

06.02 | 26

Ingeniørgeologisk rapport, E6 Sjoa-Bredevangen

NV34E6ØO-GEO-RAP-1202
Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan E6 Sjoa - Bredevangen

Nye Veier AS | Kjøita 6
4630 Kristiansand
nyeveier.no

Oppdragsnr:	629042-02
Oppdragsnavn:	Reguleringsplan E6 Øyer - Otta
Dokument nr.:	NV34E6ØO-GEO-RAP-1202
Filnavn	NV34E6ØO-GEO-RAP-1202 E6 Sjoa-Bredevangen – ingeniørgeologisk rapport.docx

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	11.06.2025	Første utgave	GDE/FHO	SAL	OSB
01	29.08.2025	Oppretting etter uavhengig kontroll, justering av geoteknisk kategori, justering av skjæringshøyde(r) etter oppdatert bergmodell og lagt inn resultater etter prøvetaking av syredanningspotensial for fyllitt.	GDE	SAL	OSB
02	14.11.2025	Oppdatert med vurdering på radon	GDE	SAL	OSB
03	06.02.2026	Revidert forord	GDE	SAL	OSB

Forord

E6 mellom Sjoa og Otta i Sel kommune er en del av hovedveiforbindelsen mellom Oslo til Trondheim. Nye Veier AS har ansvar for planlegging, bygging og drift av veistrekningen.



Figur 1-1 Oversiktskart over strekningen med varslingsgrense.

På vegne av Nye Veier AS har Plan AAV ANS planlagt og utredet ny veitrasé og nødvendig kompletterende tiltak for ny E6 Sjoa-Bredevangen-Solhjem og krysset E6 x rv.15. Vurderingene og foreslåtte oppfølgingspunkter er en del av planarbeidet og inngår som grunnlag for detaljreguleringen av ny E6 Sjoa-Bredevangen-Solhjem og krysset E6 x rv.15.

Prosjektleder plan for Nye Veier er Stian Blindheim. En rådgivergruppe med Asplan Viak AS og Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS som hovedkonsulenter har utført arbeidet for Nye Veier. Ola S. Brandvold fra Asplan Viak er oppdragsleder for rådgivergruppen.

Notatet er utarbeidet av Geovita AS ved Geir Dehli og Freja Hoflund.

Innhold

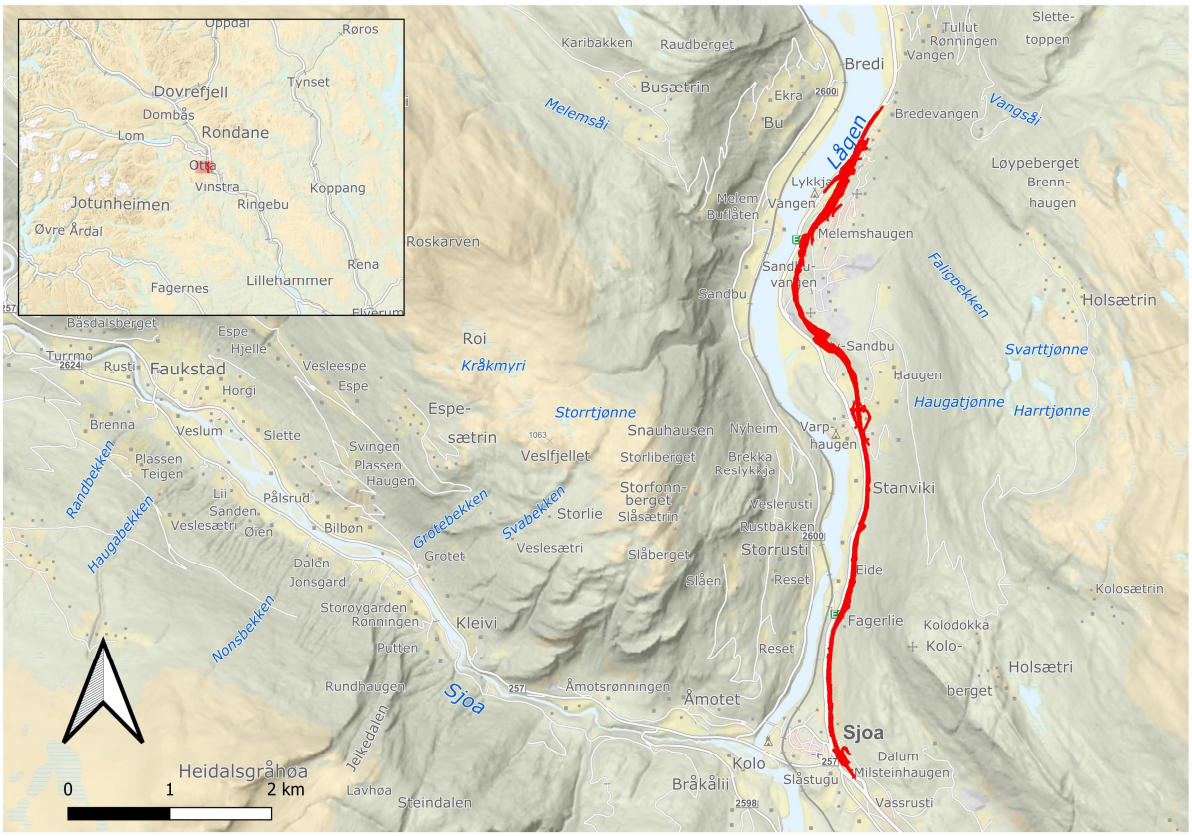
1 Innledning 6
2 Generelt 11
2.1 Prosjekteringsforutsetninger og regelverk 11
2.2 Geoteknisk kategori 11
2.3 Andre rapporter for planområdet 14
FAKTADEL 15
3 Utførte forundersøkelser og bakgrunnsmateriale 16
3.1 Utførte forundersøkelser 16
3.2 Bakgrunnsmateriale 16
3.3 Ingeniørgeologisk kartlegging 16
3.4 Grunnboringer 17
3.5 Kjerneboringer 17
3.6 Tester på mineralinnhold/kjemiske og geokjemiske egenskaper 17
3.7 Bergmekaniske analyser/laboratorietester 19
4 Berggrunnsgeologi 20
4.1 Bergarter 23
4.2 Bergartens mekaniske egenskaper 35
4.3 Strukturgeologiske forhold 36
4.4 Lineament og svakhetssoner 49
4.5 Radonfare 52
5 Grunnforhold 53
5.1 Topografi/terreng 53
5.2 Løsmasser 55
5.3 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold 56
6 Spesielle områder/spesielle lokale hensyn 60
TOLKNINGSDEL 61
7 Geologisk og ingeniørgeologiske beskrivelse 62
7.1 Tolkning av geologiske forhold 62
7.2 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold 67
7.3 Gjennomføring og tekniske utfordringer knyttet til berguttaket 69
7.4 Sprekkegeometri og utfall fra skjæringer 71
7.5 Bergsikring 73
7.6 Geometrien til bergskjæring og utforming av grøft 76
7.7 Steinmaterialets kvalitet og egnethet til vegbygging 77
8 Omgivelser 78
8.1 Skredfare 78
8.2 Konsekvenser for nærliggende bygninger, konstruksjoner og infrastruktur 78
9 SHA og Ytre miljø 79
10 Usikkerheter og spesielle risikoer 81

11 Bemanning 82
12 Referanser 83
Vedlegg A Boreplan V101-V106 88
Vedlegg B Geologisk kart (1:1000) 89
Vedlegg C Tverrprofiler 90
Vedlegg D Kinematisk analyse 91

1 Innledning

Denne rapporten omhandler geologiske forhold, grunnforhold, hydrogeologiske forhold, resultater fra utførte undersøkelser, berguttak, bergsikring og hensyn til omgivelsene i forbindelse med bergarbeider for ny E6 mellom Sjoa og Bredevangen. Bergarbeider og behov for vurdering av stabilitet av bergskjæringer vil hovedsakelig gjelde områdene mellom Sjoa og Stanviki. Det kan også bli noe bergarbeider andre steder langs strekket.

Beliggenhet av prosjektområdet omtalt i denne rapporten er vist på Figur 1-1.



Figur 1-1 Oversiktskart over prosjektområdet Sjoa - Bredevangen. Rød linje viser planlagt ny E6.

Denne rapporten omhandler også utførte forundersøkelser, beskrivelse av bergartene og de strukturgeologiske forholdene i området, samt vurderinger rundt berguttak, stabilitet og påvirkning på omgivelser. Skredfare er omtalt i andre rapporter.

Rapporten er inndelt i en faktadel og en tolkningsdel. Rapportens faktadel inneholder beskrivelse av geologi, utførte forundersøkelser og analyser av berg, resultater fra undersøkelser og analyser, grunnforhold og spesielle lokale hensyn. Tolkningsdelen inneholder vurderinger/tolkninger av de geologiske forholdene, tiltak for å redusere påvirkningene på omgivelsene og behov for bergsikring. I tolkningsdelen finnes også hydrogeologiske vurderinger, anbefalt uttaksmetode, kort om skredfare og vurderinger av steinmaterialenes egnethet til bruk i vegbygging. I tolkningsdelen omtales også utforming av tverrprofiler med vurdering av grøfte- og skjæringsprofil.

De planlagte bergskjæringene vil gå mer eller mindre kontinuerlig fra ca. profil 640 til ca. profil 2950, ensidig mot øst, med varierende skjæringhøyde og med en skråning ned mot dagens/eksisterende E6. Det er spredt bebyggelse langs området hvor det skal etableres bergskjæringer.

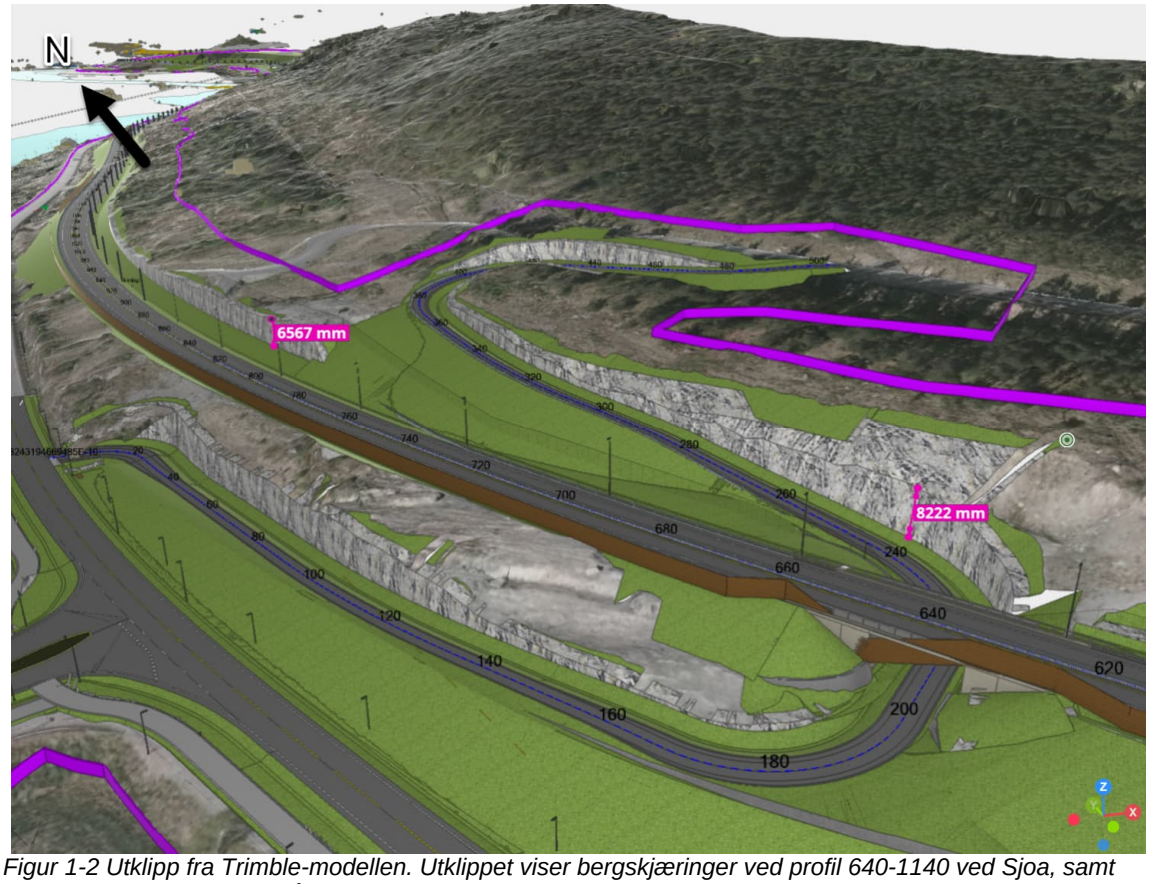
Ny E6 vil gå på østsiden av dagens/eksisterende E6. Berguttak for nye bergskjæringer vil være i nærheten av, og til dels være tett innpå, eksisterende E6 med en varierende avstand fra omtrentlig 10 – 50 m. Det vil også bli berguttak i eksisterende bergskjæringer langs dagens E6. Det er observert noen få eldre bergbolter i forbindelse med fundament for el-gate ved eksisterende E6 ved ca. profil 2340. Det er videre ikke observert noe bergsikring i de gamle bergskjæringene langs eksisterende E6.

En kort beskrivelse av de planlagte nye bergskjæringene med lengde og høyde er gitt under. Bergskjæringene er delt opp i strekker etter omtrentlig geoteknisk kategori, høyde, orientering til ny bergskjæring og etter overliggende terreng.

<u>Bergskjæringer ved profil 640-1140:</u>
Bergskjæringen starter ved Sjoa og strekker seg mellom ca. profil 800 og 1140, som vist i Figur 1-2. Skjæringene får en total høyde på mellom cirka 3 og 7 meter, og går i null ved ca. profil 1140. Den totale lengden på denne bergskjæringen utgjør omtrentlig 340 meter.

I samme område etableres det også bergskjæringer i tilknytning til en lokalveg/traktorveg. Disse skjæringene får en høyde på mellom 2 og 8 meter, og enkelte partier må strosses inn i eksisterende bergskjæringer fra tidligere utbygging.

Avstanden til nærmeste bebyggelse er anslått til mellom 50 og 80 meter.

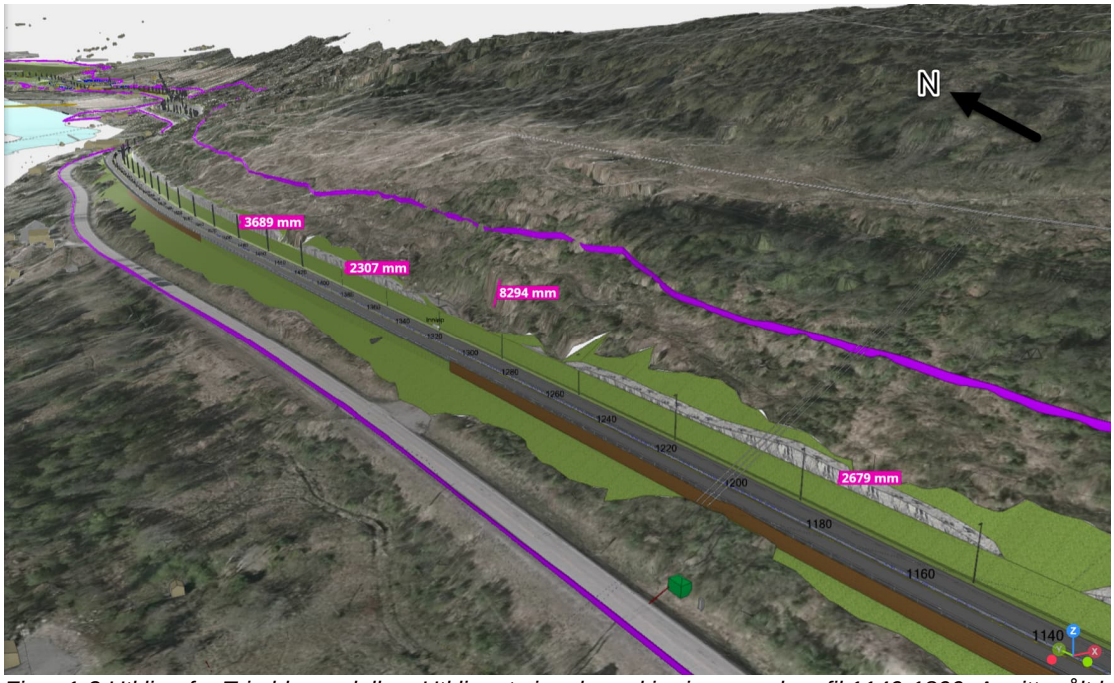


Figur 1-2 Utklipp fra Trimble-modellen. Utklippet viser bergskjæringer ved profil 640-1140 ved Sjoa, samt lokalvei/traktorvei. Angitt målt høyde er omtrentlig. Lilla linje er anleggsgrense.

Bergskjæring ved profil 1140-1800

Mellom profil ca. 1160–1280 og 1360–1460 etableres to lavere bergskjæringer med høyder mellom 1 og 3 meter. Den samlede lengden på disse skjæringene er om lag 220 meter, se Figur 1-3. I området mellom profil ca. 1280–1360 er det registrert en naturlig bergskjæring med en maksimal høyde på omtrent 8 meter. Denne ligger i en avstand på cirka 8 til 20 meter fra planlagt vegskulder.

Fra profil ca. 1480 til 1800 etableres ytterligere en lav bergskjæring med varierende høyde på mellom 2 og 4 meter. Den totale lengden for denne strekningen er cirka 320 meter.
En eksisterende kraftlinje krysser traseen ved omtrent profil 1200. Avstanden til nærmeste bebyggelse er anslått til rundt 130 meter.

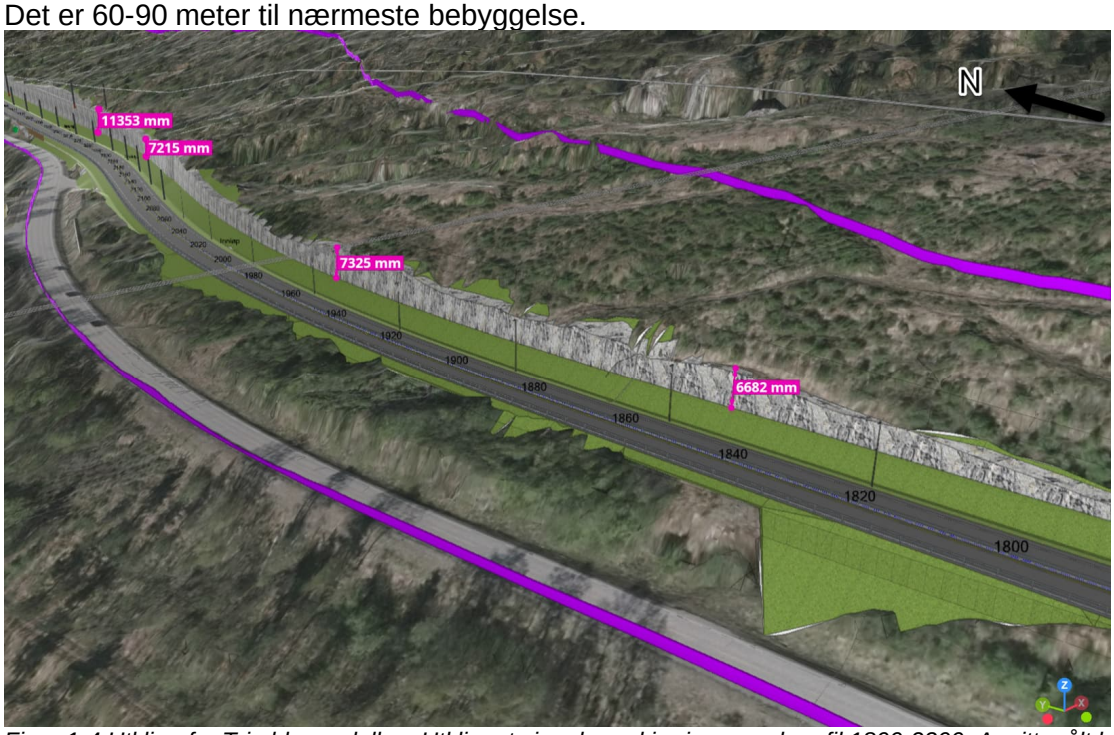


Figur 1-3 Utklipp fra Trimble-modellen. Utklippet viser bergskjæringer ved profil 1140-1800. Angitt målt høyde er omtrentlig. Lilla linje er anleggsgrense.

Bergskjæring ved profil 1800-2300

Bergskjæringene ved profil 1800 – 2300 er middels høye, og har en varierende høyde fra 4,5 m til 10 meter på sitt høyeste, se Figur 1-4. Total lengde med skjæring på strekket er 500 meter.

Det er 60-90 meter til nærmeste bebyggelse.



Figur 1-4 Utklipp fra Trimble-modellen. Utklippet viser bergskjæringer ved profil 1800-2300. Angitt målt høyde er omtrentlig. Lilla linje er anleggsgrense.

Bergskjæring ved profil 2300-2950

Bergskjæringene i området mellom profil 2300 og 2950, vist i Figur 1-5, begynner med en høyde på cirka 6 meter og øker gradvis til en maksimal høyde på omtrent 10–13 meter før de flukter med terrenget ved ca. profil 2950. Den totale lengden på denne bergskjæringen er om lag 650 meter.

Skjæringene følger i stor grad en eksisterende høyspentlinje langs store deler av strekningen. Avstanden til nærmeste bebyggelse er estimert til mellom 60 og 90 meter.



Figur 1-5 Utklipp fra Trimble-modellen. Utklippet viser bergskjæringer ved profil 2300-2950. Angitt målt høyde er omtrentlig. Lilla linje er anleggsgrense.

2 Generelt

2.1 Prosjekteringsforutsetninger og regelverk

Prosjekteringen utføres i henhold til gjeldende norske standarder (Eurokoder) og Statens vegvesens normaler og håndbøker, samt øvrige relevante håndbøker, veiledninger og publikasjoner som angitt i referanselisten i kapittel 12.

2.2 Geoteknisk kategori

Krav 1.1.1.3-1 i N200 /1/ gir en oversikt over kriterier som legges til grunn for inndeling av bergskjæringer i geotekniske kategorier. Dette oppsummeres i
Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Geotekniske kategorier for bergskjæringer fra /1/.

Geoteknisk kategori 3	Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg)
	Bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger
	Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer
	Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor 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
Geoteknisk kategori 2	Middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet
Geoteknisk kategori 1	Lave skjæringer < 5 m

Basert på pålitelighetsklassen fastsettes kontrollklasse og kontrollform for prosjektering og utførelse etter tabell NA.A1 (902) og tabell NA.A1 (903) i NS-EN 1990 /2/. Pålitelighetsklasse 1, 2 og 3 gir henholdsvis prosjekteringskontrollklasse PKK1, PKK2 og PKK3. PKK2 og PKK3 gir begge krav til utvidet kontroll av prosjekteringen. I PKK1 er det kun krav til egenkontroll.

Det skal for bergskjæringene i prosjektet generelt benyttes geoteknisk kategori 2 og 3. Det skal generelt benyttes pålitelighetsklasse/konsekvensklasse (RC/CC) 2 eller 3. For skjæringer med høyder under 5 m kan geoteknisk kategori 1 vurderes.

Kontrollklasse PKK2 krever egenkontroll, intern systematisk kontroll (sidemannskontroll) og utvidet kontroll. Ved PKK2 kan utvidet kontroll begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er utført og dokumentert av prosjekterende foretak.

Kontrollklasse PKK3 krever egenkontroll, intern systematisk kontroll (sidemannskontroll) og utvidet kontroll. Ved PKK3 skal utvidet kontroll omfatte de samme punktene som ved kontrollklasse PKK2, samt en vurdering av selve prosjekteringen.

Utvidet utførelseskontroll i kontrollklasse UKK2 skal bekrefte at egenkontroll og den interne systematisk kontrollen er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket. Ved UKK3 skal i tillegg det utførte arbeidet kontrolleres i tilstrekkelig grad til å gi en tillit til at arbeidet er tilfredsstillende utført. Kontrollen kan være basert på stikkprøvekontroll og skal være tilpasset de funn som blir gjort. Spesielt viktig og kritiske området av betydning for prosjektet skal kontrolleres.

Tabell 2-2 Prosjekteringskontrollklasse og kontrollform (/2/)

	Prosjekterings-kontrollklasse	Egenkontroll (DSL 1)	Intern systematisk kontroll (DSL 2)	Utvidet kontroll (DSL 3)
Pålitelighetsklasse 1	PKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
Pålitelighetsklasse 2	PPK2	Kreves	Kreves	Kreves
Pålitelighetsklasse 3	PPK3	Kreves	Kreves	Kreves

Tabell 2-3 Utførelseskontrollklasse og kontrollform (/2/)

	Minste utførelses-kontrollkasse	Egenkontroll (IL 1)	Intern systematisk kontroll (IL 2)	Utvidet kontroll (IL 3)
Pålitelighetsklasse 1	UKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
Pålitelighetsklasse 2	UKK2	Kreves	Kreves	Kreves
Pålitelighetsklasse 3	UKK3	Kreves	Kreves	Kreves

Utvidet kontroll i PKK3/UKK3 utføres av annet foretak enn prosjekterende og utføres i byggherrens regi. Byggherren kan velge å ta kontrollen i egenregi. Videre så skal utvidet kontroll i PKK3/UKK3 skal gjennomføres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen /1/.

I tabellene under er bergskjæringene listet opp og fordelt i GK og PKK/UKK. Skjæringene er inndelt etter høyde og orientering. Bergskjæringer er plassert i PKK/UKK2 og PKK/UKK3 basert på høyden og kompleksiteten til bergskjæringer og sideterreng.

Tabell 2-4: Bergskjæringer i Sjoa-Bredevangen som omtales i denne rapporten. Kategorisering i geoteknisk kategori og kontrollklasser i henhold til N200 /1/

Vei	Profil til/fra		Ca. Maks høyde (m)	Ca. Lengde >10 m (m)	Ca. Lengde 5-10 m (m)	Ca. Lengde < 5 m (m)	GK	PKK/UKK	Kommentar
E6	640	1140	7	0	100	400	2	2	• Middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet
E6	1140	1800	8	0	80	580	2	2	• Lave til middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet
E6	1800	2300	10	30	300	170	3	3	• Middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet • Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer • Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet
E6	2300	2950	13	380	230	40	3	3	• Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg) • Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer • Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet
Lokal vei	0	500	8,5	0	80	400	2	2	• Middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet

Bergskjæringene langs lokalveg/traktorveg ved profil 0-500 og bergskjæringer langs ny E6 ved profil 640-1800 er middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet. Bergskjæringene ligger også i ett mer oversiktlig terreng. På grunn av fyllitt i bergskjæringene, som kan være syredannende og gi forurensende avrenning, ble disse tidligere satt i geoteknisk kategori 3. Det er videre tatt prøve av denne fyllitten, og resultatene tilsier ikke potensiale for forurensende avrenning. Bergskjæringene justeres dermed ned til geoteknisk kategori 2.

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 Vegbygging /1/ plasseres disse bergskjæringene i geoteknisk kategori 2.

Bergskjæringene mellom profil 1800-2950 er stedvis høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg). I tillegg er bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer eller i skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet. Selve høyden på bergskjæringene er noe usikkert, da det er mye blokker/ur langs traseen der topp skjæring vil komme.

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 Vegbygging /1/ plasseres samtlige bergskjæringene mellom profil 1800 - 2950 i geoteknisk kategori 3.

2.3 Andre rapporter for planområdet

I forbindelse med planarbeidet er det også utarbeidet følgende rapport:

- Skredfarerapport for Sjoa-Bredevangen av Asplan Viak. /2/. Denne rapporten tar for seg skredfare i bratt terreng på strekningen.
- Geotekniske fagnotater for strekningen utarbeidet av Geovita /4/ /5/.

FAKTADEL

Denne delen av rapporten inneholder beskrivelse av bergarter og deres strukturer (foliasjon, sprekker og svakhetssoner), analyse av sprekketetthet og -orientering og utførte grunnundersøkelser. Analyser på berg utført på nærliggende prosjekter, hydrogeologiske/hydrologiske forhold og spesielle lokale hensyn er også omtalt i denne delen av rapporten, jf. krav til innhold i geologiske rapporter i Statens vegvesens håndbøker N200.

3 Utførte forundersøkelser og bakgrunnsmateriale

3.1 Utførte forundersøkelser

I tidligere planfaser er det utført:

- Ingeniørgeologisk kartlegging for skred
- Grunnboringer (totalsonderinger, bergkontrollboringer og prøvetaking)
- Befaring av ur/blokker utført av Statens vegvesen

Til denne planfasen er det utført:

- Ingeniørgeologisk kartlegging for bergskjæringer
- Ingeniørgeologisk kartlegging for skred
- Supplerende grunnboringer (totalsonderinger, bergkontrollboringer og prøvetaking)
- Innmåling av berg i dagen
- Prøvetaking av fyllitt for å finne potensiale for syredannelse

Beskrivelse av bergarter og strukturer finnes i kapittel 4. For detaljer rundt supplerende grunnboringer vises det til Fagrapport geoteknikk.

3.2 Bakgrunnsmateriale

I tillegg til utførte forundersøkelser er denne rapporten basert på følgende eksisterende informasjon og tidligere grunnundersøkelser i området:

- NGUs berggrunnskart 1:250 000 /8/.
- NGUs løsmassekart 1:50 000 /9/.
- NGUs grunnvannsdatabase, GRANADA /10/.
- Laserskannet terrengdata fra prosjektmodell.
- Innmåling av berg i dagen.

3.3 Ingeniørgeologisk kartlegging

Feltkartlegging til reguleringsplanfasen for E6 Sjoa – Bredevangen ble utført i perioden 08.04-09.04.2025. Det ble i tillegg utført en supplerende befaring for å ta prøve av fyllitt 23.05.2025.

Ved kartlegging i forbindelse med reguleringsplanen ble det observert berg i dagen langs østre side av eksisterende E6 mellom profil 640-2950, samt stedvis i terreng langs planlagt trase med bergskjæringer. I terrenget langs planlagt trase var det ofte vanskelig å bestemme om det var større avløste blokker, eller berg i dagen.

Det ble i tidligere faser av prosjektet hugget ned skog langs trase, men er delvis gjengrodd av tett småskog. Terrenget var stedvis vanskelig å ta seg frem med mange større blokker, se kapittel 5.

Det er målt strøk/fall på sprekker og lagdeling, samt observert bergartstype og bergets oppsprekkingsgrad og beskaffenhet. Ved måling av strøk og fall er det benyttet «høyrehåndsregelen». I tillegg er det registrert type vegetasjon, størrelser på blokker, bekker og is etc. i eksisterende bergskjæring.

3.4 Grunnboringer

Det er utført flere runder med grunnundersøkelser langs strekningen Sjoa – Bredevangen, i tillegg til innmåling av berg i dagen. Relevante grunnundersøkelser er oppsummert i liste nedenfor, og i plantegning i vedlegg A.

- 20210567-01-R E6Ø-O Sjoa – Otta /12/
- 1868 GU rapport Sør Fron kommune /13/
- 1868 GU rapport Sel kommune /14/
- 106128-01 Sjoa-Otta (Nordover) /15/
- Fortløpende grunnundersøkelser utføres våren 2025 (GHC).

3.5 Kjerneboringer

Det er ikke utført kjerneboringer langs trasen.

3.6 Tester på mineralinnhold/kjemiske og geokjemiske egenskaper

3.6.1 Svovelinnhold og syredannende potensiale

Syredannende bergarter kan ved kontakt med luft og/eller vann føre til forsuring av nærliggende resipienter, hovedsakelig grunnet oksidasjon av sulfidmineraler som svovelkis (pyritt) og magnetkis. Fyllittens evne til å danne syre er dokumentert blant annet i Rogaland av NGU /17/, som beskriver at eksponering av bergarten kan føre til utlekking av tungmetaller. Dette skjer som følge av sulfiddannelse av svovelsyre som senker pH i vann.

Ved befaring ble det registrert fyllitt med synlig pyritt ved Sjoa, se kapittel 4. Men det ble likevel ikke observert forvitret bergmasse eller typiske forvitringsprodukter på sprekkeflater, slik som gulbrune mekanisk svake flater med utfellinger av jarositt, som ofte indikerer oksidasjon av sulfider i sure miljøer.

