


# InterCity-prosjektet Vestfoldbanen Tønsberg - Larvik

## Fagrappport områdestabilitet


- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Akseptert  |
| <input type="checkbox"/> | Akseptert m/kommentarer                                    |
| <input type="checkbox"/> | Ikke akseptert / kommentert<br>Revider og send inn på nytt |
| <input type="checkbox"/> | Kun for informasjon  |

Sign:

05A	Utvidet utredningsområde	30.01.2018	HenFir	AS	BITOR
04A	Revidert etter tredjepartskontroll	23.06.2017	AS	HeTov	BITOR
03A	Revidert etter tredjepartskontroll	10.05.2017	AS	HeTOV	BITOR
02A	Revidert etter kommentarer fra JBV	14.11.2016	AS	OE	BITOR
01A	Første utgave	24.10.2016	AS	GUH	BITOR
00A	Disposisjon for kommentarer	05.09.2016	AS	GUH	MaVei
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

<b>Tittel:</b> <b>InterCity-prosjektet</b> <b>Vestfoldbanen</b> <b>Tønsberg - Larvik</b> <b>Fagrappport områdestabilitet</b>	<b>Sider:</b> 116 + 2 vedlegg <b>Produsert av:</b> 	
	<b>Prod.dok.nr.:</b> <span style="float: right;"><b>Rev:</b></span>	
	<b>Erstatter:</b>	
	<b>Erstattet av:</b>	

Prosjekt: 965000 Parsell: 36	<b>Dokumentnummer:</b> <b>ICP-36-V-25710</b>	<b>Revisjon:</b> <b>05A</b>
---------------------------------	---	--------------------------------

	<b>Drift dokumentnummer:</b>	<b>Drift rev.:</b>
---	------------------------------	--------------------

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
2.1	HENSIKT.....	6
2.2	BESKRIVELSE AV PROSJEKTET .....	6
<b>3</b>	<b>REGELVERK .....</b>	<b>7</b>
3.1	GENERELT.....	7
3.2	KRAV TIL SIKKERHET .....	8
<b>4</b>	<b>PROSEDYRE FOR UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET .....</b>	<b>9</b>
4.1	GENERELT.....	9
4.2	NØYAKTIGHET AV UTREDNINGEN.....	9
4.3	AVGRENSNING AV LØSNEOMRÅDE.....	10
4.4	AVGRENSNING AV UTLØPSOMRÅDE.....	10
4.5	FAREGRADSKLASSIFISERING .....	10
<b>5</b>	<b>AKTUELLE TILTAK FOR FORBEDRING AV SIKKERHET.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>GRUNNFORHOLD.....</b>	<b>13</b>
6.1	GENERELL BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD.....	13
6.2	GRUNNUNDERSØKELSER.....	14
<b>7</b>	<b>STABILITETSBEREGNINGER.....</b>	<b>15</b>
7.1	GENERELT.....	15
7.2	ANALYSEVERKTØY FOR STABILITETSBEREGNINGER.....	15
7.3	STYRKEPARAMETERE.....	15
7.4	ANISOTROPIFAKTORER.....	17
7.5	REPRESENTATIVE BEREGNINGSSNITT.....	17
<b>8</b>	<b>KARTLAGTE FARESONER.....</b>	<b>22</b>
8.1	GENERELT.....	22
8.2	FARESONE VTS14-1 .....	22
8.3	FARESONE VTS15-1 .....	23
8.4	FARESONE VTS15-2A OG VTS15-2B.....	24
8.5	FARESONE VTS17-1A.....	25
8.6	FARESONE VTS17-2 .....	26
8.7	FARESONE VTS17-3 .....	27
8.8	FARESONE VTS18-1A.....	28
8.9	FARESONE VTS18-1B.....	29
8.10	FARESONE VTS18-1C.....	30
8.11	FARESONE VTS18-2 .....	31
8.12	FARESONE VTS18-3 .....	32
8.13	FARESONE VTS19-1 .....	33
8.14	FARESONE VTS19-2 .....	34
8.15	FARESONE VSS11-2A.....	35
8.16	FARESONE VSS11-2B.....	36
8.17	FARESONE VSS11-2C .....	37
8.18	FARESONE VSS11-3 .....	38
8.19	FARESONE VSS11-4 .....	39
8.20	FARESONE VSS11-5 .....	40
8.21	FARESONE VSS11-8 .....	40
8.22	FARESONE VSS11-9 .....	41
8.23	FARESONE VSS11-10 .....	42
8.24	FARESONE VSS12-2A.....	43
8.25	FARESONE VSS12-2B.....	43

8.26	FARESONE VSS12-3 .....	44
8.27	FARESONE VSS12-5A.....	45
8.28	FARESONE VSS12-5B.....	46
8.29	FARESONE VSS12-7 .....	47
8.30	FARESONE VSS13-1 .....	48
8.31	FARESONE VSS13-2B.....	49
8.32	FARESONE VSS13-3A.....	50
8.33	FARESONE VSS13-3B.....	51
8.34	FARESONE VSS13-4 .....	52
8.35	FARESONE VSS13-5 .....	53
8.36	FARESONE VSS13-7 / NVE-SONE 1213 MJØLLØST .....	54
8.37	FARESONE VSS13-10A.....	55
8.38	FARESONE VSS13-10C .....	57
8.39	FARESONE VSS13-11 .....	58
8.40	FARESONE VSS13-12 .....	59
8.41	FARESONE VSS13-13 / NVE-SONE 1212 UNNEBERG.....	60
8.42	FARESONE VSS13-16 .....	61
8.43	FARESONE VSS15-2A.....	62
8.44	FARESONE VSS15-2B/NVE-SONE 1220 HASLE ØSTRE .....	63
8.45	FARESONE VSS15-3 .....	63
8.46	FARESONE VSS15-4 .....	64
8.47	FARESONE VSS15-5 .....	65
8.48	FARESONE VSS16-1 .....	66
8.49	FARESONE VSS16-2A/NVE-SONE 1222 SANDEFJORDVEIEN .....	67
8.50	FARESONE VSS16-2B/NVE-SONE 1222 SANDEFJORDVEIEN .....	68
8.51	FARESONE VSS16-3/NVE-SONE 1223 ÅSLYVEIEN.....	69
8.52	FARESONE VSF11-1A.....	70
8.53	FARESONE VSF11-1B.....	71
8.54	FARESONE VSF11-2A.....	72
8.55	FARESONE VSF11-2B.....	73
8.56	FARESONE VSF11-2C.....	74
8.57	FARESONE VSF11-3A.....	75
8.58	FARESONE VSF11-3B.....	76
8.59	FARESONE VSF11-4 .....	77
8.60	FARESONE VSF12-1 .....	78
8.61	FARESONE VSF12-2A.....	79
8.62	FARESONE VSF12-2B.....	80
8.63	FARESONE VSF12-2C.....	81
8.64	FARESONE VSF12-3A.....	82
8.65	FARESONE VSF12-3B.....	83
8.66	FARESONE VSF12-3C.....	84
8.67	FARESONE VSF12-4 .....	85
8.68	FARESONE VSF12-5 .....	86
8.69	FARESONE VSF12-6 .....	87
8.70	FARESONE VSF12-7A .....	88
8.71	FARESONE VSF12-7B.....	89
8.72	FARESONE VSF12-8 .....	90
8.73	FARESONE VSF12-9A.....	91
8.74	FARESONE VSF12-9B.....	92
8.75	FARESONE VSF12-10 .....	93
8.76	FARESONE VSF12-11 .....	94
8.77	FARESONE VSF12-12 .....	95
8.78	FARESONE VSF13-1A.....	96
8.79	FARESONE VSF13-1B.....	97
8.80	FARESONE VSF13-1C.....	98
8.81	FARESONE VSF13-2A.....	99
8.82	FARESONE VSF13-2B.....	100
8.83	FARESONE VSF13-2C.....	101
8.84	FARESONE VSF13-3 .....	102
8.85	FARESONE VSF13-4 .....	103

8.86	FARESONE VSF13-5 .....	104
8.87	FARESONE VSF13-6 .....	105
8.88	FARESONE VSF13-7 / NVE-SONE 1257 RAUAN .....	106
8.89	FARESONE VSF14-1 / NVE-SONE 1260 HAUGEN .....	107
8.90	FARESONE VSF14-2 / NVE-SONE 1259 TAGTVEDT .....	108
8.91	FARESONE VSF14-3 .....	109
8.92	FARESONE VSF14-4 .....	111
8.93	FARESONE VSF14-5 .....	112
<b>9</b>	<b>OPPSUMMERING</b> .....	<b>113</b>
<b>10</b>	<b>VEDLEGG</b> .....	<b>114</b>
10.1	VEDLEGG 1 - FARESONEKART .....	114
10.2	VEDLEGG 2 - AKTSOMHETSKART .....	114
<b>11</b>	<b>DOKUMENTINFORMASJON</b> .....	<b>115</b>
11.1	ENDRINGSLOGG.....	115
11.2	INTERNKONTROLL .....	115
11.3	TERMINOLOGI.....	115
11.4	REFERANSELISTE .....	116

# 1 SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer vurderinger av områdestabilitet utført i forbindelse med kommunedelplan/teknisk hovedplan for Intercity Tønsberg-Larvik. Krav til utredning av områdestabilitet er gitt i plan- og bygningsloven og tilhørende teknisk forskrift (TEK10). NVEs veileder 7/2014 beskriver hvordan utredning av områdestabilitet kan utføres i ulike planfasen. Hensikten med foreliggende rapport er å tilfredsstille krav til utredning av områdestabilitet på kommuneplannivå. Ettersom rapporten også skal inngå i grunnlaget for anbefaling av korridorer og traseer, er det imidlertid gjort mer detaljerte vurderinger enn det som er lovpålagt for den aktuelle planfasen.

Det er identifisert totalt 93 faresoner, det vil si områder hvor det potensielt kan være fare for kvikkleireskred. Faresonene er inndelt i tre faregradsklasser: lav, middels og høy. Faregrad er et kvalitativt uttrykk for sannsynligheten for områdeskred, og vurderes ut fra et sett med definerte kriterier. 5 soner er vurdert å ha høy faregrad, 34 er vurdert å ha middels faregrad, mens 54 er vurdert å ha lav faregrad. Det bemerkes at omfanget av grunnundersøkelser varierer en del mellom de ulike faresonene. Økt omfang av grunnundersøkelser vil ofte gi grunnlag for å justere faregraden og utstrekningen av faresonen.

Det er utarbeidet kart som viser utstrekning av identifiserte faresoner. Faresonene er vist med ulike farge avhengig av faregraden. Faresonene er inndelt i løsneområder og utløpsområder. Løsneområdet er antatt maksimal utstrekning av området som vil gli ut når et skred inntreffer. Utløpsområdet er antatt maksimal utstrekning av området hvor skredmassene avsettes nedenfor løsneområdet. Løsne- og utløpsområder er vist med ulike skraver på kartene. Grunnlag for avgrensning og klassifisering av faresonene er beskrevet i rapporten.

Vurderingene utført i denne fasen gir ikke grunnlag for å avgjøre om det er reel skredfare i de ulike faresonene. Dette vil kreve mer detaljerte vurderinger og beregninger, og for de fleste soner også mer detaljerte grunnundersøkelser. Utredning av reel skredfare utføres normalt i forbindelse med reguleringsplan.

Grunnundersøkelsene har avdekket kvikkleire/sprøbruddmateriale i store deler av prosjektområdet. Med gjeldende krav til sikkerhet mot skred i slike masser, må det forventes at utbygging av ny jernbane vil medføre behov for skredsikringstiltak. I den grad det er mulig bør en ta hensyn til områdestabilitet ved valg av korridorer og traseer.

## 2 INNLEDNING

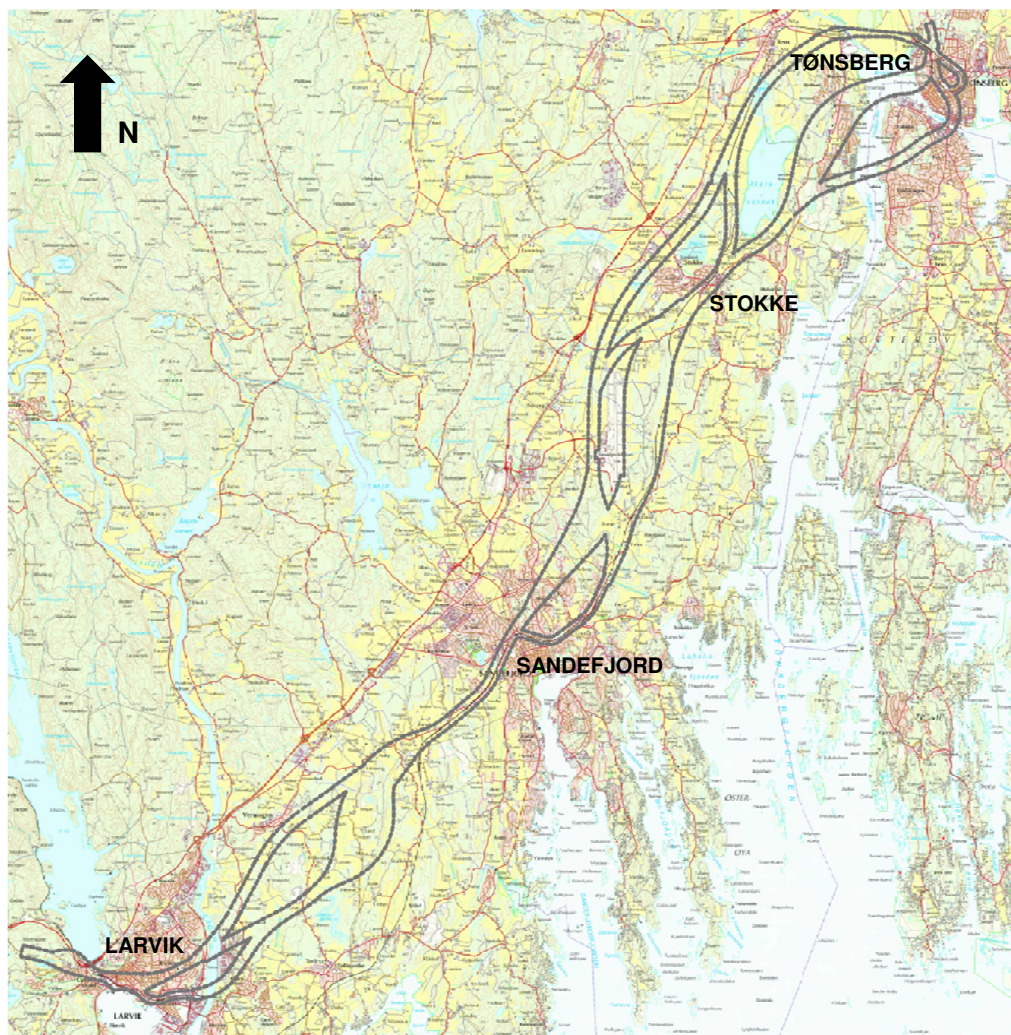
### 2.1 Hensikt

Denne rapporten oppsummerer vurderinger av områdestabilitet utført i forbindelse med kommunedelplan/teknisk hovedplan for Intercity Tønsberg-Larvik. Krav til utredning av områdestabilitet er gitt i plan- og bygningsloven og tilhørende teknisk forskrift (TEK10). NVEs veileder 7/2014 (1) beskriver hvordan utredning av områdestabilitet kan utføres i ulike planfaser. Hensikten med foreliggende rapport er å tilfredsstille krav til utredning av områdestabilitet på kommuneplannivå. Ettersom rapporten også skal inngå i grunnlaget for anbefaling av korridorer og traseer, er det imidlertid gjort mer detaljerte vurderinger enn det som er lovpålagt for den aktuelle planfasen.

### 2.2 Beskrivelse av prosjektet

Modernisering av Vestfoldbanen er en del av InterCity-satsingen på Østlandet. Nytt dobbeltspor og stasjoner på strekningen fra Tønsberg til Larvik, skal erstatte dagens enkeltsporede bane og stasjoner på samme strekning.

En rekke korridorer og trasévarianter er vurdert i arbeidet med teknisk hovedplan. Utredningsområdet for områdestabilitet er vist i Figur 1 og på faresonekart i vedlegg 1. Deler av utredningsområdet ligger utenfor utredningskorridorene i gjeldende planprogram.



Figur 1: Oversikt over utredningsområdet

## 3 REGELVERK

### 3.1 Generelt

Plan og bygningsloven sier i §28-1 at grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Skredfare er et av temaene som skal inngå i risiko- og sårbarhetsanalyser, som beskrevet i plan og bygningslovens §4-3. TEK10 presiserer i §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, at byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og skred.

NVEs veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» (1), beskriver hvordan skredfare kan utredes. Utredning i henhold til denne veilederen tilfredsstiller gjeldende lovkrav. Ifølge NVEs retningslinjer bør en på kommuneplannivå som et minimum identifisere og markere områder med potensiell fare for skred (aktsomhetsområder).

I teknisk designbasis for Intercityprosjektet (2) er det beskrevet at sideterrengets egenstabilitet må sikres slik at det nye jernbaneanlegget ikke utsettes for skred eller utglidninger, og at NVEs veileder 7/2014 (1) kan benyttes ved vurdering av områdestabilitet.

I Bane NORs tekniske regelverk for underbygning (3) er det beskrevet at det allerede i planleggingen av nye jernbaneanlegg skal tas hensyn til stabiliteten av sideterrenget. Bane NORs krav til geoteknikk dokumentasjon i hovedplanfasen er vist i Figur 2. Det skal utføres tilstrekkelig undersøkelser til at en kan utarbeide oversikt over områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Videre er det beskrevet at det skal utføres tilstrekkelige beregninger/vurderinger til å bestemme problemomfanget for områdestabilitet, at geotekniske kostnader skal beregnes på nivå +/- 40% og at alle store geotekniske konstruksjoner eller inngrep må identifiseres og kvantifiseres.

Det presiseres at foreliggende rapport er begrenset til kartlegging av potensielle fareområder i tilknytning til aktuelle korridorer for ny jernbane. Vurdering av kostnader og andre konsekvenser knyttet til konkrete traseer skal utføres i det videre arbeidet med teknisk hovedplan. Dette vil bli dokumentert i geoteknikk fagrapport.

Beslutning	Fase	Vurderinger		Grunnlag	
		Geotekniske vurderinger	Kontroll	Geoteknikk grunnlagsdata (minimum)	Kontroll
Valg av trase, valg av alternativ for løsning	<ul style="list-style-type: none"> <li>KDP – kommune-delplan</li> <li><b>Teknikk hovedplan</b></li> </ul>	<p>Geoteknikk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis for hele prosjektet og evt. for delområder.</p> <p>Alle store geotekniske konstruksjoner eller geotekniske inngrep må identifiseres og kvantifiseres.</p> <p>For evt. områdestabilitet må det utføres tilstrekkelige beregninger/vurderinger til å bestemme problemomfanget.</p> <p>Geotekniske kostnader på nivå +/- 40%. Nivå for hele prosjektet +/- 20%.</p> <p><b>Plannivået muner ut i anbefaling av en trase eller valg av alternativ for løsning.</b></p> <p>Dokumentasjon: Geoteknikk(e) fagrapport(er).</p>	<p>(Utvidet) side-manns-kontroll</p> <p>For evt. områdestabilitet; 3.parts-kontroll</p>	<p>Grunnlag fra forrige fase +</p> <p>Sørge for en grov dekning av grunnforholdene for de forskjellige trase-alternativene, slik at det foreligger en oversikt over områder og problemer, for eksempel potensielle kvikkleireområder og problemstillinger omkring totalstabilitet, tunnelpåhugg, store konstruksjoner, høye fyllinger/skjæringer etc..</p> <p>Dette kan dreie seg om et betydelig omfang av undersøkelser i feltet dersom det er mange trasealternativer. (Se også HB021 for krav til forundersøkelser for bergtunneler.)</p> <p>Dokumentasjon: Geoteknikk datarapport.</p>	<p>(Utvidet) side-manns-kontroll</p>
Investerings-beslutninger, Detaljerte løsningsvalg	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulerings-plan</li> <li><b>Teknikk detaljplan</b></li> </ul>	<p>Geoteknikk kategori, CC, RC og materialtype for løsmasser angis for hele prosjektet og for delområder.</p> <p>Detaljplan skal gi en høy grad av detaljering for de geotekniske arbeider og konstruksjoner.</p> <p>Evt. områdestabilitet skal ferdigstilles og godkjennes av 3.part.</p> <p>Jordskjelvberegninger skal utføres i denne</p>	<p>(Utvidet) sidemanns-kontroll</p> <p>For evt. områdestabilitet og jordskjelv, utføres</p>	<p>Grunnlag fra forrige fase +</p> <p>Dybdet til fjell, prøveserier med laboratorie-undersøkelser og eventuelle andre forsøk i forbindelse med valg av parametere for geotekniske beregninger.</p> <p>Kvikkleireforekomster må kartlegges. Områder der NVE's kvikkleireveileder for stabilitet skal følges må klarlegges og være ferdig undersøkt i denne fasen.</p>	<p>(Utvidet) side-manns-kontroll</p> <p>For evt. områdestabilitet; 3.partsctrl. av undersøkelser-</p>

Figur 2: Bane NORs krav til geoteknikk dokumentasjon (3)

### 3.2 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhet i områdestabilitetsberegninger avhenger av tiltakskategori definert i NVEs veileder (1). Utbygging av ny jernbane vurderes som et prosjekt i tiltakskategori K4. Denne kategorien omfatter blant annet tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Krav til sikkerhet er vist i Figur 3.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulike faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
<p><b>K2:</b> Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.</p> <p>Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Ikke forverring **</p> <p>Kvalitetssikres av kollega.*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Ikke forverring hvis <math>F &gt; 1,2</math>, <i>eller</i></p> <p>c) Forbedring hvis <math>F \leq 1,2</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p><b>K3:</b> Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4.</p> <p>Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Ikke forverring**</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Ikke forverring hvis <math>F \geq 1,2</math>, <i>eller</i></p> <p>c) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,2</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p><b>K4:</b> Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> <i>eller</i></p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>

Figur 3: Krav til dokumentasjon av sikkerhet for tiltaksklasse K2-K4 (1)

Kravene i Figur 3 gjelder områdestabilitet. For lokal stabilitet gjelder krav i Bane NORs tekniske regelverk (3), teknisk designbasis (2) og i Norsk standard (4). Teknisk designbasis legges til grunn for bestemmelse av grense mellom lokal- og områdestabilitet. Dette innebærer at glideflater som berører jernbanetraseen skal ha materialfaktor større eller lik 1,6.



## 4 PROSEDYRE FOR UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET

### 4.1 Generelt

Prosedyre for utredning av områdestabilitet er beskrevet i NVEs veileder (1). De ulike utredningstrinnene er gjengitt i Tabell 1.

**Tabell 1: Prosedyre fra NVEs veileder, kap. 4.5**

Punkt	Krav	Kommentar
1	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Se kap. 4.2
2	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense
3	Avgrens områder med marine avsetninger	Baseres på kartgrunnlag fra NGU. Kartene er lastet ned og vist på borplanene. Det kan finnes marine avsetninger under f.eks. fyllmasser og elveavsetninger.
4	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Baseres på faresonekart fra NVE. Kartene er lastet ned og vist på borplanene og i innsynsmodellen.
5	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Områder med høydeforskjeller større enn 5 m og terrenghelning større enn 1:15 identifiseres (terrenghelning iht. punkt 7 i prosedyren). Dette er utført ved en kombinasjon av terrenganalyse (DAK) og manuelle vurderinger. Områder som tilfredsstillter terrengkriteriene, og hvor forekomst av sprøbruddmateriale ikke kan utelukkes, er definert som aktsomhetsområder.
6	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag	Det er utført relativt omfattende grunnundersøkelser i hovedplanfasen. Det vil likevel bli behov for suppleringer i neste planfase for detaljert utredning av områdestabilitet. Det er utført oversiktsbefaringer på hele strekningen, og mer detaljerte befaringer i enkelte faresoner. Hvilke faresoner som er befart fremgår av kommentarer i faregradstabeller i kap. 8.
7	Avgrens løснеområder mer nøyaktig	Med utgangspunkt i punkt 5 og 6 er det utført en mer detaljert vurdering av løснеområder. Se kap. 4.3
8	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se kap. 4.4
9	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 4.5. Også klassifiserte soner fra tidligere kartlegginger gjennomgås på nytt.
10	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Forutsettes utført i neste planfase. Det er imidlertid utført innledende stabilitetsvurderinger/beregninger for enkelte faresoner.

### 4.2 Nøyaktighet av utredningen

Punktene 1-9 i Tabell 1 er utført i denne planfasen. Dette tilfredsstillter krav i NVEs retningslinjer for den aktuelle planfasen, samt Bane NORs krav til utredning av områdestabilitet (Figur 2). Dette utredningsnivået er imidlertid ikke nødvendigvis tilstrekkelig til å identifisere og kvantifisere alle store geotekniske inngrep, eller å estimere geotekniske kostnader på nivå +/- 40%. For å få bedre grunnlag

for kostnadsestimater og valg av trasé/korridor, er det derfor utført innledende stabilitetsvurderinger/beregninger for enkelte faresoner.

### 4.3 Avgrensning av løснеområde

Punkt 7 i Tabell 1 omfatter en mer detaljert avgrensning av løснеområder enn det som er utført i punkt 5. Som grunnlag for disse vurderingene benyttes topografisk kart, data fra grunnundersøkelser og observasjoner fra befaringer.

Vurderingene baseres på NVEs veileder (1). Generelt legges det til grunn at maksimal utstrekning av løснеområdet kan bli 15 ganger skråningshøyden. Forhold som små dybder til berg eller overgang til masser uten sprøbruddegenskaper, kan imidlertid begrense utstrekningen av løснеområdet.

Der sprøbruddmaterialets tykkelse og beliggenhet i skråningen er kjent, tas dette også med i vurderingen av løsnedistanse. Der sprøbruddmaterialet ligger dypt, og under en linje med helning 1:15 fra skråningsfot, er det liten mulighet for et stort retrogressivt skred. For at det skal kunne oppstå et stort retrogressivt skred må også omrørt skjærfasthet være lavere enn 1 kPa og skredmassen må ha utløpsmuligheter (5).

### 4.4 Avgrensning av utløpsområde

Punkt 8 i Tabell 1 omfatter vurdering og avgrensning av sannsynlige utløpsområder. I siste utgave av NVEs veileder (1) er det beskrevet at det ikke finnes noen god, dokumentert metode for beregning av utløpsområder. I ettertid er det utarbeidet et forslag til ny metode, beskrevet i NVE rapport nr. 14-2016 «Metode for vurdering av løсне- og utløpsområder for områdeskred» (5). Det er valgt å benytte prinsippene beskrevet i denne rapporten for avgrensning av utløpsområder. Rapporten omfatter også forslag til ny metode for vurdering av løснеområder. Den foreslåtte nye metoden er mer arbeidskrevende, og forutsetter blant annet at det er utført innledende stabilitetsberegninger for å identifisere kritisk skjærflate. Som beskrevet i kapittel 4.3 er det derfor valgt å benytte den godt etablerte metoden beskrevet i veilederen (1) for avgrensning av løснеområder. Maksimal L/H (forholdet mellom lengde av løснеområdet og skråningshøyden) i den nye metoden tilsvarer for øvrig metoden i veilederen, slik at det er konservativt å benytte metoden i veilederen.

NVE rapport nr. 14-2016 (5) foreslår to ulike metoder for avgrensning av utløpsområder. Den ene metoden er tilpasset et enkelt nivå, referert til som kommuneplannivå. Den andre er tilpasset et avansert nivå, referert til som reguleringsplannivå. Den enkleste metoden skal være enkel og robust nok til å benyttes av arealplanleggere og andre uten geoteknisk kompetanse, i en fase hvor det foreligger lite eller ingen grunnundersøkelser. Det er beskrevet i rapporten at valg av metode må avgjøres etter hvilket plannivå man anser å være nærmest. Ettersom det er utført relativt detaljerte undersøkelser og vurderinger i denne fasen, er det valgt å benytte metode tilpasset reguleringsplannivå. Dette innebærer at utløpsdistansen maksimalt vil være 3 ganger løsnedistansen ved retrogressive skred i kanalisert terreng, 1,5 ganger løsnedistansen ved retrogressive skred i åpent terreng og 0,5 ganger løsnedistansen for flakskred eller rotasjonsskred. Der det ikke foreligger tilstrekkelig grunnlag for å vurdere skredtype, antas retrogressivt skred.

### 4.5 Faregradsklassifisering

Når løсне- og utløpsområder er avgrenset, faregradsklassifiseres sonen i henhold til metode i veilederen. Utløpsområder gis samme faregrad som løснеområdet, men vises med egen skravur på faresonekartene.

Faktorene som skal vurderes og vektall for de ulike faktorene er vist i Figur 4. Produktet av vektall og score for hver faktor gir en poengverdi. Faregrad angis ut i fra summen av poeng for alle faktorene:

- Lav faregrad: 0-17 poeng
- Middels faregrad: 18-25 poeng
- Høy faregrad: 26-51 poeng

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20–30	15–20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0–1,2	1,2–1,5	1,5–2,0	>2,0
Poretrykk. Overtrykk, kPa:	3	> +30	10–30	0–10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> -50	-(20–50)	-(0–20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2–H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30–100	20–30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

**Figur 4: Tabell for faregradsevaluering (1).**

## 5 AKTUELLE TILTAK FOR FORBEDRING AV SIKKERHET

Der jernbanetraseen ligger i løsne- eller utløpsområdet for et potensielt skred, og sikkerheten mot utglidninger er lavere enn gjeldende krav, må det utføres stabilitetsforbedrende tiltak. Aktuelle tiltak er kort beskrevet under. Nærmere vurdering av hvilke tiltak som kan være aktuelle i hver enkelt faresone avhenger av beliggenheten av traseen i forhold til faresonen, og vil bli beskrevet i geoteknisk fagrapport.

Generelt foretrekkes å forbedre sikkerheten ved topografiske endringer. Dette kan bestå av en eller flere av følgende tiltak:

- Utslaking av skråninger.
- Senke terrenget ved toppen av skråninger.
- Heve terreng foran skråningsfot (motfylling), evt. kombinert med bekkelukking.

Hensynet til eksisterende bebyggelse, infrastruktur og vassdrag vil i mange tilfeller begrense mulighetene for topografiske endringer. I slike tilfeller kan det være aktuelt å øke fastheten i grunnen ved installasjon av kalksementpeler. Dette kan også være aktuelt i områder hvor det vil kreve omfattende masseflytting for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved topografiske endringer. Ved kalksementstabilisering kan det være behov for spesielle tiltak for å unngå at stabiliteten forverres under utførelsen. I tillegg til kontinuerlig overvåking kan det være nødvendig med tiltak som midlertidige motfyllinger.

Der det ikke er mulig eller ønskelig å gjøre topografiske endringer, kan bruk av lette fyllmasser være et aktuelt tiltak. Som lette fyllmasser benyttes ofte lettklinker, skumglass eller EPS.

Metoden med prosentvis forbedring av sikkerheten kan benyttes for tiltak med topografiske endringer og ved bruk av lette masser, forutsatt at kritisk skjærflate ikke berører jernbanen. Dersom kalksementstabilisering benyttes for å forbedre sikkerheten gjelder absolutte krav til sikkerhet, uavhengig av om kritisk skjærflate berører jernbanen.

I spesielle tilfeller kan det være aktuelt å forbedre sikkerheten ved hjelp av permanente støttevegger.

I tillegg til tiltak for å oppnå beregningsmessig sikkerhet som tilfredsstillende gjeldene krav, vil det i mange tilfeller være behov for tiltak for å hindre erosjon som kan utløse skred. Dette kan for eksempel bestå av steinplastring i vassdrag.

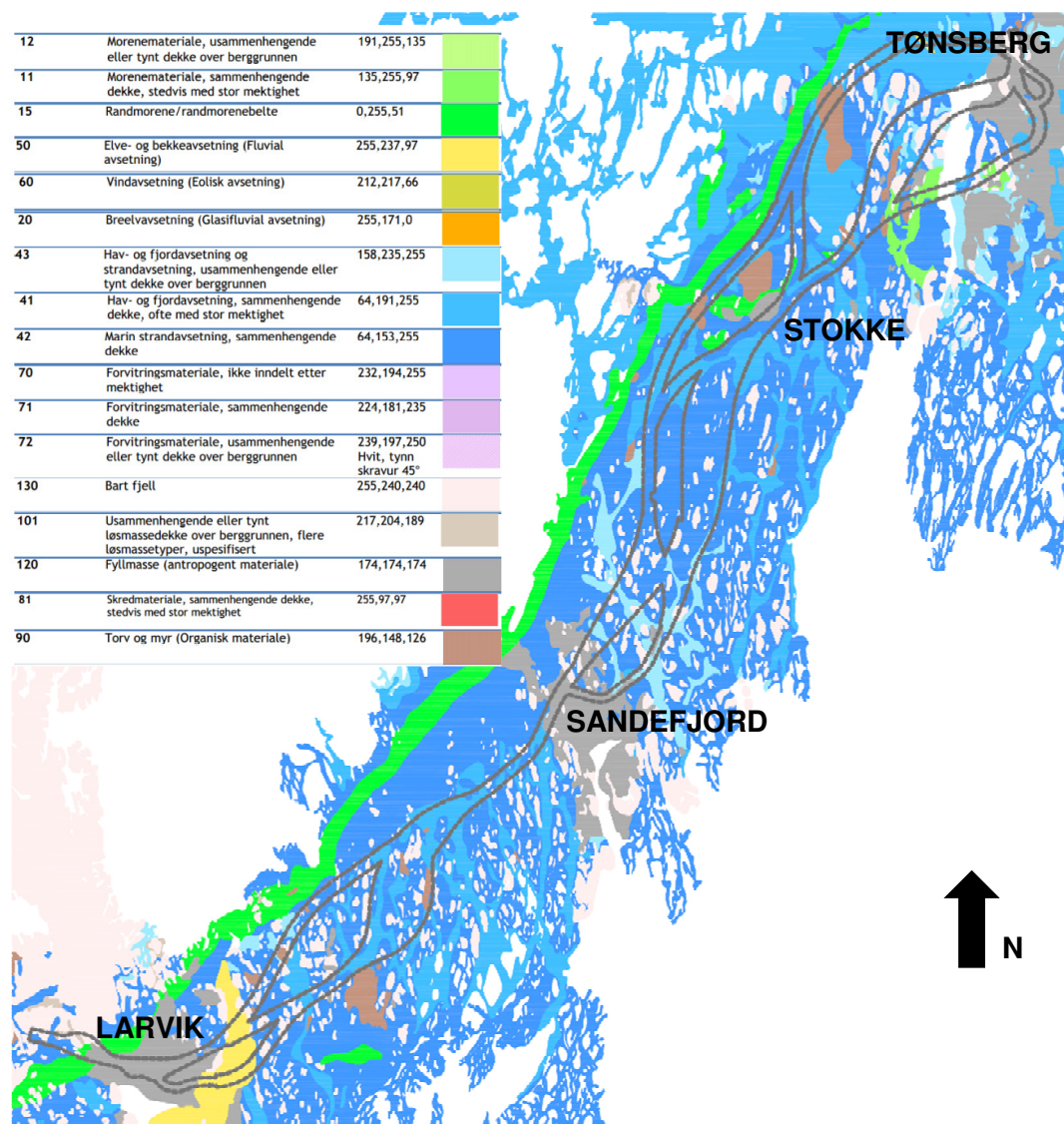
## 6 GRUNNFORHOLD

### 6.1 Generell beskrivelse av grunnforhold

Langs hele strekningen mellom Tønsberg og Larvik er det store variasjoner i dybde til berg. Det ligger typisk bergrygger med liten eller ingen løsmasseoverdekning orientert i samme retning, med dypforvitringssoner mellom bergryggene. Dybden til berg i dypforvitringssonene kan være opptil flere titalls meter. Løsmassemektheter på over 60 m er registrert flere steder, og dybdene til berg kan variere mye innenfor få meters avstand.

