

OFOTBANEN

NARVIK HAVN - VASSIJAURE

HORISONTALEN KRYSSINGSSPOR

FAGRAPPOR INGENIØRGEOLOGI

03A	100% leveranse	22.04.2026	TORLE	MBAK	CHRN	
02A	100% leveranse	25.03.2026	TORLE	MBAK	CHRN	
01A	90% leveranse	12.02.2026	TORLE	MBAK	CHRN	
00A	Førsteutgave	18.12.2025	TORLE	MBAK	CHRN	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Tittel: Ofofbanen Narvik havn - Vassijaure Horisontalen kryssingsspor Fagrapport ingeniørgeologi		Ant. sider 42	Fritekst 1d			
			Fritekst 2d			
			Fritekst 3d			
		Produsent	NIRAS Norge AS			
		Prod. dok. nr.				
		Erstatning for				
		Erstattet av				
Prosjekt: 60079310 Parsell: 06		Dokument nr. UOB-06-A-00068			Rev. 03A	
		Dokument nr.			Rev.	
						

Revisjonshistorikk

Tabell 0-1: Oversikt over dokumentets revisjoner

Rev.nr.	Kapittel	Oppdatering
00A	Alle	Første utgave (60% leveranse)
01A	Samtlige kapitler er endret for å følge vegnormal N500.	90% leveranse
02A	Mindre endringer i nesten samtlige kapitler etter kommentarer fra BN. Lagt til flere profiler i vedlegg.	100% leveranse
03A	Mindre endringer etter kommentarer fra BN	100% leveranse

INNHOLDSFORTEGNELSE

REVISJONSHISTORIKK	2
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
VEDLEGG	4
1 INNLEDNING	5
1.1 BAKGRUNN OG HENSIKT	5
1.2 RAPPORTENS OMFANG	6
1.3 TILTAK SOM VURDERES	6
2 REGELVERK OG STYRENDE DOKUMENTER	8
2.1 GEOTEKNISK KATEGORI	8
2.2 KONTROLL AV PROSJEKTERING OG UTFØRELSE	9
3 GRUNNLAG OG METODE	10
3.1 GRUNNUNDERSØKELSER	10
3.1.1 <i>Ingeniørgeologisk feltkartlegging</i>	10
3.1.2 <i>Geotekniske undersøkelser</i>	10
4 FAKTADEL	11
4.1 TOPOGRAFI OG LØSMASSER	11
4.2 REGIONALGEOLOGI	13
4.2.1 <i>Lineamentskartlegging</i>	14
4.2.2 <i>Svakhetssoner</i>	15
4.3 OPPSPREKKING OG STABILITET	18
4.4 BERGOVERDEKNING OG TERRENGFORHOLD	20
4.5 SKREDFARE	20
5 TOLKNINGSDEL	22
5.1 VURDERING AV PÅHUGGS-, PORTAL- OG FORSKJÆRINGSOMRÅDER	22
5.2 SIKRING AV BERGSKJÆRINGER	25
5.3 DRIVEFORHOLD	25
5.4 BERGSPENNINGER	26
5.5 STABILITET OG BERGSIKRING I TUNNEL	26
5.6 DRIVING GJENNOM SVAKHETSSONER	27
5.7 HYDROLOGISKE OG HYDROGEOLOGISKE FORHOLD	27
5.8 MASSER	28
5.9 GJENNOMFØRBARHET	29
6 ANBEFALINGER FOR VIDERE UNDERSØKELSER	30
6.1 KJERNEBORINGER I SVAKHETSSONER	30
6.2 UNDERSØKELSER I PÅHUGGS- OG FORSKJÆRINGSOMRÅDER	30
6.3 HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSER	30
7 REFERANSER	31

VEDLEGG

Vedlegg A – Oversiktskart

.....

A1 – A6

Vedlegg B – Plan- og profiltegning

.....

B1 – B4

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og hensikt

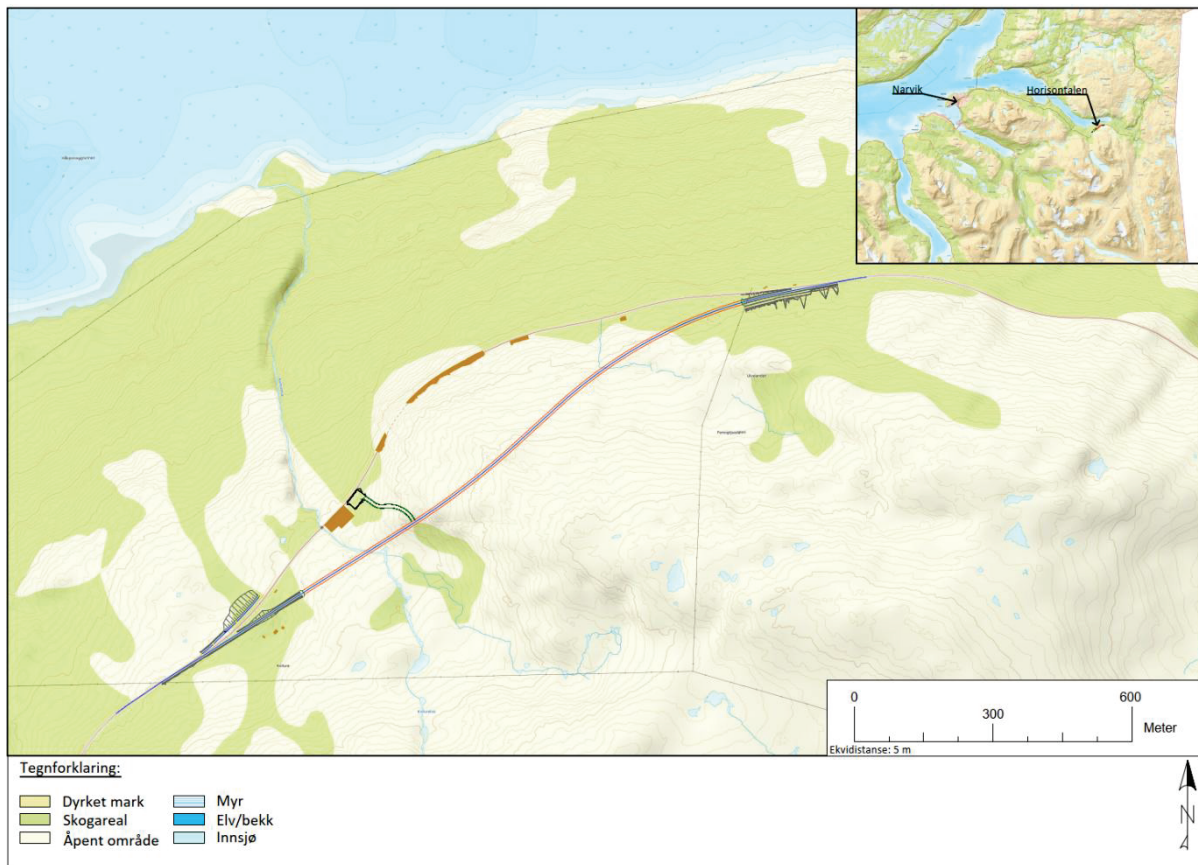
Ofotbanen er Norges nordligste jernbanestrekning og strekker seg 43 km fra Narvik til Riksgrensen. Ofotbanen er Norges tyngste trafikkerte bane der malmtogene fra gruvene ved Kiruna i Sverige utgjør hoveddelen av trafikken. I tillegg er banen viktig for varetransport mellom Sør- og Nord-Norge. All trafikk på Ofotbanen går via Sverige, da banen ikke er tilknyttet det øvrige norske jernbanenettet, se Figur 1.1. Dagens jernbane er karakterisert som bratt og kurvete, og flere steder skjærer banen inn i bratte fjellskråninger noe som vanskeliggjør kurveutretting og sporomlegginger.



Figur 1.1: Utstrekningen av Ofotbanen fra Narvik havn til Riksgrensen [1].

Bane NOR jobber nå med å øke kapasiteten på Ofotbanen. Bakgrunnen for arbeidet er kapasitetsanalyse gjennomført av Jernbanedirektoratet i 2020, hvor de så på kapasiteten på Ofotbanen med prognose for trafikk i 2040 med innspill fra Trafikverket og Bane NOR. Dette er for å undersøke om kapasiteten er høy nok med dagens infrastruktur for å håndtere prognosen for trafikk i 2040. Resultatet fra analysen viste at det må utføres kapasitetstiltak på deler av strekningen, spesielt mellom Rombak og Riksgrensen [2].

Som en følge av dette arbeidet fikk NIRAS i 2023 i oppdrag fra Bane NOR å utrede for kapasitetsøkende tiltak på strekningen Rombak til Riksgrensen. Fra denne utredningen ble fire tiltak anbefalt for å øke kapasiteten, et av disse tiltakene er et kryssingsspor på Horisontalen [3]. Alle tiltakene på strekningen må bygges for å kunne hente ut effekten av tiltakene. I starten av denne hovedplanfasen har det blitt gjennomført en siling av fem alternativer for nytt kryssingsspor på Horisontalen, over og under Kviturelva. Etter gjennomført siling er det alternativ 1C som er anbefalt videre i hovedplanfasen, se Figur 1.2. Alternativet er skissert i Figur 1.2 og det vises til hovedplanrapporten [4]. I tillegg skal det i hovedplanfasen prosjekteres for et buttspor med plattform, viltovergang ved km 24 og en driftsveg fra sporveksel 1 til Rombak stasjon.



Figur 1.2: Alternativ 1C fra silingsfasen.

1.2 Rapportens omfang

Hovedtiltaket i prosjektet er etablering av nytt kryssingsspor på Horisontalen. For å muliggjøre kryssingssporet inngår bygging av ny tunnel. Denne rapporten omhandler ingeniørgeologiske forhold knyttet til tunneltraseen, inkludert forhold i dagen, påhuggsområder og tunnel.

Rapporten inngår som en del av teknisk hovedplan for tiltaket og er utarbeidet i tidligfase i henhold til Statens vegvesens håndbok N500 Prosjektering av tunnel. Formålet med rapporten er å gi et overordnet beslutningsgrunnlag for videre planlegging ved å vurdere prosjektets gjennomførbarhet, identifisere sentrale ingeniørgeologiske utfordringer og peke på usikkerhet og risikoforhold.

Vurderingene er basert på tilgjengelig kartgrunnlag, eksisterende data og gjennomførte befaringer. Rapporten gir en overordnet ingeniørgeologisk vurdering av berg- og grunnforhold langs planlagt trasé, men omfatter ikke detaljprosjektering, dimensjonering eller valg av konkrete utførelsesmetoder. Eventuelle behov for spesielle tiltak og videre undersøkelser er beskrevet på et overordnet nivå og skal danne grunnlag for videre planlegging i neste fase.

1.3 Tiltak som vurderes

For å etablere et kryssingsspor på Horisontalen vurderes følgende tiltak som krever særlige ingeniørgeologiske vurderinger:

- Etablering av påhuggsområder og bergskjæringer i dagen
- Berguttak i dagen, delvis i svært bratt terreng
- Driving av tunnel og tverrslag for rømningstunnel
- Bergsikring av tunnel og bergskjæringer
- Vann- og frostsikring i tunnel og langs bergskjæringer
- Skredfarevurderinger og eventuelle tiltak

Tiltakenes endelige utforming og omfang vil avhenge av videre undersøkelser og detaljprosjektering i senere planfaser.

2 REGELVERK OG STYRENDE DOKUMENTER

I henhold til TRV:00036 skal ingeniørgeologiske fagrapporter i de ulike planfasene for bergtunneler følge beskrivelsene i Vegnormal N500 Vegtunneler [6] og N-V521 Geologi og bergsikring [7].

Det vurderes at påhugg og forskjæringer omhandles av TRV:08599 som beskriver geologiske forundersøkelser knyttet til bergskjæringer, og hvor innhold i ingeniørgeologiske fagrapporter i de ulike planfasene skal være i henhold til Vegnormal N200 vegbygging [8].

