

NGU Rapport 2011.049

Bergrunnsgeologisk og strukturgeologisk
kartlegging i forbindelse med prosjektet Fv. 659
Nordøyvegen, Møre og Romsdal.

Rapport nr.: 2011.049		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Berggrunnsgeologisk og strukturgeologisk kartlegging i forbindelse med prosjektet Fv. 659 Nordøyvegen, Møre og Romsdal.				
Forfatter: Guri V. Ganerød og Ole Lutro		Oppdragsgiver: Statens vegvesen Region Midt		
Fylke: Møre og Romsdal		Kommune: Haram og Sandøy		
Kartblad (M=1:250.000) Ålesund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1220 III Brattvåg		
Forekomstens navn og koordinater: 362500 6952500 Skulen		Sidetall: 11 Pris: 60,- Kartbilag: 1		
Feltarbeid utført: Juni 2011	Rapportdato: 05.10.2011	Prosjektnr.: 343500	Ansvarlig: <i>Jan S. Rønning</i>	
Sammendrag:				
<p>I forbindelse med tunnelprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen, fastlandsforbindelse med undersjøiske tunneler og broer mellom Brattvåg, Hestøya, Lepsøya, Haramsøya, Flemsøya/Skuløya, Fjørtoft og Harøya, har NGU utført berggrunnsgeologisk og strukturgeologisk kartlegging.</p> <p>Det er tidligere påpekt at fjellområdet nordvest for Nogva, Brandalsryggen, er ustabil. Det ble derfor valgt å legge tunneltraseen utenfor dette ustabile fjellpartiet. I denne rapporten har utstrekningen av det ustabile fjellpartiet blitt kartlagt, og "baksprekken" lokalisert. Tunnelpåhugget og den nye traseen er undersøkt for ustabilitet og sprekkesoner som kan påvirke tunneldriften. Det er ikke observert tegn på ustabil fjell utenfor (bakenfor) det markerte fjellområdet, og ingen sprekkesoner av betydning er kartlagt langs landdelen av tunneltraseen. Den undersjøiske delen av tunneltraseen vil bli kartlagt med undersjøiske undersøkelser og rapportert for seg.</p> <p>På grunn av liten boltningsgrad er det vanskelig å bestemme fallet på "baksprekken", og en må anta at den kan være tilnærmet vertikal. Hvis det er behov for å angi fallet til "baksprekken" anbefales det å anvende geofysikk, som for eksempel 2D resistivitet. Årsaken til det ustabile fjellpartiet er ikke klart, "baksprekken" kan følge bergartsgrenser som kan være svakere enn omkringliggende fjell, den kan også følge en gammel duktil sone, eller påvirket av spenningsutløsning etter siste istid ved fravær av den dekkende isbreen. Det er her ikke forsøkt å gi noen forklaring på hvorfor fjellpartiet er ustabil.</p> <p>Foliasjonen i fjellet endres fra horisontal til nær vertikal over korte avstander. Når foliasjonen er steil kan dette bidra til økt innstrømming til tunnelen av ferskt og salt vann, hvis det blant annet er lite overdekning av fjell og/eller løsmasser.</p>				
Emneord: Kartlegging	Berggrunnsgeologi		Strukturgeologi	
Tunnelprosjekt	Fv 659		Fjellkvalitet	
			Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	4
2. BERGGUNNSGEOLOGI	5
3. STRUKTURGEOLOGISK KARTLEGGING AV USTABILT FJELLPARTI	7
4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	9
5. REFERANSER	10

FIGURER

Figur 1. Vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen er 37 km langt.....	5
Figur 2. Berggrunnsgeologisk kart over Nordøyane (Lutro, 2011).	6
Figur 3. Kart over området som er kartlagt.	7
Figur 4. "Nedfarten" går langs en av sonene som viser tegn på bevegelse	8
Figur 5. Tensjonssprekker er indikasjoner på at fjellpartiet er ustabil.	8
Figur 6. Sone med duktil deformasjon som er observert nær "baksprekken".	9

VEDLEGG:

Tabell over strukturgeologiske observasjonspunkt i undersøkelsen på Skuløya.

