

q624.131.54 JBV Whi



NGI

Rapport / Report

Ras- og sikringsvurdering, Jernbaneverket

Rasfarevurdering og påvisning av
sikringsbehov på Flekkefjordbanen

20071278-15

09. januar 2009

Elis. 1

7624.131.54 JBV Whi

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere dette før bruk av dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this before using this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.





Prosjekt

Prosjekt: Ras- og sikringsvurdering, Jernbaneverket
Rapportnummer: 20071278-15
Rapporttittel: Rasfarevurdering og påvisning av sikringsbehov på Flekkefjordbanen
Dato: 09. januar 2009

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Pirsenteret
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Jernbaneverket Banedivisjonen
Bane/Eiendom
Oppdragsgivers
kontaktperson: Bernt Amund Skarholt
Kontraktreferanse: Bestilling datert 7.november 2008

For NGI

Prosjektleder: Arnstein Aarset
Rapport utarbeidet av: Maureen White og Arnstein Aarset

Sammendrag

NGI utførte 11.-13.november 2008 rasfarekartlegging i skjæringer og tunnelmunnings langs Flekkefjordbanen. Kartleggingen er utført i henhold til jernbaneverkets tilstandskartleggingsmetodikk som er utviklet av O.T. Blindheim AS.

I potensielt ustabile skjæringer er blokkstørrelse, sannsynlighet for nedfall og konsekvens av nedfall kartlagt og beregnet i henhold til registreringssystemet. Registreringene både i skjæringene og tunnelene er basert på visuell kartlegging fra sporet. Det er ikke brukt renskespett eller annen form for redskap til kontroll av antatt løse blokker.

Naturlige skråninger, høye skjæringer og spesielt overgangen mellom toppen av skjæringene og ovenforliggende skråninger, er steder hvor det i stor grad er avdekket behov for nærmere detaljkartlegging for å vurdere stabiliteten. En stor del av disse partiene krever tilkomst med bruk av tau eller eventuelt med

BS EN ISO 9001
Sertifisert av BSI
Reg. No. FS 32989



Rapport nr.: 20071278-15
Dato: 2009-01-09
Rev. dato:
Side: 2 / Rev.: 0

Sammendrag (forts.)

korg fra Jernbaneverkets "renskebukk". I følge Jernbaneverket ble det sist utført fjellrensk og enkelte sikringstiltak på Flekkefjordbanen like før banens nedleggelse i 1991.

Det er registrerte betydelig gjengroing av vegetasjon i skjæringene og tilstøtende sideterreng. De fleste kartlagte skjæringer vurderes som stabile, men det er generelt et behov for kontrollrensk og fjerning av vegetasjon for å begrense rotsprenging.

De fleste tunnelmunningene, basert på visuell observasjon, er vurdert å ha tilstrekkelig sikkerhet i forhold til risiko for blokknedfall. I noen av tunnelene med innlekkasjer har gjentakende frost og tinesykler forringet stabiliteten slik at det anbefales å gjennomføre kontrollrensk.

Resultatene fra kartleggingen både i tunnelene og skjæringene er presentert i tabeller og grafisk framstilt på egne kart.

Totale kostnader for utførelse av de spesifikke tiltakene som er anbefalt på Flekkefjordbanen er beregnet til kr. 365 000,- for skjæringene og kr. 790 000,- for tunnelene. Kostnadene for generell kontrollrensk og vegetasjonsfjerning er ikke beregnet. I tillegg anbefales det å utføre rensk/kartlegging av et ca 400 meter langt parti med høy skjæring/bratt sideterreng ved km 10.10 sør for Lavoll, anslått en ukes arbeid for Jernbaneverkets fjellrenskelag.

Innhold



Rapport nr.: 20071278-15
Dato: 2009-01-09
Rev. dato:
Side: 3 / Rev.: 0

1	Innledning	4
2	Feltarbeidet	4
3	Geologi	5
4	Arbeidsbeskrivelse og forutsetninger	5
	4.1 Kartleggingsmetodikken	6
	4.2 Opplysninger om banetype	6
	4.3 Risikobetraktninger	7
5	Beskrivelse av strekningen	7
	5.1 Skjæringer	7
	5.2 Sideterreng	7
	5.3 Tunneler	10
6	Resultater fra kartleggingen	10
7	Anbefalte tiltak	13
	7.1 Tiltak i tunneler	13
	7.2 Tiltak i skjæringer	13
8	Kostnader og nytte/kost-verdier	14
9	Referanser	23

Kontroll- og referanseside

Vedlegg A og B

1 Innledning

NGI har på oppdrag fra Jernbaneverket ved Bernt Amund Skarholt utført rasfarekartlegging i fjellskjæringer, tunnelportaler inkludert de ca 50 første meterne av tunnelene på Flekkefjordbanen. Kartleggingen må regnes som oversiktskartlegging for å vurdere sikkerhetsnivået som grunnlag for å prioritere hvor sikringstiltak bør settes inn. Jernbaneverkets kartleggingsmetodikk som er utviklet av O.T. Blindheim AS er benyttet under arbeidet.

Flekkefjordbanen ble nedlagt for ordinær togtrafikk i 1991, men det er planer om å gjenåpne banen for museumstog og dresinbruk.

2 Feltarbeidet

Kartleggingsarbeidet ble utført av ingeniørgeologene Maureen White og Arnstein Aarset fra NGI i perioden 11.-13. november 2008. Edmund Birkeland fra Jernbaneverket deltok delvis under kartleggingen. Ved kartlegging av strekningen mellom Sira og Loga ble det benyttet dresin for tilkomst. Mellom Loga og Flekkefjord er banen lett tilgjengelig fra vegen slik at bil ble benyttet.

Kartleggingen av skjæringene er basert på visuell vurdering fra sporet. Naturlige skråninger, de høyeste skjæringene og spesielt overgangen mellom toppen av skjæringene og ovenforliggende skråninger, er steder som for en stor del har behov for nærmere detaljkartlegging for å vurdere stabiliteten.

Skilt med kilometerangivelse (pelnummer) langs Flekkefjordbanen er nokså mangelfull. Stedsangivelse for de kartlagte lokalitetene er delvis basert den kilometerangivelse for tunneler, bruer og holdeplasser som er i Banedata 94 [3]. Det er foretatt måling ut fra disse punktene enten ved oppskritting eller ved bruk av GPS. Det vil derfor være noe unøyaktighet på stedsangivelsene i rapporten.



Figur 1 Kartlegging ved skjæring nord for Migaren tunnel, km 4,40

3 Geologi

Bergartene langs den kartlagte strekningen tilhører Agderkomplekset. Disse består hovedsakelig av granittiske gneiser og varierende fin- til middelskornete kvarts- og feltspatrike gneiser. I henhold til NGUs Berggrunnsgeologiske kart består berggrunnen langs strekningen Sira – Sirnes av øyegneis, vesentlig omdannede porfyriske granitter med store feltspatkrystaller. Mellom Sirnes og Flikkeid er det hovedsakelig båndgneis med enkelte innslag av migmatitt. Fra Flikkeid til Flekkefjord er det for det meste granittiske gneiser til dels feltspatrike.

Kartleggingen viste at disse bergartene generelt framstår som bestandige og for det meste som meget massive mellom sprekkestrukturane.

4 Arbeidsbeskrivelse og forutsetninger

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for kartleggingsarbeidet:

- Alle skjæringer med høyde over 3 meter er registrert og vurdert
- Alle tunnelpåhugg (+50 ca meter innenfor portalen) er kartlagt
- Sideterreng som vurderes å representere en potensiell fare for linjen er registrert som grunnlag for nærmere kartlegging/inspeksjon

Naturlige bratte skråninger, høye skjæringer og spesielt overgangen mellom toppen av skjæringene og ovenforliggende skråninger, er steder som for en stor del også krever nærmere detaljkartlegging for å vurdere stabiliteten. Disse partiene listet i tabell 2.

De høyeste skjæringene og strekninger med bratt sideterreng foreslås undersøkt nærmere. For enkelte høye skjæringer vil kontroll fra korga på Jernbaneverkets renskebukk være hensiktsmessig. Skredfarevurderinger for partier med bratt sideterreng kan kreve tilkomstteknikk med bruk av tau. Erfaringsmessig kan steinblokker som fra spornivået ser avløst ut, allikevel være tilstrekkelig stabile. Og i motsatt fall kan det være avløste steinblokker man ikke ser fra sporet. Det er derfor viktig med en fysisk kontroll med bruk av renskespett. Dette gjelder spesielt i høye og uoversiktlige skjæringer og i overgangen mellom skjæringer og overliggende bratt sideterreng.

Det er viktig at de som skal utføre de foreslåtte sikringstiltakene har erfaring og kompetanse til å vurdere om de foreslåtte sikringstiltakene må suppleres eller kan utgå. Skredfarevurderingene fra overliggende sideterreng anbefales utført som egen, uavhengig arbeidsoperasjon.

4.1 Kartleggingsmetodikken

Veiledning for bruk av kartleggingsverktøyet er gjengitt i vedlegg B. Registrering av potensielle raspartier følger et todelt system der del 1 består av innsamling av data i felt (skjema og foto, se vedlegg A), og del 2 består av å legge de innsamlede dataene i et spesialutviklet Excel regneark med tilhørende referansefil.

For hver skjæring og tunnel som er kartlagt er følgende faktorer angitt i felt:

- Tilgjengelighet **kf₁**, korteste avstand til nærmeste stasjon og/eller om området er tilgjengelig fra bilvei
- Terrengform **kf₂**, for terrenget på motsatt side av raspartiet
- Siktavstand **kf₅** er angitt for den veien det er kortest siktavstand for lokfører

I tillegg ble vurdering av nedfallssannsynlighet i tid (trippelestimat), blokkstørrelse og tiltak registrert i felt.

4.2 Opplysninger om banetype

Informasjon om baneprioritet og planer for framtidig trafikk er mottatt fra Jernbaneverket.

Tabell 1 Oversikt over togtyper for strekningen Sira–Flekkefjord.

Togtype	Trafikksammensetning (%)
Motorvogn	0
Godstog	0
Persontog (inkl. dresin)	100

I beregningsverktøyet legges kartlagte geodata inn sammen med banedata og trafikkinformasjon slik at risikoberegninger foretas på grunnlag av disse. Andre parametere innhentes fra JBV for den aktuelle banestrekningen.

Hastigheten på strekningen er antatt til 20 km/t ved risikovurdering.

Strekningen faller under baneprioritet 5.

4.3 Risikobetraktninger

I samråd med Jernbaneverket region Vest ble det i forkant av kartleggingsarbeidet som NGI utførte på Sørlandsbanen 2007/2008 enighet om følgende føringer for restrisiko og vedlikeholdskostnader. De samme forutsetningene er lagt til grunn ved behandling av kartleggingsdataene fra Flekkefjordbanen.

- RVR (restverdirisiko): Er definert som den risikoen som ansees å være igjen etter at tiltak er utført. NGI har i sin kartlegging vurdert at dersom tiltak utføres som anbefalt, kan RVR settes lik 0.
- $NVVT_F$ og $NVVT_E$ (vedlikeholdskostnader før og etter tiltak): I manualen for beregningsverktøyet (vedlegg 3) anses det ikke som en stor feil å utelukke disse kostnadene med mindre tiltaket medfører at vedlikeholdskostnadene etter tiltaket er høyere enn før gjennomføring av tiltaket. NGI har vurdert at de foreslåtte tiltakene ikke medfører vesentlige endringer i $NVVT_F$ og $NVVT_E$. Det er derfor ikke ført inn verdier for disse parametrene i beregningsverktøyet.

5 Beskrivelse av strekningen

Edmund Birkeland fra Jernbaneverket opplyste at det ble foretatt fjellrensk av både skjæringer og tunneler det siste året før Flekkefjordbanen ble nedlagt, det vil si rundt 1991.

Det er ikke registrert nedfall av store steinblokker på den kartlagte strekningen. Flekkefjordsbanens Venner har foretatt vedlikehold langs linjen de senere år. Dette vedlikeholdet omfatter både vegetasjonsrydding og rensk av grøfter og drenering. I tillegg er det bygd en del rekkverk der banen ligger på høye støttemurer.

5.1 Skjæringer

De fleste skjæringene er vurdert til å ha tilstrekkelig stabilitet. Generelt er det overgangen mellom skjæring og overforliggende terreng hvor det er størst usikkerhet knyttet til rasfare. Her er det flere steder vokst opp mye vegetasjon/trær, slik at rotsprenging vil forekomme i økende grad.

5.2 Sideterreng

I tabell 2 er det utarbeidet en egen oversikt over de strekningene hvor det anbefales å foreta en kontrollbefaring for å kartlegge sideterreng. Slike befaringer kan med fordel utføres tidlig om våren, like etter at snøen har smeltet, og før løvet springer ut. Dette gir bedre oversikt og forenkler kartleggingen betraktelig.

Spesielt et ca 400 meter langt parti vest for Lavoll fra ca km 10,0 bør det foretas en klarering av sideterrenget. Dette er en skråning/fjellside med mer enn 100 meter høyde.

Tabell 2 Oversikt over registrert sideterreng

Pelnummer	h/v	Lengde	Høyde	Kommentar
2,30	v	20	8-10	Mye mosegrodd
3,20	v	40	30	Mye mose, Skjeggestad tunnel. N
3,87	v	30	30	Skjeggestad tunnel. S
4,05	v	70	30-50	Sjekk støttemur i terrenget
4,19	v	150	50+	Sjekk betongstøtter
4,33	v	150	20-40	Nord for Migaren tunnel, bratt
5,19	v	100	150	Se figur 2 sør for Migaren tunnel.
5,25	v	100	50-100	Nord for Ravnejuvet tunnel
6,29	h/v	500	10-50	Bratt terreng delvis uoversiktlig fra linjen, mye vegetasjon
7,85	v	200	100	Nord for Eie 1 tunnelen
8,25	v	150	60-70	Relativt stabile urmasser i bunn
9,98	h/v	50	30	Sjekk overgang skjæring/terreng
10,03	h	400	100+	Kartlegges med bruk av tau/spett
10,54	h	30	50+	Kartlegges med bruk av tau/spett
10,90	h	30	100	Massivt berg, noe vegetasjon
11,50	h	25	70+	Ca 30° helning
11,60	h	30	30	Nord for Solan 1 tunnel
11,76	h	30	50+	Sør for Solan 1 tunnel
13,09	h	100	20-70	Sør for Loga tunnel
16,27	v	50	80-100	Sør for Auestad tunnel



Figur 2 Høy uoversiktlig skjæring og bratt sideterreng ved Lavoll, km 10,10



Figur 3 Uoversiktlig og bratt sideterreng sør for Migaren tunnel, ved km 5,19

5.3 Tunneler

De fleste tunnelene har ikke noe portalkonstruksjon. Stabiliteten for de fleste tunnelmunningene vurderes som tilstrekkelig sikker. Disse er i stor grad rensket til "klink" berg. Der tunnelene krysser mektige svakhetssoner er det foretatt utmuring av hvelv. Under kartleggingen ble det avdekket noen soner hvor det anbefales sikringstiltak for å heve sikkerhetsnivået, se figur 4 og 5.

Tabell 3 Oversikt over tunnelene på strekningen

	km	Navn	Lengde	Skjema*
1	0,96	Bakkekleiv tunnel	63	55
2	3,33	Skjeggestad tunnel	543	53,54
3	4,52	Migaren tunnel	665	49,50
4	5,34	Ravnejuvet tunnel	1174	46,47
5	7,26	Eie II tunnel	28	43
6	8,06	Eie I tunnel	52	40
7	8,77	Lavold (Flikkeid) tunnel	793	37,38
8	10,43	Loia II tunnel	110	35,36
9	10,58	Loia I tunnel	317	34
10	11,03	Soland tunnel III	51	31,32
11	11,23	Soland tunnel II	105	29,30
12	11,63	Soland tunnel I	128	25,26
13	11,95	Strømmland tunnel	185	22,23
14	12,96	Loga tunnel	131	18,19
15	14,47	Ufer tunnel	379	13,14
16	15,83	Kråketo tunnel	130	7,8,9
17	16,09	Auestad tunnel	183	4,5
18	16,44	Trolldal tunnel	455	1,2

*Referer til kartleggingsskjemaene i vedlegg A

6 Resultater fra kartleggingen

Resultatene fra kartleggingen er gjengitt i regnearkene i tabellene 4-5 og 7-10. På grunnlag av disse er det laget kart med grafisk framstilling prioritert etter sannsynlighet for utfall og nytte-kost for sikringstiltak. Det er også gjengitt kart som viser sammenstilling av størrelser på kartlagte steinblokker og sannsynlighet for utfall.

Tabell 4 Kartlagte lokaliteter knyttet til tunneler

Lokal. [km]	Hastig- het [km/t]	Str. på mulig ras [m ³]	kf ₁	kf ₂	kf ₄	Siktavst.		Sann synli- ghet P (k)	Trippelanslag for tidspunkt for ras			E(t)	TILTAK TUNNEL	
						m	kf ₅		t _{min}	t _{ant}	t _{maks}		Bolt [ant]	Rensk [m ²]
3,330	20	0,2	1,5	1,5	0,0	200	2	1,0	1	5	15	7,0	1	
3,863	20	0,0	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	1	5	20	8,7		3
4,525	20	0,1	1,5	5,0	0,0	200	2	0,5	20	40	60	40,0	1	
4,530	20	0,0	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	5	15	25	15,0	1	
5,185	20	0,2	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	5	15	30	16,7	1	
5,340	20	0,2	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	3	10	20	11,0	1	
5,355	20	0,5	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	1	3	10	4,7	1	
5,360	20	0,4	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	1	3	10	4,7	1	
6,474	20	0,1	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	1	3	5	3,0		1
7,260	20	0,1	1,5	1,5	0,0	200	2	1,0	5	10	20	11,7	1	
7,275	20	0,1	1,5	1,5	0,0	200	2	0,5	15	30	70	38,3	1	
8,060	20	0,1	1,5	1,5	0,0	400	1	0,8	10	20	40	23,3	2	
8,070	20	0,1	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	5	10	20	11,7		5
8,112	20	0,2	1,5	1,5	0,0	400	1	0,8	10	20	40	23,3		1
10,430	20	0,5	1,5	2,0	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3	1	
10,538	20	0,2	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	5	10	25	13,3		2
10,580	20	0,3	1,5	5,0	0,0	200	2	0,8	5	20	50	25,0	1	
10,897	20	0,3	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	40	20,0	1	
11,030	20	0,2	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	40	20,0		2
11,081	20	0,2	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	5	10	20	11,7	1	
11,086	20	0,3	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	5	15	30	16,7	1	
11,235	20	0,1	1,5	1,5	0,0	400	1	0,8	5	15	40	20,0		5
11,335	20	0,5	1,5	1,5	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3	1	
11,630	20	1,0	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	3	10	25	12,7	3	
11,758	20	0,0	1,5	1,5	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3		1
11,975	20	0,1	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	3	10	20	11,0		5
12,135	20	0,5	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	5	10	20	11,7	2	1
12,155	20	0,1	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	3	10	20	11,0	2	
12,960	20	0,3	2,0	1,5	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3	1	
13,091	20	0,3	2,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	20	40	23,3	2	
14,472	20	3,0	1,0	1,5	0,0	400	1	1,0	3	10	20	11,0	5	
14,750	20	0,5	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3	2	
14,850	20	0,5	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	1	10	20	10,3	1	
15,830	20	0,2	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	30	50	30,0		4
15,870	20	0,2	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	30	50	30,0		4
15,885	20	0,3	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	30	50	30,0	1	4
15,890	20	0,3	1,0	1,5	0,0	400	1	1,0	1	5	10	5,3		10
15,920	20	0,5	1,0	1,5	0,0	400	1	1,0	1	10	20	10,3	2	5
15,950	20	0,3	1,0	1,5	0,0	400	1	0,5	10	30	50	30,0	2	
16,088	20	0,2	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	5	20	40	21,7		10
16,250	20	0,5	1,0	1,5	0,0	400	1	0,5	20	40	60	40,0		20
16,270	20	0,2	1,0	1,5	0,0	400	1	0,3	25	50	100	58,3		10
16,455	20	0,1	1,0	1,5	0,0	200	2	0,1	100	150	200	150,		2
16,475	20	5,0	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3	15	160
16,525	20	3,0	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	5	15	30	16,7	10	100
16,990	20	0,1	1,0	1,5	0,0	400	1	0,3	50	70	100	73,3		2
Sum												65	357	

Tabell 5 Kartlagte lokaliteter knyttet til skjæringer

Lokalitet. [km]	Hastighet [km/t]	Str. på mulig ras [m ³]	kf ₁	kf ₂	kf ₄	Siktavst.		Sannsynlighet P (k)	Trippelanslag for tidspunkt for ras			E(t)	TILTAK SKJÆRING	
						m	kf ₅		t _{min}	t _{antatt}	t _{maks}		Bolt [ant.]	Rensk [m ²]
1,025	20	0,6	1,0	2,0	0,0	200	2	1,0	5	15	25	15,0	1	
4,400	20	0,5	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	5	15	30	16,7	1	1
4,502	20	0,5	1,5	5,0	0,0	200	2	0,8	10	20	30	20,0	1	
4,510	20	1,0	1,5	5,0	0,0	200	2	0,8	10	20	40	23,3	2	
5,295	20	1,0	1,5	5,0	0,0	200	2	0,8	10	20	40	23,3	2	
5,315	20	2,0	1,5	5,0	0,0	200	2	0,8	10	20	40	23,3	3	
5,345	20	0,3	1,5	5,0	0,0	200	2	1,0	5	15	30	16,7	1	
7,235	20	0,2	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	1	10	20	10,3	1	
7,693	20	0,1	1,5	2,0	0,0	200	2	0,8	5	15	40	20,0	1	1
8,205	20	0,7	1,5	4,0	0,0	200	2	0,8	10	20	40	23,3	1	
10,900	20	0,8	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	10	20	40	23,3	1	1
11,220	20	0,0	1,5	1,5	0,0	400	1	0,8	10	15	40	21,7		2
11,455	20	0,3	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	10	20	40	23,3	1	
11,470	20	0,5	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	35	18,3	1	1
11,638	20	0,2	1,5	1,5	0,0	400	1	1,0	1	5	15	7,0	1	
11,770	20	0,3	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	35	18,3	1	
11,775	20	0,5	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	35	18,3	2	
11,785	20	0,2	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	40	20,0	1	
12,150	20	0,2	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	10	20	30	20,0		1
12,915	20	0,2	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	30	16,7	1	
12,935	20	0,3	1,5	1,5	0,0	200	2	0,8	5	15	30	16,7	1	
13,100	20	0,3	2,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	20	50	26,7	1	2
13,155	20	0,2	1,5	4,0	0,0	200	2	1,0	1	5	10	5,3	1	1
13,175	20	0,4	1,5	4,0	0,0	200	2	1,0	5	20	40	21,7	1	
13,525	20	0,5	1,0	1,5	0,0	200	2	0,8	10	30	50	30,0	1	
14,465	20	0,7	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	2	10	20	10,7	1	1
14,970	20	1,5	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	20	40	60	40,0	2	
14,990	20	0,5	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	30	60	33,3	1	
15,180	20	0,5	1,0	1,0	0,0	400	1	0,3	20	50	100	56,7		
15,300	20	0,8	1,0	1,0	0,0	200	2	0,3	25	50	100	58,3		
15,300	20	0,2	1,0	1,0	0,0	200	2	0,3	25	50	100	58,3		
15,815	20	0,3	1,0	1,5	0,0	400	1	0,5	20	40	60	40,0	1	
15,820	20	0,6	1,0	1,5	0,0	400	1	0,8	10	30	45	28,3	1	
15,965	20	0,3	1,0	1,5	0,0	400	1	1,0	1	7	20	9,3	2	2
15,975	20	0,2	1,0	1,5	0,0	400	1	0,3	20	50	100	56,7		1
16,280	20	0,5	1,0	1,5	0,0	200	2	1,0	5	15	30	16,7	1	
16,285	20	2,0	1,0	1,5	0,0	200	2	0,8	5	20	50	25,0	4	
												Sum	41	14

7 Anbefalte tiltak

7.1 Tiltak i tunneler

Ved de fleste lokalitetene der det ble registret sprekkeavløste blokker er det foreslått rensk eller å sette inn bergsikringsbolter. Da kartleggingen kun er foretatt fra tunnelsålen, vil bruk av renskespett avgjøre om det er behov for de foreslåtte boltene. En gjennomgående kontrollrensk med bruk av renskespett anbefales generelt for tunnelene.

I Ufer tunnel er det anbefalt å sikre en svakhetszone med sprøytebetong og i Trolldal tunnel er det foreslått å montere sikringsnett for å hindre nedfall fra et parti med mye småfallent berg. Begge typer løsning vil gi tilfredsstillende resultat, slik at praktiske hensyn som tilgjengelighet av utstyr osv. må vurderes ved valg av metode.

Det er ikke foretatt registrering av vannlekkasjer/potensielle isdannelser i tunnelen, da Jernbaneverket har oppgitt at det ikke er planlagt å trafikere strekningen om vintrene. Det er derfor ikke foreslått tiltak for å redusere vann/is problemer.

For å sikre de steinblokkene som er vurdert som ustabile i tunnelene er det totalt foreslått å sette inn 65 bolter og utføre 357 m² med fjellrensk.

7.2 Tiltak i skjæringer

Det er generelt behov for å fjerne vegetasjon og overvekst av mose langs hele strekningen.

Valg av sikringsmetode avgjøres etter at stabiliteten til de kartlagte blokkene er kontrollert med bruk av renskespett. Normalt vil en del av blokkene som er vurdert som potensielt ustabile, sett fra sporet, allikevel være tilstrekkelig sikre når de blir undersøkt nærmere.

For å sikre de blokkene som er registrert som potensielt ustabile i skjæringene er det totalt foreslått å sette inn 41 bergsikringsbolter og utføre 14 m² med fjellrensk. Når det gjelder rensk i skjæringene er det for de aller fleste tilfeller oppført kun 1 m² rensk der det er kartlagt en potensielt ustabil blokk.

Prioritering av tiltak for spesifikke raspartier er utført ved hjelp av nytte/kost faktoren som er et resultat fra beregningsverktøyet. Det vil allikevel være rasjonelt å utføre flere sikringstiltak på områder som ligger nært inntil hverandre når man først har utstyr på plass for å minske tilrigging og transport. Det bør også vurderes om en del vegetasjonsfjerning kan utføres samtidig med at tilkomstutstyr for fjellsikring er på stedet.

8 Kostnader og nytte/kost-verdier

Ved kostnadsberegning av anbefalte sikringstiltak er det benyttet enhetspriser basert på Jernbaneverkets erfaringer med tilsvarende arbeider langs linjen, se tabell 6.

Tabell 6 Enhetspriser som er benyttet for kostnadsberegning.

Enhetspriser:	Bolting, kr/bolt	4000	
	Rensk kr/m ²	130	
	Sprenging kr/m ²	800	
Generelle mob/driftskostnader		20	%
Uforutsett		15	%
Prosjektering/prosjektadm.		15	%

Det er satt en nedre grense / minimumsverdi i beregningsverktøyet for kostnaden av et enkelt sikringstiltak til 5 000 kr. Disse er ment å dekke riggekostnader osv. slik at utførelse av enkelttiltak skal ha et realistisk prisnivå.

Tiltakskostnad er summen av alle tiltak (i 1000 kr), multiplisert med 1,587 (1,2 x 1,15 x 1,15). 58,7 % tillegg kommer av det at bergningsmodellen benytter prosenter for mobilisering, uforutsette kostnader og prosjektadministrasjon. NVT er nåverdien av tiltakskostnaden. NVT inkluderer mva. med 25 %. Altså er NVT 1,25 ganger større enn Tiltakskostnaden. F.eks. 2 bolter gir 4.000.- x 2 x 1,587 x 1,25 = 15.870,- avrundet til nærmeste 1000 kr.

Tiltakskostnadene oppgitt i beregningsverktøyet kan minkes noe ved å utføre tiltak for nærliggende partier samtidig. En minimumsverdi for rensk på 5000 kr tilsvarer rensk av et areal på ca 39 m² dersom det ligger inntil et areal som allerede skal renskes.

Tabell 7 Kostnader for foreslåtte tiltak knyttet til tunnelene

Km	TILTAK TUNNELER			Kostnad andre tiltak	Tiltakskostnader, kr			Sum tiltaks- kostnad (1000 kr) inkl. mva
	Bolter [ant.]	Rensk [m ²]	Sprengn. [m ³]		Bolting	Rensk	Sprengn.	
3,330	1	0	0	0	4000	0	0	8
3,863	0	3	0	0	0	390	0	6
4,525	1	0	0	0	4000	0	0	8
4,530	1	0	0	0	4000	0	0	8
5,185	1	0	0	0	4000	0	0	8
5,340	1	0	0	0	4000	0	0	8
5,355	1	0	0	0	4000	0	0	8
5,360	1	0	0	0	4000	0	0	8
6,474	0	1	0	0	0	130	0	6
7,260	1	0	0	0	4000	0	0	8
7,275	1	0	0	0	4000	0	0	8
8,060	2	0	0	0	8000	0	0	16
8,070	0	5	0	0	0	650	0	6
8,112	0	1	0	0	0	130	0	6
10,430	1	0	0	0	4000	0	0	8
10,538	0	2	0	0	0	260	0	6
10,580	1	0	0	0	4000	0	0	8
10,897	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,030	0	2	0	0	0	260	0	6
11,081	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,086	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,235	0	5	0	0	0	650	0	6
11,335	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,630	3	0	0	0	12000	0	0	24
11,758	0	1	0	0	0	130	0	6
11,975	0	5	0	0	0	650	0	6
12,135	2	1	0	0	8000	130	0	16
12,155	2	0	0	0	8000	0	0	16
12,960	1	0	0	0	4000	0	0	8
13,091	2	0	0	0	8000	0	0	16
14,472	5	0	0	0	20000	0	0	40
14,750	2	0	0	24500	8000	0	0	64
14,850	1	0	0	0	4000	0	0	8
15,830	0	4	0	0	0	520	0	6
15,870	0	4	0	0	0	520	0	6
15,885	1	4	0	0	4000	520	0	9
15,890	0	10	0	0	0	1300	0	6
15,920	2	5	0	0	8000	650	0	17
15,950	2	0	0	0	8000	0	0	16
16,088	0	10	0	0	0	1300	0	6
16,250	0	20	0	0	0	2600	0	6
16,270	0	10	0	0	0	1300	0	6
16,455	0	2	0	0	0	260	0	6
16,475	15	160	0	25000	60000	20800	0	210
16,525	10	100	0	0	40000	13000	0	105
16,990	0	2	0	0	0	260	0	6
Sum								790

