



E6 Kvithammar – Åsen

Detaljregulering Jernbanekulvert Langstein

Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan.

Rapport nr.

R1-GEOL-01 REV.01

Dato

20.12.2019



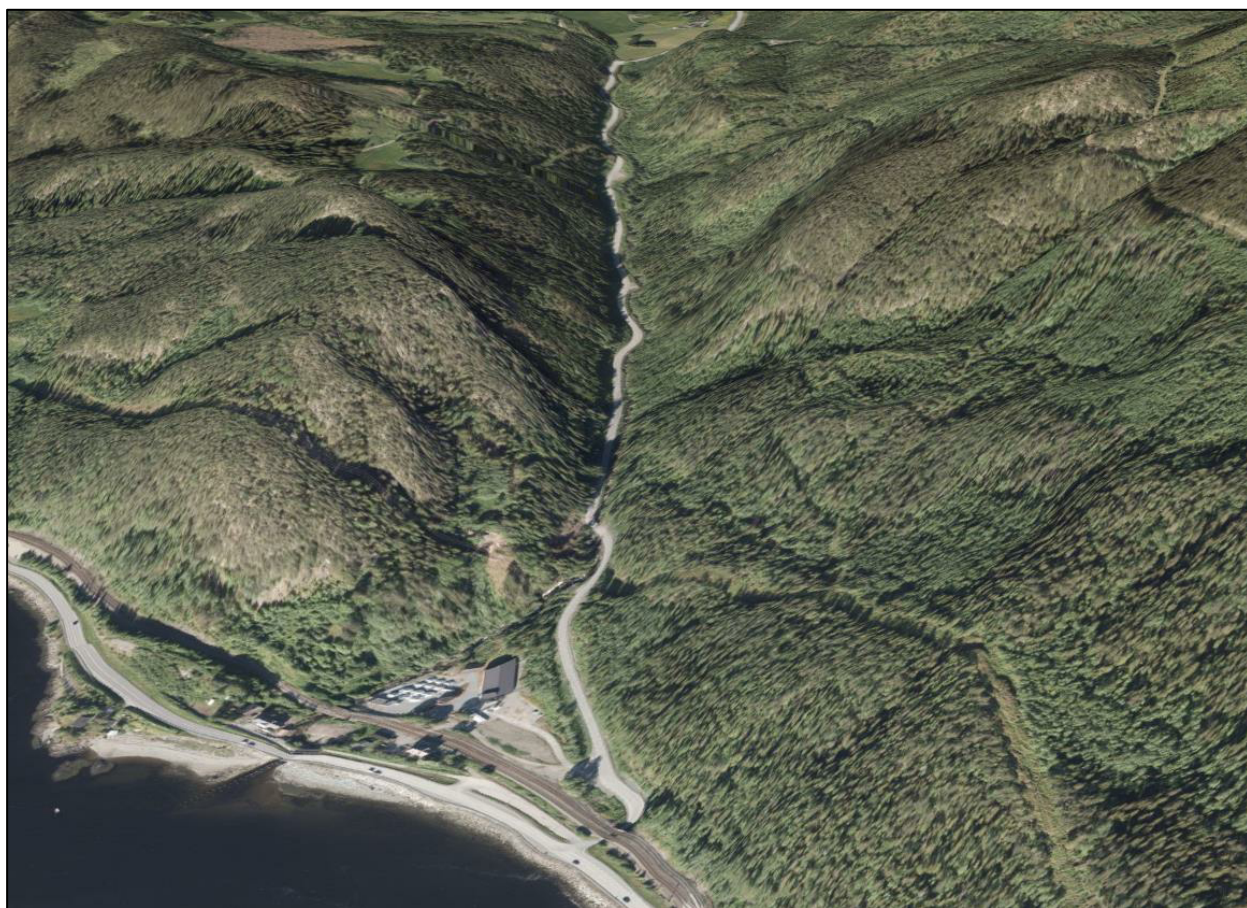
 Sustainable engineering and design		
Rapport nr. R1-GEOL-01 REV.01	E6 Kvithammar – Åsen. Reguleringsplan Stjørdal kommune	
	Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan.	

Revisjonshistorikk

Logo til firma som produserte dokumentet					
Rev.	Dato	Sign.	Kont.	Godkj.	Godkj.
0	12.11.2019	Nojaco	nomfla		
1	20.12.2019	Nojaco	nomfla		

RAPPORT R1-GEOL-01 REV.01

Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan for jernbanekulvert
Langstein.



Kunde:	DR.ING A. AAS-JAKOBSEN Trondheim AS		
Prosjekt:	E6 Kvithammar - Åsen Samhandlingsfase		
Prosjektnummer:	10212645		
Dokumentnummer:	R1-GEOL-01	Rev.:	01
Dato:	20.12.2019		

Sammendrag:

I forbindelse med byggingen av ny E6 mellom Kvithammar og Åsen skal det etableres tilgang til Langsteindalen med semitrailer fra E6 i Langstein via fv. 6816 Langsteinvegen. Tiltaket omfatter ny kulvert under Nordlandsbanen, senkning av veg samt breddeutvidelser med etablering av nye møtelommer langs fv. 6816.

Breddeutvidelsene langs fv. 6816 vil for 2 lokaliteter medføre utvidelse av eksisterende skjæringer i berg. Skjæringene vil få maksimal skjæringshøyde på henholdsvis 6,5 m og 10,5 m. Øvrige breddeutvidelser vil i all hovedsak etableres som skjæringer i løsmasse. Bergart i begge skjæringer er et polymikt konglomerat, der klastene utgjør anslagsvis < 20 % av den totale bergmassen. Bergmassen er i hovedsak oppsprukket etter 3 hovedsprekkesett samt sporadiske sprekker, alle med stor sprekkeavstand. Aktuelle bruddmekanismer er kiledannelse, plan utglidning og toppling (utvelting) Stabilitetsvurdering må utføres av ingeniørgeolog og nye skjæringer sikres slik at det ikke forekommer nedfall de neste 20 år. Aktuelle sikringsmidler vil være rensk, bolting og nett. Avdekking av bergoverflaten samt noen sikringstiltak i terreng umiddelbart over skjæring vil være nødvendig.

Skredfarevurderinger er utført for alle breddeutvidelser som omfattes av reguleringsplanen. Vurderinger er gjort med utgangspunkt i sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg i henhold til tabell 208.1 i SVV håndbok 200 [1]. Steinsprangfare er vurdert av Sweco, øvrig naturfare er vurdert av NGI. Konklusjonen er at aktuell skredtype er steinsprang, og samlet restrisiko for skred på begge enhetsstrekninger etter tiltak er < 1/20. Dette er innenfor akseptabel restrisiko for strekning med ÅDT mellom 200 og 500.

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar
☐ Utkast

Utarbeidet av: Kine W. Jacobsen	Sign.:  Digitally signed by Kine Wenberg Jacobsen DN: cn=Kine Wenberg Jacobsen, c=NO, o=Sweco Norge AS, email=kine.jacobsen@sweco.no Date: 2019.12.18 09:41:54 +01'00'
Kontrollert av: Martin Flåten	Sign.:  Digitally signed by Martin Flåten DN: cn=Martin Flåten, c=NO, o=Sweco Norge AS, email=martin.flaten@sweco.no Date: 2019.12.18 09:50:02 +01'00'
Prosjektleder: Kine Wenberg Jacobsen	Prosjekteier: Torbjørn Yri

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
1	20.12.2019	Etter kommentarer Stjørdal kommune	nojaco	nomfla
0	12.11.2019	Første versjon	nojaco	nomfla

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn og hensikt	4
1.2	Geoteknisk kategori	4
1.3	Grunnlag	5
1.4	Utførte undersøkelser	6
2	Generelt	6
2.1	Omfang av prosjektet	6
2.2	Geologi i prosjektområdet	7
2.3	Generelt om utvidelser av skjæringer i berg	7
2.4	Generelt om utvidelser av skjæringer i løsmasse	11
3	Utvidelse eksisterende bergskjæring profil -50 til -150	11
3.1	Observasjoner og fakta	11
3.2	Vurderinger	13
4	Utvidelse eksisterende bergskjæring profil -280 til -330	15
4.1	Observasjoner og fakta	15
4.2	Vurderinger	19
5	Breddeutvidelser i løsmasseskråninger	20
6	Skredfarevurderinger	20
6.1	Forutsetninger	20
6.2	Skredhistorikk	21
6.3	Profil -50 til -150	21
6.4	Profil -280 til -330	22
6.5	Profil -485 til -535	23
6.6	Profil -690 til -790	23
6.7	Profil -1090 til -1140	24
6.8	Profil -1420 til -1520	24
6.9	Profil -1840 til -1890	25
6.10	Profil -2200 til -2240	25
6.11	Samlet skredfare	26
7	Videre arbeid	26
8	Vedlegg	27
9	Referanser	27

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

I forbindelse med byggingen av ny E6 mellom Kvithammar og Åsen skal det etableres tilgang til Langsteindalen med semitrailer fra E6 i Langstein via fv. 6816 Langsteinvegen. Tiltaket omfatter ny kulvert under Nordlandsbanen, senkning av veg samt breddeutvidelser med etablering av nye møtelommer langs fv. 6816.

Hæhre Entreprenør AS er engasjert av Nye Veier i samhandlingsfasen på prosjektet E6 Kvithammar – Åsen i Trøndelag. Sweco inngår i rådgivningsgruppen ledet av Aas-Jakobsen Trondheim AS.

Breddeutvidelsene langs fv. 6816 vil for 2 lokaliteter medføre utvidelse av eksisterende skjæringer i berg. Skjæringene vil få maksimal skjæringshøyde på henholdsvis 6,5 m og 10,5 m. Denne rapporten omhandler disse to skjæringene og er utarbeidet på grunnlag av krav i Statens vegvesen håndbok N200 (2018) [1]. Øvrige breddeutvidelser vil i all hovedsak etableres som skjæringer i løsmasse, eventuelt delvis med lav skjæring i berg (< 3 m høyde). Disse omtales ikke nærmere i denne rapporten.

Skredfarevurderinger er utført for alle breddeutvidelser som omfattes av reguleringsplanen. Vurderinger er gjort med utgangspunkt i sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg i henhold til tabell 208.1 i SVV håndbok 200 [1]. Steinsprangfare er vurdert av Sweco, øvrig naturfare er vurdert av NGI. Alle observasjoner og vurderinger fra både Sweco og NGI er sammenstilt i denne rapporten.

Nye Veier har tidligere fått utført skredfarevurderinger i forbindelse med planer for et eventuelt industriområde og havn på Langstein. Det henvises til Multiconsult notat 10211245-RIGberg-NOT-001 for detaljer og konklusjoner knyttet til dette [2].

1.2 Geoteknisk kategori

Prosjekt skal klassifiseres i geoteknisk kategori ut fra kompleksitet og risiko, og for vegprosjekter bestemmes dette i henhold til Eurokode 7 [3]. Geoteknisk kategori er en funksjon av vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse og er gitt av tabell 1:

Tabell 1: Definisjon av geoteknisk kategori.

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

* Vurderes særskilt

Skjæringer over 10 m høyde skal i utgangspunktet plasseres i geoteknisk kategori 3. For dette prosjektet skal nye skjæringer i berg etableres i form av en utvidelse av eksisterende skjæring. Grunnforholdene er i så måte godt kjent, og inngrepet av begrenset størrelse. Skjæringene ligger ikke i foten av høye skråninger/fjellsider, men terrenget like over skjæringene slakker ut opp mot naturlige platå. Fylkesvegen har i dag en ÅDT på ca. 300. ÅDT vil øke når arbeidene med E6

Kvithammar – Åsen og driving av Forbordsfjelltunnelen kommer i gang, men forventes å være < 500. Det vil imidlertid være dagens ÅDT som gjelder i tiden mens nye skjæringer sprenges ut. Når ÅDT øker vil skjæringene være ferdig etablert og stabilitetssikret.

For valg av pålitelighetsklasse refereres til NS-EN 1990 og tabell NA.A1 i nasjonalt tillegg til denne, se Figur 1 nedenfor.

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

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

Figur 1 Valg av pålitelighetsklasse. Utklipp av tabell NA.A1 i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990.

For arbeider med bergskjæringer langs Langsteinvegen vurderes grunn- og fundamenteringsarbeider å være «enkle og oversiktlige». Dette gir pålitelighetsklasse CC/RC1 eller CC/RC2. Vanskelighetsgrad vurderes til middels iht. klassifisering i NS-EN 1990: «Uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Metoder for fastleggelse av grunnforhold og for dimensjonering er godt utviklet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.»

På bakgrunn av dette, og i samråd med Nye Veier, har prosjektet landet på at geoteknisk kategori 2 legges til grunn for arbeider knyttet til bergskjæringer.

Når det gjelder krav til kontroll innebærer geoteknisk kategori 2 at det ved prosjektering kreves egenkontroll, kollegakontroll og utvidet kontroll. For geoteknisk kategori 2 kan utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelsesfase begrenses til kontroll av at egenkontroll og kollegakontroll er gjennomført og dokumentert.

For tiltak i løsmasse henvises til geoteknisk rapport R1-GEOT-03 [4] for detaljer knyttet til valg av geoteknisk kategori for tiltak i løsmasse. For breddeutvidelser i løsmasse langs fv. 6816 er geoteknisk kategori 1 valgt.

1.3 Grunnlag

Følgende grunnlagsdata er benyttet til forberedelse for feltarbeid og til utarbeidelse av rapport:

- Tegningsgrunnlag fra Vianova, føreløpig utskrift av plankart med møteplasser oversendt 22.10.2019.
- Berggunnskart fra NGU, 1:50000 [5].
- Kvartærgeologisk kart fra NGU, 1:25 000 [6].
- Registrerte skredhendelser og aktsomhetskart fra NGU/NVE [7].
- Kartverktøy: Norgebilder og Norgeskart.
- Notat 10211245-RIGberg-NOT-001 Langstein – skredfarekartlegging, Multiconsult, 30.9.2019 [2].

Følgende styrende dokumenter ligger til grunn ved utarbeidelse av rapporten:

- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering [3]
- Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, NBG 2011 [8].
- Håndbok N200 Vegbygging, Statens vegvesen, 2018 [1].
- Håndbok R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelse for bergkontrakter, Statens vegvesen 2018 [9].
- NS 8141-1:2001 Vibrasjoner og støt – Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk [10].
- 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 [11].
- Håndbok Bruk av Q-systemet – Bergmasseklassifisering og bergforsterkning, NGI 2015 [12].