Fra Tønsberg og sørover til Sandefjord ligger dypforvitringssonene omtrent i N-S retning med noe vridning over mot øst. I Sandefjordområdet ligger dypforvitringssonene orientert NV-SØ. Fra Sandefjord og sørover til Larvik ligger dypforvitringssonene orientert omtrent N-S.

Løsmassekartet fra NGU (6) er vist nedenfor. Som det fremgår av kartet er de naturlige løsmassene i utredningsområdet i hovedsak marine avsetninger. Utførte grunnundersøkelser bekrefter at løsmassene på mesteparten av strekningen består av leire. Larvik (vest for Lågen) skiller seg ut fra det generelle bildet ved at det her i hovedsak er fast morene over berg, med lokale forekomster av leire over morenen.



Figur 5: Løsmassekart (6)

## 6.2 Grunnundersøkelser

### 6.2.1 Boringer

Det er utført omfattende grunnboringer langs hele strekningen fra og med Tønsberg til og med Larvik. Borplaner er utarbeidet av Norconsult. Felt- og laboratoriearbeid er utført av NGI på oppdrag fra Bane NOR.

Det er utført totalsonderinger, trykksonderinger (CPTU) og prøvetaking. I laboratoriet er det utført rutineundersøkelser, samt treaksial- og ødometerforsøk på leire. Borpunktene er vist på vedlagte faresonekart. Resultatene er presentert i datarapporter utarbeidet av NGI (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13). Det bemerkes at datarapport for boringer utført høsten 2017 ikke foreligger per dags dato. Borpunkter som er relevante for områdestabilitetsvurderingene er beskrevet i kapittel 8

I tillegg til nye boringer er det benyttet informasjon om grunnforhold fra diverse tidligere undersøkelser (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21) og (22). Disse er beskrevet i kapittel 8, og enkelte av de tidligere boringene er vist på vedlagte faresonekart.

### 6.2.2 Seismiske undersøkelser

Refraksjonsseismikk og akustisk profilering er utført av Geophysix. Resultatene er presentert i rapport ICP-36-V-25517 (23).

### 6.2.3 AEM

Helikopterbasert AEM (Airborne Electromagnetics) er utført av NGI. AEM kartlegger grunnens elektriske resistivitet, og kan benyttes til å tolke dybder til berg og løsmassetyper. AEM-undersøkelser er utført på strekninger mellom byene Tønsberg og Sandefjord og mellom Sandefjord og Larvik.

NGI har utarbeidet datarapport (24) fra undersøkelsene, samt rapport som presenterer kvikkleiretolking (25).

## 7 STABILITETSBEREGNINGER

### 7.1 Generelt

Som beskrevet i kapittel 4 er det forutsatt at stabilitetsberegninger utføres i en senere fase av prosjektet. For å få bedre grunnlag for kostnadsestimater og valg av trasé/korridor er det imidlertid utført innledende overslagsberegninger for enkelte faresoner. Dette er omtalt under beskrivelsen av faresonene i kapittel 8.

Som grunnlag for innledende stabilitetsvurderinger er det også utført beregninger for noen typiske profiler. Forutsetninger og resultater er beskrevet i dette kapittelet. Det presiseres at dette er generelle beregninger som ikke tar hensyn til de faktiske terreng- og grunnforholdene i de ulike sonene. For å avklare om det er reel skredfare vil det derfor i de fleste tilfeller være behov for mer detaljerte beregninger i en senere fase av prosjektet.

Det er kun utført udrenerte totalspenningsanalyser. For de beregnede profilene vil drenerte effektivspenningsanalyser normalt gi høyere sikkerhet. Beregninger er utført med både sirkulære og egendefinerte glideflater. Det er tatt hensyn til at leire er et anisotrop materiale, og det er benyttet anisotropifaktorer som angitt i kapittel 7.4.

### 7.2 Analyseverktøy for stabilitetsberegninger

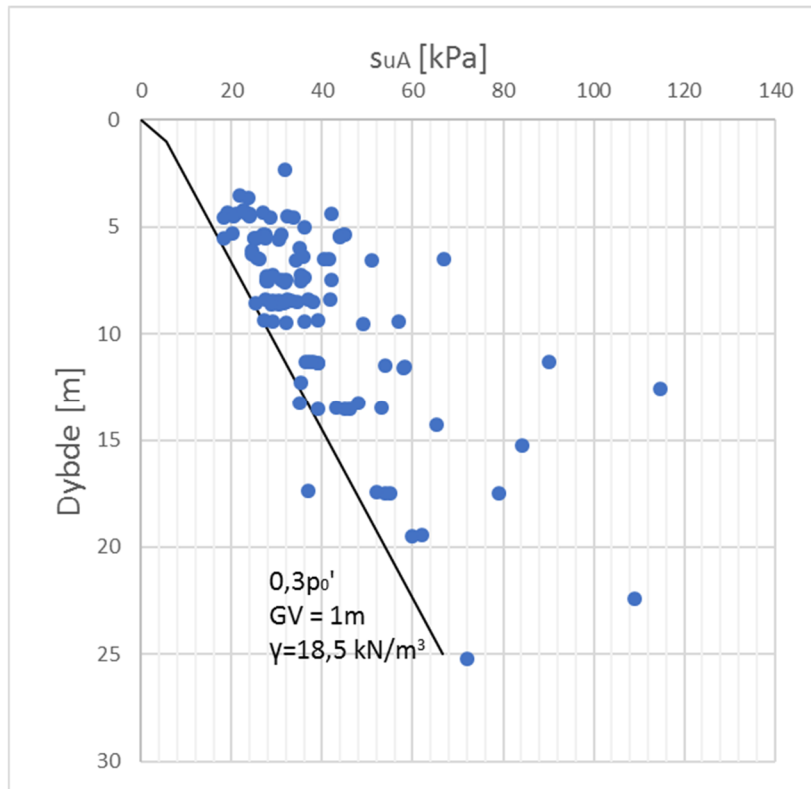
Stabilitetsberegningene er utført med programmet GeoSuite Stabilitet versjon 15.1.3.0. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en 2-dimensjonal likevektsbetraktning i bruddgrensetilstand etter metoden «Limit equilibrium method» (LEM).

### 7.3 Styrkeparametere

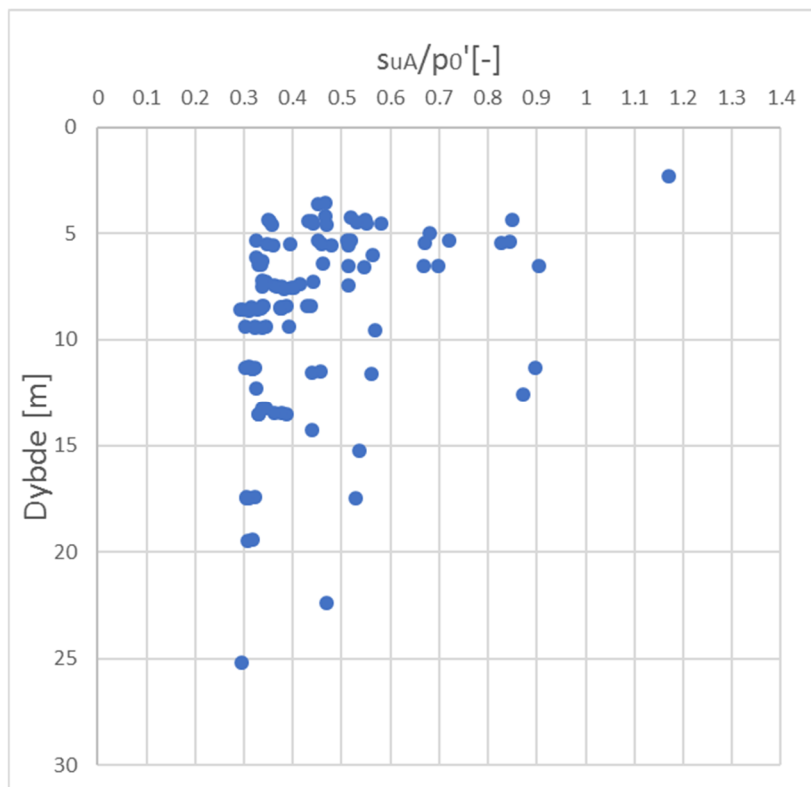
For de utførte beregningene er det benyttet en lineært økende skjærstyrke med økende vertikalspenning, gitt ved Likning 7-1. Valget av stigningstall lik 0,3 er gjort med bakgrunn i resultater fra treaksialforsøk utført i prosjektet, presentert i figur 6 og figur 7. I figur 6 vises aktiv skjærstyrke plottet mot dybde, mens i figur 7 er aktiv skjærstyrke normalisert med hensyn til antatt in situ vertikalspenning. Dette viser at stigningstall lik 0,3 gir en nedre grense for aktiv skjærstyrke.

$$s_{u,aktiv} = 0,3 \cdot p'_0$$

Likning 7-1



Figur 6. Målt skjærstyrke i CAUC-forsøk plottet mot dybde.



Figur 7. Normalisert skjærstyrke målt i CAUC-forsøk plottet mot dybde.



## 7.4 Anisotropifaktorer

Siden leire er et anisotrop materiale, er det nødvendig å bestemme forholdet mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke for å utføre stabilitetsberegninger. Siden det ikke er utført direkte eller passive skjærforsøk av opptatte prøver er det ikke mulig å lage lokale korrelasjoner. Derfor er det benyttet parametere hentet fra litteratur og normal praksis. NIFS-rapport (26) foreslår å benytte likning 7-2 og likning 7-3 for å bestemme disse parametere.

$$\frac{S_{u,D}}{S_{u,A}} = 0,63 + 0,00425 (I_p - 10) \quad \text{Likning 7-2}$$

$$\frac{S_{u,P}}{S_{u,A}} = 0,35 + 0,00375 (I_p - 10) \quad \text{Likning 7-3}$$

I de utførte beregningene er det benyttet  $S_{uD}=0,65 \cdot S_{uA}$  og  $S_{uP}=0,35 \cdot S_{uA}$ .

## 7.5 Representative beregningssnitt

Oppsummering av utførte stabilitetsberegninger vises i tabell 2. Der er det også referert videre til figurene som viser beregningene.

Videre i rapporten er disse beregningene referert til ved nummer for beregningstype. De ulike faresonene vil i mange tilfeller ikke ha samme terreng- eller styrkeprofil som i disse beregningene. Dette må tas hensyn til når de generelle beregningene benyttes til stabilitetsvurderinger i konkrete faresoner.

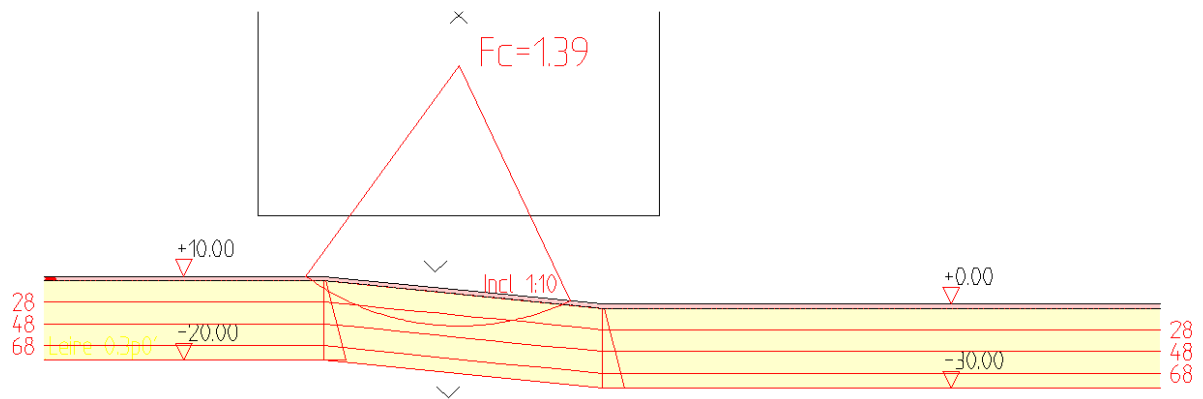
Tabell 2. Oppsummering av beregnet skråningsstabilitet

Typenr.	Figurnr.	Skjærstyrke-modell	Skrånings-høyde	Skrånings-vinkel	Sikkerhet, F
Type 1	Figur 8	0,3p <sub>0</sub> '	10m	1:10	1,39
Type 2	Figur 9	0,3p <sub>0</sub> '	10m	1:12	1,55
Type 3	Figur 10	0,3p <sub>0</sub> '	10m	1:15	1,85
Type 4	Figur 11	0,3p <sub>0</sub> '	20m	1:10	1,23
Type 5	Figur 12	0,3p <sub>0</sub> '	20m	1:12	1,41
Type 6	Figur 13	0,3p <sub>0</sub> '	20m	1:15	1,70
Type 7	Figur 14	0,3p <sub>0</sub> '	Bekkedal 6m	1:3	Omtrent 1,0

### 7.5.1 Slakt jorde

I mange tilfeller er det behov for å vurdere sikkerheten av et jevnt hellende jorde. Etter en gjennomgang av faresonene er det valgt å gjøre beregninger for snitt med skråningshøyde 10 og 20 meter med helning 1:10, 1:12 og 1:15.

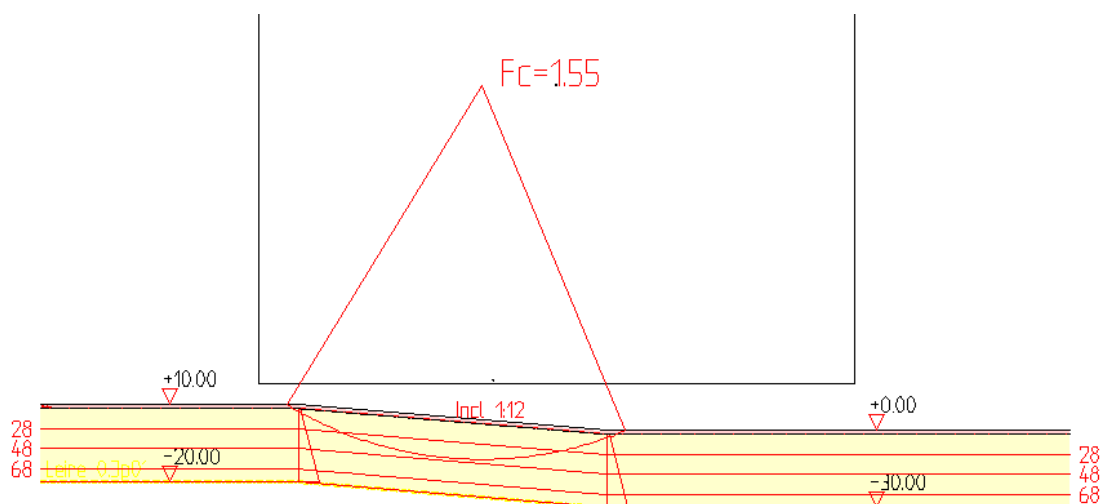
Det er benyttet 1,5 meter tørrskorpe i toppen, derunder leire til 30 meter dybde. Tykkelsen av leirlaget er valgt slik at skjærflaten ikke går ned til berg. Det er benyttet flatt terreng på over- og nedsiden av skråningen. Grunnvannstanden er antatt på 1,5 meter dybde, altså i overgangen mellom tørrskorpe og leire.



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.50	8.50	32.0	0.0				
Leire 0.3p0'	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.35

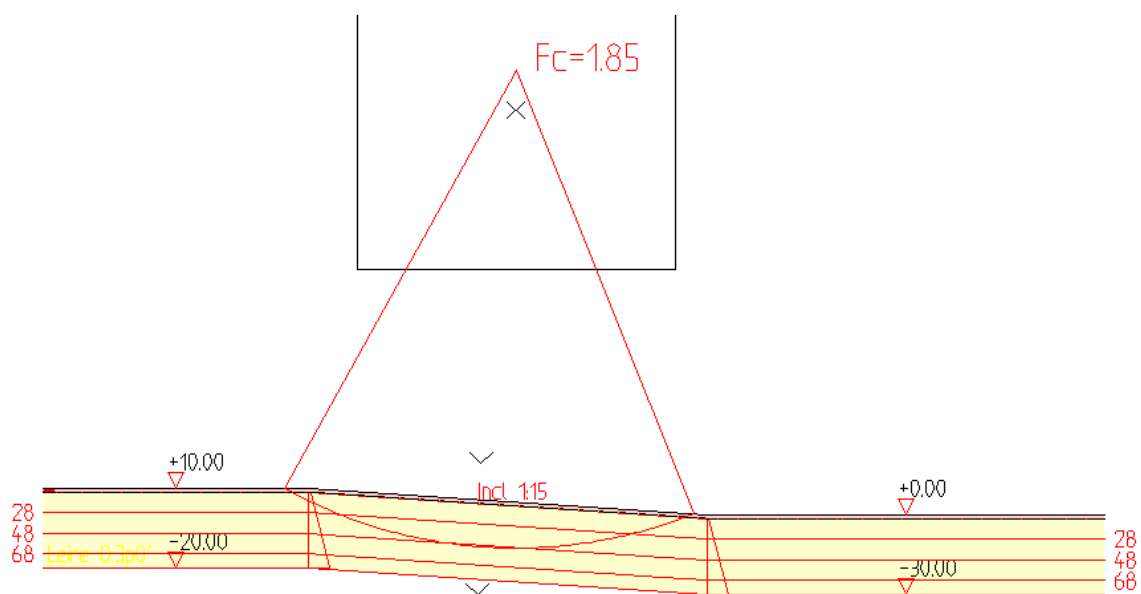
w:\515\17\5151712\bin\geoteknikk\model\geoarkiv\vts\stabgraf.rif\områdestab h=10m,1på10.dwg

Figur 8. Type1 (H=10 m, helning 1:10)



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.50	8.50	32.0	0.0				
Leire 0.3p0'	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.35

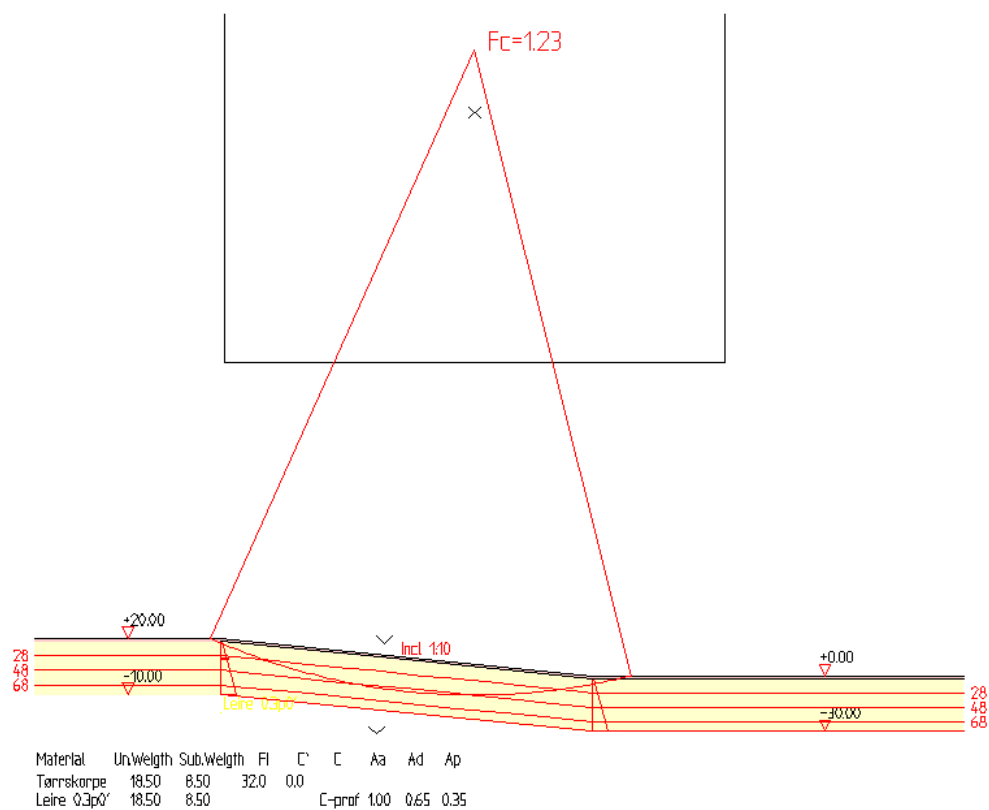
Figur 9. Type 2 (H=10 m, helning 1:12)



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.50	8.50	32.0	0.0				
Leire 0.3p0'	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.35

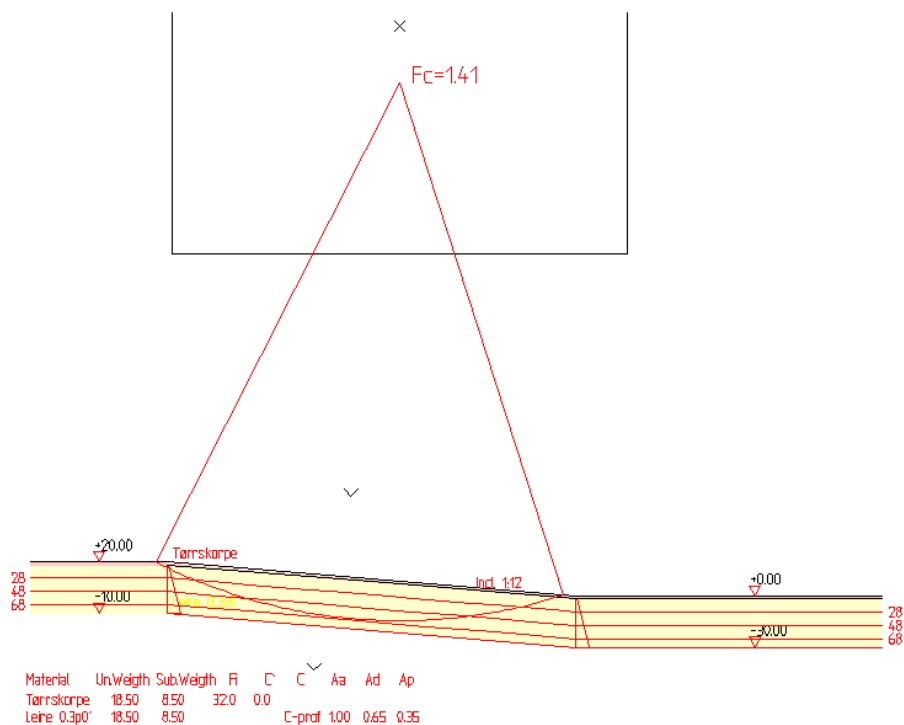
w:\5\15\17\5151712\bin\geoteknikk\modell\geoarkiv\vts\stabgrafnit\områdestab h=10m,1p315.dwg

Figur 10. Type 3 (H=10 m, helning 1:15)

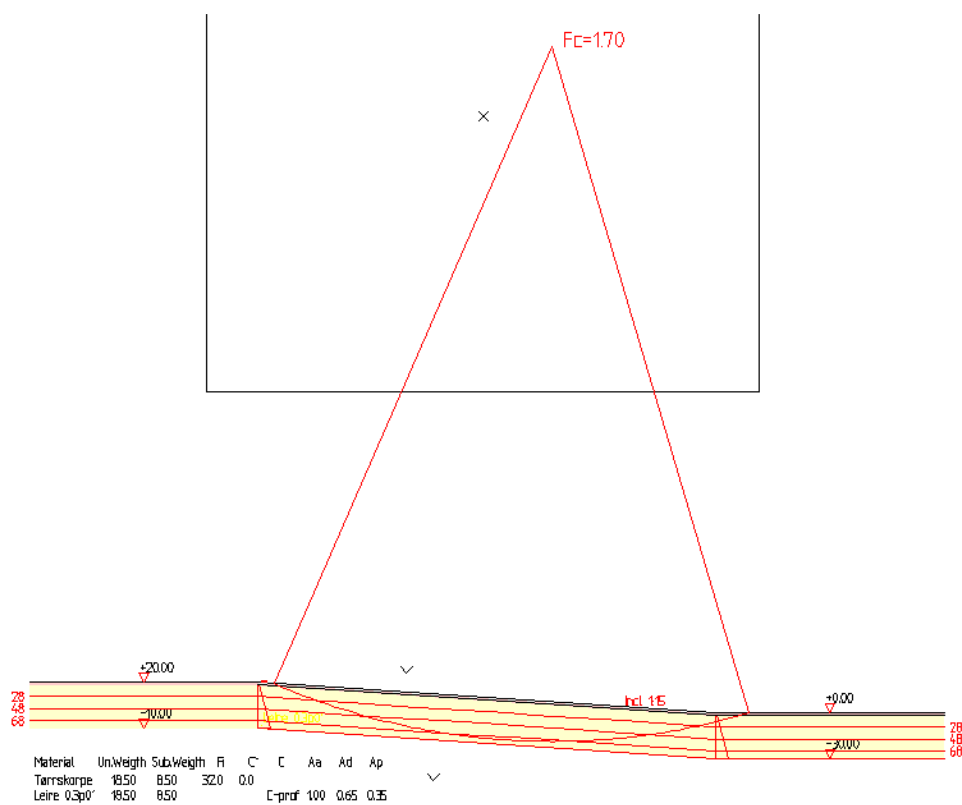


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.50	8.50	32.0	0.0				
Leire 0.3p0'	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.65	0.35

Figur 11. Type 4 (H=20 m, helning 1:10)



Figur 12. Type 5 (H=20 m, helning 1:12)

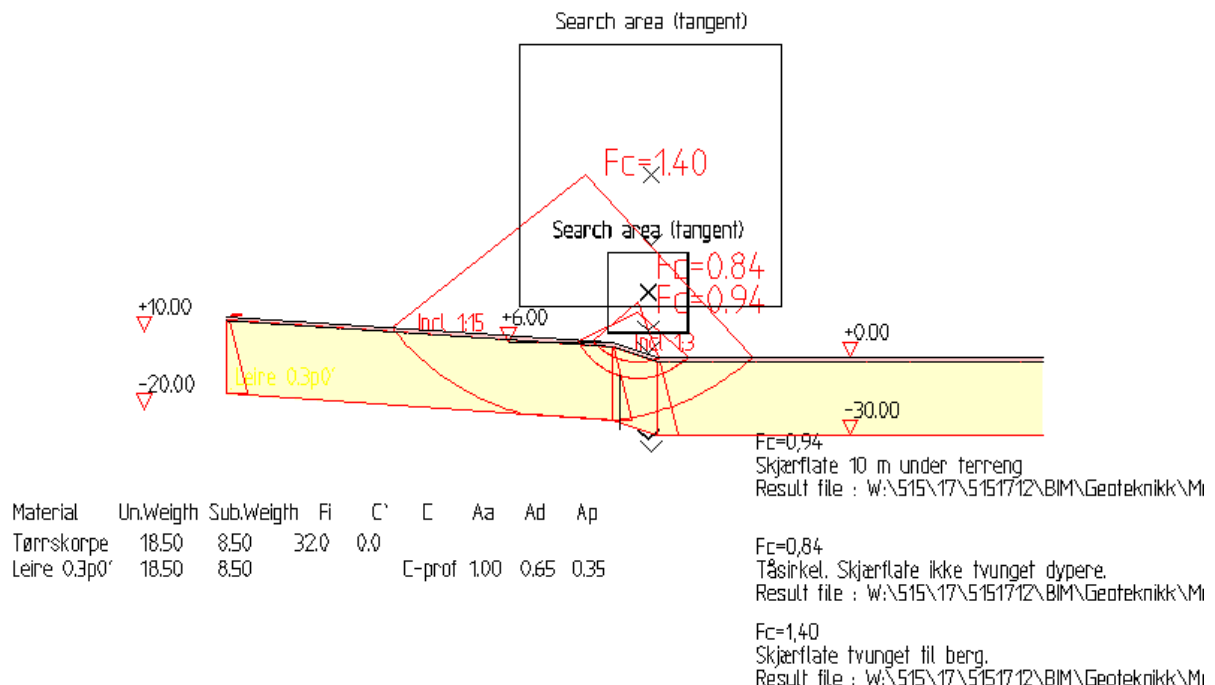


Figur 13. Type 6 (H=20 m, helning 1:15)

### 7.5.2 Bekkedal

Det er også beregnet et generelt snitt for bekkedal med skråningshøyde ca. 6 m. Beregningene viser at skjærflaten går grunt i bakken, der hvor laboratorieundersøkelsene har vist at modellen med skjærstyrke  $0,3p_0'$  normalt underestimerer styrken. I bekkedalene har leiren også generelt høyere OCR enn ellers, som følge av avlastning på grunn av bekkeerosjonen. Høyere OCR er også noe som gir høyere skjærstyrke. Ved omtrent 10 meter dybde ser imidlertid modellen ut til å gi representative resultater.

Det er derfor presentert sikkerhetsfaktor for skjærflater med forskjellig dybde; én skjærflate som ikke tvinges nedover, én som tvinges til minimum 10 meter dybde, og én som tvinges ned til berg på 30 meter dybde. Sikkerheten for dyp skjærflate vil i mange tilfeller være større enn beregnet, som følge av at terrenget i mange tilfeller vil gå opp på andre siden av bekket. Beregnet sikkerhet for grunnere skjærflater er omtrent 1,0.



Figur 14. Type 7 (Bekkedal H=6m, helning 1:3 ved bekk, 1:15 videre bakover)

## 8 KARTLAGTE FARESONER

### 8.1 Generelt

Kartlagte faresoner er vist på tegninger i vedlegg 1. De tre første bokstavene i tegningsnummeret angir geografisk område; VTS gjelder området fra Tønsberg til Stokke, VSS gjelder området fra Stokke til Sandefjord og VSF gjelder området fra Sandefjord til Farriseidet/Larvik. Sonene er gitt navn som samsvarer med tegningsnavnet, med løpende nummerering innenfor hver tegning. Eksempelvis er faresone VTS19-1 og VTS19-2 vist på tegning VTS19-F.

Utgangspunktet for nummereringen av faresonene er tidligere utarbeidede aktsomhetskart. I mange tilfeller har det vært nødvendig å inndele hvert aktsomhetsområde i flere faresoner. I disse tilfellene er det lagt til en bokstav etter sonenavnet, eksempelvis VSS13-3A og VSS13-3B. Flere av aktsomhetsområdene har også utgått etter nærmere vurdering av grunnforhold, topografi og beliggenhet i forhold til utredningsområdet. Dette er årsaken til at det er sprang i nummerering av faresonene innenfor hver tegning.

Aktsomhetskart som har vært utgangspunkt for faresonekartleggingen er vist på tegninger i vedlegg 2. Utredningsområdet som ble lagt til grunn for første utgave av disse kartene, avviker fra det som er lagt til grunn i foreliggende rapport. Kartene er oppdatert i arbeidet med denne rapporten, men aktsomhetsområder som ikke lenger berører utredningsområdet er beholdt. Tegningene i vedlegg 2 viser derfor enkelte aktsomhetsområder som ligger langt unna gjeldende utredningsområde.

Aktsomhetskartene er utarbeidet i to omganger. I første omgang ble områdene grovt skissert ved hjelp av en enkel terrengeanalyse og manuelle vurderinger basert på kart med 5 m ekvidistanse. Deretter ble det utført en mer detaljert terrengeanalyse og benyttet kart med 1 m ekvidistanse. Dette førte til at en del nye områder ble identifisert. En del av de gamle aktsomhetsområdene ble justert, men ettersom det var forutsatt å gjøre mer detaljerte vurderinger ved avgrensning av faresoner, ble også en del av disse beholdt uendret. Nøyaktigheten i opptegning av grenser for aktsomhetsområdene vil derfor variere. Ved avgrensning av faresoner er det gjort mer detaljerte vurderinger av topografi og grunnforhold for alle relevante aktsomhetsområder. En naturlig konsekvens av dette er at grensene for de fleste områdene er justert, og flere områder har utgått. Der aktsomhetsområder har utgått eller fått vesentlig endret utstrekning i forbindelse med avgrensning av faresonene, er det gitt en kort begrunnelse for dette på aktsomhetskart i vedlegg 2.

### 8.2 Faresone VTS14-1

#### 8.2.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i både løsne og utløpsområdet. Terrenget stiger fra nord mot sør, med foten av skråning på ca. kote 15 og skråningstopp på ca. kote 25. Høydeforskjellen for løsneområdet er ca. 10 meter. Løsneområdet for faresonen er avgrenset av berg i dagen i øst og i vest, og av slakere terreng i nord og sør. Terrenghelningen er ca. 1:10 i nordøst, og avtakende til slakere enn 1:15 inn mot dalbunnen i vest.

Det er utført en totalsondering, CTPu og prøveserie i nedre del av løsneområdet, punkt VTS14010. Denne viser kvikkleire i hele dybden til berg, som er ved omtrent 10 meter dybde. I tillegg er det utført totalsondering og CTPu i to punkter omtrent 200 og 300 meter sør for fareområdet, i henholdsvis punkt VTS14013 og VTS14014. I VTS14013 er det vurdert at det sannsynligvis ikke er kvikkleire, mens VTS14014 antyder kvikkleire med stor mektighet. Sonderingene i VTS14010 og VTS14014 antyder omtrent horisontalt bergnivå ved kote +3 til +5 i bunnen av bergforsenkningen (nord-sør retning), med kvikkleire omtrent fra terrengoverflaten og ned til berg.

AEM-målingene antyder tilsvarende forhold i hele dalsøkket mellom bergkollene.

Det ble registrert artesisk poreovertrykk under feltarbeidet i borpunkt VTS14014 (utenfor faresonen). Basert på topografien ved faresonen antas det også å være noe poreovertrykk i faresonen.

Utløpsområdet antas å være åpent terreng uten kanalisering og vil derfor ha utstrekning på inntil 1,5 x lengden på løснеområdet.