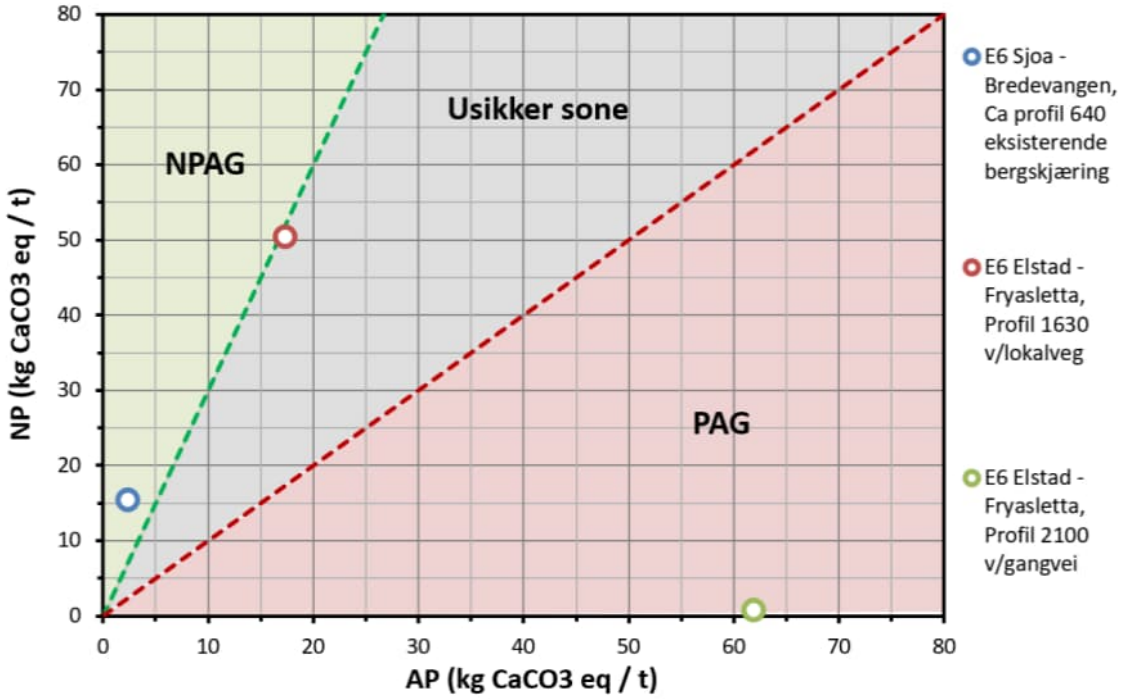
Det er likevel tatt 1 stk. bergartsprøve som er sendt inn for vurdering av syredannelsepotensiale. Prøven er tatt ved ca. profil 630 ved Sjoa.

Prøven av fyllitten ble levert til analyse hos ALS Laboratory Group Norway på Vækerø 3. juni 2025 sammen med prøver fra E6 Elstad-Fryasletta. Prøven inneholdt synlig pyritt. For å undersøke om fyllitten har et syredannende potensiale er prøven undersøkt geokjemisk i henhold til analysen «Alunskiferpakke».

Resultatet fra analysen ved ca. profil 630 er videre vurdert av NGI, se Fagnotat - Vurdering av syredanningspotensial for fyllittprøver /15/. Resultater fra prøven kan videre ses i Tabell 3-1 og Figur 3-2 (Merk at prøvene fra E6 Elstad – Fryasletta ikke er relevant for denne rapporten). Prøven har et lavt svovelinnhold (St = 0,07 % tilsvarende 0,1 % pyritt) og risikoen for syredannelse er derfor lav. TIC-innholdet er også lavt (TIC = 0,2» tilsvarende 1,5 % kalsitt), men er betydelig høyere enn sulfid-innholdet, og derfor tilstrekkelig for å kunne nøytralisere små mengder syre som eventuelt dannes. Med en NNP = 15 kg CaCO3/t og NRP = 8,5 (Tabell 3-1) vurderes fyllittprøven som ikke syredannende (se Figur 3-2).
For videre vurdering av syredannende potensiale, se kapittel 9.

Tabell 3-1 Fra /16/. Analyseresultat fra prøven tatt ved ca profil 630 ved Sjoa. %st: total svovelinnhold; TIC: Total inorganic Carbon; AP: Syredanningspotensial; NP: Nøytraliseringspotensial, NNP: Net Neutralization Potential; NPR: Neutralization Potenial Ratio).

Prøver	$\%S_t$ (-)	AP ($kgCaCO_3/t$)	%TIC (-)	NP ($kgCaCO_3/t$)	NNP ($kgCaCO_3/t$)	NPR (-)
630	0,07%	2	0,20%	17	15	8,5



Figur 3-1 Fra /16/. Vurdering av total syredanningspotensiale basert på beregning av Neutralization Potensial Ratio (NRP = NP/AP, med NP: nøytraliseringspotensial og AP: Syredanningspotensial). NPAG: Non Potentially Acid Generating; PAG: Potentially Acid Generating. Merk at prøvene fra E6 Elstad – Fryasletta ikke er relevant for denne rapporten.

3.7 Bergmekaniske analyser/laboratorietester

Det er ikke utført noen bergmekaniske analyser i denne planfasen.

Under planlegging av E6 Vinstra – Sjoa ble det i 2012 utført testing på ingeniørgeologisk laboratorium fra kjerneprøver til Teigkampen. Bergarten var en kvartsitt/sandstein /22/. På disse prøvene ble blant annet borbarhet (DRI og BWI) og sprengbarhet (SPR) testet. Resultatene kan ses i Figur 3-2.

Prøve nr. (gitt av SINTEF)	1	2
Prøvemerking (gitt av oppdragsgiver)	KH04 40 - 50 m	KH06 15 - 20 m
Sprøhetstall (S20)	40,3 Lav [1)]	41,7 Middels [1)]
Sievers' J (SJ)	1,6 Ekstremt høy overflate hardhet [1)]	2,9 Meget høy overflate hardhet [1)]
Slitasjeverdi hardmetall (AV)	27,5 Middels [1)]	9,5 Lav [1)]
Borsynkindeks™ (DRI™)	31 Meget lav [2)]	36 Lav [2)]
Borslitasje indeks™ (BWI™)	66 Meget høy [2)]	48 Høy [2)]
Sprengbarhet (SPR)	0,45 Middels [3)]	0,46 Middels [3)]

Figur 3-2 Oppsummering av testresultater fra Teigkamptunnelen våren 2012 /22/. 1) Ihht. Dahl. F., et al. 2012. Classifications of properties influencing the drillability of rocks, based on the NTNU/SINTEF test method. Tunnelling and Underground Space Technology 28 (2012) 150-158. 2) Ihht. Prosjekt rapport "13A-98 Drillability Test Methods",utgitt av Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU. 3) Ihht. "IBA Rapport Nr 2A – 95", utgitt av Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.

Under drivningen av Teigkamptunnelen ble det sendt 8 svelleleireprøver for testing av svelleleire, se resultat i vedlegg 6 i /23/. Det ble påvist meget aktiv svelleleire i en av prøvene, utover dette lå prøvene på lite aktiv til middels aktiv fri svelling. Det er ikke nevnt om prøvene ble testet for svelletrykk.

4 Berggrunnsgeologi

Bergartene i området Sjoa – Bredevangen er en del av den kaledonske fjellkjedefoldingen som fant sted for mellom 405 – 500 millioner år siden, se Figur 4-1. Bergartene i området er lavmetamorfe sedimentære bergarter avsatt i senprekrambrisk tid, og er en del av Engerdalsgruppen /19/. Bergartene har blitt deformert og flyttet under den kaledonske fjellkjedefoldingen.

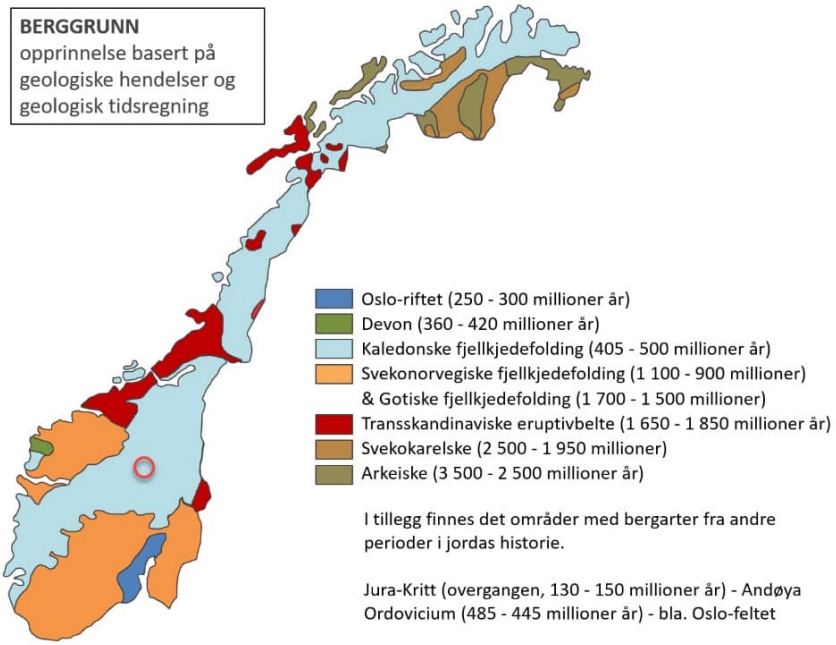
Geologisk kart som dekker prosjektområdet der det skal tas ut bergskjæringer er kartbladnummer 505171 på NGU sitt berggrunnskart /8/ i målestokk 1:250.000, og er et berggrunnkart i regionalt nivå, se Figur 4-2. Det foreligger ikke berggrunnskart i skala 1:50 000 for prosjektområdet.

I området langs Sjoa – Bredevangen finnes hovedsakelig feltspatførende sandstein og kvartsitt (420 – metasandstein i Figur 4-2), Diamikitt (grunnmassebåret konglomerat, 312 i Figur 4-2) og vekslende lag med dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag (416 i Figur 4-2). Bergartene er en del av Engerdalsgruppen.

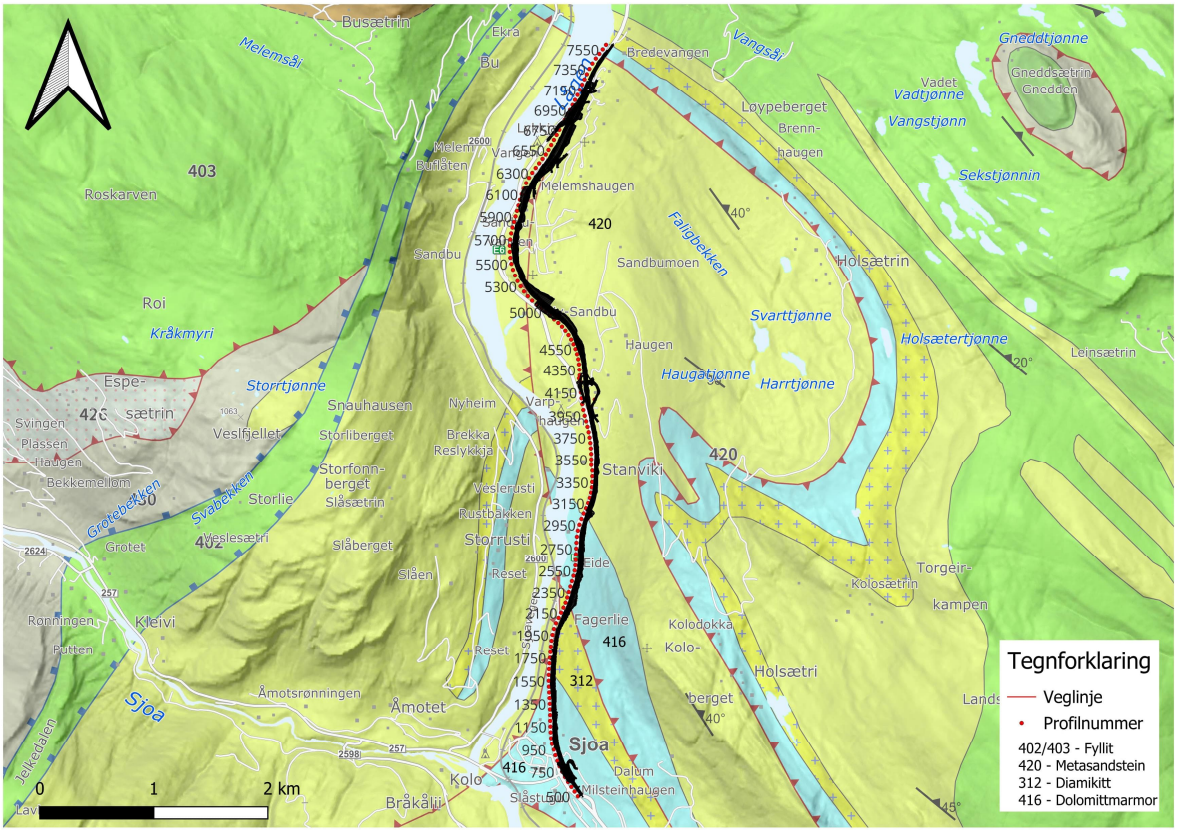
Engerdalsgruppen er en sedimentær lagrekke i Engerdalsbassenget, og består av formasjonene Engerkvartsitten, Hylleråsformasjonen, Koppangformasjonen, og Høybergssandsteinen, hvorav Hylleråsformasjonen og Koppangformasjonen kan finnes i prosjektområde i henhold til NGU's berggrunnskart /8/.

Engerdalsgruppen består hovedsakelig av fluviale og grunnmarine sandsteiner, mens Hylleråsformasjonen utgjøres av en rekke karbonat-lithologier, og Koppangformasjonen er en grunnmassebåret konglomerat. Gruppen inngår i de sedimentære lagrekkene som har blitt definert som sparagmittene, og som kan følges fra Finnmark til Sør- Norge, og utgjør hoveddelen av Kvitvol- dekkekomplekset, som tilhører Midtre dekkeserie, se Figur 4-3. Opprinnelig var Engerdalsbassenget en kystflate og sokkelbasseng i utkanten av dagens Nord-Møre - Trøndelag, og som under kaledonske fjellkjededannelsen, ble foldet, forkastet og skjøvet minst 150 km mot sørøst.

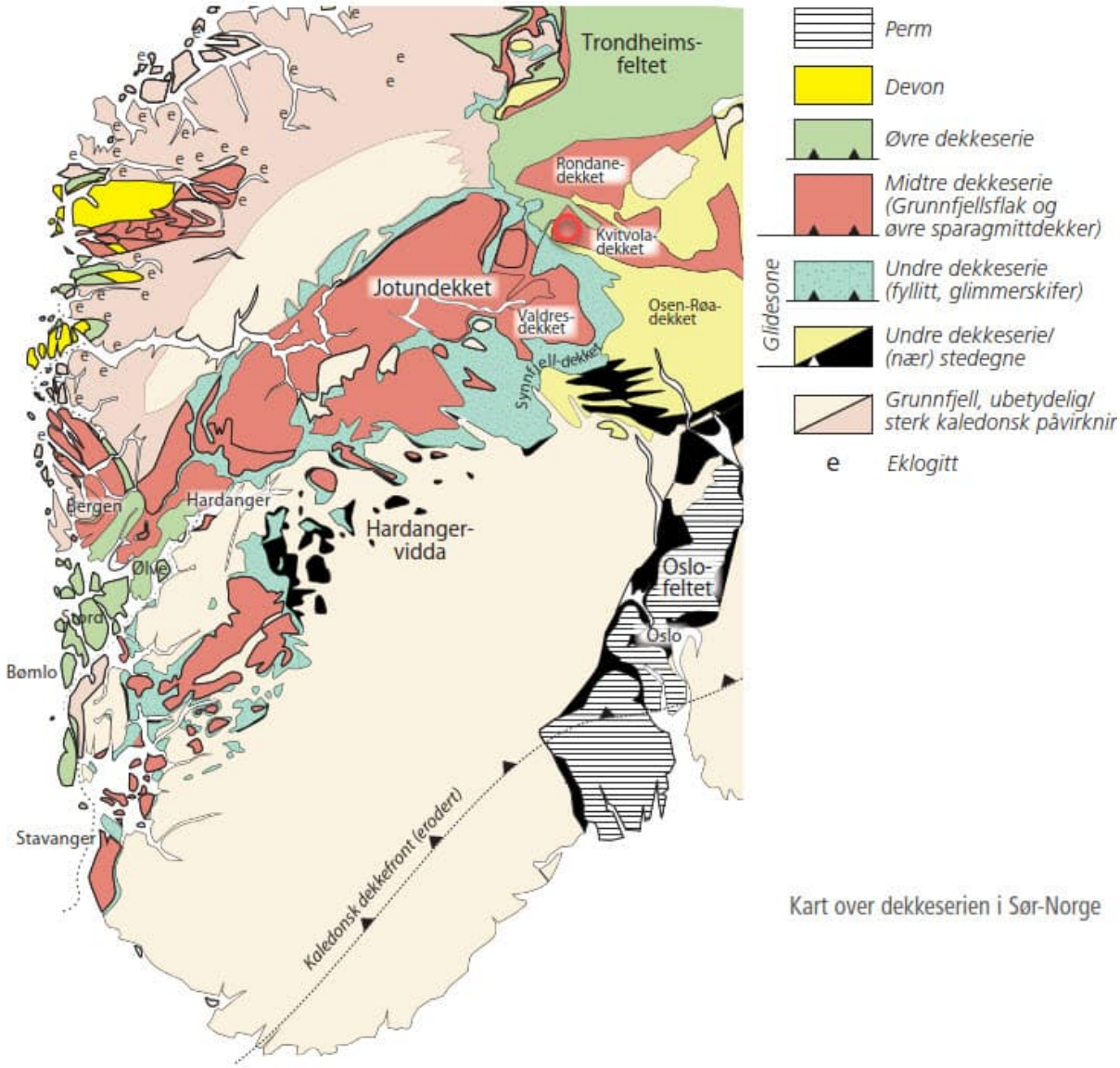
Strukturene i bergartene er spesielt preget av den kaledonske fjellkjedefoldingen, hvor bergartene ble utsatt for kompresjon fra NV. Bergartene ble da skjøvet mot SSØ og foldet med slakt stupende foldeakser med retning ØNØ og VSV. Det antas en forkortning av lagpakken på rundt 60 %, som omfatter både folder og forkastninger /8/, /18/ og /19/. Strukturgeologiske forhold beskrives nærmere i kapittel 4.3



Figur 4-1 Geologiske hendelser i Norge fra geogleblog.com. Området Sjoa - Bredevangen er omtrentlig markert med rød sirkel.



Figur 4-2 Oversikt av regional berggrunnskart 1:250 000 oversiktskart med veglinje og profilnummer. WMS-kartet er hentet fra GeoNorge med grunnlag fra NGU.



Figur 4-3 Kart over dekkeserien i Sør-Norge hentet fra /18/. Området Sjoa - Bredevangen er omtrentlig markert med rød sirkel.

4.1 Bergarter

Ved geologisk kartlegging til denne rapporten er det registrert diamiktitt og vekslende lag med dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag og kvartsitt.

Bergartene som er observert i feltarbeid blir beskrevet nærmere i de etterfølgende kapitlene.

4.1.1 Feltspatførende sandstein og kvartsitt (Metasandstein)

Det er kartlagt kvartsitt i området mellom ca. profil 1800-2050, se Figur 4-5. Kvartsitten observert i prosjektområdet er en massiv sandstein med hvit til grålig farge, og består hovedsakelig av kvarts. Kvartskornene i sandsteinen er sammenkittet til en fast og hard bergart. Kvartsitten kan ha en foliasjon, og sprekke opp langs lagningen. Tykkelsen oppsprekkingen langs lagdelingen varier, fra 5 – 20 cm til 50 cm. Glimmer kan også opptre enkelte steder, som gir bergarten en mer skifrig struktur. Kvartsitten kan videre ligne på dolomitt, men kan ikke ripes med kniv.

Det ble i tillegg observert en metasandstein i en liten bergblotning helt nord for traseen ved Åstelykkja, opp i terrenget øst for ca. profil 6900, se Figur 4-4.

Den feltspatførende sandsteinen og kvartsitten (Metasandstein), utgjør enhet 420 i NGU' berggrunnskart, se Figur 4-2.



Figur 4-4 Liten bergblotning med metasandstein helt nord for traseen ved Åstelykkja, opp i terrenget øst om ca. profil 6900.



Figur 4-5 Kvartsitt i eksisterende bergskjæring langs E6 ved ca. profil 1950. Bildet er tatt mot øst.

4.1.2 Diamiktitt

Mellom ca. profil 1600 – 1800 og 2100 – 2300 er det kartlagt en mørkere, grønnlig til rødbrunlig matriks med høyt innhold av karbonatførende lag og boller av varierende størrelse, se Figur 4-6 til Figur 4-8. Bergarten fremstår som usortert og massiv. Den har en skifrig struktur, men sprekker sjeldent opp langs foliasjonsplanet. Foliasjonen er ofte varierende i forhold til de andre bergartene i området. Bergarten er uforvitret, men det observeres overflateforvitring langs karbonatlag/-boller.

Matriksen er glimmerrik og inneholder en del biotitt, men det er også observert kloritt, som gjør den mer grønnlig. Det er i tillegg observert større årer av kvarts som kan være opp mot 10-20 cm i tykkelse. Det er også observert en del pyritt.

Etter /19/ og /20/ er bergarten registrert mellom ca. profil 1600 – 1800 og 2100 – 2300 en diamiktitt (konglomeratskifer), og del av Koppangformasjonen. Koppangformasjonen ligger med en erosiv inkonformitet over underliggende enheter Hylleråsenformasjonen. I de første 1.5 meterne over denne inkonformiteten skal avsetningene domineres av store irregulære fragmenter fra underlaget (90% av fragmentene utgjøres av karbonat). Klastsammensetningen endres oppover i formasjonen, og 4 - 6 m over inkonformiteten består klastene av granitt (45%), grå kvartsitt (33%), porfyrer (13%) og karbonat (1%). Tettheten mellom klastene avtar oppover i enheten, og mengde finkornet matriks øker, samtidig som matriksfargen endres fra grønnlig til rødbrun. En svak laminering er utviklet helt øverst i formasjonen. Formasjonen kan ha en tykkelse opp til ca. 10 m, se /19/ og /20/.

Laggrenser, inkonformiteten og konglomerat er ikke direkte observert i prosjektområdet, men kan være dekket av vegetasjon/ur. Med sin mer usorterte form, uten en klar foliasjon og med høyt innhold av karbonater, gjerne i bolle-form, i en mørkere til grønn grunnmasse, skiller denne bergarten seg likevel ut fra vekslende lag av sandstein, dolomitt og fyllitt, og metasandstein/kvartsitt.

Diamiktitt (grunnmassebåren konglomerat), utgjør enhet 312 i NGU' berggrunskart, se Figur 4-2



Figur 4-6 Bildet tatt ved ca. profil 1700 i eksisterende bergskjæring langs E6. Ut ifra NGU's berggrunnskart skal dette være diamiktitt. Bergarten har en grålig forvitringsflate med en mer grønnlig matriks. Flere karbonatboller og bånd, sammen med noen kvartsårer.



Figur 4-7 Bildet tatt ved ca. profil 2200 i eksisterende bergskjæring langs E6. Etter NGU's berggrunnskart skal dette være diamiktitt. Grålig forvitringsflate med en mer grønnlig matriks med en usortert struktur. Flere karbonatboller og bånd.



Figur 4-8 Diamiktitt observert ved ca. profil 2100 i eksisterende bergskjæring langs E6. Grålig matriks med en usortert struktur. Flere karbonatboller og bånd. Subhortisontal åpen sprekk kan ses i nedkant av bilde.

4.1.3 Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag

Mellom ca. profil 600-1650 og 2350-2950 er det kartlagt vekslende lag med dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag.

Dolomitt og dolomittmarmor observert i området opptrer som en fin til medium kornet bergart, og har en tydelig foliasjon og en benking struktur, se Figur 4-9. Typisk lagdeling har en tykkelse på mellom 2 og 20 cm. Fargen varierer fra lys grå til grønnlige og rosa nyanser. Dolomitten er ett karbonatmineral, men har ingen reaksjon ved påføring av fortynnet saltsyre, slik som kalsitt (kalkspat) gjør. I felt var det til dels vanskelig å skille mellom dolomitt og andre karbonatførende mineraler og bergarter, som kalsitt (kalkspat), og kvartsitt, grunnet liknende visuelle egenskaper. Det ble derfor benyttet saltsyre og kniv/hammer for å skille bergartstypene. Det ble observert pyritt i dolomitten enkelte steder.

Fyllitten observert i prosjektområdet opptrer som en finkornet, mørk til grå bergart med tydelig skifrighet og høyt glimmerinnhold, Figur 4-10. Selv om det er en skifrighet, fremstår fyllitten som massiv, men kan også spaltes i tynne plater langs glimmerrike flak. Det er likevel stor avstand mellom foliasjonssprekkene i bergarten. Den er ofte kvartsførende, og det er registrert flere 5 - 10 cm store kvartsårer, samt kvartslinser.
Kløvflatene har karakteristisk silkeglans, noe som reflekterer tilstedeværelsen av glimmermineraler. Mineralogisk sammensetning inkluderer biotitt, muskovitt, kloritt og kvarts. Det er i tillegg observert en del pyritt i fyllitten.

Sandstein med karbonatførende lag er observert som grå til lyse, fin til medium kornede avsatt i 1 – 20 cm sandsteinslag, se Figur 4-11 og Figur 4-12. Mektighetene på lagene kan være flere meter, men ligger gjerne i 2 - 20 cm lag mellom dolomitt og fyllitt lagene. Lagene bruser i fortynnet saltsyre, og har gjerne en overflateforvitring i form av mindre, og noen ganger større, hulrom.

Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag ligger gjerne i vekslende lag, se Figur 4-13. I nordre deler av bergskjæringene, ved ca. 2350-2950, er det observert en større mektighet av dolomitt enn i sør, og ingen fyllitt.

Etter /19/ og /20/ er bergartene en del av Hylleråsformasjonen. Hylleråsformasjonen utgjøres av en rekke lithologier av karbonater, avsatt som stratifiserte, 2- 20 cm mektige lag. Litologiene utgjøres av vekslende horisonter av dolomitt, grå, mikrittiske magnesitter, massive og laminerte grå, finkornete sandsteiner (feltspat, kvarts, dolomitt, og lys glimmer), laminerte leirsteiner (slamstein), tynne lag med svart, laminert chert (kiselstein, 1-3 cm mektige lag, sementert med en mosaikk av dolomitt)), og gips. Stedvis er det utviklet breksjer. Tykkelsen på formasjonen ligger mellom 15-30 m /20/.

Vekslende lag av dolomitt (dolomittmarmor), fyllitt og sandstein med karbonatlag utgjør enhet 416 i NGU's berggrunnskart, se Figur 4-2.



Figur 4-9 Vekslende lag av dolomitt og tynne (1 cm) sandsteiner med tykkelse fra 1 cm til 20 cm.



Figur 4-10 Fyllitt med kvartslag og linser. Bilde tatt ved ca. profil 800.



Figur 4-11 Vekslende 1 – 20 cm tykke lag av lyse og grå karbonatførende sandsteinslag ved ca. profil 1000. Alt bruser med fortynnet saltsyre.



Figur 4-12 Overflateforvitret karbonatførende sandstein. Bildet tatt ved ca. profil 1000.



Figur 4-13 Vekslende lag av dolomittmarmor og sandstein med karbonatlag.

4.2 Bergartens mekaniske egenskaper

Det er ikke utført laboratorietester av bergmekaniske egenskaper på bergarter i eller i nærheten av prosjektområde.

Det er utført noen enklere hammertester på berget, se Figur 4-14. De fleste bergartene i området trenger flere slag med hammer for å dele opp berget. Likevel kan det være svakheter i form av slepper, kjemisk forvitret lag og lag med kloritt og glimmer som kan gi svakheter. For å benytte massene til vegoppbygging må det utføres laboratorietester for å finne de bergmekaniske egenskapene.

4.2.1 Metasandstein og kvartsitt

Kvartsitt er en hard og massiv bergart med høy trykkstyrke og lav porøsitet. Bergarten har generelt god motstand mot deformasjon og forvitring, og viser generelt stabile mekaniske egenskaper også ved høye belastninger. Likevel kan bergarten være sprø. Eventuelle svakheter knytter seg hovedsakelig til struktur og bergartskontakter med andre bergarter, da kvartsitten i seg selv har lav indre svakhet. Der slike svakheter er til stede, kan de imidlertid påvirke blokkstabilitet.

4.2.2 Diamiktitt

Diamikitt observert i prosjektområdet inneholder mye glimmermineraler og karbonater, og antageligvis kloritt. Selv om bergarten fremstår massiv antas det at den har en lavere mekanisk styrke, og kan være utsatt for nedknusing.

4.2.3 Fyllitt

Fyllitten har et høyt innhold av glimmermineraler, noe som kan representerer en innebygd svakhet i bergarten. Skifrigheten gir lav mekanisk styrke i plan med foliasjonen og gjør fyllitten lett spaltbar. Dette reduserer bergartens evne til å bære laster og gjør den utsatt for nedknusning. Fyllittens mekaniske oppførsel er sterkt anisotrop og påvirkes betydelig av orienteringen til foliasjonen i forhold til spenningsretningen. Fyllitten i området har en skifrighet med ett høyt kvartsinnehold.

4.2.4 Dolomitt

Dolomitt og dolomittmarmor fremstår som generelt mer kompetente og motstandsdyktige bergarter sammenlignet med fyllitt. Den tydelige foliasjonen i dolomitten kan imidlertid representere svakhetssoner, spesielt der det forekommer glimmermineraler eller pyritt. Dolomitten har en høyere bruddstyrke enn fyllitt, men mekaniske egenskaper kan variere lokalt, avhengig av graden av foliasjon og forekomst av sprekker eller sprø deformasjon.

4.2.5 Sandstein med karbonatførende lag

De karbonatførende lagene viser tegn til kjemisk forvitring og kan ha lavere mekanisk styrke. Disse lagene er ofte delvis oppløst eller utfylt med leire og silt, noe som reduserer både skjærstyrken og sammenhengen i berget. De fungerer som potensielle svakhetssoner og kan ha betydning for sprekkedannelse, vannføring og blokkutløsning i terrenget.

Grade and Term		Field identification	Approx. σ_c (MPa)
S1	Very soft clay	- Easily penetrated several inches by fist.	< 0.025
S2	Soft clay	- Easily penetrated several inches by thumb.	0.025-0.05
S3	Firm clay	- Can be penetrated several inches by thumb with moderate effort.	0.05 -0.10
S4	Stiff clay	- Readily indented by thumb, but penetrated only with great effort.	0.10 -0.25
S5	Very stiff clay	- Readily indented by thumbnail.	0.25 -0.50
S6	Hard clay	- Indented with difficulty by thumbnail.	> 0.50
The clays in grade S1 - S6 can be silty clays and combinations of silts and clays with sands, generally slow draining.			
R0	Extremely weak rock	- Indented by thumbnail.	0.25 - 1
R1	Very weak rock	- Crumbles under firm blows with point of geological hammer; can be peeled by a pocket knife.	1 - 5
R2	Weak rock	- Can be peeled by a pocket knife with difficulty, shallow identifications made by firm blow with point of geological hammer	5 - 25
R3	Medium strong rock	- Cannot be scraped or peeled with a pocket knife; specimen can be fractured with single firm blow of geological hammer.	25 - 50
R4	Strong rock	- Specimen requires more than one blow of geological hammer to fracture it.	50 - 100
R5	Very strong rock	- Specimen requires many blows of geological hammer to fracture it	100 – 250
R6	Extremely strong rock	- Specimen can only be chipped with geological hammer	> 250

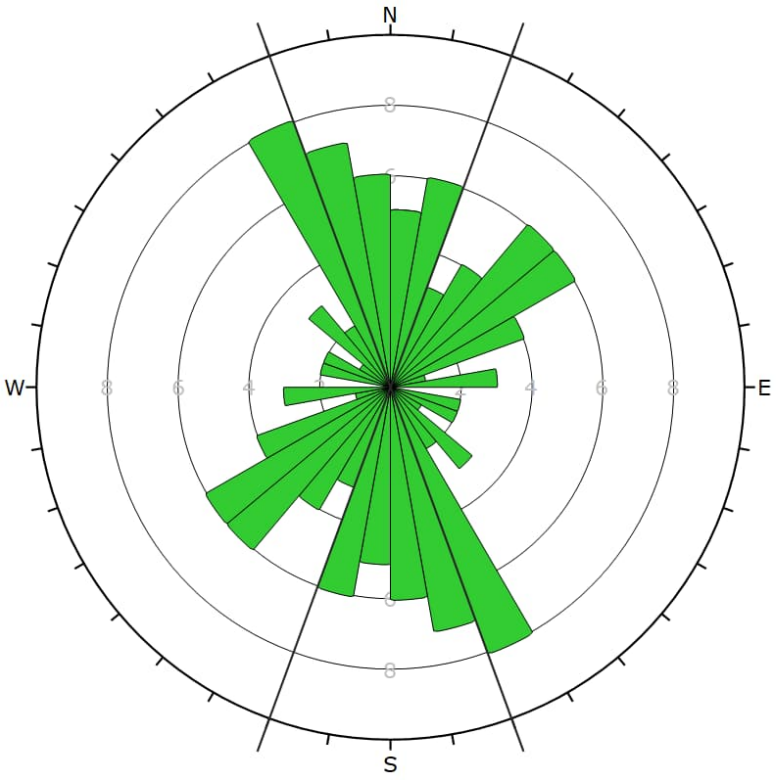
Figur 4-14 Table 2.7 "Simple field indication of compressive strength of rocks and clays (from ISRM, 1978).", fra Handbook no. 2 Engineering geology and Rock mechanics (publication no. 12).

4.3 Strukturgeologiske forhold

Figur 4-15 og Figur 4-16 viser strøk og fall til sprekker og foliasjon som henholdsvis sprekkerose og polplott for alle registeringer utført under kartlegging på strekning Sjoa - Bredevangen. Det er en dominerende NNV-SSØ foliasjonsretning med ett generelt subhorisontalt fall mot NNØ, og vil ligge subparallelt med bergskjæringene på nordlige deler av strekningen. På grunn av foldingen (spesielt synlig i dolomitten i nordlige deler av bergskjæringen) finnes det også foliasjonssprekker med fall både i østlig og vestlig retning, og med steilere fall.