1.4 Utførte undersøkelser

Det er utført befarings av lokaliteter for planlagte breddeutvidelser langs fv. 6816 av ingeniørgeologene Martin Flåten og Kine Wenberg Jacobsen ved 2 anledninger i september og oktober 2019. Befaring er utført fra vegen og ved utvalgte partier oppe i sideterrenget ovenfor planlagte møteplasser. I tillegg er det benyttet drone for fotodokumentasjon og for økt oversikt.

Ved befarings 18. september 2019 var det mye regn og mellom 5 og 10 grader. Den 9. oktober var det pent vær og sol og ca. 10 grader.

Utvalgte bilder fra befaringsene er samlet i vedlegg 4.

2 Generelt

2.1 Omfang av prosjektet

Det skal etableres breddeutvidelse på innside veg ved totalt 8 lokaliteter langs fv. 6816 Langsteinvegen.

- Profil -50 til -150. Utvidelse av eksisterende skjæring i berg.
- Profil -280 til -330 Utvidelse av eksisterende skjæring i berg.
- Profil -485 til -535 Breddeutvidelse i løsmasseskråning, evt. mindre omfang bergskjæring.
- Profil -690 til -790 Breddeutvidelse i løsmasseskråning, evt. mindre omfang bergskjæring.
- Profil -1090 til -1140 Breddeutvidelse i løsmasseskråning, evt. mindre omfang bergskjæring.
- Profil -1420 til -1520 Breddeutvidelse i løsmasseskråning, evt. mindre omfang bergskjæring.
- Profil -1840 til -1890 Breddeutvidelse i løsmasseskråning, evt. mindre omfang bergskjæring.
- Profil -2200 til -2240 Breddeutvidelse i løsmasseskråning, evt. mindre omfang bergskjæring.

Ingeniørgeologiske vurderinger begrenser seg til de 2 møteplassene der det blir utvidelse av eksisterende skjæring i berg, dvs. profil -50 til -150 og -280 til -330. Skredfarevurderinger omfatter samtlige møteplasser listet ovenfor.

Det er også planlagt begrensede utvidelser/oppstramming av skråningsutslag på utside veg, mot elva, delvis på eksisterende møteplasser ved profil -460 til -800, profil -900 til -960 og profil -1300 til -1360.

2.2 Geologi i prosjektområdet

Bergartene i prosjektområdet er en del av Undre Hovingruppen i Trondheimsdekket. Dette er alloktone (skjøvne) bergarter av under-mellomordovicisk alder. Helt i vest er det ifølge berggrunnskart fra NGU (vedlegg 1) metasandstein, gråskifer og leirskifer i veksling. Disse er ikke observert i noen av blotningene/skjæringene oppover langs Langsteinvegen.

Bergarten i vestlig ende av Langsteinvegen er ifølge berggrunnskartet et polymikt konglomerat, dvs. konglomerat med klaster/bergartsfragmenter fra tre eller flere ulike bergarter. Dette stemmer godt med observasjoner i eksisterende bergskjæringer ved profil ca. 50 til - 400. Bergarten består her av en grågrønn matriks med klaster av ulik størrelse og farge. Matriksen er fin- til middelskornet, og klastene utgjør en relativt liten del av den totale bergmassen, anslagsvis < 20 %.

Lenger mot øst er det observert grønnstein i blotninger og skjæringer. I felt er ikke bergartsgrensen mellom konglomerat og grønnstein lokalisert, men basert på kartlegging forventes denne å opptre et sted mellom profil -500 og -700. Dette er i samsvar med berggrunnskart fra NGU som angir at grensen er ca. ved profil -650.

2.3 Generelt om utvidelser av skjæringer i berg

2.3.1 Utforming av skjæringsprofil

Bergskjæringer planlegges i henhold til krav i Håndbok N200 [1]:

- Bergoverflaten avdekkes til minst 2 m bak fra prosjektert skjæringstopp.
- For skjæringer med høyde < 3 m kan omfang av avdekking og rensk vurderes spesielt og opp mot stabilitet av løsmasser lenger bak i terrenget.
- Skjæring etableres med helning 10:1.

Av vedlegg 8 fremgår det hvordan skjæringsprofil for bergskjæring ved henholdsvis profil -50 til -150 og -280 til -330 er planlagt utformet.

2.3.2 Stabilitetssikring av skjæringer i berg

Stabilitetssikring av bergskjæringer planlegges utført i henhold til krav i håndbok N200 [1]:

- Stabilitetssikring av skjæringer skal dimensjoneres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på veg. Det skal ikke være nødvendig med supplerende sikring i løpet av de første 20 år etter ferdigstilling. Det samme gjelder eventuelle tiltak på topp skjæring, for eksempel sognemur.
- Skjæringer skal sikres mot nedfall av is og iskjøving.
- Løsmasser på topp skjæring utformes med stabil vinkel eller sikres (f.eks. med sognemur) for å unngå erosjon og utglidning.

2.3.3 Borbarhet, sprengbarhet og bergmassens egnethet til vegformål

Konglomerat fra Vuddudalen er testet for mekaniske egenskaper ved laboratoriet til Veidekke Industri på Sluppen [13]. Dette er samme bergartsformasjon som vest i Langsteindalen. Konglomeraten er testet for motstand mot nedknusning (Los Angeles-verdi) og motstand mot abrasiv slitasje (micro-Deval-koeffisient). Det er rapportert om følgende resultater:

Los Angeles-verdi: **15**

Micro-Deval-koeffisient: **20**

Vurdert opp mot krav til mekanisk stabilisert bærelag og forsterkningslag er Los-Angeles-verdien godkjent for alle trafikkgrupper. Micro-Deval-koeffisienten er marginalt god nok for trafikkgruppe A (ÅDT < 750). Den er ikke godkjent for trafikkgruppe B-F (ÅDT > 750).

Det er utført testing også av grønnsteinen som ligger øst i prosjektområdet [14]. Prøvene er hentet ut fra borehull BH-A boret fra jordene vest for gården Drogset, og sørover i retning fylkesvegen. Følgende verdier er målt:

Los Angeles-verdi: **11,4**

Micro-Deval-koeffisient: **12**

Vurdert opp mot krav til mekanisk stabilisert bærelag og forsterkningslag er begge verdier godkjent for alle trafikkgrupper.

Ved SINTEF sitt bergtekniske laboratorium er det utført testing av styrkeegenskaper til både konglomerat og grønnstein. En sammenstilling av enkelte testverdier fremgår av Tabell 2 nedenfor.

Tabell 2 Utvalgte verdier fra laboratorietesting for mekaniske egenskaper ved NTNU og SINTEF.

Prøvenavn	Konglomerat Vuddudalen	Grønnstein Borehull BH-A, Drogset
Egenskap	Gjennomsnittsverdier	
Enaksiell trykkfasthet	81,1 MPa	91,2 MPa
Borsynkindeks (DRI)	54 (middels)	55 (middels)
Borslitasjeindeks (BWI)	19 (meget lav)	13 (meget lav)

For fullstendige resultater og beskrivelse av testmetoder refereres til SINTEF-rapport 19045IG [15] og SINTEF-rapport 19071IG i [16].

2.3.4 Rystelseskrav

Hovedmengden av sprengningsarbeider vil være knyttet til utvidelse av eksisterende bergskjæringer ved henholdsvis profil -50 til -150 og -280 til -330. Rystelseskrav (grenseverdi for vertikal svingehastighet) med tanke på nærliggende infrastruktur er beregnet i henhold til NS 8141:2001. Det anbefales besiktigelse av bygninger og andre konstruksjoner som kan bli påvirket av sprengningsarbeidet. Besiktigelsen skal utføres før og etter arbeidet utføres. Som grense for området som skal besiktiges, anbefales en grense på 50 m for byggverk fundamentert på berg og 100 m for byggverk fundamentert på løsmasser [10].

For sprengningsarbeider ved møteplass profil -50 til -150 og -280 til -330 må det tas hensyn til følgende bygninger/installasjoner:

- Langsteinvegen 15 og 13. Bygninger på eiendom med Gnr/Bnr 2/12 ligger ca. 30 m fra nærmeste sprengningssted.
- Ved Langsteinelva er det en mindre betongbygning ca. 25 m fra nærmeste sprengningssted, på eiendom med Gnr/Bnr 2/13. Inne i dette bygget har Salmar inntak av vann til sitt anlegg (kun en mindre andel av vannet hentes her).
- Smoltanlegget til SalMar ligger ca. 65 m fra nærmeste sprengningssted.
- Nærmeste høyspentmast er ca. 10 m fra nærmeste sprengningssted.

Fundamenteringsforhold, byggemateriale og tilstand er ukjent for alle de ovennevnte. I vedlegg 7 fremgår foreløpig beregnede grenseverdier for rystelser for de to førstnevnte. Det kan bli behov for justering av disse etter at en innledende besiktigelse med tilstandsvurdering er utført. Foreløpige beregnede grenseverdier fremgår av Tabell 3 nedenfor.

Tabell 3 Foreløpig beregnet grenseverdi for rystelser iht. NS8141:2001

Bygning/installasjon	Eiendom, Gnr/Bnr	Korteste avstand til sprengningssted	Foreløpig beregnet grenseverdi
Bygning Langsteinvegen 15 og 13	2/12	Ca. 30 m	Dersom fundamentert på løsmasse: 10,9 mm/s
			Dersom fundamentert på berg: 67,2 mm/s
Bygning ved Langsteinelva, inntak for vann til Salmar sitt anlegg	2/13	Ca. 25 m	67,2 mm/s

Standarden gir kun anbefalinger knyttet til byggverk. Når det gjelder påvirkning av rystelser på fisk/smolt må det gjøres en særskilt vurdering i samråd med fagansvarlig YM og med bedriften. Det må samtidig gjøres en vurdering av grenseverdi for selve tankene ved smoltanlegget.

Restriksjoner knyttet til sprengningsarbeider i nærheten av høyspentmast må avklares mot netteier (NTE) i neste fase.

Fra kjent kvikkleireforekomst nede ved jernbanekulvert er det over 100 m fra nærmeste sprengningssted i skjæringer ved profil -50 til -150 og -280 til -330. Mellom sprengningssted og kvikkleire er det gode friksjonsmasser. Det er forutsatt at det ikke skal utføres sprengningsarbeider helt nede ved kulverten. Dersom dette blir aktuelt må det gjøres spesielle vurderinger knyttet til grenseverdier og øvrige tiltak med tanke på påvirkning av kvikkleire iht. NS8141-3:2014 [11]. Det refereres til geoteknisk rapport for detaljer [4].

2.3.5 Spesielle forhold

Ved sprengning i eksisterende skjæringer vil det være en problemstilling at det kan bores på forsagere fra tidligere sprengningsarbeider. Det må utarbeides prosedyrer for boring og sprengning der håndtering av disse omtales. Dette vil være vesentlig å inkludere i HMS-kurs og sikker jobb-analyser (SJA) på prosjektet.

Sprengningsarbeidene vil foregå i nærheten av Langsteinelva. Salmar har en inntakskonstruksjon like nedstrøms ny bergskjæring ved profil -280 til -330 der de henter inn noe av vannet til anlegget. Spesielle hensyn som må tas inn i planlegging av anleggsarbeidene må avklares mot Salmar i neste fase.

2.3.6 Ingeniørgeologisk kompetanse og oppfølging i byggefasen

Det anbefales fortløpende ingeniørgeologisk kartlegging av bergmassen underveis i arbeidene. Det kan også være hensiktsmessig med en kartlegging etter at bergoverflaten er avdekket også i overkant av eksisterende skjæringer. Det anbefales at prosjektet følger krav til bemanning og kompetanse i henhold til SVV Håndbok R761. Dette innebærer at man sørger for nødvendig kompetanse ut fra forventede geologiske utfordringer. Minst én person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha faglig ansvar for permanentsikring av skjæringene og sørge for [9]:

- Kvalitetssikring for geologisk kartlegging, sikring og dokumentasjon.
- Kartlegging for å bestemme omfang og metode for permanent sikring.
- Registrering og dokumentasjon av geologi og utført sikring iht. gjeldende krav.
- Å utarbeide ingeniørgeologisk sluttrapport.
- Å rapportere og begrunne eventuelle avvik i sikringsomfang og sikringsmetoder i forhold til det som var forutsatt i konkurransegrunnlaget.

2.4 Generelt om utvidelser av skjæringer i løsmasse

2.4.1 Utforming og stabilitet av skjæringsprofil i løsmasseskråninger

Det henvises til rapport R1-GEOT-03 Geoteknisk fagrapport Langstein for detaljer vedrørende tiltak i løsmasse [4]. Av rapporten fremgår:

For møteplasser i Langsteindalen vurderes det som nødvendig å støtte opp skjæringer med høyde 2-3 m med ordnet steinfylling. Ordnet steinfylling utføres med velgradert sprengstein med fronthelning inntil 1:1. Foten av fyllinga må være minimum 50 % av oppstøttingshøyden.

3 Utvidelse eksisterende bergskjæring profil -50 til -150

3.1 Observasjoner og fakta

3.1.1 Topografi og linjeføring

Inngrepet omfatter utretting av kurve i eksisterende veg fra ca. profil -50 til -150, Figur 2.



Figur 2: Utklipp fra modell (28.10.2019) illustrerer inngrep i terrenget. Synsretning oppover Langsteindalen.

På innsiden (sørsiden) av eksisterende veg er det bart berg/eksisterende skjæringer nesten sammenhengende, kun avbrutt av et søkk i terrenget ved ca. profil -130, Figur 3.



Figur 3: Utklipp fra modell (28.10.2019). Synsretning mot sør. Søkk i terrenget ved ca. profil -130.

Terrenget på sørsiden av vegen stiger på bratt i ca. 10-15 høydemeter før det flater ut til et platå med utstrekning ca. 15-30 m mot sør før det stiger på videre oppover fjellsiden til Steinberga (ca. 400 m.o.h). Fjellsiden er avbrutt av flere hyller og sprang. Platået er tett vegetert med løvtrær og bartrær med unntak av et belte under høyspentlinjen som krysser eksisterende veg ved ca. profil -160 i retning SV-NØ.

3.1.2 Kvartærgeologisk beskrivelse

Kvartærgeologisk kart fra NGU (vedlegg 2) angir at området for tiltaket hovedsakelig er dekket av usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale. I vestlig del av tiltaket er det på kvartærgeologisk kart angitt marin strandavsetning (sammenhengende dekke). På innsiden av vegen er det observert bart berg/eksisterende bergskjæringer, Figur 4.

Ifølge geoteknisk rapport [4] fremgår det at det oppover i Langsteindalen er grusige, sandige og siltige masser.

