

NGU Rapport 2008.062

Fare for fjellskred i Fedafjorden

Rapport nr.: 2008.062		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Fare for fjellskred i Fedafjorden			
Forfatter: Lars Harald Blikra og Marc-Henry Derron		Oppdragsgiver: Kvinesdal kommune	
Fylke: Vest Agder		Kommune: Kvinesdal	
Kartblad (M=1:250.000) Mandal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1311 I (Flekkefjord, 1311 II (Farsund)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 17	Pris: 85,-
Feltarbeid utført: 2006		Rapportdato: 07.07 2008	Prosjektnr.: 296200
		Ansvarlig <i>Oystein Nordgulen</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Kvinesdal kommune ønsket å få gjennomført en utredning om fare for fjellskred og flodbølger i Fedafjorden. Denne NGU-rapporten gir en dokumentasjon av de geologiske forholdene og en gjennomgang av de ulike områdene som er vurdert i forhold til fare for større utglidninger i Fedafjorden. Rapporten gir en gjennomgang av NGU sine eksisterende undersøkelser, og de feltbefaringene som ble gjennomført i 2006. Fjordundersøkelsene som ble foretatt av NGU på 90-tallet viste at en kunne få til dels store skred i Fedafjorden, med skredvolum på 10 000 – 100 000 m<sup>3</sup>. Det ble estimert en årlig nominell sannsynlighet på 1/1000 år for skred med slike volum i hele fjordsystemet. Undersøkelsene på land viser spor etter tidligere utglidninger av mindre volum enn det som indikeres ut fra undersøkelsene i fjorden. Volumene av utglidninger på land indikerer mindre volum på 1 000 til 10 000 m<sup>3</sup>. Grunnen til dette er at lagdelingen i fjellet ligger gunstig i forhold til fare for store utglidninger. Lagdelingen heller ofte inn mot fjellet, noe som favoriserer mindre utglidninger og steinsprang. Årsaken til at en har registrert større skredvolum i fjorden enn det som er observert i fjellssidene er trolig at skredene fører til kollaps av løsmasser i fjordsidene, som så blir inkorporert i skredene. Disse massene kan være grove skredmasser i de bratte fjordsidene og mer finkornede løsmasser i de flatere partier av fjorden.</p> <p>Følgende områder er vurdert i rapporten : Breivika, Hangelandsspeilen, Ongleskjæret, Gullberget og Sundsodden, Ravnefjell, Grubedalen, Fredlaustone, Kjellingskjær, Kjeupsa, Skagelistranda og Odreholet. Observasjoner av de geologiske strukturene i form av lagdeling og sprekker viser at en kan få de største utglidningene ved Hangelandsspeilen og ved Grubedalen. Følgende volum er estimert for potensielle fjellskred fra disse to områdene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hangelandsspeilen: 8-12 000 m<sup>3</sup>. I tillegg kan masser langs vegbanen kollapse og tilføre et lignende volum til skredet.</li> <li>• Grubedalen: 10-20 000 m<sup>3</sup>, men mulig et maksimum volum på opp til 40 000 m<sup>3</sup></li> </ul> <p>De estimerte volumer for Hangelandsspeilen og Grubedalen er brukt av NGU for vurdering av flodbølger mot bebyggelse i Fedafjorden. De konkluderer med at slike skred ikke vil medføre vesentlige konsekvenser for verken Feda eller Kvina Verft ved Agnholmen.</p>			
Emneord: Skred	Fjellskred	Stabilitet	
Skredfare	Flodbølger	Sprekker	

## **INNHold**

<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2. OPPSUMMERING AV TIDLIGERE UNDERSØKELSER.....</b>	<b>4</b>
2.1 Skredforholdene i Fedafjorden.....	4
2.2 Skredfareanalyse .....	5
<b>3. OPPFØLGING AV ENKELTOBJEKTER I FEDAFJORDEN .....</b>	<b>5</b>
3.1 Breivika .....	6
3.2 Hangelandsvika, Speilen .....	7
3.3 Ongleskjæret, Gullberget og Sundsodden.....	9
3.4 Ravnefjell .....	10
3.5 Vertonodden - Grubedalen .....	12
3.6 Fredlaustona .....	12
3.7 Ved Kjellingskjær .....	14
3.8 Kjeupsa, Skagelistranda og Odreholet .....	15
<b>4. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER .....</b>	<b>16</b>
<b>5. REFERANSER: .....</b>	<b>17</b>

## 1. INNLEDNING

Kvinesdal kommune ønsket å få gjennomført en utredning om risiko for fjellskred og flodbølger i Fedafjorden. Bakgrunnen for de igangsatte undersøkelsene var NGU sine undersøkelser i 1998 i forbindelse med legging av sjøkabler til kontinentet (Bøe m.fl., 1998), og senere befarings i 2005. Det ble i 2005 også avholdt møter med kommunen og fylkesmannens beredskapsavdeling, og gjennomført et folkemøte på Fedafjorden. NGU utarbeidet i 2006 et notat til Norges Geotekniske Institutt (NGI) om de geologiske forholdene, inkludert ulike scenarier for utglidninger. Dette var grunnlaget for NGIs beregninger av flodbølger (Glimsdal & Harbitz, 2006).

Denne NGU-rapporten gir en dokumentasjon av de geologiske forholdene og en gjennomgang av de ulike områdene som er vurdert i forhold til fare for større utglidninger. Fokus har vært rettet mot estimering av mulige volum som kan utløses i de bratte fjellssidene som omgir Fedafjorden. Rapporten gir en gjennomgang av NGU sine eksisterende undersøkelser, og de feltbefaringene som er gjennomført i 2006.

Feltarbeidet ble utført i juni 2006 av NGU, og der NGI var med på en dags befarings til de lokaliteter som var aktuelle for bølgemodellering.

## 2. OPPSUMMERING AV TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det blir her gitt en oppsummering av hovedkonklusjoner fra den geologiske kartleggingen som NGU gjorde i forbindelse med Statnett sine planer for å plassere likestrømskabler på bunnen av Fedafjorden (Bøe m.fl., 1998).

### 2.1 Skredforholdene i Fedafjorden

Berggrunnen rundt Fedafjorden er en meget oppsprukket gneis som er gjennomvannet av sprekker og forkastninger i ulike retninger. Et meget markert forkastningssystem går langs fjordsystemet. Studier av flybilder og befarings langs fjordssidene viste at sørsiden av fjorden er mest ustabil. Her har det vært en rekke mindre og større utglidninger fra de bratte fjellssidene.

Det er registrert flere store fjellskred på land, både på sørsiden og nordsiden av fjorden. Store fjellskred på land med store urmasser ligger ved Sagefoss Kraftverk, mellom Lia og Littlehamn, nord for Skranefjellet, ved Hangelandsvika og på østsiden av Hålandsvatnet. Flere av utglidningene og skredurene en finner på land kan en se fortsatt ut i fjorden. Disse har dels gått ut til sentrale deler av fjordbassenget. Ved en rekke steder virker fjordssidene meget ustabile. På fjordbunnen ser en også store isolerte fjellblokker som er tolket til å være enkeltblokker som ruller og hopper nedover fjordbunnen.