1. INNLEDNING

Vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen er 37 km langt og består av veger, undersjøiske tunneler, broer og sjøfyllinger (Figur 1). Planlagt oppstart er i 2012 med antatt åpning i 2016. I forbindelse med vegprosjektet skal NGU blant annet kartlegge omfanget av det påviste ustabile fjellpartiet som forekommer ved Nogva på Skuløya, der påhugget til den undersjøiske tunnelen mellom Flemsøya / Skuløya og Fjørtofta er planlagt. Tunneltraseen er flyttet slik at den går nordvest for det ustabile fjellpartiet. Den nye traseen er her også kartlagt på land med hensyn til sprekkesoner som kan skape problemer under drift.

Nordøyvegen vil gi fast vegsamband til Løvsøya, Lepsøya, Haramsøya, Skuløya/Flemsøya og Fjørtoft i Haram kommune og Harøya og Finnøya i Sandøy kommune i Møre og Romsdal. Prosjektet omfatter fire fjordkryssinger og opprusting/omlegging av nåværende hovedveger på øyene til tofelts riksvegstandard. Nordøyane er i dag trafikkert av to riksvegferjesamband og en hurtigbåt.

Prosjektet omfatter fire fjordkryssinger og opprusting/omlegging av nåværende hovedveger på øyene til tofelts riksvegstandard:

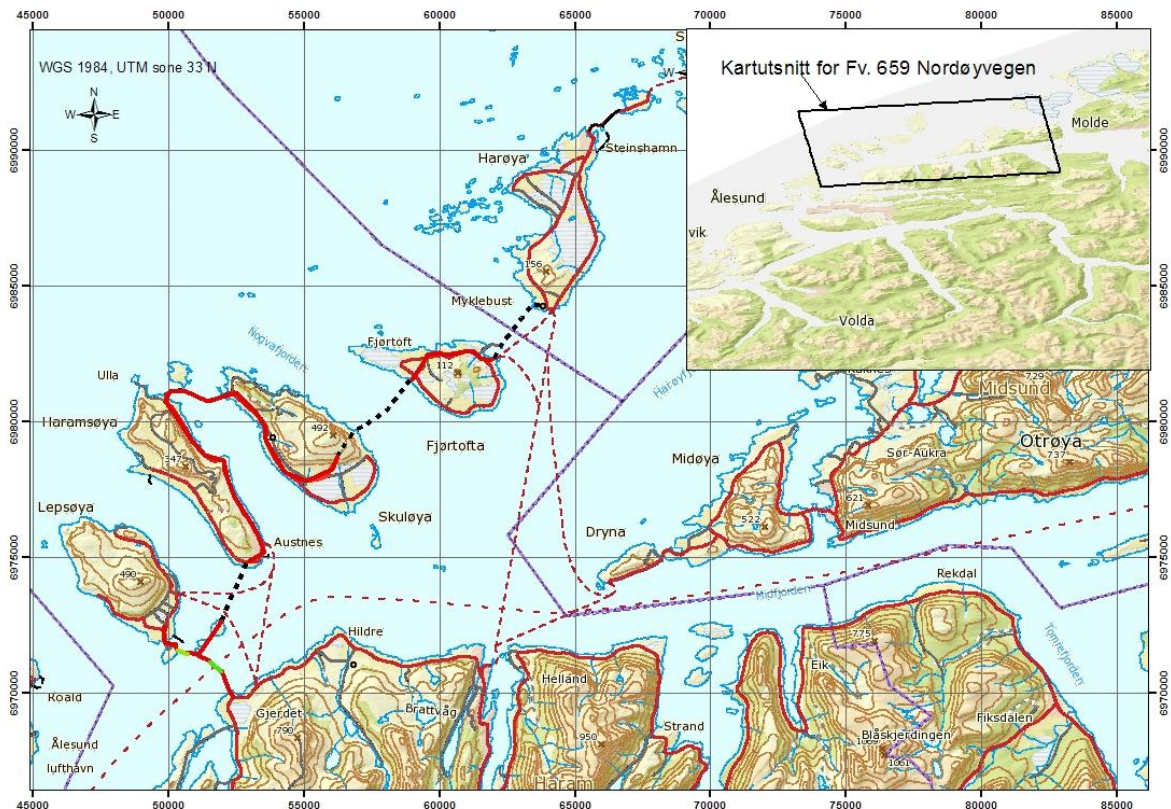
- Bru/fylling Skjelten (fastlandet) – Lausundholmen (Løvsøy) – Hestøya;
- Tunnel Hestøya – Austnes (Haramsøy)
- Tunnel Nogva (Skuløy/Flemsøy) – Stongnes (Fjørtoft)
- Tunnel Kongsnes (Fjørtoft) – Myklebust (Harøy)

