


OFOTBANEN, NARVIK HAVN - VASSIJAURE, SØSTERBEKK KRYSSINGSSPOR

FAGRAPPORRT INGENIØRGEOLOGI

02A	Revidert iht. Bane NOR sine merknader.	20.06.2024	CHKS	MBAK	TTR
01A	Revidert med kapittel rundt ressursoptimalisering	14.05.2024	CHKS	MBAK	TTR
00A	Førsteutgave	23.02.2024	CHKS	MBAK	TTR
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: Ofofbanen, Narvik havn - Vassijaure Søsterbekk kryssingsspor Fagrapporrt ingeniørgeologi		Ant. sider	Fritekst 1d		
		35	Fritekst 2d		
			Fritekst 3d		
			Produsent	NIRAS Norge AS	
		Prod. dok. nr.			
Prosjektnummer: 60069310 Prosjekt: Søsterbekk kryssingsspor		Erstatning for			
		Erstattet av			
		Dokument nr.	UOB-00-A-10022		Rev. 02A
		Dokument nr.			Rev.

DOKUMENTINFORMASJON	4
REVISJONSOVERSIKT	4
1 INNLEDNING	5
1.1 PROSJEKTBEKRIVELSE	5
1.2 RAPPORTENS OMFANG	6
2 MYNDIGHETSKRAV	7
2.1 OVERORDNET	7
2.1.1 <i>Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse, utførelses- og prosjekteringskontrollklasse</i>	8
2.1.2 <i>Seismisk klasse</i>	9
2.1.3 <i>Dimensjonerende brukstid</i>	9
2.1.4 <i>Sikkerhetsklasse skred</i>	9
3 GRUNNFORHOLD	10
3.1 BERGGRUNNSGEOLOGI	10
3.1.1 <i>Syredannende bergarter</i>	11
3.1.2 <i>Lineamentskartlegging</i>	11
3.2 SKREDFARE	12
4 RESSURSOPTIMALISERING	13
4.1 ANLEGGSPHASE	14
4.1.1 <i>Materialer</i>	14
4.1.1.1 <i>Materialoptimalisering</i>	15
4.1.1.2 <i>Bevaring av eksisterende konstruksjoner</i>	15
4.1.1.3 <i>Lokal bruk av rivningsmaterialer ved anlegget</i>	15
4.1.1.4 <i>Mulighet for ombrukte og resirkulerte materialer</i>	16
4.1.1.5 <i>Prefabrikkerte løsninger</i>	16
4.1.1.6 <i>Bruk av midlertidige materialer</i>	16
4.1.2 <i>Masser</i>	16
4.1.2.1 <i>Cut and fill-optimalisering</i>	16
4.1.2.2 <i>Gjenvunnet eller resirkulert fyllmasse og bærelag</i>	16
4.1.3 <i>Avfall</i>	17
4.1.4 <i>Energi</i>	17
4.1.5 <i>Vann</i>	17
4.1.6 <i>Klimagassutslipp</i>	18
4.2 DRIFTSFASE	18
4.2.1 <i>Materialer</i>	18
4.2.1.1 <i>Holdbarhet og lavt vedlikeholdsbehov</i>	18
4.2.1.2 <i>Tilrettelegging for demontering og fleksibilitet</i>	18
4.2.2 <i>Avfall</i>	19
4.2.3 <i>Energi</i>	19
4.2.4 <i>Vann</i>	19
4.2.5 <i>Klimagassutslipp</i>	19
5 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER	20
5.1 SEISMISK PÅKJENNING	20
5.1.1 <i>Aktuelle seismiske parametere</i>	20
5.1.1.1 <i>Grunnakselerasjon</i>	20
5.1.1.2 <i>Seismisk grunntype</i>	20
5.1.2 <i>Seismisk analysemetode</i>	20
5.2 BERGMASSEKVALITET	21
5.2.1 <i>Svakhetssoner</i>	21
5.2.2 <i>Oppsprekking</i>	21
5.2.2.1 <i>Stabilitetsproblematikk</i>	22
5.3 ETABLERING AV FJELLSKJÆRING	23
5.3.1 <i>Geometriske krav</i>	23
5.3.1.1 <i>Fanggrøft</i>	24

5.3.1.2	Hyller.....	25
4.2.1	Boring	26
5.3.2	Sprenging	27
5.3.2.1	Forsagere.....	27
5.3.2.2	Vibrasjonsgrenser – sportekniske installasjoner	28
5.3.2.3	Bygningsbesiktigelse.....	28
5.3.3	Sikringsmetodikk	29
5.3.3.1	Rensk.....	29
5.3.3.2	Bolting	29
5.3.3.3	Stagforankring.....	30
5.3.3.4	Sikringsnett	31
5.3.3.5	Isnett	31
5.3.3.6	Sprøytebetong.....	31
5.3.3.7	Forbolter.....	32
6	KONTROLL OG OPPFØLGING	33
7	VIDERE ARBEIDER	34
8	REFERANSER	35

DOKUMENTINFORMASJON

Revisjonsoversikt

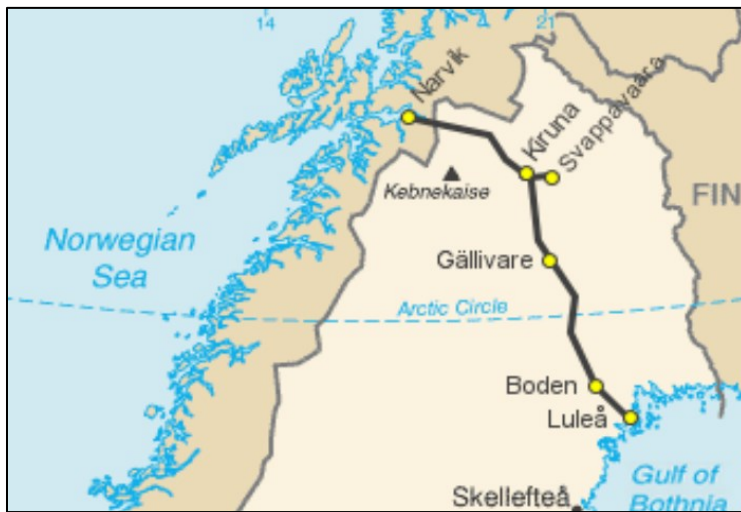
Tabell 0.1: Oversikt over dokumentets revisjoner.

Rev.	Beskrivelse av endring	Dato	Forfatter
00A	Første utgave	23.02.2024	CHKS
01A	Revidert med nytt kap. 4 rundt ressursoptimalisering	14.05.2024	CHKS
02A	Kap. 4.2.1 og kap. 5.3.3.5 revidert iht. Bane NOR sine merknader.	20.06.2024	CHKS

1 INNLEDNING

1.1 Prosjektbeskrivelse

Ofofbanen er 43 km lang og er per i dag Norges nordligste jernbanestrekning og strekker seg fra Narvik til Riksgrensen. All trafikk på Ofofbanen går via Sverige, se Figur 1.1. Ofofbanen er landets tyngste trafikkerte bane der malmtogene fra gruvene ved Kiruna utgjør hoveddelen av trafikken. I tillegg er banen viktig for varetransport mellom Sør- og Nord-Norge. 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: Geografisk plassering av Ofofbanen.

Jernbanedirektoratet gjennomførte en kapasitetsanalyse i 2020 hvor de så på kapasiteten på Ofofbanen med prognose for trafikk i 2040 med innspill fra Trafikverket og Bane NOR. Dette for å belyse om kapasiteten er høy nok med dagens infrastruktur for å håndtere prognosen for trafikk i 2040. Resultatet fra analysen viser at det må utføres kapasitetstiltak på deler av strekningen, spesielt mellom Rombak og Riksgrensen. NIRAS fikk derfor i oppdrag fra Bane NOR i 2023 å utrede for kapasitetsøkende tiltak på strekningen Rombak til Riksgrensen. Fra denne utredningen (MIP-00-A-05388) ble flere tiltak anbefalt for å øke kapasiteten, et av disse tiltakene var et kryssingsspor på Søsterbekk.



Figur 1.2: Oversiktskart Ofotbanen, Narvik Havn til Riksgrensen – Ortofoto med plassering av Søsterbekk, hentet fra Bane NORs banekart.

1.2 Rapportens omfang

Denne rapporten omhandler ingeniørgeologiske vurderinger ved prosjektområdet. Rapporten inngår som en del av Teknisk hovedplan rapport (UOB-00-A-10004). Teknisk hovedplan skal sikre et gjennomtenkt, gjennomarbeidet og gjennomførbart prosjekt som etterlever prosjektet sine prosjektmål. Mål og forutsetninger er hentet fra Bane NORs avtale med Jernbanedirektoratet, effektpakke E13B og skal være førende for alle vurderinger, prosjektering og leveranser fra NIRAS.

2 MYNDIGHETSKRAV

2.1 Overordnet

Gjeldende norsk regelverk og Bane NORs tekniske regelverk [1] legges til grunn for den ingeniørgeologiske prosjektering i prosjektet.

Aktuelle myndighetskrav for fjellskjæringene langs planlagt kryssingsspor/veg:

Fjellskjæringer under 5 m:

- Geoteknisk kategori 2 (**GK2**)
- GK2 fører til pålitelighetsklasse 2 (**RC2**)
- RC3 fører til prosjekterings- og utførelseskontrollklasse 2 (**PKK2/UKK2**)
- Seismisk klasse spor III
- Seismisk klasse veg II
- Dimensjonerende brukstid 100 år
- Sikkerhetsklasse mot skred S1

Fjellskjæringer over 5 m:

- Geoteknisk kategori 3 (**GK3**)
- GK3 fører til pålitelighetsklasse 3 (**RC3**)
- RC3 fører til prosjekterings- og utførelseskontrollklasse 3 (**PKK3/UKK3**)
- Seismisk klasse spor III
- Seismisk klasse veg II
- Dimensjonerende brukstid 100 år
- Sikkerhetsklasse mot skred S1

I nedstående kap.2.1.1 til 2.1.4 gis en redegjørelse for valgte myndighetskrav.