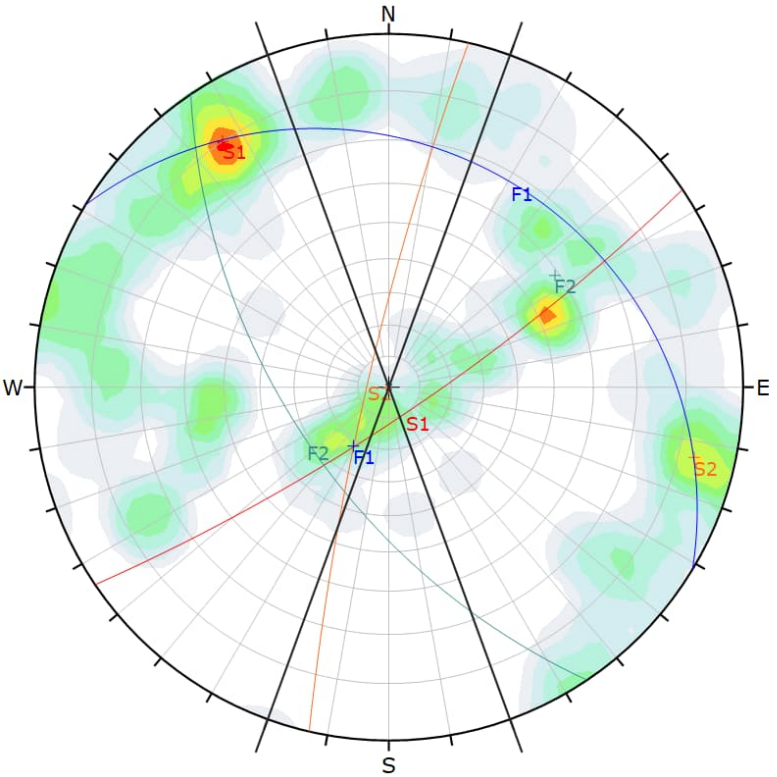
I tillegg til foliasjonssprekker er det registrert 1-2 sprekkesett under den geologiske kartlegging. Disse sprekkesettene har en NNØ-SSV til NØ-SV strøkretning, begge kjennetegnes ved bratt til steilt fall mot SØ til ØSØ. I tillegg er det registrert sporadiske sprekker.

Sprekkeplane som er kartlagt i området er gjennomgående. For foliasjonssprekkene danner oppsprekkingen langs de subhorisontale tykkere lagene en benking, som også kan ses igjen i terrenget. Generelt kan bergartenes foliasjonssprekker variere fra ca. 1 - 20 cm, til flere meter. Dolomitt-lagene og karbonatførende sandsteinslagene er det en dominerende oppsprekking parallelt med foliasjonen/lagningen som kan variere fra ca. 10 – 50 cm. Fyllitten kan iblant opptre mer massiv. I øvrige sprekker kan sprekkeavstanden ofte være stor, fra ca. 60 cm til 2 m. Men i enkelte soner er det registrert tette sprekkeavstander fra ca. 6 cm til 20 cm.



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	69
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figur 4-15 Sprekkerose for målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området Sjoa - Bredevangen.



Color	Density Concentrations
	0.00 - 0.65
	0.65 - 1.30
	1.30 - 1.95
	1.95 - 2.60
	2.60 - 3.25
	3.25 - 3.90
	3.90 - 4.55
	4.55 - 5.20
	5.20 - 5.85
	5.85 - 6.50

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	6.01%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	97 (97 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 4-16 Polplott basert på målinger tatt i forbindelse med kartlegging av strekningen Sjoa - Bredevangen.

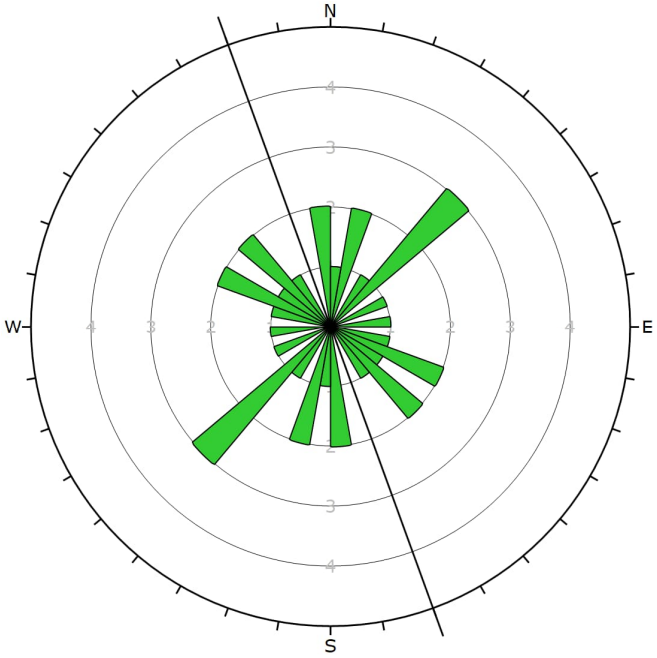
4.3.1 Foliasjon og sprekkeplan for bergskjæringen mellom profil 640-1140

For bergskjæringene mellom profil 640 – 1140 er det kartlagt vekslende lag av dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag, og hovedsakelig registrert en foliasjon og 1-2 sprekkesett, se Figur 4-17 og Figur 4-18 . Det er en dominerende NV-SØ strøkretning på foliasjonen (med målt strøk på 310-350º) med et fall på 20-40º mot NØ.

I tillegg har sprekksettene en strøkretning NØ-SV til NNØ-SSV (med strøk på 040-060º eller 180-230º) med et steilt fall på 80-85º mot SØ eller NV, en strøkretning VNV-ØSØ (med strøk 110-140º) med et fall på 60-80º mot SV. Det er også registrert enkelte sporadiske sprekkesett.

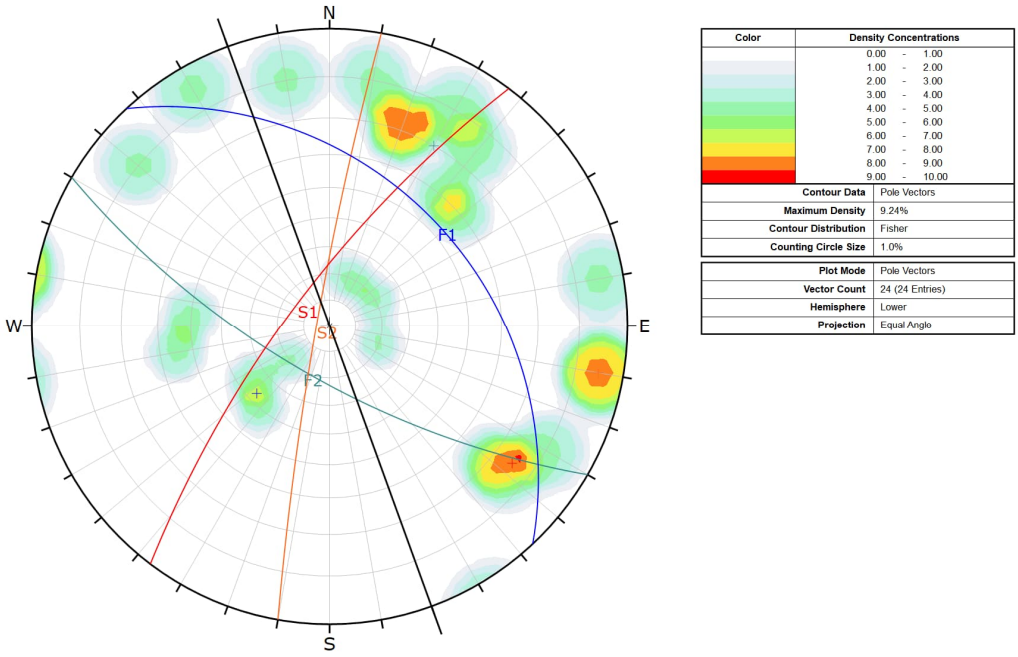
De fleste sprekkene registrert i bergblotninger i området har en retning NV-SØ, NØ-SV til NNØ-SSV og VNV-ØSØ, se Figur 4-17. Polplottet i Figur 4-18 viser at de fleste sprekkene har et steilt fall, utenom foliasjonen som har slakt til subhorisontalt fall. Bergskjæringen har omtrentlig retning NV-SØ. Forhold rundt stabilitet i planlagt skjæring og fare for kileutglidning er beskrevet i kapittel 7.4.

Sprekketettheten i bergartene registrert i området varierer. Fyllitten er skifrig, men kompakt, og ligger gjerne i ca. 4 – 5 m lag. Foliasjonssprekkene kan variere fra ca. 5 - 20 cm til flere meter. Dolomitt-lagene og karbonatførende sandsteinslagene har en dominerende oppsprekking parallelt med foliasjonen/lagningen som kan variere fra ca. 10 – 50 cm. Øvrige sprekker varierer, og kan være mellom ca. 5 cm til flere meter.



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	18
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figur 4-17 Sprekkerose for målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 640-1140. Svart linje indikerer ca. orientering til bergskjæring.



Figur 4-18 Polplott basert på målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 640-1140. Svart linje indikerer ca. orientering til bergskjæring.

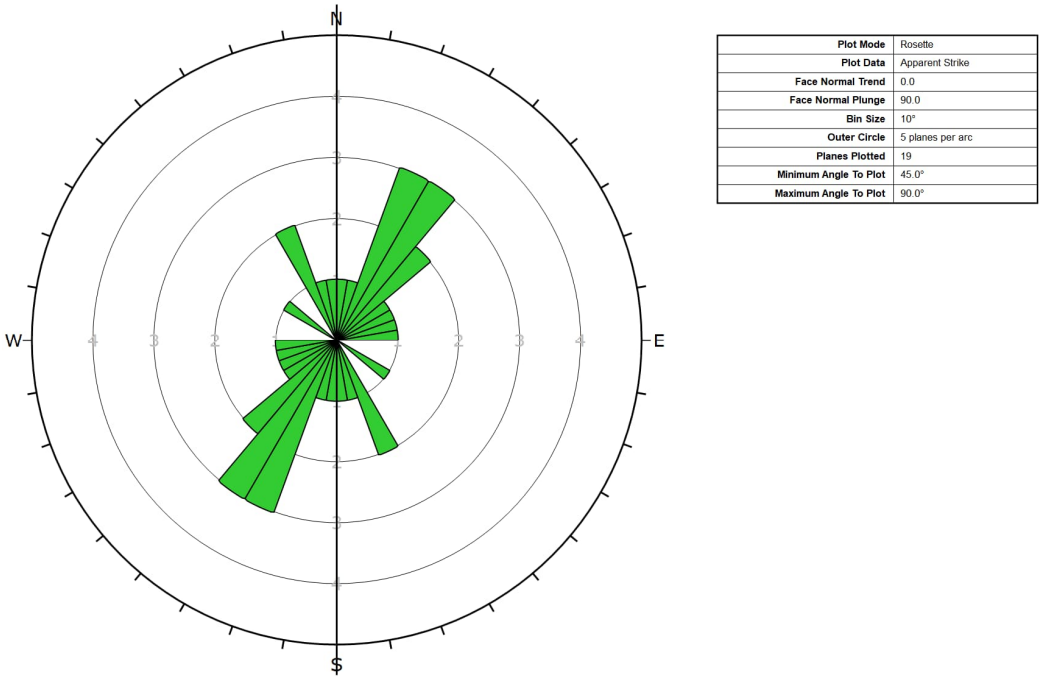
4.3.2 Foliasjon og sprekkeplan for bergskjæringen mellom profil 1140-1800

For bergskjæringene mellom profil 1140-1800 er det kartlagt vekslende lag av diamiktitt, dolomitt, fyllitt, og sandstein med karbonatlag, og hovedsakelig registrert en foliasjon og 2-3 sprekkesett, se Figur 4-19 og Figur 4-20. Det er en dominerende NV-SØ strøkretning på foliasjonen (med målt strøk på 310-350º/110-150º) med et slakt fall på 10-25º mot NØ eller NV.

Sprekkesettene har strøkretning NØ-SV til NNØ-SSV (med strøk på 025º) med et steilt fall på 80-85º mot SØ, en strøkretning ØNØ-VSV (med strøk 060-070º) med et fall på 60-80º mot SØ. I tillegg er det registrert ett sprekkesett med strøkretning NØ-SV (med strøk på 225º) med et slakt fall på 20-40º mot NV. Det er også registrert enkelte sporadiske sprekkesett.

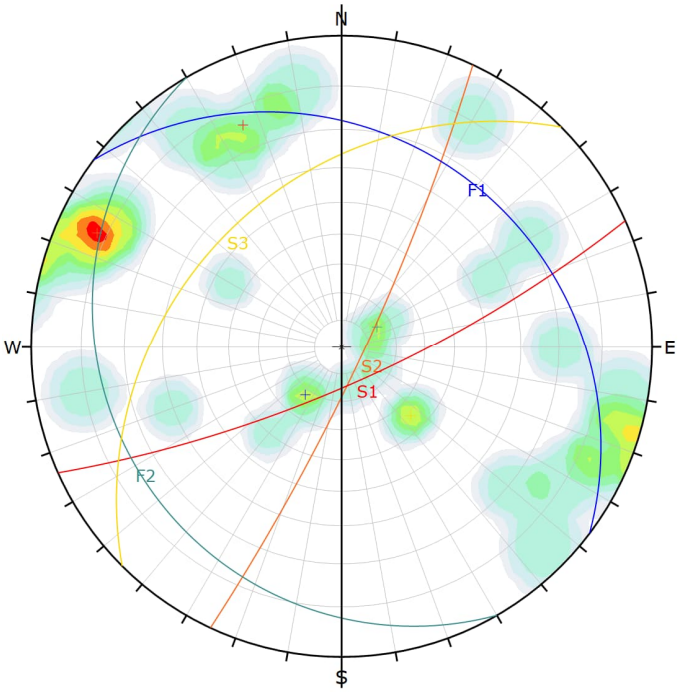
De fleste sprekkene registrert i bergblotninger i området har en retning NØ-SV til NNØ-SSV og ØNØ-VSV, se Figur 4-19. Polplottet i Figur 4-18 viser at de fleste sprekkene har et steilt fall, utenom foliasjonen som har slakt til subhorisontalt fall. Bergskjæringen har omtrentlig retning N-S. Forhold rundt stabilitet i planlagt skjæring og fare for kileutglidning er beskrevet i kapittel 7.4.

Sprekketettheten i bergartene registrert i området varierer, og er tilsvarende som for bergskjæringene ved 640 -1140. Diamiktitten opptrer mer massiv, og det er kun observert ett sprekksett i denne bergarten langs eksisterende vegskjæring, og gjerne en foliasjon uten oppsprekking langs planene. Sprekketetten varierer mellom ca. 20 - 100 cm.



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	19
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figur 4-19 Sprekkerose for målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 1140-1800. Svart linje indikerer ca. orientering til bergskjæring.



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.53%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	28 (28 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 4-20 Polplott basert på målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 1140-1800. Svart linje indikerer ca. orientering til bergskjæring.

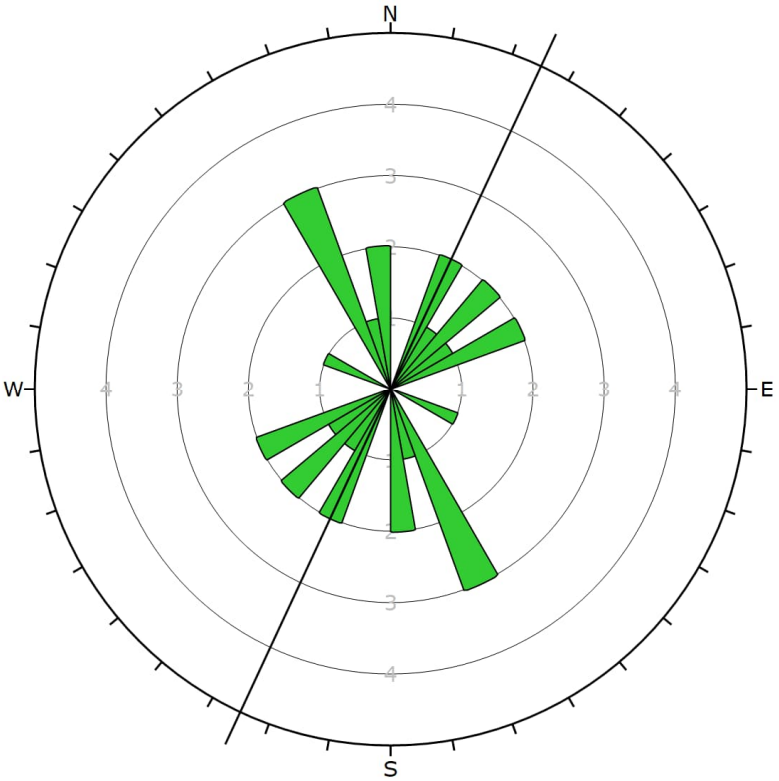
4.3.3 Foliasjon og sprekkeplan for bergskjæringen mellom profil 1800-2300

For bergskjæringene mellom profil 1800-2300 er det kartlagt kvartsitt og diamiktitt, og vekslende lag av dolomitt og sandstein med karbonatlag, og hovedsakelig registrert en foliasjon og 2-3 sprekkesett, se Figur 4-21 og Figur 4-22. Det er en dominerende NV-SØ strøkretning på foliasjonen (med målt strøk på 310-350º/110-150º) med et slakere fall på 10-25º mot NØ eller steilere fall NV.

Sprekkesettene har strøkretning NØ-SV til NNØ-SSV (med strøk på 025º) med et steilt fall på 80-85º mot SØ, en strøkretning ØNØ-VSV (med strøk 060-070º) med et fall på 60-80º mot SØ. I tillegg er det registrert ett sprekkesett med strøkretning NØ-SV (med strøk på 225º) med et slakt fall på 20-40º mot NV. Det er også registrert enkelte sporadiske sprekkesett.

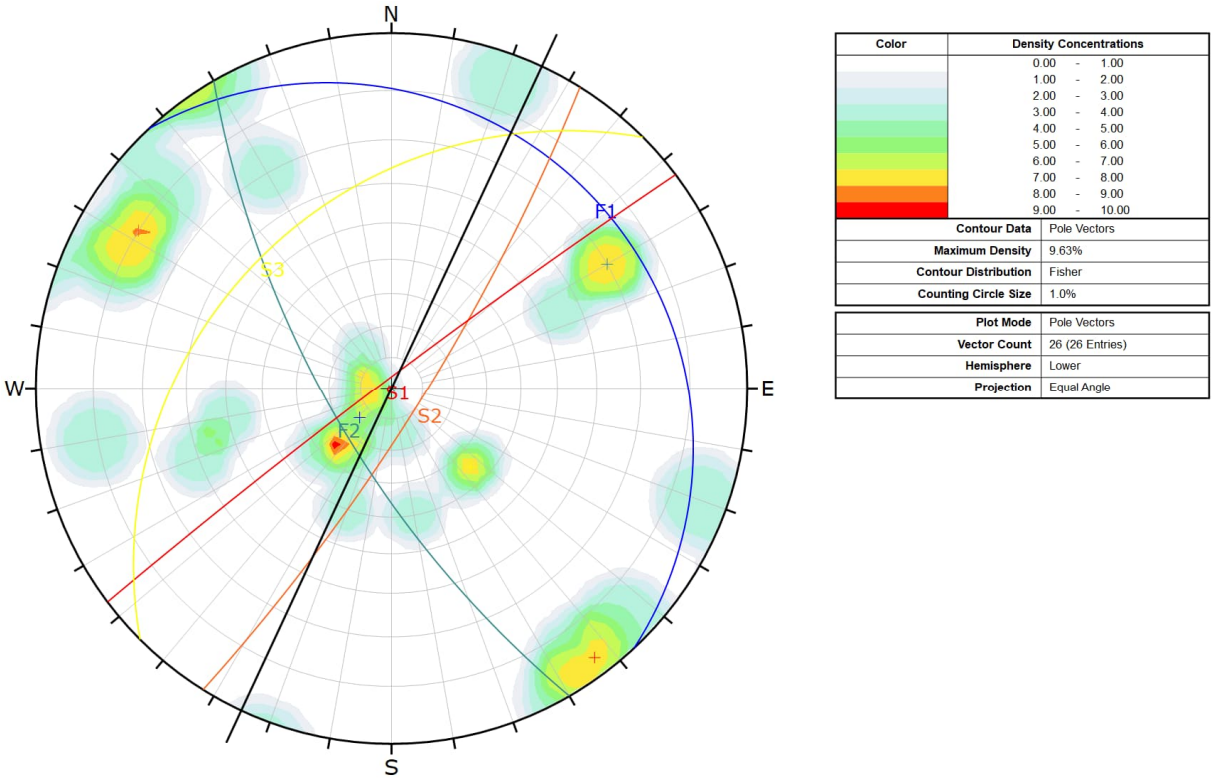
De fleste sprekkene registrert i bergblotninger i området har en retning NØ-SV til NNØ-SSV og ØNØ-VSV, se Figur 4-21. Polplottet i Figur 4-22 viser at de fleste sprekkene har et steilt fall, utenom foliasjonen som har slakt til subhorisontalt fall. Bergskjæringen har omtrentlig retning NNØ-SSV, og vil gå subparallelt med ett steilt sprekksett. Forhold rundt stabilitet i planlagt skjæring og fare for kileutglidning er beskrevet i kapittel 7.4.

Sprekketettheten i bergartene registrert i området varierer. Dolomitten og karbonatførende sandsteinslagene har en dominerende oppsprekking parallelt med foliasjonen/lagningen som kan variere fra ca. 1 – 50 cm. Diamikitten opptrer massiv, og det er det kun observert ett sprekksett i denne bergarten langs eksisterende vegskjæring, og en foliasjon uten oppsprekking. Øvrige sprekker varierer, og kan være mellom fra ca. 20 cm til flere meter.



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	15
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figur 4-21 Sprekkerose for målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 1800-2300. Svart linje indikerer ca. orientering til bergskjæring.



Figur 4-22 Polplott basert på målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 1800-2300. Svart linje indikerer ca. orientering til bergskjæring.

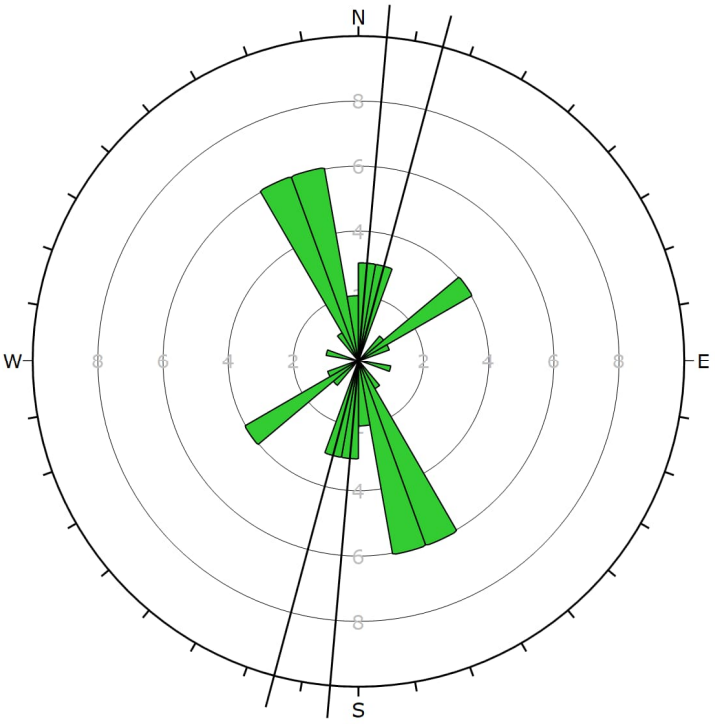
4.3.4 Foliasjon og sprekkeplan for bergskjæringen mellom profil 2300-2950

For bergskjæringene mellom profil 2300-2950 er det kartlagt vekslende lag av dolomitt og sandstein med karbonatlag, og hovedsakelig registrert én foliasjon og 2 sprekkesett, se Figur 4-21 og Figur 4-22. Det er en dominerende NNV-SSØ strøkretning på foliasjonen (med målt strøk på 310-350º/140-170º) med et slakt til steilere fall på 20-60º mot NØ eller steilere fall NV (70-80º). Det er observert flere folder i området, både småskala og større folder, se eksempel Figur 4-25.

Sprekksettene har strøkretning NØ-SV til NNØ-SSV (med strøk på 025º) med et steilt fall på 80-85º mot SØ, og en strøkretning ØNØ-VSV (med strøk 060-070º) med et fall på 60-80º mot SØ. Det er også registrert enkelte sporadiske sprekkesett.

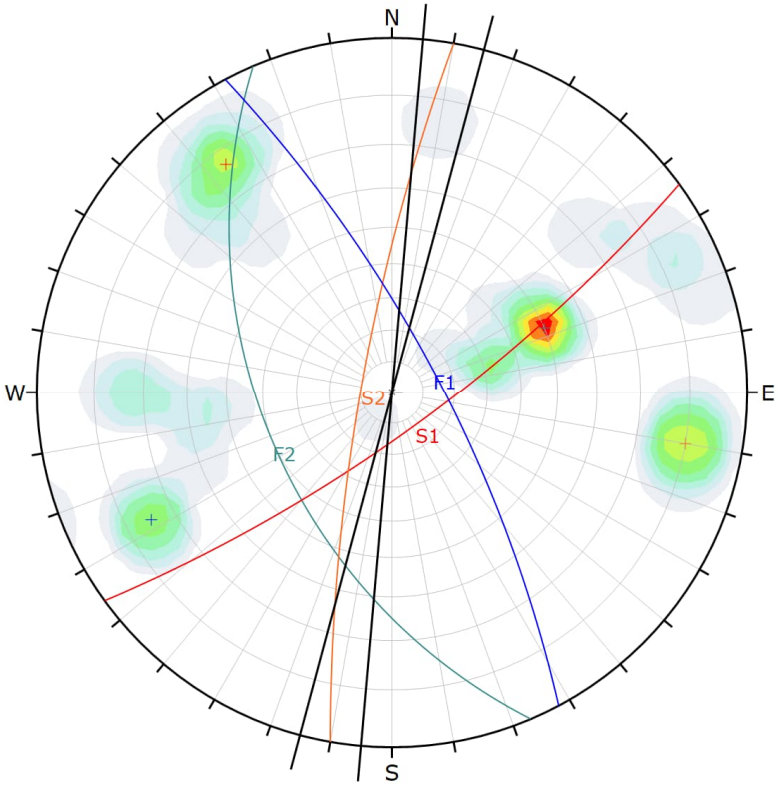
De fleste sprekkene registrert i bergblotninger i området har en retning NNV-SSØ og NØ-SV til NNØ-SSV, se Figur 4-21. Polplottet i Figur 4-22 viser at de fleste sprekkene har et steilt fall, utenom foliasjonen som har slakt til subhorisontalt fall. Bergskjæringen har omtrentlig retning NNØ-SSV, og vil gå subparallelt med ett steilt sprekkesett. Forhold rundt stabilitet i planlagt skjæring og fare for kileutglidning er beskrevet i kapittel 8.2.

Sprekketettheten i bergartene registrert i området varierer. Dolomitten og karbonatførende sandsteinslagene har en dominerende oppsprekking parallelt med foliasjonen/lagningen som kan variere fra ca. 5 – 50 cm, men det er observert oppsprekking helt ned til 1 - 5 cm, se Figur 4-25 og Figur 4-26. I øvrige sprekker kan sprekkeavstanden ofte være stor, fra ca. 60 cm til 2 m. Men i enkelte soner er det registrert tett sprekkeavstander fra ca. 6 til 20 cm.



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	28
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figur 4-23 Sprekkerose for målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 2300-2950. Svart linje indikerer ca. variasjon på orientering til bergskjæring.



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.60
	1.60 - 3.20
	3.20 - 4.80
	4.80 - 6.40
	6.40 - 8.00
	8.00 - 9.60
	9.60 - 11.20
	11.20 - 12.80
	12.80 - 14.40
	14.40 - 16.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	15.37%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	34 (34 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 4-24 Polplott basert på målinger tatt i forbindelse med kartlegging i området mellom profil 2300-2950. Svart linje indikerer ca.variasjon på orientering til bergskjæring.



Figur 4-25 Foldestrukturer i dolomitten ved ca. profil 2850.



Figur 4-26 Tettere oppsprekking langs foliasjonsplane i dolomitt og karbonallag ved ca. profil 2700.

4.3.5 Sprekkeruhet og sprekkefylling

Ruheten til sprekkeplanene observert i blotningene varierer langs det kartlagte strekket, og i type bergart. I fyllitten er det observert sprekker som er ru, ujevne og plane, til en ru og bølgete karakter. I foliasjonssprekkene i dolomitten er det observert ru, plane sprekker, men det er også observert glatte plane sprekker i nordlige deler av bergskjæringene med ett lavt sprekkeruhetstall. Langs enkelte sprekkeplan i dolomitten er det også observert glidespeil som er plane med og uten lineasjon orientert i den sannsynlige bevegelsesretningen.

Det ble videre observert flere åpne sprekker med og uten leire/grus langs hele strekket, se eksempel i Figur 4-27. Disse sprekkene følger gjerne den dominerende foliasjonen til bergartene, og ligger subhorisontalt eller med et slakere fall. I nordre del hvor foliasjonen har steilere fall, er det også observert åpne sprekker med fall på ca. 20 - 40º. Bredden på sprekkene kan være fra ca. 5 cm – 45 cm. De åpne sprekkene ble observert spesielt i de vekslende lagene med dolomitt og karbonatførende lag, men også funnet i diamiktitt.

Det ble videre registrert enkelte steder med ca. 5-20 cm tykke lag med leire, silt eller grus i bergskjæringene, se eksempel i Figur 4-28. Sprekkefyll i dolomitt og karbonatrike lag var vanskelig å observere direkte, ettersom mange sprekker var åpne og tidligere fyllmateriale trolig er erodert bort. Det ble imidlertid observert kalsitt og kloritt i omkringliggende løse blokker.

Det er ikke utført noe laboratorietest på svelleleire i dette prosjektet, men det er utført tidligere i Teikamptunnelen, se kapittel 3.7.



Figur 4-27: Typisk lagdeling ved ca. profil 1820. Bildet viser også en større åpen sprekk på omtrentlig 40 cm.



Figur 4-28 forvitret karbonatlag i veksling med dolomitt. Forvitret berg og tykkere lag leire registrert ved ca. profil 2600. Subhorisontale lag (strøk/fall på foliasjonssprekker 300/10).

4.4 Lineament og svakhetssoner

Svakhetssoner i bergmassen vil over tid bli erodert raskere enn omliggende, mer kompetent bergmasse. Dette resulterer i at svakhetssoner kan vises som søkk og depresjoner i terrengoverflaten. Slike terrengformer omtales ofte som lineamenter i denne sammenhengen, frem til de eventuelt er verifiserte svakhetssoner. Disse vil ofte være dekt av løsmasser.

Lineamenter i planområdet er analysert ved bruk av flyfoto, topografiske kart og skyggerelieffkart. Undersøkelsene viser ingen indikasjoner på større svakhetssoner innenfor selve planområdet basert på disse datakildene.

På regional skala observeres omfattende storskala folding i området rundt planområdet. Dette fremkommer tydelig i det geologiske kartmaterialet (se Figur 4-2) og kan ha betydning for strukturell orientering og deformasjon i berggrunnen lokalt.

Etter NGU's berggrunnskart, se Figur 4-2, skal det være en kryssende skjærsone (kompresjon) mellom ca. profil 2220-2300. Skjærsonen ligger mellom det vekslende laget av sandstein, dolomitt og fyllitt og diamiktitten. Denne skjærsonen er ikke observert i prosjektområdet, men kan være dekket av vegetasjon/ur. Det er i samme område observert enkelte gjennomgående sprekker/slepper, sammen med foldestruktur, med tilnærmet samme strøk som skjærsone vist på NGU's berggrunnskart i Figur 4-2. Disse sprekkene følger gjerne den dominerende foliasjonen til bergartene, eller krysser foliasjonen med ett noe høyere eller lavere fall, se Figur 4-29 og Figur 4-30.



Figur 4-29 Karbonatlag i veksling med dolomitt ved ca. profil 2310 i eksisterende bergskjæring til E6. Gjennomgående sprekker/slepper med lavt fall som følger foliasjonen, eller lavere fall enn foliasjonen. Sprekkene er åpne, eller med leirfyll. Fall er inn i bergskjæringen.



