NGU Rapport 2009.023

ROS Fjellskred i Troms: Status og planer

NGU
Norges geologiske undersøkelse
Geological Survey of Norway

Norges geologiske undersøkelse
7491 TRONDHEIM
Tlf. 73 90 40 00
Telefaks 73 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr.: 2009.023 | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen

Tittel:
ROS Fjellskred i Troms: Status og planer

Forfatter: Iain H.C. Henderson, Per Terje Osmundsen & Tim Redfield

Oppdragsgiver:
NGU, Fjellskred i Troms, Lyngen Kommune

Fylke:
Troms

Kommune: Lyngen, Kåfjord, Storfjord, Kvænangen, Tromsø, Kvæfjord, Nordreisa

Kartblad (M=1:250.000)

Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)

Forekomstens navn og koordinater:

Sidetall: 66 Pris: 620:-
Kartbilag:

Feltarbeid utført:	Rapportdato:	Prosjektnr.:	Ansvarlig:
August 2008	31.03.09	310000	Lars Harald Blikra

Sammendrag:

Denne rapporten oppsummerer gjennomført feltarbeid og bearbeidning i forbindelse med feltsesongen i 2008 på den regional undersøkelsen av store fjellskred i Troms. Dette er en fortsettelse av et arbeid som begynte i 2003 og som siden har blitt årlig fulgt opp.. Prosjektet ROS Fjellskred i Troms er et samarbeidsprosjekt mellom NGU og de aktuelle kommuner i Troms. Arbeidet har bestått av regionale undersøkelser og en detaljert oppfølging av Nordnesfjellet i form av LIDAR skanning av den utsatte fjellsiden. 59 lokaliteter ligger i databasen (med del-lokaliteter i alt er det 91) og flere har nylig blitt identifisert fra InSAR analysen. Innmåling av GPS på 10 av de 13 lokalitetene som var etablert frem til 2007 har blitt gjennomført, inkludert Nordnes. Lokalitetene som ikke er innmålt er Ragnhildsurtind, Brosmebakktuva og Reinfjellet, siden de ikke viste bevegelse i 2007. Resultatene fra Nordnes oppsummeres her men er presentert fullt ut i en separat rapport. Vi har også gjort de første intervallmålinger av de 4 lokalitetene som var etablerte i 2007 (Dusnjarga, Ruovddasvarri, Gamanjunni og Kråketinden). På Dusnjarga er det entydig bevegelse, mens det på de andre lokalitetene ikke kan utelukkes bevegelse. Måling på alle disse lokalitetene bør videreføres. Geologiske undersøkelser er blitt gjort på 10 nye lokaliteter og nye GPS punkter er blitt satt ut på 4 nye lokaliteter (Gavtavarri, Dorrisdalen, Hompen og et ekstra punkt på Ruovddasvarri). Vi rapporterer også 12 nye lokaliteter som er blitt identifiserte kun fra InSAR analysen. Noen av disse har blitt befart i feltperioden 2008 men de fleste må befares i løpet av 2009 og 2010. LIDAR skanning har blitt gjennomført på 5 lokaliteter i denne feltsesongen. Nordnesfjellet og Revdalsfjellet er blitt innmålt for andre gang og det kan derfor sies noe om bevegelse. På Revdalsfjellet er det ikke dokumentert bevegelse. Bevegelsene er sannsynligvis små og flere års målinger trengs. På Nordnes derimot er det klare tegn til bevegelse fra LIDAR. Det er i størrelsesorden som tilsvarer det som er sett fra kontinuerlig målinger. Første års LIDAR skanning er utført på Gavtavarri, Kåfjord Sør og Laksvatnfjellet.

Det skal i løpet av 2009 gjøres en første kvalitativ risikoklassifisering av de ulike lokalitetene. Dette vil være et viktig grunnlag for prioritering av videre detaljundersøkelser.

Et samarbeid er inngått med Universitetet i Tromsø for å involvere mastergradsstudenter i kartleggingen av utvalgte lokaliteter. Dette skal øke kapasiteten i prosjektet og øke kompetanse lokalt i Troms. Kartleggingen skal begynne i 2009.

Emneord: Fjellskred	Strukturgeologi	Regionale undersøkelser
Kartlegging	InSAR	GPS
LIDAR	Geofysikk	Flodbølger

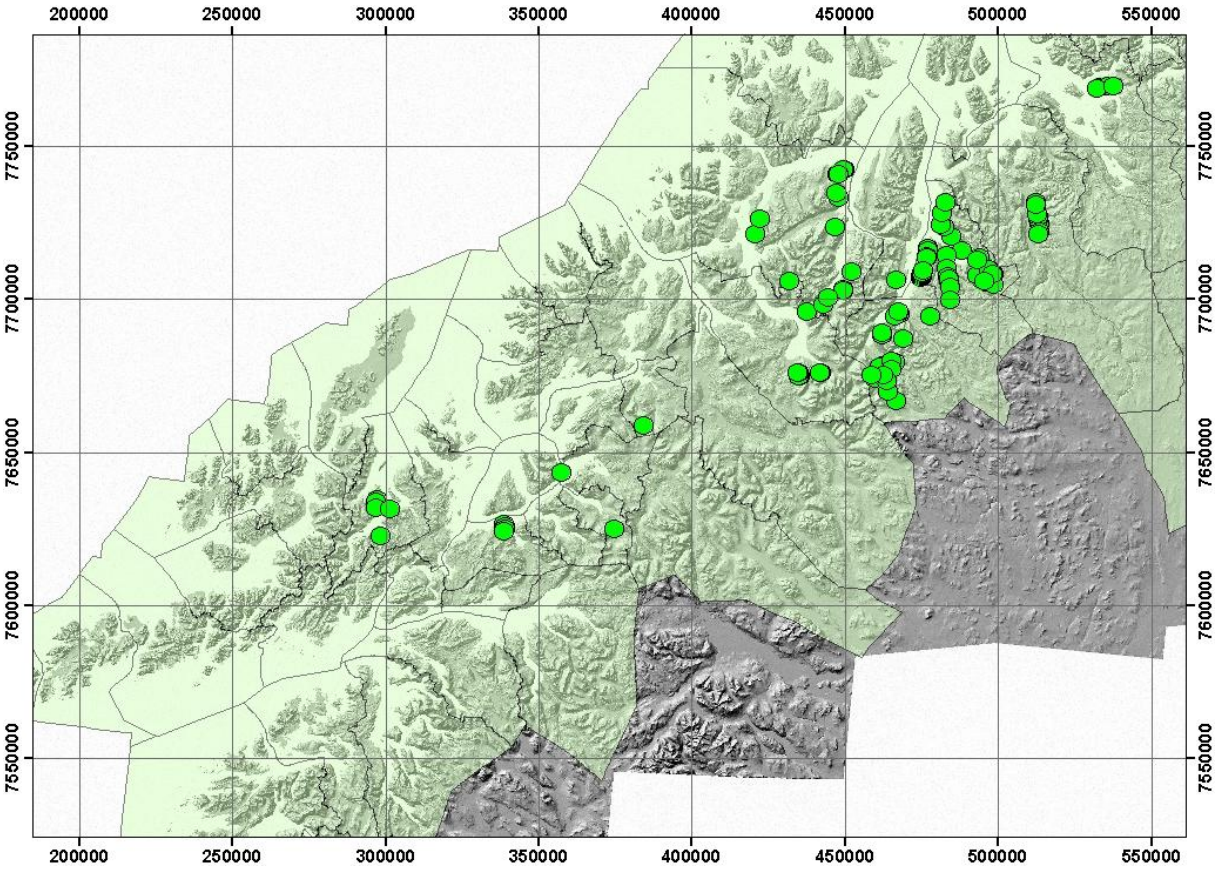
INNHOLD

1. INNLEDNING 4
1.1 Regionalt arbeid 4
1.2 Nordnesfjellet 5
2. RESULTATER 5
2.1 Regionalt arbeid 5
2.2 GPS-målinger ved eksisterende lokaliteter 8
2.2.1 Nordnesfjellet 8
2.2.2 Indre Nordnes 10
2.2.3 Kåfjord 11
2.2.4 Revdalsfjellet 13
2.2.5 Skjelltinden 15
2.2.6 Storsteinen 15
2.2.7 Gamanjunni 16
2.2.8 Kråketinden 17
2.2.9 Ruovddasvarri 18
2.2.10 Dusnjarga 19
2.2.11 Befarte nye lokaliteter 20
2.3 Nye lokaliteter hvor det er lagt ut GPS-punkter 44
2.3.1 Gavtavarri 44
2.3.2 Dorrisdalen 47
2.3.3 Hompen 48
2.3.4 Ruovddasvarri 49
2.4 Nye lokaliteter identifisert fra InSAR 51
2.5 LIDAR-skanning av utvalgte regionale lokaliteter 53
2.5.1 Nordnesfjellet 53
2.5.2 Revdalsfjellet 56
2.5.3 Gavtavarri 59
2.5.4 Kåfjord Sør 59
2.5.5 Laksvatnfjellet 60
3. SAMARBEID MED UiT 61
4. PLANER FOR 2009 62
5. KONKLUSJONER 64
6. REFERANSELISTE 66

1. INNLEDNING

Prosjektet ROS Fjellskred i Troms er et samarbeidsprosjekt mellom NGU og aktuelle kommuner i Troms. Rapporten gir en kort oversikt over arbeidet som er utført i 2008 og oppfølgning av de etablerte lokaliteter som har blitt fulgt opp fra 2005-2007. Arbeidet i 2008 har omfattet både regionale undersøkelser og en detaljert oppfølging av Nordnesfjellet i form av LIDAR-skanning av den utsatte fjellsiden.

Totalt er det undersøkt 59 lokaliteter (Figur 1) fra Harstad-området i sør til Kvænangen i nord (noen av disse består av del-lokaliteter, så alt i alt er det 91 lokaliteter totalt). De fleste av disse er lokaliserte i området fra Tromsø til Kåfjord (Figur 2). Kun et fåtall lokaliteter ligger i sørvest Troms (Figur 3). Årsaken til denne fordelingen er forklart i Henderson m. fl. (2007) og Osmundsen m.fl. (2009).



Figur 1: Fordeling av potensielle fjellskred lokaliteter i Troms Fylke. De fleste er konsentrerte i nordøstlige deler av Troms.

1.1 Regionalt arbeid

Det gis her en kort oversikt over målene med det regionale arbeidet i 2008.

1. Deformasjonsmålinger med GPS på de 13 eksisterende lokalitetene som var etablert frem til 2007, inkludert Nordnes. I virkeligheten var det ikke mulig å gjennomføre så mange lokaliteter. 10 lokaliteter ble innmålt. Ragnhildsurtind, Brosmebakktuva og Reinfjellet ble utelatt. Disse er lavprioritetsområder.

2. Intervallsmålinger med GPS av de 4 lokalitetene som var etablerte i 2007 (Dusnjarga, Ruovddasvarri, Gamanjunni og Kråketinden)

3. Geologiske undersøkelser av 10 nye lokaliteter og identifisering av lokaliteter hvor det kan tenkes å etablere nye GPS-punkter

4. Etablering av GPS-punkter på de nye lokalitetene

5. 12 nye lokaliteter er identifisert fra InSAR-analysen. Noen av disse har blitt befart i 2008 men de fleste må befares i løpet av 2009 og 2010.

1.2 Nordnesfjellet

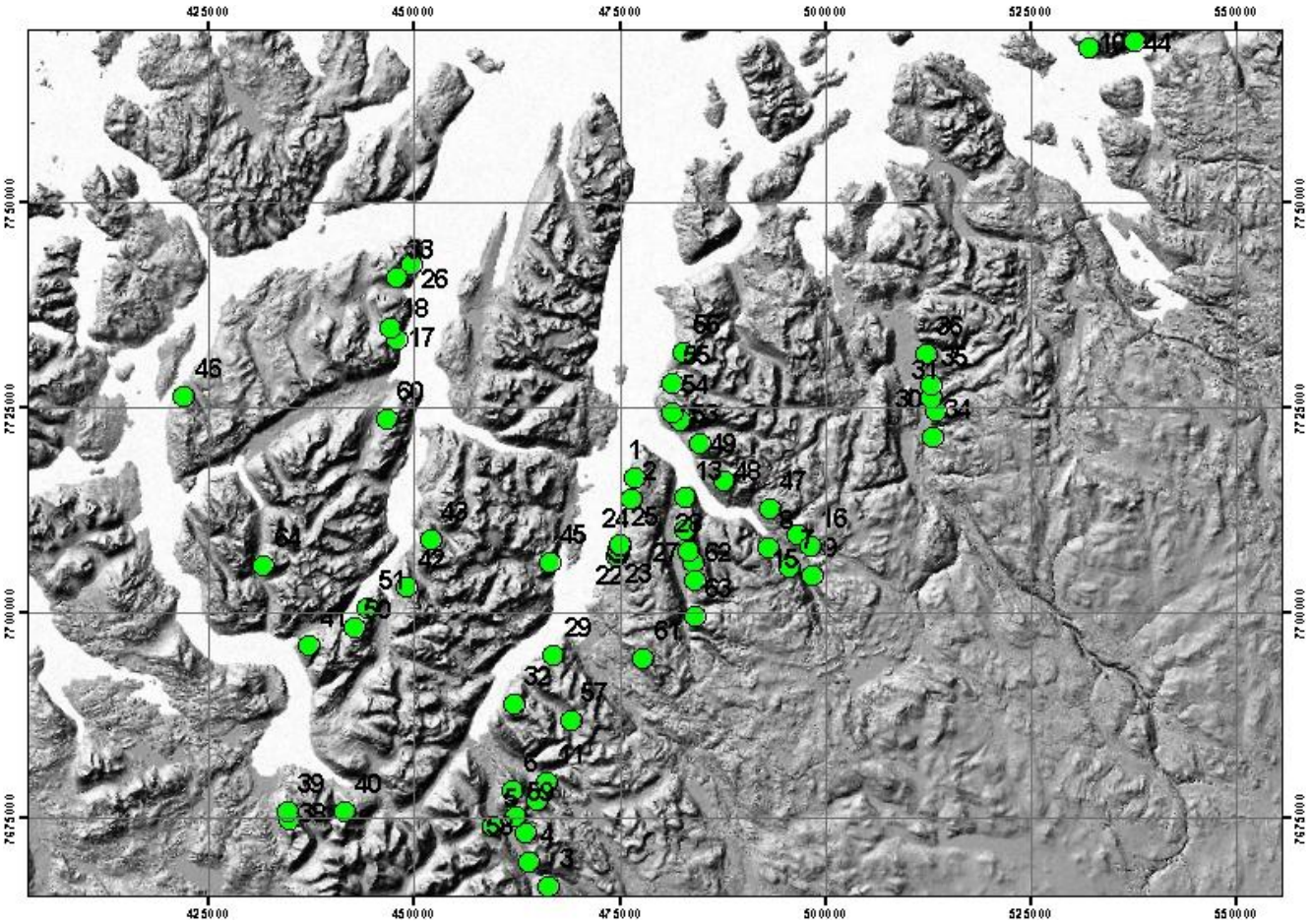
Arbeidet med oppfølgingen av Nordnes har hatt som mål å laserskanne Nordnesfjellet og Revdalsfjellet for andre gangen (lokalitetene ble målt for første gang i 2007). Dette kan avdekke hvor fjellet har beveget seg. Samtlige måleresultater tilknyttet Nordnesfjellet foreligger i en separat rapport (Blikra m. fl. 2009).

2. RESULTATER

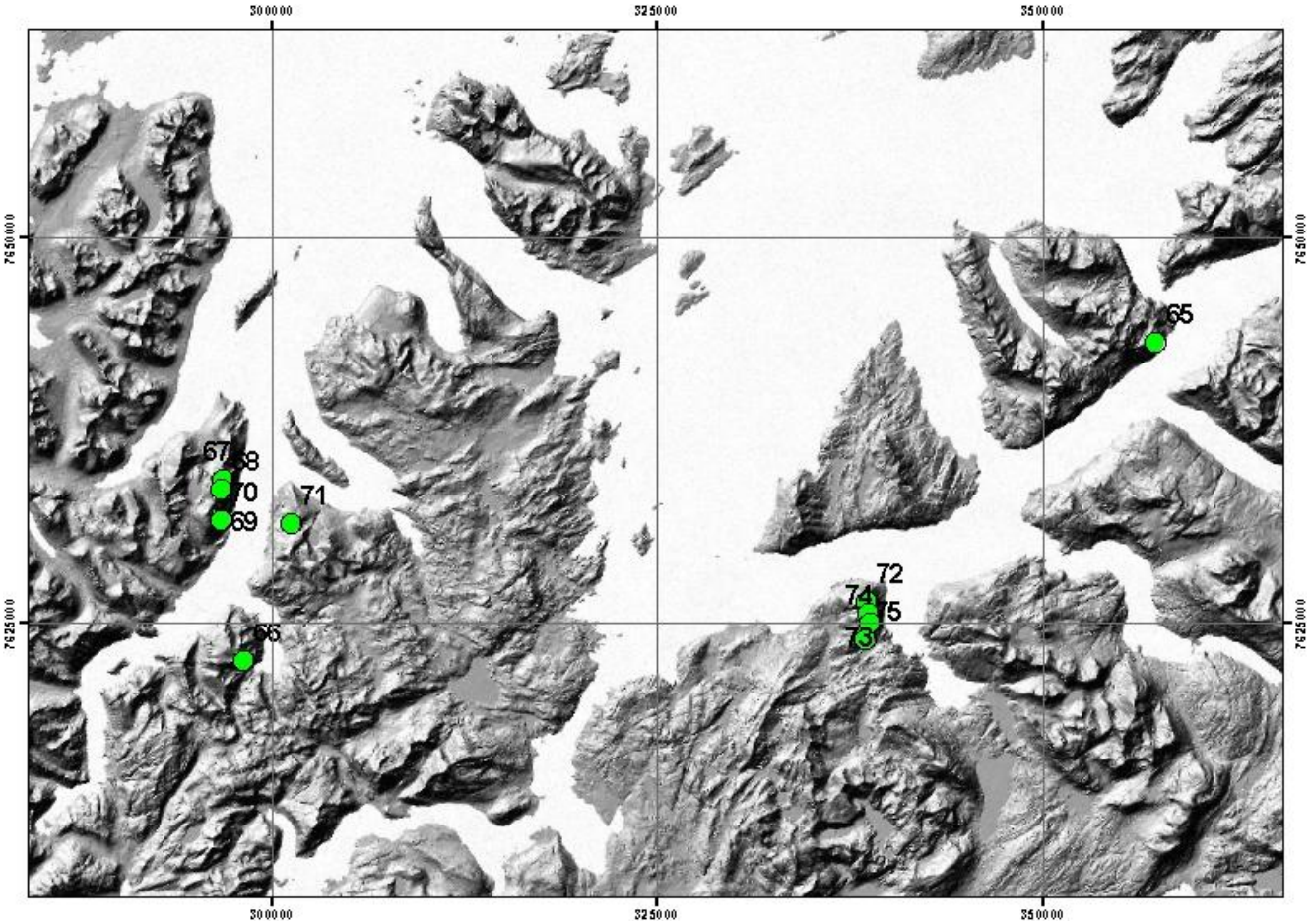
2.1 Regionalt arbeid

Feltarbeidet fant sted fra 18.08.08 til og med 31.08.08 og en felt dag gikk tapt på grunn av dårlig vær. Helikoptertransport ble benyttet til de fleste av de besøkte lokalitetene. Status av feltarbeidet fra 2008 er vist i Figur 4 og Tabell 1. Det er tidligere målt inn 17 lokaliteter med GPS fram til slutten av 2007 (Eiken, 2007). Alle disse lokalitetene ble målt på nytt i 2008, bortsett fra Reinfjellet i Gullesfjorden. Skjelltinden i sør Troms, som ikke ble målt i 2007 på grunn av dårlig værforhold, ble innmålt i 2008.

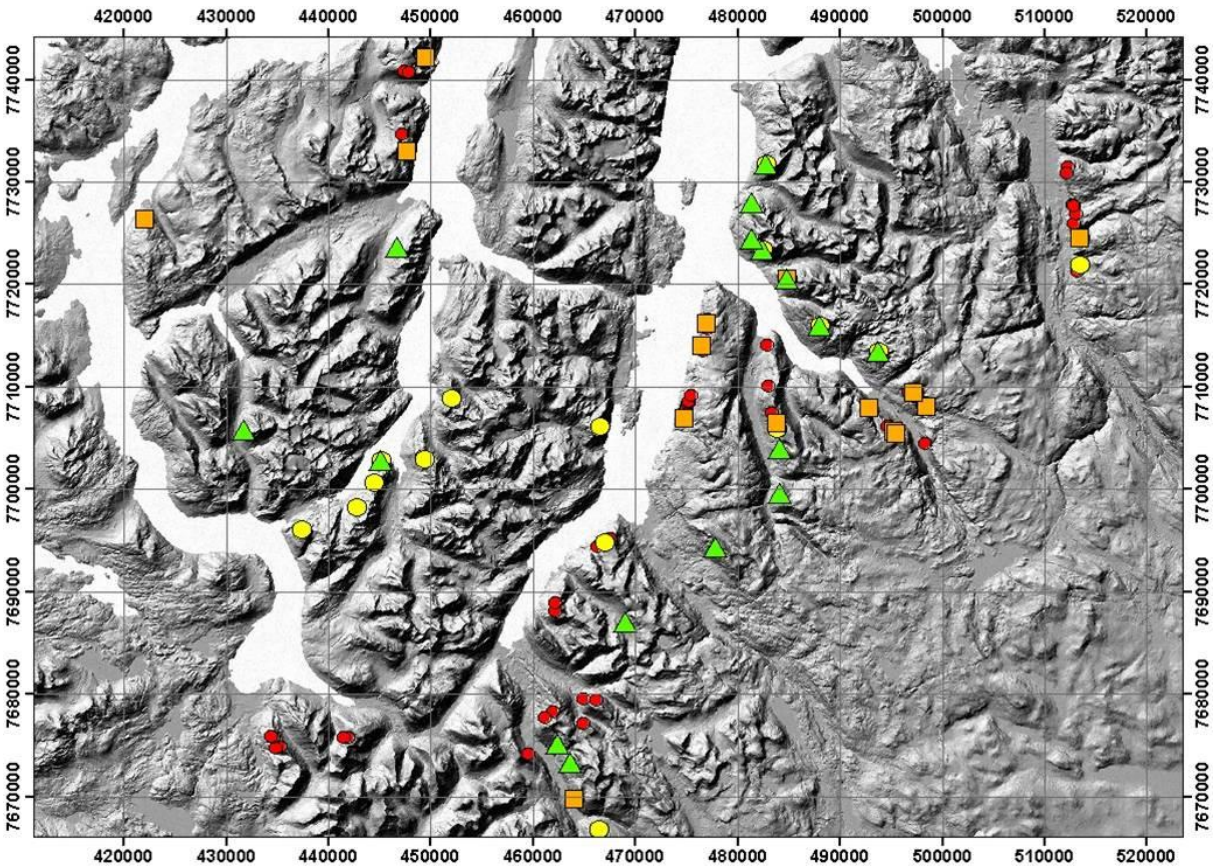
I løpet av 2008 er 10 nye lokaliteter befart. Lokalitetene vist i rødt i Figur 4 ble påvist med hjelp av både InSAR og flyfototolkning. Noen av disse var kun registrert ved bruk av flyfoto og viser ingen tegn til bevegelse på InSAR-data. Feltobservasjonene indikerer også at disse ikke er i bevegelse. Det er også 5 lokaliteter i svart på Figur 4. Dette er objekt som kun er identifisert med InSAR, og de trenger derfor oppfølging i felt. Det viser seg altså at InSAR-data gir informasjon om helt nye lokaliteter som ikke tidligere har vært oppdaget ved tradisjonelle flybildeanalyser. Feltarbeidet i 2007 viser at disse lokalitetene har skredrelaterte strukturer og ser ut til å være aktive.



Figur 2: Lokalitetene i nordøst Troms. 1-Nordnesfjellet, 2-Indre Nordnes, 3-Paras, 4-Hompen, 5-Heimgardsberget, 6-Mannfjellet, 7-Oksfjellet, 8-Langsnøen, 9-Skognes, 10-Vassnestind, 11-Måskogaisi, 12-Bogen, 13-Ceallu, 14-Storhaugen, 15-Ruovddasvarri, 16-Kråketinden, 17-Brosmebakktuva, 18-Stortuva, 19-Skredtinden, 20-24 Revdalsfjellet, 25-Hengfjellet, 26-Ragnhildurtind, 27-28 Gamanjunni, 29-Falsnesfjellet, 30-Dorrisdalen, 31-Mellomfjellet, 32-Horsnesfjellet, 33-Svarthammar, 34-Rajajåkka, 35-Brattfjell, 36-Kjellerkampen, 37-Spanstinden, 38-Kvittinden, 39-Høltinden, 40-Raudtindan, 41-Laksvatnfjellet, 42-Flatsteinfjellet, 43-Skarveknausen, 44-Dusnjarga, 45-Pollfjellet, 46-Storsteinen, 47-Litledalen, 48-Nomedalstinden, 49-Gavtavarri, 50-52 Piggtind, 53-Giilavarri, 54-Doronelva, 55-Nordmannviktinden, 56-Staluvarri, 57-Elsnesdalen, 58-Kortelvskardet B, 59-Kortelvskardet A, 60-Nakkefjellet, 61-Jorbaavarri, 62-Brustraum, 63-Olmmavarri, 64-Smalaktinden.



Figur 3: Lokalitetene i sørvest Troms. 65- Reintinden, 66- Reinfjellet, 67- Skjelltinden 2, 68- Skjelltinden1, 69- Storåstinden 2, 70- Storåstinden 1, 71- Rundhaugen, 72- Svellen 1, 73- Svellen 2, 74- Svellen 3, 75- Svellen 4.



Figur 4: Høyderelieff over NØ Troms som viser undersøkelsesstatus per 2008. Alle lokaliteter er vist med punkter. Røde prikker er identifiserte lokaliteter som ikke ennå er undersøkt. Gule prikker er lokaliteter som er undersøkt. Oransjefirkanter er lokaliteter med GPS-punkter og Grønne trekanter er ny identifiserte lokaliteter fra InSAR.

2.2 GPS-målinger ved eksisterende lokaliteter

Av lokalitetene hvor det ble etablert GPS-punkter for å måle bevegelse fra 2003-2007 var Nordnesfjellet, Indre Nordnes, Kåfjord, Revdalsfjellet, Storsteinen og Skjelltinden målt inn igjen på nytt i 2008. Dette gir en måleserie på 5 år ved Nordnesfjellet, Indre Nordnes og deler av Kåfjord, 3 års måleserie på Revdalsfjellet og Storsteinen og 2 års måleserie på Skjelltinden. En komplett beskrivelse av metodene og resultatene vises i Eiken (2009). En kortversjon er gjengitt nedenfor.

2.2.1 Nordnesfjellet

Målingene fra Nordnesfjellet beskrives i en mer detaljert rapport hvor GPS dataene er integrert med alle de andre målingsresultater (Blikra m fl., 2009). Vi presenterer kun en kort oppsummering av GPS dataene her.

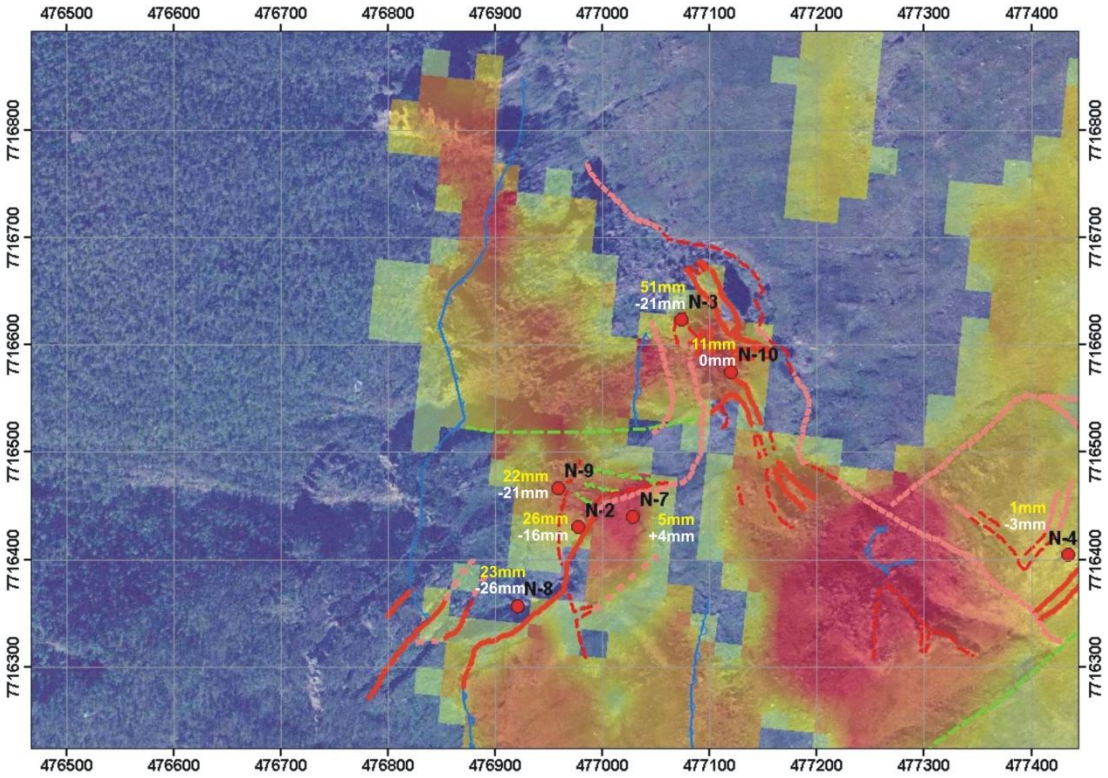
Resultatene for Nordnesfjellet er relativt konsistente siden målingene startet. Resultatene fra bevegelsesmålingene i 2008 er vist i Figur 5 og er i samsvar med det som er funnet i tidligere år. Punkt N-3 har klart størst bevegelse, og er større for de to siste årene enn for de foregående år. Målingene i N-3 er mer usikre de siste to årene siden punktet delvis er ødelagt ved etablering av permanent søyle like ved bolten.

