



Jordskifteverkets samling på Honne,
12.-13. Mai 2004

Erfaringer ved RTK-måling på lange avstander

v/ Bjørn Godager, Høgskolen i Gjøvik

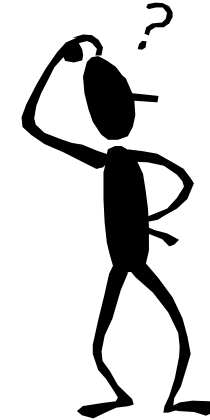
Email: bjoern.godager@hig.no

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

Tlf: 61 13 52 75



Temaer i foredraget



- ★ **Status testing av RTK-målinger ved HiG**
 - Erfaringsmateriale

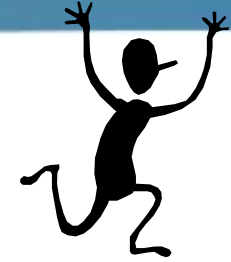
- ★ **TESTFELT LANGE AVSTANDER**
 - Bruk av referansestasjon og GSM
 - Måleresultater i 2003

- ★ **Videre framdriftsplaner**
 - 2004 og videre

- ★ **Konklusjoner?**




Prosjektstatus



- ❑ **2003: Testfelt på lange avstander** etablert
(avstander på opp til 35 km)
- ❑ **2003-2004: Oppstart testfelt for jernbaneløp**
(Valdresbanen)
- ❑ **2004: Oppstart Testfelt på RTK-målinger på superlange avstander** (over 35 km)



Ny standard: metode <-> nøyaktighet

Metode	Hovedprinsipp	Minimum antall mottakere	Observasjonstid	Nøyaktighet – potensial (2σ , 95%) i grunnriss	Kommentar
Klassisk statisk	Samtidig måling med to GNSS-mottakere i hvert sitt punkt.	2	20-120 min	5 mm + 1 ppm	Vektor- bestemmelse i ettertid.
Tradisjonell RTK (Real Time Kinematic) 	Samtidig måling med to tofrekvente GNSS mottakere i hvert sitt punkt (base og rover). Basestasjonen settes opp i et punkt med kjente koordinater. Basestasjonen sender sine GNSS målinger til roveren. Roveren samstiller egne GNSS målinger med GNSS målingene fra basestasjonen og benytter dette til å bestemme vektoren mellom de to mottakerne.	2	Minimum 1 epoke. Ved statisk måling kan midling over noen sekunder til en viss grad forbedre resultatet.	10-20 mm + 1ppm	Vektor og/eller posisjonsbestemmelse i sanntid. Avstanden mellom base og rover bør normalt ikke overskride 10 km. Det kreves kommunikasjon mellom rover og base for overføring av data.



Ny standard: metode <-> nøyaktighet

Fasemåling		Kodemåling		
Klassisk statisk	RTK Kortids statisk Presis enkeltpunktbestemm.	Differen- siell fase- glattet	Differensiell	Enkeltpunkt- bestemmelse i sanntid
0.01	0.1	0.5	1	15
Grunnrissnøyaktighet i meter				

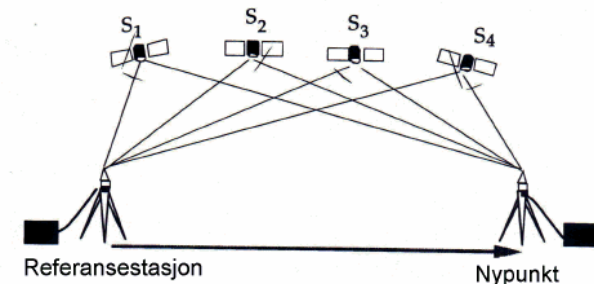


Kvalitet på RTK-målinger

Aktuelle faktorer som kan påvirke resultatet:

(Grove feil nevnes ikke her). Systematiske feil:

- Målestøy i skog/ skog av ulik tetthet
- Sol-støy, magnetiske stormer
- Forstyrrelser fra sendere/ mobiltelefoner
- Signalavbøyning/ falske signaler (multipath)
- Ulike treslag
- Antenner
- GDOP/ PDOP
- Ulike sikthindringer
- Korrelasjon
- Valg av elevasjonsgrense ("cut-off")
- Loggefrekvens
- Ulike instrumenter
- Firmware
- Radiosamband
- Årstider, måletid, værtype



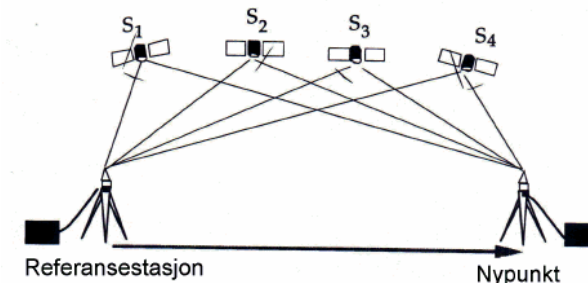


Kvalitet på RTK-målinger



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).

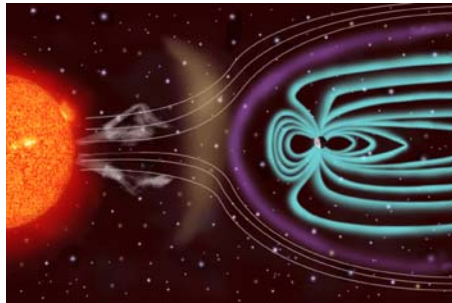




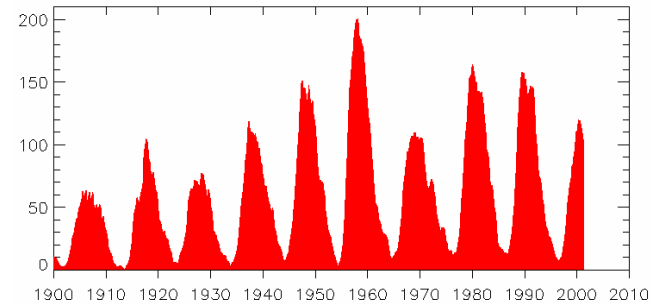
Symbolisering av noen feilkilder



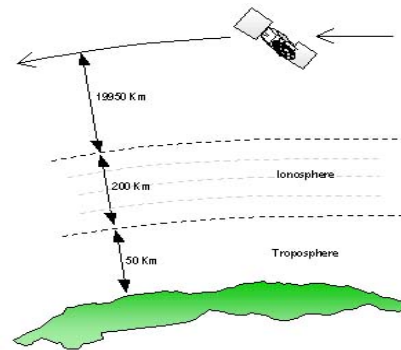
Multipath (signalavbøyning/
falske signaler)



