



# Fagrapport: Ingeniørgeologi Skreheiatusnellen Detaljregulering E39 Mandal-Lyngdal øst

---

LINDESNES KOMMUNE

Oppdragsnr:	10219378
Oppdragsnavn:	E39 Mandal - Lyngdal øst
Dokument nr.:	NV42E39ML-GEO-RAP-0005
Filnavn	E39 ML Lindesnes Ingeniørgeologi_Skreheiatunnelen

## Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	07.07.2021	1. gangsbehandling	NOEIVB / NOFRAE	NOBJGR	NOHOLL

## Sammendrag

På oppdrag fra Nye Veier AS har Sweco utarbeidet detaljreguleringsplan for ny motorvei mellom Mandal og Lyngdal. Området er omtrent 25 kilometer. Vegen planlegges som en firefelts motorvei med fartsgrense på 110 km/t.

Foreliggende rapport omhandler Skreheiatunnelen som er ca. 230 meter, og planlegges som en toløpstunnel med tverrsnitt T10,5.

Tunnelen planlegges etablert i en homogen, lite oppsprukket biotittgranitt med antatt middels til god borbart og sprengbarhet. Bergmassekvaliteten på tunnelnivå antas jevnt over å være god. Det er identifisert minst to mulige svakhetssoner som vil kunne få betydning for driving og sikring av tunnelen. Disse er gunstig orientert (orientert med relativt stor vinkel til tunnelaksen).

Overdekningen til tunnelen er mellom 15 til 40 m. Laveste overdekning er ved de to påhuggene. Ved det østlige påhugget er antatt laveste bergoverdekning ca. 12-13 m for det østgående tunnellopet.

Det er etablert strekningsvise krav til innlekkasje i tunnelen. Kravene medfører at det blir behovsprøvd forinjeksjon i tunnelen. Omfanget av faktisk utført injeksjon avhenger av innlekkasjene på tunnelnivå. Dette er vanskelig å prognosere i forkant av tunneldrivingen.

## Innhold

Sammendrag .....	3
1 Innledning .....	6
1.1 Bakgrunn.....	6
1.2 Rapportens innhold .....	6
1.3 Trasevalg, linjeføring, tunneltverrsnitt.....	7
1.4 Geoteknisk kategori, kontroll og kvalitetssikring .....	7
2 Grunnlag og utførte undersøkelser .....	10
2.1 Grunnlag .....	10
2.2 Tidligere undersøkelser .....	11
2.3 Utførte undersøkelser .....	11
3 Grunnforhold Faktadel .....	12
3.1 Topografi.....	12
3.2 Kvartærgeologi .....	13
3.3 Berggrunnsgeologi .....	14
3.4 Strukturgeologi .....	15
3.5 Steinmaterialets kvalitet.....	18
3.6 Borbarhet og sprengbarhet .....	19
3.7 Vannforhold – Hydrologi/hydrogeologi .....	19
3.8 Omgivelser.....	19
3.9 Skredfare .....	19
4 Tolkningsdel.....	20
4.1 Bergoverdekning .....	20
4.2 Svakhetssoner.....	21
4.3 Bergmassekvalitet .....	23
4.4 Bergspenninger .....	23
4.5 Brukbarhet av steinmaterialet .....	24
4.6 Borbarhet og sprengbarhet .....	24
4.7 Påhugg og forskjæringer.....	24
4.8 Bergsikring .....	27
4.9 Vurdering av innlekkasjekrav .....	30
4.10 Miljøhensyn.....	36
5 Usikkerheter, anbefalinger og videre undersøkelser .....	37
5.1 Usikkerheter .....	37
5.2 Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen.....	37
5.3 Krav til overvåking av spesielle forhold .....	38
5.4 Forslag til supplerende undersøkelser .....	38
6 Referanser .....	39

**VEDLEGG**

- Vedlegg 1 Ingeniørgeologiske tegninger plan og profil
- Vedlegg 2 Sprekkeroser og stereonett

## 1 Innledning

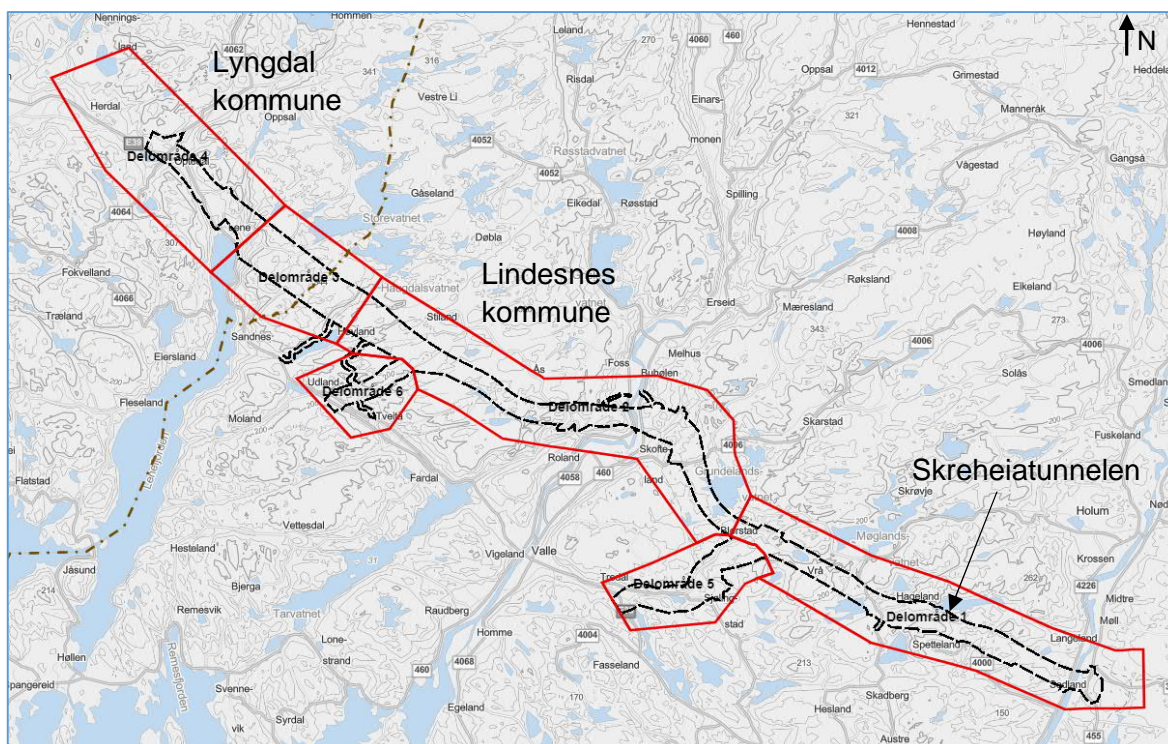
### 1.1 Bakgrunn

Sweco utarbeider på oppdrag fra Nye Veier AS detaljreguleringsplan for E39 Mandal – Lyngdal øst. Nåværende E39 mellom Kristiansand og Stavanger er om lag 208 km lang og har ikke god nok standard i henhold til dagens trafikkmengde og trafikkavvikling. Det er høy årsdøgntrafikk (ÅDT) og mange trafikkulykker på strekningen. Dette er bakgrunnen for at nåværende E39 skal erstattes med ny, trafiksikker firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Ny motorvei vil gi vesentlig kortere reisetid for brukere, og dermed knytte Agder og Rogaland tettere sammen som felles bo- og arbeidsmarked.

Planområdet er om lag 25 kilometer og strekker seg fra Mandalselva i Lindesnes kommune til Herdal i Lyngdal kommune (Figur 1). Det ligger nord for nåværende E39 og går hovedsakelig gjennom naturområder.

Området er delt inn i 6 delområder. Totalt planlegges det 3 tunneler og over 10 000 løpemeter med høye bergskjæringer.

- Skreheiatusunnelen (ca. 230 meter)
- Vråheiatusunnelen (ca. 700 meter)
- Eikeråsheiatusunnelen (ca. 3000 meter)



Figur 1: Oversiktskart over prosjektområdet. Mandalselva til høyre og Herdal til venstre.

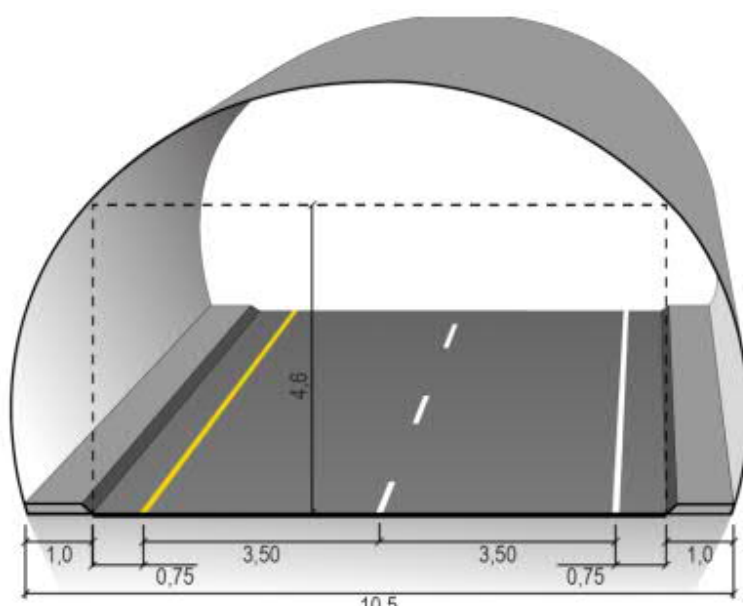
### 1.2 Rapportens innhold

Foreliggende rapport omhandler de geologiske forholdene ved den ca. 230 m lange Skreheiatusunnelen lokalisert i delområde 1.

Rapporten er basert på disposisjon fra SVV sine håndbøker N500 [1] og V520 [2]. Teksten er delt inn i en faktadel og en tolkningsdel. Rapporten baserer seg på faglige vurderinger, feltobservasjoner, grunnundersøkelser og eksisterende kart- og bildedatabaser.

### 1.3 Trasevalg, linjeføring, tunnelvernsnitt

Tunnelen er 230 meter og veglinjen planlegges som vegklasse H3 med fire kjørefelt og fartsgrense på 110 km/t. Tunnelen ligger i tunnelklasse E. Tunnelen vil ha to løp med profil T10,5 (Figur 2). Grunnet tunnelens lengde vil det ikke være havarinisje og tverrforbindelse mellom tunneløpene. Tunnelsikkerhetsforskriften [3] gjelder for tunneler med lengde over 500 meter.



Figur 2: Tunnelprofil T10,5. Hentet fra N100 [4]

### 1.4 Geoteknisk kategori, kontroll og kvalitetssikring

Geoteknisk kategori (GK) har betydning for utførelse under planlegging, bygging og drift av prosjektet. Geoteknisk kategori og kontrollnivå skal angis i henhold til Eurokode 7 [5]. Den er en funksjon av vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse, og er gitt av Tabell 1.

Tabell 1: Definisjon av geoteknisk kategori [5].

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

Vanskelighetsgraden avhenger av grunnforholdenes kompleksitet og type prosjekt, og klassifiseres som angitt i Tabell 2.

Tabell 2: Klassifisering av vanskelighetsgrad [5].

Vanskelighetsgrad	Beskrivelse
Lav	Oversiktlige og enkle grunnforhold eller et prosjekt som er lite påvirket av grunnforholdene. Ingen eller bare enkle grunnundersøkelser kreves for å fastlegge eventuelle nødvendige geotekniske parametere. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.
Middels	Uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Metoder for fastleggelse av grunnforhold og for dimensjonering er godt utviklet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.
Høy	Uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Metoder for fastleggelse av pålitelige parametere eller for dimensjonering er lite utviklet. Bare begrensede erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.

For valg av pålitelighetsklasse refereres til NS-EN 1990 og tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg, se Tabell 3.

Tabell 3: Gjengitt fra tabell NA.A1 i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990 [3]

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktor, lager for radioaktivt avfall				x
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller <sup>1)</sup>		(x)	x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i enkle og oversiktlige forhold <sup>1)</sup>	x	(x)		

<sup>1)</sup> Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk

I henhold til Statens vegvesens håndbok N500 skal alle veitunnelprosjekter i utgangspunktet ligge i geoteknisk kategori 3. For tunneler der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg kan det være aktuelt å benytte geoteknisk kategori 2. Påhugg skal alltid klassifiseres til geoteknisk kategori 3, denne skal beholdes gjennom hele prosjekterings- og byggefasen.

Tunnelen plasseres i geoteknisk kategori 3. De mest kompliserte og kritiske områdene ved driving av Skreheiatunnelen antas å være påhuggsområdene.

For Skreheiatunnelen benyttes prosjektering ved beregning, prosjektering ved konstruktive tiltak og observasjonsmetoden. Erfaring, normal praksis og etablerte klassifiseringssystem benyttes for å oppnå tilfredsstillende stabilitet.

Avhengig av pålitelighetsklasse CC/RC stilles krav til prosjekteringskontrollklasse (PKK) med tilhørende krav til kontrollform slik det fremgår av Tabell 4 nedenfor. For CC/RC3 får man PKK3 med krav til egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll. Det er byggherrens ansvar å få gjennomført utvidet kontroll.



Tabell 4: Valg av prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering, tabell NA-A (902) i NS-EN 1990 [6].

Valg av prosjekteringskontroll-klasse		Krav til kontrollform		
Pålitelighets-klasse	Minste prosjekterings-kontrollklasse	Egenkontroll	Intern systematisk kontroll	Utvidet kontroll
CC/RC1	PKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
CC/RC2	PKK2	Kreves	Kreves	Kreves
CC/RC3	PKK3	Kreves	Kreves	Kreves
CC/RC4	Skal spesifiseres	Kreves	Kreves	Kreves

## 2 Grunnlag og utførte undersøkelser

### 2.1 Grunnlag

#### 2.1.1 Kart- og bildedatabaser

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet til forberedelse av feltarbeid og utforming av ingeniørgeologisk rapport:

- Berggrunnskart fra NGU i 1:250.000-skala og 1:50.000-skala [7]
- Kwartærgeologisk kart fra NGU [8].
- Grunnvannsdatabase GRANADA fra NGU [9].
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE [10].
- Vegkart, database hos Statens vegvesen [11].
- Aktsomhetskart for Radon fra NGU [12].
- Nettbasert kartverktøy: «Norgebilder», «Norgei3D», «Norgeskart», «Google Maps».
- GEODATA – Grunnlagkart i WMS-løsning av tilgjengelige kartdata fra kartverket [13].
- Kart over naturtyper, miljøstatus fra Miljødirektoratet [14].

#### 2.1.2 Retningslinjer og krav

Følgende styrende dokumenter er lagt til grunn ved utarbeidelse av denne rapporten:

- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [6].
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1 Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [5].
- Veileder til bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering [15].
- Statens vegvesen Håndbok N500 – Vegtunneler [1]
- Statens vegvesen V520 Tunnelveiledning [2]
- Statens vegvesen Håndbok N200 Vegbygging [16]
- Statens vegvesen Håndbok R760 Styring av vegprosjekter [17].
- Statens vegvesen, Publikasjon nr. 103. Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø [18].
- NS-EN ISO 14689-1, Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Identifisering, beskrivelse og klassifisering av berg [19].
- NGI, Bruk av Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning [20].

#### 2.1.3 Sikkerhet mot skred

Sikkerhet mot skred er omtalt i håndbok N200 [16]. Basert på samlet skredsannsynlighet pr. km veg og dimensjonerende trafikkmengde skal det velges sikkerhetsnivå (restrisiko). Restrisikoen skal være lavere enn tolererbar skredsannsynlighet og bør være lavere enn akseptabel skredsannsynlighet gitt i Tabell 5. I valg av endelig sikkerhetsnivå skal det legges vekt på skredintensitet og skadepotensiale fra skred, konsekvenser av stengt veg regionalt og lokalt, samt kostnader for å oppnå ulike sikkerhetsnivå.

Ved framskriving av trafikkmengde neste 20 år er ÅDT for prosjektet oppgitt til >8000. Det er derfor lagt til grunn at veganlegget ikke skal ha større årlig nominell sannsynlighet for skred enn 1/1000 (Tabell 5).

Tabell 5: Matrise som angir sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [16].

Skred-sannsynlighet \ Dimensjonerende trafikkmengde	Dimensjonerende trafikkmengde					
	< 200	200 – 499	500 – 1499	1500 – 3999	4000 – 7999	> 8000
Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år (bør-krav)	1/10	1/20	1/50	1/50	1/100	1/1000
Tolererbar skredsannsynlighet pr. km og år (skal-krav)	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100

Påhuggsområdene ligger ikke innenfor NVE sine aktsomhetssoner for skred, alle skredtyper. Det er moderat bratt terreng over forskjæringene mot sør ved påhuggene. Vurdering av tiltak og sikring av dette området må gjøres under etablering av påhuggsflate.

## 2.2 Tidligere undersøkelser

Det ble utarbeidet en teknisk fagrapport for ingeniørgeologi i forbindelse med områderegulering [21]. Her ble det gjennomført befaringer til kritiske områder. Det ble utført sprekkekartlegging, skredvurdering, analyse av noe bergmateriale, geotekniske borer og geoelektriske målinger (ERT og IP).

Det ble i kommunedelplanfasen også utarbeidet geologiske rapporter, men disse er lokalisert vest for nåværende planområde, og er dermed ikke aktuelle lenger.

## 2.3 Utførte undersøkelser

### 2.3.1 Feltbefaringer

Det er gjennomført befaring med ingeniørgeologisk kartlegging langs hele tunnelen og ved påhuggsområdene. Feltbefaringene ble utført i februar 2021, i en periode snøen hadde smeltet tilstrekkelig for kartlegging av bergforholdene.

På befaring er veigrunnet lagt inn i ArcGIS programvare slik at data kan tas med ut i felt på mobil eller tablet. Sprekkekartlegging er utført med fall/fallretning.

### 2.3.2 Geofysikk

Det er utført refraksjonsseismikk ved det østlige påhugget. Hensikten har vært å undersøke potensielle svakhetssoner og bergoverdekning. For en detaljert beskrivelse henvises det til rapporten «Geofysiske undersøkelser til detaljreguleringsplan» [22].

