Fagrapport ingeniørgeologi

Rv. 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv, Parsell 3
Reguleringsplan

SWECO

Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
	21.06.2022	Endelig leveranse	NOMOCR/NOINSG	NOTONS

Sammendrag

Denne rapporten omfatter ingeniørgeologisk beskrivelse av bergskjæringer, med hovedvekt på skjæringer i geoteknisk kategori 3 (h>10 m), samt skredfarevurderinger for reguleringsplan Rv. 41 Søre Herefoss – Hynnekleiv i Birkenes kommune. Rapporten omfatter parsell 3 (Kryss Stasjonsbyen - Gauslå), som har total lengde på ca. 4,5 km.

Rapporten er utformet til reguleringsplannivå og følger kravene i Statens vegvesens normal N200.

Det er planlagt ca. 126 lm med skjæringer med h>10 m på strekningen, og innenfor disse strekningene er maksimal skjæringshøyde ca. 13 m.

Bergartene er for det skarn samt noe båndgneis. Bergartsgrensen mellom skarn og båndgneis utgjør Porsgrunn-Kristiansandforkastningen (PKF), og ny veilinje følger denne i stor grad mellom pel 0 - ca. 2500. Det må påregnes dårlig bergkvalitet i skjæringer nær forkastningen (PKF), og dette gjenspeiles i antatt behov for omfattende bergsikring og eventuelt tilpasset skjæringsgeometri for strekningene i geoteknisk kategori 3. Dårlig bergmassekvalitet forventes å være mest aktuelt for bergskjæringene 3-1H og 3-2H som ligger nærmest forkastningslinjen, og i mindre grad for 3-3H som ligger lengre unna forkastningslinjen.

Arbeidet med berguttak må følges opp av ingeniørgeolog i byggefase for å avdekke potensielle stabilitetsmessige utfordringer. Detaljert utforming av skjæringene samt anvisning av bergsikring forutsettes utført i byggefasen ved avdekking av skjæringstoppene og fortløpende under utsprenging.

Prosjekt:	Rv 41 Søre Herefoss-Hynnekleiv
Prosjektnummer:	10225918
Kunde:	Statens vegvesen
Rev:	
Dato:	21.06.2022
Opprettet av:	Morten Christiansen
Kontrollert av	Eivind Sømme Berget
Godkjent av	Toni Sinnes
Dokumentreferanse	p:\32715\10225918_rv_41\000\06 dokumenter\31 inggeo\04 rapporter\parsell 3\rv41-p3_inggeo_fagrapport.docx

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 5
1.1 Bakgrunn 5
1.2 Rapportens innhold 5
1.3 Geoteknisk kategori 6

2 Bergskjæringer 7
2.1 Utforming av grøft og skjæringsprofil 8
2.2 Totalstabilitet i bergskjæringer 9
2.3 Sikring av skjæringer i berg og stabilitet 9
2.4 Hensyn til bygninger og infrastruktur 10

3 Grunnlag og utførte undesøkelser 10
3.1 Grunnlag 10
3.1.1 Kart- og bildedatabaser 10
3.1.2 Retningslinjer og krav 10
3.1.3 Sikkerhet mot skred 10
3.2 Tidligere undersøkelser 11
3.3 Utførte undersøkelser 11
3.3.1 Feltbefaringer 11
3.3.2 Grunnboringer 11

4 Grunnforhold i planområdet 11
4.1 Topografi 11
4.2 Kvartærgeologi 11
4.3 Berggrunnsgeologi 12
4.4 Mineralressurser og brønner 13
4.5 Regional tektonikk 13
4.6 Steinmaterialets kvalitet 13
4.7 Borbarhet og sprengbarhet 14
4.8 Syredannende bergarter i planområdet 14

5 Skredfare 14
5.1 Faktadel 14
5.1.1 Aktsomhetsområder for skred 14
5.1.2 Historiske skredhendelser 14
5.1.3 Tidligere skredfareutredninger 14
5.1.4 Klimatologiske data 15
5.1.5 Steinsprangmodellering 17
5.1.6 Områder som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløp for steinsprangmodellering 18
5.2 Tolkningsdel 18
5.2.1 Skredfarevurdering 18
5.2.2 Oppsummering skredfareutredning 21

6 Bergskjæring 3-1H 23
6.1 Innledning 23
6.2 Faktadel: Grunnforhold 23
6.2.1 Topografi 23
6.2.2 Løsmasser 23
6.2.3 Berggrunn og oppsprekking 24
6.2.4 Vannforhold 25
6.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger 25
6.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming 25
6.3.2 Sikring av berg og løsmasser 26

6.3.3 Omgivelser 26

7 Bergskjæring 3-2H 26
7.1 Innledning 26
7.2 Faktadel: Grunnforhold 27
7.2.1 Topografi 27
7.2.2 Løsmasser 27
7.2.3 Berggrunn og oppsprekking 27
7.2.4 Vannforhold 29
7.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger 29
7.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming 29
7.3.2 Sikring av berg og løsmasser 29
7.3.3 Omgivelser 30

8 Bergskjæring 3-3H 30
8.1 Innledning 30
8.2 Faktadel: Grunnforhold 31
8.2.1 Topografi 31
8.2.2 Løsmasser 31
8.2.3 Berggrunn og oppsprekking 31
8.2.4 Vannforhold 33
8.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger 33
8.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming 33
8.3.2 Sikring av berg og løsmasser 33
8.3.3 Omgivelser 33

9 Steinkvalitet 33

10 Borbarhet og sprengbarhet 33

11 Usikkerheter 34

12 Videre undersøkelser 34

13 Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen 34

14 Referanser 34

VEDLEGG

1. Oversiktskart
2. Løsmassekart
3. Berggrunnsgeologisk kart
4. Skredutsatte områder
5. RocFall-profiler
6. Tegninger V3001 - 3003

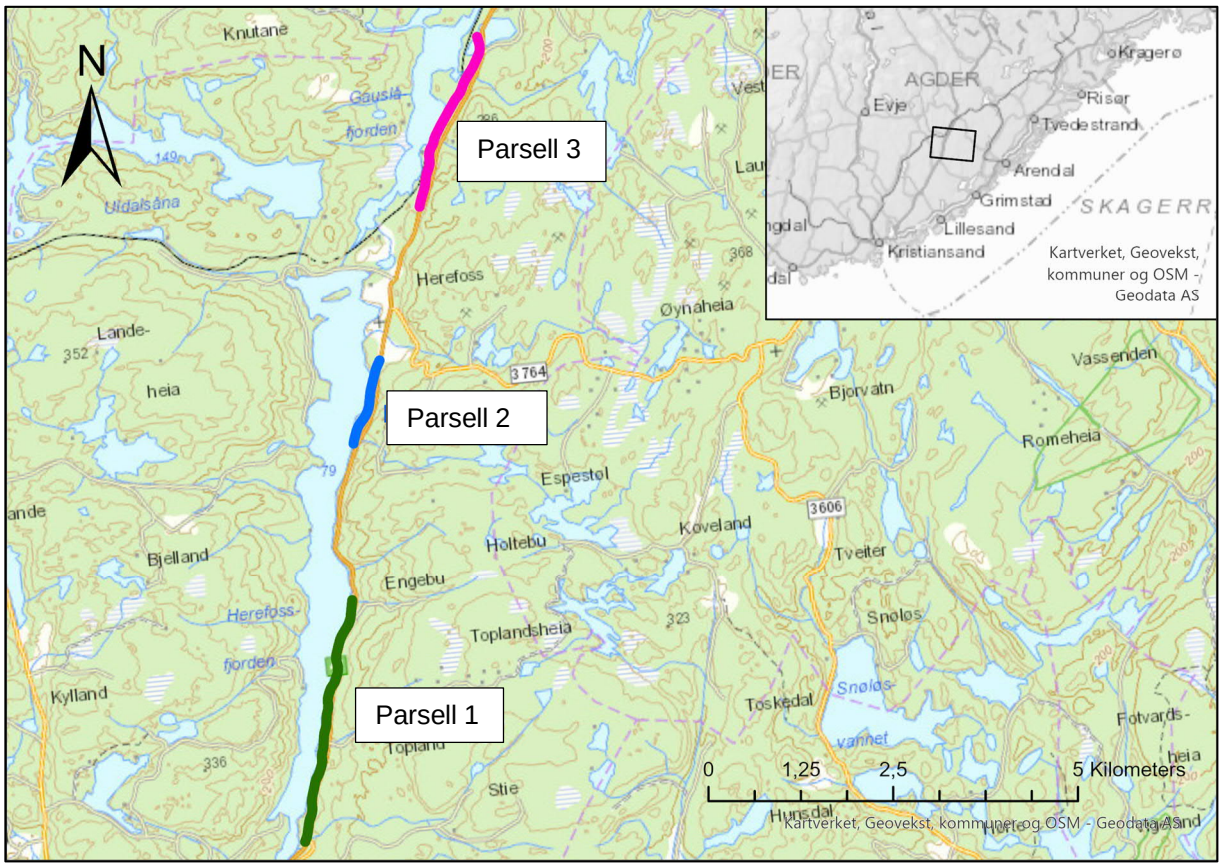
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Sweco utarbeider på oppdrag fra Statens vegvesen reguleringsplan for Rv. 41 mellom Søre Herefoss og Hynnekleiv i Birkenes kommune. Planområdet er totalt om lag 8,5 km og strekker seg fra Søre Herefoss til Gauslå i Birkenes kommune sør, ca. 4 km sør for Hynnekleiv, se og Vedlegg 1.

Hele prosjektområdet er delt inn i 3 parseller. Parsell 1 (Søre Herefoss – Engebu) er ca. 3,3 km lang, parsell 2 (Askeåna-Smedbakken) er ca. 1,2 km lang og parsell 3 (kryss Stasjonsbyen – Gauslå) er ca. 4,5 km lang.

Denne rapporten omfatter parsell 3.



Figur 1: Oversiktskart over hele prosjektområdet. Denne rapporten omfatter Parsell 3 (Kryss Stasjonsbyen – Gauslå)

1.2 Rapportens innhold

Foreliggende rapport omhandler primært de geologiske forholdene for bergskjæringer med høyde over 10 meter fra ferdig veg. Dette utgjør totalt ca. 126 løpemeter langs ny Rv 41. I tillegg er skredfare omtalt i de områder det er aktuelt.

Rapporten er basert på disposisjon fra N200 [1] for reguleringsplannivå. Teksten er delt inn i fakta- og tolkningsdeler gitt av kapitteloverskriftene. Rapporten baserer seg på faglige vurderinger, feltobservasjoner, grunnundersøkelser og eksisterende kart- og bildedatabaser.

1.3 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori (GK) har betydning for utførelse under planlegging, bygging og drift av prosjektet. Geoteknisk kategori og kontrollnivå skal angis i henhold til Eurokode 7 [2]. Den er en funksjon av vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse, og er gitt av Tabell 1.

Tabell 1: Definisjon av geoteknisk kategori [2].

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 spesielt.

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

Tabell 2: Klassifisering av vanskelighetsgrad [2].

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

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

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

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	**Pålitelighetsklasse(CC/RC)**			
	1	2	3	4
Atomreaktor, lager for radioaktiv avfall				x
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller 1)		(x)	x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i enkle og oversiktlige forhold 1)	x	(x)		
Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk				

I henhold til N200 skal følgende bergskjæringer plasseres i geoteknisk kategori 3:

- Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig vei).
- 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 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.

Alle de høye bergskjæringene i prosjektet er av en slik kompleksitet at de er vurdert til middels vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse CC/RC3, noe som gir geoteknisk kategori 3. Øvrige bergskjæringer med høyde opp til 10 meter vurderes til vanskelighetsgrad middels og pålitelighetsklasse CC/RC2 som resulterer i geoteknisk kategori 2. Disse skjæringene er ikke utredet nærmere i denne rapporten. Prosjektering av skjæringer i geoteknisk kategori 2 er i denne fasen begrenset til utforming iht. normalprofilet, og de fremkommer i modellen. De geologiske forholdene i for skjæringer i geoteknisk kategori 2 er stort sett tilsvarende som for skjæringene i geoteknisk kategori 3 da de i stor grad befinner seg tilstøtende/i nærheten av hverandre eller i tilsvarende bergforhold for skjæringer i geoteknisk kategori 3.

For bergskjæringene benyttes prosjektering ved beregning, prosjektering ved konstruktive tiltak og observasjonsmetoden. For størstedelen av strekningen benyttes erfaring, normal praksis og etablerte klassifiseringssystem med tilhørende bergsikring for å oppnå tilfredsstillende stabilitet.

Avhengig av pålitelighetsklasse CC/RC stilles krav til prosjekteringskontrollklasse (PKK) med tilhørende krav til kontrollform slik det fremgår av Tabell 4 nedenfor. For CC/RC2 og CC/RC3 stiller PKK krav til egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll. Utvidet kontroll er byggherrens ansvar.

Tabell 4: Valg av prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering, tabell NA-A (902) i NS-EN 1990 [3].

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

2 Bergskjæringer

Områder med bergskjæringer er vist i modell.

For parsell 3 er det bergskjæringer langs følgende strekninger:

Pel 260 – 480

Pel 600 -640

Pel 715 – 735

Pel 830 – 1090

Pel 1100 – 1170

Pel 1190 – 1810

Pel 1870 – 2010

Pel 2200 – 2255

Pel 2930 – 2960

Pel 3100 – 3235

Pel 3465 – 3520

Pel 3555 – 3670

Pel 3620 – 3725

Pel 3760 – 3780

Pel 3795 – 3810

Pel 3860 – 4055

Pel 4120 – 4140

Pel 4180 – 4280

Skjæringene befinner seg i all hovedsak på høyre side av veien sett mot stigende profilering (dvs. på østsiden), men enkelte lave skjæringer befinner seg også på venstre side (vestsiden). Skjæringene er for det meste ganske lave (<5 m), med noen kortere strekninger med skjæringer rett i underkant av h=10. I tillegg er det tre strekninger med skjæringer >10 m som er plassert i geoteknisk kategori 3.

Oversikt over bergskjæringer i geoteknisk kategori 3 er vist i Tabell 5. Profileringen for hovedlinjen gjennom prosjektet går fra sør og stiger mot nord. Hver bergskjæring i geoteknisk kategori 3 er gitt en egen ID. Dette er i tråd med anbefalingene fra ekspertgruppen etter skredet på E18 i Vestfold i 2019. ID er først definert ut ifra hvilken parsellnummer den ligger i. Deretter er skjæringene nummerert fra sør til nord langs veglinjen, og angitt med høyre eller venstre side sett med stigende profilretning (Tabell 5). Oversikt over skjæringene med skjærings-ID er vist i Vedlegg 1.

Tabell 5: Oversikt over høye bergskjæringer.

Parsell	Skjærings ID	Fra profil	Til profil	Lengde [m]	Side*	Veireferanse	Maks høyde [m]
3	3-1H	962	1004	42	H	Rv. 41	13,0
3	3-2H	1673	1692	19	H	Rv. 41	11,5
3	3-3H	3122	3187	65	H	Rv 41	12,6

*side sett med stigende profilnummer.

2.1 Utforming av grøft og skjæringsprofil

Grøft og skjæring i berg skal utformes etter kravene i N200 [1]. Bergskjæringen skal i utgangpunktet utformes med helning 10:1 eller brattere. Dersom det forekommer lagdeling eller andre svakheter i bergmassen, må det vurderes i hvert tilfelle om det er hensiktsmessig å utforme skjæringen langs disse.

Geometrisk utforming av skjæringer må bl.a. ta hensyn til:

- Skjæringshøyde
- Evt. svakhetssoner/slepper, geologi og bergmassekvalitet
- Inngrep i foten av høye skråninger/fjellsider som kan føre til stabilitetsproblemer
- Terreng over skjæring (skredfare/stabilitet)

Generelt er det lagt opp til maksimalt 10 m høye paller med 2 m hylle mellom. Dette er et utgangspunkt for skjæringsutforming og visning i modell. Unntaket er skjæring 3-3H som ligger innenfor en delstrekning av parsell 3 som er modellert av Statens vegvesen og deretter overlevert Sweco. Denne skjæringen er ikke vist med avsats på h=10m i modellen.

Detaljert utforming/detaljprosjektering må tilpasses lokale geologiske forhold som kartlegges best i byggefasen når skjæringstoppen er avdekket og man har fullstendig oversikt over forholdene.

2.2 Totalstabilitet i bergskjæringer

For å sikre god kontroll med stabiliteten i bergskjæringene er det viktig at følgende punkter følges opp under sprengningsarbeidet:

- Kartlegging og registrering av gjennomgående sprekkesett som kan påvirke totalstabiliteten.
- Vurdere om det er hensiktsmessig å utforme bergskjæringen etter lagdeling eller andre svake lag i bergmassen.
- Vurdere behov for forbolter.
- Vurdere behov for tett konturboring (tettere enn standard hullavstand) og sømboring.
- Pallhøyde og boret lengde bør ikke overstige 10 meter [4].
- Bergsikring vurderes fortløpende av ingeniørgeolog og sikring utføres eventuelt suksessivt etter hvert som berg tas ut i henhold til anbefalinger fra ingeniørgeolog.

2.3 Sikring av skjæringer i berg og stabilitet

Skjæringene skal sikres slik at det ikke forekommer nedfall på vegbanen. Sikring etableres slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 årene [1]. Vanlige sikringsmetoder for skjæringer i berg er rensk, boltesikring, steinsprangnett og sprøytebetong.

Rensk: Det skal utføres maskinell rensk av skjæringen etter utsprengning. Arbeidet må utføres skånsomt for å ikke rive opp berget unødvendig. Låseblokker må ikke renskes ned, men boltesikres. Avslutningsvis skal det gjennomføres manuell rensk med spett.

Sikringsbolter: Det forventes behov for bolting i alle bergskjæringene. Boltetype og lengde må vurderes basert på geologiske forhold i hver enkelt skjæring. Normalt benyttes fullt innstøpte kamstålbolter med diameter Ø20-32mm. Lengde på boltene er normalt 2,4 til 6 meter. Ved behov for umiddelbar sikring bør kombinasjonsbolter benyttes slik at de kan inngå i den permanente sikringen. I de høyeste skjæringene kan det bli aktuelt med tung boltesikring med boltelengder 8-10 m og/eller stag ved spesielt utfordrende stabilitetsforhold.

Steinsprangnett: I områder med svært oppsprukket berg og fare for mindre nedfall må steinsprangnett vurderes. Nettet skal være tredd med wire eller bånd i topp og i bunn. I bunn skal nettet lukkes for å hindre nedfall i grøft.

Sprøytebetong: Sprøytebetong kan benyttes som et alternativ til steinsprangnett der berget er svært oppknust. Det må bores dreneringshull gjennom sprøytebetongen for hindre oppbygging av poretrykk bak betongen.

Forbolter: Forbolter med lengde 6-8 meter kan benyttes for å hindre bakbryting og bidra til totalstabiliteten. Forbolter regnes ikke som permanent sikringstiltak.

Vann i bergskjæring: I tilfeller der bekkeløp eller større vannmengder krysser skjæringen vil det kunne oppstå problemer med iskjøving. Aktuelle tiltak er å kontrollere nedføringen av vann ved hjelp av dreneringsgrøfter og utsprengte nisjer i bergskjæringen. Ved vannsig over større områder i skjæringen må isnett vurderes.

Fanggjerde: Fanggjerde kan eventuelt benyttes for å hindre nedfall (steinsprang) fra overliggende terreng i å nå vegbanen. Høyde og kapasitet på fanggjerde bestemmes og vurderes basert på størrelse på mulig nedfall og underlaget/skråningshelning.

Sikring av løsmasser topp skjæring: Løsmasser og vegetasjon skal renskes minst 2 meter ut fra prosjektert skjæringstopp. Løsmasser overfor skjæringstopp skal utformes med stabil graveskråning eller stabilitetssikres med for eksempel betongmur.

2.4 Hensyn til bygninger og infrastruktur

Stedvis skal det sprenges i nærheten til eksisterende bebyggelse og/eller infrastruktur (bruer, kraftlinjer o.l.). For eksisterende bygninger og konstruksjoner innenfor 50 m fra sprengningsstedet (for bygninger fundamentert på berg) eller 100 m (for bygninger fundamentert på løsmasser) bør det gjennomføres tilstandsregistrering og fastsettes krav til maksimale vibrasjoner iht. NS8141:2001. Dette gjelder primært lengst nord i parsell 3 mot Gauslåtjørna der det skal sprenges noen lave skjæringer i nærheten av eksisterende bebyggelse. For øvrig er det stort sett ingen bebyggelse i nærheten av planlagt vei.

Sprengning i parsell 3 vil flere steder foregå i avstand rundt ca. 30-50 m fra eksisterende jernbanespor. Krav til vibrasjoner knyttet til jernbanen må avklares med Bane NOR.

3 Grunnlag og utførte undesøkelser

3.1 Grunnlag

3.1.1 Kart- og bildedatabaser

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

- Berggrunnskart fra NGU i 1:50.000-skala [5]
- Kvartærgeologisk kart fra NGU [6].
- Grunnvannsdatabase GRANADA fra NGU [7].
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE [8].
- Vegkart, database hos Statens vegvesen [9].
- Aktsomhetskart for Radon fra NGU [10].
- Nettbasert kartverktøy: «Norgeibilder», «Norgei3D», «Norgeskart», «Google Maps».
- GEODATA – Grunnlagkart i WMS-løsning av tilgjengelige kartdata fra kartverket [11].
- Kart over naturtyper, miljøstatus fra Miljødirektoratet [12].

