

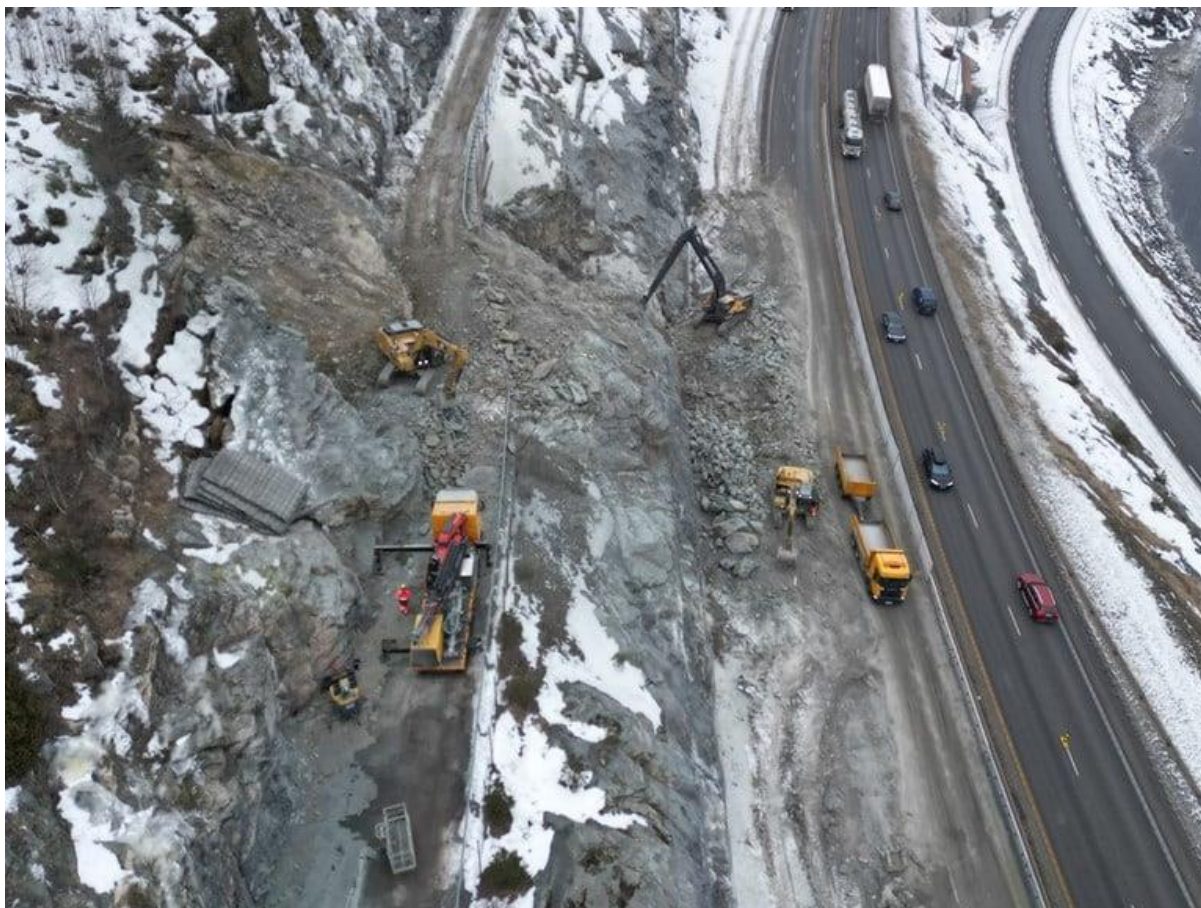


Foto: Fredrik Lie/Statens vegvesen

Skredet på E6 ved Morskogen 8. februar 2025

Ekspertutvalgets rapport

30. april 2025

Sammendrag

Etter skredet på E6 ved Morskogen 8.2.2025 nedsatte Statens vegvesen den 13.2.2025 et uavhengig ekspertutvalg som fikk i oppdrag å undersøke årsaker til skredet og å vurdere hvilke konsekvenser hendelsen bør ha for stabilitetsanalyse og sikring av vegskjæringer generelt. Utvalget startet sitt arbeid med befaring til rasstedet 17.2.2025 hvor representanter fra Statens vegvesen, hovedentreprenør for utbygging og entreprenør for opprydding og bergsikring etter utrasningen også deltok og var tilgjengelige for informasjonsoverføring og diskusjon. En befaring nr. 2, med bedre mulighet for observasjoner fra terreng og lift etter nedstrossing av ustabile partier, ble gjennomført 25.2.2025.

Et spesielt trekk ved rasskjæringen ved Morskogen er at det langs øvre del, ca. 20 m ovenfor E6, er utsprengt 7-8 m bred hylle for lokalvei. Ovenfor lokalveien fortsetter bergskjæringen ca. 10 m videre oppover. Skredet den 8. februar ble utløst fra denne øvre delen og dro med seg jord- og steinmateriale før skredmassene nådde nordgående felt på E6. Ca. 150³ m skredmasse ble kjørt bort umiddelbart og som resultat av etterfølgende rensk og nedstrossing kom det ned ca. 2500 m³ masser i tillegg.

Hovedbergarten på rasstedet er en amfibolittisk gabbro. Oppsprekningsgraden er relativt lav, men enkelte steder, inkludert på rasstedet, finnes gjennomsettende sprekker som vil gi stabilitetsproblemer dersom faren ikke identifiseres i tide slik at nødvendige sikringstiltak kan gjennomføres. Berggrunnsgeologien er generelt ganske kompleks, men etter ekspertutvalgets mening ikke mer kompleks enn at faren for utglidning hvor skredet gikk burde vært identifisert ved normal ingeniørgeologisk oppfølging av sprengningsarbeidene.

På grunnlag av ekspertutvalgets gjennomgang av ingeniørgeologiske rapporter fra detalj/reguleringsplan og byggeplan vurderes planlegging og prosjektering for bergskjæringer å ha tilfredsstillt de krav som gjaldt på det aktuelle tidspunktet. Utvalget mener at det som i dette tilfellet har sviktet er oppfølging og kontroll under bygging for den delen av skjæringen som ligger ovenfor lokalveien. Denne ser ikke ut til å ha blitt vurdert som en del av den totalt ca. 30 m høye bergskjæringen fra E6 og opp til naturlig terreng ovenfor lokalveien.

Som et resultat av dette har det blitt lagt for lite vekt på grundig ingeniørgeologisk oppfølging under bygging av lokalveien, slik at åpenbar fare for stabilitetsproblemer har blitt oversett og utilstrekkelig bergsikring installert. Uavhengig kontroll under bygging, som iht. gjeldende regelverk skulle ha vært gjennomført er i det hele tatt ikke utført. På grunnlag av sin gjennomgang av skredhendelsen ved Morskogen anbefaler ekspertutvalget forbedringer av prosedyrer og tiltak for å redusere faren for lignende hendelser i framtida, med de følgende som det aller viktigste:

- Kontinuerlig, grundig og kompetent ingeniørgeologisk oppfølging under sprengningsarbeidene er avgjørende for å kunne vurdere stabilitetsforhold og sikringsbehov. Dette gir mulighet for å oppdage ugunstige geologiske forhold i tide, mulighet for å forstå geometrien til potensielle ras/skred og å gjøre nødvendige stabilitetsberegninger.
- Ansvarlige for ingeniørgeologisk prosjektering og oppfølging må ha tilstrekkelig erfaring (minimum 5-6 år) fra denne typen arbeider. Uerfarne må sikres god oppfølging av erfarne ingeniørgeologer.
- Skjæringer med hylle/pall må behandles som en sammenhengende helhet.
- Overgangen mellom skjæringstopp og naturlig skråning/fjellside bakenfor må gis spesiell oppmerksomhet mht. stabilitetsvurdering, rensk og sikring, og skråning/ fjellside videre oppover bak skjæringstopp må inngå i vurderingen av stabilitet og sikringsbehov.

1	Bakgrunn, mandat, grunnlagsmateriale	5
2	Geologien i området.....	9
2.1	Regionalgeologisk oversikt	9
2.2	Geologiske undersøkelser ved skredet.....	10
2.2.1	Berggrunn.....	10
2.2.2	Strukturgeologi.....	12
3	Undersøkelser i regi av ekspertutvalget	16
3.1	Observasjoner fra befaringer	16
3.2	Analyse av sleppemateriale	17
4	Forundersøkelser, analyser og prosjektering.....	19
4.1	Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for detalj-/reguleringsplan	19
4.2	Detaljplan underbygning	20
4.3	Ingeniørgeologisk fagrapport for byggeplan, FP-1	21
4.4	Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringer, Byggeplan FP1.....	22
4.5	Kommentarer til forundersøkelser, prosjektering og analyser før bygging.....	23
5	Risikovurdering og usikkerhet	26
5.1	Kopling til vegvesenets håndbøker.....	26
5.2	Usikkerhet.....	27
5.3	Planer for risikovurdering i prosjektet.....	28
5.3.1	Vurdering og anbefalinger	28
5.4	Gjennomførte risikovurderinger	29
5.5	Risikovurdering i Reguleringsplan (ROS-analyse)	29
5.5.1	Vurdering og anbefalinger	30
5.6	Risikovurdering i Detalj- og reguleringsplan og inn i Byggeplanfasen	30
5.6.1	Vurderinger og anbefalinger	31
5.7	Risikovurdering og oppfølging i Byggefasen.....	32
5.7.1	Vurdering og anbefalinger	32
5.8	Oppsummering og konklusjoner	32
6	Oppfølging under bygging, utført stabilitetssikring.....	34
6.1	Sikringsmidler tilgjengelig i konkurransegrunnlag	34
6.2	Oppfølging og kontroll under bygging.....	34
7	Utført arbeid i forhold til krav i standarder og kontrakter	36
8	Vurdering av sikring, stabilitet og utløsningsårsak.....	39
8.1	Sikring og stabilitet.....	39
8.2	Utløsningsårsak	40
8.3	Utført sikring mot anvist sikring	42
8.4	Vurdering av hovedårsaker til at skredet kunne skje.....	44
9	Nytteverdi av lærdom fra rashendelsen ved E6-Larvik	45
10	Overordnede betraktninger om nærliggende strekninger og inspeksjonsrutiner.....	46

11	Vurdering av risiko for framtidige, lignende rashendelser, inkl. betraktninger om klimaendringer	48
11.1	Alminnelig forvitring.....	48
11.2	Klimaendringer	48
11.3	Skogsdrift og andre terrenginngrep	48
12	Vurdering av metodikk for ingeniørgeologisk oppfølging, kontroll og stabilitetsovervåkning	49
13	Konklusjoner og anbefalinger	51
13.1	Årsak til raset.....	51
13.2	Anbefalinger/læringspunkter	51
14	Referanser	53

Vedlegg A: XRD-analyse av sleppemateriale (bulkprøve de første 2 sider, materiale <20µm de to siste)

Vedlegg B: Oppfølging av ekspertutvalgets rapport E18 Larvik – Oppdatert status for tiltak (SVV 2022)

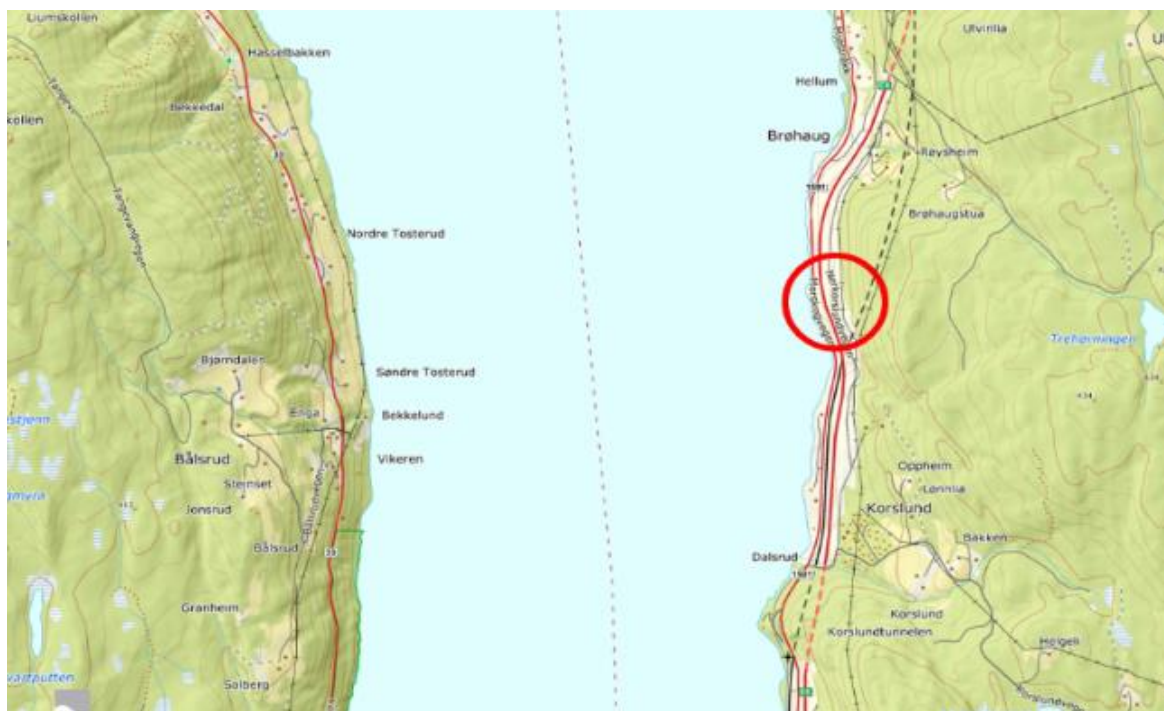
1 Bakgrunn, mandat, grunnlagsmateriale

Skredet ved Morskogen (Figur 1-1) skjedde om formiddagen 8.2.2025 (SVV, 2025a). Det ble utløst fra bergskjæringen ovenfor lokalveien som ligger på utsprengt hylle innenfor toppen av skjæringen ned mot E6, se forsidefoto. Basert på fotodokumentasjon og observasjoner ved befaring er det ikke observert tegn til at skjæringen mellom lokalveien og E6 har vært delaktig i utløsningen av skredet, men skredmassene ovenfra kan ha revet med seg en del løst materiale, og i tillegg har det kommet ned en del masse fra senere strossing og rensk i utløsningsområdet. Kort tid etter skredet ble det ifølge Statens vegvesen kjørt bort ca. 150 m³ skredmasse, hvorav flere store blokker i m³-størrelse. Som resultat av etterfølgende rensk og nedstrossing kom det ned betydelig større masser i tillegg, og totalt volum av bortkjørte masser ble av SVV per 25.3.2025 stipulert til ca. 2500 m³ (tilsvarende 1400-1600 fm³). Foto av skredområdet etter rensk og nedstrossing er vist i Figur 1-2.

Bergskjæringen langs lokalveien er på det meste ca. 10 m høy. Utsprengning av denne var ferdig i 2013 og bergsikring i området hvor skredet ble utløst ble iht. fotografier tatt av ingeniørgeolog utført i tidsrommet november 2013-august 2014, dvs. tidligere enn for E18-Bommestad/Larvik (som ble utsprengt i 2014, ferdig sikret i 2015-2016 og åpnet i 2017). Erfaringer og anbefalinger i rapporten fra ekspertutvalget for E18-Larvik (Beitnes et al, 2020) var følgelig ikke tilgjengelig ved prosjektering og bygging av E6 Morskogen.

Nye E6 på strekningen Minnesund-Espa, som inkluderer partiet hvor skredet 8.2.2025 inntraff, ble i henhold til informasjon fra Statens vegvesen åpnet i desember 2014, Konsekvensen av raset var at E6 ble stengt i begge felt fra rastidspunktet 8.2.2025 og fram til 14.2.2025, da sørgående felt forbi rasstedet ble åpnet for trafikk i begge retninger (SVV, 2025b). Åpning av nordgående felt og E6 for normal trafikk i fire felt fant sted 11.3.2025 (SVV, 2025c).

Hæhre Entreprenør var hovedentreprenør for E6 Morskogen fra november 2013. Alpine Bau hadde opprinnelig entreprisen som også inkluderte lokalveien, men gikk konkurs underveis i prosjektet (2013). Ferdigstilling av lokalveien ved Morskogen ble fullført av JV Veidekke Hochtief i mellomfasen.



Figur 1-1. Oversiktskart. Rød sirkel angir lokalitet for skredet 8.2.2025.



Figur 1-2. Bilder tatt etter skredet. Venstre foto (19.2): løснеområdet over lokalveien og nedrenskede masser liggende på E6. Høyre foto (25.2): Gjenstående parti etter nedstrossing og rensk ses øverst i bildet.

13.2.2025 nedsatte Statens vegvesen en uavhengig ekspertutvalg som fikk i oppdrag å undersøke årsaker til skredet og hvilke konsekvenser hendelsen bør ha for kontroll og sikring av bergskjæring. Vegvesenet understreket viktigheten av få en faglig gjennomgang av en uavhengig gruppe. Ekspertutvalget fikk følgende sammensetning:

- Dr.ing. Bjørn Nilsen, Prof.emeritus NTNU/uavhengig rådgiver ingeniørgeologi
- PhD Vidar Kveldsvik, ingeniørgeolog og skredekspt, NGI
- PhD Eivind Okstad, SINTEF Digital
- Ingeiørgeolog Anders Beitnes, Beitnes Consulting
- Forsker Bertil Carlsen, NGU

Førstnevnte ble oppnevnt av Statens vegvesen som leder av gruppen, som fikk frist fram til 1. mai 2025 for levering av rapport.

Ekspertutvalgets mandat, justert etter kommentarer fra ekspertutvalget på vegdirektoratets formulering, har vært å vurdere:

1. *Utførte forundersøkelser/undersøkelser av geologiske forhold på stedet og risiko-vurderinger/ analyser før bygging.*
2. *Geologien i området og utført stabilitetssikring der raset skjedde (boltelengder, retning diameter korrosjonsbeskyttelse mv).*
3. *Byggherrens oppfølging under utførelse:*
 - a. *Hva finnes av dokumentasjon angående bestilt vs. utført stabilitetssikring.*
 - b. *Hva finnes av dokumentasjon angående geologiske vurderinger, bestillinger, rapporter fra utvidet (uavhengig faglig) kontroll, geologisk sluttrapport for skjæringer.*
4. *Om formelle krav til planlegging, prosjektering og utførelse av bergskjæringer er fulgt; N200 Vegbygging (inkl. geoteknisk kategori og utførelseskontroll), R211 Feltundersøkelser.*
5. *I hvor stor grad ble stabiliteten av ovenforliggende fjellskråning tatt med i stabilitets-vurderingene?*
6. *Overordnede betraktninger om nærliggende strekninger.*
7. *Mulige tiltak som kan bidra til å forhindre lignende hendelser i framtida, inklusive ny teknologi.*
8. *Forhold som kan påvirke stabiliteten over tid.*

Alle medlemmene av ekspertutvalget deltok på befaring av rasstedet 17.2.2025. Skjæringen ble observert og vurdert først fra E6, og deretter fra korg i mobilkran. Kranen var plassert på lokalveien like nord for skredet, og nådde derfra helt til toppen av skjæringen over lokalveien. Innmålinger av retningene til de mest markerte geologiske strukturene/sprekkeplanene ble foretatt.

Tre representanter for ledelsen i Statens vegvesen, to ingeniørgeologer som var med under anleggsarbeidene ifm. lokalveien, ingeniørgeolog som var involvert i opprydning og sikring etter skredet den 8.2.2025 samt representant fra Hæhre som var hovedentreprenør for bygging av E6-Morskogen var med på befaringen den 17.2.2025 og orienterte om forhold knyttet til prosjektet og omstendighetene omkring raset. Det ble opplyst at skjæringen over lokalveien ble utsprengt og sikret før delen mellom lokalveien og E6 (i 2013-2015). Personal fra Mesta skredsikring, som hadde fått i oppdrag å utføre rensk og tilleggssikring etter skredet, var også tilgjengelige under befaringen. Etter befaringen ble omstendighetene omkring rashendelsen og informasjon om prosjektet diskutert videre med ledelse og geologer fra SVV, og ekspertgruppa fikk umiddelbart tilgang til dokumenter som var vurdert viktig for arbeidet via eRoom og SharePoint. Flere dokumenter ble etter behov underveis gjort tilgjengelig for ekspertutvalget.

En befaring nr. 2 ble gjennomført av tre av ekspertgruppas medlemmer den 25.2.2025. Det ble da gjort nøyere observasjoner fra lokalveien og fra korg i mobilkran, spesielt av sentrale og søndre del av utløsningsområdet, hvor tilgang under den første befaringen ikke var mulig. Det ble denne gang foretatt mer detaljerte oppmålinger av dimensjoner i utløsningsområdet og av retningene til geologiske hovedstrukturer/sprekkeplan. I tillegg ble det tatt prøver av materialet i sprekkeflaten som hadde fungert som utglidningsflate for skredet, se Figur 1-2. Stedlig ingeniørgeolog fra SVV med ansvar for rensk og ettersikring var med på befaringen, og personale fra Mesta var tilgjengelige for spørsmål og diskusjon underveis.