2.1.1 Geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse, utførelses- og prosjekteringskontrollklasse

Fjellskjæringene langs spor henføres i utgangspunktet til geoteknisk kategori 3, dette baserer seg på krav gitt i TRV 520-8 kap. 2.2.4 [1].

GK3 fører til pålitelighetsklasse 3 (RC3). Vanskelighetsgraden av geologien og skjæringene i området vurderes til å være middels vanskelige. Jfr.

Tabell 2.1 hentet fra NBG sin veileder på bruk av EC7 [2] vil geoteknisk kategori for CC/RC3 og middels vanskelighetsgrad kunne henføres til geoteknisk kategori 2/3.

Grunnforholdene i området vurderes å være relativt oversiktlige og enkle, derfor velges geoteknisk kategori 2 (**GK2**) for fjellskjæring under 5 meter i prosjektet basert på følgende ordlyd i NS-EN 1997-1 [3]:

Geoteknisk kategori 2 bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.

Ved fjellskjæring over 5 meter økes sannsynligheten for svakhetsplan i skjæringsveggen, derfor henføres disse til GK3 basert på større usikkerhet rundt stabilitet av fjellskjæring.

Tabell 2.1 Definisjon av geoteknisk kategori iht. NBG sin veileder på EC7 [2] med valgt geoteknisk kategori for fjellskjæringene i prosjektet.

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

*) Vurderes særskilt

2.1.2 Seismisk klasse

Tabell NA.4(902) i NS-EN 1998-1 [4] fotnote c) viser til at konstruksjoner som bidrar til stabilitet langs spor og veg skal vurderes likt som bruer iht. NS-EN 1998-2 [5]. Jernbanebruer henføres til seismisk klasse III jfr. NS-EN 1998-2 [5], derfor plasseres fjellskjæringer langs spor i drift i **seismisk klasse III**.

Alle korte vegbruer (< 50 m) henføres til seismisk klasse II jfr. NS-EN 1998-2 [5], det vurderes derfor at seismisk klasse for fjellskjæringer langs veg i drift henføres til **seismisk klasse II**.

2.1.3 Dimensjonerende brukstid

Dimensjonerende brukstid for fjellskjæringene i området vurderes likt som brukstid for tunnel. Iht. TRV 521-4 kap.1 [1] settes dimensjonerende brukstid for tunneler til 100 år.

Derfor vurderes dimensjonerende brukstid for fjellskjæringene å være **100 år**.

2.1.4 Sikkerhetsklasse skred

TRV 520-8 kap. 8.3 [1] stiller krav til at sikkerhet mot skred fra sideterreng vurderes iht. Byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3.

Ny jernbane utenfor stasjonsområder henføres til sikkerhetsklasse mot skred S1 jfr. TRV 520-8 kap. 8.3 [1]

Derfor vurderes planlagte tiltak plassert i sikkerhetsklasse for skred **S1**.

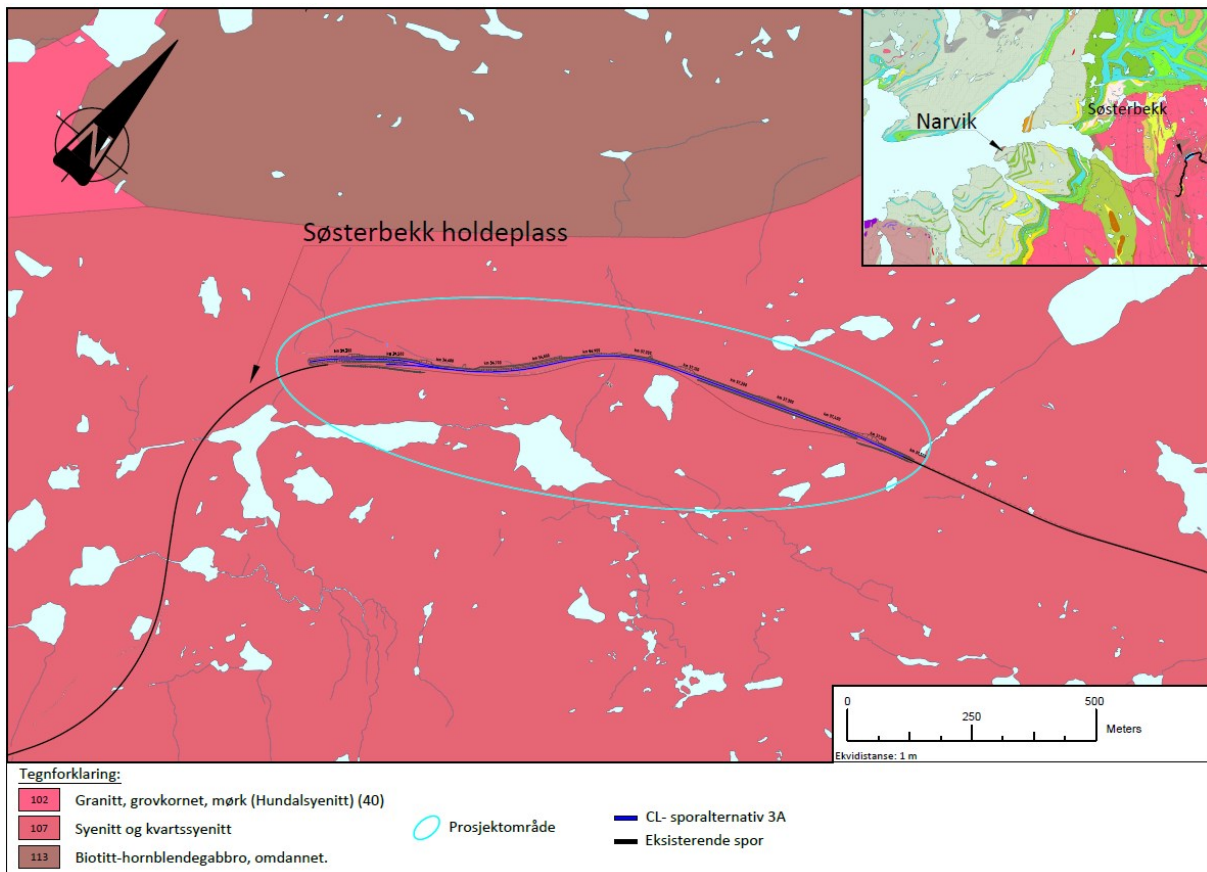
3 GRUNNFORHOLD

3.1 Berggrunnsgeologi

NGU sitt berggrunnskart indikerer hovedsakelig forekomst av syenitt og kvartssyenitt i prosjektområdet, se Figur 3.1.

I områdene mot vest, nord og nord/vest er det kartlagt forekomster av omdannet biotitt-hornblendegabbro og grovkornet, mørk granitt. Slike bergarter kan potensielt også forekomme innenfor prosjektområdet.

Ved prosjektområdet nær Søsterbekk stasjon er ikke berggrunnskart i skala 1:50 000 tilgjengelig, derfor er data fra kartgrunnlag med skala 1:250 000 anvendt. Kartgrunnlaget gir bare en indikasjon på hvilke bergarter man kan forvente i området, kartet kan derfor avvike noe fra faktisk opptredende bergartsgeologi.



Figur 3.1 NGU sitt berggrunnsgeologiske kart i skala 1:250 000 fra prosjektområdet.
Kilde: [NGU berggrunnskart](#) [6].

3.1.1 Syredannende bergarter

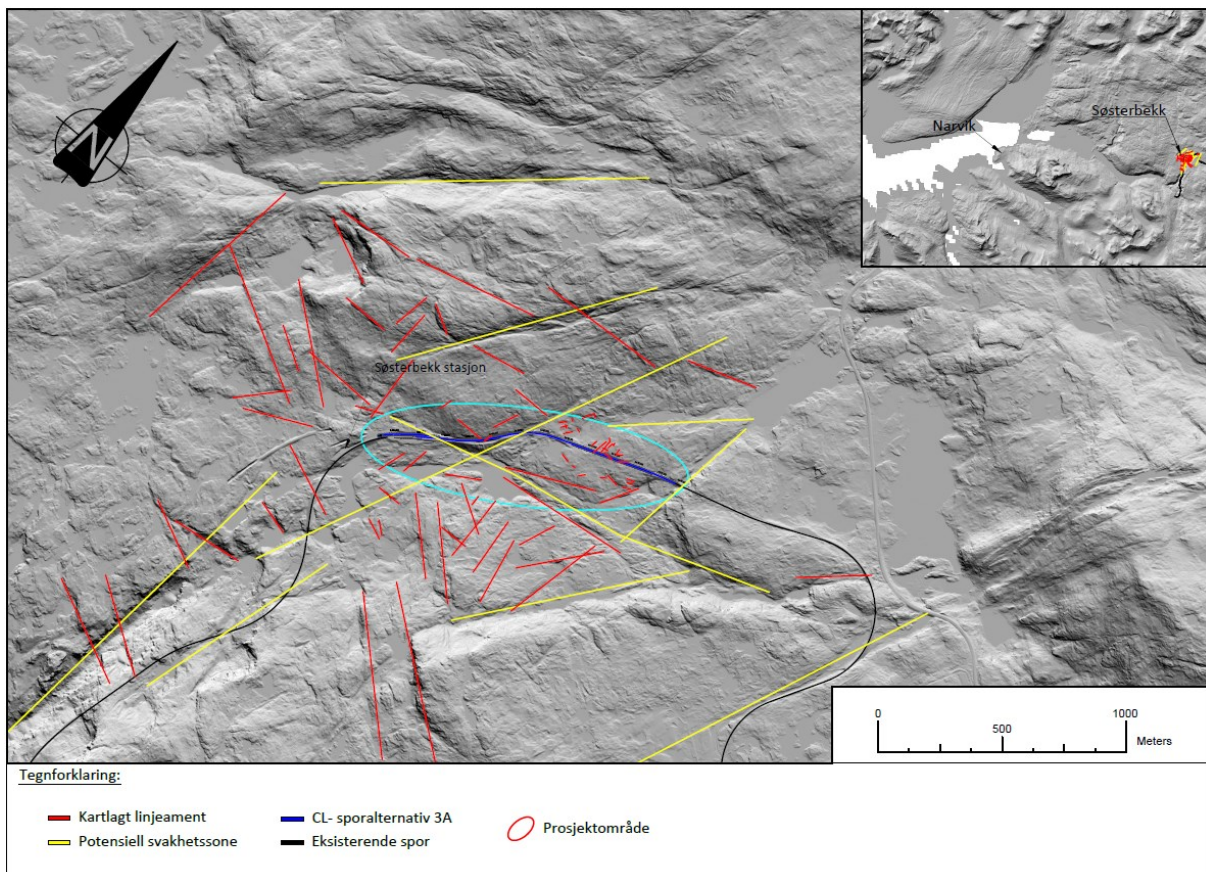
Kartlagt bergartsforekomst i området (se Figur 3.1) gir ingen indikasjon på syredannende bergarter ved prosjektområdet. NGU sitt kart over aktsomhet for radon [7] indikerer at prosjektområdet har moderat til lav fare for radon.

