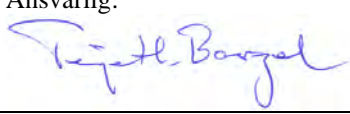


NGU Rapport 2007.043

Fjellskredundersøkelser i Møre og Romsdal

Rapport nr.: 2007.043		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Fjellskredundersøkelser i Møre og Romsdal				
Forfatter: Iain H.C. Henderson og Aline Saintot			Oppdragsgiver: Møre og Romsdal Fylke	
Fylke: Møre og Romsdal			Kommune: Sunndal, Tingvoll	
Kartblad (M=1:250.000)			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 68	Pris: NOK 565.-
Feltarbeid utført: 2005-2007			Rapportdato: 20.06.07	Prosjektnr.: 309900
			Ansvarlig: 	
<p>Sammendrag:</p> <p>Historiske data viser at Møre og Romsdal, sammen med Sogn og Fjordane er de mest utsatte fylker i Norge med hensyn til både antall fjellskredulykker og antall dødsfall som resultat av disse ulykkene. Det er derfor viktig med en systematisk gjennomgang av muligheten for fjellskred på fylkesbasis for å sikre fremtiden for de som bor i Møre i Romsdal. Vi har benyttet metoder innen flere fagfelt (satellittbildetolkning, flyfototolkning, strukturgeologi, og GPS-analyse) for å gjøre dette. Denne rapporten er en statusrapport for NGUs arbeid med prosjektet <i>ROS analyse for fjellskred i Møre og Romsdal</i> og er en samling av data fra feltarbeidet på enkelte lokaliteter samt regional rekognoseringsarbeid utført fra 2005 til 2007. Seks lokaliteter som har potensiale til å utvikle store fjellskred har blitt undersøkt i detalj i denne perioden. Disse stedene er Oppstadhornet, Svarttinden, Flatmark (Skiri), Mannen, Børa og Gikling. Detaljkartlegging av alle disse lokalitetene viser en mulighet for bevegelse. GPS-punktene er derfor lagt ut på 5 av disse steder. Gikling skal detaljundersøkes i 2007 og sannsynligvis skal GPS punkter settes ut. Det er behov for videre oppfølging av GPS-målingene som allerede er lagt ut og det er grunn til å vurdere også andre metoder for måling av bevegelse ved enkelte av lokalitetene, for eksempel laserskanning med LIDAR og tolkning av INSAR satellittdata. Videre bør det vurderes om det bør gjøres noe geofysikk på noen av lokalitetene, nemlig på Mannen, Flatmark (Skiri) samt Gikling for å få bedre kontroll på dybden av de ustabile områdene. I tillegg har det blitt utført rekognoseringsarbeid av hele Sunndalen og Sunndalsfjorden noen mil vest for Sunndalsøra. Det bør også gjøres bakkeundersøkelser.</p> <p>Den regionale kartleggingen og oppfølging av enkeltobjekter i form av geologiske undersøkelser og måling/etablering av overvåkingspunkt (GPS) må forsette videre fremover i tid. Dette gjelder videre måling av de punktene som allerede er lagt ut, men også flere aktuelle objekter som ennå ikke er befart i felt. En fullstendig kartlegging av faren for fjellskred i fylket er et omfattende arbeid som krever en systematisk kartlegging, og det er naturlig å inkludere dette i en nasjonal satsing på kartlegging av fare for store fjellskred.</p>				
Emneord: Fjellskred	ROS		Utglidning	
Møre og Romsdal	Romsdal		Sunndal	
Kartlegging	Rekognosering		Fagrapport	

INNHold

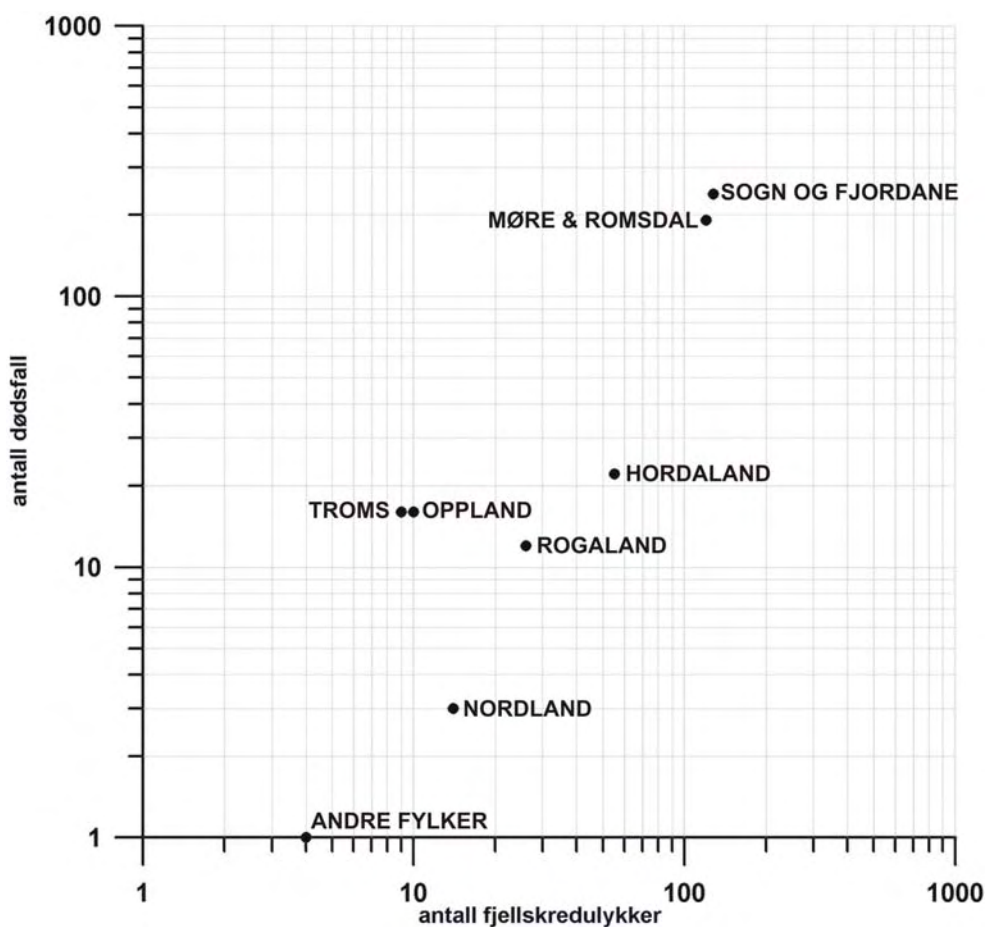
1.	INNLEDNING.....	7
2.	LOKALITETER	10
2.1	Oppstadhornet.....	10
2.1.1	Geologiske tolkninger.....	10
2.1.2	GPS-målinger.....	10
2.2	Svarttinden.....	14
2.2.1	Geologiske tolkninger.....	14
2.2.2	GPS-målinger.....	16
2.2.3	Lasermålinger	18
2.3	Flatmark.....	20
2.3.1	Geologiske tolkninger.....	20
2.3.2	GPS-målinger.....	23
2.3.3	Lasermålinger	23
2.4	Mannen	24
2.4.1	Geologiske tolkninger.....	24
2.4.2	GPS-målinger.....	24
2.4.3	Lasermålinger	24
2.5	Børa.....	29
2.5.1	Geologiske tolkninger.....	29
2.5.2	GPS-målinger.....	29
2.5.3	Lasermålinger	29
2.6	Gikling	30
2.6.1	Rekognoseringsarbeid.....	30
3.	REKOGNOSERING I SUNNDALEN.....	35
3.1	Innledning	35
3.2	Lokaliteter.....	39
3.2.1	Lokalitet 1: UTM 32 476934, 6947972	39
3.2.2	Lokalitet 2: UTM 32 477219, 6947419	40
3.2.3	Lokalitet 3: UTM 32 483368, 6944171	41
3.2.4	Lokalitet 4: UTM 32 491131, 6942949	42
3.2.5	Lokalitet 5: UTM 32 497032, 6946005	43
3.2.6	Lokalitet 6: UTM 32506485, 6936915	44
3.2.7	Lokalitet 7: UTM 32 504551, 6937405	45
3.2.8	Lokalitet 8: UTM 32 504245, 6937973	46
3.2.9	Lokalitet 9: UTM 32 501134, 6941198	46
3.2.10	Lokalitet 10: UTM 32 498732, 6941358	48
3.2.11	Lokalitet 11: UTM 32 495758, 6944574	49
3.2.12	Lokalitet 12: UTM 32 492671, 6945891	49
3.2.13	Lokalitet 13: UTM 32 491726, 6945484	51
3.2.14	Lokalitet 14: UTM 32 490284, 6946302	52
3.2.15	Lokalitet 15: UTM 32 487848, 6947494	53
3.2.16	Lokalitet 16: UTM 32 459034, 6966902	54
3.2.17	Lokalitet 17: UTM 32 464165, 6964118	55
3.2.18	Lokalitet 18: UTM 32 468408, 6961484	56
3.2.19	Lokalitet 19: UTM 32 471387, 6957742	57
3.2.20	Lokalitet 20: UTM 32 470581, 6960169	58
3.2.21	Lokalitet 21: UTM 32 471892, 6959656	59
3.2.22	Lokalitet 22: UTM 32 473745, 6957743	60

3.2.23	Lokalitet 23: UTM 32 476893, 6947475	61
3.2.24	Lokalitet 24: UTM 32 475230, 6942971	62
3.2.25	Lokalitet 25: UTM 32 475600, 6943566	63
3.2.26	Lokalitet 26: UTM 32 475507, 6945271	64
3.2.27	Lokalitet 27: UTM 32 493540, 6945498	65
3.2.28	Oppsummering av lokalitetene i Sunndalen	65
4.	KONKLUSJONER	68
4.1	Oppstadhornet	68
4.2	Svarttinden	68
4.3	Flatmark	68
4.4	Mannen	68
4.5	Børa	68
4.6	Gikling	68
4.7	Rekognosering i Sunndalen	68

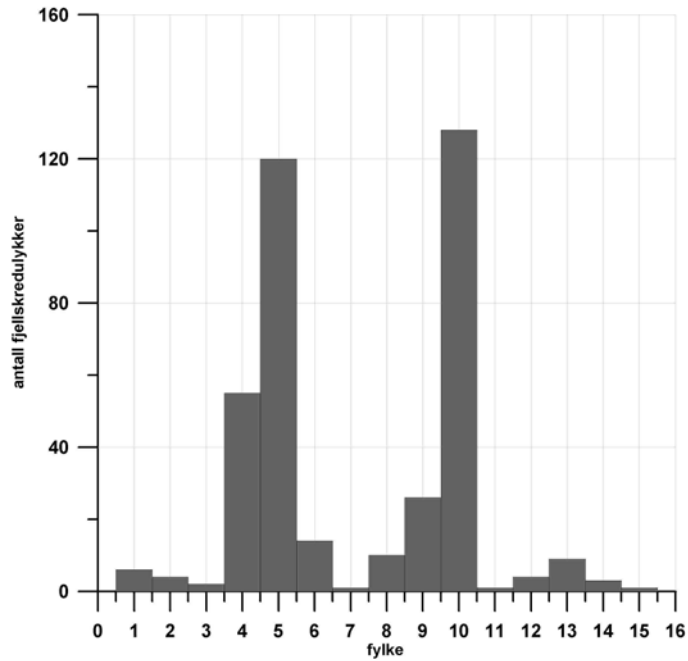
1. INNLEDNING

Denne rapporten er en statusrapport for NGUs arbeid med prosjektet *ROS analyse for fjellskred i Møre og Romsdal* og er en samling av observasjoner fra feltarbeidet på enkelte lokaliteter samt rekognoseringsarbeid utført fra 2005 til 2007. Dette feltarbeidet har hovedfokus på strukturgeologisk tolkning basert på de ferdigheter og kunnskaper til personene som har jobbet på prosjektet.

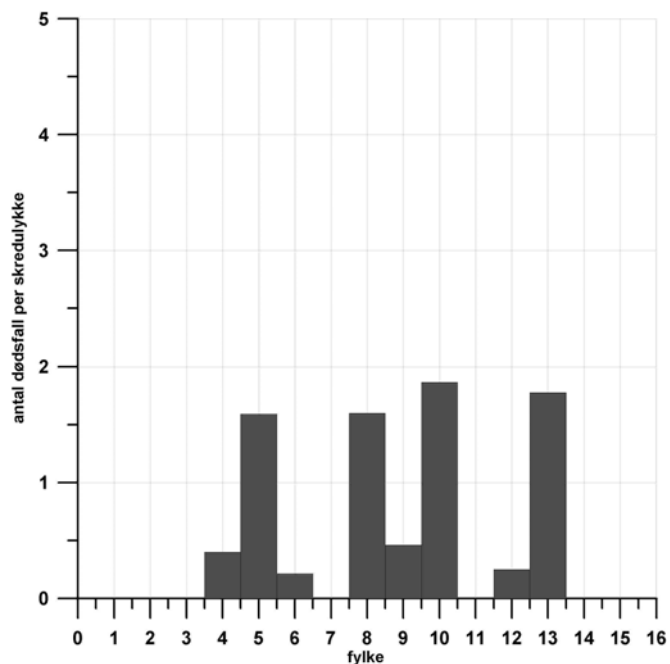
Det er først nødvendig å sette fjellskredsbildet i Møre og Romsdal i en historisk og nasjonal sammenheng for å vise hvor viktig det er å få gjennomført en systematisk, regional kartlegging. Figur 1 viser registrerte skredulykker med dødsfall i Norge framstilt fylkesvis. Dette viser at (bortsett fra Troms og Oppland) at det er en positiv korrelasjon mellom antall ulykker og antall dødsfall. Sammen med Sogn og Fjordane, er Møre og Romsdal det desidert største fylke med hensyn til både antall skredulykker og antall dødsfall. Figur 2 viser også at Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal ligger langt over de andre fylkene med hensyn til dødsfall og derfor skredfare. Derfor er Møre og Romsdal et viktig fylke å gjennomføre systematiske studier på fjellskredsannsynlighet og risiko. Figur 3 viser antall dødsfall per skredulykke og også forsterker Møre og Romsdal sin posisjon som et viktig fylke på nasjonal basis.



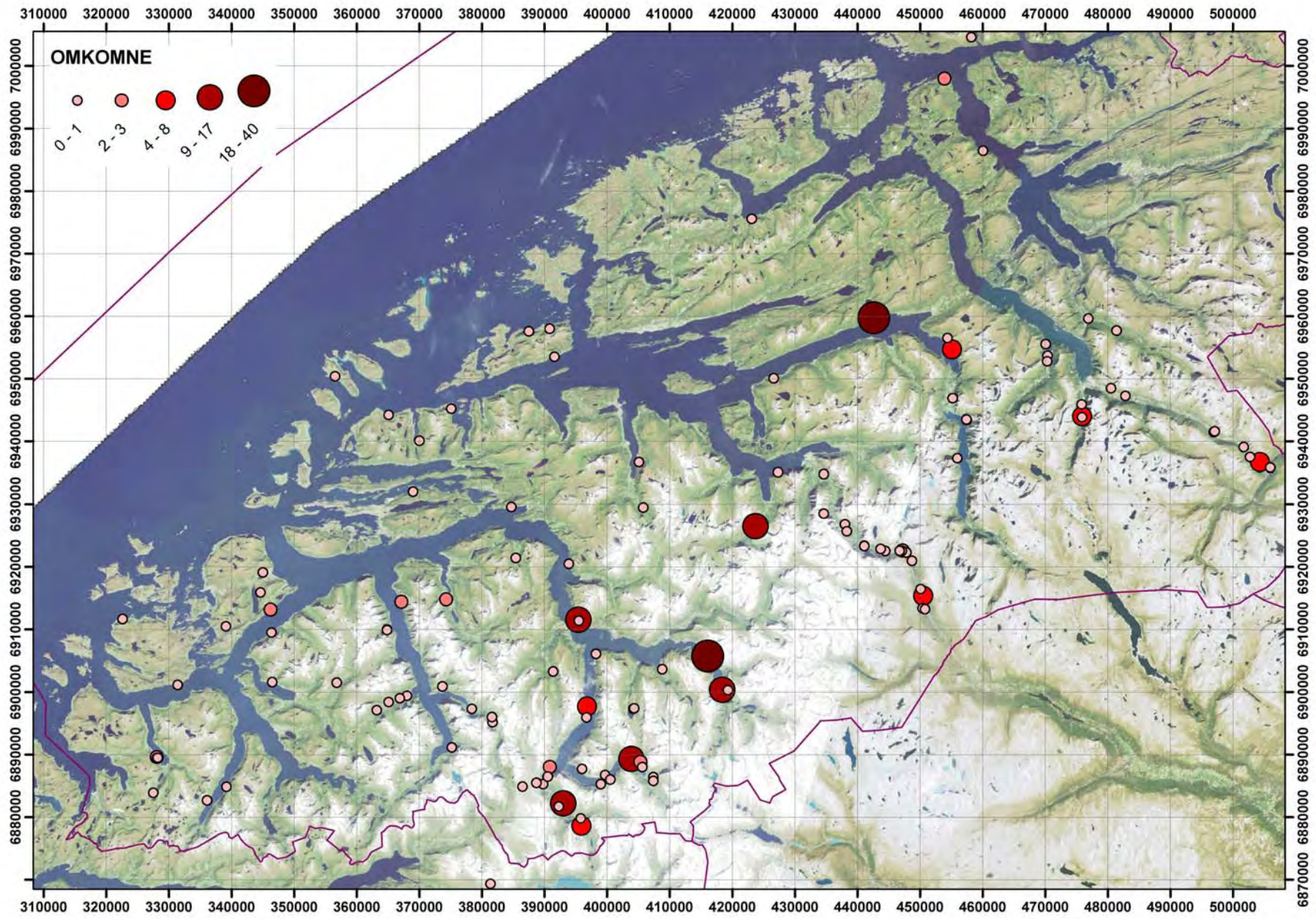
Figur 1: Antall dødsfall relatert til totalt antall fjellskredulykker på fylkesbasis over hele Norge. Data fra *skrednett.no*.



Figur 2: Fylkesvis framstilling av antall dødsfall i fjellskredulykker basert på historiske data. 1- Aust Agder, 2- Buskerud, 3- Finnmark, 4- Hordaland, 5- Møre & Romsdal, 6- Nordland, 7- Nord Trøndelag, 8- Oppland, 9- Rogaland, 10- Sogn og Fjordane, 11- Sør Trøndelag, 12- Telemark, 13- Troms, 14- Vest Agder, 15- Vestfold. Møre og Romsdal samt Sogn og Fjordane har klart flest dødsfall. Data fra *skrednett.no*.



Figur 3: Antall dødsfall per fjellskredhendelse i Norge framstilt fylkesvis. 1- Aust Agder, 2- Buskerud, 3- Finnmark, 4- Hordaland, 5- Møre & Romsdal, 6- Nordland, 7- Nord Trøndelag, 8- Oppland, 9- Rogaland, 10- Sogn og Fjordane, 11- Sør Trøndelag, 12- Telemark, 13- Troms, 14- Vest Agder, 15- Vestfold. Møre og Romsdal samt Sogn og Fjordane har det største antall fjellskredhendelser. Data fra *skrednett.no*



Figur 4: Kart som viser antall omkomne i fjellskredhendelser i Møre og Romsdal (historiske data fra skrednett.no).

Figur viser antall dødsfall knyttet til de historiske fjellskredhendelser som har funnet stede i Møre og Romsdal. Det er åpenbart at Storfjorden og Tafjord har spilt viktige roller siden de største skredulykker har skjedd der (Tafjord 1934, med tap av 40 menneskeliv og Skafjellet i 1731 med tap av 17 menneskeliv som de største). Selv om fjellskred i Romsdalen ikke har krevd så mange menneskeliv, har det vært mange skredhendelser her med den største på Holte i 1611 (med tap av 10 menneskeliv). De fleste av de potensielt ustabile fjellpartier ligger i eller i nærheten av Romsdalen (Svarttinden, Flatmark, Mannen, og Børa). Oppstadhornet ligger vest for Molde på Otterøya. Gikling ligger på nordsiden av Sunndalen.

Denne rapporten dokumenterer arbeidet som har blitt gjort hittil i prosjektet i 2005-2007. Vi presenterer konklusjonene angående feltobservasjoner med bl.a. kartlegging av hovedstrukturene og oppdatering av utførte GPS målinger. Rapporten vil senere bli oppdatert med nye observasjoner, nye GPS målinger og resultater av laserkartlegging.

6 lokaliteter har blitt undersøkt med hensyn til skredfare. Disse lokaliteter har potensiale til å utvikle store fjellskred og har derfor blitt undersøkt i detalj i denne perioden. Vi har også i juni 2007 gjort et regionalt rekognoseringsarbeid i hele Sunndalen. Neste avsnitt presenterer dataene og tolkninger fra disse lokaliteter samt resultatene fra rekognoseringsarbeidet i Sunndalen.

2. LOKALITETER

2.1 Oppstadhornet

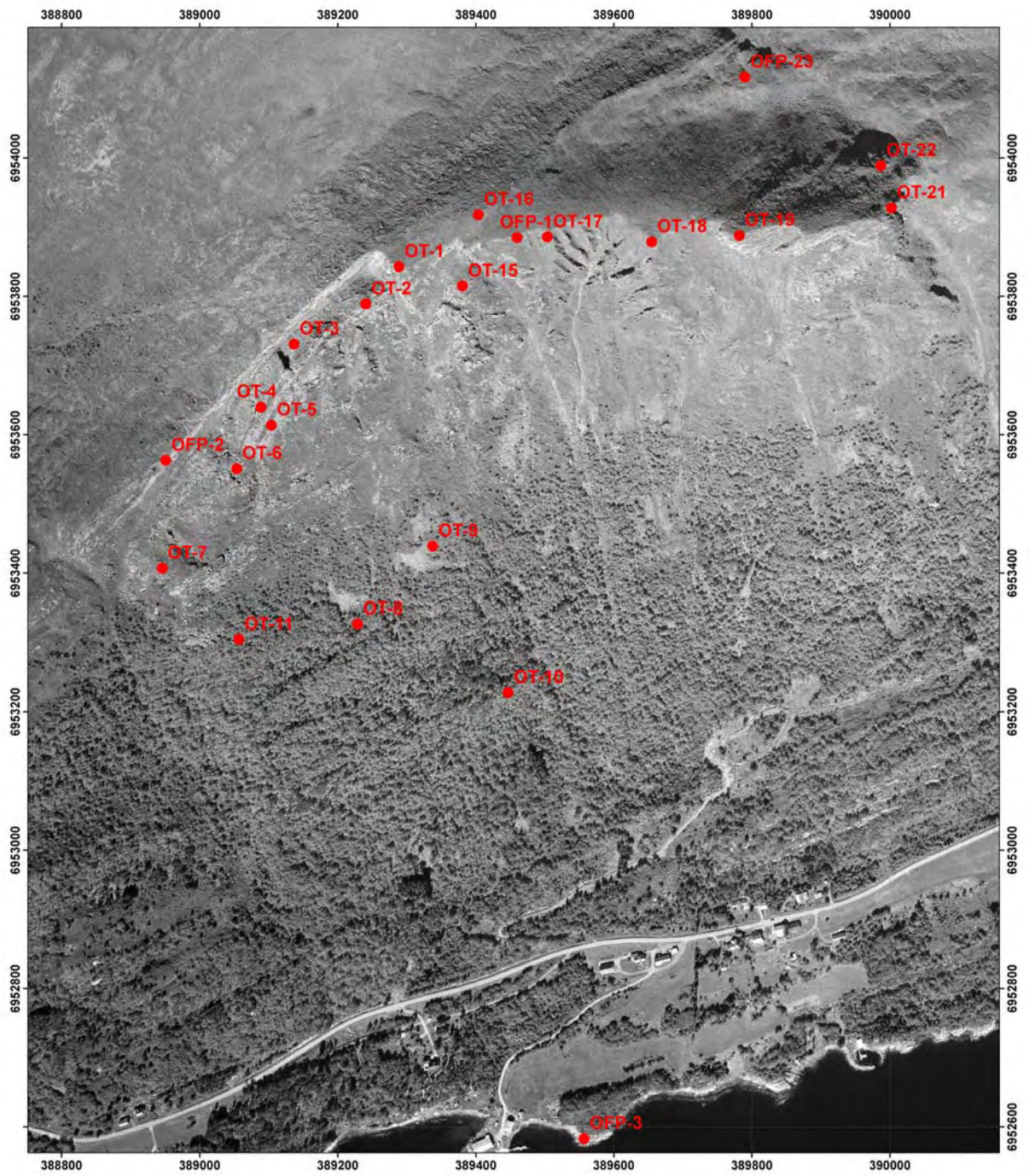
2.1.1 Geologiske tolkninger

På grunn av tidsbegrensninger, har det ikke blitt gjort noe feltarbeid på Oppstadhornet i 2006.

