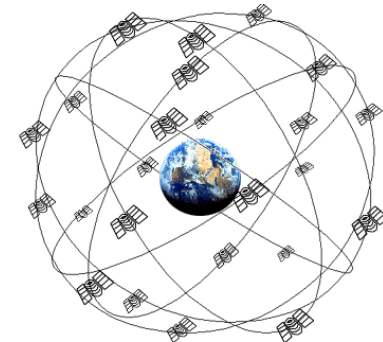


***Geodesidesi- og
hydrografidagene
14.-15. november***



RTK-pålitelighet og erfaringer

v/ Bjørn Godager, Høgskolen i Gjøvik

Email: bjoern.godager@hig.no

Geomatikkgruppas hjemmeside (vår): <http://www.hig.no/at/geomatikk/>

Temaer i foredraget

Hovedmål:

- ★ Status testfelt HiG
- ★ Måleopplegg i testmålingene
- ★ Feilkilder
- ★ Utstyrsutvikling
- ★ Måleresultater/ drøfting
- ★ Nye muligheter med nyere utstyr, programvare og firmware?
- ★ Videre framdriftsplaner
- ★ Konklusjoner

Status i prosjektet

- ❑ Et **testfelt** med kjente fasit-verdier er etablert rundt **HIG**:
 - ❑ **3** åpne pkt
 - ❑ **15** pkt i skog
 - ❑ **32** pkt i bebyggelse/ noe skog
- ❑ Ca **4000 målinger** er registrert i prosjektet
- ❑ **Fasit** er beregnet, men vil bli ytterligere finpusset høsten 2002
- ❑ **7 foredrag** er avholdt om prosjektet
- ❑ **Sluttrapport**, samt forslag til **brukerinstruks** ved **RTK-måling under vanskelige forhold** er ikke ferdig
- ❑ **Læremiddelarbeid** ikke ferdig

Status i prosjektet, 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 2002/2003**.

FOU-prosjekt HIG - Kvalitet på RTK

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

Aktuelle faktorer:

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

GPS - Relativ posisjonsbestemmelse



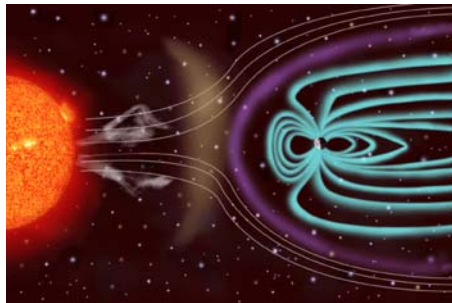
Kjente årsaker til problemer med å få RTK FIX-løsning:

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).

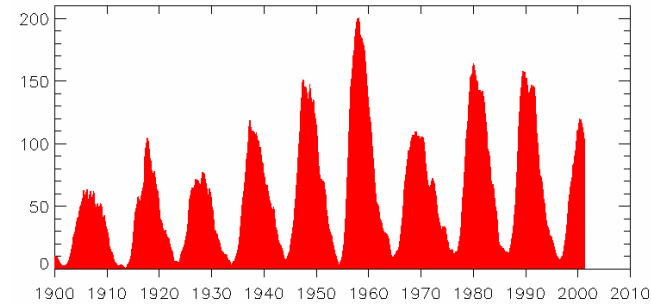
Symbolisering av noen feilkilder



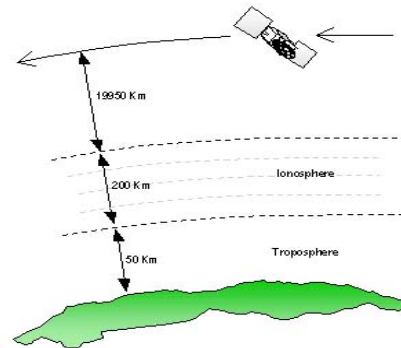
Multipath (signalavbøyning/
falske signaler)



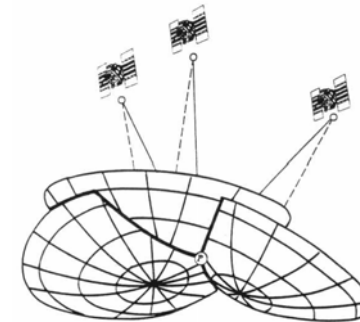
Ionosfæriske forstyrrelser
pga. sola (virkning størst vår/
høst/ rett etter solnedgang)