Punkt N-2 og N-8, N-9, som er sett ut nedenfor N-2 viser nesten identisk bevegelse, og endringene i punktene har økt frå ca 15 mm/år i 2006 til ca 25 mm/år det siste året. Det virker

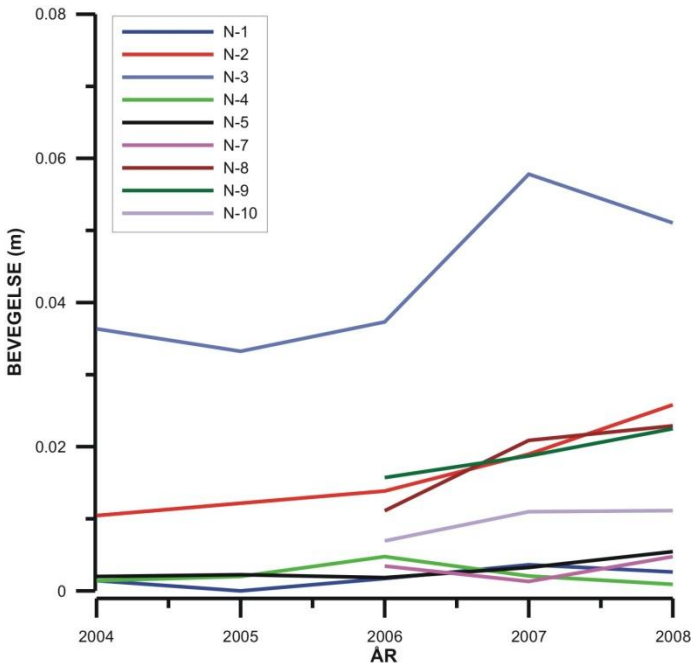
som det fremdeles er økende årlig bevegelse i dette fremste partiet. Punktet N-10 er plassert bak sprekker ved punkt N-3. Punktet har vesentlig mindre bevegelse (ca 1 cm/år) enn N-3 og indikerer at mye av bevegelsen i N-3 er avgrenset til området like bak N-3. Punktene N-1, N-4, N-5 og N-7 har vesentlig mindre bevegelse enn de andre. Analysene indikerer at disse punktene også er i bevegelse både horisontalt og vertikalt, men endringene er små og er signifikante kun ved å se målingene over flere år sammen. Endringene over mange år er likevel så entydige at en må gå ut fra at det er små bevegelser i disse punktene.

Figur 6 viser endringene grafisk fra år til år for de ulike punktene, og en kan skille de i grupper ut frå årlig horisontal endring. Dette viser at det har vært en akselerasjon av bevegelsen i samtlige punkter.

Oppsummert, er bevegelsen i perioden 2007-2008 størst i punkt N-3 og er mindre for N-2 og punktene N-8 og N-9. Bevegelsen ser ut til å ha økt i de siste to årene. Det meste av bevegelsen i området ser ut til å være avgrenset av sprekker like bak punkt N-2 og N-3.



Figur 5: GPS resultater for Nordnesfjellet for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse vises i gul tekst. Vertikal bevegelse vises i hvit tekst.



Figur 6: Diagram som viser horisontal endringen i alle punkter på Nordnesfjellet siden 2003. Det har vært en akselerasjon i bevegelse de siste årene.

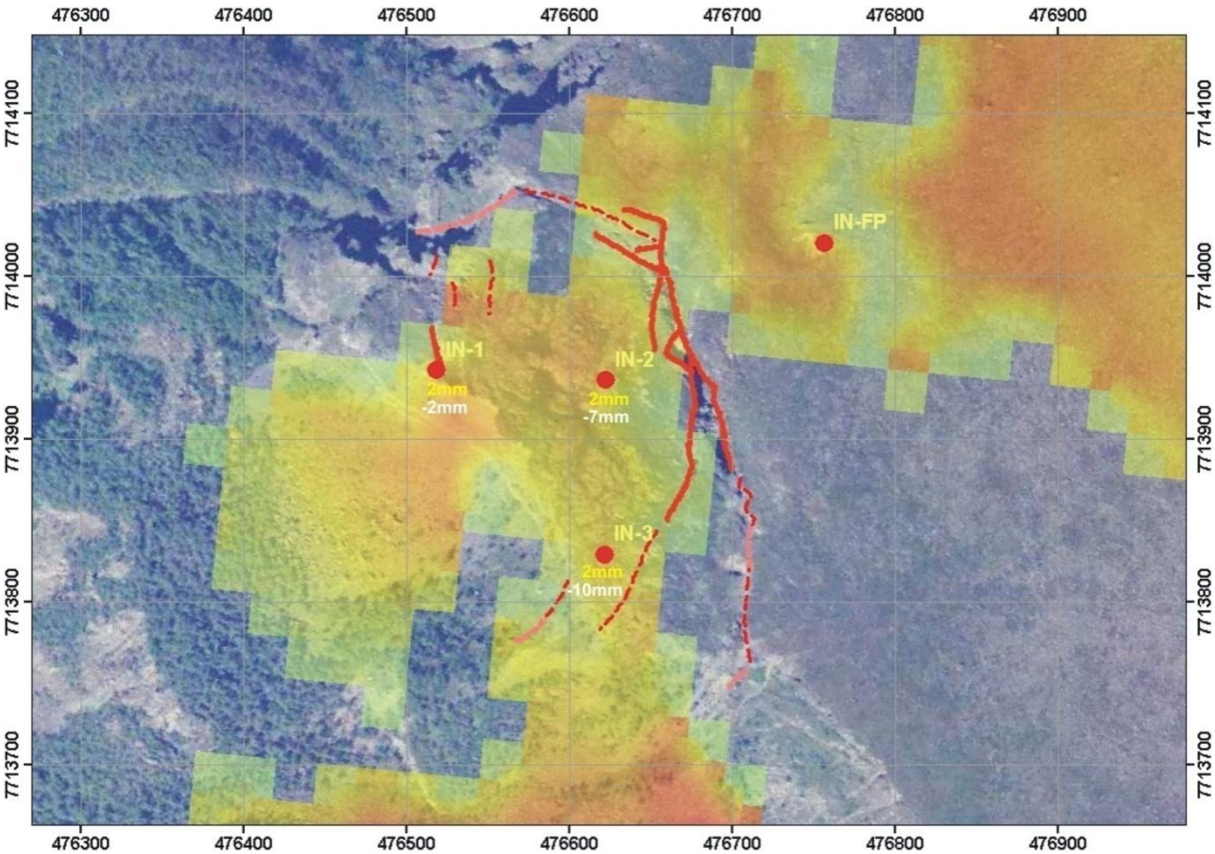
2.2.2 Indre Nordnes

Figur 7 viser resultatene for Indre Nordnes i perioden 2007-2008. Endringene på Indre Nordnes viser seg å være små, men over en femårsperiode er bevegelsen i punktene IN-1 og IN-2 signifikante både horisontalt og vertikalt.

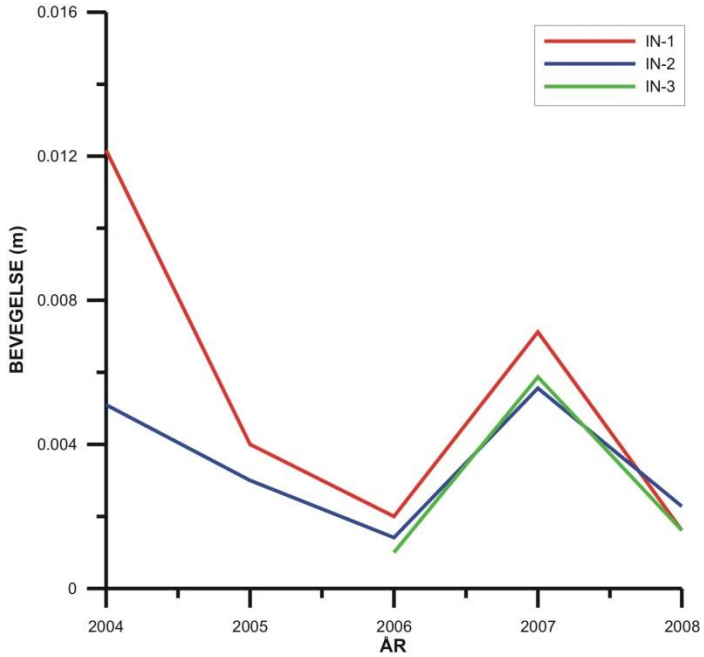
Ved punkt IN-3 som ble etablert i 2005 er det ikke signifikant endring, men punktet viser en trend i bevegelse som kan tyde på at det er små bevegelser også her.

Figur 8 viser endringene i horisontal bevegelse siden punktene ble etablerte. Det viser at bevegelsen har avtatt noenlunde siden målingene begynte bortsett fra at det var en kraftig økning i 2007.

Oppsummert viser GPS-målingene at punktene på Indre Nordnes kan være i bevegelse. Dette er endringer som kun har statistisk signifikans hvis en legger flere års målinger til grunn. For punktene IN-1 og IN-2 er det både horisontale og vertikale endringer. For punkt IN-3 er resultatene fremdeles nokså usikre.



Figur 7: GPS-resultater for Indre Nordnes for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse i gul tekst. Vertikal bevegelse i hvit tekst.



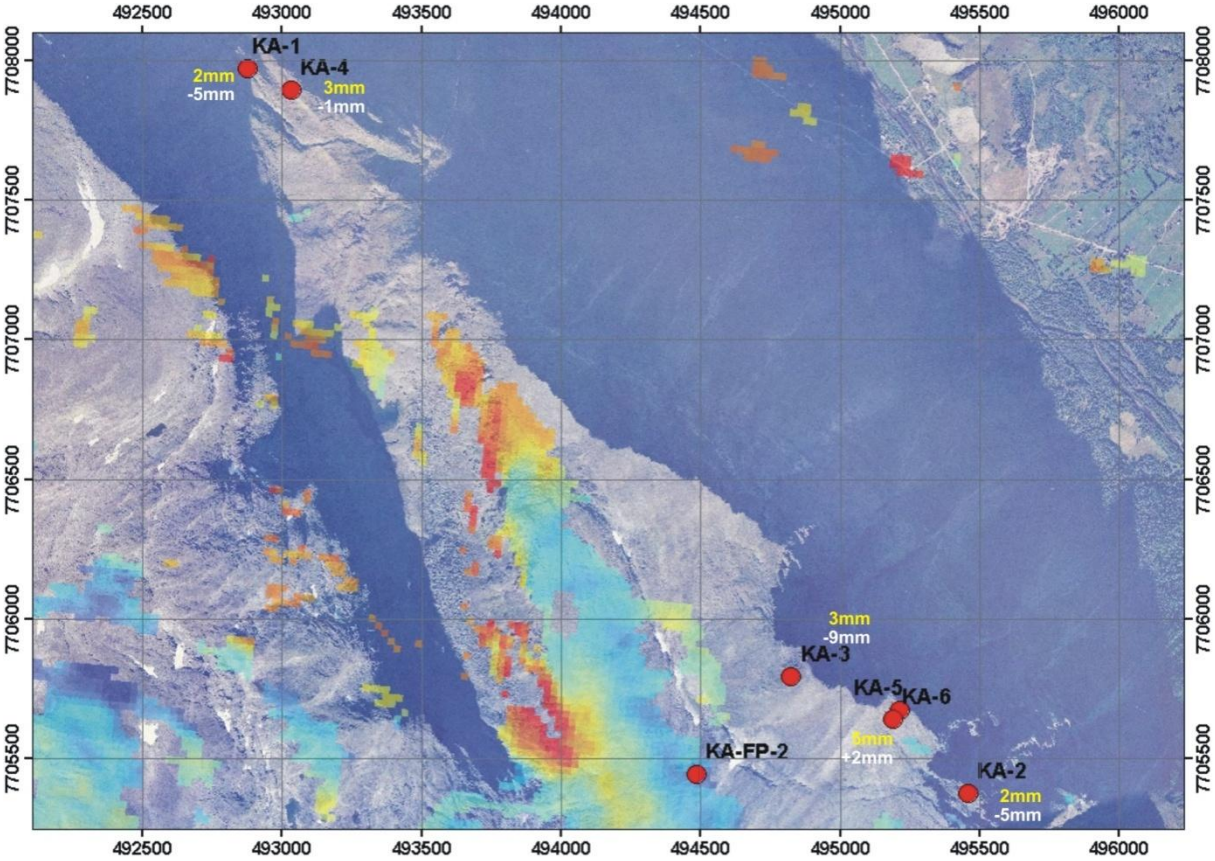
Figur 8: Horisontal endring i punktene på Indre Nordnes. Dette viser en tendens til avtagende bevegelse.

2.2.3 Kåfjord

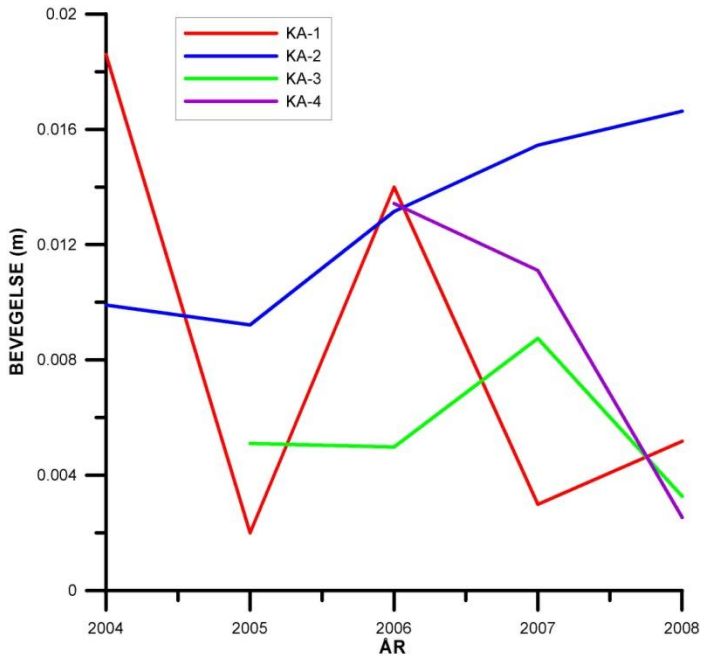
Resultatene for Kåfjord (Figur 9) er lite entydige, med unntak for punkt KA-2 som viser horisontal endring på eller like over grensen for signifikans. For høyde er endringene i alle

punktene mer sprikende. Årsak til dette er sannsynligvis relativt store høydeforskjeller kombinert med lange vektorer (særlig til KA-1 og KA-4). Ulike meteorologiske omstendigheter påvirker resultatene mer ved store høydeforskjeller, og sammen med lange avstander og dårlig tilknytning til fastpunktet er det sannsynlig årsak til mer variable resultat i Kåfjord enn i de andre områder.

Oppsummert, er resultatene for Kåfjord usikre, men det er sannsynligvis noe bevegelse i punkt KA-2. I de andre punktene kan det så langt ikke påvises signifikant bevegelse.



Figur 9: GPS-resultater for Kåfjord i perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse i gul tekst. Vertikal bevegelse i hvit tekst.



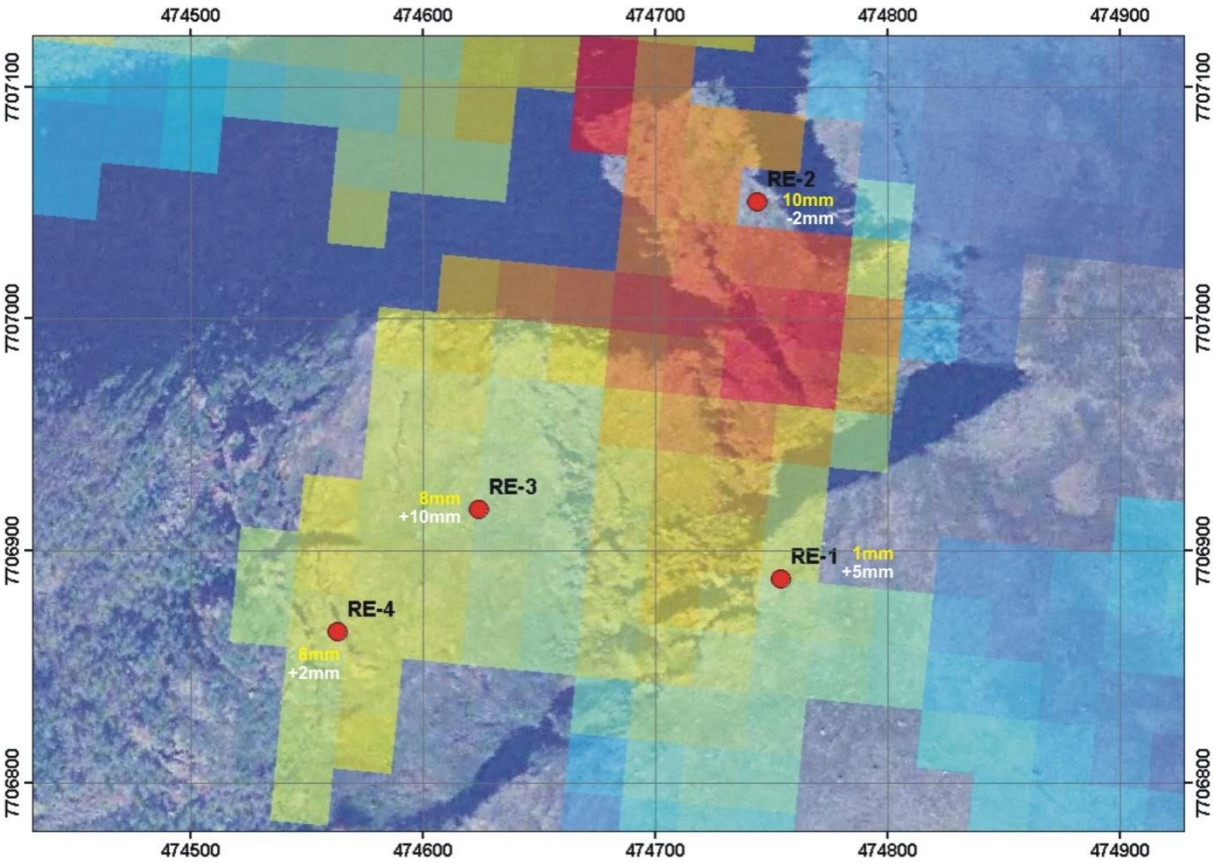
Figur 10: Diagram som viser horisontal endringen i alle punkter på Kåfjord siden 2003.

2.2.4 Revdalsfjellet

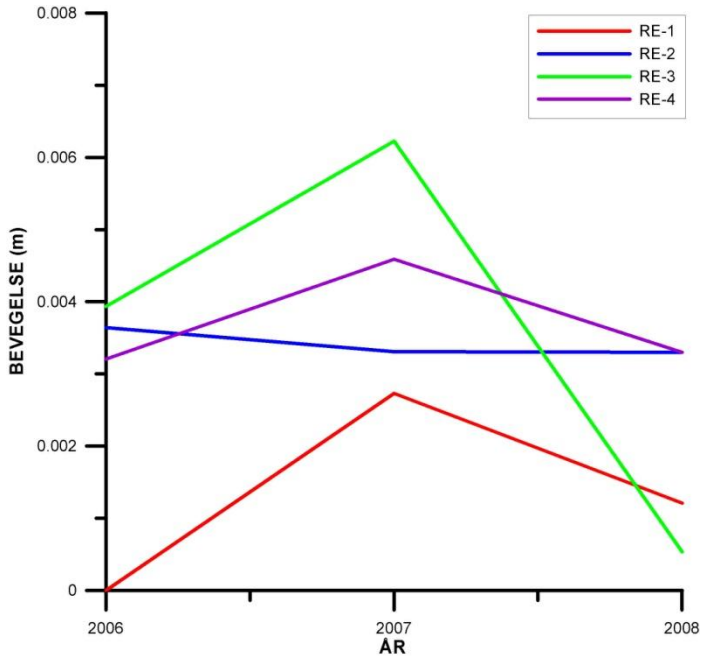
Resultatene for Revdalsfjellet i perioden 2007-2008 vises i Figur 11. Resultatene for 2008 bekrefter det som ble funnet i 2007; de tre punktene RE-2, RE-3 og RE-4 har signifikante horisontale endringer. For høydene er det ikke signifikante endringer. Det tidligere fastpunktet RE-1 har ikke signifikant endring.

Figur 12 viser endringene i horisontal bevegelse siden målingene startet i 2006. I punkt Re-1 og Re-3 har bevegelsen økt i 2007 og avtatt igjen i 2008. For punkter RE-2 og RE-3 har bevegelsen vært konstant i alle tre måleperioder.

Oppsummert, er det klare indikasjoner på bevegelse i punktene RE-2, RE-3 og RE-4 med horisontale endringer, men bevegelsen er liten, 2-3 mm/år. Det er ikke påvist signifikante vertikale bevegelser.



Figur 11: GPS-resultater for Revdalsfjellet for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse vises i gul tekst. Vertikal bevegelse vises i hvit tekst.

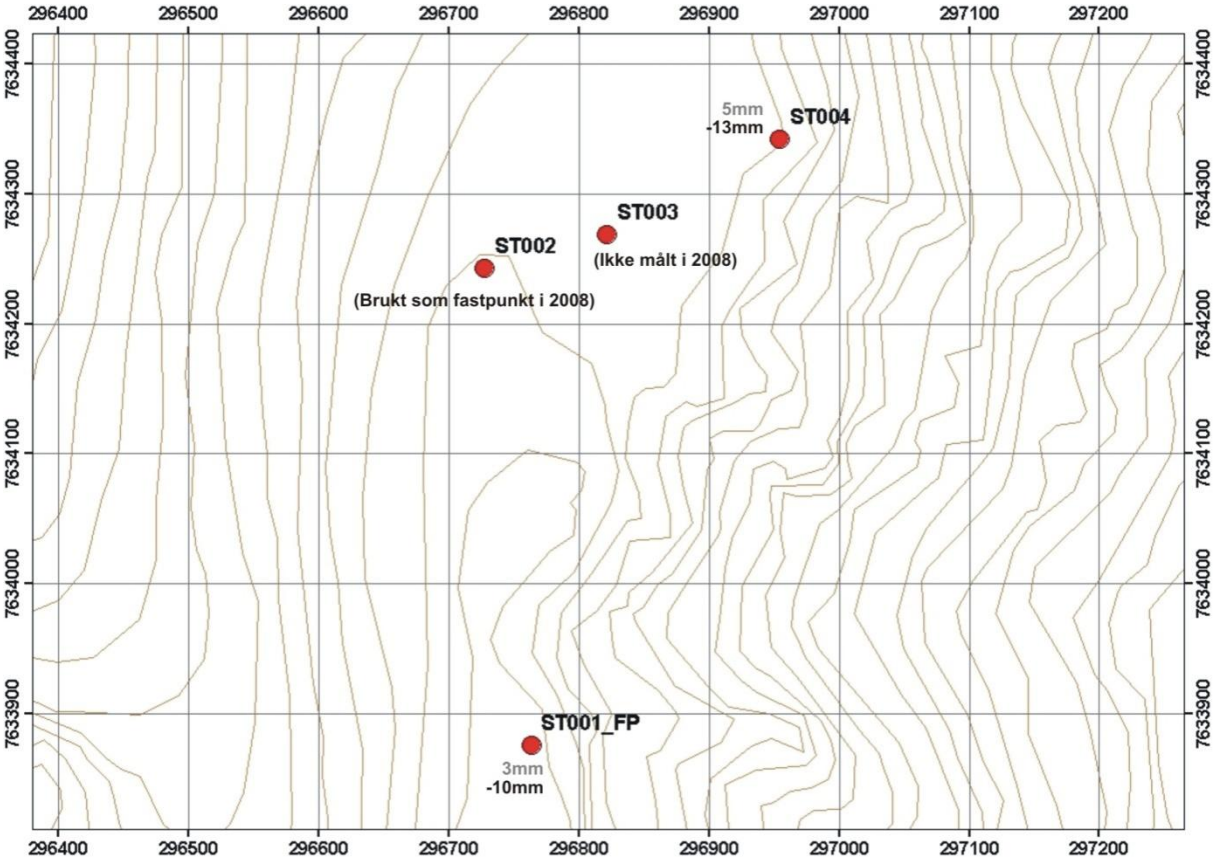


Figur 12: Horisontal endring i alle punkter på Revdalsfjellet siden 2006.

2.2.5 Skjelltinden

Resultatene fra Skjelltinden vises i Figur 13. Målingene frå 2008 og tidligere år er regnet om med ST-2 som fastpunkt, i tillegg til det vanlige fastpunktet. Resultatene viser ingen bevegelse i punkt ST-2. Resultatene for 2005-06 og 2005-08 med ST-2 som fastpunkt viser små signifikante endringer i ST-1_FP. Dette er et sannsynlig resultat av feil sentrering. Punktet ST-3 er kun med i datasettet for 2005 og 2006, og har ikke signifikant endring. Punktet ST-4 viser små endringer i hensyn til ST-2 både for 2005-06 og 2006-08, men bevegelsen ligger rett over grensen for signifikant endring. Det er derfor usikkert om det er reell bevegelse.

Oppsummert, er det tegn til bevegelse i ett av punktene på Skjelltinden, men resultatet er usikkert og området bør måles om for å fastsette om det er bevegelse eller ikke.

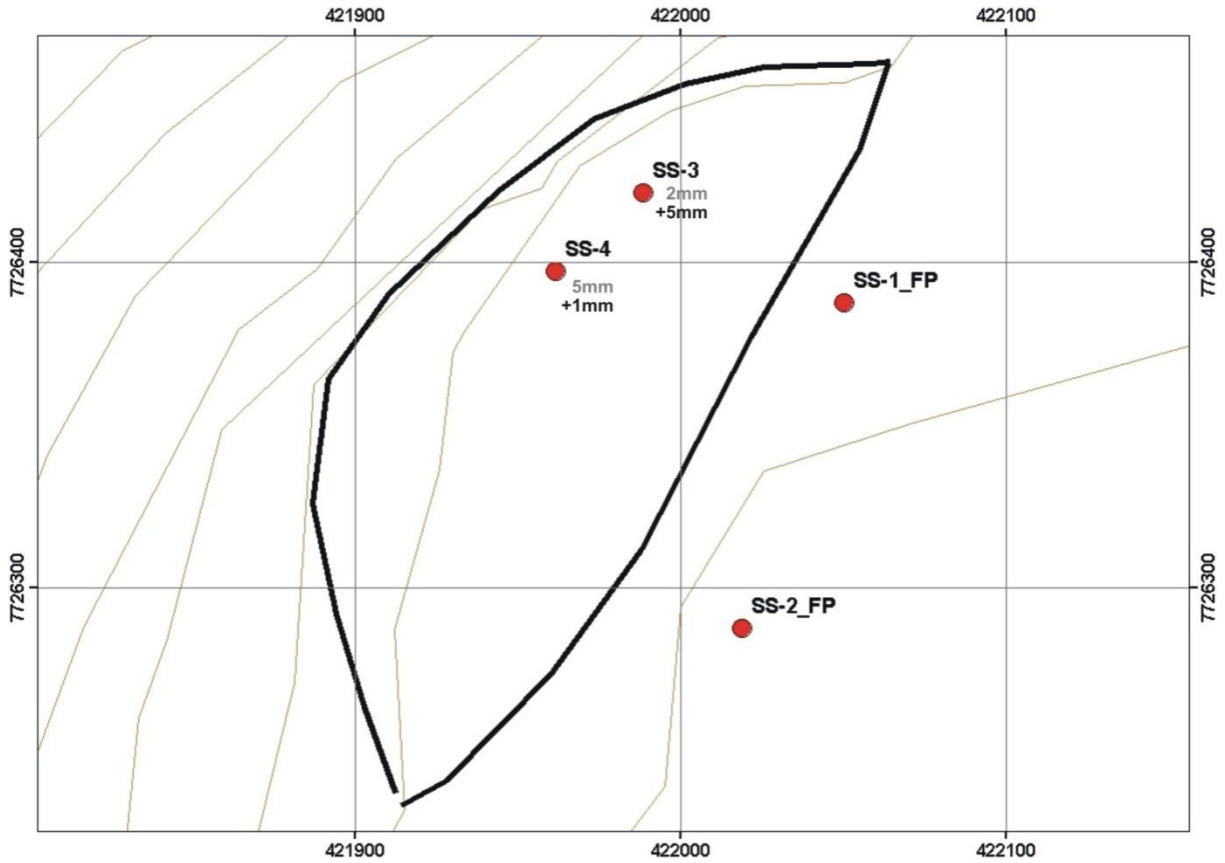


Figur 13: GPS-resultater for Skjelltinden for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse i grå tekst. Vertikal bevegelse i svart tekst.

2.2.6 Storsteinen

Målingene i 2008 (Figur 14) viser at det kan være signifikante endringer i punktene. Punktet SS-4 viser signifikant horisontal endring men bevegelsen varierer både i størrelse og retning. For punkt SS-3 er det på grensen til signifikant horisontal endring for 2006-07 og 2007-08. I høyde er det ingen signifikante endringer. Bevegelsene er svært små med størrelse 2-5 mm/år.

Oppsummert, er det påvist signifikante endringer i ett punkt på Storsteinen, men endringen er liten og resultatet er nokså usikkert. Det bør måles flere intervaller her over de kommende årene.



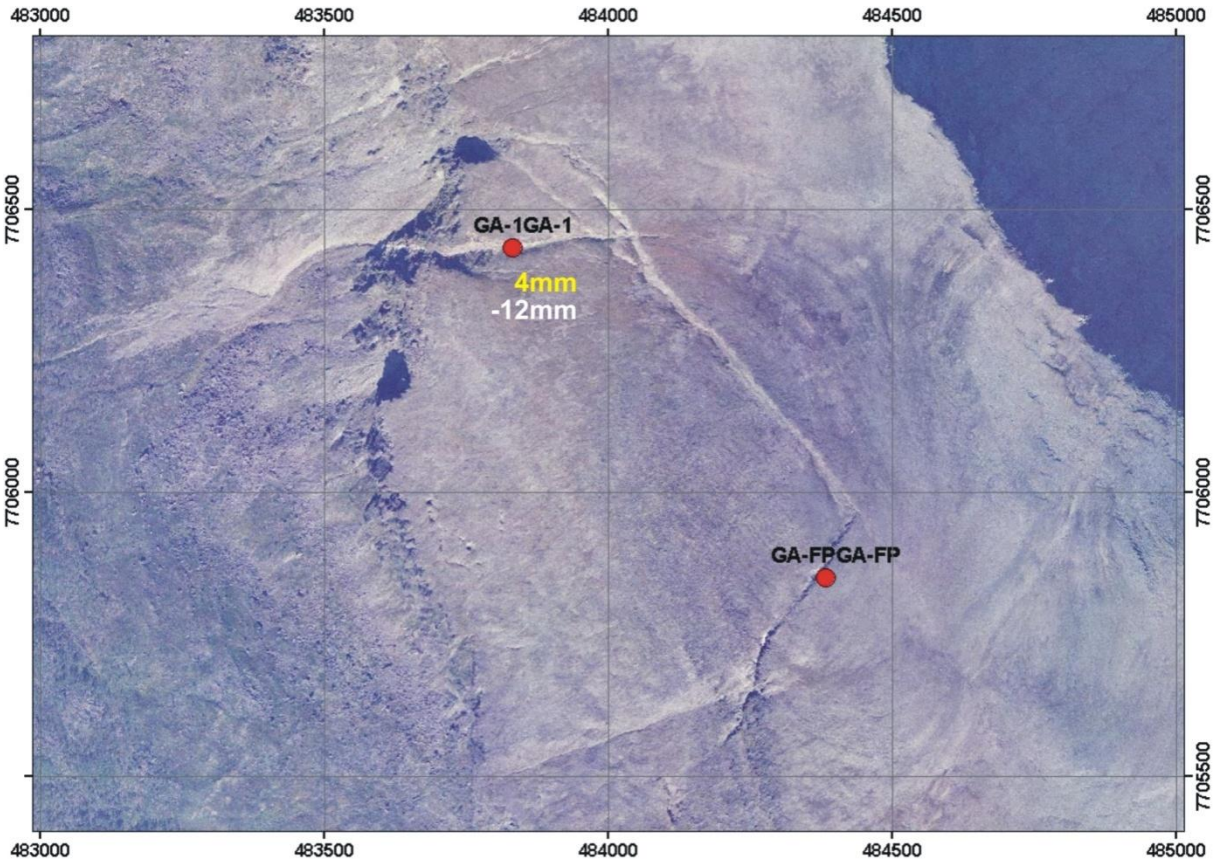
Figur 14: GPS-resultater for Storsteinen for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse i grå tekst. Vertikal bevegelse i svart tekst.

