



# Geologi

50850-GEOL-01 - E6 Kvænanngsfjelltunnelen ingeniørgeologisk  
rapport til reguleringsplan

EV 6 hp 27, meter 5744, Kvænanng kommune

Ressursavdelingen

50850-GEOL-01





**Statens vegvesen**



# Oppdragsrapport

Nr. 50850-GEOL-01

Labsysnr.

## Geologi

50850-GEOL-01 - E6 Kvæangsfjelltunnelen ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan

### Region nord

Ressursavdelingen

Geo og lab

Postadr. Postboks 1403

8002 BODØ

Telefon 02030

**www.vegvesen.no**

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	753969 - 7767042		42
		Dato:	Antall vedlegg:
		2016-11-21	2
Kommune nr.	Kommune	Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
1943	Kvæningen/Nordreisa	Hallvard Haugen Nordbrøden	6
Oppdragsnummer		Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
		Leif Jenssen	Per Nyberg
Sammendrag			

Statens vegvesen planlegger ny trasé for E6 over Kvæangsfjellet mellom Oksfjordhamn og Karvik i Kvæningen og Nordreisa kommuner. Traseen omfatter bland annet bygging av 3 stk. tunneler. Eksisterende E6 over Kvæangsfjellet preges av stor stigning og er svært værutsatt vinterstid.

Denne rapport inngår i reguleringsplanen for E6 Kvæangsfjellet og omfatter Kvæangsfjelltunnelen som går gjennom Malingsfjellet sør for dagens E6. Tunnelen har en planlagt lengde på 3355 m.

I henhold til NS-EN 1997-1:2004 NA:2008 Eurocode 7 er geoteknisk kategori 2 for tunnelen.

Vestre forskjæring vil ha maksimal høyde på 15 m og østre forskjæring på 17 m nærmest påhuggsflaten. Bergartene langs traseen varierer, men hovedbergartene som er registrert under feltarbeid er muskovittskifer, meta-arkose, granittisk gneis og granatglimmerskifer.

Tunnelen er planlagt sikret med konvensjonell sikring som bolt og sprøytebetong. Ved driving forbi antatte svakhetssoner vil det kunne bli behov for armerte sprøytebetongbuer.

Emneord

Tunnel, drivsnø, skred

**Geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse**

Pålitelighetsklasse (RC/CC)	Kontrollklasse	Konsekvensklasse (CC)	Beskrivelse
RC1/CC1	B (begrenset)	CC1	<b>Liten</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller <b>små eller uvesentlige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
RC2/CC2	N (normal)	CC2	<b>Middels</b> stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>betydelige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
RC3/CC3	U (utvidet)	CC3	<b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller <b>svært store</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
RC4	Skal spesifiseres	<i>Håndbok V220, kap. 0.3.1: Tre pålitelighetsklasser RC1, RC2 og RC3 kan knyttes til CC1, CC2 og CC3.</i>	

Kontrollklasse	Kategori	Omfang
B (begrenset)	1	Utføres av den som utførte prosjekteringen.
N (normal)	2	Kollegakontroll, utføres av en annen person enn den som utførte prosjekteringen.
U (utvidet)	2	Utvidet kontroll, utføres av en annen avdeling/instans i etaten enn den som utførte prosjekteringen, eller av Vegdirektoratet.
U (uavhengig)	3	Uavhengig kontroll, utføres av et annet firma enn det som utførte prosjekteringen.

Kategori	Valgt kategori	Kontrollklasse	Strekning
1		B (begrenset)	
2	✓	N (normal)	E6 Kvævangsfjellet - Kvævangsfjelltunnelen
3		U (uavhengig)	

Prosjektkontroll	Enhet/navn	Signatur	Dato
Begrenset	Hallvard Nordbrøden, geo-laboratorieseksjonen, ressursavdelingen region nord	Hallvard H. Nordbrøden	Digitalt signert av Hallvard H. Nordbrøden Dato: 2016.11.21 12:53:02 +01'00'
Normal	Per Nyberg, geo - laboratorieseksjonen, ressursavdelingen region nord	<i>Per Nyberg</i>	21.11.2016
Utvidet/Uavhengig			

Pålitelighets-/konsekvensklasse	1	2	3	4
Geoteknisk kategori 1	1			
Geoteknisk kategori 2		2		
Geoteknisk kategori 3			3	

**Pålitelighetsklasse (CC(RC))**

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	1	2	3	4
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i områder med kvikkleire eller sprøbruddsmateriale		(X)	X	(X)
Fyllinger i sjø, stor fyllingshøyde eller massefortregning		(X)	X	
Spunt og støttekonstruksjoner		X	(X)	
Bergskjæringer med større høyde enn 10 meter			X	
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold	X	(X)		

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING .....	6
1.1	Bakgrunn .....	6
1.2	Trasévalg og rapportens innhold .....	7
1.3	Linjeføring, standardvalg og tunneltverrsnitt .....	7
1.4	Geoteknisk kategori .....	7
2	UTFØRTE UNDERSØKELSER .....	9
2.1	Tidligere undersøkelser .....	9
2.2	Undersøkelser .....	9
3	GRUNNFORHOLD .....	10
3.1	Topografi .....	10
3.2	Løsmasser – kvartærgeologi .....	10
3.3	Berggrunnsgeologi .....	11
3.3.1	Bergarter .....	11
3.3.2	Strukturer; Foliasjon, skifrihet, oppsprekking .....	12
3.3.3	Svakhetssoner i berggrunnen .....	14
3.4	Vannforhold – hydrologi .....	15
3.5	Naturfarer – skred .....	15
3.5.1	Kvikkleire .....	16
3.5.2	Andre naturfarer .....	16
4	INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER – TOLKNING .....	17
4.1	Bergoverdekning .....	17
4.2	Bergmassekvalitet .....	17
4.3	Svakhetssoner .....	18
4.4	Bergspenninger tunnel .....	21
4.5	Naturfarevurderinger .....	22
4.5.1	Skredfarevurderinger .....	22
4.5.2	Kvikkleire .....	23
4.5.3	Andre naturfarer .....	23
4.6	Påhugg .....	23
4.6.1	Vestre påhugg, profil 2110 .....	23
4.6.2	Østre påhugg, profil 5465 .....	24

4.7	Sikringsarbeider .....	25
4.7.1	Tunnel.....	25
4.7.2	Forskjæringer.....	28
4.8	Anvendelse av sprengsteinsmassene .....	31
5	HYDROLOGISKE – HYDROGEOLOGISKE VURDERINGER – TOLKNING .....	32
5.1	Vannforholdene i tunnel .....	32
5.2	Vann – og frostsikring .....	32
5.3	Miljøhensyn .....	34
5.4	Vurdering av setningsfare.....	35
6	ANBEFALINGER .....	36
6.1	Krav til begrensnig av vibrasjoner iht. NS 8141 .....	36
6.2	Tetthetskrav til tunnel .....	36
6.3	Krav til overvåking av spesielle forhold.....	37
6.4	Krav til håndtering av sprengsteinsmasser .....	37
6.5	Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen .....	38
6.6	Anbefalt driveretning.....	38
7	FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER.....	40
8	SIKKERHET HELSE ARBEIDSMILJØ (SHA)–FORHOLD .....	41
9	REFERANSER .....	42

#### VEDLEGGSOVERSIKT

1. Forklaring strøk/fall – stereografisk projeksjon
2. Fotovedlegg, 30 sider.

#### TEGNINGSOVERSIKT

<u>Tegning</u>	<u>Målestokk</u>	<u>Format</u>
V500: Oversiktskart	1:50 000	A4
V501: Geologisk kart og profil	1:3 000	A0
V502: Vestre påhugg, plan og profil	1:1 000	A4
V503: Østre påhugg, plan og profil	1:1 000	A4
V504: Tverrprofiler av vestre forskjæring	1:400	A4
V505: Tverrprofiler av østre forskjæring	1:400	A4

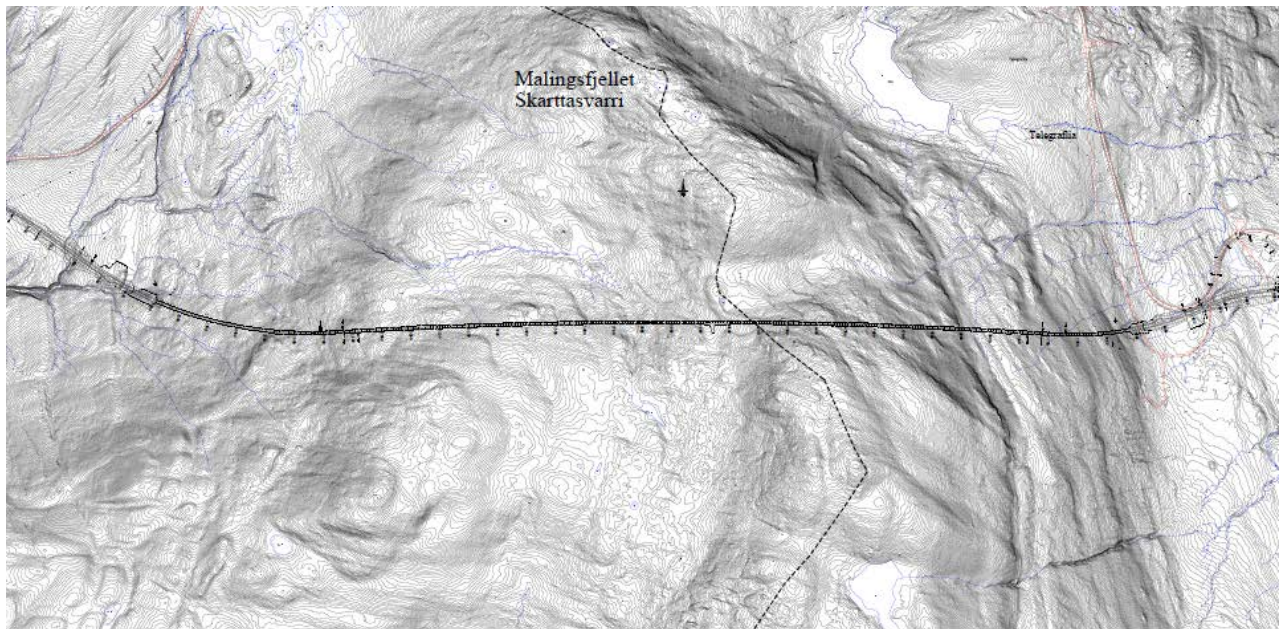
# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Statens vegvesen planlegger ny trasé for E6 over Kvæangsfjellet mellom Oksfjordhamn og Karvik i Nordreisa og Kvæangen kommuner. Traseen omfatter blant annet bygging av 3 stykk tunneler. Denne rapporten omtaler tunnelen på delstrekning 2, Kvæangsfjelltunnelen. Eksisterende E6 over kvæangsfjellet preges delvis av dårlig kurvatur og stigningsforhold. I tillegg er det lav regularitet vinterstid på grunn av drivsnøproblematikk over tregrensa.

Kvæangsfjelltunnelen er planlagt i en rettere linje enn eksisterende E6 og vil i stor grad unngå veg i dagen på snaufjellet. Dette medfører en tunnellengde på totalt 3355 meter.

Foreliggende ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplanen er utarbeidet av Hallvard Nordbrøden. Håndbok N500 Vegtunneler [1] og N200 Vegbygging [2] er gjeldende for denne rapporten.



*Figur 1- Oversiktskart over E6 Kvæangsfjelltunnelen. Prosjektert tunnel er 3355 m lang.*

## 1.2 Trasévalg og rapportens innhold

Ny tunneltrasé er planlagt sør for eksisterende E6 og traséen for Kvæangsfjelltunnelen regnes nå som bestemt, eventuelt kun justeringer av linjen innenfor noen få meter.

Foreliggende rapport omhandler tunnel og forskjæringer, og inneholder en beskrivelse av de geologiske forholdene langs tunneltraséen, samt ingeniørgeologiske vurderinger av tunneltraséen. Skredfarevurdering av påhuggene er rapportert i egen rapport [12] og vurderinger er tatt med i denne rapporten.

## 1.3 Linjeføring, standardvalg og tunnelverrsnitt

Tunnelen er planlagt fra vestsiden av Malingsfjellet til Storsvingan på østsiden av Malingsfjellet. Tunnelen går inn i fjellet i profil 2110 med en svak venstrekurve før vegen går rett frem til like før østre påhugg. Der er det en ny svak venstrekurve. Østre påhugg er planlagt i profil 5465. Vegen planlegges ut i fra klasse H3 med dimensjonerende hastighet på 90 km/t.

Tunnelen er planlagt med moderat stigning fra begge sider med et høybrekk i profil 3726. Stigningen fra vest er 1,44 % og 2,24 % fra øst.

Ut fra forventet trafikkmengde, ÅDT = 750 kjøretøy per døgn i år 2040, havner tunnelen ifølge normalene i klasse B. Tunnelprofil T10.5 er valgt av prosjektet med utgangspunkt i et trafikkikkerhet og massebehov. Buede vegger og sprengning etter teoretisk sprengningsprofil.

## 1.4 Geoteknisk kategori

I henhold til NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 "Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler" og NS-EN 1997-2:2008 "Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver" [3, 4] er konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) satt til klasse 2 for tunnelen. Vanskelighetsgraden er vurdert til middels for tunnelen. Dette gir geoteknisk kategori 2.



Skjema for valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse og kontrollform er vist på side 2 i rapporten.

Tabell 1: Krav til kontrolltiltak relatert til Geoteknisk kategori.

Kontroll av	Geoteknisk kategori		
	1	2	3
<b>Utførelse</b>	Inspeksjon, enkle kvalitetskontroller, kvalitativ bedømmelse	Grunnens egenskaper, arbeidsrekkefølge, konstruksjonens oppførsel	Tilleggsmålinger der det er aktuelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Av grunn og grunnvann,</li> <li>• Arbeidsrekkefølgen,</li> <li>• Materialenes kvalitet</li> <li>• Tegninger,</li> <li>• Avvik fra prosjektering,</li> <li>• Resultat av målinger,</li> <li>• Observasjon av miljøforhold,</li> <li>• Uforutsette hendelser.</li> </ul>
<b>Grunnforhold</b>	Befaring, registrering av jord og berg som avdekkes ved graving	Kontroll av egenskap til jord og berg i fundamentnivå	Ekstra undersøkelser av jord og berg som kan være viktige for konstruksjonen
<b>Grunnvann</b>	Dokumentert erfaring	Observasjoner/målinger	
<b>Byggeplass</b>	Ikke krav til tidsplan	Utførelsesrekkefølge angis i prosjekteringsrapport	
<b>Overvåking</b>	Enkel, kvalitativ kontroll	Måling av bevegelser på utvalgte punkt	Måling av bevegelser og analyser av konstruksjon

## 2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

### 2.1 Tidligere undersøkelser

Det ble i 2013 levert et forprosjekt for valg av løsning for bedring av regularitet over Kvænangsfjellet. Basert på dette er en silingsrapport levert i 2016 [16].

Det ble i 2014 utarbeidet en regulerings- og byggeplan for kortsiktige tiltak for økt regularitet over Kvænangsfjellet. Denne omfatter geologiske undersøkelser og rapport [17].

Disse rapportene er benyttet som grunnlag.

### 2.2 Undersøkelser

#### Geologiske undersøkelser

Det er utført geologiske undersøkelser til reguleringsplanen. Rasterkart er benyttet.

Det er utført kartlegging av berggrunnen. Denne er utført i påhuggsområdene samt langs tunneltraseen.

Løsmasser er tidligere kartlagt av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) i Kvartærgeologisk kart fra NGU.no [6], se kartutsnitt i kap. 3.2 Løsmasser – kvartærgeologi.

Det er utført totalsonderinger [9] begge påhuggsområdene.

Berggrunnskart i 1:50 000-serien tilgjengelig digitalt fra NGU [5] er benyttet ved de geologiske undersøkelsene og som grunnlag for geologisk kart, se tegning V501.

Lineament er tolket fra kart og ortofoto i tillegg til i felt.

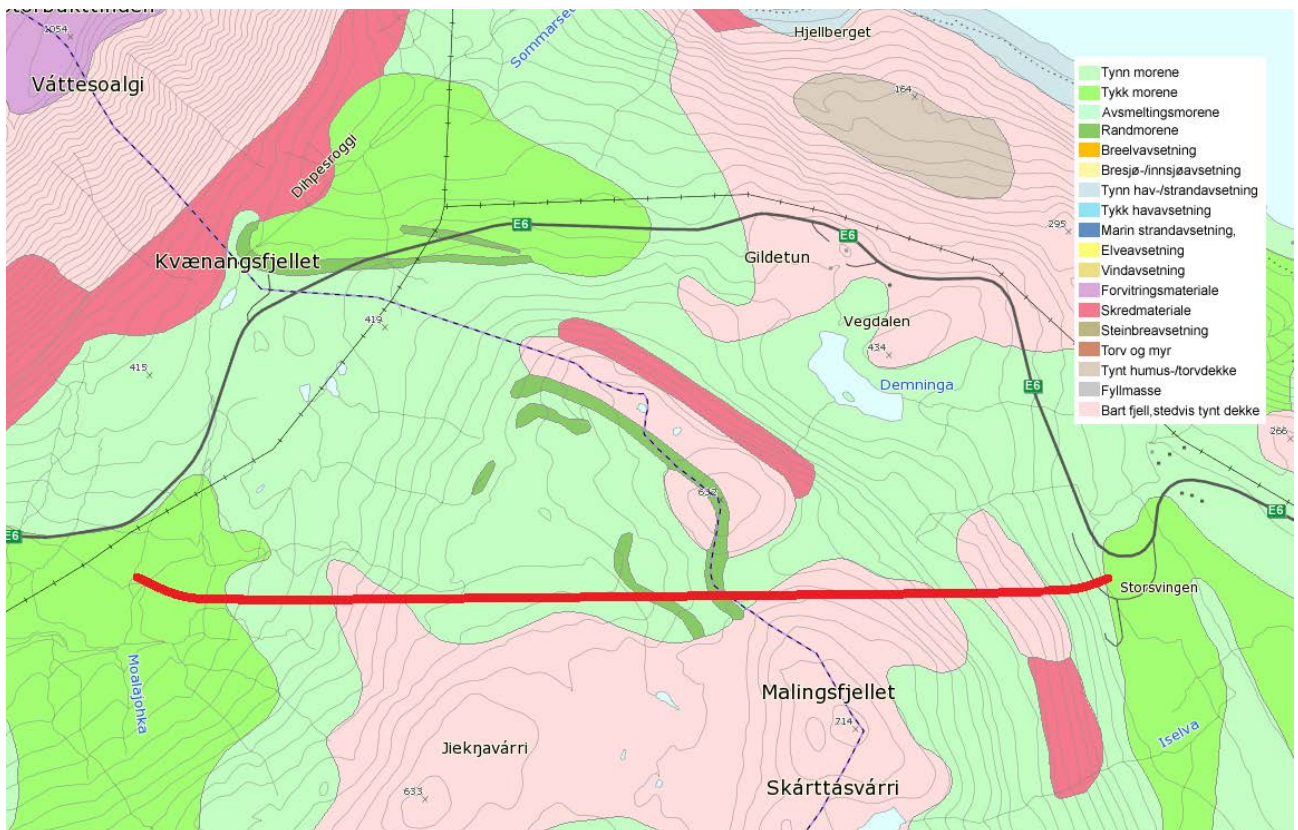
### 3 GRUNNFORHOLD

#### 3.1 Topografi

Området over Kvænangsfjellet er et fjellrikt område med djupe fjorder. Malingsfjellet som Kvænangsfjelltunnelen er planlagt gjennom har en høyde på 714 meter over havet. Det er på vestsiden slake fjellsider mens det på østsiden er steile fjellsider ned mot Kvænangen.

