

Fagrappport ingeniørgeologi - bergskjæringer

April | 22

E39 Bue – Ålgård. Detaljreguleringsplan.

Oppdragsnr:	A128052 (COWI)
Oppdragsnavn:	E39 Bue – Ålgård. Detaljreguleringsplan.
Dokument nr.:	RAP-GEO-Ingeniørgeologisk rapport tunnel
Filnavn	Ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringer.pdf

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0	09.04.21		SKAN	PSCS/CDAN	JAON
1	17.12.21	UtK, oppdatering trasé og kommentarer NV	SKAN	CDAN	JKPN
2	22.04.22	UtK, oppdatering av kartvedlegg	SKAN	CDAN	JKPN

Forord

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av arbeidet med reguleringsplan for E39 Bue - Ålgård, i Bjerkreim kommune og Gjesdal kommune. Rapporten tar for seg temaet ingeniørgeologi, bergskjæringer.

Tiltakshaver og ansvarlig for utredningen er Nye Veier.

Hos Nye Veier har Kjetil Medhus og Tordis Vandeskog ledet arbeidet med reguleringsplanen. Kristian de Lange, Jannicke Neteland Olsen, Vidar Østerbø og Joachim Krogh Pedersen har vært prosjektledere hos COWI AS. Fagansvarlig for ingeniørgeologi har vært Siv Krane Adamsen.

April 2022
Stavanger

Innhold

Forord	3
1 Sammendrag.....	7
2 Innledning	8
2.1 Bakgrunn	8
2.2 Mål for prosjektet og planarbeidet	8
2.2.1 Hovedmål og delmål	8
2.3 Tiltaket	9
2.4 Regulerte alternativ og varslingsområde	9
3 Om denne rapporten	11
4 Geoteknisk kategori.....	12
4.1 Geotekniske kategori for bergskjæringer	12
4.2 Konsekvens-, pålitelighets- og kontrollklasser	13
4.3 Kategorier for de enkelte skjæringer	14
5 Grunnlag og grunnundersøkelser.....	16
5.1 Kartgrunnlag	16
5.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser	16
5.3 Utførte undersøkelser i denne planfase	17
5.3.1 Geofysiske undersøkelser	17
5.3.2 Geotekniske boringer og prøvetakinger	18
5.3.3 Kjerneboringer.....	18
5.3.4 Miljøkartlegging	18
5.3.5 Ingeniørgeologisk kartlegging	19
5.3.6 Skredkartlegging.....	19
6 Faktadel	20
6.1 Overordnet geologi	20
6.1.1 Topografi og terreng	20
6.1.2 Kvartærgeologi	20
6.1.3 Berggrunnsgeologi.....	22
6.1.4 Sulfidholdige bergarter og andre spesielle bergartsobservasjoner.....	23
6.1.5 Bergmassens mekaniske egenskaper	24
6.2 Generelt for skjæringer i berg	25
6.2.1 Funksjonskrav	25
6.2.2 Løsnemekanismer.....	25
6.3 Ingeniørgeologisk kartlegging av skjæringer	26
6.3.1 Skjæring 5200	27

6.3.2	Skjæring 5650	28
6.3.3	Skjæring 6650	31
6.3.4	Skjæring 7200	34
6.3.5	Skjæring 7500	37
6.3.6	Skjæring 8200	39
6.3.7	Skjæring 8800	43
6.3.8	Skjæring 9200	45
6.3.9	Skjæring 14800	47
6.3.10	Oppsummering av befaringsobservasjoner.....	48
6.4	Skredfare	51
7	Tolkningsdel	54
7.1	Skred	54
7.2	Skjæringer – tolkningsdel	55
7.2.1	Utforming og uttak av bergskjæringer	55
7.2.2	Borhullsavvik.....	57
7.2.3	Generelle sikringsmetoder	58
7.2.4	Tolkning av løsnemekanismer for skjæringer	59
7.2.5	Sikringsestimat	59
7.2.6	Skjæring 5200	62
7.2.7	Skjæring 5650	63
7.2.8	Skjæring 6650	64
7.2.9	Skjæring 7200	65
7.2.10	Skjæring 7500	66
7.2.11	Skjæring 8200	67
7.2.12	Skjæring 8800	69
7.2.13	Skjæring 9200	71
7.2.14	Skjæring 14800	72
7.3	Hydrogeologi.....	74
7.3.1	Grunnvannsbrønner	74
7.3.2	Påvirkning på omgivende natur	75
7.4	Radon.....	76
7.5	Boring og sprenging.....	76
7.5.1	Hensyn til omgivelser ved sprengning	76
7.6	Usikkerheter og spesielle risikoer	77
7.7	Oppfølging i byggefasen.....	77
7.8	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA).....	78
7.9	Videre arbeid.....	78
7.9.1	Supplerende undersøkelser	78

7.9.2	Krav til grenseverdier for vibrasjoner.....	78
8	Referanser	79
9	Vedlegg	81

1 Sammendrag

I forbindelse med reguleringsplan for E39 Bue – Ålgård, er det planlagt flere skjæringer i berg. Traseene i planalternativene inneholder 9 partier med skjæringer i berg med høyde større enn 10 meter over ferdig vegbane, eksklusive forskjæringer og påhugg til tunnel. Denne ingeniørgeologiske rapporten omhandler vurderinger av disse bergskjæringene. Tunnel og tilhørende forskjæringer og påhugg omtales i egen rapport. Alle de 9 skjæringene er vurdert til geoteknisk kategori 3. Det er i denne planfasen utført geotekniske undersøkelser i form av: geofysiske undersøkelser, geotekniske boringer, kjerneboringer, miljøkartlegging og ingeniørgeologisk kartlegging.

Det ble også utført skredkartlegging og to av delstrekningene oppfyller ikke kravene for årlig nominell skredsannsynlighet, disse vurderinger er i en egen rapport [1].

Basert på vurderinger av eksisterende grunnlagsmateriale og nye vurderinger, anses planlagte løsninger for veitraseen å være gjennomførbare for de planlagte bergskjæringer. Det tas forbehold om at det kan avdekkes nye forhold når skjæringene tas ut.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Nye Veier ble opprettet av Stortinget i 2016 med mål om å etablere en slank, effektiv og spesialisert byggherreorganisasjon. Nye Veier sitt oppdrag er å planlegge, bygge, drifte og vedlikeholde trafiksikre hovedveier. Disse veiene reduserer reisetid, knytter sammen bo- og arbeidsmarkedsregioner, og sørger for færre drepte og hardt skadde i trafikken. Nye Veier har per i dag ansvaret for 700 kilometer hovedvei, og en investeringsramme på 150 milliarder kroner.

Nye Veier har ansvar for strekningen mellom Kristiansand og Ålgård. Dagens E39 er av variabel standard, og sikkerhet og framkommelighet er ikke tilfredsstillende. Veien er og vil være en del av TEN-T (det transeuropeiske transportnettverket), og dermed en viktig transportkorridor. Denne strekningen er delt opp i flere delstrekninger, med ulik status:

- Kristiansand vest - Mandal øst: utbygging pågår, med planlagt ferdigstilling i 2022
- Mandal øst – Mandal by: utbygging pågår, med planlagt ferdigstilling i 2022
- Mandal – Lyngdal øst: områderegulering er vedtatt. Arbeid med detaljregulering starter i 2020, og planlagt anleggsstart er årsskiftet 2021/2022 med mulig ferdigstilling 2025
- Herdal – Røyskår: detaljregulering ble sluttbehandlet i Lyngdal kommunestyre i juni 2020. Byggestart er planlagt til 2021, med mulig ferdigstilling i 2024
- Lyngdal vest – Ålgård: Kommunal- og moderniseringsdepartementet vedtok kommunedelplanen 25. juni 2021
- Bue – Ålgård: detaljregulering pågår

2.2 Mål for prosjektet og planarbeidet

Ny E39 mellom Bue og Ålgård er en del av Nye Veier sitt prosjekt E39 mellom Kristiansand og Ålgård. Bygging av ny E39 skal binde regionen sammen, skape et større bo- og arbeidsmarked, gi kortere reisetid og langt bedre sikkerhet for trafikantene. Målsettingen er samtidig å redusere utslippet av klimagasser og andre miljøkonsekvenser.

2.2.1 Hovedmål og delmål

Reguleringsplan for E39 Bue - Ålgård skal bidra til at de sektorpolitiske målene i Meld. St. 33 (2016-2017) Nasjonal transportplan 2018-2029 nås (Det kongelige samferdselsdepartement, 2017).

Nasjonal transportplan sine hovedmål er:

- Bedre framkommelighet for personer og gods i hele landet
- Redusere transportulykkene i tråd med nullvisjonen
- Redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser

Videre gjelder følgende delmål for planprosjektet:

- Samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjekt
- Sikre økt framkommelighet og trafikantnytte
- Fornøyd lokalsamfunn, naboer og berørte grunneiere
- Minimere negative effekter for de ikke-prissatte konsekvensene

2.3 Tiltaket

Vei

Detaljregulering med konsekvensutredning for E39 Bue - Ålgård gjelder ny firefelts motorvei fra Bue i Bjerkreim kommune til Ålgård i Gjesdal kommune. Strekningen er på ca. 15 km. Ved Bue og Ålgård kobles ny vei til dagens E39, samtidig som det tilrettelegges for kobling mot ny E39 mot sør og nord. Det planlegges for fartsgrense på 110 km/t, med normalprofil på 23 meter.

Masseuttak og permanent masselagring

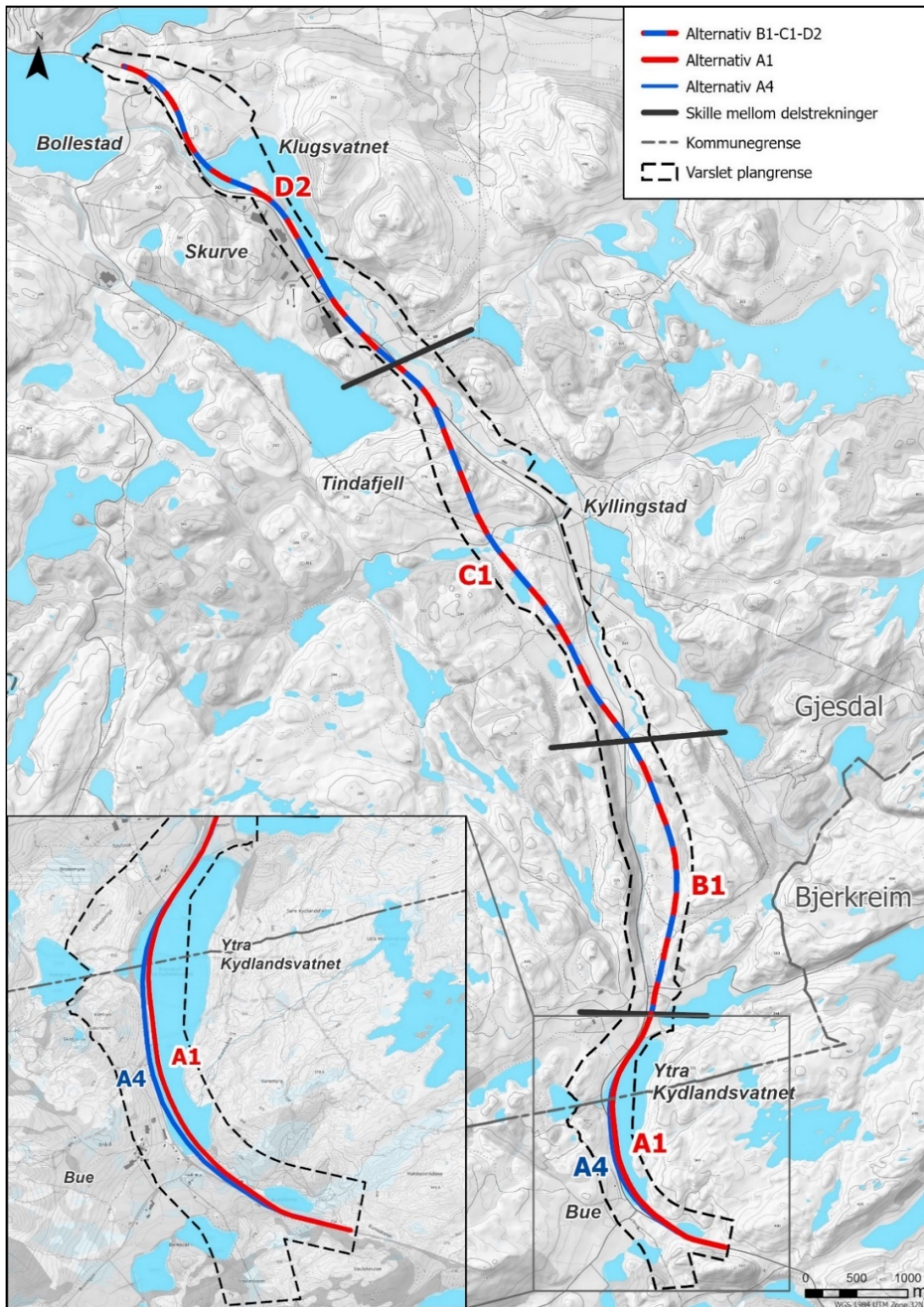
Reguleringsplanen for ny E39 legger også opp til etablering av masseuttak og permanent masselagring. Prinsipper som er lagt til grunn for valg av arealer til disse formålene er nærhet til vegtiltaket, behov for masser i veikonstruksjon, behov for lagring av løsmasser og muligheter for tilrettelegging for landbruksformål.

Midlertidige tiltak

Midlertidige tiltak som planen gir rom for er anleggsområde/anleggsbelte med tilhørende anleggsveier, riggområder, knuseverk og midlertidige kryssområder ved etappevis utbygging.

2.4 Regulerte alternativ og varslingsområde

Figur 2-1 viser regulerte veilinjer og varslingsområde for planarbeidet. Området er delt inn i fire delstrekninger. I område A, som ligger i grensen til Bjerkreim og Gjesdal kommune, ble det regulert to alternativer: Alternativ A1 og A4. I delområde B, C og D er det kun et alternativ som er regulert, henholdsvis alternativ B1, C1 og D2. Etter høring og offentlig ettersyn fremmes kun alternativ A4 til andregangsbehandling. Det vises til planbeskrivelse for videre omtale.



Figur 2-1 Oversikt regulerte alternativ for hver delstrekning.

3 Om denne rapporten

Denne ingeniørgeologiske rapporten er en del av faggrunnlaget for reguleringsplanen og skal beskrive relevante geologiske forhold i sammenheng med bergskjæringenes geometri, grøftebredde og stabilitetsvurdering/sikring. Rapporten gir innsikt i hvordan prosjektet er tenkt utført, hvilke grunnforhold og variasjoner som kan forventes, anbefalte løsninger og hvilke ytterligere grunnundersøkelser som anbefales. [2] Rapporten er inndelt i en faktadel og en tolkningsdel.

Alle skjæringer med planlagt høyde over 10 m over planlagt veibane omtales i denne rapporten, med unntak av forskjæringer til tunnelen, de omtales i fagrapport for tunnel og forskjæringer [4].

I rapporten henvises det til veitrasé og profilnummerering.

4 Geoteknisk kategori

Statens Vegvesen håndbok N200 Vegbygging [2] stiller krav til hvilken grad av geologiske forundersøker som skal utføre samt hva rapportene på de ulike plannivåene skal inneholde. Denne rapporten er utarbeidet på reguleringsplannivå.

Håndbøkene vil etter første benevnelse med referanse, etterfølgende avkortes kun til nummer.

I henhold til Statens Vegvesen håndbok N500 Vegtunneler [6] og N200 skal geoteknisk kategori henholdsvis for tunneler og for bergskjæringer, fastsettes i henhold til Eurokode 7 [7]. Det henvises til kap. 1.1.2 i N200 for fastsettelse av geotekniske kategorier, pålitelighetsklasse, etc.

4.1 Geotekniske kategori for bergskjæringer

I N200 er det beskrevet kriterier for plassering av bergskjæringer i geotekniske kategorier. Kriteriene er oppsummert i Tabell 4-1. Hver enkelt skjæringskategori er fastsatt i kapittel 0.

Tabell 4-1 Geoteknisk kategori for bergskjæringer i henhold til N200.

Geoteknisk kategori	Kriterier
1	Lave bergskjæringer <5 m.
2	Middels høye bergskjæringer (>5 m og <10 m) uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig vei). • Bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger. • Bergskjæringer i foten av høye skrånninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer. • Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet. • Bergskjæringer der det er nødvendig å ta hensyn til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet. • Bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning.

4.2 Konsekvens-, pålitelighets- og kontrollklasser

I henhold til N200 [2] og N500 [6] skal konsekvensklasse og pålitelighetsklasse for bergskjæringer og tunneler velges ut fra geoteknisk kategori. En oversikt over geoteknisk kategorier, finnes i Tabell 4-1.

Prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse er også med i Tabell 4-2. Ved konsekvensklasse (CC) 3 vil vanligvis pålitelighetsklassen være 3. I spesielle prosjekter med ekstremt store konsekvenser kan en vurdere å plassere prosjektet i pålitelighetsklasse 4. Viser her til tabell 1.2 i N200.

Tabell 4-2: Pålitelighetsklasse og kontrollklasse ut fra geoteknisk kategori. Det bemerkes at det er mulig å velge høyere pålitelighets- og kontrollklasse enn det den geotekniske kategori tilsier.

Geo-teknisk kategori	Pålitelighets-klasse (CC/RC)	Beskrivelse	Kontrollklasse og -form ved prosjektering og utførelse
1	1/1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	PKK1/UKK1 Egenkontroll
2	2/2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	PKK2/UKK2 Egenkontroll Intern systematisk kontroll (Kollegakontroll) Utvidet kontroll
3	3/3 eller 4	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	PKK3/UKK3 Egenkontroll Intern systematisk kontroll (Kollegakontroll) Utvidet kontroll

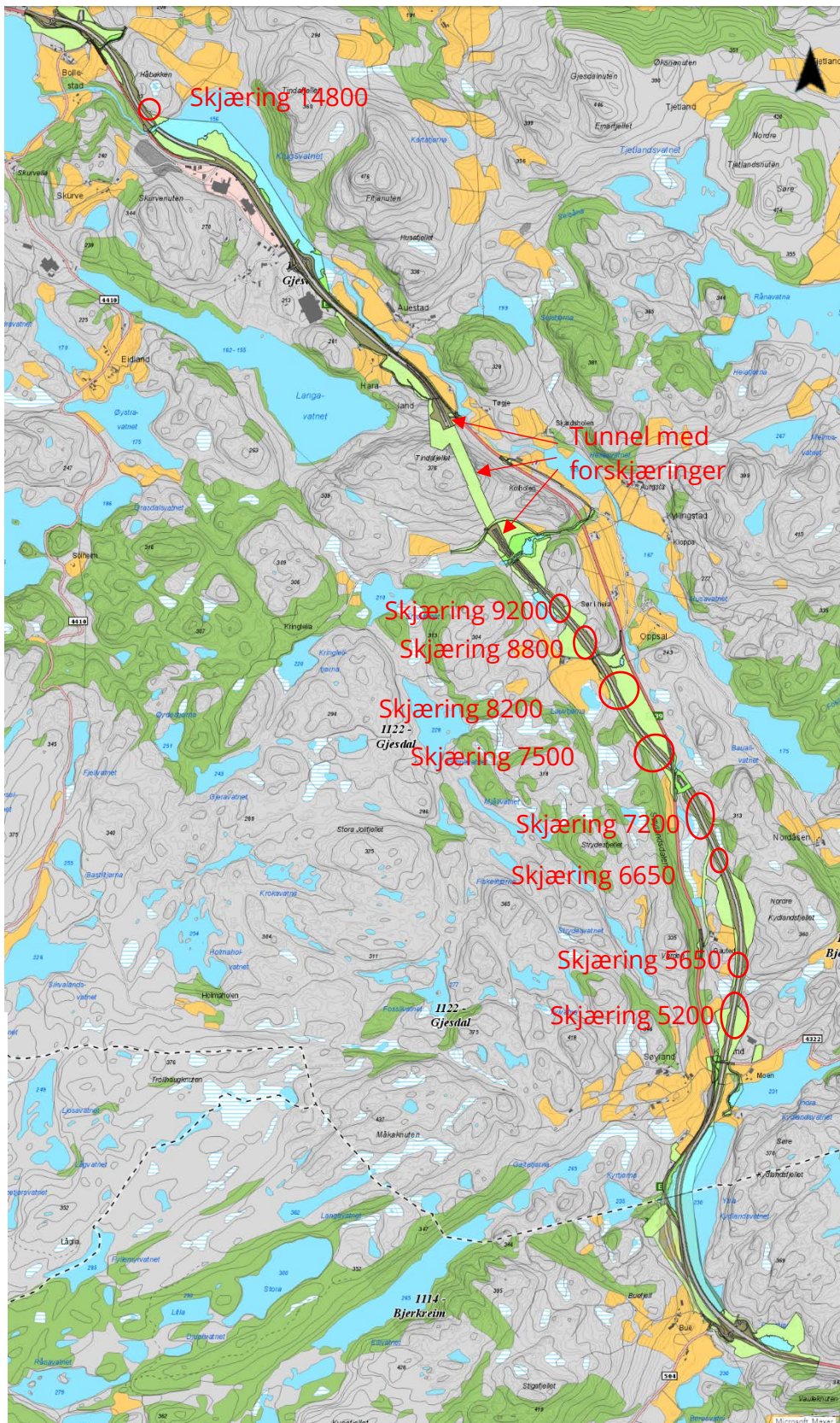
4.3 Kategorier for de enkelte skjæringer

Nedenfor, i Tabell 4-3, vises den enkelte skjæring med tilhørende kategori. Figur 4-1 viser hvor skjæringene er langs traseen. Det er kun tatt med skjæringer over 10 m, med unntak av der hvor skjæringen er tosidig og den ene side er over 10 m og den andre under 10 m. Det er på nåværende tidspunkt ikke avdekket noen forhold som skulle tilsi at skjæringer under 10 m skal plasseres i geoteknisk kategori 3.

Tabell 4-3: Geoteknisk kategori for den enkelte skjæring.

Skjæring	Side	Max høyde	Geoteknisk kategori
5200	Vest	10,65	3
5200	Øst	18	3
5650	Vest	9,3	2
5650	Øst	14	3
6650	Vest	11	3
6650	Øst	8	2
7200	Vest	21	3
7200	Øst	25	3
7500	Vest	24	3
7500	Øst	16	3
8200	Vest	18	3
8200	Øst	Planeres ut	-
8800	Vest	35	3
8800	Øst	38	3
9200	Vest	Fylling	
9200	Øst	22	3
14800	Vest	5	2
14800	Øst	22	3

Geoteknisk kategori 3 medfører konsekvensklasse 3 og kontrollklasse 3. Det blir ikke vurdert til at prosjektet har ekstremt store konsekvenser, derav velges pålitelighetsklasse 3.



Figur 4-1: Oversiktskart med planlagt trasé for E39. Skjæringene er tegnet inn.

5 Grunnlag og grunnundersøkelser

5.1 Kartgrunnlag

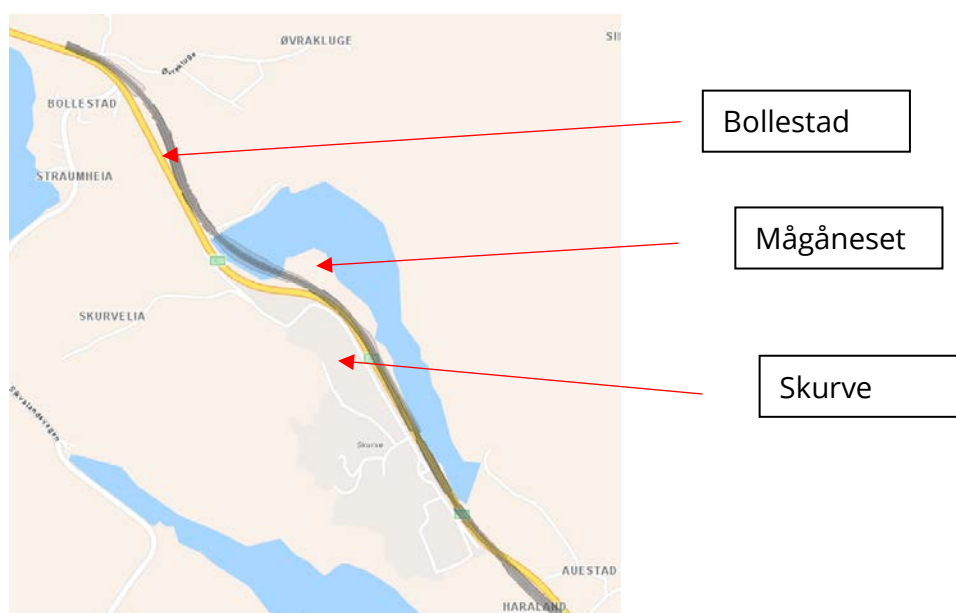
Nedenfor er det opplistet kart som brukes i forbindelse med rapporten:

- Berggrunnskart HØLE 1212 I, M 1:50 000 [8]
- Berggrunnskart BJERKREIM 1212-2, M1:50 000 [9]
- Berggrunns- og kvartærgeologiske kart fra NGU [10] [11] [12]
- Grus- og pukkdatabasen fra NGU [13]
- Grunnvannsdatabasen, GRANADA [14]
- Aktsomhetskart for snø-, stein- og jordskred fra NVE [15]
- NVE Atlas [16]
- Relieffkart fra Kartverket [17]

5.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Som Figur 5-1 viser har Statens vegvesen utført grunnundersøkelser i den nordlige del av planområdet, ved Skurve bru og ved Bollestad. Totalsonderinger og prøveserier er gjort tilgjengelig av Statens Vegvesen. Disse er benyttet som grunnlag for den ingeniørgeologiske og geotekniske prosjekteringen der dette har vært relevant.

Ved Skurve viste sonderingene mellom 10 og 17 m ned til antatt fast berg i Klugsvatnet. På land ble det boret og det var varierende dybde til berg. Noen plasser ble det ikke truffet fast berg før sonderingen ble avsluttet ved 24,4 m (kote +153,8). Ved Mågåneset var det varierende mektighet av løsmassene, fra 5 m til over 12 m. Nord for Kydlandsvatnet ble det boret inntil 13 m uten å treffe fast berg. Ved Bollestad var det omkring 6 – 7 m til fast berg. Sonderingene som er omtalt her, kan sees på tegningene V128 – V131 og V133 – V135 i vedlegg 1.



