

Trøndelag fylkeskommune

► **Fv. 777 Jøa til land - flytebru**
Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan

Oppdragsnr.: 52308826 Dokumentnr.: IGEO-RAP-001 Versjon: C02 Dato: 2025-01-20



Oppdragsgiver: Trøndelag fylkeskommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Jorunn By
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Jill Hammari Sveen
Fagansvarlig: Mari Nilsen Ervik
Andre nøkkelpersoner: Maria Thonhaugen Raastad, Ragna Torås Halseth

C02	2025-01-20	Utbedret etter tilbakemeldinger fra utvidet kontroll.	RagHal	MarErv	JHSve
C01	2024-09-03	Til utvidet kontroll	RagHal	MarErv	JHSve
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Norconsult er engasjert av Trøndelag fylkeskommune for å utarbeide reguleringsplan for fastlandsforbindelse mellom Jøa og fastlandet, i Namsos kommune. Bruløsningen består av en ca. 620 meter lang flytebru, som skal erstatte eksisterende fergesamband mellom Elvalandet og Jøa.

Bergarbeider i prosjektet involverer etablering av to tosidige skjæringer, samt utspren gning av fundamentflate og fundamentering av landkarene for flytebrua direkte på berg.

Det er utført ingeniørgeologisk kartlegging i prosjektområdet. Bergartene i området består av glimmerskifer og migmatittgneis. I glimmerskiferen er det registrert en tydelig foliasjon. I tillegg til et sprekkese tt som følger foliasjonen, er det registrert to tverroppsprekkingsretninger. Migmatittgneisen framstår som massiv, med ugjennomsettende sprekker og stor sprekkeavstand, men også i denne er det registrert tre sprekkese tt.

Generelt framstår sprekker som undulerende, ru eller hakkete, og med gunstig orientering med tanke på skjæringsstabilitet og fundamentstabilitet. På Elvalandetsida, i bergskjæring 2 og i fundamentområdet, er det observert fire svakhetssoner i felt. To av sonene vil trolig påvirke bergskjæring 2, og bli gjeldende som soner med økt oppsprekking og muligens med sprekkefyll.

Fundamentområdene er vurdert med tanke på stabilitet av berg og tillatt såletrykk. Det er ikke registrert strukturer som tilsier utfordringer med bergstabiliteten foran landkarene. Videre er dimensjonerende bæreevne for bergmassen satt til 10 MPa for begge fundamentområdene.

Det vurderes at stabilitet av skjæringer vil kunne ivaretas med bruk av rensk, sikringsbolter og eventuelt sprøytebetong eller nett i områder med tettere oppsprekking.

Sprengningsmasser er tenkt å brukes i fylling og vegoppbygging. Migmatittgneisen er vurdert å være egnet til bruk i både overbygning og underbygning, mens glimmerskiferen vurderes som aktuelt å benytte kun i underbygning.

De elementene av de bergtekniske arbeidene som er satt i pålitelighetsklasse 2 og 3, er underlagt utvidet kontroll i henhold til N200 og Eurokode 0/7 (PKK2/UKK2 og PKK3/UKK3). Dette innebærer utvidet kontroll av prosjektering før bygging, utvidet kontroll av detaljprosjektering (bergsikring) under bygging og utvidet kontroll av entreprenørens utførelse.

► Innhold

1	Innledning	6
1.1	Generell beskrivelse	6
1.2	Regelverk og styrende dokumenter	6
1.3	Sikkerhet mot skred	7
1.4	Geoteknisk kategori og prosjekteringsmetoder	7
1.4.1	<i>Valg av geoteknisk kategori</i>	7
1.4.2	<i>Prosjekteringsmetoder</i>	8
1.5	Kontroll av prosjektering og utførelse	9
1.5.1	<i>Brufundamenter</i>	9
1.5.2	<i>Bergskjæringer</i>	10
1.5.3	<i>Oppsummering kontroll av prosjektering og utførelse</i>	10
2	Utførte undersøkelser	12
2.1	Grunnundersøkelser	12
2.2	Ingeniørgeologisk feltkartlegging	12
3	Grunnforhold (faktadel)	13
3.1	Topografi og områdebeskrivelse	13
3.2	Kvartærgeologi og løsmasser	14
3.3	Berggrunn	14
3.3.1	<i>Generelt</i>	14
3.3.2	<i>Lineamenter og svakhetssoner</i>	15
3.3.3	<i>Oppsprekking og sprekkekarakter</i>	18
3.3.4	<i>Bergmassens mekaniske egenskaper</i>	23
3.4	Skredfare	23
3.5	Omgivelser	25
3.5.1	<i>Hydrologi og hydrogeologi</i>	25
3.5.2	<i>Bebyggelse og infrastruktur</i>	25
3.5.3	<i>Ytre miljø</i>	25
4	Ingeniørgeologiske vurderinger (tolkningsdel)	26
4.1	Fundamenter på berg	26
4.1.1	<i>Landkar Elvalandet</i>	26
4.1.2	<i>Landkar Jøa</i>	31
4.2	Bergskjæringer	33
4.2.1	<i>Geometrisk utforming</i>	33
4.2.2	<i>Bergskjæring 1, profil 570-660</i>	34
4.2.3	<i>Bergskjæring 2, profil 860-980</i>	36
4.2.4	<i>Uttaksmetode og sikringstiltak i bergskjæringer</i>	38

4.2.5	<i>Mengdeestimat bergsikring</i>	38
4.3	Alternativ utforming av bergskjæring 2	39
4.4	Omgivelser og ytre miljø	40
4.4.1	<i>Grenseverdier for vibrasjoner</i>	40
4.4.2	<i>Syredannende berg</i>	41
4.5	Vurdering av skredfare	42
4.6	Borbarhet og sprengbarhet	42
4.7	Bruk av steinmateriale	42
5	HMS	44
6	Usikkerheter og restrisiko	45
7	Ingeniørgeologisk oppfølging i byggefasen	46
8	Referanser	47

Vedlegg

1. Ingeniørgeologiske plantegninger V301-303
2. Tverrsnitt bergskjæring 1
3. Tverrsnitt bergskjæring 2
4. Lengdesnitt landkar Elvalandet
5. Lengdesnitt landkar Jøa

1 Innledning

1.1 Generell beskrivelse

Norconsult er engasjert av Trøndelag fylkeskommune for å utarbeide reguleringsplan for fastlandsforbindelse mellom Jøa og fastlandet, i Namsos kommune. Bruløsningen skal erstatte eksisterende fergesamband mellom Elvalandet og Jøa.

Valgt løsning består av en ca. 620 meter lang flytebru med tilførselsveger. Brua fundamenteres med landkar plassert på berg. På Elvalandet vil det bli to tosidige bergskjæringer, der den høyeste vil bli opptil 16 meter i permanent fase.



Figur 1-1: Oversiktskart med prosjektets utbredelse (grønn strek).

1.2 Regelverk og styrende dokumenter

For ingeniørgeologisk prosjektering er det lagt til grunn følgende regelverk og styrende dokumenter:

- Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [1]
- Eurokode 7: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [2]
- Byggteknisk forskrift, TEK 17§7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger [3]
- Statens vegvesen, Vegnormal N400 Bruprojektering [4]
- Statens vegvesen, Vegnormal N200 Vegbygging [5]
- Statens vegvesen, Vegnormal V225 Bergskjæringer [6]
- Statens vegvesen, Retningslinjer R211 Feltundersøkelser [7]

- Statens vegvesen, Håndbok R761 Prosesskode 1 [8]
- Norsk Standard, NS 8141, del 1, 3 og 4 med veiledning [9] [10] [11]
- NFF, Håndbok nr. 07. Håndbok for bestilling av bergspregningsarbeid [12]
- NFF, Håndbok nr. 11. Bergbolting [13]
- NGI, Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for miljødirektoratet [14]

1.3 Sikkerhet mot skred

I henhold til vegnormal N200 tabell 1.7-1 skal fare for skred ned på veg fra naturlig sideterreng utredes og sikkerhetstiltak skal planlegges ut fra sikkerhetsnivå gitt i tabell 1-1 [5].

Vegen skal dimensjoneres for en ÅDT<500. Sikkerhetskrav for dimensjonerende trafikkmengde <500 gir samlet skredsannsynlighet pr. km og år på 1/20.

Tabell 1-1: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [5].

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 – 3999	1/50
4000 – 5999	1/100
6000-11999	1/300
≥ 12000	1/1000

1.4 Geoteknisk kategori og prosjekteringsmetoder

1.4.1 Valg av geoteknisk kategori

I henhold til N200 [5] skal vegprosjekter klassifiseres i geotekniske kategorier (1, 2 og 3) avhengig av prosjektets kompleksitet og risiko. Geotekniske kategorier for vegprosjekter bestemmes i henhold til Eurokode 7 [2], hvor valg av geoteknisk kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 *Krav til prosjekteringen*. Geoteknisk kategori gir føringer for prosjekteringsmetoder og krav til kontroll.

Brupilarer og landkar er i Eurokode 7 oppgitt som eksempler på konvensjonelle konstruksjoner som er i samsvar med geoteknisk kategori 2. På grunn av bratt terreng, samt brukonstruksjonens kompleksitet og størrelse plasseres derimot sprengnings- og fundamenteringsarbeidene for landkarene i geoteknisk kategori 3.

For bergskjæringer ligger det også føringer for valg av geoteknisk kategori i vegnormal N200. Vegnormalen angir at følgende bergskjæringer skal plasseres i geoteknisk kategori (GK) 3 [5]:

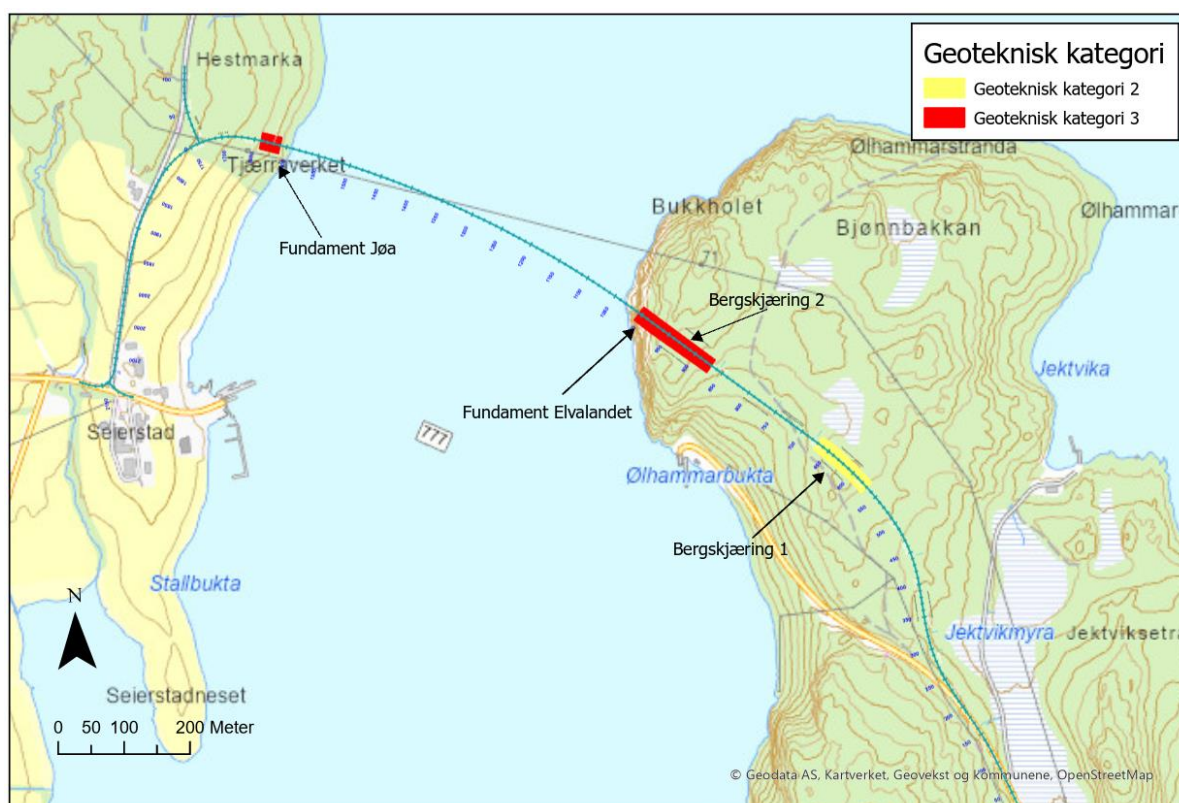
- Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg)
- Bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger
- Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer
- Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet
- Bergskjæringer der det er nødvendig å ta hensyn til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet
- Bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning.

Videre kan bergskjæringer med middels høyde inntil 10 m uten spesiell risiko, plasseres i GK2, og lave skjæringer <5 m i GK1 [5].

Den tosidige bergskjæringa ved fundamentområdet på Elvalandet blir opptil 16 meter høy, i tillegg er det registrert potensielle gjennomgående svakhetssoner her. På bakgrunn av dette plasseres skjæringa i geoteknisk kategori 3.

Bergskjæringa mellom profil 580-650 blir opptil 7 meter høy. Det er ikke registrert andre spesielle forhold her, slik at skjæringa plasseres i kategori 2.

Figur 1-2 viser et oversiktskart med oppsummering av valgt geoteknisk kategori langs strekningen.



Figur 1-2: Oversikt over geoteknisk kategori langs strekningen.

1.4.2 Prosjekteringsmetoder

I henhold til Eurokode 7 [2] bør prosjektering i geoteknisk kategori 1 følge rutinemessige metoder basert på erfaring og kvalitative geotekniske undersøkelser. For geoteknisk kategori 2 bør prosjekteringa i tillegg omfatte kvantitative geotekniske data og analyser, og rutinemessige prosedyrer for felt- og laboratorieprøving for prosjektering kan tas i bruk. For tiltak innenfor geoteknisk kategori 3 vil det vanligvis også være aktuelt å benytte alternative tilnærminger og metoder.

Eurokode 7 angir fire forskjellige geotekniske prosjekteringsmetoder for kontroll av at ingen aktuelle grensetilstander overskrides:

- Bruk av beregninger
- Anvendelse av konstruktive tiltak

- Modellprøvinger og prøvebelastninger
- Observasjonsmetoden

For dette prosjektet er det benyttet prosjektering ved konstruktive tiltak og observasjonsmetoden. Prosjektering ved konstruktive tiltak er gjennomført ved å benytte erfaring og normal praksis for å oppnå tilfredsstillende stabilitet for bergskjæringer og bergfundament. Observasjonsmetoden går i prinsipp ut på at forutsetninger og utført prosjektering verifiseres/etterprøves med målinger og iakttagelser ved oppfølging under bygging.

1.5 Kontroll av prosjektering og utførelse

1.5.1 Brufundamenter

I henhold til Eurokode 0 skal kontrollklasse velges etter tiltakets pålitelighetsklasse. Alle konstruksjoner inndeles i pålitelighetsklasser avhengig av konsekvensklasse og ønsket sikkerhet. Vegbruer klassifiseres normalt i pålitelighetsklasse 3, se figur 1-3. Ut fra dette plasseres bergfundamentering av Jøa flytebru i pålitelighetsklasse 3. Fra dette følger det at bergfundamenter plasseres i prosjekteringskontrollklasse PKK3 og utførelseskontrollklasse UKK3.

Tabell NA.A1(901) – Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse ²⁾ (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Oppdrettsanlegg		x	(x)	
Landbruksbygg	(x)	x		
Feste av kledninger, taktekking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			

¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.
²⁾ Kryss uten parentes angir normalt valg av pålitelighetsklasse.

Figur 1-3: Veiledende tabell for pålitelighetsklasser fra Eurokode 0. Klassifisering av vegbruer er indikert med rødt.

1.5.2 Bergskjæringer

For bergskjæringer i vegprosjekter skal prosjekteringskontrollklassen og utførelseskontrollklassen velges på bakgrunn av pålitelighetsklasse (RC) og geoteknisk kategori (GK) i henhold til tabell 1.2.1-2 og tabell 1.2.2-2 i vegnormal N200 [5] og gjengitt i tabell 1-2 og tabell 1-3.

Tabell 1-2: Valg av prosjekteringskontrollklasse-bergskjæringer [5].

	Pålitelighetsklasse	Prosjekteringskontrollklasse
Geoteknisk kategori 1	RC1	PKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	PKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	PKK3

Tabell 1-3: Valg av utførelseskontrollklasse [5].

	Pålitelighetsklasse	Utførelseskontrollklasse
Geoteknisk kategori 1	RC1	UKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	UKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	UKK3

1.5.3 Oppsummering kontroll av prosjektering og utførelse

Tabell 1-5 og tabell 1-4 oppsummerer geoteknisk kategori (GK), pålitelighetsklasse (CC/RC), prosjekteringskontrollklasse (PKK) og utførelseskontrollklasse (UKK) for de bergtekniske arbeidene i prosjektet. Elementer i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse 3 er uthevet i rødt.

Tabell 1-4: Oppsummering av geoteknisk kategori og kontrollklasser for brufundamenter.

Landkar	Profilnummer	GK	CC/RC	PKK	UKK
Elvalandet	980-1000	3	3	3	3
Jøa	1610-1630	3	3	3	3

Tabell 1-5: Oppsummering av geoteknisk kategori og kontrollklasser for bergskjæringene langs veglinjen (høyre og venstre side er sett med stigende profilnummer).

Side	Profilnummer		GK	Bakgrunn for GK	CC/RC	PKK	UKK
	Fra	Til					
Høyre	570	660	2	Høyde 5-10 m	2	2	2
Venstre	570	660	2	Høyde 5-10 m	2	2	2
Høyre	860	980	3	Høyde >10 m	3	3	3
Venstre	860	980	3	Høyde >10 m	3	3	3

Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse 2 og 3 stiller krav til utvidet kontroll, som vist i tabell 1-6 for bergskjæringer som følger prosjektering og utførelse iht. N200, og tabell 1-7 og tabell 1-8 for øvrige bergtekniske arbeider. Kontroll skal utføres fra og med reguleringsplanfasen. I anleggsfase vil bergteknisk detaljprosjektering i PKK2 og PKK3, som bestemmelse av permanent sikring av bergskjæringer, være underlagt utvidet prosjekteringskontroll. Entreprenørens utførelse i UKK2 og UKK3 vil være underlagt utvidet utførelseskontroll. PKK2 og UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert, mens for PKK3 og UKK3 skal det i tillegg utføres som en faglig kontroll.

Omfang av prosjekteringskontroll er gitt i Eurokode 0 [1] - Nasjonalt tillegg, Tabell NA.A1 (902), og omfang av utførelseskontroll er gitt i Tabell NA.A1 (903). For utførelseskontroll vil også valgt geoteknisk kategori være veiledende for omfanget av kontrollen [2]. For PKK1 kreves det i følge Eurokoden ikke intern systematisk kontroll. Da det i henhold til Norconsults interne kontrollrutiner alltid skal utføres kollegakontroll/intern systematisk kontroll på dokumenter, vil dette også utføres for prosjektering i PKK1.

Tabell 1-6: Krav til kontrollform bergskjæringer. Tabell 1.2.3-1 i N200 [5]

Kontroll-klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Egenkontroll	Intern, systematisk kontroll (kollega-kontroll)	Utvidet kontroll	Egenkontroll	Intern, systematisk kontroll (kollega-kontroll)	Utvidet kontroll
PKK1/UKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
PKK2/UKK2	Kreves	Kreves	Kreves <u>a</u>	Kreves	Kreves	Kreves <u>a</u>
PKK3/UKK3	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves

a Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

Tabell 1-7: Utdrag fra Eurokode 0, prosjekteringskontrollklasse og kontrollform ved prosjektering.

Tabell NA.A1(902) – Valg av prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering

Valg av prosjekterings-kontrollklasse		Krav til kontrollform		
Pålitelighets-klasse	Minste prosjekterings-kontrollklasse	Egenkontroll (DSL 1) ¹⁾	Intern systematisk kontroll (DSL 2) ¹⁾	Utvidet kontroll (DSL 3) ¹⁾
1	PKK1 ²⁾	kreves	kreves ikke	kreves ikke
2	PKK2 ²⁾	kreves	kreves	kreves
3	PKK3	kreves	kreves	kreves
4	Skal spesifiseres	kreves	kreves	kreves

¹⁾ Se punkt B4 (informativt tillegg B) for betegnelsen DSL.
²⁾ Det kan velges høyere prosjekteringskontrollklasse.

Tabell 1-8: Utdrag fra Eurokode 0, utførelseskontrollklasse og kontrollform ved utførelse.

Tabell NA.A1(903) – Valg av utførelseskontrollklasse og krav til kontrollform ved utførelse

Valg av utførelses-kontrollklasse		Krav til kontrollform		
Pålitelighets-klasse	Minste utførelses-kontrollklasse	Egenkontroll (IL 1) ¹⁾	Intern systematisk kontroll (IL 2) ¹⁾	Utvidet kontroll (IL 3) ¹⁾
1	UKK1 ²⁾	kreves	kreves ikke	kreves ikke
2	UKK2 ²⁾	kreves	kreves	kreves
3	UKK3	kreves	kreves	kreves
4	UKK3, eventuelt med tilleggsbestemmelser	kreves	kreves	kreves

¹⁾ Se punkt B5 (informativt tillegg B) for betegnelse IL.
²⁾ Det kan velges høyere utførelseskontrollklasse.

2 Utførte undersøkelser

2.1 Grunnundersøkelser

I reguleringsplanfasen er det utført totalsonderinger både på Jøasida og på Elvalandetsida. Det er totalt gjort 17 totalsonderinger. Resultatene er samlet i geoteknisk datarapport [15]. Boringene på Jøa viser løsmassetykkelse mellom ca. 3-9 meter fra kurven vest for fundamentområdet og sørover mot vegstrekningens ende. I fundamentområdet på Jøa viser boringen 0,3 m løsmassetykkelse. På Elvalandetsida viser boringer mellom 0,25-5 meter løsmassetykkelse. Totalsonderingene er vist på ingeniørgeologisk tegninger i vedlegg 1.

2.2 Ingeniørgeologisk feltkartlegging

Det ble utført ingeniørgeologisk kartlegging i prosjektområdet av Norconsults ingeniørgeologer Mari Nilsen Ervik og Ragna Torås Halseth 15. mai 2024. Været på befaringen var oppholdsvær og ca. 14°C og det var gode siktforhold. Fundamenteringsområdene både på Elvalandet og Jøa ble befart. I tillegg ble områdene for bergskjæringene på Elvalandet befart.

Kartleggingen omfattet registrering av bergblotninger, eventuelle vannveger, bergartstype, dominerende strukturer, karakterisering av bergmassens oppsprekking, og detaljert kartlegging av sprekkeorienteringer som grunnlag for stabilitetsanalyser og -vurderinger.

Det ble benyttet drone for å ta oversiktsbilder og for kartlegging av områder som var utilgjengelige til fots under befaring. Det er av disse også laget en grov 3D-modell til bruk i vurderingene.

3 Grunnforhold (faktadel)

3.1 Topografi og områdebeskrivelse

Østre del av vegtraseen går i høydedraget over fjorden, fra eksisterende fv. 777 og til vestre side av Ølhammaren. Terrenget består her av koller og søkk, og planlagt vegtrasé veksler på å gå på fylling og i skjæring. Ølhammaren er en større bergknaus, hvor terrengoverflata stuper bratt ned mot sjøen på vestre side. Området er vegetert med barskog, løvskog, lyng og myr (figur 3-1).

På andre siden av fjorden, på Jøa, er terrenget slakt, og preget av jord- og skogbruk (figur 3-2).



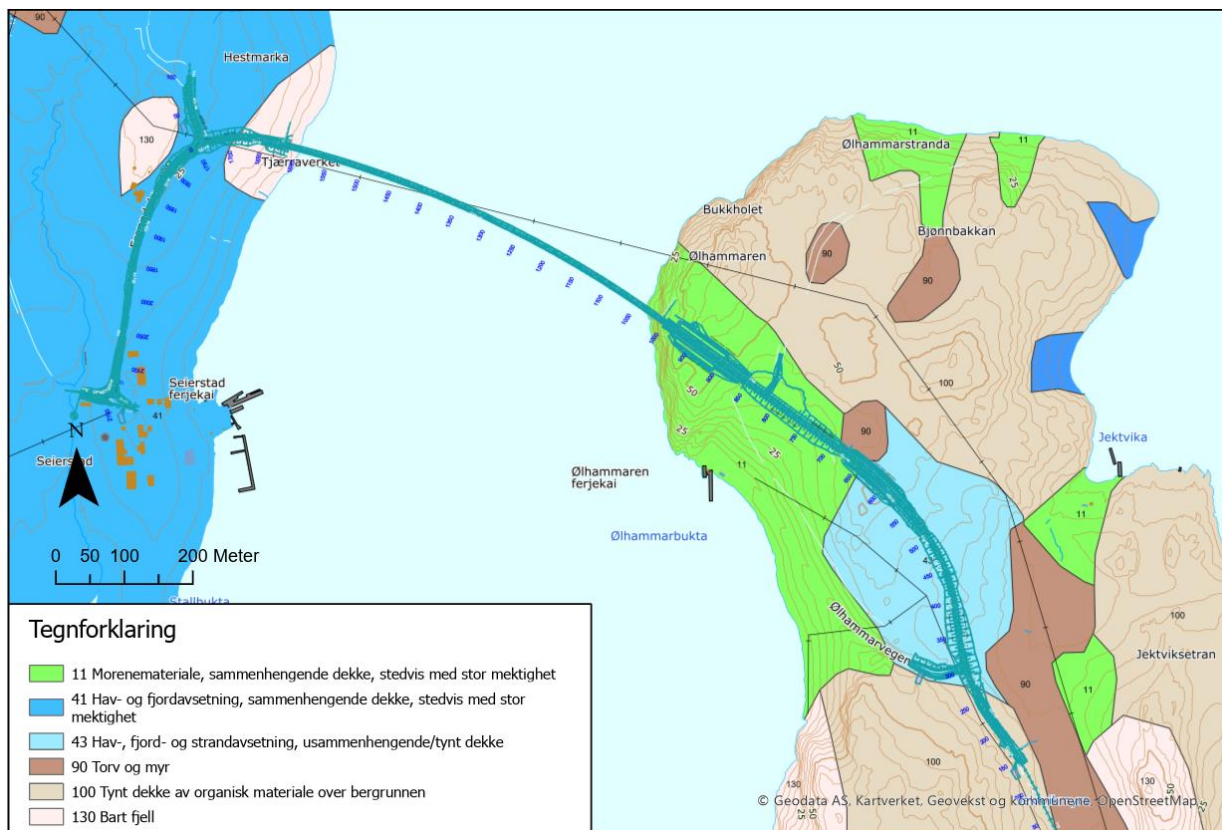
Figur 3-1: Typisk terreng i østre del av vegtrasé, kolle ved bergskjæring 1.