### 8.2.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skrednett: Det er ikke avmerket skredaktivitet i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er ca. 8-10 m innenfor kvikkleireområdet. Det skrår videre østover, men her er det overgang til berg. Terrenghelning ca 1:10 og slakere.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Prøveserie i VTS14010 i foten av løснеområdet viser OCR i 8,5 m dybde på ca. 1.
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Antatt noe poreovertrykk pga. høydedrag langs begge sider av jordet. Overtrykk i borhull VTS14014
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	8-10 m kvikkleire i VTS1410
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie i VTS14010 viser St i størrelse 100-200.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Jevnt skrånende jorder. Antar ingen erosjon.
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen kjente.
	-3	Stor	Noe	Liten		0		
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

**Figur 15: Vurdering av faregrad sone VTS14-1**

### 8.2.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 til Type 3» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom 1,4 og 1,85. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.3 Faresone VTS15-1

### 8.3.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak marin strandavsetning avgrenset mot randmorene (raet) vest for løснеområdet. Terrengtet er hellende nedover fra raet i vest og ned til Akersvannet i øst. Det er kun i vestre del at helningen er brattere enn 1:15. Høydeforskjellen innenfor løснеområdet er fra ca. 5 m til ca. 15 m, og terrenghelning ca. 1:12.

Det er utført flere grunnundersøkelser i og relativt nært faresonen. Disse omfatter både totalsonderinger, trykksonderinger og prøveserier. Sonderingene innenfor vurdert løsnemråde viser liten og ikke økende motstand fra ca. 4 m dybde til 20-35 m hvor det er overgang til berg eller morene. Nærmeste prøveserie er VTS15008 (innenfor utløpsområdet). Denne viser kvikkleire fra ca. 4 m dybde og ned til ca. 30 m der prøvetakingen er avsluttet. Omrørt skjærfasthet er under 1 kPa, sensitiviteten 20-200 og plastisiteten 3-10. Fra ødometerforsøk, kombinert med tolkning av CPTU, ser det ut til at leira er noe overkonsolidert (OCR 1,7-2,3 i dybde henholdsvis 15 og 6,5 m).

Løsnemrådet for faresonen er begrenset mot raet (morene) i vest og de deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Utløpsområdet er et åpent landskap og vil derfor ha utstrekning på inntil ca. 1,5 ganger lengden på løsnemrådet.

AEM-målingene angir også kvikkleire i dette området.

### 8.3.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skrednett: Det er ikke avmerket skredaktivitet i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er ca. 5-15 m innenfor kvikkleireområdet. Det skrår videre vestover, men her er det ikke kvikkleire. Terrenghelning ca 1:12.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Prøveserie i VTS15008 viser OCR i 15 m dybde på ca. 1,7.
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Slakt terreng ovenfor løснеområdet. Registrert overtrykk i borpunkter utenfor sonen (VTS15006, 15007 og 15105) Antar et lite poreovertrykk.
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt over 30 m kvikkleire i VTS15101
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie i VTS15008 viser St i størrelse 100-200.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Jevnt skrånende jorder. Antar ingen erosjon.
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen kjente.
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen kjente.
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

Figur 16: Vurdering av faregrad sone VTS15-1

### 8.3.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for «type 2» på 1,55. På grunn av høyere overkonsolideringsgrad for dette området, vurderes det som sannsynlig at sikkerheten er over 1,6. Sonen vurderes derfor til å tilfredsstille både NVEs og Bane NORs krav til sikkerhet.

## 8.4 Faresone VTS15-2A og VTS15-2B

### 8.4.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning avgrenset mot berg noe sør for området. Området karakteriseres av en bekk som renner fra vest mot øst og ut til Akersvannet. Topografien tilsier at bekken har erodert seg ned i et opprinnelig svakt hellende terreng, og dannet skråninger med helning brattere enn 1:15 langs bekkefaret. Høydeforskjellene fra omkringliggende terreng og ned til bekken er ca. 4-7 m med terrenghelning inntil ca. 1:6.

Det er utført grunnundersøkelser på begge sider av bekkedalen. Disse omfatter både totalsonderinger, trykksonderinger og en prøveserie. Sonderingene nord for bekken (VTS15013) og i bunnen av bekkedalen (VTS15014) indikerer sensitiv leire. Sør for bekkedalen og vest for eksisterende jernbanelinje blir dybdene til berg mindre enn nord for bekken og prøveserien i VTS15015 viser at leira her ikke er kvikk (sensitiv). Området er delt i to uavhengige løснеområder på hver sin side av bekken. Sonderingene innenfor vurderte løснеområder viser liten og ikke økende motstand fra 3-5 m dybde til 13-20 m hvor det er overgang til berg eller et tynt morenelag over berget. Løснеområdene vurderes begrenset i utstrekning til ca. 15 ganger høyden av sidene i bekkedalen. Utløpsområdet er en bekkedal og utløpsområdets utstrekning anslås til ca. 3 ganger lengden på løснеområdet.

AEM-målingene angir også kvikkleire i disse områdene.



### 8.4.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skrednett: Det er ikke avmerket skredaktivitet i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 4-7 m høydeforskjell fra bekk til omkringliggende terreng med helning inntil 1:6
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt i VTS15013 og VTS15014
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar et lite poreovertrykk i bekkedalen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Borpunktene VTS15013 og VTS15014 viser inntil ca. 20 m kvikkleiremektighet.
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserier lenger nord på jordene langs Akersvannet viser sensitivitet høyere enn 100. Antar det samme her.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	Antar noe erosjon i bekk. Dette bør sjekkes ved befaring.
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	3	Eksisterende jernbane krysser bekken på fylling
	-3	Stor	Noe	Liten		0		
Sum		51	34	16	0		25	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		49	

Faregradsklasse

2

**Figur 17: Vurdering av faregrad sone VTS15-2A og VTS15-2B**

### 8.4.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 7» beregning utført i kapittel 7, men med slakere sideskråninger. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for «Type 7» på omtrent 1,0.

Selv om sonen sannsynligvis har noe høyere sikkerhet enn «Type 7» beregningen vil ikke sikkerheten tilfredsstillende NVEs og Bane NORs krav.

## 8.5 Faresone VTS17-1A

### 8.5.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i både løsne og utløpsområdet. Terrenget stiger fra sør mot nord med foten av skråning på ca. kote 24 og skråningstopp på ca. kote 34. Høydeforskjellen for løsneområdet er ca. 10 meter. Terrenghelningen er på det bratteste ca. 1:10, men avtar til slakere enn 1:15 mot yttergrensen av faresonen.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen. Det er utført en totalsondering omtrent 300 meter nord for faresonen, VTS17033, som viser kvikkleire i stor mektighet. Det er også utført flere totalsonderinger, CPTu og prøvetaking omtrent 3-400 meter vest for faresonen (VTS17037, -17038, 17081 og 17082). Disse viser ikke kvikk leire.

Det er utført AEM i østre halvdel av faresonen. Denne indikerer lav til høy sannsynlighet for kvikkleire innenfor faresonen.

Løsneområdet for faresonen er begrenset av slakere terreng på alle sider, i tillegg til en bekkedal i øst. Utløpsområdet antas å være åpent terreng uten kanalisering og vil derfor ha utstrekning på inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet.

### 8.5.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	10 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løснеområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen høydedrag i nærheten. Antar hydrostatisk
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ukjent, antar mer enn 5 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i øst, liten skråningshøyde, antar lite erosjon
Inngrep	3	forverring	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antatt ingen inngrep
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

## Figur 18: Vurdering av faregrad sone VTS17-1A

### 8.5.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 til Type 3» beregning utført i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom 1,4 og 1,85. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løснеområdet. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.6 Faresone VTS17-2

### 8.6.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løśnieområdet og hav- og fjordavsetning i utløpsområdet. Terrenget stiger fra Akersvannet i vest. Det mulige løśnieområdet befinner seg rundt hele forsøkningsområdet i terrenget. Løøgneområdet avgrensnes stedvis av berg i dagen, og stedvis av borer som viser ikke kvikkleire. Høydeforskjellen for løøgneområdet er ca. 10-25 meter. Terrenghelningen er ca. 1:7 i de bratteste områdene og avtar til slakere enn 1:15.

Det er utført to totalsonderinger samt én CPTu og prøveserie i skråningsfoten, i punkt VTS17101 og VTS17109. I tillegg er det utført en totalsondering og CPTu i løøgneområdet mot sørøst, i punkt VTS17108. Alle sonderingene viser tydelig indikasjon på kvikkleire. Prøveserien i borpunkt VTS17101 viser tørrskorpe til omtrent 2 meter, derunder meget sensitiv kvikkleire til berg i 10 meters dybde (sensitivitet 2-300 og omrørt skjærstyrke lavere enn 1 kPa). Laboratorieforsøk indikerer OCR i størrelsesorden 1,2-1,5.

AEM-målingene indikerer lav til middels sannsynlighet for kvikkleire.

Et potensielt skred vil ha utløp mot Akersvannet i vest.

### 8.6.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	10-25 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på laboratorietester i prøveserie VTS17101 innenfor sonen.
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Antatt noe påvirkning fra omkringliggende høydedrag. Registrert overtrykk i VTS17109
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt 15 m kvikkleire i VTS17109
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Basert på prøveserie VTS17101
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antatt ingen erosjon
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Antatt ingen inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		23	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		45	

Faregradsklasse

2

Figur 19: Vurdering av faregrad sone VTS17-2

### 8.6.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Basert på de generelle beregningene beskrevet i kapittel 7, vurderes det som meget sannsynligvis at kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4 ikke er tilfredsstillt.

## 8.7 Faresone VTS17-3

### 8.7.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsne- og utløpsområdet. Terrenget stiger fra sør mot nord. Løsneområdet avgrenses av berg i dagen på begge sider, og av slakere terreng i nord. Skråningsfoten ligger på ca. kote 40 og skråningstoppen på ca. kote 52. Høydeforskjellen for løsneområdet er ca. 12 meter. Terrenghelningen er ca. 1:10 i nedre del av løsneområdet, høyere opp slaker terrenget gradvis ut til helning mindre enn 1:15.

Det er utført totalsonderinger, CPTu og prøveserie nær skråningsfoten, i punkt VTS17104. Her viser prøveserien ikke sensitiv leire. Det er også utført totalsondering i øvre del av løsneområdet, i punkt VTS17106, som antyder kvikkleire fra 2 til 9 meter dybde. Derunder fastere masser til berg ved omtrent 12 meter dybde. Det er ikke utført AEM ved faresonen.

Utløpsområdet antas å være åpent terreng og vil derfor kunne ha en utstrekning på inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet.

### 8.7.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer	
		3	2	1	0				
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	12 meter	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	OCR ca. 1,5 basert på ødometer fra skråningsfot (VTS17104)	
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antatt noe påvirkning fra koller øst og vest. Ikke registrert overtrykk i borpunkter
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt ca. 7 m kvikkleire i VTS17106	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	VTS17104 har st<20, totalsonering i VTS17106 antyder noe mer sensitivt.	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Liten bekk i bunn av skråning, antar lite erosjon	
Inngrep	forbedring	3	Stor	Noe	Liten	1	3	Fjerning av skog, etablering av mulig eroderende bekk langs jordekant	
	forverring	-3	Stor	Liten	Ingen				
Sum		51	34	16	0		21		
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41		

Faregradsklasse

2

## Figur 20: Vurdering av faregrad sone VTS17-3

### 8.7.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 1 til 2» beregningene utført i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom 1,4 og 1,55.

Sonen tilfredsstillende sannsynligvis kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løснеområdet. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillende.

## 8.8 Faresone VTS18-1A

### 8.8.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løśnieområdet. I utløpsområdet vises det for det meste tykk havavsetning. Terrenget stiger fra nord mot sør.

Løśnieområdet avgrenses av berg i sør og i vest, og slakere terreng i nord. Skråningen fortsetter noe lenger mot øst, men områder med helning over 1:15 er ikke sammenhengende over større områder. Skråningsfoten ligger på ca. kote 22 og skråningstoppen på ca. kote 30. Høydeforskjellen for løśnieområdet er dermed omtrent 8 meter. Terrenghelningen er ca. 1:8, med avtakende helning til slakere enn 1:15 mot nord og øst.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i løśnieområdet. Det er imidlertid utført en boring vest for sonen, VTS18030, som viser faste masser til berg på 1 meter dybde. Det er også utført en totalsonering omtrent 100 m nord for løøgneområdet, gjengitt på borplanen som punkt JBVT1\_5. Denne soneringen antyder kvikkleire fra 1 til 22 meter dybde. Det er i dette punktet også tatt opp en prøveserie som viser leire med sensitivitet mellom 4 og 72.

AEM som er utført noe nord for løøgneområdet antyder kvikkleire. Det er ikke utført AEM i løøgneområdet.

Utløpsområdet antas å være åpent terreng og vil derfor kunne ha en utstrekning på inntil 1,5 ganger lengden på løøgneområdet.

### 8.8.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	8 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løseområdet.
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra bergkollje i sør.
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt basert på boring i utløpsområdet
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antatt basert på prøveserie i utløpsområdet
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen synlige inngrep
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

**Figur 21: Vurdering av faregrad sone VTS18-1A**

### 8.8.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 1» beregningene beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. I sone VTS18-1A er terrenghelningen stedvis litt brattere enn i «Type 1» beregningen, hvilket tilsier lavere sikkerhet. Høydeforskjellen i løseområdet er litt mindre enn i beregningssnittet, hvilket tilsier høyere sikkerhet. Samlet vurderes det som sannsynlig at sikkerheten for dette snittet er i størrelsesorden 1,4.

Sonen tilfredsstillers muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løseområdet. Dette vil neppe være tilfredsstillt.

## 8.9 Faresone VTS18-1B

### 8.9.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løseområdet. I utløpsområdet vises det for det meste tykk havavsetning. Terrenget stiger fra nord mot sør.

Løseområdet avgrenses av berg i øst/sørøst. I vest avgrenses det av en ravinedal. Skråningsfoten ligger fra ca. kote 17 til kote 30, og skråningstoppen på ca. kote 35. Høydeforskjellen for løseområdet er mellom 5 og 15 meter. Terrenghelningen er for det meste mellom 1:10 og 1:15. Ned mot ravinedalen (bekken) er det stedvis helning ca. 1:1,5, men dette lokalt brattere området har høydeforskjell på kun ca. 3 meter.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i mulig løseområde. Det er imidlertid utført en totalsondering 60-70 m nordøst for løseområdets østre hjørne, gjengitt på borplan som punkt JBVT1\_5. Denne sonderinger antyder kvikkleire fra 1 til 22 meter dybde. Det er i dette punktet også tatt opp en prøveserie som viser leire med sensitivitet mellom 4 og 72. Ca. 100 m sør for løseområdet viser sonderingspunkt VTS18032 ikke kvikk leire.

AEM angir mulighet for kvikkleire.

Utløpsområdet antas å være todelt; henholdsvis nordover i åpent terreng og vestover i ravinedalen. Utstrekningen av løseområdet vil derfor være inntil 1,5 ganger lengden av løseområdet i det åpne området nordover, og inntil 3 ganger lengden i ravinedalen.

## 8.9.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Mellom 5 og 15 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Antatt basert på cpt VTS18032
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antatt noe påvirkning fra bergkoll i sør
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt basert på boring nedenfor løснеområdet
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antatt basert på prøveserie nedenfor løснеområdet
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk med mulig erodering, er ikke befart. Bekk er i området med lav høydeforskjell i løснеområdet.
Inngrep	forverring	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen synlige inngrep
	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		18	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		35	

Faregradsklasse

2

Figur 22 Vurdering av faregrad sone VTS18-1B

## 8.9.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 2» beregningene beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for det snittet på 1,55. I sone VTS18-1B er terrenghelningen stedvis litt brattere enn i «Type 2» beregningen, hvilket tilsier lavere sikkerhet, men det finnes også områder med slakere helning. Høydeforskjellen i løснеområdet er både mindre og større enn i beregningssnittet.

Det er sannsynlig at sonen tilfredstiller kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løsnakeområdet. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.10 Faresone VTS18-1C

### 8.10.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsnakeområdet. I utløpsområdet vises det for det meste tykk havavsetning. Terrengstiger fra øst mot vest.

Løsnakeområdet avgrenses av ravinedal (bekk) i øst, slakere terreng i sør og i vest, og boring uten antatt kvikkleire i nord. Høyden av løsnakeområdet er ca. 5 til 7 meter.

Terrenghelningen er ca. 1:10, men med et brattere parti med helning opp mot 1:1,5 ned mot ravinedalen. Her er imidlertid høydeforskjellen kun ca. 3 meter. Mot yttergrensene av faresonen slaker terrengstigen av til helning mindre enn 1:15.

Det er utført én totalsondering nord i løsnakeområdet, i borpunkt VTS18031, der det antydes kvikkleire fra 3 til 10 meter dybde. Omtrent 100 meter sør for faresonen er det utført både totalsondering, CPTu og prøveserie i borpunkt VTS18011. Der antyder totalsonderingen mulig kvikkleire fra 2 til 8 meter dybde, samt fra 30 til 45 meter dybde. Dette bekreftes av prøveserien som viser sensitiv leire fra 5 til 8 meter dybde, under dette viser prøveserien ikke sensitiv leire. Omrørt skjærstyrke er ned til 0,6 kPa mellom 5 og 6 m dybde, ellers er omrørt skjærstyrke større enn 1 kPa. Under 7 m dybde er omrørt skjærstyrke større enn 2 kPa, og leiren klassifiseres ikke lenger som kvikk.

AEM antyder sannsynlig kvikkleire i faresonen.

Utløpsområdet vurderes å være kanalisert i ravine-/bekkedalen. Utstrekning vil derfor være inntil 3 ganger lengden i ravedalen.

### 8.10.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Mellom 5 og 7 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Antatt basert på overlaging i bekkedal og ødometer i VTS18011
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Slakt terreng ovenfor løснеområdet.
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		Antatt hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på sonderinger i sør og nord, samt prøveserie i VTS18011
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antatt basert på prøveserie i VTS18011.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk med mulig erosjon. Kun ca. 3 m høye sidekanter.
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen synlige inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

### Figur 23 Vurdering av faregrad sone VTS18-1C

#### 8.10.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer helningsmessig best med «Type 1» beregningene beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for det snittet på 1,4. I sone VTS18-1C er høydeforskjellen i løснеområdet mindre enn i beregningssnittet, samt at det er sannsynlig at mektigheten av kvikkleire er mindre. Begge disse forholdene tilsier høyere sikkerhet enn i beregningssnittet. Samlet vurderes det som sannsynlig at sikkerheten er høyere enn 1,4.

Det er sannsynlig at sonen tilfredsstiller kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løśnieområdet. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.11 Faresone VTS18-2

### 8.11.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løсне- og utløpsområdet. Terrenget stiger fra nordvest mot sørøst. Løśnieområdet avgrensnes stedvis av berg i dagen og delvis av slakere og lavere skråning. Skråningsfoten ligger på ca. kote 48 til 59, og skråningstoppen på ca. kote 60 til 65. Høydeforskjellen for løøgneområdet er ca. 12 meter lengst i sør, og avtar til under 5 meter i nord. Terrenghelningen er brattest i sør med helning ca. 1:7 og avtakende mot nord til omtrent 1:12.

Det er utført tre totalsonderinger og én prøveserie i faresonen, alle forholdsvis langt nord. Like øst for løøgneområdet viser totalsondering VTS18021 ikke kvikk leire over berg ved 5 meter dybde. Videre ned i skråningen viser totalsondering og prøve i VTS18022 at det er omtrent 23 meter til berg og kvikkleire mellom 3 til 22 meter dybde. Videre ned i skråningen viser totalsondering i VTS18033 kvikkleire fra omtrent 2 til 17 meter dybde, derunder antydes ikke kvikk leire til berg i 47 meter dybde. Omtrent 500 meter lenger vest viser totalsondering VSS11002 kvikkleire fra 1 til 38 meter dybde. Faresonen ligger helt øst i et kvikkleireområde der kvikkleiremektigheten øker mot sørvest.

Det er ikke utført AEM ved faresonen.

Utløpsområdet antas å være åpent terreng og vil derfor kunne ha en utstrekning på inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet.

### 8.11.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer	
		3	2	1	0				
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	12m	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Basert på ødometer midt i skråning (VTS18022)	
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite overtrykk pga. lav bergkalle ovenfor deler av løsneområdet
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	15-20 m kvikkleire i VTS18022	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Enkelte prøver vist st>100 (VTS18022)	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen eroderende bekk	
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Antatt ingen inngrep	
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten				
Sum		51	34	16	0		14		
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27		

Faregradsklasse

1

**Figur 24 Vurdering av faregrad sone VTS18-2**

### 8.11.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 1» beregningene beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. I sone VTS18-2 er midlere høydeforskjell i løsneområdet noe mindre enn i beregningsnittet, mens midlere helning er omtrent som i beregningsnittet. Prøveserien i VTS18022 (i løsneområdet) viser OCR på 1,5-2 hvilket tilsier at skjærstyrken i området er høyere enn benyttet i typeberegningen. Dette tilsier at sikkerheten i sonen trolig er noe høyere enn i beregningsnittet.

## 8.12 Faresone VTS18-3

### 8.12.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsne- og utløpsområdet. Terrengstiger fra sør mot nord. Løsneområdet avgrensnes av berg i dagen i vest og slakere terreng på de andre kantene. Skråningsfoten ligger på ca. kote 67, og skråningstoppen på ca. kote 74. Høydeforskjellen for løsneområdet er ca. 8 meter. Terrenghelningen er ca. 1:12 i sør, med avtakende helning mot nord til slakere enn 1:15.

Det er utført tre totalsonderinger og én CPTu i området. Ovenfor løsneområdet antyder totalsondering VTS18100 kvikkleire fra ca. 10 meter dybde og ned til berg i 28 meter dybde. Ved skråningstopp antyder totalsondering i VTS18101 kvikkleire fra ca. 2,5 m dybde og ned til berg i 13 meter dybde. Ved skråningsfoten antyder totalsondering VTS18102 kvikkleire fra ca. 3 meter dybde og ned til berg ved omtrent 32 meter dybde. Selv om terrengstiger mot nord, ser det altså ut til å være en bergrygg omtrent under toppen av løsneområdet. Sammen med berg i dagen i sørvest, antas det at mektigheten av kvikkleire minker mot sørvest.

Det er ikke utført AEM ved faresonen.

Utløpsområdet antas å være åpent terreng og vil derfor kunne ha en utstrekning på inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet.



### 8.12.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	8 meter med helning brattere enn 1:15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Basert på dyp ødometer i vts18102
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra kolle i sørvest
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ca. 10 m i VTS18101
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Enkelte prøver vist st>100 (VTS18102)
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen bekk nærme løsneområdet
Inngrep	forverring	Stor	Noe	Liten		0	0	Antatt ingen inngrep
	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

### Figur 25 Vurdering av faregrad sone VTS18-3

#### 8.12.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 2» beregningene beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for det snittet på 1,55. I sone VTS18-3 er midlere høydeforskjell i løsneområdet noe mindre enn i beregningssnittet. Det vurderes som sannsynlig at sikkerheten er over 1,6.

Det er sannsynlig at sonen tilfredsstiller kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løsneområdet. Det er sannsynlig at dette vil være tilfredsstillt.

## 8.13 Faresone VTS19-1

### 8.13.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsneområdet. Utløpsområdet går i hovedsak direkte ut i Vestfjorden. Terrengstiger fra øst mot vest, vekk fra fjorden. Løsneområdet avgrenses av berg i dagen mot sør, og slakere terreng i vest og i nord. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer fra ca. 5 til 15 meter. Terrenghelningen i området ned mot fjorden er ca. 1:6, og i området lenger mot vest ca. 1:10.

Det er utført fire totalsonderinger og én prøveserie i nærheten av løsneområdet. I tillegg er det utført sonderinger i sjøen øst for sonen. Rett vest for løsneområdet viser totalsondering i VTS19106 kvikkleire fra ca. 1 dybde og ned til berg i ca. 10 meter dybde. Prøveserien i samme borpunkt viser sensitiv leire. Totalsonderinger nord og øst for løsneområdet viser kvikkleire til 7-11 meter dybde (borpunkter utført av Vegvesenet for prosjektet «Fastlandsforbindelse Nøtterøy-Tbg», gjengitt på borplan som punkt SV\_KK008, SV\_KK020 og SV\_KK021).

Det er ikke utført AEM ved faresonen.

Maksimal utstrekning av utløpsområdet antas å være 1,5 x lengden av løsneområdet. Det bemerkes at i NVE rapport 14-2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred», beskrives det bare metoder for å utrede utløpsområde for skred på land. Det poengteres videre i rapporten at utløp i vann vil kunne føre til sekundæreffekter som oppskylling/flodbølge.

### 8.13.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2	2	To leirskred på motsatt side av Byfjorden, ved Slottsfjellet
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	5-15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Ødometer i VTS19106 viser OCR=2 ved 4,5 og 7,5m.
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Antatt strømning mot fjorden fra høydedrag i bakkant
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Sonderinger viser kvikkleire i hele dybden
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Basert på prøve i VTS19106
Erosjon	3	Aktivglidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen eroderende bekker
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Historiske kart på finn.no viser ingen endring siste 1954
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

**Figur 26 Vurdering av faregrad sone VTS19-1**

### 8.13.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 1 og 4» beregningene beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,2-1,4. I sone VTS19-1 ligger høydeforskjellen i løsnemrådet mellom det som er benyttet i disse «typeberegningene». Terrenghelningen er til dels brattere enn i «typeberegningene».

Det er ikke sannsynlig at sonen tilfredsstiller kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4, følgelig heller ikke Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene.

## 8.14 Faresone VTS19-2

### 8.14.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsne- og utløpsområdet. Terrenget stiger fra øst mot vest. Løsnemrådet avgrenses stort sett av berg i dagen og av slakere terreng enn 1:15. Høydeforskjellen for løsnemrådet er inntil ca. 11 m. Terrenghelningen er ca. 1:10.

Det er utført to totalsonderinger og en CPTu-sonderinger i faresonen og tre like utenfor. Sonderingene i sonen (VTS19101 og VTS19102) antyder kvikkleire fra ca. 3 m dybde og ned til ca. 20 m dybde. Sonderingene like vest for sonen (VTS19100, VTS19113 og VTS19114) viser ikke kvikk leire.

Det er ikke utført AEM i faresonen.

Utløpsområdet antas å være åpent terreng og vil derfor kunne ha en utstrekning på inntil 1,5 ganger lengden på løsnemrådet.

### 8.14.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	NVE skredhendelser: Det er ikke rapportert hendelser i dette området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Opp til 11 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt midt i skråningen (VTS19101)
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra tilgrensende koller. Ikke registrert vann opp av borhull
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Opptil 18 m tykkelse
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Antatt fra cpt og totalsonderinger
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	To små bekker i området. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antar ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

## Figur 27 Vurdering av faregrad sone VTS19-2

### 8.14.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 1» beregningene utført i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for det snittet på 1,39. Samlet vurderes sikkerheten for dette snittet å ligge i størrelsesorden 1,4 eller litt høyere grunnet sannsynlig konservative skjærfastheter i «typeberegningen».

Det er sannsynlig at sonen tilfredsstillt kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 hvis jernbanen krysser i løснеområdet. Det er tvilsomt om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.15 Faresone VSS11-2A

### 8.15.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser i hovedsak hav- og fjordavsetning med stor mektighet. Det er også avmerket marin strandavsetning nord for sonen. Løснеområdet grenser mot Vårnesbekken i sør. Terrenget stiger ca. 6-10 meter mot nord, før det flater ut. Helningen varierer for det meste mellom 1:8 og 1:10, men er på det bratteste 1:4 helt vest i sonen. Vårnesbekken renner fra vest mot øst. Tassebekkveien ligger øst og sør for fareområdet. Aktiv erosjon i yttersvinger langs elva er observert ved befaring. Dagens jernbanetrase krysser midt i fareområdet.

Det er ikke utført grunnundersøkelser direkte i sonen. Men det er utført boringer nord og vest for sonen. VSS11003, VSS11004 og VSS11005 er utført nord for sonen, og VSS11006 og VSS11020 vest for sonen. Boringene antas å være representative. Ved boring VSS11020 – lengst vest – er det registrert artesisk vanntrykk. Vann kommer opp av borhullet, og dette er forsøkt tettet to ganger. Det er informert om at arbeidet med tetting har vært vanskelig. Alle relevante boringer er utført i kotehøyder som tilsvarer toppen av løснеområdet. Boringene i nord indikerer et topplag av tørrskorpeleire på 1-3 meter og deretter sensitiv og kvikk leire ned til fastere masser/berg i 30-45 meter dybde. Boringene i vest – VSS11006 og VSS11020 viser økende sonderingsmotstand med dybden fra ca. 10meter dybde. Fra terreng og ned til 10 meter er sonderingsmotstanden så å si konstant, noe som kan indikere sensitive masser.

Det er utført AEM-målinger langs deler av Vårnesbekken i det aktuelle området. AEM-målingene indikerer forekomst av kvikkleire i sonen.

Antatt lengde av løснеområdet er basert på terrengekriteriene. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med elva nedover (3 x løснеområdet – kanalisert terreng).

### 8.15.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 3, høy faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3-4 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 6-10 meter, og terrenghelning mellom 1:8 og 1:10. På det bratteste 1:4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Fra CPTU: VSS11004 - NC, VSS110020 - OCR=1,5
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Artesisk trykk i VSS11020, vann kommer opp av borhull. Antar 10-30 kPa
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Fra VSS11003, 11004 og 11005
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Fra VSS11004
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9	Aktiv erosjon - befaring
Inngrep	3	forverring forbedring	Stor	Noe	Liten	2	6	Dagens jernbane ligger midt i sonen. Noe forverring
Sum		51	34	16	0		37	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		73	

Faregradsklasse

3

Figur 28 Vurdering av faregrad sone VSS11-2A

### 8.15.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 7» beregning beskrevet i kapittel 7. Basert på denne beregningen er det grunn til å tro at dagens sikkerhet ligger rett over 1,0. Jo lenger øst du kommer i faresonen vil stabiliteten mest sannsynlig bedres, da både høydeforskjell minker og helningen slaker ut, ref. «Type 1». Observasjoner viser pågående erosjon i Vårnesbekken, samt artesiske poreovertrykk vest i sonen. Dette er med på å bidra til en dårligere sikkerhet mot utglidninger. Det antas at det ikke er mye som skal til før et initialskred utløses.

## 8.16 Faresone VSS11-2B

### 8.16.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser i marin strandavseting. Fra Vårnesbekken stiger terrenget med helning ca. 1:2, før det flater ut på jordet ved Kihle gård. Høydeforskjellen er ca. 8-10 meter. Aktiv erosjon i yttersvinger langs elva er observert ved befaring. Historiske flyfoto fra 1881.no viser at elva mest sannsynlig har gravd seg nærmere gården Kihle i løpet av årene.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen, men det er AEM-registreringer langs Vårnesbekken. AEM-målingene indikerer forekomst av kvikkleire i sonen. Prøveserie VSS11008, ca. 300 m vest for sonen, viser sprøbruddmateriale fra ca. 5 til 11 m dybde.

Antatt lengde av løsneområdet er basert på terrengkriteriene. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med elva nedover (3 x løsneområdet – kanalisert terreng).

### 8.16.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 3, høy faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3-4 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 8-10 m, og terrenghelning ca. 1:2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	CPT og ødometer VSS11008
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite poreovertrykk i bekkedalen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Minst 6 m i VSS11008
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Basert på prøveserie VSS1008
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9	Observert aktiv erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		2	6	Jordbruksplanering
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		33	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		65	

Faregradsklasse

3

## Figur 29 Vurdering av faregrad sone VSS11-2B

### 8.16.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen. Basert på helning og høydeforskjell vurderes det som sannsynlig at sikkerheten for dagens situasjon er lavere enn gjeldende krav.

## 8.17 Faresone VSS11-2C

### 8.17.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser hav- og fjordavsetning med stor mektighet. Fra Vårnesbekken stiger terrenget opp mot Tassebekkveien i sør. Høydeforskjellen er ca. 10-12 meter.

Vestfold Vann har utført grunnundersøkelser for vannledning i dette området (22). Boringene viser bløt, sensitiv leire til antatt berg/fast grunn i 8-14,5 m dybde.

Antatt lengde av løsneområdet er basert på terrengkriteriene. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med elva nedover (3 x løsneområdet – kanalisert terreng).

### 8.17.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 3, høy faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3-4 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	10-12 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	cpt og ødometer i VSS11008
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite poreovertrykk i bekkedalen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt ca. 8 m i totalsonderinger utført for vannledning
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Basert på prøveserie VSS01008
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9	Antatt basert på befaring lenger opp i vassdraget
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		27	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		53	

Faregradsklasse

3

## Figur 30: Vurdering av faregrad sone VSS11-2C

### 8.17.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen. Basert på helning og høydeforskjell vurderes det som sannsynlig at sikkerheten for dagens situasjon er lavere enn gjeldende krav.

## 8.18 Faresone VSS11-3

### 8.18.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser i hovedsak hav- og fjordavsetning med stor mektighet. Det er også avmerket marin strandavsetning i vest med oppstikkende berg i dagen. Terrenget stiger fra bekken i sørøst på ca kote +63-64 opp til ca kote +76 før terrenget flater ut. Det er oppstikkende bergkulle i nordvest – nord for Rørkollveien. Høydeforskjellen er ca. 10-13 meter med en helning ca 1:11.

Det er utført to totalsonderinger, to trykksonderinger og en prøveserie i faresonen. VSS11030 indikerer et leirlag på ca. 12 meter tykkelse fra terreng og ned til fastere mer drenerende lag. Fra laboratorieundersøkelsene er det påvist kvikkleire i denne prøveserien mellom 4 til 6 meter under terreng. Fra 6 til 10 meter under terreng er det påvist meget sensitiv leire med omrørt skjærstyrke under 1,0. Ødometerforøkene indikerer en overkonsolidering i toppen, og normalkonsolidering fra 8-9m under terreng og ned til et fastere mer drenerende lag over berg.

Antatt lengde av løsneområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med elva nedover (3 x løsneområdet – kanalisert terreng). Ved befaring er det ikke observert aktiv erosjon langs bekken.

### 8.18.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3-4 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 10-13 meter, og terrenghelning ca 1:11
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Fra VSS11030
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Usikkert. Ingen poretrykksmålinger. Antar svakt poreovertrykk da det er nært fjell i dagen
Undertrykk,	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Kvikkleire/sprøbruddmateriale i ca 50%
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Sensitivitet i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Ikke observert aktiv erosjon ved befaring. Leire i bekeleiet
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

Figur 31 Vurdering av faregrad sone VSS11-3

### 8.18.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsvurderinger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 og Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten på disse snittene på 1,4 og 1,55. Sonen tilfredsstiller sannsynligvis kravet til NVE om sikkerhet over 1,4, mens det er mer usikkert om sikkerheten er over 1,6.

## 8.19 Faresone VSS11-4

### 8.19.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser hav- og fjordavsetninger i området. Det er ingen vassdrag i sonen.

Det er utført en totalsondering og trykksoneering rett øst for sonen. Boringene er utført i grøfta langs Rørkollveien. Totalsonderingen indikerer et fastere lag av antatt fyllmasse i toppen før det går over i, noe som borerne betegner torvlag. Dette laget har hatt en svært dilatant oppførsel og forårsaket at metningen i filteret i trykksoneeringen ble mistet. Det er kun spissmotstanden på trykksoneeringen som blir benyttet i vurderingen, da poretrykksresponsen ikke er av god nok kvalitet.