#### 3.2 Løsmasser – kvartærgeologi

Terrenget langs traséen varierer iht. NGUs løsmassekart mellom tynn og tykk morene, bart fjell og innslag av randmorener. Se utsnitt fra NGUs løsmassekart i Figur 2.



Figur 2 - Utsnitt fra NGUs løsmassekart. Omtrentlig trasé for tunnelen er tegner inn med rødt.

I området rundt vestre påhugg er det observert enkelte mindre bergblotninger i forskjæringene og rett etter påhuggsflaten. Videre langs

traseen er det utstrakte bergblotninger. Det er utført totalsonderinger som viser 1–3 m til berg. Løsmassene er tolket som siltig sandig morene basert på dreietrykksondering [9].

I området rundt østre påhugg er det observert bergblotninger rett over påhuggsflaten samt i nedre del av forskjæringene. Videre langs traseen er det utstrakte bergblotninger. I underkant av påhuggsflaten er det et mindre lag av morene. Det er ikke utført totalsonderinger.

Marin grense (MG) i området ligger på 60–70 meter over havet [6].

### **3.3 Berggrunnsgeologi**

#### **3.3.1 Bergarter**

Kvænangsfjellet ligger i et område preget av skyvedekker fra den kaledonske fjellkjededannelsen. Området ligger innenfor det som beskrives som Nappekomplekset.

Kvænangsfjelltunnelen går gjennom ulike bergarter og strukturer. Det er ved feltbefaring registrert kvartsrik meta–arkose, muskovittskifer, granatglimmerskifer, diabas og granittisk gneis. I øst er muskovittskiferen grafittholdig med lag av kvartsitt. Disse funnene støttes av NGUs berggrunnskart [5]. NGU angir kalkspatmarmor langs tunneltraseen, men dette er ikke registrert.

I det videre beskrives de ulike bergartene som er observert med stigende profilnummer.

I området rundt vestre påhugg er det observert muskovittskifer. Denne er har varierende grad av skifrihet, men er generelt svært oppsprukket, se foto 1 og 2.

I profil 2800 er det en gradvis overgang til kvartsrik meta–arkose. Denne er registrert frem til profilnummer 4100. Denne har inneholder stedvis svake strukturer av mørke mineraler antatt biotitt, se foto 3. Bergarten omtales av NGU som «Vaddas–kvartsitt» [5] og har stedvis et svært høyt kvartsinnhold, se foto 4.

I området rundt profil 3800 er det registrert diabas i et søkk i terrenget, se foto 5. Denne representerer en bergartsgrense mellom diabas og meta-arkose, se foto 6 og 7. Forekomsten av diabas er ~40 m bred og er konsentrert i søkket.

I profil 4100 – 4700 er det registrert granittisk gneis, se foto 8 og 9.

Fra profil 4500 til 5400 er det registrert muskovittskifer og granatglimmerskifer. Disse bergartene er preget av stor skifrihet og små avstander mellom skifrihetsplanene, se foto 10, 11, 12, 13 og 14. Foto 12, 13 og 14 viser granatglimmerskifer som er observert i østre påhuggsområde.

### 3.3.2 Strukturer; Foliasjon, skifrihet, oppsprekking

I forbindelse med beskrivelse av strukturene i berget er *høyrehåndsregelen* benyttet. Det betyr at når man ser i strøkretningen er fallet ned mot høyre.

Det er varierende grad av oppsprekking og ulike strukturer i de forskjellige bergartsforekomstene. I det videre er det skilt mellom de ulike bergartene og deres innbyrdes sprekkesett.

Oppgitte strøk og fall er gjennomsnitt basert på målinger i felt.

#### Profil 2000 – 2800

Dominerende bergart er muskovittskifer. Bergarten har varierende grad av oppsprekking som varierer fra moderat til sterkt oppsprukket.

Oppsprekkingen er i hovedsak langs foliasjonsplanet. Typisk RQD = 20–50.

Det er registrert 2 gjentakende sprekkesett; F1 og S1. Se sprekkerose i foto 15.

F1 har gjennomsnittlig strøk/fall  $205^{\circ} / 25^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,005-0,05$  m, se foto 1 og 2. S1 har strøk/fall  $275^{\circ} / 59^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,5-1$  m.

### **Profil 2800 – 4100**

Dominerende bergart er kvartsrik meta–arkose. Bergarten er generelt massiv med tydelige gjentakende sprekkesett. Typisk RQD = 75–95.

Det er registrert 3 gjentakende sprekkesett; F2, S2 og S3. Se sprekkerose i foto 16.

F2 har gjennomsnittlig strøk/fall  $154^{\circ}/23^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,2-1$  m, se foto 3. S2 har strøk/fall  $256^{\circ}/82^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,5-2$  m. S3 har strøk/fall  $342^{\circ}/81^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,5-2$  m.

### **Profil 3700 – 3800**

Dominerende bergarter er meta–arkose og diabas. Diabasen har trengt opp gjennom meta–arkosen langs foliasjonsplanet F2 mellom profil 3750 – 3850. Bergarten har varierende grad av oppsprekking som varierer fra lite til moderat oppsprukket. Oppsprekkingen er i hovedsak langs foliasjonsplanet. Typisk RQD = 60–75.

Det er registrert 2 gjentakende sprekkesett; F2 og S2. Disse representerer samme oppsprekking som for profil 2800–3700, men med noe annen orientering. Se sprekkerose i foto 17.

F2 har gjennomsnittlig strøk/fall  $181^{\circ}/45^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,05-0,1$  m, se foto 6. S2 har strøk/fall  $198^{\circ}/83^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,5-2$  m.

### **Profil 4100 – 4700**

Dominerende bergart er granittisk gneis. Bergarten er lite til moderat oppsprukket. Typisk RQD = 60–85.

Det er registrert 3 gjentakende sprekkesett; S4, S5 og S6. Se sprekkerose i foto 18.

S4 har gjennomsnittlig strøk/fall  $161^{\circ}/43^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,2 - 0,5$  m, se foto 9. S5 har strøk/fall  $273^{\circ}/46^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=1$  m. S6 har strøk/fall  $80^{\circ}/85^{\circ}$  og sprekkeavstand  $1-2$  m.

### **Profil 4700 – 5250**

Dominerende bergart er muskovittskifer. Bergarten har varierende grad av oppsprekking som varierer fra moderat til sterkt oppsprukket. Typisk RQD = 30–50. Oppsprekkingen er i hovedsak langs foliasjonsplanet F3.

Det er registrert 3 gjentakende sprekkesett; F3, S7 og S8. Se sprekkerose i foto 19.

F3 har gjennomsnittlig strøk/fall  $145^{\circ}/29^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=0,03-0,1$  m, se foto 10 og 11. S7 har strøk/fall  $355^{\circ}/67^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=1-2$  m. S8 har strøk/fall  $267^{\circ}/65^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a=1-2$  m.

### **Profil 5250 – 5500**

Dominerende bergart er granatglimmerskifer. Bergarten er moderat til sterkt oppsprukket. Oppsprekkingen er i hovedsak langs foliasjonsplanet. Typisk RQD=30–50.

Det er registrert 4 gjentakende sprekkesett; F4, S9, S10 og S11. Se sprekkerose i foto 20.

F4 har gjennomsnittlig strøk/fall  $124^{\circ}/18^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a = 0,01 - 0,05$  m, se foto 12, 13 og 14. S9 har strøk/fall  $248^{\circ}/56^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a = 1 - 3$  m. S10 har strøk/fall  $121^{\circ}/67^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a = 1-2$  m. S11 har strøk/fall  $003^{\circ}/50^{\circ}$  og sprekkeavstand  $a > 2$  m.

I tillegg de registrerte sprekkesettene forekommer det mindre dominerende og ikke gjentakende villsprekker.

### **3.3.3 Svakhetssoner i berggrunnen**

Svakhetssonene i berggrunnen sees vanligvis som lineamenter på ortofoto der det er bart fjell eller som markerte forsenkninger/kløfter i terrenget.

Av studie av ortofoto og topografisk kart i tillegg til feltbefaring er det registrert 13 lineamenter, I – XIV, som vil komme i berøring med tunnelen.

Lineamentene har ulik orientering og hvor fremtredende de er varierer. I tegning V501 er alle de antatte svakhetssonene tegnet inn. Se også foto 21–26. Det er gjort en tolkning av svakhetssonenes karakter i kapittel 4.3.

Det er ikke utført geofysiske undersøkelser av noen av lineamentene.

### **3.4 Vannforhold – hydrologi**

Generelt vil forsenkinger i terrenget samt myrområder over tunnelen samle vann.

Det er lokalisert to myrområder som krysser tunneltraseen i profil 2200 – 2300, foto 23, samt i profil 4950–5100, foto 26.

Det er lokalisert en bekk i profil 3800, se foto 25.

Karstfenomen i overflata er ikke observert under kartlegging. NGU angir kalkspatmarmor langs tunneltraseen i berggrunnskart [5], denne er ikke observert under kartlegging. Det er registrert kalkspatmarmor langs veglinja vest for vestre påhugg.

### **3.5 Naturfarer – skred**

Naturfarer er vurdert i en egen skredfaglig rapport [12]. Kort oppsummering av skredfare er gitt nedenfor. Kapittel 4.5 omtaler konklusjonene fra skredfaglig rapport.

Aktsomhetskart fra NVE, befaring i felt samt informasjon fra brøytemannskaper er benyttet som grunnlag.

#### **Vestre påhugg**

Ligger innenfor utenfor aktsomhetsområde for alle typer skred [13].

#### **Østre påhugg**

Aktsomhetskart for steinsprang indikerer ingen skredfare. Aktsomhetskart for snøskred viser at påhugg er i berøring med potensielt skredfareområde.



Brøytemannskaper for eksisterende E6 har oppgitt at det går snøskred i området ved østre påhugg. Det er ikke registrert noen skredhendelser på eksisterende veg i tilknytning til dette området. Det er observert skredskadet skog, se foto 30.

### **3.5.1 Kvikkleire**

Det er ikke avdekket materiale med sprøbrudds- eller kvikkleireegenskaper.

### **3.5.2 Andre naturfarer**

Det er knyttet store problemer til drivsnø i området, se for øvrig kapittel 4.5.3.

## 4 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER – TOLKNING

### 4.1 Bergoverdekning

Det er generelt god bergoverdekning for tunnelen. I vestre del av tunnelen er overdekningen under 50 m frem til profilnummer 2350. Det er imidlertid 20 m overdekning allerede i profil 2160. Fra østre påhugg stiger det raskt til 50 m bergoverdekning i profil 5400. Maksimal bergoverdekning er ~ 280 m.

### 4.2 Bergmassekvalitet

Muskovittskifer, meta–arkose, granittisk gneis og glimmerskifer anses som hovedbergartene.

I tegning V501 kan geologisk kart og lengdeprofil sees. Kartet er utarbeidet basert på NGUs berggrunnskart [5] og feltkartlegging. Det er gjort noe forenkling av bergartsfordelingen da NGU angir mange ulike glimmerbergarter. Bergartenes fordeling i lengdeprofilen er tolket basert på dette. På grunn av at bergartene i området er preget av skyvedekker er det på dette stadiet usikkert hvilke bergarter som faktisk vil påtreffes under drivingen.

#### **Borbarhet og sprengbarhet**

Det er ikke utført borbarhet– og sprengbarhetsanalyse av bergartene.

Generelt har glimmerskifer og muskovittskifer middels god og dårlig sprengbarhet. Granittisk gneis har moderat borbarhet og god sprengbarhet. For meta–arkose varierer borbarhet og sprengbarhet med kvartsinnholdet. Dersom det påtreffes meta–arkose i tunnelen med tilsvarende høyt kvartsinnhold som er registrert i dagen kan det forventes dårlig borbarhet og god sprengbarhet.

#### **Foliasjon og oppsprekking**

Bergartene har stor variasjon i oppsprekking. I profil 2100–2800 og 4700–5500 er det moderat til sterkt oppsprukne glimmerbergarter. Disse har et svakt fall 15–25° mot vest. Det forventes noe problem med boravvik. I hovedsak forventes det avbøyning oppover, men der fallet til foliasjonsplanet

er  $< 15^\circ$  kan avbøyning nedover langs foliasjonsplanet forekomme. Eventuelle tiltak som styrestang bør vurderes kontinuerlig under driving.

I øvrige deler av tunnelen er det moderat til liten oppsprekking. Sprekkesett er i denne delen primært knyttet til deformasjonsstrukturer slik at boravvik ikke forventes.

### **Sprekkemateriale**

Det er ikke observert sprekkemateriale ved befaring. Dersom kalkspatmarmor påtreffes kan denne knuses lett ned og bli bløt i kontakt med vann. Dette kan påvirke Q-verdiene i områdene dette eventuelt er aktuelt.

Svakhetssone XII er tolket som knusningszone og det forventes i tilknytning til denne at sprekkemateriale observeres ved tunneldriving.

Generelt forventes det ikke å påtreffes svelleleire i de aktuelle bergartene, men det kan ikke utelukkes.

## **4.3 Svakhetssoner**

Bergmassen i området bærer preg av regional folding og skyvedekker samt magmatiske intrusjoner. Det knyttes derfor usikkerhet til hvordan tolkede svakhetssoner og bergartsgrenser orienterer seg under overflaten. Dette har betydning for hvor og eventuelt om tolkede svakhetssoner treffer ny tunnelen. Svakhetssonene listet nedenfor er de som antas å krysse eller komme i berøring med tunnelen.

### **Svakhetssone I**

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $0^\circ / 90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 2155 med en orientering  $70^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $< 5$  m i tunnelen. Søkket som representerer svakhetssonen er fylt med løsmasser, se foto 21, og det er utført totalsonderinger. Registrert dybde til berg er 2,7 m og 13 m bergoverdekning.

### Svakhetssone II

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $30^\circ/90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 2180 med en orientering  $80^\circ$  på tunnelaksen. Sonen er smal og bredden er vurdert å være  $< 5$  m i tunnelen. Søkket som representerer svakhetssonen er fylt med løsmasser, se foto 22, og det er utført totalsonderinger. Registrert dybde til berg er 2,3 m og 19 m bergoverdekning.

### Svakhetssone III

Lineament registrert ved kartstudier og observert som forsenkning med myr i felt, se foto 23. Den antatte svakhetssonen har orientering  $0^\circ/90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 2200–2240 med en orientering  $60^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være 10–30 m i tunnelen. Det er  $\sim 30$  m overdekning.

### Svakhetssone IV

Lineament registrert ved kartstudier og i felt som en forseking i terrenget. Forsenkningen er innfylt med blokk og noe vegetasjonsdekke, se foto 24. Den antatte svakhetssonen har orientering  $130^\circ/90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 2600–2650 med en orientering  $40^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $< 15$  m i tunnelen. Det er 90 m overdekning.

### Svakhetssone V

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $130^\circ/90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 2830–2850 med en orientering  $45^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $< 5$  m i tunnelen. Lineamentet ligger i tilknytning til bergartsgrense muskovittskifer – meta–arkose, men har ulik orientering enn bergartsgrensen. Det er 150 m overdekning.

### Svakhetssone VI

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $280^\circ/80^\circ$ . Den går langs tunnelaksen og antas å krysse tunnelen med en orientering  $10^\circ$  på tunnelaksen i profil 3000–3200. Bredden er usikker på grunn av at sonens fall vil spille stor rolle for hvor bredt parti av tunnelen som påvirkes. Svakhetssonen er representert ved en steil berghammer og søkk i nedkant av denne. Det er 175 m overdekning.

### Svakhetssone VII

Bergartsgrense mellom meta–arkose og diabas. Sonens orientering antas å følge foliasjonsplanet i meta–arkosen, se foto 6 og 7. Den antatte svakhetssonen har orientering  $180^\circ / 50^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 3750 – 3850 med en orientering  $90^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være 10–50 m i tunnelen. I søkket som representerer svakhetssonen renner det en bekk, se foto 25. Det er 200 m overdekning.

### Svakhetssone VIII

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $170^\circ / 90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 4000–4050 med en orientering  $60^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $< 10$  m i tunnelen. Svakhetssonen er registrert i tilknytning til en forekomst med diabas samt i området for bergartsgrense mellom meta–arkose og granittisk gneis, se tegning V501. Det er 230 m overdekning.

### Svakhetssone IX

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $120^\circ / 90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 4050–4170 med en orientering  $20^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er avhengig av sonens fall i dypet og er vurdert å kunne være mellom 20 – 100 m i tunnelen. Svakhetssonen er registrert i området for bergartsgrense mellom meta–arkose og granittisk gneis, se tegning V501. Det er 245 m overdekning.

### Svakhetssone X

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen har orientering  $120^\circ / 70^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 4380–4470 med en orientering  $30^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være 20–30 m i tunnelen. Svakhetssonen representeres ved terrassering i terrenget innfylt med myr. Den granittiske gneisen har større oppsprekking i området rundt den antatte svakhetssonen enn området lengre vest. Det er 280 m overdekning.

### Svakhetssone XI

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Sonen representerer starten for overgangen fra granittisk gneis til muskovittskifer. Den antatte

svakhetssonen har orientering  $120^\circ / 70^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 4570–4630 med en orientering  $30^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $\sim 20$  m i tunnelen. Det er 260 m overdekning.

#### Svakhetszone XII

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Den antatte svakhetssonen er tolket som knusningszone og har orientering  $140^\circ / 70^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 4920–5050 med en orientering  $70^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $\sim 50$  m i tunnelen. Søkket som representerer svakhetssonen er vegetert med myr, se foto 26. Det er 160 m overdekning.

#### Svakhetszone XIII

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Lineamentet er en terrassering i terrenget. Den antatte svakhetssonen har orientering  $150^\circ / 90^\circ$ . Den antas å krysse tunnelen i profil 5370–5380 med en orientering  $90^\circ$  på tunnelaksen. Bredden er vurdert å være  $< 10$  m i tunnelen. Det er 55 m overdekning.

#### Svakhetszone XIV

Lineament registrert ved kartstudier og i felt. Lineamentet er en større forsenkning i terrenget nord for tunneltraseen. Det er observert flere mindre forekomster av diabas samt oppsprukket berg i søkket. Den antatte svakhetssonen har orientering  $90^\circ / 90^\circ$ . Det er knyttet usikkerhet til hvorvidt lineamentet vil komme i berøring med tunnelen eller ikke. Potensielt område for påvirkning er i profil 3000 – 4400, men eventuell berøring av tunnelen avhenger av sonens fall. Sonen er ikke tolket inn i lengdeprofilen i tegning V501, men er tegnet inn i plankartet. Det er 150 – 250 m overdekning i området.

### **4.4 Bergspenninger tunnel**

Det er ikke utført bergspenningsmålinger i området. Det er ikke registrert eksfoliasjonsstrukturer eller utfordringer med høye bergspenninger ved tunneldriving i området for øvrig.

Kvænangsfjelltunnelen går gjennom skifrige og dels myke bergarter. Det er relativt slake fjellsider. Vurderinger knyttet til bergtrykk er basert på topografiske forhold.