Figur 3-2: Jøa, sett fra fundamentområde Elvalandet. Landkar for flytebrua bli liggende like til høyre for kraftlinjegata midt i bildet (gul ring).

3.2 Kvartærgeologi og løsmasser

Løsmassene i området består av hav- og fjordavsetninger av varierende mektighet, morenemateriale, torv og myr. Bart berg er observert i fundamentområdet på nordvestre og søndre side av Ølhammaren ved Elvalandet, i strandsonen på Jøa, samt stedvis blotninger ved oppstikkende terrengformer. Registrerte bergblotninger er angitt på ingeniørgeologiske tegninger.



Figur 3-3: Løsmassekart hentet fra NGU [16].

3.3 Berggrunn

3.3.1 Generelt

Bergmassen i området er ifølge NGU sitt berggrunnskart migmatittgneis og glimmerskifer, se figur 3-4. Migmatittgneisen er rødlig, med granittisk sammensetning. På befaring ble det observert anrikninger med kvarts og kalifeltspat (rødlig), og ansamlinger av mørkere mineraler (biotitt, pyroksen). Stedvis ble det registrert en svak foliasjon i migmatittgneisen, med fall i østlig retning.

På befaring er glimmerskiferen observert som granatførende og med tynne lag av kalkglimmerskifer samt amfibolitt. NGUs berggrunnskart angir også at glimmerskiferen stedvis kan være sulfidførende. Glimmerskiferen har en tydelig foliasjon. På Elvalandet er denne tilnærmet vertikal med strøk Ø-V, mens foliasjonen har moderat fall mot øst på Jøasida.

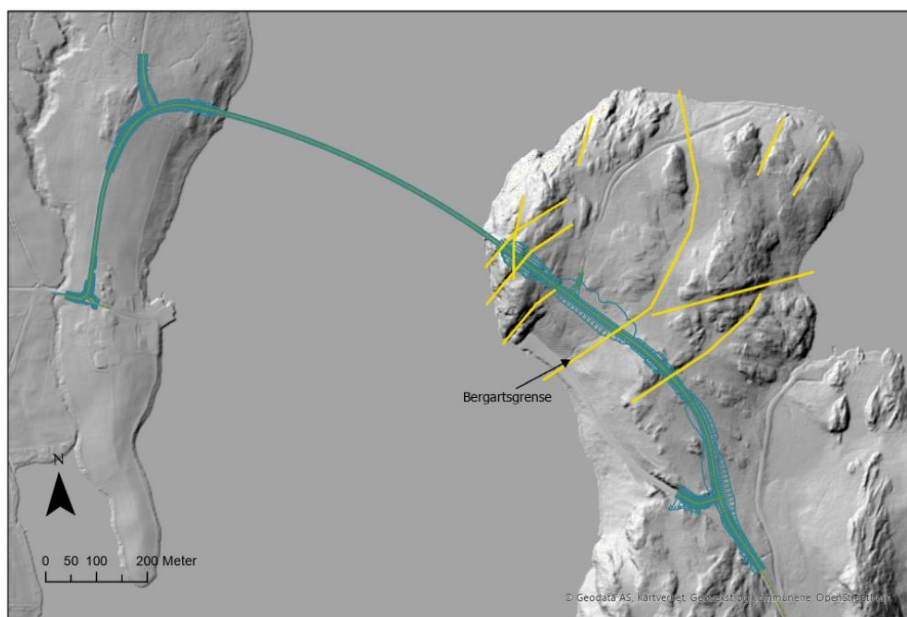
Bergartsskille ble på befaring registrert i terrengforsenkningen mellom profil 700-750. Landkar og bergskjæring 2 ved Elvalandet etableres i migmatittgneis, mens landkaret på Jøa og bergskjæring 1 etableres i glimmerskifer.



Figur 3-4: Berggrunnskart hentet fra NGU [17].

3.3.2 Lineamenter og svakhetssoner

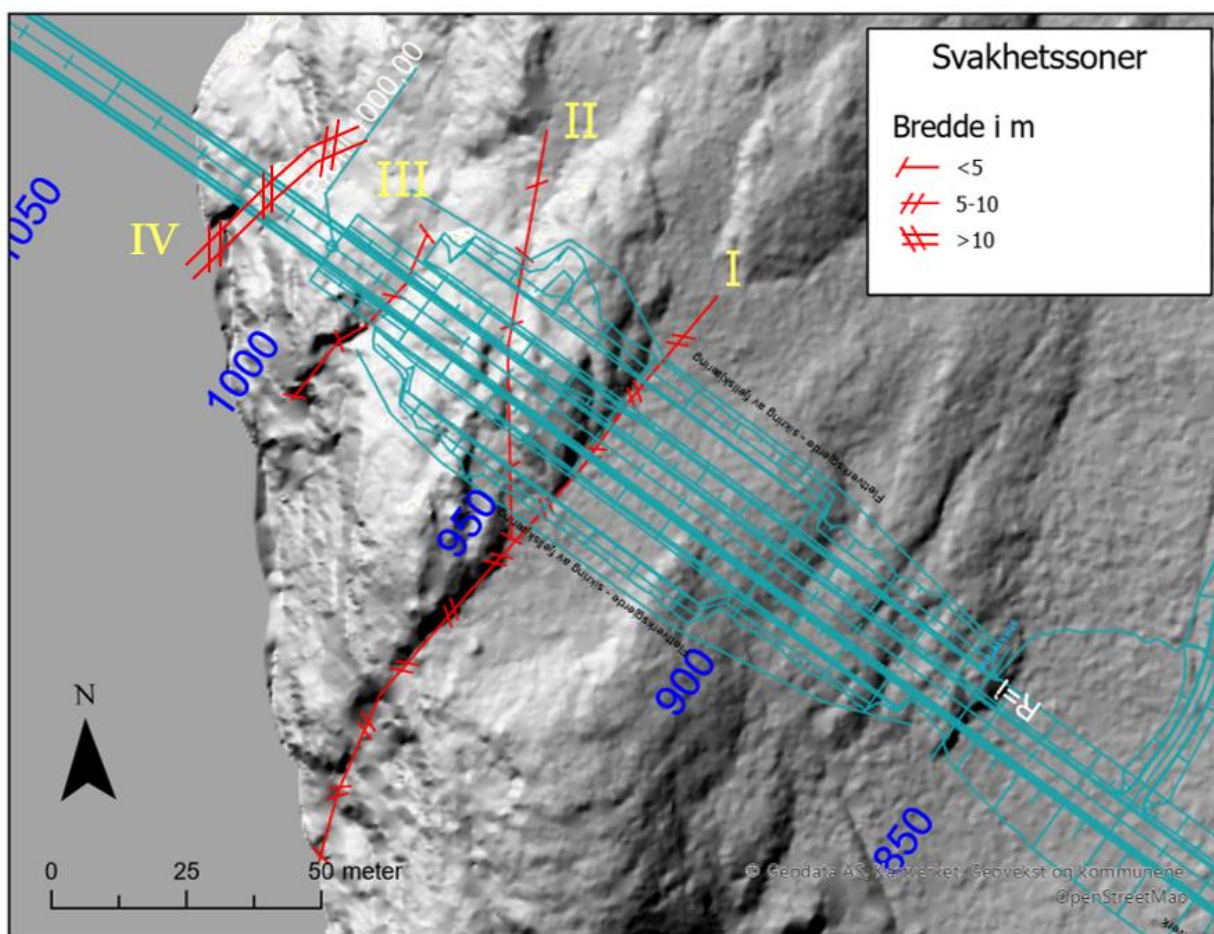
Storskala lineamenter i området kan ses i terrengoverflata der det er bart berg eller der det er tynt/usammenhengende løsmassedekke. Kartlagte lineasjoner fra skyggerelieffkart er orientert NNØ-SSV, NØ-SV og ØNØ-VSV. Bergartsgrensen mellom migmatittgneis og glimmerskifer kommer fram som en tydelig forsinking i terrenget (figur 3-5).



Figur 3-5: Kartlagte lineamenter (gule linjer) fra skyggerelieffkart.

Terrenglineasjoner ved bergskjæring 2 og landkarområdet på Elvalandet ble kartlagt på befaring. Det ble her registrert tre svakhetssoner, én større sone med antatt bredde ca. 10-20 m (sone I), én sone med antatt bredde ca. 5 meter (sone II), og én sone med bredde <5 meter (sone III). I tillegg er det fra dronebilder og skyggerelieffkart registrert en svakhetsone bestående tydelige åpne sprekker (sone IV), se figur 3-8, bredden på sonen varierer mellom ca. 10-15 m. De registrerte sonene er markert i figur 3-6.

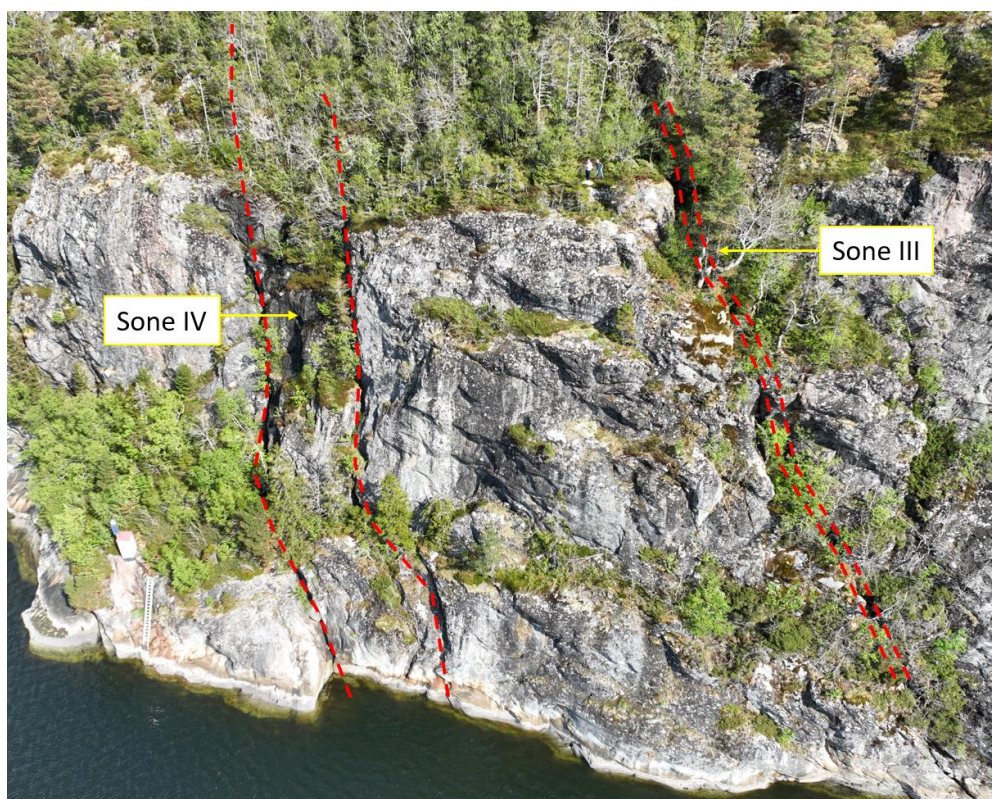
Svakhetssonene framstår som soner i bergmassen med tettere oppsprekking og åpne sprekker, med klar avgrensning mot massivt sideberg. Basert på utgående i terreng er beregnet fall/fallretning på sone I omtrent 60°/150°. Sone II framstår som tilnærmet vertikal, mens sone III og IV har steilt fall mot øst.



Figur 3-6: Registrerte svakhetssoner på befaring.



Figur 3-7: Bilde av sone III tatt fra landkantområde og i retning sjøen mot SV. Avstand mellom massivt sideberg på hver side av er ca. 1 m ned mot terrengoverflata. Tommestokk i bildet er 2 meter lang og hviler på massivt sideberg på begge sider av sonen.



Figur 3-8: Dronebilde mot fundamentområde Elvalandet, tatt mot øst. Sone IV framstår som et parti med markerte åpne sprekker til venstre i bildet. Sone III er indikert til høyre i bildet.

3.3.3 Oppsprekking og sprekkekarakter

Det er utført sprekkekartlegging ved planlagt plassering av landkar og ved planlagt plassering av bergskjæringer. Kartleggingene er systematisert i tre delområder: 1) bergskjæring 1, 2) bergskjæring 2 og landkar Elvalandet og 3) landkar Jøa.

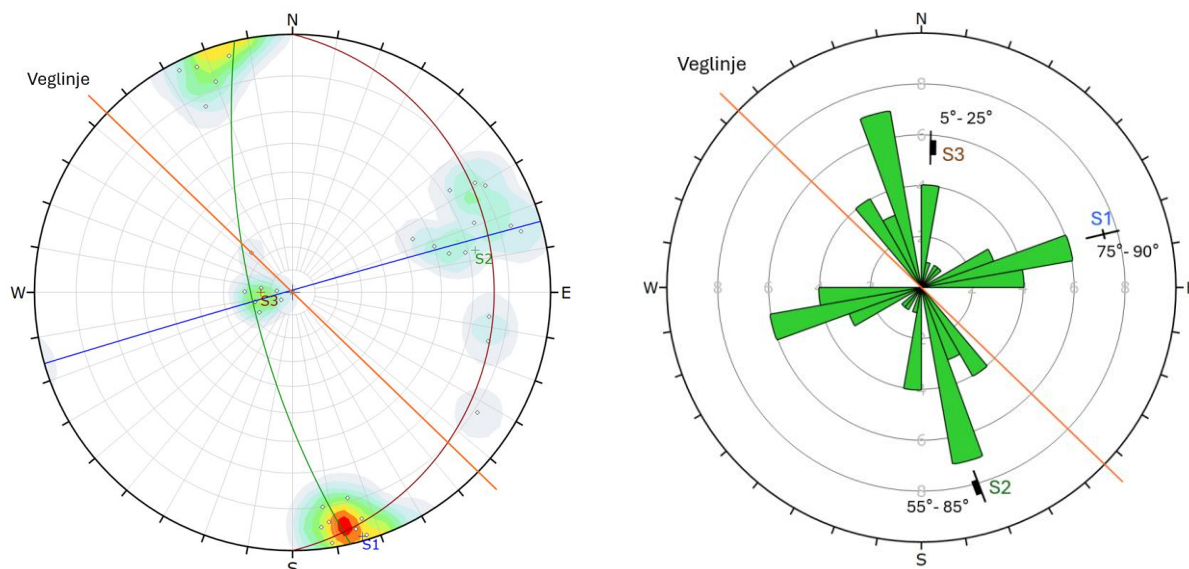
3.3.3.1 Bergskjæring 1

Det er ved bergskjæring 1 observert 3 sprekkesett, disse er oppsummert i tabell 3-1 og illustrert i stereoplot og sprekkerose (figur 3-9), samt vist i figur 3-10.

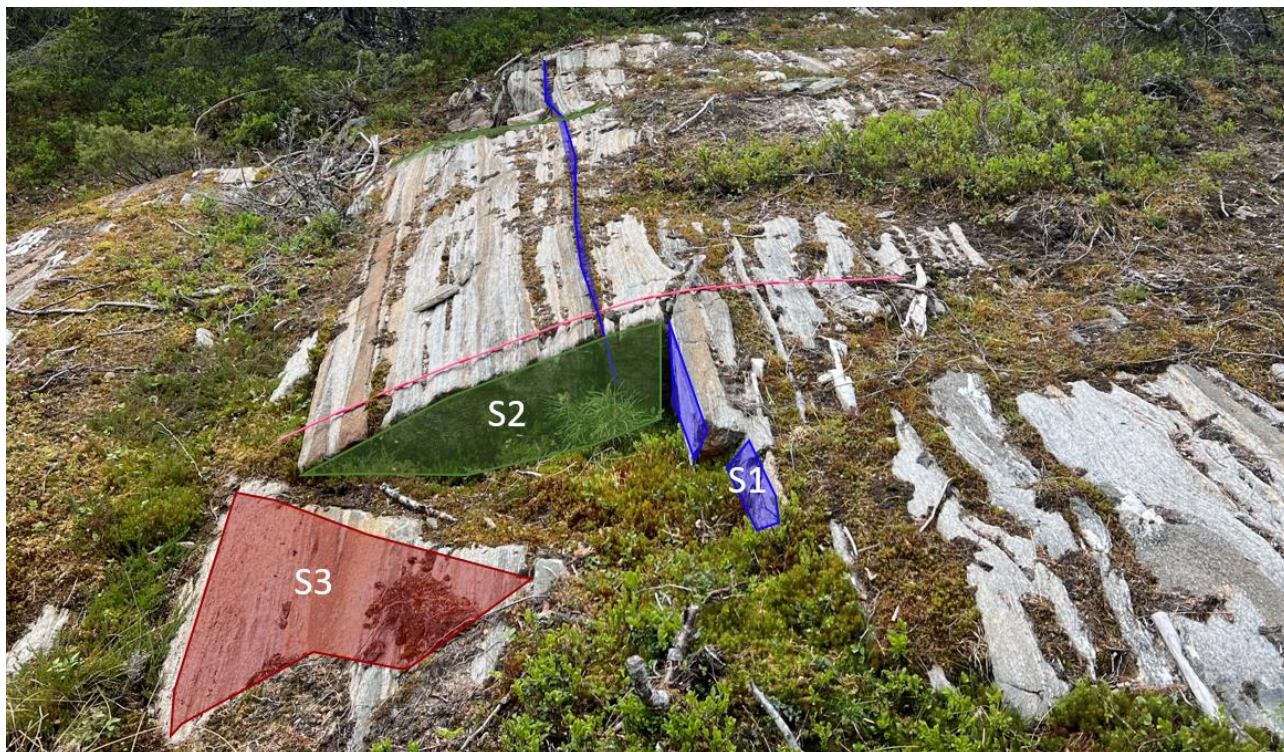
S1 følger foliasjonen/lagdelingen i bergmassen og består av sprekker og stikk. S2 er tverrstående sprekker, mens S3 er et subhorisontalt sprekkesett. Bergmassen er tett foliert, men oppsprekkingen langs foliasjonsretningen er lite gjennomsettende og sprekkeene er stedvis sammenvokste. Generelt er sprekkenes utholdenhet i bergmassen lav, og sprekkeflatene som undulerende og ru. For S2 og S3 er også sprekkeflatene hakkete på tvers av foliasjonsretningen (se figur 3-11).

Tabell 3-1: Sprekkesett registrert ved bergskjæring 1. Gjennomsnittlig fall og fallretning er basert på 34 sprekkemålinger.

Sprekkesett	Fall	Fallretning	Sprekkeavstand	Utholdenhet	Ruhet	Sprekkefyll
S1	89°	344°	0,3-1 m	1-2 m	Undulerende, ru	Overflateomvandling
S2	72°	257°	0,3-2 m	0,5-1 m	Hakkete, ru	Nei
S3	14°	90°	1-2 m	1-5 m	Hakkete, ru	Nei



Figur 3-9: Stereoplot (venstre) og sprekkerose (høyre), basert på 34 sprekkemålinger ved bergskjæring 1.



Figur 3-10: Registrerte hovedsprekkesett ved bergskjæring 1. Tømmestokken (rosa) er 2 m lang. Bilde tatt mot vest.



Figur 3-11: Hakkete sprekkeplan på tvers av foliasjonsretningen lang sprekkesett S3.

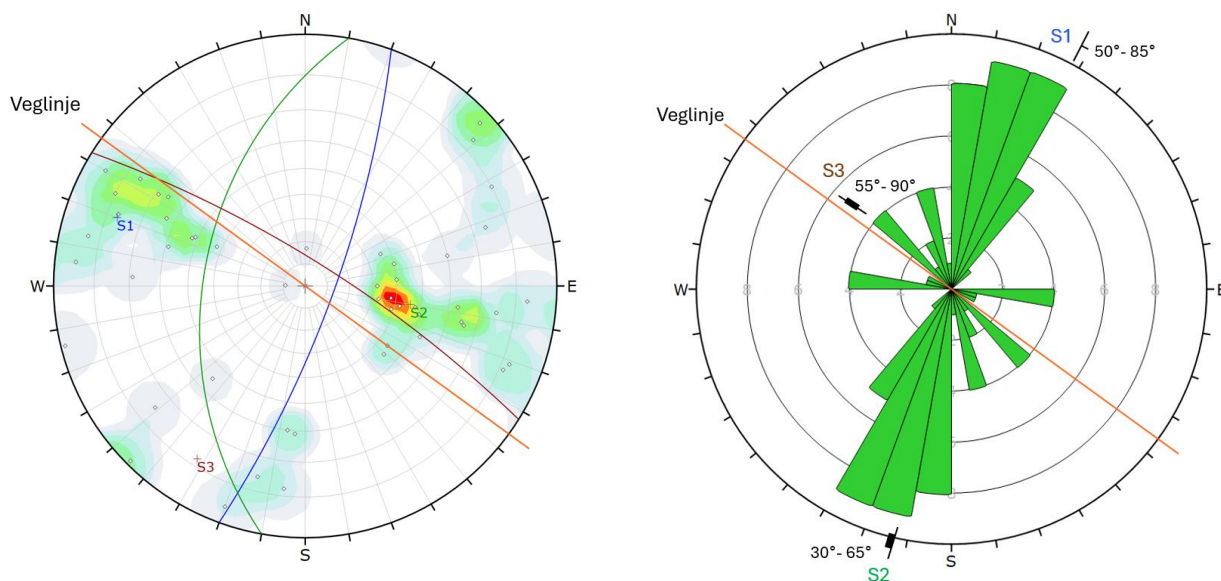
3.3.3.2 Bergskjæring 2 og landkar Elvalandet

Det er ved bergskjæring 2 og landkar Elvalandet observert 3 sprekkesett, disse er oppsummert i tabell 3-2 og illustrert i stereoplot og sprekkerose i figur 3-12, samt vist i figur 3-13.

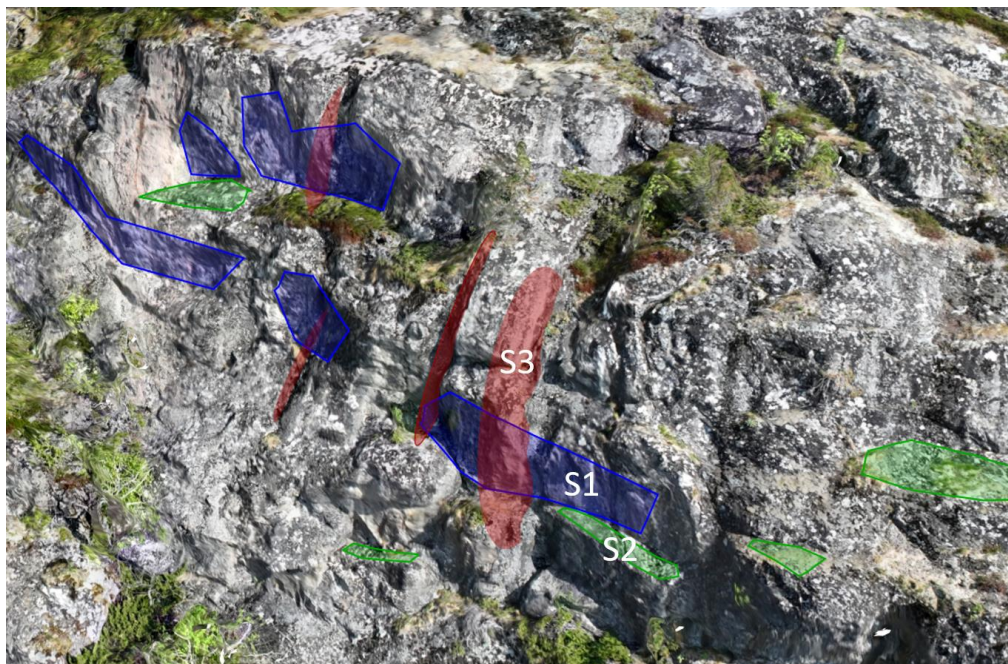
Sprekkesett S1 følger foliasjonen i bergmassen og har steilt fall inn i bergkollen, sett fra sjøen. Sprekkesett S2 har moderat fall i retning sjøen, mens S3 er et tverrstående sprekkesett med større variasjon i orientering og fall. Generelt framstår bergmassen som kompetent og storblokkig. Sprekkene er ugjennomsettende, undulerende og ru, og det er ikke registrert sprekkefyll.