3.1.2 Retningslinjer og krav

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

- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [3].
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1 Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 [2].
- Veileder til bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering [13].
- Statens vegvesen N200 Vegbygging [1]
- Statens vegvesen R760 Styring av vegprosjekter [14].
- Statens vegvesen veileder V225 Bergskjæringer [4]

3.1.3 Sikkerhet mot skred

Sikkerhet mot skred er omtalt i N200 [1]. Basert på samlet skredsannsynlighet pr. km veg og dimensjonerende trafikkmengde skal det velges sikkerhetsnivå (restrisiko). Restrisikoen skal være lavere enn tolererbar skredsannsynlighet og bør være lavere enn akseptabel skredsannsynlighet gitt i Figur 2. I valg av endelig sikkerhetsnivå skal det legges vekt på skredintensitet og skadepotensiale fra skred, konsekvenser av stengt veg regionalt og lokalt, samt kostnader for å oppnå ulike sikkerhetsnivå.

Parsell 3 har i dag en ÅDT = 346 [6]. Ved framskriving av trafikkmengde neste 20 år er ÅDT for parsellene 1-3 oppgitt til å bli mellom 500-1499. Det er derfor lagt til grunn at veganlegget ikke skal ha større årlig nominell sannsynlighet for skred enn 1/50 (Figur 2).

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

Figur 2. Matrise som angir sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [1].

3.2 Tidligere undersøkelser

Det er ikke gjort tidligere undersøkelser i området som Sweco er kjent med.

3.3 Utførte undersøkelser

3.3.1 Feltbefaringer

Alle strekninger med skjæringer i geoteknisk kategori 3 er undersøkt i felt.

På befaring er veggrunnlaget lagt inn i ArcGIS programvare slik at data kan tas med ut i felt på mobil eller nettbrett. Sprekkekartlegging er utført med høyrehåndsregelen og sprekkedata er i rapporten oppgitt som strøk og fall.

3.3.2 Grunnboringer

Det er utført grunnboringer i området. Det henvises til geoteknisk rapport for detaljer. Totalsonderinger med resultater er lagt inn på V-tegninger i den grad boringene befinner seg innenfor kartutsnittet (vedlegg 6).

4 Grunnforhold i planområdet

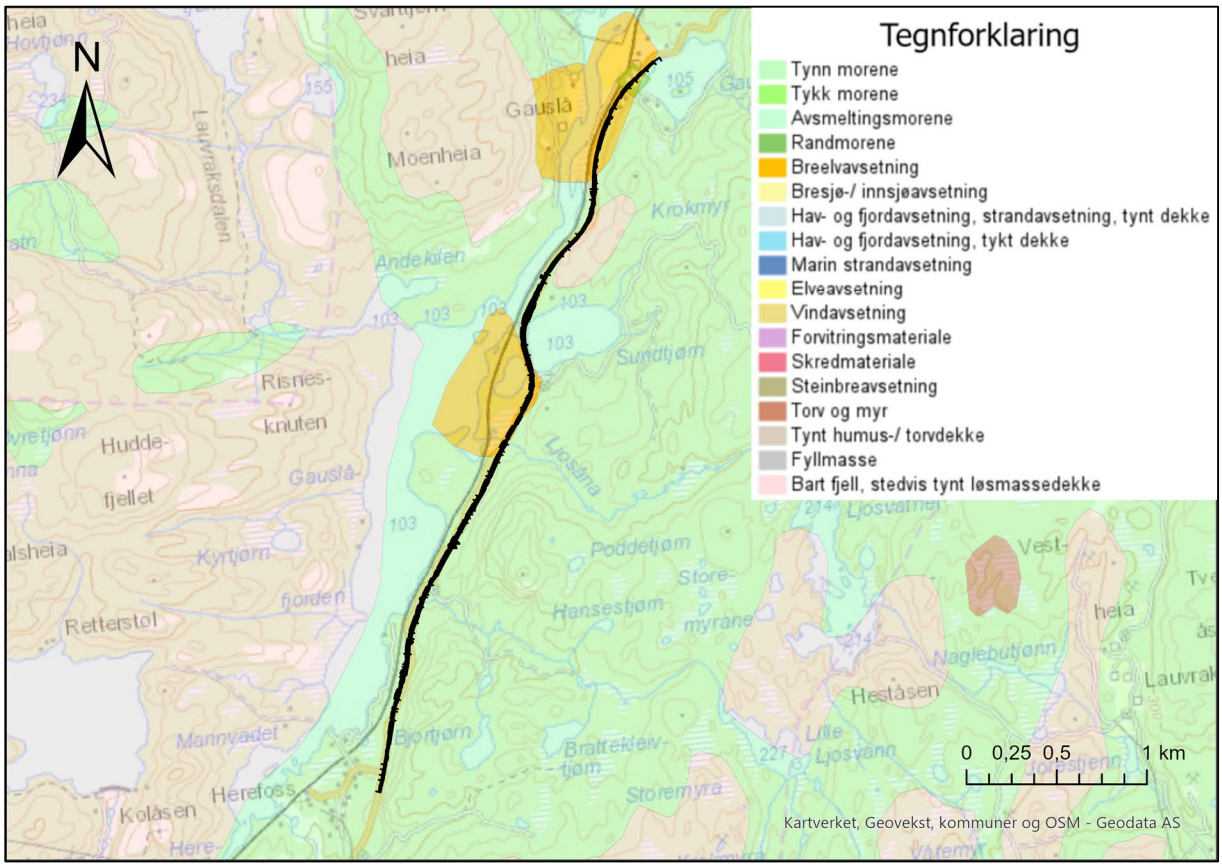
4.1 Topografi

Parsell 3 starter ved Stasjonsbyen på Herefoss og går nordøstover til Gauslå. Veien ligger på ca. ca. 110 moh på strekningen. Veien går langs Gauslåfjorden og Tovdalsåna, og det er på stort sett mellom 40-150 meter til vannkanten på hele strekningen. På østsiden av veien mellom pel 0-2400 skråner terrenget oppover med en helning som varierer mellom ca. 10-30˚ og 30-45˚ samt enkelte brattskrenter med helning 45-90˚ opp til en høyde på ca. 200-250 moh. Mellom pel 2400-4450 flater terrenget ut og blir småkupert. Se også Vedlegg 1 for oversiktskart.

4.2 Kvartærgeologi

Løsmassene langs parsell 3 er stort sett kartlagt som tynne moreneavsetninger på NGUs løsmassekart [7], se Figur 3 og Vedlegg 2. Det vil si at mektigheten av moreneavsetningene normalt

er mindre enn 0,5 m, men den kan lokalt være noe større. Det er også kartlagt breelvavsetninger mellom pel 2100-2600 og 3700-4450, der mektigheten kan være flere ti-talls meter. I tillegg er det en strekning med bart berg (områder der mer enn 50 % av arealet er berg i dagen) mellom pel 3300-3400.



Figur 3: Oversikt over løsmasser i planområdet kartlagt av NGU [7].

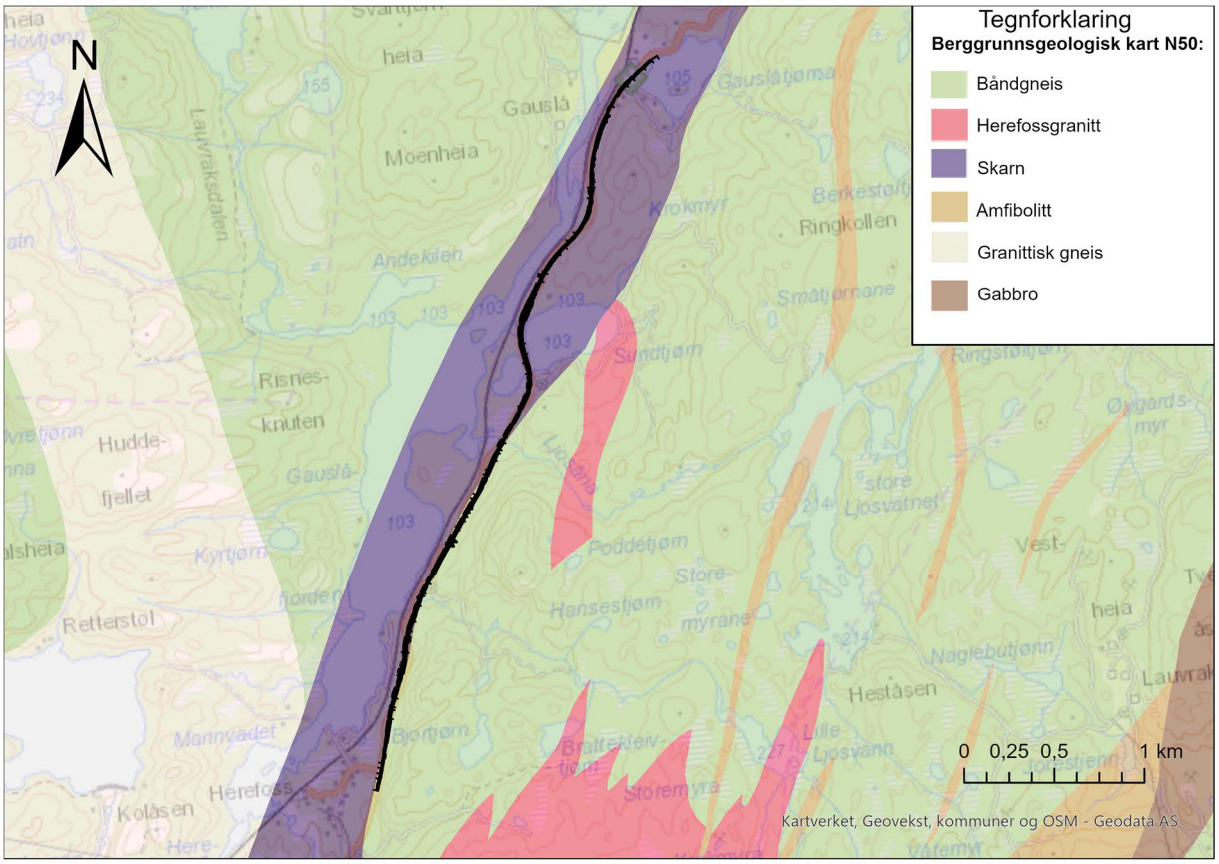
4.3 Berggrunnsgeologi

Dagens og ny veilinje går parallelt med Porsgrunn-Kristiansandforkastningen (PKF). Berggrunnen er i mange områder omdannet til breksje/kataklasitt [5]. En breksje defineres som en løs bergart dannet ved mekanisk nedknusning av en bergart, med kantete fragmenter i en finkornet matriks. En kataklasitt er i motsetning til breksje en hard bergart som forble sammenkittet under dannelsen [8].

Berggrunnen i parsell 3 er av NGU kartlagt som «kalksilikat, skarn og marmor», der skarn er definert som hovedbergarten, samt noe båndgneis. Grensen mellom disse bergartene følger PKF, der skarn-bergarten befinner seg i de sentrale sonene av PKF.

Skarn-bergarten fremstår i felt som grålig til brunlig/rødlig og finkornig. Stedvis er det antydning til parallellorientering av mineraler i noe som kan minne om foliering. Enkelte steder er det også en benkning/oppsprekking parallelt med denne. Skarn-bergarten fremstår generelt som tett oppsprukket og noe forvitret med usystematisk/kaotisk sprekkemønster i eksisterende skjæringer langs dagens Rv 41.

Det er stedvis registrert båndgneis innenfor de kartlagte områdene der det skal etableres skjæringer, men på grunn av løsmasseoverdekningen i området er ikke de eksakte grensene mellom båndgneis og skarn lokalisert. Se Figur 4 og Vedlegg 3.



Figur 4: Berggrunnsgeologisk kart over området, 1:50 000 fra NGU [5]. Skarn representerer de sentrale delene av PKF som er det dominerende regionale lineamentet i området.

4.4 Mineralressurser og brønner

Ved gjennomgang av berggrunnsdatabasen til NGU [5] er det ikke funnet kartlagte mineralressurser som kommer i konflikt med det planlagte tiltaket.

Gjennomgang av grunnvannsdatabasen GRANADA [9] viser at det befinner seg en grunnvannsbrønn helt nord i parsell 3. Denne ligger på vestsiden av jernbanelinjen på eiendommen gnr/bnr 124/6. Dette er en 60m dyp fjellbrønn Ø140mm. Brønnen forventes ikke å bli påvirket av sprengning av de lave skjæringene langs Rv 41.

4.5 Regional tektonikk

Dalsøkket som veien følger er en del av Porsgrunn-Kristiansandforkastningen (PKF), som nevnt i kapittel 4.3. PKF stryker ca. SSV-NNV, parallelt med skarn-bergarten (Figur 4). I tillegg er det også enkelte mindre lineamenter som stryker SV-NØ og NV-SØ innenfor området rundt Herefossfjorden.

4.6 Steinmaterialets kvalitet

Sweco er ikke kjent med at det foreligger tidligere kvalitetstesting av bergartene langs parsell 1, 2 eller 3. Statens vegvesen skal selv gjennomføre prøvetaking og testing av steinmaterialet. Sweco er ikke gjort kjent med om dette er utført eller eventuelle resultater av slike tester.

Strekningen fra Gauslå kleiver til Hynnekleiv (tilstøtende parsell 3 på nordsiden) er for tiden under utbygging. Det foreligger geologisk rapport for planlagte skjæringer på strekningen som bl.a. omhandler brukbarhet av steinmassene til veibyggingsformål [10]. Strekningen ligger i henhold til

geologisk kart [5] innenfor samme bergart som i parsell 3, men det er registrert en god del lokale variasjoner. Det er tatt 4 prøver med analyser av LA-verdi og Micro-deval (Tabell 6).

Tabell 6: Resultater fra kvalitetstesting av steinmaterialer, fra [10].

Testmetode	Prøve nr. 1	Prøve nr. 2	Prøve nr. 3	Prøve nr. 4	Prøve nr. 5
Los Angeles (LA)	19	30	22	20	25
Micro Deval (M_{DE})	10	8	4	17	11

4.7 Borbarhet og sprengbarhet

Borbarhet er definert ved indeksene DRI (Drilling Rate Index, borbarhetsindeks) og BWI (Bit Wear Index, borslitasjeindeks). Avhengig av testresultat klassifiseres bergarten i kategorier fra 'ekstremt lav' til 'ekstremt høy'. Sprengbarhet beskrives ved sprengbarhetsindeksen, SPR. Indeksen er et mål på sprengstofforbruk (kg/fm^3) for å oppnå en gitt fragmentering (d_{50} = 270 mm). SPR-skalaen til bergarten fastsettes som god, middels eller dårlig.

Det er ikke utført tester for å beregne/fastsette DRI, BWI eller SPR for dette prosjektet. Det er derfor benyttet data fra testing av tilsvarende bergarter fra tilgjengelige rapporter der dette er tilgjengelig [11], [12].

4.8 Syredannende bergarter i planområdet

Det er foretatt prøvetaking og analyse av bergarter innenfor planområdet med tanke på syredannende egenskaper til sprengstein. Analyser og vurderinger knyttet til dette er gitt i fagrapporter forurensning.

På bakgrunn av utførte analyser og feltobservasjoner er det ikke grunn til å mistenke syredannende bergarter innenfor planområdet der det skal gjennomføres sprengningsarbeider langs parsell 3. Borstøvprøvene er imidlertid tatt langs eksisterende vei der bergarten for det meste består av skarn. Stedvis (bl.a. ved bergskjæring 3H-1) vil ny veilinje bli etablert innenfor båndgneisområder der det pr i dag ikke er foretatt prøvetaking og analyser. Båndgneis er erfaringsmessig en potensiell problembergart med hensyn til svovelinnhold og syrepotensiale. Det er imidlertid ikke observert områder med «rusten gneis» som kan indikere syredannende bergarter i felt.

5 Skredfare

5.1 Faktadel

5.1.1 Aktsomhetsområder for skred

Områder som ligger innenfor NVE-aktsomhetsområder for skred hentet fra [13] er vist i vedlegg 4 (siste 2 sider). Aktuelle skredtyper i disse områdene er steinsprang og snøskred.

5.1.2 Historiske skredhendelser

I NVEs skreddatabase [13] og vegkart [6] er det ikke registrert noen skredhendelser på parsell 3. Det er registrert 11 steinspranghendelser på dagens Rv 41 i perioden 2007-2022 ca. 3,5-4,5 km sør for starten av parsell 3.

5.1.3 Tidligere skredfareutredninger

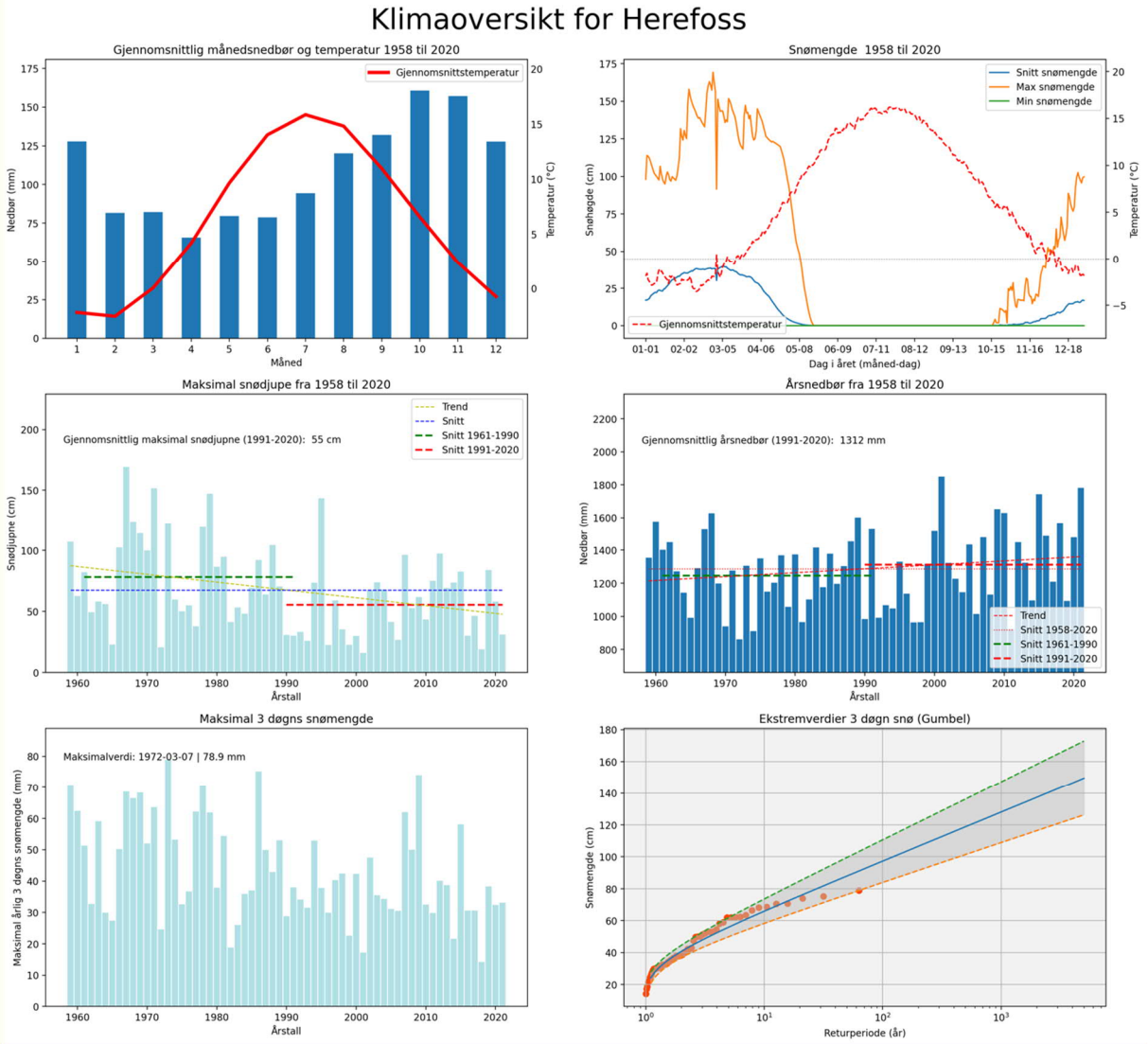
Det er ikke funnet tidligere relevante skredfareutredninger for aktuelt område.

5.1.4 Klimatologiske data

Klimadata for aktuelt område er hentet fra AV-Klima [14] som er basert på ruteinndelt klimadata fra SeNorge [15]. SeNorge er igjen basert på data fra nærmeste værstasjoner. Nærmeste værstasjon i området som har registrert nedbør, snødybde og temperatur er Hynnekleiv (stasjonsnr. 38730) og Senumstad (stasjonsnummer 38421). Plottene i Figur 5 og Figur 6 er beregnet for koordinatpunkt (UTM 33) 114859Ø,6508135N, som er ved ca. høydekote 200 i skråningen på østsiden av veien.

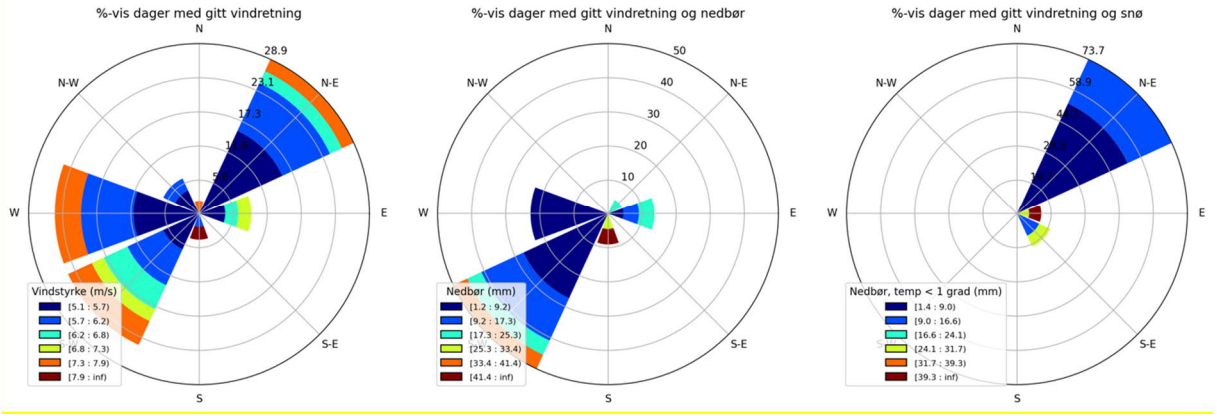
Figur 5 (plott oppe til venstre) viser at i perioden 1958-2020 var gjennomsnittlig månedstemperatur fra desember til mars mellom 0 til -2˚C, mens gjennomsnittlig månedstemperatur fra april til november var mellom 0-15˚C. I samme Figur 5 (plott oppe til venstre) vises det også at den gjennomsnittlige månedsnedbøren i perioden 1958-2020 var mellom 75-90 mm fra februar til juli, mens den fra august til januar var mellom 125-150 mm. Gjennomsnittlig årsnedbør mellom 1991-2020 var 1312 mm (Figur 5, plott i midten til høyre).