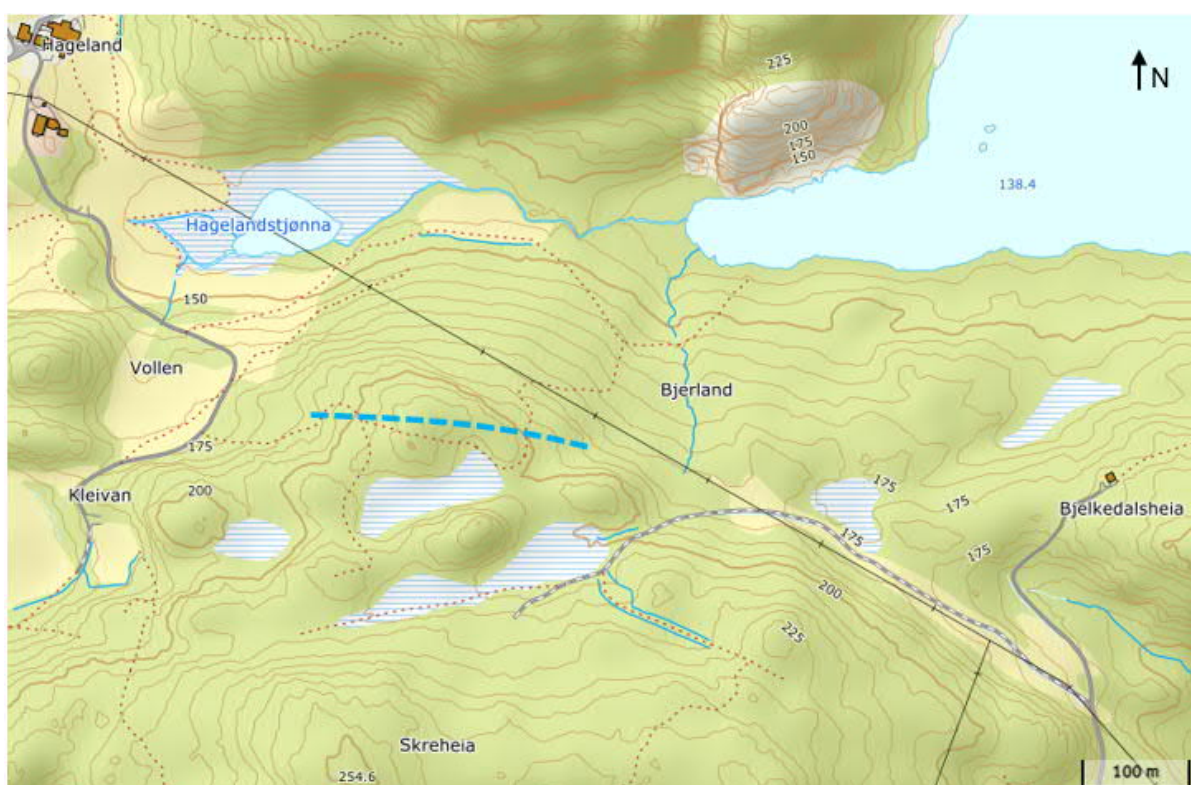
### 2.3.3 Grunnboringer

Det er planlagt totalsonderinger i området ved østre påhugg for Skreheiatunnelen som vist på tegning V1002, men boringene er foreløpig ikke utført.

### 3 Grunnforhold Faktadel

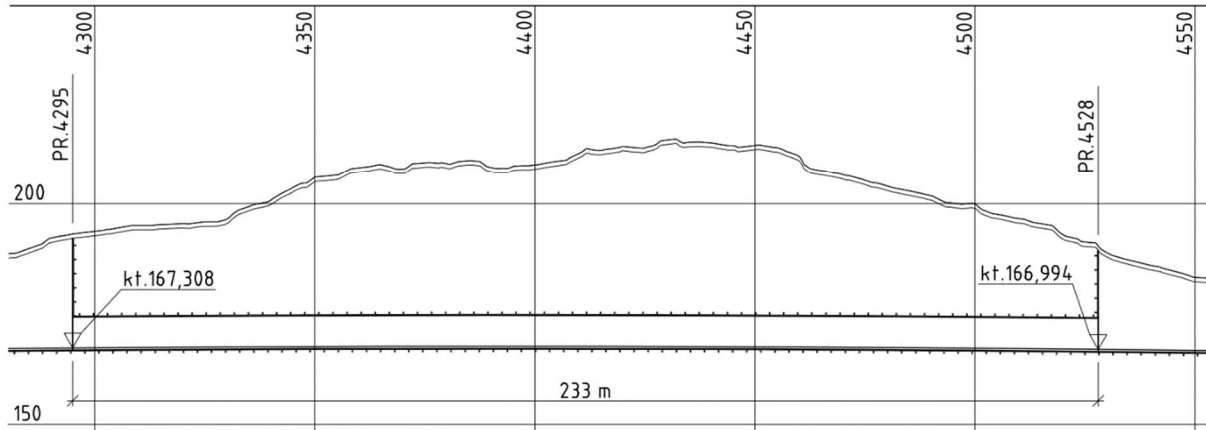
#### 3.1 Topografi

Topografien i området ved Skreheiatunnelen er kupert med koller og åsrygger som ligger Ø-V og NØ-SV. Tunnelen krysser gjennom en utstikkende rygg fra Skreheia. Skreheia er en åsrygg som går øst-vest sør for tunnelen med høyeste punkt på kote 254. Terrenget der tunnelen skal gå er fra ca. kote 190 ved de to påhuggene og opptil kote 215 omtrent midt på tunnelen. Terrenget faller ned mot nord fra Skreheia til de to vannene Hagelandstjønnna og Moslandsvatnet. Figur 3 viser et topografisk kart over området ved Skreheiatunnelen. Et lengdeprofil av Skreheiatunnelen er vist i Figur 4.



Figur 3: Topografisk kart over området ved Skreheiatunnelen. Ca. plassering av tunnelen vises med blå linje. (norgeskart.no)

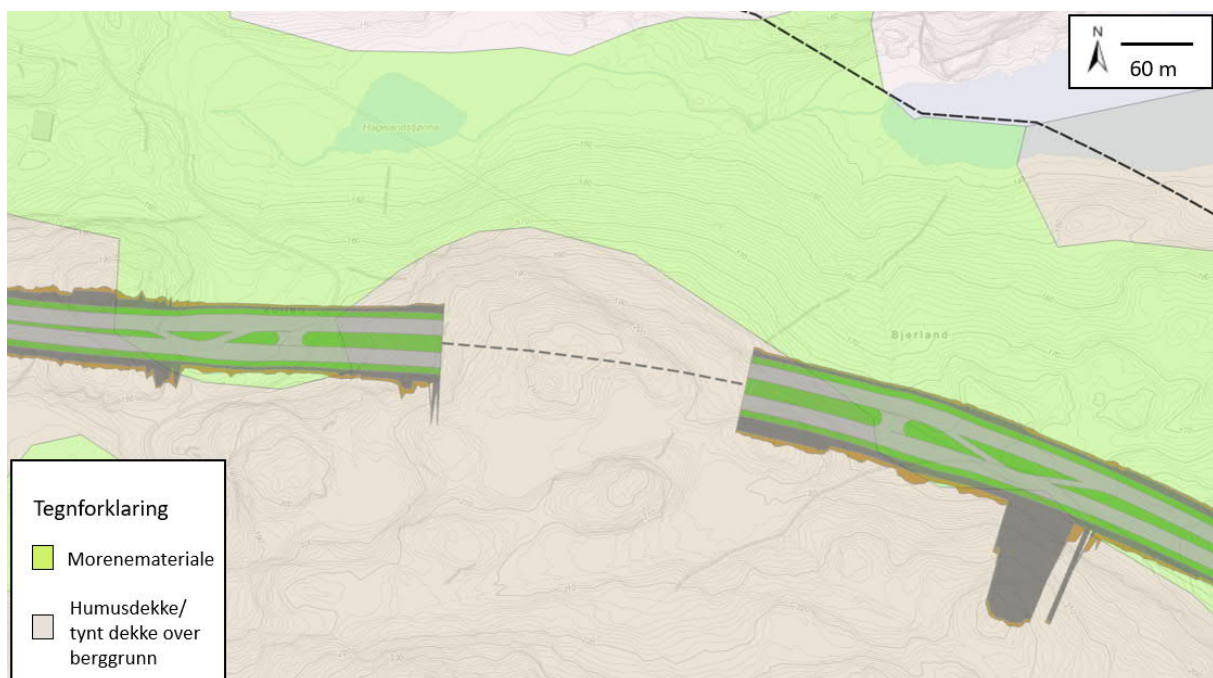
## SKREHEIATUNNELEN



Figur 4: Lengdeprofil langs Skreheiatunnelen.

### 3.2 Kvartærgeologi

NGU sitt kvartærgeologisk kart over området er vist i Figur 5. Kartet viser at løsmassene i området domineres av morenemasser og/eller tynt torv/humusdekke over berggrunnen. På toppen av kollene og åsryggene som ved Bjelkedalsheia viser løsmassekartet antydninger til bart fjell og usammenhengende løsmassedekke. Dette stemmer bra med observasjoner i felt med bart berg og stedvis tynt løsmassedekke på toppene og løsmassedekke mellom kollene og åsryggene. Løsmassetykkelsen i området fremsto generelt som tynt, men i søkk, større flatere områder og i myrområdene kan det forventes løsmassetykkelse på flere meter. Terrenget er delvis skogkledd med tynnere vegetasjon på toppene. Rett sør for tunnelen ligger det to mindre myrdrag på rundt kote 200. Prosjektområdet ligger over marin grense.



Figur 5: Kvartærgeologisk kart langs tunneltraseen. Tunnelen vises som stiple linje (NGU).

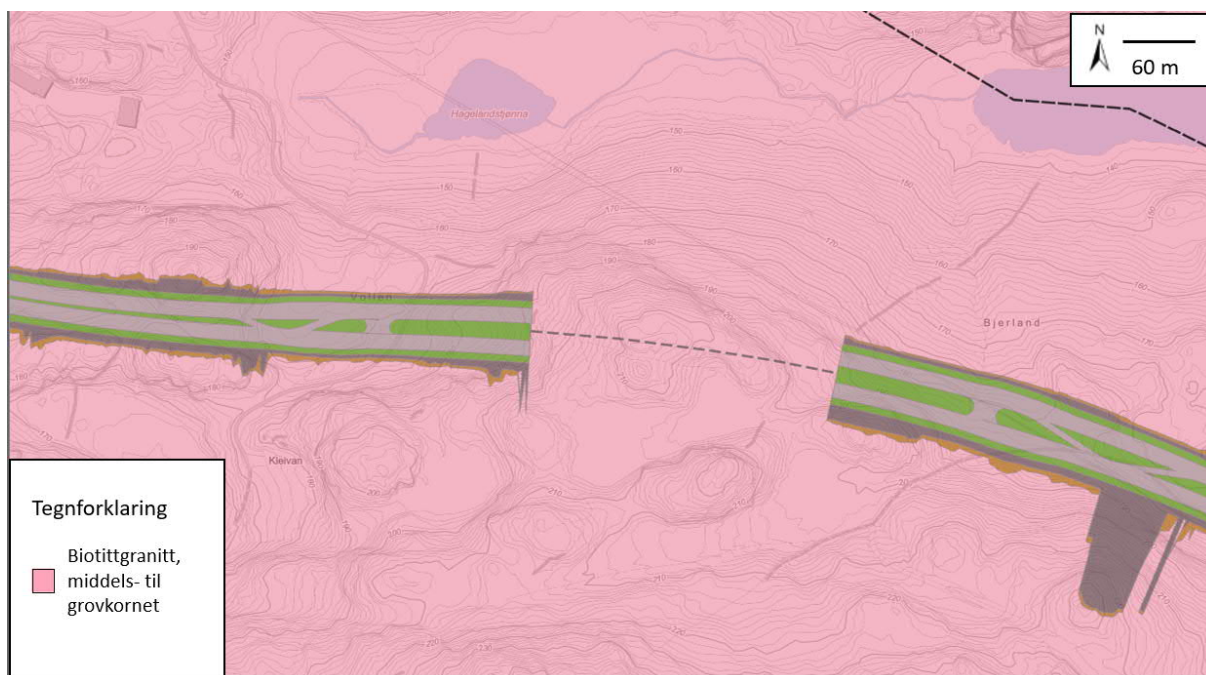
For utfyllende informasjon om geotekniske forhold i området henvises det til geotekniske rapporter utarbeidet i forbindelse med prosjektet.

### 3.3 Berggrunnsgeologi

Bergartene i planområdet består av prekambriske grunnfjellsbergarter. Tunnelen ligger ifølge NGU sitt berggrunnskart i prekambrisk granitt (hornblende- og biotittgranitt). I tillegg er det relativt stor utbredelse av gneiser som øyegneis, granittisk gneis og båndgneis/migmatitt tilhørende Agderkomplekset i prosjektområdet.

Planlagt veilinje og inntegnet tunnel på berggrunnskart fra NGU er vist på Figur 6. Hele tunneltraseen går igjennom det NGU har karakterisert som en middels- til grovkornet biotittgranitt. Ca. 700 m vest fra tunnelen antyder berggrunnskartet et skille til øyegneis.

NGU sitt berggrunnskart stemmer godt med observert bergmasse under feltbefaring. Observert bergmasse fremstår som massiv granitt i hele området for tunnelen med relativt stor sprekkelavstand. Granitten virker til å ha et relativt høyt innhold av biotitt vurdert på visuelt inntrykk i felt. Et bilde fra en bergblotning ca. midt over tunnelen er vist i Figur 7.



Figur 6: Berggrunnskart over området rundt Skreheiatunnelen. Tunnelen vises som stiplet linje.



Figur 7: Massiv granitt. Bildet er tatt ca. midt over tunnelen.

### 3.4 Strukturgeologi

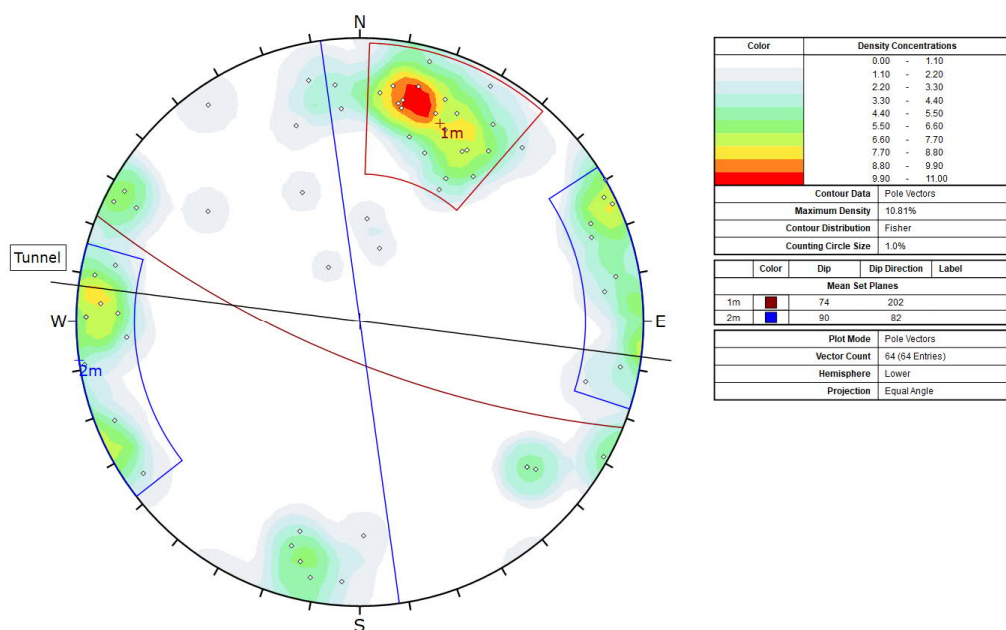
#### 3.4.1 Strukturer, foliasjon, skifrihet og oppsprekking

Det er utført sprekkemålinger langs hele tunneltraseen samt noe øst for tunnelen. Generelt ble det kartlagt 2 hovedsprekkesett med relativt steilt fall, beskrevet i Tabell 6. I tillegg ble det observert sub-horisontale sprekker samt tilfeldige sprekker. Figur 9 viser sprekkesett S1 og sub-horisontale sprekker. Generelt har sprekkenes stor utholdenhet, mens sprekkeavstanden er relativt stor (1-5 m). Noe overflateforvitring ble observert, men generelt ingen eller lite fyll i sprekkenes. Granitten fremstår uten form for foliasjon eller skifrihet. Stereonet med alle sprekkemålingene er vist i Figur 8. I tillegg viser Vedlegg 2 sprekkerose og stereonett, og Vedlegg 1 viser sprekkeroser på ingeniørgeologiske tegninger.

Tabell 6: Kartlagte sprekker over Skreheiatunnelen.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
S1	Typisk: 112°/74° Spredning: (95-138)°/(70-90)°	Utholdende sprekker, gjennomsettende i hele området. Typiske avstander mellom 1 – 5 m. Typisk ru og plan med noe overflateforvitring
S2	Typisk: 172°/90° Spredning: (150-195)°/(80-90)°	Utholdende sprekker, gjennomsettende i hele området. Typiske avstander

		mellom 1 – 5 m. Typisk ru og plan med noe overflateforvitring
S3	Subhorizontalt	Utholdende sprekker, gjennomsettende i hele området.



Figur 8: Stereonet av alle sprekkemålingene ved Skreheitunnelen (64 stk).



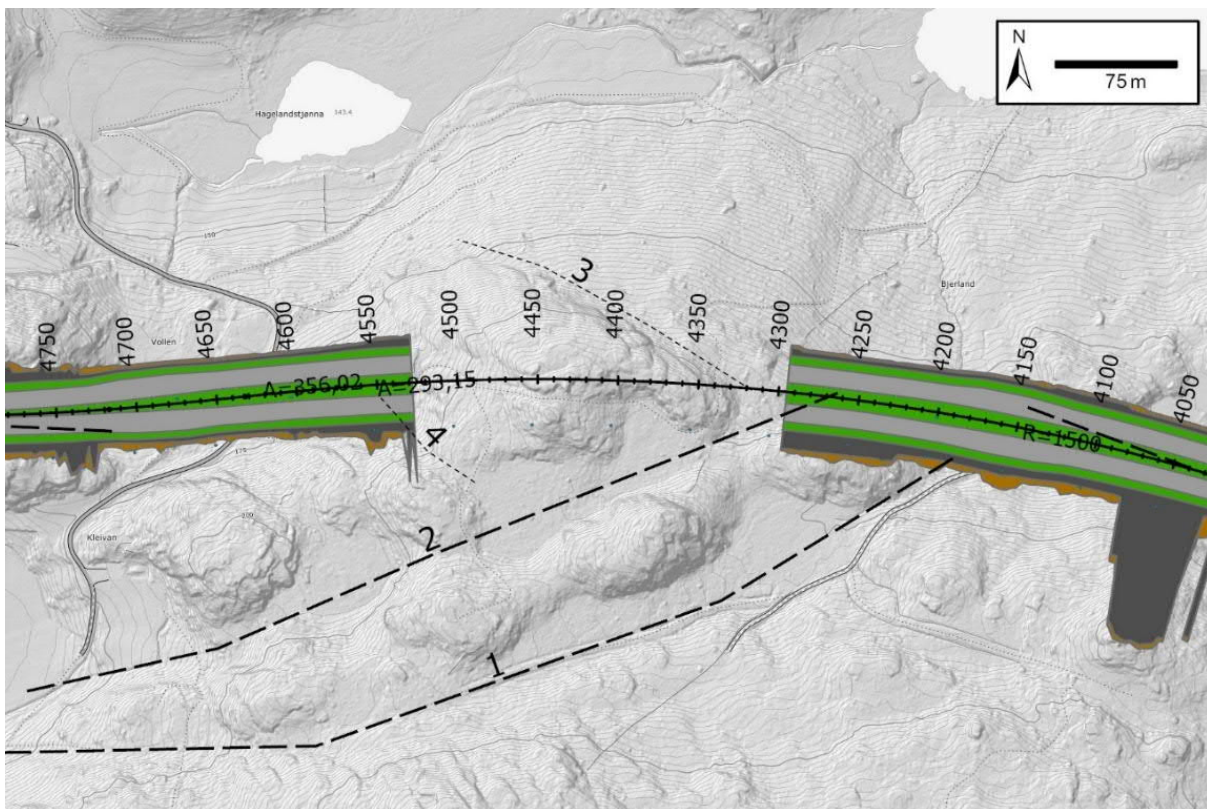
Figur 9: Massiv granitt, bildet er tatt ca. 50 m fra det østlige påhugget. Sprekkesett S1 og benkning med de subhorizontale sprekke.