I terrenget over dagens bergskjæring er det observert et tynt løsmassedekke. Dette består hovedsakelig av torv og vegetasjon og mektighet anslås til < 1 m. Mektighet av løsmasser på platået over lenger oppe i terrenget er ukjent og kan være over 1 m.

3.1.3 Bergartsbeskrivelse

Bergarten i eksisterende skjæring er konglomerat. Observasjoner i felt er av en grågrønn matriks. Denne er fin- til middelskornet. Klastene er av ulik størrelse og farge. Klastene utgjør en relativt liten del av den totale bergmassen, ca. < 20%.

3.1.4 Bergmassebeskrivelse

Bergmassen fremstår generelt som grovblokkig og kompetent. Oppsprekking følger i hovedsak tre sprekkesett samt sporadiske sprekker.

1. N40-50°Ø / 60-90° NV
2. N90-110° Ø / 80°S-80°N
3. N70-80°Ø / 30-45°NV

Typisk sprekkeavstand for hovedsprekkesettene er 0,5-2 m. Observerte sprekkeplan er i hovedsak irregulære og bølget. Sprekkeflater har en ru karakter, stedvis med noe overflateforvitring.

Det er observert en sleppe med siltig sprekkemateriale ved ca. profil -145, Figur 5. Denne har orientering N30°Ø/65°SØ og sprekkeåpning ca. 1-5 cm. Det etableres ikke ny bergskjæring av betydelig høyde i dette området.

Innmålte sprekker i eksisterende skjæring er sammenstilt i sprekkerose og stereoplott (Vedlegg 3). Antall målinger er for begrenset til at dette gir gode fremstillinger.

3.1.5 Hydrogeologi

Søkk i terrenget ved ca. profil -130 drenerer deler av området over eksisterende bergskjæringer. Utover dette er det ikke observert bekkeløp i område for tiltaket.

Ifølge grunnvannsdatabasen GRANADA er det ikke registrert grunnvannsbrønner i umiddelbar nærhet til tiltaket. Nærmeste brønn er lokalisert ved Riksvegen ca. 120 m mot nordvest, vedlegg 5.

3.2 Vurderinger

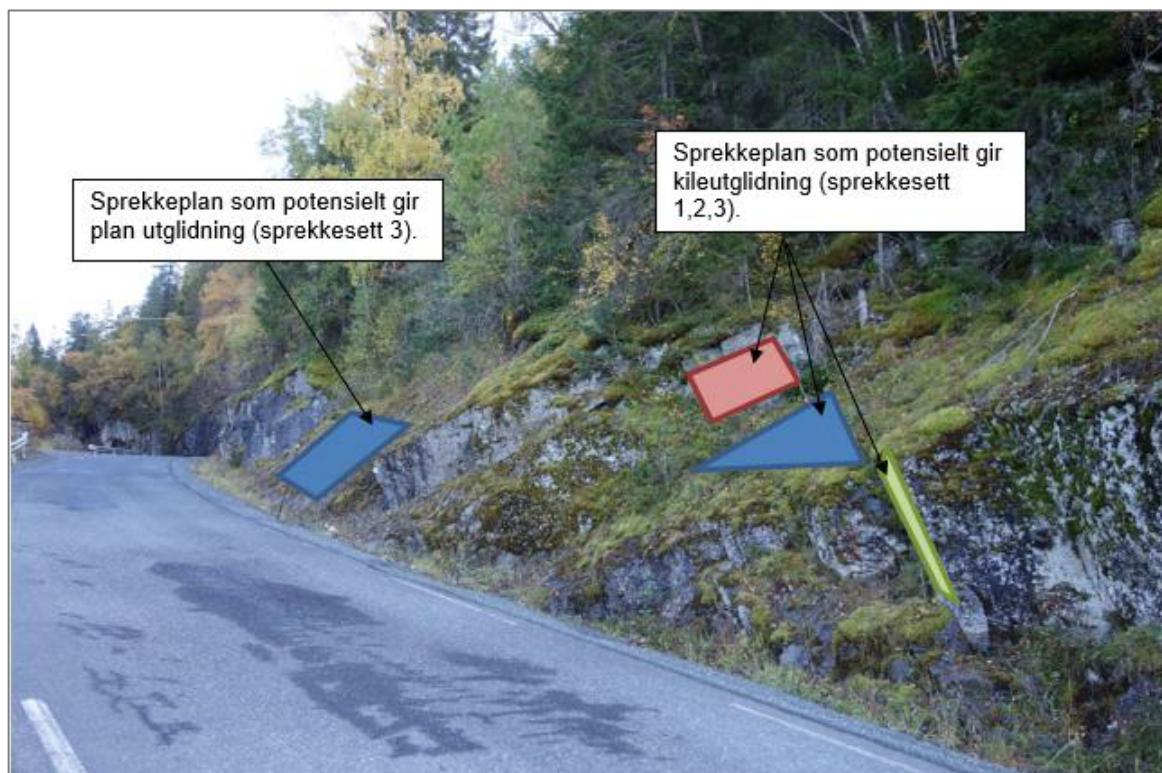
3.2.1 Stabilitet og geometrisk utforming

I henhold til håndbok N200, blir bergskjæringer etablert med helning 10:1. Løsmasser på toppen av bergskjæring graves av minimum to meter bak prosjektert skjæringskant, og bergoverflaten renskes. Løsmassene utjevnes til stabil skråning, eventuelt støttes opp ved hjelp av for eksempel sognemur.

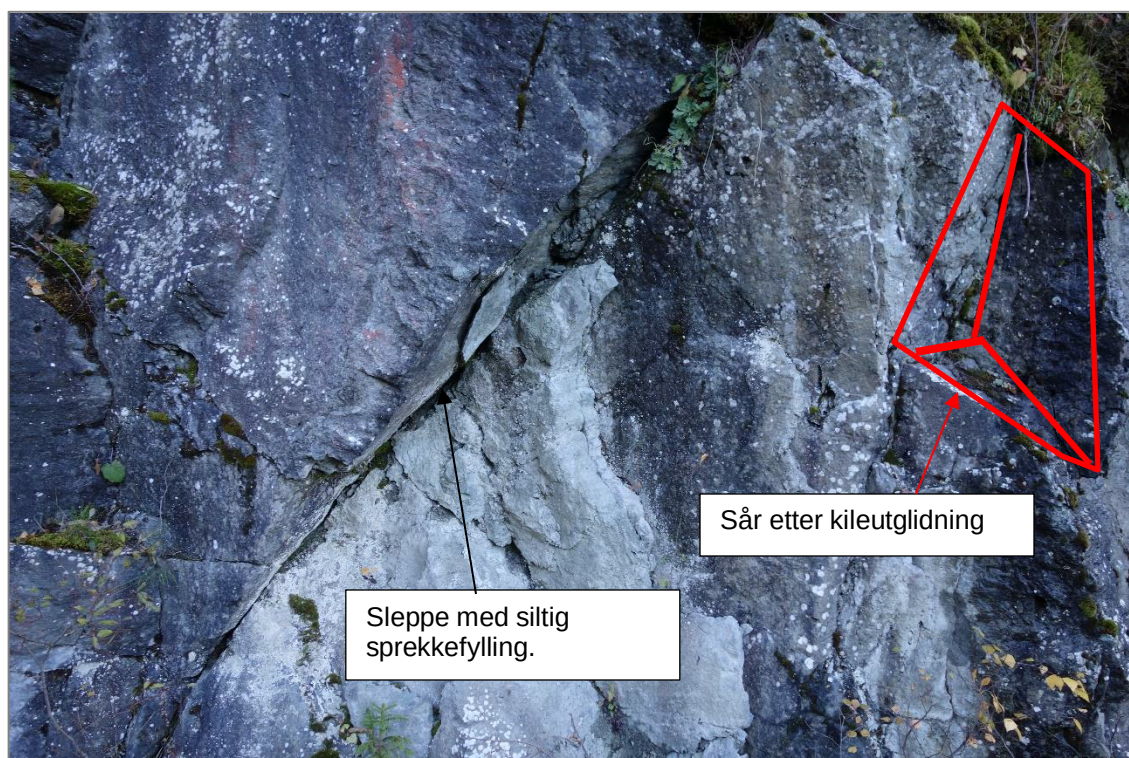
Ny bergskjæring blir om lag 70 m lang og får maks høyde ca. 6,5 m over ferdig veg. Skjæringen blir stedvis en utvidelse av eksisterende bergskjæring. Eksisterende bergskjæring er usikret.

Sprekkesett 3 har fallretning 30-45° ut mot vegbanen (blått plan, Figur 4). Dette sprekkeplanet gir potensiale for plane utglidninger. Ru sprekkeflate og helning under 45° er positivt for stabiliteten.

Konstellasjonen med sprekkeplan 1, 2 og 3 gir potensiale for kileutglidninger, Figur 4. Det er observert sår etter denne typen utglidninger i eksisterende bergskjæring, Figur 5.



Figur 4 Identifiserte sprekkplan som kan gi stabilitetsproblemer.



Figur 5 Eksisterende bergskjæring ca. profil -145.

3.2.2 Sikringsbehov

Basert på observasjoner av bergmassen i eksisterende bergskjæring er følgende sikringsmengder estimert.

- Hele bergskjæringen renskes manuelt, ca. 250 m².
- 50% av bergskjæringen renskes maskinelt, ca. 125 m².
- 15-20 stk. innstøpt bolt, lengde 3-4 m.
- Det er trolig ikke behov for steinsprangnett.
- Det er trolig ikke behov for isnett.

4 Utvidelse eksisterende bergskjæring profil -280 til -330

4.1 Observasjoner og fakta

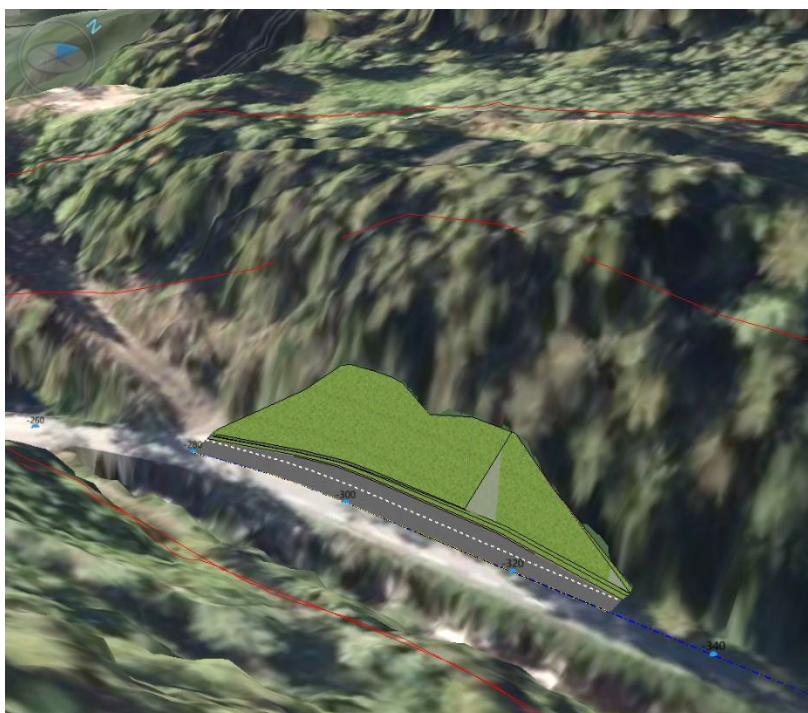
4.1.1 Topografi og linjeføring

Eksisterende skjæring har høyde mellom 4-6 meter. Skjæringen er avgrenset i vest av en driftsveg på nordsiden av elva. I øst fortsetter eksisterende skjæring til ca. profil 400. Utvidelse av eksisterende skjæring vil strekke seg over ca. 50 meters lengde, Figur 6 og Figur 7. Høyde på ny skjæring blir inntil ca. 10,5 meter.

Planlagt skjæring vil ha øvre avslutning ved ca. kote 55. Herfra stiger terrenget relativt bratt på videre til ca. kote 60 før helningen avtar videre oppover og slakker av til et større platå i terrenget. Videre mot nord og nordøst stiger terrenget på i retning Steinshåmmåren ved kote 175.



Figur 6 Utklipp fra modell (30.10.2019) illustrerer inngrep i terrenget. Synsretning oppover Langsteindalen.



Figur 7 Utklipp fra modell (30.10.2019). Synsretning mot nord. Naturlig platå i terrenget ovenfor skjæringen.

4.1.2 Kvartærgeologisk beskrivelse

Kvartærgeologisk kart fra NGU (vedlegg 2) angir at området for tiltaket hovedsakelig er dekket av usammenhengende eller tynt dekke av morenemateriale.

Det er observert tynt/begrenset løsmassedekke i terrenget over dagens skjæring, mektighet anslås til < 1 m i de bratteste partiene. Hovedsakelig er det torv og vegetasjon og et tynt lag med jord og sand. Mektighet på avsats lenger oppe i terrenget er ukjent.

4.1.3 Bergartsbeskrivelse

Bergarten i eksisterende skjæring er konglomerat, Figur 8. Observasjoner i felt er av en grågrønn matriks. Denne er fin- til middelskornet. Klastene er av ulik størrelse og farge. Klastene utgjør en relativt liten del av den totale bergmassen, ca. < 20%.



Figur 8 Polymikt konglomerat i eksisterende skjæring.

4.1.4 Bergmassebeskrivelse

Bergmassen fremstår generelt som grovblokkig og kompetent. Oppsprekking følger i hovedsak tre sprekkesett samt sporadiske sprekker. Hvilke sprekkesett som gjør seg gjeldende varierer noe lokalt langs skjæringen. Følgende hovedsprekkesett er registrert:

- N40-50°Ø/80°NV-80°SØ
Sprekkeavstand 1,0-2,0 m. Sprekkeruhet: plan – ru/bølget – ru.
- N30°V/60-70°NØ
Oppsprekking lokalt 0,5 m eller lavere, så stor avstand til neste sprekk i settet. Sprekkeruhet: plan – ru.
- N60°Ø/30-40° NØ-NV.
Subhorisontalt, vanskelig å få gode målinger av strøkretningen. Sprekkeavstand > 2 m. Sprekkeruhet: bølget – ru.
- N40°V/80°SV
Sprekkeavstand 1,0-2,0 m. Sprekkeruhet: bølget – ru.

Enkelte av de sporadiske sprekkene har strøk/fall N30°Ø/50-60°SØ. Det betyr at sprekkene har fall ut mot vegen.