Gjennomsnittlig maksimal snødybde i normalperioden 1991-2020 var 55 cm, mens maksimal snøhøyde ble registrert i 1967, da snødybden var på ca. 160 cm (Figur 5, plott i midten til venstre). Maksimal 3-døgns snømengde som er registrert var i mars 1972, da det kom 78,9 cm på tre døgn (Figur 5, plott nede til venstre). Gjennomsnittlig månedlig snømengde fra 1958 til 2020 ligger mellom 20-40 cm fra desember til april (Figur 5, plott oppe til høyre). Ekstremverdier for 3-døgns nysnø med 100, 1000 og 5000 års gjentaksintervall er beregnet med Gumbelfordeling og blir henholdsvis 97 cm, 128 cm og 150 cm (Figur 5, plott nede til høyre).



Figur 5: Klimaoversikt for Herefoss. Plott oppe til venstre viser gjennomsnittlig månedsnedbør og temperaturer fra 1958 til 2020. Plott oppe til høyre viser snømengde fra 1958 til 2020. Plott i midten til venstre viser maksimal snødybde fra 1958-2020. Plott i midten til høyre viser gjennomsnittlig årsnedbør fra 1958 til 2020. Plott nede til venstre viser maksimal 3-døgns snømengde. Plott nede til høyre viser ekstremverdier for årlig 3-døgns nysnø beregnet med en Gumbelfordeling. Figuren er hentet fra [14].

Vindroser finnes kun for perioden mars 2018-mars 2021 [14]. Disse viser at 74 % av nedbørsførende vind i form av snø (registrert nedbør når temperaturen er mindre enn 1 ˚ C), kommer fra nordøst i aktuelt område (Figur 6, til høyre). Det registreres også at vindstyrken for vinden som kommer fra nordøst ligger mellom 5-8 m/s (Figur 6, til venstre). Skråningen øst for parsell 3 ligger vestvendt, og dermed i le-område.



Figur 6: Vindroser for området, hentet fra [14]. Vindrose til venstre viser %-vis dager med gitt vindretning og vindstyrke. Vindrose i midten viser %-vis dager med gitt vindretning og nedbør. Vindrose til høyre viser %-vis dager med gitt vindretning og snø.

5.1.5 Steinsprangmodellering

Veien ligger innenfor et aktsomhetsområde for steinsprang mellom profil 0-10 [13]. Siden det er observert urmasser og avløste blokker i sideterrenget langs store deler av strekningen er det foretatt en modellering av steinsprangutløp i simuleringsverktøyet Rockyfor3D. For å få representative resultater er modelleringene kjørt med blokkstørrelser basert på registreringer i felt av tidligere blokknedfall. Modelleringen i Rockyfor3D er brukt for å identifisere utløpslengder, og er basert på DTM fra Høydedata. Inputverdiene som er brukt som standard er som følger:

- Tetthet: 2700 kg/m^3
- Form: Ellipse
- Ingen trær
- 50 % variasjon i blokkvolum
- Størrelse blokk: 0,5 m^3
- 100 simuleringer
- Rapid automatic simulation

Videre er det tatt ut profiler basert på mulige skredbaner for Rockyfor3D som er brukt til å kjøre mer detaljert modellering av utløpslengder i RocFall. RocFall-analysene er kjørt med 100 blokker. Alle starter fra toppen av profilene. Inngangsparameterene er hentet fra RocScience [16], og er vist i Tabell 7.

Det er utført modellering i RocFall for 8 antatt kritiske profiler. Plasseringen av profilene og resultatene av steinsprangmodelleringene i RocFall er vist i Vedlegg 4 (Skredutsatte områder) og Vedlegg 5 (RocFall-profiler).

Tabell 7: Inputparametere for underlaget i RocFall.

Friksjonsvinkel (˚)	Normal restitution, mean	Tangential restitution, mean	Type
0,58	0,53	0,88	Bart berg
10,01	0,32	0,85	Ur med noe vegetasjon
12,79	0,30	0,81	Fylling/løsmasse
6,34	0,40	0,90	Asfalt

5.1.6 Områder som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløp for steinsprangmodellering

Resultat av steinsprangmodellering som tilsvarer årlig nominell sannsynlighet mindre enn 1/100, samt aktsomhetsområder for skred er gitt i Vedlegg 4. Områder som er berørt av aktsomhetsområder for snø-, jord- og flomskred og utløp for steinsprangmodellering i Rockyfor3D er som følger:

- Pel 20-90 - Steinsprangfare
- Pel 145-175 – Steinsprangfare
- Pel 535-570 – Steinsprangfare
- Pel 930-950 – Steinsprangfare
- Pel 1435-1475 – Steinsrangfare
- Pel 1560-1640 – Steinsprangfare
- Pel 1710-1850 – Steinsprangfare
- Pel 2270-2380 – Steinsprangfare
- Pel 3255-3285 – Steinsprangfare
- Pel 3690-3715 – Steinsprangfare
- Pel 0-780 – Snøskredfare
- Pel 1270-1970 - Snøskredfare

5.2 Tolkningsdel

5.2.1 Skredfarevurdering

Pel 20-90 – Steinsprangfare
RocFall-profil 1 (ved pel 25) viser at 51 av 100 steiner når veien, mens RocFall-profil 2 (ved pel 55) viser at 2 av 100 steiner når veien, se Vedlegg 5. På bakgrunn av resultatene vurderes det som nødvendig med sikringstiltak for å få tilfredsstillende sikkerhet mot steinsprang. Aktuelle tiltak kan være fanggrøft eller evt. mur/kant langs veien mellom pel 20-70. Mellom pel 70-90 vurderes det ikke som nødvendig med tiltak da bare 5-10 % av steinene i Rockyfor3D-modelleringen når ned til veifylling/grøft og ingen steiner når veien.

Pel 145-175 – Steinsprangfare
Mellom pel 145-175 når kun 5-10 % av steinene i Rockyfor3D-modelleringen ned til veien/fyllingen. I tillegg er det observert i felt at urfoten (mosegrodde urmasser) stopper ca. 30 meter horisontalt fra dagens vei. Sikkerheten mot steinsprang vurderes derfor som tilfredsstillende uten sikringstiltak.

Pel 535-570 – Steinsprangfare
Modellering av steinsprang i RocFall-profil 3 ved pel 545 viser at ingen steiner når veien (Vedlegg 5). Snitt 3 vurderes som det mest kritiske området siden Rockyfor3D-modelleringene når lengst horisontalt ut mot veien her. Urmassene er observert ned til eksisterende vei, men ura er kartlagt i felt som lite aktiv. Det vurderes ikke som nødvendig med tiltak på strekningen.

Pel 930-950 – Steinsprangfare
RocFall-profil snitt 4 (ved pel 945) viser at 34 av 100 steiner når veien. Det vurderes derfor som nødvendig med sikringstiltak mellom pel 930-950. Tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang på vei kan trolig oppnås med rensk og sikring av sideterrenget innenfor det avmerkede området i Vedlegg 4.

Pel 1435-1475 – Steinsprangfare
Rockyfor3D-modelleringen viser at 20-100 % av steinene når ned til veien, og vurderes derfor som nødvendig med tiltak mellom pel 1435-1475. Tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang på vei kan trolig oppnås med rensk og sikring av sideterrenget innenfor det avmerkede området i Vedlegg 4.

Pel 1560-1640 – Steinsprangfare
Feltregistreringer viser at urfoten befinner seg ca. 20-30 m horisontalt fra veien (Figur 7). RocFall-profil 5 ved pel 1565 viser i tillegg at ingen steiner når veien (Vedlegg 5). Det vurderes derfor ikke som behov for sikringstiltak mellom pel 1435-1475.

Figur 7: Foten av ur ved ca. pel 1565, ca. 20-30 meter fra ny vei. Bildet er tatt mot sørvest.

Pel 1710-1850 – Steinsprangfare
RocFall-profil 6 (ved pel 710) og 7 (ved pel 730) viser at ingen steiner når veien, se Vedlegg 5. Områdene som RocFall-profilene er modellert for vurderes som de mest kritiske da utløpslengden i Rockyfor3D-modelleringen er lengst i disse områdene. Det er registrert mosegrodde urmasser som stopper ca. 20 meter fra veien på det nærmeste. Urmassene er mosegrodde og bevokst med spredt skog. Ura vurderes som lite aktiv. På bakgrunn av dette er det ikke vurdert som nødvendig med sikringstiltak mellom pel 1710-1850.

Pel 2270-2380 – Steinsprangfare
RocFall-profil 8 ved pel 2335 viser at 47 av 100 steiner når veien, se Figur 8 og Vedlegg 5. I tillegg er det registrert spredt nedfall fra bakenforliggende brattskrent som har nådd helt ned til dagens veikant. På bakgrunn av dette vurderes det som nødvendig med tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot steinsprang. Aktuelle tiltak kan være rensk og sikring av sideterreng mellom pel 2270-2380, se Vedlegg 4 for oppmerket område. Hvis ikke tilstrekkelig sikkerhet oppnås med rensk og sikring i sideterrenget kan det bli aktuelt å supplere med mur/voll eller fanggrøft langs vei hvis dette er praktisk mulig.

Figur 8: Skrent med antatt lite aktiv ur i underkant, ca. pel 2335. Bildet er tatt mot sørøst.

Pel 3255-3285 – Steinsprangfare
Rockyfor3D-modelleringen viser at de steinene som når lengst stopper i grøft og fylling for ny vei. Det vurderes derfor ikke som behov for sikringstiltak mellom pel 3255-3285.

Pel 3690-3715 – Steinsprangfare
I dette området viser steinsprangmodelleringen i Rockyfor3D at 20-100 % av steinene når veien. Det vurderes derfor som nødvendig med tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot steinsprang. Mest aktuelle tiltak er trolig rensk og sikring av sideterreng mellom pel 3690-3715, se Vedlegg 4 for oppmerket område.

Pel 0-780 og 1270-1970 – Snøskredfare
Mellom pel 0-780 og 1270-1970 er veilinjen berørt av aktsomhetsområder for snøskred (utløpsområde). Det teoretiske utløsningsområdet ligger i skråningen øst for ny vei. Helningen i det teoretiske utløsningsområdet er stort sett mellom 30-45˚, med 7-20 meter høye skrenter med helning

45-90˚. I utløpsområdet har terrenget en helning som veksler mellom 10-30˚ og 30-45˚, og enkelte brattere skrenter.

For at det skal utløses et flakskred må ruheten i terrenget jevnes ut før det kan dannes glidelag. Erfaringsmessig utløses de fleste snøskred i 30-55 ˚ helning [17]. Ifølge klimadata er gjennomsnittlig snødybde i dette området 55 cm i perioden 1991-2020. Det er høy ruhet i terrenget, og skråningen er tett bevokst av skog i områder med helning mellom 30-45˚. Det vurderes derfor som lite sannsynlig at glidelag skal kunne dannes. I skrentene som er brattere enn 55˚ vil snøen skli ut kontinuerlig, og større mengder med snø vil derfor ikke samle seg opp. Sannsynligheten for at snøskred vil kunne utløses og nå veien vurderes derfor som å være mindre enn 1/50, og snøskredfaren er dermed akseptabel.

Se Figur 9 for typisk skogsterreng i skråningen øst for dagens vei.

Figur 9: Tett skog ved ca. pel 550 i retning sør. Bildet er hentet fra google maps.

5.2.2 Oppsummering skredfareutredning

Tabell 8 gir en oversikt over strekninger langs parsell 3 som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløpssoner fra steinsprangmodellering utført i Rockyfor3D.

Tabell 8: Oversikt over strekninger som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløpssoner fra steinsprangmodellering i Rockyfor3D.

Profilnummer	Skredtype	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for ny vei
20-90	Steinsprang	Det vurderes som nødvendig med sikringstiltak mellom pel 20-70. Aktuelle tiltak kan være fanggrøft eller evt. mur/kant. Mellom pel 70-90 er det ikke nødvendig med sikringstiltak.	Akseptabel risiko dersom det blir gjort sikringstiltak mellom pel 20-70.

145-175	Steinsprang	Mellom pel 145-175 er det ikke vurdert som nødvendige med sikringstiltak da modelleringen viser at bare 5-10 % av steinene når veien/fyllingen. I tillegg er det registrert i felt at mosegrodde urmasser stopper ca. 30 meter fra vei.	Akseptabel risiko
535-570	Steinsprang	Det er ikke vurdert som nødvendig med sikringstiltak da modellering og observasjoner i felt viser at nedfall stopper før det når veien.	Akseptabel risiko
930-950	Steinsprang	Modellering viser at steiner vil nå veien. Det vurderes derfor som nødvendig med sikringstiltak i sideterreng for å oppnå akseptabel risiko. Områder i Vedlegg 4 bør renskes og sikres.	Akseptabel risiko forutsatt sikringstiltak.
1435-1475	Steinsprang	Modellering viser at steiner når veien. Det vurderes derfor som nødvendig med rensk og sikring av sideterreng for å oppnå akseptabel risiko. Se Vedlegg 4 for oppmerket område.	Akseptabel risiko forutsatt sikringstiltak.
1560-1640	Steinsprang	I felt er det registrert at urmassene stopper ca. 20-30 meter fra veien. Modellering viser også at steiner stopper før de når veien. Det vurderes derfor ikke som nødvendig med sikringstiltak.	Akseptabel risiko
1710-1850	Steinsprang	Modellering og observasjoner i felt viser at steiner stopper før veien. Det er derfor ikke vurdert som nødvendig med sikringstiltak.	Akseptabel risiko
2270-2380	Steinsprang	Modellering og observasjoner viser at steiner når veien og grøfta. Det vurderes derfor som nødvendig med sikringstiltak for å oppnå akseptabel risiko. Mest aktuelle tiltak er rensk og sikring av sideterreng. Vedlegg 4 viser områder som bør renskes og sikres. Det kan også bli aktuelt å supplere med mur/voll eller fanggrøft langs vei hvis dette er praktisk mulig.	Akseptabel risiko forutsatt sikringstiltak.
3255-3285	Steinsprang	Modellering og observasjoner i felt viser at de steinene som når lengst stopper i grøft og fylling. Det vurderes derfor ikke som behov for sikringstiltak.	Akseptabel risiko
3690-3715	Steinsprang	Det vurderes som nødvendig med rensk og sikring av sideterreng for å oppnå akseptabel risiko, se Vedlegg 4 for oppmerket område.	Akseptabel risiko forutsatt sikringstiltak.
0-780	Snøskred	Sannsynligheten for at snøskred vil kunne utløses og nå veien vurderes som å være mindre enn 1/50, og dermed akseptabel.	Akseptabel risiko
1270-1970	Snøskred	Sannsynligheten for at snøskred vil kunne utløses og nå veien vurderes som å være mindre enn 1/50, og dermed akseptabel.	Akseptabel risiko

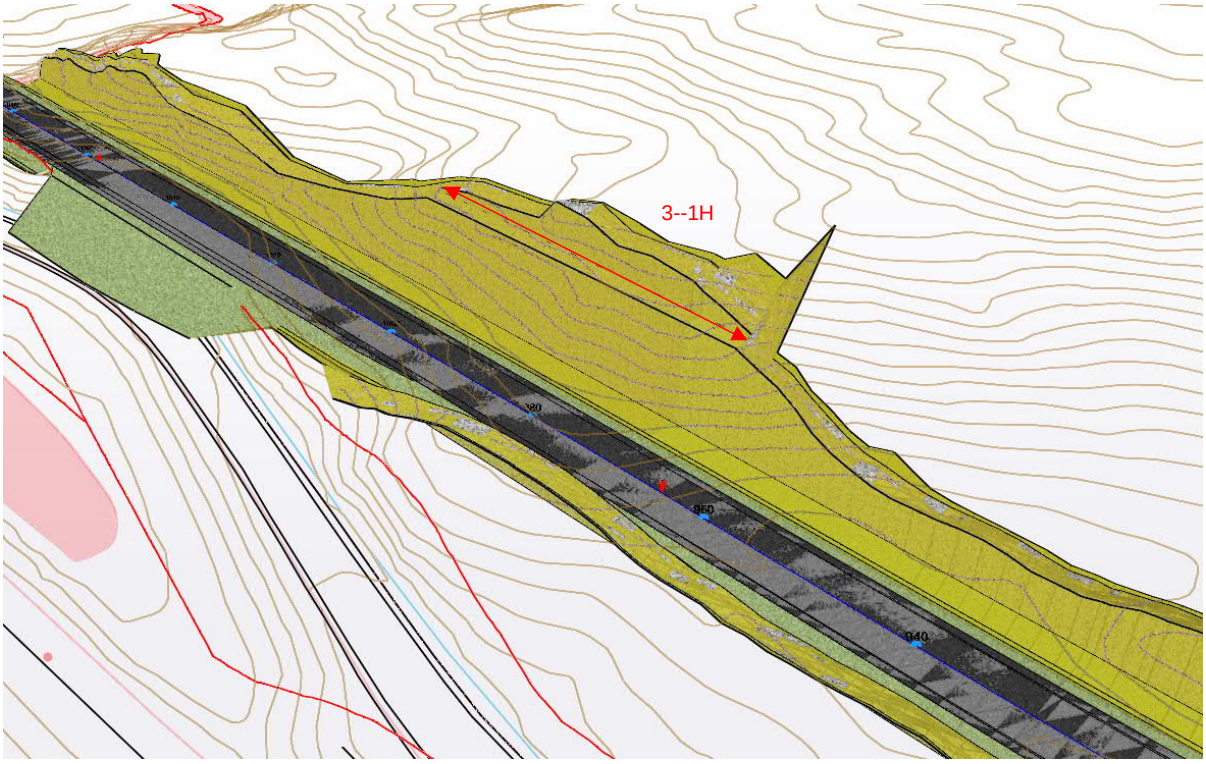
6 Bergskjæring 3-1H

6.1 Innledning

Skjæring 3-1H får maksimal høyde ca. 13,0 meter. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 9, se også Figur 10. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V3001.

Tabell 9: Bergskjæringer med høyde over 10 meter.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
3-1H	962	1004	42	H	13,0	



Figur 10: Bergskjæringer pel 940 - 1080, omtrentlig plassering av skjæring 3-1H vist med rød pil (utklipp fra modell).

6.2 Faktadel: Grunnforhold

6.2.1 Topografi

Området umiddelbart over skjæringstoppen er tilnærmet flatt. Det befinner seg noen bratte bergskrenter ca. 20-30 m målt horisontalt fra skjæringstoppen langs strekningen.

6.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av morenedekke, stedvis tynt. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke med noe skog og kratt og enkelte spredte bergblotninger.

6.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av skarn og båndgneis [5]. På bakgrunn av detaljkartlegging i felt er det grunn til å anta at grensen mellom skarn og båndgneis (som også definerer en del av Porsgrunn-Kristiansandforkastningen) befinner seg noe lengre vest enn vist på NGU-kartene [5] i området og er orientert ca. parallelt med veilinjen. Bergartsgrensen er ikke eksakt lokalisert i felt på grunn av løsmassedekket. Se tegning V3001 for detaljer.

Bergmassens detaljoppsprekking er i hovedsak kartlagt i skarn-bergarten i skjæringen langs eksisterende vei på grunn av tilgjengelighet og noe begrenset blotningsgrad for båndgneisen i terrenget. Bergmassen fremstår som moderat til tett oppsprukket og noe forvitret i skjæringene (Figur 11). Bergmassen i båndgneisområdet innenfor skjæringstoppen fremstår som mer frisk og uforvitret i naturlige blotninger i terrenget.

