

APRIL 2026
VESTLAND FYLKESKOMMUNE

INGENIØRGEOLOGISK RAPPORT FV.615 SANDANE-STOREBRUA

INGENIØRGEOLOGISK RAPPORT



COWI

APRIL 2026
VESTLAND FYLKESKOMMUNE

INGENIØRGEOLOGISK RAPPORT FV.615 SANDANE-STOREBRUA

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INGENIØRGEOLOGISK RAPPORT

OPPDRAGSNR.

A257198

DOKUMENTNR.

A257198-ING-RAP-001

VERSJON

1

UTGIVELSESDATO

17.04.2026

BESKRIVELSE

INGENIØRGEOLOGISK
RAPPORT

UTARBEIDET

AEPN/MTRI

KONTROLLERT

CSSE

GODKJENT

THHG

INNHOOLD

1	Forord	7
2	Prosjektbeskrivelse	8
2.1	Områdebeskrivelse	8
2.2	Rapportoppsett	9
2.3	Oversikt over planlagte bergskjæringer	9
3	Forutsetninger	11
3.1	Regelverk	11
3.2	Geoteknisk kategori	11
4	Kunnskapsgrunnlag	15
4.1	Kart	15
4.2	Tidligere grunnundersøkelser	15
4.3	Grunnundersøkelser	16
	Del 1: Faktadel	17
5	Fakta	18
5.1	Kvartærgeologi	18
5.2	Berggrunnsgeologi	19
5.3	Lineamenter	19
5.4	Hydrogeologiske forhold	20
5.5	Skred og faresoner	21
5.6	Seismisk aktivitet	21
5.7	Miljø og helseskadelige steinstøv	22
5.8	Bergmassens egenskaper	23
6	Ingeniørgeologisk kartlegging	25
6.1	Befaringen	25
6.2	Bergartsbeskrivelse	26
6.3	Skjæring B1 (lokalitet A7)	26
6.4	Skjæring B2 og B3 (lokalitet A3, A4 og A8)	31
6.5	Skjæring B4 og B7 (lokalitet A2)	39
6.6	Skjæring B5 og B6 (lokalitet A1)	43
	Del 2: Tolkningsdel	48
7	Tolkning	49
7.1	Generell oppsprekking i bergmassen	49
7.2	Generelle sikringsmetoder/metodikk	50

7.3	Tolkning av løsnemekanismer	51
7.4	Bergets syredanningspotensiale	52
8	Skjæringer	53
8.1	Skjæring B1	53
8.2	Skjæring B2 øst	55
8.3	Skjæring B2 vest	57
8.4	Skjæring B3	59
8.5	Skjæring B4	60
8.6	Skjæring B5	62
8.7	Skjæring B6	64
8.8	Skjæring B7	66
9	Boring og sprengning	68
9.1	Berguttak	68
9.2	Nøyaktig boring	68
9.3	Borbarhet	69
9.4	Vibrasjoner	69
10	Skred	70
11	Hydrogeologi	71
12	Miljøgeologiske forhold	72
12.1	Syredannende bergarter	72
12.2	Radon	72
12.3	Steinstøv	72

13	Påvirkning av omgivelser	73
14	Bergkvalitet til vegformål	74
15	Usikkerheter	75
16	Oppfølging i byggefasen	76
17	SHA og YM	77
18	Videre arbeider	78
19	Referanser	79
20	Vedlegg	81

1 Forord

Vestland fylkeskommune skal i samarbeid med Gloppen kommune utarbeide detaljreguleringsplan for fortau langs Fv. 615 (Sørstrandvegen) mellom Storebrua og Gotevegen, som ligger rett sør for Sandane sentrum. Fortauet skal bygges langs eksisterende fylkesveg. Det er forutsatt at fylkesvegen må bygges om på hele strekningen. Justeringer av noen sideveger vil også inngå, blant annet adkomst til kommunalt areal ved «Hangaren» (stor bygning vest for vegen sør for Elvaneset).

Det skal utvides og etableres flere bergskjæringer langs vegstrekningen. Denne rapporten tar for seg temaet ingeniørgeologi, og er utarbeidet som en del av arbeidet med reguleringsplan. Rapporten er skrevet av Christopher Sæbø Serck, Arianne Petley-Ragan og Maiken Rian.

Oppdragsgiver er Vestland fylkeskommune. Hos Vestland fylkeskommune er Ingar Hals sjefsingeniør for reguleringsplanen. Thorstein Holtskog er prosjektleder hos COWI AS. Fagansvarlig for ingeniørgeologi er Christopher Sæbø Serck.

2 Prosjektbeskrivelse

COWI AS er engasjert av Vestland fylkeskommune til å utføre ingeniørgeologiske undersøkelser og vurderinger for detaljreguleringsplanen i Sandane, Gloppen kommune. Det er planlagt nytt fortau langs eksisterende fv. 615 fra Sandane sentrum til Storebrua.

Fortauet er planlagt på sør- og østsiden av vegen (Figur 2-1).

2.1 Områdebeskrivelse

Strekningen er langs eksisterende fylkesveg fv. 615 og omtrent 2 km lang. Den strekker seg fra Gotevegen i nord, til Storebrua og krysset med fv. 5733 i sør.

ÅDT på fv. 615 i tiltaksområdet er 2200-2600 med økende tall når man nærmer seg Sandane sentrum. I sentrum er ÅDT 3500. Fartsgrensen på vegen er 50 km/t.

Mesteparten av terrenget på begge sider av eksisterende veg har en helning på 10-25°. Enkelte steder har en helning av 30-60°. Langs nåværende veg er det flere bergblotninger og bergskjæringer. Eksisterende bergskjæringer langs vegen er tilnærmet vertikale ifølge Høydedata [1].



Figur 2-1: Strekningen langs fv.615, hvor det skal etableres fortau langs store deler av eksisterende hovedveg.

2.2 Rapportoppsett

I nåværende rapport er det brukt spesifikke navn til veg, bergskjæringer og befaringslokaliteter. Den planlagte veglinjen følger Sørstrandvegen, og kalles veg 10000. I prosjekteringen øker profilnummeret fra Sandane sentrum i nordøst til Storebrua i sørvest. I tillegg til Sørstrandvegen er det planlagt en veglinje for innkjørselen til Sørstrandvegen 91. Denne kalles veg 65010. En av de planlagte bergskjæringene forsetter langs avkjørselen til Sørstrandvegen 94, denne veglinjen kalles 67000.

Bergskjæringer som er planlagt langs veglinjen kalles «**BX**» hvor «X» er et tall som øker med profilnumrene til tilsvarende veg.

Befaringslokaliteter kalles «**AX**» hvor «X» er et tall som ble angitt på befaringen og henviser til rekkefølgen lokalitetene ble besøkt.

«Høyre» og «venstre» side av vegen er i forhold til stigende profilnummer.

Sprekkesett kalles «**SX**» hvor «X» er et tall som ble angitt på befaringen.

Alle tegninger er tegnet i koordinatsystem ETRS 1989 NTM Zone 6. Benyttet høydereferansesystem er NN2000.

2.3 Oversikt over planlagte bergskjæringer

Det er planlagt 7 bergskjæringer med høyde over 2 m. En av bergskjæringene er over 10 m. Skjæringene varierer fra 15 til 275 m i lengde. Høyde måles fra topp av kjørefelt, ikke fra bunn av grøft.

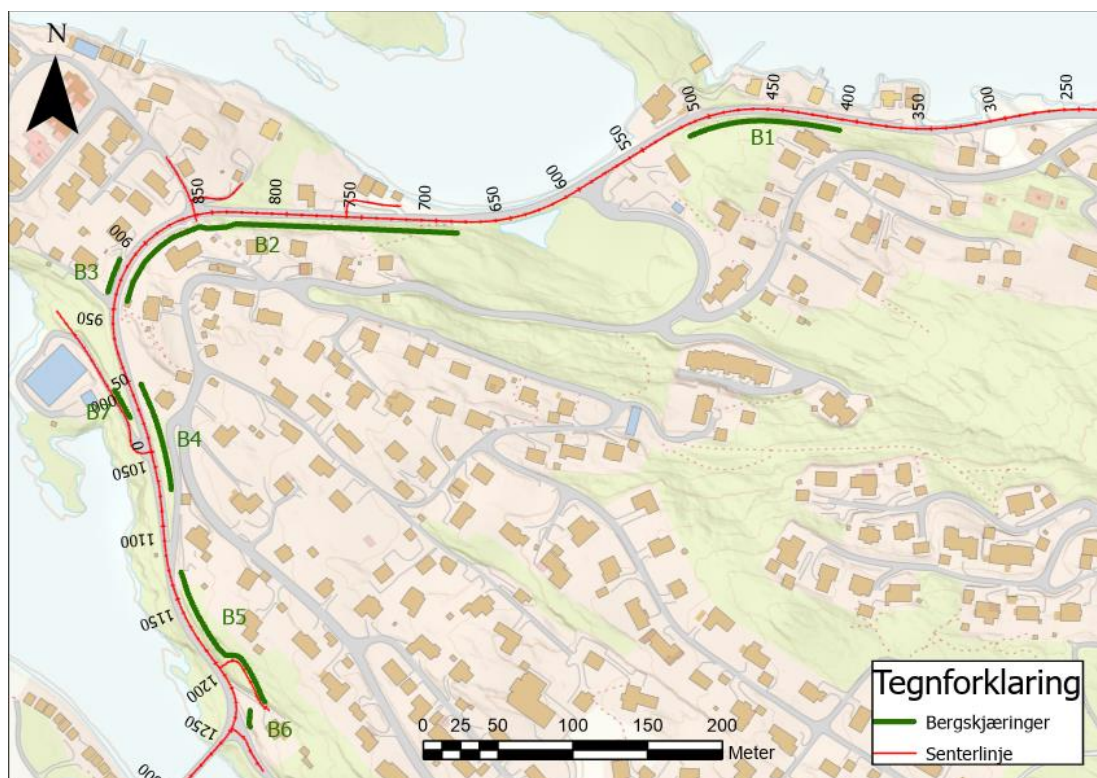
Alle skjæringer er planlagt med en helning på 1:10.

Grøftebredde er tilpasset hver skjæring basert på tverrfaglig vurdering, og varierer fra 0,9 – 1,7 m.

Tabell 2-1 og Figur 2-2 viser oversikt over skjæringene.

Tabell 2-1: Oversikt over alle planlagte bergskjæringer høyere enn 2 m.

Navn	Veg	Profil nr.	Lengde	Høyde	Side
B1 (med og uten mur)	10000	395-520	125 m	4,1 m	V
B2	10000	685-960	275 m	5,4 m	V
B3	10000	920-935	15 m	2,4 m	H
B4	10000	1010-1080	70 m	3,8 m	V
B5	10000 6700	1135-1205 0-40	110 m	11,6 m	V
B6 (med og uten mur)	10000	1210-1245	35 m	4,5 m	V
B7	65010	35-112	77 m	2,0 m	H



Figur 2-2: Tiltaksområdet med planlagte bergskjæringer.

3 Forutsetninger

3.1 Regelverk

Gjeldende regelverk legges til grunn for videre vurdering. For geoteknisk prosjektering, herunder ingeniørgeologi, er følgende standarder gjeldende:

- > NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [2] (Eurokode 0)
- > NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2025 [3] (Eurokode 7 Del 1)
- > NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 [4] (Eurokode 7 Del 2)
- > NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 [5] (Eurokode 8 Del 1)

For vurdering av grenseverdier for maksimalt tillatte vibrasjoner er følgende standarder gjeldende:

- > NS 8141-1:2022 [6]
- > NS 8141-3:2025 [7]
- > NS 8141-4:2021 [8]

I tillegg er følgende håndbøker og veiledninger brukt:

- > Veileder til Eurokode 7, utgitt av Norsk Bergmekanikkgruppe (NBG) [9]
- > Håndbok N200, Vegbygging, Statens vegvesen [10]
- > Håndbok V225, Bergskjæringer, Statens vegvesen [11]
- > Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging, Statens vegvesen [12]
- > Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis, versjon 2,4, Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2021 [13]

3.2 Geoteknisk kategori

Avhengig av kompleksitet og risiko skal bergskjæringer klassifiseres i geotekniske kategorier (1, 2 og 3). Norsk Bergmekanikkgruppe (NBG) har utarbeidet en veileder for bergarbeider i henhold til Eurokode 7 [14]. I tillegg angir Statens Vegvesen håndbok N200 [10] definisjoner av geoteknisk kategori for bergskjæringer.

Krav 1.1.2, 1.1.3, 1.2.1 og 1.2.2 i N200 knytter konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse til geoteknisk kategori for bergskjæringer [10]. Dette er oppsummert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Sammenheng mellom geoteknisk kategori, konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse for bergskjæringer etter N200 [10].

Geoteknisk kategori	Konsekvens-klasse [CC]	Pålitelighets-klasse [RC]	Prosjekterings-kontrollklasse	Utførelses-kontrollklasse
1	CC1	RC1	PKK1	UKK1
2	CC2	RC2	PKK2	UKK2
3	CC3	RC3/RC4*	PKK3	UKK3

*Svært kompliserte tilfeller

Geoteknisk kategori gis som en funksjon av pålitelighetsklasse (CC/RC) og vanskelighetsgrad. Pålitelighetsklasser er angitt i Tabell 3-2. Arbeidene er satt i pålitelighetsklasse 3 (**CC/RC3**). Dette er basert på komplikasjoner med nærhet til boliger på enkelte skjæringstopper. Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse 3 gir prosjekteringskontrollklasse 3 og utførelseskontrollklasse 3 etter N200 (Tabell 3-1) [10].

Tabell 3-2: Utdrag av tabell NA.A1 (901) i Nasjonalt Tillegg til NS-EN 1990 [2].

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				X
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller*.		(X)	X	(X)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i enkle og oversiktlige grunnforhold*.	X	(X)		

*Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Vanskelighetsgrad er vurdert som **middels** etter Tabell 3-3. Dette er basert på noen partier med mer utfordrende grunnforhold langs strekningen. Ut fra Tabell 3-2 og Tabell 3-3 kan geoteknisk kategori til prosjektet settes med Tabell 3-4. For å vurdere geoteknisk kategori til hele prosjektet skal geotekniske kategorier for hver enkelt bergskjæring også settes.

Tabell 3-3: Vurdering av vanskelighetsgrad [2].

Vanskelighetsgrad	
Lav	Oversiktlig og enkle grunnforhold eller et prosjekt som er lite påvirket av grunnforholdene. Ingen eller bare enkle grunnundersøkelser kreves for å fastlegge eventuelle nødvendige geotekniske parametere. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.
Middels	Noe uoversiktlig eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan fastlegges med rimelig grad av nøyaktighet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.
Høy	Uoversiktlig eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan bare delvis fastsettes og undersøkelser under bygging kan være nødvendig.

Tabell 3-4: Definisjon av geoteknisk kategori [2].

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4*	*	*	*

Geoteknisk kategori er videre satt for hver bergskjæring. Definisjoner av geoteknisk kategori for bergskjæringer er angitt i N200 [10] og listet i Tabell 3-5.

Tabell 3-5: Definisjon av geoteknisk kategori for bergskjæringer [10].

Geoteknisk kategori	Beskrivelse
3	Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg).
	Bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger.
	Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer.
	Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor skredfare og stabilitet må håndteres.
	Bergskjæringer der hensynet til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet må ivaretas.
	Bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning.
2	Middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet.
1	Lave skjæringer <5 m.

Bergskjæringene i prosjektet er gitt en geoteknisk kategori basert på sine maksimumshøyder, nærhet til ulike byggverk eller andre utfordringer med tanke på utførelse og stabilitet. Reduksjon i grøftebredde, som medfører at bergskjæringer kommer nærmere fortauet, er også hensyntatt når geoteknisk kategori er satt. Geoteknisk kategori til hver bergskjæring er listet i Tabell 3-6.

Bergskjæring B1 og B5 settes i geoteknisk kategori 3 på grunn av nærhet til bebyggelse og høyde på skjæring.

Fordi flere bergskjæringer settes i geoteknisk kategori 3 er prosjektet også satt i geoteknisk kategori 3.

Tabell 3-6: Geoteknisk kategori til hver bergskjæring i prosjektet.

Navn	Profil nr.	Høyde	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
B1 (med og uten mur)	395-520	4,1 m	3	Kort til nærmeste bolig
B2	685-960	5,4 m	2	Høyde skjæring
B3	920-935	2,4 m	1	Lav, ingen bygninger i nærheten
B4	1010-1080	3,8 m	2	Bygg i nærheten
B5	1135-1205 0-40	11,6 m	3	Høyde skjæring
B6 (med og uten mur)	1210-1245	4,5 m	2	Nær vei i overkant
B7	35-112	2,0 m	1	Nær vei i overkant

4 Kunnskapsgrunnlag

Kunnskapsgrunnlaget for planområdet og omegn består av offentlig tilgjengelig kartdata og rapporter fra prosjekter i området som kan ha relevant informasjon om grunnforholdene.

4.1 Kart

Kart som er benyttet i forbindelse med utarbeidelse av rapporten er:

- > Digital terrengmodell – relieffkart [1]
- > Løsmassekart, NGU [15]
- > Berggrunnskart, NGU [16]
- > Temakart for kvikkleire, NVE [17]
- > GRANADA [18]
- > NVE – faresonekart [19]
- > NORSAR – jordskjelvkart [20]
- > Nasjonalt aktsomhetskart for radon, NGU [21]
- > Grus-, pukk- og steintippdatabasen, NGU [22]

Kartene/datasettene inneholder data under Norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Norges geologiske undersøkelse (NGU).

4.2 Tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser i nærheten av tiltaksområdet. Det er ikke funnet noen eksisterende ingeniørgeologiske undersøkelser. Eksisterende grunnlag er vist i Tabell 4-1 under.

Tabell 4-1: Oversikt av eksisterende grunnlag i tiltaksområdet.

Rapport nr.	Oppdragsgi ver	Leverandør	Prosjekt navn	År
19263	NVE	Romerike Grunnboring	NVE Kvikkleirekartlegging, Gloppen kommune	2019
130246	NVE	Multiconsult	Prosjektering flomforbygging Holvikelva, Sandane	2017

4.3 Grunnundersøkelser

Det ble utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet.

Grunnundersøkelser ble utført av Grunnboring Sør AS i uke 40, 2023. Geoteknisk datarapport ble utarbeidet av COWI AS [23]. Det ble også utført supplerende grunnundersøkelser utført av COWI i uke 38, 2025 i forbindelse med planlagt fylling og deponi. Datarapport for de supplerende undersøkelsene ble utarbeidet av COWI [24].

Borpunktene fra de utførte grunnundersøkelsene er vist i tegninger og vedlegg, og brukt til vurdering av grunnforhold i området og områdestabilitet. Borpunktene er også brukt i utarbeiding av en grunnforholdsmodell.

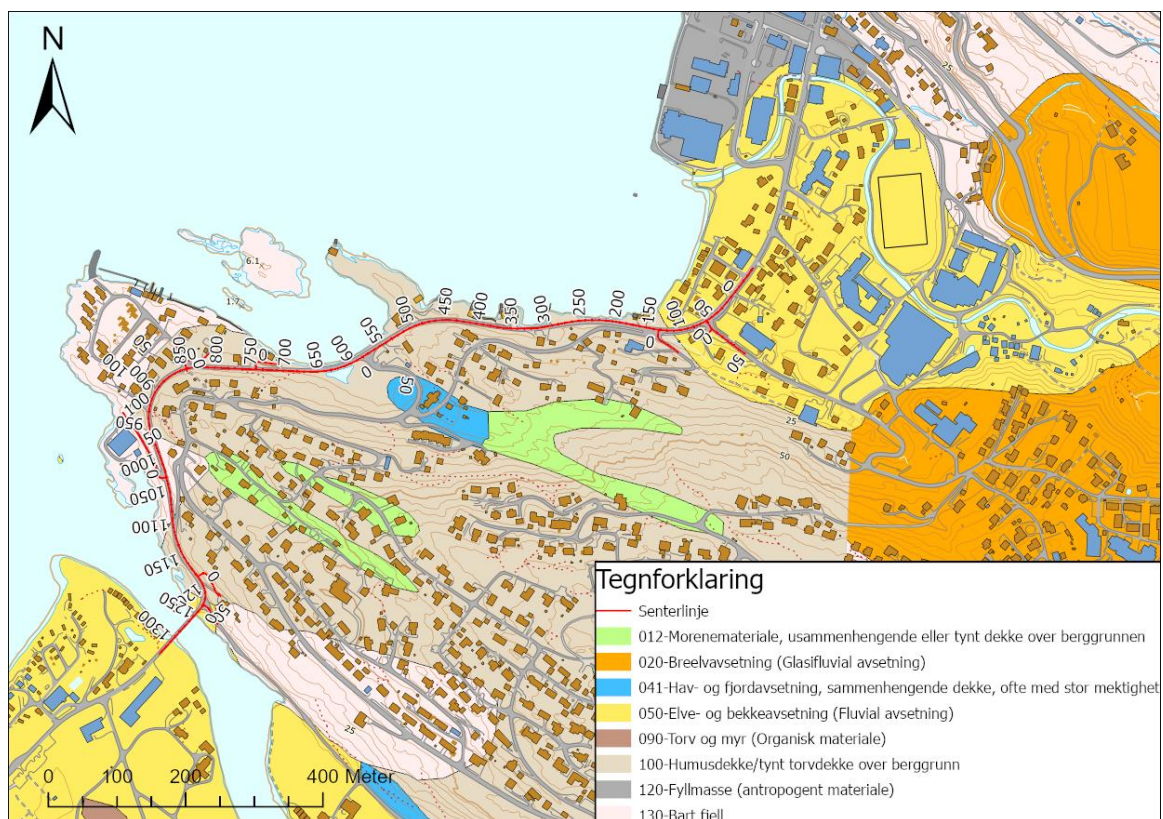
Del 1: Faktadel

5 Fakta

5.1 Kvartærgeologi

Ifølge NGUs løsmassekart står sentrum i Sandane på elve- og bekkeavsetninger [15]. Fv. 615 sørover fra sentrum ligger hovedsakelig på berggrunn med tynt dekke av organisk materiale. Sør for fv. 615 ved Selvågane er det kartlagt et område med havavsetninger og morene (Figur 5-1).

Hele strekningen ligger under marin grense. Sentrum i Sandane er kartlagt som et område hvor det finnes marin leire. På strekningen sørover langs Fv. 615 fra Sandane sentrum til Storebrua er kun ett område innenfor Selvågane kartlagt som et område der det kan være marin leire.