Innmålte sprekker i eksisterende skjæring er sammenstilt i sprekkerose og stereoplott (Vedlegg 3). Antall målinger er for begrenset til at dette gir gode fremstillinger.

Det er observert to svakhetssoner i eksisterende skjæring. Den ene er registrert ved profil ca. -300 og har strøk/fall N30°Ø/80°NV, Figur 9. Nede mot grøften har sonen bredde på 10 cm. Sonens bredde øker oppover i skjæringen, og anslås til ca. 20 cm lenger oppe. Stedvis deler sonen seg i 2 gjennomsettende slepper med tett oppsprukket bergmasse mellom.

Den andre sonen er observert ved profil ca. -320, Figur 10. Den er avgrenset i venstre side av en sleppe med orientering N20°Ø/60°NV. Sleppe er ca. 10 cm bred, delvis åpen og har fyllmateriale bestående av oppknust masse av fraksjon silt/leir. Bergmassen har økt oppsprekking i ca. 2-3 meters bredde til høyre (øst) for avgrensende spreke. Det er observert noe leir på sprekeflatene og bergarten fremstår som mer «sprø», altså noe lavere styrke.



Figur 9 Svakhetsone i eksisterende skjæring ved profil ca. -300.



Figur 10 Svakhetsone i eksisterende skjæring ved profil ca. -320. Avgrensende sleppe i venstre side vist med pil.

4.1.5 Eksisterende stabilitetssikring

Det er utført spredt boltesikring i eksisterende skjæring. Sikringen fremstår som relativt ny, antatt < 10 år gammel. Totalt er det montert 36 sikringsbolter fordelt på ca. 5 lokaliteter.

4.1.6 Hydrogeologi

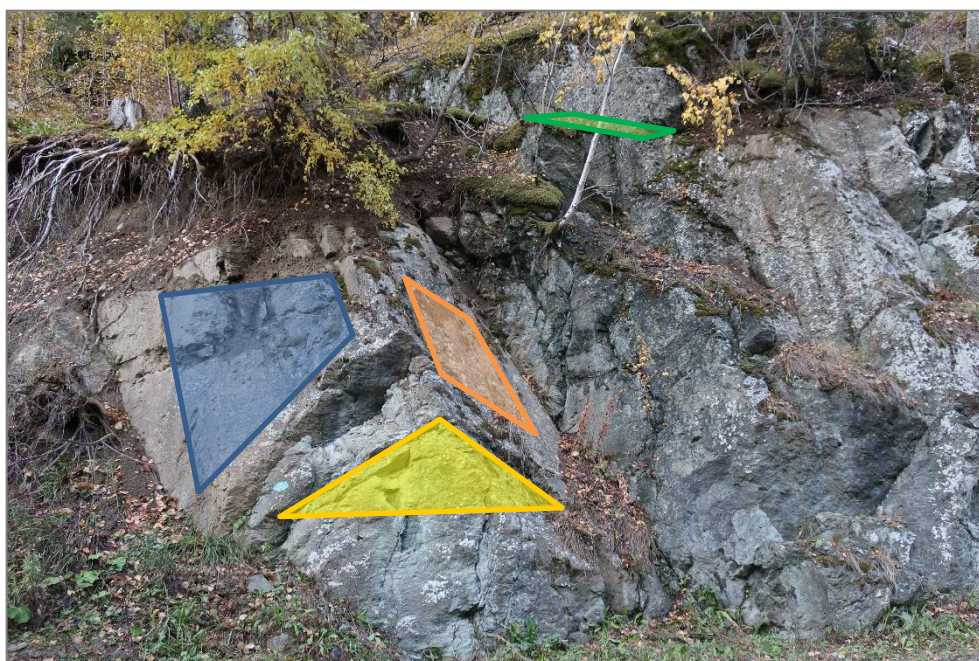
Det er et søkk i terrenget ved ca. profil -300 som forventes å kunne lede noe overflatevann fra terrenget over østre del av skjæringen ned mot vegen. Det var kraftig nedbør under befaring 18. september, men det ble ikke observert store vannmengder i dette søkket. Heller ikke i skjæringen for øvrig ble det observert rennende vann på skjæringsflaten. Det er ikke observert bekkeløp i området for tiltaket. Det er ikke kjent om det er problemer med oppbygging av is eller iskjøving i eksisterende skjæring.

Ifølge grunnvannsdatabasen GRANADA er det ikke registrert grunnvannsbrønner i umiddelbar nærhet til tiltaket. Nærmeste brønn er lokalisert ved Riksvegen, mer enn 200 m mot vest, vedlegg 5.

4.2 Vurderinger

4.2.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Ny bergskjæring vil være en utvidelse av eksisterende bergskjæring og blir om lag 50 m lang og får maksimal høyde på ca. 10,5 m over ferdig veg. Skjæring skal etableres med helning 10:1. Løsmasser på toppen av bergskjæring graves normalt av til minimum to meter bak prosjektert skjæringskant. Fordi terrenget stiger på videre fra topp prosjektert skjæring kan det bli behov for å fjerne løsmasser og renske bergoverflaten til topp skråning, antatt til kote ca. 65. Løsmasser ovenfor må så utjevnes til stabil skråning. Ved behov kan det etableres sognemur eller lignende for sikring av løsmassene.



Figur 11 Identifiserte sprekkeplan som kan gi stabilitetsproblemer.

Det er flere potensielle mekanismer for utfall i ny skjæring. Sprekker langs to av hovedsprekkesettene kan gi plan utglidning, markert med blå og oransje flate på Figur 11. I kombinasjon med sprekkesett som faller bort fra vegen, merket med gult, eventuelt plan merket med grønt, kan de gi potensiale for kileutglidning. Sprekkesett merket med gult kan dessuten gi toppling (utvelting).

Normalt vil man forsøke å se om det er hensiktsmessig å følge gjennomsettende sprekkeplan i bergmassen ved etablering av ny skjæring. I dette tilfellet er det ingen av sprekkesettene som det er naturlig å legge bergskjæringen langs. Planlagt skjæringshøyde er maksimalt 10,5 meter. Det vurderes ikke som nødvendig med sprengning av flere pallhøyder.

Geometri må optimaliseres i neste fase.

4.2.2 Sikringsbehov

Stabiliteten og sikringstiltak bør vurderes fortløpende etter hvert som man sprenger seg fremover i linja med ny skjæring.

Basert på observasjoner av bergmassen i eksisterende bergskjæring er følgende sikringsmengder estimert.

- 50% av bergskjæringen renskes maskinelt, ca. 200 m².
- Hele bergskjæringen renskes manuelt, ca. 400 m².
- Bolteomfang omtrent som i dagens situasjon, ca. 30 stk med lengder fra 3 til 6 m.
- Det forventes ikke behov for steinsprangnett.
- Det forventes ikke behov for isnett.

5 Breddeutvidelser i løsmasseskråninger

Det henvises til rapport R1-GEOT-03 Geoteknisk fagrapport Langstein for detaljer vedrørende tiltak i løsmasse. Av rapporten fremgår:

For møteplasser i Langsteindalen vurderes det som nødvendig å støtte opp skjæringer med høyde 2-3 m med ordnet steinfylling. Ordnet steinfylling utføres med velgradert sprengstein med fronthelning inntil 1:1. Foten av fyllinga må være minimum 50 % av oppstøttingshøyden.

6 Skredfarevurderinger

6.1 Forutsetninger

Skredfarevurdering er gjennomført med utgangspunkt i sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg i henhold til tabell 208.1 i SVV håndbok N200 [1], se Tabell 4. Tabellen angir tolererbar og akseptabel skredsannsynlighet for veg avhengig av dimensjonerende trafikkmengde. Sannsynlighetsklasser er inndelt etter årlig nominell sannsynlighet for skred pr. enhetsstrekning. En enhetsstrekning er her definert som en veglengde på 1 km med start fra ytterkant av aktuell strekning. Der det er flere enkeltskredløp/skredpunkt på strekningen, summeres sannsynligheten for skred.

Tabell 4 Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg, iht. tabell 208. 1 i håndbok N200.

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

ÅDT for fylkesvegen er ifølge telling utført i 2019 omtrent 300 (ikke inkludert i NVDB enda). I anleggsperioden forventes denne å øke, men vil fremdeles være < 500 slik at sannsynlighetsklasse vil være uendret. Krav til sikkerhetsnivå (restrisiko) er at sannsynlighet for skred skal være lavere enn tolererbar skredsannsynlighet og bør være lavere enn akseptabel skredsannsynlighet.

For Langsteinvegen innebærer dette at samlet sannsynlighet for skred på en enhetsstrekning (1 km) skal være lavere enn 1/5 (ett skred hvert femte år) og bør være lavere enn 1/20 (ett skred hvert tjuende år).

6.2 Skredhistorikk

Det er sett til skredhistorikk på skrednett.no (NVE) [7]. Av databasen fremgår at det er registrert 5 stk jordskred og 5 stk steinsprang på Langsteinvegen innenfor planområdet.

Av steinspranghendelsene er det i databasen oppgitt at 2 hadde løснеområde i skjæring inntil vegen. På befaring er det gjort observasjoner som tyder på at dette gjelder minst 1 hendelse til. Det betyr at det sannsynligvis bare er 2 nedfall hvor aktuelt løśnieområde er uklart. Der skredhendelser sammenfaller med planlagte møteplasser blir disse kommentert i de neste kapitlene.

Helningskart fremgår av vedlegg 9.

6.3 Profil -50 til -150

6.3.1 Observasjoner

Den nye bergskjæringen er lokalisert innenfor aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred (vedlegg 6). Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i dette området.

Terrenget stiger på i nesten 400 høydemeter mot sør/sørøst til Steinberga. Skråningshelningen varierer fra under 20° til over 60° og fjellsiden er avbrutt av hyller og sprang. Fjellsiden er tett vegetert med høy barskog.

6.3.2 Vurderinger

Planlagt bergskjæring ligger innenfor aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred. Det er ikke registrert skredhendelser på eksisterende veg i det aktuelle området.

Helningen til fjellsiden tilsier at det er flere potensielle løśnieområder for snøskred. Trær i disse områdene forhindrer dannelse av sjikt i snødekket som kan føre til flakskred. Trærne i potensielle utløpsområder har en bremsende effekt på eventuelle snøskred. Med bakgrunn i dette vurderes sannsynligheten for snøskred mot vegen som svært liten.

Avtrappingen i sideterrenget sammen med vegetasjon reduserer utbredelsen av potensielt utløpsområde for steinsprang. Sideterrenget er ikke kartlagt i detalj med tanke på potensielle løснеområder for steinsprang. Ingen registrerte skredhendelser på eksisterende veg sammen med topografi og vegetasjon gjør at sannsynligheten for steinsprang vurderes som liten.

6.4 Profil -280 til -330

6.4.1 Observasjoner

Planlagt skjæring vil ha øvre avslutning ved ca. kote 55. Herfra stiger terrenget relativt bratt på videre til ca. kote 60 før helningen avtar videre oppover og når et større platå i terrenget. Videre mot nord og nordøst stiger terrenget på i retning Steinshåmmåren ved kote 175. Det er flere naturlige avsatser i terrenget, og skråningen er tett vegetert med høy barskog. Dronefoto viser at det ligger noe blokk i terrenget like ovenfor eksisterende skjæring.

På aktsomhetskart fra NVE angis det at østre ende av ny skjæring ligger innenfor utløpsområde for steinsprang. Det er registrert 1 skredhendelse i dette området på skrednett.no. Skredet er registrert som et løsmasseskred med volum $< 1 \text{ m}^3$. Beskrevet løснеområde er fra bergskjæring og massene landet i grøft, ikke på vegbanen. Dato er angitt til 4.1.2019. Observasjoner gjort i felt kan tyde på at løснеområdet for raset er i vestre ende av eksisterende skjæring, se Figur 12. Det er ikke registrert flere skred i dette området.



Figur 12 Antatt løснеområde for ras registrert 4.1.2019 i databasen til NVE, skrednett.no.

6.4.2 Vurderinger

Arbeider med etablering av nye skjæringer vil omfatte sikring av tilstøtende terreng, se kapittel 4.2.2. Det er identifisert blokker i terrenget over skjæringen som må renskes ned.

Kombinasjonen av naturlige avsatter i terrenget sammen med tett vegetasjon gjør at det vurderes som lite sannsynlig at skred fra sideterrenget over kote 70 kan nå vegen. Tiltak som vil bli gjennomført i skråningen opp til kote 70 i forbindelse med skjæring vil sørge for at eventuelle avløste blokker/partier vil bli sikret.

På bakgrunn av dette vurderes sannsynlighet for skred mot veg etter tiltak å være $< 1/20$.

6.5 Profil -485 til -535

6.5.1 Observasjoner

Det er ikke observert bart berg innenfor området for planlagt utvidelse. Løsmassemekktighet er ukjent. I vestre ende av utvidelsen er det en fjellnabb like ovenfor vegen. Det ligger noe blokk oppe i terrenget inntil denne.

Skråningen er tett bevokst, og det er ingen registrerte skredhendelser i dette området på skrednett.no.

6.5.2 Vurderinger

Det er ikke observert helt avløste partier i fjellnabben, og denne vurderes som stabil i dagens situasjon.

Sannsynlighet for skred vurderes å være $< 1/20$.

6.6 Profil -690 til -790

6.6.1 Observasjoner

Det er løsmasseskråning inn mot veg. I terrenget litt ovenfor topp skråning er det en bergskrent, og det er observert noen helt eller delvis avløste blokker i øvre del av denne. Mellom skrent og topp løsmasseskråning er det en liten avsats, her ligger noe urmasse. Det er ikke observert fersk rasmasse eller ferske sår etter nedfall i skrenten.

Terrenget videre bakover er tett vegetert. Området ligger ikke innenfor aktsomhetsområde for skred.

Det er registrert 2 skredhendelser i dette området på skrednett.no. Begge er steinsprang, og er registrert i 2007. Ingen detaljer om nedfallet er angitt i databasen.

6.6.2 Vurderinger

Blokker i topp bergskrent må kontrolleres, eventuelt renskes ned/boltes før arbeider med møteplass kan starte. Avstand mellom utvidelse til ny møteplass og bergskrent er lavest i svingen. Det bør tilstrebes å avslutte utvidelsen/ny løsmasseskjæring i nedre avgrensing av naturlig avsats i terrenget, og unngå å gå for nære berget for å redusere omfang av nødvendige tiltak.

Sannsynlighet for skred som kan nå vegen etter tiltak vurderes til $< 1/20$.