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



Ionosfære/ troposfære



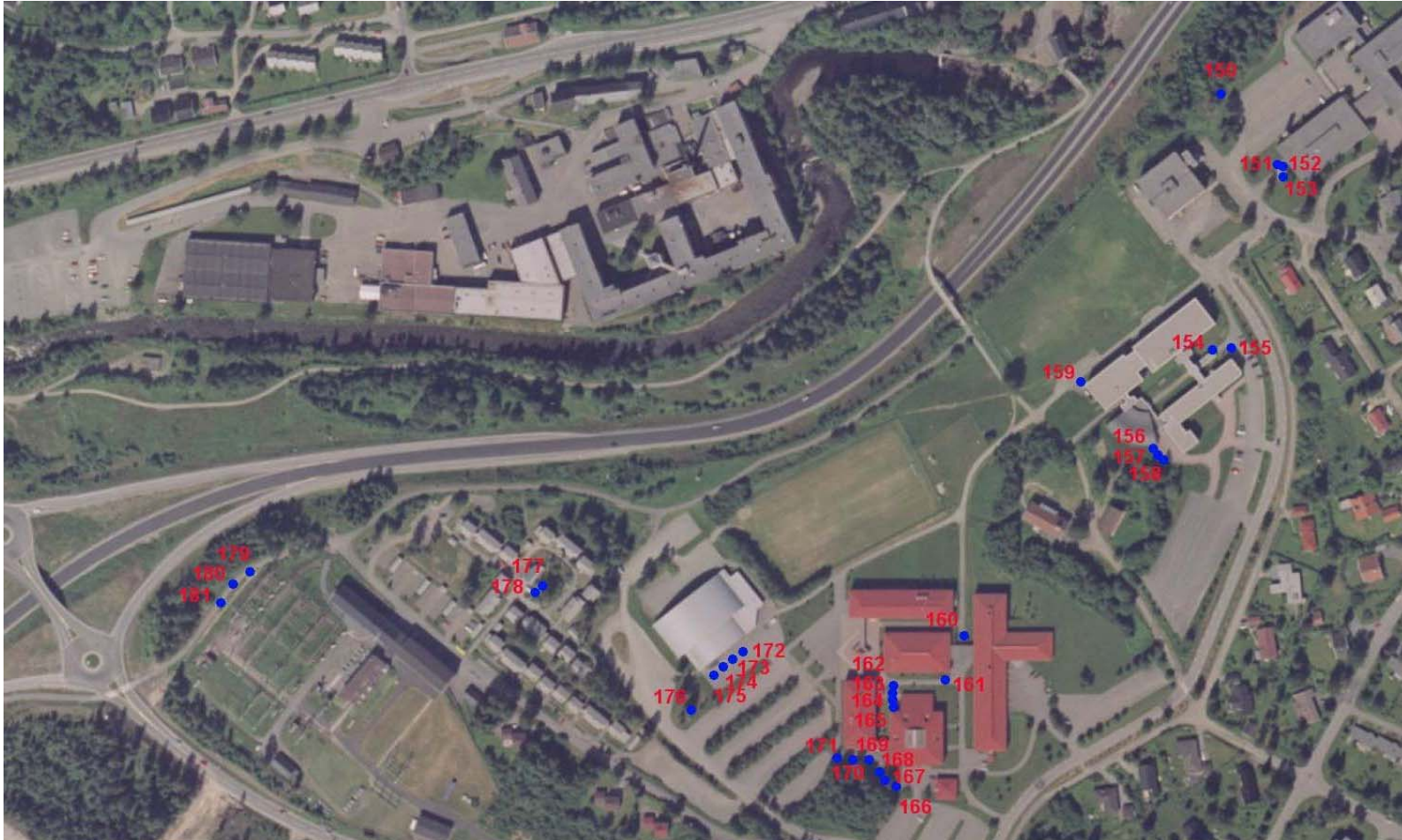