### 3.4.2 Lineamenter

Det utført lineamentstudie i området ved hjelp av skyggekart, topografiske kart og befaring. En oversikt over de kartlagte lineamentene er vist i Figur 10, nummerert fra 1-4. De to mest markerte lineamentene (1 og 2) har retning nordøst-sørvest. Lineament 1 kommer ut i forskjæringen omtrent 125 meter før påhugget. Lineament 2 kommer ut i påhuggsområdet for det østgående tunneløpet og krysser skrått over tunnelaksen. De to mindre lineamentene (3 og 4) har retning nordvest-sørøst. Lineament 3 krysser tunnelen i den østlige delen med skrå vinkel. Lineament følger samme orientering som sprekkeseett S1 og er indikert rett på nedsiden av bergryggen på Figur 9. Lineament 4 krysser skrått over i forskjæringen på det vestlige påhugget. Fallvinkel på alle sonene er antatt å være tilnærmet vertikalt.

Tolkningen av refraksjonsseismikken indikerer en svakhetszone nord for påhugget til det vestgående løpet.



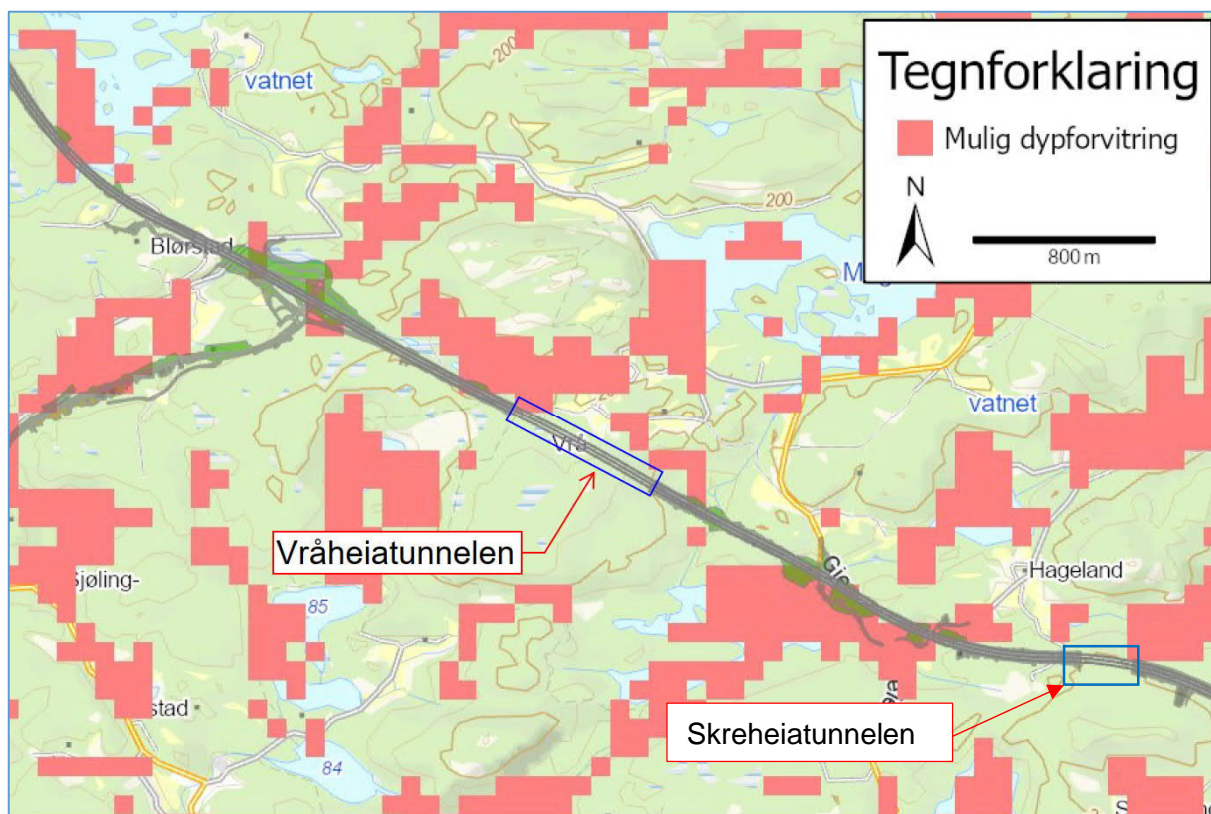
Figur 10: Oversikt over lineamentstudie i området rundt tunnelen.

### 3.4.3 Dypforvitring

Det foreligger et aktsomhetskart for dypforvitring for Sør-Norge [23]. Kartene indikerer stort sett at alle større forsenkninger i topografien kan være påvirket av dypforvitring. Kartene er ganske grovkornede, og det er ikke mulig å lese ut detaljer i en målestokk som er tilpasset denne tunnelen. Fra områdereguleringen er det kjent at det finnes soner med indikert mulighet for dypforvitring i planområdet.

Områder med mulig dypforvitring basert på geofysiske målinger er vist i Figur 11. Generelt er det her registrert at dypforvitringssonene i stor grad følger regionale svakheter i NØ-SV- og og VNV-ØSØ-retning.

Dypforvitring kan være vanskelig å lokalisere ved vanlig feltarbeid, og det er ikke gjort registreringer ved befaring som legger til grunn at det finnes dypforvitring langs tunneltraséen. Det er indikert mulig dypforvitring nordvest og nordøst for tunnelen på Figur 11.



Figur 11: Mulig dypforvitring, markert med rødt [23].

### 3.5 Steinmaterialets kvalitet

Det er utført to lab-tester av knust steinmateriale på to lokasjoner ved Eikeråsheiatunnelen ca. 15 km nordvest for Skreheiatunnelen. Bergmassen her er også en granitt med relativt høyt biotittinnhold.

Resultatene fra prøvene fra de to områdene er vist i Tabell 7. Kravene til bruk i bærelag er LA-verdi < 35 og MD-verdi < 15. Prøven fra Grummedal er innenfor kravene til bruk i bærelag. Prøven fra Haddeland er så vidt utenfor.

Tabell 7: Resultatet av steinprøvene hentet fra Eikeråsheiatunnelen, ved Grummedal og Haddeland.

Bergart	Årstall	Lokalitet	LA	MD
Granitt	2021	Grummedal	24	12
Granitt	2021	Haddeland	36	15

### 3.6 Borbarhet og sprengbarhet

Borbarhet er definert ved indeksene DRI (Drilling Rate Index, borbarhetsindeks) og BWI (Bit Wear Index, borslitasjeindeks). Avhengig av testresultat klassifiseres bergarten i kategorier fra «ekstremt lav» til «ekstremt høy». Sprengbarhet beskrives ved sprengbarhetsindeksen, hvor bergarten fastsettes som god, dårlig eller middels.

Det er ikke utført tester for å beregne/fastsette DRI, BWI eller SPR for dette prosjektet. Det er derfor benyttet erfaringsdata fra testing av tilsvarende bergarter (granitt).

### 3.7 Vannforhold – Hydrologi/hydrogeologi

#### 3.7.1 Drenering, myrområder og overflatevann

Tunnelen krysser under to mindre myrområder som ligger rett sør for det østgående tunnellopet. I den østlige forskjæringen krysser det to mindre bekkeløp som drenerer ned mot Moslandsvatnet.

### 3.8 Omgivelser

#### 3.8.1 Naturtyper

I henhold til notat «E39\_ML\_Verdier over planlagte tunneler» er det ikke registrert naturmangfoldverdier ved skreheiatunnelen. Det er observert to mindre myrdrag i området sør for Skreheiatunnelen.

#### 3.8.2 Bebyggelse

Det er spredt bebyggelse i prosjektområde og nærmeste bebyggelse er Hageland nordvest for tunnelen. Nærmeste bygg, en garasje, er ca. 260 meter fra den vestlige forskjæring og nærmeste bolighus ligger i en avstand på ca. 300 meter fra den vestlige forskjæringen.

### 3.9 Skredfare

Tunnelen med forskjæring ligger ikke innenfor aktsomhetsområder for skred i NVE sine aktsomhetskart for skredfare.

Det kan allikevel ikke utelukkes at det er må gjøres enklere tiltak i terrenget over forskjæringene og påhugget. Dette vil kunne omfatte sikring av mulige blokker, urmasser og løsmasser.

## 4 Tolkningsdel

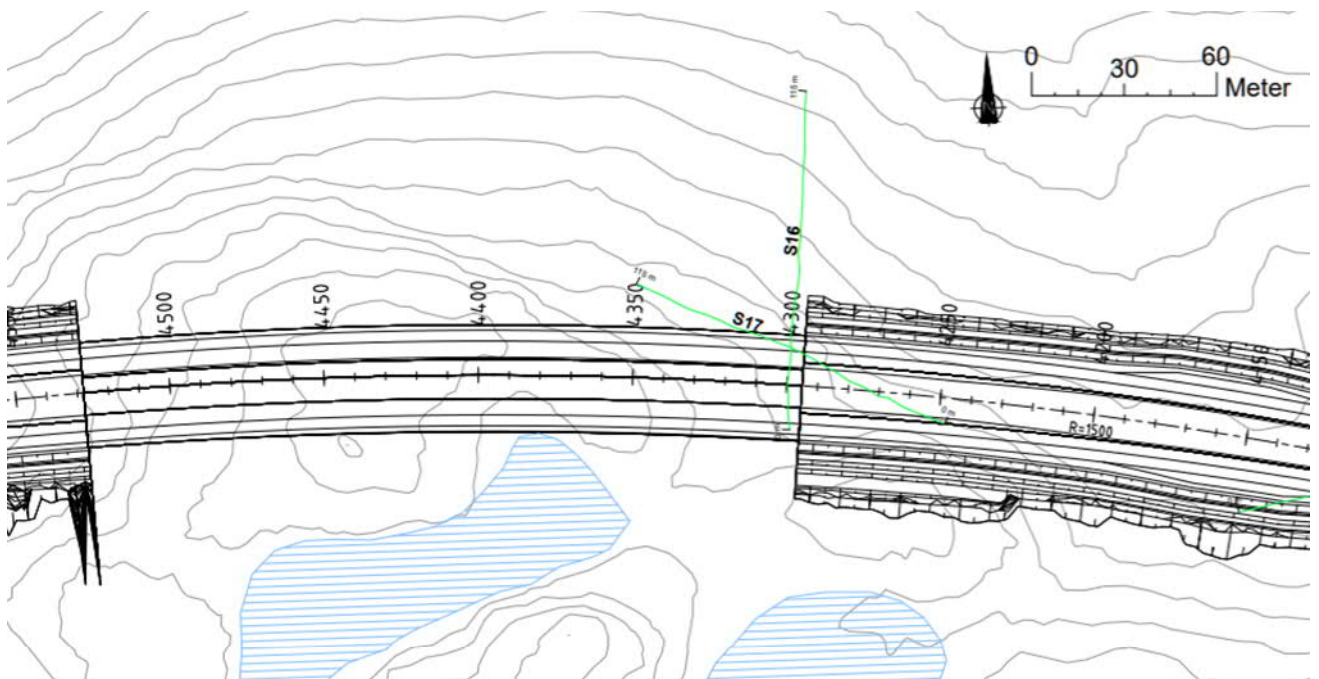
### 4.1 Bergoverdekning

Skreheiatusnelen har en overdekning på 15-40 meter langs senterlinje for veilinja. Lavest overdekning er det ved påhuggene, med 18 meter ved det østlige påhugget og 15 meter for det vestlige påhugget. For store deler av tunneltraseen er det observert berg dagen og tynt løsmasedekke og følgelig vil det trolig ikke være utfordringer knyttet til bergoverdekning langs tunnelen. Ved det østlige påhugget indikerer seismikk en noe større løsmassemekktighet som gir en bergoverdekning ned mot 12-13 meter for det østgående tunnellopet. Tegning V1002, V1003 og V1004 i Vedlegg 1 viser plan, lengde- og tverrsnitt av tunnel og påhugg.

#### 4.1.1 Påhugg øst

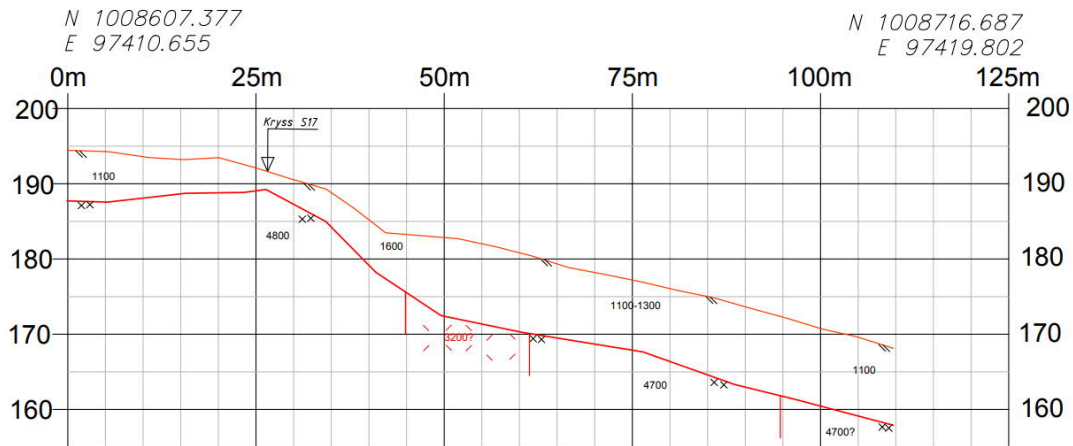
Ved det østlige påhugget er overdekningen 18 til 22 meter de første 30-40 meterne. Overdekningen for det østgående løpet øker litt tidligere enn det vestgående løpet. For det østgående løpet er overdekningen fra 18 til 22 meter de første 30 meterne før terrenget stiger og overdekningen øker. For det vestgående løpet stiger terrenget på etter ca. 40 meter før overdekningen øker. Etter ca. 55 meter har begge tunnellopene ca. 30 meter overdekning.

Tolkede resultater fra refraksjonsseismikken viser at det i påhuggsområdet er en løsmassemekktighet på mellom 2-7 meter. Figur 12 viser de to seismikklinjene, linjene krysser hverandre rett over det vestgående tunnellopet. S16 går vinkelrett over tunnelaksen ved påhugget og antyder 5-7 meter løsmassemekktighet over senter i det østgående tunnellopet og 2-3 meter over høyre side av det vestgående tunnellopet. S17 krysser skrått over fra veitraseen og går rett over senter heng i det vestgående tunnellopet. Tolkningen viser i en løsmassemekktighet på 2-4 meter.

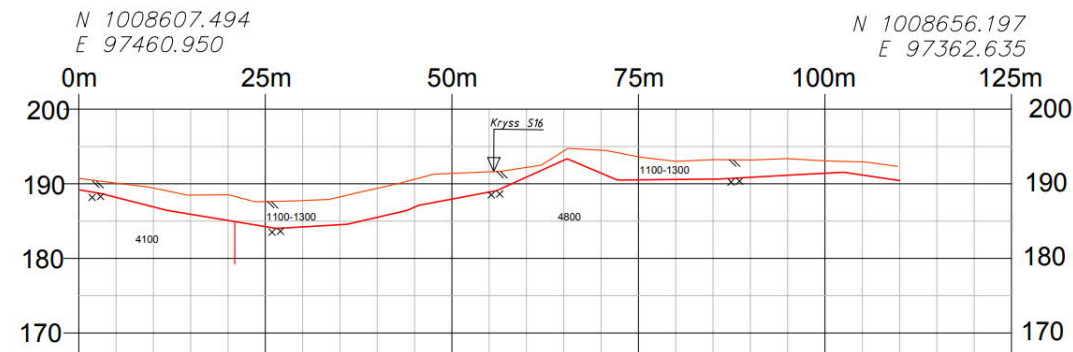


Figur 12: Plassering av seismikklinje S16 og S17.

## S16



## S17



Figur 13: De to refraktsjonsseismikk profilene ved påhugg øst.

## 4.1.2 Påhugg vest

Ved det vestlige påhugget er overdekningen 15 meter. Påhuggsflaten ligger i et utstikkende bergparti. Det er flere bergblotninger ved påhugget og løsmassemektheten fremstår som lav i området 0-2 meter. Terrenget stiger jevnt fra påhuggsflaten for begge tunneløpene og etter 30 meter er overdekningen ca. 25 meter.

## 4.2 Svakhetssoner

Det er tolket to mulige svakhetssoner med mektighet 5-10 meter samt to mindre svakhetssoner fra kartgrunnlag og feltbefaring. Det er i tillegg indikert en lavhastighetssone på linje S16 på refraktsjonsseismikken ved påhugg øst. Tabell 8 viser en samlet oversikt over svakhetssoner/lineamenter. Det henvises til V-tegninger i Vedlegg 1 for antatt plassering av svakhetssoner.

#### 4.2.1 Sone 1

Denne sonen vil gå ut i forskjæringen omtrent 125 meter før det østlige påhugget. Det er ikke ventet at denne sonen vil påvirke tunnelen.

#### 4.2.2 Sone 2

Denne sonen er i hovedsak tolket fra lineament i kartgrunnlag, sonen er ikke indikert på refraksjonsseismikken. Følger sonen tolket forløp på Figur 10 basert på kartstudie ville den krysset seismikklinje S17 og mulig også S16. Om Sone 2 er en reel svakhetssone ville den trolig vært indikert som en lavhastighetssone. Seismisk hastigheten i området Sone 2 trolig ville krysset seismikklinje S17 basert på kartgrunnlag er 4100 m/s. Dette er 600-700 m/s lavere enn resterende hastighet i bergmassen men fortsatt relativt høyt. På grunn av manglende indikasjon på refraksjonsseismikken er det heftet usikkerhet om dette faktisk er en svakhetssone.