Figur 5-1: Oversiktsbilde over tidligere utførte undersøkelser ved Skurve og Bollestad. Eksisterende E39 i gult, planlagt veilinj i grått.

Det ble ikke utført noen grunnundersøkelser i Kommunedelplanen, men det ble utarbeidet både ingeniørgeologisk rapport [18] og geoteknisk rapport [19].

Alle tilgjengeliggjorte undersøkelser er tegnet inn i det ingeniørgeologiske kartet, se vedlegg 1.

5.3 Utførte undersøkelser i denne planfase

Det er utført flere typer undersøkelser i denne planfasen.

- Geofysiske undersøkelser
- Geotekniske boringer og prøvetakinger
- Kjerneboringer
- Befaringer
- Miljøkartlegging
- Skredkartlegging
- Ingeniørgeologisk kartlegging

Det gjengis nedenfor en kort oppsummering av resultater fra grunnundersøkelsene. Skred er omtalt i avsnitt 6.4 Skredfare og avsnitt 7.1 Skred og vil ikke omtales ytterligere i dette avsnitt.

5.3.1 Geofysiske undersøkelser

Multiconsult har utarbeidet en samlerapport for de geofysiske undersøkelsene. Det er under gjennomgått kort de undersøkelsene som er utført. For ytterligere informasjon henvises det til samlerapporten [20].

Batymetri

Det ble utført kartlegging av vanndybde i Ytre Kydlandsvannet og Klugsvatnet med multistråle-ekkolodd fra båt og fra vannscooter. De innsamlede data ble sammenstilt i en terrengmodell.

Refraksjonsseismikk

Det ble utført 7 refraksjonsseismiske linjer i området for planlagt tunnel og tunnelpåhugg i Tindafjell. Det ble observert løsmassedekke av varierende tykkelse, inntil ca. 15 m og flere mulige svakhetssoner i berget. Refraksjonsseismikken er markert på det ingeniørgeologiske kartet og omtales nærmere i ingeniørgeologisk rapport for tunnel. Generelt er det god overensstemmelse mellom tolket bergnivå i sonderinger og refraksjonsseismiske linjer. Ved søndre påhugg er det noe avvik i tolket bergoverflate, dette er forventet da det er lave hastigheter i berget og det er vanskelig å tolke overgangen.

Georadar og Sub Bottom Profiler

Georadar (GPR) og Sub Bottom Profiler (SBP) ble utført både på land og i vann for utvalgte områder. Resultatene var generelt gode, med god penetrasjon og tydelige reflektorer. Det var områder med dårligere datakvalitet og muligens også noe utfall grunnet gasslommer i Klugsvatnet.

5.3.2 Geotekniske boringer og prøvetakinger

Det er utarbeidet en fagrapport for geoteknikk for prosjektet [21]. Multiconsult utførte geotekniske boringer inkludert prøvetaking og analyse. Det ble i den forbindelse utarbeidet en datarapport [22]. Oppsummering angående grunnforholdene er som følger:

Undersøkelsene på land viser at store deler av traseen inneholder faste masser under et øvre lag av torv/organiske masser. De faste massene består hovedsakelig av sand-, grus- siltmasser. Sonderingene utført i Ytra Kydlandsvatnet (Bue) og Klugsvatnet (Skurve) viser hovedsakelig et motstandsløst topplag av organiske masser over løst lagrede sand- og siltmasser. Derunder er massene fastere.

Dybde til antatt berg er registrert i omtrent 70 % av boringene.

Det ble også utarbeidet en grunnlagsmodell, den er nærmere beskrevet i den geotekniske fagrapporten. Modellen består av tre lag:

1. Organiske og/eller bløte masser.
2. Faste masser.
3. Bergoverflate.

5.3.3 Kjerneboringer

Det er utført 3 kjerneboringer; K001, K002 og K003. Kjerneboringene er lokalisert langs tunneltraseen. Det henvises til den ingeniørgeologiske rapport for tunnel i tillegg til kjerneboringsrapporten for tolkning og resultater [23]. Kjerneboringene er tegnet inn i det ingeniørgeologiske kartet, vedlegg 1.

5.3.4 Miljøkartlegging

Det er utarbeidet en egen YM-plan for prosjektet [24], inklusive overvåkningsprogram for resipienter i området.

Det er foretatt en visuell sjekk med uttak av utvalgte håndstykkeprøver til undersøkelse av sulfidinnhold og vurdering av syredannende potensiale. Det er utarbeidet et eget notat angående

syredannende berg for E39 Bue Ålgård [25]. De undersøkte bergartene er lite eller ikke syredannende. Det kan forekomme linser eller bånd med syredannende mineraler av begrenset utbredelse, men disse vil normalt ikke ha potensiale til større mengder med sur avrenning. For ytterligere informasjon om syredannende bergarter i traseen, henvises det til notatet [25].

Det er utarbeidet KU for naturmangfold, det henvises til denne for ytterligere detaljer. Fire forhold fremheves, da disse kan ha konsekvenser for uttak av skjæringer.

1. Elvemusling i Figgjovassdraget. Undersøkelse vår/sommer 2020. Figgjovassdraget er vernet vassdrag [26].
2. Overvåkningsprogram for økologisk tilstand i vannresipient.
3. Fremmede arter, i hovedsak karplanter. Før oppstart av anleggsarbeid er det anbefalt kartlegging av fremmede karplanter innenfor anleggsgrense.
4. Det er registrert hekkeområder til rødlistearten vipe, her skal det utføres befaring/kartlegging for å sikre at anleggsarbeidet ikke forstyrrer hekkingen.

I tillegg angis i avsnitt 7.1 av KU Naturmangfold at det i anleggsperioden skal hensyntas et delområde, C15: *Det er viktig å ta hensyn til delområdet C15 natur unntatt offentligheten i den sårbare perioden mellom februar og juli måned. Aktiviteter som sprenging, bakkearbeid og terrengtransport bør ikke forekomme mindre enn 1 km [27]. fra registrert forekomst. Dette er spesielt viktig i områder med fri sikt inn i delområdet.*

5.3.5 Ingeniørgeologisk kartlegging

Det ble utført ingeniørgeologisk feltkartlegging i to omganger i forbindelse med reguleringsplanen, januar 2020 og mars/april 2020. Befaringslokalitetene er markert på det ingeniørgeologiske kartet.

Den geologiske informasjonen som er tilgjengelig for dette prosjektet er sammenstilt i de ingeniørgeologiske kartene. Den enkelte skjærings observasjoner og tolkninger fremkommer i henholdsvis kapittel 6 Faktadel og kapittel 7 Tolkningsdel.

5.3.6 Skredkartlegging

Det er utført skredkartlegging for traseen av Skred AS, det er utarbeidet flere rapporter, se kapittel 6.4 for oversikt over rapporter og kapittel 7.1.

6 Faktadel

6.1 Overordnet geologi

6.1.1 Topografi og terreng

Prosjektområdet befinner seg i overgangen fra heiområdene med kupert terreng med bergkoller til det mer åpne jordbrukslandskapet. Veilinjen går over flere forskjellige typer landskap, noe jomfruelig terreng, men også dyrket mark, utmark, myrlendt terreng og noe kystlynghei. Store deler av området som veitraseen går i, er det morene, men det er også elveavsetninger, bart fjell og myr. Det er også ur i noen områder.

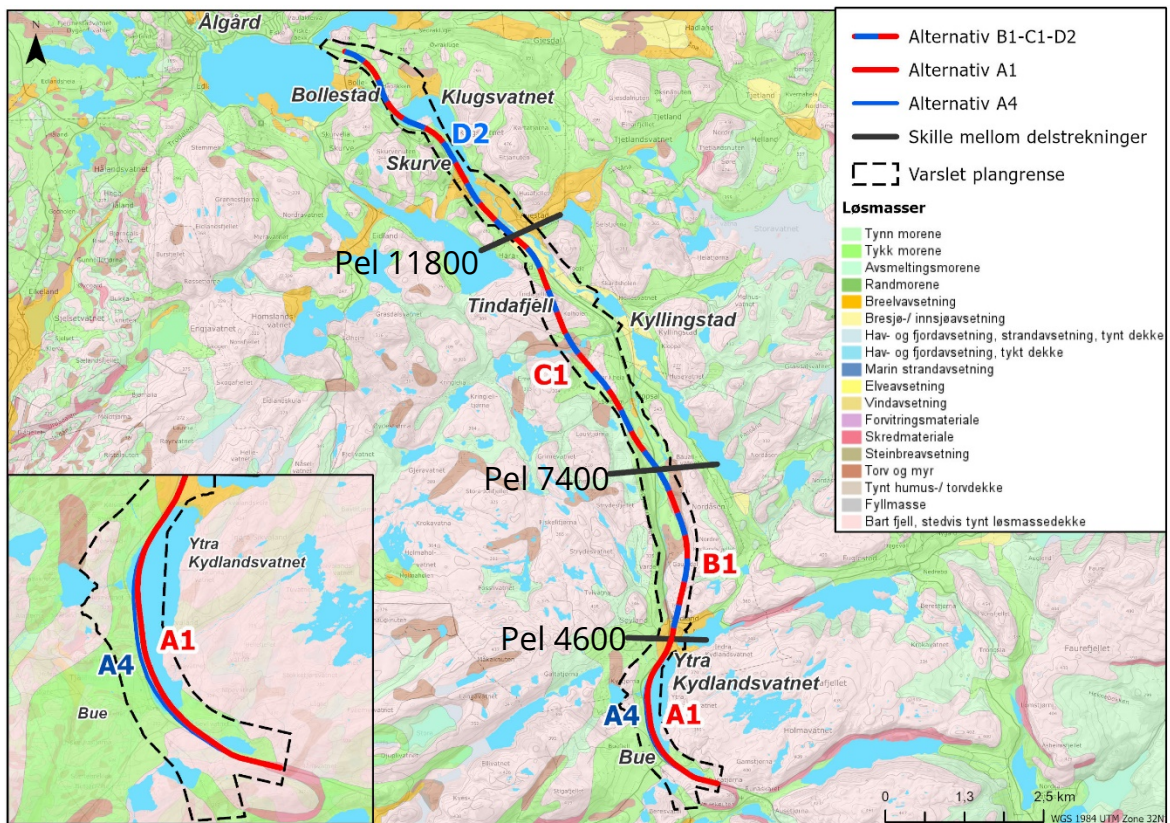
Lengdeprofil for traseen er vist på de ingeniørgeologiske kart som er i vedlegg 1. Lengdeprofilet følger senterlinja til traseen. I skrånende terreng vil skjæringshøyden derfor kunne være lavere eller høyere enn det som kan leses av lengdeprofilet.

Veitraseen vil gå i både fylling, skjæring og det er planlagt en dobbeltløpet tunnel gjennom Tindafjell. Områdene med fylling inkluderer utfylling i vann, både ved Ytra Kydlandsvannet og Klugsvatnet.

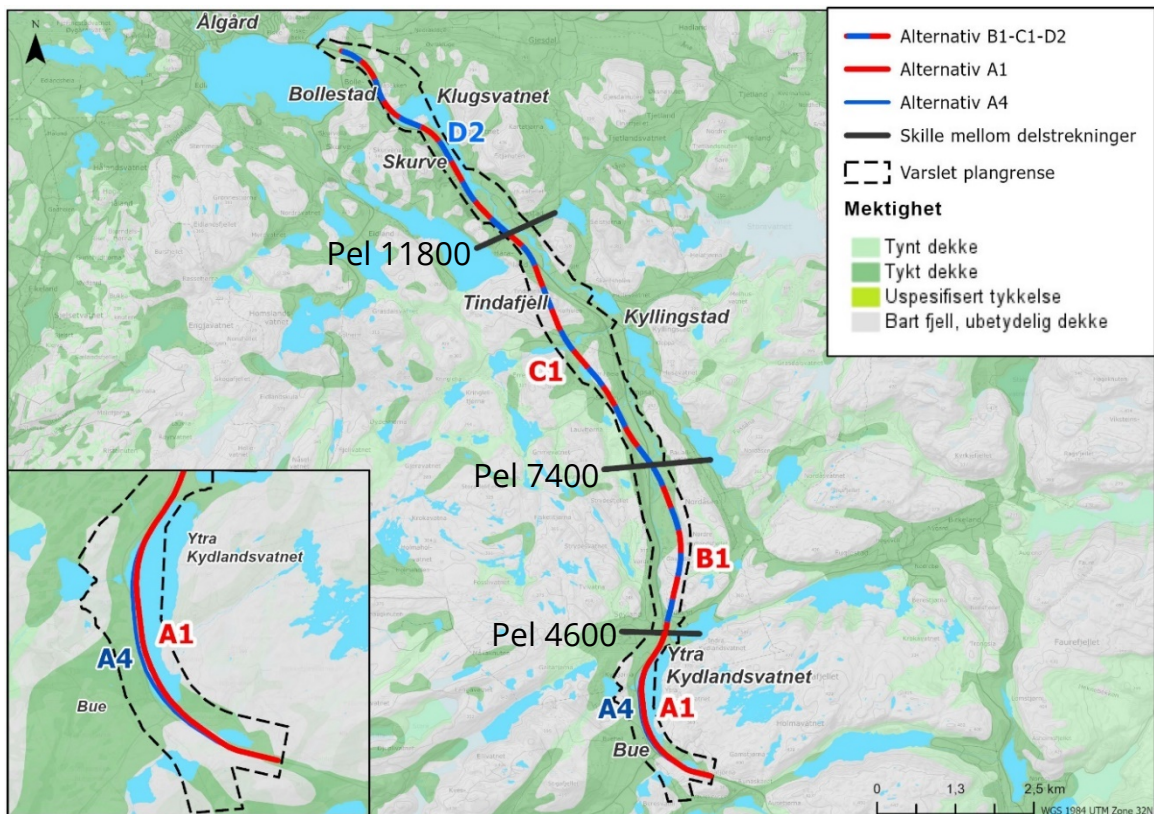
6.1.2 Kwartærgeologi

Terreng i traseen er tidvis kupert og har bart berg eller et tynt løsmassedekke, mens det nede i dalene er et tykkere løsmassedekke, dette sees på Figur 6-2. Planområdet er dominert av morenemasser, men har også innslag av torv/myr, breelv- og elveavsetninger, dette sees også på Figur 6-1. Figur 6-1 og Figur 6-2 inneholder data under Norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Norges geologiske undersøkelse (NGU).

Det er utført geotekniske boringer og geofysiske undersøkelser for å avdekke dybde til berg og type og egenskaper for løsmassene. Det henvises til den geotekniske rapporten [21] og datarapportene for geofysiske undersøkelser [20] og geoteknikk [22], for ytterligere informasjon. Geotekniske boringer og geofysikk er tatt med på de ingeniørgeologiske tegningene i vedlegg 1.



Figur 6-1: Løsmassekart, kilde: ngu.no. Pelnummer avrundet til nærmeste 100 m.



Figur 6-2: Tykkelse på løsmassedekke, kilde: ngu.no. Pelnummer avrundet til nærmeste 100 m.

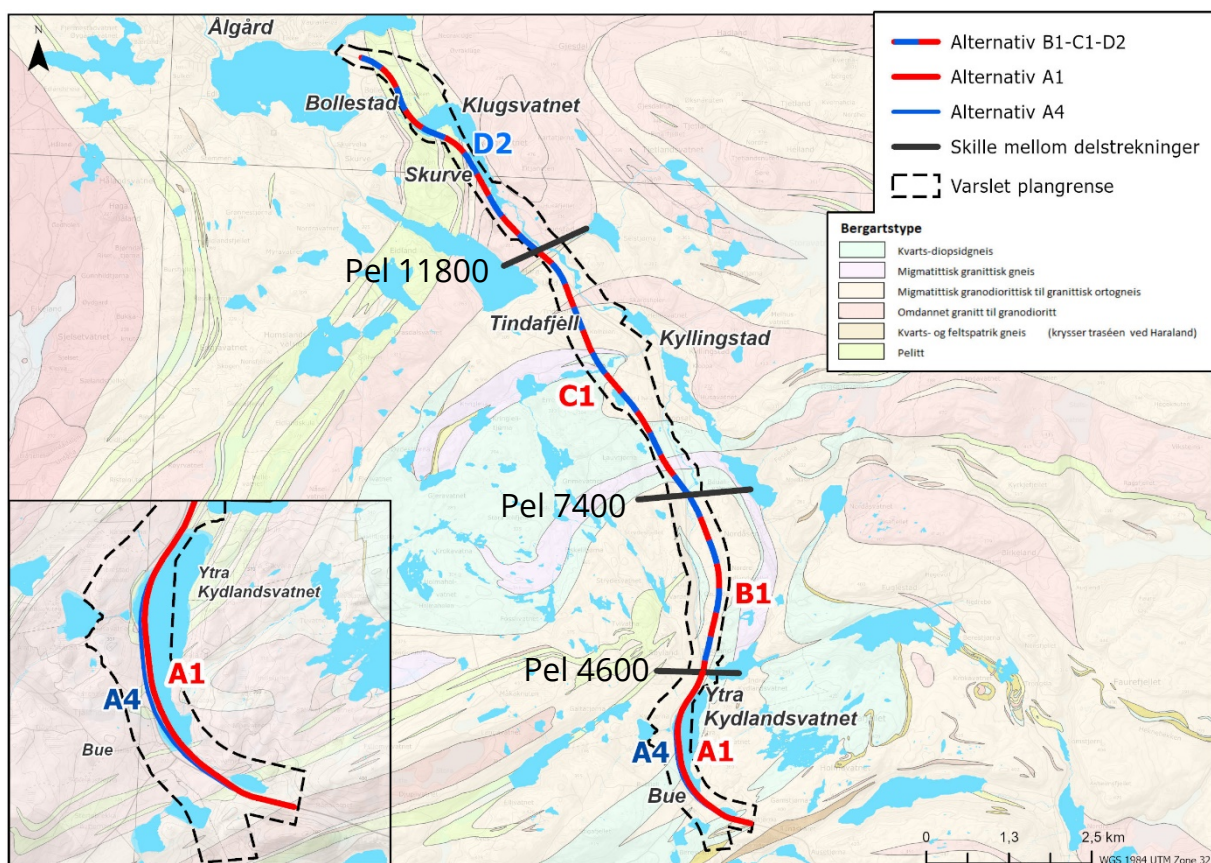
6.1.3 Berggrunnsgeologi

I den ingeniørgeologiske rapporten for kommunedelplanen ble den overordnede geologien kort gjennomgått [18]. Det gis her en kort gjennomgang av geologien i området, basert på berggrunnskart i 1:50 000 (ref. [11], [8] og [9]).

Planområdet ligger nord for Egersundfeltets anortosittmassiv. I 2001 ble området kartlagt av Mogens Marker og det foreligger flere rapporter fra et større prosjekt, Rogalandsprogrammet [28], som pågikk fra 2000-2005. Undersøkelsene viste at Sør-Rogaland består av flere typer gneiser av plutonisk opprinnelse, som er blitt deformert og omdannet under høye trykk og temperaturforhold. Gneisene veksler med lag av omdannet smeltet sediment, som er blitt skjøvet sammen mellom gneisene og foldet. Det er anslått at dette skjedde for mer enn tusen millioner år siden i forbindelse med dannelsen av en fjellkjede gjennom Sør-Norge. Denne fjellkjeden er i dag erodert ned. De omdannede sedimentene antas å være av to typer: Et leirsediment som er omdannet til sterkt smeltet granat-biotitt-gneis og et kalkførende, kvartsrikt sediment som finnes som kvartsrike diopsid-gneiser i dag. [29].

Veistrekningen går over to kartblad fra NGU, Berggrunnskart 1212-1 HØLE [8] og Berggrunnskart 1212-2 BJERKREIM [9]. NGU har i hovedsak anslått bergartene til å være 1500-1200 millioner år gamle (Proterozoikum) og er i hovedsak metamorfe/omdannede. Unntaket er en kvarts-diopsidgneis som var anslått til omkring 1200 millioner år og yngre. Nedenfor er den beskrivelsen av bergartene som er benyttet for kartbladene. Det er utvalgt de bergartene som er relevant for traseen. For ytterligere informasjon henviser vi til kartbladene og NGUs berggrunnsdatabase [10] [11], i tillegg til løsmassedatabasen [12].

- **Kvarts-diopsidgneis;** migmatittisk med rødligge årer, kvartsrik, ±granat.
- **Pelitt;** sterkt oppsmeltet migmatittisk granat-biotittgneis med tynne kvartsittiske lag, rik på rosa granat, ofte med cordieritt og sillimanitt; med enkelte tynne mafiske lag.
- **Kvarts- og feltspatrik gneis;** finkornet, semipelittisk metasediment, lite rosa granat
- **Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis;** grå, middelskornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende ± litt biotitt, vanligvis med spredte tynne lag av pyribolitt.
- **Migmatittisk granittisk gneis;** grå, finkornet, metavulkanitt.
- **Omdannet granitt til granodioritt;** grå, til dels ganske grovkornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende, med perthittisk alkalifeltspat, med svak til velutviklet foliasjon.



Figur 6-3: Berggrunnskart N50, kilde: ngu.no.

6.1.4 Sulfidholdige bergarter og andre spesielle bergartsobservasjoner

Som nevnt i avsnitt 5.3.4 er det tatt ut prøver for å kontrollere sulfidinnhold i bergartene i traseen, resultatene er gjennomgått i et notat [25]. Bergartene som ble testet ble klassifisert som lite eller ikke syredannende.

Det ble under befaring i mars/april 2020 oppdaget at det noe nord for M24 var en bergart som påvirket kompasset (var magnetisk). Det utelukkes ikke at det kan finnes ytterligere lokaliteter med mineraler/bergarter som er magnetiske.

6.1.5 Bergmassens mekaniske egenskaper

Det er i NGU sin grus-, pukk- og steintippdatabase [13] registrert flere forekomster og potensielle forekomster i samme geologiske provinser som planområdet. Informasjonen i databasen inneholder data under Norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Norges geologiske undersøkelse (NGU). I flere av disse er det også utført prøver for å kartlegge de mekaniske egenskapene. En kort gjennomgang av disse vises i Tabell 6-1 og Tabell 6-2.

Tabell 6-1: Oversikt over forekomster og tilhørende områdenummer. Informasjon hentet fra [13].

Navn på forekomst	Forekomstområde	Angitt dominerende bergart
Skurvenuten	1122 - 503	Gneis
Auestad/Skurvenuten Sør	1122 - 504	Granitt
Nåselvatnet	1122 - 505	Gneisgranitt
Bastlitjørna	1122 - 506	Gneis
Moi Pukk	1114 - 501	Gneis

Tabell 6-2: Oversikt over analyser utført ved de ulike forekomstene. Informasjon hentet fra [13].

Forekomst	Testmetode	Antall analyser	Testfraksjon [mm]	Resultat
1122-506	Densitet	1	8.0-11.2	2.81 [g/cm ³]
	Los-Angeles ¹	1	10.0-14.0	17.5 [-]
	Kulemølle ²	1	11.2-16.0	13.1 [-]
1122-504	Densitet	1	8.0-11.2	2.81 [g/cm ³]
	Los-Angeles	1	10.0-14.0	18.7 [-]
	Kulemølle	1	11.2-16.0	6.7 [-]
1122-503	Densitet	1	8.0-11.2	2.76 [g/cm ³]
	Los-Angeles	1	10.0-14.0	23.1 [-]
	Kulemølle	1	11.2-16.0	15.0 [-]
	Densitet*	1	8.0-11.2	2.75 [g/cm ³]
	Los-Angeles*	1	10.0-14.0	24.1 [-]
1122-505	Densitet	1	8.0-11.2	2.63 [g/cm ³]
	Los-Angeles	1	10.0-14.0	23.9 [-]
	Kulemølle	1	11.2-16.0	9.0 [-]
1114-501	Densitet	2	8.0-11.2	2.79 [g/cm ³]
	Los-Angeles	2	10.0-14.0	20.7 [-]
	Kulemølle	2	11.2-16.0	12.0 [-]
	Densitet*	1	8.0-11.2	2.75 [g/cm ³]
	Los-Angeles*	1	10.0-14.0	20.4 [-]
	Kulemølle*	1	11.2-16.0	14.8 [-]

*Produksjonsknust materiale.

Det anbefales å utføre mekaniske tester, hvis det ønskes å bruke noe av steinmaterialet til annet enn utfylling/fyll masser i utførelsen. N200 angir krav til mekaniske og geometriske egenskaper for de ulike formål.

¹ Los Angeles-metoden er en mekanisk test av steinmaterialer som gir en indikasjon på materialets motstand mot nedknusning. Lavere verdi angir høyere motstand.

² Kulemølle er en test for materialets sliteegenskaper. Lavere verdi angir høyere motstand mot slitasje.

6.2 Generelt for skjæringer i berg

6.2.1 Funksjonskrav

I N200, tabell 1.13 er det angitt funksjonskrav for skråninger og skjæringer i berg. Denne tabellen er gjengitt i sin helhet i Tabell 6-3.

Tabell 6-3: Funksjonskrav for skråninger og skjæringer i berg i henhold til N200 [2]

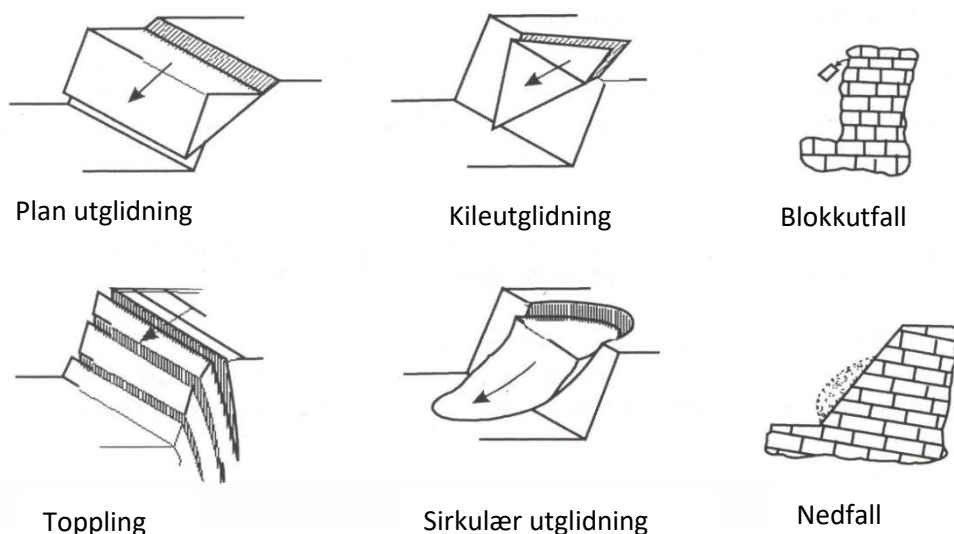
Krav til	Krav
Stabilitet, sikkerhet mot utfall og skred	Bergskjæringer skal etableres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på vei. Bergskjæringer bør etableres slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 årene. Det samme gjelder rensk og sikring av løsmasse på skjæringstopp.
Sikkerhetsnivå skjæringstopp/ skråning	Sikring av skjæring-/skråningstopp sikres for å unngå fall av dyr eller mennesker.
Trafikksikkerhetsnivå / Grunnlag for prosjektering	Trafikksikkerhetsnivået i skråninger/skjæringer forutsettes å være lik for hele vegstrekningen som bygges ut.