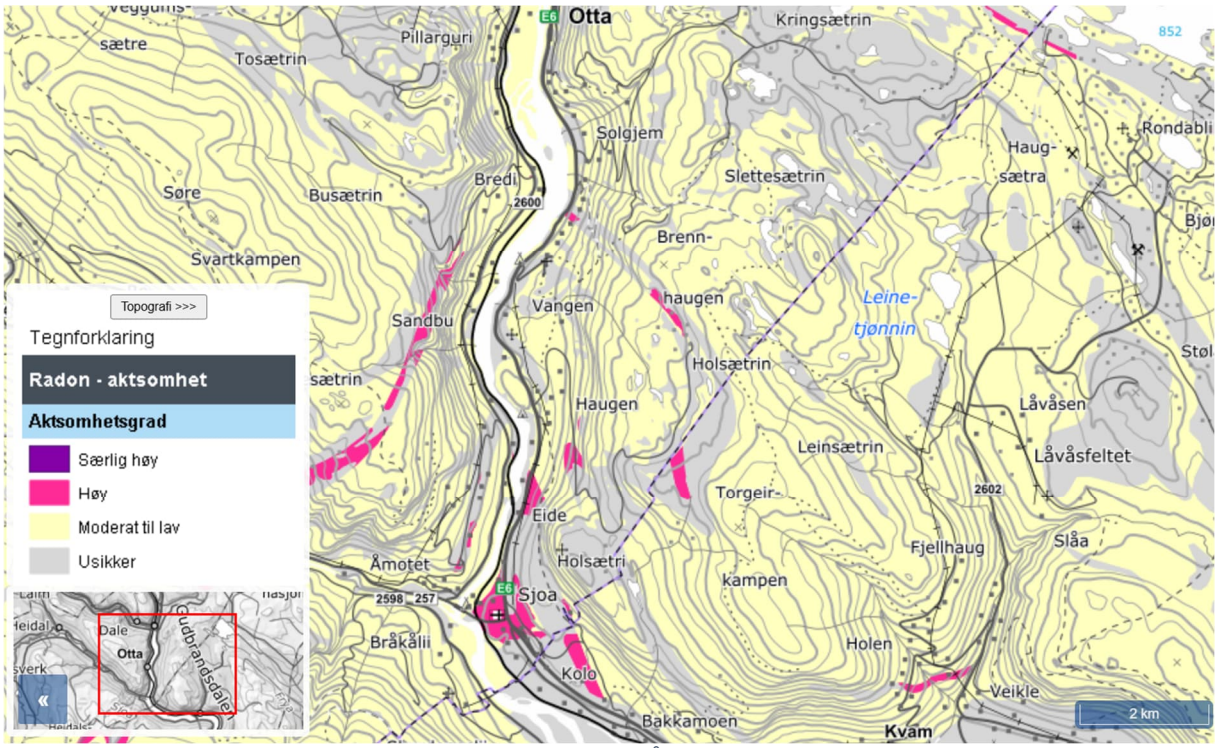
Figur 4-30 Karbonatlag i veksling med tynnere lag av dolomitt ved ca. profil 2300 i eksisterende bergskjæring til E6. Gjennomgående sprekker/slepper med ca. 5-10 cm tykt lag med leire som krysser foliasjonen med fall på ca. 30º. Flere foldestrukturer kan ses over sleppen. Fall er inn i bergskjæringen.

4.5 Radon

I henhold til NGU's aktsomhetskart for radon /10/ er aktsomhetsgraden «høy» ved Sjoa, Eide og Bredevangen, og ellers «moderat til lav» eller «usikker» i planområdet for Sjoa-Bredevangen, se Figur 4-31.

Aktsomhetskartet er basert på inneluftmålinger av radon og kunnskap om geologiske forhold /10/.

For vurdering knyttet til radon, se kapittel 9.



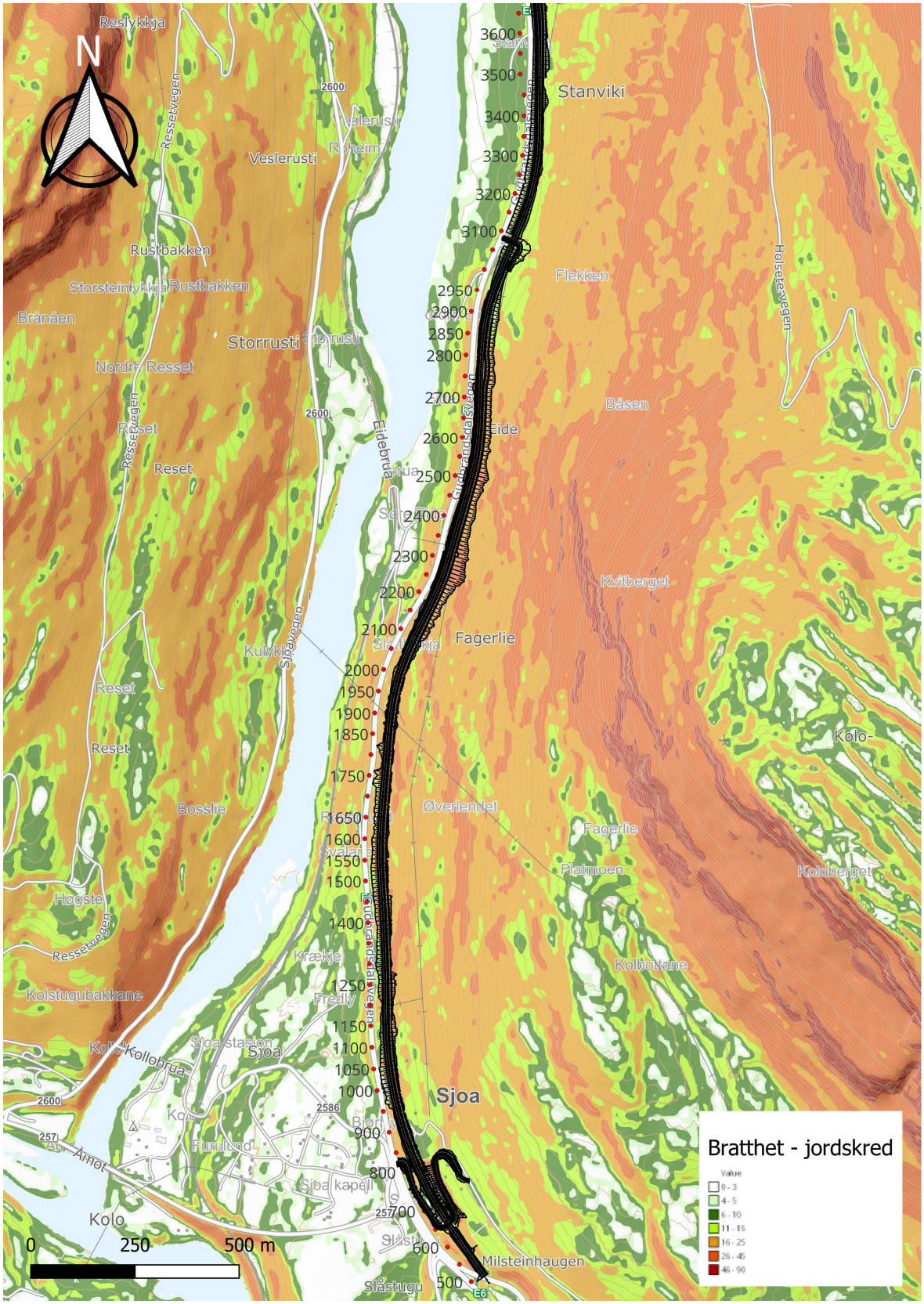
Figur 4-31 Utsnitt fra NGU sitt aktsomhetskart med hensyn på radon /10/.

5 Grunnforhold

5.1 Topografi/terreng

Planområdet strekker seg fra Sjoa i sør til Bredevangen i nord. Vegtraséen følger foten av en østvendt fjellformasjon, med elven Gudbrandsdalslågen liggende vest for traséen, se Figur 5-1. Terrenget langs bergskjæringene er dominert av ur og løsblokker i områder med bratt helning. I sørlige deler av traséen, ved Sjoa, er det fast fjell i dagen. Videre nordover går dette gradvis over fra ur og enkelte større blokker i terreng til større avløst berg/blokkerblokker, størrelse varierer fra ca. 0,5 × 0,5 × 0,5 m til opptil 5 × 5 × 5 m og størrelsen øker generelt mot nord.

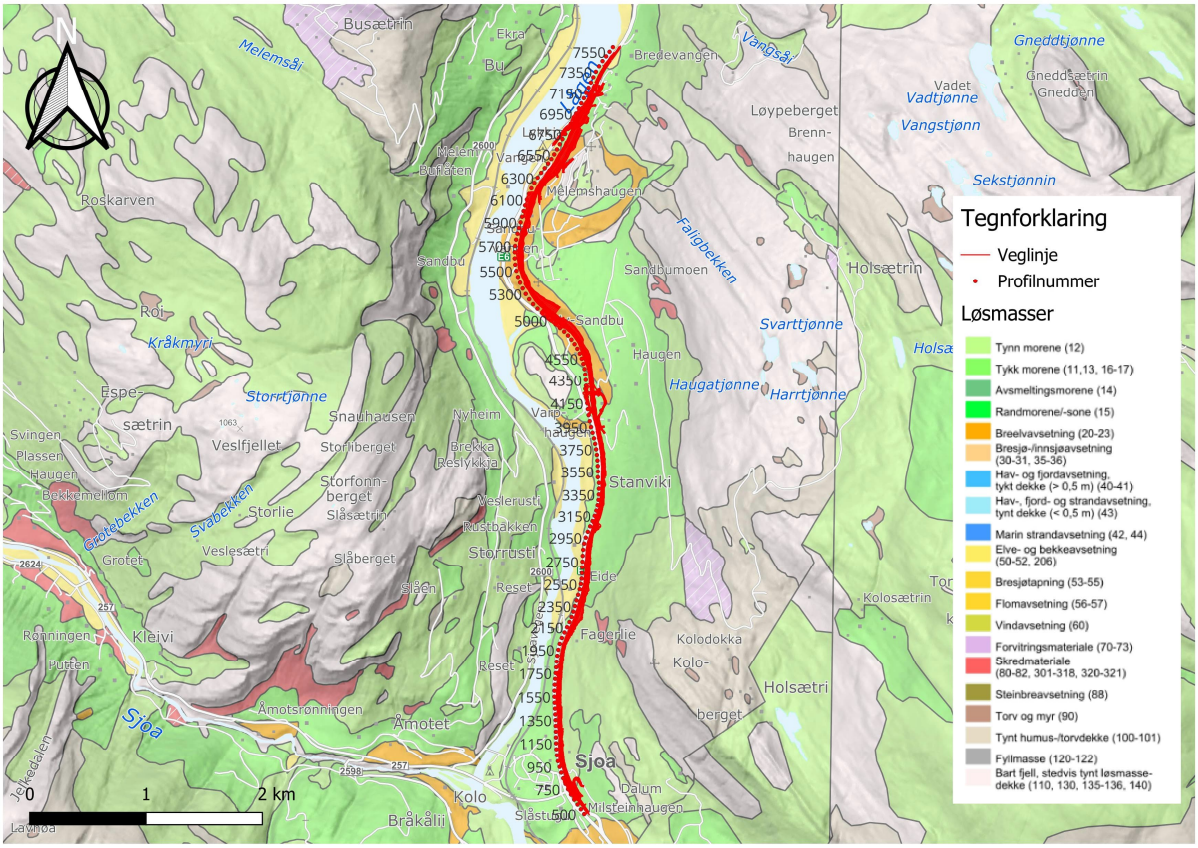
I området mellom 640-1800 forekommer det naturlige skjæringer og terrenghylleformasjoner (benker) i terrenget. Disse er delvis styrt av gjennomgående forkastnings- og sprekkesystemer med en dominerende orientering i NØ–SV-retning, samt benking og avtrapping i terrenget langs foliasjonsplan.



Figur 5-1 Bratthetskart. WMS-kart hentet fra Geonorge og grunnlag fra NVE.

5.2 Løsmasser

Opplysninger om løsmassedekket er hentet fra NGU sitt løsmassekart og fra feltbefaringer. NGU har utarbeidet løsmassekart som dekker planområdet, løsmassekartet er sammensatt av kartlegging av løsmasser i ulik målestokk iht. NGU. Figur 5-2 viser et utsnitt av løsmassekartet som dekker området.



Figur 5-2 Løsmassekart med grunnlag fra NGU.

Fra observasjoner i felt består løsmassene langs planlagte skjæringer hovedsakelig av ur eller tynt lag med organisk materiale over berggrunnen. Det er i tillegg større blokker (opp til ca. 5x5x5 m) med avløst berg på strekningen mellom ca. profil 2150-2650, se eksempel i Figur 5-3 og Figur 7-1. Blokkene ser ut til å ha blitt avløst på stedet og har flyttet seg mellom noen dm til noen meter.

Det er utført flere runder med grunnundersøkelser langs strekningen Sjoa – Bredevangen i tillegg til måling av berg i dagen. Det er i tillegg utført grunnundersøkelser i området for denne fasen og en kort oppsummering er gitt under, og det vises til geotekniske rapporter for ytterligere informasjon om løsmassene /4/. Grunnundersøkelser er vist på tegning i vedlegg A, men siden grunnboringer blir utført samtidig med denne rapporten må rapporten oppdateres etter at grunnundersøkelsene er ferdig.

Fra grunnundersøkelsene er det observert korte dybder til fjell varierende fra 0 – 3 m langs strekket Sjoa – Stanviken. Totalsonderingene indikerer forvitringsmateriale av sand og grus ned til berg. Det er i store områder observert og målt inn berg i dagen. Store deler av skråningen består i tillegg til massive blokker /4/.

Det er utarbeidet en rapport for vurdering av områdesstabilitet mellom Sjoa-Bredevangen i samband med reguleringsplan /5/, rapporten konkluderer at tiltaksområdet ligger over marin grense og derfor ikke er innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred iht. NVEs temakart for kvikkleire.



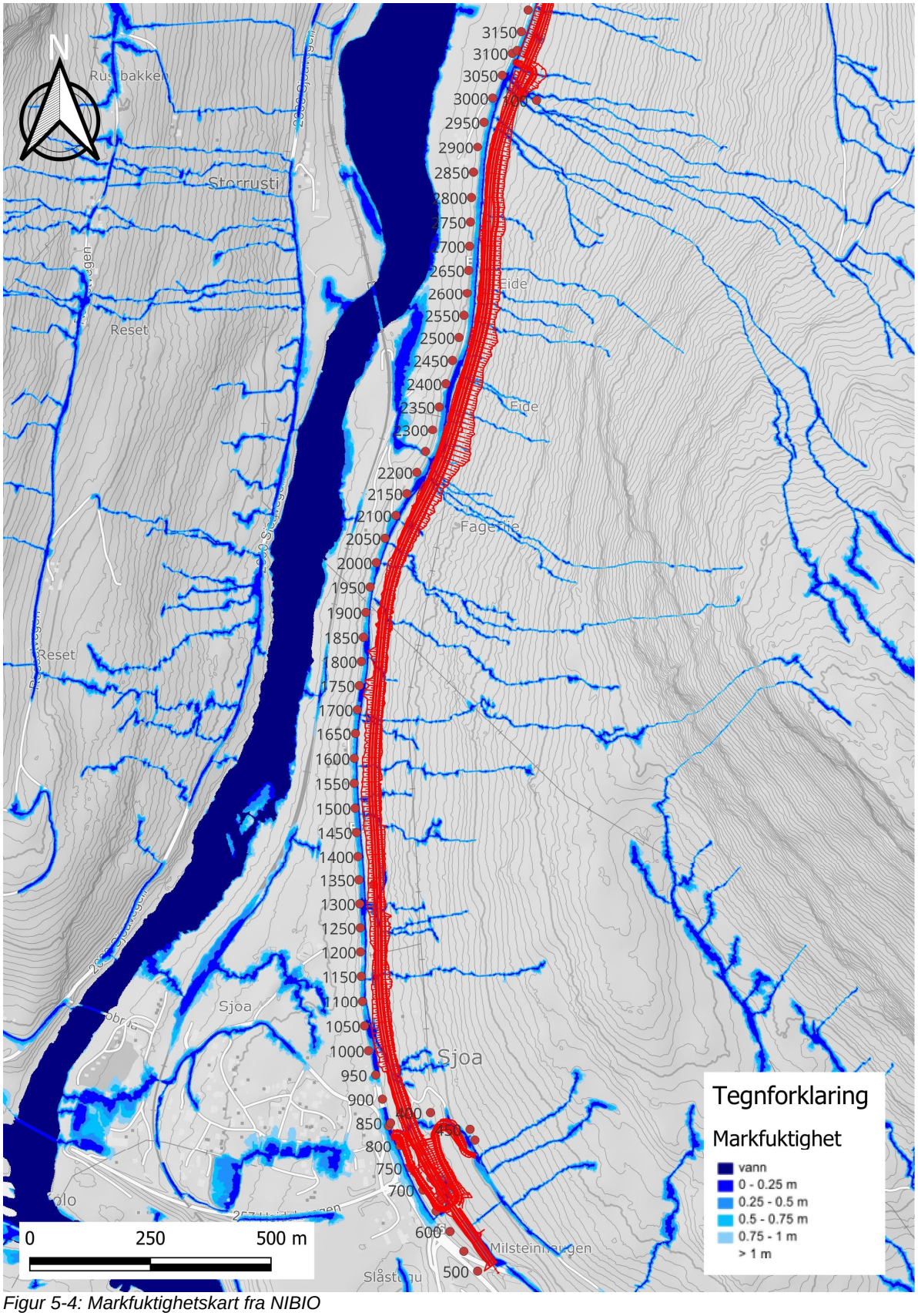
Figur 5-3: Store blokker med avløst berg over eksisterende E6 ved ca. profil 2640. Bilde er tatt mot sør.

5.3 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Fra fagrapport geoteknikk /4/ er det antatt at grunnvannsnivået ligger relativt høyt i terrenget i området med bergskjæringer, og ved eller nært bergoverflaten. Det er satt to grunnvannsrør mellom profil 5100-5200, disse viser at grunnvannnivået ligger på kote ca. +342 og +291. Grunnvannsrøren er satt for å måle grunnvann for løsmassefyllingene i dette området.

Under den geologiske kartleggingen ble det observert flere mindre bekker og områder med avrenning av overflatevann. Kartgrunnlag fra NIBIO viser at det forekommer flere bekkedrag som drenerer fra høyere terreng i øst inn mot planområdet.

Det foreligger ingen dokumenterte vannkjemiske analyser utført innenfor prosjektområdet.



Figur 5-4: Markfuktighetskart fra NIBIO

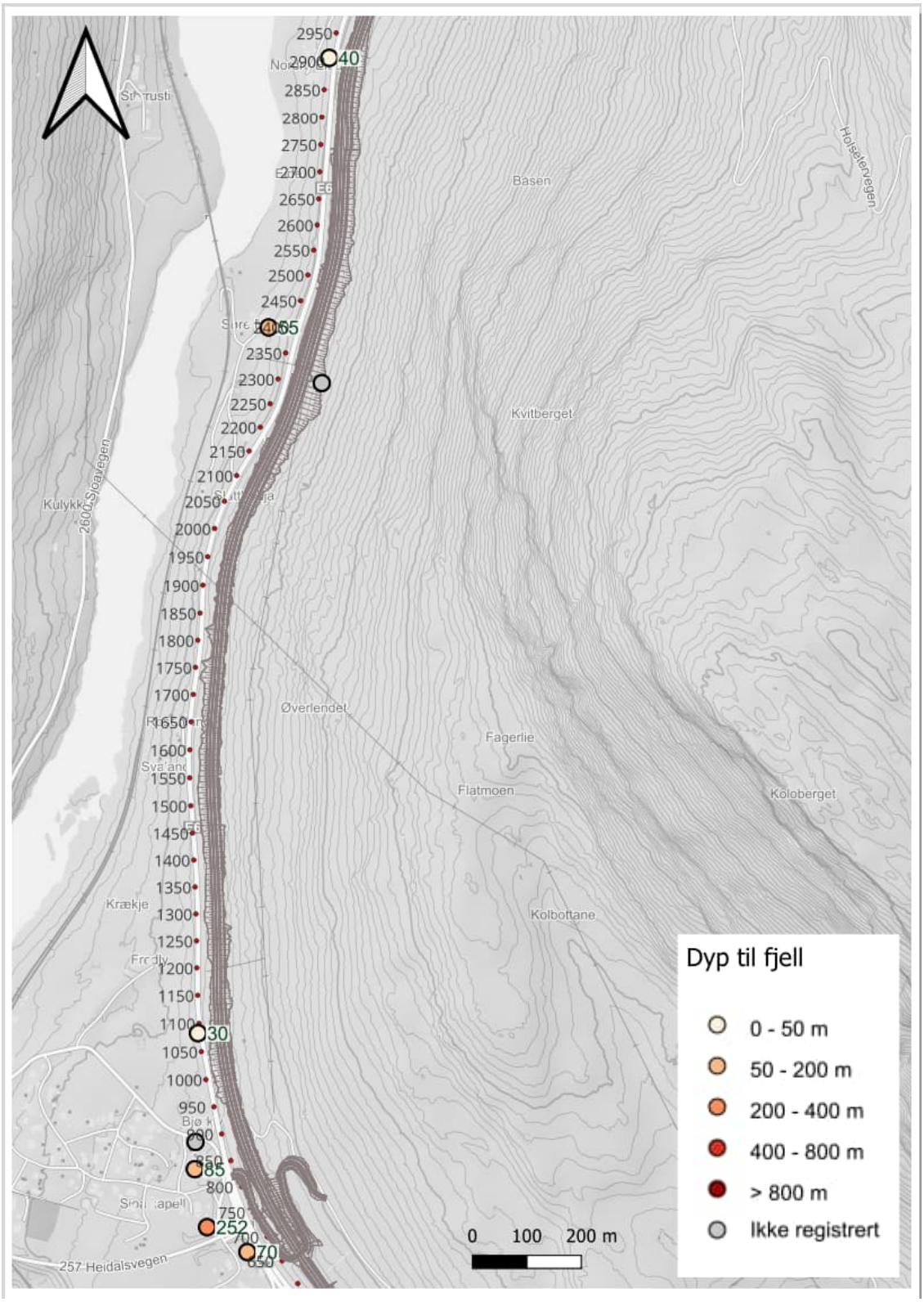
5.3.1 Brønner

Tabell 5-1 viser brønner som finnes registeret i GRANADA langs den delen av vegstrekningen der det skal tas ut bergskjæring. Det finnes flere boligbygg langs strekningen som også kan ha brønner som ikke er registrert i GRANADA. Alle brønner som er registrert ligger nedenfor/vest om eksisterende E6 veglinje med unntak for brønn 15175 som er plassert rett over planlagt skjæring.

Brønnene ble ikke observert under befaring, men det var heller ikke kjennskap om brønnene under befaringstidspunktet.

Tabell 5-1: Registrerte brønner i GRANADA

Nr./navn	Nr. på kart	Brukstype	Total dybde [m]	Dybde til fjell [m]	Plassering
15184	70	Vannforsyning	70	9	Vest om profil 700
142542	252	Energi	252	13	Vest om profil 750
15185	85	Vannforsyning	85	-	Vest om profil 850
15186	-	Vannforsyning	-	-	Vest om profil 900
15187	30	Vannforsyning	30	3	Vest om profil 1075
15175	-	Vannforsyning	-	-	Øst om profil 2300
15293	55	Vannforsyning	55	5	Vest om profil 2390
15294	40	Vannforsyning	40	0.5	Vest om profil 2900



Figur 5-5: Registrerte brønner i GRANADA langs strekning med bergskjæring.

6 Spesielle områder/spesielle lokale hensyn

Ny E6 vil gå på østsiden og i nærheten av dagens/eksisterende E6 og spredt bebyggelse. Trafikk vil gå i nærheten og til dels tett inntil berguttaket, og det må sikres mot steinsprut og eventuell nedfall fra berguttak.

Det er i tillegg spredt bebyggelse i nærheten til berguttaket. Det er videre høyspent og andre kraftlinjer, samt brønner (se Figur 5-5), som det må ta hensyn til. Dette kan gi utfordringer knyttet til uttak av berg og bergsikring.

I tillegg er det registrert enkelte kulturminner, samt truede arter, se tekst under. Disse kan føre til restriksjoner i gjennomføring og krav om avbøtende tiltak.

Arter og artsfovaltning
Innenfor planområdet særlig mellom Søre Eide og Stanvik er det registrert flere arter som er klassifisert som «arter av nasjonal forvaltningsinteresse». Blant disse forekommer flere lavarter, blant annet trollpigg (trollpakkelav) og elfenbenslav (Cetrelia cetrarioides), som begge er oppført som «sterkt truet» (CR – kritisk truet) i Artsdatabankens rødliste og fremkommer med tilsvarende status i Miljødirektoratets Naturbase-kart.

Disse artene representerer sårbare økologiske verdier som må hensyntas i videre planlegging og gjennomføring av tiltak i området. Det vil være nødvendig med tiltak for å sikre at inngrep ikke medfører for stor skade på registrerte lokaliteter, og eventuelle avbøtende tiltak må vurderes i samråd med miljøfaglige myndigheter.

Kulturminner
Det er registrert to funn av kulturminner innenfor utredningsområdet. Det første funnet er lokalisert rett sør for profil 500, og omfatter et funnsted for to skillingsmynter (KulturminneID: 215571). Det andre kulturminnet er registrert i terrenget øst for profil 1000 og gjelder et funnsted for en celt/holkøks (KulturminneID: 157279). Plasseringen av funnsted ligger utenfor planområdet.

I henhold til § 12 i kulturminneloven plikter enhver som gjør funn av løse kulturminner å melde dette til fylkeskommunen, eventuelt via lokalpolitiet.

TOLKNINGSDEL

Denne delen av rapporten inneholder geologiske vurderinger og tolkninger av måleresultater og observasjoner.

7 Geologisk og ingeniørgeologiske beskrivelse

7.1 Tolkning av geologiske forhold

Basert på informasjon fra kartlegging og bilder fra området er de geologiske forholdene på stedet relativt oversiktlige. Det er flere bergblotninger og eksisterende bergskjæringer som er kartlagt som gir en god indikasjon på bergets beskaffenhet. Allikevel er det observert flere avløste blokker i terrenget, subhorisontale åpne sprekker og slepper som kan skape utfordringer under etableringen av bergskjæringene. Det kan også være sprekker og slepper som ikke er observert i forbindelse med kartlegging.

Geologisk kart er gitt i vedlegg B. Områder hvor det er utført kartlegging av berg (blotninger) i forbindelse med reguleringsplan, er generelt vist med strøk/fall på sprekker. I vedlegg C finnes også tverrsnitt.

Bergartsgrensene og svakhetssoner/skjærsonene som er vist på geologisk kart i vedlegg B er ikke observert i felt. Disse kan være dekt av løsmasser/ur og vegetasjon. Langs planområdet er det videre observert kvartsitt og vekslende lag med dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatførende lag under den geologiske kartleggingen. Det er i tillegg registrert en usortert bergart med en glimmerrik matriks med høyt innhold av karbonatførende boller og lag. Denne bergarten er tolket som diamiktitt.

Kvartsitt er kun observert langs eksisterende E6, og ut ifra geologisk kart så skal den ikke treffe trase til ny bergskjæring. Likevel, kvartsitten ligger stratigrafisk over de vekslende lagene med dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag, og kan dermed også finnes lengre opp i kotehøyden i bergskjæringene, eller andre steder på grunn av folding og forkastninger. Det kan det oppstå problemer knyttet til berguttaket i partier med mye kvartsitt, og det er stor sannsynlighet for kvartsstøv i prosjektområdet. Det er videre generelt observert mye kvarts og kvartslinser også i de andre bergartene i planområdet.

Det er videre observert flere subhorisontale gjennomgående åpne sprekkeplan med og uten leire/grus. På grunn av foldingen i området, kan disse opptre med en brattere helning, spesielt i de nordlige delene av bergskjæringene. Disse kan kreve tyngre sikringstiltak hvis fall er høyere enn friksjonsvinkelen. I kombinasjon med steile sprekkesett, kan det også oppstå ustabile partier med kiler som kan gli ut av skjæringene. Ved forekomst av større, sprekkavløste kiler kan det være nødvendig med stabilitetsberegninger. Slike beregninger skal utføres i henhold til metodikk beskrevet i veileder V225 /7/.

Videre kan karbonatførende lag være er mer følsomme for forvitring, noe som har ført til dannelse av hulrom og sprekker fylt med leire og silt. Disse strukturene forekommer langs karbonatrike sjikt og varierer i tykkelse fra ca. 1 cm til opp mot 1 meter, se eksempel i Figur 4-9. Forvitring og separasjon langs disse svake sonene kan ha ført til avløsning av blokker i terrenget.

I tillegg kan det oppstå problemer knyttet til berguttak og sikring i sterkt oppsprukkede partier, partier med større avløste blokker og sterkt forvitrede partier. Dette kan f.eks. gi problemer i form av kollaps av borehull, stabilitetsproblemer, problemer med installert sikring etc. Andre

sprekkesett som ikke er kartlagt kan også bli blottlagt etter vegetasjonsrydding, og stabiliteten og behov for stabiliserende sikringstiltak må derfor vurderes på stedet før og suksessivt med berguttak. I følge /22/ kan det ikke utelukkes at soner med omvandling (svelleleire) relatert til dypforvitring kan finnes langs slepper/sprekker.

Det er observert korte dybder til fjell (0 – 3 m) langs strekket Sjoa – Stanviken. Terrenget langs planlagt bergskjæring består for det meste av ett tynt dekke med organisk material over berg og betydelige mengder ur og større blokker i terrenget. Sammen med avløste blokker i topp bergskjæring, kan dette påvirke hvor faktisk skjæringstopp blir og faktisk høyde på bergskjæringene. Ved lavere bergskjæringer vil dette påvirke løsmasseskråninger med og uten ur i overkant av bergskjæring og dette kan føre til behov for å etablere støttemur. I tillegg finnes det mye løst berg langs toppen av planlagt bergskjæring og i dagens bergskjæring langs E6, som bør fjernes eller sikres før sprengningsarbeidene starter.

Under er de tolkede geologiske forholdene beskrevet for hver enkelt delstrekning med bergskjæring.

7.1.1 Bergskjæring mellom profil 640-1140

Ved skjæringene mellom profil 640-1140 er det under den geologiske kartlegging registrert vekslende lag med fyllitt, dolomitt og sandstein med karbonatlag. De planlagte bergskjæringene er stort sett lave, og har en maks høyde på 7 m.

Orienteringen og fall på foliasjonen ser ut til å være gunstig for store deler av bergskjæringen hvor foliasjonen har et slakt til subhorisontalt fall mot NØ eller NV.

Det er ikke observert noen tydelige svakhetssoner i området bergskjæringene skal etableres, men det er observert flere subhorisontale åpne sprekker/slepper med og uten tykkere lag med leir/grus. Dette kan skape avløste blokker og kileproblematikk i kombinasjon med de steile sprekkesettene. Det må forventes at lignende forhold vil oppstå i fremtidig bergskjæring.

Langs store deler av traseen der den planlagte bergskjæringen skal etableres, er det registrert relativt små mektigheter av løsmasser. Det dominerende løsmassedekket består hovedsakelig av et tynt lag vegetasjon samt enkelte partier med blokk- og urmasser. I enkelte områder er det utfordrende å skille mellom berg og løse blokker/ur i overflaten, ettersom terrenget er tilgrodd med mose, ung skog og gress. På partier øst for dagens E6 vurderes imidlertid mye av materialet i overflaten å bestå av blokker/ur.

7.1.2 Bergskjæring mellom profil 1140-1800

Ved skjæringene mellom profil 1140-1800 er det under den geologiske kartlegging registrert diamiktitt, kvartsitt og vekslende lag med dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag i bergskjæringene. De planlagte bergskjæringene er stort sett lave, og har en maks høyde på 8 m. Bergartsgrensene som er vist på geologisk kart i vedlegg B er ikke observert i felt.

Orienteringen og fall på foliasjonen ser ut til å være gunstig for store deler av bergskjæringen hvor foliasjonen har et slakt til subhorisontalt fall mot NØ eller NV.

Bergskjæringen vil på deler av strekket gå parallelt med ett steilt sprekksett. Sammen med foliasjonen kan det dannes kiler, i tillegg kan det dannes mindre blokker, spesielt ved brattere fall på foliasjonen. Kilene kan bli relativt store. Det er også registrert sprekkesett som i kombinasjon med andre sprekker kan dele opp berget i blokker som kan falle ned. Det vurderes at det er en moderat fare for nedfall ved kileutgliding fra skjæringen basert på de registrerte sprekkene og foliasjonen, se kapittel 7.4.

Det er ikke observert noen tydelige svakhetssoner i området bergskjæringene skal etableres, men det er observert flere subhorisontale åpne sprekker/slepper med og uten tykkere lag med leir/grus. Det må forventes at lignende forhold vil oppstå i fremtidig bergskjæring.

Langs store deler av den planlagte skjæringen er det registrert relativt små mektigheter av løsmasser. Overflaten består hovedsakelig av et tynt vegetasjonsdekke med gress og mose over berggrunn, samt enkelte områder med blokk- og urmasser. Terrenget var stedvis utfordrende å få tilgang til på grunn av tettvokst ung furuskog og løvskog med høyde på ca. 1,5–2 meter.

I enkelte partier er det utfordrende å skille mellom fast fjell og blokk-/urmasser, ettersom overflaten er dekket av mose, ung vegetasjon og gress. Det ble observert enkelte større blokker i terrenget, både i og over gate med kraftlinje. Videre ble det registrert naturlige bergvegger i høyere terrengpartier over eksisterende E6. I tillegg er det observert større blokker som kan befinne seg i eller i nærheten av den planlagte bergskjæringen. Forekomster av større ur- eller løsmassestrukturer kan nødvendiggjøre tiltak som støttemur eller blokksikring, avhengig av blokkstørrelse og stabilitetsforhold. Endelig løsning vurderes i samråd med geotekniker.

7.1.3 Bergskjæring mellom profil 1800-2300

Ved skjæringene mellom profil 1800-2300 er det under den geologiske kartlegging stort sett registrert diamiktitt og kvartsitt, og vekslende lag med dolomitt og sandstein med karbonatlag ved profil 2300. Den planlagte bergskjæringen er hovedsakelig middels høy, og høyden varierer fra 4,5 m til 10 meter på det høyeste.