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



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



Ionosfære/ troposfære

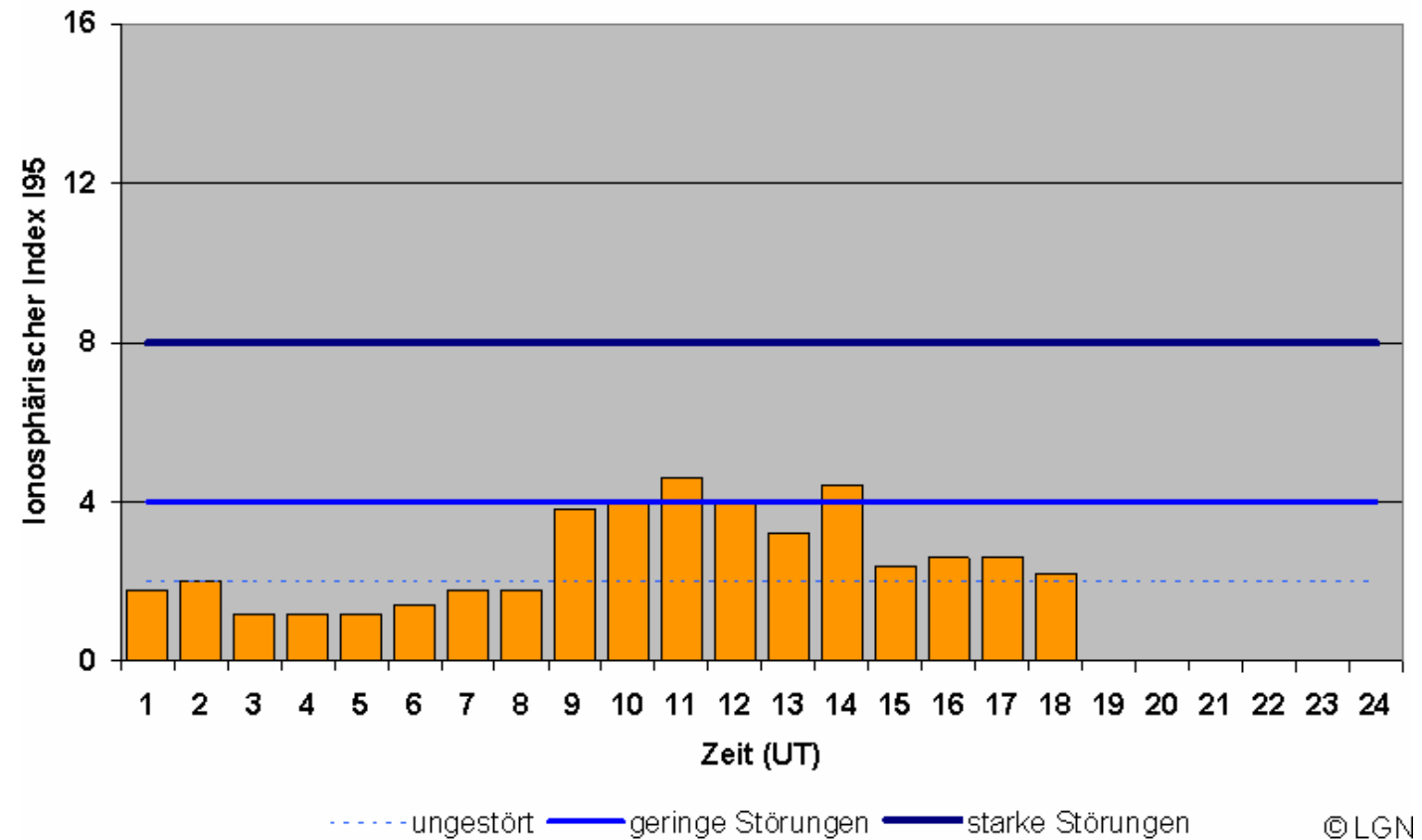


Satellittgeometri



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 fase**lå**, verst på L2-frekvensen (Grunnet "Anti-Spoofing")





Erfaringer/ ønsker – testing – kort avstand

- 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 (repeterbarhet, standard avvik og ev. grove feil).





Mer detaljert status/ noen erfaringer

- ❑ Viktig med nok satellitter/ god **geometri**
- ❑ **Solforstyrrelser** virker inn i perioder, men toppen er nådd
- ❑ Mindre **falske fix**-løsninger siste 2-3 år
- ❑ **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! (Hvor lenge må en løsning holde seg før den frigis?). Leverandøren holder kortene tett.
- ❑ **Ulike innstillinger** under i **enkle og vanskelige** måleforhold (Topcon)



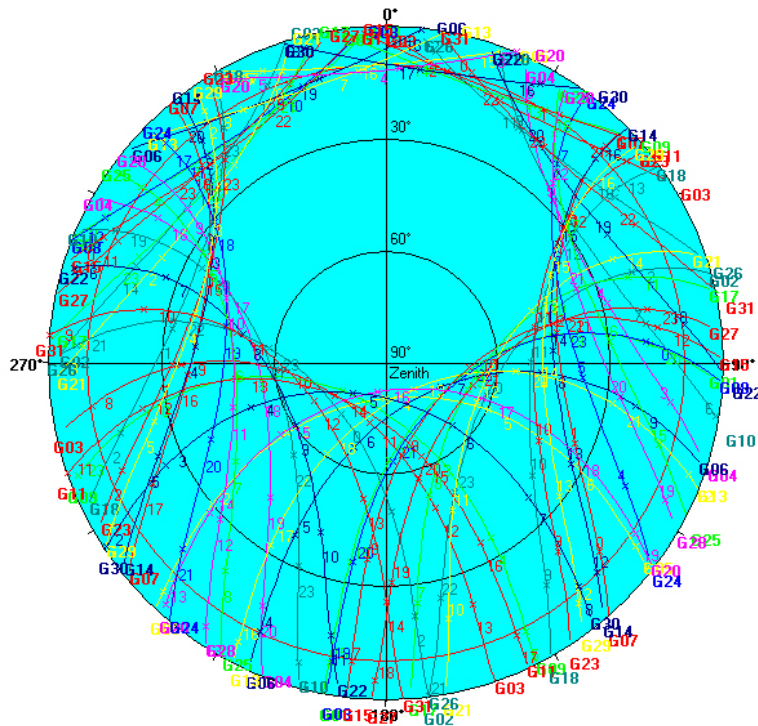


Mer detaljert status/ noen erfaringer, forts.

- Ulikt utstyr/ programvare logger ulike opplysninger. Behov for standardisering?
- 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:



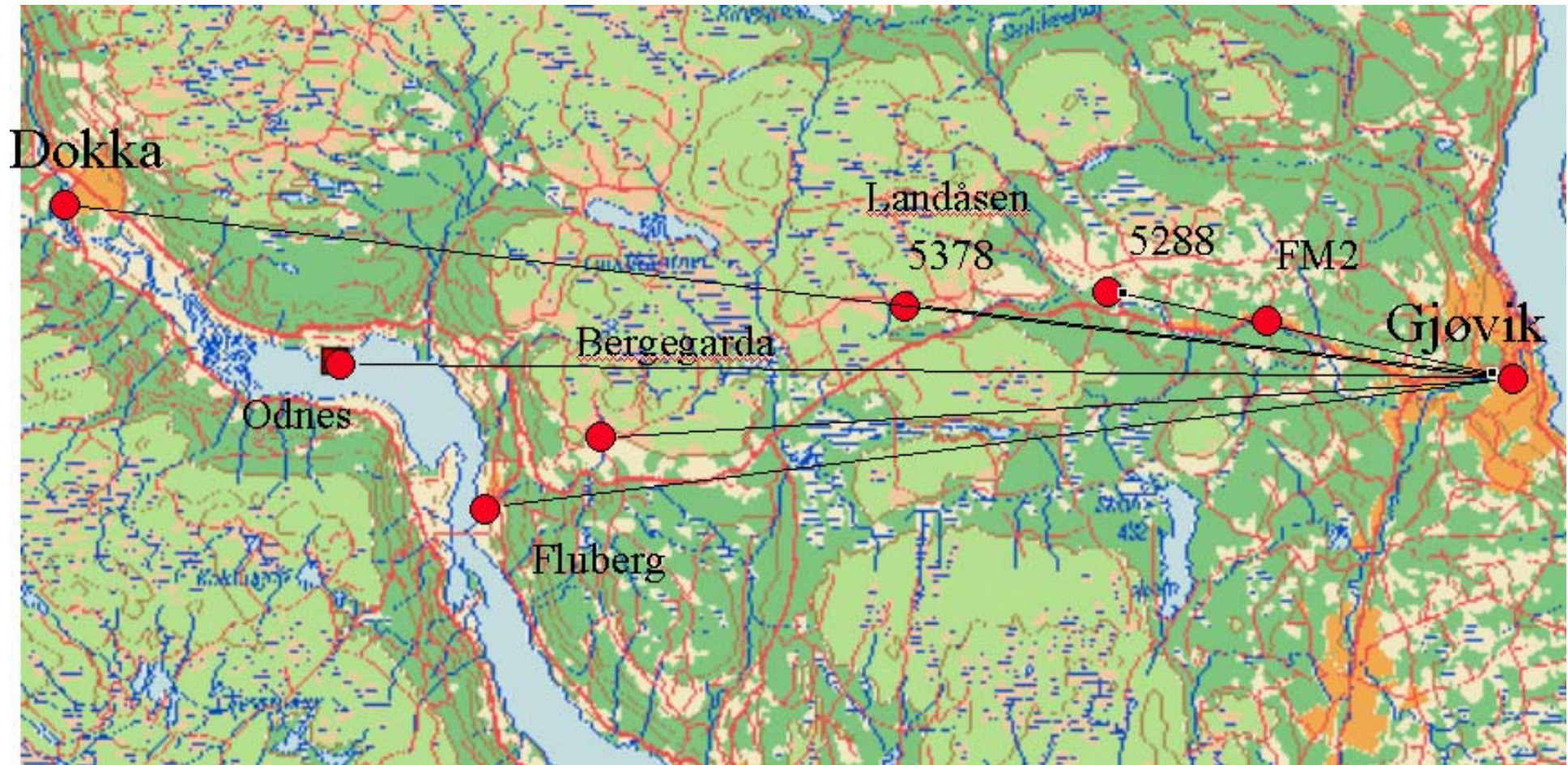
Skyplott over Gjøvik

Større avvik fra fasit i nordverdi enn østverdi.

Årsak: Geometri?!