2.2.7 Gamanjunni

Ett fastpunkt og ett punkt i mulig ustabilt fjell ble etablert i 2007. Det er svært dårlig kvalitet på fjellet i området slik at punktene ikke er optimale, men vil sannsynlig kunne gi indikasjoner på om det er bevegelse. Vektoren mellom punktene er målt om i 2008. Resultatet vises i Figur 15.

Det er målt kun en vektor mellom fastpunktet og punktet i bevegelse. Dette gir ingen kontroll mot feil og derfor et mer usikkert resultat. Resultatet frå 2008 viser signifikant vertikal endring og er på grensen til å være signifikant horisontal endring. Det kan ikke utelukkes at det er bevegelse i punktet på Gamanjunni.

Mye detaljert kartleggingsarbeid ble utført i løpet av 2007 og 2008 på denne lokaliteten for å teste metoden utviklet av NORUT for InSAR dataene. Dette arbeidet ble til en vitenskaplig artikkel som forhåpentligvis skal publiseres for slutten av 2009 (Henderson m.fl. 2009).



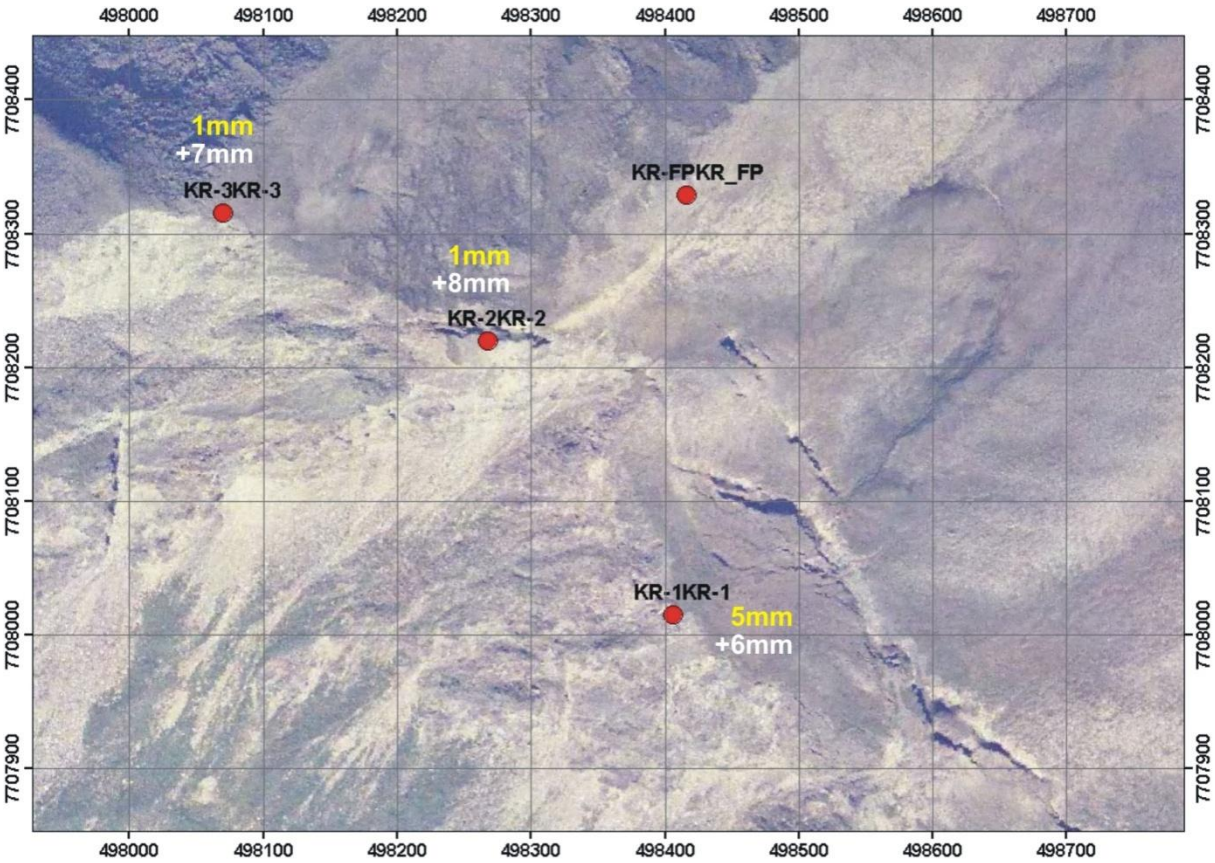
Figur 15: GPS-resultater for Gamanjunni for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse i gul tekst. Vertikal bevegelse i hvit tekst.

2.2.8 Kråketinden

Et nettverk av seks nye punkter ble etablert i 2007 på lokalitetene Kråketinden og Ruovddasvarri. De to områdene er målt inn sammen slik at de utgjør et bedre nettgeometri. To fastpunkt ble etablerte, ett på Kråketinden og ett på Ruovddasvarri. Tre punkter i mulig ustabile områder ble satt ut på Kråketinden. Resultatene av det første års intervallmåling vises i Figur 16.

Resultat etter et års målinger viser at bevegelse ikke kan utelukkes i noen av punktene. KR-1 viser signifikant horisontal endring. I et par av punktene er det signifikant heving, men ut ifra erfaringen med tilsvarende resultater er det lite grunn til å legge vekt på dette. Målingene bør gjøres i flere år fremover til å få et bedre datagrunnlag.

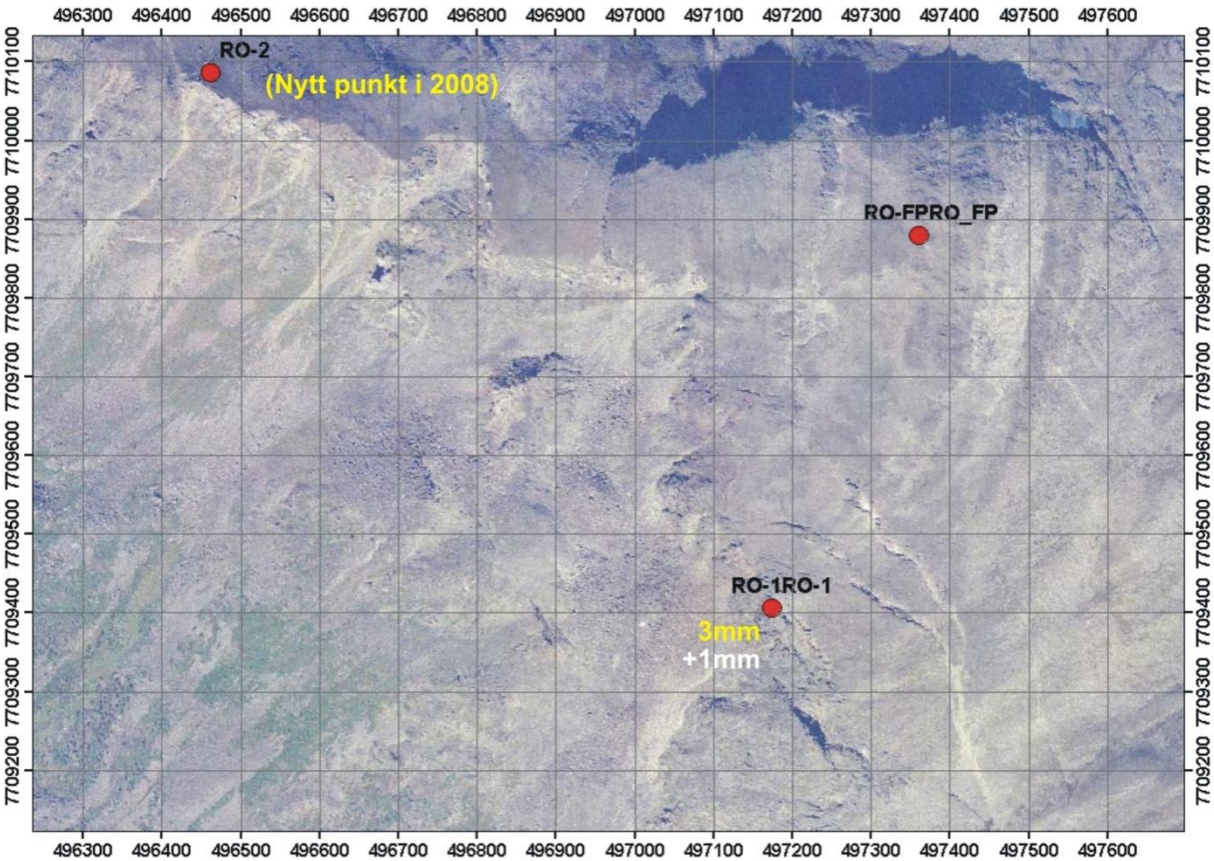
Oppsummert, er det påvist signifikante endringer i et punkt på Kråketinden men endringene er svært små og resultatet er usikkert siden kun et års måling ligger til grunn for resultatet.



Figur 16: GPS-resultater for Kråketinden for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse i gul tekst. Vertikal bevegelse i hvit tekst.

2.2.9 Ruovddasvarri

Tre punkter er satt ut på Ruovddasvarri og resultatene er vist Figur 17. Punkter RO_FP og RO-1 ble etablert i 2007 og har derfor ett års intervalldata. Et ekstra punkt (RO-2) ble etablert i 2008 i forbindelse med ommålingen og de første data forventes herfra i 2009. Årsaken til etablering av det nye punktet forklares i avsnitt 2.3.4. Punktet RO-1 viser horisontal endring litt under signifikans, mens ingen signifikant vertikal endring registreres. Målingene bør gjentas for denne lokaliteten i flere år fremover.

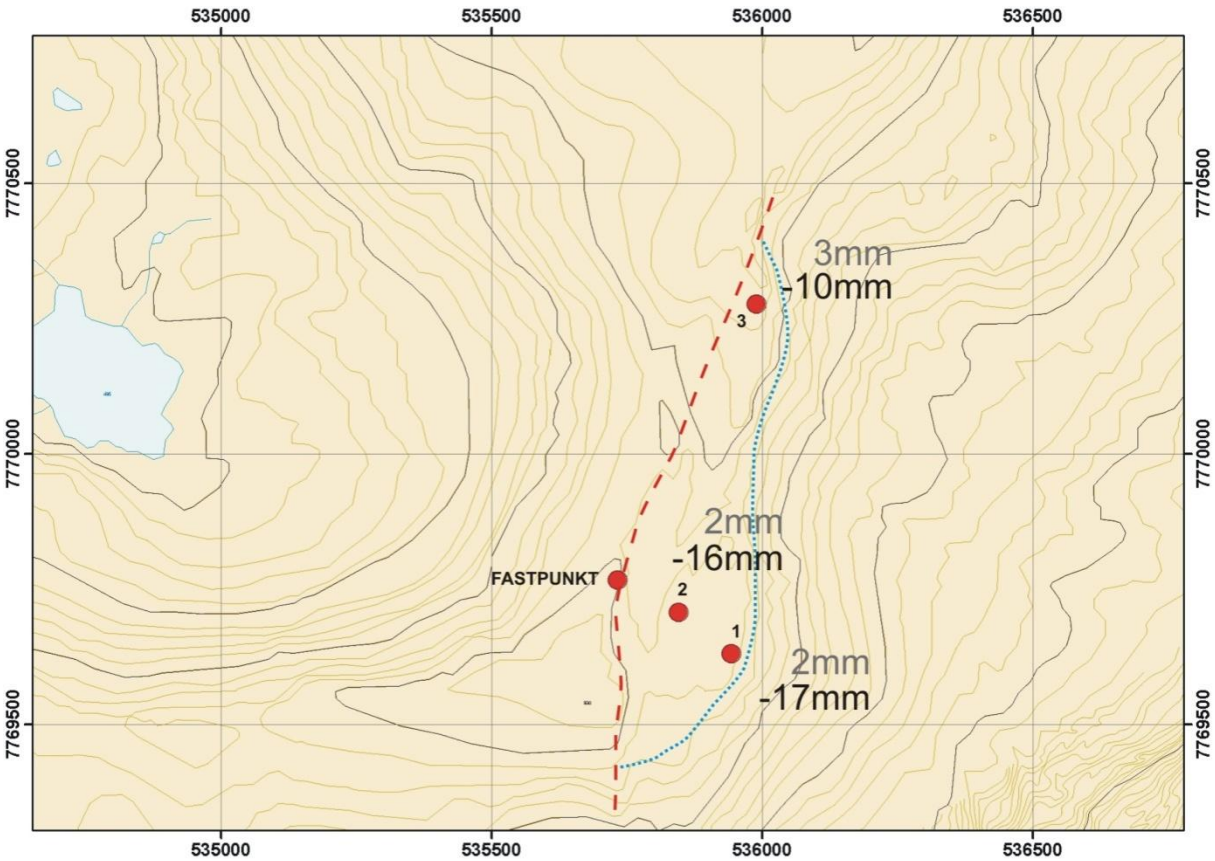


Figur 17: GPS-resultater for Ruovddasvarri for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse vises i gul tekst. Vertikal bevegelse vises i hvit tekst.

2.2.10 Dusnjarga

På Dusnjarga, ble det satt ut fire nye punkter i 2007. Ett punkt er et fastpunkt, de tre andre er satt ut på mulig ustabile parti ut mot kanten av fjellet som stuper bratt ned mot øst. I 2008 er punktene målt om. Resultatkoordinater og observerte endringer er gitt i Figur 18.

Alle tre punkter på Dusnjarga har signifikant setning med endring fra 10 til 17 mm. Dette utslaget er klar indikasjon på at det er vertikale endringer. Ett av punktene (DUS-3) har også horisontal endring så vidt over grense for signifikans, men dette er et mer usikkert resultat. Videre målinger bør gjøres over flere år for å verifisere bevegelsen.



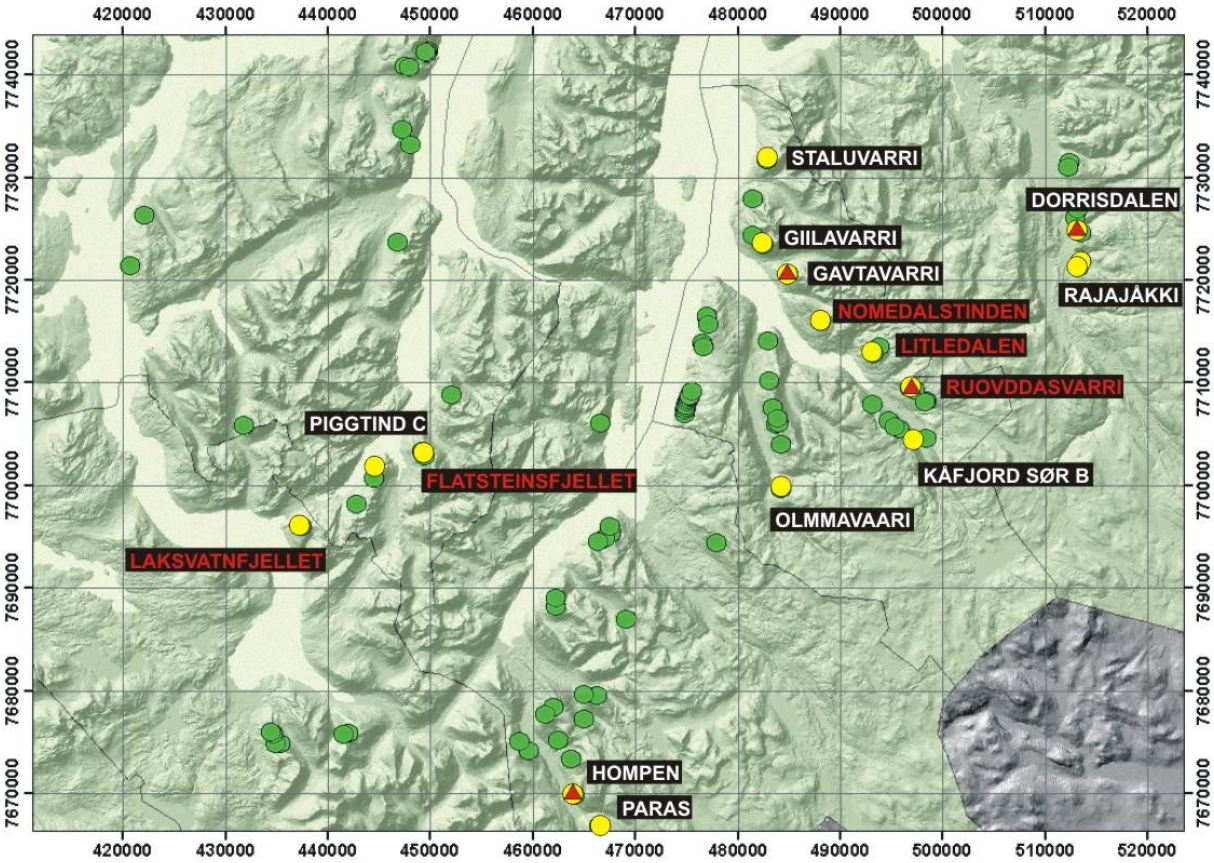
Figur 18: GPS-resultater for Dusnjarga for perioden 2007-2008. Horisontal bevegelse vises i grå tekst. Vertikal bevegelse vises i svart tekst.

2.2.11 Befarte nye lokaliteter

10 nye lokaliteter ble undersøkt under feltsesongen 2008. De nye lokalitetene er områder påvist fra flyfototolkning samt fra InSAR-analysene. Disse er vist i Tabell 1 og i Figur 19. De som vises i blått var vurdert som høyprioritetsobjekter og her ble det lagt ut GPS punkter i 2008. I tillegg ble GPS punkter lagt ut på lokaliteten Gavtavarri som var først undersøkt i 2007 og et ekstra punkt på Ruovddasvarri i Kåfjord. Detaljene om GPS punktene på disse lokalitetene er diskutert i avsnitt 2.3.

NAVN	OMRÅDE	UTM ØST	UTM NORD	GPS	METODE
Rajajåkki	Reisadalen	513437	7721866	x	FLYFOTO/INSAR
Dorrisdalen	Reisadalen	513458	7724565	√	FLYFOTO/INSAR
Hompen	Signaldalen	464057	7669709	√	FLYFOTO/INSAR
Paras	Signaldalen	466450	7666781	x	FLYFOTO/INSAR
Piggtind C	Ullsfjorden	445190	7702752	x	INSAR
Nomedalstinden	Kåfjord	488000	7716000	x	FLYFOTO/INSAR
Kåfjord Sør B	Kåfjord	496094	7704935	x	FLYFOTO
Staluvarri	Kåfjord	482747	7731685	x	INSAR
Olmmavarri	Manndalen	484124	7699583	x	INSAR
Giilavarri	Kåfjord	482443	7723408	x	INSAR

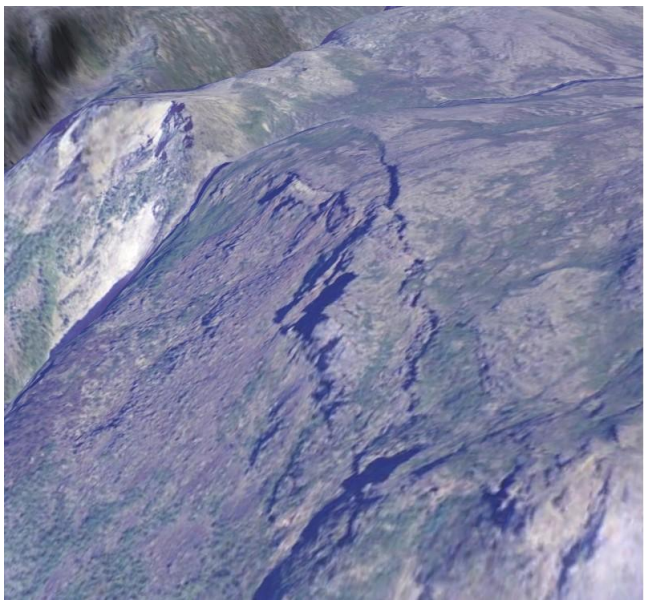
Tabell 1: Nye lokaliteter som er blitt undersøkt i 2008. Nye GPS-punkter er etablert i områdene vist med blått.



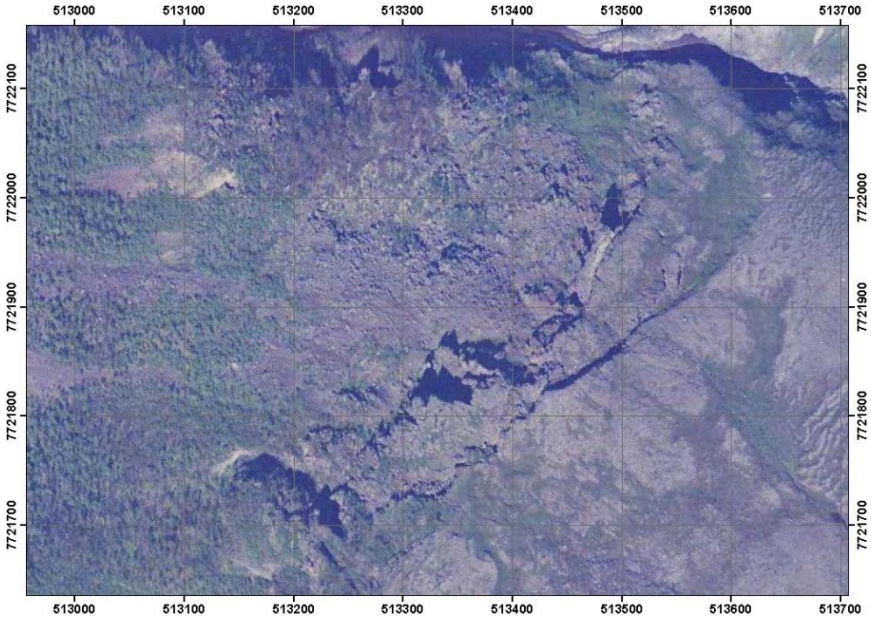
Figur 19: Oversiktskart som viser nye lokaliteter befart i feltsesongen 2008 (gule prikker). Rød trekant viser lokaliteter med GPS-punkter satt ut i 2008. Lokalitetene med rød tekst er rekognosert i 2007 og fulgt opp med detaljerte undersøkelser i 2008.

2.2.11.1 Rajajåkki

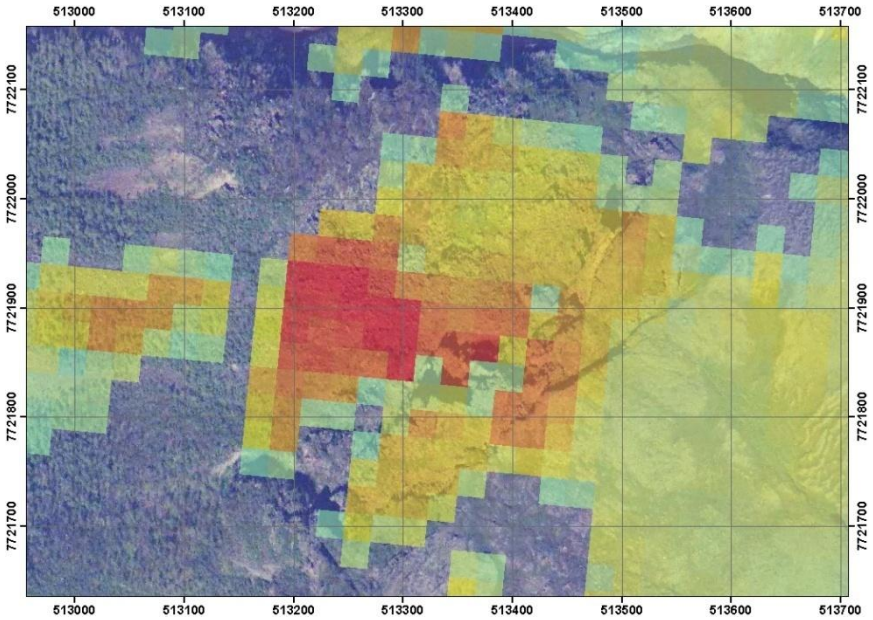
Denne lokaliteten ligger lengst sør i Reisadalen på den vestvendte siden av dalen. Det er en tydelig baksprekk (Figur 20 og Figur 21) som avgrenser et område som er ca 600m langt og 80m bredt (dybden er ukjent). Det gir en mulig volum på ca 2Mm^3. Baksprekken er flere meter bred og viser opp til 5m nedadrettet bevegelse. Feltobservasjoner tilsier at det ikke er tegn til fersk bevegelse. Derimot, viser InSAR tegn til bevegelse (Figur 22). Området hvor bevegelsen har vært høyest er avgrenset av kartlagte strukturer. InSAR viser bevegelse opp til 5mm per år. Området med høyeste bevegelse i Figur 22 er ikke fast fjell, men ur som ligger under den ustabile blokken. Området som tilsvarer det mulige ustabile fjellpartiet har en mindre bevegelse på InSAR med opp til flere millimeter bevegelse per år.



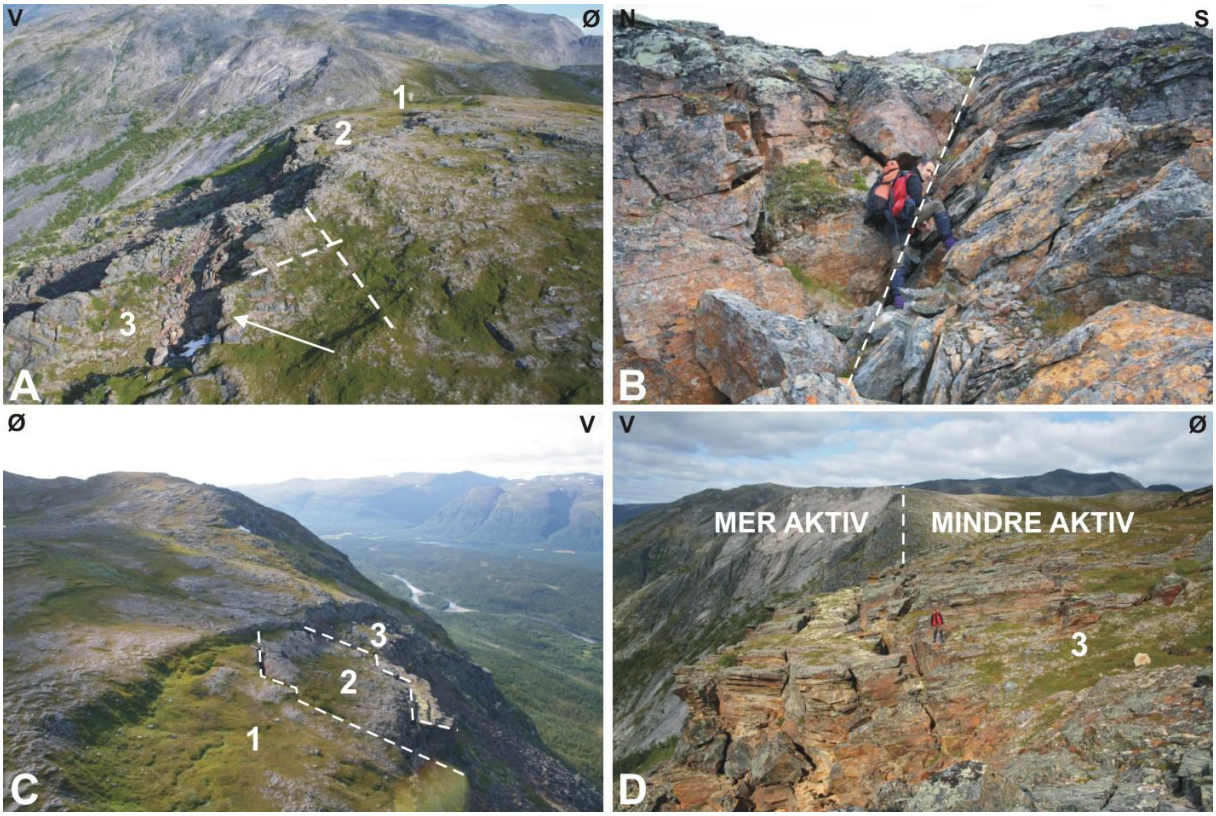
Figur 20: Utsnitt fra Norge i 3D (www.norgei3d.no) som viser lokaliteten Rajajåkki sett fra sørøst.



Figur 21: Digitalt ortofoto over Rajajåkki som viser baksprekken. Det har gått en del ras foran kanten av stupet som viser at området har vært og/eller er aktivt.



Figur 22: InSAR-bilde over Rajajåkki som viser at fjellsiden foran sprekken beveger seg.



Figur 23: Bilder over Rajajåkki som viser de forskjellige kartlagte strukturene. A- Sett fra sør. Oppdeling av lokaliteten i 3 partier. Baksprekken er markert med en pil. B- Sørvest-orienterte strukturer som deler opp blokken. C- Sett fra nord. Oppdeling av blokken i 3 deler. Den nordligste del (1) har minst aktiv bakskrent. D- Fremkanten på del-blokk 3 som viser avskalling av flak.

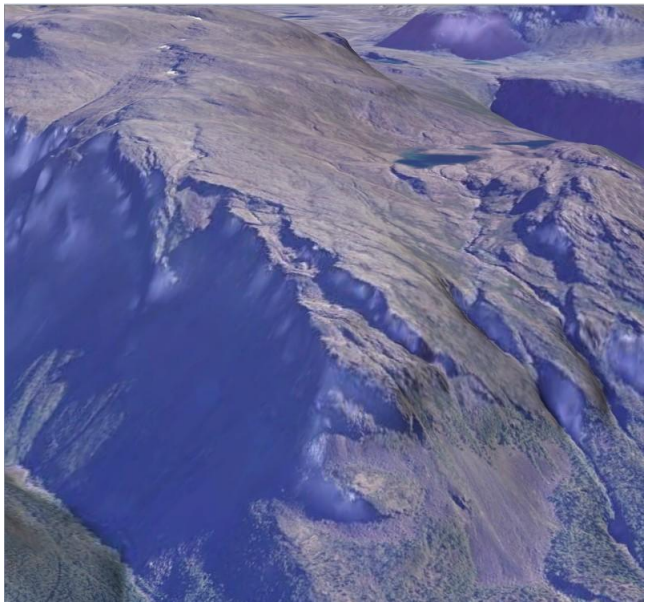
Det ustabile fjellpartiet er delt opp i tre del-blokker langs to sprekkesett (Figur 23a og Figur 23c). Et sprekkesett er NNV-SSØ. Det andre settet er Ø-V. En kombinasjon av disse to settene utgjør en ’sagtann-geometri’. Store Ø-V strukturer (Figur 23b) forårsaker oppdeling

av blokken i tre. Disse delblokkene ser ut til å ha forskjellige ustabilitetsnivå. For eksempel, Figur 23c viser at delblokk 1 og 2 ligger foran en bakskrent som ser mindre aktiv ut, og har mindre total bevegelse enn bakskrenten som er relatert til blokk 3. Dette kan bety at de tre forskjellige blokkene har forskjellige bevegelsesmønstre og hastighet, og beveger seg uavhengig av hverandre. Figur 23d viser at den ytterste delen av delblokk 3 ser ut til å bevege seg raskere enn hovedblokken. Her er det tegn til nylig avskalling av flak på frontkanten av blokken. Derimot er lagdelingen i den ustabile blokken svært lavvinklet og faller med 5-10° ut mot dalen (Figur 23d). Lagdelingen må ha en fall som er opp mot 20° for att glidning er ideelt. Slike lavvinklet lagdeling kan derfor forhindre utglidning.