Det forventes derfor ikke forekomst av sulfidholdige- og potensielt syredannende bergarter i området, om det under anleggsfasen avdukes bergarter med ett sort skifrig utseende skal RIG_{berg} kontaktes fortløpende for vurdering av syredannelsespotensialet til bergarten.

3.1.2 Lineamentskartlegging

Det er utført lineamentskartlegging ved bruk av skyggerelieffdata fra hoydedata.no. Kartleggingen indikerer gjentakende større svakhetssoner med en orientering nord/sør, nord-øst/sør-øst, disse svakhetssonene er sammenfallende med større dalførere i området.

Videre er det enkelte mindre lineamenter med orientering øst-vest og nord-sør tolket som eksfoliasjonssprekker oppstående ved avlastning av de magmatiske bergartene i området. Se kartlegging i nedstående Figur 3.2.



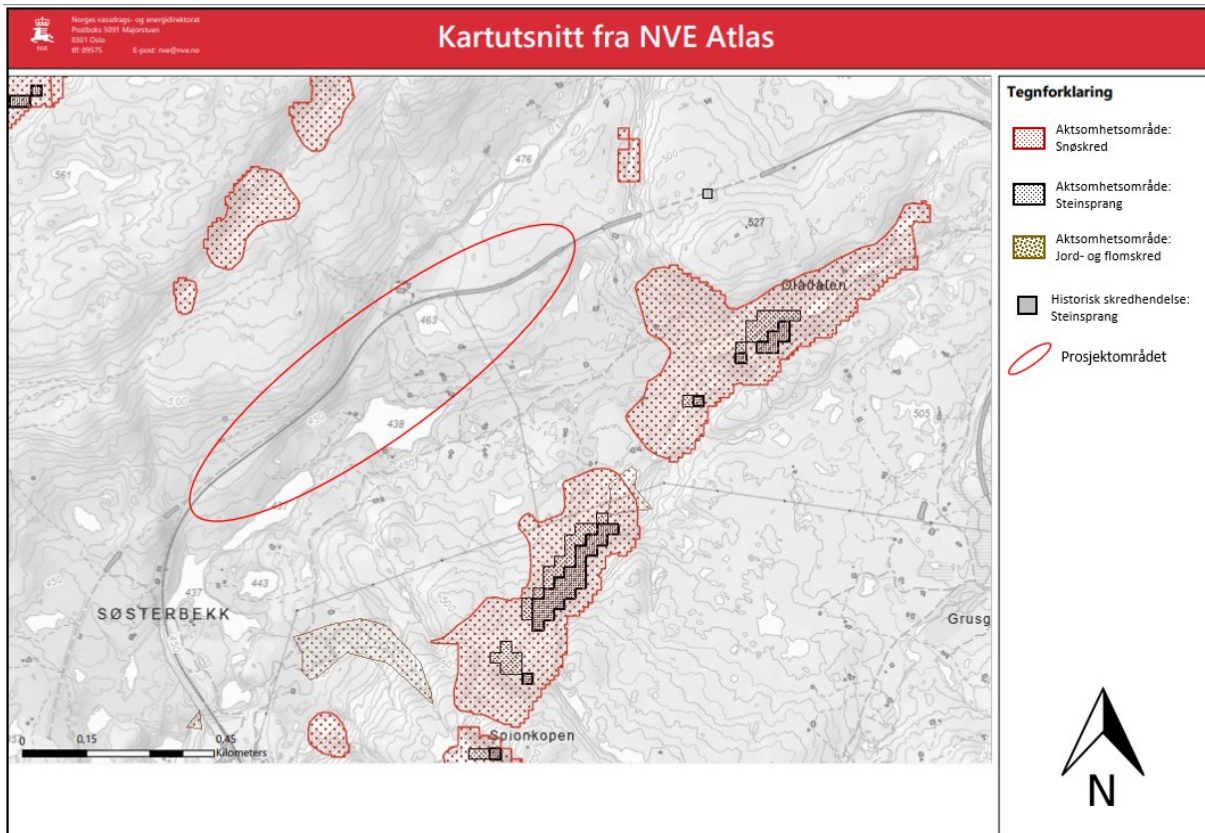
Figur 3.2 Kartlegging av lineamenter (rød) og potensielle svakhetssoner (gul). Kilde: [Hoydedata.no](https://www.hoydedata.no).

3.2 Skredfare

Det er ingen registrerte skredhendelser langs planlagt sportrasé jfr. NVE Atlas sitt kartgrunnlag over historiske skredhendelser. Nærmeste historiske skredhendelse er ca. 300 m mot nord-øst hvor det var nedfall av blokker ($< 100 \text{ m}^3$) i «Mons Olsen» tunnel, hendelsen fant sted 30. Oktober 2013 [8].

Prosjektområdet befinner seg ikke innenfor kartlagte aktsomhetsområder for skred i bratt terreng (snøskred, steinsprang, jord- og flomskred). Dataen er hentet februar 2024, det tas forbehold om potensiell endring i fremtiden.

Se utklipp fra NVE Atlas i nedstående Figur 3.3.



Figur 3.3 Utklipp av aktsomhetsområder for skred i bratt terreng og historiske skredhendelser. Data hentet Feb. 2024. Kilde: [NVE Atlas](#) [8].

4 RESSURSOPTIMALISERING

Som et ledd i å sikre en mest mulig optimal prosjektering fra et ressursperspektiv, redegjøres det i dette kapitlet for den påvirkning ingeniørgeologi har med tanke på ressursbruk og hvordan denne kan optimaliseres, både i driftsfase og anleggsfase. Med ressurser menes:

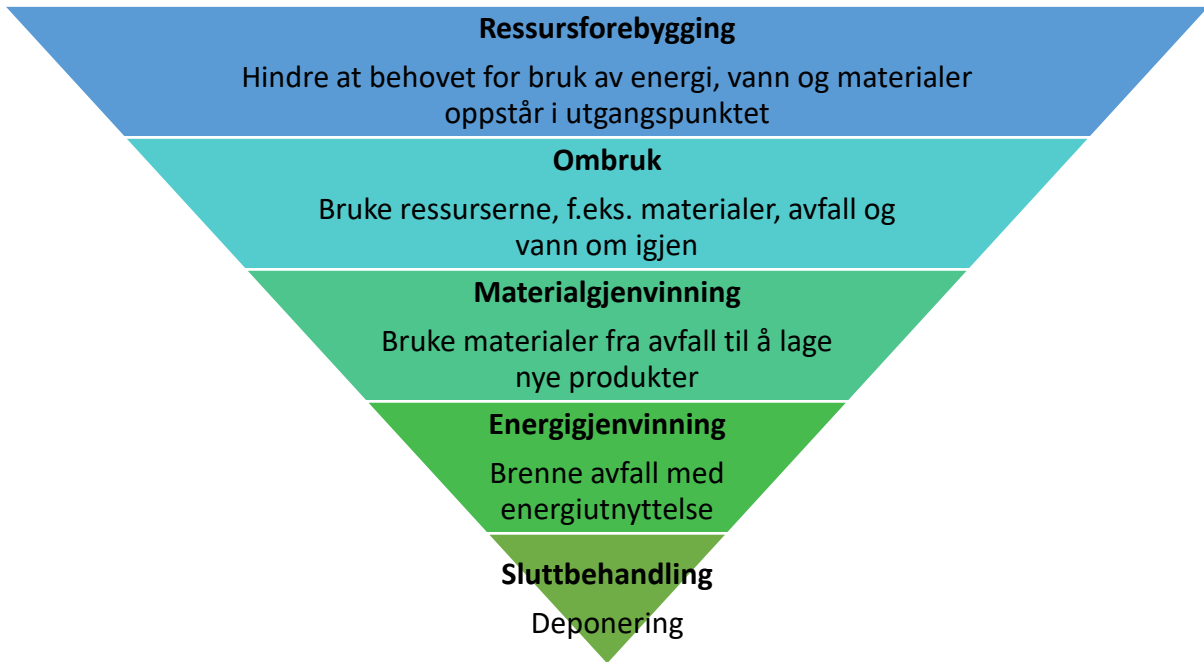
- Materialer
- Avfall
- Energi
- Vann
- Klimagassutslipp