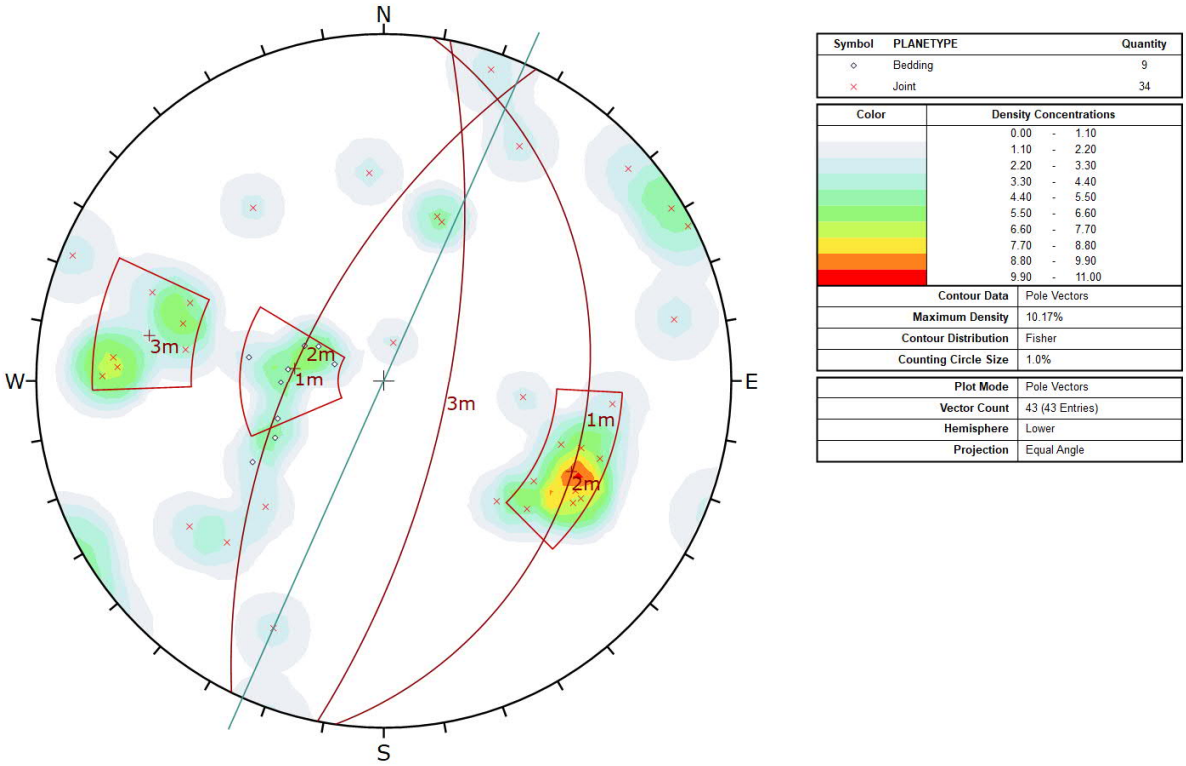
Figur 11: Bergskjæring langs eksisterende vei. Bilde tatt mot nord ved ca. pel 960.

Bergartsgrensen mellom skarn og båndgneis representerer en del av en regional svakhetssone, og dette kan medføre svært redusert bergmassekvalitet i området.

Det er kartlagt tre sprekkesett i området. I tillegg opptrer en villsprekker (Tabell 10 og Figur 12). Villsprekkene har generelt slakere fall enn de to registrerte settene. Det er ikke registrert vesentlig belegg på sprekkeflatene.

Tabell 10: Detaljer om registrerte sprekkesett.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
1m	008°/29°	Sprekkesettet representerer en benkning i bergmassen. Benkningen er typisk bølgete og glatt med gjennomsnittlig avstand ca. 0,5 m.
2m	206°/62°	Sprekkene har svært varierende karakteristikk fra plane til bølgete og glatte til ru med sprekkeavstand ca. 0,7 – 1 m.
3m	011°/69°	Sprekkene har varierende karakteristikk i området, men er generelt bølgete og glatte til ru/irregulære. Generelt tett oppsprekking, størrelsesorden 0,1 – 0,3 m.



Figur 12: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

6.2.4 Vannforhold

Det er ikke observert vann i eksisterende skjæring. Det er registrert noen uttørkede søkk der det trolig står noen mindre vannpytter over skjæringstoppen i fuktige perioder rundt pel 940-950.

6.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

6.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Det knytter seg noe usikkerhet til bergmassekvaliteten i endelig skjæringsflate da bergartsgrensen mellom skarn og båndgneis ikke er eksakt lokalisert i felt. Konsekvensene av dette for endelig skjæring må vurderes mer detaljert etter at løsmassene i området er avdekket. Det kan bli aktuelt å benytte skjæringsprofil som avviker fra normalprofilet på bakgrunn av detaljkartlegging i byggefasen.

På bakgrunn av oppsprekkingsmønsteret er det generelt er det lite potensiale for kileutglidninger i skjæringen. Dimensjonerende mekanisme i skjæringen er toppling (utvelting) knyttet til sprekkesett 1m og plan glidning langs sprekkesett 2m.

6.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flattliggende terreng og antatt lite løsmasser på toppen så antas det at det kan etableres stabil jordskjæring.

Boltesikring i skjæringene forventes å bli relativt omfattende. I tillegg må det påregnes utstrakt bruk av steinsprangnett på grunn av tett oppsprekking

Skjæringsarealet der det forventes behov for stabilitetssikring mellom pel 900 – 1080 er beregnet til ca. 1200 m^2. Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 170 bolter og ca. 950 m^2 steinsprangnett.

6.3.3 Omgivelser

Nærmeste bebyggelse ligger ca. 250 m unna (Rostjennodden), og forventes ikke å bli påvirket av vibrasjoner fra sprengningsarbeidene. Eksisterende jernbanespor ligger ca. 50 m fra sprengningsstedet, og eventuelle grenseverdier for vibrasjoner fra sprengning må avklares med Bane NOR.

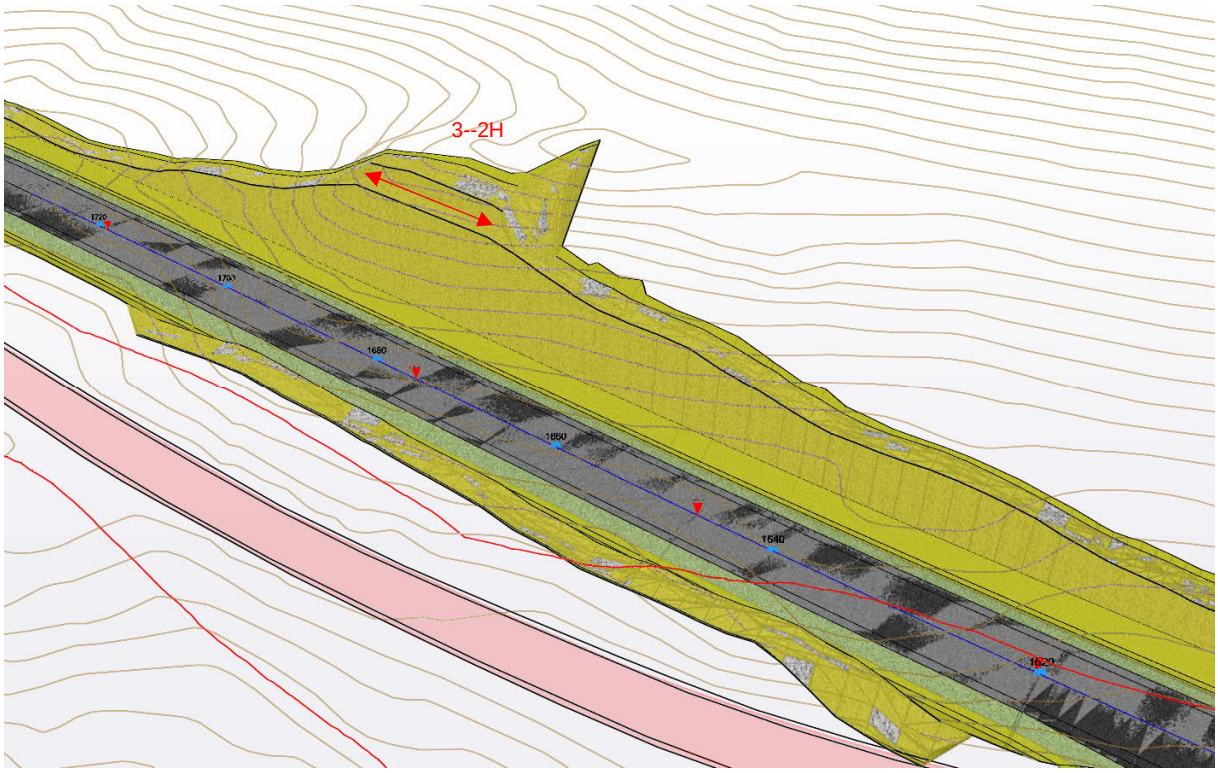
7 Bergskjæring 3-2H

7.1 Innledning

Skjæring 3-2H får maksimal høyde ca. 11,5 meter. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 11, se også Figur 13. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V3002.

Tabell 11: Bergskjæringer med høyde over 10 meter.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
3-2H	1673	1692	19	H	11,5	Bratt sideterreng ca. 25 m innenfor skjæringstopp.



Figur 13: Bergskjæringer pel 1620 - 1720, omtrentlig plassering av skjæring 3-2H vist med rød pil (utklipp fra modell).

7.2 Faktadel: Grunnforhold

7.2.1 Topografi

Skjæringen etableres i en bergrygg langs eksisterende vei. Terrenget direkte over skjæringstoppen er forholdsvis flatt, men sideterrenget blir bratt ca. 25 m innenfor de høyeste delene av skjæringen.

7.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av morenedekke, stedvis tynt. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke med noe skog/kratt og enkelte spredte bergblotninger.

7.2.3 Berggrunn og oppsprekking

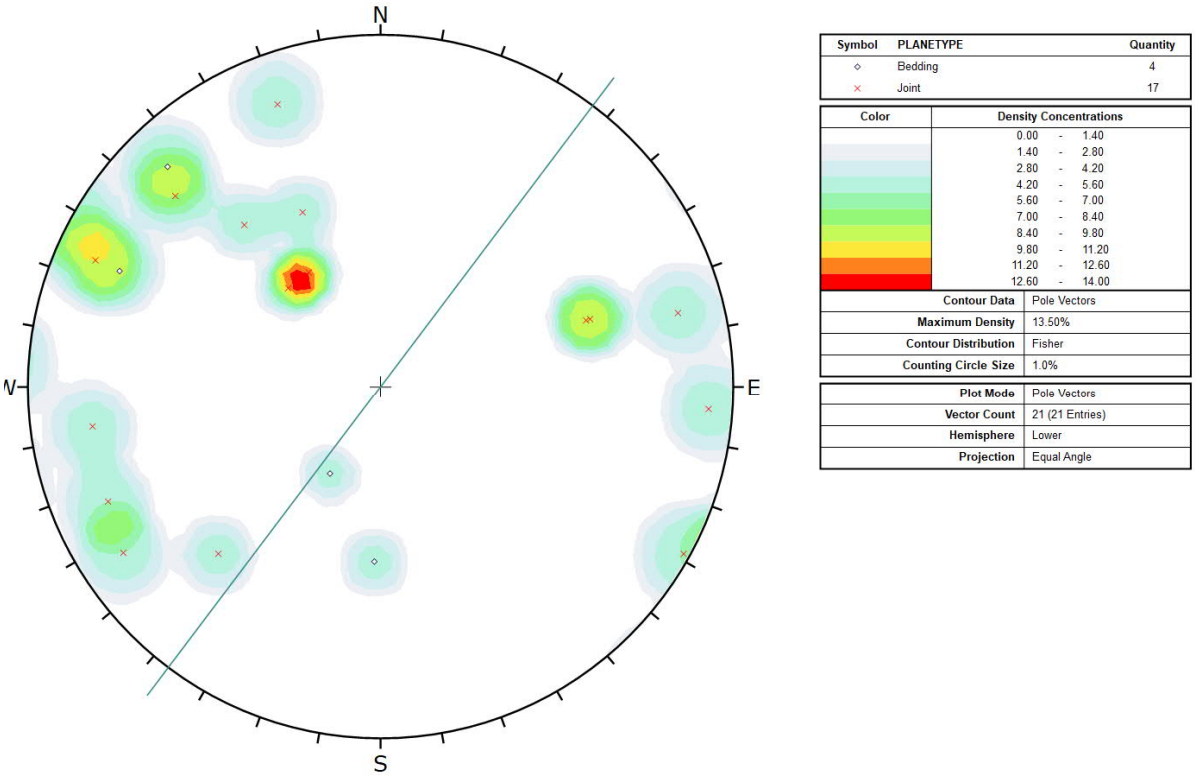
Berggrunnen der ny veilinje er plassert består ifølge NGU av båndgneis [5]. I felt er det registrert en bergart med lite utpreget båndning. Dette antas å være skarn, slik at faktisk bergartsgrense mellom skarn og båndgneis befinner seg lengre øst enn vist på NGU-kartene.

Bergmassens detaljoppsprekking er delvis kartlagt i skjæringer langs eksisterende vei og delvis i blotninger i terrenget. Blotningsgraden er imidlertid lav i området, og det medfører at antallet strukturmålinger er begrenset. Bergmassen fremstår som tett oppsprukket og middels forvitret, se eksempel i Figur 14.

Figur 14: Naturlig bergskrent i bakkant av skjæringstoppen ca. pel 1650.

Det er tilsynelatende lite systematikk i sprekkeorienteringen i området, og det begrensede antallet registreringer gir ikke statistisk grunnlag for å definere sprekkesett. En av sprekketypene er karakterisert som «bedding», som i dette tilfellet representerer en svakt utviklet parallellorientering av mineraler (benkning) i bergarten. Se Figur 15.

Det er ikke registrert vesentlige svakhetssoner som forventes å påvirke skjæringsstabiliteten på strekningen foruten at Porsgrunn-Kristiansandforkastningen (PKF) er vist ca. midt i eksisterende Rv 41 på strekningen ifølge NGU [5].



Figur 15: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

7.2.4 Vannforhold

Det er ikke observert vann i eksisterende skjæring eller skråninger over fremtidig skjæring.

7.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

7.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Datagrunnlaget er for magert til å tolke typiske/dimensjonerende bruddmekanismer i fremtidige skjæringer. Den viktigste observasjonen fra området er at bergmassen er tett oppsprukket og moderat forvitret. Dette antas å ha sammenheng med nærheten til PKF. Redusert bergkvalitet vil påvirke metode for uttak og omfanget av stabilitetssikring. Det er ikke kartlagt markerte strukturretninger (skifrighet/benkning) som det er naturlig å etablere ny skjæring mot.

Det anbefales derfor å ta utgangspunkt i normalprofilet ved etablering av ny skjæring, men det blir avgjørende med detaljert kartlegging etter avdekking av bergoverflaten i byggefasen. Kartleggingen kan medføre at uttaket bør inndeles i lavere pallhøyder og/eller bredere paller enn normalprofilet angir. Dette bør tas hensyn til i reguleringsplanen slik at det avsettes tilstrekkelig med areal for å tilpasse skjæringsuttaket.

7.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flattliggende terreng og antatt lite løsmasser på toppen så antas det at det kan etableres stabil jordskjæring.

Boltesikring i skjæringene forventes å bli relativt omfattende. I tillegg må det påregnes utstrakt bruk av steinsprangnett på grunn av tett oppsprekking. Sprøytebetong og forbolting kan ikke utelukkes ved svært dårlig bergkvalitet.

Skjæringsarealet er beregnet til ca. 800 m^2 mellom pel 162-1720. Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 110 bolter og ca. 720 m^2 steinsprangnett. Omfanget av sprøytebetong og forbolting avhenger av bergmassekvaliteten.

7.3.3 Omgivelser

Det er ikke bebyggelse i nærheten som kan forventes å bli påvirket av vibrasjoner fra sprengningsarbeidene. Eksisterende jernbanespor ligger ca. 50 m fra sprengningsstedet, og eventuelle grenseverdier for vibrasjoner fra sprengning må avklares med Bane NOR.

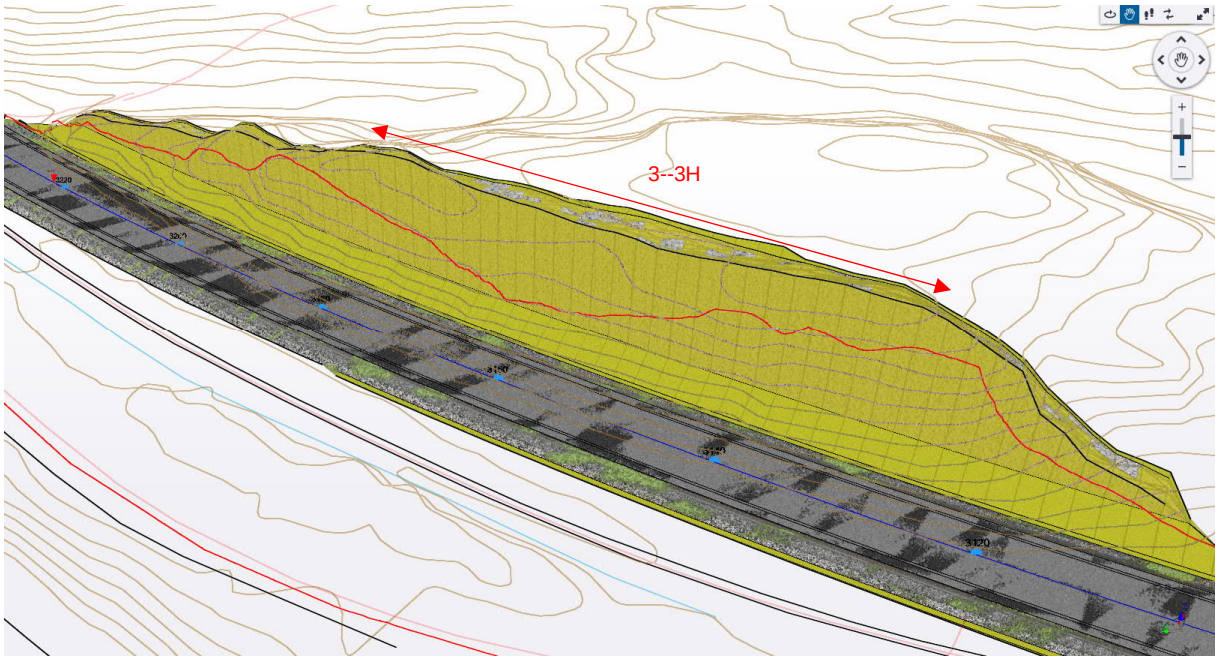
8 Bergskjæring 3-3H

8.1 Innledning

Skjæring 3-3H får maksimal høyde ca. 12,6 meter. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 12, se også Figur 16. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V3003.

Tabell 12: Bergskjæringer med høyde over 10 meter.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
3-3H	3122	3187	65	H	12,6	



Figur 16: Bergskjæringer pel 3120 - 3210, omtrentlig plassering av skjæring 3-3H vist med rød pil (utklipp fra modell).

8.2 Faktadel: Grunnforhold

8.2.1 Topografi

Skjæringen etableres i en oppstikkende kolle langs veien. Skjæringslinjen går ca. gjennom høyeste punkt av kollen. Toppen av er på ca. kote 126, og terrenget faller av mot øst i bakkant av kollen.

8.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av tynt morenedekke og bart berg. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke i bakkant av kollen. Toppen av kollen er skog/krattkledd med antatt tynt løsmassedekke og spredte bergblotninger. Søkket på østsiden av kollen er et myrområde.

8.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av skarn [5]. Bergmassen på stedet er fin- til middelskornig og har en svakt rødlig farge.

Bergmassens detaljoppsprekking er i hovedsak kartlagt i skjæringen langs eksisterende vei. Bergmassen fremstår som moderat oppsprukket og stort sett uforvitret med unntak av noe lett overflateforvitring i skjæringen (Figur 17).

Figur 17: Bergskjæring langs eksisterende vei. Bildet er tatt mot sør ved ca. pel 3210.

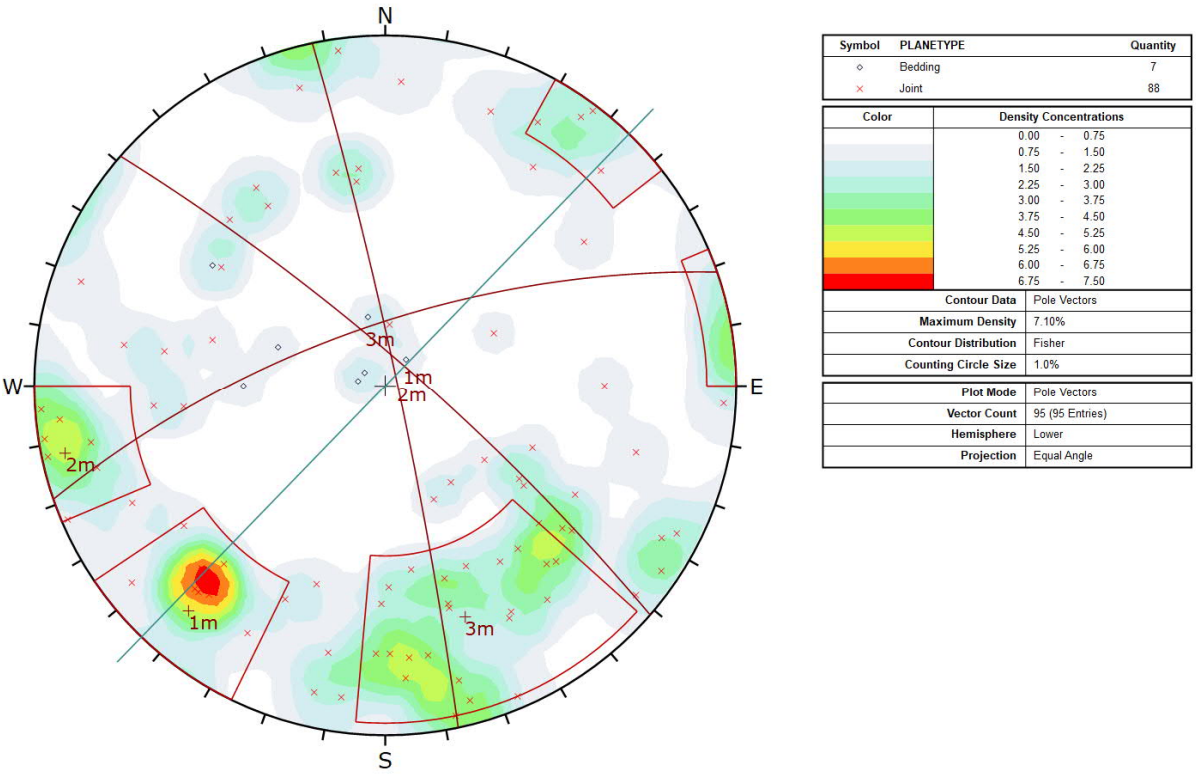
Sprekkegeometrien i området er noe usystematisk, men det kan defineres minst 3 sprekkesett. I tillegg opptrer en villsprekker (Tabell 13 og Figur 18). Villsprekkene har generelt slakere fall enn de tre registrerte settene. Det er god spredning i sprekkeorienteringen, så sprekkesett 3 er definert med et ganske stort vindu. Det forekommer også enkelte sub-horisontale sprekker, men det er ikke tilstrekkelig statistisk grunnlag til å definere disse som et eget sett.