Total tunnellengde: 11 km

Bruer: Høgbru over skipsleia i Løvsøyrevet med lengde 750 meter og seilingshøyde 41 meter. To lavbru er i sjøfyllinga mellom høgbrua og Løvsøya på 100 meter (har ikke seilingsløp) og 200 meter med seilingshøyde på 7 meter (www.vegvesen.no).

I løpet av de siste 50 årene har lokalbefolkningen registrert endringer i fjellsiden ved Nogva, blant annet med åpne sprekker og vannkilder som endres (pers. kom. Oddvar Longva). Dette ustabile fjellpartiet er også omtalt i "Risiko- og sårbarhetsanalyse for fjellskred i Møre og Romsdal" (Dahle m.fl., 2011), hvor området er betegnet Brandalsryggen og gitt en ukjent risiko for fjellskred på grunn av manglende oppfølgende undersøkelser. Volumet til det ustabile fjellpartiet er bergegnert til 50 mill m³. Dette er grunnlaget for detaljert undersøkelse av fjellpartiet og anbefaling om å legge om tunneltraseen.

Begrenset tilgang på blotninger på grunn av vegetasjon og ur har vært en utfordring for å karakterisere "baksprekken" til det ustabile fjellpartiet, med blant annet utstrekning og fall på sonen. For å angi fallet til "baksprekken" anbefales å benytte geofysisk kartlegging, som for eksempel 2D resistivitet, for å kartlegge sonen/ sprekken i dypet.