Orienteringen og fall på foliasjonen ser ut til å være gunstig for store deler av bergskjæringen hvor foliasjonen har et lavt til subhorisontalt fall mot NØ eller NV. I nordlige deler av bergskjæringer har foliasjonen et steilere fall, men vegen går ikke parallelt med orienteringen til foliasjonen.

Bergskjæringen vil på deler av strekket gå parallelt med ett steilt sprekksett. Sammen med et annet steilere sprekkesett kan det dannes kiler, og det kan også dannes mindre blokker. Kilene kan bli relativt store. Det er også registrert sprekkesett som i kombinasjon med andre sprekker kan dele opp berget i blokker som kan falle ned. Det vurderes at det er fare for nedfall fra skjæringen basert på de registrerte sprekkene og foliasjon, se kapittel 7.4.

Det er ikke observert noen tydelige svakhetssoner i området bergskjæringene skal etableres, men det er observert flere subhorisontale åpne sprekker/slepper med og uten tykkere lag med leir/grus. Det må forventes at lignende forhold vil oppstå i fremtidig bergskjæring. Svakhetssonen/skjærsonen som er vist mellom ca. profil 2220-2300 på geologisk kart i vedlegg B er ikke observert i felt. Denne kan være dekket av vegetasjon/ur. Det er i samme område observert flere gjennomgående sprekker/slepper med leirfyll, sammen med foldestrukturer, med tilnærmet samme strøk som skjærsonen vist i geologisk kart, se Figur 4-29 og Figur 4-30. Det forventes dermed at denne skjærsonen kan krysse bergskjæringen mellom ca. profil 2220-2300 med et fall på ca. 30-40º, og kan kunne skape stabilitetsproblemer. Bergskjæringen er mellom 6,5 og 10 m i dette området. Orienteringen på svakhetssonen/skjærsonen er relativt gunstig i forhold til planlagt bergskjæring, med ett inngående sprekkesett i bergskjæringen med ett lavere fall. Likevel kan det, i kombinasjon av de andre sprekkesetttene observert i området, dannes større kiler. Ved forekomst av større, sprekkavløste kiler vil det være nødvendig med stabilitetsberegninger. Slike beregninger skal utføres i henhold til metodikk beskrevet i veileder V225 /7/.

Det er relativt liten løsmassemektighet langs store deler av partiet hvor den aktuelle bergskjæringen skal etableres. Hovedsakelig er det et tynt dekke av vegetasjon over berg samt masser med ur. Det er derimot observert store blokker som kan komme i eller i nærheten av kontur. Større områder med ur eller løsmasser kan medføre behov for eksempel støttemur, alternativt blokksikring avhengig av størrelsen på blokkene. Endelig løsning vurderes i samråd med geotekniker.

7.1.4 Bergskjæring mellom profil 2300-2950

Ved skjæringene mellom profil 2300-2950 er det under den geologiske kartleggingen registrert vekslende lag med dolomitt og sandstein med karbonatlag. Det må også forventes bergarter av fyllitt og mulig kvartsitt i bergskjæringene. Høyden på den planlagte bergskjæringen er fra ca. 6 meter og øker gradvis til en maksimal høyde på omtrent 10–13 meter før de flukter med terrenget ved ca. profil 2950.

Det er registrert en steilere foliasjon i de nordlige delene av bergskjæringene i kombinasjon med ru, plane sprekker, men det er også observert glatte plane sprekker helt i nord med ett lavt sprekkeruhetstall. Sammen med observert leire og grus kan dette gi en lav friksjonsvinkel.

Orienteringen og fall på foliasjonen kan gi stabilitetsproblemer i bergskjæringen hvor foliasjonen går subparallelt til ny bergskjæring mellom omtrentlig profil 2550-2950. Det er i området registrert flere småskala antiklinaler i dolomitten i NNV-SSØ retning, og som vil gi

fall både mot NV og SØ. Ved fall mot NV, og ut av bergskjæringen, vil dette gi potensiale for planutglidning og kileutglidning. Ved forekomst av større, sprekkeavløste kiler og planutgliding vil det være nødvendig med stabilitetsberegninger. Dette utføres etter at bergflaten er avdekket. Slike beregninger skal utføres i henhold til metodikk beskrevet i veileder V225 /7/. Ved ca. profil 2300-2500 vil bergskjæringen være mer gunstig orientert i forhold til foliasjonen.

Bergskjæringen vil på deler av strekket også gå parallelt med ett steilt sprekksett. Orienteringen til sprekkesett og foliasjon i dolomitten indikerer dermed at det kan dannes kiler, og at det kan dannes mindre blokker. Kilene kan bli relativt store. Det er også registrert sprekkesett som i kombinasjon med andre sprekker kan dele opp berget i blokker som kan falle ned. Det vurderes at det er fare for nedfall fra skjæringen basert på de registrerte sprekkene og foliasjon, se kapittel 7.4. Ved forekomst av større, sprekkavløste kiler vil det være nødvendig med stabilitetsberegninger. Slike beregninger skal utføres i henhold til metodikk beskrevet i veileder V225 /7/.

Det er ikke observert noen tydelige svakhetssoner i området bergskjæringene skal etableres, men det er observert flere subhorisontale åpne sprekker/slepper med og uten leir/grus. Det må forventes at lignende forhold vil oppstå i fremtidig skjæring.

Det er relativt liten løsmassemektighet langs store deler av den planlagte skjæringen. Hovedsakelig er det et tynt dekke av vegetasjon bestående av mose og gress over berg samt masser med ur. Området over gaten med kraftlinje består av høyvokst furu- og løvskog. Det er også observert større avløste blokker som kan komme i eller i nærheten av planlagt bergskjæring, se eksempel i Figur 7-1. Større områder med ur eller løsmasser kan medføre behov for å etablere for eksempel støttemur eller alternativt blokksikring avhengig av størrelsen på blokkene. Løsning vurderes i samråd med geotekniker.



Figur 7-1: Større avløste blokker som vil komme i nærheten av kontur til ny bergskjæring ved ca. profil 2650.

7.2 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Ved befaring i området ble det observert mindre bekker, drypp og overflateavrenning, noe som indikerer tilstedeværelse av et aktivt overflatehydrologisk system. Kartgrunnlag fra NIBIO viser flere bekkedrag som drenerer fra høyere terreng i øst og inn mot planområdet. Dette tyder på en kontinuerlig tilførsel av overflatevann til både skjæringsområder og løsmasser langs traséen.

Den naturlige avrenningen av vann nedover bergflatene antas å bidra til isdannelse i bergskjæringene langs dagens E6, se Figur 7-2. I tillegg antas en betydelig andel overflatevann å infiltrere gjennom sprekker og urmasser. Dette er et viktig forhold som må tas hensyn til ved etablering av ny bergskjæring, siden slik infiltrasjon kan føre til vannutslag fra sprekkeplaner lengre ned i den fremtidige skjæringen.

Under detaljprosjektering bør det undersøkes mulighet for å etablere avskjærende grøfter og nisjer/nedføringsrenner for vann. På grunn av det bratte terrenget med urmasser kan det likevel være vanskelig med avskjærende grøfter på deler av strekket, men det bør likevel sprenges nisjer for mottak av vann der det er naturlig at vannet kommer ned. Dette må vurderes etter blottlegging av faktisk bergflate, og utføres før berguttaket for bergskjæringen starter.

For å håndtere problemer knyttet til is og vann i skjæringsområdet der avskjærende grøfter ikke er mulig å etablere, og der grunnvann kommer ut av skjæringen, vil det være behov for montering av isnett. Endelig plassering vurderes og fastsettes av geolog under anleggsarbeidet etter første vintersesong, og gjerne etter flere vintersesonger. Det kan også være aktuelt å etablere dreneringshull for å redusere vanntrykk mot sprekker og dermed forbedre stabiliteten. En fortløpende kartlegging av både geologiske forhold og vanninnsig vil være nødvendig gjennom hele anleggsperioden, og sikringstiltak må tilpasses løpende etter forholdene.



Figur 7-2: Tegn på at det forekommer isdannelse i eksisterende skjæring langs E6. Bilde tatt ved befaring i april ved ca. profil 2700.

Det forventes at grunnvannsnivået vil senkes lokalt som følge av etablering av ny skjæring, men det antas at dette ikke vil gi opphav til betydelige grunnvannssenkninger i områder langt unna traseen. Det er videre ingen setningsømfintlige bygninger i nærheten, eller andre forhold som kan bli påvirket av en mindre grunnvannssenking. Det er videre antatt at grunnvannsnivået allerede er påvirket på grunn av etablering av eksisterende E6.

7.3 Gjennomføring og tekniske utfordringer knyttet til berguttaket

7.3.1 Generelt om gjennomføring og tekniske utfordringer knyttet til berguttak

Basert på observasjoner gjort i dagens bergskjæringer forventes det, utenom de subhorisontale til horisontale åpne sprekkene og eventuelle svakhetssoner, i hovedsak en kompetent bergmasse med middels oppsprekkingsgrad. Det anbefales å utføre kontursprengning, enten ved slettsprengning eller presplitt, for alle bergskjæringer for å skåne gjenstående berg, og for å oppnå jevnest mulig kontur.

Valg av metode for kontursprengning må gjøres basert på de stedlige forholdene etter bergoverflaten er avdekket. Med tanke på bergmassens beskaffenhet slik den ofte har blitt observert i felt, med en tydelig foliasjon og horisontale åpne/leirfylte sprekker, anbefales det slettsprengning. I oppsprukket eller lagdelt berg kan presplitten lett knuse og/eller bla opp langs lag og sprekkeflater.

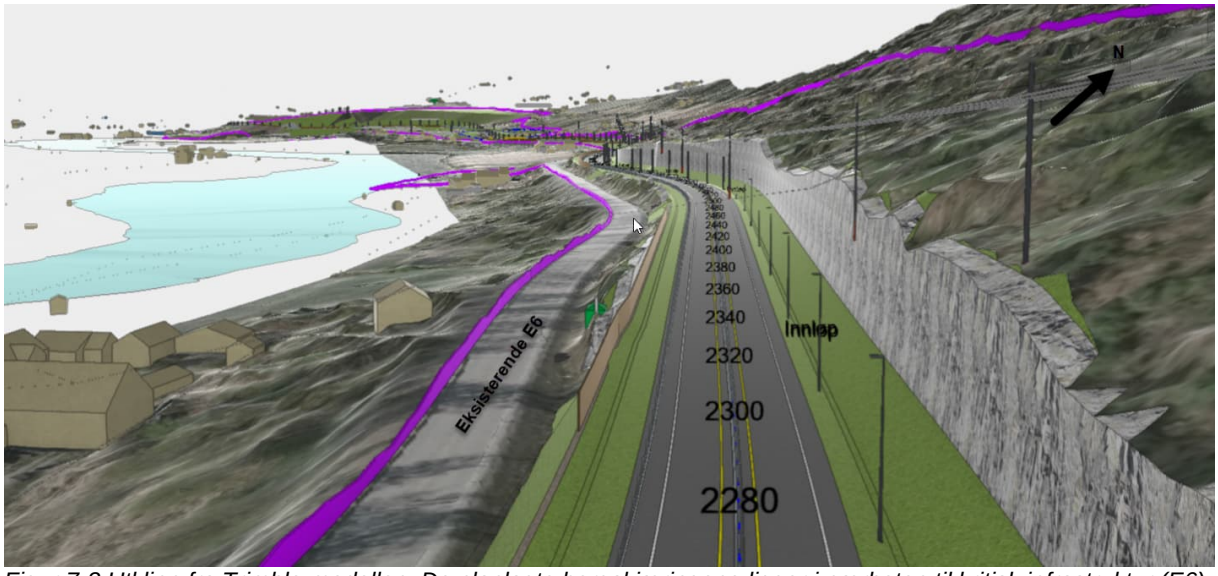
Videre må stabilitet av den naturlige skråningen i overkant bergskjæring vurderes. Dette må gjøres etter bergoverflaten er avdekket, og etter minimum 2 m hylle utenfor teoretisk sprengingsprofil er rensket. Det er antatt lav dybde til berg, hovedsakelig består massene av ur. I geoteknisk rapport /4/ er det videre vurdert at det bør etableres en støttemur på minimum 3 m eller høyere for å ivareta stabilitet iht. kravene til SVV HB V220. Resultat av stabilitetsberegningene er avhengig av skråningsutslag i bakkant topp bergskjæring, og høyde på støttemur må vurderes i hvert tilfelle. Det anbefales videre å etablere murene etter første del av berguttaket er utført, og slik unngå risiko for bakbrytning under fundamentet til betongkonstruksjonene. Hvis eventuelle støttemurer blir bygget før berguttak må berguttaket tilpasses. I slike tilfeller kan sømboring, forbolting og små salver være aktuelt.

Ved berguttak over 10 m, og hvor det er fare for kile- og planutglidning og eventuelle svakhetssoner, kan det være behov for uttak i paller og suksessiv stabilitetssikring av bergskjæringene. Det kan være aktuelt å benytte vertikale forbolter i toppen av skjæringen som installeres før berguttak for å motvirke bakbrytning i berget. Ved svakhetssoner, og ved fanggjerde og eventuelle støttemurer, kan det også bli aktuelt med sømboring og forbolting. Det må da tas hensyn til boravvik på grunn av retning av foliasjon.

Det antas videre at fyllitt og diamiktitt er en svakere bergart som kan være vannømfintlig når den knuses ned og mineralene anrikes i finfraksjoner, og kan være middels til meget telefarlig (>T3). Ved sprengning i denne bergarten anbefales det derfor grunnsprengning, det vil si at sprengt berg lastes ut ned til bergsålen og fjernes. For resterende bergarter antas det ikke til å være telefarlig (T1) eller litt telefarlig (T2), og det kan dypsprenges i området hvor det ikke finnes fyllitt og diamiktitt, det vil si at berget bores og sprenges ned til et nivå uten å lastes ut. Etter rensk av bergoverflate og før sprengning må det kartlegges mer detaljert hvor fyllitten og diamiktitt ligger i berggrunnen.

På grunn av nærhet til E6 vil steinsprut eller blokknedfall kunne være et mulig problem ved rensk og berguttak, se eksempel i Figur 7-3. Salver og pigging må derfor dekkes godt og sprengningstidspunkt må koordineres mot trafikk. Metode for berguttaket må i tillegg tilpasses eksisterende E6. Ved berguttak med sprengning vil det kunne oppstå problemer

knyttet til vibrasjoner og steinsprut. Risiko kan minimeres ved tiltak i form av små salver og god dekking av salvene. Det må videre tas hensyn til avløste blokker i terreng under vegetasjonsrensk. Det vil også bli aktuelt med blokkdemolering i terrenget over bergskjæring, og i bergskjæring, før selve berguttaket kan starte.



Figur 7-3 Utklipp fra Trimble-modellen. De planlagte bergskjæringene ligger i nærheten til kritisk infrastruktur (E6).

7.3.2 Borbarhet

Det forventes en middels til høy borsynkindeks (DRI) og en lav til middels borslitasje indeks (BWI), basert på tester utført i tilsvarende bergmasser i Sintefrapport «13B-98 BORBARHET Katalog over borbarhetsindekser». Middels til høy borsynk og lav til middels borslitasje kan forventes i Fyllitten, diamiktitt og dolomitt. Borbarheten vil avhenge av kvartsinnholdet i bergartene.

For kvartsitt ble det utført testing av borbarhet og sprengbarhet for Teikamptunnelen. Det forventes en meget lav til lav borsynkindeks (DRI) og en høy til meget høy borslitasje indeks (BWI), se Figur 3-2. Lav borsynk og høy borslitasje kan forventes i kvartsitten.

7.3.3 Sprengbarhet

Det er en tydelig foliasjon i samtlige bergarter og sprengbarheten vil kunne variere med foliasjonsretningen relativt til bergskjæringene, det forventes generelt middels sprengbarhet for samtlige bergarter utenom fyllitt. Fyllitt er vanligvis en mykere bergart som også ofte har en tydelig foliasjon og/eller lagdeling, og sprengbarheten kan forventes være noe dårligere i denne bergarten enn for eksempel en hardere bergart som kvartsitt. Sprengbarheten til fyllitt kan forventes å være dårlig til middels.

7.3.4 Boreavvik og bore- og ladevansker

Boreavvik og ladevansker kan bli relevante utfordringer i prosjektområdet, særlig som følge av de geologiske forholdene i bergmassen. Bergartene i området forekommer lagdelt, med veksling mellom svakere og hardere enheter, blant annet fyllitt og kvartsitt. Denne variasjonen bidrar til risiko for boreavvik, spesielt der boringen skjer på tvers av laggrensene.

Den observerte foliasjonen og lagdelingen, samt forekomst av svakhetssoner og forkastninger, utgjør iboende svakheter i bergmassen. Disse strukturene kan lede borestrengen ut av planlagt bane. Retningen og omfanget av et eventuelt boreavvik vil være avhengig av konturens orientering i forhold til foliasjonen og svakhetssonene. Avviket vil typisk være størst der disse strukturene er sterkt utviklet og ligger i en ugunstig vinkel i forhold til borretningen.

Videre forventes det at leir- og jordslepper, samt åpne sprekker, spesielt i områder med karbonatlag i dolomitten, vil kunne føre til bore- og ladevansker. Det må derfor tas høyde for slike utfordringer i planlegging og gjennomføring av både boring og lading.

7.4 Sprekkegeometri og utfall fra skjæringer

Det er utført stabilitetsanalyse i DIPS 8.0 (Rocscience) for å verifisere om eventuelle sprekker eller kombinasjoner av sprekker kan gi utfall i planlagte bergskjæringer. Utfallet kan være i form av plan utglidning, kileutglidning og/eller toppling basert på registrert sprekkegeometri fra ingeniørgeologisk kartlegging i området, analyser i stereonett og sett i forhold til skjæringens orientering.

For at plan utglidning skal forekomme må det finnes ett gjennomgående sprekkesett som er parallelt eller nær parallelt med orientering til skjæring og med fall ut av skjæringen. Ved kileutglidning skjer eventuelt utglidning langs to plan som er orientert med ulik vinkel i forhold til skjæringen, og hvor begge planene må ha en mindre fallvinkel enn skjæringens fallvinkel. Ved steile sprekkeplan som er tilnærmet parallelle med skjæringen kan det forekomme utvelting/toppling. De kinematiske analysene kan benyttes for å vurdere hvilke av de tre utglidning- eller rastyper som kan oppstå i de aktuelle skjæringer.

Resultatene fra kinematiske analysene i DIPS er gitt i vedlegg D. Resultatene angir antall sprekkplan eller krysningspunkt mellom sprekkplan som havner innenfor kritisk sone, og en prosentandel i forhold til alle poler eller krysningspunkt som er målt i området. Denne prosentandelen kan gi et estimat for sannsynligheten for utfall i bergskjæringen i forhold til de observerte og målte sprekkplanene som er lagt inn i DIPS. Ved moderat til høy prosentandel må det forventes å måtte utføre videre stabilitetsberegninger etter avdekning av faktiske forhold underveis og etter berguttak. Slike beregninger skal utføres i henhold til metodikk beskrevet i veileder V225 /7/.

Det bemerkes at ved en kryssende svakhetssone i skjæringene, vil beregnet sannsynlighet for utfall i skjæringene ikke være representative for disse lokale områdene. Det er ikke gjort egne analyser for dette. Disse eventuelle lokale områdene bør derfor undersøkes nærmere når løsmassene er fjernet og bergoverflaten er avdekket i området.

Når løsmassene er fjernet og bergoverflaten er avdekket, og før oppstart berguttak, skal det for hver enkelt bergskjæring vurderes etter geologisk kartlegging om det skal utføres videre stabilitetsanalyse. Dette gjelder spesielt ved de observerte gjennomgående og utgående sprekkeplanene ved ca. profil 2300-2900. Det skal videre både underveis og etter etableringen av bergskjæringene utføres fortløpende geologisk kartlegging og vurdering av behov for stabilitetsanalyser.

Det antas at friksjonsvinkelen for de aktuelle sprekkesettene i bergskjæringene ligger på 20º. Dette er på grunn av observert tilnærmet plane til ru sprekkesett, gjerne bølgete og hvor det er observert sprekkefylling med leire/grus. Dette er en konservativ friksjonsvinkel, og friksjonsvinkelen vil ligge høyere for sprekker uten leire og som er ru, plane.

I etterfølgende avsnitt er resultatene oppsummert for bergskjæringene langs strekningen.

7.4.1 Bergskjæring mellom profil 640-1140

Figur 1 i vedlegg D viser til resultater fra den kinematiske analysen i DIPS på grunnlag av antall målte sprekksett for foliasjon og sprekkegeometri registrert i området mellom profil 640-1140. Resultatet i Figur 1 i vedlegg D viser en prosentandel av kritiske sprekkplan for mulig plan utglidning i skjæringen er lav (ca. 20,8 %) i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 2 i vedlegg D viser resultat av analyse med hensyn på mulig kileutglidning. Punkter som er plottet i det røde området representerer skjæringspunkt mellom kryssende sprekkeplan som er orientert slik at kileutglidning er mulig. Utglidning langs ett plan kan skje med de samme kriteriene som plan utglidning. Det kan også skje utglidning om skjæringslinjen er slakere enn friksjonsvinkelen dersom helningen på et av planene er brattere enn friksjonsvinkelen. Slike krysningspunkter havner i det gule området på figurer som viser analyse for kileutglidning. Resultatet av analysen gir antall skjæringspunkter innenfor kritisk område (rød og gul sone), og en prosentandel av antall skjæringspunkter i forhold til alle skjæringspunkter (kritiske og ikke kritiske). Figur 2 viser en prosentandel for mulig kileutglidning mellom profil 640-1140 er moderat på ca. 44,1 % i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 3 i vedlegg D viser resultat av analyse for utvelting/toppling. Punkter som er plottet i det røde området er skjæringspunkt mellom kryssende sprekkeplan som har en orientering som kan føre til toppling. Punkter som er plottet i det gule området viser nær vertikale skjæringspunkt som kan føre til sideveis utvelting av blokker fra skjæringen. I tillegg er det plottet plan som bidrar til avløsning i bunnen, med fall ut av skjæringen, som poler i det røde og gule området. Avløsende plan plottes som poler i motsatt del av indre sirkel. Plan i bunnen som er bratte nok til å være mulige glideplan, vises som poler i det ytterste av det røde området. Resultatene viser en prosentandel for toppling på ca. 5,47 %. For sideveis utvelting er denne hhv. ca. 1,46 %.

7.4.2 Bergskjæring mellom profil 1140-1800

Resultatene i Figur 4 i vedlegg D viser at prosentandel for mulig plan utglidning i skjæringen er lav (14 %) i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 5 i vedlegg D viser at prosentandelen for mulig kileutglidning i skjæringen er lav til moderat og er på ca. 34 % i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 6 i vedlegg D viser en prosentandel for mulig toppling på ca. 6 %. For sideveis utvelting er den 5 %.

7.4.3 Bergskjæring mellom profil 1800-2300

Resultatene i Figur 7 i vedlegg D viser at prosentandelen for mulig plan utglidning i skjæringen er lav (15 %) i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 8 i vedlegg D viser at prosentandelen for mulig kileutglidning i skjæringen er lav og er på ca. 26 % i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 9 i vedlegg D viser en prosentandel for toppling på ca. 10 %. For sideveis utvelting er 1 %.

7.4.4 Bergskjæring mellom profil 2300-2950

Resultatene i Figur 10 i vedlegg D viser at prosentandelen for mulig plan utglidning i skjæringen er lav til moderat (35 %) i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 11 i vedlegg D viser at prosentandelen for mulig kileutglidning i skjæringen er moderat og er på ca. 41 % i forhold til de registrerte sprekkplanene i området.

Figur 12 i vedlegg D viser en prosentandel for toppling på ca. 9 %. For sideveis utvelting er sannsynligheten 2 %.

7.5 Bergsikring

7.5.1 Aktuelle stabilitetssikringstiltak/-metoder

Før sprengningsarbeidet begynner skal bergoverflaten avdekkes. Bergoverflaten skal renskes til minimum 2 m utenfor prosjektert skjæringstopp. I geoteknisk rapport /9/ er det videre vurdert at det bør etableres en støttemur på minimum 3 m eller høyere for å ivareta en stabilitet iht. kravene til SVV HB V220. Resultatet av stabilitetsberegningene er avhengig av skråningsutslag i bakkant topp skjæring, og høyde på støttemur må vurderes i hvert tilfelle. Før arbeidet med etablering av bergskjæringene begynner, og etter avdekking av bergoverflate, skal området besiktiges av ingeniørgeolog og geotekniker. Bakgrunnen for besiktigelsen er å avdekke om det er behov for støttemurer og eventuelle andre tiltak i forhold til blokker og ur (sikring/demolering av større blokker over skjæringskant, geonett, etc).

Ved uttak av bergskjæringer skal total- og lokalstabilitet ivaretas gjennom riktig skjæringsutforming og nødvendige sikringstiltak. Lokalstabiliteten ivaretas med punktsikring av blokker, som regel basert på en ingeniørgeologs kartlegging og anvisning i felt. For vurdering av totalstabiliteten er det aktuelt å utføre stabilitetsberegninger ved behov etter /1/ /7/.

Det kan bli behov for sikringstiltak før berguttak i form av Ø32 mm fullt innstøpte forbolter, reduserte salver og pallvis uttak av berg for å kunne sikre skjæringen suksessivt. Under og etter berguttaket skal stabiliteten sikres gjennom tiltak som manuell og maskinell rensk, spylerensk, fullt innstøpte bolter (Ø20–32 mm, lengde 2,4–8,0 m), bergbånd samt steinsprangsnett eller isnett. Blokker som har stabiliserende funksjon, såkalte låseblokker, skal beholdes og sikres der de ligger.

Ved forekomst av større avløste kiler bør det videre vurderes om disse kan sprenges eller pigges ned. Dette må gjøres etter en stabilitetsvurdering, og en vurdering i forhold til skråningsutslag ved topp bergskjæring.

Om bergmassen er spesielt oppsprukket kan det være behov for å sikre med sprøytebetong. I utgangspunktet skal det benyttes steinsprangnett i permanent synlige bergskjæringer med mindre det oppstår situasjoner hvor kun sprøytebetong er tilstrekkelig. Ved forekomst av åpne sprekker, leirfylte soner eller større avløste blokker kan det bli nødvendig med selvborende stag.

Mellom ca. profil 2150 – 2650 er det planlagt et fanggjerde på topp bergskjæring /2/. For å bevare profilet til bergskjæringen mest mulig, og hindre bakbrytning, er det aktuelt med forbolter på dette strekket. Det samme gjelder for eventuelle støttemurer i bakkant topp bergskjæring.

Omfanget av sikring er avhengig av bergets sprekkegeometri og beskaffenhet, sikringsbehov vurderes på stedet av ingeniørgeolog etter at rensk er utført. Basert på kartlegging og foreløpige analyser er det antatt behov for spredt bolting, men det er blant annet avdekket potensiale for mulig kileutglidning spesielt i de nordligste bergskjæringene. Samtidig kan det også oppstå stabilitetsproblemer fra sprekkesett som ikke er observert ved kartlegging.

Det er videre registrert gjennomgående foliasjon og sprekker ved kartlegging som er orientert subparallelt med planlagt skjæring og som har glideplan ut av de fremtidig høyere bergskjæringene ved ca. profil 2550-2950. Når bergoverflaten er blottlagt, skal stedlig forhold kartlegges mer i detalj, som grunnlag for en eventuell stabilitetsanalyse.

7.5.2 Mengdeestimat

Estimert sikringsomfang vil alltid innebære en grad av usikkerhet, og det må forventes avvik mellom de estimerte og faktisk utførte mengdene. Det er observert lite sikring i bergskjæringer sør for tiltaksområdet som har en lignende geologi. Det finnes også en usikkerhet angående blokksikring i terrenget over bergskjæringen.

Materialkrav til bergsikringsbolter, sprøytebetong og annet sikringsmateriell til sikring av bergskjæringer skal ha en levetid på minimum 100 år og være i henhold til krav i Statens vegvesens håndbok R761 /24/ og N500 /25/.

Forventet mengde bergsikring er angitt i Tabell 7-1.

Sikringsmengden er estimert basert på Trimble modell, befaringen og vurderinger presentert i denne rapporten.

Tabell 7-1: Estimert sikringsmengde

Type sikring	Mengde
Bolt 2,4 m, Ø20 mm	300 stk.
Bolt 3 m, Ø20 mm	480 stk.
Bolt 4 m, Ø25 mm	450 stk.
Bolt 5 m, Ø25 mm	120 stk.
Bolt 6 m, Ø25 mm	160 stk.
Bolt 8 m, Ø32 mm	140 stk.
Selvborende stag	60 m
Forbolter 4 m Ø32 mm	30 stk.
Forbolter 5 m Ø32 mm	70 stk.
Forbolter 6 m Ø32 mm	70 stk.
Forbolter 8 m Ø32 mm	80 stk.
Fjellbånd	90 m
Steinsprangnett	650 m^2
Isnett	650 m^2
Festebolt til nett	310 stk.
Sprøytebetong	100 m^3
Spyling, hele skjæring	13 000 m^2
Maskinrensk	650 timer
Spettrensk	1000 timer

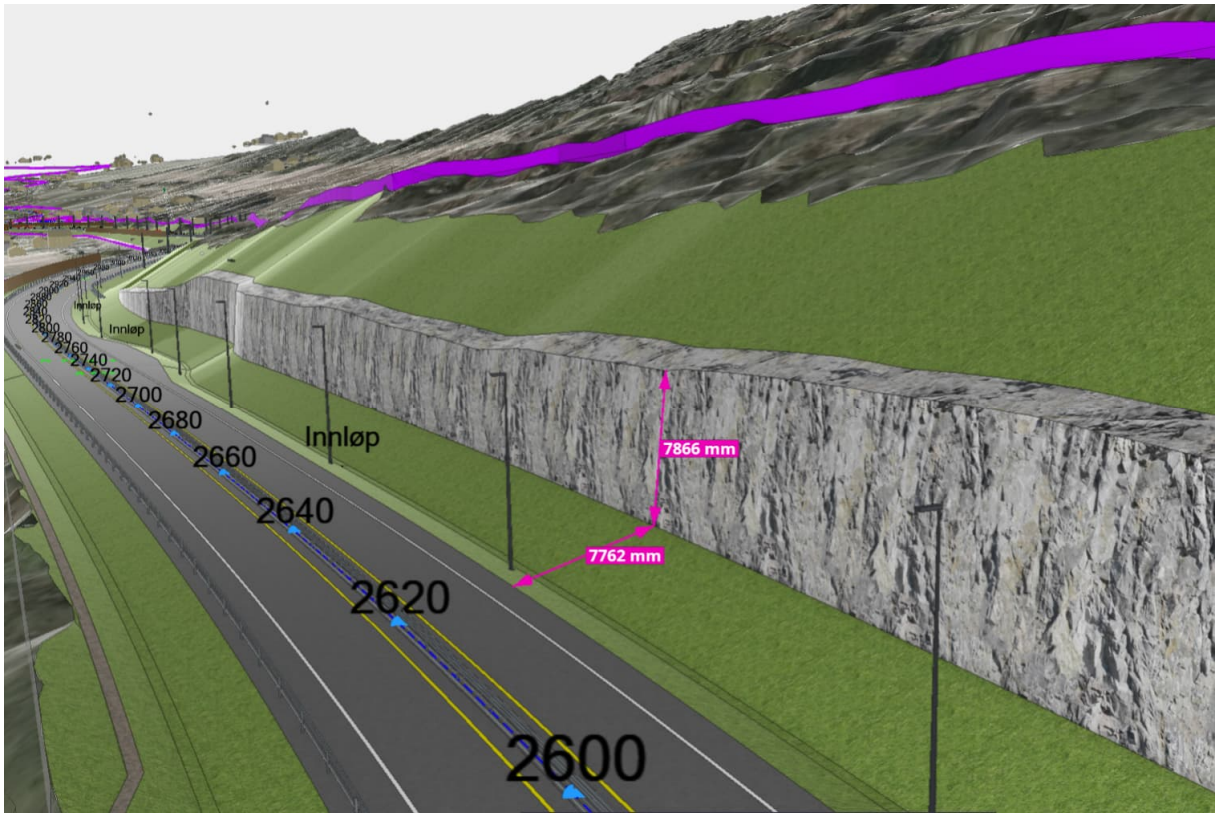
7.6 Geometrien til bergskjæring og utforming av grøft

Bergskjæringene er planlagt med helning 10:1.

Fagfeltet Veg har i denne fasen utformet grøftene med innspill fra VA, skredgeolog og ingeniørgeolog. Grøftebredden er planlagt med en bredde på ca. 7,7 m, se Figur 7-4. Grøftene for bergskjæringene er planlagt brede nok til å oppfylle kravene til sikkerhetsavstand i henhold til håndbok N200 /1/. Endelig utforming av grøft skal ivareta behovene til VA, skredsikring, ingeniørgeologi og veg.

Det er videre ikke lagt opp til fanggrøft i prosjektet. Lokalstabiliteten skal generelt ivaretas med punktsikring av blokker, som regel basert på en ingeniørgeologs kartlegging og anvisning i felt.

Vann og is skal sikres enten ved avskjærende grøft og nisjer som må vurderes før berguttak, eller ved bruk av isnett. Endelig plassering vurderes og fastsettes av geolog før og under anleggsarbeidet, og etter første vintersesong, og gjerne etter flere vintersesonger.



Figur 7-4 Utklipp fra Trimble-modellen. Utklippet viser grøftebredde og skjæringhøyde ved ca. profil 2600.