Det vurderes at følgende regelverk, standarder og veiledninger er aktuelle for prosjektet:

- Bane NORs tekniske regelverk [9]
- Vegnormal N500 Vegtunneler [6]
- N-V521 Geologi og bergsikring [7]
- Vegnormal N200 Vegbygging [8]
- Håndbok V225 Bergskjæringer [10]
- Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [11]
- Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering [12]
- Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering [13]

Andre relevante rapporter:

- Befaringsnotat ingeniørgeologi [14]
- Geoteknisk fagrapport [15]
- Fagrapport VA, overvann, drenering og flom [16]

2.1 Geoteknisk kategori

Jernbanetunneler knyttes ikke opp mot geoteknisk kategori i henhold til TRV:00030 og Vegnormal N500.

I henhold til Bane NORs tekniske regelverk (TRV:08600) skal prosjektering av bergskjæringer utføres i samsvar med Eurokode 7. Kontroll av prosjektering og utførelse skal gjennomføres i henhold til Eurokode 0 (TRV:08678).

Statens vegvesens håndbok N200 gir en veiledende kobling mellom bergskjæringshøyde og geoteknisk kategori. Denne inndelingen er benyttet for å plassere tiltaket ved Horisontalen i en geoteknisk kategori, som danner grunnlag for valg av kontrollnivå for prosjektering og utførelse. Kriteriene for inndeling i geotekniske kategorier er oppsummert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Geotekniske kategorier for bergskjæringer hentet fra N200 [8].

Geoteknisk kategori 1	Lave skjæringer (< 5 m) med enkle stabilitetsforhold og liten eller ingen konsekvenser for veg eller omgivelser.
Geoteknisk kategori 2	Middels høye bergskjæringer, opptil 10 m, uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet.
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
--	--

Forskjæringer ventes å være opp mot 25 meter på det høyeste. Forskjæringer havner dermed i geoteknisk kategori 3 i henhold til Tabell 2-1, se Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Plassering av bergskjæringer geoteknisk kategori

Bergskjæring	Dimensjoner	Geoteknisk kategori
Påhugg og forskjæring sør	Høyde: 14,3 meter (max) Lengde: 60 m	GK 3
Påhugg og forskjæring nord	Høyde: 25 meter (max) Lengde: 200 m	GK 3
Påhugg og forskjæring tverrslag	Høyde: 10 meter (max) Lengde: 32 m	GK 3
Bergskjæring ved km 24.000	Høyde: 6 meter (max) Lengde: 120 m	GK 2

2.2 Kontroll av prosjektering og utførelse

I henhold til TRV:00030 skal jernbanetunneler som hovedregel klassifiseres i pålitelighetsklasse RC3. Tabell 2-3 viser en sammenheng mellom geoteknisk kategori, konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse.

Tabell 2-3 Sammenheng mellom geoteknisk kategori, konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse etter Eurokode 0.

Geoteknisk kategori	Konsekvensklasse [CC]	Pålitelighetsklasse [RC]	Prosjekteringskontrollklasse	Utførelseskontrollklasse
1	CC1	RC1	PKK1	UKK1
2	CC2	RC2	PKK2	UKK2
3	CC3	RC3	PKK3	UKK3

Som følge av at jernbanetunneler som hovedregel plasseres i RC3 og bergskjæringer plasseres i RC3 som følge av geoteknisk kategori 3, plasseres dermed disse tiltakene i PKK3 og UKK3 som vist i Tabell 2-3.

3 GRUNNLAG OG METODE

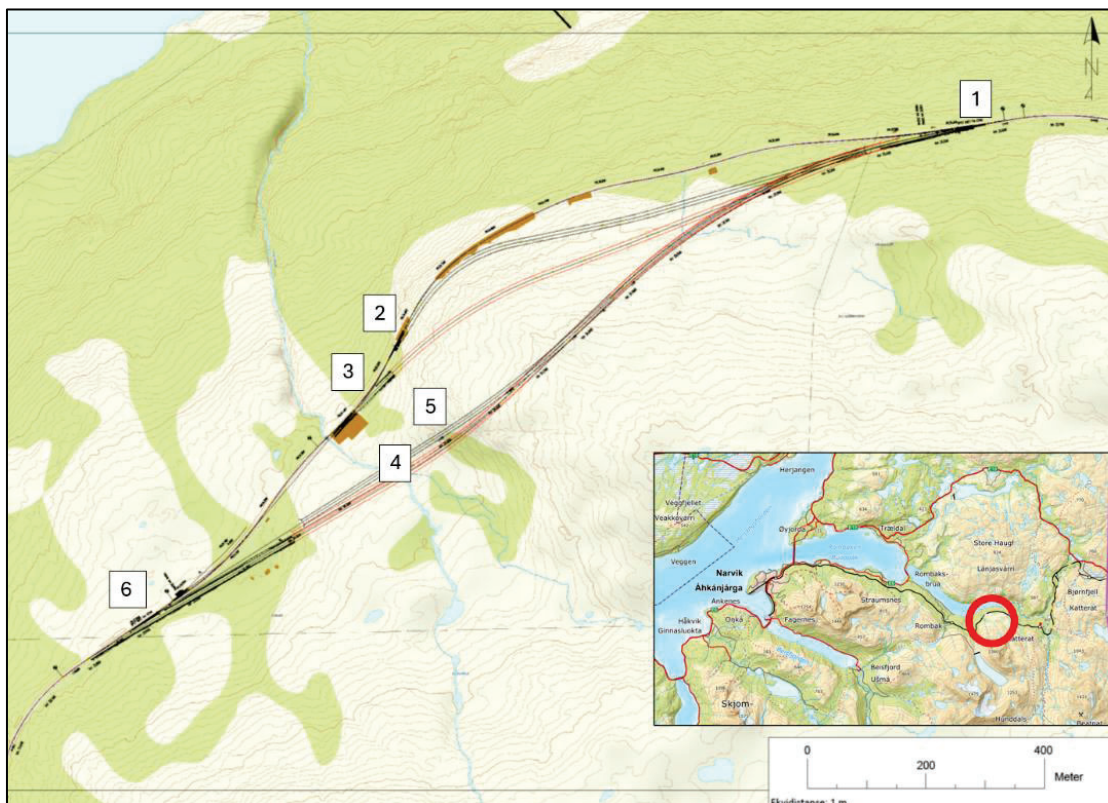
For vurderingene i denne planfasen er det benyttet geologiske kart, terrengkart, flyfoto og informasjon innhentet fra feltkartlegging og geotekniske undersøkelser.

3.1 Grunnundersøkelser

3.1.1 Ingeniørgeologisk feltkartlegging

I oktober 2025 ble det gjennomført en ingeniørgeologisk befaring på Horisontalen i forbindelse med planlagt kryssingsspor. På befaringen deltok Yngvild Skjeldnes (RIGberg) og Torjus Lømo Ellingsen (RIGberg) fra NIRAS Norge AS. Sander Fladseth (RIG) deltok fra Bane NOR.

Relevante områder for de forskjellige alternativene for kryssingssporet på Horisontalen ble befart, se Figur 3.1. Befaring ble utført langs spor og delvis i terreng. Drone ble brukt for å ta oversiktsbilder. Det var oppholdsvær og dagslys under befaringen.



Figur 3.1 Befaringslokasjoner på Horisontalen

3.1.2 Geotekniske undersøkelser

Det er utført geotekniske undersøkelser sommeren 2025 på Horisontalen som hadde som hensikt å vurdere fyllingene traséen delvis går på. Se geoteknisk datarapport UOB-06-A-00067 og geoteknisk vurderingsrapport UOB-06-A-00066 for nærmere informasjon.

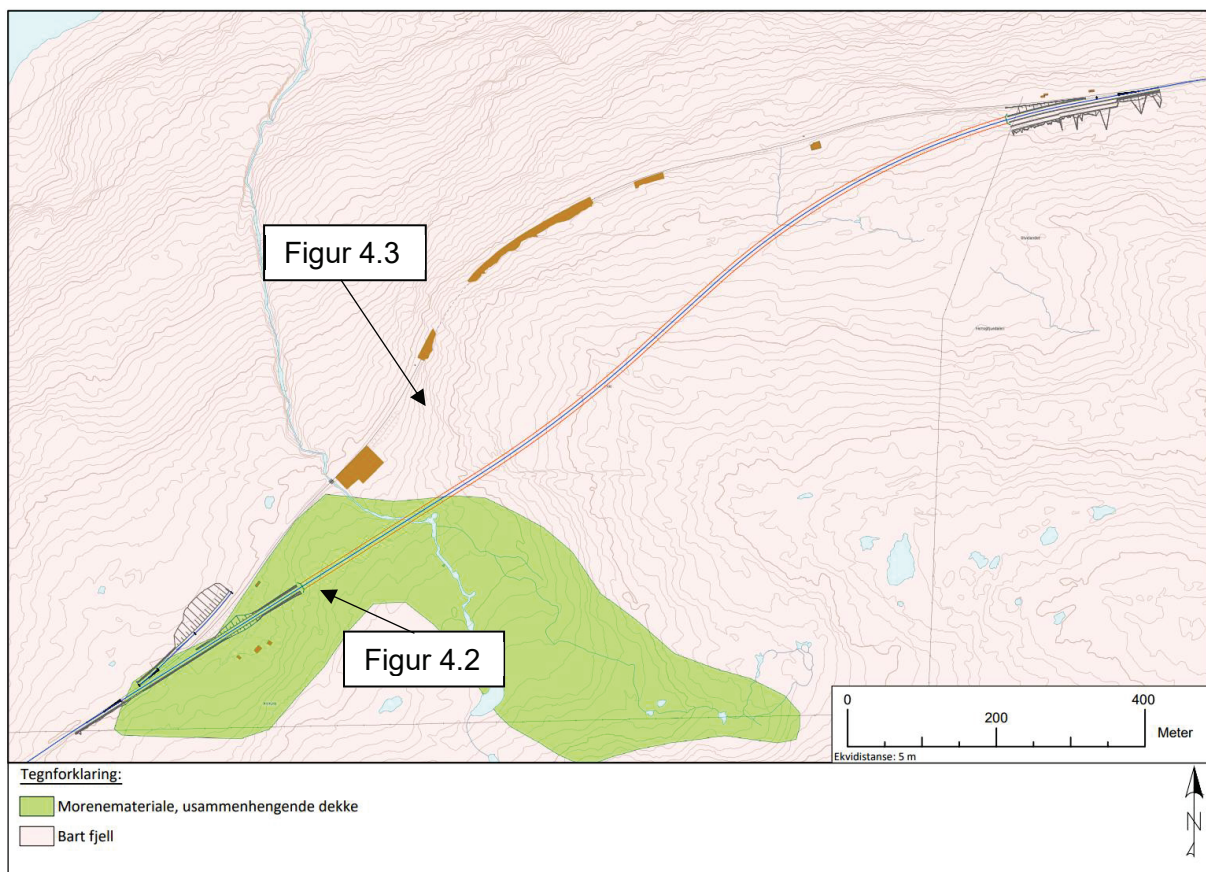
4 FAKTADEL

4.1 Topografi og løsmasser

Ofofbanen mellom Rombak og Katterat er preget av et høyfjellsterreng. Terrengtet har et tynt vegetasjonsdekke og mye berg i dagen som er skurt og tydelig preget av glasiale prosesser. Traseen går langs med dalsiden som går ned til Rombaksbotn og prosjektområdet ligger på 300-320 moh. Bekker i området følger lineamenter og strukturer i berggrunnen.

Løsmassekartet (vist i Figur 4.1) viser bart fjell og morene i tiltaksområdet, og samsvarer i hovedsak med feltobservasjonene, men fremstår noe grovt. Det som ikke kommer fram av kartet er at noen området er preget av blokkmark, området hvor berggrunnen har sprukket opp på stedet av frostsprengning. Løst berg / blokkmark observeres i området ovenfor tunnelportalen i sør-vest (Figur 4.2) og mellom snøoverbygget og takoverbygget/tunnel ved km 24,500 (Figur 4.3).