#### 4.2.3 Sone 3 og 4

Sone 3 og 4 har samme orientering som sprekkesett S1 og er tolket fra kartgrunnlag. Disse sonene er ikke observert i felt. Mektigheten antas å være < 5 meter. Det forventes ikke at Sone 3 vil påvirke tunneldrivingen og stabiliteten nevneverdig. Sone 4 kan gi stabilitetsutfordringer i forskjæringen til tunnelen.

#### 4.2.4 Sone 5

Sone 5 er en lavhastighetssone (3200 m/s) indikert på refraksjonsseismikken, linje S16. Sonen er trolig ikke den samme som den mulige svakhetssonen, Sone 2, da lavhastighetssonen ikke er indikert på seismikklinje S17. Antakelig er lavhastighetssonen orientert i samme retning som sprekkesett S1 og sone 3. Det vil si at sonen kommer ut i forskjæringen før tunnelen. Mektigheten til sonen er indikert til å være 10-15 meter på refraksjonsseismikken.

Tabell 8: Informasjon om kartlagte lineamenter

Nummer	Antatt fall	Antatt mektighet	Krysser ved profil nr.	Kommentar
1	90°	5-10 meter	4180 (forskjæring)	Følges langs et myrdrag, krysser østlig forskjæring. Tydelig i terrenget.
2	90°	5-10 meter	4260	Følges langs et myrdrag parallelt med nr.1. Krysser mulig tunnelen i påhugget til det østgående tunnellopet. Tydelig i terrenget. Ikke indikert som lavhastighetssone på seismikken.
3	90°	< 5 meter	4320	Parallell med steil bergvegg. Krysser skrått over tunnelaksen.

4	90°	< 5 meter	4535	Mindre søkk i terrenget, treffer forskjæring ved vestlig påhugg.
5	90°	10-15 meter	4300	Lavhastighetszone linje S16, seismikk.

### 4.3 Bergmassekvalitet

Bergmassekvaliteten er kartlagt i felt på blotninger langs tunneltraseen og i påhuggsområdene. Den kartlagte bergmassen i dagen bestod i all hovedsak av en massiv granitt med lav oppsprekingsgrad. De beregnede Q-verdiene var i hovedsak mellom 4 – 12, som indikerer middels til godt berg. Det må påpekes at Q-verdiene er basert på kartlegging av blotninger i dagen, som ikke nødvendigvis er representativt på tunnelnivå. Overdekningen over tunnelen er generelt lav (< 40 m), slik at kartlagt berg i dagen antas å tilsvare berget på tunnelnivå relativt bra.

Parameteren SRF beskriver generelt forholdet mellom bergspenninger og bergartsstyrken omkring et bergrom [20]. SRF settes ofte 2,5 eller 5 ved påhugg, områder med lav overdekning og svakhetssoner, som følgelig vil redusere Q-verdien ved slike områder.  $J_w$  er vanskeligere å si noe sikkert om på tunnelnivå før driving, men antas å være 1 gjennom hele tunnelen. Ved såpass lav overdekning forventes ikke vesentlige vanntrykk, men det kan samtidig forventes noe vanninnlekkasje grunnet god hydraulisk sammenkobling til dagen i tillegg til lav vertikalspenning.

Antatt fordeling av bergmassekvalitet er gitt i Tabell 9. Det er ikke skilt på de to tunneløpene.

Tabell 9. Antatt fordeling av bergmasse langs Skreheiatunnelen i de respektive bergmasseklasser A-F.

	A		B		C		D		E		E		F	
	Q >40		Q 10-40		Q 4-10		Q 1-4		Q 0.4-1		Q 0.1-0.4		Q 0.01-0.1	
	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m
	-	-	43	100	38	88	13	30	6	15	-	-	-	-

### 4.4 Bergspenninger

Det er ikke foretatt bergspenningsmålinger i denne planfasen, og Sweco er ikke kjent med at det er foretatt bergspenningsmålinger i nærliggende anlegg eller i tilknytning til tidligere utført planarbeid for E39 i området. Det faktiske spenningsbildet består trolig av gravitative og tektoniske spenninger, og hovedspenningsretningene er sannsynligvis ikke rent vertikale/horisontale.

Skreheiatunnelen har lav til moderat overdekning slik at det er lite sannsynlig med utfordringer som bergslag og lignende knyttet til høye bergspenninger. I påhuggsområder og i forbindelse med kryssing av svakhetssoner må det forventes redusert innspenning av bergmassen, som også kan føre til stabilitetsproblemer og økt sikringsbehov.

#### 4.5 Brukbarhet av steinmaterialet

Normalt er granitt en bergart som egner seg til gjenbruk i både fyllinger og i veioppbygging. Det forventes derfor at tunnelstein vil kunne brukes til fyllinger i de fleste tilfeller. Steinmaterialets brukbarhet til kvalitetsfyllinger og for eksempel som bærelag vil trolig være varierende. Basert på 2 prøver fra dagen er det kun den ene som tilfredsstiller kravene til LA- og MD-verdi (se Tabell 7).

#### 4.6 Borbarhet og sprengbarhet

Granitt kan ofte betraktes som en relativt homogen bergart, og har erfaringsmessig god sprengbarhet og middels borbarhet. Det foreligger ikke laboratorieanalyser av borbarhetsindeksen DRI, slitasjeindeksen BWI eller sprengbarhet SPR. Verdier må derfor estimeres fra erfaringsdata på bakgrunn av empiriske data. For granitt estimeres DRI = 45-60 («middels til høy») og BWI = 30-45 («middels») ifølge [24]. Sprengbarhetsindeksen estimeres til SPR = ca. 0,42 – 0,45 tilsvarende «middels til god» for granitt [25].

#### 4.7 Påhugg og forskjæringer

##### 4.7.1 Påhugg øst

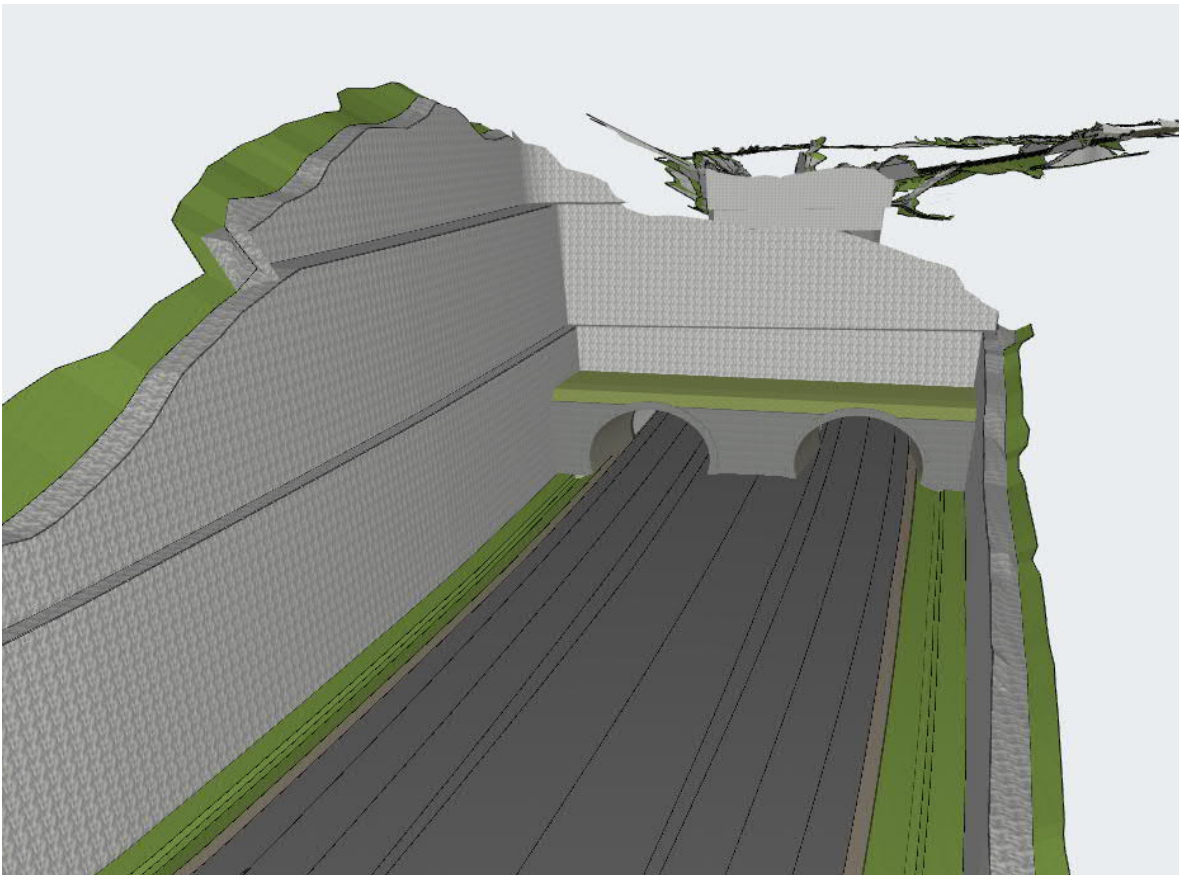
Østlig påhugg og forskjæring etableres i et svakt stigende terreng i tunnelretningen, vist i Figur 14 og Figur 15. I forkant av bergtunnelen etableres veitraseen med ca. 500 m tosidig skjæringer. Mot sør er det noe brattere terreng over skjæringstoppen. Høyden på påhuggsflaten over ferdig vei er ca. 20 m, hvor bergoverdekningen for tunnelen blir ca. 12-13 m. I tillegg er det tolket et lineament som krysser skrått over påhugget, som potensielt kan gi redusert bergmassekvalitet i enkelte partier.

Den sørlige forskjæringen før påhugg øst skal etableres med høyde opp mot 40 m. Basert på sprekkemålinger i området (Figur 8) er hovedsprekkene orientert slik at det trolig kan dannes kiler med fallretning sørvest, som er gunstig med tanke på at dette vil falle inn i den høye skjæringen. Det kan imidlertid være enkeltsprekker som kan danne kiler eller plane utglidninger fra relativt store høyder. Dette området bør følges opp spesielt av ingeniørgeolog under bygging for å avdekke potensielt ustabile partier og bestemme nødvendig bergsikring. Det anbefales at det etableres en berghylle ved ca. høyde 30 m på minimum 4 m bredde for den høyeste delen av forskjæringen. Dette vil slake ut skjæringsvinkelen og kunne bedre totalstabiliteten i forskjæringen. I tillegg vil dette fjerne dagfjell i skjæringstoppen og redusere omfanget av detaljsikring.





Figur 14: Bilde av området ved påhugg øst. Påhugget er til venstre i bildet.



Figur 15: Utklipp fra modell som viser østlig påhugg og forskjæringer.

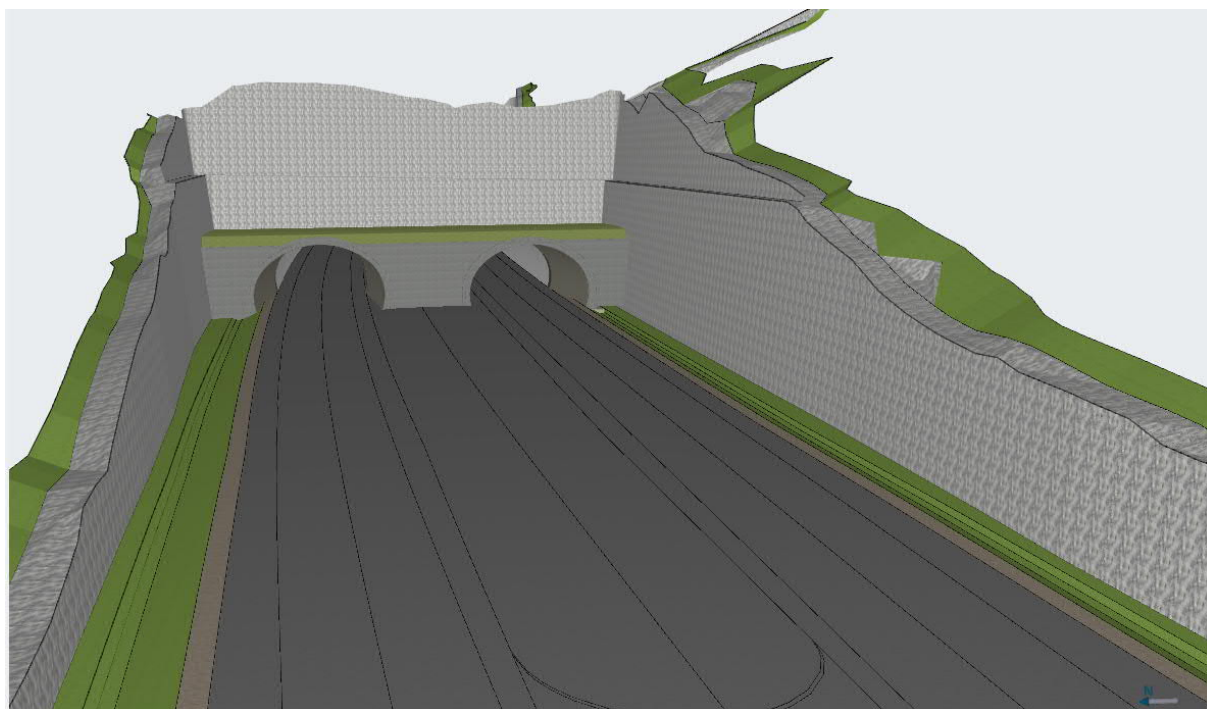
#### 4.7.2 Påhugg vest

Et bilde fra det vestlige påhugget samt et utklipp fra modellen er vist i Figur 16 og Figur 17. Påhugget og forskjæringene etableres i moderatt hellende terreng. Høyden til påhuggsflaten er ca. 25 m over ferdig vei. Forskjæringene har tilsvarende høyde nær påhugget, og avtar vestover med terrenget. Mot sør er det noe brattere terreng over skjæringstoppen.

Sprekkekartleggingen antyder potensielle kiledannelser med fallretning sørvest, som spesielt kan dannes i den nordlige forskjæringsflaten. Samtidig bør det undersøkes for plane utglidninger og mulige kiler dannet av sporadiske sprekker. Det må utføres ingeniørgeologisk kartlegging i påhuggsområdene etter at løsmassene er gravd av, og basert på det vurdere behovet for forbolting av forskjæringene.



Figur 16: Bilde av en massiv bergrygg ved påhugg vest.



Figur 17: Utklipp fra modell som viser vestlig påhuggsområde med forskjæringer.

#### 4.8 Bergsikring

Bergsikring i tunnelen bestemmes ut fra kartlagte Q-verdier sammenholdt med tabell 6.1 fra håndbok N500, gjengitt i Tabell 10. Et estimat på forventet fordeling av bergmasse- og sikringsklasser i Skreheiatunnelen er vist i Tabell 11.

Tabell 10: Tabell 6.1 fra håndbok N500. Sammenheng mellom bergmasseklasser og sikringsklasser.

Bergmasse klasse	Bergforhold Q-verdi (sprengt berg)	Sikringsklasse Permanent sikring
A/B	Lite oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand > 1m. Q = 100 – 10	Sikringsklasse I - Spredt bolting - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm
C	Moderat oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand 0,3 – 1 m Q = 10 – 4	Sikringsklasse II - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm - Systematisk bolting c/c 2 m
D	Tett oppsprukket bergmasse eller lagdelt skifrig bergmasse. Midlere sprekkeavstand < 0,3 m. Q = 4 - 1	Sikringsklasse III - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 100 mm - Systematisk bolting c/c 1,75 m
E	Svært dårlig bergmasse. Q = 1 - 0,2 ----- Q = 0,2 - 0,1	Sikringsklasse IV - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm - Systematisk bolting, c/c 1,5 m ----- - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm - Systematisk bolting, c/c 1,5 m - Armerte sprøytebetongbuer. Buedimensjon E30/6 ø20 mm, c/c buer 2–3 m, Buene boltes systematisk, c/c bolt = 1,5 m, boltelengde 3–4 m - Sålestøp vurderes
F	Ekstremt dårlig bergmasse. Q = 0,1 - 0,01	Sikringsklasse V - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150–250 mm - Systematisk bolting, c/c 1,0 – 1,5 m - Armerte sprøytebetongbuer Buedimensjon D60/6+4, ø20 mm, c/c buer 1,5–2 m Buene boltes systematisk, c/c 1,0 m, boltelengde 3–6 m Doble buer kan erstattes med gitterbuer. - Armert sålestøp, pilhøyde min. 10 % av tunnelbredden
G	Eksepsjonelt dårlig bergmasse, stort sett løsmasse, Q < 0,01	Sikringsklasse VI - Driving og permanent sikring dimensjoneres spesielt

Tabell 11. Grovt estimat på forventet fordeling av bergmasse- og sikringsklasser i Skreheitunnelen.

Bergmasseklasse	Q-verdi	Betegnelse	Sikringsklasse	Andel av tunnelen [%]
A/B	10-100	Veldig god/god	I	43
C	4-10	Middels	II	38
D	1-4	Dårlig	III	13
E	0,1-1	Veldig dårlig	IV	6
F	0,01-0,1	Ekstremt dårlig	V	0
G	<0,1	Eksepsjonelt dårlig	VI	0

#### 4.8.1 Bergsikring tunnel

Permanent sikring av tunnelen utføres ved fortløpende kartlegging etter Q-metoden med påfølgende valg av sikringsklasse i henhold til Tabell 10.

Det forventes at bergsikringen i all hovedsak kan gjennomføres med maskinrensk og manuell rensk i kombinasjon med bolting og sprøytebetong. Ved passering av svakhetssoner kan det stedvis også være behov for tung sikring i form av forbolting og sprøytebetongbuer. Ved partier

med liten overdekning (for eksempel påhugg øst) kan det bli nødvendig å benytte korte salvelengder og oppdelt tverrsnitt for å ivareta stabiliteten under driving og i permanent situasjon.

Dersom tunnelen kommer inn i soner med svellende leire må dette tas hensyn til ved design av permanent sikring. Det kan bli nødvendig å revurdere utført sikring og eventuelt ettersikre bak stuff når resultater fra eventuelle svelletester kommer tilbake fra laboratoriet i drivefasen.