6.2.2 Løsnemekanismer

Avhengig av bergmassen, sprekkesettens orientering, andre sprekkeegenskaper og skjæringens orientering, er det forskjellige løsnemekanismer som kan være aktuelle for hver enkelt skjæring. Det gis i dette avsnittet en generell beskrivelse av de ulike løsnemekanismene illustrert i Figur 6-4.

Plan utglidning er mest aktuelt når skjæringens orientering er nær parallell med strøketretningen til et sprekkesett og sprekkesettets fallretning er inn mot veitraseen. Kileutglidning kan forekomme når to sprekker krysser hverandre og dermed lager en kile som kan utløses. Utfall av enkeltblokker eller mange småblokker vil kunne forekomme etter fryse-tine prosesser, forvitring eller frost/rotsprengning.

Sirkulært brudd forekommer oftest i svake bergarter eller løsmasser. Det ikke observerte berg som er så svakt at sirkulær utglidning er aktuelt. Toppling er aktuelt hvis det er markerte, steile sprekkestett med strøk retning parallellt med skjæringen og fall vekk fra veitraseen.



Figur 6-4: Forskjellige løsnemekanismer for bergmasser. Figuren er hentet fra [30] og oversatt til norsk.

6.3 Ingeniørgeologisk kartlegging av skjæringer

Skjæringene langs veitraseen er listet opp fra sør til nord og navngitt med profilnummer i Tabell 6-4. Kun skjæringer med høyde 10 m eller høyere over veibane omtales i denne rapporten. Disse beskrives nærmere i kapittel 6.3.1 til 6.3.10 og i tolkningsdelen. Det er laget utsnitt av kart som viser befaringslokaliteter i nærheten av skjæringene i de forskjellige underkapitlene til dette kapittelet. I disse kartene vises også bergart i henhold til NGUs berggrunnskart, samt skjæringenes geometri, der blå farge indikerer skjæringer. Hvis skjæringshøyden er under 10 m, kan det være vanskelig å se den blå fargen i kartene. Dette skyldes at pallhøyden er satt til 10 m. Ingeniørgeologisk kart med lengdeprofil er vedlagt i vedlegg 1. Sideringene det henvises til i underkapitlene her er tegnet inn i det ingeniørgeologiske kartet. Befaringsobservasjoner er oppsummert i kapittel 6.3.10.

Under kartleggingen ble det i hovedsak observert lokale bruddstrukturer som sprekker, foliasjon og skifrihet. Det ble observert en mindre lokal forkastning i et område som ikke lenger er relevant for traseen. Ved enkelte av de planlagte skjæringer ble det observert indikasjoner på svakhetssoner, dette sammen med relieffkart er blitt brukt til å inntegne antatte svakhetssoner i vedlegg 1.

Skjæringshøydene som angis i etterfølgende kapitler er målt fra planlagt veibane og til skjæringstopp.

Tabell 6-4: Oversikt over skjæringer med høyde over 10 m langs veitraseen med omtrentlig profilnummerering, side av veien, høyde og lengde.

Skjæring	Side av veien: øst/vest	Maks. høyde fra ferdig vei [m]	Lengde [m]
5200	Vest	11	60
5200	Øst	18	60
5650	Øst	14	340
6650	Vest	11	250
7200	Vest	21	280
7200	Øst	25	290
7500	Vest	24	390
7500	Øst	16	200
8200	Vest	18	380
8800	Vest	35	480
8800	Øst	38	380
9200	Øst	22	280
14800	Øst	22	360

6.3.1 Skjæring 5200

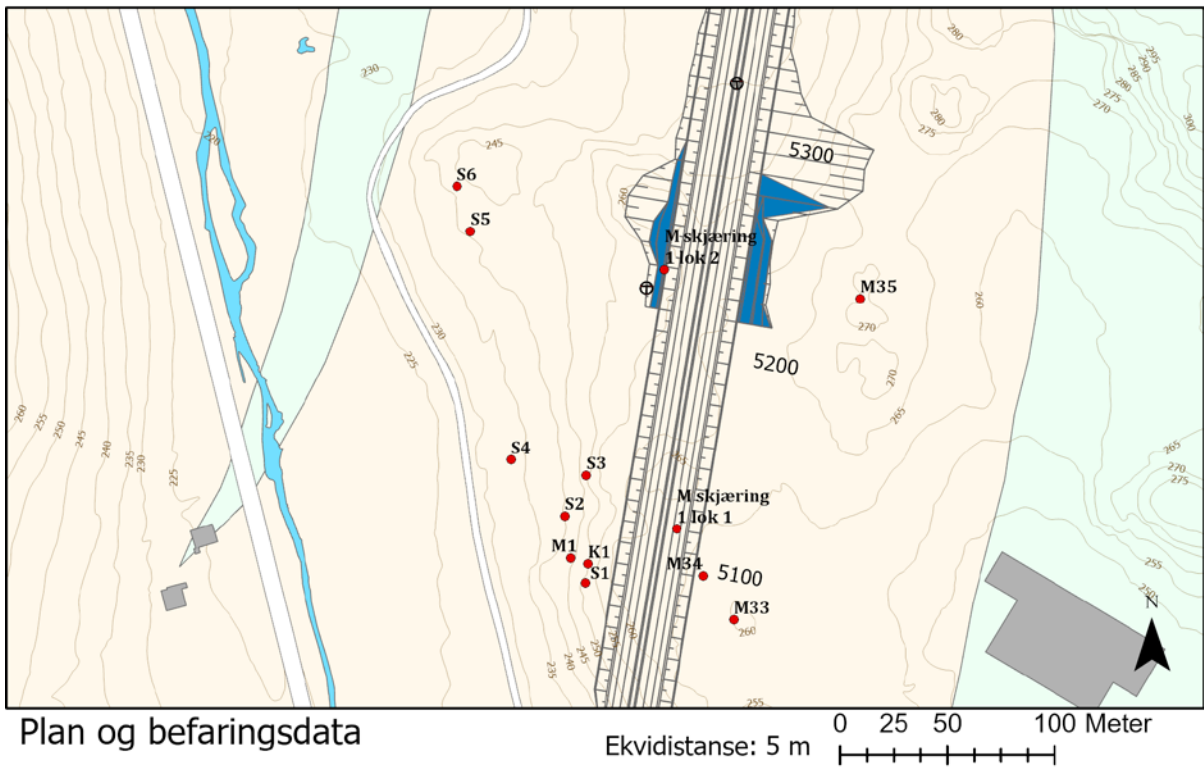
Skjæringsgeometri: Skjæring 5200 er planlagt mellom pel 5220 og 5280 og vil være omtrent 60 meter lang. Maksimal skjæringshøyde vil være omtrent 18 m i østre skjæringsvegg og omtrent 11 m i vestre skjæringsvegg. Som den kan sees ut fra Figur 6-5 planeres deler av det omkringliggende terreng ned, derfor er forventet endelig skjæring lavere og kortere enn det som kunne forventes ut fra eksisterende terreng.



Figur 6-5: Illustrasjon av planlagt løsning og veitrasé. Bilde mot nord.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Sideterrenget til skjæringen består av et tynt løsmassedekke med utstikkende bergblotninger, se Figur 6-7. Berggrunnen er oppgitt av NGU til å bestå av migmatittisk ortogneis. Bergarten er i felt beskrevet generisk som gneis. Bergarten har forvittringshud. Ved M34 var berget svakt magnetisk. Ved M35 ble det funnet glimmerminerale. Området har et tynt løsmassedekke bestående av morenemasser. Det er utført 1 totalsondering omtrent ved pel 5225 som viser 2 meter til berg.

Befaringsobservasjoner og målinger: Det er utført 151 strukturgeologiske målinger. Visning av målingene med sprekkesett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. Sideterrenget til skjæringen vil være slakt. Befaringslokaliteter sees i Figur 6-6 og utvalgte bilder i Figur 6-7.



Figur 6-6: Kart over skjæring 5200 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



Figur 6-7: Befaringsbilder fra skjæring 5200: T.v.: oversiktsbilde skjæringstopp, bildet tatt ved M34. T.h.: Nærbilde av berggrunn, bilde tatt ved «M skjæring 1 lok 2». Begge bilder er tatt mot nord.

6.3.2 Skjæring 5650

Skjæringsgeometri: Skjæring 5650 har noe forskjellig lengde på østre og vestre side. Østre skjæringsvegg vil være omtrent 340 meter lang, men en del av skjæringen er lavere enn 10 m mellom

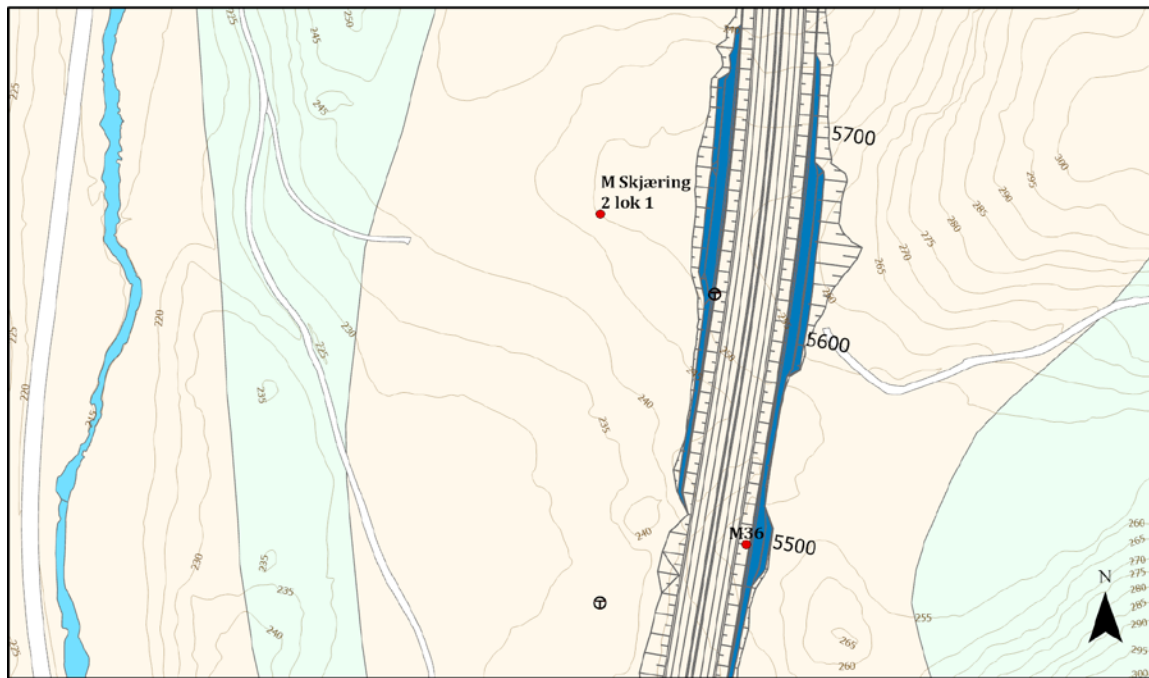
to deler som er over 10 m høye. Vestre skjæringsvegg er omkring 230 m lang. Maksimal skjæringshøyde vil på vestre side være omtrent 9 meter og omtrent 14 meter på østre side. Se Figur 6-8 for illustrasjon av skjæringen i terrenget.



Figur 6-8: Illustrasjon av planlagt løsning og veitrasé. Bilde mot nord.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Bergarten er ifølge NGUs karttjeneste en migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis. I felt er bergarten generisk beskrevet som gneis. Det er utført 1 totalsondering omtrent ved pel 5625 som viser 2 meter til berg. Bilde av blotning ved M36 sees i Figur 6-10. Et løsmasseprofil ble funnet avdekket langs en gårdsvei like over den planlagte veien ved pel 5600. Profilet bestod av et dekke av organisk materiale, omtrent 20-30 cm tykt, over morenemasser.

Befaringsobservasjoner og målinger: Sideområdet til den planlagte skjæringen har lav helning, men ved den østre side av skjæringen, omkring profil 5600, er det noe brattere sideterreng. Det er utført til sammen 48 strukturmålinger av sprekker og sprekkeplan ved lokalitetene «M36» og «M Skjæring 2 lok 1». Visning av målingene med sprekkesett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. Befaringslokaliteter sees i Figur 6-9.



Plan og befaringsdata

- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Ekvidistanse: 5 m 0 25 50 100 Meter

Berggrunn NGU

- Kvarts-diopsidgneis; migmatittisk med rødlig årer, kvartsrik, ±granat
- Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer

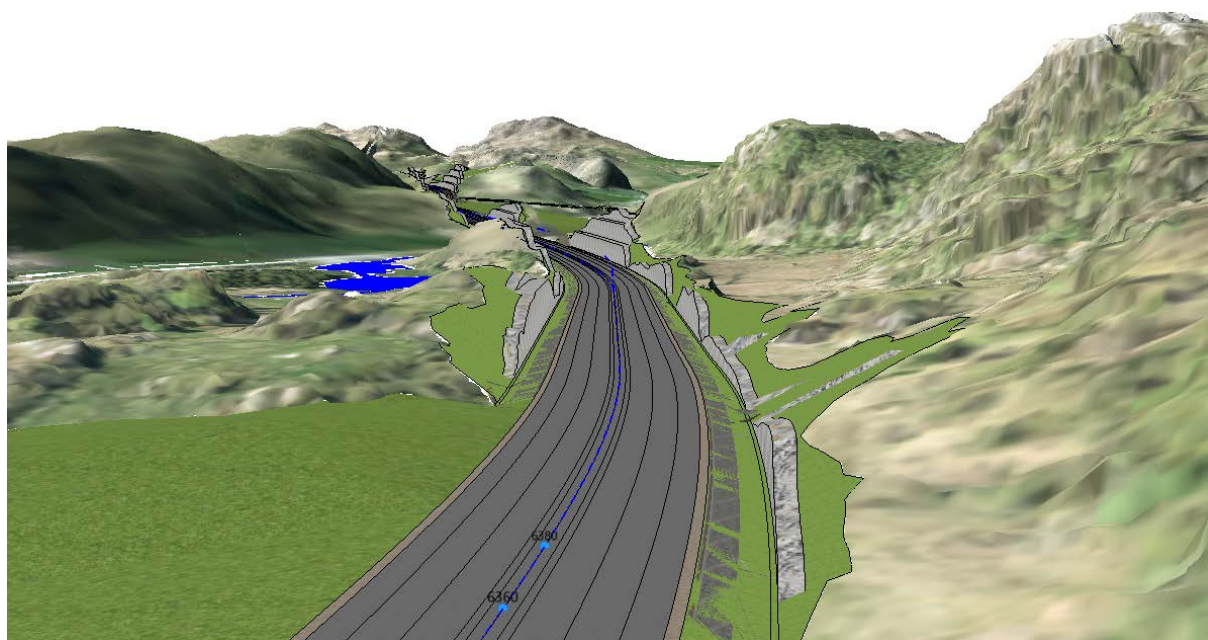
Figur 6-9: Kart over skjæring 5650 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



Figur 6-10: Blotning ved skjæring 5650. Bildet er tatt mot øst ved lokalitet M36.

6.3.3 Skjæring 6650

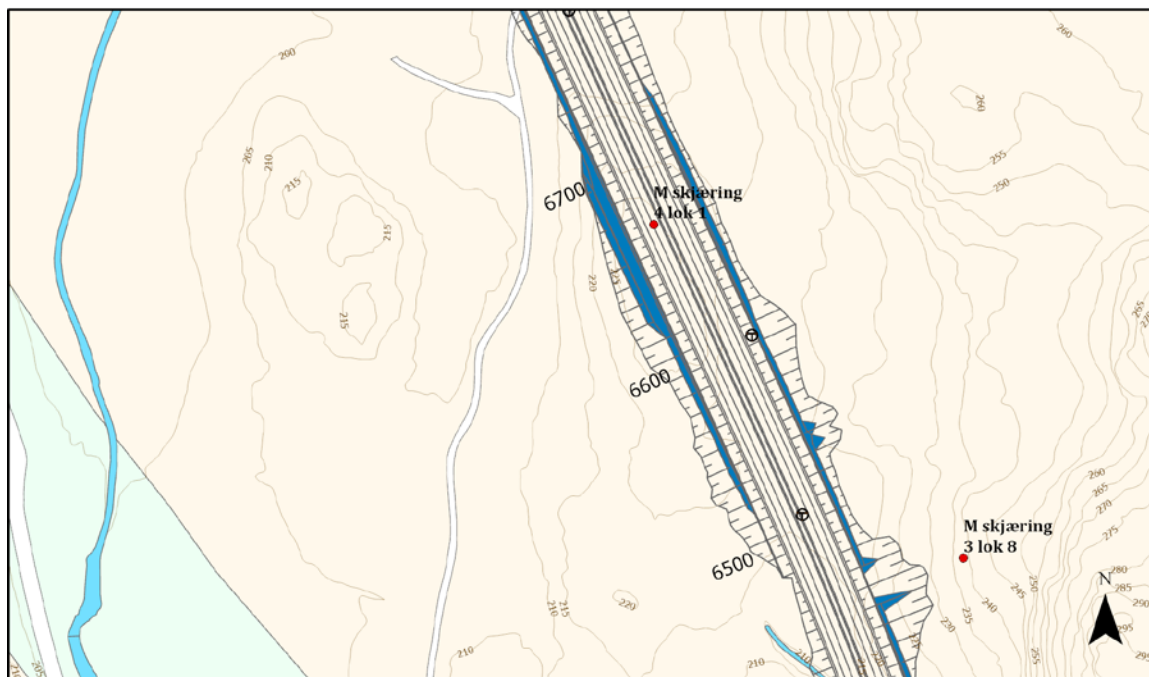
Skjæringsgeometri: Skjæring 6650 har noe forskjellig lengde på østre og vestre side. Vestlig skjæringsvegg har en maksimal skjæringshøyde på omkring 11 meter. Vestre skjæring starter omkring profil 6520 og fortsetter i lavere høyde helt til skjæring 7200 ifølge bergmodellen. Østlig skjæringsvegg synes kun svakt i Figur 6-12 fordi den er planlagt omtrent 8 meter høy og er derfor illustrert uten pall. Østre skjæring går fra profil 6590 til 6740. Se Figur 6-11.



Figur 6-11: Illustrasjon av planlagt løsning for 6650 og veitrasé. Bilde mot nord. Skjæring 6650 i forgrunnen, mens skjæring 7200 og 8800 sees i bakgrunnen.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Bergarten er av NGUs karttjeneste oppgitt til å være en migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis. Bergartsidentifisering i felt var vanskelig på grunn av forvitrede og til dels skurte flater, men det er ikke observert noe annet enn generisk gneis. Ved pelnummer 6650 i østre veibane er det utført 1 totalsondring som etter 15 meter ble avsluttet uten bergpåvisning. Det er myr og torvdekke i området.

Befaringsobservasjoner og målinger: Sideterrenget på vestre side, kan være bratt og det vil være noe løsmasser over planlagt skjæringstopp. Det ble kartlagt en bergblotning i felt som er lokalisert der skjæringen er planlagt å gå. Denne hadde få sprekkeflater det var mulig å ta målinger av. Befaringslokaliteter sees i Figur 6-12 og bilde av denne blotningen i Figur 6-13. Tolkning av stabilitet kan finnes i tolkningsdelen.



Plan og befaringsdata

- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Berggrunn NGU

- Kvarts-diopsidgneis; migmatittisk med rødligge årer, kvartsrik, ±granat
- Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer

Figur 6-12: Kart over skjæring 6650 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



Figur 6-13: Befaringsbilde fra skjæring 6650. Bildet er tatt mot vest ved lokalitet «M skjæring 4 lok 1».

6.3.4 Skjæring 7200

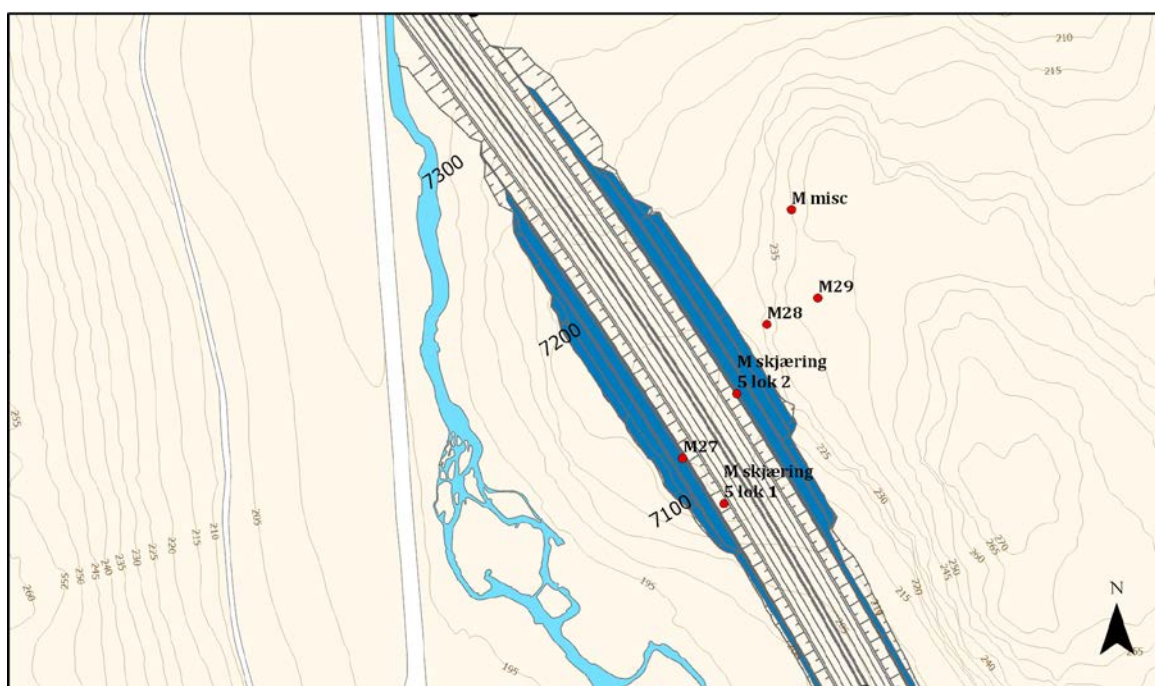
Skjæringsgeometri: Skjæring 7200 har noe forskjellig lengde på østre og vestre side. Maksimal skjæringshøyde vil være omtrent 25 meter i den østlige skjæringsveggen. Vestlig skjæringsvegg vil ha en maksimal høyde på omkring 21 m. Vestre side av skjæringen går fra omkring profil 7000 til 7280, mens den østre side går fra omkring profil 7020 til 7310. Se Figur 6-14 for illustrasjon.



Figur 6-14: Illustrasjon av planlagt løsning for skjæring 7200 og veitrasé. Bilde mot sør.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Terrenget i området kan beskrives som terrasseformet med steile bergsider mellom flate platå. På platået til øst for skjæringen var det et tynt løsmassedekke. Bergarten er oppgitt av NGUs kart som migmatittisk, granodiorittisk gneis til granittisk ortogneis, se Figur 6-15. Nøyaktig bergartsidentifikasjon ble ikke utført i felt på grunn av forvitrede flater. Se Figur 6-16 for bilde av blotning. På den vestre siden av skjæringen heller terrenget svakt.

Befaringsobservasjoner og målinger: I skjæringens østre side er det bratt sideterreng. Det er utført 29 målinger av geologiske strukturer fordelt på befaringslokalitetene som vises i Figur 6-15. Visning av målingene med sprekkesett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. Berget framstod som massivt med få sprekker hvor berget stod steilt opp av grunnen. Bergsiden fulgte et tydelig sprekkesett. På platået til øst for skjæringen var berget tydelig skurt. Løsmassedekket fremstod som tynt og det var samlet vann i pytter på bart berg.