Som grunnlag for utarbeidelse av denne rapporten har ekspertgruppa gått gjennom alt relevant grunnlagsmateriale mottatt på eRoom og SharePoint, samt øvrig regelverk og fagstoff som anses å ha representert gjeldende standard og praksis ved prosjektets utførelsestidspunkt. Det vises til referanseliste.

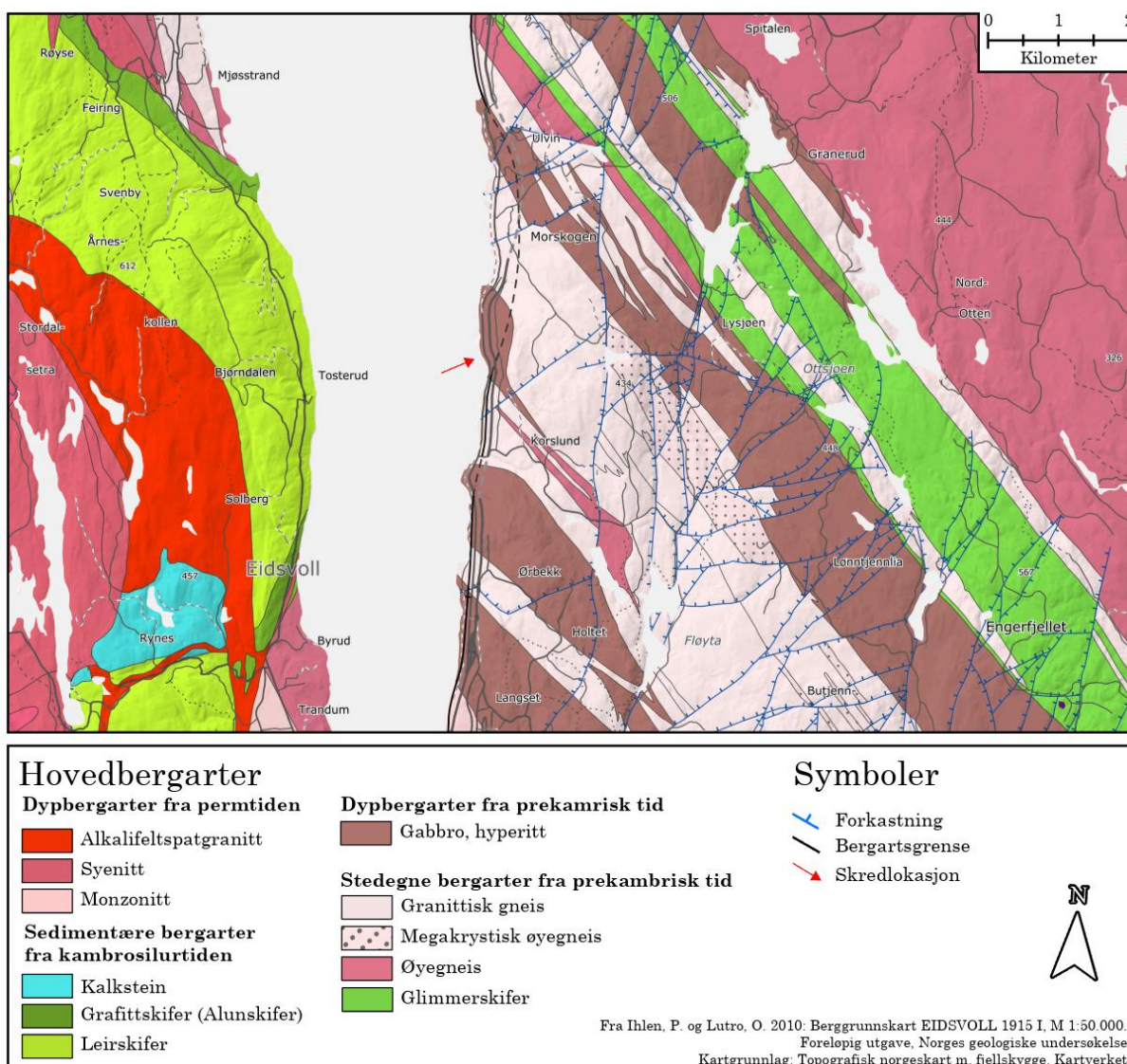
Utvalget har i tillegg til møter under befaringene 17.2.2025 og 25.2.2025 hatt fem interne arbeidsmøter og 1 møte med Statens vegvesen.

2 Geologien i området

2.1 Regionalgeologisk oversikt

Skredet skjedde i et område med variert geologi og geologisk historie. På vestsiden av Mjøsa finnes sedimentære bergarter fra kambrosilurtiden og intrusive bergarter fra perm tilhørende Oslofeltet. Øst for Mjøsa, hvor skredet gikk, opptrer vekslende sedimentære og vulkanske bergarter fra prekambrisk tid, gjennomskåret av dypbergartskropper av varierende størrelse.

Området er dekket av berggrunnskartene Hamar 1:250 000 (Nordgulen, 1999) og Eidsvoll 1:50 000 (Ihlen & Lutro, 2010). Figur 2-1 er et utdrag fra kartblad Eidsvoll 1:50 000, som viser hovedbergartene og -strukturene rundt skredstedet. Kartet viser at skredstedet ligger i en av dypbergartskroppene (gabbro) tilhørende Romerikskomplekset (se oversiktskart, Figur 2-2).

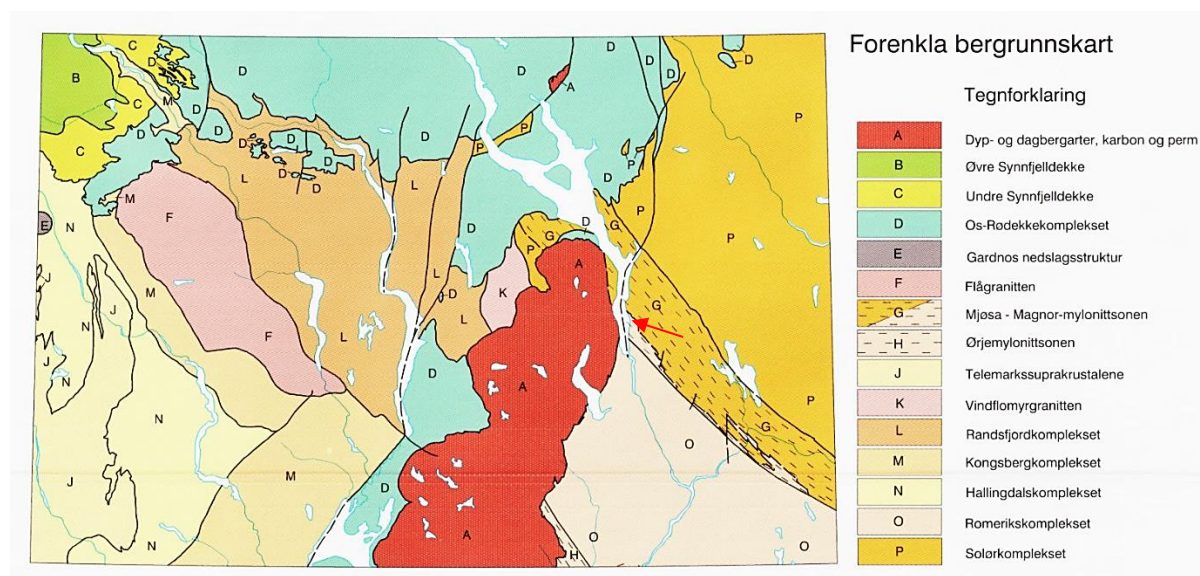


Figur 2-1. Utdrag fra berggrunnskart Eidsvoll 1:50 000. Skredområdet er markert med rød pil.

Området hvor skredet gikk, ligger midt i en stor skjærsone som skiller Romerikskomplekset i sørvest fra Solørkomplekset i nordøst (Figur 2-2). Skjærsonen har mange navn, men omtales vanligvis som «Mjøsa – Magnorskjærsonen» (MMSS) eller «Mjøsa – Magnormylonittsonen»

på norsk side av riksgrensa (Nordgulen, 1999). I Sverige kan denne skjærsoneen følges helt til sør for Göteborg. I litteraturen blir skjærsoneen som helhet ofte kalt «The Mylonite Zone».

MMSS består av variabelt deformerte (mylonittiserte) gneiser i et 5-8 km bredt belte med en karakteristisk NV-SØ sub-vertikal mylonittisk foliasjon og en sub-horisonal til svakt stupende strekningslineasjon med samme orientering (Viola et al., 2011). Berggrunnskartene viser også en betydelig konsentrasjon av sprø forkastninger langs MMSS, med hovedretningene nord-sør og nordøst-sørvest (Figur 2-1).



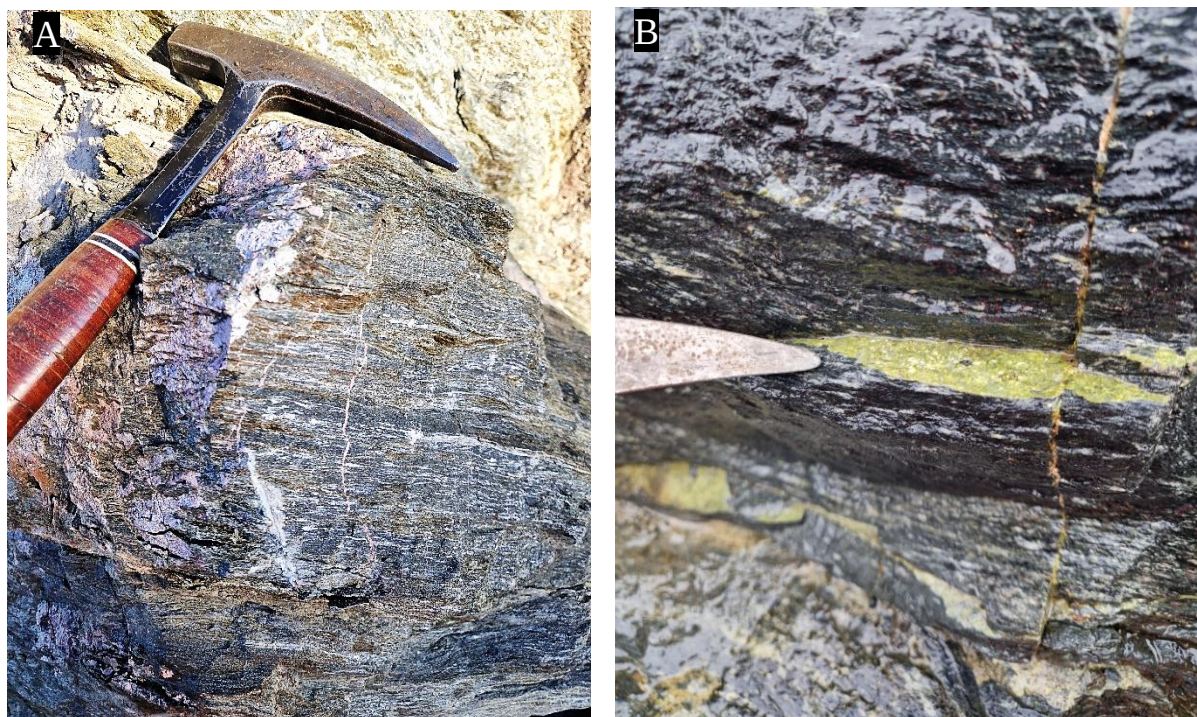
Figur 2-2. Utdrag fra berggrunnskart Hamar 1:250 000 (Nordgulen, 1999) med oversikt over de ulike bergartskompleksene. Skredområdet er markert med rød pil.

2.2 Geologiske undersøkelser ved skredet

2.2.1 Berggrunn

I følge berggrunnskart Eidsvoll 1:50 000 (Ihlen & Lutro, 2010) er bergarten ved raset en amfibolittisk gabbro, men under befaringene ved skredstedet ble det tydelig at dette er en nokså stor forenkling. Hovedbergarten i området er en mørk grønn til grønnlig svart metagabbro båndet med mer glimmerrike (og stedvis granatførende) lag (Figur 2-3 A). Teksturen varierer mye, men overordnet er bergarten middelskornet med en sterk foliasjon. Stedvis er også bergarten mylonittisk og får overgang til soner hvor den opptrer mer som en finkornet amfibolitt uten særlig synlig feltspat. Disse sonene er sterkt deformerte og kan tolkes som soner med oppsamling/lokalisering av skjærdeformasjon som følge av Mjøsa-Magnorskjærsoneen.

Bergarten har mange bruddplan hvorav enkelte orienteringer har mineraliseringer og andre ikke. Noen plan har en lysgrønn epidotmineralisering. Disse planene har også tydelige glidestriper som indikerer en normal bevegelse (Figur 2-3 B). Det mest tydelige av de mineraliserte sprekkesettene er et med steiltstående, nokså markante flater med et lakserosa mineralbelegg. Dette er tolket til å være et mineral i zeolittgruppa. Begge de mineraliserte sprekkeplanene er glatte (spesielt det epidotmineraliserte) og vil derfor ha en lavere friksjonskoeffisient enn de ikke-mineraliserte.



Figur 2-3. A) Typisk utseende av bergarten ved skredstedet. Tett bånding mellom mørke, amfibolittiske lag og granatførende, glimmerrike lag er vanlig. Zeolitt forekommer som et rosa mineralbelegg på sprekkplan. B) Sprekkeplan med epidotmineralisering som senere er kuttet av et sprekkplan med zeolittmineralisering. Bilde fra rett under utglidningsplanet til skredet.

I tillegg til en båndet metagabbro har området en rekke felsiske intrusiver, enten som steiltstående lag (foliasjons-kuttende) eller som sub- til foliasjonsparallele bånd (Figur 2-4 A). Av disse er det også stor variasjon i tekstur og sammensetning. Noe nord for skredet skjærer en bred pegmatittgang gjennom foliasjonen. I overkant av skredet ligger en sub-parallell, finkornet granittisk gang med tydelig mineralorientering. Denne utgjør toppen av overhenget som ble igjen etter at skredflaten ble ryddet (Figur 2-4 B)

Noen av de felsiske intrusivene har sprekkesoner i kontakten mot metagabbroen. Disse er opp mot 5 cm brede og har som oftest en smal kvartskjerne. Det er også tydelig at flere av disse svakhetssonene fører en del vann med tanke på mye oppbygging av is observert under befaringene samt bilder fra E6 (Figur 2-6). I hengt over utglidningsplanet er kontakten mellom den felsiske gangen og vertsbergarten sterkt forvitret. Det er også øverste del av kanten i toppen av skredplanet, sør for selve hengt. Dette kommer nok av at det har kommet vann ned langs denne sprekkesonen over lengre tid, noe som også er tydelig med tanke på flere områder langs hengveggen med gjenværende jordmasser og røtter fra overliggende vegetasjon.

Det er ikke en veldig tydelig fortsettelse av det forvitrede utglidningsplanet inn i denne gjenstående veggen/hengt, men det er sannsynlig scenario. Noen sprekker er imidlertid observert i overgangen glideplan – heng, og indikerer at det eksisterer en risiko for at det er svakhetsplan som følger hovedplanets orientering, uten at de har blitt påvirket av samme grad av erosjon.



Figur 2-4. A) Oversiktsbilde fra lift over nordlige del av utglidningsplanet. Bildet viser felsisk gang som tilsynelatende ligger parallelt med foliasjonen. Gangen blir noe avbøyd i det den nærmer seg en forkastningszone, men fortsetter så gjennom det som står igjen som heng i overkant av skredplanet. B) Bilde fra veien under skredet og viser kontakten mellom metagabbro og den samme gangen som i A. Bergartskontakten i toppen av gjenstående heng er markert med stiplet linje. Langs denne kontakten går en svakhetssone som er stedvis sterkt oppknust og erodert.

2.2.2 Strukturgeologi

Bergartene er deformert og har en nokså undulerende foliasjon ved skredstedet. Generelt står den overordnede foliasjonen nokså steilt med strøk NV-SØ, men akkurat hvor skredet gikk ligger den nokså moderat til flatt med fallretning mot øst. Det er en betydelig undulering som er tydelig der hvor man ser store folder i de foliasjonsparallelle felsiske gangene. Fallretning / fall målt for foliasjonen ved skredplanet var $N108^{\circ}/47^{\circ}$ og $N055^{\circ}/25^{\circ}$. Følger man veiskjæringen sørover fra skredstedet blir foliasjonen gradvis brattere.

Utglidningsflaten hvor skredet gikk har en sammensatt geometri. Hovedsakelig er utglidningsflaten todelt med en nordlig komponent med fallretning $N230-240^{\circ}$, og en sørlig komponent med fallretning $N270-280^{\circ}$. Skredet er derfor best betraktet som en kileutglidning med stor vinkel mellom glideflatene. Overordnet (hovedkomponent) bevegelse over skredplanet ble estimert til fallretning/fall $N245^{\circ}/\sim 35^{\circ}$. Denne bevegelsesretningen er også observert som glide-lineasjon målt til $N241^{\circ}/30^{\circ}$. Det vil si at foliasjonen i området ikke hadde innvirkning på utglidningen. Hovedretningen for utglidning er plottet med øvrige sprekker i Figur 2-8 A. Se kapittel 3 for ytterligere beskrivelse av skredplanets geometri og karakter.

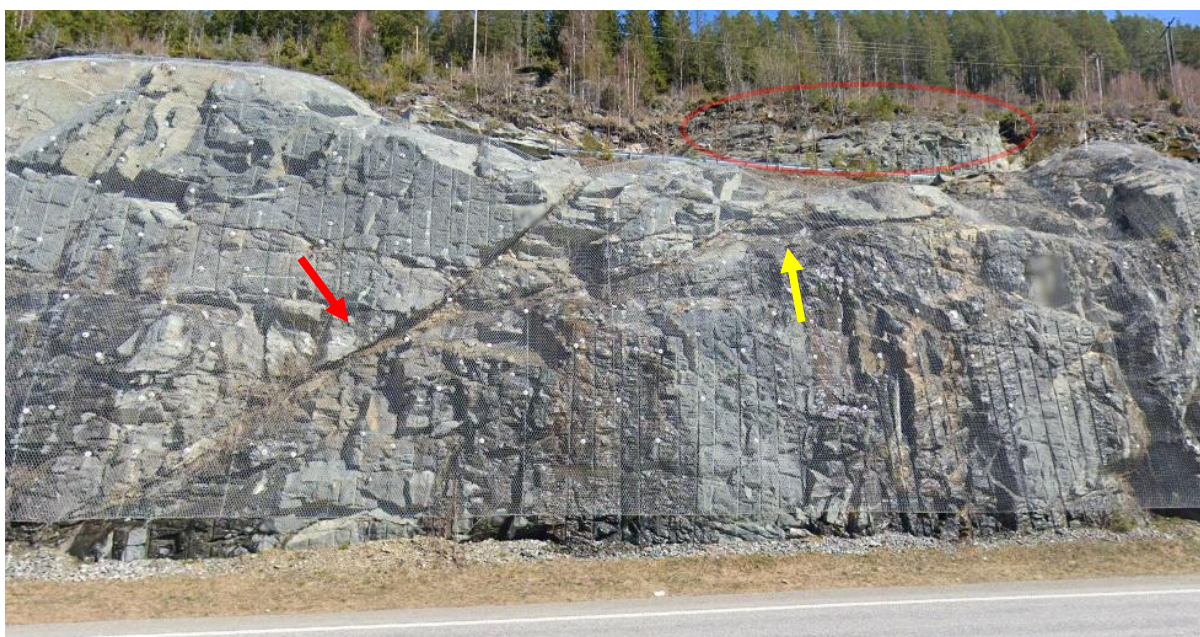
Bergartene i området er sterkt påvirket av både duktil og sprø deformasjon. Det er flere tydelige sprekkesett hvorav noen har karakteristisk mineralisering. Tre episoder med sprekke dannelse ble observert under befaringene: En tidlig fase med svakt fallende sørvestlige plan og mineralisering av epidot, en yngre fase av steiltstående NNØ-SSV-orienterte sprekker med zeolittmineralisering, og en siste fase med ikke-mineraliserte sprekker. Glidestriper på de epidotmineraliserte flatene viser en normal bevegelsesretning. Bare én observasjon av glidestriper på et zeolittmineralisert sprekkeplan ble gjort. Dette indikerte en sidelengs (revers-oblik) bevegelse.

I tillegg til bruddplan ble det også observert flere knusningssoner. I et søkk rett sør for bruddet står to slike soner. Her ble det dominerende forkastningsplanet målt med fallretning / fall på $N292^{\circ}/59^{\circ}$. Knusningssonen har en tykk ($>5\text{cm}$) leirfylt kjerne. Rundt denne kjernen er bergarten sterkt oppknust. En tilsvarende sone forekommer rett nord for utglidningen. Denne

har en orientering med fallretning / fall på $N336^{\circ}/30^{\circ}$ og ser ut til å avgrense skredflaten mot nord (Figur 2-5). Sonen inneholder en kvartskjerne, men viser fortsatt leirholdige slepper i den knuste bergmassen rundt kjernen. I veiskjæringen ned mot E6 kan denne knusningssonen følges videre (Figur 2-6). I tillegg er det en flat, undulerende sone som kuttes av denne omtrent midt i skjæringen ned mot E6. Denne flate sonen er antageligvis den samme som massene skled ut etter.