#### 4.8.2 Bergsikring påhugg og forskjæringer

Forskjæringer og påhuggsflatene forventes sikret ved konvensjonelle midler (rensk, bolter, bånd og eventuelt nett). Det blir sannsynligvis også påført et lag med sprøytebetong over og rundt forbolter med armering/oppheng rundt påhuggene for å holde på profilet i drivefasen. Portalkonstruksjonene er i tillegg prosjektert med en 2 m lang kontaktstøp fra påhugget og innover. Kontaktstøpen kan eventuelt forlenges avhengig av bergforholdene.

Det må utføres en detaljert ingeniørgeologisk gjennomgang og vurdering av nødvendig sikring i byggefasen. Det forventes at sikring primært kan utføres med konvensjonelle sikringsmetoder i form av Ø20mm, Ø25mm og Ø32mm gyste kamstålbolter, eventuelt i kombinasjon med steinsprangnett. Dersom det avdekkes store kiler kan det stedvis bli nødvendig med kraftigere bolter/stag, spesielt i den 40 m høye forskjæringen ved østlig påhugg. I områder med oppsprukket og småfallent berg kan det være hensiktsmessig med bruk av sprøytebetong.

#### 4.8.3 Sikring av overliggende terreng

Terrenget mot sør i overkant av forskjæringer og delvis påhuggsflater er stedvis bratt med bergskreanter. Rensking og sikring av brattskreanter kan bli nødvendig. Det bør også rettes oppmerksomhet til større blokker som ligger i terrenget, som eksempelvis vist i Figur 18. Disse bør eventuelt fjernes dersom de utgjør fare for nedfall til veibanen og/eller på anleggsveier.

Seismikken antyder et moderat løsmassedecke ved det østlige påhugget som må fjernes og sikres i forkant av etablering av påhugget.



Figur 18: Massiv blokk som ligger i hellende terreng omtrent 30 meter nordøst for det vestlige påhugget.

## 4.9 Vurdering av innlekkasjekrav

### 4.9.1 Bakgrunn

Grunnvannstanden endrer seg hele tiden i respons til nedbørshendelser og tørkeperioder. Senkning av grunnvannstand kan ha negative effekter på sårbare naturtyper og nærliggende vannforekomster. Krav til grunnvannssenkning er satt av NVE som er forvaltningsmyndighet for store deler av vannressursloven og er delegert myndighet til å gi konsesjon til blant annet grunnvannsuttak og andre tiltak som kan påvirke grunnvannet [26]. Innlekkasjekravene skal sørge for at grunnvannet ikke skal betydelig endre seg eller føre til skader for miljø og infrastruktur.

Grenseverdiene for tunnellekkasjer er bestemt ut ifra praktiske betraktninger og ved å utføre en vannbalanseanalyse av forholdene i tunnelområdet.

### 4.9.2 Kartlegging av brønner

I forbindelse med tunneldriving foregår det en kartlegging av brønner langs hele traseen for å fange opp uregistrerte brønner. Dersom det er brønner innenfor en gitt influenssone må det utarbeides en tiltaksplan dersom en grunnvannssenkning skulle oppstå.

I henhold til NGUs Nasjonal brønndatabase (Granada) og henvendelser fra grunneiere er det ikke registrert brønner innenfor et influens området på 200 m rundt Skreheiatunnelen, Figur 20.

#### 4.9.3 Overvåkningsbrønner

Som en del av den hydrogeologiske vurderingen skal det installeres overvåkningsbrønner langs traseen. Overvåkningsbrønnene vil kunne hjelpe med å danne et bilde av grunnvannsnivået i fjellet samt kunne overvåke variasjoner eller plutselige endringer i grunnvannstanden. Overvåkningsbrønnene vil også kunne gi en indikasjon på om myrene kommuniserer med grunnvannet eller er hovedsakelig matet av nedbør.

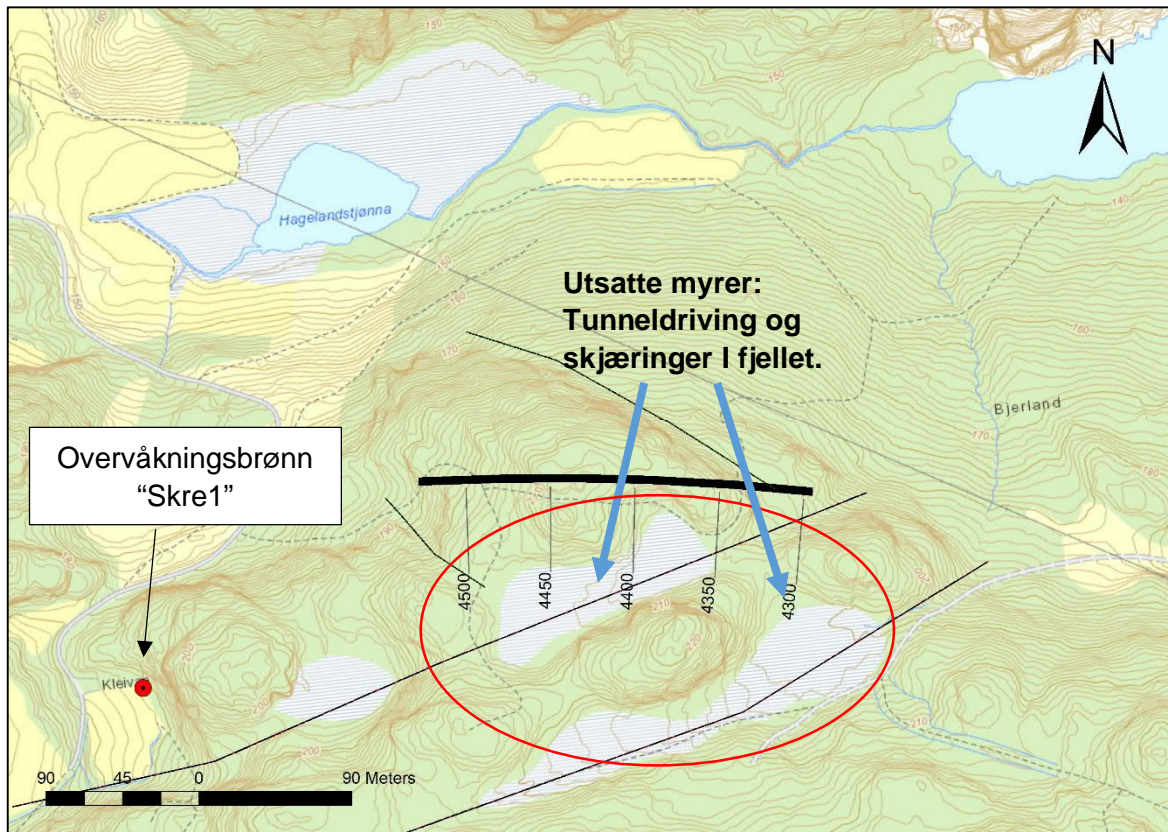
Overvåkningsbrønnene skal brukes til å dokumentere grunnvannsforholdene før og etter arbeidene er utført for å kunne bevise at de planlagte tiltakene har vært effektive og ikke skapt endringer i grunnvannstanden. Dokumentasjonen av forholdene er en viktig komponent i forbindelse med meldeplikten til NVE. Det vil hovedsakelig bli installert en brønn per tunnel, plassering av overvåkningsbrønner. Ved Skreheiatunnelen vil det bli installert én brønn sørvest for tunneltraseen, brønnen er vist i Figur 19.

I henhold til notat «E39\_ML\_Verdier over planlagte tunneler» er det ikke registrert naturmangfoldverdier ved skreheiatunnelen. Området skal legges til rette for at vilt skal trekke over tunnelen og det er derfor viktig å bevare eksisterende vegetasjon og at dette ikke tørrlegges. Det er flere myrer som enten krysser tunnelen eller ligger i en svakhetsone som kan kommunisere med tunnelen [27]. Opprettholdelse av vannforholdene en viktig og myrene bør derfor overvåkes for å observere variasjoner i grunnvannstanden som kan oppstå.

#### 4.9.4 Beregning av innlekkasjekrav

Anbefalte krav til innlekkasje er satt på bakgrunn av vannbalanseanalyse samt ytre miljø. Flere faktorer spiller inn ved vurdering av innlekkasjekrav til tunnel. Dette er avhengig av sårbare naturtyper, bebyggelse, grunnforhold, grunnvann- og energibrønner og vannlevende arter m.m. Generelt er det fokus på å bevare det ytre miljø som kan få store konsekvenser dersom en innlekkasje drenerer vekk grunnvannet. Det gjelder for eksempel myrområder der grunnvannsspeilet (i løsmasse) ligger generelt høyt eller jordbruksarealer som er vannavhengige og reduksjon i grunnvannsspeil eller vanntilførsel til vannkrevende flora og fauna. Disse vurderes i utgangspunktet å være lite ømfintlig for grunnvannssenkning, så fremt senkningen ikke er betydelig.

Senkning av grunnvannsnivå vil for det ytre miljø føre til drenering av brønner, tjern, vann og vassdrag over tunnelen, og tapping av grunnvannsmagasiner generelt. Det kan også skape en senkning i løsmassene dersom det er setningsutsatte masser innenfor influensområdet.



Figur 19: Kart som illustrerer utsatte naturtyper som må hensyntas i vurderingen av innlekkasjekrav for Skreheitunnelen.

#### 4.9.5 Metode

Grenseverdiene for tunnellekkasjer er bestemt ut ifra praktiske betraktninger og ved å utføre en vannbalanse analyse av forholdene i tunnelområdet. For å forhindre merkbare senkning av grunnvannsnivået i sårbare områder er det stilt innlekkasjekrav i tunnelene under driving. Arbeidet er utført hovedsakelig via informasjon som ble hentet inn fra tilgjengelige databaser og bakgrunnsdata fra prosjektet.

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet til utforming av hydrogeologisk rapport. Fra NVE ([www.nvw.no](http://www.nvw.no)) informasjon om normal avrenningsdata 1961-1990. Bakgrunnskart og flybilder fra Norgeskart ([www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)) men også flere terrengmodeller, matrikel- og eiendomsinformasjon.

ArcGIS pakken fra ESRI for å behandle dataene hentet fra databasene. Dataene ble i noen tilfeller lastet ned fra databasene slik at man kunne utføre beregninger og foreta endringer.

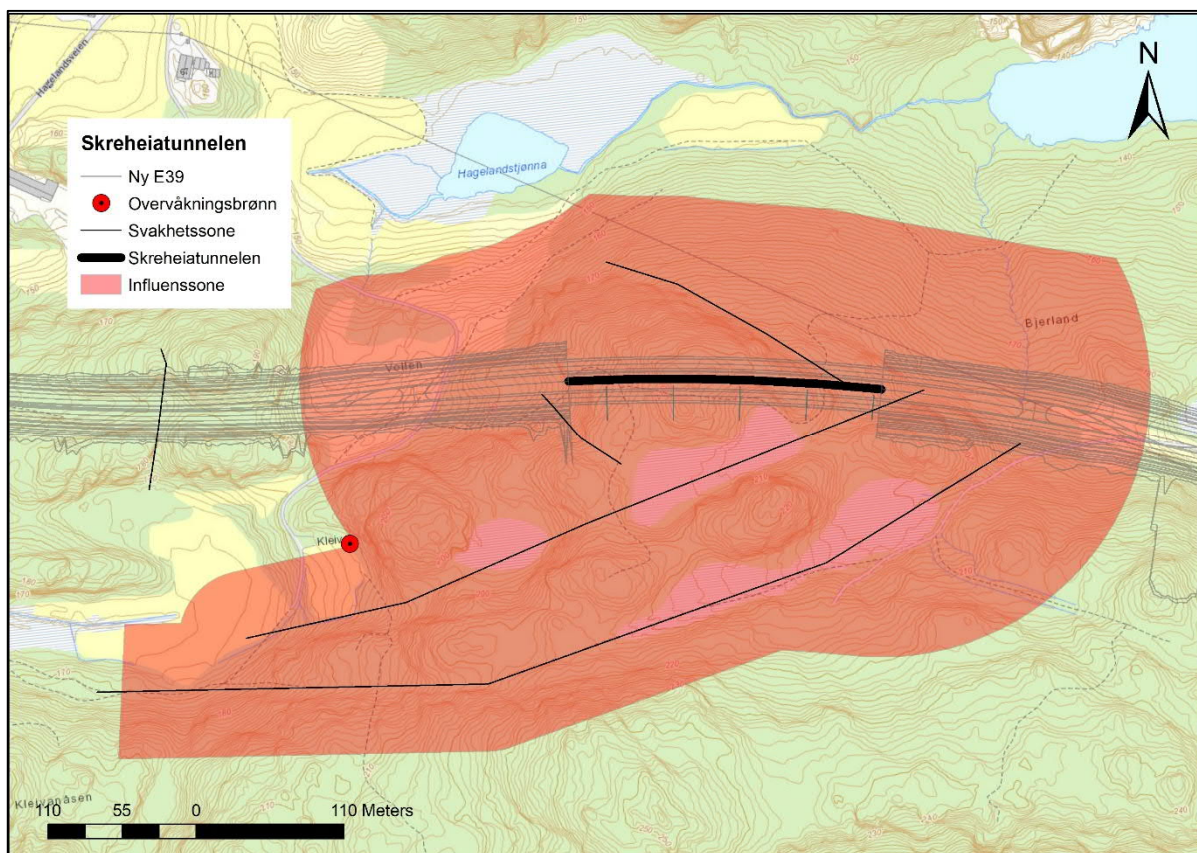
#### 4.9.6 Innlekkasjekrav

Den planlagte traséen for Skreheitunnelen ligger innenfor nedbørsfeltet til Moslandsvatnet. Topografisk er tunnelen lokalisert 29 meter høyere enn innsjøen og vil derfor ikke kunne «tappe» Moslandsvatnet. En tunnel vil imidlertid endre grunnvannsstrømningen og potensielt drenere grunnvann fra høyereliggende områder. Det kan derfor være fare for at myrer/våte



naturtyper på sørsiden av tunnelen dreneres og tørrelleges, da disse ligger høyere i terrenget (kt. 204 m og kt. 202 m). Dette er svært avhengig av hvor tett bunnsjiktene som holder tilbake vann i naturforekomstene er, og den hydrauliske konduktiviteten i bergmassen rundt tunnelen. Mindre vannføring vil kunne påvirke det biologiske mangfoldet i myrområder. Det synes derfor hensiktsmessig at de nærmeste myrene overvåkes dersom en lekkasje skulle oppstå, da disse krysses av en kartlagt svakhetszone som trolig vil kommunisere med tunnelen. De potensielt utsatte myrene er markert i Figur 19.

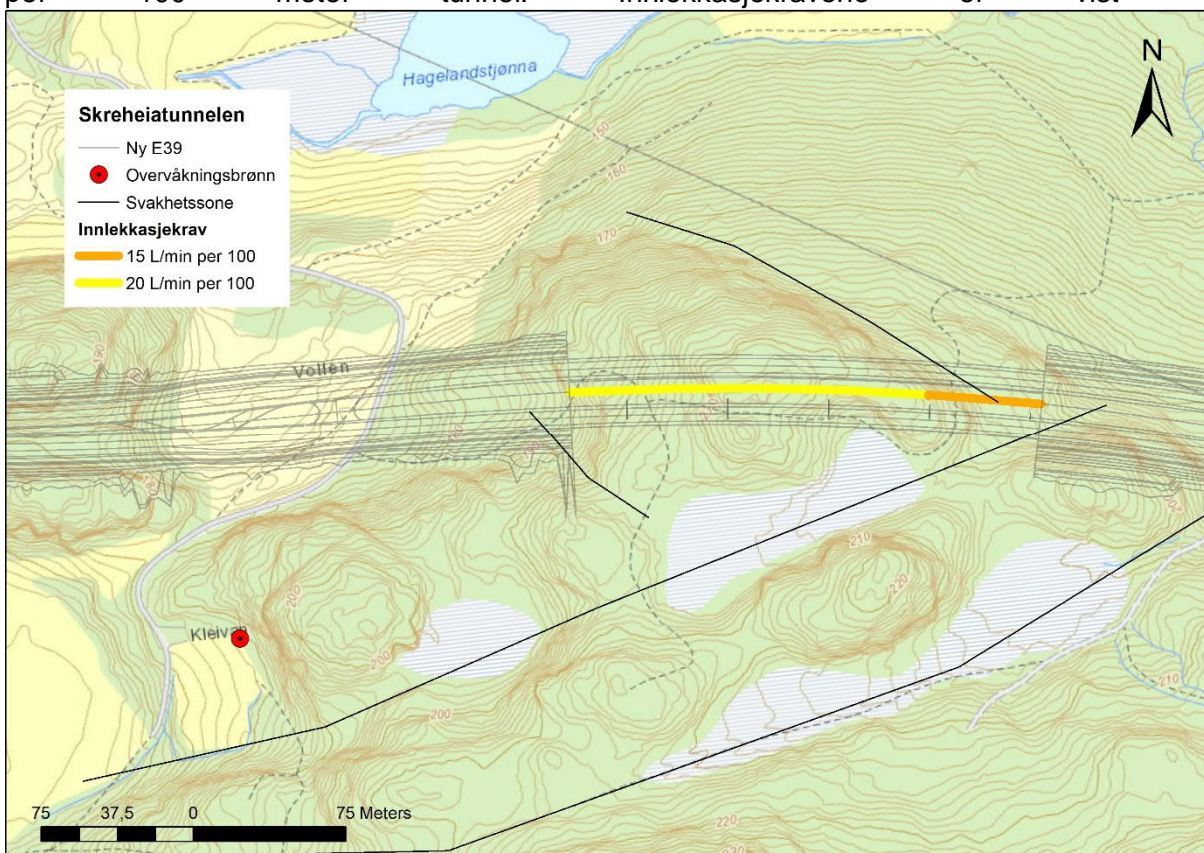
I området rundt tunnelen er det kartlagt noen potensielle svakhetssoner, beskrevet i delkapittel 4.2. Influensområde rundt svakhetssonene er vurdert med en radius på 50 meter, som vist i Figur 20. I tillegg er det satt et influensområde rundt tunnelen. En mulig innlekkasje på 10 l/min/100 m kan ha et influensområde på 100-300 m. Tidligere studier rundt grunnvannssenkning og tunneldriving argumenterer for at endringer i grunnvannsnivå sjelden påvirkes av tunneldrift på avstander mer enn 300 m [26]. Terrenget er svært kuppert og influenssonen vil også være vurdert etter terrenget. På bakgrunn av dette er influensområdet vurdert med en influenssone på 200 m. I nord er Influensområde begrenset etter kote ca. 160 som er 6-7 meter under tunnelnivå (se Figur 20). Det «definerte» influensområde er et resultat av vurdering av de topografiske- samt geologiske forholdene rundt tunnelen, lokal påvirkning kan forekomme utenfor de fastsatte grensene.



Figur 20: Influenssone rund Skreheiatunnelen og svakhetssoner. Rundt tunnelen er influensområdet 200m. Nord for tunnelen er influensområdet vurdert med høydekote 160 moh. Rundt svakhetssonene er det satt en kritisk sone på 50 meter.