Enkelte sprekker er registrert som type «bedding». Dette representerer en svakt utviklet parallellorientering av mineraler (benkning) i bergmassen.

Det er ikke registrert vesentlige svakhetssoner som forventes å påvirke skjæringsstabiliteten på strekningen.

Tabell 13: Detaljer om registrerte sprekkesett.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
1m	311°/81°	Plane til bølgete, glatte til ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er varierende mellom ca. 0,3 – 1 m. Fallretningen pendler noe om vertikalen.
2m	348°/86°	Plane, ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er gjennomsnittlig ca. 1,5 m. Fallretningen pendler noe om vertikalen.
3m	225-275° /50-80°	Plane og glatte til ru uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er gjennomsnittlig ca. 0,5 m.



Figur 18: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

8.2.4 Vannforhold

Det er ikke observert vann i eksisterende skjæring eller over skjæringstoppen. Myrdraget øst for kollen var relativt fuktig ved befaringstidspunktet, men myra drenerer mot nord og ikke vestover mot skjæringen.

8.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

8.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Basert på kinematisk analyse av hovedsprekkeretningene er det plan glidning langs sprekkesett 1m samt kileutglidning definert av forskjellige kombinasjoner av sprekkesett 1m, 2m og 3m som er dimensjonerende bruddmekanismer. Det er også kinematisk mulig med kileutglidninger langs mer tilfeldige sprekkesett.

Det er ikke kartlagt markerte strukturretninger som det er naturlig å etablere ny skjæring mot. Det anbefales derfor å ta utgangspunkt i normalprofilet ved etablering av ny skjæring.

8.3.2 Sikring av berg og løsmasser

På grunn av antatt lite løsmasser på toppen så vurderes det som mulig å etablere stabil jordskjæring der det ikke er berg i dagen innenfor skjæringstoppen.

Boltesikring i skjæringene forventes å bli av normalt omfang. Det må påregnes noe bruk av steinsprangnett på grunn av lokalt tett oppsprekking

Skjæringsarealet er beregnet til ca. 810 m^2. Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 100 bolter og ca. 300 m^2 steinsprangnett.

8.3.3 Omgivelser

Nærmeste bebyggelse ligger ca. 150 m unna mot sør, og forventes ikke å bli påvirket av vibrasjoner fra sprengningsarbeidene. Eksisterende jernbanespor ligger ca. 50 m fra sprengningsstedet, og eventuelle grenseverdier for vibrasjoner fra sprengning må avklares med Bane NOR.

9 Steinkvalitet

Statens vegvesen skal selv undersøke kvaliteten av bergartene i området med tanke på brukbarhet som byggemateriale. Sweco har ikke blitt gjort kjent med resultatene av disse undersøkelsene og henviser til Statens vegvesen for dette.

Undersøkelser utført for naboparsellen i nord [10] indikerer at bergartene der tilfredsstiller kravene til steinkvalitet for mekanisk stabilisert bærelag og forsterkningslag for trafikkgruppe A, basert på et svært begrenset prøveomfang.

10 Borbarhet og sprengbarhet

Det foreligger ikke laboratorieanalyser av borbarhetsindeks DRI, slitasjeindeks BWI eller sprengbarhet SPR. Verdier må derfor estimeres fra erfaringsdata. For skarn estimeres DRI = 50-70 («middels til høy») og BWI = 12-27 («veldig lav» til «lav») ifølge [11]. For gneis er spredningen i [11] svært stor. Aktuelle verdier for gneis er DRI = 18-92 («ekstremt lav» til «ekstremt høy»), og BWI = 15-82 («veldig lav» til «ekstremt høy»).

Gneis har ifølge [12] sprengbarhet SPR=ca. 0,43-0,46, men det er usikkert om verdien er representativ for båndgneisen i parsell 3. Det foreligger ikke SPR-verdier for skarn-bergarten i [12].

11 Usikkerheter

Det er knyttet noe usikkerhet til bergmassekvalitet i områder som er dekket av løsmasser og hvordan dette kan påvirke stabilitet, sikringsomfang og endelig utforming av skjæringene. Strekningen langs Herefossfjorden ligger i/nær Porsgrunn-Kristiansand-forkastningen (PKF) og kan lokalt være sterkt tektonisk påvirket.

12 Videre undersøkelser

For alle skjæringsområdene må det gjennomføres geologisk kartlegging av bergmassen etter at løsmasser er gravd av, før sprengning. Detaljprosjektering av skjæringshelning, inndeling i pallhøyder o.l. foretas i byggefasen.

Bergmassenes egnethet til bruk i veibyggingen bør avklares nærmere med mer omfattende prøvetaking fra de største planlagte berguttakene.

13 Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen

Ansvarlig ingeniørgeolog for prosjektet bør utnevnes før byggefasen. Ingeniørgeologen må ha relevant erfaring med bergteknisk oppfølging. Ingeniørgeologisk kompetanse er viktig i byggefasen for å sørge for god oppfølging og anbefalinger av sprengning- og bergsikringsarbeider.

14 Referanser

[1] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.

[2] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering».

[3] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.

[4] Statens vegvesen, «V225 Bergskjæringer,» 2020.

[5] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.

[6] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal+vegdatabank/kart. [Funnet 13 12 2018].

[7] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/.

[8] R. Gabrielsen og A. Braathen, «Bruddsoner i fjell - oppbygning og definisjoner,» NGU, 2000.

[9] NGU, «GRANADA Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/granada/.

[10] Statens vegvesen, «Bergskjæringer RV. 41 Gauslå Kleiver (C15054-GEOL-1),» 2021.

[11] A. Bruland, «Hard Rock Tunnel Boring (Vol. 10 of 10) - Statistics of Drillability Test Results (Doctoral theses),» NTNU, 1998.

[12] V. Olsen, «Rock Quarrying - Blast design (Doctoral theses),» NTNU, 2009.

[13] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.

[14] Asplan Viak, «AV-klima,» [Internett]. Available: av-klima.herokuapp.com. [Funnet 06 04 2022].

[15] Meterologisk institutt, NVE, NORCE og Bjerknessenteret, «Norsk klimaservicesenter,» [Internett]. Available: https://seklima.met.no/observations/.

[16] Rocscience, «Rocscience Coefficient of Restitution Table in RocFall,» [Internett]. Available: https://www.rocscience.com/help/rocfall/baggage/rn_rt_table.htm.

[17] NVE, «Veileder-skredfareutredning bratt terreng,» 2020. [Internett]. Available: https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/. [Funnet 2022].

[18] NGU, «Aktsomhetskart radon,» [Internett]. Available: geo.ngu.no/kart/radon/.

[19] Kartverket, «FKB4,» [Internett]. Available: https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.fkb4?request=GetCapabilities&service=WMS.

[20] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Naturtyper - DN-håndbok 13 - kartdatabase,» 2020. [Internett]. Available: https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/MAKartWeb/KlientFull.htm?.

[21] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.

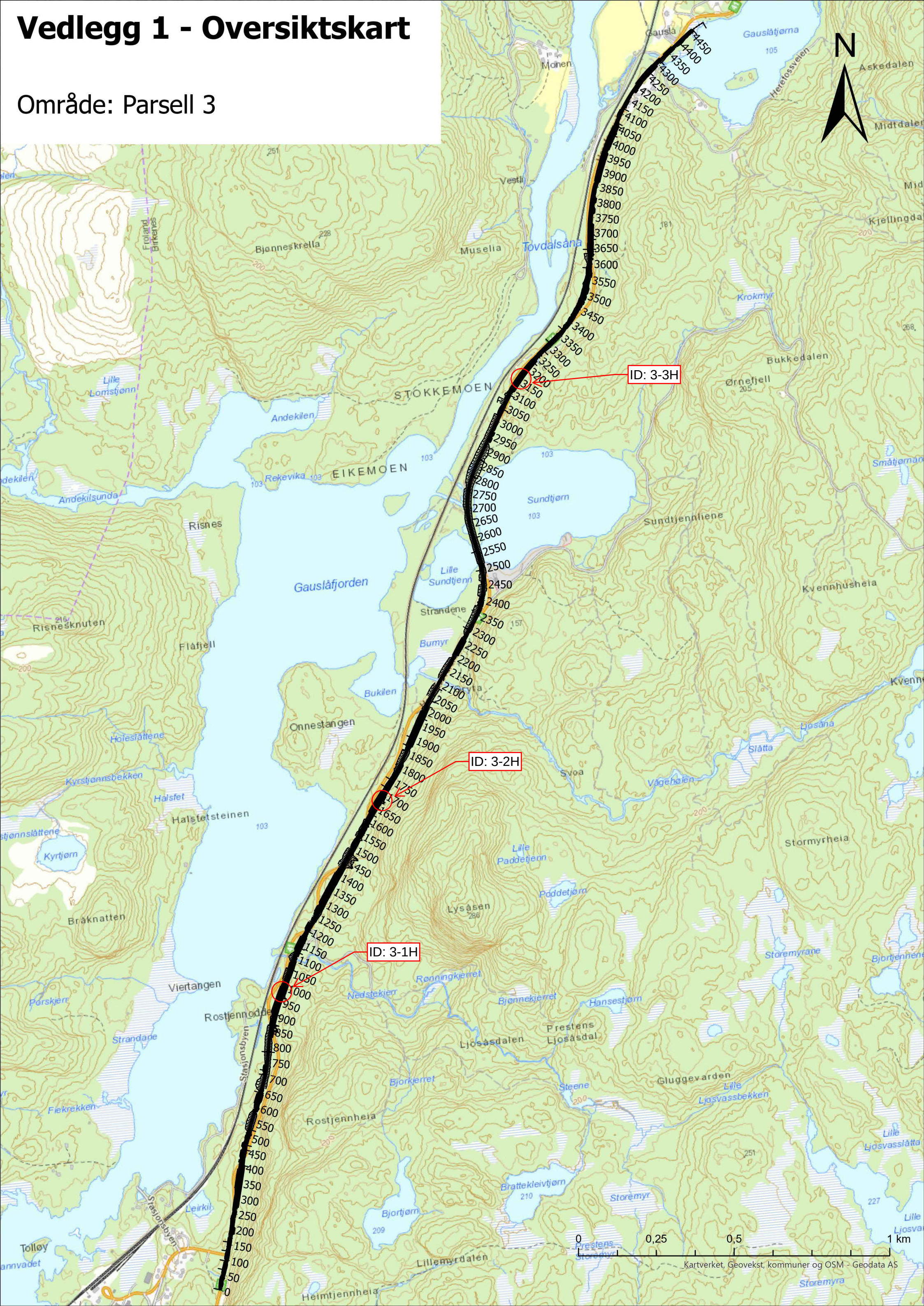
[22] Statens vegvesen, «R760 Styring av vegprosjekter,» 2019.

[23] NVE, met.no og Kartverket, «SeNorge,» [Internett]. Available: senorge.no.

[24] NVE, met.no og Kartverket, «SeNorge,» [Internett]. Available: senorge.no.

Vedlegg 1 - Oversiktskart

Område: Parsell 3



Vedlegg 2 - Løsmassekart

Tegnforklaring

- Tynn morene
- Tykk morene
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Breelvavsetning
- Bresjø-/ innsjøavsetning
- Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tynt dekke
- Hav- og fjordavsetning, tykt dekke
- Marin strandavsetning
- Elveavsetning
- Vindavsetning
- Forvitringsmateriale
- Skredmateriale
- Steinbreavsetning
- Torv og myr
- Tynt humus-/ torvdekke
- Fyllmasse
- Bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke

Område: Parsell 3

N

0 0,25 0,5 1 km

Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

Vedlegg 3 - Berggrunnsgeologisk kart

Tegnforklaring

Berggrunsgeologisk kart N50:

- Båndgneis
- Herefossgranitt
- Skarn
- Amfibolitt
- Granittisk gneis

Område: Parsell 3

N

0 0,25 0,5 1 km

Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

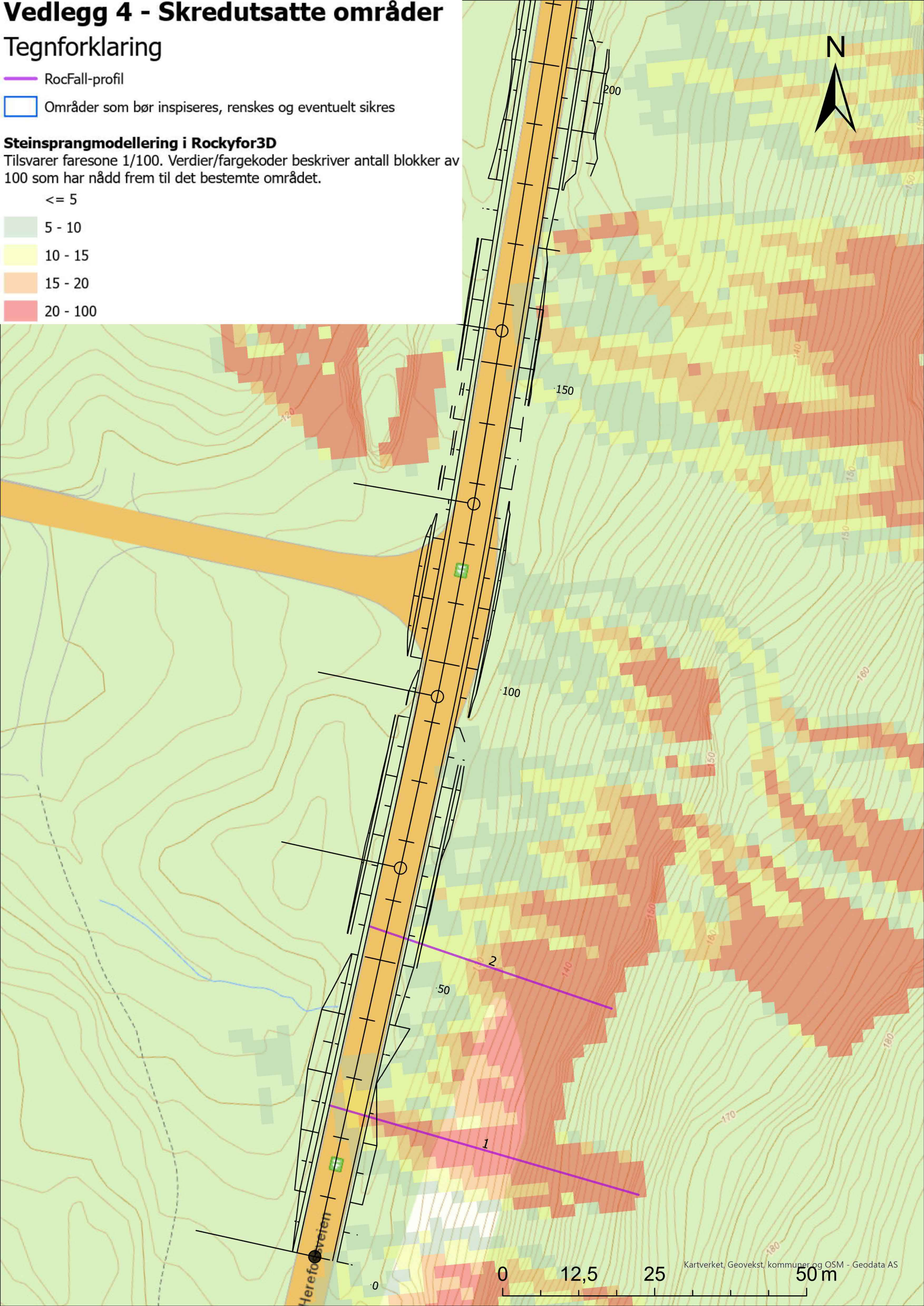
<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100

N

650

600

550

3

500

Herefossveien

450

0 12,5 25 50 m

Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100

N

1000

110

4

950

900

1300

Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

0 5 10 20 m

Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

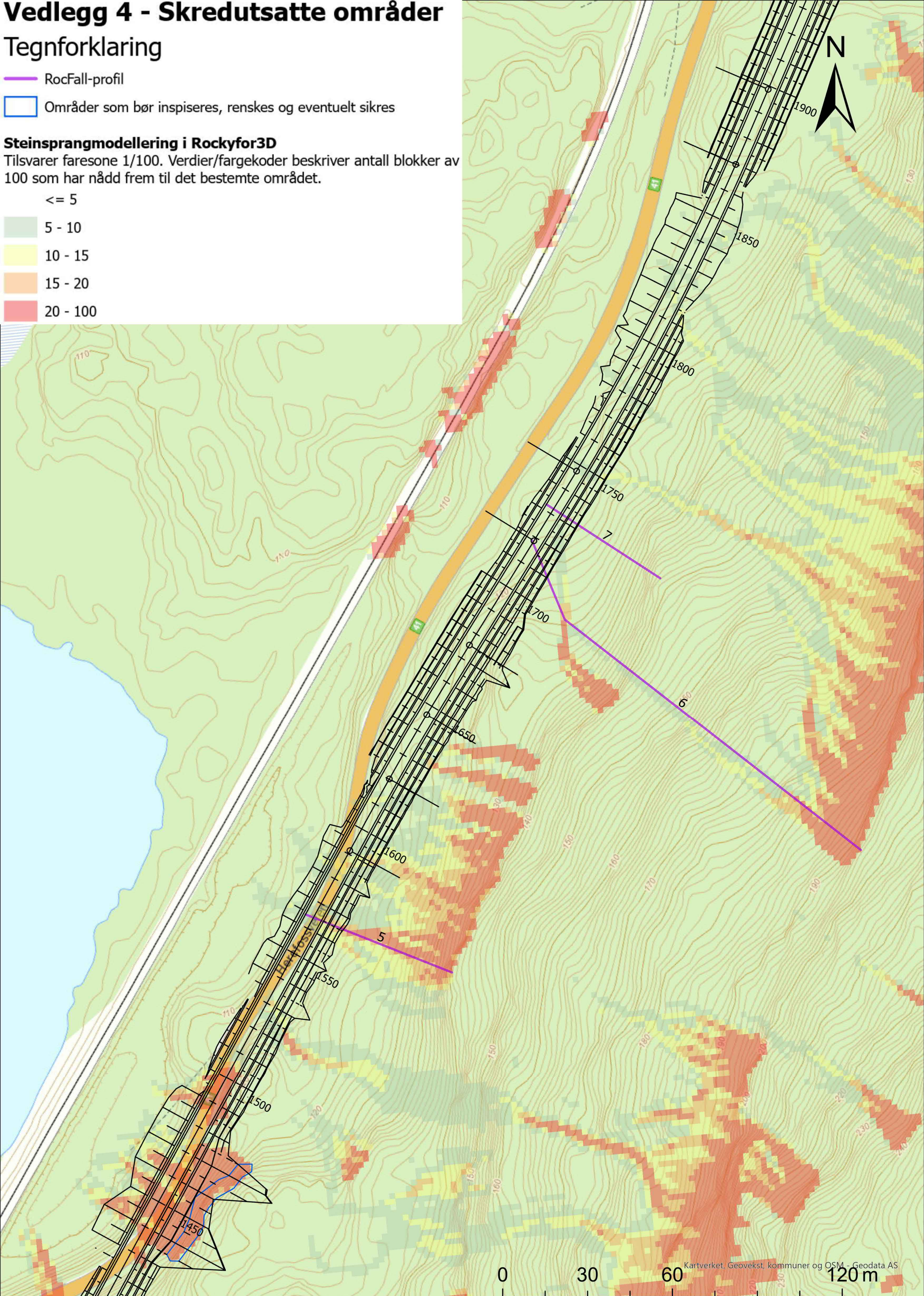
<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