Figur 2-5. Oversiktsbilde fra lift. Rød pil peker mot utgående av en knusningssone / forkastning som tilsynelatende avgrenser glideflata mot nord. Merk avbøyning av felsisk foliasjons-parallell gang inn mot forkastningen.



Figur 2-6. Samme forkastning/knusningssone som i Figur 2-5 kan følges ned mot E6. Gul pil indikerer antatt utglidningsplan som faller slakt ned mot E6. Dette blir kuttet i nord av den brattere forkastningen. Rasområdet er markert med rød sirkel. Bilde fra Google Street View 2023

Under befaringene ble det målt orientering på de mest dominerende sprekkeplanene som var tilgjengelige langs lokalveien. Det vises også til 3.1. Det ble også supplert med sprekkeflater kartlagt fra en dronemodell av skjæringen ned mot E6 (Figur 2-7). I alt ble 87 bruddplan målt fra dronemodellen.

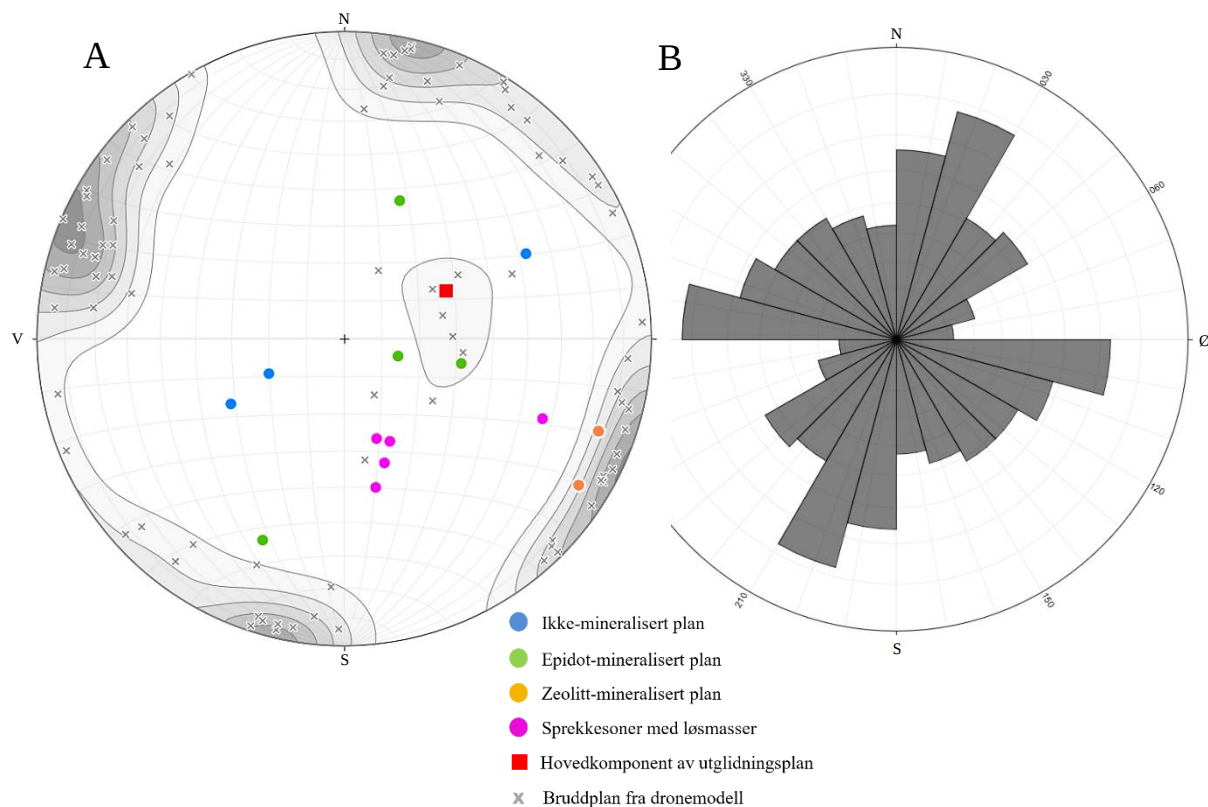


Figur 2-7. Eksempel på digitaliserte plan fra dronepunktsky. Røde plan gir fall og fallvinkel på sprekkeflatene. Utsnittet er fra skjæringen ned til E6 noe sør for selve rasområdet.

Resultatene fra sprekkemålingene er vist i Figur 2-8. Det kommer tydelig fram at den dominerende sprekkageometrien er sub-vertikale sprekker med strøk NNØ-SSV eller ØSØ-VNV. Førstnevnte korresponderer med to målinger av zeolittmineraliserte sprekker gjort under befaringen.

Epidotmineraliserte sprekker har en noe mer sprikende geometri, men de faller innenfor en bred gruppering av moderatfallende sprekkeplan med en fallretning mot VSV. Disse sprekkeplanene er sjeldne, og er ofte vanskelige å få øye på i felt. Hovedorienteringen av utglidningsplanet plotter også i denne gruppen (se Figur 2-8 A, Rødt kvadrat).

Knusningssonene / forkastningene plotter med hovedsakelig moderat fall mot NNV, noe som samsvarer bra med de fleste forkastningene vist på berggrunnskartet (Figur 2-1).



Figur 2-8. **A)** Stereoplott over sprekeplan målt på stedet og digitalisert fra dronemodell. Ulike farge representerer de ulike mineraliseringene observert på sprekeplanene. Konturene er tegnet etter digitaliserte bruddplan ($n = 87$). Rødt kvadrat representerer hovedretning og fall på utglidningsplanet. **B)** Sprekeroase med sprekeretningene fra dronemodellen som tydeliggjør den mest dominerende NNØ-SSV-sprekeorienteringen og de noe sjeldnere ØSØ-VNV-orienterte sprekeplanene.

3 Undersøkelser i regi av ekspertutvalget

3.1 Observasjoner fra befaringer

En del undersøkelser i regi av ekspertutvalget er omtalt i Kapittel 2.2.1. Nedenfor følger flere observasjoner fra de to befaringene med ekspertutvalget.

Under befaringen 17.02.2025 pågikk arbeid med å rydde skredområdet, og sprengning var foretatt kort tid før befaringen. Fra lokalveien ved rasstedet var det derfor kun tilkomst fra nordsiden, og lift ble benyttet. Som beskrevet i Kapittel 1 ble retningene til de mest markerte geologiske strukturene/sprekkeplanene innmålt. Det ble observert at en del av skredmassen lå igjen på bruddflaten, altså kun delvis sklidd ut, og i bakkant var avstanden mellom bruddkant og skredmasser ca. 1 m (Figur 3-1, høyre bilde).



Figur 3-1. Foto fra befaring 17.02.2025. Venstre: sett fra E6. Høyre: sett mot sør fra lift.

En del observasjoner fra befaringen 25.02.2025 er oppsummert i Figur 3-2. For andre observasjoner fra denne befaringen vises det til kapittel 2.2. Se også Kapittel 3.2 for analyse av observert leirbelegg.



Figur 3-2. Oppsummering av en del observasjoner fra befaringen 25.02.2025.

3.2 Analyse av sleppemateriale

Under befaringen den 25.2.2025 ble det som tidligere nevnt observert et tynt (opptil 1-2 mm) leirbelegg på den markerte glideflaten for skredet den 8.2.2025 og fortsettelsen av denne flaten til begge sider og mot toppen. En del belegg var antakelig blitt borte etter utglidningen pga. rensk/spyling og nedbør. Form og størrelse på glideflaten er vist i Figur 3-3, som også angir lokalitet for prøvetaking av sleppematerialet.



Figur 3-3. Utglidningsflate for skredet den 8.2. og etterfølgende rensk/nedstrossing fram til 25.2.2025 markert ved rød sirkel. Lokalitet for prøvetaking er markert med rød sirkel.

For å undersøke mineralsammensetningen er det utført XRD-analyse av prøvematerialet ved Ingeniørgeologisk laboratorium, NTNU Institutt for geovitenskap. Analyse er utført både for materiale <20 µm (kvantitativ analyse uten mulighet for å skille mellom ulike leirmineraler) og som analyse av bulkprøve (kvalitativ analyse med mulighet for å skille mellom ulike leirmineraler). Mineralsammensetning basert på bulkanalysen fremgår av Tabell 3-1, og fullstendige rapporter fra XRD-analysene, inkl. diffraktogrammer, er vedlagt (Vedlegg A).

Tabell 3-1. Resultater fra kvantitativ analyse av sleppematerialet (fra NTNU-rapport LT/25-038).

J.nr.	250298
Kvarts	2%
Glimmer	3%
Plagioklas	10%
Alkalifeltspat	6%
Amfibol	54%
Pyroksen	4%
Kloritt	21%

Det viktigste i denne sammenhengen er innholdet av leirmineraler (og glimmer) som har størst betydning for friksjonen langs sprekkeflaten. Det fremgår av tabellen at prøven har et betydelig innhold av kloritt. Innholdet på 21 % inkluderer innhold av blandsjikt-mineraler (illitt/smektitt f.eks.). Nøyaktig hvor mye blandsjiktmineraler det dreier seg om gir ikke denne analysen noe svar på. Men med mer enn 20 % kloritt- og blandsjikt-mineraler og i tillegg 3 % glimmer er det liten tvil om at friksjonen langs sprekkeflaten nok har vært ganske lav.

4 Forundersøkelser, analyser og prosjektering

Basert på gjennomgang av dokumenter på eRoom (SVV, 2010a), Prosjektweb samt materiale ettersendt av Statens vegvesen forelå følgende ingeniørgeologiske rapporter og notater før anleggsstart:

1. Norconsult (2010): Detalj- og reguleringsplan Minnesund-Kleverud, Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for veg- og jernbanetunneler. Rapport UEH-20-A-40110, rev. 02A, 30.05.2010, 35 sider + vedlegg.
2. Vianova (2010): Bergskjæringer, Ingeniørgeologisk kartlegging. Teknisk plan E6, Detaljplan underbygning Dovrebanen, Ingeniørgeologisk kartlegging. Notat UEH-20-A-20915, Rev. 00A, 30.06.2010, 35 sider.
3. Geovita (2012a): FP1 – Ingeniørgeologisk fagrapport, Byggeplan FP1, Langset-Brøhaug. Notat nr. UEH-22-A20133, Rev. 00B, 2012-01-13, 27 sider.
4. Geovita (2012b): FP1 – Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringer, Byggeplan FP1, Langset-Brøhaug. Notat nr. UEH-22-A-20134, Rev. 01A, 2012-12-05, 12 sider.

Alle disse dekker parsellen Langset-Brøhaug hvor skredet den 8.2.2025 gikk, og de to førstnevnte dekker også områder utenfor denne parsellen.



Figur 4-1. Oversiktskart for parsellen FP1 Langset- Brøhaug. Skredområdet er i nordre del av kartbildet, like vest for hvor det står «Korslund nord». (Nordre parsellgrense ble flyttet noe lenger nord i forhold til grense angitt på kartet) Fra Geovita (2012b).

4.1 Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for detalj-/reguleringsplan

Rapporten (UEH-20-A-40110) er utarbeidet for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen av Norconsult og dekker strekningen Minnesund-Kleverud (ca. 10,5 km nord for Brøhaug på Figur 4-1).

Iht. Kap. 1 “Innledning” omhandler denne rapporten de arbeider som er gjort for å klarlegge grunnforholdene for traseen, men som tittelen til rapporten indikerer og videre innhold reflekterer er innholdet i hovedsak fokusert mot tunnelene på strekningen og i liten grad på bergskjæringer og -skråninger. Selv om skjæringer og skråninger er lite spesifikt omtalt er likevel deler av innholdet i rapporten i stor grad relevant også for bergskjæringer og skråninger langs strekningen. Et eget ingeniørgeologisk detaljplan-notat (beskrevet nedenfor i Kap. 4.2) inneholder betydelig mer detaljerte beskrivelser og vurderinger ang. stabilitet av bergskjæringer.

Tunnelene ble i denne fasen valgt lagt i prosjektklasse 2 iht. NS3480 Geoteknisk prosjektering, som var gjeldende standard på dette tidspunkt, men det ble indikert at dette burde vurderes økt mht. Kontrollomfang fra og med neste planfase. For bergskjæringer er det i denne rapporten ikke sagt noe om Geoteknisk prosjektklasse (geoteknisk kategori, iht. Eurokode 7).

Kap. 3 “Utførte grunnundersøkelser faktadel)” og Kap. 4 “Grunnforhold” beskriver utført geologisk/ingeniørgeologisk kartlegging, geofysiske undersøkelser (refraksjonsseismikk, resistivitetmåling), geotekniske undersøkelser, og kjerneboring. Beskrivelsene omhandler forhold som også er av betydelig interesse for vurdering av bergskjæringer (bergartenes fordeling og mekaniske egenskaper sprekkeretninger, svakhetssoner, grunnvannsforhold mv.), men undersøkelsene er konsentrert om tunnelene, og i begrenset grad egnet for detaljert stabilitetsvurdering og analyse av skjæringer som den ved Morskogen.

Kap. 5 “Ingeniørgeologiske og hydrogeologiske vurderinger (Tolkningsdel)” og Kap. 6 “Tunnelprosjektering” er også i all hovedsak konsentrert om tunnelene, med unntak av det korte (6 linjer) kap. 6.3 “Risiko for skred” hvor det er presisert at:

“Generelt må det sikres godt langs forskjæringer og i skjæringen over påhuggsflaten. Stedvis kan det være behov for å sikre eller fjerne løse blokker i terrenget over påhuggsflaten”.

Dette er forhold som med fordel kunne ha vært presisert for de høye bergskjæringene og ovenforliggende terreng langs parsellen.

Kap. 7 “Forslag til videre arbeider” er også konsentrert om tunnelene og har ingen kommentarer angående skjæringer.

Hovedkonklusjonen på grunnlag av gjennomgangen er at denne rapporten for detalj-/byggeplan i all hovedsak var konsentrert om tunnelene, og bare i begrenset omfang tok opp forhold som var spesifikke for skjæringene.

4.2 Detaljplan underbygning

Dette notatet (UEH-20-A-20915) er utarbeidet av Vianova for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen og tar for seg kartlegging av utvalgte bergskjæringer før bygging av fellesprosjektet som var vurdert som typiske for strekningen mellom Minnesund og Kleverud.

I kap. 2 “Geologi” er det gitt en beskrivelse av hovedtrekkene for berggrunnsgeologien i området og for et titalls utvalgte bergskjæringer er mer detaljert beskrivelser av bergarter og oppsprekning gitt. Noen av skjæringene, spesielt de som er vist i Foto 2-3 (E6 Støjordet), Foto 5 (E6 ved avkjøring Korslund) og Foto 8-9 (hhv. E6 og lokalveg Korslund-Brøhaug) har markerte, underkuttende sprekkeplan som uten sikring ville hatt betydelig risiko for utglidning.

Kap. 3 “Vurdering av nye skjæringer” inneholder en systematisk vurdering av ingeniørgeologiske forhold for prosjekterte skjæringer med høyde >10 m langs nye traseer for E6 og Dovrebanen. For hver enkelt skjæring er det laget sprekkerose og planlagt ny trase er inntegnet. Mulige konsekvenser av hovedsprekkeretningene for planlagte skjæringer er beskrevet.

Det er spesielt grunn til å merke seg at det på side 17 i ovenfornevnte dokument for «E6 profil 6740-7100», som iht. C-tegning (ViaNova, 2012b) også dekker området for skredet den 8.2.2025 (profil ca. 6900) er beskrevet bl.a. at:

«Skjæringen for ny E6 er orientert nær N175° i dette området. Hovedsprekkeretningene er orientert N 30° og N130°, begge med steilt fall. I tillegg opptrer det enkelte sporadiske sprekker.

Den ene hovedsprekkeretningen har en vinkel til framtidig skjæring på ca. 35°. Helning på skjæringen bør være 10:1. I enkelte områder kan det oppstå kiler som kan gli ut mot vegen».

Dette indikerte av skjæringen var ansett som usikker, og at spesiell årvåkenhet mht. utsprenkning, stabilitetsvurdering og sikring ville være nødvendig.

Kap. 4 “Sikringsbehov” inneholder anbefalinger og krav for utsprenkning og sikring av skjæringer. Det er innledningsvis slått fast at “Sikringsomfanget skal være slik at det ikke kan forekomme nedfall på bane eller veg”. Det er videre gitt anbefalinger mht. forsiktig uttak av skjæringer (kontursprengning), mulighet for fleksibilitet i forhold til standardgeometrien 10:1 og regulering av 10-20 m (avhengig av skjæringshøyde) utenfor teoretisk topp skjæring for å unngå tung sikring og også gitt en rekke konsise anbefalinger ang. rensk, bolting og nettsikring. Det er også gitt anbefalinger mht. tiltak mot isdannelse. Mht. boltesikring er det i dette notatet presisert at:

“Det forventes spredt bolting i alle skjæringer. Normal boltelengde vil være 3 og 4 meter, men i enkelte tilfeller kan det være aktuelt med boltelengder på 6 og 8 meter. Ved ugunstig oppsprekking kan det også være aktuelt med stag med lengde opp til 12 – 15 m”.

For sikring av skråning over skjæringstopp er det presisert at:

“Bergoverflate bør renskes minimum 2 meter utenfor etablert skjæringstopp. Løsmasser over topp bergskjæring bør legges med stabil helning eller sikres med andre tiltak for å hindre erosjon og utrasning. Enkelte av skjæringene for ny E6/Dovrebanen ligger i sidebratt terreng. Det vil derfor være nødvendig å vurdere behov for tiltak for å hindre nedfall fra naturlige skråninger over nye skjæringer. Tiltak kan omfatte etablering av fanggjerd, steinsprangnett eller rensk.”

Det kan etter dette slås fast at selv om “Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for detalj-/reguleringsplan” (Rapport UEH-20-A-40110) bare i begrenset grad omhandlet forhold som er spesifikke for bergskjæringer, inkluderte detaljplanen for Fellesprosjektet i form av dette notatet også grundige beskrivelser og anbefalinger for planlagte bergskjæringer.

4.3 Ingeniørgeologisk fagrapport for byggeplan, FP-1

Notatet (UEH-22-A-20133) er utarbeidet av Geovita på oppdrag av Fellesprosjektet E6-Dovrebanen og henviser til rapportene fra detalj-/reguleringsplan beskrevet ovenfor samt resultater fra supplerende kartlegging og grunnundersøkelser utført i 2010 og 2011 som grunnlagsmateriale.

Kap. 3 «Faktadel» fokuserer i all hovedsak på tunnelene langs strekningen. Kapittel 3.1 «Utførte grunnundersøkelser» har ingen referanser til de planlagte skjæringene, og heller ikke i kap. 3.2 «Geologisk/ingeniørgeologisk kartlegging» eller kap. 3.3 «Prøvetaking av bergarter» er planlagte skjæringer omtalt spesifikt. Innholdet i kap. 3.2 og 3.3 er imidlertid relevant mht. berggrunn langs strekningen generelt. Kap. 3.4 «Bergmassens oppsprekking» gjengir i hovedsak resultater fra kartlegging i forbindelse med detalj-/reguleringsplan, og det er der referert til både tunneler og bergskjæringer.

De øvrige kapitlene i kap. 3; 3.5 «Geofysiske undersøkelser» (refraksjonsseismikk), 3.6 «Geotekniske undersøkelser», 3.7 «Kjerneboringer», 3.8 «logging av fjellbrønner» og 3.9 «Hydrogeologiske undersøkelser» omhandler grunnundersøkelser som i all hovedsak er gjennomført for tunnelene.

Kap. 4 «Ingeniørgeologiske vurderinger (tolkningsdel)» har fram til kap. 4.7 i all hovedsak fokus på de planlagte tunnelene. Kap. 4.7 «Bergskjæringer» inneholder oversikt over planlagte bergskjæringer med høyde >10 m både for vei og jernbane, med henvisning til eget notat i forbindelse med detalj/reguleringsplan (Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, 2010d). Det er stilt krav og gitt anbefalinger bl.a. mht. kontursprengning, mulig tilpasning av skjæringshelning av hensyn til stabilitet, forbolting, boltediameter, boltelengder, korrosjonsbeskyttelse mv. Det er også stilt krav om 5 m rensk av skråning over skjæringstopp.

Det er grunn til å merke seg at det i kap. 5 «Risiko» er stilt krav om at:

«Tunneldriving og -sikring samt arbeid med uttak og sikring av skjæringer må følges opp av personer med ingeniørgeologisk kompetanse fra byggherren».

4.4 Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringer, Byggeplan FP1

I likhet med notatet omtalt i kap. 4.4 ovenfor er også dette notatet (UEH-22-A-20134) utarbeidet av Geovita på oppdrag av Fellesprosjektet E6-Dovrebanen.

I kap. 1 «Innledning» er det presisert at Bergskjæringer med høyde > 10 m iht. NA-rundskriv 2009/11 fra Vegdirektoratet (SVV, 2009) skal plasseres i prosjektklasse 3, og at det dermed kreves ingeniørgeologisk prosjektering for uttak og sikring. Anbefalingen etter skredet på E6 ved Løsberga/Steinkjer i 2009 var følgelig tatt til etterretning.