Utført grunnundersøkelser indikerer at det er svært grunt til berg. De fleste borehullene er plassert i spor for å undersøke tykkelsen av underbygningen. Ved planlagt sporveksel i vest, er det ca. 1 meter til berg. Ved KM 24.100 går eksisterende spor på en 5-7 meter høy fylling, hvor totalsonderingene der påviste en dybde på 5.8 og 7.2 meter til berg. Totalsonderingene viser omtrent konstant spyling og slagboring. Det ble utført cobra boringer fra planlagt sporveksel i vest og bort til planlagt vestre tunnelpåhugg. Disse ble utført for å påvise dybde på berg, hvor det ble registrert en dybde på 0 – 1.1 m.



Figur 4.1 Kart over løsmasser på Horisontalen [17]. Området består for det meste av berg i dagen.



Figur 4.2 Løse blokker i området ved tunnelpåhugget i sør-vest. Hvit hjelm som målestokk



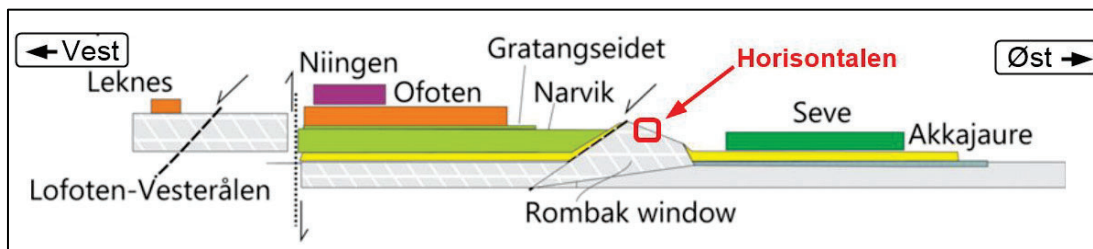
Figur 4.3 Terrenget er bratt, og bildet viser løse blokker i terrenget ovenfor dagens spor. mellom snøoverbygget og takoverbygget/tunnel ved km 24,500.

4.2 Regionalgeologi

Regionalgeologien i Narvik-området kan generelt deles inn i to deler; det prekambriske grunnfjellet og bergarter knyttet til den kaledonske fjellkjeden. På tiltaksområdet ved Horisontalen er grunnfjellet eksponert, mens kaledonske skyvedekker og folder ligger vest for området.

Berggrunnen på Horisontalen består av prekambrisk granitt og granodioritt som antas å være dannet for 1,7-1,9 milliarder år siden. Dette er en del av det opprinnelige grunnfjellet som tilhører det gamle kontinentet Baltika. Disse magmatiske bergartene har blitt dannet på stedet, har ligget under de kaledonske skyvedekkene og kan generelt forventes å være mindre deformert. Grunnfjellet har imidlertid opplevd store vertikale og horisontale spenninger fra de tektoniske prosessene og den overliggende fjellkjeden.

Store deler av Nord-Norge domineres av kaledonske dekkekomplekser bestående av sterkt deformerte og metamorfe bergarter. At grunnfjellet er eksponert i Narvik-området er derfor relativt uvanlig. Denne eksponeringen skyldes den geologiske strukturen Rombak Tectonic Window, et «vindu» ned til grunnfjellet som er dannet av normalforkastninger i forbindelse med kollapsen av den kaledonske fjellkjeden, tektonisk oppløft og erosjon. Rombak Tectonic Window gir dermed et direkte innsyn i prekambrisk grunnfjell under de ellers dominerende kaledonske dekkekompleksene.



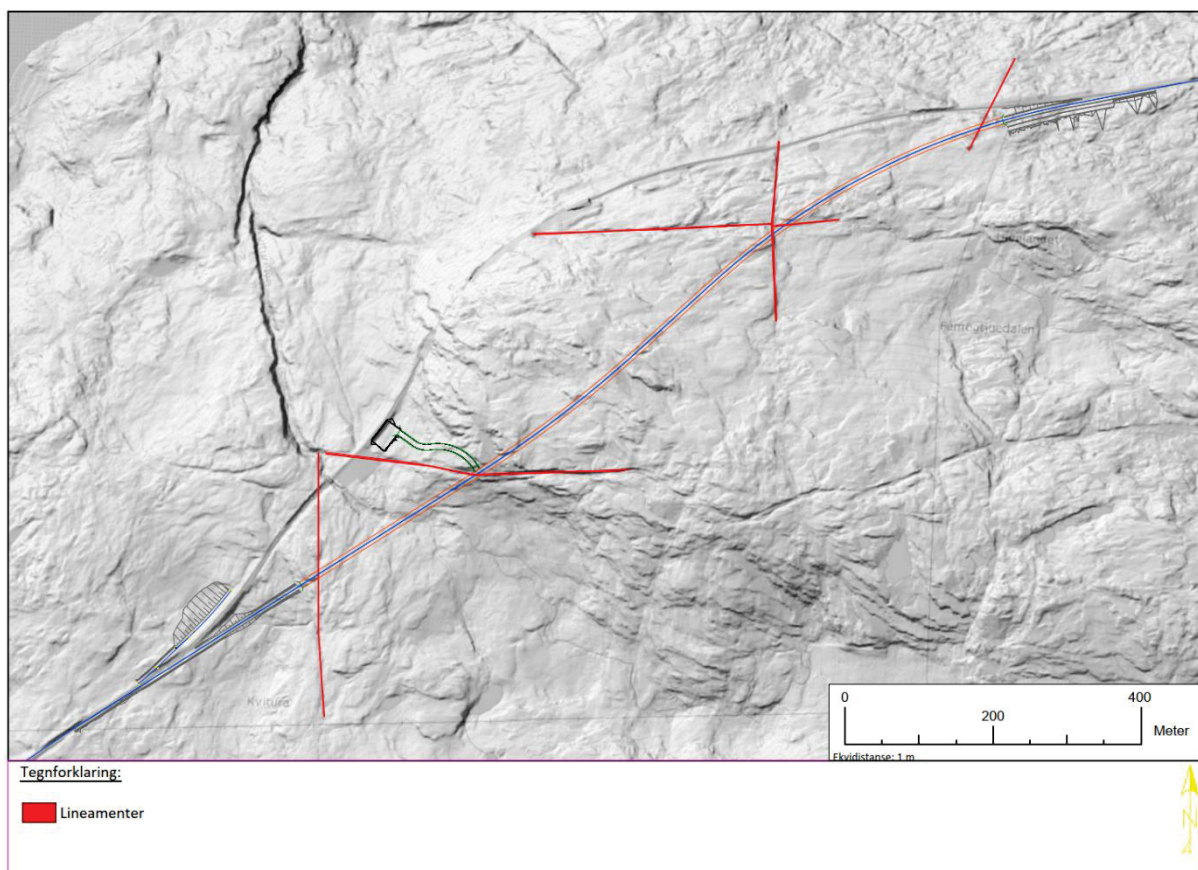
Figur 4.4 Tverrsnitt fra vest mot øst gjennom tiltaksområdet som illustrerer de viktigste tektoniske strukturene. Berggrunnen på tiltaksområdet tilhører grunnfjellet som er eksponert gjennom «Rombak vinduet». Figuren er modifisert etter F. Corfu et. al [18].



Figur 4.5 Berggrunnen på Horisontalen består av granitt [19].

4.2.1 Lineamentskartlegging

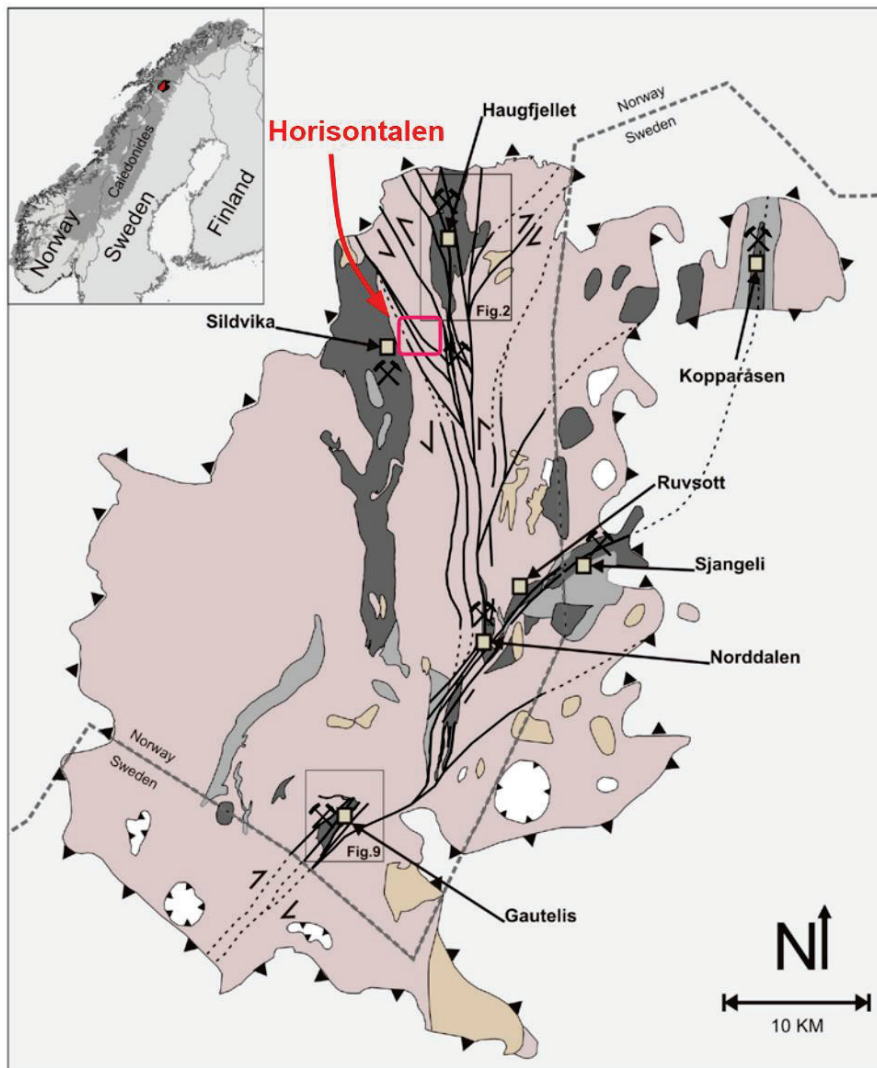
Det er utført lineamentskartlegging basert på skyggerelieffkart. Kartleggingen viser flere gjennomgående lineamenter med hovedretninger nord-sør og vest-øst. Lineamentene fremstår som rette eller svakt kurvede terrengdrag og tolkes å representere strukturelle svakhetssoner i berggrunnen.



Figur 4.6 Tolkede lineamenter i terrenget [20]. Generelt kan lineamenter i området kategoriseres inn i to orienteringer: N-S og V-Ø.

4.2.2 Svakhetssoner

Rombak - Skjomen skjærsonen går gjennom grunnfjellskomplekset i området og har hovedretning nord - sør [6]. Senter av sonen ligger mellom Horisontalen og Katterat stasjon, se Figur 4.7. Det identifiseres lineamenter som har samme orientering som skjærsonen (N-S). I tillegg identifiseres lineamenter med en vest-øst-orientering, som vist i Figur 4.6. De øst-vestgående strukturene tolkes som antitetiske (sekundære) forkastninger som typisk oppstår i skjærsoner, ofte i forbindelse med blokkrotasjon.



Figur 4.7 Geologisk kart med strukturer over «Rombak Tectonic Window». Illustrasjon av Rombak-Skjomen skjærsonen og plassering av Horisontalen. Figur modifisert etter Angvik, T.L. et al. 2014 [21].

Planlagt tunneltrasé krysser flere av disse lineamentene, som tolkes å være forkastninger tilknyttet Rombak - Skjomen skjærsonen og dermed kan representere soner med svakhet og økt risiko.

Lineamentet med vest-øst-orientering og som delvis går parallelt med Kviturelva har blitt befart i felt, se Figur 4.8. Lineamentet er et søkk i terrenget som er 2-4 m bredt og tolkes å være en forkastning med et bratt fall (orientert 80/188, fall/ fallretning). Forkastningen vurderes å være relativt skapt avgrenset, med lite deformasjon utenfor forkastningssonen.