Tabell 3-2: Sprekkesett registrert ved bergskjæring 2 og landkar Elvalandet. Gjennomsnittlig fall og fallretning er basert på 50 sprekkemålinger.

Sprekkesett	Fall	Fallretning	Sprekkeavstand	Utholdenhet	Ruhet	Sprekkefyll
S1	77°	110°	0,3-3 m	0,2-2 m	Undulerende, ru	Nei
S2	46°	280°	2 m	0,2-2 m	Undulerende, ru	Nei
S3	78°	32°	1-2 m	0,2-2 m	Undulerende, ru	Nei



Figur 3-12: Stereoplot (venstre) og sprekkerose (høyre), basert på 50 sprekkemålinger ved bergskjæring 2 og landkar Elvalandet.



Figur 3-13: Registrerte hovedsprekkesett i bergskråningen ved landkar Elvalandet skissert inn i dronemodell. Utsnitt mot øst.

3.3.3.3 Landkar Jøa

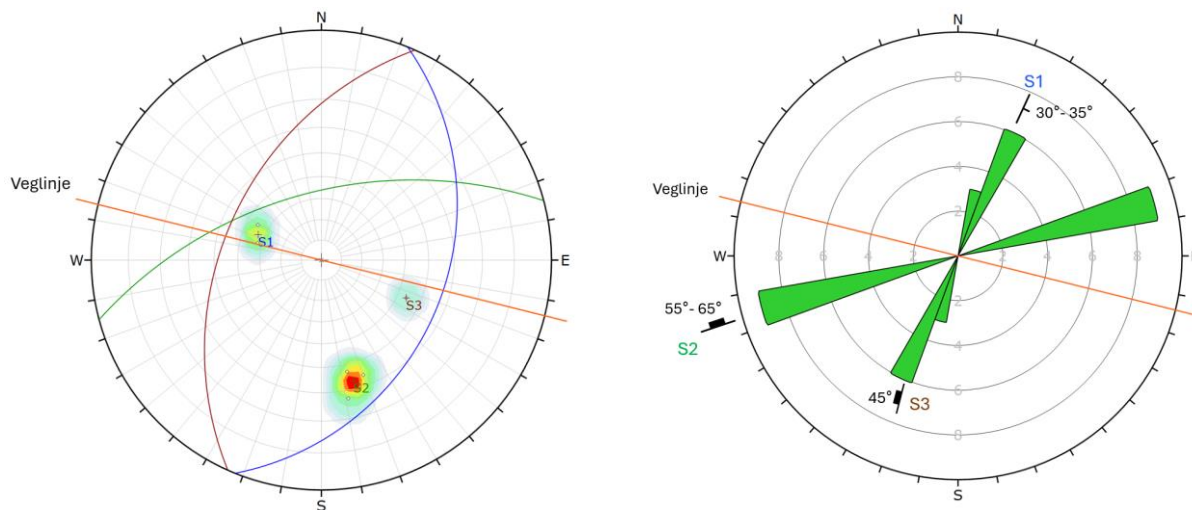
Det er ved landkar Jøa registrert 3 sprekkesett, disse er oppsummert i tabell 3-3 og illustrert i stereoplot og sprekkerose (figur 3-14), samt i figur 3-15.

Sprekkesett S1 følger foliasjonen, og består av både sprekker og stikk. S2 er det mest framtreddende sprekkesettet og opptrer stedvis som sprekker gjennomsettende over 5-10 meter, men da med ujevne og hakkete plan (figur 3-16). S2 opptrer også som ugjennomsettende sprekker og stikk som terminerer i massivt berg. Sprekkesett S3 opptrer sporadisk og er lite gjennomsettende.

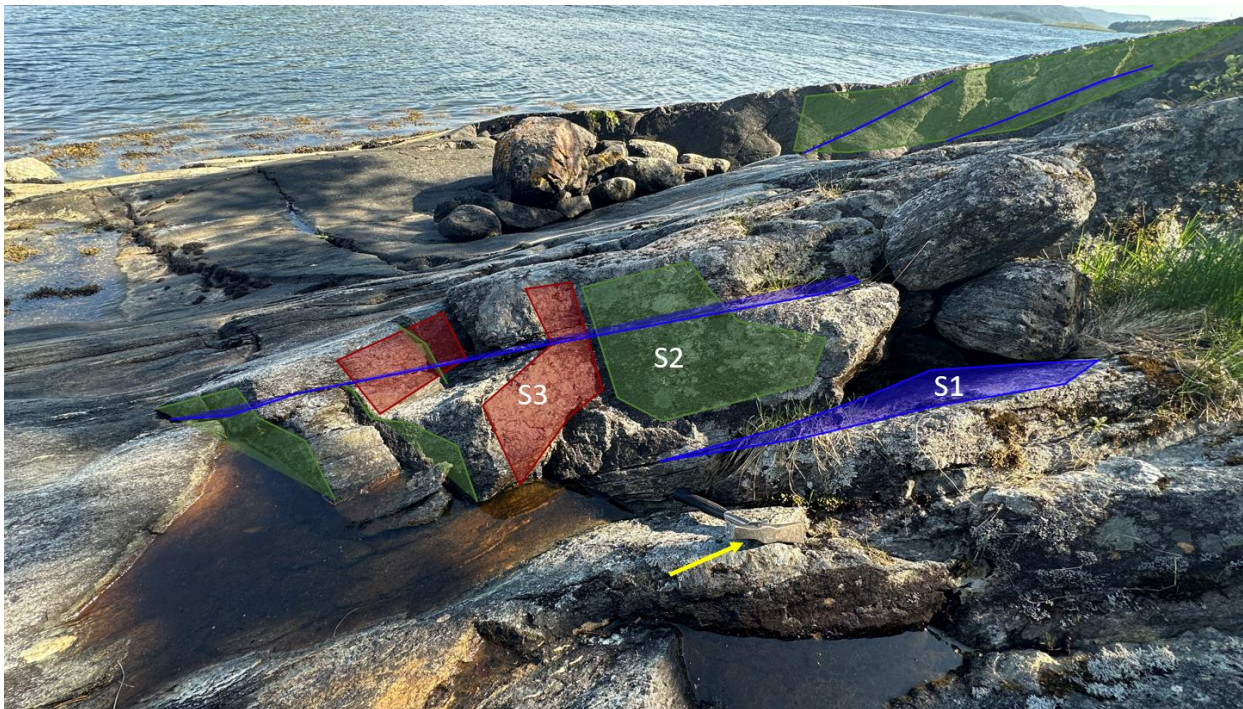
Det er ikke observert sprekkefyll langs noen av sprekkesettene.

Tabell 3-3: Sprekkesett registrert ved landkar Jøa. Gjennomsnittlig fall og fallretning er basert på 6 sprekkemålinger.

Sprekkesett	Fall	Fallretning	Sprekkeavstand	Utholdenhet	Ruhet	Sprekkefyll
S1	33°	112°	0,2-2 m	0,5-4 m	Undulerende, ru	Nei
S2	57°	345°	0,2-2 m	0,2-10 m	Hakkete, ru	Nei
S3	44°	294°	1-2 m	0,2-1 m	Hakkete, ru	Nei



Figur 3-14: Stereoplot (venstre) og sprekkerose (høyre), basert på 6 sprekkemålinger ved landkar Jøa. Sprekkeorienteringene i området er gjentakende og i sprekkerosen er antallet målinger ganget opp med 3.



Figur 3-15: Registrerte hovedsprekkesett ved landkar Jøa. Geologisk hammer for skala er vist med gul pil. Bilde tatt mot sør.



Figur 3-16: S2 framstår som det tydeligste sprekkesettet med utholdende, hakkete sprekker på tvers av foliasjonen, og ses tydelig i svaberget langs sjøen. Bilde tatt mot vest, planlagt landkarplassering er i skogkanten øverst i bildet.

3.3.4 Bergmassens mekaniske egenskaper

Det er ikke utført mekaniske tester på bergmassen, eller gjort kvantitative tester i felt.

På befaring ble bergmassen undersøkt med slag med geologisk hammer. Migmatittgneisen framstår som svært hard, og det var kun mulig å slå av små fragmenter av berget med hammer. Det ble knapt merke etter slag i berget.

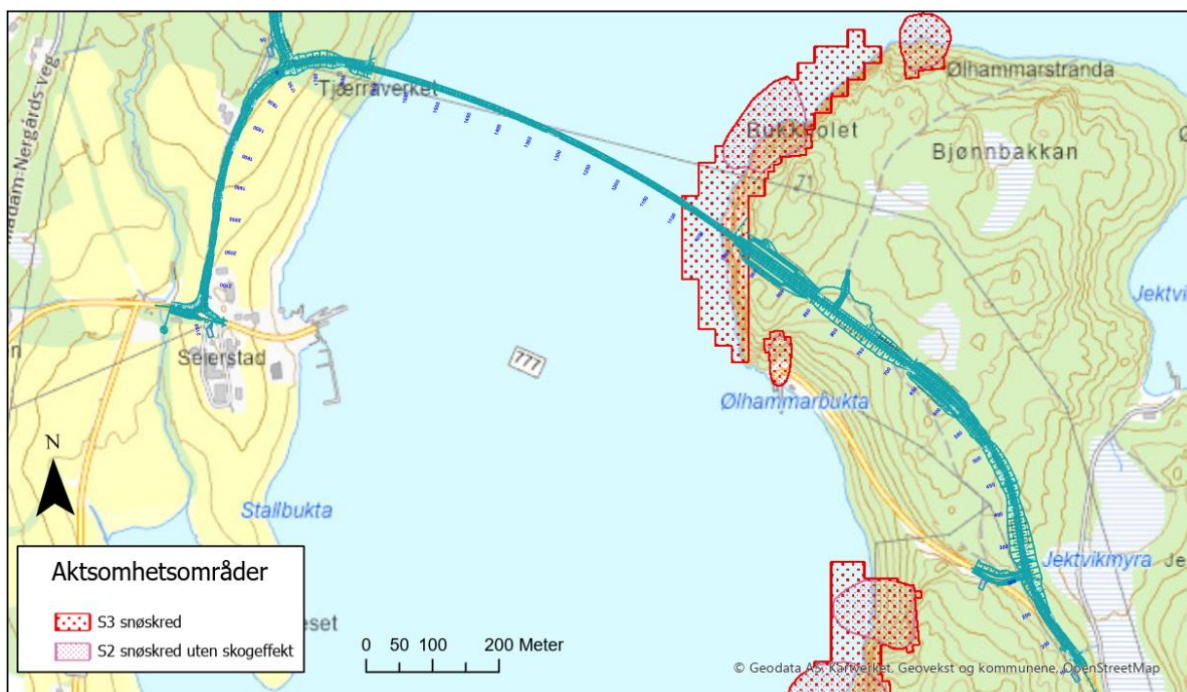
Med slag på glimmerskiferen ble det etter et par slag synlig merke etter hammeren. Også glimmerskiferen var det kun mulig å slå av små fragmenter med bruk av hammeren.

3.4 Skredfare

NVE sine aktsomhetskart [18] angir aktsomhet for steinsprang på vestsida av Ølhammaren i bergskrenten ned mot sjøen, se figur 3-17. Det er ikke angitt aktsomhetsområder for jord- og flomskred langs strekningen. Aktsomhetsområde for snøskred i sikkerhetsklasse S2 er angitt på nordsiden og sørsida av Ølhammaren og berører ikke tiltaket, se figur 3-18, mens aktsomhetsområde for sikkerhetsklasse S3 er gitt i tillegg for vestsida av Ølhammaren.



Figur 3-17: Aktsomhetskart fra NVE viser aktsomhetsområder for steinsprang i nærheten av tiltaket.



Figur 3-18: Aktsomhetskart fra NVE viser aktsomhetsområder for snøskred i nærheten av tiltaket.

3.5 Omgivelser

3.5.1 *Hydrologi og hydrogeologi*

Det er ikke registrert elver, bekker eller overflatevann som vil bli berørt av de bergtekniske tiltakene. Ifølge grunnvannsdatabasen GRANADA [19] er det ikke noen grunnvannsbrønner i nærheten av prosjektområdet.

3.5.2 *Bebyggelse og infrastruktur*

Ved fundamentområdet på Jøasida står det en eksisterende høyspentmast. Endelig veg (fyllingsfot) vil bli liggende helt inntil masta. Eier av masta og høyspentledningen er Tensio, og restriksjoner i forbindelse med sprengningsarbeider og anleggsgjennomføring må koordineres med dem.

Eksisterende fergekai ligger 130 m sør for området for sprengningsarbeider for bergskjæring 2 på Elvalandet. Det er ikke registrert annen bebyggelse i umiddelbar nærhet til de bergtekniske tiltakene. Nærmeste bebyggelse ligger ca. 160 meter fra fundamentområdet på Jøa.

3.5.3 *Ytre miljø*

Det er i forprosjektet, utarbeidet av Multiconsult, gjort en overordnet utredning av «ikke-prissatte virkninger» av tiltaket, med gjennomgang av virkninger og konfliktpotensial med landskap, naturmangfold, friluftsliv, kulturarv og naturressurser [20]. Det er hverken i forprosjektet, eller under arbeidet med denne rapporten, registrert spesifikke elementer eller verdier som må hensyntas gjennom den ingeniørgeologiske prosjekteringen.

4 Ingeniørgeologiske vurderinger (tolkningsdel)

4.1 Fundamenter på berg

4.1.1 Landkar Elvalandet

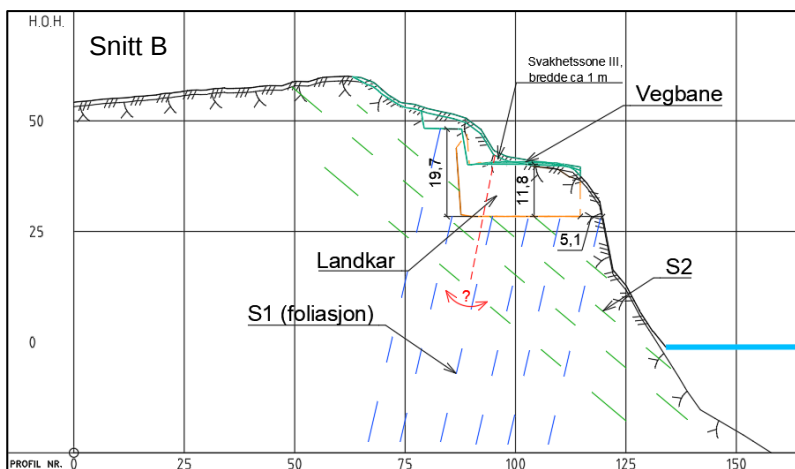
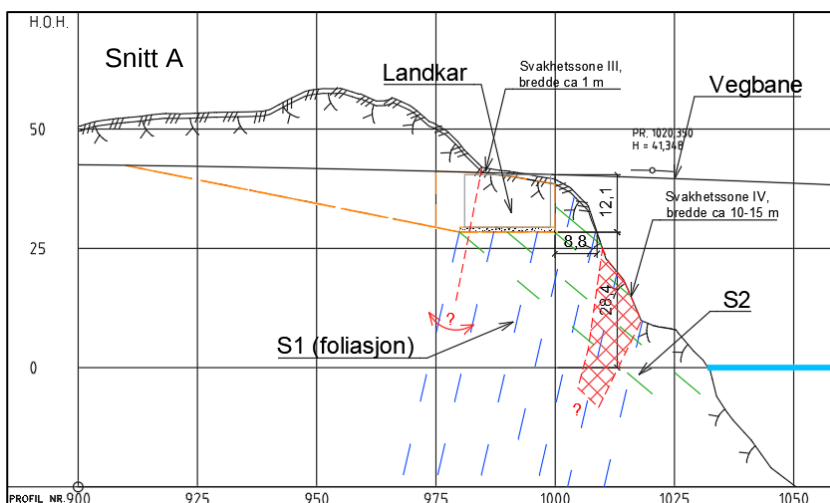
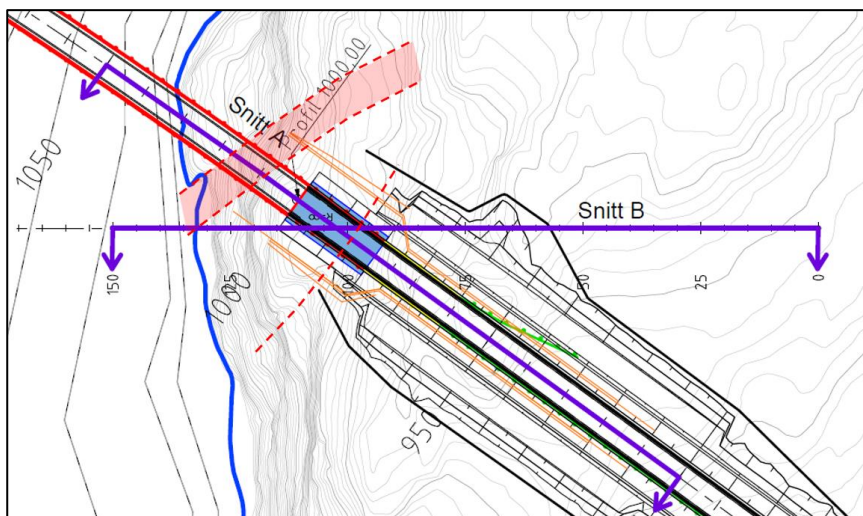
4.1.1.1 Bergstabilitet fundamentområde

Landkar Elvalandet etableres på utsprengt hylle i det bratte terrenget på vestsida av Ølhammaren, se figur 4-1, og snitt i figur 4-2. Fundamentnivå er planlagt på kote + 28. Fundamentets størrelse er foreløpig antatt å ha ca. lengde og bredde på 20 x 11 m, og 11 m høyde. Dette vil kunne endre seg i forbindelse med bruprosjekteringen. Endelig last i underkant fundament er ikke fastlagt. På grunn av fundamentets størrelse vil lastene fordeles over en relativt stor flate, og opptredende spenninger i underkant av fundamentet vil bli moderate.

Bergmassen i området for bergfundamentet ved Elvalandet framstår som massiv og med få gjennomsettende sprekker. Sprekkesett S2 er registrert med gjennomsnittlig 45 grader fall mot sjøen (se figur 4-2). Det er imidlertid stor sprekkeavstand mellom sprekker i fundamentområdet og det er ikke observert utholdende og gjennomsettende sprekker, slik at sprekkesettet ikke vurderes å utgjøre noen risiko med tanke på utglidning under landkaret.



Figur 4-1: Fundamentområde for landkar Elvalandet er indikert i terrenget med gul ring.



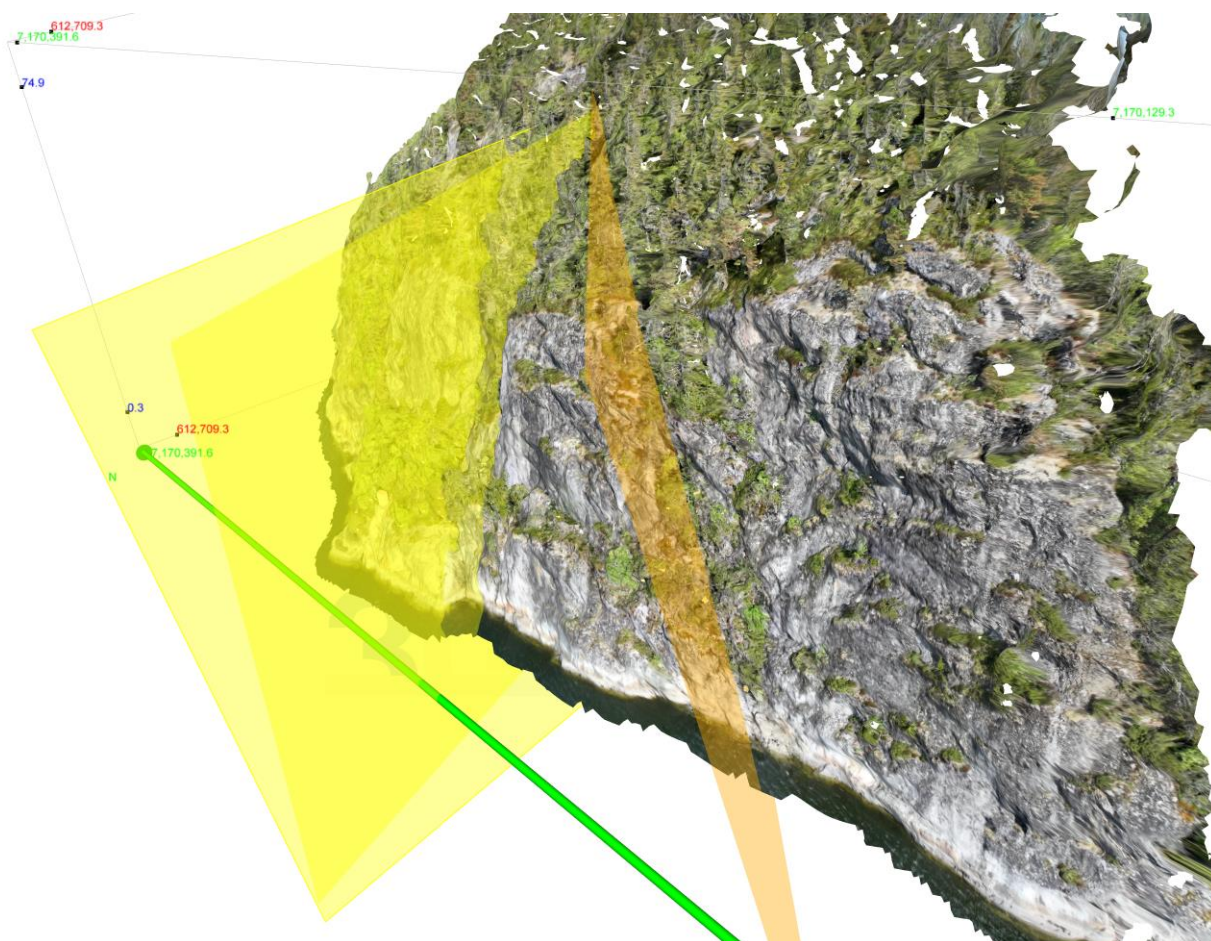
Figur 4-2: Snitt gjennom fundamentområdet på Elvalandet.

Svakhetssone III er registrert i terrenget i fundamentområdet. På befaring ble sonens bredde målt til ca. 1 meter ved kote 35 i terrenget. Sonen faller vertikalt eller med steilt fall mot SØ. Bergmassen på begge sider for denne sonen framstår som massiv.

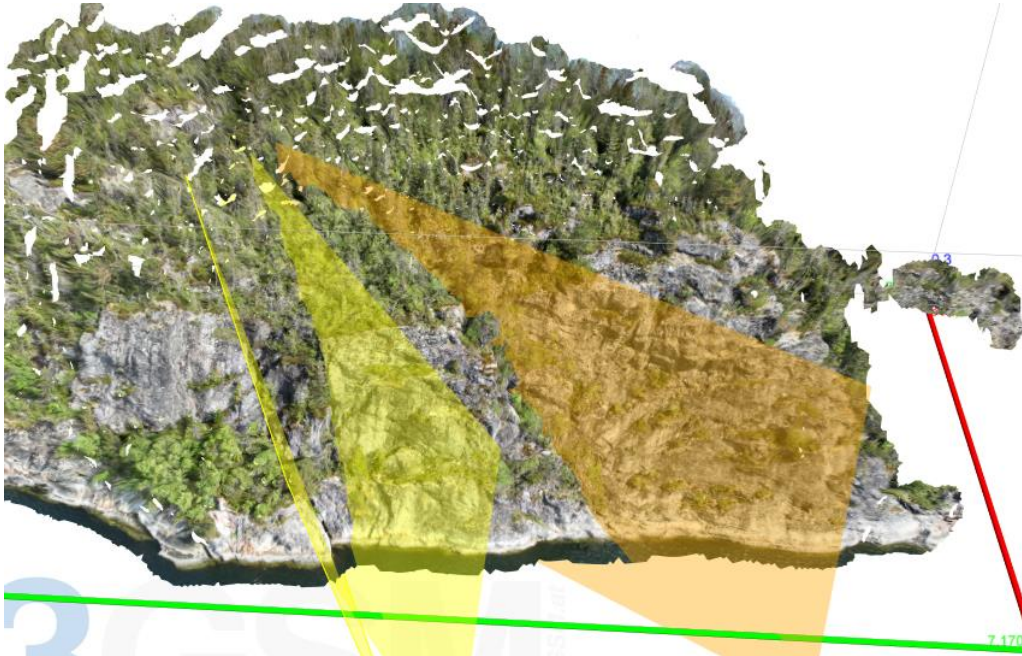
Svakhetssone IV er ikke registrert som noen tydelig forsenkning i terrenget som var tilgjengelig å gå til fots, da dette området var dekket med vegetasjon. Sonen kommer tydeligst fram fra bilder som er tatt med drone av bergskrenten foran fundamentområdet. Fra dronebildene er det laget en enkel 3D-modell som er brukt til å vurdere sonens størrelse og orientering. På grunn av det ikke ble brukt fastmerker for georeferering i modellen, vil modellen være noe unøyaktig med tanke på størrelser og vinkler. Ut fra resulterende modell vurderes det at den likevel er god nok for å kunne gjøre overordnede vurderinger av strukturene i fundamentområdet.