Notat UEH-22-A-20134 for byggeplan inneholder beskrivelser og anbefalinger ang. ingeniørgeologisk prosjektering for uttak og sikring av bergskjæringer. Som grunnlagsmateriale notatet henvises til detalj-/reguleringsplan underbygning for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen (Notat UEH-20-A-20915).

I Kap. 3 «Stabilitetsberegninger» tas det utgangspunkt i to profiler, med skjæringshøyder opptil 27 m. For beregninger er det i kap. 3.1 valgt å se på geometrisk verst tenkelig situasjon («worst case») med plan utglidning langs kartlagt sprekkesett med fall ut av skjæringen, dvs. potensiell glideflatene med en fall/helning på 40°. Denne helningen samsvarer godt med fallvinkelen for glideplanet som ekspertutvalget målte ved sin befaring 25.2.; midlere vinkel fra bunn til topp på rundt 38°. I beregningsmodellen er det videre antatt hydrostatisk vanntrykk med maksimalverdi ved halve høyden av det potensielle glideplanet, og full drenering i utgående i foten. Dette er i henhold til vanlige beregningsforutsetninger anbefalt bl.a. i NBG (2000), selv om friksjonsvinkel 25-45° med kohesjon satt lik 0 vurderes som ganske konservativt. Rapporten sier imidlertid også at «det er videre forutsatt at skjæringene tas ut før lokalveg etableres», noe som ikke er dekkende for det faktiske forhold at lokalveien med skjæring i bakkant ble etablert før skjæringen ned mot E6.

Den anvendte beregningsmetoden (kap. 3.2) er basert på grenselikevektsprinsippet, Mohr Coulombs bruddkriterium og seksjonsvis avbygning av den høye skjæringen ned mot E6. Beregningene, som er beskrevet i kap. 3.3 «Resultater», er basert på sikring med ø25 mm kamstålbolter (for øverste pall) og Ischebeckstag Titan 103/51 (for midtre/nedre paller) og utført med programmet RocPlane. Antall bolter og stag for å oppnå sikkerhetsfaktor lik 1,4 er beregnet for de to profilene. Kvaliteten av de utførte beregningene vurderes å tilfredsstillende krav en normalt hadde på den tida skjæringene ble prosjektert.

Kap. 4 «Grunnlag for sikringsomfang» og kap. 5 «Totalt sikringsomfang for bergskjæringer» inneholder detaljerte anbefalinger ang. sikring/forankring. På grunn av konservative valg av inngangsparametre (spesielt for vanntrykk og sprekke/sleppe-friksjon) ligger det beregnede sikringsbehov etter gruppas mening godt på den sikre siden.

Notatet inneholder også anbefalinger ang. kontursprengning og design (Kap. 6 «Sprengning»), seksjonsvis uttak, forankringslengde, korrosjonsbeskyttelse mv. (Kap. 7 «Uttak av skjæringer og sikring») ikke minst krav til tiltak i skråning over skjæringstopp (Kap. 8 «Sikring av skråning over skjæringstopp»).

4.5 Kommentarer til forundersøkelser, prosjektering og analyser før bygging

Forundersøkelser og prosjektering for dette prosjektet er utført i 2 faser; detalj-/ reguleringsplan og byggeplan. Ingeniørgeologiske undersøkelser og vurderinger i disse fasene er utført for både skjæringer og tunneler, og omfattet for skjæringene både sprekkekartlegging av eksisterende veiskjæringer og stabilitetsberegning i form av likevektsberegning for forventet «typisk situasjon» med underkutting. Det har ikke lyktes å oppspore eventuelle ingeniørgeologiske utredninger/rapporter fra kommunedelplan og utredningsplan.

Rapportene for detalj-/reguleringsplan og byggeplan indikerte klart at det for bergskjæringer med høyde >10 meter kunne forventes krevende stabilitetsforhold, at grundig geologisk oppfølging og stabilitetsvurdering underveis ville bli nødvendig. Det ble også indikert at tung sikring» i form av lange bolter og/eller stag måtte påregnes ved uheldige sprekkeretninger.

De ingeniørgeologiske rapportene for byggeplan med tilhørende vedlegg (UEH-22-A-20133 og UEH-22-A-20134) er i konkurransegrunnlagets del A (A1) tatt med i oversikten over dokumenter som til sammen utgjør Konkurransegrunnlaget (SVV, 2012a/2012b).

De ingeniørgeologiske rapportene for byggeplan og konkurransegrunnlaget ble utarbeidet i 2012. Det er dermed 2011-utgaven av Håndbok 018 Vegbygging (SVV, 2011) som har inngått som del av konkurransegrunnlaget (SVV, 2012a). I Hb 018 er det i kap. 22 «Skråninger og skjæringer i berg», del 221 klart angitt at:

«Det stilles spesielle krav til de geologiske undersøkelsene for bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg). Slike prosjekter klassifiseres vanligvis i Geoteknisk kategori 3, noe som medfører høye krav til grunnundersøkelser og ekstra kontrolltiltak både under prosjektering og bygging».

I byggeplansdokumentet «Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringer» fra byggeplan (UEH-22-A-20134) er det med henvisning til NA-rundskriv 2009/11 fra Vegdirektoratet (SVV, 2009) presisert at bergskjæringer med høyde > 10 m skal plasseres i prosjektklasse 3, og at det dermed kreves ingeniørgeologisk prosjektering for uttak og sikring. Kravet i Hb 018 mht. Geoteknisk kategori/ prosjektklasse var dermed tatt til følge for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen.

De ingeniørgeologiske rapportene og notatene fra detalj- og byggeplan beskriver at det ble utført relativt grundige grunnundersøkelser av de viktigste forholdene mht. stabilitet av høye bergskjæringer, spesielt hovedsprekkeretninger, sprekkenes utholdenhet og karakter og bergartenes mekaniske karakteristika. Sikringsbehovet ble diskutert og vurdert som ganske stort (se sitat under «Sikringsbehov» i kap. 4-3 ovenfor). Notatet «Ingeniørgeologisk

prosjektering av bergskjæringer» fra byggeplan (UEH-22-A-20134) inkluderer i tillegg et eksempel på beregning av sikkerhetsfaktor og sikringsbehov for en «worst case»-situasjon med underkuttende sprekkeflate som medfører risiko for plan utglidning.

Det er i samme del av Hb 018 som referert til ovenfor indikert at det for bergskjæringer hvor forundersøkelser har vist godt og forutsigbart berg, kan det være aktuelt å benytte Geoteknisk kategori 2 (men ikke kategori 1), og også at geologiske rapporter for de ulike planfaser ved behov for sikringstiltak skal gi en oversikt over aktuelle sikringsmetoder og antatt sikringsmengde basert på de geologiske forhold som forventes. Dette kravet vurderes å ha vært oppfylt for de høye skjæringene på dette prosjektet.

Hovedkonklusjonen på grunnlag av gjennomgangen av rapporter og notater utarbeidet før anleggsstart er at ingeniørgeologisk kartlegging, prosjektering og stabilitetsanalyse ser ut til å ha vært av akseptabelt omfang og gjennomgående god kvalitet. Det er imidlertid ikke registrert noen spesifikk presisering av at skjæringen i bakkant av lokalveien også er en del av den totale skjæringen over E6, og ettersom skjæringen i bakkant av lokalveien ble utsprengt og sikret før den høyere skjæringen over E6 og opp mot lokalveien kan dette ha medført at det ble tatt lettere på førstnevnte både mht. prosjektering og utførelse (iht. ingeniørgeolog med ansvar for stabilitetsvurdering og sikringsanvisning ble det ikke gjennomført noen uavhengig kontroll under utførelse).

Med hensyn til prosjekteringskontroll er det i del 202.3 av Hb 018 (Figur 202.1) angitt krav til kontroll av en rekke forhold, blant disse global likevekt, beregninger og tegninger, som skal utføres for kontrollklasse B (begrenset), så vel som for kontrollklasse N (normal) og kontrollklasse U (utvidet). For klasse N og U, som skjæringer med høyde >10 m på E6-prosjektet tilhører, sier Hb 018 følgende om prosjekteringskontroll:

«Normal prosjekteringskontroll (kontrollklasse N) innebærer at det utføres grunnleggende kontroll og i tillegg kollegakontroll. Denne utføres av en annen person enn den som utførte prosjekteringen (Geoteknisk kategori 2).

For kompliserte byggverk bør den ekstra kontrollformen i klasse utvidet prosjekteringskontroll (kontrollklasse U) utføres av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen, uavhengig prosjekteringskontroll (Geoteknisk kategori 3). I øvrige tilfeller kan denne kontrollen utføres som utvidet kollegakontroll».

Kravene til prosjekterings- og utførelses-kontrollform avhengig av kontrollklasse er også vist i Tabell 4-1 nedenfor, som er kopiert fra Hb 018. Tredjepartskontroll av ingeniørgeologiske rapporter for byggeplan (Geovita 2012a og 2012 b) er gjennomført av Pöyry Swedpower AB (2013). Kontrollen har omfattet både tunneler og bergskjæringer, inkludert strekningen langs E6 ved Morskogen hvor skredet den 8.2.2025 inntraff.

Tabell 4-1. Krav til kontrollform avhengig av kontrollklasse (fra SVV, 2011).

Kontroll- klasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunn- leggende kontroll	Kollega- kontroll	Uavhengig eller utvidet Kontroll	Basis kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
N	kreves	kreves	kreves ikke	kreves	kreves	kreves ikke
U	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

Tredjepartskontrollen til Pöyry har hovedvekt på tunnelene, men inkluderer også bergkjæringer med høyde >10 m, som iht. Hb 018 tilhører kontrollklasse U (Utvidet). For kompliserte byggverk er det angitt at denne kontrollen; uavhengig prosjekteringskontroll (*Geoteknisk kategori 3*), skal utføres av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen. Dette er oppfylt.

Kommentarer og vurderinger ang. bergskjæringer er inkludert først og fremst i Kap. 4 «Ingeniørgeologiske vurderinger» og Kap. 5 «Stabilitet, driveforhold og sikring», del 5 i «Skjæringer» i Pöyry-rapporten. I kap. 6 «Konklusjoner og anbefalinger» er hovedkonklusjonen at prosjekteringen i hovedsak oppfylder krav og retningslinjer i SVVs Håndbøker og Eurokoden. Det kommenteres imidlertid også at usikkerheter og eventuelle feil i undersøkelsesdata ikke er innarbeidet. Det vises ellers til kapittel 5.2 om håndtering av usikkerhet i prosjektet generelt. I Kap. 7 «Slutt notat» er det konkludert at prosjekteringen er utført iht. de prinsipper som forventes, og at Pöyry anser tredjepartskontrollen som fullført.

5 Risikovurdering og usikkerhet

Risikovurderinger gjennomføres i byggeprosjekter for å bestemme egnede risikoreduserende tiltak knyttet til aktivitet(er) eller det planlagte veisystemet. Risikovurderingsprosesser og valg av metode for fare- (risiko) identifisering, risikoanalyse og risikoevaluering vil være forskjellig avhengig av prosjekt og variasjon/typer av mulige hendelser man ønsker å studere. For planlegging, bygging og drift av et veianlegg kan det være risikovurdering knyttet til følgende kategorier:

1. Prosjektrisiko (tid og økonomi)
2. Trafikksikkerhet
3. Helse, miljø og sikkerhet og arbeidsmiljø i prosjektgjennomføring (HMS/SHA)
4. Naturfare, større ulykker på/langs vei og tilsiktede handlinger

Rashendelsen fra skjæring ovenfor lokalveien ved E6 Morskogen er hendelse i kategori 4 ovenfor. Formålet med risikovurdering og/eller usikkerhetsanalyse knyttet til enkeltobjekt, som en bergskjæring i dette tilfellet, er å vurdere farer og mulige hendelser knyttet til objektet i driftsfasen, eller etter at veien er tatt i bruk. Av mest interesse her er hendelser i kategorien Naturfare, herav ras, utglidning eller flom langs veien. Slike hendelser kan medføre konsekvens for trafikkerende langs veien, eller 3. part (omgivelser).

I tillegg kan hendelser i anleggsfasen påvirke eksternt miljø, og medføre økonomiske konsekvenser for aktører og samfunnet ellers. Slike hendelser, eller uheldige forhold, omfattes ikke av denne gjennomgangen.

Risiko og Sårbarhetsanalyser (ROS) gjennomføres som en naturlig del av plan- og reguleringsfasen i veiprojekt, ved større oppgraderinger eller bygging av helt nye veianlegg. Plan- og bygningsloven stiller krav om at de berørte kommunene skal påse at ROS gjennomføres for planområdet. ROS-analyse fungerer både som underlag for prosjekterings- og utviklingsaktivitet, samt for prioritering/valg mellom alternativer (f.eks. veitraseer). ROS er imidlertid å anse som en grov, overordnet analyse, hvor påpekte forhold må detaljeres ut videre gjennom prosjektering og bygging.

Gjeldende metodikk for ROS-analyse er skissert i Hb V712 (SVV, 2018/2021a) om konsekvensanalyser. Denne bygger på de tidligere DSBs veilederne (Veileder til helhetlig ROS i kommunen, 2014, 2016 og 2017). DSB veiledere antas å ha vært gjeldende i plan og reguleringsfasen for det konkrete E6 prosjektet. ROS-analyser følger vanligvis prinsippene for risikostyring i NS-ISO 31000.

5.1 Kopling til vegvesenets håndbøker

I henhold til Veglovens §13 med forskrift skal vegnormalene, eller Vegvesenets håndbøker, gjelde for all planlegging og bygging av veier og gater på det offentlige veinettet. Håndbok 018 (SVV, 2011), som nå i siste utgave er Hb N200 (SVV, 2024a) stiller krav til planlegging, prosjektering, bygging, vedlikehold og forsterking av veier.

I 2018 versjonen av Hb N200 ble det innført krav til sikringstiltak mot skred ut fra valgt «sikkerhetsnivå». Sikkerhetsnivå (restrisiko) for skred skulle da bestemmes for hvert veiprojekt eller strekning med utgangspunkt i skredsannsynligheten per km vei og dimensjonerende trafikkmengde. Restrisiko for skred på vei etter tiltak skulle være lavere enn tolererbar skredsannsynlighet (1/100 for ÅDT > 8000), og helst lavere enn akseptabel skredsannsynlighet (1/1000 for ÅDT > 8000). I valg av sikkerhetsnivå vektlegges bl.a.

skredintensitet og skadepotensialet av et mulig skred, konsekvensene av en stengt vei regionalt og lokalt samt kostnader ved tiltak for å oppnå det ønskede sikkerhetsnivået. Slike risikovurderinger krever imidlertid tilgang til relevant hendelsesdata/statistikk på skred, og/eller ekspertvurderinger for den aktuelle strekningen.

I 2024 versjonen av Hb N200 (SVV, 2024a) er det kommet inn et tilleggskrav (kapittel 1.11.4) om at for brattere helninger enn 1:1,25 (sideterreng) skal stabilitet dokumenteres ved samme type beregning som for en tørrmur, evt. med bruk av stabiliserende tiltak som jordarmering eller lignende (læring fra E18 raset utenfor Larvik i 2019).

Håndbok 018 (SVV, 2011), som var gjeldende på tidspunktet strekningen ved E6 Morskogen ble planlagt, stiller krav til risikovurderinger etter Internkontrollforskriften som ledd i kvalitetssikringen av bergskjæring. Hovedvekt legges på sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) og hensyn til ytre miljø (YT) i anleggs- og driftsfasen. Det vises også til Hb 151 (SVV, 2012c), Styring av vegprosjekter for overordnet risikovurdering. Denne ble erstattet av Hb 760 i 2019, som nå igjen er erstattet av Statens vegvesens (SVV) eget interne kvalitetssystem. Hb 018 (SVV, 2011) stilte den gang spesielle krav til geologiske undersøkelser for bergskjæringer høyere enn 10 m, og funksjonskrav til utforming av skjæringene for å ivareta et ønsket trafikkisikkerhetsnivå. Et eksempel på funksjonskrav var å bygge skjæringen slik at man unngikk behov for rensk og annen sikring de første 20 årene i drift.

Hb V721 (SVV, 2006/2014/2021b) «Risikovurderinger i vegtrafikken» anbefaler risikovurdering av vegplan mht. trafikkisikkerhet, men også mht. andre uønskede hendelser på vegnettet. Risikovurdering bør gjøres i forkant av beslutninger som påvirker sikkerheten. Som en del av risikovurderingen i tidlig planfase fastlegges krav til risikovurderinger i senere planfaser. Omfanget av risikovurderingene bør tilpasses prosjektets størrelse og kompleksitet og beskrives i prosjektets kvalitetsplan. I større prosjekter bør det i tillegg gjennomføres en trafikkisikkerhetsrevisjon av planene for å påse at alle sikkerhetskritiske detaljer er riktig utformet. Oppdaterte retningslinjer for slike revisjoner og inspeksjoner finnes nå i Hb V720 (SVV, 2021c), og tilhørende sjekklister V720 (SVV, 2024c).

5.2 Usikkerhet

Usikkerhet kan være knyttet til både sannsynlighet og konsekvens for en mulig hendelse. Usikkerhet kan skyldes mangel av ressurser i prosjektet til spesifikke oppgaver. Det kan også være usikkerhet knyttet til manglende kunnskap om forhold og utfordringer en kan møte på i gjennomføringen, eller mangel på risikofaglig kompetanse. På tidspunktet ROS-analysene gjennomføres i tidlig planfase kan denne usikkerheten være betydelig. Usikkerhet knyttet til risikovurderinger kan også bunne i faglig uenighet innad i en analysegruppe. Det viktige er uansett at usikkerhet blir hensyntatt både i gjennomføring og presentasjon av ROS-analyser og andre risikovurderinger. Da kan dette fanges opp og vurderes i senere faser av prosjektet, når informasjon og mer kunnskap om forhold foreligger.

Anslagsmetoden i Hb R764 (SSV, 2014/2021d) definerer usikkerhet i prosjektsammenheng som gapet mellom den viten og kontroll (kunnskap) som eksisterer i prosjektet, og den viten og kontroll man skulle hatt for å være trygg på vurderingene. I forbindelse med kostnadsoverslag og tiltak er det mer korrekt å si at usikkerhet er knyttet til ukjente størrelser, som enten ikke kan måles, eller avhenger av hendelser som ennå ikke har inntruffet. Et eksempel her er forutsetninger om grunnforholdene som legges til grunn for planer, hvor en grunnkalkyle bygger på en gjeldende geoteknisk rapport.

5.3 Planer for risikovurdering i prosjektet

I forbindelse med reguleringsplanen (Asplan Viak AS, 2010) ble det gjennomført en ROS-analyse i Eidsvoll kommune for Langset - Hedemark grense på oppdrag fra Jernbaneverket (JBV) og Statens vegvesen (Safetec Nordic AS, 2010). ROS-analysen omfattet både stedsspesifikke farer og generelle farer for hele strekningen. Som type hendelse av generell karakter i driftsfasen for ferdig vei- og jernbaneanlegg er utglidning av masser eller ras fra fjell med høye skjæringer ned på vei eller jernbane vurdert (G-7). Risikonivå for denne type hendelse ble vurdert som betydelig (gult nivå) og det anbefales tiltak basert på kost/nyttevurderinger.

Hæhre entreprenør sin kvalitetsplan for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, parsell FP1 Langset-Brøhaug Del 2 (Hæhre, 2014a) skal sikre at byggherren får et prosjekt i henhold til kontrakt. Kvalitetsplanen beskriver ansvar og myndighet internt i Hæhres prosjektorganisasjon, oppfølging og drift av prosjektet, gjennomføring via kontrollplan (Hæhre, 2014b) med tilhørende prosedyrer og instruksjer, samt kvalitetskontroll og dokumentasjon. Kritiske aktiviteter i kvalitetsplanen er beskrevet med risikobetraktninger knyttet til fremdrift, krav på ressurser/ressurstetthet og samtidige operasjoner. Som generelt tiltak vises det til detaljplanlegging i kommende fremdriftsmøter. Kontrollplanen (Hæhre, 2014b) beskriver kontrollaktivitet ifm. rensk av skjæringer, men også boltesikring, sikring med bånd og nett. Dette er i henhold til i kontrakt (HB 025) og avtale med byggherre.

Arbeidsmiljøloven og Byggherreforskriften danner grunnlaget for SHA-arbeidet i prosjektet. Byggherre sin SHA-plan foreligger i to deler. Del 1: UEH-22-Q-00002 (SVV, 2012e), og Del 2: UEH-22-Q-00004 (SVV, 2014b). SHA-planen bygger på grovanalyse av risiko for arbeidstakerne i bygge- og anleggsfasen for FP1 Hovedentreprisen. Som uønsket hendelse er erosjon i skråninger, særlig i perioder med store vannansamlinger vurdert å utgjøre en betydelig risiko i anleggsfasen. Byggherrens risikovurdering med tiltak er ikke uttømmende. Det er forutsatt at entreprenør og underleverandører bygger videre på byggherrens SHA-plan og vurderinger. Entreprenør skal da gjøre egne selvstendige vurderinger av risikofylte arbeidsoperasjoner og følge opp videre. Av generelle hendelser er erosjon i skråninger spesielt fremhevet i Del 2 av byggherres SHA-plan (SVV, 2014b) med forventning om senere mer detaljerte risikovurderinger av entreprenør. Det foreligger en SHA-plan fra Hæhre som hovedentreprenør i Fellesprosjektet E6-Dovrebanen (Hæhre, 2013a). I tillegg er det en overordnet risikovurdering av prosjektet utført for FP1 Del 2 Langset – Brøhaug (Hæhre, 2013b). Denne dekker kun farer knyttet til anleggsarbeidet og ikke sikkerhet for ferdig anlegg (vei/jernbane).