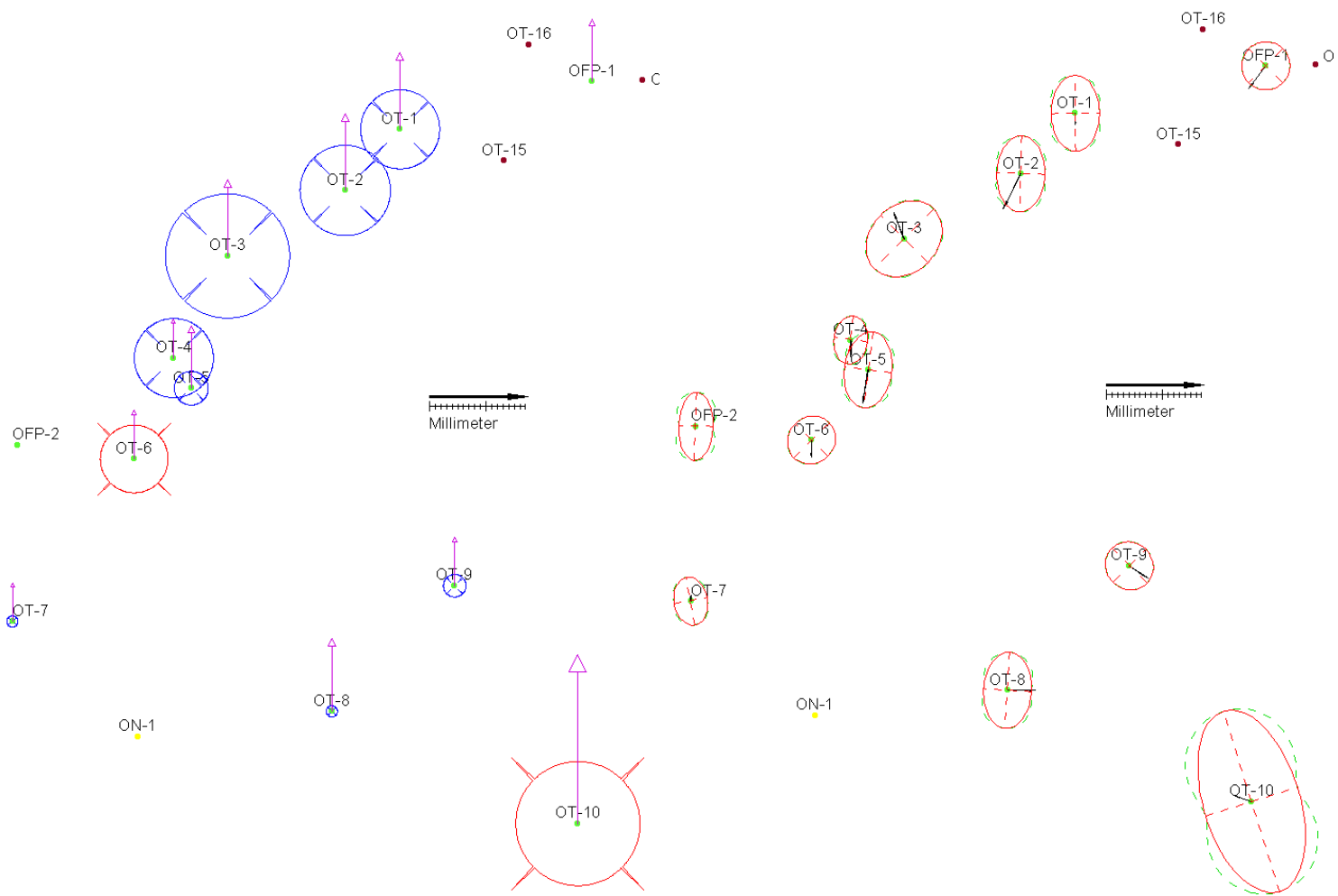
2.1.2 GPS-målinger

Nettet på Oppstadhornet var etablert i 2003, og målt på nytt i 2004 og 2005. I 2005 ble det etablert åtte nye punkter lenger mot nordøst, av disse et fastpunkt lengst mot nordøst for å sikre god kontroll. Bolten i punktet OT-3 er skjev og ved målingene i år var en eksakt oppstilling av antenna vanskelig å få til. Det kan derfor være noen millimeter endring i oppstillingen uten at det representerer reell bevegelse. Derfor bør man se bort fra punktet i horisontal endring.

Figur 6 viser resultatene av målingene gjort på Oppstadhornet i 2003-2006. Kortfattet er det to punkter som er på grensen til å ha signifikant endring mellom de to årene. Disse er OT-7 og OT-8. Derimot er det bare OT-8 som er signifikant, og det er og bare så vidt over grensen for konfidens. I høyde er det også punkt OT-7 som ligger nærmest opp til å ha signifikant endring, men her er ikke endringen signifikant mellom disse to årene.



Figur 5: Lokalisering av GPS punktene som er satt opp på Oppstadhornet.



Figur 6: Resultat fra GPS målingene på Oppstadhornet som viser horisontale og vertikale endringer fra 2003-2006.

PUNKT	År	dN	dE	Avstand	Retning	dH
OFF-1	2003					
OFF-1	2004	-0.002	-0.001	0.002	228.00	-0.005
OFF-1	2005	-0.003	-0.002	0.003	236.87	-0.002
OFF-1	2006	0.000	0.001	0.001	87.43	-0.004
OT-1	2004	-0.006	-0.002	0.007	222.95	-0.011
OT-1	2005	-0.001	0.001	0.001	154.89	-0.008
OT-1	2006	-0.001	0.002	0.003	137.43	-0.006
OT-2	2004	-0.005	0.000	0.005	205.29	-0.010
OT-2	2005	-0.005	-0.002	0.005	222.00	-0.009
OT-2	2006	-0.004	0.002	0.004	168.55	-0.007
OT-3	2004	-0.003	0.001	0.003	190.70	-0.013
OT-3	2005	0.006	-0.001	0.006	387.65	-0.012
OT-3	2006	-0.003	0.002	0.004	165.31	-0.010
OT-4	2004	-0.003	0.002	0.004	159.97	-0.008
OT-4	2005	-0.003	-0.001	0.003	213.71	-0.008
OT-4	2006	-0.004	-0.001	0.004	212.27	-0.006
OT-5	2004	-0.006	0.002	0.007	182.28	-0.010
OT-5	2005	-0.006	0.000	0.006	204.38	-0.003
OT-5	2006	-0.007	0.001	0.008	188.10	-0.008
OT-6	2004	-0.002	-0.001	0.002	234.40	-0.002
OT-6	2005	-0.004	-0.001	0.004	216.80	0.007
OT-6	2006	-0.005	0.000	0.005	194.71	-0.005
OT-7	2004	0.003	0.000	0.003	4.89	-0.002
OT-7	2005	0.001	0.000	0.001	390.97	0.000
OT-7	2006	-0.001	0.001	0.001	168.21	0.000
OT-8	2004	-0.001	0.000	0.001	189.49	0.001
OT-8	2005	0.000	0.005	0.005	100.00	0.001
OT-8	2006	0.005	0.006	0.008	58.40	-0.004
OT-9	2004	0.002	0.003	0.004	68.34	-0.007
OT-9	2005	-0.003	0.003	0.004	154.71	0.000
OT-9	2006	-0.007	0.004	0.008	165.60	-0.002
OT-10	2004	0.003	0.003	0.004	42.73	0.017
OT-10	2005	0.001	-0.003	0.003	318.73	0.013
OT-10	2006	-0.010	0.008	0.013	156.52	0.030
OT-11	2005	-0.005	0.000	0.005	201.18	0.009
OT-11	2006	-0.004	0.001	0.004	189.96	0.009
OT-15	2006	0.002	0.001	0.002	25.78	-0.002
OT-16	2006	0.001	0.002	0.003	72.64	-0.003
OT-17	2006	0.001	0.000	0.001	385.56	-0.002
OT-18	2006	-0.002	0.002	0.003	158.55	-0.003
OT-19	2006	-0.001	0.000	0.001	217.72	-0.001
OT-21	2006	-0.003	-0.002	0.003	234.40	-0.006
OT-22	2006	0.002	0.000	0.002	8.44	-0.008

Tabell 1: Endringer i GPS-målinger på Oppstadhornet fra 2003 til 2006. Endringene gitt i meter, retning i gon (400-deling av sirkel). Alle endringer er regnet i forhold til den første målte koordinaten for punktet.

2.2 Svarttinden

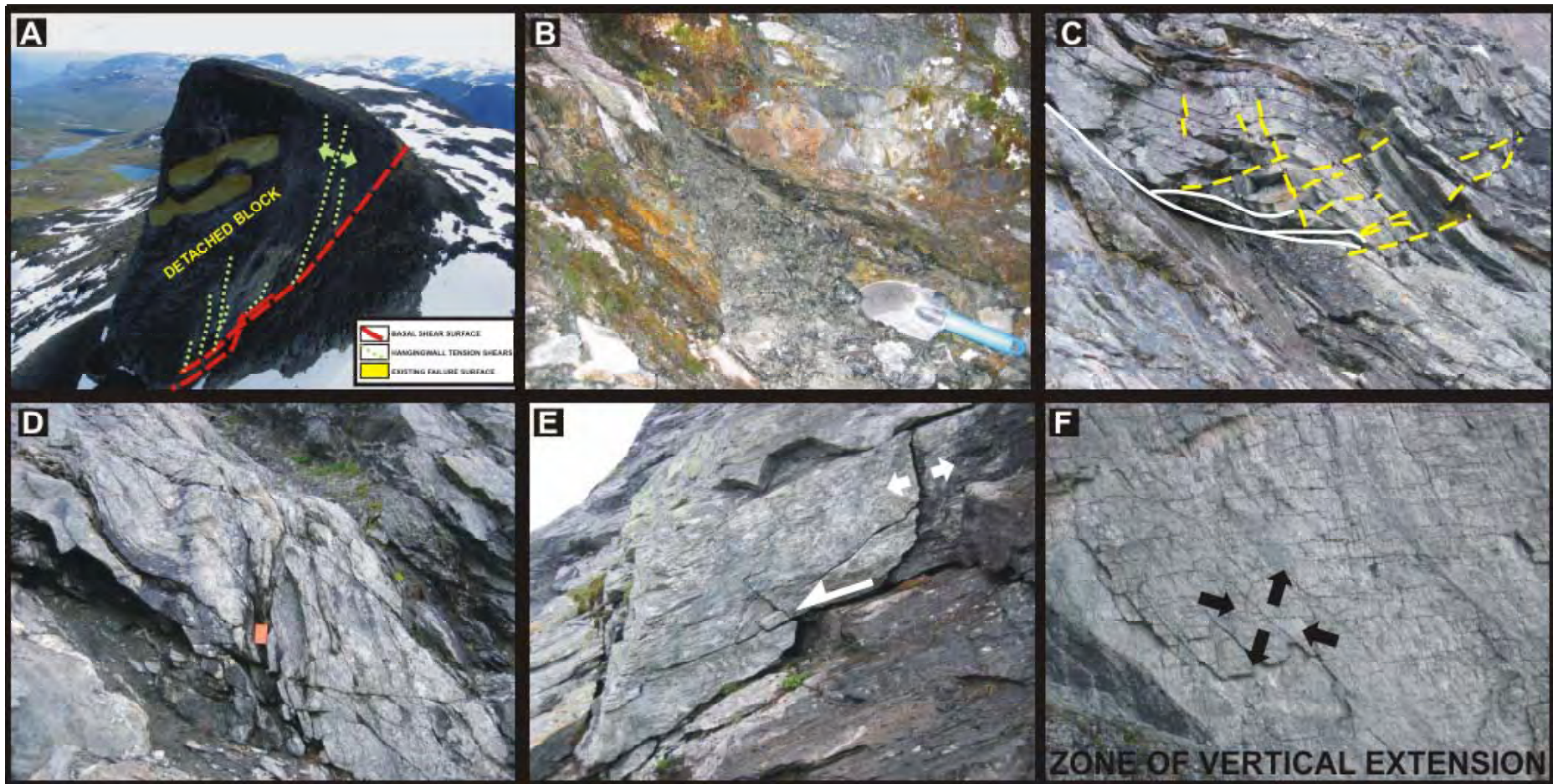
2.2.1 Geologiske tolkninger

Svarttinden er et 1600 m høyt fjell som ligger på sørsiden av Romsdalen der det stikker opp fra et platå på 1200-1300 m ca. 1 km fra sørkanten av Romsdalen. En skredavsetning som ligger ved bunnen av fjellet er datert til ca. 5000 B.P. (Hermanns, pers. comm. 2005). Denne skredeepisoden utgjør ca. 5 M m³. Fjellsiden er kuttet av en steiltstående nord-sør forkastning som deler Svarttinden opp i to deler. Denne forkastningen har oppført seg som en sideveis forkastning som har begrenset den vestlige kanten av den gamle skredeepisoden (Figur 9).

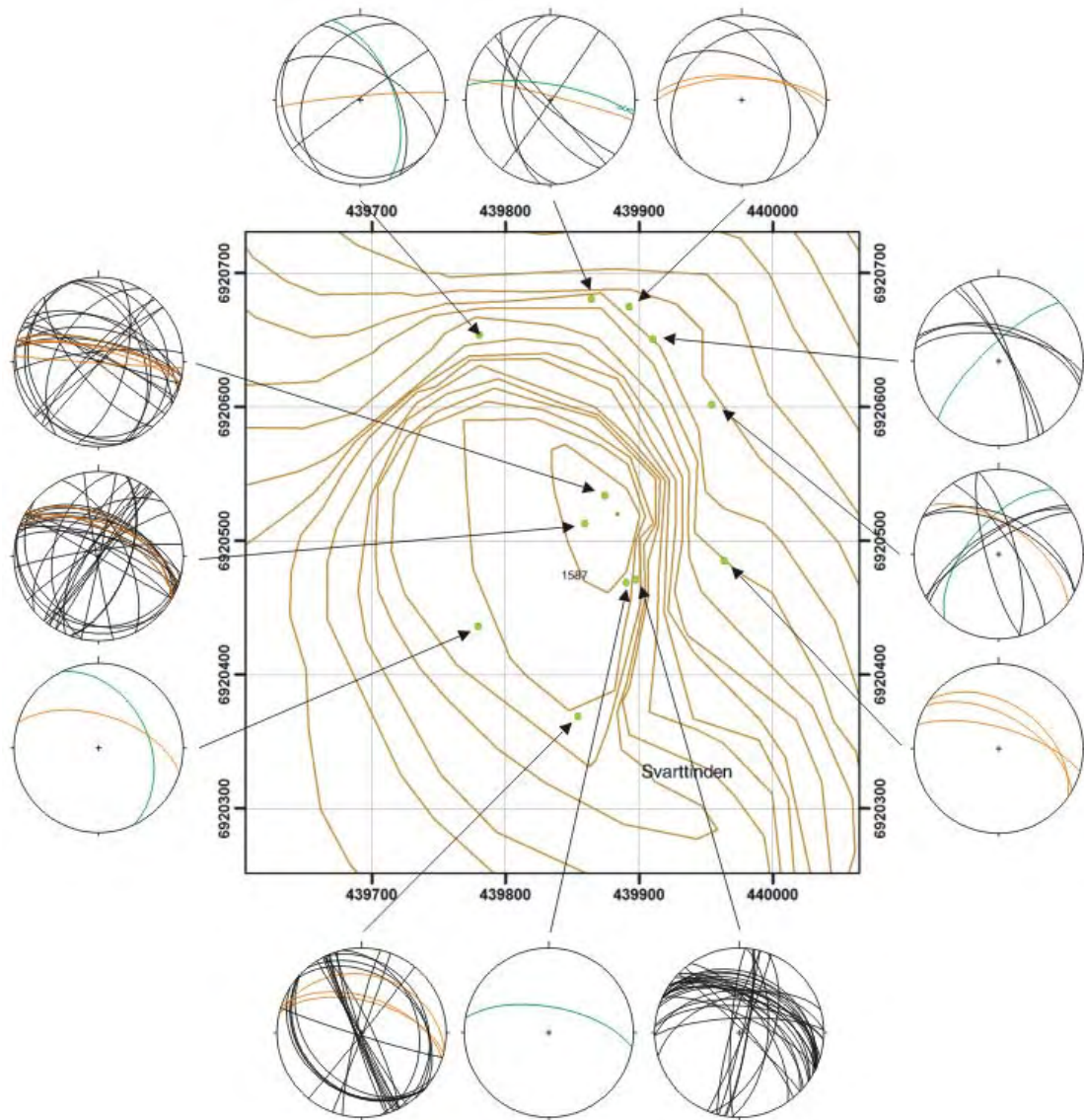
Den gamle skredeepisoden skjedde langs en forholdsvis flattliggende (30-35°) struktur som har fungert som et glideplan (Figur 7a). Den vestlige halvdel av fjellet ligger over den samme glideplanstrukturen. Strukturen er delvis fylt av en forkastningsbreksje som ved SEM mikroskopering viser ny breksjedannelse som sannsynligvis er relatert til bevegelse på glideplanet (Figur 7b). Antatt volum på den resterende del av fjellsiden som er utsatt for bevegelse på glideplanet er ca. 7 M m³. Flere glideplan er observert i veggen som sikkert bidrar til å gjøre fjellsiden mer ustabil. Dette kan alternativt bety at vi har å gjøre med flere skredepisoder. Steiltstående tensjonsbrudd (Figur 7d og Figur 7e) er tallrike i fjellveggen, men også på fjelltoppen. Disse ser ut til å øke i frekvens mot fronten av fjellsiden.

Glideplanene ligger omtrent parallelt med foliasjonen som faller moderat mot nord. Glideplanet ser ut til å være lokalisert på duktile foldestrukturer i vertsbergarten. I noen tilfeller kan det se ut som disse foldene har fungert som 'låsemekanismer', hvor bevegelse langs et glideplan har blitt stanset på disse strukturene (Figur 7c). I nærheten av disse låsestrukturer er det flere bevis på lokal vertikal ekstensjon i motsetning til 'ned over bakke' bevegelse (Figur 7f). Lokale rampestrukturer i glideplanet utgjør flere ekstensjonsstrukturer og kan lede til et mer oppsprukket fjell lokalt. Selv om fjellet ser veldig oppsprukket ut, er det ikke noe bevis for at det er en ekstensjonssprekk i bakkanten av fjellet.

Stereonettdataene for Svarttinden (Figur 8) viser en stort sett lav- til moderat-vinklet foliasjon som stuper mot Romsdalen og 2-3 forskjellige bruddtyper: foliasjonsparell, NV-SØ og NØ-SV. Men det viser seg at sprekkemønsteret endrer seg fra bakkanten til framkanten av fjellet. Dette kan være resultat av de låsemekanismer som er diskutert ovenfor.



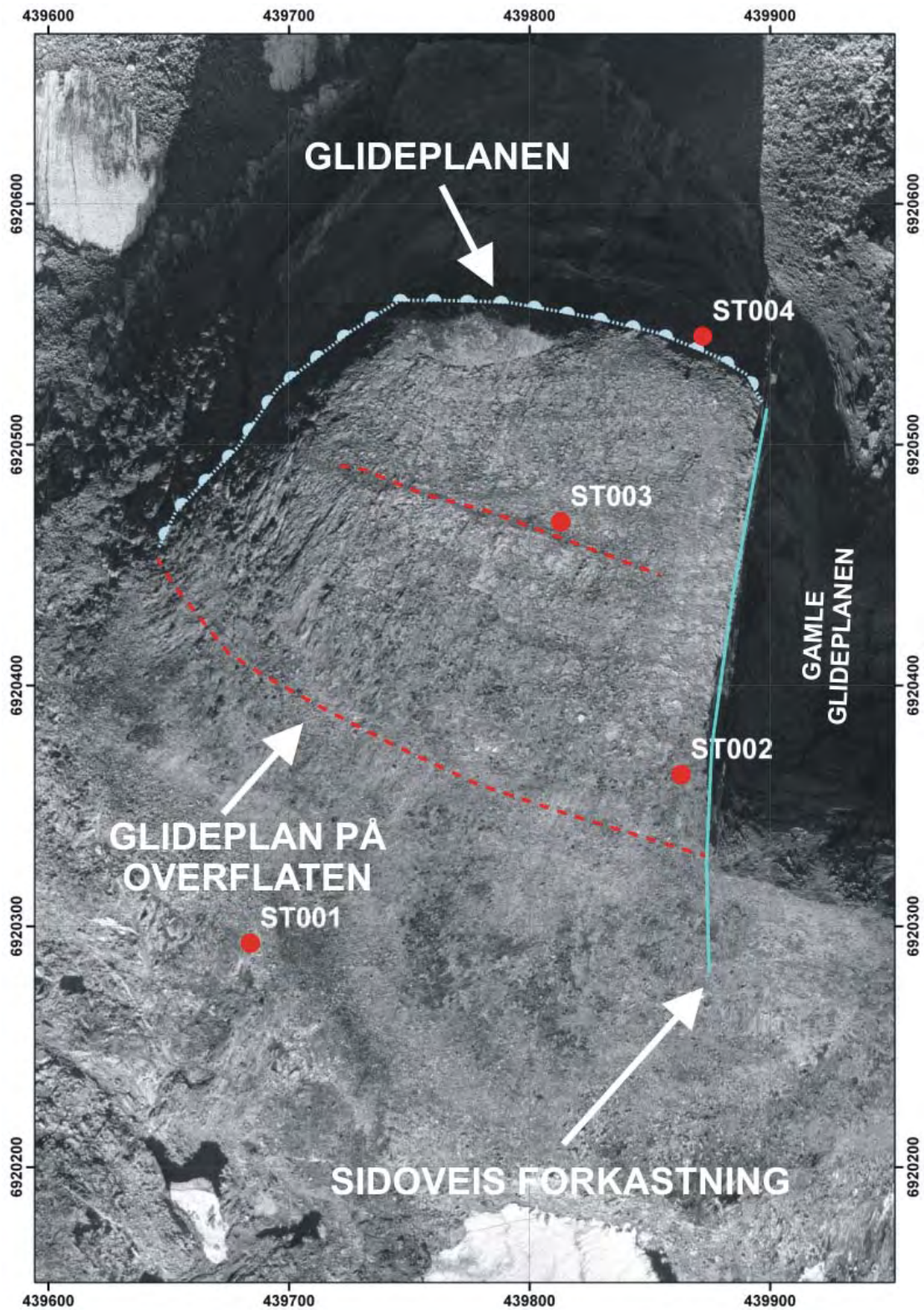
Figur 7: Forskjellige strukturer observert på Svarttinden. A- Helikopterutsikt av hele fjellsiden mot øst. B- Breksje på glideplanet. C- Glideplan som stopper opp mot en duktil fold og danner en 'låsestruktur'. D- Rampestruktur i hovedglideplanet som lokaliserer ekstensjonsbrudd. E- småskala glideplan med ekstensjonsbrudd. F- Bevis for vertikalekstensjon i nedre del av fjellsiden.



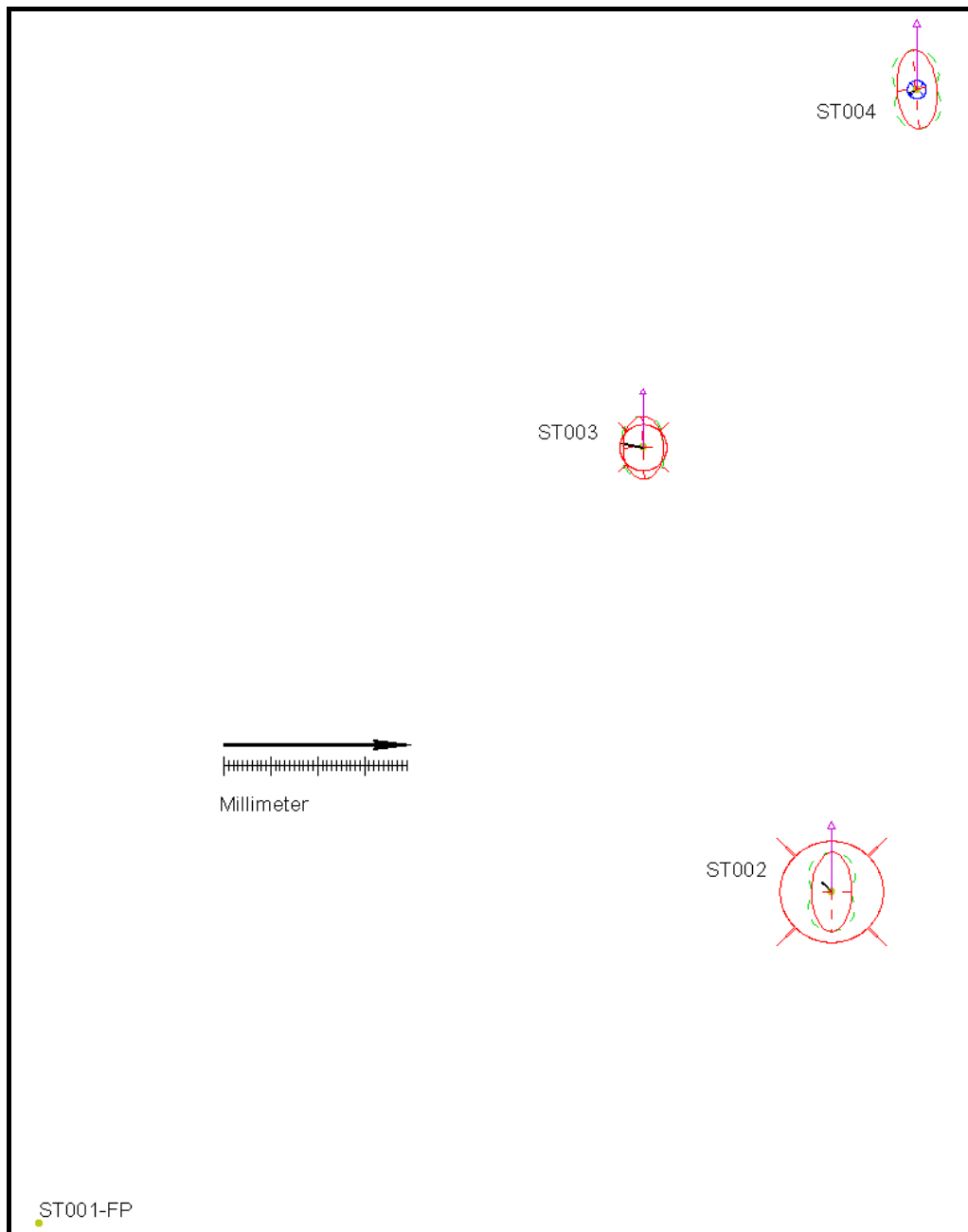
Figur 8: Stereonettdata for Svarttinden. Foliasjon i rødt, sprekker i svart og gamle, mineraliserte sprekker i grønt.