Fra dronemodellen er bredden på svakhetssone IV målt til mellom ca. 10-15 meter. Sonen framstår som undulerende og målt fall varierer mellom ca. 70-85° mot SØ til SSØ.

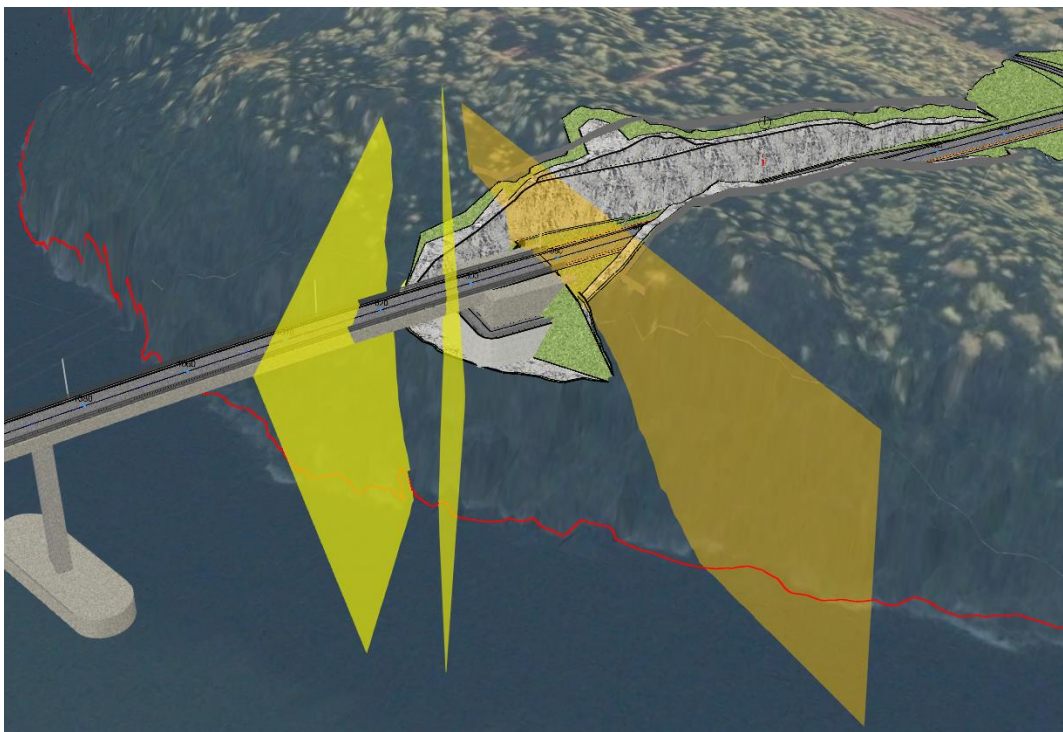
De to sonenes utbredelse ved fundamentområdet er forenklet konstruert i dronemodellen (se figur 4-3 og figur 4-4) og videre lagt inn i visningsmodell (figur 4-5 og figur 4-6). Her ses det at sone III strekker seg på tvers gjennom bakre del av fundamentflata, mens sone IV går i framkant og trolig noe innpå sprengningsflata for fundamentgropa.



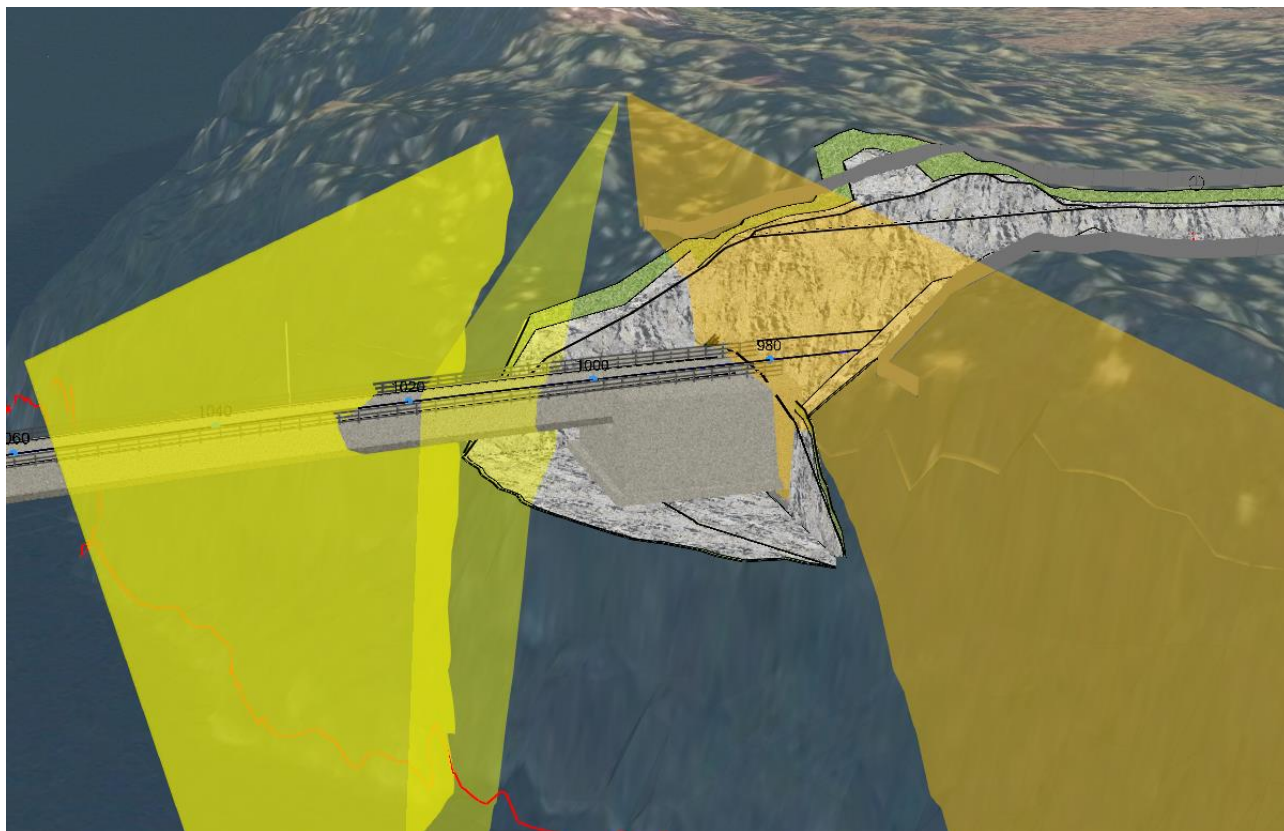
Figur 4-3: Omtrentlig forløp av svakhetssone III er vist med oransje plan i dronemodellen.



Figur 4-4: Omtrentlig forløp av sone IV (ytre begrensning) er vist med to gule plan i dronemodellen. Sonen ligger altså mellom disse to planene.



Figur 4-5: Utklipp fra visningsmodell av brua, som viser de samme planene som er modellert i dronemodellen.



Figur 4-6: Utklipp som viser plassering av bergfundament i forhold til sonene (støttemurer og fyllinger rundt fundamentet er tatt bort fra visningen).

Den tolkede orienteringen av svakhetssonene indikerer at sonene strekker seg skrått innover i bergmassen fra skråningsfronten, og at eventuelt bergvolum dannet av kryssingen av disse sonene vil ligge godt innspenst, og stabilt. På bakgrunn av dette, sammen med at sprekkeseett S2 vurderes å ikke ha negativ effekt på stabiliteten av fundamentområdet, vurderes skråningsstabiliteten for landkaret som god.

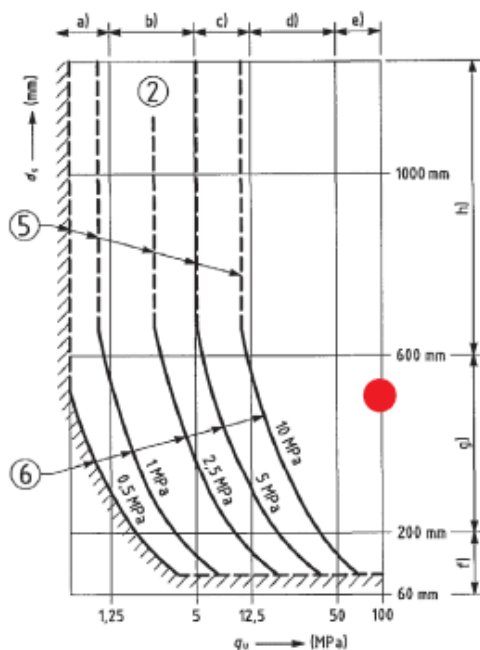
Det er vurdert at ytre kant av fundamentet kan settes inntil 5 meter fra skråningskanten. Dette for sikre tilstrekkelig innspenning i bergmassen under landkaret og for å ha nok arbeidsplass under bygging. I figur 4-5 og figur 4-6 ser en at sone IV er i kontakt med sprengningsflata foran fundamentet. Ventelig kan det bli behov for sikringstiltak i form av forbolting før sprengning og eventuelt bolting av fronten, for å bevare mest mulig av bergflata foran fundament.

4.1.1.2 Tillatt såletrykk

Bergmassen er en massiv migmatittgneis. Det er ikke utført kvantitative tester av bergartsstyrke, men på befaring var det kun mulig å slå av små fragmenter av berget med hammer, og det antas at enaksial trykkfasthet er over 100 MPa. Midlere sprekkeseavstand er vurdert å være > 50 cm. Med utgangspunkt i metode for å finne antatt bæreevne for sålefundamenter på berg gitt i tillegg G i Eurokode 7 [2], er det vurdert at antatt bæreevne for bergmassen er mer enn 10 MPa (figur 4-7).

I henhold til NBGs veileder til Eurokode 7 [21] er det vanlig praksis at tillatt bæreevne ikke overstiger 10 MPa, uansett bergartstype og oppsprekking.

Det er usikkert om svakhetssone III bli liggende i fundamentflata eller ikke. Det vurderes likevel at dersom sonen skulle influere fundamentflata, er sonens størrelse såpass liten sammenlignet med fundamentflata, at bergmassens bæreevne ikke vil bli påvirket av dette.



Figur 4-7: Skjema for vurdering av antatt bæreevne for sålefundamenter på berg fra Eurokode 7, tillegg G. Skjema gjelder berggruppe 2 (metamorfe bergarter), og rød markering angir antatt enaksial trykkfasthet og avstand mellom diskontinuiteter for kartlagt migmatittgneis.

4.1.2 Landkar Jøa

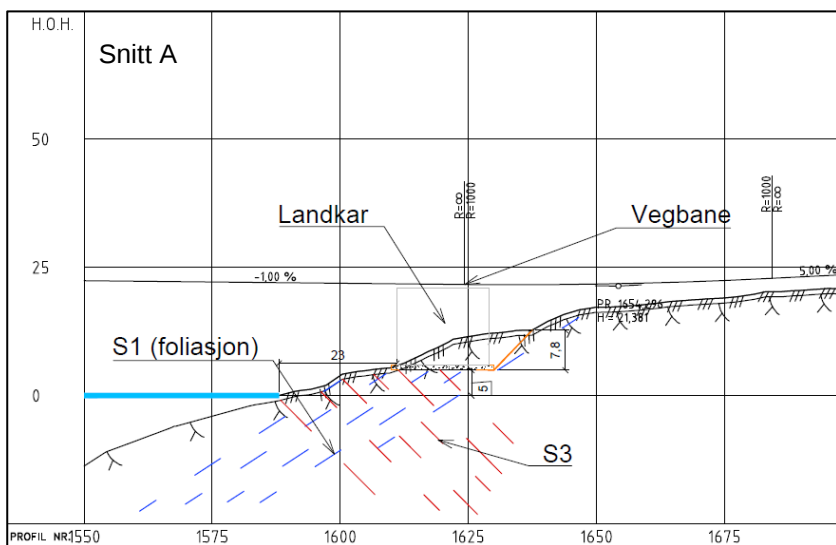
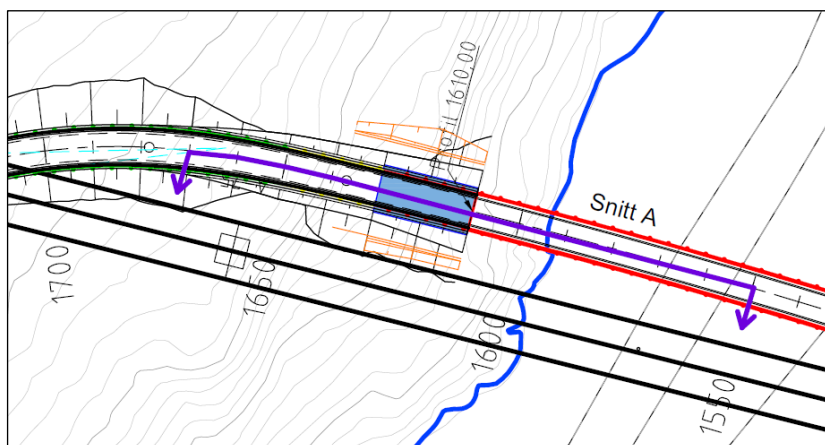
4.1.2.1 Bergstabilitet fundamentområde

Landkar Jøa etableres på utsprengt flate ca. 20 meter fra sjø. Terrenget skråner slak oppover fra sjøkanten, og fundamentnivå for landkaret er planlagt på ca. kote +5. Fundamentets størrelse er foreløpig antatt å ha ca. lengde og bredde på 20 x 11 m, og 11 m høyde. Dette vil kunne endre seg i forbindelse med bruprosjekteringen. Endelig last i underkant fundament er ikke fastlagt. På grunn av fundamentets størrelse vil lastene fordeles over en relativt stor flate, og opptredende spenninger i underkant av fundamentet vil bli moderate.

Bergoverflata langs sjøkanten og utover i sjøen skråner slakt. Det er ikke registrert sprekker eller andre strukturer som har ugunstig orientering eller utgående i bergskråningen. Foliasjonen følger, eller har brattere fall, enn bergoverflata (figur 4-9), og det anses ikke som sannsynlig at foliasjonsparallelle strukturer har utgående i skråningen under sjø. Skråningsstabiliteten for landkaret vurderes derfor som god.



Figur 4-8: Fundamentområde for landkar Jøa er indikert i terrenget med gul ring.

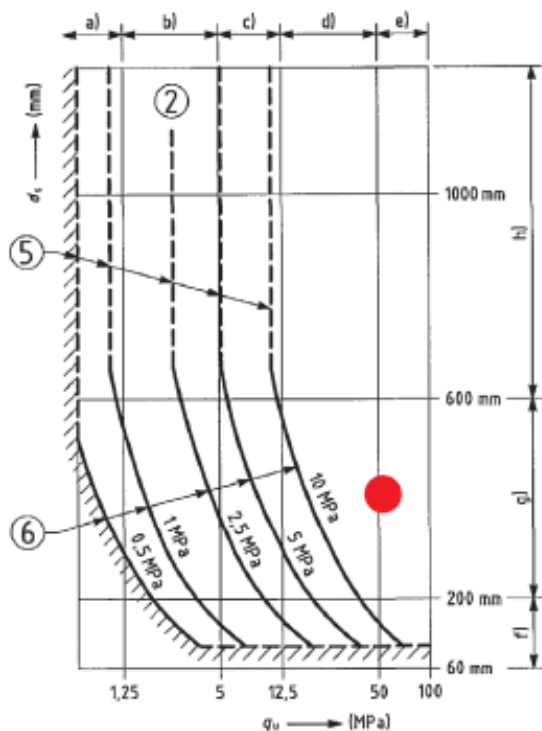


Figur 4-9: Snitt gjennom fundamentområdet på Jøa.

4.1.2.2 Tillatt såletrykk

Bergmassen ved fundamentområdet er observert i strandsonen. Bergmassen er en glimmerskifer som framstår som kompetent, med gunstig sprekkeorientering. Det er ikke utført kvantitative tester av bergartsstyrke, men på befaring var det kun mulig å slå av små fragmenter av berget med hammer, og det antas at enaksial trykkfasthet er over 60 MPa. Midlere sprekkeavstand er vurdert å være >30 cm. Med utgangspunkt i metode for å finne antatt bæreevne for sålefundamenter på berg gitt i tillegg G i Eurokode 7, er det vurdert at antatt bæreevne for bergmassen er mer enn 10 MPa (figur 4-10).

I henhold til NBGs veileder til Eurokode 7 [21] er det vanlig praksis at tillatt bæreevne ikke overstiger 10 MPa, uansett bergartstype og oppsprekking.



Figur 4-10: Skjema for vurdering av antatt bæreevne for sålefundamenter på berg fra Eurokode 7, tillegg G. Skjema gjelder berggruppe 2 (metamorfe bergarter), og rød markering angir antatt enaksial trykkfasthet og avstand mellom diskontinuiteter for kartlagt glimmerskifer.

4.2 Bergskjæringer

4.2.1 Geometrisk utforming

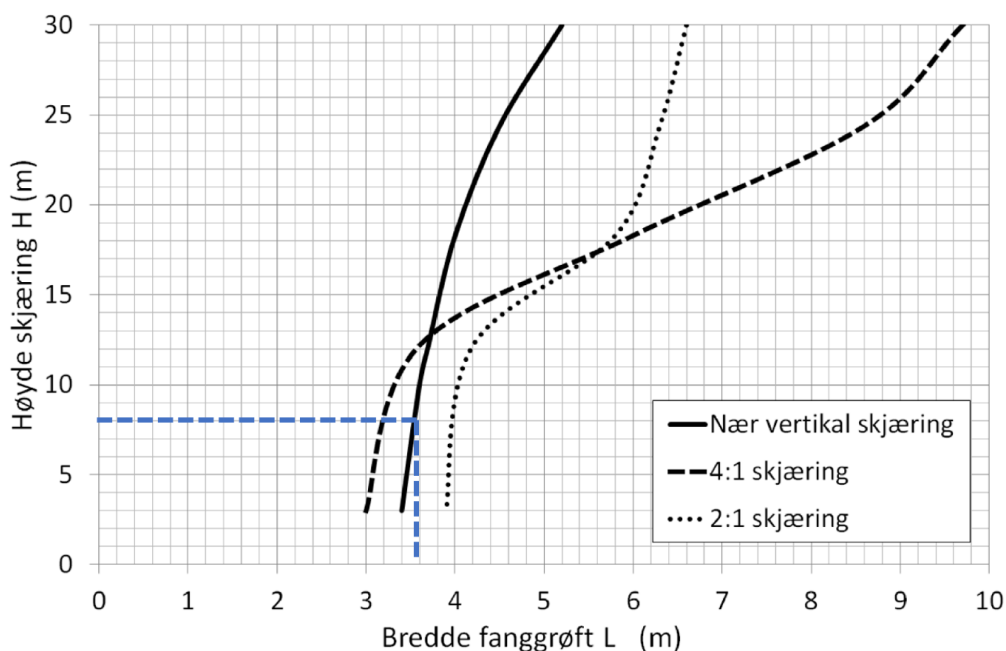
Bergskjæringene planlegges utformet etter krav i vegnormal N200 [5]:

- Bergoverflaten avdekkes minst 2 m bak prosjektert skjæringstopp
- Skjæring etableres med helning 10:1
- Bergskjæringene utformes med fanggrøft, med minimumsbredde i henhold til figur 1.9.1-2 i N200 [5], se figur 4-11

Løsmassedekke over topp skjæring er ved bergskjæring 1 antatt å være tynt, mens for bergskjæring 2 kan løsmassedekket stedvis ha større mektighet. Tiltak for stabilisering av løsmasser vil være avgraving

minimum 2 meter bak skjæringstopp. Om det viser seg å være større tykkelse enn antatt, må løsmassene videre bak legges i stabil vinkel eller det må vurderes annen sikring for å hindre erosjon og utglidning. Dette må i så tilfelle bestemmes av geoteknikker i byggefasen.

Kravet for minimumsbredde av fanggrøft gjelder for usikret bergskjæring, og vil ivareta sikkerhet mot mindre nedfall av stein og blokk. Sikring mot utglidninger (totalstabilitet) og større blokker vil ikke være ivaretatt av fanggrøft og må vurderes spesielt. Da maksimal høyde på skjæring 1 og høyde på nedre pall for bergskjæring 2 er 8 meter, legges det til grunn minimum 3,6 meter fanggrøft på begge sider av vegen.

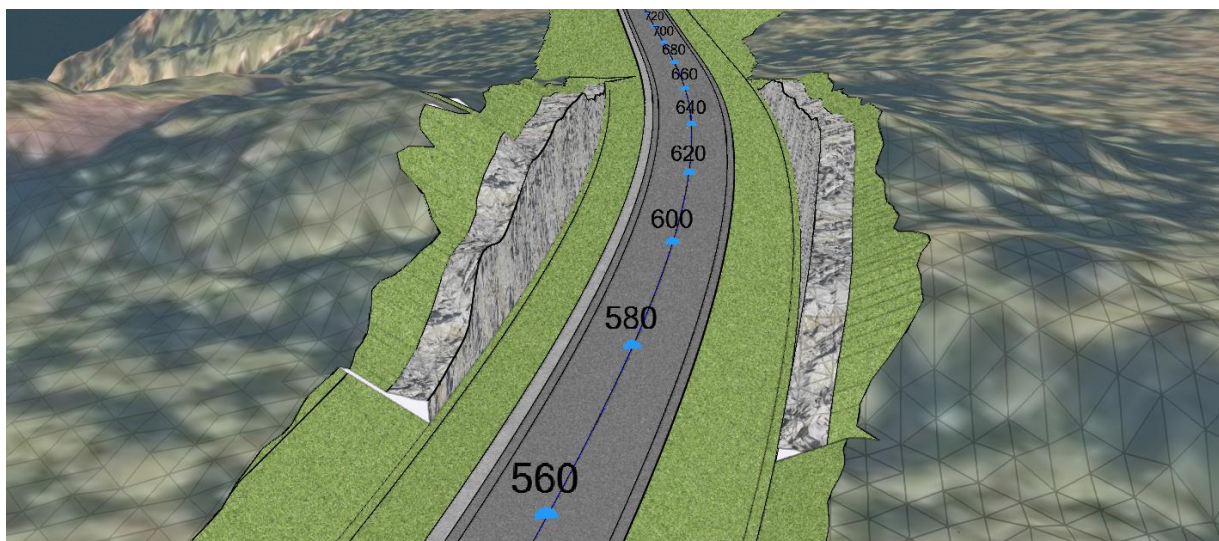


Figur 4-11: Minimum bredde av fanggrøft avhengig av skjæringshøyde og skjæringshelning. Figur 1.9.1 - 2 i N200 [5]. Minimum bredde på fanggrøft for 8 meter høy bergskjæring er 3,6 meter (stiplet inn med blått).

4.2.2 Bergskjæring 1, profil 570-660

Bergskjæring 1 er tosidig og blir opptil 8 meter høy både på venstre side og høyre side (figur 4-12). Det er planlagt fanggrøft på begge sider med bredde mellom 3,8 og 4,5 meter.

Totalsondering utført til venstre for senterlinje veg (ca. profil 620) viser 0,25 m løsmassemekthet. Dette samsvarer med observasjoner i felt, hvor løsmassedeckket generelt framsto som tynt.



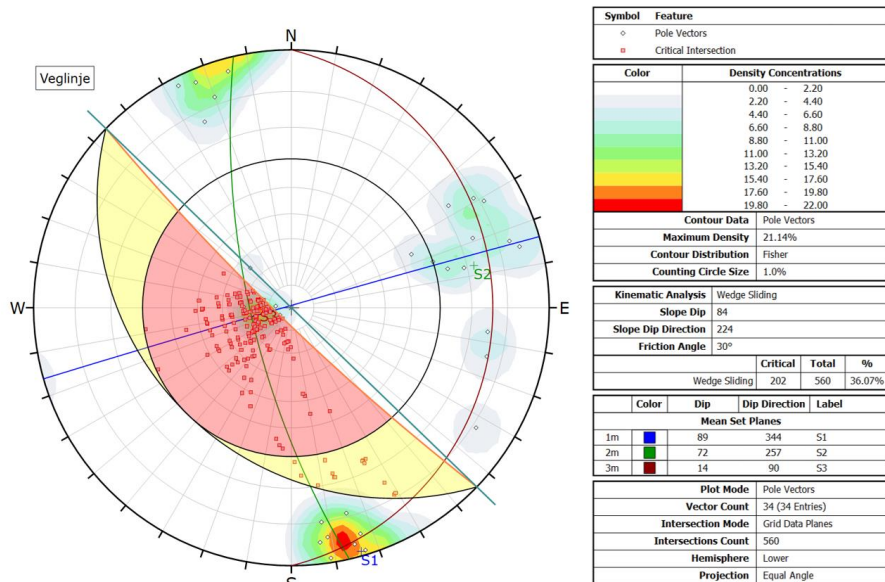
Figur 4-12: Utsnitt fra modell som viser bergskjæring 1, sett mot vest.