Sporfyllingen i området består av steinblokker, hvor flere blokker er folierte, porøse og viser tegn til rekrystallisering. Blokkene tolkes som mylonitt (forkastningsbergart), og vurderes å stamme fra den nærliggende forkastningen som går under sporet/fyllingen. Dette utgjør en uavhengig observasjon som styrker tolkningen av lineamentet som en forkastning. Lineamentet som utgjør et søkk i terrenget indikerer at denne sonen består av en svakere bergart enn omkringliggende granitt.

Øvrige lineamentene vist i Figur 4.6 er ikke nærmere undersøkt, men vurderes også å være tilknyttet Rombak - Skjomen skjærsonen, basert på orienteringene N-S og V-Ø. Dette kan

tyde på at strukturene er dannet under samme deformasjonsregime som forkastningen vist i Figur 4.7, og de tolkes derfor som forkastninger. Det forventes bratt fall også for disse strukturene, som gjør at tunneltraseen vil kunne krysse samtlige forkastninger som er vist som lineamenter i Figur 4.6



Figur 4.8 Parallelt med Kviturelva går et lineament i vest-øst-retning som i terrenget et 2-4 meter bredt søkk som er målt til 80/188 (fall / fallretning). Dette vurderes å være en forkastning.

Tunnelen vil krysse under Kviturelva, hvor elva renner over blottlagt, skurt berg, se Figur 4.9. Bergoverflaten er godt eksponert og befart, og det er ikke observert strukturelle nedsenkninger eller soner som indikerer svakhetssoner. Bergmassen fremstår som massiv og relativt homogen, uten tydelig oppsprekking eller oppløst struktur.



Figur 4.9 Kviturelva på oversiden av sporet.

En forkastning er studert i tunnel ved Katterat stasjon og vurderes å være tilknyttet Rombak–Skjomen skjærsonen med nord–sør orientering. I tunnel kan sonen observeres uten vegetasjon, og den fremstår som en sone med tettere oppsprekking enn omkringliggende bergmasse. Sonen er 3 meter bred. Det observeres også mylonitt, som er en omdannet forkastningsbergart som indikerer betydelig deformasjon langs sonen, se Figur 4.10.

Svakhetssonene på Horisontalen vurderes å ha samme deformasjonshistorie. Det er derfor rimelig å anta at disse kan ha lignende bergtekniske egenskaper som forkastningen ved Katterat, med tettere oppsprekking og potensial for lokalt redusert stabilitet og økt vannføring. Disse observasjonene representerer en potensiell risiko som bør vurderes nærmere gjennom videre feltundersøkelser og ingeniørgeologisk oppfølging i neste planfase.



Figur 4.10 En forkastning er studert i tunnel ved Katterat stasjon og vurderes å være tilknyttet Rombak–Skjomen skjærsonen med nord–sør-orientering. Sonen er preget av tettere oppsprekking enn omkringliggende bergmasse. Bergarten er omdannet til mylonitt (forkastningsbergart).

4.3 Oppsprekking og stabilitet

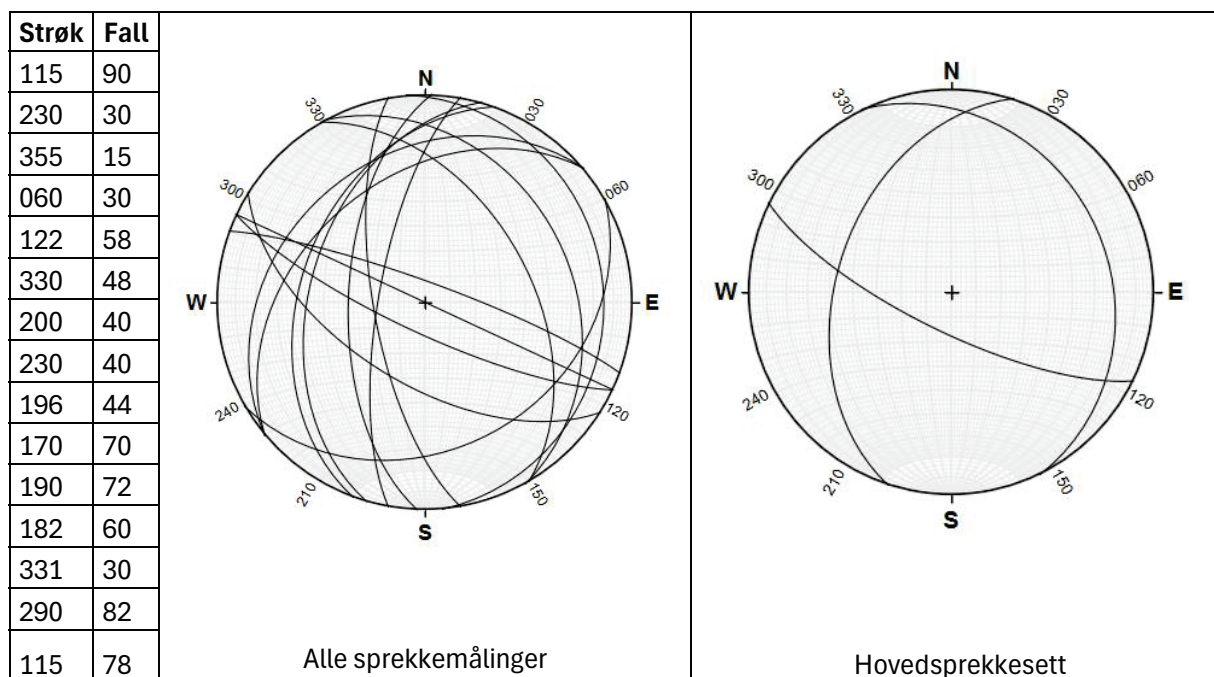
Bergmassen på Horisontalen består av homogen granitt. Generelt vurderes bergmassen som god, men det observeres svakhetssoner som kan gi utfordringer knyttet til stabilitet.

Feltkartlegging indikerer tre dominerende sprekkeseett i bergmassen, med enkelte tilfeldige sprekker. De tre hovedsprekkeseettene har fall/fallretning på henholdsvis 43° mot VNV, 23° mot NØ og 74° mot SV. Det observeres at sprekkeseettene danner kiler, blokker og noen glatte flater. I tillegg observeres det eksfoliasjonssprekker parallelt med terrenget. Kartlagt sprekkorientering gjengis i Befaringsnotat ingeniørgeologi [14]. Sprekkeseett presenteres i Tabell 4-2 og Tabell 4-2.

Tabell 4-1 Hovedsprekkeseett

Sprekkeseett	Strøk	Fall	Sprekkeavstand	Utholdenhet	Ruhet	Sprekkefyll
S1	198	43	1,5 m	Ikke kartlagt	Glatt, bølgete	nei
S2	334	23	2 m	Ikke kartlagt	Glatt, bølgete	nei
S3	116	74	1 m	Ikke kartlagt	Glatt, bølgete	nei

Tabell 4-2 Målte sprekker på Horisontalen. Det vurderes at det er 3 hovedsprekkeseett.



Lokasjonsspesifikke observasjoner:

- Påhugg nord: Bergmassen er stort sett massiv, men oppsprekking danner kiler som kan falle ut.
- Midtparti: Bergmassen viser hovedsakelig tre sprekkeseett med enkelte tilfeldige sprekker. Blokkdannelse kan forekomme, men bergkvaliteten vurderes som stabil.
- Påhugg sør: Berg i dagen viser noe tettere oppsprekking, og eksfoliasjonssprekker forekommer relativt hyppig.

Observasjonene indikerer at bergmassekvaliteten tilsvarer «middels» til «godt» i henhold til Q-systemet. Videre vurderes det at sprekkeseettene har potensial til å danne kiler og gi lokal ustabilitet. Det er ikke identifisert forhold som entydig styrer overordnet skjæringsgeometri i tidlig fase. Likevel kan sprekkeseettene orientering, spesielt der disse faller ut av skjæringen, gi lokale føringer i form av risiko for plan- og kilebrudd. Endelig utforming bør vurderes gjennom kinematiske analyser i senere planfaser.



Figur 4.11 Eksempelbilde langs trase i nærheten av påhugg sør. Bergmassen består av granitt og vurderes generelt som god.

4.4 Bergoverdekning og terrengforhold

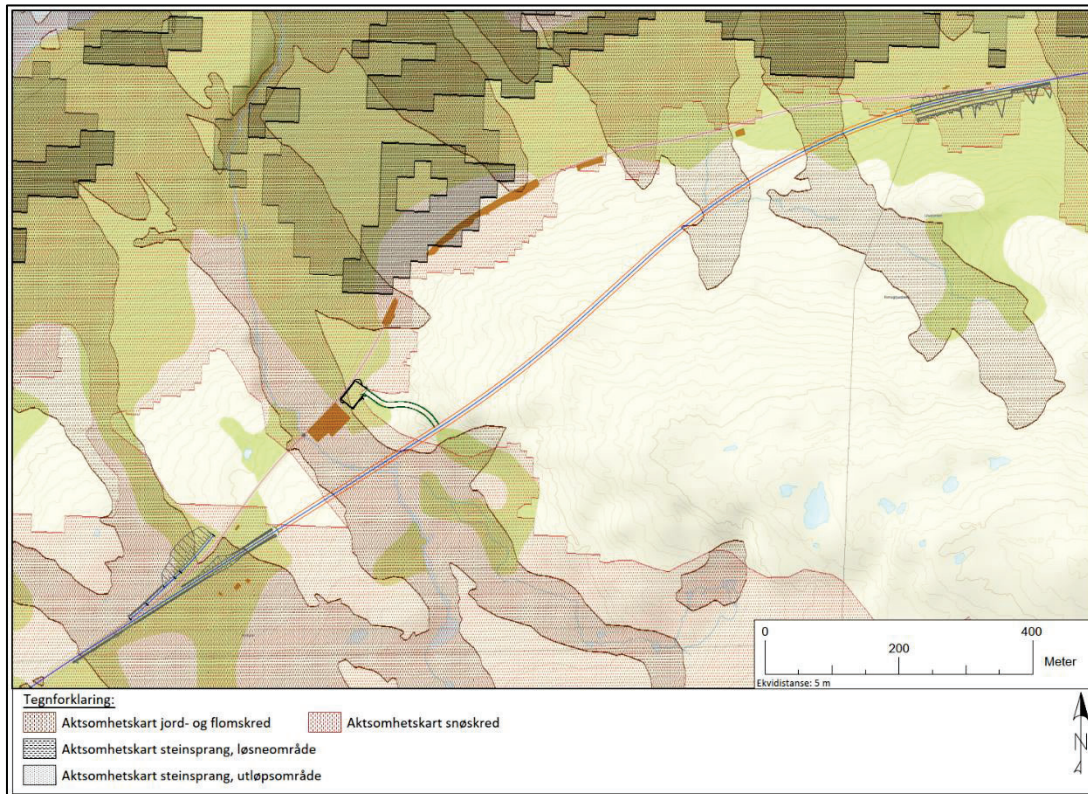
Foreløpig plassering av påhugg gir en overdekning på 5,8 meter for påhugg i nord-øst og 5 meter for påhugg i sør-vest.

Utenom bergoverdekning ved påhugg vurderes bergoverdekningen til å være tilfredsstillende ettersom at terrenget stiger brått og gir en solid overdekning. Under Kviturelva er bergoverdekningen 13 meter.

4.5 Skredfare

Det er registrert flere skredhendelser langs eksisterende trasé (km 24 - 25,8): snøskred, sørpeskred, steinsprang og jord- og flomskred. Selv om det er usikkerhet knyttet til nøyaktig plassering av hendelsene, indikerer registreringene at området er skredaktivt og utsatt for flere ulike skredprosesser. Hendelsene ser ut til å være knyttet til partier med bratt terreng, lite vegetasjon og/eller tilknytning til vannveier (Kviturelva og Femogtjuedalen). Vannveiene ser ut til å fungere som løсне- og ledeområder for våte skredtyper. Dette tilsier at skredfaren i området i stor grad er styrt av lokale terrengforhold, og at registrerte hendelser ikke nødvendigvis er jevnt fordelt. Langs eksisterende trasé er det etablert flere snøoverbygg, og det er kjent problematikk knyttet til Kviturelva, som ved flom kan transportere sørpe, is og snø.