2.2.2 GPS-målinger

4 punkter ble satt ut i 2005 og målingene fra 2006 representerer derfor den første sjansen for å påvise noen bevegelse. Punktnettet vises på Figur 9. Det er om lag samme presisjon i målingene i begge de to årene. Siden det er stor høydeforskjell er det nokså høye standardavvik for vektorene i prosjektet. Dette fører til at selv om det er vertikal endring på mer enn 1 cm i et av punktene (ST-02) er dette ikke en signifikant endring (Figur 10 og Tabell 2). Bortsett fra dette punktet, det er ikke noen grunn til å tro at det er noen bevegelse på Svarttinden. Resultatene ser derfor tilfredsstillende ut.



Figur 9: Distribusjon av GPS punkter i forhold til de viktige strukturer på Svarttinden. I rødt er de antatte store sprekker, men disse er ikke særlig synlige på overflaten.



Figur 10: Resultat av endringene i GPS-målingene fra 2005 til 2006 på Svarttinden. Dette viser noen tilsynelatende store endringer, men alle ligger innefor signifikansgrensen.

2.2.3 Lasermålinger

Sommeren 2006 ble det utført en del undersøkelser av fjellmassivet med laserskanning av en gruppe forskere fra Universitetet i Lausanne, Sveits. Grunnen til undersøkelsen er å skanne de samme områdene over flere år for å kartlegge deler av fjellsiden som er potensielt under bevegelse. Fjellet har blitt skannet fra 7 forskjellige punkter fra nordsiden av fjellet. Disse punktene er spredt over en sektor på ca. 270°. Resultatene er ikke presentert her, men skal inngå i en oppdateringsrapport når nye målinger er utført sommeren 2007. Det skulle da være mulig å påvise om det har vært noen bevegelse (og hvor) på Svarttinden.

PUNKT	N	E	H	sN	sE	sH	dN	dE	Avst	Retning	dH
ST-01-FP	6920298.875	439684.609	1513.045								
ST-01_FP	6920298.875	439684.609	1513.045				0.000	0.000			0.000
ST-02	6920371.009	439853.491	1602.956	0.002	0.001	0.003					
ST-02	6920371.011	439853.489	1602.967	0.002	0.001	0.004	0.002	-0.002	0.002	342.54	0.011
ST-03	6920467.493	439813.321	1613.476	0.002	0.001	0.003					
ST-03	6920467.494	439813.316	1613.481	0.001	0.001	0.003	0.001	-0.004	0.005	314.23	0.005
ST-04	6920545.269	439871.642	1629.019	0.002	0.001	0.003					
ST-04	6920545.268	439871.640	1629.017	0.002	0.001	0.004	-0.002	-0.002	0.003	254.89	-0.002

Tabell 2: GPS-målingene fra Svarttinden som viser endringene fra 2005 til 2006. ST01 er fastpunktet. Alle bevegelsene er innenfor signifikansgrensen.

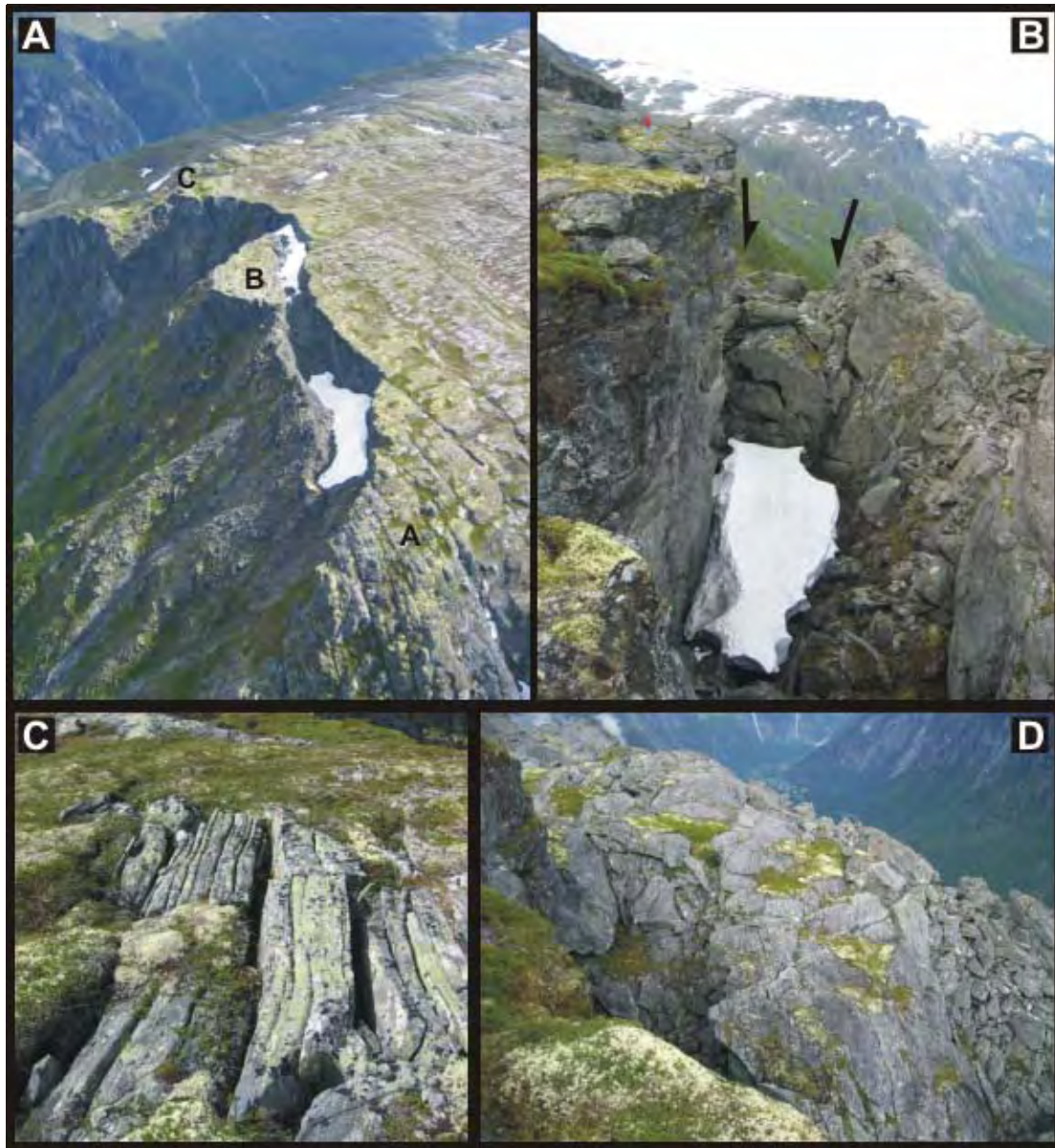
2.3 Flatmark

2.3.1 Geologiske tolkninger

Flatmark ligger lengst øst av alle de skredforekomster som er identifisert i Romsdalen, der hvor dalen svinger fra Ø-V mot NV-SØ. Fire løse blokker er identifisert på plataet på en høyde av ca. 900 m på kanten av stupet ned til Romsdalen. Disse er vist på Figur 11a og Figur 12. Alle blokkene har liknende strukturer; øst-vest steilsprekker og tilsynelatende utglidninger mot nord og ned mot dalen. Blokk A har ikke løsnet helt fra fjellsiden og ser ut til å bli hengslet lengst vest, men har mange interne sprekker (Figur 11c). Blokk B er den største blokken og viser en grabenstruktur (Figur 11b). Blokk C er den minste i volum og er også den som er minst aktiv. Blokk D ligger lengst øst og ser ut til å være mest aktiv, og har en meget oppsprukket karakter (Figur 11d).

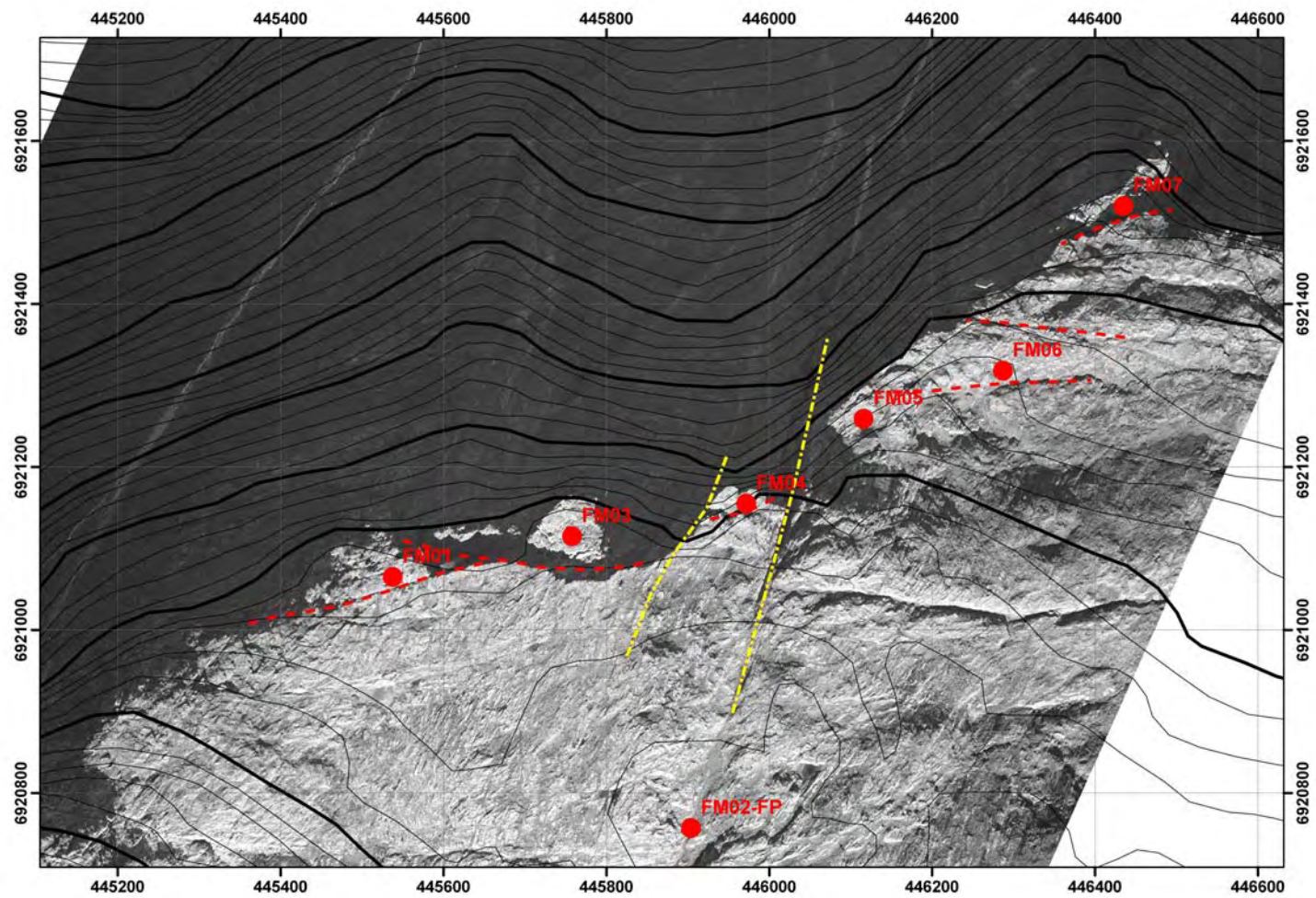
De steile sprekkene ser ut til å være lokalisert på foliasjonen som stuper steilt mot sør (dvs. inn i fjellsiden) så at sprekkene er overhengende med hensyn til dalføret (se Stereonettdata i Figur 13).

Når det gjelder utløsningsmekanismen er det vanskelig og bedømme grunnen til utglidningen. Noen lavvinklede sprekker har blitt identifisert som stuper mot dalen og blokkene viser ingen tendens mot 'toppling'. Det er derfor sannsynlig at blokkene glir på en eller flere lavvinklede skjærsoner i bunnen av fjellet. Undersøkelse av fjellsiden under blokkene ble gjennomført sommeren 2006 uten at det ble påvist slike strukturer. Videre arbeid bør vurderes for evt. å finne slike strukturer.

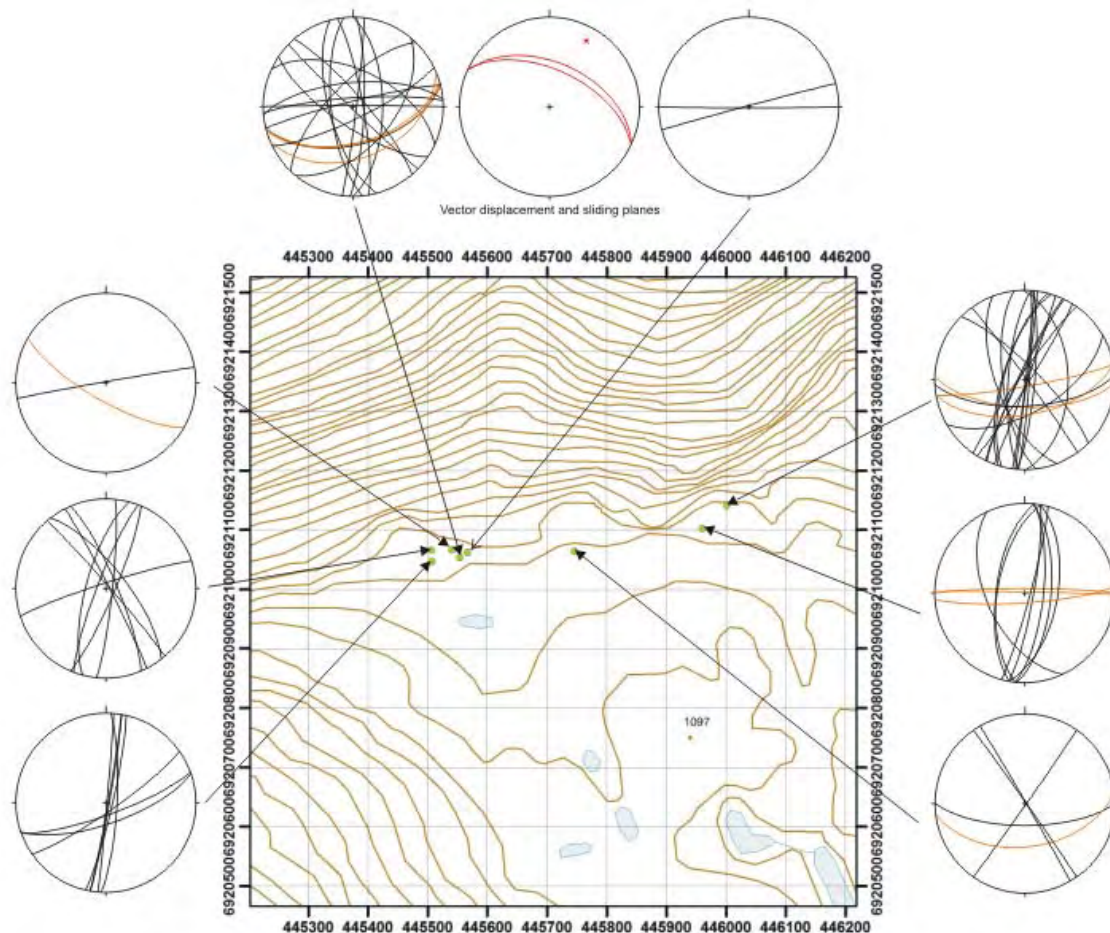


Figur 11: Strukturer observert på Flatmark. A- Helikopterutsikt mot øst med blokk A, B og C. B- Graben struktur på blokk B. C- Åpne sprekker i fotveggen til blokk A. D: Meget oppsprukket karakter av blokk D.

Volumberegninger er meget vanskelig når man ikke vet hvor sålen til blokkene ligger (dvs. hvor glideplanet befinner seg). Hvis det estimeres en gjennomsnittlig dybde på alle 4 blokker til glideplanet på 50 m kan volumene beregnes til: Blokk A= $0,7 \text{ M m}^3$, Blokk B= $1,4 \text{ M m}^3$, Blokk C= $0,2 \text{ M m}^3$ og Blokk D= $0,7 \text{ M m}^3$.



Figur 12: GPS-punktnett på Flatmark som viser punktene satt ut i 2006.



Figur 13: Stereonettdata for Flatmark. Folasjonen er i rødt, sprekker i svart og gamle, mineraliserte sprekker er i grønt.

2.3.2 GPS-målinger

7 punkter har blitt satt ut på Flatmark i løpet av sommeren 2006. Dette vises i Figur 12. Målingene som skal gjøres sommeren 2007 kan fastsette om det er bevegelse i de tilsynelatende ustabile blokkene.

4 av punktene ble satt ut på enkeltblokker A-D (FM-1, FM-03, FM-04 og FM-07). To av punktene ble lagt ut mellom blokk C og D hvor det var to betydelige sprekker i fjellsiden, men ikke noen utsatte blokker (FM-05 og FM-06). Fastpunktet (FM-02FP) måtte settes ut flere hundre meter mot sør på grunn av flere små sprekker som har blitt sett sør for blokk A.

2.3.3 Lasermålinger

Det skulle ha blitt gjort laserskanning på deler av fjellsiden, men den dagen det var planlagt å bruke laseren, var den i stykker og det var ikke mulig å dra tilbake til lokaliteten. Det planlegges å gjøre oppfølging av skanningen på fjelltoppen i 2007. Imidlertid, har det blitt gjort forsøk på skanning fra dalbunnen under Flatmark, men det viste seg å være for lang avstand til fjellsiden. Dette forsøket var derfor mislykket.

2.4 Mannen

2.4.1 Geologiske tolkninger

På sørsiden av Romsdalen, noen kilometer øst for Trollveggen ligger Mannen. Dette er et nordvendt område som ligger på kanten av stupet mot Romsdalen på et platå på ca. 1000 m høyde. Et område er tidligere blitt identifisert tidligere og ett GPS-punkt er lagt ut på det (blokk A på Figur 15). Preliminær kartlegging ble gjennomført i 2006, og flere sprekker ble påvist. Disse er i to retninger: Ø-V og N-S (Figur 14 og Figur 15). Sprekken bak blokk A tyder på nylig aktivitet og den har opptil 5 m bevegelse mot nord i dalretningen. Sprekken ser ut til å være lokalisert til en duktil foldestruktur (Figur 14d). Kartlegging har påvist flere sprekker lenger mot sør som går inn i fjellsiden. Disse viser også aktivitet, men på noen steder er de gjengrodde og viser derfor mindre tegn på nylig aktivitet. Vektorene for alle sprekken viser en todelt bevegelse av blokkene utover mot NNV og NNØ.

Stereonettdataene vises i Figur 16 og viser at foliasjonen stuper mot sør, altså parallelt med dalføret og de to hovedsprekkeretningene Ø-V og N-S.

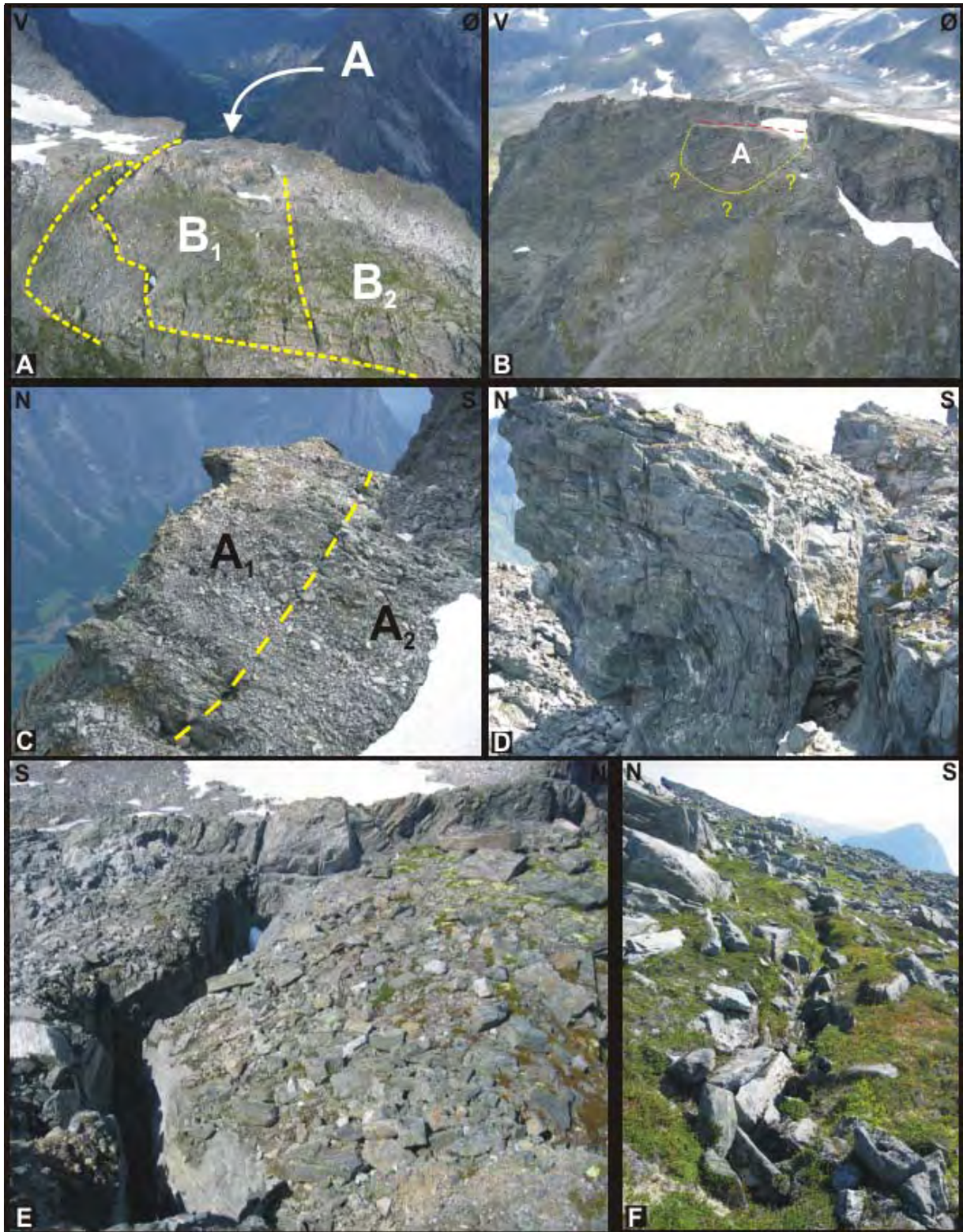
Det er manglende bevis for utløsingsmekanismen for blokkene. Vi antar at det er et lavvinklet plan som stuper mot nord, selv om det ikke er observert. Disse sprekkeretningene var imidlertid ikke hyppige i våre målinger. Hvis man estimerer en dybde til et slikt utglidningsplan på ca. 50 m på blokk A og ca. 100 m på blokk B (de blå linjene på Figur 15) vil volumet være ca. 1 M m^3 for blokk A og ca. 8 M m^3 for blokk B.

2.4.2 GPS-målinger

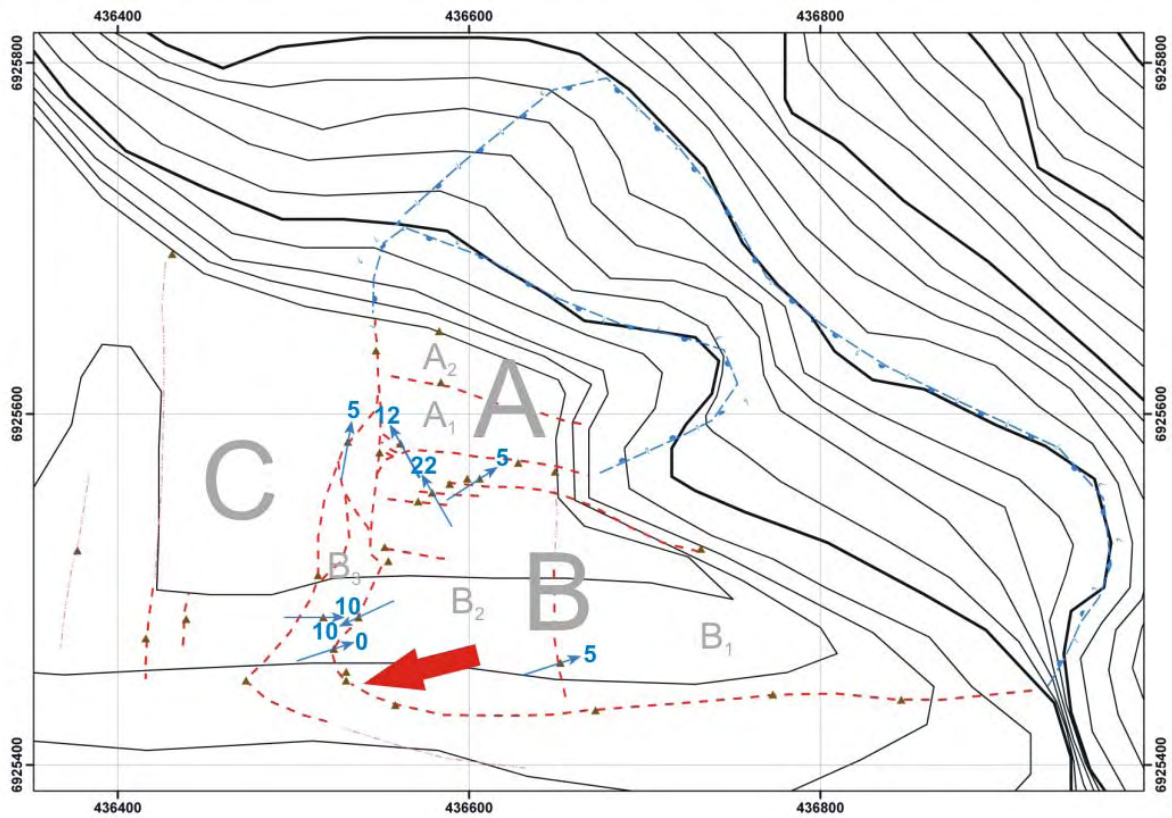
Ifølge kartleggingen vist ovenfor, var det mulig å utvide GPS målepunknettet for å inkludere de blokkene som ligger bak blokk A. Disse nye punktene er vist på Figur 17. To nye punkter ligger på blokk B₁ og B₂ og to punkter ligger på blokk B₃. Nye innmålinger i 2007 burde fastsette om det er bevegelse på den mer sørlige blokk B.