Tabell 8 Kostnader for foreslåtte tiltak knyttet til skjæringene

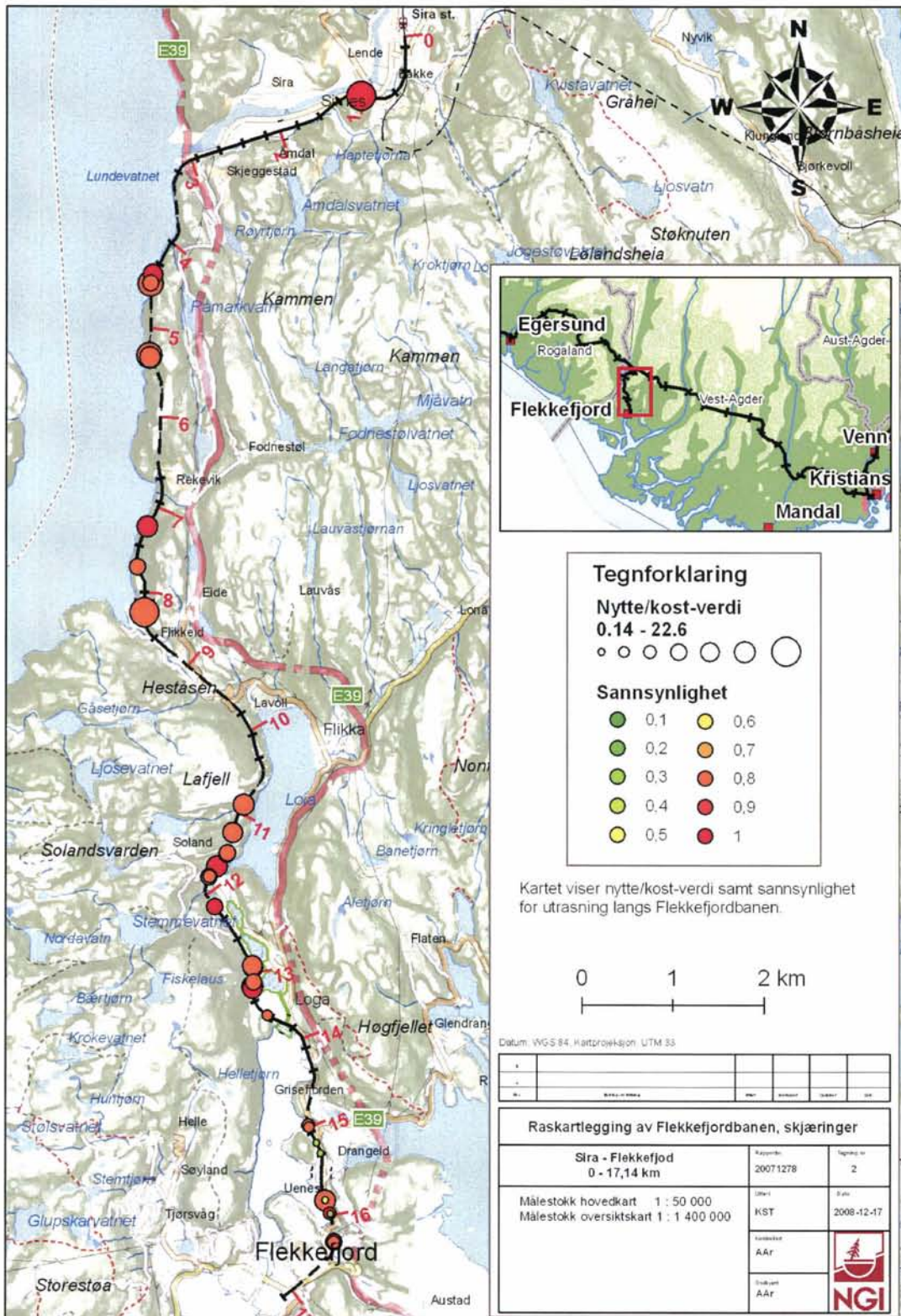
Km	TILTAK SKJÆRINGER			Kostnad andre tiltak	Tiltakskostnader, kr			Sum tiltaks-kostnad (1000 kr) inkl. mva
	Bolter [ant.]	Rensk [m ²]	Sprengn. [m ³]		Bolting	Rensk	Sprengn.	
1,025	1	0	0	0	4000	0	0	8
4,400	1	1	0	0	4000	130	0	8
4,502	1	0	0	0	4000	0	0	8
4,510	2	0	0	0	8000	0	0	16
5,295	2	0	0	0	8000	0	0	16
5,315	3	0	0	0	12000	0	0	24
5,345	1	0	0	0	4000	0	0	8
7,235	1	0	0	0	4000	0	0	8
7,693	1	1	0	0	4000	130	0	8
8,205	1	0	0	0	4000	0	0	8
10,900	1	1	0	0	4000	130	0	8
11,220	0	2	0	0	0	260	0	6
11,455	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,470	1	1	0	0	4000	130	0	8
11,638	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,770	1	0	0	0	4000	0	0	8
11,775	2	0	0	0	8000	0	0	16
11,785	1	0	0	0	4000	0	0	8
12,150	0	1	0	0	0	130	0	6
12,915	1	0	0	0	4000	0	0	8
12,935	1	0	0	0	4000	0	0	8
13,100	1	2	0	0	4000	260	0	8
13,155	1	1	0	0	4000	130	0	8
13,175	1	0	0	0	4000	0	0	8
13,525	1	0	0	0	4000	0	0	8
14,465	1	1	0	0	4000	130	0	8
14,970	2	0	0	0	8000	0	0	16
14,990	1	0	0	0	4000	0	0	8
15,180	0	0	0	0	0	0	0	6
15,300	0	0	0	0	0	0	0	6
15,300	0	0	0	0	0	0	0	6
15,815	1	0	0	0	4000	0	0	8
15,820	1	0	0	0	4000	0	0	8
15,965	2	2	0	0	8000	260	0	16
15,975	0	1	0	0	0	130	0	6
16,280	1	0	0	0	4000	0	0	8
16,285	4	0	0	0	16000	0	0	32
Sum								365

Tabell 9 Nytte/kost-verdier for foreslåtte tiltak i tilknytning til tunnelene

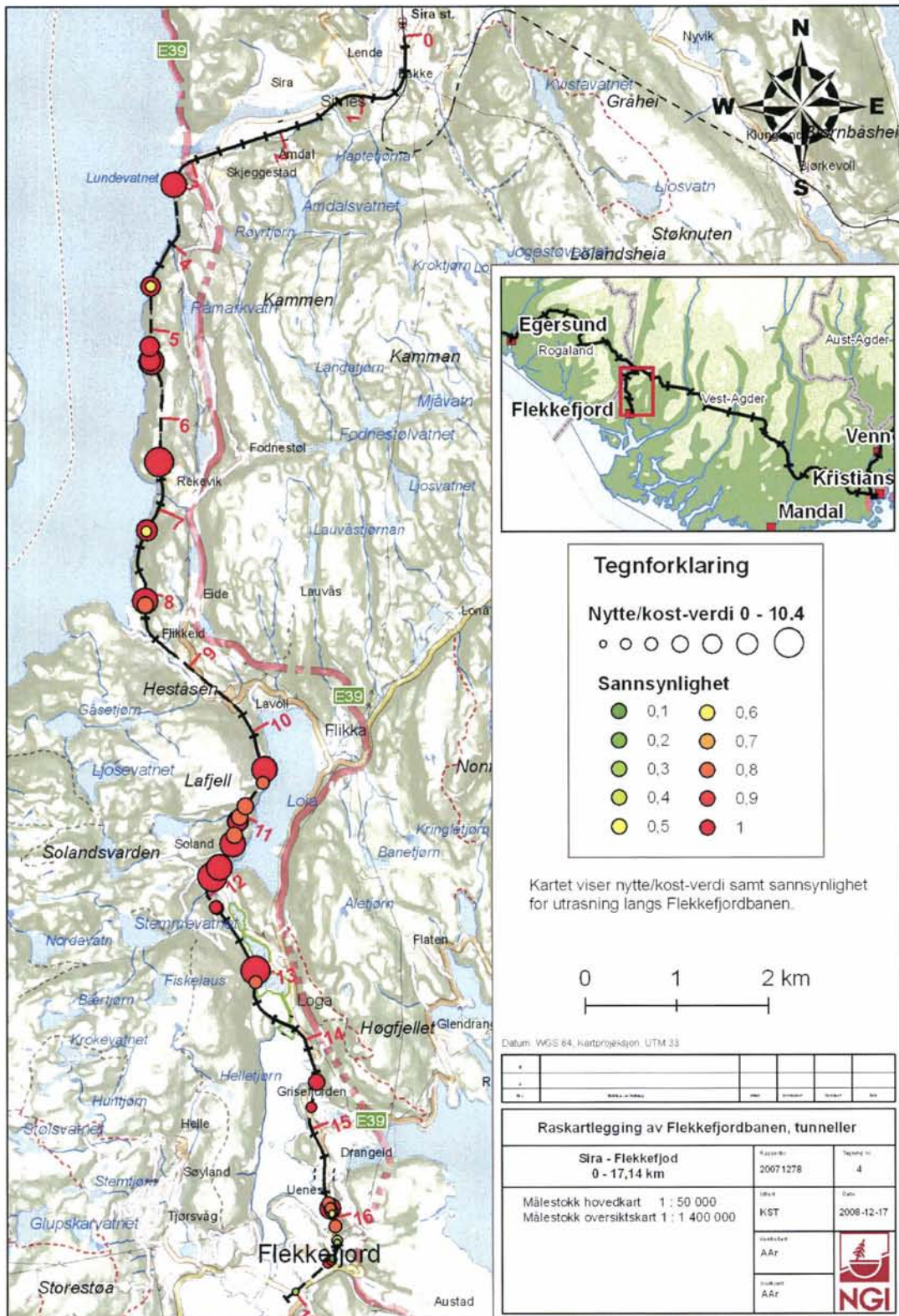
Km	Konsekvens K (1000 kr)	P (k)	Risiko K*P(k) (1000 kr)	E(t)	NVR (1000 kr)	RVR (% av NVR)	NVT (1000 kr)	VEDLIKEHOLD (1000 kr)			Nytte /kost- verdi tunnel
								NVVT	NVVF	NVVE	
6,474	76	1	76	3,0	65	0	6	0	0	0	10
12,960	101	1	101	5,3	78	0	8	0	0	0	10
11,758	76	1	76	5,3	58	0	6	0	0	0	9
3,863	76	1	76	8,7	50	0	6	0	0	0	8
5,355	76	1	76	4,7	60	0	8	0	0	0	8
5,360	76	1	76	4,7	60	0	8	0	0	0	8
10,430	76	1	76	5,3	58	0	8	0	0	0	7
11,335	76	1	76	5,3	58	0	8	0	0	0	7
11,630	319	1	319	12,7	172	0	24	0	0	0	7
8,070	76	1	76	11,7	43	0	6	0	0	0	7
3,330	76	1	76	7,0	54	0	8	0	0	0	7
10,538	76	1	76	13,3	39	0	6	0	0	0	6
15,890	50	1	50	5,3	39	0	6	0	0	0	6
5,340	76	1	76	11,0	44	0	8	0	0	0	6
7,260	76	1	76	11,7	43	0	8	0	0	0	5
11,081	76	1	76	11,7	43	0	8	0	0	0	5
11,975	50	1	50	11,0	29	0	6	0	0	0	5
4,530	76	1	76	15,0	36	0	8	0	0	0	5
5,185	76	1	76	16,7	34	0	8	0	0	0	4
11,086	76	1	76	16,7	34	0	8	0	0	0	4
14,850	50	1	50	10,3	30	0	8	0	0	0	4
11,030	76	0,8	60	20,0	23	0	6	0	0	0	4
11,235	76	0,8	60	20,0	23	0	6	0	0	0	4
14,472	239	1	239	11,0	140	0	40	0	0	0	4
8,112	76	0,8	60	23,3	19	0	6	0	0	0	3
10,897	76	0,8	60	20,0	23	0	8	0	0	0	3
10,580	76	0,8	60	25,0	18	0	8	0	0	0	2
16,088	50	0,8	40	21,7	14	0	6	0	0	0	2
12,155	50	1	50	11,0	29	0	16	0	0	0	2
15,920	50	1	50	10,3	30	0	17	0	0	0	2
12,135	50	1	50	11,7	29	0	16	0	0	0	2
13,091	101	0,8	81	23,3	26	0	16	0	0	0	2
15,830	50	0,8	40	30,0	9	0	6	0	0	0	1
15,870	50	0,8	40	30,0	9	0	6	0	0	0	1
8,060	76	0,8	60	23,3	19	0	16	0	0	0	1
15,885	50	0,8	40	30,0	9	0	9	0	0	0	1
16,525	239	1	239	16,7	106	0	105	0	0	0	1
16,475	239	1	239	5,3	184	0	210	0	0	0	1
7,275	76	0,5	38	38,3	6	0	8	0	0	0	1
4,525	76	0,5	38	40,0	5	0	8	0	0	0	1
14,750	50	1	50	5,3	39	0	64	0	0	0	1
16,250	50	0,5	25	40,0	4	0	6	0	0	0	1
15,950	50	0,5	25	30,0	6	0	16	0	0	0	0
16,270	50	0,3	15	58,3	1	0	6	0	0	0	0
16,455	50	0,1	5	150,0	0	0	6	0	0	0	0
16,990	50	0,3	15	73,3	0	0	6	0	0	0	0

Tabell 10 Nytte/kost-verdier for foreslåtte tiltak i tilknytning til skjæringer

Km	Konsekvens K (1000 kr)	P (k)	Risiko K*P(k) (1000 kr)	E(t)	NVR (1000 kr)	RVR (% av NVR)	NVT (1000 kr)	VEDLIKEHOLD (1000 kr)			Nytte/ kost- verdi skjæring
								NVVT	NVVF	NVVE	
8,205	700	0,8	560	23,3	179	0	8	0	0	0	23
1,025	315	1	315	15,0	152	0	8	0	0	0	19
14,465	239	1	239	10,7	142	0	8	0	0	0	17
4,510	853	0,8	682	23,3	219	0	16	0	0	0	14
5,295	853	0,8	682	23,3	219	0	16	0	0	0	14
10,900	319	0,8	255	23,3	82	0	8	0	0	0	10
5,315	853	0,8	682	23,3	219	0	24	0	0	0	9
13,155	76	1	76	5,3	58	0	8	0	0	0	7
11,638	76	1	76	7,0	54	0	8	0	0	0	7
15,820	239	0,8	191	28,3	48	0	8	0	0	0	6
7,235	76	1	76	10,3	46	0	8	0	0	0	6
5,345	76	1	76	16,7	34	0	8	0	0	0	4
4,400	76	1	76	16,7	34	0	8	0	0	0	4
12,915	76	0,8	60	16,7	27	0	8	0	0	0	3
12,935	76	0,8	60	16,7	27	0	8	0	0	0	3
11,220	76	0,8	60	21,7	21	0	6	0	0	0	3
13,175	76	1	76	21,7	26	0	8	0	0	0	3
11,770	76	0,8	60	18,3	25	0	8	0	0	0	3
12,150	50	1	50	20,0	19	0	6	0	0	0	3
11,470	76	0,8	60	18,3	25	0	8	0	0	0	3
4,502	76	0,8	60	20,0	23	0	8	0	0	0	3
11,785	76	0,8	60	20,0	23	0	8	0	0	0	3
16,280	50	1	50	16,7	22	0	8	0	0	0	3
7,693	76	0,8	60	20,0	23	0	8	0	0	0	3
13,100	101	0,8	81	26,7	22	0	8	0	0	0	3
11,455	76	0,8	60	23,3	19	0	8	0	0	0	2
15,965	50	1	50	9,3	32	0	16	0	0	0	2
16,285	239	0,8	191	25,0	56	0	32	0	0	0	2
14,970	239	0,8	191	40,0	27	0	16	0	0	0	2
11,775	76	0,8	60	18,3	25	0	16	0	0	0	2
13,525	50	0,8	40	30,0	9	0	8	0	0	0	1
14,990	50	0,8	40	33,3	8	0	8	0	0	0	1
15,300	163	0,3	49	58,3	3	0	6	0	0	0	0
15,815	50	0,5	25	40,0	4	0	8	0	0	0	0
15,180	50	0,3	15	56,7	1	0	6	0	0	0	0
15,975	50	0,3	15	56,7	1	0	6	0	0	0	0
15,300	50	0,3	15	58,3	1	0	6	0	0	0	0



Figur 6 Nytt/kost-verdier for tiltak og sannsynlighet for utfall i skjæringer



Figur 7 Nytt/kost-verdier for tiltak og sannsynlighet for utfall i tunneler

9 Referanser

1. Jernbaneverket "kartleggingsverktøy for skjæringer og tunneler", 2002
2. NGU "Berggrunnsgeologisk kart, Mandal 1:250 000", 1982
3. Norsk jernbaneklubb "Banedata '94", 1994



Rapport nr.: 20071278-15
Dato: 2009-01-09
Rev. dato:
Side: 24 / Rev.: 0

Vedlegg A - Kartleggings skjema fra felt med tilhørende foto

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkefjord banen

Trottoar (s)

Km: 16.990

Km: 16.895

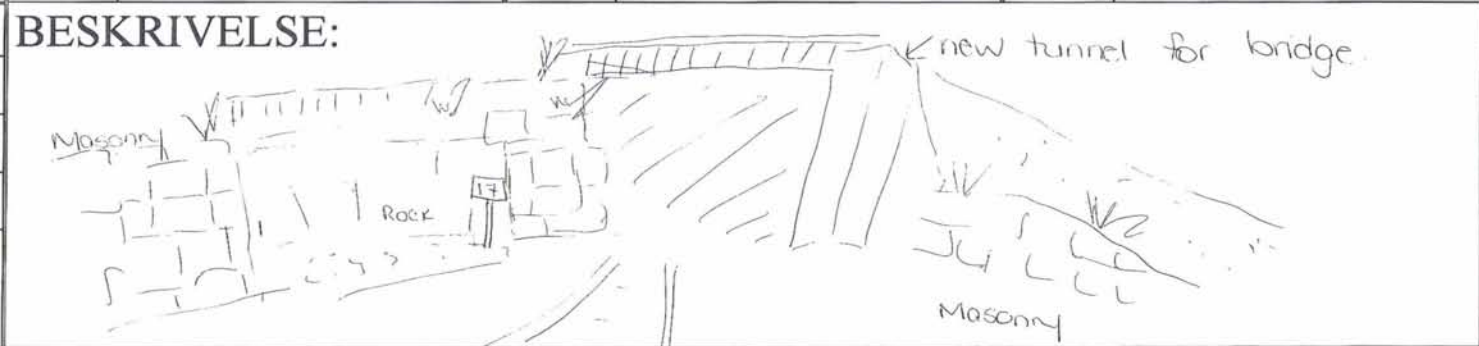
For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.1	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.3			
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	50	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	70	Rensk, m ² : <u>2</u>	Rensk, m ² : _____
		Senest:	100	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
				Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₅) i [m]		1.0



DATO:
Nov. 11 / 2008

VURDERT AV:
 Firma: NGT
 Sign.: Maureen White. /
 A. Mørset





Km 16,990 11 Nov 2008 kl 9:10 Trolldal tunnel S

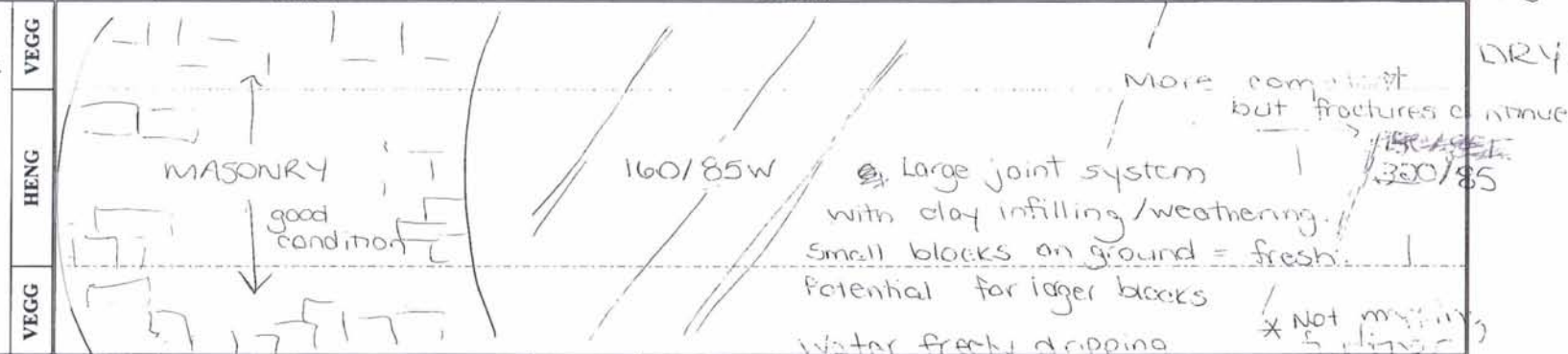


Km 16,990 11 Nov 2008 kl 9:28 Trolldal tunnel S

Flekkefjord banen

Trolldal (N) Km: 16.440 3m 20m Km: 16.525

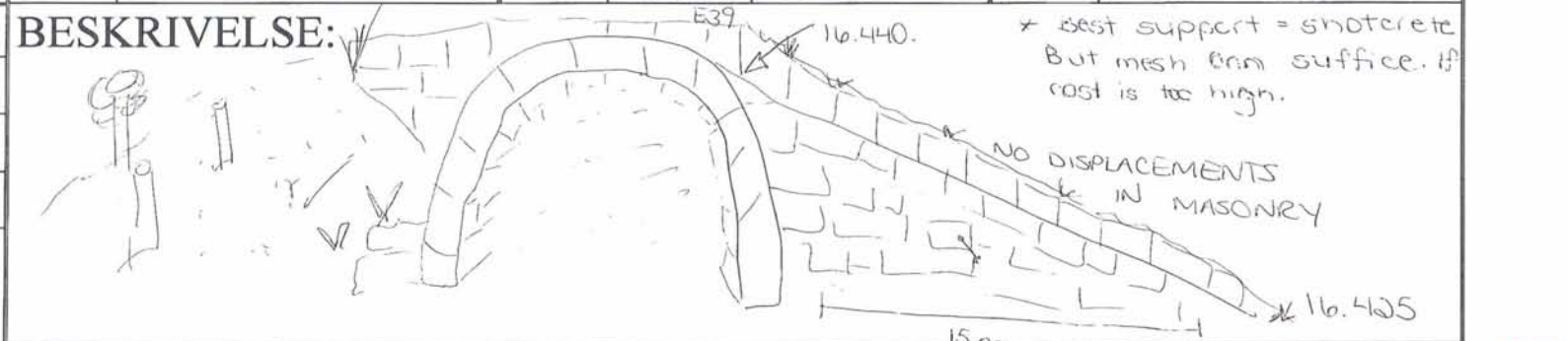
For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.1	Rasparti 1	5	Rasparti 2	3	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.1		1.0		1.0		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	100	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	150	Rensk, m ² : <u>2</u>	5	Rensk, m ² : <u>160</u>	15	Rensk, m ² : <u>100</u>
		Senest:	200	Bolter, stk. : _____	10	Bolter, stk. : <u>15</u>	15	Bolter, stk. : <u>10</u>
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	15	Sprengn., m ³ : _____	
					Nett m ² : <u>100</u>	30		

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₅) i [m]		2.0



DATO: 11-NOV-2008 **VURDERT AV:** Firma: NGI **Sign.:** M. White / A.Aarset





Km 16,440 11 Nov 2008 kl 9:54 Trolldal tunnel N



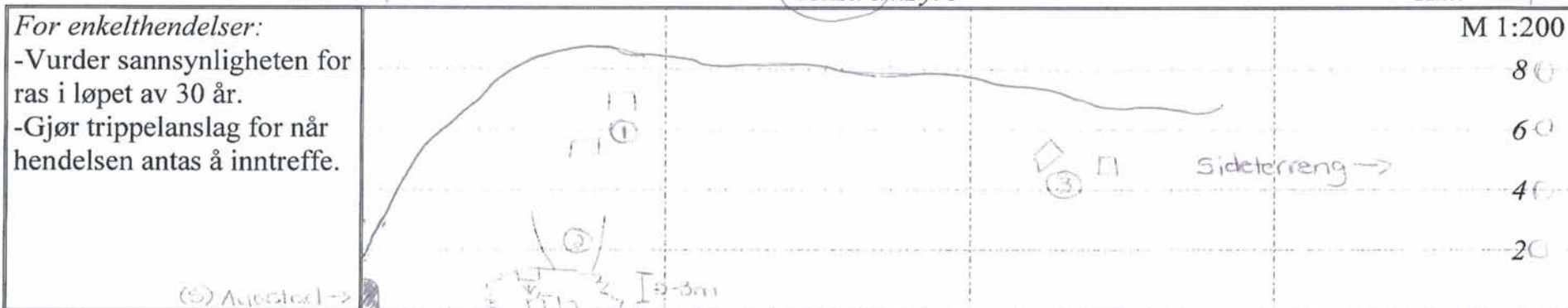
Km 16,440 11 Nov 2008 kl 10:30 Trolldal tunnel N

Flekkfjordbanen

Km: 16,073

venstre/høyre

Km: 16,303



Størrelse, m ³ :		2.0	Rasparti 1	0.5	Rasparti 2		Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		0.8	1.0			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : 4	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : 1	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____
		Senest:	50	Sprengn., m ³ : _____	30	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		20

BESKRIVELSE:

① 1.0m³ blocks

② Many blocks failed but none have reached rail track. Enough horiz. distance.

③ Need to map siderterreng to give accurate stability estimate. Must be done from top.

Photo 11:33AM

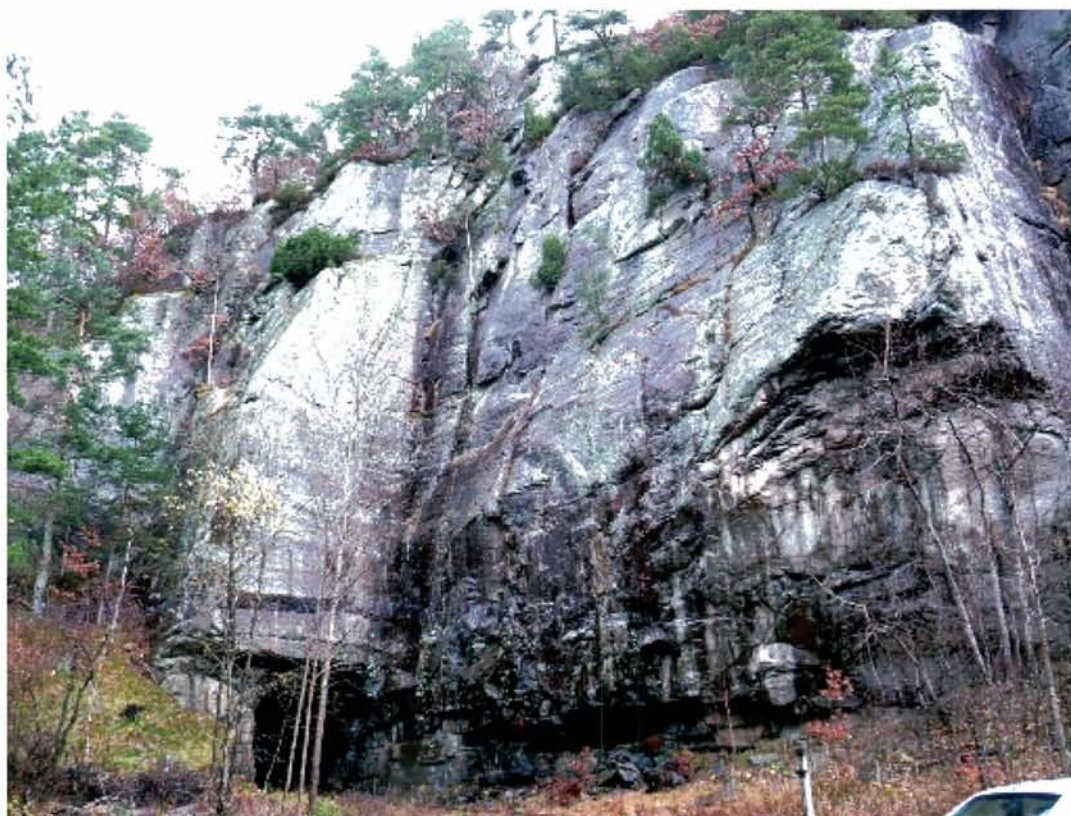
Photo 12:23PM

DATO: 11-Nov-2008

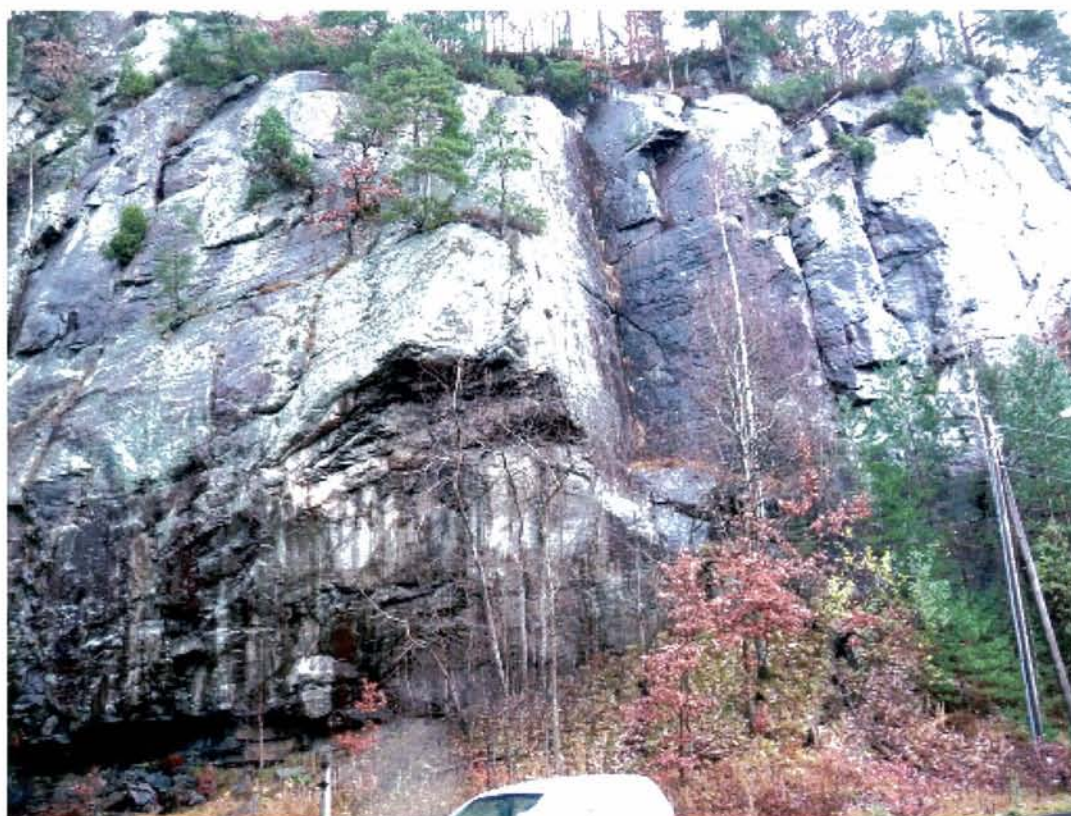
VURDERT AV: Firma: NGI

Sign.: White/Aarset





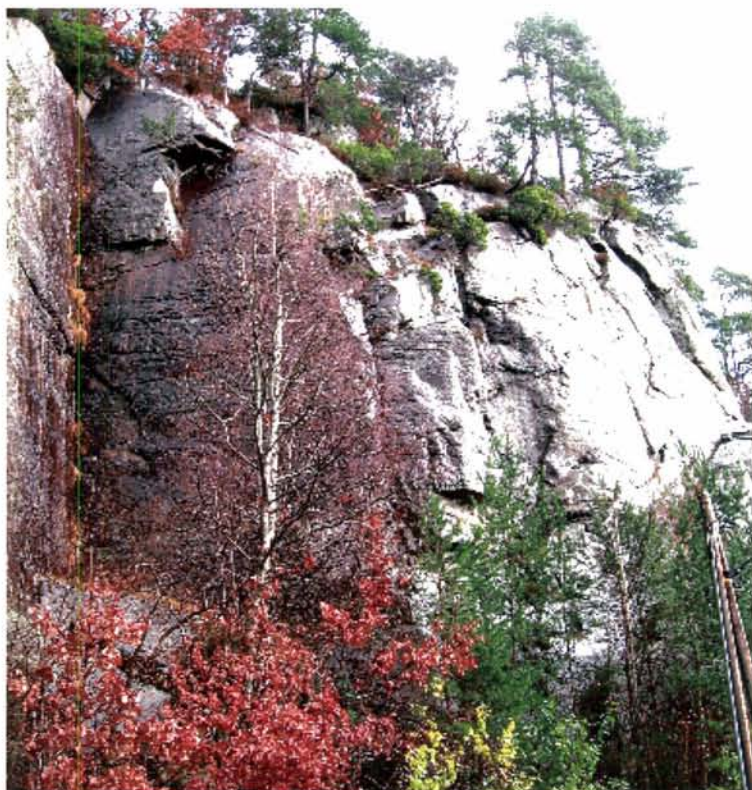
Km 16,280 11 Nov 2008 kl 11:05 Fjellskjaering sod av Auestad S



Km 16,280 11 Nov 2008 kl 11:05 Fjellskjaering sod av Auestad S



Km 16,280 11 Nov 2008 kl 11:30 Fjellskjaering sod av Auestad S (Rasparti 2)



Km 16,280 11 Nov 2008 kl 11:30 Fjellskjaering sod av Auestad S

Flekkefjordbanen

Austed (5)

Km: 16.073

16.303
Km: ~~16.073~~

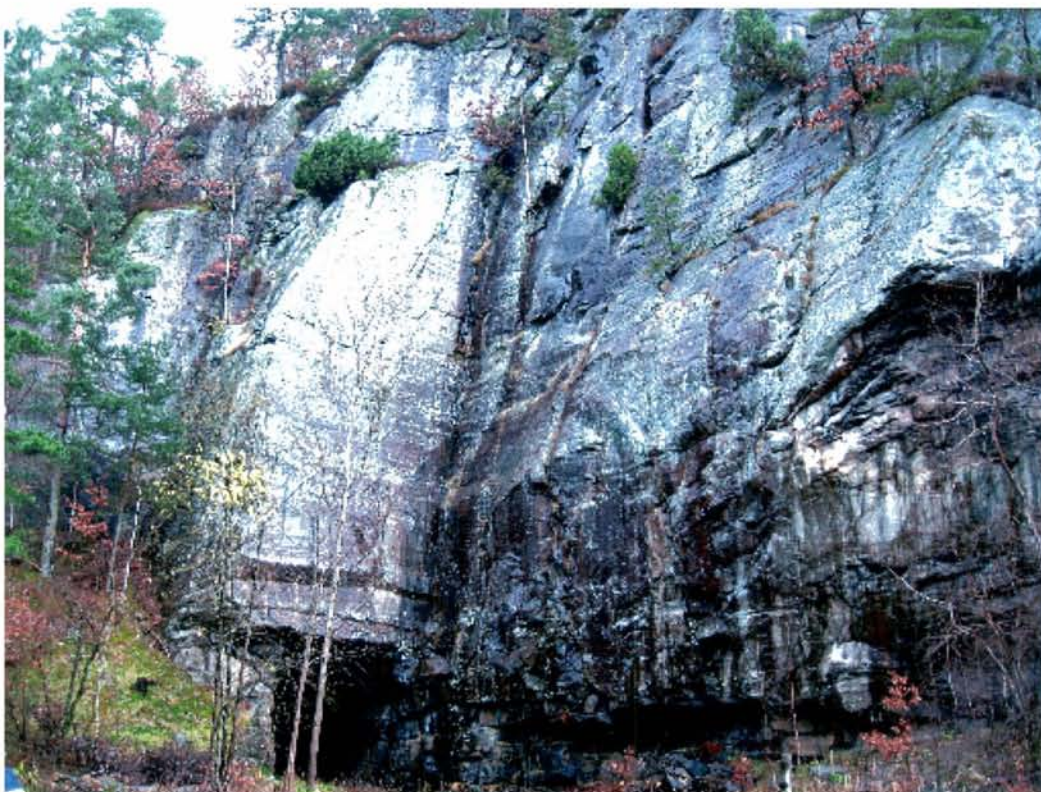
<p>For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.</p>	VEGG	
	HENG	
	VEGG	

Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.5	Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.3		0.5				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	25	TILTAK, angi mengde	30	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	50	Rensk, m ² : <u>10</u>	40	Rensk, m ² : <u>20</u>		Rensk, m ² : _____
		Senest:	100	Bolter, stk. : _____	60	Bolter, stk. : _____		Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:			<p>BESKRIVELSE:</p> <p>① Good condition. No blocks on ground. Calcrete / mould-green.</p> <p>② Structure sub-vertical, parallel to tunnel. Some sub-horizontal. Potential for failure. More</p>		
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0			
Terrengform	kf ₂ :	1.5			
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0			

DATO:	VURDERT AV:
11. Nov-2008	Firma: NGI
	Sign.: M. White / A. Aarset





Km 16,280 11 Nov 2008 kl 11:30 Auestad tunnel S



Km 16,280 11 Nov 2008 kl 11:40 Auestad tunnel S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkfjordbanen

Avestad (N) Km: 16.090

16.050

Km:

<p>For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.</p>	VEGG	
	HENG	
	VEGG	

Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	<u>U</u>	Rasparti 2	Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		0.8			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	50	Rensk, m ² : <u>10</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	40	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:	
Tilgjengelighet	kf ₁ : <u>1.0</u>		
Terrengform	kf ₂ : <u>1.5</u>		
Siktavstand (kf ₃) i [m]	<u>1.0</u>		
		Photo @ <u>10:10 PM</u>	

DATO: 11-Nov-2008 VURDERT AV: NG1 Sign.: M. White / A. Aarset





Km 16,090 11 Nov 2008 kl 12:08 Auestad tunnel N



Km 16,090 11 Nov 2008 kl 12:09 Auestad tunnel N

Banestrekning:

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

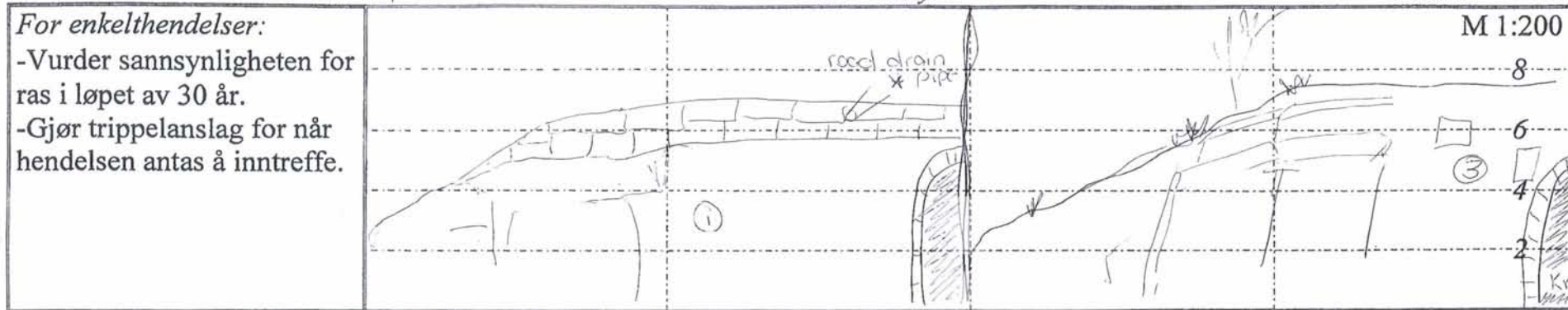
Skjema nr.: 6
Parsell: _____

Flekk fjordbanen

Km: 15,990

15 960
venstre/høyre 15990

Km: 15 960



For enkelthendelser:
-Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
-Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	Rasparti 2	0.3	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.3			1.0		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	20	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	50	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____	7	Rensk, m ² : _____
		Senest:	100	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	20	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

③ Block ready to spall in near future traws.
Scale loose small blocks around

Photo @
1:25PM

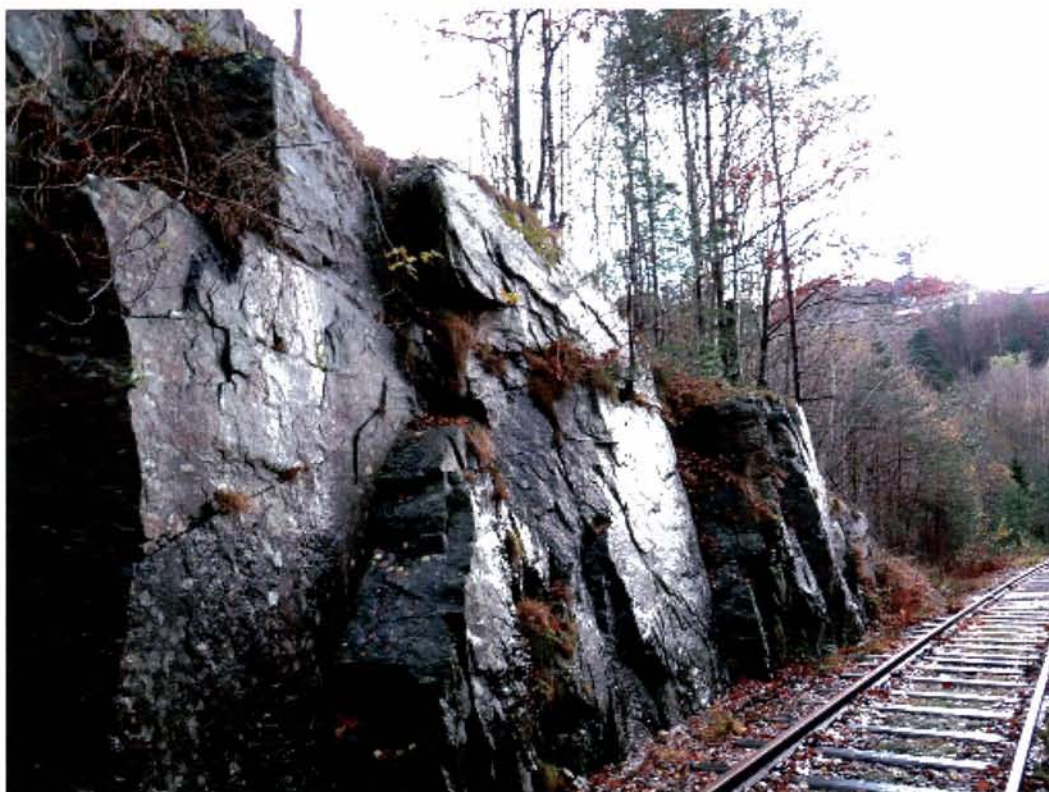
DATO: 11 - Nov - 2008

VURDERT AV: NGI
Firma: NGI
Sign.: M. White / A. Aarset





Km 15,990 11 Nov 2008 kl 13:26



Km 15,990 11 Nov 2008 kl 13:28



Km 15,990 11 Nov 2008 kl 13:27



Km 15,990 11 Nov 2008 kl 13:30

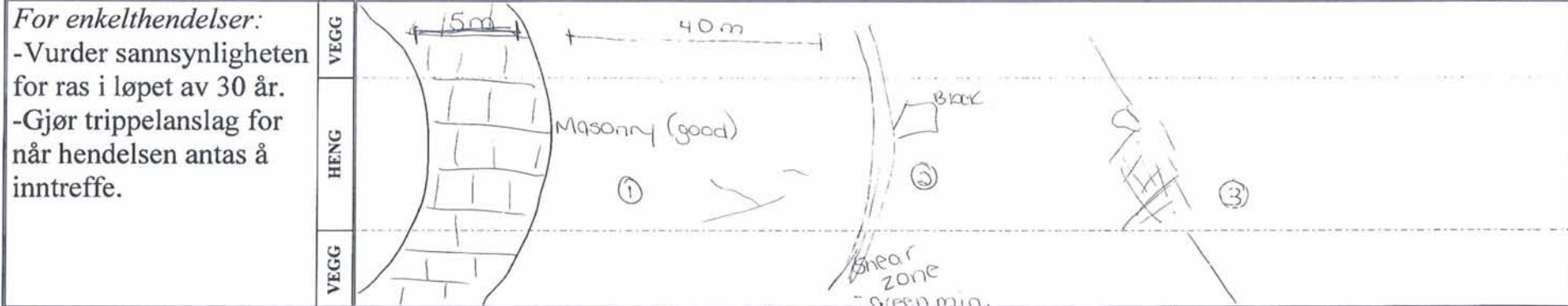
Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekke fjordbanen

Kråketo (S) Km: 15 960 15 900 15 890 Km:



For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

VEGG	VEGG		VEGG	
HENG	HENG		HENG	

Størrelse, m ³ :		0.3	Rasparti 1	0.5	Rasparti 2	0.3	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.5		1		1		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	30	Rensk, m ² : _____	10	Rensk, m ² : <u>5</u> (shear zone)	5	Rensk, m ² : <u>10</u>
		Senest:	50	Bolter, stk. : <u>2</u>	20	Bolter, stk. : <u>2</u>	10	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

① - water dripping (sporadic)
 - some cracks are open but overall confining stress seems sufficient.

② Shear zone w/ serpentine.

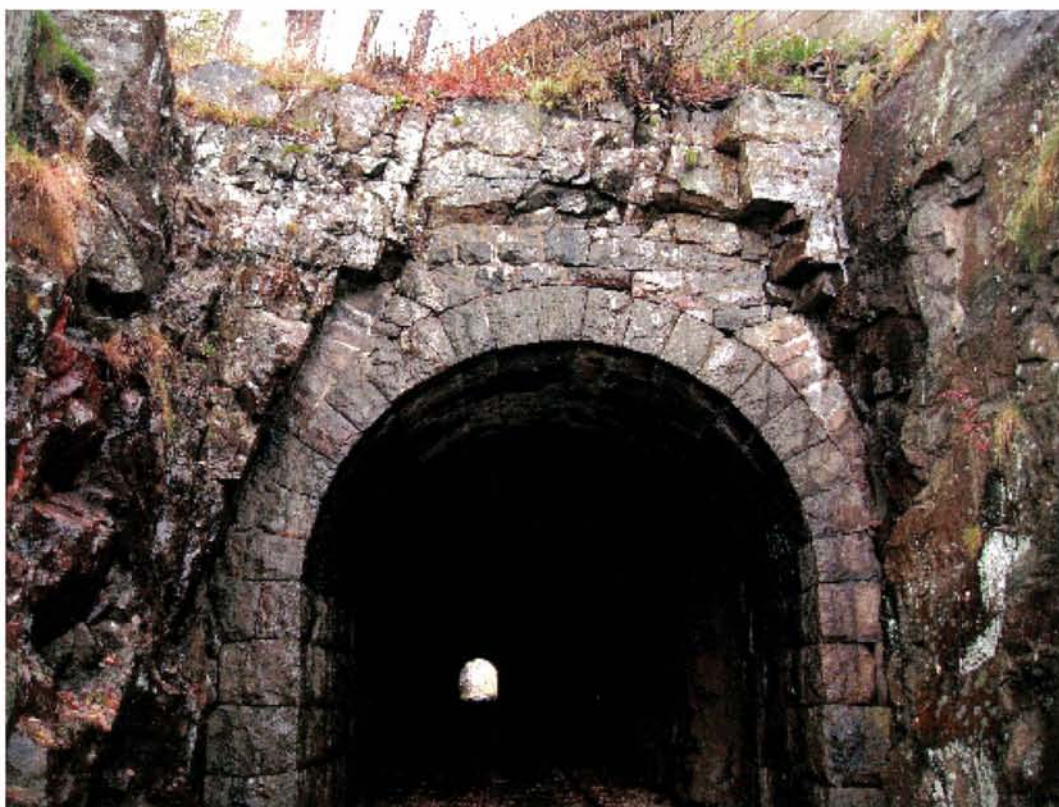
③ After scaling, re-evaluate to decide if mesh is necessary.
 Swelling clay.

DATO:
 11 - Nov - 2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI

Sign.: M. White / A. Aarset



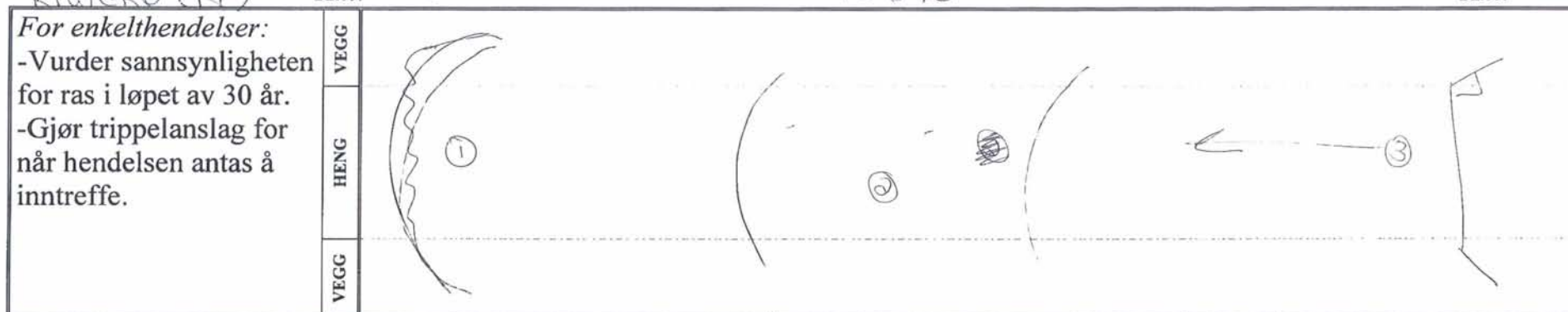


Km 15,960 11 Nov 2008 kl 13:26 Kraketo tunnel S

Kræteko (N) Km: 15 830

15 870

Km:



Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.2	Rasparti 2	0.3	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.8		0.8		0.8		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	10	TILTAK, angi mengde	10	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	30	Rensk, m ² : <u>4</u>	30	Rensk, m ² : <u>4</u>	30	Rensk, m ² : <u>4</u>
		Senest:	50	Bolter, stk. : _____	50	Bolter, stk. : _____	50	Bolter, stk. : <u>1</u>
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrangform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

①

② Recommend to investigate crown + springline with a bar to check for loose pieces.

③ Very flat, planar crown square profile. Some blocks along springlines.

* children walk through from school. (2:20 PM photo)

Photo @ 2:17 PM

DATO:
11 - NOV - 2008

VURDERT AV:
Firma: NGI

Sign.: M. White / A. Aarset





Km 15,830 11 Nov 2008 kl 14:17 Kraketo tunnel N



Km 15,830 11 Nov 2008 kl 14:18 Kraketo tunnel N

Banestrekning:

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

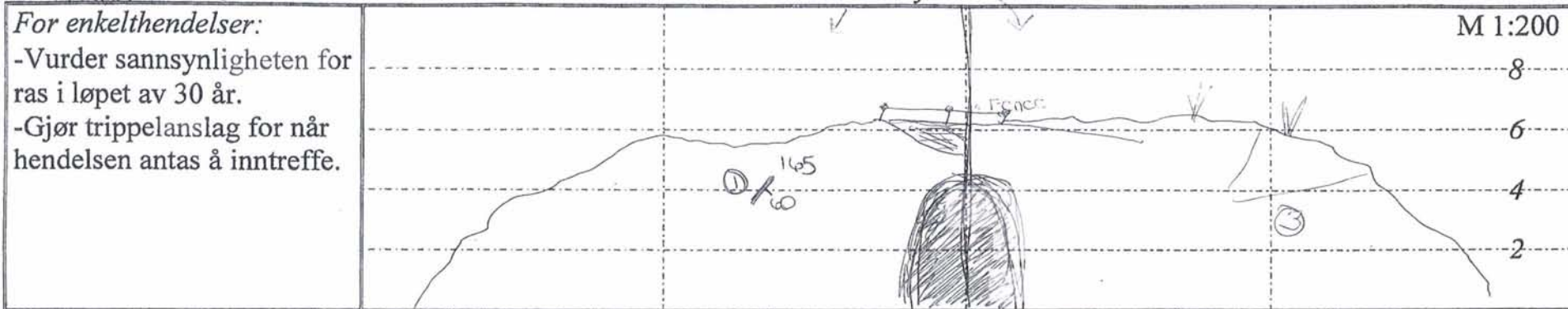
Skjema nr.: 4
Parsell: _____

Flekkefjordbanen

Krøketø skjæring Km: 15 800

15,830
venstre/høyre

Km: 15 800



M 1:200

Størrelse, m ³ :		0.6	Rasparti 1		Rasparti 2	0.3	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.8				0.5		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	20	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	30	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____	40	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____
		Senest:	45	Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	60	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

Double-sided cut entrance to tunnel.

Photo of ✓ side @ 2:30PM

DATO: 11 - Nov - 2008

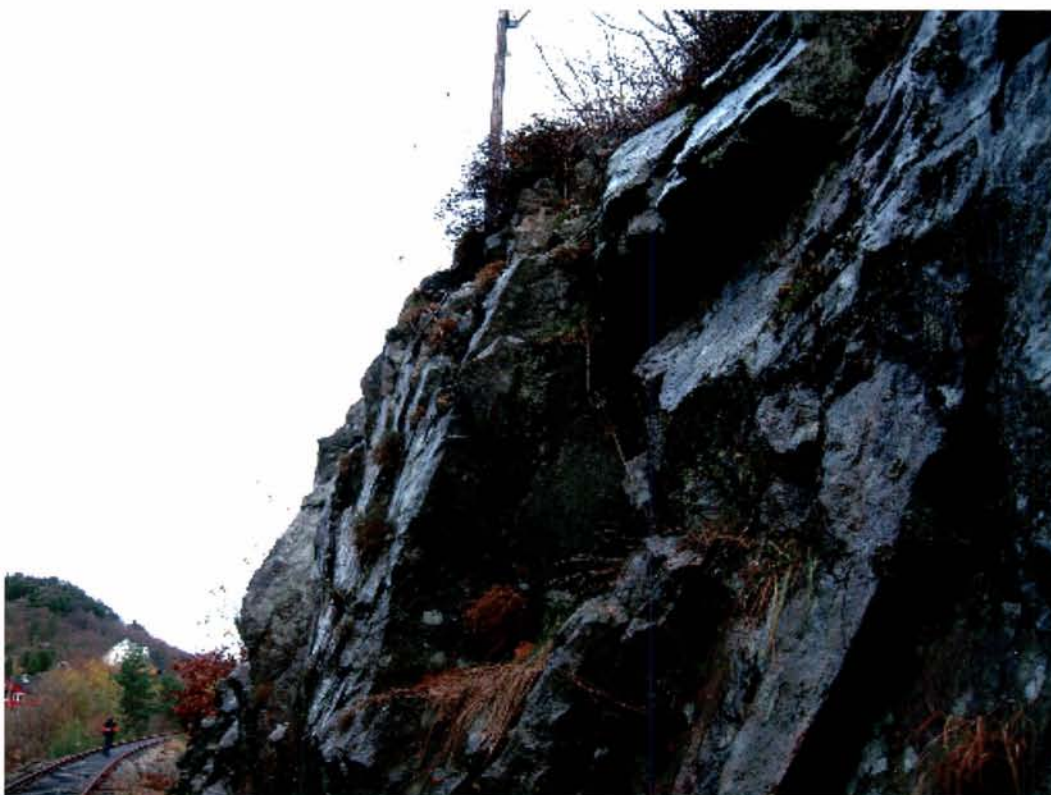
VURDERT AV: NGI
Firma: NGI

Sign.: M. White / A. Aorset





Km 15, 800 11 Nov 2008 kl 14:20



Km 15, 800 11 Nov 2008 kl 14:22

Fleksfjordbanen

Km: _____

venstre/høyre

~5.300

Km: _____



M 1:200

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

Størrelse, m ³ :		0.8	Rasparti 1	0.3	Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.3		0.3				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	25	TILTAK, angi mengde	25	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	50	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	50	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	100		100			

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.0
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:

Two-sided cut
 ~40m long

Photo @
 3.10 PM

DATO:
 11 - Nov - 2008

VURDERT AV:
 Firma: NGL Sign.: M. White / A. Aarset





Km 15,300 11 Nov 2008 kl 14:56



Km 15,300 11 Nov 2008 kl 15.08

Flekkefjord banen

Km: 15,150

Venstre
venstre/høyre

Km: 15,200



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		TILTAK, angi mengde		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	Rensk, m ² : _____		
		Antatt:	Bolter, stk. : _____		
		Senest:	Sprengn., m ³ : _____		
		0.3			
		20			
		50			
		100			

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.0
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

One side cut.
Fracture plane sub-parallel (sub-vertical) to rail line.

3 Photos @ 3:17PM

Photo
3:13PM

3:20 PM

DATO: 11-Nov-2008

VURDERT AV: Firma: NGI Sign.: A. Aarset / M. White





Km 15,200 11 Nov 2008 kl 15:13



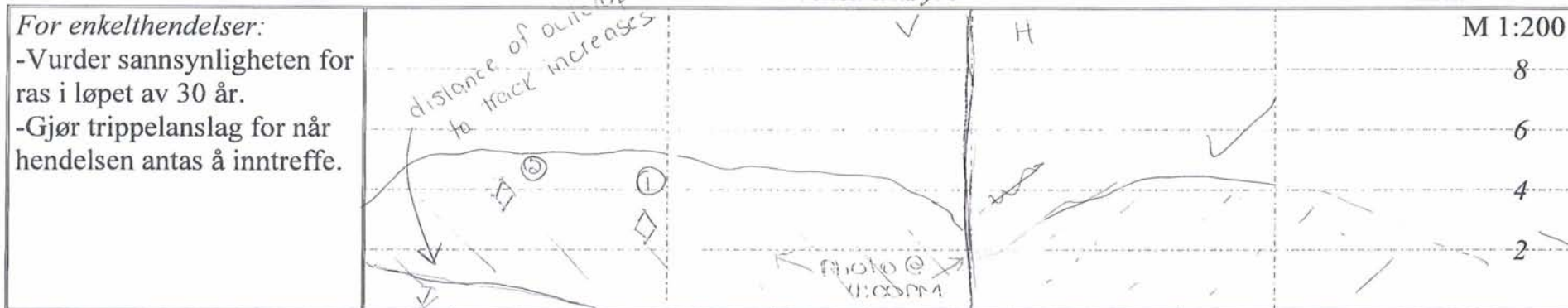
Km 15,200 11 Nov 2008 kl 15:19

Flekkefjord banen

Km: 14,95

15,03 14,95
venstre/høyre

Km: 15,03



Størrelse, m ³ :		0.5		Rasparti 1		1.5		Rasparti 2		Rasparti 3		
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		0.8		0.8		0.8					
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10		TILTAK, angi mengde		20		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	30		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____		40		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____	
		Senest:	60		Sprengn., m ³ : _____		60		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

Duteroaps on both sides, directly before selurelva bru.
Good condition.

Smaller on right - no potential for block fallout.

4.10 PM

DATO: 11-Nov-2008

VURDERT AV: Firma: NBI

Sign.: M. White / A. Aarset





Km 14,950 11 Nov 2008 kl 16:07



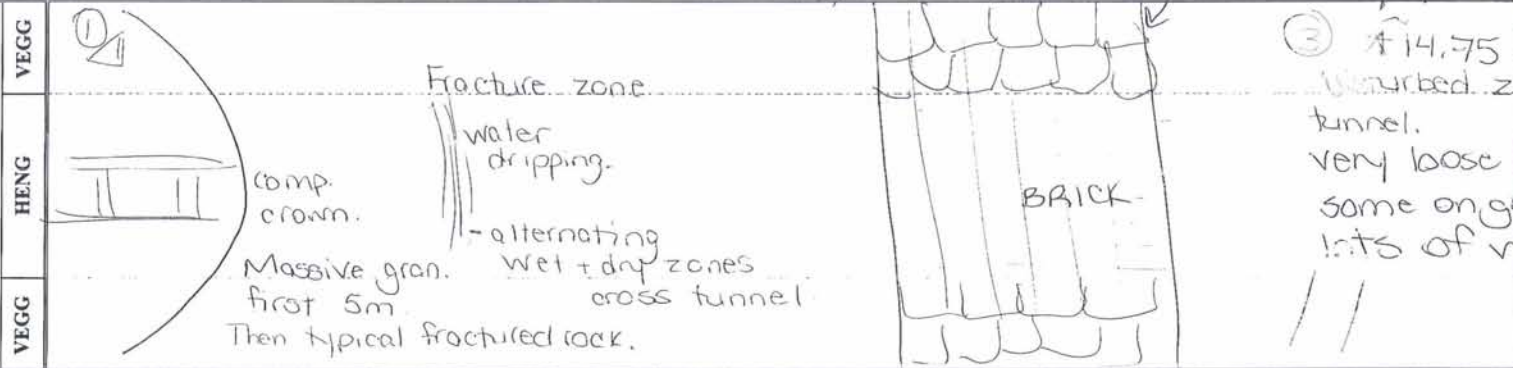
Km 14,950 11 Nov 2008 kl 16:19

Flekkefjordkrossen

Ufer (S) Km: 14.85

30m 30m MOUNTY Km/

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1		Rasparti 2	0.5	Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		1.0				1.0	
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	1
		Antatt:	10	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : 1		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : 5	5
		Senest:	20	Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____ Shotcrete: 7 m ³	10

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2



③ Preferably shotcrete, scale, mesh + bolts may suffice if not shotcrete.

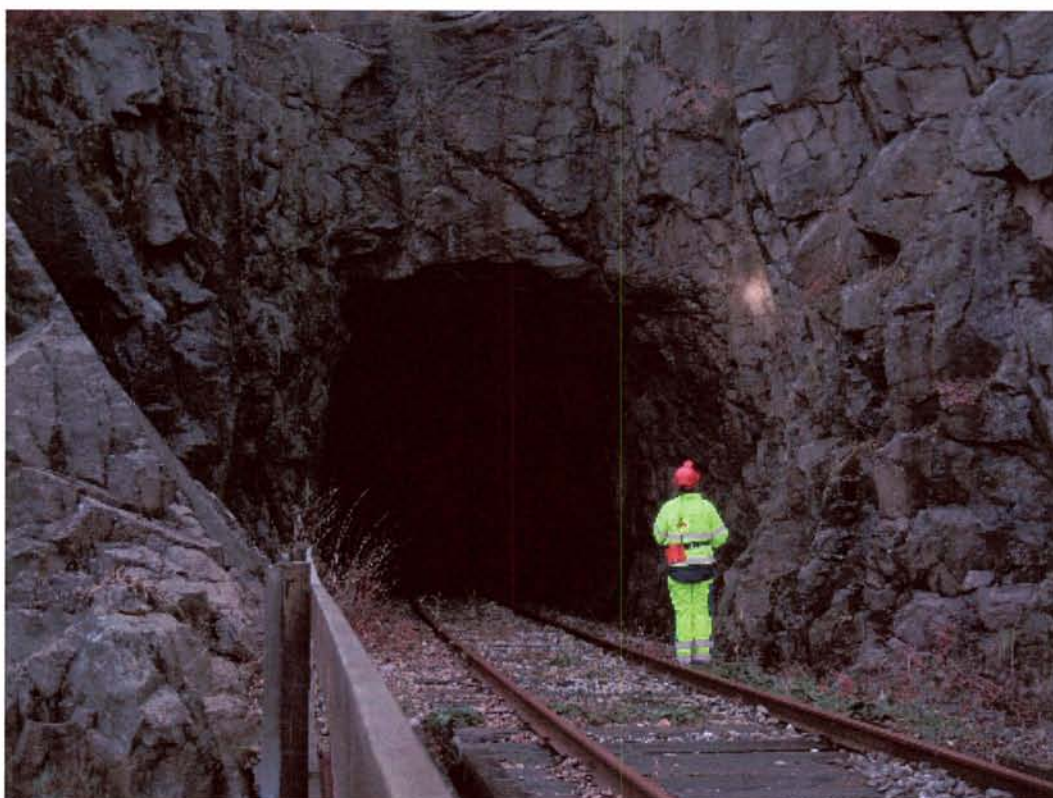
4:30 PM

DATO: 11 - Nov - 2008 **VURDERT AV:** Firma: NGI Sign.: M. White. / A. Aarset





Km 14,850 11 Nov 2008 kl 16:19



Km 14,850 11 Nov 2008 kl 16:23

Flekkfjordbanen

Ufer (N) Km: 74m

Km: 14.47

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.	VEGG		reasonable condition.	
	HENG			
	VEGG			

Størrelse, m ³ :		3	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		1.0		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	3	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	10	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	20	Bolter, stk. : <u>15</u>	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE: ① Appears to be remains of concrete beam support. Gone. NO blocks on ground. Large persistent crack @ top right, extends to surface and is open. WP - End of day 1 5:05 PM
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0	
Terrengform	kf ₂ :	1.5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1	

DATO: 11 - NOV - 2008 VURDERT AV: NGT Sign.: M. White / A. Aarset





Km 14,470 12 Nov 2008 kl 10:06



Km 14,470 11 Nov 2008 kl 16:56



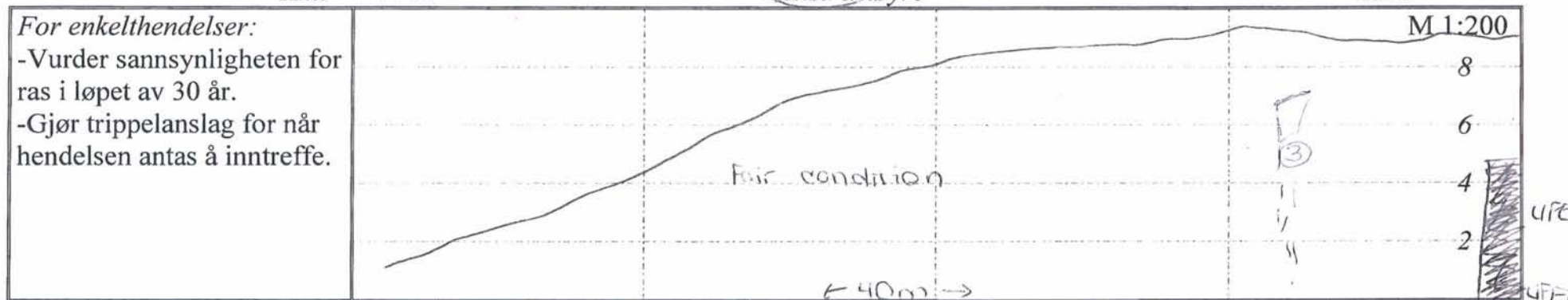
Km 14,470 11 Nov 2008 kl 16:58

Flekkefjord bane

Km: 14.0⁴³~~21~~

venstre/høyre

Km: 14.47



Størrelse, m ³ :		Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:			0.7	
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde	1.0	
		Antatt:	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	10	TILTAK, angi mengde
		Senest:		20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:

Double-sided cut - right side good condition. No stab. problems.

③ Loose block w very loose pieces @ toe. Block above seems to have already failed.

③ 10:15AM PHOTOS. x2.