Dette kapitlet svarer dermed ut flere av kriteriene som stilles i bærekraftssertifiseringen BREEAM Infrastructure som er å finne i kapittel 7

Ressurser:

- 7.1 Resurseffektivitet
- 7.2 Reduksjon i klimagassutslipp i hele livsløpet
- 7.3 Redusert miljøpåvirkning fra byggeprodukter
- 7.4 Sirkulær bruk av byggeprodukter
- 7.5 Ansvarlig innkjøp av byggeprodukter
- 7.6 Avfallshåndtering i anleggsfasen
- 7.7 Energi
- 7.8 Vann

Ved ressursoptimalisering bør prinsippene i «ressurshierarkiet» tillempes, som vist i Figur 4.1. Ressurshierarkiet er en utvidelse av avfallshierarkiet som ligger til grunn i EUs rammedirektiv for avfall, og viser i hvilken rekkefølge tiltakene bør prioriteres [9]. Det aller beste er å redusere behovet for ressurser, dvs. fokus på å redusere bruk av materialer, energi, vann osv. Deretter bør ombruk av f.eks. materialer, avfall og vann vurderes. Avfall som ikke kan ombrukes bør materialgjenvinnes slik at det brukes som råvare til nye produkter. Om dette ikke er mulig bør det brennes med bruk av energien som oppstår, enten som varme eller strøm. Det siste utfallet, som er minst ønskelig, er å legge avfallet på deponi. I Norge er det forbud mot deponering av flere avfallstyper, jmf. Avfallsforskriften §9-4 [10].



Figur 4.1 Ressurshierarkiet, inspirert av avfallshierarkiet som legger rammene for EUs rammedirektiv for avfall. Målet er at ressursene behandles i de øverste delene av pyramiden.

Det vises til prosjektets ressursstyringsplan for informasjon om prosjektets retningslinjer og målsetninger for ressursoptimalisering. Kapittel 4.2 og 4.1 viser hvordan dette er implementert i prosjektet for ingeniørgeologi¹.

4.1 Anleggsfase

Dette avsnittet beskriver hvordan ressursoptimalisering i anleggsfasen har blitt etterstrebet i projekteringen, og mulige tiltak som gjennomføres i anleggsfasen². En oppsummering av ressursoptimaliseringen i anleggsfase redegjøres for i prosjektets ressursstyringsplan.

4.1.1 Materialer

Dette avsnittet omhandler i all hovedsak materialer som skal brukes i den endelige konstruksjonen. Bruk av midlertidige materialer i anleggsfase adresseres i avsnitt 4.1.1.6.

Aktuelle komponenter og materialer for de ingeniørgeologiske permanente konstruksjonene i prosjektet presenteres i nedstående Tabell 4.1. Det er ikke oppgitt mengder for nå da dette er vanskelig å fastslå i tidlig planfase. Mengdene relatert til ingeniørgeologi omhandler hovedsakelig sikringsmateriell, permanent sikringsbehov fastsettes først når berget er ferdig sprengt ut. Det er derfor derfor stor usikkerhet

¹ Kapitlene besvarer kriteriet 7.1.6 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

² Dette delkapitlet bidrar til å besvare kriterium 7.1.9 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

rundt mengdene. I neste fase er det mulig å fastsette noen tentative mengder etter at berget er kartlagt i nærmere detalj.

Tabell 4.1 Komponenter og materialer som inngår i den permanente ingeniørgeologiske konstruksjonen ved Søsterbekk kryssingsspor

Komponent	Materiale
Bergbolt, mutter og skive	Galvanisert stål
Steinsprangnetting	Galvanisert stål + pvc-belegg
Sprøytebetong	Stålfiber + betong
Gysemasse/mørtel	Betong eller polymer
Sprengstoff	Ammoniumnitrat

4.1.1.1 Materialoptimalisering

Det er i prosjekteringen vurdert hvorvidt det er mulighet for å redusere behovet for materialer³.

Det er forsøkt å redusere materialmengden ved å optimalisere plasseringen av nytt kryssingsspor og driftsveg. Plasseringen har mye å si på mengden berg som må sprenges bort, lengden av sprengladningshull og påfølgende mengde av sprengstoff. Orientering av tiltakene i forhold til sprekkesystemer og geologiske strukturer er forsøkt optimalisert for å få til en redusert mengde av permanent sikring.

4.1.1.2 Bevaring av eksisterende konstruksjoner

Mulighet for bevaring av eksisterende konstruksjoner har blitt vurdert⁴.

Det vil ikke være noen ingeniørgeologiske konstruksjoner som kan bli bevart foruten eksisterende bergskjæringer som forblir urørt av prosjektet.

4.1.1.3 Lokal bruk av rivningsmaterialer ved anlegget

Det er vurdert om det er mulighet for å bruke materialer fra riving av eksisterende anlegg⁵.

Eventuelt tidligere sikringsmateriell fra eksisterende bergskjæringer som sprenges bort evner seg ikke til gjenbruk i nyetablerte bergskjæringer. Utsprengt sprengstein fra anlegget kan anvendes til etablering av fyllinger lokalt i prosjektet, dette håndteres nærmere i Geoteknisk Fagrapport UOB-00-A-10018 [11]. Videre kan utsprengt masse anvendes i underbygning og i frost- og forsterkningslag etc.

³ Dette avsnittet viser hvordan prinsippet «materialoptimalisering» fra kriterium 7.1.7 er ivaretatt i prosjekteringen.

⁴ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.4.7 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

⁵ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.4.8 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

4.1.1.4 Mulighet for ombrukte og resirkulerte materialer

Valg av ombrukte komponenter eller komponenter med høy andel resirkulerte materialer er vurdert⁶.

Ved behov for fiberarmert sprøytebetong skal det være mulig å anvende stålfiber som stammer fra resirkulert stål. Plastbelegg (PVC) på eventuell stensprang- og frostsikringsnett kan også bestå av resirkulert plast.

4.1.1.5 Prefabrikkerte løsninger

Valg av prefabrikkerte løsninger kan være gunstig fra et miljøperspektiv, da det kan redusere avfallsmengder, transportbehov og energibehov i forbindelse med et anleggsprosjekt⁷.

Det er ikke aktuelt med prefabrikkerte løsninger for ingeniørgeologi.

4.1.1.6 Bruk av midlertidige materialer

Det anvendes ofte bergsikring som kun skal ha en bærende funksjon under anleggsfasen, såkalt arbeidssikring. Denne består ofte av stålbolter som ikke gyses fast, men endeforankres med en mekanisk låsemekanisme og/eller polymer blanding (lim).

Videre vil det anvendes sprengningsmatter av gummi for å stanse steinsprut fra sprengningsarbeidene.

Det vil også gå noe stål med under boring av ladningshull, det kan hende at borstangen knekker og at stålet dermed går tapt.

4.1.2 Masser

4.1.2.1 Cut and fill-optimalisering

Det er i prosjekteringen gjort en vurdering av hvordan en optimal balanse mellom graving og fylling av masser for å redusere behovet for transport av masser⁸.

Gjennom prosjektering av både bane og veg har det blitt lagt til rette for at prosjektet har en god massebalanse. Dette innebærer å sikre tilstrekkelig mengde fjell til sprenging og knusing for bruk i frost- og forsterkningslaget. Ved å vurdere massebalansen på denne måten og muligheten for å knuse ned materialer for bruk i underbygning, fylling og frost- og forsterkningslag spor/veg unngår prosjektet et stort behov for tilførte materialer utenfra.

4.1.2.2 Gjenvunnet eller resirkulert fyllmasse og bærelag

Se kapitel over for gjenbruk av stedlige bergmasser i underbygningen.

⁶ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.4.12 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

⁷ Dette avsnittet viser hvordan prinsippet «bygging utenfor lokaliteten» fra kriterium 7.1.7 er ivaretatt i prosjekteringen.

⁸ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.4.9 og 7.4.14 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

4.1.3 Avfall

I dette avsnittet beskrives den type avfall som oppstår i anleggsfasen og hvordan den kan reduseres eller håndteres på best mulig måte. Mulighet for avfallseffektive innkjøp, f.eks. i form av redusert behov for emballasje, er også vurdert⁹, se nedstående Tabell 4.2.

Tabell 4.2 Avfallstype og reduserende tiltak i prosjektet relatert til ingeniørgeologi

Avfallstype	Tiltak for å redusere avfall
Emballasje fra mørtelposer	Optimalisere sikringsmengde (reduert andel bolter og påfølgende mørtelbehov), innkjøp av mørtel i større poser (bulk).
Plast fra patronert sprengstoff	Anvende emulsjonsblanding (flytende) sprengstoff og ikke patroner (plasthylse med sprengstoff inni).
Plast fra tennledning	Anvende elektronisk tennsystem

4.1.4 Energi

Potensial for reduksjon av energiforbruket i anleggsfase har blitt vurdert¹⁰.

Det finnes ett potensiale for reduksjon av energiforbruk ved å ikke la anleggsmaskiner gå på tomgang, det vil også redusere energiforbruket om arbeidsprosessene optimaliseres slik at maskineri kan utføre en jobb tilnærmet uavbrutt uten behov for å transportere maskineriet frem og tilbake.

4.1.5 Vann

Potensial for reduksjon av vannforbruket i anleggsfase har blitt vurdert¹¹.