2.4.3 Lasermålinger

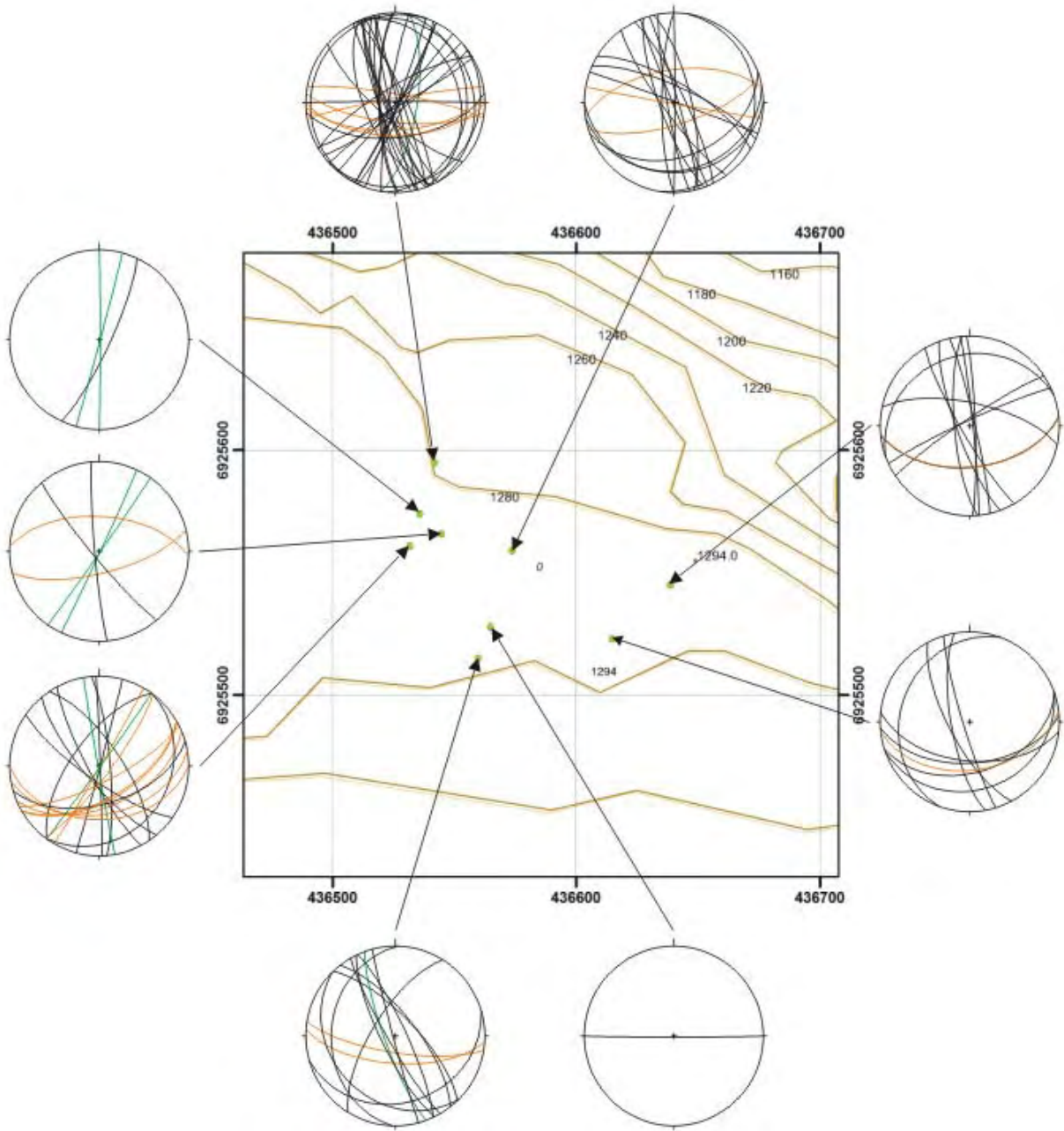
Det har blitt gjort et forsøk på skanning fra dalbunnen under Mannen, men det viste seg å være for lang avstand til fjellsiden. Dette forsøket var derfor mislykket.



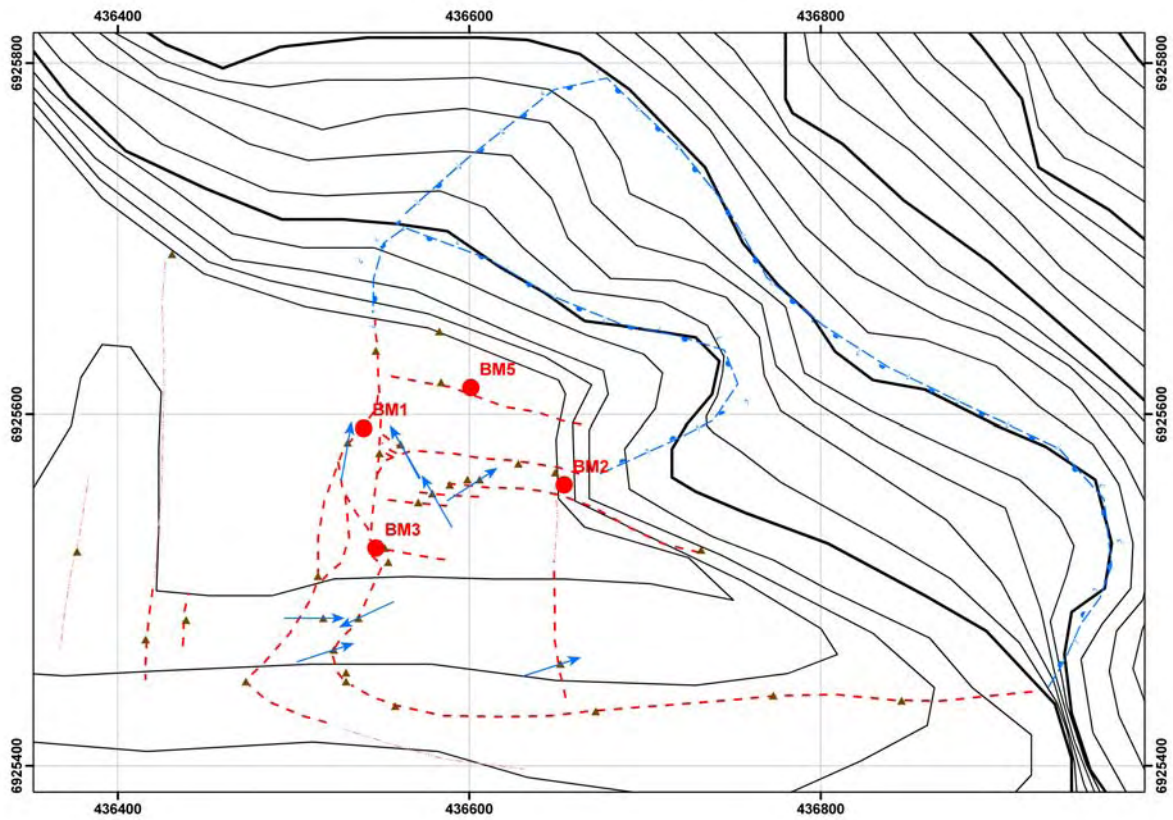
Figur 14: Eksempler på geologiske strukturer observert på Mannen. A- Oversiktsbilde fra helikopter mot NNV. B- Oversiktsbilde fra helikopter mot SSØ. Det antatte utglidningsplanet er vist med gul farge. C- Oppdeling av blokk i flere mindre blokker. D- Lokalisering av sprekken bak blokk A på en duktil foldestruktur. E- Hjørnet hvor N-S sideveisbruddet og Ø-V-bruddet møtes er vist med en rød pil på Figur 15. F- Åpen sprekk bak blokk B.



Figur 15: Foreløpig geologisk tolkning av strukturene på Mannen. De tykke røde linjene er observerte brudd. De tynnere linjene er antatte sprekker. Forekomsten er delt opp i flere blokker, markert A-C. De blå pilene representerer bevegelsesvektorer med retning og fall. De brune trekantede er observasjonspunkter innmålte med GPS.



Figur 16: Stereonettdata for Mannen. Foliasjonen er i rødt, sprekker i svart og gamle, mineraliserte sprekker er i grønt.

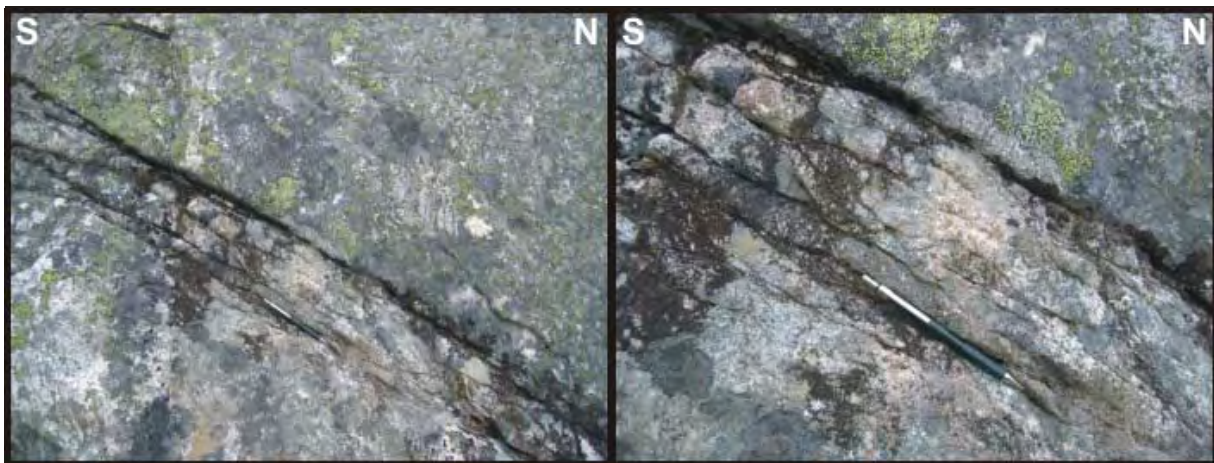


Figur 17: GPS mønster av punktene satt ut på Mannen i 2006. Punktene er markert BM1-5. Fastpunktet er ikke vist på kartet, men ligger ca. 800 m mot sør.

2.5 Børa

2.5.1 Geologiske tolkninger

De ustabile blokkene er kartlagt i detalj av Berg et al. (1999) og videre arbeid på fjelltoppen er unødvendig på dette stadium. Derimot er det dårlig kontroll på utløsingsmekanismen, det vil si, grunnen til utvikling av sprekke på fjelltoppen. En del av den videre utviklingen av den geologisk modellen er å fastsette utglidningsmekanismen i bunnen av fjellsiden. Derfor ble det utført noe rekognosering i dalbunnen under Børa for å undersøke strukturene under sprekke. Dette var bare delvis vellykket på grunn av vanskelig terreng, men noen viktige strukturer ble påvist. Figur 18 viser noen lavvinklede strukturer.



Figur 18: Eksempler på lavvinklede strukturer observert i dalbunnen direkte under sprekken som er utviklet på toppen av Børa. Til venstre sees en delvis åpen sprekke med et nettverk av små sprekker. Til høyre vises et detaljbilde av samme sprekke.

2.5.2 GPS-målinger

Ved skrivingen av denne rapporten var ikke prosesseringen av alle dataene ferdiggjort fra Børa. Men preliminært kan man si at det vises ingen betydelig bevegelse derfra bortsett fra punkt B-6 som viser noe bevegelse opp mot signifikansgrensen.

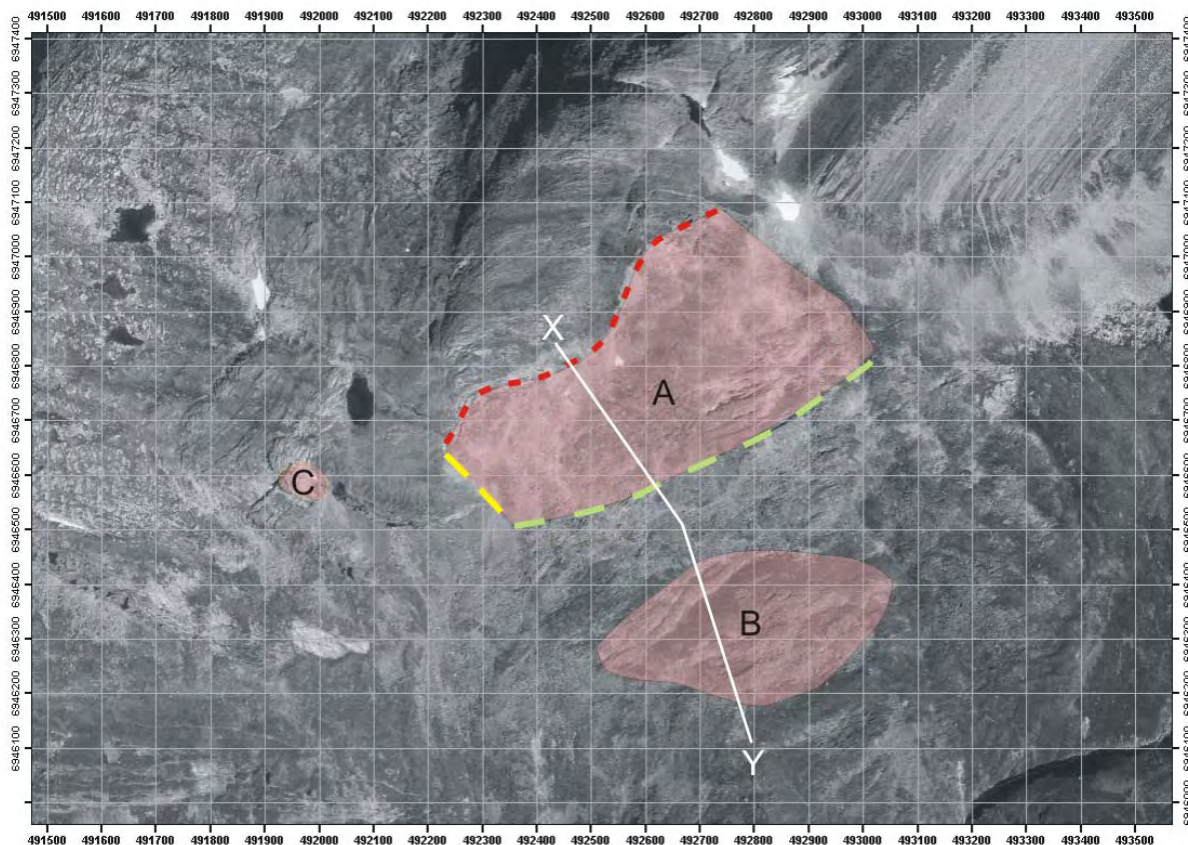
2.5.3 Lasermålinger

Det har det blitt gjort et forsøk på skanning fra dalbunnen under Børa, men det viste seg å være for lang avstand til fjellsiden. Dette forsøket var derfor mislykket. Det bør vurderes å forsøke laserskanning fra fjelltoppen i 2007.

2.6 Gikling

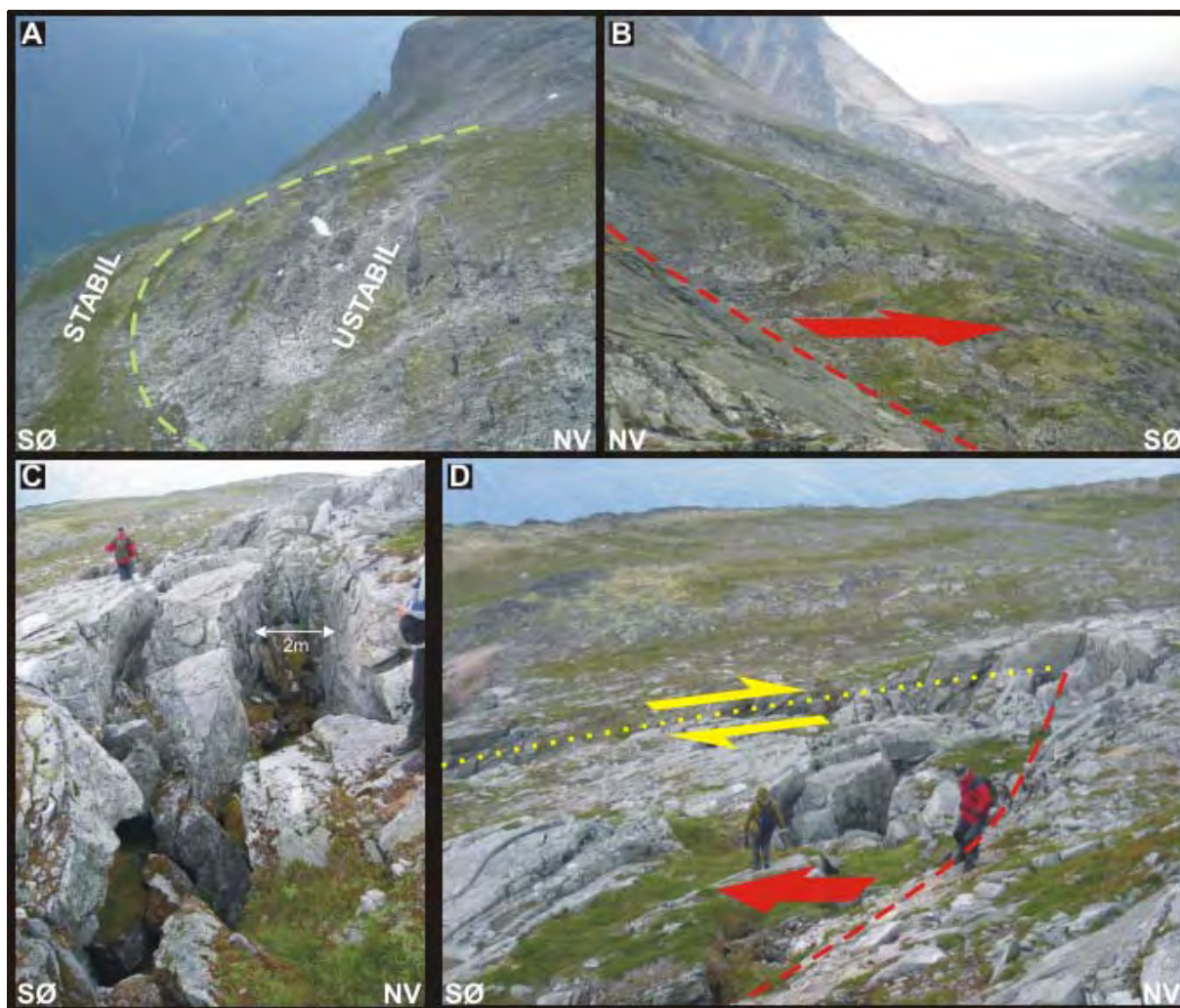
2.6.1 Rekognoseringsarbeid

Et begrenset rekognoseringsarbeid ble gjort i slutten av feltperioden 2006. Dette området viste seg å være komplekst med flere forskjellige områder og flere størrelser på skredutsatte områder. Disse områdene vises klart på flybildet (Figur 19).



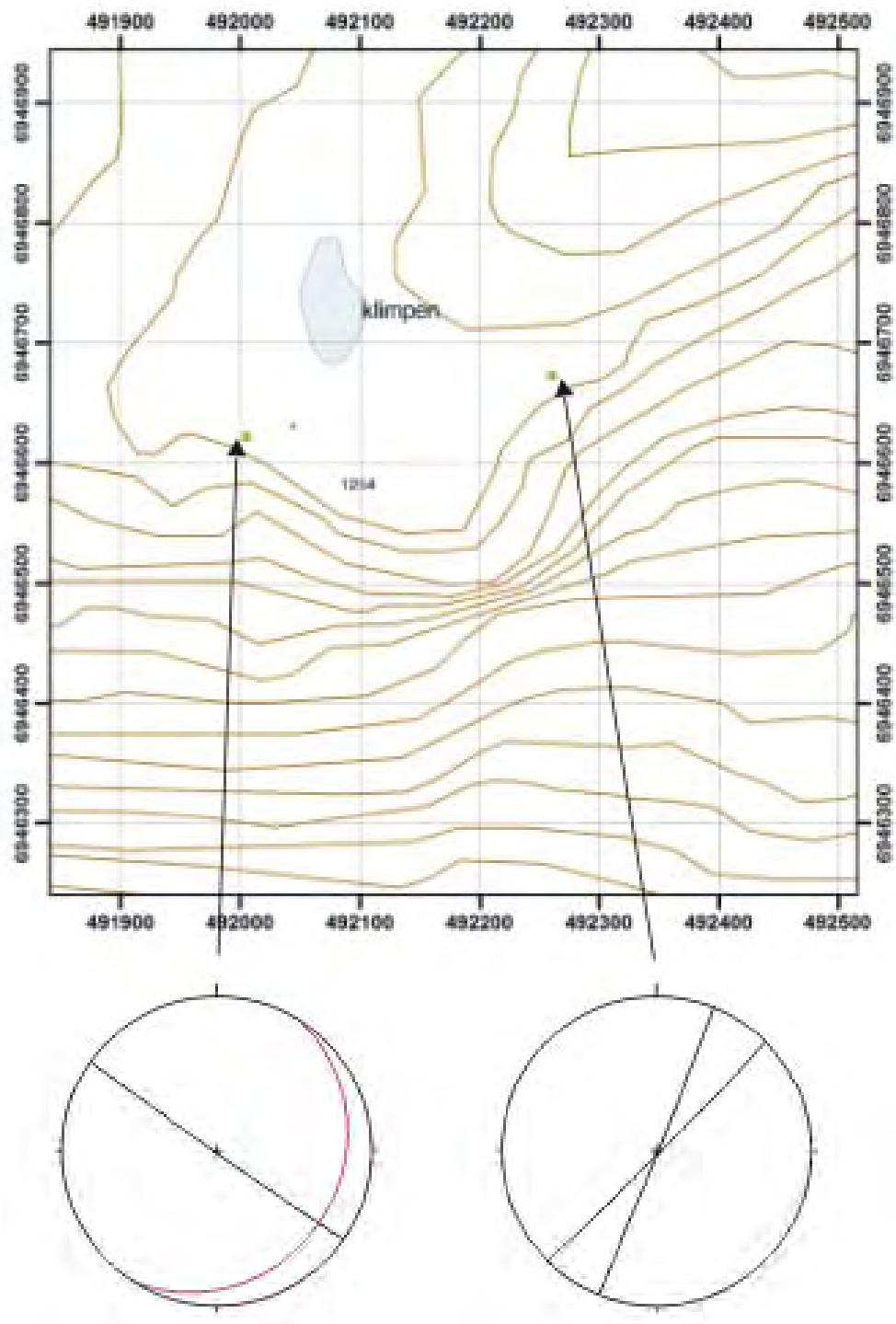
Figur 19: Flyfoto som viser de tre forskjellige områdene i nærheten av Gikling som er mulige skredutsatte områder.

Flybildet viser at det er to store områder med VSV-ØNØ - gående sprekker, område A og område B. Begge områdene har store sprekker over hele sin bredde og disse strukturene er stort sett gjennomgående i strøklengden (Figur 20a). Sprekkene kan være opp til flere meter brede og mange meter dype (Figur 20c). Det øverste feltet i Figur 19 (område A) er det største og er avgrenset øverst med en stor skrent med betydelig bevegelse (Figur 20b). Den vestlige begrensningen av område A er definert av en sideveis forkastning (Figur 20d). Den nedre begrensningen av område A er sannsynligvis et lavvinklet glideplan som ligger under sprekke (Figur 20a). Område B har mindre areal, men de samme retninger og typer av sprekker er observert. De fleste av sprekke er imidlertid gjengrodd med gress og mose, og det tyder på at det er lenge siden at områdene A og B har vært aktive og at de nå er stabile. Dette må bekreftes med flere GPS-målinger.