DATO: 12-Nov-2008

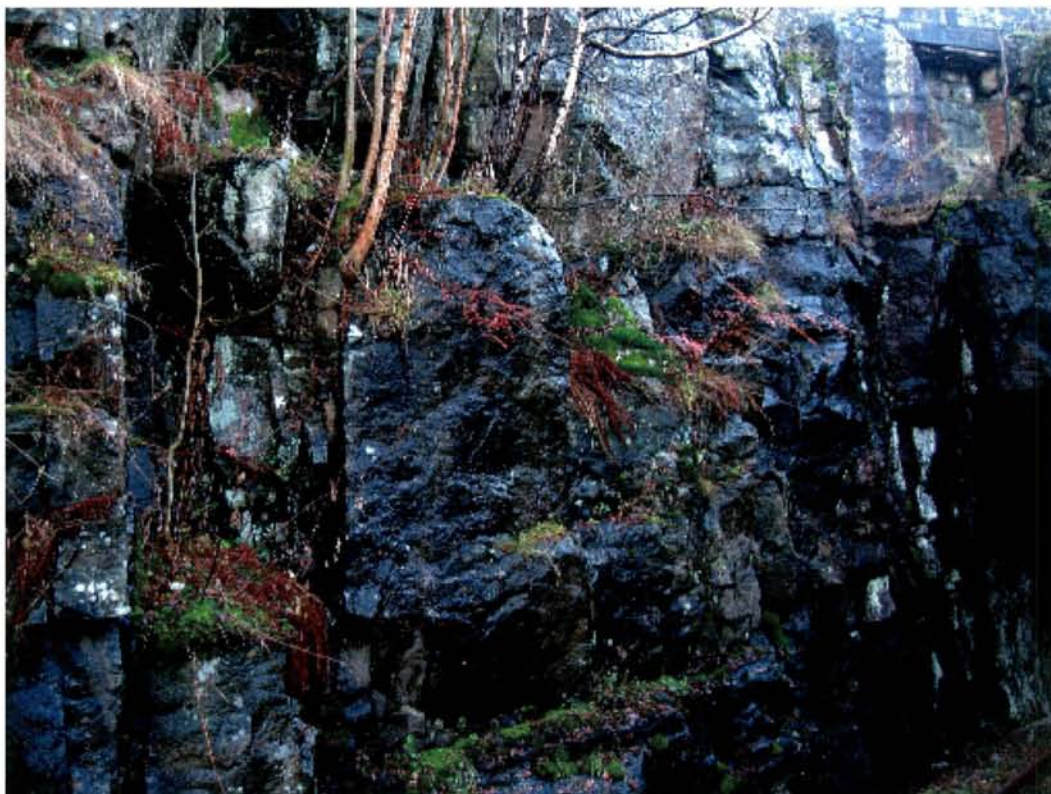
VURDERT AV: Firma: NGI

Sign.: M. White / A. Aarset





Km 14,430 12 Nov 2008 kl 10:06



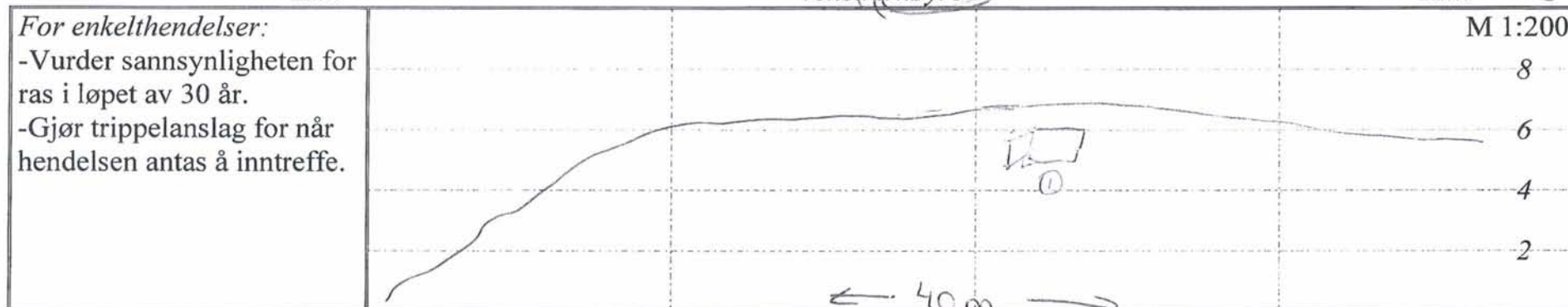
Km 14,430 12 Nov 2008 kl 10:16

Flekketjørlane

Km: 13.500

venstre/høyre

Km: 13.540



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Sannsynlighet for ras:		0.8						
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		
		Antatt:	30	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	50	_____ : _____		_____ : _____		_____ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:

Double-sided cut
 - Left-side appears stable - no measures.

Photo @ 10:40 AM
 Overview (from S) photo @ 10:43 AM.

37
 10:37 AM x1

DATO: 10-Nov-2008

VURDERT AV: Firma: NGI

Sign.: White / Aarset





Km 13,500 12 Nov 2008 kl 10:42



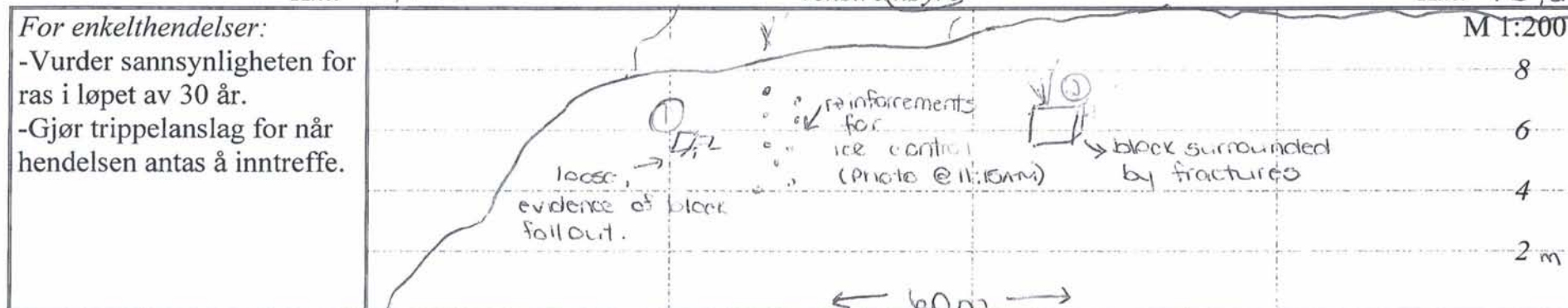
Km 13,500 12 Nov 2008 kl 10:37

Flekkfjordbane

Km: 13,140

venstre(høyre)

Km: 13,220



Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.4	Rasparti 2	Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0		1.0		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	5	Rensk, m ² : 1	20	Rensk, m ² : _____
		Senest:	10	Bolter, stk. : 1	40	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:	
Tilgjengelighet	kf ₁ : 1.5	* Sideterreng above cut - recorded.	
Terrengform	kf ₂ : 4	Double-sided - left side stable - no actions required. (recorded in yellow)	
Siktavstand (kf ₃) i [m]	2	Lots of sporadic vegetation. (grasses, moss).	
		overview photo (from N) @ 10:58AM	
		① Photo @ 11:13AM (from S) ② Photo @ 11:17AM	

DATO:	VURDERT AV:
12-Nov-2008	Firma: NGI
	Sign.: White / Aarset.





Km 13,140 12 Nov 2008 kl 11:13



Km 13,140 12 Nov 2008 kl 11:16

Flekkefjordbane

Km. 13,10

13,091

Km: _____

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

VEGG	
HENG	
VEGG	

Størrelse, m ³ :		0.3	Rasparti 1	0.3	Rasparti 2		Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.8		0.8			
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	10	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	20	Rensk, m ² : 2	20	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	50	Bolter, stk. : 1	40	Bolter, stk. : 2	Bolter, stk. : _____
				Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	2.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1

BESKRIVELSE: ② → should investigate further w scale bar.

some unfavourable structure.

↑ 8m

← 10m →

Photo 11:00AM

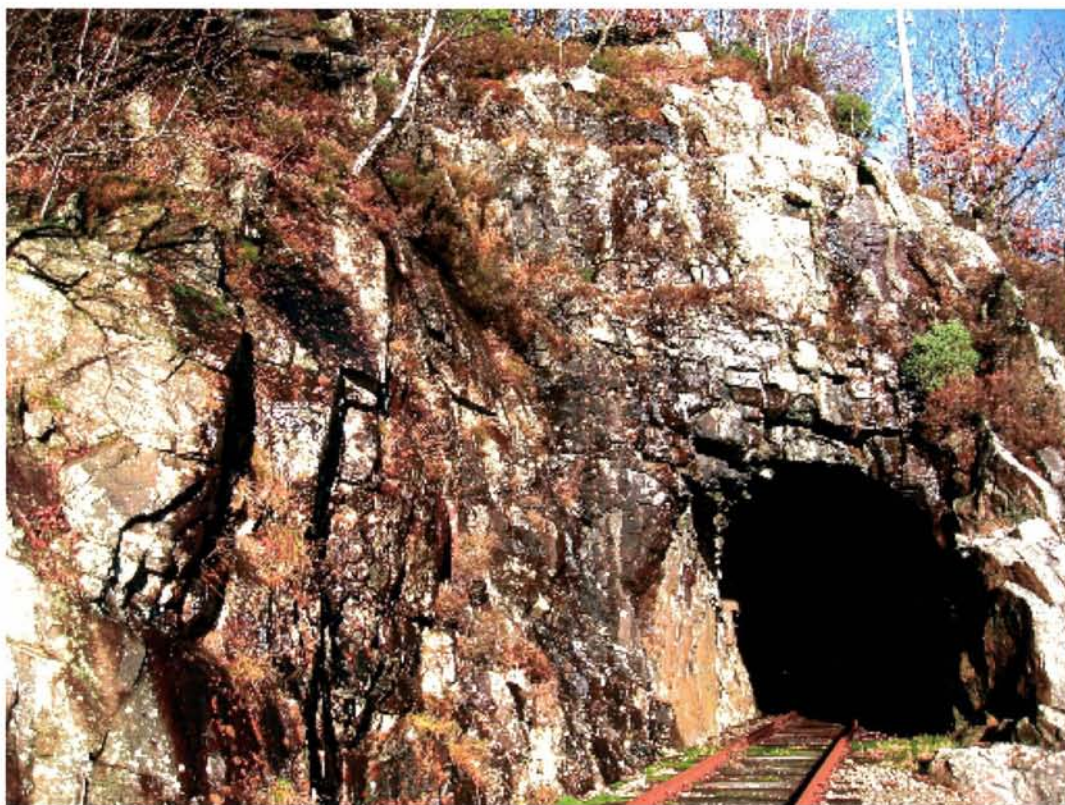
Photo 11:25AM - toward portal from inside.

crown totally dry

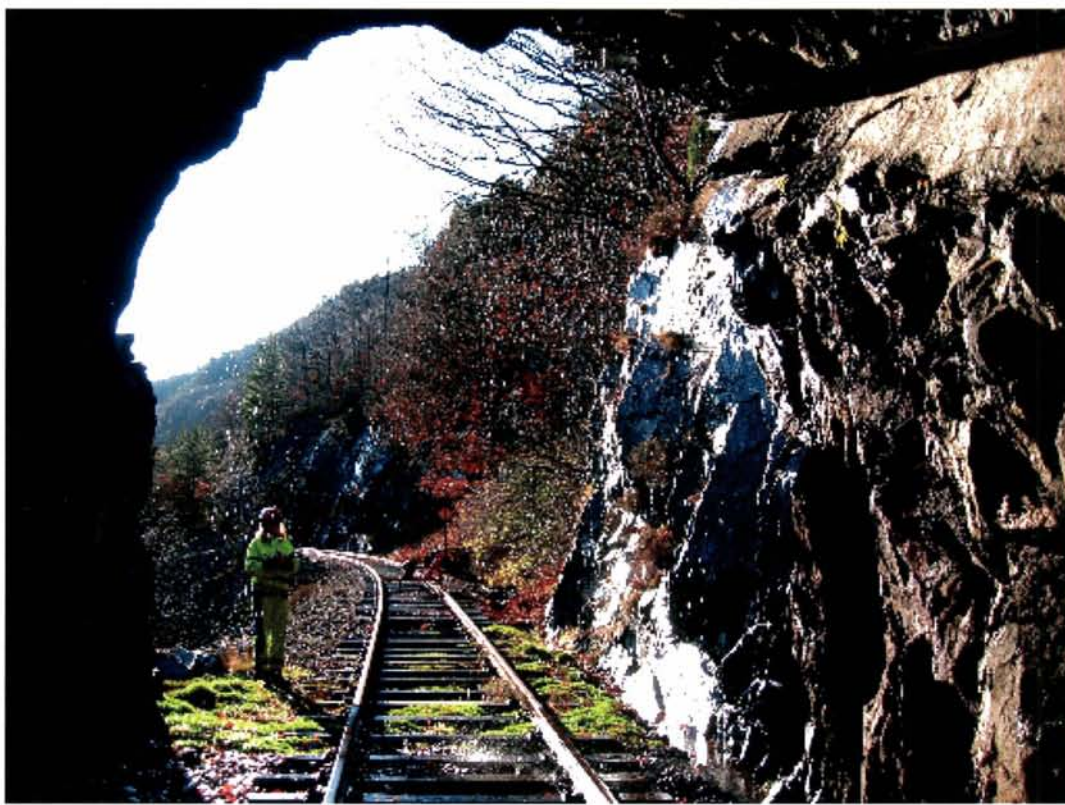
DATO:
10-Nov-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGT
 Sign.: White / Aarset





Km 13,091 12 Nov 2008 kl 11:24 Loga tunnel S



Km 13,091 12 Nov 2008 kl 11:28 Loga tunnel S

Km: _____

12,96.

Km: _____

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.		VEGG					
		HENG					
		VEGG					
Størrelse, m ³ :			Rasparti 1	0.3	Rasparti 2		Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:			1.0			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	Rensk, m ² : _____	5	Rensk, m ² : _____		Rensk, m ² : _____
		Senest:	Bolter, stk. : _____		Bolter, stk. : 1		Bolter, stk. : _____
		Sprengn., m ³ : _____	10	Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	
Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE: ⑤ Block beside has already been taken out. 11:44AM photo X 2. * Lots of unfavourable structure in first 40 m - should be investigated and potentially sealed. Photo 11:41AM @ portal					
Tilgjengelighet	kf ₁ :	2.0					
Terrengform	kf ₂ :	1.5					
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0					
DATO:		VURDERT AV:		Firma:		Sign.:	
12-Nov-2008		NGI		NGI		White / Aalset	



Km 12,960 12 Nov 2008 kl 11:40 Loga tunnel N



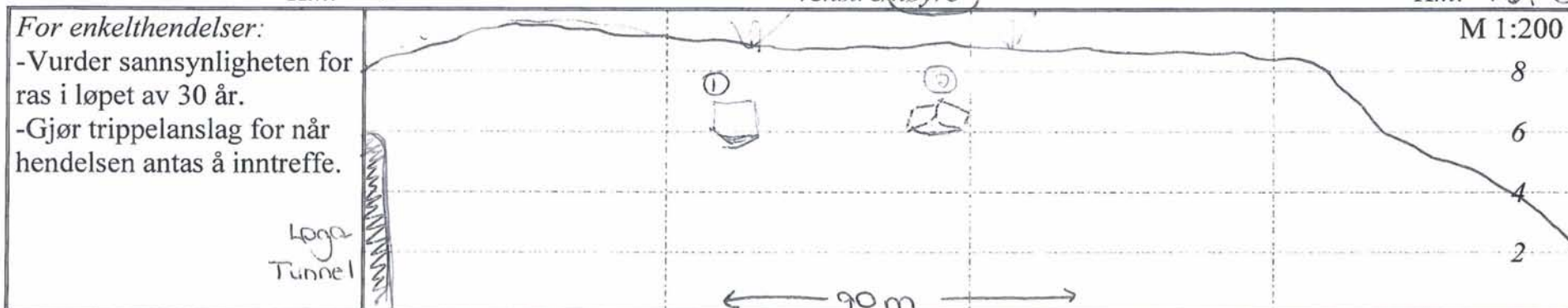
Km 12,960 12 Nov 2008 kl 11:44 Loga tunnel N

Flekkingfjord bane

Km: 12,960

venstre/høyre

Km: 12,850



Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.2	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.8		0.8			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : 1 Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	30		30		

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2

BESKRIVELSE:

② Photo 12:30PM
 ① Photo 12:33PM
 2 Photos of overview 12:35PM (from on top of left side) and 1@12:40pm
 *Very small cut on left side.

* Side terreng above - shallow angle.
 * A lot of water freely dripping.
 Edmund made note that ice is (client) a problem in winter.

DATO: 12-Nov-2008 **VURDERT AV:** Firma: NGI Sign.: White / Aarset





Km 12,850 12 Nov 2008 kl 12:30



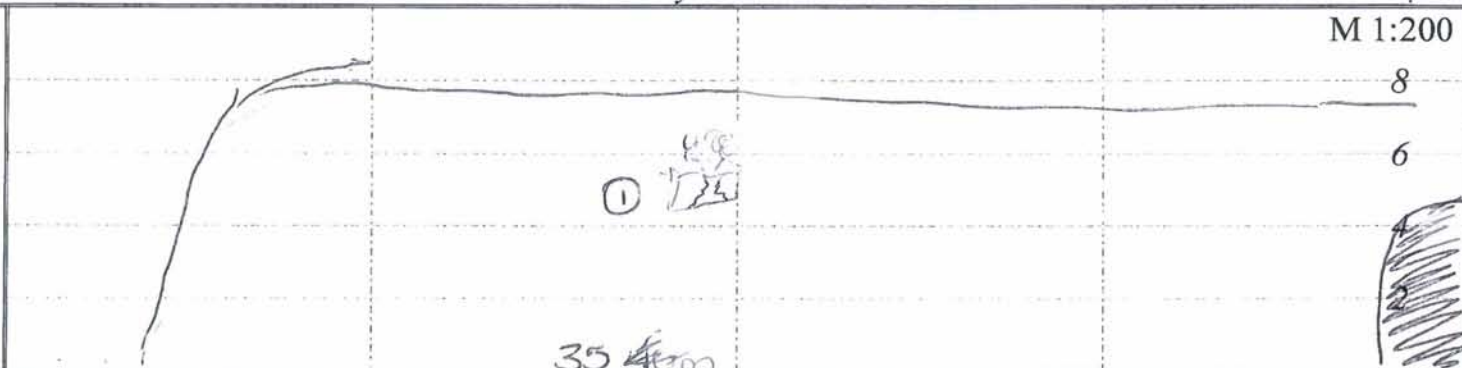
Km 12,850 12 Nov 2008 kl 12:33

Km: 12,170

venstre/høyre

Km: 12,135

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.0	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	20	Rensk, m ² : 1	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	30	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:

① photo 11:05PM
 Double-sided
 12:59PM Overview photo

① Block with bush on top - roots putting pressure on block. Some open fractures.

DATO:
 12-Nov-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI
 Sign.: White / Aarset





Km 12,170 12 Nov 2008 kl 12:59



Km 12,170 12 Nov 2008 kl 13:05

Flakkefordbane

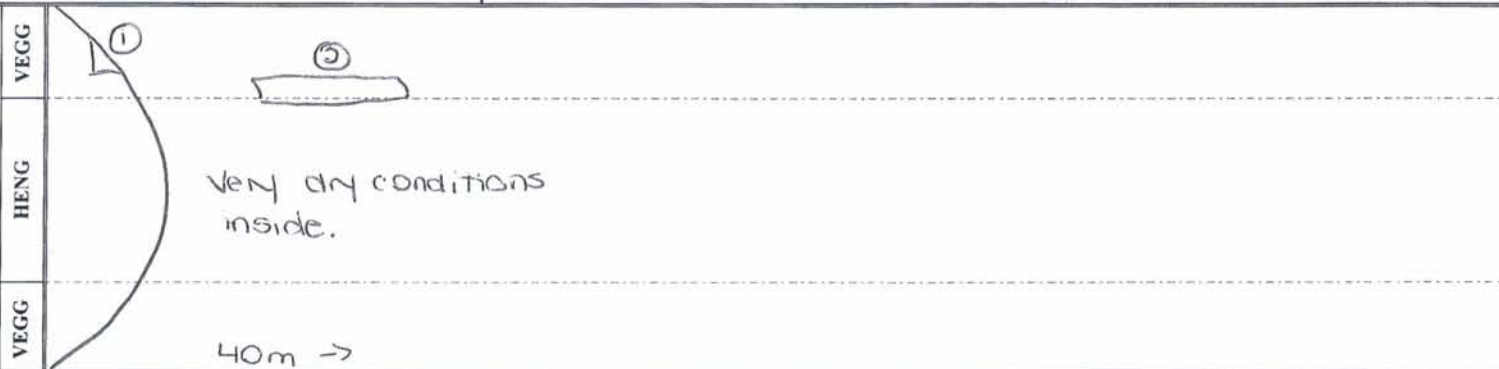
Strømland

Km: 12,135

12,175

Km: _____

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten
 for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for
 når hendelsen antas å
 inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1	0.1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0		1.0			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	3	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	10	Rensk, m ² : 1	10	Rensk, m ² : 2-3	Rensk, m ² : _____
		Senest:	20	Bolter, stk. : 2		Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	20	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:

① Blocks in right springline (1:09 PM Photo)

② High fracture frequency (1:16 PM Photo) should scale

DATO: 12-Nov-2008

VURDERT AV: NGI
 Firma: NGI

Sign.: White / Aarset





Km 12,135 12 Nov 2008 kl 13:09 Stromland Tunnel S



Km 12,135 12 Nov 2008 kl 13:15 Stromland tunnel S

Flekkefjord bane

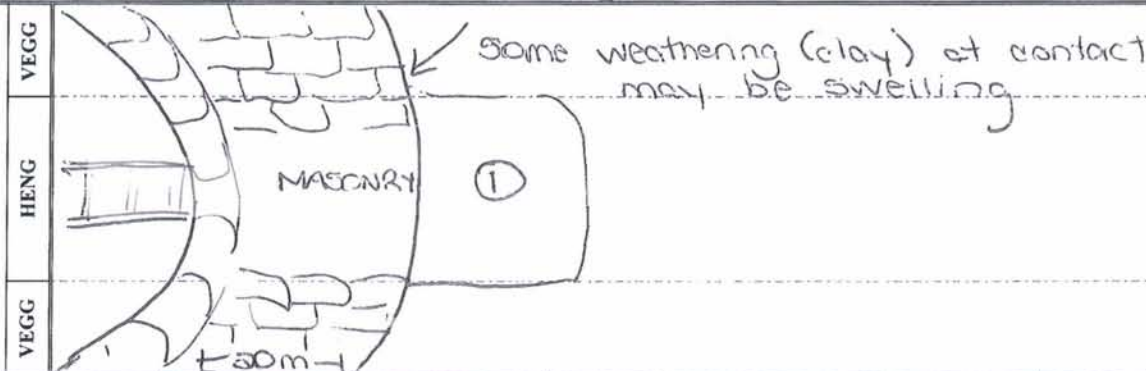
Strømland

Km: 11.95

12.35

Km: _____

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.1	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	3	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	10	Rensk, m ² : <u>5</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	20	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.0
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE: Lots of dripping water.

Photos @ 1:30 PM

Zone within ~ 10m after masonry is highly fractured. Encountered scaling + water checks w scale bar.

Bigger blocks in springline than crown.

DATO: 12-Nov-2008

VURDERT AV: Firma: NG1 Sign.: White / Aarset





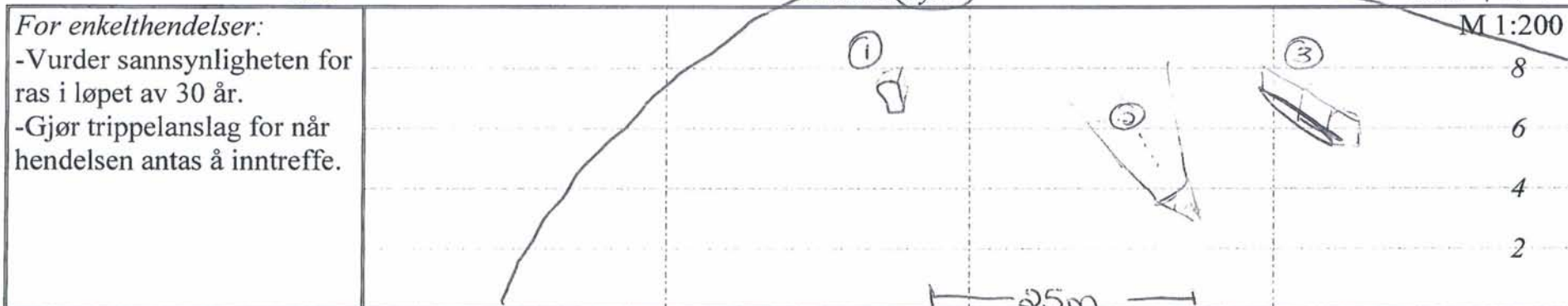
Km 11,950 12 Nov 2008 kl 13:28 Stromland tunnel N

Flekkfjordbane

Km:

venstre/høyre

Km: 11,758



For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.5	Rasparti 2	0.3	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.8		0.8		0.3 0.8		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u>	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>2</u>	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u>
		Senest:	40	Sprengn., m ³ : _____	35	Sprengn., m ³ : _____	35	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	<u>1,5</u>
Terrengform	kf ₂ :	<u>1,5</u>
Siktavstand (kf ₃) i [m]		<u>2.0</u>

BESKRIVELSE:

* Side terreng - recorded - steep above!

Unfavourable structure dipping towards rail track.
 Double-sided cut, left much shorter w favourable structure.

© Photo 1:58 PM

DATO:
12-Nov-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI Sign.: White/Aarset






Km 11,770 12 Nov 2008 kl 13:37

Flekk fjordbane

Seland Tunnel 1 Km: 11,758

Km: _____

<p>For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.</p>	VEGG		<p style="text-align: center;">Dry conditions Good arch in crown ✓</p> <p style="text-align: center;">— 40m —</p>
	HENG		
	VEGG		

Størrelse, m ³ :		0.00	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	5	Rensk, m ² : <u>1</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	10	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:			<p>BESKRIVELSE:</p> <p>① 1:50PM Detailed photo of small black in portal (upper right springline).</p>
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	
Terrengform	kf ₂ :	1.5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0	

DATO:	VURDERT AV:	
12-NOV-2008	Firma: NG1	Sign.: White/Aarset





Km 11,758 12 Nov 2008 kl 13:42 Soland Tunnel | S



Km 11,758 12 Nov 2008 kl 13:52 Soland Tunnel | S

Flakkefjordbane

Spland Tunnel 1 Km: 11.630

11,67

Km:

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.	VEGG	
	HENG	
	VEGG	

Størrelse, m ³ :		1	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		1.0					
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	3	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		
		Antatt:	10	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>3</u> Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	25					

Konsekvensfaktorer:		1.5
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE: Dripping water @ entrance.

① Photo @ 2:00 PM Overview
 2:05 PM Photo of ice bolts.
 @ 2:03 PM Detail

* Old bolts are almost completely weathered/eroded

DATO:
10-Nov-2008

VURDERT AV:
Firma: NGI Sign.: White/Aarset.

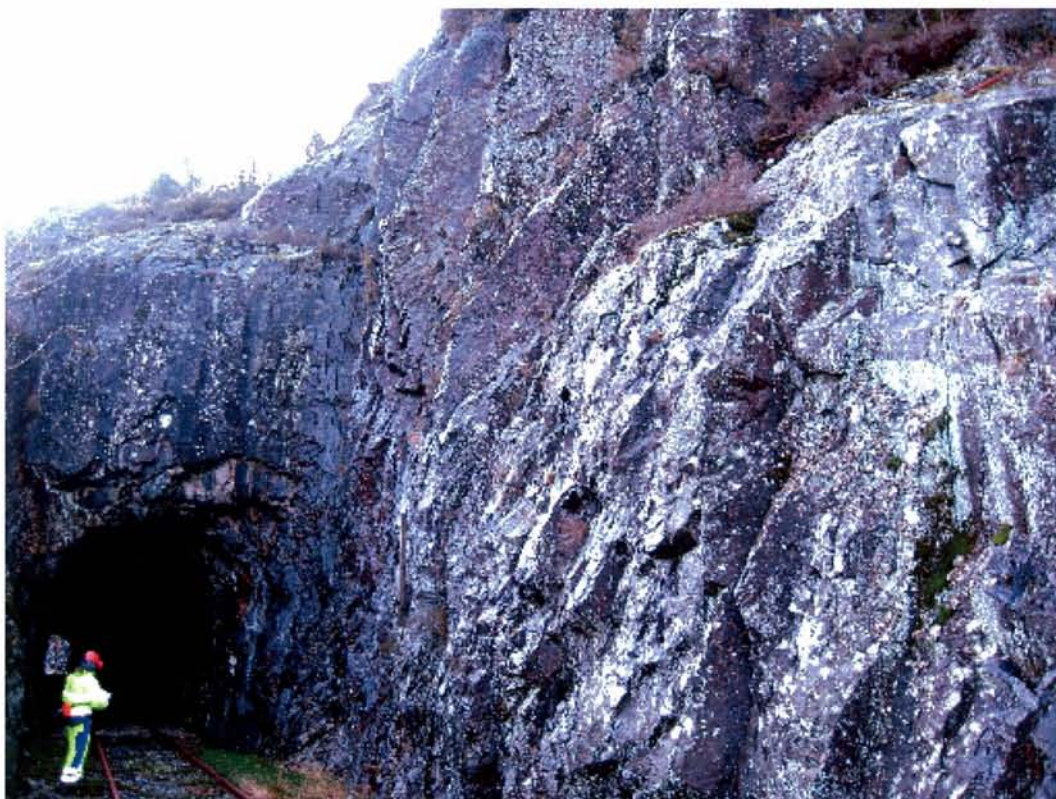




Km 11,630 12 Nov 2008 kl 14:01 Soland Tunnel | N



Km 11,630 12 Nov 2008 kl 14:02 Soland Tunnel | N



Km 11,600 12 Nov 2008 kl 14:06

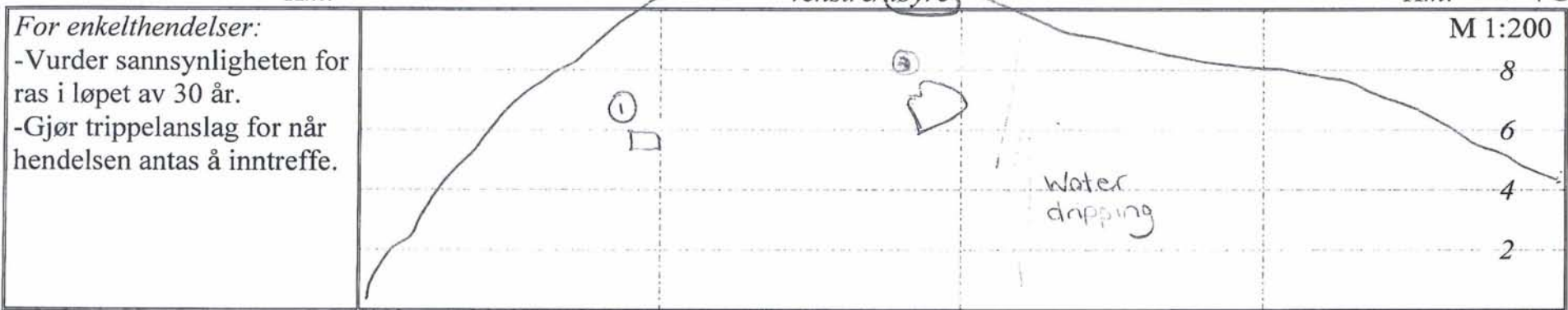


Km 11,600 12 Nov 2008 kl 14:08

Flekkefjord bane

Km: 11.480

Km: 11.430



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1	0.3	Rasparti 2	Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.8		0.8		
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst: 5	TILTAK, angi mengde	10	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt: 15	Rensk, m ² : 1	20	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest: 35	Bolter, stk. : 1	40	Bolter, stk. : 1	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE: ① May be resolved w scaling, but maybe 1 bolt to be sure.
 2:25PM Photos x2 N-direction
 Frequent water drainage (freely dripping).
 Double-sided, left side up to 6m, stable.

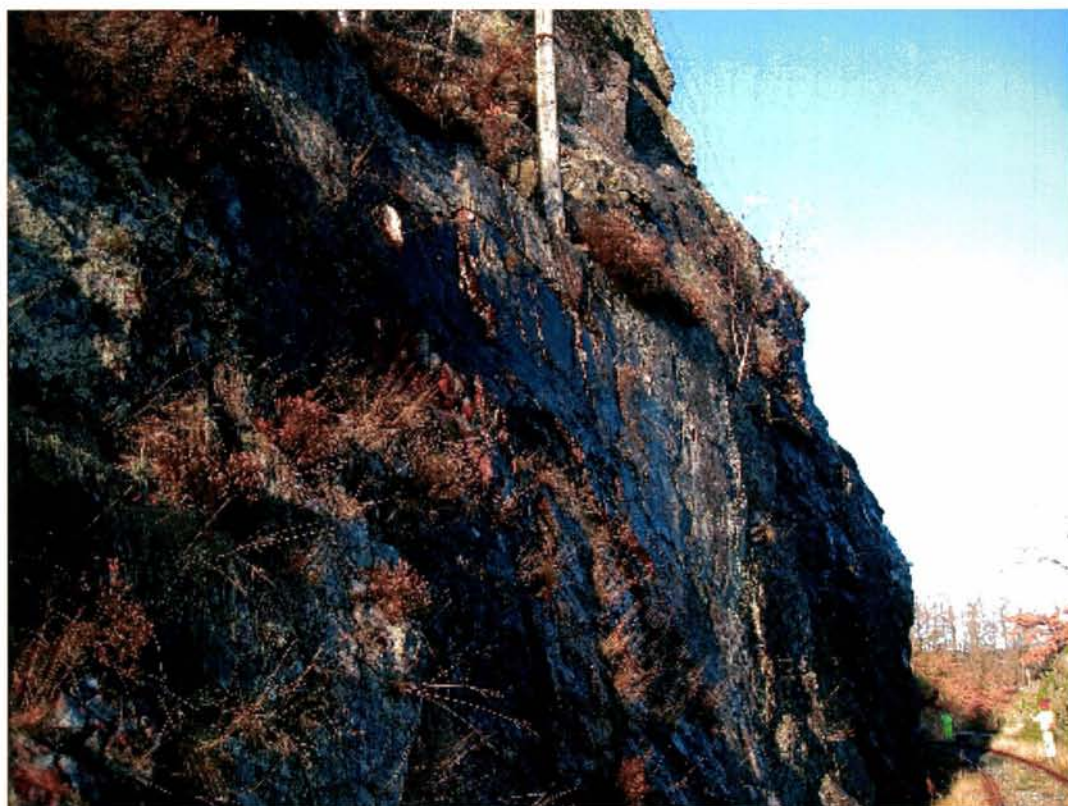
DATO: 12-NOV-2008

VURDERT AV: Firma: NGI Sign.: White/Aarset.