Forskjæringer og påhugg ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, jord- og flomskred. Hele tiltaksområdet på Horisontalen ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred som vist i Figur 4.12. De planlagte forskjæringene og påhuggene vurderes å ligge utenfor de mest utsatte skredløpene tilknyttet Kviturelva og Femogtjuedalen. Det er planlagt viltovergang over sporveksel i sør og snøoverbygg over sporveksel i nord. Disse tiltakene vil ha en forebyggende effekt mot skredpåvirkning på spor. Behov for ytterligere sikring mot skred må vurderes nærmere i neste planfase. Det gjelder spesielt: buttspor med turistplattform, rømningsveier og samlingsplasser utenfor tunnelen, forskjæringer og portalområder.



Figur 4.12 Forskjæringer og påhugg ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, jord- og flomskred. Eksisterende spor ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred [22] [23] [24].

5 TOLKNINGSDEL

5.1 Vurdering av påhuggs-, portal- og forskjæringsområder

Terrenget i området er bratt, særlig ved det nordlige påhugget. Valg av bergoverdekning over påhugget vil direkte påvirke høyden på nødvendige forskjæringer. Dette innebærer en avveining mellom bergtekniske, økonomiske og anleggstekniske forhold.

Redusert bergoverdekning kan gi lavere skjæringshøyde og mindre berguttak, men vil samtidig kunne medføre økt behov for sikring i påhugg og i første del av tunnelen før overdekning gir god innspenning. Økt bergoverdekning kan gi mer robuste bergforhold ved påhugget, men medfører høyere forskjæringer, større inngrep i terrenget og potensielt mer krevende anleggsgjennomføring. Optimal plassering og utforming av påhugget bør derfor vurderes videre i neste planfase, der stabilitet, sikringsbehov, masseuttak, kostnad og gjennomførbarhet sees i sammenheng.

I denne planfasen er bergoverdekningen i nord satt til 5,8 m. Dette vil kreve en forskjæring på opp mot 25 m, dette inkluderer fanggrøft på 6,5 m langs spor. I innledende modell for bergskjæring er nedre pall 9 m høy og hylle 5 m bred. Utformingen av bergskjæring vist i Figur 5.2 er innledende og vil kunne endres i senere planfaser. Høye bergskjæringer kombinert med identifiserte sprekkesett kan gi behov for omfattende sikringstiltak.

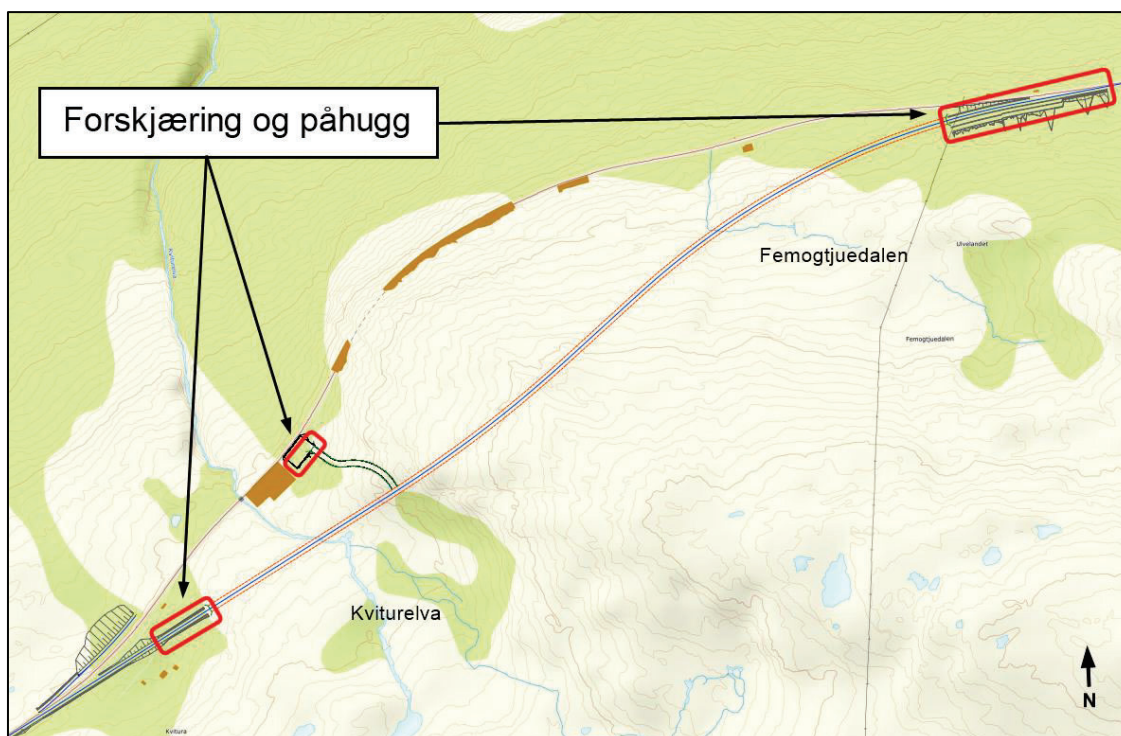
Bergknausen mellom eksisterende spor og tunnelportal i nord kan være smal, noe som kan gi krevende forhold med hensyn til stabilitet, anleggsgjennomføring og tilkomst. Med plassering av tunnelportal i denne planfasen er det 11 meter mellom eksisterende spor og tunnelportal. Disse forholdene vurderes som sentrale for tunnelens gjennomførbarhet, se Figur 5.2. Bergknausen er vurdert å bli sprengt ned til noen meters høyde i anleggsperioden for å danne en naturlig barriere mellom tunnelportal og eksisterende spor (som vil være i drift). Detaljene rundt dette vil bli jobbet videre med i neste planfase. Snødrift og andre forhold må vurderes angående utformingen av bergknausen i driftfase.

Påhugget i sør vurderes som mer fleksibelt med hensyn til plassering i terrenget. Portalens beliggenhet kan justeres noe inn eller ut av terrenget for å optimalisere forholdet mellom bergoverdekning, skjæringshøyde og sikringsbehov. Ved eventuell tilbakefylling med løsmasser over tunnelportalen kan eksponert berg reduseres, noe som kan begrense behovet for permanent sikring av bergskjæringer som senere tildekkes, se Figur 5.3.

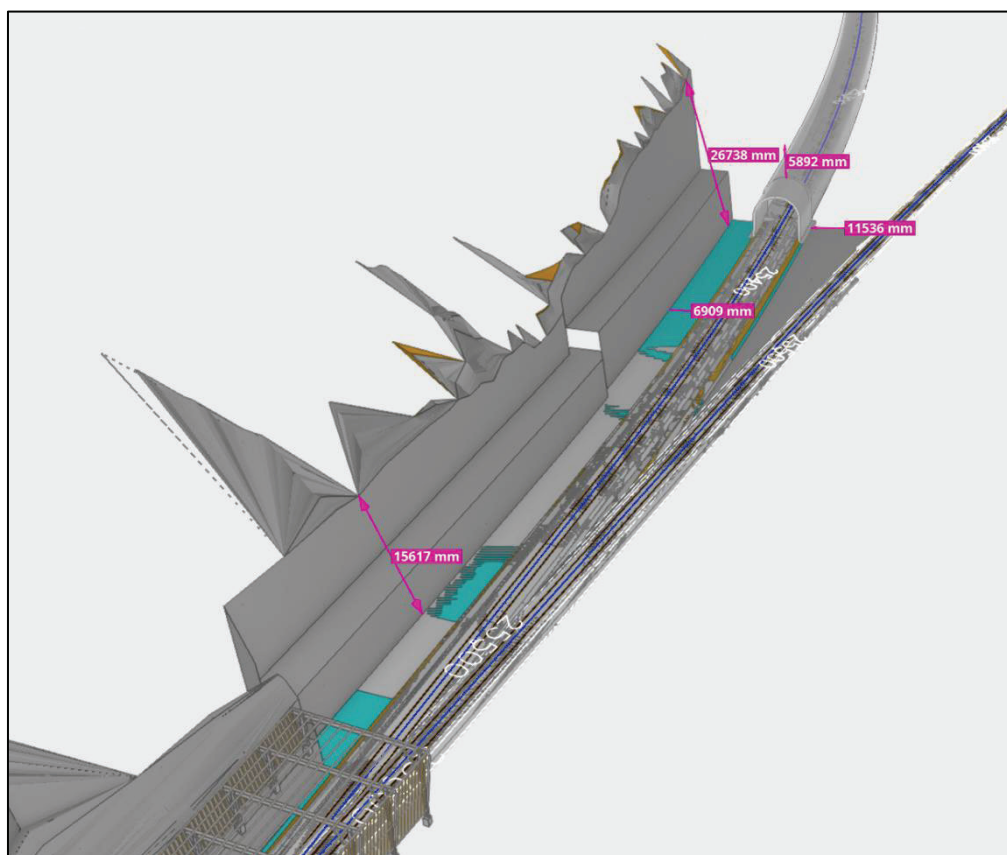
Røemmingstunnel vil komme ut ved km 24.450, se Figur 5.4. Tunnelen vil ha en mindre diameter og forskjæring kan ventes å være opp mot 10 meter. Bergskjæring på utsiden av røemmingstunnel vil være opp mot 5 meter. Det vurderes at registrert blokkmark ligger nordvest for tunnelportalen, og vil derfor ikke berøres.

Mellom viltovergang og tunnelportal i sør (km 24.000) vil ny trasé gå inn i terrenget som gjør at det vil være behov for uttak av berg og en bergskjæring. Denne bergskjæringen vil kunne være opp mot 6 meter høy, se Figur 5.5.

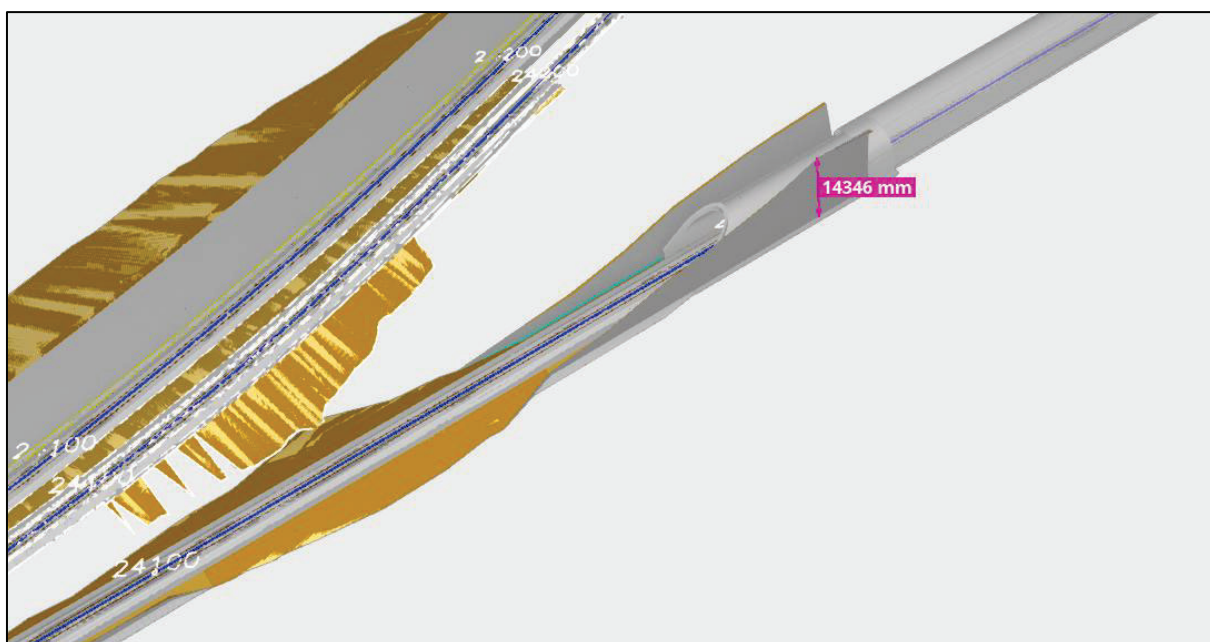
Samlet representerer disse forholdene usikkerheter og avklaringer som må jobbes med videre inn i neste planfase. Det må blant annet utføres kinematiske analyser, vurdere sikringsomfang, vurdere grøftebredder og hyller i neste planfase.



