

Fagrapport ingeniørgeologi

Rv. 41 Søre Herefoss – Hynnekleiv
Parsell 1 og 2
reguleringsplan



Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
	31.01.2022	Foreløpig leveranse	NOMOCR/NOINSG	-
	31.03.2022	Endelig leveranse	NOMOCR/NOINSG	NOEIVB

Prosjekt: Rv 41 Søre Herefoss-Hynnekleiv
Prosjektnummer: 10225918
Kunde: Statens vegvesen
Rev:
Dato: 31.03.2022
Opprettet av: Morten Christiansen
Kontrollert av: Eivind Sømme Berget
Dokumentreferanse: R-INGGEO-01

Innholdsfortegnelse

Revisjonshistorikk	2
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Rapportens innhold	8
1.3 Geoteknisk kategori	8
2 Bergskjæringer.....	10
2.1 Utforming av grøft og skjæringsprofil	11
2.2 Totalstabilitet i bergskjæringer.....	11
2.3 Sikring av skjæringer i berg og stabilitet	12
2.4 Hensyn til bygninger og infrastruktur	12
3 Grunnlag og utførte undersøkelser	13
3.1 Grunnlag.....	13
3.1.1 Kart- og bildedatabaser	13
3.1.2 Retningslinjer og krav.....	13
3.1.3 Sikkerhet mot skred	13
3.2 Tidligere undersøkelser.....	14
3.3 Utførte undersøkelser	14
3.3.1 Feltbefaringer.....	14
3.3.2 Seismikk	14
3.3.3 Grunnboringer.....	14
4 Grunnforhold i planområdet.....	15
4.1 Topografi	15
4.2 Kvartærgeologi	15
4.3 Berggrunnsgeologi.....	16
4.4 Mineralressurser og brønner	17
4.5 Regional tektonikk.....	17
4.6 Steinmaterialets kvalitet	17
4.7 Borbarhet og sprengbarhet.....	18
4.8 Syredannende bergarter i planområdet	18
5 Skredfare	19
5.1 Faktadel.....	19
5.1.1 Historiske skredhendelser	19
5.1.2 Tidligere skredfareutredninger.....	19
5.1.3 Klimatologiske data	19
5.1.4 Steinsprangmodellering.....	19
5.1.5 Områder som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløp for steinsprangmodellering	20
5.2 Tolkningsdel.....	21
5.2.1 Skredfareutredning.....	21

5.2.2	Oppsummering skredfareutredning	34
6	Bergskjæring 1-1H	37
6.1	Innledning	37
6.2	Faktadel: Grunnforhold.....	38
6.2.1	Topografi	38
6.2.2	Løsmasser.....	38
6.2.3	Berggrunn og oppsprekking	38
6.2.4	Vannforhold	39
6.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger	39
6.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	39
6.3.2	Sikring av berg og løsmasser	40
6.3.3	Omgivelser	40
7	Bergskjæring 1-2H	41
7.1	Innledning	41
7.2	Faktadel: Grunnforhold.....	42
7.2.1	Topografi	42
7.2.2	Løsmasser.....	42
7.2.3	Berggrunn og oppsprekking	42
7.2.4	Vannforhold	42
7.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger	43
7.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	43
7.3.2	Sikring av berg og løsmasser	43
7.3.3	Omgivelser	43
8	Bergskjæring 1-3H	44
8.1	Innledning	44
8.2	Faktadel: Grunnforhold.....	45
8.2.1	Topografi	45
8.2.2	Løsmasser.....	45
8.2.3	Berggrunn og oppsprekking	45
8.2.4	Vannforhold	46
8.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger	47
8.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	47
8.3.2	Sikring av berg og løsmasser	47
8.3.3	Omgivelser	47
9	Bergskjæring 1-4H	48
9.1	Innledning	48
9.2	Faktadel: Grunnforhold.....	49
9.2.1	Topografi	49
9.2.2	Løsmasser.....	49
9.2.3	Berggrunn og oppsprekking	49
9.2.4	Vannforhold	50
9.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger	50
9.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	50
9.3.2	Sikring av berg og løsmasser	51
9.3.3	Omgivelser	51
10	Bergskjæring 1-5H	52
10.1	Innledning	52
10.2	Faktadel: Grunnforhold.....	53
10.2.1	Topografi	53

10.2.2	Løsmasser.....	53
10.2.3	Berggrunn og oppsprekking	53
10.2.4	Vannforhold	54
10.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger.....	55
10.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	55
10.3.2	Sikring av berg og løsmasser	55
10.3.3	Omgivelser	55
11	Bergskjæring 1-6H.....	56
11.1	Innledning	56
11.2	Faktadel: Grunnforhold.....	57
11.2.1	Topografi	57
11.2.2	Løsmasser.....	57
11.2.3	Berggrunn og oppsprekking	57
11.2.4	Vannforhold	58
11.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger.....	58
11.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	58
11.3.2	Sikring av berg og løsmasser	58
11.3.3	Omgivelser	58
12	Bergskjæring 2-1H.....	59
12.1	Innledning	59
12.2	Faktadel: Grunnforhold.....	60
12.2.1	Topografi	60
12.2.2	Løsmasser.....	60
12.2.3	Berggrunn og oppsprekking	60
12.2.4	Vannforhold	63
12.3	Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger.....	63
12.3.1	Stabilitet og geometrisk utforming.....	63
12.3.2	Sikring av berg og løsmasser	63
12.3.3	Omgivelser	64
13	Kvaliteten på steinmaterialet	65
13.1	Steinkvalitet	65
13.2	Borbarhet og sprengbarhet.....	65
14	Usikkerheter og anbefalinger.....	66
14.1	Usikkerheter.....	66
14.2	Videre undersøkelser	66
14.3	Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen	66
15	Referanser.....	67

VEDLEGG

1. Oversiktskart
2. Kvartærgeologisk kart
3. Berggrunnsgeologisk kart
4. Skredutsatte områder
5. RocFall-profiler
6. V-tegninger
7. Rapport: Refraksjonsseismiske undersøkelser (Geomap Norge AS, 2021)

Sammendrag

Foreliggende rapport omfatter ingeniørgeologisk beskrivelse av bergskjæringer i geoteknisk kategori 3 ($h > 10$ m) for nye strekninger av Rv. 41 i Birkenes kommune mellom Søre Herefoss og Hynnekleiv. Rapporten omfatter parsell 1 (Søre Herefoss – Engebu) og parsell 2 (Askeåna – Smedbakken). Rapporten er utformet til reguleringsplannivå.

Skredfare i tilknytning til veglinjen og bergskjæringene er også omtalt.

Arbeidet med berguttak må følges opp av ingeniørgeolog i byggefase for å avdekke potensielle stabilitetsmessige utfordringer. Detaljert utforming av skjæringene forutsettes utført/verifisert i byggefasen ved avdekking av skjæringstoppene.

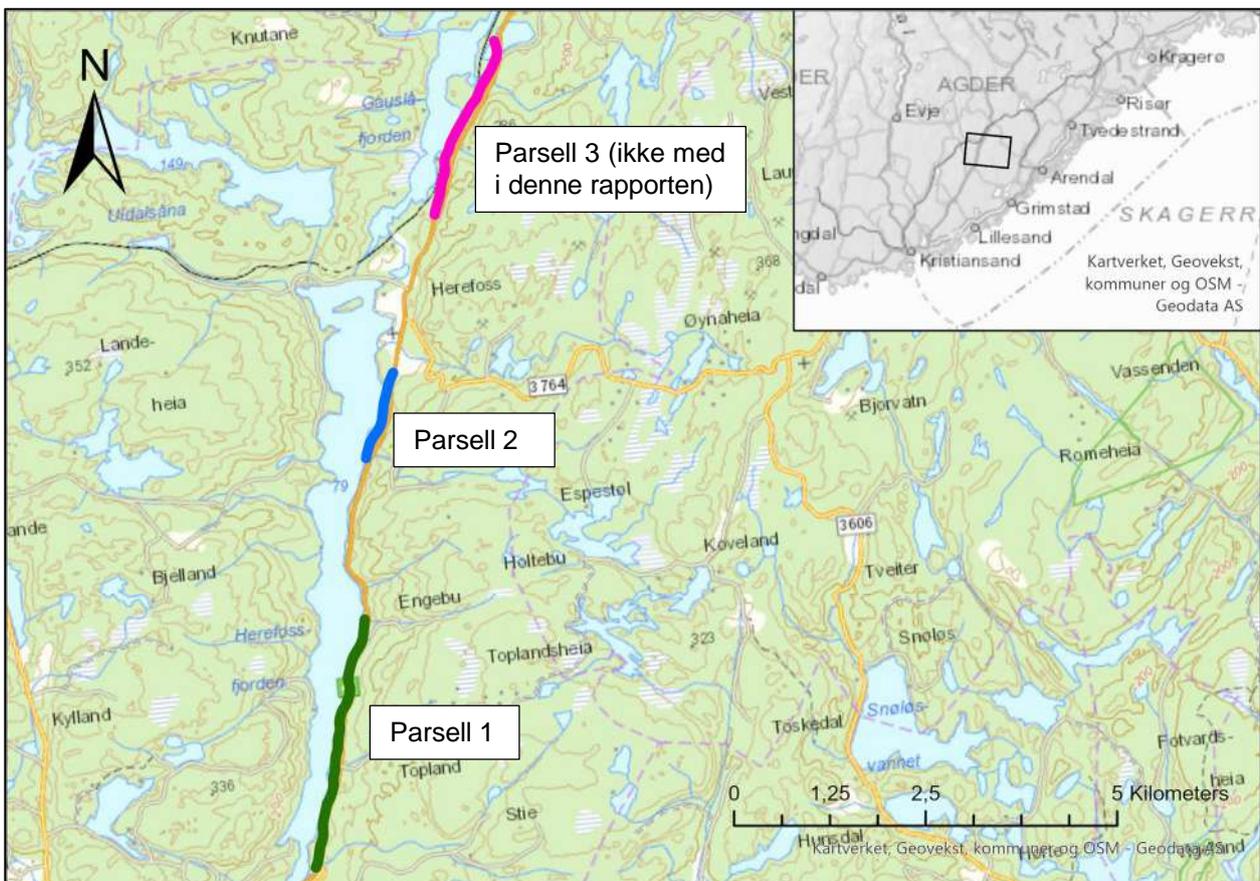
1 Innledning

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. 4km sør for Hynnekleiv, se Figur 1 og Vedlegg 1.

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

Denne rapporten omfatter parsell 1 og 2.



Figur 1: Oversiktskart over hele prosjektområdet. Grønn, blå og rosa linje er henholdsvis parsell 1, 2 og 3.

1.2 Rapportens innhold

Foreliggende rapport omhandler de geologiske forholdene for bergskjæringer med høyde over 10 meter fra ferdig veg. Dette utgjør totalt omtrent 387 løpemeter langs ny Rv 41. I tillegg er skredfare omtalt i de områder det er aktuelt.

Rapporten er basert på disposisjon fra SVVs håndbok 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 særskilt

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 håndbok 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 normalprofilen, og de fremkommer i modellen. De geologiske forholdene i for skjæringer i geoteknisk kategori 2 er gjerne tilsvarende som for skjæringene i geoteknisk kategori 3 da de i stor grad befinner seg tilstøtende/i nærheten av hverandre.

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 stilles 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 1 er det skjæringer langs følgende strekninger:

Pel 510 – 670

Pel 840 – 890

Pel 1160 – 1270

Pel 1410 – 2160

Pel 2260 – 2295

Pel 2480 – 2960

Pel 3140 – 3200

For parsell 2 er det skjæringer langs følgende strekninger:

Pel 710 – 860

Skjæringene befinner seg i all hovedsak på høyre side av veien sett mot stigende profilering (dvs. på østsiden).

Oversikt over utredete 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 (Figur 1). Deretter er skjæringene nummerert fra sør til nord langs veglinjen, og angitt med høyre eller venstre side sett med stigende profilretning. 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]
1	1-1H	535	571	36	H	Rv. 41	10,3
1	1-2H	1231	1232	1	H	Rv. 41	10,1
1	1-3H	1523	1594	71	H	Rv. 41	13,0
1	1-4H	1882	1967	85	H	Rv. 41	14,0
1	1-5H	2513	2603	90	H	Rv. 41	14,4
1	1-6H	2730	2804	74	H	Rv. 41	10,6**
2	2-1H	727	794	67	H	Rv. 41	18,3

*side sett med stigende profilnummer.

**Ikke sammenhengende strekk $h > 10\text{m}$, men pendler rundt ca. $h = 10\text{m}$.

2.1 Utforming av grøft og skjæringsprofil

Grøft og skjæring i berg skal for vegskjæringer utformes etter kravene i håndbok N200 [1]. Bergskjæringen skal 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
- 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 hulle mellom. Dette er et utgangspunkt for skjæringsutforming og visning i modell. 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 utspregning. 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 oppkust. 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 utspregte nisjer i bergskjæringen. Ved vannsig over større områder i skjæringen må isnett vurderes.

Fanggjerd: Fanggjerd benyttes for å hindre nedfall fra overliggende terreng i å nå vegbanen. Høyde og kapasitet på fanggjerd 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. Denne rapporten inneholder forslag til grenseverdier for berørte bygninger, men beregningene er basert på antakelser omkring fundamentforhold som må verifiseres i byggefasen. Dette kan medføre behov for å justere grenseverdiene.

3 Grunnlag og utførte undersøkelser

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: «Norgebilder», «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 Håndbok N200 Vegbygging [1]
- Statens vegvesen Håndbok R760 Styring av vegprosjekter [14].
- NGI, Bruk av Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning [15].
- Statens vegvesen Håndbok V225 Bergskjæringer [4]

3.1.3 Sikkerhet mot skred

Sikkerhet mot skred er omtalt i håndbok 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.

Del 1 og 2 har per dags dato en ÅDT lik 700, mens del 3 har en ÅDT lik 346 [9]. Ved framskrivning av trafikkmengde neste 20 år er ÅDT for alle parsellene 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	< 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

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

I enkelte områder av prosjektet ligger planlagte veger innenfor NVEs aktsomhetssoner for skred [8]. Dette er vist i Vedlegg 4. Skredfare er behandlet som eget tema i kapittel 5 i denne rapporten.

Skredvurderingene er utført ved hjelp av terrengeanalyser, klimaanalyse, befaringer i felt, modelleringer av skred samt faglig skjønn. Skredtypene som er vurdert er steinsprang, steinskred, snøskred og jord-/flomskred [16]. Kvikkleireskred og fjellskred er ikke vurdert spesifikt, da årlig nominell sannsynlighet for slike skredtyper vanskelig kan fastsettes. Planområdet ligger over marin grense, så kvikkleire er utelukket. Det er ikke gjort observasjoner som tilsier at fjellskred er relevante problemstillinger i området.

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 skjæring i geoteknisk kategori 3 er undersøkt i felt.

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

3.3.2 Seismikk

Det er gjennomført refraksjonsseismikk i området. Resultatene er presentert i egen rapport (vedlegg 7). Resultatene er videre kommentert der det er aktuelt for de enkelte skjæringene. Plassering av refraksjonsseismiske profiler er vist på V-tegningene (vedlegg 6) hvis de opptrer innenfor det aktuelle kartutsnittet.

3.3.3 Grunnboringer

Det er utført grunnboringer i området. Det henvises til geoteknisk rapport for detaljer. Totalsonderinger med resultater er lagt inn på V-tegninger (vedlegg 6).

4 Grunnforhold i planområdet

4.1 Topografi

Rv 41 fra Søre Herefoss til Herefoss følger østsiden av Herefossfjorden (kote ca. 79 m). Terrenget stiger oppover øst for veien opp mot ca. kote 200-250 m. Se Vedlegg 1.

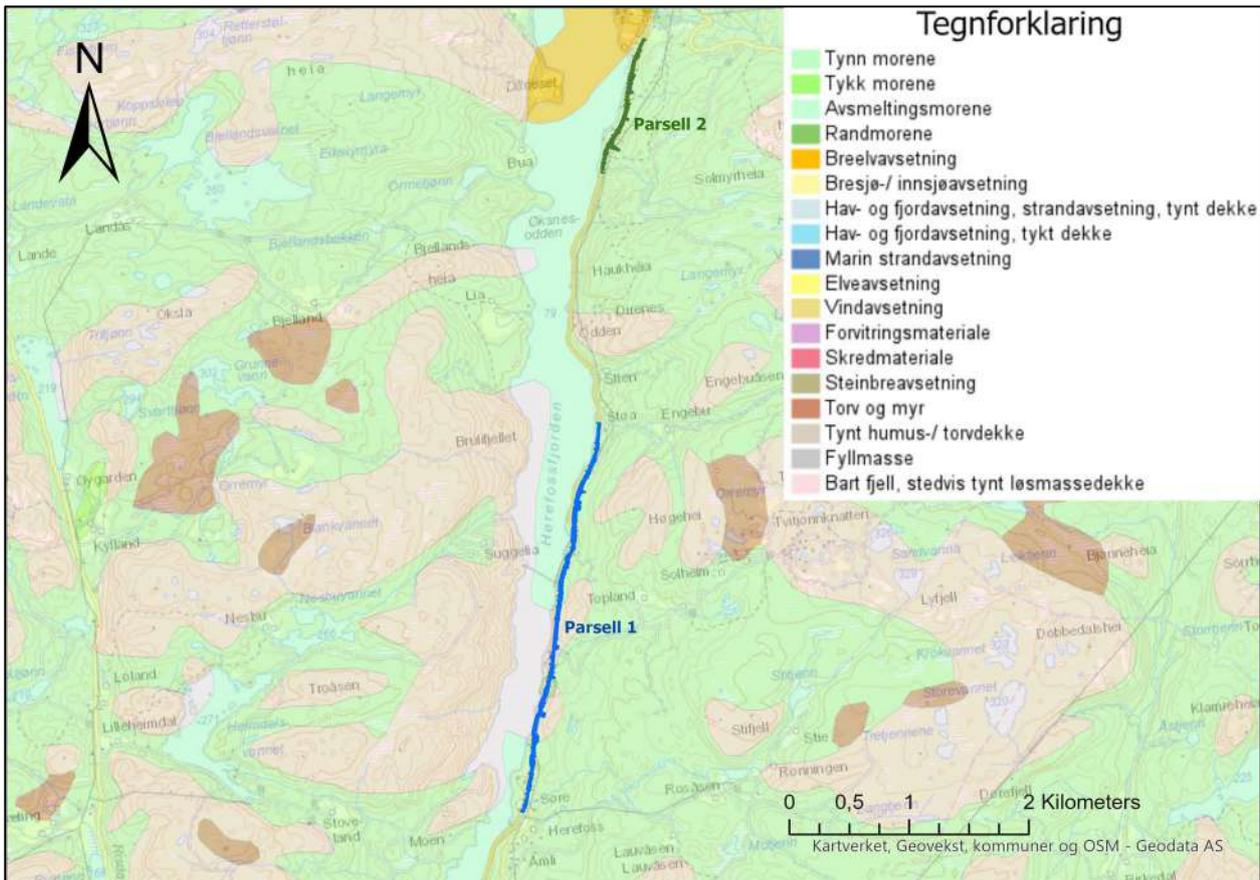
Parsell 1 går langs Herefossfjorden der skrentene på strekningen strekker seg mellom 20-60 m horisontalt fra veien og opp i dalsiden med en høydeforskjell mellom 10-30 m. Videre oppover er terrenghelningen i hovedsak $<20^\circ$, men med innslag av små skrenter med helningsgrad $20-35^\circ$. Veien ligger mellom 10-70 m fra vannkanten til Herefossfjorden på hele strekningen.

Parsell 2 er preget av bratte bergskrenter med terrenghelning opp i $46-60^\circ$ i den sørlige halvdel av strekningen. Skrentene strekker seg ca. 80-120 m i horisontal strekning fra veien og opp i dalsiden med en høydeforskjell på mellom 40-80 m, før terrenghelningen slaker ut og veksler mellom $<20^\circ$ og $20-30^\circ$ videre oppover. I den nordlige halvdel av strekningen er det også innslag av bergskrenter med helning opp i $46-60^\circ$, men i mye mindre omfang enn i den sørlige delen. I hovedsak har skrentene her en terrenghelning mellom $20-30^\circ$ som strekker seg ca. 30-60 m horisontalt fra veien og opp i dalsiden og med en høydeforskjell på mellom 20-30 m. Videre oppover i dalsiden veksler terrenghelningen mellom $<20^\circ$ og $20-30^\circ$. Avstanden mellom vannkanten til Herefossfjorden og veien er mellom 8-110 m på hele strekningen.

I all hovedsak vil det for begge parsellene bli en veksling mellom fyllinger ut mot fjorden og skjæringer inn i dalsiden for å holde kravene til kurvatur og bredde for ny vei. Parsell 1 inneholder den største andelen bergskjæringer.

4.2 Kvartærgeologi

Løsmassene langs parsell 1 og 2 er kartlagt som tynne moreneavsetninger på NGUs løsmassekart [6], se Figur 3 og Vedlegg 2. Det vil si at tykkelsen på moreneavsetningene normalt er mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe mer. Enkelte områder er også kartlagt som bart berg, som vil si at mer enn 50 % av arealet er berg i dagen.

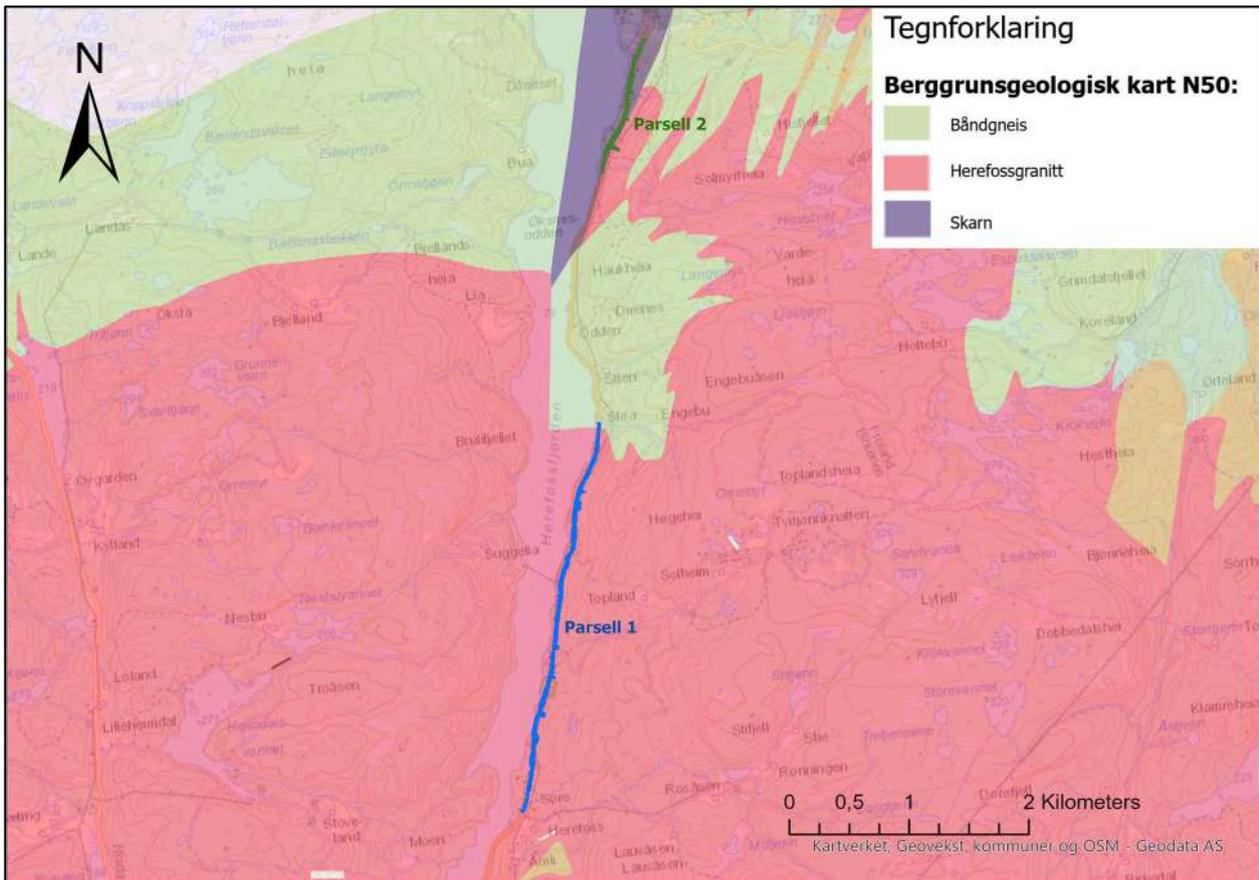


Figur 3: Oversikt over løsmasser i planområdet kartlagt av NGU [6].

4.3 Berggrunnsgeologi

Berggrunnen er i parsell 1 kartlagt som grovkornet Herefossgnritt, mens det langs parsell 2 er kartlagt «kalksilikat, skarn og marmor», der skarn er definert som hovedbergarten. Se Figur 4 og Vedlegg 3.

Begge delstrekningene går langs med Porsgrunn-Kristiansandforkastningen og 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 [17].



Figur 4: Berggrunnsgeologisk kart over området, 1:50 000 fra NGU [5].

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 [7] viser at det befinner seg en grunnvannsbrønn på parsell 1. Denne ligger på eiendommen gnr/bnr 104/6 (Herefossveien 1645), nær krysset Herefossveien/Toplandsveien (pel ca. 1250). Dette er en loddrett fjellbrønn Ø140mm som er totalt 80 m dyp. Brønnen ligger ca. 20 m vest for dagens Rv. 41 og forventes ikke å bli påvirket av det planlagte tiltaket (sprengning av skjæringer).

4.5 Regional tektonikk

Dalsøkket som veien følger er en del av Porsgrunn-Kristiansandforkastningen (PKF), som nevnt i kapittel 4.3. Denne forkastningen stryker ca. SSV-NNV. 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 og 2.

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.

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/m^3) for å oppnå en gitt fragmentering ($d_{50} = 270 \text{ mm}$). 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 [18] [19].

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 er det ikke grunn til å mistenke syredannende bergarter innenfor planområdet der det skal gjennomføres sprengningsarbeider langs parsell 1 og 2.

5 Skredfare

5.1 Faktadel

5.1.1 Historiske skredhendelser

I NVEs skreddatabase [8] er det registrert én skredhendelse på de aktuelle strekningene. Hendelsen er registrert som et steinsprang fra eksisterende veiskjæring ved parsell 1, ca. profil 2930. Hendelsen ble rapportert inn 30. mars 2021.

Det er for øvrig rapportert inn 11 steinspranghendelser på strekningen mellom parsell 1 og 2 i perioden 2007-2022.

5.1.2 Tidligere skredfareutredninger

Det er ikke funnet tidligere relevante skredfareutredninger for aktuelt område.

5.1.3 Klimatologiske data

SeNorge [20] og Seklima [21] har historiske værdata tilgjengelige som er brukt som kilde for følgende verdier. Det er begrenset med værstasjoner i nærheten som har data over en lengre periode. Data fra værstasjonene Hynnekleiv (stasjonsnr. 38730) og Senumstad (stasjonsnummer 38421) har blitt benyttet.

Årsmiddeltemperatur for værstasjon Hynnekleiv var for standard normalperiode 1991-2020 på 5,7°. Det finnes ikke andre stasjoner i nærheten som har temperaturdata.

Normal årsmaksimum av snødybde for normalperioden 1971-2000 varierer innenfor planområdet. Strekningen Søre Herefoss-Herefoss, som inkluderer parsell 1 og 2, har hovedsakelig 50-100 mm i normal årsmaksimum av snødybde, mens Herefoss-Gauslå, som inkluderer parsell 3, hovedsakelig har 25-50 mm i normal årsmaksimum av snødybde. Antall dager i året med snødybde over 25 cm for normalperioden 1971-2000 ligger på grensen mellom 25-50 dager og 50-100 dager i planområdet.

Gjennomsnittlig nedbør for standard normalperiode 1991-2020 for målestasjon Hynnekleiv er på 1116 mm, mens det for målestasjon Senumstad er på 1650 mm.

5.1.4 Steinsprangmodellering

Det er ingen aktsomhetsområder for steinsprang langs parsell 1 og 2, men det er observert urmasser og avløste blokker i sideterrenget. Det er derfor 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/m³
- Form: Ellipse

- Ingen trær
- 50 % variasjon i blokkvolum
- Størrelse blokk: 0,5 m³
- 100 simuleringer
- Rapid automatic simulation

Videre er det tatt ut profiler basert på mulige skredbaner for Rockyfor3D som er brukt til å kjøre modellering av utløpslengder i RocFall. RocFall-analysene er kjørt med 100 blokker, der alle starter fra toppen av profilene. Inngangsparameterne er hentet fra Rocscience [22].

Følgende parametere er brukt i RocFall:

Tabell 6: Inputparametere for underlag 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

Det er utført modellering i RocFall for 9 antatt kritiske profiler. Plasseringen av profilene og resultatene av steinsprangmodelleringene i RocFall er vist i Vedlegg 4 (Skredutsatte områder) og Vedlegg 5 (RocFall-profiler).

5.1.5 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 Vedlegg 4. Områder som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløp for steinsprangmodellering i Rockyfor3D er som følger:

Parsell 1:

- profilnummer 650-940 – Steinsprangfare
- profilnummer 790-840 – Snøskredfare
- profilnummer 2820-2850 – Steinsprangfare
- profilnummer 2870-3015 – Snøskredfare
- profilnummer 3350-3370 – Jord- og flomskredfare

Parsell 2:

- profilnummer 0-100 – Snøskredfare
- profilnummer 2-15 - Steinsprangfare
- profilnummer 25-80 – Jord- og flomskredfare
- profilnummer 75-525 - Steinsprangfare
- profilnummer 120-620 – Snøskredfare
- profilnummer 615-620 - Steinsprangfare
- profilnummer 700-770 – Steinsprangfare
- profilnummer 930-1000 – Steinsprangfare
- profilnummer 945-1080 – Snøskredfare

5.2 Tolkningsdel

5.2.1 Skredfareutredning

Parsell 1, profilnummer 650-940 – Steinsprangfare

Mellom profil 650-770 er det en eksisterende veiskjæring. Den nye veien planlegges i større avstand fra denne skjæringen slik at grøft mellom eksisterende veiskjæring og ny vei blir mellom 2-4 meter bred. For å redusere steinsprangfare mot ny vei anbefales det at eksisterende skjæring renskes og sikres med bolter og eventuelt steinsprangnett. Fra profil 800-960 (Figur 5), er det observert urmasser med blokkstørrelser ca. 0,2-0,5 m³ helt ned til eksisterende vei. Løsneområdet er en 5-7 meter høy bergskrent som ligger ca. 25 meter fra ny veg. Helningsgraden på skråningen under skrenten er mellom 25-35°. RocFall-profil nr. 1 ved ca. profil 805 viser at ingen steiner når fram til ny vei, men stopper i grøftekant. Siden RocFall-profil nr. 1 er vurdert til å representere det mest kritiske området mellom profil 800-960, vurderes skredsannsynligheten som akseptabel på denne strekningen.



Figur 5: Urmasser som er registrert ved ca. profil 800. Bildet er tatt i retning nord. Fotograf: Ingvild Sangesland.

Parsell 1, profilnummer 790-840 – Snøskredfare

Mellom profil 790-840 er skråningen øst for ny veg angitt som aktsomhetsområde for utløsning av snøskred (NVE [8]). Fra profil 790-815 ligger løsneområdet på eksisterende veg, og er derfor uaktuelt. Mellom profil 815-840 (se Figur 5) ligger løsneområdet i en skråning med 27-35° helning som er dekket av urmasser. Området har ingen trær, da det ligger under ei strømlinje. Sannsynligheten for snøskred vurderes som mindre enn 1/50 da løsneområdet har begrenset utstrekning.

Parsell 1, profilnummer 2820-2850 – Steinsprangfare

Fra profil 2820-2850 viser steinsprangmodelleringen at lengste utløpslengde fra et teoretisk løснеområde i 3-4 meter høy bergskrent (Figur 6), som ligger ca. 25 meter fra ny veg, stopper 0-3 meter fra vegkant. Skråningen under bergskrenten består av morenemateriale og har en helning på 30-35° de første 6-7 meterne under bergskrenten, før det slaker ut til 27-30°. Det er usikkert om de største blokkene i skråningen er nedfall fra bergskrent eller morenemateriale. Utløpslengden til eventuelle steinsprang fra bergskrent vurderes å gå kortere enn det steinsprangmodelleringen viser, da Rockyfor3D-modelleringen ikke tar hensyn til ruhet i underlaget. Sannsynligheten for steinsprang vurderes derfor som mindre enn 1/50.



Figur 6: Bergskrent ved ca. profil 2800. Bildet er tatt mot nordøst. Fotograf: Ingvild Sangesland.

Parsell 1, profilnummer 2870-3015 – Snøskredfare

Mellom profil 790-840 er skråningen øst for ny veg indikert som aktsomhetsområde for snøskred (utløp) av NVE [8]. Teoretisk løснеområde ligger ca. 240 meter fra ny veg, og består av en skrent med ca. 45-50° helning. Utløpsområdet har en helning på 15-35° og ligger i et hogstfelt med morenemasser, se Figur 7. Det vurderes som lite sannsynlig at det vil forekomme snøskred i dette området, da utløpslengden vurderes som urealistisk lang. Teoretisk løснеområde har begrenset utstrekning og terrenget i utløpssonen har høy ruhet.



Figur 7: Teoretisk utløpsområde for snøskred ved ca. profil 2920. Bildet er tatt mot øst. Fotograf: Ingvild Sangesland.

Parsell 1, profilnummer 3350-3370 – Jord- og flomskredfare

Profil 3350-3370 er berørt av en teoretisk utløpssone for jord- og flomskred. Vegen ligger her på fylling med høyde 2-3 meter. Aktsomhetsområdet følger et bekkefar som går i rør under Rv. 41. Jord- og flomskredfaren vurderes som lav grunnet skrint løsmassedekke i øvre del av aktsomhetssonen der terrenget er brattest (Figur 8), samt at det ikke er observert tegn til tidligere jord- og flomskred i det aktuelle området.



Figur 8: Øvre del av aktsomhetssonen for jord- og flomskred. Bildet er tatt i retning øst. Fotograf: Ingvild Sangesland

Parsell 2, profilnummer 0-100 – Snøskredfare

Mellom profil 0-100 er veglinjen berørt av et aktsomhetsområde for snøskred (utløpsområde). Utløsningsområdet ligger sør for bekken som kommer ned ved ca. profil 35. Utløsningsområdet består stort sett av skrenter brattere enn 70° , som er delt inn i flere avsatser med flatere parti mellom som er vegetert med furuskog, se Figur 9. Flaskred løsner som regel i terreng med $30-50^\circ$ helning, og løssnøskred som oftest på svaberg med over 50° helning ifølge [23]. Det heller ikke observert tegn til snøskredaktivitet i terrenget. På bakgrunn av dette vurderes snøskredfaren som akseptabelt lav (mindre enn $1/50$).



Figur 9: Teoretisk løsneområde for snøskred (aktsomhetsområde iht. NVE).

Parsell 2, profilnummer 2-15 – Steinsprangfare

Mellom profil 2-15 er det registrert urmasser med blokkstørrelser typisk ca. 0,1-0,5 m³ som når ned til eksisterende veg, se Figur 10. Løsneområdet er en 3-4 meter høy nær vertikal bergskrent som ligger ca. 20 meter i horisontal avstand fra Rv. 41. RocFall-profil nr. 2 viser at alle steiner når ned grøftkant ved ca. profil 12, men at ingen når ut på veien. Området vurderes derfor å ha en skredsannsynlighet mindre enn 1/50, som er akseptabelt.



Figur 10: Urmasser som når ned til eksisterende veg ved ca. profil 12. Bildet er tatt mot øst. Fotograf: Ingvild Sangesland.

Parsell 2, profilnummer 25-80 – Jord- og flomskredfare

Profil 25-80 er berørt av et aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Aktsomhetsområdet følger et bekkefar som blir ledet under veien gjennom en kulvert. Jord- og flomskredfaren vurderes som lav grunnet skrint løsmassedekke i området rundt bekken (Figur 11), samt at det ikke er observert tegn til tidligere jord- og flomskred i det aktuelle området.



Figur 11: Aktsomhetsområde for jord- og flomskred som følger bekkefare ved ca. profil 35. Bildet er tatt i retning øst. Fotograf: Ingvild Sangesland

Parsell 2, profilnummer 75-525 – Steinsprangfare

Mellom ca. profil 75-215 er det registrert urmasser med typisk blokkstørrelse ca. 0,1-0,3 m³ i underkant av bratte bergskrenter som er mellom 5-15 meter høye. Bergmassen i løsnemrådet er forvitret og sterkt oppsprukket, og ytterligere nedfall vil sannsynligvis forekomme. Mellom ca. profil 75-110 er det registrert urmasser som ligger ca. 6-8 meter fra planlagt veikant for ny Rv. 41. Terrenget mellom urmassene og veien er flatt. Fra profil 110-140 er det registrert urmasser helt ned til eksisterende veikant, se Figur 12 og Figur 13, mens nedfallet mellom profil 140-215 har stoppet opp på en flate ca. 10-15 meter fra planlagt vei.

RocFall-profil nr. 3 viser at 7 % av steinene når ut på veien ved ca. profil 125. Dette resultatet vurderes representativt for profil 110-140 da terrengprofilen i dette området er nokså likt og urmassene ligger ca. like langt fra veien. Steinsprangfaren vurderes som større enn 1/50 mellom profil 110-140, og det er nødvendig med tiltak for å få akseptabel skredsannsynlighet på veien. Det anbefales å utføre rensk og sikring av bergskrent i oppmerket område i Vedlegg 4. Hvis dette ikke gir tilfredsstillende sikkerhet er det mulig å etablere dypere fanggrøft og/eller betongrekkverk mellom profil 110-140 som ytterligere avbøtende tiltak.

Mellom profil 75-110 og profil 140-215 vurderes steinsprangfaren som mindre enn 1/50, ettersom det ikke er registrert nedfall nærmere enn 6-15 meter fra ny vei.

Fra profil 215-250 er det registrert urmasser med typisk blokkstørrelse ca. 0,1-0,5 m³ helt ned til eksisterende veikant. Løsnemrådet består av en 4-6 meter høy bergskrent som ligger ca. 25 meter fra planlagt vei. RocFall-profil nr. 4 viser at 40 % av steinene når ut på veien ved ca. profil 220. Dette resultatet

vurderes å gjelde mellom profil 215-250 da terrengprofilen i dette området er nokså likt og urmassene ligger ca. like langt fra veien. Anbefalte tiltak for å få en akseptabel skredssannsynlighet fra profil 215-250 er foreta rensk og sikring i oppmerket område vist i Vedlegg 4, og tilpasse grøft langs vei dersom restrisikoen etter sikring av løseområdet fortsatt vurderes som høyere enn akseptabel.

Mellom profil 250-445 er det ikke registrert urmasser som går helt ned til eksisterende vegkant. Steinsprang ser ut til å stoppe ca. 20-25 meter fra veien oppe i skråningen. Figur 15 viser urmassene som ligger rett i underkant av løseområdet. Løseområdet er en vertikal 10-15 meter høy bergskrent som ligger mellom 70-100 meter fra planlagt veg. RocFall-profil nr. 5 ved ca. profil 330 viser at ingen av steinene når veien, men at 90 % av steinene stopper i skråningen ca. 15 meter fra veien. RocFall-profil nr. 6 ved ca. profil 430 viser at ingen steiner når veien, men at 40 % stopper i grøften og de resterende 60 % i skråningen. RocFall-profil nr. 5 og 6 vurderes å være de mest kritiske utløpsområdene for steinsprang mellom profil 250-440. Siden resultatet av disse tilsier at ingen steiner når veien, vurderes faren for steinsprang som akseptabel på denne strekningen.