Satellittgeometri

Forts. feilkilder

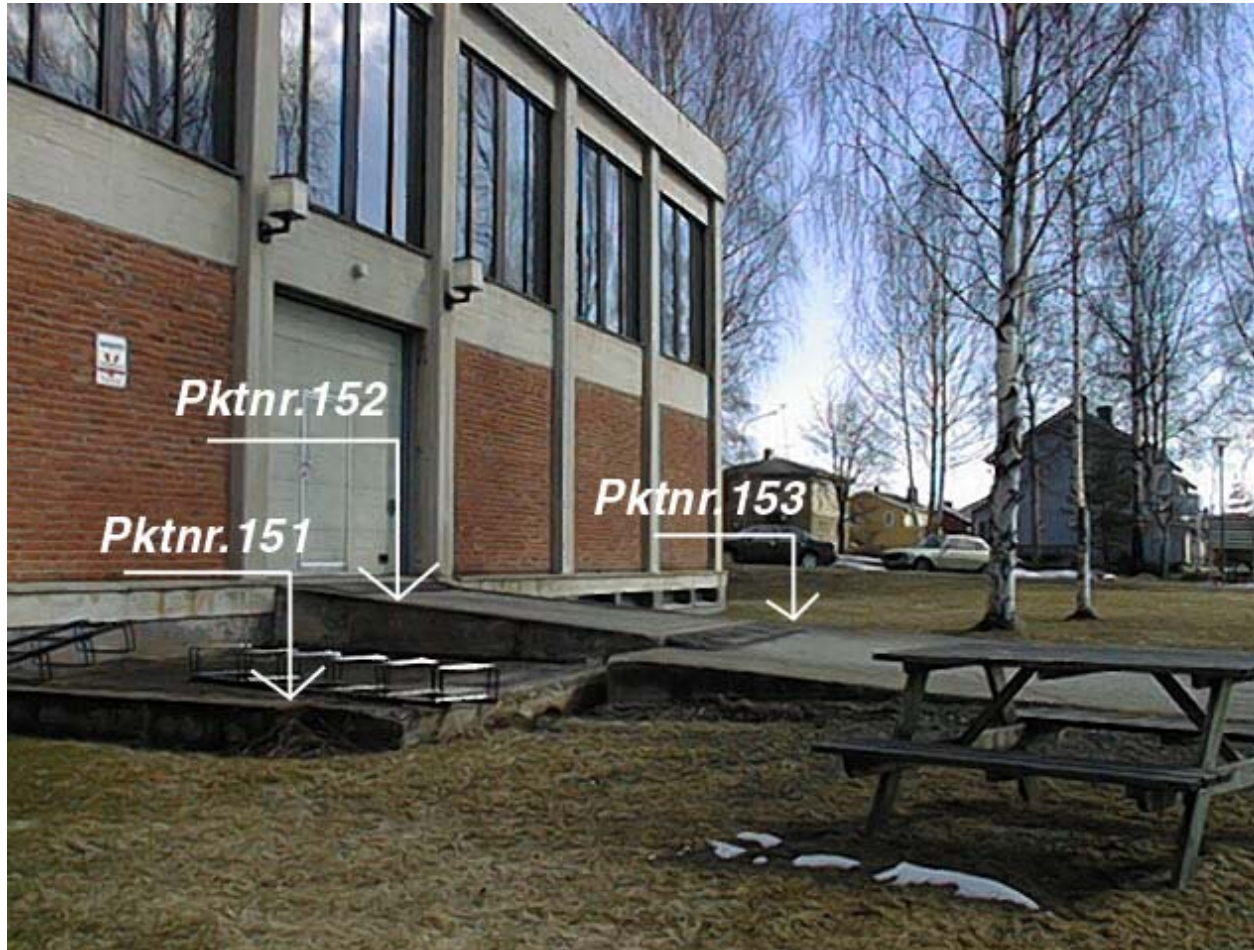
Kjent hovedproblem ved RTK-målinger i Norge:

- ❑ **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

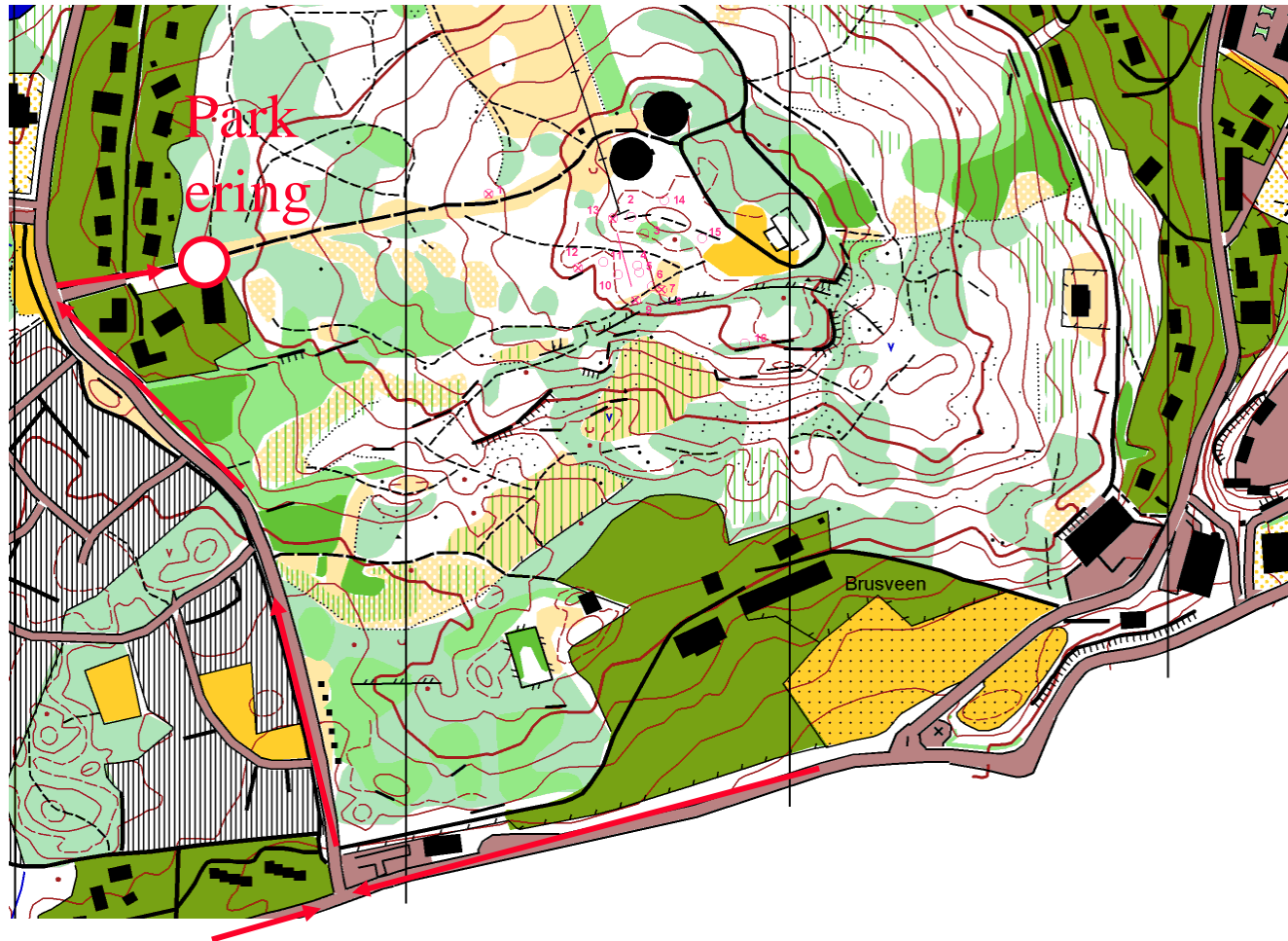
Bilderetning: Mot Sør-Sørvest
Billedato : 12.04.2000