Sammenligner en Fedafjorden med andre fjordsystemer i Norge er det klart at fjellssidene her er meget ustabile. Antallet store fjellskred som er kartlagt er trolig like stort som i noen av de mest utsatte fjord- og fjellsider i Møre og Romsdal (Tafjorden, Geirangerfjorden og Romsdalen). Selv om fjellssidene på land er mye lavere i Fedafjorden sammenlignet med fjordsystemene på Vestlandet er likevel volumene av de registrerte rasene store nok til at de kan ha potensiale til å generere flodbølger enkelte steder. Fjellskred vil kunne bevege seg nedover bratte fjellsider til de når den flattere fjordbunnen. Massene vil kunne overbelaste løsmassene og utløse et løsmasseskred som kan føre med seg blokker og stein langt utover fjordbunnen. Dette er trolig en av hovedprosessene for de store skredene som er kartlagt i

Fedafjorden. Det foreligger lite data som kan brukes til å si noe om alderen på disse store skredene, og derfor er det også en del usikkerheter men hensyn til estimering av skredfare. Dersom skredene var svært gamle (f.eks. fra rett etter istiden) kan utløsningsårsaken skyldes store jordskjelv og aktiv tektonikk. Det store skredet på sørsiden av fjorden, mellom Breivika og Kvina Verft, er imidlertid dekket av bare ca. 1 m sediment, og sedimenttilvekstmålinger viser at dette skredet sannsynligvis er yngre enn 1000 år.

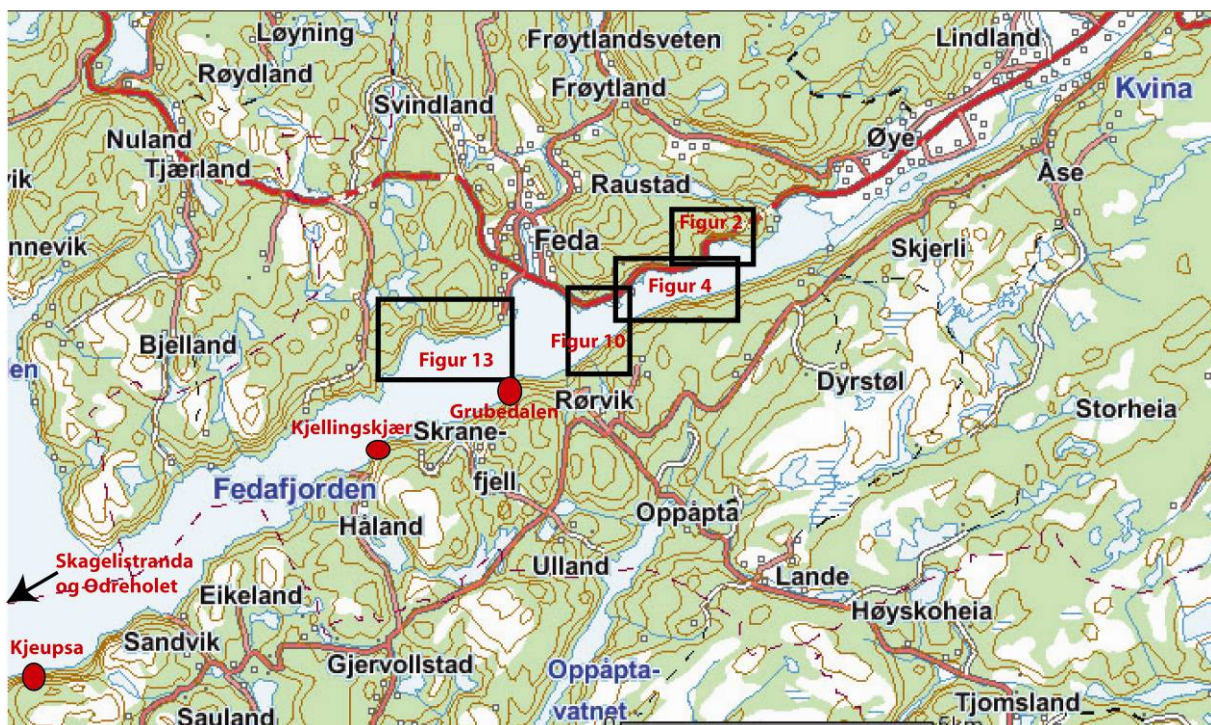
Alle områder som ble vurdert til å være utsatt for skred ble tegnet inn på kart (Bøe m.fl. 1998). Videre ble også de områdene som ble ansett å være mest utsatt for skred skravert på kart.

## 2.2 Skredfareanalyse

Basert på kartlegging på land og i fjorden ble det foretatt en samlet vurdering av sannsynlighet for større utfall fra land langs Fedafjorden (Bøe m.fl. 1998). Analysen er usikker siden det er store usikkerheter med hensyn til alder på de store skredene som har gått i området. I analysen ble det derfor forutsatt at skredene har gått mer eller mindre jevnt de siste 10.000 år (etter innlandsisen smeltet bort fra området). Det ble estimert at det i hele fjordområdet har gått mellom 8 og 12 større skred som har krysset fjordbunnen og som muligens kan ha potensial til å generere flodbølger. Den årlige sannsynlighet ble ut fra dette estimert til å være i størrelsesorden  $1 \cdot 10^{-3}$  pr. år for hele fjordsystemet (en skredsannsynlighet på 1 skred pr. 1000 år).

## 3. Oppfølging av enkeltobjekter i Fedafjorden

Figur viser en oversikt over Fedafjorden med lokalisering av de områdene som er fulgt opp med kartlegging i 2006 (Figur 1).



Figur 1. Oversikt over Fedafjorden og lokalisering av områder som er fulgt opp. Skagelistranda og Odreholet ligger utenfor kartet i sørvest.



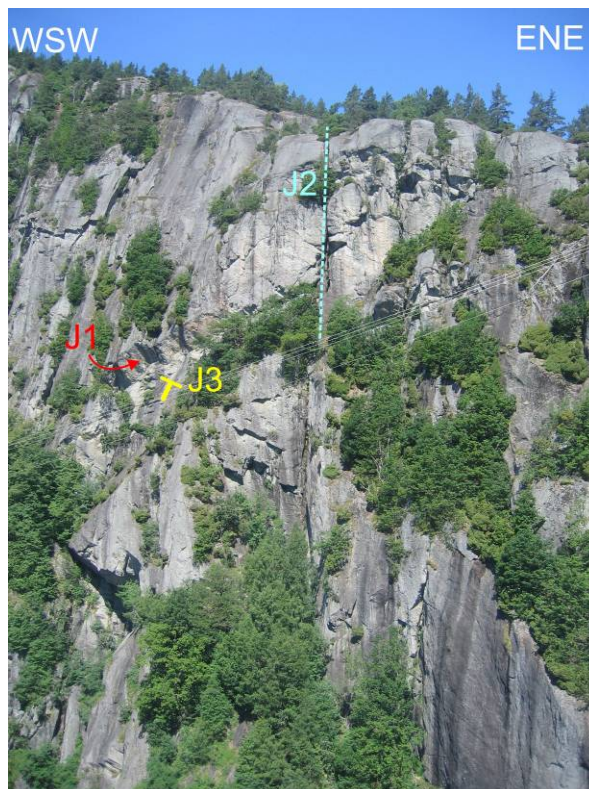
### 3.1 Breivika

Breivika ligg på nordsida av fjorden, nordøst for Kvina verft (Figur 2. Kart over området ved Breivika fra Bøe et al., 1998). Det er her observert tre tydelige sprekkesystemer (Figur 3). Et karakteristisk trekk er 3-5 m tykke flak (eksfoliasjon), som kan være opp til 10 m brede og 20 m høye, som gan gli parallelt med fjellsiden (langs J3 sprekkene), se Figur 3. Dette er spesielt tydelig i den vestlige delen, der det også er overheng, og det er vurdert at volumene av slike flak kan komme opp i 1000 m<sup>3</sup>. I den østlige delen er det ikke registrert noen større ustabile volum.

Det konkluderes med at det ikke er fare for utglidninger av store volum som kan generere flodbølger her, men det er et ustabil område med hensyn til steinsprang ned på vei.