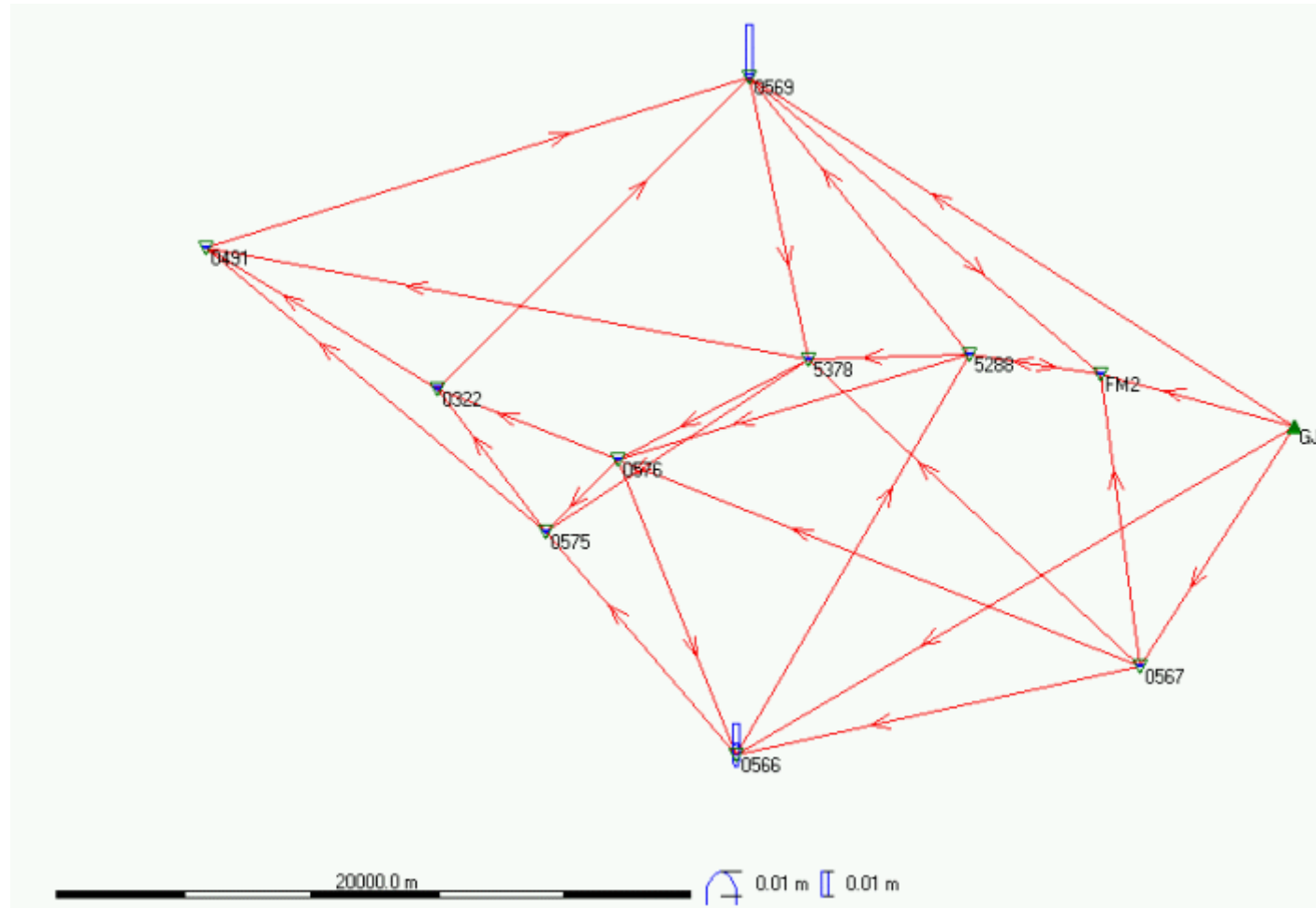
Testfelt lange avstander



Avstander på 5 - 35 km til relativt åpne testpunkt



Testfelt lange avstander

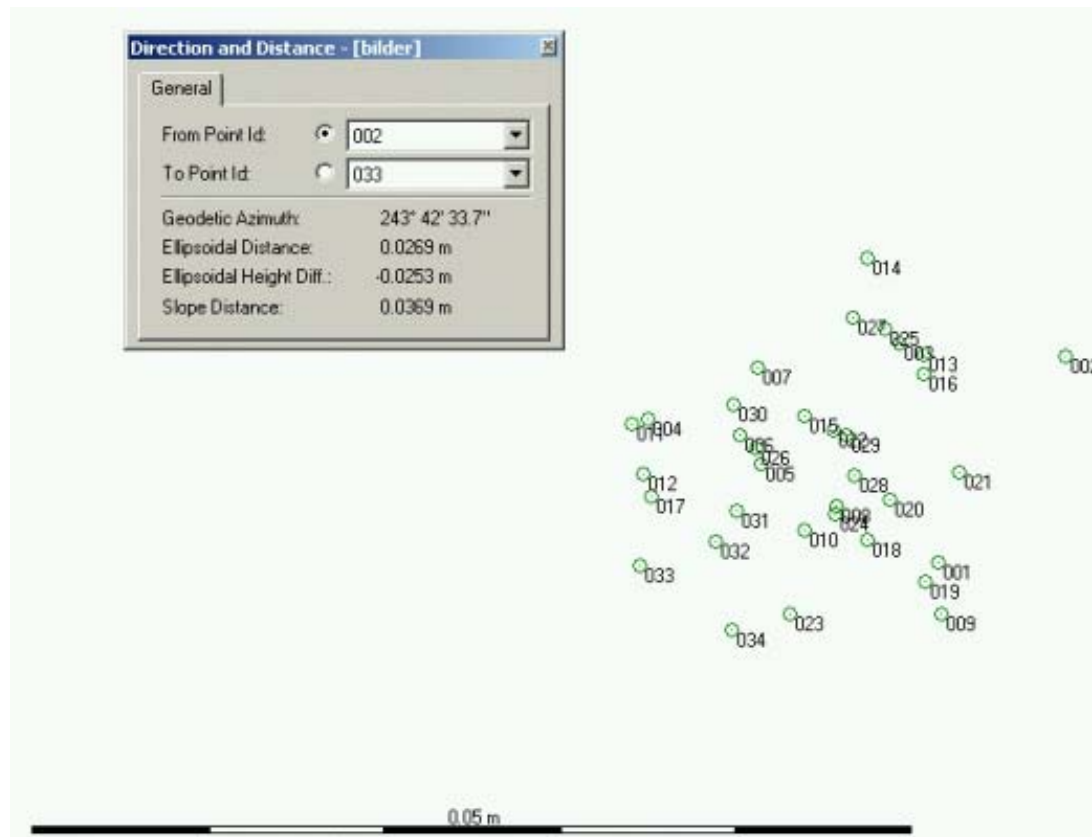


Grunnlagsnett - fasit målt inn statisk



Testfelt lange avstander

Visuell fremstilling av repeterbarhet (1)



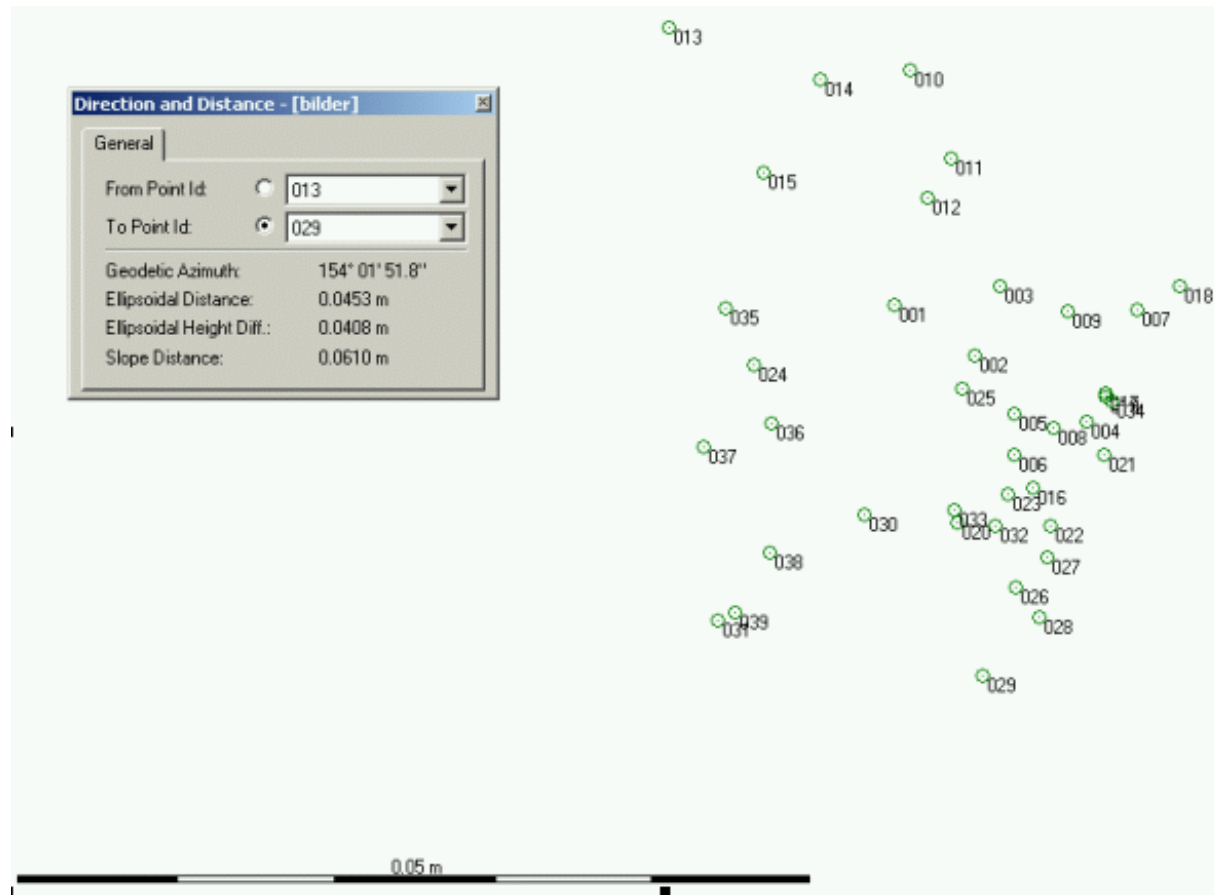
Ivar Trondhjem på FM2

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



Testfelt lange avstander

Visuell fremstilling av repeterbarhet (2)