Eksempel - testpunkt på Kallerud

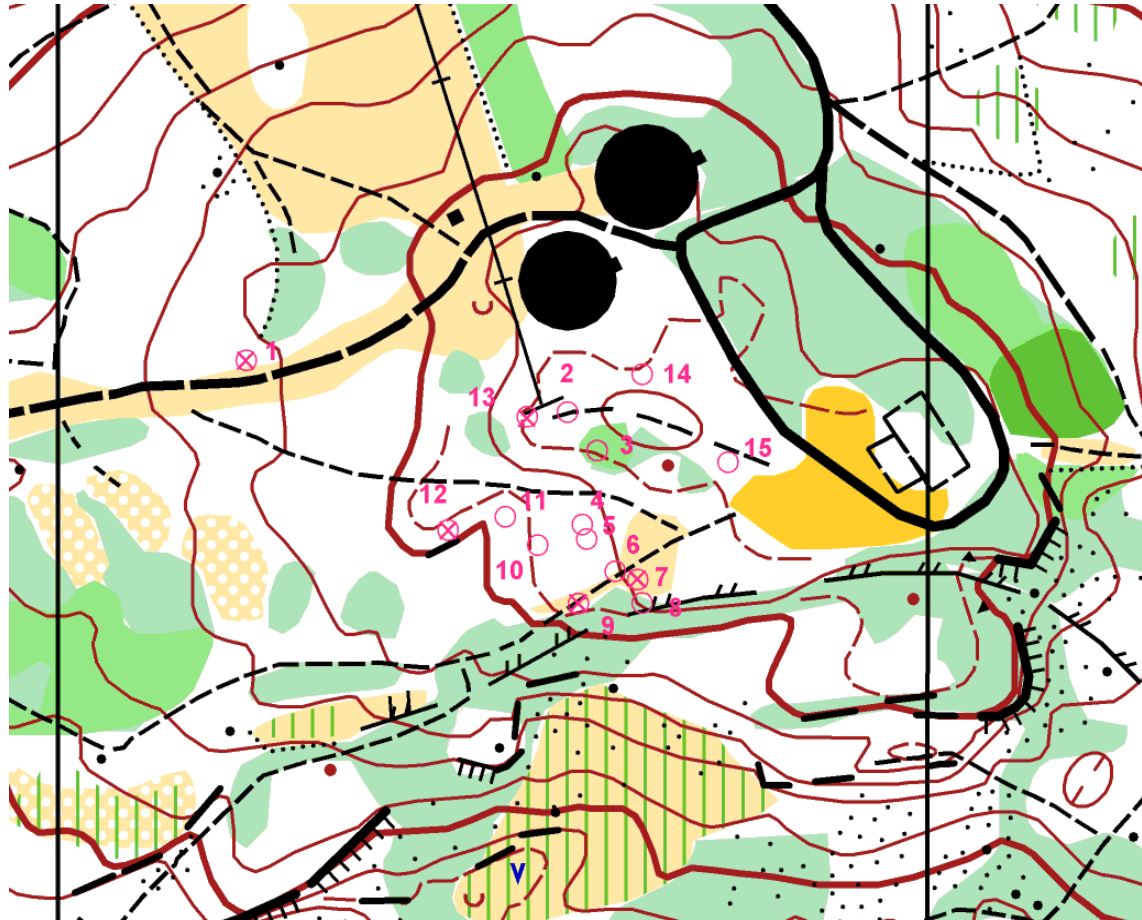


Studentene Anders Helgesen og Line Myklebust i aksjon på Kallerud

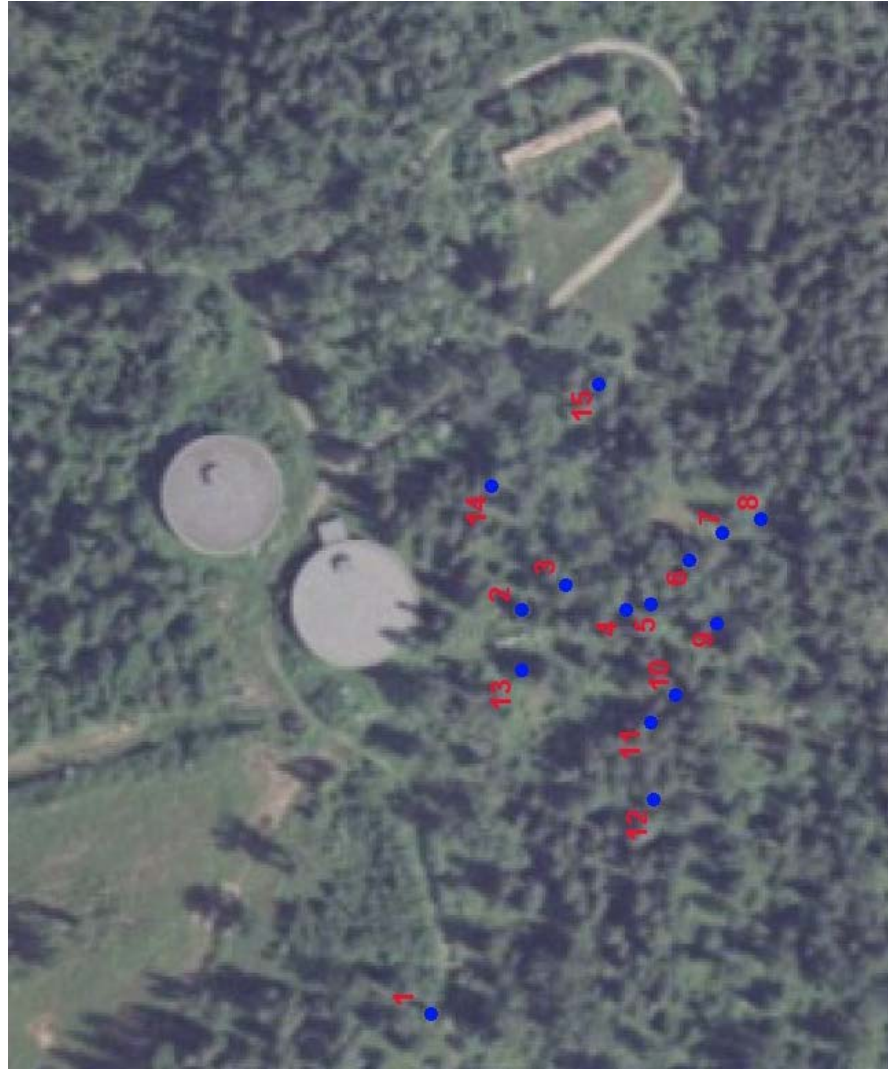
Testpunktene i skog - Hovdetoppen