Figur 2. Kart over området ved Breivika (fra Bøe et al., 1998). Linjene angir fremtredende sprekker, stipla linje avgrensning av antatt ustabile og rasutsatte fjellpartier, firkanter angir skredavsetninger.



Figur 3. Bilde fra Breivika med de 3 geologiske hovedstrukturene vist (UTM 0374850 / 6460770). J1, J2 og J3 viser tre hovedretninger av sprekker.

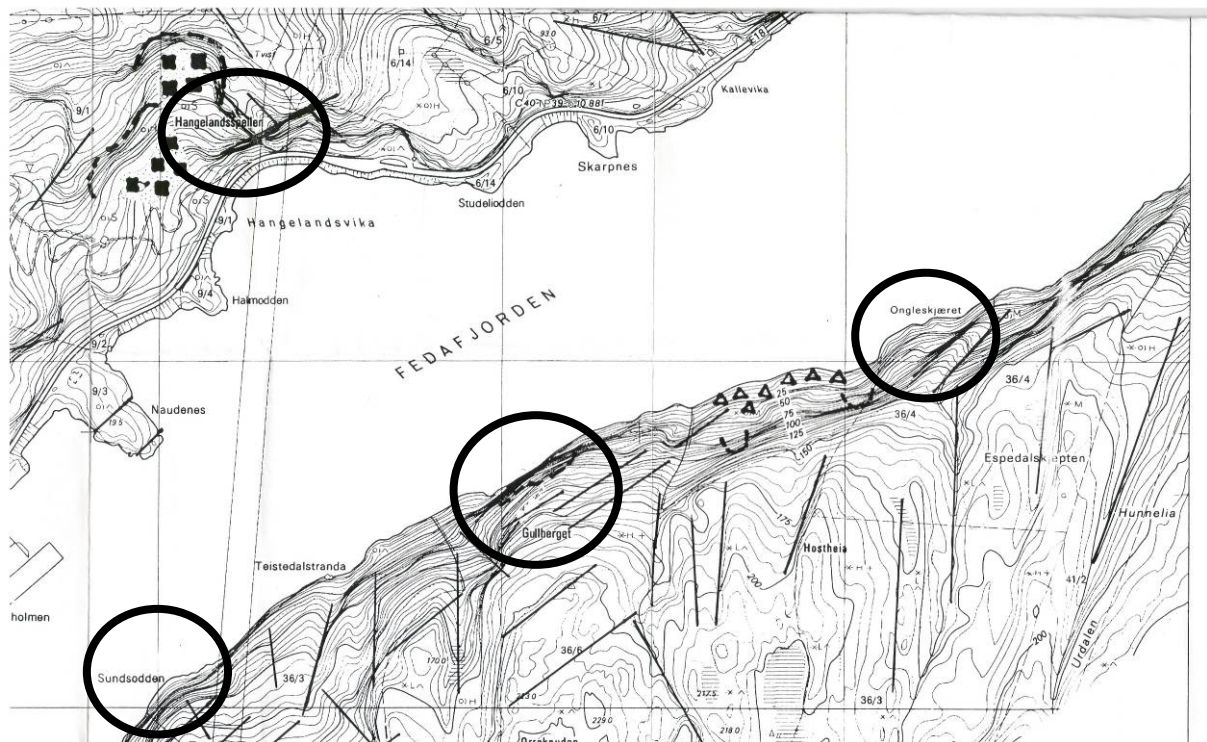
### 3.2 Hangelandsvika, Speilen

Hangelandsspeilen ligg på nordsida av Fedafjorden, nord for Kvina verft (Figur 4). En stor fjellblokk ligg med overheng i fjellsida (Figur 5), og en markert åpen sprekk går tvers over på toppen (Figur 6, høyre). Den åpne sprekk er omtrent 50 cm bred og det ser ut til at den har hatt en vertikal bevegelse på ca 15 cm.

Følgende markerte strukturer er observert (Figur 6, venstre):

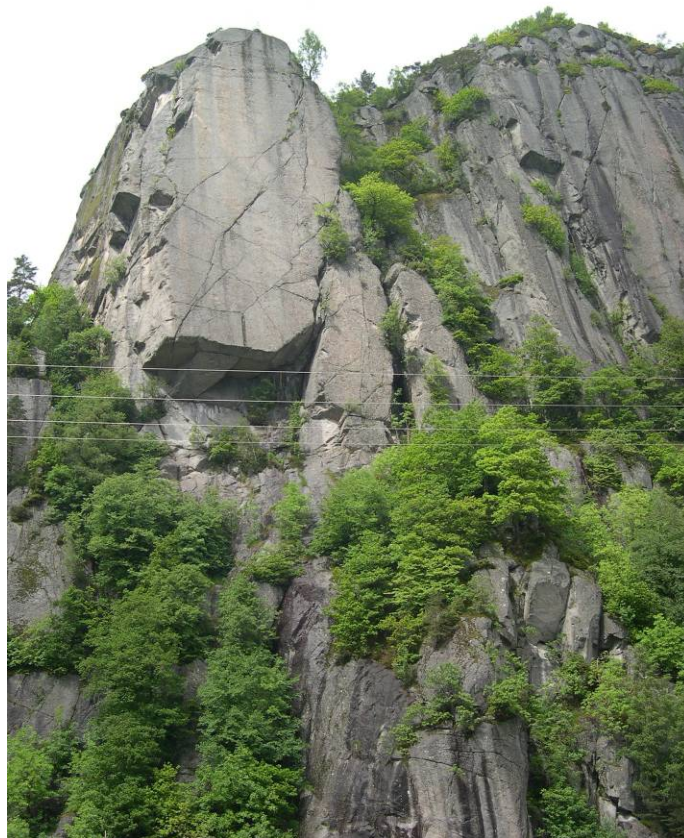
- S1. Lagdeling/foliasjon i massiv gneis: 092/25
- J1. Subvertikale sprekker, blant annet den åpne sprekk på toppen: 115/80, 130/85
- J2: Sprekker som markerer overflaten på blokka sammen med S1 216/45

En stor utglidning kan her gli nesten vertikalt langs sprekk J1. Sprekk er åpen på toppen og den fortsetter vertikalt ned til et stort overheng. Volumet i Speilen er vurdert til å være på mellom 8 000 og 12 000 m<sup>3</sup>. I tillegg kan et skred herfra også føre til kollaps av vegbanen og de løsmassene som ligger både over og under vann. Dette vil kunne føre til en betydelig økning av volumet til skredet før det går ut i fjorden.