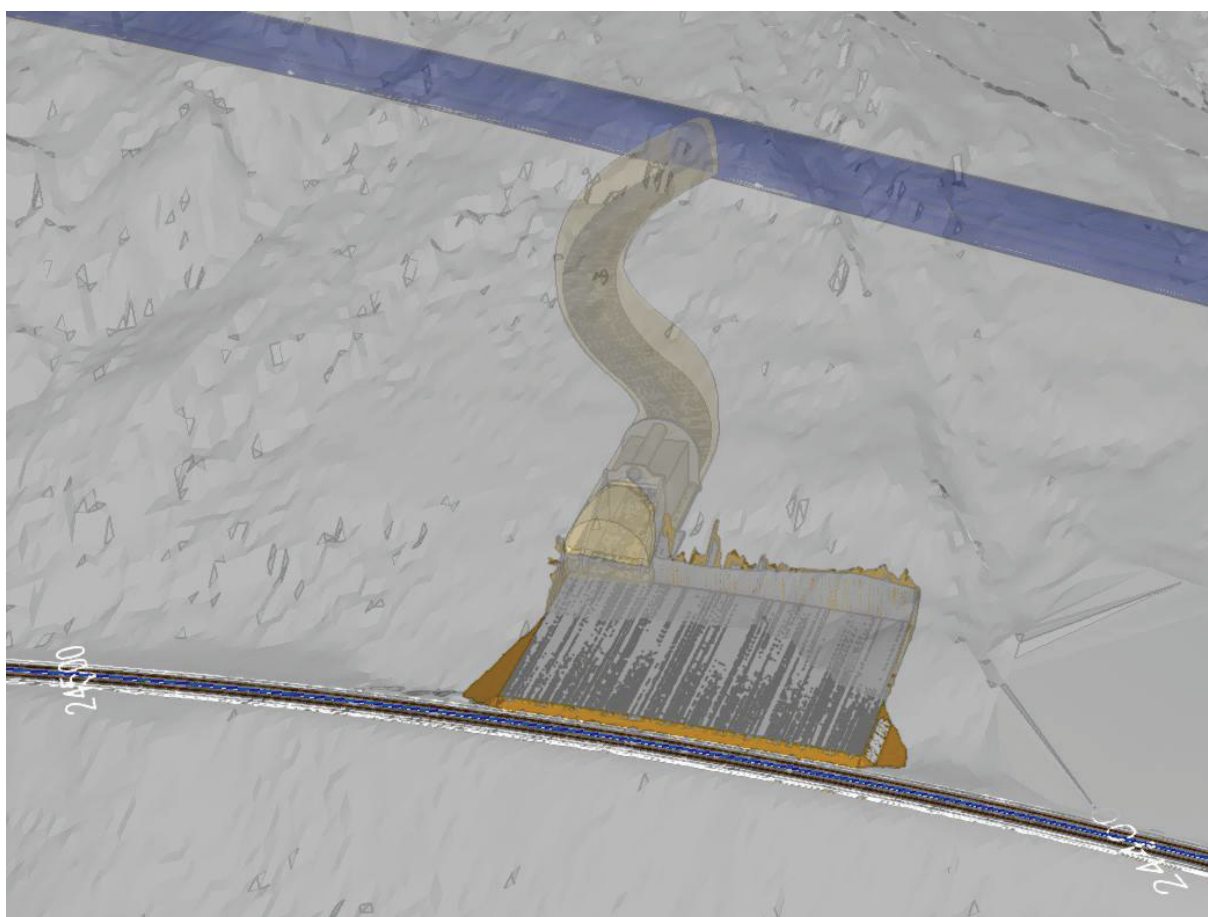
Figur 5.1 Områder for forskjæring og påhugg.



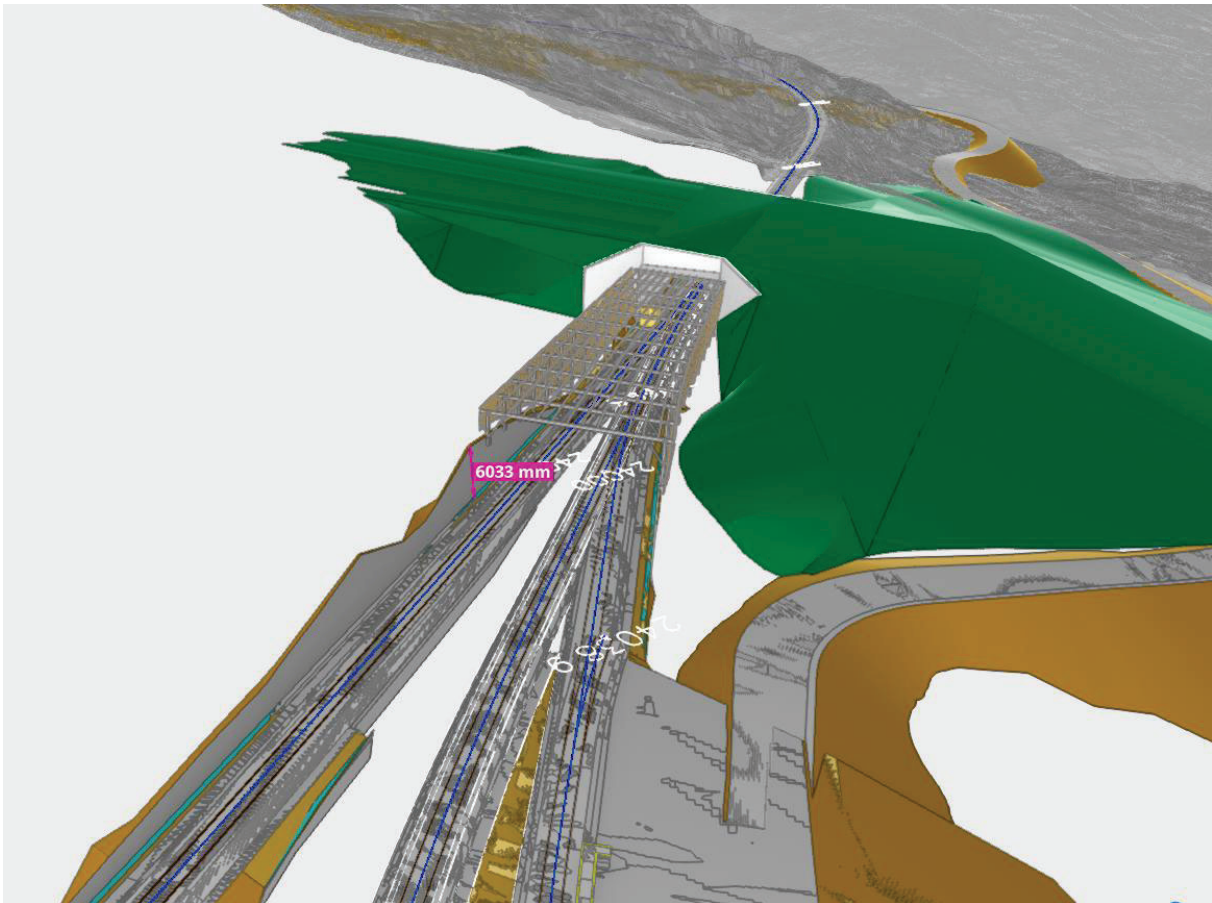
Figur 5.2 Forskjæring og tunnelportal i nordøst. Skjæring opp mot 25 m på det høyeste, og 15 m over et lengre strekk. Fanggrøft er 6,5 m, bergoverdekning er 5,8 m og avstand mellom tunnelportal og eksisterende spor er 11 m.



Figur 5.3 Forskjæring og tunnelportal i sørvest. Forskjæring er på det høyeste 14,3 m.



Figur 5.4 Rømningstunnel med forskjæring er plassert ved km 24.450



Figur 5.5 Bergskjæring er opp mot 6 m høy i området ved snøoverbygg og viltovergang.

5.2 Sikring av bergskjæring

Alle bergskjæringene skal følges opp fortløpende i byggefasen gjennom ingeniørgeologisk kartlegging av strukturer og sprekkesystemer, med vurdering av både lokal- og totalstabilitet. Kartleggingen skal danne grunnlag for fastsettelse av faktisk behov og omfang av stabilitetssikring, som besluttes i byggefasen av fagansvarlig ingeniørgeolog. Sikring av bergskjæringene skal utføres i henhold til TRV, bok 520, kapittel 8.5.2 Stabilitetssikring [9]. Q-systemet kan brukes som et supplement til valg av sikringsprinsipp [26].

Aktuelle sikringstiltak i bergskjæringene vil være:

- Forbolter: Ø32mm, 5-10 meter
- Maskinell- og manuell rensk
- Sikringsbolter: fullt innstøpte bolter, kombinasjonsbolter eller endeforankrede bolter med lim, spredt til systematisk, Ø20mm-Ø32mm, 3-6 meter
- Stangstag: fullt innstøpte stag, spredt til systematisk, Ø20mm-Ø36mm, 5-10 meter
- Sprøytebetong
- Steinsprangnett og is-sikringsnett

5.3 Driveforhold

Basert på tilgjengelig kartgrunnlag, regionale geologiske forhold og gjennomførte befaringer vurderes tunneltraseen å være egnet for konvensjonell tunneldriving i berg. Bergarten langs

traséen (granitt) forventes i hovedsak å gi stabile driveforhold, men det må påregnes lokale variasjoner i bergkvalitet.

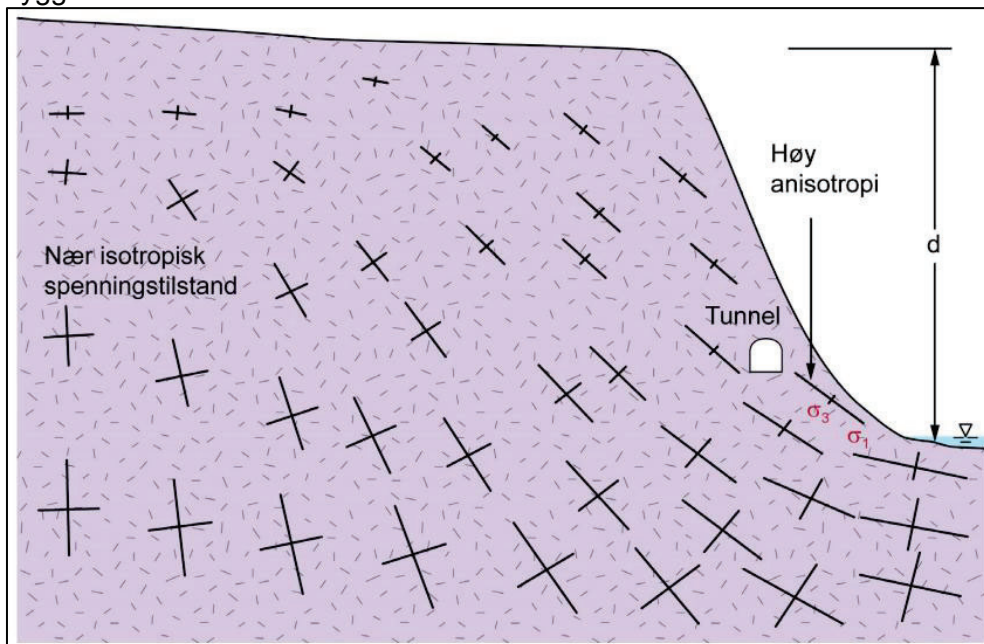
Langs traséen er det identifisert svakhetssoner, som kan medføre mer krevende driveforhold. I slike soner kan det bli behov for tilpasninger i drivemetode og sikringsnivå, avhengig av faktiske forhold avdekket i senere faser. Driveforholdene vurderes samlet sett som gjennomførbare med konvensjonell tunneldriving.