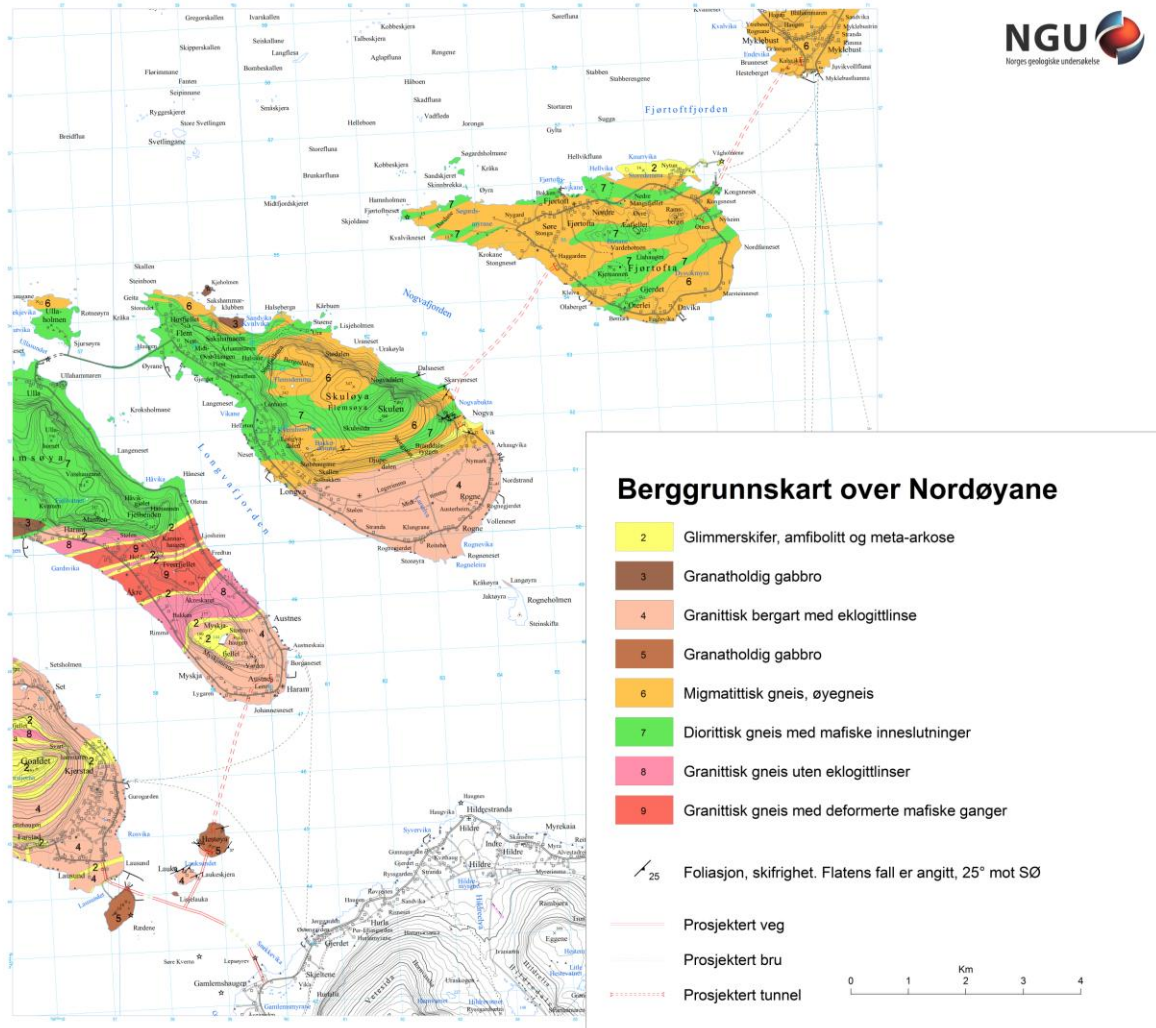


Figur 1. Vegprosjektet Fv. 659 Nordøyvegen er 37 km langt og består av vegger, undersjøiske tunneler, broer og sjøfyllinger. Planlagt oppstart er i 2012 med antatt åpning i 2016 (www.vegvesen.no/Vegprosjekter/fv659nordoyvegen). Svart stiplet linje er undersjøiske tunneler, grønn linje er broer og røde linjer er vegger.

2. BERGGUNNSGEOLOGI

I dette prosjektet er det ikke utført noen ny berggrunnsgeologisk kartlegging i felt, kun sammenstilling av eksisterende data. Nordøyane er kartlagt av Mike Terry, Peter Robinson og Jared Butler. Lepsøya, Haramsøya, Flemsøya/Skuløya og Fjørtofta er i hovedsak kartlagt av Mike Terry i målestokk 1:10000. Kartleggingen foregikk i årene 1995 til 2002. Den sørlige delen av Harøya er kartlagt av Jared Butler, pågår ennå (2011). Peter Robinson har kartlagt Hestøya og øyene sørvest for den. Det produserte kartet (Figur 2, Lutro 2011) er all hovedsak basert på en forenklet versjon Mike Terrys kart brukt i publikasjoner basert på hans doktorgradsarbeid (Terry, M.P. & Robinson, P., 2003).

På Flemsøya / Skuløya består berggrunnen hovedsakelig av bergarter fra det Baltiske grunnfjellet, det vil si bergarter av prekambrisk alder. Disse bergartene er svært omvandlet og betegnes som diorittiske og migmatittiske gneiser, angitt med lys og mørkt grønnfarge i Figur 2, og granodioritt med rød farge. Det forekommer innslag av kaledonske skyvedekker, her betegnet som Sætra og Blåhø skyvedekke (gul farge i Figur 2). Overgangen mellom de forskjellige bergartene kan være vanskelig å se, siden de alle er svært omvandlet.