7.7 Steinmaterialets kvalitet og egnethet til vegbygging

Fyllitt, diamiktitt og karbonatførende lag som kalsitt er svakere bergarter og vil ved gjentatte belastninger og komprimering knuses ned. Dette medfører relativt høyt innhold av finstoff og dermed telefarlige masser. Bergartene er derfor ikke egnet til vegoppbygging, men kan være aktuelt som fylling. På grunn av stedvis høy aktsomhet for radon bør bergmassene ikke benyttes til fylling for bolig eller næringsvirksomhet uten videre analyser i laboratorium, se kapittel 9.

Kvartsitt og dolomittstein er sterkere bergarter i forhold til nedknusning, og kan være egnet til vegformål som frostsikringslag, tilslag i betong mv. Mekaniske tester for å avdekke bergartens motstand mot slitasje og nedknusning må også utføres for å avdekke om de er egnet til vegformål. Siden bergarten kan ligge i vekslende lag med fyllitt og karbonatførende lag, må det sorteres. Det vurderes derfor at det vil være lite formålstjenlig å anta at noe steinmateriale fra byggegropen vil bli benyttet til vegoppbygging.

Videre har bergartene i området en benking struktur. Dette vil kunne benyttes til stablestein/mur, og bør sorteres ut.

8 Omgivelser

8.1 Skredfare

Det er utarbeidet egne rapporter som omhandler vurderinger av skredfare av Asplan Viak AS /2/. Rapporten konkluderer blant annet med at deler av kartleggingsområdet ikke tilfredsstiller lovverket sitt krav til sikkerhet mot skred på 1/300 og 1/1000. Vern av skog ligger til grunn for faresoner med hensyn til snøskred. Det er behov for sikringstiltak mot steinsprang ved Søre Eide. profil ca. 2150-2650.

8.2 Konsekvenser for nærliggende bygninger, konstruksjoner og infrastruktur

8.2.1 Vibrasjoner og luftstøt

I alle områder hvor det skal pågå anleggsarbeider som genererer vibrasjoner, som sprengning, pigging, spunting og peling, skal det fastsettes grenseverdier for vibrasjoner og lufttrykk på byggverk i tilliggende områder, inklusive tunneler og bergrom.

Fastsettelse av grenseverdier skal utføres i henhold til NS 8141-1:2022 /21/ og vibrasjonsfølsomt utstyr og nærliggende byggverk skal kartlegges.

Fastsettelse av veiledende grenseverdier for vibrasjoner fra sprenging utføres i neste planfase.

8.2.2 Tilstandsregistreringer/bygningsbesiktigelse

NS 8141-1:2022 /21/ gir krav og retningslinjer for bygningsbesiktigelse av bygg og eiendommer som kan få forhøyet risiko for skader eller setninger som følge av bygge- og anleggsarbeider, inklusive tunneler og bergrom. Besiktigelsen skal kartlegge og dokumentere synlige skader og mangler ved bygg, eiendommer og uteområder.

Tilstandsregistreringen bør utføres så nært opptil byggestart som mulig. Ved avdekking av utstyr som er spesielt ømfintlige for vibrasjoner eller luftstøt, ustabile geologiske eller geotekniske forhold eller der det er risiko for setninger knyttet til grunnvannssenking, skal dette rapporteres til oppdragsgiver.

9 SHA og Ytre miljø

Radon

I henhold til NGU's aktsomhetskart for radon /10/ er aktsomhetsgraden «høy» ved Sjoa, Eide og Bredevangen, og ellers «moderat til lav» eller «usikker» i planområdet for Sjoa-Bredevangen, se Figur 4-31.

Radon er en radioaktiv edelgass som dannes ved spalting av radium, som igjen dannes av spalting av uran. Når radon dannes kan det oppstå et overtrykk som medfører at gassen diffunderer ut fra mineralkornene. Bergarter med høyt uraninnhold har derfor et økt potensial for radonproduksjon. Radon transporteres hovedsakelig gjennom sprekker og porer i berggrunnen, og mengden gass som når overflaten avhenger av sprekkesystemenes tetthet og utbredelse. Økt forvitring fører til større overflateareal og mer åpne sprekkesoner, noe som ytterligere fremmer utslipp og spredning av radon til atmosfæren /27/.

Radon er en gass med relativt kort halveringstid (3,8 dager), som under gjentatt eksponering (ved innånding) kan medføre alvorlige helsemessige konsekvenser som lungekreft. Risiko øker med eksponeringstid og radonkonsentrasjonen. Videre er risikoen knyttet til innendørs rom for varig opphold. For bergarbeider eller veganlegget i dagsone ventes det derfor ikke å utgjøre noe helserisiko, verken i anleggsfasen- eller i den permanente fasen.

Masser med en total aktivitet på ≥1 Bq/g (ca. 80 mg/kg uran) defineres som radioaktivt avfall og skal håndteres i henhold til avfallsforskriftens regelverk for radioaktivt avfall /27/. Prøven tatt i forhold til syredannende potensiale viser ett uraninnhold på 2.85 mg/kg, og er godt innenfor krav. Det forventes derfor ikke noe krav om spesialdeponering utover at massene ikke bør benyttes til fylling for bolig eller næringsbygg for varig opphold uten videre vurderinger og analyser.

Sur avrenning

Som nevnt i kapittel 3.6.1 kan fyllitt ha syredannende egenskaper. For å vurdere risiko for dette er det tatt bergartsprøve av fyllitten som analyseres for svovelinnhold.

Resultatet fra analysen av prøven ved ca. profil 630 er videre vurdert av NGI, se Fagnotat - Vurdering av syredanningspotensial for fyllittprøver /15/. Resultater fra prøven kan videre ses i Tabell 3-1 og Figur 3-1. Prøven har et lavt svovelinnhold (St = 0,07 % tilsvarende 0,1 % pyritt) og risikoen for syredannelse er derfor lav. TIC-innholdet er også lavt (TIC = 0,2» tilsvarende 1,5 % kalsitt), men er betydelig høyere enn sulfid-innholdet, og er derfor tilstrekkelig for å kunne nøytralisere små mengder syre som eventuelt dannes. Med en NNP = 15 kg CaCO3/t og NRP = 8,5 (Tabell 3-1) vurderes fyllittprøven som ikke syredannende (se Tabell 3-1). /15/.

Berggrunnen i området er videre dominert av karbonatrike litologier, spesielt dolomitt, som har en høy pH-bufferkapasitet. Karbonatbergarter, som inneholder mineraler som kalsitt og dolomitt, reagerer med svovelsyre dannet ved oksidasjon av sulfider som pyritt, og nøytraliserer derved surheten. Dette reduserer den naturlige risikoen for forsuring av vannmiljøet. Ved større eksponering av berguttak kan likevel prosessene for sur avrenning

øke. Det er videre observert pyritt i enkelte sprekker i dolomitten, og i bergmassen til diamiktitt. Diamiktitt er en usortert bergart med en glimmerrik matriks med høyt innhold av karbonatførende boller og lag, og dolomitt er også en karbonatrik bergart. Det forventes dermed ikke at disse bergartene har potensiale for syredannelse.

Luftforurensing – støv

I henhold til Forurensningsforskriften §30-5 om utslipp av støv så skal utslipp av steinstøv, støv og partikler fra totalaktiviteter fra virksomheter ikke medføre at mengde nedfallsstøv overstiger 5 g/m2 i løpet av 30 dager. Kravet gjelder mineralsk andel målt ved nærmeste nabo eller annen nabo som er mer støvutsatt.

Største helserisiko for støv i dette prosjektet er først og fremst knyttet til innånding av krystallinsk silika, og da særlig de aller minste støvpartiklene. De minste støvpartiklene kalles for respirable og kan nå lengst ned i lungene ved innånding. Dette omtales oftest som respirabelt krystallinsk silika. Kvarts er den vanligste formen for krystallinsk silika. Iht. Arbeidstilsynet /26/ må det kartlegges om støv som dannes i forbindelse med arbeidet, for eksempel ved boring og sprenging med mer, kan inneholde kvarts. Deretter må arbeidsgiver vurdere om kvarts kan forekomme som respirabelt støv. Grenseverdien for respirabelt krystallinsk silika i Norge ble i 2021 senket til 0,05 mg/m^3 iht. Arbeidstilsynet. Det er i prosjektområdet observert større mengder med kvarts, og kvartsitt.

Tiltak for å redusere kvartstøv er oppsamler av borkaks fra borerigger ved boring i dagen, bruk av borerigg med hytte, boring med vann, vaskeopplegg for lastebiler og vanning/vasking av veger samt bruk av støvmasker.

Tiltak for å redusere spredning av støv til omgivelsene skal videre planlegges og gjennomføres av utførende på arbeidene. Planene skal inneholde beredskapsplaner med støvdempende tiltak og rutiner.

10 Usikkerheter og spesielle risikoer

De planlagte bergskjæringene ligger i nærheten til kritisk infrastruktur (E6). Trafikk vil gå tett inntil berguttak, og det må sikres både mot steinsprut og utfall fra berguttak og overliggende terreng. Ved berguttak med sprengning vil det kunne oppstå problemer knyttet til vibrasjoner og steinsprut. Risiko kan minimeres ved tiltak i form av små salver og god dekking av salvene.

Det er identifisert potensiale for avløsning av større bergflak, blokker og ur i både naturlig terreng og ved framtidig skjæringsområde. Dette gjelder spesielt for bratte skråninger og bratt terreng i nordre deler av planlagte bergskjæringer. Dette kan føre til uventet blokkutglidning eller behov for forsterket bergsikring både underveis i berguttaket, og etter etablering av bergsikring. Risiko kan minimeres ved tiltak i form av befaring før bergarbeider starter av blant annet ingeniørgeologer og geoteknikere, og sikring av blokker før berguttaket starter.

Det er også observert flere åpne subhorisontale sprekker, gjerne relatert til svakere karbonatførende lag som kan være vannførende. Disse kan gi avløste blokker i skjæringstopp som både kan påvirke bergskjæringens høyde og skråningsutslag. Hvis vinkelen på de subhorisontale åpne sprekkene opptrer brattere enn observert kan dette medføre utfordringer knyttet til stabilitet, vanninntrenging og gi behov for ekstra sikringstiltak.

Der det er sprengt tidligere anbefales det at det sjekkes for gjenstående sprengstoff i eksisterende bergskjæring før arbeider med berguttak starer opp. Dette gjelder også andre steder der det tidligere har vært utført sprengningsarbeider.

I tillegg finnes det sårbar natur innenfor planområdet, inkludert registrerte truede lavarter. Dette kan føre til restriksjoner i gjennomføring og krav om avbøtende tiltak.

Før oppstart av berguttak må det videre sjekkes om brønn 15175 (se Figur 5-5) fortsatt er i drift, og om denne må eventuelt erstattes med ny brønn etter berguttaket. Andre nærliggende brønner kan også bli påvirket under berguttaket, og må følges opp i anleggstiden.

11 Bemanning

Det stilles krav til anleggsteknisk og ingeniørgeologisk kompetanse. Det skal være ingeniørgeologer tilknyttet prosjektet med erfaring fra liknende prosjekt tidligere, hvor en har minst 8 års relevant erfaring og mastergrad innenfor bergteknikk/ingeniørgeologi i henhold til /1/.

Videre må både byggherre og entreprenør ha ingeniørgeologisk kompetanse tilgjengelig. Utfordringer for skjæringene er knyttet til uttak av berg ved relativt høye bergskjæringer (stedvis over >10 m) i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer og hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet.

Det vurderes å være behov for tett ingeniørgeologisk oppfølging underveis i berguttaket. Ingeniørgeologisk kartlegging bør utføres for hvert pallnivå, slik at eventuelle sikringstiltak kan iverksettes før neste nivå tas ut.

12 Referanser

/1/ Statens vegvesen (2024) Håndbok N200 Vegbygging, datert november 2024.

/2/ Norsk Standard NS-EN 1990:2002 + A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

/3/ Asplan Viak AS. NV34E6ØO-GEO-NOT-1203 - Skredfarevurdering av strekningen Sjoa Bredevangen opp mot sikkerhetskrav 1/300. rev.01 datert 16.05.2025.

/4/ Geovite AS (2025), NV34E6ØO-GEOT-NOT-1203 Fagnotat Geoteknikk Sjoa-Bredevangen. Rev.01 16.05.2025.

/5/ Geovita AS (2025), “NV34E6ØO-GTK-NOT-1202: Fagnotat Områdestabilitet E6 Sjoa - Bredevangen,” Geovita AS, rev. 01 16.05.2025.

/6/ Norsk Bergmekanikkgruppe (2011) Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, versjon 1, november 2011

/7/ Statens Vegvesen, “Håndbok V225: Bergskjæringer,” V225, mai. 2025.

/8/ NGU Kartgrunnlag Berggrunnskart hentet fra http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/

/9/ NGU Kartgrunnlag Løsmasser og marin grense hentet fra http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

/10/ NGU Kartgrunnlag Radon aktsomhetskart. Hentet fra https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/

/11/ Norges Geologiske Undersøkelse, Granada. [Online] Hentet fra: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.

/12/ NGI, “20210567-01-R E6Ø-O Sjoa - Otta,” 2021.

/13/ Geovita AS, “1868 GU rapport Sør Fron kommune: V0,” 2010.

/14/ Geovita AS, “1868 GU rapport Sel kommune,” 2010.

/15/ “106128-01 Sjoa-Otta(Nordover): Geosuitedatabase,” .

/16/ NGI (2025), NV34E6ØO-GEO-NOT-1204: Fagnotat vurdering av syredanningspotensial for fylittprøver E6 Sjoa – Bredevangen. NGI, rev. 00 05.08.2025.

/17/ Norges geologiske undersøkelse (NGU). Artikkel: *Stein til besvær.* Forfatter: Birgit Thorsen, Publisert: 17.11.2023, Oppdatert: 24.11.2023 Hentet fra: https://www.ngu.no/nyheter/stein-til-besvaer

/18/ NGF (2006) Landet blir til. Norges geologi. I.B. Ramberg, I. Bryhni, A. Nøttvedt (red.), 2006

/19/ Siedlecka, A.; Nystuen, J. P. 1987: 1:250 000, Berggrunnskart Lillehammer.

/20/ Nystuen, Johan Petter 1980: Stratigraphy of the Upper Proterozoic Engerdalen group, Kvitvola Nappe southeastern Scandinavian Caledonides, Förhandlingar (GFF) 102 (4), 551-560

/21/ Norsk Standard NS 8141:2022 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.

/22/ Ingeniørgeologisk rapport for konkurransegrunnlag E6 Vinstra – Sjoa, Teigkampen tunnelen. SINTEF, 1.2.2013 på oppdrag av Statens vegvesen Region øst.

/23/ Statens vegvesen, 2016. SVV rapport 656 Ingeniørgeologisk sluttrapport Teigkamptunnelen

/24/ Statens vegvesen R761:2025 Prosesskode 1 Standard beskrivelse for vegkontrakter, juni 2025. [Online] Hentet fra: https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r761-prosesskode-1-05072018.pdf?v=499488

/25/ Statens vegvesen N500:2024 Vegtunneler, januar 2024. [Online] Hentet fra: https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859990/nb#id-fb65a7ec-333b-4538-89de-08d49eb1ffd6

/26/ Arbeidstilsynet (2025) [Online] Hentet fra: https://www.arbeidstilsynet.no/risikofylt-arbeid/kjemikalier/kvarts/

/27/ Miljødirektoratet 2015. M-385. Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder. NGI. 2015-05-12.

SJEKKLISTE EGEN- og FAGKONTROLL **INGENIØRGEOLOGISK FAGRAPPORT – Bergskjæringer**			
Formailia			
Oppdragsgiver	Nye Veier AS		
Oppdragsnavn	629042-02		
Oppdragsnummer	Reguleringsplan E6 Øyer-Otta		
Dokumentnummer	NV34E6ØO-GEO-RAP-1202		
Tittel	E6 Sjoa-Bredevangen – Ingeniørgeologisk rapport		
Filnavn/sti til dokument	O:\Data\Arkiv\2290 E6 Øyer - Otta\05_Rapporter\NV34E6ØO-GEO-RAP-1202 Fagrapport Geologi		
Område	Sjoa – Bredevangen, Sel kommune		
Pel start	620	**Pel slutt**	2950
Revisjon/dato	02		14.11.2025

Kontroll av formalia:	Egen-kontroll.	Side-manns-kontroll	Merknader
Kontroll av dokumentforside	**Ja**	**Ja**	
Prosjektnummer korrekt?	**Ja**	**Ja**	
Dokumentnummer korrekt?	**Ja**	**Ja**	
Dokumenttittel korrekt?	**Ja**	**Ja**	
Revisjonsnummer påført?	**Ja**	**Ja**	
Dato påført?	**Ja**	**Ja**	
Signaturfelt utført for egenkontroll, sidemannskontroll og godkjent? Digital signatur påført kontrolldokumenter.	**Ja**	**Ja**	
Kontroll av revisjoner			
Er revisjoner merket på alle sider iht. rutine?	**Ja**	**Ja**	
Er dokumentet sjekket på nytt for ny revisjon?	**Ja**	**Ja**	
Annet			

Kontroll av:	Egen-kontroll	Side-manns-kontroll	Merknader
Innledende informasjon:			
Er det utført befaring på stedet?	**Ja**	**Ja**	
Er det gjort strøk og fall måling av berget?	**Ja**	**Ja**	
Lover og regler, standarder			
Er gjeldende versjon av N200 benyttet som grunnlag for rapporten?	**Ja**	**Ja**	
Er det utført eller er det behov for å utføre en ROS-analyse for naturfare?	**Nei**	**Nei**	Gjøres i eget rapport/notat
Er Eurokode 0, 7 og 8 benyttet som grunnlag?	**Ja**	**Ja**	
Er gjeldene versjon av relevante standarder benyttet?	**Ja**	**Ja**	
Beskrivelser i rapport:			
Er alle skal-punkter for gjeldene plannivå i N200 svart ut?	**Ja**	**Ja**	
Er nåværende situasjon og forholdene på tomten/området beskrevet? F.eks sprekkekartlegging med tilhørende sprekkeroser, beskrivelse av topografi, bilder etc.	**Ja**	**Ja**	
Er berggrunnsgeologi og evt. løsmasseforhold beskrevet?	**Ja**	**Ja**	
Er det tilfredstillende vurdering av stabilitet, bergmassekvalitet, anleggstekniske vurderinger, etc?	**Ja**	**Ja**	
Er evt. restrisiko nevnt?	**Ja**	**Ja**	
Er SHA/YM vurdert?	**Ja**	**Ja**	
Er det gjort en vurdering av geoteknisk kategori i henhold til Eurokode 7/N200?	**Ja**	**Ja**	
Er det gjort en vurdering av pålitelighetsklasse (CC/RC) i henhold til Eurokode 0?	**Ja**	**Ja**	
Er prosjekteringskontrollklasse (PKK) bestemt i henhold til Eurokode 0?	**Ja**	**Ja**	
Er utførelseskontrollklasse (UKK) bestemt i henhold til Eurokode 0?	**Ja**	**Ja**	

Er anbefalte tiltak vurdert og beskrevet?	**Ja**	**Ja**	
Er det utført egenkontroll og dokumentert med sjekk-kopi og signatur (elektronisk)?	**Ja**	**Ja**	
Er det utført sidemannskontroll med sjekk-kopi og signatur (elektronisk)?	**Ja**	**Ja**	
Er det utført tverrfaglig kontroll?	**Ja**	**Ja**	
Er notatet godkjent av prosjektansvarlig og signert (elektronisk)?	**Ja**	**Ja**	
Annet materiale:			
Er det produsert tegninger, skisser eller kart?	**Ja**	**Ja**	
Er det utført egenkontroll og sidemannskontroll på disse?	**Ja**	**Ja**	
Er det utført beregninger og er disse sidemannskontrollert?	**Nei**	**Nei**	Utført analyse med Dips som er sidemannskontrollert. Andre beregning utføres ved behov under utførelsefase/prosjekteringsfase.
Er det utført modellering? For eks. Numerisk modellering, geologimodell, skredsimulering e.l.	**Nei**	**Nei**	Skredsimulering utført i egen rapport.
Er evt. modell sidemannskontrollert?	**IR**	**IR**	Modell brukt i prosjektet er opprettet av Asplan Viak/Vianova/AAJ

IR = ikke relevant

Egenkontroll (signatur):
Geir Dehli

Sidemannskontroll (signatur):
Stian Andre Løkken

Vedlegg A Boreplan V101-V106

Vedlegg B Geologisk kart (1:1000)

Vedlegg C Tverrprofiler

NyeVeier asplan viak AAS-JAKOBSEN

Vedlegg D Kinematisk analyse

NyeVeier asplan viak AAS-JAKOBSEN

Vedlegg A Boreplan V101-V106

NyeVeier asplan viak AAS-JAKOBSEN

Borrapport	Bornummerering
20210567-01-RE6Ø-O Sjoa – Otta	GER
1868 GU rapport Sør Fron kommune	H/V
1868 GU rapport Sel kommune	V
106128-01 Sjoa-Otta (Nordover)	A/B
Grunnundersøkelser Sjoa - Bredevangen	GHC

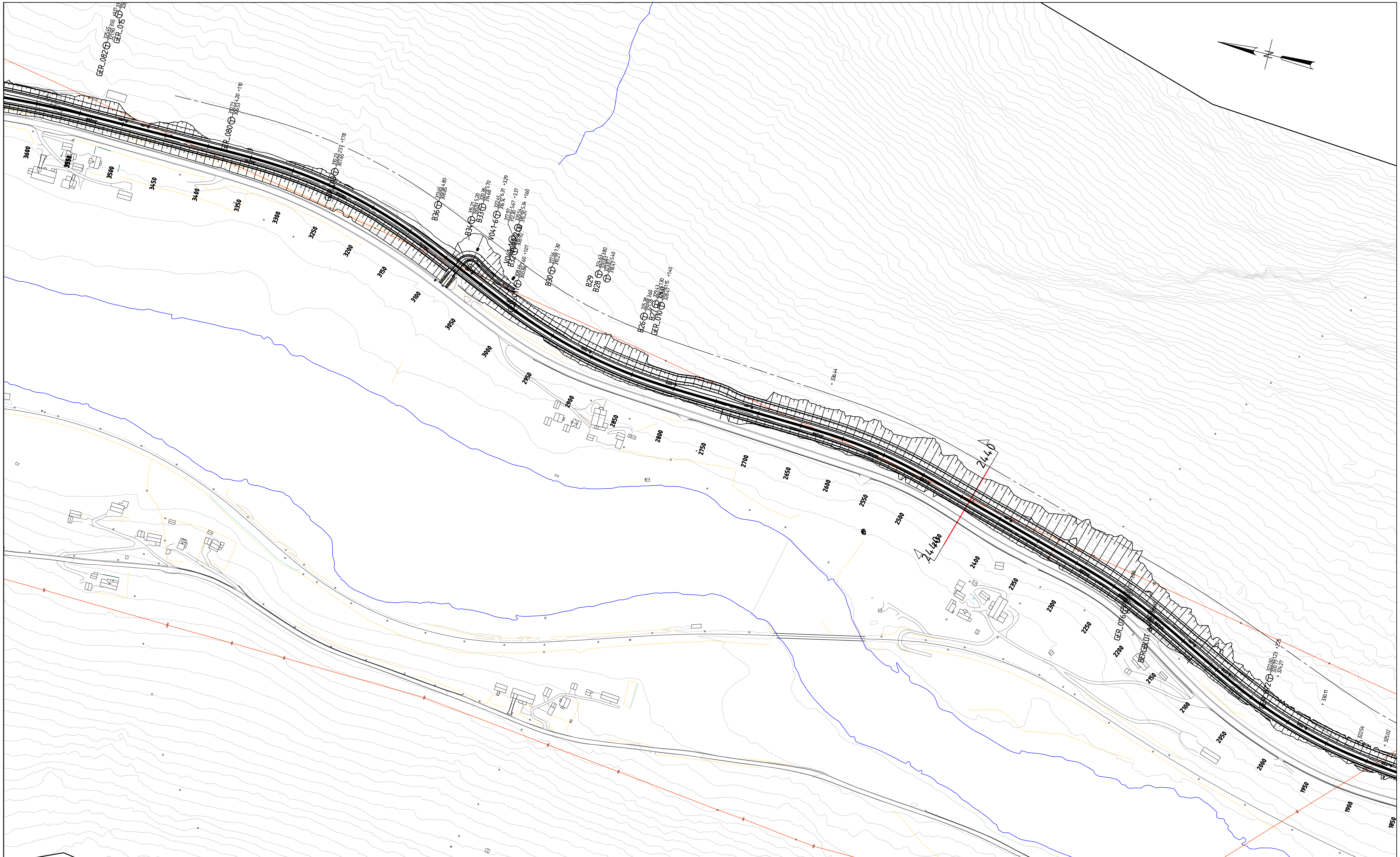
Rev.	Dato	Erstatning – endring	Tegn. av	Kontr.	Godkj./sign.

Tegn. av:	AST
Kontr:	VWO
Godkj./sign:	VWO
Dato:	24.03.2025
Navn på fil:	
Prosjekt nr:	
Målestokk (A3):	1:2000
Tegn. nr:	V101
Rev:	01

12335 E6 Øyer – Otta

Plantegning med utførte grunnundersøkelser

Produsert av: Rådgivende ingeniører geoteknikk



Borrapport	Bornummerering
20210567-01-RE6Ø-O Sjoa – Otta	GER
1868 GU rapport Sør Fron kommune	V
1868 GU rapport Sel kommune	V
106128-01 Sjoa-Otta (Nordover)	-
Grunnundersøkelser Sjoa - Bredevangen	GHC

Rev.	Dato	Erstatning – endring	Tegn. av	Kontr.	Godkj./sign.

Tegn. av: AST
Kontr: VWO
Godkj./sign: VWO
Dato: 24.03.2025

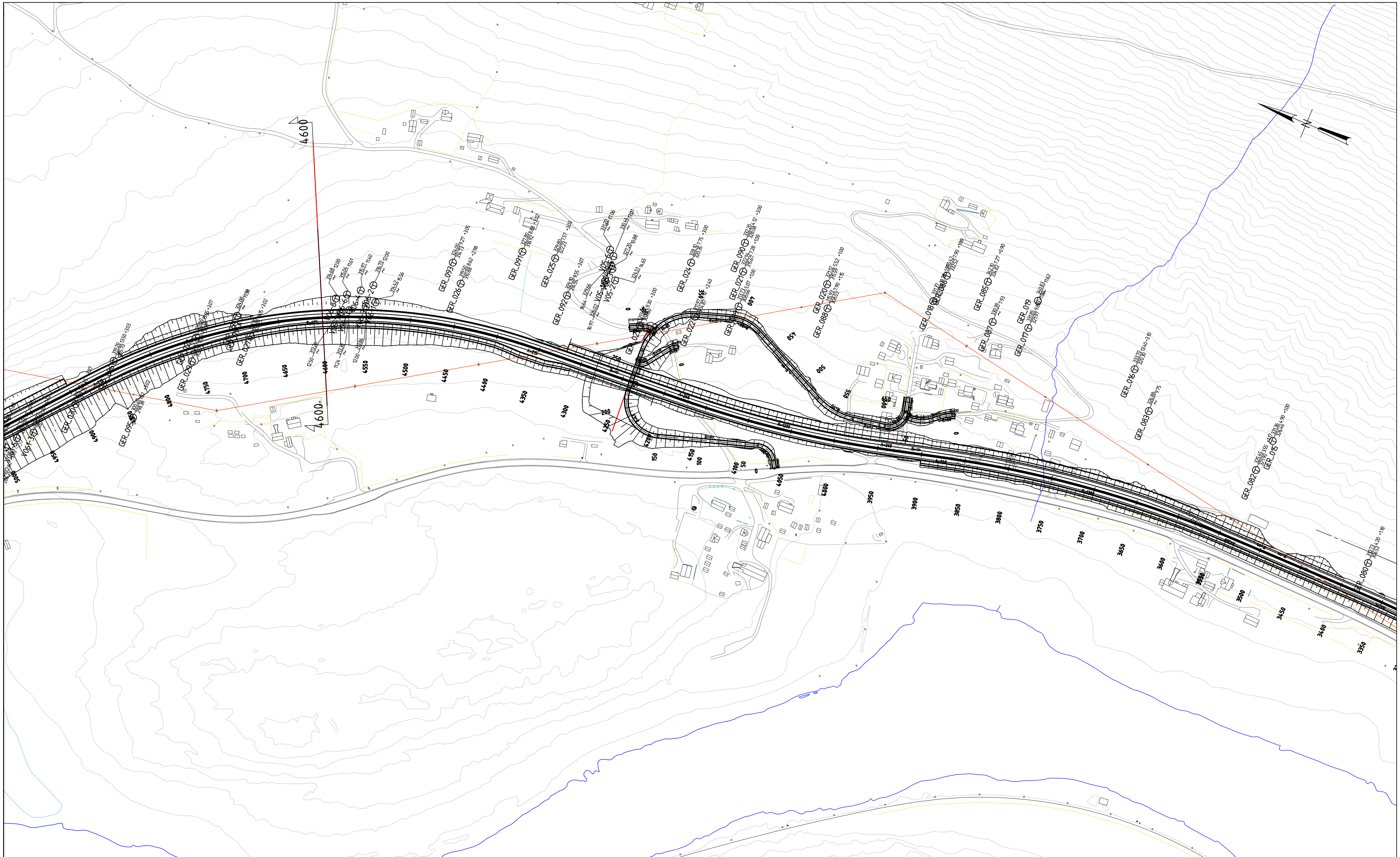
12335 E6 Øyer – Otta

Plantegning med utførte grunnundersøkelser

Navn på fil:
Prosjekt nr:
Målestokk (A3):1:2000

Produsert av: GEO VITA Rådgivende Ingeniører geoteknikk

Tegn. nr: V102
Rev: 01



Borrapport	Bornummerering
20210567-01-RE6Ø-O Sjoa – Otta	GER
1868 GU rapport Sør Fron kommune	V
1868 GU rapport Sel kommune	V
106128-01 Sjoa-Otta (Nordover)	-
Grunnundersøkelser Sjoa - Bredevangen	GHC

Rev.	Dato	Erstatning – endring	Tegn. av	Kontr.	Godkj./sign.