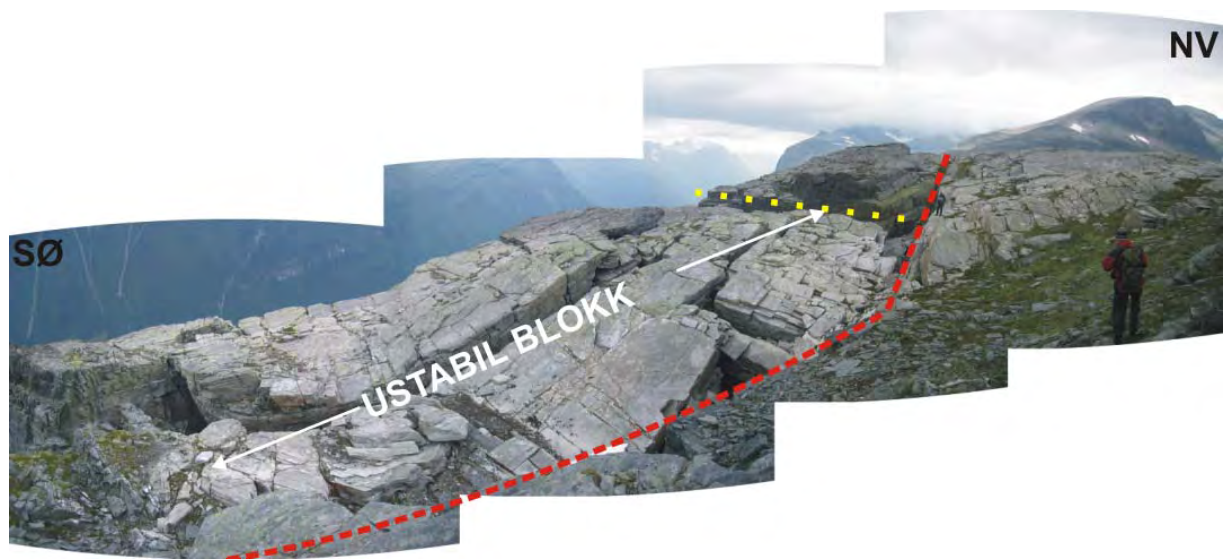


Figur 20: Eksempler på forskjellige typer av forkastninger på den øverste ustabile fjellparti ved Gikling (områdene A og B på Figur 19). A- Den grønne linjen viser den nedre begrensningen av område B. B- Skrenten som begrenser bakkdelen av område A. C- Store sprekker i område A. D- NV-hjørnet av område A hvor bakskrenten og en sideveis forkastning møter hverandre.

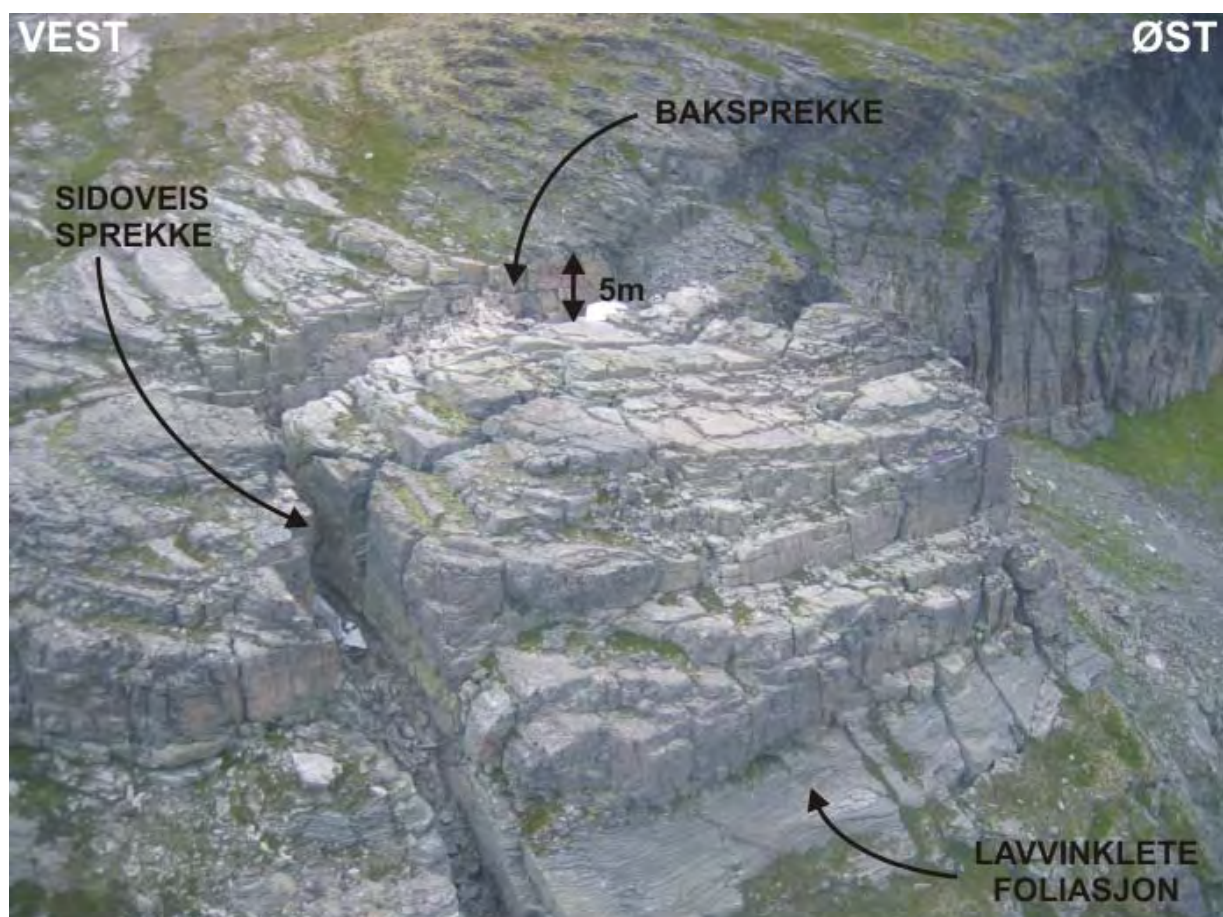
Område C ligger noen hundre meter mot vest og er betydelig mindre i areal enn områdene A og B. Her er det mer synlig tegn på nylig bevegelse enn i noen av de andre, større områdene fordi det her er observert ferske vegger på forkastningene og ikke like mye gjengrodde overflater. Her er det en stor baksprekke med flere meter bevegelse nedover mot dalen (Figur 22). Selve blokken er meget oppsprukket med både NNØ og Ø-V – gående sprekkesystemer. Selv om det er påkrevet med mer feltarbeid her tyder alt på at en utglidning har skjedd langs den lavvinklede foliasjonen som faller ut mot dalen (Figur 23).



Figur 21: Stereonettdata for Gikling. Folasjonen vises i rødt og sprekker i svart. To forskjellige sprekkeretninger er påvist i de forskjellige områdene.



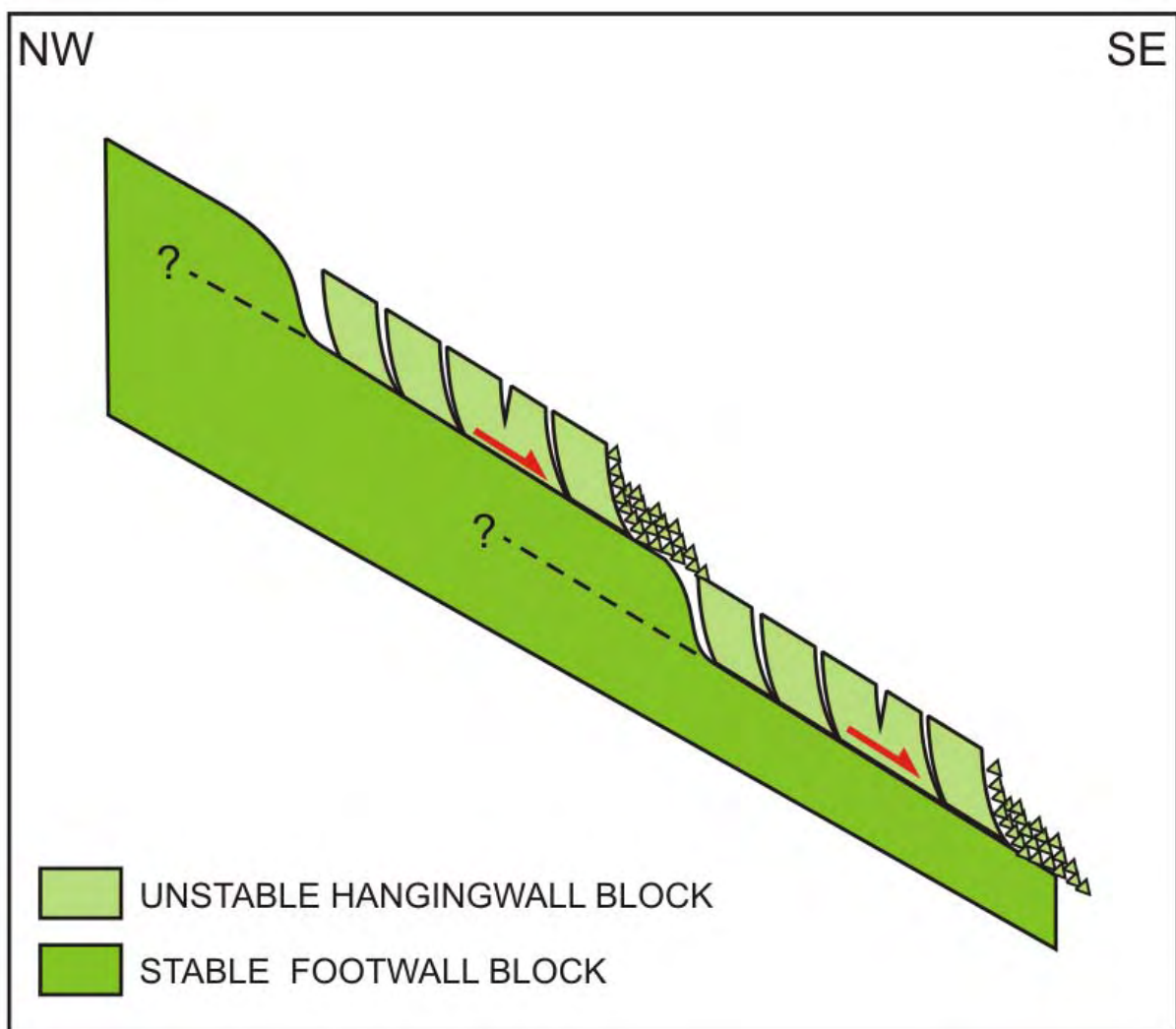
Figur 22: Ustabilt fjellparti i fremkanten av fjellsiden ved Gikling (område C på Figur 19). Blokken er ca. 100 m lang og 25 m bred. Høyden av blokken er hittil ukjent.



Figur 23: Område C på Gikling sett fra luften. Det er sannsynligvis en lavvinklet foliasjon i bergarten som har forårsaket utglidning og utvikling av sprekkemønstrene.

Selv om det har blitt gjort bare noen få observasjoner på de tre områdene på Gikling, er det mulig å fastslå noen mulige volumer på de tre forekomstene. Vår erfaring fra resten av Norge viser at det geometriske mønster som er sett på alle tre områder er likt og ligner mange av de stor utglidningsfenomener som vi har sett før. For områdene A og B foreslår vi derfor en enkel geometrisk modell, vist i Figur 24, hvor de store sprekkefeltene ligger over et lavvinklet glideplan som faller mot dalen. Høydeforskjellen mellom de to områdene tyder på at det finnes to forskjellige glideplan. Det som er under område B må derfor være dypere ned i fjellsiden. Uten mer detaljarbeid er det vanskelig å si noe om dybden til de antatte glideplan. Men, hvis vi antar nøkternt en dybde til glideplanene på 50 m, vil område A av ha et volum på ca. 10,5 M m³ og område B ca. 4,0 M m³.

Område C er også vanskelig å beregne uten ytterligere feltarbeid, men med en antatt dybde på 50 m også her skulle gi et volum på 125.000 m³.



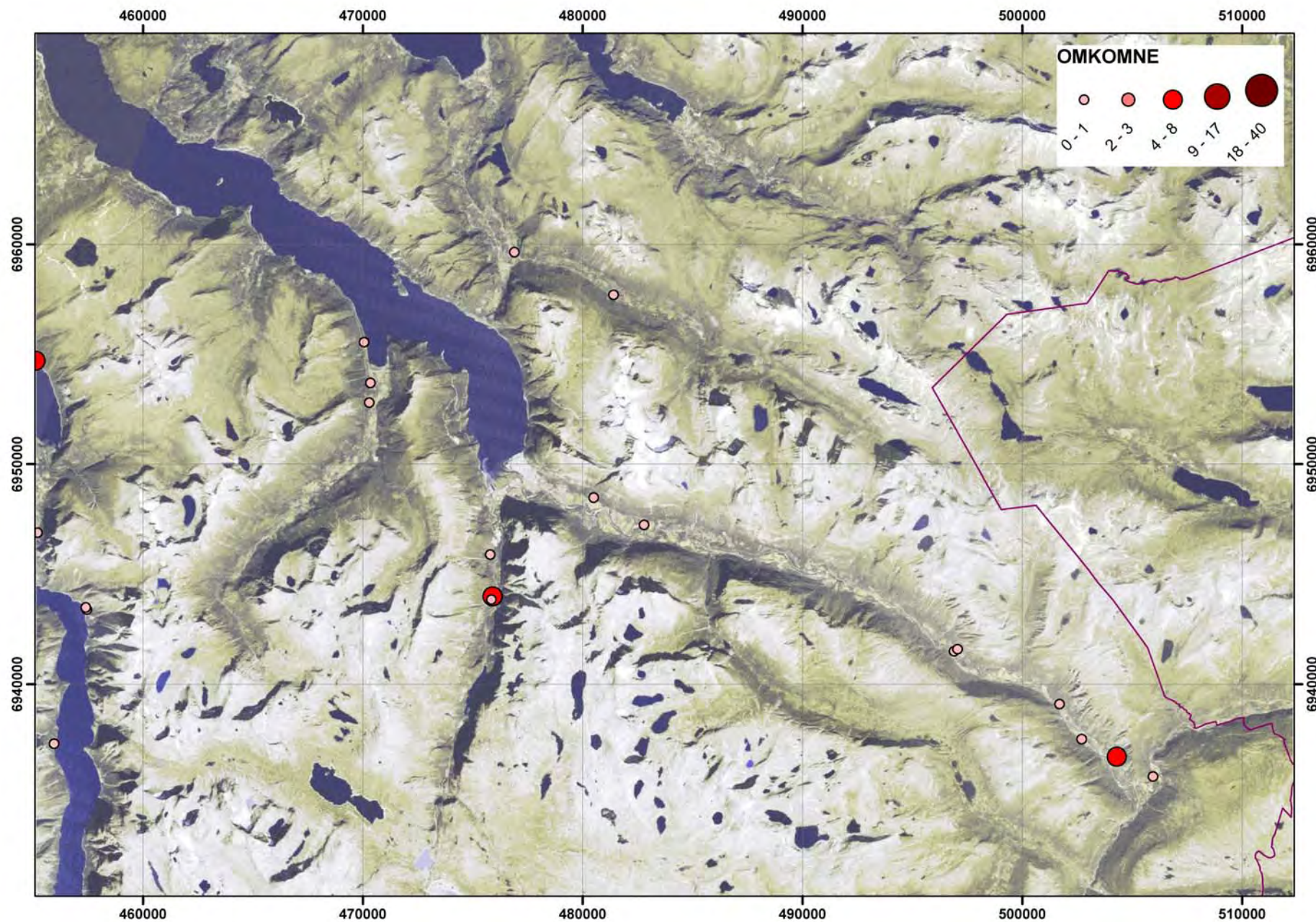
Figur 24: Skisse av potensiell geometri av skredområdet ved områdene A og B på Gikling (se Figur 19). Dette viser to mulige glideplan på forskjellige strukturnivåer.

3. REKOGNOSERING I SUNNDALEN

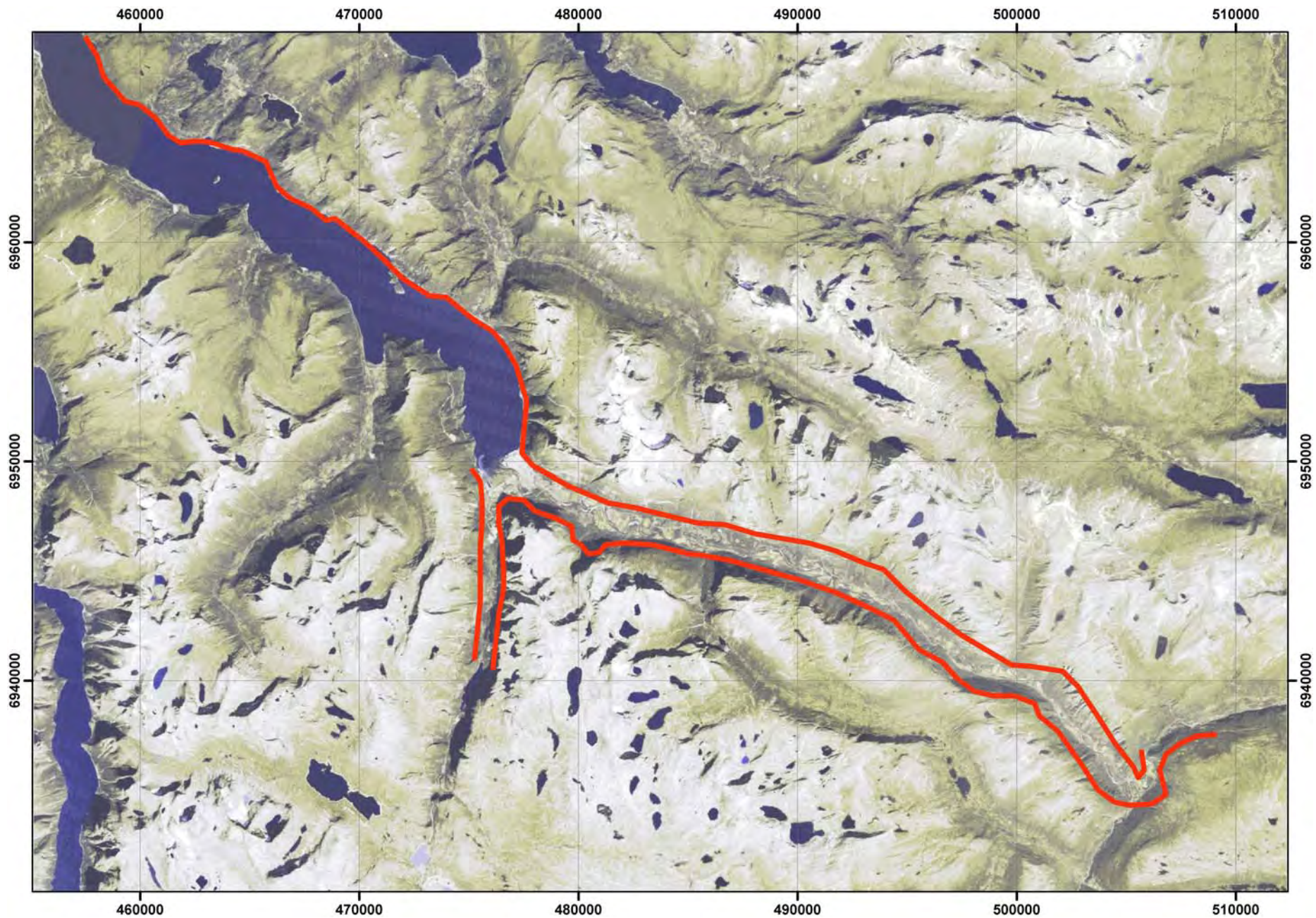
3.1 Innledning

Figur 25 viser de historiske fjellskredhendelser som har skjedd i Sunndalen. Selv om de fleste av disse har ikke krevd mange menneskeliv (bortsett fra Rabben i 1450 [5 døde] og Gravemgar i 1625 [5 døde]) så har de viste seg at det er mange ulykker i Sunndalen. Det var derfor bestemt for å ta en rekognosering med helikopteret i hele Sunndalen for å fastsette muligheten for store utglidninger. Denne befaren var tatt i juli 2007. Resultatene er presentert under. Området som er befart er vist på Figur 26 og de nyregistrerte områder er vist på Figur 27.

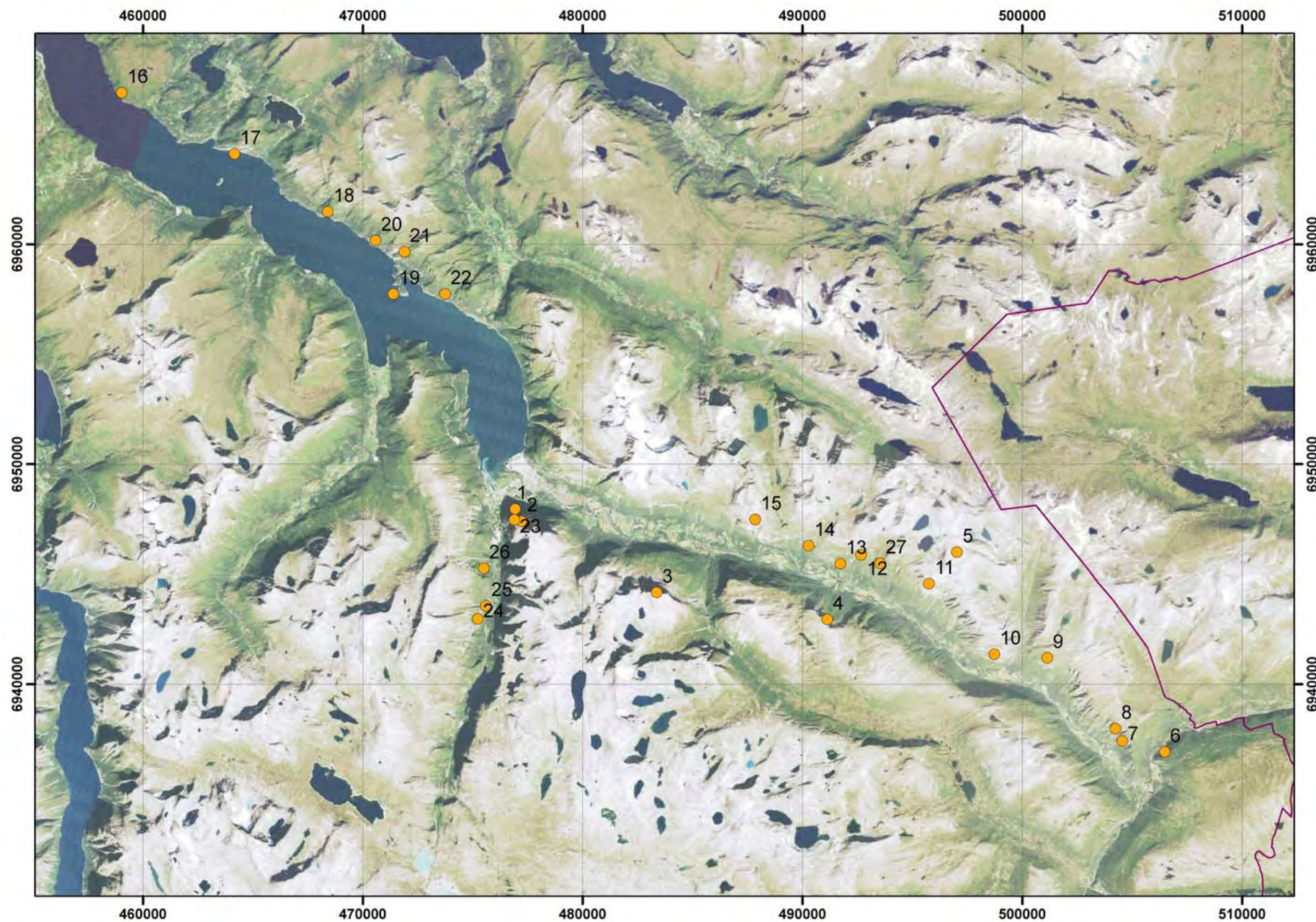
Befarte lokaliteter	side
Lokalitet 1: Munningen av Sunndalen/Litldalen.....	39
Lokalitet 2: Munningen av Sunndalen/Litldalen.....	40
Lokalitet 3: Sørsiden av Sunndalen.....	41
Lokalitet 4: Sørsiden av Sunndalen.....	42
Lokalitet 5: Nordsiden av Sunndalen.....	43
Lokalitet 6: Nordsiden av Sunndalen.....	44
Lokalitet 7: Nordsiden av Sunndalen.....	45
Lokalitet 8: Nordsiden av Sunndalen.....	46
Lokalitet 9: Nordsiden av Sunndalen.....	46
Lokalitet 10: Nordsiden av Sunndalen.....	48
Lokalitet 11: Nordsiden av Sunndalen.....	49
Lokalitet 12: Nordsiden av Sunndalen.....	49
Lokalitet 13: Nordsiden av Sunndalen.....	51
Lokalitet 14: Nordsiden av Sunndalen.....	52
Lokalitet 15: Nordsiden av Sunndalen.....	53
Lokalitet 16: Nordsiden av Sunndalsfjorden v/Rottås.....	54
Lokalitet 17: Nordsiden av Sunndalsfjorden v/Fjøseid.....	55
Lokalitet 18: Nordsiden av Sunndalsfjorden vest for Flå.....	56
Lokalitet 19: Nordsiden av Sunndalsfjorden v/Flå.....	57
Lokalitet 20: Nordsiden av Sunndalsfjorden vest for Flå.....	58
Lokalitet 21: Nordsiden av Sunndalsfjorden nord for Flå.....	59
Lokalitet 22: Nordsiden av Sunndalsfjorden øst for Flå.....	60
Lokalitet 23: Munningen av Sunndalen/Litldalen.....	61
Lokalitet 24: Litldalen.....	62
Lokalitet 25: Litldalen.....	63
Lokalitet 26: Litldalen.....	64
Lokalitet 27: Nordsiden av Sunndalen.....	65



Figur 25: Kart over Sunndalen som viser historiske fjellskredhendelser og antall omkomne.



Figur 26: Kart som viser dekning i rekognoseringsarbeid over Sunndalen med helikopter.



Figur 27: Lokalteter i Sunndalen som er befart fra helikopter i juni 2007 (ikke lok. 27).