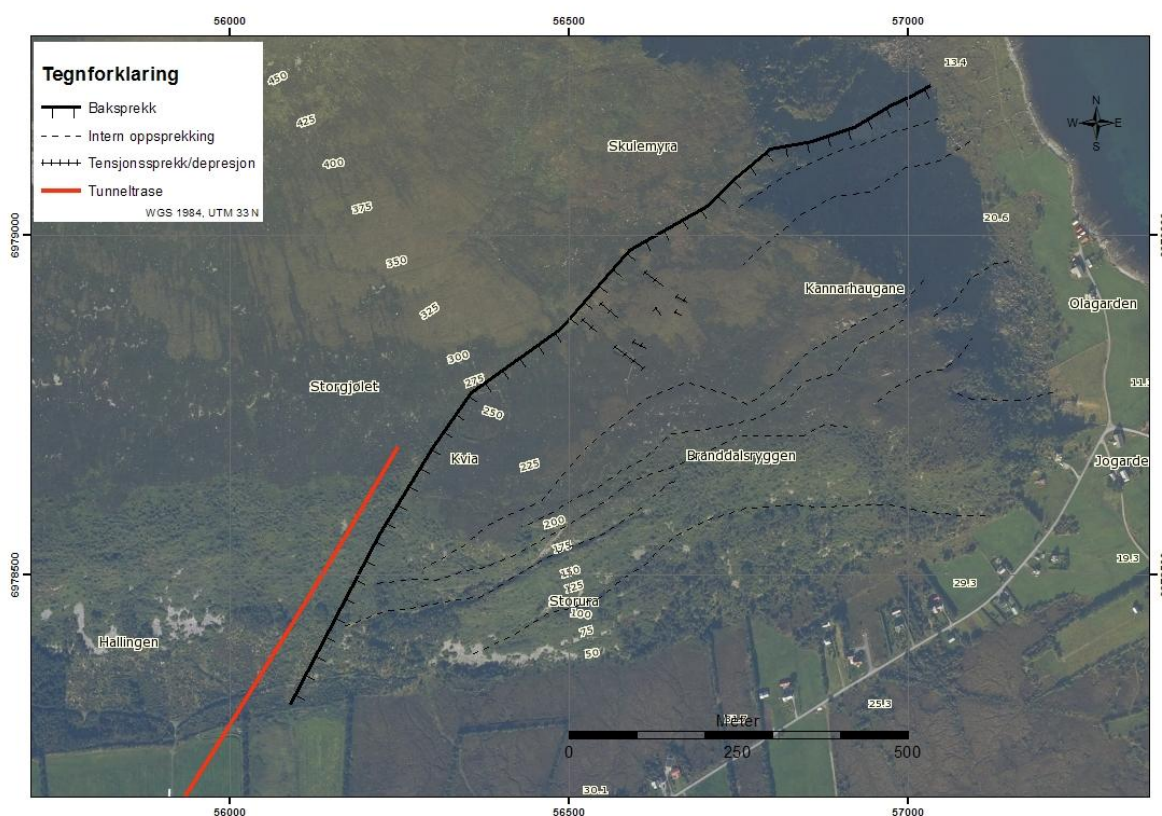
Figur 2. Berggrunnsgeologisk kart over Nordøyane, Lutro (2011). Kartet er blant annet basert på Terry & Robinson (2003).

Bergartene ved Nogva er hovedsakelig båndet gneis som er foldet. Retningen på foliasjonen endres fort over korte avstander, fra steilt til flatliggende. Denne foldingen og foliasjonen gir karakter til formen på fjellet. Der hvor bergartene er svært foldet og opptrer kaotisk, vil partier stikke frem i terrenget. Der foliasjonen er steil forekommer det ofte utglidning langs foliasjonen (ras) som danner juv og daler. Dette er spesielt tydelig på nordøstsiden av fjellet Skulen hvor topografien er bratt.

Det antas at styrken og egenskapene til de forskjellige bergartene er tilnærmet lik siden alle bergartene er duktilt omvandlet under den kaledonske fjellkjededannelsen. Foliaasjonen i bergarten kan påvirke tunneldriften, spesielt der foliasjonen er steil og tunnelen har lite overdekning kan dette gi økt innlekkasje av ferskt og salt vann.

3. STRUKTURGEOLOGISK KARTLEGGING AV USTABILT FJELLPARTI

Fjellområdet nord for Nogva, også omtalt som Brandalsryggen, er beskrevet som et ustabil fjellparti. Statens vegvesen ble derfor oppfordret til å legge påhugget og tunneltraseen utenfor det ustabile partiet, noe de tok til følge. NGU har i juni 2011 undersøkt området for den nye tunneltraseen, spesielt med hensyn til å avgrense partiet med ustabil fjell. Som vist i Figur 3 er "baksprekken" til det ustabile partiet kartlagt, og det er ingen synlige indikasjoner på at området bakfor "baksprekken" er ustabil. Det er ikke foretatt noen målinger av bevegelse, så det er ikke mulig å si om dette fjellpartiet har aktiv bevegelse pr år.