12335 E6 Øyer – Otta

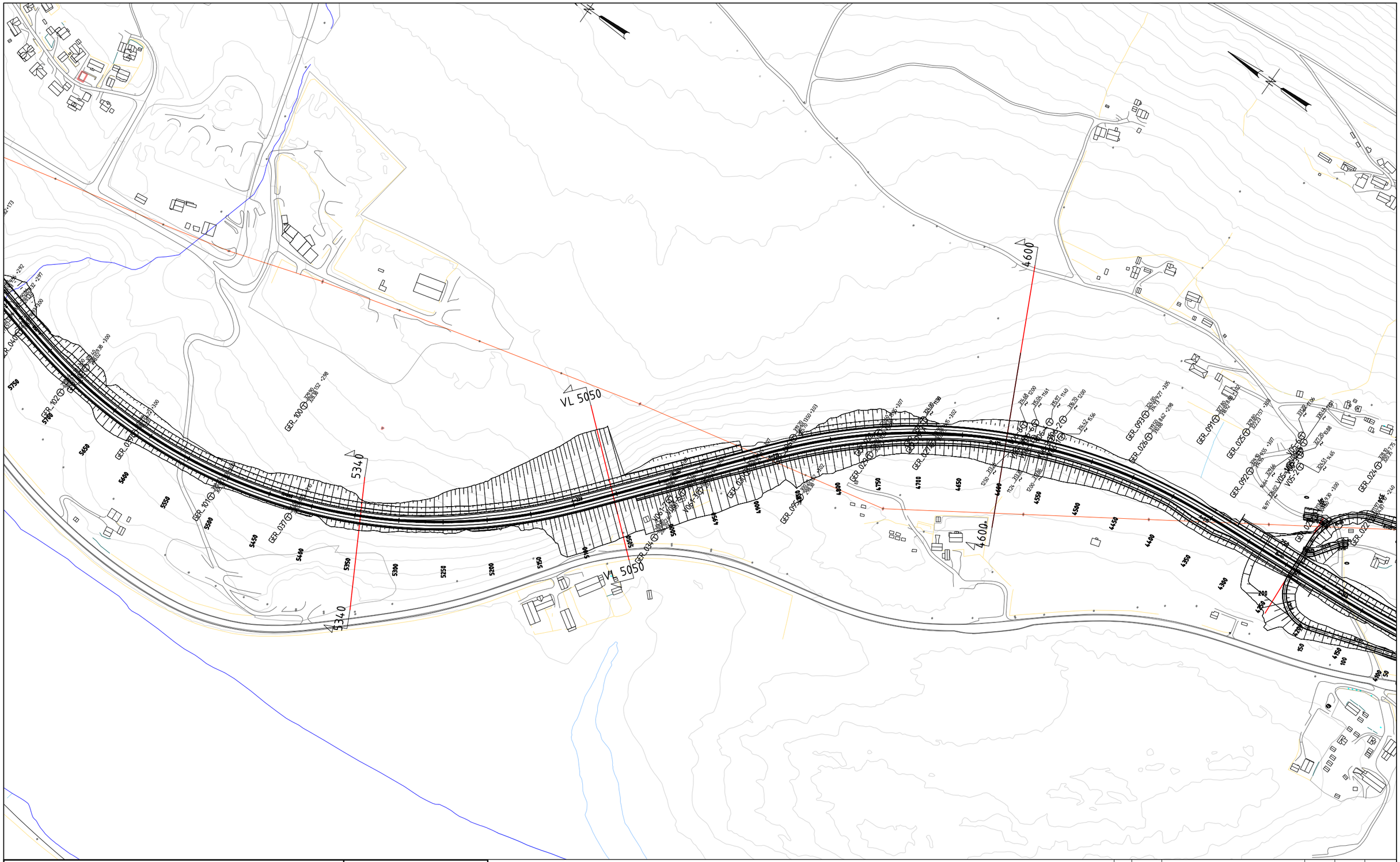
Plantegning med utførte grunnundersøkelser

Tegn. av: AST
Kontr: VWO
Godkj./sign: VWO
Dato: 24.03.2025
Navn på fil:
Prosjekt nr:
Målestokk (A3):1:2000

Produsert av: GEOVITA Rådgivende Ingeniører geoteknikk

Tegn. nr: V103

Rev: 01



Borrapport	Bornummerering
20210567-01-RE6Ø-O Sjoa – Otta	GER
1868 GU rapport Sør Fron kommune	V
1868 GU rapport Sel kommune	V
106128-01 Sjoa-Otta (Nordover)	-
Grunnundersøkelser Sjoa - Bredevangen	GHC

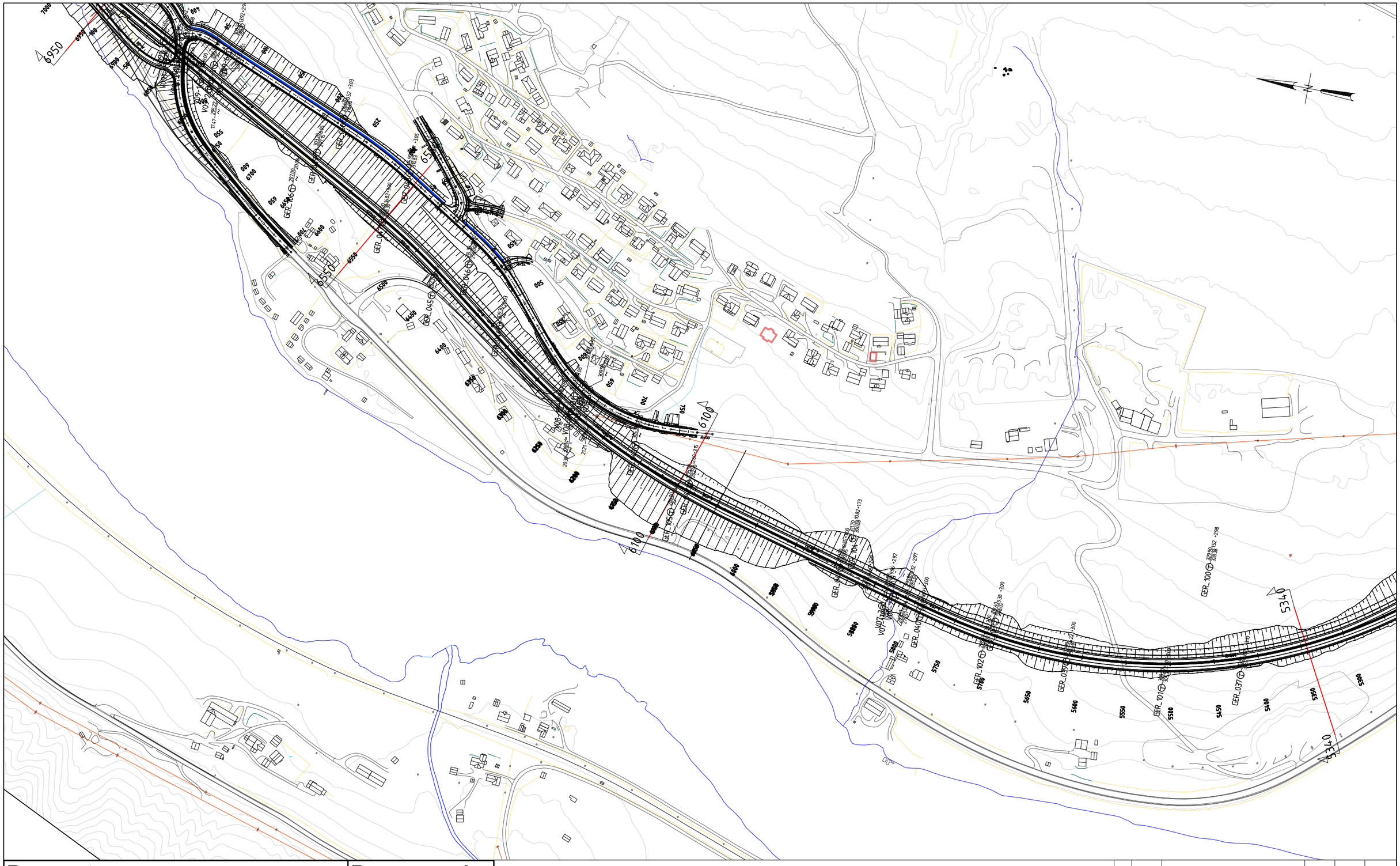
Rev.	Dato	Erstatning – endring	Tegn. av	Kontr.	Godkj./sign.
			Tegn. av: AST		
			Kontr: VWO		
			Godkj./sign: VWO		
			Dato: 24.03.2025		
			Navn på fil:		
			Prosjekt nr:		
			Målestokk (A3):1:2000		

12335 E6 Øyer – Otta

Plantegning med utførte grunnundersøkelser

Produsert av: Rådgivende Ingeniører geoteknikk

Tegn. nr: V104 Rev: 01



Borrapport	Bornummerering
20210567-01-RE6Ø-O Sjoa – Otta	GER
1868 GU rapport Sør Fron kommune	V
1868 GU rapport Sel kommune	V
106128-01 Sjoa-Otta (Nordover)	-
Grunnundersøkelser Sjoa - Bredevangen	GHC

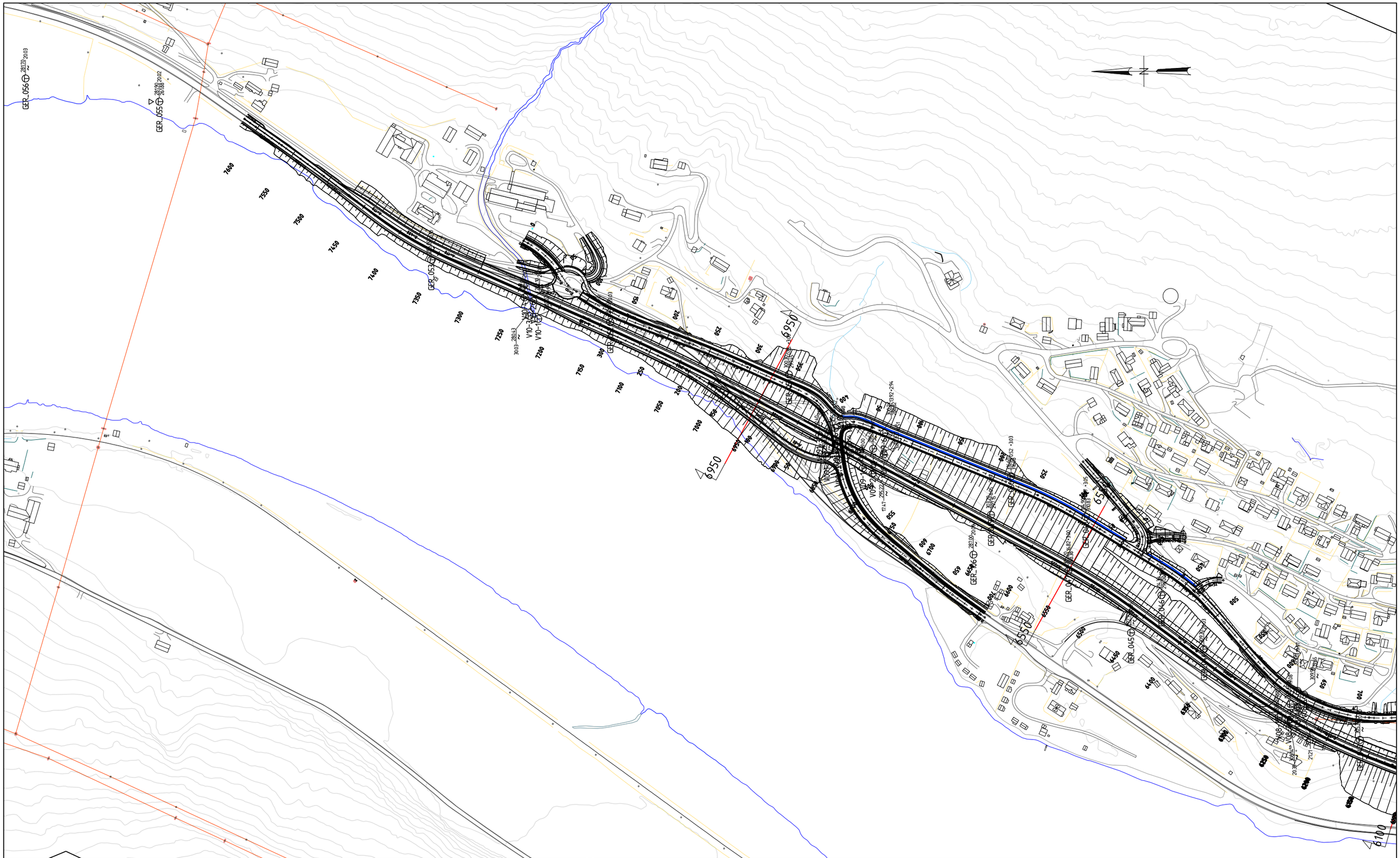
Rev.	Dato	Erstatning – endring	Tegn. av	Kontr.	Godkj./sign.

Tegn. av:	AST
Kontr:	VWO
Godkj./sign:	VWO
Dato:	24.03.2025
Navn på fil:	
Prosjekt nr:	
Målestokk (A3):	1:2000
Tegn. nr:	V105
Rev:	01

12335 E6 Øyer – Otta

Plantegning med utførte grunnundersøkelser

Produsert av: Rådgivende Ingeniører geoteknikk



Borrapport	Bornummerering
20210567-01-RE6Ø-O Sjoa – Otta	GER
1868 GU rapport Sør Fron kommune	V
1868 GU rapport Sel kommune	V
106128-01 Sjoa-Otta (Nordover)	-
Grunnundersøkelser Sjoa - Bredevangen	GHC

Rev.	Dato	Erstatning - endring	Tegn. av	Kontr.	Godkj./sign.

12335 E6 Øyer - Otta

Plantegning med utførte grunnundersøkelser

Produsert av: Rådgivende Ingeniører geoteknikk

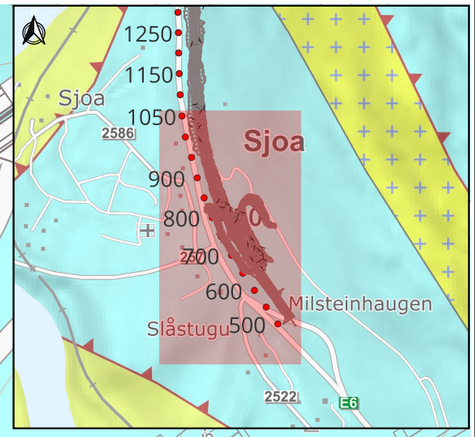
Tegn. av:	AST
Kontr:	VWO
Godkj./sign:	VWO
Dato:	24.03.2025
Navn på fil:	
Prosjekt nr:	
Målestokk (A3):	1:2000
Tegn. nr:	V106
Rev:	01

Vedlegg B Geologisk kart (1:1000)

EGENKONTROLL

Dato: 22/Mai/2025 ~ 10:15

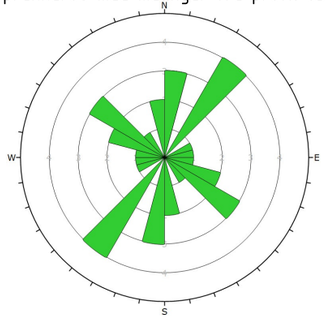
Utført av: Freja Hoflund



Tegningsforklaring

- Veglinje
- Profilnummer
- Strøk/fall måling
- Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag
- Bergskjæringer

Sprekkeros med målinger fra profil 650-1100



E6 Sjoa - Bredevangen

Plantegning bergskjæringer

Tegningsnr.: V500

Dato: 02.05.2025

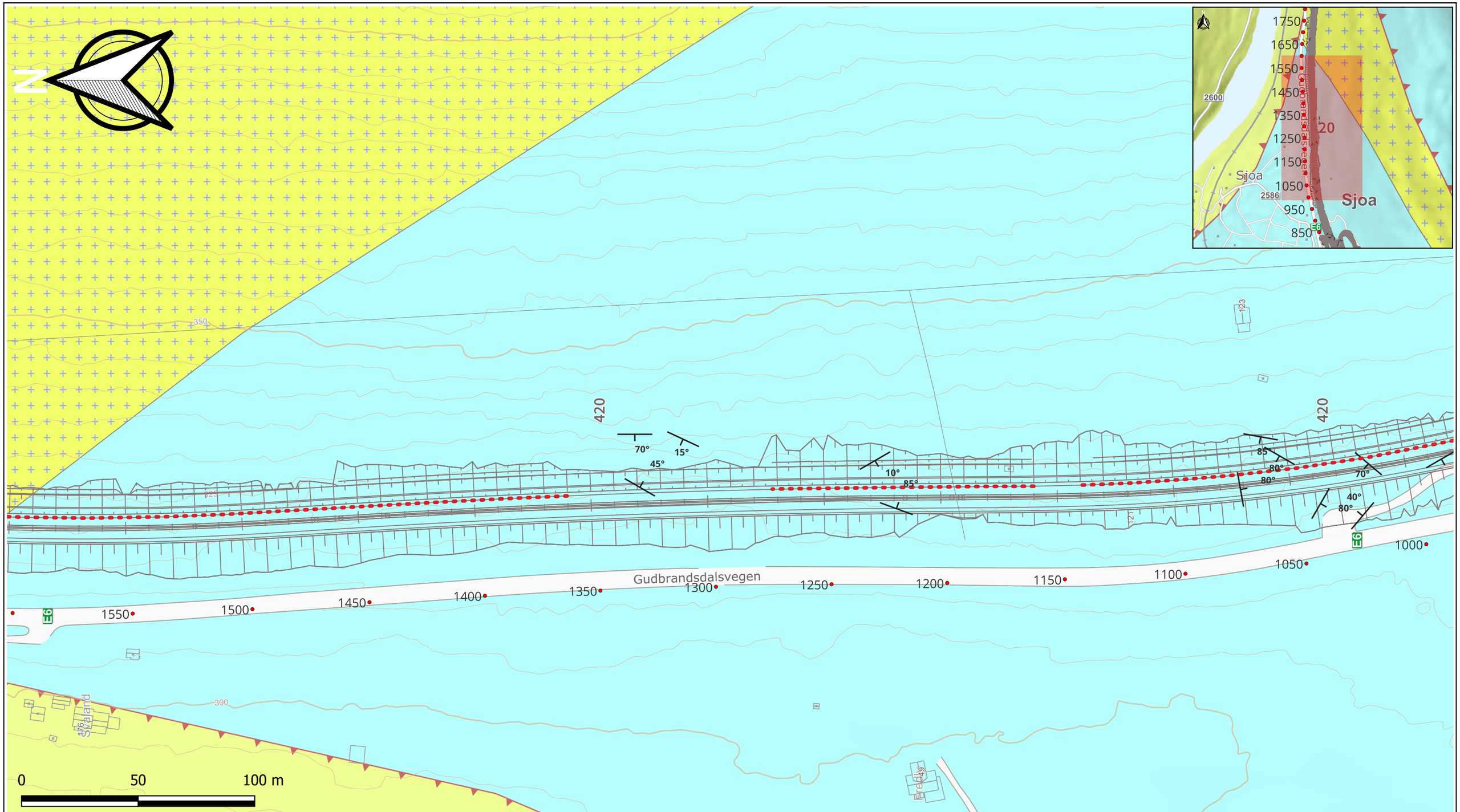
Revisjon: 00

Målestokk: 1:1500

Utarbeidet av: FHO

Kontrollert: SAL

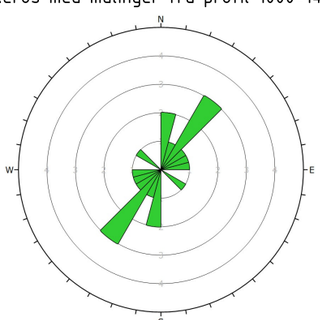
Godkjent: O S. Brandvold



Tegningsforklaring

- Veglinje
- Profilnummer
- Strøk/fall måling
- Skjærsoner (kompresjon)
- Feltspatførende sandstein og kvartsitt
- Diamiktitt (grunnmassebåret konglomerat)
- Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag
- Bergskjæringer

Sprekkeros med målinger fra profil 1000-1400

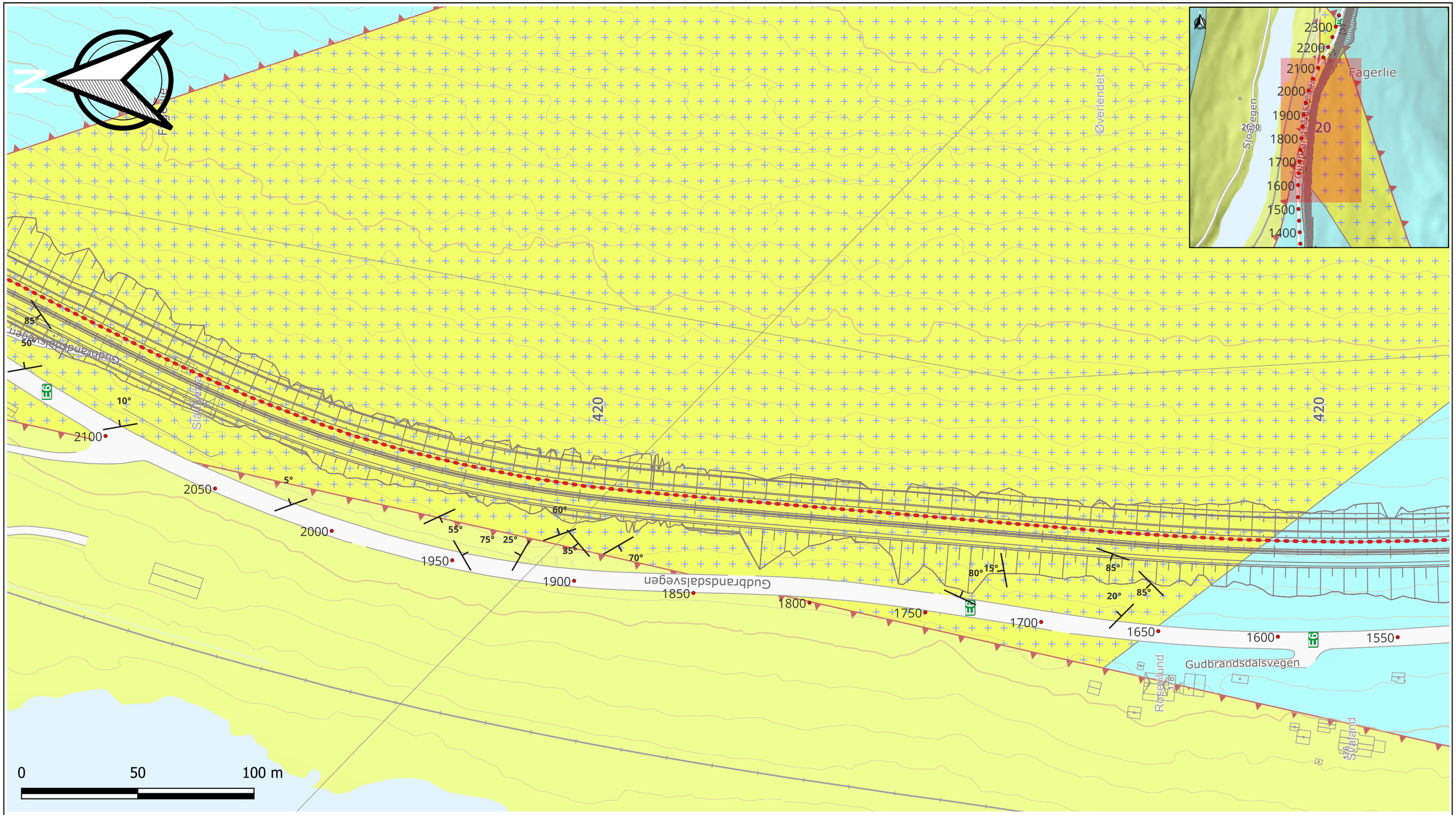


E6 Sjoa – Bredevangen

Plantegning bergskjæringer
Tegningsnr.: V501

Dato: 02.05.2025
Revisjon: 00
Målestokk: 1:1500

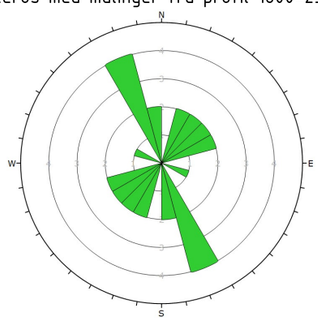
Utarbeidet av: FHO
Kontrollert: SAL
Godkjent: O S. Brandvold



Tegningsforklaring

- Veglinje
- Profilnummer
- Strøk/fall måling
- Skjærsoner (kompresjon)
- Feltspatførende sandstein og kvartsitt
- Diamiktitt (grunnmassebåret konglomerat)
- Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag
- Bergskjæringer

Sprekkeros med målinger fra profil 1600-2300



E6 Sjoa – Bredevangen

Plantegning bergskjæringer

Tegningsnr.: V502

Dato: 02.05.2025

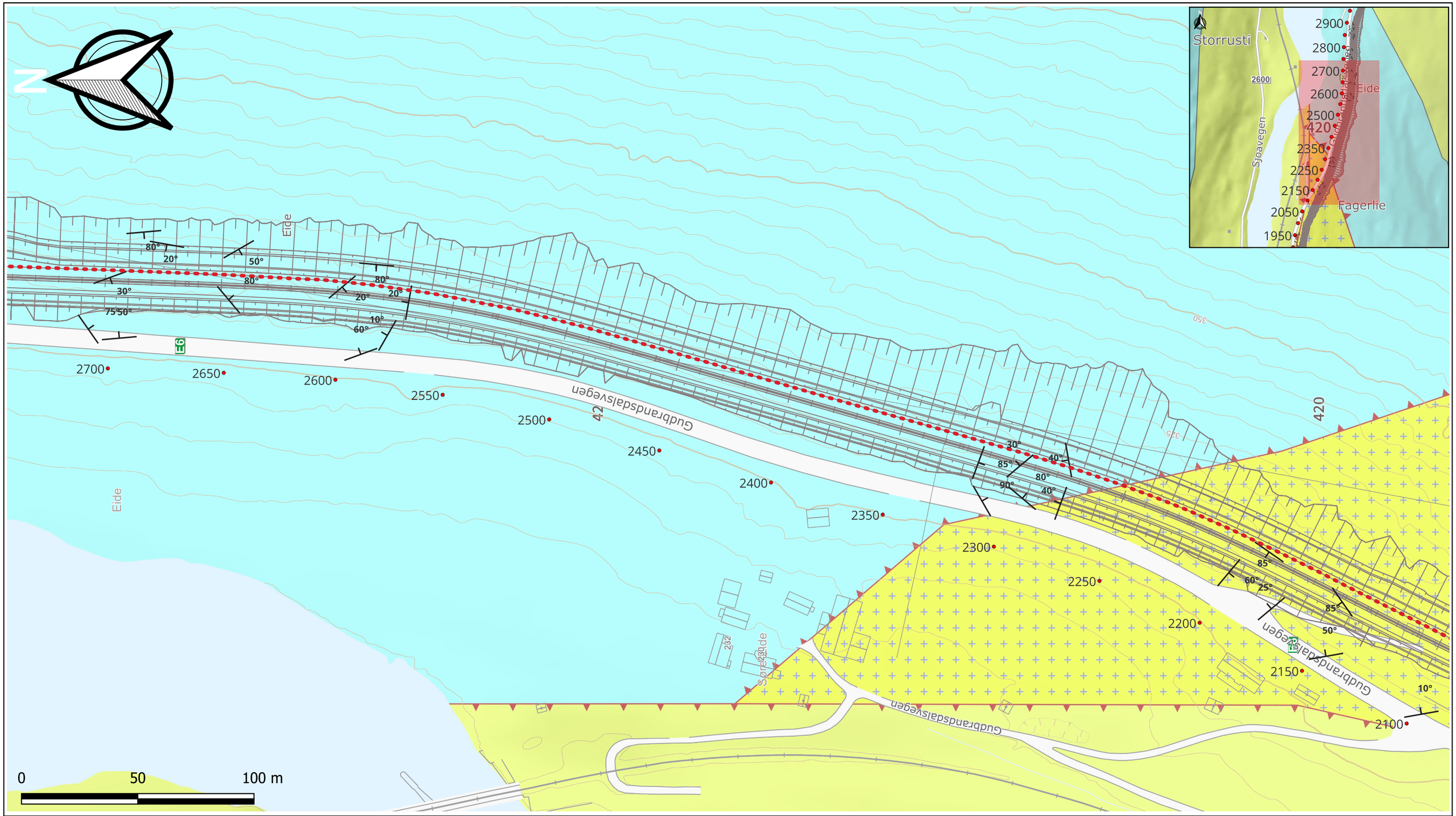
Revisjon: 00

Målestokk: 1:1500

Utarbeidet av: FHO

Kontrollert: SAL

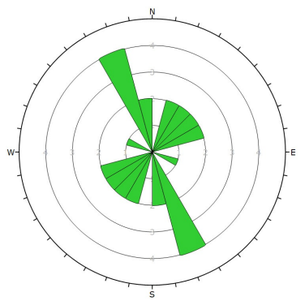
Godkjent: O S. Brandvold



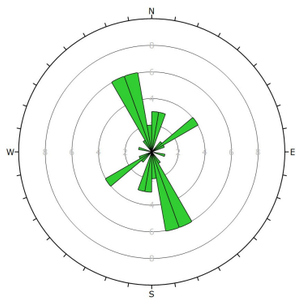
Tegningsforklaring

- Veglinje
- Profilnummer
- Strøk/fall måling
- Skjærsoner (kompresjon)
- Feltspatførende sandstein og kvartsitt
- Diamiktitt (grunnmassebåret konglomerat)
- Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag
- Bergskjæringer

Sprekkeros med målinger fra profil 1600-2300



Sprekkeros med målinger fra profil 2300-2900

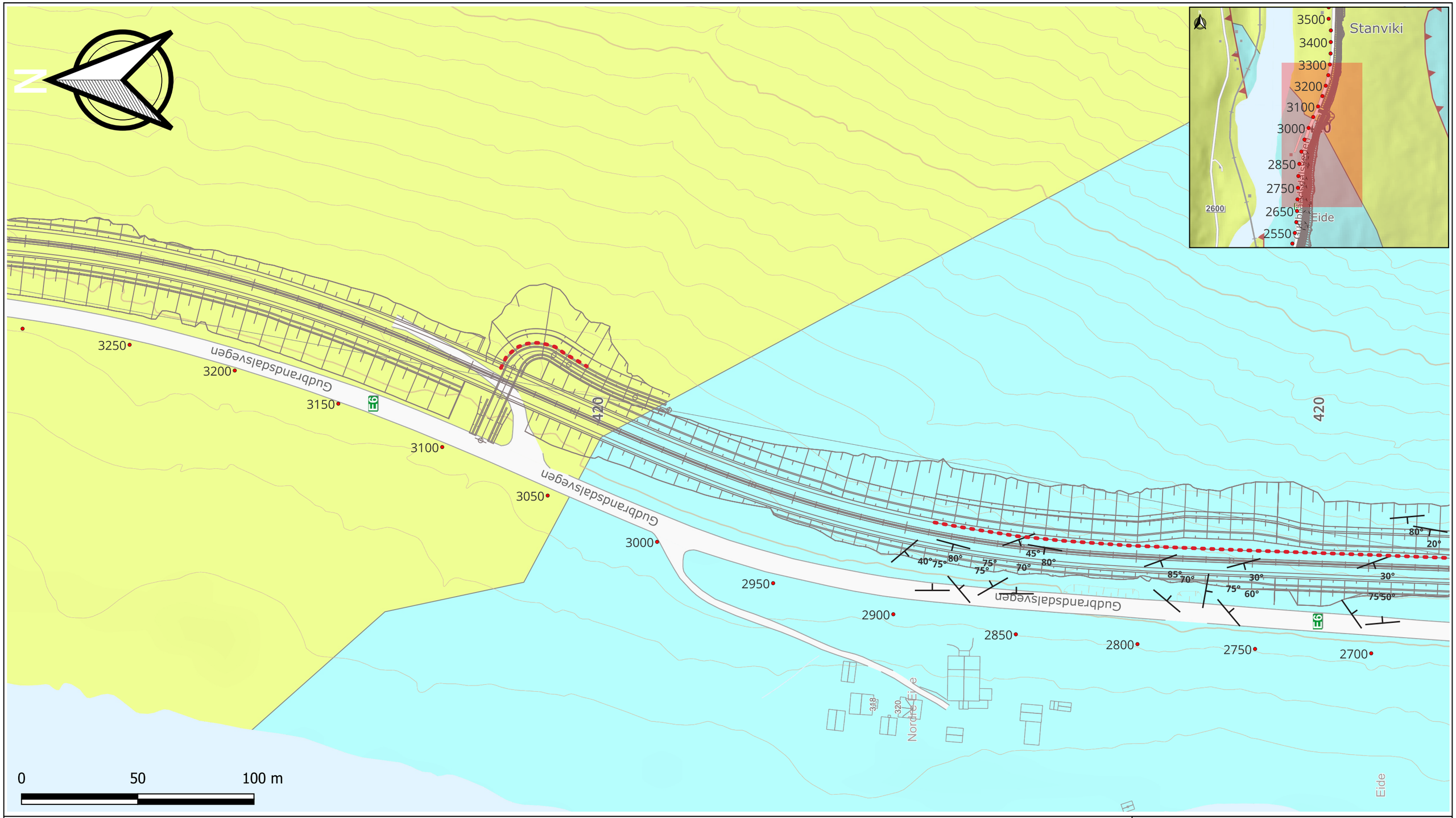


E6 Sjoa – Bredevangen

Plantegning bergskjæringer
Tegningsnr.: V503

Dato: 02.05.2025
Revisjon: 00
Målestokk: 1:1500

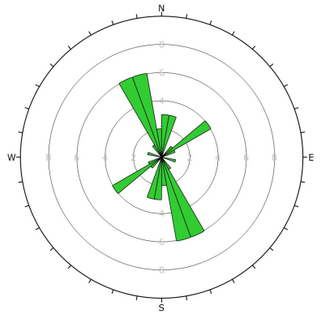
Utarbeidet av: FHO
Kontrollert: SAL
Godkjent: O S. Brandvold



Tegningsforklaring

- Veglinje
- Profilnummer
- Strøk/fall måling
- Feltspatførende sandstein og kvartsitt
- Dolomitt, fyllitt og sandstein med karbonatlag
- Bergskjæringer