3.2 Lokalteter

3.2.1 Lokaltet 1: UTM 32 476934, 6947972

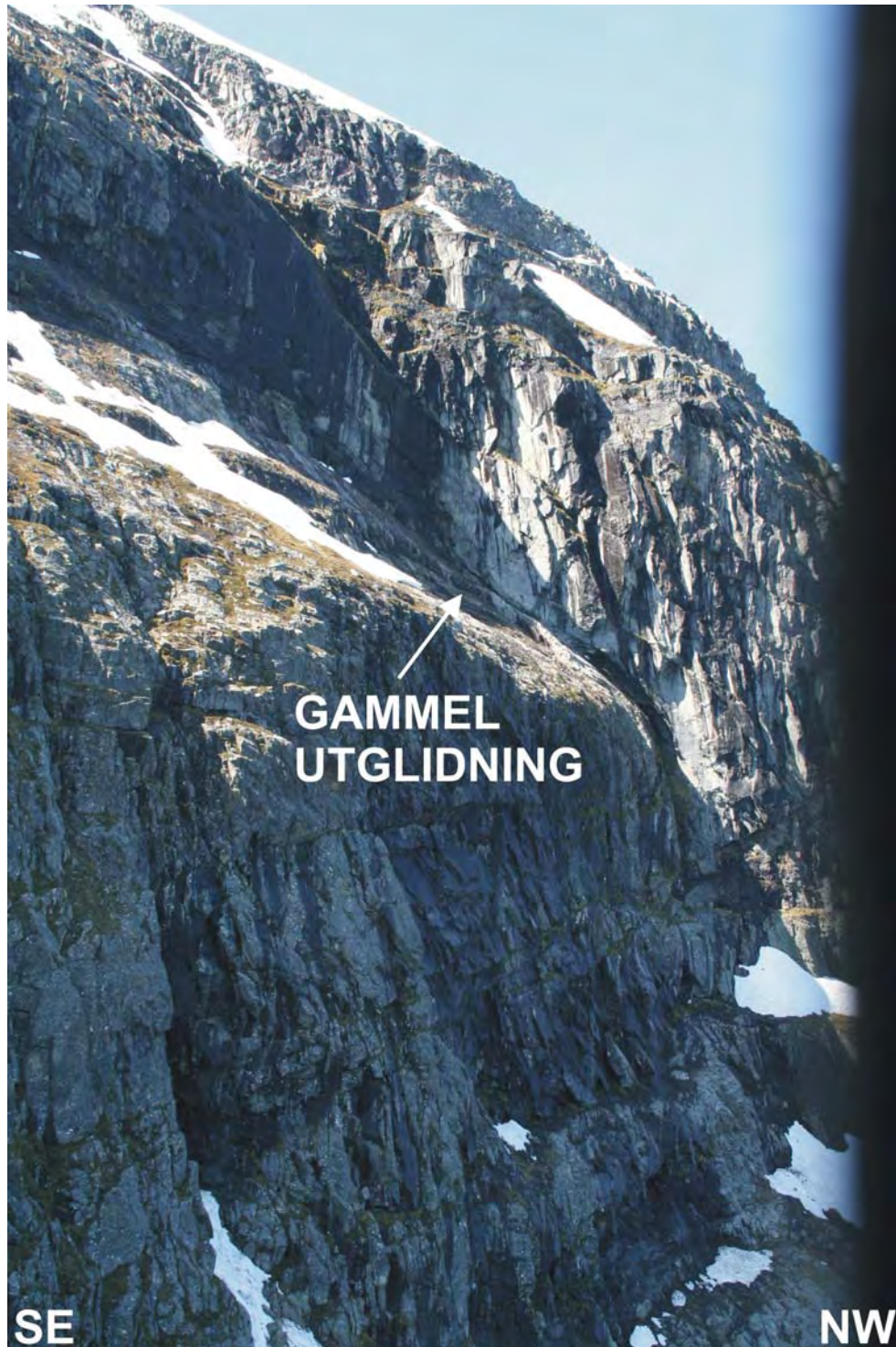
Dette er en steiltstående sprekk på hjørnet mellom Sunndalen og Litldalen (Figur 27). Sprekken er parallell med den steiltstående foliasjonen (Figur 28). Sprekken er omtrent 50 m lang med og rekker opp til overflaten, men det ser ut som at det ikke er noen nedover bevegelse. Sprekken er ikke åpen og aktiv på overflaten på toppen av fjellet. Det er noen bevis for enkelte steinsprangsblokker fra stupet men her er det sannsynligvis ikke mulighet for store utglidninger.



Figur 28: Sprekken sett på lokalitet 1 er steiltstående og parallell med foliasjonen. Sprekken er åpen, men viser ingen nedover forskyvning av blokken.

3.2.2 Lokaltet 2: UTM 32 477219, 6947419

Dette området på sørsiden av Sunndalen (Figur 27) viser steiltstående foliasjon med lavvinklede sprekker hvor det har vært en betydelig utglidning langs sprekkene (Figur 29). Derimot er ikke noen tegn til utløsning av den resterende blokken. Dette området anses som stabilt, selv om det er noen bevis at det har vært noen bevegelse mot gravitasjonen siden siste istiden.



Figur 29: Bilde av lokalitet 2 på sørsiden av Sunndalen. Dette viser at det har vært store utglidninger på lavvinklede skjærplan, men blokken som henger igjen på fjellsiden har ingen baksprekk og er relativt stabil.

3.2.3 Lokaltet 3: UTM 32 483368, 6944171

Dette området (Figur 27) viser en uvesentlig skrent på toppen av fjellet som er ca. 50 cm høy (Figur 30). Det er ikke noen tegn til åpning av en sprekk her. Overflaten av fjellet foran skrenten er svært glatt og vi tolker dette som den opprinnelige overflaten etter issliping og derfor mener vi at det ikke er noe tegn til nylig bevegelsesaktivitet. Dette området anses som stabilt.



Figur 30: Noen uvesentlige depresjoner som stryker ØV på fjelltoppen på sørsiden av Sunndalen. Disse har ikke ledet til ustabilitet på fjellsiden og er i en veldig tidlig stadium av utvikling.

3.2.4 Lokaltet 4: UTM 32 491131, 6942949

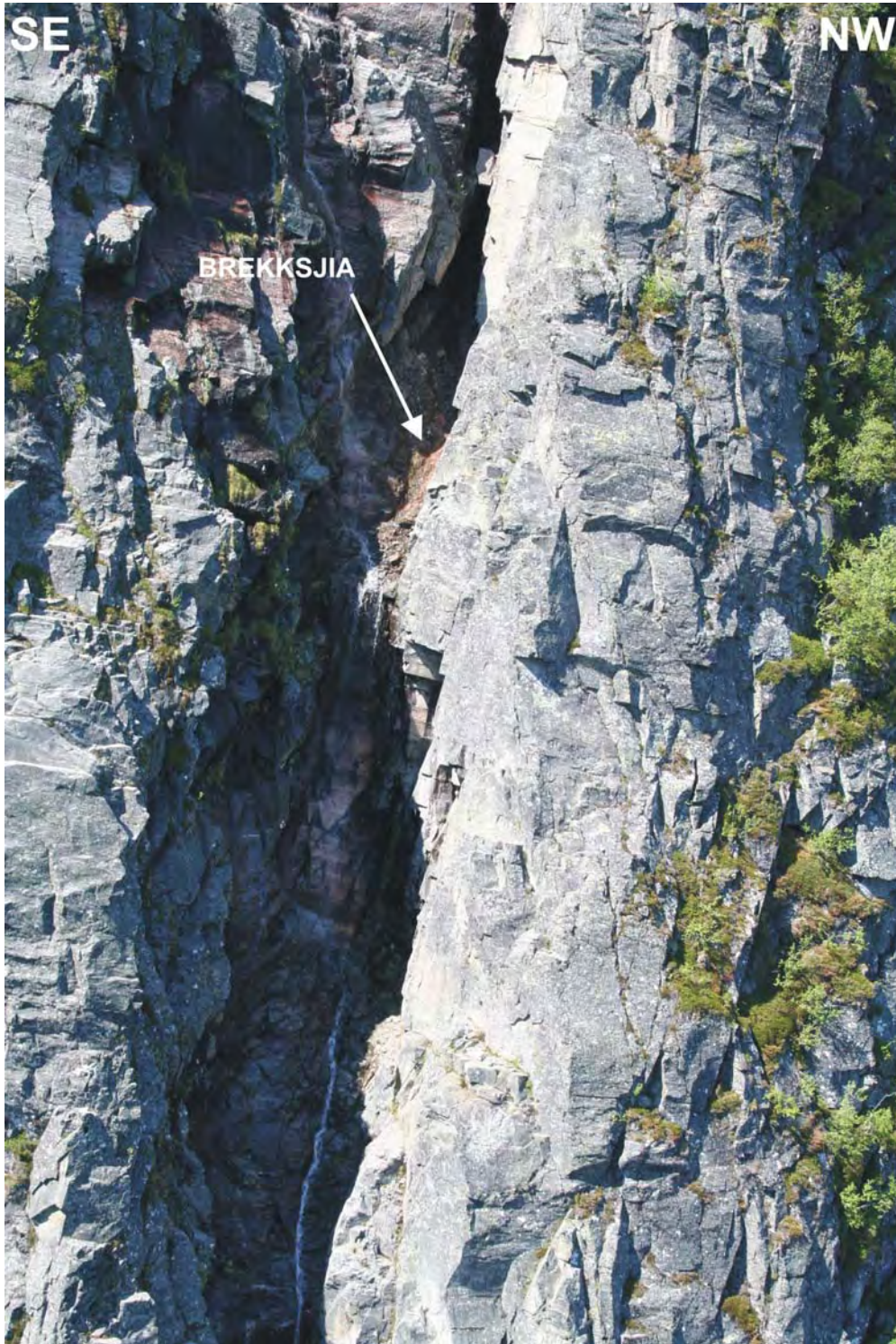
Dette området (Figur 27) viser en blokk som har utløst seg fra fjellet og er i størrelsesorden 50 m lang, 20 m bred med en nedover forskyvning av blokken på 5 m (Figur 31). Vi ser ikke noen tegn i sprekken til nylig bevegelse. Høyden av blokken er ukjent siden vi ikke ser noen utglidningsplan. Dette betyr at blokken er relativt stabil. Det er heller ingen tegn til løsmateriale foran den utløste blokken.



Figur 31: En utløst blokk på sørsiden av Sunndalen på lokalitet 4. Blokken har beveget seg nedover ca. 5 m fra resten av fjellsiden og er i størrelsesorden 50 m lang og 20 m bred. Ikke noe løsmateriale er observert nedenfor blokken og det er heller ingen utglidningsplan observert.

3.2.5 Lokaltet 5: UTM 32 497032, 6946005

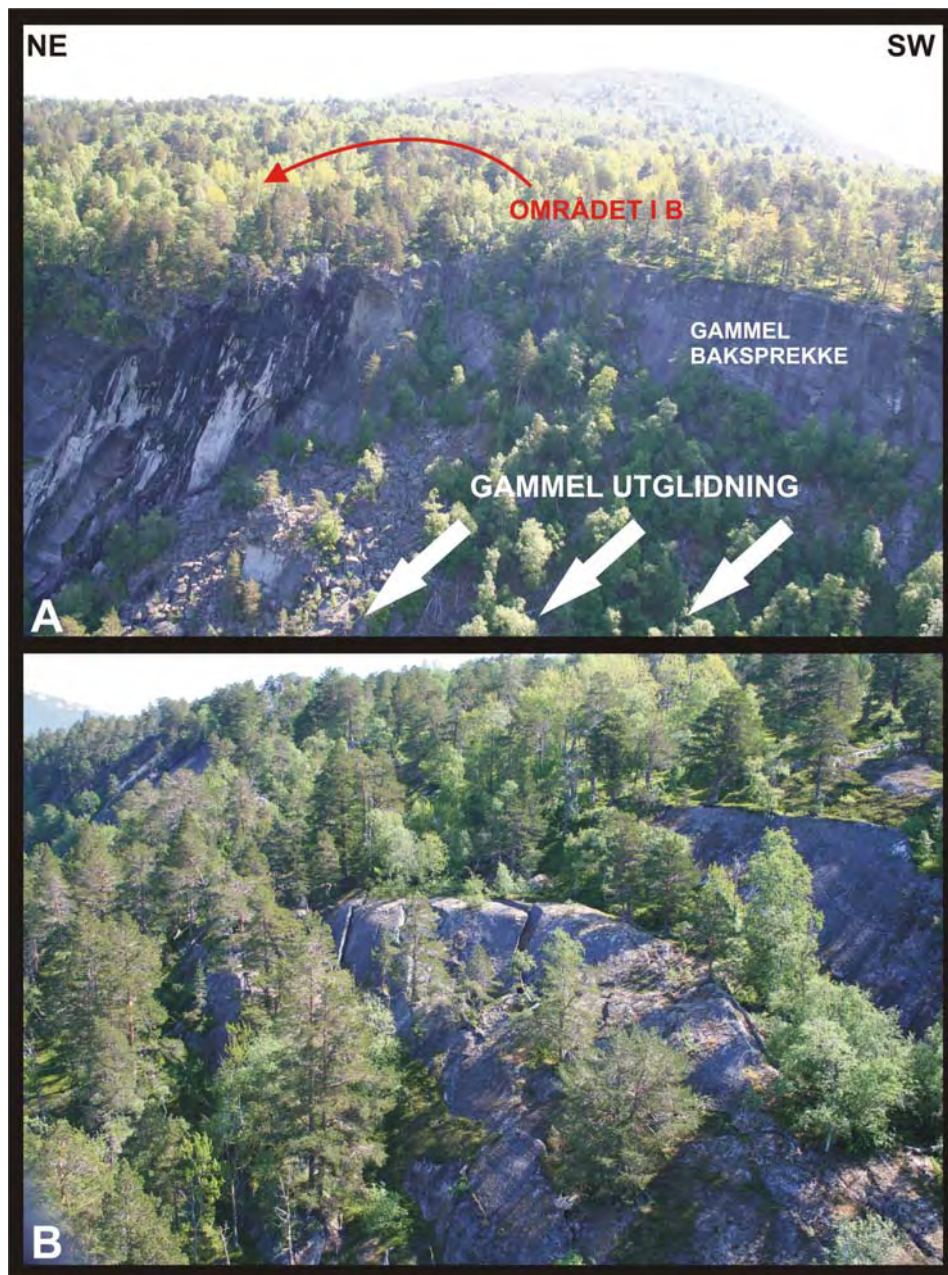
Denne lokaliteten (Figur 27) viser en struktur som er tilsynelatende en sprekk, men som faktisk er et gammelt lineament som er fylt av en sementert breksje (Figur 32). Strukturen er steiltstående parallelt med foliasjonen og faller mot nord og derfor er strøket parallell med dalsiden. Derimot er lineamentet ikke blitt gjenbrukt som sprekk og er ikke åpen. Derfor har denne strukturen ikke noen betydning for stabilitet i denne sammenheng.



Figur 32: Bilde av et gammelt lineament fra lokalitet 5. Dette er en tilsynelatende åpen sprekk, men den er bare en forvitret, erodert breksje som er sementert med et mykere materiale enn vertsbjergarten.

3.2.6 Lokaltet 6: UTM 32506485, 6936915

Denne lokaliteten (Figur 27) viser en stor, eldre utglidning. Foliajonen faller mot dalen og den gamle utglidningen viser antydning til en stor, vertikal sprekk i bakkanten (Figur 33a). Området som ligger til siden for dette har samme strukturer, nemlig lavvinklede foliasjon ned mot dalen og steiltstående sprekker med SV-NØ- retning. Disse sprekkene finnes over et stort område og viser betydelige åpning (Figur 33b), SV fra den gamle utglidningen. Overflaten viser en glatt geometri typisk for den opprinnelige topografien etter istiden. Noen av sprekkene viser en nedover forsenkning på opp til 30 cm. Den maksimale åpningen på enkelte av sprekkene er ikke mer en 50 cm, men mange sprekker er observert over et område som er ca. 50 m bredt, maksimalt 100 m langt og ca. 25 meter i dybden. Vi anser at dette område kan være ustabil.



Figur 33: Området ved siden av en gammel utglidning fra lokalitet 6. Den gamle utglidningen har et lavvinklet glideplan og ser ut til å ha utløst seg fra en steiltstående sprekk i bakkanten. Liknende strukturer er sett i dette området med mange sprekker og åpninger som tyder på en ustabil fjellside.

3.2.7 Lokaltet 7: UTM 32 504551, 6937405

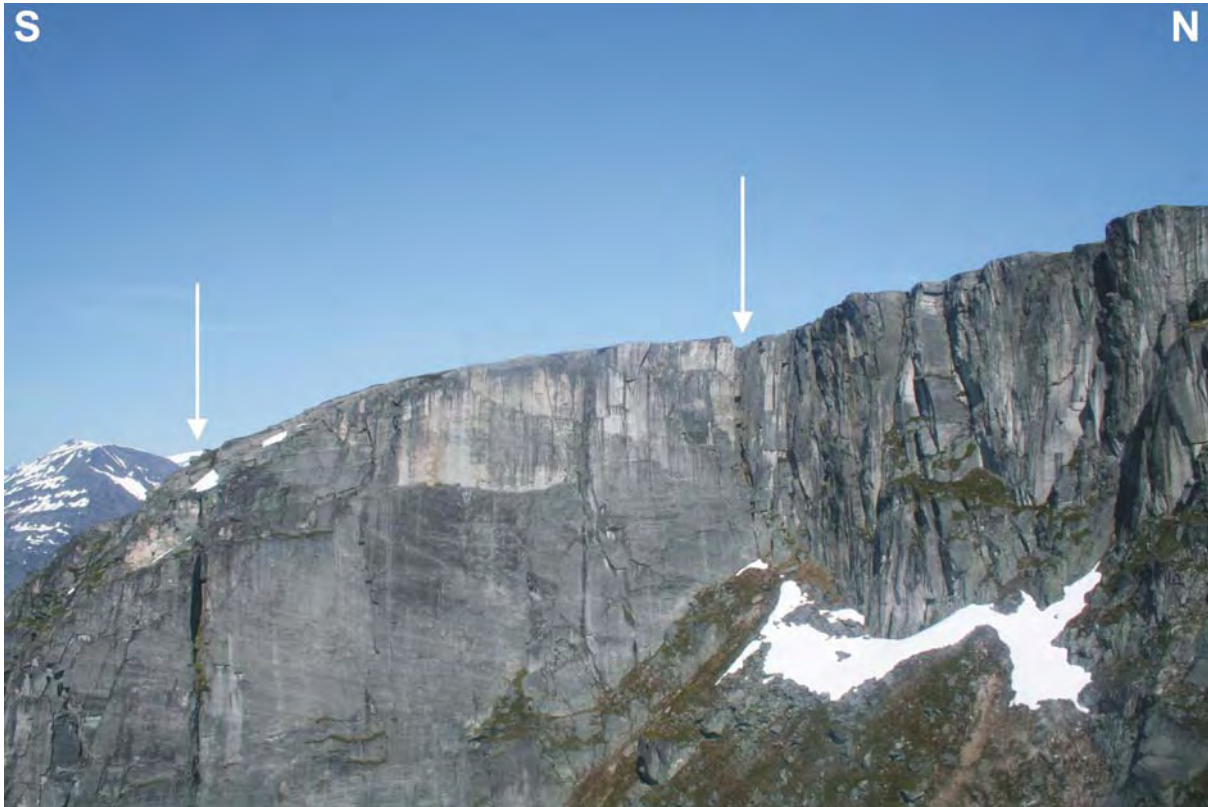
Dette området ligger på nordsiden av dalen (Figur 27) og har en steiltstående NØ-SV – gående foliasjon som stryker på tvers av det NV-SØ – gående dalføret (Figur 34). Denne foliasjonen er ikke gjenstand for store utglidninger. Derimot er det lineamenter og sprekker i fjellet som er lavvinklede mot SV. Det ser ut som det har blitt noen mindre utglidninger på disse strukturene på tvers av foliasjonen. Men det er ikke utviklet noen nye, åpne sprekker på fjelltoppen. Dette området anses som ustabil med hensyn til hyppige steinsprang, men det er liten fare for større utglidninger.



Figur 34: Bilde fra lokalitet 7 på nord siden av Sunndalen som viser et stort området hvor det har vært fjellskredaktivitet. Foliasjonen er på tvers av dalføret, men likevel er det utviklet lavvinklede sprekker som ser ut til å ha utløst vesentlig blokker.

3.2.8 Lokalitet 8: UTM 32 504245, 6937973

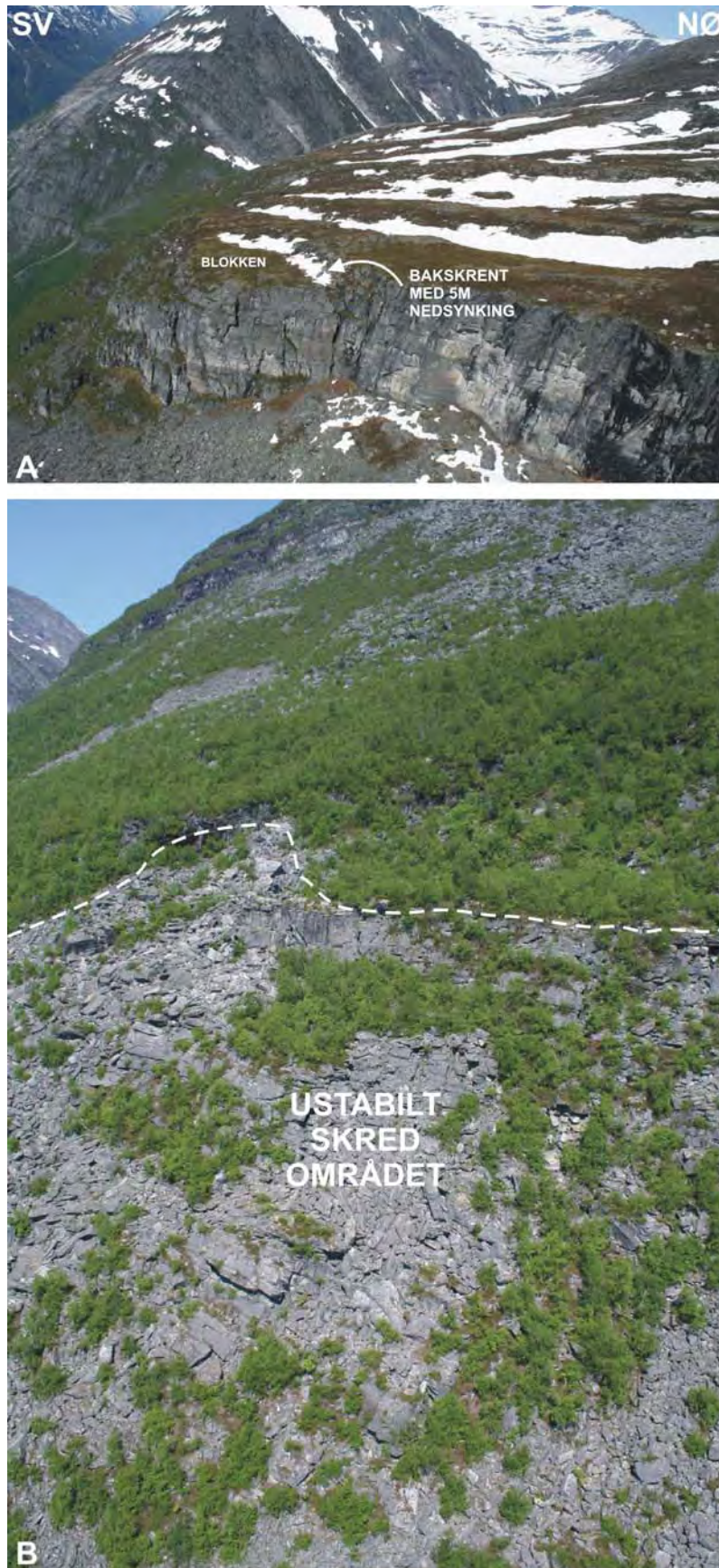
Dette området har to betydelige sprekker (Figur 27) som er omtrent 50 cm brede og parallelle med dalsiden (Figur 35). Det ser ikke ut som at det er utviklet noe glideplan i bunnen av blokkene som er avgrenset av sprekkene. De vertikale sprekkene viser ingen relieff på toppen av fjellet i topografien. Dette betyr at området neppe er utsatt for utglidninger og anses derfor som relativt stabilt. Derimot er det sett noen mindre blokker som henger i fremkanten av stupet som kan være opp til 50.000 m^3 . Noen 'columnar failure' er observert i nærheten av lokaliteten.



Figur 35: Bilde fra lokalitet 8 som viser to steiltstående sprekker som er parallelle med dalføret. Disse sprekkene er åpne, men viser ikke noen nedover bevegelse av blokken.

3.2.9 Lokalitet 9: UTM 32 501134, 6941198

Denne lokaliteten kalles for Ottem (Figur 27) og er tidligere identifisert av fylkesgeolog Einar Anda. Det har på 1600-tallet gått fjellskred fra dette området. Foliasjonen faller mot dalen mot SV med 20° . En sprekk er utviklet på toppen av fjellet som definerer en blokk som er ca. 70 m lang, 50 m bred og omtrent 40 m høy (Figur 36a). Dette utgjør et volum på ca. 140.000 m^3 . Dette er et ganske lite ustabil fjellparti. Blokken viser en nedover bevegelse på ca. 2 m på sprekkene og omtrent 50 cm horisontal bevegelse. I tillegg er det et stort område fra en gammel utglidning hvor det er store blokker som ser ut til å være ustabil (Figur 36b). Vi anser at dette området er ustabil.