Relatert til ingeniørgeologi vil det være nødvendig med vannforbruk under følgende operasjoner:

- Vann under boring av hull
- Vann til miksing av mørtel
- Vann til miksing av sprøytebetong
- Rensk av løsmassedekke

Mengden vann i prosjektet henger tett sammen med sikringsbehovet, dersom andelen bolter reduseres vil dette påfølgende redusere vannbehovet for mørtel og boring. Behovet for sprøytebetong avhenger av geologien, så her er det vanskelig å utføre en aktiv reduksjon av vannmengden.

Vann til rensk av løsmassedekket vil kunne reduseres dersom løsmassedekket fjernes ved bruk av graving og lufttrykk.

⁹ Dette avsnittet viser hvordan prinsippene «Ombruk og gjenvinning» og «Avfallseffektive innkjøp» fra kriterium 7.1.7 er ivarettatt i prosjekteringen, samt kriterium 7.6.4 (som oppsummeres i ressursstyringsplanen).

¹⁰ Dette avsnittet besvarer kriteriene 7.7.5 og 7.7.6 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

¹¹ Dette avsnittet besvarer delvis kriteriene 7.8.7 og 7.8.8 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

4.1.6 Klimagassutslipp

Mengden sprengningsarbeid er direkte relatert til mengden klimagassutslipp i prosjektet, dette er da produksjon av ammoniumnitrat ofte er forbundet med ett relativt høyt klimagassutslipp. Derfor er det i prosjektet forsøkt å optimalisere for å unngå unødvendig mye sprengning. Videre vil bruk av dieselgående anleggsmaskiner føre til økt mengde klimagassutslipp.

I den kommende fasen, når tilstrekkelig informasjon om nettverkstilkoblingen er tilgjengelig, må det vurderes om det er hensiktsmessig å stille krav om bruk av elektriske maskiner. Dette vil ytterligere kunne redusere prosjektets klimagassutslipp.

Sikringsomfanget har også en god del å si på bruken av stål til sikring, som igjen er assosiert med klimagassutslipp.

4.2 Driftsfase

Dette avsnittet beskriver hvordan ressursoptimalisering i driftsfasen har blitt etterstrebet i prosjekteringen.

4.2.1 Materialer

4.2.1.1 Holdbarhet og lavt vedlikeholdsbehov

Tiltak for å sikre lengst mulig holdbarhet og lavt vedlikeholdsbehov for konstruksjon og komponenter er vurdert for prosjektets antatte levetid¹².

Det stilles krav til at anvendt sikringsmaterieell er dobbel korrosjons beskyttet noe som øke sikringens levetid. Det skal derfor være ett lavt vedlikeholdsbehov for etablert sikring.

4.2.1.2 Tilrettelegging for demontering og fleksibilitet

Mulighet for tilrettelegging av fremtidig demontering er vurdert med hensyn til mulig ombruk eller resirkulering etter prosjektets levetid¹³.

Bolter som anvendes til sikring vil ikke enkelt kunne demonteres, dette er da de gyses fast med betong i borhull for å få til ønsket sikringseffekt. Mutter og bolteskive kan lett løsnes og resirkuleres dersom bolten ikke lenger trenger å ha en bærende funksjon i fremtiden.

Steinsprang- og frostsikringsnetting kan lett løsnes og resirkuleres, men evner seg ikke til ombruk dersom det stilles strenge krav til levetid av materialet. Sprøytebetong kan løsnes ved bruk av pigg og resirkuleres dersom den ikke behøver å ha en bærende funksjon i fremtiden.

¹² Dette avsnittet besvarer kriteriene 7.4.3 og 7.4.4 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

¹³ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.4.5 i BREEAM Infrastructure versjon 6, samt prinsippet «Demontering og fleksibilitet» fra kriterium 7.1.7.

4.2.2 Avfall

Etter at prosjektert levetid er over blir det behov for å reetablere steinsprang- og frorstsikringsnett der dette foreligger. Avfallet relatert til dette vil være pvc belagt galvanisert stål.

4.2.3 Energi

Potensial for reduksjon av energiforbruket i driftsfase har blitt vurdert¹⁴.

For ingeniørgeologi vil det være ett minimalt energiforbruk i driftsfasen.

4.2.4 Vann

Behov for vannforbruk i drift, herunder vedlikehold, er vurdert¹⁵.

For ingeniørgeologi vil det ikke være behov for vannforbruk i driftsfasen.

4.2.5 Klimagassutslipp

For ingeniørgeologi vil det være utslipp assosiert med nytt sikringsmateriell ved utskifting av sikringsmateriell etter utgått levetid. Dette er forsøkt redusert i prosjekteringen ved å anvende strenge krav til dimensjonerende levetid av anvendt sikring.

¹⁴ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.7.1 og 7.7.2 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

¹⁵ Dette avsnittet besvarer kriteriet 7.8.4 og 7.8.5 i BREEAM Infrastructure versjon 6.

5 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER

Per leveransedato er det ikke gjennomført en særskilt ingeniørgeologisk kartlegging av prosjektområdet. Dette forutsettes utført i videre planfaser iht. krav gitt i TRV 520-6 kap. 5 (TRV:00903) [1].

Vurderinger som presenteres i dette kapittelet er således basert på tilgjengelig kartgrunnlag og tilsendt grunnlag i prosjektet.

5.1 Seismisk påkjenning

5.1.1 Aktuelle seismiske parametere

5.1.1.1 Grunnakselerasjon

I henhold til Tabell NA.3.2(901) i NS-EN 1998-1 [4] ligger spissverdien for berggrunnens akselerasjon i Narvik kommune (1806) på a_{gR} (PGA) = 0,30 m/s² (gjeldende for en returperiode på 475 år).

5.1.1.2 Seismisk grunntype

Seismisk grunntype velges i henhold til Tabell NA.3.1 NS-EN 1998-1 [4].

Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjoner henføres til seismisk grunntype A jfr. tabell NA.3.1 i NS-EN 1998-1 [4].

Fjellskjæringene i prosjektet henføres derfor til **seismisk grunntype A**.

5.1.2 Seismisk analysemetode

Følgende parametere er aktuelle for vurdering av seismisk påkjenning:

Parameter	Verdi	Beskrivelse
Seismisk grunnakselerasjon (a)	0.3 m/s ²	Jfr. tabell NA.3.2(901) i NS-EN 1998-1 [4]
Seismisk faktor (g)	1.4	Jfr. Tabell NA.2(903) i NS-EN 1998-2 [4]
Elastisk responspektrum	1	Basert på grunntype A, verdi fra Tabell 3.3 i NS-EN 1998-1 [4]
agS	0.42 m/s ²	Beregning: $agS = a * g * S$

Iht. Tabell NA.2(904) i NS-EN 1998-2 [5] vil det for seismisk klasse 3 (III) og en agS verdi < 0.5 m/s² stilles det ikke krav til valg av analysemetode.

For analyse av seismisk påvirkning legges det derfor til grunn en horisontal kraft ved analyse av totalstabilitet av fjellskjæringene, dette er iht. anbefalinger beskrevet i V225 kap. 5.2.4 [12].

5.2 Bergmassekvalitet

5.2.1 Svakhetssoner

Basert på lineamentskartleggingen kan det forventes blokker med oppsprekking langs nord-sør og øst-vest planet i fjellskjæringene langs spor.

Planlagt spor trasé krysser videre to større potensielle svakhetssoner i to punkt, henholdsvis rundt km. 36.5 og km. 36.9. Ved kryssing av svakhetssonene etableres spor på fylling, svakhetssonen vurderes derfor å ikke ville ha innflytelse på ingeniørgeologisk stabilitet av spor.

5.2.2 Oppsprekking

Fra målevognsbilder er det observert enkelte flattliggende sprekkesett med vinkel på rundt 20 - 30° fra horisontalplanet, se eksempel i nedstående Figur 5.1.

Det er også observert ett relativt steilt sprekkesett med helning omkring 60° fra horisontalplanet, se eksempel i nedstående Figur 5.2.



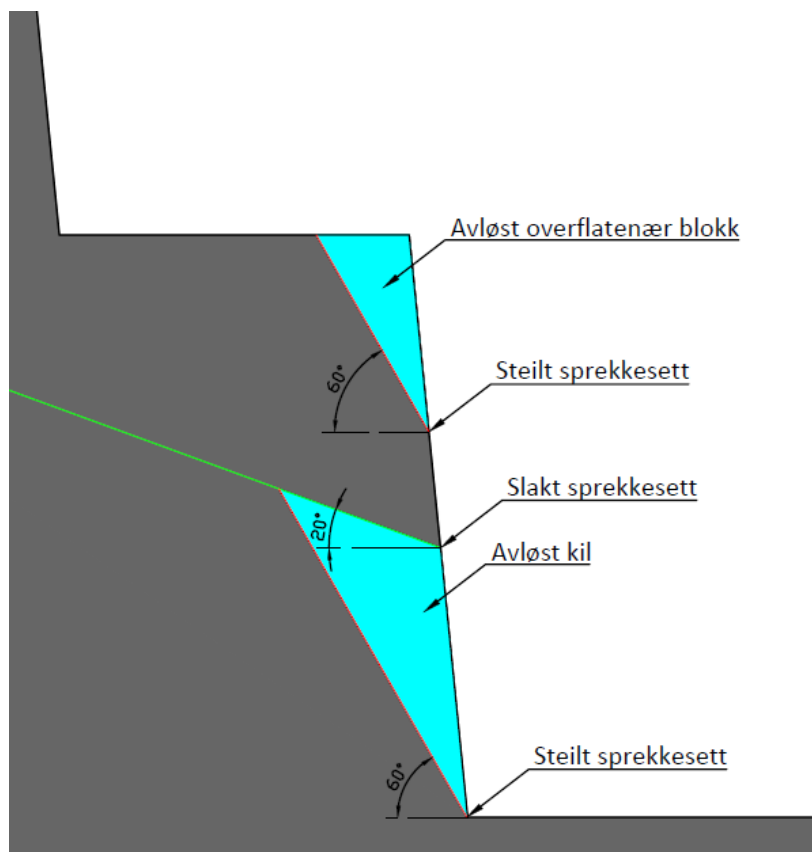
Figur 5.1 Flattliggende sprekkesett, tolket fra målevognsbilder.