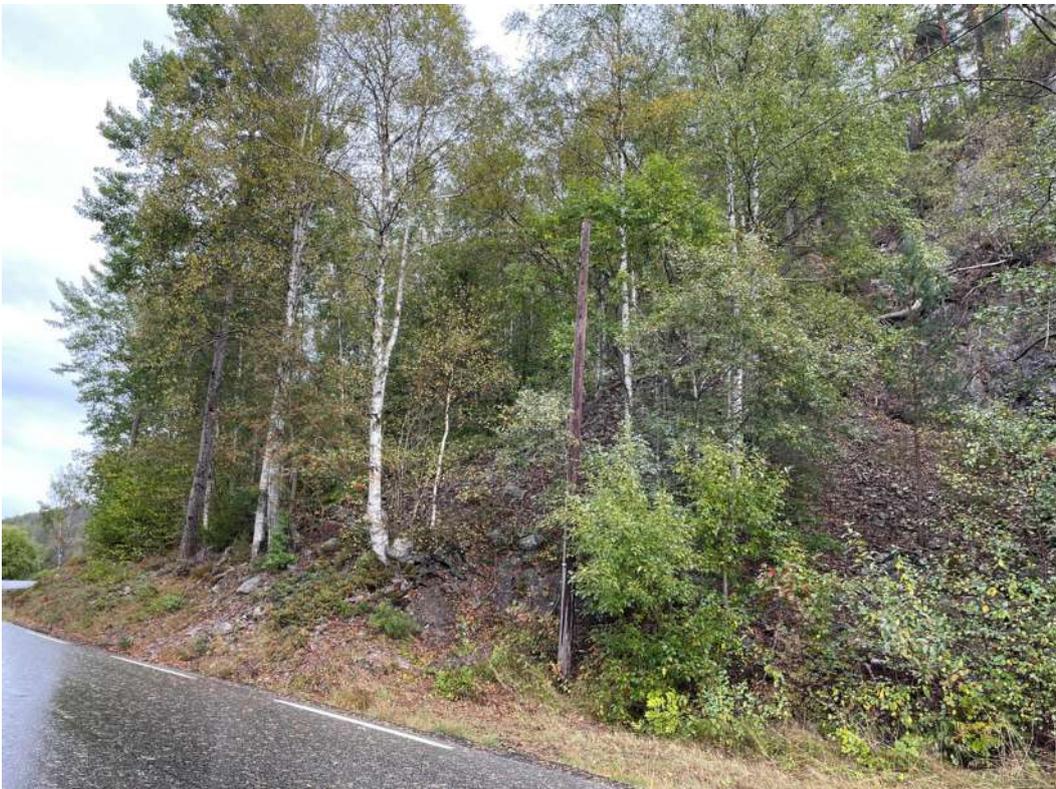
Fra profil 445-525 er det registrert urmasser med typisk blokkstørrelse ca. 0,1-0,3 m³ ned til veikanten, se Figur 16. Løseområdet består av 4-8 meter høye bergskrenter. Bergmassen i løseområdene er oppsprukket og forvitret. RocFall-profil nr. 7 viser at 59 % av steinene når veien ved ca. profil 460, mens RocFall-profil nr. 8 viser at ingen steiner når veien ved profil 500, men at steinene stopper i grøften. Skredssannsynligheten mellom profil 445-525 vurderes som høyere enn 1/50. Aktuelle tiltak for å få akseptabel skredssannsynlighet er renske og sikring innenfor oppmerkede områder i Vedlegg 4. Dersom restrisikoen fortsatt vurderes som stor etter inspeksjon må det etableres avskjermende tiltak langs veien, f.eks. bredere fanggrøft.



Figur 12: Steinsprang i størrelsesorden 0,1-0,2 m³ som har nådd grøftkanten mellom ca. profil 115-150. Bildet er tatt mot nord. Fotograf: Ingvild Sangesland.



Figur 13: Urmasser som har nådd ned til grøftekanten mellom ca. profil 115-150. Bildet er tatt mot sør. Hentet fra Google Maps.



Figur 14: Urmasser som har nådd ned til sidekanten av eksisterende veg mellom ca. profil 215-250. Bildet er tatt mot nord. Fotograf: Ingvild Sangesland.



Figur 15: Urmasser bestående av steinblokker med typisk størrelse ca. 0,2-2 m³ i underkant av bergskrent som er ca. 70 meter fra planlagt veg mellom profil 310-430. Bildet er tatt mot nord. Fotograf: Ingvild Sangesland.



Figur 16: Det er registrert urmasser bestående av steinblokker med typisk størrelse ca. 0,1-0,3 m³ helt ned til vegkanten mellom ca. profil 440-525. Bildet er tatt mot nord. Fotograf: Ingvild Sangesland.

Parsell 2, profilnummer 120-620 – Snøskredfare

Mellom profil 120-620 berører veien et aktsomhetsområde for snøskred ifølge aktsomhetskart til NVE [8]. Løsneområdet består av 5-15 meter høye skrenter som har en helning på mellom 70-90° med skogkledd terreng i overkant og urmasser i underkant. Det vurderes som at løsneområdet har lavt potensiale for oppsamling av snø kan føre til skred på veien. Det er heller ikke observert tegn til snøskredaktivitet i området. Skredfaren vurderes som akseptabel.

Parsell 2, profilnummer 615-620 – Steinsprangfare

Mellom profil 615-620 viser steinsprangmodelleringen at steinsprang vil kunne nå fram til veien. Teoretisk løsneområde ligger ca. 30 meter fra ny veg og består av en bergskrent som er ca. 2 meter høy. Skråningen (utløpsområdet) under løsneområdet har en helning mellom 25-35° og består av en vegetert løsmasseskråning. Det vurderes som lite sannsynlig at steinsprang vil kunne nå ny vei, da løsneområdet har liten utstrekning samt at det ikke er tatt hensyn til ruhet i utløpsområdet i steinsprangmodelleringen.

Parsell 2, profilnummer 700-770 – Steinsprangfare

Mellom profil 700-770 er det registrert urmasser med typisk blokkstørrelse ca. 0,1-0,5 m³ ned til eksisterende veikant. Løsneområdet er en ca. 10 meter høy bergskrent som er lite forvitret, men har potensiale for mer nedfall. Fra ca. profil 730 er det planlagt veiskjæring. Det anbefales å utføre rensk og sikring av bergskrenten mellom profil 700-730 for å få et akseptabelt risikonivå på veien. Se Vedlegg 4 for oppmerket område der det anbefales å utføre sikringstiltak.



Figur 17: Urmasser med typisk blokkstørrelse ca. 0,1-0,5 m³ ved ca. profil 720. Bildet er tatt mot nord. Fotograf: Ingvild Sangesland.

Parsell 2, profilnummer 930-1000 – Steinsprangfare

Fra profil 930-1000 er det registrert urmasser med typisk blokkstørrelse ca. 0,1-0,2 m³ som ligger ca. 2-4 meter fra eksisterende vei (Figur 18). Løsneområdet er en 6-10 meter høy bergskrent. RocFall-profil nr. 8 ved ca. profil 955 viser at alle steinene stopper ca. 10 meter fra veikant. Siden RocFall-profil nr. 9 er vurdert til å representere det mest kritiske området mellom profil 930-1000, vurderes det som at skredsansynligheten er akseptabel på denne strekningen.



Figur 18: Urmasser som har stoppet 2-4 meter fra eksisterende vei ved ca. profil 1030. Bildet er tatt mot sør. Hentet fra Google Maps.

Parsell 2, profilnummer 945-1080 – Snøskredfare

Mellom profil 945-1080 ligger veien innenfor et aktsomhetsområde for snøskred iht NVE [8]. Snøskredfaren vurderes som lav i dette området da løснеområdet er dekket av skog, samt at skrentene som utgjør løснеområdet har liten utstrekning og gir dermed liten mulighet for oppsamling av snø. I tillegg er det heller ikke registrert tegn til tidligere snøskredaktivitet i området.



Figur 19: Aktsomhetsområde for snøskred. Bildet er tatt ved ca. profil 1050 i retning øst. Fotograf: Ingvild Sangesland.

5.2.2 Oppsummering skredfareutredning

Tabell 7 gir en oversikt over strekninger langs parsell 1 og 2 som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløpssoner fra steinsprangmodellering utført i Rockyfor3D.

Tabell 7: Oversikt over strekninger som er berørt av aktsomhetsområder for skred og utløpssoner fra steinsprangmodellering i Rockyfor3D.

Parsell, Profilnummer	Skredtype	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for vegen etter bygging
Parsell 1, 650-940	Steinsprang	Steinsprangfaren vurderes som akseptabel da ingen steiner nådde frem til veien i RocFall-analysen i det området som ble vurdert som mest kritisk på strekningen.	Akseptabel risiko
Parsell 1, 790-840	Snøskred	Aktsomhetsområde for snøskred. Løsneområdet ligger enten i eksisterende vei eller har begrenset utstrekning i skråning.	Akseptabel risiko

Parsell, Profilnummer	Skredtype	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for vegen etter bygging
Parsell 1, 2820-2850	Steinsprang	Løsneområdet vurderes å ha for liten utstrekning til at steinsprang vil kunne nå ut til vei, da utløpsområdet består av morenemasser og er vegetert.	Akseptabel risiko
Parsell 1, 2870-3015	Snøskred	Aktsomhetsområde for snøskred. Utløpslengden vurderes som urealistisk lang, da løsneområdet har begrenset utstrekning og terrenget i utløpssonen har høy ruhet.	Akseptabel risiko
Parsell 1, 3350-3370	Jord- og flomskred	Aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Jord- og flomskredfaren vurderes som lav grunnet skrint løsmassedekke i øvre del av aktsomhetssonen der terrenget er brattest, samt at det ikke er observert tegn til tidligere jord- og flomskred i det aktuelle området.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 0-100	Snøskred	Aktsomhetsområde for snøskred. Snøskredfaren vurderes som lav da utløsningsområdet stort sett består av skrenter brattere enn 70°, som er delt inn i flere avsatter med flatere parti mellom som er vegetert med furuskog. Det er ikke observert tegn til snøskredaktivitet i området.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 2-15	Steinsprang	RocFall-analysen viser at alle steiner når ned til grøftekant, men at ingen når ut på veien. Området vurderes derfor å ha en akseptabel risiko.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 25-80	Jord- og flomskred	Aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Jord- og flomskredfaren vurderes som lav grunnet skrint løsmassedekke i området rundt bekken, samt at det ikke er observert tegn til tidligere jord- og flomskred i det aktuelle området.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 75-525	Steinsprang	Ut ifra RocFall-analyser og registreringer i felt vurderes det som at det må gjøres sikringstiltak mellom profil 110-140, 215-250 og 445-525. Det anbefales rensk og sikring i løsneområder markert i vedlegg 1, samt eventuelt fanggrøft og/eller betongrekkverk dersom restrisikoen vurderes som for høy etter tiltak i sideterrenget er utført. Det vurderes som nødvendig med sikringstiltak mellom profil 75-110, 140-215 og 250-445.	Akseptabel risiko dersom det blir gjort anbefalte sikringstiltak mellom profil 110-140, 215-250 og 445-525.

Parsell, Profilnummer	Skredtype	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for vegen etter bygging
Parsell 2, 120-620	Snøskred	Aktsomhetsområde for snøskred. Løsneområdet består av 5-15 meter høye skrenter som har en helning på mellom 70-90° med skogkledd terreng i overkant og urmasser i underkant. Det vurderes som at løsneområdet har lavt potensiale for oppsamling av snø som vil kunne føre til skred som når ned til veien. Det er heller ikke observert tegn til snøskredaktivitet i området.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 615-620	Steinsprang	Det vurderes som lite sannsynlig at steinsprang vil kunne nå ny vei, da løsneområdet har liten utstrekning, samt at det ikke er tatt hensyn til ruhet i utløpsområdet i steinsprangmodelleringen.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 700-770	Steinsprang	Løsneområdet er en ca. 10 meter høy bergskrent som er lite forvitret, men har potensiale for mer nedfall. Det vurderes som at steinsprangfaren i dette området ikke har en akseptabel risiko uten tiltak. Anbefalte tiltak er rensk og sikring mellom ca. profil 700-730 (730-770 blir veiskjæring).	Akseptabel risiko forutsatt rensk og sikring av bergskrent mellom ca. profil 700-730.
Parsell 2, 930-1000	Steinsprang	RocFall-analysen viser at ingen steiner når veien på det som vurderes som det mest kritiske området på strekningen. Skredsannsynligheten vurderes derfor som akseptabel.	Akseptabel risiko
Parsell 2, 945-1080	Snøskred	Aktsomhetsområde for snøskred. Snøskredfaren vurderes som lav i dette området da løsneområdet er dekket av skog, samt at skrentene som utgjør løsneområdet har liten utstrekning og dermed lavt potensiale for oppsamling av snø. I tillegg er det heller ikke registrert tegn til tidligere snøskredaktivitet i området.	Akseptabel risiko

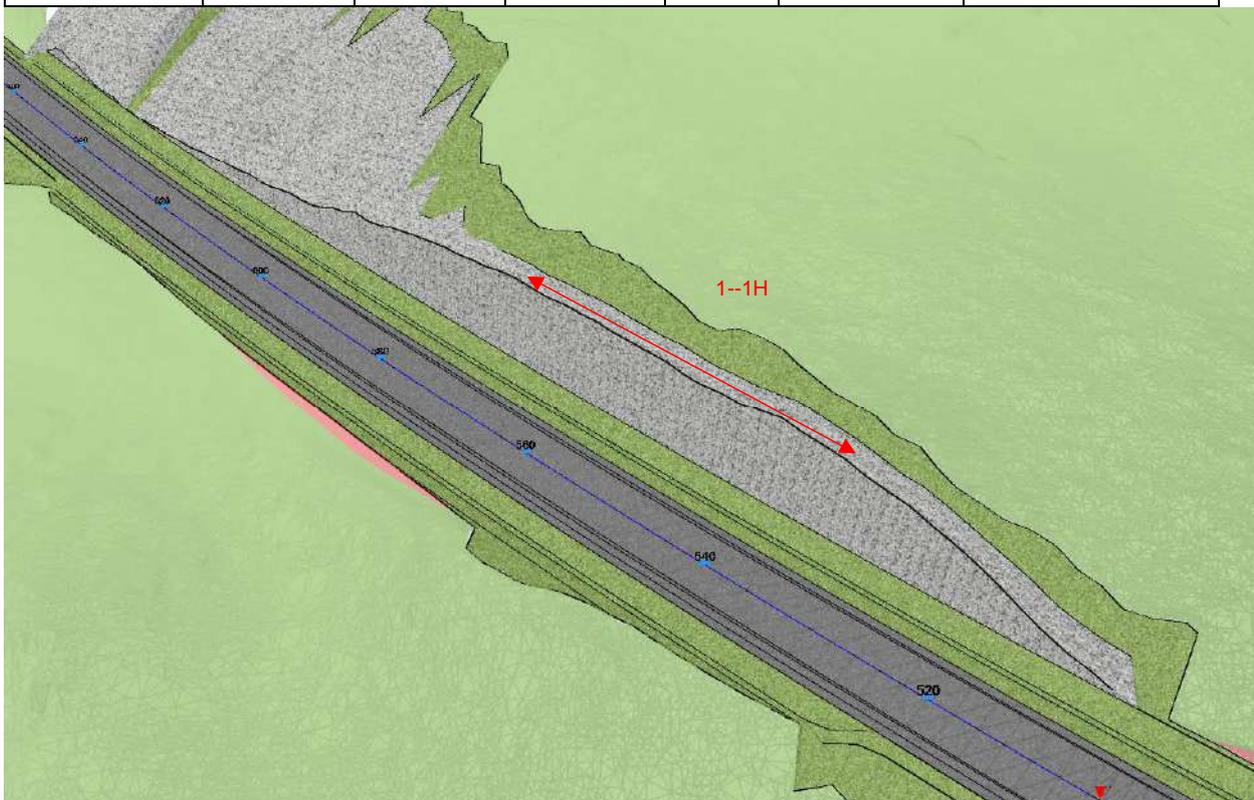
6 Bergskjæring 1-1H

6.1 Innledning

Skjæring 1-1H får maksimal høyde ca. 10,3 meter. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 8, se også Figur 20. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V1001.

Tabell 8: Bergskjæringer med høyde over 10 meter.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
1-1H	535	571	36	H	10,3	



Figur 20: Bergskjæringer pel 510 - 650, omtrentlig plassering av skjæring 1-1H vist med rød pil (utklipp fra modell).

6.2 Faktadel: Grunnforhold

6.2.1 Topografi

Området over skjæringstoppen er tilnærmet flatt.

6.2.2 Løsmasser

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

6.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av Herefossgranitt [5]. Dette er bekreftet i felt.

Bergmassens detaljoppsprekking er i hovedsak kartlagt i skjæringen langs eksisterende vei. Bergmassen fremstår som moderat til tett oppsprukket i skjæringene (Figur 21). Bergmassen fremstår som noe overflateforvitret.



Figur 21: Bergskjæring langs eksisterende vei. Bildet er tatt mot nord ved ca. pel 500.

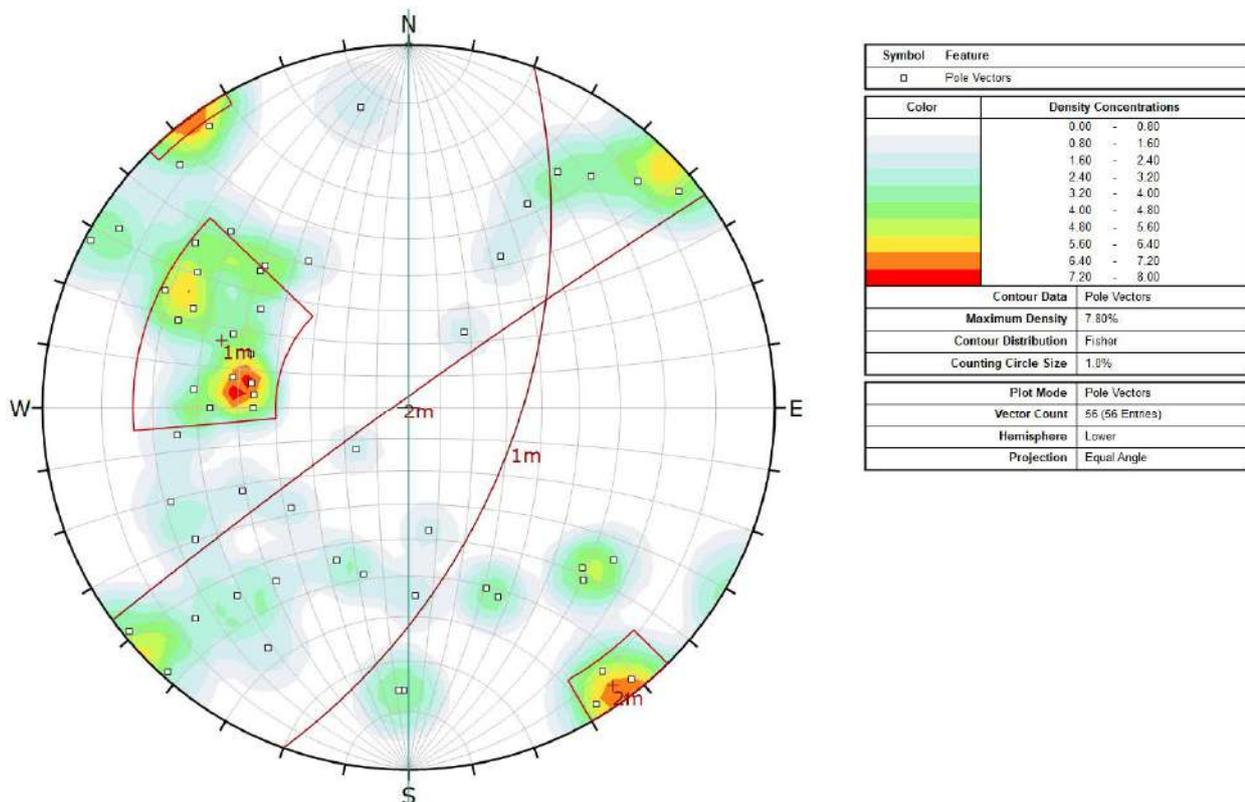
Det er kartlagt to sprekkesett i området. I tillegg opptrer en villsprekker (

Tabell 9 og Figur 22). Villsprekkene har generelt slakere fall enn de to registrerte settene.

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

Tabell 9: Detaljer om registrerte sprekkesett.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
1m	020°/57°	Plane og litt ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er varierende mellom ca. 0,1 – 1 m.
2m	234°/87°	Plan, ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand varierende mellom ca. 0,2-0,5 m.



Figur 22: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

6.2.4 Vannforhold

Det er ikke observert vann i eksisterende skjæring.

6.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

6.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Generelt er det lite potensiale for plan- eller kileutglidninger i skjæringen. Dimensjonerende mekanisme i skjæringen er toppling (utvelting) knyttet til sprekkesett 1m.

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

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 er beregnet til ca. 400 m². Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 50 bolter og ca. 350 m² steinsprangnett.

6.3.3 Omgivelser

Nærmeste bebyggelse ligger ca. 250 m unna, og forventes ikke å bli påvirket av vibrasjoner fra sprengningsarbeidene. Nær skjæringstoppen ligger det en 22 kV kraftlinje.

7 Bergskjæring 1-2H

7.1 Innledning

Skjæring 1-2H er så vidt over 10 m høyde (10,1 m) ved pel 1231. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 10, se også Figur 23. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V1002. Lokaliteten er ikke detaljkartlagt i felt da det på befaringstidspunktet ikke var planlagt skjæringer over 10 m i dette området.

Tabell 10: Bergskjæringer med høyde over 10 meter.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
1-2H	1231	1232	1	H	10,1	



Figur 23: Bergskjæringer pel ca. 1160 - 1260, omtrentlig plassering av skjæring 1-2H vist med rød pil (utklipp fra modell).

7.2 Faktadel: Grunnforhold

7.2.1 Topografi

Området over skjæringstoppen er slakt skrånende mot vest.

7.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av berg i dagen. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke, noe skog/kratt og en del bergblotninger langs strekningen. Bergmassen er eksponert i eksisterende skjæringer langs Rv. 41.

7.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av Herefossgranitt [5]. Dette er bekreftet i felt.

Bergmassen fremstår som tett oppsprukket til nedknust i skjæringene (Figur 24) og fremstår som moderat forvitret. Det er ikke foretatt konkrete sprekkemålinger på lokaliteten. Ved gjennomgang av bildematerialet later det til at det er lite systematikk i oppsprekkingen.



Figur 24: Skjæring 1-2H. Bilde tatt mot nord.

7.2.4 Vannforhold

Det er ikke registrert vann i skjæringene.

7.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

7.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

På grunn av manglende detaljkartlegging av oppsprekking på strekningen er det ikke foretatt kinematisk analyse.

Det kan være aktuelt å etablere skjæringen med slak helning, f.eks. 3,5:1 eller slakere, på grunn av den tette oppsprekkingen i bergmassen. Det må reguleres inn tilstrekkelig areal for dette.

7.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Det forventes at eventuelle løsmasser på skjæringstoppen renses vekk og at det etableres stabil løsmasseskråning ca. 1:2 uten behov for støttekonstruksjoner.

Skjæringsarealet på strekningen mellom pel ca. 1165-1270 er beregnet til ca. 600 m². Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det grovt et behov for ca. 80 sikringsbolter og 550 m² steinsprangnett.

7.3.3 Omgivelser

Det befinner seg bolighus, hytter, eksisterende brukonstruksjon og 22 kV-linje i nærheten av skjæringen. Hytta (gnr/bnr 104/9) ligger ca. 40 m fra sprengningsstedet og antas å bli dimensjonerende med hensyn til grenseverdier for vibrasjoner. Med utgangspunkt i NS8141:2001 [24] er det beregnet en grenseverdi på $v = 40$ mm/s for denne bygningen forutsatt at den er fundamentert med plate eller søyler til berg. Dette må verifiseres i byggefasen. Alle bygninger innenfor 50 m fra sprengningsstedet (fundamentert på berg) eller 100 m (fundamentert på løsmasser) skal iht NS8141:2001 besiktiges før og etter sprengningsarbeidet.

Nær skjæringstoppen ligger det en 22 kV kraftlinje.

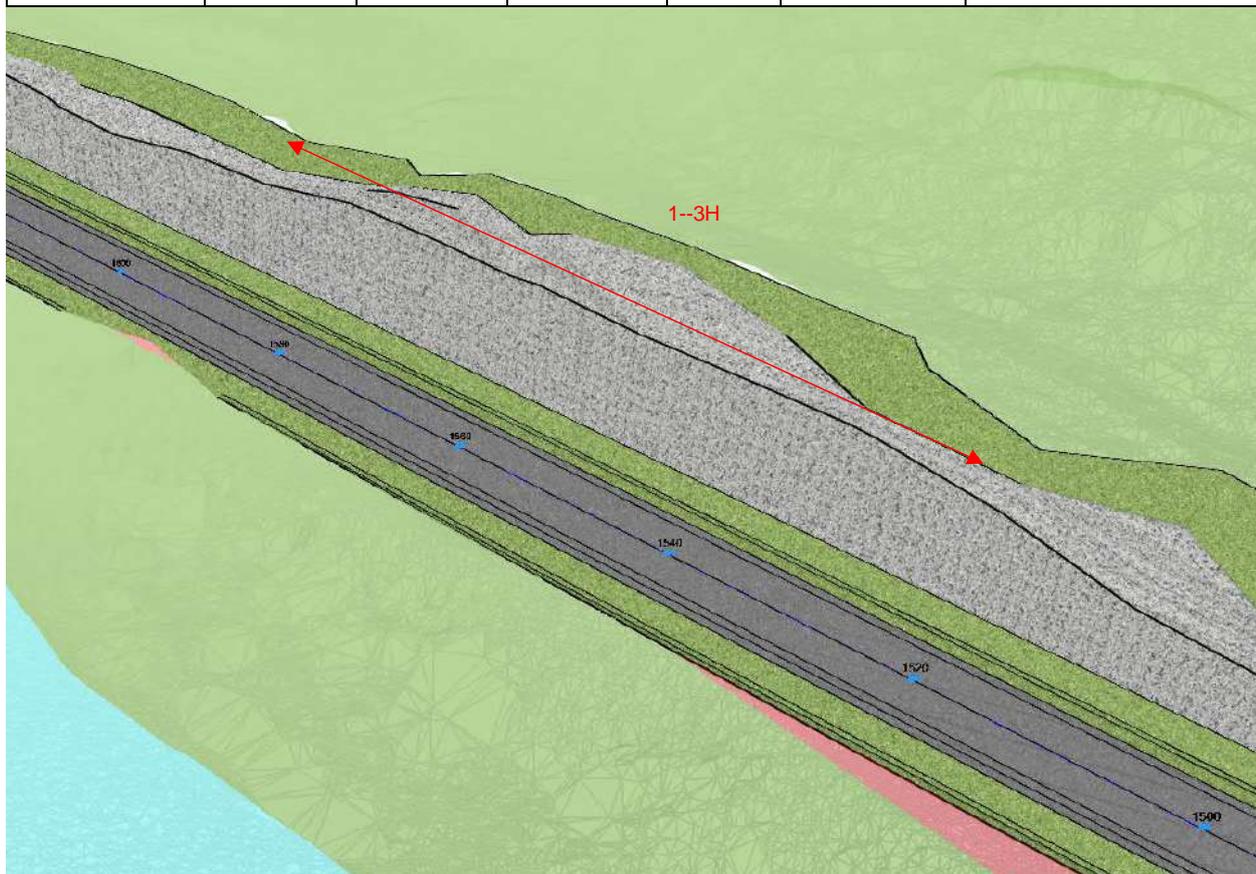
8 Bergskjæring 1-3H

8.1 Innledning

Skjæring 1-3H har maksimal høyde på 13,0 m. Detaljer om skjæringen er gitt i, se også. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V1003.

Tabell 11: Bergskjæring over 10 m høyde.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
1-3H	1523	1594	71	H	13,0	



Figur 25: Bergskjæring per 1500 – ca. 1600, omtrentlig plassering av skjæring 1-3H vist med rød pil (utklipp fra modell).

8.2 Faktadel: Grunnforhold

8.2.1 Topografi

Terrenget over skjæringstoppen er stort sett flatt eller slakt skrånende mot vest. Ca. 20-30 m fra skjæringstoppen blir terrenget noe brattere.

8.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av berg i dagen. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke, noe skog/krattkledd og en del bergblotninger langs strekningen.

8.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av Herefossgranitt [5]. Dette er bekreftet i felt.

Skjæringene langs dagens Rv. 41 fremstår som relativt tett oppsprukket og noe overflateforvitret (Figur 26).



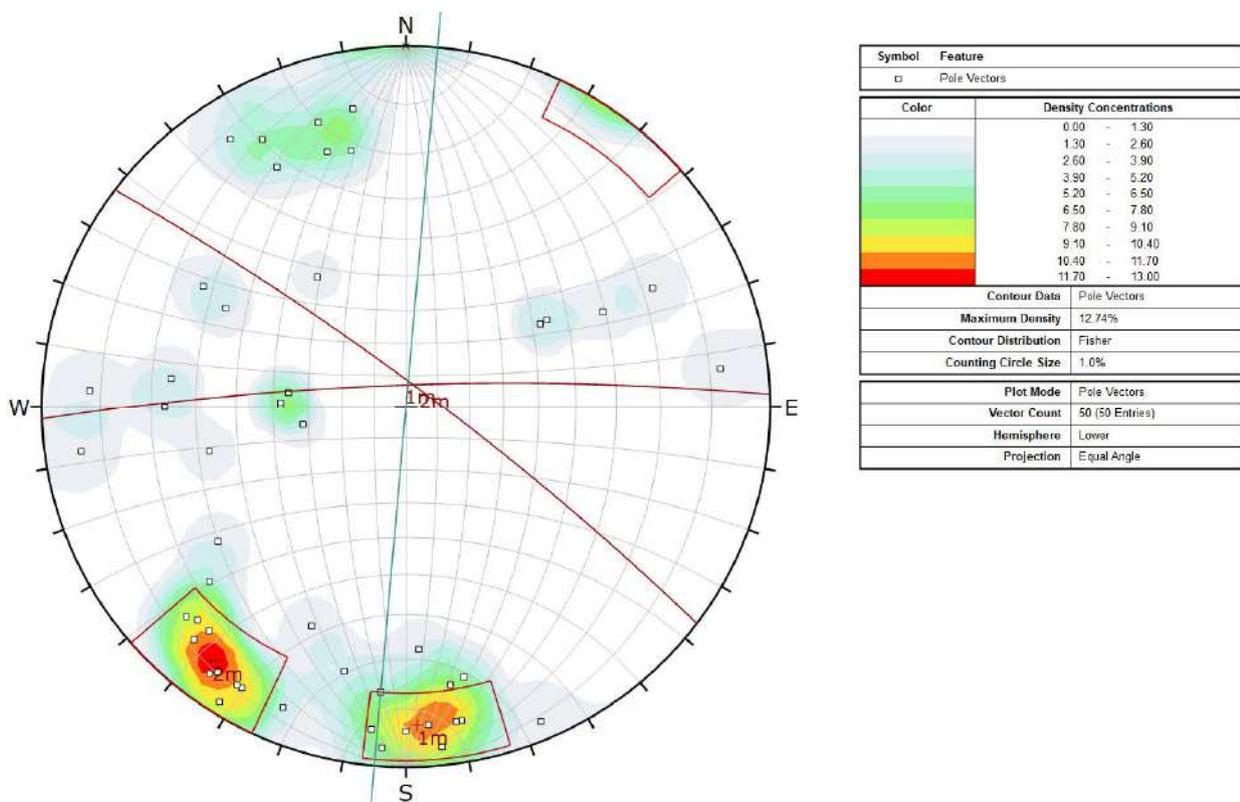
Figur 26: Bilde tatt mot nord.

Det er kartlagt to steile sprekkesett i området. I tillegg opptrer en villsprekker (Tabell 12, Figur 27). Villsprekkene har generelt slakere fall enn de to registrerte settene.

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

Tabell 12: Detaljer om registrerte sprekkesett.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
1m	268°/83°	Plane og glatte til litt ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er varierende mellom ca. 0,5 – 2 m.
2m	307°/83°	Plane og glatte til litt ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 1-2 m i gjennomsnitt.



Figur 27: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringsens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

8.2.4 Vannforhold

Det er registrert noe vannsig i skjæringen ca. ved pel 1592. Her ligger det en stikkrenne under veien. Det må påregnes å etablere nedføringsnisje for vann ved dette punktet.

8.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

8.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Basert på en kinematisk analyse er det lite potensiale for plan-/kileutglidninger eller toppling i skjæringen på bakgrunn av hovedsprekkeretningene. Kileutglidninger ved kombinasjoner av mer tilfeldige sprekkeretninger kan oppstå, men totalstabiliteten i ny skjæring er tilsynelatende god.

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

8.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flattliggende terreng så antas det at det kan etableres stabil jordskjæring over bergskjæringstoppen.

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

Skjæringsarealet er beregnet til ca. 750 m². Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 100 bolter og ca. 700 m² steinsprangnett.

8.3.3 Omgivelser

Nærmeste bebyggelse ligger ca. 115 m unna skjæring 1-3H, men det skal sprenges lavere skjæringer nærmere bebyggelsen som ligger ca. 30 m unna sprengningsstedet ved pel ca. 1400.

Med utgangspunkt i NS8141:2001 [24] er det beregnet en grenseverdi på $v = 40$ mm/s for bygningene forutsatt at de er fundamentert med plate eller søyler til berg. Dette må verifiseres i byggefasen. Alle bygninger innenfor 50 m fra sprengningsstedet (fundamentert på berg) eller 100 m (fundamentert på løsmasser) skal iht NS8141:2001 besiktiges før og etter sprengningsarbeidet.

Nær skjæringstoppen ligger det en 22 kV kraftlinje.

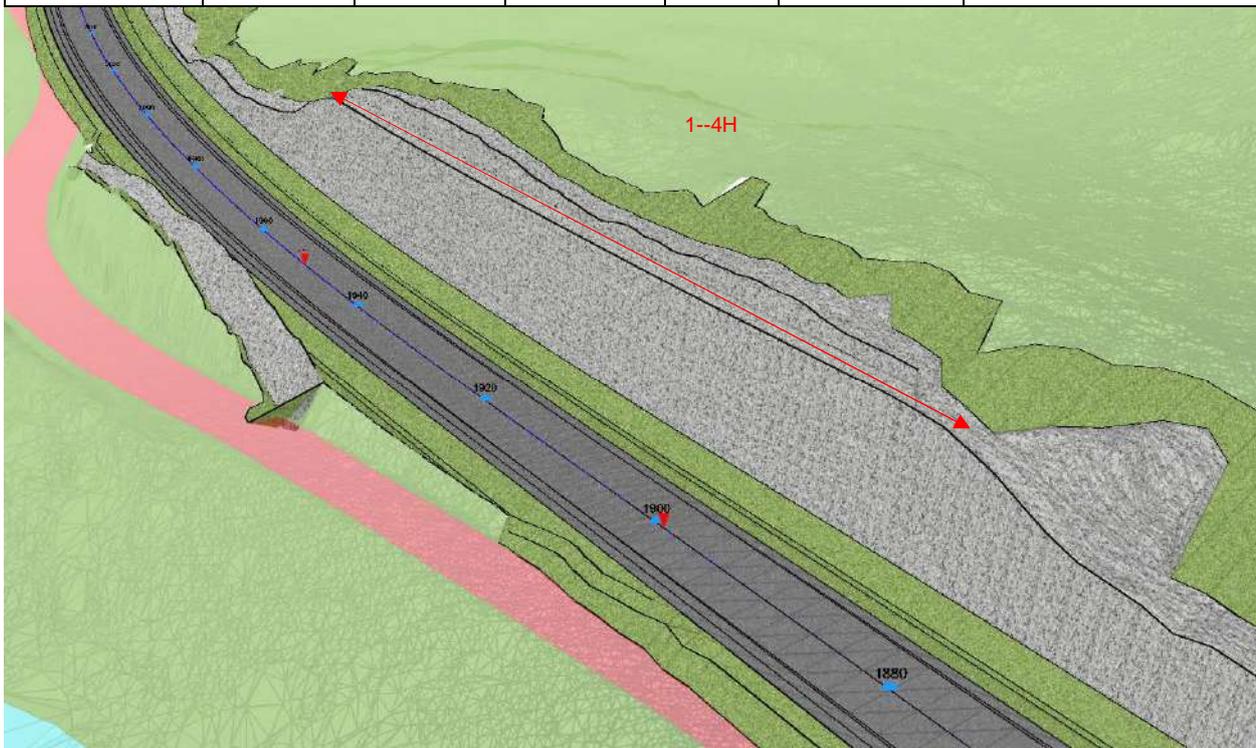
9 Bergskjæring 1-4H

9.1 Innledning

Skjæring 1-4H har maksimal høyde på 14,0 m. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 13, se også Figur 28. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V1004.

Tabell 13: Bergskjæringer med høyde over 10 m.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
1-4H	1882	1967	85	H	14,0	



Figur 28: Pel 1870 - ca. 2000, omtrentlig plassering av skjæring 1-4H vist med rød pil (utklipp fra modell).

9.2 Faktadel: Grunnforhold

9.2.1 Topografi

Terrenget over skjæringstoppen er stort sett flatt eller slakt skrånende mot vest. Ca. 40 m fra skjæringstoppen blir terrenget noe brattere.

9.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av morenedekke, stedvis tynt. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke, noe skog/krattkledd terreng og en god del bergblotninger.

9.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av Herefossgranitt [5]. Dette er bekreftet i felt.

Bergmassen fremstår som moderat til tett oppsprukket i skjæringen langs dagens Rv. 41 (Figur 29).



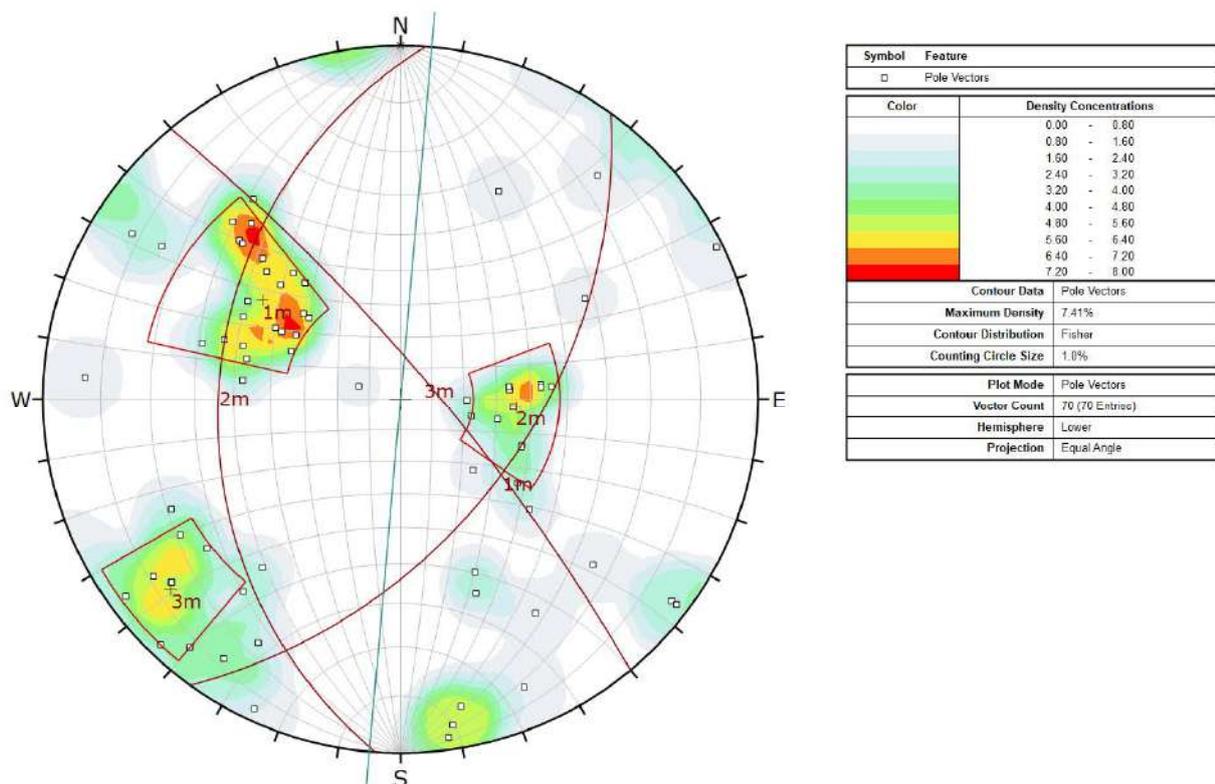
Figur 29: Bilde tatt mot nord ved ca. pel 1950.

Det er kartlagt tre sprekkesett i området. I tillegg opptrer en villsprekker (Tabell 14, Figur 30).

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

Tabell 14: Detaljer om registrerte sprekkesett.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
1m	036°/51°	Plane og glatte til ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er varierende mellom ca. 0,2 – 1 m.
2m	184°/36°	Plane og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 0,5-1 m.
3m	320°/80°	Plane og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 0,5-1 m.



Figur 30: Polplott av sprekke målinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

9.2.4 Vannforhold

Det er ikke registrert vann av betydning i dagens skjæringer langs Rv. 41.

9.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

9.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Basert på en kinematisk analyse er det plan glidning langs sprekkesett 2m som er dimensjonerende bruddmekanisme. I tillegg er det noe potensiale for toppling knyttet til sprekkesett 1m og 3m samt kileutglidning ved kombinasjon av sprekkesett 1m og 2m og ved kombinasjoner av tilfeldige sprekkeretninger.

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

9.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flattliggende terreng 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 stedvis tett oppsprekking.

Skjæringsarealet er beregnet til ca. 1000 m². Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 130 bolter og ca. 900 m² steinsprangnett.

9.3.3 Omgivelser

Nær skjæringstoppen ligger det en 22 kV kraftlinje.

Det ligger ingen bebyggelse i nærheten av sprengningsstedet.