Figur 36: Bilder fra lokalitet 9 som er påvist tidligere av Einar Anda, fylkesgeologen. Det er mange spor etter eldre skred i dalen under lokaliteten, og en blokk ligger hengende på fjellsiden langs en baksprekk som har flere meters nedover forskyvning (A). Bildet under (B) viser et ustabil skredområde som ligger nedenfor blokken.

3.2.10 Lokaltet 10: UTM 32 498732, 6941358

Dette området ligger vest for Ottem (Figur 27) på vestsiden av den N-S – gående dalen og viser en lavvinklet foliasjon eller eksfoliasjon som stuper mot sør (Figur 37). Her ser man at det er en del mindre blokker som har utløst seg som skiver på steilstående sprekker. Selv om utløsningen ser veldig ferskt ut, er det snakk om et svært begrenset volum, og det er ikke sett noen større sprekker som kan utvikle seg til noen vesentlige utglidninger.



Figur 37: Bildet viser lokalitet 10 som har lavvinklet foliasjon og tegn på en del eldre fjellskredaktivitet hvor mindre blokker har sklidd på et utglidningsplan.

3.2.11 Lokaltet 11: UTM 32 495758, 6944574

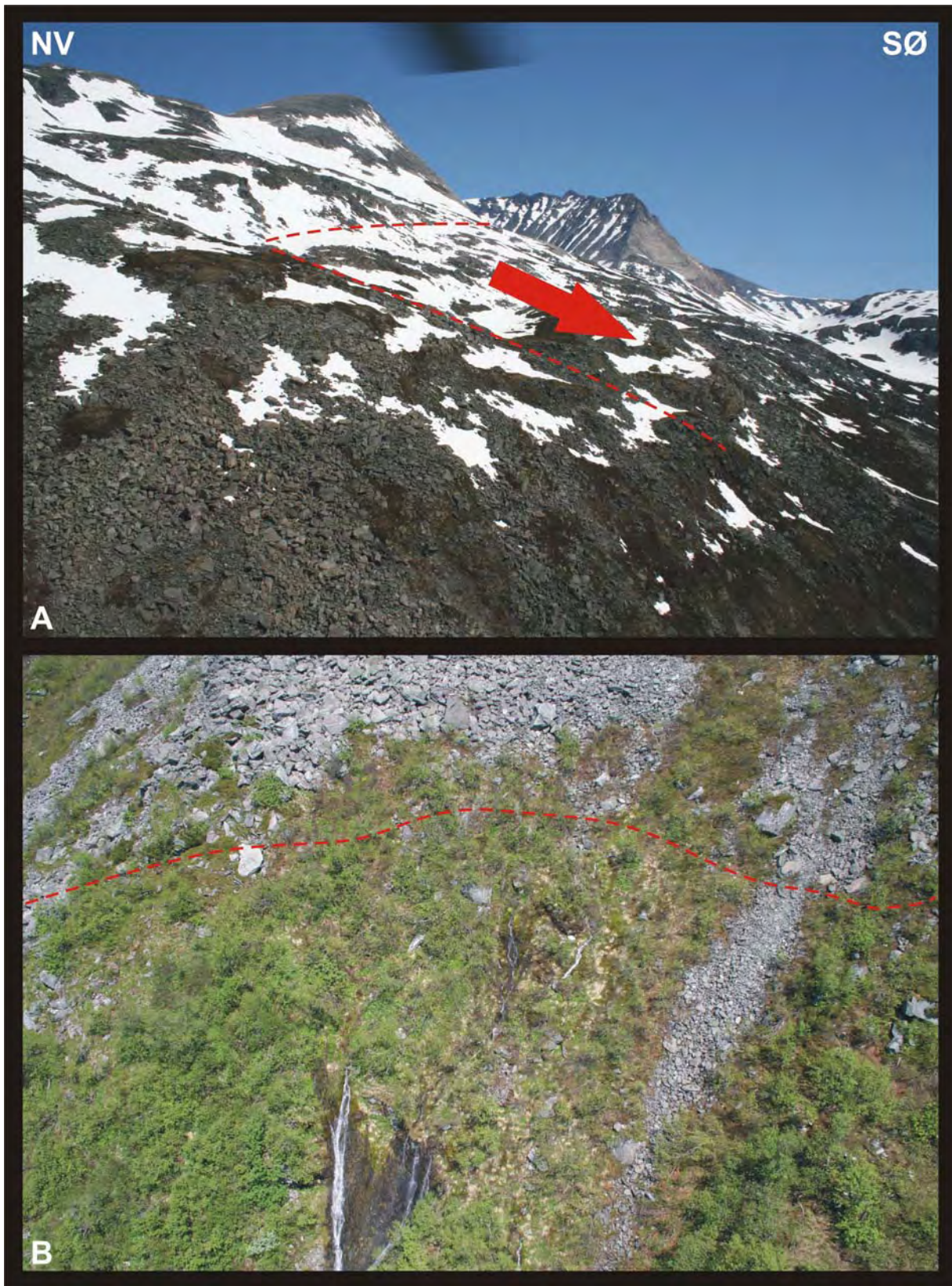
Dette området (Figur) viser en del oppsprekking på toppen av fjellet. Dette ser ut som om det er påvirket av frost. Her finner man også N-S - orienterte gamle forkastninger som inneholder breksje. Disse lineamentene er tilsynelatende åpne sprekker, men er i realiteten sementerte og ser ut til å være stabile. Mindre utglidninger langs sprekker som faller med en lav vinkel mot sør er observert (Figur 38), men disse er uvesentlige.



Figur 38: Lokaltet 11 som viser en del oppsprekking på toppen av fjellet og bevis for utvikling av noen mindre utglidningsplan.

3.2.12 Lokaltet 12: UTM 32 492671, 6945891

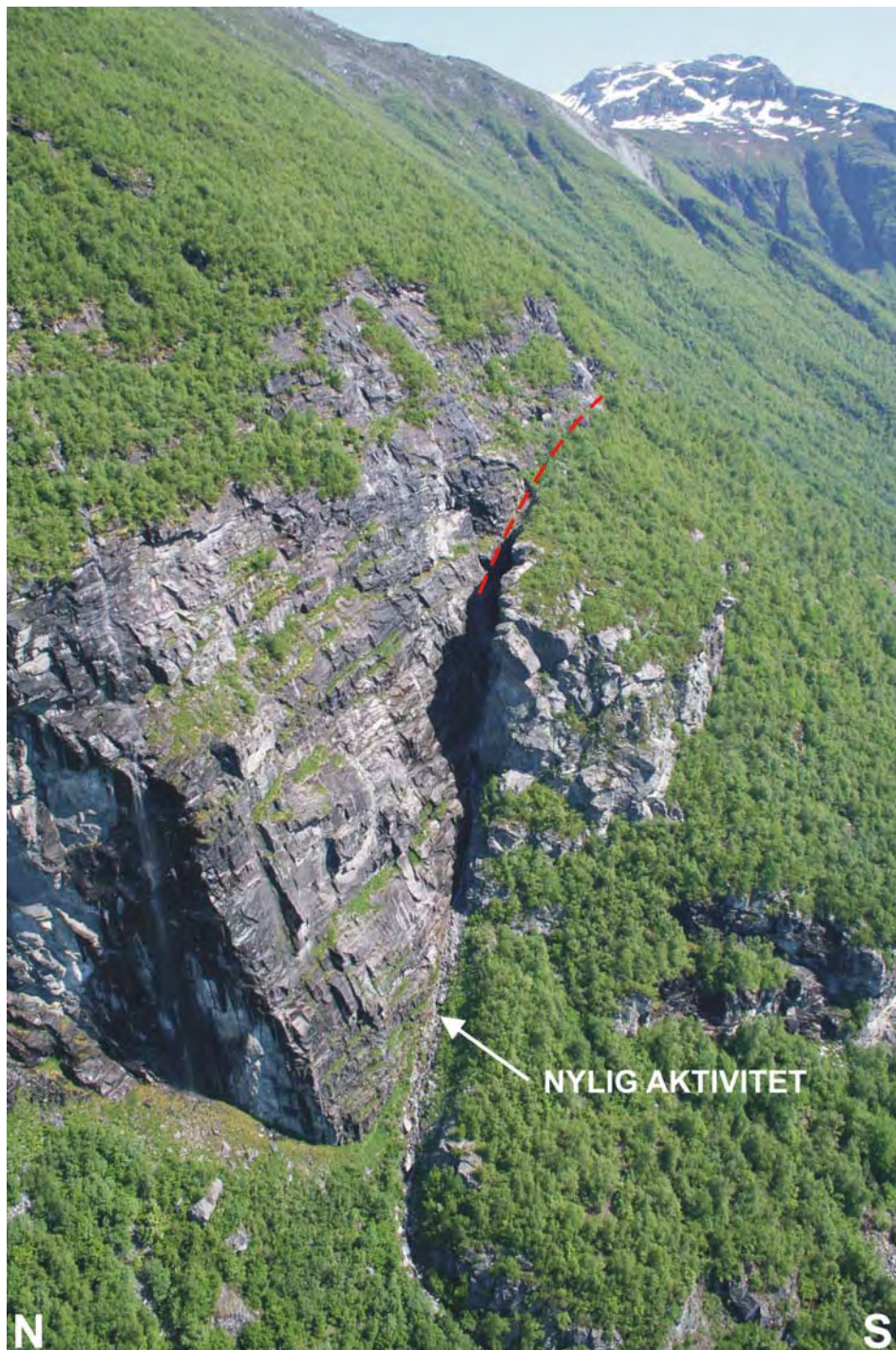
Dette området som kalles for Gikling (Figur 27), ble befart i 2006 og er beskrevet i avsnitt 2.6 (Figur 39). Området ble likevel tatt med ved denne rekognoseringen for om mulig å identifisere framkanten av utglidningsområdet. Figur 39B viser vannkilder som kommer ut av fjellsiden omtrent 100 m nedenfor det identifiserte utglidningsområdet. Disse kildene markerer sannsynligvis framkanten av utglidningsområdet. Denne lokaliteten skal kartlegges i detalj i 2007, og GPS-punkter skal legges ut.



Figur 39: A-. Det ustabile området på toppen av Gikling med løse blokker og sprekker. B-. En rekke kilder som kommer ut fra fjellsiden markerer sannsynligvis fremkanten av utglidningen.

3.2.13 Lokaltet 13: UTM 32 491726, 6945484

Denne lokaliteten ligger lenger ned i dalsiden sør for Gikling (Figur 27). Det er en utløst blokk som er ca. 100 m lang, 20 m bred og ca. 30 m høy (Figur 40). Dette gir et antatt volum på ca. 150.000 m³ og er relativt liten med hensyn til store fjellskred. Det er en ca. 2 m bred sprekk i bakkanten, men det er vanskelig å si noe om nedover forskyvning av blokken. Vi antar at denne blokken er i bevegelse, selv om det ikke er mye tegn til bevegelse i fremkanten av blokken. Dette bør følges opp som en lavprioritetsområde.



Figur 40: Bilde av lokalitet 13 som er en delvis utløst blokk rett nedenfor Gikling. Blokken har beveget seg nedover dalsiden langs en åpen sprekk. Det er ikke observert noe utglidningsplan, så muligheten for store fjellskred herfra er nokså liten.

3.2.14 Lokaltet 14: UTM 32 490284, 6946302

Dette området viser en del gamle utglidninger langs en lavvinklet foliasjon som faller mot sør (Figur 27). Foliasjonen har en fold som gjør foliasjonen brattere i dalsiden enn på fjelltoppen (Figur 41). Det er sikkert denne geometrien som har ledet til de gamle utglidninger som har blitt observert. Det er en del rester av utglidningsblokker som ikke har ramlet ut i dalen (X på Figur 41). Derimot er det ingen tegn til utløsning av blokkene, og heller ikke noen utvikling av baksprekker. Vi anser at dette området for tiden er stabilt.



Figur 41: Bilde av lokalitet 14 som viser et gammelt utglidningsplan og en lavvinklet foliasjon som er foldet Dette viser at det tidligere har vært en del skredaktivitet i dette området. X viser en del rester av utglidningsblokker som ikke har ramlet ut.

3.2.15 Lokaltet 15: UTM 32 487848, 6947494

Dette området (Figur 27) viser en del Ø-V – gående depresjoner og en del N-S – gående sprekker og muligheten for utglidning mot sør (Figur 42). Et gammelt utglidningsplan som stuper mot sør er observert. Området hadde mye snøoverdekning under befaringen, så området bør sjekkes på nytt under sommerens (2007) feltarbeid. De observerte N-S – gående sprekke er åpne (1-2 m åpning). En del steinsprangsavsetninger er observert i dalbunnen direkte under lokaliteten.



Figur 42: Bilde av lokalitet 15 som viser tre små depresjoner (de røde pilene) som er rettet Ø-V. Disse var delvis dekket av snø under befaringen, og området bør sjekkes igjen under sommerens feltarbeid.

3.2.16 Lokaltet 16: UTM 32 459034, 6966902

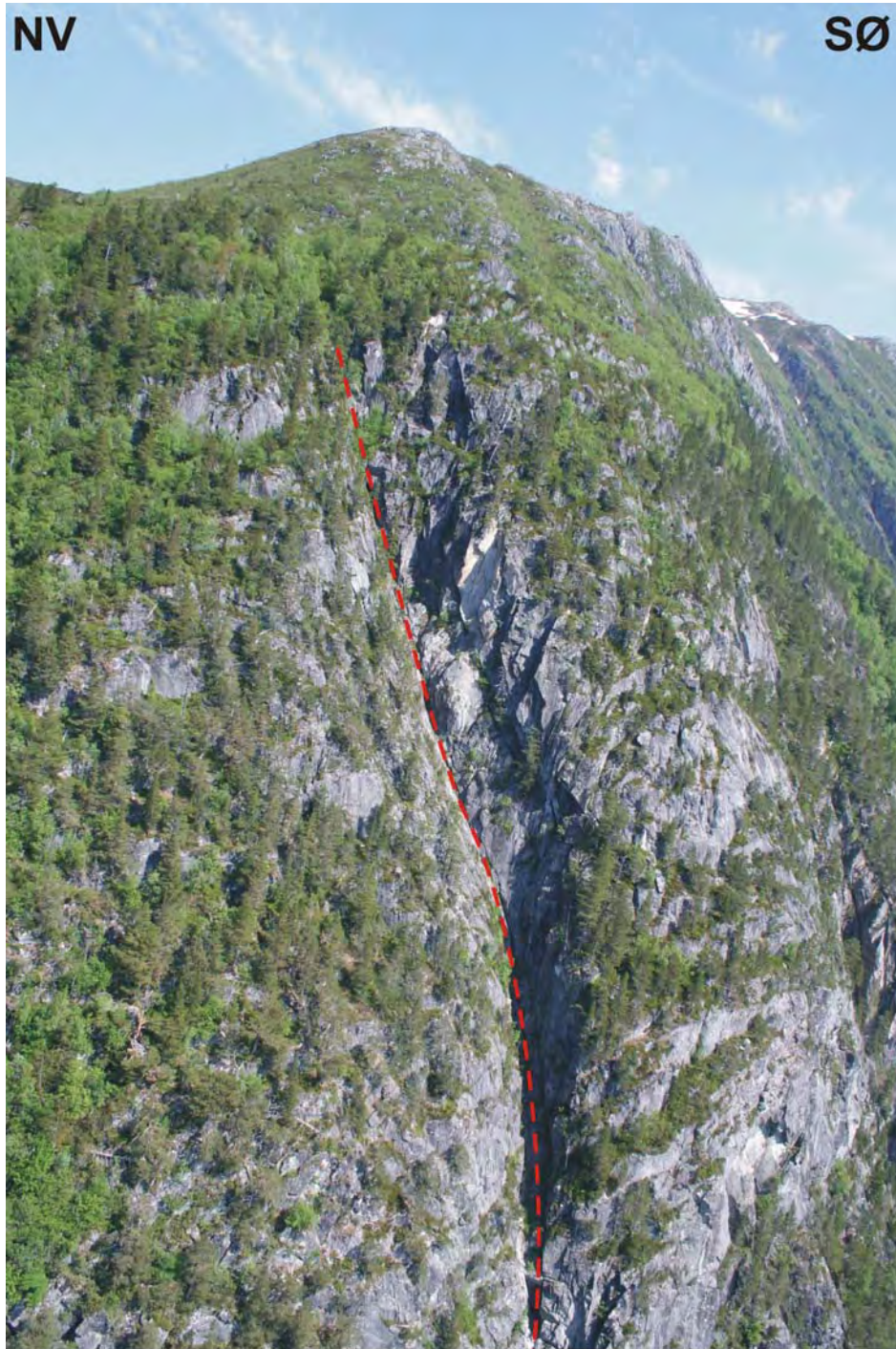
Dette området ligger langs fjorden vest for Sunndalsøra (Figur 27) og viser en del nylig aktivitet med ferske fjellvegger (Figur 43). Vi observerte '*column failure*' som utløsningsmekanisme. Ingen utglidningsplan er observert her som betyr at noen mulig skredepisode herifra sannsynligvis vil ha en begrenset volum.



Figur 43: Bilde av lokalitet 16 som en fersk, steiltstående fjellvegg som viser typisk '*column-failure*'. Ingen utglidningsplan er observert her og derfor er muligheten for store fjellskred veldig liten.

3.2.17 Lokaltet 17: UTM 32 464165, 6964118

Dette området (Figur 27) viser også en '*column failure*' (Figur 44) akkurat som lokalitet 16, men med betydelig større volum, ca. 30.000m³. Vi observerte at dette området er aktiv på grunn av ferske vegger og bevis på mye steinsprang. Det er også observert et lineament med begrenset åpning (noen cm) i bakkanten av volumet. Dette viser aktivitet som kan føre til en mindre utglidning.



Figur 44: Bilde av lokalitet 17 som viser en steiltstående vegg med fersk steinsprangsaktivitet. Bakkanten av området er kontrollert av et steiltstående lineament (i rødt) som er delvis åpen (noen få centimeter). Det er ikke sannsynlig at en større utglidning skulle skje her.

3.2.18 Lokaltet 18: UTM 32 468408, 6961484

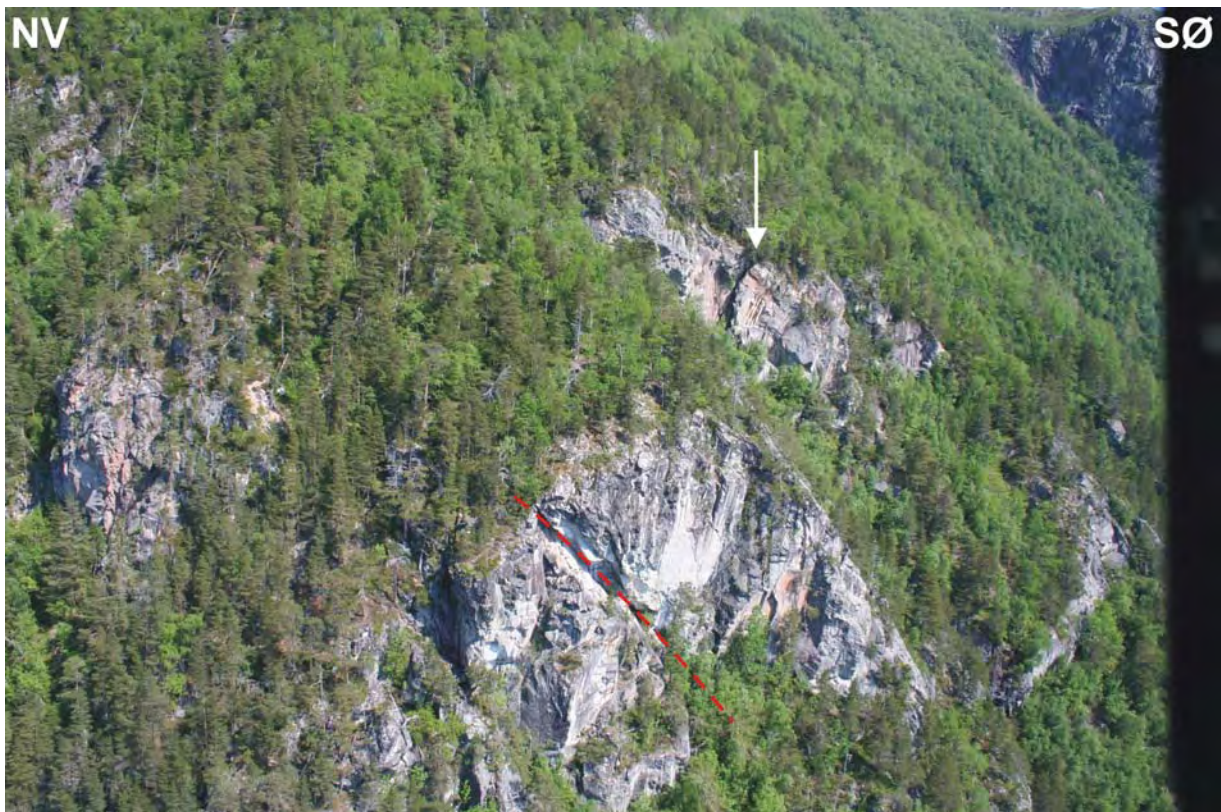
Dette området (Figur 27) viser ferske fjellvegger og delvis åpne, mulige utglidningsplan som stuper mot sør (Figur 45). På fjelltoppen er det også en depresjon som er en mulig baksprekk. Blokken som kan defineres av disse strukturene er ca. 60 m lang, 20 m bred og 80 m høy. Dette gir et antatt volum på ca. 100,000 m³. Dette er et ganske lite ustabil fjellparti, men er rett ved siden av fjorden.



Figur 45: Bilde av lokalitet 18 som viser en del steinsprangsaktivitet med ferske fjellvegger og et mulig utglidningsplan. Dette området utgjør et lite volum og baksprekken er heller ikke utviklet (det finnes kun en depresjon). Området kan anses som ustabil, men gis lav prioritet pga. lite volum.

3.2.19 Lokalitet 19: UTM 32 471387, 6957742

Dette området (Figur 27) viser en gammel utglidning (markert med rødt på Figur 46) som er utløst på lavvinklede skråningsparallele sprekker. Det er flere blokker igjen på fjellsiden som ligger på samme type av strukturer. Det er ingen store, gjennomgående sprekker i bakkanten av blokkene, men noen mindre steiltstående, åpne sprekker i blokkene som ikke er gjennomgående. Vi anser at dette området har en viss susceptibilitet, men de volumene som er antatt er ganske små.



Figur 46: Bildet av lokalitet 19 som viser at det har vært en del tidligere blokkutfall på lavvinklede utglidningsplan (i rødt). Noe utglidningsplan står igjen med blokker i hengveggen, men ingen baksprekker har blitt observert.

3.2.20 Lokaltet 20: UTM 32 470581, 6960169

Dette området (Figur 47) viser en liten utglidningsblokk som ligger opp på et lavvinklet utglidningsplan som faller mot fjorden (sør). Vi observerte en sprekk som er flere titalls meter lang og har en åpning på ca. 30 cm ved et vannfall (Figur 47). Blokken er begrenset av denne sprekken og er ca. 20 m x 40 m x 30 m, som utgir et volum på ca. 240.000 m³. Dette er svært lite i en utglidningssammenheng. Men flere sprekker kan være tilstede, og området burde undersøkes i mer detalj for å fastsette størrelsen på evt. andre mulige løse blokker.



Figur 47: Bilde av lokalitet 20 hvor en baksprekk avgrenser en blokk med begrenset volum. Flere sprekker kan være tilstede og området bør undersøkes videre (men vil ha relativt lav prioritet).

3.2.21 Lokaltet 21: UTM 32 471892, 6959656

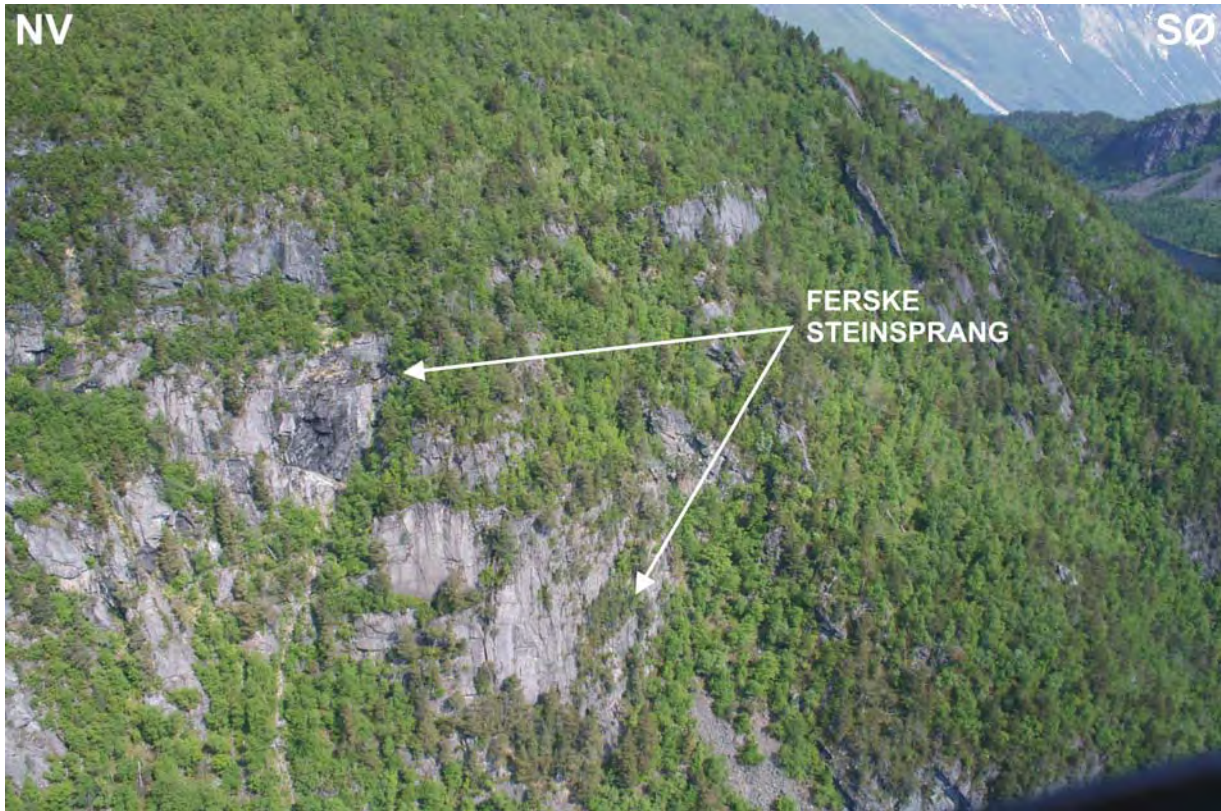
Dette området (Figur 27) viser e lavvinklet utglidningsplan som faller 40-50° mot fjorden (mot sør) som er parallelt med foliasjonen (Figur 48). To tydelige sprekker er observert som ser ut til å være relatert til bevegelsen på utglidningsplanet. Disse har henholdsvis 50 cm og 1 m åpning, men de lenker ikke opp med utglidningsplanet og er derfor ikke utviklet så mye at de begrenser utløste blokker. Det var umulig under helikopterbefaringen å fastslå volumet, men det kan være betydelig.