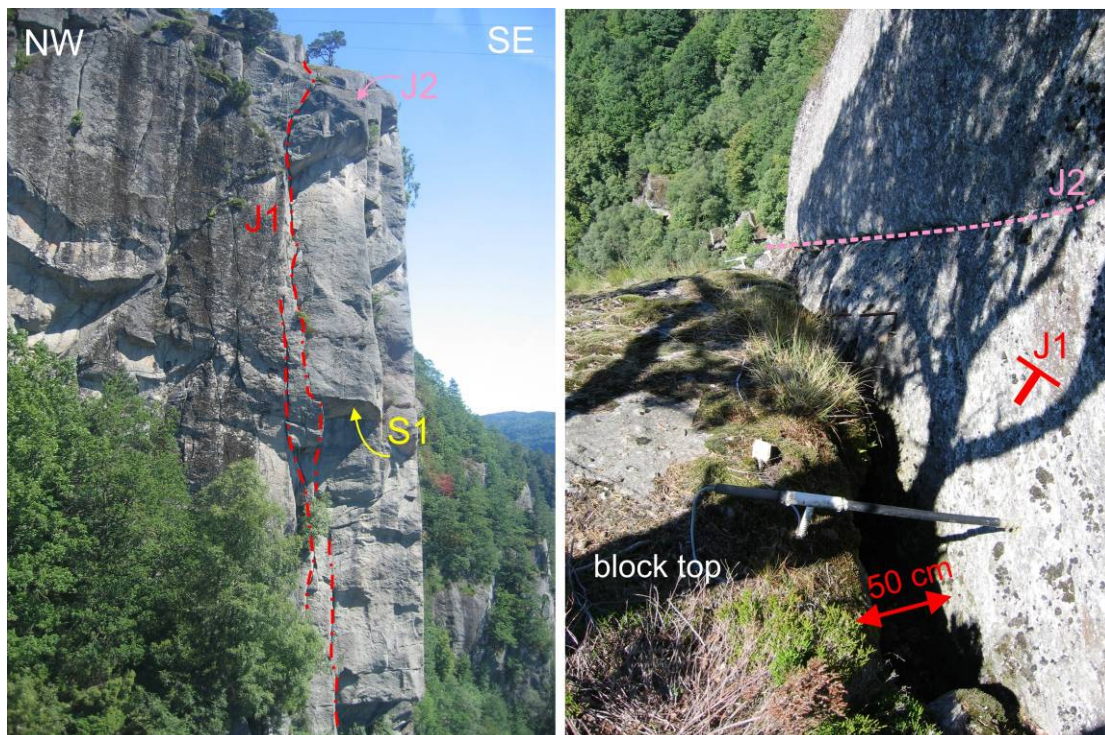


**Figur 4. Kart med lokalisering av Hangelandsspeilen, Ongleskjæret, Gullberget og Sundsodden (Bøe m.f. 1998). Linjene angir fremtredende sprekker, stipla linje avgrensning av antatt ustabile/rasutsatte fjellpartier og eldre utglidninger, trekkanter angir ur (steinsprang), firkanter angir skredavsetninger.**





Figur 5. Hangelandsspeilen sett nedenfra. Legg merke til overhenget som avgrenser den store fjellblokka (UTM 0373675 / 6460367 på toppen av "Speilen").



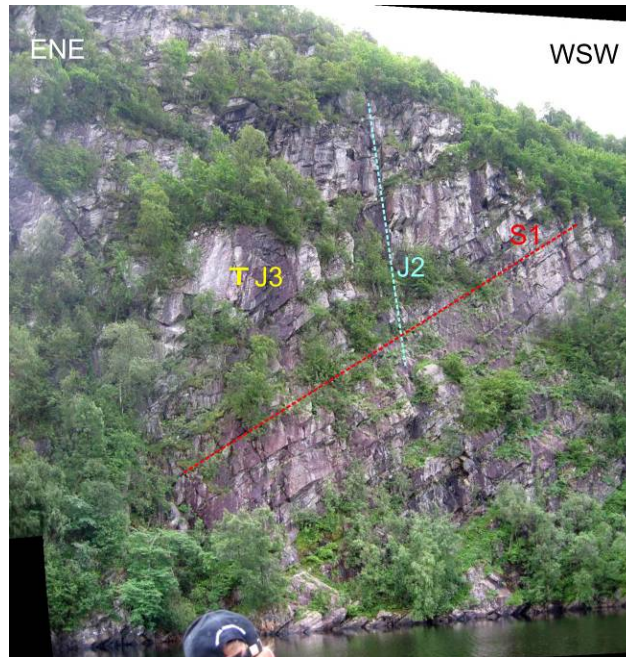
Figur 6. Hangelandsspeilen. Venstre: Oversikt fra siden med markering av de geologiske strukturene. S1: lagdeling eller foliasjon; J1 og J2: Hovedsprekkeretninger. Høyre: Åpen sprekk på toppen av Speilen. Her er det også satt ned strekkstag for måling av bevegelse.



### 3.3 Ongleskjæret, Gullberget og Sundsodden

Ongleskjæret, Gullberget og Sundsodden ligg på sørsida av Fedafjorden, sør for Kvina verft (Figur 4). De geologiske strukturene er tegnet inn på bilder fra de tre områdene (Figur 7, Figur 8 og Figur 9).

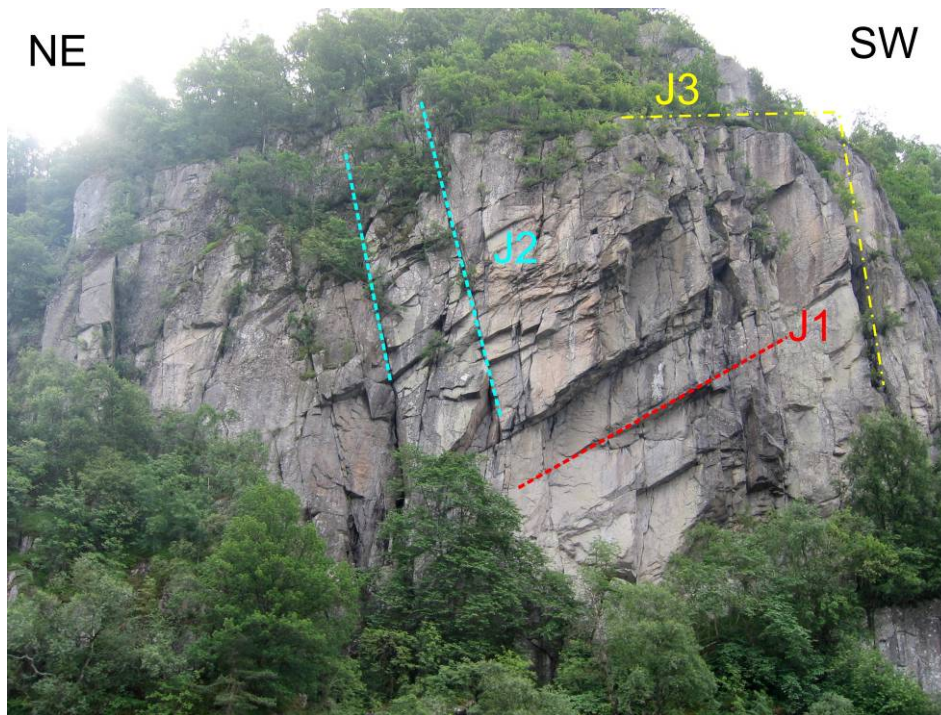
Ut fra sprekkenes mønster, retninger og frekvens konkluderes det med at det ikke er fare for noen store utglidninger i disse områdene. Lagdelingen i fjellet skråner heller ikke ut mot fjorden, noe som er viktig ved vurdering av faren for store skred. Den store sprekketettheten gjør imidlertid at det er stor fare for steinsprang, men disse vil være såpass små at de ikke kan generere noen større flodbølger.



Figur 7. Bilde fra Ongleskjæret med inntegning av de geologiske hovedstrukturene UTM 0374870 / 6460130). Lagdeling/foliasjon S1: 090/40 (helling inn mot fjellsida); Sprekker J2: 210/80 ; Sprekker J3: Sprekker parallelt med fjellsida.



Figur 8. Bilde fra Gulberget med inntegning av de geologiske hovedstrukturene (UTM 0374150 / 6459970). Sprekker J1: 080/30 (Dette kan være foliasjonen, og den heller inn mot fjellsida) ; Sprekker J2: 150/80; Sprekker J3: 350/30 (sprekkeplan heller ut fra fjellsida).