Det er utført kinematisk analyse for begge sider for vurdering av potensielle utglidningsmekanismer med tanke på totalstabilitet i skjæringa (figur 4-13). Potensielle utglidningsmekanismer er oppsummert i tabell 4-1, samt vist i tverrsnitt i vedlegg 2. Generelt har sprekkesettene gunstige orienteringer. Størst potensial for utfall i skjæringa kommer av kiler dannet av de to steile sprekkesettene S1 og S2, dette gjelder både på høyre (kileutglidning) og venstre side (direkte toppling). På grunn av at sprekkeene er steile, vil volumet på eventuelt avløste kiler være begrenset.

Generelt framstår bergmassen som kompetent og storblokkig. Sprekkeflater er undulerende og hakkete, slik at kiler og blokker vil ha god fortanning. Permanent sikring i skjæring vil trolig bestå av spredt bolting av eventuelle blokker og flak.

Tabell 4-1: Potensielle utglidningsmekanismer i bergskjæring 1.

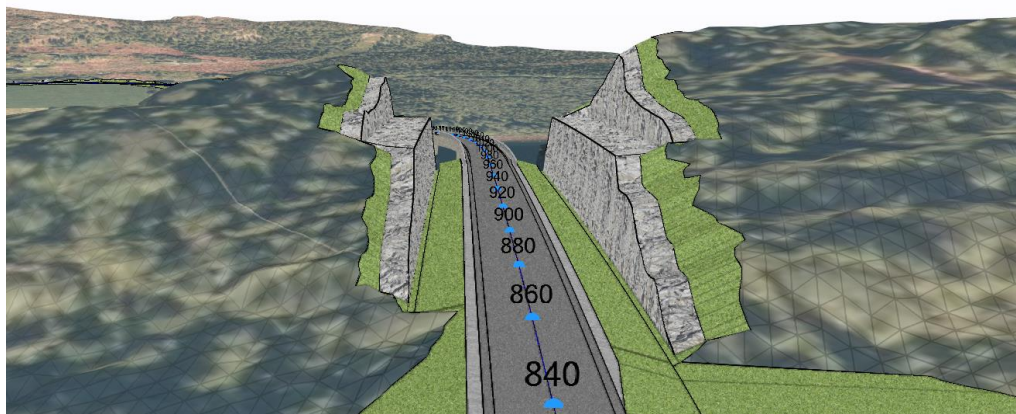
Skjæring 1	Utglidningsmekanisme	Beskrivelse
Venstre side	Fleksural toppling	Fra S2 som faller steilt inn i skjæring
	Direkte toppling	Blokker dannet av S1/S2, med S3 som underkuttende plan
Høyre side	Kileutglidning	Kiler dannet av S1/S2
	Plan utglidning	Fra enkelte av S2-plan



Figur 4-13: Utsnitt fra kinematisk analyse av kileutglidning for høyre side av bergskjæring 1. Skjæringslinja mellom sprekkesettene S1 og S2 plotter i kritisk område (rødt).

4.2.3 Bergskjæring 2, profil 860-980

Bergskjæring 2 blir opptil 16 meter høy på høyre side, og ca. 14 meter høy på venstre side (figur 4-14). Skjæringa er på begge sider av vegen planlagt utformet med en pallhøyde på 8 m på nedre pall og en 5 meter bred hylle mellom øvre og nedre pall. Pallhøyden er utformet etter tverrfaglig vurdering med landskapsarkitekt. Det er planlagt fanggrøft på begge sider med bredde 3,8 meter.

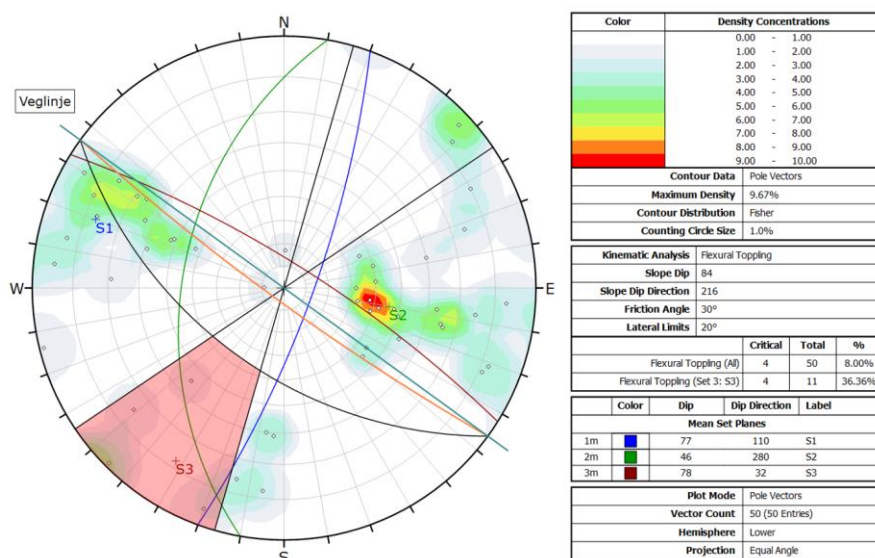


Figur 4-14: Utsnitt fra modell som viser bergskjæring 2, sett mot vest.

Det er utført kinematisk analyse for begge sider for vurdering av potensielle utglidningsmekanismer med tanke på totalstabilitet i skjæringa. Potensielle utglidningsmekanismer er oppsummert tabell 4-2, samt vist i tverrsnitt i vedlegg 3. Generelt har de mest framtreddende sprekkoplanene gunstig orientering, sprekkesett S1 og S2 er orientert med stor vinkel til skjæringsveggen. Sprekkesett S3 har en større variasjon i orientering og fall og særlig på høyre side ses det potensial for toppling fra sprekkesett S3, se figur 4-15.

Tabell 4-2: Potensielle utglidningsmekanismer i bergskjæring 2.

Skjæring 2	Utgilidningsmekanisme	Beskrivelse
Venstre side	Plan utglidning	Fra enkelte S3-plan
	Kileutglidning	Kiler dannet av S2/S3
Høyre side	Fleksural toppling	Fra S3 som faller steilt inn i skjæring



Figur 4-15: Utsnitt fra kinematisk analyse av fleksural toppling for høyre side av bergskjæring 2. Enkelte sprekkevarianter fra S3 plottes i kritisk område (rødt).

Det er observert to svakhetssoner som kan påvirke bergskjæringen, estimert plassering og utbredelse av disse er skissert i figur 4-16 og figur 4-17. Bergmassekvaliteten i disse sonene er usikker. Trolig vil sonene bestå av tettere oppsprukket bergmasse. Det kan ikke utelukkes bergmasse med åpne sprekker og sprekkefyll.



Figur 4-16: Estimert plassering og utbredelse av svakhetssone I og svakhetssone II i høyre side av bergskjæring 2.



Figur 4-17: Estimert plassering og utbredelse av svakhetssone I og svakhetssone II i venstre side av bergskjæring 2.

Generelt framstår bergmassen som kompetent og storblokkig. Sprekkeplan er generelt undulerende og ru, og uten sprekkefyll, og friksjonen langs sprekkeplanene vil være høy. Permanent sikring i skjæring vil trolig bestå av spredt bolting av eventuelle blokker og flak. I de antatte svakhetssonene kan det bli behov for sikring med steinsprangnett og/eller sprøytebetong. Ved småfallent berg vil behovet trolig kunne begrenses kun til nedre pall, da permanent hylle i skjæring vil ta kunne ta imot mindre nedfall fra sonene.

Det antas at løsmassemekktigheten over toppkant av skjæring er størst ved svakhetssone I. Her viser totalsondering utført i senterlinje veg (ca. profil 930) 2,6 meter løsmassemekktighet. Sidevegs for svakhetssonen vil mektigheten trolig være noe mindre. I sonen kan det være en overgang mellom løsmasser og oppsprukket berg/dagberg, og det kan bli behov for å renske oppsprukket berg, framfor å sikre det.

4.2.4 Uttaksmetode og sikringstiltak i bergskjæringer

Det anbefales at bergskjæringene tas ut med kontursprengning som tiltak for å bedre konturen og potensielt redusere sikringsbehovet i bergskjæringene. Behov for forbolter vurderes ut fra de sprekkestrukturer som kartlegges etter avdekking av bergmassen.

Bestemmelse av permanent sikring av bergskjæringer (detaljprosjektering av bergsikring) samt eventuelle tiltak i ovenforliggende terreng må utføres i anleggsfasen, basert på ingeniørgeologisk kartlegging og tilpasset de gjeldende geologiske forholdene.

Totalstabiliteten i bergskjæringene må være ivaretatt. Strukturer og sprekkesystemer må kartlegges i detalj etter utsprengning av skjæringer for prosjektering av permanente sikringstiltak.

Aktuelle sikringstiltak i skjæringene vil være:

- Forbolter
- Rensk: maskinell og manuell
- Sikringsbolter: fullt innstøpte, spredt til systematisk, Ø20mm-32mm, 3-6 meter
- Steinsprangnett
- Sprøytebetong

Sikring av bergskjæringer skal utføres i henhold til krav og beskrivelser i V225 [6] og R761 [8].

For etablering av fundamentflata for landkar Elvalandet må det etableres en midlertidig tilkomstrampe i veglinja. Det vil i forbindelse med dette bli etablert midlertidige og permanente bergskjæringer langs tilkomstrampa og i bakkant av fundamentflata. Totalstabiliteten av disse må ivaretas gjennom ingeniørgeologisk kartlegging og vurdering av behov for bergsikringstiltak.

Det er ikke registrert vannsig eller vannveger som kan føre til isdannelse og behov for isnett i bergskjæringene. Dette må likevel vurderes nærmere i byggefase.

4.2.5 Mengdeestimat bergsikring

Basert på observasjoner fra befaring er det vurdert et forenklet sikringsomfang for bergskjæringene og fundamentområdene. Antatt gjennomsnittlig bolteavstand for sikringsbolter og eventuelt behov for spesielle tiltak er oppgitt i tabell 4-3. Her skilles det mellom permanente skjæringer, som vil være permanente i driftsfase, og midlertidige skjæringer som vil gjenfylles eller ligger tilstrekkelig langt unna ferdig vegbane (gir andre krav til detaljsikring). Ut fra dette er de totale mengdene beregnet basert på areal for skjæringshøyder over 2 meter og forutsetningene listet opp i tabell 4-4. Estimerte sikringsmengder for bergskjæringene er oppsummert i tabell 4-5. Etter oppdragsgivers ønske er mengdene fordelt til ett undernivå fra hovedprosessen, for bruk til Anslag.

Tabell 4-3: Vurderingsgrunnlag sikringsmengder, basert på observasjoner fra befaring.

Bergskjæring	Profil fra	Profil til	Side	Vurdering	Antatt sikringsomfang
1 (permanent)	570	660	Venstre	Enkelte blokker med potensial for toppling.	Bolter c/c 3 m
	570	660	Høyre	Enkelte avløste kiler eller blokker	Bolter c/c 3 m
2 (permanent)	860	980	Venstre	Enkelte avløste kiler eller blokker. Svakhetssoner med tettere oppsprekking.	Bolter c/c 2 m, steinsprangnett ev. sprøytebetong
	860	980	Høyre	Potensial for toppling. Svakhetssoner med tettere oppsprekking.	Bolter c/c 2,5 m, steinsprangnett ev. sprøytebetong
Byggegropp og tilkomstrampe for fundament Elvalandet (midlertidig)	930	980	Venstre	Enkelte avløste kiler eller blokker. Svakhetssoner med tettere oppsprekking. Vil fylles igjen, bortsett fra siste del ved fundament.	Spredd bolting for å ivareta totalstabilitet. Antar ca. 1 bolt pr. 20 m ² skjæring.
	930	1000	Høyre	Potensial for toppling. Svakhetssoner med tettere oppsprekking. Vil fylles igjen.	Spredd bolting for å ivareta totalstabilitet. Antar ca. 1 bolt pr. 20 m ² skjæring.

Tabell 4-4: Forutsetninger for estimering av sikringsmengder, permanente og midlertidige bergskjæring.

Forutsetning	Permanent	Midlertidig
Totalt areal skjæring	3000 m ²	600 m ²
Løpemeter skjæring over 2 m høyde	380 lm	120 lm
Areal m ² skjæring over 2 m høyde	2300 m ²	360 m ²
Andel skjæring med forbolter	30 lm	-
Andel skjæring med steinsprangnett	10 %	-
Andel skjæring med sprøytebetong	15 %	-

Tabell 4-5: Estimerte sikringsmengder bergskjæring.

Prosess	Sikringsmidler	Mengde
23.1	Rensk av skjæring i berg	3000 m ²
23.2	Bolter	400 stk.
23.3	Sikring med bånd og nett	150 m ²
23.4	Sikring med sprøytebetong	50 m ³

4.3 Alternativ utforming av bergskjæring 2

For å redusere terrenngrepet ved bergskjæring 2 er det sett på et alternativ med skjæring uten sikringshülle. Forventet skjæringshøyde vil bli omtrent det samme, opptil 15-16 meter, men da uten en 5 meter bred hülle mellom øvre og nedre pall i skjæringa.

De høyeste delene av skjæringa, det vil si de delene av skjæringa som vil bli over ca. 12 meter, bør sprenges ut i minimum to paller for å ha kontroll på boringa og oppnå god kontur. Ansett for nedre pall må

ligge så nær skjæringsvegg som mulig for at gjenstående kant fra ansett skal bli så liten som mulig. Videre bør denne kanten forsøkes å pigges vekk etter sprengning. Dette fordi små avsatser og kanter i skjæringa kan fungere som springbrett for fallende steiner fra øvre del og medføre at blokker kan styres mer inn mot vegbanen.

Uten permanent sikringshulle i skjæring anbefales det at det legges opp til minimum 4 meter grøftebredde langs skjæringa, i henhold til figur 4-11. Generelt har innmålte sprekkesett gunstige orienteringer, og det forventes kun en begrenset økning i sikringsnivået for å ta høyde for potensielt større avløste bergvolumer. Dette forventes å bestå av bolter med større dimensjon (Ø25-Ø32 mm) og lengre lengder (6-8 meter).

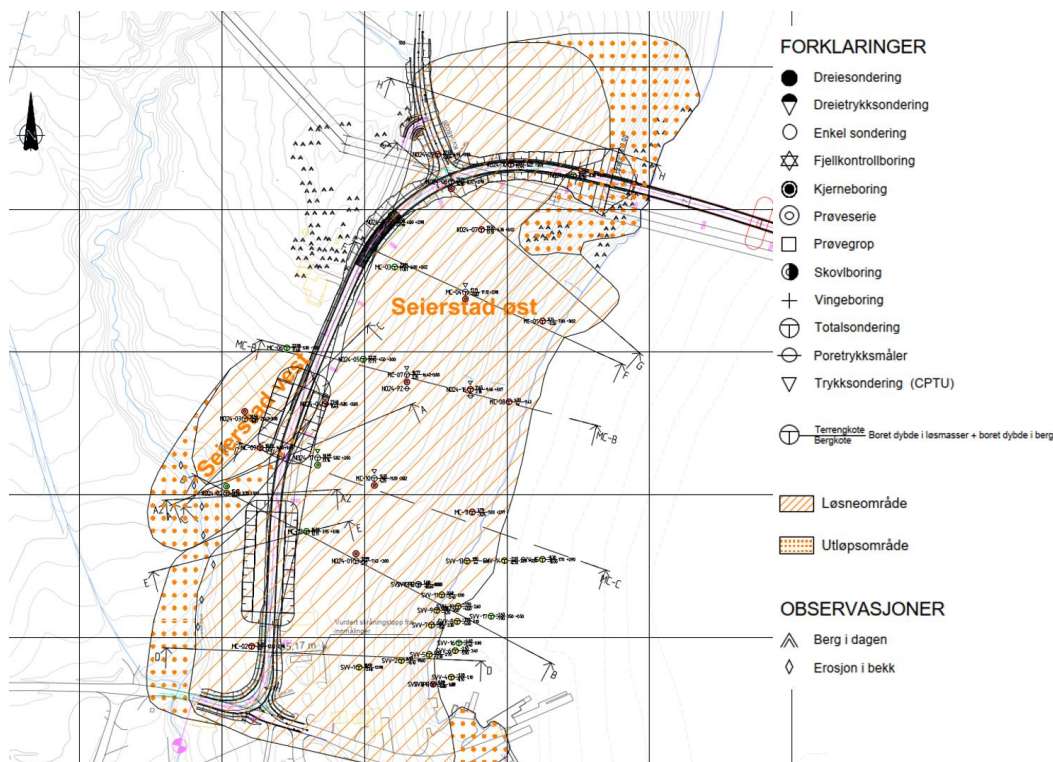
For sikring av svakhetsone I og II vil det sannsynligvis bli et større behov for sikring med nett eller sprøytebetong helt fra toppkant av skjæring, sammenlignet med bergskjæring med permanent hulle.

4.4 Omgivelser og ytre miljø

4.4.1 Grenseverdier for vibrasjoner

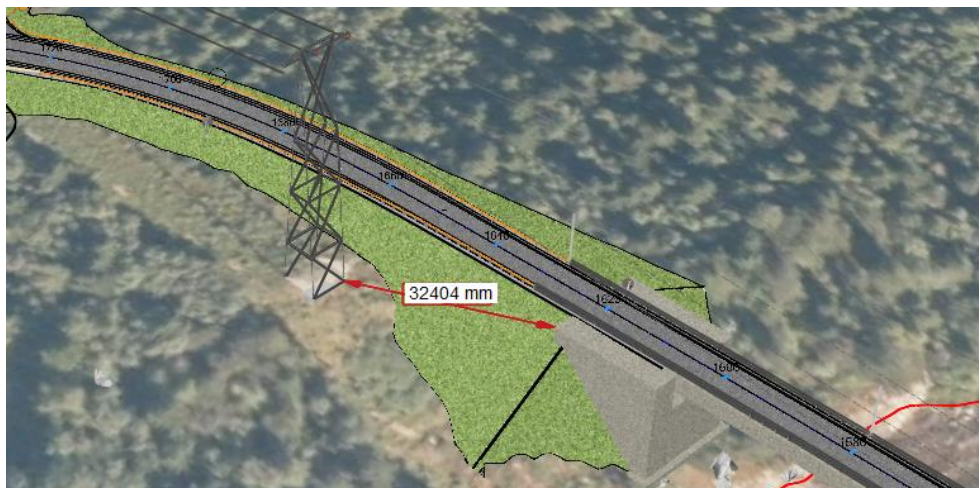
Ved Elvalandet ligger nærmeste bygning omtrent 130 meter unna, og Jøa omtrent 160 meter unna sprengningsarbeidene, og det vurderes ikke som nødvendig å utarbeide grenseverdier for vibrasjoner for disse, jf. anbefalt besiktigelsesområde ut ifra avstand til anleggssted og situasjon gitt i NS 8141-4:2021 [11].

På Jøasida er det registrert forekomster av kvikkleire i og ved tiltaksområdet, se figur 4-18. I henhold til NS 8141 del 3 [10] gjelder grenseverdi for vibrasjoner $v_f = 45$ mm/s for områder med kvikkleire. Grenseverdien har primært som mål å unngå med rimelig sikkerhet at vibrasjoner fra sprengning utløser skred i kvikkleire, også ved gjentatte eksponeringer.



Figur 4-18: Utsnitt fra tegning V106, vedlegg i geoteknisk rapport GEO-RAP-02 [22], som viser vurderte løseområder og utløpsområder for kvikkleireskred.

Sprengning i landkarsområdet på Jøa vil være i nærheten av eksisterende høyspent mast (ca. 30 meter avstand, se figur 4-19). NS 8141-1:2022 [9] dekker ikke grenseverdier for vibrasjoner for høyspentanlegg, slik at eventuelle grenseverdier for vibrasjoner for høyspentmasta må avklares med Tensio, som er eier. Om det ikke foreligger grenseverdier, vil trolig Tensio ha driftsinstruks for arbeid nær anlegget (herunder sprengning) som vil være førende.



Figur 4-19: Utklipp fra visningsmodell, som viser omtrentlig avstand til eksisterende høyspentmast ved landkarsområdet på Jøa.

4.4.2 Syredannende berg

Langs fv. 777 sør for prosjektområdet ble det observert at glimmerskiferen viste tegn til sulfidinnhold. (rustfarge og gul utfelling). På befaring ble det ved profil 600 registrert tynne lag i glimmerskiferen med noe rustutfelling (figur 4-20). Med tanke på omfanget er det vurdert at innholdet av sulfid er begrenset og eventuelt syredannende mineraler nøytraliseres av glimmerskiferens kalkinnhold. Det anbefales likevel at det utføres kjemiske tester ved videre detaljprosjektering eller i anleggsfase for å verifisere dette.



Figur 4-20: Lag i glimmerskiferen med synlig rustutfelling. Registrert ved bergskjæring 1.

4.5 Vurdering av skredfare

Ut fra aktsomhetskartene og observasjoner i terrenget er det vurdert at det ikke er reell fare for jord- og flomskred mot ny vegstrekning og landkar for brua. Aktsomhetskartene for snøskred viser aktsomhetsområde for snøskred for sikkerhetsklasse S3 i bergskrenten på vestsida av Ølhammeren. Terrenget er stedvis svært bratt, med skrenter og hyller, og muligheten for ansamlinger av snø i parti store nok for utløsning av snøskred vurderes som ikke reell.

Bergskrenten har enkelte partier med tettere oppsprekking og med potensial for utløsning av steinsprang. Utformingen av den tosidige bergskjæringa vil derimot eliminere potensialet for utløsning av steinsprang som kan nå veglinja i permanent fase, og steinsprangfaren vurderes derfor som akseptabel.

4.6 Borbarhet og sprengbarhet

Borbarhet hos bergarter defineres av netto inndrift (borsynk) samt den slitastjen bergarten forårsaker på boreutstyret (borslitasje), disse benevnes henholdsvis som borsynkindeks (DRI) og borslitasjeindeks (BWI). DRI- og BWI-verdien til migmatittgneis (granittisk gneis) og glimmerskifer er hentet fra tabellverdier [23] og er vist i tabell 4-6. Borbarheten til migmatittgneisen vurderes som middels, mens glimmerskiferen har høyere inndrift og lavere borslitasje, og borbarheten vurderes som god.

Sprengbarheten bestemmes hovedsakelig av sprengbarhetsindeksen (SPR) som påvirkes av blant annet bergartens anisotropi og spesifikke vekt. Den kvalitative sprengbarheten til migmatittgneis (granittisk gneis) er forventes å være middels til god, mens den for glimmerskifer forventes å være middels [24]. Bergmassens oppsprekingsgrad vil også kunne påvirke sprengbarheten.

Tabell 4-6: Borbarhet og sprengbarhet for granitt, fra tabellverdier [22].

Bergart	Borbarhet (DRI / BWI)	Sprengbarhet (SPR)
Granittisk gneis	52 Middels / 37 Middels	Middels til god
Glimmerskifer	69 Høy til meget høy / 26 Lav	Middels

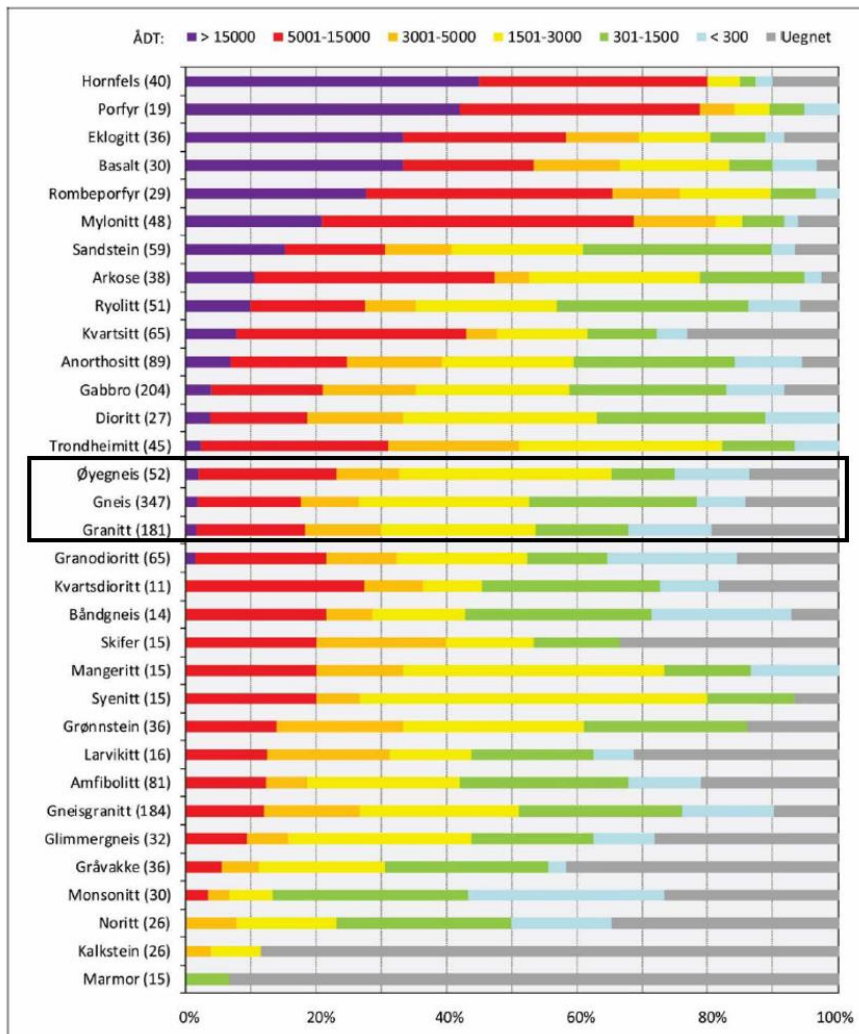
4.7 Bruk av steinmateriale

I nye infrastrukturprosjekter anbefales det å utføre en enkel kategorisering av mulige bruksformål for overskuddsstein, og det er et stort fokus på å utnytte kortreist stein [25]. Krav til materialer og utførelse av vegoppbygging er angitt i vegnormal N200 [5]. For alle materialer i vegoverbygning er det satt kvalitetskrav for bruk av steinmaterialer som mekaniske egenskaper, kornform, korngradering, finstoffinnhold og andel knuste korn.