Figur 5.2 Steilt sprekkesett på omtrentlig 60 grader fra horisontalplanet.

5.2.2.1 Stabilitetsproblematikk

Ved observert oppsprekking kan det potensielt skje utglidninger av avløste kiler og avløste blokker i prosjektert skjæringsflate. Se skjematisk fremstilling av potensielt blokkutfall i nedstående Figur 5.3.



Figur 5.3 Tolkede avløste blokker og kiler ved observert sprekkesett fra målevognsbilder.

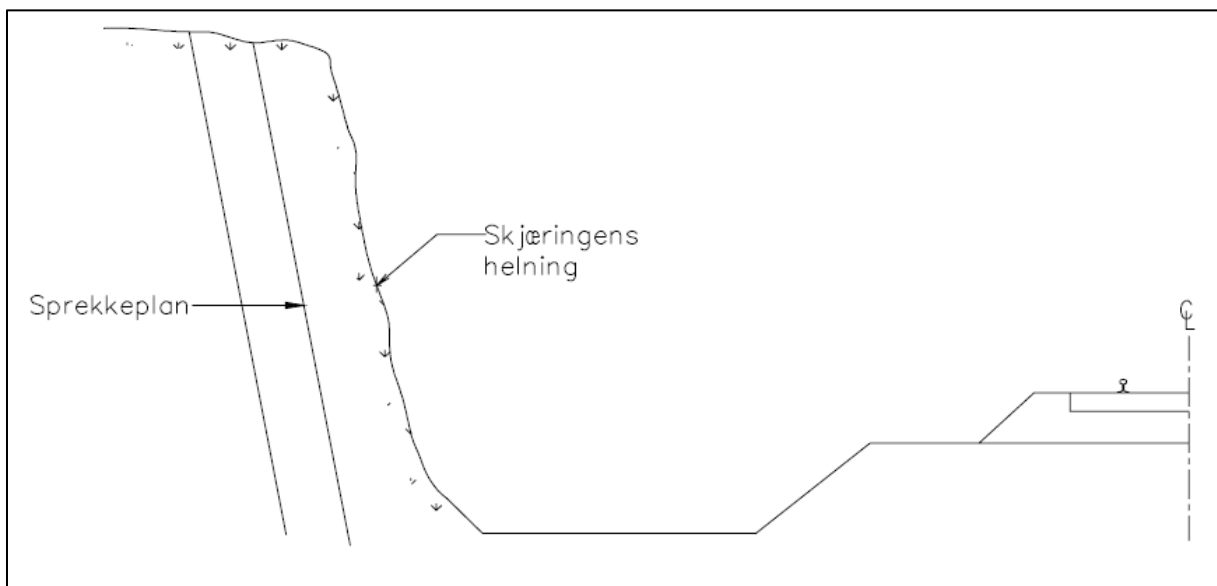
5.3 Etablering av fjellskjæring

5.3.1 Geometriske krav

Fjellskjæringene i prosjektet forventes å være opp mot 10 meter høye.

Fjellskjæringene forutsettes etablert med skråningshelning 10:1. Iht. TRV 520-6 kap. 5 [1] bør skråningshelningen til fjellskjæring slakes ut til å samsvare med helning til sprekkesettet for å minimere sikringsbehovet, se eksempel i Figur 5.4.

Dersom avdekket fjellskjæring blir høyere enn 10 meter skal RIG_{berg} kontaktes for å revidere denne rapporten og påfølgende vurderinger da det er forutsatt total høyde lik 10 m.

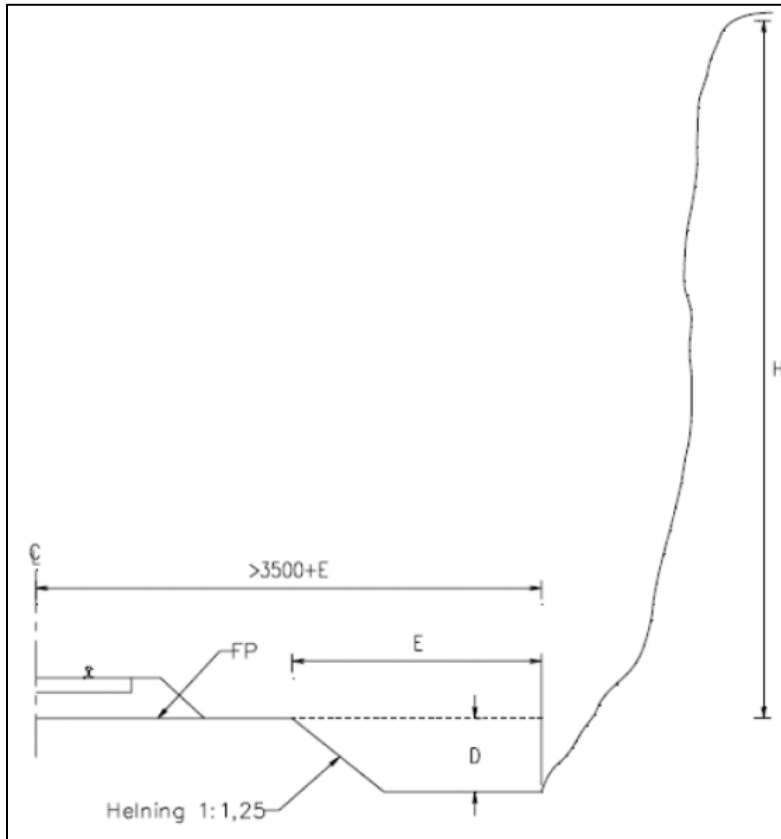


Figur 5.4 Utklipp fra TRV 520-6 kap. 5 [1]. Tilpasning av skjæringshelning til sprekkeplan.

5.3.1.1 Fanggrøft

Fjellskjæringene langs spor vurderes å bli opp mot 10 meter høye. Iht. TRV 520-6 kap. 5.1 a) [1] kan det bli behov for å etablere en fanggrøft med grøftebredde 5 m ut fra kant formasjonsplan og grøftedybde på 1.5 m fra høyde formasjonsplan (forutsatt nær vertikal fjellskjæring). Se nedstående Figur 5.5.

Behovet for fanggrøft skal vurderes ut i fra bergmassekvalitet, topografi og i sammenheng med annen sikring i fjellskjæringen.



Figur 5.5 Utklipp av TRV 520-6 kap. 5.1 [1]. Figuren viser krav til grøftebredde E og grøftedybde D ift. formasjonsplan (FP).

5.3.1.2 Hyller

Ved avduking av slakt hellende sprekkeseff eller ønske om reduksjon av total fjellskjæringshøyde kan det sprenge ut permanente fjellhyller i fjellskjæringen.

Plassering, behov for og utforming av fjellhyllene må dimensjoneres på bakgrunn av stedlige geologiske forhold. Etablering av hyller kan også utføres under sprengningsarbeidene i byggeplanfasen dersom det vurderes som hensiktsmessig av ansvarlig RIG_{berg}.

Ved dimensjonering av hyller i fjellskjæringer er det viktig å vurdere utløpslengden til det potensielle nedfallsmaterialet. Utløpslengden vil være avhengig av den potensielle energien til materiale som vil være begrenset av skjæringshøyden og blokkstørrelse, bevegelsen til nedfallsmateriale, underlagets dempningseffekt og utforming av hyllen.

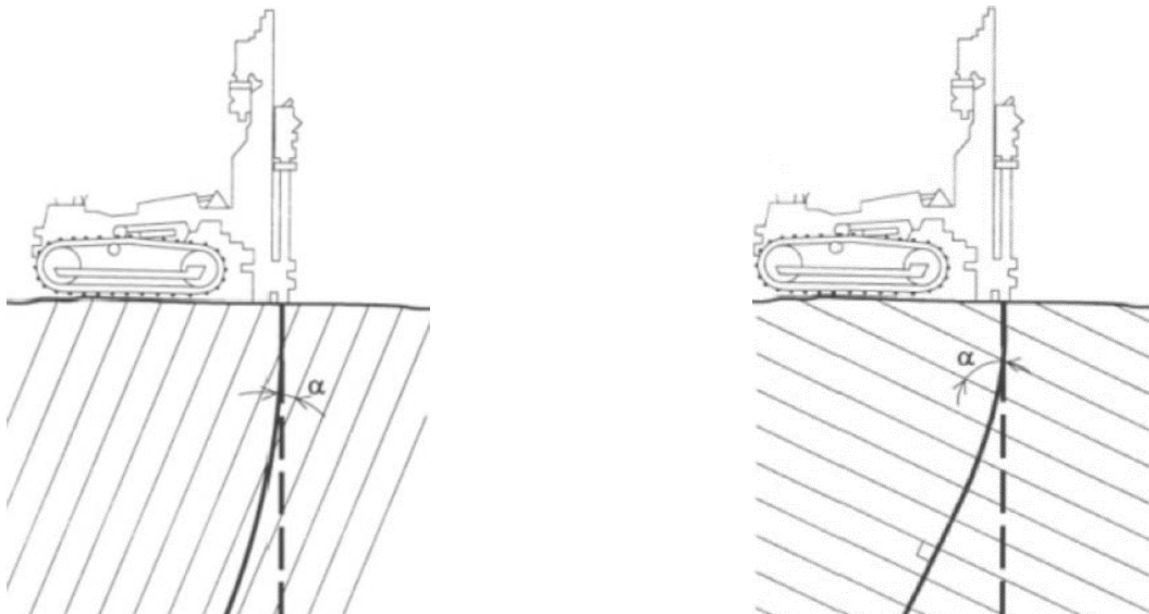
Bevegelsen til nedfallsmateriale vil i stor grad være avhengig av helningen til skjæringen og grad av jevnhet. Dersom utløpslengden til nedfallsmaterialet er lengre enn bredden til hyllen kan hyllen virke mot sin hensikt og kaste nedfallsmaterialet lenger ut og forbi fanggrøften.