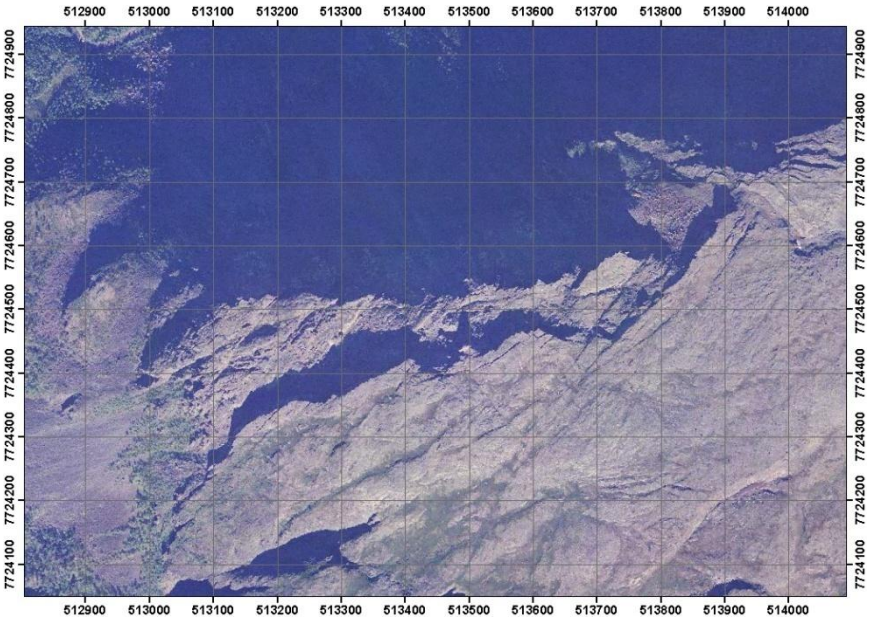
Blokken er beregnet å være 500m lang og ca 100m bred. Det er vanskelig å si noe om dybden til et mulig glideplan, men hvis det er antatt til å være mellom 100-200m, gir det et foreløpig antatt volum på ca 5-10 millioner m^3. Selv om volumet er forholdsvis stort, er utløpsavstanden relativ lang (ca 1.4 km til elva i midten av Reisadalen). Når det er tatt i betraktning at blokken sannsynligvis er delt opp i tre mindre volumer, regnes det som lite sannsynlig at avsetningene fra et fjellskred skulle nå elva. Derfor velges en lav prioritet på denne lokaliteten.

2.2.11.2 Dorrisdalen

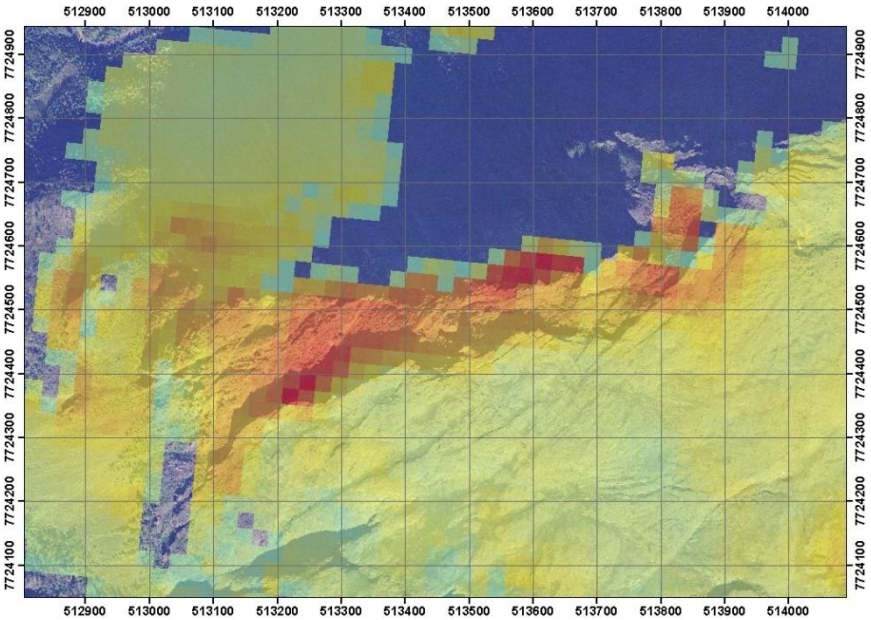
Denne lokaliteten ligger noen få kilometer lenger nord enn Rajajåkki i en Ø-V-dal like ved siden av Reisadalen og er nordvendt (Figur 24). Det er flere sprekkesett i og bak blokken. Det ustabile fjellpartiet er veldig oppsprukket og viser en kompleks utglidning. En tydelig baksprekk (Figur 25 og Figur 26) er utviklet langs en VSV-ØNØ sprekkeretning. Baksprekken er flere meter bred og viser opp til 20m nedadrettet bevegelse. Overflaten på baksprekken tilsier at det har vært nylig bevegelse siden den ikke er igjengrodd på overflaten. InSAR viser utvetydelig tegn til bevegelse (Figur 26). Området hvor bevegelsen er høyest er avgrenset av strukturene som er kartlagt i felt. Bevegelse er opp til 10mm per år.



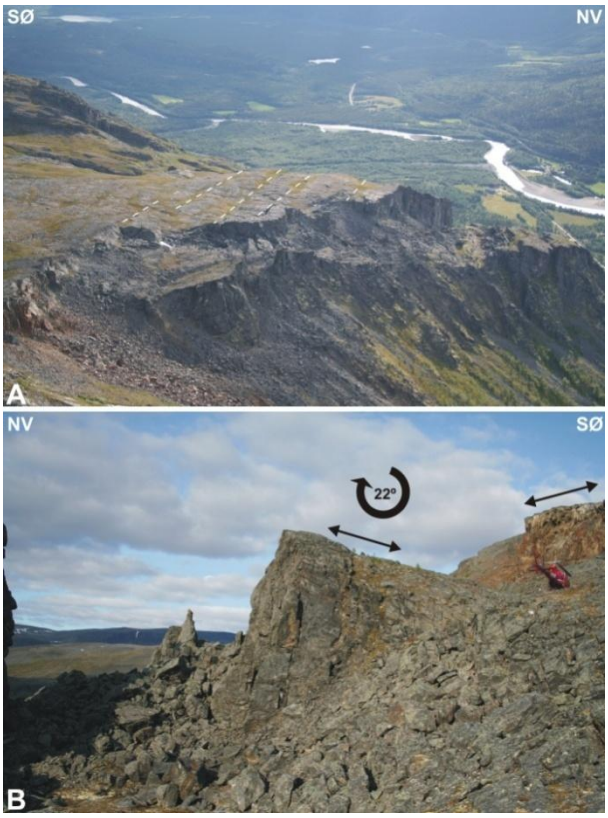
Figur 24: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Dorrisdalen sett fra nordøst.



Figur 25: Digitalt ortofoto som viser lokaliteten Dorrisdalen. Baksprekken synes å være utviklet langs flere sprekkesett.



Figur 26: InSAR-bilde over Dorrisdalen. Dette viser at fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. InSAR-innsynkningen er avgrenset av kartlagde strukturene.



Figur 27: Bilder fra Dorrisdalen. A-lokaliteten sett fra nordøst. Sprekkene i ustabiliteten kan settes i sammenheng med svakhetssoner i fjellet. B- En av hovedblokkene i øst som er bakoverrotert ca 22˚. Dette er et godt bevis for bevegelse.

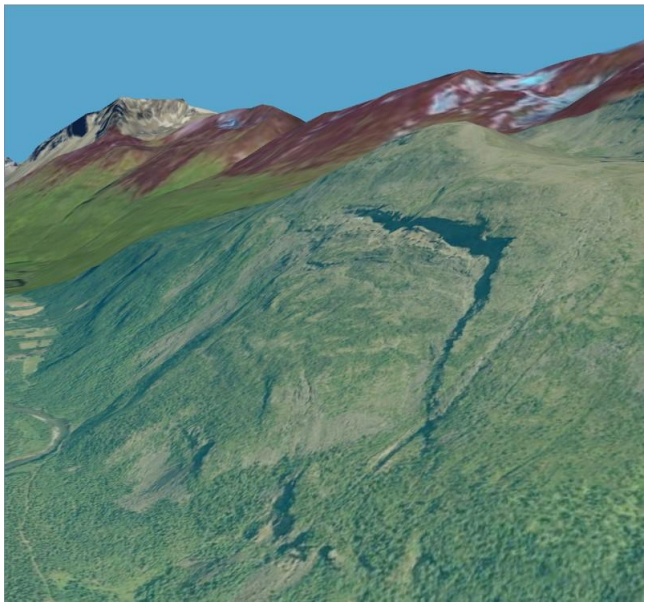
Den komplekse geometrien på baksprekken er utviklet som en kombinasjon av reaktivering på to de to lineamentretningene VSV-ØNØ (hovedretning) og VNV-ØSØ. Den VSV-ØNØ retning sees godt i dagen bak skrenten (Figur 27a). Det ustabile fjellpartiet er delt opp i flere blokker på bakgrunn av ulik intern geometri og bevegelsesmekanisme. Dette tyder på at blokkene beveger seg uavhengig av hverandre. Et eksempel på dette er vist i Figur 27b, en delblokk har beveget seg ca 40m nedover fra baksrenten og rotert ca 22˚ bakover mot skrenten.

Lokaliteten er ca 900m lang, 100m bred. Dybden til et mulig glideplan ut fra dagens kartlegging er ikke fastsatt. Hvis man antar en dybde på mellom 100-200m utgjør det et volum på ca 9-18 millioner m^3. Et kraftverk ligger rett ved siden av det ustabile fjellpartiet og elven i Reisadalen er ikke langt unna. Denne lokaliteten har derfor fått høy prioritet og ble valgt ut for utsetting av GPS punkter. Dette arbeidet er diskutert i avsnitt 2.3.

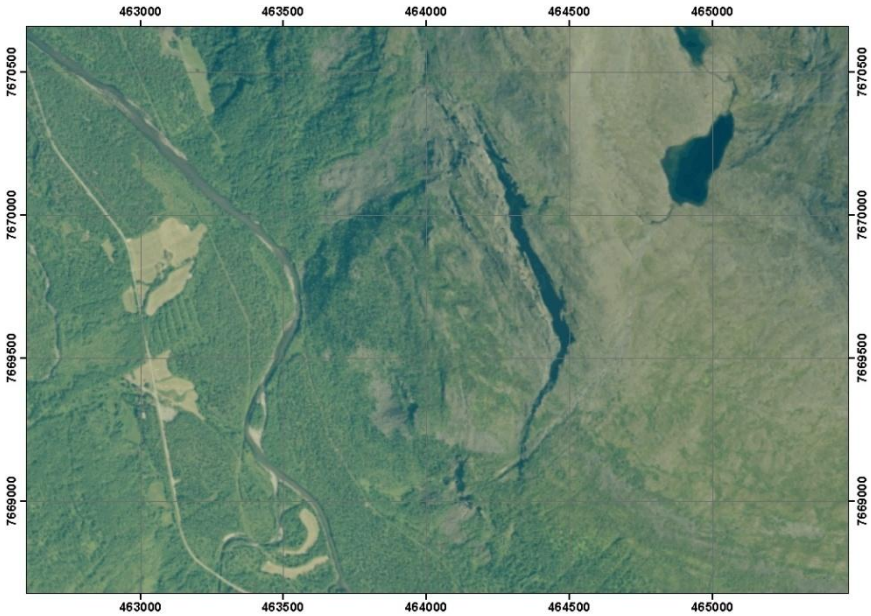
2.2.11.3 Hompen

Denne lokaliteten ligger i Signaldalen på en sørvendt fjellside noen kilometer øst for skredet som gikk i juni 2008. Lokaliteten består av flere deler. Den fremste blokken er vist i Figur 28 og Figur 29. Her er det en dal-parallel baksprekk som er orientert NNV-SSØ. En NNØ-SSV sideveis struktur utløser en vesentlig blokk fra fjellsiden (Figur 31a). Bevegelsen i baksprekken er opp til flere titalls meter horisontalt og opp til 20m vertikalt. Dette avgrenser et volum (hvis dybden til bunnen av blokken er antatt til å være minst 100m) på ca 60 millioner m^3. Dette er et meget stort volum og vil demme elven hvis blokken blir utløst. InSAR viser utvetydige tegn til bevegelse (Figur 30). Området hvor bevegelsen er høyest er avgrenset av kartlagde strukturer i felt. InSAR viser bevegelse på opp til 10mm per år.

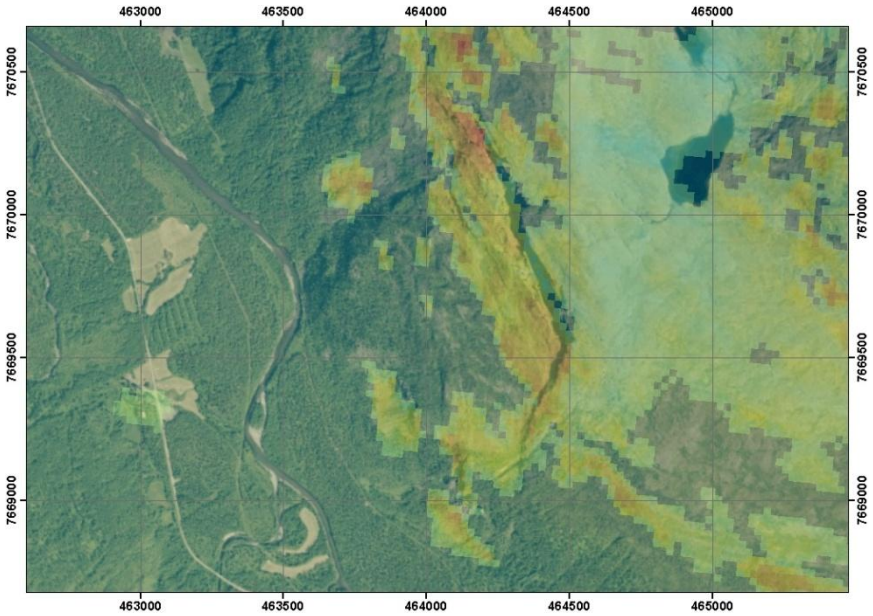
Et like stort område bak denne fremste blokken har flere store sprekker som ikke ser ut til å være i bevegelse på det nåværende tidspunkt. Disse sprekkene fanger en bekk (Figur 31b). De to blokkene gir et samlet volum på ca 120 millioner m^3. På grunn av store volumer og tydelig bevegelse ble det satt ut GPS-punkter på denne lokaliteten i 2008. Utplassering av punktene diskuteres i avsnitt 2.3.3.



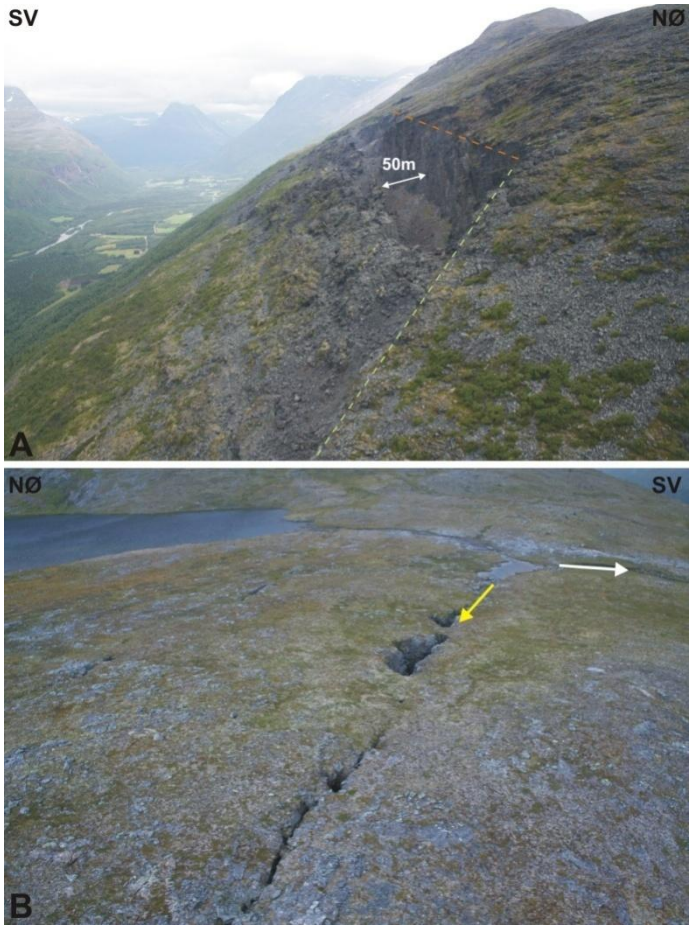
Figur 28: Utsnitt fra Norge i 3D. Som viser Hompen sett fra sørøst.



Figur 29: Digitalt ortofoto over lokaliteten Hompen. To sprekkeretninger er synlig (NNV-SSØ og NNØ-SSV).



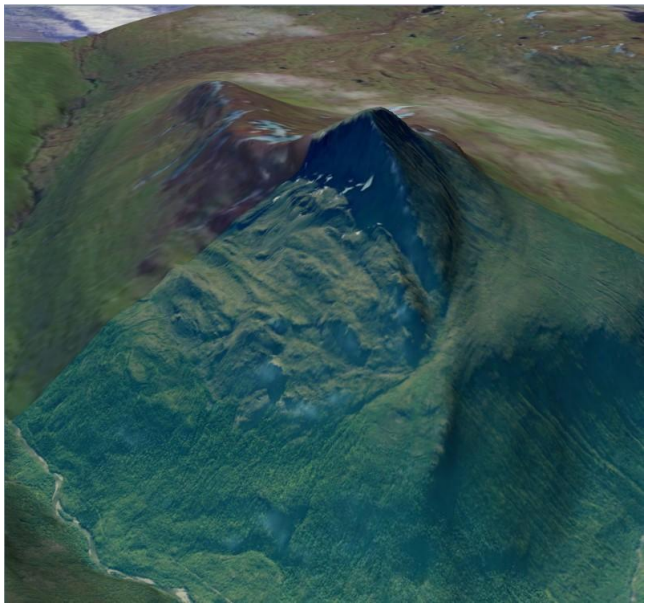
Figur 30: InSAR bildet over Hompen. Dette viser at fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. InSAR innsynkningene er avgrenset av strukturene sett i dagen.



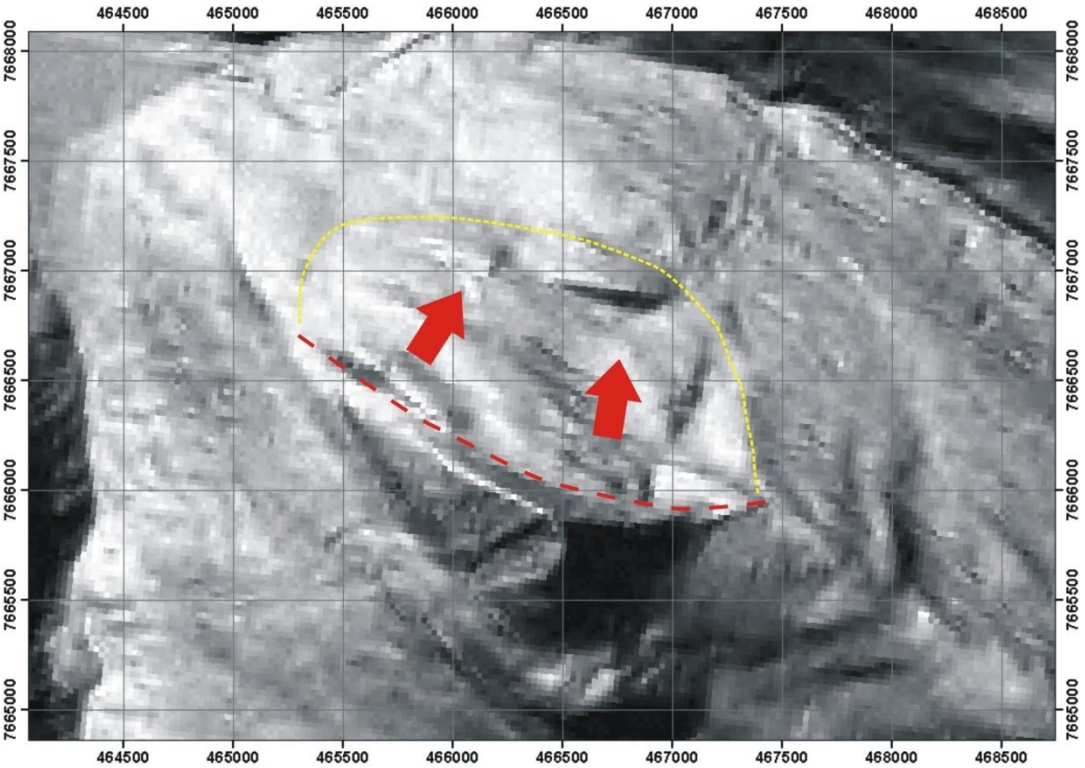
Figur 31: Bilder fra Hompen som viser det ustabile fjellpartiet. A- Den fremste blokken sett fra sør. Blokken er avgrenset av en NNØ-SSV struktur i sør og en NNV-SSØ struktur i øst. Bevegelsen på et lavvinklet skjærplan i bunnen av blokken har forårsaket ca 50m bevegelse nedover mot SV på blokken. B- Sprekker i den øverste blokken som fanger en bekk. Den opprinnelige bekken rant nedoverbakke (hvit pil) men er blitt fanget av sprekken (gul pil).

2.2.11.4 Paras

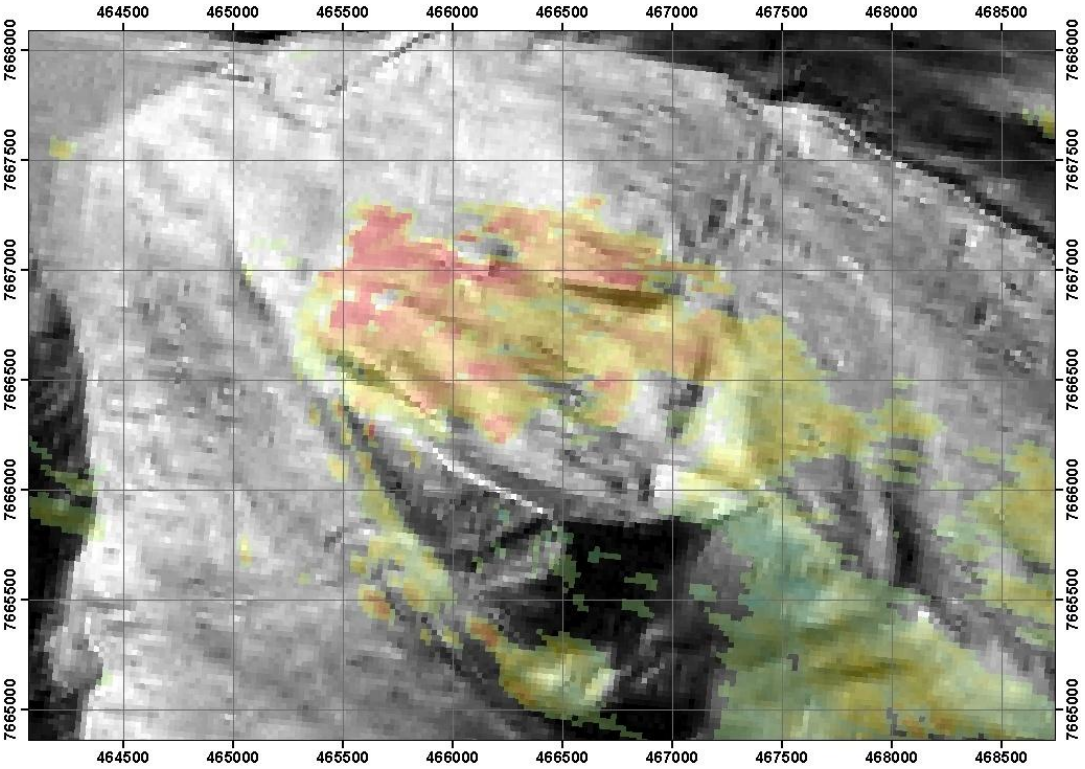
Denne lokaliteten ligger i Signaldalen på den nordvendte fjellsiden et par kilometer øst for Hompen. Her er det tydelig fra helikopterbefaringen (Figur 32) at halvparten av fjellmassivet allerede har kollapset. Her er det en dal-parallel baksprekke som er NV-SØ og flere parallelle strukturer internt i blokken som har utløst en vesentlig blokk fra fjellsiden. Bevegelsen på baksprekken er flere hundre meter vertikalt. Horisontalbevegelsen er vanskelig å bedømme. Strukturene avgrenser et volum (hvis dybden til bunnen av blokken er antatt til å være minst 300m) til omtrent 500 millioner m^3 (Figur 33). Dette er sannsynligvis en av de største ustabile fjellpartiene i Norge. Selv om det ser ut som skredet allerede har blitt utløst, viser InSAR utvetydige tegn til bevegelse (Figur 34). Området hvor bevegelsen er høyest er avgrenset av strukturene kartlagt i felt. Bevegelsen er på opp til 10mm per år. Det er ikke klart hvor mye av bevegelsen som skyldes overflatebevegelse relatert til permafrost. Flere permafrost-undersøkelser burde vært gjort. Konsekvensene av et skred er relativt lave slik at denne lokaliteten har lav prioriterering.



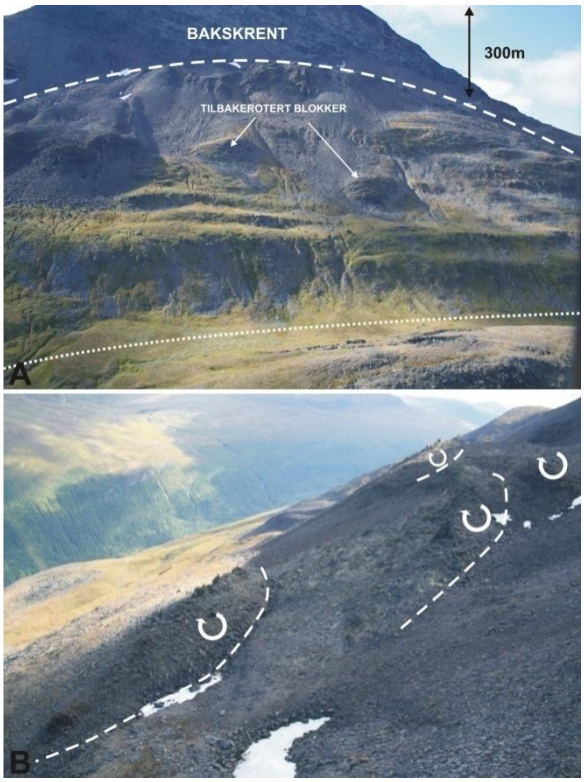
Figur 32: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Paras sett fra nordvest. Fjellsiden er kløvd i to og det har vært ca. 300m nedover forskjøving av en blokk på nordsiden av fjellet.



Figur 33: Digitalt ortofoto over lokaliteten Paras. Hovedsprekkeretningen er parallell med dalføret. Bakskrenten vises i rødt og omfanget av det ustabile området i gult.



Figur 34: InSAR bildet over Paras. Dette viser at fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. InSAR innsynkningene er avgrenset av strukturene påvist i dagen.

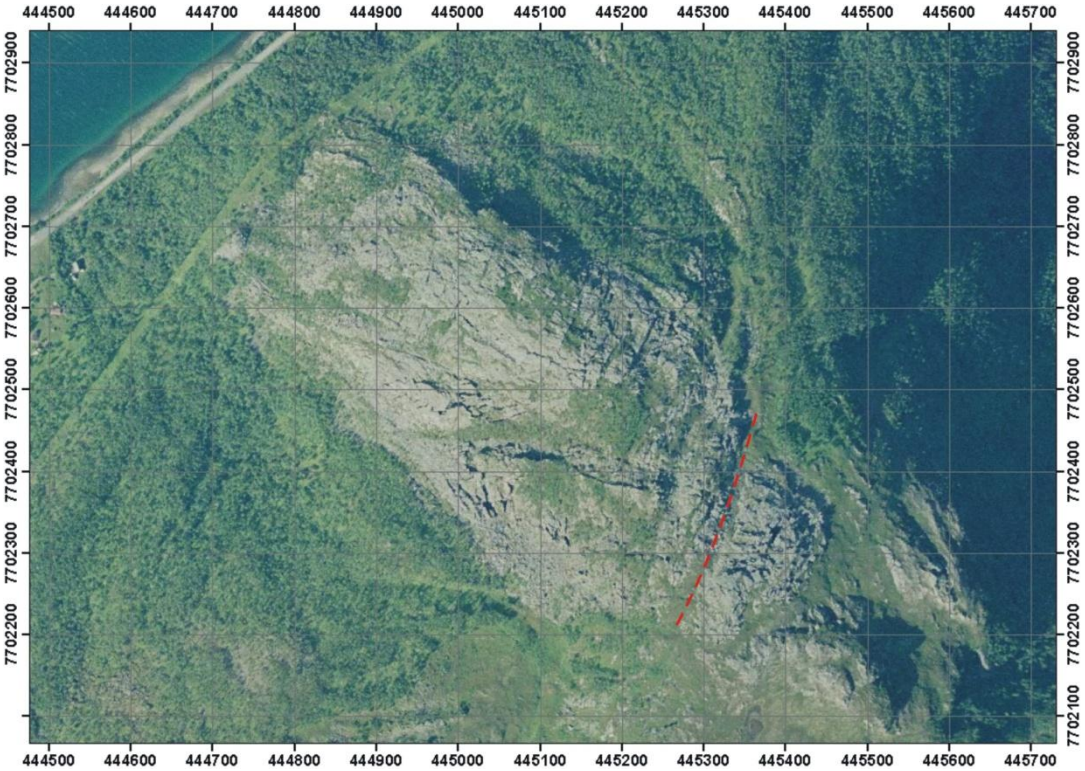


Figur 35: Bilder fra Paras som viser det ustabile fjellpartiet. A- Paras-fjellet sett fra nordøst. Baksrenten som ligger på høyeste punkt av fjellet er på ca 300m. Derfor har den nørdøstligste delen av fjellsiden kollapset ned 300m. Dette har dannet en kaotisk geometri av roterte blokker. B- De roterte blokker sett fra NV.