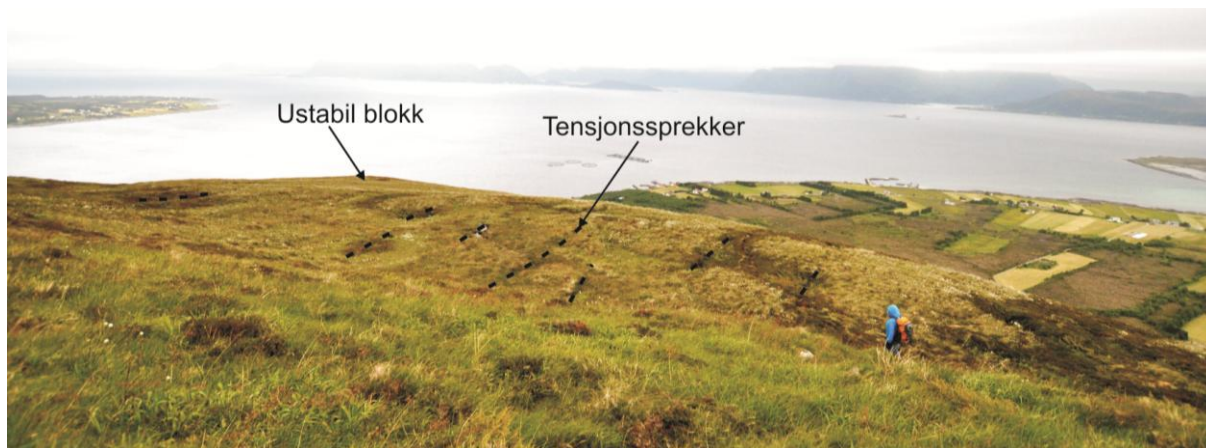
Figur 3. Kart over området som er kartlagt. Det ustabile fjellpartiet er avgrenset med "baksprekk". Internt er "blokken" svært oppknust, med flere subparallelle soner som viser tegn til bevegelse. Depresjoner (tensjonssprekker) som går på tvers av terrenget viser også tegn på bevegelse i "blokken".

I nordøst, sør for Skulemyra (Figur 3), er "baksprekken" tydelig i terrenget med et vertikalt sprang på ca. 1,5 m. Denne endringen i terrenget kan følges i sørvestlig retning, og gir grunnlaget til avgrensning av det ustabile partiet, siden det ikke forekommer lignende "sprekker" ovenfor. Lignende subparallelle soner til "baksprekken" forekommer i det ustabile partiet, som vist i Figur 3. Årsaken til utglidning/bevegelse er vanskelig å si, siden området er dekket av vegetasjon og ur. Indikasjoner på bevegelse er observert, blant annet som vist i Figur 4 med en ~6 m høy fjellskrent som går langsetter en sone. Denne sonen er subparallel med "baksprekken", som flere andre vist i Figur 3, og indikerer bevegelse i det ustabile fjellpartiet.



Figur 4. "Nedfarten" går langs en av sonene som viser tegn på bevegelse i fronten av det ustabile fjellpartiet. Dette er en sone som er subparallel til "baksprekken", og den blottlagte fjellskrenten til høyre er ~ 6 meter høy og er en indikasjon på at fjellet har beveget seg. Utsikt mot vest-sørvest med Haramsøya i bakgrunnen.

Andre indikasjoner på bevegelse i det ustabile fjellpartiet er depresjoner dannet av tensjonssprekker som går på tvers av "baksprekken" og langs bevegelsesretningen (Figur 5 og 3). Flere slike depresjoner i terrenget er observert, og de er subparallele med NV-SØ retning som vist i Figur 3. Depresjonene varierer i størrelse fra 0,5 m bredde og noen få meters lengde til ca. 1,5 m bredde og flere 10-tall meter lengde.



Figur 5. Tensjonssprekker er indikasjoner på at fjellpartiet er ustabil. Dette er strukturer (sprekker) som dannes i retning av bevegelsen og på tvers av de større sonene hvor bevegelsen forekommer, som "baksprekken" og lignende soner. En kan si at slike depresjoner er tilpassningsstrukturer som forekommer internt i "blokken" for å kompensere for intern bevegelse. Utsikt mot sørøst og Rogne i bakgrunnen.