Testpunktene i skog - Hovdetoppen



Testpunktene i skog - Hovdetoppen



Eksempel - testpunkt - Hovdetoppen



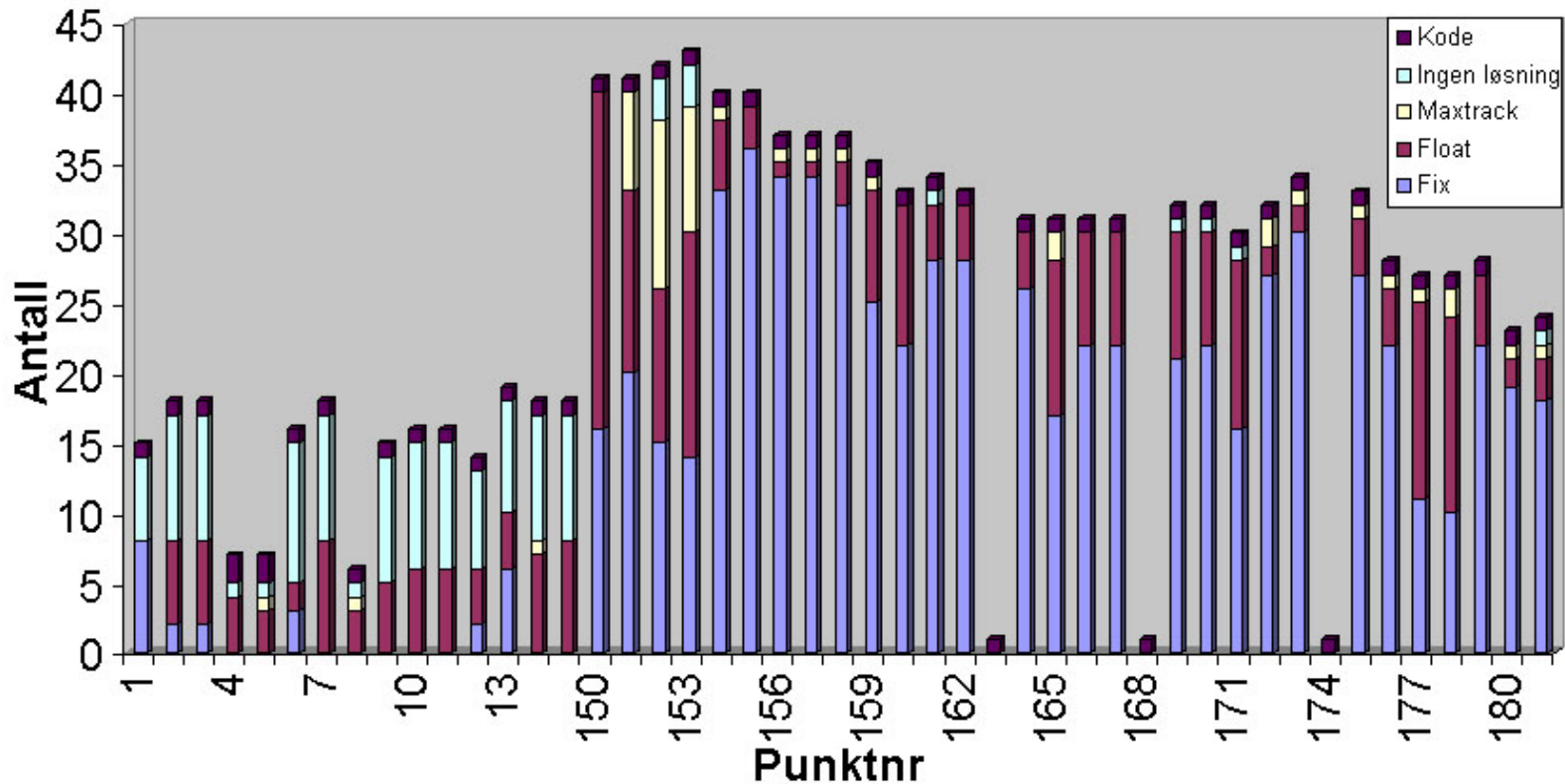
Punktnummer: 9
Type merke : Bolt med klave i fjell