Som beskrevet tidligere i rapporten går tunnelen utelukkende gjennom en massiv granitt, med tre primære sprekkesett og typiske sprekkeavstander mellom 1-5 m. Primærporøsiteten til harde krystalline bergarter som granitt er svært lav, slik at vannstrømning i all hovedsak foregår gjennom sprekker og diskontinuiteter i bergmassen [28]. Potensielle innlekkasjer i tunnelen forventes dermed primært i forbindelse med vannførende soner og sprekker i berggrunnen.

På bakgrunn av faren for punktering eller drenering av de overnevnte naturtyper samt kontroll av grunnvannssenkingen, anbefales et innlekkasjekrav på 15 L/min per 100 m tunnel ved profil 4295-4350. Resterende strekning (Pel. 4350-4530) er vurdert med innlekkasjekrav på 20L/min per 100 meter tunnel. Innlekkasjekravene er vist i

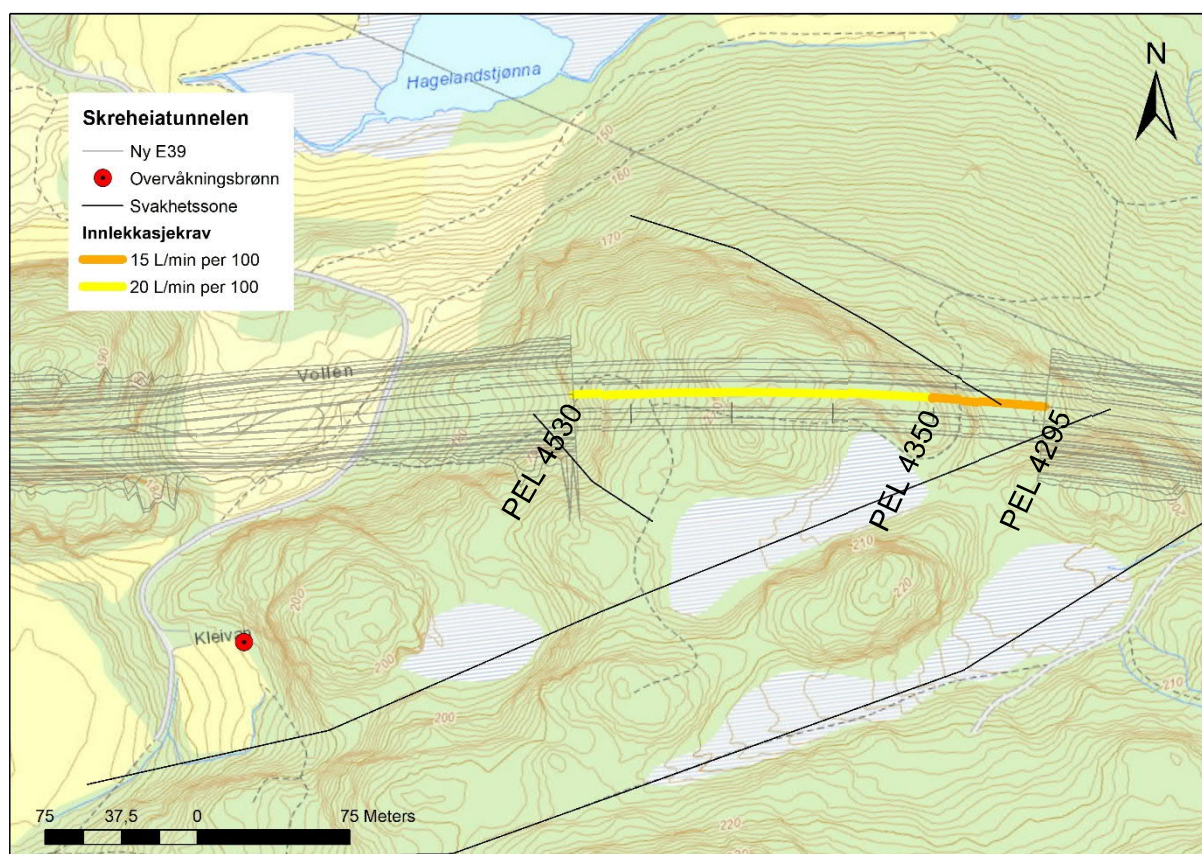


Figur 21: Kartet illustrerer innlekkasjekrav langs tunneltraseen. Oransje stripe indikerer et tetthetskrav på 15L/min Per 100 meter tunnel. Gul stripe indikerer et tetthetskrav på 20L/min per 100 meter tunnel.

Tabell 12, og er illustrert i Figur 21.

Resultatene representerer mengde lekkasjer som kompenseres av grunnvannsdannelsen basert på årlige gjennomsnittsverdier for årsavrenning over et større areal. En stor fordel med å estimere lekkasjekrav basert på grunnvannsdannelse i berg er at man ivaretar vannbalansen i området. Ved dette tilfelle har vi vurdert at kun 10% av potensiell grunnvannsdannelsen vil klare å infiltrere i bakken, således får man 90% som skal bidra til overflateavrenning. Det vil si at hvis man klarer å tette tunnelen nok til å tilfredsstille lekkasjekravene vil man få etter hvert en stabil grunnvannstand i området.

På hver side av tunnelen er det høye skjæringer som drenerer grunnvannet på lik linje med tunnelen (fra kote 167). I tillegg går det svakhetssoner ut i skjæringene. Skjæringene før- og påhuggene til tunnelen er underlagt influenssonene som vist i Figur 20. Vann som dreneres av skjæringene skal håndteres som overvann, og det bør etableres avskjærende grøfter/overvannshåndteringssystem samt rensesystemer for dette vannet. Det er dog viktig at man begrenser vannuttaket og utøver forsiktighet ved etablering av skjæringene.



Figur 21: Kartet illustrerer innlekkasjekrav langs tunneltraseen. Oransje stripe indikerer et tetthetskrav på 15L/min Per 100 meter tunnel. Gul stripe indikerer et tetthetskrav på 20L/min per 100 meter tunnel.

Tabell 12: Tetthetskrav

Nr.	Pel	Strekning [m]	Tetthetskrav tunnel (2 løp) [l/min/100 m]	Tetthetskrav pr. løp [l/min/100 m]
1	4295-4350	55	15	7,5+7,5
2	4350-4530	180	20	10+10
	SUM	Ca. 235		

#### 4.9.7 Sonderboring og injeksjon

Det anbefales som utgangspunkt at det sonderbores systematisk gjennom tunnelen for å kartlegge bergforholdene og vannforholdene i bergmassen. I påhuggsområdene er det lav bergoverdekning samt av det ved det østlige påhugget er noe usikkerhet knyttet til eventuelle svakhetssoner.

Ettersom Skreheiatunnelen er såpass kort og det er relativt høye og lange bergskjæringer på begge sider av tunnelen samt at det ikke finnes bygg over tunneltraseen eller spesielt sårbare områder antas det vil være behovsprøvd injeksjon i tunnelen.

#### 4.10 Miljøhensyn

##### 4.10.1 Radon og syredannende bergarter

Store deler av tunnelen vil passere igjennom områder som er merket av med "høy aktsomhetsgrad" for radon Figur 22. Radon kan «fanges» og akkumuleres i lukkede rom som kummer, pumpesumper og lignende. Helsefare forbundet med radon er imidlertid knyttet til eksponering mot høye nivåer over lang tid, for eksempel i boliger der man oppholder seg store deler av døgnet. Tunnelen er kort og vil ha god naturlig ventilasjon i trafikkrommet, og det er derfor lite sannsynlig at eventuelt forhøyede radonnivå i tunnelen vil representere noen helsefare for trafikanter eller andre som er innom i tunnelen for å utføre vedlikeholdsarbeid i driftsfasen.

Ved høye nivåer kan det imidlertid være aktuelt å gjennomføre avbøtende tiltak i drivefasen for å beskytte arbeidere i tunnelen som oppholder seg der flere timer i døgnet. Det bør gjennomføres luftmålinger over tid for å kontrollere radonnivået. På grunn av tunnelens korte lengde antas det at normal tunnelventilasjon vil gi god luftutskifting.



Figur 22: Aktsomhetskart for Radon (NGU). Blå linje viser omtrentlig plassering av tunnelen.

Bergmassen der tunnelen passerer igjennom består av granitt. Dette er ikke en bergart som erfaringsmessig vurderes som en probleobergart med hensyn til sulfidmineralisering og fare for sur avrenning fra sprengstein.

#### 4.10.2 Vibrasjoner fra sprengning

Det må fastsettes krav til maksimale vibrasjoner fra sprengning på bygninger innenfor en avstand av 200 meter fra sprengningsstedet. Maksimale vibrasjoner bestemmes ut fra NS8141:2001 basert på informasjon fra foregående bygningsbesiktigelse, herunder bygningsmaterialer og fundamenteringsforhold. Bygningsbesiktigelse utføres i forkant av sprengningsarbeider. Omfanget er begrenset til trolig å omfatte et bolighus og en garasje på Hadeland nordvest for tunnelen.

## 5 Usikkerheter, anbefalinger og videre undersøkelser

### 5.1 Usikkerheter

- Steinmaterialets kvalitet – det må gjennomføres tester av bergmassen forløpende i anleggsfasen da kvaliteten kan endres over korte avstander.
- Bredde på og vanskelighetsgrad knyttet til driving gjennom og sikring av svakhetssoner.
- Orientering av soner på tunnelnivå; fare for at en del soner stryker nær parallelt med tunnelaksen og medfører økt sikringsbehov over lengre strekninger. Det er ikke kartlagt slike soner ut fra lineamentsstudier så risikoen for dette vurderes som lav.
- Omfang av innlekkasjer og mulig injeksjon.

### 5.2 Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen

I henhold til N500 [1] skal det utføres geologisk kartlegging før påføring av sprøytebetong i hele tunnelens lengde som grunnlag for bestemmelse og senere dokumentasjon av geologi og utført bergsikring.

Ansvarlig ingeniørgeolog for prosjektet bør utnevnes før byggefasen. Ingeniørgeologen anbefales å inneha minimum 5 års relevant erfaring fra tunnelanlegg. Ingeniørgeologisk kompetanse er viktig i byggefasen for å sørge for god oppfølging og anbefalinger av sprengning- og bergsikringsarbeider.

Etter her salve skal det utføres geologisk kartlegging samt beregning av Q-verdi for fastsettelse av permanent sikringsomfang. Kartlegging og beregning av A-verdi utføres av personell som følger tunnelskiftene. Den som utfører geologisk kartlegging på stuff, samt gjennomfører vurdering av permanent sikring, anbefales i henhold til N500 å ha følgende kompetanse:

- Erfaring med ingeniørgeologisk kartlegging og kartlegging etter Q-metoden og beskrivelse av bergmassekvalitet.
- Erfaring med og kjennskap til relevante metoder for bergsikring i tunneler og forskjæringer.
- Kunnskap om ingeniørgeologiske forundersøkelser, og med laboratorieanalyser av stein og løsmasseprøver.

- God kunnskap om innholdet i ingeniørgeologisk rapport, samt utførte grunnundersøkelser og relevant bakgrunnsinformasjon.
- Kunnskap om innholdet i relevante regelverk og håndbøker.
- Kjennskap til prosjektets risiko og sårbarhetsanalyse.
- Erfaring med og kunnskap om injeksjon i tunnel.

En ingeniørgeologisk sluttrapport skal utarbeides senest tre måneder etter at prosjektet er overlevert.

### 5.3 Krav til overvåking av spesielle forhold

- Hvis det påtreffes leirførende soner i tunnelen anbefales det å gjennomføre laboratorieanalyser av denne for å avdekke eventuelle svellende egenskaper. Hvis det avdekkes svelleleire med stort svellepotensiale/-trykk må den aktuelle sonen revurderes med hensyn til om det er aktuelt å utføre tilleggssikring på bakgrunn av ny informasjon.
- Hydrogeologiske forhold (grunnvannsbrønner) – løpende overvåking (Etablering av grunnvannsbrønner er under planlegging).
- Innlekkasjen til tunnelen må måles jevnlig i drivefasen for å overvåke om strekningskravene til tetthet er oppfylt.
- Vibrasjoner fra sprengning måles fortløpende på utvalgte objekter.

### 5.4 Forslag til supplerende undersøkelser

#### 5.4.1 Geofysiske undersøkelser

Det er ikke vurdert behov for ytterligere geofysiske målinger.

#### 5.4.2 Grunnboringer

Det er planlagt at det skal utføres grunnboringer over påhuggene for å verifisere dybde til berg.

#### 5.4.3 Kjerneboring

Dette er ikke vurdert som nødvendig per i dag. En borkjerne vil imidlertid kunne bidra til å øke kunnskapen om grunnforholdene og redusere risiko knyttet til bergmassekvalitet på tunnelnivå. Det er i øyeblikket svært vanskelig å anskaffe kjerneboring. Det er for tiden flere måneders ventetid hos de kjente norske aktørene.

#### 5.4.4 Grunnvannstand

Etablering av grunnvannsbrønn er under utførelse. Resultater fra hydrogeologiske brønn må innarbeides og vurderes i senere planfaser i prosjektet.

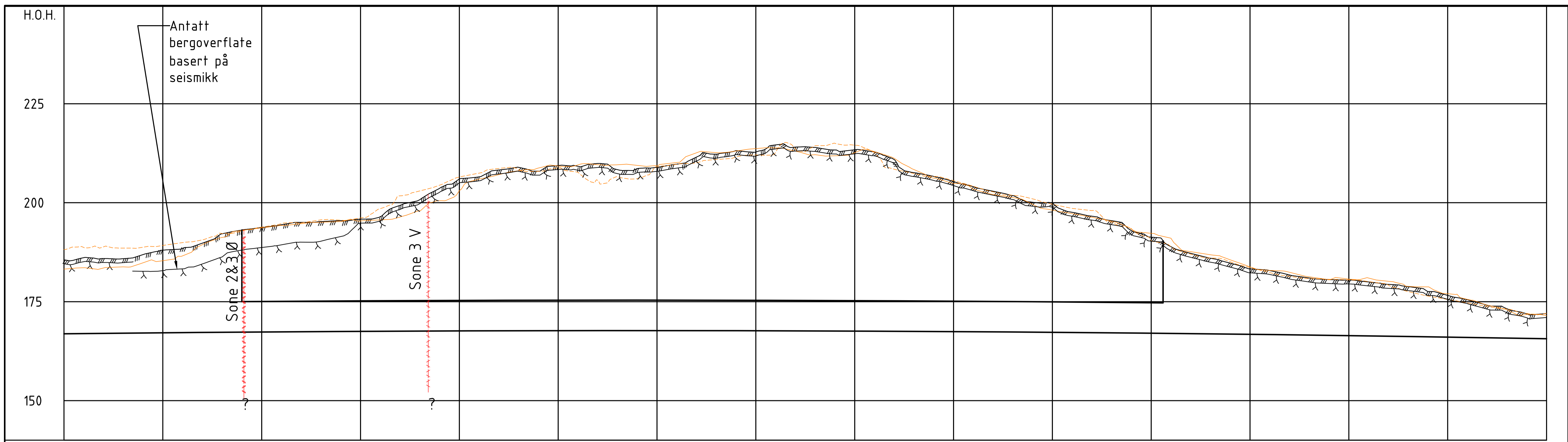
## 6 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «Håndbok N500 - Vegtunneler,» Vegdirektoratet, 2020.
- [2] Statens vegvesen, «Håndbok V520, Tunnelveiledning,» 2020.
- [3] Samferdselsdepartementet, «Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften),» Lovdata, 2020.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok N100 Veg- og gateutforming,» Vegdirektoratet, 2019.
- [5] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering,» 2016.
- [6] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.
- [7] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/).
- [8] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [9] NGU, «GRANADA Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>.
- [10] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: [www.atlas.nve.no](http://www.atlas.nve.no).
- [11] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal+vegdatbank/kart>. [Funnet 13 12 2018].
- [12] NGU, «Aktsohmetskart radon,» [Internett]. Available: [geo.ngu.no/kart/radon/](http://geo.ngu.no/kart/radon/).
- [13] Kartverket, «FKB4,» [Internett]. Available: <https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.fkb4?request=GetCapabilities&service=WMS>.
- [14] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Naturtyper - DN-håndbok 13 - kartdatabase,» 2020. [Internett]. Available: <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/MAKartWeb/KlientFull.htm?>.
- [15] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.
- [16] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, Vegdirektoratet, 2018.
- [17] Statens vegvesen, «R760 Styring av vegprosjekter,» 2019.
- [18] Statens vegvesen, «Publikasjon nr. 103. Undersøkelser for å ivareta ytre miljø,» 2003.
- [19] NS-EN ISO 14689-1, «Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Identifisering, beskrivelse og klassifisering av berg,» 2018.
- [20] NGI, «Bruk av Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning,» 2015.
- [21] Sweco Norge AS, «Teknisk fagrapport: INGENIØRGEOLOGI. Områderegulering med KU for E39 Mandal-Lyngdal øst.,» 2019.
- [22] Geomap Norge AS, «Geofysiske undersøkelser til detaljreguleringsplan,» 2021.
- [23] NGU, «Rock construction awareness map from South Norway (report no. 2017.048),» Norges Geologiske Undersøkelse, 2017.