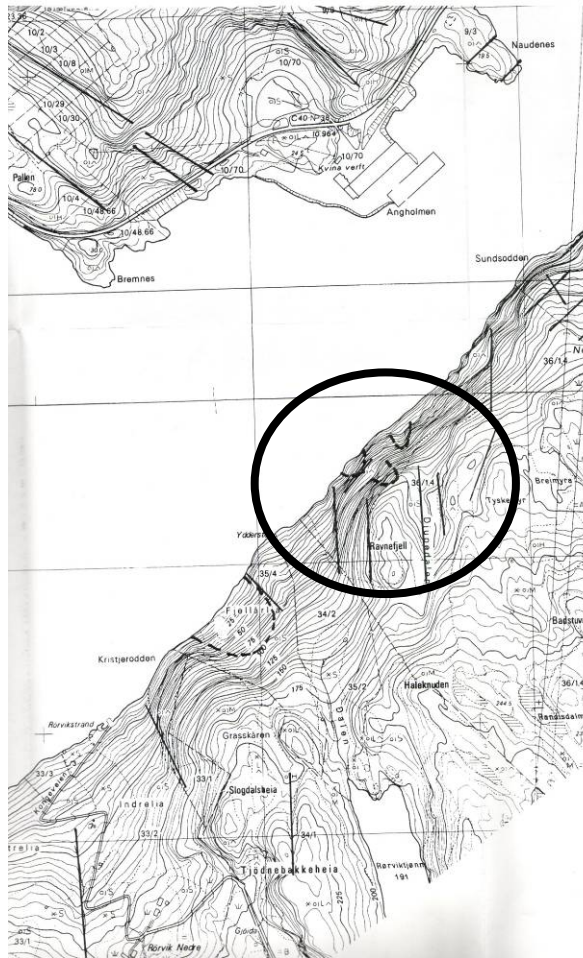
**Figur 9.** Bilde fra Sundsodden med inntegning av de geologiske hovedstrukturene (UTM 0373490 / 6459600). Sprekker J1: 060/30 (heller ikke direkte inn mot fjorden, mulig dette er foliasjonen); Sprekker J2: 230/80 (heller ikke ut mot fjorden); Sprekker J3: 330/90 (~ parallelt med fjellskråninga).

### 3.4 Ravnefjell

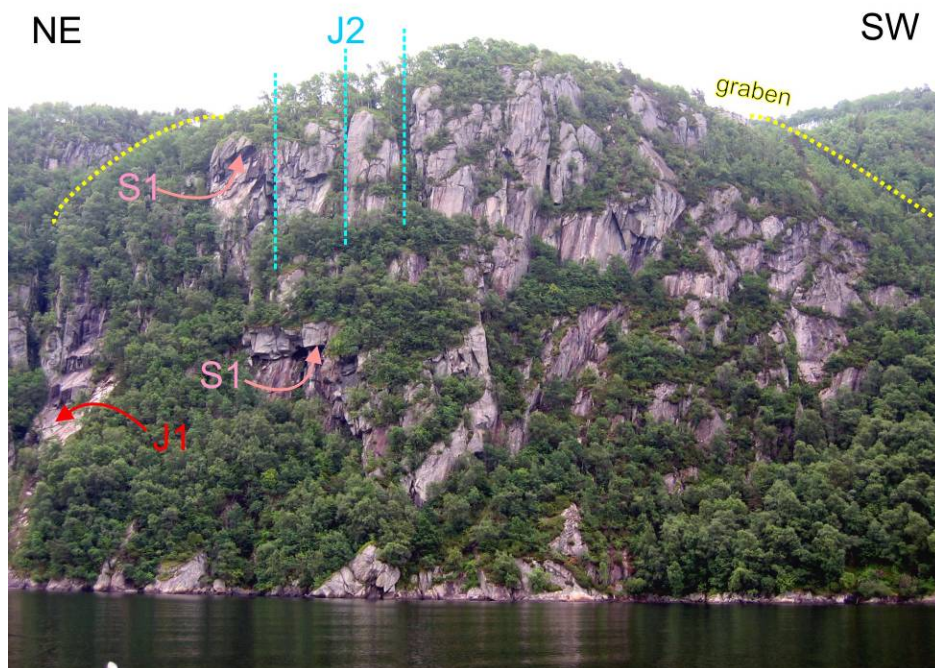
Ravnefjell ligg på sørsida av Fedafjorden, like sør for Kvina verft (Figur 10). Lagdelingen i fjellet heller inn mot fjellsiden, og det er to tydelige sprekkesystemer, der den ene heller ut mot fjorden. Imidlertid er sprekketettheten såpass stor (3x5x10 meter), at det ikke vil være tale om større utglidninger enn opp til 100-300 m<sup>3</sup>. En 20 m bred innsynkning ("graben") finnes på toppen, ca 80 m bak fjellsida, men det er ikke observert aktive bevegelser eller åpne sprekker her.

Det konkluderes med at det ikke er fare for store utglidninger fra Ravnefjell, men at det er et aktivt område for steinsprang.





Figur 10. Lokalisering av Ravnefjell. Linjene angir fremtredende sprekker, stipla linje avgrensning av antatt ustabile/rasutsatte fjellpartier og eldre utglidninger.



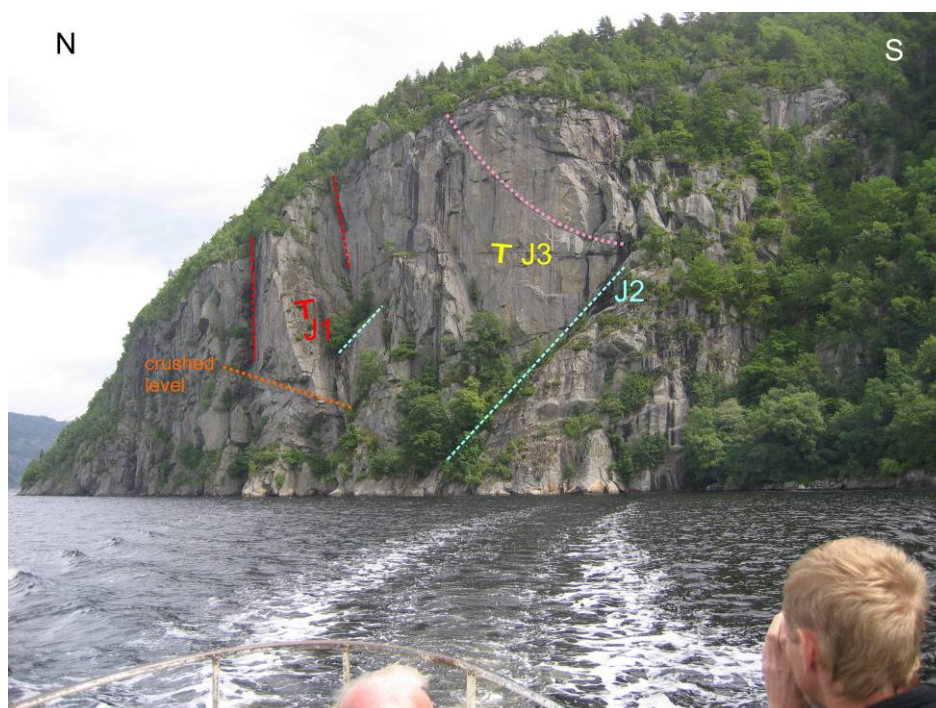
Figur 11. Bilde av Ravnefjell (UTM 0373200 / 6459300). Tre hovedstukturer er vist: S1 (085/35), som er hovedfoliasjonen eller lagdelingen som heller inn mot fjellsida (se overheng i fjellsida); Sprekker J1 (330/45) som heller mot fjorden; og J2 (030/88) som er subvertikale sprekker som går på tvers av fjellsida.