Km 11,430 12 Nov 2008 kl 14:24



Km 11,430 12 Nov 2008 kl 14:24

Flekkjordbane

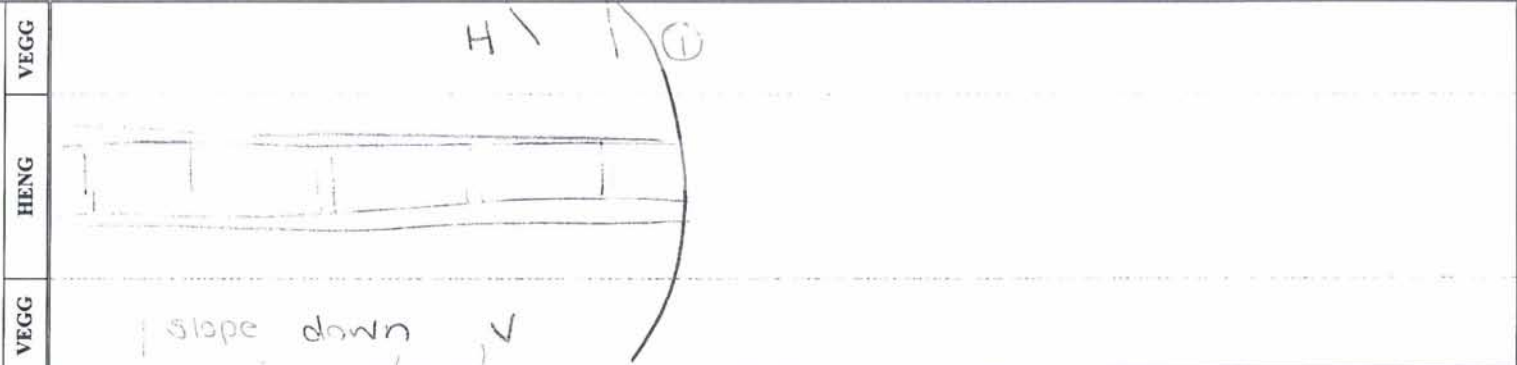
Solund II

Km: 11.350

11.335

Km: _____

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0						
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	5	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	10					

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:
 Sideterreng notert by Aor.
 Needs to be checked

2:37PM Photo of tunnel (N-ward)
 ① photo ② included in view.

DATO: 12-Nov-08

VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White / Aarset.





Km 11,335 12 Nov 2008 kl 14:36 Soland tunnel II S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

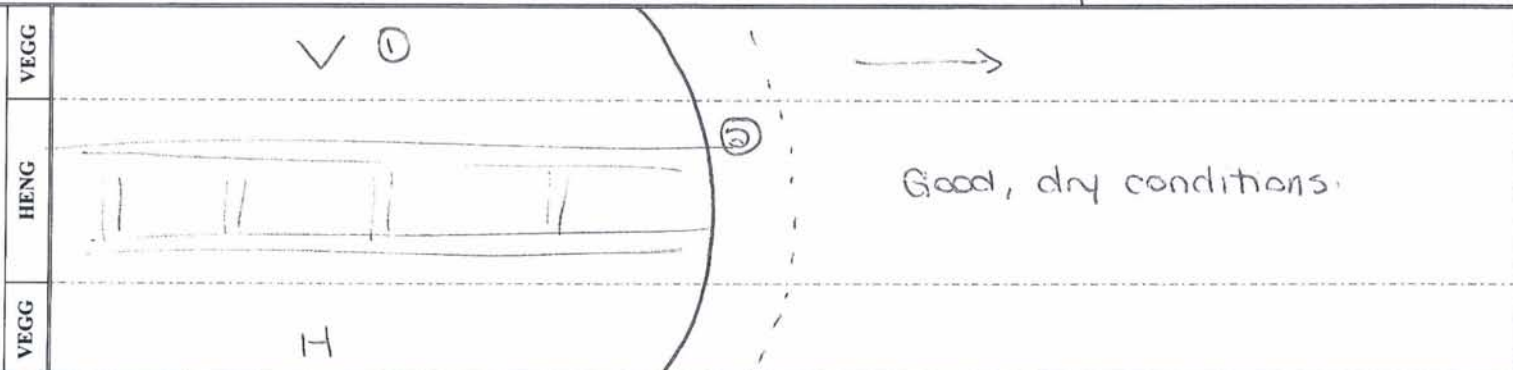
Flakkefjordbane
Seland II (N) Km: 11,210

11,230

11,270

Km:

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.00	Rasparti 1	0.1	Rasparti 2		Rasparti 3
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		0.8	0.8			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : <u>2</u>	15	Rensk, m ² : <u>5</u>	Rensk, m ² : _____
		Senest:	40	Bolter, stk. : _____	40	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

Photos @ 2:47PM x 2.
 and = detail of ①

② First few meters could be scaled and checked w bar.

DATO:
13-NOV-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI

Sign.: White / Aarset





Km 11,230 12 Nov 2008 kl 14:46 Soland tunnel II N

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkefjord bane

Solund III (5) Km:

11,081

Km:

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.3	Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0		1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	10	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	20		15 30			

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₅) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

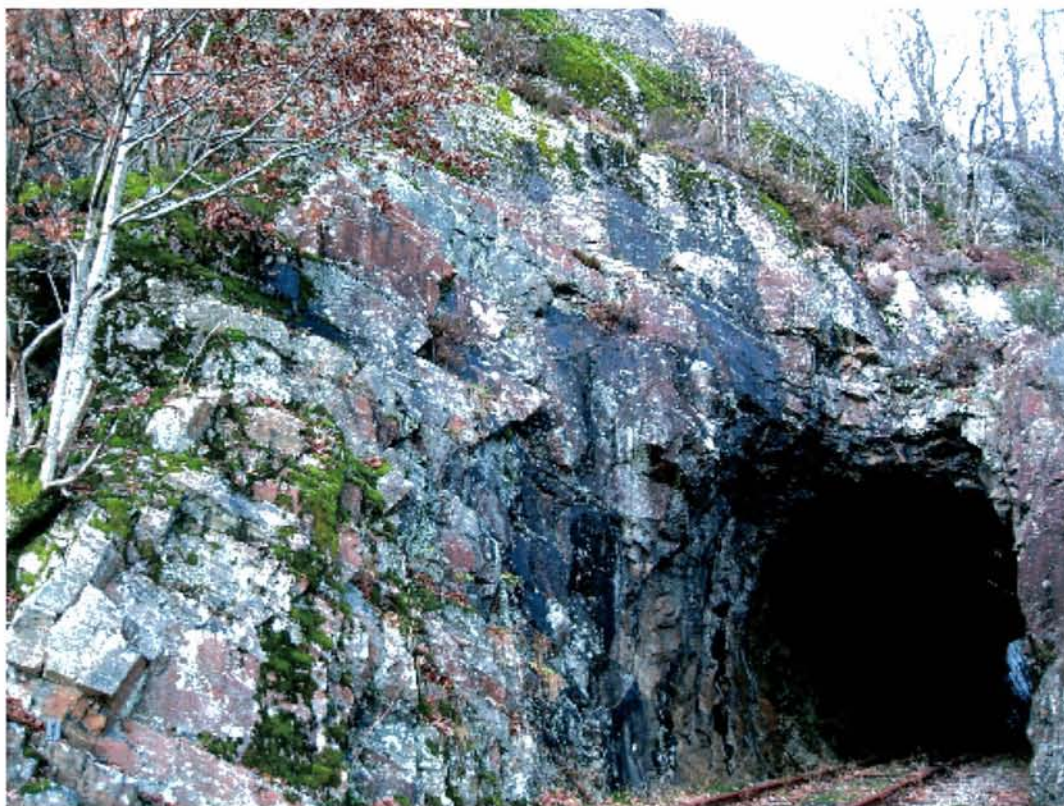
① (2:55PM detail photo)

② Some water along controlling fracture (Photo @ 2:57PM) Large black in roof.

(2:30PM Photo) x 2

DATO: 12. Nov - 2008 VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White/Aarset





Km 11,081 12 Nov 2008 kl 14:50 Soland tunnel III S



Km 11,081 12 Nov 2008 kl 14:54 Soland tunnel III S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

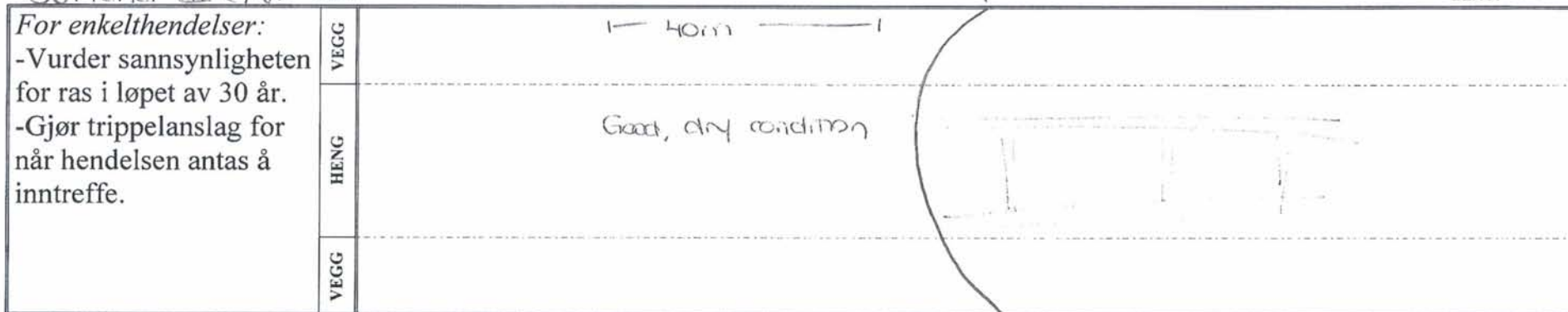
Parsell: _____

Flekkfjordbane

11.03 Km

Sorland III (N) Km:

Km: 11 00



Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.8				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : <u>2</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	40	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE:	
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	Photos @ 3:05 PM Overview photo 3:05 PM.	Double-sided cut at portal entrance. Stable. Recorded in book.
Terrengform	kf ₂ :	1.5		
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0		

DATO: 12-NOV-2008 VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White/Aarsel





Km 11,030 12 Nov 2008 kl 15:01 Soland tunnel III N



Km 11,030 12 Nov 2008 kl 15:03 Soland tunnel III N

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkefjord bane

Loia I (5) Km:

10,897

Km:

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

Major plane
 should be checked.
 Dry conditions.

Størrelse, m ³ :		0.8	Rasparti 1	0.3	Rasparti 2		Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.8		0.8			
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	20	Rensk, m ² : <u>1</u> Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	40		40		

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE: ① Photo @ 3:10 PM detail

>40m
 Looks as if it were scaled before.
 Needs checking
 Detail @ 3:10 PM (PHOTO)

DATO: 12-Nov-2008 VURDERT AV: Firma: NGI Sign.: White / Aarset





Km 10,897 12 Nov 2008 kl 15:04 Loia tunnel | S



Km 10,897 12 Nov 2008 kl 15:09 Loia tunnel | S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

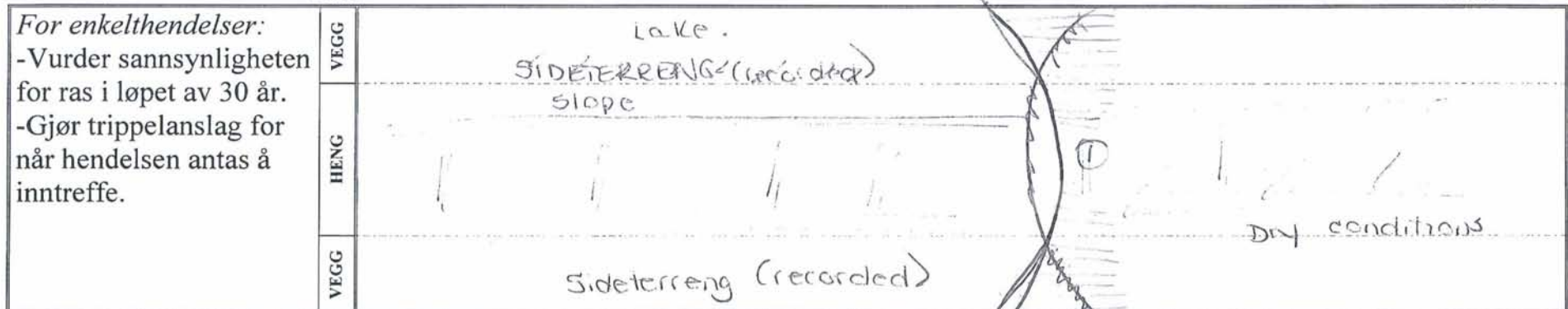
Parsell: _____

Flekkefjord bane

Loia I (N) Km:

10,580

Km:



Størrelse, m ³ :		0.3	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.8					
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	30	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	
		Senest:	50				

Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:	
Tilgjengelighet	kf ₁ : 1.5	photo overview @ 3:17PM	
Terrengform	kf ₂ : 1.5 5.0		
Siktavstand (kf ₃) i [m]	2.0		

DATO: 12-NOV-2008 VURDERT AV: Firma: NGI Sign.: White/Aaset





Km 10,580 12 Nov 2008 kl 15:17 Loia tunnel I N

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkfjord bane

Loia II (S) Km:

10,540

Km:

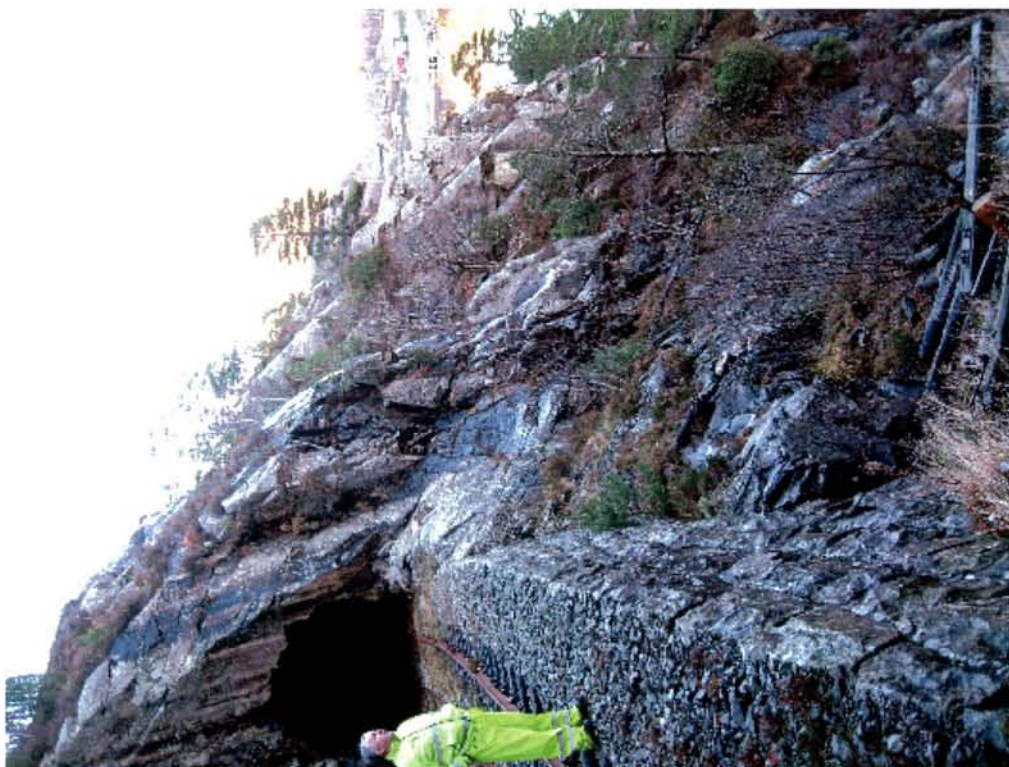
<p>For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.</p>	VEGG	
	HENG	
	VEGG	

Størrelse, m ³ :		0.0	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.0						
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	10	Rensk, m ² : 2		Rensk, m ² : _____		Rensk, m ² : _____
		Senest:	25	Bolter, stk. : _____		Bolter, stk. : _____		Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:			<p>BESKRIVELSE:</p> <p>Overview photo @ 3:25 PM</p> <p>① Fracture plane w silt some small blocks loose w ice dripping water.</p>
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	
Terrengform	kf ₂ :	5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0	

DATO:	VURDERT AV:
12-Nov-2008	Firma: NGI
	Sign.: White/Aarsset





Km 10,540 12 Nov 2008 kl 15:20 Loia tunnel II S



Km 10,540 12 Nov 2008 kl 15:23 Loia tunnel II S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

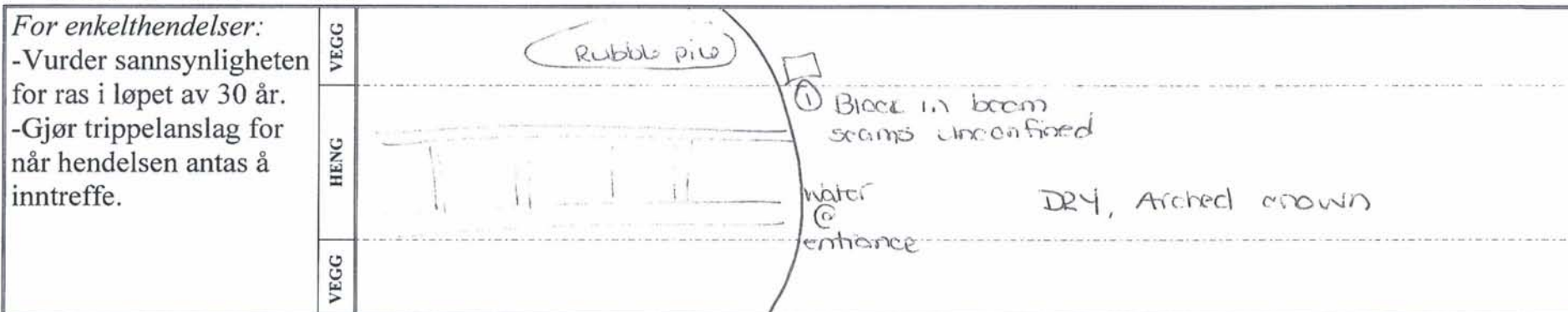
Parsell: _____

Flekke fjordbane

Loia II (N) Km:

10.43

Km:

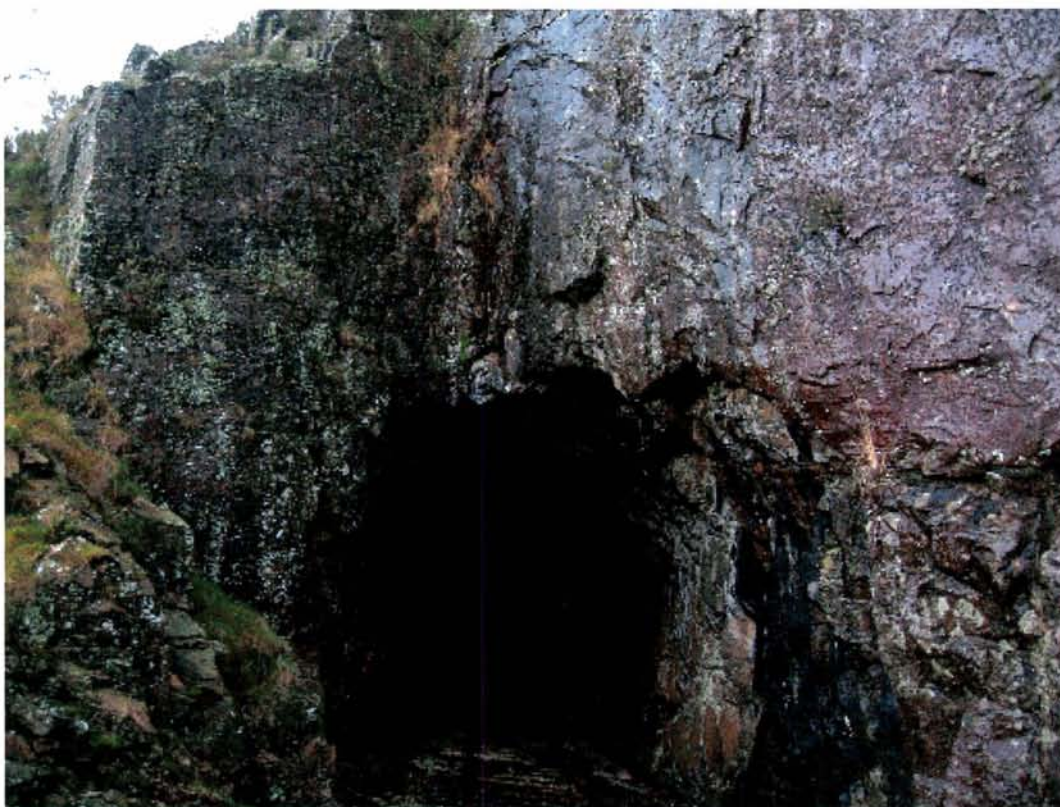


Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		1.0					
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	5	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	10	_____ : _____		_____ : _____		_____ : _____

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE:			
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	Photo @ 3:35 PM overview @ 3:35 (detail)			
Terrengform	kf ₂ :	2				
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2				

DATO: 10-NOV-2008 VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White / Aarset





Km 10,430 12 Nov 2008 kl 15:32 Loia tunnel II N



Km 10,430 12 Nov 2008 kl 15:34 Loia tunnel II N

Banestrekning:

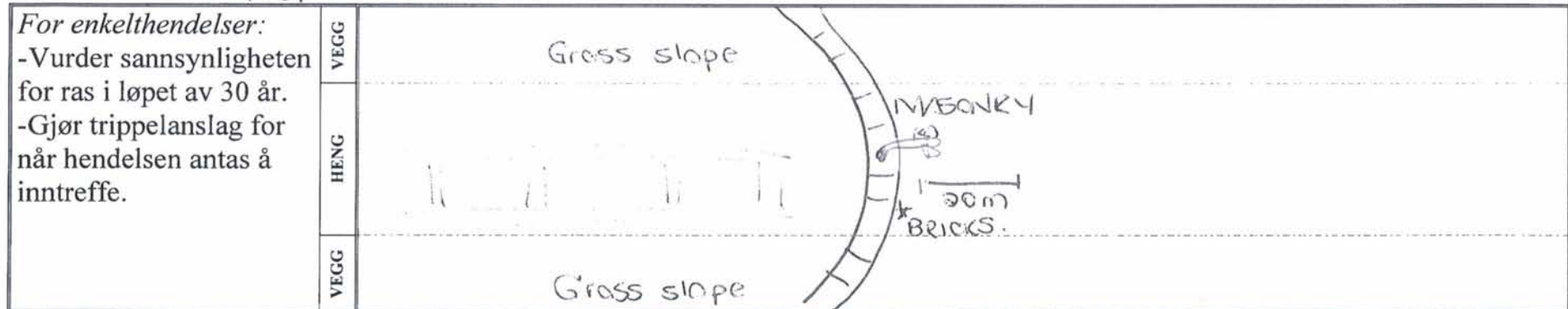
RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkfjord bane

Lavold Tunne/Km:

Km: _____



Størrelse, m ³ :		Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:			

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrangform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

photos @ 3:55 PM

* BRICKS in crown of first 30m are loose, some fell, lots of water dripping. some maintenance has been done.

DATO: 12-Nov-2008

VURDERT AV: _____
 Firma: NGI

Sign.: White/Aarset





Km 9,563 12 Nov 2008 kl 15:56 Lavold Tunnel S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkefjordbane

Lovald (N)

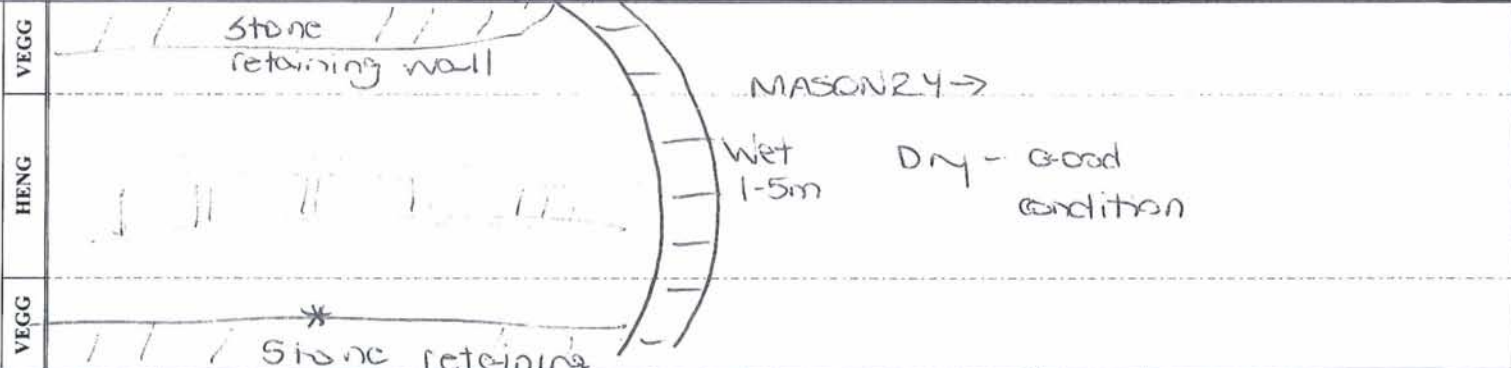
Km: |

30m

8,770

Km: _____

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		Raspart 1	Raspart 2	Raspart 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:			

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:
 4.07PM photo
 * Right retaining wall shows displacement toward track (2-3cm) from water pressure. Approx. 25m from tunnel entrance.
 * ~ half tunnel length supported by back lining.
 - Many areas where tunnel profile not ideal - square. due to CUB.
 - suggest more detailed mapping

DATO:
 12-NOV-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI
 Sign.: White / Aarset.





Km 8,770 12 Nov 2008 kl 16:06 Lavold Tunnel N

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING



For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

Størrelse, m ³ :		0.7	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		0.8			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	40	_____ : _____	_____ : _____	_____ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	4.0
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:
 Double-sided - right side very small and considered stable.
 Photo @ 8:40AM
 ① Old rotten bolt beneath block - must be checked.
 ** small bush above block.
 * cut seems granitic - strong blast fractures
 Few dominant fractures in unfavourable orientation.

DATO:
 13-Nov-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI Sign.: White / Aarset



Km 8,200 13 Nov 2008 kl 08:38



Km 8,200 13 Nov 2008 kl 08:39

Banestrekning:

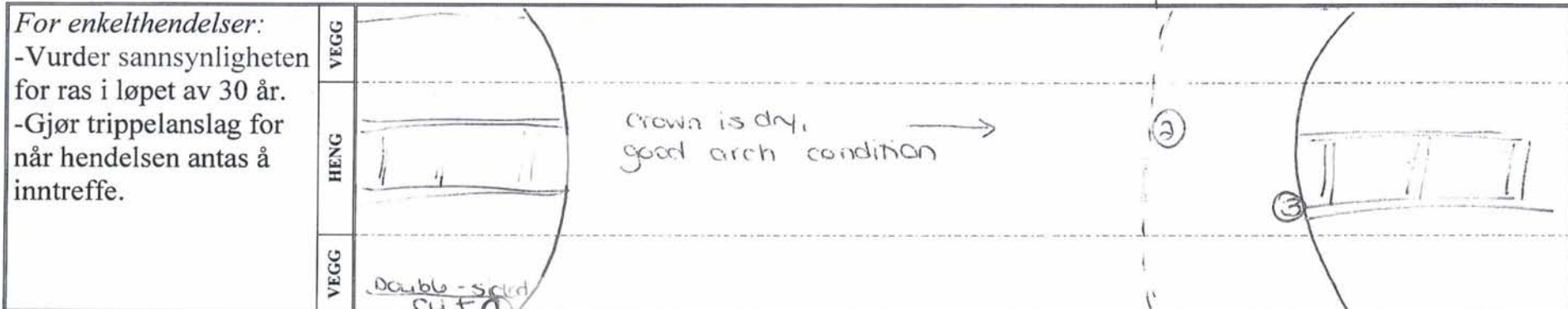
RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkefjord bane

Eye I Km: 8,110

8.070
8,060 Km:



Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.05	Rasparti 2	0.1	Rasparti 3	
Sannsynlighet for ras:		0.8		1.0		0.8		
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	10	
		Antatt:	20	Rensk, m ² : <u>1</u>	10	Rensk, m ² : <u>5</u>	20	Rensk, m ² : _____
		Senest:	40	Bolter, stk. : _____	20	Bolter, stk. : _____	40	Bolter, stk. : <u>2</u>
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrangform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE:

① small block on wall of cut (left) may be loose
Photo (from S) @ 8:58 w lots of veg.

② Fracture zone bisects tunnel - evidence of swelling clay - very small blocks. Recommend scaling.
Photo (from N) @ 9:10AM

③ Photo @ 9:11AM loose blocks in springline of entrance.
Ice problems in winter - reinforcements.

* Sideterreng @ top of tunnel should be checked from above.
No visual from track. (South entrance)

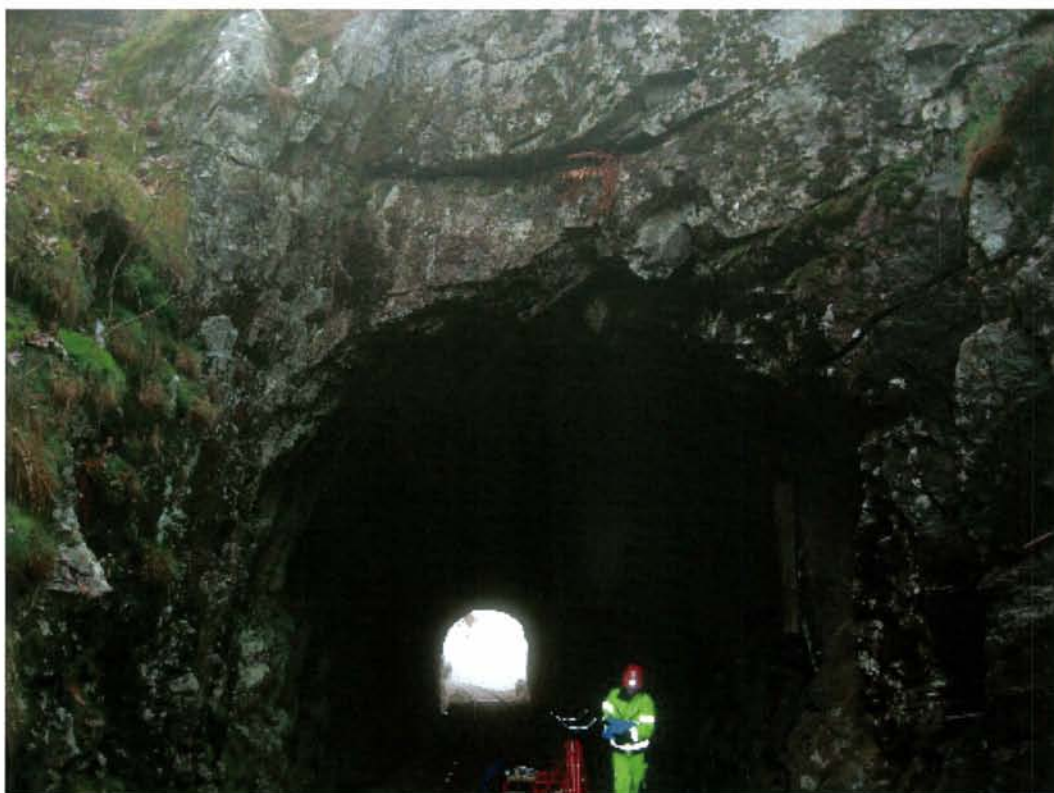
DATO: 13-Nov-2008

VURDERT AV: Firma: NGI Sign.: White/Aarse t





Km 8,112 13 Nov 2008 kl 08:56 Eie tunnel | S



Km 8,060 13 Nov 2008 kl 09:10 Eie tunnel | S



Km 8,060 13 Nov 2008 kl 09:11 Eie tunnel I S

Banestrekning:

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

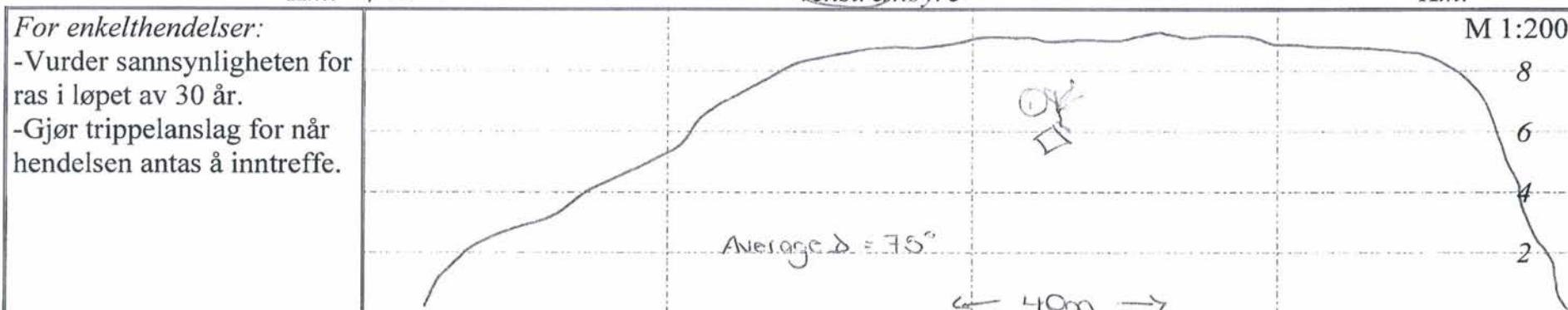
Parsell: _____

Flekkefjord bane

Km: 7.67

venstre/hoyre

Km: 7.71

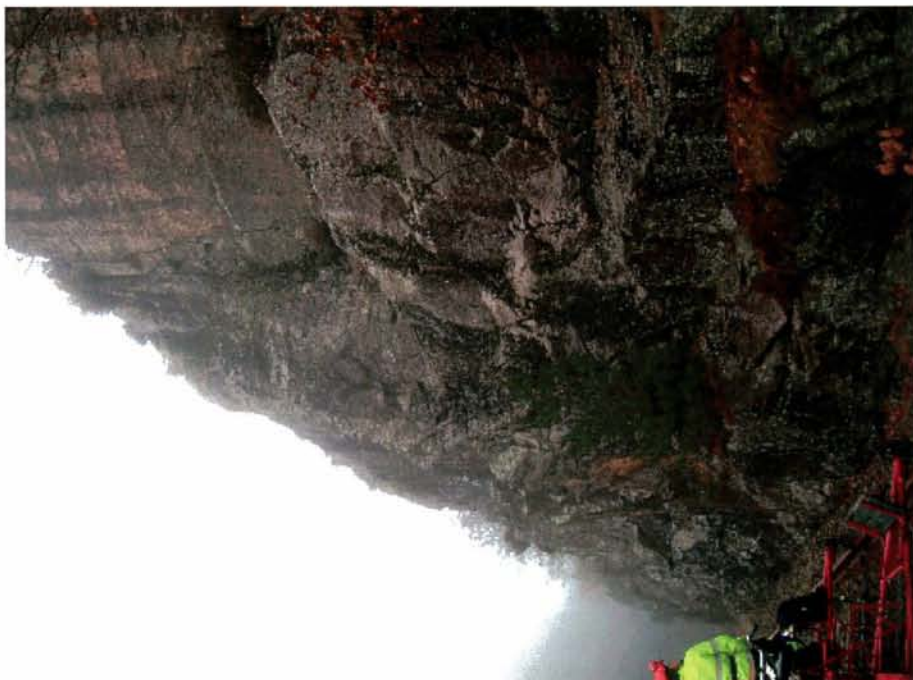


Størrelse, m ³ :		0.1	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3		
Sannsynlighet for ras:		0.8							
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	15	Rensk, m ² : <u>1</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
		Senest:	40	Bolter, stk. : <u>1</u>	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE:					
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	Photo @ 9:30 to S. @ 9:28 to N * Recommend clearing vegetation. One-sided cut.					
Terrengform	kf ₂ :	2.0	① Trees/ bushes on cut with large roots - potential to heave blocks.					
Siktavstand (kf ₃) i [m]		20						

DATO:		VURDERT AV:		Sign.: <u>White /Aarset</u>			
<u>13-NOV-2008</u>		Firma: <u>NGI</u>					





Km 7,670 13 Nov 2008 kl 09:29



Km 7,670 13 Nov 2008 kl 09:32

Banestrekning:

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

Parsell: _____

Flekkje ford bone

Km: 7.29

venstre/høyre

Km: 7.67

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.					M 1:200	
					8	
			* Must be mapped in terrane between 7.29-7.67			6
			suggest springtime - before leaves come out.			4
					2	

Størrelse, m ³ :		Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:			

Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE: * Sideterreng over lang distance. ~300m. Photos 9:50 (x2) to S 10:00 (x4) *extremely steep right side. Average slope = 60° Terrain is covered with a lot of vegetation. Some moderate-sized trees.
Tilgjengelighet	kf ₁ : 1.5	
Terrengform	kf ₂ : 5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]	2.0	

DATO: <u>13-Nov-2008</u>	VURDERT AV: Firma: <u>NGI</u>	Sign.: <u>White/Aarset</u>
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------





Km 7,290 – 7,670 13 Nov 2008 kl 09:50



Km 7,290 – 7,670 13 Nov 2008 kl 09:50

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkfjordbane

Km: 7.290

7.26

Km:

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.	VEGG	
	HENG	
	VEGG	

Very dry
Good crown + arch
condition.