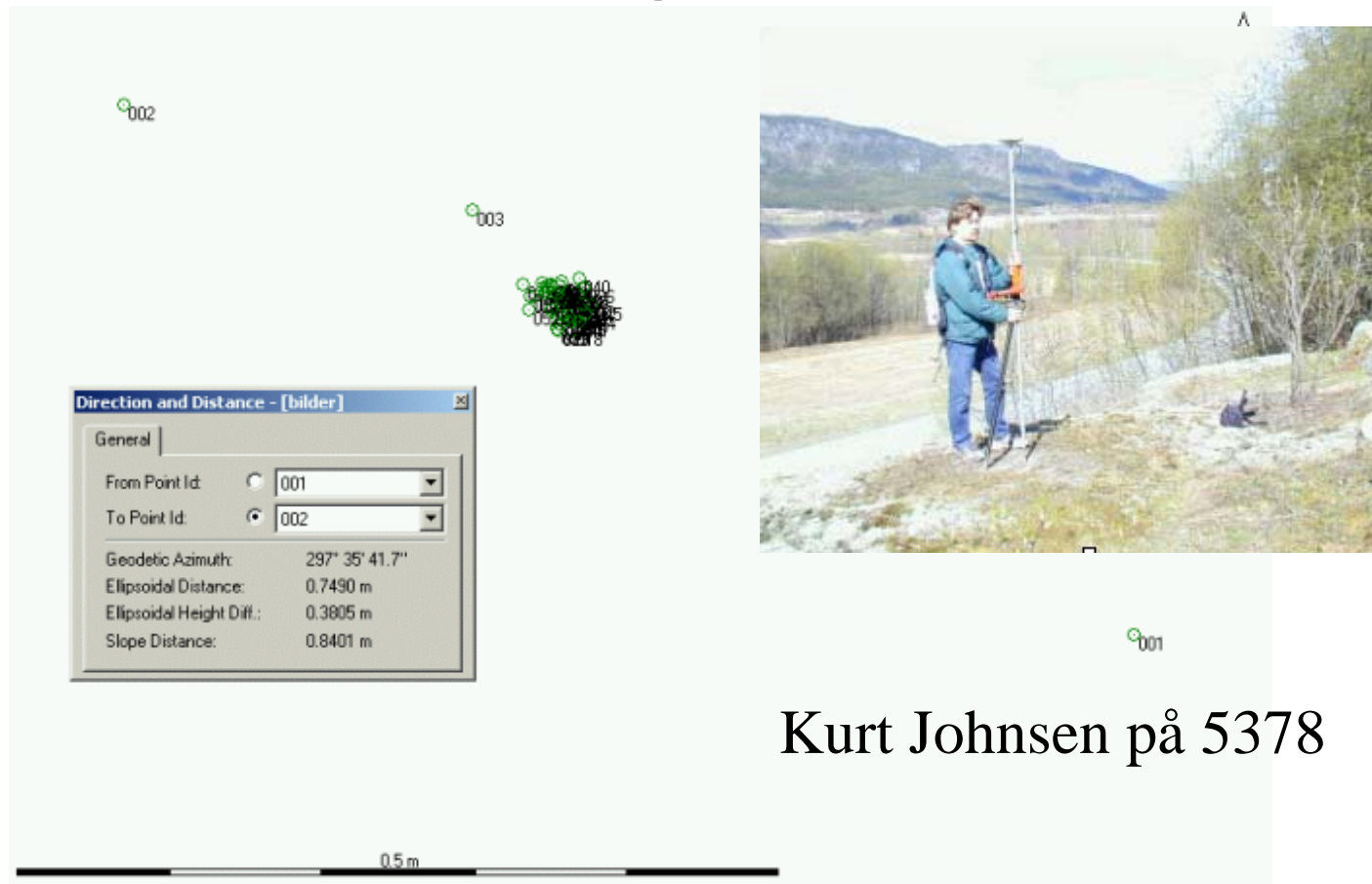


5288, måling 8. & 9. mai 2003, **10.5 km** fra GJOV



Testfelt lange avstander

Visuell fremstilling av repeterbarhet (3)



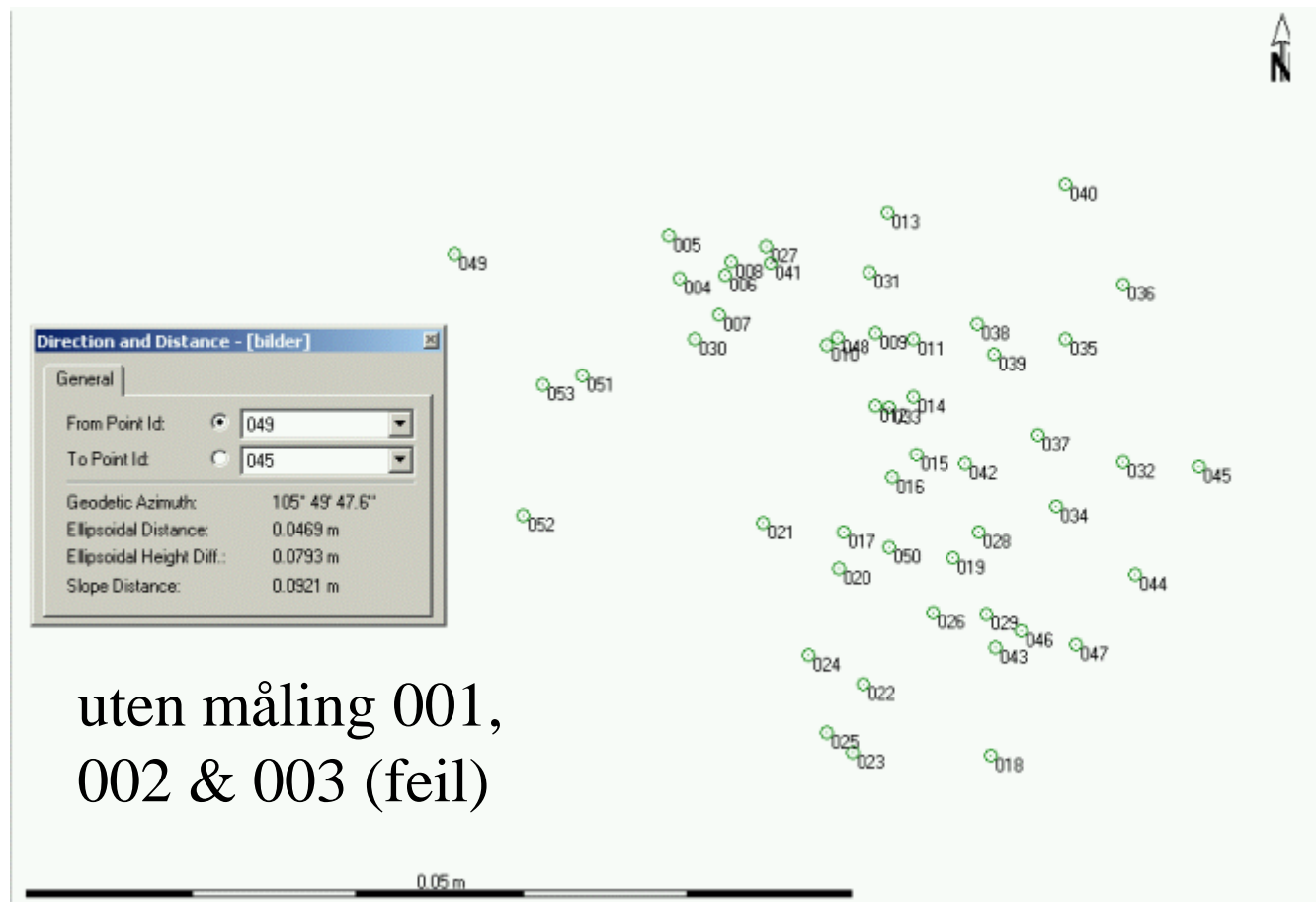
Kurt Johnsen på 5378

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



Testfelt lange avstander

Visuell fremstilling av repeterbarhet (3b)