5.4 Bergspenninger

Bergspenninger for planlagt tunnel er ikke målt, og vurderingene er derfor basert på regional geologisk erfaring og overordnede betraktninger. Berggrunnen består av granittisk prekambrisk grunnfjell, som generelt gir stabile bergforhold. Bergoverdekningen vurderes generelt å være tilstrekkelig langs traséen, og bergmassen vurderes å ha en tilfredsstillende innspenning.

Tunnelen er planlagt langs en dalside. En slik topografisk situasjon kan gi en anisotropisk spenningsfordeling i bergmassen, med ulik belastning rundt tunnelprofilen sammenlignet med situasjoner der tunnelen ligger mer sentralt i fjellet. Dette vurderes særlig å være aktuelt i området rundt nordlig portal, se prinsippskisse i Figur 5.6.

Eventuelle spenningsrelaterte utfordringer knyttet til denne topografiske situasjonen må avklares nærmere gjennom videre undersøkelser og observasjoner i senere plan- og byggefaser.



Figur 5.6 Visualisering av en høy dalside med høye anisotropiske spenninger. Figur modifisert etter NGIs Håndbok "Bruk av Q-systemet, bergmasseklassifisering og bergforsterkning" [26].

5.5 Stabilitet og bergsikring i tunnel

Basert på tilgjengelig datagrunnlag og gjennomførte vurderinger forventes bergmassen langs tunneltraséen i hovedsak å gi stabile forhold. Berggrunnens sammensetning og observerte strukturer tilsier at det generelt vil være behov for et normalt nivå av bergsikring i tunnelen. Kartlegging av bergmassekvalitet i dagen tilsier en Q-verdi mellom 5 og 8. I henhold til Q-

systemet vurderes det at tunnelen vil havne i sikringskategori 3 som innebærer systematisk bolting og 5-6 cm fiberarmert sprøytebetong.

For tverrslag bør sikringsomfang vurderes særskilt. Avhengig av funksjon og bruk kan det i enkelte tilfeller aksepteres et redusert sikringsnivå sammenlignet med hovedtunnelen. I området ved påhugg for tverrslag er det observert blokkmark, som indikerer at overflatesprekker og dagberg kan strekke seg et stykke inn i bergmassen, og gi redusert bergkvalitet og økt sikringsbehov i dette partiet.

Det må regnes med lokale variasjoner i bergkvalitet, særlig i tilknytning til identifiserte svakhetssoner og områder med økt oppsprekking. I slike partier kan det bli behov for forsterket sikring sammenlignet med øvrige deler av tunnelen.

Endelig vurdering av stabilitet og fastsettelse av sikringsnivå må baseres på videre undersøkelser og mer detaljert prosjektering i senere planfaser. Observasjoner under driving vil være avgjørende for å bekrefte antatte forhold og tilpasse sikringen til faktiske bergforhold.

5.6 Driving gjennom svakhetssoner

Togtraséen krysser kartlagte lineamenter i terrenget, som tolkes å representere forkastningssoner. Disse sonene forventes å ha en bredde på opp mot 5 meter, men kan ha et større influensområde. Det vurderes at bergmassen innenfor disse sonene er tettere oppsprukket, noe som gir en betydelig lavere Q-verdi sammenlignet med omkringliggende bergmasse. I tillegg er soner som er tettere oppsprukket ofte gode føringsveier for vann i bergmassen.

Driving og sikring gjennom kjente svakhetssoner må prosjekteres særskilt, og behovet for sikring må vurderes fortløpende under anleggsfasen. Forhold knyttet til svakhetssoner representerer en viktig usikkerhet i prosjektet og må avklares nærmere gjennom videre undersøkelser og mer detaljert prosjektering i senere planfaser.

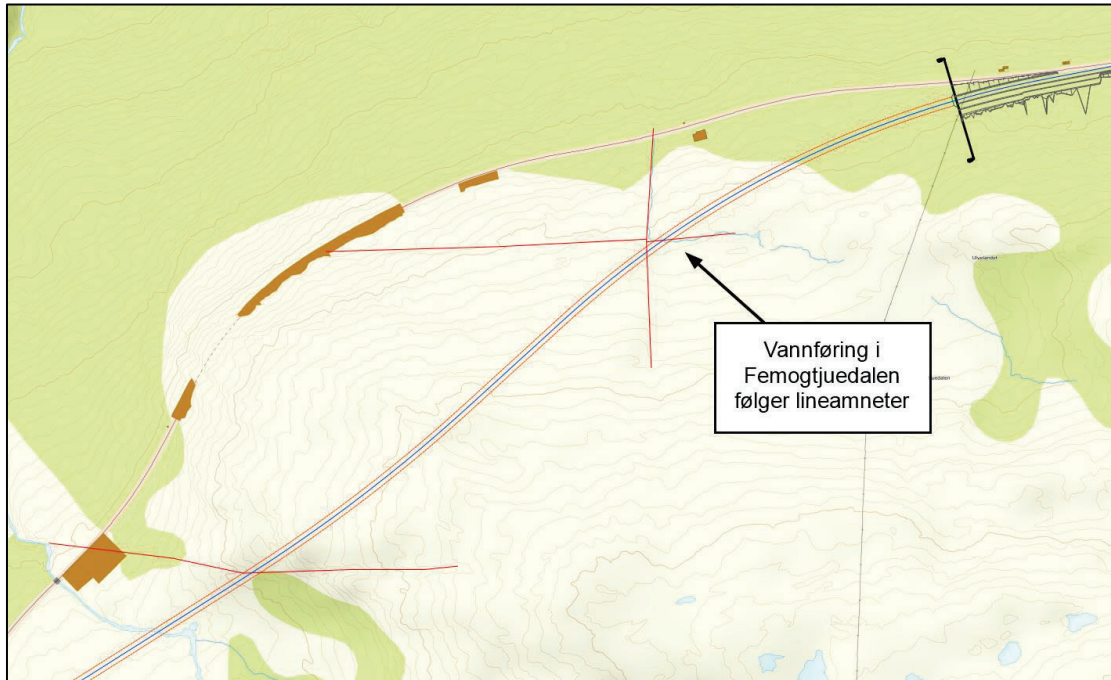
5.7 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Det var egnede forhold for hydrogeologisk kartlegging med oppholdsvær, plussgrader og barmark under befaring. Det ble ikke registrert vannføring i bergsprekker ved befaring. Observasjonene er imidlertid gjort i blotninger og dagberg, og gir derfor ikke nødvendigvis et fullstendig bilde av vannførende egenskaper i dypere deler av bergmassen. Vanninnhold øker typisk med dybde og overdekning, særlig der svakhetssoner og forkastninger opptrer.

De kartlagte svakhetssonene, inkludert lineamenter tolket som forkastninger, vurderes å være preget av tettere oppsprekking enn omkringliggende bergmasse. Slike soner kan representere hydrauliske ledere og dermed gi økt vanninntrenging i tunnel, spesielt dersom de står i forbindelse med overflatevann. Figur 5.7 viser overflatevann i Femogtjuedalen som følger lineamenter og mulig svakhetssoner. Dette kan være et område som kan gi økt vanninnslag i tunnel.

Tunneltraséen krysser under Kviturelva. Elveløpet er ikke direkte knyttet til en identifisert svakhetssone, men representerer likevel en potensiell infiltrasjonskilde. Der tunnelen passerer under elva, kan det oppstå økt hydraulisk gradient mot tunnelnivået, særlig dersom bergmassen har gjennomgående sprekkesystemer eller lokale soner med forhøyet permeabilitet. Bergoverdekningen er 13 meter under elva.

Det forventes generelt begrenset vanninntrenging i homogen og lite oppsprukket granitt, men lokalt økt vannpågang kan ikke utelukkes i tilknytning til svakhetssoner og ved kryssing under Kviturelva. Omfanget av eventuell vanninntrenging må avklares nærmere gjennom videre hydrogeologiske vurderinger og eventuelle supplerende undersøkelser i neste planfase.



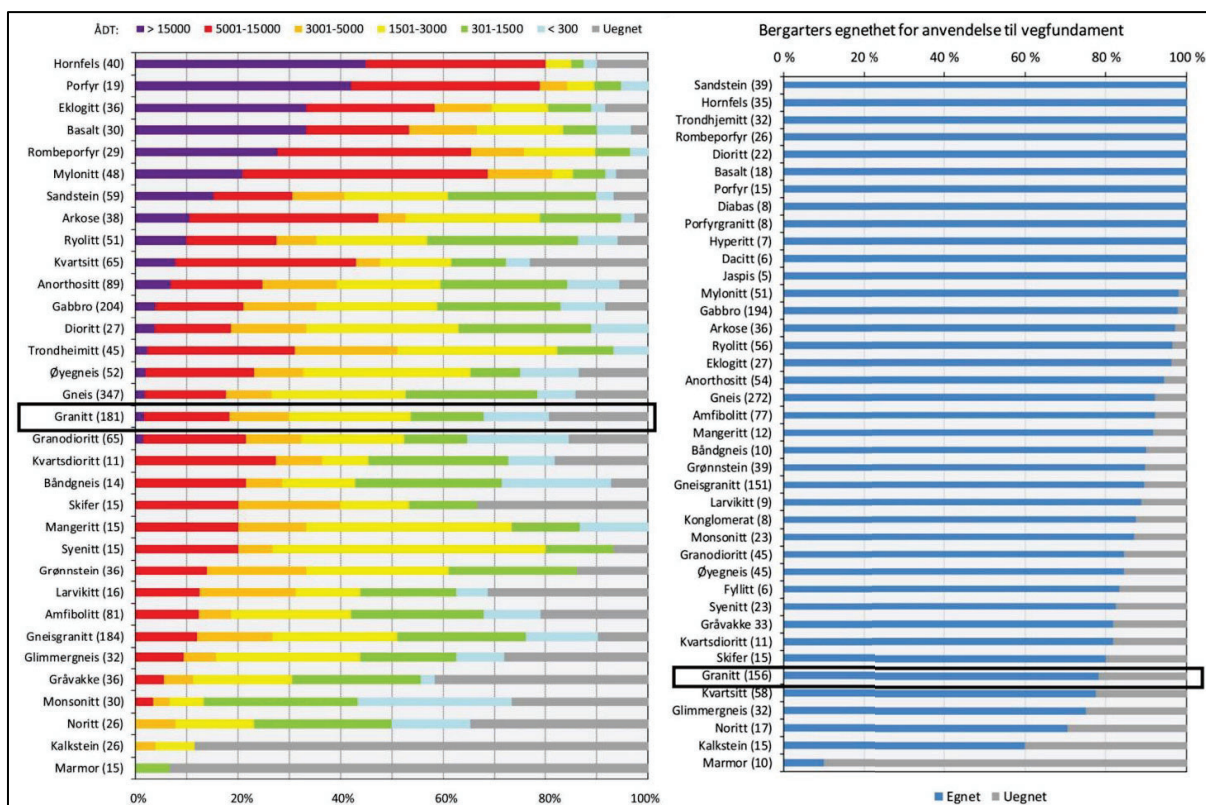
Figur 5.7 Overflatevann følger lineamenter og mulige svakhetssoner.

5.8 Masser

Prosjektet vil skape overskuddsmasser i form av sprengt granitt. I tråd med gjeldende praksis for bærekraftige infrastrukturprosjekter bør det vurderes hvordan steinmaterialet kan utnyttes lokalt [27]. I dette prosjektet vil en del av overskuddsmassene bli brukt til å anlegge en ny anleggsvei fra Horisontalen, langs med spor, og ut til eksisterende anleggsvei ved km 22.400. Videre vil noen av massene bli brukt på å etablere en viltovergang lokalt på Horisontalen. Resterende masser vil bli kjørt ut.

Granitt forvitrer langsomt og inneholder ikke sulfidmineraler som forbindes med syredannende bergarter. Granitt kategorisert generelt ikke som en bergart som gir sur avrenning. Mineralsammensetningen av berggrunnen på Horisontalen er ikke undersøkt i denne planfasen, og må vurderes i senere fase.