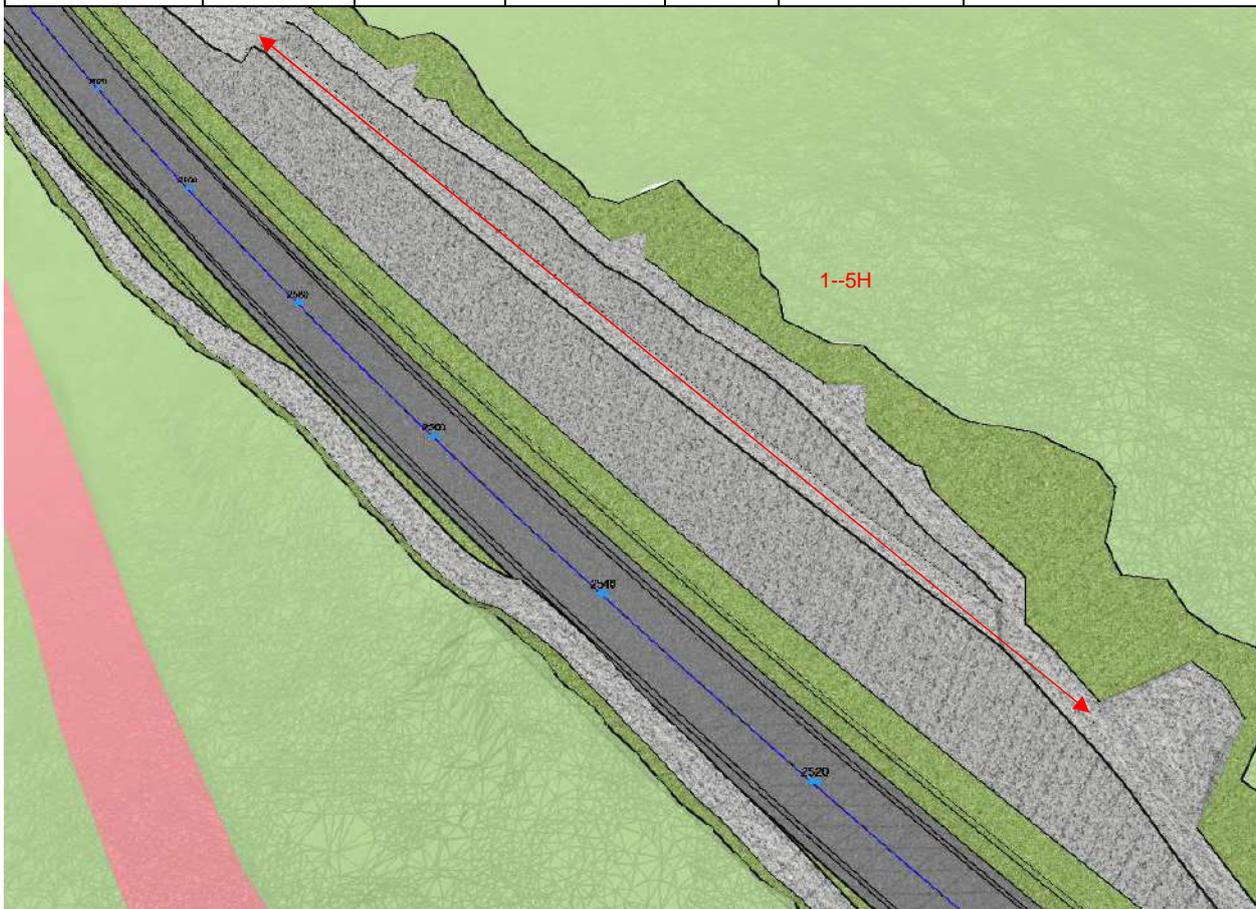
10 Bergskjæring 1-5H

10.1 Innledning

Skjæring 1-5H har maksimal høyde på 14,4 m. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 15, se også Figur 31. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V1005.

Tabell 15: Bergskjæringer med høyde over 10 m.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
1-5H	2513	2603	90	H	14,4	



Figur 31: Pel 2500 - ca. 2620, omtrentlig plassering av skjæring 1-5H vist med rød pil (utklipp fra modell).

10.2 Faktadel: Grunnforhold

10.2.1 Topografi

Terrenget over skjæringstoppen er slakt skrånende mot vest. Bratte skrenter med mye berg i dagen befinner seg ca. 50 m øst for skjæringstoppen.

10.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av morenedekke, stedvis tynt. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke, noe skog/krattkledd terreng og en god del bergblotninger.

10.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av Herefossgranitt [5]. Dette er bekreftet i felt.

Bergmassen fremstår som moderat til tett oppsprukket og noe overflateforvitret i skjæringene langs dagens Rv. 41 (Figur 32).



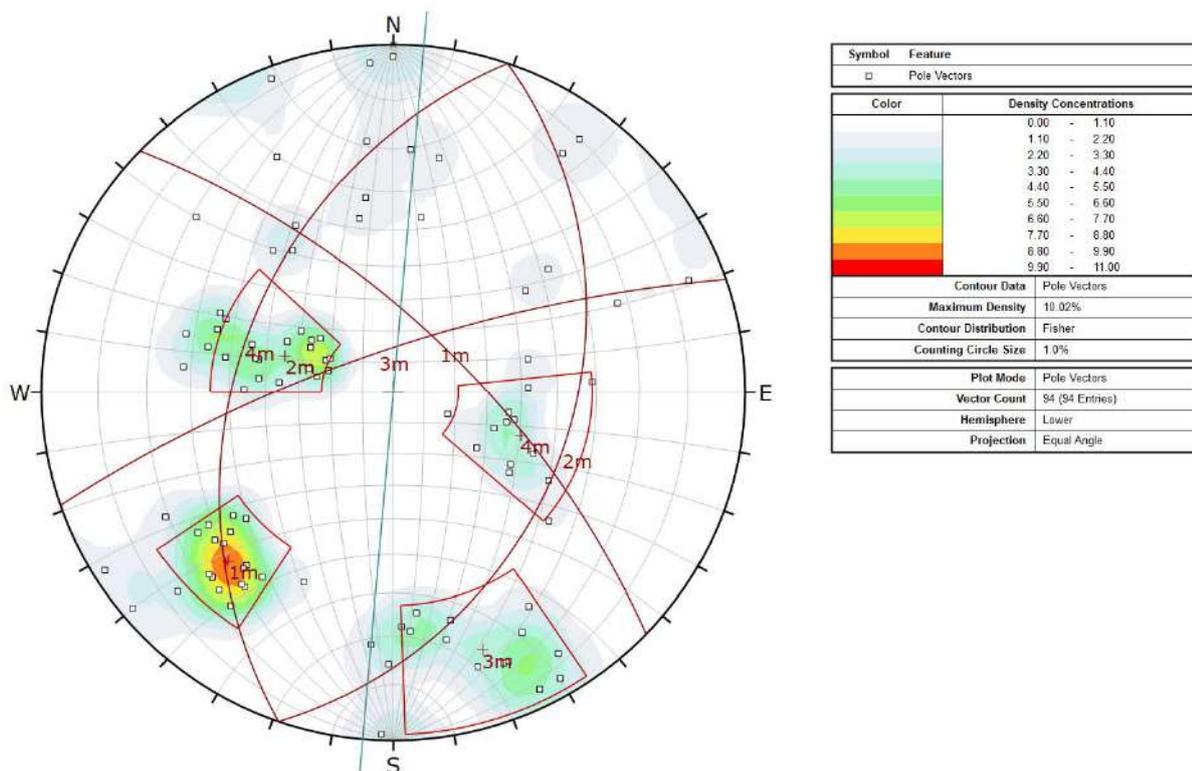
Figur 32: Bilde tatt mot øst ved ca. pel 2520.

Det er kartlagt inntil 4 sprekkesett i området. I tillegg opptrer en villsprekker (Tabell 14, Figur 33).

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

Tabell 16: Detaljer om registrerte sprekesett.

Sprekesett	Strøk/fall	Kommentar
1m	314°/68°	Plane og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstanden er varierende mellom ca. 0,2 – 2 m.
2m	019°/36°	Plane til bølgete og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 0,5-1 m.
3m	251°/76°	Plane og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 0,5-1 m.
4m	199°/42°	Plane og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 0,3-1,5 m.



Figur 33: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

10.2.4 Vannforhold

Det er ikke registrert vann av betydning i dagens skjæringer langs Rv. 41.

10.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

10.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Basert på en kinematisk analyse er de mest kritiske bruddmekanismene plan glidning langs sprekkesett 4m samt kileutglidning ved kombinasjon av sprekkesett 1m og 4m.

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

10.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flattliggende terreng på toppen så antas det at det kan etableres stabil jordskjæring over bergskjæringstoppen.

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

Skjæringsarealet er beregnet til ca. 1200 m². Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 150 bolter og ca. 1000 m² steinsprangnett.

10.3.3 Omgivelser

Nær skjæringstoppen ligger det en 22 kV kraftlinje.

Det ligger ingen bebyggelse i nærheten av sprengningsstedet.

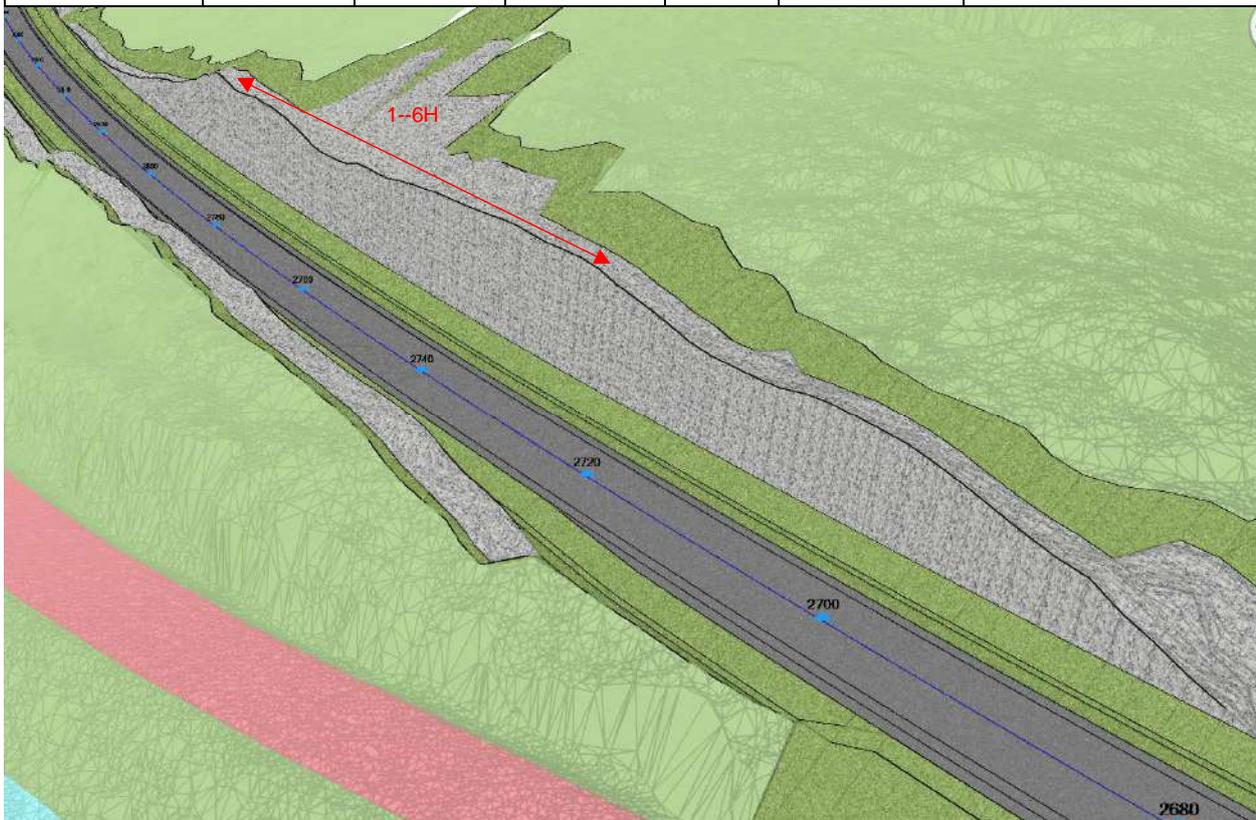
11 Bergskjæring 1-6H

11.1 Innledning

Skjæring 1-6H har maksimal høyde på 10,6 m. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 15, se også Figur 34. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V1005.

Tabell 17: Bergskjæringer med høyde over 10 m.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
1-6H	2730	2804	74	H	14,4	



Figur 34: Pel 2680 - ca. 2820, omtrentlig plassering av skjæring 1-6H vist med rød pil (utklipp fra modell).

11.2 Faktadel: Grunnforhold

11.2.1 Topografi

Terrenget over skjæringstoppen er slakt skrånende mot vest. Bratte skrenter med mye berg i dagen befinner seg ca. 50 m øst for skjæringstoppen.

11.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av morenedekke, stedvis tynt. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke, noe skog/krattkledd terreng og en god del bergblotninger.

11.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av Herefossgranitt [5]. Dette er bekreftet i felt.

Bergmassen fremstår som moderat til tett oppsprukket og noe overflateforvitret i skjæringene langs dagens Rv. 41 (Figur 35).



Figur 35: Bilde tatt mot nordøst ved ca. pel 2720.

Sprekkekartleggingen for skjæring 1-5H og 1-6H er foretatt under ett, og beskrivelsen av den lokale oppsprekkingen gitt i kapittel 10.2.3 gjelder også for denne strekningen.

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

11.2.4 Vannforhold

Det er ikke registrert vann av betydning i dagens skjæringer langs Rv. 41.

11.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

11.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Vurderingene og anbefalingene i kapittel 10.3.1 gjelder også for skjæring 1-6H.

11.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flattliggende terreng på toppen så antas det at det kan etableres stabil jordskjæring over bergskjæringstoppen.

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

Det totale skjæringsarealet er beregnet til ca. 950 m² mellom pel ca. 2680 - 2820. Ut fra arealet og bergmassekarakteristikken estimeres det behov for ca. 130 bolter og ca. 900 m² steinsprangnett på denne strekningen.

11.3.3 Omgivelser

Nær skjæringstoppen ligger det en 22 kV kraftlinje.

Det ligger ingen bebyggelse i nærheten av sprengningsstedet.

12 Bergskjæring 2-1H

12.1 Innledning

Skjæring 2-1H har maksimal høyde på 15,8 m. Detaljer om skjæringen er gitt i Tabell 18, se også Figur 20. Ingeniørgeologisk kart og profil er vist i vedlegg 6, tegning V2001.

Tabell 18: Bergskjæringer med høyde over 10 m.

SkjæringsID:	Fra pr.	Til pr.	Lengde [m]	Side	Maks.høyde [m]	Kommentar
2-1H	727	794	67	H	18,3	



Figur 36: Pel 720 - ca. 800, omtrentlig plassering av skjæring 2-1H vist med rød pil (utklipp fra modell).

12.2 Faktadel: Grunnforhold

12.2.1 Topografi

Terrenget over skjæringstoppen er slakt skrånende mot vest.

12.2.2 Løsmasser

Ifølge NGU-kartet består området av morenedekke, stedvis tynt. Ved befaring er det registrert antatt tynt løsmassedekke med skog- og krattkledd terreng.

12.2.3 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnen består ifølge NGU av «Kalksilikat, skarn, marmor» [5]. I felt er det registrert en grålig, finkornet bergart som antas å svare til betegnelsen skarn (Figur 37).



Figur 37: Finkornet, grålig bergart, antatt skarn. Foto tatt ved ca. pel 835.

Bergmassen fremstår som moderat til tett oppsprukket og noe overflateforvitret i skjæringene og skråningene langs dagens Rv. 41. Mellom pel ca. 710-790 ligger det en del urmasser i underkant av skrenten der skjæringen er planlagt (Figur 35). Løsmassemengden i denne ura er målt med refraksjonsseismikk til å ha en antatt mektighet på ca. 10-11 m midtveis mellom brattskrenten og dagens veikant.



Figur 38: Bilde tatt mot sørøst ved ca. pel 770.

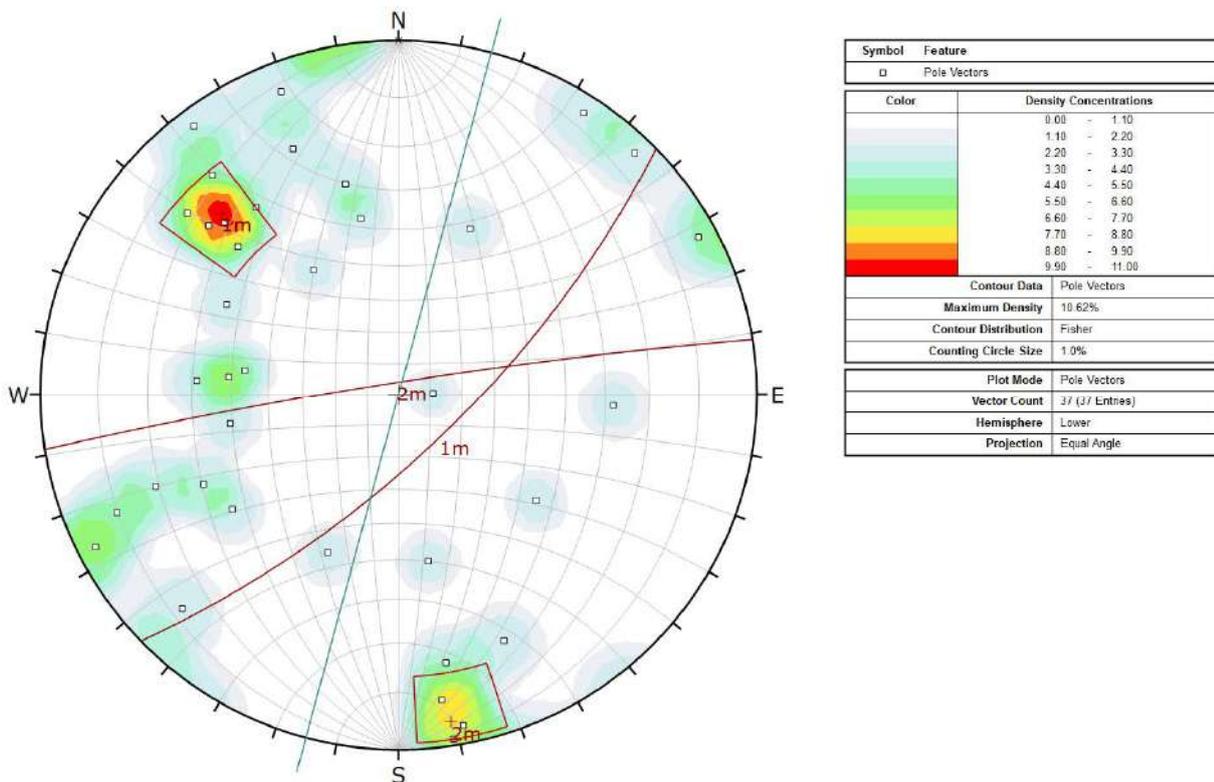
Det er ikke registrert vesentlige svakhetssoner som forventes å påvirke skjæringsstabiliteten på strekningen.

Det er kartlagt 2 sprekkeseett i området. I tillegg opptrer en villsprekker (Tabell 14, Figur 33).

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

Tabell 19: Detaljer om registrerte sprekkeseett.

Sprekkeseett	Strøk/fall	Kommentar
1m	046°/71°	Bølgete og ru sprekker uten vesentlig belegg registrert. Sprekkeavstanden er varierende mellom ca. 0,2 – 0,5 m.
2m	261°/86°	Plane til bølgete og ru sprekker uten vesentlig belegg. Sprekkeavstand er varierende mellom ca. 0,5-1 m.



Figur 39: Polplott av sprekkemålinger. Skjæringens orientering er vist med linje igjennom sentrum.

12.2.4 Vannforhold

Det er ikke registrert vann av betydning i dagens skjæringer og skråninger langs Rv. 41.

12.3 Tolkningsdel: Ingeniørgeologiske vurderinger

12.3.1 Stabilitet og geometrisk utforming

Basert på en kinematisk analyse er det generelt god totalstabilitet i planlagt skjæring på bakgrunn av registrerte hovedsprekkeretninger. Enkelte bruddmekanismer, primært plan glidning og kileutglidning, kan fremkomme på bakgrunn av tilfeldige sprekkeretninger.

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

12.3.2 Sikring av berg og løsmasser

Løsmassene på skjæringstoppen må graves av, men på bakgrunn av flatliggende terreng på toppen så antas det at det kan etableres stabil jordskjæring over bergskjæringstoppen.

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

Det totale skjæringsarealet er beregnet til ca. 700 m² mellom pel ca. 720 - 840. Ut fra arealet og bergmassekaraktistikken estimeres det behov for ca. 90 bolter og ca. 650 m² steinsprangnett på denne strekningen.

12.3.3 Omgivelser

Nærmeste bebyggelse ligger ca. 105 m unna sprengningsstedet. Hvis denne er fundamentert på berg så antas det ikke behov for å fastsette grenseverdier for vibrasjoner på denne eiendommen. Dette må undersøkes nærmere i byggefasen.

13 Kvaliteten på steinmaterialet

13.1 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.

13.2 Borbarhet og sprengbarhet

Det foreligger ikke laboratorieanalyser av borbarhetsindeks DRI, slitasjeindeks BWI eller sprengbarhet SPR. Verdier må derfor estimeres fra erfaringsdata. For Herefossgranitt estimeres DRI = 45-60 («middels til høy») og BWI = 30-45 («middels») ifølge [18].

For skarn estimeres DRI=50-70 («middels til høy») og BWI = 12-25 («lav») ifølge [18].

Sprengbarhetsindeksen estimeres til SPR = ca. 0,42 – 0,45 tilsvarende «middels til god» for granitt [19] i parsell 1. På bakgrunn av relativt små blokker i eksisterende urmasser langs veien og registrert middels til høy oppsprekkingsgrad i bergmassene generelt (parsell1 + parsell 2) er det sannsynligvis knyttet stor usikkerhet til SPR. Store lokale variasjoner må påregnes. Det foreligger ikke data for skarn-bergarten i parsell 2.

14 Usikkerheter og anbefalinger

14.1 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. Strekingen langs Herefossfjorden ligger i/nær Porsgrunn-Kristiansand-forkastningen (PKF) og kan lokalt være sterkt tektonisk påvirket.

14.2 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.

Det anbefales fortløpende prøvetaking og testing av mekaniske egenskaper underveis i byggefasen.

14.3 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.

15 Referanser

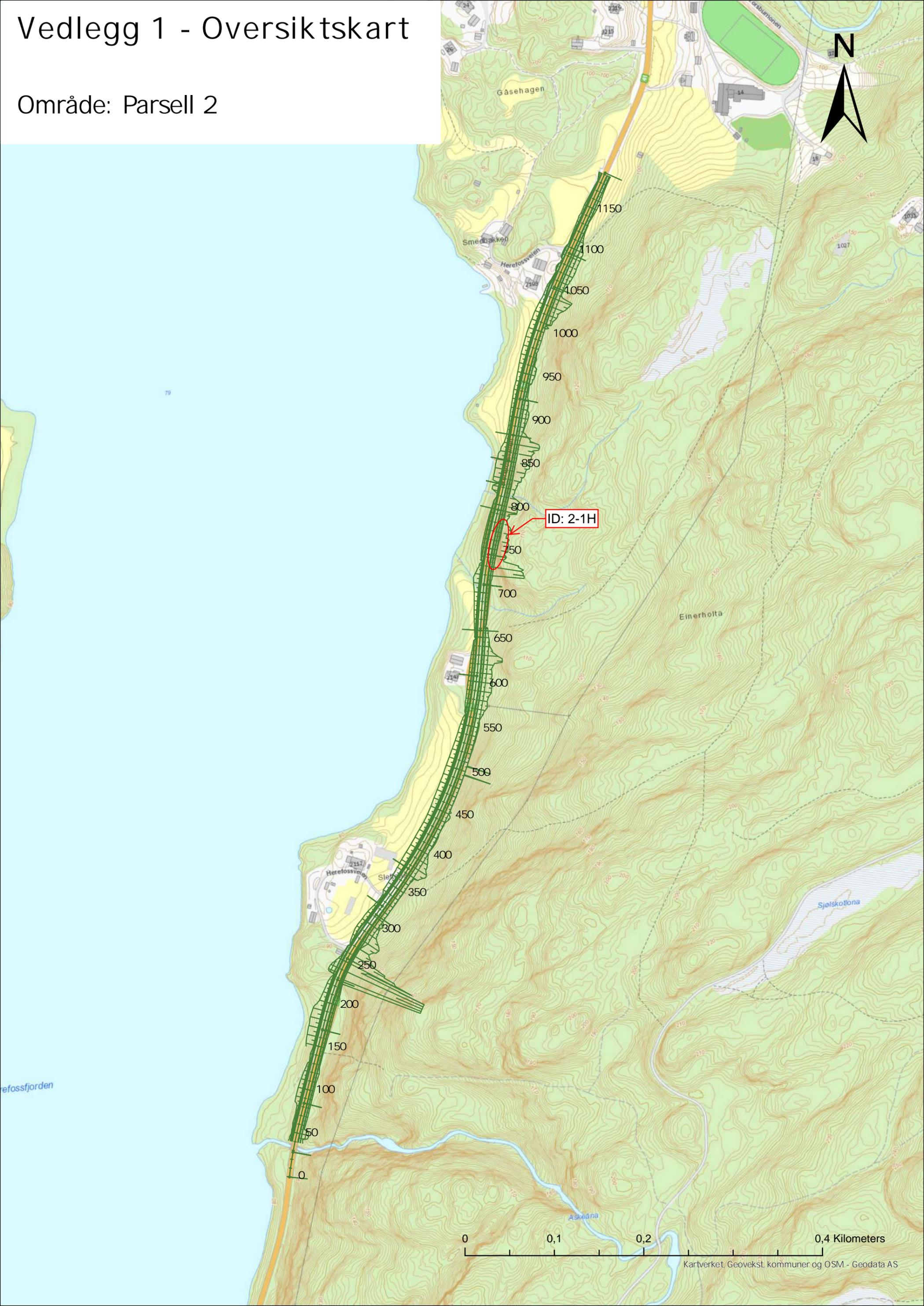
- [1] Statens vegvesen, «Håndbok N200, Vegbygging,» 2021.
- [2] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering,» 2016.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok V225 Bergskjæringer,» 2020.
- [5] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
- [6] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [7] NGU, «GRANADA Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>.
- [8] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.
- [9] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal+vegdatatabank/kart>. [Funnet 13 12 2018].
- [10] NGU, «Aktsomhetskart radon,» [Internett]. Available: geo.ngu.no/kart/radon/.
- [11] Kartverket, «FKB4,» [Internett]. Available: <https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.fkb4?request=GetCapabilities&service=WMS>.
- [12] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Naturtyper - DN-håndbok 13 - kartdatabase,» 2020. [Internett]. Available: <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/MAKartWeb/KlientFull.htm?>
- [13] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.
- [14] Statens vegvesen, «R760 Styling av vegprosjekter,» 2019.
- [15] NGI, «Bruk av Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning,» 2015.
- [16] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar,» 2011.
- [17] A. Braathen og R. H. Gabrielsen, «Bruddsoner i fjell - oppbygning og definisjoner,» NGU, 2000.
- [18] A. Bruland, «Hard Rock Tunnel Boring (Vol. 10 of 10) - Statistics of Drillability Test Results (Doctoral theses),» NTNU, 1998.
- [19] V. Olsen, «Rock Quarrying - Blast design (Doctoral theses),» NTNU, 2009.
- [20] NVE, met.no og Kartverket, «SeNorge,» [Internett]. Available: senorge.no.
- [21] Meteorologisk institutt, NVE, NORCE og Bjerknessenteret, «Norsk klimaservicesenter,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/observations/>.
- [22] Rocscience, «Rocscience Coefficient of Restitution Table in RocFall,» [Internett]. Available: https://www.rocscience.com/help/rocfall/baggage/rn_rt_table.htm.

[23] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng,» 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>.

[24] Standard Norge, «NS8141:2001 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.».

Vedlegg 1 - Oversiktskart

Område: Parsell 2

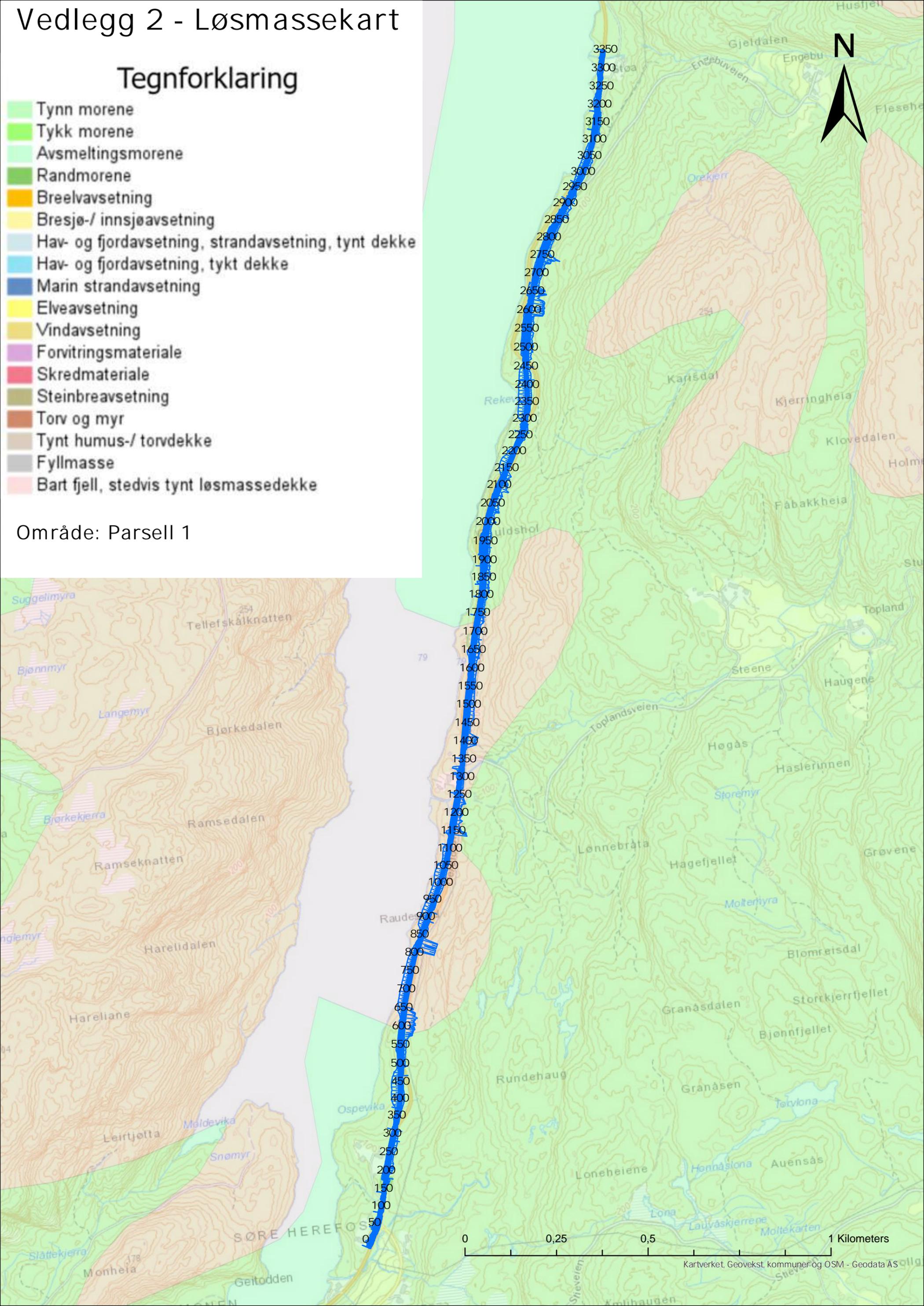


Vedlegg 2 - Løsmassekart

Tegnforklaring

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

Område: Parsell 1

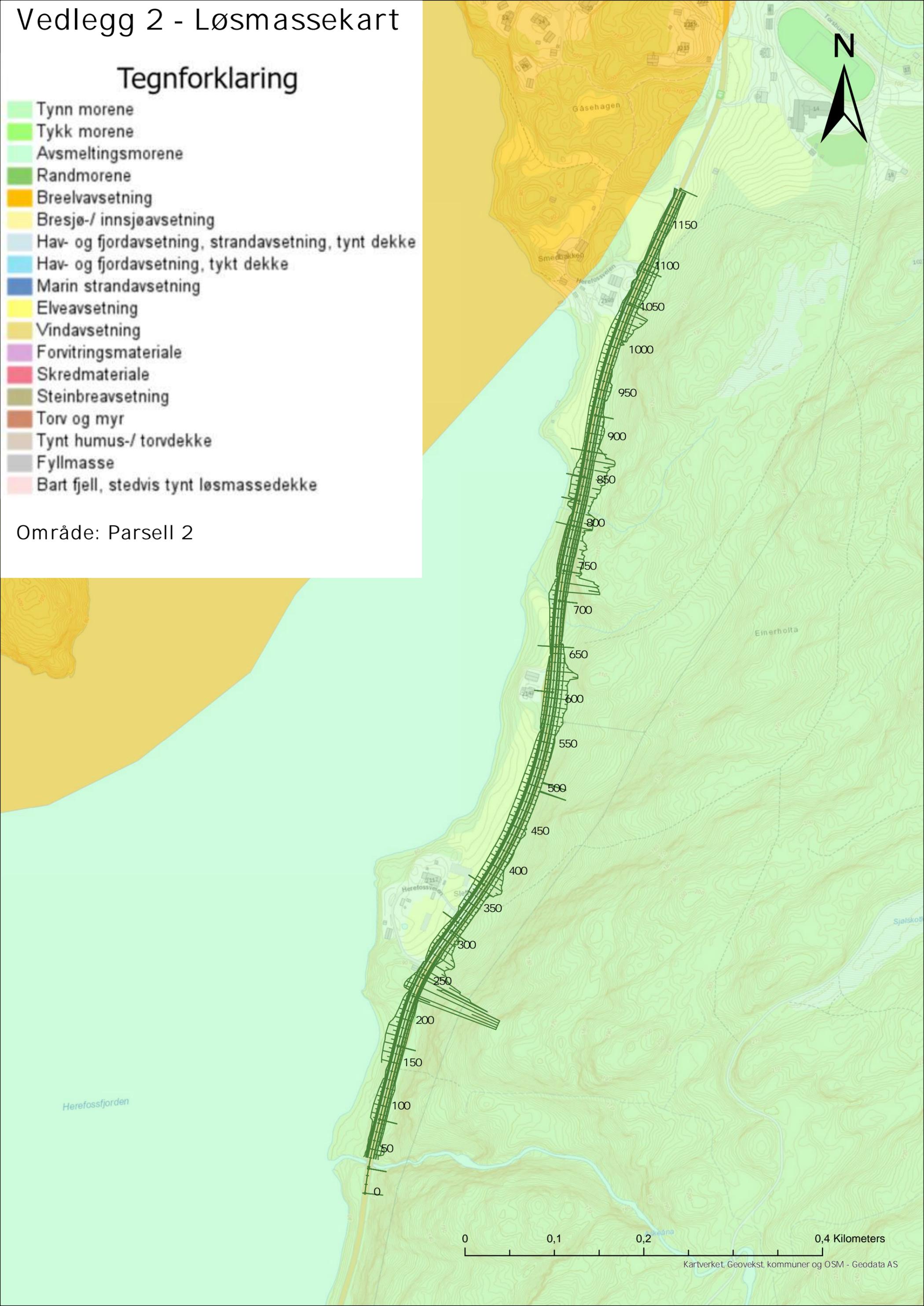


Vedlegg 2 - Løsmassekart

Tegnforklaring

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

Område: Parsell 2



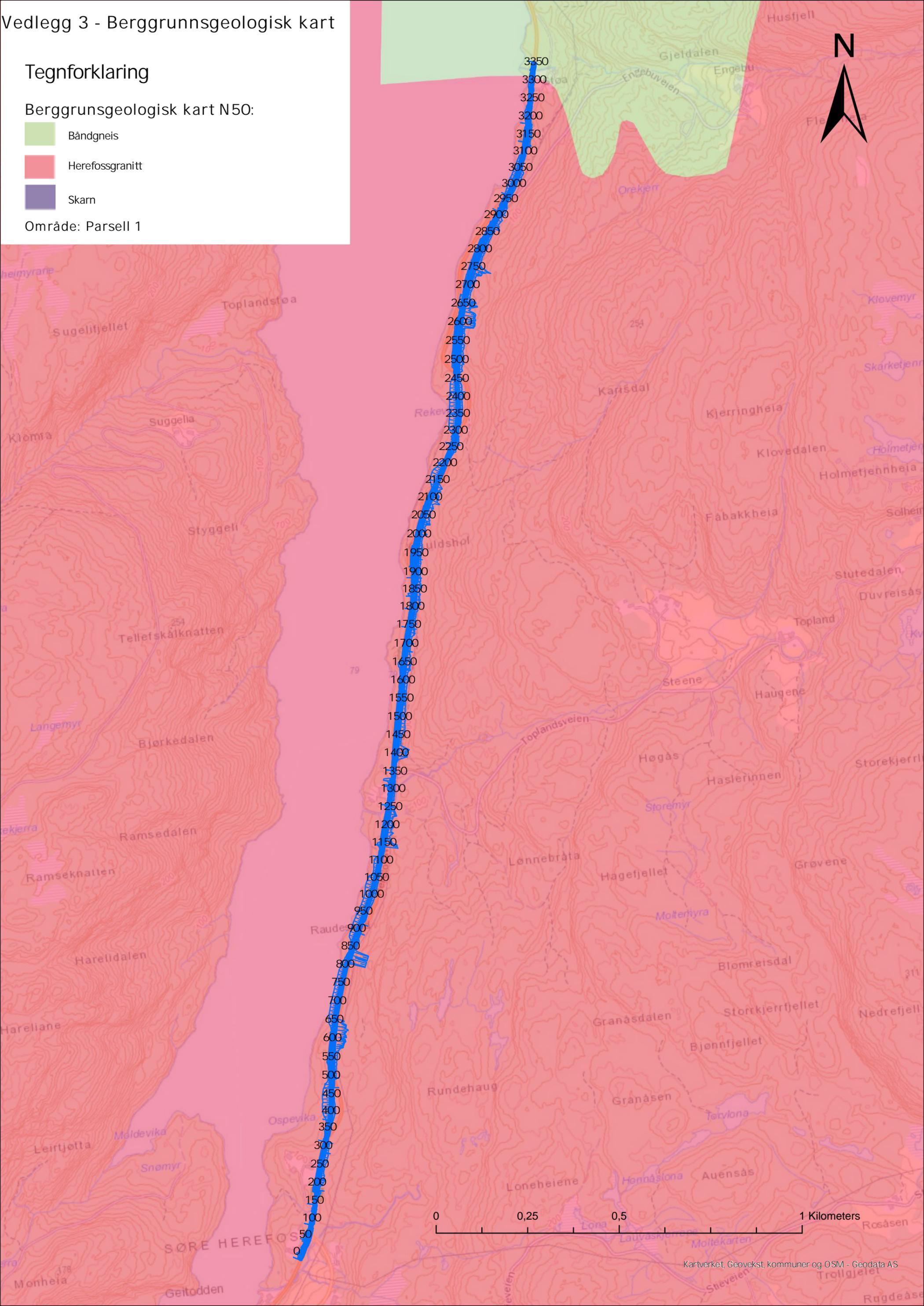
Vedlegg 3 - Berggrunnsgeologisk kart

Tegnforklaring

Berggrunnsgeologisk kart N50:

-  Båndgneis
-  Herefossgranitt
-  Skarn

Område: Parsell 1



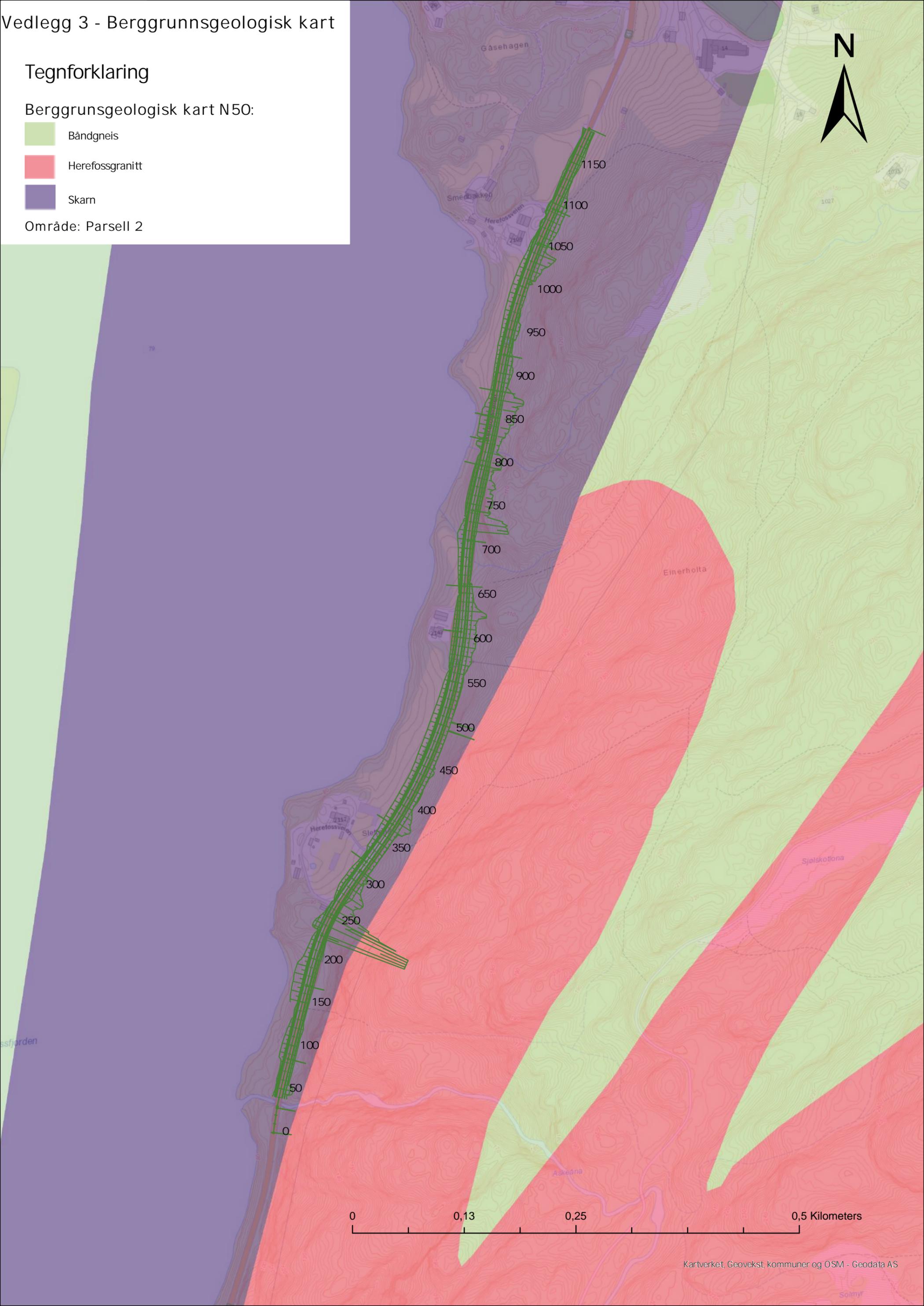
Vedlegg 3 - Berggrunnsgeologisk kart

Tegnforklaring

Berggrunnsgeologisk kart N50:

-  Båndgneis
-  Herefossgranitt
-  Skarn

Område: Parsell 2



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

- RocFall-profil
- Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

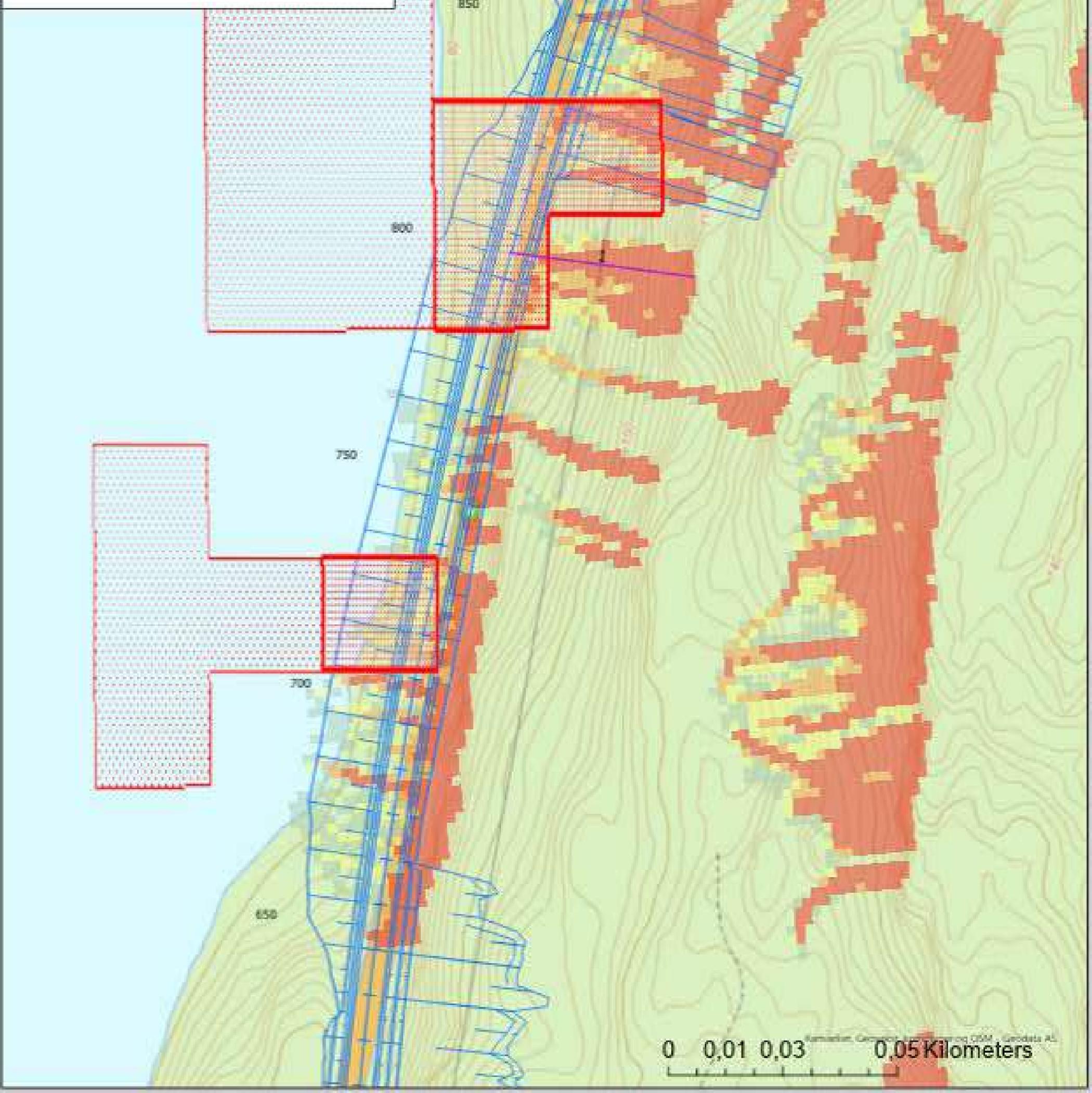
Tilsvare faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Aktvarselsområder for skred

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

Område: Parsell 1



0 0,01 0,03 0,05 Kilometers

Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

- RocFall-profil
- Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

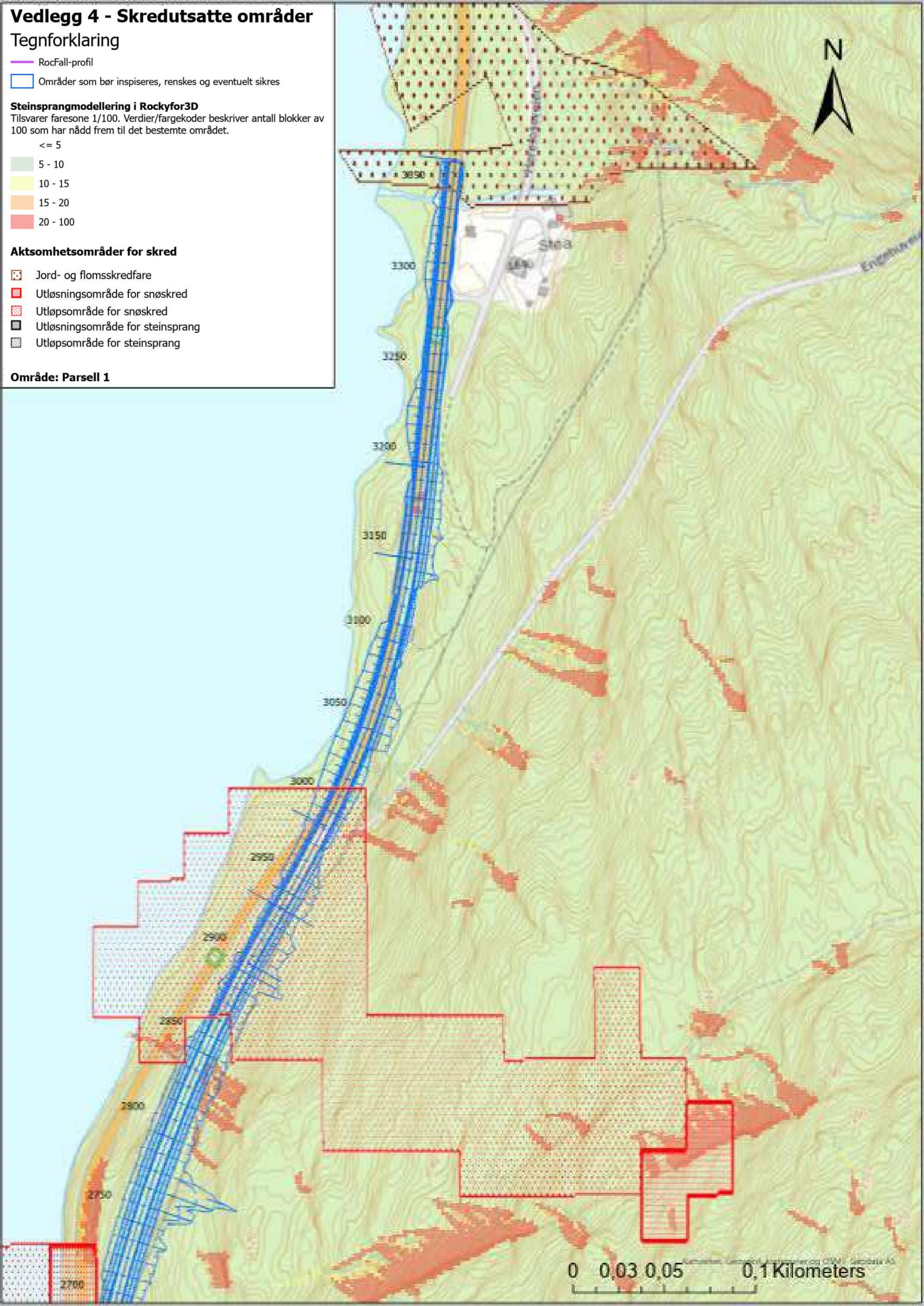
Tilsvarende faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Aktsomhetsområder for skred

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

Område: Parsell 1



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

- RocFall-profil
- Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

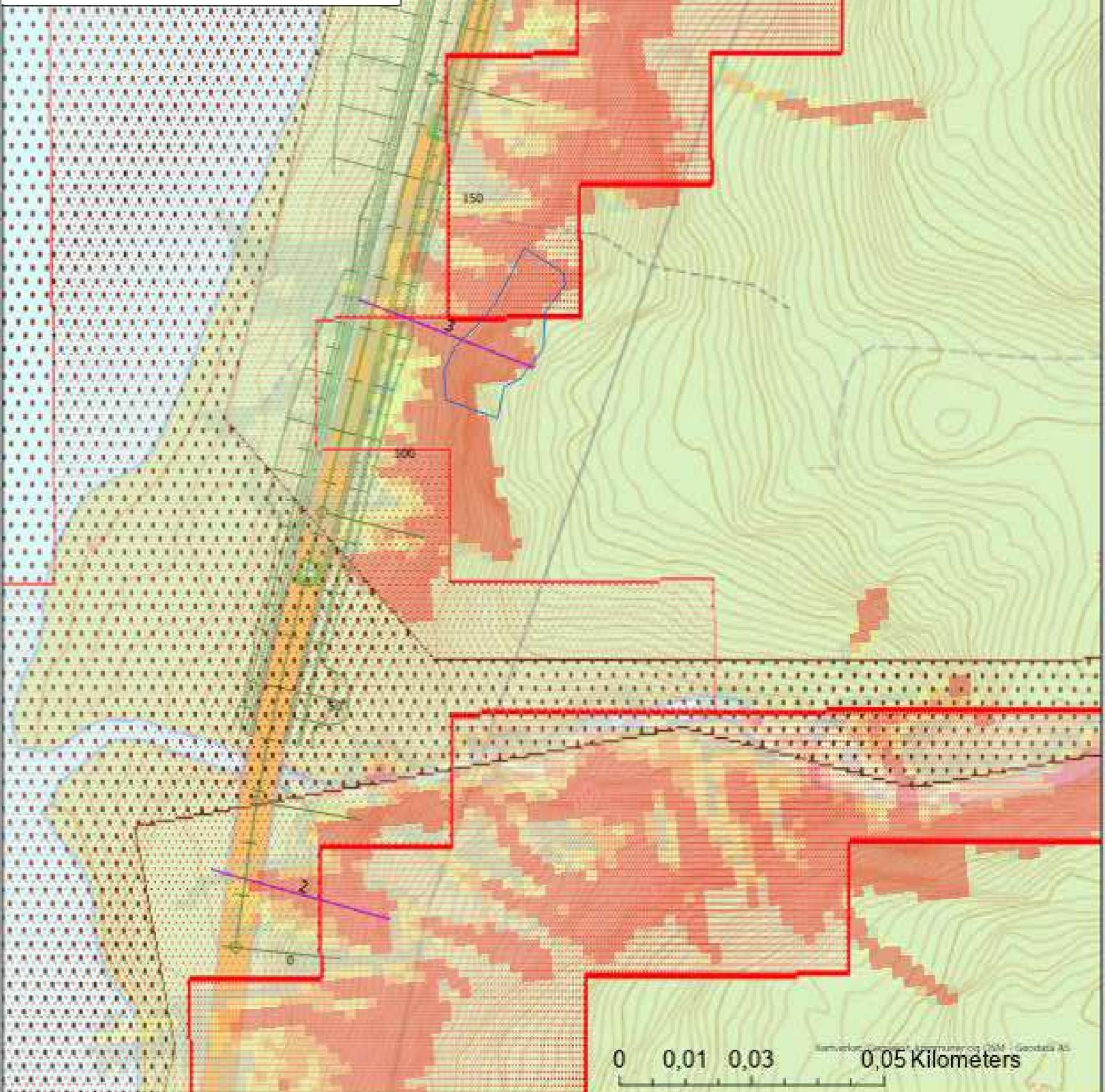
Tilsvarende faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Aktsomhetsområder for skred

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

Område: Parsell 2



0 0,01 0,03 0,05 Kilometers

Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

- RocFall-profil
- Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

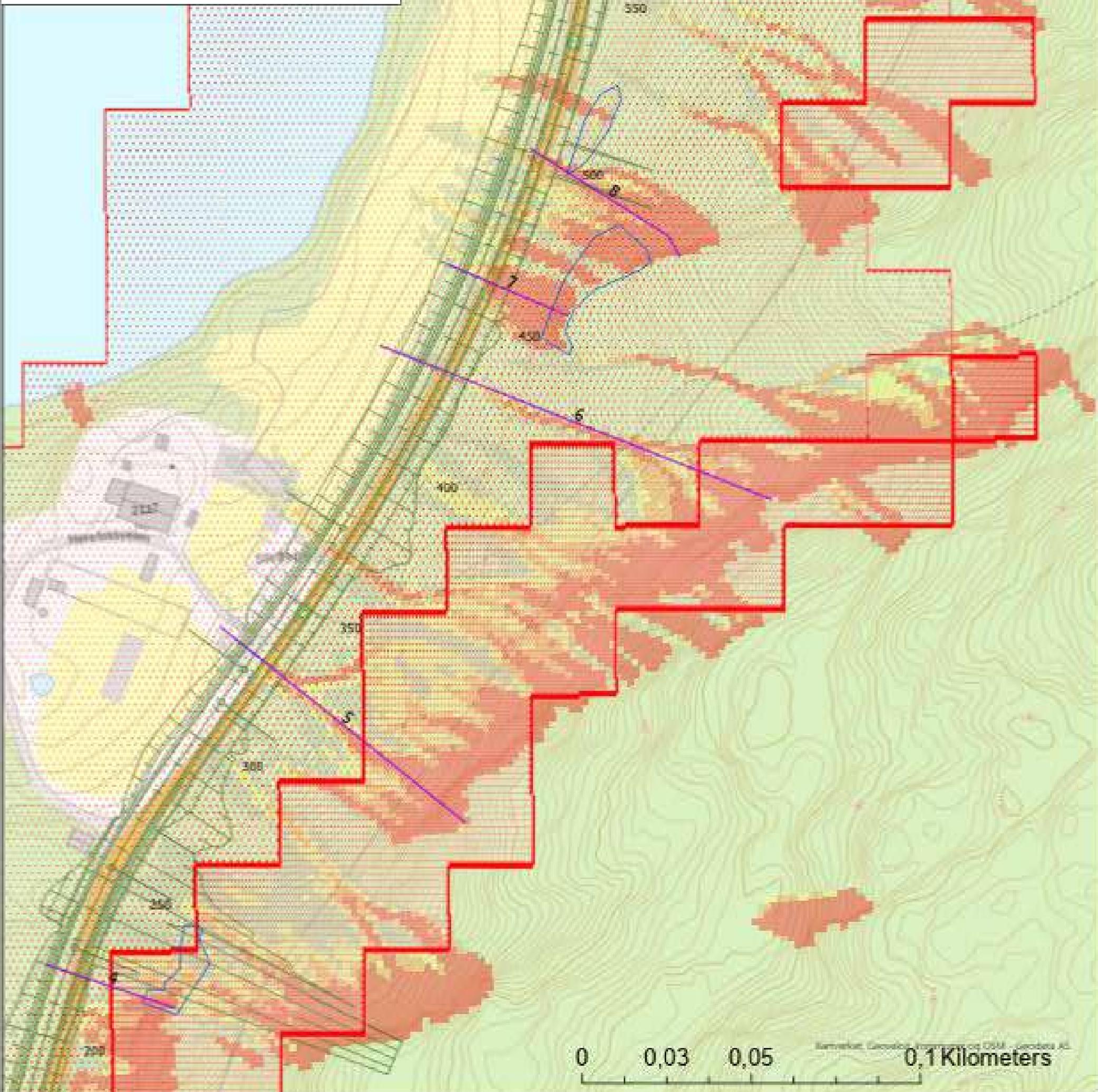
Tilsvarende faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

Aktsomhetsområder for skred

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

Område: Parsell 2



Vedlegg 4 - Skredutsatte områder

Tegnforklaring

- RocFall-profil
- Områder som bør inspiseres, renskes og eventuelt sikres

Steinsprangmodellering i Rockyfor3D

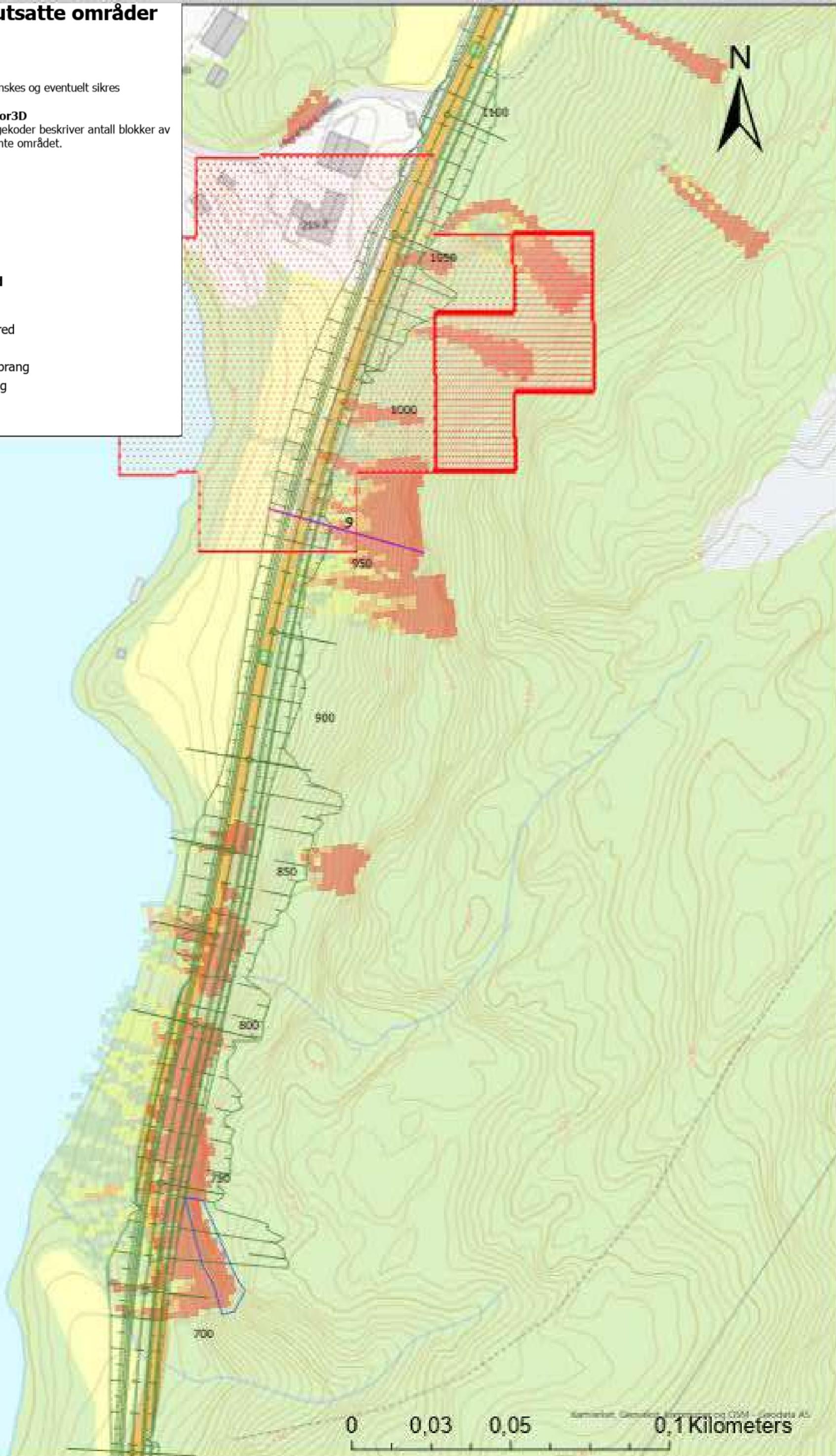
Tilsvarende faresone 1/100. Verdier/fargekoder beskriver antall blokker av 100 som har nådd frem til det bestemte området.

- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100

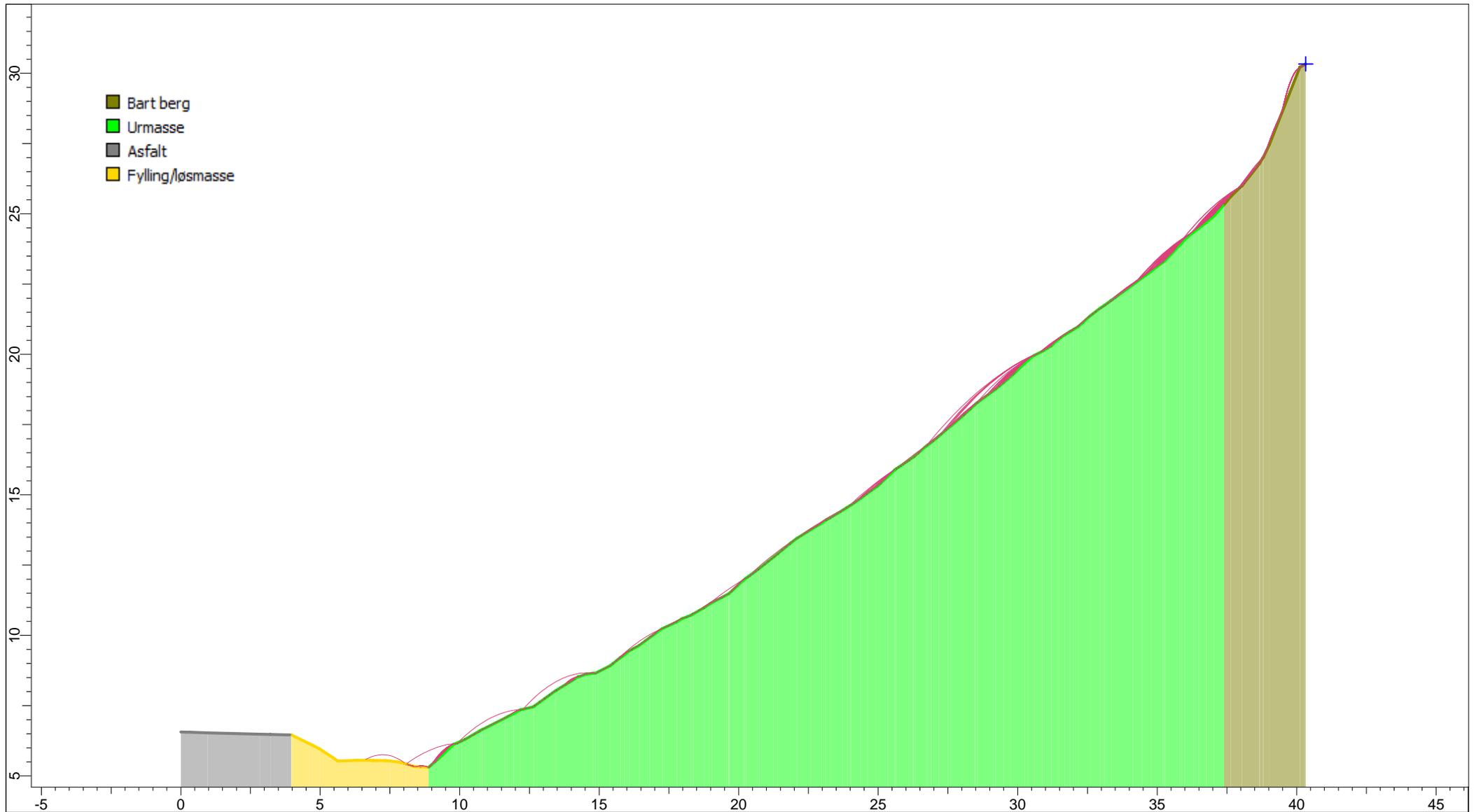
Aktsomhetsområder for skred

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

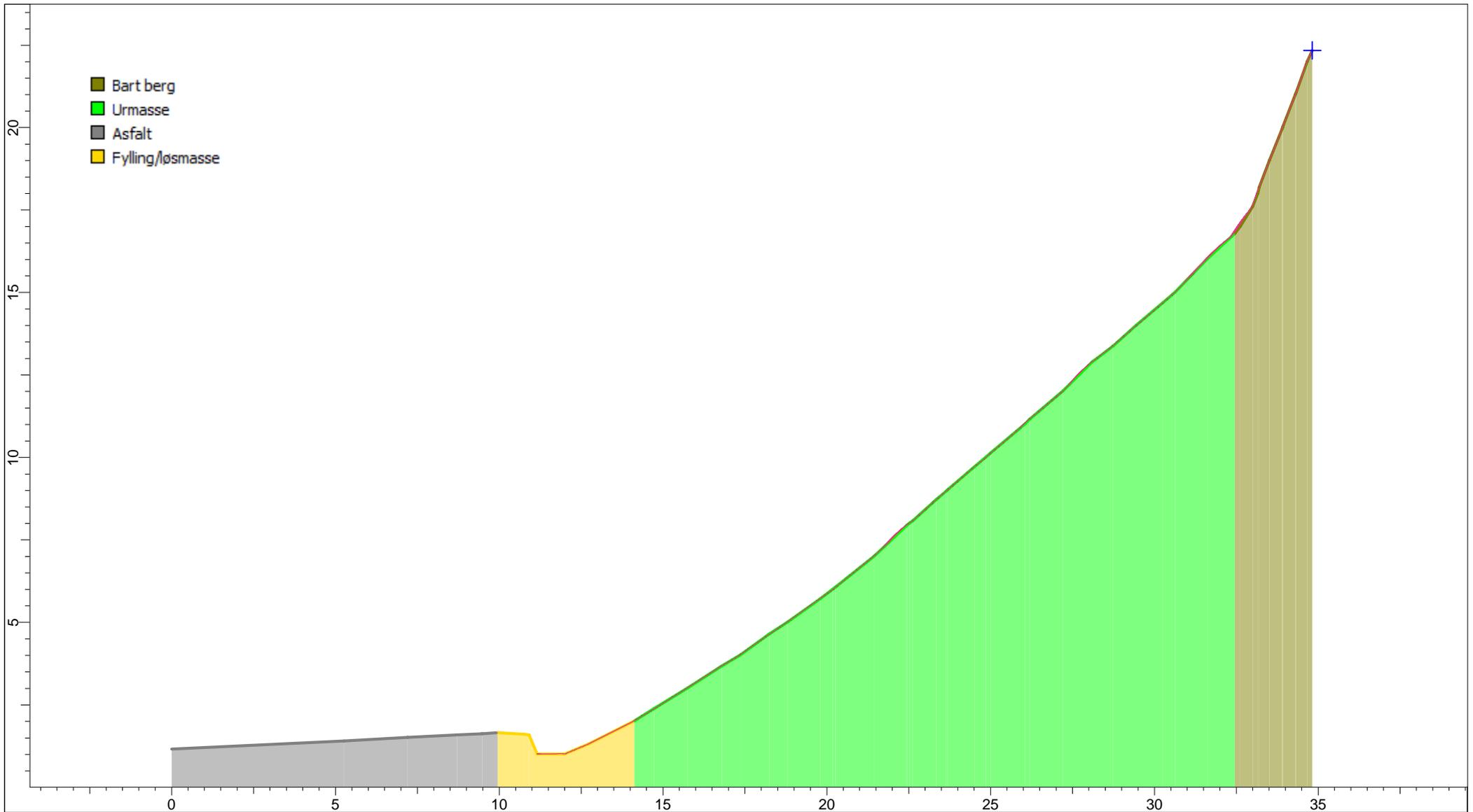
Område: Parsell 2



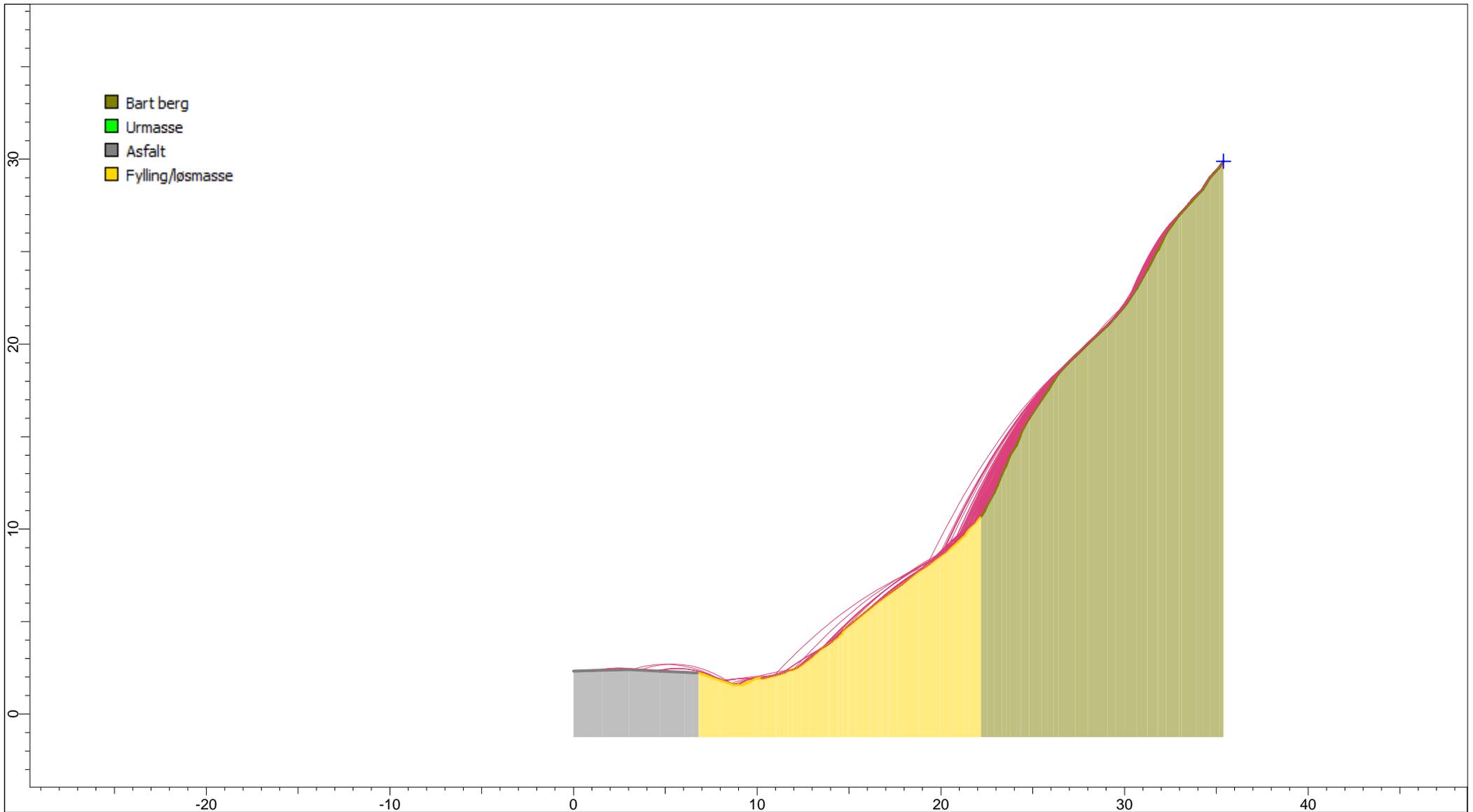
Vedlegg 5 - RocFall-profiler



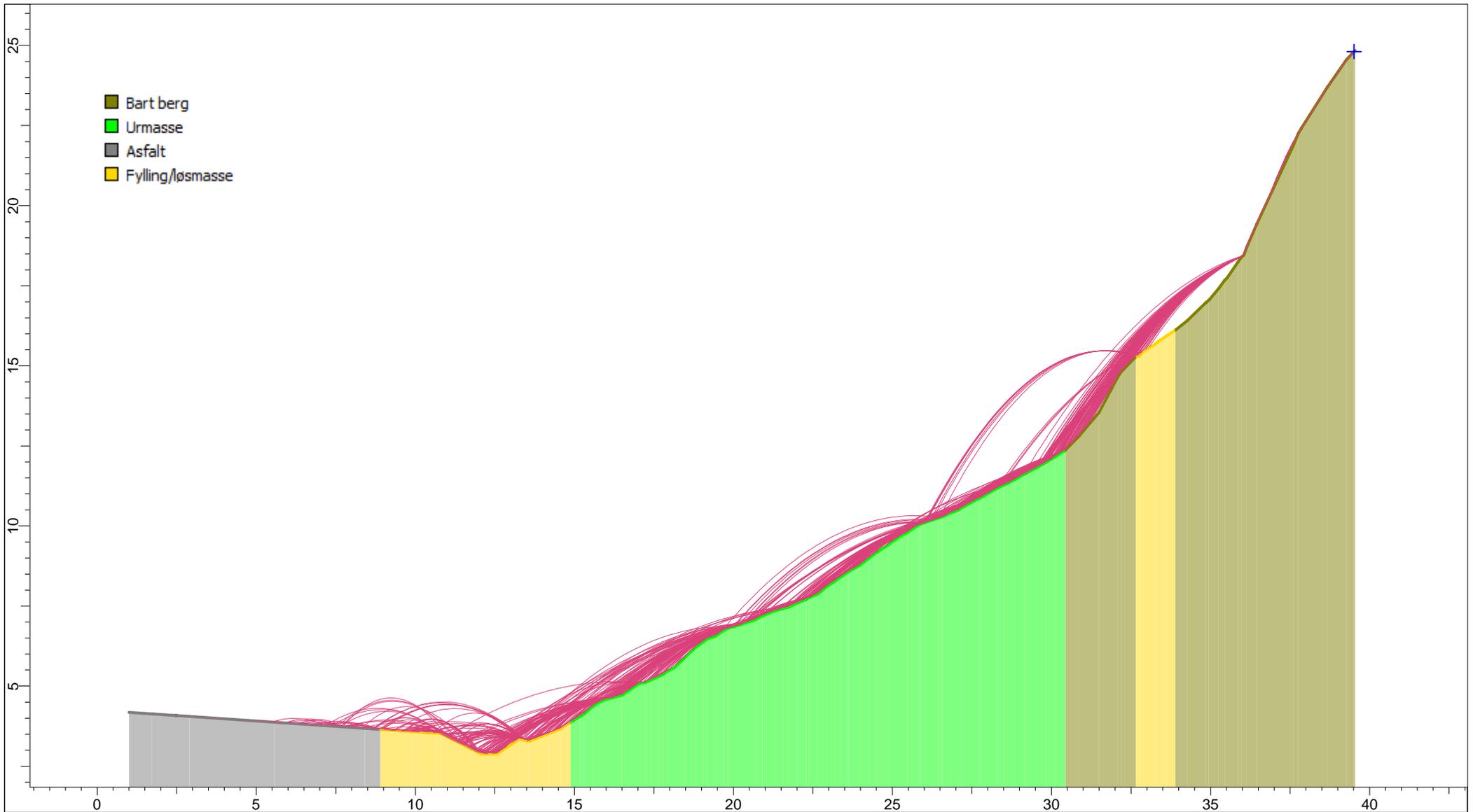
	Project			10225918_Rv_41			
	Analysis Description						
	Drawn By			Ingvild Sangesland		Company	Sweco Norge AS
	Date			23.03.2022, 13:21:50		File Name	Profil 1.fal8



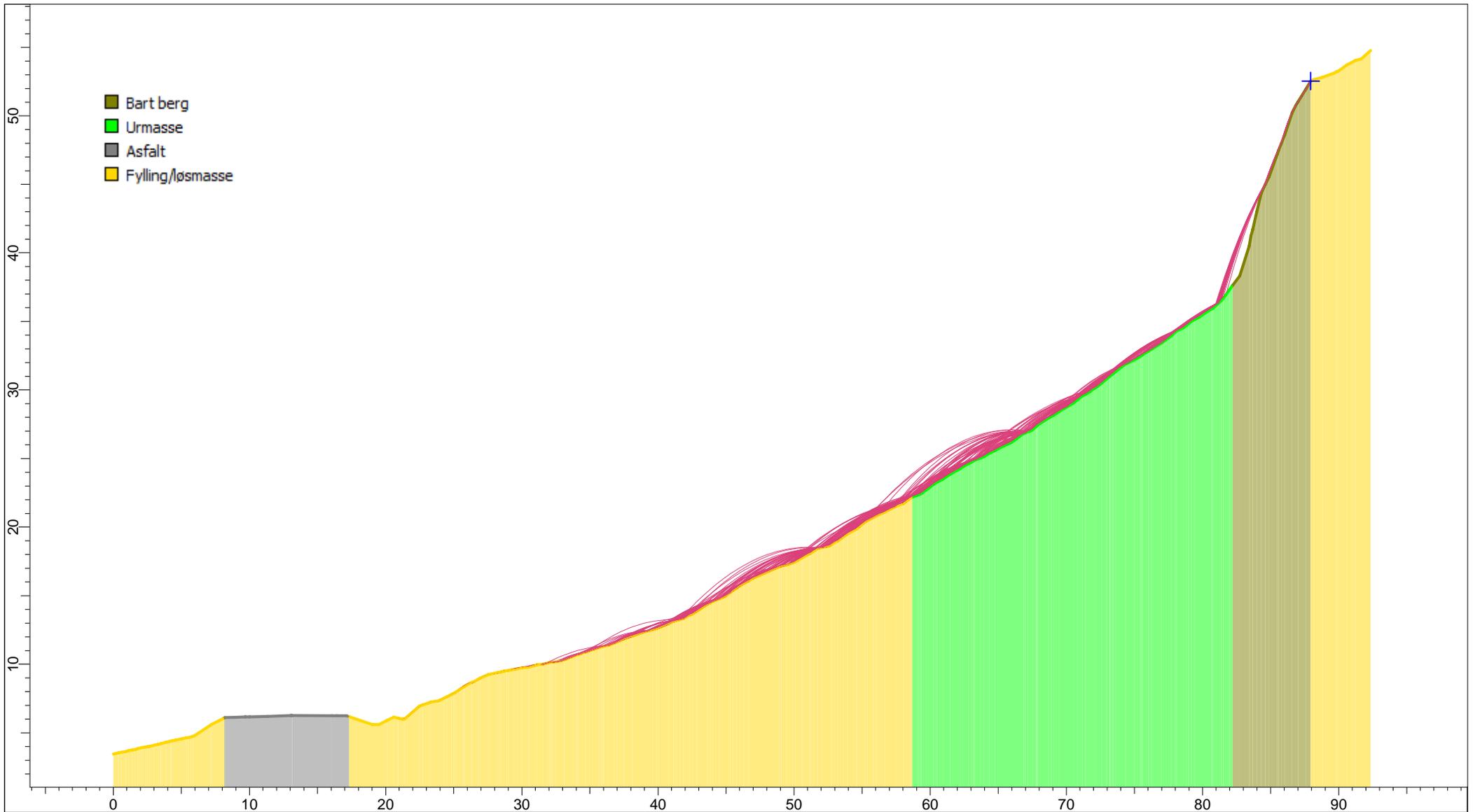
	<i>Project</i> 10225918_Rv_41	
	<i>Analysis Description</i>	
	<i>Drawn By</i> Ingvild Sangesland	<i>Company</i> Sweco Norge AS
	<i>Date</i> 23.03.2022, 14:16:06	<i>File Name</i> Profil 2.fal8