4.2.1 Boring

Det er viktig med nøyaktig boring for å oppnå god konturkvalitet. Dersom borhullsavvik inntreffer må det iverksettes korrigerende tiltak. Bruk av tyngre borutstyr eller saktere boring kan redusere borhullsavvik. Det anbefales videre å utføre sømboring for å få en jevn kontur og mindre oppsprekking.

Det forventes at bergmassene i området vil ha en moderat oppsprekking. Grad av oppsprekking og orienteringen til sprekkeene vil ha stor innvirkning på borehullsavvik.

Figur 5.6 illustrerer effekten av plane strukturer i bergmassen på borhullsavvik. Det stilles krav til boreavviksmålinger for boring av lange hull.



Figur 5.6 Skissen viser typisk avbøyning på grunn av plane strukturer i berg. Skissen er hentet fra SVV håndbok V225 [12].

5.3.2 Sprenging

Fjellskjæringer skal sprenges ut skånsomt slik at man oppnår jevn kontur og minimerer sprengningsindusert oppsprekking av bergmassen.

Sprengningsarbeidene forutsettes utført iht. R761 Prosesskode 22 a), b), c) [13], samt 22.1 a) [13]. Videre skal krav- og regler gitt i eksplosivforskriften følges [14].

Det skal brukes skytematter av tilstrekkelig tyngde for å unngå ukontrollert sprut fra salvene. Skytemattene skal dekke 2 meter utenfor ytterste hull i hullraden for planlagt salve. Sammenkobling av flere skytematter samt forankring av mattene i bakkant skal fortløpende vurderes av bergsprenger. Det er viktig å skjerme nærliggende bygg godt for steinsprut ved sprengning.

Bergsprenger skal fortløpende endre sprengningsplanen på bakgrunn av resultater fra salvene og de enkelte rystelsesmålingene ved sportekniske installasjoner, se kap. 5.3.2.2.

Det må utarbeides en sprengningsplan som blir oversendt prosjekterende for kontroll 2 uker før berguttaket skal starte. I tillegg til sprengningsplan, skal ansvarlig bergsprenger utarbeide bore- og salveplan. Salverapport skal utarbeides etter hver sprengning. Salveplanen skal utarbeides på bakgrunn av gjennomført risikovurdering. Sprengningsopplegg skal tilpasses fortløpende mens etablering av fjellskjæringer pågår.

Sprengning utføres i utgangspunktet med konturhullavstand 0,7 m jfr R761 Prosesskode 22.21 [13], dersom boravvik inntreffer må det iverksettes korrigerende tiltak.

Sprengningsarbeidet skal planlegges og utføres av sertifisert bergsprengningsleder og bergsprenger. Retningslinjer for begge disse er gitt i NFFs Håndbok 08 [15] og skal følges.

5.3.2.1 Forsagere

Det minnes om eksplosivforskriften § 88 punkt (2) [14]: *«Før boring starter skal stuff, pall mv. være forsvarlig rensket, sikret og kontrollert mot gjenstående ladninger og deler av ladninger fra tidligere arbeid. Boreutstyr skal være tilgjengelig til bergsprenger som skal avfyre salven har kontrollert og godkjent boringen»*

Ved mistanke om forsagere skal prosess 21.5 a) og c) i håndbok R761 [13] følges.

5.3.2.2 Vibrasjonsgrenser – sportekniske installasjoner

Vibrasjonsgrense for eksisterende jernbanetekniske installasjoner som skinner, master, kabler i grunnen etc. er satt til 225 mm/s. Denne verdien forutsettes ikke overskredet under utførelse av sprengningsarbeider.

Vibrasjonsgrensen presentert her baserer seg på tidligere diskusjon med Bane NOR på prosjektet «Gjøvikbanen, (Grefsen) - Roa, Monsrud kryssingsspor, proj. nr 971101». Vibrasjonsgrensen forutsettes bekreftet av Bane NOR innen oppstart av sprengningsarbeidene.

Vibrasjonsmålere forutsettes etablert på nærmeste svillekant, vibrasjonsgrensen her settes til 225 mm/s.

5.3.2.3 Bygningsbesiktigelse

Før sprengningsarbeidene kan starte må det utføres tilstandsregistrering og avdekkes tilhørende fundamenteringsforhold av nabokonstruksjoner på tilgrensende eiendommer. NS 8141-1 [16] anbefaler bygningsbesiktigelse innenfor soner med avstand fra sprengningssted på henholdsvis 50 m for byggverk fundamentert på berg og 100 m for byggverk fundamentert på løsmasser i områder med sammenhengende bebyggelse.

På bakgrunn av dette og at boligene innenfor 100 m er antatt fundamentert på berg anbefales det tilstandsregistrering av byggene på følgende adresser:

Oladalen 48 (Eiendom 1806-87/1/25A5)

Nordstrømsvatnet 41, 42, 43 (Eiendom 1806-87/1/491)

Søsterbekk (Eiendom 11806-87/62)

Videre anbefales det besiktigelse av eksisterende snøoverbygning mellom km. 37.1 og km. 37.5.

5.3.3 Sikringsmetodikk

Da fjellskjæringene vil være opp mot 10 meter og oppover forventes det ett omfattende sikringsbehov. Det er for nåværende vurdert behov for sikring med rensk, bolter, stag, nett og potensielt også sprøytebetong ved tett oppsprekking/lokal dårlig bergmassekvalitet. Faktisk nødvendig permanent sikring skal dimensjoneres av personell med faglig kompetanse innen ingeniørgeologi, videre skal sikring tilpasses stedlige forhold etter at berget er eksponert.

Permanent sikring må ha dokumentert levetid på 100 år, eller være utskiftbar under anleggets levetid (100 år, se kap. 2.1).

Videre i kapittelet presenteres aktuelle sikringsmetodikker i nærmere detalj.

5.3.3.1 Rensk

Iht. TRV 520-8 kap. 5.2.1 [1] skal det etter sprengningsarbeid foretas omhyggelig rensk av fjellskjæringen. Dersom rensk gjennomføres maskinelt anbefales det å kontrollere rensket overflate med påfølgende manuell rensk. Rensk utføres iht. R761 Prosess 23.1 [13].

Området bak ferdig fjellskjæringstopp forutsettes rensket for løsmasser over en bredde på min. 2 meter, se eksempel på krav gitt i N200 kap. 1.9.2 [17].

Rensk og sikring med bolt skal utføres iht. R761 Prosesskode 23.1 og 23.2 [13].

5.3.3.2 Bolting

Det antas at fjellskjæringene kan sikres tilstrekkelig hovedsakelig med spredt bolting utført med bergbolter med lengde på 2 – 3 m. TRV 520-8 kap. 5.2.2 c) [1] stiller krav til at anvendte bolter er av typen fullt innstøpte bolter, kombinasjonsbolter eller endeforankrede bolter med lim.

Faktisk nødvendig boltelengde må bestemmes ut fra stedlige forhold. Det antas at det vil være behov for omfang av bolting tilsvarende i gjennomsnitt 1 bergbolt for hver 6 m². Bergbolten forutsettes å ha en diameter på minimum 20 mm. Boltene skal bestå av kamstål med stålqualität B500NC.

Boltene skal varmforsinkes og pulverlakkeres med epoxy i henhold til NS-EN ISO 1461 og EN 13438. Underlagsplater, halvkuler og muttere skal bestå av stål og skal være korrosjonsbeskyttet på lik måte som bolten. Platene skal være runde og ha et minimumsareal på 176 cm². Kombinasjonen av plate, kule og mutter skal være sterkere enn boltestammen. Bergbolter og boltømørtel som skal benyttes skal for øvrig stemme overens med beskrivelsen gitt i håndbok R761 ref. [13], prosess 23.2.

Bolter skal installeres slik at de blir belastet mest mulig i strekk og minst mulig i skjær jfr. TRV 520-8 kap. 5.2.2 a) [1].

Det forutsettes at arbeidene med bolting utføres av erfarne fagfolk jfr. TRV 520-8 kap. 5.2.2 b) [1].