Det er ikke gjort tester av steinmateriale langs traseen, da det ikke var mulig å slå løs tilstrekkelig mengde testmateriale kun ved håndmakt under befarig.

Bergmassen langs traseen framstår generelt som sterk og kompetent, og erfaringsmessig er migmatittgneis godt egnet til bruk i vegformål, både som overbygning (se figur 4-21) og underbygning. Glimmerskiferen i området er også hard og kompetent, men innholdet av glimmerminerale og kalsitt, gjør at bergmassen trolig er best egnet kun til underbygningsformål.

Det anbefales at det før oppstart og under bygging tas rutinemessige tester av bergmassenes mekaniske egenskaper.



Figur 4-21: Utdrag fra geologisk veileder for bruk av kortreist stein [25]. Figuren viser ulike bergarters egnethet til bærelag og toppdekke i veg, ut ifra gjennomsnittlig årsdøgnetrafikk (ÅDT). Migmatittgneis vurderes å kunne ha tilsvarende kvaliteter som øyegneis, gneis og granitt.

5 HMS

I forbindelse med bergarbeidene er det identifisert følgende forhold som kan påvirke sikkerheten for mennesker og utstyr:

- Uttak av berg vil foregå i bratt terreng på vestsiden av Ølhammaren, med risiko for fall av maskiner, utstyr eller personell utfor bergskrenten. I planleggingen av den anleggstekniske gjennomføringen av berguttak for skjæring og fundamentflate, må det vurderes behov for fysiske barrierer på kanten mot sjøen.
- Migmatittisk gneis har en granittisk sammensetning og kan definisjonsmessig ha et høyt innhold av kvarts. Ved arbeider som boring, sprengning og pigging vil det kunne frigjøres steinstøv, hvorav kvartsstøv er forbundet med helserisiko. Dersom det ikke kan dokumenteres at nivåene av kvartsstøv er forsvarlig, bør det gjøres tiltak for å redusere eksponering av steinstøv. Mulige tiltak kan være støvreduserende utstyr på boremaskiner, personlig verneutstyr og eller å hindre/ redusere støvdannelse med bruk av vann.

6 Usikkerheter og restrisiko

Følgende usikkerheter og restrisiko i er identifisert i reguleringsplanfasen for de bergtekniske arbeidene:

- Tilkomst for uttak av fundamentflate og for konstruksjon av landkar er foreløpig skissert ut med en tilkomstrampe som tas ut i bunnen av bergskjæring 2. Dette fører til at den totale høyden på nedre pall i bergskjæringa kan midlertidig bli opptil ca. 20 meter høy. Det er antatt at tilkomstrampa fylles igjen med masser før oppbygging av vegen, men totalstabiliteten av midlertidig skjæring må likevel vurderes og ses i sammenheng med stabilitet i permanent fase.
- I framkant av fundamentgropa for fundamentet på Elvalandet er det registrert en svakhetssone bestående av grovt oppsprukket berg med åpne sprekker. Stabiliteten av bergkanten mot sjøen må vurderes spesielt før sprengning settes i gang.
- Det er registrert aktsomhetsområde for steinsprang i fundamentområdet på Elvalandet. Endelig utforming av tilkomst og uttaksrekkefølge i fundamentområdet er foreløpig ikke bestemt i detalj. I forbindelse med anleggsarbeidene vil det derfor være behov for å gjøre en vurdering av steinsprangfaren ned mot arbeidsområde og eventuelt behov for rensk eller sikring i overliggende terreng som en del av arbeidssikringen.
- Sprengningsarbeider skal foregå i terrenget over sjø. Ved feilslått sprengning er det risiko for at stein kan kastes ut i sjøen, hvor det normalt kan være båttrafikk. Det må vurderes behov for fysiske sperringer i sjø eller andre tiltak for å redusere risiko for skade på tredjepart ved feilslått salve.
- Sprengning nær høyspentlinje skal være varslet til Tensio. Tensio har egen driftinstruks for arbeider nær luftledningsanlegg, og ved oppstart av arbeider må Tensio kontaktes for å avklare gjeldende retningslinjer.
- Det er vurdert at de utførte ingeniørgeologiske undersøkelsene i reguleringsplanfasen har vært detaljerte nok til at det ikke er behov for videre undersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering. Det kan likevel ikke utelukkes at spesielle forhold eller endrete forutsetninger kan dukke opp under detaljprosjektering, som vil kreve nye undersøkelser.

7 Ingeniørgeologisk oppfølging i byggefasen

Uttak av bergskjæringene må følges tett opp av ingeniørgeolog for vurdering av uttaksmetodikk og bestemmelse av permanent bergsikring.

Også arbeider ved fundamentområdene må følges tett opp av ingeniørgeolog. Når bergoverflaten ved fundamentene er avdekket, må ingeniørgeolog inn på stedet for å undersøke bergmassens kvalitet og ta en endelig vurdering på stabilitetsforholdene og nødvendige sikringstiltak før sprengning.

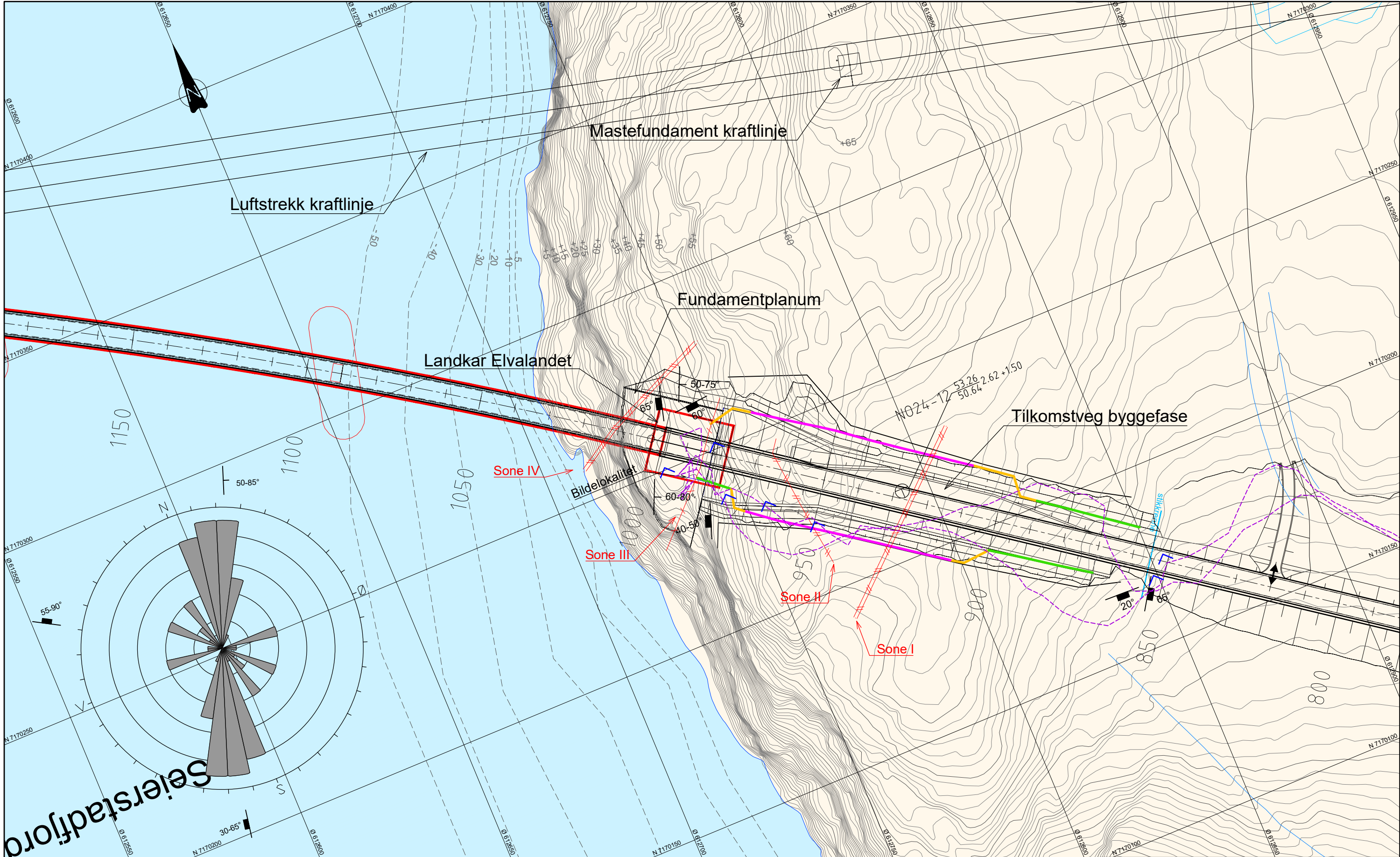
Bergskjæring 1 er underlagt prosjekteringskontrollklasse 2 og utførelsesklasse 2, mens bergskjæring 2, samt fundamenteringsarbeidene er underlagt prosjekteringskontrollklasse 3 (PKK3) og utførelseskontrollklasse 3 (UKK3). Detaljprosjektering av bergsikring og entreprenørens utførelse skal derfor kontrolleres av byggherrens egen organisasjon eller av uavhengig foretak [5].

8 Referanser

- [1] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner».
- [2] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler».
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK 17), kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [4] Statens vegvesen, «Vegnormal N400 Bruprosjektering,» 2024.
- [5] Statens vegvesen, «Vegnormal N200 Vegbygging,» 2022.
- [6] Statens vegvesen, «Veiledning N-V225 Bergskjæringer,» 2023.
- [7] Statens vegvesen, «Retningslinjer R211 Feltundersøkelser,» 2024.
- [8] Statens vegvesen, «Håndbok R761 Prosesskode 1. Standard beskrivelse for vegkontrakter,» 2018.
- [9] Standard Norge, «NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner fra sprengning og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom,» 2022.
- [10] Standard Norge, «NS 8141-3:2014 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire,» 2014.
- [11] Standard Norge, «NS 8141-4:2021 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 4: Retningslinjer for besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggsstart,» 2021.
- [12] NFF, Håndbok nr. 07. Håndbok for bestilling av bergsprengningsarbeid, 2012.
- [13] NFF, Håndbok nr. 11. Bergbolting, 2020.
- [14] NGI, «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for miljødirektoratet. Dok. nr. 20120842-01-R. Rev nr. 0/2015-02-09,» 2015.
- [15] Norconsult Norge AS, «Fv. 777 Jøa til land. Datarapport geotekniske grunnundersøkelser. Dokumentnr: GEO-RAP-01,» 2024.
- [16] NGU, «Løsmasser WMS2,» [Internett]. Available: <https://kartkatalog.geonorge.no/metadata/loesmasser/3de4ddf6-d6b8-4398-8222-f5c47791a757>.
- [17] NGU, «Berggrunn WMS3,» [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/mapserver/BerggrunnWMS3?request=GetCapabilities&SERVICE=WMS>.

- [18] NVE, «Aksomhetskart for skred,» 2023. [Internett]. Available: https://temakart.nve.no/tema/skredbrattterreng_tilpasset.
- [19] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/. [Funnet 2023].
- [20] Multiconsult AS, «Jøa t`land 24/7 - Utredning av flytebru med tilførselsveger, 10225485-01-TVF-RAP-001,» 2022.
- [21] NBG, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.
- [22] Norconsult Norge AS, «Fv. 777 Jøa til land. Vurdering av områdestabilitet. Dokumentnr: GEO-RAP-02,» 2024.
- [23] A. Bruland, «Drillability, Statistics of Drillability Test Results,» i *Hard Rock Tunnel Boring, Doctoral thesis*, Trondheim, NTNU, 1998.
- [24] V. Olsen, «Blast Design,» i *Rock Quarrying, Doctoral thesis*, Trondheim, NTNU, 2009.
- [25] K. A. Aasly, A. Margreth, E. Erichsen, T. Rise og L. I. Alnæs, «Forundersøkelser og bruk av kortreist stein - En geologisk veileder,» SINTEF akademisk forlag, 2019.

C:\Users\rgha\appdata\local\temp\k\c\p\ulish_29596\1_500 Ingeniørgeologisk plantegning_C02.dwg - raghal - Plottet: 2026-01-20, 09:19:58 - LAYOUT = V302 - XREF = Feltkartlegging_C02
T: Eiendomsgrænser, T: Spjækt, T: CL, T: Geometri



Tegnforklaring

Bergarter

(NGU berggrunnskart 1:50 000)

Migmatittgneis, granittisk

Geologiske strukturer

- Skyvegrense (kartlagt av NGU 1:50 000)
- Svakhetssone (kartlagt i felt)
- Antatt bredde > 10 meter
- Antatt bredde 5 - 10 meter
- Antatt bredde < 5 meter

Feltregistreringer

- Sprekkemåling (strøk/fall)
- Sprekk/struktur
- Foliasjon (strøk/fall)
- Sprekk/foliasjon
- Bergblotning
- Sporlogg

Bergskjæringer

- Høyde 0 - 5 m
- Høyde 5 - 10 m
- Høyde 10 - 18 m

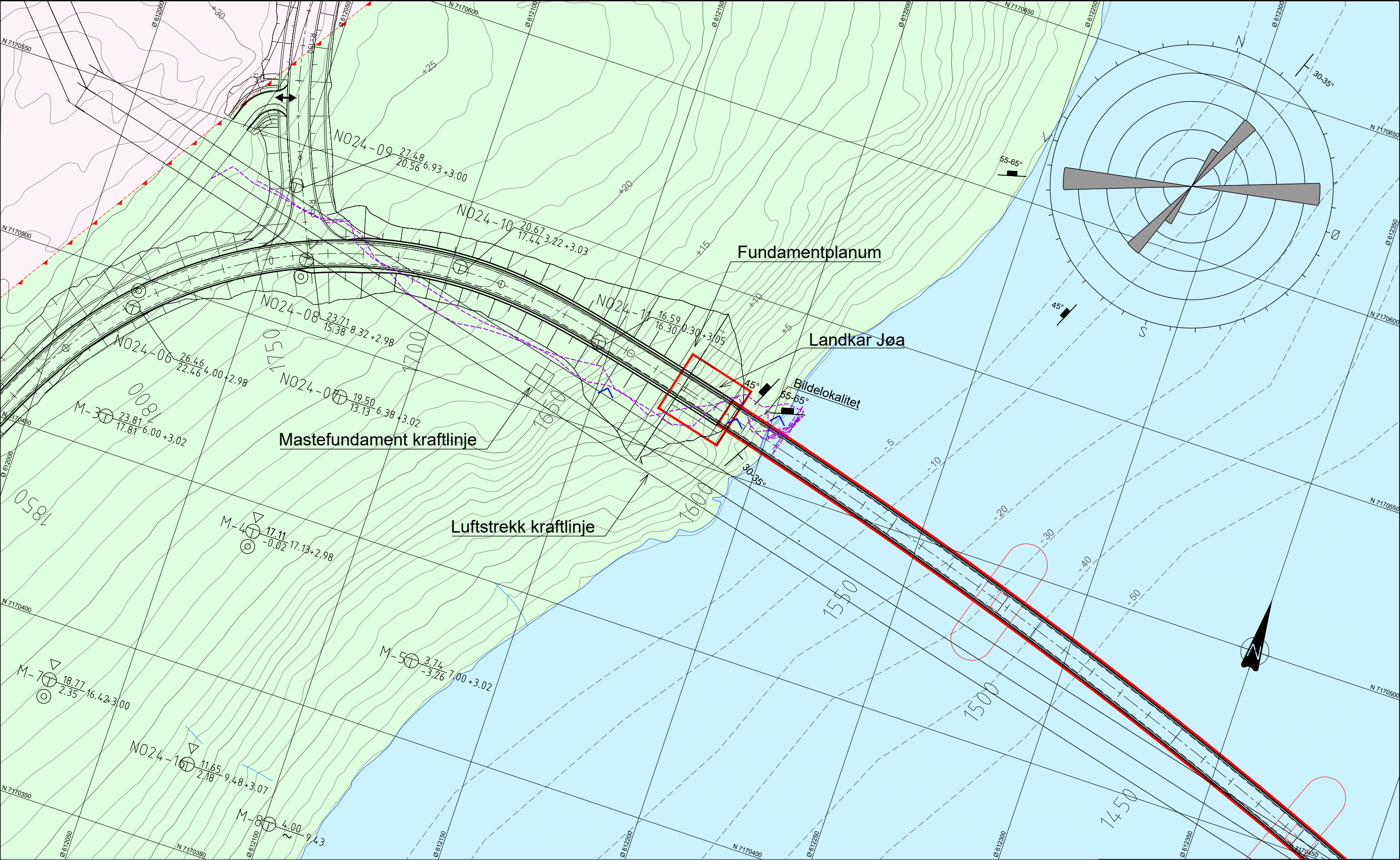
Grunnundersøkelser

Totalsondering

Kote terreng Boret i løsmasse+Boret i berg

Trøndelag fylkeskommune		Målestokk (gjelder A1)
		1:500
Fv. 777 Jøa til land		
Reguleringsplan		
Ingeniørgeologisk plantegning - fundament Elvalandet og bergskjæring 2		
Vedlegg 1 til IGEO-RAP-001		
Norconsult	Oppdragsnummer 52308826	Tegningsnummer V302
		Revisjon C02

C:\Users\ragnar\appdata\local\temp\k\c\p\ut\ish_29596\1_500 Ingeniørgeologisk plantegning_C02.dwg - raghal - Plottet: 2026-01-20, 09:20:01 - LAYOUT = V303 - XREF = Feltkartlegging_C02, T-idligere grunnundersøkelser, Berggrunnskart, 1:500 Rutenett, T-Kulturmmer, T-Kart, T-Eiendomsgrenser, T-Sjøkart, T-CL, T-Geometri



Tegnforklaring

Bergarter

(NGU berggrunnskart 1:50 000)

- Glimmerskifer
- Migmatittisk diorittisk, tonalittisk, amfibolittisk gneis

Geologiske strukturer

- Skyvegrense (kartlagt av NGU 1:50 000)

Feltregistreringer

- Sprekkemåling (strøk/fall)
- Sprekk/struktur
- Foliasjon (strøk/fall)
- Sprekk/foliasjon
- Bergblotning
- Sporlogg

Grunnundersøkelser

Totalsondering

- Kote terreng
- Kote antatt berg
- Boret i løsmasse+Boret i berg

Trykksondering

- Prøveserie

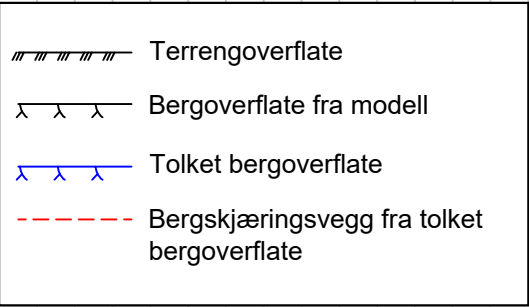
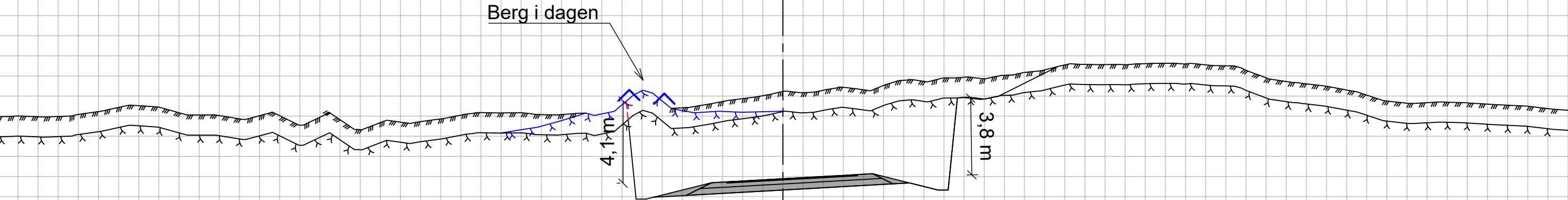
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

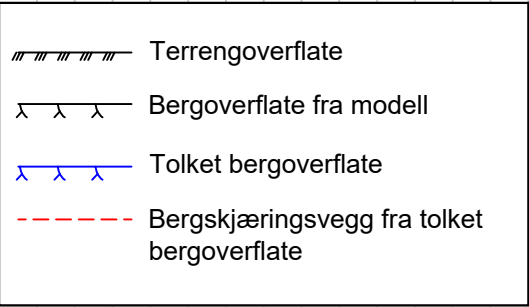
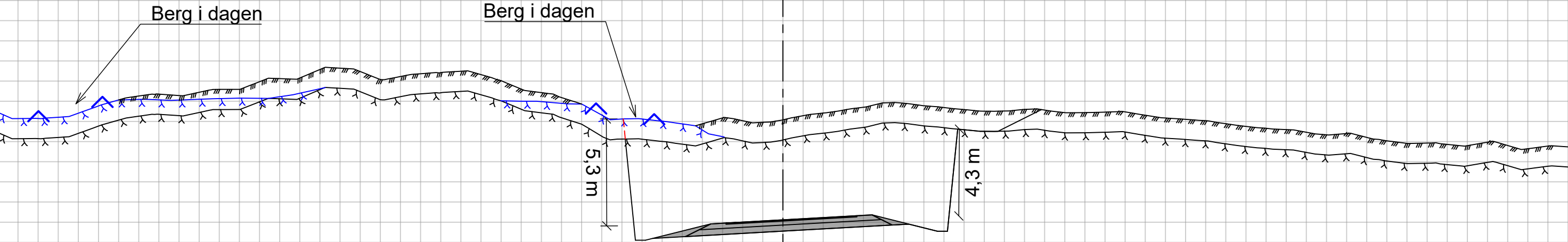
Trøndelag fylkeskommune	Målestokk (gjelder A1)
	1:500

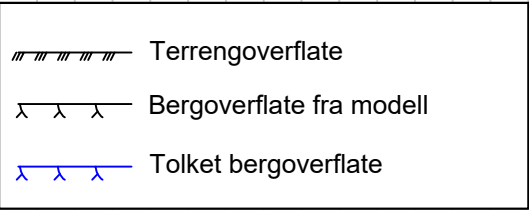
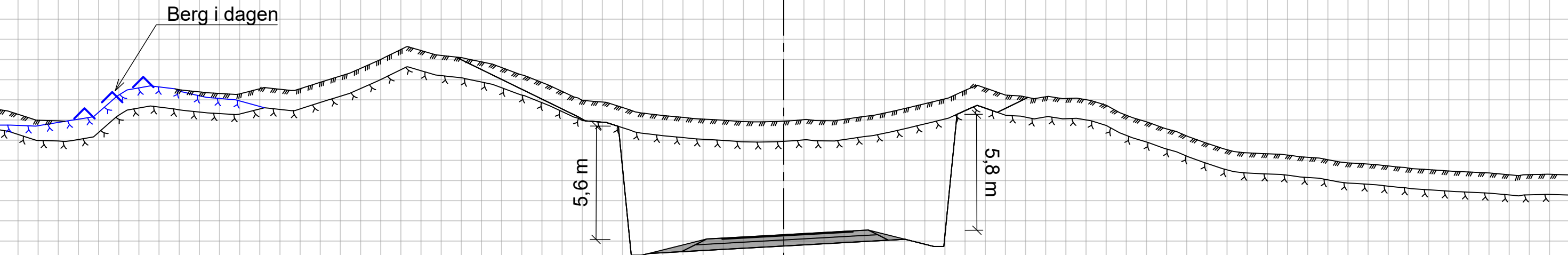
Fv. 777 Jøa til land
Reguleringsplan