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 (standard avvik og ev. grove feil).

Måleresultater 2001



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

Måleresultater 2001 - tolkning

Dato	fix	float	% Float	vær	temp	trykk	Måle sted	Radio blackouts	Geomagnetic storm	Solar radiation storm
05.04.01	48	7	12,7	Regn/ skyet	6	720	K	R3 (strong)	G1 (minor)	S1 (minor)
20.04.01	76	12	13,6	Sol	4	737	K	R1 (minor)	G1 (minor)	S2 (moderate)
31.03.01	50	8	13,8	Sol/ skyet	1	735	K	ukjent		
27.04.01	125	24	16,1	Skyet	9	726	K	R1-R2 (minor-moderate)	G1 (minor)	S2 (moderate)
18.04.01	78	17	17,9	Skyet	3	725	K	R1 (minor)	G3 (strong)	S2 (moderate)
19.04.01	75	27	26,5	Skyet	4	733	K/ H	R1 (minor)	G1 (minor)	S2 (moderate)
04.04.01	64	32	33,3	Regn/ skyet	2	730	K/ H	R1 (minor)	G1 (minor)	S2 (moderate)
25.04.01	32	18	36,0	Skyet	7	734	K/ H	R1-R2 (minor-moderate)	G1 (minor)	S2 (moderate)
26.04.01	77	52	40,3	Regn/ tåke	3	732	K/ H	R2 (moderate)	G1 (minor)	S2 (moderate)
01.04.01	20	15	42,9	Sol	8	732	K	R1-R2 (minor-moderate)	G1 (minor)	S2 (moderate)
03.04.01	6	9	60,0	Skyet/ tåke	4	726	K/ H	ukjent		
02.04.01	41	64	61,0	Skyet	8	736	K	R5 (exsteme)	G4 (severe)	S1 (minor)

Indikasjon på at tåke/ tåke og regn er ugunstig?

Fix-målinger med store avvik

- ❑ 3.2 % av FIX-målingene i 2001 har avvik > 10 cm fra fasit
- ❑ Indikasjon på at FIX-målingene i skog er mer pålitelig enn Fix-målinger inntil nærliggende bygninger.