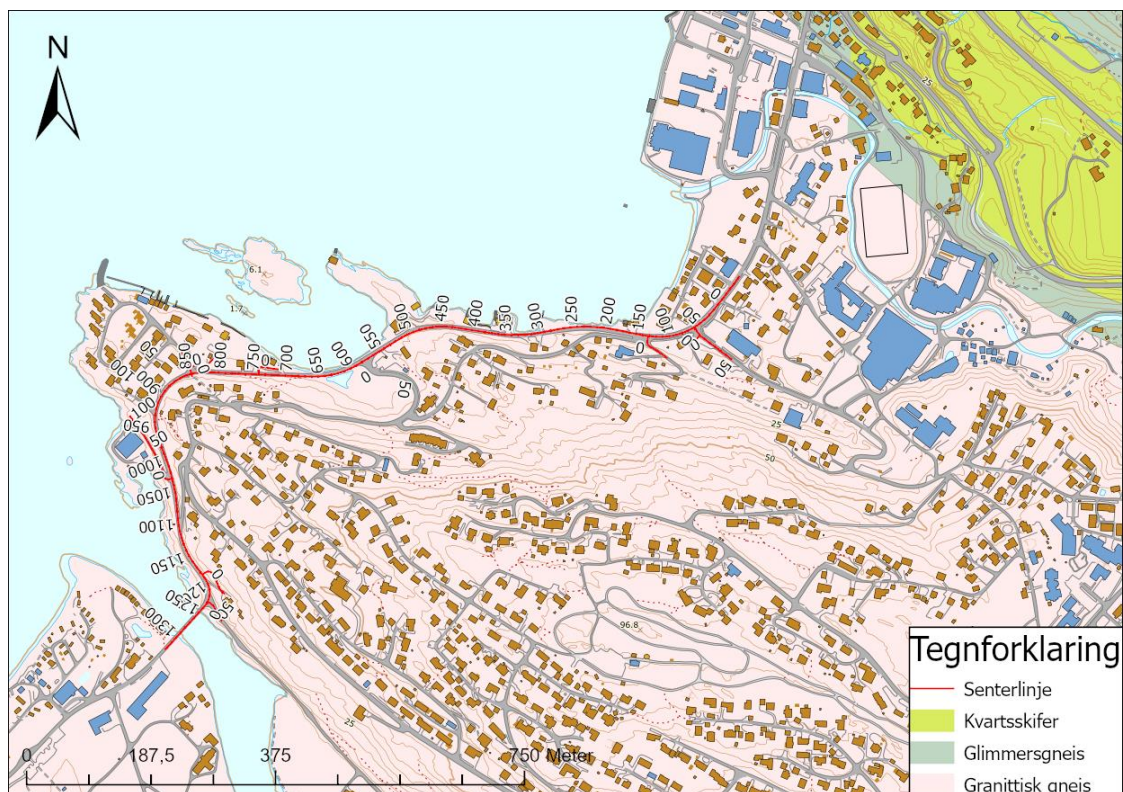


Figur 5-1: NGUs løsmassekart over tiltaksområdet [15].

5.2 Berggrunnsgeologi

Ifølge NGUs berggrunnskart består tiltaksområdet av granittisk gneis (Figur 5-2, [16]). Gneisen er prekambrisk grunnfjell som tilhører vestre gneisregion (WGR) [25]. Gneisen ble omdannet under den kaledonske fjellkjededannelsen. Nordfjord-Sogn-skjærsone var sentral under ekstensjonskollaps av Kaledonidene. Devonske (meta)sedimentære bergarter representerer hengblokken til Nordfjord-Sogn-skjærsone og tilhørende storskala forkastningssoner, mens gneisene i vestre gneisregion representerer liggblokken [26].

Foliasjonsmålinger gjort av NGU viser hovedsakelig en fallretning mot nord-nordøst [16]. Nærmeste bergartsgrense er 260 m nordøst for tiltaksområdet, der granittisk gneis grenser mot glimmergneis, som igjen grenser mot kvartsskifer. Det er ikke forventet noen bergartsgrenser i tiltaksområdet.

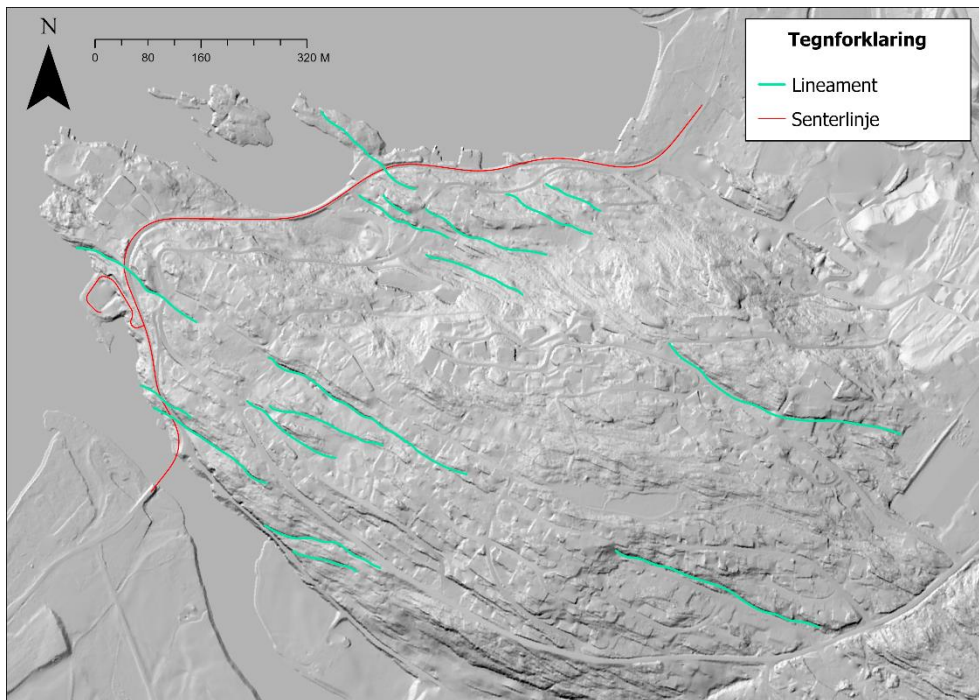


Figur 5-2: NGUs berggrunnskart [16] over tiltaksområdet.

5.3 Lineamenter

Skyggerelieffkart basert på flybårne lidardata viser en rekke lineamenter som stryker nordvest (Figur 5-3) [1]. Fire lineamenter ser ut til å krysse vegtraséen: Ett lineament krysser skjæring B1 (profilnr. 520), ett lineament sør for skjæring B2 og B3 (profilnr. 980). To lineamenter krysser skjæring B5 (profilnr. 1180 langs veglinje 10000 og profilnr. 40 langs veglinje 67000).

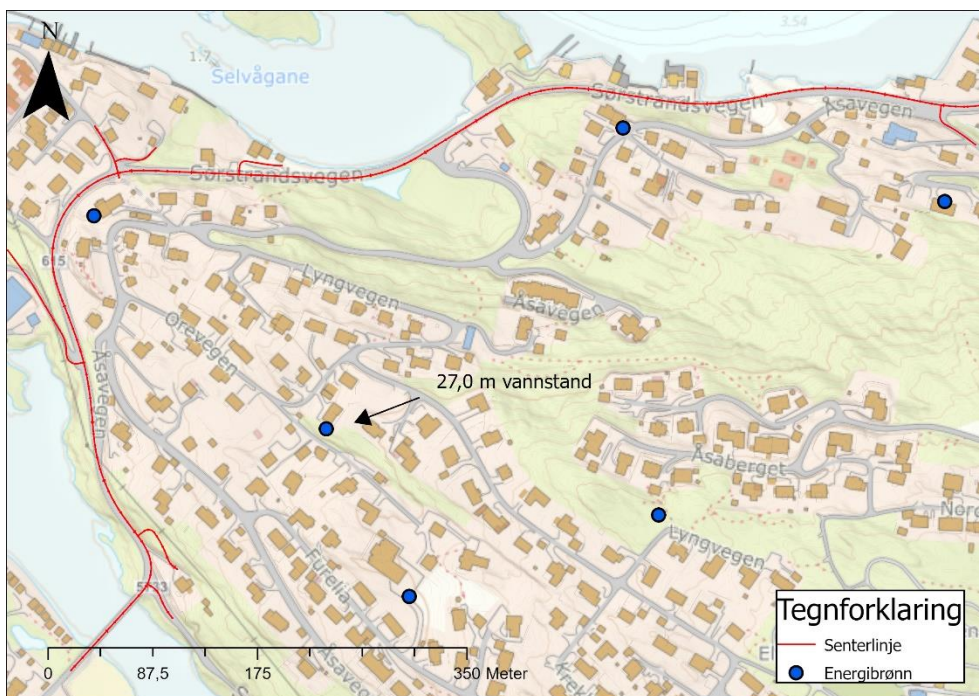
Lineamenter representerer mulige svakhetssoner hvor berggrunnen har redusert kvalitet og tettere oppsprekking. Erosjon og forvitring av disse sonene over tid gjør at de fremstår i terrenget som løsmassefylte forsenkninger.



Figur 5-3: Relieffkart med de mest fremtredende lineamentene i området.

5.4 Hydrogeologiske forhold

Det ble målt en vannstand på 27,0 m i en fjellbrønn fra 2004 [18]. Brønnen ligger i nabolaget sørøst for tiltaksområdet. Det finnes 5 andre fjellbrønner i nabolaget nær tiltaksområdet som ikke har registrert vannstand.

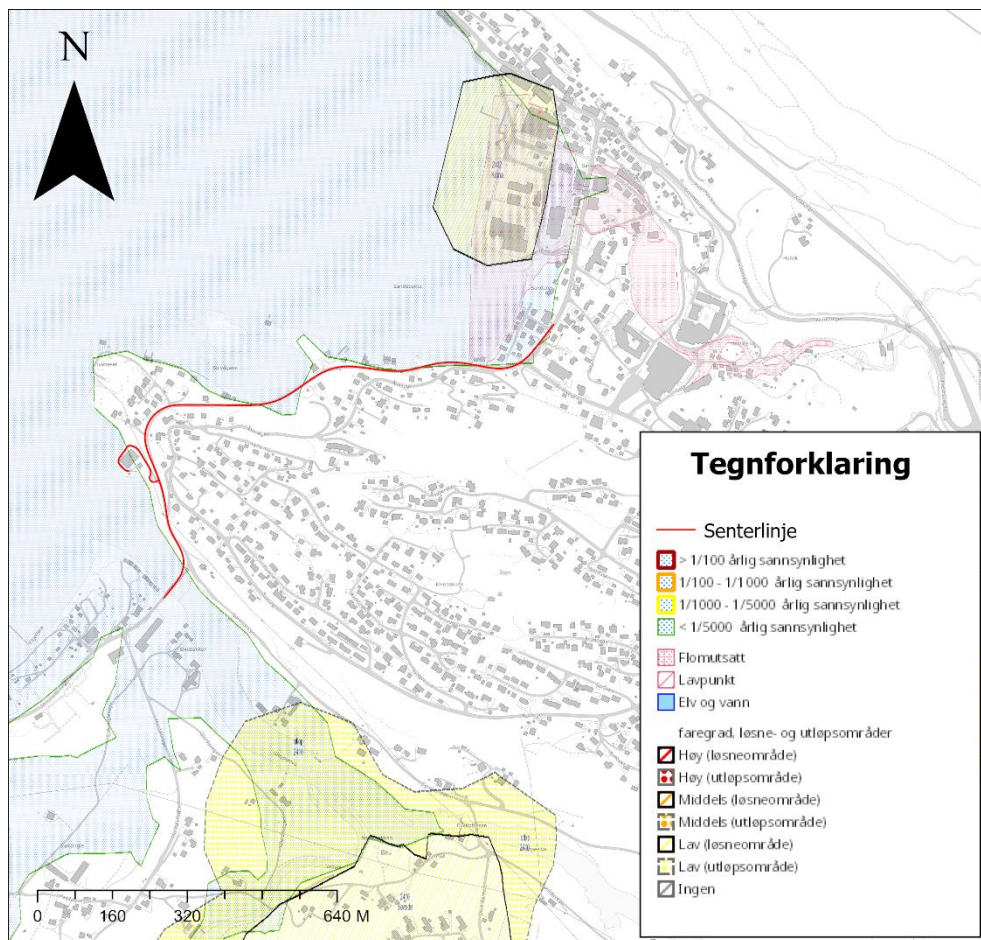


Figur 5-4: Oversikt over fjellbrønner nær tiltaksområdet.

5.5 Skred og faresoner

NVE faresonekart viser at tiltaksområdet både ligger i og nær flere faresoner [19]. Det er kartlagt en kvikkleiresone (løsneområde) ved kysten i Sandane sentrum med lav faregradklasse og alvorlig konsekvensklasse. Det er et aktsomhetsområde for kvikkleireskred opp langs Sørstrandvegen i Selvågane [17]. I tillegg er det kartlagt en 200-års flomsone langs Holvikelva i Sandane sentrum. Kysten langs hele strekningen er kartlagt som faresone for tsunami eller oppdemning med en sannsynlighet $< 1/5000$.

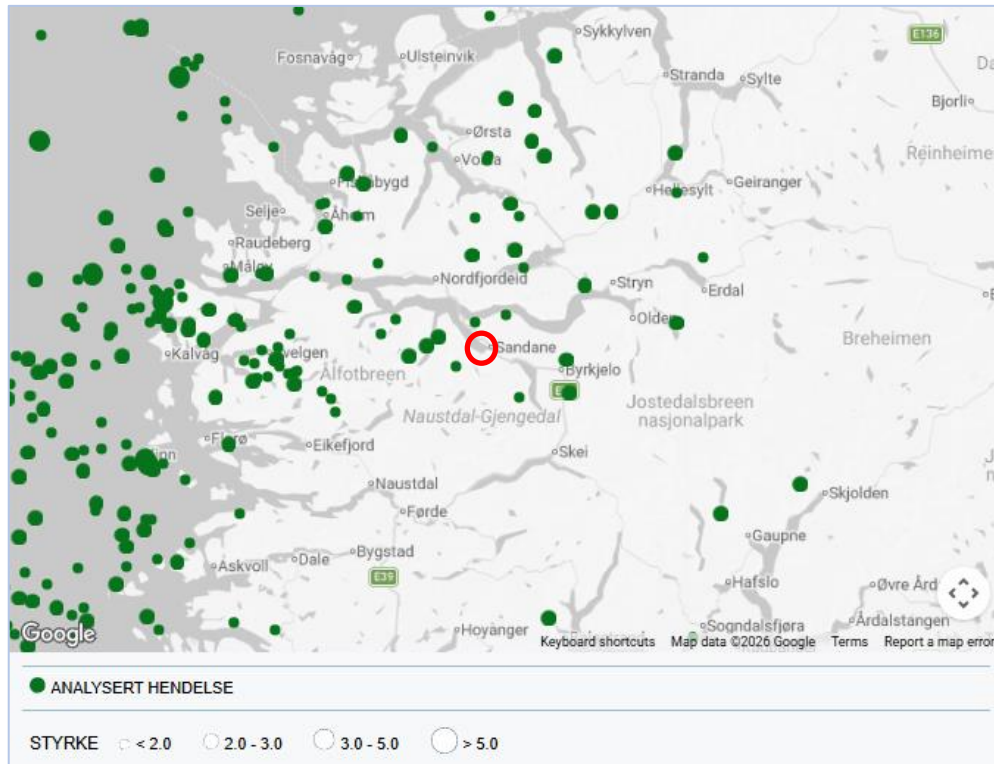
Figur 5-5 viser NVEs faresonekart over området. Tiltaksområdet er ikke utsatt for fjellskred, snøskred eller steinsprang.



Figur 5-5: NVEs faresonekart over tiltaksområdet [19].

5.6 Seismisk aktivitet

NORSARs nettside viser en sone med jordskjelvaktivitet langs Nordfjord mellom 1998-2026 [20]. Se Figur 5-6 for utklipp fra NORSAR kart. Det høyeste registrerte jordskjelvet hadde en intensitet på 3,78 (EMS-98) i 2000. Dette er betegnet som et svakt jordskjelv som blir «merket av noen innendørs og at personer i ro merker svaiing eller lette rystelser». Det nyligste jordskjelvet langs Nordfjorden skjedde den 11. november 2024 med intensitet 1,9. Dette er betegnet som «ikke merket» og derfor antatt ufarlig.



Figur 5-6: Jordskjelvkart fra NORSAR [20]. Tiltaksområdet er vist med rød sirkel.

5.7 Miljø og helseskadelige steinstøv

5.7.1 Syredannende bergarter

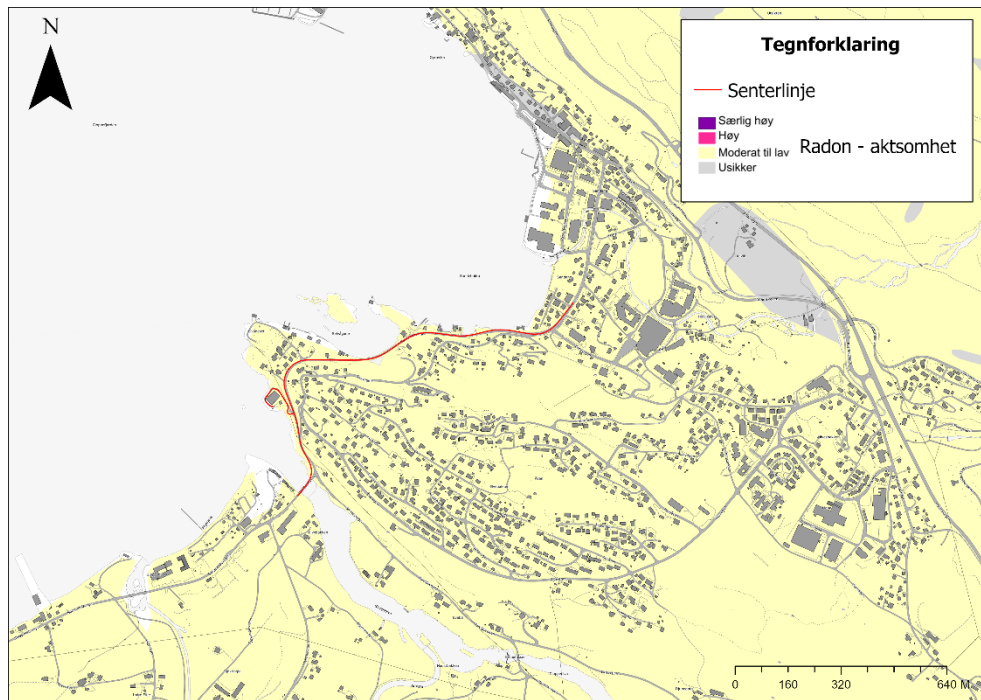
Tiltaksområdet er ikke kartlagt av NGU for å være et område med risiko for syredannende berg. I Norge regnes generelt to bergartstyper for å ha mulighet til å være syredannende. Disse er (1) kambro-siluriske svartskifre/alunskifre, typisk funnet i Oslofeltet og mindre områder ellers i landet, og (2) gneis, som har gitt problematikk knyttet til sur avrenning på Sørlandet. I prosjektområdet skal det drives berguttak i gneiser tilhørende vestre gneisregion (se kapittel 5.2). Det er observert enkelte svovelkiskrystaller i gneisen i prosjektområdet.

Det ble utført et systematisk program for prøvetaking og testing for å gi et representativt bilde av syredanningspotensialet til bergmassen i prosjektområdet. Totalt ble 16 bergprøver tatt. Det henvises til eget notat for lokaliteter til bergprøver, testmetoder og resultater [27].

Tolking av tester for syredanningspotensiale er utført i henhold til «Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis» [13]. Valg av testmetoder, tolkningskriterier og annet er utdypet i eget notat [27]. Som det kommer frem av notatet, karakteriseres bergmassen som «**ikke syredannende**».

5.7.2 Radon

Tiltaksområdet og nærliggende områder er kartlagt som moderat til lav aktsomhet for utslipp av radongass [21]. Figur 5-7 viser aktsomhetskart for radon.



Figur 5-7: Aktsomhetskart for radon over tiltaksområdet [21].

5.7.3 Steinstøv

Respirabelt krystallinsk silika

Sprengning i kvartsholdige bergarter kan produsere respirabelt krystallinsk silika som kan gi helsemessige konsekvenser ved innånding. Det er forventet en del mengde kvarts i gneisen (20-30%) som øker risiko for dette. Grenseverdien for totalt respirabelt krystallinsk silika i Norge er 0,05 mg/m³ [28]. Det er forventet noe tiltak for å overvåke eksponeringsnivået og begrense helsemessige påvirkninger på arbeidsplassen.

Nåleformet sprengstein

Under boring og sprenging produseres steinstøv som kan inneholde partikler med skarpe kanter. Slike partikler kan skade fiskegjeller og gi sårdannelse i annet biologisk vev. Partiklene som har størst skadepotensiale kommer fra asbestmineraler, som har en sterkt elongert «nåleform». Videre kan bergarter bygget opp av harde mineraler få skadepotensiale ved boring og sprenging fordi de skarpe kantene på partiklene brytes saktere ned. Hvis det er fare for at nåleformet sprengstein kan dannes må tiltak gjøres for å unngå uheldig avrenning fra prosjektområdet. Ut ifra grunnlag i tiltaksområdet er det ikke noe forventninger for å treffe nåleformet eller asbestholdig berg. Dette er undersøkt nærmere i nåværende rapport etter observasjoner av berg under befarings.

5.8 Bergmassens egenskaper

Ifølge NGUs grus- og pukkdatabasen er det et pukkverk sørøst for tiltaksområdet som driver i samme bergartsenhet [22]. Det heter Ryssdal pukkverk og finnes ved Eidsfossen.

Ved Ryssdal er en kvartsrik foliert gneis tatt ut for bruk til veggrus og underlag for belegningsstein. Egenskapsdata til en bergprøve fra Ryssdal pukkverk er tilgjengelig i NGUs grus- og pukkdatabase. Registreringen av resultater ble utført i august og september 2008. Resultater er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Egenskaper til en bergprøve fra Ryssdal pukkverk [22].