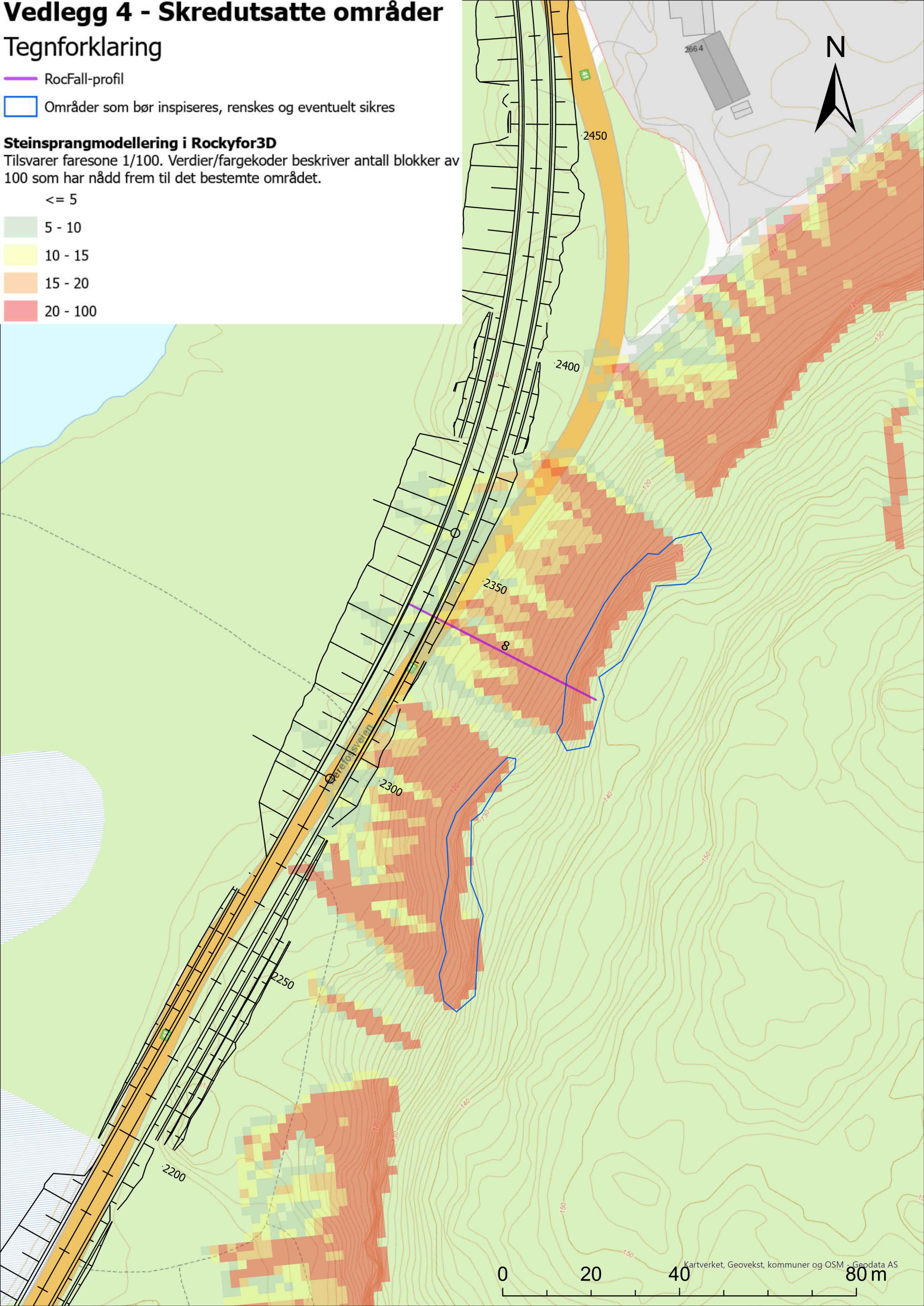
<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

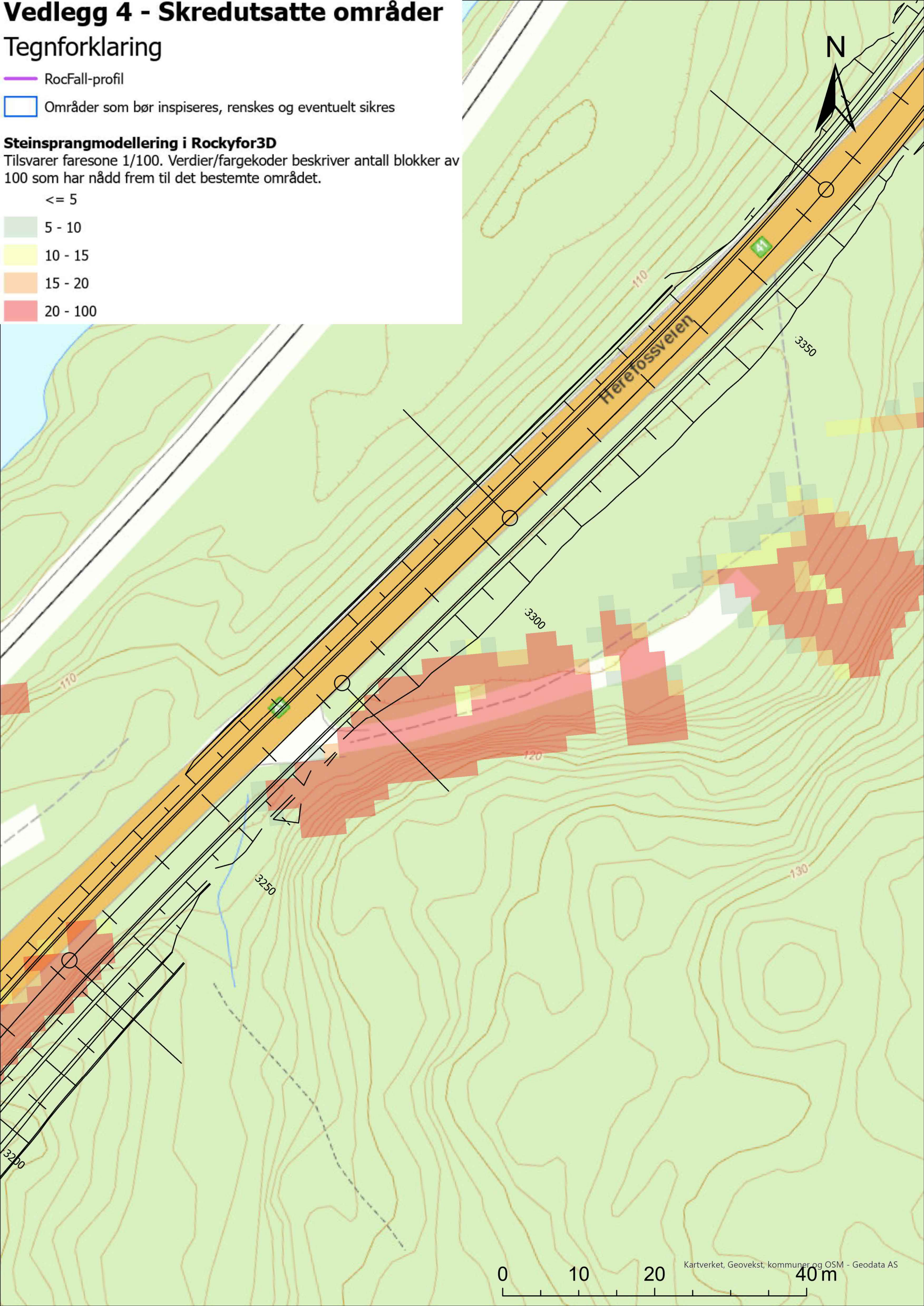
<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

RocFall-profil

Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

Tilsvarer faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

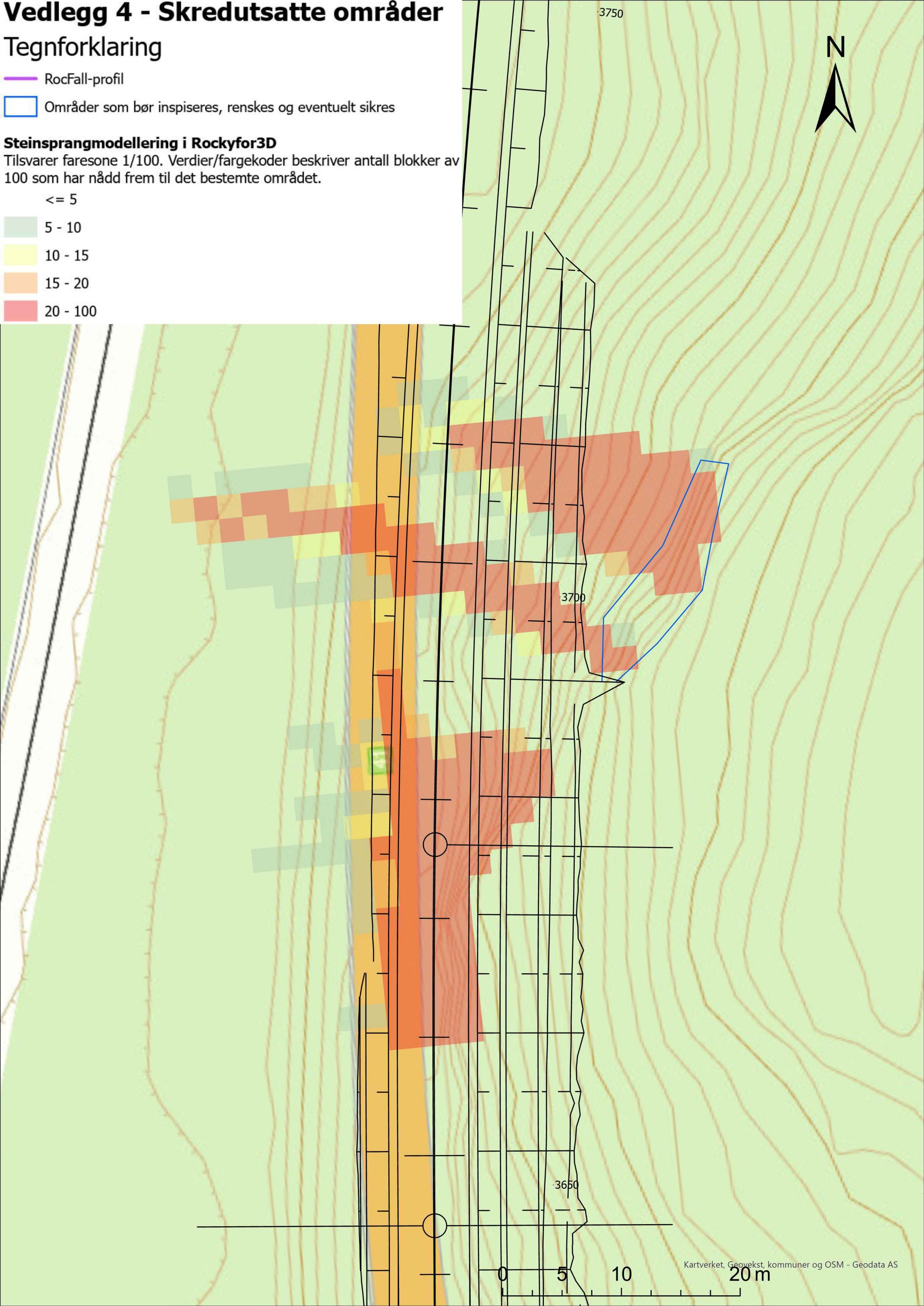
<= 5

5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 100



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

Aktsomhetsområder for skred

- Jord- og flomsskredfare
- Utløsningsområde for snøskred
- Utløpsområde for snøskred
- Utløsningsområde for steinsprang
- Utløpsområde for steinsprang

N

1000
950
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0

Rostjennodden
Stasjonsbyen
Herefossveien
Fiekrekken
Leirkil
Rostjenn
Heimtjenn
Lyngheia
Grandalen

0 75 150 300 m

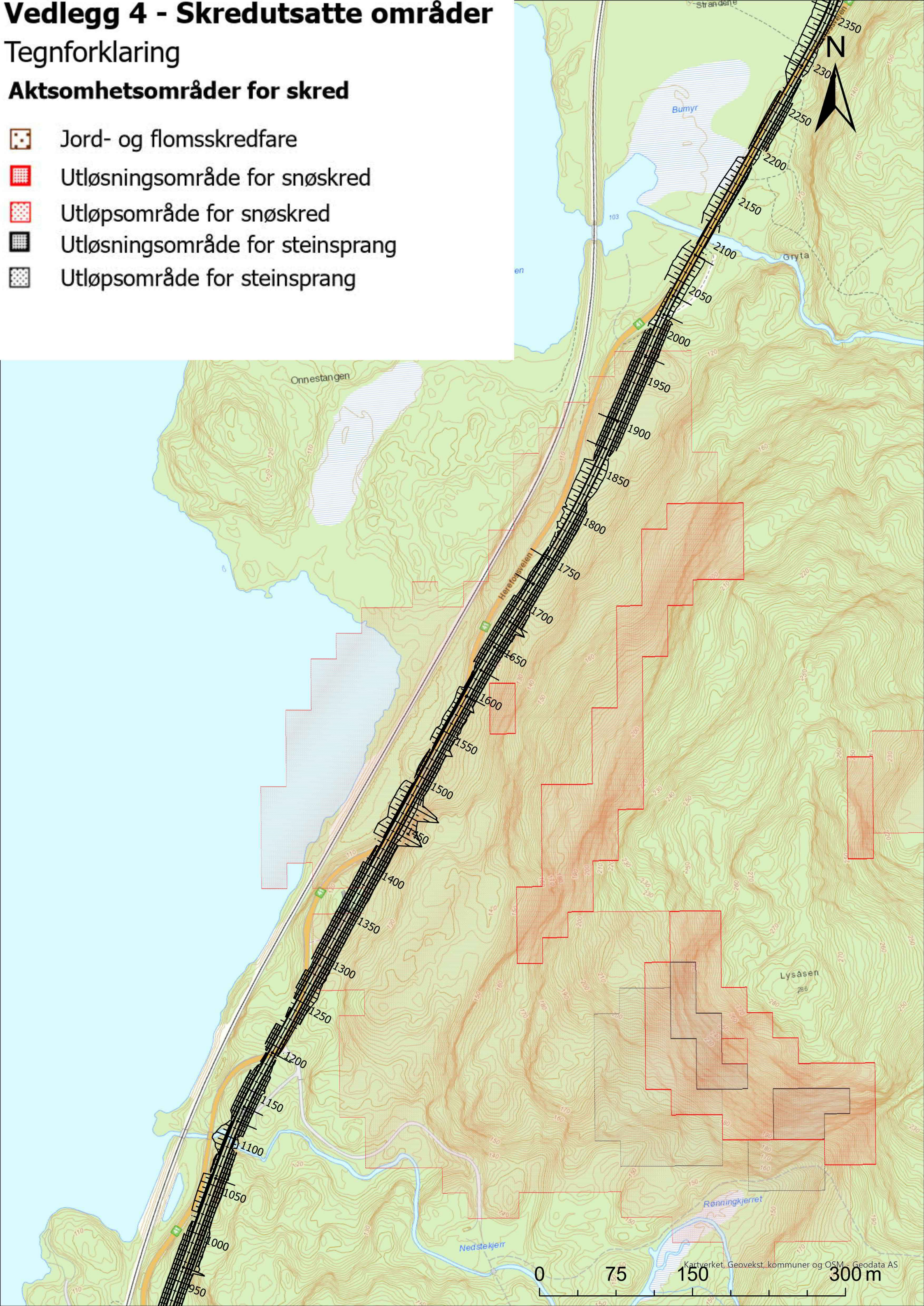
Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

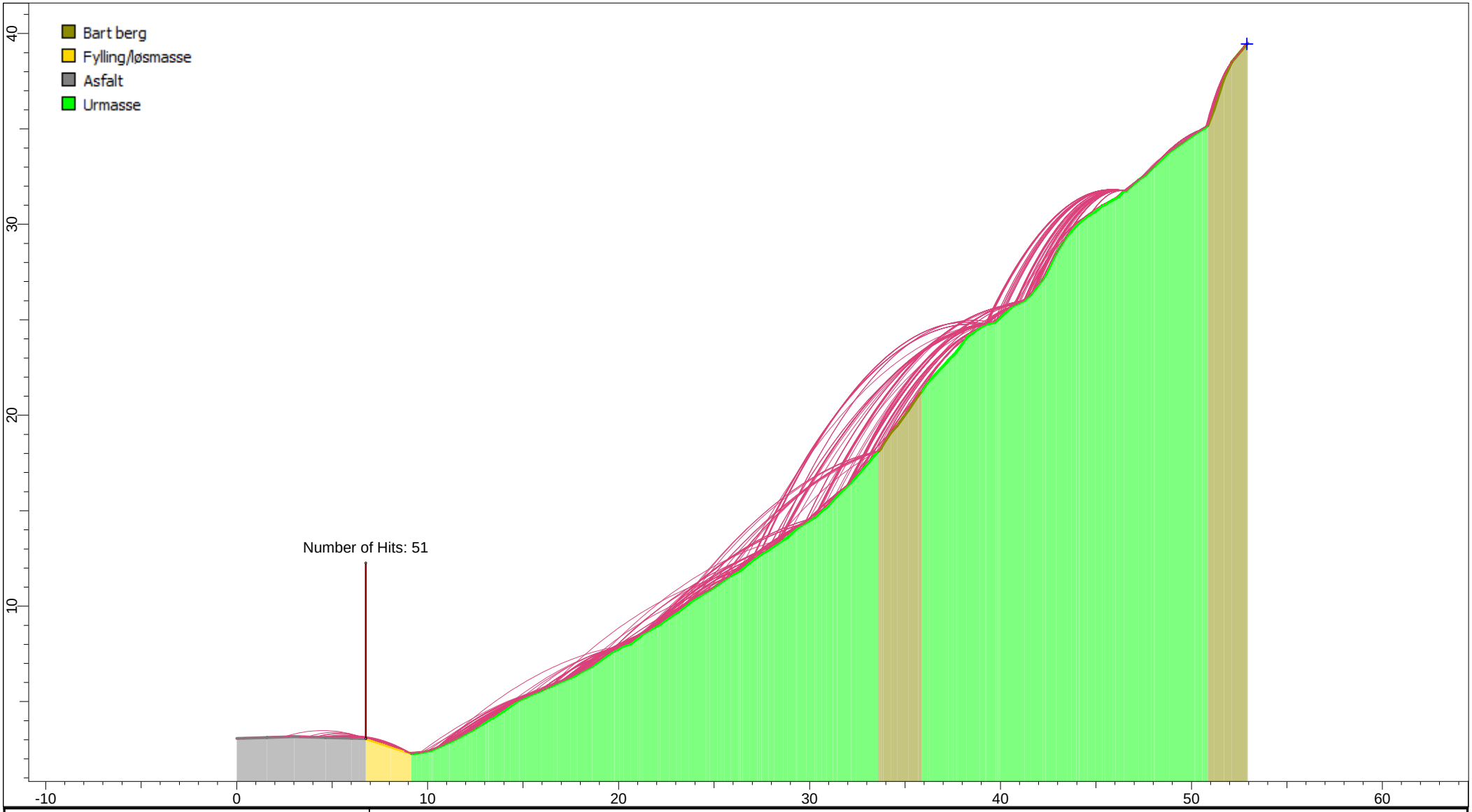
Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

Aktsomhetsområder for skred

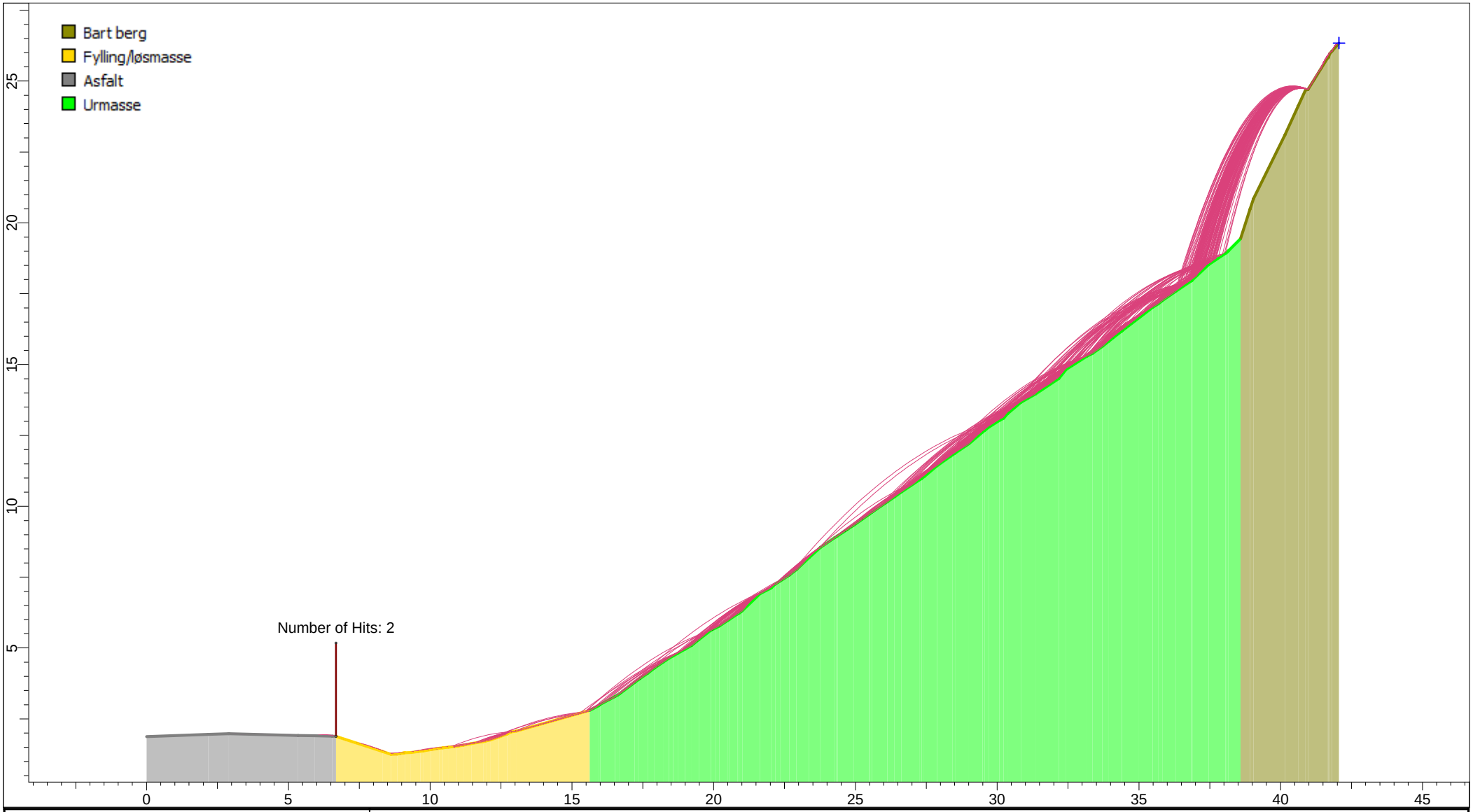
- Jord- og flomsskredfare
- Utløsningsområde for snøskred
- Utløpsområde for snøskred
- Utløsningsområde for steinsprang
- Utløpsområde for steinsprang