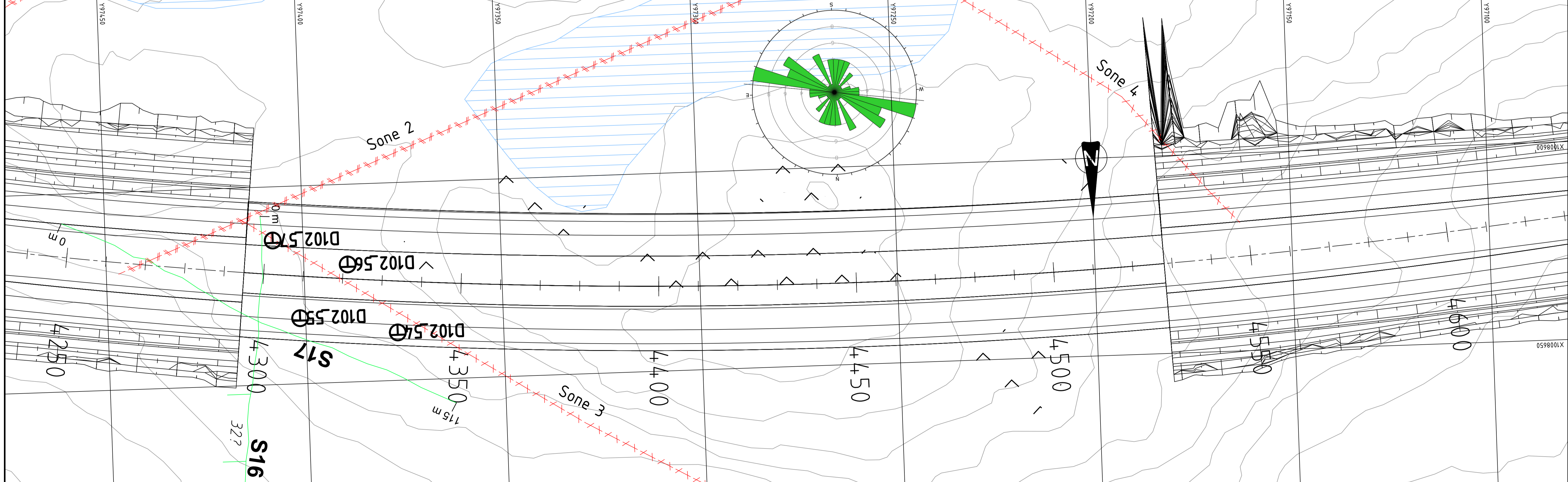
- [24] A. Bruland, «Hard Rock Tunnel Boring (Vol. 10 of 10) - Statistics of Drillability Test Results (Doctoral theses),» NTNU, 1998.
- [25] V. Olsen, «Rock Quarrying - Blast design (Doctoral thesis),» NTNU, 2009.
- [26] Vegdirektoratet, «Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø- og samfunnstjenelige tunneler. Publikasjon nr. 103.,» Statens vegvesen. Teknologiavdelingen. Kjell Karlsrud, Lars Erikstad, Petter Snilsberg. , 2003.
- [27] Y. Sandvik, «E39 ML Verdier over planlagte tunneler,» Sweco Norge AS, 2021.
- [28] B. Nilsen, Ingeniørgeologi Berg, grunnkurs kompendium., NTNU, Trondheim, 2016.
- [29] DiBK, «Byggteknisk forskrift,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>.
- [30] NVE, «8/2014 - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak,» 2014.
- [31] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar,» 2011.
- [32] Statens vegvesen, Håndbok V520 Tunnelveiledning., Vegdirektoratet, 2020.
- [33] Sweco Norge AS, «E39 Mandal Lyngdal øst. Fagrapport Geoteknikk,» 2021.
- [34] Statens vegvesen, «Publikasjon 103 - Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø.,» 2003.
- [35] Sweco, «Fagrapport: Hydrologi. Detaljregulering E39 Mandal - Lyngdal Øst. Oppdragsnummer 10219378,» Nye Veier, 2021.
- [36] S. Earle, Physical Geology. BCcampus Open Education. Open Educational Resources., Hewlett Foundation. , 2015.
- [37] L. & H. W. & Z. L. & F. Y. & M. Y. & L. L. 1. Chen, Study on Permeability Characteristics of Granites with Different Degrees of Weathering. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 300. 022160. 10.1088/1755-1315/300/2/022160., 2019.



# VEDLEGG 1: TEGNINGER PLAN OG PROFIL V-TEGNINGER



PROFIL NR	4250	4275	4300	4325	4350	4375	4400	4425	4450	4475	4500	4525	4550	4575	4600	4625
BERGM.KL ØST LØP		E	D		C				B			C	D			
BERGM.KL VEST LØP		E	D		C				B			C	D			



**Tegnforklaring**

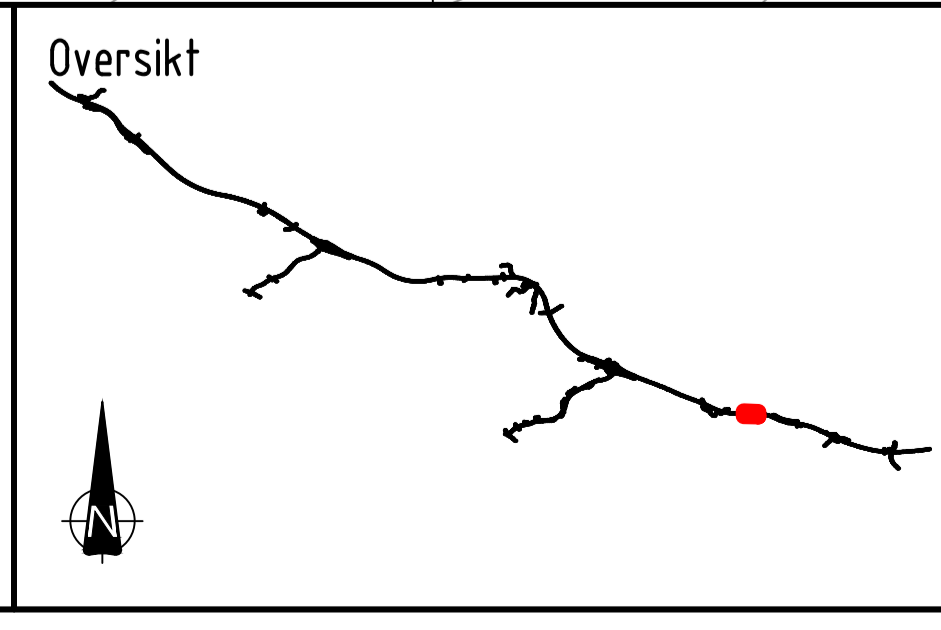
- Eksisterende terreng
- Antatt berg
- Terreng over vestgående løp
- Terreng over østgående løp
- XX Seismikk
- XX ERT
- ⊕ Planlagt totalsonering
- ⊖ Utført totalsonering
- ⊙ Observasjonspunkter berg i dagen
- ⊙ Berg i dagen
- ⊙ Myr
- ⊙ Strøk/fall
- Antatt svakhetssone, mektighet <5 m
- Antatt svakhetssone, mektighet >5 m

**Merknader**

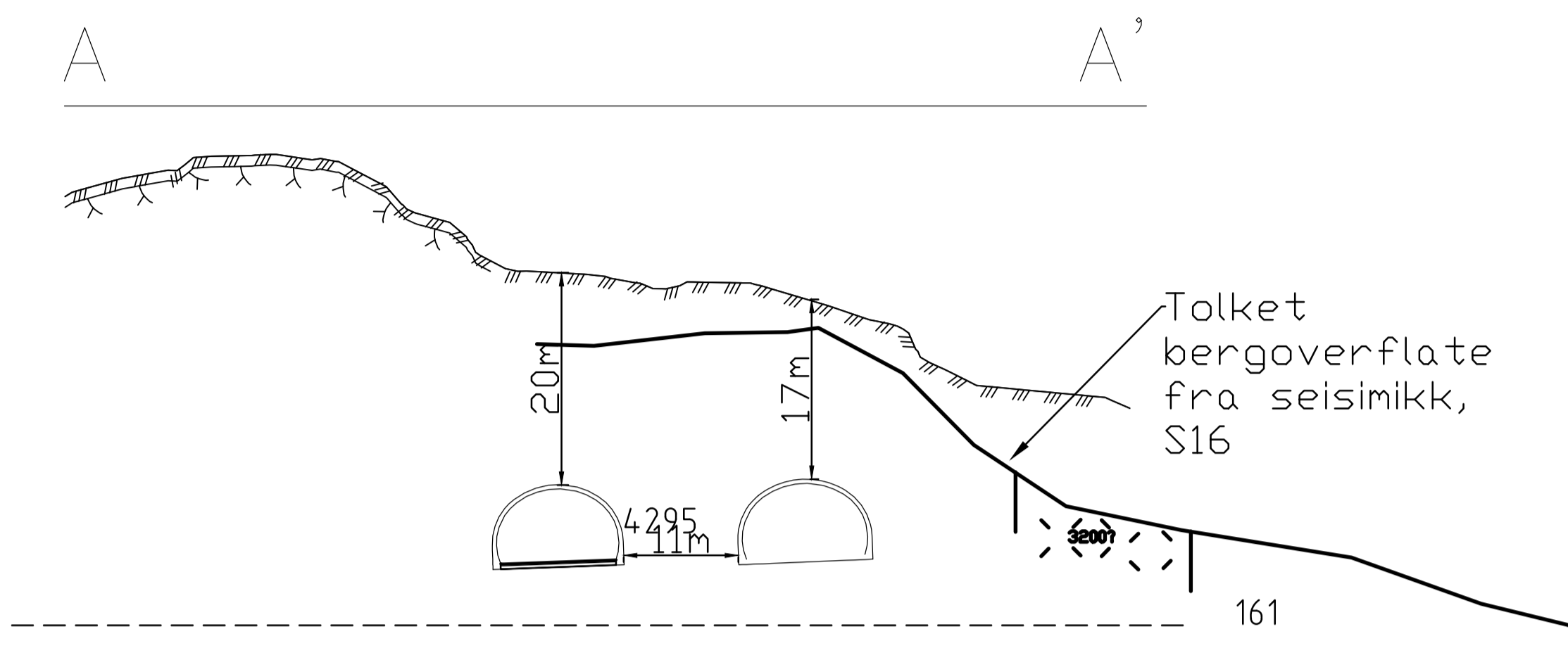
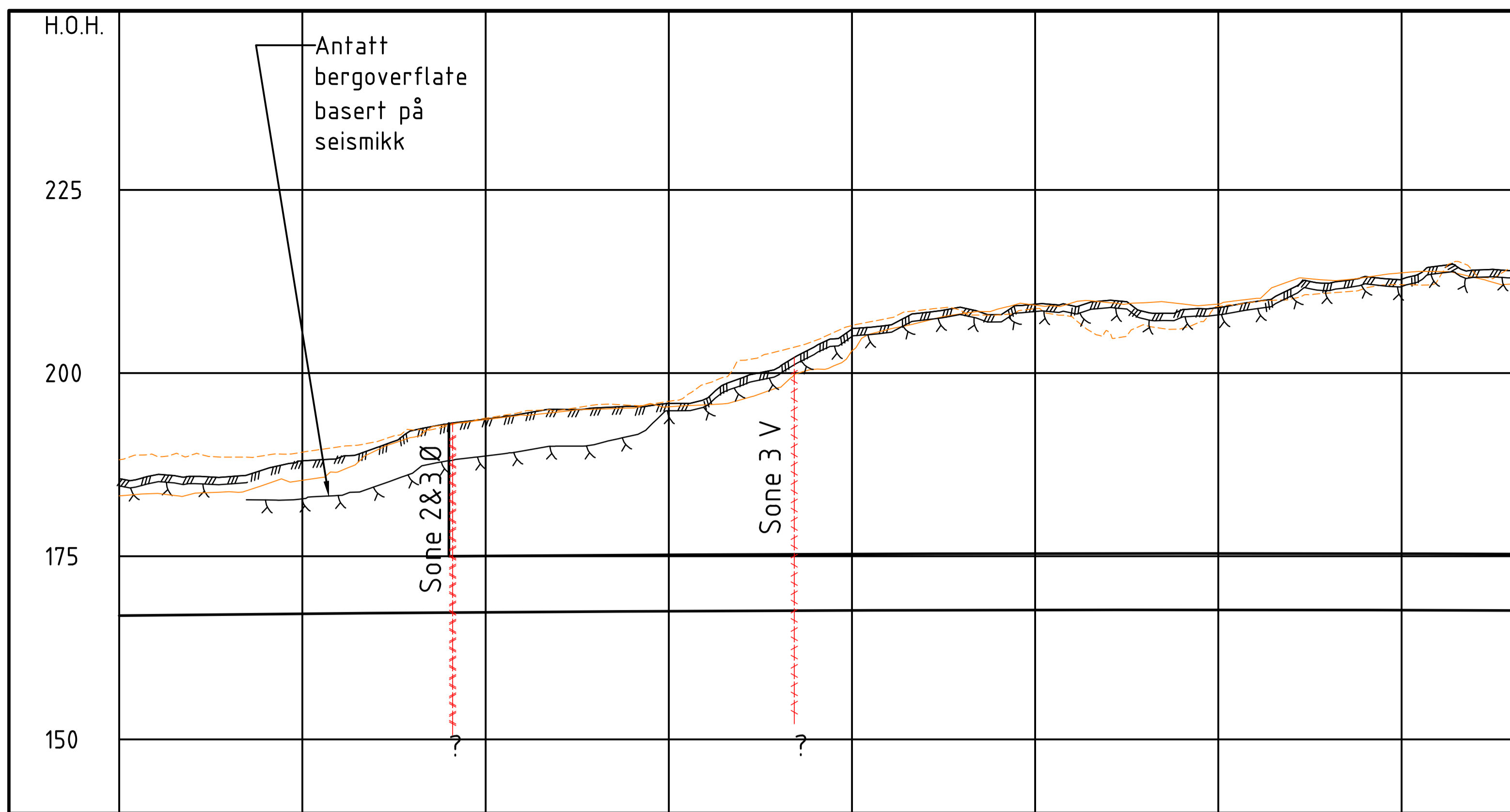
Bergart: Hornblendegrannitt

Lengdeprofilen følger senterlinjen mellom tunnelløpene.

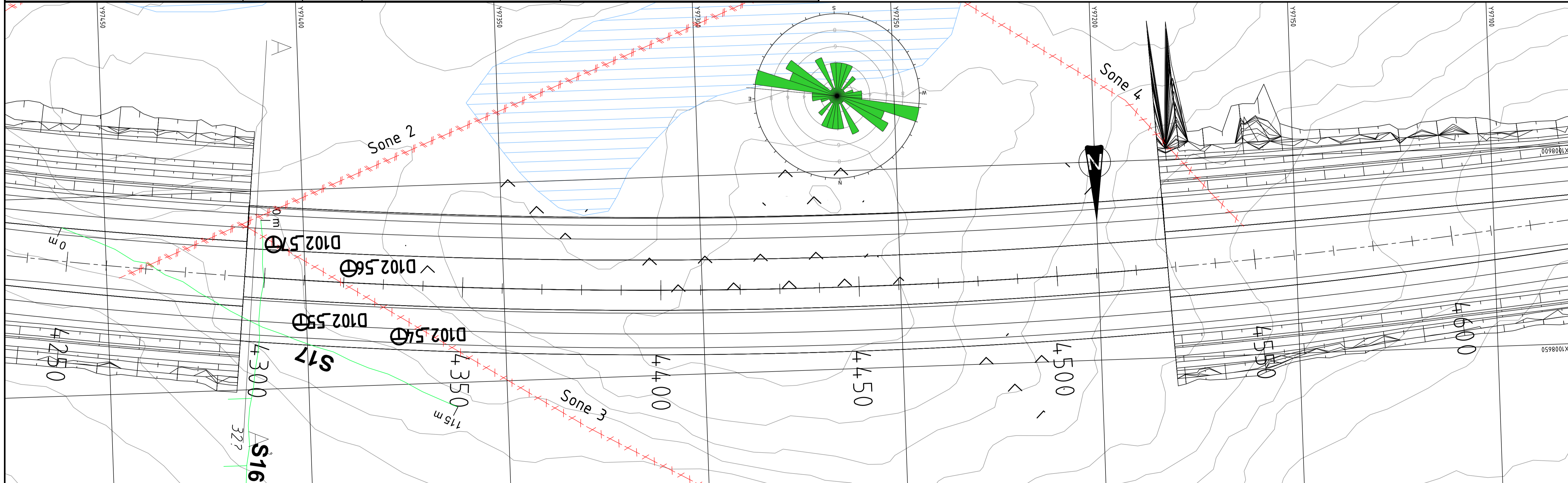
Svakhetssonene er indikert i lengdeprofilen slik de estimeres å krysse østgående (Ø) og vestgående (V) tunnelløp.



Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			28.05.2021
		Bestiller			Håkon Lohne
		Produsert for			Nye Veier
		Prosjektnummer			115400
		Arkivreferanse			
		Byggverk nummer			
		Koordinatsystem			Euref NTM-07
		Haydesystem			NN2000
		Målestokk A1			1:500
		Målestokk A3			1:1000
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjon	
NOKALR	NOBJGR	NOHOLL	10219378	V1002	