5.3.1 Vurdering og anbefalinger

Byggherrens kvalitetsplan for gjennomføringsfasen dekker også detaljering- og byggeplanfasen for parsell FP1 Langset-Brøhaug, UEH-20-Q-00018, Rev. 07E (SVV/JBV, 2016). Kvalitetsplanen henviser til prosjektets andre styrende dokumenter. Det foreligger også et Sentralt styringsdokument for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, UEH-20-A-00005 (SVV/JBV, 2014) hvor det går frem at sikkerhet og fremkommelighet langs vei skal sikres gjennom at Fellesprosjektet utformes iht. retningslinjer og vegnormaler. Styringsdokumentet omfatter byggefasen og den forutgående byggeplanleggingsfasen. Det påpekes imidlertid her at veianlegget skal gjennomgå sikkerhetsvurdering før endelig godkjenning.

De formelle risikovurderingene som foreligger i prosjektet, har hovedsakelig vært knyttet til Sikkerhet Helse og Arbeidsmiljø (SHA) i forbindelse med forberedende arbeid og selve byggefasen. Bortsett fra ROS-analysen i reguleringsplanfasen har utvalget ikke sett planer for,

eller dokumentasjon av gjennomførte risikovurderinger av hendelser knyttet til trafikkssikkerhet og hendelser langs veien i driftsfasen (som ras og utglidning, el. flom).

Det ovenstående kan av utvalget derfor tolkes som at prosjektet har ansett sikkerheten knyttet til bergskjæringer langs strekningen som under kontroll ved at prosjektering og bygging er foretatt i henhold til gjeldende prosjekterings- og byggekrav i Statens vegvesen sine håndbøker (normer).

Entreprenørens SHA-plan (Hæhre, 2013a) viser til byggherres SHA-plan og beskriver formalitetene rundt Hæhres organisering av prosjektet, plan og generiske aktiviteter i SHA arbeidet på et overordnet nivå. Den setter ikke noe videre premiss for risikovurderingene i anleggsfasen og senere driftsfase utover krav til sikker Jobbanalyse av arbeidsoperasjoner.

5.4 Gjennomførte risikovurderinger

I tillegg til ROS-analysen (Safetec Nordic AS, 2014) har utvalget hatt tilgang til annen relevant dokumentasjon av risiko- og usikkerhetsstyring i Fellesprosjektet. I tillegg til de overordnede vurderingene i tidlige planfaser omfatter dette også spesifikke risikovurderinger og ukentlige kontrollplaner av teknisk kvalitet fra byggeperioden i tilknytning til prosjektet FP1 Langset-Brøhaug. Samlet dokumentasjonen om risikostyring er listet nedenfor:

- Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) for Reguleringsplan Langset-Hedemark grense, UEH-20-A-20928, rev. 00A, 2010-04-14.
- SHA-Plan Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, FP1 Langset-Brøhaug Hovedentreprise, Del 1, UEH-22-Q-00002, rev. 01E, 2012-07-12.
- SHA-Plan Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, FP1 Langset-Brøhaug Hovedentreprise, Del 2, UEH-22-Q-00004, rev. 01E, 2014-06-15.
- Usikkerhetsanalyse for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, Minnesund-Kleverud, UEH-20-A-00003, rev. 01D, 2011-02-16, m/tilleggsnotat usikkerhetsanalyse, 2011-02-14.
- Risikovurdering av teknisk kvalitet konstruksjoner FP1, Del 2 (SVV/JBV), saker til behandling i møter Uke 7-32, 2014.
- Ukentlige risikovurderinger/kontrollplaner i byggeperioden (2014-2015)
 - Eksempel: Risikovurdering av teknisk kvalitet driftsrensk, 2014-10-07.

I forbindelse med planarbeidet for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen er det også gjennomført egne ROS-analyser for reguleringsplanene Eidsvoll - Dokknes, Dorr bru - Minnesund, Akershus grense - Espå/Labbdalen i tillegg til Langset - Hedmark grense som denne rapporten referer til. Det vises her til Plan for ytre miljø (Sweco Norge AS, 2010). Utvalget har ikke sett på andre ROS- og/eller risikoanalyser knyttet til rasfare fra tilknyttede parseller/prosjekter til FP1 Langset-Brøhaug. I den grad det finnes relevant informasjon herfra, er dette ikke vurdert i sammenheng med den aktuelle rashendelsen ved Morskogen.

5.5 Risikovurdering i Reguleringsplan (ROS-analyse)

ROS-analysen for Langset - Hedemark grense (Safetec Nordic AS, 2010) omfatter som nevnt både stedsspesifikke farer og generelle farer for E6 og Dovrebanen på strekningen forbi Morskogen. Som type hendelse av generell karakter i permanent driftsfase er utglidning av masser eller ras fra fjell med høye skjæringer ned på vei eller jernbane vurdert (G-7). Risikonivået for hendelser av denne type er vurdert til betydelig (gult nivå) med hensyn til liv og helse (trafikanter og tredjepart) og det anbefales tiltak basert på kost/nyttevurderinger.

Metodisk ble ROS-analysen basert på DSB veileder og NS 5814. Den overordnede prosessen består av 5 trinn fra beskrivelse av analyseobjekt med formål og kriterier, via identifisering av uønskede hendelser, vurdering av risiko, identifisering av tiltak og dokumentering av analysen.

ROS-analysen definerer følgende hendelser (Safetec Nordic AS, 2010):

- Utglidning av store mengder fjell fra områder med høye bergskjæringer.
- Ras eller steinsprang ned på jernbane eller vei.
- Ras/nedfall i tunneler.
- Masser eller ras dekker toglinjen eller vei slik at det er fare for at tog eller bil kjører inn i massene.

Av årsaker til utglidning og ras fra fjell/skjæringer er følgende identifisert/beskrevet:

- Manglende stabilitet i høye fjellskjæringer/fyllinger kan under ugunstige forutsetninger resultere i utglidning av store mengder fjell.
- Tining og smelting av vann i fjellskjæringer.
- Dårlig fjell, svake soner og manglende sikring fører til ras
- Ustabil fylling/-steinmasser.

Som foreslåtte tiltak fra ROS-analysen nevnes: Kartlegging/sikringstiltak mot ras. På tidspunktet for analysen (2010) ble det beskrevet nærmere som: Kartlegging av grunnforhold for dimensjonering av eventuelle tiltak med tilleggskommentar: «*Det er allerede pågående aktivitet ifb. kartlegging av grunnforhold*».

5.5.1 Vurdering og anbefalinger

Selv om planlagt løsning med Fellesprosjektet E6-Dovrebanen langs denne strekningen var forventet å innebære redusert risiko for hendelser, jfr. Reguleringsplan (Asplan Viak AS, 2010) viser ROS-analysen at det har vært fokus på risiko for utglidning og ras fra fjellskjæringer langs strekningen Langset – Hedemark grense fra tidlig i Detalj- og reguleringsplanfasen.

Sikkerhetskrav til bergskjæringer skal på den tiden prosjektet pågikk være håndtert ved kravene i Hb 018 (SVV, 2011). Det var ikke spesifikke krav til å dokumentere eventuelle avvik fra Hb 018 i risikovurderinger. Til sammenligning stiller Hb 021 Vegtunneler (N500 fra 2014) krav til risikovurderinger av tunneler over 500 m. Formålet med risikoanalysen av tunneler er å identifisere og vurdere godhet av løsninger som avviker fra gjeldende sikkerhetskrav. Basert på slike risikovurderinger anbefales da eventuelle kompenserende tiltak. Tilsvarende krav ble anbefalt innført i Hb 018 (N200) for høye bergskjæringer basert på vurderingene av raset ved E18 utenfor Larvik, 13. desember 2019 (Beitnes et al 2020).

Det finnes en usikkerhetsanalyse for Fellesprosjektet E6-Dovrebanen fra 2010 utført av SVV og JBV i fellesskap (SVV/JBV, 2010b). Her ble mulig mangel på ressurser til oppfølging av tunnelarbeider og skjæringer over 10 meter identifisert som en usikkerhet, og vurdert til moderat (gul) risiko. Det var imidlertid ikke foreslått tiltak for å håndtere denne usikkerheten senere i prosjektet. Dette kunne med fordel ha vært gjort.

5.6 Risikovurdering i Detalj- og reguleringsplan og inn i Byggeplanfasen

Utvalget har ikke sett spesifikke risikovurderinger av aktiviteter, eller prosjekterte løsninger for videre oppfølging i byggeplan-/byggefase og senere driftsfase.

Ingeniørgeologisk kartlegging fra Detalj- og reguleringsplanfasen er gjort tilgjengelig for utvalget, hvorav den ene dekker bergterreng og områder hvor tunneller og skjæringer er planlagt (Norconsult, 2010), den andre mer spesifikt om bergskjæringer (Vianova, 2010). Se ellers kapittel 4 for mer detaljert om dette. Svakhetssoner i form av forkastninger og sprekksoner kartlagt på et overordnet nivå. I rapporten fra Norconsult (2010) finnes også en overordnet risikobetraktning om skredfaren ved tunnelpåhugg og forskjæringer. Det påpekes her behov for (på generelt grunnlag) å sikre eller fjerne løse blokker i terrenget over påhuggsflaten for tunneller og skjæringer.

Videre finnes to rapporter fra byggeplanfasen: Ingeniørgeologisk fagrapport (Geovita, 2012a), og Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringer (Geovita, 2012b). Mer detaljert om dette i kapittel 4.3. I fagrapporten er det bl.a. påpekt følgende (sitat): *Omfanget av systematisk sikring i skjæringene for å hindre utglidning av store volumer avklares av erfaren ingeniørgeolog ved befaring etter hvert som skjæringene tas ut. I tillegg til eventuell sikring for å hindre utglidning av et stort volum, må man regne med noe spredt bolting av enkeltblokker for å sikre stabilitet i mindre skala.*

I tillegg påpekes at bergoverflaten skal renskes 5 m bakenfor etablert skjæringstopp. Evt. løse masser over toppen av bergskjæring må sikres med bjelkestengsel eller andre tiltak for å hindre erosjon og utrasing. Det vises her til Teknisk regelverk JD520 fra Jernbaneverket som krever at det renskes 5 m opp fra toppen av skjæring, mens Hb 018 (SVV, 2011) fra Statens vegvesen krever rensk kun 2 m bakenfor toppen av skjæring langs vei.

Det er også et eget lite kapittel 5 om Risiko i fagrapporten (Geovita, 2012a). Det fremheves her at rapporten bygger på ulike geologisk undersøkelser og data. De faktiske forholdene en møter på anlegget kan imidlertid avvike fra forundersøkelsene, og tiltak med f.eks. skjæringer må derfor tilpasses de opptredende forholdene på stedet under bygging. Det forutsettes her at uttak og sikring av skjæringer følges opp av personer med ingeniørgeologisk kompetanse fra byggherren. Se kontrollplaner beskrevet ifm. risikovurdering og oppfølging i byggefasen nedenfor.

5.6.1 Vurderinger og anbefalinger

Risikoforhold av type ras og utglidning fra skjæringer på vei virker i prosjektet å være ansett ivaretatt gjennom stabilitetsberegninger og det planlagt rensk- og sikringsomfanget som er dokumentert i de ingeniørgeologiske vurderingene fra detaljplan- og byggeplanfase i forkant av byggestart. Det er ikke registret spesielle vurderinger knyttet til skjæringen over den aktuelle lokalveien der raset gikk.

Ellers kan nevnes at i utarbeidelsen av et hvert konkurransegrunnlag skal SHA-ansvaret være avklart mellom partene med formelle krav til risikovurdering og SHA-planer (Byggherre og entreprenør). Det vises til krav i Byggherreforskriften og Internkontrollforskriften i tillegg til Eksplosivforskriftens §11 om krav til varslings- og forhåndsregistrering av sprengningsarbeider.

Gitt den mulige trenden med stadig hyppigere ras og berg/masse utglidning som rammer kritisk infrastruktur stiller utvalget spørsmål ved om dagens regime med geologiske undersøkelser, stabilitetsberegninger, oppfølging, planlagte og fortløpende sikringstiltak under bygging er tilstrekkelig (som tiltak) for å holde risiko for slike hendelser under kontroll i driftsfasen. Er effektene av, og mulige påvirkninger av mildere vintre med hyppigere vekling mellom varmt og kaldt vær, høyere intensitet og økende nedbørsmengder tilstrekkelig kartlagt, forstått og håndtert i dagens regelverk?

5.7 Risikovurdering og oppfølging i Byggefasen

Det er som tidligere nevnt nødvendig med aktiv oppfølging av risiko og usikkerhet knyttet til stabilitet og sikring av tunneller og skjæringer under byggefasen i prosjektet.

For parsellen FP1 Langset – Brøhaug har ukentlige møter blitt avholdt og dokumentert av stedlig kontrollingeniør hos byggherre. Utvalget har hatt tilgang til en god del av dette materialet på eRoom fra utbyggingsprosjektet (SVV, 2010a). Slike ukentlige risikovurderinger og kontroller virker å ha vært gjennomført gjennom i hele byggeperioden (kontrollplaner og risikovurdering av teknisk kvalitet). Det oppfattes av utvalget som kontinuerlige vurderinger, oppfølging og kontroll av byggeaktiviteter. Dette er eksempelvis støping- og bygging av konstruksjoner, driving av fjelltunnel, sprenging med påfølgende masseuttak og rensk/sikring av fjelltunnel og skjæringer.

5.7.1 Vurdering og anbefalinger

I tilknytning til byggefasen foreligger dokumenter med tittel risikovurdering av teknisk kvalitet, mm. i forbindelse med forberedende arbeider og anleggsarbeid. Planlagt arbeid med bergskjæringer er da knyttet til sprengningsarbeidene og etterfølgende rensk og bergsikring. En viktig forutsetning i prosjektet har vært at forhold knyttet til bergkvalitet, behov for sikring/rensk og integritet av konstruksjonene i stor grad er prisgitt en grundig ingeniørgeologisk og geoteknisk oppfølging i byggefasen.

I hvor stor grad de ukentlige møtene for kontroll og oppfølging innebærer noen form for risikovurdering etter gjeldende prinsipper er usikkert. Rapportene herfra (møtereferat) bærer mer preg av planlagte kontroller og dokumentering av resultatene fra disse. I den grad forhold avviker fra norm er det forslag til oppfølging videre i byggefasen.

5.8 Oppsummering og konklusjoner

En gjennomgang av risikovurderinger og usikkerhetsanalyser i Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, FP1 Langset – Brøhaug er utført. Det er identifisert relevant informasjon om temaet knyttet til bergskjæringer spesielt, hvordan risikoforhold knyttet til skjæringer er vurdert i planfaser, videre planlagt for bygging, fulgt opp og kontrollert under bygging. Planlegging og prosjekteringen av parsellen FP1 Langset – Brøhaug skal oppfylle gjeldende vegnormaler og retningslinjene som forelå på aktuelt tidspunktet prosjektet pågikk.

Det er ikke funnet spesifikke risikovurderinger og anbefalinger knyttet til ras og utglidning fra skjæringer for det aktuelle området utover det ROS-analysen for reguleringsplanen Langset – Hedemark grense trekker frem (Safetec Nordic AS, 2010). ROS-analysen omtaler stedspecifikke farer og generelle farer for Fellesprosjektet E6 og Dovrebanen på strekningen forbi Morskogen. Som type hendelse av generell karakter i permanent driftsfase er utglidning av masser eller ras fra fjell ved høye skjæringer ned på vei eller jernbane trukket frem.

Det virker ikke å ha vært rettet spesiell oppmerksomhet til risiko og sårbarhet knyttet til den aktuelle bergskjæringen over lokalveien der raset gikk. Det foreligger SHA-planer for anleggsfasen og generelle betraktninger om geologisk oppfølging, rensk og fjellsikring ved bergsprengning som også gjelder ved skjæringer. Risikovurderingene som foreligger, er begrenset til SHA-hendelser som kan inntreffe under forberedende arbeid og selve byggefasen.

Planlegging, prosjektering, bygging og oppfølging av veiprojektet er utført i henhold til Hb 018 (SVV, 2011). Vegnormalene med retningslinjer er ment å skulle ivareta sikkerhetskrav til alle objekter som inngår i veiprojektet. Ved bergarbeider er det nok umulig å fjerne all sikkerhetsmessig risiko knyttet til gjennomføring og kvalitet av ferdig anlegg. Det er heller ikke

mulig å kartlegge bergmassen med en detaljeringsgrad som kunne muliggjøre totalt eliminering av geologisk usikkerhet. Utvalget mener derfor at (noe) mer spesifikke risikovurderinger knyttet til bergskjæringer, og terrenget over disse kunne ha gitt de utløsende risikofaktorene større prioritet og oppmerksomhet i en planleggingsfase, og dermed burde vært gjennomført i Fellesprosjektet E6-Dovrebanen. Det er også verdt å se på regelverket og betydningen av risikovurderinger knyttet til effekt på type hendelser som klimaendringer med økende nedbørsmengder og veksling mellom varmt og kaldt vær kan få.

6 Oppfølging under bygging, utført stabilitetssikring

6.1 Sikringsmidler tilgjengelig i konkurransegrunnlag

Beskrivelser og stipulerte mengder for «Rensk og sikring i dagen» fremgår av konkurransegrunnlagets del D1 Beskrivelse, prosess 23 (SVV, 2012a). D1 inneholder blant annet bolter med diameter 20 mm i lengdene 1,5-8,0 m for fullt innstøpte bolter og lengdene 1,5-5 for forankrede bolter. I tillegg finnes fullt innstøpte stagforankringer med lengde opp til 15 m (oppgjør etter meter, ikke stk). Disse står under samme prosess (23.22) «Forankrede bolter» og er dermed spesifisert med diameter 20 mm.

Det vurderes at D1 inneholder tilstrekkelig med forankringsmateriell til å håndtere både mindre («lokalstabilitet») og større («global stabilitet») potensielt ustabile volumer mht. til lengder. Stagforankringer med diameter 20 mm er uvanlig, innarbeidet praksis er å bruke stag med større diameter og kapasitet, men det skal være mulig å sikre større volumer bare det er mange nok stagforankringer. Dessuten var det mulig å be om pris på stag med større kapasitet om man vurderte at man trengte det.

6.2 Oppfølging og kontroll under bygging

Permanent sikring av den aktuelle bergskjæringen ble anvist/prosjektert av byggherren. I denne fasen av prosjektet var det fortløpende kontakt mellom byggherren og entreprenør for utførelse av sikringen. Byggherren var representert med en nyutdannet geolog (første jobb etter utdanning) som skulle anwise/prosjekttere permanent sikring. Under utdanningen hadde geologen ikke fått noen utdanning/trening i å gjøre stabilitetsvurderinger og stabilitetsberegninger.

Det er blitt opplyst at det ikke var noen kontroll av den prosjekterte/anviste sikringen, verken internt hos byggherren eller eksternt (uavhengig kontroll). Den mye høyere bergskjæringene (drøyt 20 m høy) nedenfor lokalveien, ned mot E6, ble kontrollert av uavhengig firma.

I kap. 221 i SVV (2011), Håndbok 018 Vegbygging, som gjaldt for prosjektet, står følgende:

"Det stilles spesielle krav til de geologiske undersøkelsene for bergskjæring høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg). Slike prosjekter klassifiseres vanligvis i Geoteknisk kategori 3, noe som medfører ekstra kontrolltiltak både underprosjektering og bygging. Det betyr ikke at alle aspekter av skjæringen må klassifiseres som Geoteknisk kategori 3 i det det er mulighet for å variere prosjektkategori innenfor forskjellige deler av skjæringen. For bergskjæring der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg, kan det være aktuelt å benytte Geoteknisk kategori 2. Ingen deler av høye bergskjæring skal klassifiseres i Geoteknisk kategori 1."

I kap. 202.3 i SVV (2011) står følgende:

"For kompliserte byggverk bør den ekstra kontrollformen i klasse utvidet prosjekteringskontroll (kontrollklasse U) utføres av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen, uavhengig prosjekteringskontroll (Geoteknisk kategori 3). I øvrige tilfeller kan denne kontrollen utføres som utvidet kollegakontroll."

Vurderingen av kontrollbehov utført under bygging synes å ha vært at det er to bergskjæring med helt forskjellige høyder. Derav uavhengig kontroll av den høye bergskjæringen, men ikke den lave.

Ekspertutvalgets vurdering av bergskjæringer og høyder er at en riktig vurdering ville vært å betrakte det som én bergskjæring med total høyde på drøyt 30 m. At det skulle lages en pall i øvre del av bergskjæringen med plass til lokalvei rokker ikke ved denne vurderingen. Følgelig mener ekspertutvalget, basert på kunnskapen man hadde under prosjektering og bygging, at hele bergskjæringen skulle vært vurdert til å tilhøre geoteknisk kategori 3. En slik vurdering ville utløst uavhengig kontroll av bergskjæringen langs lokalveien, selv om denne isolert sett er lavere enn 10 m.