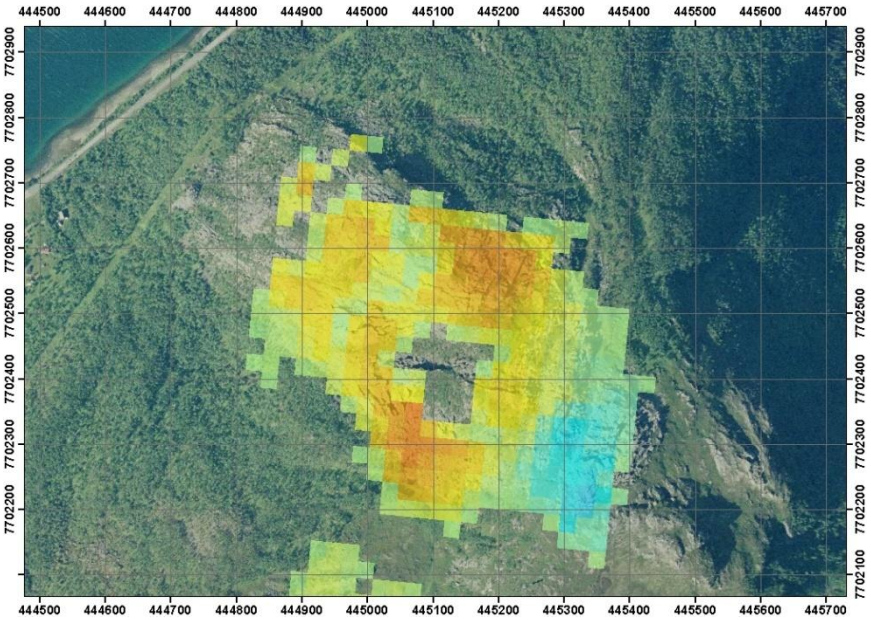
2.2.11.5 Piggtind C

Denne lokaliteten ligger nord for Piggtinden i Ullsfjorden på den vestvendte siden av fjorden (Figur 36). Lokaliteten viser NNØ-SSV lineamenter på ortofoto (Figur 37) men har ikke blitt identifiserte fra tidligere flyfotoanalyse. Lokaliteten ble identifisert fra InSAR-data (Figur 38) som viser et betydelig nedsynkningsområde som er 800m bredt og 400m langt. Dybden til bunnen av blokken er hittil ukjent. Rekognoseringsbefaringen viste at det er en stor baksprekk med opp til 10m horisontal forskyvning og opp til 10m vertikalt bevegelse (Figur 37). Sprekkene ser ut til å være inaktive, men InSAR viser opp til flere millimeters bevegelse per år. Skillet mellom nedsynking og stabil fjellside passer godt med hovedsprekken (Figur 38). Lagdeling ligger også til rette for utglidning ned mot sjøen (Figur 36). Overflateområdet ligger på c. 160 000m^2 og hvis dybden til et mulig glideplan er på ca 100m, utgjør det et volum på ca. 16 millioner m^3. Dette området bør følges opp i 2009.

Figur 36: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Piggtind C sett fra nordvest. Området er omrisset. Lagdelingen faller mot fjorden.



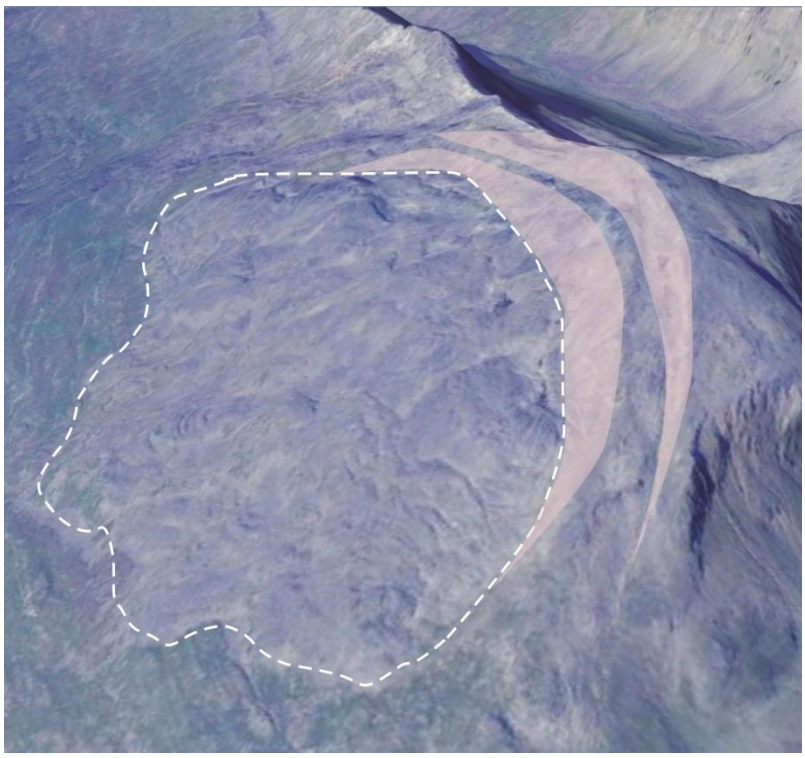
Figur 37: Digitalt ortofoto som viser lokaliteten Piggtind C. To sprekkeretninger er synlige (NNØ-SSV og Ø-V). Baksprekken kartlagt i felt er vist i rødt.



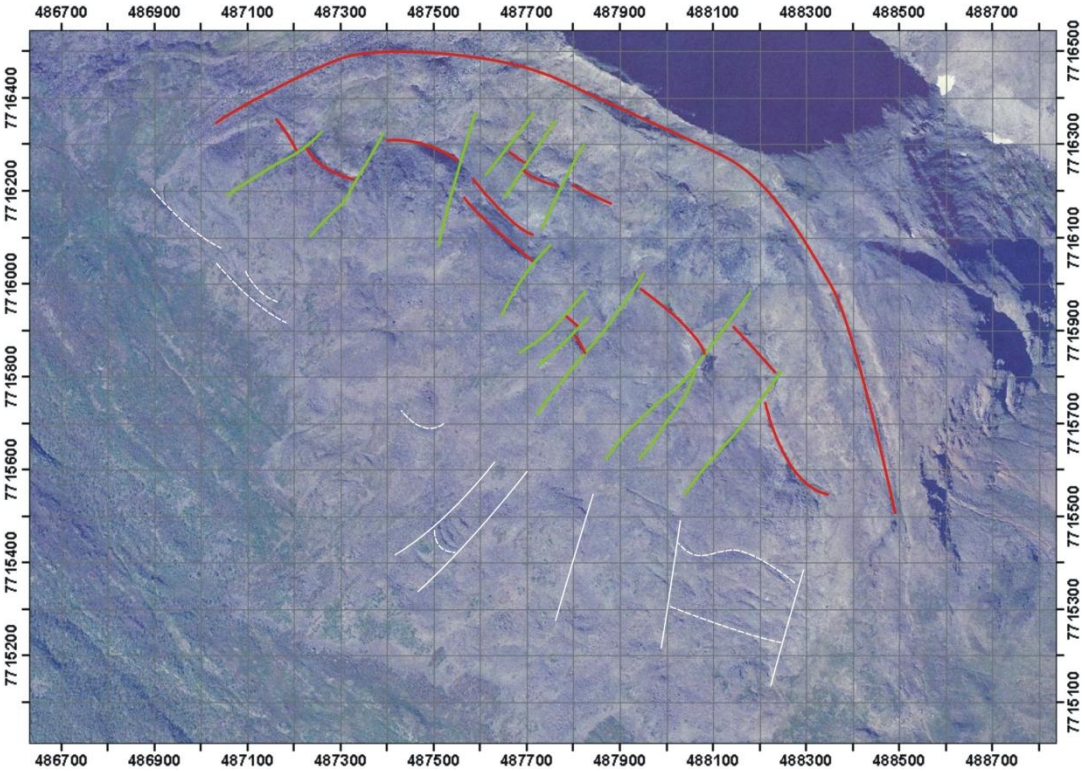
Figur 38: InSAR-bilde over Piggtind C. Dette viser at fjellsiden er aktiv med opp til 5mm bevegelse per år. InSAR innsynkningene er avgrenset av strukturene sett i dagen. Overgangen mellom aktiv (gul) og stabil (blå) er hvor hovedstrukturen er sett i felt.

2.2.11.6 Nomedalstinden

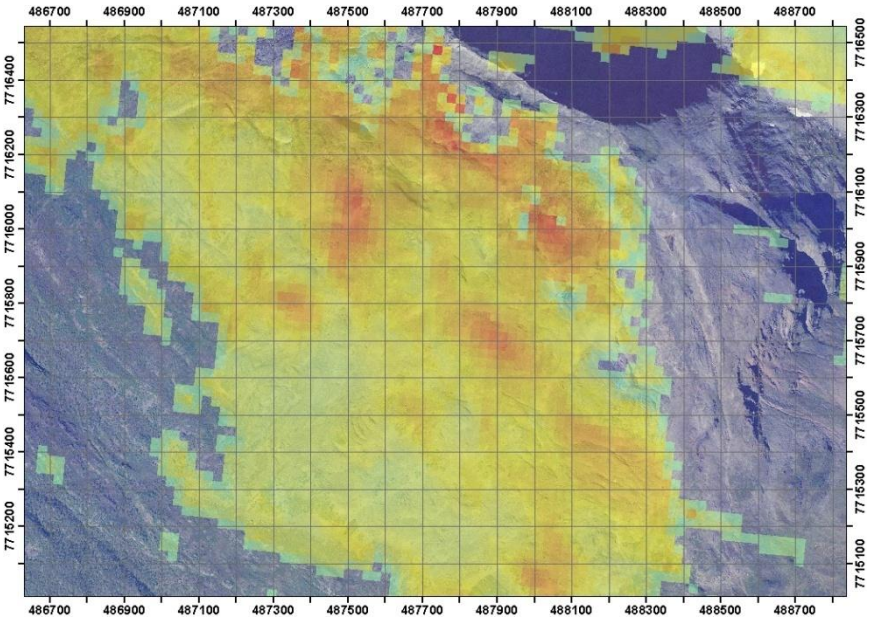
Dette området ligger på østsiden av Kåfjord og ble identifisert i 2007 fra InSAR-data. Hovedbaksprekken viser opp til 20m vertikalt bevegelse og en ukjent horisontal bevegelse og er godt synlig fra flyfoto (Figur 40). InSAR data (Figur 41) viser opp til 5mm bevegelse per år på blokken og innsynkningen passer godt overens med strukturene kartlagt i felt (Figur 40). Siden området er allerede ekstremt oppsprukket slik at det er ikke noe større blokker som henger sammen, er denne potensielle fjellskred ansett som lav prioritet med hensyn til risiko. Derimot er denne en veldig interessant lokalitet med hensyn på fjellskredutvikling siden det er et godt eksempel på velutviklet fjellsidedeformasjon. De er sannsynligvis mye som kan hentes ut av denne lokaliteten med detaljkartlegging. Det er derfor en av lokalitetene hvor det er tenkt å sysselsette en av Mastergradstudent fra UiT. Kartleggingen skal begynne i 2009 og fortsette i 2010 som samarbeidsprosjekt mellom NGU og UiT.



Figur 39: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Nomedalstinden sett fra sørøst. Området som er mulig ustabilt er omrisset. To observerte glideplan er markert.



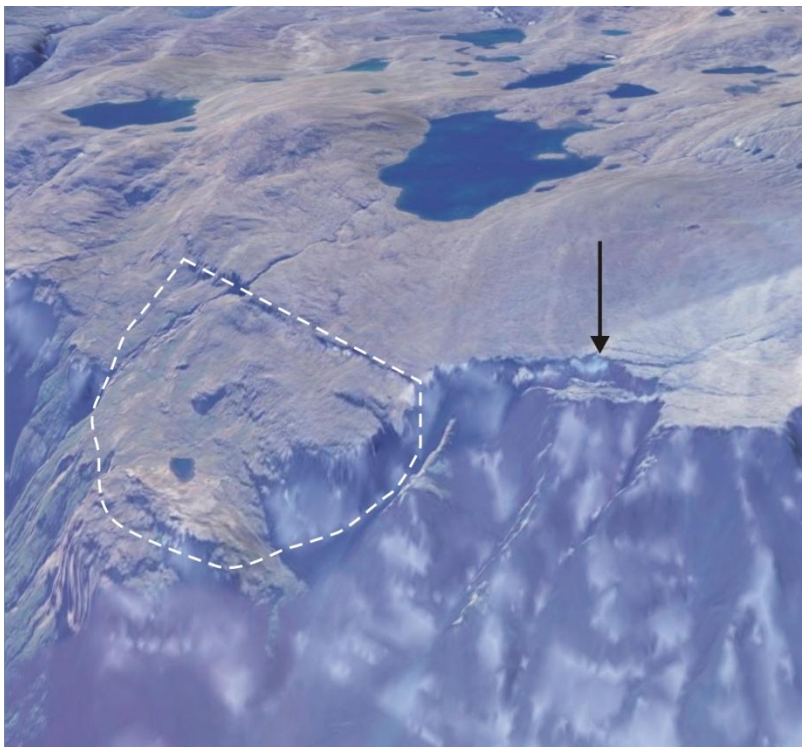
Figur 40: Digitalt ortofoto som viser lokaliteten Nomedalstinden. To sprekkeretninger er utviklet. Hovedretning er NV-SØ som også danner baksprekken (rød). Andre retning er NØ-SV som er parallelt med bevegelsesretningen og danner tverrgående sprekker (grønn). Blokken er såpass desintegrert at det er blitt dannet en veldig kaotisk overflate. De hvite linjer markerer oppløste blokkfelt lenger ned i fjellsiden.



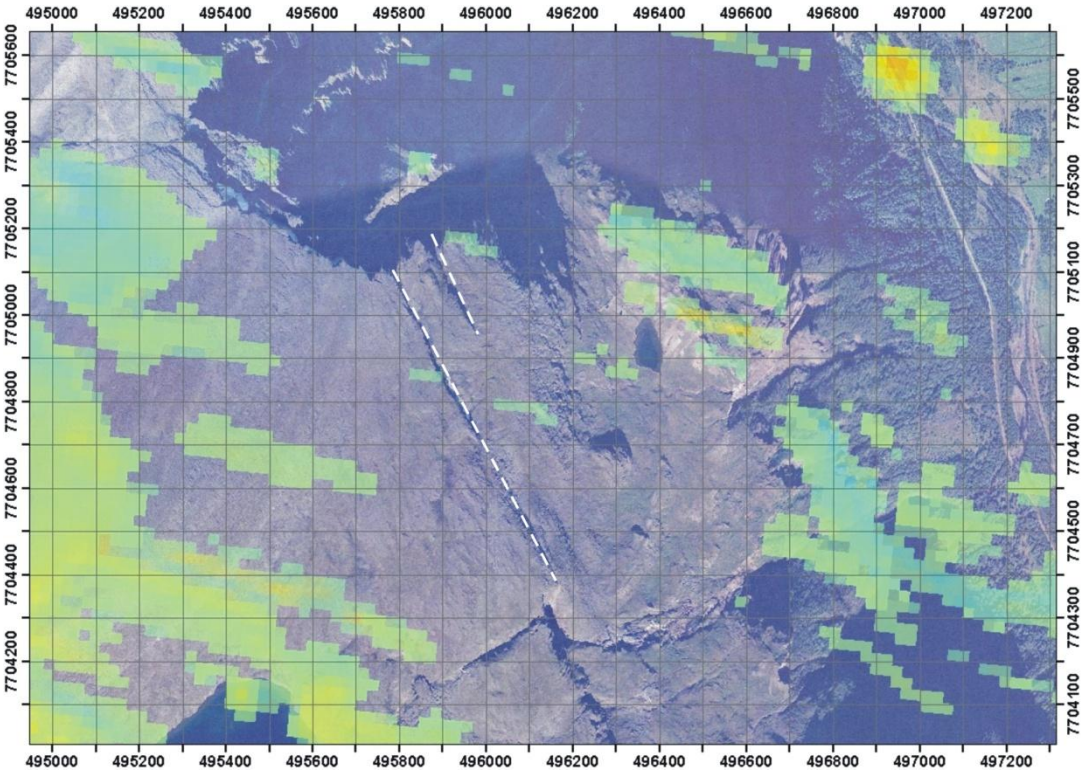
Figur 41: InSAR-bilde over Nomedalstinden. Dette viser at fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. Innsynkningen er avgrenset av strukturene som er sett i dagen. Den høyeste bevegelse er lengst bak ved baksrenten (rød).

2.2.11.7 Kåfjord Sør B

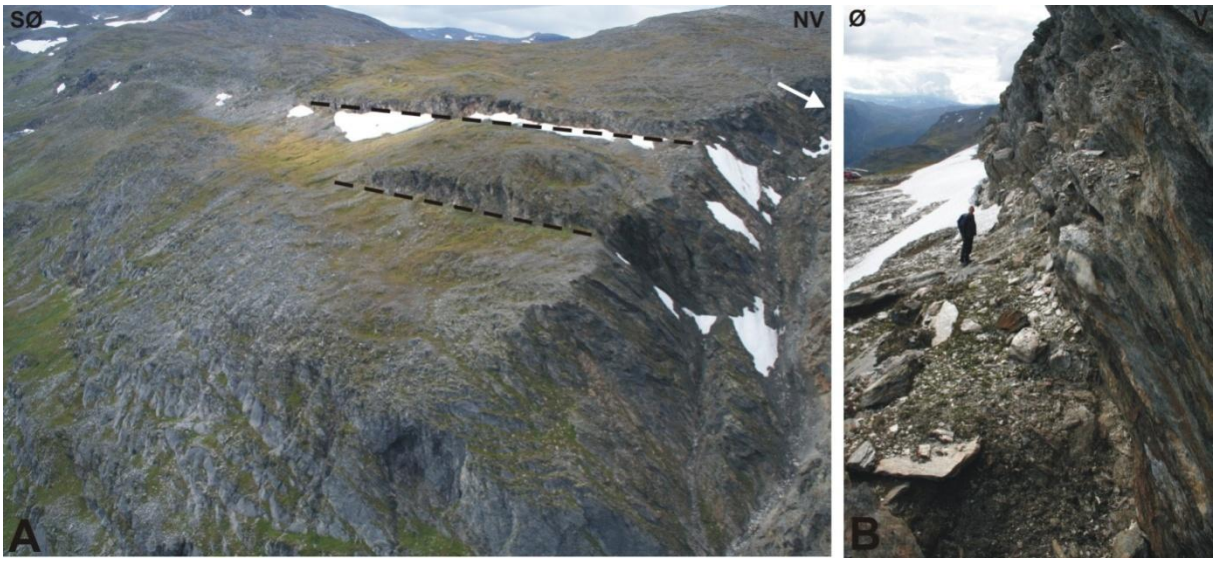
Dette området ligger like sør fra Kåfjord Sør og er tidligere detaljert kartlagt og utført GPS-målinger. Dalsideparallele NV-SØ strukturer er sett med forskyvning av overflaten (Figur 42 og Figur 43). De ble derfor bestemt å undersøke dette området, særlig når InSAR-data ikke eksisterer for denne østvendte fjellsiden. Rekognoseringsbefaring viser at det sannsynligvis ikke er aktive strukturer her.



Figur 42: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Kåfjord Sør B sett fra nordøst. Området er omrisset. Området er i nærheten av Kåfjord Sør som er vist med pil.



Figur 43: Digitalt ortofoto som viser lokaliteten Kåfjord Sør B. Denne lokaliteten er direkte sør fra lokaliteten Kåfjord Sør som ble undersøkt tidligere. Flere NNV-SSØ lineamenter er sett. InSAR-data er av dårlig kvalitet og det er ikke mulig å bedømme om fjellsiden er aktiv. Dette er typisk for østvendte fjellsider i området.

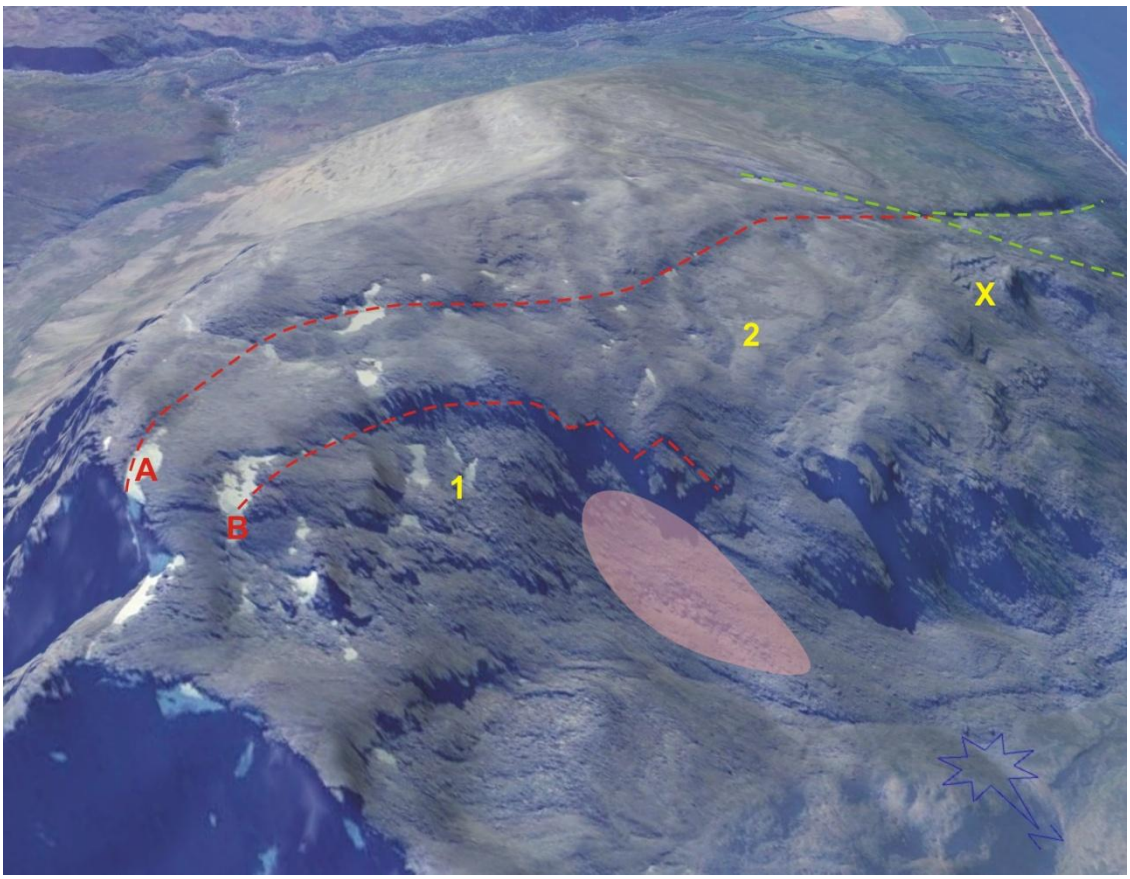


Figur 44: Bilder fra Kåfjord Sør B. A- Området sett fra helikopteret mot vest. To dal-parallelle strukturer er observert. B- Den bakerste strukturer viser svært lite tegn til bevegelse.

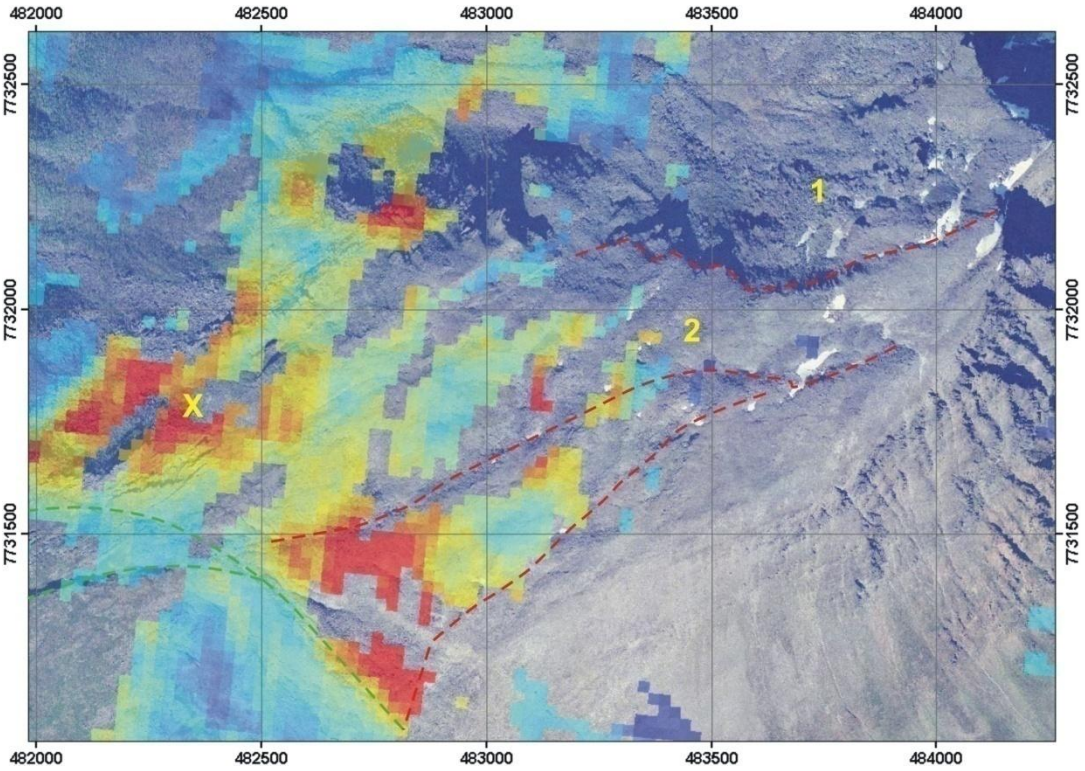
Den bakerste strukturen (Figur 44a) viser en skrent med ca 10m høyde som dør ut mot sørøst. Den viser ingen tegn til utvikling av sprekker og ser ut til å være et gammelt lineament (Figur 44b). Den fremste strukturen har en skrent med ca 3m høyde og viser ingen tegn til sprekkeutvikling. Vi anser at dette området er foreløpig stabilt og har lav prioritet.

2.2.11.8 Staluvarri

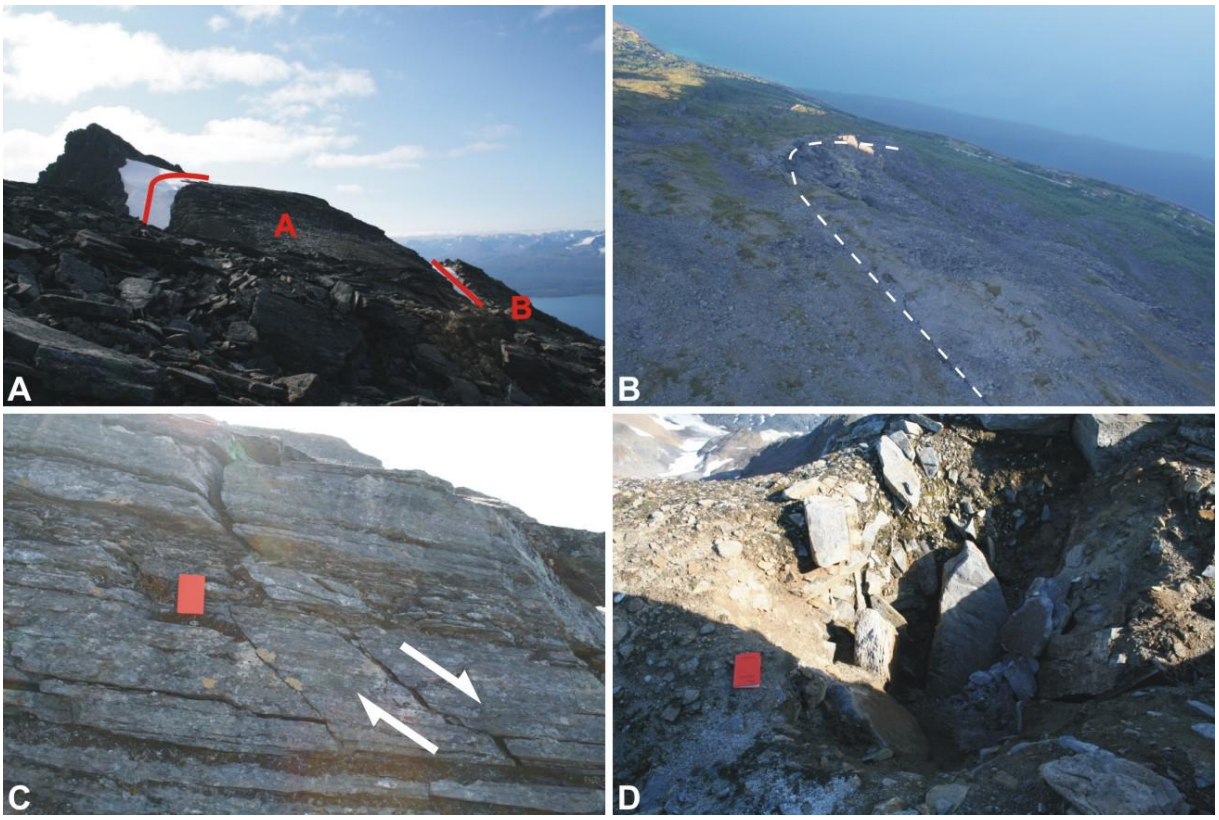
Denne lokaliteten ligger på nordøstsiden av Kåfjord like nord for Olderdalen (Figur 45). Området ble kun identifiserte fra InSAR siden det er veldig lite tegn til strukturer eller brudd på overflaten (Figur 46). Feltarbeidet har avdekket to store sprekkesystemer som avgrenser mulig ustabile fjellpartier, men sprekken er til dels dekket av snø (Figur 47a). Sprekken avgrenser to forskjellige områder som vi betegner som Blokk 1 og Blokk 2. Disse strukturene viser opp til 10m bevegelse horisontalt og opp til 10m vertikalt. Strukturene er NØ-SV og gjenspeiler en NØ-SV retning i innsynkning sett på InSAR dataene (Figur 46). Innsynkningsmønstret sett fra InSAR dataene, passer bra med sprekkemønstret men InSAR dataene dekker dessverre ikke hele fjellsiden. Området som ser mest aktiv ut (Blokk 1), basert på feltobservasjonene, har ingen InSAR dekning. Det er tegn på nylig aktivitet i form av avsetninger foran Blokk 1 (Figur 45). Tett sprekkefrekvens er sett i den ytterste delen av området lengst ned på fjellsiden (X på Figur 45 og Figur 46 og Figur 47b). Lagdeling faller ut mot fjorden noe som er gunstig for utglidning, men lagedeling faller veldig svakt (10-20˚). Derimot er det observert glidestrukturer som skjærer gjennom lagdelingen og dette er sannsynlig glidingsmekanismen/geometrien (Figur 47c). Selv om det er dårlig dekning med InSAR data fra denne fjellsiden viser observasjoner på bakken at det er tegn til nylig bevegelse. Ganske ferske nedsynkningshuller er observert (Figur 47d). Dette området bør følges opp i 2009.