Tunnelen er planlagt med maksimal overdekning på ~ 280 meter. Hvis et gravitativt spenningsbilde legges til grunn, kan det forventes moderate spenninger.

Basert på de omtalte forholdene forventes det ikke bergtrykksproblemer i form av sprakefjell.

## 4.5 Naturfarevurderinger

### 4.5.1 Skredfarevurderinger

Ifølge aktsomhetskart fra NVE ligger kun østre påhugg innenfor teoretisk mulig utløpsområde for skred. Det er gjort vurderinger av den reelle sannsynligheten for skred i påhugg og forskjæringer basert på terrengeanalyser, lokale forhold og historiske data. Dette er omtalt i egen rapport [12]. Nedenfor er det gitt en sammenstilling av konklusjonene for reell skredfare i påhuggsområdene.

#### Vestre påhugg

Vestre påhugg ligger utenfor aktsomhetsområde for alle typer skred [13]. Det med bakgrunn i dette og slakt omkringliggende terreng vurdert tilfredsstillende lav skredfare for vestre påhugg.

#### Østre påhugg

Østre påhugg ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred [13]. Det er registrert skredskadet skog i påhuggsområdet, se foto 30. Det er planlagt 65 m lang portal som permanent sikring mot snøskred.

Det må i anleggsperioden gjøres tiltak for å redusere risiko for snøskred i portalområdet. Dette kan gjøres ved å etablere forskjæringer, påhugg og portal i sommersesongen. Alternativt må det utformes forstøttende tiltak mot snøskred, for eksempel flere rekker med sognemur eller støtteforbygninger i nett.

#### 4.5.2 Kvikkleire

Det er ikke aktuelt for prosjektet.

#### 4.5.3 Andre naturfarer

Det er store problemer med drivsnø på strekningen. Dette er håndtert av egen fagansvalig i prosjektet. Dette medfører at veglinja generelt ligger svært høyt i terrenget, til dels også inn mot påhuggene.

### 4.6 Påhugg

#### 4.6.1 Vestre påhugg, profil 2110

Vestre påhugg er planlagt på vestsiden av Malingsfjellet i profil 2110. Veglinja kommer ut av fjellet på ca. 340 meter over havet. Fra påhugget går vegen ut gjennom forskjæringene som er tosidige og totalt 70 m lange og maksimalt 15 m høy.

Terrenget i påhuggsområdet er slakt i overkant av påhuggsflaten, se foto 27 og tegning V502. Terrenget preges av vegetasjonsdekke med noen mindre bergblotninger. Det er i påhuggsflaten registrert 1,3 m løsmassemekthet fra totalsonderinger. Totalsonderinger indikerer sterkt oppsprukken bergmasse, dette støttes av støttekartlegging i tilknytning til påhuggsområdet, se foto 2.

Bergoverdekning fra tunnelheng i senterlinja ved påhugget er ~7 m, se tegning V502. Det er valgt noe større bergoverdekning i påhuggsflata enn normalt på grunn av sterkt oppsprukket bergmasse. Etter påhuggsflaten stiger terrenget jevnt og det er etter 60 m, profil 2170, over 20 m overdekning.

Veglinja er som det framkommer av foto 27 og tegning V502 tilnærmet vinkelrett på fjellskråningen. Dette gjør lengden på forskjæringene begrenset.

Berggrunnen i påhuggsområdet preges av stor oppsprekking langs foliasjonsplanet i muskovittskiferen, se foto 1–3. Foliasjonsplanet F1 har



orientering SSV–NNØ med fall 20–30° mot NV. Typisk sprekkeavstand  $a = 0,005 - 0,05$  m.

Det er registrert ett annet gjentakende sprekkesett i tillegg til foliasjonsplanet F1. Dette har orientering Ø–V med fall ~60° mot N med sprekkeavstand  $a = 0,5-3$  m.

Det er fra totalsonderinger [9] registrert 1–3 m løsmassemektighet i overkant av bergskjæringene.

#### 4.6.2 Østre påhugg, profil 5465

Østre påhugg er planlagt på østsiden av Malingsfjellet i profil 5465. Veglinja kommer ut av fjellet på ca. 325 meter over havet. Fra påhugget går vegen ut gjennom forskjæringene som er tosidige og totalt 40 meter lange og maksimalt 17 m høyde.

Terrenget i påhuggsområdet er steilt i overkant av påhuggsflaten, se foto 28. Terrenget preges av tynt vegetasjonsdekke og generelt lite løsmasser. Like i påhuggsflaten er det bart berg.

Bergoverdekning fra tunnelheng i senterlinja er ved påhugget ~ 7 m, se tegning V503. Det er valgt noe større bergoverdekning i påhuggsflata enn normalt på grunn av delvis tett oppsprukket bergmasse. Etter påhuggsflaten stiger terrenget raskt og det er etter 30 m, i profil 5450, ~ 20 m overdekning.

Veglinja er som det framkommer av foto 28 og tegning V503 tilnærmet vinkelrett på fjellskråningen. Dette gjør lengden på forskjæringene begrenset.

Berggrunnen i påhuggsområdet preges av stor oppsprekking langs foliasjonsplanet i granatglimmerskiferen, se foto 12. Foliasjonsplanet F4 har orientering VNV–ØSØ med fall 15–25° mot SV. Typisk sprekkeavstand er  $a=0,01-0,05$  m, se foto 12, 13 og 14.

Det er i tillegg til foliasjonsplanet F4 tre andre gjentakende sprekkesett; S9, S10 og S11. S8 og S10 danner kiler med potensiale for utfall, se foto 29. Foto er tatt i dagbruddet like nord for østre påhugg. Bergveggen i dagbruddet har

lik orientering som østre påhuggsflate. Strukturene S9 og S11 er gjentakende i påhuggsområdet og kiledannelsen observeres flere steder i dagbruddet.

Det anbefales å være oppmerksom på muligheten for kiledannelse ved etablering av forskjæringene for å kunne bestemme omfang av forbolting i påhuggsflaten. Eventuell kiledannelse kan forhindres ved forbolting i påhuggsflaten. Hvis det er et fremtredende problem de første meterne av tunnelen hvor det er lav overdekning skal det vurderes å forbolte inntil overdekningen er moderat, over 10–15 m.

Det forventes begrenset løsmassemekktighet i overkant av bergskjæringene.

## 4.7 Sikringsarbeider

### 4.7.1 Tunnel

Klassifiseringen av bergmassen med hensyn til bergsikring er utført i henhold til håndbok Vegtunneler N500 [1]. Under driving av tunnelen skal bergmassen kartlegges på stoff iht. Q-systemet, som grunnlag for å fastslå det endelige sikringsomfanget. Det understrekes at inndelingen i de ulike sikringsklassene under er en tolkning basert på eksisterende grunnlag. Det er stor blotningsgrad langs tunneltraseen. Q-verdier er beregnet basert på observasjoner i dagen. Dette medfører at SRF,  $J_a$  og  $J_w$ -verdiene er svært usikre. Det er tatt utgangspunkt i  $SRF=1$  og  $J_w=1$  ved estimering av Q-verier. I Tabell 2 er det gitt en sammenstilling av estimerte parameterverdier til Q-systemet. Dette samt bergartsfordelingen langs tunneltraseen er grunnlag for estimering av sikringsmengder.

*Tabell 2 - Benyttede parameterverdier til Q-systemet som grunnlag for estimat av sikringsomfang*

Bergart / Q-parameter	RQD	$J_r$	$J_n$	$J_a$
Muskovittskifer	25–65	1,5	6	2
Meta-arkose	70–90	1,5	6–12	1
Diabas	70–90	1,5	6	1
Granittisk gneis	70–90	1,5	9	1
Granatglimmerskifer	40–70	1,5	9	2

Forbolting (spiling) vil være aktuelt ved begge påhuggene. Eksakt plassering og hvor omfattende forboltingen skal være avgjøres etter at man har fått avdekket og vurdert bergoverflaten i påhuggsflaten. Dersom dagfjellsonen strekker seg lengre enn ventet kan omfanget av forbolting bli noe større enn normalt. Dette er aktuelt ved begge påhuggene hvor det er dels svært stor oppsprekking langs foliasjonsplanet.

Ved krysning av de antatte svakhetssonene kan det være behov for tung sikring i form av forbolting (spiling) og armerte sprøytebetongbuer.

Utvidelser av tunnelprofilet for havarinisjer og nisjer for tekniske rom er tatt med i beregningene av sikringsmengder. Det er tatt utgangspunkt at det bygges 6 stk. havarinisjer og 2 stk. tekniske rom.

Det er lagt til grunn at 3 m bolt benyttes for tunnelprofil T10.5. Det er beregnet at 4 m bolt behøves for 16 % av tunnelen på grunn av utvidelse for havarinisjer. Det forutsettes at 4 m bolt benyttes med det samme utvidelse for nisje starter.

Tabell 3. Anslåtte sikringsmengder i Kvænangsfjelltunnelen

Berg-klasse	Sikrings-klasse	Sikringsmetode	Sikrings- mengde pr. løpemeter T10.5	Antatt fordeling i tunnelen	Antatt lengde av tunnelen [m]	Antatt lengde av tunnelen for nisjer [m]	Sikringsmengde	
							Mengde	Enhet
	I	Spredt bolting Antatt c/c 2,5m	3,3 stk.	37 %	1042	200	3968	stk.
		Fiberarmert sprøytebetong B35 E700, 80 mm ned til 2 m over såle	2,0 m <sup>3</sup>				2543	m <sup>3</sup>
C	II	Fiberarmert sprøytebetong B35 E700, 80 mm ned til såle	2,55 m <sup>3</sup>	33 %	929	178	2868	m <sup>3</sup>
		Systematisk bolting c/c 2 m	5,2 stk.				5846	stk.
D	III	Fiberarmert sprøytebetong B35 E1000, 100 mm eller mer, ned til såle	3,2 m <sup>3</sup>	27 %	760	146	2942	m <sup>3</sup>
		Systematisk bolting c/c 1,75 m	6,8 stk.				6338	stk.
E/F	IV	Forbolter	3 stk.	3 %	84	16	302	stk.
		Fiberarmert sprøytebetong E1000, 150 mm eller mer, ned til såle	4,5 m <sup>3</sup>				461	m <sup>3</sup>
		Systematisk bolting c/c 1,5 m	9 stk.				925	stk.
		Armerte sprøytebetongbuer	0,2 stk.				20	stk.

Tabell 4: Antatt sikringsmengder fordelt på type for Kvænangsfjelltunnelen

Type sikring	Mengde
3 m bolt, ø20 mm, fullt innstøpt	14512 [stk]
4 m bolt, ø20 mm, fullt innstøpt	2784 [stk]
6 m forbolter, ø32 mm, fullt innstøpt	302 [stk]
Fiberarmert sprøytebetong E700	5515 [m <sup>3</sup> ]
Fiberarmert sprøytebetong E1000	3403 [m <sup>3</sup> ]

### Portaler

Anbefalte lengder er basert på overfylling av portalen med sprengstein eller naturlig stein for tilpasning til sideterrenget. Den ytterste 1 m av portalen må være fri for løsmasser, jfr. Håndbok N500 Vegtunneler, kapittel 4.3.2. [1].

Følgende lengder er anbefalt med bakgrunn i geologiske, drivsnø- og skredmessige betingelser. De er terreng- og landskapstilpasset.

- Vestre påhugg: 93 m, derav 90 m frittstående del og 3 m kontaktstøp. Lengden av portalen må sees i sammenheng med lengde på forskjæring og et ønske om god landskapstilpasning.
- Østre påhugg: 63 m, derav 60 m frittstående del og 3 m kontaktstøp. Lengden av portalen er basert på utløpslengde for snøskred.

Ved utarbeidelse av tegninger må det også utvides ekstra profil i tunnelen de ytterste 5 m for arbeidsrom for kontaktstøp av portal mot berg.

### 4.7.2 Forskjæringer

#### Sikringsnivå

Vurdering av sikringen av forskjæringene er utført etter retningslinjer i håndbok N200 Vegbygging [2]. Fra foto 222.1 står det:

*«Stabilitet, sikkerhet mot utfall og skred: En skjæring bør bygges slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 årene. Det samme gjelder løsmasse på skjæringstopp.»*

I denne rapporten påpekes sikring av forskjæringene og eventuell sikring av løsmassene over. Det er planlagt portal som dekker forskjæringene ved begge påhuggsområdene slik at sikringen som omtales i det videre er for å oppnå god kontur og dermed stabilitet samt som arbeidssikring.

### Sikring av forskjæringer

Berggrunnen i forskjæringene er generelt sterkt til moderat oppsprukket i dagsonen. Begge påhuggsområdene antas å ligge helt eller delvis i dagsonen. Derfor kan det bli aktuelt med sprøytebetong og bolting ovenfor påhuggsflatene og i forskjæringene for å sikre stabilitet og som arbeidssikring. Bolting forutsettes gjort med 3 m lange  $\varnothing 20$  fullt innstøpte bergbolter. Vertikal forbolting kan også bli aktuelt i deler av forskjæringene hvor høyden er over 10m og det er sprekkeplan med fall inn i byggegropa langs forskjæringene eller påhuggsflaten. Dette er avgjørelser som må tas underveis i byggefasen når berget er avdekt.

Foruten bergsikring skal forskjæringene være rensket, utført som maskinell rensk og spettrensk. Etter dette vurderes endelig behov for permanent sikring. For å underlette utførelsen av permanentsikring anbefales det at vurderinger utføres etter hvert som man sprenger seg ned i skjæringen. På grunn av lange portaler med tilbakefylling vil sikring i forskjæringene primært være for å ivareta arbeidssikring i byggefasen. Det forventes likevel behov for omfattende stabilitetssikring på grunn av bergmassens dårlige kvalitet.

Det skal renskes løsmasser 2 m inn fra skjæringstopp for å hindre nedfall av løsmasser underveis i anleggsfasen.

Utførelsen av sprengningsarbeidet vil påvirke det endelige sikringsbehovet. Det er derfor viktig at sprengningen blir utført skånsomt mot det gjenstående berget. På grunn av stor oppsprekking langs foliasjonplanet i begge forskjæringene forventes det noe tungsprengt berg. Det anbefales liten konturavstand, 0,5 m, og at det vurderes bruk av tiltak som sømboring e.l. for å oppnå god kontur i forskjæringene. Dette er tiltak som vil redusere sikringsbehovet underveis i anleggsfasen.

I Tabell 5 vises anslåtte sikringsmengder for forskjæringene.

#### Vestre forskjæringer

Det er tett oppsprukket bergmasse langs foliasjonsplanet. Generelt forventes det å kunne sikre forskjæringene med bolt, men på grunn av tett oppsprukket bergmasse kan det måtte påregnes bruk av steinsprangnett.

Alternativt kan isnett montert 30 cm ut fra bergskjæringene benyttes hvis det er mye fukt som kan danne is i skjæringene ved arbeid vinterstid. Dette gjelder spesielt i profil 2070–2080 hvor det går et søkk som er registrert som en mindre svakhetssone. Her forventes det noe dårligere bergmasse. I tillegg dreneres det vann her slik at noe fukt i må påregnes. Det forventes at det kan bygge seg opp is i dette området underveis i byggeperioden som må håndteres.

Permanent sikring mot tett oppsprukket bergmasse og iskjøving er lang tilbakefylt portal. Det er planlagt 90 m lang portal fra profil 2020 til 2110.

#### Østre forskjæringer

Det er tett oppsprukket bergmasse langs foliasjonsplanet. I tillegg er det sprekkeplan med fall inn i byggegropa, S11 og S9, slik at vertikal forbolting må vurderes etter at berget er avdekt. Generelt forventes det å kunne sikre forskjæringene med bolt, men på grunn av tett oppsprukket bergmasse kan det måtte påregnes bruk av steinsprangnett. Alternativt kan isnett montert 30 cm ut fra bergskjæringene benyttes hvis det er mye fukt som kan danne is i skjæringene. Dette vil også sikre mot nedfall av mindre stein i skjæringa.

Permanent sikring mot nedfall av stein og iskjøving er lang tilbakefylt portal. Det er planlagt 65 m lang portal fra profil 5465 til 5530. Lengden på portalen må sees i sammenheng med skred- og drivsnø og er derfor lengre enn forskjæringene.

Tabell 5 – Anslåtte sikringsmengder i forskjæringene

Type sikring	Mengde
3 m bolt, ø20 mm, gyst	200 stk
4 m bolt, ø20 mm, gyst	100 stk
6 m forbolt, ø32 mm, gyst	80 stk
Fjellbånd	60 m
Steinsprangnett	700 m <sup>2</sup>
Isnett	200 m <sup>2</sup>
Plankegerde («Sognemur»), 1 m høy	20 m

#### 4.8 Anvendelse av sprengsteinsmassene

Det er undersøkt styrke- og slitasjeegenskaper til enkelte bergarter på delstrekning 2. Disse er ikke tatt i tilknytning til tunnelen. Erfaringsmessig egner ikke steinmasser fra tunnel seg som kvalitetsmasser i vegbygging på grunn av stor ladning ved sprengning.

Hvis det likevel ansees som aktuelt å benytte bergmassene til bære- eller forsterkningslag, må styrke- og slitasjeegenskapene undersøkes nærmere ved hjelp av laboratorieanalyser for aktuelle steder. I første omgang må det utføres analyser for å bestemme Los Angeles-verdi (LA) og Micro Deval-verdi (MD). Dersom materialene tilfredsstillt krav til disse parameterne må det utføres produksjonskontroll iht. håndbok N200 [2]. Vegteknolog bør kontaktes før prøvetaking og ved vurdering av resultater fra laboratorieanalysene.

Erfaringsmessig vil glimmerrike bergarter og kalkbergarter slik som finnes på øst- og vestsiden av Malingsfjellet ikke tilfredsstillt krav til bære- eller forsterkningslag.

Det er utarbeidet eget dimensjoneringsnotat for vegteknologi [10].



## 5 HYDROLOGISKE – HYDROGEOLOGISKE VURDERINGER – TOLKNING

### 5.1 Vannforholdene i tunnel

Vannlekkasjer i tunnelen forventes som mindre punktlekkasjer i sammenheng med sprekker og svakhetssoner. I tillegg forventes det i noe omfang vann i påhuggsområdene hvor det kan forventes å påtreffes dagfjell.

Det er generelt tørre forhold i terrenget over tunnelen.

Det er i profil 2200–2300 registrert ett større myrområde hvor innlekkasje kan forventes. Her er det moderat overdekning, 30–35 m. Her er det anbefalt innlekkasjekrav, se kapittel 6.2.

I profil 3800 renner en bekk i området hvor diabas har trent opp langs svakhetssone VII. Dette er potensielt et område for innlekkasje.

I profil 4950–5100 er det en mindre forsenkning i terrenget med myrområde nedi. Dette området er tolket som en svakhetssone, XII, som er en knusningssone som ligger i tilknytning til bergartsgrense mellom granittisk gneis og muskovittskifer. Det angis på geologiske kart mulighet for kalkspatmarmor og i området, men det er ikke observert typisk karstfenomen i området og kalkspatmarmor er ikke observert i dagen. Det kan likevel ikke utelukkes at dette er til stede dypere i grunnen. Det kan forventes noe innlekkasje i dette området og det anbefales å være obs på mulig karstfenomen under driving i dette området.