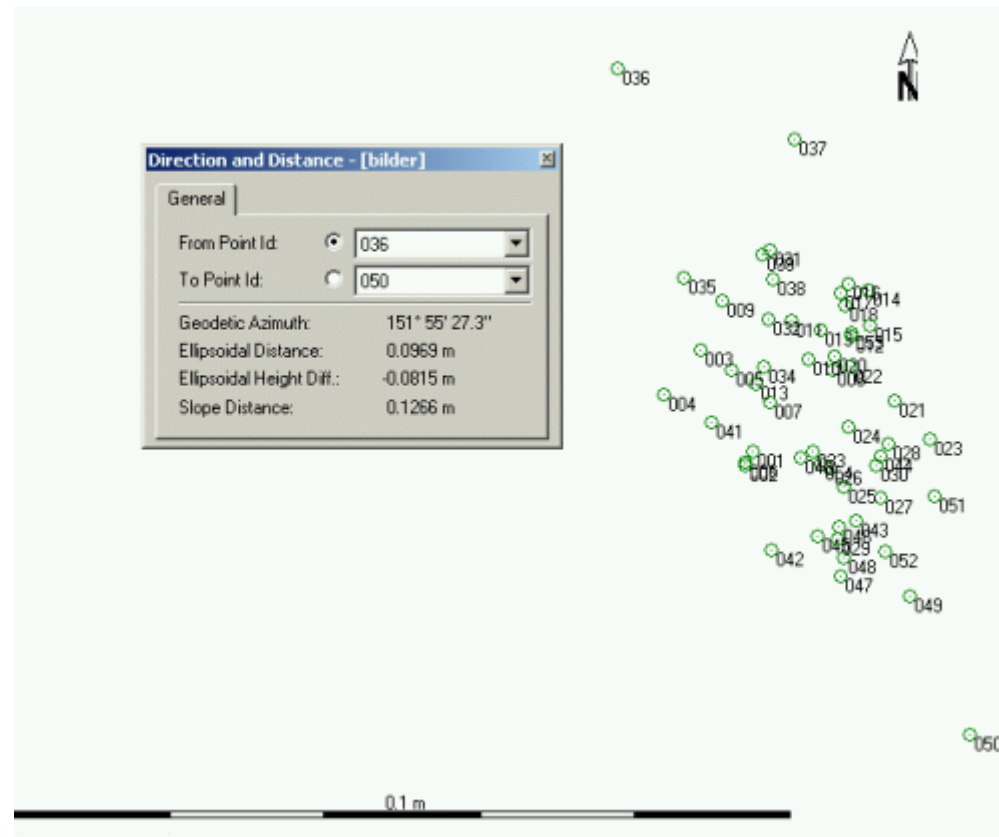
uten måling 001,
002 & 003 (feil)

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



Testfelt lange avstander

Visuell fremstilling av repeterbarhet (4)

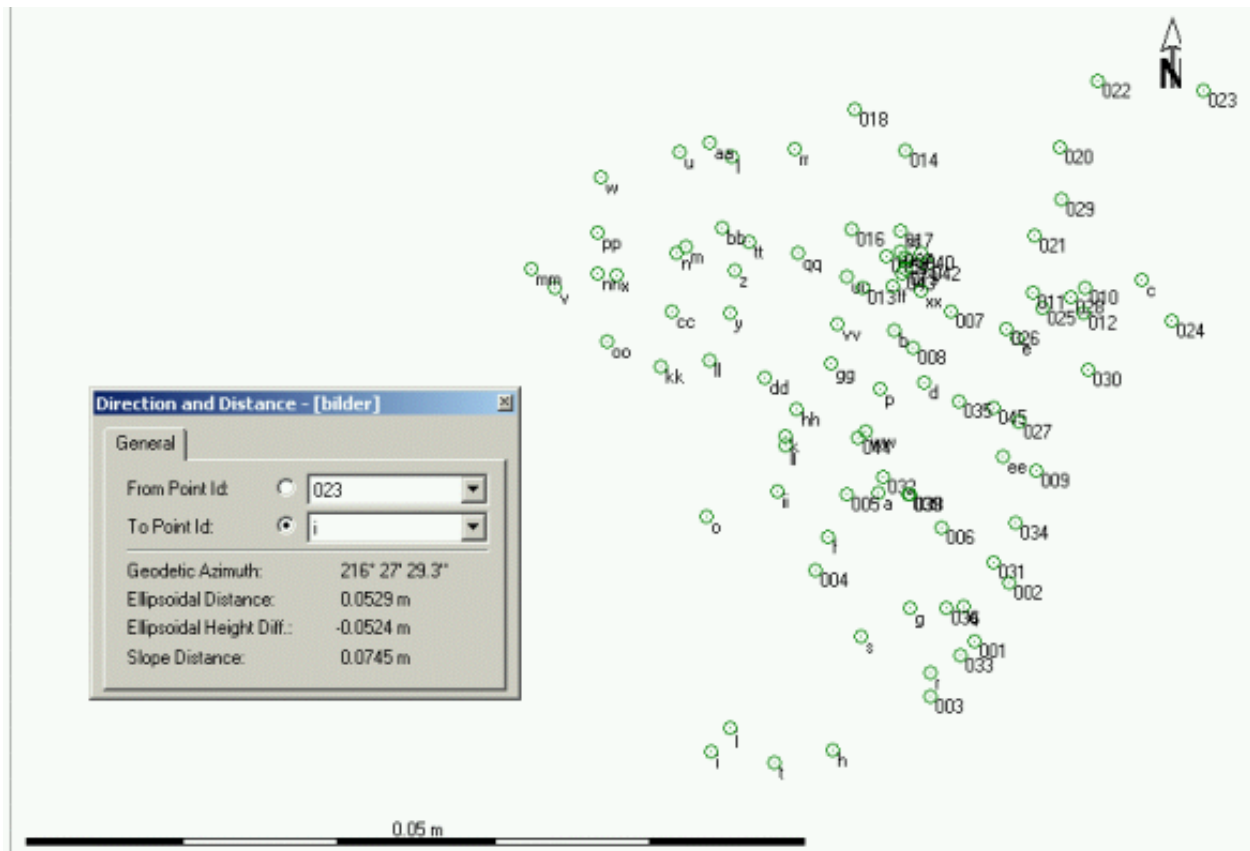


0576, uten 036,037,050, måling 8. & 9. mai 2003, **21,3 km** fra GJOV



Testfelt lange avstander

Visuell fremstilling av repeterbarhet (5)