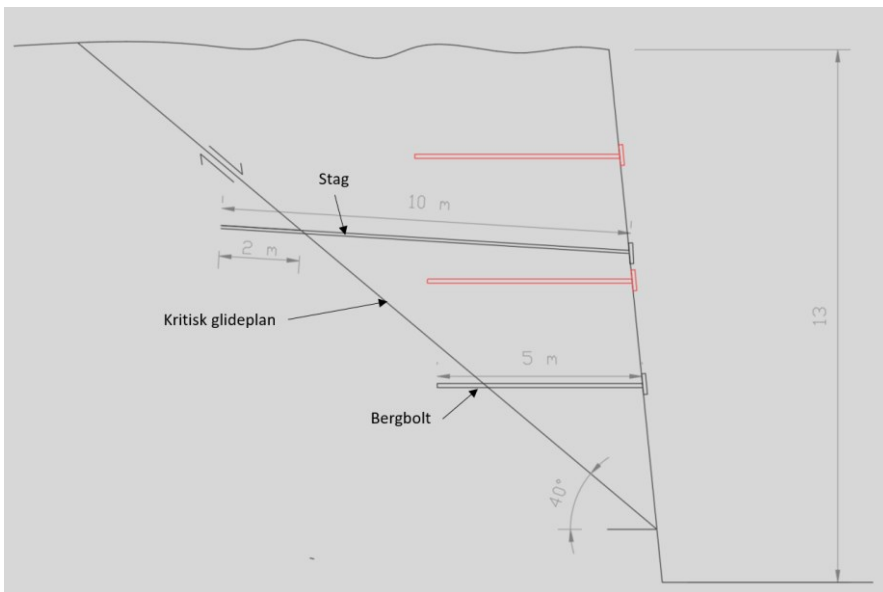
5.3.3.3 Stagforankring

Fjellskjæringene vil stedvis være høye (opptil 10 meter), her kan det potensielt være store bergmasser som er ustabile. Stag kan for disse situasjonene være relevant å benytte som bergsikring for å oppnå tilstrekkelig totalstabilitet.

Prinsippskissen i Figur 5.7 viser en tenkt kritisk sprekk der boltene i rødt ikke stabiliserer det ustabile bergvolumet. Stag kan i disse tilfellene være nødvendig for å sikre tilstrekkelig stabilitet. Stagene skal være av typen stangstag. Nødvendig lengde av stagene fastslås når kritiske svakhetsplan som kan føre til totalstabilitetsproblematikk avdekkes.

Stagene anbefales å forspennes slik at sikringseffekten blir bedre utnyttet. Stagene skal plasseres slik at de blir belastet minimalt i skjær. Krav gjeldende for bergbolter gjelder også for stag (se kap.5.3.3.2).

Det forutsettes at arbeidene med stagforankring utføres av erfarne fagfolk jfr. TRV 520-8 kap. 5.2.2 b) [1].



Figur 5.7 Prinsippskisse av situasjon der stag vil være relevant bergsikring. Dette er ett tenkt sprekkeplan og ikke ett faktisk opptredende sprekkeplan.

5.3.3.4 Sikringsnett

Ved blokkrik oppsprekking av berget hvor det anses som uhensiktsmessig å sikre hver avløste blokk med bolter og/eller blokkene er for små til å boltes skal fjellskjæringen sikres med nett.

Nettet skal bestå av galvanisert stål og nettet skal etterleve tekniske krav gjeldende nett for rassikring. Dimensjonering av nødvendig strekkstyrke, bolteavstand, maskestørrelse og nett løsning som helhet skal utføres av RIG_{berg} når overflaten som skal sikres er eksponert.

Behov for fast eller løst nett må velges ut ifra stedlige geologiske forhold og muligheten for vedlikehold av nettløsningen. Dette forutsettes avklart i videre faser.

5.3.3.5 Is-sikring

Isnett skal monteres der det kan dannes is om vinteren. Nettet skal monteres 20 cm ut fra bergveggen og festes med bolter med minimum 1 meters forankringslengde. Nettet skal festes med 1 bolt per 4 m².

Det anbefales å etablere en avledende terrenggrøft som leder vannet bort fra skjæringen og ut i etablert dreneringssystem, dette vil redusere faren for isdannelse under vinterhalvåret.

5.3.3.6 Sprøytebetong

Ved avduking av svært oppsprukket berg eller lett forvitrende bergarter kan sprøytebetong benyttes for permanent sikring.

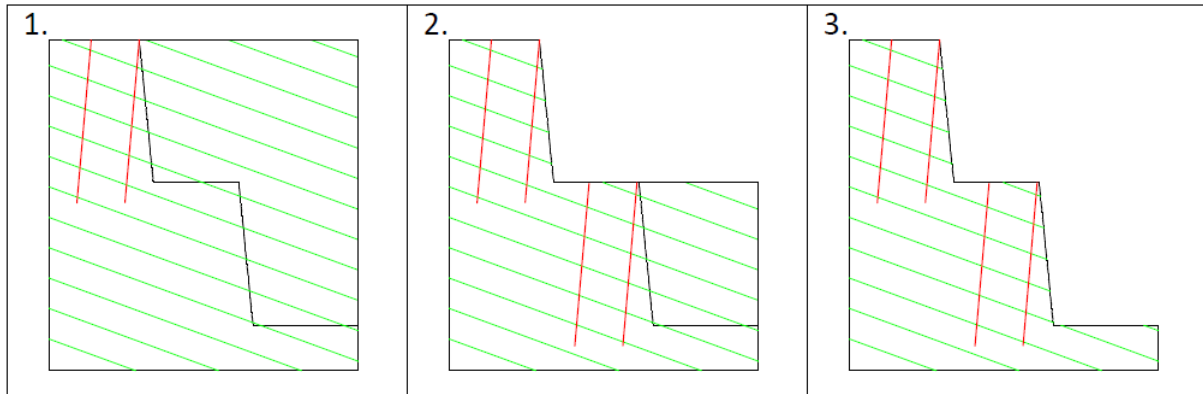
TRV 520-8 kap. 5.2.4 [1] stiller krav til at materialer og utførelse er iht. R761 prosesskode 23.4 [13].

R761 prosesskode 23.4 [13] stiller krav til at sprøytebetongen skal ha fasthetsklasse B35 og bestandighetsklasse M45 og energiabsorpsjonsklasse E700 eller E1000 med stålfiberarmering. Minimumtykkelse av sprøytebetong skal være større eller lik 8 cm [12].

5.3.3.7 Forbolter

For å håndtere de slakere sprekkesettene observert fra målevognsbilder må det etableres forbolting før utsprengning paller. Dette er hovedsakelig aktuelt fra km. 36.66 – 36.85.

Det forutsettes etablert forbolter i to omganger, en før utsprenging av første pall og en gjennom bunn første pall før utsprenging av siste, se skjematisk gjennomgang i nedstående Figur 5.8.



Figur 5.8 Sikring med forbolter. 1. Forbolting før sprengning første pall, 2. sprengning første pall og forbolting for andre pall, 3. sprengning andre pall for ferdig skjæring.

6 KONTROLL OG OPPFØLGING

Følgende punkter er vesentlig å kontrollere i byggefasen:

- Bore- og salveplan samsvarer med utført arbeid.
 - Vibrasjonsgrensene er ivaretatt
 - Borhullsavvik er innmålt og det er iverksatt korrigerende tiltak ved behov
 - Berggrunnen, skjæringsgeometri og installert bergsikring skal dokumenteres ved ingeniørgeologisk kartlegging
 - Skjæringsgeometri, fanggrøft og installert permanent bergsikring være iht. krav.
 - Informasjon om mengde og type bergsikring f.eks. boltelengde og bolttypen skal dokumenteres.
 - Det skal tas stedfestede bilder av berget og anvendt sikring.
 - Det skal utarbeides en ingeniørgeologisk sluttrapport for arbeidene
-

7 VIDERE ARBEIDER

Følgende oppgaver relatert til ingeniørgeologi gjenstår:

- Utføre ingeniørgeologisk kartlegging jfr. TRV 520-6 kap. 5 (TRV:00903) [1]
 - Fastslå ruhet langs eksisterende sprekkeplan
 - Kontroll av rapport ved eksternt uavhengig foretak iht. krav gjeldende PKK3.
 - Fastsettelse av permanent sikring dimensjoneres av fagpersonell med ingeniørgeologisk kompetanse etter at fjellskjæringen er sprengt ut.
 - Avklare behov for nett og da også fast eller løst sikringsnett, basert på stedlige geologiske forhold og muligheten for vedlikehold.
-

8 REFERANSER

- [1] «Teknisk regelverk,» Bane NOR, 2023. [Internett]. Available: <https://trv.banenor.no/>.
 - [2] Veileder for bruk av eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.
 - [3] Eurokode 7 NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler, Standard Norge.
 - [4] Eurokode 8 NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021, Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger, Standard Norge.
 - [5] Eurokode 8 NS-EN 1998-2:2005+A1:2009+A2:2011+NA:2014, Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 2: Bruer, Standard Norge.
 - [6] «Berggrunn - nasjonal berggrunnsdatabase,» Norges geologiske undersøkelse, 2022. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet November 2023].
 - [7] «Aktsohmetskartet for radon,» NGU, [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/. [Funnet 2024].
 - [8] «NVE Atlas,» NVE, [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2023].
 - [9] Europalov, «Avfallsdirektivet,» [Internett]. Available: <https://europolov.no/rettsakt/avfallsdirektivet/id-2577>.
 - [10] Lovdata, «Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften),» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/forskrift/2004-06-01-930/§9-4>.
 - [11] [UOB-00-A-10018] Fagrapport, geoteknisk vurderingsrapport, NIRAS Norge AS, 2024.
 - [12] [V225] Veiledning N-V225 Bergskjæringer, Statens vegvesen, 2023.
 - [13] [R761] Retningslinje R761 Prosesskode 1 - Standard beskrivelse for vegkontrakter, Statens Vegvesen, 2018.
 - [14] Forskrift om sivil håndtering av eksplosjonsfarlige stoffer (eksplosivforskriften), Direktoratet for samfunnssikkerhet, 2018.
 - [15] NFF, Håndbøker. Håndbok nr. 08 - håndbok for utfører av bergsprengningsarbeid., NFF, 2020.
 - [16] NS8141-1 Vibrasjoner og støt Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del:1, Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom, Standard Norge, 2022.
 - [17] Håndbok N200 Vegbygging, Statens Vegvesen, 2022.
-