Plan og befaringsdata

- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Berggrunn NGU

- Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer

Figur 6-15: Kart over skjæring 7200 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



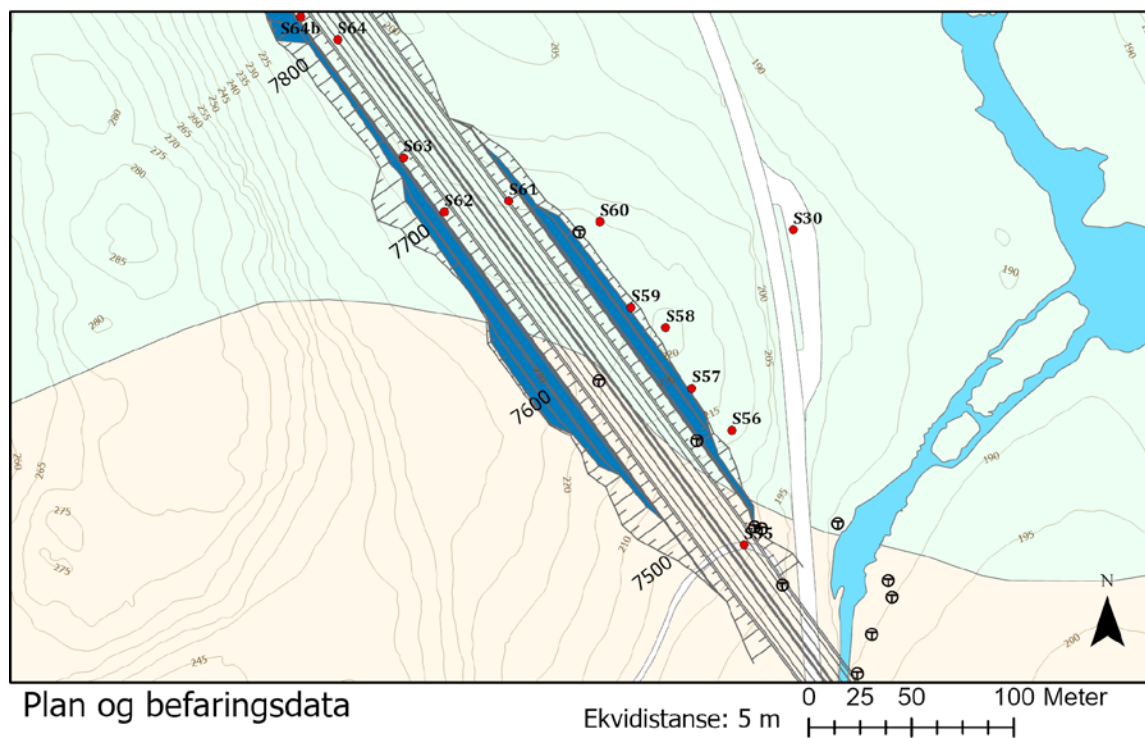
Figur 6-16. Bergblotning ved skjæring 7200, bilde av bergvegg/østre kant av skjæringen. Bildet er tatt mot øst ved lokalitet «M Skjæring 5 Lok 2»

6.3.5 Skjæring 7500

Skjæringsgeometri: Skjæring 7500 ligger mellom profil 7490 og 7900, men med forskjellig lengde på østre og vestre side. Vestre side har maksimal skjæringshøyde på 24 m og går fra omkring profilnummer 7510 til 7900. Østre side har maksimal skjæringshøyde på 16 m og går fra omkring profilnummer 7490 til 7690. Figur 6-17 viser en illustrasjon av planlagt skjæring i terrenget.



Figur 6-17: Illustrasjon av planlagt trasé med både skjæring 7500 og 8200, illustrasjonen er mot nord-nordøst.



Plan og befaringsdata

- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Berggrunn NGU

- Kvarts-diopsidgneis; migmatittisk med rødligge årer, kvartsrik, ±granat
- Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer

Figur 6-18: Kart over skjæring 7500 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Berggrunnskartet til NGU viser to forskjellige bergarter langs skjæringen. Overgangen mellom bergartene var ikke mulige å observere i felt. Bergartene skal være migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis og kvarts-diopsidgneis ifølge NGUs berggrunnskart og kan sees i Figur 6-18. Ved lokalitet S60 ble det observert granater i bergmassen.

Totalsonderingene C031 og C032 indikerer henholdsvis 1,3 og 3,7 m til berg. På løsmassekartet er alt kartlagt som morenemateriale, men noe er urmasser. Den nedre delen er tydelig morenemateriale, med noen enkelte blokker i toppen.

Befaringsobservasjoner og målinger: Eksisterende E39 krysser planlagt ny veitrase nær skjæring 7500. I en skjæring langs vestre side av eksisterende E39 i nærheten her, se Figur 6-19, ble lokalitetene S30 og S54 registrert. I denne skjæringen ble det observert spredt bolting og steinsprangnett som bergsikring. Det kunne ikke observeres noe sprekkebelegg ved S30 og S54, men åpne sprekker ble observert. Sprekkeavstand er observert til 2 cm – 100 cm.

Det er gjort sprekkemålinger i felt ved flere lokaliteter langs planlagt skjæring. Visning av målingene med sprekkesett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. Ved lokalitet S58 er det et markert sprekkeplan med fallretning og fall 290-296/60-78.

Ved lokalitet S63 ble det observert vannmettede løsmasser. Ved S59 var det også vannmettede løsmasser, i en større forsenkning mellom to knauser. Det hadde regnet dagene før, så noe av vannet kan ha kommet av regnvær. Samtidig ligger skjæringen inntil en høyde, slik at det sannsynligvis er en del vann som drenerer fra fjellsiden.



Figur 6-19: Bilde t.v. tatt mot NV, lokasjon S30, eksisterende skjæring ved E39, bilde t.h. tatt mot SØ. Forsenkning i terrenget mellom to bergknauser. Lokasjon S59.



Figur 6-20: Lokalitet S67, ur. Størrelse opptil 1 m i diameter, noen blokker opptil cirka 2 m. Bilde mot vest.

Det er slakt sideterreng på den vestre siden i starten, noe lenger nord kommer traseen nærmere fjellsiden og sideterrenget er bratt. Omkring profil 7800 er det observert urmasser.

6.3.6 Skjæring 8200

Skjæringsgeometri: Skjæring 8200 er planlagt mellom pel 8020 og 8400 og vil være omtrent 380 meter lang. Maksimal skjæringshøyde vil være omtrent 18 m på vestsiden. På østre side av veien her

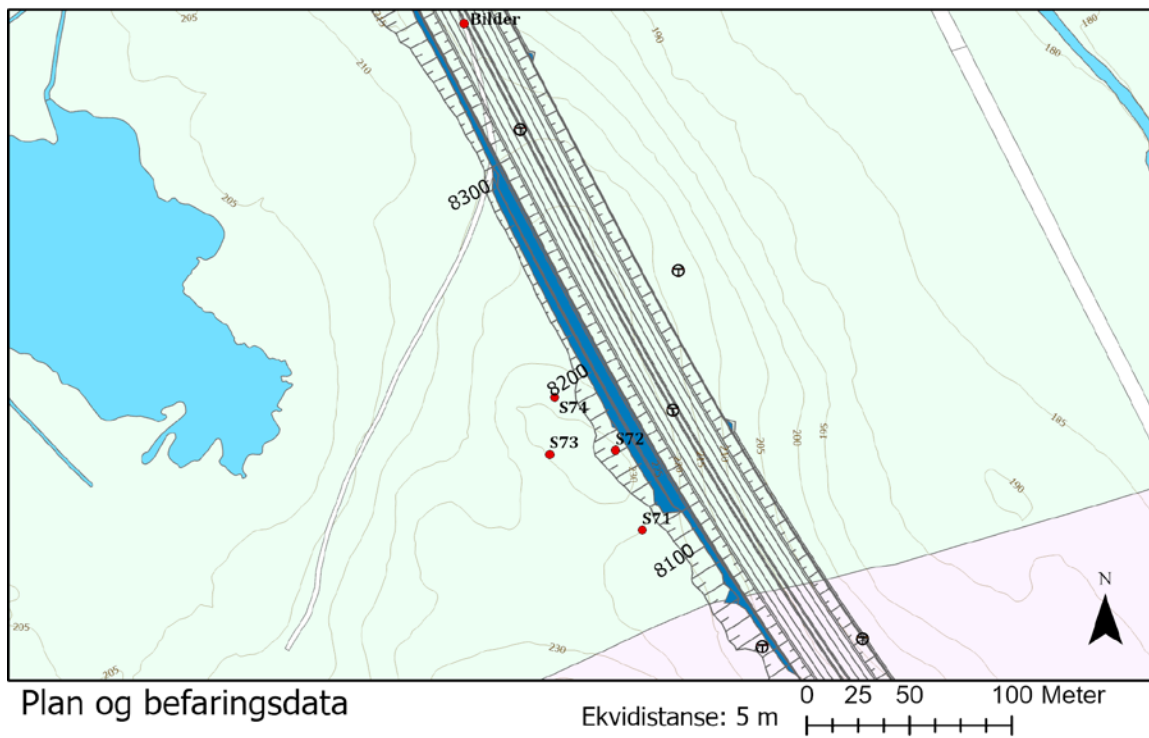
er det planlagt å planere ut og en østre skjæringsvegg omtales derfor ikke, men teoretisk skjæring sees i [Figur 6-22](#). Illustrasjon av planlagt utplanering sees i [Figur 6-21](#).



Figur 6-21: Illustrasjon av planlagt trasé med skjæring 8200, illustrasjonen er mot nord.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Kartet vist i Figur 6-22 viser at skjæringen vil ligge i kvartsdiosid gneis. Det ble ikke observert granat i bergartsblotningen. Dette er samme bergart som deler av skjæring 7500 går gjennom. Bergartsobservasjonene er i samsvar med NGUs angivelse av kvartsdiosidgneis. Det er et tynt løsmassedekke på toppen av åsen.

Befaringsobservasjoner og målinger: Det var begrenset med blotninger i området rundt skjæringen, men ved lokalitet S73, se Figur 6-23, ble det utført 13 strukturmålinger. Det var flere korte og tilfeldig orienterte sprekker. Tolkning av stabilitet kan finnes i tolkningsdelen. Sideterrenget er slakt, bortsett fra toppen av åsen, omkring profil 8200.



- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Berggrunn NGU

- Kvarts-diopsidgneis; migmatittisk med rødlige årer, kvartsrik, ±granat
- Migmatittisk granittisk gneis; grå, finkornet, metavulkanitt?

Figur 6-22: Kart over skjæring 8200 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



Figur 6-23: Skjæring 8200, lokalitet S73. Bildet er tatt mot nord.

6.3.7 Skjæring 8800

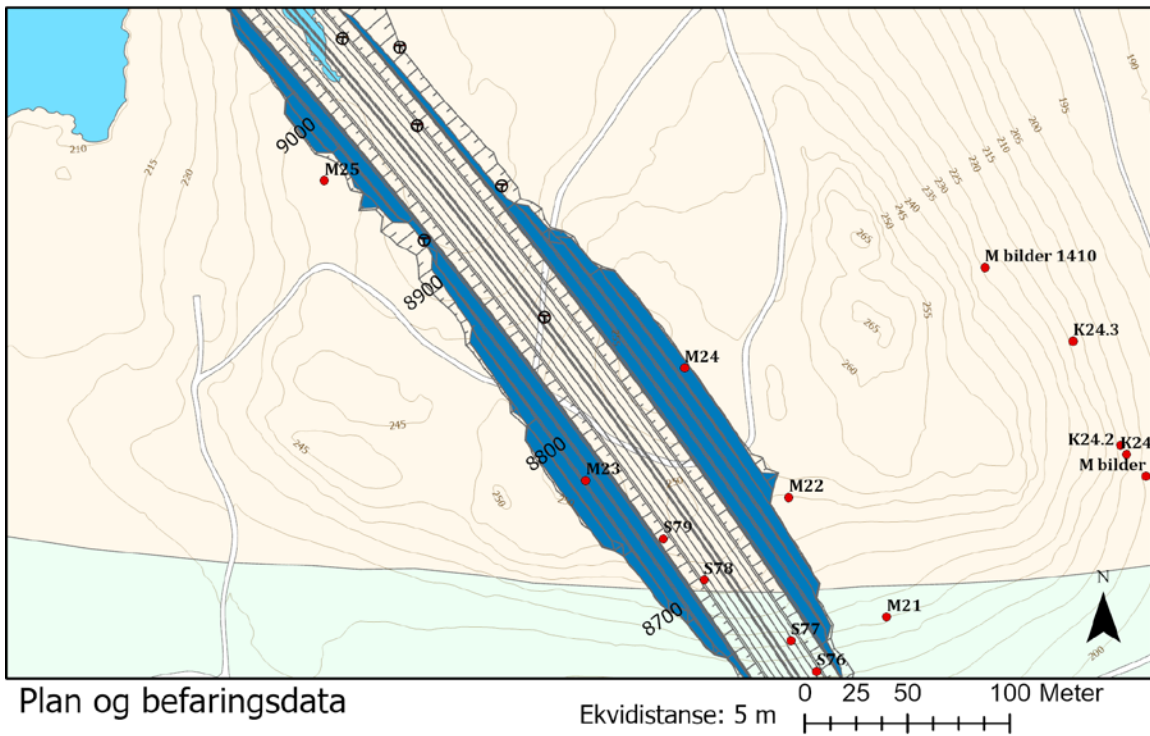
Skjæringsgeometri: Skjæring 8800 er planlagt mellom pel 8640 og 9120, men med forskjellig lengde på østre og vestre side. Vestre side har maksimal skjæringshøyde på 35 m og går fra omkring profilnummer 8640 til 9120. Østre side har maksimal skjæringshøyde på 38 m og går fra omkring profilnummer 8640 til 9020. Figur 6-24 viser en illustrasjon av planlagt skjæring i terrenget.



Figur 6-24: Illustrasjon av planlagt løsning for skjæring 8800. Skjæring 9200 og søndre påhugg sees i bakgrunnen.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Bergartskartet fra NGU, vist i Figur 6-25, viser at skjæringen vil ligge i to forskjellige bergarter; migmatittisk gneis og kvarts-diopsid gneis. Denne bergartsgrensen ble ikke gjenkjent i felt mellom lokalitetene M21 og M22, men kan like fullt være som oppgitt i kartet. Bergarten er i felt generisk tolket som gneis. Omkring lokalitet M22, M23 og M24 var det et tilsynelatende tynt løsmassedekke på høydedraget. Totalsonderinger mellom pel 8850 og 8950 viser mellom 2 og 4 meters løsmassemektighet.

Befaringsobservasjoner og målinger: Det er utført 85 strukturmålinger fordelt på alle lokalitetene i nærheten av skjæring 8800. Visning av målingene med sprekkesett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. Bergblotningene var stedvis eroderte med avrundede former, se Figur 6-26. Berget var stedvis også magnetisk med utslag på kompasset. Omkring pel 9050 er det et lite vann med en bekk som drenerer til Polltjørna. Dette vannet sees til nordvest i Figur 6-25. Skjæringen planlegges i toppen av kollene, hvis den blir smalere kan sideterrenget bli bratt.



Figur 6-25: Kart over skjæring 8800 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



Figur 6-26: Befaringsbilder nære skjæring 8800. T.v.: Lokalitet M22 tatt mot nord. T.h.: Lokalitet M24 tatt mot vest.

6.3.8 Skjæring 9200

Skjæringsgeometri: Skjæring 9200 er planlagt mellom pelnummer 9040 og 9320 og vil være omtrent 280 meter lang. Den blir en ensidig skjæring på østsiden av veitraseen med maksimal skjæringshøyde på omtrent 22 meter, se Figur 6-29.



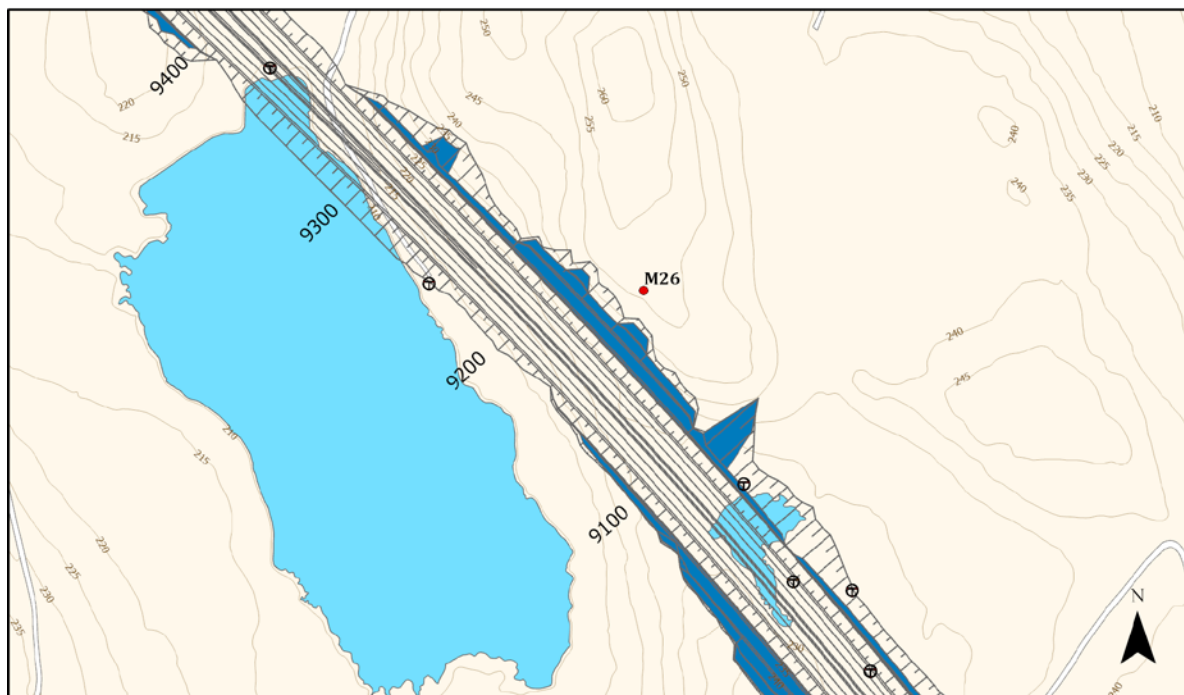
Figur 6-27: Illustrasjon av planlagt løsning for skjæring 9200. Bilde mot nord.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: NGUs berggrunnskart angir bergarten i området som migmatittisk ortogneis. Dette samsvarer med bergarten funnet i felt. Terrenget i skjæringen stiger bratt mot øst og består av bart berg med et tynt løsmassedekke. Det ble funnet noen flyttblokker på toppen av berget. Figur 6-28 viser befaringsbilder fra området. Vannet som sees til venstre i Figur 6-28 ligger mellom skjæring 8800 og 9200. Massene rundt vannet var vannmettede på befaringsstidspunktet.

Befaringsobservasjoner og målinger: Det er utført 8 strukturmålinger ved M26. Det var få flater å ta målinger av. Visning av målingene med sprekksett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. Sideterrenget for skjæringen vil stedvis være bratt.



Figur 6-28: Befaringsbilder nær skjæring 9200: T.v.: Oversiktsbilde. Bilde tatt mot nord ved M25. T.h.: Lokalitetensbilde, bilde tatt mot nordøst ved M26.



Plan og befaringsdata

- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Berggrunn NGU

■ Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer

Figur 6-29: Kart over skjæring 9200 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.

6.3.9 Skjæring 14800

Skjæringsgeometri: Skjæring 14800 ligger omtrent mellom pel 14640 og 15000 og er planlagt å være omtrent 360 meter lang. Østre skjæringsvegg vil ha maksimal skjæringshøyde rundt 22 meter. Vestre skjæringsvegg vil ha en maksimal høyde på omtrent 5 meter og lengde på 30 meter, se illustrasjon i Figur 6-30.

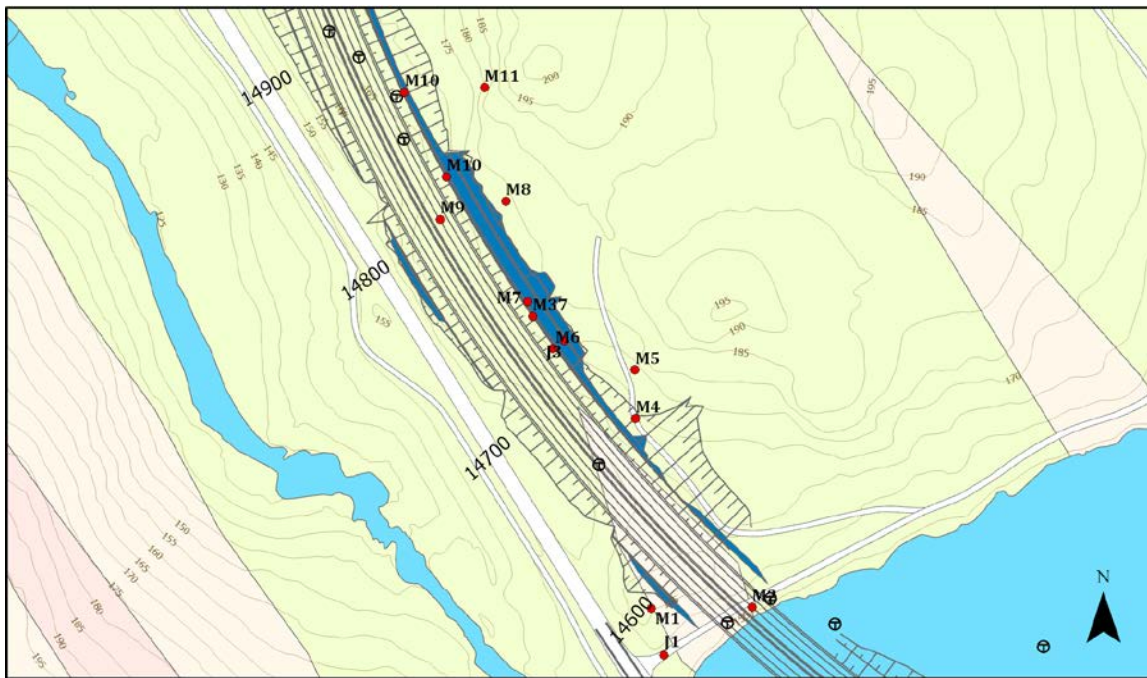


Figur 6-30: Illustrasjon av planlagt løsning for skjæring 14800. Bilde mot nord.

Berggrunns- og løsmasseinformasjon: Terrenget i området rundt skjæringen stiger mot øst og består av morenemasser. Det er utført noen totalsonderinger i området. I borepunkt E037, omtrent ved pel 14675, indikeres det 3 meters dybde til berg. Nord for pel 14850 og på sørsiden av den planlagte skjæringen viser tidligere sonderinger, utført av SVV, at det er boret over 10 meter uten å påtreffe berg.

Synlig berg i dagen stikker opp med steile sider enkelte steder i terrenget. Berggrunnen består i ifølge NGUs karttjeneste av pelitt og migmatittisk gneis, se Figur 6-31. Pelitten ble gjenkjent i felt. Den migmatittiske gneisen ble gjenkjent ved lokalitet M1. Figur 6-32 viser oversiktsbilder av området til planlagt skjæring.

Befaringsobservasjoner og målinger: Det er utført totalt 74 strukturmålinger av sprekker fordelt på alle befaringslokalitetene som vises i Figur 6-31. Flest målinger er utført ved lokalitet M37. Visning av målingene med sprekkesett- og stabilitetstolkning finnes i tolkningsdelen. På lokalitet M1, i den migmatittiske gneisen i sør, er det observert soner med mer oppknust berg enn sideberget ellers rundt den eksisterende skjæringen. En slik sone ble målt med fall/fallretning på 75/165. Sideterrenget er skrånende, og i nordre del av skjæringen bratt.



Plan og befaringsdata

- Befaringspunkt
- ⊕ Totalsondering
- Veimodell
- Bergskjæringsavtrykk

Ekvidistanse: 5 m 0 25 50 100 Meter

Berggrunn NGU

- Pelitt; sterkt oppsmeltet migmatittisk granat-biotittgneis med tynne kvartsittiske lag
- Omdannet granitt til granodioritt; grå, til dels ganske grovkornet
- Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer

Figur 6-31: Kart over skjæring 14800 med befaringslokaliteter, topografi og berggrunnskart fra NGU.



Figur 6-32: Befaringsbilder nær skjæring 14800. T. v. i planlagt skjæring, bilde mot sør ved lokalitet J5. T. h.: Sør i planlagt skjæring, bilde mot nord ved lokalitet M37.

6.3.10 Oppsummering av befaringsobservasjoner

I Tabell 6-5 er befaringsobservasjoner med innmålte sprekkesett oppsummert.

Tabell 6-5: Oppsummering av befaringsobservasjoner.

Lokalitet	Profil		Fallretning	Fall	Spr. avst.	Spr. lengde	RQD	Spr. ruhet	Spr.fyll
			[°]	[°]	[m]	[m]			
S13-S25	2500	1	118-132	65 - 85	0,1-1	0,1-1	20-50	Ru, plane	i.o. ³
		2	180-225	72 - 90	0,1 - 0,5	0,08 - 0,5		Ru, plane	i.o.
		3	258-260 / 72-94	75 - 90	>0,1	>0,1		Ru, plane	i.o.
		?	118 - 126	10 - 20	Ca. 1	Ca. 1		Ru, plane	i.o.
M30	3500	1	000-005/ 180-195	85-90	0,1-0,3	5+	>80	Ru, plane	mose
		2	275-288	30-80	1	i.o.		Ru, plane	mose
		F	160-162	50-52					
M31	3500	1	110-135/ 305-350	60-90	0,5-1	5-10+	>80	Ru, plane	mose
		2	190-230	36-60	0,1-2	3-10+		Ru, plane	mose
		F	095-100	25-35					
S1, K1, M1	5200	1	150-172	70-90	0,1 - 1	> 10	>80	Ru, plane	i.o.
		2	082-098	52-75	0,1 - 1	> 10		Ru, plane	i.o.
		3	358-013	50-55	0,1 - 1	> 10		Ru, plane	i.o.
		4	310-326	36-42	0,1 - 1	> 10		Ru, plane	i.o.
M33	5200	1	160-180	77-90	0,1-0,3	3-5	50-80	Meget ru, plane	i.o.
		2	268-280	49-80	0,1-0,3	3-5		Ru, plane	i.o.
M34	5200	1	340-000/ 150-168	72-90	0,1-1	Gj.gående ⁴	>80	Ru, plane	i.o.
		2	060-095	19-65	0,2-0,5	1-10		Ru, plane	i.o.
		3	070-080/ 250-275	52-90	0,1-1	10+		Ru, plane	i.o.
M35	5200	1	010-019	66-72	1	Gj.gående	>80	Ru, plane	i.o.
		2	115-140	10-20					
		3	080-120	48-60	1	Gj.gående		Ru, plane	i.o.
Skj. 2 lok 1	5650	1	160-175	80-85	0,1 - 1	> 10	>80		i.o.
		2	210 - 240	70 - 90	0,5	> 10			i.o.
		3	260 - 270	10 - 25	0,05 - 1	> 10			i.o.
M36	5650	1	075- 095/255	75-90	0,1-0,5	Gj.gående	50 - 80	Ru, plane	i.o.
		2	155-175	45-50	0,2-0,5	2-5		Ru, plane	i.o.
M27	7200	1	345-00/165	80-90	0,1-1	2-10+	50 - 80	Ru, plane	mose
		2	250-278	75-89	0,5-1	Gj.gående		Ru, plane	Mose
		3	145-160	05-15	Tilnærmet horisontalt sprekkesett, vanskelig å måle.				
M28	7200	1	085-090	85-90	0,5	i.o., bergsiden	> 80	Plan	mose
		2	320-335	85-90	1	5		Ru, plane	mose
		3	250	39					

Tabellen fortsetter på neste side.