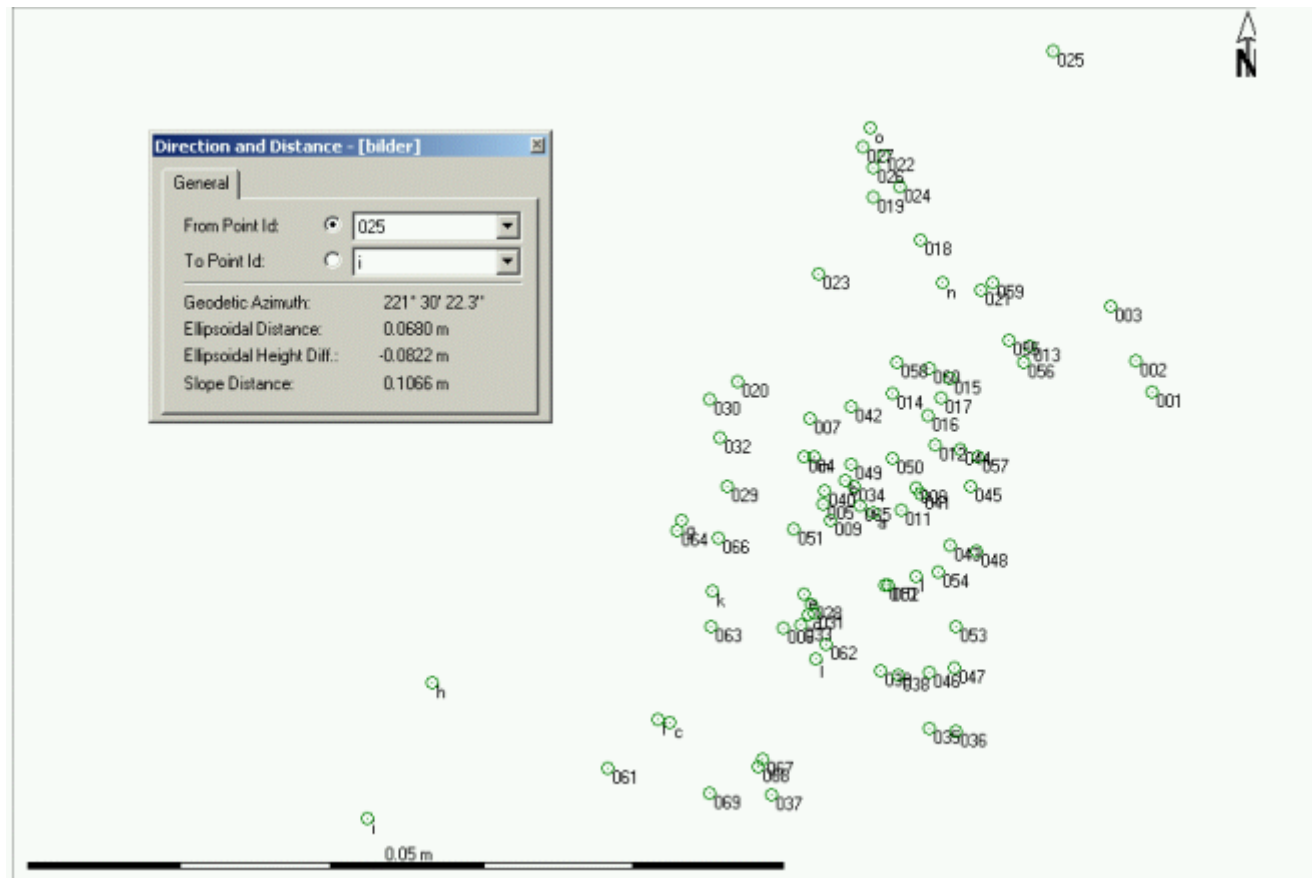


G32T 0575, måling 8., 9., 10. & 12. mai 2003, **23,8km** fra GJOV



Testfelt lange avstander

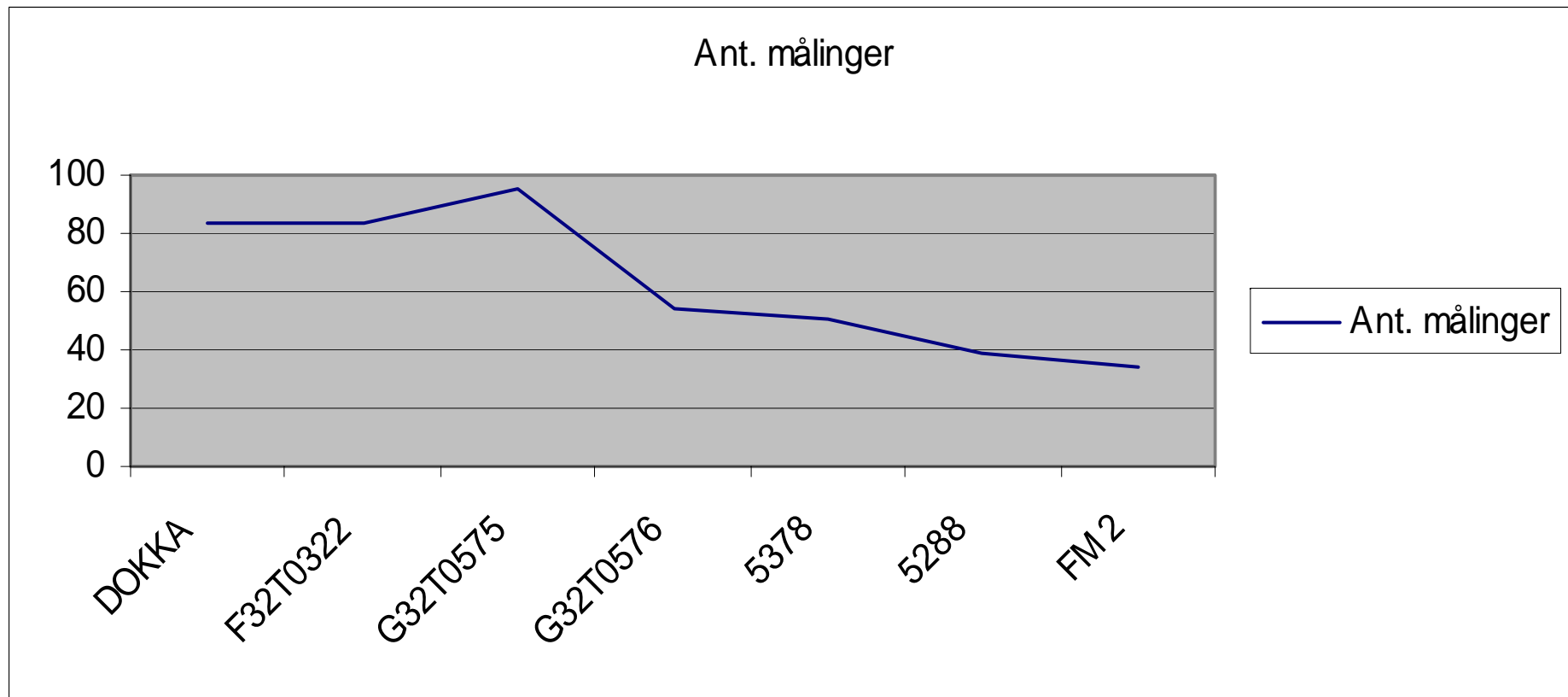
Visuell fremstilling av repeterbarhet (7)