Figur 45: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Staluvarri Sør B sett fra nord. To hovedsprekkestrukturer (rødt) er observert markert A og B (også på Figur 47a). Dette deler opp fjellsiden i to deler. Området er avgrenset mot sør med en sideveis sprekkesystem (grønt). Et område med ganske ferske fjellskredavsetninger er sett foran Blokk 1 (farget området).



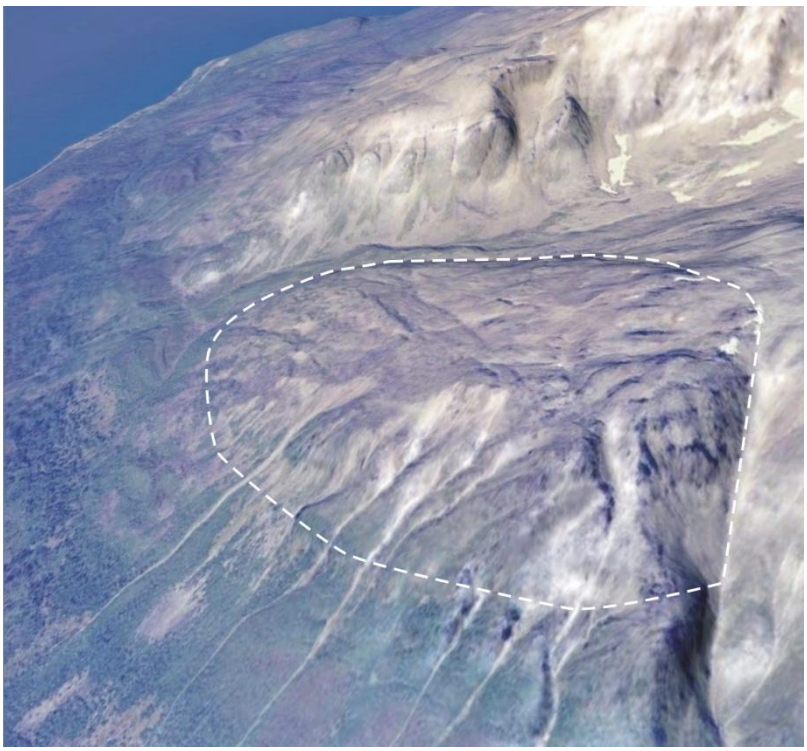
Figur 46: Digitalt ortofoto som viser lokaliteten Staluvarri. Ortofotoet viser ikke noe særlig tegn til strukturer. Det er en antydning til NØ-SV strukturer i overflaten. Strukturene ble ikke observert før man kom i felt. InSAR-bildet viser at deler av fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. InSAR-innsynkningene er avgrenset av strukturene som er sett i dagen. En NØ-SV trend i de innsynkende områder på kartet er kontrollert av NØ-SV ekstensjonsstrukturer i felt. Det er mangel på data lengst oppe på fjellryggen og særlig i Blokk 1.



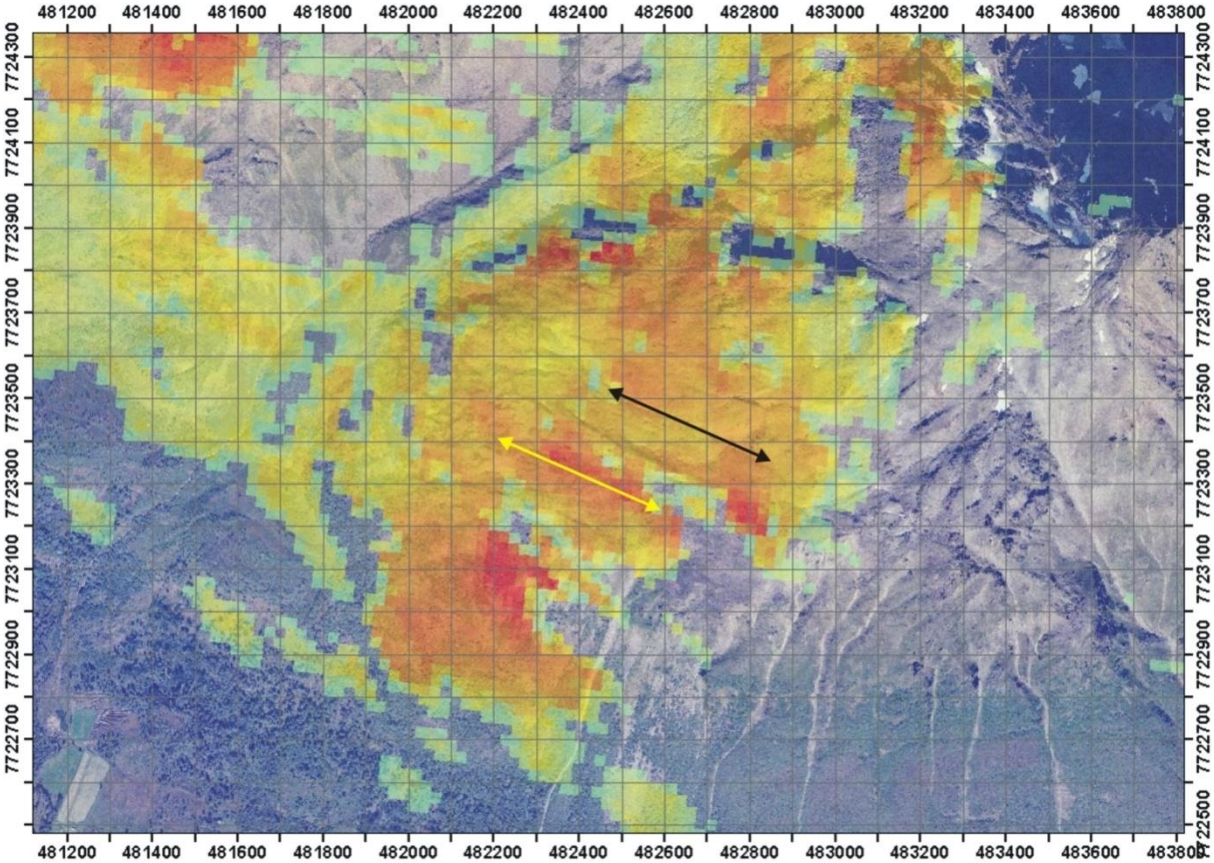
Figur 47: Bilder fra Staluvarri. A- De to hoved strukturer sett fra nord. Begge sprekker er flere hundre meter lange og har ca. 10m bevegelse. B- Den nedre delen av blokk B, som viser mest bevegelse på InSAR, har en større tetthet med sprekker. C- Glideplan med moderat fall som skjærer gjennom den lavvinklete lagdelingen. Dette er sannsynligvis utglidningsmekanismen. D- Ferske nedsynkningshull i den fremste delen av blokk A.

2.2.11.9 Giilavarri

Denne lokaliteten ligger på østsiden av Kåfjord og var identifisert med bruk av InSAR (Figur 48). Området viser flere VNV-ØSØ lineamenter som streker seg over fjellsiden (Figur 49) og InSAR-mønsteret viser at fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. InSAR-innsynkningene er avgrenset av lineamenter i dagen, dvs at de strukturene er parallelt med InSAR-mønsteret, men årsaken til bevegelsen er usikker. Tvert imot, ser disse strukturene ikke ut til å være aktive. Når lineamentene som er sett på flyfoto er observert på bakken, er det lite tegn til at de representer aktiv bevegelse (Figur 50a og Figur 50b). Det er ikke observerte åpne sprekker, eller utvikling av skrenter. Svake depresjoner i bakken som kan også være relatert til overflatebevegelse av morene og jord er observert. Derfor, er det ikke sikkert om InSAR dokumenterer reelle bevegelse på brudd eller om det er en overflatebevegelse relatert til f. eks. permafrost. Nedsynkningshullene (Figur 50c og Figur 50d) viser heller ikke tegn til aktivitet.



Figur 48: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Giilavarri sett fra sørøst. Området er omrisset.

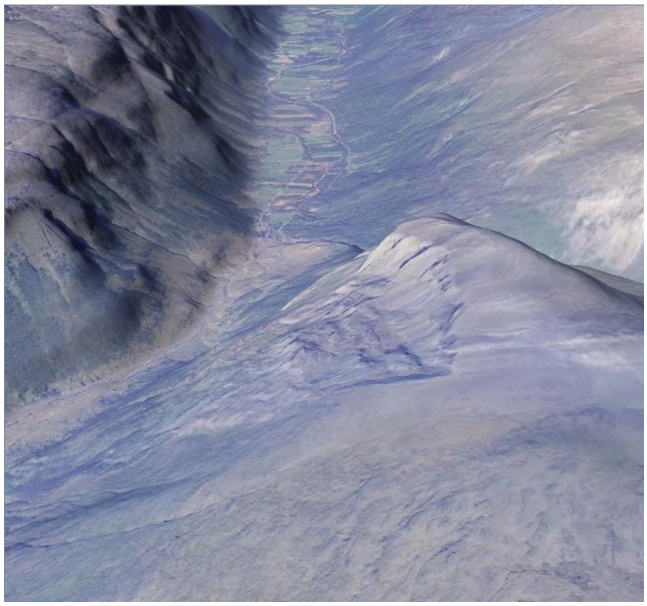


Figur 49: Digitalt ortofoto som viser lokaliteten Giilavarri. Tydelig VNV-ØSØ lineamenter er sett (svarte pil). InSAR-bildet over Giilavarri viser at fjellsiden er aktiv med opp til 10mm bevegelse per år. InSAR innsynkningene (gule pil) er presis avgrenset av lineamenter som er sett i dagen.

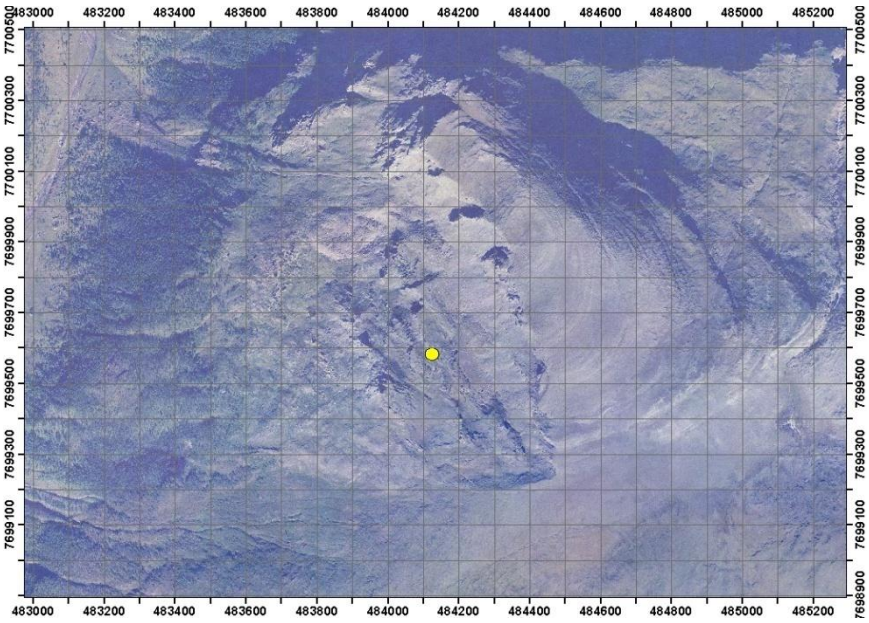
Figur 50: Bilder fra Giilavarri. A- En av de VNV-ØSØ lineamenter sett på ortofoto. Dette viser lite tegn til bevegelse. B- En av de VNV-ØSØ lineamenter sett på ortofoto. Dette viser lite tegn til bevegelse. C- Gamle nedsynkningshull som viser lite tegn til aktivitet. D- Igjengrodd nedsynkningshull som ikke viser aktivitet.

2.2.11.10 Olmmavarri

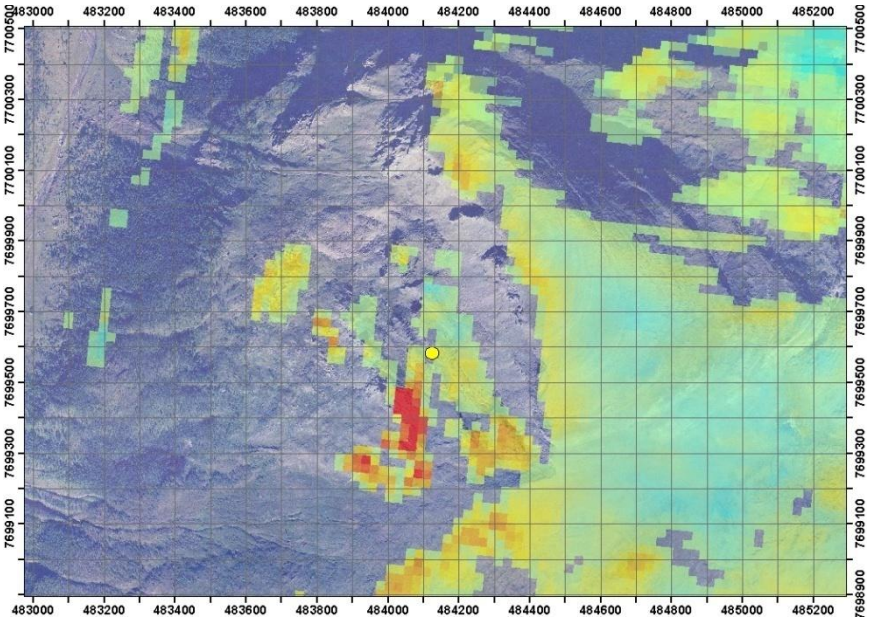
Dette området ligger lengst sør i Manndalen og viser en betydelig kollaps-område på fjellsiden (Figur 51). Flyfotoanalyse viser at det er en rekke NV-SØ strukturer inn i dette kollapsområdet (Figur 52). InSAR dataene fra dette området er midlertidig varierende og hele lokaliteten er ikke dekket av data (Figur 53). Det er kun det ytterste området av fjellsiden som viser gode nok data til å si at det sannsynligvis er bevegelse på denne lokaliteten. Det var ikke mulig å befare denne lokaliteten med helikopter på grunn av dårlig vær men observasjoner til fots fra dalen bekrefter at det er tegn til fersk aktivitet. Dette området bør følges opp i løpet av 2009.



Figur 51: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Olmmavarri sett fra sør.



Figur 52: Digital ortofoto som viser lokaliteten Olmmavarri. Dette viser et betydelig kollaps-område som er orientert NV-SO med fjellside-parallele strukturer og interne NV-SØ strukturer.



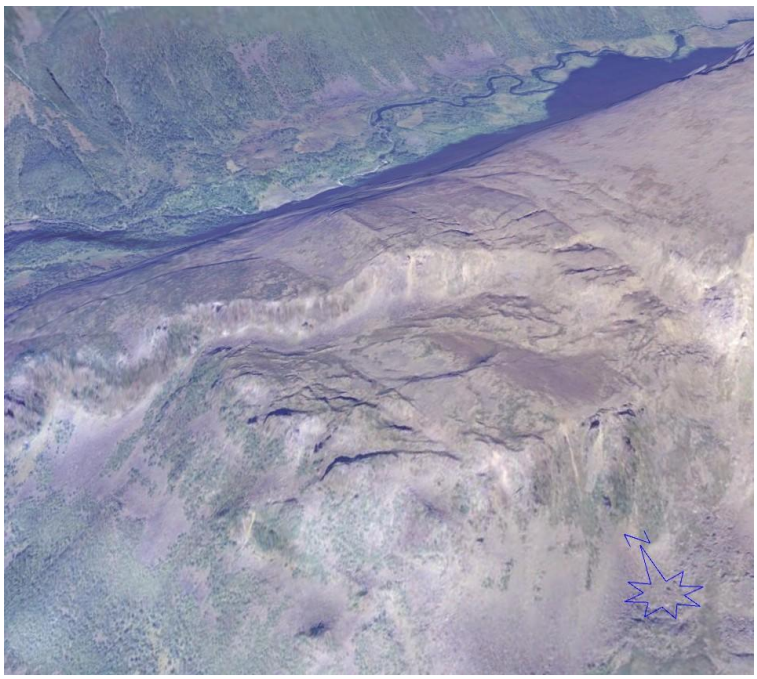
Figur 53: InSAR-bilde over Olmmavarri. Dette viser at fjellsiden er delvis aktiv med opp til 10mm bevegelse per år i den fremste delen av fjellsiden.

2.3 Nye lokaliteter hvor det er lagt ut GPS-punkter

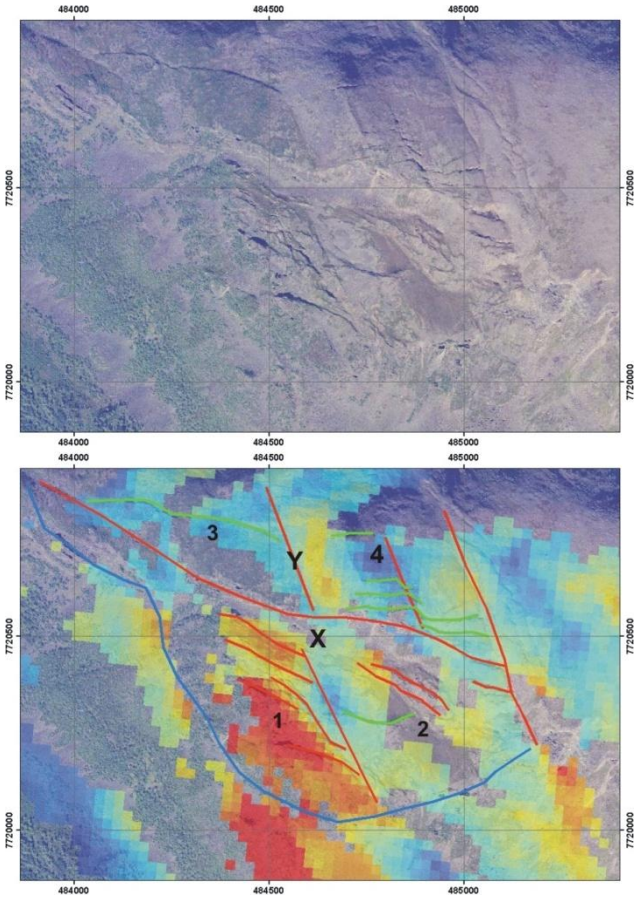
I løpet av feltsesongen 2008 har er det satt ut GPS-punkter på 3 nye lokaliteter. Disse er Gavtavarri, hvor vi hadde gjort noe preliminært feltarbeid i 2007, Dorrisdalen i Reisadalen og Hompen i Signaldalen (begge de sistenevnte er diskutert tidligere i denne rapporten). I tillegg har vi satt ut et ekstra punkt på Ruovddasvarri etter gjenkjenning av et nytt område som viser bevegelse fra InSAR. I det følgende avsnittet oppsummerer vi dette arbeidet.

2.3.1 Gavtavarri

Denne lokaliteten ble opprinnelig befart i 2007 og det ble bestemt å se nærmere på det i 2008 med hensyn til detaljert kartlegging. Området ligger på østsiden av Kåfjord rett ovenfor Olderdalen (Figur 54). Lokaliteten er delt opp i fire store blokker langs flere forskjellige sprekkeretninger (Figur 55). Hovedretningen er NNV-SSØ (gule pil på Figur 54), men det ser ut til å være en tidig utviklet sprekkeretning, som er senere kuttet av med utvikling av et større VNV-ØSØ system (rød pil på Figur 54). Det ser også ut at de forskjellige områder har forskjellige bevegelser sett fra InSAR-dataene. I Figur 55 viser blokk 1, som ligger ytterst en mye større hastighet (med opp til 10mm per år) enn de andre blokkene.



Figur 54: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Gavtavarri sett fra sørvest.

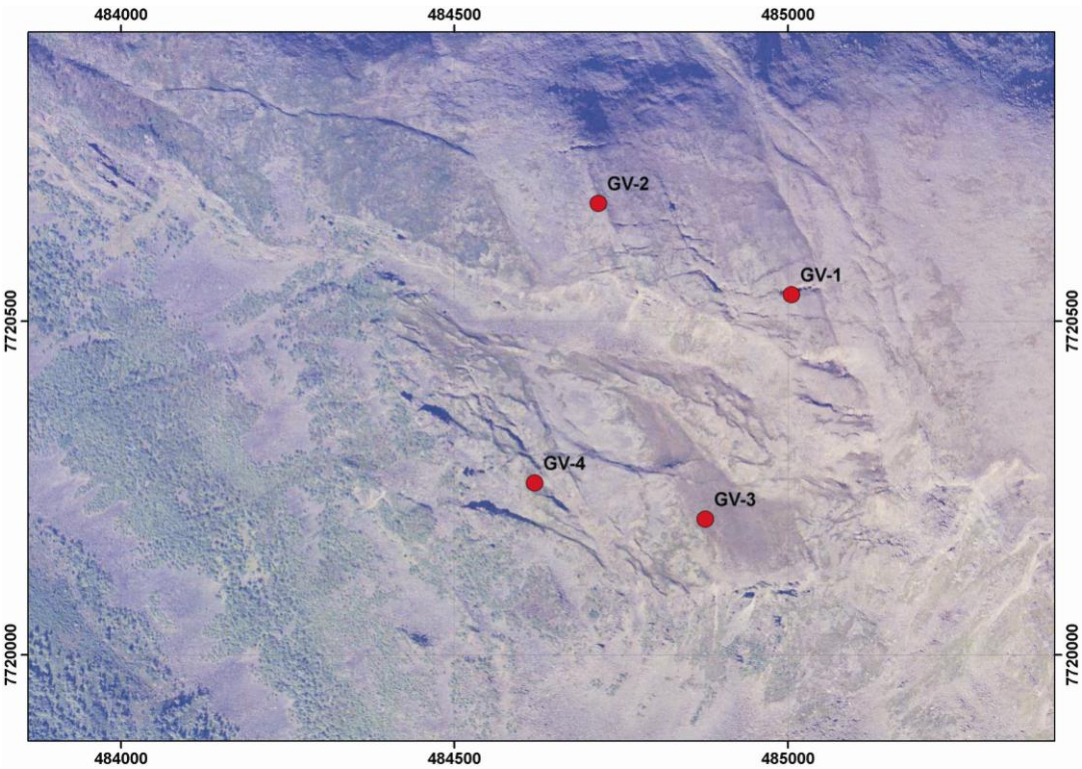


Figur 55: Kart over strukturene observert på Gavtavarri. Hele lokaliteten ser ut til å være delt opp i 4 del-blokker (1-4).

Figur 56: Bilder av bevegelsen sett på Gavtavarri. A- Utsikt ned mot sør, mot blokk 1 og 4. B- Et ferskt nedsynkningshull som tilsier at det er aktiv bevegelse. C- Utsikt ned mot vest på blokk 3. D- NNV-SSØ sprekker på blokk 4 (punkt Y på Figur 55). Dette sammenfaller med en høyere hastighets NNØ-SSV 'linje' på InSAR-dataene. E- Utsikt mot nord på strukturen mellom blokk 3 og 4.

Det er flere tegn til aktiv bevegelse. Figur 56a viser at det en overflateforskjell mellom blokk 1 og 2. Blokk 2 har mange nedsynkningshuller og ser ut til å ha en kaotisk sammensetning. I detalj, ser mange av nedsynkningshullene ut til å være aktive, siden de eksponerer fersk jord på overflaten (Figur 56b). I andre områder er det mindre bevis for bevegelse. For eksempel på fremsiden av blokk 3, hvor det er lite separasjon av sprekker og overflaten er uforstyrret (Figur 56c). Dette stemmer med lav hastighet på InSAR. Mange 'sprekker' som ikke når til overflaten er gjenspeilet på overflaten med nedsynkningshuller i en linje (Figur 56d). Dette sammenfaller med en 'linje' i InSAR-dataene (Figur 55). Det viser seg at mange av disse strukturene er lokalisert på 'gamle' geologiske strukturer, for eksempel, duktile folder (Figur 56e).

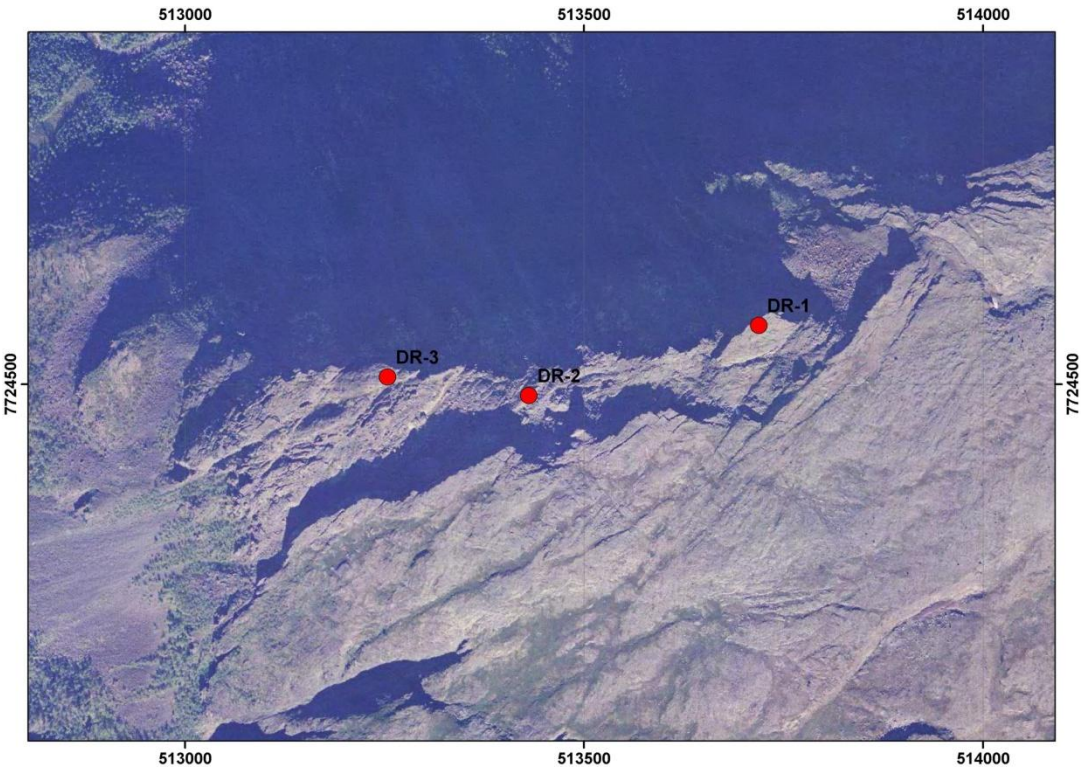
Det ble bestemt å sette ut GPS punkter på denne lokaliteten grunnet beviset på overflaten for bevegelsen, InSAR-dataene og de mulige konsekvenser for Olderdalen. Fordeling av disse punkter vises i Figur 57. Punkter ble satt ut, en på hver av del-blokkene. Et fastpunkt ble etablert på toppen av fjellet lenger mot øst. De første målingsdata forventes herfra i løpet av 2010.



Figur 57: Kart som viser utplassering av GPS punkter på Gavtavarri i 2008.

2.3.2 Dorrisdalen

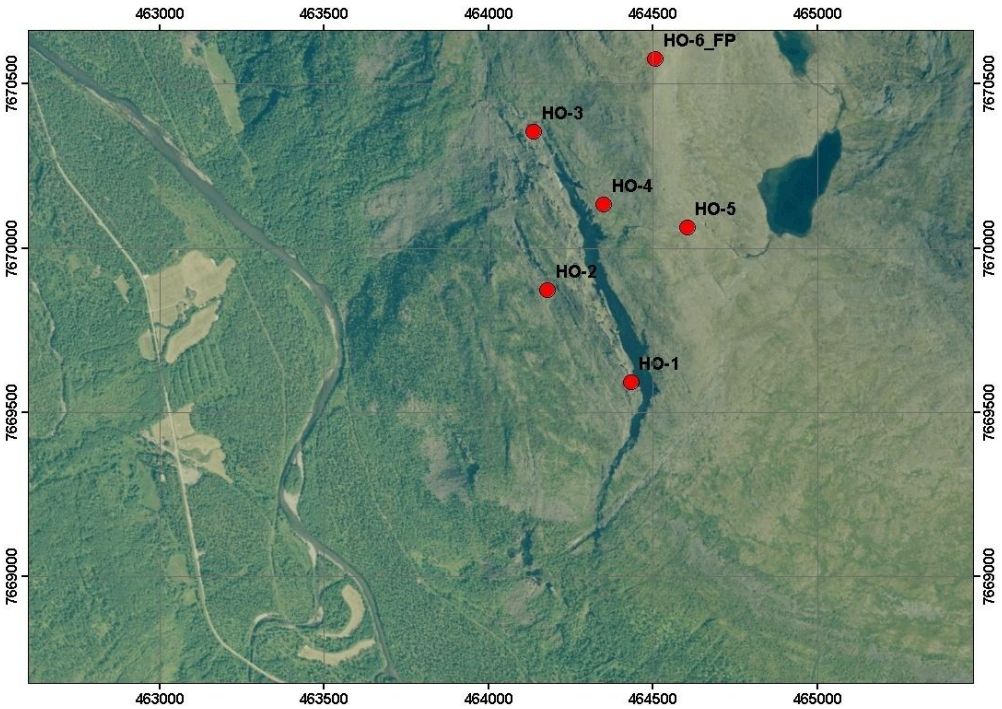
Denne lokaliteten ble først befart i løpet av feltsesongen 2008 og ble diskutert tidligere i avsnitt 2.2.11.2. På grunn av nærheten til kraftverket som ligger rett nedenfor og det korte utløpet mot elven i Reisadalen ble det bestemt å sette ut GPS punkter på denne lokaliteten. Dette vises i Figur 58. Tre punkter ble satt ut på det ustabile fjellpartiet og et fastpunkt ligger lenger bak på fjellsiden mot sør ved siden av innsjøen. Det første måleintervaller forventes i løpet av 2010.



Figur 58: Kart som viser utplassering av GPS punkter på Dorrisdalen i 2008.