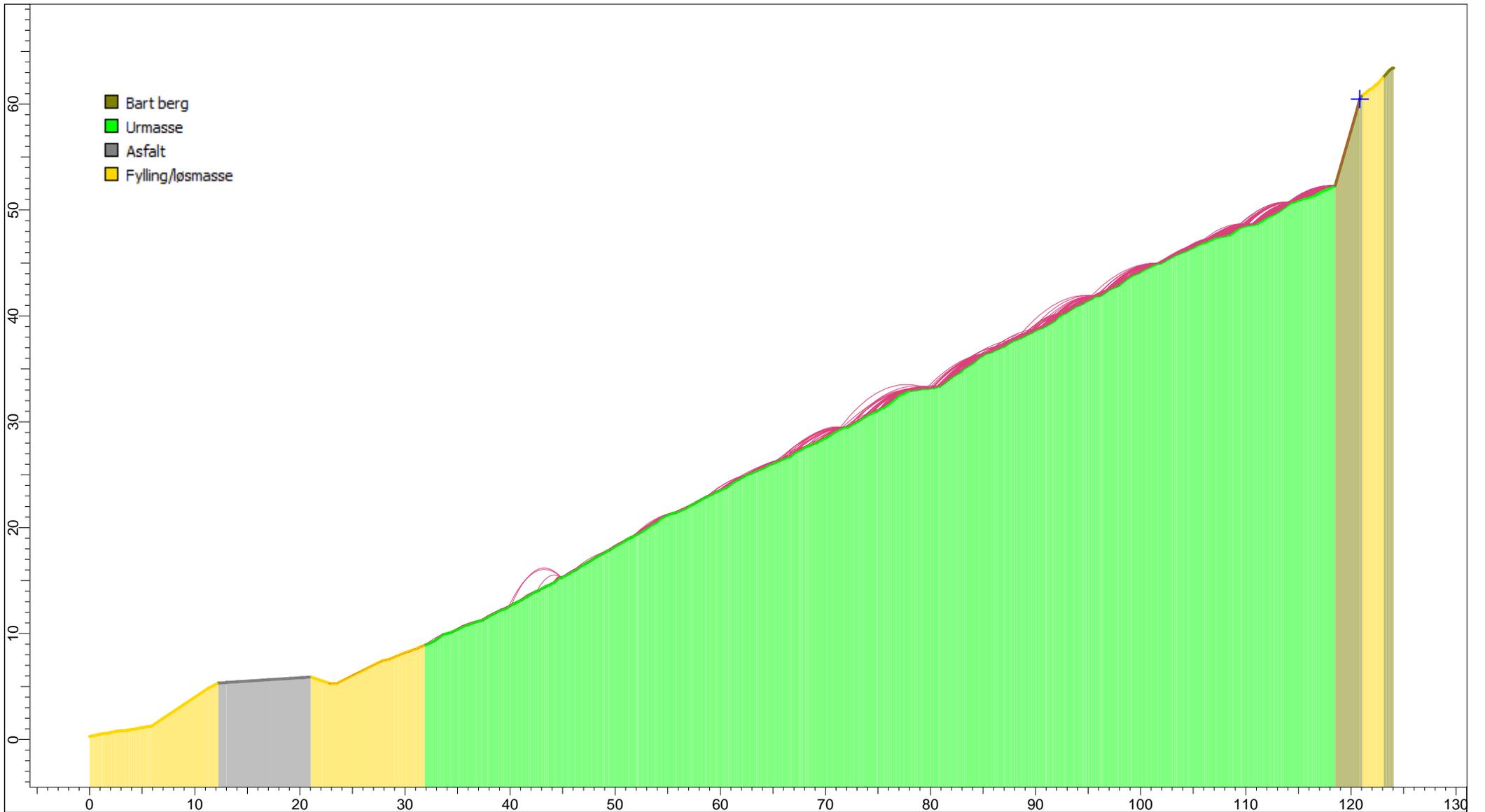
	Project		10225918_Rv_41		
	Analysis Description				
	Drawn By		Ingvild Sangesland	Company	Sweco.Norge AS
	Date		23.03.2022, 14:22:42	File Name	Profil 3.fal8



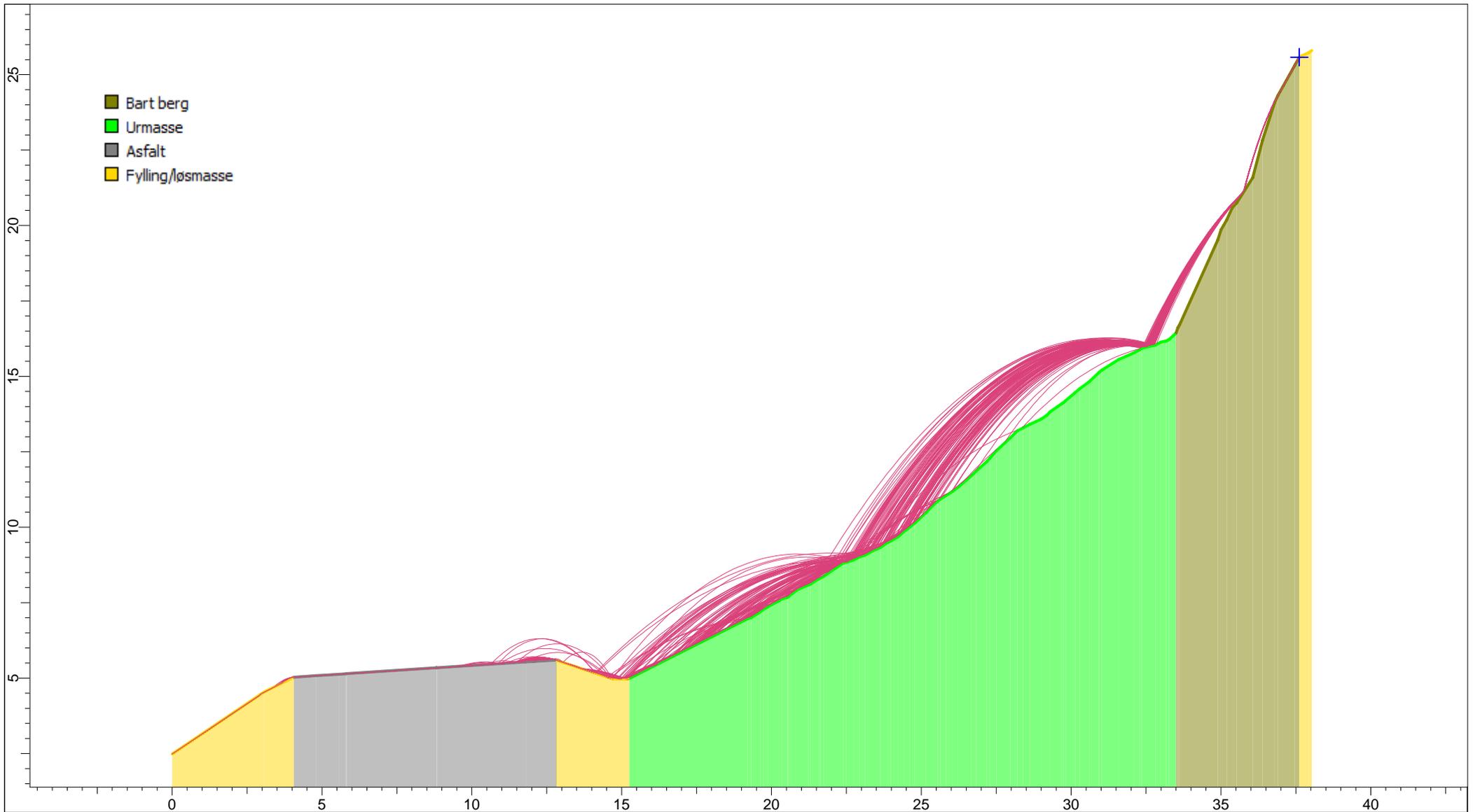
	<i>Project</i> 10225918_Rv_41	
	<i>Analysis Description</i>	
	<i>Drawn By</i> Ingvild Sangesland	<i>Company</i> Sweco Norge AS
	<i>Date</i> 23.03.2022, 14:29:36	<i>File Name</i> Profil 4.fal8



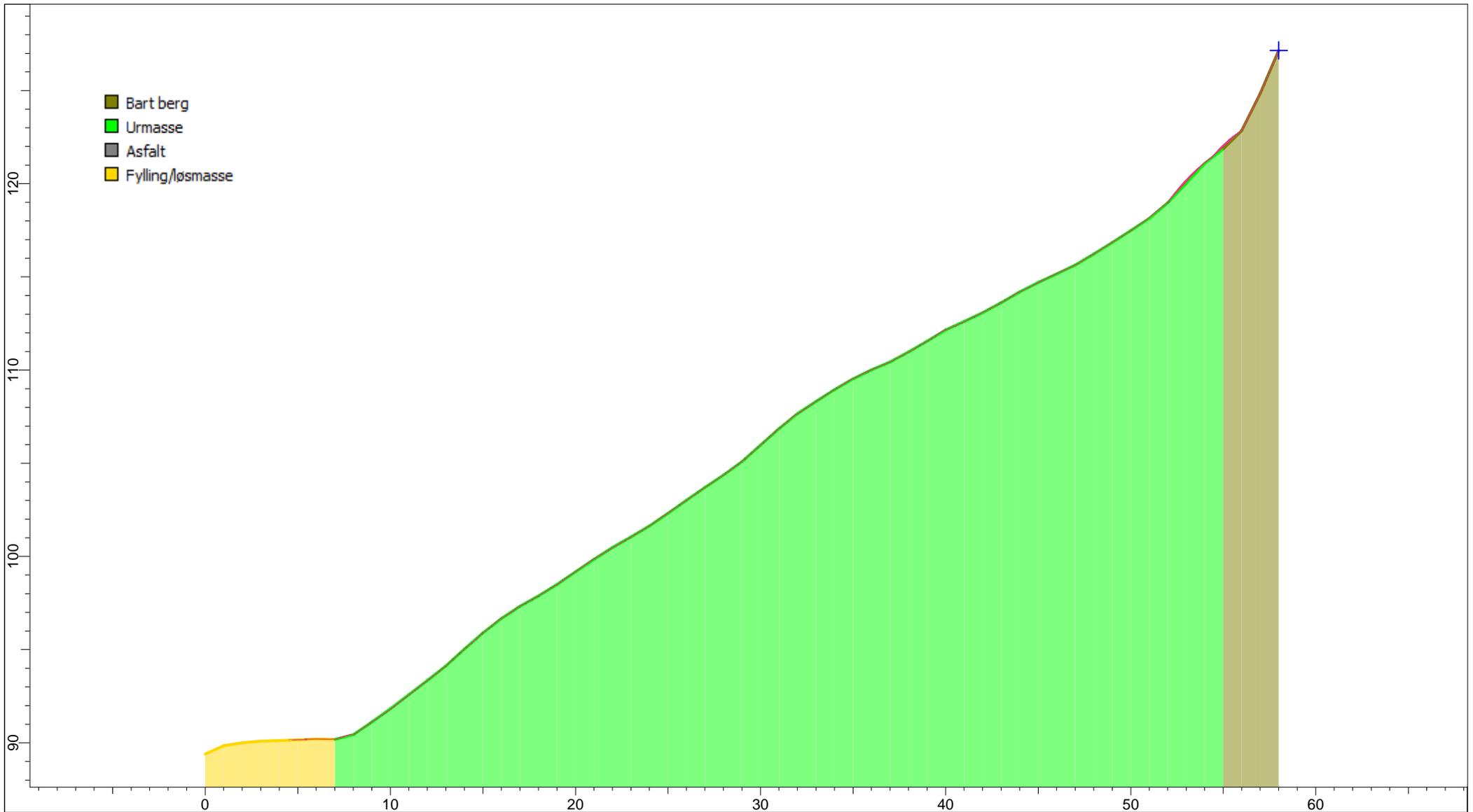
	Project		10225918_Rv_41		
	Analysis Description				
	Drawn By		Ingvild Sangesland	Company	Sweco Norge AS
	Date		23.03.2022, 14:36:00	File Name	Profil 5.fal8



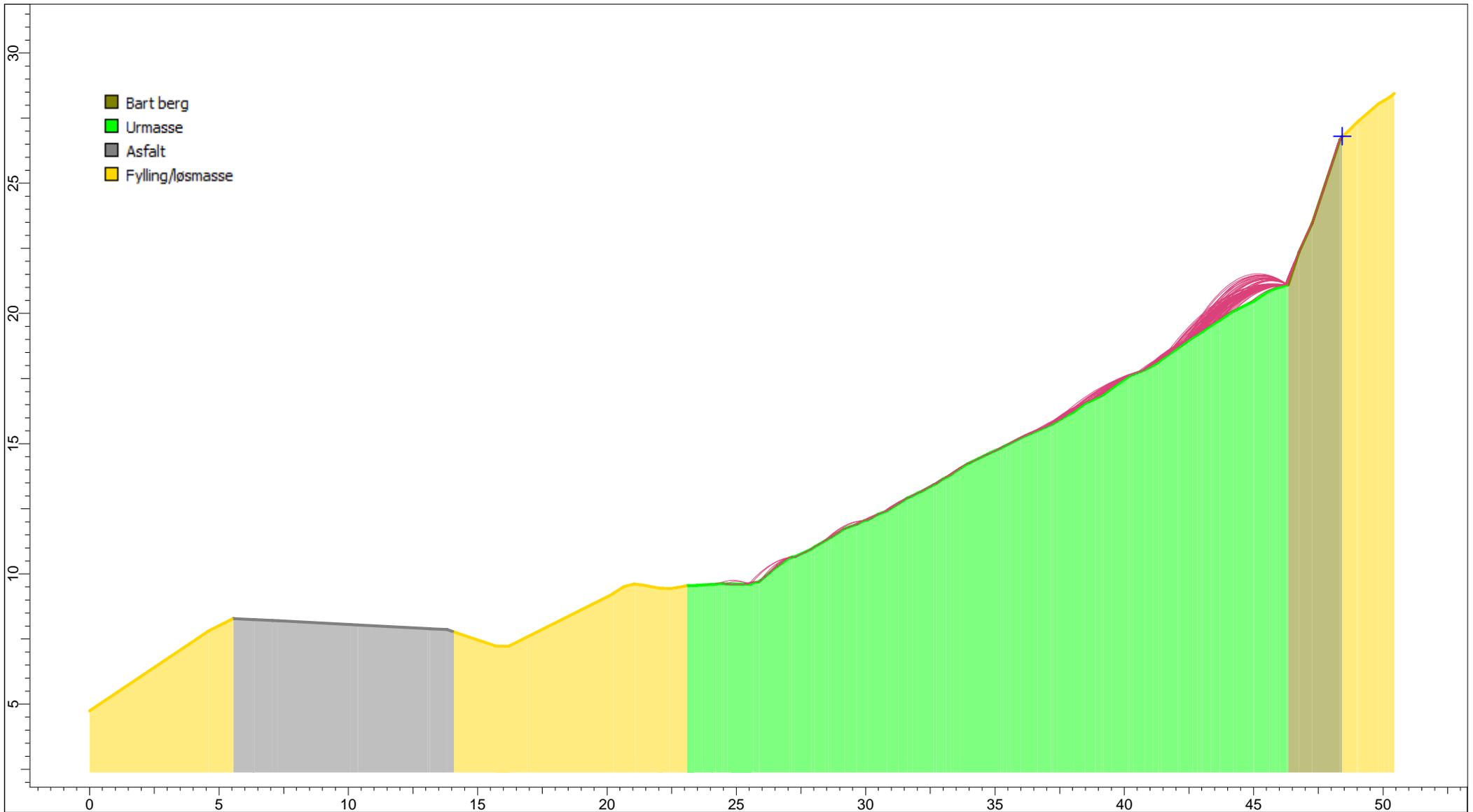
	<i>Project</i> 10225918_Rv_41	
	<i>Analysis Description</i>	
	<i>Drawn By</i> Ingvild Sangesland	<i>Company</i> Sweco Norge AS
	<i>Date</i> 23.03.2022, 14:45:57	<i>File Name</i> Profil 6.fal8



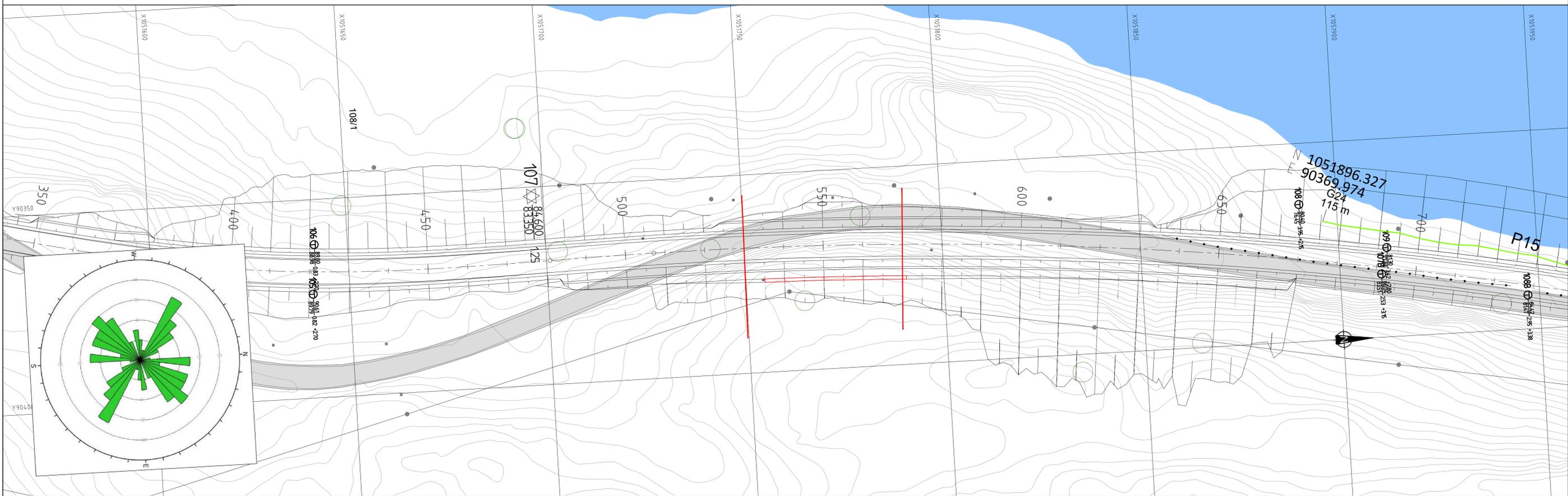
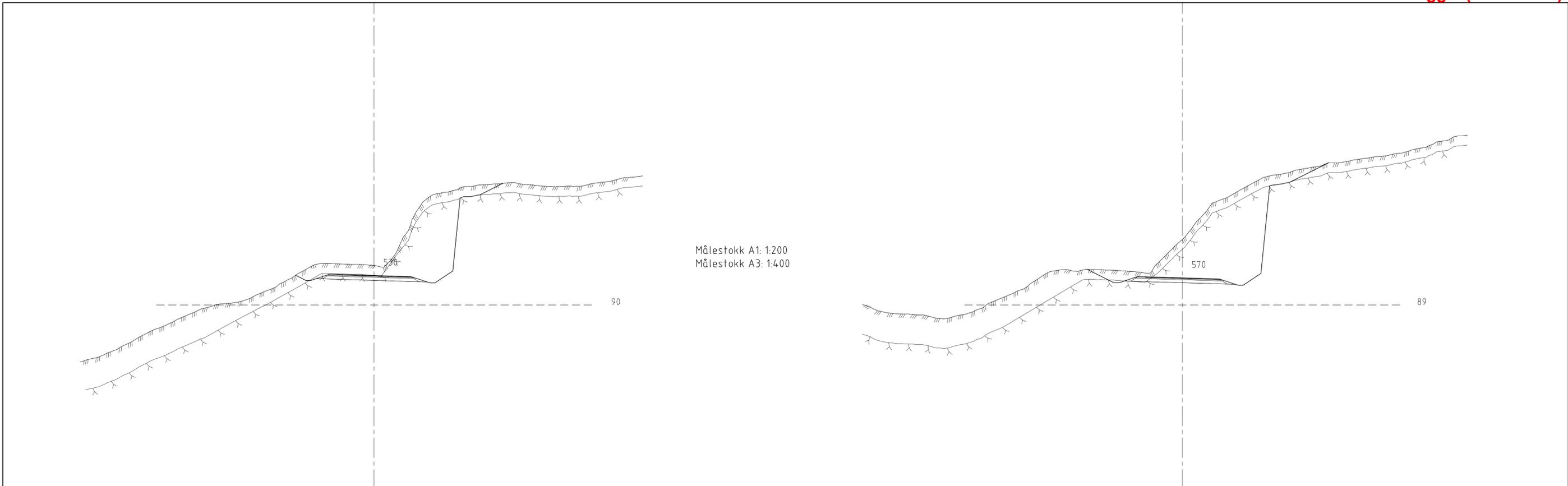
	Project		10225918_Rv_41		
	Analysis Description				
	Drawn By		Ingvild Sanesland	Company	
	Date		23.03.2022, 14:49:56	File Name	
			Sweco Norge AS		
			Profil 7.fal8		



	Project		10225918_Rv_41		
	Analysis Description				
	Drawn By		Ingvild Sangesland	Company	Sweco Norge AS
	Date		24.03.2022, 08:59:01	File Name	Profil 8.fal8



	Project		10225918_Rv_41	
	Analysis Description			
	Drawn By	Ingvild Sangesland	Company	Sweco Norge AS
	Date	23.03.2022, 14:53:21	File Name	Profil 9.fal8



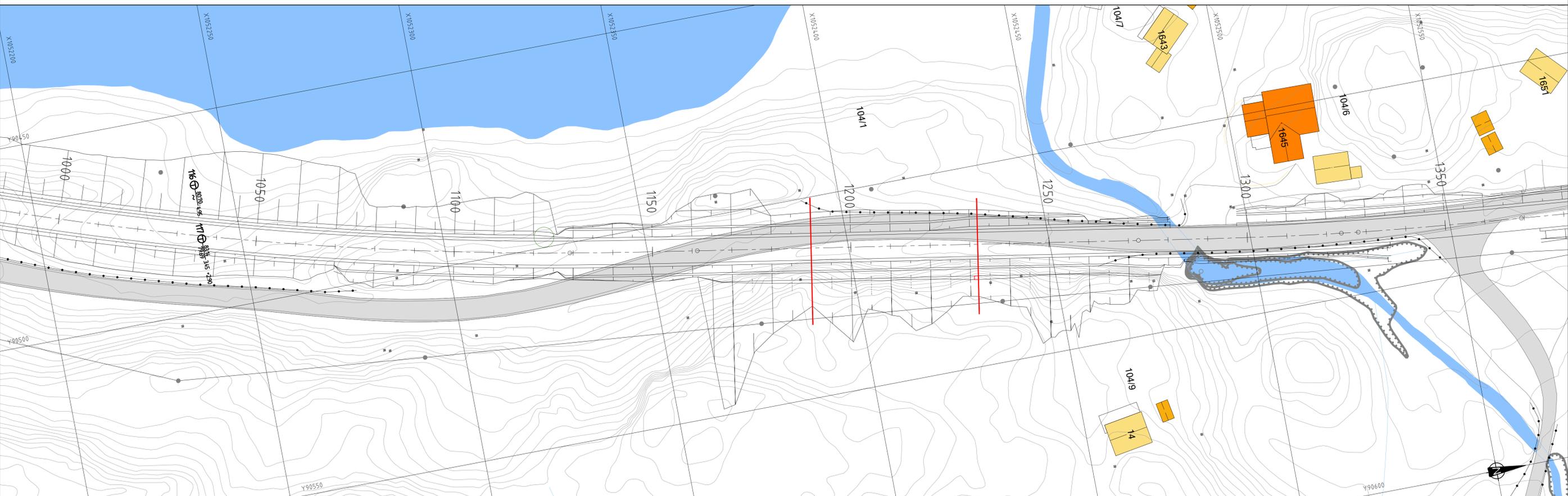
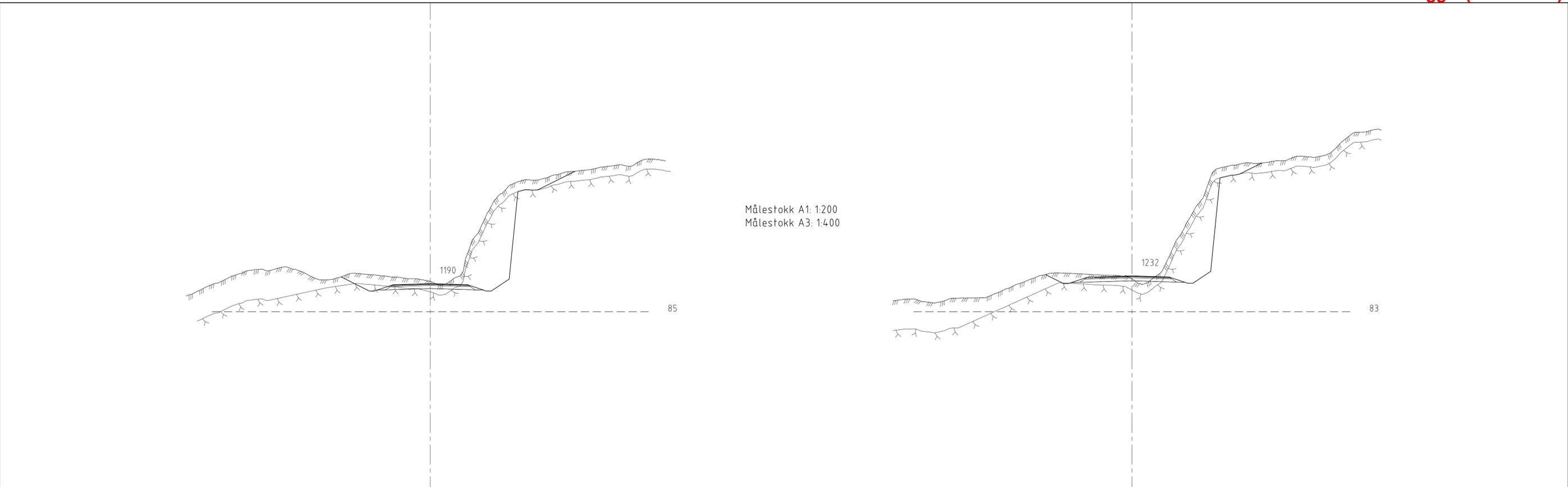
Tegnforklaring

- PX — Seismikk
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- ⊕ Totalsondering
- ☆ Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Herefossgranitt

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	31.03.2022
Statens Vegvesen			Målestokk	1:500 i A1	1:1000 i A3	Format A1
Rv. 41: Søre Herefoss - Engebu			Oppdragsleder:	Toni Skagestad Sinnes		
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSKJÆRINGER			Oppdragsnr.	10225918		
Fagrapport ingeniørgeologi			Disiplin	Løpenummer	Status	Rev
Sweco Norge AS Kjøpveien 10 B, 4032 Krodalensås TLF: 38 17 86 66 FAX: 38 17 86 66			G	V1001	B	00



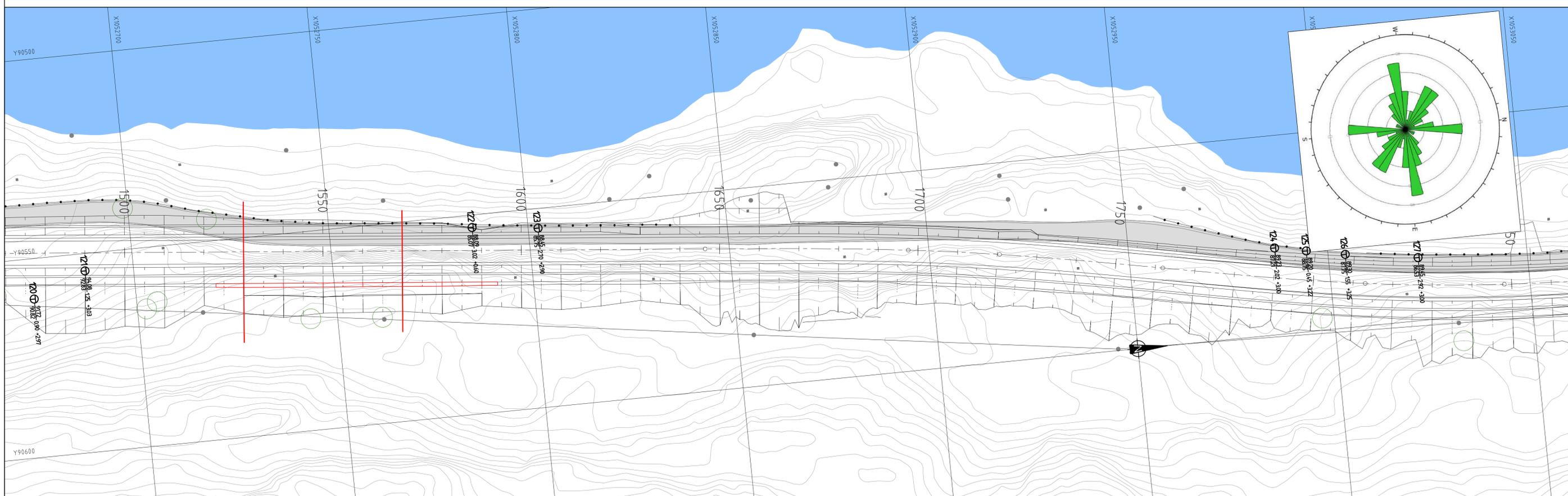
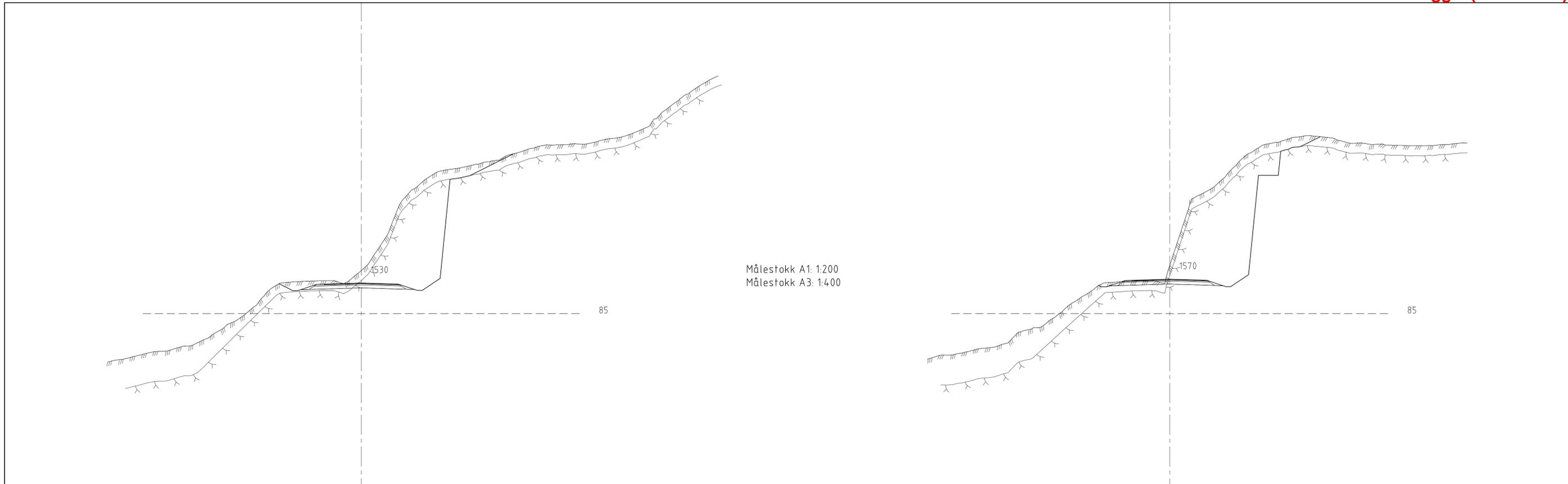
Tegnforklaring

- PX — Seismikk
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- ⊕ Totalsondering
- ✱ Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Herefossgranitt

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	31.03.2022
Statens Vegvesen			Målestokk	1:500 i A1 1:1000 i A3		Format A1
Rv. 41: Søre Herefoss - Engebu			Oppdragsleder:	Toni Skagestad Sinnes		
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSK JÆRINGER			Oppdragsnr.:	10225918		
Fagrapport ingeniørgeologi			Disiplin	Løpenummer	Status	Rev.
Sweco Norge AS Kjøpervei 10 B, 4030 Kristiansund S TLF: 38 17 88 66 FAX: 38 17 88 66			G	V1002	B	00



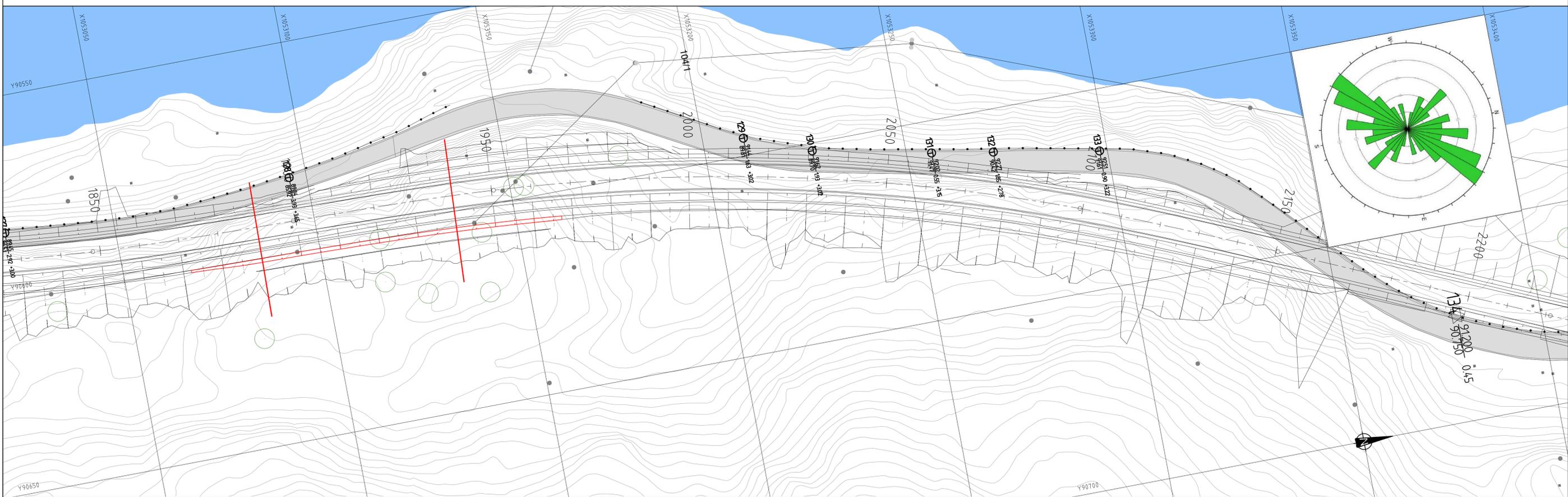
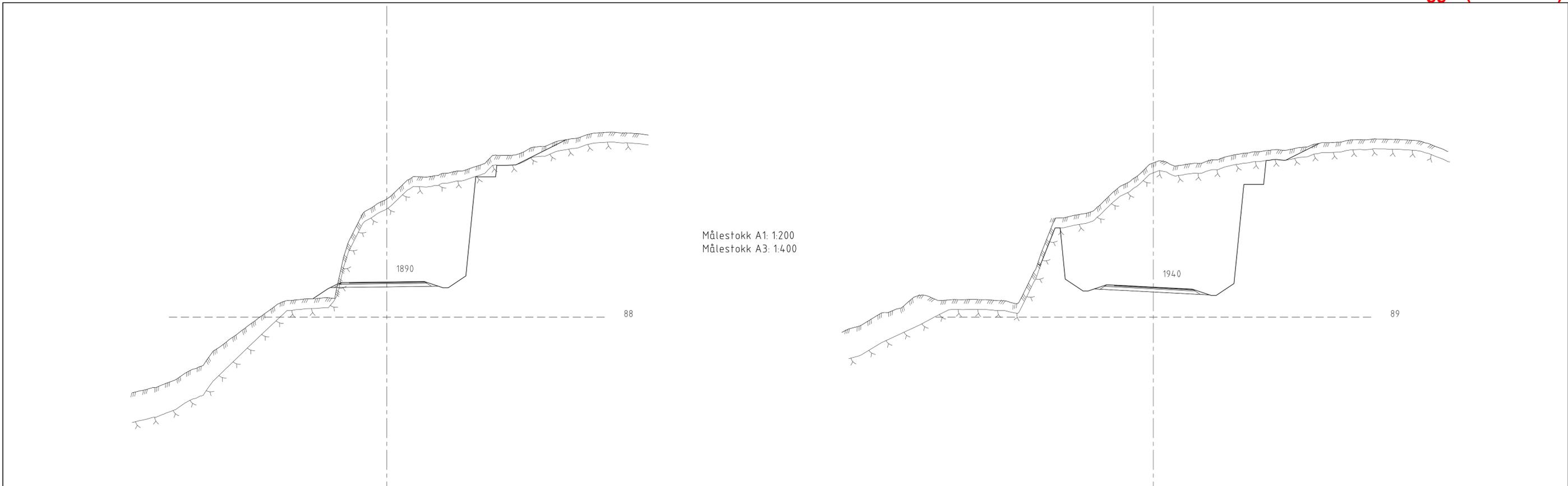
Tegnforklaring

- PX — Seismikk
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- ⊕ Totalsondering
- ☆ Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Herefossgranitt

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Statens Vegvesen			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	31.03.2022
Rv. 41: Søre Herefoss - Engebu			Målestokk	1:500 i A1	1:1000 i A3	Format A1
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSK JÆRINGER			Oppdragsleder:	Toni Skagestad Sinnes		
Fagrapport ingeniørgeologi			Oppdragsnr.	10225918		
SWECO		Sweco Norge AS Kjelleren 10 B, 4032 Kristiansund S Tlf: 38 17 88 66 Fax: 38 17 88 66	Disiplin	Løpenummer	Status	Rev
			G	V1003	B	00



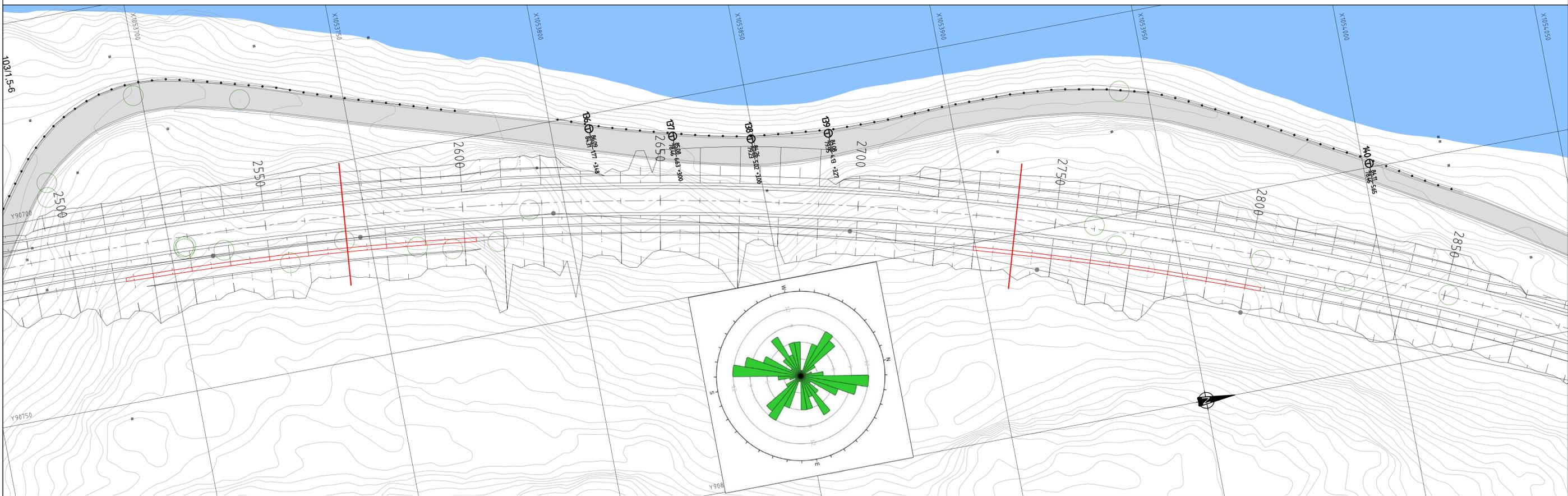
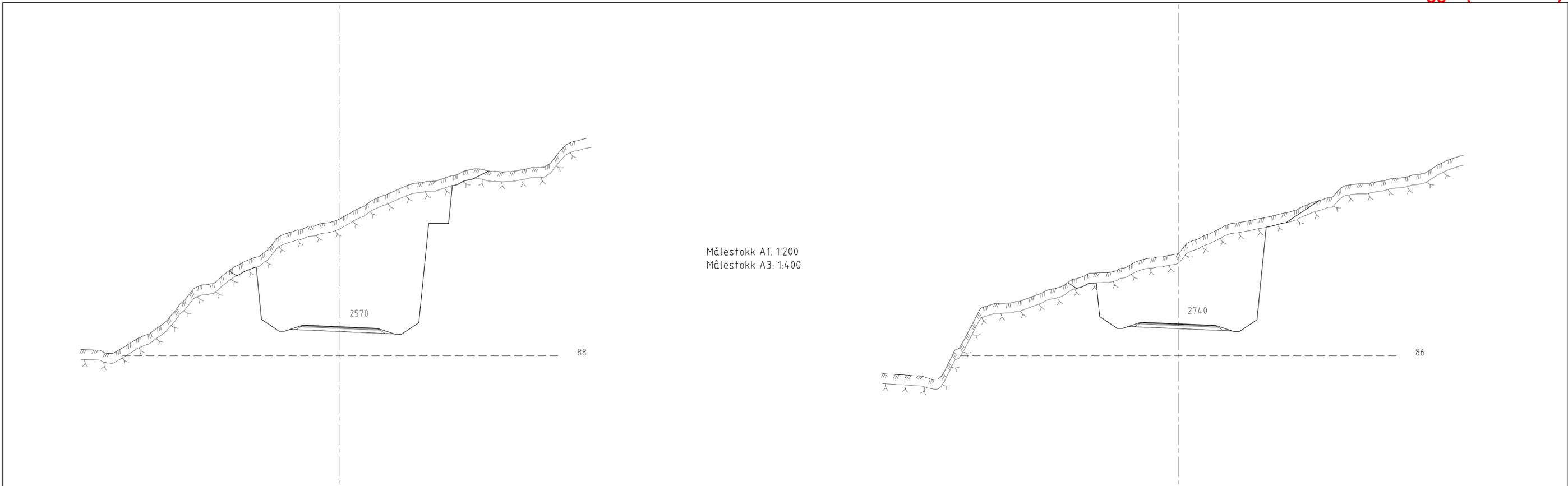
Tegnforklaring