### 3.5 Vertonodden - Grubedalen

Området ligger på sørsiden av Fedafjorden, sør for Feda (Figur 1). Fjellet er ikke så tett oppsprukket som en del av de andre lokalitetene, og orienteringen av fjellsida ligger N-S. Strukturene som er kartlagt er noe mer ugunstig i forhold til fare for større utglidninger (Figur 12). Det kan være fare for kileutglidninger som heller ned mot fjorden, avgrenset av sprekkene J1 og J2 (~250/35). Avstanden mellom sprekkene er mellom 10 og 30 m. Det er også klare spor etter flere større utglidninger på ca 1000-10000 m<sup>3</sup> fra dette området.

Det konkluderes med at det kan være fare for større utglidninger på 20 000 m<sup>3</sup>, mulig så store som opp til 40 000 m<sup>3</sup>. Slike skred vil gå direkte ut i fjorden.



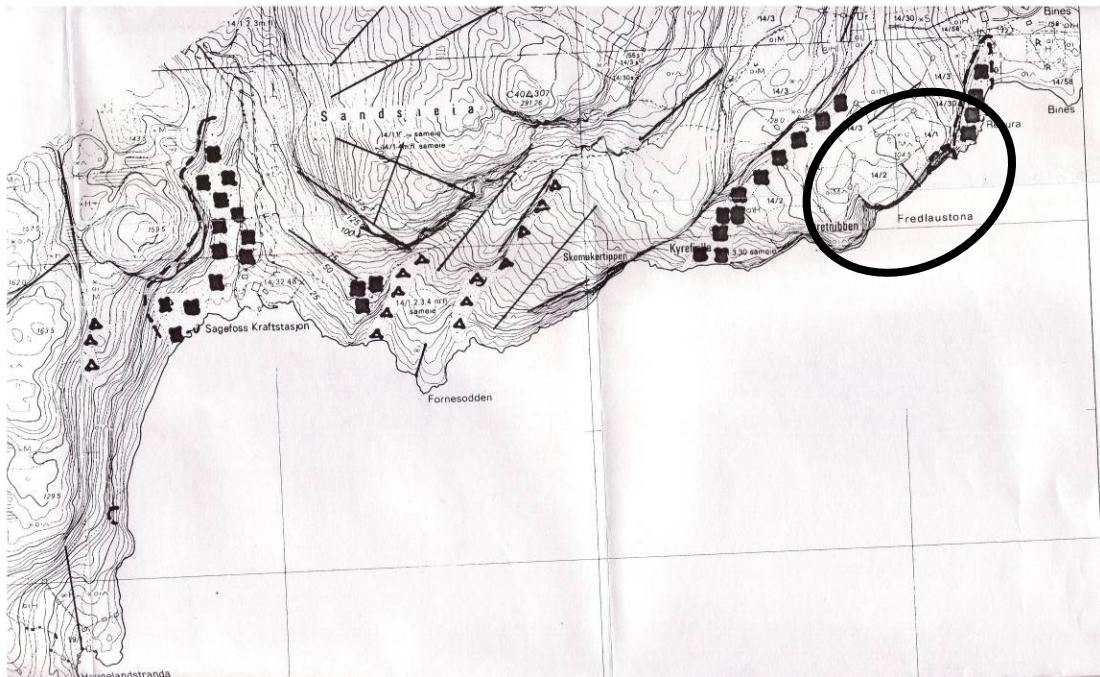
**Figur 12.** Bilde over Vertonodden - Grubedalen (UTM 0371730 / 6458390). Hovedstrukturene i form av tre hovedsprekker er vist: J1: 180/70 (hovedsprekkene); J2: 290/40 (grunne sprekkplan som heller mot fjorden, trolig foliasjonen); J3: 280/90 (overflaten av fjellveggen). Det er også indikert en kurva forkeasting i øvre deler og en nedknusningssone som avgenser utglidning langs sprekkene J1 og J2.

### 3.6 Fredlaustona

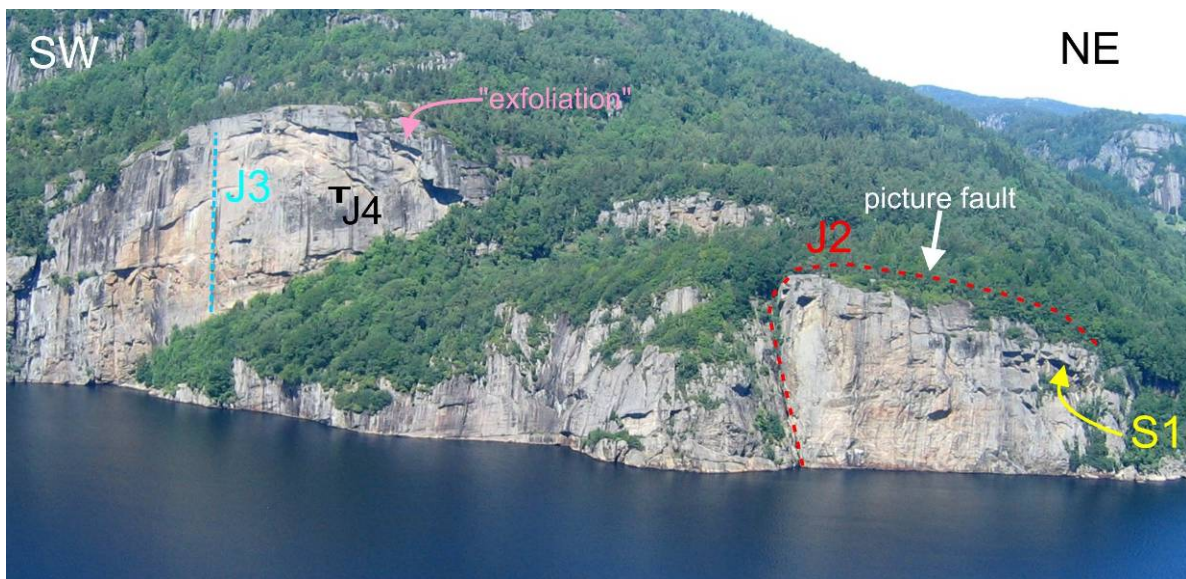
Området ble kort befart på grunn av observasjoner av en åpen sprekk på toppen av Fredlaustona. Den bratte fjellveggen er generell massiv og med liten oppsprekking. Steinsprang herfra går i hovedsak langs den observerte sprekkereetningen J4, som er parallelt med fjellveggen (Figur 14). Disse ser ut til å være kun 1-3 m tykke flak. Siden foliasjonen eller lagdelingen heller inn mot fjellsida, er dette gunstig i forhold til fare for en større utglidning.

En åpen sprekk (J2) er svært sammenhengende, og kan følges fra havnivå på vestsiden. Den østlige delen av sprekkene ser ut til å være dekket av glasielle avsetninger (morene), og den er glasielt polert i overflaten. Sprekken tolkes til å være svært gammel, og at det trolig ikke er en aktiv bevegelse i dag. Det er imidlertid uklart om denne sprekkene kan fortsette ut i sjøen, og om den kan ligge på en mulig glidesone.

Det konkluderes med at området trolig ikke er i bevegelse, men for å være på den sikre siden kunne det vært satt ned noen manuelle målebolter som kontrollmålinger.