Sonderingsmotstanden for totalsonderingen avtar fra 5 meters dybde og det er indikert mer sensitivt materiale ned til 15 meter under terreng. Fra 15 m og ned til påvist berg på rundt 23 meter dybde er det påtruffet fastere grusige masser. Utføre AEM-målinger indikerer en moderat sannsynlighet for at det er sensitiv og kvikk leire i området. Trykksoneeringen indikerer overkonsolidert leire ned til ca. 12 meter under terreng. Derifra og ned til det fastere laget tolkes leira som normalkonsolidert.

Terrengtet stiger fra jordene i øst til det flater ut etter ca. 6 høydemeter i vest. Terrenghelningen er ca. 1:10. Antatt løsneområde avgrenses av terrengkriteriene. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp mot sørøst i åpent terreng. Utløpsdistansen er vurdert til 1,5 x løsneområdet.

### 8.19.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 4-5 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 6 meter, og terrenghelning ca 1:10
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på CPTU VSS11028 (spissmotstand). Overkonsolidert i toppen, nærmer seg NC de siste 3-4 m
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3 -3	>+30 >-50	10-30 -(20-50)	0-10 -(0-20)	Hydrostatisk	0 0		Ikke målt. Antar hydrostatisk - ingen høydedrag nær sonen
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt minst 10 m i VSS11028
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag
Inngrep forverring forbedring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen	0 0	0	Ingen inngrep
Sum		51	34	16	0		13	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		25	

Faregradsklasse

1

Figur 32: Vurdering av faregrad sone VSS11-4

### 8.19.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført en innledende stabilitetsvurdering basert på foreliggende grunnlag fra trykksoneering i VSS11028, korresponderende til bunn av skrånningen (tåa). Trykksoneeringen er tolket basert på spissmotstanden og dimensjonerende skjærstyrke er redusert med 15 % i kvikkleirelaget (størrelsen på laget er konservativt tolket). I toppen av skrånningen er det lagt inn en aktiv skjærstyrke lik  $0,3p_0'$  (iht. kap 7). Beregningen viser en sikkerhet på  $\gamma_m = 1,41$  – OK iht. NVEs regelverk, men ikke tilstrekkelig dersom kritisk skjærflate berører jernbanen.

## 8.20 Faresone VSS11-5

### 8.20.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser hav- og fjordavsetning mellom to oppstikkende koller markert som berg i dagen. Det foreligger ikke boringer fra området. Det er observert bratte bergskråninger ved befaring og det kan ikke utelukkes at det er skredfare. Faresonen ligger mellom Tassebekkveien 169 og privat stikkvei med bom, øst for huset. Høydeforskjellen er ca. 15 m og gjennomsnittlig helning er ca. 1:13.

Det foreligger ikke grunnundersøkelser fra området. Det er utført AEM-målinger rett i nærheten, men det vanskelig å se om de to aktuelle linjene fra AEM-målingene representerer akkurat denne sonen. Det er to overfarer hvor den ene viser at det ikke er noen sannsynlighet for kvikkleire, mens den andre viser at det er en liten sannsynlighet for at det er forekomst av kvikkleire.

Antatt løsneområde avgrenses av terrengkriteriene. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp mot sørøst i åpent terreng. Utløpsdistansen er vurdert til 1,5 x løsneområdet.

### 8.20.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer	
		3	2	1	0				
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 4-5 km øst for sonen har det gått flere skred.	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 15 m, helning ca. 1:13	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ingen grunnundersøkelser. Antar normalkonsolidert	
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Ingen grunnlag. Antar >H/2	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet i intervallet 30-100	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon	
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Antar ingen vesentlige inngrep	
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	0	0		
Sum		51	34	16	0		16		
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31		

Faregradsklasse

1

### Figur 33 Vurdering av faresone VSS11-5

### 8.20.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 2 og Type 5» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom 1,4 og 1,85. Sonen tilfredsstillende følger med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillende.

## 8.21 Faresone VSS11-8

### 8.21.1 Beskrivelse

Løsmassekartet viser hav- og fjordavsetning med oppstikkende berg i dagen nord for faresonen. Det er utført en totalsondering og trykksøndering, VSS12087, sør i faresonen. VSS12077 er utført rett sør for faresonen. Ved befaring er det observert berg i dagen som avgrenser faresonen mot nord. Dagens jernbanetrase ligger rett øst for fareområdet. Høydeforskjellen ligger fra 5-9 meter med en helning varierende mellom 1:12 og 1:13. Kartgrunnlaget sier at det går en bekk med to forgreininger tvers gjennom faresonen fra de høyeste partiene og ned til dagens jernbane.



Totalsonderingen og trykksonderingen i VSS12087 indikerer et tørrskorpelag i de øverste 3 meterne og deretter indikerer sonderingen leire med synkende motstand ned til berg på ca. 10 meter under terreng. Synkende motstand indikerer sensitiv og muligens kvikk leire. Tolkning av trykksonderingen indikerer en leire med OCR > 2. Totalsondering VSS12077 som er utført rett utenfor faresonen indikerer sensitiv- og kvikk leire fra 3-4 meter under terreng og ned til et fastere lag ca. 18 meter under terreng. Her er berg påtruffet ca. 24 m under terreng. Det er ikke utført AEM-målinger i dette området.

Antatt løsnemråde avgrenses av terrengkriteriene og berg i dagen. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp mot øst i åpent terreng. Utløpsdistansen er vurdert til 1,5 x løsnemrådet.

### 8.21.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 5-9 meter, og terrenghelning ca 1:12 til 1:13
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	0	0	Trykksondering VSS12087
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Usikkert. Ingen poretrykkmålinger. Antar svakt poreovertrykk da det er nært fjell i dagen
		>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Rundt 50% fra VSS12087
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar at kvikkleira ha en sensitivitet i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	To små bekker. Antar lite erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antar ingen vesentlige inngrep
		Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		13	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		25	

Faregradsklasse

1

Figur 34 Vurdering av faresone VSS11-8

### 8.21.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,55. Høydeforskjellen i sonen er mindre enn i typeberegningen. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet Bane NOR krav til sikkerhet over 1,6.

## 8.22 Faresone VSS11-9

### 8.22.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser hav-/jordavsetning i faresonen. Faresonen ligger langs en bekk i et jordbruksområde. Skråningshøyden er ca. 6 m og helningen ca. 1:2.

Det er utført totalsondering, trykksondering og prøveserie ca. 100 m øst for sonen, borpunkt VSS11022. Fra ca. 2-4 m dybde er det påvist kvikkleire. Under dette er det sprøbruddmateriale ned til avsluttet prøvetaking i 20 m dybde.

Antatt lengde av løsnemrådet er ca. 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og at skredmassen vil følge bekken. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 3 x løsnedistansen.

### 8.22.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3-4 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 6 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	cpt og ødometer i borpunkt VSS11022
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen høydedrag i nærheten. Ikke registrert overtrykk i borpunkt. Antar hydrostatisk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Minst 20 m i VSS11022
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Prøveserie VSS11022
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Bekk i bunn av sonen. Ingen erosjon observert ved befaring
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	3	Antatt noe oppfylling i norde del av løsnområdet
	-3	Stor	Noe	Liten		0		
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse 1

Figur 35: Vurdering av faregrad sone VSS11-9

### 8.22.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsvurderinger for denne sonen.

## 8.23 Faresone VSS11-10

### 8.23.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger langs en bekk i et jordbruksområde. Skråningshøyden er ca. 8 m og helningen ca. 1:8.

Det er utført totalsondering, trykksondering og prøveserie ca. 200 m øst for sonen, borpunkt VSS11022. Fra ca. 2-4 m dybde er det påvist kvikkleire. Under dette er det sprøbruddmateriale ned til avsluttet prøvetaking i 20 m dybde.

Antatt lengde av løsnområdet er ca. 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og at skredmassen vil følge bekken. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 3 x løsnedistansen.

### 8.23.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket skredaktivitet i området, men 3-4 km øst for sonen har det gått flere skred.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 8 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	cpt og ødometer i borpunkt VSS11022
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen høydedrag i nærheten. Ikke registrert overtrykk i borpunkt. Antar hydrostatisk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Minst 20 m i VSS11022
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Prøveserie VSS11022
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Bekk i bunn av sonen. Ingen erosjon observert ved befaring
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep observert
	-3	Stor	Noe	Liten		0		
Sum		51	34	16	0		13	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		25	

Faregradsklasse 1

Figur 36: Vurdering av faregrad sone VSS11-10

### 8.23.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsvurderinger for denne sonen.

## 8.24 Faresone VSS12-2A

### 8.24.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Skråningshøyden for løsneområdet er på ca. 5-8 m. Skråningen har helning mellom ca. 1:7 og 1:9.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen. Helikopterbasert geoscanning (AEM) er heller ikke utført i det aktuelle området.

Omfang av løsneområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Der løsneområdet ikke er avgrenset av antatt berg i dagen, er lengde på løsneområdet estimert å være 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og at skredmassen vil ha utløp i åpent terreng. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.24.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjerås, ca. 3,5 km sør-vest for den aktuelle faresonen. Skrednett viser et leirskred fra 1993 i Melsomvik, ca. 4 km nord-øst for sonen.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 5-8 m. Skråningshelning fra 1:7 til 1:9
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løsneområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen høydedrag i umiddelbar nærhet. Antar hydrostatisk poretrykk.
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ukjent. Antar > H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk nedenfor løsneområdet. Antar ingen erosjon.
Inngrep	forverring	Stor	Noe	Liten		0	0	Antar ingen inngrep
	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

Figur 37: Vurdering av faregrad sone VSS12-2A

### 8.24.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsvurderinger for denne sonen.

## 8.25 Faresone VSS12-2B

### 8.25.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det går en bekk gjennom utløpsområdet. Skråningshøyden for løsneområdet er på 5-8 m. Skråningen har en helning på mellom 1:8 til 1:12.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen. Helikopterbasert geoscanning (AEM) er heller ikke utført i det aktuelle området.

Omfang av løснеområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Der løснеområdet ikke er avgrenset av antatt berg i dagen, er lengde på løснеområdet estimert å være 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og at skredmassen vil ha utløp i åpent terreng. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.25.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjerås, ca. 3 km sør-vest for den aktuelle faresonen. Skrednett viser et leirskred fra 1993 i Melsomvik, ca. 5 km nord-øst for sonen.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-8 m. Skråningshelning fra 1:8 til 1:12
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løснеområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen høydedrag i umiddelbar nærhet. Antar hydrostatisk poretrykk.
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ukjent. Antar mer enn H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100. Ingen grunnundersøkelser utført i faresonen.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i løснеområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep	forverring	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antar ingen inngrep
	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

Figur 38: Vurdering av faregrad sone VSS12-2B

### 8.25.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Om Bane NORs krav på 1,6 er tilfredsstilt er mer usikkert.

## 8.26 Faresone VSS12-3

### 8.26.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruks- og skogsområde. Det ligger en liten bekk i utløpsområdet. Skråningshøyden for løснеområdet er ca. 5-15 m. Skråningen har en helning på mellom 1:8 og 1:15.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen, men VSS12079 er utført nord for faresonen og VSS12080 er utført sør for faresonen. Totalsondering VSS12079 indikerer 2 m med tørrskorpeleire over sensitiv leire ned til 11 m under terreng. Fra 11 m dybde og ned til berg, 16 m under terreng, er det trolig et morenelag. Trykksondering ved VSS12079 indikerer at leira er noe overkonsolidert. Prøveserie VSS12079 viser sprøbruddmateriale fra ca. 4 m dybde til prøvetakingen er avsluttet i ca. 10 m dybde. Målt sensitivitet ligger mellom 14 og 30. Totalsondering VSS12080 indikerer 1,5 m med tørrskorpeleire over sensitiv leire ned til 11 m under terreng. Fra 11 m dybde er det trolig et tynt morenelag ned til berg 12 m under terreng. Trykksonderingen indikerer at leira er noe overkonsolidert.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) er ikke utført i det aktuelle området.

Omfang av løснеområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Der løснеområdet ikke er avgrenset av antatt berg i dagen, er lengde på løснеområdet estimert å være 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et

skred, og at skredmassen vil ha utløp i åpent terreng. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.26.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjetås, ca. 4 km sør-vest for den aktuelle faresonen. Skrednett viser et leirskred fra 1993 i Mølsomvik, 4 km nord for sonen.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Fra 5 m 15 m. Skråningshelning mellom 1:8 til 1:15.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Basert på cpt VSS12079 og VSS12080
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Antar noe overtrykk pga. høydedrag ovenfor løsnområdet. Overtrykk i borpunkt VSS12079
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	8-10 m i VSS12079 og VSS12080
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1	1	Prøveserie VSS12079
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i løsnområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Eksisterende jernbane omtrent i terreng
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

**Figur 39: Vurdering av faregrad sone VSS12-3**

### 8.26.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. En stor del av sonen korresponderer med «Type 1 og type 2» beregning beskrevet i kapittel 7, mens deler av sonen har større høydeforskjell og brattere helning. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom 1,4 og 1,55. Det vurderes som sannsynlig at sikkerheten er lavere enn Bane NORs krav på 1,6.

## 8.27 Faresone VSS12-5A

### 8.27.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det er ingen observerte vassdrag i faresonen. Skråningshøyden for løsnområdet er på 5-7 m. Skråningen har en helning på mellom 1:9 til 1:12.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen. Helikopterbasert geoscanning (AEM) er heller ikke utført i det aktuelle området.

Omfang av løsnområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Ved befaring er det observert berg flere steder ved bebyggelsen/veien. Løsnområdet er antatt avgrenset i bakkant omtrent ved veien. Der løsnområdet ikke er avgrenset av antatt berg i dagen, er lengde på løsnområdet estimert å være 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og at skredmassen vil ha utløp i åpent terreng. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.27.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjerås, ca. 3,5 km sør-vest for den aktuelle faresonen. Skrednett viser et leirskred fra 1993 i Mølsomvik, 4 km nord-øst for sonen.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-7 m. Skråningshelning fra 1:9 til 1:12
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løsnedområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Slakt terreng ovenfor løsnedområdet. Antar hydrostatisk trykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antar > H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100. Ingen grunnundersøkelser utført i faresonen.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Ingen erosjon observert
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Eksisterende jernbane omtrent i terreng
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

## Figur 40: Vurdering av faregrad sone VSS12-5A

### 8.27.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 og Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,4 og 1,55. Høydeforskjellen i faresonen er lavere enn i typeberegningene, noe som tilsier høyere sikkerhet. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.28 Faresone VSS12-5B

### 8.28.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det går en bekk gjennom utløpsområdet, på nedsiden av eksisterende jernbane. Skråningshøyden for løsnedområdet er på 8-11 m. Skråningen har en helning på ca. 1:9.

Det er utført en totalsondering i faresonen, VSS12086. Totalsonderingen indikerer kvikkleire ned til 5 m under terreng. Fra 5 m dybde og ned til berg 8 m under terreng er det trolig et morenelag.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) er ikke utført i det aktuelle området.

Omfang av løsnedområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Der løsnedområdet ikke er avgrenset av antatt berg i dagen, er lengde på løsnedområdet estimert å være 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og at skredmassen vil ha utløp i åpent terreng. Utløpsdistansen vil bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.28.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 3 km sør-vest for den aktuelle faresonen. Skrednett viser et leirskred fra 1993 i Melsomvik, 5-6 km nord-øst for sonen.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	8-11 m. Skråningshelning ca. 1:9
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Middels høy motstand i totalsonderingen. Ingen prøveserier/cpt. Antar 1,2-1,5
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen høydedrag i umiddelbar nærhet. Antar hydrostatisk poretrykk.
Undertrykk	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremekktighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt 4 m i totalsondering VSS12086
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen bekk i løseområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Eksisterende jernbane omtrent i terreng
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		13	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		25	

Faregradsklasse

1

## Figur 41: Vurdering av faregrad sone VSS12-5B

### 8.28.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.29 Faresone VSS12-7

### 8.29.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for hele faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det er ingen bekker i faresonen. Skråningshøyden for løseområdet er fra 5 m på det laveste til 11 m på det antatt høyeste. Skråningen har en helning på ca. 1:12.

VSS12022 indikerer kvikkleire ned til berg 30 m under terreng. Totalsondering VSS12019 viser et fast topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg på 10 m dybde. VSS12020, som er tatt nord i løseområdet, viser middels fast løsmasse som antas å ikke være kvikkleire, til berg 14 m under terreng. Hull VSS12020 og VSS12021 har blitt tettet som følge av observert artesisk trykk, det antas derfor at det kan være noe poreovertrykk i området.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) indikerer berg i dagen i skogsområdene øst og vest for jordet. På flyfoto er det også observert berg i dagen i skogsområdene rundt jordet.

Løseområdet er avgrenset av berg i dagen og at det antas å ikke være kvikkleire nord for VSS12020. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot sør. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.29.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 2,5 km sør-vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-11 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på CPT ved VSS12022
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Hull etter boringer VSS12020 og VSS12021 har blitt tettet på grunn av artesisk trykk.
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på totalsonderinger
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen bekker i løsnemrådet. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antar ingen vesentlige inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		19	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		37	

Faregradsklasse

2

**Figur 42: Vurdering av faregrad sone VSS12-7**

### 8.29.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,55. Tolket skjærfasthet fra trykksone VSS12022 er noe høyere enn det som er lagt til grunn i beregningene i kapittel 7. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet Bane NOR krav til sikkerhet over 1,6.

## 8.30 Faresone VSS13-1

### 8.30.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning i hele faresonen. Faresonen er omgitt av partier med berg i dagen som vil begrense løsnemrådet. Ved jordene på nedsiden av skråningen viser løsmassekart hav-/fjordavsetning. I bunnen av faresonen ligger en bekk. Terrenget stiger med helning ca. 1:12 fra bekkene i øst ved ca. kt. +50. Ved kt. +75 flater terrenget noe ut, før det igjen stiger med helning brattere enn 1:15. Flyfoto viser at skråningen i løsnemrådet er dekt av skog.

Det er utført to totalsonderinger i faresonen. VSS13041 og VSS13043 indikerer sensitiv leire med hhv. 13 m og 8 m tykkelse, fra 2 m under terreng og ned til berg. Toppen av løsnemrådet er avgrenset av berg/kort til berg. Totalsondering VSS13063 viser 1 m til berg.

Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.30.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.



Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjertås, ca. 1,5 km sør for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Skråningshøyden er rundt 25 meter, og terrenghelning ca 1:12
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løsneområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antatt noe poreovertrykk pga nærliggende berg/høydedrag. Ikke registrert overtrykk i borpunkter
Undertrykk	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Trolig kvikkleire til berg under tørrskorpelag. 10-15 m til berg.
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i bunn av sonen. Bør sjekkes for erosjon. Basert på flyfoto antas lite erosjon.
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		25	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		49	

Faregradsklasse

2

Figur 43: Vurdering av faregrad sone VSS13-1

### 8.30.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 5» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Sonen tilfredsstillende følger sannsynligvis kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillende.

## 8.31 Faresone VSS13-2B

### 8.31.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser hav-/fjordavsetning i hele faresonen. Det renner en bekk gjennom faresonen. Terrenget stiger fra bekken som ligger ca. på kt. +20 og opp til ca. kt. +27 før terrenget flater noe ut. Terrenget stiger med en helning på ca. 1:8 opp fra begge sider av bekken.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen.

Omfang av løsneområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Lengde på løsneområdet er estimert å være 15 x skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med bekken nedover (3 x løsneområdet for kanalisert terreng).

### 8.31.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjertås, ca. 2 km sør-vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden er rundt 6-7 meter, og terrenghelning ca 1:8 ned mot bekk
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Ukjent. Antar 1,2-1,5
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite overtrykk pga. høydedrag ovenfor løsneområdet.
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antar >H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	Bekk i bunn av sonen. Bør sjekkes for erosjon. Antar noe erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		22	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		43	

Faregradsklasse

2

#### Figur 44: Vurdering av faregrad sone VSS13-2B

##### 8.31.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsvurdering for denne sonen.

#### 8.32 Faresone VSS13-3A

##### 8.32.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning i store deler av faresonen. Ved bekken i bunn av skråningene er det vist hav-/fjordavsetning. Sør-øst for faresonen, ved høydedraget, viser løsmassekart et område med berg i dagen. Fra bekken stiger terrenget med en helning på mellom 1:7 og 1:12 mot høydedraget øst for faresonen.

Det er utført 7 totalsonderinger, 6 trykksonderinger og en prøveserie i faresonen. Prøveserie fra borpunkt VSS13006 viser bløt kvikkleire med høy sensitivitet ( $S_t > 100$ ). Totalsonderinger VSS13003 og VSS13006 indikerer et tørrskorpelag på 1-3 m, og så antatt kvikkleire ned til berg ca. 20 m under terreng. Det er kortere til berg mot toppen av høydedraget. Totalsonderinger VSS13004 og VSS13007 viser hhv. 4 m og 6 m til berg. Høydedraget er vurdert å være bakre grense for et potensielt løsneområde. Ved VSS13003 er borhull etter utført totalsondering og trykksondering tettet på grunn av artesisk trykk.

Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med bekken nedover (3 x løsneområdet for kanalisert terreng).

##### 8.32.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer	
		3	2	1	0				
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjertås, ca. 1,5 km vest for den aktuelle faresonen	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Skråningshøyden er mellom 10 og 20 m	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på Ødometer, prøve fra VSS13006	
Poretrykk	Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Høydedrag ovenfor løснеområdet. Tetting av borhull ved VSS13003 på grunn av artesisk trykk.
		-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Borprofil VSS13006	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Borprofil VSS13006	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i bunn av sonen. Bør sjekkes for erosjon. Antar lite erosjon	
Inngrep	forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	1	3	Ekisterende jernbane langs bekken	
		-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1		-3
Sum		51	34	16	0		25		
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		49		

Faregradsklasse

2

Figur 45: Vurdering av faregrad sone VSS13-3A

### 8.32.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 og Type 4» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,4 og 1,2. Sonen tilfredsstiller muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillt.

## 8.33 Faresone VSS13-3B

### 8.33.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning i store deler av faresonen. Ved bekken i bunn av skråningene er det vist hav-/fjordavsetning. Fra bekken stiger terrenget med en helning på mellom 1:5 og 1:10 mot vest. Skråningshøyden er ca. 5-6 m.

Det er utført to totalsonderinger (VSS13005 og VSS13048) og en trykksone (VSS13005) i faresonen. Alle sonderinger utført i faresonen indikerer kvikkleire. Prøveserie fra borpunkt VSS13006, som ligger på andre side av bekken i faresone VSS13-3A, viser bløt kvikkleire med høy sensitivitet ( $S_t > 100$ ). VSS13005, som ligger midt i løснеområdet, indikerer kvikkleire ned til berg 6 m under terreng. VSS13048, som ligger i utløpsområdet, indikerer kvikkleire ned til berg 15 m under terreng.

Antatt lengde av løснеområdet er estimert som 15 ganger skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med bekken nedover (3 x løснеområdet for kanalisert terreng).

### 8.33.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hørtås, ca. 1,5 km vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyden 5-6 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på Ødometer, prøve fra VSS13006
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Slakt stigende terreng ovenfor løseområdet. Antar et lite overtrykk ved bekkeravinen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på borprofil VSS13006
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Basert på borprofil VSS13006
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i bunn av sonen. Bør sjekkes for erosjon. Antar lite erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		20	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39	

Faregradsklasse

2

#### Figur 46: Vurdering av faregrad sone VSS13-3B

##### 8.33.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Sonen korresponderer best med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Høydeforskjellen i sonen er lavere enn i typeberegningen, men det er brattere helning i deler av sonen. Dybden til berg er trolig mindre enn i typeberegningen. Sonen tilfredsstiller muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillt.

#### 8.34 Faresone VSS13-4

##### 8.34.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning i store deler av faresonen. Ved bekken i bunn av skråningene er det vist hav-/fjordavsetning. Fra bekken stiger terrenget med en helning på mellom 1:8 og 1:15 mot vest. Skråningshøyden for løseområdet er mellom 6 m og 10 m.

Det er ikke utført grunnundersøkelser innenfor det antatte løseområdet og utløpsområdet.

Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

##### 8.34.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 1,5 km sør-vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6-10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Ukjent. Antar 1,2-1,5 basert på borerer utenfor sonen
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite overtrykk pga. høyde ovenfor løsnemrådet
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Antar større enn H/2 basert på borerer utenfor faresonen
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i bunn av sonen. Bør sjekkes for erosjon. Antar lite erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

Figur 47: Vurdering av faregrad sone VSS13-4

### 8.34.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Sonen tilfredsstiller muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillt.

## 8.35 Faresone VSS13-5

### 8.35.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for hele faresonen. Faresonen ligger i et område med dyrka mark. Det er ingen vassdrag i faresonen. Skråningen har en helning på mellom 1:10 og 1:12. Skråningshøyden for løsnemrådet er på ca. 5 m.

Totalsondering VSS13055 viser 2 m tørrskorpe over antatt kvikkleire til berg på 7 m dybde.

Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.35.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjertås, ca. 1 km sør-vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Basert på cpt VSS13044
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Ingen høydedrag/fjell i umiddelbar nærhet. Antar hydrostatisk
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på totalsonderinger VSS13044
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Ingen prøver i sonen. Antar >100 basert på prøveserie VSS13017
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Ingen erosjon observert
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen synlige tiltak
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

Figur 48: Vurdering av faregrad sone VSS13-5

### 8.35.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 og Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,4 og 1,55. Høydeforskjellen i sonen er kun 5 m, mens det i typeberegningene er regnet med høydeforskjell 10 m. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. og Bane NORs krav på 1,6.

## 8.36 Faresone VSS13-7 / NVE-sone 1213 Mjølløst

### 8.36.1 Beskrivelse

Faresone VSS13-7 er over samme område som 1213 Mjølløst fra NVEs kvikkleirekart. Avgrensning av løснеområdet er imidlertid endret noe i forhold til tidligere grenser. Foten av løśnieområdet er flyttet noe mot vest, pga. slak helning i nedre deler av tidligere kartlagte faresone. Videre er utstrekning av løøgneområdet redusert noe mot nord pga. berg i dagen, og utvidet til antatt berg i sør. Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for hele faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det er ingen vassdrag i faresonen. Skråningen har en helning på ca. 1:10. Skråningshøyden for løøgneområdet er på mellom 10 m og 15 m.

Totalsondering VSS13059, som er midt i den aktuelle løøgnesonen, viser antatt kvikkleire ned til berg på 16 m dybde. VSS13046 er tatt nord-øst for løøgneområdet og indikerer et fast topplag på 2 m over kvikkleire til berg på 4 m dybde. Løøgneområdet er avgrenset av partier med berg i dagen i sør, vest og nord. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot øst/sør-øst.

Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løøgne distansen.

### 8.36.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad. NVE kvikkleirekart oppgir også faregrad lav for 1213 Mjølløst.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 1,5 km vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Mellom 10-15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på tolkning av CPT fra VSS13059
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite overtrykk pga. høydedrag rundt sonen. Ikke registrert overtrykk i borpunkt
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt ca. 10 m i VSS13059
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Ingen erosjon observert
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep observert
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

**Figur 49: Vurdering av faregrad sone VSS13-7 (NVE-sone 1213 Mjølløst)**

### 8.36.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 og Type 4» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,4 og 1,2. Sonen tilfredsstillers muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillt.

## 8.37 Faresone VSS13-10A

### 8.37.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning, og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Foten av løsnemrådet ligger ved Unnebergsbekken. Skråningshøyden ned mot bekken er inntil ca. 10 m og har stort sett en helning på mellom 1:3 og 1:5. I deler av faresonen stiger terrenget videre med helning ca. 1:10. Høydeforskjell i denne skråningen er mer enn 30 m.

Totalsonering VSS13054, som er tatt midt i den lange slake skråningen, viser antatt kvikkleire ned til berg på 8 m dybde. VSS13025 er tatt ved Unnebergsbekken i nordre del av løsnemrådet, og viser antatt kvikkleire helt ned til berg i 48 m dybde.

Utførte grunnundersøkelser i utløpsområdet viser store dybder med antatt kvikkleire ned til berg. Ved VSS13025 og VSS13052 er det truffet på berg hhv. 48 m og 64 m under terreng. VSS13026, VSS13027, VSS13028 indikerer berg hhv. 18 m, 26 m, og 17 m under terreng. Det er utført 5 trykksonderinger i faresonen (VSS13052, VSS13054, VSS13025, VSS13027 og VSS13028), og ved VSS13027 er det tatt opp en prøveserie. Prøveserien viser bløt leire med omrørt skjærfasthet mindre enn 1 kPa, og typisk sensitivitet mellom 30 og 100. Resultat fra ødometerforsøk på prøver fra VSS13027 indikerer en tilnærmet normalkonsolidert leire.

Det kan være poreovertrykk i faresonen på grunn av nærliggende høydedrag. Borhull VSS13029 som er utført sør i faresonen, måtte tettes på grunn av artesisk trykk.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) indikerer middels høy mulighet for utvasket leire i området.

Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i kanalisert terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 3 x løsnedistansen.

### 8.37.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 3, høy faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjerås, ca. 200 m vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	3	6	Total høydeforskjell i sonen er over 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	CPT og prøveserier viser tilnærmet normalkonsolidert leire
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Deler av løsnområdet grenser mot bergkoller. Registrert overtrykk i borpunkt VSS13029
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Totalsonderinger og prøveserie viser stor mektighet av kvikkleire
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Basert på prøveserie ved VSS13027
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	Antar noe erosjon langs bekken. Bør undersøkes ved befaring.
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep observert
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	34	16	0		35	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		69	

Faregradsklasse

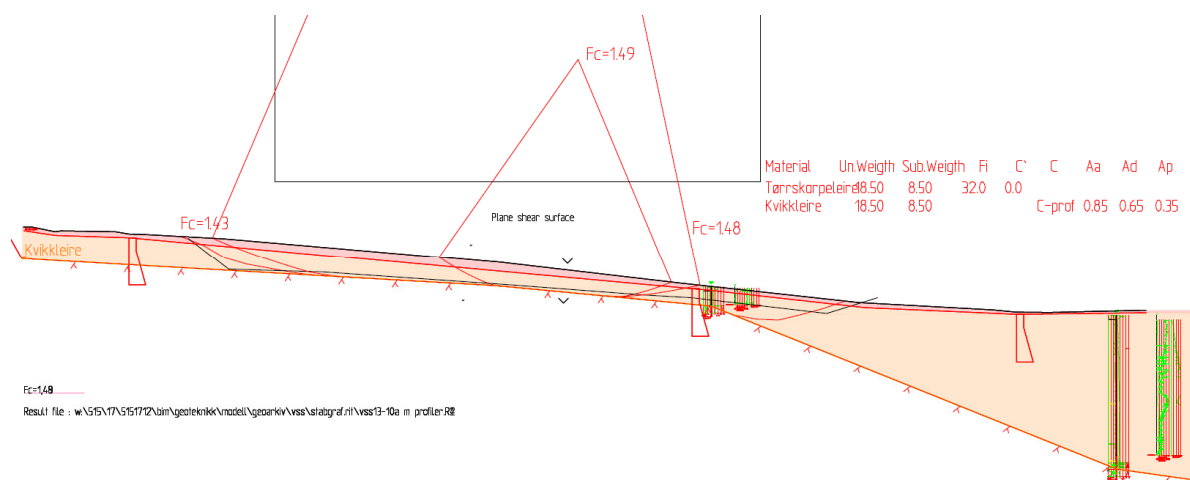
3

Figur 50: Vurdering av faregrad sone VSS13-10A

### 8.37.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført innledende stabilitetsberegninger for denne faresonen. I denne omgang er det sett på to ulike snitt; et snitt som dekker den lange skråningen i løsnområdet, og et snitt som ser på stabiliteten ned mot bekkedal (Unnebergsbekken).

For den lange skråningen er styrkeparametere i hovedsak basert på tolkning av trykksonderinger ved VSS13052 og VSS13054. Den aktive skjærstyrken er derfor redusert med 15 % i henhold til (1). (1) anbefaler å redusere den dimensjonerende aktive skjærfastheten med 15 % i meget sensitive/kvikke leirer når fasthetsparametere er bestemt ut i fra blokkprøver, eller fra CPTu- korrelasjoner basert på blokkprøver. Som illustrert i Figur 51, indikerer beregningene at sikkerheten er høyere enn 1,4, men lavere enn kravet på 1,6 som gjelder skjærflater som berører jernbanen.

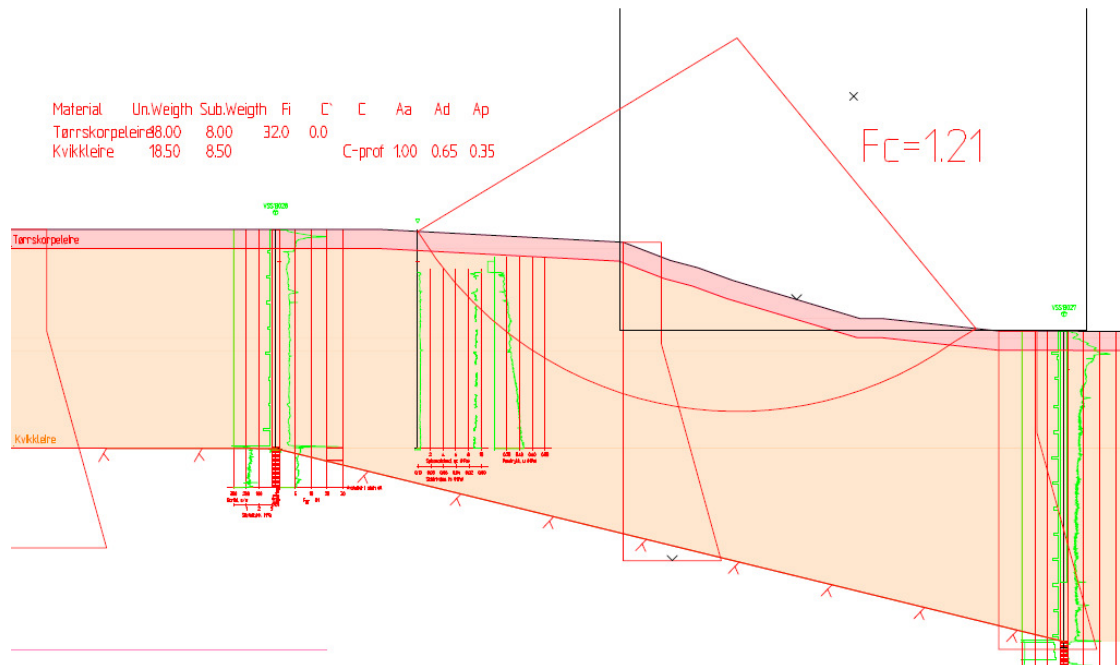


Figur 51: Innledende stabilitetsberegninger VSS13-10A – lang skråning

For stabilitetsberegninger ned mot Unnebergsbekken er det sett på ett snitt som går ned mot VSS13027. Det aktuelle snittet har en skråningshøyde på ca. 7 m, og skråningshelning 1:3 på det bratteste. Styrkeparametere er i hovedsak basert på treaksialforsøk på prøver fra VSS13027, og dernest tilpasset til  $s_{u,aktiv} = 0,3 \cdot p'_0$ . Den aktive skjærstyrken er derfor ikke redusert med 15 %. Som



illustrert i Figur 52 indikerer beregningen at sikkerheten mot utglidninger i bekkeskråningen er lavere enn gjeldende krav.