- PX — Seismikk
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- ⊕ Totalsondering
- ✱ Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Herefossgranitt

Status	Rev.	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
Statens Vegvesen			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	31.03.2022
Rv. 41: Søre Herefoss - Engebu			Målestokk	1:500 i A1	1:1000 i A3	Format A1
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSK JÆRINGER			Oppdragsleder:	Toni Skagestad Sinnes		
Fagrapport ingeniørgeologi			Oppdragsnr.	10225918		
			Disiplin	Løpenummer	Status	Rev
Sweco Norge AS Kjøperive 10 B, 4032 Kristiansand S TLF: 38 17 86 66 FAX: 38 17 86 66			G	V1004	B	00



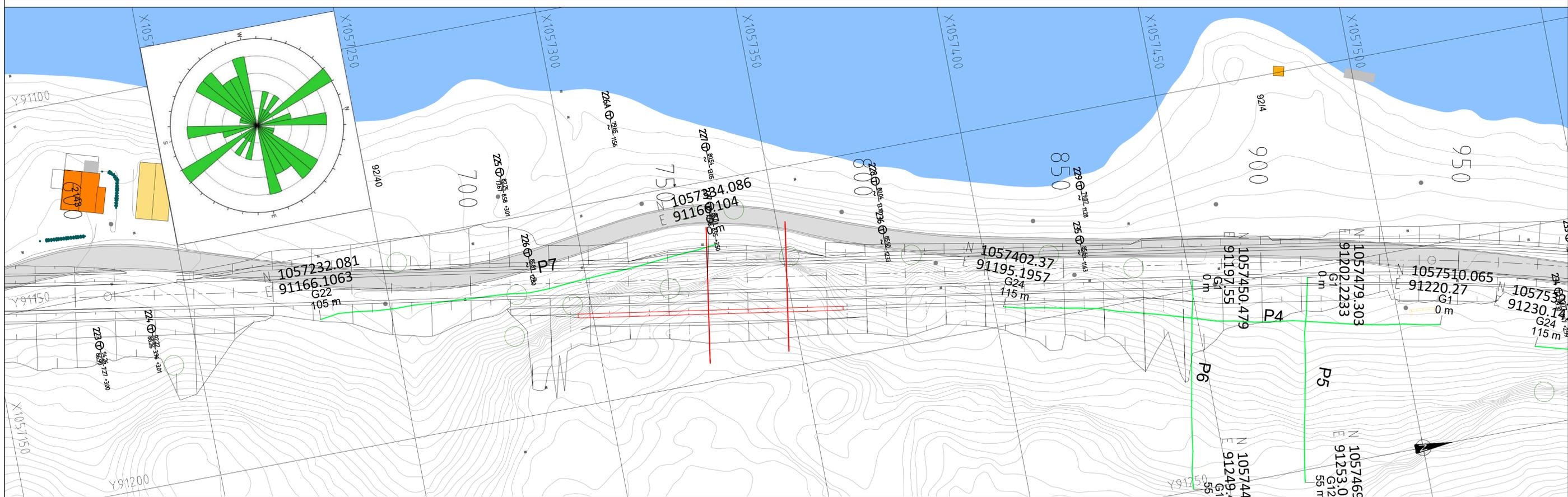
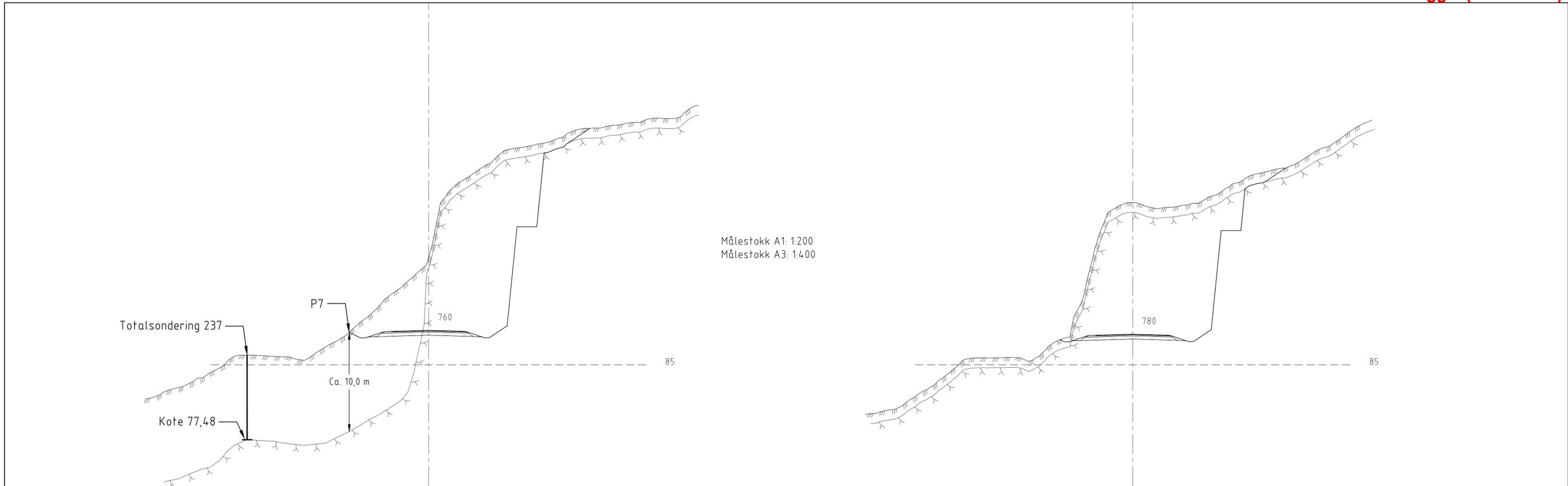
Tegnforklaring

- PX — Seismikk
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- ⊕ Totalsondering
- ✱ Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Herefossgranitt

Status	Rev	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	31.03.2022
Statens Vegvesen			Målestokk	1:500 i A1 1:1000 i A3	Format	A1
Rv. 41: Søre Herefoss - Engebu			Oppdragsleder:	Toni Skagestad Sinnes		
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSK JÆRINGER			Oppdragsnr.	10225918		
Fagrapport ingeniørgeologi			Disiplin	Løpenummer	Status	Rev
			G	V1005	B	00



Tegnforklaring

- PX — Seismikk
- Snittlinje til tverrprofil
- Skjæringer over 10 m
- Kartlagt bergblotning
- ⊕ Totalsondering
- ☆ Håndholdt Kobrakoordinater
- Eksisterende terreng
- Antatt berg

Tegnforklaring/merknader

Bergart: Skarn

Status	Rev	Endring	Utført	Kontr.	Ansv.	Dato
			NOGUNI	NOMOCR	NOTONS	31.03.2022
Statens Vegvesen			Målestokk	1:500 i A1 1:1000 i A3	Format	A1
Rv. 41: Askeana - Smedbakken			Oppdragsleder:	Toni Skagestad Sinnes		
OVERSIKTSPLAN, HØYE BERGSK JÆRINGER			Oppdragsnr.	10225918		
Fagrapport ingeniørgologi			Disiplin	Løpenummer	Status	Rev
SWECO			G	V2001	B	00

Sweco Norge AS
Kjellervei 10 B, 4032 Kristiansund S
Tlf: 38 17 88 66 Fax: 38 17 88 68



Seismik Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv

Rapport
Geofysiske undersøkelser

Søkeord:	Refraktionsseismik land	
Uppdrags nr.:	211035	
Rapportnr.:	1	
Oppdragsgivere:	Sweco Norge AS	
Oppdrag / rapport:	Seismik Rv 41 Søre Herrefoss - Hynnekleiv	
Datum:	18.01.2022	
Rapportutdrag:		
<p><u>Geomap Norge AS har på oppdrag av Norconsult AS utført refraktionsseismiske måtninger for projektet Rv 41 Søre Herrefoss - Hynnekleiv. Syftet med måtningarna var att undersöka markförhållanden som løsmassemäktighet och eventuella krosszoner i berget.</u></p> <p><u>Denna rapport behandlar data från femton seismiklinjer vilka tolkats både traditionellt och med inversionsmodellering. Resultaten från de olika tolkningsmetoderna visar på förhållandevis god samstämmighet vilket brukar vara en indikation på att tolkningen stämmer väl överens med verkligheten.</u></p>		
<u>Land/ fylke:</u>	<u>Kommun:</u>	<u>Ort:</u>
Agder	Birkenes	1-1.5 km söder om Herefoss

Table of Contents

1. INLEDNING	1
2. TOLKNINGSMETODER	2
2.1. TRADITIONELL TOLKNING	2
2.2. FÖRKLARING AV SEISMISK TOMOGRAFI	5
3. RESULTAT	7
3.1 SEKTION P1-P7	7
3.2 SEKTION P8-P13	9
3.3 SEKTION P14-P15.....	10
4. FÄLTARBETE	11
5. TEKNSIK DOKUMENTATION	12

RITINGAR:

201035, 0	Plan seismiska sektioner
201035, 1-15	Tolkade sektioner

1. Inledning

Sweco Norge AS jobbar med projektet Rv 41 Søre Herrefoss - Hynnekleiv. För att i delar av denna sträckning få mer information om lösmasseövertäckning och eventuella svaghetszoner i berget har Geomap Norge AS fått i uppdrag att utföra refraktionsseismik. Totalt för detta projekt mättes 15 linjer.

Profilernas placering visas i bilaga 211035-00. De tolkade sektionerna visas i 211035-01 till 211035-15.

2. Tolkningsmetoder

All insamlad seismiskdata har tolkats traditionellt med Sjögrens ABC-metod samt med inversionsmodellering med programvaran ZONDST2D. Bifogat med rapporten finns sektioner från tolkningen. För att tydliggöra skillnader/likheter mellan de olika tolkningsmetoderna är djupberäkningen från den traditionella tolkningen inlagd i inversionsmodelleringen. Nämnas bör att två olika personer oberoende av varandra tolkar med dessa olika tolkningsmetoder. Erfarenhetsmässigt brukar tolkningen mellan de olika metoderna stämma bra överens när datakvaliteten är god och uppvisa större avvik där datakvaliteten är dålig.

2.1. Traditionell tolkning

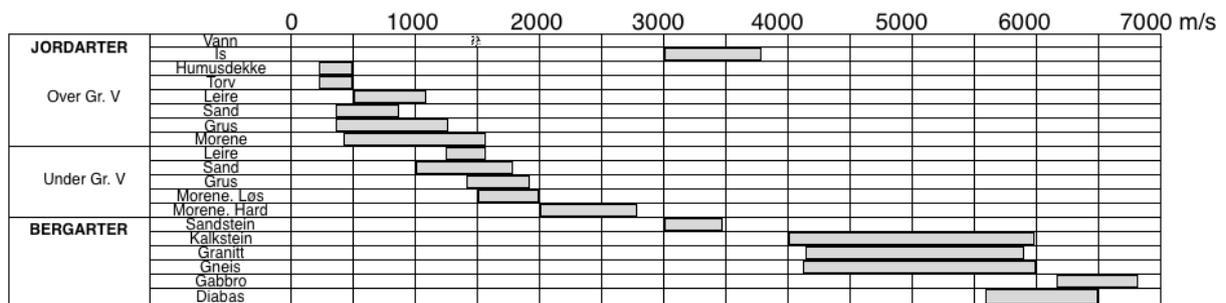
Följande information finns beskrivet i den traditionella tolkningen:

- **Bottenprofil/markyta**
- **Lösmassornas mäktighet**
- **Gränser mellan lösmassor** med olika seismiska hastigheter
- **Berggrundens övre del**
- **Seismisk hastighet i berggrunden.**

Låghastighetszoner, dvs. områden med seismisk ljudhastighet mindre eller lika 4000m/s är markerat.

Seismisk hastighet i lösmassorna är inritade i sektionerna, och beskriver typ av material och packningsgrad. Vattenmättade lösmassor med ljudhastighet 1500-1700 m/s härrör vanligtvis från sorterade material såsom lera, silt eller sand. Vattenmättade lösmassor med ljudhastigheter 1800-2500 m/s härrör vanligtvis från morän.

Seismiska hastigheter i lösmassor och berg, som är representativa för Skandinavien finns beskrivna i tabellen nedan.



Figur 1. Seismiske hastigheter i jord- og bergarter i Skandinavia

Seismisk hastighet i berggrunden (kristallina bergarter) lägre än 4000m/s karakteriseras som låghastighetszoner, och indikerar större uppsprickningsgrad än för bergarten i övrigt. Låghastighetszoner uppträder där det är tektoniska och andra typer svagheter i berggrunden.

I tillägg till att seismiska hastigheter i lösmassor finns uppritat i profilsektionerna, är också seismisk hastighet i berggrunden angivet på planritningen. Dessa hastigheter representerar «bra», ej ytvittrat, berg. I svaghetszoner kan det generellt förväntas en viss osäkerhet av de beräknade jorddjupen, på grund av gradvis övergång från lösmassor till berg.

Mätosäkerhet i djupberäkningarna

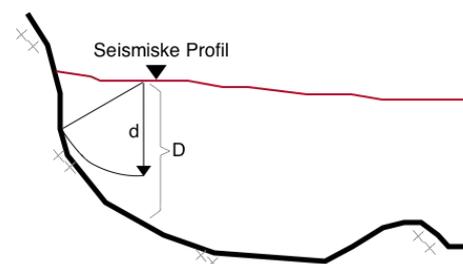
Vid traditionell tolkning av refraktionsseismiska mätningar och användning av 5 m geofon-/hydrofonavstånd och ca. 25 m avstånd mellan skotten är vid gynnsamma förhållanden felmarginalen i djupberäkningarna till bergytan erfarenhetsmässigt följande:

- djup mindre än 10m, standardavvikelse +/-1 m
- djup större än 10m, standardavvikelse +/- 10% av beräknat djup

I detta projekt är dock tolkningen osäkrare

Generellt

Resultaten som är presenterade visar "normaldjupen" d till berg (se illustration). Om bergytan är skrående längs profilen, vill beräkningarna ge närmaste djup till berg. Detaljrikedomen kan ökas genom att mäta kryssande eller parallella profiler.



Seismiska refraktionsmätningar visar seismisk hastighet i den övre delen av berggrunden, och låghastighetszonenes utbredning mot djupet kan variera från plats till plats. I många tillfällen har erfarenhet från tunneldrift visat att zonens bredd avtar mot djupet, medan det vid andra tillfällen har visat sig att zonerna är förhållandevis jämntjocka från ytan och ner till tunnelnivå. Detta bör värderas specifikt vid varje enskilt projekt.

2.2 Förklaring av seismisk tomografi

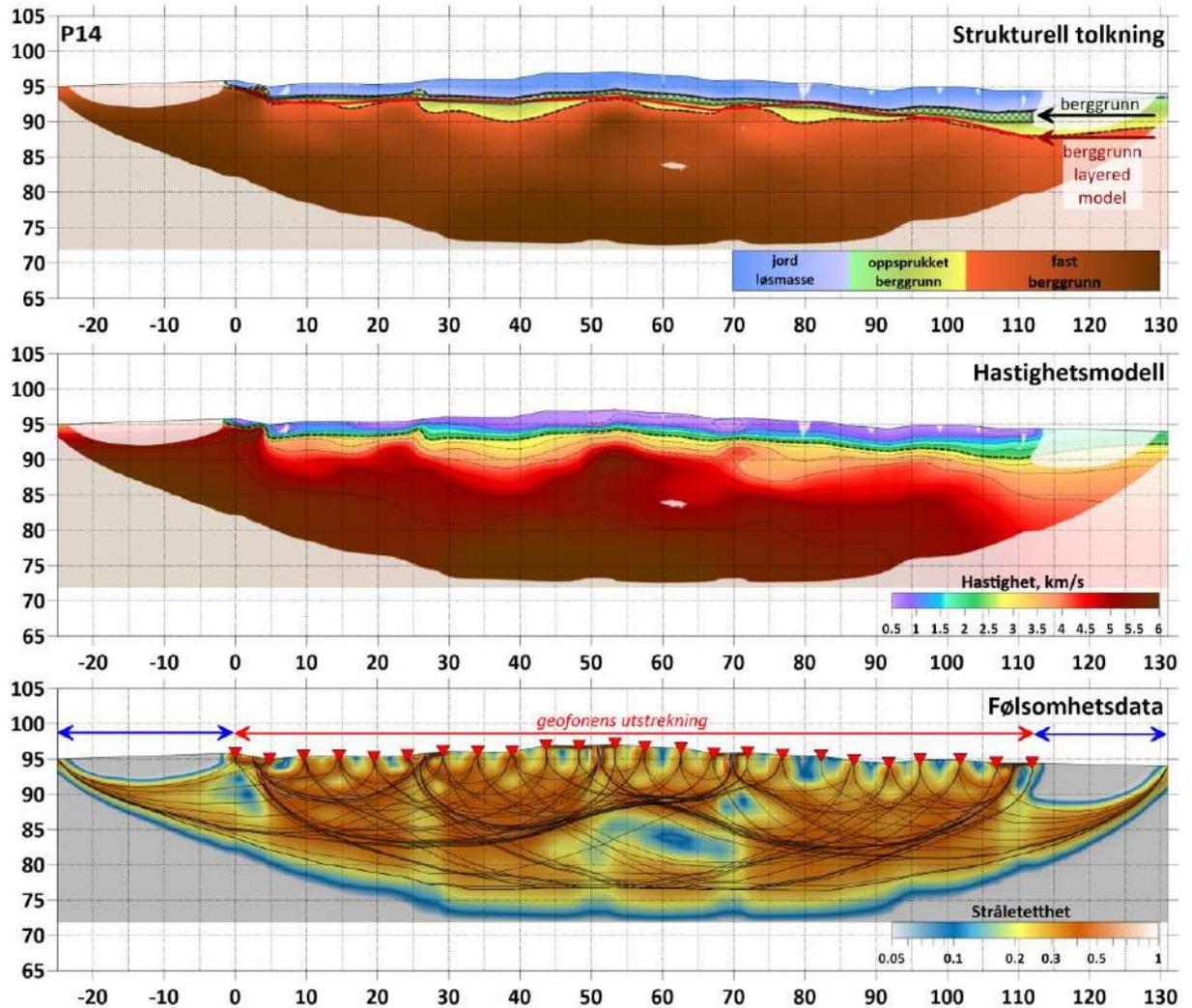
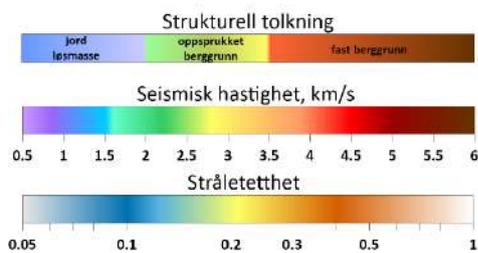


Figure 2. Results of the refraction traveltime seismic tomography

Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- ⊗ svakhetszone - tomografi
- ▨ tolket berggrunnsdybdeintervall



Översta bilden: semi-automatisk förenklad strukturell tolkning från tomografiska seismiska hastigheter. Sediment som exempelvis jord, lera, sand, morän eller “ur” har vanligtvis inte seismiska hastigheter högre än 2.0-2.5 km/s.

Iso-linjerna mellan dessa ljudhastigheter visas skuggad vilket beskriver approximativt djup till berg. Det traditionellt tolkade djupet till berg visas som en röd linje. Det här är ett sätt att beskriva var tolkningen är osäker. Där det grå-skuggade området är smalt samtidigt som det stämmer bra överens med den traditionella tolkningen antas tolkningen vara förhållandevis säker.

Mitten bilden: faktisk seismisk hastighetsfördelning med seismisk tomografisk inversion. Iso-linjer är markerade varje 0.5 km/s.

Understa bilden: Här visas faktiska seismiska strålbågar för hastighetsmodellen. Bakgrundsfärgen beskriver stråltätheten i cellerna. Som standard använder vi celler med horisontell storlek av 1 m och vertikal storlek av 0.25 m vid markytan vilken ökas med 10% med djupet. Baserad på den faktiska stråltätheten blir modellen blank där det saknas seismisk täckning.

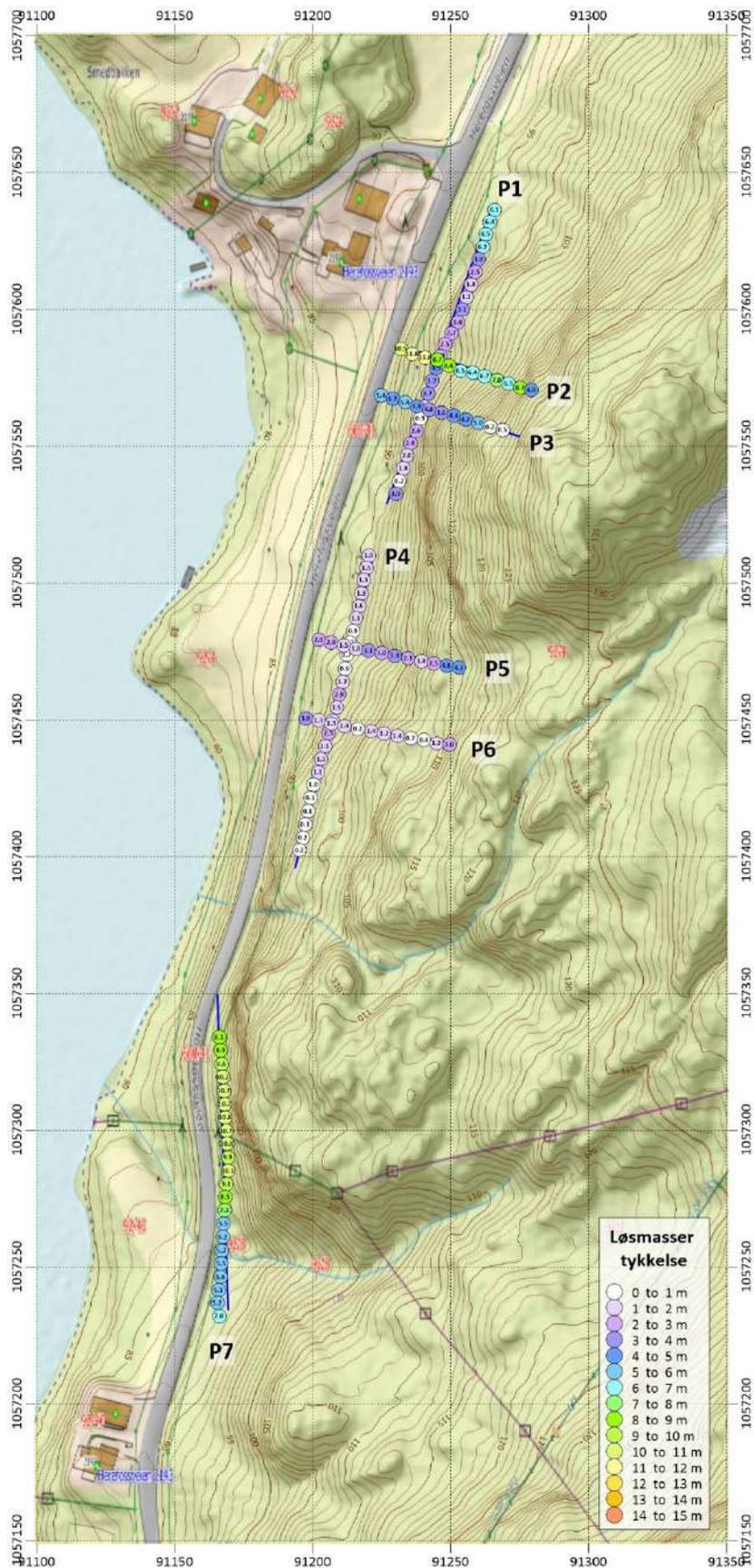
Viktig notering: eftersom seismisk tomografi kräver korsande seismiska strålar för att fungera tillfredsställande är områdena vid ändarna av modellen, utanför geofonutläggen osäker och resultaten därifrån ska inte användas vid tolkning.

3. Resultat

Bifogat visas sektionerna där den översta bilden visar den traditionella tolkningen med det approximativa djupintervallet från inversionsmodelleringen markerat som ett rutnät. Andra bilden visar strukturell tolkning från inversionsmodellen med det traditionellt beräknade djupen till berg markerat som en röd linje. Bild nummer tre visar en tomografisk hastighetsmodell. Bild nummer fyra visar strålgången i hastighetsmodellen, dvs den ger en uppfattning om var modellen är mer eller mindre tillförlitlig.

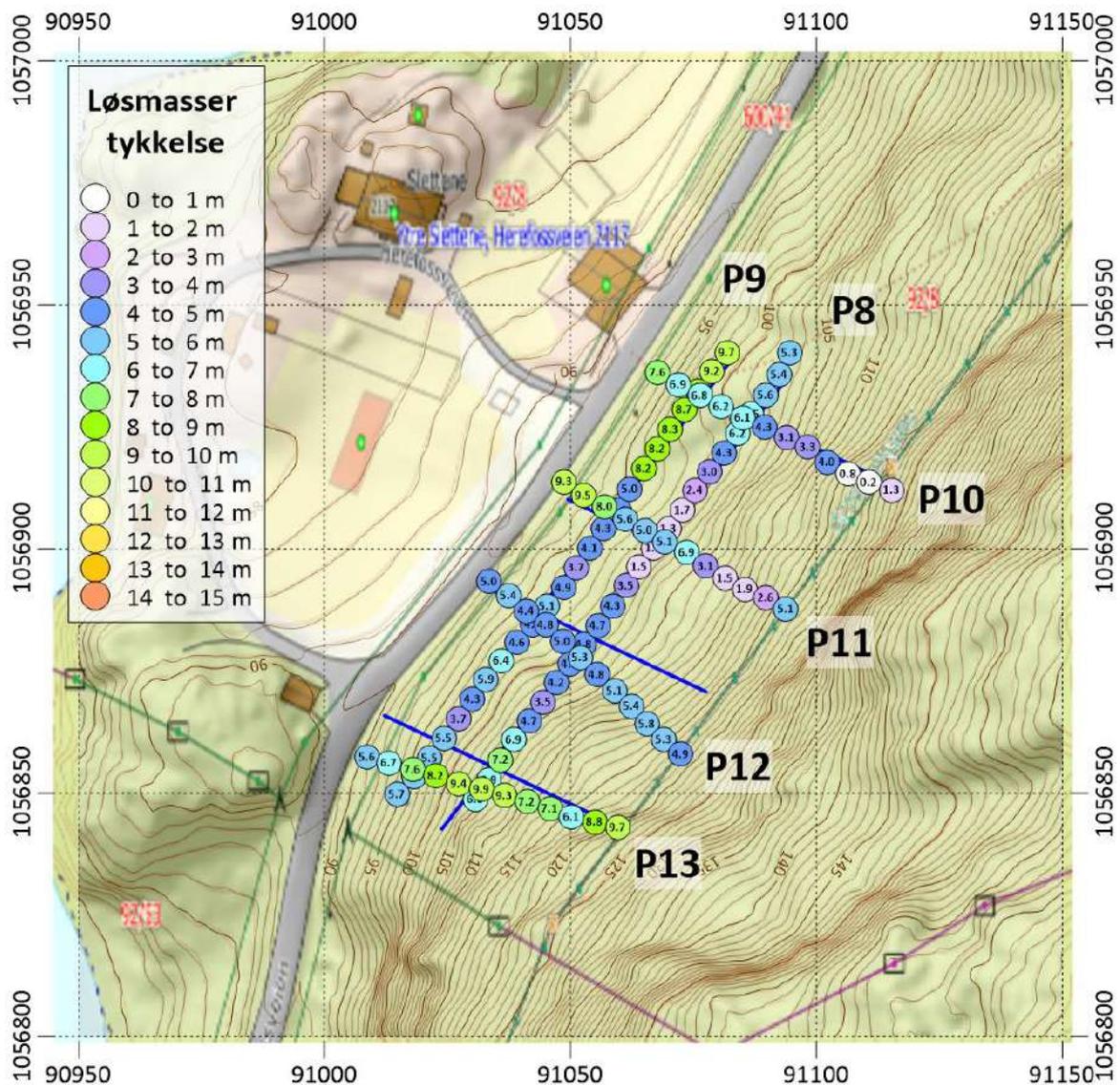
3.1 Sektion P1-P7

P1 korsas av P2 och P3. P 4 korsas av P5 och P6. P7 korsas inte av någon profil. Djupberäkningen från den traditionella tolkningen stämmer generellt väl överens med det approximativa djupet från inversionsmodelleringen. I de korta korsande profilerna är den uppmätta ljudhastigheten i berget lite osäker. Det kan eventuellt vara lite trasigt berg närmast ytan vilket leder till att ljudhastigheterna i berget ökar en bit ner i berget. Det framkom ett par möjliga zoner i berget i den traditionella tolkningen där den markerade zonen i P7 är den troligaste. Denna framkom inte i inversionsmodelleringen.



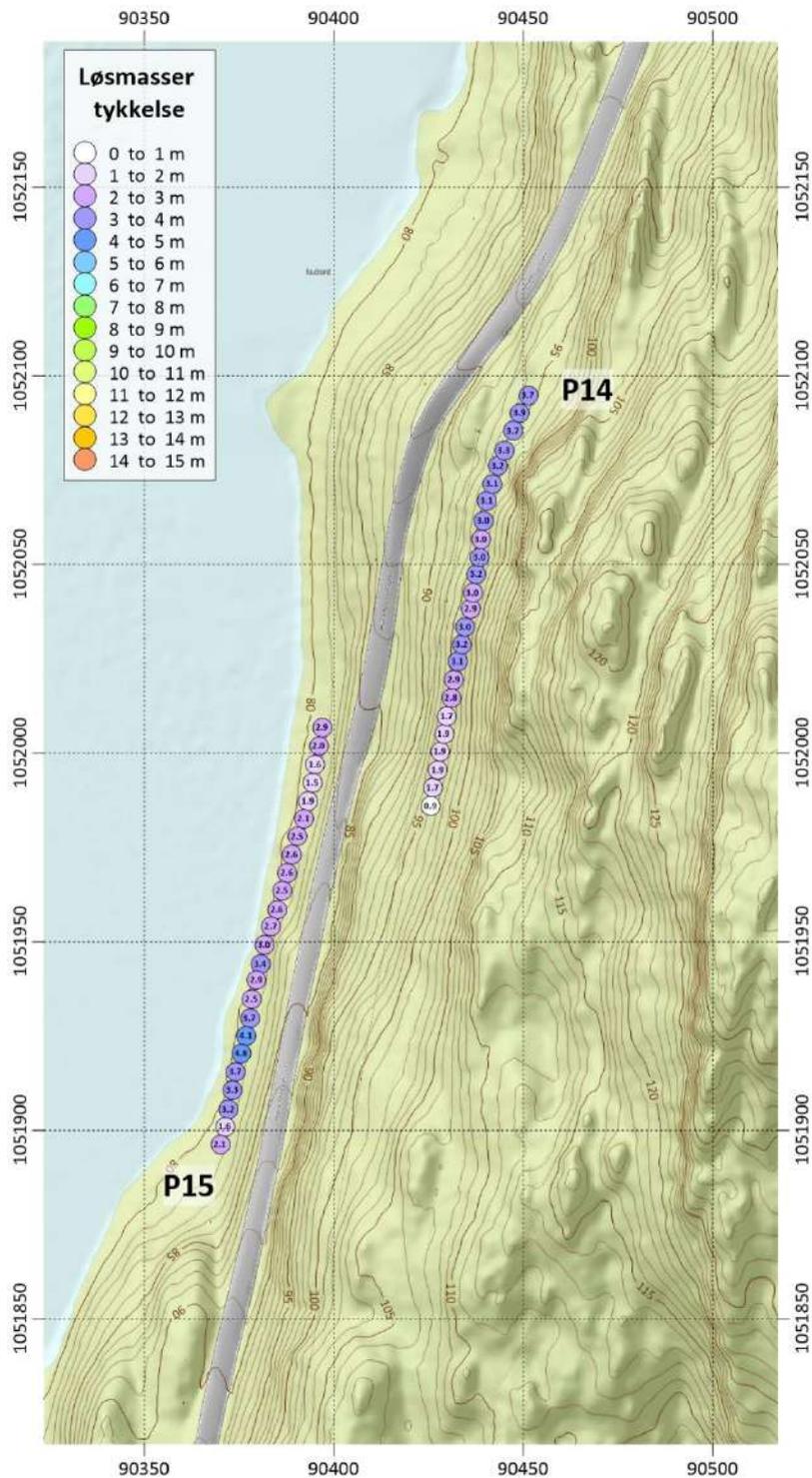
3.2 Sektion P8-P13

P 8 och P9 korsas av de övriga profilerna i detta område. Likt området ovan stämmer den traditionella tolkningen förhållandevis väl överens med inversionsmodelleringen. I P10 visar inversionsmodellen ett ganska brett approximativt djup. Där visar den traditionella tolkningen att djupet går mot de djupare delarna av detta approximativa djup. De uppmätta ljudhastigheterna i berget är i detta område ganska osäkra och delvis antagna för att möjliggöra djupberäkning.



3.3 Sektion P14-P15

I detta område är de tolkade lösmassedjupen generellt små. Ingen tydlig zon framkom i tolkningen men i mitten av P15 är de uppmätta ljudhastigheterna i berget något lägre än i profilerna i övrigt.



4. Fältarbete

Mätningarna utfördes under december 2021. Mätningarna fortlöpte utan olycka på personal eller utrustning.

Det är totalt i detta projekt mätt 15 seismiska linjer. Geomap Norge AS ordnade utsättning och inmätning av dessa. En PASI GEA24 seismograf användes för att registrera data. Under fältarbetet utfördes fortlöpande kontroll och preliminär tolkning/leverering av data.

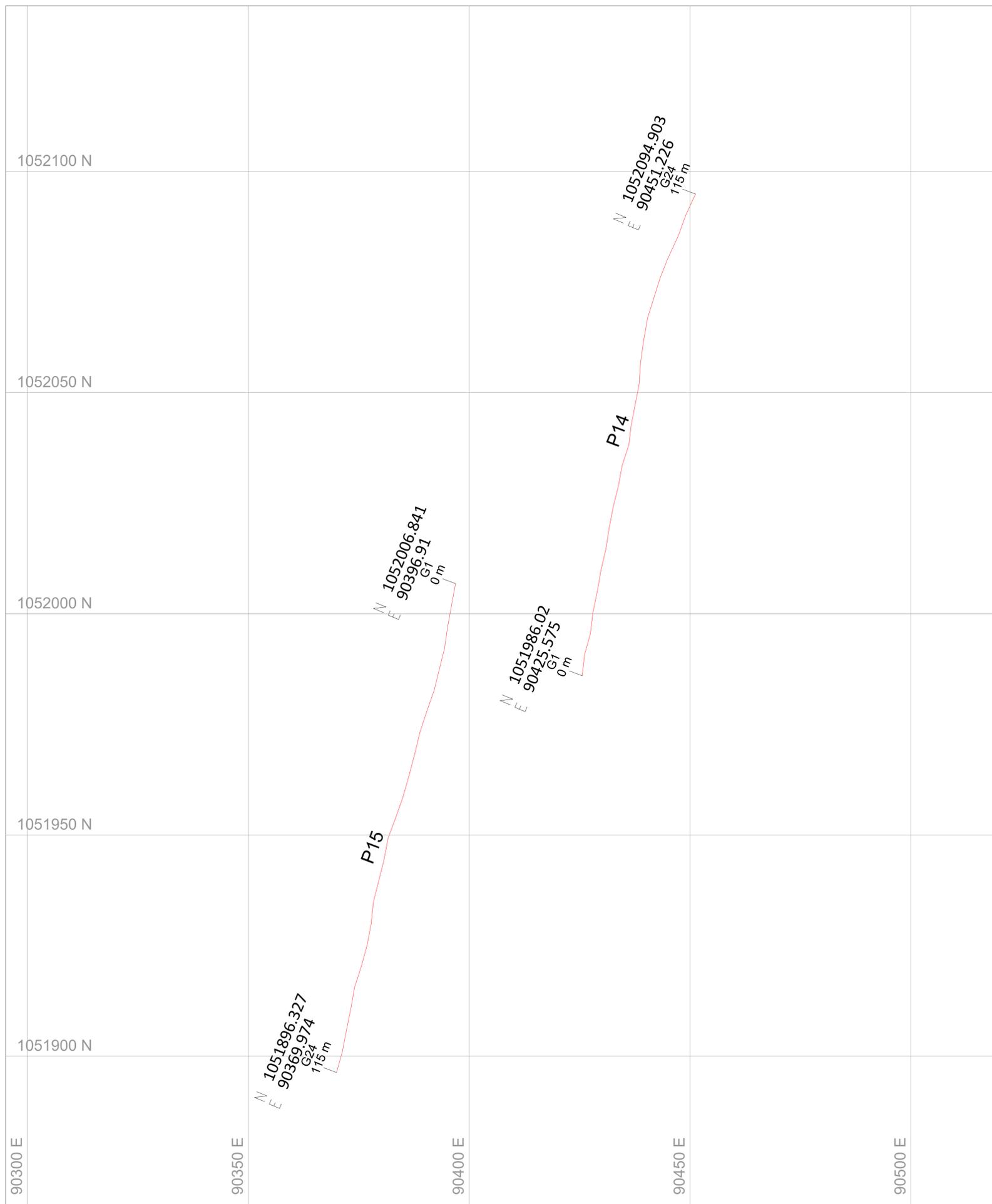
5. Teknisk dokumentation

Oppdragsgivare	Toni S. Sinnes, Sweco Norge AS
Fältpersonal	Morten Urhaug, Alexey A. Shulgin och Zoltan Opanszky
Mätperiod	December 2021
Inmätning	Geomap Norge AS
Løsmasse- og bergkvalitetsundersøking (refraksjonsseismik)	PASI GEA24 samt 2x12 landkabler
Tradisjonell tolkning	Lennart Vikberg
Inversionsmodellering	Alexey A. Shulgin

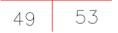
Lennart Vikberg

Geomap Norge AS





TEGNFORKLARING

-  **S1** BELIGGENHET AV SEISMISK PROFIL 2018
-  49 | 53 HORISONTALE VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN, 49x100m/s
-  LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN TOLKET FRA TOMOGRAFI MODELLEN
-  38 LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN v ≤ 40x100m/s

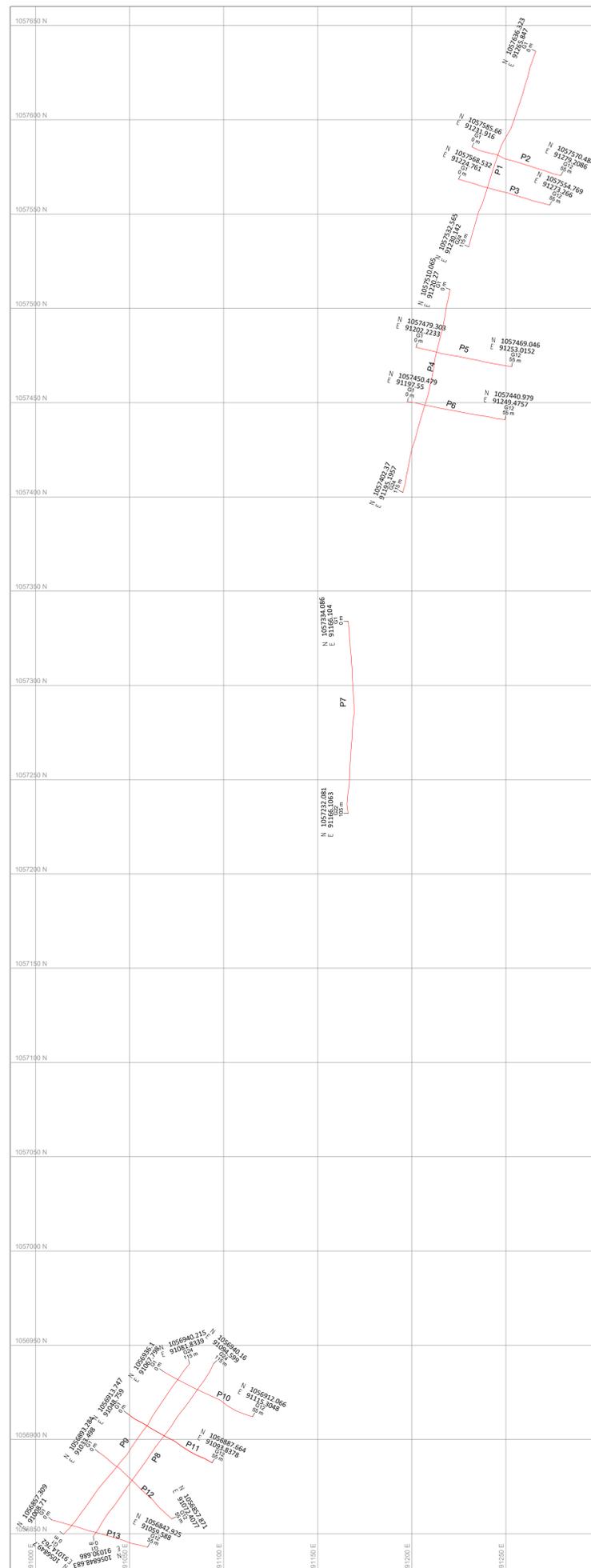
I SVAKHETSSONENE MÅ DET GENERELT FORVENTES EN VISS OVERFORDYBNING PÅ GRUNN AV GRADVIS OVERGANG FRA LØSMASSE TIL FJELL. VED SPESIELLE LAVHASTIGHETER (UNDER 25x100m/s) KAN DET DREIE SEG OM ÅPNE KLØFTDANNELSER.