³ i.o. – Ikke observert. Spesielt i forbindelse med sprekkefyll er det ofte slik at i bergblotninger er et eventuelt fyll vasket bort og det kan ikke sies med sikkerhet om det har vært noe eller ikke.

⁴ Gj.gående - Gjennomgående

Tabell 6-5 forts: Oppsummering av befaringsobservasjoner.

Lokalitet	Profil		Fallretning	Fall	Spr. avst.	Spr. lengde	RQD	Spr. ruhet	Spr.fyll
			[°]	[°]	[m]	[m]			
S30	7500	1	230 - 250	55 - 70	< 1	< 10	>70	Ru, noen få glatte, plane	i.o.
		2	262 - 285	85 - 89	< 1	< 10		Ru, noen få glatte, plane	i.o.
		3	044 - 072	48 - 61	< 1	< 10		Ru, noen få glatte, plane	i.o.
S60	7500	1	162	10	Begrenset blotning, så det var ikke mulig å si noe om sprekkeavstand, -lengde eller RQD her. Flatene var så forvitret, at det man kjente som ruhet, sannsynligvis var forvitring.				
		2	254 - 282	60 - 75					
		3	350	70					
S65	7500	1	230 - 244	50 - 70	0,1 - 0,9	<5	>80	Forvitret, antatt plane.	i.o.
		2	326 - 358	60 - 75	>0,04 - 1	>1 - 5		Forvitret, antatt plane.	i.o.
		3	060 - 070	60 - 72	0,3 - 0,8	>1 - 5		Forvitret, antatt plane.	i.o.
S73	7500	1	126 - 148	52 - 80	<0,5	< 2	50-80	Forvitret, korte sprekker, ru, noen plane, noen mer bølgede	i.o.
		2	026 - 064	64 - 86	0,1 - 0,5	< 1			i.o.
		3	094/328	84 - 88	0,1 - 1	< 1			i.o.
S78, S79	8800	Det var vanskelig å få gode sprekke målinger. RQD ble vurdert til <80 ved S78.							i.o.
M21	8800	1	150-170	70-80	2	10+	50 - 80	Ru, plane	i.o.
		2	055-062/ 230-240	70-90	0,1-1	Variierende		Plan	Mulig leirfyll
		3	340-000	18-20, subhor	0,5	Kan være stor		Ikke kommentert.	Noe
M22	8800	1	062-080	72-86	0,1-0,5	10+		Ru, plane	mose
		2	217-234	22-46	0,3-0,5	3		Ikke kommentert.	mose
M23	8800	1	230-280	50-75	1-2	10+	>80	Ikke kommentert.	mulig
		2	150-160	75-90	2-5	Stor		Ikke kommentert.	mose
		3	010-060	30-45	-	-		-	-
M24	8800	1	080-100	70-80	0,5-2	10+	>80	Ru, plane	mose
		2	005-025	65-82	1-2	1-5		Ru, plane	mose
M25	8800	1	215-235	35-60	-	-	50-80	-	-
M26	9200	1	238-265	60-80	0,1-0,5	10+	>80	Ru, plane	mose
M37	14800	1	170-188	75-90	0,3-0,5	Gj.gående	50-80	Ru, plane	i.o.
		2	250-282	45-68	0,5-1	2-5		Ru, undulerende	i.o.
		3	078-100	30-50	1-2	5		Ru, undulerende	i.o.
M1	14800	1	180-190	75			25-75	Ru	i.o.
		2	240	30					
		3	065-090	80					
J1	14800						>80		Belegg
M7	14800	1	160-180/010	90	0,1-0,5	10+	75-90	Ru	i.o.
		2	260-280	30-60	3	5		Ru	i.o.
		3	090-095	50-60	2	1-2		Ru	i.o.
M10	14800	1	070-080	52-55					
		2	250-260	30-58					
J3	14800	1	155	87	0,5-1	5-10	75-90	Ru, plane	i.o.
		2	060	54	0,3-1	1-2		Ru, bølgete	i.o.
		3	026-028	16-35	0,5-1	1-2		Ru, bølgete	i.o.
		4	265	26	0,5-1	1-2		Ru, bølgete	i.o.
J5	14800	1	175-180	70-75	0,3-1	10+	>90	Ru, bølgete	i.o.
		2	060-062	22-30	1-2	10+		Ru, bølgete	i.o.

6.4 Skredfare

Skred AS har utført skredkartlegging og utarbeidet skredrapport for prosjektet. Det henvises til rapport 20106-04-01 som omhandler skred for strekningen. Det er gjort vurderinger i flere omganger, dette er oppsummert i Tabell 6-6.

Tabell 6-6: Oversikt vurderinger fra Skred AS.

Rapport nr.	Dato	Beskrivelse	Referanse
20106-01-1	06.03.2020	Opprinnelig rapport. To linjer vurdert.	[31]
20106-02-1	02.06.2020	Tilleggsvurdering, ny linje Søylandsdalen.	[32]
20106-03-2	30.11.2020	Tilleggsvurdering ny linje nord for Tindafjell.	[33]
E-post	31.08.2021	Korrespondanse angående skredvoll Tindafjell.	-
20106-04-1	05.11.2021	Revisjon av 20106-01-1, inkluderer kun ny linje.	[34]

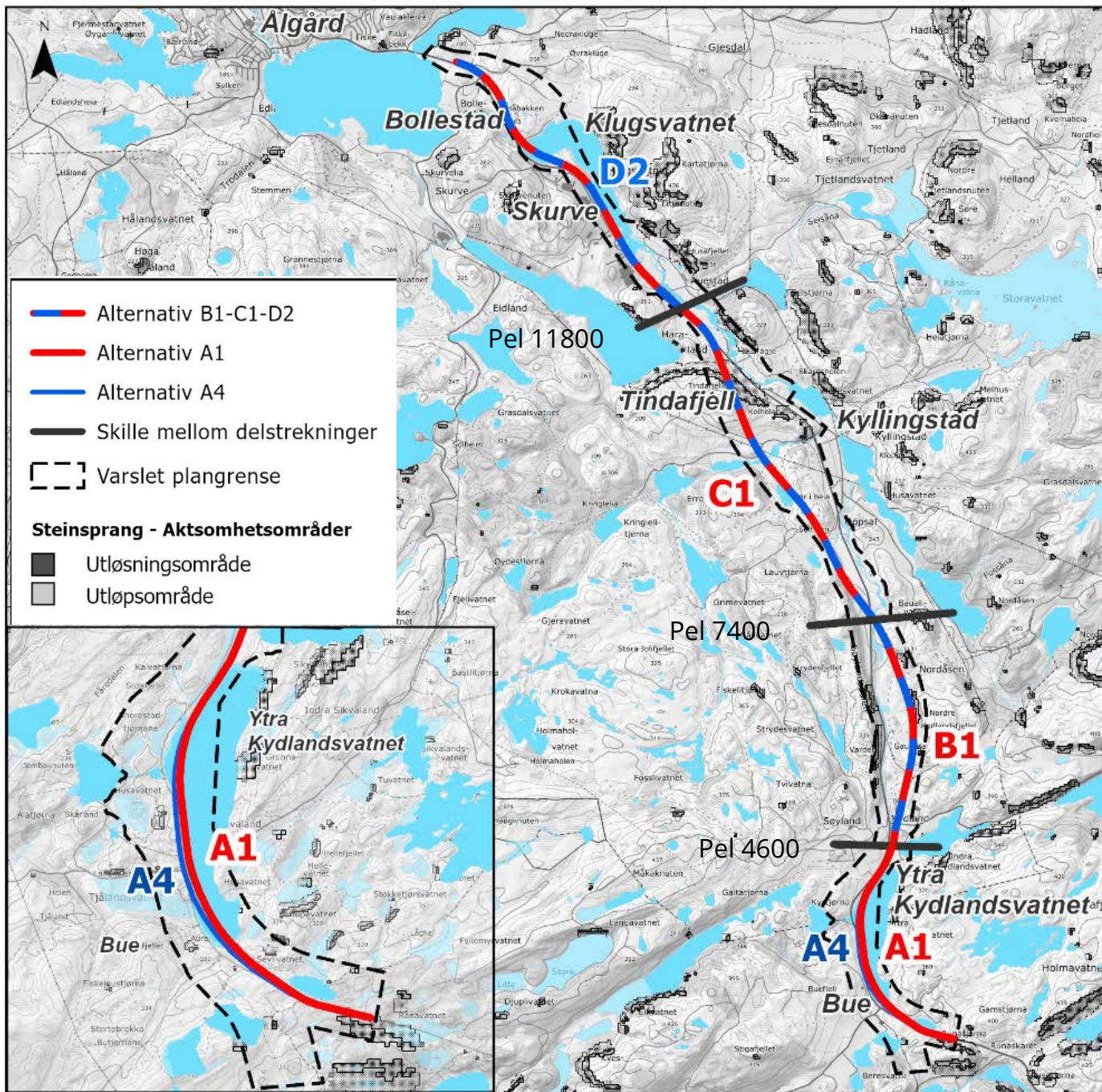
Tabell 1.12 i N200 angir akseptkriteriene for skredsannsynlighet ut ifra dimensjonerende trafikkmengde. Tabell 6-7 under gjengir denne tabellen i sin helhet.

Tabell 6-7 Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet. Tabell 1.12 i N200.

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet pr. km og år
< 500	1/20
500-399	1/50
4000-5999	1/100
6000-11999	1/300
>12000	1/1000

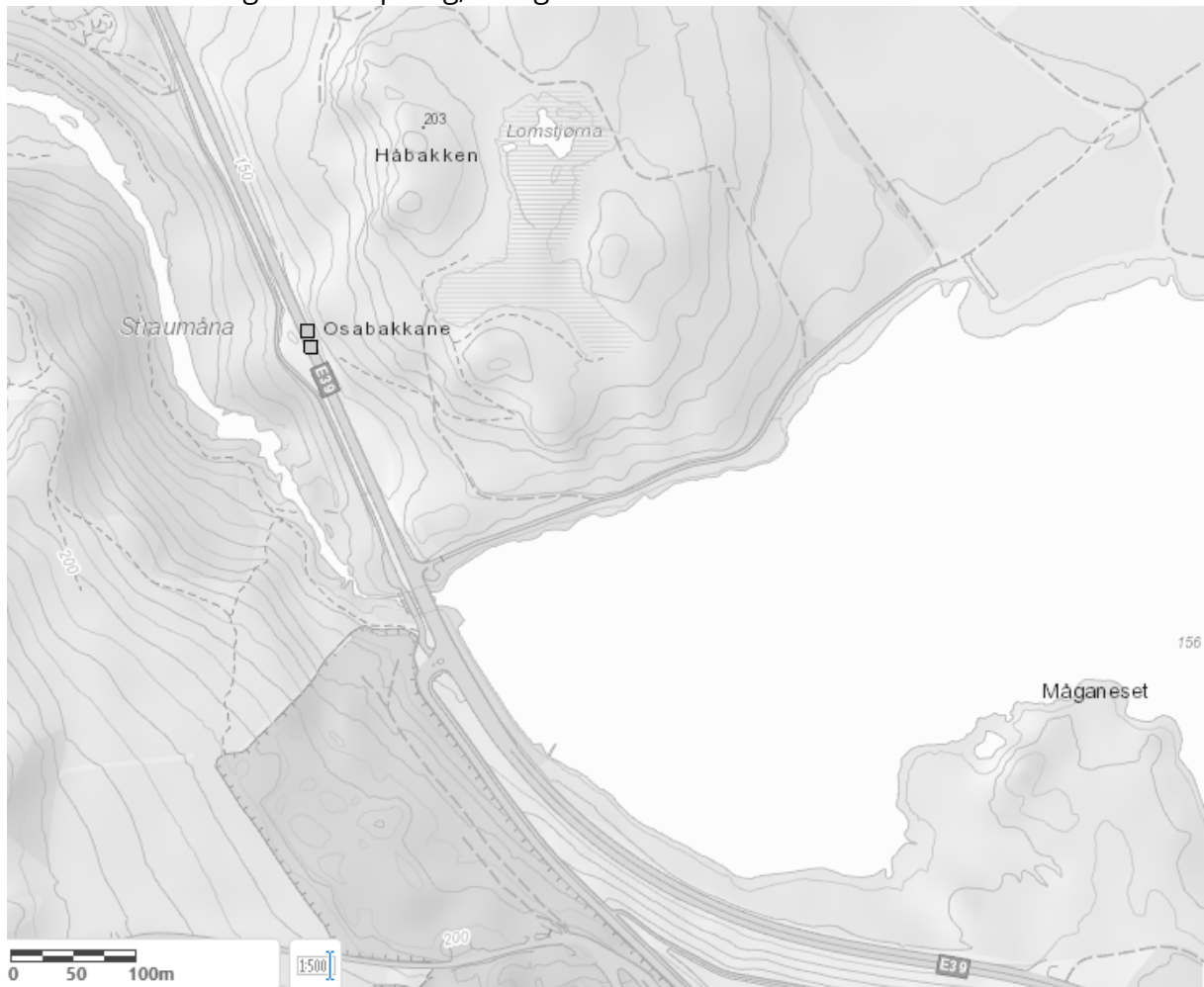
Trafikkmengden på veistrekningen i prosjektområdet er over 12 000 og dermed er samlet skredsannsynlighet (restrisiko) pr. km og år satt til 1/1000. Sikkerhetsnivået for skred angir hvilken sannsynlighet for skred som aksepteres. Krav i tabell over er en tilpassing av sikkerhetskravene i byggteknisk forskrift til plan og bygningsloven (Tek17). [2]

Snøskred, isnedfall og løsmasseskred er i rapporten vurdert som mindre aktuelle og det henvises til skredrapporten for figurer og betraktninger rundt dette. I Figur 6-33 er NVEs aktsomhetskart [15] for steinsprang med veitraseen inntegnet. Som det kan sees av figuren går traseen gjennom områder som er i den teoretiske løsn- og utløpssonen for disse steinsprang. Det henvises her til [34] for observasjoner fra feltbefaring og simuleringer, her omtales de områder hvor det kreves skredsikring slik at skredrisikoen er innenfor det akseptable, mer om dette kan finnes i tolkningsdelen i avsnitt 7.1.



Figur 6-33: Aktsomhetskart for steinsprang, kilde: nve.no.

Det er i NVE sin database Atlas, registrert 2 skredhendelser innenfor planområdet. Det er et steinskred og et steinsprang, se Figur 6-34.



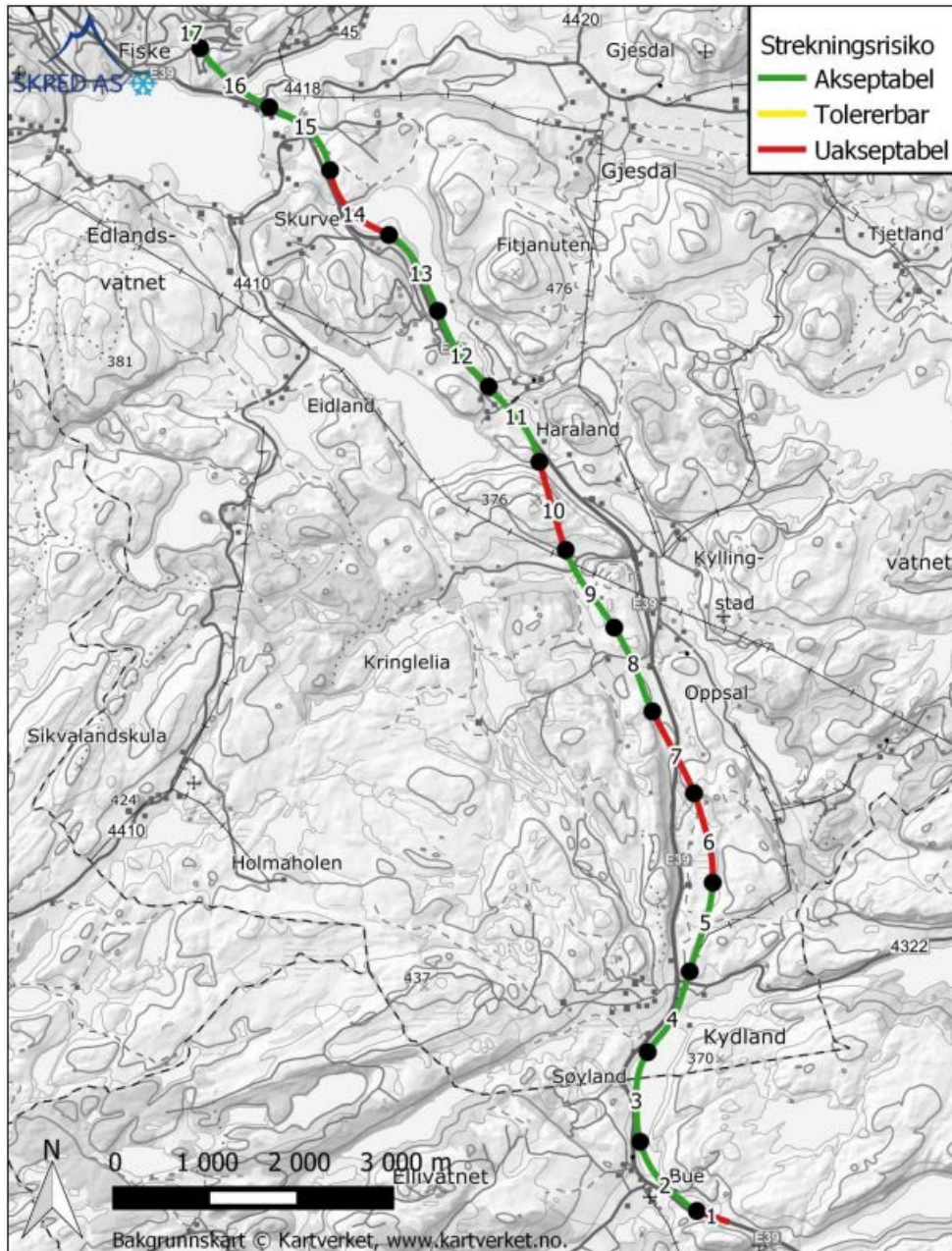
Figur 6-34: Utklipp fra Atlas, nord er opp. To skredhendelser markert ved Osabakkane, tilsvarende omkring profil 14800.

7 Tolkningsdel

7.1 Skred

Der er fem enhetsstrekninger hvor strekningsrisikoen er uakseptabel uten sikringstiltak [1]. Figur 7-1 viser den planlagte veitraseen og vurdering for de enkelte enhetsstrekninger.

Det er for hver enhetsstrekning utarbeidet anbefaling for sikring og tilhørende kostnadsestimat. Det henvises til skredrapporten for de enkelte sikringstiltak.



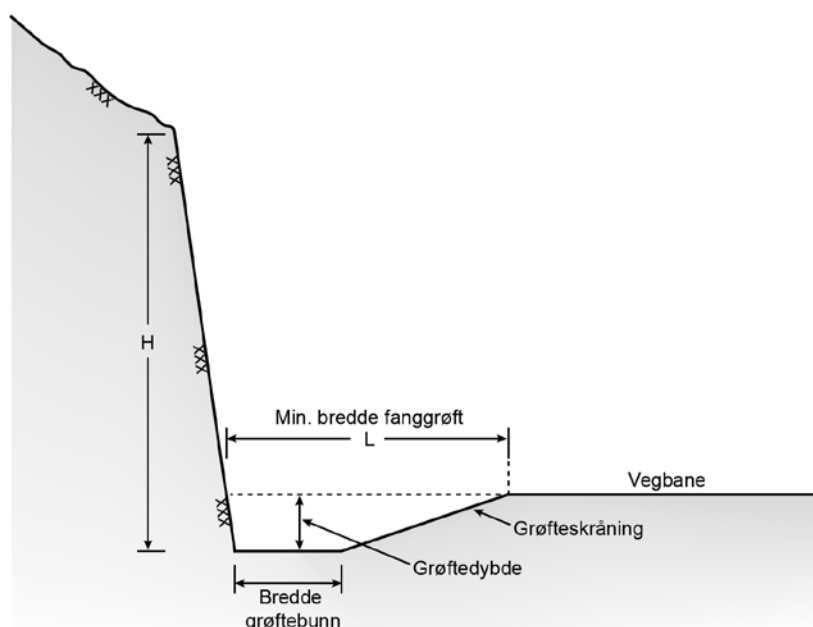
Figur 7-1: Strekningsrisiko hentet fra [1].

7.2 Skjæringer – tolkningsdel

7.2.1 Utforming og uttak av bergskjæringer

Berg- og løsmasseskjæringer planlegges i henhold til N200. Alle skjæringer må tilpasses de stedlige geologiske forholdene og skal vurderes etter hvert som mer geologisk informasjon blir tilgjengelig. Generelt er det anbefalt en skjæringshelning på 10:1, men hvis de stedlige geologiske forholdene tilsier at det er bedre med lavere helning, bør dette vurderes. Tilpasning av skjæringshelningen kan øke stabiliteten og redusere sikringsomfanget av skjæringen. Dette skal vurderes på stedet i hvert enkelt tilfelle av ingeniørgeologisk kompetent personell. Figur 7-2 viser tilpasning av skjæringshelning til geologiske forhold.

Kapittel 1.3.2 i N200 omhandler utforming av bergskjæringer og fanggrøft. Bergskjæringer skal utformes med fanggrøft. Figur 7-2 under er henta fra N200 og angir prinsipper for utforming og minimumsbredde for fanggrøft. Det gjøres oppmerksom på at dersom en skjæring etableres med slakere helning enn 10:1, vil kravet til minimumsbredde på fanggrøften øke. Minimumsbredde på fanggrøft for steinnedfall skal dimensjoneres i henhold til Figur 1.4 i N200. [2]



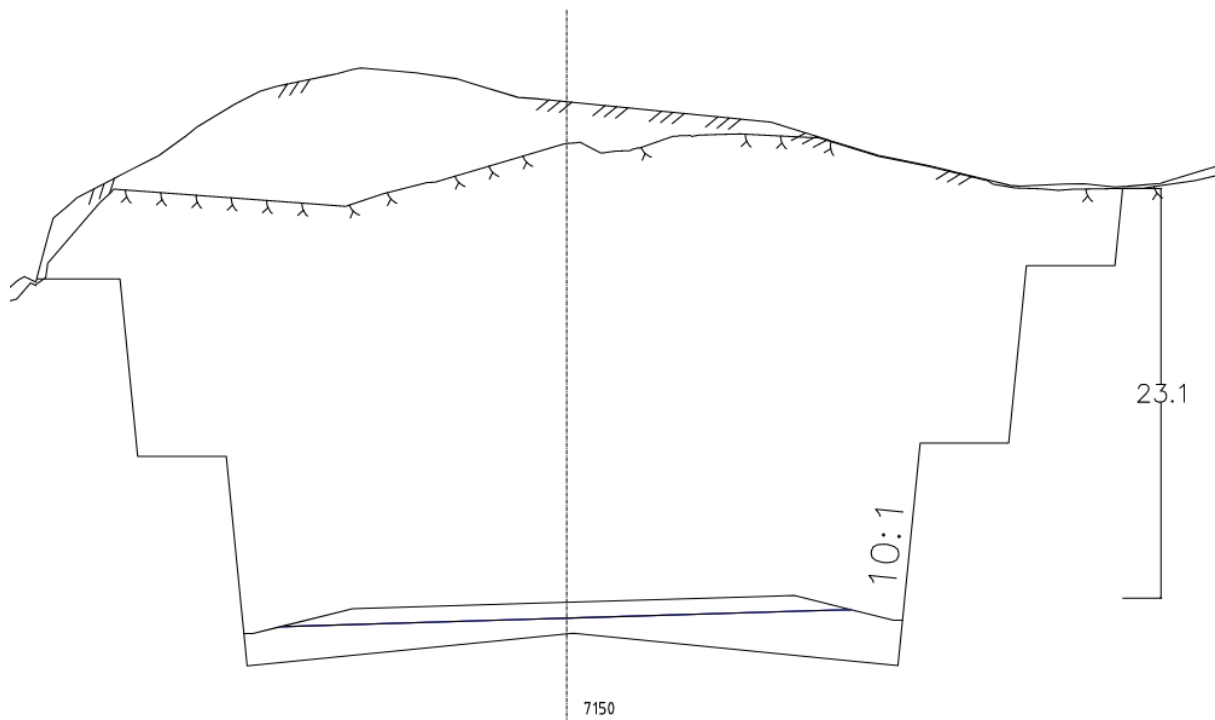
Figur 7-2: Prinsippkisse for utforming av skjæring ed grøft.

Uttak av skjæringer

Samtlige skjæringer forutsettes uttatt ved konvensjonell boring og sprengning. Sprengning ut mot endelig skjæringsvegg skal utføres med kontur og nøyaktig boring, slik at endelige skjæringsvegger blir jevne og plassering i henhold til plan. Håndbok R761 [36] beskriver prosessen for sprengning i dagen i kapittel 22. Sømboring, forbolting, presplitt og andre tiltak kan være nødvendig i enkelte tilfeller, for å få et tilfredsstillende resultat.