Mot nordøst har Skulenfjellet høyt relieff og bratt topografi (Figur 3). I den ustabile delen av fjellet er det observert flere smale soner med duktil deformasjon, som vist i Figur 6. Disse sonene er subparallele, varierer i bredde fra 5 – 20 cm og følger generelt foliasjonen i fjellet. "Baksprekken" kan følge en slik duktil sone, men det er ikke observert at disse sammenfaller blant annet på grunn av mye overdekning av vegetasjon og ur. Det er ikke observert noen indikasjoner på bevegelse i området bakenfor "baksprekken", som også vist i Figur 3. Området bakenfor "baksprekken" opp mot Skulen (fjellpartiet bakenfor) antas derfor som stabilt.



Figur 6. Sone med duktil deformasjon som er observert nær "baksprekken". Denne har orientering 240/56 (høyrehåndsregel). Flere tynne (5-20 cm brede) duktile soner forekommer nær "baksprekken" og kan være en forklaring på det ustabile fjellpartiet. Reaktivering av slike soner på grunn av jordskjelv eller spenningsutløsning etter nedtrykking av isdekke kan gi bevegelse langs slike duktile soner.

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det er tidligere påpekt at fjellområdet nordvest for Nogva, Brandalsryggen, antas å være ustabil. Statens Vegvesen har derfor valgt å legge tunneltraseen utenfor dette ustabile og trolig oppsprukne fjellpartiet. I denne rapporten har utstrekningen av det ustabile fjellpartiet blitt kartlagt, og "baksprekken" lokalisert. Tunnelpåhugget og den nye traseen er undersøkt for ustabilitet og sprekkesoner som kan påvirke tunneldriften. Det er ikke observert tegn på ustabil fjell utenfor (bakenfor) det markerte fjellområdet, og ingen sprekkesoner av betydning er kartlagt langs landdelen av tunneltraseen. Den undersjøiske delen av tunneltraseen vil bli kartlagt med undersjøiske undersøkelser og rapportert for seg.

På grunn av liten boltningsgrad er det vanskelig å bestemme fallet på "baksprekken", og en må anta at den kan være tilnærmet vertikal. Hvis det er behov for å angi fallet til "baksprekken" anbefales det å anvende geofysikk, som for eksempel 2D resistivitet.

Årsaken til det ustabile fjellpartiet er ikke klar. "Baksprekken" kan følge bergartsgrenser som kan være svakere enn omkringliggende fjell, den kan også følge en gammel duktil sone, eller være påvirket av spenningsutløsning etter siste istid ved fravær av den dekkende isbreen. Foliasjonen i fjellet endres fra horisontal til nær vertikal over korte avstander. Når foliasjonen er steil kan dette bidra til økt innstrømming til tunnelen av ferskt og salt vann, hvis det blant annet er lite overdekning av fjell og løsmasser.

5. REFERANSER

Dahle, H., Anda, E., Sæther, S., Saintot, A., Bøhme, M., Hermanns, R., Oppikofer, T., Dalsegg, E., Rønning, J.S., Derron, M., 2011: "Risiko- og sårbarhetsanalyse for fjellskred i Møre og Romsdal", utgitt av Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Møre og Romsdal fylkeskommune og NGU. <http://www.ngu.no/upload/Aktuelt/Nyheter%202011/Fylkes-ROS%20Fjellskred%20Møre%20og%20Romsdal%202011.pdf>

Lutro, O., 2011. Berggrunnskart over Nordøyane. Utarbeidet i dette prosjektet.

Terry, M.P. & Robinson, P., 2003: Evolution of amphibolite-facies structural features and boundary conditions for deformation during exhumation of high- and ultrahigh-pressure rocks, Nordøyane, Western Gneiss Region, Norway. *Tectonics*, Vol. 22, No. 4, 1036. Doi: 10.1029/2001TC001349.

VEDLEGG

Tabell over strukturgeologiske observasjonspunkt i undersøkelsen på Skuløya.