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
 Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:

- Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m*
- Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp*
(se forevrig rapporten)

HORISONTALT REFERANSE: EUREF 89, NTM 08
 VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER.	SIGN.	DATO
		MÅLESTORIK Gjelder A1	TEGNET ZO
Oversiktskart Område 1		1:500	KONTR. LV
Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv SWECO			DATO JAN 2022
REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER			
		OPPDRAG NR. 211035	TEGN. NR. 0



TEGNFORKLARING

- S1 BELIGGENHET AV SEISMISK PROFIL 2018
- 49 | 53 HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN, 49x100m/s
- | | LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN TOLKET FRA TOMOGRAFI MODELLEN
- 38 LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN $v \leq 40 \times 100 \text{m/s}$

I SVAKHETSSONENE MÅ DET GENERELT FORVENTES EN VISS OVERFORDYBNING PÅ GRUNN AV GRADVIS OVERGANG FRA LØSMASSE TIL FJELL. VED SPESIELLE LAVHASTIGHETER (UNDER 25x100m/s) KAN DET DREIE SEG OM ÅPNE KLØFTDANNELSER.

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
 Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:

- Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m*
- Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp*
(se forevrig rapporten)

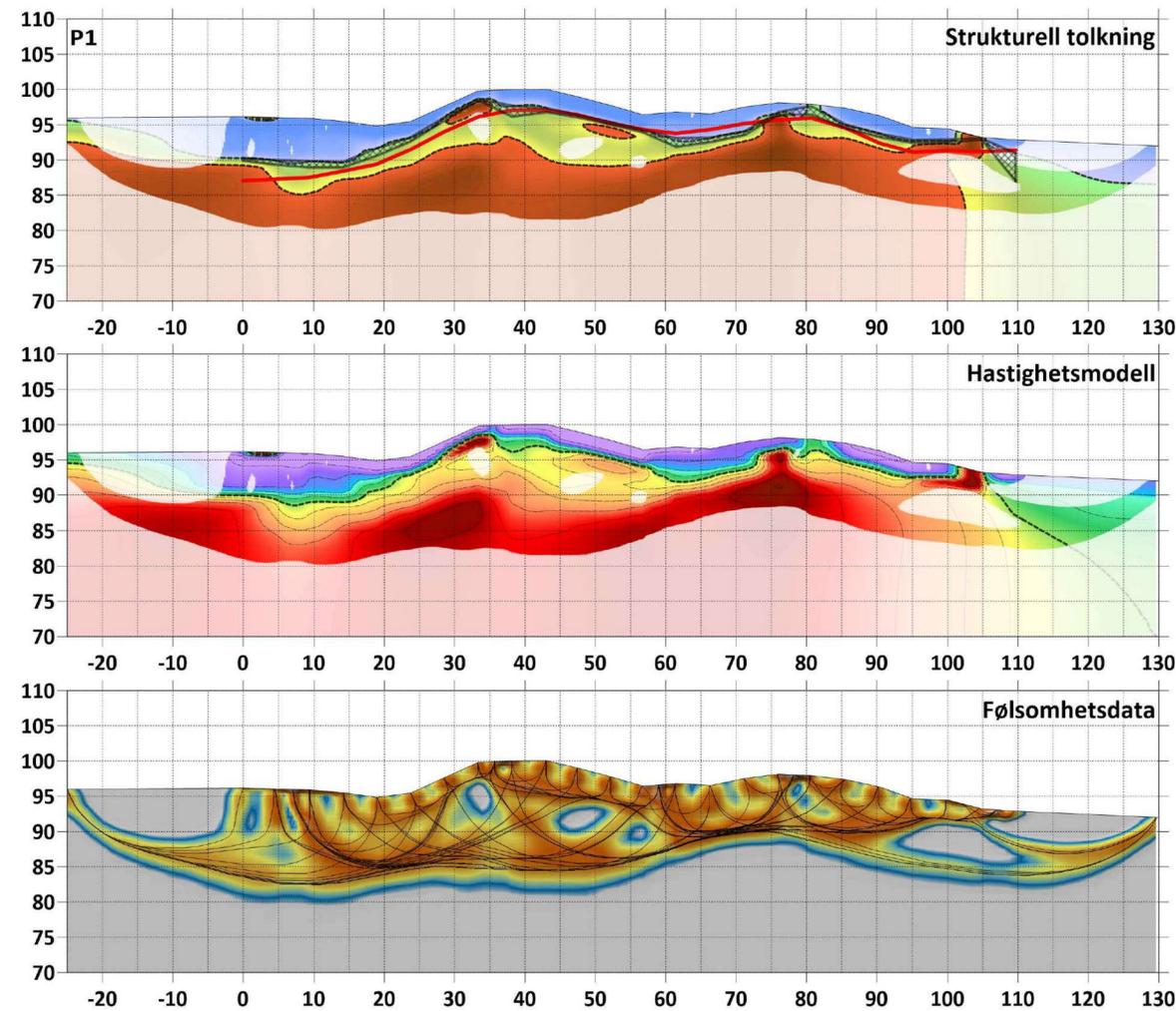
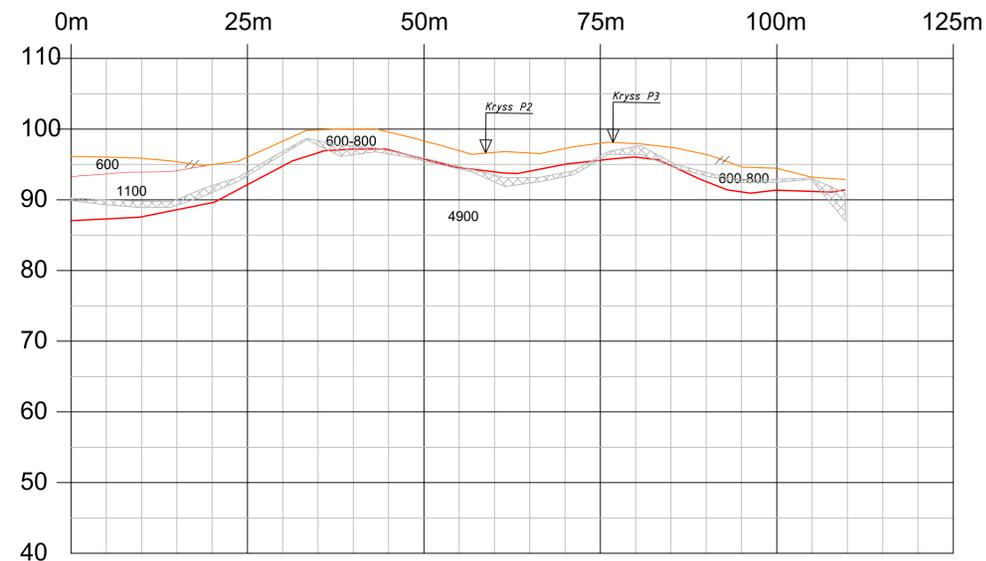
HORISONTALT REFERANSE: EUREF 89, NTM 08
 VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER.	SIGN.	DATO
		MÅLESTOKK Gjelder A1	TEGNET ZO
Oversiktskart Område 2		1:1500	KONTR. LV
Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv SWECO			DATO JAN 2022
REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER		OPPDRAK NR.	TEGN. NR.
		211035	0

P1

N 1057636.323
E 91265.847

N 1057532.565
E 91230.142



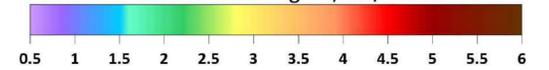
Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall

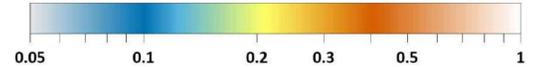
Strukturell tolkning



Seismisk hastighet, km/s



Stråletetthet



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- 700
1300 LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- 4700 | 5400 HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- 3000 | v ≤ 4000 m/s LAVHASTIGHETSZONE I BERGGRUNNEN (m/s)
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forøvrig rapporten)

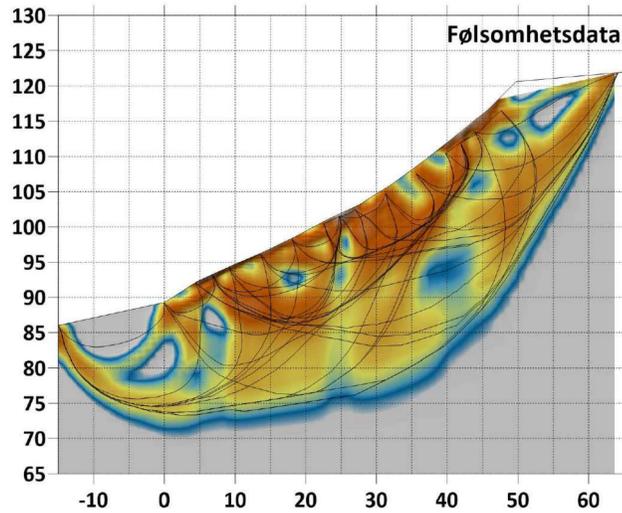
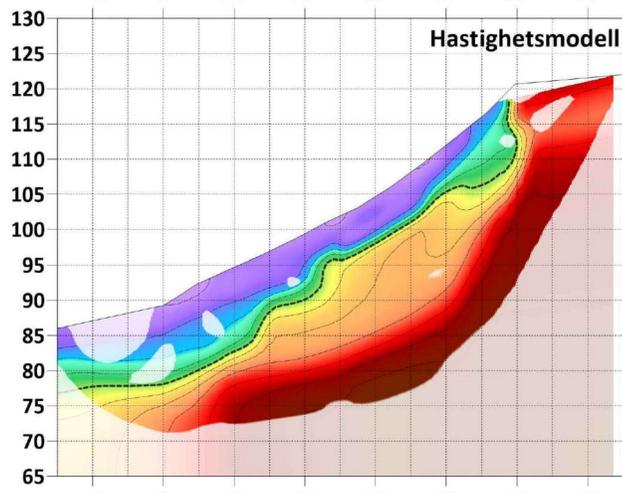
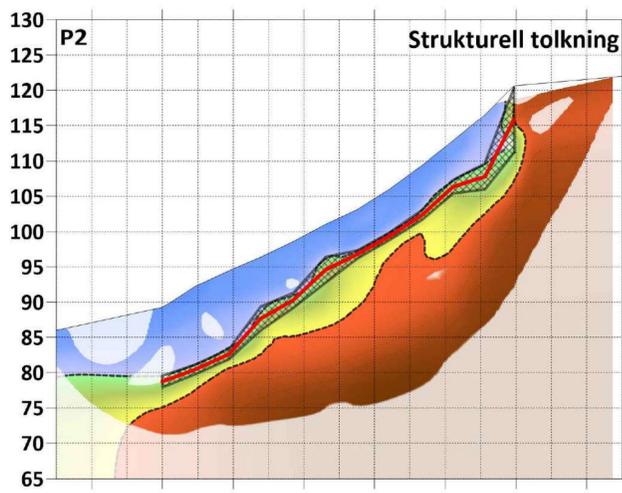
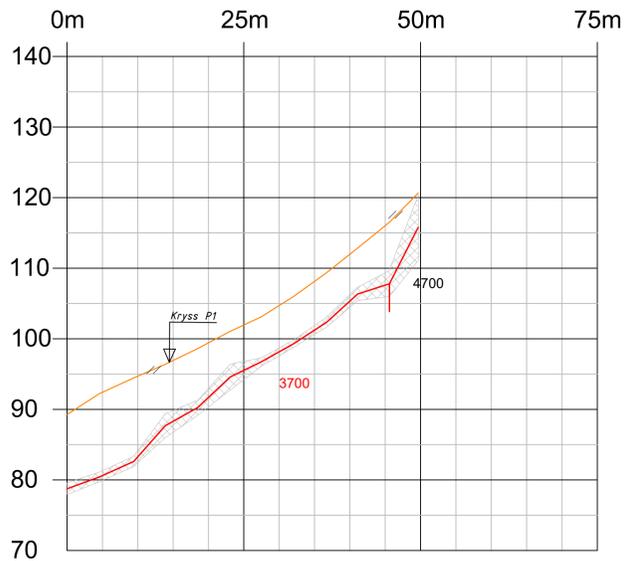
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P1 seksjon	MÅLESTOKK GJØRER A1	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
			DATE JAN 2022
		OPPDRAK NR. 211035	TEGN. NR. 1

P2

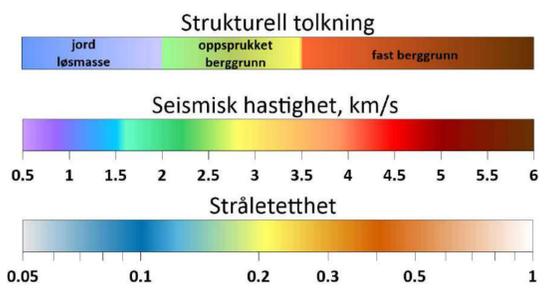
N 1057585.66
E 91231.916

N 1057570.484
E 91279.2086



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSSENE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- I SVAKHETSSENERNE MÅ DET GENERELT FORVENTES EN VISS OVERFORDYBNING PÅ GRUNN AV GRADVIS OVERGANG FRA LØSMASSE TIL FJELL. VED SPESIELLE LAV HASTIGHETER (under 2500 m/s) KAN DET DREIE SEG OM ÅPNE KLØFTDANNELSER.
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
 Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
 Dyb mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
 Dyb større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyb
 (se forevrig rapporten)

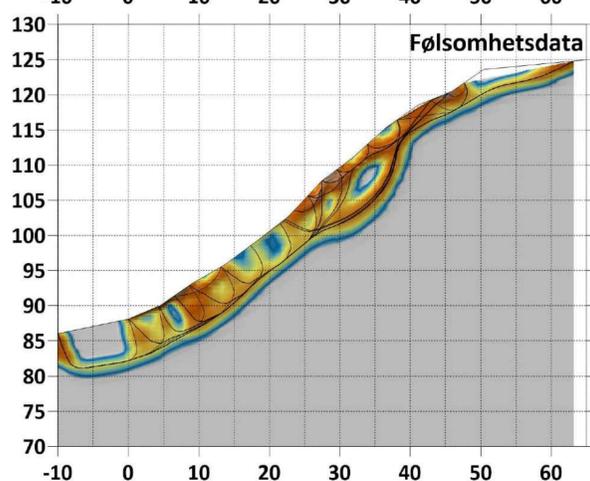
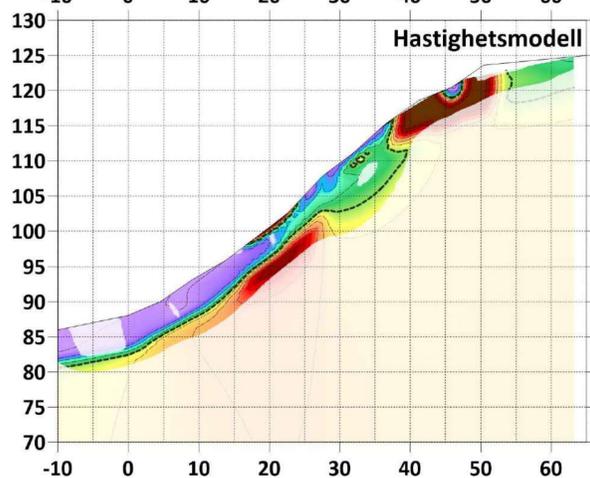
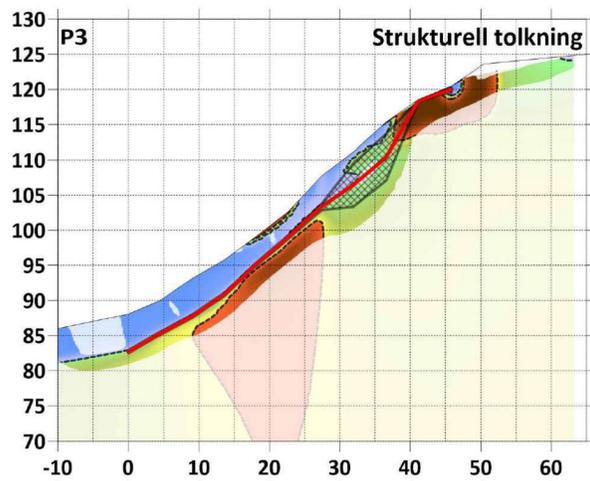
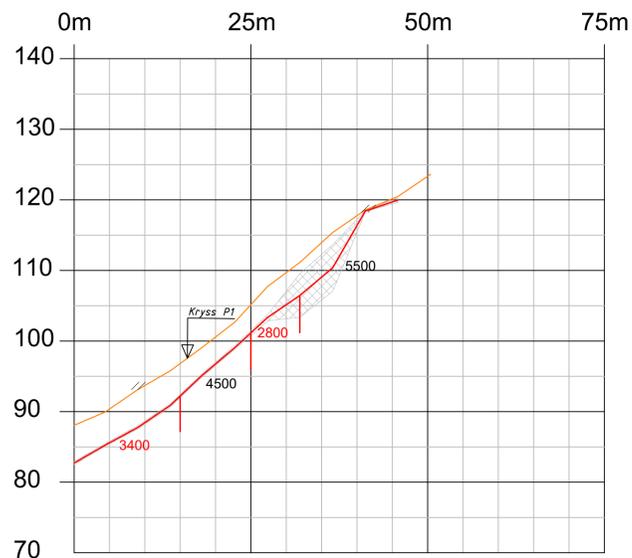
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM some 08
 VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	MALESTOKK Gjelder A1	TEGNET	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P2 seksjon		1:500	SFH	
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER			KONTR. LV	
				DATE JAN 2022	
		OPPDRAK NR.	TEGN. NR.		
		211035	2		

P3

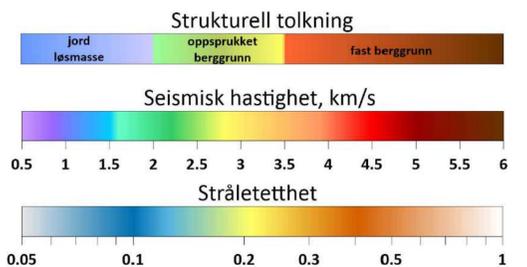
N 1057568.532
E 91224.761

N 1057554.769
E 91273.266



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



- #### TEGNFORKLARING
- BORPUNKT - Avstand fra profilen
 - BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
 - TERRENG
 - LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
 - BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
 - HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
 - LAVHASTIGHETSZONE I BERGGRUNNEN (m/s) $v \leq 4000$ m/s
 - USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
 Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
 Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
 Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp
 (se forevrig rapporten)

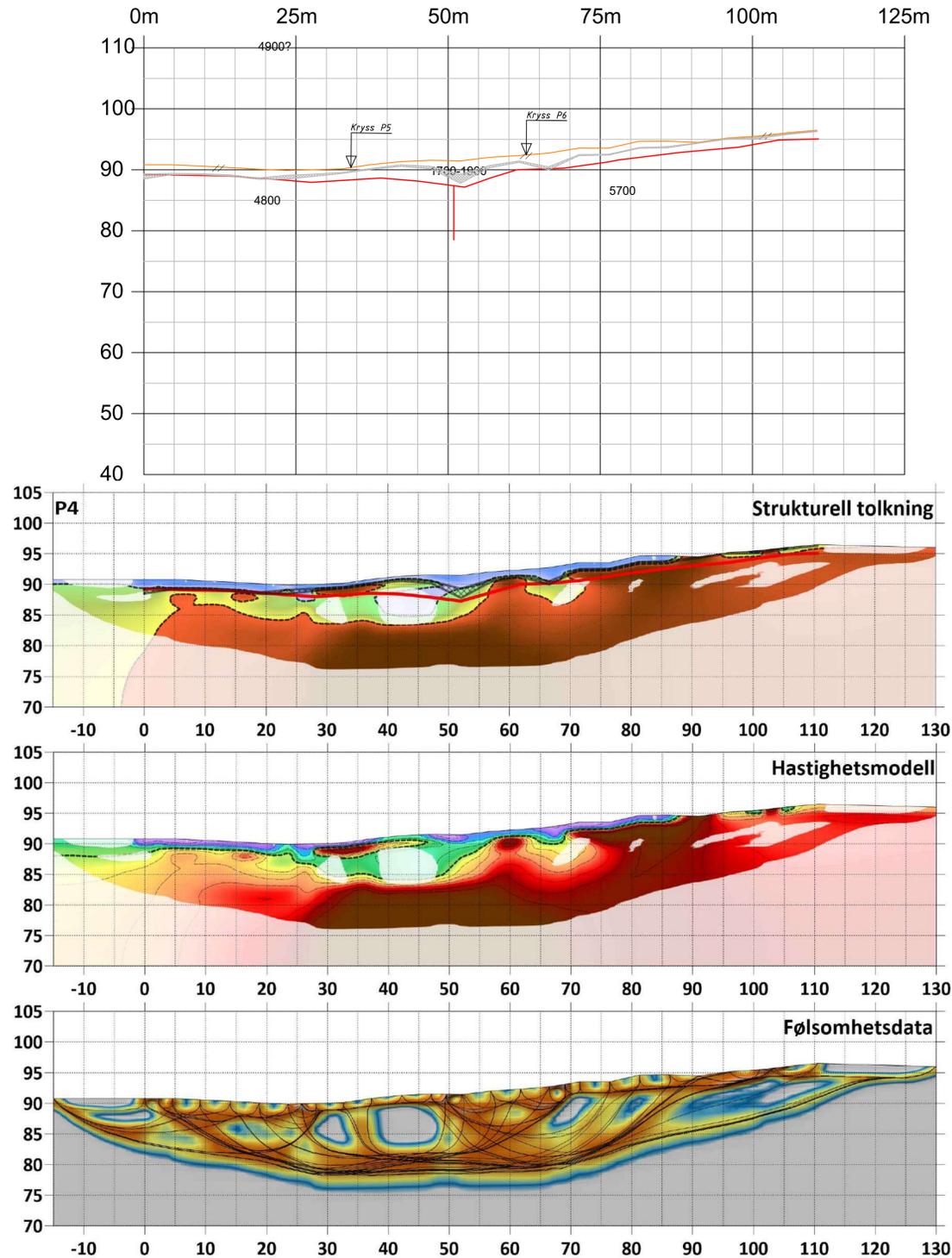
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
 VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P3 seksjon	MÅLSTOKK Gjelder A1	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
		TEGN. NR.	DATO JAN 2022
		OPPDRAG NR. 211035	TEGN. NR. 3

P4

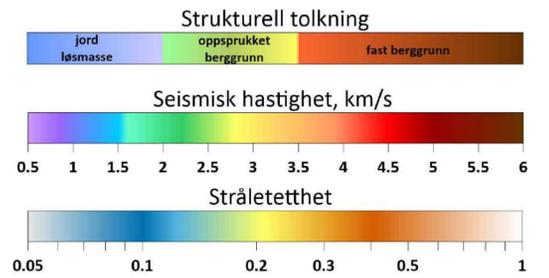
N 1057510.065
E 91220.27

N 1057402.37
E 91195.1957



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



- TEGNFORKLARING**
- BORPUNKT - Avstand fra profilen
 - BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
 - TERRENG
 - 700
1300
LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
 - BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
 - 4700 | 5400
HORIZONTALE VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
 - 3900
LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s)
v ≤ 4000 m/s
 - USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forevrig rapporten)
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

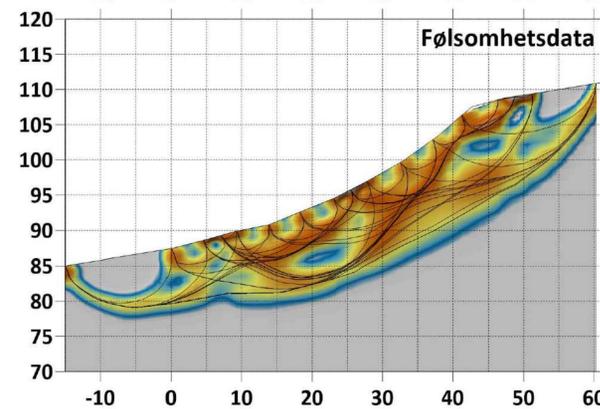
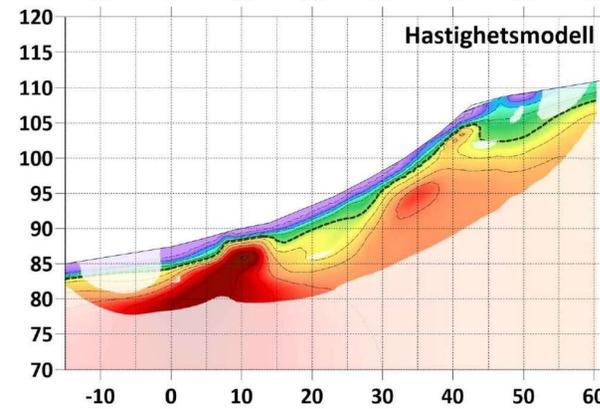
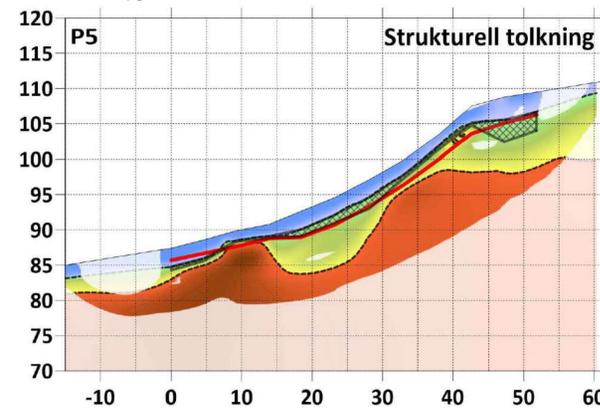
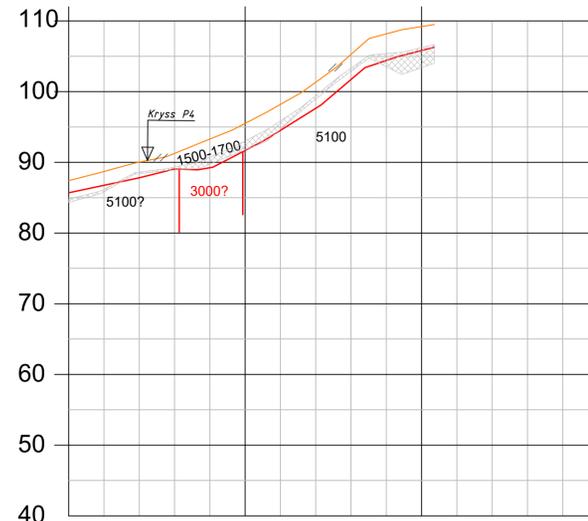
REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P4 seksjon	MÅLSTOKK GJØLDE A1 1:500	TEGNET SFH KONTR. LV DATO JAN 2022
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	OPPDRAG NR. 211035	TEGN. NR. 4



P5

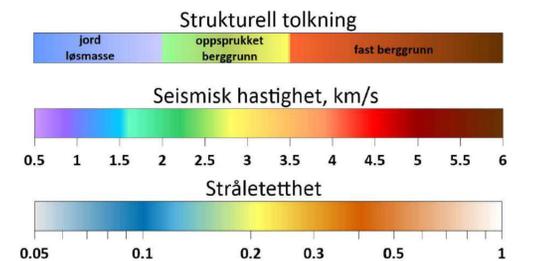
N 1057479.303
E 91202.2233
0m 25m 50m 75m

N 1057469.046
E 91253.0152



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- 700
1300
LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- 4700 5400
HORIZONTALE VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- 3900
LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

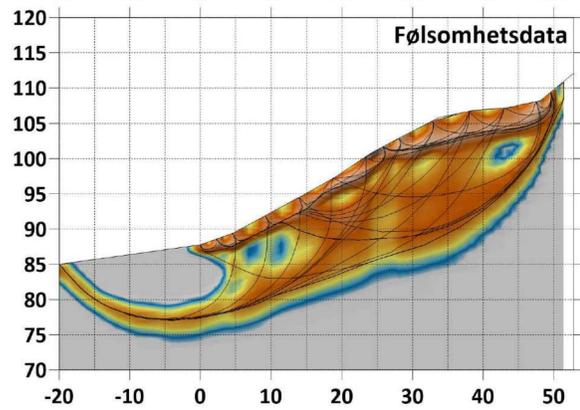
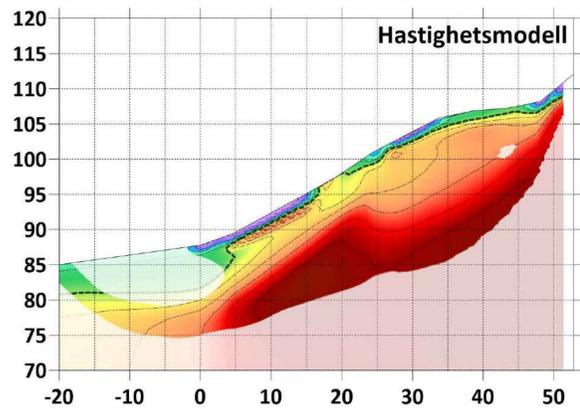
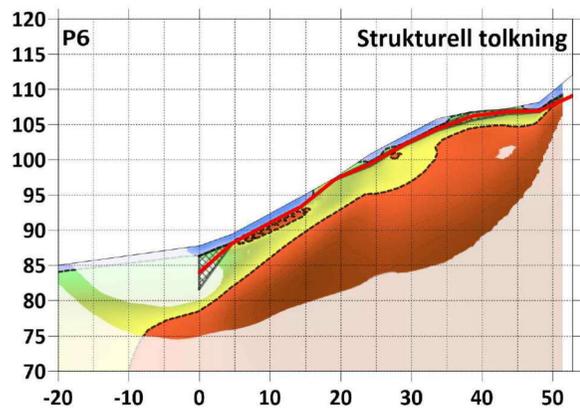
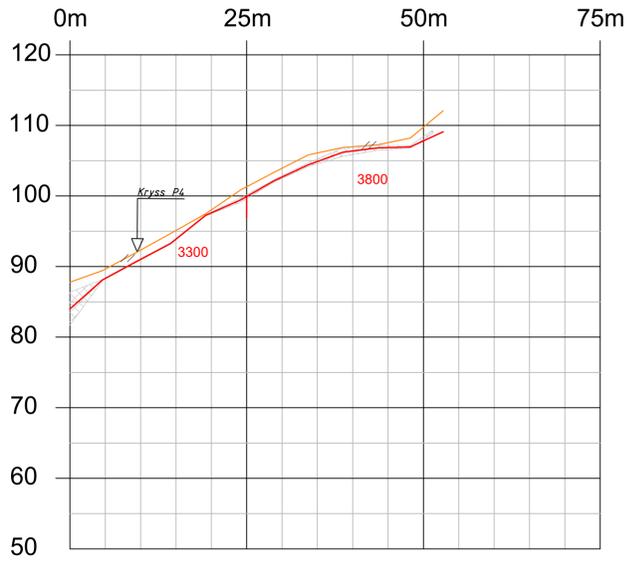
NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forøvrig rapporten)
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P5 seksjon	MÅLESTOKK GSD: 1:500	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	KONTR. LV	DATO JAN 2022
		OPPDRAK NR. 211035	TEGN. NR. 5

P6

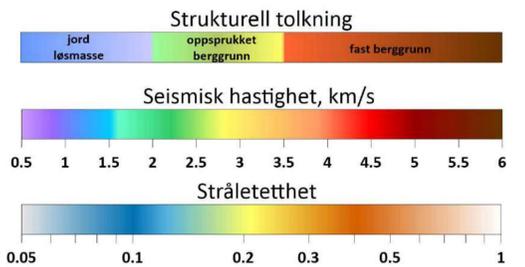
N 1057450.479
E 91197.55

N 1057440.979
E 91249.4757



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetssone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
700, 1300
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
4700, 5400
- LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s)
v ≤ 4000 m/s
3900
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

I SVAKHETSSONENE MÅ DET GENERELT FORVENTES EN VISS OVERFORDYBNING PÅ GRUNN AV GRADVIS OVERGANG FRA LØSMASSE TIL FJELL. VED SPEIELLE LAVHASTIGHETER (under 2500 m/s) KAN DET DREIE SEG OM ÅPNE KLØFTDANNELSER.

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringsstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forevrig rapporten)

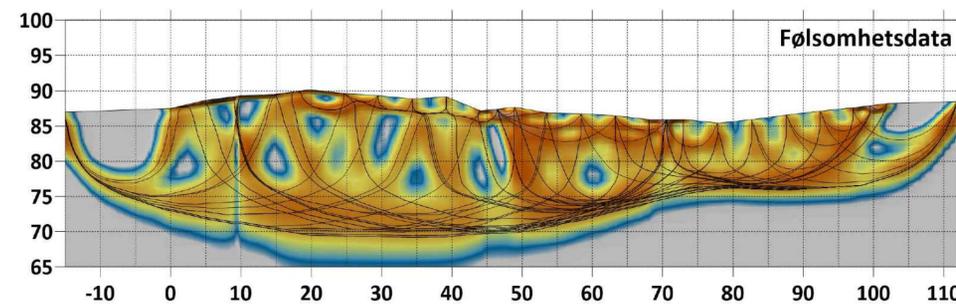
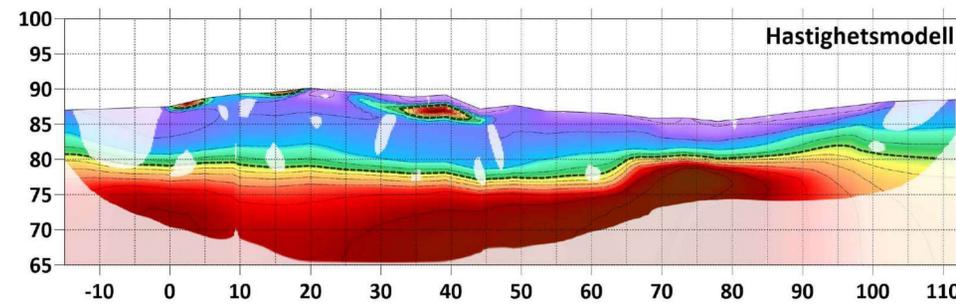
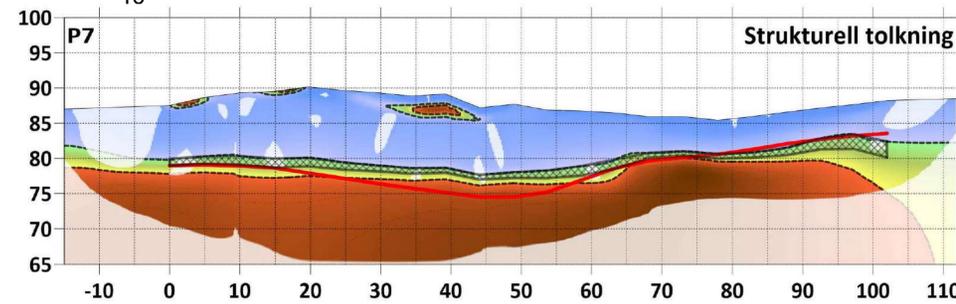
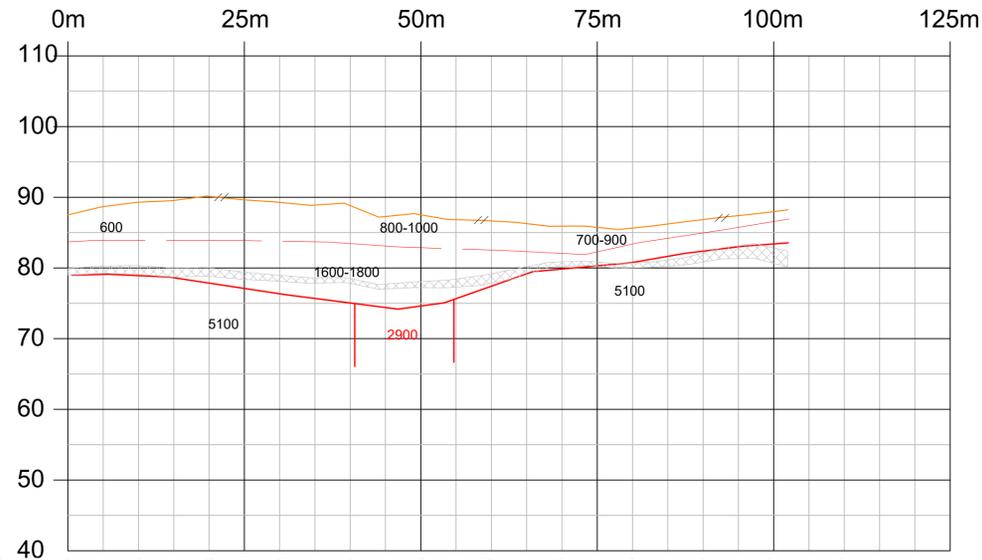
HORISONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P6 seksjon	MALESTOKK Gjelder A1	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
			DATE JAN 2022
		OPPDRAK NR. 211035	TEGN. NR. 6

P7

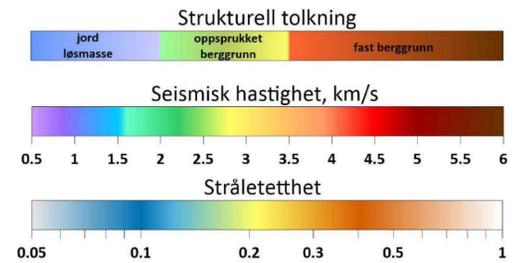
N 1057334.086
E 91166.104

N 1057232.081
E 91166.1063



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



- TEGNFORKLARING**
- BORPUNKT - Avstand fra profilen
 - BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
 - TERRENG
 - LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
 - BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
 - HORISONTALE VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
 - LAVHASTIGHETSZONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
 - USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