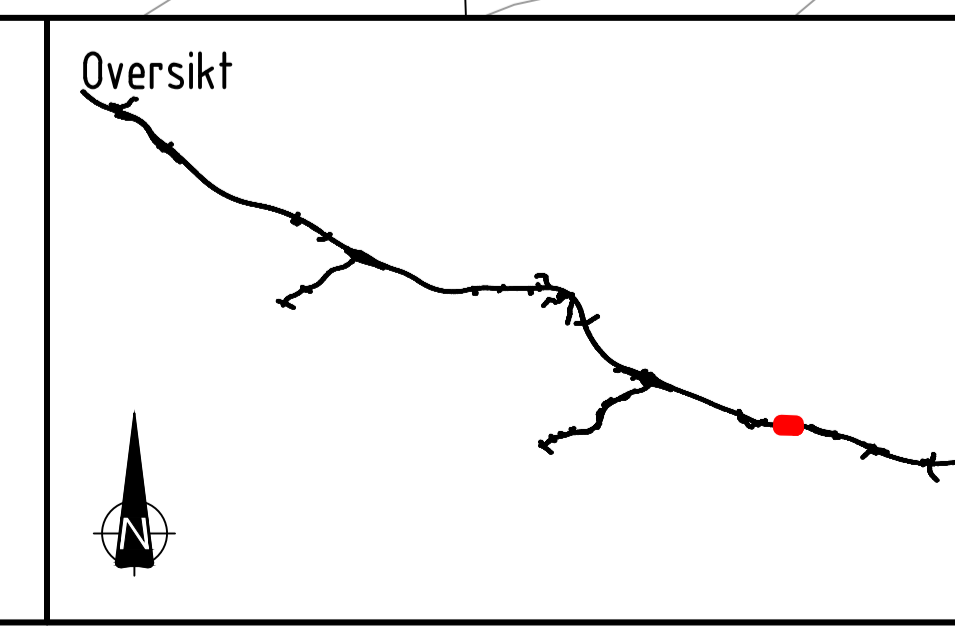


PROFIL NR 4250	4275	4300	4325	4350	4375	4400	4425
BERGM.KL ØST LØP	E	D	C				B
BERGM.KL VEST LØP	E	D	C				B

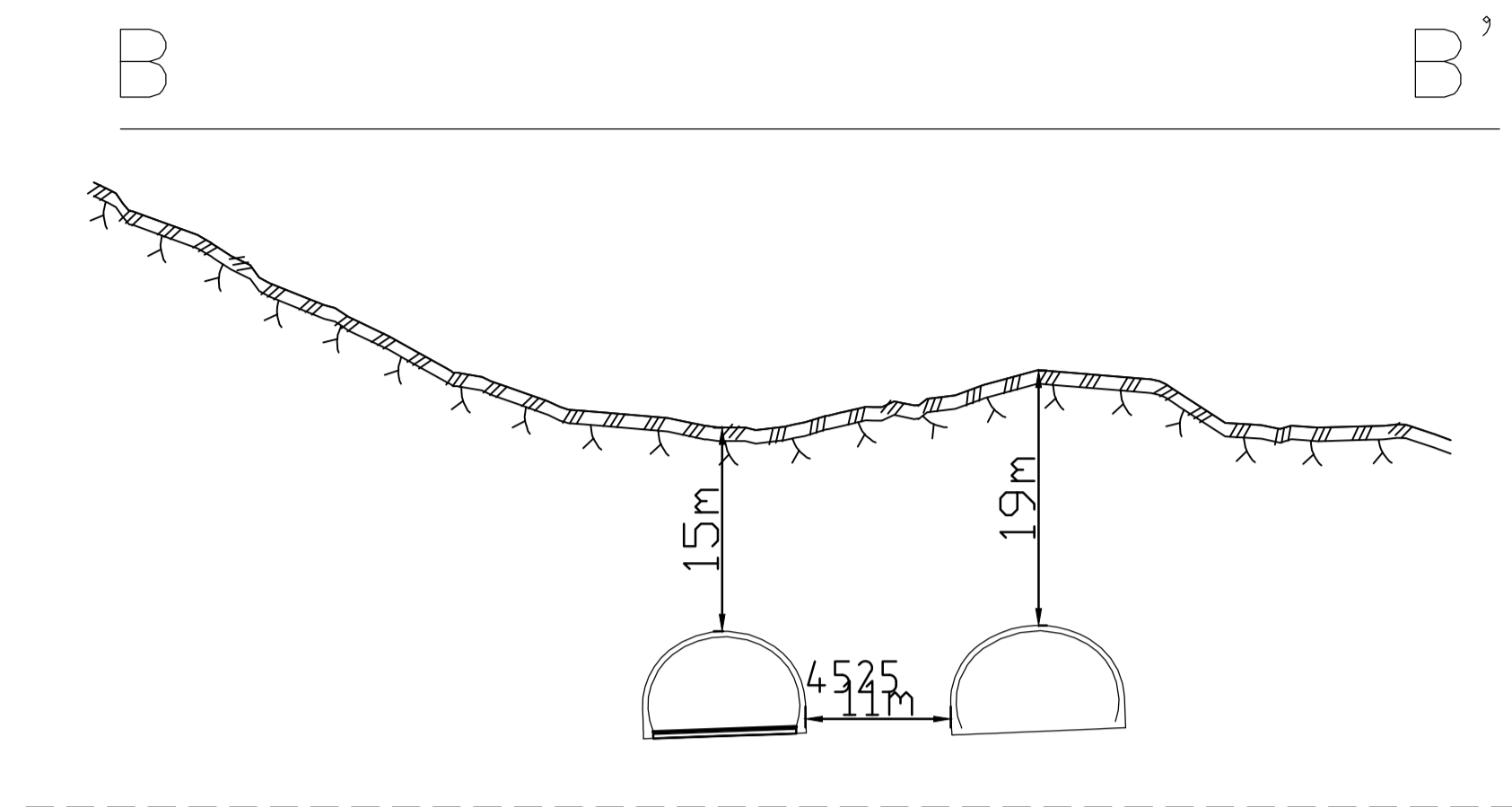
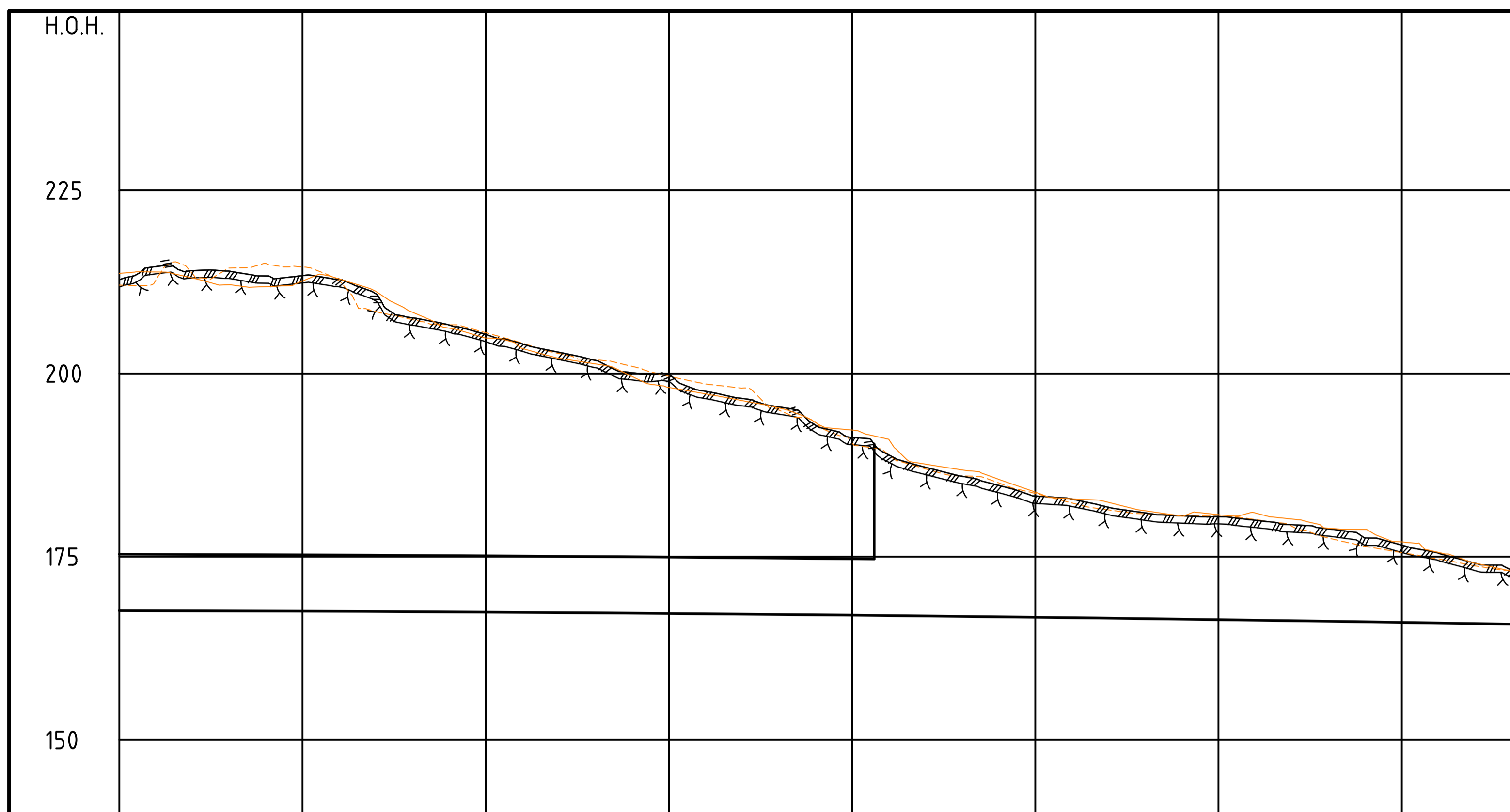


Tegnforklaring	
	Eksisterende terreng
	Antatt berg
	Terreng over vestgående løp
	Terreng over østgående løp
	Seismikk
	ERT
	Planlagt totalsonering
	Utført totalsonering
	Observasjonspunkter berg i dagen
	Berg i dagen
	Myr
	Strøk/fall
	Antatt svakhetssone, mektighet <5 m
	Antatt svakhetssone, mektighet >5 m

**Merknader**  
 Bergart: Hornblendegrannitt  
 Lengdeprofilen følger senterlinjen mellom tunneløpene.  
 Svakhetssonene er indikert i lengdeprofilen slik de estimeres å krysse østgående (Ø) og vestgående (V) tunneløp.

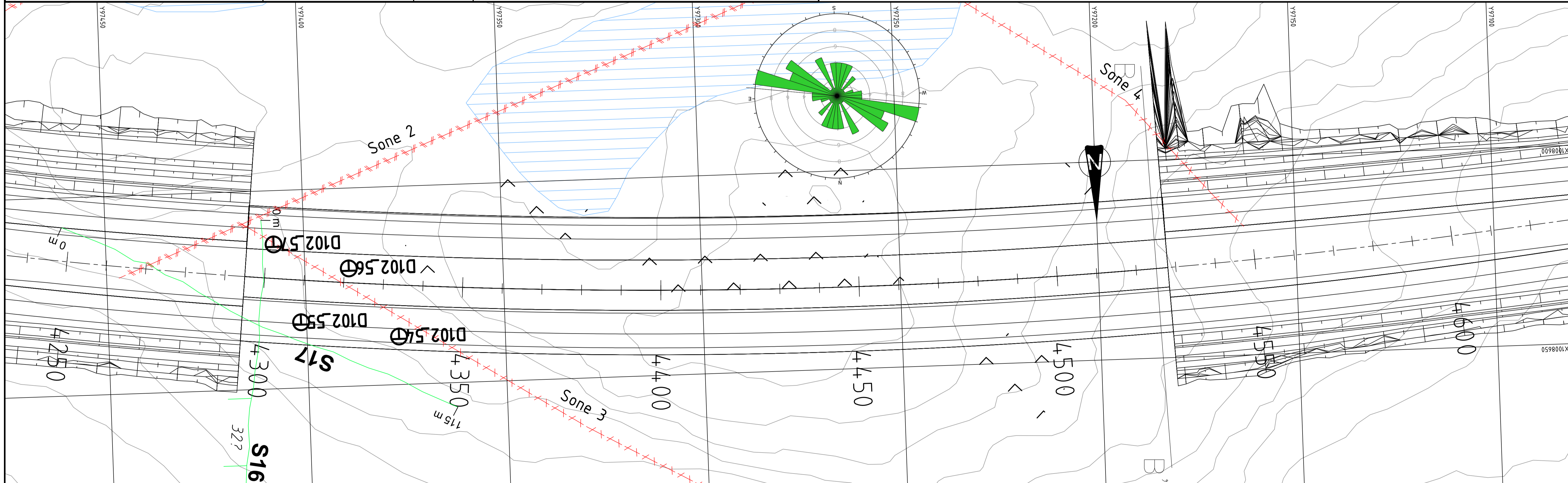


Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			28.05.2021
		Bestiller			Håkon Lohne
		Produsert for			Nye Veier
		Prosjektnummer			115400
		Arkivreferanse			
		Byggeværk nummer			
		Koordinatsystem			Euref NTM-07
		Haydesystem			NN2000
		Målestokk A1			1:500
		Måv målestokk A3			1:1000
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjon	
NØKALR	NOBJGR	NOHOLL	10219378	V1003	



161

PROFIL NR. 425	4450	4475	4500	4525	4550	4575	4600
BERGM.KL ØST LØP	B		C	D			
BERGM.KL VEST LØP	B		C	D			



Tegnforklaring

- Eksisterende terreng
- Antatt berg
- Terreng over vestgående løp
- Terreng over østgående løp
- Seismikk
- ERT
- Planlagt totalsonering
- Utført totalsonering
- Observasjonspunkter berg i dagen
- Berg i dagen
- Myr
- Strøk/fall
- Antatt svakhetssone, mektighet <5 m
- Antatt svakhetssone, mektighet >5 m

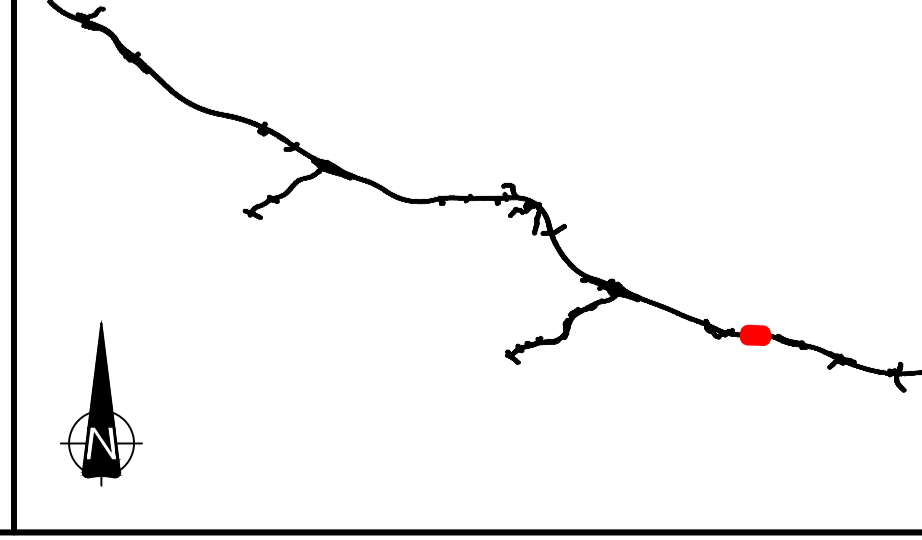
Merknader

Bergart: Hornblendegrannitt

Lengdeprofilen følger senterlinjen mellom tunnelløpene.

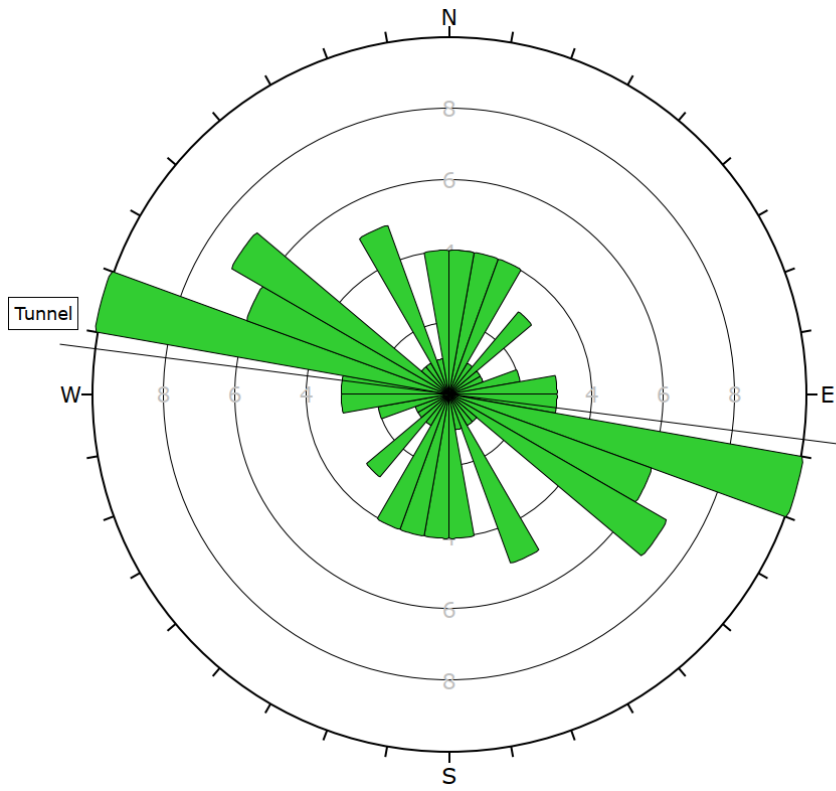
Svakhetssonene er indikert i lengdeprofilen slik de estimeres å krysse østgående (Ø) og vestgående (V) tunnelløp.

Oversikt

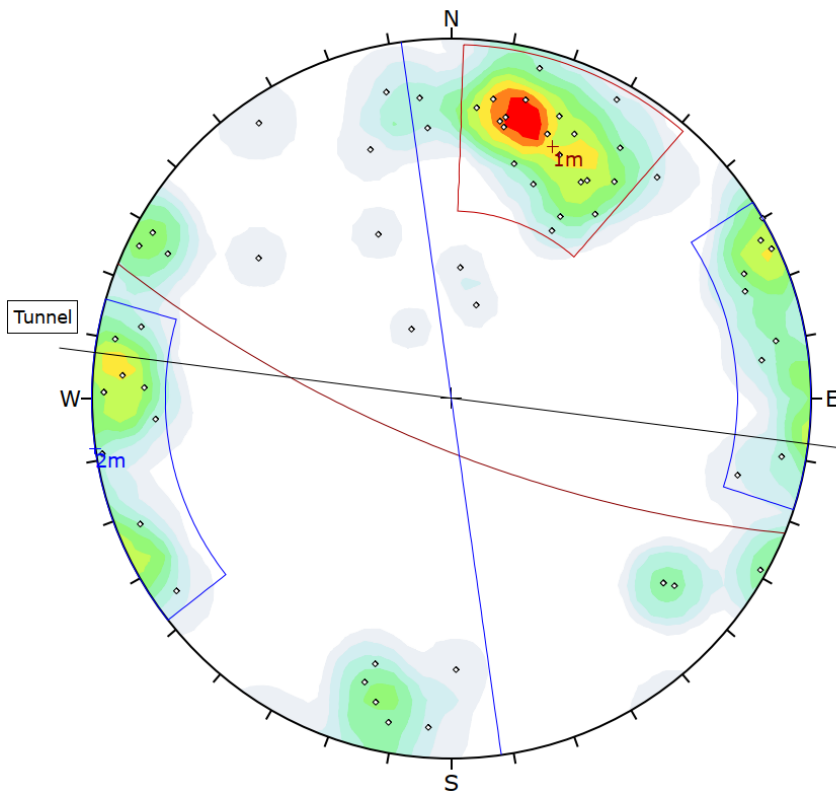


Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			28.05.2021
		Bestiller			Håkon Lohne
		Produsert for			Nye Veier
		Prosjektnummer			115400
		Arkivreferanse			
		Byggeværk nummer			
		Koordinatsystem			Euref NTM-07
		Haydesystem			NN2000
		Målestokk A1			1:500
		Halv målestokk A3			1:1000
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		Tegningsnummer/
NOKALR	NOBJGR	NOHOLL	10219378		revisjon
					V1004

## VEDLEGG 2: SPREKKEROSER OG STEREONET



<b>Plot Mode</b>	Rosette
<b>Plot Data</b>	Apparent Strike
<b>Face Normal Trend</b>	0.0
<b>Face Normal Plunge</b>	90.0
<b>Bin Size</b>	10°
<b>Outer Circle</b>	10 planes per arc
<b>Planes Plotted</b>	61
<b>Minimum Angle To Plot</b>	45.0°
<b>Maximum Angle To Plot</b>	90.0°



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.10
	1.10 - 2.20
	2.20 - 3.30
	3.30 - 4.40
	4.40 - 5.50
	5.50 - 6.60
	6.60 - 7.70
	7.70 - 8.80
	8.80 - 9.90
	9.90 - 11.00

<b>Contour Data</b>	Pole Vectors
<b>Maximum Density</b>	10.81%
<b>Contour Distribution</b>	Fisher
<b>Counting Circle Size</b>	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
<b>Mean Set Planes</b>				
1m		74	202	
2m		90	82	

<b>Plot Mode</b>	Pole Vectors
<b>Vector Count</b>	64 (64 Entries)
<b>Hemisphere</b>	Lower
<b>Projection</b>	Equal Angle