Egenskap	Verdi
Densitet	2,73 g/cm ³
Kulemølle	16,5
Flisighetsindeks	16,0
Los Angeles verdi	18,4
Micro-Deval koeffisient	13,0

6 Ingeniørgeologisk kartlegging

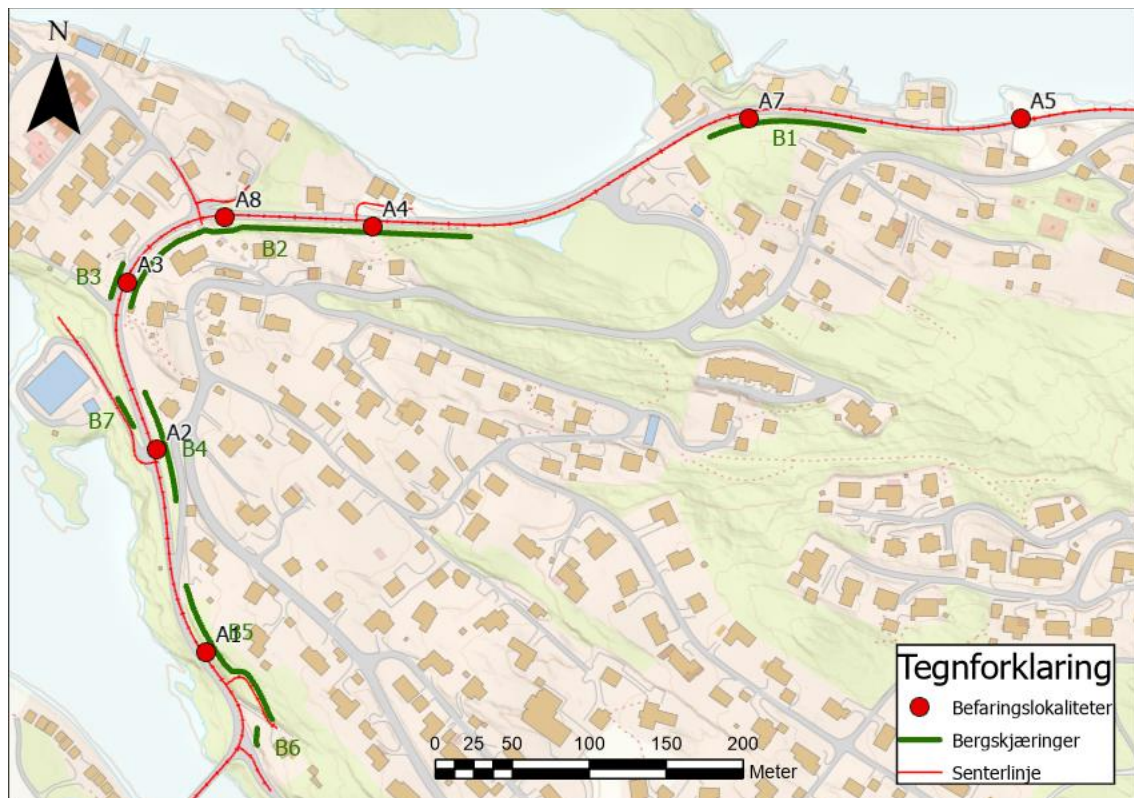
6.1 Befaringen

Det ble utført befaringsløp den 14. og 15. august, 2023. Det var ca. 15°C og overskyet begge dager. Det regnet på ettermiddagen på den første dagen.

Under befaringsløpet ble bergblotninger og eksisterende skjæringer undersøkt langs strekningen. Det ble også undersøkt områder hvor det planlegges ny bergskjæring, men der berget var dekket av vegetasjon. Det ble registrert berg i dagen og tatt noen bergprøver for laboratorietesting. Bergegenskaper og sprekkesett ble kartlagt i eksisterende skjæringer og bergblotninger. Sprekkeorientering er målt i fall/fallretning.

Noen eksisterende bergskjæringer var vanskelig å undersøke enten grunnet kort avstand (< 1 m) fra skjæringen til vegkant eller fordi det var dårlig sikt i krappe svinger. Undersøkelser ved disse skjæringene ble derfor begrenset.

Totalt ble 8 lokaliteter undersøkt. Befaringslokalitetene er vist i Figur 6-1, og en kort beskrivelse av befaringslokalitetene med tilhørende planlagte bergskjæringer er vist i Tabell 6-1. Grunnet endringer i veglinjen er to av befaringslokalitetene (A5 og A6) ikke lenger relevante for noen planlagte vegskjæringer. Profilnummereringen er økende sørover fra Sandane mot Storebrua. Ved referanse til side av vegen, vil følgelig høyre side være nord og vest for vegen og venstre side være sør og øst for vegen.



Figur 6-1: Oversiktskart med planlagte bergskjæringer og befaringslokaliteter.

Tabell 6-1: Oversikt over befaringslokalitetene og hvilke planlagte bergskjæringer de relateres til.

Lokalitet	Høyde	Lengde	Side	Beskrivelse	Bergskjæring
A1	6 m	100 m	Venstre	Eksisterende bergskjæring	B5, B6
A2	3 m	20 m	Venstre	Eksisterende bergskjæring	B4, B7
A3	1-5 m	50 m	Begge	Eksisterende bergskjæringer	B2, B3
A4	6 m	80 m	Venstre	Eksisterende bergskjæring, sikring med bolter, bratt terreng i østenden dekket av vegetasjon med usikre grunnforhold	B2
A7	2-3 m	100 m	Venstre	Bergblotninger dekket av vegetasjon, bratt terreng på østenden med usikre grunnforhold	B1
A8	-	10 m	Venstre	Store løse blokker i bratt terreng dekket av vegetasjon, usikkert grunnforhold	B2

6.2 Bergartsbeskrivelse

Bergart på alle undersøkte lokaliteter er granittisk gneis. Det er forventet at alle bergskjæringene etableres i samme bergartsenhet. Gneisen inneholder kvarts- og feltspatrike lag som ligger parallelt med en sterk foliasjon av biotitt. Det er estimert 20-30% kvarts, 20-30% feltspat og 40-50% biotitt i berget. Foliasjonen er hovedsakelig bølgete med en bølgeavstand på 1-2 m. Det ble observert folding på mm- til m-skala i foliasjonen. Gneisen inneholder enkelte mm-skala korn av svovelkis.

Gneisen er hovedsakelig hard og krever flere hammerslag for å deles. Gneisen er vurdert med geologisk hammer som sterk (trykkfasthet 50-100 MPa).

6.3 Skjæring B1 (lokalitet A7)

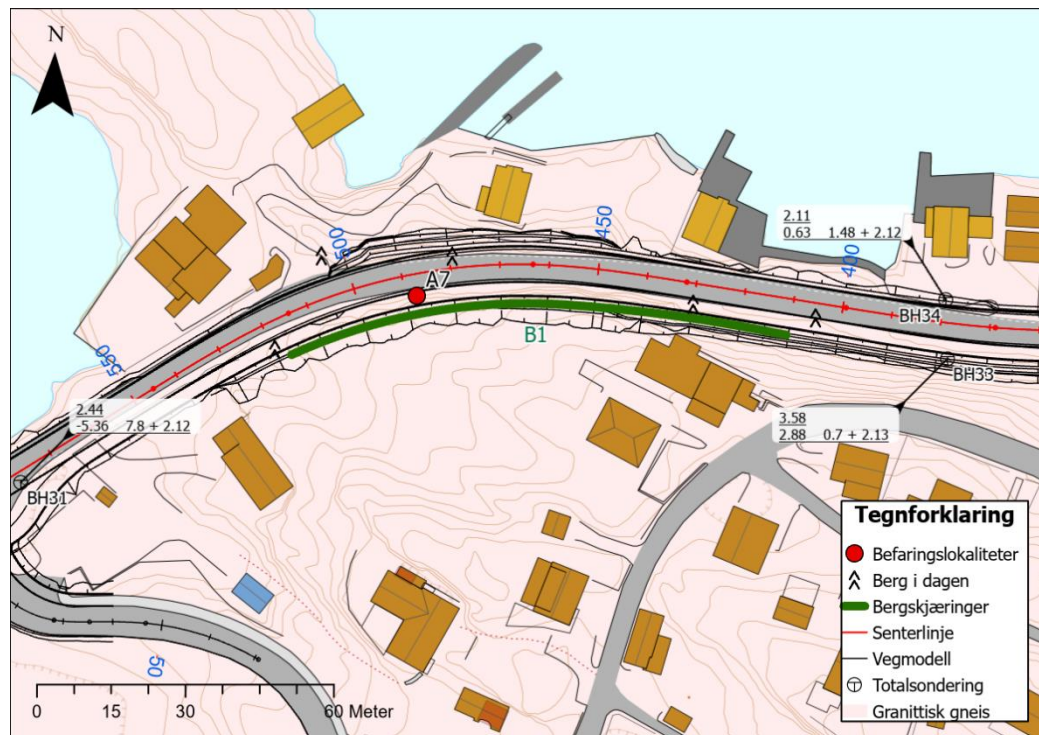
6.3.1 Skjæringsgeometri

Bergskjæring B1 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 395-520. Skjæringen vil få en maksimal høyde på 4,1 m og en lengde på 125 m. Det skal etableres mur i forkant av

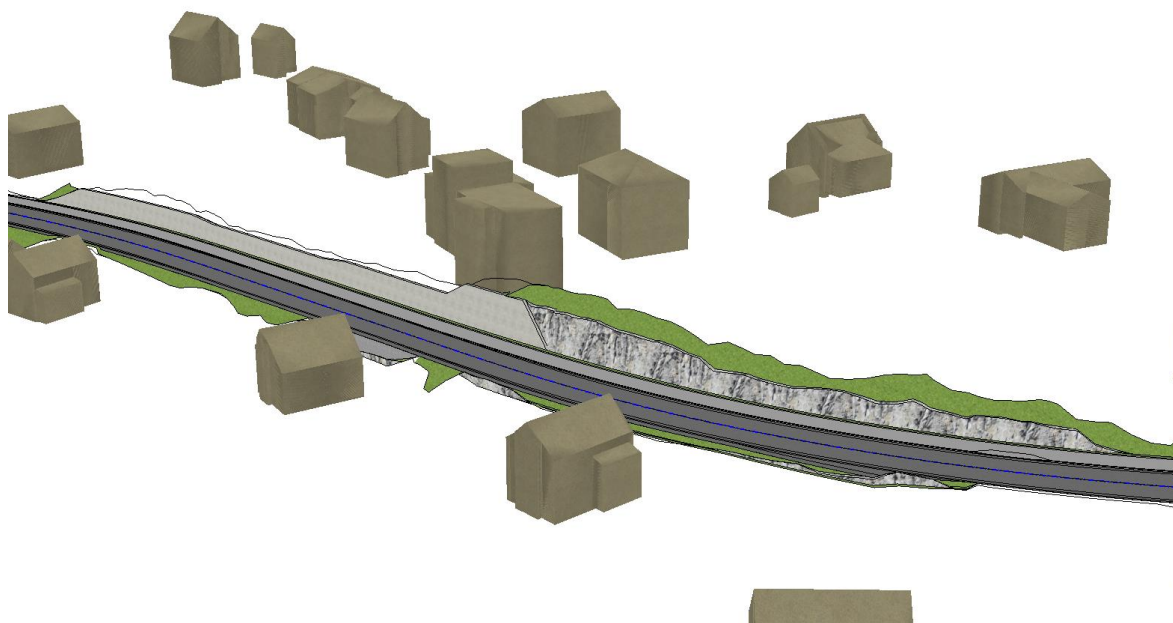
delar av skjæringen, mellom profilnummer 395 og 452. Selve muren starter ved profilnummer 345.

Det ligger et bolighus tilknyttet eiendom 4650-77/91 1 m fra B1 skjæringstopp. I skjæringens østende er det et område med usikre grunnforhold og bratt terreng dekket av vegetasjon. Bergskjæring B1 gis en geoteknisk kategori 3.

Kart med prosjekterte bergskjæring og befaringslokaliteter er vist i Figur 6-2.



Figur 6-2: Bergskjæring B1 på berggrunnskart.



Figur 6-3 Utklipp fra vegmodell profilnummer 340-530, som viser skjæring B1. Mur vil settes opp i forkant av bergskjæring i den østlige delen av skjæringen. Retning mot sørøst. (16.02.2026. Structor AS)

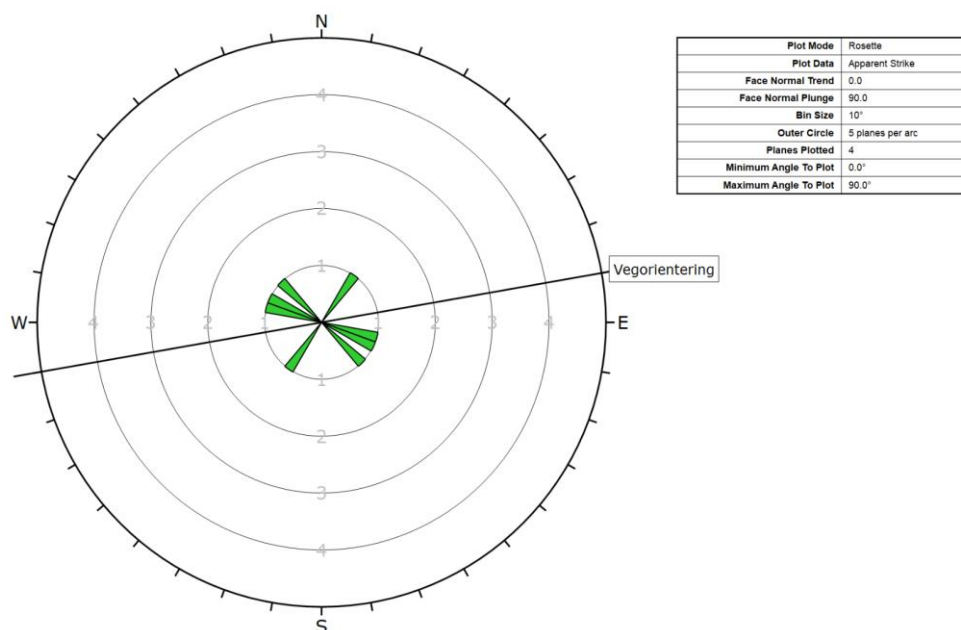
6.3.2 Løsmasser

Løsmassedekket langs den planlagte skjæringen er tynt. Borepunktene BH33 på østenden av skjæring B1 viser 0,7 m løsmasser over berg (Figur 6-2) [29]. I bergmodellen er det antatt at løsmasseoverdekning øker til 1,5 m der hvor det ikke foreligger borepunkter.

6.3.3 Befaringsobservasjoner

Befaringslokalitet A7 er relevant. Ved A7 er det lave bergblotninger dekket av vegetasjon på begge sider av vegen. Figur 6-4 viser sprekkerose for lokalitet A7.

Tabell 6-2 og Tabell 6-3 gir en oversikt over data og sprekkeseppregistrering fra befaringslokaliteter A7.



Figur 6-4: Sprekkerose for lokalitet A7.

Tabell 6-2: Generell beskrivelse for befaringslokalitetene A7.

Egenskap	A7
Lokalitetstype	Bergblotninger dekket av vegetasjon
Bergbeskrivelse	Granittisk gneis, foliert
Eksisterende sikring	Ingen
Bergart	Gneis
Isotropi	Anisotrop
UCS	Sterk (50-100MPa)
RQD	50-75
Antall sprekkese	3
J _r	1,5 Ru, ujevn, plan
Forvittringsgrad	Frisk/uforvitret
J _a	1 a) Uomvandlede sprekkelater
Blokkstørrelse	600-2000mm
Bergvann	Tørt
Overvann	Tørt
Blotningsstørrelse	L=65 m, H=3 m.

Tabell 6-3: Registreringer av sprekkese ved befaringslokalitet A7.

	S1	S2	S3
Orientering (fall/fallretning)	30/020	50/222	82/122
Ustrekning	Flere meter	30 cm	30 cm
Sprekkeavstand	600 - 2000 mm.	600 - 2000 mm.	-
Sprekkeåpning	0,5 - 2,5 mm.	2,5 - 10 mm.	-
Sprekkefyll	Ikke observert	Ikke observert	Ikke observert
Sprekkeruhet mm	Ru	Ru	Ru
Sprekkeruhet cm	Plan	Plan	Plan
Sprekkeruhet m	Rett	Rett	Rett



Figur 6-5: Østenden til B1 og lokalitet A7 hvor det er bratt terreng med usikkert grunnforhold. Bildet er tatt mot sørøst. Kilde: COWI AS.



Figur 6-6: Bergblotning ved lokalitet A7 hvor skjæringstoppen til B1 planlegges 1 m fra overliggende bygning. Bildet er tatt mot sør. Kilde: COWI AS.

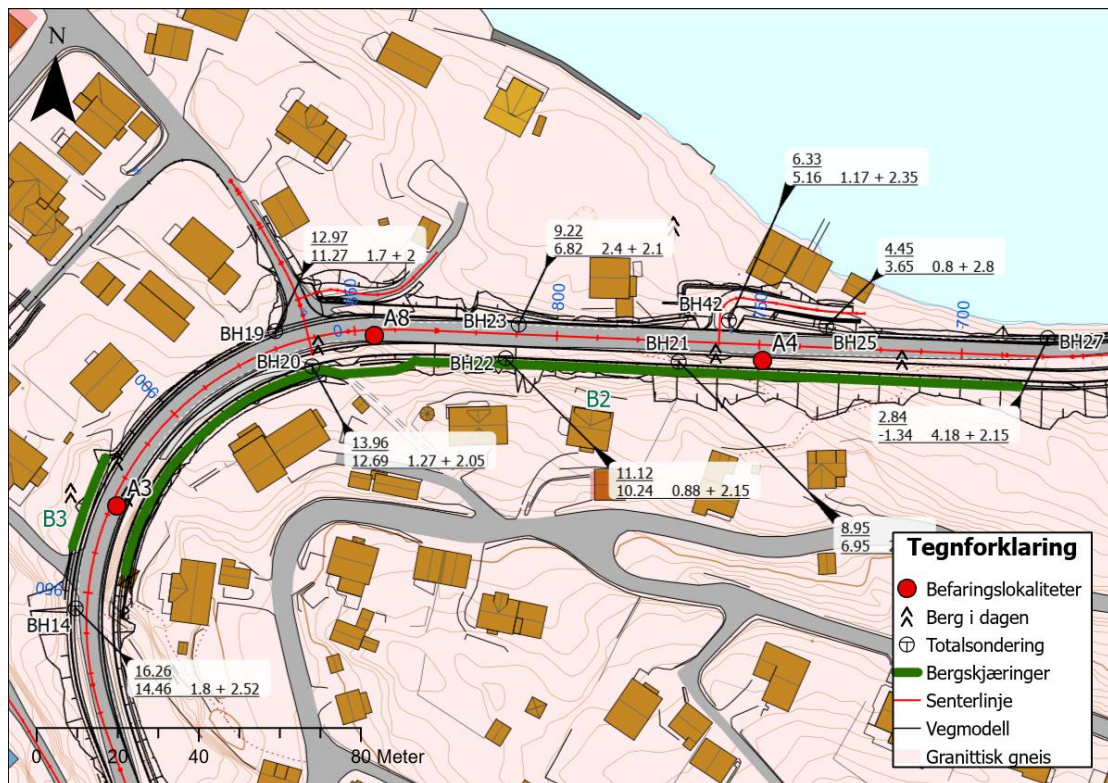
6.4 Skjæring B2 og B3 (lokalitet A3, A4 og A8)

6.4.1 Skjæringsgeometri

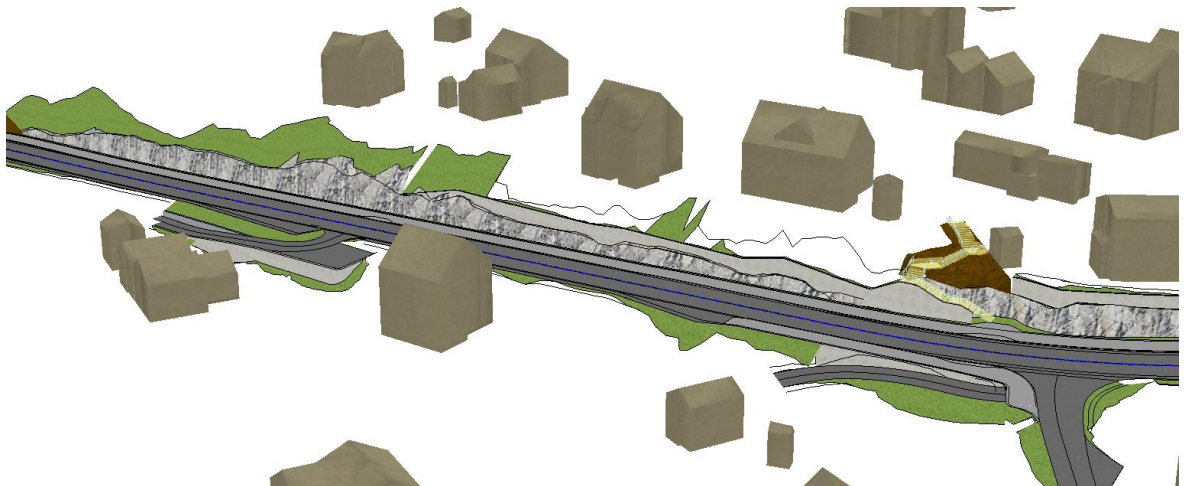
Bergskjæring B2 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 685-960. Skjæringen vil få en maksimal høyde på 5,4 m og en lengde på 275 m. I vest svinger skjæringen fra vestlig til sørlig orientering der vegen går rundt Elvaneset. Bergskjæring B3 blir på høyre side av veg 10000 mellom profilnummer 920 og 935. Skjæringen vil få en maksimal høyde på 2,4 m og lengde på 15 m.

Det ligger to bygninger 5-9 m fra B2 skjæringstopp. Dette gjelder Åsavegen 47 (4650-77/220). Skjæringen bygges i et område med uoversiktlige grunnforhold hvor store løse blokker ble observert under befaring (se Figur 6-13 og Figur 6-16). Bergskjæringen gis geoteknisk kategori 2. Bergskjæring B3 gis geoteknisk kategori 1.

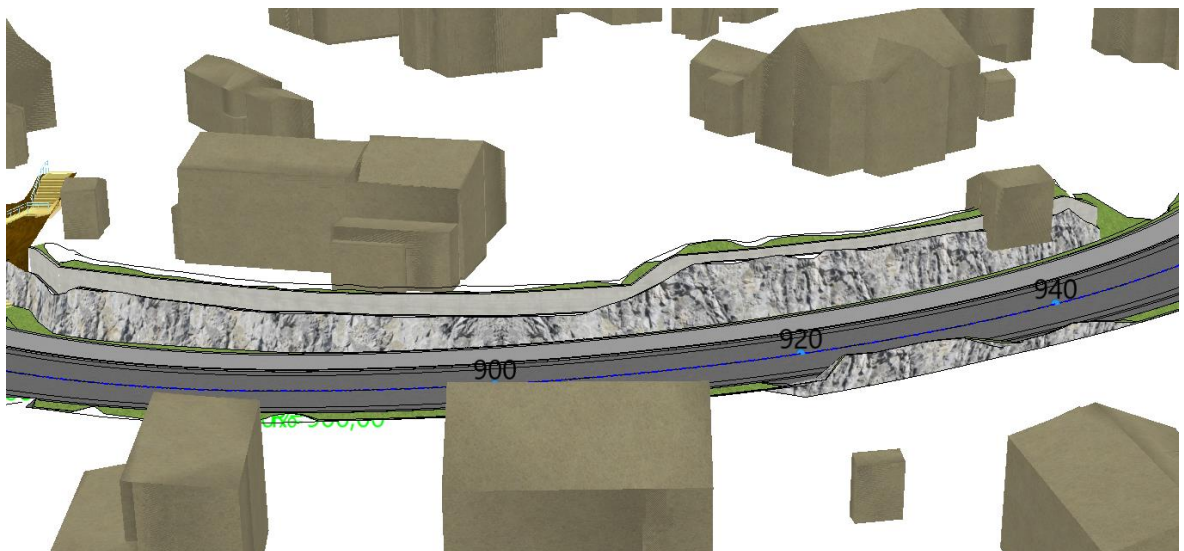
Kart med prosjekterte bergskjæringer og befaringslokaliteter er vist i Figur 6-7.