### 5.2 Vann – og frostsikring

Behov for vann- og frostsikring av vegg-heng er anslått til 100% av tunnallengden, totalt 3355 m. PE-skum skal benyttes til vann- og frostsikring i tunnelen.

Endelig omfang av vann- og frostsikring må likevel gjøres etter at tunnelen er drevet og vannlekkasjer/drypp er lokalisert. Drenasjesituasjonen i berget

vil endres når tunnelen er etablert. Områder som er tørre like etter at tunnelen er drevet gjennom, kan over tid få lekkasjepunkt.

### **Dimensjoneringsgrunnlag for frostsikring**

Behovet for vann – og frostsikring er basert på antatt frostmengde i luften utenfor tunnelen og tillatt frostmengde i tunnel ved 80 mm sprøytebetong. Frostmengde i luften utenfor tunnel er satt til 35 000 h°C, basert på verdier for Nordreisa og Kvæningen kommuner gitt i Håndbok N200 Vegbygging [2] og graf i foto 2 i vegteknologisk dimensjoneringsnotat [10]. Tillatt frostmengde i tunnel ved 80 mm sprøytebetong er satt til 8000 h°C gitt i Håndbok R510 Vann og frostsikring i tunnel [14].

Vegteknologisk dimensjoneringsnotat beregner inntrengning av frostmengder med verdier 15 000 – 35 000 h°C inn til 750 m fra hvert påhugg. For øvrige deler av tunnelen er frostmengden < 15 000 h°C. Se for øvrig foto 2 i vegteknologisk dimensjoneringsnotat, 50850–VEGT–1 [10].

Basert på dette er det gjort en differensiering av U-verdi for dimensjonering av frostsikring. Det er for profil 2110 – 2860 og profil 4730 – 5480 benyttet  $U = 0,8$ . For profil 2860 – 4730 er  $U=0,45$  benyttet.

PE-skum skal benyttes til vann- og frostsikring i tunnelen. Tykkelsen på PE-skummet er beregnet til å måtte være minimum 52 mm for profil 2860 – 4730 og minimum 94 mm for profil 2110–2860 og 4730–5480.

Beregningene er gjort som beskrevet i Håndbok R510 [14] med verdier oppgitt i Tabell 6. Intern rapport nr. 2301 [11] er for øvrig benyttet som veiledning.

Tabell 6– Dimensjoneringsgrunnlag for frostsikring

Parameter	Verdi
Frostmengde Nordreisa og Kvæningen kommuner [1]	$F_{10} = 35\ 000\ \text{h}^\circ\text{C}$
Korrigerings høyde over havet	350 m
Krav til U-verdi basert på frostmengde	0,8 / 0,45
Varmekonduktivitet sprøytebetong	1,7 W/mK
Varmekonduktivitet PE-skum	0,043W/mK
Sprøytebetongtykkelse	0,08 m

Tabell 7 – mengde PE-skum

Sikring	Enhet	Antall
PE-skum <sup>1)</sup>	m <sup>2</sup>	67 100 <sup>2)</sup>

Merknader:

1. Det er beregnet at PE-skummet monteres i normalprofilen og platene avsluttes ved føringskanten, ca. 1 m over vegnivå.
2. Mengde PE-skum er beregnet med lengde tunnel \* 20m buelengde (T10.5 har buelengde 22,13 m helt ned til såle)

### 5.3 Miljøhensyn

Det forventes noe lekkasje av vann ved kryssing av svakhetssoner og de nevnte områdene i kapittel 5.1. Det er ingen vann i tilknytning til tunnelen som står i fare for drenering som følge av tunneldrivingen. Det er ett mindre myrområde i profil 2200 – 2300 som det er satt tetthetskrav for i kapittel 6.2. Det er ikke utført konkret verdivurdering for naturmangfoldet for området ovenfor Kvængsfjell-tunnelen. Feltarbeid for naturmangfold utføres sommeren 2017 og ved påvisning av områder med viktig verdi for naturmangfold kan kravet til innlekkasje endres jfr. Publikasjon 103 [15].

## **5.4 Vurdering av setningsfare**

Det er generelt svært lite løsmasser langs tunneltraseen. Det er ingen byggverk i tilknytning til tunnelen. Setningsfare er derfor ikke vurdert videre fordi det ikke anses som aktuelt for dette prosjektet.

## 6 ANBEFALINGER

### 6.1 Krav til begrensnng av vibrasjoner iht. NS 8141

#### Generelt

Vibrasjoner og lufttrykkstøt ved sprengning vil kunne ha påvirkning på bygninger som ligger i nærheten av området hvor det skal sprenges. For å unngå skade på byggverk beregnes vibrasjonskrav målt i mm/s. Krav skal fastsettes etter standard NS 8141. Etter mange merkelige måleresultater og høy grad av uforutsigbarhet ved måling av frekvensveid svingehastighet etter ny NS 8141 [18], har Standard Norge gjeninnført NS 8141 fra 2001 [8] i en overgangsperiode på 3 år, parallelt med den gjeldende, nye utgaven fra 2012. Dette innebærer at fastsettelse av spesifikke grenseverdier for støt og vibrasjoner bør gjøres i henhold til 2001-versjonen av standarden.

Byggverk som kan tenkes å bli påvirket av grunnarbeider bør besiktiges før og etter at arbeidet er utført. Standard NS 8141 fra 2001 anbefaler som et minimum besiktigelse av alle:

- Bygg fundamentert på berg mindre enn 50 m fra tunnel sprengningssted
- Bygg fundamentert på løsmasser mindre enn 100 m fra sprengningssted

#### Bergsprengning nært byggverk

Ved etablering av konstruksjoner som for eksempel portal med samtidig sprengning innenfor 100m fra sprengningssted må dette tas hensyn til. Ut over dette er det registrert ett byggverk i profil 4200 like over tunneltraseen som må tas hensyn til med tanke på sprengning.

### 6.2 Tetthetskrav til tunnel

Konsekvensen og sårbarheten ved en eventuell drenering av terrenget over tunneltrasèen er ansett som liten. Eventuell større innlekkasje anbefales håndtert ved injeksjon kun dersom innlekkasjen er så stor at det forhindrer

tunneldrivingen. Andre forhold som kan påvirkes av stor innlekkasje er levetid til sikringsmateriell.

Det anbefales et innlekkasjekrav i området i profil 2200 – 2300 på 30 l/minutt/100m tunnel. Dette har bakgrunn i risiko for drenering av et myrområde på grunn av tett oppsprukket bergmasse og moderat overdekning ~ 35 m.

Dersom større deler av tunnelen drives på synk og innlekkasjen er stor bør det vurderes strengere krav enn det som er anbefalt.

### **6.3 Krav til overvåking av spesielle forhold**

Det er ikke satt krav til overvåking av noen spesielle forhold under tunneldrivingen.

### **6.4 Krav til håndtering av sprengsteinsmasser**

Det legges opp til mulighet for å deponere sprengsteinsmasser i Klokkarsteinsvingen, se C-tegning C215 som er vedlagt reguleringsplanen [18]. Dette er tenkt som masseuttak slik at det må kombineres med uttak av masser. I tillegg er det mulighet for deponering av masser i veglinja. Det er store fyllinger som skal etableres i nærhet til begge tunnelpåhuggene.

#### **Verna vassdrag**

Det er et vernet vassdrag på vestsiden av Malingsfjellet. Dette medfører krav til lang oppholdstid for vann fra tunneldrivingen for sedimentering.

Det er i forbindelse med tidligere reguleringsplan i samme område kommet inn merknad fra direktoratet for mineralforvaltning med påpekning om at det er registrert sulfidmineralisering i området. Dette er en lokalitet som er registrert ca. 1 km sør for den planlagte Kvæangsfjelltunnelen. Det er ikke observert sulfidmineralisering under feltkartlegging i tilknytning til planlagt trase. Dette vil det jobbes videre med for å verifisere at det ikke er en problemstilling en forventer å støte på under tunneldrivingen.

## 6.5 Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen

Før byggefasen skal ansvarlig ingeniørgeolog for prosjektet utnevnes. Denne personen må ha relevant erfaring og utdanning, samt inneha minimum 3–5 års relevant erfaring fra tunnelanlegg. Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen er viktig for kunne tilstrebe god oppfølging av sprengnings- og sikringsarbeidene.

I tillegg skal byggherren tilknytte seg kontrollingeniører til å følge skiftene. Disse må som et minimum ha gjennomført etter- og videreutdanningskurs ingeniørgeologi ved NTNU.

Hvis det avdekkes at det vil bli behov for injeksjon i deler av tunnelen, må minst en av kontrollingeniørene ha erfaring med injeksjonsarbeider.

For hver tunnelsalve skal det gjennomføres byggherrens halvtime med geologisk kartlegging av siste salve, samt beregning av Q-verdi for beslutning av endelig sikringsomfang.

Ansvarlig ingeniørgeolog skal påse at det blir utarbeidet ingeniørgeologisk sluttrapport for tunnelen.

Personer som utfører geologisk kartlegging på stoff, samt gjennomfører vurdering av permanentsikring må inneha følgende innsikt/kompetanse:

- Erfaring med geologisk kartlegging og kartlegging etter Q-metoden og beskrivelse av bergmassekvalitet.
- Erfaring med og kjennskap til relevante metoder for bergsikring.
- God kunnskap om innholdet i ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan/byggeplan, samt utførte grunnundersøkelser.
- God kunnskap om innholdet i håndbok N500 [1].
- Kjennskap til prosjektets risiko og sårbarhetsanalyse.

## 6.6 Anbefalt driveretning

Tunnelen går på stigning fra både øst og vest med høybrekk i profil 3726. Høybrekket er plassert tilnærmet midt i tunnelen. Av hensyn til drivevann og

eventuell innlekkasje spiller det liten rolle hvilken side tunnelen drives fra hvis det kun drives fra èn retning. Av hensyn til drivevann og innlekkasje kan det være fordelaktig å drive frem til høybrekket fra begge sider. Det er på vestsiden av Malingsfjellet varig verna vassdrag slik at en ved driving fra øst reduserer problemstillinger omkring utslipp av drivevann i dette vassdraget.

På grunn av snøskredfare må det ved driving fra øst være ferdig etablert portal før vinteren. Alternativt må sikkerheten mot snøskred håndteres på annen måte, enten ved midlertidig drivestans ved høy skredfare eller forstøttende tiltak mot snøskred i løsneområdet.

På grunn av strenge vinterforhold med delvis mye vind vil dette kunne spille inn på hvor det etableres riggområde. Enkelte ganger vil det ikke være mulig å krysse fjellet på grunn av sterk vind og dårlig sikt. Dersom det skal drives fra begge sider må dette tas hensyn til med tanke på boligrigg.



## **7 FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER**

### **Geologisk kartlegging**

Supplerende berggrunnskartlegging til konkurransegrunnlaget. Dette omfatter bla. detaljert kartlegging av strukturer. I tillegg må det undersøkes nærmere om sulfidmineraliseringen beskrevet i kapittel 6.4 ikke er til stede under tunneldrivingen.

### **Totalsonderinger og seismikk**

Det anbefales å utføre totalsonderinger i profil 2200–2300 for å avdekke mektigheten av løsmassene. Disse undersøkelsene kan være med på å danne grunnlag for å avdekke innlekkasjeproblematikk og eventuell risiko for drenering av myrområdet.

### **Innmåling av tilstøtende byggverk og bergrom**

Det er registrert et mindre hus over tunneltraseen i profil 4200. Her er en luke ned i noe som kan se ut som et bergrom. Dette anbefales undersøkt hva er og bør vurderes å måles inn. Eventuelt rystelseskrav settes etter det er avdekket hva bruken av bygget er, og bygge- og fundamenteringsmetode er registrert.

## 8 SIKKERHET HELSE ARBEIDSMILJØ (SHA)–FORHOLD

Det er ikke påvist spesielle forhold som skulle avvike fra konvensjonell tunneldrift eller etablering av bergskjæringer. Nedenfor følger en del forhold som likevel kommenteres. Listen er ikke uttømmende.

Vinterstid ved mildværsperioder og i vårløsningen må det stedvis tas hensyn til at is løsner fra bergskjæringer eller sva like over, spesielt ved nordre forskjæring og påhugg.

Snøskredfaren med hensyn til arbeidssikkerhet ved østre påhugg må vurderes nærmere før oppstart av drivingen. Det anbefales generelt å etablere portal før vintersesongen ved tunneldriving fra øst. Det er mulig å utføre forstøttende tiltak i løsneområdet dersom portal ikke etableres før vinteren.

Ved påhugg eller forskjæringer med løsmasser eller blokker i overkant er disse nødt til å sikres under anleggsarbeidene. Det anbefales generelt å rense fremfor å sikre løsmasser og blokk.

## 9 REFERANSER

1. Statens vegvesen (2014): Vegtunneler. Håndbok N500 (Tidligere omtalt som 021) Faglig innhold fra 2010.
2. Statens vegvesen (2014): Vegbygging. Håndbok N200 (Tidligere omtalt som 018).
3. NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 "Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
4. NS-EN 1997-2:2008 "Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver"
5. NGU. *Nasjonal berggrunnsdatabase*. 2015; Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.
6. NGU. *Nasjonal løsmassedatabase*. 2015; Tilgjengelig fra: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
7. Norsk Standard (2013): NS 8141-1:2012 + A1: 2013 "Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom.
8. Norsk Standard, *NS 8141 – Vibrasjon og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk*. 2001.
9. 50850–GEOT–01 – Geoteknisk vurderingsrapport E6 Kvæangsfjellet, delstrekning 2
10. 50850–VEGT–01 – Vegteknologisk dimensjoneringsnotat E6 Kvæangsfjellet
11. Statens Vegvesen (2002) Intern rapport nr. 2301 Frostmengder i vegtunneler.
12. 50850–SKRED–01 – Skredfaglig rapport E6 Kvæangsfjellet
13. NVE, skrednett.no. Kart: Skred i bratt terreng aktsomhet (snøskred og steinsprang).
14. Statens vegvesen (2014): Vann- og frostsikring i tunneler. Håndbok R510.
15. Statens vegvesen (2003): Publikasjon 103, undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø.
16. Statens vegvesen (2016): E6 Kvæangsfjellet – Silingsrapport
17. Statens vegvesen (2015): Ingeniørgeologiske vurderinger E6 Mettevollia – Rakkenesura – bergskjæringer
18. Statens vegvesen (2016): E6 Kvæangsfjellet. Parsell: Delstrekning 2: Tverrelva – Sandneselva. Forslag til detaljregulering. Illustrasjonshefte.

## VEDLEGG 1: FORKLARING STRØK/FALL - STEREOGRAFISK PROJEKSJON

### Strøk/fall

Strøk-/fallmålinger, ser man langs strøkretningen, faller planet ned til høyre.

Orientering av strøkretning gjøres i grader, dvs. 0° til 360°. Fall angis i grader, dvs. 0° til 90°.

Strøk retning N65°Ø med fall 70° mot S angis kun: 65°/ 70°.

### Storsirkel

Skjæringslinje mellom det målte planet og nedre halvkule projisert i ekvatorplanet (papirplanet).

### Sprekkerose

Lengden på aksene viser hvor hyppig sprekken forekommer i de forskjellige sprekkesett, mens bredden angir innen hvilket retningsområde sprekkenes strøk i et bestemt sett varierer.

### Stereonett

Stereonett er projeksjonen av nedre halvdel av en kuleflate (Schmidt). Resultatene av en slik strøk- og fallmåling gjengis som et punkt i stereonetet. Dette punktet viser det målte plans orientering i rommet.

En kan tenkte seg det målte plan plassert gjennom sentrum av kulen. Planets normal gjennom kulens sentrum skjærer den nedre halvkulens overflate i et punkt som projiseres på ekvatorplanet (papirplanet).

Et plan som ligger vannrett vil ha en normal som står loddrett og projiseres i stereonetets sentrum.

Et plan som står loddrett vil ha en normal som skjærer kuleflaten ved ekvator og dermed ligge i sirkellinjen på stereonetet.

<b>FORKLARING STRØK OG FALL</b>		50850-GEOL-01
<b>E6 KVÆNANGSFJELLTUNNELEN</b>		VEDLEGG 1
		2016.11.21
Statens vegvesen region nord – ressursavdelingen, Geo- og laboratoriseksjonen		



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Muskovittskifer i vestre påhuggsområde, ca. profil 2000.  
Oppsprekking  $a=0,005-0,05$  m

Vedlegg 2  
Foto 1



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Tett oppsprukket muskovittskifer i vestre påhuggsområde. Ca.  
profil 2000.

Vedlegg 2  
Foto 2



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Kvartsrik meta-arkose, ca. profil 3000.

Vedlegg 2  
Foto 3



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Kvartsrik meta-arkose, ca. profil 3000.

Vedlegg 2  
Foto 4





esen

E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Diabas fra området rundt svakhetssone VII, ca. profil 3800.

Vedlegg 2  
Foto 5



sen



E6 Kvæangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 6

Bergartsgrense diabas – meta-arkose, ca. profil 3830.



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Bergartsgrense diabas - meta-arkose, ca. profil 3830

Vedlegg 2  
Foto 7



E6 Kvæangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Granittisk gneis, ca. profil 4300.

Vedlegg 2  
Foto 8



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Granittisk gneis, ca. profil 4300.

Vedlegg 2  
Foto 9



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Muskovittskifer i steil bratt berghammer, ca. profil 4900.

Vedlegg 2  
Foto 10



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Muskovittskifer ca. profil 4900.

Vedlegg 2  
Foto 11



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Granatglimmerskifer i østre påhuggsområde, ca profil 5465.

Vedlegg 2  
Foto 12





E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Granatglimmerskifer like nord for østre påhuggsområde.