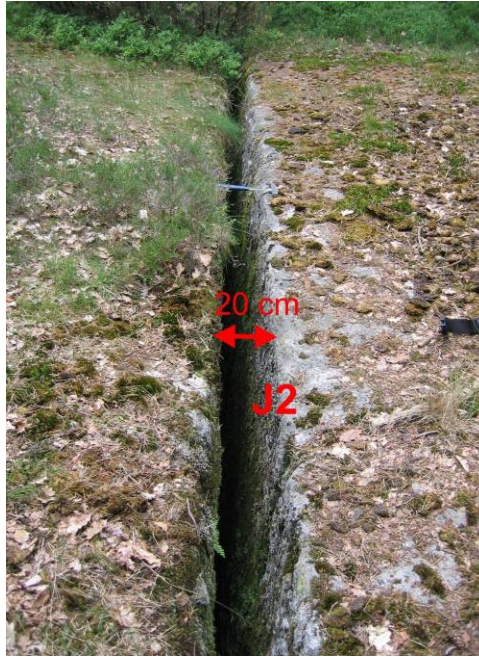


Figur 13. Lokalisering av Fredlaustona (UTM 0371460 / 6459220). Det er en åpen sprekk på toppen av denne fjellveggen. Linjene angir fremtredende sprekker, stipla linje avgrensning av antatt ustabile/rasutsatte fjellpartier og eldre utglidninger, trekkanter angir ur (steinsprang), firkanter angir skredavsetninger.



Figur 14. Oversiktsbilde over Fredlaustona. Den åpne sprekk på toppen og de geologiske hovedstrukturene i gneisen er vist. Se også lokalisering av detaljbilde av åpen sprekk (Figur 15). Hovedstrukturene: Foliasjonen S1 (335/10), som heller inn mot fjellsida og lager overheng i fjellveggen; Sprekk J2 (162/85) som representerer den åpne sprekk på toppen; Sprekker J3 (240/809) som er subvertikale sprekker på tvers av fjellveggen; Sprekker J4 (140/90) som representerer overflaten på fjellveggen (eksfoliasjonsplan?).



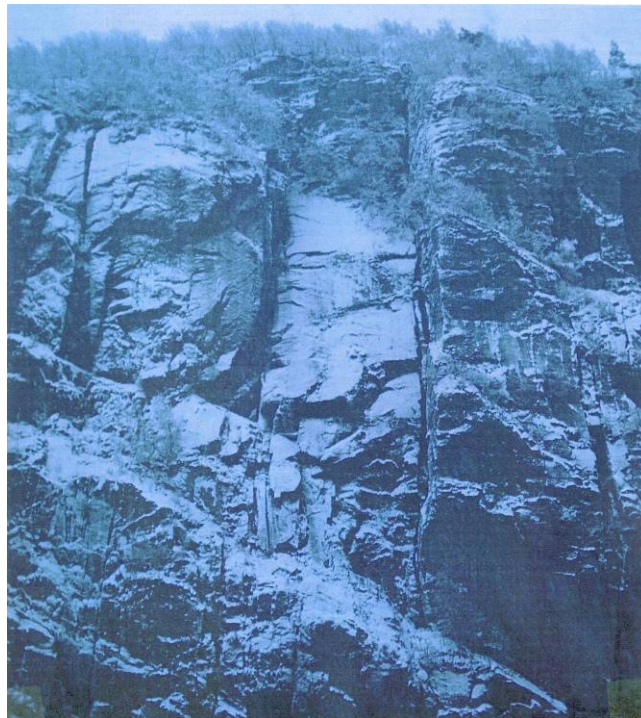


Figur 15. Den åpne sprekken på toppen av Fredlaustona. Se lokalisering i Figur 14.

### 3.7 Ved Kjellingskjær

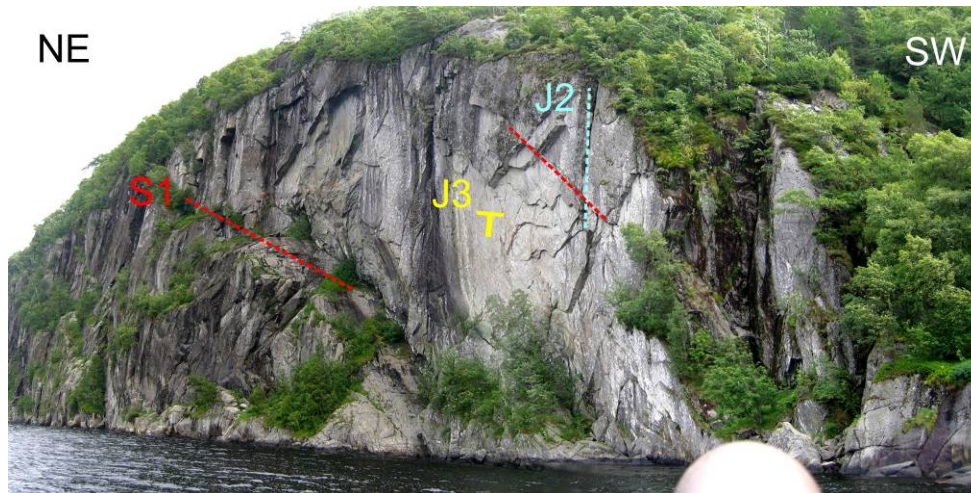
Kjellingskjær ligg på sørsida av fjorden, sør for Sagfoss (Figur 1). Det er observert flere mindre utglidninger fra dette området (Figur 16), og det estimeres at disse kan ha hatt volum på fra 2000 til 5000 m<sup>3</sup>. Det er imidlertid ikke observert noen potensielle store utglidninger eller aktive sprekker i dette området (Figur 17).

Det konkluderes med at det ikke er fare for utglidninger som er større enn omtrent 5000 m<sup>3</sup>, men at det er et aktivt område for steinsprang.



Figur 16. Bilde fra Kjellingskjær, der det tydelig går frem at det har vært noen tidligere utglidninger som er avgrenset av et skråplan som er lagdelingen/foliasjonen i gneisen.





Figur 17. Kjellingskjær (UTM 0369930 / 6457618) som viser de viktigste geologiske strukturene. Lagdeling/foliasjon S1 (270/35-45) som heller omtrent parallelt fjellside; vertikale sprekker J2 (245/~90) som går omtrent på tvers av fjellveggen; sprekker J3 (340/~90) som representerer overflaten av fjellveggen.

### 3.8 Kjeupsa, Skagelistranda og Odreholet

Det er observert mindre utglidninger i områdene Kjeupsa vest for Geiskeli, sørlige del av Skagelistranda og ved Odreholet, se lokalisering på Figur 1. Utglidningene er imidlertid såpass små, og langt fra bebyggelse, slik at disse områdene ikke er vurdert i denne rapporten.