6.7 Profil -1090 til -1140

6.7.1 Observasjoner

Det er løsmasseskråning ned mot vegen og det er tett vegetert skråning videre oppover i terrenget. Møteplass er ikke innenfor aktsomhetsområde for skred. I terrenget over veg, i østre ende av ny møteplass er det en fjellnabb med noe rasur nedenfor. Det er ikke observert avløste steiner eller blokker av betydning. Urmassene er løse og det ligger mose oppå. Det er ikke observert ferske rasblokker i terrenget. Mot vest slaker terrenget noe av. Det ligger et par blokker i terrenget rett opp for vestre ende av møteplass, der granskogen starter. Det er usikkert om disse er avløste.

Det ligger en stor blokk i løsmasseskråningen, ca. 15 m opp fra veg. Størrelse anslått til 2-5 m³.

Det er 2 registrerte steinsprang i skredbasen til NVE, begge registrert i 2015. Den ene hendelsen er angitt med størrelse < 1 m³, og nedfall kom kun i grøft. For den andre hendelsen foreligger ingen detaljer. Observasjoner i felt tyder på at begge nedfall har kommet fra eksisterende bergskjæring.

6.7.2 Vurderinger

Stor blokk i skråningen må fjernes. Demolering kan bli nødvendig. Løse blokker i terrenget ovenfor vestre ende av møteplass må kontrolleres. Det kan være behov for å renske ned disse i forkant av arbeidene.

Terrenget opp fra vegen er tett vegetert med skog, det er ingen rashendelser med utløp i sideterrenget i databasen. Sannsynlighet for skred som kan nå vegen etter tiltak vurderes til < 1/20.

6.8 Profil -1420 til -1520

6.8.1 Observasjoner

Helt i øst er det en liten bergnabb. For øvrig er det løsmasse i skråningen der utvidelse skal etableres. Terrenget opp til skogsbilveg lenger oppe i skråningen er relativt slakt. Det er observert noe urmasser i et søkk mot øst. Ovenfor skogsbilvegen er det flere bratte fjellknauser, bergmassen har grovblokkig oppsprekking og det er observert flere delvis eller helt avløste blokker.

Det er god grøft mellom skråning og veg i dag. Det er ingen skredhendelser i databasen til NVE.

6.8.2 Vurderinger

De avløste blokkene som er observert i knausen ovenfor skogsbilvegen vurderes å ligge godt stablet. Et eventuelt nedfall herfra vurderes å trolig ikke kunne nå vegen. Det anbefales at det gjøres en simulering av kastebaner i forbindelse med neste planfase for å verifisere dette.

Urmasser i terrenget ligger ikke helt ned mot dagens veg. Det kan hende at utvidelse til møteplass gir skråningsutslag som kommer opp til disse massene. Dette må hensyntas under arbeidene, og det må etableres ny, stabil skråning i nedkant av urmassene.

Sannsynlighet for skred som kan nå vegen etter tiltak vurderes som < 1/20.

6.9 Profil -1840 til -1890

6.9.1 Observasjoner

Det er eksisterende bergskjæring inntil veg i østre ende av planlagt møteplass. Bergmassen i skjæringen er til dels tett oppsprukket, den fremstår som noe «rufsete». Det er observert flere avløste steiner/blokk i skjæringen, og det er sår etter nedfall. Bergveggen drar seg videre bakover fra veg i svingen, og mellom berg og veg ligger det urmasser. Det meste er godt begrodd, men noen blokker kan være av nyere dato. Massene er grovblokkig, typisk størrelse på blokker er 0,5 x 0,25 x 0,15 m³. Stedvis observeres større blokker, inntil 4 m³. Mindre urmasse fremstår som svært løs og ustabil, blokker og flak glir vekk når de belastes.

Terrenget slakker noe ut over den steile veggen, men platået følges av en ny vegg litt lenger bak. Berget er noe oppsprukket, og det er observert flere blokker som er delvis avløst.

Det er tett vegetert skråning videre oppover i terrenget. Møteplassen er ikke innenfor aktsomhetsområde for steinsprang. Det er ingen registrerte skredhendelser på skrednett.no.

6.9.2 Vurderinger

Det er ikke observert berg som vurderes som helt avløst i veggen oppe i terrenget. Store blokker helt mot øst ser kilt ut, og et parti med åpen steil sprekk i bakkant har god fot. Observasjoner av fersk blokk i ura tyder imidlertid på at det forekommer nedfall her med jevne mellomrom. Det bør gjøres en kontroll, eventuelt rensk i veggen for å ta ned det som eventuelt er løst. Behov for spotbolting bør utføres etter rensk. Dette er tiltak som anbefales utført før arbeidene med møteplassen starter.

Ved etablering av møteplass må det tas hensyn til at urmassene er lite stabile.

Sannsynlighet for skred som kan nå vegen etter tiltak vurderes som < 1/20.

6.10 Profil -2200 til -2240

6.10.1 Observasjoner

Det ligger løsmasser og ur på bratt vinkel opp fra grøft. Grøft er i dag ca. 2 m bred og 1 m dyp.

Det er bart berg i øst (ved postkasse) og et stykke opp i skråningen, anslagsvis 10-15 m fra veg i planet, og 4-5 m oppe.

Det er observert en stor blokk oppe i terrenget, i ca. 30-40 m avstand fra vegen. I østre ende er det registrert en blokk som er helt avløst, men kilt i to av hjørnene mellom andre blokker.

Området ligger ikke innenfor aktsomhetsområde på skrednett.no. Det er registrert 1 skredhendelse på skrednett.no. Dette var et jordskred som gikk i 2013, ingen detaljer er angitt. Det er også registrert ett jordskred i 2012 litt vest for planlagt møteplass. Ingen detaljer er angitt.

6.10.2 Vurderinger

Stor blokk oppe i terrenget ligger godt i dagens situasjon, men kan bli ustabil dersom foten (løsmassene) graves bort i underkant. Denne kan alternativt tas ned før arbeidene med ny skråning starter.

Det samme gjelder blokk i øst, som i dag ligger kilt. Denne forventes å bli mer ustabil på sikt, og anbefales renset ned i forkant av arbeidene. Behov for ytterligere rensk må vurderes fortløpende på stedet.

Planlagt tiltak vurderes å bli lite omfattende, og det er en fordel om skråningsutslaget kan begrenses. Større stein/blokk som ligger i urmassene kan bli ustabile av graving i løsmassene.

Sannsynlighet for skred som kan nå vegen etter tiltak vurderes å være $< 1/20$.

6.11 Samlet skredfare

Helningen til fjellsiden tilsier at det er flere potensielle løснеområder for snøskred. Trær i disse områdene forhindrer dannelse av sjikt i snødekket som kan føre til flakskred. Trærne i potensielle utløpsområder har en bremsende effekt på eventuelle snøskred. Med bakgrunn i dette vurderes det som ikke sannsynlig med snøskred. Statistikken i skreddatabasen underbygger denne vurderingen.

NGI har vurdert det som ikke sannsynlig med jord-, flom- og sørpeskred.

Konklusjonen er at aktuell skredtype for samtlige planlagte breddeutvidelser er steinsprang. I henhold til tabell 208.1 i håndbok N200 [1] skal restrisiko for skred vurderes samlet for en enhetsstrekning på 1 km. Prosjektområdet er litt lenger enn 2 km, og det er delt inn i 2 enhetsstrekninger på ca. 1 km:

Profil -50 til profil -1140. Samlet restrisiko for steinsprang etter utførelse av anviste tiltak er $< 1/20$ og innenfor akseptabel restrisiko.

Profil -1420 til profil -2240. Samlet restrisiko for steinsprang etter utførelse av anviste tiltak er $< 1/20$ og innenfor akseptabel restrisiko.

Det påpekes at for strekninger utenom de planlagte breddeutvidelsene er det ikke gjort skredfarevurderinger. Forutsetningen for dette er en vurdering av at dagens situasjon vil være uendret all den tid det ikke skal gjennomføres tiltak. Flere skredhendelser i databasen på skrednett.no har hatt løснеområde i eksisterende skjæring, og det er videre forutsatt at ordinær drift av vegen vil ivaretar rensk av eksisterende skjæringer.

7 Videre arbeid

I forbindelse med byggeplanfasen vil det være aktuelt med følgende supplerende arbeider:

- Undersøke tykkelse på løsmassedekke ved planlagt skjæringstopp, begge skjæringer.
- Supplerende ingeniørgeologisk kartlegging av skråning over planlagt skjæringstopp ved utvidelser av eksisterende skjæringer i berg.
- Undersøke om det kan være brønner i området som ikke er registrert i grunnvannsdatabasen.
- Avklare rystelseskrav med tanke på smoltanlegget til Salmar.
- Avklare rystelseskrav med tanke på høyspentmast til NTE.
- Supplerende kartlegging i terrenget for dimensjonering av sikringstiltak ved følgende lokaliteter: -280 til -330, -690 til -790, -1090 til -1140, -1840 til -1890 og -2200 til -2240.