Figur 52: Innledende stabilitetsberegninger VSS13-10A - bekkedal

## 8.38 Faresone VSS13-10C

### 8.38.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger ved en bekk (Unnebergsbekken), med dyrka mark på begge sider av bekken.

Høyden på skråningene ned mot bekken er inntil ca. 12 m. Faresonen omfatter også en mer enn 30 m høy skråning som ligger lenger unna bekken.

Utførte grunnundersøkelser viser store dybder med antatt kvikkleire ned til berg. Største dybder til berg er påvist nord-vest i faresonen. Ved VSS13050, VSS13051 og VSS13025 er det på boret i berg hhv. 40 m, 40 m og 48 m under terreng. VSS13026, VSS13027, VSS13024 indikerer berg hhv. 18 m, 26 m, og 19 m under terreng. Det er utført tre trykksonderinger i faresonen (VSS13051, VSS13025 og VSS13027), og ved VSS13027 er det tatt opp en prøveserie.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) indikerer relativt lav mulighet for utvasket leire i området, men grunnundersøkelser har bekreftet at her er kvikkleire.

Lengde på løsneområdet er estimert å være 15 x skråningshøyden. Utløpsområdet vil følge bekken østover. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte med bekken nedover (3 x løsneområdet for kanalisert terreng).

### 8.38.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 3, høy faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 300 m vest for sonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	3	6	Over 30 m i deler av sonen
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	CPT og prøveserier viser tilnærmet normalkonsolidert leire
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Antar poreovertrykk pga. høye koller ovenfor løsnområdet. Registrert poreovertrykk i borpunkt på motsatt side av bekken
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Totalsonderinger og prøveserie viser stor mektighet av kvikkleire
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Basert på prøveserie ved VSS13027
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	Antar noe erosjon langs bekken. Bør undersøkes ved befaring.
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep observert
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		35	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		69	

Faregradsklasse

3

Figur 53: Vurdering av faregrad sone VSS13-10C

### 8.38.3 Stabilitetsvurderinger

Basert på innledende beregninger for skråning på sørsiden vurderes det som lite sannsynlig at kravet på 1,4 er tilfredsstillt for skråningene ned mot bekken.

## 8.39 Faresone VSS13-11

### 8.39.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et område med dyrka mark. Skråningshøyden for løsnområdet er antatt å være på 13 m. Skråningen har en helning på ca. 1:11.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonen, men det er registrert kvikkleire i borer ca. 300 m unna.

Lengde på løsnområdet er antatt å være lik 15 x skråningshøyden. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.39.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2	2	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 500 m nord-vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	13 m på det meste. Helning ca. 1:11
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løsnområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Slakt terreng ovenfor skråningen. Antar hydrostatisk trykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ukjent. Antar >H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Slakt jorde. Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antar ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

Figur 54: Vurdering av faregrad sone VSS13-11

### 8.39.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Høydeforskjellen i sonen er noe høyere, mens helningen er noe slakere. Det vurderes som sannsynlig at sonen tilfredsstillt kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Om Bane NORs krav på 1,6 er tilfredsstillt er mer usikkert.

## 8.40 Faresone VSS13-12

### 8.40.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning, og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde.

Skråningshøyden for løsneområdet er antatt å være 10 m. Skråningen har en helning på mellom 1:7 og 1:11.

Det er utført 2 totalsonderinger, 2 trykksonderinger, og 1 prøveserie i faresonen. Borprofil fra VSS13011 angir et ca. 2 m tykt lag med sand under et topplag av matjord. Under dette er det angitt leire som blir gradvis mer sensitiv med dybden. Fra 8-15 m dybde viser prøvene kvikkleire, med sensitivitet  $S_t > 100$ . Totalsondering VSS13011 indikerer kvikkleire videre ned til berg 20 m under terreng. VSS13012 er tatt øst i løsneområdet og viser et topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg 14 m under terreng.

Løsneområdet er avgrenset av berg i dagen øst for løsneområdet. Under det bebygde området i utløpssonen viser NGUs løsmassekart fyllmasser. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.40.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 1,5 km vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	10 m på det meste.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på borprofil fra VSS13011. Noe overkonsolidert.
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra kulle ovenfor løsneområdet. Ikke registrert overtrykk i borpunkt
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på borprofil fra VSS13011
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Basert på borprofil fra VSS13011
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep i løsneområdet
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

Figur 55: Vurdering av faregrad sone VSS13-12

### 8.40.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Helningen i sonen er noe brattere enn i typeberegningen, men tolket skjærfasthet fra trykksonderingene er høyere enn forutsatt i beregningen. Sonen tilfredsstillt muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillt.

## 8.41 Faresone VSS13-13 / NVE-sone 1212 Unneberg

### 8.41.1 Beskrivelse

Faresone VSS13-3 gjelder samme område som 1212 Unneberg fra NVEs kvikkleirekart. Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og hav-/fjordavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde.

Skråningshøyden for løснеområdet er antatt å være 20 m på det høyeste. Skråningen har en helning på mellom 1:9 til 1:12.

VSS13058 er tatt øst i løснеområdet og viser et topplag på 1 m over antatt kvikkleire ned til berg 13 m under terreng. Det er i tillegg utført en trykksondring ved VSS13058. VSS13020 som er tatt like nord for løснеområdet viser også et topplag på 1 m over antatt kvikkleire ned til berg på 13 m dybde. Totalsondering VSS13024 er tatt sør i utløpsområdet og indikerer kvikkleire ned til berg 19 m under terreng.

Lengde på løснеområdet er antatt å være lik 15 x skråningshøyden. Løснеområdet er avgrenset av berg i dagen i vest og i øst. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.41.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	2	2	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 500 m vest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Skråningshøyden er opp til 20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	CPT ved VSS13058
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
Undertrykk	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på VSS13020 og VSS13058
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep observert
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		19	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		37	

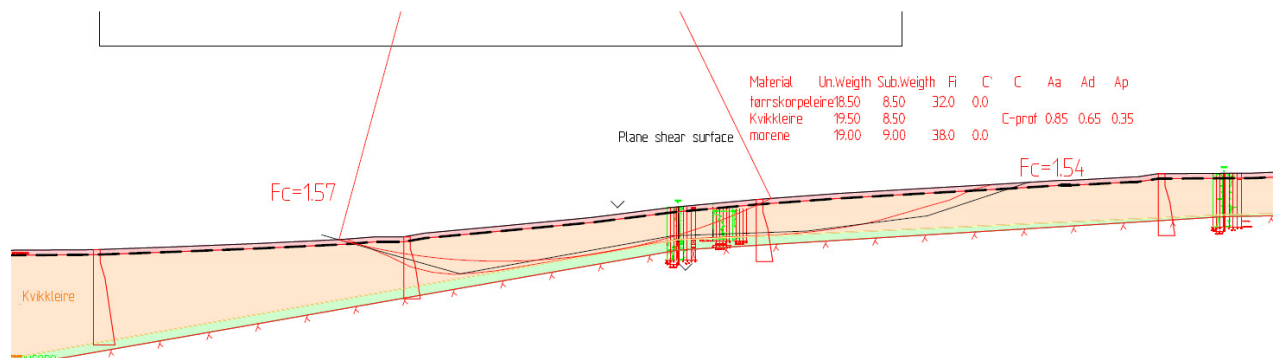
Faregradsklasse

2

Figur 56: Vurdering av faregrad sone VSS13-13

### 8.41.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført innledende stabilitetsberegninger for denne faresonen. Styrkeparametere er i hovedsak basert på tolkning av trykksondring VSS13058. Den aktive skjærstyrken er derfor redusert med 15 % i henhold til (1). Dersom jernbanen blir liggende i løснеområdet er kravet til sikkerhet 1,6. Basert på innledende grunnundersøkelser og beregninger er det usikkert om sikkerheten for dagens situasjon er høyere enn 1,6.



Figur 57: Innledende stabilitetsberegninger VSS13-13

## 8.42 Faresone VSS13-16

### 8.42.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser marin strandavsetning i hele faresonen.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i sonen. Totalsondering VSS13066, som ligger ca. 200 m øst for løснеområdet, indikerer sprøbruddmateriale fra ca. 2-6 m dybde.

Skråningshelning er ca. 1:10 og total høydeforskjell ca. 12 m. Lengde på løśnieområdet er antatt å være lik 15 x skråningshøyden. Løśnieområdet er avgrenset av bergkoller i øst og vest. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.42.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart over Sandefjord viser en skredgrop rett sør for Hjørtås, ca. 1 km sørvest for den aktuelle faresonen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	11 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ingen borer. Marin strandavsetning dekker sonen. Antar normalkonsolidert
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag øst og vest for løśnieområdet
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Usikkert. Antatt 4 m i VSS13066
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	forverring	Stor	Noe	Liten	0	0	
	-3	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen		
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

Figur 58: Vurdering av faregrad sone VSS13-16

### 8.42.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning i kapittel 7. Med konservative antakelser ligger sikkerheten for dette snittet på ca. 1,4.

## 8.43 Faresone VSS15-2A

### 8.43.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser marin strandavsetning i hele faresonen. Nord og øst for faresonen er det vist berg i dagen. Det er også observert berg i dagen øst for sonen. Historisk kart (27) viser at det tidligere var en bekk gjennom området, som nå antas å være lagt i rør.

Det er utført en totalsondering og trykksondering (VSS15002) ved jernbaneundergangen nedenfor faresonen. Sonderingen indikerer bløt, sensitiv leire til berg i ca. 11 m dybde. Tidligere undersøkelser utført av NSB og Statens vegvesen (14) viser at leira ved undergangen er kvikk, og at det er poreovertrykk i grunnen. Totalsondering og trykksondering (VSS15008) er utført ca. 200 m nordvest for undergangen. Sonderingen indikerer bløt, sensitiv leire til berg i ca. 17 m dybde. Statens vegvesen har tidligere utført grunnundersøkelser for å vurdere stabilitet av skjæringsskråning ved Kråkåsveien 1 (17), nederst i faresonen. Prøveserie tatt opp i skråningen viser masser som ligger på grensen til det som klassifiseres som sprøbruddmateriale. Prøveserie VSS15006 og VSS15007 er utført henholdsvis 300 m vest og 200 m nord for faresonen. Disse viser til dels masser som klassifiseres som sprøbruddmateriale, men med omrørt skjærfasthet større enn 1 kPa.

Gjennomsnittlig helning er ca. 1:10 og total høydeforskjell ca. 23 m. Ettersom prøveseriene i nærheten av sonen viser omrørt skjærfasthet større enn 1 kPa, er det antatt at det ikke er mulighet for et retrogressivt skred. Faresonen er derfor begrenset til områder med helning større enn 1:15, og utløpsområdet er antatt å kunne bli maksimalt 0,5 x lengden av løsneområdet.

### 8.43.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Skredgrop ca. 1,5 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	23 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt VSS15002
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Målinger Statens vegvesen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Antatt fra sondering VSS15008
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1	1	Basert på prøve ved kråkåsveien
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	-3	Lukking av bekk
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

Figur 59: Vurdering av faregrad sone VSS15-2A

### 8.43.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger. Statens vegvesen har tidligere utført stabilitetsberegninger for vegskjæring nederst i faresonen (17), og konkludert med at det er lav sikkerhet (<1,4).

Basert på utførte grunnundersøkelser i nærheten av faresonen, samt beregninger utført for sammenlignbare soner ved Sandefjord stasjon, vurderes det som sannsynlig at det er tilstrekkelig sikkerhet mot større utglidninger i faresonen. Det foreligger også en nylig vedtatt reguleringsplan for fylkesveg 251 nedenfor faresone VSS15-2A, og eventuelle områdestabilitetsproblemer burde ha blitt avdekket i arbeidet med denne reguleringsplanen.

## 8.44 Faresone VSS15-2B/NVE-sone 1220 Hasle østre

### 8.44.1 Beskrivelse

Dette er en tidligere kartlagt faresone, med sonenummer 1220 og faregrad lav. Løsmassekart viser marin strandavsetning i hele faresonen.

Det er utført en totalsondering, trykksondering og prøveserie i øvre del av faresonen (borpunkt VSS15007). Grunnen består av 1 m matjord/sand over leire til berg i 9 m dybde. Leira klassifiseres til dels som sprøbruddmateriale, men med omrørt skjærfasthet større enn 1 kPa.

Skråningshelningen varierer mellom ca. 1:10 og 1:15, og høydeforskjellen er ca. 20 m. Avgrensning av løsneområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Etersom omrørt skjærfasthet er større enn 1 kPa antas at leira ikke vil bli helt flytende i omrørt tilstand, og at det ikke er mulighet for en retrogressiv skredutvikling. På bakgrunn av dette er det vurdert at lengden av utløpsområdet for et potensielt skred vil være begrenset til maksimalt 0,5 x lengden av løsneområdet.

### 8.44.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Skredgrop ca. 1,5 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Ca. 20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt og ødometer VSS15007
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Basert på VSS15007
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	0	0	Basert på VSS15007
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i sonen. Ingen erosjon observert
Inngrep	3	forverring	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
Inngrep	-3	forbedring	Stor	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

### Figur 60: Vurdering av faregrad sone VSS15-2B

### 8.44.3 Stabilitetsvurderinger

Etersom utredningsområdet ligger utenfor faresonen er det ikke behov for å vurdere stabiliteten i skråningen. I en senere fase av prosjektet bør det vurderes å ta opp en ekstra prøveserie for å verifisere at omrørt skjærfasthet er større enn 1 kPa, og at et potensielt skred derfor vil ha begrenset utløpsdistanse.

## 8.45 Faresone VSS15-3

### 8.45.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser i hovedsak marin strandavsetning. Ved Gokstadveien, samt ved boligområdet i vest, er det vist fyllmasser. Sør for Øvre Gokstadvei er det en kulle som er markert som berg i dagen. Det er også observert berg i dagen ved Øvre Gokstadvei 9 og 25. Det er ingen vassdrag i faresonen.

Det er utført 3 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og 1 prøveserie i løsneområdet. Totalsondering VSS15009 indikerer leire til berg i 2,5 m dybde. VSS15010 indikerer sensitiv leire fra ca. 2 m dybde til berg i 11,7 m dybde. Trykksonderingen indikerer OCR mellom ca. 1,5 og 3. VSS15004 er utført på nedsiden av skråningen, og indikerer sensitiv leire fra ca. 2 m dybde til berg i 8,5 m dybde. Trykksonderingen indikerer tilnærmet normalkonsolidert leire. Prøveserien er utført i øvre del av faresonen (borpunkt VSS15010). Denne viser sprøbruddmateriale fra ca. 4 m dybde. Fra ca. 9 m til 11 m dybde er det kvikkleire.

I tillegg til grunnundersøkelser utført for prosjektet har vi fått kopi av tidligere grunnundersøkelser utført av vegvesenet (19). Undersøkelsene er utført i forbindelse med prosjektering av Gokstadveien, og består av 10 dreietrykksonderinger og 1 prøveserie i det aktuelle området. Boringene viser homogene grunnforhold, med ca. 2-3 m tørrskorpeleire over bløt, sensitiv leire.

Terrengnet stiger fra Gokstadveien i nord til Øvre Gokstadvei i sør. Høydeforskjellen er ca. 10-20 m, og helningen inntil ca. 1:6. Det er et boligområde i vestre del av sonen, og det er her terrenget har størst helning. Resten av faresonen er dyrket mark, med helning inntil ca. 1:8.

Antatt lengde av løснеområdet er basert på terrengkriterier og antatt/observert berg i dagen. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at leira vil bli helt flytende ved et skred, og skredmassen vil flyte mot fallende terreng i nordøst. Utløpslengden antas å bli maksimalt 1,5 x lengden av løснеområdet.

### 8.45.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Skredgrop ca. 2 km. unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	10-20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ødometer VSS15010
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe innvirkning fra høyde i bakkant. Ikke reg. overtrykk i borpkt
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Ca. 8 m i prøveserie
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSS15010
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i sonen
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep observert
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		19	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		37	

Faregradsklasse

2

**Figur 61: Vurdering av faregrad sone VSS15-3**

### 8.45.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer best med «Type 1 og type 4» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,4 og 1,2. Skråningshelningen i sonen er noe brattere enn i typeberegningene, men dybden til berg er mindre. Basert på foreliggende undersøkelser er det usikkert om NVEs krav om absolutt sikkerhet større enn 1,4 er tilfredsstillt.

## 8.46 Faresone VSS15-4

### 8.46.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser havavsetning i mesteparten av faresonen. Ved boligfeltet i vest er det vist fyllmasser og øverst i skråningen er det overgang til strandavsetning.

Det er utført en totalsondering, trykksondering og prøveserie i øvre del av faresonen (VSS15006). Grunnen består av leire til berg i 12,5 m dybde. Fra ca. 5 m dybde karakteriseres leira som sprøbruddmateriale. Omrørt skjærfasthet målt ved konusforsøk ligger mellom 1 og 2 kPa.

Skråningshelningen er ca. 1:10 og høydeforskjellen ca. 10 m. Avgrensning av løснеområdet er basert på terrengkriterier. Ettersom omrørt skjærfasthet er større enn 1 kPa antas at leira ikke vil bli helt flytende i omrørt tilstand, og at det ikke er mulighet for en retrogressiv skredutvikling. På bakgrunn av dette er det vurdert at lengden av utløpsområdet for et potensielt skred vil være begrenset til maksimalt 0,5 x lengden av løснеområdet.



### 8.46.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Skredgrop ca. 2 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Forsiktig antatt, ødometer VSS15006 indikerer høyere OCR
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Slakt terreng ovenfor løsneområdet. Antar hydrostatisk
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Prøveserie VSS15006
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	0	0	Prøveserie VSS15006
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum			51	34	16	0	11	
% av maksimal poengsum			100 %	67 %	33 %	0 %	22	

Faregradsklasse

1

**Figur 62: Vurdering av faregrad sone VSS15-4**

### 8.46.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Trykksondering og treaks i borpunkt VSS15006 viser imidlertid vesentlig høyere fasthet enn det som er lagt til grunn i typeberegningene. Sonen tilfredsstillende følger med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet større enn 1,4. I en senere fase bør det vurderes å utføre et ekstra borpunkt for å verifisere at VSS15006 er representativ for hele løsneområdet.

## 8.47 Faresone VSS15-5

### 8.47.1 Beskrivelse

Faresonen ligger syd for en tidligere kartlagt faresone med sonenummer 1221 og faregrad lav. Løsmassekart viser hav- og fjordavsetning i mesteparten av faresonen. Ved bebyggelsen i vest er det vist strandavsetning.

Det er utført en totalsondering og trykksondering ved Eikeveien (VSS15005) lengst nord i faresonen. Totalsonderingen indikerer sprøbruddmateriale under ca. 5 m dybde. Dybde til berg i borpunktet er 13,7 m. Mellom Eikeveien og Briskeveien er det tidligere utført totalsonderinger og skovlbøringer i 15 punkter (15). I tillegg er det satt ned 3 poretrykksmålere. Totalsonderingene indikerer at grunnen i hovedsak består av sensitiv leire. Dybde til berg og mektighet av antatt sensitive masser avtar mot eksisterende bebyggelse i vest. Poretrykksmålere indikerer grunnvannstand ca. 0,5 m under terreng.

Terrenget er jevnt stigende fra øst mot vest, med høydeforskjell ca. 12 m og gjennomsnittlig helning ca. 1:14. Utbredelse av løsneområdet er basert på terrengkriterier og antatt utstrekning av sprøbruddmateriale. På nedsiden av løsneområdet ligger et boligfelt med slak helning ned mot jernbanen i syd. Det er vurdert at lengden av utløpsområdet kan bli inntil 1,5 ganger lengden av løsneområdet, og nå omtrent ned til eksisterende jernbane.

### 8.47.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Skredgrop ca. 2 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	12 m, helning 1:14
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Tolkning av CPT VSS15005
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Målt poretrykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på totalsonderinger
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen vesentlige inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		11	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		22	

Faregradsklasse

1

Figur 63: Vurdering av faregrad sone VSS15-5

### 8.47.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 2 og Type 3» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,55 og 1,85. Det er også utført stabilitetsvurderinger i forbindelse med vedtatt reguleringsplan for utvidelse av gravlund på den aktuelle tomte (28), og konkludert med at områdestabiliteten er tilfredsstillende. Sonen tilfredsstillende følger med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4.

## 8.48 Faresone VSS16-1

### 8.48.1 Beskrivelse

Løsmassekart viser fyllmasser i hele faresonen. Sonen er avgrenset av bergkoller i øst, vest og nord. Høydeforskjellen er ca. 25 m og gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:10. Det er ingen vassdrag i faresonen.

Det er utført en totalsondering og trykksondering i nedre del av sonen (VSS16019), samt en totalsondering, trykksondering og prøveserie (VSS16001) ved jernbanen på nedsiden av faresonen. Sonderingene indikerer fyllmasser/tørreskorpe over bløt, sensitiv leire til berg i hhv. 8 og 18 m dybde. Prøveserien viser kvikkleire fra ca. 7 m dybde. Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser for planlegging av gang-/sykkelfelt i Dølabakken (16). Undersøkelsene bestod av 8 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og 1 prøveserie i faresonen. Disse undersøkelsene bekrefter at det er stor mektighet av sprøbruddmateriale/kvikkleire i faresonen.

Antatt utstrekning av løснеområdet er basert på terrenghelning og antatt/observert berg i dagen. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.48.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Rasgrop ca. 2,5 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Ca. 25 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt 16019 og 16001, samt ødometer 16001
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen, ikke registrert overtrykk i borpunkter
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Totalsonderinger og prøver
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserier
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i sonen
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antar ingen vesentlige inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

**Figur 64: Vurdering av faregrad sone VSS16-1**

### 8.48.3 Stabilitetsvurderinger

Norconsult har tidligere utført områdestabilitetsvurderinger på oppdrag fra Statens vegvesen (29). Det er utført stabilitetsberegninger og konkludert med at sikkerheten er større enn 1,4.

## 8.49 Faresone VSS16-2A/NVE-sone 1222 Sandefjordveien

### 8.49.1 Beskrivelse

Faresonen ligger innenfor en tidligere kartlagt faresone, med sonenummer 1222 og faregrad lav. Løsmassekart viser i hovedsak fyllmasser, med unntak av et område lengst nord hvor det er vist marin strandavsetning. Øst for sonen er det en kolle med berg i dagen (Mokollen). Sandefjordsveien ligger i en bekkedal, og bekken er lagt i rør.

Det er utført 5 totalsonderinger (VSS16009-16012 og -16021), 3 trykksonderinger og 2 prøveserier i søndre del av faresonen. Flere av sonderingene indikerer kvikkleire/sprøbruddmateriale. Prøveserie VSS16011 viser stor mektighet av kvikkleire. Statens vegvesen har tidligere utført grunnundersøkelser for planlegging av Sandefjordsveien (18). Enkelte av boringene på østsiden av veien, dvs. i den aktuelle faresonen, indikerer sprøbruddmateriale.

Fra boligområdet nedenfor Mokollen faller terrenget ned mot Sandefjordveien og Nedre Movei. Total høydeforskjell er ca. 15 m. Ned mot Nedre Movei i sør er det et parti med høydeforskjell ca. 10 m og gjennomsnittlig helning ca. 1:7. Mot Sandefjordsveien og Nedre Movei i vest er det områder med skråningshelning ca. 1:2. Utbredelse av løснеområdet er basert på terrengkriterier og observert berg i dagen. Løснеområdet samsvarer i stor grad med tidligere kartlagte faresone, men er redusert noe i sør basert på terrenghelning og boring VSS16013. Ettersom Sandefjordsveien ligger i dalbunnen er det valgt å dele tidligere kartlagte faresone i to, med en sone på hver side av veien. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp mot Sandefjordsveien i vest og mot eksisterende jernbane i sør.

Det bemerkes at de fleste av de gamle boringene langs Sandefjordsveien viser lite sensitive masser. Ettersom enkelte sonderinger indikerer sprøbruddmateriale, samt at det i liten grad er boret på siden av veien, er skråningene ned mot veien likevel vurdert som et potensielt fareområde.

### 8.49.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Rasgrop ca. 2,5 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Ødometer og cpt VSS16011
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Målinger Statens vegvesen
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	>20 m i VSS16011
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSS16011
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	2	-6	Bekkelukking og oppfylling i raviner
Sum		51	34	16	0		6	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		12	

Faregradsklasse

1

**Figur 65: Vurdering av faregrad sone VSS16-2A**

### 8.49.3 Stabilitetsvurderinger

Det antas at stabilitet av skrånningene ned mot Sandefjordsveien ble ivaretatt i prosjekteringen av veien. Sikkerheten tilfredsstillende ikke nødvendigvis dagens krav dersom det er kvikkleire i grunnen, men de fleste boringene indikerer lite sensitive masser. Det er imidlertid behov for supplerende grunnundersøkelser for å verifisere dette.

Som beskrevet over er det et område med høydeforskjell ca. 10 m og gjennomsnittlig helning ca. 1:7 ned mot Nedre Movei i sør. Nederst i dette området er det utført 2 trykksonderinger (VSS16011 og -16012) og 1 prøveserie (VSS16011). I øvre del av skrånningen er det større usikkerhet ved dybder til berg, mektighet av sprøbruddmateriale og fasthetsparametre. Det er utført en overslagsberegning basert på foreliggende grunnundersøkelser. Basert på denne vurderes det som sannsynlig at sikkerheten i dagens skrånning er større enn 1,4, men lite sannsynlig at den er høyere enn 1,6.

## 8.50 Faresone VSS16-2B/NVE-sone 1222 Sandefjordveien

### 8.50.1 Beskrivelse

Faresonen ligger innenfor en tidligere kartlagt faresone, med sonenummer 1222 og faregrad lav. Løsmassekart viser fyllmasser sør for krysset mellom Moveien og Sandefjordsveien, og marin strandavsetning nord for dette. Sandefjordsveien ligger i en bekkedal, og bekken er lagt i rør.

Det er utført 3 totalsonderinger rett sør for faresonen (VSS16013-16014 og -16022), og 2 trykksonderinger (16013 og 16022). Basert på totalsonderingene antas at det i hovedsak er lite sensitive masser ved disse borpunktene. Statens vegvesen har tidligere utført grunnundersøkelser for planlegging av Sandefjordsveien (18). Det er påvist sprøbruddmateriale i skrånningene vest for veien, men ingen av prøveseriene viser kvikkleire.

På vestsiden av Sandefjordsveien er det bratte skrånninger og støttemurer. Skråningshøyden er inntil ca. 10 m. Videre vestover er det slakere stigning, for det meste mindre enn 1:15. Utbredelse av løснеområdet er basert på terrengkriterier. Løснеområdet samsvarer med vestre del av tidligere kartlagte faresone. Det er valgt å dele tidligere kartlagte faresone i to, med en sone på hver side av Sandefjordveien. Ved vurdering av utløpsområde er det antatt at massene vil bli flytende ved omrøring, og at skredmasser vil følge Sandefjordsveien ned til dagens jernbanebru. Videre sørøver antas at skredmassene vil bre seg ut i mer åpent terreng.

Som beskrevet over er det påvist sprøbruddmateriale i prøveserier utført av Statens vegvesen, men ikke kvikkleire. Det er usikkert om det finnes masser med omrørt skjærfasthet mindre enn 1 kPa, og dermed om det er fare for et stort retrogressivt skred. Inntil det foreligger mer detaljerte undersøkelser er det valgt å definere løсне- og utløpsområde ut fra en antakelse om at det finnes slike masser i området.

### 8.50.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Rasgrop ca. 2,5 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Basert på cpt VSS16022
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Målinger Statens vegvesen
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Usikkert. Antar > H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1	1	Prøveserier Statens vegvesen
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	2	-6	Bekkelukking og oppfylling i raviner
Sum		51	34	16	0		4	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		8	

Faregradsklasse

1

Figur 66: Vurdering av faregrad sone VSS16-2B

### 8.50.3 Stabilitetsvurderinger

Det antas at stabilitet av skråningene ned mot Sandefjordsveien ble ivaretatt i prosjekteringen av veien. Sikkerheten tilfredsstiller ikke nødvendigvis dagens krav dersom det er kvikkleire i grunnen. Det er ikke registrert kvikkleire i tidligere boringer, men supplerende grunnundersøkelser er nødvendig for å verifisere dette.

## 8.51 Faresone VSS16-3/NVE-sone 1223 Åslyveien

### 8.51.1 Beskrivelse

Dette er en tidligere kartlagt faresone, med sonenummer 1223 og faregrad middels. Løsmassekart viser i hovedsak marin strandavsetning. Nederst i Åslyveien er det vist fyllmasser. Sonen er avgrenset av bergkoller i øst og vest.

Det er utført 3 totalsonderinger (VSS16004, -005 og 018), 3 trykksonderinger og 1 prøveserie i faresonen. I tillegg er det utført 2 totalsonderinger (VSS16002 og -003), 2 trykksonderinger og 1 prøveserie ved stasjonsområdet nedenfor faresonen. Alle sonderingene indikerer fyllmasser/tørreskorpe over sensitiv leire. Dybde til berg i borpunktene varierer mellom ca. 11 m og 19 m. Prøveserier viser kvikkleire fra ca. 5 m under terreng. I tillegg til grunnundersøkelsene beskrevet over har NGI tidligere utført to dreietrykksonderinger. Disse indikerer sensitiv leire til antatt berg i 10-16 m dybde.

Det er vurdert at en mindre utglidning i nedre del av faresonen kan bre seg bakover og utvikle seg til et stort skred. Total høydeforskjell er ca. 30 m. I nedre halvdel er gjennomsnittlig helning ca. 1:10, mens i øvre halvdel er gjennomsnittlig helning ca. 1:13. Avgrensning av løsnemrådet er basert på observert/antatt berg. Løsnemrådet er identisk med tidligere kartlagte faresone. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.51.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Rasgrop 2,5 km unna
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Ca. 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Forsiktig antatt (cpt+ødo. 16004 indikerer OCR mellom 1,5 og 2)
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen, ikke registrert overtrykk i borpunkter
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Totalsonderinger og prøver
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie 16004
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Ingen erosjon observert
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Antar ingen vesentlige inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

**Figur 67: Vurdering av faregrad sone VSS16-3**

### 8.51.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført innledende stabilitetsberegninger for denne sonen. Styrkeparametere er i hovedsak basert på tolkning av trykksonderinger, samt ett treksialforsøk. Beregningene viser at det er god sikkerhet for lange glideflater. Det er imidlertid funnet for lav sikkerhet i en lokalt brattere skråning ved Åslyparken 5 og 7. Høydeforskjellen i dette området er ca. 8 m, og gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:3. Det antas at en utglidning her vil kunne utvikle seg til et større retrogressivt skred.

Det er behov for supplerende grunnundersøkelser for å avklare om det er reel skredfare, og for å prosjektere eventuelle stabiliserende tiltak.

## 8.52 Faresone VSF11-1A

### 8.52.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU viser for denne sonen hovedsakelig hav- og fjordavsetninger med stor mektighet, og i tillegg marin strandavsetning helt i vest. Terrenget stiger mot vest, mellom ca. kote 24 og ca. kote 30. Det ligger en bekk ved tåen på skråningen og det flater noe ut på toppen mot vest. Høydeforskjellen for løsneområdet er på ca. 5 m og helningen er gjennomsnittlig 1:12.

Det er ikke utført grunnundersøkelser inni faresonen, men i 3 borhull i nærheten, VSF11003, VSF11004 og VSF11020. Det er utført totalt 3 totalsonderinger og 2 trykksonderinger. I tillegg er det tatt opp en prøveserie i VSF11003, plassert rett utenfor sonen. Gjennom laboratorieforsøk på denne prøveserien er det påvist kontinuerlig leirelag fra 3 m til ca. 25 m dybde og kvikkleire mellom 5 m og 16 m. Hele leirlaget har sensitivitet over 15 og omrørt skjærfasthet ligger under 1 for hele dybden. Ødometerforsøk og tolkning av trykksondering indikerer at det er lett overskonsolidert i toppen som går over mot normalkonsolidert fra ca. 8 m.

Utbredelse av løsneområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte med elven nedover inntil 3 ganger lengden på løsneområdet (kanalisert terreng).

### 8.52.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området, men et par km lenger syd er det registrert et løsmasseskred
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	ca. 5 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Normalkonsolidert i dybden
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen poretrykksmålere i området og ikke registrert artesisk trykk. Ingen høydedrag i nærheten. Antar hydrostatisk.
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ca. 20 m i VSF11003
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Sensitiviteten ligger hovedsakelig i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i skråningsfot. Lave skråninger. Antar litt erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		1	3	Eksisterende jernbane på fylling over bekken
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

Figur 68 Vurdering av faregrad sone VSF11-1A

### 8.52.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger spesifikt for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Skråningen kan sammenlignes med «Type 2» med helning på 1:12 og beregnet sikkerhet på drøyt 1,5, men skråningshøyden i den aktuelle faresonen er vesentlig mindre. Det vurderes som sannsynlig at NVEs krav på 1,4 er tilfredsstillt, men mer usikkert om Bane NORs krav på 1,6 er tilfredsstillt.

## 8.53 Faresone VSF11-1B

### 8.53.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser hav- og fjordavsetninger med stor mektighet i vest og marin strandavsetning i øst avgrenset mot berg i dagen. Terrenget stiger mot nordøst, mellom ca. kote 23 og ca. kote 32. Det ligger en bekk ved tåen på skråningen, og skråningen slaker ut mot øst fra ca. kote 30. Høydeforskjellen i den delen av skråningen med kritisk helning er på 6 m. Helningen varierer mellom ca. 1:9 på det bratteste og ca. 1:14 på det slakeste.

Det er ikke utført grunnundersøkelser inni faresonen, men i 3 borhull i nærheten, VSF11003, VSF11004 og VSF11020. Det er utført totalt 3 totalsonderinger og 2 trykksonderinger. I tillegg er det tatt opp en prøveserie i VSF11003, plassert litt nord for sonen. Gjennom laboratorieforsøk på denne prøveserien er det påvist kontinuerlig leirelag fra 3 m til ca. 25 m dybde og kvikkleire mellom 5 m og 16 m. Hele leirlaget har sensitivitet over 15 og omrørt skjærfasthet ligger under 1 for hele dybden. Ødometerforsøk og tolkning av trykksondering indikerer at det er lett overskonsolidert i toppen som går over mot normalkonsolidert fra ca. 8 m.

Utbredelse av løснеområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte med elven nedover inntil 3 ganger lengden på løснеområdet (kanalisert terreng).