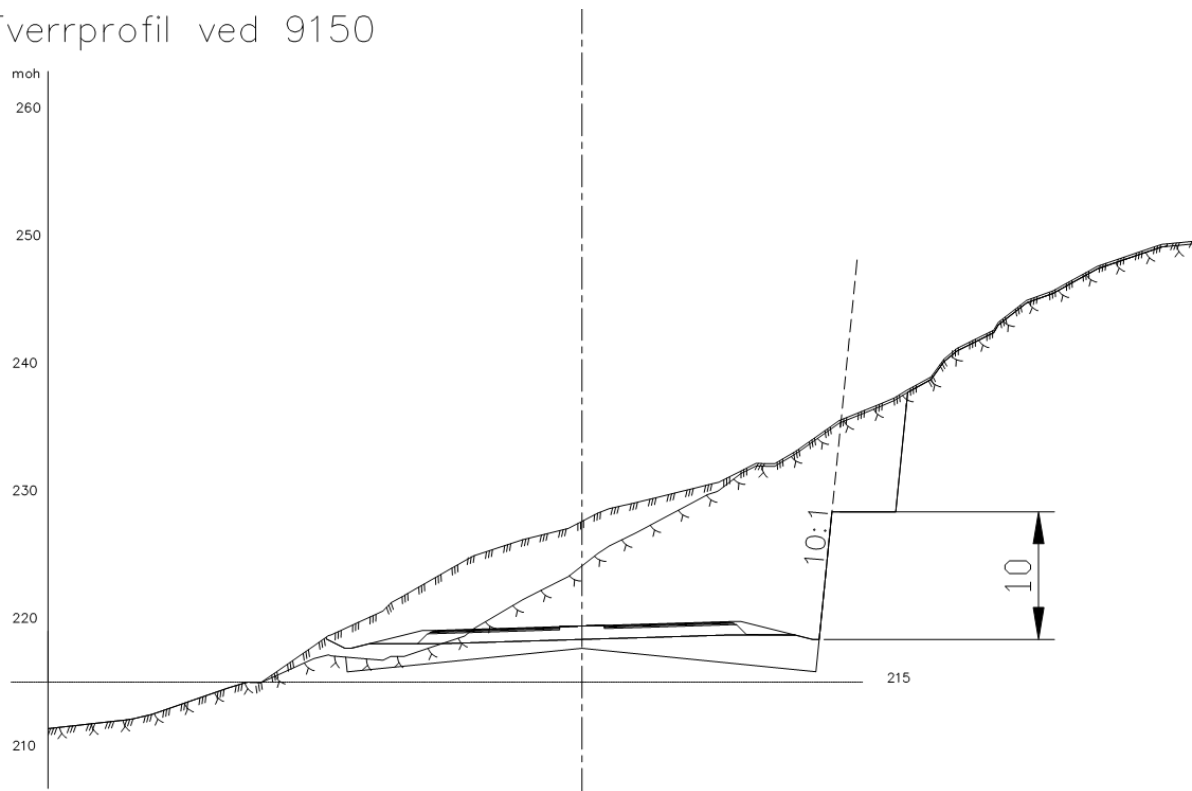
Salvestørrelse, uttak i flere nivåer og enhetsladning må tilpasses geologien og omgivelsene og vurderes i hvert enkelt tilfelle. Ved skjæringer over 10 m anbefales det å vurdere pall ved uttak av skjæring. Det er i reguleringsplanen lagt pall til grunn ved alle skjæringer over 10 m, se Figur 7-3 og

Figur 7-4. Endelig avgjørelse om utforming av skjæringer må gjøres av kompetent personell i anleggsfasen.



Figur 7-3: Tverrprofil ved pel 7150. Skjæringen er tosidig og det er illustrert nedpalling med 10 m pall. Skjæringshelning 10:1 er tegnet inn med stiplet linje. Fanggrøft tilpasses skjæringshøyde.

Tverrprofil ved 9150

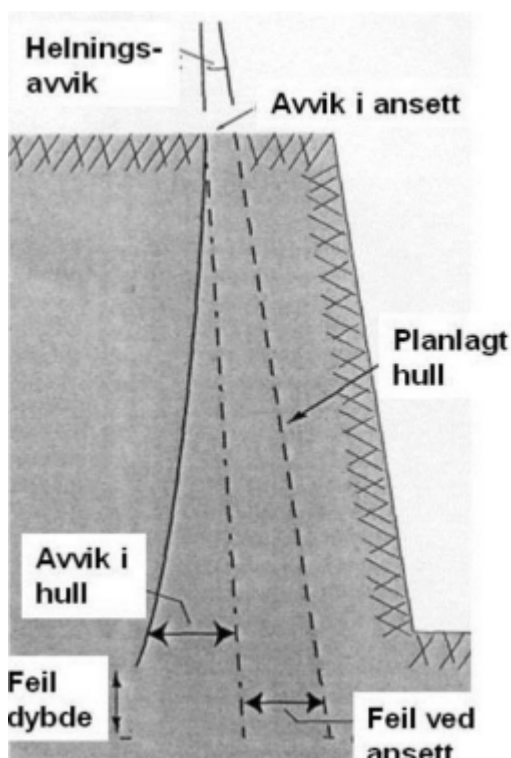


Figur 7-4: Tverrprofil ved pel 9150. Det er skjæring kun på traseens østside og det er illustrert nedpalling med 10 m pall. Helning 10:1 er tegnet inn med stiplet linje. Fanggrøft tilpasses skjæringshøyde.

7.2.2 Borhullsavvik

Det er flere årsaker til borhullsavvik, se også Figur 7-5:

- Feil helning
- Feil i ansett
- Feil i dybde
- Feil i helning
- Geologisk betinget avvik



Figur 7-5: Skisse over mulige årsaker til borhullsavvik.

Geologisk betinget avvik forekommer i skjæringer med ugunstig orientering av sprekkeplan. I områder som har steile sprekkeplan kan det gi borhullsavvik, der borhullene bøyes av langs sprekkeplanene. Hvis det forekommer sprekkeplan med høy vinkel i forhold til borhullet, kan det gi avvik ved at borhullene bøyes til å krysse sprekkeplanene vinkelrett.

Større enkeltsprekker, som den observert ved lokalitet S58 ved skjæring 7500, kan også gi borhullsavvik. For høyt matetrykk kan også gi avvik.

Hvis boreren observerer store avvik, bør det settes inn avbøtende tiltak.

7.2.3 Generelle sikringsmetoder

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

I avsnitt 6.2.1 Funksjonskrav beskrives krav til skjæringer, deriblant at de skal kunne stå 20 år uten vedlikehold og at det ikke skal forekomme nedfall av stein og is på veibanen. Det er forventet at normale sikringsmetoder vil være gjeldende for skjæringene; rensk, bolting, steinsprangnett, isnett, bergbånd og sprøytebetong.

- Rensk må påregnes for hver enkelt skjæring. Rensk med maskin må utføres slik at berget ikke skades unødvendig av selve rensken. Det er viktig med kompetent personale, 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 personale 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 endring av skjæringsgeometri.

- Steinsprangnett brukes ved fare for mye smånedfall i berg som er moderat til mye oppsprukket. Isnett brukes for å forhindre is i skjæringer å rase ut i mildværsperioder.
- Sprøytebetong kan være et alternativ til steinsprangnett, spesielt ved svært oppsprukket berg. Selvborende, gyste bolter kan være et alternativ for å sikre totalstabiliteten.
- Det er viktig å sikre både lokalstabilitet og totalstabilitet av skjæringen.

Skjæringstopp skal renskes minimum 2 m innover fra skjæringskanten, og løsmassene utenfor skjæringstoppen skal utformes med stabil skråningshelning, eller med andre tiltak som gjør at det ikke er fare for utglidning 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 isskjøving.

7.2.4 Tolking av løsnemekanismer for skjæringer

Under befaring er det samlet inn sprekke målinger for skjæringer og områder. Disse er vurdert og tolket. Det er også gjort noen enkle betraktninger av kinematiske analyser i Dips. For dette er det brukt Dips versjon 7.018 fra RocScience. Dette er kun ment som et utgangspunkt og det er svært viktig at observasjonene og tolkningene følges opp av ingeniørgeologisk personell i senere faser, både i felt og eventuelt med ytterligere detaljering i form av analyser og sikkerhetsfaktorer.

Det kan være mer enn én mekanisme som er aktuell for utglidning/utvelting av bergblokker ved hver skjæring. Selv om en kinematisk analyse indikerer potensielle for utglidninger, kan det være faktorer som resulterer i at utglidning ikke skjer. Motsatt kan det være faktorer (eksempelvis vanntrykk) som gjør at det skjer en utglidning, selv om den kinematiske analysen ikke gir noen indikasjoner på dette. Det er også slik at svakhetssoner, skjærsoner og andre dominerende bergstrukturer kan påvirke stabiliteten og dette kommer ikke nødvendigvis like godt frem i en kinematisk analyse.

I Dips kan følgende løsnemekanismer betraktes:

- Plan utglidning (både med og uten grenser).
- Kileutglidning.
- Toppling (direkte og "flexural"). Direkte toppling er noe mer komplisert enn flexurell toppling og er når to sprekkesett kan danne blokker som så avløses av et nært horisontalt sprekkesett.

Disse ulike løsnemekanismene er sjekket for hver skjæring og beskrevet kort i underkapitlene 7.2.6 til 7.2.14. Det er også kommentert kort resultat for hver enkelt skjæring. Vedlegg 2 inneholder figurer fra de kinematiske analysene.

Det er tatt utgangspunkt i en friksjonsvinkel på 30° i de kinematiske analysene. Dette er ikke nødvendigvis den korrekte friksjonsvinkelen for alle skjæringer, men for dette prosjektets detaljeringsnivå vurderes det som en god nok antakelse. En skjæringshelning på 10:1 tilsvarer omkring 84°.

7.2.5 Sikringsestimat

Det er gjort et grovt estimat på sikringsmidler og -mengder for skjæringer som er høyere enn 10 m. De høye skjæringer vil ha spesielt stor usikkerhet i estimatet, 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.

Estimering av stabilitetssikring er forenklet ved å dele bergmassen inn i fire kategorier og anslå sikringen basert på disse og tilpasning for den enkelte skjæring. Sikringsomfang kan ikke bestemmes på forhånd. Det må fastsettes endelig i utførelsesfasen. Det understrekes derfor at sikringsmengdene er et estimat basert på den informasjonen som er tilgjengelig i reguleringsplanfasen. Å dele inn skjæringene i kategorier er en forenkling som er akseptabel på det nåværende detaljeringsnivået.

Generelt er sikringsestimatet basert på inndeling og mengder som angitt i Tabell 7-1 under. For alle skjæringer må det påregnes rensk av endelig skjæringsvegg. Det er satt et spesielt stort intervall for m² per bolt for kategorien "kompetent, grovblokkig berg, spredt bolting", da det er store variasjoner i slik bergmasse.

Tabell 7-1: Generelle sikringsmengder basert på grov inndeling etter bergmassens egenskaper.

Kompetent, grovblokkig berg, spredt bolting		
1 bolt per	15-35	m ²
Steinsprangnett	10	% av skjæringens lengde
Forbolter, c/c 1 m	10	% av skjæringens lengde
Middels oppsprukket og dels gjennomsettende sprekker/ delvis systematisk og delvis spredt bolting		
1 bolt per	10-15	m ²
Steinsprangnett	20	% av skjæringens lengde
Forbolter, c/c 1 m	30	% av skjæringens lengde
Middels oppsprukket, gjennomgående sprekker/ systematisk bolting		
1 bolt per	8-10	m ²
Steinsprangnett	30	% av skjæringens lengde
Forbolter, c/c 1 m	50	% av skjæringens lengde
Veldig oppsprukket berg		
1 bolt per	0	m ² , blokker større enn cirka 0,3 m boltes enkeltvis.
Steinsprangnett	80	% av skjæringens lengde
Forbolter, c/c 1 m	0	% av skjæringens lengde
Sprøytebetong	20	% av skjæringens lengde
Systematisk bolting i skjæringsvegg		Mønster fra 1,5 m * 1,5 m - 2,5 m * 2,5 m

Bergbånd og stag må i enkelte tilfeller påregnes. Dette må vurderes av kompetent personale.

Kategoriene betegnes som følgende, i etterfølgende kapittel:

- Spredt bolting.
- Delvis systematisk, delvis spredt bolting.
- Systematisk bolting.
- Veldig oppsprukket berg.

Estimert totalt sikringsomfang for skjæringer omfattet av denne rapporten sees i Tabell 7-2. Ved beregning av sikringsmengder er det brukt gjennomsnitt av intervall angitt for bolter i Tabell 7-1.

Eksempelvis er det for 8-10 m² per bolt brukt 9 m² per bolt i beregning. Sikringsestimater er basert på tolkninger og kategoriseringer som presenteres i kapittel 7.2.6 til 7.2.14.

Sprøytebetong og eventuell tyngre sikring ikke er tatt med, omfang og type må vurderes når berget er avdekket og løpende under utførelse. Det er tolket noen svakhetssoner langs traseen for kan kreve tyngre sikring, sprøytbetong, ekstra rensk. Det påpekes også at sikring av sideterreng ikke er tatt med. Sikring for forskjæringer til tunnelen er heller ikke med i estimatet. Sikring av skjæringer under 10 m er tatt med i estimatet.

Frostmengde⁵, F_{10} , i planområdet varierer mellom 4000 og 4700 h°C [37] og normaltemperaturen mellom 6 og 6,8°C [38]. Vann vil kunne danne iskjøving langs bergskjæring 7500, hvis det blir kaldt nok, og vannet ikke er håndtert ved andre tiltak. Det vil kunne være nødvendig med isnett eller nisje for nedføring av vannsig. Det bemerkes at det under utførelse kan avdekkes andre områder hvor det kan bli behov for tiltak hvis det oppdages vannførende sprekker eller lignende.

Tabell 7-2: Sikringsestimater for traseen.

Sikringsmetode	Antall	Enhet
Antall bolter	18100	stk
Steinsprangnett	18700	m ²
Forbolter	3550	stk

⁵ F_{10} er definert som den frostmengden som statistisk sett overskrides én gang i en 10-årsperiode.

7.2.6 Skjæring 5200

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Det er utført totalt 151 strukturmålinger som viser at det finnes 3 tydelige sprekkesett, og mulig ett fjerde sprekkesett, se Figur 7-6. Sprekkesettene er, foruten om det fjerde sprekkesettet, steile. Tabell 7-3 viser de tolkede sprekkesettene og deres sprekkeavstand.

Tabell 7-3: Orientering av tolkede sprekkesett⁶.

Fallretning	Fall	Sett	Sprekkeavstand
165	85	Sett 1	0.1 - 1 m
260	89	Sett 2	0.1 - 1 m
014	70	Sett 3	0.1 - 0.3 m
110	55	Sett 4	1 m

Tabell 7-4 viser en sammenstilling av resultatene fra den kinematiske analysen i Dips, gjort med strukturmålingene som er samlet inn.

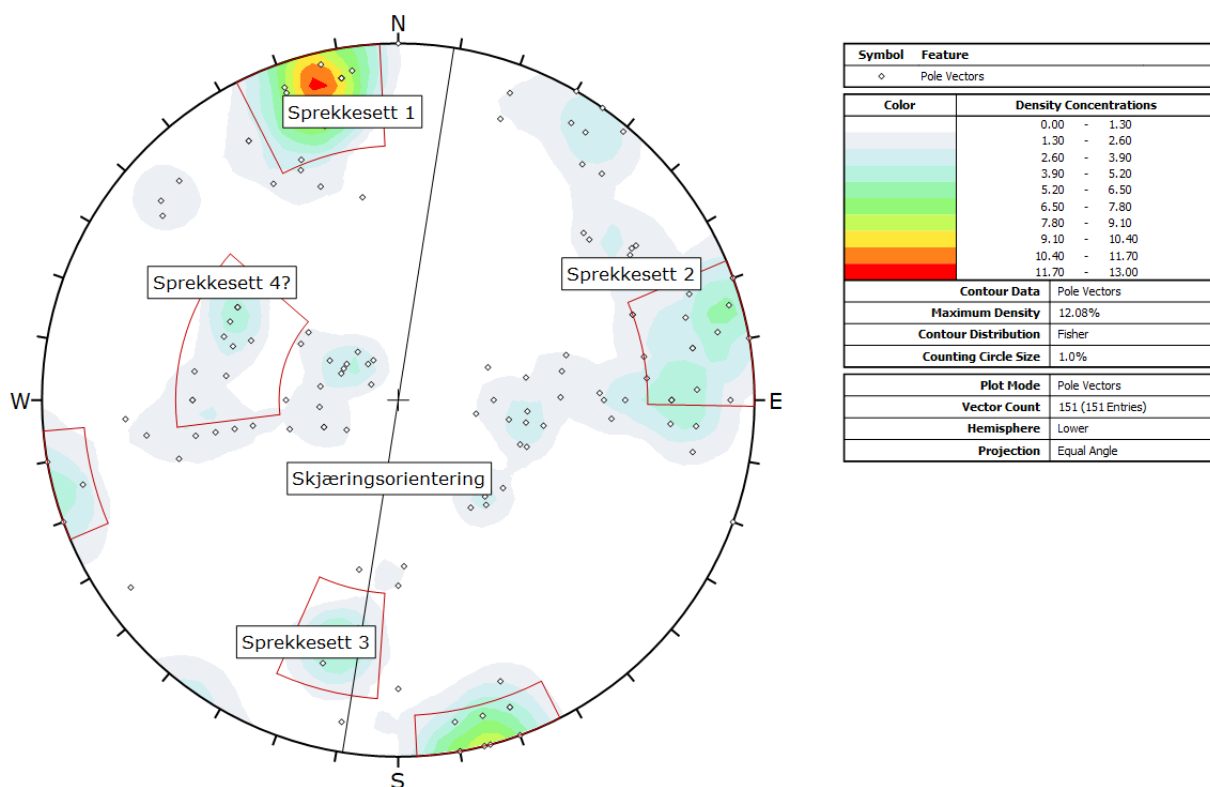
Tabell 7-4: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

Løsnemekanisme	Vestlig skjæringsvegg	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	10 % (61 % av Sett 4)	16 % (38 % av Sett 2)
Planar Sliding (No limits)	22 % (100 % av Sett 4)	28 % (57 % av Sett 2.)
Wedge Sliding	17 % (100 % Sett 1 mot Sett 3, 75% Sett 1 mot Sett 4, 70% Sett 3 mot Sett 4)	17 % (95 % av Sett 2 mot Sett 3)
Flexural Toppling	17 % (47 % av Sett 2)	10 % (60 % av Sett 4)
Direct Toppling	7 % med 19% som baseplan (14 % Sett 1 mot Sett 2, 61 % av Sett 4 som baseplan)	14 % med 18 % som baseplan (65 % av Sett 1 mot Sett 3 og Sett 4, 38 % av Sett 1 som baseplan)

Tabell 7-4 viser at alle løsnemekanismer er mulige i begge skjæringsveggene. For den vestre skjæringsveggen er det særlig sprekkesett 4 som har fare for kileutglidning. Sprekkesett 2 mot sprekkesett 3 og 4 danner kiler. Sprekkesett 2 og 4 gir mulig toppling. For den østre skjæringsveggen er det sprekkesett 1 som gir fare for plan utglidning, mens det er sprekkesett 1 og 3 som sammen danner potensial for kileutglidning her. Sprekkesett 4 og 1 danner særlig grunnlag for toppling.

Sikringsestimater: Bergmassen er vurdert til å være middels oppsprukket med behov for systematisk bolting. Sikringsestimateret for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.

⁶ Tolkede sprekkesett oppgis med fallretning og fall tilsvarende senterpol til det som er tolket som sprekkesett i stereoplott.



Figur 7-6: Skjæring 5200, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkesett

7.2.7 Skjæring 5650

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Sprekkemålingene vist i Figur 7-7 viser to tydelige sprekkesett; ett steilfallende sett med strøk retning N-S og ett som faller omtrent 45 grader mot sør-sørøst. Spesielt planet som fallet mot sør kan gjenkjennes i Figur 6-10. Tabell 7-5 viser de tolkede sprekkesettene fra lokalitet M36 og «M Skjæring 2 lok 1».

Tabell 7-5: Orientering av tolkede sprekkesett.

Fallretning	Fall	Navn	Sprekkeavstand
081	85	Sprekkesett 1	0.1 - 0.5 m
164	46	Sprekkesett 2	0.2 - 0.5 m

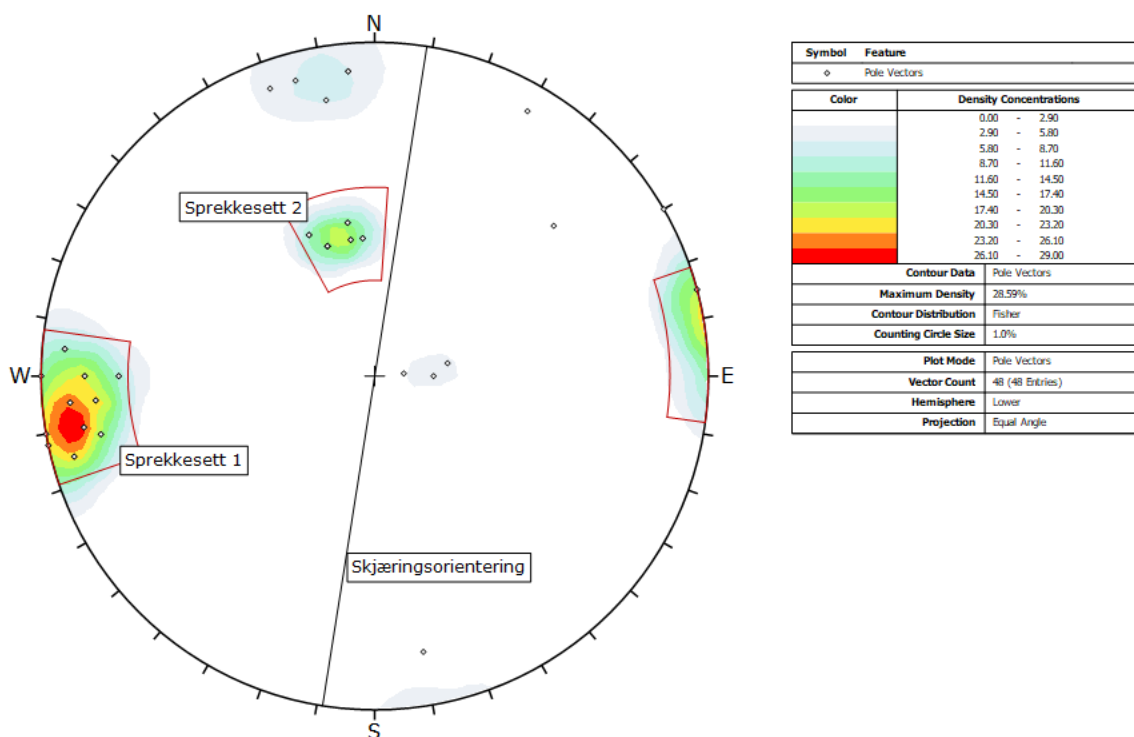
Tabell 7-6 viser resultatet fra den kinematiske analysen i Dips, utført med strukturmålingene.

Tabell 7-6: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

Løsnemekanisme	Vestlig skjæringsvegg	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	17 % (33 % av Sett 1)	0 %
Planar Sliding (No limits)	45 % (41 % av sett 1, 100 % av Sett 2)	2 %
Wedge Sliding	33 % (42 % av Sett 1 mot Sett 2)	3 %
Flexural Toppling	0 %	33 % (66 % av Sett 1)
Direct Toppling	1 % med 16 % som baseplan (0 % av settene, 33 % av Sett 1 som baseplan)	6 % med 6 % som baseplan (0 % av settene, 0 % av settene som baseplan)

Skjæringsveggene bør vurderes å legges langs sprekkesett 1 slik at dette sprekkesettet ikke kan danne glideplan ut mot veibanen. Det er omtrent 20 grader forskjell i vinkel mellom strøketningen til sprekkesett 1 og skjæringsretningen. Sprekkesett 1 sammen med sprekkesett 2 kan danne grunnlag for kileutglidning i den vestre skjæringsveggen. Sprekkesett 1 danner også grunnlaget for toppling, særlig i østre skjæringsvegg.

Sikringsestimat: Bergmassen er vurdert til å ha behov for systematisk bolting. Sikringsestimatet for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5. Det er tolket en svakhetszone ut fra relieffkart som krysser skjæringen ved profil 5570. Vinkelen mellom sonen og skjæringen er omkring 60°. Sonen forventes i et parti av skjæringen som er under 10 m over veibanen, men sonen kan kreve noe ekstra sikring. Se tegning V109 i vedlegg 1.



Figur 7-7: Skjæring 5650, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkesett

7.2.8 Skjæring 6650

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Fra befaring noteres det at det var få sprekker å gjøre målinger av på lokaliteten ved denne planlagte skjæringen. I felt ble det observert ett tydelig, steilt, N-S-gående sprekkplan. Dette sprekkplanet har omtrent samme beskaffenhet og orientering som sprekkesett 1 ved skjæring 7200. Det vurderes derfor at samme sprekk- og stabilitetsvurdering som for skjæring 7200 kan benyttes.

Sikringsestimat: Bergmassen er vurdert til å være middels oppsprukket med behov for delvis systematisk bolting og delvis spredt bolting. Sikringsestimatet for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5. Det er tolket en svakhetszone ut fra relieffkart som krysser skjæringen ved profil 6740. Vinkelen mellom sonen og skjæringen er omkring 40°. Sonen forventes i et parti av skjæringen som er under 5 m over veibanen, men sonen kan kreve noe ekstra sikring. Se tegning V112 i vedlegg 1.

7.2.9 Skjæring 7200

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Under befarung er berget i området rundt denne planlagte skjæringen beskrevet som grovblokkig. Østre skjæringsvegg ligger prosjektert noen meter unna en høy naturlig bergvegg, se Figur 6-16. Det er tolket 3 sprekkesett, se stereoplottet i Figur 7-8, hvor sprekkesettene krysser hverandre med en vinkel på omtrent 90°. Sammen definerer sprekkesettene store kubiske blokker. Tabell 7-7 viser de 3 tolkede sprekkesettene, mens Tabell 7-8 gir en sammenfatning av den kinematiske analysen som er utført med strukturmålingene.

Tabell 7-7: Orientering av tolkede sprekkesett.