Vedlegg 2  
Foto 13



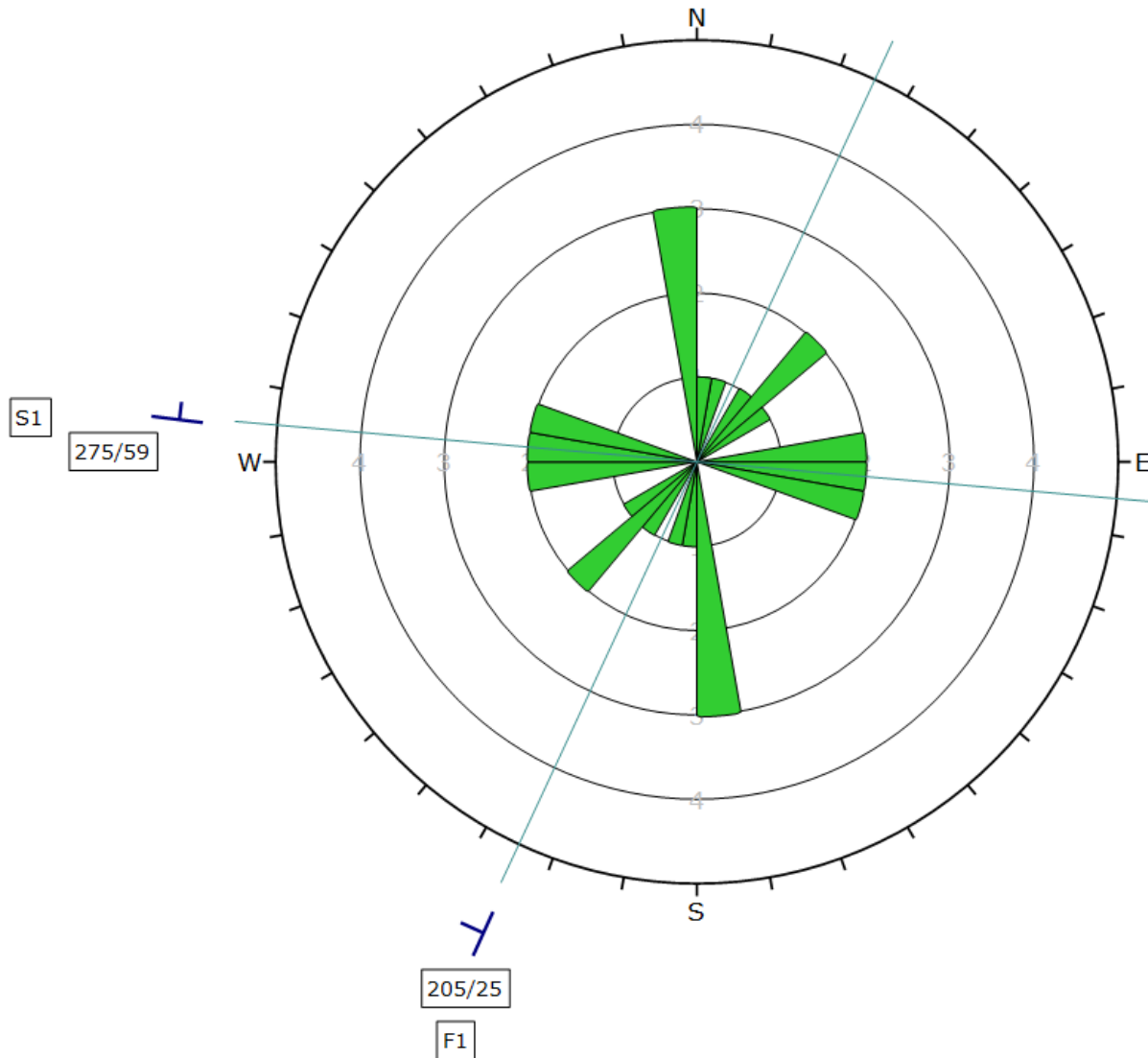
E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Granatglimmerskifer like nord for østre påhuggsområde.

Vedlegg 2  
Foto 14



Statens vegvesen



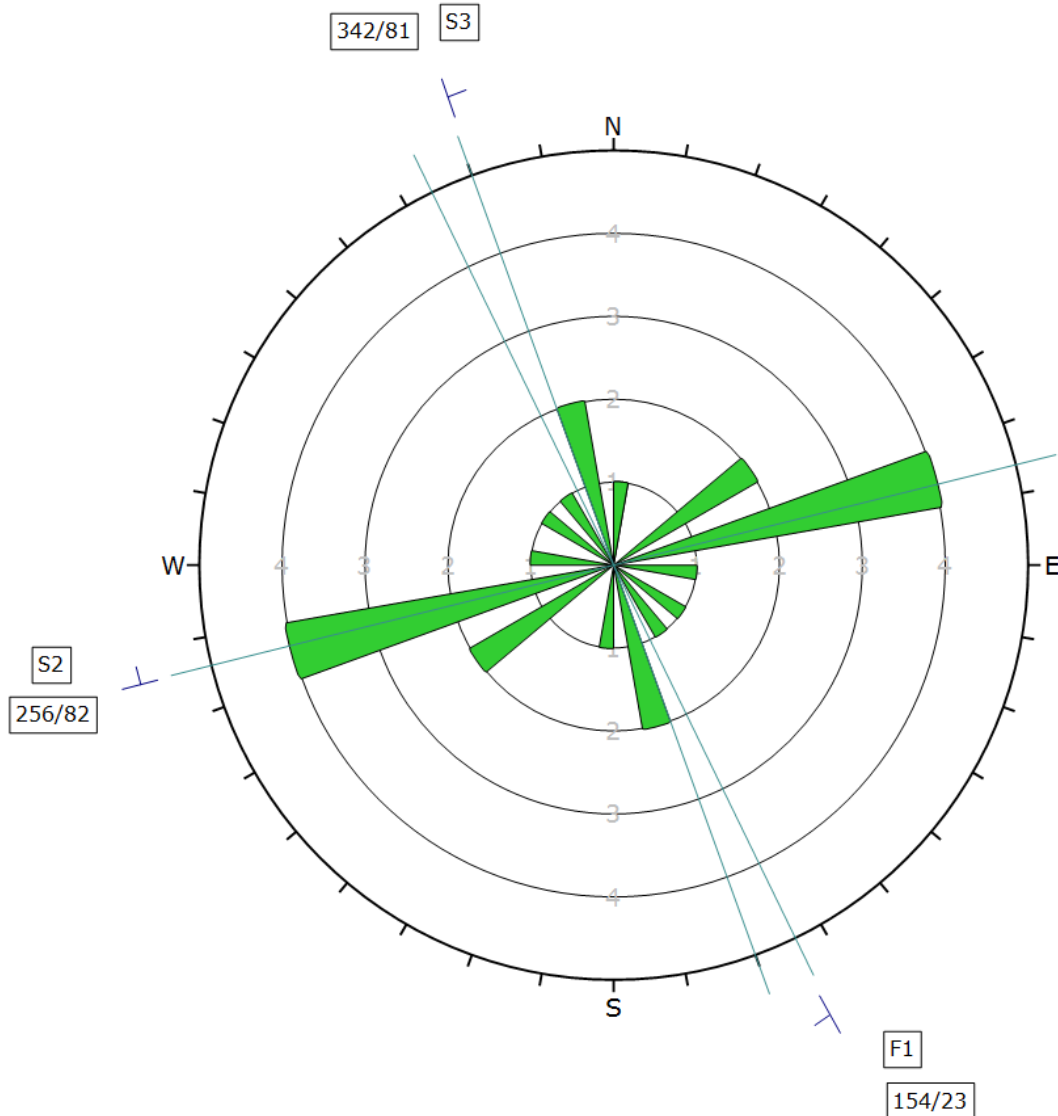
E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Sprekkerose for vestre påhuggsområde, profil 2000 - 2800.

Vedlegg 2  
Foto 15



Statens vegvesen



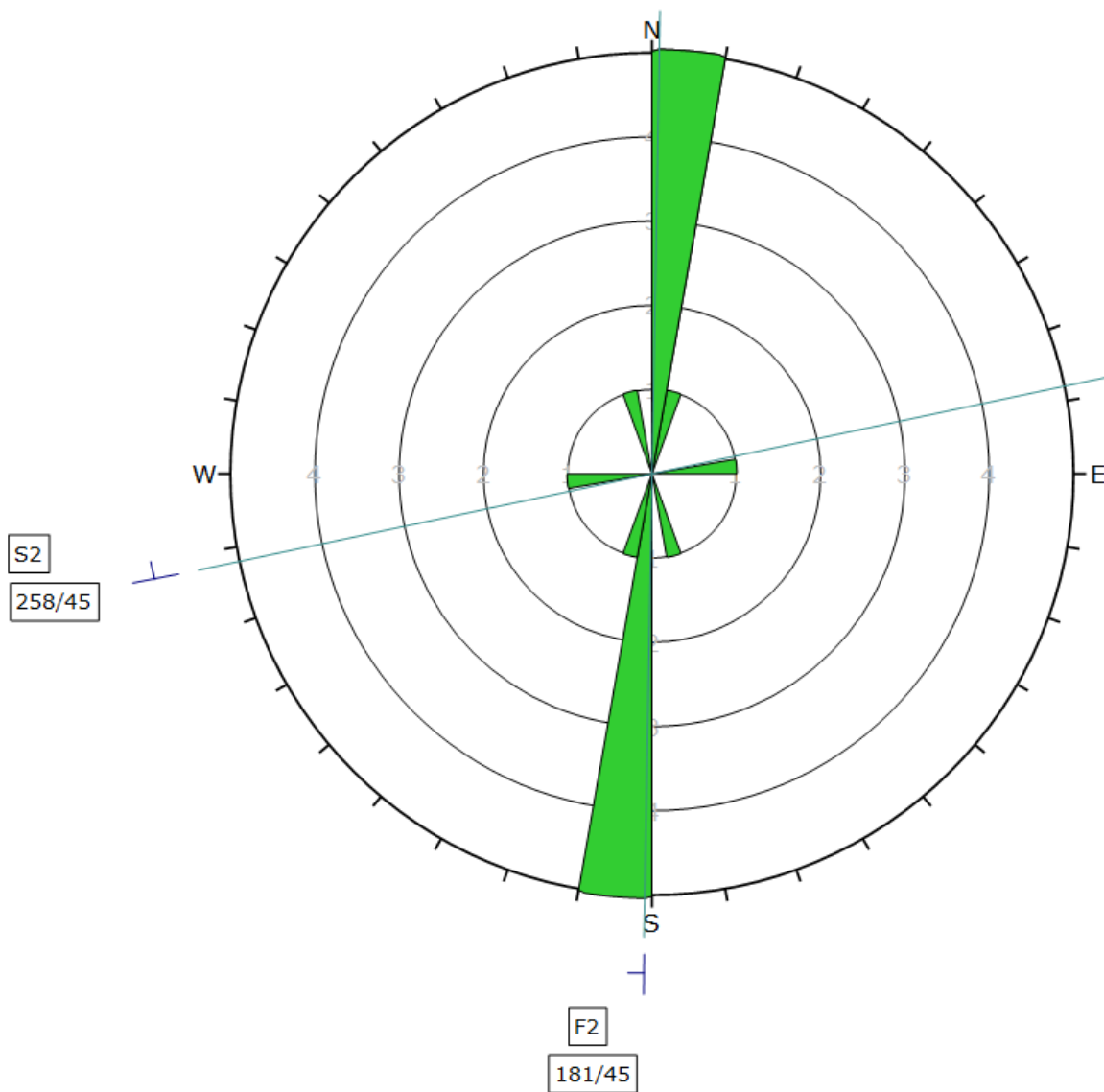
E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Sprekkerose for profil 2800 - 4100.

Vedlegg 2  
Foto 16



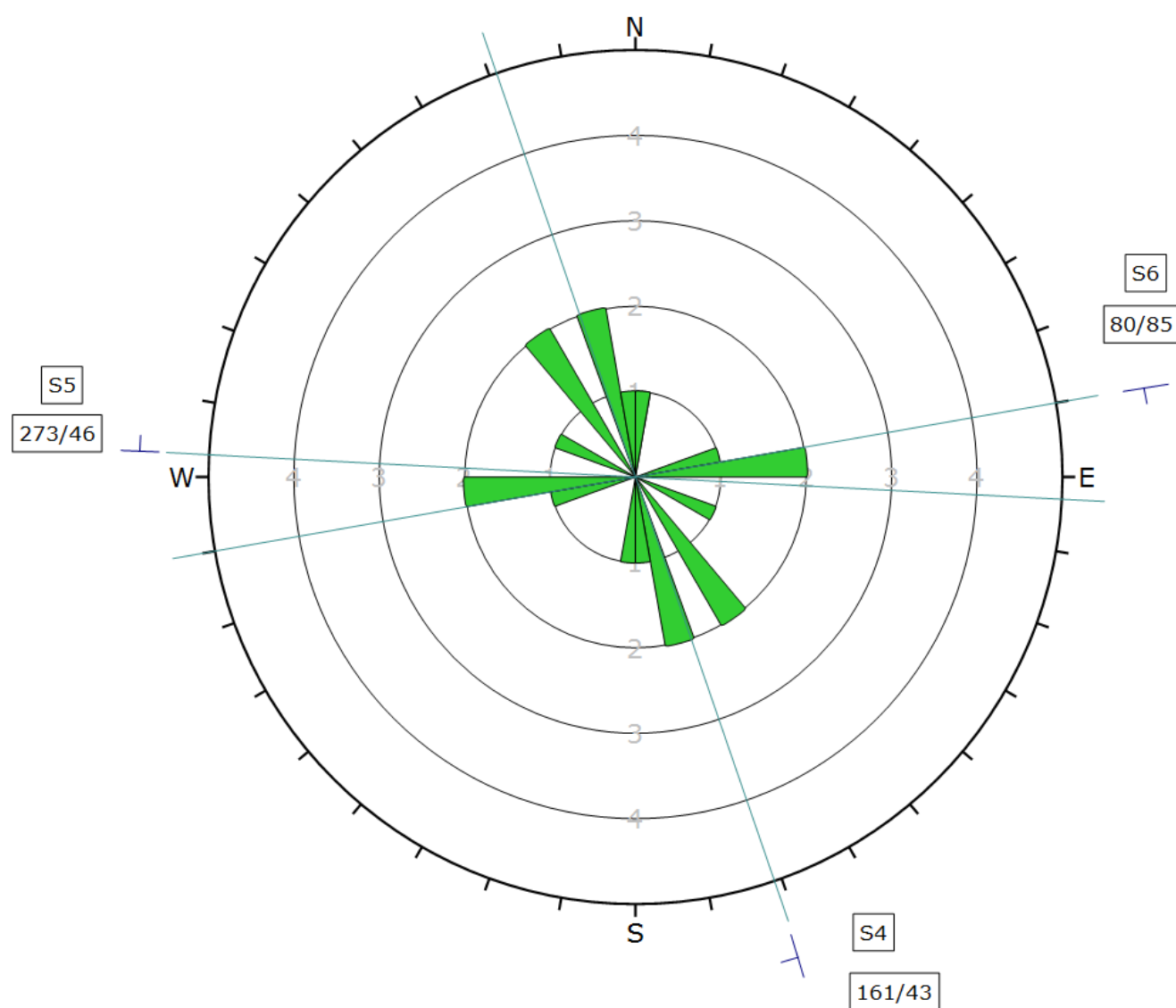
Statens vegvesen



<p>E6 Kvænangsfjelltunnelen Detaljregulering</p> <p>Vedlegg 2 Foto 17</p>	<p>Sprekkerose for profil 3700 - 3800</p>
---	---



Statens vegvesen



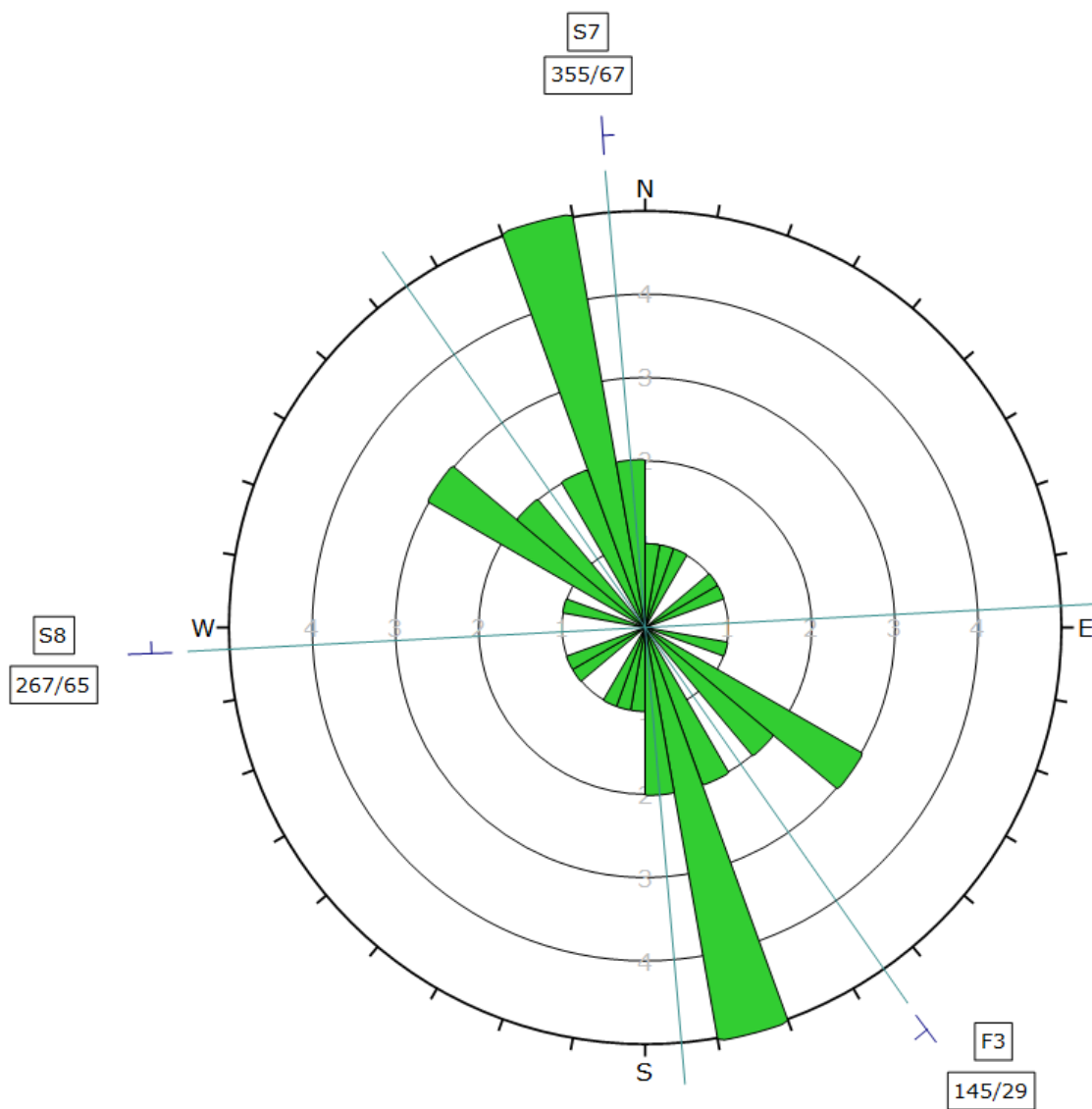
E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Sprekkerose for profil 4100 - 4700

Vedlegg 2  
Foto 18



Statens vegvesen



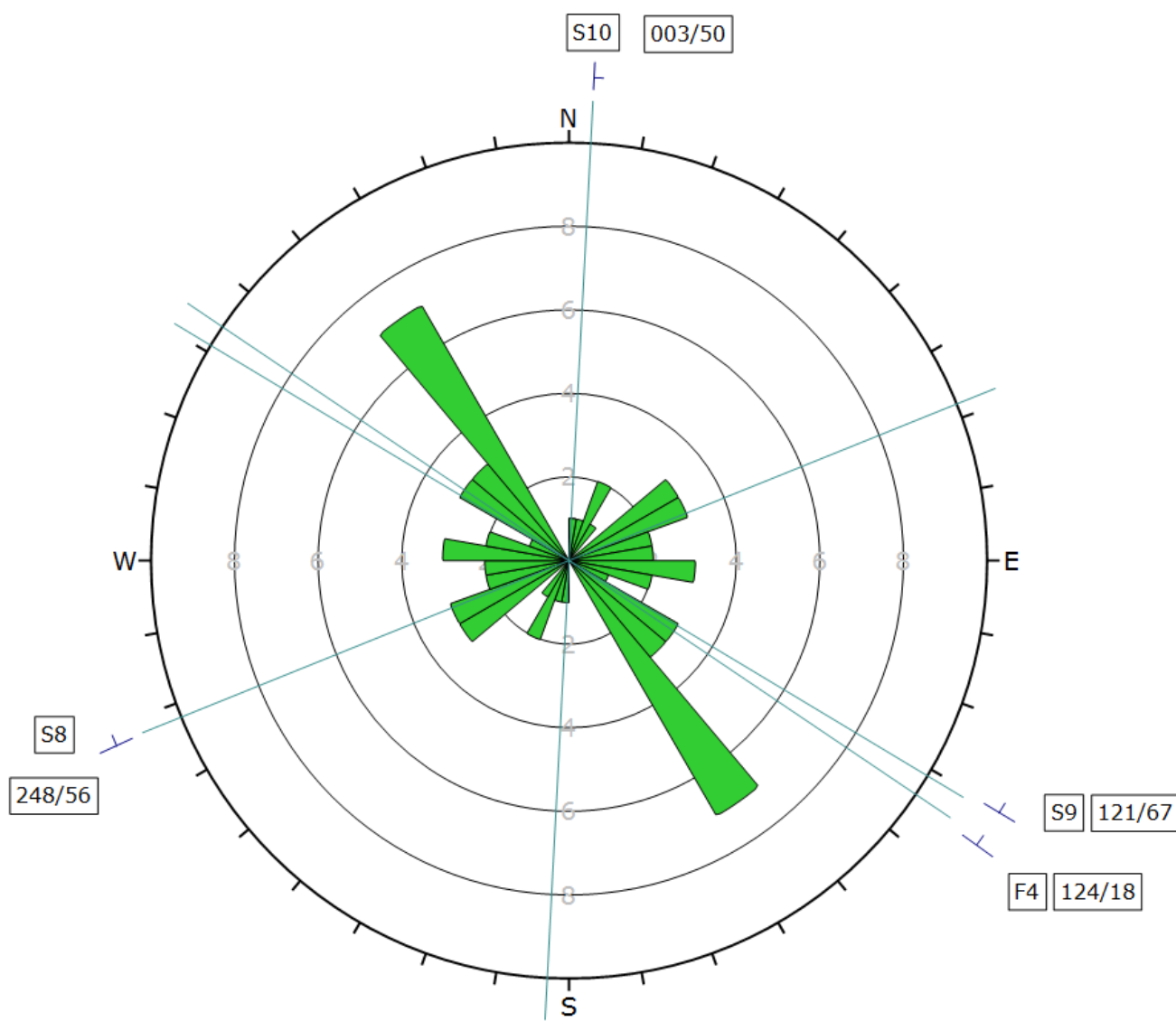
E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Sprekkerose for profil 4700 - 5200

Vedlegg 2  
Foto 19



Statens vegvesen



<p>E6 Kvænangsfjelltunnelen Detaljregulering</p> <p>Vedlegg 2 Foto 20</p>	<p>Sprekkerose for østre påhuggsområde, profil 5200 - 5500</p>
---	--





E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 21

Antatt svakhetszone I markert med rød stiplet strek.  
Svakhetssonen ligger like i overkant av vestre påhugg i profil  
2150.