### 8.53.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området, men et par km lenger syd er det registrert et løsmasseskred
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	CPT i VSF11020
Poretrykk	Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Ingen poretrykksmalere i området og ikke registrert artesiske trykk, antar hydrostatisk
		-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)			
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Høydeforskjellen er på ca. 6 m og kvikkleirelaget er ca. 10 m tykt
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Sensitiviteten ligger hovedsakelig i intervallet 30-100 (VSF11003)
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk nedenfor løsneområdet. Liten skråningshøyde. Antar litt erosjon
Inngrep	forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	Ingen inngrep
		-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

## Figur 69 Vurdering av faregrad sone VSF11-1B

### 8.53.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger spesifikt for denne faresonen, men basert på de generelle beregningene beskrevet i kapittel 7 er det vurdert som sannsynlig at sikkerheten er minst 1,4. Det antas at skråningen, med ca. 6 m skråningshøyde og helning 1:9 på det bratteste, kan sammenlignes med «type 1» i kapittel 7.

## 8.54 Faresone VSF11-2A

### 8.54.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak marin strandavsetning avgrenset mot berg. I nordre del av sonene, ved foten av løsneområdet er det i tillegg vist hav- og fjordavsetning med stor mektighet. Faresonen omslutter delvis et område med berg i dagen, på nordsiden og østsiden. I tillegg til at terrenget stiger mot dette området, heller det noe mot sydøst. Laveste punkt i løsneområdet ligger lengst syd på ca. kote 26 og høyeste punkt ligger i nordøstre del av sonen, mot berget, på ca. kote 38. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom 6 og 10 m og helningen varierer mellom ca. 1:4 på det bratteste og ca. 1:10 på det slakeste.

Det er utført grunnundersøkelser i 2 borhull, VSF11008 og VSF11009, i eller ved faresonen. Totalt er det utført 2 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og tatt opp en prøveserie. VSF11009 ligger rett ved foten av løsneområdet og VSF11008 rett utenfor antatt utløpsområde. Begge totalsonderingene viser liten eller ingen motstand i dybden. Prøveserien er tatt opp i VSF11008. I denne er det i laboratoriet påvist kvikkleire fra ca. 3 m dybde og ned til ca. 14 m der serien slutter. Omrørt skjærfasthet er under 1 kPa og sensitiviteten over 15 for hele dybden. Fra ødometerforsøket kombinert med tolkning av CPTU ser det ut til at det er overkonsolidert i toppen, men at det går mot normalkonsolidert ved ca. 11 m dyp.

Løsneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helningen er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Utløpsområdet er en blanding av åpent og kanalisert landskap. Det antas at leiren vil bli helt flytende ved et skred og der utløpsområdet møter bekken antas det at skredmassene vil flyte med bekken nedover inntil 3 ganger lengden på løsneområdet.

### 8.54.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.



Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er registrert et uspesifisert løsmasseskred her i 2015 Trolig en liten utglidning i jernbanefylling
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6-10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Normalkonsolidert i dybden
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Kolle ovenfor løsneområdet. Registrert artesisk trykk i VSF11009. Antar noe poreovertrykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Kvikkleiremektighet minimum 11 m, høydeforskjell maksimalt 10 m.
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Sensitiviteten ligger i hovedsak høyere enn 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Antar liten erosjon. Bekken ligger et stykke utenfor løsneområdet
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		25	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		49	

Faregradsklasse

2

## Figur 70 Vurdering av faregrad sone VSF11-2A

### 8.54.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Da slakeste helning for løsneområdet er 1:10, og høydeforskjellen varierer mellom 6 og 10 m. Sammenlignet med «Type 1», vurderes det at sikkerheten trolig ikke er tilstrekkelig og antatt under 1,4.

## 8.55 Faresone VSF11-2B

### 8.55.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak marin strandavsetning avgrenset mot berg i vest og hav- og fjordavsetning med stor mektighet langs elven i øst. Faresonen strekker seg et godt stykke sydover, utenfor utredningsområdet, og det er fokusert her på den nordligste delen som ligger innenfor utredningsområdet. Hele sonen er tegnet opp i vedlegget. Terrengtet i den aktuelle delen stiger fra elven i øst på ca. kote 26 opp mot berget i vest på ca. kote 35. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 7 m og 9 m og helningen varierer mellom 1:8 og 1:12.

Det er utført grunnundersøkelser i 2 borhull, VSF11008 og VSF11009, i nærheten av faresonen. Totalt er det utført 2 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og tatt opp en prøveserie. Begge hullene ligger øst for utløpsområdet, på motsatt side at bekken, og begge totalsonderingene viser liten eller ingen motstand i dybden. Prøveserien er tatt opp i VSF11008. I denne er det i laboratoriet påvist kvikkleire fra ca. 3 m dybde og ned til ca. 14 m der serien slutter. Omrørt skjærfasthet er under 1 kPa og sensitiviteten over 15 for hele dybden. Fra ødometerforsøket kombinert med tolkning av CPTU ser det ut til at det er overkonsolidert i toppen, men at det går mot normalkonsolidert ved ca. 11 m dyp.

Løsneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte med elven nedover inntil 3 ganger lengden på løsneområdet (kanalisert terreng).

### 8.55.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er registrert et uspesifisert løsmasseskred her i 2015 Trolig en liten utglidning i jernbanefylling
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	7-9 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Normalkonsolidert i dybden
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Kolle ovenfor løsneområdet. Registrert artesisk trykk i VSF11009. Antar noe poreovertrykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Kvikkleiremektighet minimum 11 m, høydeforskjell maksimalt 9 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Sensitiviteten ligger i hovedsak høyere enn 100
Erosjon	3	Aktivglidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Noen steder ligger bekken helt i skråningsfot. Antar litt erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		25	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		49	

Faregradsklasse

2

## Figur 71 Vurdering av faregrad sone VSF11-2B

### 8.55.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 7 m og 9 m og helningen varierer mellom 1:8 og 1:12. Skråningen kan sammenlignes med «Type 1», men med noe mindre høydeforskjeller. Sonen tilfredsstiller muligens kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det vurderes som sannsynlig at dette ikke vil være tilfredsstillt.

## 8.56 Faresone VSF11-2C

### 8.56.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser at det i løsneområdet i hovedsak er marin strandavsetning avgrenset mot berg. I utløpsområdet er det hav- og fjordavsetning med stor mektighet. Terrenget stiger i hovedsak fra dagens jernbane på ca. kote 30 og svakt sydøst opp mot berg i dagen på ca. kote 38. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom 5 m og 8 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:6 på det bratteste og 1:12 på det slakeste

Det er ikke utført grunnundersøkelser i faresonene, men det er utført i 3 borhull et lite stykke unna (VSF11008, VSF11009 og VSF11010). Totalt er det utført 3 totalsonderinger, 3 trykksunderinger og tatt opp en prøveserie. Soneringene er spredt på både øst- og vestsiden av faresonen og alle soneringene viser liten eller ingen motstand i dybden. Prøveserien er tatt opp i VSF11008 som ligger nord for sonene. I denne er det i laboratoriet påvist kvikkleire fra ca. 3 m dybde og ned til ca. 14 m der serien slutter. Omrørt skjærfasthet er under 1 kPa og sensitiviteten over 15 for hele dybden. Fra ødometerforsøket kombinert med tolkning av CPTU ser det ut til at det er overkonsolidert i toppen, men at det går mot normalkonsolidert ved ca. 11 m dyp.

Løsneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet (åpent terreng).

### 8.56.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er registrert et uspesifisert løsmasseskred her i 2015 Trolig en liten utglidning i jernbanefylling
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-8 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Normalkonsolidert i dybden
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	2	6	Kolle ovenfor løsneområdet. Registrert artesisk trykk i VSF11009. Antar noe poreovertrykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Kvikkleiremektighet minimum 11 m, høydeforskjell maksimalt 8 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Sensitiviteten ligger i hovedsak høyere enn 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		22	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		43	

Faregradsklasse

2

## Figur 72 Vurdering av faregrad sone VSF11-2C

### 8.56.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom 5 m og 8 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:6 på det bratteste og 1:12 på det slakeste. Skråningen kan vanskelig sammenlignes med snittene i de typiske beregningene, men antatt å være lavere enn 1,4 for deler av skråningen.

## 8.57 Faresone VSF11-3A

### 8.57.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak marin strandavsetning avgrenset mot berg for løsneområdet med hav- og fjordavsetning med stor mektighet i kanten av utløpsområdet. Terrenget stiger fra sydvest mot nordøst med foten av skråning på ca. kote 25 og topp på ca. kote 31. Høydeforskjellen for løsneområdet ligger på ca. 6 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:10 på det bratteste og 1:15 på det slakeste.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull i relativ nærhet til faresonen, 2 ved skråningstopp (VSF11010 og VSF11025) og én rett utenfor utløpsområdet (VSF11021). Det er totalt utført 3 totalsonderinger og 3 trykksonderinger. Totalsonderingene har noe forskjellig tendenser. I VSF11010 er det registrert liten til ingen motstand ned til antatt berg på ca. 13 m dyp, i VSF11025 er totalmotstanden større, men motstanden har ingen økning fra ca. 2 m dyp og ned til berg på ca. 12 m. I VSF11021 ved bunn av sonen ser det ut til at det sensitive laget først starter på 8 m dyp og med ca. 4 m mektighet. Antatt berg ligger her på 34 m. Tolkning av trykksonderingene i VSF11010 og VSF11021 tilsier at leiren er svakt overkonsolidert i hele dybden, mens tolkningen i VSF11025 viser normalkonsolidert leire i dybden.

Løsneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, de deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet (åpent terreng).

### 8.57.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert akkurat her, men noe lenger nord er det registrert et løsmasseskred
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Antar at OCR ligger i dette intervallet basert på CPTU
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen poretrykksmålere i området
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		og ikke registrert artesiske trykk, antar hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Høydeforskjell på 6 m og kvikkleiremektighet på antatt 4 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Sensitiviteten ligger hovedsakelig i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		13	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		25	

Faregradsklasse

1

### Figur 73 Vurdering av faregrad sone VSF11-3A

#### 8.57.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løsnemrådet ligger på ca. 6 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:10 på det bratteste og 1:15 på det slakeste. Sammenlignet med beregninger av «Type 1», antas det at sikkerheten er noe bedre enn 1,4.

### 8.58 Faresone VSF11-3B

#### 8.58.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak marin strandavsetning avgrenset mot berg for løsnemrådet med hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra vest mot øst med foten av skråning mellom ca. kote 19 og ca. kote 24. Skråningstopp varierer mellom ca. kote 25 og ca. kote 36. Høydeforskjellen for løsnemrådet varierer mellom 5 m og 13 m. Terrenghelningen er for mesteparten av sonen 1:5, men går opp mot 1:11 på det slakeste.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull innenfor faresonen (JBV\_H6 fra tidligere, VSF11012 og VSF11026). Totalt er det utført 3 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og tatt opp en prøveserie. JBV\_H6 ligger ved bekken ved utkanten av utløpsområdet og totalsonderingen her viser leire over berg på ca. 31 m med mulig sprøbruddmateriale mellom ca. 1,5 m og 4 m. VSF11012 ligger lenger nord, men også ved bekken ved utkanten av utløpsområdet og totalsonderingen her viser liten til ingen motstand mellom 2 m og 8 m dyp med berg på ca. 34 m. Den siste totalsonderingen, i VSF11026, viser berg på ca. 3 m dyp og ingen tendens til sprøbrudd. Denne ligger ved toppen av løsnemrådet. Det er tatt opp en prøveserie i VSF11012 og det er i laboratoriet påvist sprøbruddmateriale fra ca. 2 m til ca. 16 m, med kvikkleire mellom 3 m og 7 m. Omrørt skjærstyrke er under 1 kPa mellom ca. 2,5 m og 7,5 m med sensitivitet over 15. I henhold til ødometerforsøket er leiren her normalkonsolidert, mens tolkning av CPTU viser en noe overkonsolidert leire med OCR på rundt 2.

I nordlig del av sonen er løsnemrådet for faresonen begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Noe lenger syd er utbredelse av løsnemrådet for faresonen basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistans på 15 ganger skråningshøyden. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsnemrådet (åpent terreng).

### 8.58.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert akkurat her, men noe lenger nord er det registrert et løsmasseskred
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-13 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Antar at OCR ligger i dette intervallet basert på CPTU
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ingen poretrykksmålere i området og ikke registrert artesiske trykk, antar noe påvirkning fra bergkolle ovenfor deler av løseområdet
Overtrykk, kPa								
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt minst 6 m i VSF11012
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Sensitiviteten ligger hovedsakelig i intervallet 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i løseområdet. Liten bekk i utløpsområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	forverring	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

### Figur 74 Vurdering av faregrad sone VSF11-3B

### 8.58.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løseområdet varierer mellom 5 m og 13 m. Terrenghelningen er for mesteparten av sonen 1:5, men går opp mot 1:11 på det slakeste. Siden det generelt er bratt i løseområdet, antas det at sikkerheten for deler av sonen kan være under 1,4.

## 8.59 Faresone VSF11-4

### 8.59.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak hav- og fjordavsetning med stor mektighet, men med marin strandavsetning i deler av løseområdet. Terrengstiger fra nordvest mot sydøst med foten av skråning på ca. kote 23 og skråningstopp varierer på ca. kote 31. Høydeforskjellen for løseområdet ligger på ca. 8 m. Terrenghelningen ligger på ca. 1:10.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull i nærheten av faresonen, 2 i utkanten av løseområdet (VSF11013 og VSF11014) og en litt nord for utløpsområdet (VSF11022). Det er utført 3 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og tatt opp en prøveserie. Sonderingene har noe forskjellig tendenser. I det sydligste borpunktet, VSF11014, viser totalsonderinger liten til ingen motstand fra ca. 3 m og ned til antatt berg på ca. 11 m. For VSF11013 som er tatt rett i nærheten, bare litt lenger nord, er det registrert totalt mer motstand, men synkende fra ca. 1,5 m og ned til antatt berg på ca. 6 m. I VSF11022 er det også registrert liten motstand, men ikke nødvendigvis så mye kvikkleire. Det er tatt opp en prøveserie i VSF 11014 og det er i laboratoriet påvist kvikkleire fra 4 m til ca. 9 m og sprøbruddmateriale i hele dybden. Omrørt skjærstyrke er under 1 kPa fra ca. 2 m og sensitiviteten er over 15 i hele dybden. Ødometerforsøk tatt på 7 m dybde tilsier at leiren er normalkonsolidert med noe aging, mens tolkning av CPTU viser at den er noe overkonsolidert med OCR på mellom 1,5 og 2 fra 7 m og ned til antatt berg.

Løseområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, de deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løseområdet (åpent terreng). Dette er begrenset der terrenget stiger.

### 8.59.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert akkurat her, men noe lenger nord er det registrert et løsmasseskred
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 8 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på CPTU-tolkning og ødometer
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen poretrykksmålere i området og ikke registrert artesiske trykk.
Overtrykk, kPa								Ingen høydedrag i nærheten.
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		Antar hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Høydeforskjell på 8 m og kvikkleiremektighet på antatt 6 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Sensitiviteten er hovedsakelig over 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag i løsneområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Eksisterende jernbane tilnærmet i terreng
forverring								
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

### Figur 75 Vurdering av faregrad sone VSF11-4

#### 8.59.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Skråningen kan sammenlignes med «Type 1» men med 2 m lavere skråningshøyde. Eksisterende jernbanefyllingen i bunn av skråningen har trolig gunstig effekt på sikkerheten, som er vurdert å ligge på 1,4 eller noe høyere.

## 8.60 Faresone VSF12-1

### 8.60.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser i hovedsak hav- og fjordavsetning med stor mektighet, men med marin strandavsetning i deler av løsneområdet. Terrenget stiger fra sydøst nordvest mot nordvest med foten av skråning mellom ca. kote 24 og ca. kote 29 og skråningstopp på ca. kote 34. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 5 m og ca. 10m. Terrenghelningen ligger på ca. 1:10.

Det er utført grunnundersøkelser i 4 borhull i eller i nærheten av faresonen. Totalt er det utført totalsonderinger, 4 trykksonderinger og tatt opp en prøveserie. Borhullene dekker skråningstopp (VSF12003), skråningsfot (VSF12004) og ytterkant av utløpsområdet (VSF12001 og VSF12002). Totalsonderingen i VSF12003 viser at det er grunt til berg med mulighet for noe bløt leire rett over berg. De andre totalsonderingene viser enten avtagende motstand med dybden eller liten til ingen motstand i stort sett hele dybden. Berg er her registrert på 10 m ved skråningsfot og over 20 m ved utkanten av utløpsområdet. Prøveserien er tatt i VSF12001 og i laboratoriet er det påvist sprøbruddmateriale fra 3 m under terreng og kvikkleire fra 4 m dybde og nedover. Omrørt skjærstyrke er under 1 kPa og sensitiviteten er over 15 fra ca. 3 m og nedover. Tolkning av CPTU viser at prøveserien er noe overkonsolidert i øverste del, men blir normalkonsolidert med OCR på mellom 1 og 1,5 fra ca. 5,5 m og ned til antatt berg.

Utbredelse av løsneområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt

flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løснеområdet (åpent terreng). Dette er begrenset der terrenget stiger.

### 8.60.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Basert på tolkning av CPTU velges mest konservative score
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Registrert artesisk trykk i
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		VSF12001. Antar et lite overtrykk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Høydeforskjell på maks 10 m og registrert ca. 14 m kvikkleire på det meste
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Sensitivitet ligger over 100 i dybden
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
forverring								
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		18	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		35	

Faregradsklasse

2

Figur 76 Vurdering av faregrad sone VSF12-1

### 8.60.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Skråningen kan sammenlignes med «Type 1» med beregnet sikkerhet på 1,4.

## 8.61 Faresone VSF12-2A

### 8.61.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i deler av løснеområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra øst mot vest med foten av skråning på ca. kote 21 og skråningstopp mellom ca. kote 30 på det laveste og ca. kote 38 på det høyeste. Høydeforskjellen for løśnieområdet varierer mellom ca. 10 m og 17 m. Terrenghelningen ligger på ca. 1:7.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull i faresonen. Totalt er det utført 3 totalsonderinger, 2 trykksonderinger og en prøveserie. Alle de 3 borhullene, VSF12005-VSF12007 ligger rett ved skråningsfoten. VSF12005 ligger lengst nord og totalsonderingen viser liten til ingen motstand fra terreng og faste masser fra ca. 8 m dyp. Her er det ikke registrert berg. Totalsonderingen i VSF12006, som ligger sydøst for VSF12005, viser liten til ingen motstand fra terreng og ned til faste masser fra ca. 26 m. Berg er registrert på ca. 29 m. VSF12007 ligger lengst syd og totalsonderingen viser liten til ingen motstand over friksjonsmasser fra ca. 16 m. Det er boret 34 m uten bergpåvisning. Prøveserien er utført i borpunkt VSF12006 og viser at det er sprøbruddmateriale fra ca. 2 m med kvikkleire fra ca. 3 m og ned til slutten av prøveserien på ca. 20 m. Tolkning av CPTU viser at leiren er noe overkonsolidert, mens ødometerforsøk utført på prøveserien viser overkonsolidering i toppen og normalkonsolidering fra ca. 6 m og videre ned i dybden med OCR på ca. 1,2.

Løśnieområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte med elven nedover inntil 3 ganger lengden på løśnieområdet (kanalisert terreng).

### 8.61.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Opptil 17 m høydeforskjell
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Baseres på ødometerforsøk
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar noe påvirkning fra høydedrag ovenfor sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Over 20 m kvikkleire, høydeforskjell maks 17 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSF12006
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		18	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		35	

Faregradsklasse

2

### Figur 77 Vurdering av faregrad sone VSF12-2A

#### 8.61.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Terrenghelningen for løснеområdet ligger på 1:7 og er hovedsakelig brattere enn 1:10. Dette sammen med høydeforskjeller på 10-17 m, gir grunnlag for å anta at sikkerheten kan være vesentlige lavere enn 1,4.

## 8.62 Faresone VSF12-2B

### 8.62.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løśnieområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra vest mot øst med foten av skråning mellom ca. kote 15 og ca. kote 20. Skråningstopp varierer mellom ca. kote 24 og ca. kote 29. Høyde forskjellen for løśnieområdet varierer mellom ca. 5 m og ca. 20 m. Terrenghelningen varierer mellom ca. 1:3 på det bratteste og ca. 1:6 på det slakeste.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull enten innenfor eller rett i nærheten av faresonen, 2 i syd og 1 i nord. Totalt er det utført 3 totalsonderinger, 3 trykksonderinger og tatt opp en prøveserie. Totalsonderingene i de to sydlige borhullene viser leire med økende motstand i dybden. Det ene borhullet, VSF12008, ligger rett innenfor kanten på antatt utløpsområde og det er boret ca. 19 m uten påvisning av berg. VSF12009 har en totalt større motstand enn VSF12008 og er boret ned til berg på ca. 65 m dybde. I borhullet i nord, VSF12005, viser totalsonderingen leire med liten til ingen motstand over faste masser fra ca 8 m dyp. Sonderingen er avsluttet uten påvisning av berg. Prøveserien er tatt i VSF12009 hvor det ikke er påvist kvikkleire. Tolkning av CPTU og ødometerforsøk utført på prøveserien i VSF12009 viser at prøveserien er normalkonsolidert med OCR på ca. 1,1. I VSF12005 gir derimot en tolkning av CPTU en overkonsolidering i toppen og ned til ca. 5,5 m. Klassifiseringen av denne sonen baserer seg i hovedsak på sonderingen i nord, VSF12005, som ligger nærmere selve løøgneområdet.

Løøgneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løøgneområdet (åpent terreng).



### 8.62.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Opptil 20 m høydeforskjell
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Mest konservativt
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar noe påvirkning fra høydedrag ovenfor sonen
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Rundt 5 m kvikkleire i VSF12005 og høydeforskjell på rundt 10 m i dette området
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ingen prøveserie der det er antydning kvikkleire og antar derfor sensitivitet mellom 30 og 100
Erosjon	3	Aktivglidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
		forverring						
		forbedring						
Sum		51	34	16	0		19	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		37	

Faregradsklasse

2

### Figur 78 Vurdering av faregrad sone VSF12-2B

#### 8.62.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Terrenghelningen for løснеområdet er brattere enn 1:6 og med varierende høydeforskjeller. Det kan ikke utelukkes at sikkerheten er lavere enn 1,4. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale i sonen.

## 8.63 Faresone VSF12-2C

### 8.63.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løśnieområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra vest mot øst med foten av skråning på ca. kote 20 og skråningstopp på ca. kote 35. Høydeforskjellen for løśnieområdet er på ca. 15 m og terrenghelningen ligger på ca. 1:7.

Det er utført grunnundersøkelser i 2 borhull i eller i nærheten av faresonen, et ved skråningstopp (VSF12003) og et ved skråningsfot (VSF12005). Totalt er det utført 2 totalsonderinger og 2 trykksonderinger. Totalsonderingen i VSF12003 viser at det er grunt til berg med mulighet for noe bløt leire rett over berg, men totalsonderingen i VSF12005 viser liten til ingen motstand over faste masser fra ca 8 m dyp. Sonderingen er avsluttet uten påvisning av berg. Tolkning av CPTU viser at prøveserien er noe overkonsolidert i øverste del, men blir normalkonsolidert med OCR på mellom 1 og 1,5 fra ca. 5,5 m.

Utbredelse av løśnieområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte med elven nedover inntil 3 ganger lengden på løøgneområdet (kanalisert terreng).

### 8.63.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Ca. 15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Basert på tolkning av CPTU
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar ingen påvirkning fra høydedrag på siden av løseområdet, og hydrostatisk trykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Antatt 6 m kvikkleire og høyde 15 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Basert på prøveserie noe lenger syd
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3		Noe	Liten				
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

### Figur 79 Vurdering av faregrad sone VSF12-2C

#### 8.63.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Terrenghelningen for løseområdet ligger på rundt 1:7 med høydeforskjell på ca. 15 m. Sammenlignet med stabilitetsberegninger «Type 1» og «Type 4», er det vurdert som sannsynlig at sikkerheten er lavere enn 1,4.

## 8.64 Faresone VSF12-3A

### 8.64.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i øvre del av løseområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i resten av sonen. Terreng stiger fra øst mot vest med foten av skråningen mellom ca. kote 22 og ca. kote 25. Skråningstopp ligger mellom ca. kote 31 og ca. kote 34 og høydeforskjellen for løseområdet er på ca. 9 m. Terrenghelningen varierer mellom ca. 1:6 og ca. 1:9.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull i eller i nærheten av faresonen. Totalt er det utført 3 totalsonderinger, 1 trykksone og 1 prøveserie. Det ene borhullet er utført tidligere og ligger helt i kanten på utløpsområdet (JBV\_H14). Totalsonderingen her antyder opp mot 8 m sprøbruddmateriale fra ca. 2 m under terreng. VSF12032 ligger vest for sonen og viser kvikkleire fra ca. 5 m til 20 m dybde. VSF12031 ligger øst for sonen og totalsonderingen her viser løsmasser med økende motstand med dybden ned til faste masser fra ca. 46 m. Det er ikke registrert berg her. Tolking av trykksone i VSF12031 antyder at leiren er noe overkonsolidert med OCR over 1,5 for hele dybden. I VSF12032 antyder tolking av trykksone at leiren er overkonsolidert med OCR over 1,5 ned til ca. 12 m og deretter normalkonsolidert.

Løseområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løseområdet (åpent terreng).

### 8.64.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ca. 9 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Mest konservativt fra tolket CPTU
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar ingen påvirkning fra høyde i vest, og hydrostatisk poretrykk
Overtrykk, kPa								
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt 8 m i JBV_H14
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Basert på prøveserie VSF12032
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	forverring	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

### Figur 80 Vurdering av faregrad sone VSF12-3A

### 8.64.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løснеområdet er på ca. 9 m, og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:6 og ca. 1:9. Sammenlignet med beregninger «Type 1», vurderes det som sannsynlig at sikkerheten er lavere enn 1,4.

## 8.65 Faresone VSF12-3B

### 8.65.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i stort sett hele sonen med torv i nordøstre del av utløpsområdet. Terreng stiger fra nord mot syd med foten av skråningen på ca. kote 29 og skråningstopp mellom ca. kote 34 og ca. kote 36. Høydeforskjellen for løśnieområdet varierer mellom ca. 5 m og ca. 7 m. Terrenghelningen varierer mellom ca. 1:4 og ca. 1:15.

Det er utført grunnundersøkelser i et borhull i faresonen, VSF12032, med en totalsondering og en trykksondering. Totalsonderingen antyder bløt leire ca. 2 m under terreng og 3 m ned. Videre i dybden er det fra trykksonderingen fremtolket siltig leire som kan være et sprøbruddmateriale. Tolkningen av trykksonderingen antyder at leiren er overkonsolidert med OCR over 1,5 ned til ca. 12 m og deretter normalkonsolidert.

Løśnieområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løøgneområdet (åpent terreng).

### 8.65.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-7 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Mest konservativ tolket fra CPTU
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar ingen påvirkning fra høyde i vest, og hydrostatisk poretrykk
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Minst 15 m i VSF12032
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSF12032
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk/grøft i jordekant. Antar ingen erosjon
Inngrep	forverring	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

**Figur 81** Vurdering av faregrad sone VSF12-3B

### 8.65.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løснеområdet varierer mellom ca. 5 m og ca. 7 m. Terrenghelningen varierer mellom ca. 1:4 og ca. 1:15. Sammenlignet med beregninger er det vurdert at sikkerheten for deler av sonen kan være under 1,4.

## 8.66 Faresone VSF12-3C

### 8.66.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løśnieområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrengstiger fra syd mot nord med foten av skrånningen på ca. kote 24 og skråningsstopp mellom ca. kote 30 og ca. kote 33. Høydeforskjellen for løøgneområdet varierer mellom ca. 6 m og ca. 9 m. Terrenghelningen varierer mellom ca. 1:7 og ca. 1:11.

Det er utført grunnundersøkelser i 4 borhull i nærheten av faresonen. Totalt er det utført 4 totalsonderinger, en trykksondering og tatt opp en prøveserie. Tre av totalsonderingene er utført tidligere (JBV\_H14, JBV\_H15 og JBV\_H16). JBV\_H14 i nord for sonen, på andre siden av en bergknaus, og totalsonderingen antyder inntil 8 m med kvikkleire fra ca. 2 m under terreng. JBV\_H15 og JBV\_H16 ligger øst for sonen, den ene rett utenfor utløpsområdet og den andre lenger øst, og begge totalsonderingene viser økende motstand med dybden. Det siste borhullet, VSF12032, ligger nord for sonen og totalsonderingen her viser ca. 3 m kvikkleire fra 2 m under terreng. Videre i dybden er det fra trykksonderingen fremtolket siltig leire som kan være et sprøbruddmateriale. Prøveserien er tatt opp i JBV\_H16 borprofilen viser siltig leire med sprøbruddegenskaper i dybden, mellom 10 m og 14 m under terreng. Trykksonderingen er utført i VSF12032 og tolkningen antyder at leiren er overkonsolidert med OCR over 1,5 ned til ca. 12 m og deretter normalkonsolidert.

Løøgneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 3 ganger lengden på løøgneområdet (kombinasjon av åpent og kanalisert terreng).

### 8.66.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6-9 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Mest konservativt tolket fra CPTU
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar ingen påvirkning fra høyde i vest, og hydrostatisk poretrykk
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Minst 15 m i VSF12032
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSF12032
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk i utløpsområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	forverring	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	forbedring	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

Figur 82 Vurdering av faregrad sone VSF12-3C

### 8.66.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 6 m og ca. 9 m, og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:7 og ca. 1:11. Basert på beregninger vurderes det at sikkerheten kan være lavere enn 1,4.

## 8.67 Faresone VSF12-4

### 8.67.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsneområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra nord mot syd og vrir seg østover rundt en kolle. Skråningsfot ligger på ca. kote 36 og skråningstopp på ca. kote 51. Høydeforskjellen for løsneområdet er på ca. 15 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:9 og ca. 1:15.

Det er utført grunnundersøkelser i et borhull som ligger i utløpsområdet for faresonen, VSF12026, der det er utført en totalsondering som viser liten motstand med antydning til synkende motstand med dybden fra ca. 1 m under terreng og ned til antatt berg på ca. 12 m. Det er også utført en trykksunderingen i dette hullet og tolkningen antyder at leiren er overkonsolidert stort sett i hele dybden med OCR over 1,5, men at den går mot normalkonsolidert ved berg.

Utbredelse av løsneområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet (åpent terreng).

### 8.67.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Ca. 15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på tolkning av CPTU
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkt. Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Inntil 10 m med kvikkleire og 15 m høydeforskjell
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

### Figur 83 Vurdering av faregrad sone VSF12-4

#### 8.67.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løснеområdet er på ca. 15 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:9 og ca. 1:15. Sonen kan sammenlignes med «Type 1» og «Type 4», men lokalt med slakere terreng. Det vurderes at sikkerheten for deler av løśnieområdet kan være lavere enn 1,4.

### 8.68 Faresone VSF12-5

#### 8.68.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser en kombinasjon av marin strandavsetning og torv i løśnieområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet og torv i utløpsområdet. Terrenget stiger mot en kulle med berg i dagen på toppen, hovedsakelig fra øst mot vest. Skråningsfot ligger på ca. kote 33 og skråningstopp på ca. kote 39. Høydeforskjellen for løøgneområdet er på ca. 6 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:7 og ca. 1:15.

Det er utført grunnundersøkelser i et borhull noe syd for faresonen, VSF12026, der det er utført en totalsondering som viser liten motstand med antydning til synkende motstand med dybden fra ca. 1 m under terreng og ned til antatt berg på ca. 12 m. Det er også utført en trykksønderingen i dette hullet og tolkningen antyder at leiren her er overkonsolidert stort sett i hele dybden med OCR over 1,5, men at den går mot normalkonsolidert ved berg.

Løøgneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løøgneområdet (åpent terreng).

#### 8.68.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løснеområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag i vest
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt basert på VSF12026
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk/grøft i jordekant. Antar ingen erosjon
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

## Figur 84 Vurdering av faregrad sone VSF12-5

### 8.68.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Topografien varierer, og kan vanskelig sammenlignes med forutsetningene i de generelle beregningene. Høydeforskjellen for løснеområdet er på ca. 6 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:7 og ca. 1:15. Det kan ikke utelukkes at sikkerheten for deler av løснеområdet er lavere enn 1,4.

## 8.69 Faresone VSF12-6

### 8.69.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løснеområdet og og torv i utløpsområdet. Terrenget stiger fra sydøst mot nordvest. Skråningsfot ligger på ca. kote 33 og enden på løснеområdet på ca. kote 50. Høydeforskjellen for løśnieområdet er på ca. 17 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:9 og ca. 1:15.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i umiddelbar nærhet til faresonen, men i et borhull en del lenger syd, VSF12026, der det er utført en totalsondering som viser liten motstand med antydning til synkende motstand med dybden fra ca. 1 m under terreng og ned til antatt berg på ca. 12 m. Det er også utført en trykksonderingen i dette hullet og tolkningen antyder at leiren her er overkonsolidert stort sett i hele dybden med OCR over 1,5, men at den går mot normalkonsolidert ved berg.

Utbredelse av løśnieområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løśnieområdet (åpent terreng).

### 8.69.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	17 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løseområdet. Antar 1,0-1,2
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ukjent. Antar >H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk/grøft i jordekant. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		19	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		37	

Faregradsklasse

2

## Figur 85 Vurdering av faregrad sone VSF12-6

### 8.69.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løseområdet er på ca. 17 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:9 og ca. 1:15. Sonen kan sammenlignes både med «Type 1», «Type 3» og «Type 4». Det vurderes at deler av sonen kan ha sikkerhet lavere enn 1,4.

## 8.70 Faresone VSF12-7A

### 8.70.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løseområdet og en kombinasjon av hav- og fjordavsetning med stor mektighet og torv i utløpsområdet. Terrenget stiger fra øst mot vest. Skråningsfot ligger på ca. kote 15 og enden på løseområdet på ca. kote 42. Høydeforskjellen for løseområdet er på det meste ca. 27 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:6 og ca. 1:8.

Det er utført grunnundersøkelser i et borhull rett syd for faresonen i nedre del av skråningen, VSF12028. Der er det utført en totalsondering som viser liten til ingen motstand i hele dybden med berg på ca. 19,5 m. Det er tatt opp en prøveserie som påviser kvikkleire mellom 4 og 11 m dybde, omrørt skjærfasthet under 1 kPa mellom ca. 3,5 m og ca. 18 m og sensitivitet over 15 fra 3 m og ned mot berg. Det er også gjort en trykksøndering i dette borhullet og tolkningen av denne kombinert med tolkning av ødometerforsøk antyder at leiren her er overkonsolidert i toppen med OCR over 1,5 og går mot normalkonsolidert fra ca. 10 m dybde.

Resultater fra AEM-målinger antyder at det er en mulighet for utvasket leire i løseområdet.

Utbredelse av løseområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 3 ganger lengden på løseområdet (kombinasjon av åpent og kanalisert terreng).