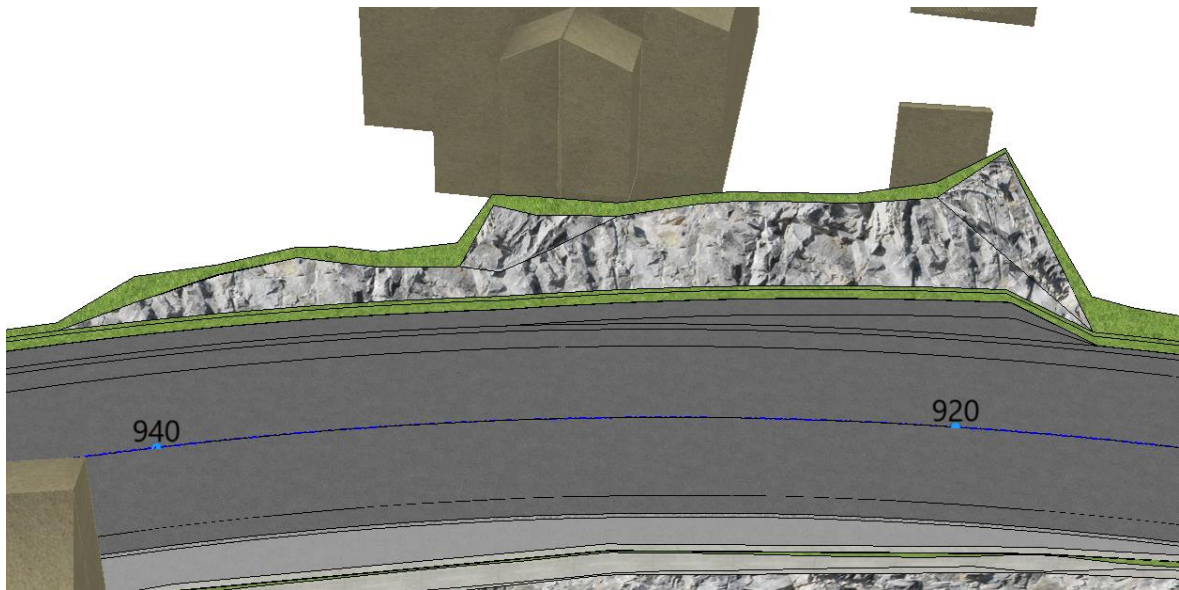
Figur 6-7: Bergskjæring B2 og B3 på berggrunnskart.



Figur 6-8 Utklipp fra vegmodell profilnr 650-880, som viser østlig del av skjæring B2. Retning mot sør.
(16.02.2026. Structor AS)



Figur 6-9 Utklipp av vegmodell profilnr 850-950. Uthus ved profilnr 940 vil fjernes. Retning mot sørøst.
(16.02.2026. Structor AS)



Figur 6-10 Utklipp fra vegmodell profilnr. 910-950, som viser skjæring B3. Retning mot nordvest.
(16.02.2026. Structor AS)

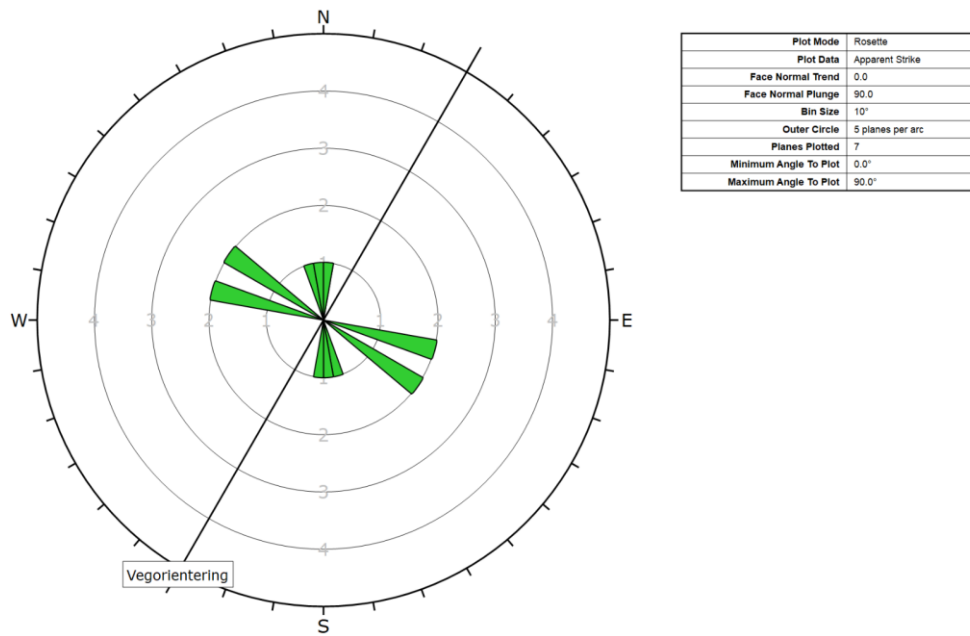
6.4.2 Løsmasser

Løsmassedekket ved planlagte skjæringer forventes tynt, med til dels bratt terreng og mye eksponert berg. Borepunkt BH20, BH21 og BH22 viser 0,88, 1,27 og 2 m løsmasser over berg langs skjæring B2 (Figur 6-7) [29]. I bergmodellen er det antatt at løsmassedekket går mot 1,5 m der hvor det ikke foreligger borepunkter. Det er planlagt mur for løsmasser langs deler av topp skjæring B2, vist i Figur 6-8 og Figur 6-9.

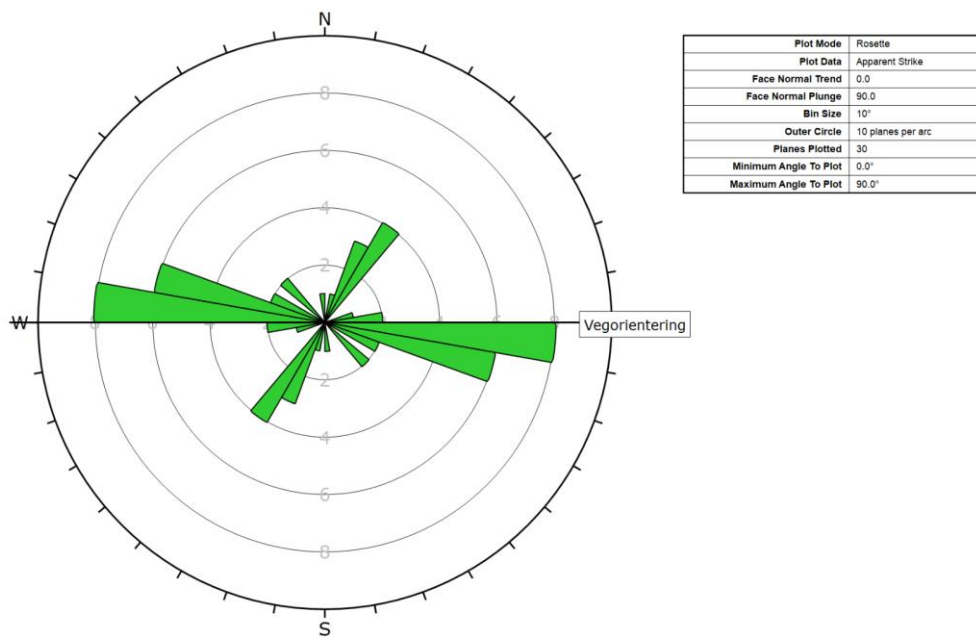
6.4.3 Befaringsobservasjoner

Befaringslokaliteter A4, A8 og A3 er relevante. Sprekkeroser for lokalitet A3 og A4 sees i Figur 6-11 og Figur 6-12. Ved A4 er det en eksisterende bergskjæring omtrent 6 m på det høyeste (Figur 6-14). Ved A8 er det bratt terreng dekket av vegetasjon hvor løse blokker på 4 m ble observert (Figur 6-15, Figur 6-16). Ved A3 er det en eksisterende bergskjæring som er omtrent 5 m på det høyeste (Figur 6-17, Figur 6-18).

Tabell 6-4, Tabell 6-5 og Tabell 6-6 gir en oversikt over data og sprekkeseppregistrering fra befaringslokaliteter A3, A4 og A8.



Figur 6-11: Sprekkerose for lokalitet A3 med vegorientering fra vestenden av skjæring B2.



Figur 6-12: Sprekkerose for lokalitet A4 med vegorientering fra østlig del av skjæring B2.

Tabell 6-4: Generell beskrivelse for befaringslokalitetene A3, A4 og A8.

Egenskap	A3	A4	A8
Lokalitetstype	Eksisterende skjæring	Eksisterende skjæring	Terreng og blokker
Bergbeskrivelse	Granittisk gneis, foliert, oppsprukket	Granittisk gneis, foliert	-
Eksisterende sikring	Ingen	2 bolter	Ingen
Bergart	Gneis	Gneis	-
Isotropi	Anisotrop	Anisotrop	-
UCS	Sterk (50-100MPa)	Sterk (50-100MPa)	-
RQD	25-50	50-75	-
Antall sprekesett	3	3	-
J _r	3 Ru eller ujevn bølgete	1,5 Ru, ujevn, plan	-
Forvittringsgrad	Frisk/uforvitret	Frisk/uforvitret	-
J _a	1 a) Uomvandlede sprekeflater	1 a) Uomvandlede sprekeflater	-
Blokkstørrelse	200-600mm	>2000mm	>2000mm
Bergvann	Rennende vann	Tørt	-
Overvann	Tørt	Drypp	-
Blotningsstørrelse	L=35 m, H=5 m.	L=45 m, H=6 m.	-

Tabell 6-5: Registreringer av sprekesett ved befaringslokalitet A3.

	S1	S2	S3
Orientering (fall/fallretning)	45/020	70/215	75/265
Utstrekning	Flere meter	2-3 m	2-3 m
Sprekkeavstand	200 - 600 mm.	200 - 600 mm.	200 - 600 mm.
Sprekkeåpning	0,5 - 2,5 mm.	0,5 - 2,5 mm.	0,5 - 2,5 mm.
Sprekkefyll	Ingen	Ingen	Ingen
Sprekkeruhet mm	Ru	Ru	Ru
Sprekkeruhet cm	Plan	Plan	Plan
Sprekkeruhet m	Bølget	Rett	Rett

Tabell 6-6: Registreringer av sprekesett ved befaringslokalitet A4.

	S1	S2	S3
Orientering (fall/fallretning)	45/012	90/125	70/220
Utstrekning	Flere meter	30 cm	50 cm
Sprekkeavstand	200 - 600 mm.	> 2000 mm.	200 - 600 mm.
Sprekkeåpning	0,25 - 0,5 mm.	100 - 1000 mm.	0,25 - 0,5 mm.
Sprekkefyll	Ingen	Ingen	Ingen
Sprekkeruhet mm	Ru	Ru	Ru
Sprekkeruhet cm	Plan	Plan	Plan
Sprekkeruhet m	Kurvett	Rett	Rett



Figur 6-13: Bergblotning dekket av vegetasjon i østenden av B2. Her er det et område med usikre grunnforhold. Bildet er tatt mot vest. Kilde: COWI AS.



Figur 6-14: Eksisterende bergskjæring ved lokalitet A4. Sikringsbolter er markert i rødt. Bildet er tatt mot sør. Kilde: COWI AS.



Figur 6-15: Bratt terreng med mye vegetasjon og usikkert grunnforhold ved lokalitet A8. Bildet er tatt mot øst. Kilde: COWI AS.



Figur 6-16: Store blokker ved lokalitet A8. Bildet er tatt mot sør. Kilde: COWI AS.



Figur 6-17: Eksisterende bergskjæring ved lokalitet A3 i vegsvingen. Bildet er tatt mot sørøst. Kilde: COWI AS.



Figur 6-18: Vann renner ut av sprekkene ved lokalitet A3. Bildet er tatt mot sørøst. Kilde: COWI AS.

6.5 Skjæring B4 og B7 (lokalitet A2)

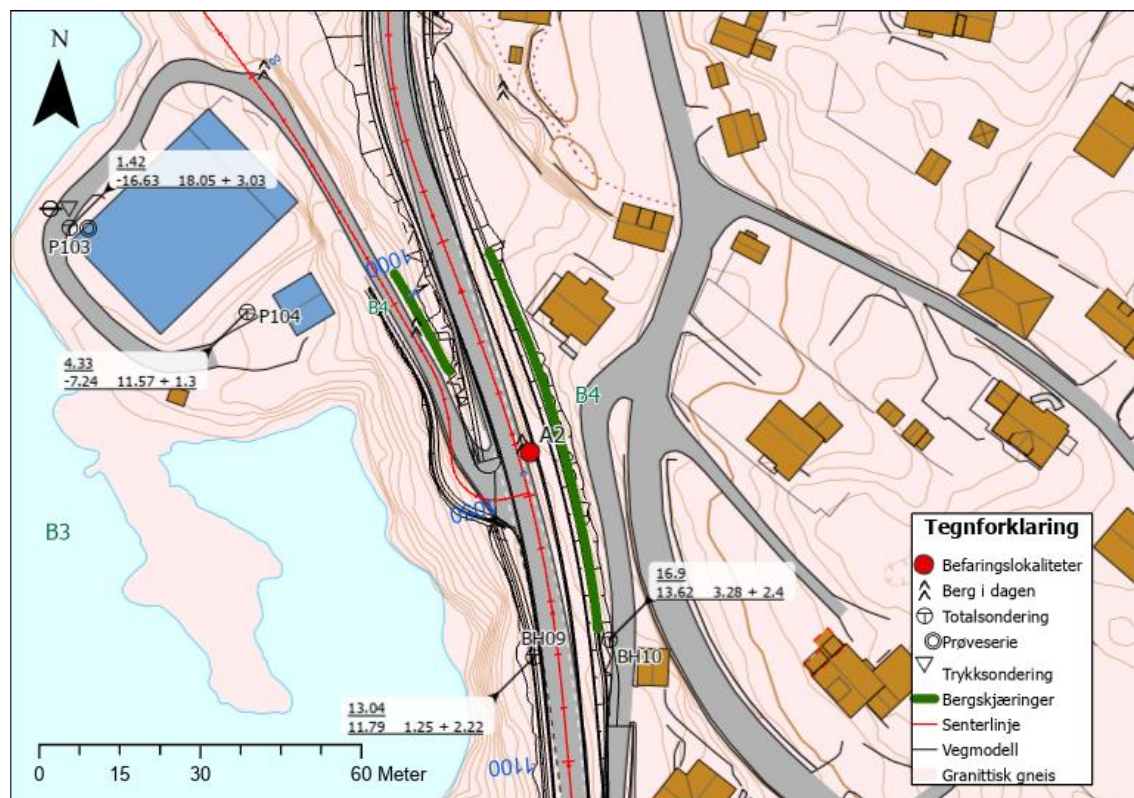
6.5.1 Skjæringsgeometri

Bergskjæring B4 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 1010-1080. Skjæringen vil få en maksimal høyde på 3,8 m og lengde på 70 m.

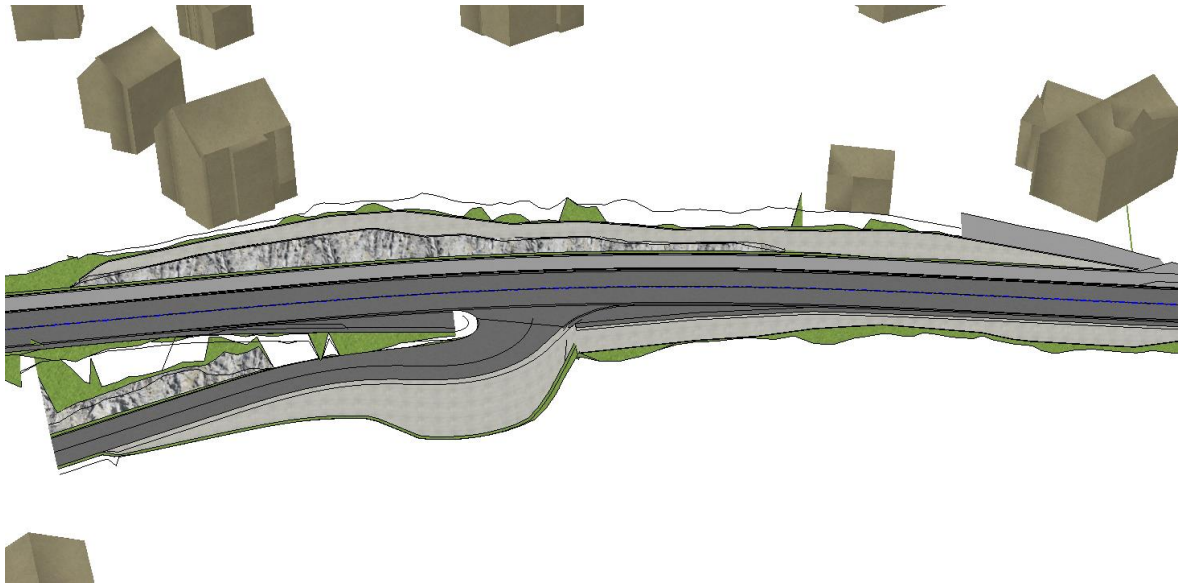
Bergskjæring B7 blir på høyre side av veg 50610 mellom profilnummer 35-112. Vegen er en tilkomstveg til renseanlegg og ligger omtrent 10 m lavere enn veg 10000. Kanten til overliggende veg 10000 er nærmeste 2,5 m unna skjæringstoppen. Skjæringen vil få en maksimal høyde på 2,0 m og lengde på 77 m.

Det ligger en bygning 2 m fra B4 skjæringstopp. Bygningen er tilknyttet adressen Åsavegen 51 (4650-77/148). Skjæring B4 gis geoteknisk kategori 2. Skjæring B7 gis geoteknisk kategori 1.

Kart med prosjekterte bergskjæringer og befaringslokaliteter er vist i Figur 6-19.



Figur 6-19: Bergskjæring B4 og B7 på berggrunnskart.



Figur 6-20 Utklipp fra vegmodell profilnr. 1000-1110, som viser skjæring B4 samt mur som fortsetter vestover. Skjæring B7 kan sees i forkant. Retning mot øst. (16.02.2026. Structor AS)

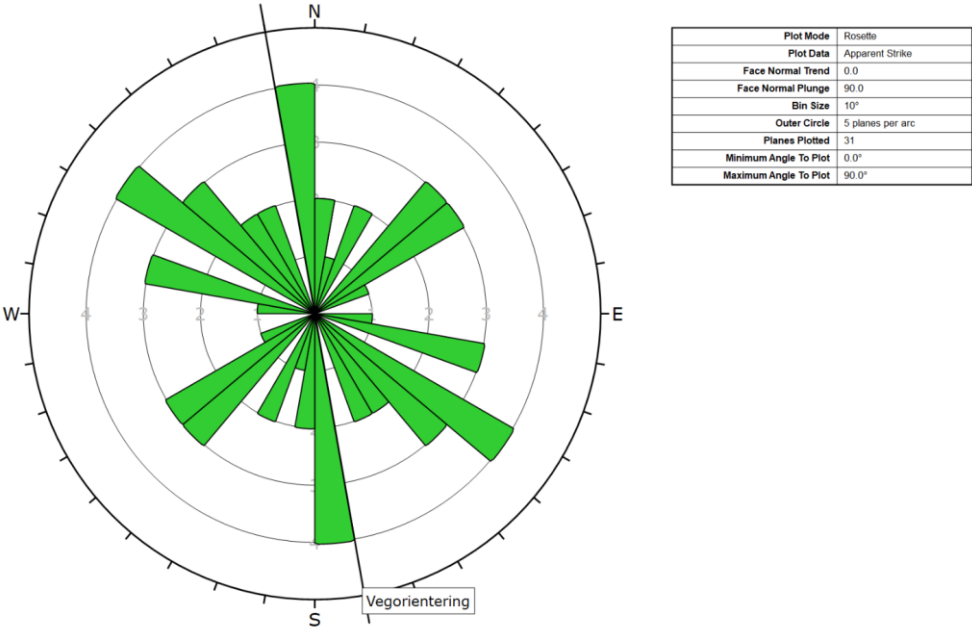
6.5.2 Løsmasser

Borpunkt BH10 viser en løsmassemekthet på 3,28 m i sørlige del av hvor skjæring B4 planlegges (Figur 6-19) [29]. Det er forventet lik eller mindre løsmassemekthet over andre deler av skjæring B4, men det er usikkerhet knyttet til løsmassemekthet til nærhet til hus. I bergmodellen antas det at løsmassemekthet går mot minst 1,5 m der hvor det ikke foreligger borpunkter. Det er planlagt mur for å sikre løsmasser langs hele skjæringstoppen, vist i Figur 6-20.

6.5.3 Befaringsobservasjoner

Befaringslokalitet A2 er relevant. Sprekkerose for lokaliteten er vist i Figur 6-21. Ved A2 er det en eksisterende lav bergskjæring (Figur 6-23). Gneisen viser høy grad av oppsprekking med små løse blokker.

Tabell 6-7 og Tabell 6-8 gir en oversikt over data og sprekkeseppregistrering fra befaringslokalitet A2.



Figur 6-21: Sprekkerose for lokalitet A2.



Figur 6-22: Eksisterende bergskjæring ved A2 hvor bergskjæring B7 er planlagt. Bildet er tatt mot nord.
Kilde: COWI AS.

Tabell 6-7: Generell beskrivelse for befaringslokalitet A2.

Egenskap	A2
Lokalitetstype	Eksisterende skjæring
Bergbeskrivelse	Granittisk gneis, foliert, tett oppsprukket
Eksisterende sikring	Ingen
Bergart	Gneis
Isotropi	Anisotrop
UCS	Sterk (50-100MPa)
RQD	25-50
Antall sprekesett	4
J_r	3 Ru eller ujevn bølgete
Forvittringsgrad	Frisk/uforvitret
J_a	1 a) Uomvandlede sprekkeflater
Blokkstørrelse	<60mm
Bergvann	Tørt
Overvann	Tørt
Blotningsstørrelse	L=25 m, H=3 m.

Tabell 6-8: Registreringer av sprekkesett ved befaringslokalitet A2.