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



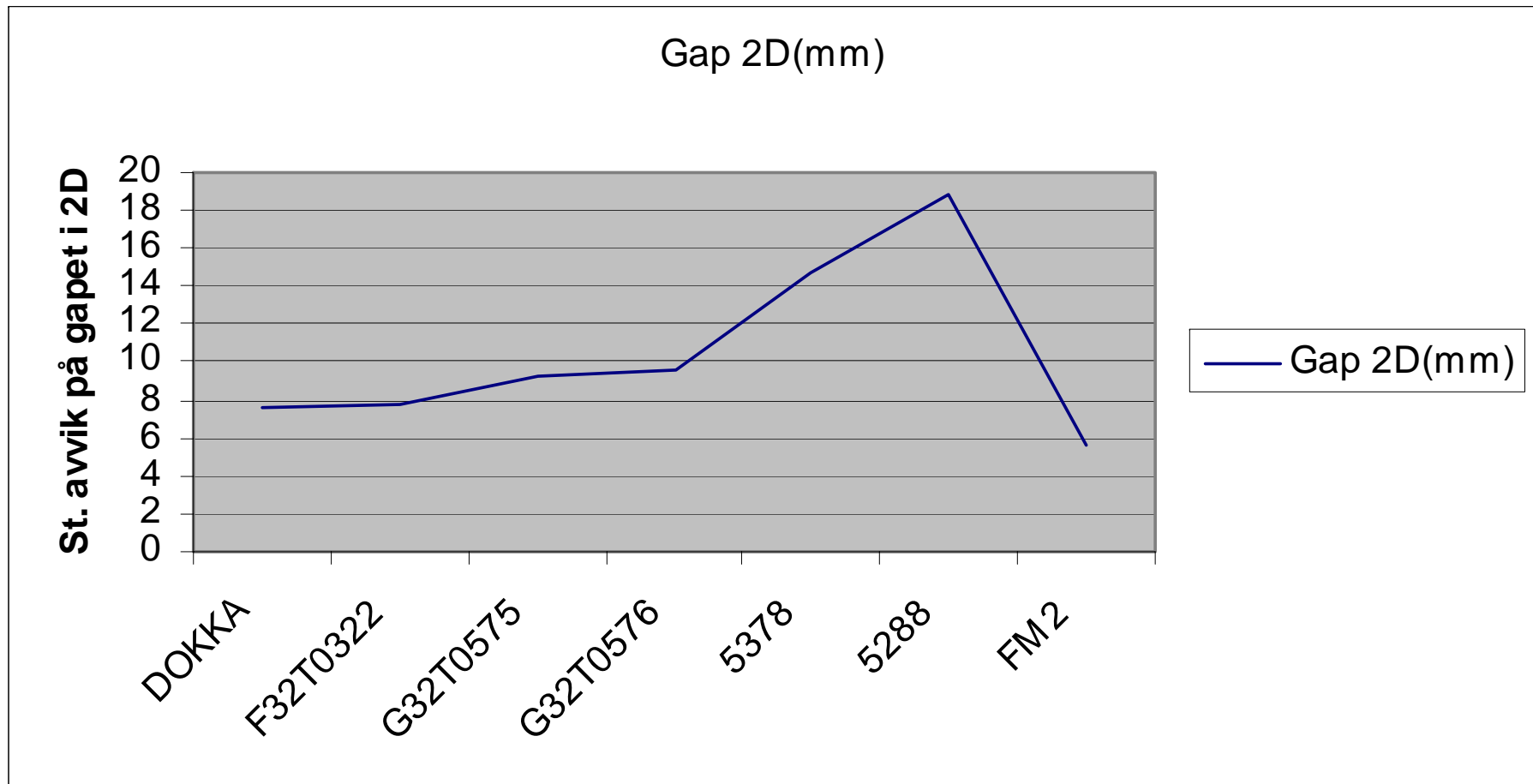
Testfelt lange avstander antall målinger





Testfelt lange avstander

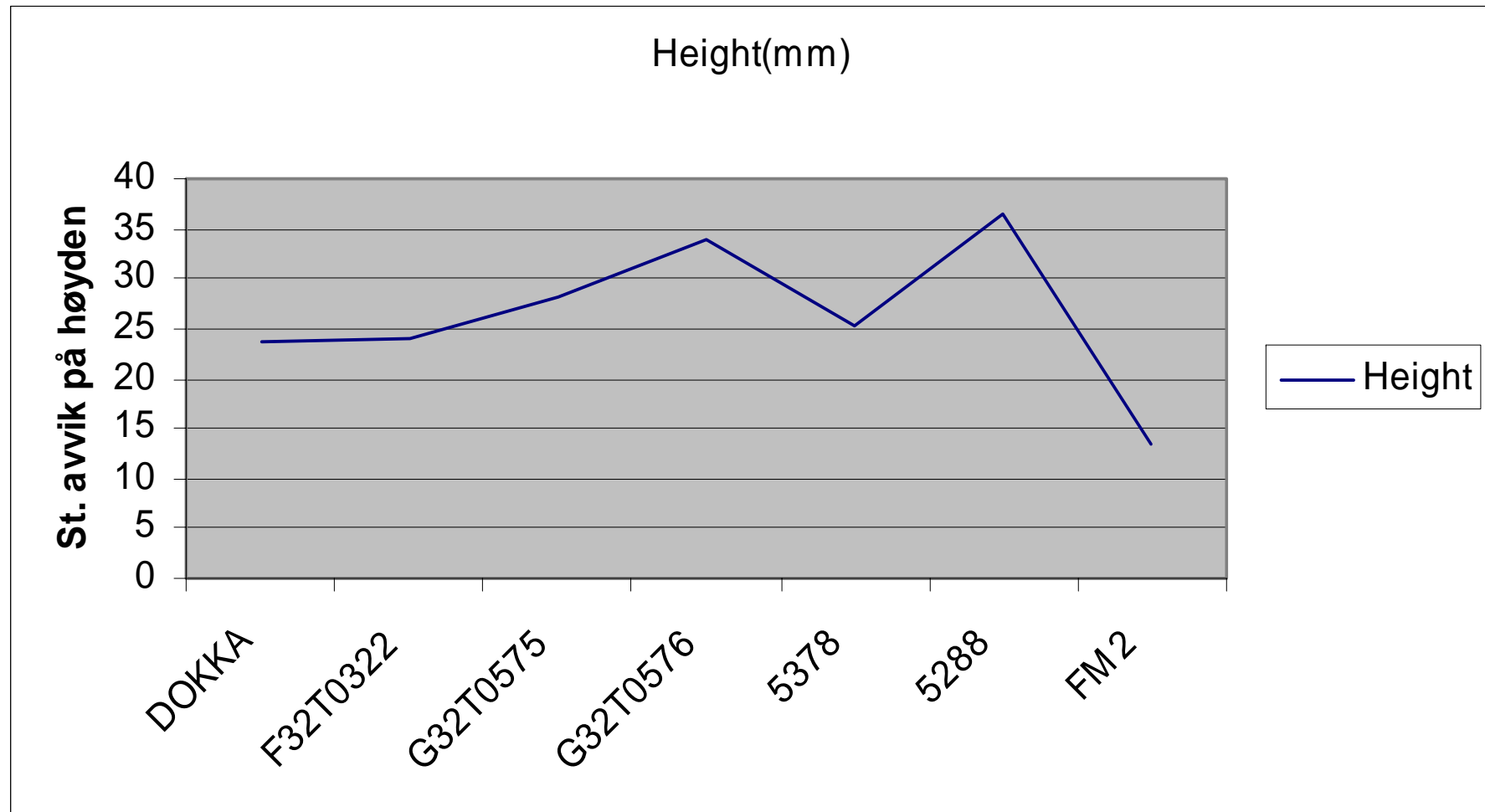
Gap i 2D





Testfelt lange avstander

Gap i høyde





Testfelt lange avstander

- ❑ Foreløpig har vi få målinger og dessuten kun gjort målinger med Leica-mottakere.
- ❑ Testing på lange avstander fortsetter våren 2004 og da på enda lengre avstander



Erfaringer RTK-kommunikasjon

- Våre erfaringer er gode med GSM, og mindre gode med radio
- Gunstig driftsmessig og i samarbeid med flere....
- Hva med CPOS i Hedmark og Oppland?



Z18 Referansestasjon og antenne



Konklusjoner...

- ❑ RTK-testing - pålitelighet/ feilkilder er vanskelig.
RTK gir skjøre målinger – viktig med kvalitetssikring.
- ❑ Konklusjoner er vanskelig å trekke.
 - Adressering av feilkilder krever en annen angrepsmåte med mer måling i utvalgte punkter som vi har erfart er vanskelige – antennesplitter etc.
- ❑ Utstyret blir bedre og bedre og vi måler med RTK på lengre avstander enn før, og antall falske fix er mye mindre nå enn i 2000 og 2001.
- ❑ Uansett vi lærer noe hele tiden ved å drive med testing, og vi er klar til å teste mot GALILEO når det kommer om noen år.