### 8.70.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.



Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet i nærheten
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	27 m høy
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ødometer og cpt viser normalkonsolidert i dybden.
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkt. Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	15 m i VSF12028
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Ligger over 100 i store deler av prøvedybden
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk/grøft ved jordekant i foten av løснеområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		22	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		43	

Faregradsklasse

2

**Figur 86 Vurdering av faregrad sone VSF12-7A**

### 8.70.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Skråningen kan sammenlignes med «Type 4», men terrenghelning for løснеområdet er brattere enn 1:10 og høydeforskjellen er større enn 20 m. I denne sonen er høydeforskjellen i løśnieområdet ca. 27 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:6 og ca. 1:8. Det vurderes som svært sannsynlig at sikkerheten er lavere enn 1,4.

## 8.71 Faresone VSF12-7B

### 8.71.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løøgneområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Skråningsfot ligger på ca. kote 15 og enden på løøgneområdet på ca. kote 35. Høydeforskjellen for løøgneområdet er på ca. 20 m og gjennomsnittlig terrenghelningen ligger på ca. 1:7.

Det er utført grunnundersøkelser i et borchull, VSF12028, i nedre del av skråningen i faresonen. Der er det utført en totalsondering som viser liten til ingen motstand i hele dybden med berg på ca. 19,5 m. Det er tatt opp en prøveserie som påviser kvikkleire mellom 4 og 11 m dybde, omrørt skjærfasthet under 1 kPa mellom ca. 3,5 m og ca. 18 m og sensitivitet over 15 fra 3 m og ned mot berg. Det er også gjort en trykksone i dette borchullet og tolkningen av denne kombinert med tolkning av ødometerforsøk antyder at leiren her er overkonsolidert i toppen med OCR over 1,5 og går mot normalkonsolidert fra ca. 10 m dybde.

Utbredelse av løøgneområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løøgneavstand på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 3 ganger lengden på løøgneområdet (kombinasjon av åpent og kanalisert terreng).

### 8.71.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ødometer og cpt viser normalkonsolidert i dybden
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkt. Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	15 m i VSF12028
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Ligger over 100 i store deler av prøvedybden
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk/grøft langs jordekant i foten av løснеområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		20	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39	

Faregradsklasse

2

**Figur 87 Vurdering av faregrad sone VSF12-7B**

### 8.71.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Skråningen kan sammenlignes med «Type 4», men terrenghelning for løśnieområdet er brattere enn 1:10. Her er høydeforskjellen for løśnieområdet på ca. 20 m og gjennomsnittlig terrenghelningen på ca. 1:7. Det vurderes som svært sannsynlig at sikkerheten er lavere enn 1,4.

## 8.72 Faresone VSF12-8

### 8.72.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løśnieområdet og hav- og fjordavsetninger og med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra vest mot berg i dagen i øst. Skråningsfot ligger på ca. kote 30 og skråningstopp varierer mellom ca. kote 36 og ca. kote 40. Høydeforskjellen for løøgneområdet varierer mellom ca. 6 m og ca. 10 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:9 og ca. 1:15.

Det er utført grunnundersøkelser i 3 borhull i nærheten av faresonen, VSF12016, VSF12017 og VSF12040. Totalt er det utført 3 totalsonderinger, 3 trykksonderinger og tatt opp to prøveserier. VSF12016 ligger litt vest for toppen av skråningen (i nord) og totalsonderingen viser avtagende motstand med dybden med berg på ca. 11 m. VSF12017 ligger rett utenfor utløpsområdet og representerer bunn av skråningen. Totalsonderingen her viser lavere total motstand og noe avtagende motstand med dybden. Det er tatt opp en prøveserie i VSF12016 og i laboratoriet er det påvist sprøbruddmateriale fra ca. 3,5 m med kvikkleire fra 6 m dyp ned til slutt på prøveserie på ca. 10 m. Prøveserie og totalsondering i VSF12040 viser kvikkleire fra ca. 1 m til 16 m dybde. Tolkning av trykksonderingen kombinert med ødometerforsøk i VSF12016 viser at leiren her er overkonsolidert i toppen med OCR over 1,5, men blir normalkonsolidert ca. 2m over berg. I VSF12017 viser tolkning av trykksonderingen at leiren er overkonsolidert i hele dybden.

Utbredelse av løøgneområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 3 ganger lengden på løøgneområdet (kombinasjon av åpent og kanalisert terreng).

### 8.72.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6-10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Basert på cpt og ødometer VSF12016 og 12017
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Poretrykksmåler VSF12017
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	8-12 m i VSF12016 og 12017
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSF12016 og 12040
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	forverring	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

**Figur 88 Vurdering av faregrad sone VSF12-8**

### 8.72.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Løsneområdet kan stort sett sammenlignes med «Type 1» med helning 1:10 og høydeforskjell 10 m. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 6 m og ca. 10 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:9 og ca. 1:15. Det vurderes som sannsynlig at sikkerheten i mesteparten av sonen ligger over 1,4.

## 8.73 Faresone VSF12-9A

### 8.73.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsneområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget i løsneområdet stiger fra nordvest mot berg i dagen i sydøst mens terrenget i utløpsområdet heller både mot syd og nord. Skråningsfot ligger på mellom ca. kote 36 og ca. kote 46 og skråningstopp varierer mellom ca. kote 47 og ca. kote 58. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 9 m og ca. 22 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:7 og ca. 1:10.

Det er utført grunnundersøkelser i et borhull i løsneområdet til faresonen, VSF12020, og i et borhull i sydlig del av utløpsområdet, VSF12022. Totalt er det utført 2 totalsonderinger og 2 trykksonderinger. Begge totalsonderingene viser løsmasser med avtagende motstand med dybden. I VSF12020 er det et tynt lag med friksjonsmasser rett over berg på ca. 9 m. I VSF12022 er det registrert 2 m med friksjonsmasser over berg på ca. 14 m. Tolkning av trykksonderingene viser at leiren her er overkonsolidert med OCR over 2 ned til ca. 9 m og OCR mellom 1,5 og 2 videre ned mot berg.

Løsneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet (åpent terreng).

### 8.73.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Opp mot 22 m skråningshøyde
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	0	0	Fra tolkning av CPTU ligger OCR over 2 i den aktuelle dybden
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Ikke registrert overtrykk i borpunkter. Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
Overtrykk, kPa								
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Mulig 10m med kvikkleire og hovedsakelig under 20 m skråningshøyde
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	forverring	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

## Figur 89 Vurdering av faregrad sone VSF12-9A

### 8.73.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løснеområdet varierer mellom ca. 9 m og ca. 22 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:7 og ca. 1:10. Deler av løśnieområdet kan derfor sammenlignes med «Type 4», med sikkerheter ned mot 1,2.

## 8.74 Faresone VSF12-9B

### 8.74.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser hav- og fjordavsetning med stor mektighet øvre del av løśnieområdet torv i resten av sonen. Løśnieområdet brer seg som en hesteko med «åpning» mot syd og grenser mot berg i øst og vest. Skråningsfot ligger på ca. kote 35 og skråningstopp på mellom ca. kote 43 og ca. kote 50. Høydeforskjellen for løøgneområdet varierer mellom ca. 8 m og ca. 15 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:4 og ca. 1:9.

Det er utført grunnundersøkelser i et borhull litt nord for løøgneområdet, VSF12022. Det er gjort en totalsondering som viser løsmasser med avtagende motstand med dybden og ca. 2 m med friksjonsmasser over berg på ca. 14 m. Tolking av trykksonderingene viser at leiren her er overkonsolidert med OCR over 2 ned til ca. 9 m og OCR mellom 1,5 og 2 videre ned mot berg.

Løøgneområdet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løøgneområdet (åpent terreng).

### 8.74.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer	
		3	2	1	0				
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i området	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	Opp mot 15 m skråningshøyde	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Fra tolkning av CPTU	
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Mulig 10 m med kvikkleire og opp mot 15 m skråningshøyde	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon	
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep	
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15		
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29		

Faregradsklasse

1

## Figur 90 Vurdering av faregrad sone VSF12-9B

### 8.74.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løснеområdet varierer mellom ca. 8 m og ca.15 m og terrenghelningen varierer mellom ca. 1:4 og ca. 1:9. Basert på beregning «Type 1» og «Type 4» vurderes det som sannsynlig at sikkerheten er lavere enn 1,4 i deler av sonen.

## 8.75 Faresone VSF12-10

### 8.75.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løснеområdet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra øst mot berg i dagen i vest. Skråningsfot ligger på ca. kote 41 og skråningstopp på ca. kote 46. Høydeforskjellen for løśnieområdet er på ca. 5 m og terrenghelningen er på ca. 1:15

Det er utført grunnundersøkelser i 2 borhull i nærheten av faresonen, VSF12020 og VSF12022. Den ene, VSF12022, ligger litt syd for utløpsområdet og viser løsmasser med avtagende motstand med dybden og ca. 2 m med friksjonsmasser over berg på ca. 14 m. VSF12020 ligger øst for sonen en del høyere i terrenget og viser løsmasser med avtagende motstand over et tynt lag med friksjonsmasser rett over berg på ca. 9 m. Tolkning av trykksonderingene viser at leiren her er overkonsolidert med OCR over 2 ned til ca. 9 m og OCR mellom 1,5 og 2 videre ned mot berg.

Utbredelse av løśnieområdet for faresonen er basert på antakelsen om at det for leirer med omrørt skjærfasthet under 1 kPa vil oppstå et retrogressivt skred med løsnedistanse på 15 ganger skråningshøyden. Videre er det begrenset mot deler av skråningen der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løøgneområdet (åpent terreng).

### 8.75.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Skråningshøyde ca. 5 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løsnemrådet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk	Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Slakt terreng ovenfor sonen. Antar hydrostatisk trykk
	Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Mulig 10 m med kvikkleire og 5 m skråningshøyde
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent. Antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

## Figur 91 Vurdering av faregrad sone VSF12-10

### 8.75.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Høydeforskjellen for løsnemrådet er på ca. 5 m og terrenghelningen er på ca. 1:15. Beregninger for en generelt snitt med tilsvarende helning, men med høydeforskjell på 10 m, «Type 3», ga en sikkerhet på 1,85. Det vurderes at sikkerheten for denne sonen sannsynligvis er noe høyere.

## 8.76 Faresone VSF12-11

### 8.76.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning i løsnemrådet og hav- og fjordavsetning med stor mektighet i utløpsområdet. Terrenget stiger fra vest mot berg i dagen i øst. Skråningsfot varierer mellom ca. kote 37 og ca. kote 43 og skråningstopp mellom ca. kote 47 og ca. kote 51. Høydeforskjellen for løsnemrådet varierer mellom ca. 8 m og ca. 12 m og terrenghelningen er på ca. 1:7.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i 2 borhull i nærheten av faresonen. Det er utført 2 totalsonderinger som begge viser liten motstand i stort sett hele dybden og antatt berg på mellom 32 og 35 m. I det nordligste av de to punktene, JBVH\_36, som ligger innenfor utløpsområdet til sonen, kan det fra totalsonderingen se ut som om det er sprøbruddmateriale mellom 2 m og 10 m under terreng. Totalsonderingen i JBV\_H37 antyder sprøbruddmateriale mellom 2 m og 8 m under terreng og mellom 15 m og 32 m under terreng. Det er også tatt opp en prøveserie i dette borpunktet der det er påvist lav omrørt skjærstyrke, antatt under 2 kPa, mellom 2 m og 8 m under terreng og kvikkleire mellom 15 og 20 m under terreng.

Løsnemrådet for faresonen er begrenset mot berg i dagen, og mot terreng der helning er slakere enn 1:15 og høydeforskjellen mindre enn 5 m. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsnemrådet (åpent terreng).

### 8.76.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	8-12 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Strandavsetning i løsneområdet. Antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag i øst
Kvikkleiremektighet	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Tynt lag	0	6	Inntil 12 m skråningshøyde og mulig inntil 10 m kvikkleire og
Sensitivitet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4		3	6	
Erosjon	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Fra prøveserie i JBV_H37
Inngrep forverring	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Liten bekk/grøft ved foten av løsneområdet. Antar ingen erosjon
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

## Figur 92 Vurdering av faregrad sone VSF12-11

### 8.76.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen, Skråningshøyden for løsneområdet er fra 6 m til 12 m. Skrånningen har en helning på mellom 1:8 og 1:11. Høydeforskjellen for løsneområdet varierer mellom ca. 8 m og ca. 12 m og terrenghelningen er på ca. 1:7. Deler av løsneområdet kan grovt sammenlignes med «Type 1», med sikkerhet på rundt 1,4, men med områder med lavere sikkerheter.

## 8.77 Faresone VSF12-12

### 8.77.1 Beskrivelse

Løsmassekartet fra NGU for denne sonen viser marin strandavsetning og hav- og fjordavsetning. Terrengstiger fra øst mot berg i dagen i vest. Høydeforskjellen for løsneområdet er ca. 10 m, og terrenghelningen er ca. 1:9.

Det er utført 1 totalsondering og 1 trykksondering i løsneområdet (VSF12023). Grunnen antas å bestå av sprøbruddmateriale fra ca. 2 m dybde til berg i ca. 8 m dybde. Trykksonderingen indikerer at massene er noe overkonsolidert.

Løsneområdet for faresonen er avgrenset mot berg i dagen i vest og sør, og slakere terreng i nord og øst. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og skredmassene vil flyte utover inntil 1,5 ganger lengden på løsneområdet (åpent terreng).

### 8.77.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart viser noen få rasgroper i Larvik kommune. Ikke registrert hendelser i nærheten.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	10 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	CPT indikerer OCR >2
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar et lite overtrykk pga. bergkulle i vest
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt ca. 6 m i VSF12023
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antar 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		14	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27	

Faregradsklasse

1

## Figur 93 Vurdering av faregrad sone VSF12-12

### 8.77.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger for denne faresonen. Sonen korresponderer med «Type 1» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antakelser ligger sikkerheten for dette snittet på 1,4. Udrenert skjærfasthet tolket fra trykksonderingen er høyere enn i typeberegningen, slik at sikkerheten i sonen trolig er høyere enn dette. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.78 Faresone VSF13-1A

### 8.78.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og tykk havavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Vann føres gjennom en kanal/grøft over jordet i utløpsområdet til faresonen. Skråningshøyden for løснеområdet er på 5-7 m. Skråningen har en jevn helning på ca. 1:10.

Det er ikke utført grunnundersøkelser innenfor faresonen, men borpunkt VSF13024 (totalsondering og trykksondering) og VSF13031 (totalsondering) er utført like ved. Totalsondering VSF13024 viser et fast topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg på 16 m dybde. Trykksondering ved borpunkt VSF13024 indikerer en normalkonsolidert leire. Totalsondering VSF13031 indikerer 4 m med middels fast leire, antas å ikke være kvikkleire, over faste morenemasser ned til berg 8 m under terreng. Prøveserie VSF13030 er tatt ca. 400 m nordøst for sonen. Denne viser sprøbruddmateriale fra ca. 2 m dybde og kvikkleire fra ca. 4 m dybde, til prøveserien er avsluttet i 7 m dybde. Målt sensitivitet i kvikkleira ligger mellom 40 og 84.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) viser lav til middels mulighet for utvasket leire i området. Størst mulighet for kvikkleire er vist i området ned mot Vittersøbekken.

Bakkant av løśnieområdet er avgrenset av berg i dagen. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot vest. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.78.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.



Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 3 km sør-vest for faresonen), og det er 2 registrerte leirskred ved Varill (3 km sør-øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	5-7 m. Skråningshelning ca. 1:10.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Basert på tolkning av trykksoneering VSF13024 som er utført like sør for faresonen.
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Liten høyde i øst. Ikke registrert overtrykk i borpunkt. Antar hydrostatisk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på VSF13024
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep.
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

## Figur 94: Vurdering av faregrad sone VSF13-1A

### 8.78.3 Stabilitetsvurderinger

Skråningshøyden for løснеområdet er antatt å være på 5-7 m, med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:10. Skråningen i denne faresonen kan sammenlignes med «Type 1»-beregningen beskrevet i kapittel 7. «Type 1»-beregningene har skråningshøyde på 10 m, helning 1:10, og sikkerhetsfaktor lik 1,4. På grunn av lavere skråningshøyde og tilnærmet samme skråningshelning, er det vurdert til at sikkerhetsfaktoren sannsynligvis er høyere enn 1,4.

## 8.79 Faresone VSF13-1B

### 8.79.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og et torv og myrområde (Veslemyr) i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Vann ledes gjennom en kanal/grøft over myrområdet. Skråningshøyden for løснеområdet er fra 6 m til 12 m. Skråningen har en helning på ca. 1:10

Det er ikke utført grunnundersøkelser eller helikopterbasert geoscanning (AEM) i denne faresonen.

Løснеområdet er avgrenset av berg i dagen. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot sør. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.79.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 3 km sør-vest for faresonen), og det er 2 registrerte leirskred ved Varill (3 km sør-øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6-12 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Basert på tolkning av trykksone VSF13024
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Liten høyde nord for sone. Antar hydrostatisk trykk
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på VSF13024
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep.
forverring forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

**Figur 95: Vurdering av faregrad sone VSF13-1B**

### 8.79.3 Stabilitetsvurderinger

Skråningshøyden for løснеområdet er antatt å være på 6-12 m, med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:10. Skråningen i denne faresonen kan sammenlignes med «Type 1»- beregningene beskrevet i kapittel 7. «Type 1»- beregningene har skråningshøyde på 10 m og helning 1:10, med en sikkerhet på 1,4. For sone VSF13-1B antas sikkerheten å ligge i samme størrelsesorden eller noe høyere.

## 8.80 Faresone VSF13-1C

### 8.80.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og tykk havavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det går en bekk over jordet i utløpsområdet til faresonen. Skråningshøyden for løснеområdet er fra 6 m til 12 m. Skråningen har en helning på mellom 1:8 og 1:11.

Det er ikke utført grunnundersøkelser innenfor faresonen, men VSF13023 (totalsondering og trykksone) er tatt i samme dalføret, nord for faresonen. Totalsondering VSF13023 viser et fast topplag på 1 m over antatt kvikkleire ned til berg på 10 m under terreng. Trykksone VSF13023 indikerer en noe overkonsolidert leire.

Det er ikke utført helikopterbasert geoscanning (AEM) i denne faresonen.

Bakkant av løснеområdet er avgrenset av berg i dagen. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot øst. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen. Utløpsområdet er også avgrenset av at terrenget stiger på motsatt side av bekken.

### 8.80.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 3 km sør-vest for faresonen), og det er 2 registrerte leirskred ved Varill (3 km sør-øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	6-12 m. Skråningshelning ca. 1:10
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ukjent. Strandavsetning i deler av løsneområdet. Antar normalkonsolidert Liten høyde ovenfor deler av sonen, ellers slakt terreng ovenfor løsneområdet. Antar hydrostatisk trykk
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ukjent. Antar >H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antar sensitivitet mellom 30 til 100
Erosjon	3	Aktivglidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Bekk langs deler av løsneområdet. Liten skråningshøyde. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep.
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		15	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		29	

Faregradsklasse

1

Figur 96: Vurdering av faregrad sone VSF13-1C

### 8.80.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger i denne fasen, men det er utført generelle beregninger beskrevet i kapittel 7. Skråningshøyden for løsneområdet er fra 6 m til 12 m. Skråningen har en helning på mellom 1:8 og 1:11. Dette kan grovt sammenlignes med beregninger av «Type 1». Det vurderes som sannsynlig at sikkerheten er over 1,4, men lokalt noe lavere.

## 8.81 Faresone VSF13-2A

### 8.81.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og tykk havavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Vann føres gjennom en kanal/grøft over jordet i utløpsområdet til faresonen. Skråningshøyden for løsneområdet er på 12-15 m. Skråningen har en gjennomsnittlig helning på ca. 1:10.

Innenfor faresonen er det utført to totalsonderinger, to trykksondering og to prøveserier (VS13028 og VSF13015).

Totalsondering VSF13028 er utført i løsneområdet og viser et fast topplag (0-2 m under terreng) over antatt kvikkleire (2-28 m under terreng), over et fast morenelag (28-36 m under terreng) ned til berg. Prøveserie ved VSF13028 viser at topplaget er sand, og at kvikkleira er bløt til middels fast med typisk sensitivitet mellom 30 og 100. Trykksondering VSF13028 viser tilnærmet normalkonsolidert leire, muligens noe overkonsolidert ned til 10 m under terreng. Omrørt skjørfasthet er mindre enn 1 kPa, så leira antas å bli helt flytende ved et skred.

Totalsondering VSF13015 er utført helt nord i utløpsområdet og viser berg 21 m under terreng. Prøveserie ved VSF13015 indikerer en veldig bløt kvikkleire med sensitivitet varierende fra 55 og opp til 160. Omrørt skjørfasthet er mindre enn 1 kPa. Resultat fra ødometerforsøk og trykksondering VSF13015 indikerer noe overkonsolidert leire.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) indikerer relativt lav mulighet for utvasket leire i området. Grunnundersøkelser har derimot vist at det er kvikkleire i faresonen.

Lengden av løsneområdet er antatt å være maksimalt 15 x skråningshøyden, det løsneområdet ikke er avgrenset av berg i dagen. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot sør-vest. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.81.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 2 km sør-vest for faresonen), og det er to registrerte leirskred ved Varill (ca. 3 km sør-øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	12-15 m. Skråningshelning ca. 1:10
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Øpt og ødometer i borpunkt VSF13028
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen. Ikke registrert overtrykk i borpunkter
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på grunnundersøkelser (VSF13015 og VSF13028)
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Basert på prøveserie ved VSF13015
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Bekk i skråningen. Antar litt erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep.
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

Figur 97: Vurdering av faregrad sone VSF13-2A

### 8.81.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført innledende stabilitetsberegninger i ett snitt i denne faresonen. Beregninger og resultater er presentert i internt notat «RIG-G03 Områdestabilitet kvikkleire VSF». Det er antatt et tynt lag med fastere masser over bløt kvikkleire i dybden. Designprofilen her er noe bedre enn i de generelle beregningene presentert i kapittel 7, det ligger altså noe høyere enn  $0,3 \times p_0'$ . Siden designprofilen i stor grad er basert på tolkning av trykksoneeringen i VSF13015, er aktiv skjærstyrke redusert med 15%. Resultatet av beregningen viser at sikkerheten lokalt i de bratteste delene av skråningen er ca. 1,4.

## 8.82 Faresone VSF13-2B

### 8.82.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og tykk havavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Vann føres gjennom en kanal/grøft over jordet i utløpsområdet til faresonen. Skråningshøyden for løsnemrådet er på 12-15 m. Skråningen har en helning på opp mot 1:5 på det bratteste, men det er usikkert om det er kvikkleire i det bratteste området.

Totalsondering VSF14002 indikerer kvikkleire ned til 20 m under terreng, under dette er det antatt morene ned til berg 41 m under terreng. Tolkning av trykksoneering VSF14002 indikerer en normalkonsolidert sensitiv leire. Totalsondering VSF13014, som er tatt nord i utløpsområdet, viser berg 2 m under terreng. Resultat fra grunnundersøkelser ved borpunkt VSF13015, som ligger midt i utløpsområdet, er omtalt i avsnitt 8.81.1.

I kontrast til grunnundersøkelsene, viser helikopterbasert geoscanning (AEM) relativt lav mulighet for utvasket leire i området.

Løsnemrådet er avgrenset av berg i dagen. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot øst. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.82.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 2 km sør-vest for faresonen), og det er to registrerte leirskred ved Varill (ca. 3 km sør-øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Inntil 15 m. Skråningshelning opp mot 1:5 på det bratteste. Det bør undersøkes ved befaring om løsesonen er avgrenset i bakkant av berg i dagen.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	CPT og ødometer i borpunkt VSF13015
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag i vest
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på grunnundersøkelser (VSF14002, VSF13015)
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserie VSF13015
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep	forverring	3	Stor	Noe	Liten	0	0	Ingen inngrep.
	forbedring	-3	Stor	Noe	Liten			
Sum		51	34	16	0		19	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		37	

Faregradsklasse

2

Figur 98: Vurdering av faregrad sone VSF13-2B

### 8.82.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført innledende stabilitetsberegninger i ett snitt i denne faresonen. Beregninger og resultater er presentert i internt notat «RIG-G03 Områdestabilitet kvikkleire VSF». Det er antatt et tynt lag med fastere masser over bløt kvikkleire i dybden. Designprofilen her er noe bedre enn i de generelle beregningene presentert i kapittel 7, det ligger altså noe høyere enn  $0,3 \times p_0'$ . Siden designprofilen i stor grad er basert på tolkning av trykksoneeringen i VSF13015, er aktiv skjærstyrke redusert med 15%. Resultatet av beregningen viser at sikkerheten lokalt i de bratteste delene av skråningen er 1,30.

## 8.83 Faresone VSF13-2C

### 8.83.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og tykk havavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Skråningshøyden for løsneområdet er på 15-25 m. Skråningen har en helning på mellom 1:8 og 1:11. Det bør undersøkes ved befaring om det er berg i dagen noen steder i løsneområdet.

Totalsondering VSF14001, som er utført i utløpsområdet, viser antatt kvikkleire ned til berg 31 m under terreng. Trykksoneering ved VSF14001 indikerer en tilnærmet normalkonsolidert sensitiv leire. Ved totalsondering VSF14003 er det kun 2 m berg, løsmassene er tolket til å ikke være kvikkleire. Totalsondering VSF13016, som er utført i utløpsområdet, viser antatt kvikkleire ned til berg 9 m under terreng. Trykksoneering ved VSF13016 indikerer en tilnærmet normalkonsolidert sensitiv leire. Trykksoneering VSF13016 indikerer noe overkonsolidert leire, som gradvis blir tilnærmet normalkonsolidert med dybden. Prøveserie fra borhull VSF13016 viser en middels fast leire ned til 4 m under terreng, under dette blir kvikkleira gradvis bløtere og mer sensitiv.

I løsneområdet viser totalsondering VSF14004 et topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg på 6 m under terreng. Totalsondering VSF14005, som er tatt i bakkant av løsneområdet, viser et topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg på 11 m dybde. Trykksoneering utført ved VSF14005 indikerer noe overkonsolidert leire, som gradvis blir tilnærmet normalkonsolidert med dybden.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) indikerer relativt lav mulighet for utvasket leire øverst i løsesonen, men større mulighet for kvikkleire i utløpssonen og ned mot Storgrofta/Kjøndalsbekken.

Løsneområdet er noe avgrenset av berg i dagen observert på flyfoto og løsmassekart. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot nord-øst. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt  $1,5 \times$  løsnedistansen.

### 8.83.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 2 km sør-vest for faresonen), og det er to registrerte leirskred ved Varill (ca. 3 km sør-øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	15-25 m. Skråningshelning varierer mellom 1:8 til 1:11. Det bør undersøkes ved befaring om løsesonen er mer avgrenset av berg i dagen.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Ødometer fra borpunkt VSF13016
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag i vest
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på grunnundersøkelser (VSF13016, VSF14001, VSF14005)
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Fra prøveserie ved VSF13016
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen vassdrag. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep.
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

Figur 99: Vurdering av faregrad sone VSF13-2C

### 8.83.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført stabilitetsberegninger i denne fasen. Skråningshøyden for løsneområdet er på 15 - 25 m. Skråningen har en helning på mellom 1:8 og 1:11. Sammenlignet med «Type 4»-beregningen presentert i kapittel 7, antas det at sikkerhetsfaktoren er lavere enn 1,4. Dette er i stor grad avhengig av dybde til berg i skråningen, noe som er usikkert.

## 8.84 Faresone VSF13-3

### 8.84.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for hele faresonen. Sonen grenser til områder markert med bart fjell/tynt dekke i øst og sørvest. Et område like sør for sonen er markert som *torv og myr*. Største skråningshøyde innenfor sonen er 13 m. Terrenget i faresonen heller nedover i sør og sørøstlig retning med helning mellom ca. 1:9 og 1:12.

Totalsondering VSF13046, som er utført omtrent midt i løsneområdet, indikerer sprøbruddmateriale fra ca. 4,5 m dybde under terreng til berg. Berg er påvist på dybde ca. 14 m. Totalsondering VSF13045 er utført i faresonens utløpsområde og indikerer lagvis bløte og harde masser fra terreng til dybde ca. 6m. Fra 6 til 10m dybde indikerer sonderingen bløte løsmasser, antatt å kunne være leire med sprøbruddegenskaper. Ved dybde ca. 10-18 m indikerer totalsonderingen flere faste lag. Fra dybde ca. 18 m til berg antas løsmassene å bestå av leire eller siltig leire med lav sensitivitet. Trykksondering utført til 25 m dybde i VSF13045 bekrefter overnevnte tolkning av totalsondering, og indikerer at sprøbruddmateriale fra ca. 6-10 m dybde er noe overkonsolidert.

Løsneområdet er avgrenset av antatt berg i dagen i sørvest og i øst. Faresonens bakkant er begrenset av maksimal teoretisk utbredelse på 15 x høydeforskjellen, samt morenemasser. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot sør og sør-øst. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.84.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	13 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Basert på cpt i utløpsområdet
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	Slakt terreng ovenfor sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				Antar hydrostatisk poretrykk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ca. 10 m i VSF13046
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antatt 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen vesentlige inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		11	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		22	

Faregradsklasse

1

Figur 100: Vurdering av faregrad sone VSF13-3

### 8.84.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer stort sett med «Type 1» og «Type 2» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på 1,4 og 1,55. Sonen tilfredsstillers sannsynligvis kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.85 Faresone VSF13-4

### 8.85.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning og havavsetning i faresonen. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Terreng stiger fra sør mot nord. Største skråningshøyde er ca. 11 m. Skråningshelningen er ca. 1:11.

Totalsondering VSF13044, som er utført omtrent midt i løsneområdet, indikerer sprøbruddmateriale fra 5 m dybde ned til berg 18 m under terreng. Totalsondering VSF13021, som er utført i utløpsområdet, indikerer sprøbruddmateriale fra 2 m dybde ned til berg i 25 m dybde. Trykksondering VSF13021 indikerer en svakt overkonsolidert leire.

Løsneområdet er avgrenset av antatt morene i vest. Mot nord er løsneområdet avgrenset av slakere terreng og maksimal utbredelse 15 x høydeforskjellen, samt observert berg i dagen. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot sør. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen.

### 8.85.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 1, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	11 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt i utløpsområdet
Poretrykk Overtrykk, kPa	3 -3	>+30 >-50	10-30 -(20-50)	0-10 -(0-20)	Hydrostatisk	0	0	Slakt terreng ovenfor sonen Antar hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt >10 m i VSF13044
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antatt 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Antatt ingen vesentlige inngrep
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		13	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		25	

Faregradsklasse

1

Figur 101: Vurdering av faregrad sone VSF13-4

### 8.85.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer med «Type 1 til Type 3» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom 1,4 og 1,85. Sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Iht. Bane NORs TRV og teknisk designbasis for IC-prosjektene skal absolutt sikkerhet være 1,6 for skjærflater som berører jernbanen. Det er usikkert om dette vil være tilfredsstillt.

## 8.86 Faresone VSF13-5

### 8.86.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser hav- og fjordavsetning og marin strandavsetning for hele faresonen. Sonen grenser til områder markert med bart fjell/tynt dekke flere steder i øst. Skråningshøyden varierer mellom ca. 5 m og 13 m. Generelt heller terrenget nedover i vestlig retning. Mesteparten av sonen består av jorder med helning mellom ca. 1:10 og 1:12. Lengst nord strekker øvre del av løsneområdet seg inn i et skogsområde med helning ca. 1:7. Foten av løsneområdet går ned mot en bekk i en liten del av sonen.

Totalsondering VSF13042, som er utført midt i faresonen nær overgang mellom løsne- og utløpsområde, indikerer sprøbruddmateriale over antatte morenemasser til berg. Lag med antatt sprøbruddegenskaper er funnet mellom dybde 3 og 9m. Morenemassene er påtruffet ved ca. 9m dybde. Berg er påtruffet ved ca. 12m dybde. Trykksondering utført til ca. 10 m dybde i VSF13042 indikerer at leira er svakt overkonsolidert. Totalsondering VSF13043 er utført sør i faresonen, og indikerer bløte leirmasser med innslag av silt/sand til ca. 6m dybde. Sonderingen indikerer videre leire til berg. Berg er påtruffet på dybde ca. 10m. Det antas at leira kan inneha sprøbruddegenskaper fra ca. 4 til 9 m dybde, men det er uvisst om dette også gjelder for løsmassene med høyere innhold av sand/silt fra terreng til 4 m dybde.

Løsneområdet er avgrenset av antatt berg i dagen i sør og øst, og av slakt terreng i nord. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot vest. Det er vurdert at et potensielt skred i hovedsak vil ha utløp i åpent terreng, men at deler av utløpsmassene også vil følge elveleiet vest for faresonen. Utløpsdistansen er vurdert til 1,5 x løsnedistansen, men er forlenget noe i elveleiet.

### 8.86.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 1, lav faregrad.



Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	13 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt VSF13042
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	Slakt terreng ovenfor sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				Antar hydrostatisk poretrykk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt >H/2 i VSF13043
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antatt 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Lite erosjon observert
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		16	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		31	

Faregradsklasse

1

Figur 102: Vurdering av faregrad sone VSF13-5

### 8.86.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer stort sett med «Type 1» og «Type 2» -beregning beskrevet i kapittel 7, men med noe lavere skråningshøyde. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene på ca. 1,4 og 1,55. Mesteparten av sonen tilfredsstiller følgelig med høy sannsynlighet kravet til NVE om absolutt sikkerhet over 1,4. Det er imidlertid større høydeforskjell og brattere helning lengst nord i sonen. I skogsområdet øverst i løснеområdet er det stedvis observert berg i dagen, og det er usikkert om det finnes sprøbruddmateriale i grunnen. Dersom det finnes slike masser er det sannsynlig at sikkerheten i dette området er lavere enn NVEs krav på 1,4.

## 8.87 Faresone VSF13-6

### 8.87.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser hav- og fjordavsetning og marin strandavsetning. Sonen grenser til flere områder markert med bart fjell/tynt løsmassedekke. Terrenget heller nedover i vestlig og nordvestlig retning. Foten av løśnieområdet ligger langs en bekk med skråningshøyde ca. 6 m, og helning ca. 1:3. Ovenfor bekkeskråningen er terrenghelningen mellom 1:10 og 1:15. Total høydeforskjell er ca. 15 m.

Totalsondering VSF13041, som er utført ca. 30 m øst for sonen indikerer et lag med antatt tørrskorpeleire fra ca. 0-2 m dybde over antatt kvikkleire til berg. Berg er påtruffet på dybde ca. 16m. Trykksondering utført til ca. 16 m dybde i VSF13041 indikerer at leira er svakt overkonsolidert. Totalsondering VSF13040, som er utført ca. 30 m sør for sonen, indikerer relativt fast leire til berg. Berg er påtruffet på ca. 12m dybde. Det er usikkerhet knyttet til om leira her klassifiseres som sprøbruddmateriale.