ID	UTM 32N_X	UTM 32N_Y	m o. h.	Navn	Dato	Bergart	Strøk	Fall	Type brudd	Strøk	Fall	Type brudd	Strøk	Fall	Type brudd	Beskrivelse
1	450116	6952474		Skarveneset 1	22.06.2011		82	52	Foliasjon							Båndet gneis, foldet, gråbrun med innslag av hvite/rosa bånd
2	363289	6952579		Skarveneset 2	22.06.2011		70	70	Foliasjon	330	68	Sprekk	335	60	Sprekk	Sprekkeretning subparallel med fjord
3	362865	6952765		Dalsneset	22.06.2011		256	69	Foliasjon	246	52	Foliasjon	110	77	Sprekk	Båndet gneis, grå med tynne lyse (hvite) bånd. Svært foldet. Gneisen er IKKE spesielt oppsprukket langs foliasjonen. Sprekkeretning går ~ vinkelrett på foliasjonen og følger ~ fjordretning
4	362893	6952576			22.06.2011											Grå gneis? SVÆRT foldet, ingen klar foliasjon. Bånd av lyse (hvit/rosa) tynne lag/bånd.
5	363311	6952422		Skarveneset 3	22.06.2011		35	78	Foliasjon							Båndet gneis - rosa farge med tynne svarte bånd. Steil foliasjon, småfoldet
6	363274	6952304	43 m		22.06.2011											Kaotisk gneis, innslag av amfibolitt, stedvis "granittisk" eller "diortittisk". SVÆRT foldet, foliasjon fra horisontal til steil over kort avstand. Innslag av pegmatitt
7	363931	6951869			22.06.2011	Eklogitt	265	34	Foliasjon							
8	361480	6951536		Stølshaugane	23.06.2011	Ulla gneis	265	67	Foliasjon	238	78	Foliasjon				Grå gneis (Ulla gneis) med tynne hvite bånd, internt småfoldet.
9	363060	6951994	264 m	"Baksprekke"	23.06.2011		050-230	90	Baksprekke							"Baksprekke" til ustabil fjellparti. Tydelig forsenkning/depresjon i terrenget med ~1,5 m vertikalt sprang. Denne forsenkningen kan følges i minst 50 m. Retning på baksprekke 050-230
10	362988	6951879		Tensjonssprekk	23.06.2011		054-234	90	Tensjonssprekk							Depresjon i terrenget som er ~0,5 m bred og min 15 m lang. Retning 054-234
11	362640	6949979		Tensjonssprekk	23.06.2011		138-318	90	Tensjonssprekk							Depresjon i terrenget som er ~2 m bred og 1,5 m dyp. Retning 138-318
12	362927	6951827		Tensjonssprekk	23.06.2011											Depresjon i terrenget - "hull" på ca 1,5 m x 1,5 m
13	362902	6951801		Tensjonssprekk	23.06.2011		138-318	90	Tensjonssprekk							Depresjon i terrenget ~15 m lang og 0,5 m bred. Retning 138-318. Flere subparallelle tensjonssprekker
	UTM 33N_X	UTM 33N_Y			Dato	Bergart	Strøk	Fall	Type brudd						PHOTO	Beskrivelse
14	57096	6979008			22.06.2011	Amfibolittisk gneis	249	65	foliation							Mørk, høy mafisk indeks, noen grovkornete leucosomer
15	56994	6979059			22.06.2011	Amf.gneis	72	46	foliation							Fin-middelskornet. Høy mafisk indeks, noe slirer av leucosomer. noe leucokratiske feldspater.
16	56981	6979068			22.06.2011	Foldet gneis									0521,0522	
17	56981	6979068			22.06.2011		240	56	high strain						0523-0526	slepesone. En trolig linse ligger i en ombøyning av foliasjonen. Se om slepesonen kan følges...
18	56892	6979059			22.06.2011	Øyegneis	121	22	foliation						0527, 0528	Porphyroblaster av feldspat.
19	57090	6979447			22.06.2011											fotopunkt
20	57301	6978723			22.06.2011	Granat-glimmer migmatittisk gneis	287	20	foliation							
21	54994	6978676			23.06.2011										0588	mot øst. morfologiske forsenkninger i terrenget,
22	55463	6978771			23.06.2011											Mulig utgående av mulig ustabil område se foto 0588
23	56748	6979086			23.06.2011										0589-0596	Over kløfta,