2.3.3 Hompen

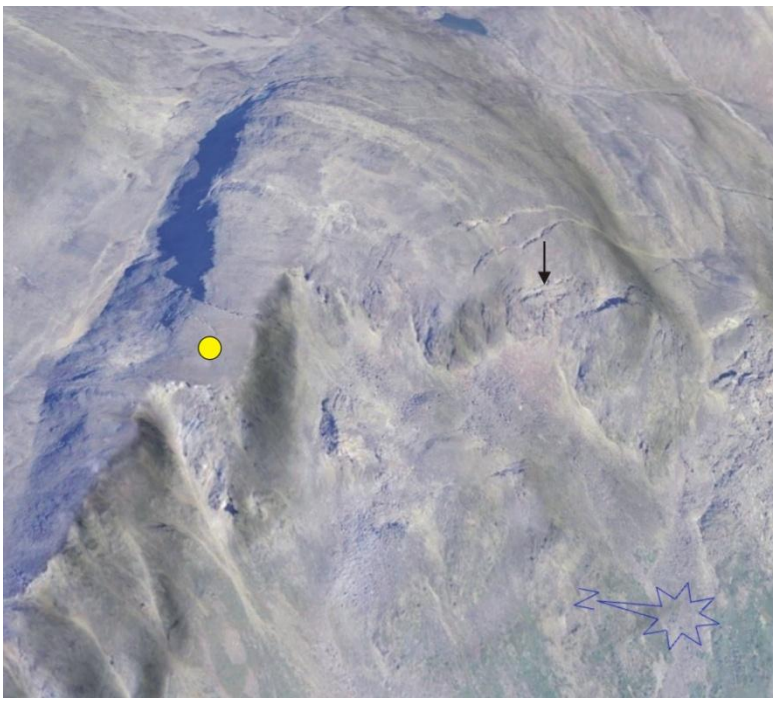
Denne lokaliteten ble først befart i løpet av feltsesongen 2008 og ble diskutert tidligere i avsnitt 2.2.11.3. På grunn av nærheten til det korte utløpet mot elven i Signaldalen ble det bestemt å sette ut GPS-punkter på denne lokaliteten. Dette vises i Figur 59. Fem punkter ble satt ut på de to ustabile fjellpartiene, tre på den ytterste blokk og to på den bakerste blokk. Et fastpunkt ligger lenger bak på fjellsiden mot øst. Det første målingsintervallet forventes herfra i løpet av 2010.



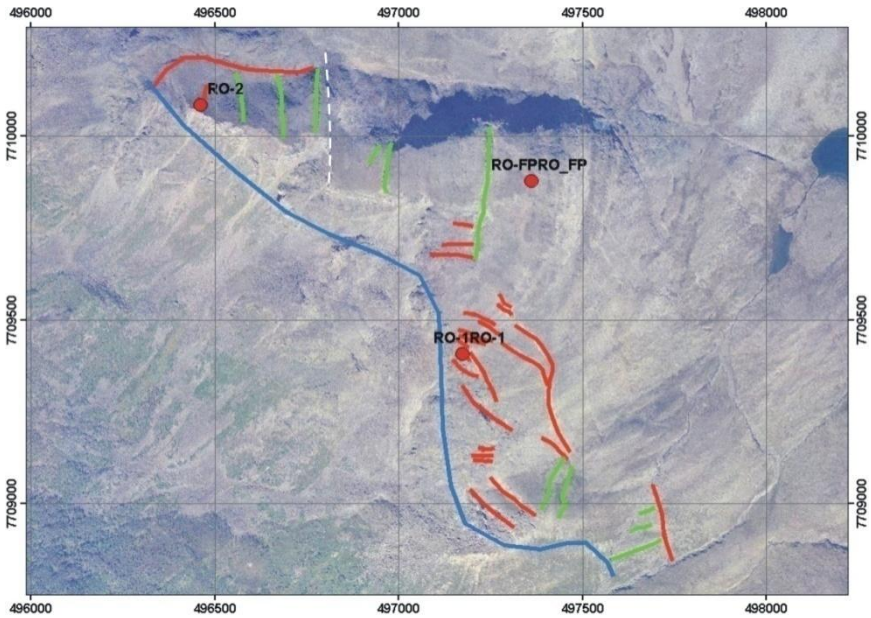
Figur 59: Kart som viser utplassering av GPS punkter på Hompen i 2008.

2.3.4 Ruovddasvarri

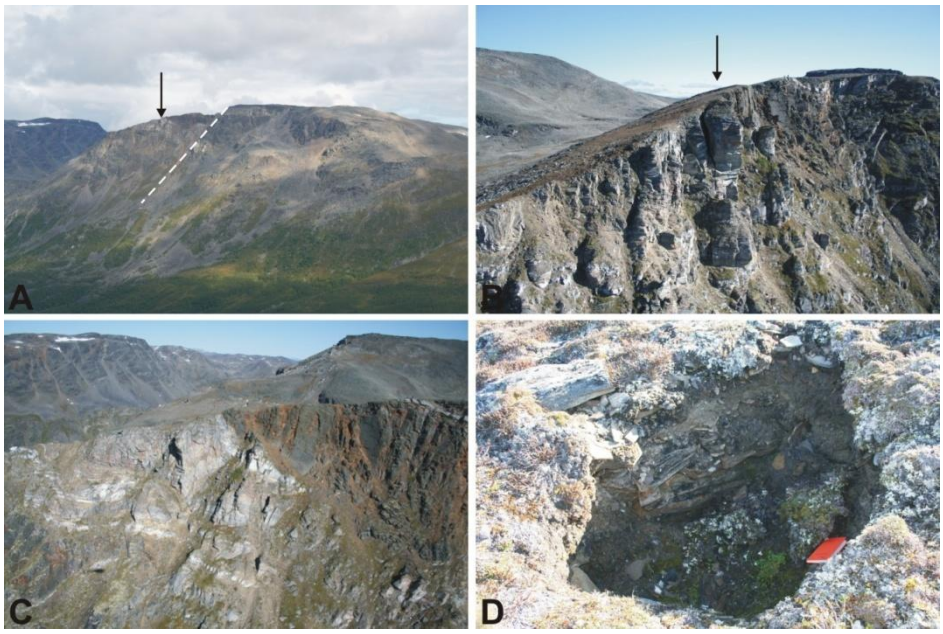
Denne lokaliteten ble først befart i 2007 og GPS-punkter ble satt ut samme året. Kun et punkt ble satt ut på det ustabile fjellpartiet (den svarte pilen på Figur 60) på det området som var ansett til å være mest i bevegelse. Dette var begrunnet i at det var vanskelig å finne solid fjell til å forankre punktene. Videre undersøkelse av InSAR-dataene etter feltsesongen 2007 viste at et område lenger nord også var i bevegelse (den gule prikken på Figur 60). Det ble bestemt å legge ut et ekstra punkt på denne blokken (RO-2 på Figur 61). De første målingsintervallene forventes fra dette punktet i 2010.



Figur 60: Utsnitt fra Norge i 3D som viser Ruovddasvarri sett fra vest. Området som har mest sprekker or er mest i bevegelse vises med en pil. Området hvor det er satt ut nytt GPS punkt i 2008 vises med et gult punkt.



Figur 61: Kart over strukturene observert på Ruovddasvarri. Lokaliteten ser ut til å være delt opp i flere del-blokker.

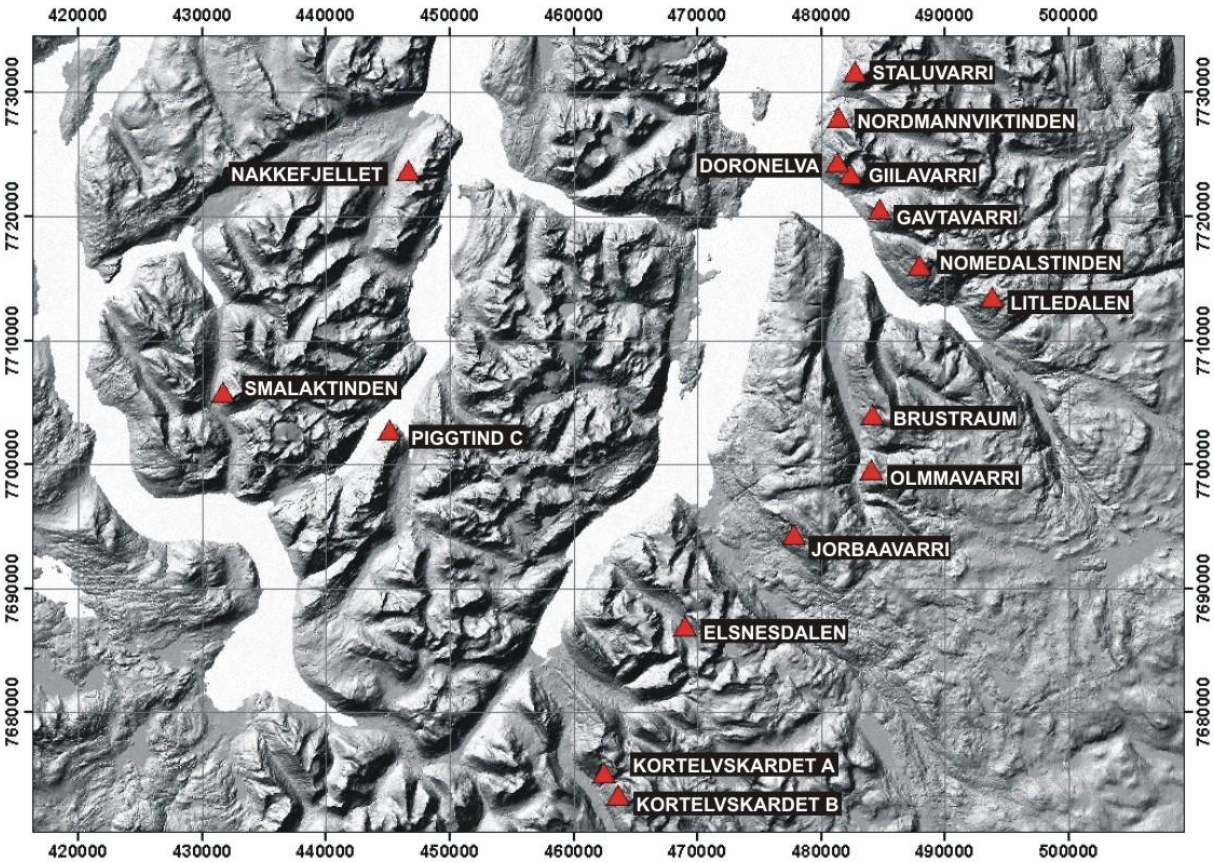


Figur 62: Bilder av de nye områdene på Ruovddasvarri.

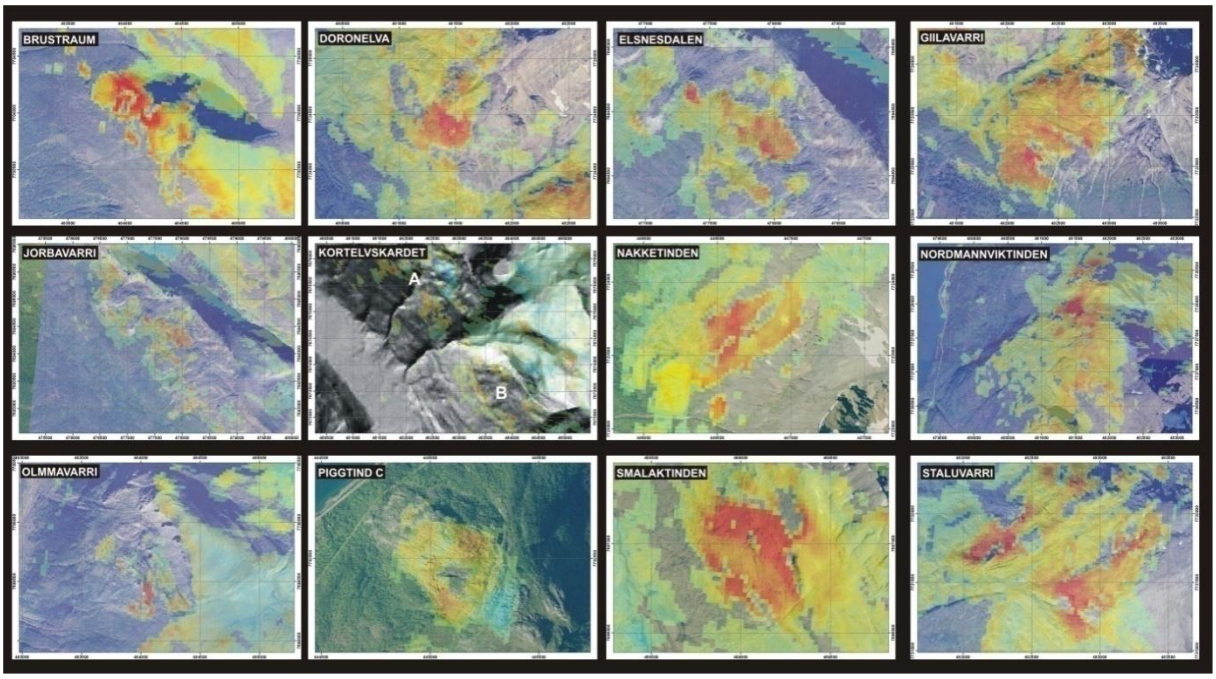
Bakskrenten på denne blokken er lokalisert på en tidligere forkastningsstruktur som faller mot nordøst (Figur 62a) og danner en svakhet i fjellsiden. Aktiv avløsing av store kolonner er observert (Figur 62b). Denne avrivingen er lokalisert på en kontakt mellom to forskjellige bergarter som også opptrer som en svakhet i fjellsiden (Figur 62c). På overflaten i denne blokken er det mange tegn til fersk bevegelse i form av ferske nedsynkningshuller (Figur 62d).

2.4 Nye lokaliteter identifisert fra InSAR

I løpet av 2007 og 2008 er det blitt identifisert 13 nye lokaliteter fra InSAR, uten at disse ble identifisert fra tidligere flyfotoanalyse. Disse er vist i Figur 63. Gavtavarri, Nomedalstinden og Litledalen, som også ble identifisert kun fra InSAR ble allerede rekognoserte i 2007. Disse tre lokalitetene er blitt kartlagt i detalj i 2008. Staluvarri, Giilavarri og Piggtind C er blitt rekognosert i 2008. De gjenværende lokalitetene må undersøkes i løpet av de kommende feltsesongene. Figur 64 viser et oppsummert montasjebilde av lokalitetene som viser korrelasjon mellom overflatestrukturer og InSAR. I alle tilfeller stemmer InSAR-innsynkning med strukturer som er observert i dagen.



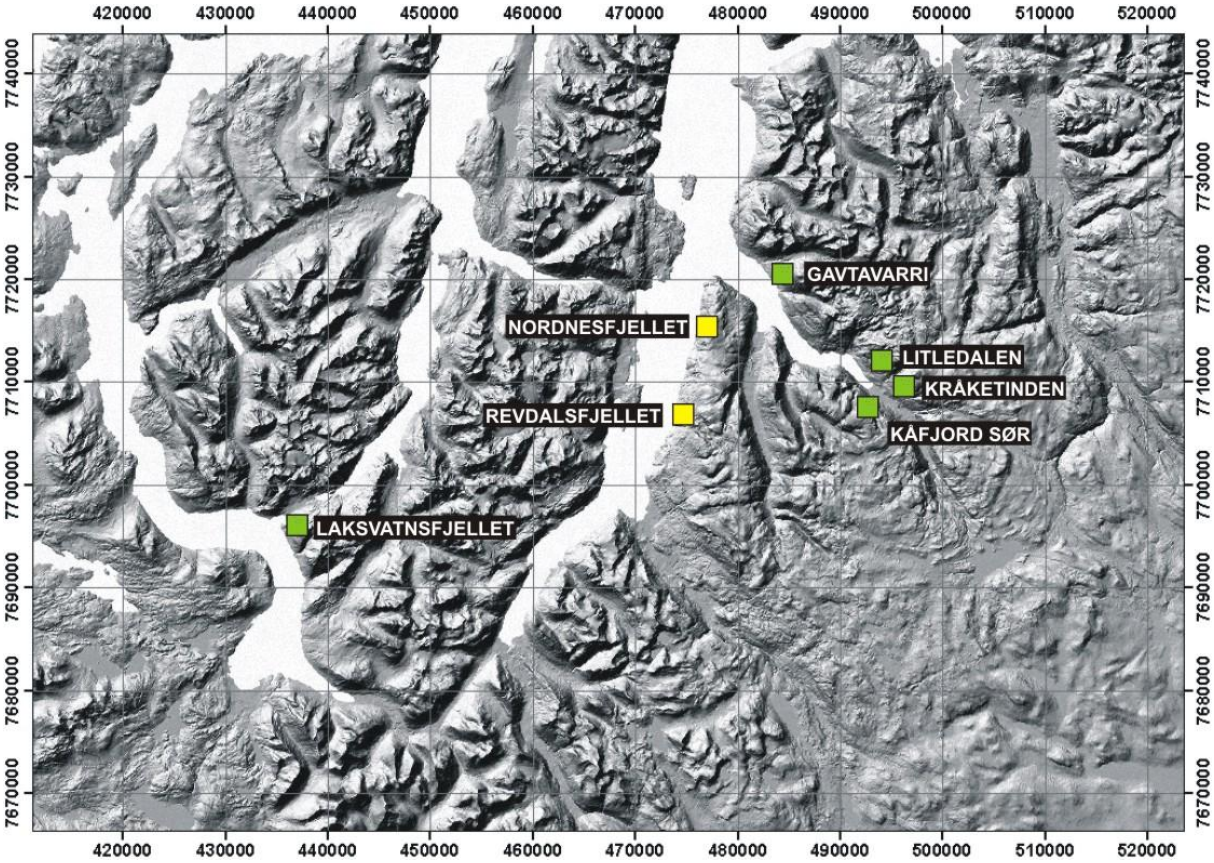
Figur 63: Lokaliteter identifisert kun fra InSAR, uten tidligere observasjon på flyfoto. I løpet av feltsesongen 2008 ble Olmmavarri, Litledalen, Nomedalstinden, Gavtavarri, Giilavarri, Staluvarri og Piggtind C undersøkt. De andre bør undersøkes i løpet av 2009.



Figur 64: Oppsummert montasjebilde av de nye lokalitetene som er identifiserte fra InSAR.

2.5 LIDAR-skanning av utvalgte regionale lokaliteter

I tillegg til den andre skanningsperioden på Nordnesfjellet og Revdalsfjellet har vi lagt vekt på å få skannet andre lokaliteter. NGU hadde med LIDAR eksperter fra Universitetet i Lausanne i Sveits i en fem dagers periode i løpet av feltsesongen i 2008. 2 dager gikk til Nordnesfjellet og Revdalsfjellet. De gjenværende 3 dager ble brukt til skanning av andre lokaliteter. Disse fremvises på Figur 65. De nye lokalitetene skannet i 2008 er Gavtavarri, Litledalen, Kråketinden, Kåfjord Sør og Laksvatnfjellet.



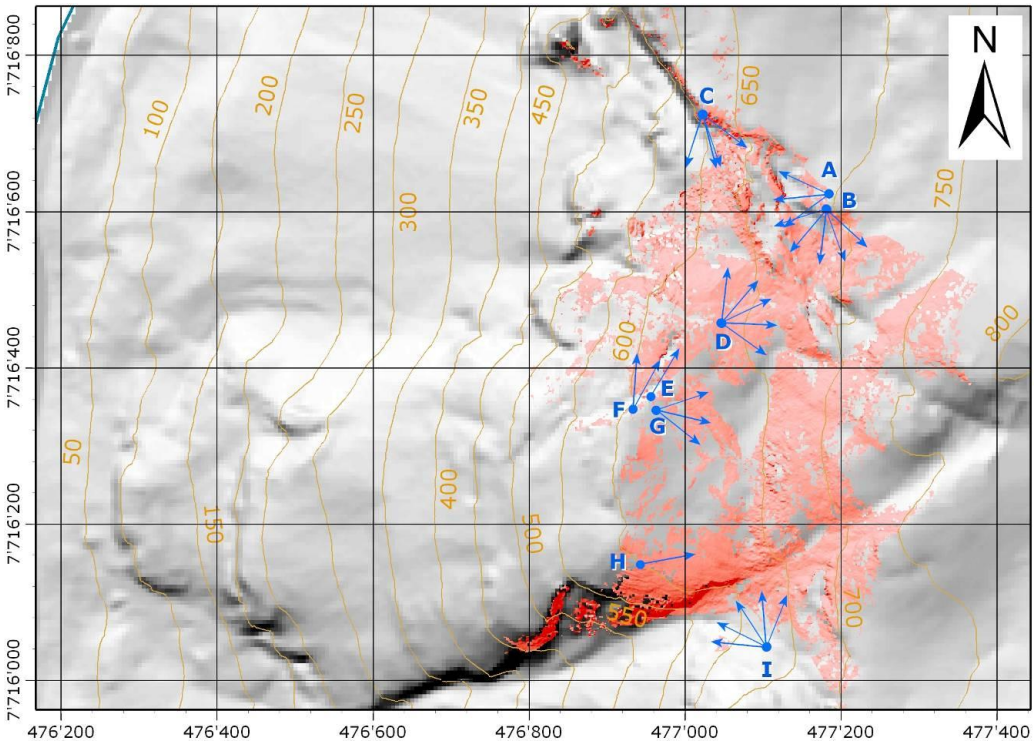
Figur 65: Lokaliteter som er LIDAR-skannet i løpet av 2008. Lokalitetene skannet to ganger er gule. Lokalitetene skannet for første gang er grønne.

I løpet av 3 dager i slutten av august ble det utført LIDAR laserskanning av Nordnesfjellet og Revdalsfjellet. Begge lokalitetene var skannet fra minst 5 forskjellige retninger, slik at det kan bygges opp et detaljert 3D bilde av ustabile områder. De frøste skanningen fra de to lokalitetene ble utført i løpet av sommeren 2007. Begge områdene ble skannet på nytt i 2008 og deretter ble de to datasettene fra 2007 og 2008 sammenlignet for å vurdere om det har foregått større endringer (bevegelse) i dette tidsrommet. Dette gir et uavhengig datasett for å vurdere mulig bevegelse.

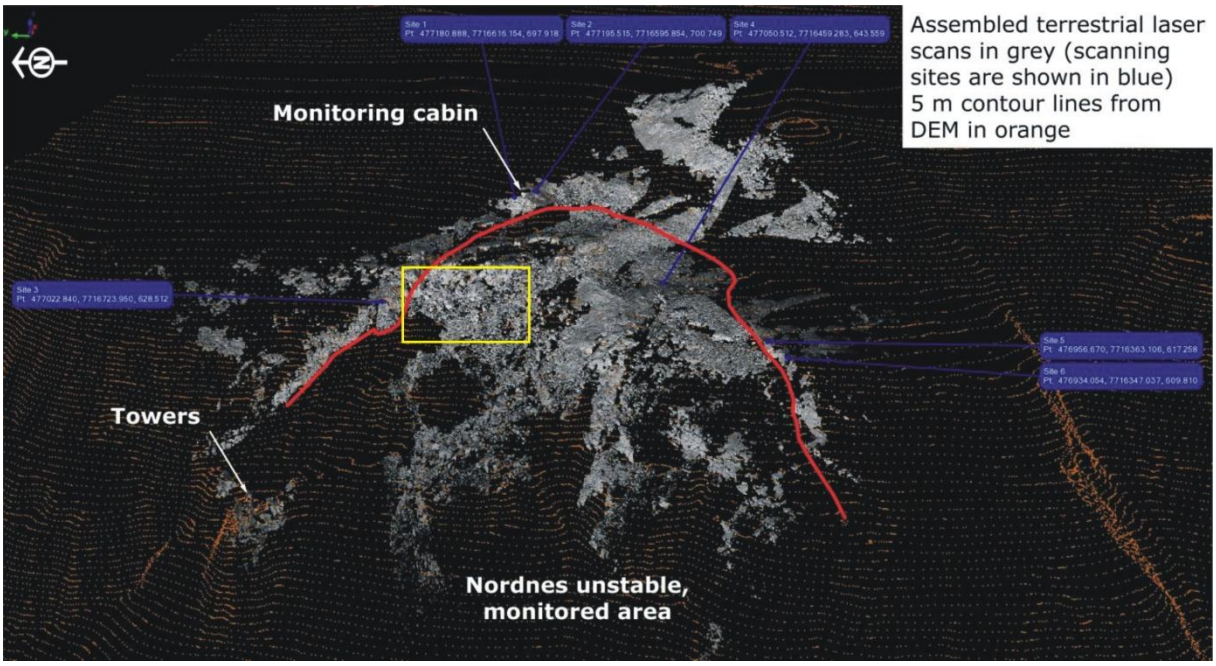
2.5.1 Nordnesfjellet

Nordnesfjellet ble opprinnelig skannet i 2007 med en *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) fra 10 forskjellige steder (A til I i Figur 66) med totalt 31 'skans' og en gjennomsnittlig oppløsning på 4,1 cm (590 punkter per kvadratmeter) på den topografiske overflate (Figur 66). Den totale punktskyen av sammensatte 'skans' inneholder nesten 42 millioner punkter. Denne punktskyen var georeferert på en terrengmodell (DEM) med en cellestørrelse 5 m laget av NGU. Det TLS punktsky samlet i 2007 fungerer som referanse for sammenligningen med

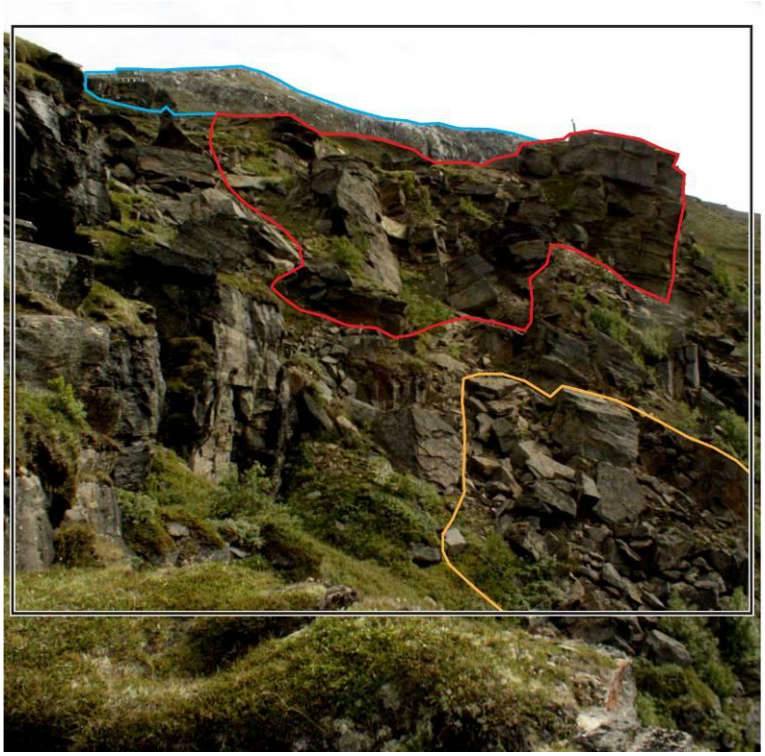
sekvensielle TLS datasett. I august 2008 ble den mest aktive delen av Nordnesfjellet skannet på nytt fra synvinkel A til F med totalt ~ 25 millioner punkter.



Figur 66: 1m terrengmodell laget fra 2007 TLS datasettet (i rødt) og den eksisterende 5m DEM (i grått). Skannede lokaliteter og retninger er indikert med de blå pilene Den TLS terrengmodell er begrenset til det skannet område.



Figur 67: Punktskyen sett mot øst for det 2008 TLS datasettet fra Nordnesfjellet (~25 million punkter). Det mest aktiv området er omrisset i rødt. Den 5m høydekoten fra terrengmodellen (oransje linjer) ble brukt til å georeferere TLS datasett. En gul trekant viser det detaljerte område i Figur 68 og Figur 69 hvor det er mest bevegelse.



Figur 68: Bildet viser utsikt fra skanneren og avgrensning av området skannet I 2008 (svart firkant) brukt for å sammenligne med den 2007 punktskyen (Figur 67). De blå, rød og oransje linjer avgrenser områdene beskrevet i den TLS sammenligning.

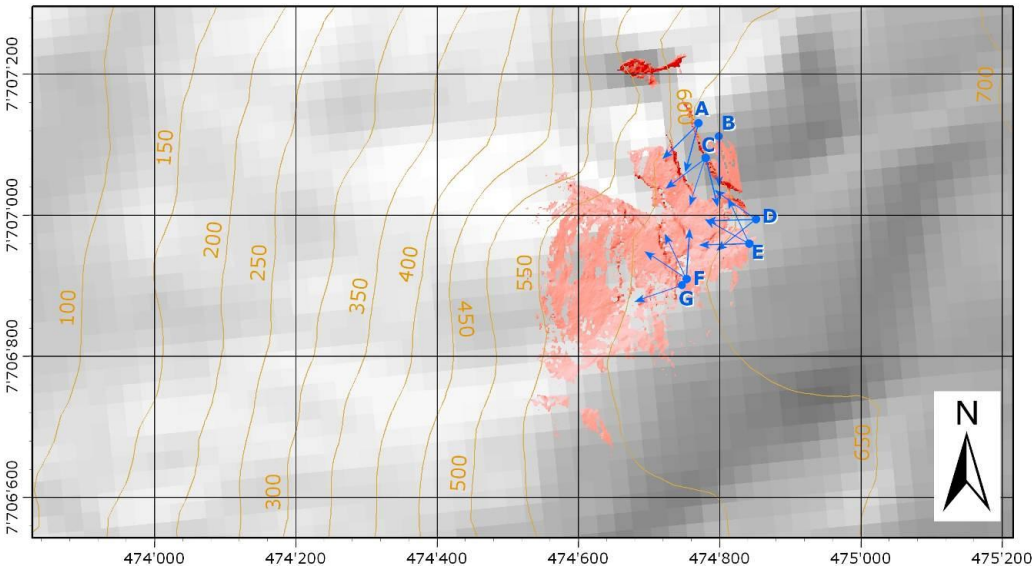
Analysen av relativt små bevegelser i størrelsesorden 1 til 5 centimeter er vanskelig å avdekke på hele punktskyer grunnet innrettingsfeil. Dette kan reduseres ved delvis sammensetning av data og sammenligning av 2008 data opp på 2007 punktskyen. Kun 'skans' som inneholder områder som ikke er i bevegelse kan brukes for gjenkjenning av bevegelser. Foreløpige sammenligningsresultater på fremsiden av det aktive området skannet fra utsiktspunkt C (Figur 68) viser en samlet årlig forskyvning på ca 3 til 4cm (~ 2cm horisontal bevegelse mot vest, kombinert med 2 til 3cm nedadgående bevegelsen som vises i Figur 69. Økt vertikal bevegelse (opptil 6 cm) er registrert for enkelte blokker som ligger helt ytterst. Disse bevegelsene må verifiseres av sammenligningen med andre 'scans' og må anses som enforeløpig tolkning.

Figur 69: Sammenligning mellom bildene fra 2007 og 2008 fra utsiktspunkt C. Skannet ble avgrenset til de nærliggende stabile fjellsider som ligger bak den ustabile blokken (blå linje). Forskjellen mellom de to skannene vises som et fargespekter (grønn: ingen bevegelse, blå: opp til -10cm bevegelse nedover; rød: opp til +10cm oppover bevegelse. Den fremste blokken (omrisset i rød) viser ~2cm horisontal og 2–3cm vertikal bevegelse. Enkelte blokker (den oransje linjen) viser økt nedadrettet bevegelse (opp til –6cm).