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Antatt svakhetszone II, like i overkant av vestre påhugg profil  
2180.

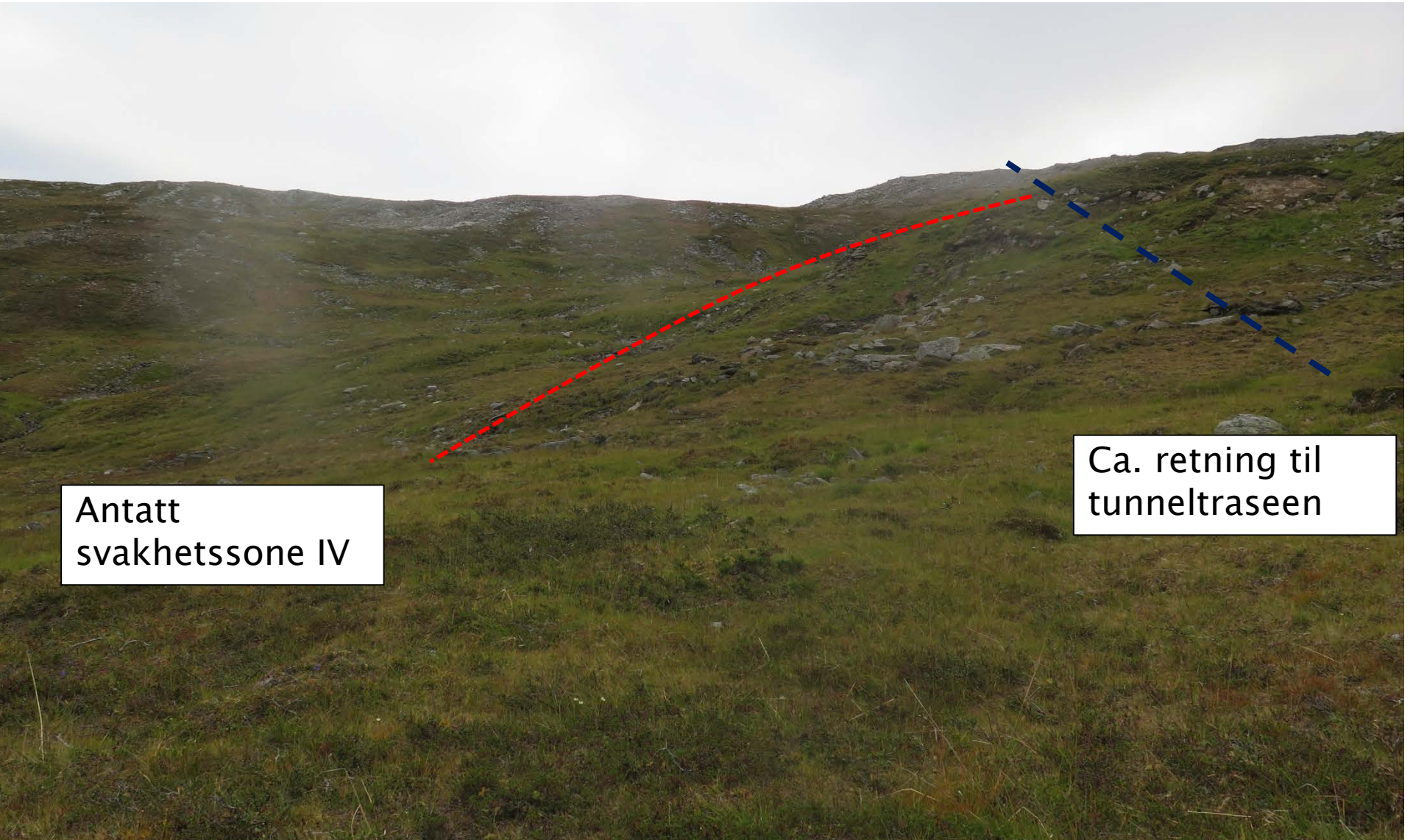
Vedlegg 2  
Foto 22



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 23

Antatt svakhetszone III, profil 2200 - 2300, merket med rød stiplet strek. Det er generelt fuktig og den antatte sonen er innfelt med myr.



Antatt  
svakhetszone IV

Ca. retning til  
tunneltraseen

E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 24

Antatt svakhetszone IV, profil 2600–2650, markert med rød stiplet strek. Ca. retning til tunnelen markert med blå stiplet strek.



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Svakhetssone VII. Diabas på høyre side av bekken og meta-arkose på venstre side. Diabasen antas å ha intrudert langs foliasjonsplanet i meta-arkosen.

Vedlegg 2  
Foto 25



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Svakhetszone XII. Området representerer det som er tolket som en knusningszone, se tegning V501.

Vedlegg 2  
Foto 26



E6 Kvæangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 27

Oversikt over vestre påhugg, påhugget merket av med stiplet  
rød strek.

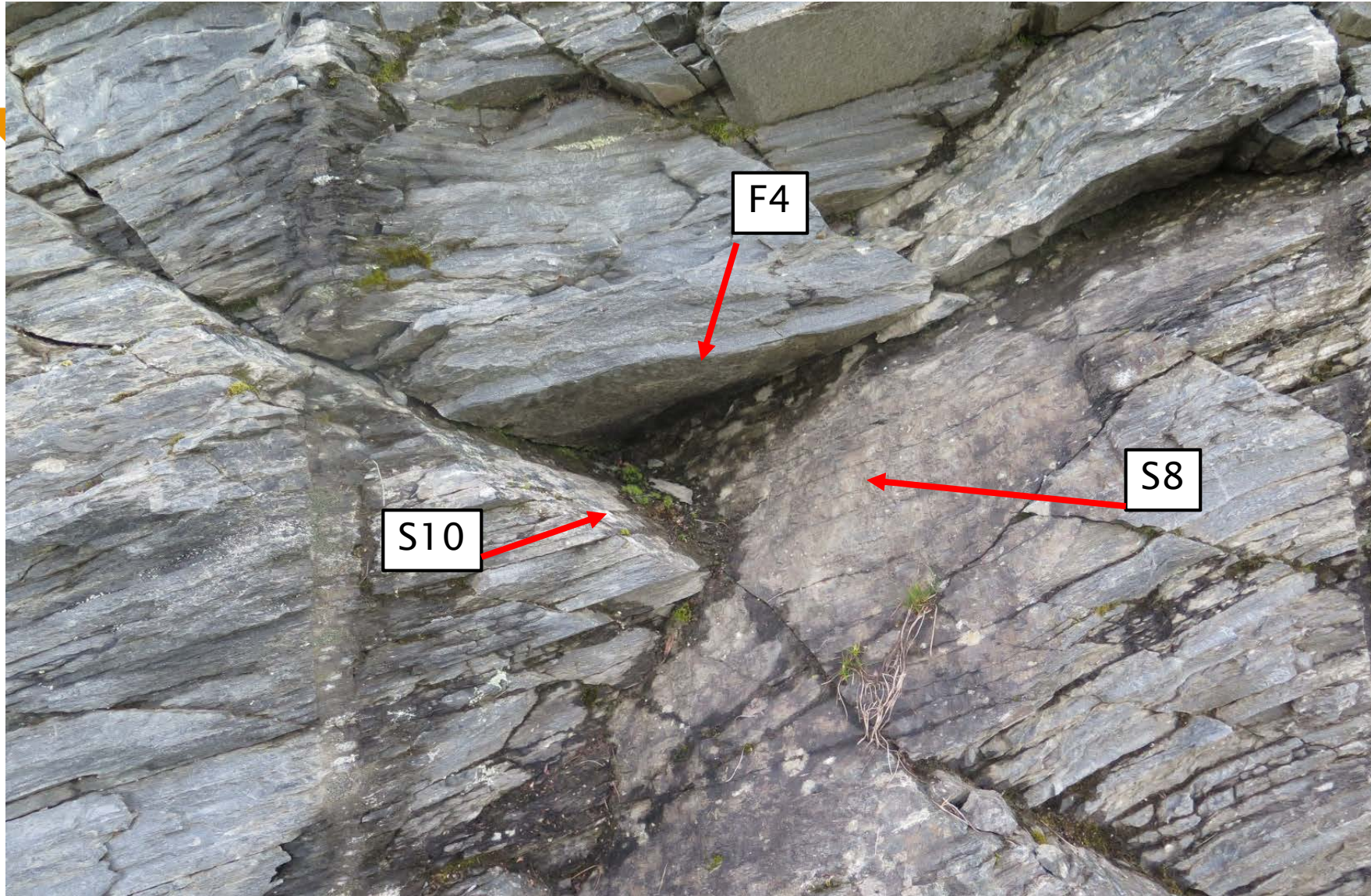


E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 28

Østre påhugg er markert med rød stiplet strek. Merk bratt fjellside i bakkant.





E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Vedlegg 2  
Foto 29

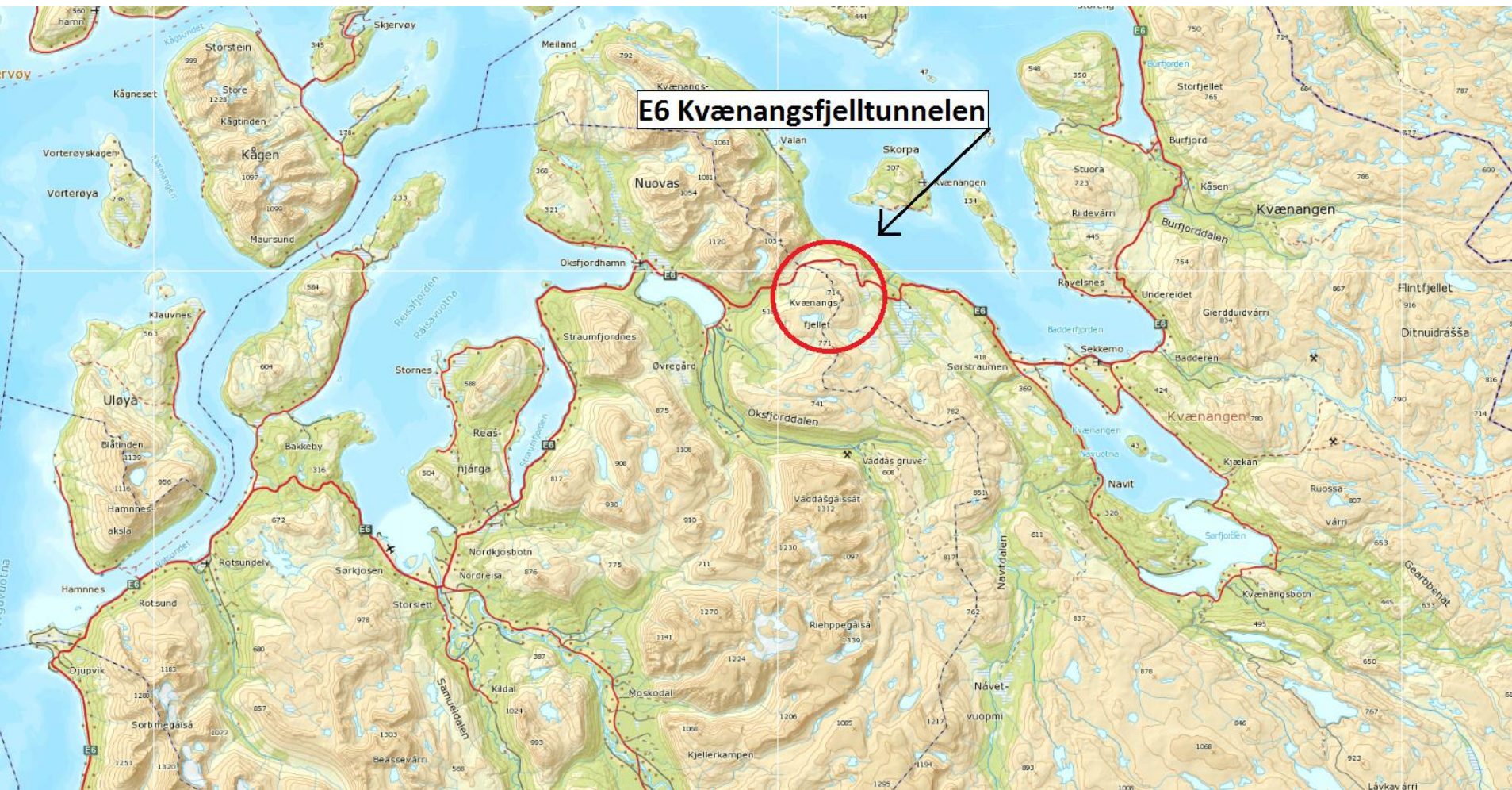
Mulig kiledannelse i østre påhugg.  
Bilde er tatt i dagbrudd like nord for østre påhugg. Bergflaten  
bildet er tatt av har lik orientering som østre påhuggsflate.



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Skredskadet skog ved østre påhugg.