	S1	S2	S3
Orientering (fall/fallretning)	32/045	75/312	60/240
Utstrekning	Flere meter	0,2-3 m	0,2-3 m
Sprekkeavstand	20 - 60 mm.	60 - 200 mm.	60 - 200 mm.
Sprekkeåpning	0,5 - 2,5 mm.	0,25 - 0,5 mm.	0,25 - 0,5 mm.
Sprekkefyll	Ingen	Ingen	Ingen
Sprekkeruhet mm	Ru	Ru	Ru
Sprekkeruhet cm	Plan	Plan	Plan
Sprekkeruhet m	Bølget	Rett	Rett



Figur 6-23: Eksisterende bergskjæring ved lokalitet A2. Bildet er tatt mot øst. Kilder: COWI AS.

6.6 Skjæring B5 og B6 (lokalitet A1)

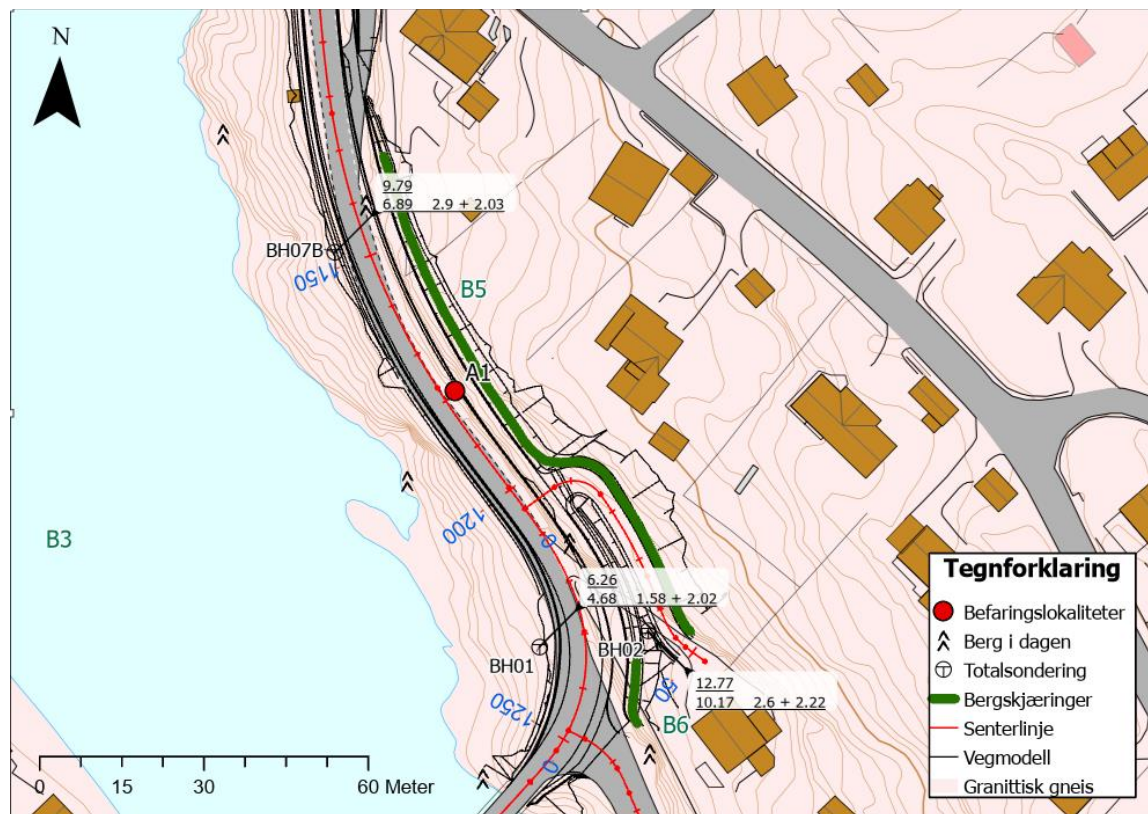
6.6.1 Skjæringsgeometri

Bergskjæring B5 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 1135-1205, og fortsetter videre på venstre side av veg 67000 mellom profilnummer 0 og 40. Skjæringen vil bli 110 m lang og få en maksimal høyde på 11,6 m.

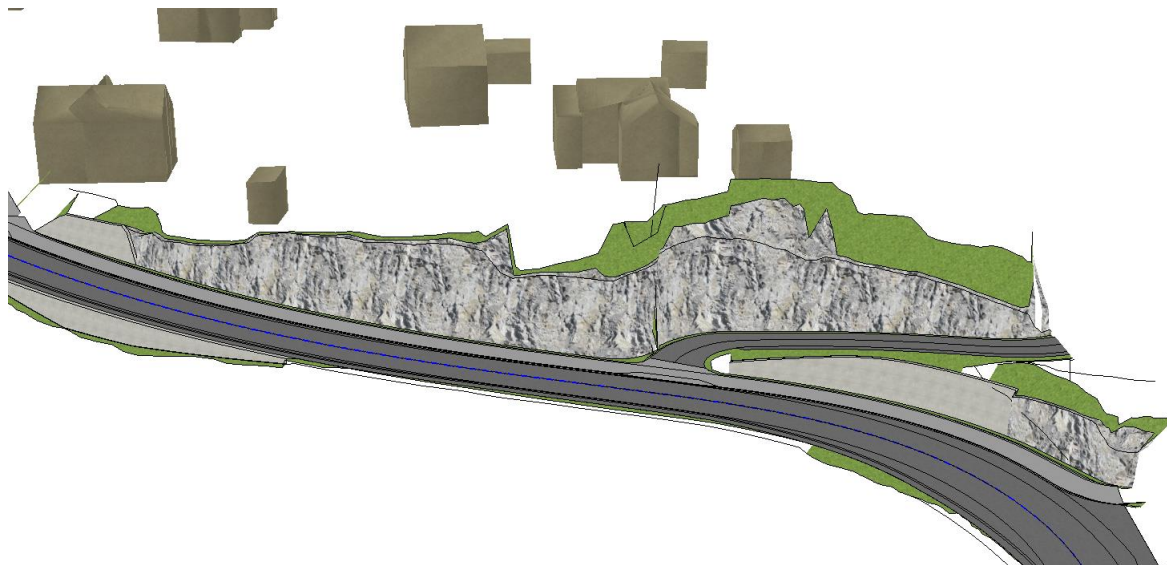
Bergskjæring B6 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 1210-1245. Deler av skjæringen vil gå bak mur, mellom profilnummer 1210 og 1236. Skjæringen vil få en maksimal høyde på 4,5 m og lengde på 35 m.

Det ligger to bygninger, 8-9 m fra B5 skjæringstopp. Disse bygningene er tilknyttet adressene Åsavegen 53 (4650-77/87) og Åsavegen 57 (4650-77/691). Skjæring B5 gis geoteknisk kategori 3. Skjæring B6 gis geoteknisk kategori 2.

Kart med prosjekterte bergskjæring og befaringslokaliteter er vist i Figur 6-24.



Figur 6-24: Bergskjæring B5 og B6 på berggrunnskart.



Figur 6-25 Utklipp fra vegmodell profilnr. 1120-1260, samt profilnr. 0-40 langs veglinje 67000. Skjæring B5 i bakkant og skjæring B6 til høyre i forkant. Retning mot nordøst. (16.02.2026. Structor AS)

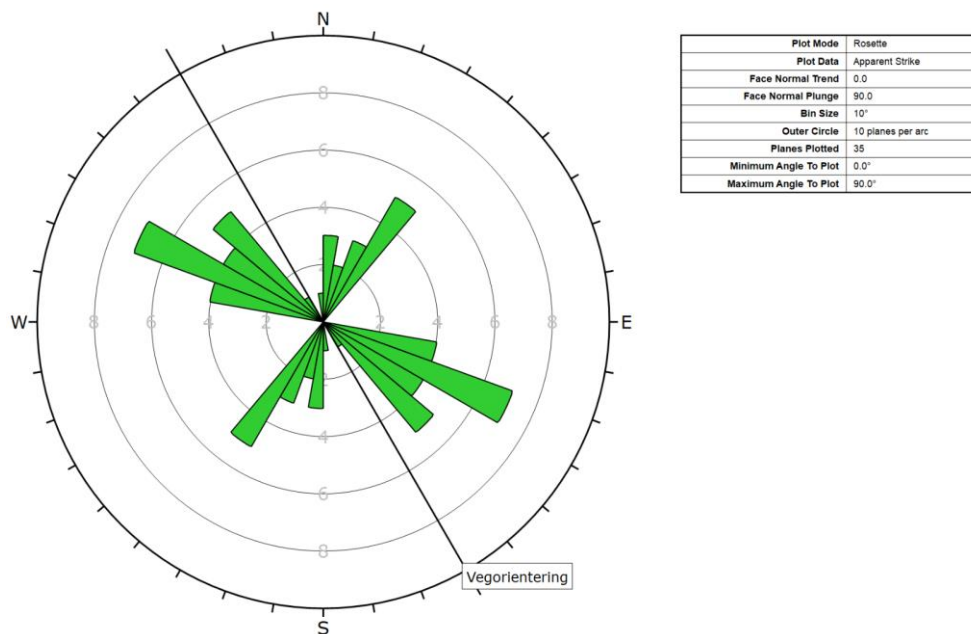
6.6.2 Løsmasser

Det er tilsynelatende tynt løsmassedekke i området og på toppen av nåværende skjæring. Nærmeste borpunkt BH02 viser 2,6 m løsmasser over berg (Figur 6-24) [29]. I bergmodellen antas det at løsmassemekktigheten går mot 1,5 m der hvor det ikke foreligger borpunkter. Endelig utforming av løsmasseskråninger langs skjæring B5 vil detaljprosjekteres i neste fase.

6.6.3 Befaringsobservasjoner

Befaringslokalitet A1 er relevant. Her er det en eksisterende høy bergskjæring som er 6 m på det høyeste (Figur 6-27, Figur 6-28). Gneisen viser høyere grad av oppsprekking i nordenden av A1 med små løse blokker.

Sprekkerose for lokaliteten er vist i Figur 6-26 og befaringsobservasjoner er angitt i Tabell 6-9 og Tabell 6-10.



Figur 6-26: Sprekkerose for lokalitet A1.



Figur 6-27: Eksisterende bergskjæring ved lokalitet A1. Bildet er tatt mot nord. Kilde: COWI AS.



Figur 6-28: Bloksamling med mulig avløsende sprekk på S3 ved lokalitet A1. Bildet er tatt mot øst. Kilder: COWI AS.

Tabell 6-9 Generell beskrivelse for befaringslokalitet A1.

Egenskap	A1
Lokalitetstype	Eksisterende skjæring
Bergbeskrivelse	Granittisk gneis, foliert, oppsprukket
Eksisterende sikring	Ingen
Bergart	Gneis
Isotropi	Anisotrop
UCS	Sterk (50-100MPa)
RQD	50-75
Antall sprekesett	3
J _r	3 Ru eller ujevn bølgete
Forvitningsgrad	Frisk/uforvitret
J _a	1 a) Uomvandlede sprekkeflater
Blokkstørrelse	200-600mm
Bergvann	Tørt
Overvann	Drypp
Blotningsstørrelse	L=70 m, H=6 m.

Tabell 6-10: Registreringer av sprekesett ved befaringslokalitet A1.

	S1	S2	S3
Orientering	45/020	90/270	20/220
Utstrekning	Flere meter	1 m	0,5-1 m
Sprekkeavstand	200 - 600 mm.	600 - 2000 mm.	200 - 600 mm.
Sprekkeåpning	0,25 - 0,5 mm.	0,5 - 2,5 mm.	2,5 - 10 mm.
Sprekkefyll	Ikke observert	Lokal kloritt	Ikke observert
Sprekkeruhet mm	Ru	Ru	Ru
Sprekkeruhet cm	Plan	Plan	Plan
Sprekkeruhet m	Bølget	Rett	Kurvet

Del 2: Tolkningsdel

7 Tolkning

7.1 Generell oppsprekking i bergmassen

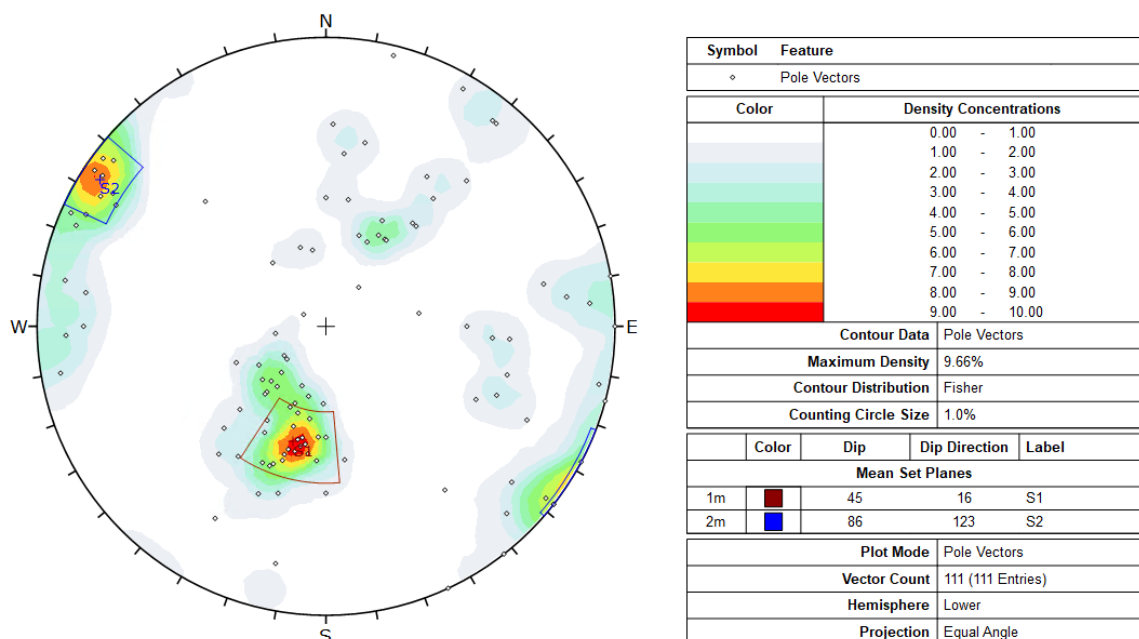
Som beskrevet i avsnitt 6.2 består bergmassen av foliert granittisk gneis. Gneisen er hard, men knuser med flereammerslag. Bergmassen viser middels til høy oppsprekking. Det er observert 3 sprekkesett på hver befarringslokalitet langs traseen. Hovedsprekkesettet følger typisk foliasjonen i berget. De andre to sprekkesettene består av steile sprekker.

Alle sprekke målinger tatt på befaringen er vist i et konturplott i Figur 7-1. Målingene viser at det er to tydelig definerte sprekkesett i prosjektområdet. Det ene sprekkesettet (S1) følger foliasjonen, og faller i gjennomsnitt 45° mot nord-nordøst (016°). Den andre sprekkesettet (S2) har et gjennomsnittlig subvertikalt fall (86°) med sørøstlig fallretning (123°).

Oppsprekingsgrad varierer langs traseen avhengig av sprekkeavstand til S1. Dette sprekkesettet har den minste sprekkeavstanden på 20-60 mm (befarringslokalitet A2). Generelt er sprekkeavstanden middels stor (200-600 mm). Sprekkeåpning er typisk åpen (0,5-2,5 mm) eller moderat bred (2,5-10 mm). Generelt er det ikke observert sprekkefyll på S1.

De steile sprekke har stor variasjon i sprekkeavstand og sprekkeåpning langs traseen. Enkelte av disse sprekke er observert med klorittfyll og slickenlines.

To lineamenter tolket fra flybårne lidardata krysser vegtraséen henholdsvis like sør for skjæring B1 og B2. Lineamentene har nordvestlig strøk og sees i sammenheng med gneisens foliasjon, som har tilsvarende strøk. Det antas at kombinasjonen av bergartsstrukturen og senere landskapsutvikling med erosjon som følge av isbevegelser har gjort lineamentene tydelige i dagens landskap. To lineamenter krysser planlagte skjæring B5. Her følger ett av lineamentene en breskurt bergskrent.



Figur 7-1: Samlede sprekke målinger for hele traseen.

7.2 Generelle sikringsmetoder/metodikk

Det er svært viktig med ingeniørgeologisk kompetanse under uttak av skjæringer for å vurdere stabilitet, sikringsmidler og sikringsomfang.

Skjæringer skal kunne stå 20 år uten vedlikehold og det skal ikke forekomme nedfall av stein og is på vegbanen. Det er forventet at normale sikringsmetoder vil være gjeldende for skjæringene; rensk, bolting, steinsprangnett og sprøytebetong. Der skjæringer skal anlegges nær bebyggelse bør skjæringene forboltes for å bevare fin kontur og bidra til totalstabiliteten der det er ugunstig sprekkeretning.

- > Rensk må påregnes for hver enkelt skjæring. Rensk med maskin må utføres slik at berget ikke skades unødig av selve rensken. Det er viktig med kompetent personell, slik at eventuelle låseblokker/nøkkellokker ikke renskes ned og gjør arbeidssikring mer komplisert enn nødvendig.
- > Bolting må påregnes for hver skjæring, enten i form av spredt bolting eller systematisk bolting. Boltelengde og -type bestemmes ut fra de stedlige geologiske forholdene. Her er det spesielt viktig med kompetent personell som følger opp skjæringene og vurderer endelig sikringsomfang. Under uttak av skjæring må det vurderes om det er mulighet for større utglidninger. Dette kan kreve dimensjonering av tung sikring eller andre tiltak, som f.eks. å ta ned bergskjæringen.
- > Steinsprangnett brukes ved tett oppsprekking som medfører fare for nedfall av mindre stein og blokker. Steinsprangnett hindrer også nedfall av is der det er utfordringer knyttet til iskjøving.
- > Bergbånd kan bli tatt i bruk for å låse større blokker.
- > Sprøytebetong kan være et alternativ til steinsprangnett, spesielt ved svært oppsprukket berg. I vannførende bergmasse eller ved overvann er det viktig å sette inn drenerende tiltak.
- > Selvborende, gyste bolter kan være et alternativ for å sikre totalstabiliteten.

Skjæringstopp skal være rensket minimum 2 m inn fra skjæringskanten og løsmassene utenfor skjæringstoppen skal utformes med stabil skråningshelning eller med andre tiltak som gjør at det ikke er fare for utgliding av løsmasser. Sidebratt terreng må håndteres ved hver enkelt skjæring der det er aktuelt. Det må sikres mot nedfall og sikringen må være hensiktsmessig og formålstjenlig. Eksempler kan være støttemur, sognemur eller fangvoll. Det kan også være behov for avskjærende drenering ovenfor skjæringstopp for å forhindre erosjonsskader eller iskjøving.

Ved grøftebredde som medfører kort avstand mellom fortau og bergskjæring må ekstra sikringstiltak som hindrer nedfall på fortauet utføres. Dette gjelder både sikring i selve bergskjæringen, med steinsprangnett eller sprøytebetong, og sikring mot nedfall fra skjæringstoppen. Aktuelle sikringstiltak på skjæringstoppen kan være sognemur, betongkant, steinsprangnett hevet over skjæringstopp, og/eller gjerde.

I reguleringsplanfasen har oppdragsgiver ønsket at skjæringer modelleres med helning 4:1 for å ivareta arealbruk dersom det i senere faser besluttes å etablere forblendingsmurer istedenfor permanente bergskjæringer. Generelt anbefales helning 10:1 dersom det blir aktuelt med bergskjæringer. Det er derfor et bevisst avvik mellom skjæringsgeometriene som illustreres i Vedlegg 2 og de ingeniørgeologiske vurderingene i denne rapporten og i Vedlegg 3.

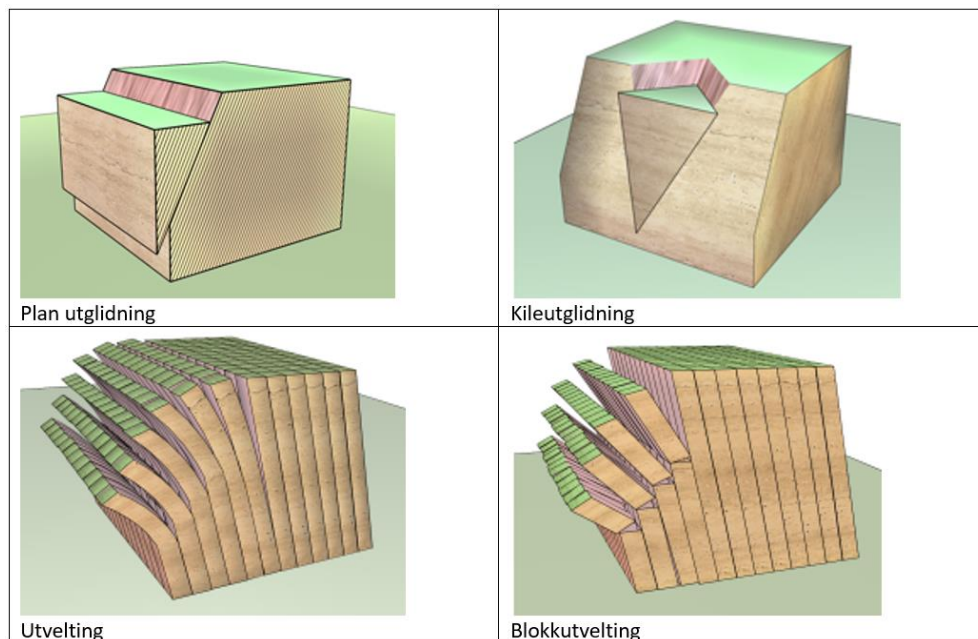
Der hvor konturlinje kommer tett opp mot bebyggelse kan også bergskjæring bores vertikalt for å øke avstanden.

Det er gjort et innledende estimat på sikringsmidler og -mengder for skjæringene i prosjektområdet. Noe usikkerhet er knyttet til estimatene, da det kan komme frem informasjon i senere faser eller under utførelse som gjør at det er behov for tyngre sikring. Endelig sikringsomfang må bestemmes i en senere fase.

7.3 Tolkning av løsnemekanismer

For å vurdere stabilitet i bergskjæringene er det utført kinematiske analyser basert på feltdata fra nærliggende befaringslokaliteter. Aktuelle feltdata for de ulike skjæringene er presentert i kapittel 6.

Det er utført kinematiske analyser med dataprogrammet DIPS v8.0. Detaljerte resultater fra de kinematiske analysene er gitt i Vedlegg 3. En kort sammenfatning av disse, med mer, gis i tolkning av hver enkelt bergskjæring. DIPS gir resultater for plan utglidning (planar sliding), ubegrenset plan utglidning (planar sliding (no limits)), kileutglidning (wedge sliding), utvelting (flexural toppling) og blokkutvelting (direct toppling), se Figur 7-2. Det brukes norske begreper i denne rapporten, mens resultatene i tabellene i Vedlegg 3 står på engelsk.



Figur 7-2: Løsnemekanismer fra bergskjæring som vurdert i DIPS. Illustrasjon fra [30].

