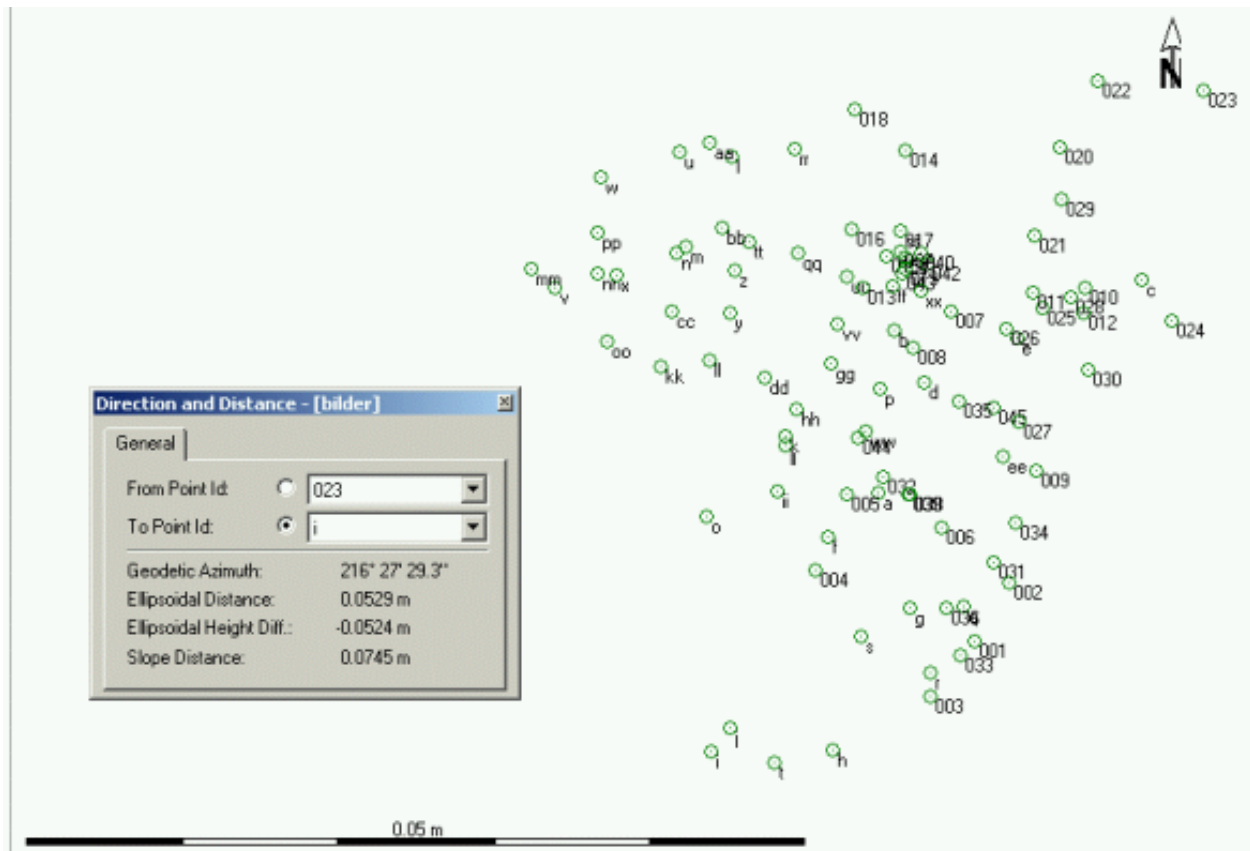


**0576**, uten 036,037,050, måling 8. & 9. mai 2003, **21,3 km** fra GJOV



# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (5)