8 Vedlegg

Vedlegg 1 Berggrunnskart fra NGU

Vedlegg 2 Kvartærgeologisk kart

Vedlegg 3 Sprekkerose, stereoplott

Vedlegg 4 Bilder

Vedlegg 5 Oversikt brønner fra GRANADA

Vedlegg 6 Aktsomhetskart

Vedlegg 7 Grenseverdier for rystelser

Vedlegg 8 Tverrprofil utvidelse av skjæringer i berg

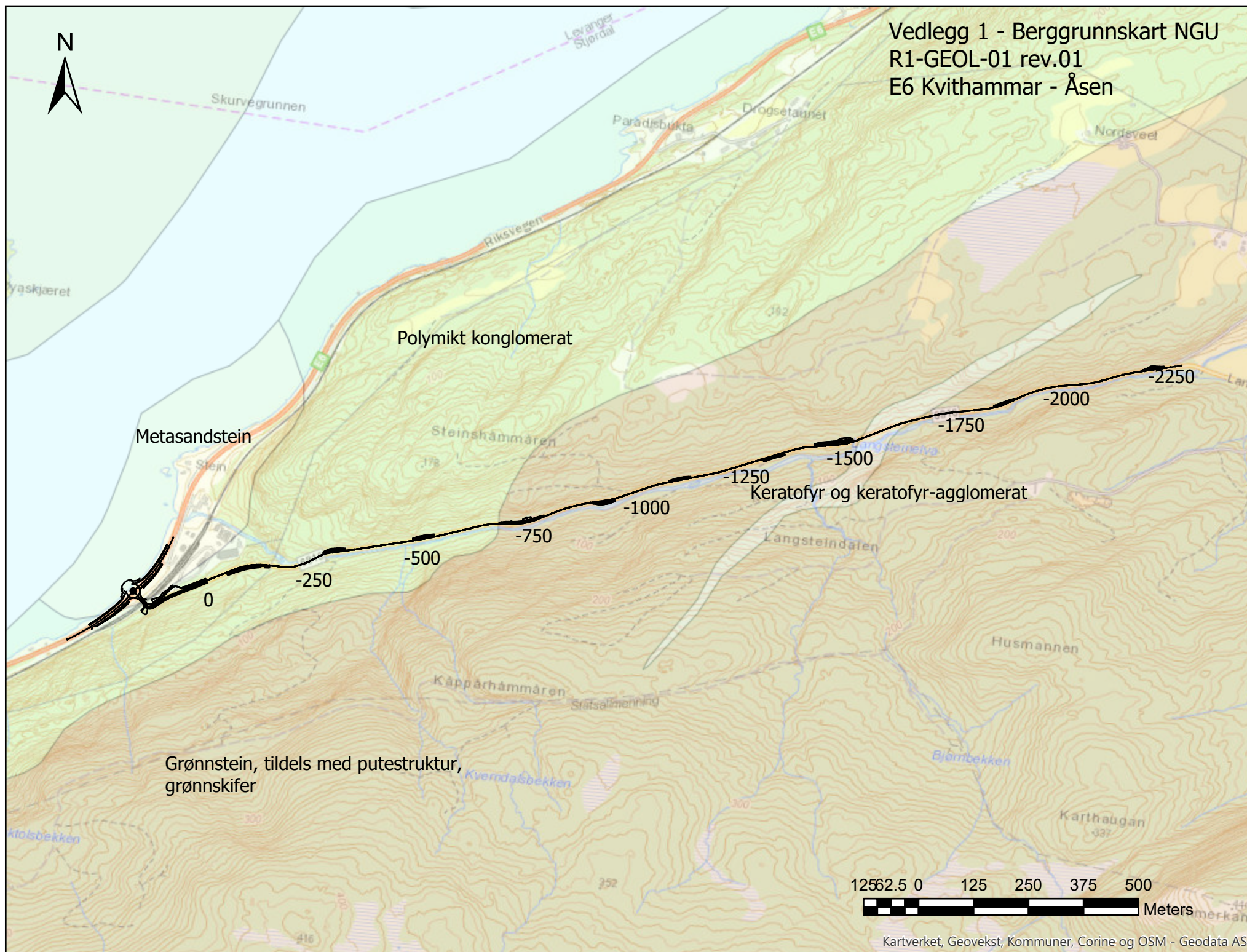
Vedlegg 9 Helningskart

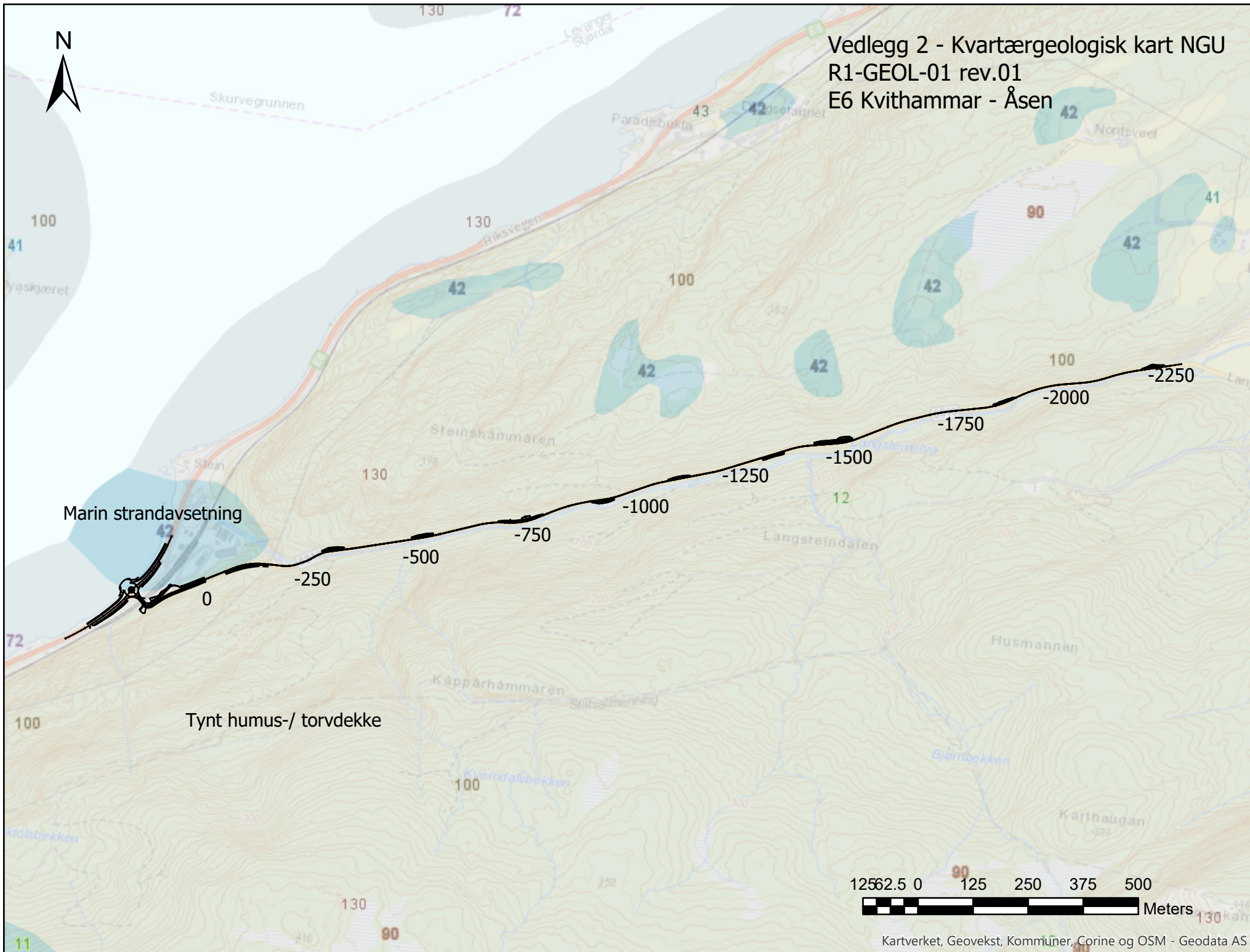
9 Referanser

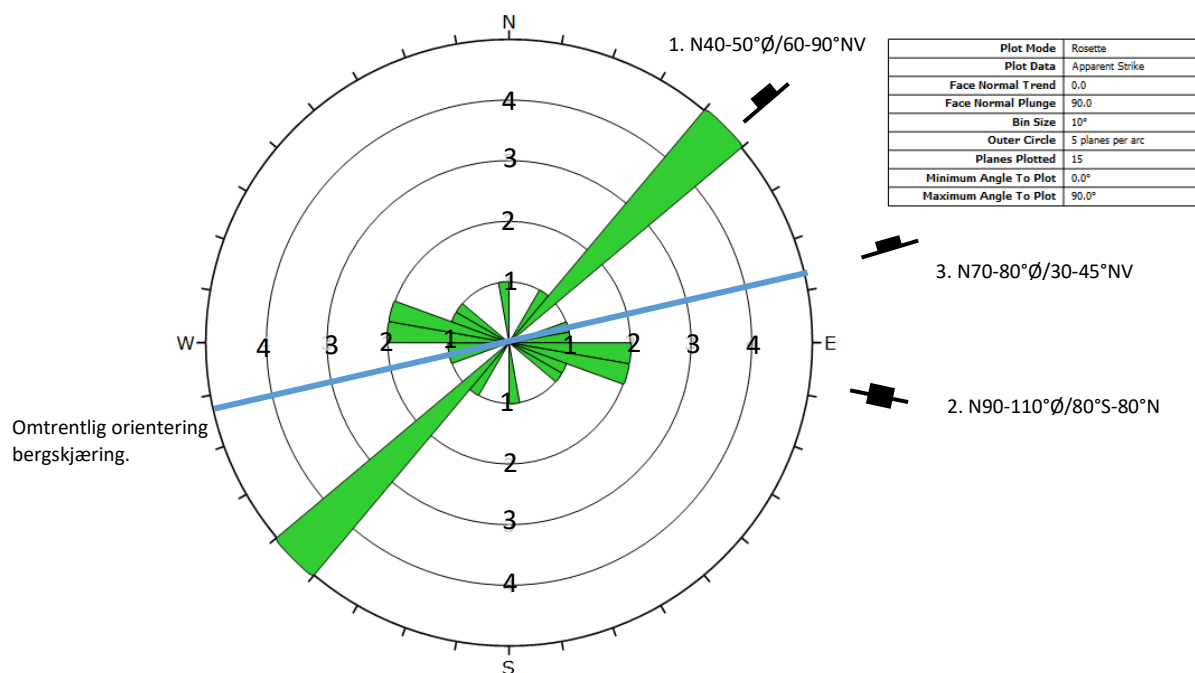
- [1] Håndbok N200 Vegbygging, Statens vegvesen 2018.
- [2] Notat 10211245-RIGberg-NOT-001 Langstein – skredfarekartlegging, Multiconsult, 30.9.2019
- [3] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering
- [4] Geoteknisk rapport R1-GEOT-03 Reguleringsplan kulvert Langstein rev.01, NGI 29.10.2019
- [5] Berggrunnskart fra NGU, målestokk 1:50 000. www.ngu.no
- [6] Kvartærgeologisk kart fra NGU, målestokk 1:250 000. www.ngu.no
- [7] Aktsomhetskart og skredatabase fra NVE, www.skrednett.no
- [8] Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, NBG
- [9] Håndbok R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelse for bergkontrakter, Statens vegvesen 2018
- [10] NS 8141-1:2001 Vibrasjoner og støt – Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk
- [11] 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
- [12] Håndbok Bruk av Q-systemet – Bergmasseklassifisering og bergforsterkning, NGI 2015
- [13] Rapport 2019-R-060, Veidekke Industri
- [14] Rapport 419, NTNU 2019
- [15] Rapport 19045IG, SINTEF 2019
- [16] Rapport 17071IG, SINTEF 2019



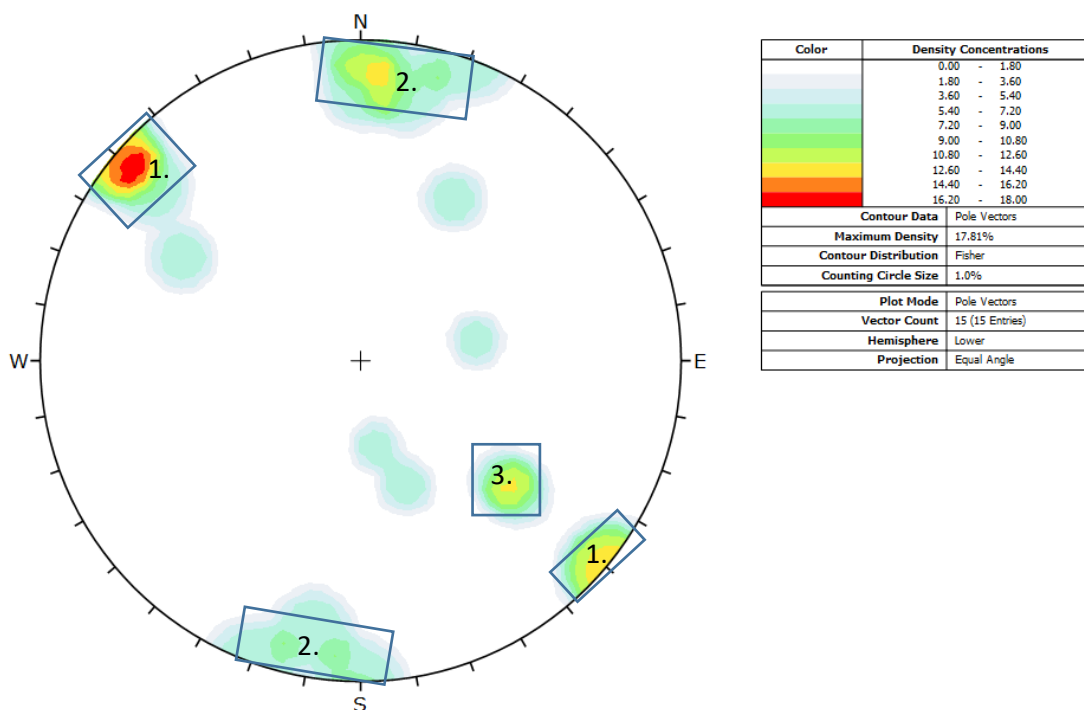
Vedlegg 1 - Berggrunnskart NGU
R1-GEOL-01 rev.01
E6 Kvithammar - Åsen



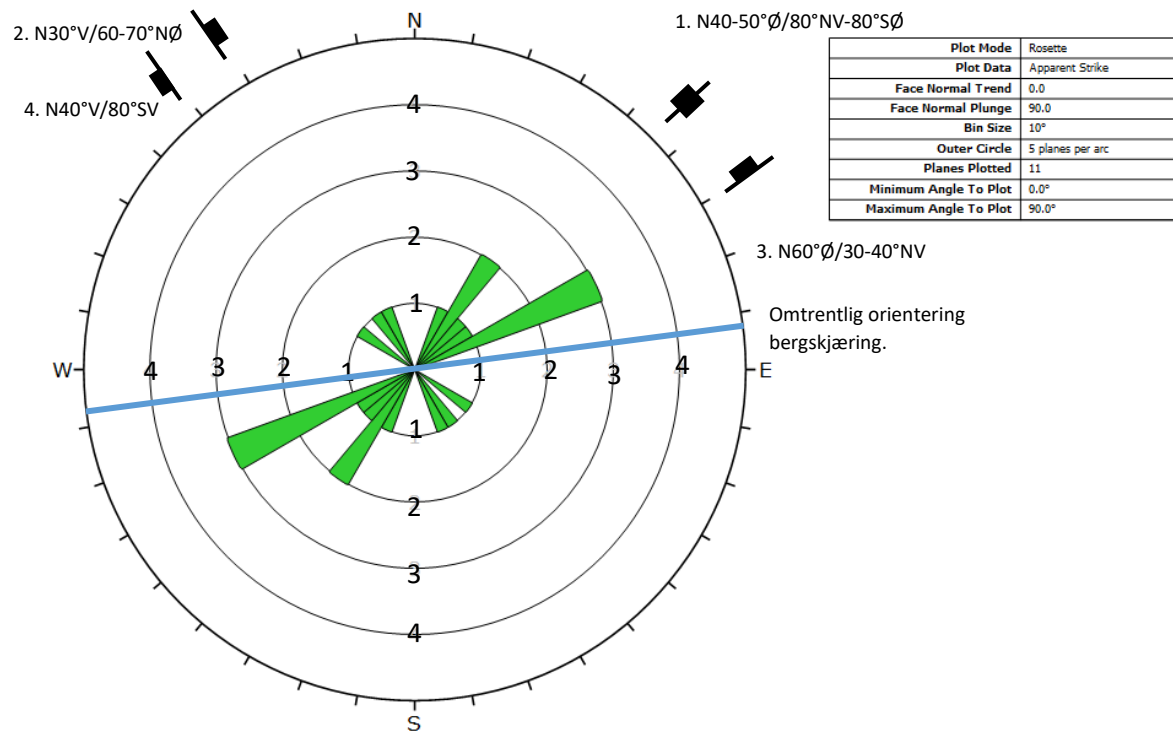




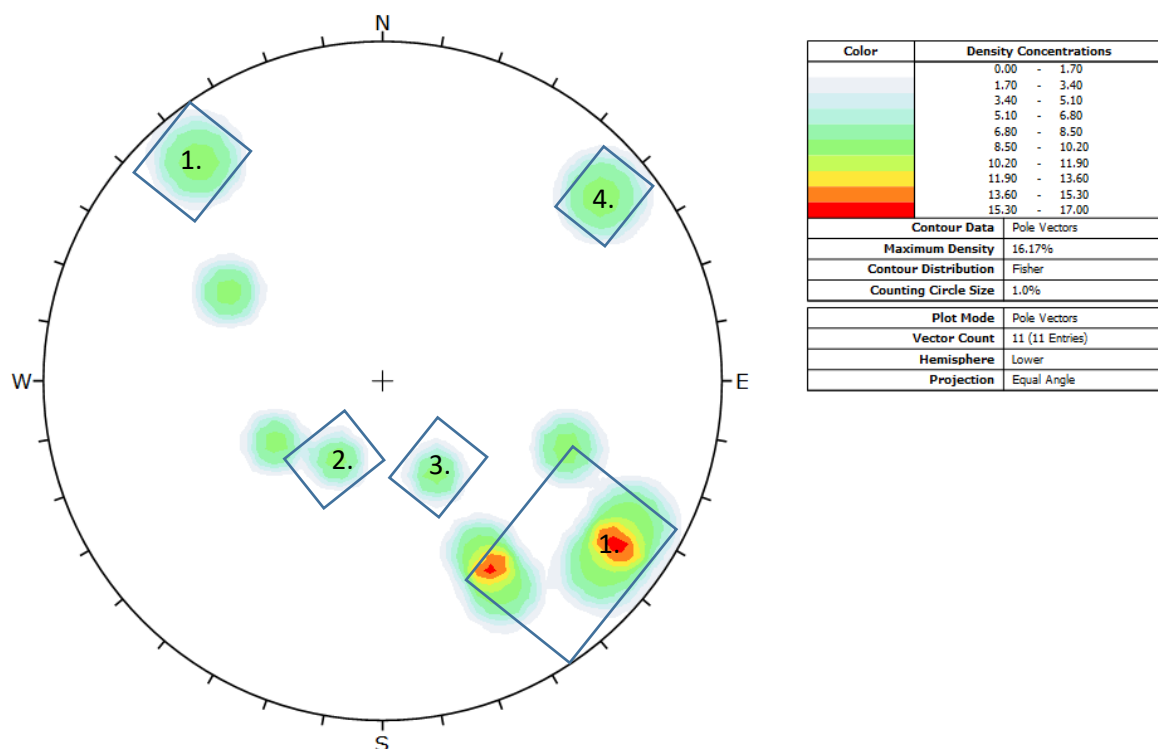
Figur 1: Sprekkerose basert på sprekkemålinger i eksisterende bergskjæring ved profil -50 til -150.