Videre vurderer ekspertutvalget det som meget mangelfullt at prosjektering av sikring av bergskjæringen ikke ble underlagt kontroll internt i Statens vegvesen. Det hele var overlatt til en nyutdannet geolog uten noen form for utdanning/trening i stabilitetsvurderinger av bergskjæringer før vedkommende startet i jobben.

7 Utført arbeid i forhold til krav i standarder og kontrakter

Vi skal i denne delen av rapporten se på om det være forhold ved krav og kontroll som har iboende svakheter eller muligheter for å forklare evt. «glipp» under gjennomføringen av anleggsarbeidene.

Den aktuelle lokalveien, «Nerkorslundvegen», tilhører sideareal i forhold til den primære veilinja, men må ha fungert som langsgående adkomst på oversiden av bergskjæringen, og må slik sett ha vært en del av kontraktsarbeidene som er inkludert i beskrivelsen for anleggsveier. Der er krav til utførelse angitt i Hb 025 (SVV, 2012d) Prosesskode, 1 Kap 13.1 «Provisoriske anleggsveger» er der som spesiell beskrivelse inntatt:

«Vegene må anlegges slik at de ikke representerer noen stabilitetsmessig fare for anlegget eller omgivelsene, verken under arbeidet eller senere. Vegene skal bygges med en slik standard og vedlikeholdes på en slik måte at de til enhver tid er kjørbare for personbiler uten at kjøretøyet skades. Vegene skal utplaneres etter bruk og eventuelt tilsås. Blivende skråninger skal være stabile både i skjæring og fylling. Eventuelle tilknytninger til permanent vegbane skal fjernes.»

I den grad denne lokalveien er definert som en del av det permanente anlegget, vil det være de generelle postbeskrivelsene i Hb 025 del 1 for rensk, sprengning og sikring som er førende utførelseskrav.

Uansett skal prosjektering og utførelse følge de gjeldene håndbøkens forskrifter. Den mest aktuelle er:

Geoteknisk kategori/prosjektklasse

Den lokale veiskjæringen ved Nerkorslundvegen inngår som øverste trinn i en veiskjæring med høyde >> 10 m, og skal således underlegges planlegging og kontroll i hht. kontrollklasse 3 (ihht Eurokode 7 benevnes dette i dag som kategori 3).

Referanse: Hb. 018 (SVV, 2011)

Konkurransesgrunnlaget er skrevet i 2013 og da var det Håndbok 018 vegbygging utgitt 01/2011 som var gjeldende normal. Det legges til grunn at alle deler av aktuell vegparsell var underlagt dette normalverket.

Mest aktuelle bestemmelser siteres og kommenteres, mht hva som er mest relevant for situasjonen:

- 001.2 Vegtype: Hn
- 006 Bestemmelser om godkjenning og fravik anses ikke som spesielt relevante.
- 007 Styring. Det gis her hjemmel for Håndbok 151 Styring av utbyggingsprosjekter. Alle bestemmelser om krav til styring, med definert prosjektbestilling (PB), Prosjektstyringsplan (PSP) og Kvalitetsplaner (KP) med SHA og Ym må forutsettes å foreligge og å være fulgt, da dette var et stort og velorganisert prosjekt.
- 022 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA). Her hjemles også krav til å følge Byggherreforskriften og å ha plass en HMS-koordinator som skal være fra Statens vegvesen.
- 034 Kontroll. Det settes krav til at alle deler av veianlegget verifiseres mht kvalitetskrav. Vi må legge til grunn at veiskjæring og andre strukturer i f.eks. sideveier som inngår, er innbefattet i dette kravet. Kontrollplaner og dokumentasjon

skal omfatte aktuelle arbeidsoperasjoner inkl. bl.a. «geotekniske og geologiske forhold».

- 035 Dokumentasjon. Her hjemles krav til bl.a. sluttdokumentasjon som omfatter all kontrollaktivitet. Denne skal oppbevares min. 10 år. Det vil for den aktuelle anleggsdelen med en sprengt skjæring, en støttemur og flere mindre rassikringstiltak så som bolter og «Sognemurer», bety at det bør finnes dokumentert en kontroll av forhold som sikrer mot ras og rasutvikling.
- 223 Sikring av bergskråninger.
Her er det satt inn en viktig bestemmelse som treffer forholdene ved dette rastilfellet: «Når det er tvil om bergskråningene er stabile skal det foretas geologiske undersøkelser. Det bør spesielt legges vekt på kartlegging av oppsprekking, type bergart (forvittringsmotstand), hydrogeologiske forhold samt ugunstige sprekke- eller sleppeplan.»
Videre heter det:
«Aktuelle sikringsmetoder skal avgjøres ut fra stabilitet, sikkerhet, vedlikehold og økonomi. Ved siden av rensk og nedsprenkning, kan skråninger stabiliseres med bolting, sikringsnett, sprøytebetong, støttemurer og drenering. Ulemper ved nedfall av stein og blokker kan også løses ved bygging av ledevoller, fanggrøfter, fleksible skredgjerd, tunneler og overbygg. Se Håndbok 274 (Ref. 9).»
Og:
«Stabilitet i bergskråninger ovenfor prosjekterte skjæringer må sees i sammenheng med veganlegget.»
- Etterfølgende kapitler om geometri, sprenkning og sikring av selve hovedskjæringen er i mindre grad relevante for problemstillingen i denne saken.

R 211/HB 015 1997

Da konkurransegrunnlaget ble utarbeidet, var det Håndbok 015, Feltundersøkelser, som var gyldig utgave.

I denne håndboken er det gitt retningslinjer for omfang og metoder. I det aktuelle tilfellet med evt. fare for løsning av bergpartier bak sprengt skjæring, er det verdt å merke seg bestemmelser under kap 15.251 Ingeniørgeologiske undersøkelser.

Prinsipp: «Kartleggingen utføres i forbindelse med veg- og tunnelprosjekter, materialforekomster, fundamentering på berg, sikring mot ras, blokkfall og steinsprang i fjellskråninger og vegskjæringer.»

Spesielt gis det retningslinjer med klar oppfordring for kartlegging av oppsprekkingen i rasfarlige bergskråninger. I vårt tilfelle vi det si over/bakenfor prosjektert vegskjæring, og det ville forventes opptegning av resultat i form av merknader på kart og opptegnede profiler.

Om forhold til reguleringsplan.

Den aktuelle veistrekningen er regulert i hht. Plan-i.d.: 023719700 datert 9/11.2010. Nerkorslundvegen er regulert kun med areal og formodentlig derfor med relativt fri utforming. Reguleringsbestemmelsene gir heller ikke føringer mht. bergskjæringer og sikring. Det er derfor ikke mye å hente her som grunnlag for krav til utførelse og dokumentasjon.

Diskusjon

Etter en gjennomgang av de foreliggende normkrav og retningslinjer, synes det som det ikke mangler hjemmel eller anvisninger som ville tatt vare på registrering av rasområdet og det er grunnlag i kontraktens krav om en fullverdig ras-sikring.

Punktet om geoteknisk kontrollklasse (kategori) som kunne motvirket at den lokale skjæring oppe i lokalvegen ble forbigått som å tilhøre kategori 3, er kanskje tydeligere tatt vare på i dagens regler, ikke minst iht. tiltak og tydeliggjøring som ble iverksatt etter raset på E18 ved Larvik.

Altså er det i hovedsak ikke regelverket, men etterlevelsen som ser ut til å ha sviktet. Avvikene som vi finner, er diskutert i andre deler av rapporten. Kort resymert nevnes:

- Det foreligger ikke (vi har hittil ikke sett) kartlegging i planfasen som tydelig identifiserer rasfare fra aktuelt bergparti.
- Prosjektering av bergsikring (sikring mot ras) er utført som direkte anvisning (påmerking) av bolter, utført av 1 ingeniørgeolog uten erfaring, ikke beregnet eller lagt inn i planer, og ikke fulgt opp av 3.parts kontroll.

For selve utførelsen, har vi ikke funnet avvik fra hva som er anvist.

8 Vurdering av sikring, stabilitet og utløsningsårsak

8.1 Sikring og stabilitet

Skredområdet er vist på flere foto tidligere i rapporten, se f.eks. Figur 1-2, Figur 3-2 og Figur 3-3. Nedenfor vises foto av skredområdet rett etter at det skjedde (Figur 8-1). Merk at bredden på skredområdet samsvarer med det som ble målt av ekspertutvalget etter at skredmassene var blitt fjernet (Figur 3-2).



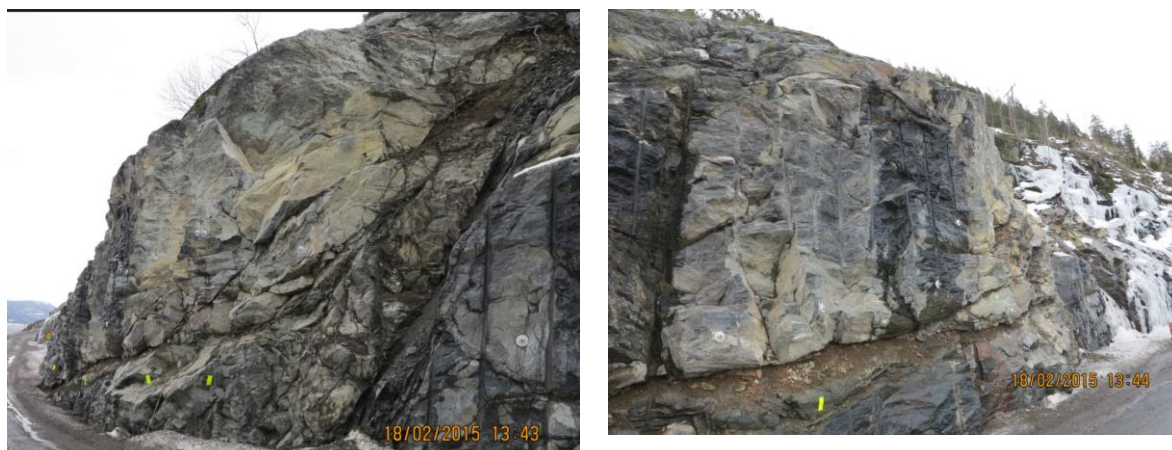
Figur 8-1. Foto tatt kort tid etter raset. Foto mottatt fra SVV.

Sikringen utført i 2014 er vist i Figur 8-2. Disse to fotoene fra 2015 sammen med andre foto fra 2014 og 2015 (ikke vist) viser følgende:

1. Det var montert 11 bolter gjennom partiet som raste ut.
2. Det er kun sørlig del av skredområdet som var sikret. Det er ikke mulig å vurdere noenlunde nøyaktig hvor mange meter av det 30 m brede skredområdet som ble sikret. Ut fra foto vurderes bolteavstanden langs foten av det sikrede partiet til å være 1,5-2 m. Dvs. at lengden av det sikrede partiet kan være 5-7 m, men dette er usikkert.
3. Foto viser tydelig at den sprekken som åpenbart har ført til utført sikring, fortsetter nord for sikret område. Fotodekningen er imidlertid ikke god nok mot nord til at man kan se hvor langt mot nord den var synlig. Ut fra hvordan utglidningsflaten så ut etter at skredmasser var blitt fjernet, vurderes det at hele utgående av utglidningsflaten sannsynligvis var synlig under bygging.
4. Det er synlig under bygging at utglidningsflaten er forvitret, det er en såkalt sleppe, og at den måtte forventes å ha relativt lav friksjon.
5. I skredområdets sørlige begrensnig ses tydelig at sprekken fortsetter oppover i terrenget ovenfor selve bergskjæringen, helt opp til det som nå er skredbruddkanten.
6. Det var mulig under bygging å vurdere både helning til utglidningsflaten, gjøre målinger for å beregne mulig ustabil volum og å anta friksjon langs utglidningsflaten. Dvs. de inngangsdataene som trengs for å gjøre beregninger av stabilitet og sikringsbehov, i tillegg til at en vanntrykksmodell trengs, og ev. inkludering av jordskjelvkompontent.

Angående punkt 1 ovenfor: ut fra Kapittel 6.1 må man anta at bolter med diameter 20 mm ble brukt. Men, vi har fått opplyst at bolter med diameter 25 mm ble brukt, og 25 mm var også diameteren til en avrevet bolt fra skredområdet som ble vist frem til ekspertutvalget under befaringsen 17.02.2025.

Bildene tyder på at boltene står nært horisontalt. I et word-dokument uten tittel og dato (alle bilder fra 2013, så mest sannsynlig fra 2013) eller signatur står det: «Boltes med 30-50 grader på utglidningsplanet». Dette tilsvarer nær horisontalt. Når det gjelder boltelengde(r) har ekspertutvalget ikke mottatt dokumentasjon av det. Det er heller ikke mottatt dokumentasjon som antyder at antall utførte bolter avviker fra det som ble bestilt fra byggherren: Notatet «Sluttbefaring fjellskjæring A25 18.08.2014» inneholder stedvis bestilling av supplerende sikring, men ikke for skredområdet. Det vurderes som en bekreftelse på at utført sikring er i samsvar med bestilt sikring.



Figur 8-2. Foto tatt under bygging, etter utført sikring. Mottatt fra SVV. Den sørligste delen av skredområdet er synlig på fotoene.

Angående punkt 6 ovenfor så fantes det under bygging håndbøker med veiledning for vurdering av stabilitet og beregning av sikring (SVV, 2019). I tillegg fantes det beregningsprogrammer med lav brukerterskel. Ekspertutvalget vurderer det som en faglig svikt at det ikke bli utført stabilitetsberegninger for skredområdet, bl.a. fordi:

1. Det var faktisk observert under bygging at et større volum kunne gli ut.
2. Inngangsdata for beregningene var lett tilgjengelige.

Om stabilitetsberegninger hadde blitt utført ville man trolig ha endt opp med et større sikringsomfang for den delen av bergskjæringen som man faktisk sikret (sørligste del) enn det som ble prosjektert/anvist av byggherren, og utført av entreprenøren.

I tillegg vurderer ekspertutvalget at det er en faglig svikt at ikke hele skredområdet ble sikret, etter utførte stabilitetsberegninger. Som beskrevet i punkt 3 ovenfor var sannsynligvis hele utgående av utglidningsflaten synlig under bygging. Følgelig var det sannsynligvis grunnlag for å vurdere stabilitet og utføre sikring for hele skredområdet.

Et siste forhold er at det ble brukt fullt innstøpte bolter. Slike bolter kan få svært varierende last, spesielt når de skal sikre et stort område. En bolt kan ta stor last, mens andre tar mindre last, ev. ingen last. Pga. mangel på samvirke kan boltene gå til brudd én etter én. Muligens ville det under bygging blitt tenkt gjennom denne problemstillingen om stabilitetsberegninger faktisk var blitt gjennomført, da man ville fått innblikk i hvilke laster som kunne opptre.

8.2 Utløsningsårsak

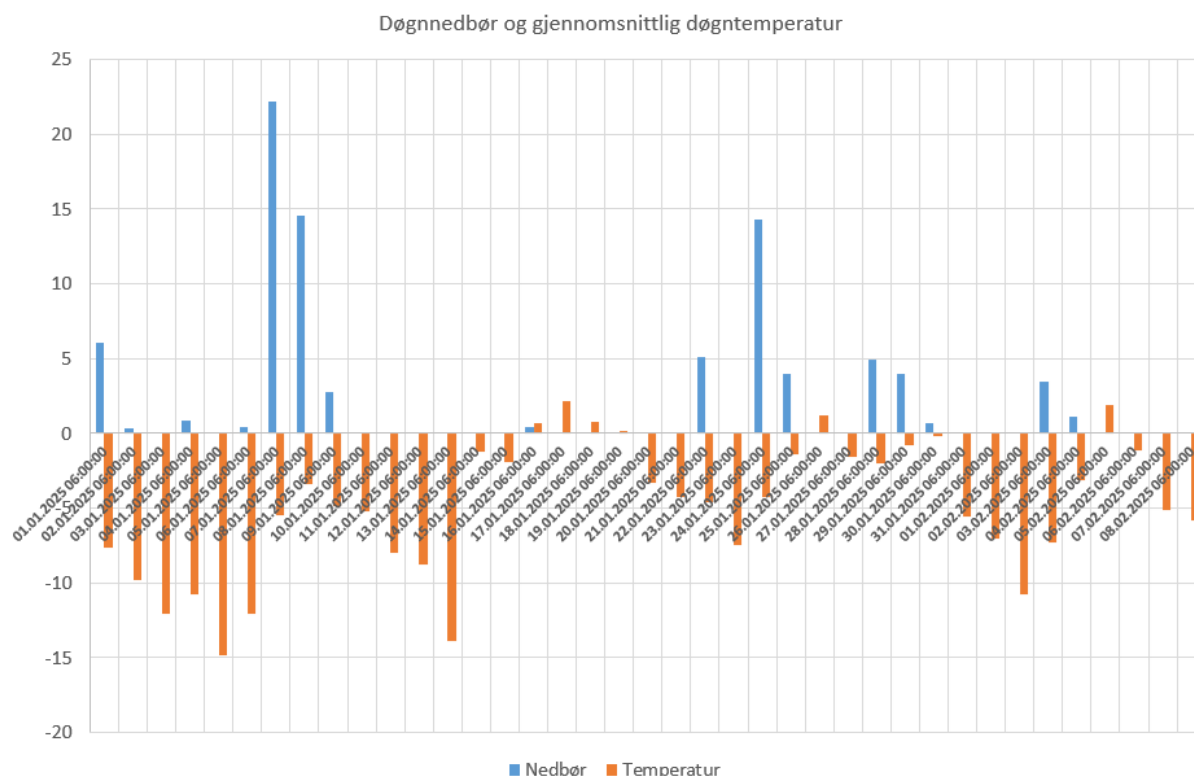
Foto fra 18.02.2015 viser is i bergskjæringene sør for skredområdet, men ikke i den sørligste delen av skredområdet (Figur 8-2). Vi har fått opplyst fra Statens vegvesen at det ikke ble

observert is i skredområdet rett etter skredet gikk, men at det var is i bergskjæringene sør for skredområdet, altså tilsvarende situasjonen 18.02.2015. Foto tatt kort tid etter skredhendelsen viser heller ikke is i selve skredområdet. I skredmassen som havnet på E6 ble det også observert is (SVV, 2025d). Det er antatt av SVV at isen har blitt dratt med fra bergskjæringen mellom lokalveien og E6. Foto tatt etter noen dager etter regnvær, etter at skredområdet var ferdig rensket, viser spor av vann på glideflaten (Figur 8-3).



Figur 8-3. Spor av vann på glideflaten (mørke felter) noen dager etter regnvær.

Vi har sett på værdata (interpolerte data, de nærmeste værstasjonene har ikke data etter tidlig i 2024) fra perioden fra bergskjæringen ble sprengt ut til skredet skjedde. Månedssdata viser ikke noe påfallende de siste månedene før skredet skjedde 08.02.2025. Døgndata den siste drøye måneden før skredet skjedde er vist i Figur 8-4. Det ses at det var moderat med nedbør i perioden med unntak for to dager i januar 2025 og videre at gjennomsnittstemperaturen i hovedsak var under null grader. Få dager før skredet skjedde var det noen dager med gjennomsnittstemperaturer over null grader.



Figur 8-4. Døgngnedbør og gjennomsnittlig døgngnedbør for periode 1/1-08/2 2025.

I Statens vegvesen (SVV 2025d) beskrives et værbilde som kan fremstå som noe annerledes enn det som vises av de interpolerte dataene i Figur 8-4. Der står det at det har vært mye temperatursvingninger i januar 2025, fra plussgrader til mange minusgrader, og at temperaturen varierte titallsgrader i døgnet i «denne solsiden». Videre at det har vært nedbør i form av regn. Søndag 09.02.2025 ble det hørt sildrende vann under befaring til skredområdet.

Ekspertutvalget vurderer at det ikke grunnlag for å anta det som sannsynlig at høyt vanntrykk og ev. is direkte har utløst skredet. Men at vann har hatt innflytelse virker rimelig. Som beskrevet i Kapittel 3.2 inneholder den forvitrede glideflaten leirmineraler som kan få nedsatt friksjon/styrke over tid ved tilgang på vann og oksygen. Det antas som den mest sannsynlige årsaken til skredet skjedde noe mindre enn 12 år etter at bergskjæringen ble sprengt ut.

8.3 Utført sikring mot anvist sikring

Det ble prosjektert/anvist 11 fullt innstøpte bolter gjennom sørlig del av skredområdet, som beskrevet i Kapittel 8.1. Etter at skredområdet var ferdig rensket ble det observert spor av tre bolter (Figur 8-5). Disse er alle i den aller sørligste del av skredområdet. At det ikke er funnet spor av flere bolter er noe overraskende, spesielt gjelder det fire bolter lengre nord som var plassert helt ned mot foten av skredområdet. Her er det relativt kort vei inn til glideflaten gitt at boltene ble boret omtrent horisontalt (Kapittel 8.1), og ikke med stigning. Siden prosjektert/anvist boltelengde ikke er kjent er det vanskelig å sannsynliggjøre årsaken til at spor av disse boltene ikke har blitt observert. Det kan ha vært en kombinasjon av prosjektering/anvisning av relativt korte bolter (prosjekteringsfeil) og at boltene har blitt boret noe på stigning (utførelsesfeil).