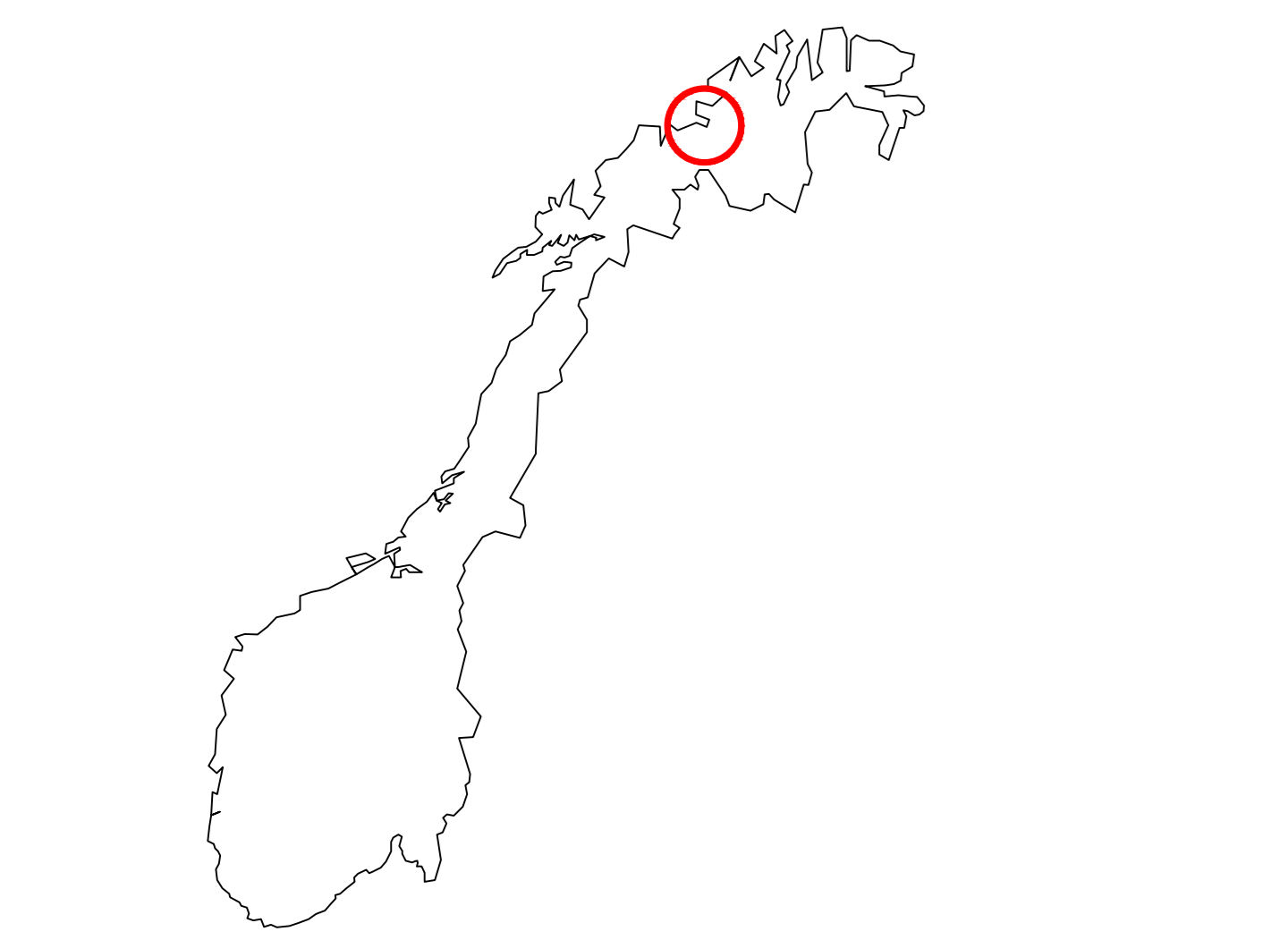
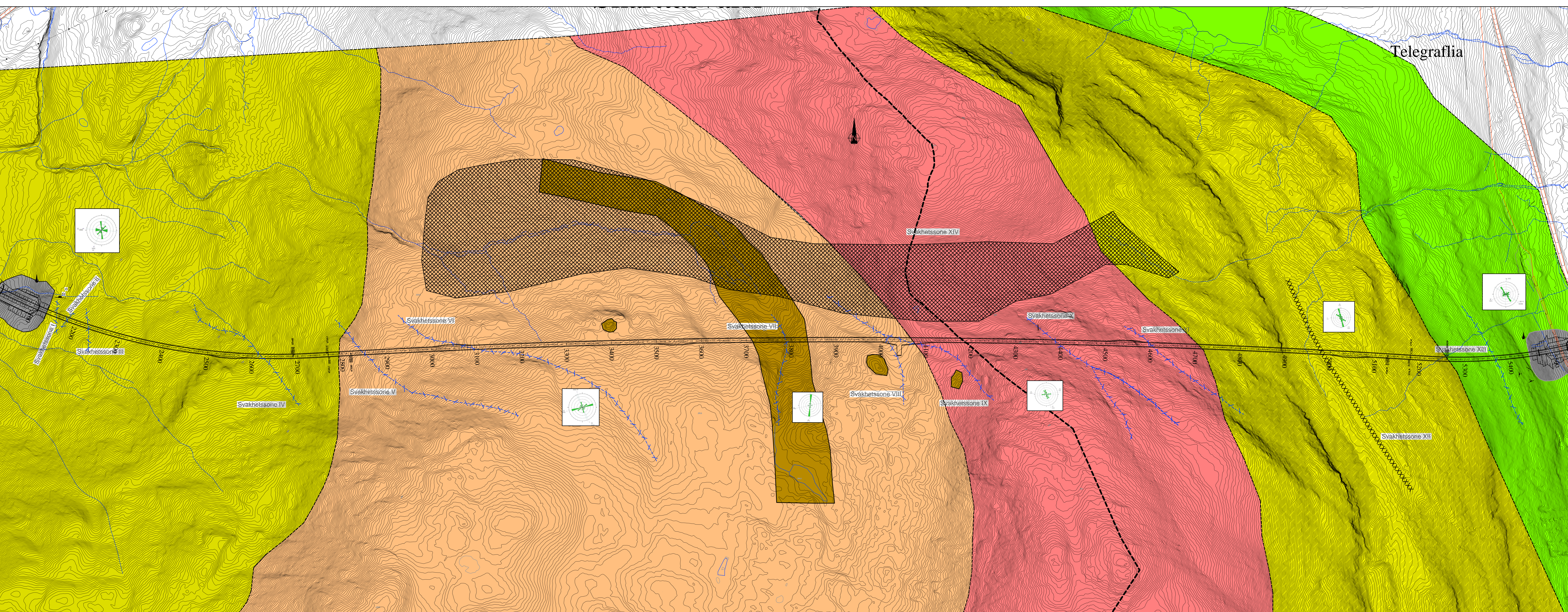
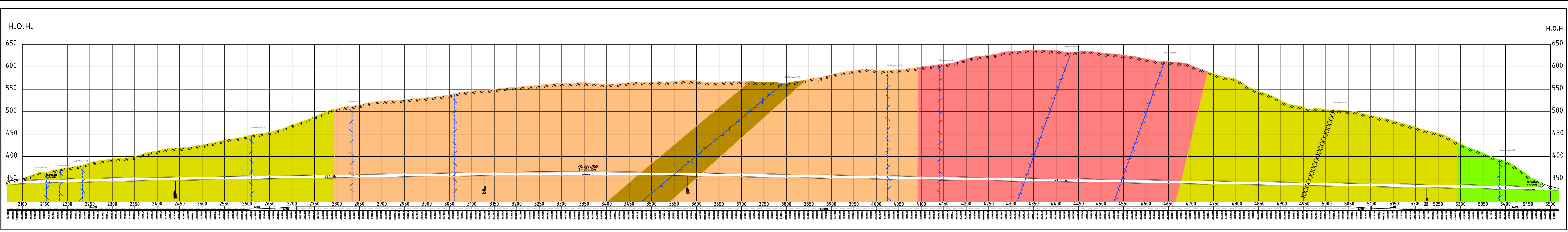
Vedlegg 2  
Foto 30



E6 Kvænangsfjelltunnelen  
Detaljregulering

Oversiktskart over E6 Kvænangsfjelltunnelen

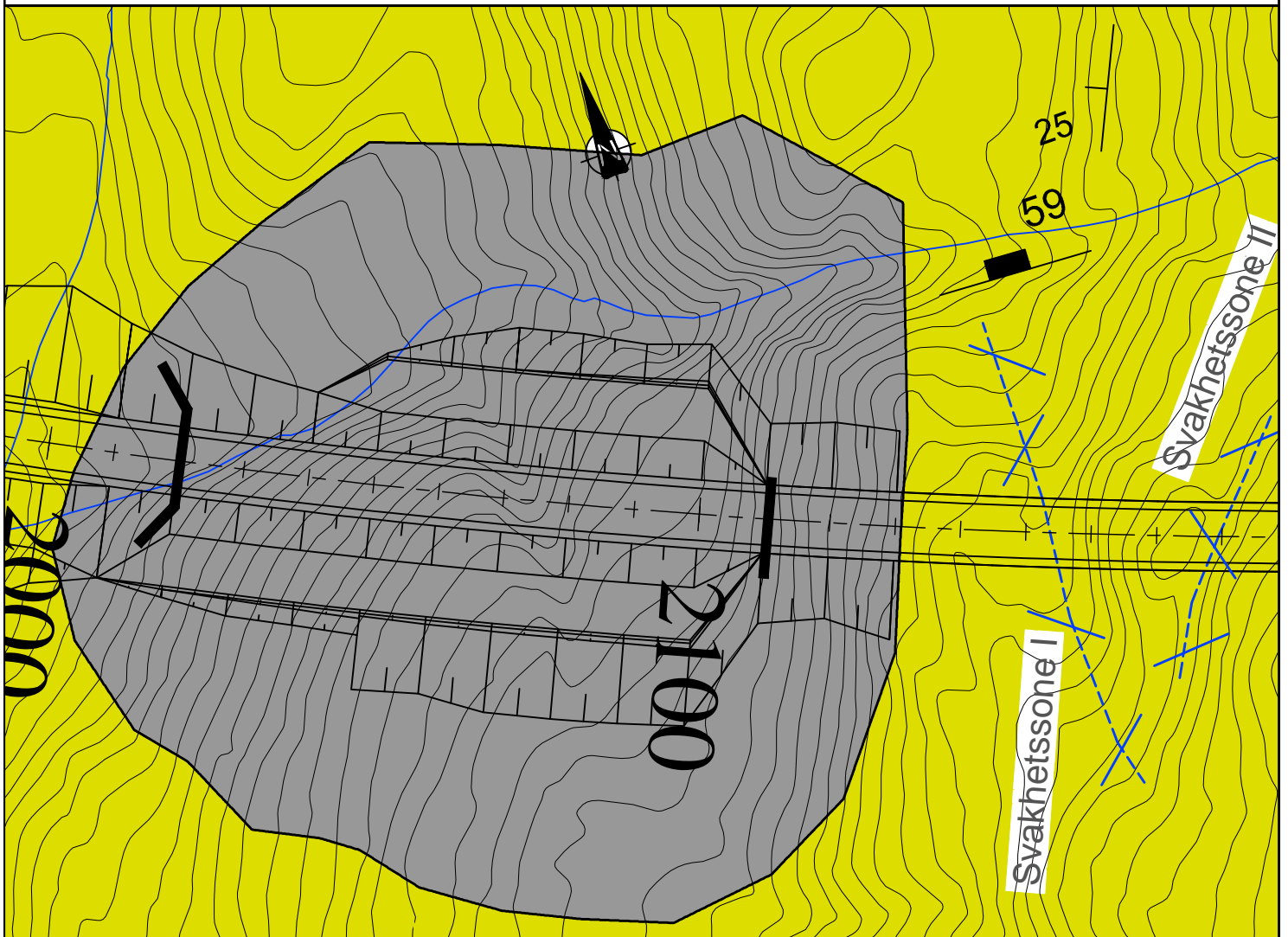
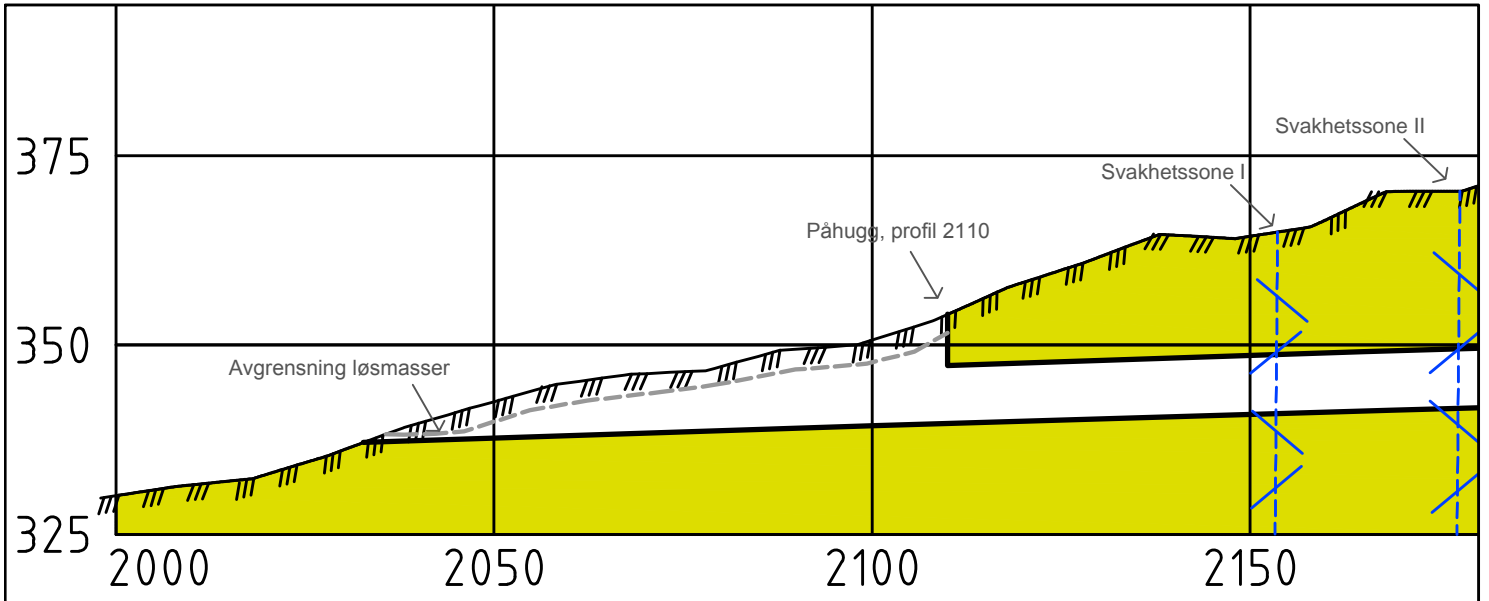
Tegning V500



## Tegnforklaring

- |  |  |  |  |  |                  |  |                               |
|--|--|--|--|--|------------------|--|-------------------------------|
|  | Tunnelpåhugg / portal  |  | Heng i tunnelen                          |  | Løsmasser        |  | Granatglimmerskifer           |
|  | Bergartens strøk og fall (i grader)<br>Gjelder lagdeling, Skiffrighet, foliasjon |  | Bergartsgrense                           |  | Meta-arkose      |  | Diabas                        |
|  | Strøk- og falltegn for sprekker m.v.<br>(i grader)                               |  | Bergartsgrense, antatt forløp            |  | Granittisk gneis |  | Knusningssone                 |
|  |  |  | Svakhetsone / sprekksone, antatt for løp |  | Muskovittskifer  |  | Oppsprukket / småfallent berg |
|  |  |  | Gratittholdig bergart med kvartssittlag  |  | Muskovittskifer  |  |                               |

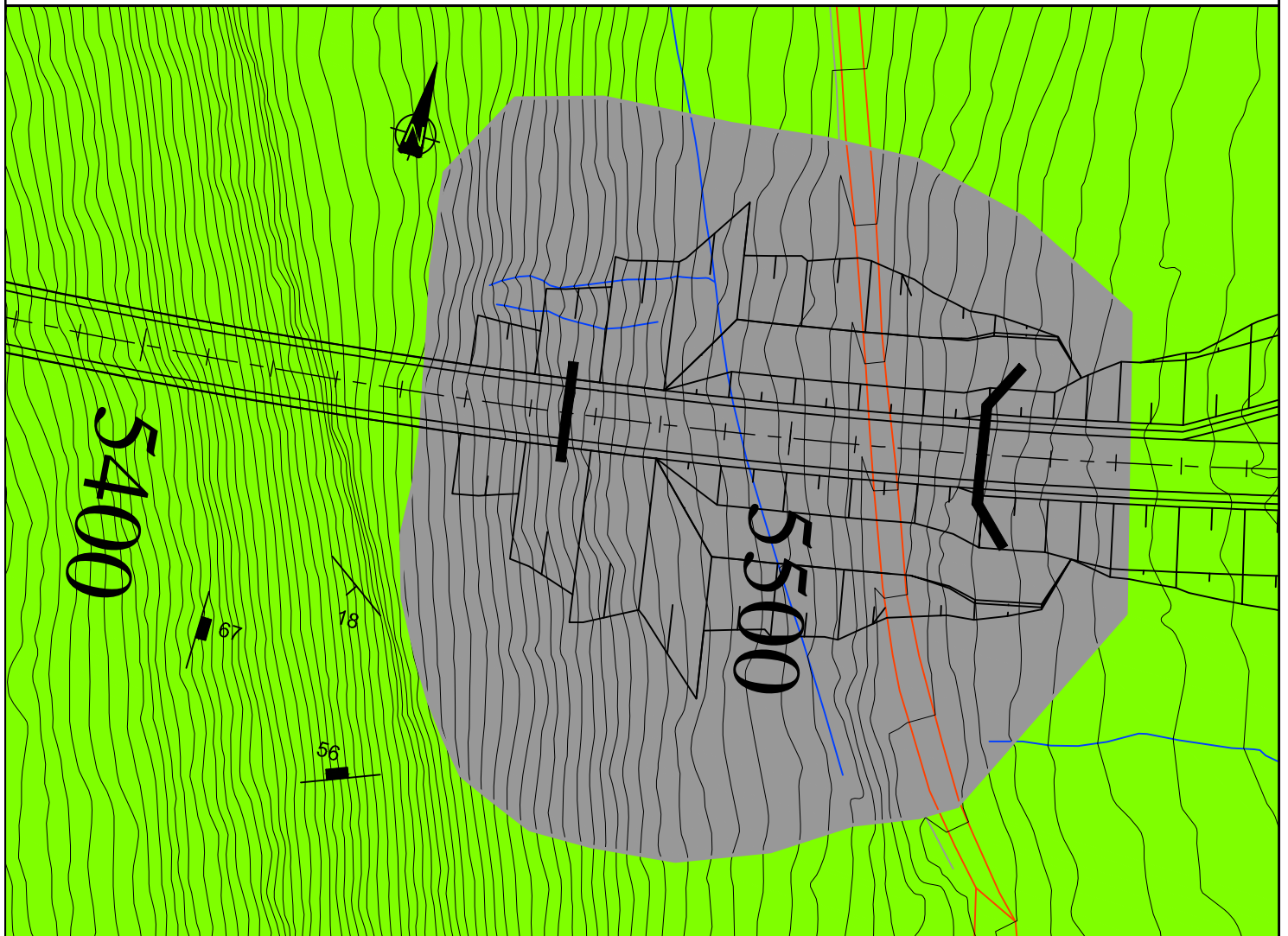
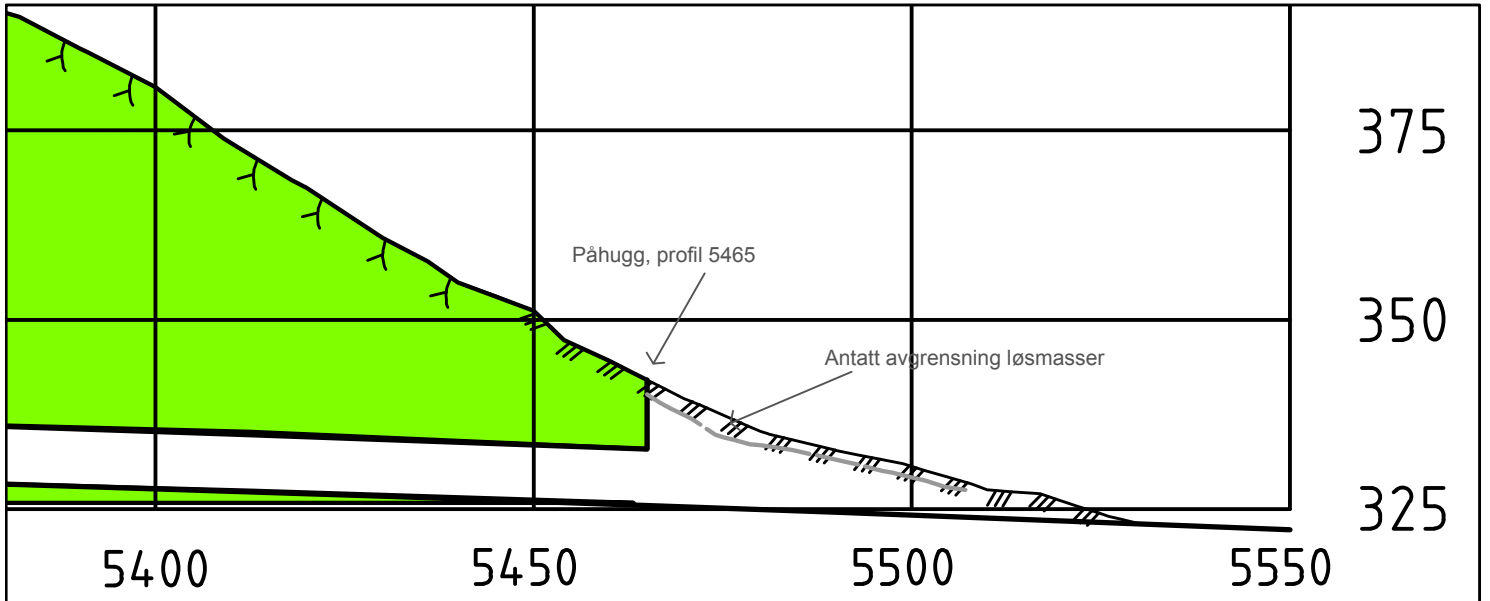
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
A					
B					
Vedlegg til ingeniørgeologisk rapport Kvænangsfjelltunnelen		Arkivref.			
		Tegningsdato			
		Bestiller			
		Edel M. Austlid			
		Produsert for			
		Region Nord			
		Produsert av			
		Geo- og laboratoriseksjonen			
		Prosjektnummer			
		503944			
		PROF-nummer			
		503944R01			
		Arkivreferanse			
		50850-GEOL-01			
		Byggverksnummer			
		Målestokk			
		1:3000 i A1			
		Tegningsnummer /			
		revisjonsbokstav			
		V501			
Utarbeidet av	Kontrrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
hanord	penybe				