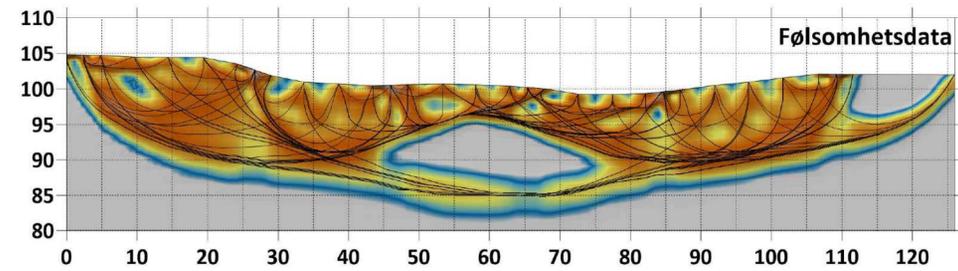
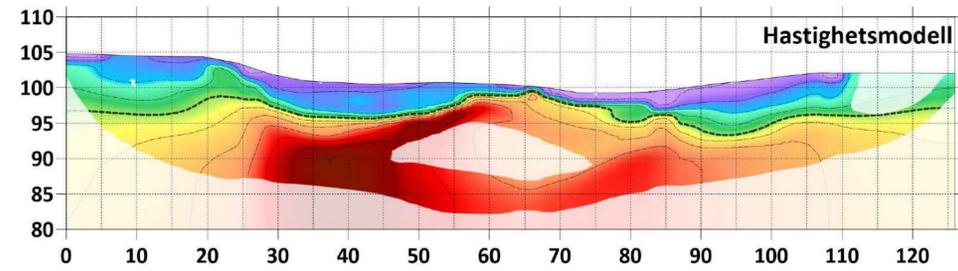
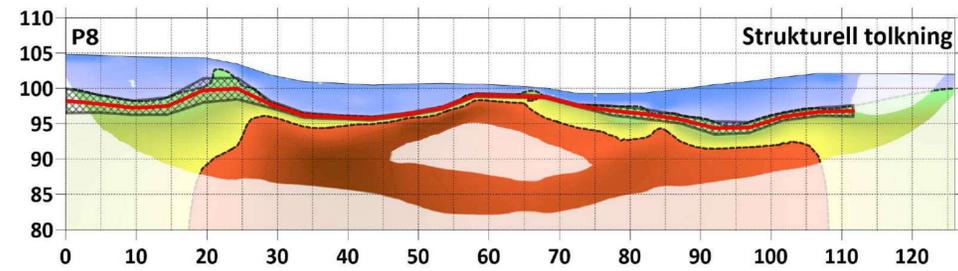
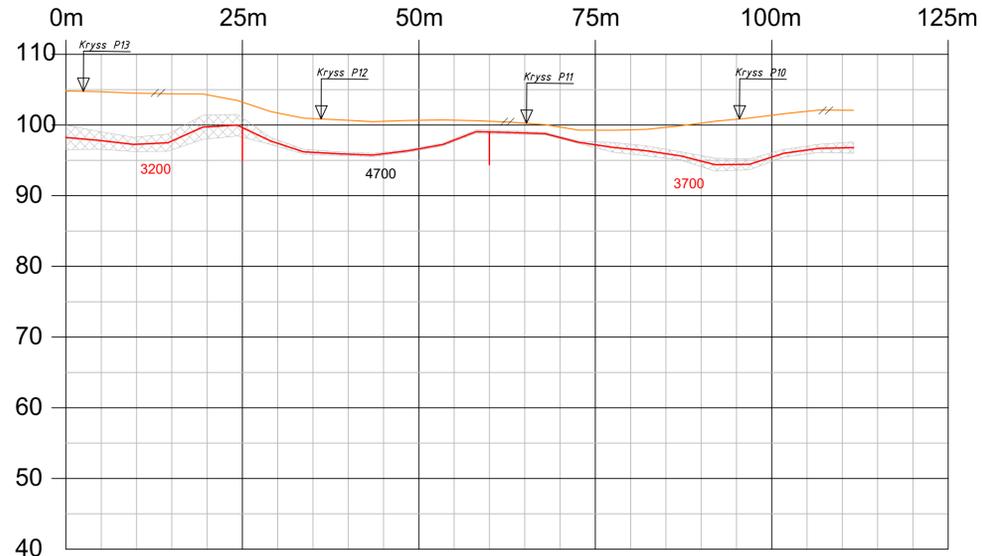
NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forøvrig rapporten)
HORISONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P7 seksjon	MÅLSTOKK GSD: 1:500	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	KONTR. LV	DATO JAN 2022
		OPPDRAK NR. 211035	TEGN. NR. 7

P8

N 1056848.683
E 91030.686

N 1056940.16
E 91094.599



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall

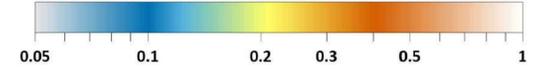
Strukturell tolkning



Seismisk hastighet, km/s



Stråletetthet



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forevrig rapporten)

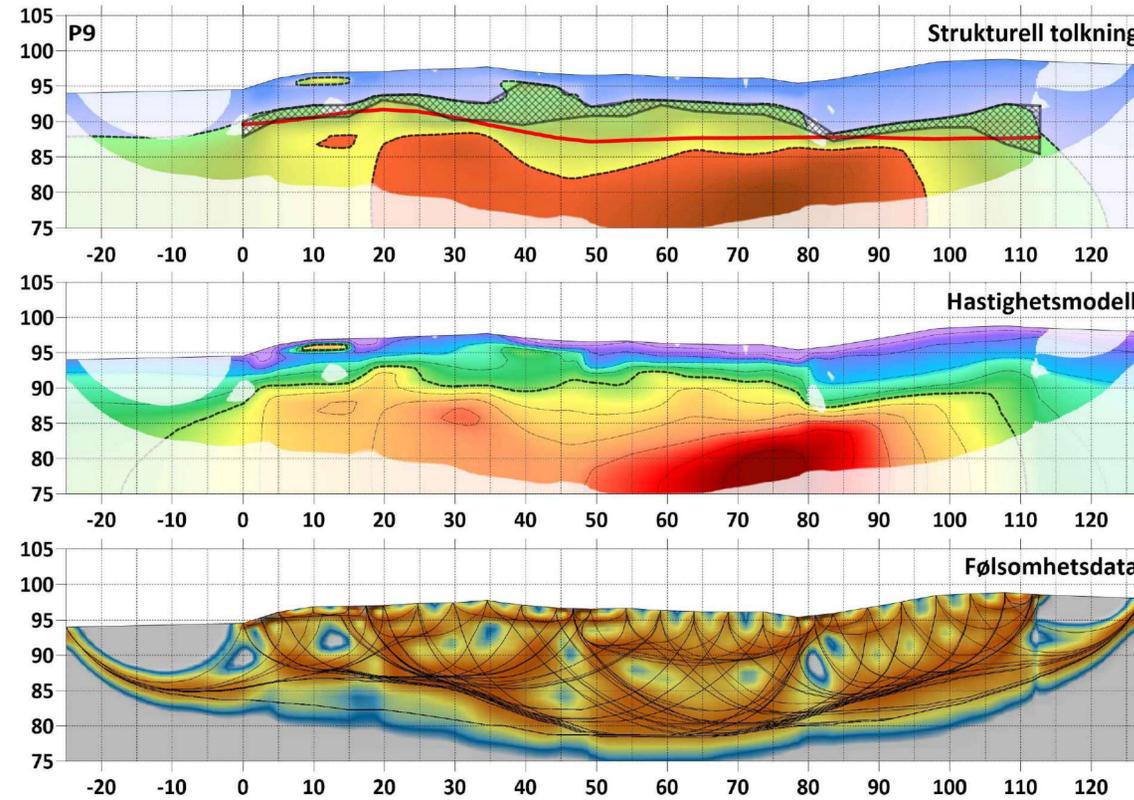
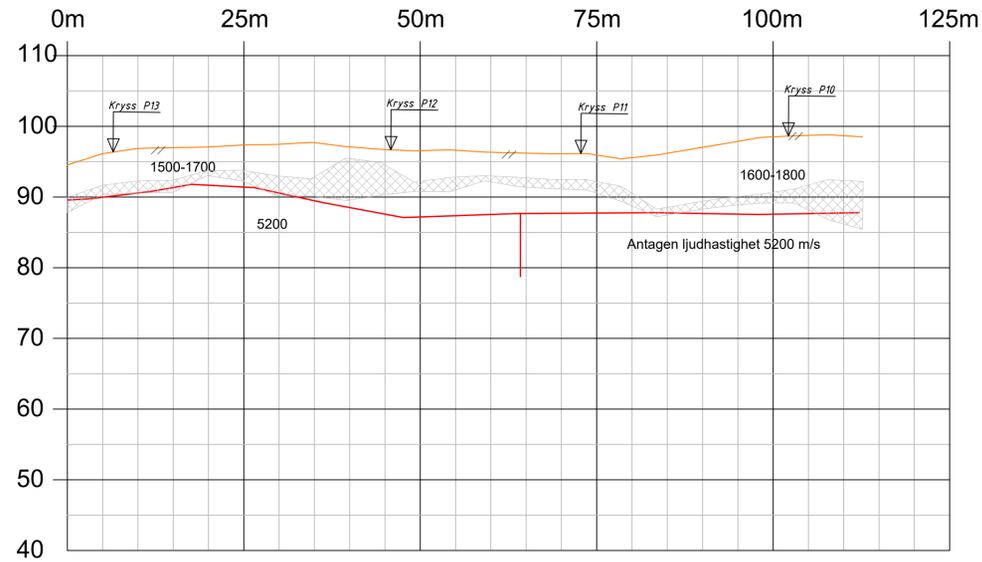
HORISONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P8 seksjon	MÅLSTOKK GJØRDE A1 1:500	TEGNET SFH KONTR. LV DATO JAN 2022
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	OPPDRAG NR. 211035	TEGN. NR. 8

P9

N 1056849.7
E 91014.762

N 1056940.215
E 91081.8339



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall

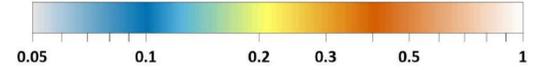
Strukturell tolkning



Seismisk hastighet, km/s



Stråletetthet



TEGNFORKLARING

- BOPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- 700
1300
LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- 4700 | 5400
HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- 3900
LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s)
v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:

Ved refraksjonseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
 Dyb mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
 Dyb større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyb
 (se forevrig rapporten)

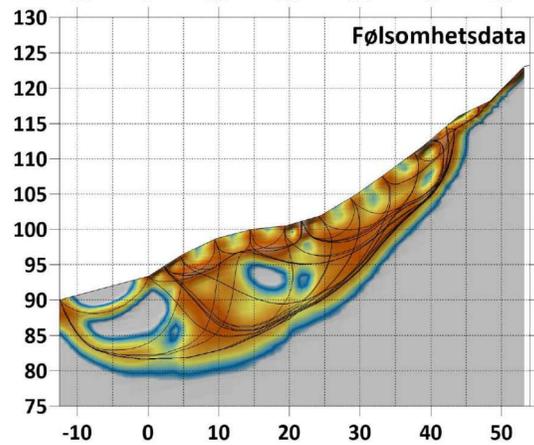
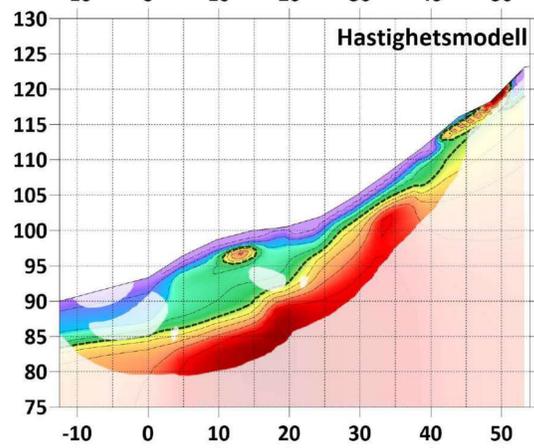
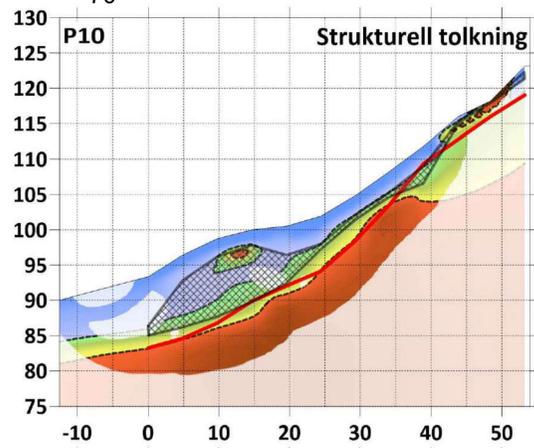
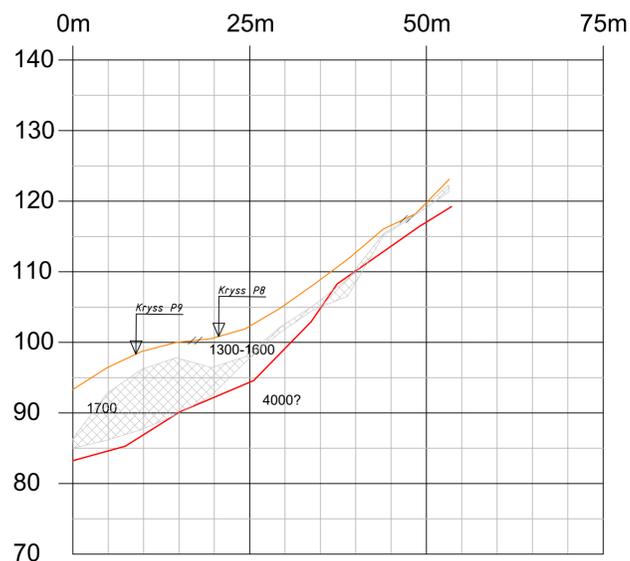
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
 VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P9 seksjon	MÅLSTOKK GSD: 1:500	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	KONTR. LV	DATO JAN 2022
		OPPDRAG NR. 211035	TEGN. NR. 9

P10

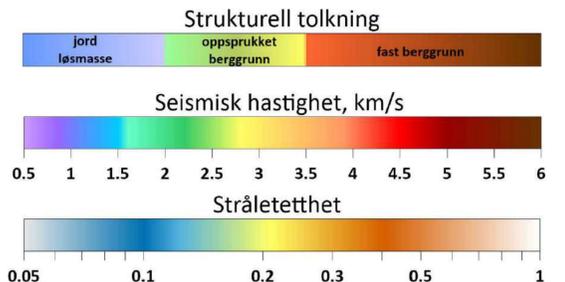
N 1056936.1
E 91067.798

N 1056912.066
E 91115.3048



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
 Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
 Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
 Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp
 (se forøvrig rapporten)

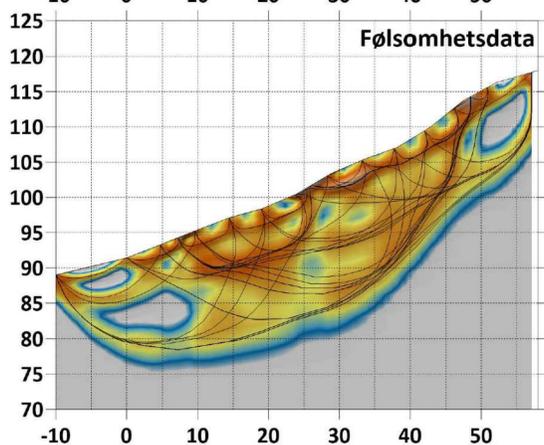
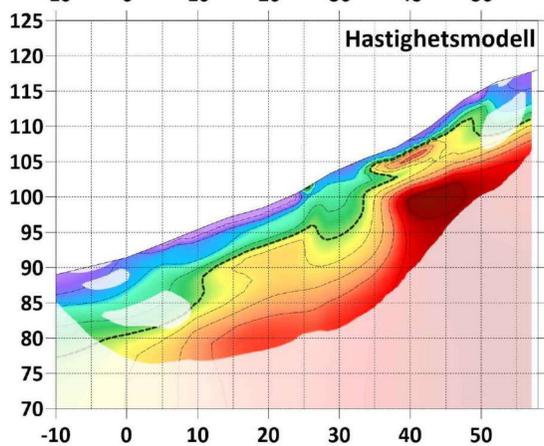
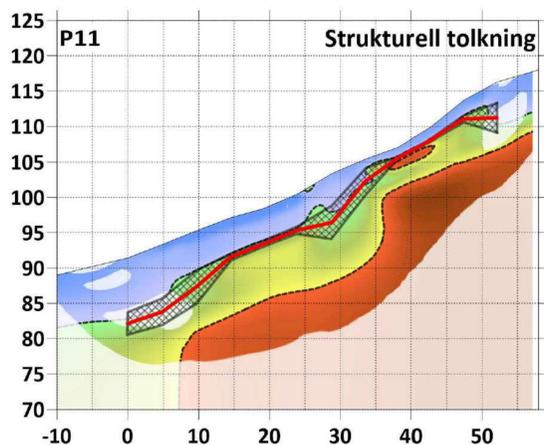
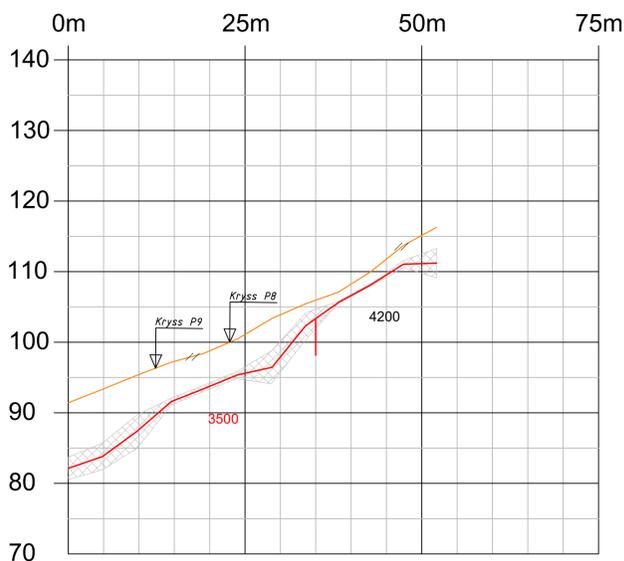
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM some 08
 VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P10 seksjon	MALSTORIK Gjelder AT	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
			DATE JAN 2022
		OPPDRAK NR. 211035	TEGN. NR. 10

P11

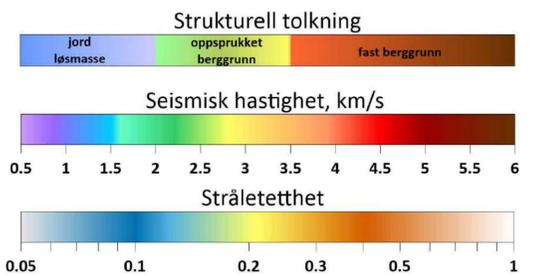
N 1056913.747
E 91048.759

N 1056887.664
E 91093.8378



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSZONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp
(se forevrig rapporten)

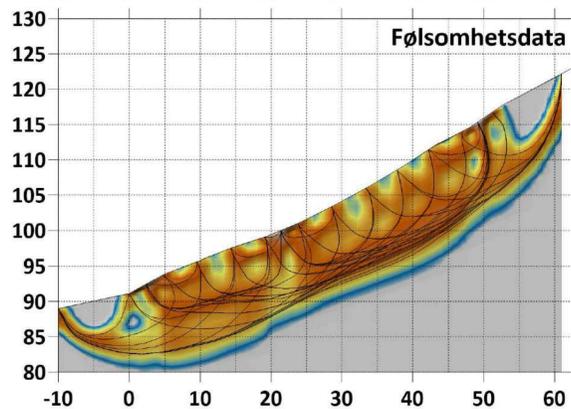
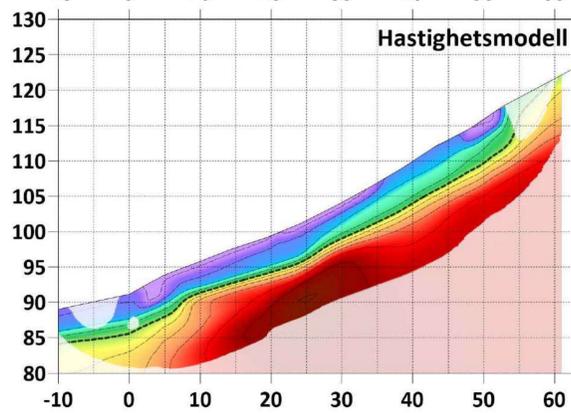
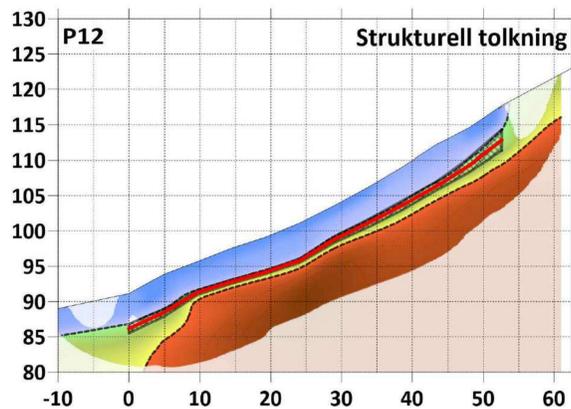
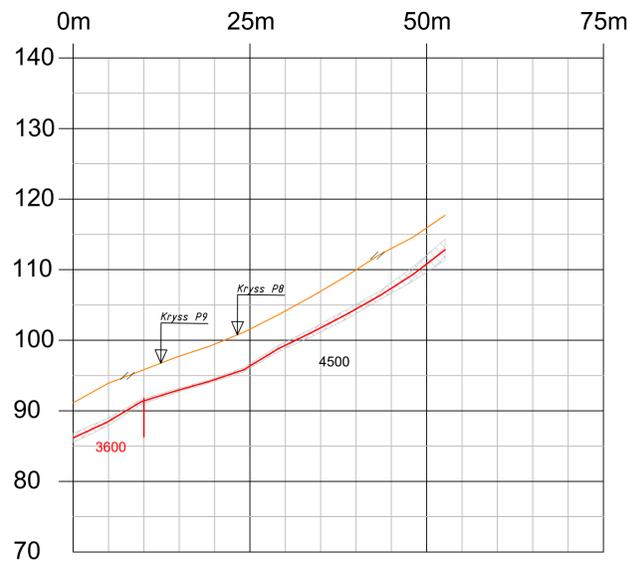
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P11 seksjon	MÅLESTOKK G1000 A1	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
			DATO JAN 2022
		OPPDRAK NR. 211035	TEGN. NR. 11

P12

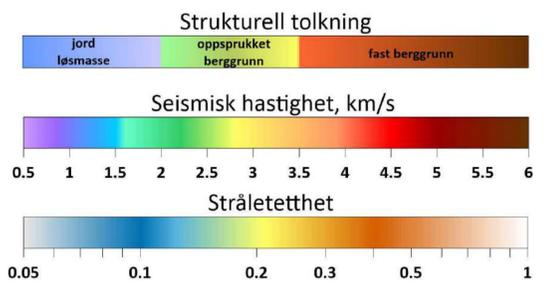
N 1056893.284
E 91033.498

N 1056857.871
E 91072.4077



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSZONE I BERGGRUNNEN (m/s)
v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp
(se forøvrig rapporten)

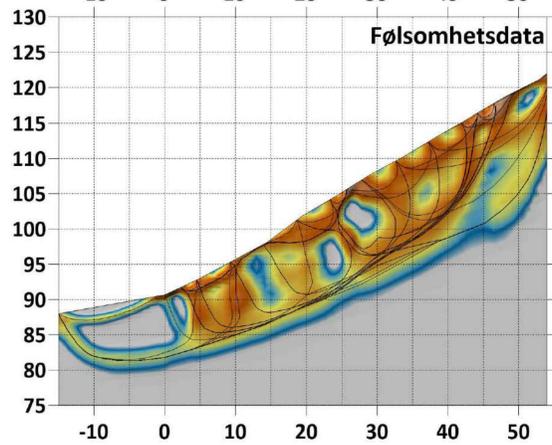
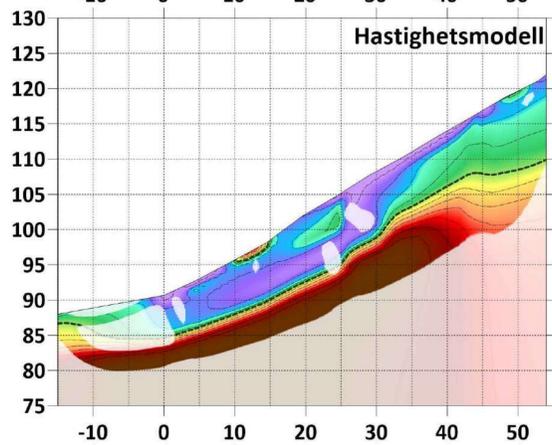
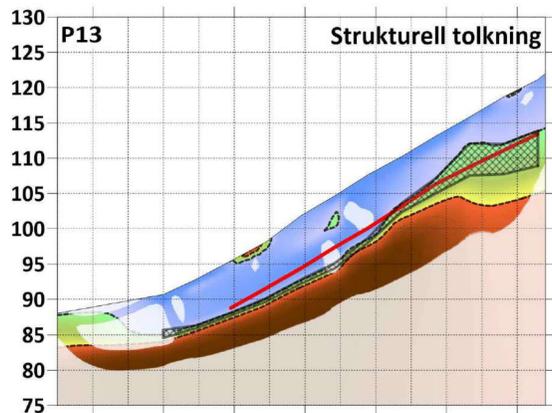
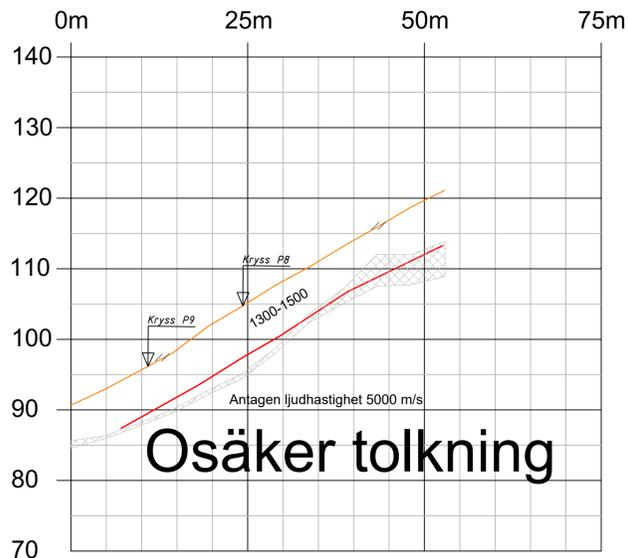
HORISONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P12 seksjon	MALESTORIK Gjelder A1	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
			DATE JAN 2022
		OPPDAG NR. 211035	TEGN. NR. 12

P13

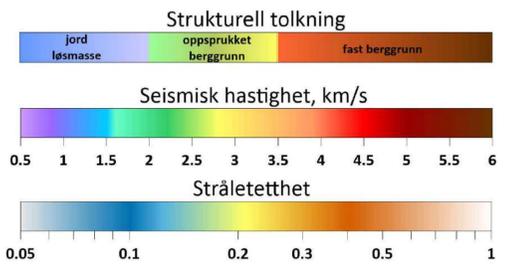
N 1056857.309
E 91008.71

N 1056842.925
E 91059.588



Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetssone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall



TEGNFORKLARING

- BORPUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

I SVAKHETSSONENE MÅ DET GENERELT FORVENTES EN VISS OVERFORDYBNING PÅ GRUNN AV GRADVIS OVERGANG FRA LØSMASSE TIL FJELL. VED SPESIELLE LAVE HASTIGHETER (under 2500 m/s) KAN DET DREIE SEG OM ÅPNE KLØFTDANNELSER.

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:

Ved refraksjonseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp
(se forøvrig rapporten)

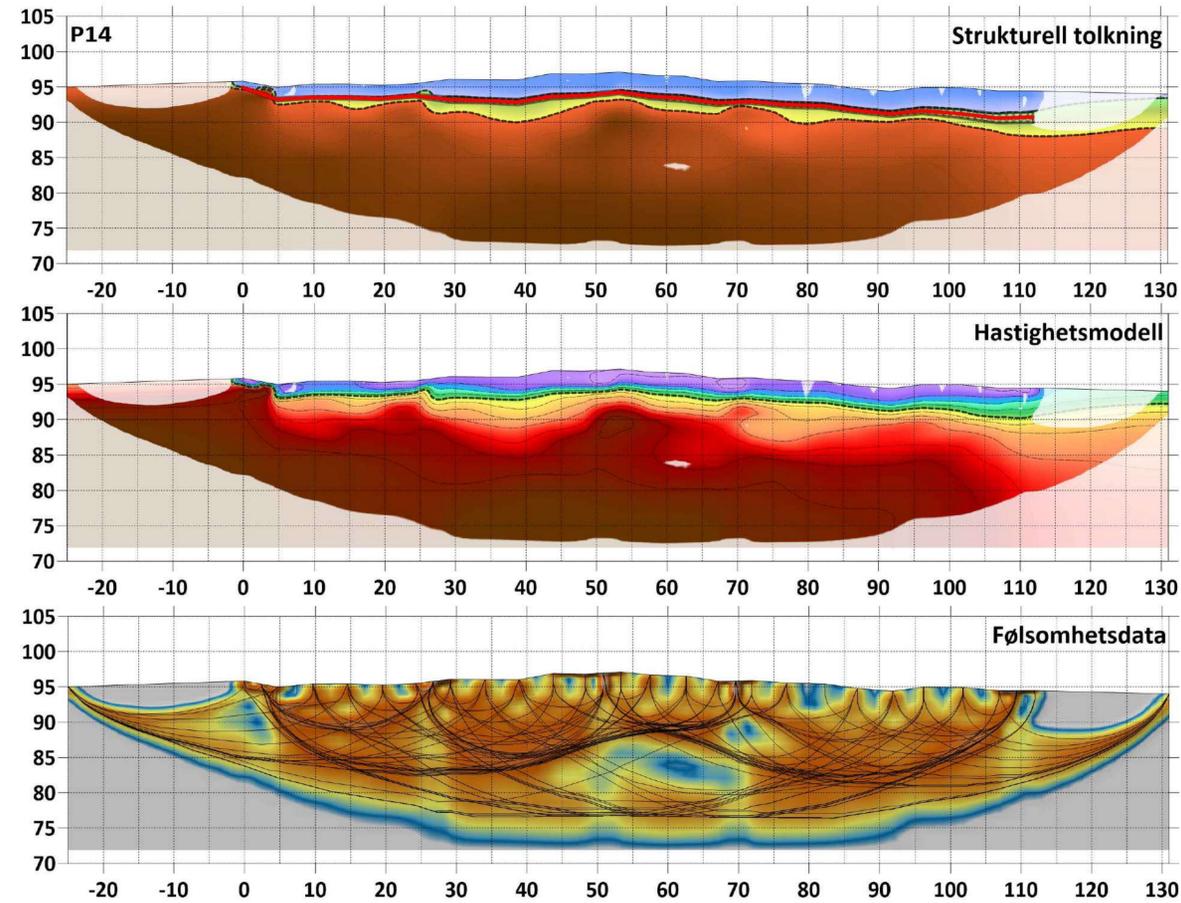
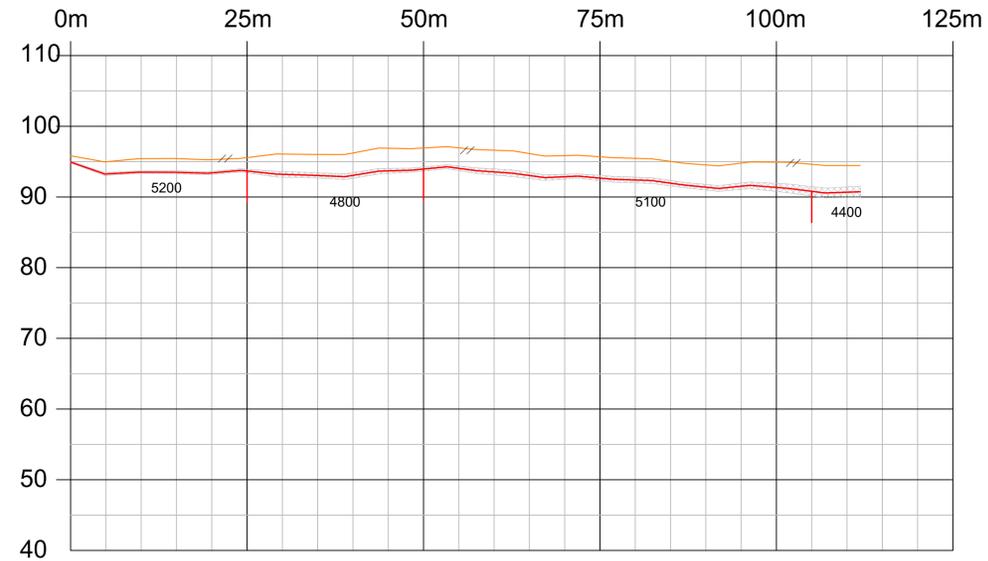
HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P13 seksjon	MALESTOKK Gjelder A1	TEGNET SFH
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	1:500	KONTR. LV
			DATE JAN 2022
		OPPDRAK NR.	TEGN. NR.
		211035	13

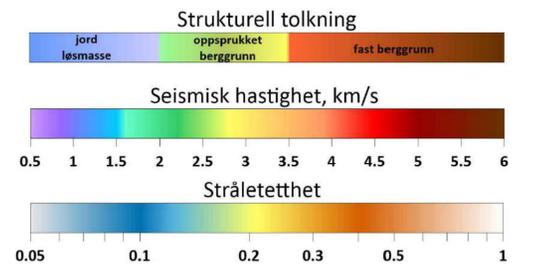
P14

N 1051986.02
E 90425.575

N 1052094.903
E 90451.226



- Tomografi model beskrivelse**
- løsmasse - layered model
 - berggrunn - layered model
 - svakhetszone - tomografi
 - tolket berggrunnsdybdeintervall



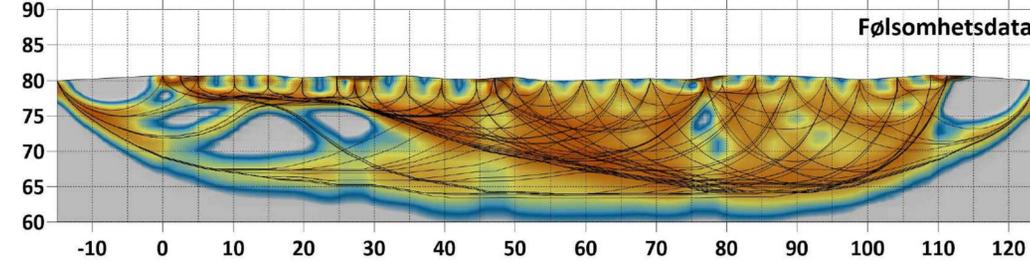
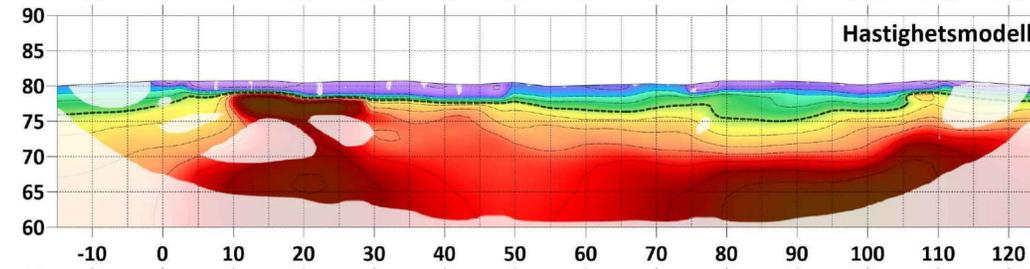
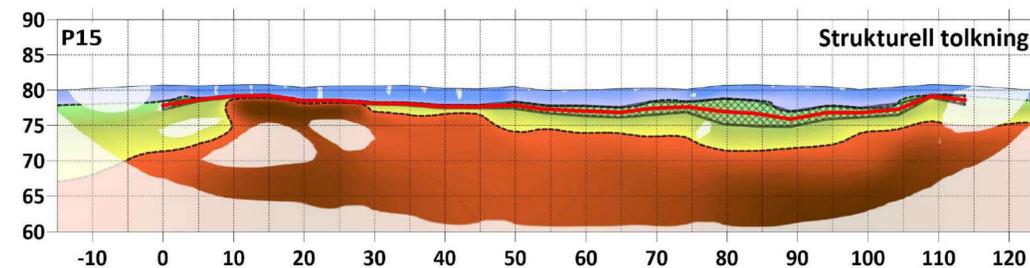
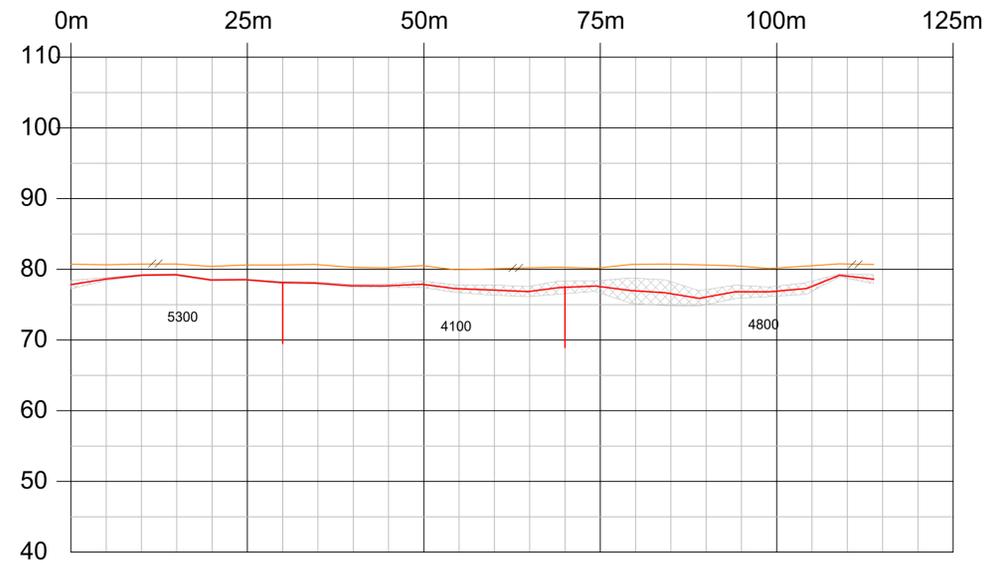
- TEGNFORKLARING**
- BORPUNKT - Avstand fra profilen
 - BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
 - TERRENG
 - LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
 - BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
 - HORISONTALE VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
 - LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s) $v \leq 4000$ m/s
 - USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN
- NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:**
Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:
Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1 m
Dyp større enn 10m, standardavvik $\pm 10\%$ av beregnet dyp
(se forøvrig rapporten)
- HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08
VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATE
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P14 seksjon	MÅLESTOKK GJØRDE A1 1:500	TEGNET SFH KONTR. LV DATE JAN 2022
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	OPPDRAK NR. 211035	TEGN NR. 14
	GEOMAP NORGE		

P15

N 1052006.841
E 90396.91

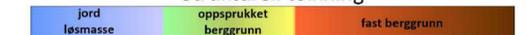
N 1051896.327
E 90369.974



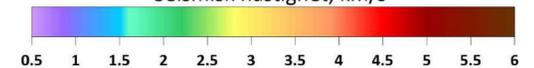
Tomografi model beskrivelse

- løsmasse - layered model
- berggrunn - layered model
- svakhetszone - tomografi
- tolket berggrunnsdybdeintervall

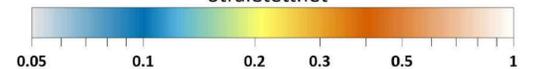
Strukturell tolkning



Seismisk hastighet, km/s



Stråletetthet



TEGNFORKLARING

- BORG PUNKT - Avstand fra profilen
- BERGGRUNNSDYBDEINTERVALL
- TERRENG
- LØSMASSELAG MED ULIK SEISMISK HASTIGHET (m/s)
- BEREGNET FJELLOVERFLATE (m/s)
- HORIZONTAL VARIASJONER I SEISMISK HASTIGHET I BERGGRUNNEN (m/s)
- LAVHASTIGHETSSONE I BERGGRUNNEN (m/s) v ≤ 4000 m/s
- USIKKERHET I BEREGNINGEN AV FJELLOVERFLATEN

I SVAKHETSSONENE MÅ DET GENERELT FORVENTES EN VISS OVERFORDYBNING PÅ GRUNN AV GRADVIS OVERGANG FRA LØSMASSE TIL FJELL. VED SPESIELLE LAVHASTIGHETER (under 2500 m/s) KAN DET DREIE SEG OM ÅPNE KLØFTDANNELSER.

NØYAKTIGHET I DYBDEBEREGNINGENE:

Ved refraksjonsseismiske undersøkelser er nøyaktigheten i beregnet dybde til fjell normalt angitt ved følgende erfaringstall:

Dyp mindre enn 10m, standardavvik ± 1m
Dyp større enn 10m, standardavvik ± 10% av beregnet dyp (se forøvrig rapporten)

HORIZONTAL REFERERANSE: EUREF89 NTM sone 08

VERTIKAL REFERANSE: NN2000

REV.	BESKRIVELSEN GJELDER	SIGN.	DATO
	Rv 41 Søre Herefoss - Hynnekleiv P15 seksjon	MÅLESTOKK GJØRDE A1 1:500	TEGNET SFH KONTR. LV DATO JAN 2022
	SWECO REFRAKSJONSSEISMISKE UNDERSØKELSER	OPPDRAK NR. 211035	TEGN NR. 15