DIPS angir ikke en sannsynlighet for utfall direkte, men angir i prosent hvor mange av de innmålte sprekkeene som kan forårsake en gitt løsnemekanisme. Det er gjort en forenkling i

tabellene som viser de enkelte løsnemekanismene for hver skjæring. Tallverdier finnes i vedlegget. 1 til 15 % beskrives som lite fremtredende, fra 15 til 40 % beskrives som middels fremtredende og fra 40 til 100 % beskrives som sterkt fremtredende. Det er i tillegg gjort en vurdering av stabiliteten basert på feltobservasjoner og visuelle observasjoner i stereoplott.

De kinematiske analysene er utført med representative skjæringsorienteringer og med skjæringshelning på 84° (10:1). Direkte tilt-testing er ikke utført på bergstykker. Dermed er det benyttet en friksjonsvinkel på 30°. Sideavgrensning er satt til 20°. For plan utglidning er det oppgitt mulighet for både begrenset (20° sideavgrensning) og ubegrenset plan utglidning. Ubegrenset utglidning er tatt med for å synliggjøre om plan utglidning kan bli aktuelt om forhold som spreke- eller skjæringsorientering endrer seg betydelig langs skjæringen.

Sprekkesett som vises i polplott, og som er brukt i de kinematiske analysene, er definert ut fra feltobservasjoner. Sprekkesettene angis med fall og fallretning. Alle innmålte sprekker er tatt med i den kinematiske analysen.

Det bemerkes at usikkerhet er knyttet til observerte strukturers forløp mot dypet. Denne usikkerheten er også til stede i analyseresultatene. Der en bergskjæring går langs en kurve er omtrentlig skjæringsorientering benyttet i den kinematiske analysen. Endelig vurdering av detalj- og totalstabilitet må gjøres i felt etter at berget er avdekket og skjæringene er etablert. I forbindelse med kinematiske analyser i senere faser av prosjektet bør for eksempel friksjonsvinkel vurderes for hver enkelt analyse. Dette gjelder spesielt der det er registrert lave Jr- og/eller høye Ja-verdier på befaringslokaliteter.

7.4 Bergets syredanningspotensiale

Det ble tatt innledende bergprøver ved lokalitet A1 og A4. Prøvene ble sendt til Vannlaboratoriet AS for testing av syredanningspotensiale. Resultater fra innledende laboratorietesting hadde gjort det nødvendig å utføre et mer omfattende testprogram. Detaljer om prøvetakingsprogrammet kan finnes i egen rapport om geokjemiske analyser [27].

Totalt ble 16 bergprøver tatt for videre tester av Vannlaboratoriet AS. Svovelanalyse og hydrogenperoksidtest ble utført på alle prøvene. Samtlige analyserte bergprøver er klassifisert som *ikke syredannende* [27]. Derfor er det ikke forventet sur avrenning fra utsprengt berg eller i bergskjæring langs traseen, og det er ikke behov for spesial deponering av massene.

8 Skjæringer

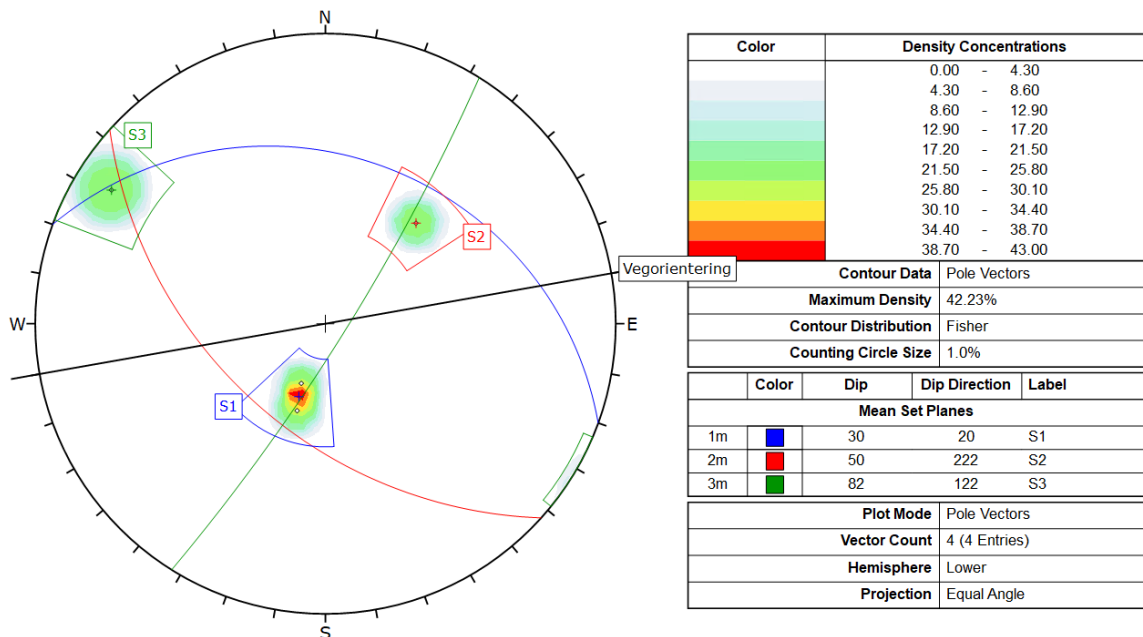
8.1 Skjæring B1

Skjæring B1 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 395-520. Skjæringens lengde er 125 m og maksimal høyde er 4,1 m. Fra relieffkart har det blitt tolket et lineament som krysser skjæringen ved profilnr. 520.

8.1.1 Sprekkesett og stabilitet

For skjæring B1 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkkartlegging ved befaringslokalitet A7. Datagrunnlaget er begrenset og analysene er basert på få målinger. Sprekkemålinger fra lokalitet A7 er vist i Figur 8-1 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-1. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen viser at sprekkesett S1 og S3 gir mulighet for kileutglidning. Moderat fall på sprekkesett S1 bidrar til å øke størrelsen av eventuelle bergkiler, mens steilt fall på sprekkesett S3 er begrensende for blokkstørrelsen. Den korte registrerte utstrekningen av sprekker i sprekkesett S3 gir mindre sjanse for kiledannelse. Det bemerkes at hyppig variasjon i fall og fallretning på sprekkesett S1 gjør at muligheten for planutglidning ikke kan utelukkes. Stor sprekkeavstand og -utstrekning av sprekken i sprekkesett S1 vil bidra til økt blokkvolum for mulig planutglidning.



Figur 8-1: Polplott med sprekkeregistreringer, tolkede sprekkesett og vegorientering ved skjæring B1.

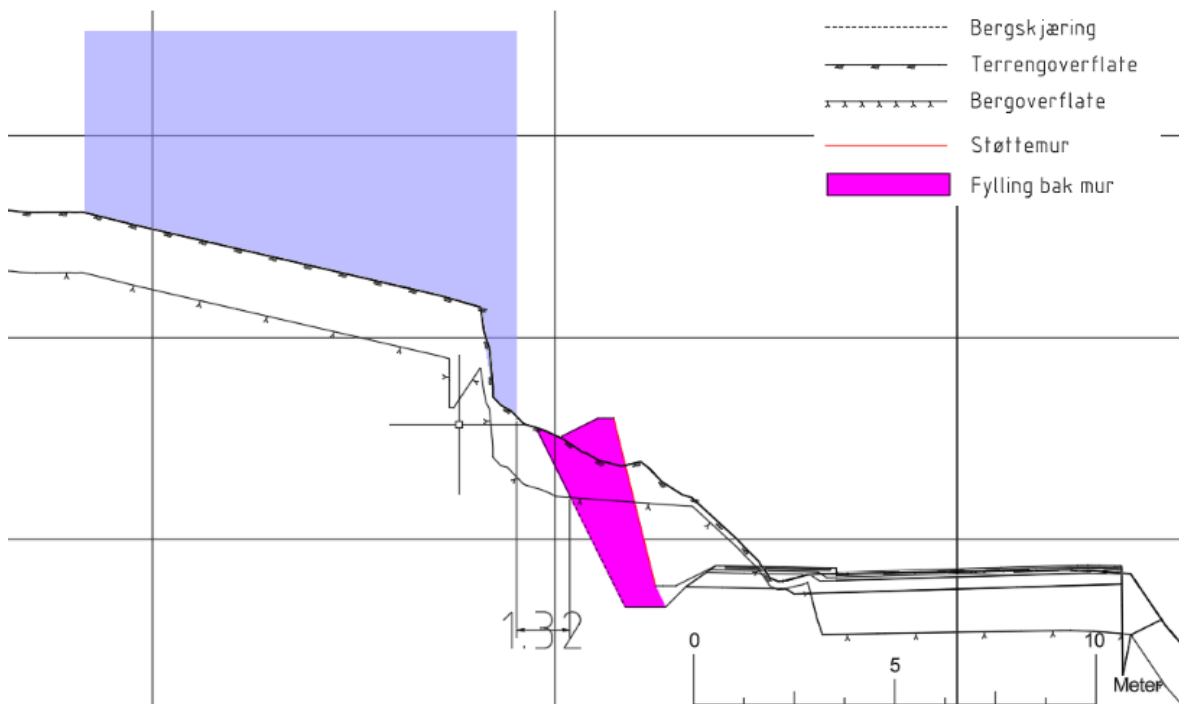
Tabell 8-1: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B1 med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utvelting	Blokkutvelting
B1 Lokalitet A7		Sterkt S1	Sterkt S1 og S3		

Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke
 Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme
 Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme
 Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme
 S = sprekkesett (for blokkutvelting oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)

8.1.2 Sikringsbehov

Bolighuset i Åsavegen 15 ligger tett på prosjektert skjæringstopp, og det er mulig at sprekker som er utgående i skjæringen kan underkutte bolighuset. For å bevare god kontur forventes det behov for forbolting av skjæringen. Det kan også vurderes å bore vertikalt for å øke avstanden fra kontur til eksisterende bygg. Tverrsnitt ved korteste avstand til bygget er vist i Figur 8-2.



Figur 8-2 Tverrsnitt ved profilnr. 435, hvor det er kortest avstand fra skjæring til bygg (Åsavegen 15).

Basert på kinematisk analyse og feltresultater forventes det at skjæringen generelt kan sikres med delvis systematisk bolting og delvis spredt bolting, anslagsvis 1 bolt / 9 m². Det kan forventes økt sikringsbehov hvis dårligere bergkvalitet påtreffes. Steinsprangnett eller sprøytebetong kan benyttes som en sikring mot nedfall på fortauet der hvor det ikke etableres mur i forkant av skjæringen. Det kan også være aktuelt å sikre mot nedfall fra skjæringstoppen med gjerde, sognemur, betongkant eller lignende. Bergoverflaten skal renskes nøye for løse blokker og i skjæringen og minst 2 m innenfor skjæringskant.

Laster fra den nærliggende boligen i Åsavegen 15 foreligger ikke i denne fasen. Med grunnlag i kartleggingen og de kinematiske analysene anbefales det å gjøre stabilitetsvurderinger for å ivareta totalstabiliteten i detaljprosjekteringsfasen. Vaiersaging kan vurderes som alternativ til sømboring.

Det ikke observert forhold som skulle tilsi spesielle utfordringer med vann og is i skjæringen.

Sikringsestimat for skjæringen er vist i Tabell 8-2.

Tabell 8-2 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B1.

Forbolter til topp skjæring [31] C-C 1 m 4 m (Ø 25 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 3 m (Ø 20 mm)	Sømboring (m) C-C 0,2 m
30	30	10	1750

8.2 Skjæring B2 øst

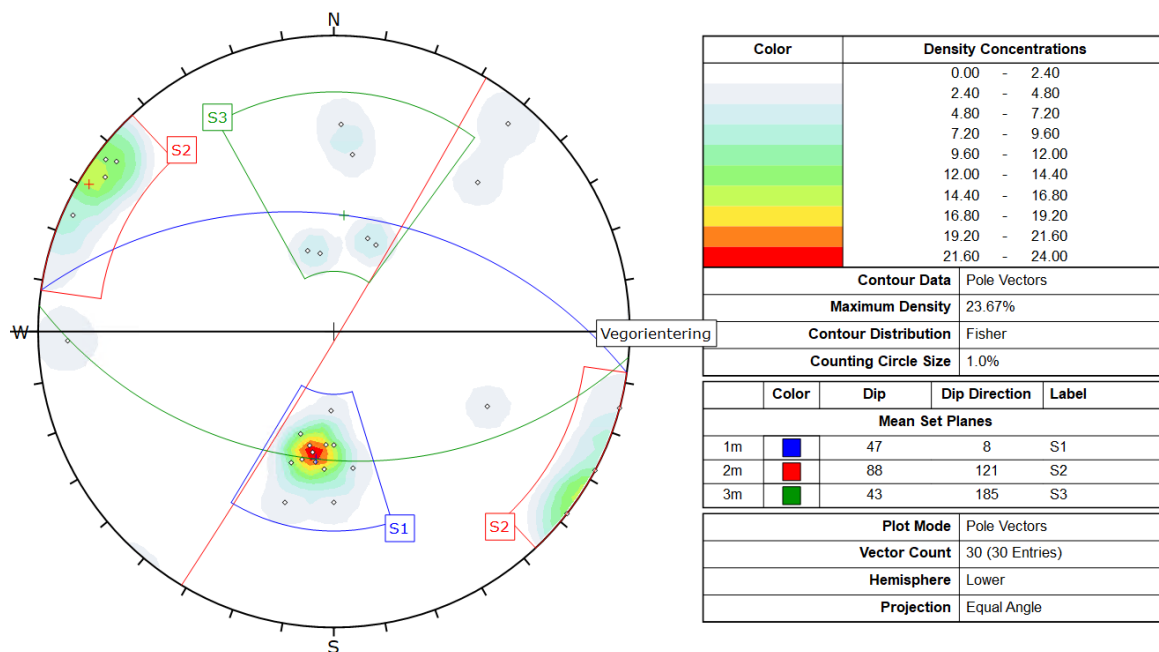
Skjæring B2 har en betydelig endring i orientering i vest ved profilnummer 870. Skjæring B2 øst blir på venstre side mellom profilnummer 685-870. Lengden av denne delen av skjæringen er 185 m og høyeste punkt er 5,4 m over vegbanen.

8.2.1 Sprekkesett og stabilitet

For den østlige delen av skjæring B2 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkekartlegging ved befaringslokaltet A4. Sprekkemålinger fra lokalitet A4 er vist i Figur 8-3 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-3. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen fremhever muligheten for planutglidning langs sprekkesett S1 og kileutglidning mellom sprekkesett S1 og S2, i tillegg til S1 og S3. I tillegg gir sprekkesett S3 mulighet for utvelting, og sprekkesett S1 kan avløse blokker definert av sprekkesett S2 og S3 og dermed gi blokkutvelting fra skjæringen.

For planutglidning langs sprekkesett S1 vil blokkvolumet begrenses av sprekkeavstanden på 200-600 mm, men stor sprekkeutstrekning gir sannsynlighet for at større flak kan avløses. For mulige kileutglidninger vil kartlagt sprekkeavstand gi en pekepinn på tenkelige blokkstørrelser. Kombinasjoner av sprekkesett S1 og S2 vil dermed kunne gi større blokker, som begrenses i størrelse av kort sprekkeavstand i sprekkesett S1. Kombinasjoner av sprekkesett S1 og S3 vil gi mindre blokker gitt kort sprekkeavstand for begge sprekkesett.



Figur 8-3: Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett fra lokalitet A4. Vegorientering ved skjæring B2 øst er vist.

Tabell 8-3: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B2 øst med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utvelting	Blokkutvelting
B2 øst Lokalitet A4	Sterkt S1	Sterkt S1	Sterkt S1 og S2 S1 og S3	Middels S3	Middels S1 + S2 og S3
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme S = sprekkesett (for blokkutvelting oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)					

8.2.2 Sikringsbehov

Det er forventet bruk av forbolter for å bidra til fin kontur og bidra til totalstabiliteten til skjæringen og eiendommer på skjæringstoppen. Det ble vurdert slakere helning på skjæringen parallelt med orientering til sprekkesett S1 fordi dette vil kunne gi et mindre sikringsbehov. Grunnet kort avstand til overliggende boliger vurderes dette ikke hensiktsmessig. Nær vertikale skjæringer vil en kunne bevare større arealer på skjæringstoppen, men samtidig øker nødvendig sikringsomfang. Bergoverflaten skal renskes nøye for alle løse blokker, og minst 2 m fra skjæringskant.

Den kinematiske analysen og feltresultatene indikerer både plan utglidning og kileutglidning som sterkt fremtredende løsnemekanismer. I lys av dette forventes det at skjæringen sikres med delvis systematisk bolting og delvis spredt bolting, anslagsvis 1 bolt / 9 m². Grunnet lengden til bergskjæringen forventes variert sikringsbehov langs skjæringen. I områder med dårligere kartlagt bergkvalitet kan det være økt sikringsbehov. I områder med tettere oppsprekking kan det være behov for steinsprangnett.

Videre ble det observert dryppende vann i deler av eksisterende skjæring. Dette kan gi utfordringer med vann og is i skjæringen og kan gi behov for vann- og frostsikring.

Estimert sikringsbehov er vist i Tabell 8-4.

Tabell 8-4 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B2 øst.

Forbolter til topp skjæring [31] C-C 1 m 6 m (Ø 32 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 3 m (Ø 20 mm)
60	45	10

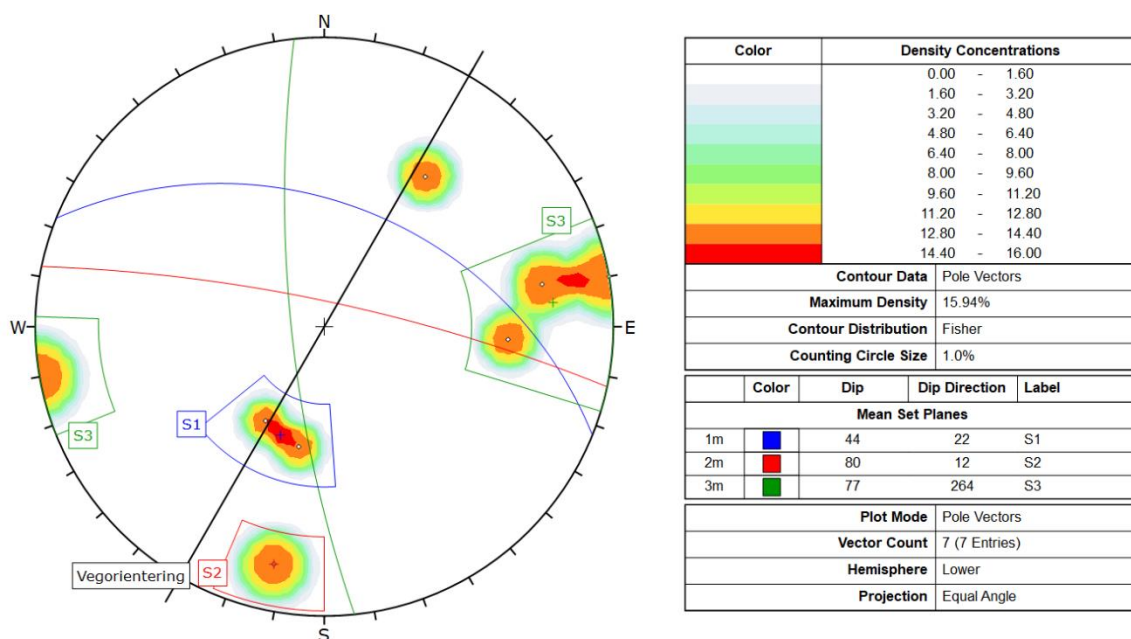
8.3 Skjæring B2 vest

Skjæring B2 har en betydelig endring i orientering i vest ved profilnummer 870. Skjæring B2 vest blir på venstre side mellom profilnummer 870-960. Lengden er 90 m og høyeste punkt er 3,6 m.

8.3.1 Sprekkesett og stabilitet

For den vestlige delen av skjæring B2 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkekartlegging ved befaringslokalitet A3. Sprekkemålinger fra lokalitet A3 er vist i Figur 8-4 og de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-5. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen viser mulighet for utglidning av bergkiler definerte av både sprekkesett S1 og S3, og sprekkesett S2 og S3. Sprekkeavstanden på 200-600 mm vil bidra til å redusere størrelsen av bergkiler, det samme vil relativt steile fall på sprekkesett S2 og S3. Analysen viser også mulighet for planutglidning på S1 og S3. Den lange registrerte utstrekningen på både S1 og S3 vil bidra til økt blokkstørrelse.



Figur 8-4: Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett fra lokalitet A3. Vegorientering ved skjæring B2 er vist.

Tabell 8-5: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B2 med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utveltning	Blokkutveltning
B2 vest Lokalitet A3		Sterkt S1 S3	Sterkt S1 og S3 S2 og S3		
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme S = sprekkesett (for blokkutveltning oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)					

8.3.2 Sikringsbehov

Bergoverflaten i skjæringen og 2 m innover skjæringstoppen skal renskes nøye for løse blokker.

Basert på kinematisk analyse og feltresultater forventes det at skjæringen generelt kan sikres med delvis systematisk bolting og delvis spredt bolting, anslagsvis 1 bolt / 9 m². I områder med tett oppsprekking kan det være behov for steinsprangnett. Det kan forventes økt sikringsbehov hvis dårligere bergkvalitet påtreffes. Grunnet skjæringens utstrekning og at ubegrenset planutglidning er en aktuell løsnemekanisme kan forbolting vurderes for å sikre fin kontur og ivareta mest mulig av areal på skjæringstoppen.

Videre ble det observert vannsig i sprekker i eksisterende skjæring ved lokalitet A3. Dette kan gi utfordringer med vann og is i skjæringen. Bruk av issikringsnett kan bidra til å redusere risikoen for isnedfall fra skjæringen.

Sikringsestimat er vist i Tabell 8-6.

Tabell 8-6 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B2 vest.