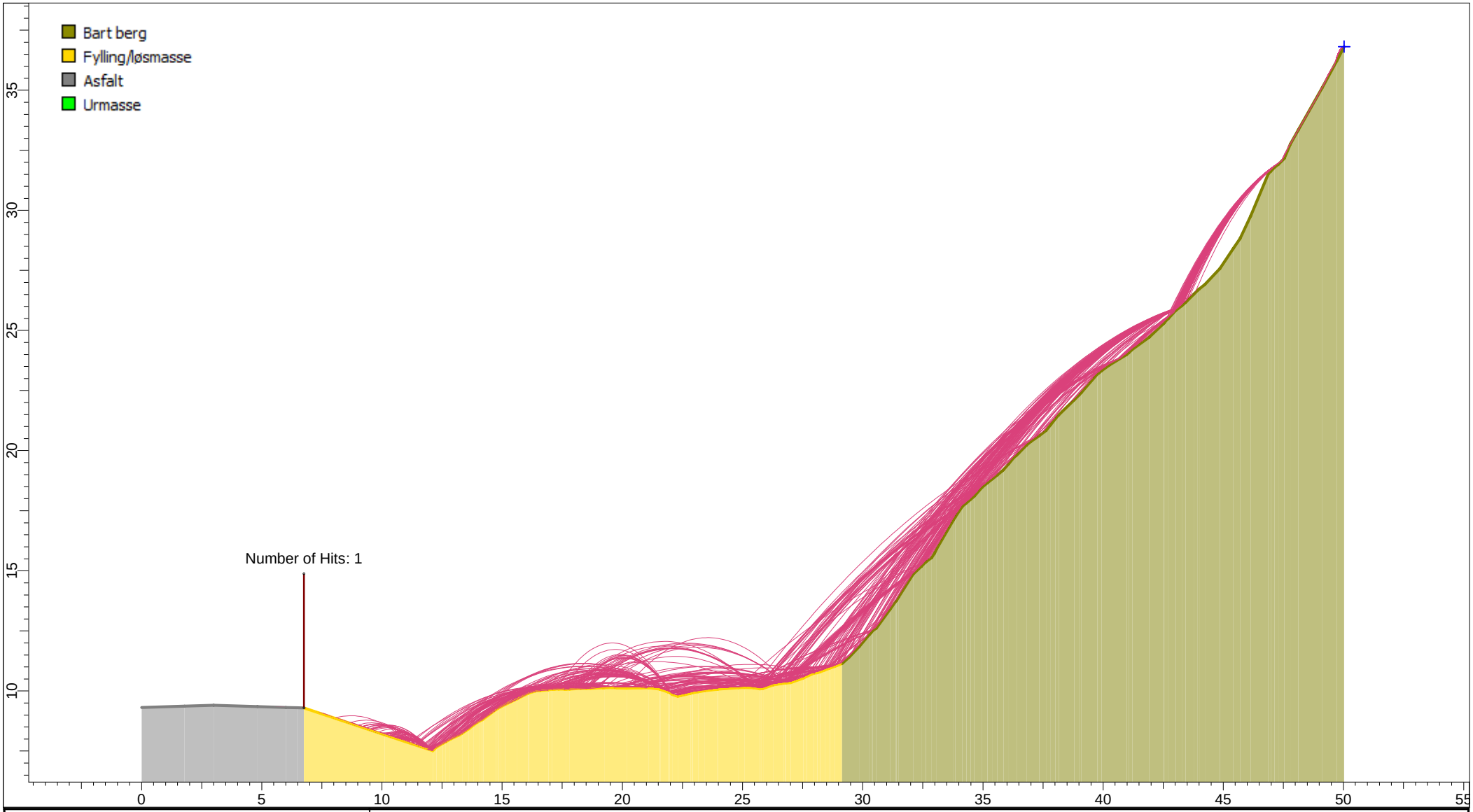
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 09:46:21	*File Name* Profil 1.fal8

ROCFALL 8.016



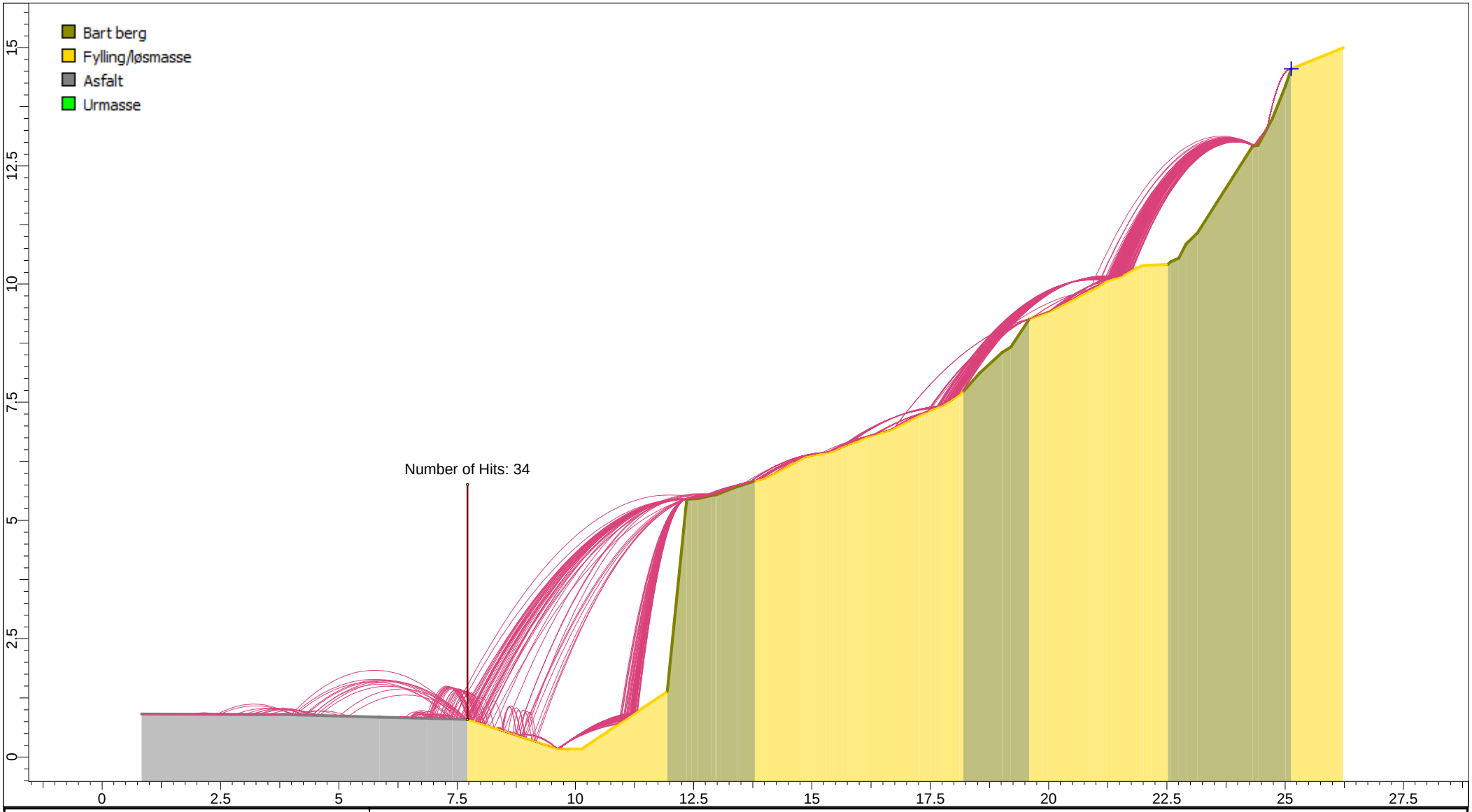
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 09:50:36	*File Name* Profil 2.fal8

ROCFALL 8.016



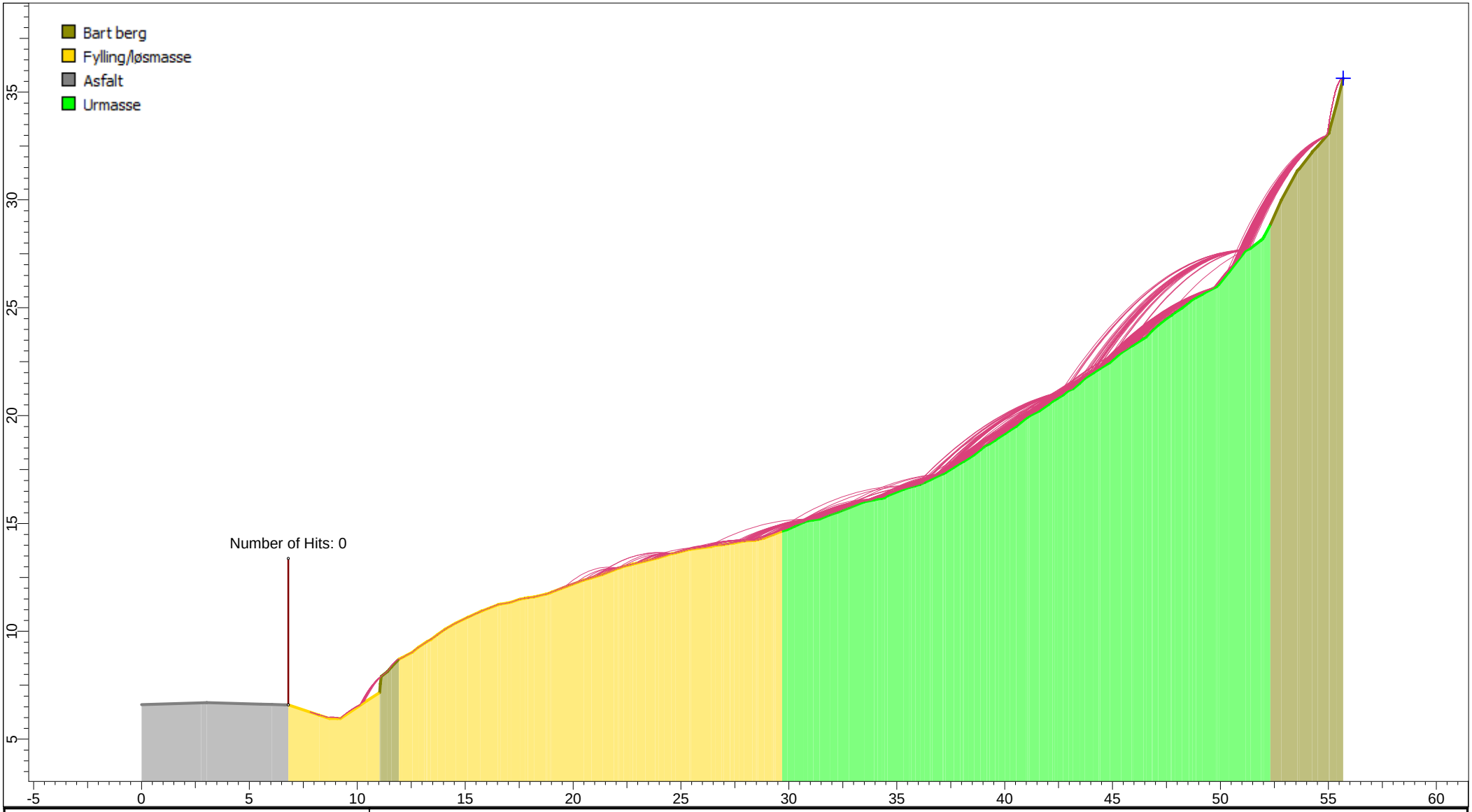
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 09:54:08	*File Name* Profil 3.fal8

ROCFALL 8.016



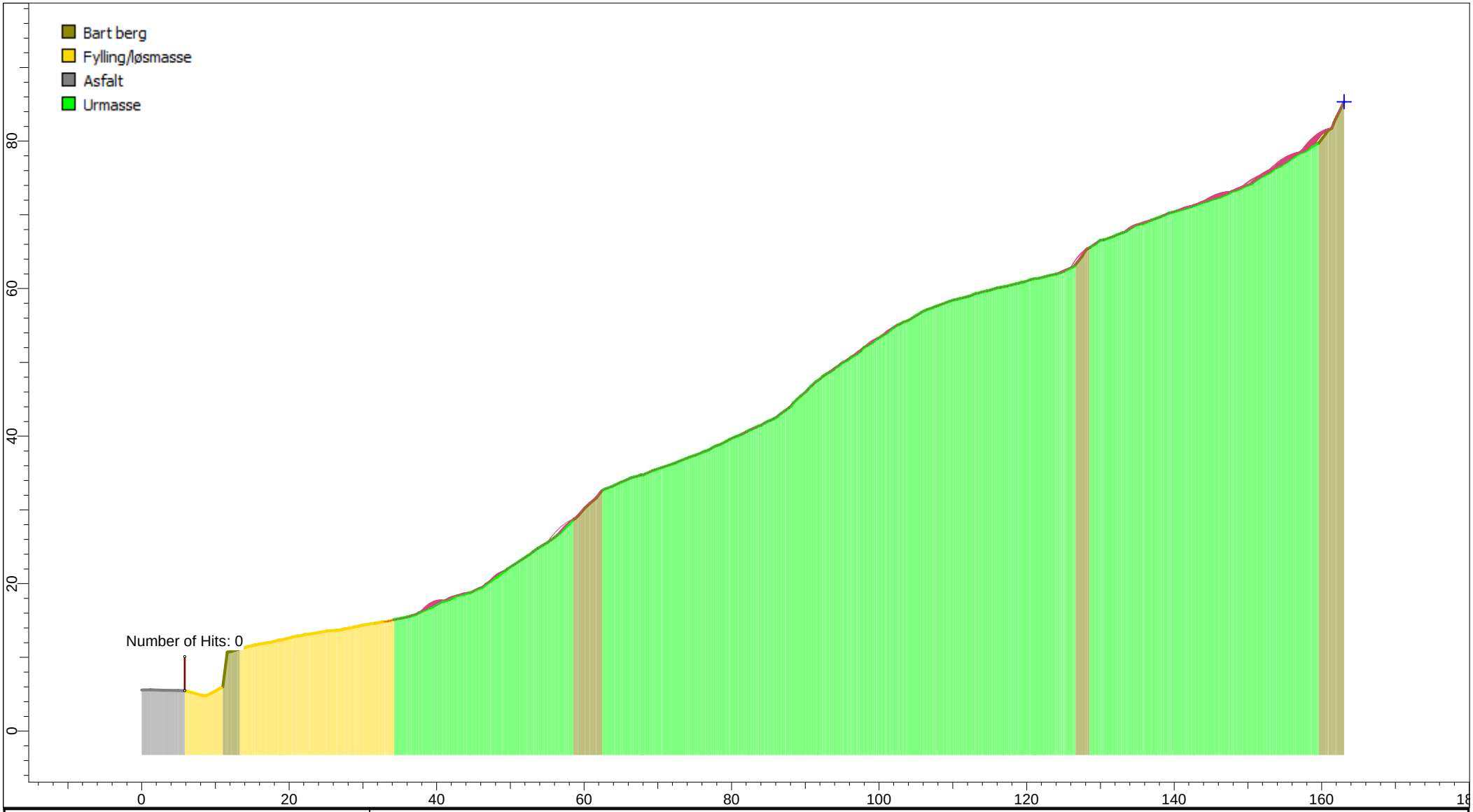
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 10:29:30	*File Name* Profil 4.fal8

ROCFALL 8.016



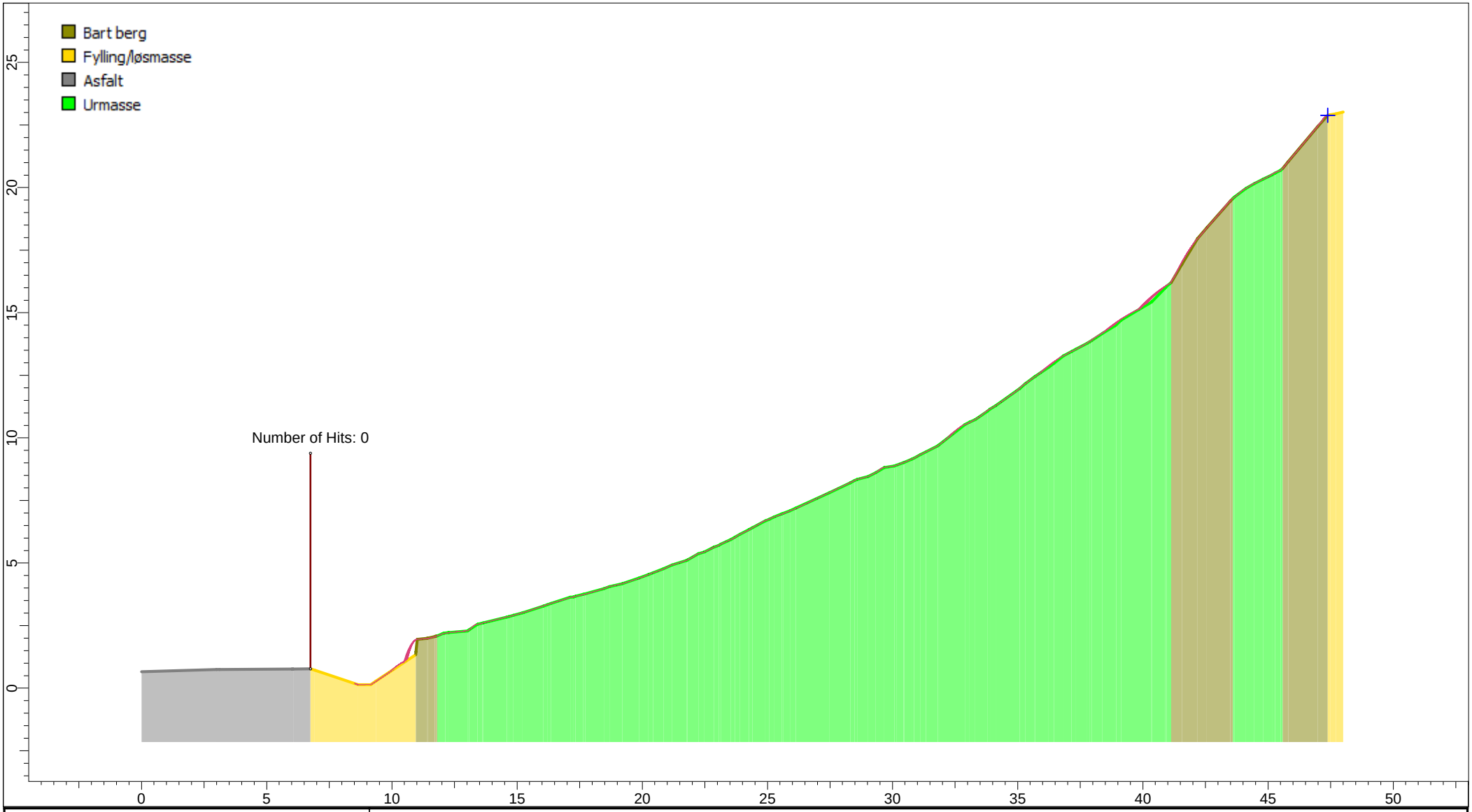
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 10:33:05	*File Name* Profil 5.fal8

ROCFALL 8.016



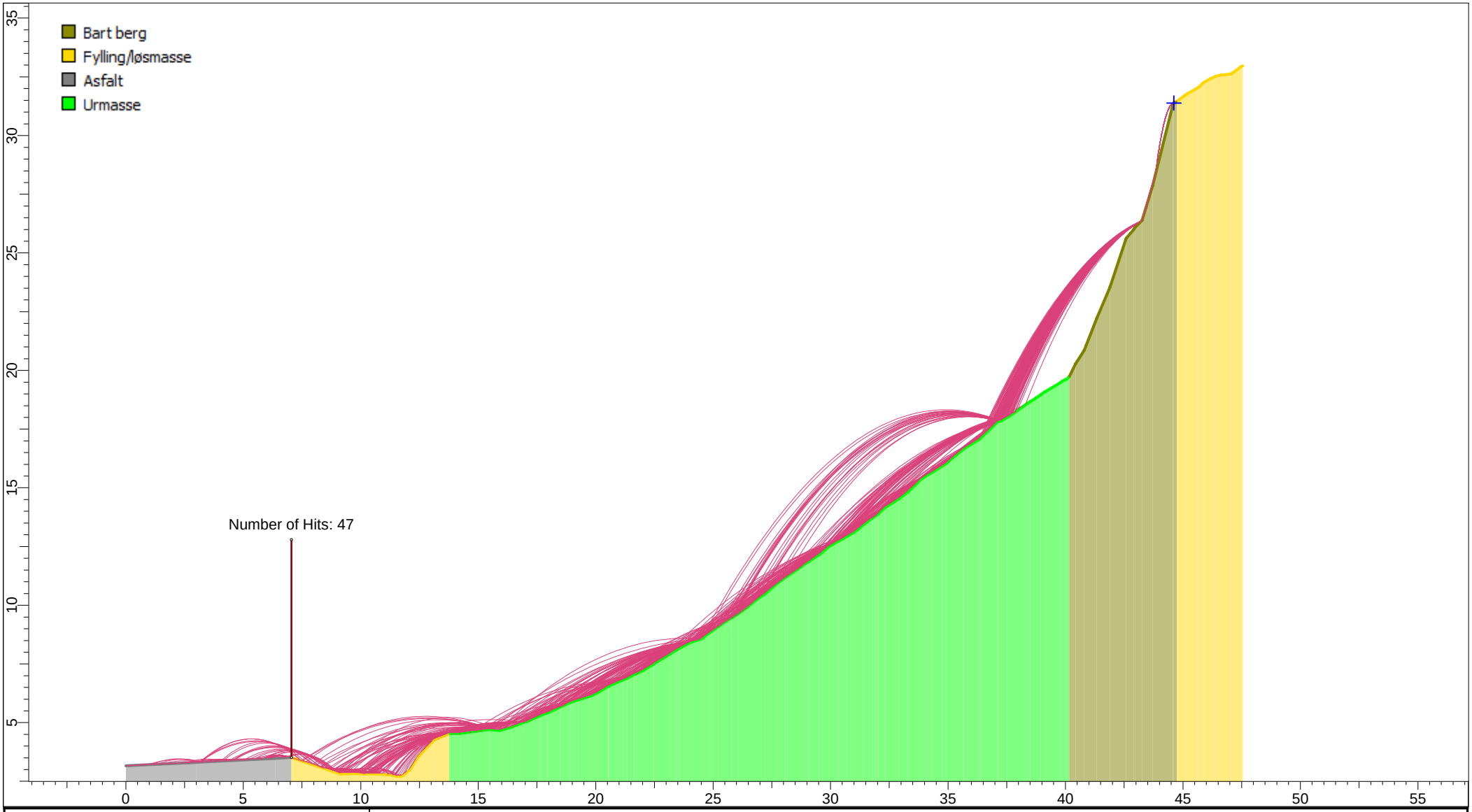
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 10:40:47	*File Name* Profil 6.fal8