Fallretning	Fall	Navn	Sprekkeavstand
086	89	Sprekkesett 1	0.1 – 2 m
348	89	Sprekkesett 2	0.5 – 2 m
154	10	Sprekkesett 3	

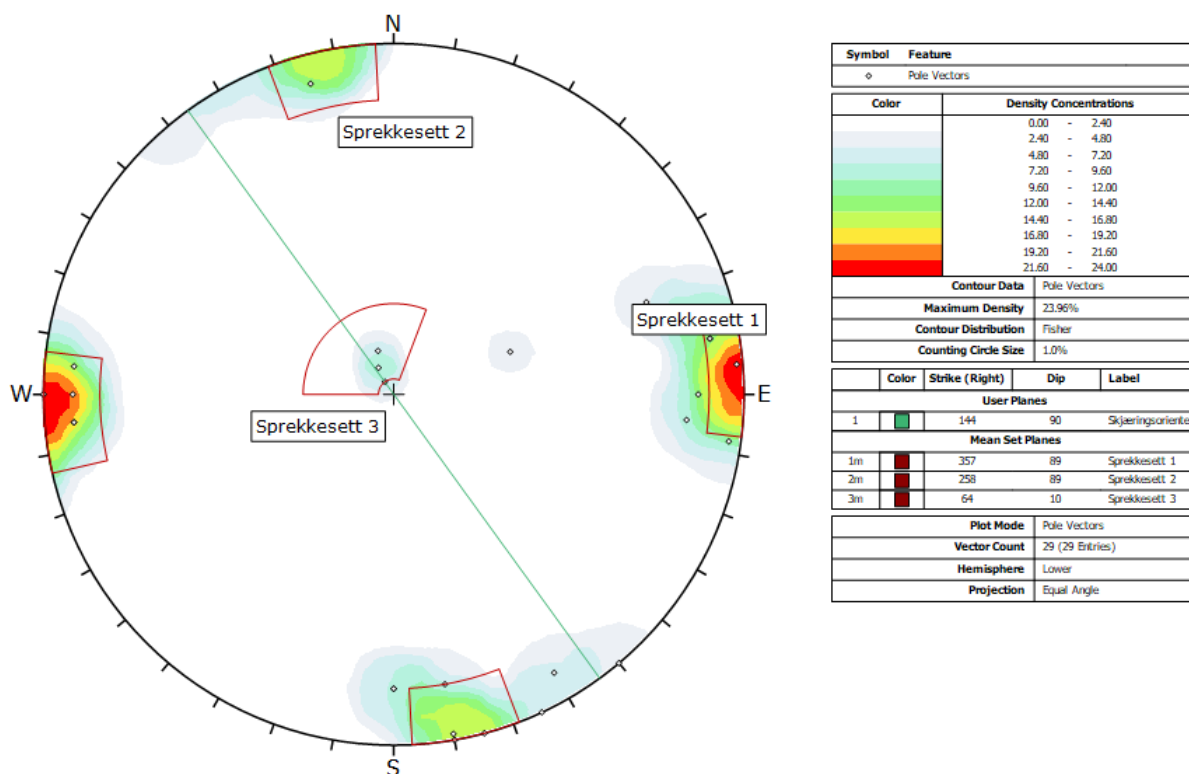
Tabell 7-8: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

Løsnemekanisme	Vestlig skjæringsvegg	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	0 %	7 % (0 % av settene) ⁷
Planar Sliding (No limits)	0 %	14 % (0 % av settene)
Wedge Sliding	15 % (11 % av Sett 1 mot Sett 2)	18 % (3 % av Sett 1 mot Sett 2)
Flexural Toppling	10 % (0 % av settene)	0 %
Direct Toppling	7 % med 0 % som baseplan (0 % av settene, 0 % som baseplan)	6 % med 20 % som baseplan (7 % av Sett 1 mot Sett 2, 100 % av Sett 3 som baseplan)

Tabell 7-8 viser at det er en lav andel av de målte strukturene som muliggjør utrasing. Særlig plan utglidning ser lite sannsynlig ut. Dette skyldes at sprekkesett 1 er svært steilt. Om det viser seg at det er større variasjon i fallet på sprekkesett 1 kan plan utglidning fortsatt være aktuelt. Det vises ikke i analysen, men sprekkesett 1 tolkes også til å kunne danne bakenforliggende avgrensning for toppling inn mot veibanen.

Sikringsestimater: Bergmassen er vurdert til å være middels oppsprukket med dels gjennomsettende sprekker hvor det er behov for delvis systematisk og delvis spredt bolting. Sikringsestimateret for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.

⁷. Ingen av målingene innenfor sprekkesettene ligger innenfor løsnemekanismen.



Figur 7-8. Skjæring 7200, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkesett

7.2.10 Skjæring 7500

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Det er tolket tre sprekkesett i området for den planlagte skjæringen, se Figur 7-9 og Tabell 7-9. Det er flere aktuelle løsnemekanismer for skjæringen; plan utglidning, kileutglidning og toppling. Resultatet av den kinematiske analysen sees i Tabell 7-10. For vestre side gjelder følgende: Særlig sprekkesett 3 danner grunnlag for plan utglidning. Kileutglidning er mulig særlig mellom sett 2 og sett 3. Sprekkesett 1 faller inn i skjæringen og danner dermed grunnlag for toppling. For østre side er det sprekkesett 1 som gir grunnlag for plan utglidning. Kileutglidning kan forekomme med sett 1 mot sett 2.

Tabell 7-9: Orientering av tolkede sprekkesett for skjæring 7500 og 8200.

Fallretning	Fall	Navn	Sprekkeavstand
237	56	Sprekkesett 1	< 1 m
273	86	Sprekkesett 2	< 1 m
062	60	Sprekkesett 3	< 1 m

Tabell 7-10: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

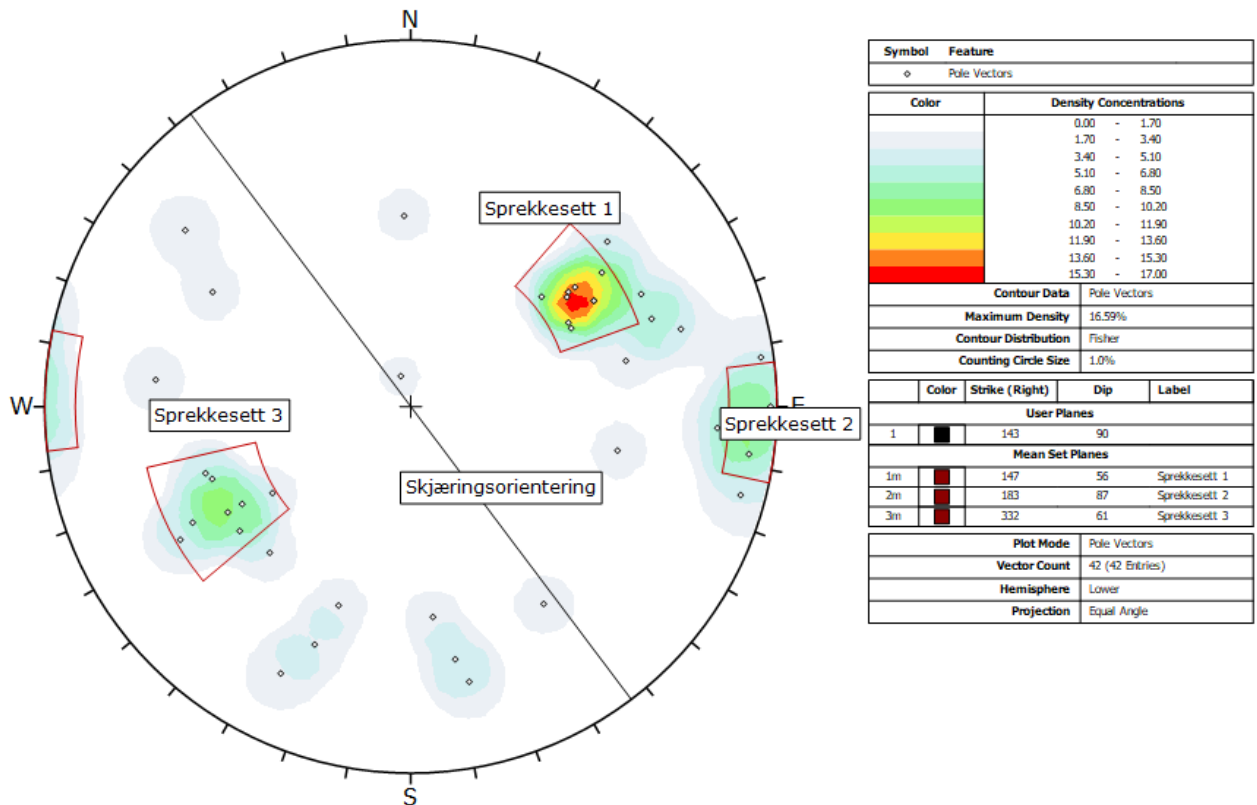
Løsnemekanisme	Vestlig skjæringsvegg	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	21 % (100 % av Sett 3)	28 % (100 % av Sett 1)
Planar Sliding (No limits)	40 % (100 % av Sett 3)	40 % (100 % av Sett 1)
Wedge Sliding	17 % (80 % av Sett 2 mot Sett 3)	21 % (85 % av Sett 1 mot Sett 2)
Flexural Toppling	28 % (100 % av Sett 1)	21 % (100 % av Sett 3)
Direct Toppling	2 % med 21 % som baseplan (0 % av	8 % med 31 % som baseplan (0 % av

	settene, 100 % av Sett 3 som baseplan	settene, 100 % av Sett 1 som baseplan
--	---------------------------------------	---------------------------------------

Sikringsestimat: Bergmassen er vurdert til å være middels oppsprukket med gjennomgående sprekker med behov for systematisk bolting. Sikringsestimatet for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.

Det er observert vann i skjæringen og den er planlagt nært inntil fjellsiden, avhengig av hvordan vannet håndteres, kan det bli nødvendig med isnett eller nisje for nedføring av vannsig.

Det er tolket en svakhetszone ut fra relieffkart som krysser skjæringen ved profil 7570. Vinkelen mellom sonen og skjæringen er omkring 90°, sonen forventes i et parti av skjæringen som er omkring 10 m over veibanen. Det antas at forsenkningen som ble observert også er en svakhetszone som krysser deler av skjæringen, vinkelen her er omkring 45°. Disse sonene kan kreve noe ekstra sikring. Se tegning V114 i vedlegg 1.



Figur 7-9: Skjæring 7500, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkesett

7.2.11 Skjæring 8200

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Bergarten her er den samme som ved skjæring 7500, men sprekkesettene var noe forskjellige. Sprekkesett 2 for denne skjæringen har omtrent samme orientering som sprekkesett 2 i 7500. Det kan ikke utelukkes at avdekking av berget og sprengning av skjæring vil vise sprekkesett lik de observert for skjæring 7500. Sprekkesett tolket fra målingene ved lokalitet S73 sees i Tabell 7-11. Figur 7-10 viser stereoplott for sprekke målingene. Tabell 7-12 viser en oppsummering av den kinematiske analysen. Plan utglidning, kileutglidning og toppling er aktuelle

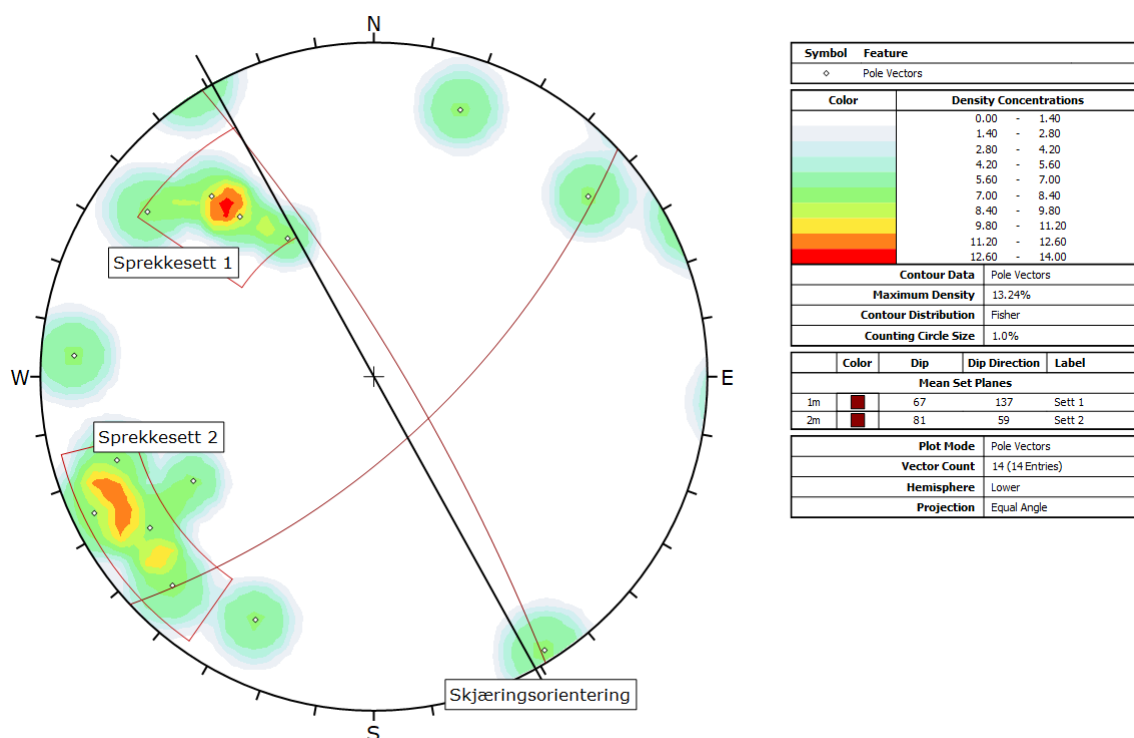
mekanismer for de observerte sprekkesettene i kombinasjon med forventet orientering av skjæringen.

Tabell 7-11: Orientering av målte og tolkede sprekkesett for lokalitet S73.

Fallretning	Fall	Navn	Sprekkeavstand
126-148	52-80	Sprekkesett 1	<0,5 m
026-064	64-84	Sprekkesett 2	0,1 m -0,5 m
094/328	84-88	Sprekkesett ?	0,1 m – 1m

Tabell 7-12: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene.

Løsnemekanisme	Vestlig skjæringsvegg
Planar Sliding	30 % (75 % av Sett 2)
Planar Sliding (No limits)	35 % (75 % av Sett 2)
Wedge Sliding	35 % (50 % av Sett 1 mot Sett 2)
Flexural Toppling	7 % (100 % av Sett 1)
Direct Toppling	5 % med 29 % som baseplan (0 % av settene, 75 % av sett 2 som baseplan)



Figur 7-10. Skjæring 8200, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkeseett.

Sikringsestimat: Bergmassen er vurdert til å ha behov for systematisk bolting. Sikringsestimatet for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.

7.2.12 Skjæring 8800

Tolkning av sprekkeseett og stabilitet: Noen meter nord for lokalitet M24 ved skjæring 8800 ble det observert at berget var magnetisk. Strukturmålingene som er utført ved skjæring 8800 er likevel vurdert til å være pålitelige da det ikke ble observert innslag på kompasset der disse ble målt. Alle strukturmålingene langs hele skjæringen er presentert i stereoplottet i Figur 7-11. Tabell 7-13 viser tolkede sprekkeseett samlet for skjæringen som en helhet. På grunn av store sprekkeavstander kan løse blokker i den planlagte skjæring være store.

Tabell 7-14 viser en sammenfatting av den kinematiske analysen utført i Dips.

Tabell 7-13: Orientering av tolkede sprekkeseett.

Fallretning	Dip	Navn	Sprekkeavstand
233	58	Sprekkesett 1	0.3 - 2 m
160	78	Sprekkesett 2	2 - 5 m
074	78	Sprekkesett 3	0.1 - 2 m

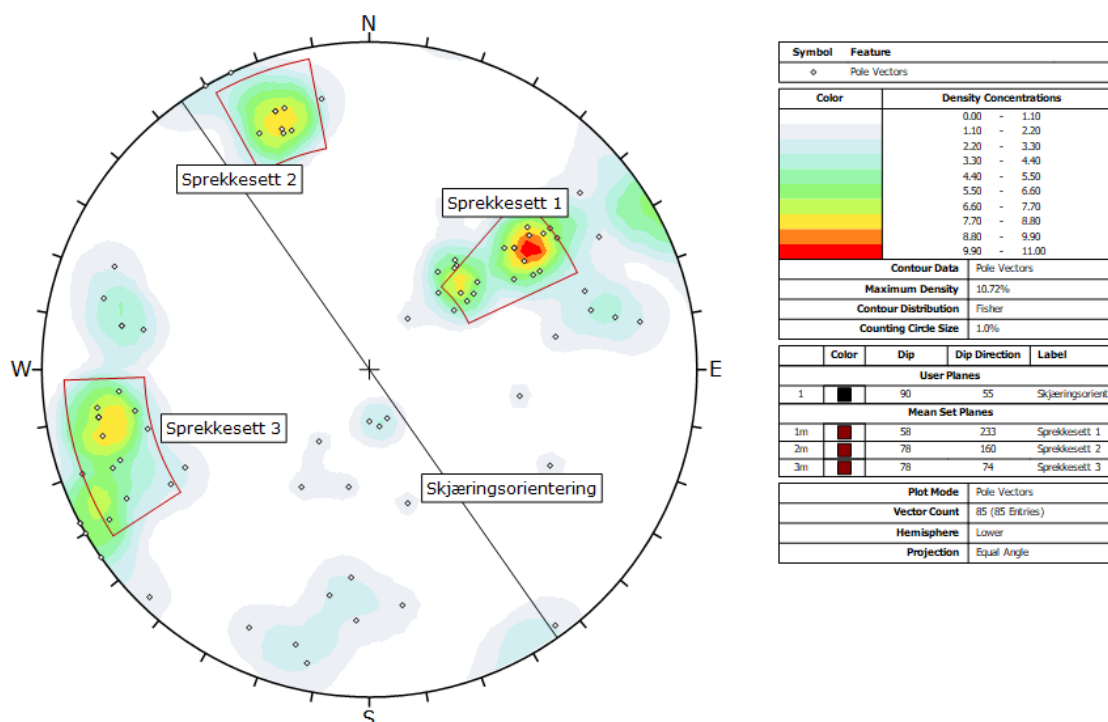
Tabell 7-14: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

Løsnemekanisme	Vestlig skjæringsvegg	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	10 % (35 % av Sett 3)	31 % (100 % av Sett 1)
Planar Sliding (No limits)	33 % (85 % av Sett 3)	38 % (100 % av Sett 1.)
Wedge Sliding	10 % (0 % av settene)	17 % (65 % av Sett 1 mot Sett 2)
Flexural Toppling	28 % (100 % av Sett 1)	16 % (50 % av Sett 3)
Direct Toppling	12 % med 13% som baseplan (87 % Sett 1 mot Sett 2, 35 % av sett 3 som baseplan)	6 % med 31 % som baseplan (0 % av settene ,100 % av Sett 1 som baseplan)

I den vestre skjæringsveggen utgjør sprekkesett 3 et mulig glideplan for plan utglidning. Sett 1 heller steilt inn i skjæringen og danner dermed grunnlag for toppling. For den østre skjæringsveggen danner sett 1 et glideplan for plan utglidning. Sett 1 sammen med sett 2 kan danne kiler. Sett 3 muliggjør toppling.

Sikringsestimater: Bergmassen er vurdert til å være middels oppsprukket, med gjennomsettende sprekker, og behov for systematisk bolting. Det kan være behov for tyngre sikring av store blokker, men dette må vurderes og eventuelt dimensjoneres i en senere fase. Sikringsestimater for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.

Det er tolket to svakhetssoner ut fra relieffkart som krysser skjæringen omkring profil 8750, de forventes i et parti av skjæringen som er mer enn 20 m over veibanen. Vinkelen mellom sonen og skjæringen er omkring 45°. Under utførelse må disse og eventuelle andre soner avdekkes og håndteres. Disse sonene kan kreve tung sikring. Se tegning V117 i vedlegg 1.



Figur 7-11: Skjæring 8800, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkesettg.

7.2.13 Skjæring 9200

Tolkning av sprekkesett og stabilitet: Det var vanskelig å skille mellom tydelige sprekkesett i felt pga. erosjon og lite oppsprekking. Det ble skjelnet en tydelig, steilfallende, N-S gående struktur som ble målt inn og vises i stereoplottet i Figur 7-12. Orienteringen til denne strukturen sammenfaller med orienteringen til definerte sprekkesett ved andre planlagte skjæringer i området. Informasjon om strukturen, som videre er tolket som et sprekkesett, kan sees i Tabell 7-15.

Tabell 7-16 viser resultatet av den kinematiske analysen. Sprekkesettet som er registrert vil kunne ha utløp mot veibanen og danner et mulig glideplan for plan utglidning. Siden det er observert mer enn ett sprekkesett ved de andre lokalitetene i planområdet kan det forventes at uttak av denne skjæringen vil avdekke nye strukturer og sprekkesett som kan påvirke skjæringsstabiliteten.

Tabell 7-15: Orientering av tolkede sprekkesett.

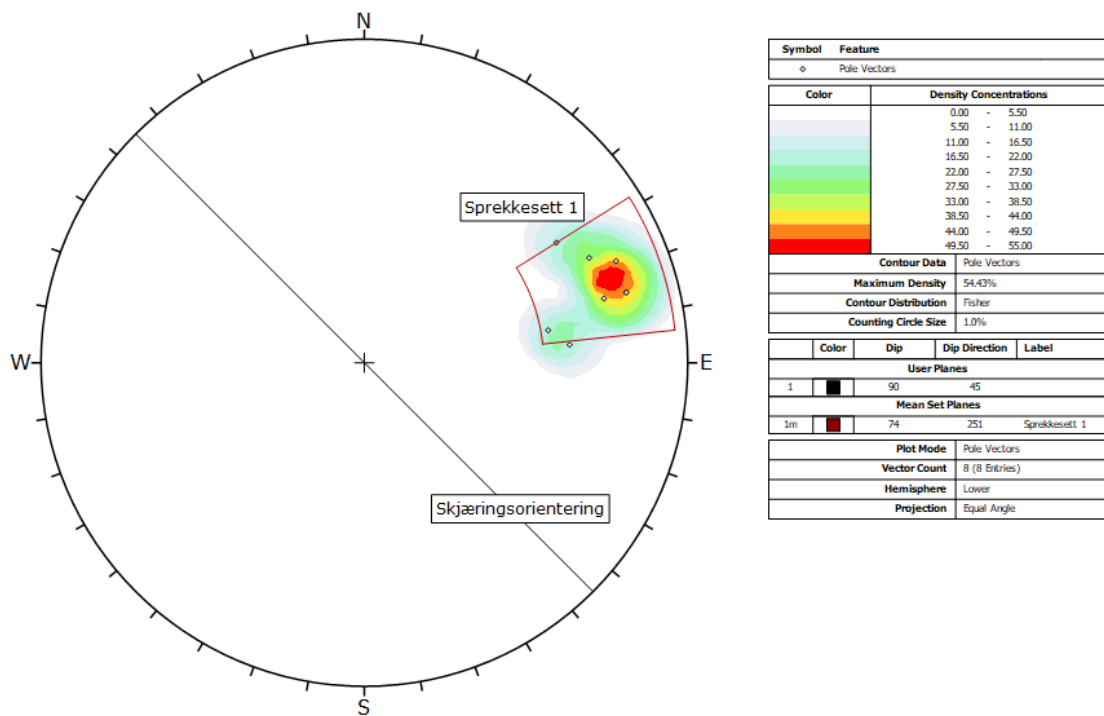
Fallretning	Dip	Navn	Sprekkeavstand
251	74	Sprekkesett 1	0.1 – 0.5 m

Tabell 7-16: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkesettene. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

Løsnemekanisme	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	25 % (29% av Sett 1)
Planar Sliding (No limits)	100 % (100% av Sett 1)
Wedge Sliding	-
Flexural Toppling	-
Direct Toppling	-

Sikringsestimater: Bergmassen er vurdert til å være kompetent med behov for spredt bolting. Sikringsestimater for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.

Det er tolket en svakhetsone ut fra relieffkart som krysser skjæringen omkring profil 9210, den forventes i et parti av skjæringen som er omkring 10 m over veibanen. Vinkelen mellom skjæringen og antatt svakhetsone er omkring 50°. Denne sonen kan kreve noe ekstra sikring. Se tegning V118 i vedlegg 1.



Figur 7-12: Skjæring 9200, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkeseett.

7.2.14 Skjæring 14800

Tolkning av sprekkeseett og stabilitet: Berget ved skjæring 14800 er tolket til å ha 3 sprekkeseett. Sprekkemålinger vises i stereoplot i Figur 7-13 og en oversikt over tolkede sprekkeseett er gitt i Tabell 7-17. Et av sprekkeseettene faller steilt med strøketretning N-S og de to andre sprekkeseettene faller omtrent 50 grader mot hhv. øst og vest. Tabell 7-18 viser resultatet av den kinematiske analysen utført med dataprogrammet Dips.

Dybden til berg er for deler av skjæringen ikke kjent. Det er dermed mulig at deler av skjæringen vil ligge i løsmasse.

Tabell 7-17: Orientering av tolkede sprekkeseett.

Fallretning	Dip	Navn	Sprekkeavstand
180	81	Sett 1	0.3 – 0.5 m
271	55	Sett 2	0.5 – 1 m
089	49	Sett 3	1 – 2 m

Tabell 7-18: Sammenfattet resultat av den kinematiske analysen i Dips. Detaljer fra analysen finnes i vedlegg 2. Prosentene angir andelen av strukturmålingene som muliggjør hver løsnemekanisme. I parentes er det tatt et utvalg av de mest kritiske sprekkeseettene for hver løsnemekanisme. Prosentene er ikke en sannsynlighet for utrasing.

Løsnemekanisme	Østlig skjæringsvegg
Planar Sliding	15 % (77 % av Sett 2)
Planar Sliding (No limits)	28 % (100 % av Sett 2.)

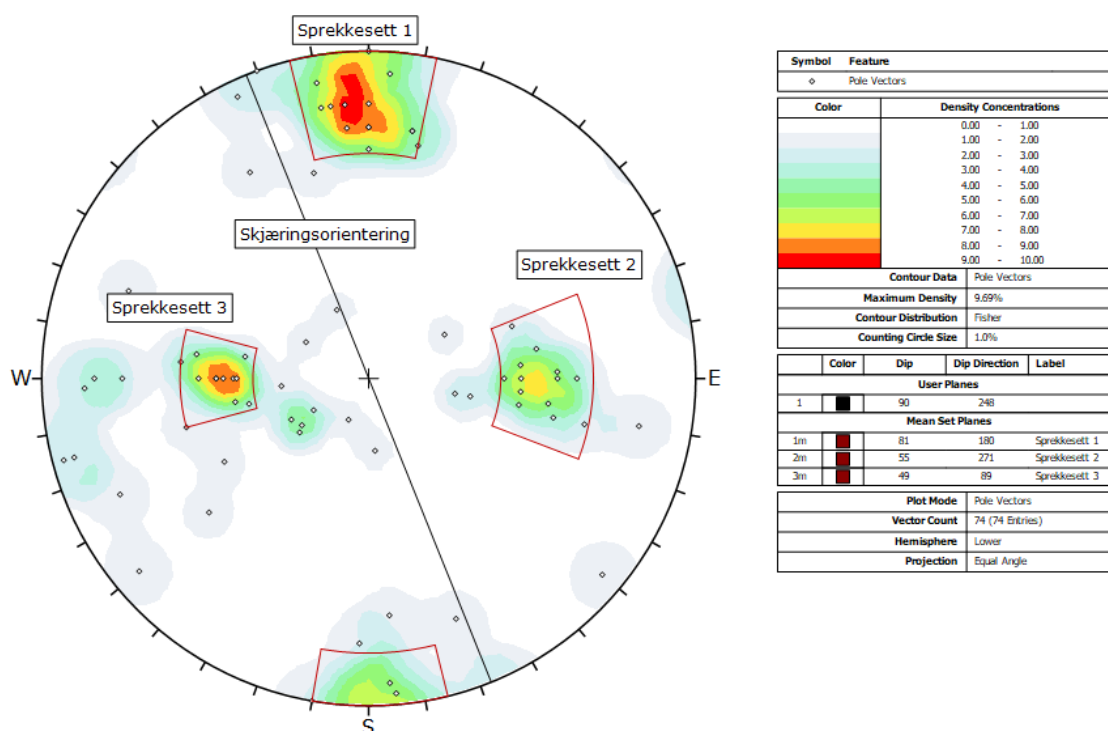
Wedge Sliding	17 % (82 % av Sett 1 mot Sett 2)
Flexural Toppling	27 % (92 % av Sett 3)
Direct Toppling	19 % med 16 % som baseplan (44 % Sett 1 mot 3, 76 % av Sett 2 som baseplan)

Den kinematiske analysen viser at de målte sprekkesettene gir mulighet for alle de vurderte løsnemekanismene. Særlig sprekkesett 2 danner mulig glideplan ut av den østre skjæringen. Sprekkesett 1 danner lateral avgrensning som muliggjør både kileutglidning og toppling.