Granitt er generelt en sterk og slitesterk bergart med gode mekaniske egenskaper, og er normalt godt egnet til bruk i både overbygning og underbygning, forutsatt at materialet i endelig berguttak tilfredsstiller kvalitetskravene. I Figur 5.8 vises en oversikt over bergarters egnethet til bærelag og toppdekke i veg. Det vurderes at granitt har omtrent 80% egnethet til veifundamentering.



Figur 5.8 Oversikt over bergarters egnethet til veifundamentering til høyre. Til venstre er det gjort samme vurdering opp mot gjennomsnittlig årsdøgnetrafikk (ADT). Granitt har i underkant av 80% egnethet til veifundamentering. Figurene er hentet fra geologisk veileder for bruk av kortreist stein [27]

5.9 Gjennomførbarhet

Basert på tilgjengelig grunnlagsmateriale og utførte befaringer vurderes det som teknisk gjennomførbart å etablere ny tunnel med tilhørende påhugg, rømningstunnel og bergskjæringer for det aktuelle alternativet på Horisontalen. Bergmassen fremstår generelt som kompetent, men med lokale strukturelle svakheter som kan påvirke stabilitet og sikringsomfang.

Følgende forhold vurderes å kunne representere tekniske utfordringer (listen er ikke uttømmende):

- Etablering av påhugg i nord kan gi høye og krevende forskjæringer.
- Antatt anisotrope bergspenninger, spesielt i nord, kan påvirke stabilitet og deformasjoner i tunnel og påhugg.
- Svakhetssoner med tettere oppsprekking som kan gi lokalt redusert bergkvalitet, økt vanninntrenging og økt sikringsomfang.
- Anleggsgjennomføring i bratt terreng, med begrenset riggplass og utfordrende logistikk.
- Det vil være behov for togavvikling (drift) på eksisterende spor i anleggsfasen. Dette vil legge føringer for sprengningsarbeider og andre bergarbeider i prosjektet.
- Skredfare

De identifiserte forholdene vurderes som håndterbare, men representerer usikkerheter som bør reduseres gjennom videre vurderinger og optimalisering i neste planfase.

6 ANBEFALINGER FOR VIDERE UNDERSØKELSER

Basert på gjennomført kartlegging og innledende vurderinger anbefales det å gjennomføre supplerende ingeniørgeologiske og hydrogeologiske undersøkelser i neste planfase. Hensikten er å redusere usikkerhet knyttet til svakhetssoner, sprekkeforhold, vanninntrenging og stabilitet i påhuggs- og forskjæringsområder. Område til planlagt trasé må besiktiges i detalj, spesielt alle aktuelle lineamenter og påhuggsområder. I tillegg må skredfaren vurderes nærmere med vurdering av ulike skredtiltak.

6.1 Kjerneboringer i svakhetssoner

Det anbefales kjerneboringer langs tunneltraséen med særlig fokus på identifiserte lineamenter. Boringene bør krysse lineamenter mest mulig normalt for å dokumentere mektighet, overgang mellom intakt og deformert berg, samt vurdere RQD og sprekkeforhold.

Det anbefales minimum én boring gjennom hvert lineament, samt referanseboringer i homogen bergmasse. Borehullene logges ingeniørgeologisk med registrering av strukturorientering, deformasjonssoner og eventuelle vanninnslag.

6.2 Undersøkelser i påhuggs- og forskjæringsområder

De høye bergskjæringene (opptil ca. 25 m i nord) og mulig smal bergknaus mellom portal og eksisterende spor vurderes som kritiske områder. Det anbefales supplerende boringer bak planlagt skjæring, samt detaljert sprekkekartlegging, kinematisk analyse og stabilitetsanalyser. Dette vil gi grunnlag for vurdering av skjæringsutforming og sikringsbehov.

6.3 Hydrogeologiske undersøkelser

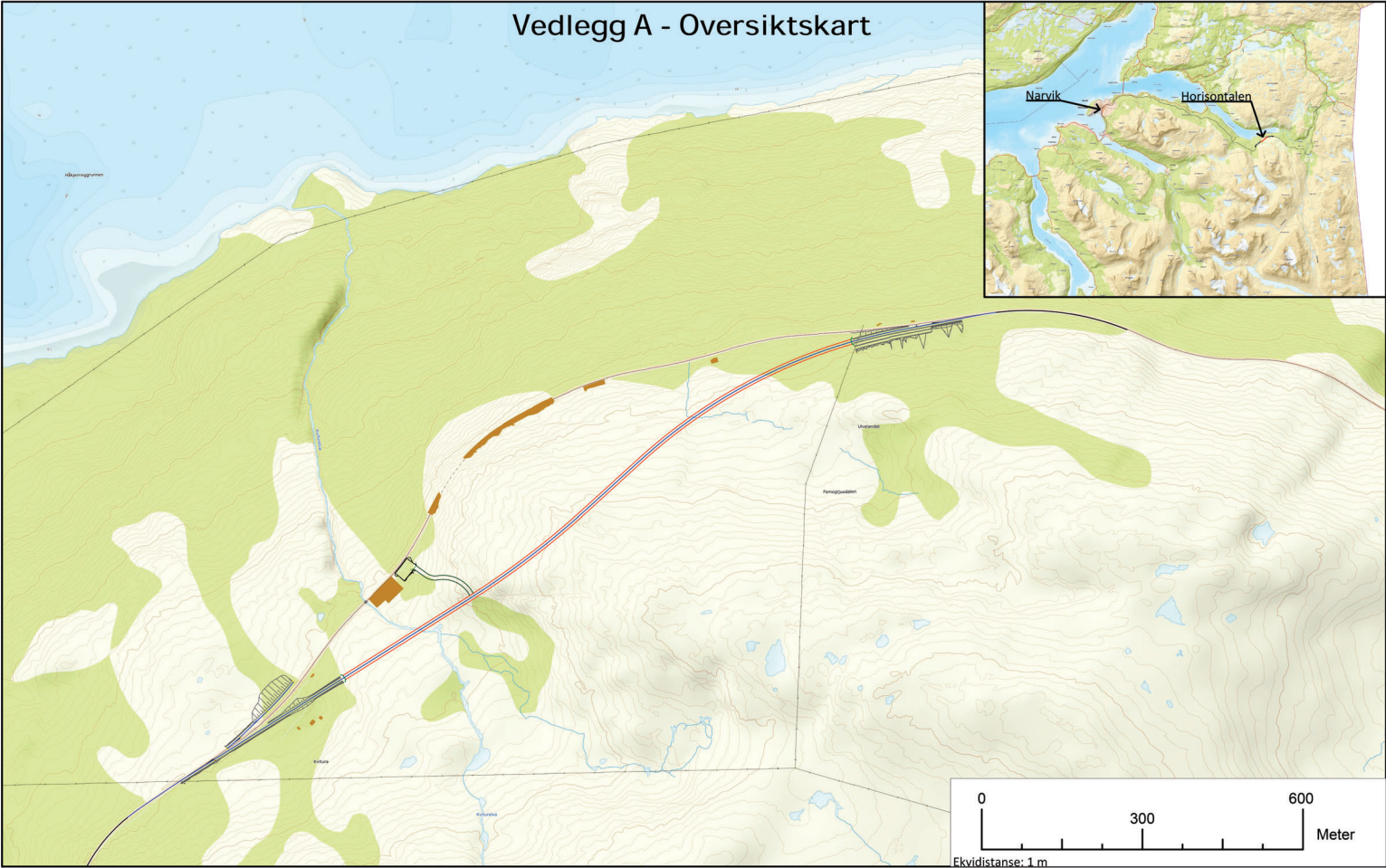
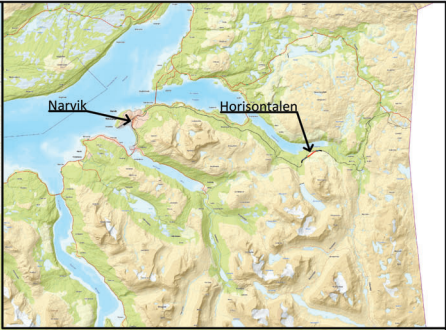
I forbindelse med kjerneboringer anbefales vanntapsmålinger (Lugeon-test) i og rundt svakhetssoner. Dette vil gi bedre estimer for vanninntrenging, injeksjonsbehov, vann og frostsikring og eventuell påvirkning på omgivelsene.

7 REFERANSER

- [1] Kartverket, «Norgeskart,» Kartverket,» 2025. [Internett]. Available: <https://www.norgeskart.no>.
- [2] «Kapasitetsanalyse Ofofbanen, Evaluering av trafikkapaitet Narvik - Vassijaure,» Jernabnedirektoratet, 2020.
- [3] NIRAS Norge AS, [MIP-00-A-05388] Økt kapasitet Ofofbanen, Bane NOR, 2023.
- [4] NIRAS Norge AS, [UOB-06-A-00053] Teknisk hovedplan, 2026.
- [5] NIRAS Norge AS, [UOB-06-A-00052] Horisontalen kryssingsspor Silingsrapport, 2025.
- [6] Statens vegvesen, N500 Vegtunneler, 2024.
- [7] Statens vegvesen, N-V521 Geologi og bergsikring i tunnel, 2023.
- [8] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2024.
- [9] «Teknisk regelverk,» Bane NOR, 2026. [Internett]. Available: <https://trv.banenor.no/>.
- [10] Statens vegvesen, N-V225 Bergskjæringer, 2025.
- [11] Eurokode 0 NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, Standard Norge.
- [12] Eurokode 7 NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler, Standard Norge.
- [13] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.
- [14] NIRAS Norge AS, [UOB-06-A-00082] Ingeniørgeologisk befaringsnotat, 2026.
- [15] NIRAS Norge AS, [UOB-06-A-00066] Geoteknisk vurderingsrapport, 2026.
- [16] NIRAS Norge AS, [UOB-00-A-10013] Fagrapport VA, overvann, drenering og flom, 2026.
- [17] NGU, «Løsmasser WMS2,» [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/mapserver/LosmasserWMS3?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities>. [Funnet 10 02 2026].
- [18] F. Corfu et al., «The Scandinavian Caledonides: Main features, conceptual advances and critical questions,» 2014.
- [19] NGU, «BerggrunnWMS3,» [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/mapserver/BerggrunnWMS3?request=GetCapabilities&SERVICE=WMS>. [Funnet 10 02 2026].
- [20] Høydedata, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>. [Funnet 10 02 2026].
- [21] T.L. Angvik et al., «Svecofennian shear zone networks of the Rombak Tectonic Window, North Norway: Structural architecture and regional correlation with the Fennoscandian shield,» 2014.
- [22] NVE, «Aktsomhetskart for snøskred,» [Internett]. Available: <https://www.geonorge.no/geonetwork/srv/nor/csw?service=CSW&request=GetRecordByld&version=2.0.2&outputSchema=http://www.isotc211.org/2005/gmd&elementSetName=full&id=54ada9d8-e6fc-48d6-82b0-5477166a4aaa>. [Funnet 10 02 2026].
- [23] NVE, «Aktsomhetsområder for jord- og flomskred,» [Internett]. Available: <https://kart.nve.no/enterprise/services/JordFlomskredAktsomhet/MapServer/WMSServer?request=GetCapabilities&service=WMS>. [Funnet 10 02 2026].
- [24] NVE, «Aktsomhetsområder for steinsprang,» [Internett]. Available: <https://kart.nve.no/enterprise/services/SkredSteinAktR/MapServer/WMSServer?request=GetCapabilities&service=WMS>. [Funnet 10 02 2026].

- [25] Statens Vegvesen, R761 Prosesskode 1 - Standard beskrivelse for vegkontrakter, 2025.
 - [26] NGI, Håndbok "Bruk av Q-systemet, bergmasseklassifisering og bergforsterkning", 2025.
 - [27] Aasly et al., «Forundersøkelser og bruk av kortreist stein - En geologisk veileder,» 2019.
-

Vedlegg A - Oversiktskart



Tegnforklaring:

- | | |
|--------------|----------|
| Dyrket mark | Myr |
| Skogareal | Elv/bekk |
| Åpent område | Innsjø |



Ekvidistanse: 1 m