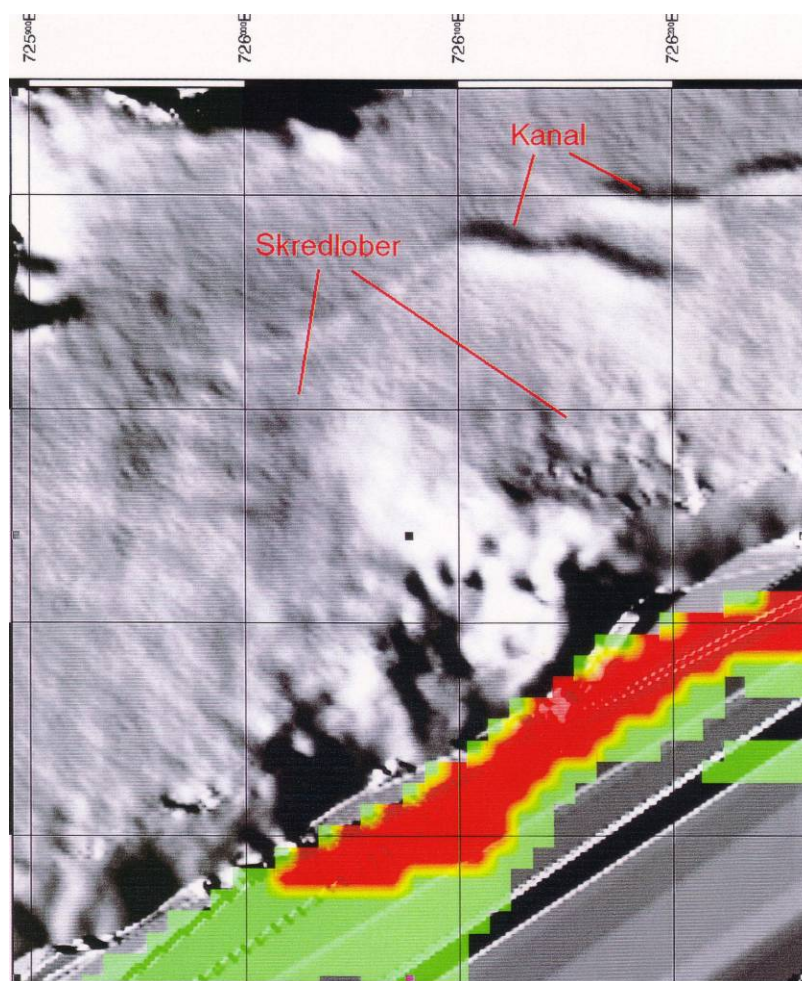
Figur 18. Utglidning ved Odreholet, se lokalisering i Figur 1 (fra Bøe m.fl. 1998).

#### 4. Oppsummering og konklusjoner

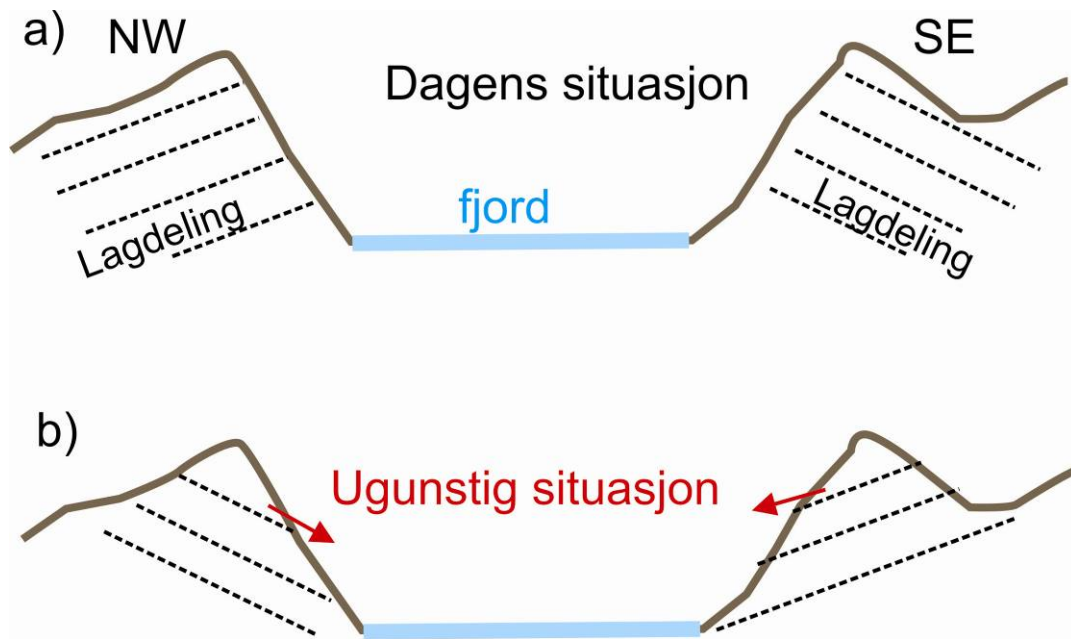
Fjordundersøkelsene som ble foretatt av NGU på 90-tallet viste at en kunne få til dels store skred i Fedafjorden (Bøe m.fl. 1998). Det ble kartlagt skred på fjordbunnen som var 50-200 m brede, 100-300 m lange og med noen få m tykkelse lengst ute i fjorden. Dette indikerte at en hadde skred med volum på 10 000 – 100 000 m<sup>3</sup>. På sørsida av Fedafjorden, mellom Kvina verft og Breivika, var det flere skred i størrelsen 20 000-100 000 m<sup>3</sup> (Figur 19). Øst for Breivika ble det konkludert med et skred på 30 000 m<sup>3</sup>. Det ble estimert en årlig nominell skredsannsynlighet på 1/1000 år for skred med slike volum i hele fjordsystemet.

Undersøkelsen på land viser spor etter tidligere utglidninger av mindre volum enn det som indikeres ut fra undersøkelsene i fjorden. Volumene av utglidninger på land indikerer mindre volum på 1 000 til opp i 10 000 m<sup>3</sup>. Grunnen til dette er at lagdelingen i fjellet ligger gunstig i forhold til fare for store utglidninger. Lagdelingen heller oftest inn mot fjellet, noe som favoriserer mindre utglidninger og steinsprang (Figur 20).

Årsaken til at en har registrert større skredvolum i fjorden enn det som er observert i fjellsiden er trolig at skred fra fjellskråningen i Fedafjorden fører til kollaps av løsmasser i fjordsidene som blir inkorporert i skredene. Disse løsmassene kan både være grove skredmasser i de bratte fjordsidene og mer finkornede løsmasser i de flatere partier av fjorden.



Figur 19. Skyggerelieffkart (belyst fra nordøst) som viser skredtunger på havbunnen langs sørsida av Fedafjorden, midt mellom Breivika og Kvina Verft. De digitale høydedataene på land er fargelagt slik at grønt viser skrenter i terrenget med helning på 40-60°, og rødt viser skrenter med helning større enn 60°. Legg merke til hvordan forløpet av kanalen er blitt forandret som resultat av utrasninger fra fjordsiden i sør. Avstanden mellom linjene i rutenettet er 100 m. Fra Bøe m.fl. (1998).



Figur 20. Prinsippskisse som viser den generell situasjonen i Fedafjorden men hensyn til lagdeling eller foliasjonen i gneisen (a). For sammenligning er vist en ugunstig lagdeling i forhold til fare for store utglidninger (b). (

Observasjoner av de geologiske strukturene i form av lagdeling og sprekker viser at en kan få de største utglidningene ved Hangelandsspeilen og ved Grubedalen. Følgende volum er estimert for potensielle fjellskred fra disse to områdene:

- Hangelandsspeilen: 8-12 000 m<sup>3</sup>. I tillegg kan masser langs vegbanen kollapse og tilføre et lignende volum til skredet.
- Grubedalen: 10-20 000 m<sup>3</sup>, men mulig et maksimum volum på opp til 40 000 m<sup>3</sup>

De estimerte volumer for Hangelandsspeilen og Grubedalen er brukt av NGI for vurdering av flodbølger mot bebyggelse i Fedafjorden (Glimsdal og Harbitz, 2006). De konkluderer med at slike skred ikke vil medføre vesentlige konsekvenser for verken Feda eller Kvina Verft ved Agnholmen.

## 5. Referanser:

Bøe, R., Blikra, L.H., Reite, A. og Thorsnes, T. 1998: Skredfarevurdering i forbindelse med undersjøiske kabeltraséer i Fedafjorden, Vest-Agder. Norges geologiske undersøkelse Rapport 98.144, 32 s.

Glimsdal, S. og Harbitz, C. 2006: Fedafjorden, Kvinesdal kommune. Beregning av mulige fjellskred og flodbølger. Norges Geotekniske Institutt Rapport 20061445-1.20 s.