### Tegnforklaring

- Portal
- Bergartens strek og fall (i grader)  
Gjelder liggning, Skifinghet, foliasjon
- Strøk- og falltegn for sprekker m.v.  
(i grader)
- Heng i tunnelen
- Svakhetszone / sprekkzone,  
antatt forløp
- Tunnelpåhugg
- Løsmasser
- Muskovittskifer

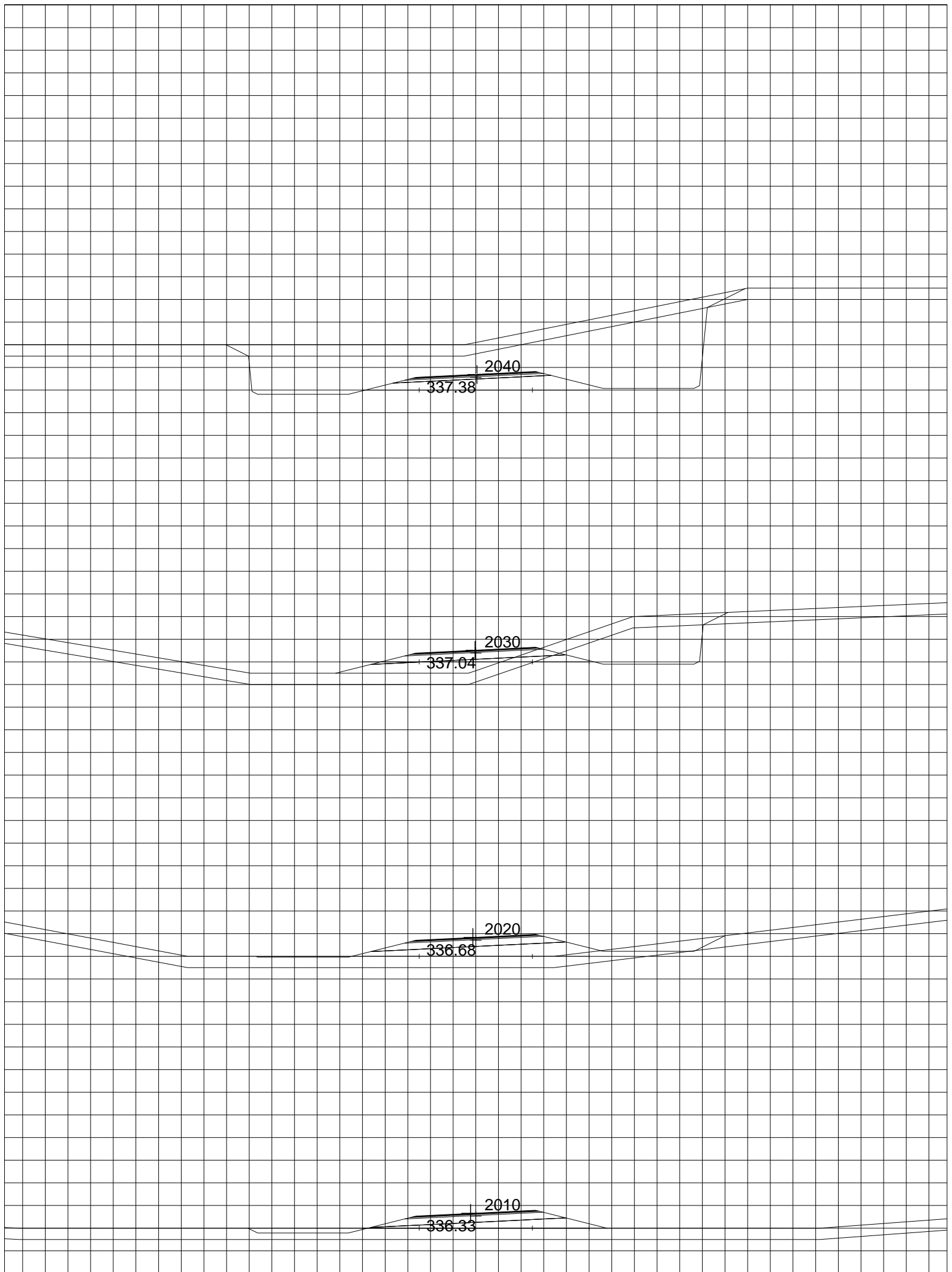
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utbet	Kont	Godkjent	Rev. dato
A					
B					
<b>Vedlegg til Ingeniørgeologisk rapport Kvanangsfjelltunnelen</b>		Arkivref.			
		Tegningsdato			
		Bestiller <b>Edel M. Austlid</b>			
		Prosjekt for <b>Region Nord</b>			
		Prosjekt av <b>Geo- og laboratorisetsjonen</b>			
		Prosjektnummer <b>503944</b>			
		PDR-nummer <b>503944R01</b>			
		Arkivreferanse <b>50850-GEOL-01</b>			
		Byggeskissenummer			
		Skala <b>1:1000 i A4</b>			
		Tegningsnavn / revisjonsbaktekst <b>V502</b>			
Utbet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
hanord	penybe				

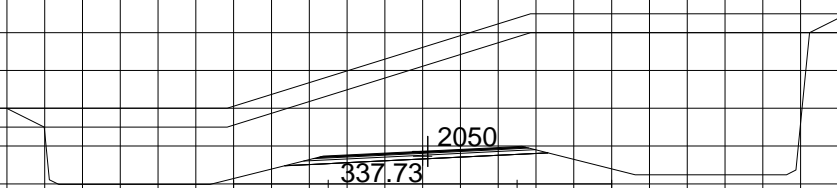
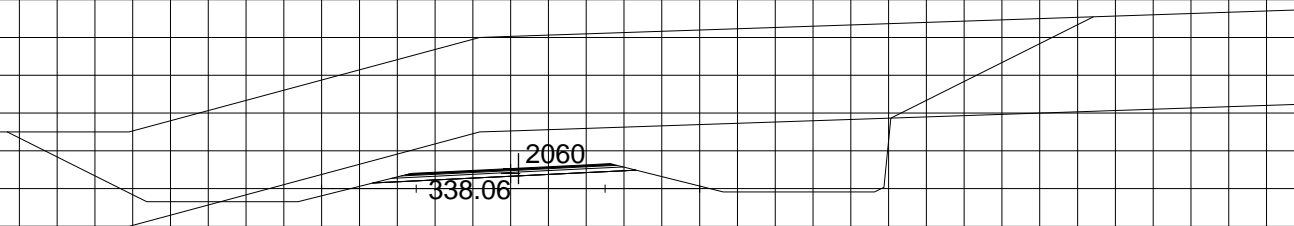
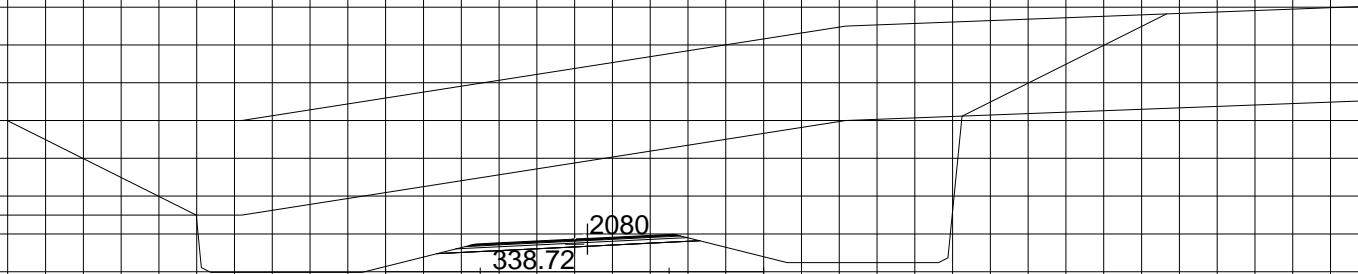


## Tegnforklaring

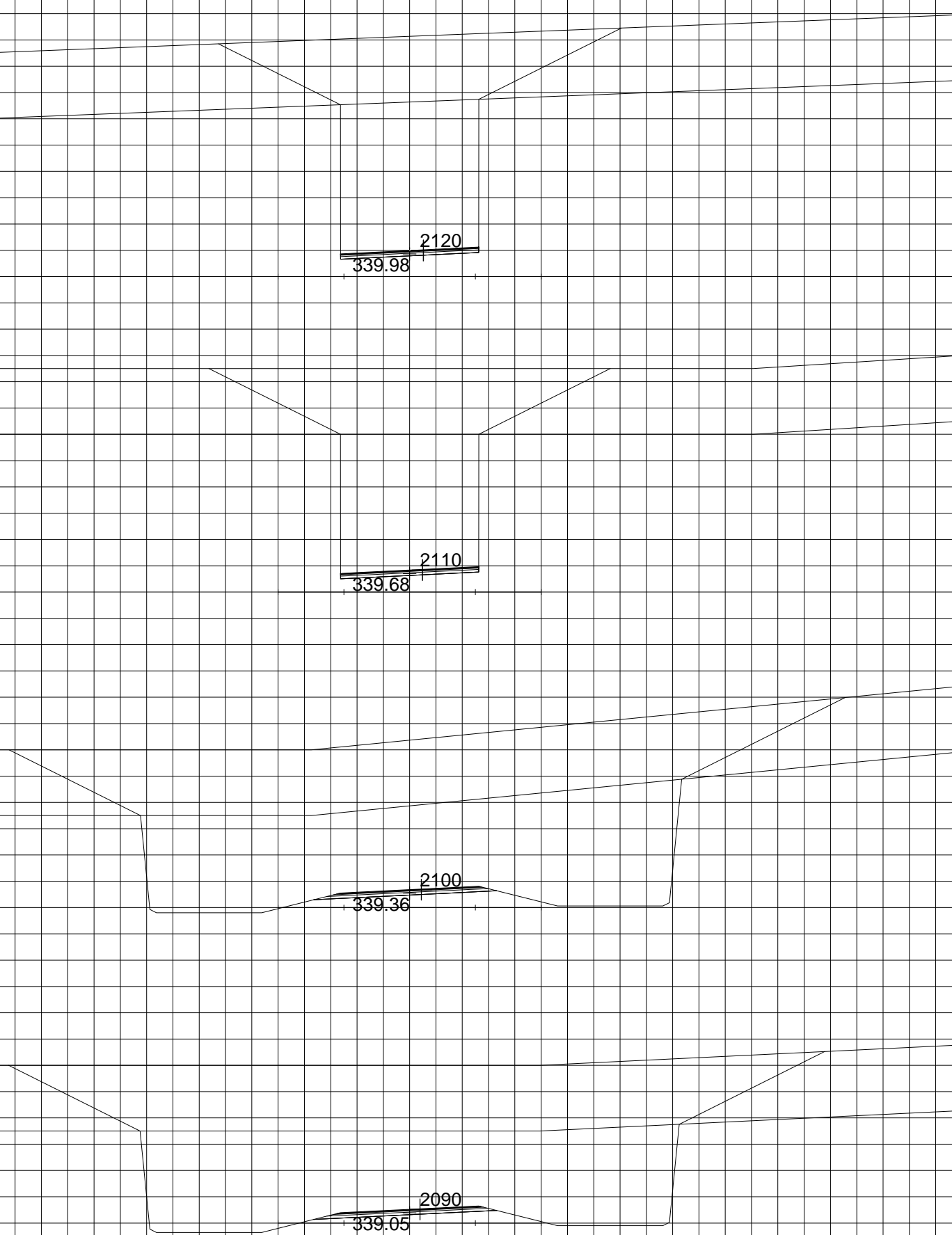
	Portal		Heng i tunnelen		Granatglimmerskifer
	Bergartens strøk og fall (i grader) Gjelder lagdeling, Skifrihet, foliasjon		60		Løsmasser
	Tunnelpåhugg		Strøk- og falltegn for sprekker m.v. (i grader)		
	50				

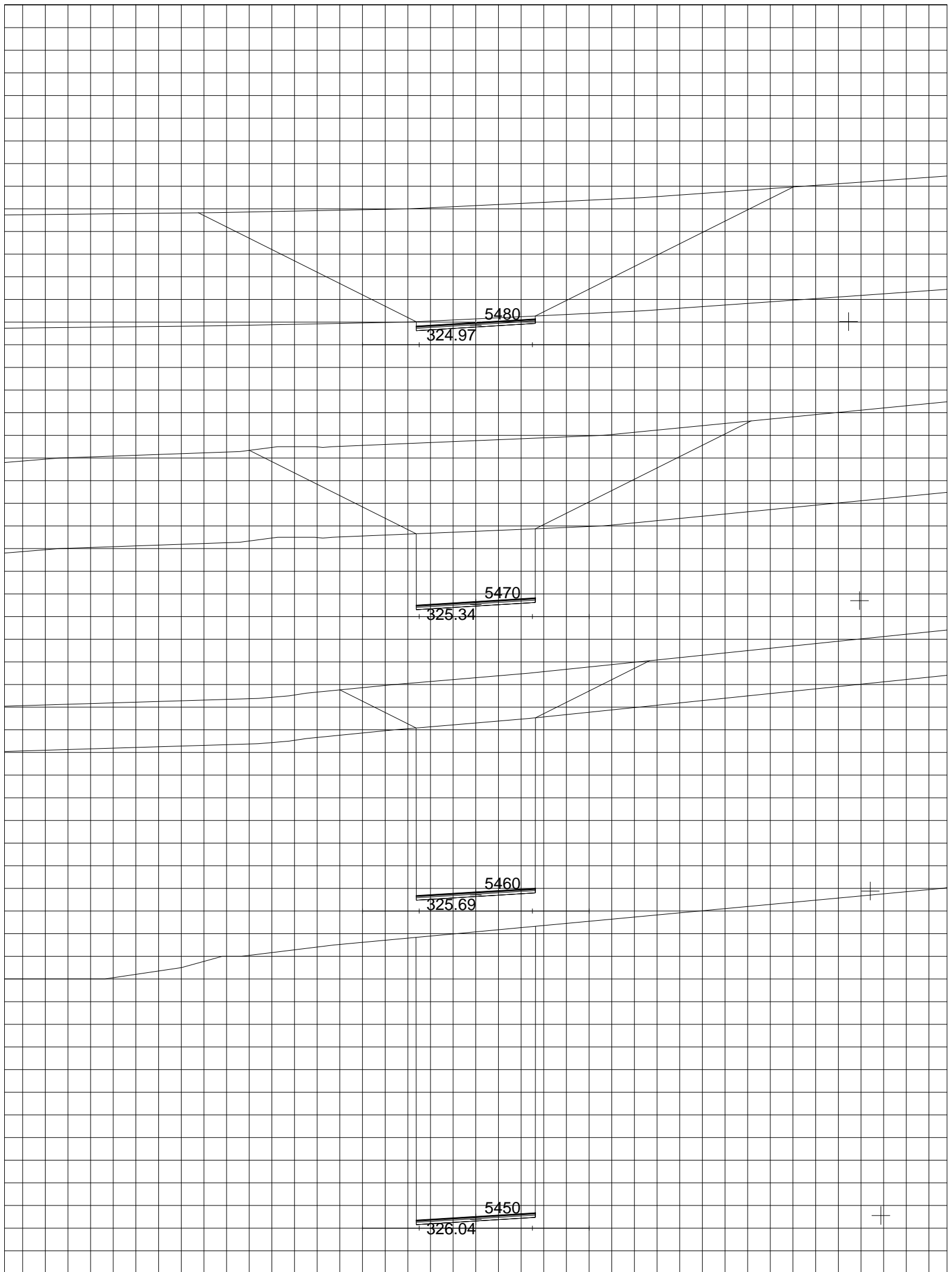
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utbet	Kont	Godtjent	Rev. dato
A					
B					
Vedlegg til ingeniørgologisk rapport Kvamangsfjell tunnelen				Arkivref.	
				Tegngedato	
				Bestiller	
				Edel M. Austlid	
				Prosjekt for	
				Region Nord	
				Prosjekt av	
				Geo- og laboratoriseksjonen	
				Prosjektnummer	
				5039/LR01	
				Arkivreferanse	
				50850-GEOL-01	
				Byggeskisse	
				Skala	
				1:1000 i A4	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godtjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnavn / revisjonsboks	
hanord	penybe			V503	

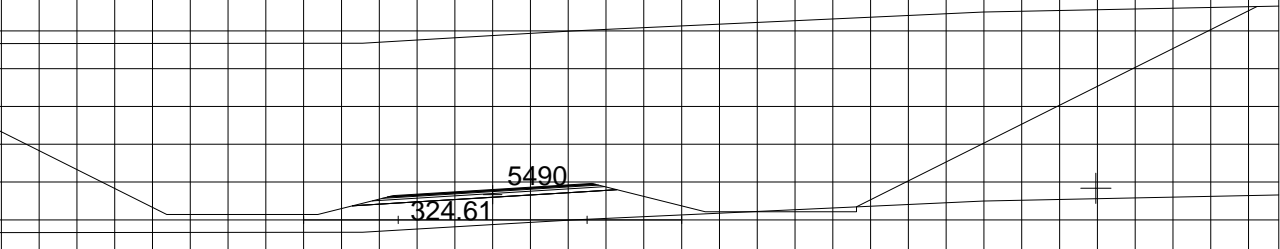
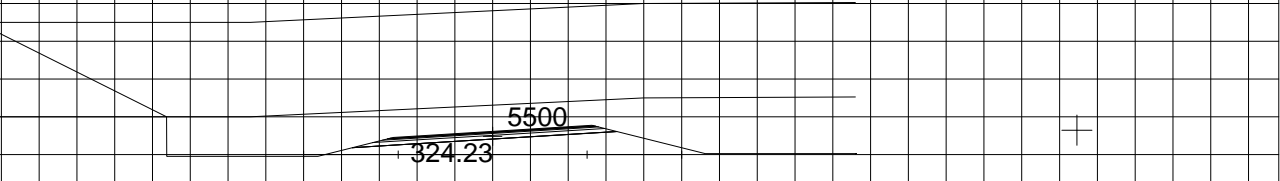
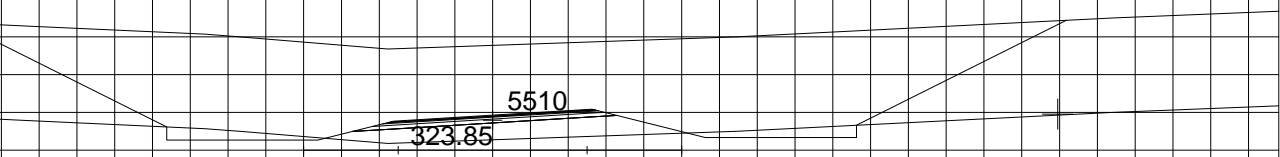
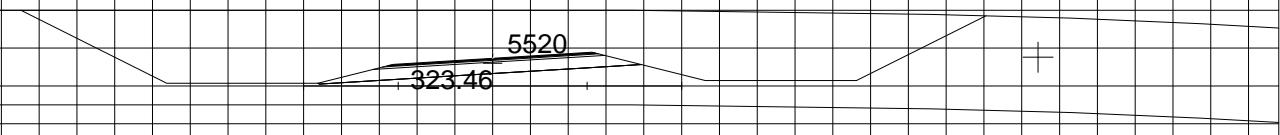














Statens vegvesen  
Region nord  
Ressursavdelingen  
Postboks 1403, 8002 BODØ  
Tlf: 02030  
firmapost-nord@vegvesen.no

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Trygt fram sammen**