Størrelse, m ³ :		0.1	Rasparti 1	0.05	Rasparti 2		Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.5		1			
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	15	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	30	Rensk, m ² : _____	10	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
				Bolter, stk. : <u>1</u>		Bolter, stk. : <u>1</u>	Bolter, stk. : _____
		Senest:	70	Sprengn., m ³ : _____	20	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:
 Photo @ 10:00 (to N)
 No dripping water
 Few visible loose blocks

DATO:
13-Nov-2008

VURDERT AV:
Firma: NGI

Sign.: White / Aarset





Km 7,290 13 Nov 2008 kl 10:01 Eie tunnel II S



Km 7,260 13 Nov 2008 kl 10:01 Eie tunnel II N



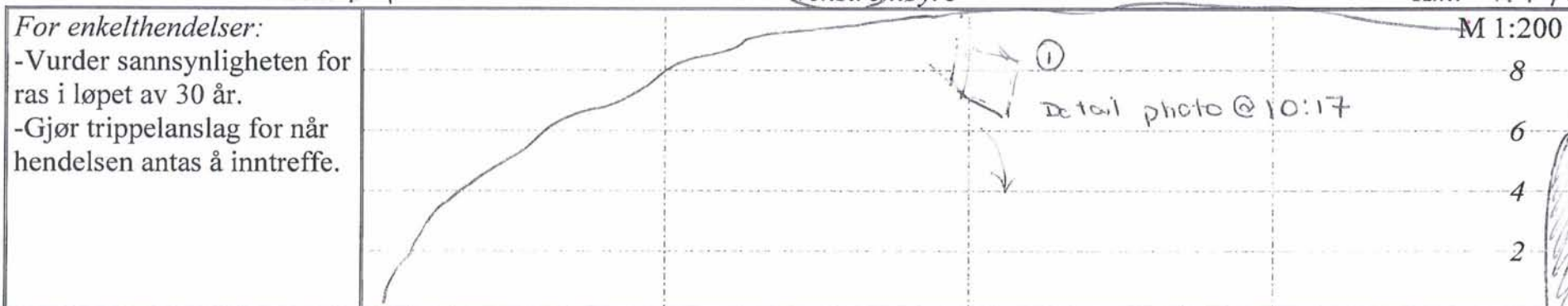
Km 7,260 13 Nov 2008 kl 10:01 Eie tunnel II N

FLEKKE fjord bane

Km: ~~7,260~~

venstre/høyre

Km: 7.190



Størrelse, m ³ :		0.5		Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3		
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:		1.0							
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	10		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	
		Senest:	20		_____		_____		_____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0

BESKRIVELSE: • Double-sided cut w/ sideterreng above. Should be mapped in more detail.
 10:05 AM photo
 10:10 photo (to left).
 10:13 (x3) photos (to S)
 * workers mentioned rock falls common in spring.
 - Much vegetation - should be cleared esp. on top.
 - Cracks oriented to topple.
 - Right side condition OK.

DATO: 13-NOV-2008

VURDERT AV: Firma: NGI Sign.: White / Aarset





Km 7,190 13 Nov 2008 kl 10:12



Km 7,190 13 Nov 2008 kl 10:09

Banestrekning:

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

Parsell: _____

Fredrikkefjordbane

Km: 6,700

venstre/høyre

Km: _____

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.						M 1:200
						8
						6
						4
						2
		← 70m →				
Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1		Rasparti 2	Rasparti 3
Sannsynlighet for ras:		0.8				
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>3</u> Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	35			
Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:				
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	Lots of vegetation @ top - some moderate sized trees.			
Terrengform	kf ₂ :	2.0	10:25 Photo			
Siktavstand (kf ₃) i [m]		1.0	Panoramic photo taken of out.			
		Not much instability.				
DATO:		VURDERT AV:				
13-Nov-2008		Firma: NGI				
		Sign.: White/Aarset				



Km 6,700 13 Nov 2008 kl 10:24



Km 6,700 13 Nov 2008 kl 10:24

RASVURDERING I TUNNEL

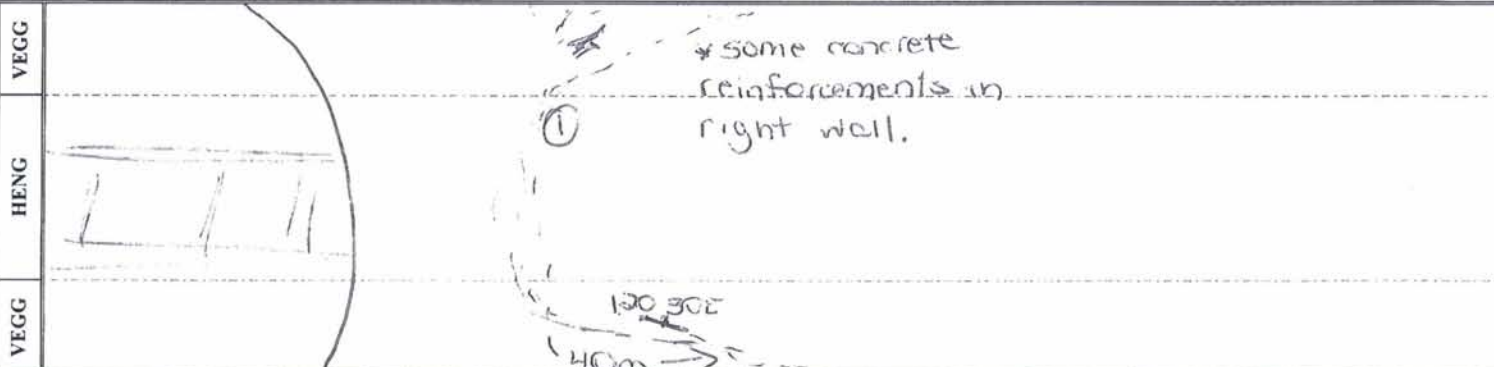
Ravnjuvet (S) Km:

6,514

6,474

Km:

For enkelthendelser:
-Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
-Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.05	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Sannsynlighet for ras:		1.0				
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	<u>83</u>	Rensk, m ² : <u>1</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	<u>5</u>	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
				Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE:
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	
Terrengform	kf ₂ :	1.5	
Siktavstand (kf ₅) i [m]		1.0	

Photo @ 10:55 of entrance to N.
30m into tunnel = 40cm thick clay zone across tunnel must be scaled. In crown + springline.
-some water in zone. Rest of tunnel entry dry.

DATO: 13-NOV-2008 VURDERT AV: _____
Firma: NGI Sign.: White/Aarset





Km 6,514 13 Nov 2008 kl 10:54 Ravnejuvet tunnel S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

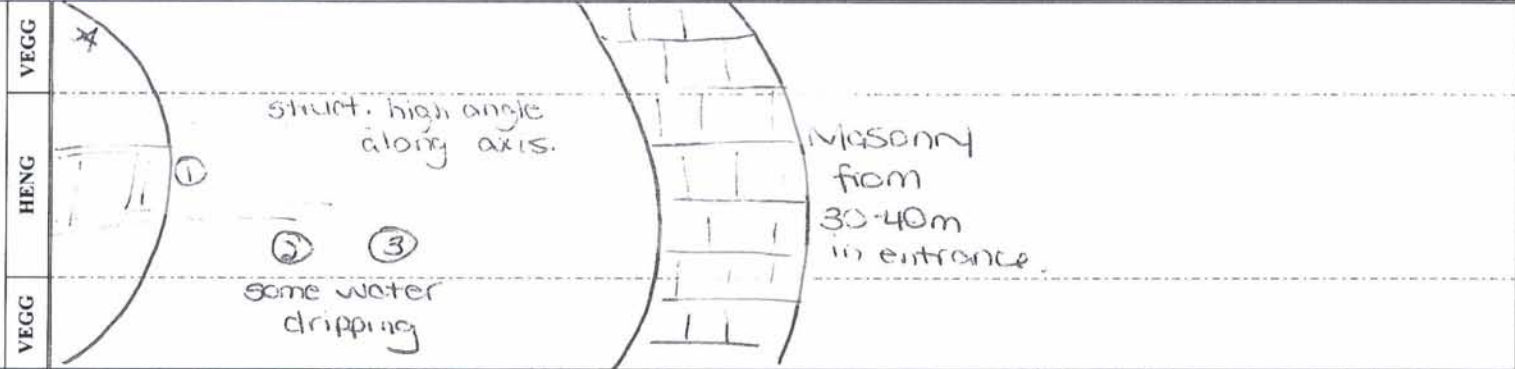
Flekkefjordbane

Ravnelynet (N) Km: 5,340

5,380m

Km: _____

For enkelthendelser:
-Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
-Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



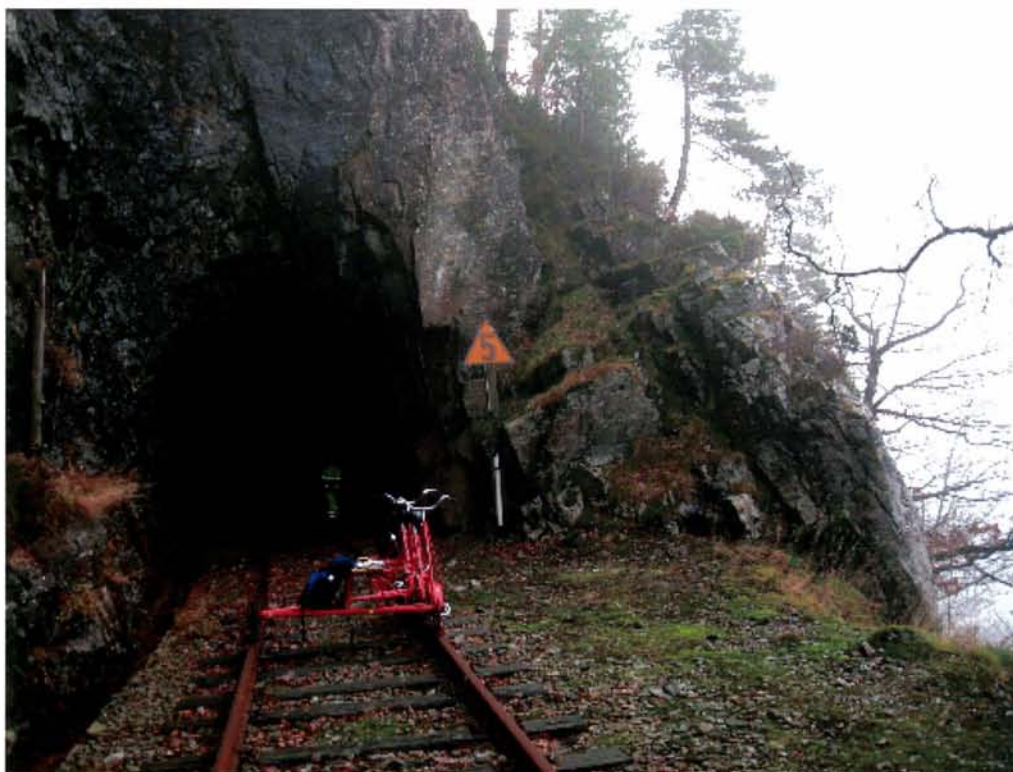
Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1	0.5	Rasparti 2	0.4	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0		1.0		1.0		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	3	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde	1	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	10	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	3	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	3	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	20	_____	10	_____	10	_____

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE:
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	
Terrengform	kf ₂ :	5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0	

*Some ice reinforcements @ left side.
 ① Old bolt in place - unknown condition detail photo @ 11:18AM (x2)
 ② Overview photos @ 11:15AM
 ③ Large blocks in right crown water along joints.

DATO: 13-Nov-2008 VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White/Aarset





Km 5,340 13 Nov 2008 kl 11:14 Ravnejuvet tunnel N



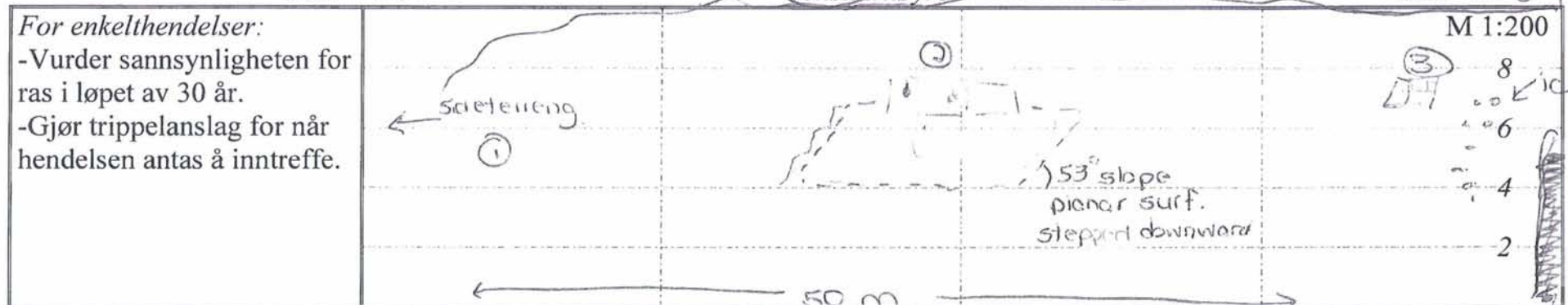
Km 5,340 13 Nov 2008 kl 11:19 Ravnejuvet tunnel N

Flerkefjordbane

Km: 5.290

venstre/høyre

SIDETERRENG up to ^{100m} Km: 5.34



Størrelse, m ³ :		1.0	Rasparti 1	2.0	Rasparti 2	0.3	Rasparti 3	
Sannsynlighet for ras:		0.8		0.8		1.0		
Enkelthendelse	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	10	TILTAK, angi mengde	5	
		Antatt:	20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>2</u> Sprengn., m ³ : _____	20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>3</u> Sprengn., m ³ : _____	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	40		40		30	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:
 Lots of vegetation must be cleared.
 Sideterreng above cut - recorded.
 Ice reinforcements.
 ① More old bolts holding blocks to planar fract. surface. If bolt is ok - could be longer. Photo @ 11:35 Must check condition.
 ② Old bolts present - rusted unknown condition Detail photo 11:30AM
 Trees w large roots present.

DATO: 13-Nov-2008 VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White Aarset





Km 5,290 13 Nov 2008 kl 11:23



Km 5,290 13 Nov 2008 kl 11:30



Km 5,290 13 Nov 2008 kl 11:33

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flerkefjord bane

Migaren (S)

Km:

5,185 km

5,145 km

Km:

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.	VEGG	
	HENG	
	VEGG	

Størrelse, m ³ :		0.2	Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.2						
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : _____		Rensk, m ² : _____		Rensk, m ² : _____
		Senest:	30	Bolter, stk. : <u>1</u>		Bolter, stk. : _____		Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE: Mesh in top left corner contains some small blocks. ① some unfavourable structure within 2-3m of entrance @ crown and springline. Blocks may be loosened. Water dripping from terring above.
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5	
Terrengform	kf ₂ :	5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0	

DATO: 13-NOV-2008 VURDERT AV: _____
 Firma: NGI Sign.: White / Aarset





Km 5,185 13 Nov 2008 kl 11:42 Migaren tunnel S



Km 5,185 13 Nov 2008 kl 11:45 Migaren tunnel S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekketjordbane

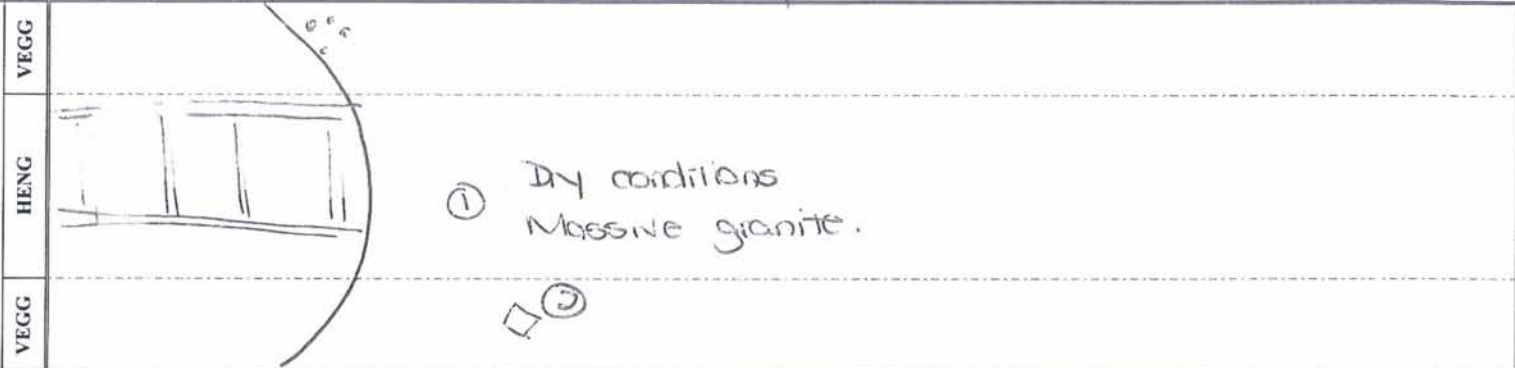
Migaren (N) Km:

4.50

4.56

Km:

For enkelthendelser:
-Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
-Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.1	Rasparti 1	0.02	Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.5		1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	20	TILTAK, angi mengde	5	TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:	40	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u>	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u>		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____
		Senest:	60	Sprengn., m ³ : _____	25	Sprengn., m ³ : _____		Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	5
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:
 photo (from N) @ 11:58AM + 12:02PM
 Water dripping mainly @ opening.
 Lots of ice control bars in top left.

DATO:
13-NOV-2008

VURDERT AV:
Firma: NGI

Sign.: White/Aarset





Km 4,520 13 Nov 2008 kl 11:58 Migaren tunnel N



Km 4,520 13 Nov 2008 kl 12:00 Migaren tunnel N

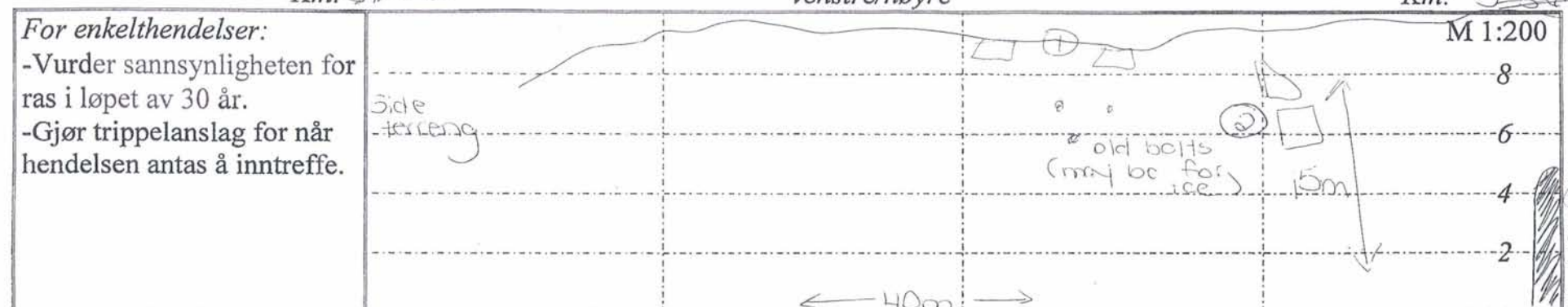
Flekke fjordbane
 Km: ~~5.320~~ ^{4.480}

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

4,520

Km: ~~5.320~~

venstre/høyre



Størrelse, m ³ :		0.5	Rasparti 1	1.0	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	0.8		0.8			
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	10	TILTAK, angi mengde	10	TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u>	20	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>2</u>	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____
		Senest:	30	Sprengn., m ³ : _____	40	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	5.0
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2.0

BESKRIVELSE: *Side-terreng above steep cut - no visual.
 Very steep cut - same over hang
 Picture to S @ 12:19
 to NE @ 12:20
 Edmund (rail) says no recorded rockfall @ this section.
 ① Blocks @ top under bushes + vegetation. Difficult to see.
 ② Photo @ 12:24 detail and 12:26 to N.
 Large blocks ~ 10m up face.

DATO: 13-Nov-2008 **VURDERT AV:** _____
Firma: NGI **Sign.:** White/Aarset





Km 4,480 13 Nov 2008 kl 12:24



Km 4,480 13 Nov 2008 kl 12:23

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

Km: 1,390

venstre/høyre

Km: 4,430



Størrelse, m ³ :		0,5	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1,0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	30			

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE: Steep sideterrang above cut - unsure of stability. Photo @ 12:31 to S. Always wet (Edmund mentioned). Lots of bolts for ice control. ① Many small blocks may be loose - lots of water, bushes on top
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1,5	
Terrengform	kf ₂ :	5,0	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2,0	

DATO:	VURDERT AV:
<u>13-Nov-2008</u>	<u>NIG</u>
	Firma: <u>NIG</u>
	Sign.: <u>White/ Aarset</u>





Km 4,390 13 Nov 2008 kl 12:30



Km 4,390 13 Nov 2008 kl 12:35

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

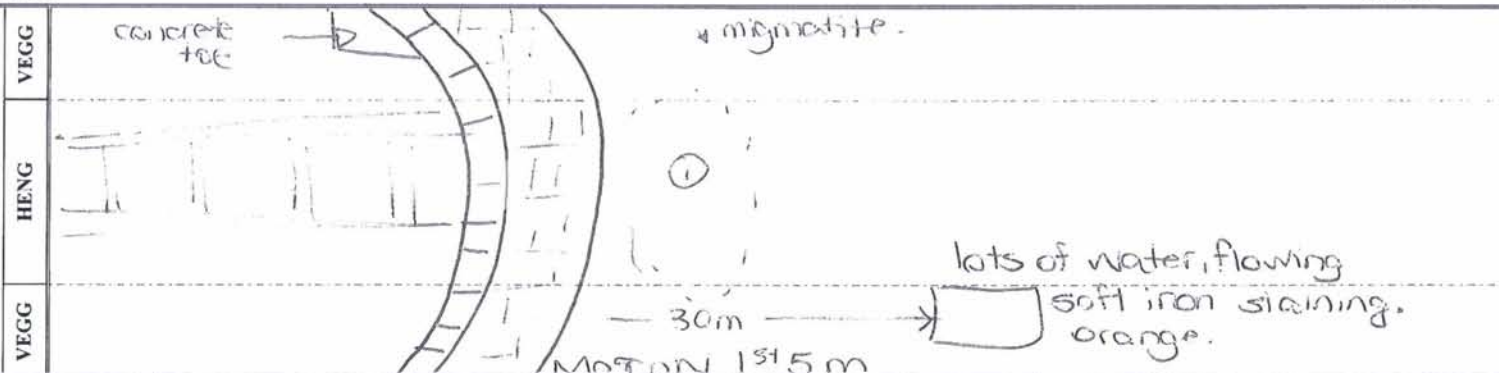
Parsell: _____

Flekkofjordbane

SKjeggstad (S) Km: 3,873 →

Km: _____

For enkelthendelser:
 -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
 -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.



Størrelse, m ³ :		0.01	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	5	Rensk, m ² : <u>3</u>	Rensk, m ² : _____	Rensk, m ² : _____
		Senest:	20	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____	Bolter, stk. : _____
			Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	Sprengn., m ³ : _____	

Konsekvensfaktorer:

Tilgjengelighet	kf ₁ :	1.5
Terrengform	kf ₂ :	1.5
Siktavstand (kf ₅) i [m]		2.0

BESKRIVELSE:
 12:50 photo (Nward)
 Must check crown + springline for scaling

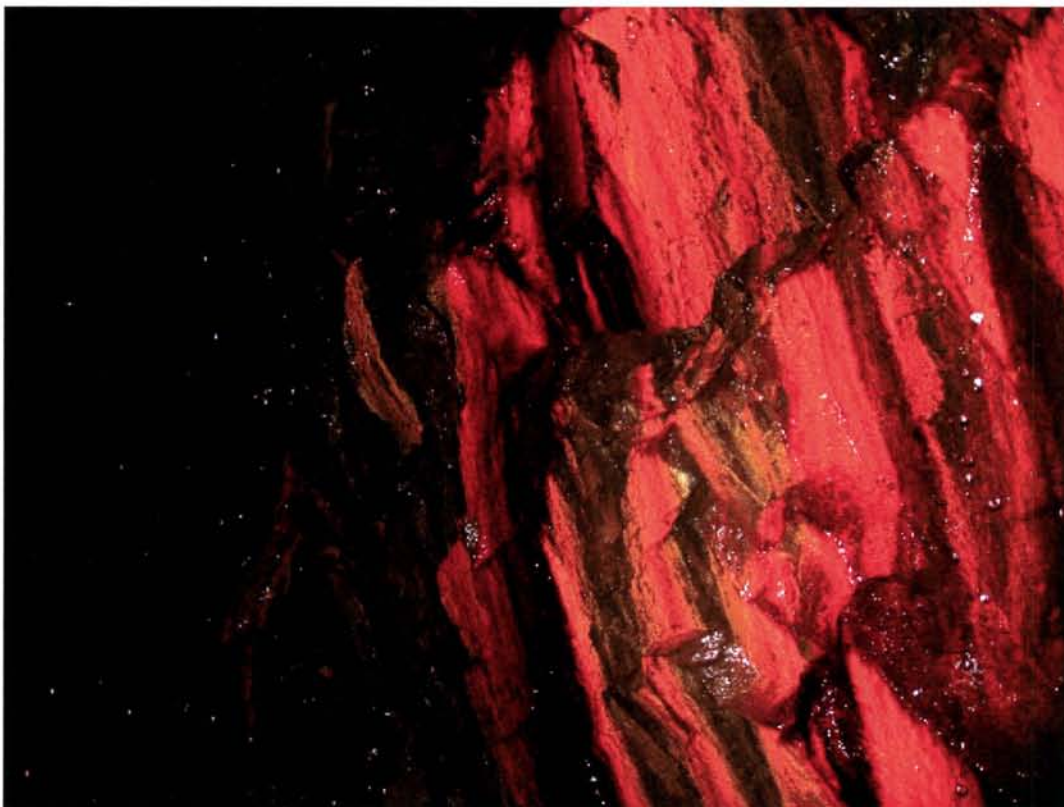
DATO:
13-NOV-2008

VURDERT AV:
 Firma: NGI Sign.: White/Aarset





Km 3,873 13 Nov 2008 kl 12:50 Skjeggestad tunnel S



Km 3,873 13 Nov 2008 kl 12:58 Skjeggestad tunnel S

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Flekkfjordbane

Skjeggstoa (N) Km: 3,33

Km: _____

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.	VEGG		Dry, good arched crown.
	HENG		
	VEGG		

Størrelse, m ³ :		0,2	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1,0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	1	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	5	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	15	_____	_____	_____

Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE: Photo 1:08 PM (Sward) ① Some loose blocks in crown @ entrance. water dripping -
Tilgjengelighet	kf ₁ :	1,5	
Terrengform	kf ₂ :	1,5	
Siktavstand (kf ₃) i [m]		2,0	

DATO:	VURDERT AV:
<u>13-Nov-2008</u>	<u>NGI</u>
Firma:	Sign.:
	<u>White / Aarset</u>





Km 3,330 13 Nov 2008 kl 13:09 Skjeggestad tunnel N



Km 3,330 13 Nov 2008 kl 13:09 Skjeggestad tunnel N

Banestrekning:

RASVURDERING I TUNNEL

Parsell: _____

Fiekklefjord bane

Bakkekleivi (S) Km: 1,023

0,960
Km:

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.	VEGG		Tunnel completely lined w concrete. Some water dripping. Overall appears good condition.	
	HENG			
	VEGG			

Størrelse, m ³ :		0.6	Rasparti 1	Rasparti 2	Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:	1.0				
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde	TILTAK, angi mengde
		Antatt:	15	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : <u>1</u> Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____	Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____
		Senest:	25			

Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE: <p>Masonry</p> <p>Photo 1:56 loose block, frac. on all sides.</p>	- Photo on N side looking southward @ 2:05PM.
Tilgjengelighet	kf ₁ : 1.0		
Terrengform	kf ₂ : 2.0		
Siktavstand (kf ₅) i [m]	2.0		

DATO: <u>13-Nov-2008</u>	VURDERT AV: Firma: <u>NGI</u>	Sign.: <u>White / Aarset</u>
-----------------------------	----------------------------------	------------------------------



Km 1,023 13 Nov 2008 kl 13:51 Bakkekleivi tunnel S



Km 1,023 13 Nov 2008 kl 13:55 Bakkekleivi tunnel S



Km 0,960 13 Nov 2008 kl 14:04 Bakkekleivi tunnel N



Rapport nr.: 20071278-15
Dato: 2009-01-09
Rev. dato:
Side: 25 / Rev.: 0

Vedlegg B - Veileder til ras- kartleggingsverktøy



O. T. B L I N D H E I M

O. T. Blindheim AS
Kjøpmannsgt. 61, 7011 Trondheim.
Tel. 73 87 37 00 fax 73 87 37 02
E-post: bentaa@blindheim.no

<i>Oppdragsgiver:</i> Jernbaneverket	<i>Kontaktperson:</i> Heidi Kristin Bjordal
<i>Tittel:</i> VEILEDER FOR BRUK AV RASKARTLEGGINGSVERKTØY	

<i>Rapport nr.:</i> 2460.03 rev. 1	<i>Dato:</i> 31. oktober 2002
<i>Utarbeidet av:</i> Siv. ing. Bent Aagaard	
<i>Oppdragsansvarlig:</i> Siv.ing. Bent Aagaard	<i>Oppdragsmedarbeidere:</i> Siv. ing. Lillian Todnem

<i>Stikkord:</i> Rasfare, risikovurdering, skjæring, tunnel	<i>Fagområde:</i> Ingeniørgeologi
<i>Fylke:</i>	<i>Kart 1 : 50 000:</i>
<i>Kommune:</i>	<i>Økonomisk kartverk:</i>
<i>Sted/lokalitet:</i>	<i>UTM-koordinater:</i>

SAMMENDRAG

Det er utviklet et kartleggingsverktøy for vurdering av ras i tunneler og skjæringer der risikovurdering og nytte/kost-vurderinger er benyttet. Verktøyet benytter sannsynligheten for ras, slik den er vurdert av ingeniørgeolog, sammen med konsekvensberegninger for å komme fram til hvor det vil være størst effekt av tiltak.