Figur 2: Stereoplott basert på sprekkemålinger i eksisterende bergskjæring ved profil -50 til -150.



Figur 3: Sprekkerose basert på sprekkemålinger i eksisterende bergskjæring ved profil -280 til -330.



Figur 4: Stereoplott basert på sprekkemålinger i eksisterende bergskjæring ved profil -280 til -330.



Bilde 1: Eksisterende bergskjæring ved ca. profil – 130. Bilde tatt mot sørvest.



Bilde 2: Eksisterende bergskjæring ved ca. profil -290. Bilde tatt mot nordøst.



Bilde 3: Planlagt møteplass ved ca. profil -530. Bilde tatt mot nordvest.



Bilde 4: Planlagt møteplass ved ca. profil -760. Bildet er tatt mot vest.



Bilde 5: Blokk i sideterreng over planlagt møteplass ved ca. profil -750.



Bilde 6: Blokk ved planlagt møteplass ca. profil 1110. Bilde tatt mot nord.



Bilde 7: Planlagt møteplass ved ca. profil -1470. Bilde er tatt mot øst.



Bilde 8: Blokk støttes opp av trestamme i sideterrenget over møteplass ved ca. profil -1460. Bilde er tatt i bergknaus på oversiden av driftsveg.



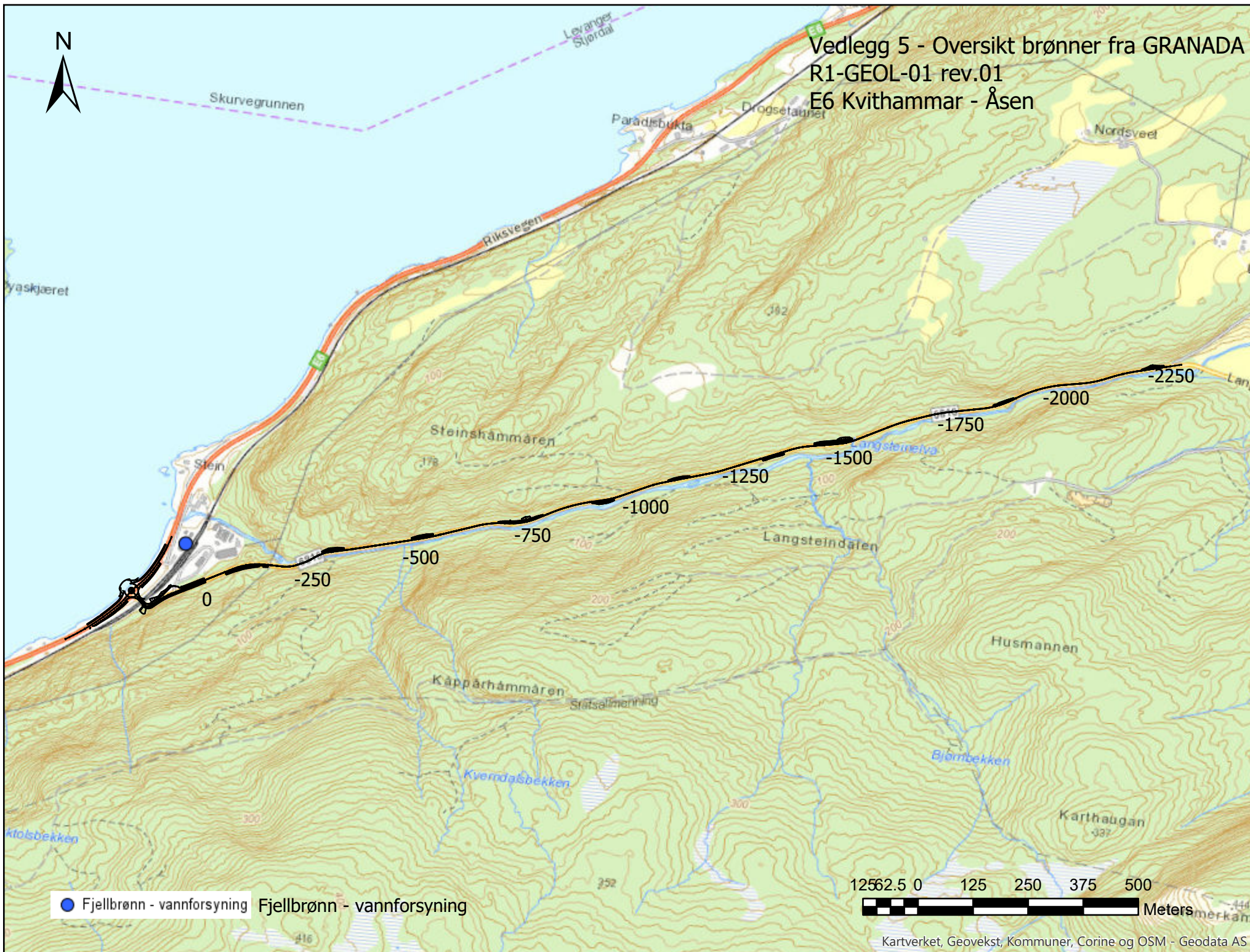
Bilde 9: Planlagt møteplass ved ca. profil -1860. Bilde tatt mot nord.

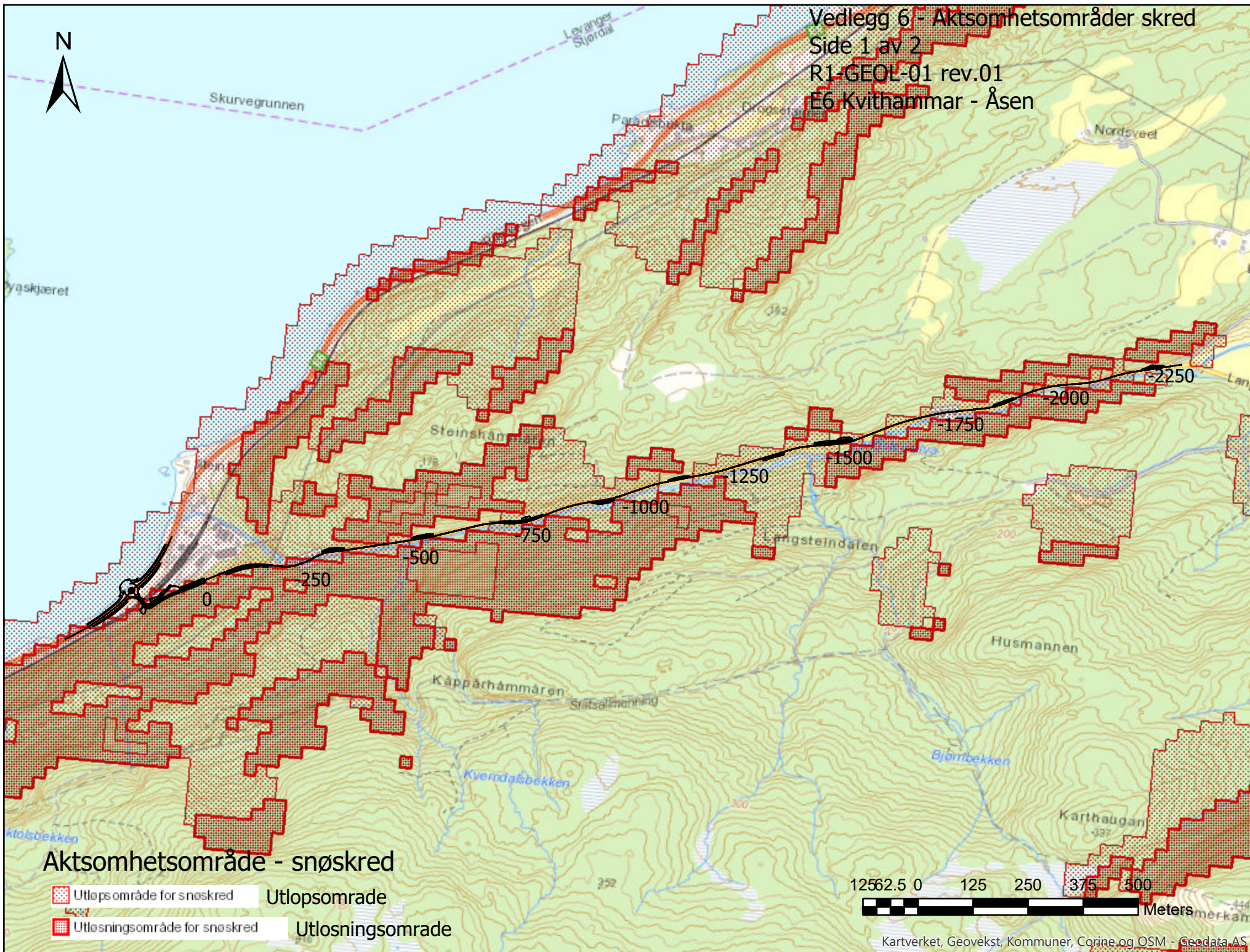


Bilde 10: Planlagt møteplass ved ca. profil -2250. Bilde tatt mot vest.



Bilde 11: Blokk i sideterreng over møteplass ved ca. profil -2220.







Skurvegrunnen

Levanger
Sjørdal

Vedlegg 6 - Aktsomhetsområder skred
Side 2 av 2
R1-GEOL-01 rev.01
E6 Kvithammar - Åsen

Nedfall i grøft.
Løsnet fra vegskjæring.

Nedfall i grøft.
Løsnet fra dalside

Nedfall i grøft.
Løsnet fra vegskjæring.

Aktsomhetsområde - steinsprang

- UtlosningOmr Utlosningsområde
- UtlopoOmr Utlopsområde

SkredHendelser

- Ikke angitt skredType
- Steinskred
- Undervannsskred
- Snøskred
- Losmasseskred, uspes.
- Leirskred
- Jordskred
- Flomskred
- Isnedfall
- Utglijning

Skredtype

12562.5 0 125 250 375 500
Meters

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10212645	Dato :	05.11.2019
Prosjekt:	E6 Kvithamar - Åsen	Init.:	
Kommentar:	R1-GEOL-01 Gnr/Bnr 2/12	Side.:	1

Beregning etter NS 8141:2001

"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$$

Hvor:

$$v_0 = 20 \text{ mm/s}$$

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

k_b - Byggverksklasse

k_m - Materialfaktor

k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe	Løsmasser
Undergruppe	Leire, vannrik silt
Grunnforholdsfaktor	$F_g = 0.8$

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk	Industri- og kontorbygg
Byggfaktor	$k_b = 1.2$

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale	Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	$k_m = 1.0$

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte	Plate
Fundamenteringsfaktor	$k_f = 0.8$

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$ $F_b = 0.96$

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d = 30
Vibrasjonskilde	Sprengning
Avstandsfaktor	$F_d = 0.71$

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde	Sprengning
Grunnforholdsfaktor	$F_g = 1.0$

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	v = 10.9	mm/s
-------------	----------	------

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10212645	Dato :	05.11.2019
Prosjekt:	E6 Kvithamar - Åsen	Init.:	
Kommentar:	R1-GEOL-01 Gnr/Bnr 2/12	Side.:	1

Beregning etter NS 8141:2001

"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$$

Hvor:

$$v_0 = 20 \text{ mm/s}$$

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

k_b - Byggverksklasse

k_m - Materialfaktor

k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe	Berg
Undergruppe	Granitt, gneis, hard kalkstein, kvartsitt, diabas (seismisk hastighet > 4000 m/s)
Grunnforholdsfaktor	$F_g = 3.5$

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk	Industri- og kontorbygg
Byggfaktor	$k_b = 1.2$

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale	Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	$k_m = 1.0$

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte	Plate
Fundamenteringsfaktor	$k_f = 0.8$

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$ $F_b = 0.96$

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d = 30
Vibrasjonskilde	Sprengning
Avstandsfaktor	$F_d = 1.00$

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde	Sprengning
Grunnforholdsfaktor	$F_g = 1.0$

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	v = 67.2 mm/s
-------------	---------------

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10212645	Dato :	05.11.2019
Prosjekt:	E6 Kvithammar - Åsen	Init.:	
Kommentar:	R1-GEOL-01 Gnr/Bnr 2/13	Side.:	1

Beregning etter NS 8141:2001

"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$$

Hvor:

$$v_0 = 20 \text{ mm/s}$$

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

k_b - Byggverksklasse

k_m - Materialfaktor

k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe	Berg
Undergruppe	Granitt, gneis, hard kalkstein, kvartsitt, diabas (seismisk hastighet > 4000 m/s)
Grunnforholdsfaktor	$F_g = 3.5$

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk	Industri- og kontorbygg
Byggfaktor	$k_b = 1.2$

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale	Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	$k_m = 1.0$

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte	Plate
Fundamenteringsfaktor	$k_f = 0.8$

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$ $F_b = 0.96$

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d = 25
Vibrasjonskilde	Sprengning
Avstandsfaktor	$F_d = 1.00$

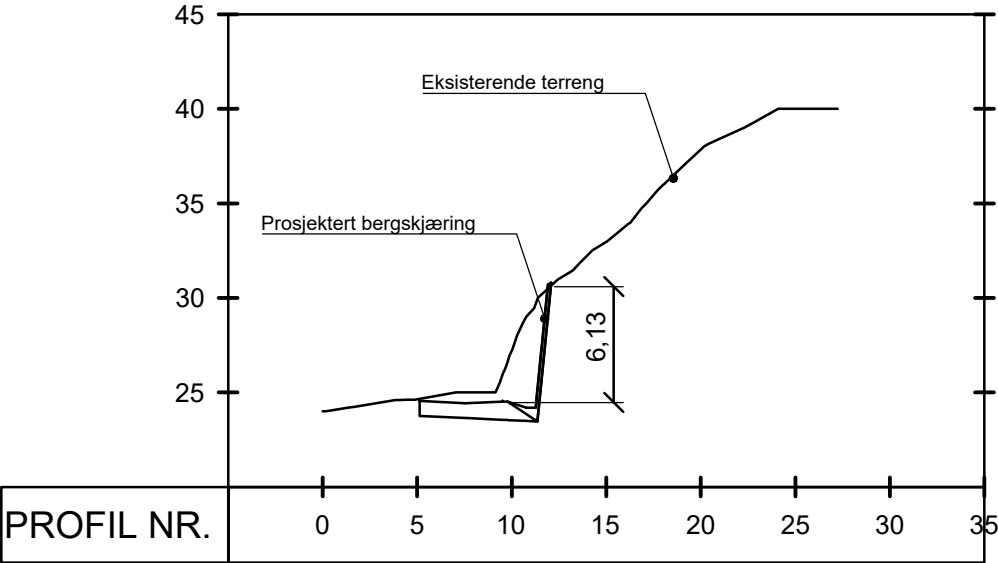
Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde	Sprengning
Grunnforholdsfaktor	$F_g = 1.0$