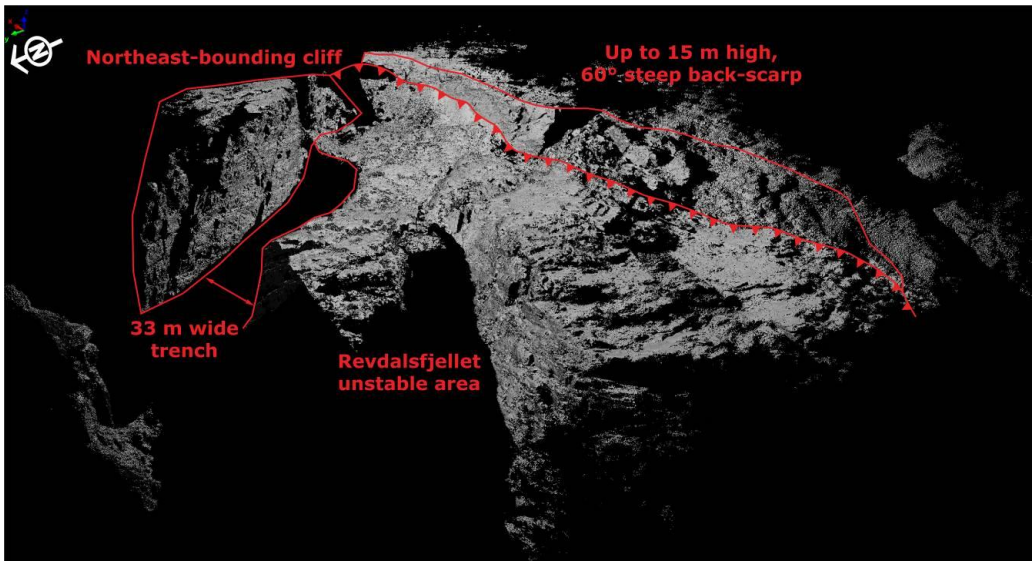
2.5.2 Revdalsfjellet

Revdalsfjellet ble skannet for første gang i 2007 fra 7 foreskjellige synsvinkler (A til G på Figur 70) i nærheten av hovedskrenten med totalt 19 ’skans’. Punktskyen inneholder 20.8 millioner punkter med en gjennomsnittlig 500 punkter per kvadratmeter. (Figur 70). Punktskyen ble georeferert fra to kilder: fra GPS-koordinater fra posisjonen hvor LIDARen stod og fra terrengmodellen.

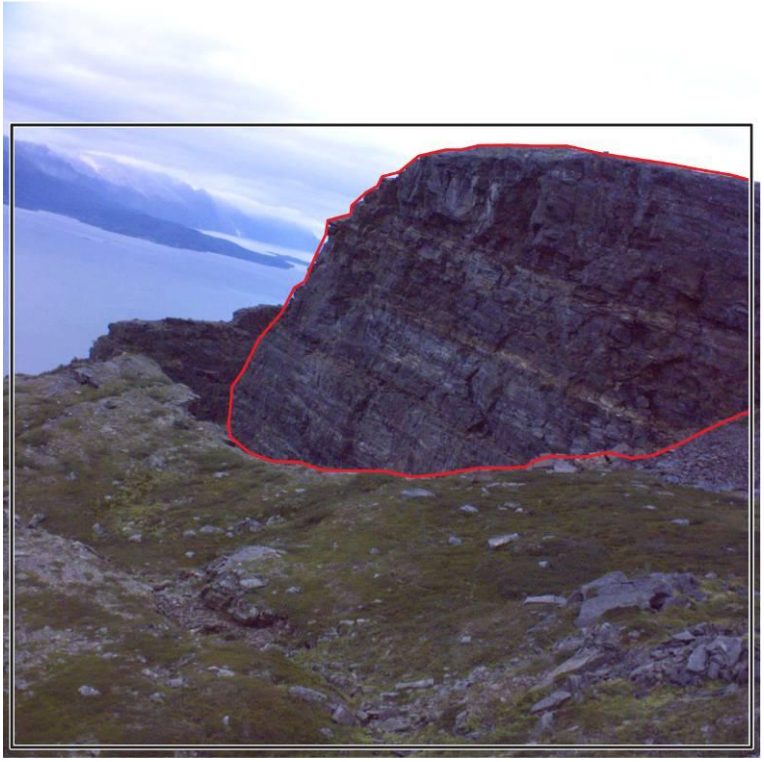
Referansepunktskyen fra 2007 TLS datasettet ble brukt for å sammenligne fremtidige datasett. En ny datainnsamling ble gjennomført i 2008 med en punktsky på ~22 million punkter (Figur 71).



Figur 70: 1m terrengmodell laget fra 2007 TLS datasettet (i rødt) og 25m terrengmodell (i grått). Skanposisjonene og retningene er indikert med blå piler. TLS terrengmodell er begrenset til det skannede område.



Figur 71: Utsikt mot øst av punktskyen for 2008 TLS datasettet fra Revdalsfjellet (~22 million punkter). Det aktive området er avgrenset mot sørøst med en 15m høy bakskrent. EN 33m bred graben skiller det ustabile fjellpartiet fra bakskrenten.

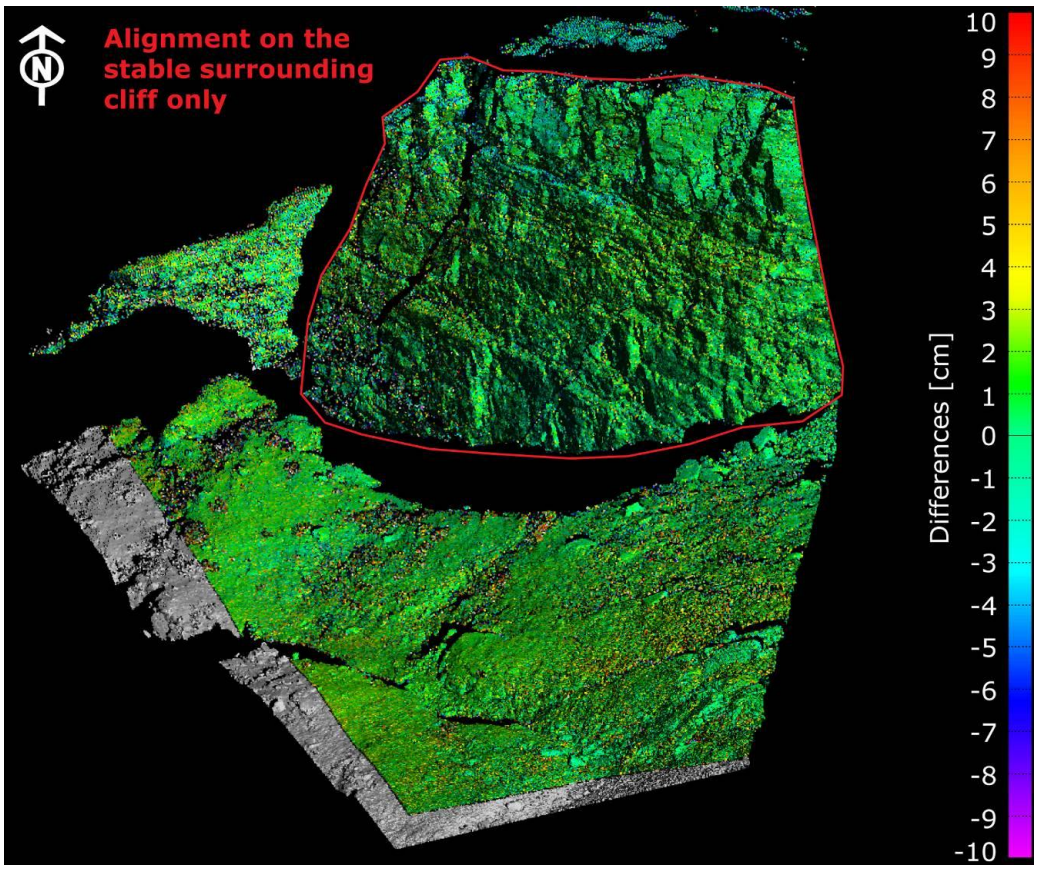


Figur 72: Utsikt fra en av de skannete posisjoner. Det viser også omfanget av 2008 data (svart firkant) og det stabile området brukt for å sammenligne fremtidige data.

2.5.2.1 Bevegelser 2007-2008

De foreløpige resultatene fra sammenligning av de to datasettene tatt fra posisjon 7 (Figur 72) viser ikke noen signifikant bevegelse (Figur 73). Innretningsfeil (opp til ±3 cm) kan observeres på bakskrenten. Disse er grunnet variabelt og vanskelig værforhold (høy fuktighet, tåke og kulde) opplevd under 2007 TLS innsamlingen.

Disse første resultatene må sjekkes mot fremtidige dataset og arbeidet bør videreføres her i 2009.



Figur 73: Sammenligning mellom 2007 and 2008 datasettene fra posisjon F. Sammenligningen var begrenset til den stabile bakskrenten møt NØ (rød linje). Forskjellene mellom datasettene vises med en fargeskale (grønn: ingen bevegelse; rosa: opp til –10cm bevegelse (nedover); rød: opp to +10cm bevegelse). Hittil kan ingen bevegelse gjenkjennes på Revdalsfjellet, men arbeidet bør videreføres.

2.5.3 Gavtavarri

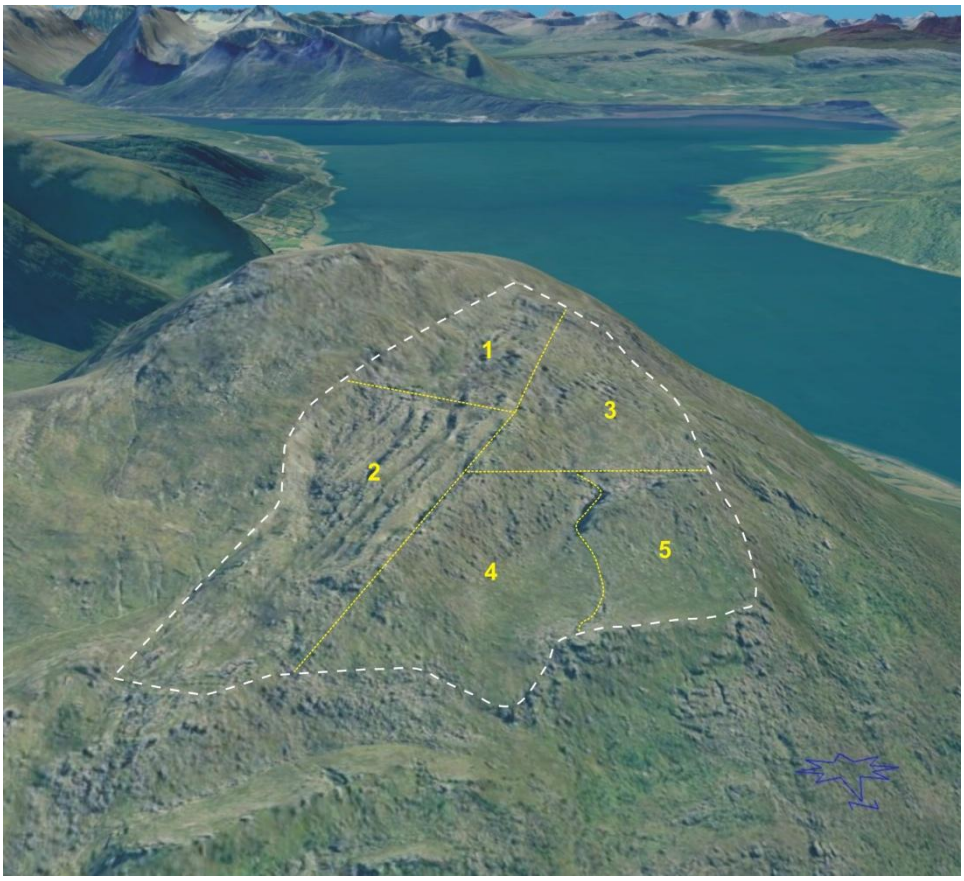
Den første TLS datasamlingen på Gavtavarri området ble gjort i august 2008 og fokuserte på det åpne sprekkene på platået i området 4 vist tidligere i Figur 55. 11 ’skans’ ble tatt fra tre forskjellige områder med totalt 8.2 millioner punkter og et gjennomsnittlig oppløsning på 3,0 cm. 2008 datasettet ennå ikke er behandlet og georeferert. Sammenlikninger med sekvensielle TLS datasett vil muligens vise bevegelser langs disse sprekkene. Avhengig av fremgangen i dette området, kan det være nyttig å skaffe TLS-data over hele fjellsiden. Dette området bør skannes videre i 2009.

2.5.4 Kåfjord Sør

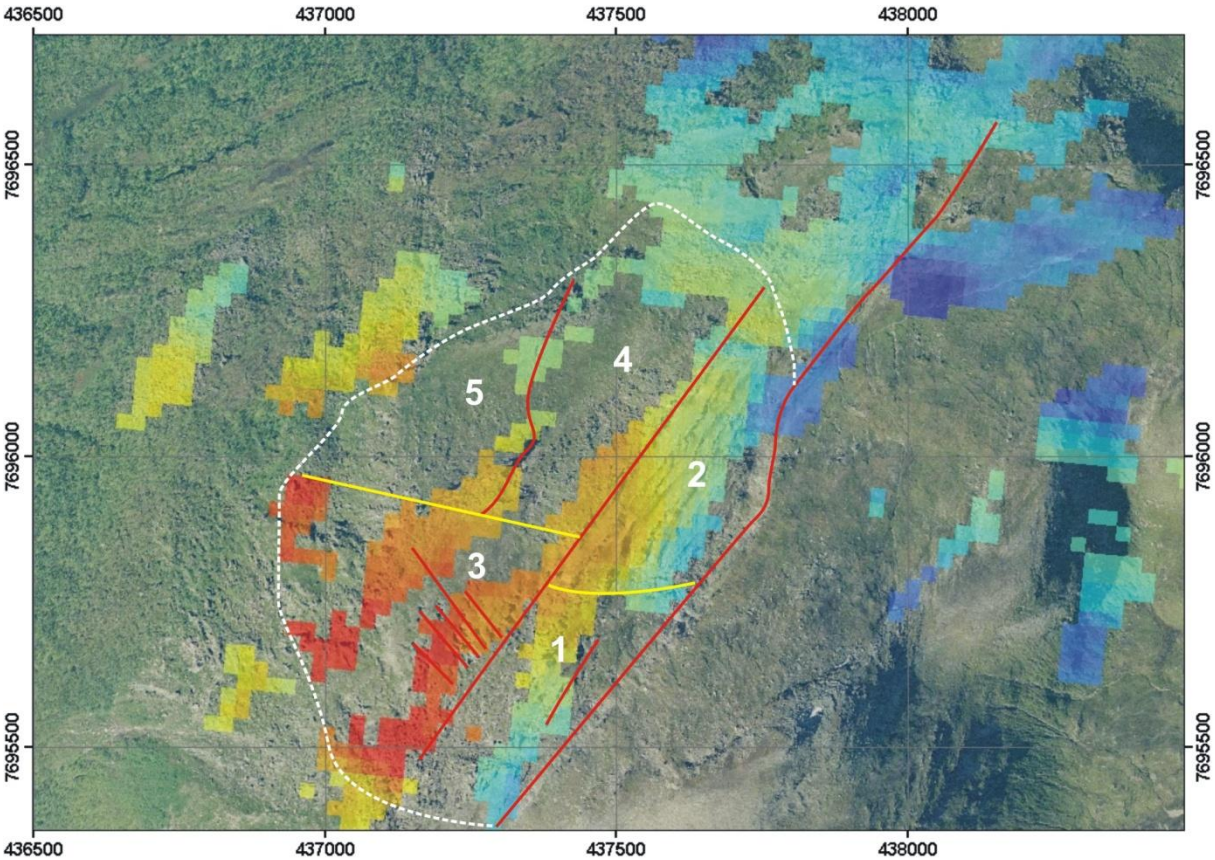
Dette ustabile området ble først skannet i 2008 fra syv steder i nærheten av hovedskrenten for å få en punktsky som er så fullstendig som mulig med hensyn til kompleksiteten i geologien på lokaliteten. Grunnet begrenset tilkomst kunne den fremste delen av lokaliteten ikke skannes. I alt 24 millioner punkter ble samlet, som gir en gjennomsnittlig oppløsning på 4,9 cm på den topografiske overflaten. TLS data fra Kåfjord er ikke ennå analysert. Siden 2008 datasettet omfatter et relativt stort område som er tolket som stabilt kan disse dataene brukes for sammenligning med ytterligere TLS datasett anskaffet i årene fremover. Slike sammenligninger skal til slutt vise potensielle utglidninger av fjellsiden fremover eller nedsynkning i kartlagt grabenstruktur. Skanningen bør gjennomføres i 2009 for å realisere dette arbeidet.

2.5.5 Laksvatnfjellet

Lokaliteten Laksvatnfjellet ligger helt innerst i Sørfjorden og var først befart i 2007 med noe oppfølgningsarbeid i 2008. Dette er et ustabil fjellparti som er ganske kompleks i geometri og oppdeling og det var derfor bestemt å undersøke dette stedet videre med LIDAR for å forsøke å forstå geologien. Figur 74 viser et 3D-utsnitt fra www.norgei3d.no som viser at partiet er delt opp i 5 forskjellige deler med forskjellige geometri. I delblokk 1 er det mest NØ-SV åpne sprekker som skjærer gjennom en lavvinklete lagdeling (Figur 75). I blokk 2 er det glideplan som har utviklet seg parallelt med en dal-fallende lagdeling. Del-blokk 3 består av et platå som har hyppige NV-SØ åpne sprekker. Del-blokk 4 og 5 er flate platåer oppdelt av en stor NØ-SV åpen sprekke. Del-blokkene 4 og 5 har veldig få interne strukturer.



Figur 74: Utsnitt fra Norge i 3D (www.norgei3d.no) som viser lokaliteten Laksvatnfjellet sett fra øst. Det ustabile fjellpartiet er omrisset.



Figur 75: Oversiktskart over Laksvatnfjellet som viser de viktigste strukturene. Partiet er delt opp i fem forskjellige blokker med forskjellig geologi og geometri. Det ser ut som om det påvirker bevegelseshastigheten på de forskjelllige blokkene. Sprekkene vises med røde linjer og tverrgående strukturer med gule linjer. Omfanget av partiet er omrisset i hvitt.

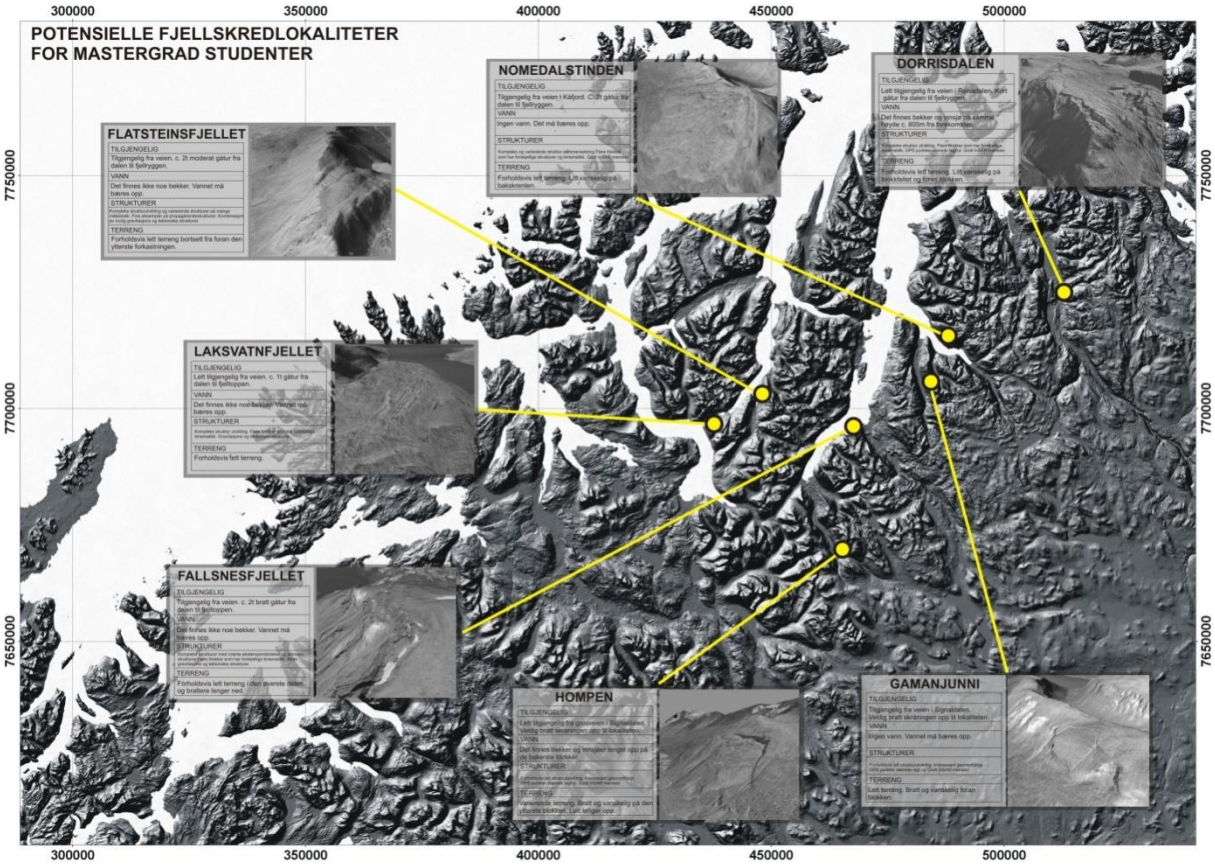
Figur 75 viser InSAR-data relatert til kartlagte strukturer. Dette viser at de forskjellige blokkene sannsynligvis har forskjellige bevegelsesmønstre. For eksempel, del-blokk 3 ser ut til å være den mest aktive. Dette stemmer med hyppighet og åpningen av sprekkene. Del-blokkene 1 og 2 har moderat bevegelse sett fra InSAR og det stemmer med de observerte moderate strukturene. Dårlig InSAR-data på del-blokk 4 og 5 skyldes sannsynligvis vegetasjon. Denne lokaliteten er en god kandidat for LIDAR-skanning, noe som forhåpentligvis kan øke forståelsen av lokaliteten.

Laksvatnfjellet er et svært stort område med flere problemstillinger for LIDAR-skanning. En ideell løsning for overvåking av dette området skulle bestå av detaljert TLS-innsamling fra toppen av fjellet, men dette er ikke mulig med det begrenset avstandsmuligheter med instrumentet. 26 TLS-skanninger gjort på kortere distanser fra 8 skanningssteder å få et referansepunktsky av hele området. Den totale punktskyen inneholder 31 millioner punkter og gir en høyoppløselig 3D-bilde av området. Disse skannene er nyttig for sammenligning med sekvensielle TLS datasett som blir anskaffet i de kommende årene. Grunnet kompleksiteten i morfologi ble kun den øvre delen av det ustabile området skannet i 2008. En komplett TLS innsamling på hele området er trolig nødvendig. Dette bør gjøres i 2009.

3. SAMARBEID MED UiT

På grunn av det økende antallet lokaliteter som er blitt påvist av InSAR er det økende behov for økt kapasitet i prosjektet, samtidig som det er ønsket fra ”*Fjellskred i Troms*” om en fremheving av lokalt fagmiljø. NGU har derfor vært i kontakt med UiT for å diskutere mulig

samarbeid. Steffen Bergh, Professor i Strukturgeologi ved UiT ble invitert til å delta på befaringer på flere lokalitet i løpet av feltsesongen i 2008. Dette var meget vellykket. UiT kan tenke seg å være med som støttespiller i prosjektet. Mastergradarbeid på utvalgte lokaliteter settes i gang i 2009. Disse potensielle lokalitetene vises i Figur 76. Hittil er 2 studenter pekt ut til å gjennomføre dette arbeidet. Videre diskusjoner vil pågå mellom NGU og UiT i løpet av våren 2009.



Figur 76: Lokaliteter utvalgt av NGU som potensielle Mastergrad-lokaliteter. Kartlegging av lokalitetene skal påbegynnes i løpet av 2009.

4. PLANER FOR 2009

Feltarbeid skal finne sted i uke 32 og 32 med base i Manndalen. Totalt deltar 14 deltagere. Fra NGU blir det Iain Henderson, Per Terje Osmundsen, Tim Redfield og Reginald Hermanns. Fra UiO kommer Trond Eiken for å gjøre GPS-målinger. Tom Rune Lauknes og Yngvar Larsen fra NORUT skal delta i flere dager i forbindelse med InSAR metodikken. To utenlandske kollegaer fra Universitet i Lausanne (Sveits) skal utføre LIDAR-arbeid. Fra UiT blir det tre deltakere: Steffen Bergh (professor i strukturgeologi) og 2 masterstudenter. Det første mastergradfeltarbeidet er finansiert fra NGUs sommerjobbbudsjett i 2009. I tillegg skal vi ha besøk fra to chilenske geologer på et samarbeidsprosjekt som er finansiert gjennom ICG.

Vi har allerede studert ca 30 lokaliteter, hvorav ca 20 er med integrert InSAR analyse. Det blir en del oppfølgning på eksisterende lokaliteter med GPS (ca 15 lokaliteter) og mer detaljerte feltundersøkelser (ca 5 lokaliteter). LIDAR-skanning skal gjøres på 4 eksisterende lokaliteter. I tillegg har vi 26 lokaliteter som er identifiserte men ikke befart ennå. Forhåpentligvis blir 10 av disse lokalitetene undersøkt i felt.

Av de ca 10 nye lokalitetene, skal de settes ut nye GPS punkter på utvalgte steder. LIDAR-skanning skal utføres på noen av disse nye lokaliteter. I 2008 begynte vi med analyser av prøver fra skrentoverflatene. Dette er for å kunne si noe om alderen av de forskjellige skredlokaliteter og for å fastsette om det finnes et mønster i skredfordeling regionalt som kan si noe om mulig utløsingsrekkefølge. Vi skal fortsett med dette arbeidet i 2009 med innsamling av flere dateringsprøver fra få utvalgte lokaliteter. Etter feltarbeidet skal statusrapportering fra 2009-aktivitetene finne sted i løpet av oktober 2009. I løpet av året og tidlig 2010 skal vi forsøke å publisere 2-3 vitenskaplige artikler på et høyt internasjonalt nivå.

Det skal i løpet av 2009 gjøres en første kvalitativ risikoklassifisering av de ulike lokalitetene. Dette vil være et viktig grunnlag for prioritering av videre detaljundersøkelser.

5. KONKLUSJONER

- I 2008 har NGU sammen med Universitetet i Oslo innmålt GPS-punktene på 10 av de eksisterende 13 lokalitetene som var etablert mellom 2003-2007. Det var kun Ragnhildsurtind, Brosmebakktuva og Reinfjellet som ble utelatt, siden disse lokalitetene viste lite tegn til bevegelse i de forrige årene.

- Av de eksisterende GPS-lokalitetene viser kun Nordnesfjellet, Indre Nordnes, Revdalsfjellet og Dusnjarga utvetydig bevegelse. Kåfjord viser variasjon i bevegelse og retning fra år til år slik at dataene hittil ikke er pålitelige. Det er tegn til en mulig akselererende bevegelse på Nordnesfjellet.

- Av de 4 nye lokaliteter etablert med GPS-punkter i 2007 (Dusnjarga, Ruovddasvarri, Kråketinden og Gamanjunni) ble samtlige målt inn igjen i 2008. Av disse fire nye lokalitetene er det kun Dusnjarga som viser entydig bevegelse, med opp til 17mm pr år. Derimot kan det ikke utelukkes bevegelse på noen av de andre lokalitetene før det er samlet mer data.

- 10 nye lokaliteter er befart i 2008. Dette er basert på NGUs database om lokalitetene kombinert med nye lokaliteter antydet fra nye InSAR-data.

- Av de 10 nye lokalitetene er det satt ut GPS-punkter på 2. Disse er Dorrisdalen i Reisadalen og Hompen i Signaldalen. Vi forventer de første resultatene om mulig bevegelse på disse lokalitetene er tilgjengelig i løpet av høsten 2009. Nye GPS-punkter ble også lagt ut på Gavtavarri i Kåfjord og et ekstra punkt på Ruovddasvarri i Kåfjord.

- På Nordnesfjellet og Revdalsfjellet er det fullført LIDAR-skanning med formål å lage detaljerte 3D-modeller av ustabile fjellpartier. Dette er den andre runden av skanning som betyr at de to skannene fra 2007 og 2008 kan sammenlignes og avsløre eventuelle bevegelser i tidsrommet 2007 til 2008. Det er ikke påvist bevegelse med denne metoden på Revdalsfjell, men bevegelen er sannsynlig for liten. Bevegelsen er påvist på Nordnesfjellet i størrelsesorden som tilsvarer de andre målemetodene ved lokaliteten.

- Kontinuerlig evaluering av InSAR-metoden viser at det er fortsatt meget godt samsvar mellom bevegelse fra InSAR-data og strukturene kartlagt i felt. Denne erfaringen bekrefter at bruk av InSAR sammen med tradisjonelle kartleggingsmetoder har et stort potensiale ved kartlegging av skredfarlige områder.

- InSAR-data har også pekt ut flere nye lokaliteter som ser ut til å være i bevegelse. 12 nye lokaliteter er blitt påvist allerede. Disse lokalitetene har ikke tidligere blitt identifiserte med flyfoto. 3 av disse lokalitetene er blitt befart i løpet av 2008. Resten må befares i 2009.

- InSAR-data viser at flere av områdene som er i bevegelse ligger i fjellsider langs fjordene, særlig på østsiden av Kåfjord. Det vil derfor være viktig å følge disse opp i de nærmeste årene.

- 7 lokaliteter er skannet med LIDAR. To av disse er Nordnesfjellet og Revdalsfjellet som er blitt skannet i både 2007 og 2008. Prosessering av dataene i løpet av vinteren 2008-2009 burde fremheve områder på fjellsiden hvor det har vært bevegelse. De andre 5 lokalitetene er skannet for første gang for å få et detaljert 3D bilde av fjellsiden.

- Etter en feltbefaring i løpet av 2008 med UiT ble det avgjort å inngå et samarbeid mellom NGU og UiT med hensyn på detaljert kartlegging av enkelte lokaliteter. 6 lokaliteter er utvalgt som feltområder for mastergradstudenter. Minst 2 studenter skal begynne feltarbeidet i 2009.

6. REFERANSELISTE

Blikra, L.H., Henderson, I.H.C. & Nordvik, T. 2009. Faren for fjellskred fra Nordnesfjellet i Lyngenfjorden, Troms. *NGU Rapport 2009.026 29s.*

Eiken, T. 2007. Rapport om Deformasjonsmålingar i Troms 2003-2007. *Rapport fra UiO, 40s.*

Eiken, T. 2009. Rapport om Deformasjonsmålingar i Troms 2003-2008. *Rapport fra UiO, 41s.*

Henderson, I.H.C., Saintot, A., Venvik-Ganerød, G. & Blikra, L.H. 2007. Fjellskredkartlegging i Troms. *NGU Rapport 2007.041 108s.*

Henderson, I.H.C., Lauknes T.R., Osmundsen P.T., Dehls J., Larsen Y. & Redfield, T.R. 2009. A structural, geomorphological and InSAR study of an active rockslope failure development. Geological Society of London (*in review*).

Osmundsen, P.T., Henderson, I.H.C., Lauknes, T. R., Larsen, Y., Redfield, T.F. & Dehls, J. 2008. Tectonic controls on topography and mass-wasting processes in northern Norway. *Geology* 37, p. 135-138.