Denne veilederen beskriver framgangsmåten for kartleggingen som omfatter en vurdering av konsekvensfaktorer og en kartlegging der størrelsen på ras og sannsynligheten for ras vurderes. Det tiltaket som anbefales for å fjerne eller redusere risikoen inngår også sammen med en vurdering av vedlikeholdsinnsetningen før og etter at tiltaket er gjennomført.

Veilederen angir detaljert hvordan slike inn-data skal skaffes til veie og mates inn i et regneark. Som et resultat fås

- beregnet sannsynlighet for ras
- beregnet konsekvens av ras
- tiltakskostnad og
- nytte-/kostverdi

Dette kan så benyttes for prioritering av tiltak.

Trondheim, 31. oktober 2002
For O. T. Blindheim AS

.....
Bent Aagaard

.....
Lillian Todnem

.....
Kvalitetskontroll

INNHOLD	Side
1 INNLEDNING	3
2 KARTLEGGING I FELT	4
2.1 UTFYLLING AV KARTLEGGINGSSKJEMA.....	4
3 ANDRE INN-DATA	6
3.1 BANEPRIORITET.....	6
3.2 TRAFIKKTYPE.....	6
3.3 HASTIGHET.....	6
3.4 ENHETSPRISER OG GENERELLE TILLEGGSKOSTNADER FOR TILTAK.....	7
3.5 RESTRISIKO	8
3.6 VEDLIKEHOLD.....	8
4 REGISTRERING OG BRUK AV DATA I REGNEARK	10
4.1 REGISTRERINGSSKJEMA	10
4.2 RESULTATARK	11
4.2.1 <i>Beregnet sannsynlighet for ras</i>	11
4.2.2 <i>Konsekvens</i>	12
4.2.3 <i>Tiltakskostnad</i>	13
4.2.4 <i>Nytte-/kost-verdi</i>	13

Vedlegg

Vedlegg 1	:	Raskartleggings skjema, skjæringer
Vedlegg 2	:	Raskartleggings skjema, tunneler
Vedlegg 3	:	Konsekvensfaktorer
Vedlegg 4	:	Nåverdirisiko og nytte/kost-vurdering
Vedlegg 5	:	Estimering av sannsynlighet
Vedlegg 6	:	Tiltak



1 INNLEDNING

På oppdrag for Jernbaneverket, Hovedkontoret, har O. T. Blindheim AS utviklet et kartleggingsverktøy for vurdering av rasfaren i tunneler og skjæringer. En uttesting av verktøyet er gjort i rapport 2460.02, 3. april 2002. Kartleggingsverktøyet benytter sannsynligheten for ras og konsekvensen (i kroner) dersom et ras inntreffer, som direkte input for beregning av risiko. Ved at det beregnes en nytte-/kost-verdi av tiltak i forhold til risiko, kan kartleggingen benyttes til å styre tiltaksinnsatsen til de banestrekningene som gir mest igjen for investeringen.

I denne veilederen er det laget en "bruksanvisning" for innhenting av data og beregning av risiko og nytte-/kost.

Kartleggingsverktøyet er tredelt og består av følgende deler:

- **Kartlegging i felt.** Det er utarbeidet to skjemaer for kartlegging i felt. De to skjemaene benyttes for kartlegging av henholdsvis skjæring og tunnel.
- **Andre inn-data.** Kartleggingsverktøyet krever at det innhentes informasjon om banen (togtyper og toghastighet) og at konsekvenskostnadene er gitt av Jernbaneverket, Hovedkontoret.
- **Registrering og bruk av data i regneark.** Data fra kartlegging i felt sammen med de andre inn-dataene registreres i regneark, og benyttes i beregninger av konsekvens, tiltakskostnader og nytte-/kostverdi.



2 KARTLEGGING I FELT

2.1 Utfylling av kartleggings skjema

Kartleggings skjema som benyttes i felt er gjengitt i figur 1, og er vedlagt i full størrelse i vedlegg 1 og 2 for henholdsvis skjæring og tunnel. Figur 1 viser eksempel på bruk av kartleggings skjemaet for rasvurdering i fjellskjæring.

Jernbaneverket Hovedkontoret

Banestrekning:
EKSEMPEL

RASVURDERING I FJELLSKJÆRING

Skjema nr.: 1
Parsell: _____

Km: 471,225 venstre/høyre Km: 471,310

For enkelthendelser:
-Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år.
-Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.

		Størrelse, m ³ :	Rasparti 1	1,0	Rasparti 2	20	Rasparti 3	
Enkelthendelse		Sannsynlighet for ras:	0,8	0,3	1,0	1,0		
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	5	15	0			
		Antatt:	25	Rensk, m ² : 50 Bolter, stk. : 10	50	Rensk, m ² : 100 Bolter, stk. : 20	3	Rensk, m ² : 100 Bolter, stk. : 40
		Senest:	50	Sprengn., m ³ :	25	Sprengn., m ³ :	10	Sprengn., m ³ : 200
Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:						
Tilgjengelighet	kf ₁ :	2,0	Gneis w/ subhorisontal foliasjon Oppspr etter tre sprekkeløst ved 1 og 2 kun oppsprekking. Ved 3 er det en markert steil vinkelhetsone n L på linja.					
Terrengform	kf ₂ :	2,0						
Siktavstand (kf _s) i [m]		50						
DATO:	juli 2002	VURDERT AV:	Firma: O.T. Blindheim AS		Sign.: [Signature]			

Figur 1 Kartleggings skjema for rasvurdering i fjellskjæringer

To av konsekvensfaktorene som er angitt på skjemaet i figur 1, kf₁ og kf₂, vurderes ut fra tabeller gitt i vedlegg 3, side 3. Disse tabellene bør derfor tas med ved feltkartleggingen.

I det følgende gis en punktvis og detaljert veiledning av utfyllingen av kartleggings skjemaet. Der utfyllingen av skjemaet for skjæring skiller seg fra utfylling av skjemaet for tunnel, er dette angitt spesielt.



Km: _____

Km: _____

<p><i>For enkelthendelser:</i> -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.</p>		VEGG						
		HENG						
		VEGG						
Størrelse, m ³ :			Rasparti 1		Rasparti 2		Rasparti 3	
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:							
	Når antas raset å skje?	Tidligst:		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde		TILTAK, angi mengde
		Antatt:		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____ _____ :		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____ _____ :		Rensk, m ² : _____ Bolter, stk. : _____ Sprengn., m ³ : _____ _____ :
		Senest:						
Konsekvensfaktorer:		BESKRIVELSE:						
Tilgjengelighet	kf ₁ :							
Terrengform	kf ₂ :							
Siktavstand (kf ₅) i [m]								
DATO:		VURDERT AV:						
		Firma: _____						
		Sign: _____						

Km:

venstre/høyre

Km:

For enkelthendelser: -Vurder sannsynligheten for ras i løpet av 30 år. -Gjør trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe.								M 1:200		
								8		
								6		
								4		
								2		
Størrelse, m ³ :		Rasparti 1			Rasparti 2			Rasparti 3		
Enkelthendelse	Sannsynlighet for ras:									
	Når antas raset å skje?	Tidligst:	TILTAK, angi mengde			TILTAK, angi mengde			TILTAK, angi mengde	
		Antatt:	Rensk, m ² : _____			Rensk, m ² : _____			Rensk, m ² : _____	
		Senest:	Bolter, stk. : _____			Bolter, stk. : _____			Bolter, stk. : _____	
			Sprengn., m ³ : _____			Sprengn., m ³ : _____			Sprengn., m ³ : _____	
			_____ : _____			_____ : _____			_____ : _____	
Konsekvensfaktorer:			BESKRIVELSE:							
Tilgjengelighet	kf ₁ :									
Terrengform	kf ₂ :									
Siktavstand (kf ₅) i [m]										
DATO:			VURDERT AV:				Sign.:			
			Firma:							

Resultatarket for nytte-/kost-verdi er det viktigste resultatarket, og er grunnlaget for de valg av tiltak som skal gjøres med bakgrunn i beslutningsverktøyet.

Dersom det er mange lokaliteter som er kartlagt vil det være nødvendig å sortere lokalitetene etter kolonnen for nytte-/kost-verdi, for å få oversikt over hvilke lokaliteter som gir høyest nytte-/kost-verdi. Da dette regnearket er låst for redigering, må innholdet først kopieres til et nytt regneark før sorteringen kan utføres.

Når sorteringen etter nytte/kost er gjort, må det også foretas en vurdering av hvilke delparseller som gir størst effekt i reduksjon av risiko målt i forhold til tiltakskostnaden. Dette vil blant avhenge av adkomstmuligheter for anleggsutstyr. Det må også vurderes hvilke krav til nytte/kost som skal betinge at tiltaket gjennomføres.



4.2.3 Tiltakskostnad

I resultatarket for tiltakskostnad er kostnadene for tiltakene beregnet for hver enkelt lokalitet. Figur 5 viser resultatarket for tiltakskostnad.

TILTAJKOSTNAD

Banestrekning: **Eksempel** Baneprioritet: **3**
 km start: **471,27** km slutt: **520,00**
 Lengde av strekning: **48730** meter
 Tunnel/skjæring: **Skjæring** Navn på tunnel: **0**
 Kartlagt av: **O. T. Blindheim AS** Sign.: **BAa** Dato: **4. jul. 2002**

Nr:	Km	TILTAK			Kostnad andre tiltak	Tiltakskostnader, kr			Sum tiltaks- kostnad (1000 kr) inkl. mva
		Bolter [ant.]	Rensk [m ²]	Sprengn. [m ³]		Bolting	Rensk	Sprengn.	
1	471,276	10	50	0	0	30000	5000	0	69
2	471,285	20	100	0	0	60000	10000	0	138
3	471,297	40	100	200	0	120000	10000	120000	492
4	475,083	0	100	0	0	0	10000	0	20
5	475,090	10	100	150	0	30000	10000	90000	256

Figur 5 Resultatark for tiltakskostnad

4.2.4 Nytte-/kost-verdi

Resultatarket for nytte-/kost-verdi er gitt i figur 6.

NYTTE-/KOSTVERDI

Banestrekning: **Eksempel** Baneprioritet: **3**
 km start: **471,27** km slutt: **520,00**
 Lengde av strekning: **48730** meter
 Tunnel/skjæring: **Skjæring** Navn på tunnel: **0**
 Kartlagt av: **O. T. Blindheim AS** Sign.: **BAa** Dato: **4. jul. 2002**

Kalkulasjonsrente benyttet i beregninger: **5 %**

Nr:	Km	Konsekvens K (1000 kr)	P (k)	Risiko K*P(k) (1000 kr)	E(t)	NVR (1000 kr)	RVR (% av NVR)	NVT (1000 kr)	VEDLIKEHOLD (1000 kr)			Nytte/kost- verdi
									NVVT	NVVF	NVVE	
1	471,276	100	0,8	80	26,67	22	0	69	0	10	3	0,4
2	471,285	860	0,3	258	46,67	26	0	138	0	10	2	0,3
3	471,297	2308	1	2308	4,333	1868	0	492	0	10	0	3,8
4	475,083	622	0,2	124	50,67	11	0	20	0	10	4	0,8
5	475,090	622	1	622	4,667	495	0	256	0	10	1	2,0

Figur 6 Resultatark for nytte-/kost-verdi



BEREGNET SANNSYNLIGHET FOR RAS

Banestrekning: **Eksempel** Baneprioritet: **3**
 km start: **471,27** km slutt: **520,00**
 Lengde av strekning: **48730** meter
 Tunnel/skjæring: **Skjæring** Navn på tunnel: **0**
 Kartlagt av: **O. T. Blindheim AS** Sign.: **BAa** Dato: **4. jul. 2002**

Antall ras per år over 30 år	1,187
Antall ras per år (konservativt anslått)	3,617

Nr:	Lokalitet [km]	Sannsynlighet P(k)	Trippelanslag for tidspunkt for ras			E(t)	Returperiode
			t _{min}	t _{antatt}	t _{maks}		
1	471,276	0,8	5	25	50	26,7	0,030
2	471,285	0,3	15	50	75	46,7	0,006
3	471,297	1	0	3	10	4,3	0,231
4	475,083	0,2	2	50	100	50,7	0,004
5	475,09	1	1	3	10	4,7	0,214

Figur 3 Resultatark for beregnet sannsynlighet for ras

4.2.2 Konsekvens

I resultatarket for konsekvens er de direkte og indirekte konsekvenskostnadene gitt sammen med den totale konsekvenskostnaden som er beregnet for hver enkelt lokalitet.

Figur 4 viser resultatarket for konsekvens.

BEREGNET KONSEKVENNS FOR RAS

Banestrekning: **Eksempel** Baneprioritet: **3**
 km start: **471,27** km slutt: **520,00**
 Lengde av strekning: **48730** meter
 Tunnel/skjæring: **Skjæring** Navn på tunnel: **0**
 Kartlagt av: **O. T. Blindheim AS** Sign.: **BAa** Dato: **4. jul. 2002**

Nr:	Km	K _{skade}	K _{Rydding}	K _{personer}	K _{Forsinkelse}	K _{Miljø}	K _{Renommé}	Konsekvens K (1000 kr)
1	471,276	47	50	0	3	0	0	100
2	471,285	157	458	204	40	2	0	860
3	471,297	295	713	815	480	5	0	2308
4	475,083	131	305	154	30	2	0	622
5	475,090	131	305	154	30	2	0	622

Figur 4 Resultatark for konsekvens



Figur 2 Utdrag av registrerings skjema i regneark

Det er benyttet fargekoder i registrerings skjemaet som viser hvilke felt brukeren må fylle ut.

Grå felt: Dette er felter som må fylles ut. Disse feltene gir generelle opplysninger om den aktuelle strekningen, og dessuten skal de fleste inn-data som er beskrevet under kapittel 4 føres inn her.

Gule felt: Alle data fra kartleggings skjemaet fylles inn i gule felt. For en gitt lokalitet angis km i kolonne nr. 2 og de tilhørende opplysningene om denne lokaliteten fylles inn i samme rad.

Blå felt: Beregningene gjøres i blå felt. Ingenting skal skrives inn i her.

Grønne felt: Felt for registrering av vedlikeholdskostnader ($NVVT$, NVV_F og NVV_E) og restirisiko (RVR) har grønn farge. Dette er felter som kan fylles ut etter behov.

Alle felter i registrerings skjemaet som ligger til høyre for de som er gjengitt i figur 2, har blå farge, med unntak av felt for registrering av RVR (grønn farge).

4.2 Resultatark

Når data er lagt inn i kartleggings skjema oppdateres resultatarkene automatisk. På resultatarkene vil alle lokaliteter som er registrert i registrerings skjemaet være med.

Resultatarkene er låst for redigering, da alle data hentes fra registrerings skjemaet. Dersom det ønskes kun et utvalg av resultatene, som for eksempel de lokaliteter med høyest nytte/kostverdi, anbefales det at resultatarket kopieres over i et eget regneark. Det kan deretter sorteres etter en av kolonnene.

4.2.1 Beregnet sannsynlighet for ras

I resultatarket for kartlagt sannsynlighet for ras, er sannsynlighet og forventningsverdi angitt sammen med en beregning av returperiode. Returperioden er gitt som sannsynlighet dividert på forventningsverdi. Returperioden er et uttrykk for antall ras per år over en 30 års periode, dersom man antar at "det samme" raset gjentar seg.

I resultatarket er "antall ras per år over 30 år" og "antall ras per år (konservativt anslått)" angitt. Verdiene som fremkommer gjelder hele den kartlagte strekningen. Den første verdien er fremkommet ved å summere sannsynligheten for ras innenfor en 30-årsperiode (summere $P(k)$ for alle lokaliteter) og deretter dividere på 30. Det er da ikke tatt hensyn til at nye rasfarlige partier kan oppstå i løpet av 30-årsperioden. Anslaget kan derfor sies å være lavt. Den andre verdien er en mer konservativ betraktningmåte, der man antar at "det samme" raset gjentar seg med en gitt frekvens, $E(t)$.

Figur 3 viser resultatarket for beregnet sannsynlighet for ras.



4 REGISTRERING OG BRUK AV DATA I REGNEARK

Beslutningsverktøyet består av fem regneark i exel-fila "Registrering og beregning". Et av disse er registreringsskjemaet der alle inputdata skal skrives inn av brukeren. De fire andre regnearkene er resultatark der resultatet av beregningene fremstilles.

Følgende fem regneark inngår:

Registrering: - Registreringsskjema

Resultatark: - Beregnet sannsynlighet for ras
- Konsekvens
- Tiltakskostnad
- Nytte/kost-verdi

Beregningene gjøres ut fra data som er skrevet inn i registreringsskjemaet, sammen med data som hentes fra exel-fila "Kildedata". "Kildedata" må alltid leveres sammen med "Registrering og beregning" for at formlene skal fungere. "Kildedata" oppdateres av jernbaneverket sentralt og er beskyttet for redigering når den overleveres bruker.

Det finnes også en annen utgave av disse regnearkene, gitt i exel-fila "Registrering og beregning med vedlikehold". Forskjellen ligger utelukkende i registreringsskjemaet, der det benyttes en metode for beregning av vedlikeholdskostnader. Denne metoden og regnearket er beskrevet i vedlegg 7. I det følgende beskrives kun den utgaven der vedlikeholdskostnadene skrives direkte inn for hver enkelt lokalitet. Denne utgaven benyttes også dersom man ser bort fra vedlikeholdskostnadene, ved at feltene for vedlikeholdskostnader ikke fylles ut.

4.1 Registreringsskjema

Figur 2 viser et utdrag av registreringsskjemaet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U																		
1	REGISTRERINGSSKJEMA																																						
2																																							
3																																							
4	Banestrekning: Eksempel Baneprioritet: 3										<table border="1"> <tr> <td>Enhetspriser:</td> <td>Bolting kr/bolt</td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rensk krm²</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sprengning krm²</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Generelle mob/driftskostnader</td> <td></td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>Uforutsett</td> <td></td> <td>15 %</td> </tr> <tr> <td>Prosjektering/prosjektadm.</td> <td></td> <td>15 %</td> </tr> </table>											Enhetspriser:	Bolting kr/bolt	3000		Rensk krm ²	100		Sprengning krm ²	600	Generelle mob/driftskostnader		20 %	Uforutsett		15 %	Prosjektering/prosjektadm.		15 %
Enhetspriser:	Bolting kr/bolt	3000																																					
	Rensk krm ²	100																																					
	Sprengning krm ²	600																																					
Generelle mob/driftskostnader		20 %																																					
Uforutsett		15 %																																					
Prosjektering/prosjektadm.		15 %																																					
5	km start: 471,27 km slutt: 520,00																																						
6	Lengde av strekning: 48730 meter																																						
7	Tunnel/skjæring: Skjæring Navn på tunnel:																																						
8	Kartlagt av: O. T. Blindheim AS Sign.: BAA Dato: 4. jul. 2002																																						
9																																							
10	Trafikktype:																																						
11	Motorvognsett 10 %										Data fra kartleggingsskjema fylles inn i gule felt																												
12	Persontog med lok 15 %										Alle grå felt må fylles ut																												
13	Godstog 75 %										Grønne felt kan fylles ut																												
14	kf ₁ : 1,1										Beregningene utføres i blå felt. Ingenting skrives inn i disse																												
15																																							
16	Nr.	Lokalitet [km]	Hastighet [km/t]	Størrelse på mulig ras [m ²]	kf ₁	kf ₂	kf ₃	Siktavstand meter kf ₁ kf ₂		Sannsynlighet P (k)	Trippelanslag for tidspunkt for ras t _{min} t _{median} t _{max}			E(t)	TILTAK Bolter [ant.] Rensk [m ²] Sprengn. [m ³]			Kostnad andre tiltak	VEDLIKEHOLD (1000 kr) NVVT NVV _f NVV _e																				
17																																							
18	1	471,276	90	0,4	2,0	2,0	1,0	150	2	0,8	5	25	50	26,7	10	50						10	3																
19	2	471,285	90	1,0	2,0	2,0	1,0	150	2	0,3	15	50	75	46,7	20	100						10	2																
20	3	471,297	90	20,0	2,0	2,0	1,0	150	2	1,0	0	3	10	4,3	40	100	200					10	0																
21	4	475,083	90	3,0	1,5	1,5	1,0	200	2	0,2	2	50	100	50,7		100						10	4																
22	5	475,090	90	4,0	1,5	1,5	1,0	200	2	1,0	1	3	10	4,7	10	100	150					10	1																
23	6	475,094	90	0,9	1,5	1,5	1,0	200	2	0,5	0,5	30	75	35,2	10	100						10	3																
24	7	475,175	90	0,8	1,5	1,5	1,0	200	2	0,5	2	20	100	40,7	2							10	5																
25	8	476,281	90	15,0	1,5	1,5	1,0	150	2	0,5	5	30	100	45,0	10	100	25					10	2																
26	9	476,275	90	15,0	1,5	1,5	1,0	200	2	0,5	10	30	60	33,3	3							10	4																
27	10	476,416	90	10,0	1,5	2,0	1,0	250	2	1,0	3	15	30	16,0	10							10	5																
28	11	477,331	90	3,0	1,5	1,5	1,0	200	2	0,8	0,5	10	50	20,2	5	50						10	3																
29	12	479,562	90	4,0	1,5	1,5	1,0	200	2	1,0	0	0,5	3	1,2	20	50	10					10	1																



Når det gjelder NVV_F og NVV_E , må disse vurderes for hver enkelt lokalitet, eller eventuelt beregnes ut fra visse betingelser. For den som benytter kartleggingsverktøyet, vil det da være nødvendig å innhente opplysninger om dagens vedlikehold på den aktuelle strekningen. Deretter må det gjøres en vurdering av hvor stor andel av dette vedlikeholdet som går til den enkelte lokaliteten. Dette kan for eksempel gjøres ved å fordele de totale vedlikeholdskostnadene på antall lokaliteter. Til slutt må det gjøres en vurdering av hvor høy den årlige vedlikeholdskostnaden for lokaliteten blir etter at tiltak er iverksatt. Det er da viktig å skille mellom vedlikehold av selve tiltaket, $NVVT$, og generelt vedlikehold av lokaliteten NVV_E . En måte å bestemme NVV_E på kan være å sette den til en gitt prosentandel av NVV_F .

I denne veilederen er det valgt å beskrive hvordan vedlikeholdskostnadene behandles når disse vurderes for hver enkelt lokalitet. Det regnearket som er gjengitt i figur 2, viser de kolonnene der vedlikeholdskostnadene skal angis. Det kan også velges å ikke angi vedlikeholdskostnader ved bruk av dette regnearket. Det finnes imidlertid en annen utgave av regnearket, som er gitt i excel-fila "Registrering og beregning med vedlikeholdskostnader", der det forutsettes bruk av en metode for beregning av vedlikeholdskostnadene. Dette regnearket og metoden for beregning vil bli beskrevet i vedlegg 7.

I regneark:

$NVVT$, NVV_F og NVV_E føres inn for hver enkelt lokalitet, i henholdsvis kolonne S, T og U under VEDLIKEHOLD. Feltene for vedlikeholdskostnader har grønn farge som vist i figur 2.



3.5 Restrisiko

Dersom tiltaket ikke reduserer risikoen for ras til null, er det en viss restrisiko knyttet til denne lokaliteten. For å angi restrisikoen må både konsekvens og sannsynlighet for ras vurderes for situasjonen etter at tiltaket er gjennomført.

Dersom restrisikoen skal inngå i beregningene, bør den som har utført kartlegging i felt forsøke å vurdere erfaringene fra feltkartlegging sammen med konsekvensen for ras slik den beregnes i kartleggingsverktøyet. Det anbefales derfor at restrisikoen vurderes etter at data er lagt inn i regnearkene. Da det kan være svært mange lokaliteter som kartlegges på en strekning, bør man i felt notere seg de lokalitetene der det antas at restrisikoen vil være av betydning.

I kartleggingsverktøyet kan restrisiko etter tiltak, RVR, angis som prosent av nåverdirisiko, NVR, slik denne beregnes i regneark. Dersom restrisikoen ikke vurderes som spesielt stor, anbefales det at denne settes til null.

I regneark:

RVR som prosent av NVR føres eventuelt inn for hver av de aktuelle lokaliteter i kolonne AI. Feltene i denne kolonnen har grønn farge i regnearket (disse feltene er ikke vist i figur 2, men ligger lengre til høyre for det utsnittet som er vist).

3.6 Vedlikehold

For å kunne benytte kartleggingsverktøyet til å gjøre nytte/kost-vurderinger, vil det være riktig også å ta hensyn til vedlikeholdskostnadene. Det vil ofte være vanskelig å tallfaste disse, men for sammenligning av nytte-/kost-verdier vil det oftest ikke utgjøre noen stor feil å utelate kostnadene knyttet til vedlikehold.

Som nærmere beskrevet i vedlegg 4, må det skilles mellom type vedlikeholdskostnad. Vedlikeholdskostnader som kommer som følge av at et tiltak utføres, og som dermed blir en direkte konsekvens av tiltaket, må betraktes som en kostnad som skal legges til selve tiltakskostnaden. Vedlikeholdskostnadene må diskonteres til nåverdi for å kunne adderes til tiltakskostnaden.

Dersom det ble utført årlig vedlikehold av en aktuell lokalitet før tiltaket iverksettes, må det antas at denne årlige vedlikeholdskostnaden reduseres når tiltaket iverksettes. Reduksjonen av årlig vedlikeholdskostnad må da betraktes som en del av nytten til tiltaket når det gjøres en nytte/kost – vurdering.

Følgende vedlikeholdskostnader bør derfor bestemmes og tas med i regnearket:

NV _F	:	Nåverdi av årlig vedlikehold før tiltak
NV _E	:	Nåverdi av årlig vedlikehold etter tiltak
NV _{VT}	:	Nåverdi av årlig vedlikehold knyttet til tiltaket (vedlikehold av tiltak)

Av disse er NV_{VT} lettest å angi, da denne bestemmes ved kun å se på det valgte tiltaket. Ofte vil denne være lik null, da det tiltaket som er aktuelt ikke forutsetter noe vedlikehold.



0 for toghastighet ≤ 40 km/t dersom størrelsen på raset er $< 0,5 \text{ m}^3$, uavhengig av hva de andre konsekvensfaktorene er.

Grunnhastigheten vil vanligvis variere en del over strekningen, og tillatt toghastighet må derfor angis for hvert parti som anses å ha rasfare. Som grunnlag for kf_4 må det derfor innhentes en fullstendig oversikt over tillatte toghastigheter for hele strekningen som skal kartlegges. En slik oversikt må hentes lokalt. Etter kartleggingen sammenlignes disse dataene med angitt km for de kartlagte partiene, og hastigheten finnes i hvert enkelt tilfelle. Der angitt hastighet er forskjellig etter hvilken retning toget kjører, må den høyeste hastigheten velges.

I regneark:

Hastighet føres inn i registreringsskjemaet for hvert enkelt parti, i feltene i kolonne C, markert med grå farge (se figur 2).

3.4 Enhetspriser og generelle tilleggskostnader for tiltak

For hver lokalitet som kartlegges i felt, skal det i kartleggingsskjemaet angis forslag til tiltak for å redusere sannsynligheten for ras. Omfanget av tiltak skal også angis. I praksis er det også en restrisiko etter at tiltaket er gjennomført Dette beskrives i kapittel 3.5.

For å kunne beregne kostnadene knyttet til utførelse av tiltakene, må enhetspriser for tiltakene angis. Enhetspriser for bolter, rensk og sprengning som gjelder på det aktuelle tidspunkt og område av landet må derfor angis i registreringsskjemaet. Enhetsprisene oppgis uten merverdiavgift, da denne beregnes inn automatisk i regnearket. Det er i kartleggingsskjemaet også avsatt plass til å angi andre typer tiltak. Dersom dette benyttes, må total anslått kostnad (ekskl. mva) av denne delen av tiltaket føres direkte inn i registreringsskjemaet for hver lokalitet.

Det er i kartleggingsskjemaet også forutsatt at det angis generelle tilleggskostnader for å kunne beregne de totale tiltakskostnadene. De generelle tilleggskostnadene angis som påslag i prosent, og gjelder følgende poster: Generelle mobiliserings- og driftskostnader, uforutsette kostnader og kostnader knyttet til prosjektering og prosjektadministrasjon.

I regneark:

Enhetspriser for bolter, rensk og sprengning føres inn i registreringsskjemaet i henholdsvis felt P4, P5 og P6 (se figur 2).

Kostnad av eventuelle andre tiltak føres inn for hver enkelt lokalitet i kolonne R, under "Kostnad andre tiltak" (se figur 2).

Kostnadspåslag angitt i prosent for generelle mobiliserings- og driftskostnader, uforutsette kostnader og kostnader knyttet til prosjektering og prosjektadministrasjon, føres inn i registreringsskjemaet i henholdsvis felt P7, P8 og P9 (se figur 2).



3 ANDRE INN-DATA

I tillegg til kartlegging i felt krever kartleggingsverktøyet også andre inputdata. Det er ingenting i veien for at disse kan finnes og bestemmes etter at feltarbeidet er utført, men det er en god regel at informasjon om dette er innhentet før kartlegging i felt. Det vil da være enkelt å skrive inn alle data i registreringsskjemaet umiddelbart etter kartlegging i felt. Det vil i det følgende gis en kort oversikt over hvilke parametere dette gjelder, hvordan de bestemmes og på hvilken måte de inngår i kartleggingsverktøyet.

I kapittel 3.5 beskrives restrisiko. Denne faktoren skiller seg fra de øvrige inn-dataene ved at den bør vurderes både i felt og etter at data er lagt inn i regnearkene.

3.1 Baneprioritet

Baneprioritet er en parameter som angir prioritering av banestrekningen og er bestemt av Jernbaneverket, Hovedkontoret (se for eksempel siste utgave av "Jernbanestatistikk"). To av de indirekte konsekvenskostnadene avhenger av baneprioritet, $K_{\text{Forsinkelse}}$ og $K_{\text{Renommé}}$.

I regneark:

Baneprioritet føres inn kun én gang i registreringsskjemaet, i felt H4 markert med grått (se figur 2).

3.2 Trafikktype

Prosentvis fordeling mellom de forskjellige trafikktypene på strekningen inngår i beregningsverktøyet som konsekvensfaktor kf_3 . Det benyttes her gjennomsnittet for all trafikk på strekningen, og opplysninger om dette må hentes lokalt.

Det er gitt forskjellig vektning, t_M , t_L og t_G , for de forskjellige trafikktypene og konsekvensfaktoren beregnes ut fra formelen:

$$kf_3 = t_M \times \text{andel motorvognsett} + t_L \times \text{lok.vogner} + t_G \times \text{godsvogner}$$

I regneark:

Trafikktype føres inn kun én gang i registreringsskjemaet, i felt C11, C12 og C13 og markert grå (se figur 2).

3.3 Hastighet

Hastigheten av toget har innvirkning på skadeomfanget. Lav hastighet gjør at konsekvensene for skade på materiell og personer blir svært små og at konsekvensen begrenses til skaden som selve raset har medført. Konsekvensfaktoren for hastighet, kf_4 , er valgt slik at lav hastighet (≤ 40 km/t) gir kf_4 lik 0, hvilket gjør at både K_{Skade} og K_{Personer} blir 0 dersom de andre konsekvensfaktorene er 1. Regnearkene er også laget på en slik måte at K_{Skade} og K_{Personer} blir



1. Fyll ut banestrekning, skjema nr. og parsell øverst på arket (markert med mørk blå ring i figur 1).
2. Angi km start og slutt, og om kartleggingen er gjort på venstre eller høyre side av skinnegangen (markert med gul ring i figur 1), sett mot stigende km. Hvert skjema dekker i utgangspunktet 40 meter (målestokk 1:200). Dette kan justeres etter behov. For tunnel: For kartleggingsskjema som brukes i tunnel er ikke målestokk angitt. Her kan den målestokk som er best egnet i hvert enkelt tilfelle benyttes. Km start og slutt angis også for tunnel.
3. Rasutsatte partier skisseres øverst på skjemaet. Det er plass til opp til 3 rasparti på hvert skjema. Dersom det er flere raspartier på strekningen, benyttes flere skjemaer. Angi gjerne km til hvert enkelt parti, i tillegg til start og slutt (punkt 2). For tunnel: For kartleggingsskjema som brukes i tunnel er det avsatt plass til å skissere rasutsatte partier i både vegg og heng.
4. For hvert rasparti angis antatt størrelse, sannsynlighet for at ras inntreffer og trippelanslag for når hendelsen antas å inntreffe (tidligst, antatt og senest). Trippelanslagene angis som hele år. Dette er markert med røde ringer i figur 1. Estimering av sannsynlighet og trippelanslag beskrives nærmere i vedlegg 5. Dersom flere rasparti er skissert i samme skjema, velges rasparti 1 å være partiet som er tegnet inn lengst til venstre i skjemaet, rasparti 2 som det midterste osv.
5. Angi konsekvensfaktorer kf_1 (tilgjengelighet), kf_2 (terrengform) og kf_3 (siktavstand) for lokaliteten, markert med lyseblå ring i figur 1. Disse antas like for de raspartiene som er angitt på det gitte skjemaet. Nytt skjema benyttes dersom disse faktorene endres. Konsekvensfaktoren for siktavstand (kf_3) angis i meter. Når dataene legges inn i regneark, vil kf_3 automatisk beregnes fra siktavstand gitt i meter.
6. Angi tiltakstype og mengder for hvert rasparti, markert med oransje ringer i figur 1. Det er avsatt plass til å angi eventuelt annet tiltak enn rensk, bolting og sprengning. Valg av tiltak er beskrevet nærmere i vedlegg 6.
7. Nederst på kartleggingsskjemaet er det avsatt plass til en beskrivelse av partiene på skjemaet, som kan benyttes ved behov.
8. Til slutt fyller kartlegger inn dato for utførelse og signatur.