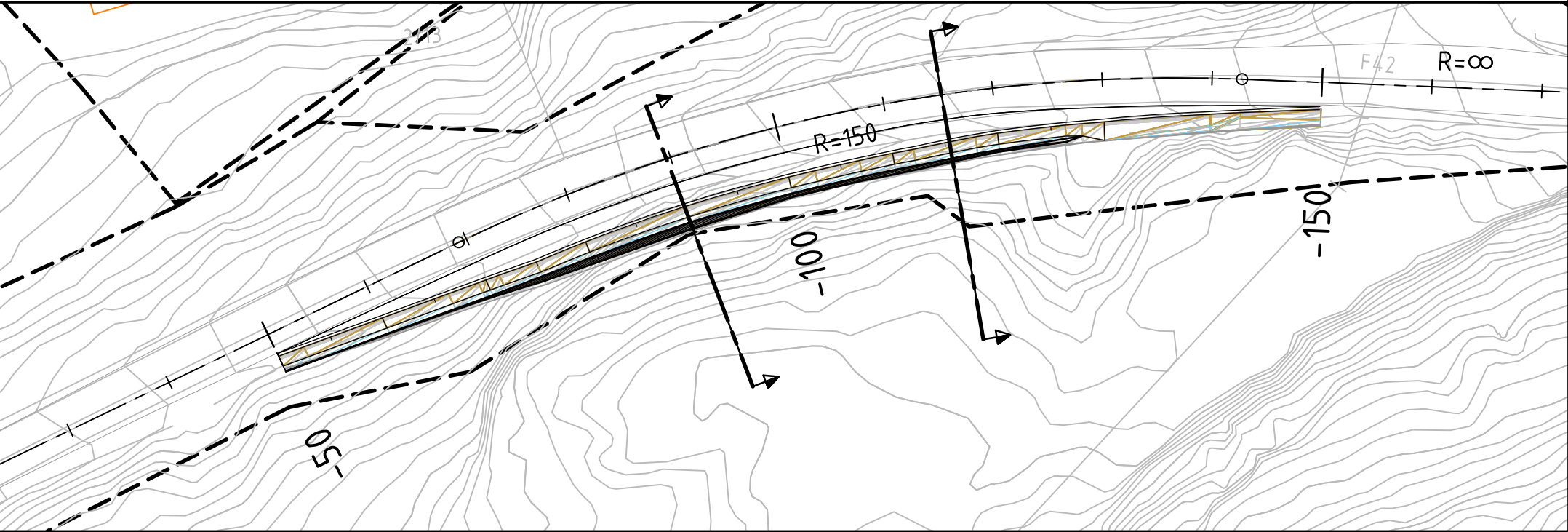
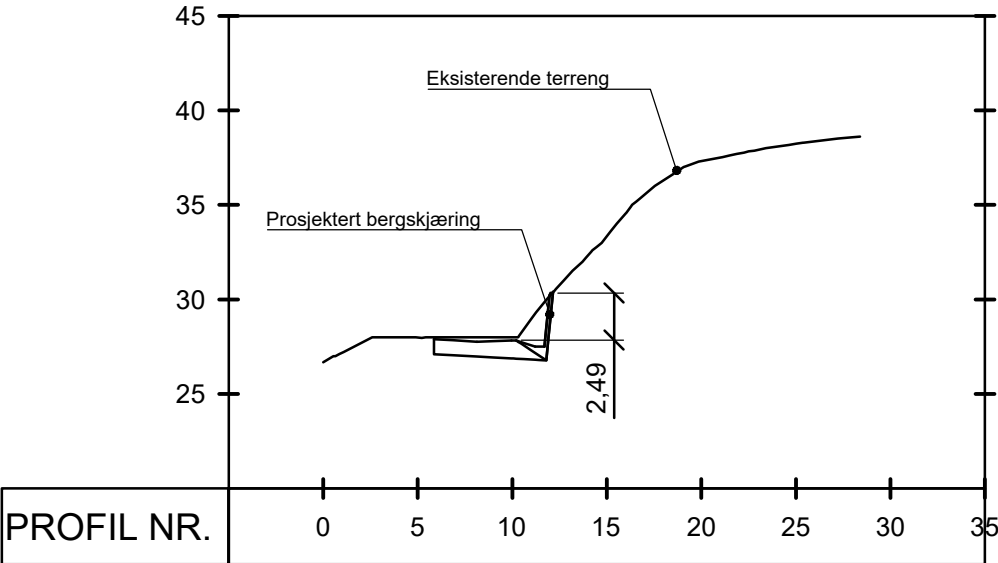
Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	v = 67.2 mm/s
-------------	---------------

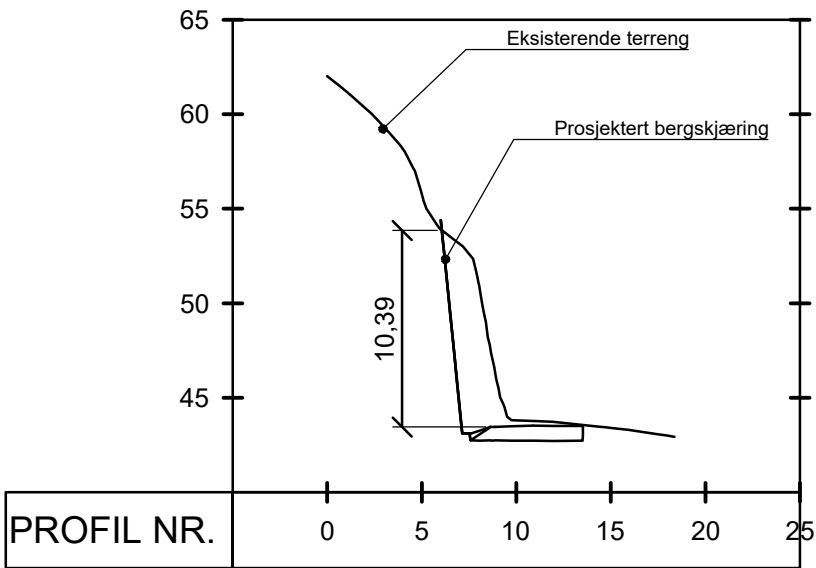
-90



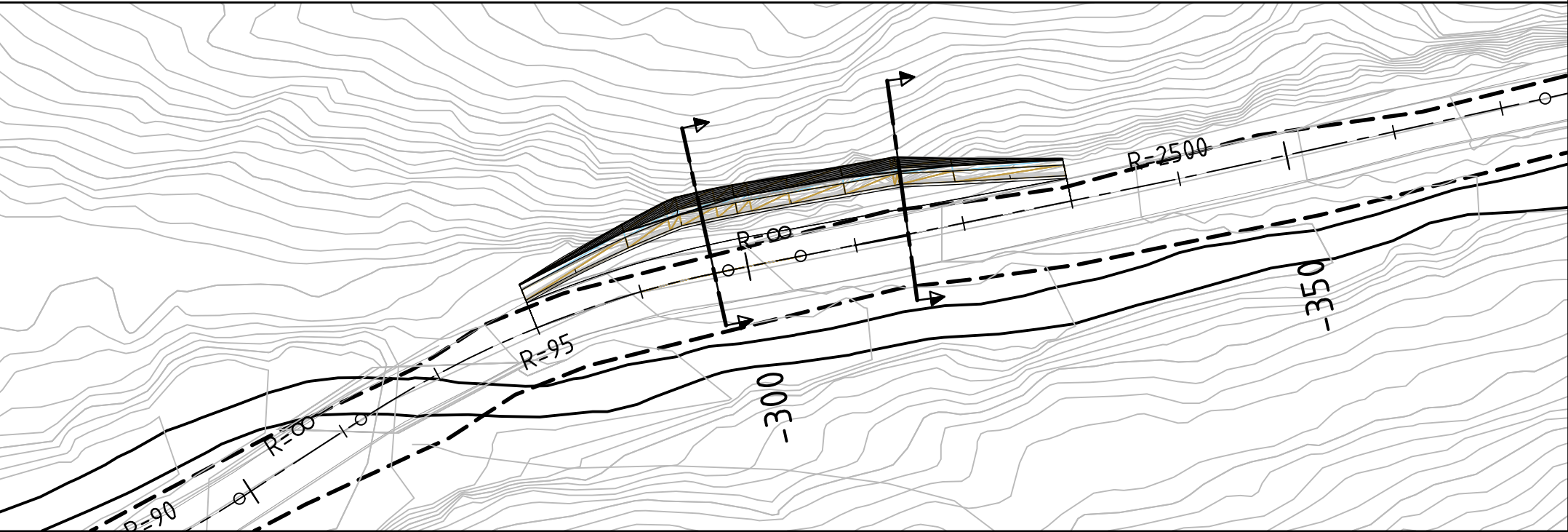
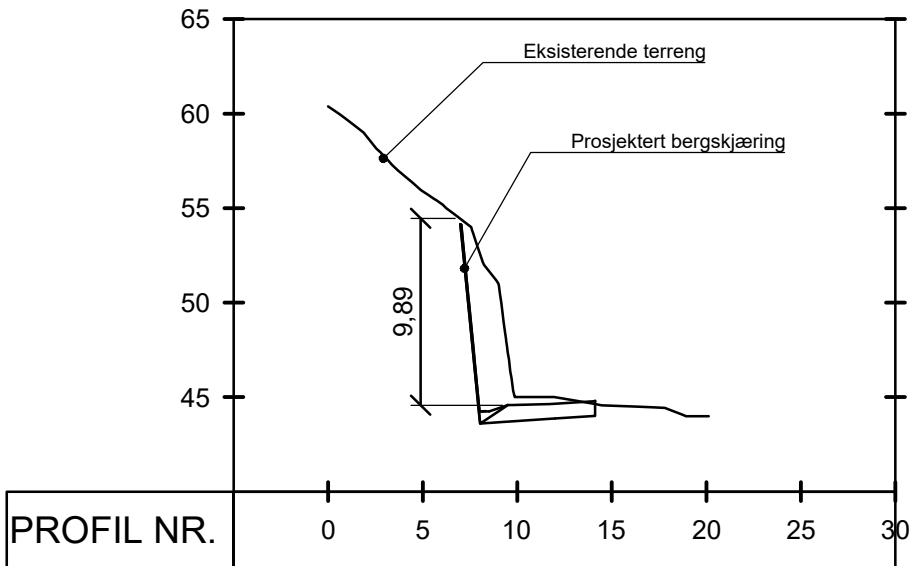
-115

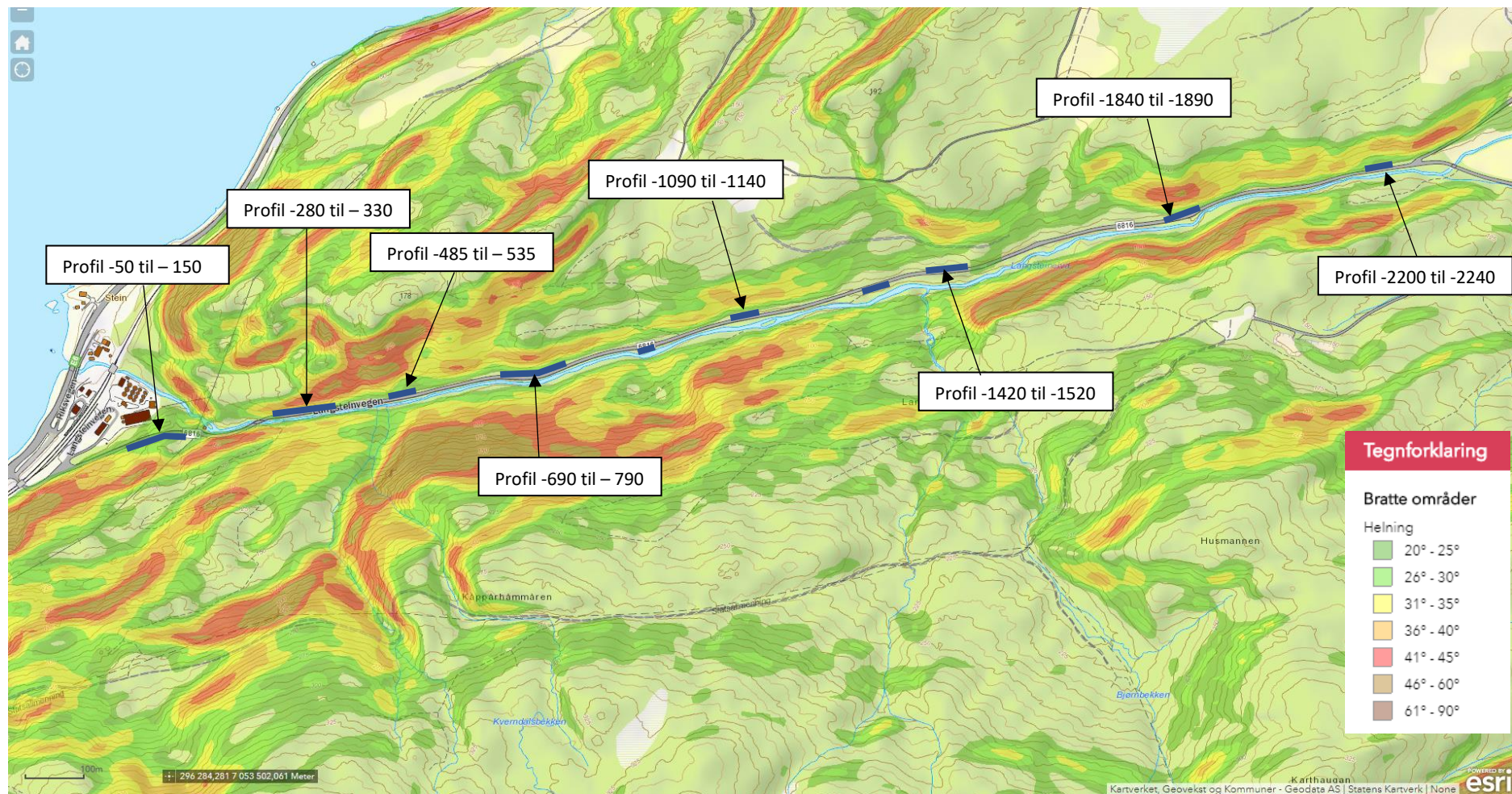


-297



-305





Figur 1: Helningskart Langsteindalen (fra geodata.ngi.no).