Ved lokalitet M1 ble det observert soner med større oppsprekking, i migmatitt, enn ellers i området. Dette kan tyde på at migmatitten er tettere oppsprukket enn den omkringliggende pelitten. Berg med tett oppsprekking kan føre til dårlig detaljstabilitet.

Sikringsestimater: Sprekkesett 2 vurderes særlig å ha en uheldig orientering med tanke på totalstabiliteten i østre skjæringsvegg. Lange bolter eller lissestag kan være nødvendig for å sikre skjæringen. Det kan også vurderes om det er hensiktsmessig å legge skjæringen langs dette sprekkesettet dersom strukturen er utpreget etter fjerning av løsmassene der hvor skjæringen skal anlegges.

Generelt er bergmassen vurdert til å ha behov for systematisk bolting hvis skjæringshelning på 10:1 benyttes. Sikringsestimater for strekningen kan finnes i Tabell 7-2 i kapittel 7.2.5.



Figur 7-13: Skjæring 14800, stereoplott med strukturmålinger og tolkning av sprekkesett.

7.3 Hydrogeologi

7.3.1 Grunnvannsbrønner

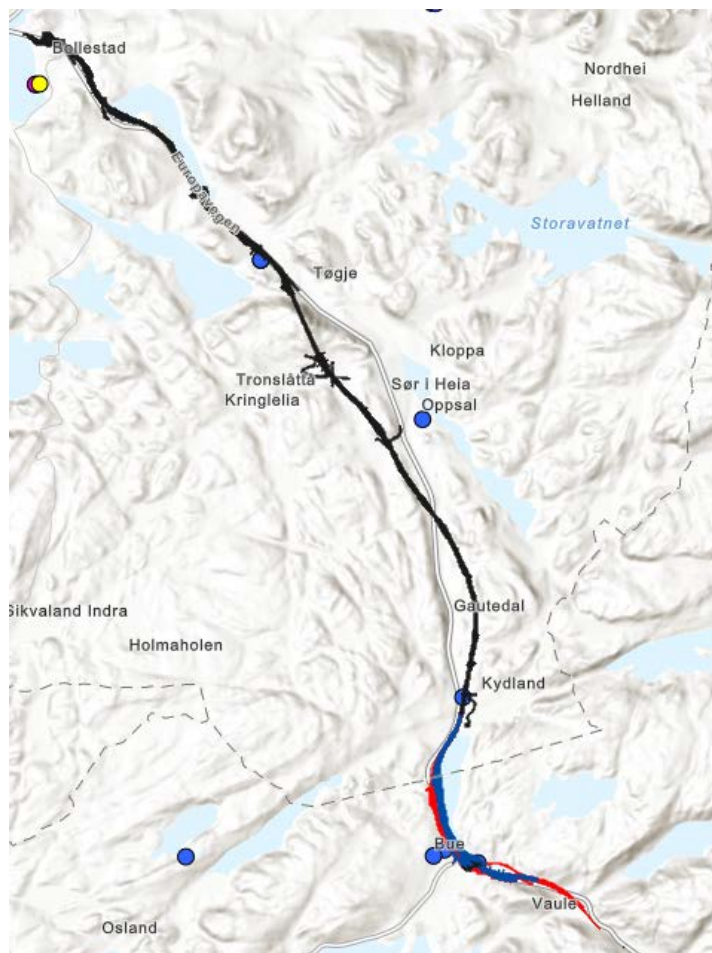
Det er flere grunnvannsbrønner langs veitraseen, i GRANADA, den nasjonale grunnvannsdata-basen, er det registrert:

- Tre grunnvannsbrønner ved Bue, 85761, 84068, 85673.
- En ved Kydland, 54441.
- To ved Haraland, 65818, 65829.

Se Figur 7-14 for oversikt over brønner langs den planlagte veitraseen.

Den ene av de tre grunnvannsbrønner ved Bue ligger i nærområdet til skjæring Spleis, mens de 5 øvrige brønner alle ligger i betraktelig avstand av nærmeste skjæring. I detaljplanfasen må det undersøkes om det finnes noen brønner som ikke er registrert i GRANADA.

Disse grunnvannsbrønnene må følges opp videre. Det må sikres at grunnvannsbrønnene ikke influeres av en eventuell innlekkasje til nærliggende skjæring og i fagrapport for vann, avløp og overvann anbefales det at brønnene som ligger tett på linja overvåkes under bygging [39].



Figur 7-14: Grunnvannsbrønner langs veitraseen fra GRANADA, kilde ngu.no. Blå sirkler er grunnvannsbrønner i berg, gule er i løsmasse og lilla er sonderboring. Nord er opp.

7.3.2 Påvirkning på omgivende natur

De 9 skjæringer er gjennomgått med fokus på risiko for at en eventuell innlekkasje til skjæring kan føre til betydelig påvirkning på myr eller andre våte områder i omgivelsene.

Generelt er det konstatert at våte områder, som innsjøer og myr, ligger enten i stor avstand fra skjæring eller ca. i nivå med (eller lavere enn) skjæring. Det kan da ikke skje naturlig drenering fra innsjø eller myr til skjæringene.

For skjæring 6650 ligger det et myrområde øst for veien ca. 1-2 m høyere enn veinivå. Nivåforskjellen er da liten og berget ved denne skjæring er vurdert (se avsnitt 7.2.8) til å være middels oppsprukket. Det er derfor vurdert at risikoen for betydelig drenerende påvirkning av myra er begrenset.

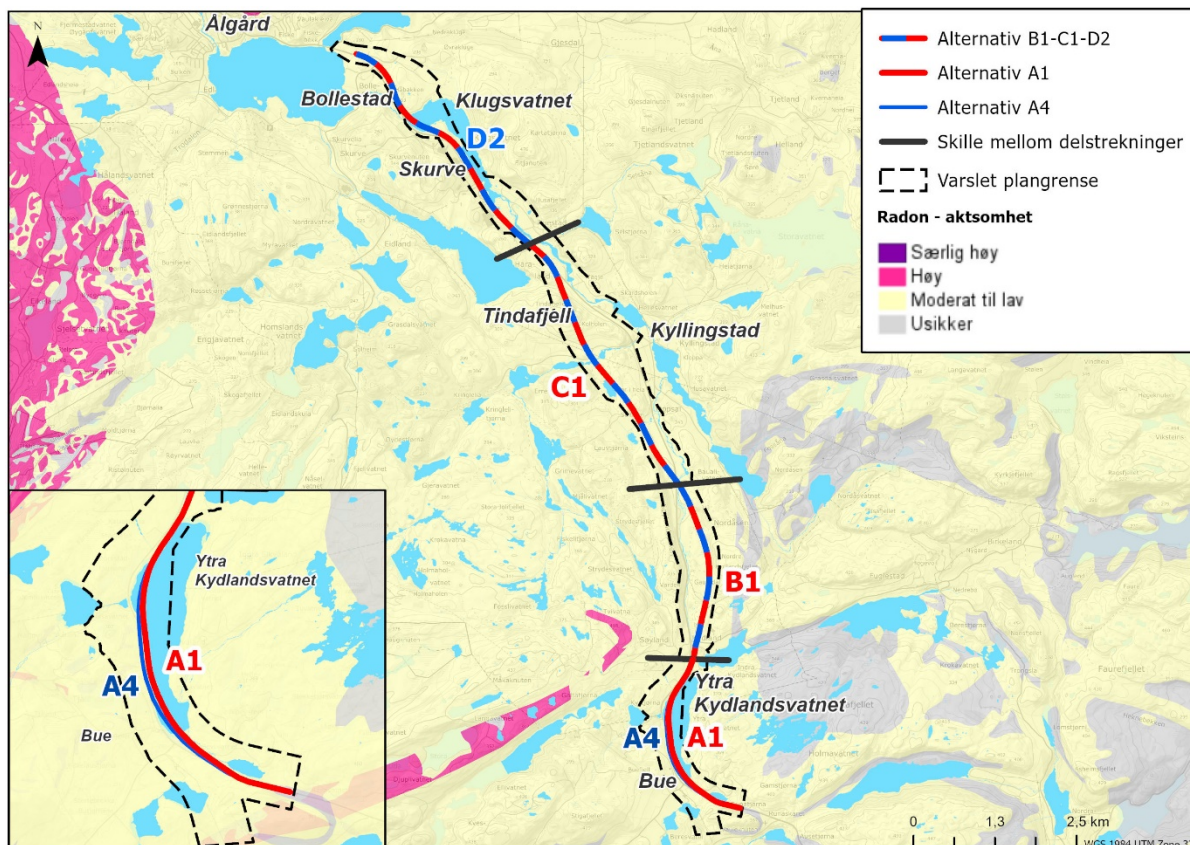
For skjæring 7200 er det ved befaringsobservert at terrenget er vått på toppen mot øst, men skjæringen blir nesten som den eksisterende fjellside mot øst og berget ved denne skjæring er vurdert (se avsnitt 6.3.4) å være middels oppsprukket. Det er derfor vurdert at risikoen for betydelig drenerende påvirkning på de våte omgivelser (endring i forhold til dagens situasjon) er begrenset.

Mellom skjæring 8800 og 9200 er det lite vann, som ligger i veiens linjeføring og da vil fjernes i anleggsfasen. Oppfyllingen av dette vannet (ca. 40 hhv. 80 m) kan redusere den årlige fordampningen (fra den frie vannoverflaten) og derfor bety at grunnvannsspeil i det oppfylte området kan bli litt høyere. Men oppfyllingen vurderes ikke å ville endre strømningsforhold og grunnvannsspeil i noe større område i omgivelsene (og dermed potensielt påvirke natur).

Det er i denne fasen installert enkelte poretrykksmålere, og ingen av de ligger i nærheten av de 10 skjæringene i denne rapporten. De utførte poretrykksmålere viser i løsmasser et poretrykk 1-3 m under terreng, men poretrykket langs linjeføringen og i omgivelsene vil variere mye avhengig av bla. topografi, løsmasser og lokale dreneringsforhold. Det anbefales i en senere prosjektfase å etablere flere poretrykksmålere, slik at det kan innhentes data om eksisterende/naturlige poretrykk og en eventuell påvirkning i anleggsfasen og den etterfølgende permanente fase kan vurderes.

7.4 Radon

Som det kan sees av Figur 7-15 er det ikke registrert særlig høy eller høy aktsomhet for radon i planområdet.



Figur 7-15: Planlagt trasé overlatt nasjonalt aktsomhetskart for radon. Inneholder data under Norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Norges geologiske undersøkelse (NGU).

7.5 Boring og sprengning

7.5.1 Hensyn til omgivelser ved sprengning

Veiledende grenseverdier for vibrasjoner fra bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk, NS 8141, har vært igjennom revisjoner og på tidspunktet for rapporten, er følgende versjoner gyldige:

- NS 8141:2001
- NS 8141-2:2013
- NS 8141-3:2014

Det anbefales at det i utførelsesfasen kontrolleres hvilke standarder som er gjeldende, da det pågår revisjonsarbeid for NS8141-1.

I henhold til NS 8141:2001 skal omkringliggende bygninger og andre konstruksjoner som kan tenkes å bli påvirket av grunnarbeidet besiktiges før og etter at arbeidet er utført. Den anbefalte avstanden er, i henhold til NS 8141, 50 m for byggverk fundamentert på berg og 100 m for byggverk fundamentert

på løsmasser. Ved omfattende sprengningsarbeider, skal et større område for besiktigelse vurderes. Det forventes at det settes krav til vibrasjoner på bygninger og konstruksjoner og vibrasjonsmålinger i anleggsfasen.

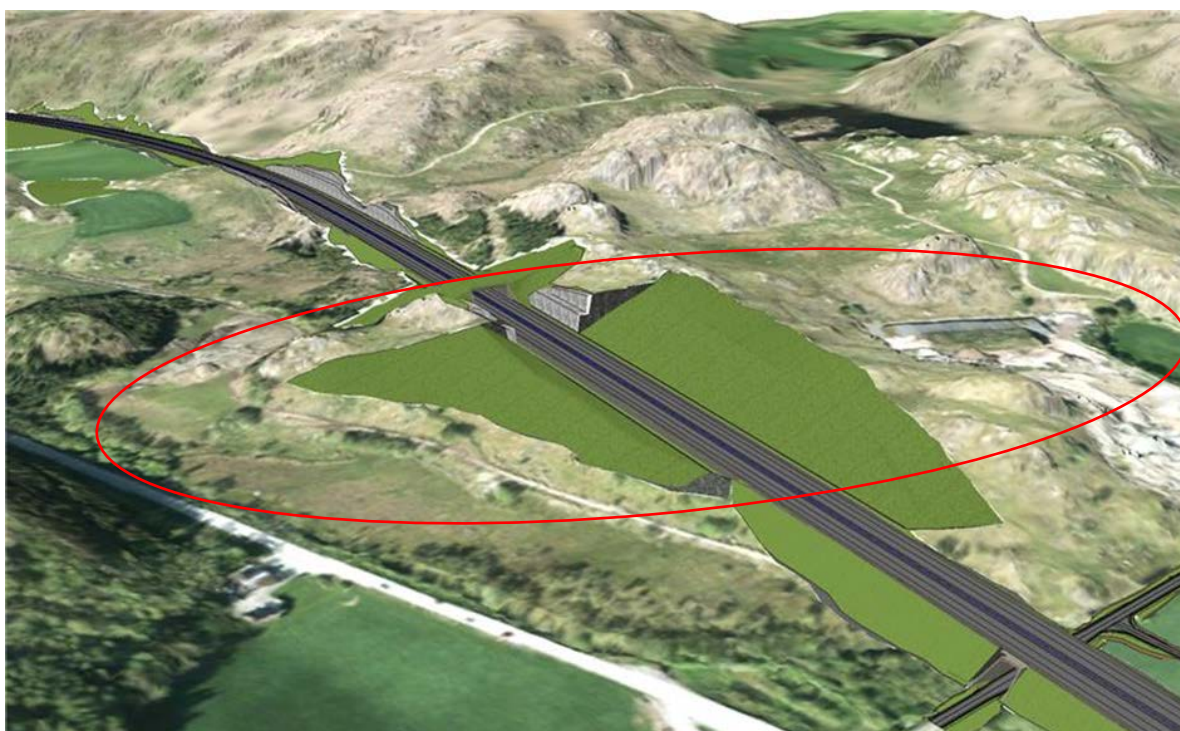
Det er flere steder hvor sprengning vil foregå i nærhet av eksisterende E39 og vil kreve stenging av vei og trafikkavvikling i den forbindelse.

7.6 Usikkerheter og spesielle risikoer

Figgjovassdraget hører til vannregion Sør-Vest. Vassdraget er et vernet vassdrag [26] og nasjonalt laksvassdrag, i tillegg til at det er forekomst av elvemusling. Dette må hensyntas i alle deler av planleggingen av inngrep og tiltak.

Det er høyspent som krysser traseen eller går nært traseen flere steder. Dette må hensyntas og i noen tilfeller vil høyspenten evt. måtte legges om. Sprengning nær høyspent krever tiltak.

Avhengig av om det velges traséalternativ A1 eller A4, vil massebalansen være forskjellig, og dermed vil også behovet for masser i veilinja være forskjellig. Dermed kan det være at det velges ulike dimensjoner av skjæring 5200, sidetak og masselager. Hvis omfanget av sideuttak reduseres, vil skjæringens lengde og sikringsomfang utvides. Se Figur 7-16 for illustrasjon av nåværende planlagt løsning, som legges til grunn for denne rapporten.



Figur 7-16: Konseptillustrasjon hvor det tas ut masser og det tilrettelegges for masselager (rød sirkel) i sidetaket for skjæring 5200.

7.7 Oppfølging i byggefasen

Under etablering av skjæringene, må berget fortløpende kartlegges etter avdekking med ingeniørgeologisk kompetanse. Dermed kan stabilitetsforholdene vurderes nærmere og uttaksmetode, helning, omfang for permanent sikring tilpasses de geologiske forholdene.

Ingeniørgeologisk befarings foretas etter at berget er avdekket, før sprengning finner sted.

Det bør etterstribes en helhetlig forståelse av de ingeniørgeologiske forhold, og derfor bestemmes rekkefølge, eventuell fortløpende sikring, begrensninger av boret dybde, salvestørrelse, omfang av permanent sikring etc. i samråd med ingeniørgeolog.

Det gjøres oppmerksom på at de deler av prosjektet som faller inn under geoteknisk kategori 3, også i utførelsesfasen skal ha uavhengig kontroll (jf. N200/EC 07, og kort beskrevet i kapittel 0).

Utført sikring og de geologiske forhold skal dokumenteres i sluttrapport. Rapporten skal inneholde informasjon om fremtidig vedlikehold. Dette er beskrevet i N200, kapittel 1.3.7 Utførelse og geologisk sluttdokumentasjon [2].

Grunnvannsbrønner må besiktiges før sprengning og overvåkes for innlekkasje til nærliggende skjæringer.

7.8 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Generelt er alt anleggsarbeid operasjoner hvor det skal utvises aktsomhet, i forbindelse med høye skjæringer og bratt sideterreng, kan man få uoversiktlige situasjoner, arbeid på forskjellige nivåer samtidig og ustabile løsmasser/bergmasser, som må håndteres. Det er viktig med kompetent personale, nok tid til kritiske operasjoner, god planlegging og gjennomføring og maskiner og utstyr som er egnet til formålet. Bruk av forbolter, arbeidssikring, og god rensk er viktig.

Eksisterende E39 går nær planlagt trasé i flere områder, og her er det viktig med god trafikkavvikling for eksisterende vei og stenging av vei ved behov.

7.9 Videre arbeid

7.9.1 Supplerende undersøkelser

Ved ny kartlegging av karplanter, som allerede nevnt i kapittel 5.3.4, kan det oppdages planter som fører til krav om tiltak og massehåndtering av masser, herunder masser som renskes av skjæringer før sprengning. I kapittel 5.3.4 nevnes det også andre undersøkelser for andre fag som skal utføres, som kan ha påvirkning for utførelse i forbindelse med skjæringer.

I forbindelse med uttak av skjæringer og endelig fastsettelse av sikringsomfang for skjæringer, er det aktuelt med befarings og muligens ytterligere undersøkelser.

I avsnitt 7.3.2 Påvirkning på omgivende natur anbefales det ytterligere poretrykksmålere.

Som nevnt i kapittel 6.1.5 kan det være aktuelt med ytterligere testing av bergmassens mekaniske og geometriske egenskaper, hvis noe av steinmaterialet ønskes brukt i veioppbygningen.

Avhengig av hva som avdekkes i de arkeologiske undersøkelsene og svar på dispensasjonssøknader, kan det være begrensninger for aktivitet og anleggsområdet. Status for utgravninger og dispensasjoner må sjekkes i en senere planfase. Se for øvrig fagrapport for kulturarv [40].

7.9.2 Krav til grenseverdier for vibrasjoner

Før anleggsarbeidet starter opp, må det sjekkes hvilke standard om er gjeldende, jf. kapittel 7.5.1. Deretter kan det i henhold til gjeldende standard, beregnes vibrasjonsgrenseverdier for ulike konstruksjoner og eventuelt måleprogram etableres der det er nødvendig.

8 Referanser

- [1] Skred AS, »20106-04-01 Skredfarevurdering av valgt linje E39 Bue - Ålgård,« 2021.
- [2] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 2021.
- [3] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 2018.
- [4] COWI AS, »Fagrapport ingeniørgeologi tunneler og forskjæringer - E39 Bue - Ålgård.,« 2021.
- [5] Statens vegvesen, Håndbok N500 Vegtunneler, 2021.
- [6] Statens vegvesen, N500 Vegtunneler, Statens vegvesen, 2021.
- [7] NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, del 1: Allmenne regler, 1997/2004/2008.
- [8] M. Marker og T. Slagstad, *Berggrunnskart HØLE 1212 I, M 1:50 000*, Norges geologiske undersøkelse, 2018.
- [9] M. Marker og T. Slagstad, *Berggrunnskart BJERKREIM 1212-2, M1:50 000*, Norges geologiske undersøkelse, 2018.
- [10] NGU, »Berggrunn N250,« 2019. [Online]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Senest hentet eller vist den 2019].
- [11] NGU, »Berggrunn N50,« 2019. [Online]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Senest hentet eller vist den 2019].
- [12] NGU, »Løsmassedatabase,« 2019. [Online]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Senest hentet eller vist den 2019].
- [13] NGU, »Grus-, pukk- og steintippdatabasen,« 2019. [Online]. Available: http://geo.ngu.no/kart/grus_pukk_mobil/. [Senest hentet eller vist den 2019].
- [14] NGU, »GRANADA,« [Online]. Available: <http://geo.ngu.no/mapserver/GranadaWMS2>.
- [15] NVE, »Aktsomhetskart,« Noregs vassdrags- og energidirektorat , 2020. [Online]. Available: <https://gis3.nve.no/link/?link=aktsomhet>.
- [16] NVE, »NVE Atlas,« 2021. [Online]. Available: <https://atlas.nve.no>. [Senest hentet eller vist den 2021].
- [17] Kartverket, »Høyde DTM skyggerelieff sømløs WMS,« Kartverket, 2019. [Online]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>. [Senest hentet eller vist den 2019].
- [18] Statens Vegvesen/Norconsult, »Rapport ingeniørgeologi. E39 Lyngdal vest - Ålgård,« Statens Vegvesen Region Sør, 10.12.2018.
- [19] Statens Vegvesen/Norconsult, »Kommunedelplan E39 Lyngdal - Ålgård Geoteknisk vurdering,« 2019.
- [20] Multiconsult, »10216195-RIG-RAP-002 Samlerapport. Geofysiske undersøkelser,« 2020.
- [21] COWI AS, »Fagrapport geoteknikk E39 Bue - Ålgård reguleringsplan,« 2020.

- [22] Multiconsult, «10216195_RIG-RAP-001 Datarapport grunnundersøkelser,» 2020.
- [23] COWI AS, »RAP_GEO_Kjernelogging,« 2020.
- [24] COWI AS, »Ytre miljøplan E39 Bue - Ålgård,« 2020.
- [25] COWI AS, »E39 Bue - Ålgård: Overordnet vurdering forekomst syredannende berg,« 2020.
- [26] St. prp. nr. 4, »Om verneplan for vassdrag,« 1972-73.
- [27] Multiconsult, »Anbefalte hensynssoner for sårbare arter av fugl,« 2018.
- [28] M. Marker, T. Bjerkgård, E. Erichsen, H. Gautneb, S. Gjelle, T. Heldal, P. Ihlen, A. Korneliussen, B. Lund, G. Meyer, J. S. Sandstad, H. Schiellerup, T. Slagstad, A. Solli, A. Ulvik og K. Wolden, »Sluttrapport for Rogalandsprogrammet 2000-05,« NGU, 2006.
- [29] M. Marker, »Geologiske undersøkelser innenfor Rogalandsprogrammet - Statusrapport for 2003,« NGU, 2004.
- [30] Norwegian Group for Rock Mechanics / Norsk Bergmekanikergruppe, Handbook No 2 Engineering Geology and Rock Engineering, 2000.
- [31] Skred AS, »20106-01-1 Reguleringsplan E39 Bue - Ålgård: Skredfarevurdering og kostnadsestimat av skredsikring,« 2020.
- [32] Skred AS, *20106-02-1 Tilleggsvurdering nytt forslag til vegtrasé Søylandsdalen*, 2020.
- [33] Skred AS, »20106-03-2, Reguleringsplan E39 Bue - Ålgård: Vurdering av nye forslag til vegtrasé nord for Tindafjelletmht. skredfare,« 30.11.2020.
- [34] Skred AS, »20106-04-1, Reguleringsplan E39 Bue - Ålgård Skredfarevurdering og kostnadsestimat av skredsikring,« 05.11.2021.
- [35] Statens vegvesen, Håndbok N200: Vegbygging, 2014.
- [36] Statens vegvesen, Håndbok 761 Prosesskode 1 Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter, 2018.
- [37] Statens vegvesen, »Frostmengde,« [Online]. Available: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=6108a253a9f44a2381b863af05d32b1b>. [Senest hentet eller vist den 2021].
- [38] Statens Vegvesen, »Normaltemperatur,« [Online]. Available: <https://svvdemo.carto.com/builder/3a3899bc-f8dd-11e6-ad62-0e3ff518bd15>. [Senest hentet eller vist den 2021].
- [39] COWI AS, »Fagrapport VAO, E39 Bue - Ålgård. Detaljregulering,« 2020.
- [40] COWI AS, »Fagrapport KU Kulturarv E39 Bue - Ålgård. Detaljreguleringsplan,« 2020.
- [41] Multiconsult, »10216195-RIG-RAP-001 Datarapport. Geotekniske undersøkelser,« 2020.
- [42] Standard Norge, »NS-EN 1990:2002+NA:2008 (Eurokode 0),« 2008.

9 Vedlegg

Vedlegg 1: Ingeniørgeologisk kart og tverrprofil.

Vedlegg 2: Kinematisk analyse fra Dips.