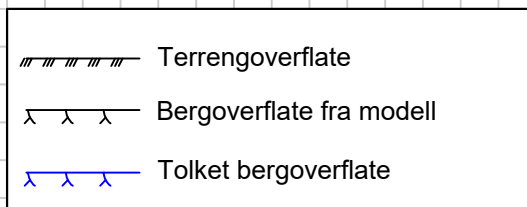
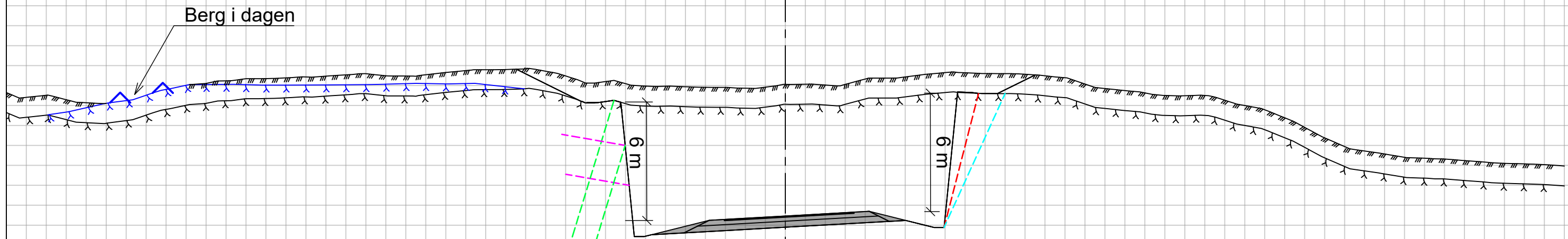
Ingeniørgeologisk plantegning - fundament Jøa
Vedlegg 1 til IGEO-RAP-001

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52308826	V303	C02



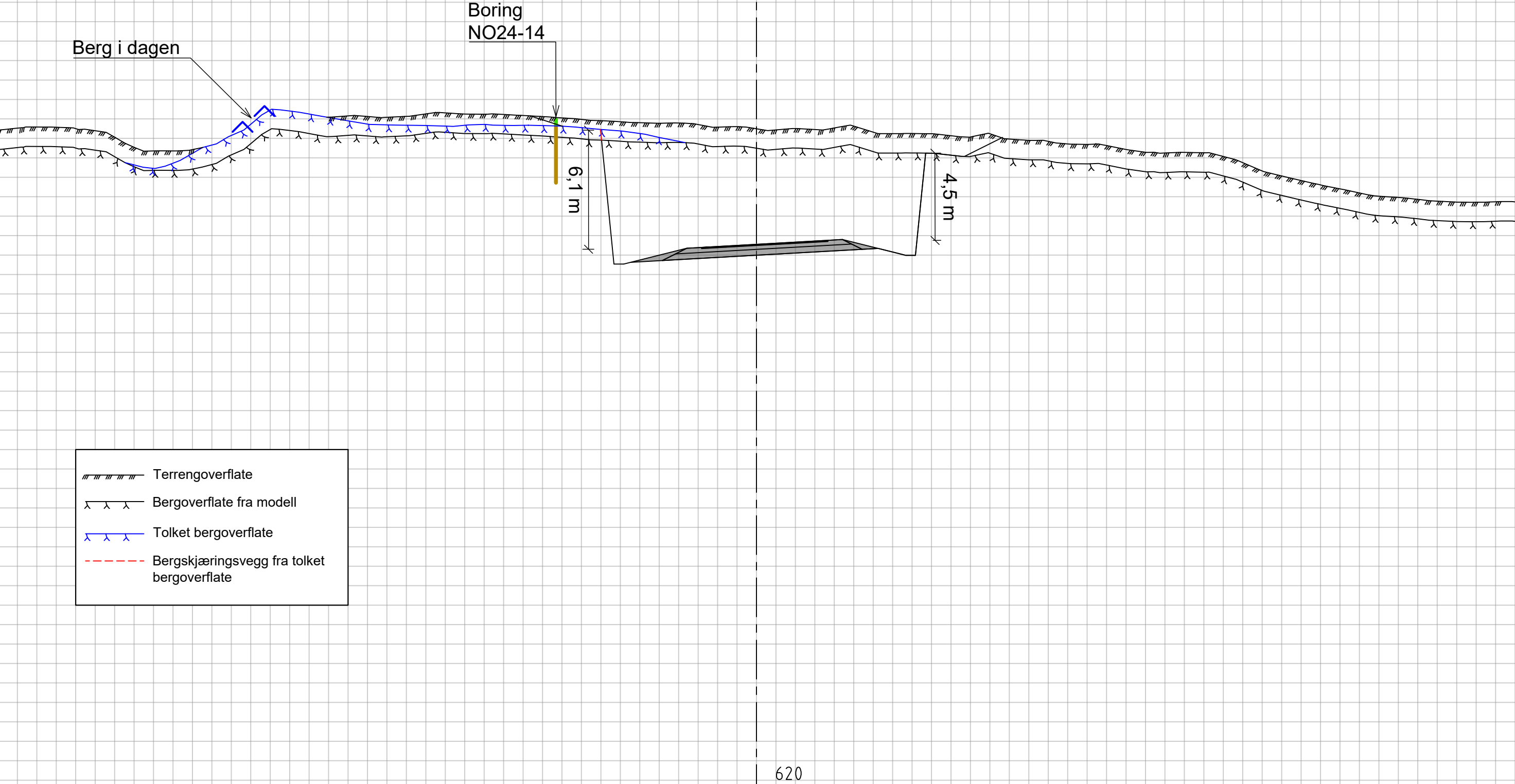


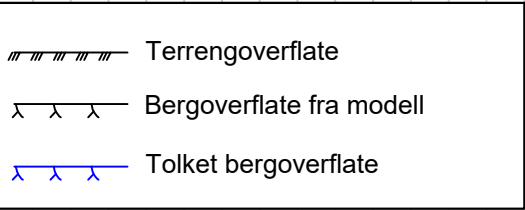
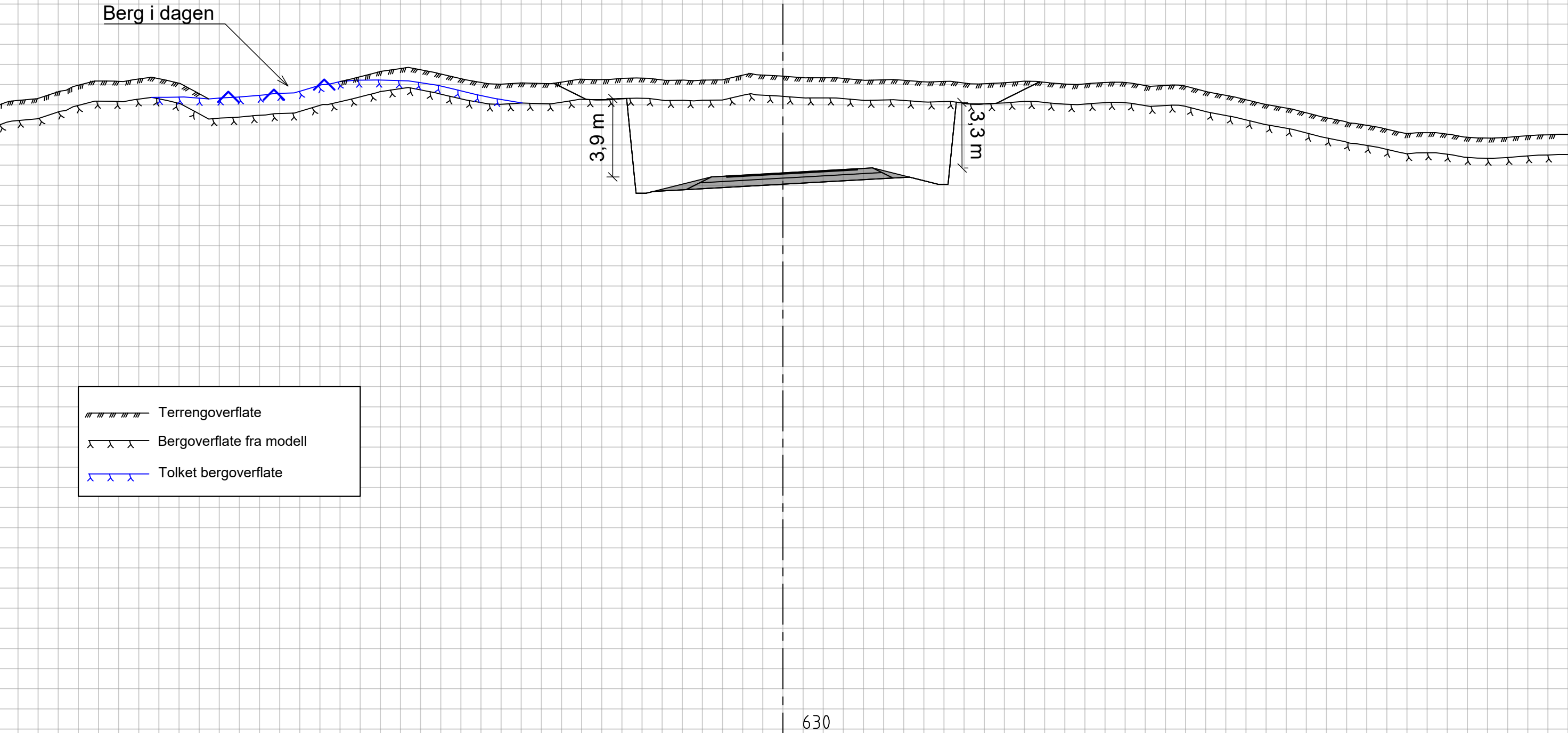


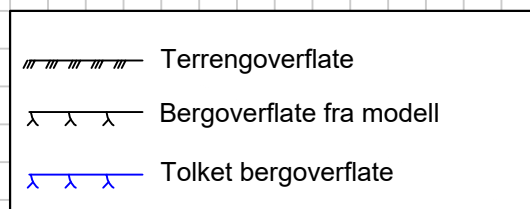
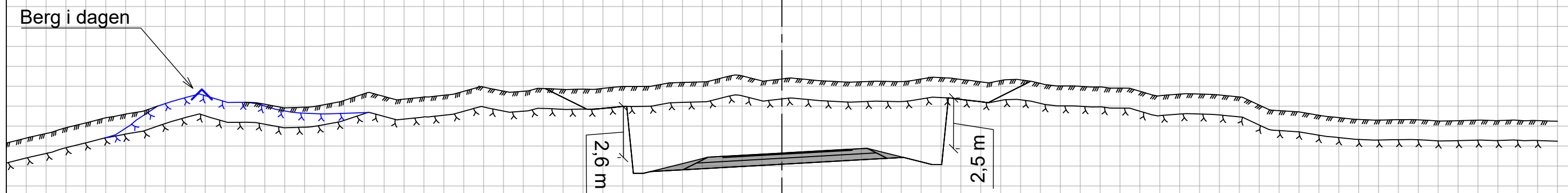


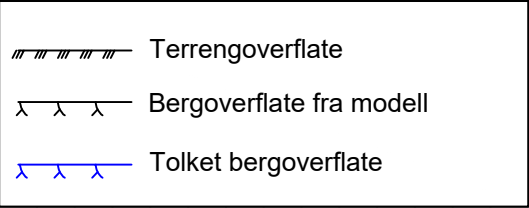
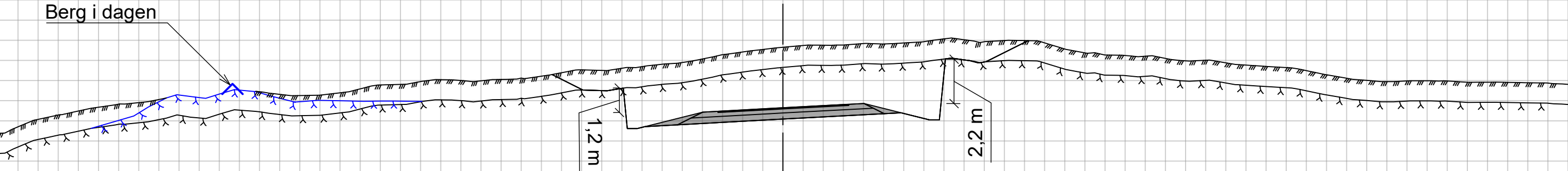
Kartlagte potensielle stabilitetsutfordringer:

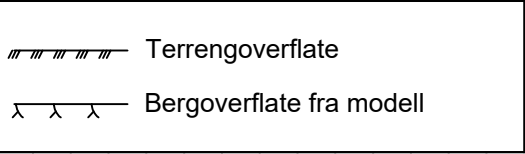
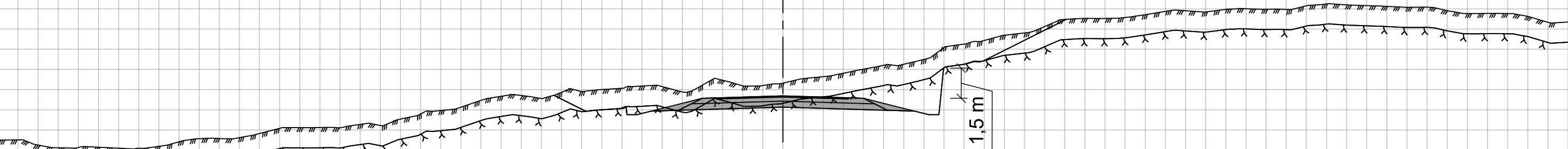
- S2-sprekker med moderat til steilt fall (60-90°) vil kunne gi toppling(utvelting) langs kortere strekninger i venstre skjæring.
- S3-sprekker underkutter S1- og S2-plan som i kombinasjon danner blokker med potensial for toppling(utvelting) i venstre skjæring.
- Kryssende sprekkplan S1 og S2 vil kunne gi kileutglidning i høyre skjæring.
- S2-sprekker med moderat til steilt fall (60-90°) vil kunne gi plan utglidning i høyre skjæring.

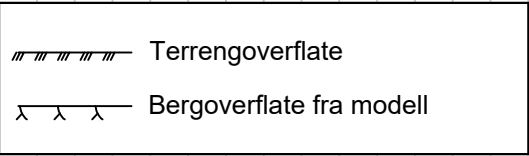
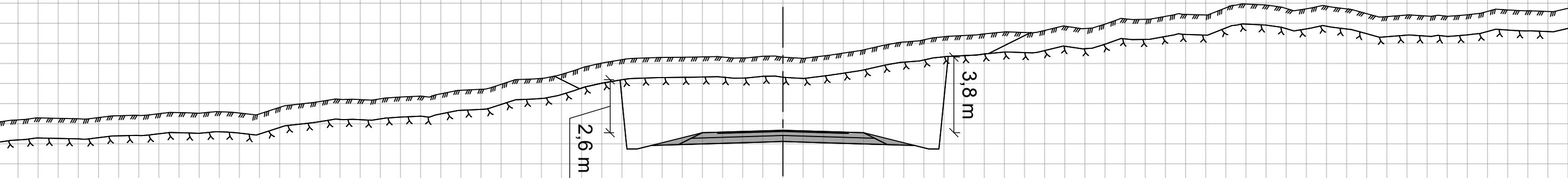


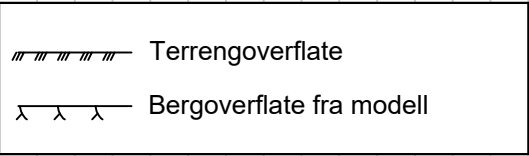
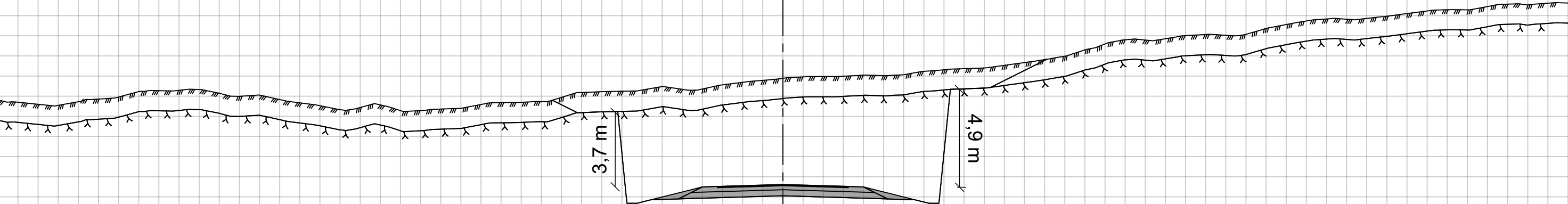


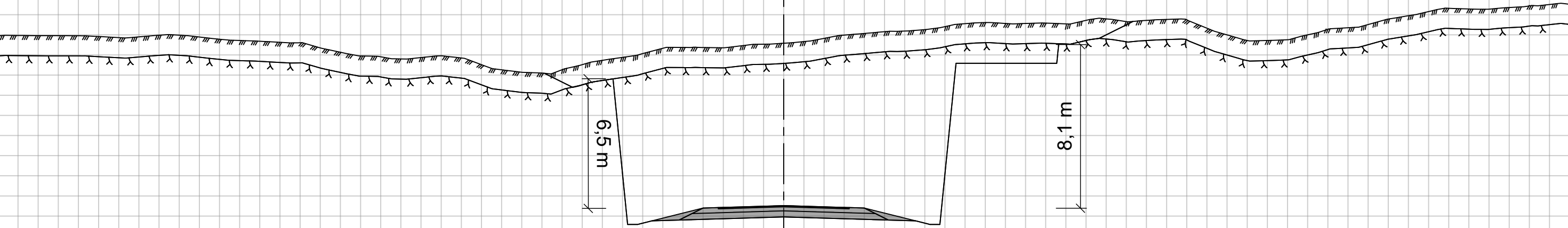






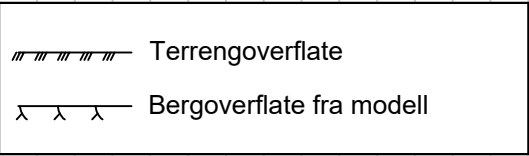
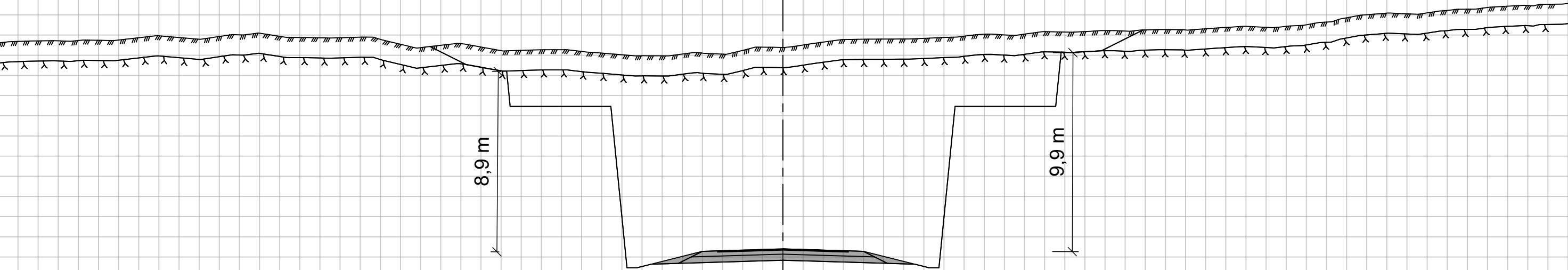