Forbolter til topp skjæring [31] C-C 1 m 4 m (Ø 25 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 3 m (Ø 20 mm)	Sømboring (m) C-C 0,2 m
25	25	10	2000

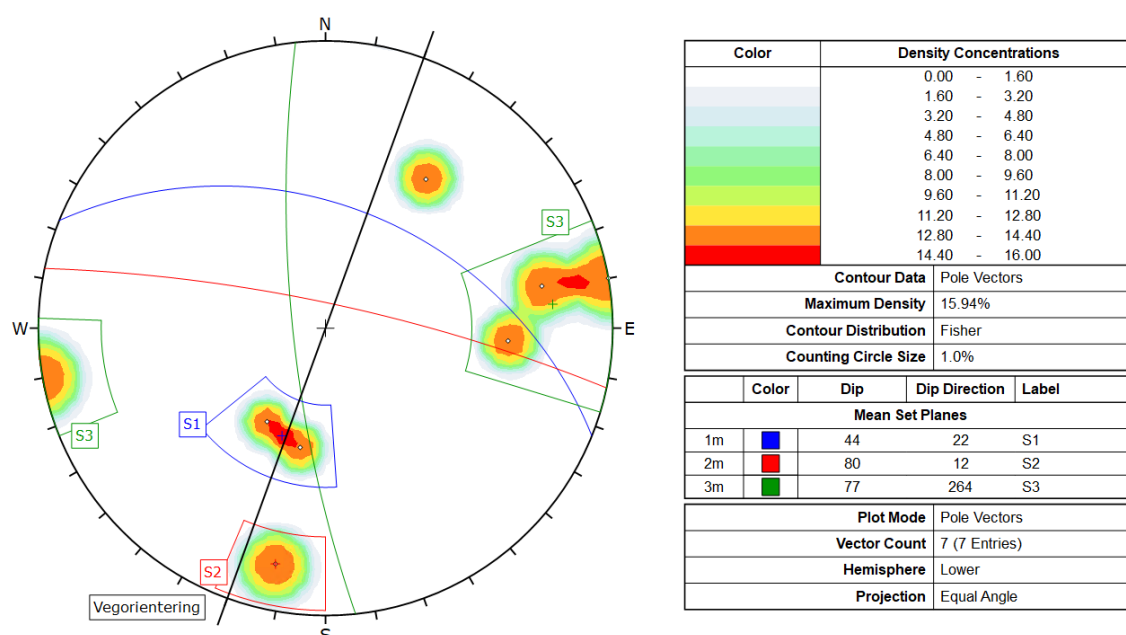
8.4 Skjæring B3

Skjæring B3 blir på høyre side av veg 10000 mellom profilnummer 930 og 935. Lengden er 15 m og høyeste punkt er 2,4 m.

8.4.1 Sprekkesett og stabilitet

For skjæring B3 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkekartlegging ved befaringslokalitet A3. Sprekkemålinger fra lokalitet A3 er vist i Figur 8-5 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-7. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen viser mulighet for ubegrenset utglidning langs sprekkesett S1. Analysen viser også mulighet for utvelting grunnet sprekkesett S3. Den lange registrerte utstrekningen på både S1 og S3 vil bidra til økt blokkstørrelse. Bergskjæringens begrensede utstrekning og høyde er derimot slik at det ikke forventes stabilitetsproblemer.



Figur 8-5: Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett ved lokalitet A3. Vegorientering fra skjæring B3.

Tabell 8-7: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B3 med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utvelting	Blokkutvelting
B3 Lokalitet A3		Sterkt S1		Middels S3	
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme S = sprekkesett (for blokkutvelting oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)					

8.4.2 Sikringsbehov

Bergoverflaten i skjæringen og minst 2 m innover skjæringstoppen skal renskes for løse blokker.

Basert på kinematisk analyse og feltresultater forventes det at skjæringen generelt kan sikres med spredt bolting.

Det er observert dryppende vann i deler av eksisterende skjæring langs vestsiden av veglinjen. På denne siden av veglinjen heller derimot terrenget fra skjæringen, og det er ikke forventet utfordringer med vann og is i skjæringen.

Sikringsestimat for skjæringen er vist i Tabell 8-8.

Tabell 8-8 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B3.

Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 25 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)
5

8.5 Skjæring B4

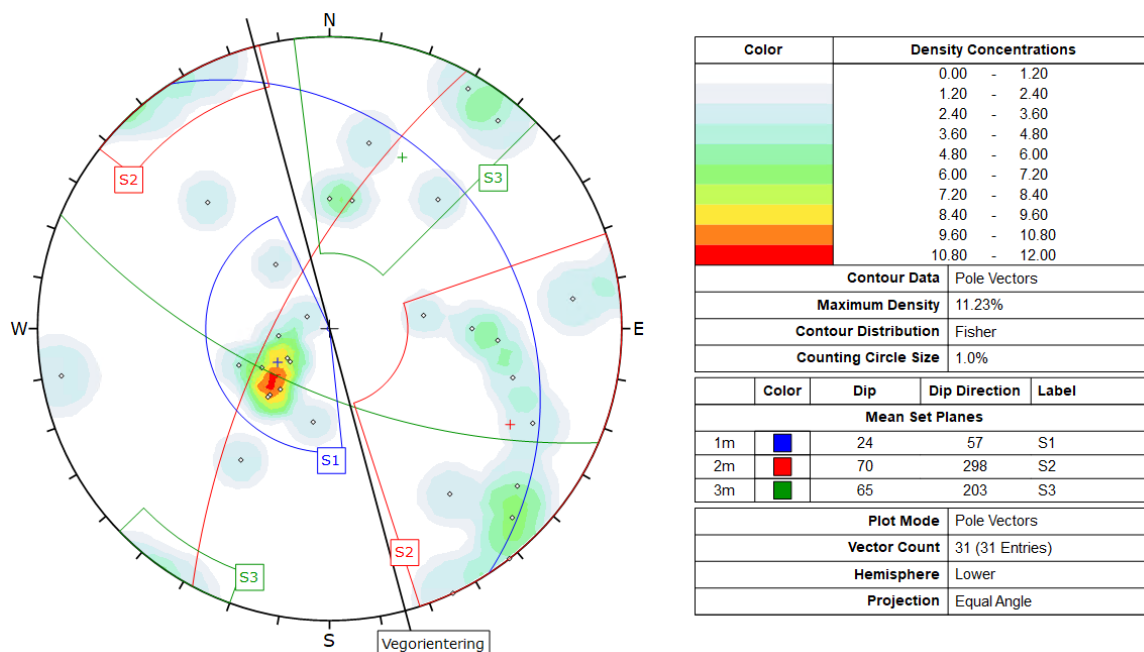
Skjæring B4 blir på høyre side av veg 10000 mellom profilnummer 1010-1080. Skjæringen blir 70 m lang og 3,8 m høy på det meste.

8.5.1 Sprekkesett og stabilitet

For skjæring B4 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkekartlegging ved befaringslokalitet A2. Sprekkemålinger fra lokalitet A2 er vist i Figur 8-5 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-7. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen viser mulighet for utglidning av bergkiler definerte av både sprekkesett S1 og S3, og sprekkesett S2 og S3. Sprekkeavstanden på 200-600 mm vil bidra til å redusere størrelsen av bergkiler, det samme vil relativt steile fall på sprekkesett S2 og S3.

Analysen viser også mulighet for planutglidning på S2 og ubegrenset planutglidning på S2 og S3. Den lange registrerte utstrekningen på både S1 og S3 vil bidra til økt blokkstørrelse. Grunnet variasjon i sprekkeorientering innad i sprekkesettene vurderes det at også blokkutvelting er en aktuell løsnemekanisme.



Figur 8-6 Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett ved lokalitet A2. Vegorientering fra skjæring B4.

Tabell 8-9: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B4 med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utvelting	Blokkutvelting
B4 Lokalitet A2	Middels S2	Sterkt S2 S3	Sterkt S2 og S3 S1 og S2	Lite S1	Lite S2 + S1 og S2
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme S = sprekkesett (for blokkutvelting oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)					

8.5.2 Sikringsbehov

Bergoverflaten i skjæringen og minst 2 m innover skjæringstoppen skal renskes for løse blokker. Rensk er svært viktig hvor det er tett oppsprekking og små løse blokker.

Basert på kinematisk analyse og feltresultater forventes det at skjæringen generelt kan sikres med delvis systematisk bolting og delvis spredt bolting, anslagsvis 1 bolt / 9 m². Det er planlagt mur langs hele skjæringstoppen. Det ble observert områder med tett oppsprekking, og det kan

være behov for steinsprangnett for å hindre nedfall. Grunnet at planutglidning er en mulig løsnemekanisme kan forbolting vurderes for å sikre en god skjæringskontur og ivareta eiendom på skjæringstoppen. Det kan forventes økt sikringsbehov hvis dårligere bergkvalitet påtreffes.

Det ikke observert forhold som skulle tilsi spesielle utfordringer med vann og is i skjæringen.

Sikringsestimat for skjæringen er vist i Tabell 8-10.

Tabell 8-10 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B4.

Forbolter til topp skjæring [31] C-C 1 m 4 m (Ø 25 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 3 m (Ø 20 mm)	Sømboring (m) C-C 0,2 m
20	10	5	750

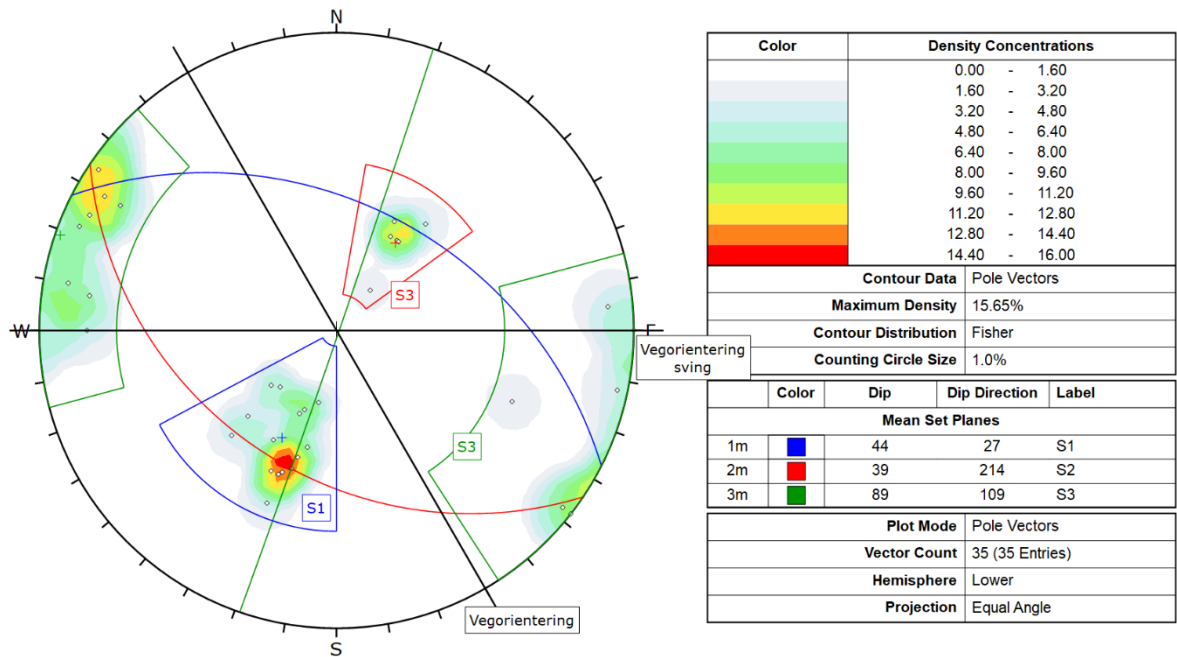
8.6 Skjæring B5

Skjæring B5 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 1135-1205. Den følger veglinjen med unntak av når veg 10000 møter avkjørselen til 67000, hvor skjæringen svinger og følger ny veglinje 67000. Langs 67000 går skjæringen fra profilnummer 0-40. Total lengde på skjæringen er 110 m og høyden er 11,6 m på det meste. Fra relieffkart har det blitt tolket to lineamenter som krysser skjæringen, ved profilnr. 1180 langs veglinje 10000 og ved profilnr. 40 langs veglinje 67000.

8.6.1 Sprekkesett og stabilitet

For skjæring B5 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkkartlegging ved befaringslokalitet A1. Siden skjæringen svinger for å følge veglinje 67000 er det gjort kinematisk analyse for to ulike skjæringsorienteringer. Sprekkemålinger fra lokalitet A1 er vist i Figur 8-5 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-7. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen peker på mulighet for alle løsnemekanismer langs skjæringen orientert mot sørvest. Analysen viser mulighet for planutglidning langs sprekkeseett S3, ubegrenset planutglidning fra både S2 og S3 og kileutglidning som følge av kombinasjoner av sprekkeseett S2 og S3. Videre gir analysen mulighet for utvelting som følge av sprekkeseett S1 sin orientering i forhold til skjæringen. Det er også en mulighet for blokkutvelting der bergkiler definert av sprekkeseett S2 har sprekkeseett S2 eller S3 som avløsende sprekkplan. Størrelsen på mulig løse blokker reduseres av typisk kort sprekkavstand på 200-600 mm eller mindre. Lokalt kan sprekkavstanden være større. Ved lokalitet A1 har sprekkene relativt stor utstrekning sammenlignet med lokalitet A2.



Figur 8-7: Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett ved lokalitet A1. To vegorienteringer fra skjæring B5 er oppgitt grunnet at skjæringen svinger.

Tabell 8-11: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B5 med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utveltning	Blokkutveltning
B5 Fall mot sørvest Lokalitet A1	Middels S3	Sterkt S2 S3	Sterkt S2 og S3	Lite S1	Lite S2 + S1 og S3
B5 sving Fall mot sør Lokalitet A1	-	Sterkt S2	Sterkt S2 og S3	Middels S1	Middels S2 + S1 og S3
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme S = sprekkesett (for blokkutveltning oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)					

8.6.2 Sikringsbehov

Bergoverflaten i skjæringen og minst 2 m innover skjæringstoppen skal renskes for løse blokker. Rensk er svært viktig i nordenden av bergskjæringen hvor det er et område med tett oppsprekking og små løse blokker.

Basert på kinematisk analyse og feltresultater forventes det at skjæringen kan sikres med delvis systematisk bolting og delvis spredt bolting, anslagsvis 1 bolt / 9 m². I områder med tett oppsprekking kan det være behov for steinsprangnett. Grunnet lengden til bergskjæringen forventes stor variasjon i sikringsmetode langs skjæringen. Det er forventet bruk av forbolter for å hindre større utfall fra høyt i skjæringen, spesielt der hvor skjæringen svinger. Det kan forventes økt sikringsbehov hvis dårligere bergkvalitet påtreffes. Det må også påberegnes

større sikringsbehov langs de høyeste delene av skjæringen, spesielt hvor grøftebredden er liten. Sikringsestimat for skjæringen er vist i Tabell 8-12.

Tabell 8-12 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B5.

Forbolter til topp skjæring [31] C-C 1 m 12 m (Ø 32 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 3 m (Ø 20 mm)	Sømboring (m) C-C 0,2 m
35	70	15	4000

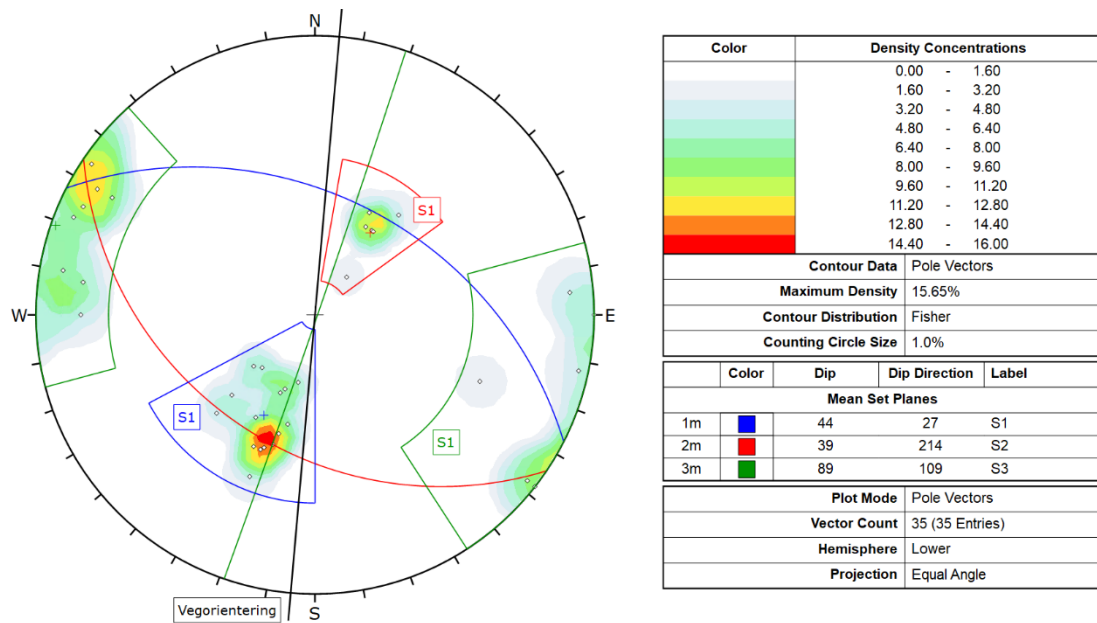
8.7 Skjæring B6

Skjæring B6 blir på venstre side av veg 10000 mellom profilnummer 1210-1245. Veglinje 67000 vil gå ovenfor skjæringen. Skjæringens lengde er 35 m og høyden er 4,5 m på det meste. Deler av skjæringen vil dekkes av mur.

8.7.1 Sprekkesett og stabilitet

For skjæring B6 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkekartlegging ved befaringslokalitet A1. Sprekkemålinger fra lokalitet A1 er vist i Figur 8-5 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-7. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen peker på mulighet for planutglidning langs sprekkeseett S3, og kileutglidning som følge av kombinasjoner av sprekkeseett S2 og S3, i tillegg til S1 og S3. I følge analysen er ubegrenset planutglidning aktuell løsnemekanisme, men skjæringen har begrenset utstrekning. Videre gir analysen mulighet for utvelting som følge av sprekkeseett S3 sin orientering i forhold til skjæringen. Det er også en mulighet for blokkutvelting der bergkiler definert av sprekkeseett S1 og S3 har sprekkeseett S2 som avløsende sprekkeplan. Størrelsen av mulig løse blokker reduseres av typisk kort sprekkeavstand på 200-600 mm eller mindre. Lokalt kan sprekkeavstanden være større. Ved lokalitet A1 har sprekkeene relativt stor utstrekning.



Figur 8-8: Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett ved lokalitet A1. Vegorientering fra skjæring B6.

Tabell 8-13: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B6 med grad av fremtreden og hvilke sprekkesett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utvelting	Blokkutvelting
B6 Lokalitet A1	Lite S3	Sterkt S2 S3	Middels S2 og S3 S1 og S3	Middels S3	Middels S2 + S1 og S3
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkesett kan gi løsnemekanisme S = sprekkesett (for blokkutvelting oppgis baseplan-sprekkesett + to sprekkesett som skjærer hverandre)					

8.7.2 Sikringsbehov

Bergoverflaten i skjæringen og minst 2 m innover skjæringstoppen skal renses for løse blokker.

Basert på kinematisk analyse og feltresultater forventes det at skjæringen kan sikres med spredt og delvis systematisk bolting, anslagsvis 1 bolt / 9 m². I områder med tett oppsprekking kan det være behov for steinsprangnett. Grunnet nærhet til veglinjen ovenfor og at planutglidning er en aktuell løsnemekanisme kan forbolting vurderes for å sikre fin kontur og at skjæringstoppen ivaretas. Det kan forventes økt sikringsbehov hvis dårligere bergkvalitet påtreffes.

Det ble ikke observert bergvann i eksisterende skjæring. Det forventes ikke utfordringer med vann og is i skjæringen.

Sikringsestimater for skjæringen er vist i Tabell 8-14.

Tabell 8-14 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B6.

Forbolter til topp skjæring [31] C-C 1 m, 5 m (Ø 32 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 9 m ² 3 m (Ø 20 mm)
10	5	5

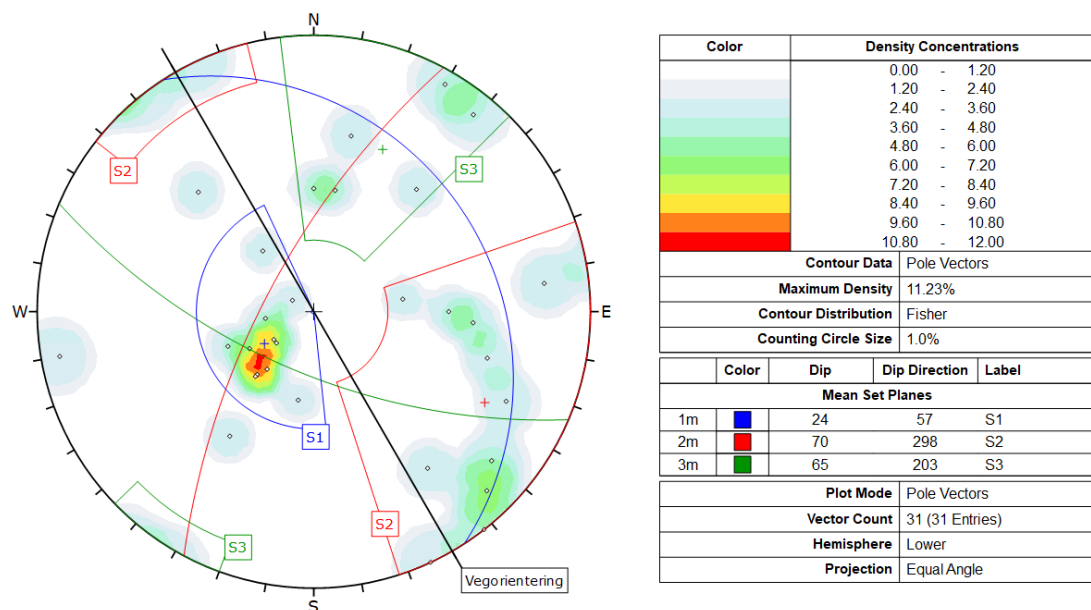
8.8 Skjæring B7

Skjæring B7 blir på høyre side av veg 65010 mellom profilnummer 35-112. Skjæringens lengde blir 77 m og høyden er 2,0 m på det meste.

8.8.1 Sprekkesett og stabilitet

For skjæring B7 er det utført kinematisk analyse basert på sprekkekartlegging ved befaringslokalitet A2. Sprekkemålinger fra lokalitet A2 er vist i Figur 8-9 og en oppsummering av de mest fremtredende løsnemekanismene kan sees i Tabell 8-15. Videre detaljer fra den kinematiske analysen kan sees i Vedlegg 3.

Den kinematiske analysen av skjæring B7 tilsier at alle løsnemekanismer kan være aktuelle. Sprekkesett S3 kan gi planutglidning. Kileutglidning er mulig på sprekkesett S2 og S3, i tillegg til sprekkesett S1 og S2. Utvelting kan forekomme langs sprekkesett S1 og blokkutvelting kan skje som følge av at kiler definert av sprekkesett S1 og S2 avløses på sprekkesett S3. Aktuelle blokkstørrelser begrenses av tett sprekkeavstand på alle sprekkesett, spesielt på sprekkesett S1 med sprekkeavstand 20-60 mm.



Figur 8-9: Polplott med sprekkeregistreringer og tolkede sprekkesett ved lokalitet A1. Vegorientering følger sideveg til Fv. 615 langs skjæring B7.

Tabell 8-15: Fremtredende løsnemekanismer i skjæring B7 med grad av fremtreden og hvilke sprekkeseett det gjelder.