JERNBANEVERKET, TEKNISK AVDELING

BEREGNING AV KONSEKVENSENS SOM FØLGE AV STEINRAS

$$K = K_{\text{Skade}} + K_{\text{Rydding}} + K_{\text{Personer}} + K_{\text{Forsinkelse}} + K_{\text{Miljø}} + K_{\text{Renommé}}$$

$$K_{\text{Skade}} = K_1 \times (kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 3)$$

$$K_{\text{Rydding}} = K_2 \times (kf_1 + kf_2 - 1)$$

$$K_{\text{Personer}} = K_3 \times (kf_1 + kf_2 + kf_3 + kf_4 + kf_5 - 4)$$

der

K_1 = Materielle skader på tog

K_2 = Fjerning/opprydding/infrastruktur

K_3 = Skadde/døde personer

Konsekvensfaktorene er

kf_1 = Tilgjengelighet av rassted

kf_2 = Terrengform på rassted

kf_3 = Trafikktype

kf_4 = Hastighet av tog

kf_5 = Siktavstand

K_1 , K_2 og K_3 = Direkte kostnader som følge av raset. ("Raset skjer på lett tilgjengelig sted"):

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	K_1		K_2	
		Materielle skader på tog ¹⁾		Fjerning/opprydding/infrastruktur	
		lav	høy	lav	høy
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	0	45	0	50
Tunnel og skj.	0,5 - 5	12	90	5	300
Skjæring	5 - 25	12	180	25	450
Skjæring/dalside	25 - 100	30	240	100	1000
Skjæring/dalside	100 - 500	30	240	150	1500
Dalside	>500	30	240	300	2000

Tall i 1000 kr

¹⁾ Det er tatt hensyn til at påkjøring av ras skjer i 15% av rastifellene

Beskrivelse av rassted	Størrelse på ras	Konsekvenskostnader som benyttes		
		K_1 ³⁾	K_2	K_3 ²⁾
		Middel av min/(0,5 x maks)		
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	22,5	25	0
Tunnel og skj.	0,5 - 5	51	152,5	50
Skjæring	5 - 25	96	237,5	200
Skjæring/dalside	25 - 100	135	550	300
Skjæring/dalside	100 - 500	135	825	300
Dalside	>500	135	1150	300

Tall i 1000 kr

²⁾ Det er tatt hensyn til at skade/død skjer i ca 1% av rastifellene

³⁾ For hastighet av tog < 40 km/t settes $K_1 = 0$

$K_{\text{Forsinkelse}} = \text{Kostnader som følge av togforsinkelser}$

$= \text{Forsinkelse i min.} \times \text{kostnad per min. forsinkelse} \times \text{tilgjengelighet (kf)} = t_{\text{fors}} \times k_{\text{fors}} \times k_{f_1}$

		Forsinkelse, t_{fors} , som følge av ras i område med god tilgjengelighet (min., timer og døgn)				
Sted for hendelse	Størrelse på ras	Baneprioritet				
		5	4	3	2	1
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	4	4	4	4	4
Tunnel og skj.	0,5 - 5	80	70	50	40	30
Skjæring	5 - 25	24 t	20 t	10 t	5 t	3 t
Skjæring/dalside	25 - 100	2 d	36 t	24 t	20 t	10 t
Skjæring/dalside	100 - 500	3 d	3 d	3 d	2 d	1 d
Dalside	>500	>3 døgn	>3 d	>3 d	>3 d	> 3 døgn
		Kostnad, k_{fors} = kostnad per tidsenhet for forsinkelsen				
Kostnad pr min forsinkelse		100	200	400	1000	2000
Kostnad pr time forsinkelse		6 000	12 000	24 000	60 000	120 000
Kostnad per døgn forsinkelse		144 000	288 000	576 000	1 440 000	2 880 000

Tall i kr

Konsekvensen $K_{\text{Forsinkelse}}$ ut fra forsinkelsen som nedfallet forårsaker, når $k_{f_1} = 1$:

		Baneprioritet				
Størrelse på ras		5	4	3	2	1
		Tunnel og skj.	< 0,5 m3	0,4	0,8	1,6
Tunnel og skj.	0,5 - 5	8	14	20	40	60
Skjæring	5 - 25	144	240	240	300	360
Skjæring/dalside	25 - 100	288	432	576	1 200	1 200
Skjæring/dalside	100 - 500	432	864	1 728	2 880	2 880
Dalside*	>500	576	1 152	2 304	5 760	11 520

* Antatt: 4 døgn stopp i trafikken

Tall i 1000 kr

Konsekvensen $K_{\text{Miljø}}$:

Størrelse på ras		
Tunnel og skj.	< 0,5 m3	0
Tunnel og skj.	0,5 - 5	2
Skjæring	5 - 25	5
Skjæring/dalside	25 - 100	15
Skjæring/dalside	100 - 500	30
Dalside	>500	70

Tall i 1000 kr

Konsekvensen $K_{\text{Renommé}}$:

		Baneprioritet				
Størrelse på ras		5	4	3	2	1
		Tunnel og skj.	< 0,5 m3			
Tunnel og skj.	0,5 - 5					
Skjæring	5 - 25					
Skjæring/dalside	25 - 100					
Skjæring/dalside	100 - 500		100	500	1000	2000
Dalside	>500		500	1000	2000	5000

Tall i 1000 kr

ERNBANEVERKET, TEKNISK AVDELING

BÆREGNING AV KONSEKVENNSOM FØLGE AV STEINRAS

KONSEKVENNSFAKTORER

f_1 = Tilgjengelighet av rassted for redning og opprydding

sted for hendelse, vst. fra stasjon og veg	Faktor, kf_1
ær veg/stasjonsområde	
raktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy	1,0
vst. fra nærmeste bemannede stasjon 1 km < s < 10 km	
raktisk greit å nå rasstedet med kjøretøy	1,5
vst. fra nærmeste bemannede stasjon 1 km < s < 10 km	
tilgjengelig fra veg med kjøretøy.	2,0
vst. fra nærmeste bemannede stasjon > 10 km	
tilgjengelig fra veg med kjøretøy.	2,5
ekstra tillegg for hendelse i tunnel:	
m < inn i tunnel < 250 m	0,5
tunnel > 250 m	1,0

f_2 = Terrengform på rassted (inntil 20 m fra spor)

beskrivelse av terrengform på motsatt side av der raset går	Faktor, kf_2
elativt flatt terreng m/skråningshøyde < 2 m	1
kråningshøyde 2 til 8 m	2
kråningshøyde > 8m	4
ratt skråning som ender i sjø/vann med dybde > 5m	5
osidig fjellskjæring og tunnel	1,5

f_3 = Trafikktype

$f_3 = t_M \times \text{andel motorvognsett} + t_L \times \text{lok.vogner} + t_G \times \text{godsvogner}$

ogtype	Andel av trafikken	Vekting	Faktor, kf_3
otorvognsett	0,5	$t_M = 4$	2,7
ok.vogner	0,3	$t_L = 2$	
odsvogner	0,2	$t_G = 0,5$	

f_4 = Hastighet av tog

illatt største grunnhastighet på strekningen	Faktor, kf_4
avhastighet, < eller = 40 km/t	0,0
< eller = 60 km/t	0,5
< eller = 90 km/t	1,0
< eller = 120 km/t	2,0
< eller = 160 km/t	2,5
< eller = 210 km/t	3,0

f_5 = Siktavstand

ort siktavstand øker sjansen for påkjørsel.

uligheter for fri sikt	Sikt	Faktor, kf_5
pent landskap, eller lang rett tunnel	> 300 m	1
urver med ensidig/tosidig skjæring	300 - 100	2
rappe svinger, tosidig høy skjæring	< 100	4

NÅVERDIRISIKO KNYTTET TIL RAS

Beregning av konsekvens og sannsynlighet for en hendelse gjør det mulig å beregne risikoen knyttet til hendelsen. For å kunne sammenligne hendelser som antas å skje på forskjellige tidspunkt, er det nødvendig å beregne nåverdirisikoen, NVR. Nedenfor er nåverdien beregnet for enkelthendelse.

$$NVR = \frac{P(K) \cdot K}{(1 + r)^{E(t)}}$$

der

- P(K) sannsynligheten for hendelsen
- K konsekvensen
- r rentefoten
- E(t) forventet tid før hendelsen inntreffer

Etter at et tiltak er gjennomført, kan risikoen være eliminert. I noen tilfeller kan det fortsatt være en viss risiko til stede etter at tiltaket er gjennomført. Da bør det beregnes en restrisiko, etter tiltaket. I regnearket er det mulig å sette inn en verdi for restrisiko, men oftest kan denne settes til null uten å ha nevneverdig innvirkning på vurderingen.

En nytte/kost-betraktning gir at

En investering (tiltak) for å redusere risikoen er lønnsom(t) når summen av investeringen og risikoen (restrisikoen) er mindre enn eksisterende risiko uten tiltak.

$$NVR > I + RVR$$

NYTTE/KOST AV ENKELTTILTAK

Prosedyren for utarbeidelse av akseptkriterier benytter følgende definisjon i forbindelse med nytte/kost-vurderingene [Jernbaneverket, Sikkerhetshåndbok, Dok. Nr. 1B-Sikkerhet, Kapittel 7.9]:

$$\text{Netto gevinst/kost} = (N - K)/K = ((R_{FT} - R_{ET}) - T) / T$$

der

- R_{FT} en potensiell årlig ulykkeskostnad for den aktuelle uønskede hendelsen før tiltak er iverksatt
- R_{ET} en potensiell årlig ulykkeskostnad for den aktuelle uønskede hendelsen etter at tiltak er iverksatt
- T summen av de årlige investerings- og vedlikeholdskostnadene for tiltaket

Dersom vanlige nytte/kostvurderinger legges til grunn, skal kravet til restrisikoen og tiltakskostnaden være slik at

$$((R_{FT} - R_{ET}) - T) / T > 0$$



Kanskje den vanligste formen å formulere det på er at

$$(R_{ET} + T) / R_{FT} < 1, \text{ altså at kostnaden skal være mindre enn nytten.}$$

Uttrykket blir det samme dersom diskonterte verdier benyttes, altså nåverdien av risiko og tiltak.

$$NVR > NVT + RVR \quad \text{eller} \quad (NVR - RVR) / NVT > 1 \text{ som er nytte/kost} > 1.$$

der

NVR	Nåverdirisiko, dvs. før tiltak
RVR	Restrisiko etter tiltak
NVT	Nåverdi av tiltakskostnad, dvs. investering og nåverdi av vedlikeholdskostnader

De vedlikeholdskostnadene som inngår i NVT er direkte knyttet opp mot tiltaket, og oppstår som følge av at tiltaket iverksettes. Disse vedlikeholdskostnadene må skilles fra kostnadene knyttet til vedlikehold som utføres før tiltaket iverksettes.

Dersom det utføres årlig vedlikehold på den aktuelle strekningen, må det antas at behovet for vedlikehold reduseres etter at tiltak er iverksatt. Det kan hende at de totale vedlikeholdskostnadene ikke reduseres, men at vedlikeholdet på strekningen blir konsentrert om andre lokaliteter. For den enkelte lokalitet vil det likevel være tilfelle at det årlige vedlikeholdet reduseres, som følge av at tiltaket iverksettes. Denne reduksjonen i vedlikeholdskostnader må tas med som nytte når nytte/kost av enkelttiltak vurderes.

Det kan derfor identifiseres tre typer vedlikeholdskostnader som skal inngå i uttrykket for nytte/kost. Disse er følgende:

NVV _F :	Nåverdi av årlig vedlikehold før tiltak
NVV _E :	Nåverdi av årlig vedlikehold etter tiltak
NVVT :	Nåverdi av årlig vedlikehold knyttet til tiltaket (vedlikehold av tiltak)

Uttrykket for nytt/kost kan nå settes opp på ny, og med NVT splittet opp i NVT og NVVT.

$$\frac{(NVR + NVV_F) - (RVR + NVV_E)}{NVT + NVVT} > 1$$

Uttrykket kan formuleres på flere måter:

$$\frac{NVR - RVR + (NVV_F - NVV_E)}{NVT + NVVT} > 1$$

$$\frac{NVR - RVR + NVV_D}{NVT + NVVT} > 1$$

der

NVV _D :	Nåverdi av differanse mellom årlig vedlikehold før og etter tiltak, eller reduksjon i årlig vedlikehold for den aktuelle lokaliteten.
--------------------	---

ESTIMERING AV SANNSYNLIGHET FOR RAS VED FELTKARTLEGGING 1

<u>TIDSHORISONT</u>	1
<u>SANNSYNLIGHET P(K)</u>	1
<u>TRIPPELANSLAG $E(T) = (T_{MIN} + T_{ANT} + T_{MAKS})/3$</u>	2
<u>SAMMENHENG MELLOM P(K) OG E(T)</u>	2
<u>INFORMASJONSINNHEITING FØR FELTKARTLEGGINGEN</u>	3
<u>KONTROLL MOT STATISTISKE VERDIER</u>	3

ESTIMERING AV SANNSYNLIGHET FOR RAS VED FELTKARTLEGGING

For å kunne bruke kartleggingsverktøyet er det nødvendig å foreta estimat for sannsynligheten for ras. Såkalt "rasfare" har tidligere blitt angitt som en vurdering; "moderat", "liten" osv. Hensikten var å angi sannsynligheten for at ras skulle skje innen en viss (udefinert) tidsperiode. For å beregne risiko er det nødvendig at sannsynligheten angis med en tallverdi. Nedenfor er det gitt en beskrivelse av hvordan en slik tallverdi kan anslås under feltkartleggingen og hvordan sannsynligheten for ras på en parsell må vurderes opp mot statistiske verdier.

Det har vist seg i praksis at den restrisikoen som vurderes å eksistere, ikke har nevneverdig innvirkning på vurderingen. Dersom ikke restrisikoen er spesielt stor, settes denne til null.

I kartleggings skjemaet som benyttes ved feltkartleggingen er det bare enkelthendelser som angis. For f.eks. iskjøving vil beregning av frekvens være mer aktuelt. Dette er ikke omtalt her.

Tidshorisont

Hvis det skal ha noen hensikt å snakke om sannsynligheten for et ras, må man definere en tidshorisont fra analysetidspunktet (t_1) fram til analyseperiodens slutt (t_2), og stille spørsmålet: "Hva er sannsynligheten for at hendelsen inntreffer i løpet av denne perioden?"

30 år er valgt som tidshorisont i kartleggingsverktøyet.

Sannsynlighet P(k)

Dersom t_1 er observasjonstidspunktet og t_2 analyseperiodens slutt, må altså sannsynligheten for at hendelsen skal inntreffe mellom t_1 og t_2 vurderes. Et foreløpig estimat på dette må alltid vurderes under feltkartleggingen.

Enkelte "løse blokker" kan med stor sikkerhet antas å rase ut i løpet av 30 år. Dermed kan sannsynligheten for at hendelsen inntreffer settes til 1. Den andre ytterligheten er at det er "helt usannsynlig" at hendelsen inntreffer i løpet av 30 år. Verdien P(k) kan da settes til for eksempel 0,01. Uttrykt på en annen måte betyr dette at kun 1 av 100 liknende tilfeller vil rase



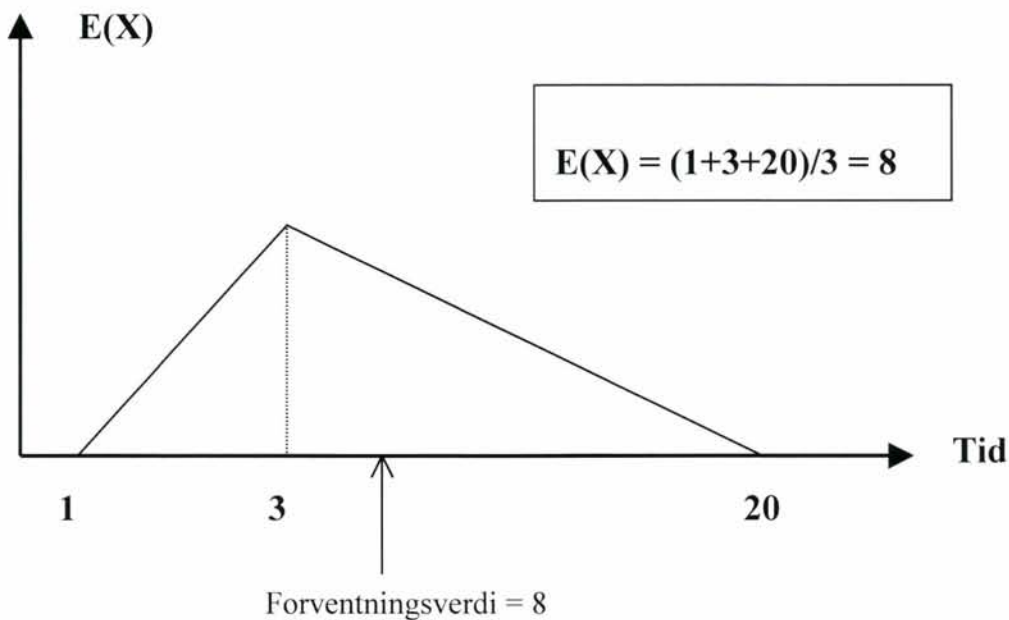
i løpet av 30 år. I praksis kan dette for eksempel være en del av en fjellside, som skal vurderes i et langt tidsperspektiv.

Mellom disse verdiene fins det da et stort variasjonsområde som indikerer varierende grad av sannsynlighet. En verdi 0,5 kan bety at det er ”trolig, men ikke sikkert”, 0,1 indikerer kanskje ”lite trolig” osv.

Trippelanslag $E(t) = (t_{\min} + t_{\text{ant}} + t_{\text{maks}})/3$

Det neste punktet som må besvares er: Hvis raset skjer, når antas det å skje? Dette er en nærmest umulig oppgave, men det er like fullt det ingeniørgeologen/kartleggeren forventes å ha svar på eller i det minste er den nærmeste til å gi en kvalifisert vurdering av. For å hjelpe på muligheten for å komme i nærheten av riktig svar, kan det være fornuftig å angi et trippelanslag. Laveste anslag er ”den korteste tiden det går inntil raset kommer, t_{\min} ”. Deretter angis antatt verdi, t_{ant} , og til slutt ”den lengste tiden som kan gå før raset kommer, t_{maks} ”. Forventningsverdien kan da beregnes som $E(t) = (t_{\min} + t_{\text{ant}} + t_{\text{maks}})/3$, og illustreres i figur 1.

Figur 1 Trippelanslag for forventet tidspunkt for ras



Sammenheng mellom $P(k)$ og $E(t)$

Det vil ofte være praktisk å først gjøre trippelanslaget, for deretter å gi sannsynligheten en tallverdi. I alle tilfeller bør det sjekkes at sannsynlighet og trippelanslaget stemmer overens. Dette kan gjøres på kontoret etter at kartleggingen i felt er utført.

$P(k)$ angir sannsynligheten for at et ras skjer innenfor en gitt tidsperiode (30 år) og $E(t)$ forventet hendelsestidspunkt ut fra et trippelanslag.

For vurdering av sannsynlighet for hendelse opp mot forventningsverdi, kan det være interessant med noen eksempler på hvordan $P(k)$ og $E(t)$ må ha en viss sammenheng. Dette er vist i tabell 2.

Tabell 1 Talleksempler for sammenheng mellom $P(k)$ og $E(t)$.

Gitt $P(k)$	Tolkning		Talleksempel			
	$E(t)$	t_{maks}	t_{min}	t_{ant}	t_{maks}	$E(t)$ beregnet
0,8	Kan være større eller mindre enn 30 år	>30 år	1	20	40	20,3
0,5	Like sannsynlig at raset skjer før som etter 30 år. Forventningsverdien bør ligge mellom 20-40 år	>30 år	1	20	50	23,7
0,3	Stor sannsynlighet for at raset skjer etter at 30 år er gått, og forventningsverdien bør være større enn 30 år.	>30 år	5	40	70	37,3
1	Forventningsverdien må være mindre enn 30 år.	≤ 30 år	1	10	20	10,3

Det har vist seg at potensielle ras med liten størrelse og med liten sannsynlighet for å inntre tidlig, $E(t) > 50$ år, ikke blir tatt med i kartleggingen i felt.

Informasjonsinnhenting før feltkartleggingen

Informasjon som må skaffes til veie før feltkartleggingen:

- Antall og størrelse på registrerte ras på banestrekningen i flg. BDB, gjerne supplert med lokal informasjon.
- Erfaringer som banesjef (banemannskap) har med strekningen vedrørende blant annet
- Type nedfall (stein, blokk, jord, is)
- Sted/parti for rasaktivitet
- Vedlikeholdsomfang på strekningen (preventivt, for rydding etter ras)
- System for rasvarsling (automatisk eller manuelt)
- Er det avdekket fare for store enkeltras?

Kontroll mot statistiske verdier

Sannsynlighetsberegningene for ras kan benyttes for å sammenligne med statistiske verdier for antall ras pr. år på en kartlagt strekning. Som en konservativ antagelse kan det også antas at ras som har en forventningsverdi på for eksempel 8 år gjentar seg etter 16 og 24 år, altså som en jevn frekvens. Det må antas at denne konservative verdien skal være høyere enn statistisk verdi.

TILTAK

Kartleggingstidspunktet er som regel det beste tidspunktet for å vurdere tiltak for å forbedre sikkerheten. En videre bearbeiding er ofte nødvendig å gjøre på kontoret, men strategi for sikringen velges som regel under kartleggingen.

I kartleggingsskjemaet er det plass til å føre opp mengde for følgende tiltak: Bolting, rensk og sprengning. Det er dessuten satt av plass til ytterligere et tiltak, som for eksempel kan være steinsprangnett.

For store deler av banestrekningene er avstanden mellom spor og fjellskjæring så liten at nesten alt nedfall når sporet. Permanente tiltak for å utelukke slike hendelser på alle strekningene er praktisk talt umulig å få gjennomført. Det er derfor viktig å ta med i betraktningen i forbindelse med tiltak om et jevnlig vedlikehold med rydding og rensk, som er en del av det som gjennomføres i dag, kan være tilstrekkelig også som et permanent tiltak. Dersom dette vedlikeholdet fører til økte vedlikeholdskostnader for lokaliteten, skal denne ekstra vedlikeholdskostnaden tas med i regnearket som NVVT (beskrevet i vedlegg 4). I et slikt tilfelle utgjør NVVT hele tiltaket.

Dersom sikringen ikke reduserer risikoen for ras til null, er det en viss restrisiko knyttet til denne lokaliteten. Dermed må både konsekvens og sannsynlighet for ras vurderes for situasjonen som oppstår etter at tiltaket er gjennomført.

Det har vist seg i praksis at den restrisikoen som vurderes å eksistere, ikke har nevneverdig innvirkning på vurderingen. Dersom ikke restrisikoen er spesielt stor, settes denne til null.

METODE FOR FASTSETTELSE/BEREGNING AV VEDLIKEHOLDSKOSTNADER

Formel for beregning av vedlikeholdskostnader

Metoden gjelder bestemmelse av NVV_F og NVV_E . $NVVT$ forutsettes bestemt direkte ut fra det tiltaket som er valgt. Metoden består av både innmating av faktiske data, vurderingsdata og beregning.

Vedlikeholdskostnader for en enkeltlokalitet:

$$NVV_F = \frac{\text{Totalt vedlikehold (VK)}}{\text{Totalt antall lokaliteter (n + m)}} \cdot f + \frac{\text{Risiko}_{\text{lok}}}{\text{Risiko}_{\text{tot}}} \cdot \text{VK} \cdot (1 - f)$$

De opplysningene som må oppgis/bestemmes er gitt som:

VK	=	De totale årlige vedlikeholdskostnader på strekningen, VK.
n	=	Antall registrerte lokaliteter.
m	=	Antall lokaliteter som får vedlikehold, men som ikke er registrert som rasfarlige.
f	=	Andel av VK som skal fordeles likt på lokalitetene som får vedlikehold (i %).
$\text{Risiko}_{\text{lok}}$	=	Beregnet risiko for den enkelte lokalitet
$\text{Risiko}_{\text{tot}}$	=	Beregnet total risiko for alle registrerte lokaliteter

En del av NVV_F bestemmes ved å fordele en viss prosentandel (f) av totalt vedlikehold (VK) over totalt antall lokaliteter (n+m). Totalt antall lokaliteter vil i dette tilfellet ikke bare være de lokalitetene som er kartlagt som rasfarlige, men alle lokaliteter der vedlikehold med hensyn på ras foregår. For å bestemme totalt antall lokaliteter må det derfor oppgis hvor stor andel (i prosent) de lokalitetene som ikke er kartlagt utgjør.

Den andelen av VK som ikke fordeles likt, er i denne metoden valgt å fordeles etter hvor stor andel av total risiko (sum av risiko for alle kartlagte lokaliteter) som tilfaller hver enkelt lokalitet. Dette betyr at de lokalitetene som er kartlagt vil få høyere NVV_F -verdier enn de lokalitetene som får vedlikehold, men som ikke er kartlagt som rasfarlige. Dette må antas å stemme med de faktiske forhold. Tall for risiko hentes direkte fra regnearket for kartleggingsverktøyet, og NVV_F beregnes deretter automatisk.

For å bestemme NVV_E må det for hver lokalitet angis hvor stor reduksjonen i vedlikeholdskostnader blir etter at tiltaket er iverksatt. Reduksjonen angis i prosent av NVV_F , og NVV_E beregnes deretter automatisk.

Følgende punkter kan være en hjelp til bestemmelse av prosentvis reduksjon av vedlikeholdskostnader:

- Tiltaket som iverksettes antas å redusere risikoen helt eller nesten helt. Det må da videre antas at vedlikeholdskostnadene reduseres til et minimum – og reduksjonen kan settes til for eksempel 90 %, evt. 100 %.
- Tiltaket som iverksettes fjerner en del av risikoen, men partiet som er ustabil forutsetter et årlig vedlikehold for å holde risikoen på et akseptabelt nivå. Vedlikeholdskostnadene blir redusert noe, og reduksjonen kan settes til for eksempel 50 %.



- Tiltaket består kun i vedlikehold. Det antas at dagens vedlikehold bør økes noe for å holde risikoen på et akseptabelt nivå. Vedlikeholdskostnadene øker i dette tilfellet. En "reduksjon" på for eksempel -20%, er i praksis en økning med 20 %. (-20 må skrives inn i regneark for at formelen skal gi riktig svar).

Bruk av metoden i regneark

Det er laget to nesten identiske excel-filer til bruk i raskartleggingsverktøyet. Disse er navngitt "Registrering og beregning" og "Registrering og beregning med vedlikehold". Forskjellen mellom disse to filene er at regnearket kalt "Registreringsskjema" i "Registrering og beregning med vedlikehold", benytter metoden for beregning av vedlikehold som er omtalt her. Den andre fila, "Registrering og beregning", benyttes dersom vedlikeholdskostnader skal føres direkte inn for hver lokalitet, eller dersom det velges å se bort fra vedlikeholdskostnadene ved beregning av nytte-/kost-verdier.

Figur 1 viser et utdrag av regnearket "Registreringsskjema", og inneholder den delen der de ulike vedlikeholdskostnadene skal registreres og beregnes.

Totalt årlig vedlikehold på strekningen, VK. (1000 kr)	2000	
Andel av totalt antall lokaliteter som får vedlikehold, men som ikke er registrert som rasfarlige.	40	%
Antall lokaliteter registrert	50	stk
Totalt antall lokaliteter	83	stk
Andel av VK som fordeles likt på alle lokaliteter (inkluderer også de lokaliteter som ikke er registrert)	50	%
Sum risiko (1000 kr)	36532	

Sum NVV_F (1000 kr)	4000
Sum NVV_E (1000 kr)	3876

R/VK	18
Total risiko sett over gitt tidsperiode, beregnet	

Kostnad andre tiltak	VEDLIKEHOLD (1000 kr)				K _{skade}	K _{Rydding}	K _{personer}	K _{Forsinkelse}	K _{Miljø}
	NVVT	NVV _F	Reduksjon %	NVV _E					
		14,19	50	7,09	47	50	0	3	0
		19,06	50	9,53	157	458	204	40	2
		75,17	0	75,17	295	713	815	480	5
		15,41	100	0,00	131	305	154	30	2
		29,03	40	17,42	131	305	154	30	2
		20,51	100	0,00	131	305	154	30	2

Figur 1 Utdrag av regnearket "Registreringsskjema" i excel fila "Registrering og beregning med vedlikehold".

Brukeren av kartleggingsverktøyet skal fylle inn opplysninger i de grønne feltene (lys grå på svart/hvitt kopier), og er beskrevet i det følgende:

NVVT: Fylles inn direkte for hver lokalitet da denne er bestemt av det valgte tiltaket.

NVV_F: Denne beregnes for hver enkelt lokalitet ved å fylle inn grønne felter som beskrevet under:



- **Totalt årlig vedlikehold på strekningen, VK:** Det må innhentes opplysninger om totalt årlig vedlikehold på strekningen, eller denne størrelsen må antas. I eksempelet i figur 1 er VK satt lik 2 mill for den kartlagte strekningen.
- **Andel av totalt antall lokaliteter som får vedlikehold, men som ikke er registrert som rasfarlige:** Det antas at noe av vedlikeholdet også går til lokaliteter som ikke er kartlagt som rasfarlige. Noen ganger kan det være enkelt å bestemme dette, ved at det er kjent hvor mange lokaliteter som har fått vedlikehold, og andelen finnes da direkte. Andre ganger må det anslås en andel, noe som best gjøres av de som utfører vedlikeholdsarbeidet på strekningen. I eksempelet i figur 1 er denne andelen satt lik 40 %. [m som %-andel av (n+m) i formel for NVV_F gitt på side 1].
- **Antall lokaliteter registrert som rasfarlige:** Antall lokaliteter som er registrert som rasfarlige tas direkte ut fra registreringsskjemaet. I eksempelet i figur 1 er dette antallet lik 50. Sammen med opplysningen i forrige punkt får vi at totalt antall lokaliteter som får vedlikehold er 83 [tilsvarer (n+m) i formel for NVV_F gitt på side 1, og er funnet som følger: $(50 * 100) / (100 - 40)$].
- **Andel av VK som fordeles likt på alle lokaliteter:** Det anslås her hvor mye av totalt årlig vedlikehold på strekningen som skal fordeles likt over alle lokaliteter – det vil si både registrerte lokaliteter og de lokaliteter men antar får vedlikehold men som ikke er registrert som rasfarlige. I eksempelet i figur 1 er denne andelen satt lik 50 % [f i formel for NVV_F gitt på side 1]. Den resterende andelen av VK, i eksempelet lik 50%, fordeles i denne metoden etter hvor stor andel av total risiko som tilfaller hver enkel lokalitet.

NVV_E : I registreringsskjemaet skal det angis en reduksjon (i prosent) av NVV_F for å finne NVV_E . Noen punkter til hjelp for å bestemme denne reduksjonen er gitt i forrige kapittel.



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information						
Dokumenttittel/Document title Ras- og sikringsvurdering, Jernbaneverket - Rasfarevurdering og påvisning av sikringsbehov på Flekkefjordbanen				Dokument nr./Document No. 20071278-15		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 09. januar 2009		
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No. 0		
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited				
		<input type="checkbox"/> Ingen/None				
Oppdragsgiver/Client Jernbaneverket Banedivisjonen Bane/Eiendom						
Emneord/Keywords Slope stability, rock cuts, railway tunnel, rock support						
Stedfesting/Geographical information						
Land, fylke/Country, County Vest Agder				Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Flekkefjord				Feltnavn/Field name		
Sted/Location Sira- Flekkefjord				Sted/Location		
Kartblad/Map 1311 I Flekkefjord				Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VLK634641						
Dokumentkontroll/Document control						
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001						
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	AAR <i>A</i>	PC <i>PC</i>			
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 2009-01-09		Sign. Prosjektleder/Project Manager Arnstein Aarset <i>Arnstein Aarset</i>		

NGI er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

NGI arbeider i følgende markeder: olje og gass, bygg og anlegg, samferdsel, naturskade og miljøteknologi.

NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002, og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI is a leading international centre for research and consulting in the geosciences.

NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the environment, installations and structures.

NGI works within the oil and gas, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA. NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002, and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr/Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

Jernbaneverket
Biblioteket

JBV



09TU11295

103608