Figur 48: Bilde av lokalitet 21 som viser et velutviklet lavvinklet glideplan med en del sprekker i blokken som ligger oppå. De steiltstående sprekkene har begrenset åpning (noen få titalls centimeter) og har ikke strekt seg ned til glideplanet slik at blokken kan løsne.

3.2.22 Lokaltet 22: UTM 32 473745, 6957743

Dette området (Figur 27) viser noen uvesentlige '*column-failure*' blokker (Figur 49). Disse utgjør veldig små volumer og antas å være uinteressante i en stor fjellskredsammenheng.



Figur 49: Bilde av lokalitet 22 som viser en steiltstående fjellvegg med noen bevis på '*column-failure*'. Aktiviteten er ganske gammel og av begrenset volum slik at de er ikke av interesse i en stor fjellskred sammenheng.

3.2.23 Lokaltet 23: UTM 32 476893, 6947475

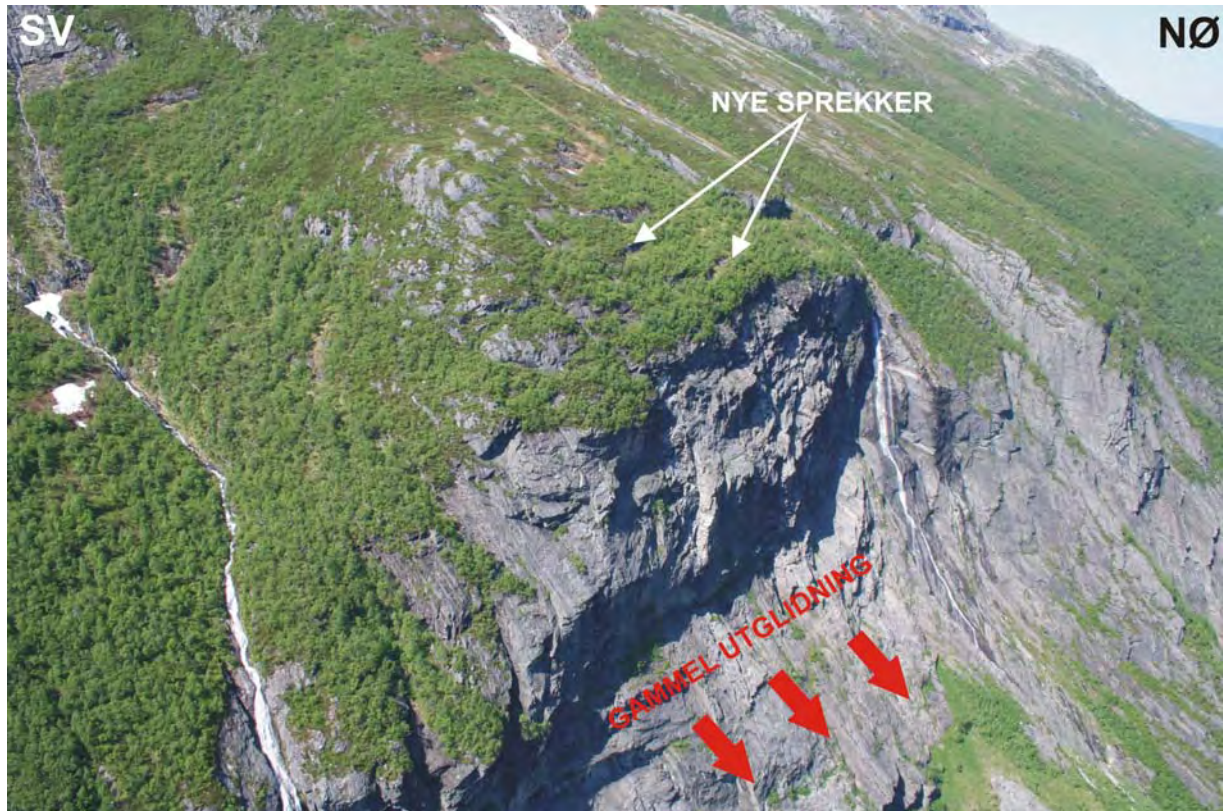
Dette området ligger på hjørnet av Litjdalen og Sunndalen (Figur 27) og er i nærheten av strukturen sett i Figur 28. Denne strukturen ser sikkert ut som en åpen sprekk fra dalbunnen, men nærmere inspeksjon med helikopteret vier at det er et gammelt lineament som er en sementert breksje. Det viser en 'åpning' på ca. 50 cm (Figur 50), men denne er bare tilsynelatende siden sprekken bare er forvitret. Ingen utglidningsplan er sett i bunnen av 'blokken' og dette området anses derfor som stabilt med hensyn til fjellskred. Hyppige steinsprang kan ikke utelukkes på grunn av tett oppsprekking som er sett i fjellmassen.



Figur 50: Strukturene sett på hjørnet av Litjdalen og Sunndalen på Lokaltet 23. 'Sprekken' er faktisk en sementert breksje og er derfor stabil.

3.2.24 Lokaltet 24: UTM 32 475230, 6942971

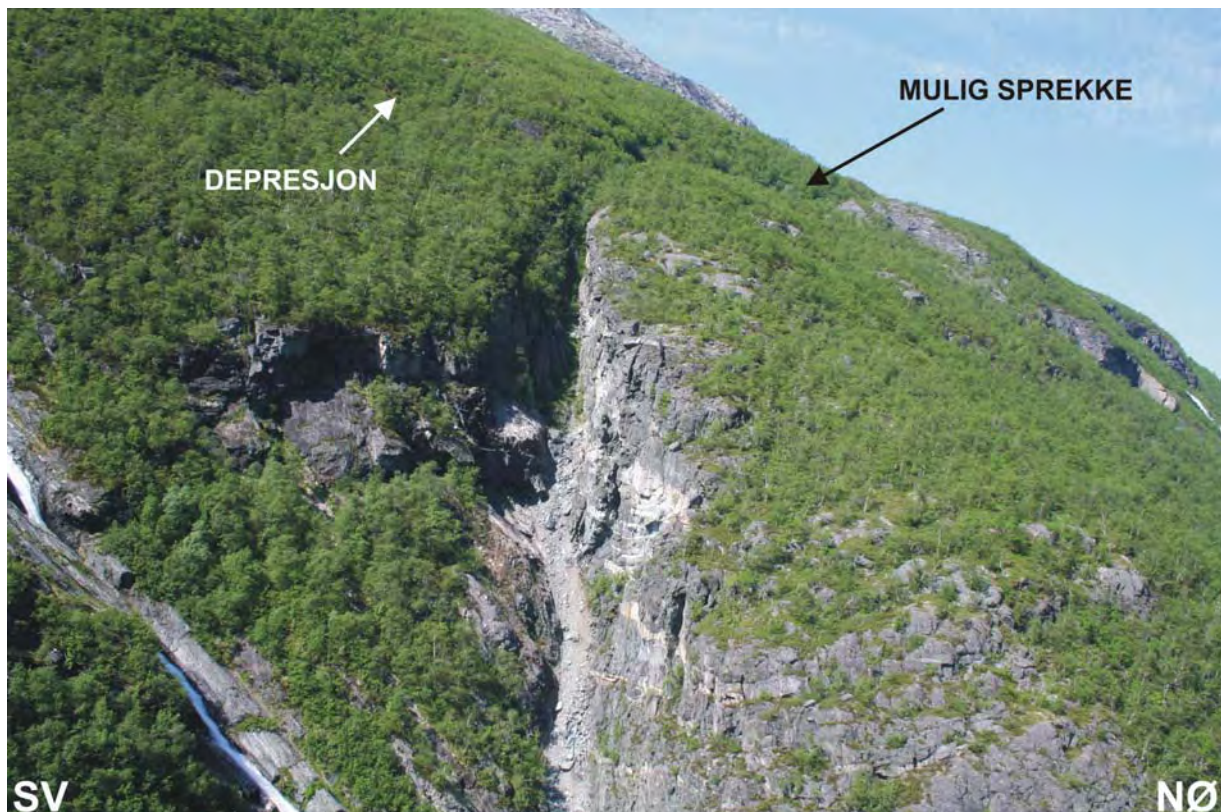
Denne lokaliteten ligger på vestsiden av Litjdalen (Figur 27) og viser en stor, gammel utglidning (Figur 51). Denne blokken er utløst på et lavvinklet glideplan som stuper mot øst ned i dalen. På det samme glideplanet ligger en blokk lenger opp i fjellsiden som har antydning til noe oppsprekking i fremkanten av blokken. Selv om volumet kan være lite, bør området undersøkes videre.



Figur 51: Bilde av lokalitet 24 som er på vestsiden av Litjdalen. Blokken ligger på et lavvinklet glideplan og viser noe oppsprekking i den fremste delen av blokken.

3.2.25 Lokaltet 25: UTM 32 475600, 6943566

Denne lokaliteten ligger på vestsiden av Litjdalen noen få kilometer nord fra lokalitet 24 (Figur 27). En stor blokk som er omtrent 300 m bred, 100 m lang og ca. 30 m høy har en mulig sprekk i bakkanten (Figur 52). Litt lenger opp i fjellsiden er det en depresjon som kan være en sprekk i en tidlig utviklingsfase. Det er ingen bevis for at blokken har beveget seg nedover dalsiden. Fremkanten av blokken viser ingen steinsprang eller ferske fjellvegger. Vi tolker disse observasjonene slik at denne blokken er i en svært tidlig utviklingsfase og har derfor lav prioritet.



Figur 52: Bilde av lokalitet 25 som viser en mulig sprekk i bakkanten av en blokk. Lengre opp i fjellsiden er en depresjon som kan være antydning til sprekkutvikling. Fremkanten av blokken viser ingen bevegelsesaktivitet eller steinsprang. Dette kan bety at denne blokken er i en svært tidlig fase av utviklingen.

3.2.26 Lokaltet 26: UTM 32 475507, 6945271

Denne lokaliteten ligger på vestsiden av Litjdalen (Figur 27) i nærheten av en historisk fjellskredhendelse av betydelige dimensjoner (Figur 25). Denne hendelse som heter Rabben fant sted i 1450 og tok 5 menneskeliv. Området ser ut til å bestå av en stor blokk som antakeligvis ligger oppå en lavvinklet skjærson. Blokken er svært oppsprukket med steiltstående sprekker (Figur 53). Vi estimerer fra luften at blokken er i størrelsesorden 300 m bred x 100 m lang x 30 m høy. Dette utgjør et volum på ca. 900.000 m³ og er derfor av betydelig størrelse. Dette området bør undersøkes videre i felt.



Figur 53: Bilde av lokalitet 26 på vestsiden av Litjdalen. Mange steiltstående sprekker er observert over en strekning på 300 m, og definerer sannsynligvis en ca. 900.000 m³ blokk som ligger oppå et lavvinklet glideplan.

3.2.27 Lokalitet 27: UTM 32 493540, 6945498

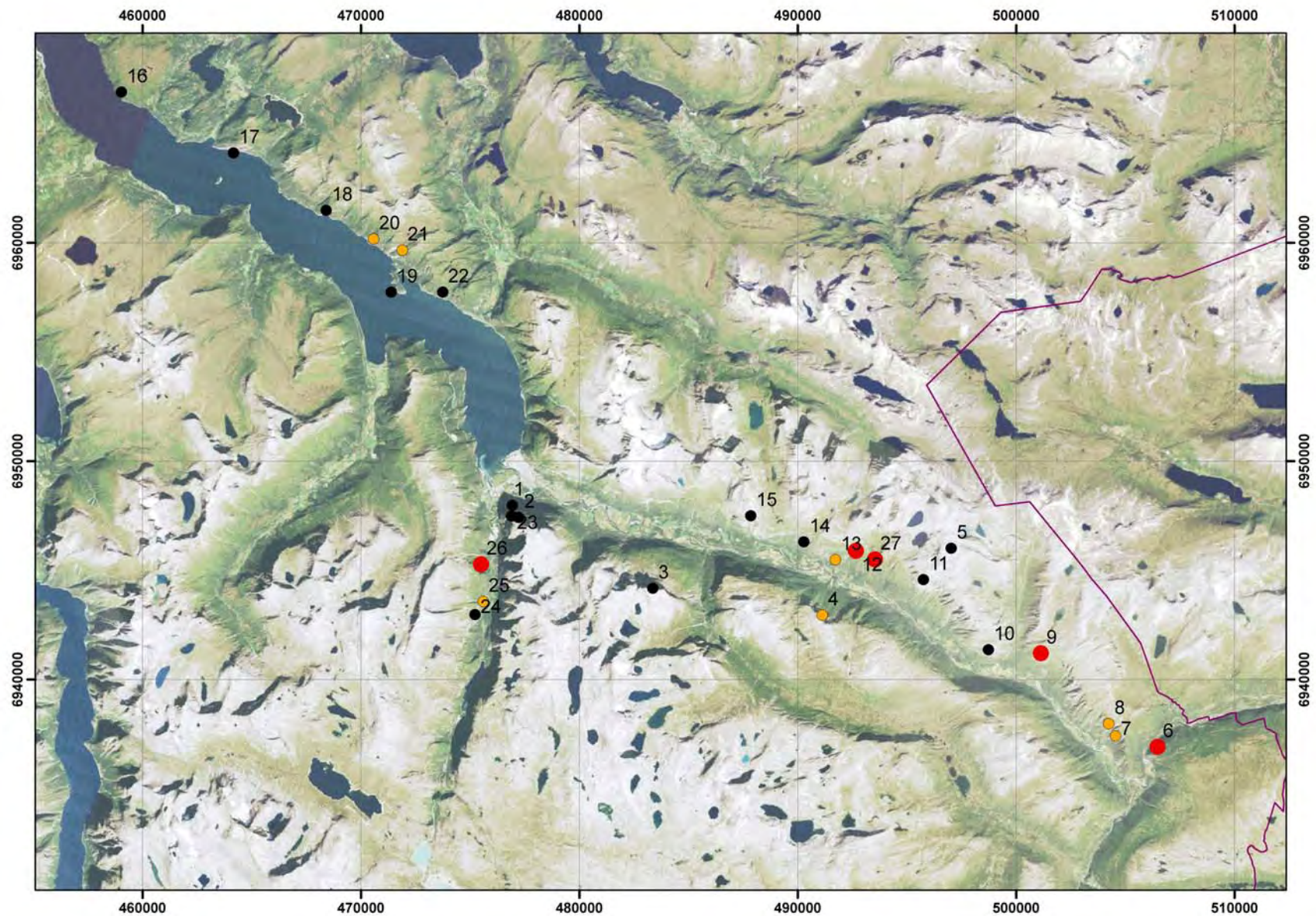
Denne lokaliteten ble ikke identifisert på helikopterbefaringen, men ble senere identifisert digitalt gjennom bruk av 3D ortofoto tjenesten på www.norgei3d.no. Dette viser tydelig en blokk som er omtrent 140 m lang og 160 m bred og ca. 110 m høy. En tydelig bakskrent med ca. 6 m høyde er observert. Det er uklart fra 3D ortofotoene om denne strukturen er en åpen sprekk. Direkte måling av XYZ-avstand på ortofotoet viser at bakskrenten på 'sprekken' har en nedover forskyvning på ca. 5 m. Dette området må undersøkes i mer detalj i felt.



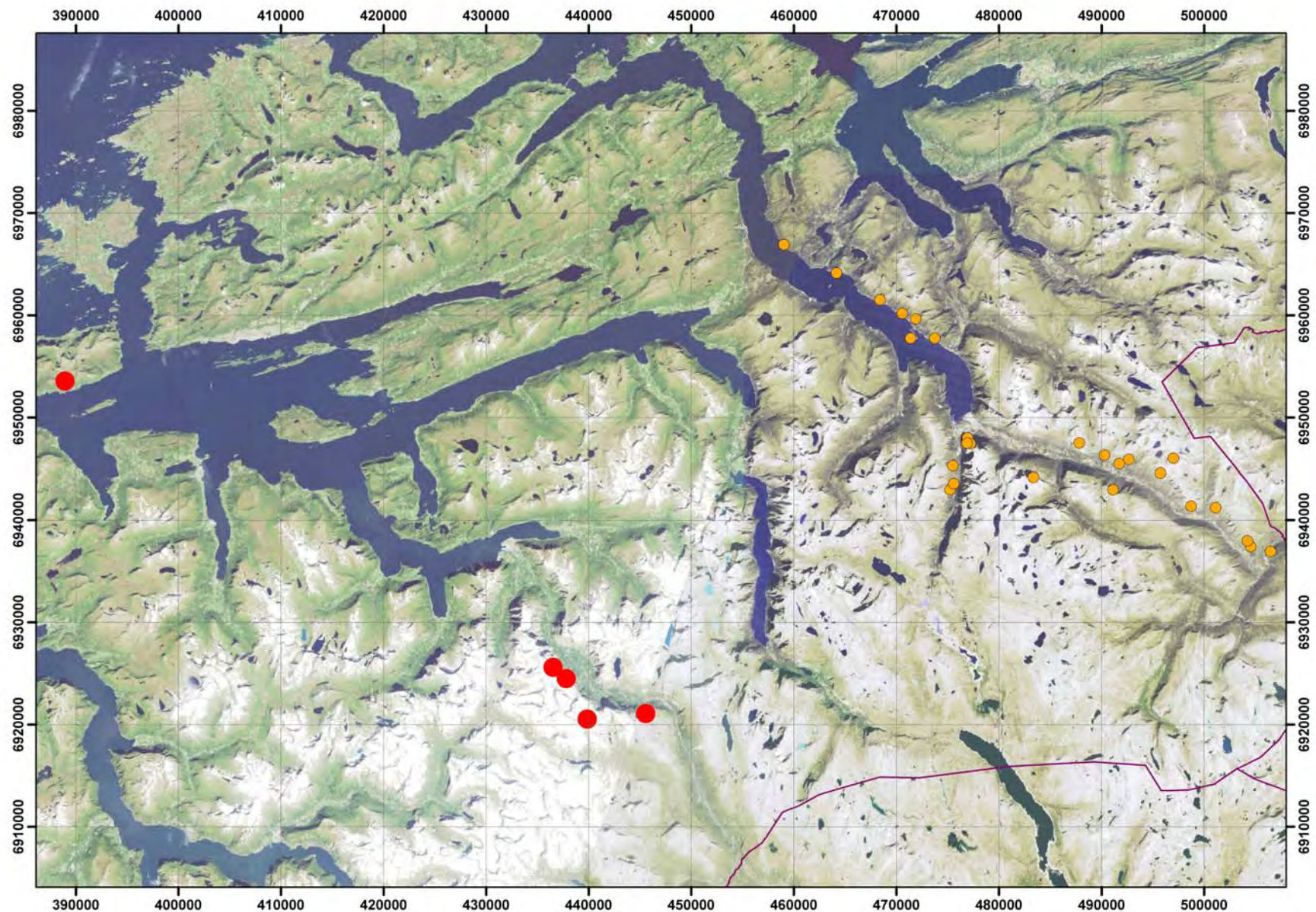
Figur 54: Utsnitt fra 3D bilder tilgjengelig på www.norgei3d.no som viser lokalitet 27. Denne lokaliteten ble ikke identifisert under feltrekognoseringen fra helikopter. Vi har imidlertid identifisert lokaliteten fra den 3D 'virtual fly' tjenesten nevnt ovenfor.

3.2.28 Oppsummering av lokalitetene i Sunndalen

Figur 55 er et kart som viser alle de stedene i Sunndalen som har blitt observert fra helikopteret under rekognoseringsarbeid i juni 2007. Områdene som har ingen eller lav interesse er vist med svarte prikker. Områder som er av noen interesse med en lav til middels prioritet er vist i oransje. Disse steder er 4, 7, 8, 13, 20, 21, og 25. Områder som er høyest prioritet for videre oppfølging i felt er lokalitet 6, 9 (Ottem), 12 (Gikling), 26 og 27. Det burde gjøres en 'bakkebefaring' av alle de høyest prioriterte områdene i 2007 med kartlegging for å vurdere behovet for mer detaljert kartlegging og utsetting av flere GPS-punkter, se status på Figur 56. Det er allerede bestemt at det blir en mer detaljert kartlegging for Gikling, siden dette området allerede er befart (i 2006).



Figur 55: Oppsummeringskart over Sunndalen som viser de lokalitetene som har blitt observert ved rekognoseringsarbeid med helikopter. Lokalitetene med lavest prioritet eller av ingen interesse er i svart, områder med middels prioritet er i oransje og områder med høy prioritet er i rødt.



Figur 56: Kart som viser steder som er under oppsyn av NGU med hensyn til store fjellskred (unntatt det som er gjort innen Åknes-Tafjord prosjektet). Punktene i rødt viser de lokalitetene der GPS punkter allerede er lagt ut. Punktene i oransje er rekonosert fra helikopteret i Sunndalen.

4. KONKLUSJONER

4.1 Oppstadhornet

Nye punkter ble etablert i 2005 og de eksisterende punkter viser bevegelse, men tett opp mot signifikansgrensen. Ingen feltundersøkelser har blitt gjort i 2006.

4.2 Svarttinden

Fjellsiden viser et lavvinklet glideplan som har utløst halvparten av fjellsiden for ca.5000 år siden. Omtrent 7 M m^3 står igjen som utsatt for skred. De punktene som ble lagt ut i 2005 viser ingen betydelig bevegelse fra de målingene samlet inn i 2006 og derfor må fjellsiden på den nåværende tidspunkt anses som stabil, men målingene burde fortsette i flere år fremover.

4.3 Flatmark

Flere forskjellige blokker har blitt observert som har vært i bevegelse i forskjellige grad. Flere av blokkene viser svært begrenset tegn på nylig bevegelse. Disse blokkene har antatte størrelser på $0,7 \text{ M m}^3$, $1,4 \text{ M m}^3$, $0,2 \text{ M m}^3$ og $0,7 \text{ M m}^3$. 7 GPS punkter har blitt først lagt ut i år for å kartlegge om det pågår noen bevegelse, og disse skal måles inn på nytt i 2007.

4.4 Mannen

Preliminær kartlegging har blitt gjennomført i sommeren 2006. Dette viser et mer omfattende skredutsatte område enn har blitt antatt fra før. To blokker er dokumenterte på en størrelse av 1 M m^3 for blokk A og ca. 8 M m^3 for blokk B. En rekke GPS punkter har blitt satt ut for å kartlegge bevegelse og skal måles inn på nytt i 2007. Et mer omfattende og detaljert kartleggingsforsøk skal gjøres i 2007.

4.5 Børa

Ingen av de GPS-punktene som er lagt ut på fjelltoppen viser betydelig bevegelse. Ingen ny kartlegging har blitt gjort på sprekkeene på fjelltoppen siden disse har blitt kartlagt i stor detalj tidligere. Noen enkelte observasjoner har blitt gjennomført av lavvinklede strukturer i bunnen av fjellsiden under sprekkeene. Det er sannsynligvis disse strukturene som har skapt de tydelige sprekkeene på fjelltoppen, selv om ingen store glideplan har blitt observert på fjellveggen.

4.6 Gikling

Rekognosering viser tre forskjellige områder som kan være potensielt utsatt for fjellskred. Alle tre er av forskjellig størrelse ($10,5 \text{ M m}^3$, $4,0 \text{ M m}^3$ og 125.000 m^3), men viser den samme type av utløsingsmekanisme; sprekkeutvikling 90 grader på fallinjen og utglidning på et lavvinklet skjærplan. Videre detaljarbeid bør gjøres i 2007.

4.7 Rekognosering i Sunndalen

26 steder ble befart i løpet av juni 2007. Vi har klassifisert lokalitetene i tre grupper basert på rekognoseringen. Lokaliteter med lav prioritet skal ikke undersøkes nærmere, områder med middels prioritet er av noen interesse, men skal ikke undersøkes videre i første omgang. Høy prioritets områder bør undersøkes med bakkebefaring i løpet av feltsesongen 2007. Av disse steder skal Gikling og Ottem (lokaliteter 12 og 9) studeres i mer detalj. Det er høyst sannsynlig at GPS-punkter også blir lagt ut på disse to lokalitetene. Lokalitet 26 på vestsiden av Litjdalen bør også undersøkes, selv om sprekken i området ser gammel ut. I tillegg er en ekstra lokalitet (lokalitet 27) identifisert fra 3D-tolkning av ortofoto etter rekognoseringen. Dette området må også sjekkes nærmere.