Sprekkeros med målinger fra profil 2300-2900



E6 Sjoa – Bredevangen

Plantegning bergskjæringer

Tegningsnr.: V504

Dato: 02.05.2025

Revisjon: 00

Målestokk: 1:1500

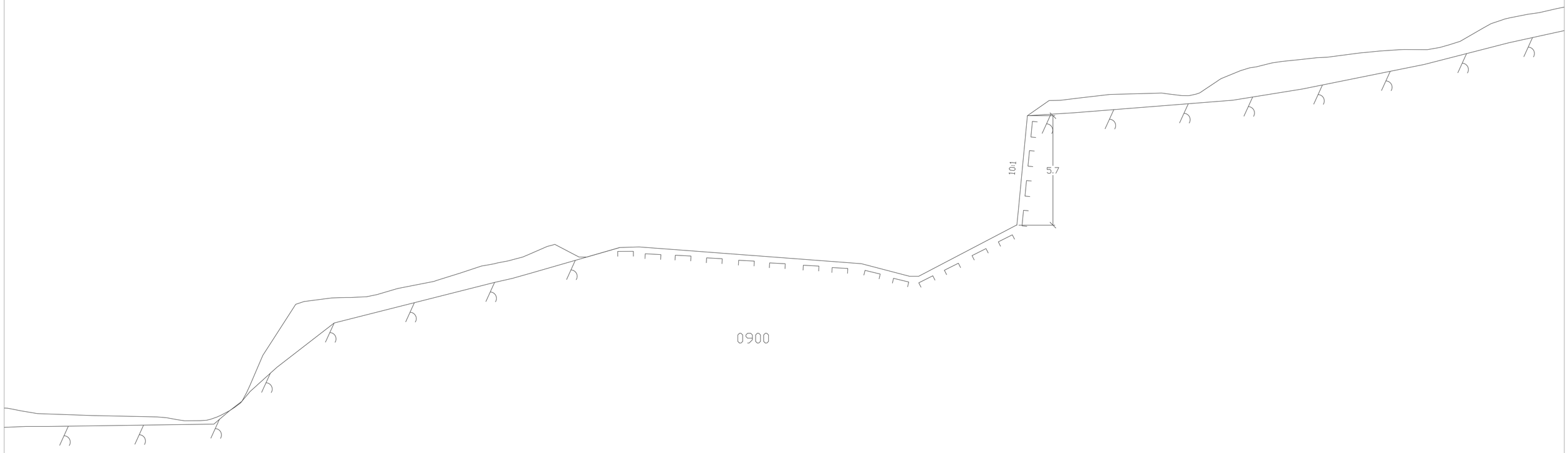
Utarbeidet av: FHO

Kontrollert: SAL

Godkjent: O S. Brandvold

Vedlegg C Tverrprofiler

NyeVeier asplan viak AAS-JAKOBSEN



Tegningsforklaring

Bergoverflate

Terrengoverflate

Berguttak

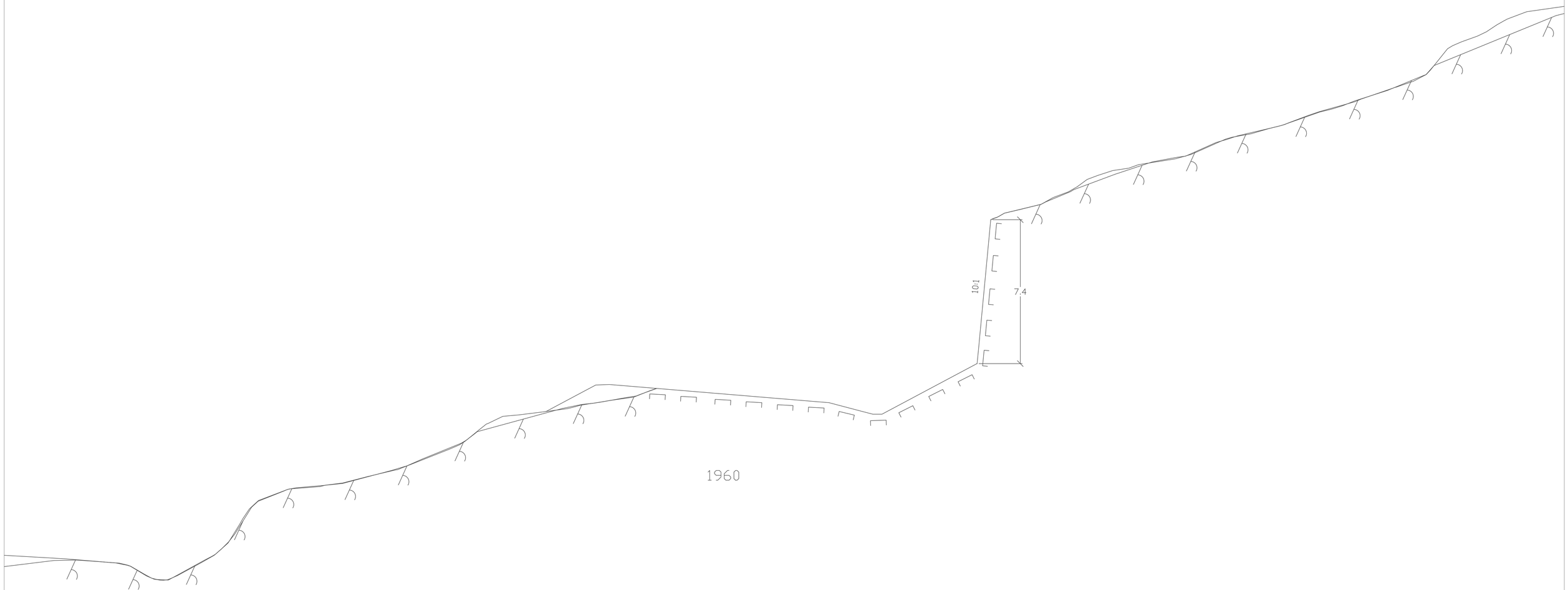
E6 Sjoa - Bredevangen

Snitt Bergskjæring 0900

Dato: 03.06.2025 Utarbeidet av: BEM

Revisjon: 00 Kontrollert: SAL

Målestokk: 1:100 Godkjent: □SB



Tegningsforklaring

Bergoverflate

Terrengoverflate

Berguttak

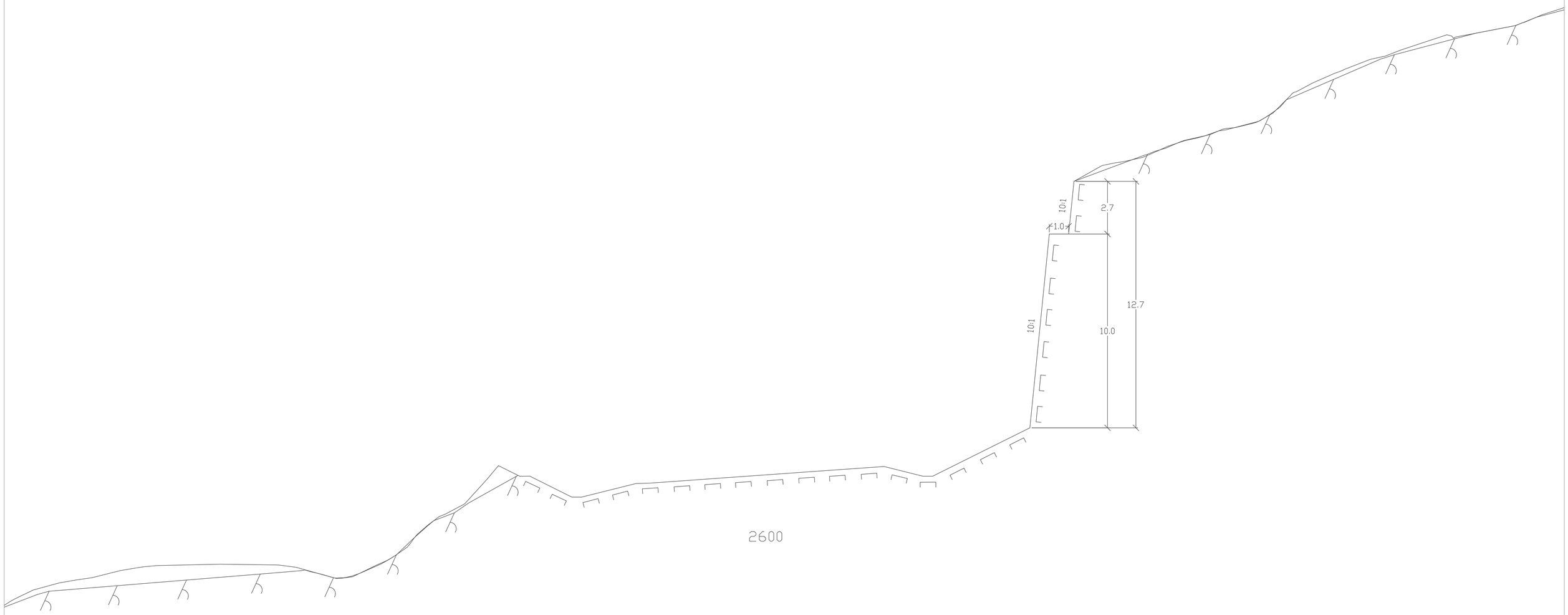
E6 Sjoa - Bredevangen

Snitt Bergskjæring 1960

Dato: 03.06.2025 Utarbeidet av: BEM

Revisjon: 00 Kontrollert: SAL

Målestokk: 1:100 Godkjent: ØSB



Tegningsforklaring

Bergoverflate

Terrengoverflate

Berguttak

E6 Sjoa – Bredevangen

Snitt Bergskjæring 2600

Dato: 03.06.2025 Utarbeidet av: BEM

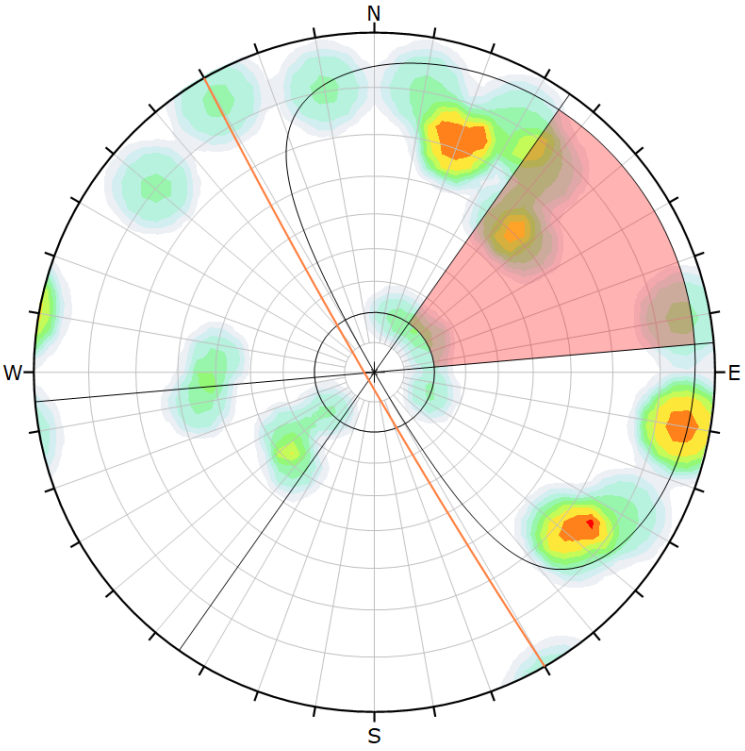
Revisjon: 00 Kontrollert: SAL

Målestokk: 1:100 Godkjent: □SB

Vedlegg D Kinematisk analyse

NyeVeier asplan viak AAS-JAKOBSEN

Profil 640-1140

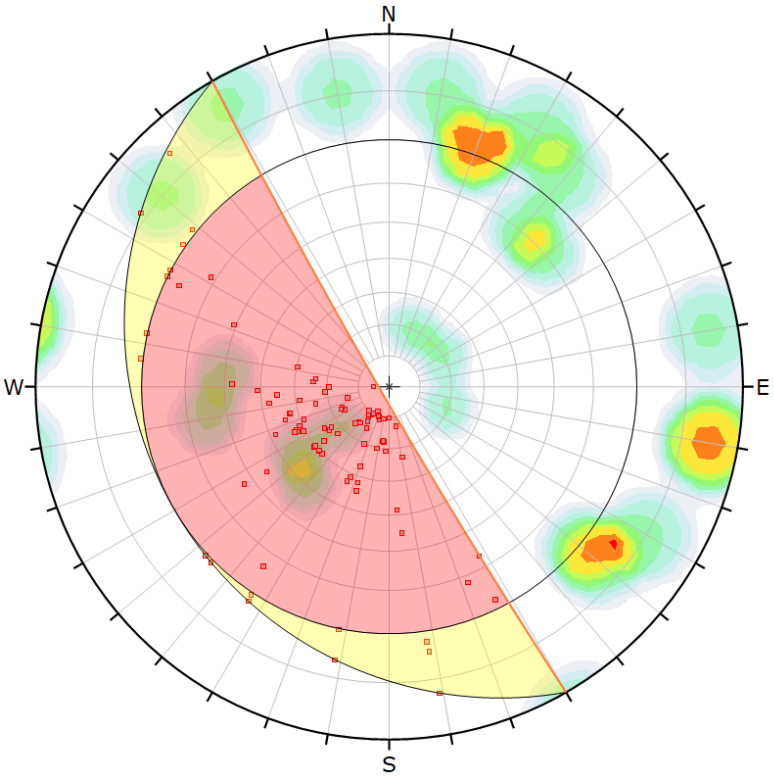


Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	87		
Slope Dip Direction	240		
Friction Angle	20°		
Lateral Limits	25°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	5	24	20.83%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	24 (24 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 1: Analyse for planutglidning for skjæring mellom profil 640-1140



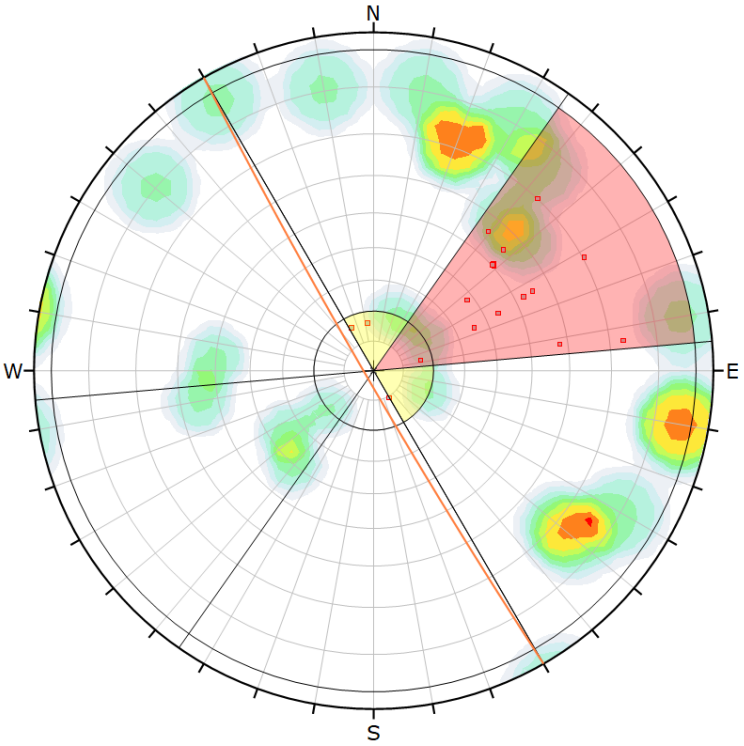
Symbol	Feature
	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	87		
Slope Dip Direction	240		
Friction Angle	20°		
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	121	274	44.16%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	24 (24 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	274
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 2: Analyse for kilutglidning mellom profil 640-1140



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

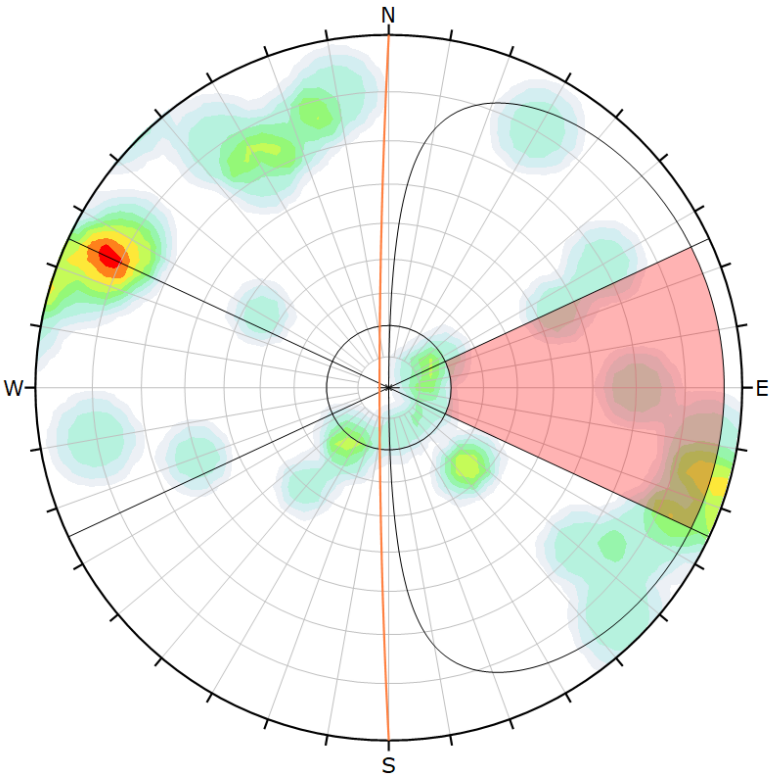
Kinematic Analysis	Direct Toppling
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	240
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Direct Toppling (Intersection)	15	274	5.47%
Oblique Toppling (Intersection)	4	274	1.46%
Base Plane (All)	7	24	29.17%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	24 (24 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	274
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 3: Analyse for toppling/utvelting mellom profil 640-1140

Profil 1140-1800



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

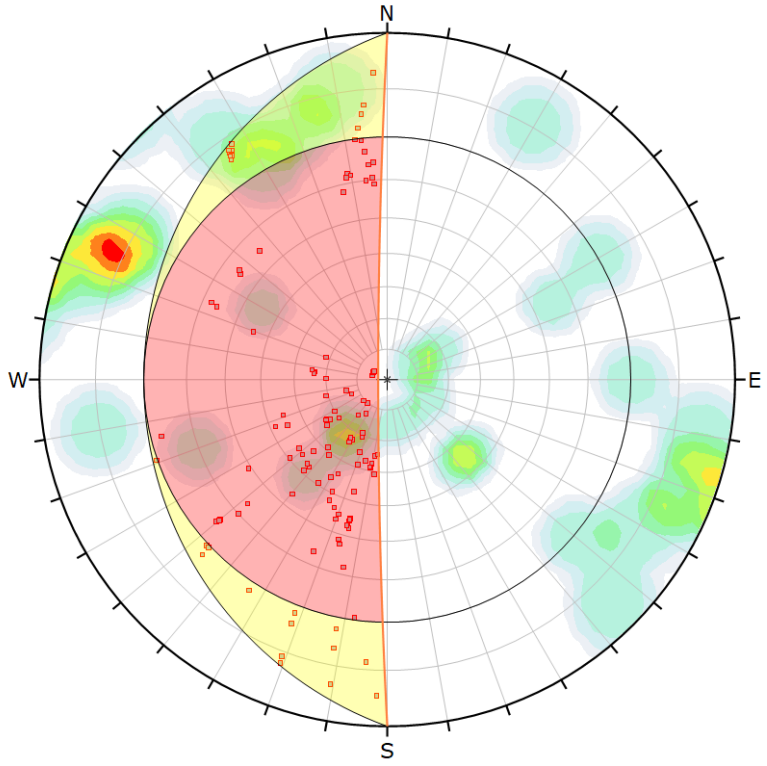
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.53%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	270
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	4	28	14.29%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	28 (28 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 4: Analyse for planutglidning for skjæring mellom profil 1140-1800



Symbol	Feature
	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

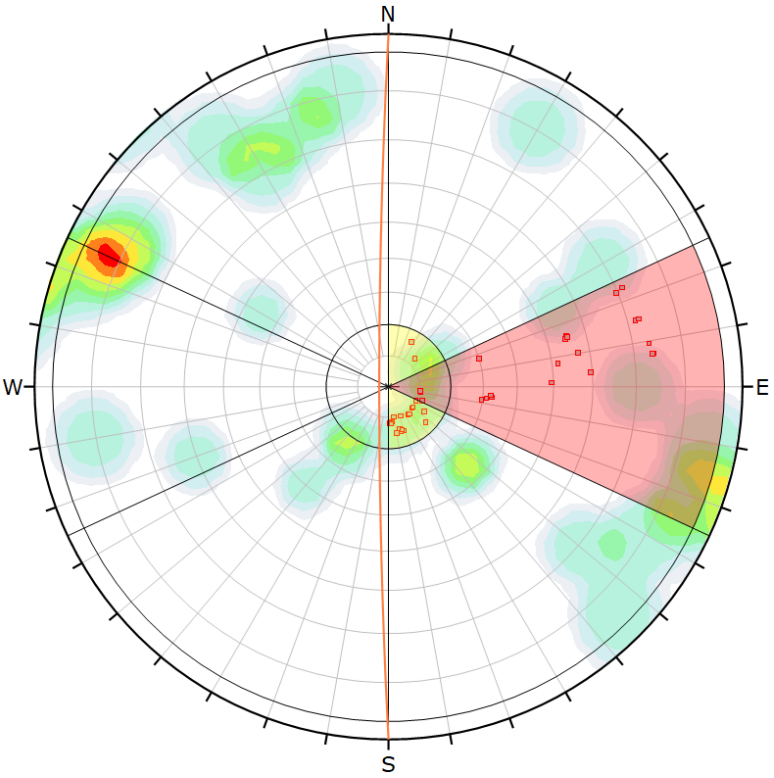
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.53%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	270
Friction Angle	20°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	129	378	34.13%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	28 (28 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	378
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 5: Analyse for kilutglidning mellom profil 1140-1800.



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.53%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

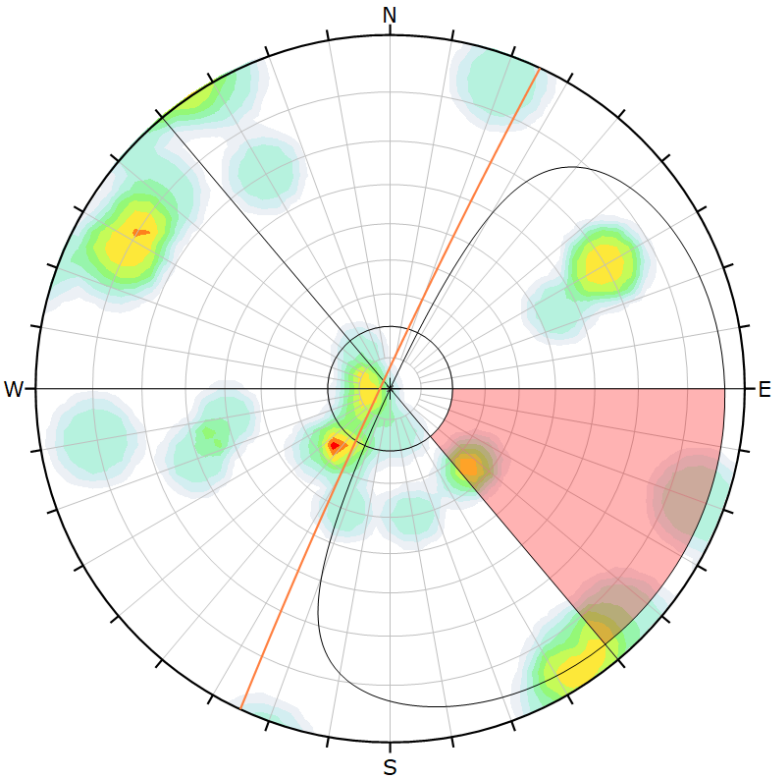
Kinematic Analysis	Direct Toppling
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	270
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Direct Toppling (Intersection)	24	378	6.35%
Oblique Toppling (Intersection)	19	378	5.03%
Base Plane (All)	8	28	28.57%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	28 (28 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	378
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 6: Analyse for toppling/utvelting mellom profil 1140-1800

Profil 1800-2300



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

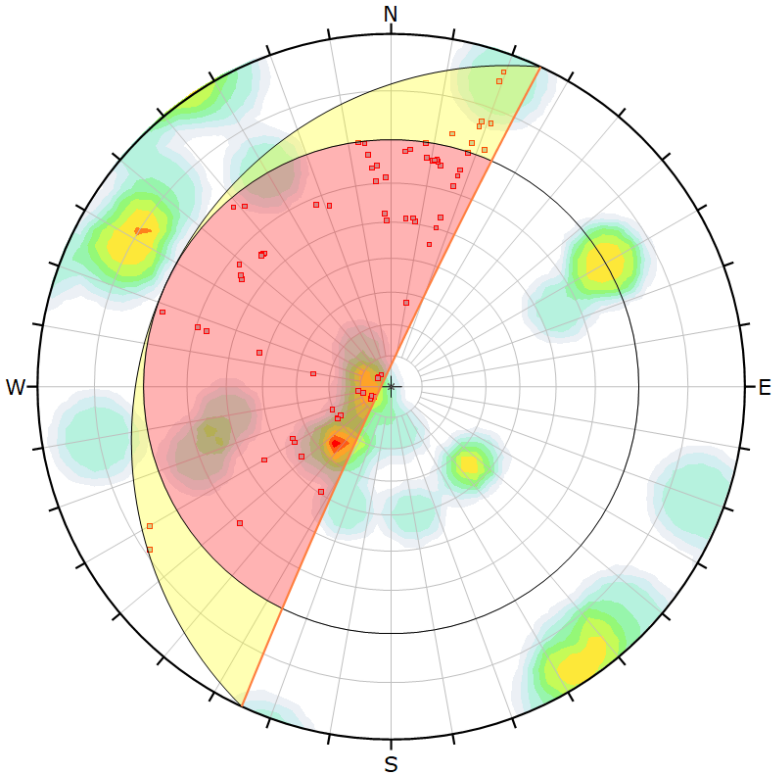
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.63%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	4	26	15.38%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	26 (26 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 7: Analyse for planutglidning for skjæring mellom profil 1800-2300.



Symbol	Feature
	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

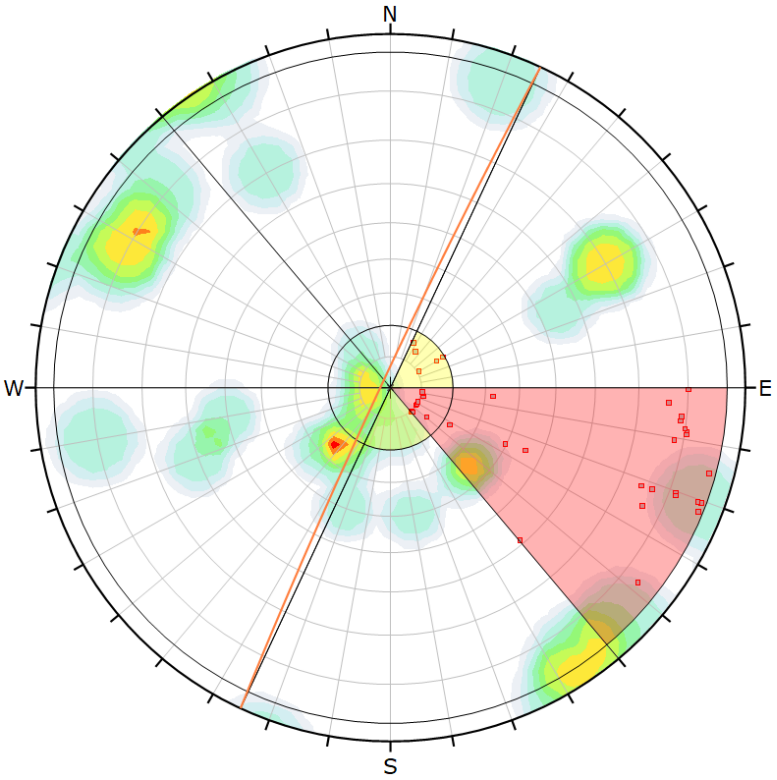
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.63%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	20°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	85	324	26.23%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	26 (26 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	324
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 8: Analyse for kilutglidning mellom profil 1800-2300.



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	9.63%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

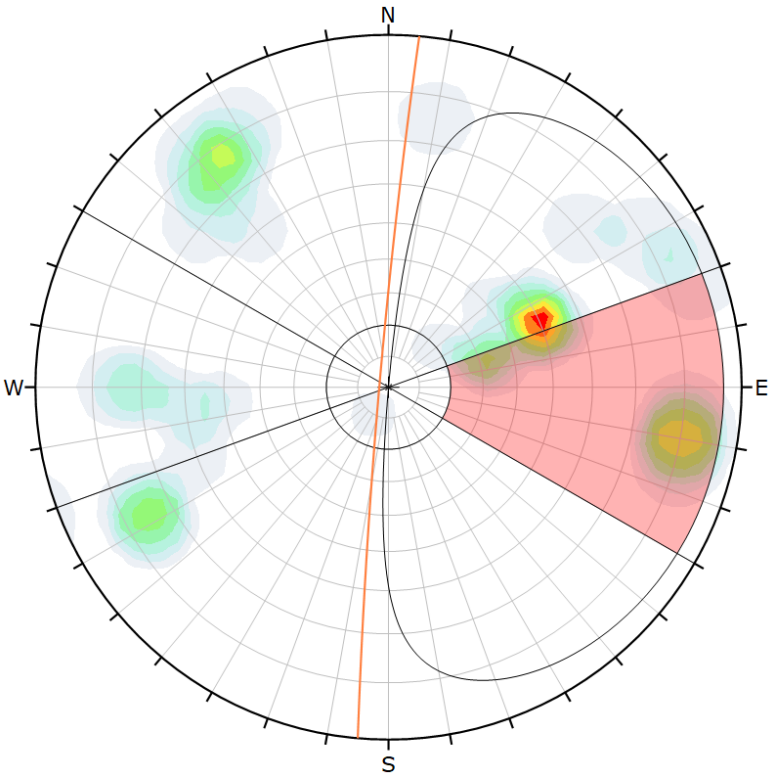
Kinematic Analysis	Direct Toppling
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Direct Toppling (Intersection)	34	324	10.49%
Oblique Toppling (Intersection)	5	324	1.54%
Base Plane (All)	5	26	19.23%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	26 (26 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	324
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 9: Analyse for toppling/utvelting mellom profil 1800-2300.

Profil 2300-2900



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.60
	1.60 - 3.20
	3.20 - 4.80
	4.80 - 6.40
	6.40 - 8.00
	8.00 - 9.60
	9.60 - 11.20
	11.20 - 12.80
	12.80 - 14.40
	14.40 - 16.00

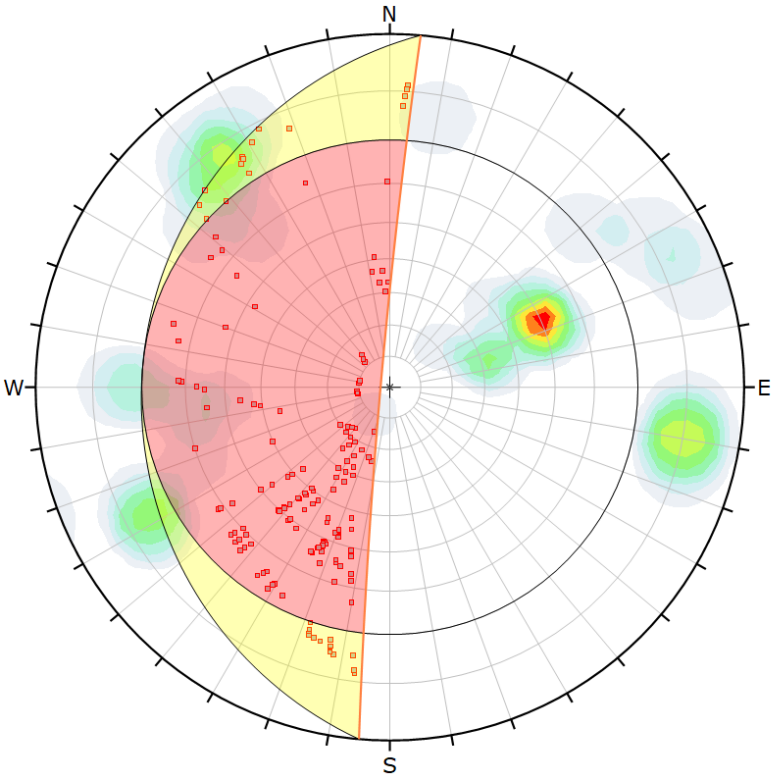
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	15.37%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	275
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	12	34	35.29%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	34 (34 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 10: Analyse for planutglidning for skjæring mellom profil 2300-2900.



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.60
	1.60 - 3.20
	3.20 - 4.80
	4.80 - 6.40
	6.40 - 8.00
	8.00 - 9.60
	9.60 - 11.20
	11.20 - 12.80
	12.80 - 14.40
	14.40 - 16.00

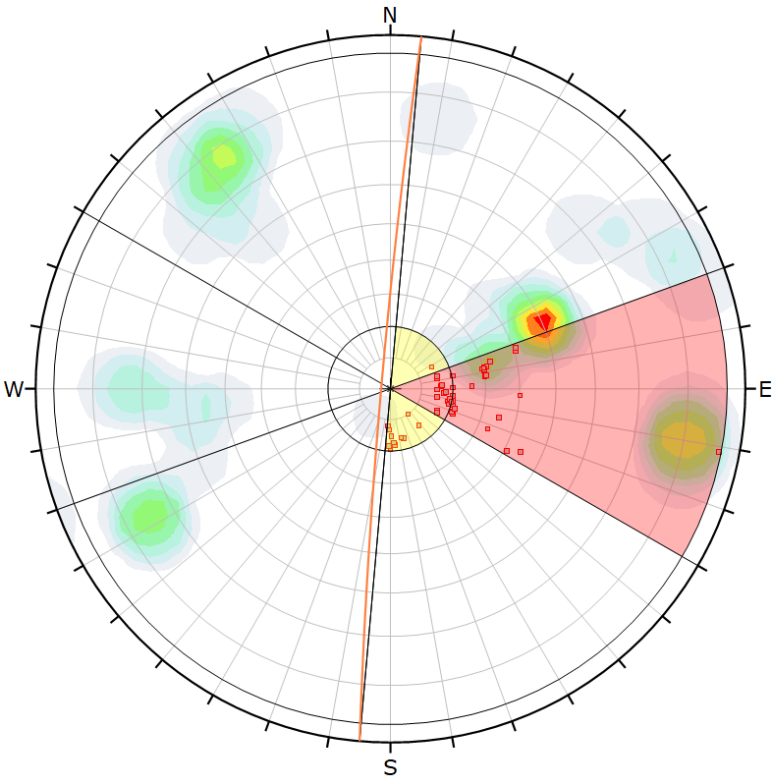
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	15.37%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	275
Friction Angle	20°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	230	557	41.29%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	34 (34 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	557
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 11: Analyse for kilutglidning mellom profil 2300-2900.



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.60
	1.60 - 3.20
	3.20 - 4.80
	4.80 - 6.40
	6.40 - 8.00
	8.00 - 9.60
	9.60 - 11.20
	11.20 - 12.80
	12.80 - 14.40
	14.40 - 16.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	15.37%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Direct Toppling
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	275
Friction Angle	20°
Lateral Limits	25°

	Critical	Total	%
Direct Toppling (Intersection)	51	557	9.16%
Oblique Toppling (Intersection)	13	557	2.33%
Base Plane (All)	13	34	38.24%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	34 (34 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	557
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 12: Analyse for toppling/utvelting mellom profil 2300-2900.