Fix-målinger med store avvik

Punktnr	Dato	Rover type	ΔN (mm)	$\Delta \emptyset$ (mm)	ΔXY (mm)	ΔH (mm)	Ant. Sat.	Pdop	Gdop	Hdop	Vdop
171	27.4	T	4415	336	4428	9589	5	3,7			
153	2.4	A	903	878	1260	842	5	3,3			
150	27.4	A	1187	302	1225	1001	6	3,1			
156	5.4	A	502	49	504	440	6	2,4			
150	27.4	A	231	441	498	139	6	3,5			
157	5.4	A	478	37	479	420	7	2,4			
169	5.4	A	400	91	410	386	7	2,5			
150	4.4	A	305	194	361	101	7	2,7			
159	18.4	A	290	61	296	534	6	8,7			
151	20.4	A	218	1	218	137	5	4,4			
170	5.4	A	191	39	195	218	6	2,9			
171	5.4	A	173	39	177	178	6	2,9			
152	27.4	T	153	52	162	1568	6	2,5			
161	2.4	A	153	39	158	30	5	3,4			
156	25.4	A	145	37	150	77	6	2,7			
167	26.4	A	18	146	147	212	6	2,3			
152	2.4	A	52	137	146	90	5	4,3			
179	25.4	A	128	61	142	1396	6	1,9			

T=Topcon, A=Ashtech Z-surveyor

Mer detaljert status/ noen erfaringer

Noen interessante erfaringer, forts.:

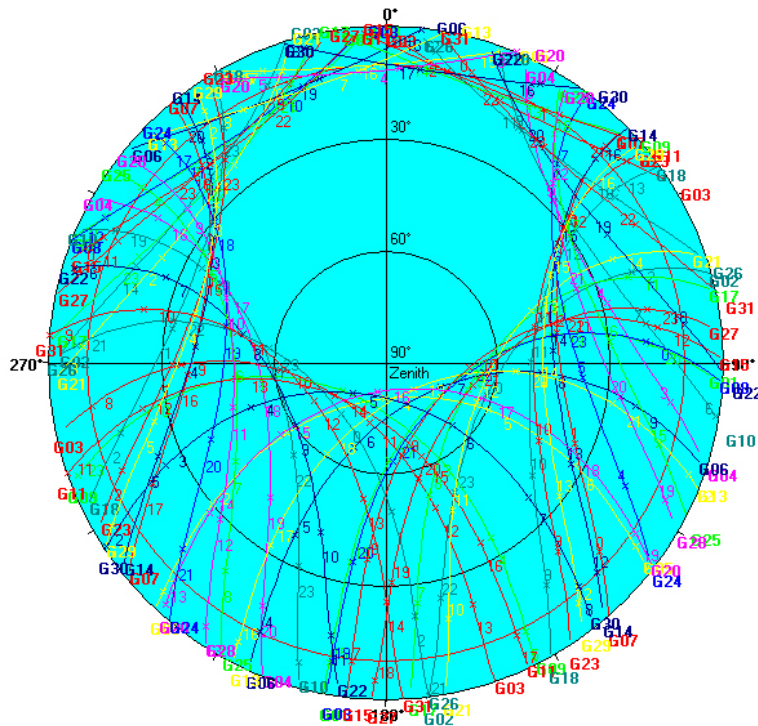
- Flere vanskelige målepunkter
- Viktig med nok satellitter/ god geometri
- Solforstyrrelser virker inn i perioder
- Flere falske fix-løsninger (noen typer utstyr mer utsatt enn andre)
- Z-Surveyor mest pålitelig ved hovedprosjektet 2002, men Leica-utstyret hadde en feil i oppsettet (Leica var stabile i 2000/2001)
- Fuktig skog øker problemene
- Marginal effekt av Glonass-satellitter
- 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

Noen interessante 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. Vi prøvde 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.
- 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?!

Nye muligheter med nyere utstyr, SW/FW?

Økt RTK-ytelsen øker:

- 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 med 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:

- Styrking av fasit høsten 2002
- Nyberegning av fasit høsten 2002
- Dok. fasit og målinger + egen fasit rapport
- Punktarkiv
- Analyse vinter 2002/2003
- Publisering 2003
- Mer måling, analyse osv. (prosjektet fortsetter)
- Testing med kodebaserte løsninger med og uten faseglatting (studentprosjekt 2003?)
- Utvidelse av testfeltprosjektet med målinger over lengre avstander – oppstart høst 2002 (Kristina Radzeveciute, stipendiat HiG/ NLH+studentprosjekt).