Figur 8-5. Spor av tre bolter er markert med grønt. Alle er bolter som har gått til brudd: det er ingen som har blitt dratt ut av forankringssonen.

8.4 Vurdering av hovedårsaker til at skredet kunne skje

Ekspertutvalget vurderer at hovedårsakene til at skredet kunne skje er følgende:

1. Prosjektet var av byggherren bemannet med en nyutdannet geolog uten utdanning/trening i å gjøre stabilitetsvurderinger og stabilitetsberegninger.
2. Den nyutdannede geologen hadde ingen faglig støtte hverken internt hos byggherren eller eksternt (ingen uavhengig kontroll). Det var dermed ingen kontroll/kvalitetssikring av geologens arbeid.

En mulig medvirkende årsak er utførelsesfeil hos sikringsentreprenør. Det er basert på at det kun er funnet spor av tre bolter etter skredområdet var rensket, mens foto fra byggefasen viser at det ble montert 11 bolter i sørlig del av skredområdet. Siden det ikke finnes dokumentasjon av prosjekterte/anviste boltelengder eller bolteretning er det ikke mulig å konkludere om utførelsesfeil er en medvirkende årsak til skredet kunne skje.

9 Nytteverdi av lærdom fra rashendelsen ved E6-Larvik

Ved ekspertutvalgets oppstart av dette arbeidet ble det fra SVV's side uttrykt at spørsmålet fort ville kunne melde seg om hvorvidt SVV har tatt lærdom av rapporten etter raset på E18-Larvik ved planlegging og oppfølging av lignende nye anlegg. Til dette kan bemerkes at planlegging og bygging, som redegjort for i Kap. 1, ble utført på omtrent samme tid for E6-Morskogen og E18- Larvik. Erfaringer og anbefalinger i rapporten fra ekspertutvalget for E18-Larvik var følgelig ikke tilgjengelig ved prosjektering og bygging av E6-Morskogen.

De anbefalte tiltakene er imidlertid grundig gjennomgått og vurdert av Statens vegvesen og i hovedsak gjennomført som anbefalt og beskrevet som vist i (SVV 2022, Vedlegg B).

10 Overordnede betraktninger om nærliggende strekninger og inspeksjonsrutiner

Som tidligere beskrevet vurderer ekspertutvalget at bergskjæringen over lokalveien hvor skredet ble utløst var mangelfullt fulgt opp under bygging. Det tilsier at også resten av bergskjæringene og det naturlige terrenget på oversiden bør vurderes på nytt: Ved ekspertutvalgets befaringer ble det flere steder observert blokker med usikker stabilitet som i noen tilfeller antakelig kan renskes ned, og i andre tilfeller kan sikres med bolter og/eller nett, ev. fanggjerdar.

For alle bergskjæringar er det viktig at jevnlig periodisk kontroll gjennomføres iht. til forskriftene. I 2014-utgaven av R610 "Standard for drift av og vedlikehold om av riksveger" (SVV 2014a) er det i kap. 2.11 stilt følgende krav:

"Skredsikringen skal inspiseres, renskes og utbedres etter av skred er utløst, og for øvrig hvert 5. år eller etter spesiell beskrivelse".

I R610 er det i kap. 2.11 "Skredsikring" også presisert at:

"Skredsikring omfatter tiltak som hindrer at skred eller mindre nedfall utløses (snøanker, skredgjerde, skredmur, stabilitetssikring, mm) i vegskjæringar eller fjell/dalsider". Og videre: *"Skredsikring skal stabilisere bergskjæringar og fjell/dalsider samt snø i fjell/dalsider".*

I kap. 2.10 "Sideområde" er det beskrevet at:

"Sideområde omfatter sideområde inkludert areal under og inntil bruer, strandsoner og under vann i elv- og bekkeløp, samt stabilitetssikring, erosjonssikring og skråningsbeskyttelse på disse områdene", og videre presisert at: *"Stabilitetssikring, erosjonssikring og skråningsbeskyttelse skal stabilisere skråning (jord, ur, berg, inkludert areal både over og under vann,) samt beskytte skråning mot erosjon og utvasking av løsmasser, undergraving av fundamenter, nedfall av stein/blokk samt opprettholde opprinnelig utforming av skråningen og hindre skade på omgivelsene."*

Ekspertutvalget tolker dette som at også sideterrenget skal inngå i den periodiske kontrollen.

For parsellen Langset-Brøhaug på Fellesprosjektet E6-Dovrebanen ble det utført hovedinspeksjon i september 2023. I rapporten fra denne inspeksjonen SVV (2023) er tilstandsgraden vurdert som "1: Middels Lett spettersk og sporadisk bolting" og konsekvens ved nedfall fra skjæring som "2: Vesentlige konsekvenser, veg stengt over en kort periode". Tiltaksgruppe ble vurdert som "Tiltak nødvendig på sikt – Tiltaksverdi 2 Gul". Vurderingene ser ut til kun å gjelde skjæringen mellom E6 og lokalveien, og ikke skjæringene over lokalveien eller det naturlige sideterrenget.

På grunnlag av ekspertutvalgets tilbakemeldingar etter raset på E-18 ved Larvik i 2019 (Beitnes et al 2020) ble for øvrig et nytt avsnitt for inspeksjon av bergskjæringar utarbeidet av SVV som innspill til R610 for revidering (SVV 2022).

Oppdatert utgave av R610 ble utgitt i 2024 (SVV, 2024b). Denne inneholder presiseringer mht. gyldighetsområde og inspeksjonsrutiner. I kap. 6.9 "Sideområde" presiseres i kap. 6.9.2 "Skredsikring" bl.a. at skredsikring også omfatter bergsikring i naturlig sideterreng, og i hhv. kap. 6.9.2 og 6.9.3 er det presisert at både for skredsikring og bergskjæring skal

normalinspeksjon gjennomføres hver 12. mnd., og hovedinspeksjon hvert 5. år. Dette representerer en betydelig innstramming av tidligere regelverk.

11 Vurdering av risiko for framtidige, lignende rashendelser, inkl. betraktninger om klimaendringer

Vi vil anbefale en ny kartlegging og gjennomgang på hele strekningen fra Morskogen til Espa. Ekspertutvalget har ikke befart området, men baserer seg både på de fysiske forholdene med bratt sideterreng på oversiden av til dels høye og lange skjæringer, og den antagelsen at det mange steder har vært tilsvarende begrenset oppmerksomhet på terrenget bakenfor de ellers nøye planlagte bergskjæringene.

Ved ny inspeksjon og ved fastlegging av nye rutiner, kan det være grunn til å vurdere nye eller forsterkede drivende krefter som kan forverre stabilitet/risiko over tid. Her ser vi på tre forhold som bør tas i betraktning mht både areal og hyppighet.

11.1 Alminnelig forvitring

- Fremstikkende bergpartier/knauser som blir frisprenget på en side vil ofte bli utsatt for en akselerert sprekkeåpning som drives av spenningsomlagring, temperaturendringer og fryse-tinesykluser når det er vann til stede.
- Leirmineraler på sprekkeflatene kan over tid binde til seg fritt vann og komme i en tilstand med nedsatt skjærstyrke.

11.2 Klimaendringer

Dette er et tema som, løsrevet fra stedlig hendelse kan gjøres veldig stort. Ekspertutvalget har ikke kunne ta fatt på hele problemfeltet, men vi vil nevne forhold som gjør dette aktuelt å ta i betraktning. Det gjøres mye forskning og datainnsamling, også i prosjekter der SVV er med, og hvor det kan hentes inspirasjon til bedre forståelse. På forespørsel har vi ikke fått noe statistisk grunnlag for å analysere om den aktuelle rasformen har tiltagende hyppighet, men mange mener å ha observert dette. Med tanke på hva som kan utløse bevegelse i og fall av steinblokker i skrått terreng, nevner vi:

- Mer intense nedbørsepisoder/regnskyll, der vannet tar nye veier eller plutselig bygger opp ekstra høy grunnvannsgradient i terrenget. Begge deler kan medvirke til at steinblokker kommer i bevegelse
- Hyppigere tine- og fryseprosesser når man går fra stabile vintre til mer kystlignende klima der 0-isotermerne passerer opptil flere ganger pr døgn. Dette driver akselerert frostsprengning, flytter blokker ut av stabil posisjon, lager islinser og islag under torv og stein og danner nye glatte glideplan når is smelter
- Sørpeskred, der store snømengder bløtes opp raskt, løsner og renner med stor fart og river med seg stein og røtter

11.3 Skogsdrift og andre terrenginngrep

Vi har i andre sammenhenger sett at skogen i stor grad er med og stabiliserer ur og enkeltblokker. Dersom det skulle bli iverksatt skogsdrift i slikt terreng, kan dette utløse ny bevegelse i lia. Dette krever stor aktsomhet og bør i det minste varsles til vegmyndigheten slik at ev. sikringstiltak kan erstatte den effekten skogen har hatt. Det samme gjelder rydding for skogsbilveger og kraftledninger.

12 Vurdering av metodikk for ingeniørgeologisk oppfølging, kontroll og stabilitetsovervåkning

Etter gjennomgang av foreliggende grunnlagsmateriale og opplysninger fra involverte parter fra planlegging og bygging er det ekspertutvalgets klare inntrykk at oppfølgingen med ingeniørgeologisk kartlegging, stabilitetsvurderinger/analyser og sikringsanvisning har vært mangelfull og utilstrekkelig for dette prosjektet. Dette gjelder spesielt for skjæringen over lokalveien, dvs. toppen av det som senere ble den totale skjæringen, hvor tredjepartskontroll i det hele tatt ikke synes å ha vært gjennomført. Dette er i strid med den tids gjeldende krav i Håndbok for vegbygging, Hb 018 (SVV 2011), som også illustrert av Tabell 1 i kap. 4.5.

Ekspertutvalget har på grunnlag av sitt arbeid også fått et klart inntrykk av at bemanningen for ingeniørgeologisk oppfølging i byggefasen var utilfredsstillende ved at en nyutdannet ingeniørgeolog i hovedsak var alene om denne oppgaven. Det var ingen tilfredsstillende oppbakking av mer erfarent personell, spesielt under arbeidet på lokalveien. For å få en god vurdering av forholdene og et godt grunnlag for sikringsanvisning, som i mange tilfeller kan være krevende, er det viktig at personalet som gjennomfører den ingeniørgeologiske oppfølgingen har tilfredsstillende erfaring fra denne typer arbeider, og at personal uten slik erfaring får den nødvendige oppbakking underveis av mer erfarent personale. Ekspertutvalget vurderer at dette er ivarettatt i dagens veinormal N200 (SVV, 2024a).

Den ingeniørgeologiske oppfølgingen ser som tidligere beskrevet ut til å ha vært spesielt mangelfull for skjæringen i bakkant av lokalveien, som utgjør øvre del av den totale skjæringen fra E6 og opp til naturlig terreng, med de strenge krav til oppfølging og kontroll som en slik ca. 30 m høy skjæring medfører. For å unngå lignende feilvurderinger i framtida anbefaler utvalget at det presiseres klarere i vegnormal og veiledere hvilke krav som gjelder for skjæringer med “hulle” som ved Morskogen.

Det anbefales også at det for framtiden presiseres klarere i håndbøker og standarder hvilke krav som gjelder for ingeniørgeologisk oppfølging, stabilitetsvurdering, sikringsanvisning og kontroll for naturlige skråning/fjellside i bakkant av/ovenfor skjæringstopp,

I noen tilfeller, spesielt når en har bratt naturlig skråning/fjellside i bakkant av skjæringstoppen, kan stabiliteten vurderes som usikker selv etter at omfattende sikring er gjennomført. I slike tilfeller bør det legges opp til stabilitetsovervåkning/monitorering, som det de senere år er utviklet mye avansert metodikk for. For overvåkning av store områder kan bl.a. følgende tiltak være aktuelle:

- InSAR (Interferometric Satellite Radar, for regional monitorering)
- Lidar (Light Detection and Ranging, radar – bakke- og luftbasert)
- Radar (SSR (scanning radar) brukes mye bl.a. i store dagbrudd, f.eks. Tellnes/Titania i Norge)
- Mikroseismikk

Og for overvåkning av mer klart definerte, begrensede partier, f.eks. store blokker, inntil permanent sikring har blitt utført:

- Ekstensometer (stangeekstensometer, borhullseksensometer)
- Tiltmeter (i hovedsak brukt i borhull)
- Totalstasjon/laser

Opplegget for stabilitets overvåkning/monitorering må tilpasses de aktuelle forholdene mht. størrelse/areal, topografi, geologi, m.v. Mye nyttig informasjon om dette kan finnes bl.a. i Blikra (2010), Mäkitaavola et al (2018) og Stead et al (2019).

13 Konklusjoner og anbefalinger

13.1 Årsak til raset

Ekspertutvalget vurderer at årsakene til at skredet kunne skje er som følger:

- Mangelfull ingeniørgeologisk oppfølging mht. vurdering av stabilitet og sikringsbehov i byggefasen.
- Mangelfull oppfølging/ egenkontroll av utført sikring og manglende uavhengig kontroll under bygging i byggefasen.
- Skjæringen fra E6 og opp til terreng ovenfor skjæringstopp ble ikke behandlet som en helhet.
- Mulig medvirkende årsak kan ha vært feil i sikringsutførelse (kun spor av 3 av 11 bolter etter skredet).

13.2 Anbefalinger/læringspunkter

- Det aller viktigste for å unngå stabilitetsproblemer i nye veiskjæringer er å ha kontinuerlig, grundig og kompetent ingeniørgeologisk oppfølging under sprengningsarbeidene. Dette vil gi mulighet for å oppdage ugunstige geologiske forhold (underkuttende slepper mv.) i tide, og derved mulighet for å forstå geometrien til mulige ras/skred og å fremskaffe sikrest mulige inngangsdata for stabilitetsvurderinger og analyse.
- Skjæringer med hylle (f.eks. lokalvei) må behandles som en sammenhengende helhet.
- Overgangen mellom skjæringstopp og naturlig skråning/fjellside ovenfor må gis spesiell oppmerksomhet mht. stabilitetsvurdering, rensk og sikring.
- Skråning/fjellside videre oppover bak skjæringstopp må inngå i vurdering av stabilitet og sikringsbehov.
- For skjæringer/skråninger med usikker stabilitet selv etter at omfattende sikring er gjennomført bør det legges opp til stabilitetsovervåkning/monitorering, som det nå er utviklet mye avansert metodikk for.
- Det anbefales å utarbeide strategi/plan for bruk av 3D geomodeller for bergskjæringer. 3D geomodeller må være av god nok kvalitet til sprekkekartlegging og baseres på dronefoto og fotogrammetri, alternativt laserskanning. 3D geomodeller gir vesentlig bedre oversikt og et bedre datagrunnlag enn om man kun kartlegger fra bakken og fra luft, som alltid må gjøres selv om 3D modell foreligger.
- Dokumentasjon av sikring med bolter og stag: Som et minimum bør alle borehullansett koordinatfestes og borelengde og boreretning registreres. Enda bedre er det om Measurement While Drilling (MWD) benyttes slik at bergkvalitet og variasjoner i denne kan estimeres. Ganske nylig er det også utviklet maskinlæringsmetoder som automatiserer MWD-tolkningen for bergtype og bergkvalitet: et mulig nyttig tilleggsverktøy i bruk av MWD-data. Data fra bolteboring kan brukes i 3D geomodeller nevnt ovenfor. Det vil gjøre det mulig å kontrollere blant annet om kritiske sprekkeflater for et potensielt ustabilt objekt har blitt krysset av borehull (forankringslengde).
- Det anbefales mer spesifikke risikovurderinger knyttet til bergskjæringer, og terrenget over disse for å kunne gi utløsende risikofaktorer større prioritet og oppmerksomhet i en planleggingsfase.

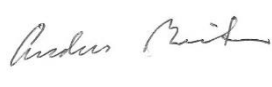
Trondheim/Oslo, 30. april 2025



Bjørn Nilsen



Vidar Kveldsvik



Anders Beitnes



Eivind Okstad



Bertil Carlsen

14 Referanser

Asplan Viak AS (2010): Reguleringsplan for E6 og Dovrebanen Langset – Hedemark grense (revidert etter høring og offentlig ettersyn), UEH-20-A-30111, Rev. 00B, 88 sider.

Beitnes, A., Kveldsvik, V., Nilsen, B., Nordgulen, Ø. & Okstad, E. (2020): Raset på E18 ved Larvik 13. Desember 2019 – Ekspertutvalgets rapport. 27. Februar 2020, 41 s. + vedlegg.

Blikra (2010): Åknes: State of instrumentation and data analysis. Åknes/Tafjord Beredskap

Bruland A, Nesje O & Nilsen B (2009): E6 Vist-Jevika-Selli: Rapport fra referansegruppen etter raset i Løsberga. Statens vegvesen Region midt, 2009-02-23, 24s. + vedlegg.

Geovita (2012a): FP1 – Ingeniørgeologisk fagrapport, Byggeplan FP1, Langset Brøset. Notat nr. UEH-22-A20133, Rev. 00B, 2012-01-13, 27 sider.

Geovita (2012b): FP1 – Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringer, Byggeplan FP1, Langset Brøset. Notat nr. UEH-22-A20134, Rev. 01A, 2012-12-05, 12 sider.

Hæhre (2013a): SHA-plan fra entreprenør i Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen.

Hæhre (2013b): Overordnet Risikovurdering av prosjekt: Prosjektnummer 265 E6 – Dovrebanen, FP1 Del 2 Langset – Brøhaug, Dok. nr. FS04-SHA-DOK-ADP-S05A, 2013-12-19.

Hæhre (2014a): Kvalitetsplan for Hæhre Entreprenør, Fellesprosjektet E6-Dovrebanen i Eidsvoll og Stange, Parsell FP1 Langset-Brøhaug Del 2. Dok. nr. FS03-KSP-08, 2014-01-30, 12 sider.

Hæhre (2014b): Kontrollplan for Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen, Parsell FP1 Langset-Brøhaug, prosjekt 265, Dok. nr. FS03-KLP-PLAN-Kontrollplan FP1, 2014-10-30, 24 sider.

Hæhre (2014c): Kontrollplan for Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen.

Ihlen. P. Lutro, O. 2010: Berggunnskart EIDSVOLL 1915 I, M 1:50 000. Foreløpig utgave, Norges geologiske undersøkelse, aps.ngu.no/pls/oradb/af.Visdok?c_dokid=0000059715

IKS, Åknes report 02 2010, 41 s.

Mäitaavola K, Stckel B-M, Savilathi T, Sjöberg J, Dudley J, Mc Parland MA & Morin R (2018): InSAR as a practical tool to monitor and understand large-scale mining-induced ground deformations in a caving environment. Proc. Caving 2018, Vancouver. Pp.661-672.

Norconsult AS (2010): Ingeniørgeologisk og hydrogeologisk rapport for veg- og jernbanetunneler, Detalj- og reguleringsplan Minnesund- Kleverud, Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, UEH-20-A-40110, Rev. 02A, 2010-05-30, 35 sider.

Nordgulen, Ø. 1999. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart HAMAR, M 1:250 000, Norges geologiske undersøkelse, aps.ngu.no/pls/oradb/af.Visdok?c_dokid=0000046096

NS-EN 1990 (2002): Eurokode 0 - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

NS-EN 1997-1 (2004): Eurocode 7: Geotechnical design- Part 1: General rules.

Pöyry Swedpower (2013): Uppföljning til tredjepartskontroll av Ingeniørgeologisk fagrapport og Ingeniørgeologisk prosjektering av bergskjæringar for FP1. Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, Minnesund-Kleverud. Sluttnotat datert 07.01.2013.

Safetec Nordic (2010): Risiko- og sårbarhetsanalyse, ROS-analyse for reguleringsplanen Langset-Hedemark grense, UEH-20-A-20928, Rev. 00A, 2010-04-14, 70 sider.

Stead D, Donati D, Wolter A & Sturtzenegger (2019): Application of remote sensing to the investigation of rock slopes: Experience gained and lessons learned. Int. Journal on Geo-information, 8:296, 25 pp.

SVV (2009): «Utfyllende bestemmelser for planlegging, prosjektering, bygging og vedlikehold av høye vegskjæringar i berg». NA-rundskriv 2009/11. Statens vegvesen, Vegdirektoratet 2009, 3 sider.

SVV/JBV (2010a): eRoom - Prosjektweb for utbygging, FP1 Langset-Brøhaug, Del 2

SVV/JBV (2010b): Usikkerhetsanalyse for Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen, Minnesund – Kleverud/Labbdalen, UEH-20-A-00003, Rev. 01D, 2011-02-16, 55 sider.

SVV (2011): Håndbok 018 Vegbygging. Datert januar 2011-1.

SVV (2012a): Konkurransesgrunnlag Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, FP1 Langset-Brøhaug. Del D, D1 Beskrivelse.

SVV (2012b): Konkurransesgrunnlag Fellesprosjekt E6-Dovrebanen, Parsell FP1 Langset Brøhaug. Del 1 Alpine (2013), A1 Dokumentliste. 2012-01-09.