ROCFALL 8.016



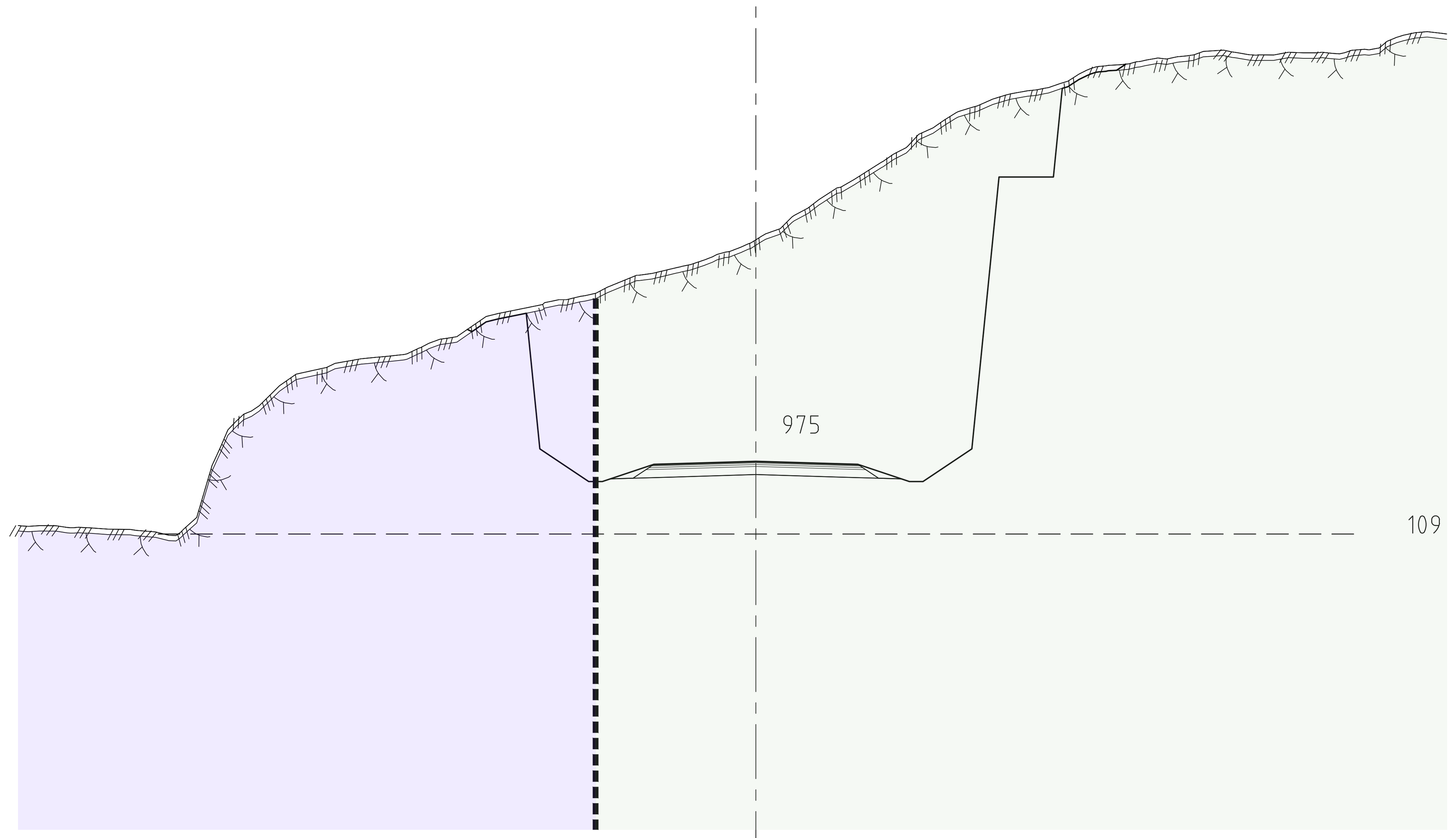
rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 10:38:37	*File Name* Profil 7.fal8

ROCFALL 8.016

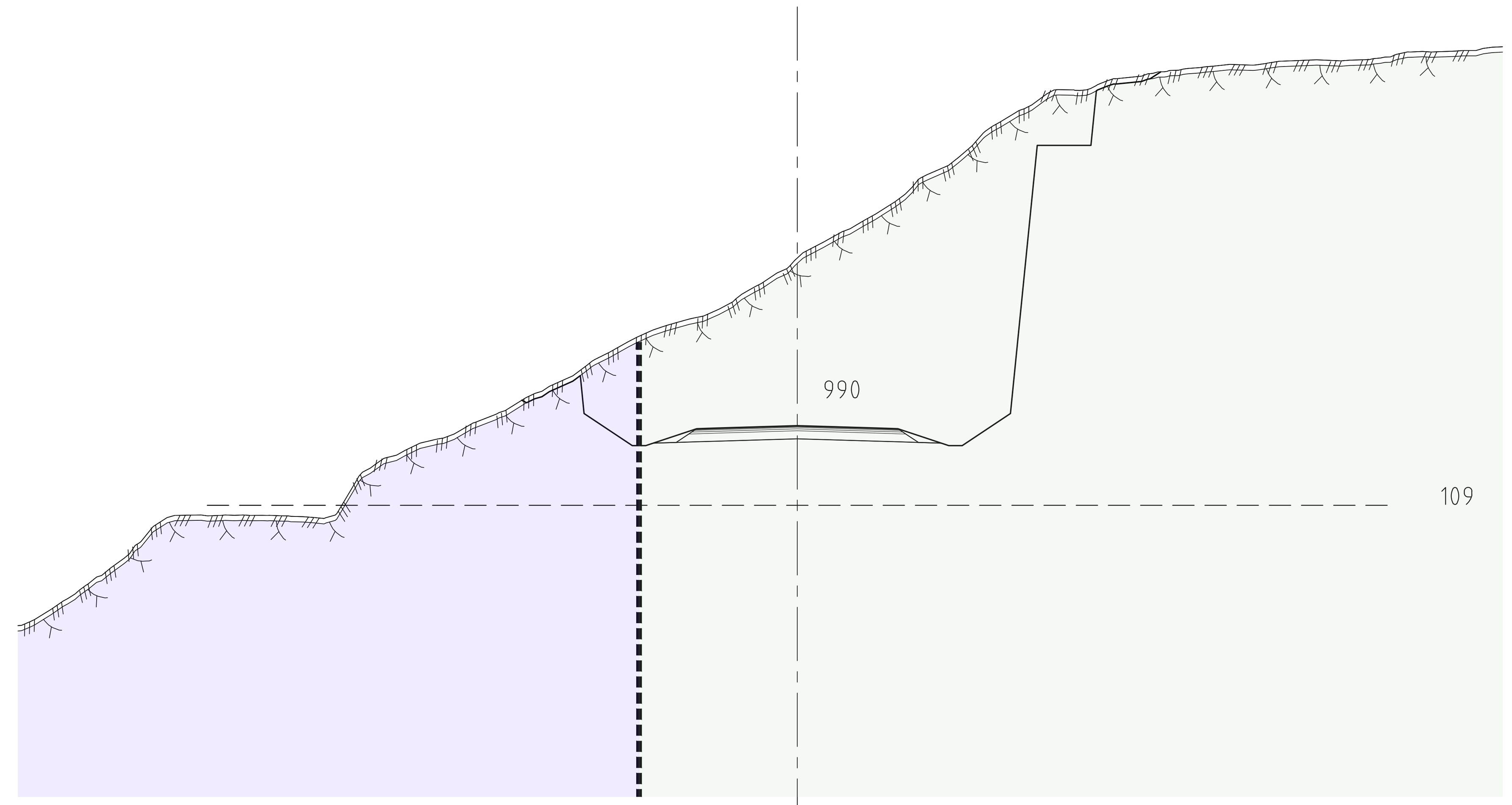


rocscience	*Project*		
	Analysis Description		
	Drawn By	Ingvild Sangesland	*Company* Sweco Norge AS
	Date	07.06.2022, 10:58:18	*File Name* Profil 8.fal8

ROCFALL 8.016



Målestokk A1: 1:200
Målestokk A3: 1:400



Tegnforklaring

- Antatt bergartsgrense/forkastning
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- Totalsondering
- Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Skarn
Båndgneis

Skjæring-ID: 3-1H

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	22.06.2022

Statens Vegvesen

Rv. 41 - Parsell 3: Kryss stasjonsbyen - Gauslå

Målestokk: 1:500 i A1, 1:1000 i A3
Format: A1

OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSKJÆRINGER
Fagrapport ingeniørgeologi

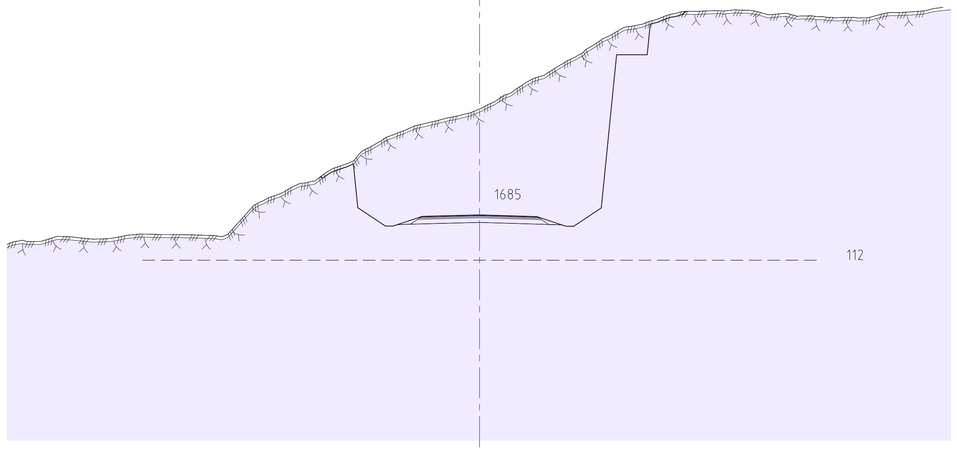
Oppdragsleder: Toni Skagestad Sinnes

Oppdragsnr.: 10225918

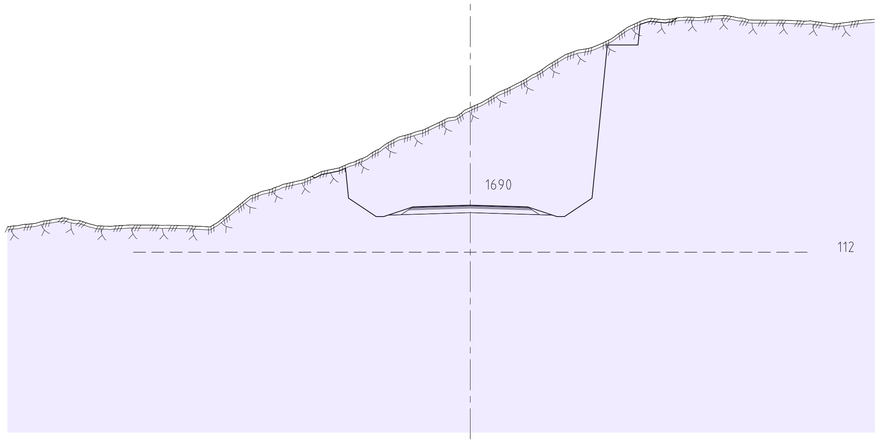
SWECO
Sweco Norge AS
Ægirsvei 10 B, 4632 Kristiansand-S
TLF.: 38 17 86 66 FAX.: 38 17 86 66

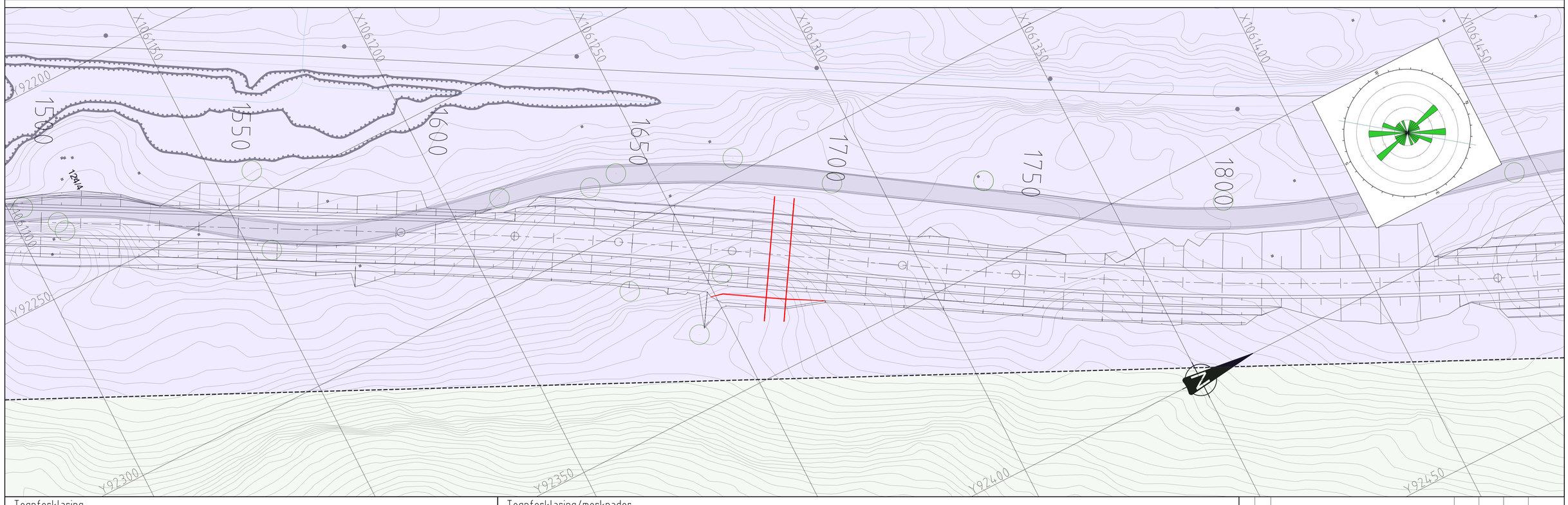
Disiplin: G
Løpenummer: V3001
Status: B
Rev: 00

Plottedato: 22.06.2022



Målestokk A1: 1:200
Målestokk A3: 1:400





Tegnforklaring

- Antatt bergartsgrense/forkastning
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- Totalsondering
- Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Skarn
Båndgneis

Skjæring-ID: 3-2H

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOER	NOTONS	22.06.2022

Statens Vegvesen

Rv. 41 - Parsell 3: Kryss stasjonsbyen - Gauslå

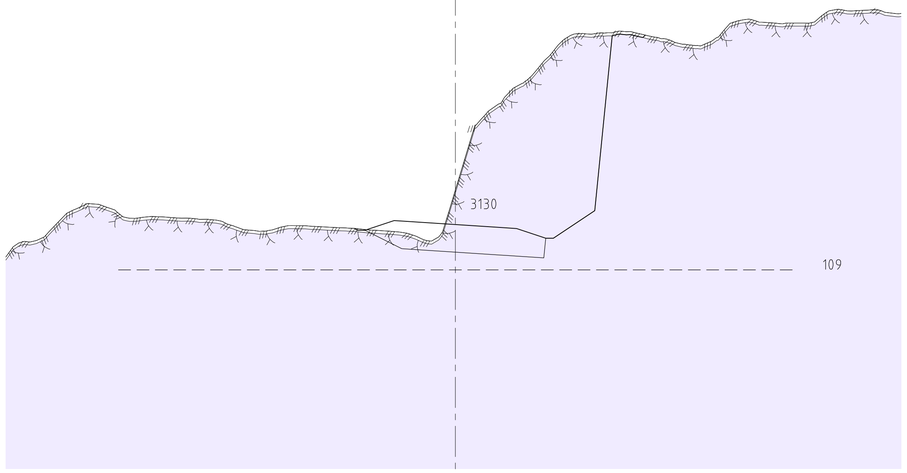
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSKJÆRINGER
Fagrapport ingeniørgeologi

Målestokk: 1:500 i A1, 1:1000 i A3
Format: A1
Oppdragsleder: Toni Skagestad Sinnes
Oppdragsnr.: 10225918

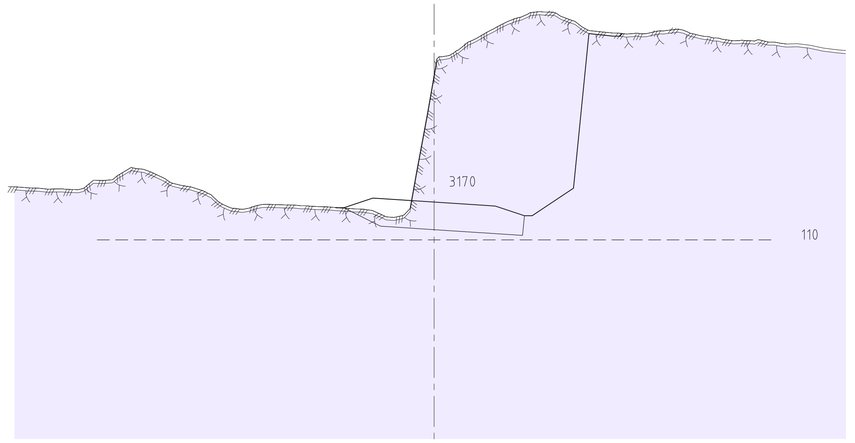
Sweco Norge AS
Ægirveien 10 B, 4632 Kristiansand-S
TLF.: 38 17 86 66 FAX.: 38 17 86 66

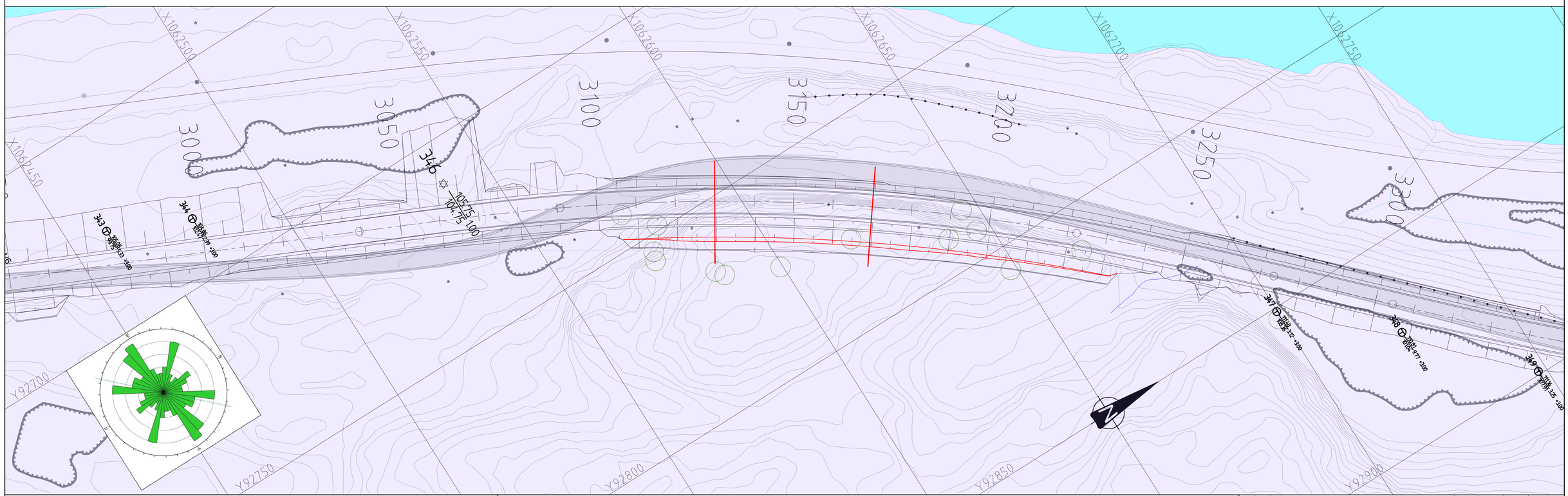
Disiplin:	Løpenummer:	Status	Rev.
G	V3002	B	00

Plottedato: 22.06.2022



Målestokk A1: 1:200
Målestokk A3: 1:400





Tegnforklaring

- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- Totalsondering
- Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Skarn

Skjæring-ID: 3-3H

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	22.06.2022

Statens Vegvesen

Rv. 41 - Parsell 3: Kryss stasjonsbyen - Gauslå

OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSKJÆRINGER
Fagrapport ingeniørgeologi

Målestokk: 1:500 i A1, 1:1000 i A3
Format: A1
Oppdragsleder: Toni Skagestad Sinnes
Oppdragsnr.: 10225918

SWECO
Sweco Norge AS
Ærgirvei 10 B, 4632 Kristiansand-S
TLF.: 38 17 86 66 FAX.: 38 17 86 66

Disiplin:	Løpenummer:	Status:	Rev.:
G	V3003	B	00

Plottedato: 22.06.2022