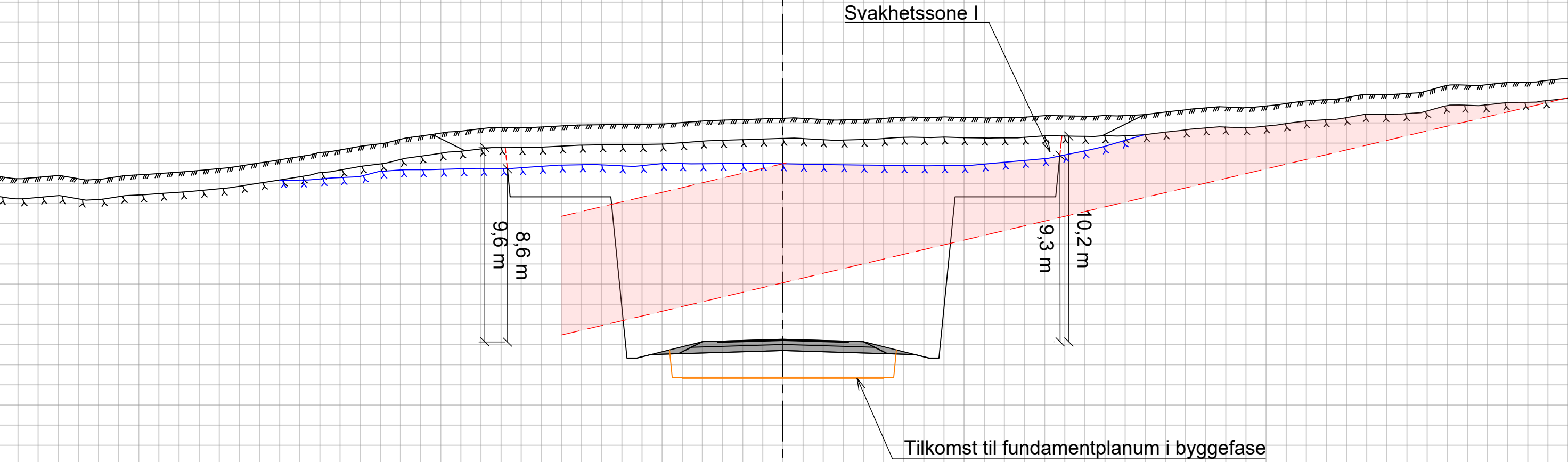




Terrengoverflate

Bergoverflate fra modell





///

Terrengoverflate

x x x

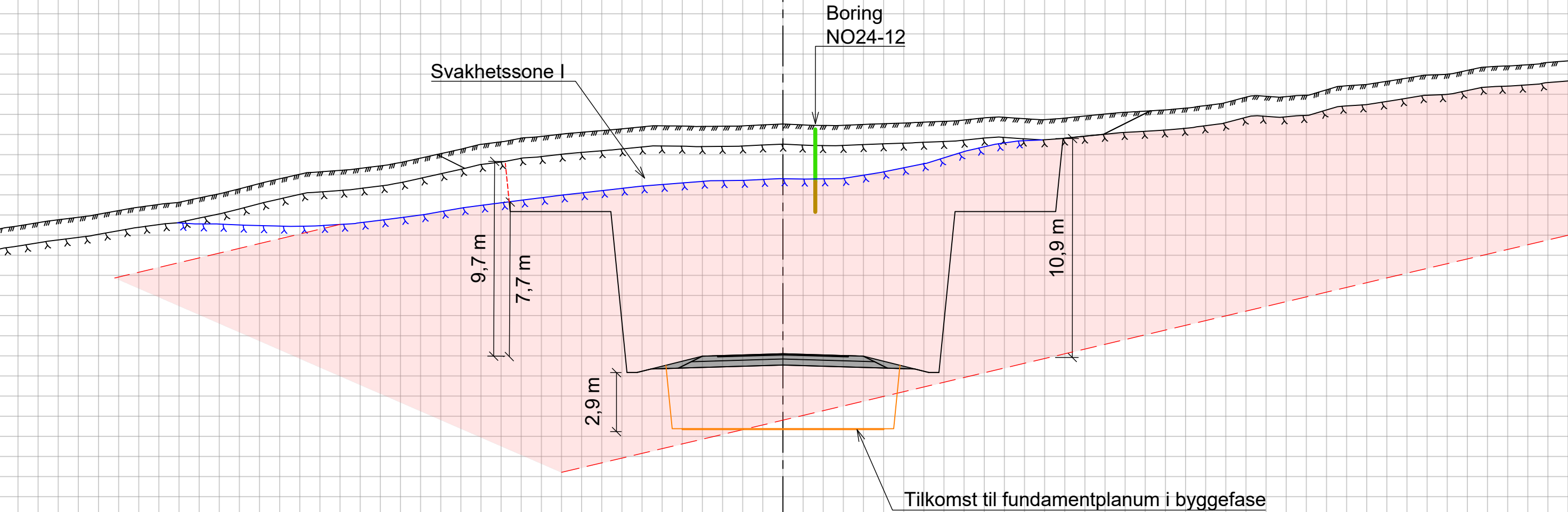
Bergoverflate fra modell

x x x

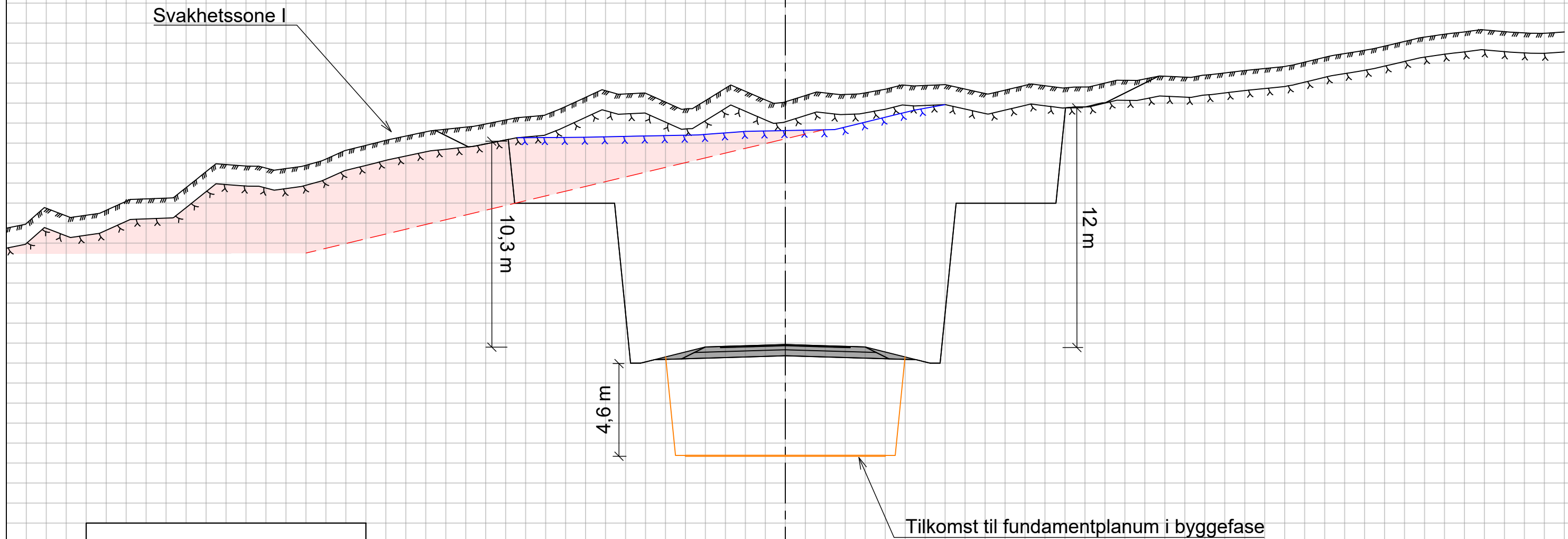
Tolket bergoverflate

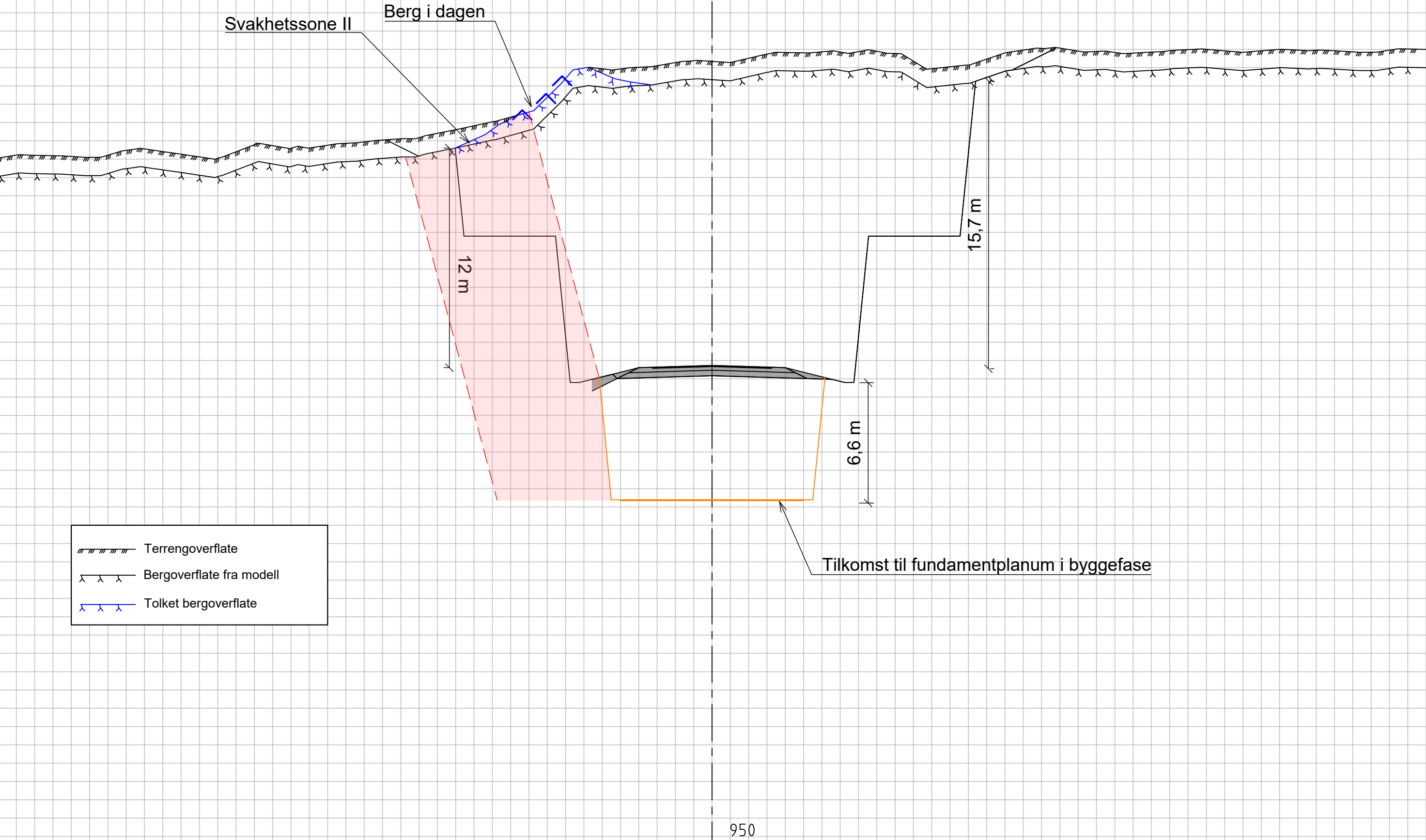
- - -

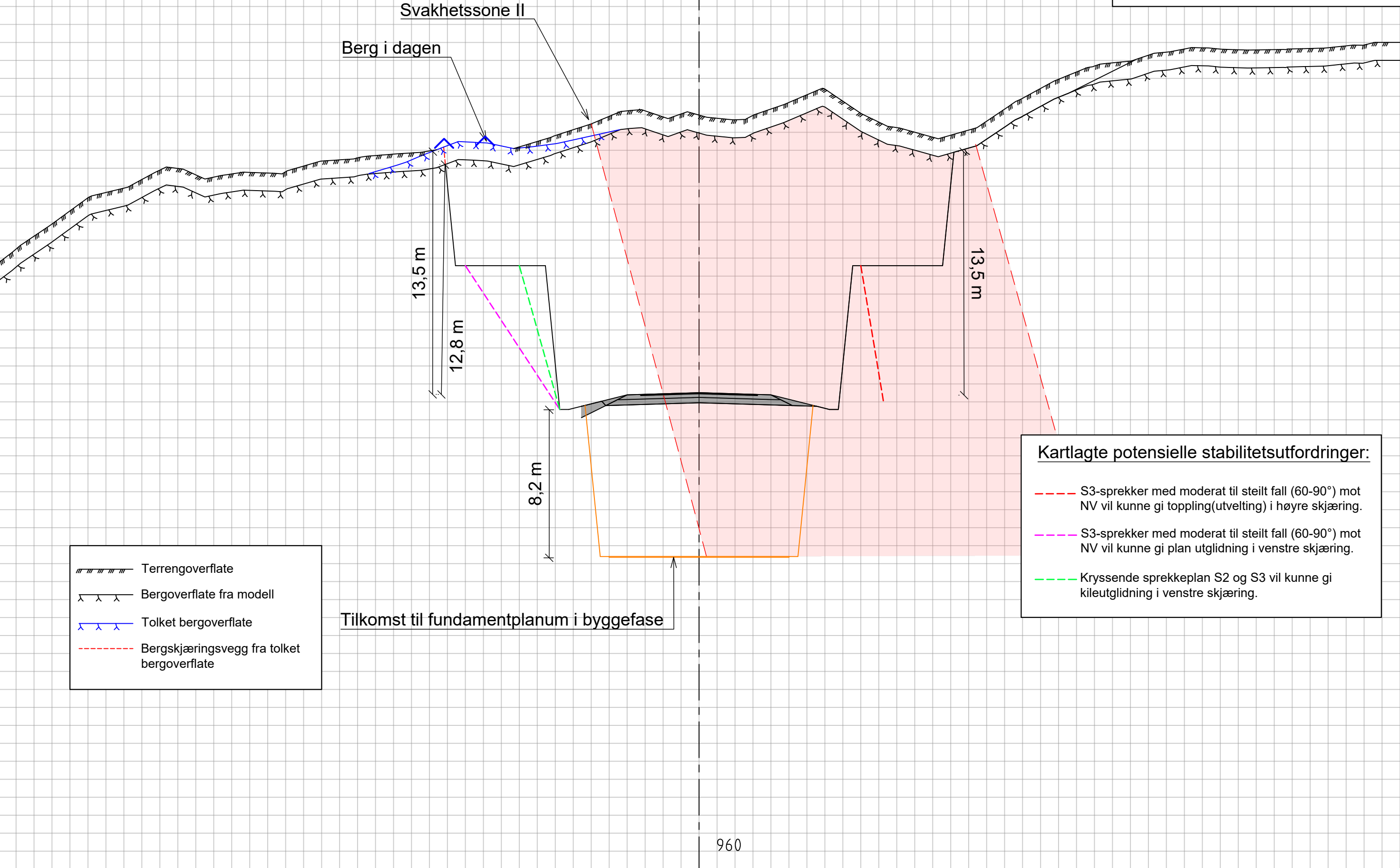
Bergskjæringsvegg fra modell,
over tolket bergoverflate

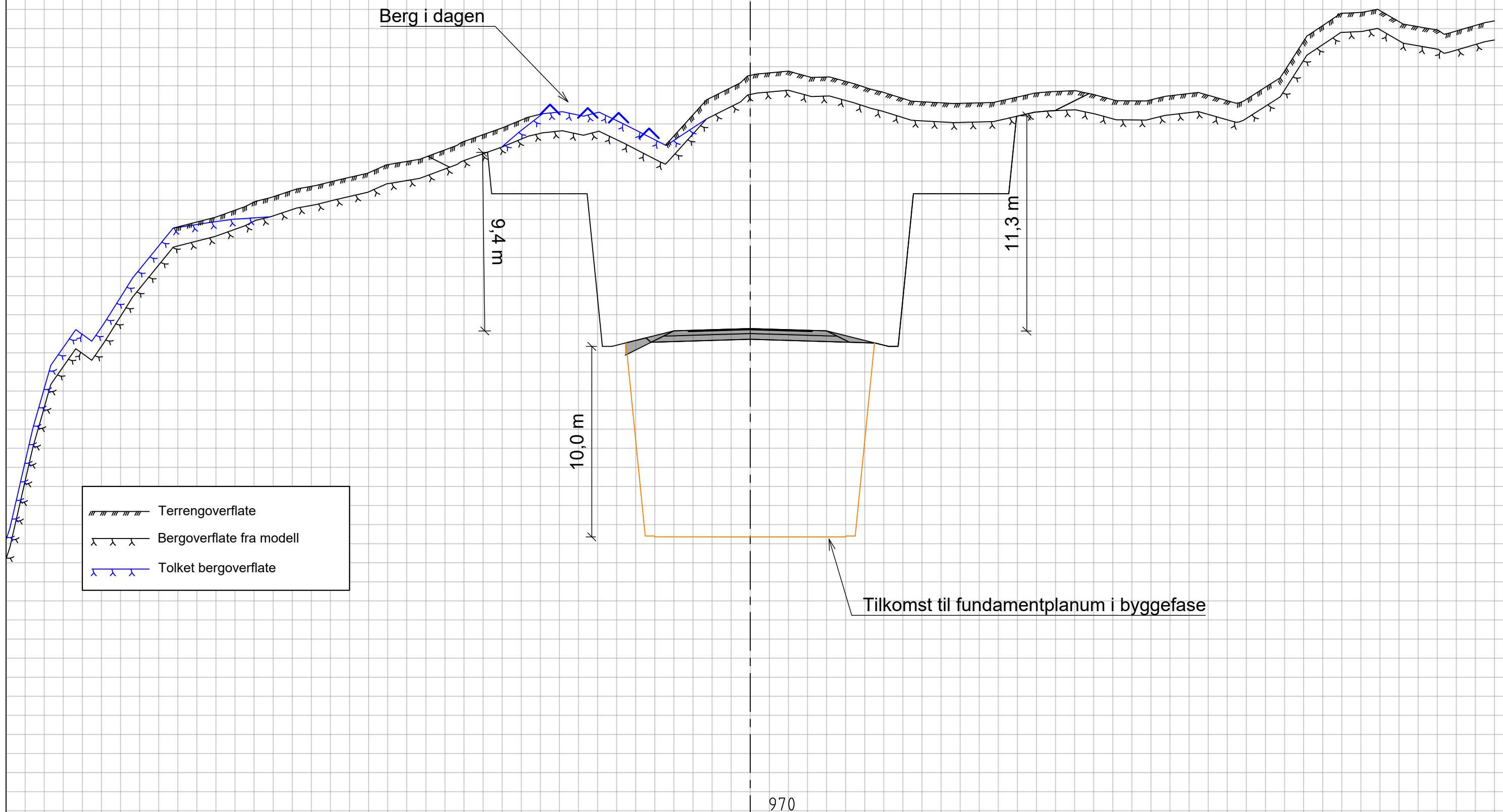


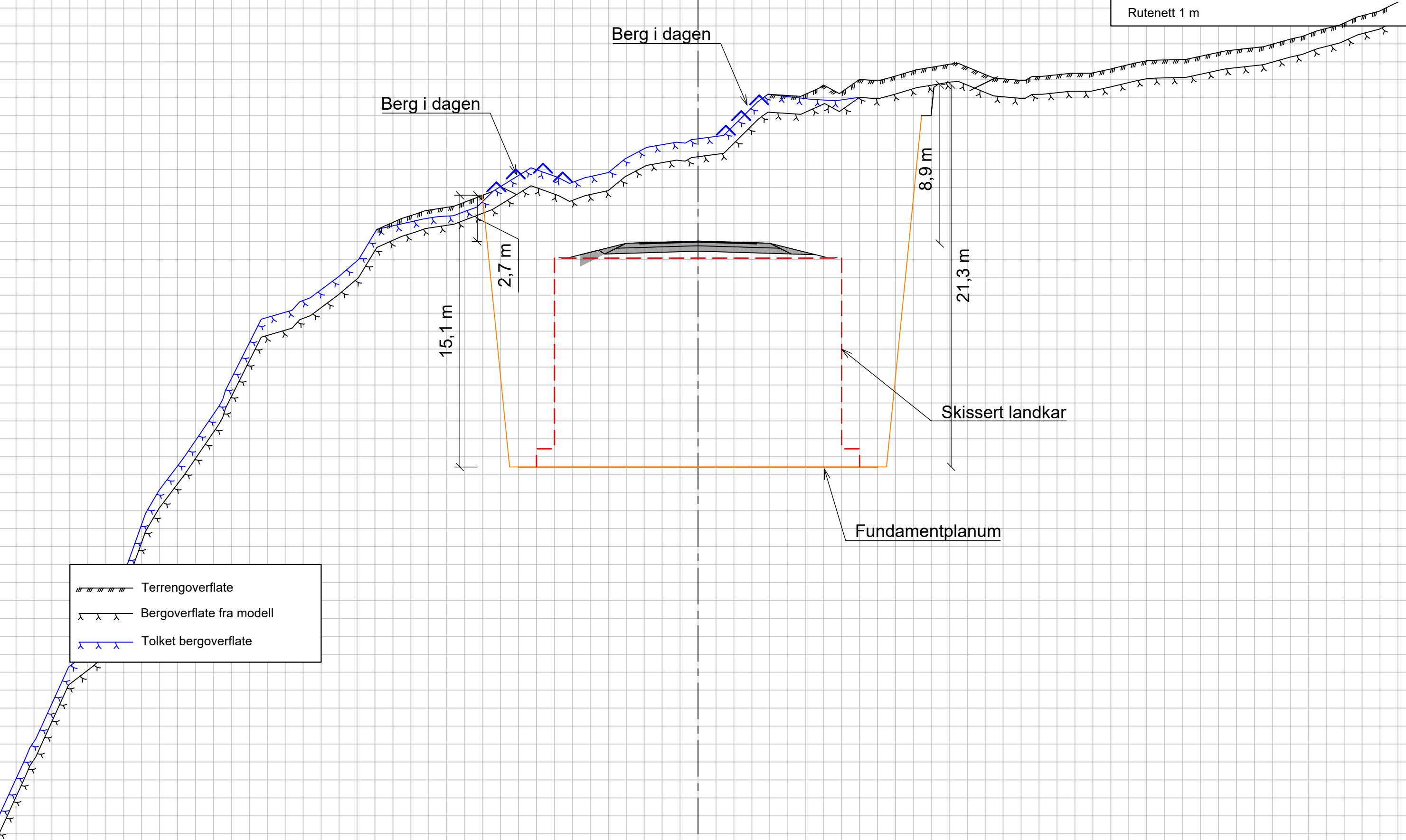
- Terrengoverflate
- Bergoverflate fra modell
- Tolket bergoverflate
- Bergskjæringsvegg fra modell, over tolket bergoverflate



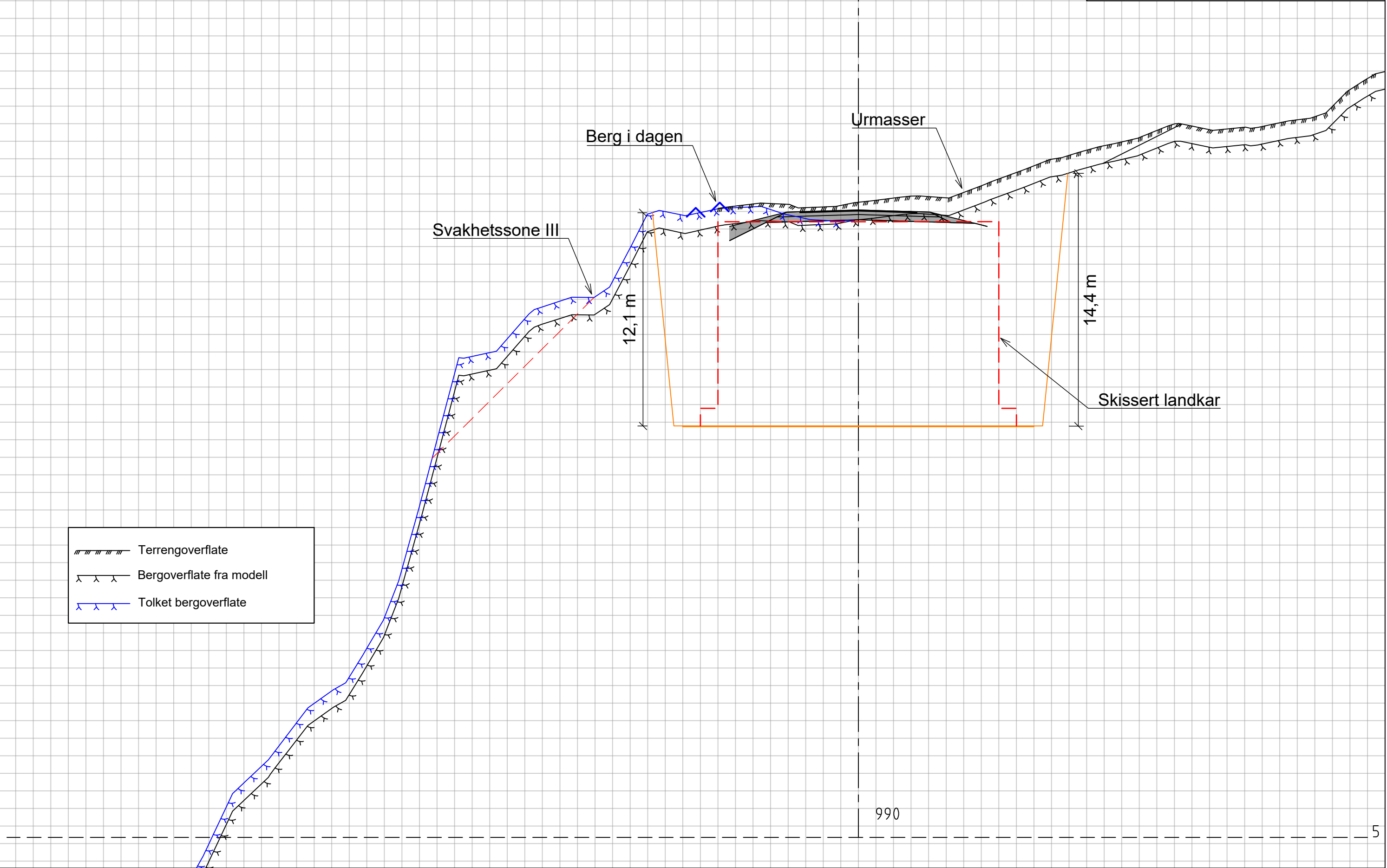








- Terrengoverflate
- Bergoverflate fra modell
- Tolket bergoverflate

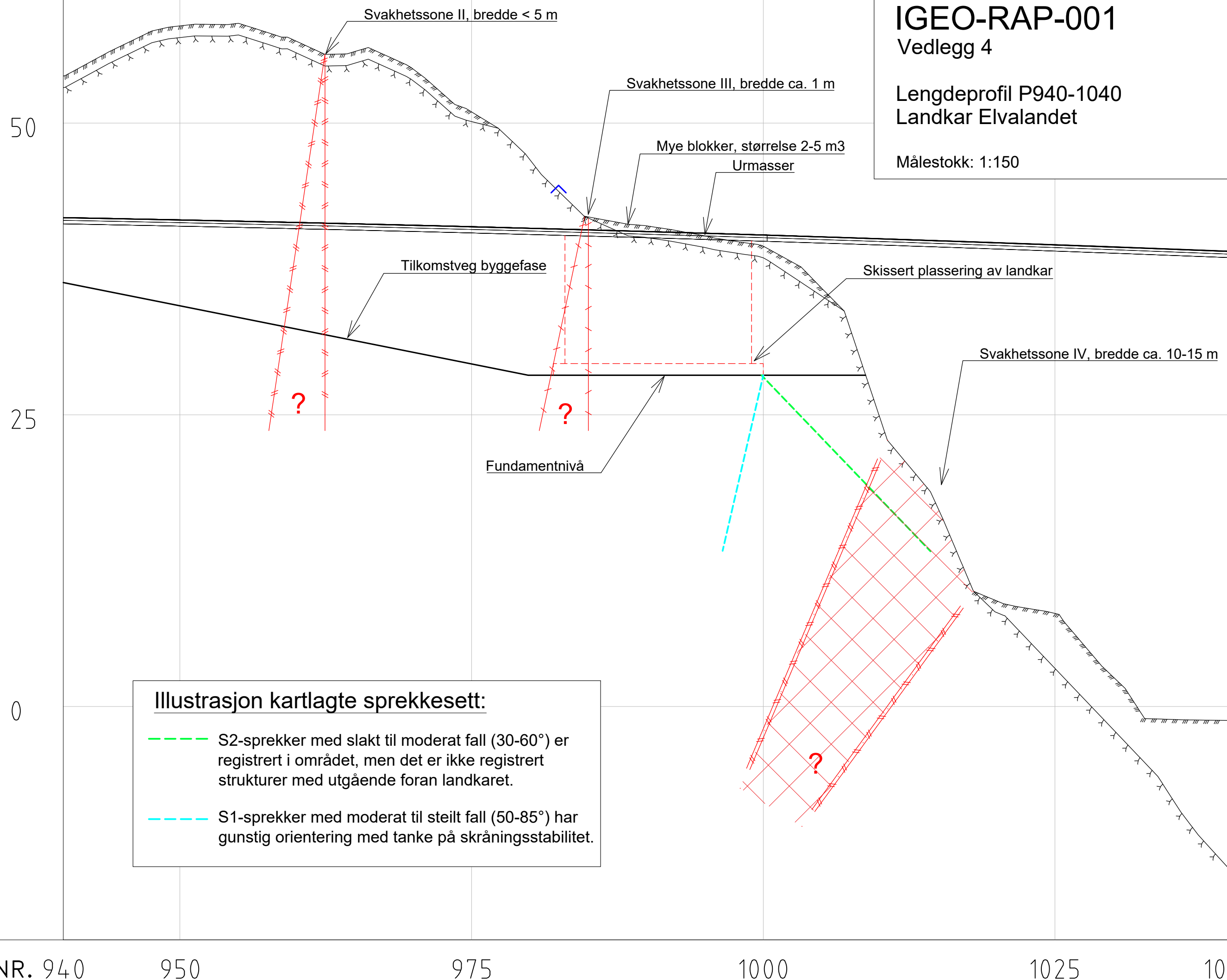


IGEO-RAP-001

Vedlegg 4

Lengdeprofil P940-1040
Landkar Elvalandet

Målestokk: 1:150



H.O.H.

50

25

0

IGEO-RAP-001

Vedlegg 5

Lengdeprofil P1580-1680
Landkar Jøa

Målestokk: 1:150

Boring
NO24-11

Skissert plassering av landkar

Fundamentnivå

Illustrasjon kartlagte sprekkesett:

- S1-sprekker langs foliasjonen med slakt fall (30-35°) er registrert i området, men det er ikke registrert ugunstige strukturer med utgående foran landkaret.
- S3-sprekker med moderat fall (45°) er lite gjennomsettende, opptrer sporadisk og har gunstig orientering med tanke på skråningsstabilitet.

PROFIL NR. 1580

1600

1625

1650

1675

C:\Users\aghal\appdata\local\temp\AcPublish_29596\1_150 Lengdesnitt fundament.les_C02.dwg - ragnal - Plottet: 2025-01-20, 09:20:11"