SVV (2012c): Håndbok 151 Styling av vegprosjekter for overordnet risikovurdering.

SVV (2012d): Håndbok 025. Nåværende Håndbok R761 (SVV, 2025) Prosesskode 1 – Standard beskrivelsestekst for vegkontrakter- Hovedprosess 1-7.

SVV (2012e): SHA-plan Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, FP1 Langset-Brøhaug Hovedentreprise, Del 1, UEH-22Q-00002, rev. 01E, 2012-07-12

SVV (2014a): "Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Datert juni 2014.

SVV/JBV (2014b) SHA-plan Fellesprosjektet E6 - Dovrebanen, Plan for sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, FP1 Langset – Brøhaug, Del 2, UEH-22-Q-00004, Rev. 01E, 2014-06-15, 15 sider.

SVV/JBV (2014c): Styringsdokument for Fellesprosjektet E6 – Dovrebanen, UEH-20-A-00005.

SVV/JBV (2016): Kvalitetsplan gjennomføringsfasen, Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, UEH-20-Q-00018, Rev. 07E, 2016-06-23, 33 sider.

SVV (2019): Raset på E18 ved Larvik13. Desember 2019-
<https://www.vegvesen.no/globalassets/nyheter/rapport-raset-pa-e18-ved-larvik-13.desember-2019-27.02.2020.pdf?v=499087>

SVV (2021a): Håndbok V712 Konsekvensanalyser. Oppdatert versjon fra 2018 som i kap. 8.2 viser til SVV rapport 632 for utdyping av Risiko og sårbarhetsanalyser.

SVV (2021b). Håndbok V721 Risikovurderinger i vegtrafikken. Datert august 2021.

SVV (2021c): Håndbok V720 Trafikksikkerhetsrevisjoner og – inspeksjoner. Datert mars 2021.

SVV (2021d): Håndbok R764 Anslagsmetoden. Utgitt av utbyggingsdivisjonen og datert juni 2021.

SVV (2022): Oppfølging av ekspertutvalgets rapport E18 Larvik – status for tiltak. Notat med vedlegg «Oppdatert oversikt over tiltak og status». Datert 3.10.2022.

SVV (2023): Hovedinspeksjon av bergskjæring. Notat datert 19/09/2023.

SVV (2024a): N200 Vegbygging. Datert 20. desember 2024.

SVV (2024b): Retningslinje R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Gyldig fra 2024-12-12. <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/860013/nb#id-63b617d1-53af-474e-9ce2-6b94c7cd6ddf>

SVV (2024c): Håndbok V720, Vedlegg 3: Sjekkliste for planrevisjon.

SVV (2025a): E6 i Eidsvoll fortsatt helt stengt inntil videre. Pressemelding 9.2.2025. [E6 i Eidsvoll fortsatt helt stengt inntil videre | Statens vegvesen](#)

SVV (2025b): E6 i Eidsvoll åpner med redusert kapasitet i ettermiddag. Pressemelding 14.2.2025. <https://www.vegvesen.no/om-oss/presse/aktuelt/2025/02/apning-e6-eidsvoll/>

SVV (2025c): Her åpnes nye E6 langs Mjøsa. [Nye E6 langs Mjøsa åpnet i dag – NRK Innlandet – Lokale nyheter, TV og radio](#)

SVV (2025d): Steinskred E6 Morskogen 08. februar. Foreløpig notat utarbeidet av Cecilie Hallingstad.

Sweco Norge AS og Asplan Viak AS (2010): Plan for ytre miljø – Reguleringsplaner Eidsvoll og Stange kommuner, UEH-00-A-30302, Rev.00B, 2010-09-17, 78 sider.

ViaNova (2010): Bergskjæringer, Ingeniørgeologisk kartlegging, teknisk plan E6, Detaljplan underbygning Dovrebanen, UEH-20-A-20915, Rev. 00A, 2010-06-30, 23 sider.

ViaNova (2012): Fellesprosjektet E6-Dovrebanen, FP1 Langset-Brøhaug, Plan og profil Pr 6750-7500, Tegn.nr.UEH-22-C-C2108.

Viola, G., Henderson, I. H. C., Bingen, B., & Hendriks, B. W. H. (2011). The Grenvillian–Sveconorwegian orogeny in Fennoscandia: Back-thrusting and extensional shearing along the “Mylonite Zone”. *Precambrian Research*, 189(3), 368–388. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2011.06.005>

Bjørn Nilsen
Hoeggveien 33
7036 Trondheim

XRD-analyse av 1 sleppeprøve fra E6

Analysen er utført på en Bruker D8 ADVANCE. Analyse av sleppeprøven er utført på materiale mindre enn 6 mikrometer. DIFFRAC.SUITE.EVA programvare i kombinasjon med databasen PDF-5+ foreslår følgende mineralfaser.

Prøve mrk.	E6, utglidning
J.nr.	250298
Glimmer	X
Alkalifeltspat	X
Amfibol	X
Kloritt	X
Blandsjikt-mineraler	X

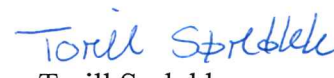
Vedlegg:

Diffraktogram for lufttørket prøve (svart spekter) og glykolbehandlet prøve (rødt spekter), med mineralidentifikasjon.

Prøven viser endringer i d-verdi ved glykolbehandling og inneholder blandsjikt-mineraler.



Laurentius Tjhuus
Senioringeniør



Torill Sørlokk
Overingeniør

Postadresse
S.P. Andersens veg 15a
7031 Trondheim

Org.nr. 974 767 880
E-post:
kontakt@igv.ntnu.no
<https://www.ntnu.no/igv/>

Besøksadresse
S.P. Andersens veg 13a
7031 Trondheim

Telefon
+ 47 73 59 49 25

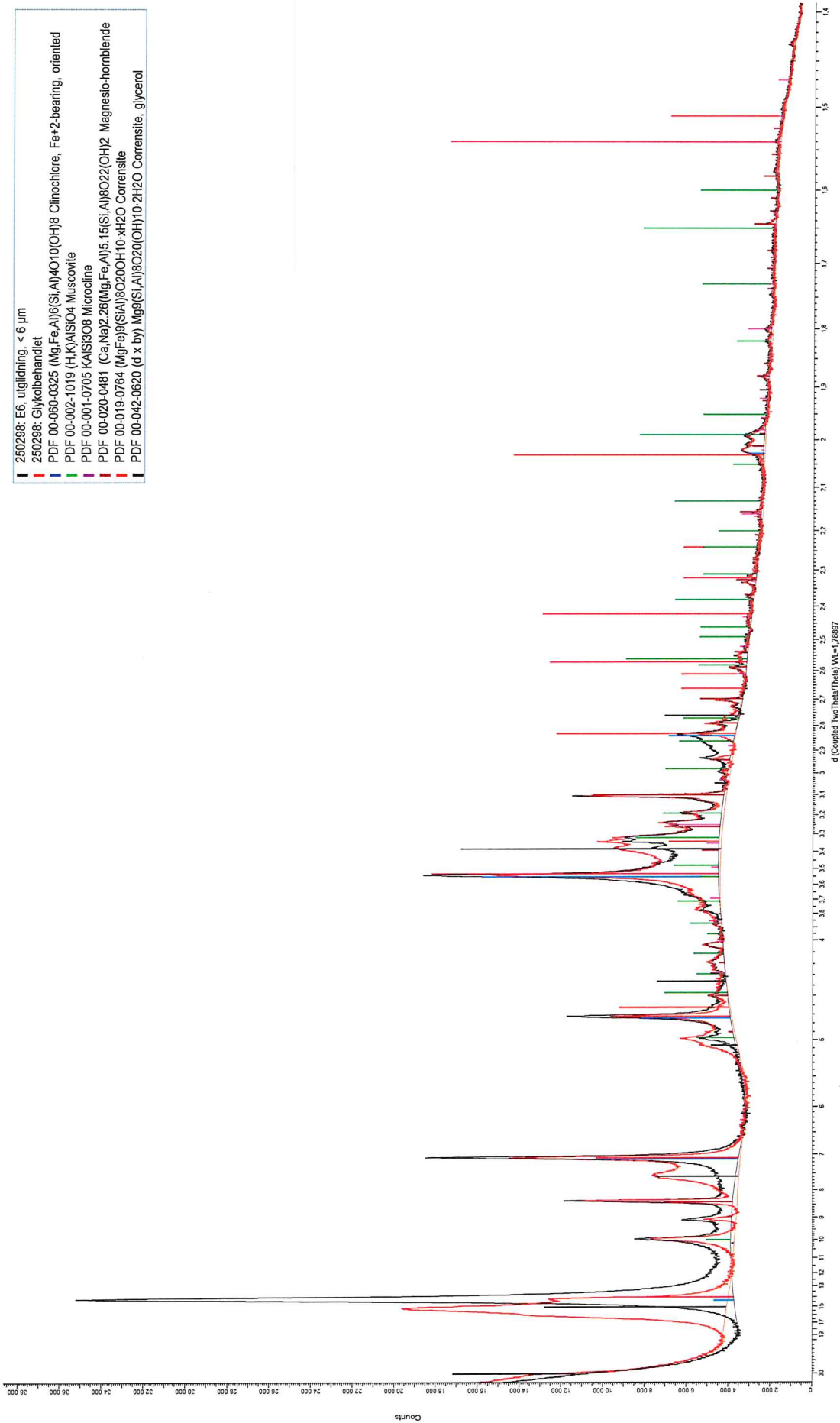
Laurentius Tjhuus
Mobil: +47 91 89 71 34

All korrespondanse som inngår i saksbehandling skal adresseres til saksbehandling enhet ved NTNU og ikke direkte til enkeltpersoner. Ved henvendelse vennligst oppgi referanse.

Vår dato 11.3.2025
Vår referanse LT / 25-038

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

250298: E6, utglidning, < 6 µm



Bjørn Nilsen
Hoeggveien 33
7036 Trondheim

XRD-analyse av 1 prøve fra E6

Analysen er utført på en Bruker D8 ADVANCE. DIFFRAC.SUITE.EVA programvare i kombinasjon med databasen PDF-5+ foreslår følgende mineralfaser.

Rietveld (Topas) er brukt til mineral-kvantifisering.

Prøve mrk.	E6, Utglidning
J.nr.	250298
Kvarts	2 %
Glimmer	3 %
Plagioklas	10 %
Alkalifeltspat	6 %
Amfibol	54 %
Pyroksen	4 %
Kloritt	21 %



Laurentius Tjihuis
Senioringeniør



Torill Sørlokk
Overingeniør

Postadresse
S.P. Andersens veg 15a
7031 Trondheim

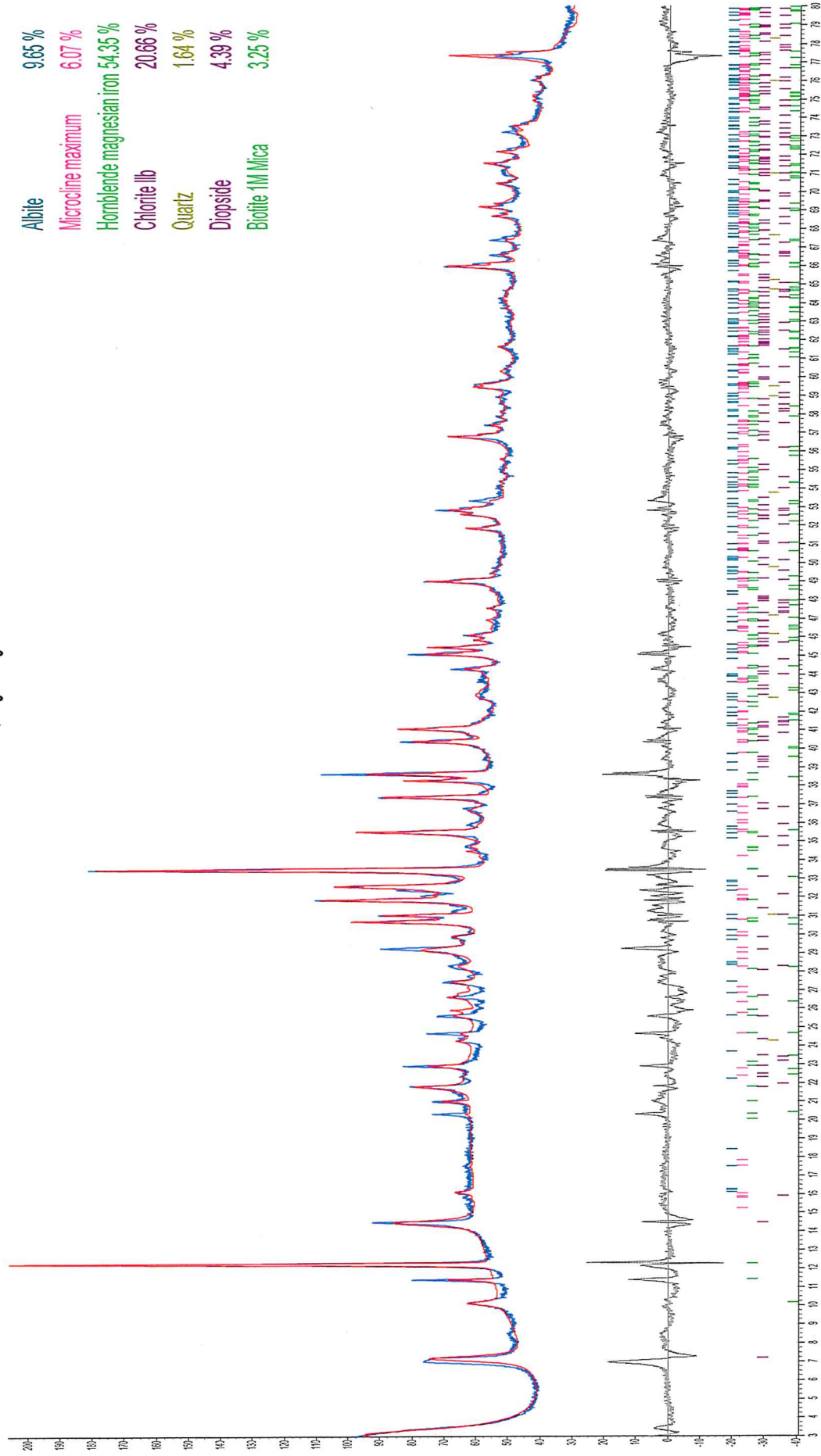
Org.nr. 974 767 880
E-post:
kontakt@igv.ntnu.no
<https://www.ntnu.no/igv/>

Besøksadresse
S.P. Andersens veg 13a
7031 Trondheim

Telefon
+ 47 73 59 49 25

Laurentius Tjihuis
Mobil: +47 91 89 71 34

250298: E6, Utgledning





Statens vegvesen

Notat

Til: CBA00 Styring Drift og vedlikehold
LBA00 Styring myndighet og regelverk
BBA00 Styring Utbygging
Fra: Kvalitet og sikkerhet
Kopi:

Saksbehandler/telefon:
Sturla Alvik / 94882379
Vår dato: 03.10.2022
Vår referanse: 20/56220-17

Oppfølging av ekspertutvalgets rapport E18 Larvik – Oppdatert status for tiltak

Vi viser til notat av 19. august om *Oppfølging Ekspertutvalgets rapport E18 Larvik – oppdatering av status på tiltak*.

Vedlagt følger dokumentet *Oppdatert oversikt over tiltak og status*.

Divisjonene har nå svart ut alle de 14 tiltakene, den oppdaterte oversikten kan finnes i det vedlagte dokumentet *Oppdatert oversikt over tiltak og status*.

Tiltak	Eier	Beskrivelse	Status
1	DoV	Utarbeide sjekkliste for å sikre at bergskjæringen er korrekt registrert i NVDB ved overlevering av anlegg.	Gjennomført: Sjekklisten har blitt utarbeidet og kan nå finnes i kvalitetssystemet.
2	DoV	Utarbeide prosess for å sikre ivaretagelse av status med Vegidentitet, Vegnr, hovedparsell, m-fra og m-til i egne prosjekt.	Gjennomført: Prosessen "etablering bergskjæring ID i plan og byggefase" er lagt til i kvalitetssystemet.
3	UTB	Gjennomgå R760 og tilhørende prosesser i kvalitetssystemet med tanke på bevisstgjøring om krav knyttet til skjæringer og hvordan disse følges opp. Herunder etablere et ID system og tydeliggjøre krav til stabilitetsanalyse i de ulike fasene.	Gjennomført: UTB har vurdert at tiltaket er dårlig tilpasset R760 siden føringene vil bli for konkrete for å passe inn i håndbokas oppbygging. UTB vurderte at tiltaket heller burde innarbeides i kvalitetssystemet hvor kontrakt og marked er prosessansvarlige. Prosess "Etablere bergskjærings-ID i plan- og byggefase" har deretter blitt etablert.
4	UTB	Oppdatere håndbok R760 Styring av vegprosjekter. Inntil denne blir revidert, kan dette kravet beskrives i NA-rundskriv.	Pågående: Håndbok R760 skal utgå og erstattes med prosesser i kvalitetssystemet. UTB vil jobbe videre med hvordan de best mulig får ID system og krav til stabilitetsanalyse, frem i byggeprosessene når disse rulles ut i siste kvartal av 2022.
5	UTB	Bruke læring fra hendelsen prosjektskolen.	Pågående: Prosjektskolens struktur er under omarbeidelse og er derfor ikke klar for utrulling enda. Læring etter hendelser vil være en del av denne. Det vil også prosessen styre vegprosjekt være hvor prosesser knyttet til dette vil legges inn under både planlegging og bygging.
6	UTB	Innskjerpe krav til stabilitetsanalyse, kvalitetssikring og dokumentasjon. Ansvarlig Prosjekteier.	Pågående: UTB vil jobbe videre med hvordan de best mulig får ID system og krav til stabilitetsanalyse, frem i Byggeprosessene når disse rulles ut i siste kvartal av 2022.
7	UTB	Nytt punkt «Høye skjæringer over 10 m» i sjekkliste for risikoidentifisering i ROS-analyse utført som en del av konsekvensutredning for kommunedelplan/fylkesdelplan og reguleringsplan.	Gjennomført: Det nye punktet har blitt lagt inn i veilederen og i kvalitetssystemet.
8	MoR	Legge inn ny tekst i kap. 225 i N200 som beskriver at stabilitetsanalyser og -vurderinger for skjæringer skal utføres.	Gjennomført: En oppdatert tekst har blitt utarbeidet og har blitt inkludert i revisjon av N200.
9	MoR	Gjennomfører møter med alle vegforvaltere for å etablere samhandlingsarenaer for informasjon og dialog. MoR vil deretter vurdere hvor ofte det er behov for slike møter pr år.	Gjennomført: Det ble arrangert et dialogmøte i april 2020 med alle vegeiere/ vegforvaltere. Videre har alle vegeiere/ forvaltere vært involvert gjennom møter med referansegrupper/ekspertgrupper ved revisjon av vegnormalene (her nevnes N200 og N500 som mest relevante).
10	MoR	Øke dialogen og informasjonsflyten med byggherreorganisasjonene som: d iv. Utbygging, div. Drift og vedlikehold, Nye Veier AS og fylkeskommunene.	Gjennomført: Vegeierne/vegforvalterne vært involvert gjennom møter med referansegrupper/ekspertgrupper ved revisjon av vegnormalene

11	MoR	Utgi V225 Høye bergskjæringer.	Gjennomført: V225 ble gitt ut i 2020 og er tilgjengelig på nettet
12	UTB	Utarbeide internt hjelpedokument for å: Veilede prosjektene i hvordan de kan utforme den spesielle beskrivelsen (tilstrekkelig sikring). Gi føringer for de arbeidsprosesser som knytter seg til kontroll, slik at disse blir spesielt vurdert ved utforming av byggherrens kontrollplan.	Gjennomført: UTB rapporterer at tiltaket er gjennomført i mime dokument 20/56200-4 og viser til hjelpedokumentet som har Mime dokumentnavn 20/149456 Merknad: Når det kommer til ekspertgruppens anbefaling nr.5, som tiltak 12 er basert på, vurderer UTB at anbefalingen bygger på feil forutsetning mht. forholdet mellom vegnormal og prosesskode. Krav til prosjektering av krav til sikring av bergskjæring skal følge av vegnormalen, ikke prosesskoden. Dagens ordlyd i N200 stiller ikke krav til typer bolter eller stag, slik det følger av ekspertrådets tiltak. Tiltaket er m.a.o. ikke tatt til følge (enda). N200 under revidering og at krav prosjektering av rensk og sikring bergsikring skal være en del av denne. UTB vil følge opp overfor MoR mht. revisjon av N200, og gjøre tilpasninger i prosesskoden på linjen med modellen i N500 for tunneler, når ny tekst er på plass.
13	DoV	Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger revideres.	Pågående: Et nytt avsnitt for inspeksjon av bergskjæringer har blitt utarbeidet og kan finnes i Mime dokument 20/56220-7, avsnittet har blitt sendt som innspill til R610 for revidering, per 30.09.2022 er innspillet fortsatt inkludert i revideringen.
14	DoV	Utføring av feltinspeksjoner må evalueres og revideres i R211 Feltinspeksjoner.	Gjennomført: Et nytt punkt om spesialinspeksjon av bergskjæringer har blitt utviklet og inkludert i R211