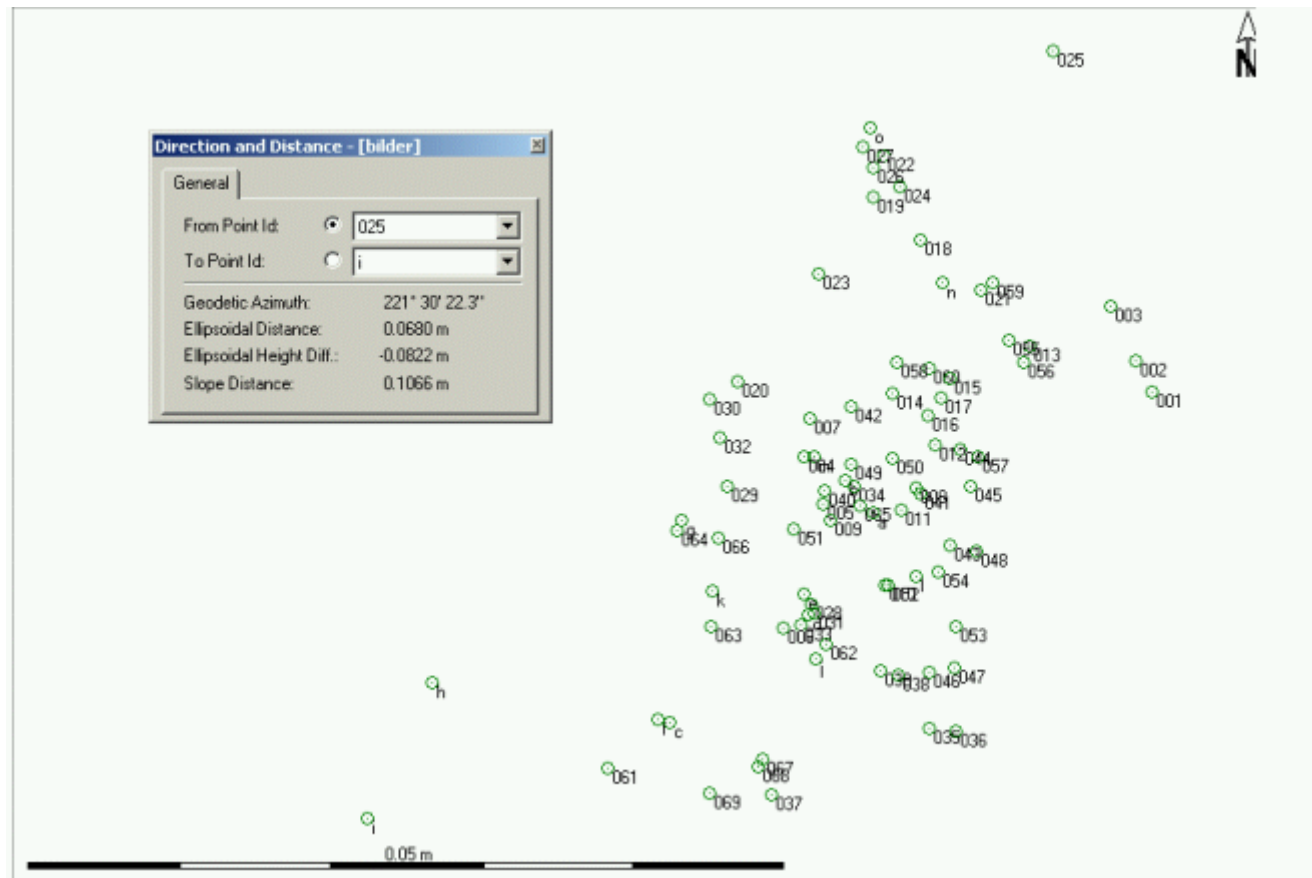
**G32T 0575**, måling 8., 9., 10. & 12. mai 2003, **23,8km** fra GJOV





# Testfelt lange avstander

## Visuell fremstilling av repeterbarhet (7)



G32T 0322, "Dokka", fjernet 5 obs, måling 8-12. mai 2003, **34,7 km** fra GJOV



## Testfelt lange avstander

- ❑ Foreløpig har vi få målinger og dessuten kun gjort målinger med Leica-mottakere.
- ❑ **Testing på lange avstander fortsetter våren 2004**
- ❑ Ved innføring av CPOS i området åpner det for ytterligere testing mot



## Nye muligheter m/ nyere utstyr, SW/FW?

### Økt RTK-ytelsen gir mulighet for:

- Tidsdeling (Timeslicing) med opptil 4 radioer med samme frekvens
- Scanningsfunksjonalitet for innkommende RTK korreksjoner ved bruk av radio
- Automatisk valg av nærmeste GSM referansestasjon
- Støtte til flere radiomodem og mobiltelefon

### Innmålingsfunksjoner

- Sjekk av absolutt punktavvik i tillegg til avvik til middel



## Nye muligheter m/ nyere utstyr, SW/FW?

### Utstikkingsfunksjoner

- Funksjon for å finne nærmeste pkt

### Koordinatsystemer

- Bruk av geoidemodeller

### Feltprogrammer/ feltutstyr

- Aktivere/deaktivere lydsignal ved fasebrudd
- Trådløst utstyr
- GPS kan settes på totalstasjonen



## Videre framdrift

- ❑ Dok. fasit og målinger + egen fasit rapport
- ❑ Punktarkiv
- ❑ Analyse 2002-2004
- ❑ Publisering 2004 ...
- ❑ Mer måling, analyse osv. (prosjektet fortsetter)
- ❑ Utvidelse av testfeltprosjektet med målinger over lengre avstander – oppstart vår 2003.
- ❑ 2003: Testfelt på lange avstander etablert (avstander på opp til 35 km)
- ❑ 2003-2004: Oppstart testfelt for jernbaneanverket (Valdresbanen)?



## Konklusjon

- ❑ Testing på RTK - pålitelighet/ feilkilder er vanskelig.
- ❑ Konklusjoner er vanskelig å trekke.
  - ❑ Adressering av feilkilder krever en annen angrepsmåte med mer måling i utvalgte punkter som vi har erfart er vanskelige.
- ❑ Utvidelse av testfeltprosjektet med målinger over lengre avstander – oppstart vår 2004.
- ❑ Testfelt på lange avstander vurderes bygd ut.
- ❑ 2003-2004: Oppstart testfelt for jernbaneverket (Valdresbanen)?
- ❑ Uansett vi lærer noe hele tiden og vi er klar til å teste mot GALILEO når det kommer om noen år.