Skjæring	Plan utglidning	Ubegrenset plan utglidning	Kileutglidning	Utvelting	Blokkutvelting
B7 Lokalitet A2	Middels S3	Sterkt S3 S2	Sterkt S2 og S3 S1 og S2	Lite S1	Middels S3 + S1 og S2
Blank celle = løsnemekanisme indikeres ikke Lite = lite fremtredende; 1-15.0 % av målte sprekker i sprekkeseett kan gi løsnemekanisme Middels = middels fremtredende; 15.1-40.0 % av målte sprekker i sprekkeseett kan gi løsnemekanisme Sterkt = Sterkt fremtredende; 40.1-100 % av målte sprekker i sprekkeseett kan gi løsnemekanisme S = sprekkeseett (for blokkutvelting oppgis baseplan-sprekkeseett + to sprekkeseett som skjærer hverandre)					

8.8.2 Sikringsbehov

Bergoverflaten i skjæringen og minst 2 m innover skjæringstoppen skal renskes for løse blokker.

Selv om skjæringen er lav (inntil 2 m) innebærer nærheten til Fv. 615 i overkant at sikring vurderes. Basert på kinematisk analyse, feltresultater og høyde på skjæring forventes det at skjæringen generelt kan sikres med spredt bolting. Til tross for lav skjæringshøyde kan forbolting vurderes for å ivareta konturen ved berguttak. Det kan forventes økt sikringsbehov hvis dårligere bergkvalitet påtreffes. Sikringsestimat for skjæringen er vist i Tabell 8-16.

Videre er det ikke observert forhold som skulle tilsi spesielle utfordringer med vann og is i skjæringen.

Tabell 8-16 Estimert bergsikring og mengdebeskrivelse av anbefalt bergskjæring B7.

Permanente bolter fullt innstøpt [31] 1 bolt / 20 m ² 2,4 m (Ø 20 mm)	Sømboring C-C 0,2 m
5	150

9 Boring og sprengning

9.1 Berguttak

Det forventes at berget primært tas ut med boring og sprengning. Likevel gjør nærhet til bebyggelse at det trolig må gjøres vibrasjonsreducerende tiltak i forbindelse med berguttak. Aktuelle tiltak er vaiersaging, sømboring eller slisseboring. Vaiersaging og slisseboring løsner berget og forventes å kunne dempe rystelser i større grad enn sømboring. Sømboring gir god bruddanvisning. Alle tre metodene forventes å hindre at sprenggasser går inn i sprekker bak skjæringen og gir et løft langs sprekkeplanet. Dette er spesielt viktig der det er en sjanse for at sprekker som er utgående i bergskjæringen underkutter bygningsfundamenter. Det bemerkes at det etter vaiersaging kan være behov for å spreng, pigge eller sprette bergblokker som er avløst. Nær bebyggelse gjør strenge vibrasjonskrav at det kan være hensiktsmessig å ta ut berg uten sprengning. Det vil antagelig være utfordrende å pigge bort større bergvolumer. Vaiersaging er da et alternativ. Oppsprekkingen må i så tilfelle kartlegges nøye før saging, da det kan være utfordrende å kartlegge sprekker på saget flate. Det vil være behov for å spreng, pigge eller sprette berget som er avløst med vaiersaging. Uttaksmetode kan bestemmes når vibrasjonskrav for byggverkene nær skjæringstoppen er satt.

Det er enkelte steder hvor det finnes steinmur i eksisterende bergskjæring, f.eks ved lokalitet A5. Bakstående løsmasser skal sikres før sprengningsarbeidet starter. En løsning kunne være å grave en stabil helning bak muren. Det henvises til geoteknisk rapport for utdyping av løsmasseparametere i tiltaksområdet [23]. Lokale stabilitetsberegninger bør utføres av geotekniker i neste fase.

Eventuelle tiltak knyttet til spesielle krav til kontur må vurderes fortløpende i anleggsfasen. Likeså tilpasses sprengningsopplegget fortløpende ved etablering av bergskjæringene. Utsprengte masser fra bergskjæringene skal lastes ut etter hver salve, og arbeidssikring skal vurderes fortløpende.

9.2 Nøyaktig boring

Nøyaktig boring er avgjørende for å oppnå god kvalitet på sprengning og spesielt på konturen i bergskjæringene. Borehullsavvik kan medføre større utfall i tillegg til økt behov for bergsikring.

Ugunstig orientering av sprekkeplan eller kvartsrike lag i foliasjonen i gneisen kunne medføre borehullsavvik langs strekningen. Borehull kan bøyes av til å gå parallelt med eller normalt på disse geologiske strukturene.

I forbindelse med grunnundersøkelser i 2025 erfarte grunnborene at borstrenger knakk på grunn av skrått berg [24].

Dersom det oppstår uakseptable avvik ved boring, må det utføres tiltak. Avhengig av de stedlige forhold er det flere mulige tiltak, for eksempel redusert matetrykk, endring i dimensjon eller endring i vinkel på hull. Optimalisering av skjæringsutforming vil derfor være en viktig del av den videre detaljprosjekteringen.

9.3 Borbarhet

Det er ikke utført laboratorietesting av borbarhet, sprengbarhet og borslitasje i forbindelse med dette prosjektet. Berget langs hele traseen er granittisk gneis. Bergarter med fremtredende foliasjon eller lagdeling, som gneis, kan medføre utfordringer med tanke på sprengbarhet. Generelt anses granittisk gneis som middels lett å bore- og sprengne i [32]. Den har typisk høy borbarhet (Drilling Rate Index: DRI) og lav borslitasje (Bit Wear Index: BWI). Den varierende mengden av kvarts i gneisen kan medføre at det er partier som har lavere DRI, høyere BWI og er hardere å bore i.

9.4 Vibrasjoner

I henhold til NS 8141:1 2022 [6] skal omkringliggende bygninger og andre konstruksjoner som kan tenkes å bli påvirket av grunnarbeidet besiktiges før og etter at arbeidet er utført. Det anbefales besiktigelse av byggverk fundamentert på berg innenfor en avstand på 50 m fra anlegget [8]. For byggverk fundamentert på løsmasser anbefales det besiktigelse innenfor 100 m fra anlegget. Ved omfattende sprengningsarbeider skal det vurderes å foreta besiktigelse av et større område. Det må utføres vibrasjonsovervåkning og oppfølging av aktuelle områder i anleggsfasen dersom besiktigelsen tilsier dette.

Det er mange bygg innenfor 50 m avstand fra planlagt veglinje. Det er ikke gjort detaljkartlegging av antall bygg, hvordan byggene er fundamentert og alle byggenes nøyaktige avstander til veglinjen.

Hele prosjektområdet er under marin grense. Likevel er det bare kartlagt marine avsetninger av NGU i et lite område sør for profilnummer 600-650 ved Selvågane (Figur 5-1, [15]). Nord for dette området er det påvist sprøbruddmateriale i borpunkt 29 og 30. Områdestabilitetsvurdering viser at området er stabilt, men på grunn av sprøbruddmateriale er det anbefalt å begrense vibrasjoner i forbindelse med sprengning og etablering av nærliggende bergskjæringer (B4 og B5). Det henvises til geotekniske rapporter for detaljer [29, 23].

Vibrasjonsgrenser fastsettes før arbeid med uttak av berg startes. Dette gjøres i en senere fase i forbindelse med detaljprosjektering. I henhold til NS 8141-3 [7], og gjengitt i V220 [12], skal vibrasjonene ikke overskride frekvensveide grenseverdien på 45 mm/s der bølgene fra sprengning når frem til en kvikkleireforekomst. Det er vurdert at samme grenseverdien bør beholdes for å unngå utløsning av skred i området utsatt for sprøbruddmateriale mellom profilnummer 600-650.

10 Skred

Tiltaksområdet er ikke utsatt for fjellskred, snøskred eller steinsprang [19].

Etter geotekniske grunnundersøkelser er det påvist et område som er utsatt for løsmasseskred under sprengning. I borpunkt 29 og 30 ble det påvist sandig, siltig sprøbruddmateriale [23]. Her er løsmassetykkelsen dyppest på 7,65-7,82 m. Området er sør for Selvågane mellom bergskjæring B1 og B2 og profilnummer 600-650. Området er vurdert som stabilt ifølge geoteknisk rapport, men har mulighet til å bli ustabil grunnet vibrasjoner fra sprengningsarbeidet [23]. Det blir viktig å besikte område under sprengning og begrense vibrasjoner til kravet angitt i NS 8141-3 [7] (se kapittel 9.4 for detaljer).

11 Hydrogeologi

I all hovedsak er grunnvannstanden i tiltaksområdet knyttet til grunnvann i berg. Ut fra den ene registrerte fjellbrønnen med målt grunnvannstand fra 2004 som er nærmeste 185 m unna traseen. Vannivået ble målt på 27,0 meter under terreng (45 moh.). Dette gir en kote på omtrent 18 moh. Se Figur 5-4.

Løsmassetykkelsen varierer over tiltaksområdet med dypeste på 7,82 m i borpunkt 30 ved Selvågane [29]. I dette området er det påvist sprøbruddmateriale, samt en liten pytt, som viser mulighet for hengende grunnvann. Det er ikke planlagt berguttak i forbindelse med bergskjæring i dette området.

På skjæringstoppene varierer løsmassetykkelsen mellom 0,7-3,28 m. Løsmassene består generelt av sand og silt [23]. Løsmassenes permeabilitet er vurdert som høy og det kan renne vann over bergskjæringene i perioder med mye regnvær. Dette øker mulighet for isdannelse i bergskjæringene.

Basert på den høye oppsprekkingsgraden og stor sprekkeåpning (opptil 10 mm) er bergmassens permeabilitet vurdert som middels høy. Dette er bekreftet med observasjoner av vannsig i sprekker i enkelte eksisterende bergskjæringene langs strekningen (f.eks. skjæring B2 og B3, se Figur 6-18). Dette kan føre til økt vannsig i perioder med mye regnvær, og mulig is- og frostdannelse i bergskjæringene.

12 Miljøgeologiske forhold

12.1 Syredannende bergarter

Berget i tiltaksområdet klassifiseres som «ikke syredannende». Det er følgelig ikke behov for tiltaksplaner knyttet til syredannende berg. For ytterligere detaljer henvises det til kapittel 5.7.1 og notat for geokjemisk analyse [27].

12.2 Radon

Bergarter som inneholde høye konsentrasjoner av uran kan frigjøre radongass i omgivelsene. Bergmassen er ikke vurdert å ha høye konsentrasjoner av uran. Tiltaks- og omkringliggende området er i tillegg kartlagt som moderat til lav aktsomhet for utslipp av radon gass [21]. Det er derfor ikke noe fare for radongass i tiltaksområdet. Se også Figur 5-7.

12.3 Steinstøv

12.3.1 Respirabelt krystallinsk silika

Ut ifra observasjoner på befaringen har gneisen en estimert kvartsmengde mellom 20-30%. Mengden varierer på grunn av hovedfoliasjonsstruktur i bergart som veksler mellom kvarts- og feltspatrike lyse lag, og biotittrike mørke lag. Den mengden kvarts gir økt risiko for dannelse av respirabelt krystallinsk silika under boring og sprengning som kan gi uheldige helsemessige konsekvenser ved innånding. Grenseverdien for totalt respirabelt krystallinsk silika i Norge er 0,05 mg/m³ [28]. Det er forventet noe tiltak under anleggsfasen for å overvåke eksponeringsnivået og begrense helsemessige påvirkninger.

12.3.2 Nåleformet sprengstein

Nydannet bore- og sprengstøv kan inneholde små partikler med skarpe kanter. Asbestminerale er den meste kjente mineral typen med nåleform. De skilles i to hoved mineralgrupper; serpentiner mineraler og amfibol mineraler. Begge mineralgrupper finnes i omdannede dypbergarter, for eksempel serpentinit og tremolittskifer. Den prekambriske granittisk gneisen er bygget opp av hovedsakelig kvarts, feltspat og biotitt. Denne bergarten har ikke serpentiner eller amfibolminerale som har potensiale for å danne nåleformede partikler under sprengning.

13 Påvirkning av omgivelser

Bergskjæringer på venstre side av veg 10000 og 67000 står i nærheten til bebyggelse.

- > Bergskjæring B1: kort avstand til overliggende bolig (1 m)
- > Bergskjæring B2: kort avstand til overliggende boliger (5-9 m)
- > Bergskjæring B4: kort avstand til overliggende boliger (2 m)
- > Bergskjæring B5: kort avstand til overliggende boliger (8-9 m)

14 Bergkvalitet til vegformål

Ved bruk av mekaniske egenskaper til knust berg ved Ryssdal pukkverket kan bergmassens egnet til vegformål vurderes ([22], Tabell 5-1). Materialkrav til mekaniske egenskaper angitt i N200 [10] er angitt i Tabell 14-1. Knust gneis fra Ryssdal pukkverket oppfyller materialkrav til bruk i forsterknings- og bærelag.

Ut ifra geokjemiske analyser av gneisen for syredanningspotensiale er det ikke påvist risiko for sur avrenning. Det henvises til vedlegg for geokjemiske analyser [27]. Det er vurdert at bergmassen som blir tatt ut langs traseen kan brukes til vegformål.

Tabell 14-1: Materialkrav til mekaniske egenskaper for steinmaterialer for bruk i bærelag og forsterkningslag [10].

Parameter	Krav for bærelag	Krav for forsterkningslag
Los Angeles-verdi	≤35	≤35
Micro-Deval-koeffisient	≤15	≤20
Flisighetsindeks	≤25	Ingen krav

15 Usikkerheter

- > **Geoteknisk kategori:** Det kan etterfølgende ha blitt gjort endringer som gjør at geoteknisk kategori til enkelte bergskjæringer revurderes. I de kommende planfaser kan det også avdekkes andre kompleksiteter som gjør at skjæringer kan endre geoteknisk kategori.
- > **Kvalitet til vegformål:** Det er henvist til egenskaper fra nærliggende granittisk gneis i nåværende rapport. Det kan bli små variasjoner i selve egenskaper til bergmassen i tiltaksområdet fra de som er angitt i grus og pukkdatabasen.
- > **Skjæringsutforming:** Endelig skjæringsutforming fastsettes i detaljprosjektering og under utførelse, etter hvert som ytterligere geologisk informasjon blir tilgjengelig. Dette inkluderer også løsmasseoverdekning ved topp skjæring.
- > **Sprengning:** Det må sprenges langs dagens veg, noe som vil kunne medføre stenging av eksisterende veg. Ved sprengning i nærheten av bygninger må det påses at vibrasjoner ikke overskrider aktuelle grenseverdier for bygninger. Fundamenteringsforhold må i så tilfelle være kartlagt, og det må vurderes besiktigelse av bygninger før og etter sprengning. Der sprøbruddmateriale er kartlagt i eller nær veglinjen må vibrasjonsgrenser, som beskrevet i NS 8141-3, overholdes. Dette kan medføre behov for reduserte salvestørrelser og dermed lengre anleggstid.
- > **Sikringsmengder:** Sikringsestimatet er basert på hvordan skjæringene er beskrevet i foreliggende rapport. Endelig skjæringsutforming vil være avgjørende for omfang av bergsikring. I detaljprosjekteringen kan det avdekkes behov for tyngre sikring enn det som er forutsatt i denne rapporten.

16 Oppfølging i byggefasen

Anlegget må følges opp av ingeniørgeolog som vurderer endelig utforming av skjæringene, samt behov for permanente sikringstiltak. Det må også utarbeides en ingeniørgeologisk sluttrapport som inkluderer eventuelle avvik i sikringsmetoder i forhold til det som er forutsatt i konkurransegrunnlaget.

Det er vurdert at berget i tiltaksområdet ikke har syredannende potensiale. Dersom det i byggefasen oppdages visuelle tegn til syredannende gneis, som pyrittkrystaller eller gul utfelling, må det umiddelbart gjøres nye undersøkelser av geolog.

I forbindelse med anleggsarbeidet må erfaren ingeniørgeolog sørge for at vibrasjonskrav blir fulgt opp og dokumentert. Dette gjelder kvikkleire/sprøbruddmateriale så vel som bygninger og infrastruktur.

17 SHA og YM

For vurdering av konsekvenser til ytre miljø (YM) ved utvidelse av fv. 615 Sandane-Storebrua henvises det til Fagrapport KU naturmangfold [33]. Det anbefales blant annet å unngå inngrep eller anleggsarbeid i vegetasjon i hekkeperioden for fugl (1. april – 15. juli). Tiltak ved Selvågane og ned mot renseanlegget bør ikke utføres i trekktiden for fugl i månedene april/mai og august/september

Det er påvist forhold knyttet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) som vil kunne påvirke anleggsgjennomføring.

Prosjektområdet er kartlagt som «moderat til lav aktsomhet for radongass» [21]. Anlegget i sin helhet er i dagen i åpne omgivelser, og det er følgelig ikke behov for tiltak mot radongass i anleggsperioden.

Det vil bli utført støyende arbeid i anleggsfasen. Luftkvaliteten vil også trolig påvirkes midlertidig av for eksempel sprengningsarbeid, anleggstrafikk og masseflytting. Tiltak mot støy og redusert luftkvalitet må vurderes i neste planfase.

Boring og sprengning i kvartsholdige bergarter produserer kvartsstøv som kan gi uheldige helsemessige konsekvenser ved innånding. Dette er beskrevet i Arbeidstilsynets dokument «Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi for respirabelt krystallinsk silika» fra 2021 [28]. Grenseverdien for totalt respirabelt krystallinsk silika i Norge er 0,05 mg/m³ [28]. I anleggsfasen bør det følgelig gjøres tiltak for å begrense produksjonen av respirabelt krystallinsk silika i henhold til grenseverdier oppgitt i dokumentet.

18 Videre arbeider

I forbindelse med uttak av skjæringer bør berget kartlegges av personell med ingeniørgeologisk kompetanse etter rensk av vegetasjon og løsmasser. Det bør i denne sammenhengen også gjøres en vurdering av skjæringsutforming og permanente sikringstiltak for total og lokal stabilitet.

Dersom tilbakefylling planlegges i senere fase må grøftebredde revurderes.

Det kan bli aktuelt med videre testing av bergmassens syredannende potensiale under utførelse. Dette er spesielt viktig dersom det planlegges å bruke utsprengte masser i vegoppbygging.

Det er registrert to energibrønner i fjell 10-20 m fra veglinje. Disse kan bli påvirket av anleggsarbeidene i forbindelse med utvidelse av vegen og bygging av fortauet, og etablering av bergskjæringer. Før oppstart må det gjennomføres en nærmere kartlegging og vurdering av disse.

På nåværende tidspunkt er det ikke gjort noen analyser for jordskjelvproblematikk for skjæringer. Grunnet områdets aktivitet for jordskjelv siden 1998 (se avsnitt 5.6) kan det være behov for ytterligere analyser i neste fase. Dette kan gi utslag på sikringsmengder for bergskjæringene.

I anleggsfasen bør det fortløpende vurderes behov for bergmekanisk testing for å undersøke utsprengte bergmassers egnethet i vegoppbygging.

19 Referanser

- [1] Kartverket, «Høydedata,» Kartverket, [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/laserinnsyn2>. [Funnet 02 2026].
- [2] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, 2016.
- [3] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2025 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler, 2025.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver,» Standard Norge, 2008.
- [5] Standard Norge, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger, 2021.
- [6] Standard Norge, «Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom,» Standard Norge, 2022.
- [7] Standard Norge, NS 8141-3:2025 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire, 2025.
- [8] Standard Norge, NS 8141-4:2021 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk — Del 4: Retningslinjer for besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggsstart, 2021.
- [9] Norsk Bergmekanikkgruppe, Veileder for bruk av Eurokode 7, versjon 1, 2011.
- [10] Statens vegvesen, Vegbygging, Håndbok N200, 2024.
- [11] Statens vegvesen, «Bergskjæringer, Håndbok V225,» 2025.
- [12] Statens vegvesen, Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220, 2025.
- [13] Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, «Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis, versjon 2,4,» Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2021.
- [14] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler, 2020.
- [15] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2021. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 01 2026].
- [16] Norges Geologiske Undersøkelse, «Nordfjordeid 1218 1, Berggrunnskart 1:50.000,» 23 April 2009. [Internett]. Available: <https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Kart/B50/nordfjordeid.pdf>. [Funnet 01 2026].
- [17] NVE, «Temakart for kvikkleire,» 14 10 2022. [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>.
- [18] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» 2021. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.
- [19] NVE, «NVE Faresoner,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/link/?link=faresoner>. [Funnet 7 2023].
- [20] NORSAR, [Internett]. Available: <https://www.jordskjelv.no/>.
- [21] NGU, «Nasjonalt aktsomhetskart for radon,» NGU, 26 10 2022. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/.

- [22] NGU, «Grus og pukk,» 2026. [Internett]. Available:
http://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/.
- [23] COWI, «Fv. 615 Sandane-Storebrua. Geoteknisk rapport for detaljreguleringsfase: Profil 1200-2450,» COWI, 2023.
- [24] COWI, «A298646-RAP-RIG-001 Geoteknisk datarapport,» 2025.
- [25] T. N. Dietler, A. G. Koestler og A. G. Milnes, «A preliminary structural profile through the Western Gneiss Complex, Sognefjord, southwestern,» *Norsk Geologisk Tidsskrift*, vol. 65, pp. 233-235, 1985.
- [26] M. G. Norton, «The Nordfjord-Sogn Detachment, W. Norway,» *Norsk Geologisk Tidsskrift*, vol. 67, pp. 93-106, 1987.
- [27] COWI AS, «A257198-ING-NOT-001 Geokjemiske analyser Fv. 615 Sandane-Storebrua,» 2023.
- [28] Arbeidstilsynet, «Grunnlag for fastsettelse av grenseverdi for respirabelt krystallinsk silika. Påfølgende revisjon av direktiv 2017/2398/EU,» Arbeidstilsynet, Trondheim, 2021.
- [29] COWI AS, «Fv. 615 Sandane-Storebrua GU, Geoteknisk datarapport,» 2023.
- [30] maptek, «stereonet t,» [Internett]. Available:
<https://help.maptek.com/vulcangeologycore/2022.1/topics/menus-and-tools/geotechnical/stereonet.htm>.
- [31] «R761, Prosesskode 1 - Standard beskrivelse for vegkontrakter,» Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, 2018.
- [32] A. Bruland, Hard Rock Tunnel Boring; Drillability - Catalog of Drillability Indices, NTNU, 1998.
- [33] COWI, «Fv. 615 Sandane-Storebrua Fagrapport KU Naturmangfold,» 2023.
- [34] Standard Norge, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger, 2014.
- [35] Standard Norge, «P-828:2023. Veiledning til NS 8141. Vibrasjoner fra sprengning og annen anleggsvirksomhet,» Standard Norge, 2023.

20 Vedlegg

Vedlegg 1: Geologisk kartvedlegg

Vedlegg 2: Tverrsnitt av bergskjæringer

Vedlegg 3: Kinematisk analyse