Løśnieområdet er avgrenset av antatt berg i dagen i vest og av slakt terreng i sørøst og øst. Skredmassene vil ha utløp mot nordvest. Det vurderes at utløpsmassene vil følge bekeleiet ned mot et lavereliggende dalområde, der de vil bre seg utover et åpent område. Utløpsdistansen i det åpne området er vurdert å kunne bli inntil 1,5 x lengden av løśnieområdet.

### 8.87.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Bekkeskråning ca. 6 m, total høydeforskjell ca. 15 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt VSF13041
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	Slakt terreng ovenfor sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				Antar hydrostatisk poretrykk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt >H/2 i VSF13041
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Ukjent, antatt > 100 i VSF13041
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	Noe erosjon observert
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Ingen inngrep
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		20	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39	

Faregradsklasse

2

**Figur 103: Vurdering av faregrad sone VSF13-6**

### 8.87.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Bekkeskråningen korresponderer med «Type 7» beregning utført i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for denne beregningen på omtrent 1,0.

Selv om sonen sannsynligvis har noe høyere sikkerhet enn «Type 7» beregningen er det lite sannsynlig at sikkerheten tilfredsstillende NVEs og Bane NORs krav.

## 8.88 Faresone VSF13-7 / NVE-sone 1257 Rauan

### 8.88.1 Beskrivelse

Det er allerede kartlagt en faresone i området, kalt 1257 Rauan, utredet av NGI i 1988. Det vurderes at tidligere avgrensning av sonen ikke er tilpasset gjeldende regelverk og foreslås derfor å revidere faresonen. Nye boringer viser at det sannsynligvis er kvikkleire også sørvest for den tidligere soneavgrensningen.

Løsmassekart fra NGU viser hav- og fjordavsetning og marin strandavsetning for hele den reviderte faresonen, med unntak av ved skråningsfoten der området er markert som torv og myr. Sonen grenser til flere områder markert med bart fjell/tynt løsmassedekke. Total høydeforskjell innenfor sonen er 41 m. Terrenget heller nedover i nordlig retning. Helningen er opp mot 1:5 i nedre del, og avtar til 1:10-1:15 i øvre del.

Totalsondering VSF13093, som er utført omtrent midt i løsneområdet tolkes til å bestå av et bløtt topplag av matjord eller leire til ca. 1 m dybde. Ved 1 m dybde er det påtruffet et tynt fast lag, men dypere enn dette indikerer sonderingen mulig sprøbruddmateriale til berg. Berg er påtruffet på 10 m dybde. Totalsondering VSF14092 er tatt i utkanten av faresonen, ca. 50 m øst for VSF13093. Sonderingen indikerer 2 m med tørrskorpeleire over berg.

Totalsondering VSF14090 og VSF14091 er utført ca. 130m sør for sondering VSF13093 og VSF13092. Sonderingene indikerer et tynt topplag med 1-2 m mektighet over bløt sensitiv leire. Leira antas å være sprøbruddmateriale. Berg eller morene er påtruffet i 12-17m dybde.

Det ble utført 2 dreietrykksonderinger i den tidligere kartleggingen utført av NGI. Den ene indikerer ca. 20 m mektighet av kvikkleire, mens den andre har stoppet mot berg/fast grunn i ca. 8 m dybde.

Løsneområdet er avgrenset av antatt berg i dagen og slakt terreng i sørvest, og av antatt berg i dagen i øst og vest. Faresonens utløpsområde vurderes å være i dalen nedenfor løsneområdet. Det vurderes at deler av utløpsmassene vil kunne flyte videre i sørøstlig retning. Utløpsdistansen er vurdert til 1,5 x løsnedistansen mot dalen sørøst for løsneområdet.

### 8.88.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredhendelser i området
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	3	6	41 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ukjent, antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0	Slakt terreng ovenfor sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)				Antar hydrostatisk poretrykk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt ca. 20 m i dreietrykksondering utført av NGI
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Ukjent, antatt 30-100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten		0	0	Antatt ingen vesentlige endringer
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41	

Faregradsklasse

2

Figur 104: Vurdering av faregrad sone VSF13-7

### 8.88.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer ikke med noen av beregningene i kapittel 7, på grunn av brattere helning og større høydeforskjell. Det vurderes som lite sannsynlig at sikkerheten tilfredstiller gjeldende krav.

## 8.89 Faresone VSF14-1 / NVE-sone 1260 Haugen

### 8.89.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning i løsnemrådet, og elveavsetning i utløpsområdet. Faresonen ligger i et jordbruksområde. Det er ikke observert bekker i løsnemrådet. Skråningshøyden for løsnemrådet er opp til 35 m på det høyeste. Skråningen har en helning på mellom 1:7 og 1:11.

I løsnemrådet er det utført tre totalsonderinger og to trykksonderinger. Totalsondering VSF14038 viser et fast topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg 22 m under terreng. Tolkning av trykksondering VSF14038 indikerer at leira er tilnærmet normalkonsolidert. Tolket skjærstyrke dypere enn 10 m under terreng er lavere enn NC-linje. VSF14039 viser også et topplag på ca. 2 m over antatt kvikkleire. Det antas å være kvikkleire til 24 m under terreng. Det er fast lag, som antas å være morenemasser, fra 24 m under terreng ned til berg på 29 m dybde. Totalsondering VSF14040 viser et topplag på 2 m over antatt kvikkleire ned til berg 19 m under terreng. Tolkning av trykksondering VSF14040 indikerer at leira er noe overkonsolidert i toppen, men er tilnærmet normalkonsolidert dypere enn 7 m under terreng.

Alle sonderinger, utenom VSF14035, som er utført i utløpssonen indikerer sand til fjell. Prøveserie tatt opp ved VSF14072 viser middels fin sand ned til 13 m under terreng. Totalsondering VSF14035, som er utført ved elvekanten helt øst i utløpsområdet, viser lav og tilnærmet konstant motstand med dybden, som kan indikere kvikkleire.

Helikopterbasert geoscanning (AEM) viser middels mulighet for utvasket leire i både løsnemrådet og utløpsområdet.

Det kan være poreovertrykk i faresonen på grunn av nærliggende høydedrag. Borhull VSF14043 som er utført nord for faresonen, måtte tettes på grunn av artesiske trykk. VSF14043 er også utført like ved et høydedrag.

I faregradsvurderingen antas det at tidligere utførte inngrep i jordbruksområdet hverken vil gi en forbedring eller forverring. Fjerning av skog og vegetasjon vil være en forverring, men til gjengjeld vil f.eks. bakkeplanering og drenerende grøfter være positivt.

Lengden på løснеområdet er antatt å være maksimalt 15 x skråningshøyden. Dette medfører at grensene for løснеområdet er utvidet noe i forhold til grensene for tidligere kartlagte faresone. I nord og sør er det skisserte løснеområdet avgrenset av berg i dagen observert på flyfoto og løsmassekart. Et potensielt skred vil ha utløpsområde mot vest. Det er vurdert at et potensielt skred vil ha utløp i åpent terreng, og at utløpsdistansen kan bli maksimalt 1,5 x løsnedistansen. Med antakelsen om at leira vil bli helt flytende ved et skred, går utløpsområdet for et potensielt skred helt ned til elva.

### 8.89.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen havner i klasse 2, middels faregrad. Til sammenligning er NVE-sone 1260 Haugen tidligere blitt vurdert til å ha faregradsklasse 1. Forskjellen i vurderingene er at det i denne rapporten er antatt noe poreovertrykk, og det er vurdert at det ikke er noe forbedring på grunn av inngrep.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke registrert skredaktivitet i umiddelbar nærhet. Noen skredgroper er registrert i Larvik (ca. 2 km nord-vest for faresonen), og det er to registrerte leirskred ved Varill (ca. 3 km øst for faresonen)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	3	6	15-35 m. Skråningshelning varierer mellom 1:7 til 1:11.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Basert på trykksonderinger VSF14038 og VSF14040.
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Antar noe påvirkning fra høydedrag rundt sonen
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Basert på VSF14038, VSF14039 og VSF14040.
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Antatt.
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen inngrep.
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen			
Sum		51	34	16	0		24	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		47	

Faregradsklasse

2

Figur 105: Vurdering av faregrad sone VSF14-1

### 8.89.3 Stabilitetsvurderinger

Skråningen i denne faresonen kan sammenlignes med «Type 4»-beregningen beskrevet i kapittel 7. Skråningshøyden i den aktuelle faresonen er opp mot 35 m, og dermed mye høyere enn for «Type 4»-beregningen som har skråningshøyde på 20 m. I «Type 4»-beregningen er det antatt skråningshelning 1:10, mens skråningshelningen i den aktuelle faresonen varierer mellom 1:7 og 1:11. Basert på denne sammenligningen er det vurdert som sannsynlig at sikkerheten er lavere enn 1,4.

## 8.90 Faresone VSF14-2 / NVE-sone 1259 Tagtvedt

### 8.90.1 Beskrivelse

Faresone VSF14-2 gjelder samme område som 1259 Tagtvedt fra NVEs kvikkleirekart. Løsmassekartet fra NGU viser for denne sonen marin strandavsetning og berg som avgrenser sonen i nord og syd. Terrenget heller i hovedsak mot øst med skråningstopp på ca. kote 34 og skråningsfot på ca. kote 7. Terrenget stiger noe mot vest fra skråningstopp, men slakere enn 1:15. Høydeforskjellen er på ca. 27 m og gjennomsnittlig helning er på 1:3 på det bratteste.

I forbindelse med utredning av NVE-sonen er det utført grunnundersøkelser i 6 borhull innenfor sonen, disse er presentert i rapport 667/1 «Supplerende grunnundersøkelser og geoteknisk datarapport» (Datarapport fra Geostrom datert 2012-05-22). Det er utført totalt 6 dreietrykksonderinger, 2 trykksonderinger, tatt opp 3 prøveserier og satt ned en poretrykksmåler. I 3 av punktene, 1,3 og 5, antyder dreietrykksonderingene kvikkleire i dybden, men ingen av prøveseriene som er tatt opp

bekrefter dette, kun i et tynt sjikt i borpunkt 1. Der det er registrert konstant sonderingsmotstand med dybden viser prøvene siltig leire. I borpunkt 6 antyder dreietrykksonderingen mulig kvikke masser rundt 4 m dybde, men en prøve tatt i denne dybden avviser dette. I de vestligste punktene, punkt 2 og 4, viser dreietrykksonderingen økende motstand mot dybden.

I tillegg er det utført totalsonderinger i 2 borhull vest for sonen, VSF14051 og VSF14052. Her antydes det, basert på liten og stedvis synkende sonderingsmotstand, kvikkeleire fra 3 meter og ned til maksimalt 10 meters dybde.

Norconsult er enig med NGIs vurdering av løснеområdet for sonen. Ved vurdering av utløpsområdet er det antatt at leiren vil bli helt flytende ved et skred og vil ha potensiale til å flyte nedover inntil 3 ganger lengden på løsnakeområdet. Basert på grunnundersøkelsene ser man at dersom det er et sammenhengende lag av sprøbruddmateriale, finnes disse kun i øverste del av sonen og dette vil begrense volumet av involverte masser.

### 8.90.2 Faregradsklassifisering

Faregradsklassifiseringen presentert i figuren under er basert på faregradsklassifiseringen fra NVE/skrednett. Faresonen havner i klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart viser lite skredaktivitet i Larvik. Noen få rasgroper
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Maksimalt 30 m høydeforskjell
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Tolkning av trykksone
Poretrykk	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Poretrykksmålere satt i 2 dyp som viser hydrostatisk trykk
Overtrykk, kPa								
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	1	2	Dreietrykkssonderinger og opptatte prøver viser kun tynne lag med sprøbruddmateriale
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1	1	Maksimalt målt sensitivitet på 24
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Litt sideerosjon i bekkervane. God bunnsikring. Klart vann
Inngrep	3	Stor	Noe	Liten				
forverring forbedring								
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	-3	Ny vei anlagt i foten av sonen. Antas å ha stabiliserende effekt
Sum		51	34	16	0		12	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		24	

Faregradsklasse

1

**Figur 106: Vurdering av faregrad sone VSF14-2**

### 8.90.3 Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsberegninger av NGI i 2013, presentert i rapport 20110548-01-R «Stabilitet av sonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet» datert 2013-10-01. Beregningene er utført i 2 snitt, ett i den bratteste delen og ett i den slakere delen av sonen. For begge snitt ble det oppnådd en sikkerhet på over 1,4, som anses som tilstrekkelig i henhold til kravene i NVEs veileder 7. I beregningene er det lagt inn et sammenhengende lag med kvikkeleire, selv om dette ikke er påvist i grunnundersøkelsene. Dette er vurdert å være en konservativ antagelse, og det er sannsynlig at sikkerheten er større enn den beregnede.

## 8.91 Faresone VSF14-3

### 8.91.1 Beskrivelse

Det er allerede kartlagt en faresone ca. 200 m nordvest for faresone VSF14-3, kalt 1258 Gjelstad, utredet av NGI. Det er vurdert at de to faresonene er uavhengige av hverandre, og det er derfor opprettet en ny faresone, VSF14-3.

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for nesten hele faresonen, med unntak av ved skråningsfoten der området er markert som torv og myr. Sonen er omkranset med områder markert med bart fjell/tynt løsmassedecke. Største skråningshøyde innenfor sonen er ca. 22 m. Generelt heller terrenget i faresonen nedover i nordlig og vestlig retning med en helning på ca. 1:5.

Totalsondering VSF14094, VSF14095 og VSF14097 er utført ved skråningstoppen sørøst for området. Sonderinger indikerer ca. 3 m tørrskorpeleire over leire til faste masser eller berg. Leira antas å være sprøbruddmateriale. Berg er påtruffet i 7-13,5m dybde.

Løsneområdet er avgrenset av antatt berg i dagen og av slakt terreng ved skråningstopp. Faresonens utløpsområde vurderes å være myrområdet nordvest for løsneområdet. Det vurderes at deler av utløpsmassene vil kunne flyte videre i nordvestlig retning. Utløpsdistansen er vurdert til 1,5 x løsnedistansen, men forlenget noe pga. terrenghelning og delvis kanalisert terreng.

### 8.91.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 2, middels faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart viser lite skredaktivitet i området.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Antatt 22m høydeforskjell
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ukjent, antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen vesentlig høyere skråninger nær området. Antar hydrostatisk poretrykk.
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Ca. 10 m i VSF14095
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Antatt sensitivitet over 100 basert på totalsonderinger
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Mindre parallellgående bekk i skråningen. Antar ingen erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten				
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ikke funnet tegn til inngrep i sonen
Sum		51	34	16	0		20	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39	

Faregradsklasse

2

**Figur 107: Vurdering av faregrad sone VSF14-3**

### 8.91.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen, og det er heller ikke funnet korresponderende type-beregning. Årsaken er at aktuell sone har brattere skråningsvinkel og større skråningshøyde enn det som er normalt for en skråning med sprøbruddmateriale. Det er ikke utført boringer i selve skråningene. Dersom det finnes sprøbruddmateriale i skråningene, er sikkerheten trolig lavere enn gjeldende krav.

## 8.92 Faresone VSF14-4

### 8.92.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for hele faresonen, med unntak av ved skråningsfoten der området er markert som torv og myr. Løsmassekart viser bart fjell/tynt dekke like nord og sør for sonen. Største skråningshøyde innenfor sonen er ca. 23 m. Generelt heller terrenget i faresonen nedover i sørvestlig retning. Helningen er ca. 1:10 i nedre del og avtar til ca. 1:15 i øvre del.

Totalsondering VSF14114, som er utført omtrent midt i løsneområdet, indikerer at de øvre 2 meterne består av lagvis bløte og faste masser, antatt å være matjord og siltig leire/tørreskorpeleire. Under dette tolkes massene å bestå av bløt leire til berg. Leira antas å ha sprøbruddegenskaper. Berg er påvist ved ca. 15m dybde.

Totalsondering VSF14012 er tatt i utkanten av den sørøstlige delen av faresonen. Sonderingen indikerer lagvis faste og bløte masser til berg. Berg er påvist på ca. 10 m dybde. Leira vurderes ikke å være sprøbruddmateriale.

Totalsondering VSF14064, som er utført i utløpsområdet, viser stor motstand i den øverste meteren. Massene antas å være faste fyllmasser av sand eller grus. Under dette viser boringen lagvis faste og bløte masser til ca. 4,5 m dybde, antatt å være siltig/sandig leire. I underkant av dette antas det bløt leire med sprøbruddegenskaper til svært faste masser på ca. dybde 35m. De faste massene antas å være morene eller forvitret berg. Boringen er avsluttet i løsmasser på ca. 52 m dybde.

Det er utført totalsondering, trykksondering og prøveserie i borpunkt VSF14011, ca. 200 m øst for faresonen. Prøveserien viser at grunnen består av sprøbruddmateriale/kvikkleire.

Løsneområdet er avgrenset av antatt berg i dagen mot nord og sør, og av slakt terreng i øst. Faresonens utløpsområde vurderes å være myrområdet nedenfor utløpsområdet, samt et lavereliggende område sørvest for løsneområdet. Det vurderes at deler av utløpsmassene vil kunne flyte sørvestlig retning. Utløpsdistansen er vurdert til ca. 1,5 x løsnedistansen.

### 8.92.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 1, lav faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart viser lite skredaktivitet i området.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	23 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	2	4	Basert på cpt VSF14011
Poretrykk	Overtrykk, kPa	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0		Ingen nærliggende høye områder.
	Undertrykk, kPa	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		Antar hydrostatisk poretrykk.
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Antatt 13 m i VSF14114
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	Basert på prøveserie VSF14011
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Ingen erosjon observert
Inngrep	forverring	Stor	Noe	Liten				Antatt ingen vesentlige inngrep
	forbedring	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum		51	34	16	0		17	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

Faregradsklasse

1

Figur 108: Vurdering av faregrad sone VSF14-4

### 8.92.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen. Aktuell sone korresponderer stort sett med «Type 4» - «Type 5» beregning beskrevet i kapittel 7. Med konservative antagelser ligger sikkerheten for disse snittene mellom ca. 1,2 og 1,4. Det vurderes som lite sannsynlig at NVEs krav om absolutt sikkerhet for områdestabilitet over 1,4 vil være tilfredsstillt.

## 8.93 Faresone VSF14-5

### 8.93.1 Beskrivelse

Løsmassekart fra NGU viser marin strandavsetning for hele faresonen. Sonen ligger inntil et område markert som bart fjell/tynt løsmassedekke ved skråningstopp. Største skråningshøyde innenfor sonen er ca. 20 m. Generelt heller terrenget i faresonen nedover i nordøstlig retning med en helning på ca. 1:5. Langs foten av skråningen er det en liten bekk.

Det er i 1993 utført grunnundersøkelser i regi av NSB (20). Det ble da utført to fjellkontrollboringer og to totalsonderinger til berg. Totalsonderingene indikerer ca. 2m tørrskorpeleire over antatt sensitiv leire til berg. Berg er påtruffet på ca. 17m dybde. Leira antas å være sprøbruddmateriale.

Løsneområdet er avgrenset av antatt berg langs faresonens vestside. Faresonens utløpsområde er vurdert å følge ravinen i bunnen av løsneområdet og ned mot elva Lågen.

### 8.93.2 Faregradsklassifisering

Vurdering av faregrad er utført i henhold til NVEs veileder, og presentert i figuren under. Faresonen vurderes å tilhøre klasse 2, middel faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentarer
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Kvartærgeologisk kart viser lite skredaktivitet i området.
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	1	2	20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	3	6	Ukjent. Antar normalkonsolidert
Poretrykk Overtrykk, kPa Undertrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Kolle i bakkant. Antar et lite poreovertrykk
	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	Totalsonderinger indikerer >H/2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Totalsonderinger indikerer høy sensitivitet
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Liten bekk langs skråningsfot. Antar lite erosjon
Inngrep forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten				
	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ikke funnet tegn til inngrep i sonen
Sum		51	34	16	0		24	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		47	

Faregradsklasse

2

Figur 109: Vurdering av faregrad sone VSF14-5

### 8.93.3 Stabilitetsvurderinger

Det er ikke utført egne stabilitetsberegninger for denne faresonen, og det er heller ikke funnet korresponderende type-beregning. Årsaken er at aktuell sone har brattere skråningsvinkel og større skråningshøyde enn det som er normalt for en skråning med sprøbruddmateriale. Det er ikke utført boringer i selve skråningene. Dersom det finnes sprøbruddmateriale i skråningene, er sikkerheten trolig lavere enn gjeldende krav.



## 9 OPPSUMMERING

Kartlagte faresoner er vist på vedlagte tegninger. Faresonene er vist med ulik farge avhengig av faregraden. Faresonene er inndelt i løsn- og utløpsområder, som er vist med ulik skravur. Det kan bli behov for skredsikringstiltak både dersom jernbanen ligger i løsnområdet og i utløpsområdet. Ettersom det kreves høyere sikkerhet for glideflater som berører jernbanen, vil plassering av jernbanen i løsnområdet normalt være mer kritisk enn om jernbanen plasseres i utløpsområdet. Unntak fra dette kan blant annet være tilfeller hvor jernbanen blir liggende i skjæring i øvre del av utløpsområdet.

Vurdering av faregrad for kartlagte faresoner er oppsummert i Tabell 3. Som beskrevet i kapittel 4.5 er faregrad vurdert iht. metode i NVEs veileder (1). Faregrad er et kvalitativt uttrykk for sannsynligheten for områdeskred.

Tabell 3: Oppsummering av faregrad for kartlagte soner

Faresone	Faregrad	Faresone	Faregrad	Faresone	Faregrad
VTS14-1	2	VSS15-2A	1	VSF13-4	1
VTS15-1	1	VSS15-2B	1	VSF13-5	1
VTS15-2A	2	VSS15-3	2	VSF13-6	2
VTS15-2B	2	VSS15-4	1	VSF13-7	2
VTS17-1A	1	VSS15-5	1	VSF14-1	2
VTS17-2	2	VSS16-1	2	VSF14-2	1
VTS17-3	2	VSS16-2A	1	VSF14-3	2
VTS18-1A	1	VSS16-2B	1	VSF14-4	1
VTS18-1B	2	VSS16-3	2	VSF14-5	2
VTS18-1C	1	VSF11-1A	2		
VTS18-2	1	VSF11-1B	1		
VTS18-3	1	VSF11-2A	2		
VTS19-1	2	VSF11-2B	2		
VTS19-2	1	VSF11-2C	2		
VSS11-2A	3	VSF11-3A	1		
VSS11-2B	3	VSF11-3B	1		
VSS11-2C	3	VSF11-4	1		
VSS11-3	1	VSF12-1	2		
VSS11-4	1	VSF12-2A	2		
VSS11-5	1	VSF12-2B	2		
VSS11-8	1	VSF12-2C	1		
VSS11-9	1	VSF12-3A	1		
VSS11-10	1	VSF12-3B	1		
VSS12-2A	1	VSF12-3C	1		
VSS12-2B	1	VSF12-4	1		
VSS12-3	1	VSF12-5	1		
VSS12-5A	1	VSF12-6	2		
VSS12-5B	1	VSF12-7A	2		
VSS12-7	2	VSF12-7B	2		
VSS13-1	2	VSF12-8	1		
VSS13-2B	2	VSF12-9A	1		
VSS13-3A	2	VSF12-9B	1		
VSS13-3B	2	VSF12-10	1		
VSS13-4	1	VSF12-11	1		
VSS13-5	1	VSF12-12	1		
VSS13-7	1	VSF13-1A	1		
VSS13-10A	3	VSF13-1B	1		
VSS13-10C	3	VSF13-1C	1		
VSS13-11	1	VSF13-2A	2		
VSS13-12	1	VSF13-2B	2		
VSS13-13	2	VSF13-2C	2		
VSS13-16	1	VSF13-3	1		

## 10 VEDLEGG

### 10.1 Vedlegg 1 - Faresonekart

Vedlegg 1 inneholder faresonekart og er på totalt 15 sider inkludert forside.

Tabell 4: Tegningsliste vedlegg 1

Tegningsnummer	Tegningsnavn	Rev.	Dato	Målestokk (gjelder A1)
VTS14-F	Tønsberg – Stokke. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VTS15-F	Tønsberg – Stokke. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VTS17-F	Tønsberg – Stokke. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VTS18-F	Tønsberg – Stokke. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VTS19-F	Tønsberg – Stokke. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VSS11-F	Stokke – Sandefjord. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VSS12-F	Stokke – Sandefjord. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VSS13-F	Stokke – Sandefjord. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VSS15-F	Stokke – Sandefjord. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:2500
VSS16-F	Stokke – Sandefjord. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:2500
VSF11-F	Sandefjord-Farriseidet. Faresoner kvikkleire	02A	10.05.2017	1:5000
VSF12-F	Sandefjord-Farriseidet. Faresoner kvikkleire	03A	15.01.2018	1:5000
VSF13-F	Sandefjord-Farriseidet. Faresoner kvikkleire	03A	15.01.2018	1:5000
VSF14-F	Sandefjord-Farriseidet. Faresoner kvikkleire	03A	15.01.2018	1:5000

### 10.2 Vedlegg 2 - Aktsomhetskart

Vedlegg 2 inneholder aktsomhetskart og er på totalt 15 sider inkludert forside.

Tabell 5: Tegningsliste vedlegg 2

Tegningsnummer	Tegningsnavn	Rev.	Dato	Målestokk (gjelder A1)
VTS14-A	Tønsberg – Stokke. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VTS15-A	Tønsberg – Stokke. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VTS17-A	Tønsberg – Stokke. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VTS18-A	Tønsberg – Stokke. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VTS19-A	Tønsberg – Stokke. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VSS11-A	Stokke – Sandefjord. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VSS12-A	Stokke – Sandefjord. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VSS13-A	Stokke – Sandefjord. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VSS15-A	Stokke – Sandefjord. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:2500
VSS16-A	Stokke – Sandefjord. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:2500
VSF11-A	Sandefjord-Farriseidet. Aktsomhetsområder kvikkleire	01A	10.05.2017	1:5000
VSF12-A	Sandefjord-Farriseidet. Aktsomhetsområder kvikkleire	02A	15.01.2018	1:5000
VSF13-A	Sandefjord-Farriseidet. Aktsomhetsområder kvikkleire	02A	15.01.2018	1:5000
VSF14-A	Sandefjord-Farriseidet. Aktsomhetsområder kvikkleire	02A	15.01.2018	1:5000

## 11 DOKUMENTINFORMASJON

### 11.1 Endringslogg

Rev.	Endring
00A	Disposisjon for kommentarer 05.09.2016
01A	Første utgave 24.10.2016
02A	Revidert etter kommentarer fra JBV. Det er lagt til én ekstra faresone (VSF14-2), tatt med flere henvisninger til lovverk og diverse mindre justeringer i teksten. Bortsett fra faresone VSF14-2 er det ikke gjort endringer i beskrivelsen av faresonene. Aktsomhetskart er lagt ved. Faresoner fra skrednett er tatt med på faresonekartene.
03A	Revidert etter tredjepartskontroll. Alle faregradsklassifiseringer er gjennomgått på nytt, og begrunnelser for score utdypet. Resultater fra grunnundersøkelser mottatt etter forrige revisjon er inkludert i vurderingene. Utredningsområdet er utvidet i enkelte områder. Det er lagt til 5 nye faresoner (3 på VSS11-F, 1 på VSS12-F og 1 på VSS13-F) og utvidet 2 tidligere faresoner (VSS13-F) pga. utvidet utredningsområde. Det er gjort mindre justeringer av enkelte løснеområder for at de skal være i samsvar med grenser vist på skrednett. Faregrad er endret for 9 soner, både som følge av revurdering av klassifiseringene, data fra nye grunnundersøkelser og endringer av løснеområder. Lengde av utløpsområder er gjennomgått for alle faresoner, for å kontrollere at vist lengde samsvarer med beskrivelsen i rapporten. Nye og endrede faresoner, samt soner hvor faregraden er endret, er vist med revisjonssky på faresonekartene. Henvisninger til korridorer for ny jernbane og vurdering av tiltak i de ulike faresonene er tatt ut (flyttes til geoteknisk fagrapport). Begrunnelse for valg av metode for avgrensning av utløpsområder er utdypet. Begrunnelse for hvorfor enkelte aktsomhetsområder er vesentlig endret eller utgått er lagt inn på aktsomhetskartene.
04A	Revidert etter tredjepartskontroll. Ett avsnitt i kapittel 4.4 er tatt ut. I faregradstabell for sone VSS11-3 er kommentar til erosjonsvurdering endret. Utløpsområde for faresone VTS18-1C er justert.
05A	Utredningsområdet utvidet mellom Sandefjord og Larvik. Lagt til 9 nye faresoner (VSF12-2, VSF13-3, -4, -5, -6 og -7, VSF14-3, -4 og -5).

### 11.2 Internkontroll

Internkontroll av rapporten er utført i henhold til prosedyrer beskrevet i oppdragets kvalitetsplan (30). Kontrollen består av egenkontroll, fagkontroll/sidemannskontroll og godkjenning. Hvem som har utført de ulike kontrollene fremgår av revisjonsfeltet på forsiden. Som dokumentasjon på utført kontroll arkiveres skannede sjekk-kopier og signerte sjekklister.

### 11.3 Terminologi

AEM	Airborn Electromagnetic scanning. Metode for å kartlegge grunnens egenskaper over store områder
Aktsomhetsområde	Områder der det potensielt kan være skredfarlig kvikkleire/sprøbruddmaterialer, uten at skredfaren er undersøkt
Faregrad	Kvalitativt uttrykk for sannsynligheten for områdeskred i en faresone
Faresoner	Områder der det potensielt kan være skredfarlig kvikkleire/sprøbruddmaterialer, og hvor antatt maksimal utstrekning av løsne- og utløpsområder er definert på grunnlag av grunnundersøkelser, terrenganalyser og geotekniske vurderinger.
IC	InterCity

Løsneområde	Det området som glir ut når et skred inntreffer
Retrogressivt skred	Skred som utvikles ved at skaller glir ut suksessivt bakover og sideveis
TRV	Bane NORs tekniske regelverk
Utløpsområde	Området der skredmassene avsettes nedenfor skredgropa

## 11.4 Referanseliste


1. **NVE.** *Sikkerhet mot kvikkleireskred, Veileder 7/2014, april 2014.*
2. **Bane NOR.** *Teknisk designbasis for Intercity, rapport nr. ICP-00-A-00030, rev. 04A, datert 13. desember 2017.*
3. **BaneNOR.** *Teknisk regelverk, underbygning, 520 Prosjektering og bygging, 15. september 2016.*
4. **Standard Norge.** *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, NS-EN-1197-1:2004+A1:2013+NA:2016.*
5. **NVE.** *Metode for vurdering av løsné- og utløpsområder for områdeskred, rapport nr. 14-2016.*
6. **NGU.** [www.ngu.no](http://www.ngu.no). [Internett]
7. **NGI.** *InterCity-prosjektet, Tønsberg - Stokke, Avrop V-TS-4, Datarapport grunnundersøkelser, Dokumentnummer ICP-36-V-70004, rev. 00A, 25.09.2015.*
8. —. *InterCity-prosjektet. Avrop V-SF-07, Sandefjord-Farriseidet. Datarapport grunnundersøkelser. Dokumentnr. ICP-36-V-70004, rev. 01A, 17.11.2016.*
9. —. *InterCity-prosjektet. Avrop V-SF-25, Sandefjord - Farriseidet. Datarapport grunnundersøkelser. Dokumentnr. ICP-36-V-70009, rev. 01A, 03.03.2017.*
10. —. *InterCity-prosjektet. Avrop V-SS-06, Stokke - Sandefjord. Datarapport grunnundersøkelser. Dokumentnr. ICP-36-V-70003, rev. 00A, 25.08.2016.*
11. —. *InterCity-prosjektet. Avrop V-SS-24, Stokke - Sandefjord. Datarapport grunnundersøkelser. Dokumentnr. ICP-36-V-70012, rev. 01A, 03.03.2017.*
12. —. *InterCity-prosjektet. Avrop V-TS-05, EO-17 Tønsberg-Stokke. Datarapport grunnundersøkelser. Dokumentnr. ICP-36-V-70002, rev. 01A, 18.11.2016.*
13. —. *InterCity-prosjektet. Avrop V-TS-11, Tønsberg-Stokke. Datarapport grunnundersøkelser. Dokumentnr. ICP-36-V-70010, rev. 00A, 24.11.2016.*
14. **GrunnTeknikk.** *Fv. 251 Hasle, Områdestabilitet, rapport nr. 110639r1, 17. september 2014 .*
15. **Multiconsult.** *Nybo Gravlund, Sandefjord. Grunnundersøkelser. Geoteknisk rapport. Rapport nr. 812689/1. 3. november 2010.*
16. **Norconsult.** *Fv. 275 Dølebakken. Geoteknisk datarapport, rapp. nr. 5158130-RIG 01, 2016-06-03.*
17. **Statens vegvesen.** *Fylkesveg Z270 Hasle, Sandefjord, Stabilitet av skjæringsskråning, rapport nr. ZD45A-1, 7. mars 1985.*
18. —. *Grunnundersøkelser for RV.305 innfartsveg Sandefjord, rapport nr. Z-240B, 2.11.1978.*
19. **Vegdirektoratet.** *Rv. 303 Gokstadveien. Omlegging. Grunnundersøkelser, rapport nr. Z320A-1, januar 1983.*
20. **Jernbaneverket.** *Grunnundersøkelser hovedplan Stokke syd - Øya Larvik, UB.112451-000, 1994.*
21. **Geostrøm.** *Grunnundersøkelser i Kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet, 2012-05-22.*
22. **Grunnteknikk.** *Stokke. Kihle bru - Akersvannet. Grunnundersøkelser. Rapport nr. 111141r1, 26. september 2014.*
23. **Norconsult.** *Intercity Tønsberg-Skien Rapport seismiske undersøkelser, rapport nr. ICP-36-V-25517, 5. januar 2016.*
24. **NGI.** *Intercity-prosjektet Helikopterbasert AEM - Tønsberg - Farriseidet Datarapport, dokument nr. ICP-36-V-70000, 16. oktober 2015.*
25. —. *Vestfoldbanen Tønsberg - Farriseidet AEM Kvikkleiretolkning, dokument nr. ICP-36-V-70008, 29. juni 2016.*
26. **SVV, NVE og JBV.** *En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. 2014.*
27. **www.finn.no.** [Internett]
28. **Sandefjord kommune.** *Arealplaner. www.sandefjord.kommune.no. [Internett]*
29. **Norconsult.** *Fv. 275 Dølebakken, geoteknisk prosjekteringsrapport, rapport nr. 5158130-RIG-02, 2016-06-20.*
30. **NOAV.** *InterCity prosjektet. Vestfoldbanen. Tønsberg-Larvik. Kvalitetsplan. Dokumentnr. ICP-36-Q-25002, rev. 05A, 21. august 2017.*

# InterCity-prosjektet Vestfoldbanen Tønsberg – Larvik Vedlegg 1 - Faresonekart


- Akseptert  
 Akseptert m/kommentarer  
 Ikke akseptert / kommentert  
 Revider og send inn på nytt  
 Kun for informasjon

Sign: \_\_\_\_\_

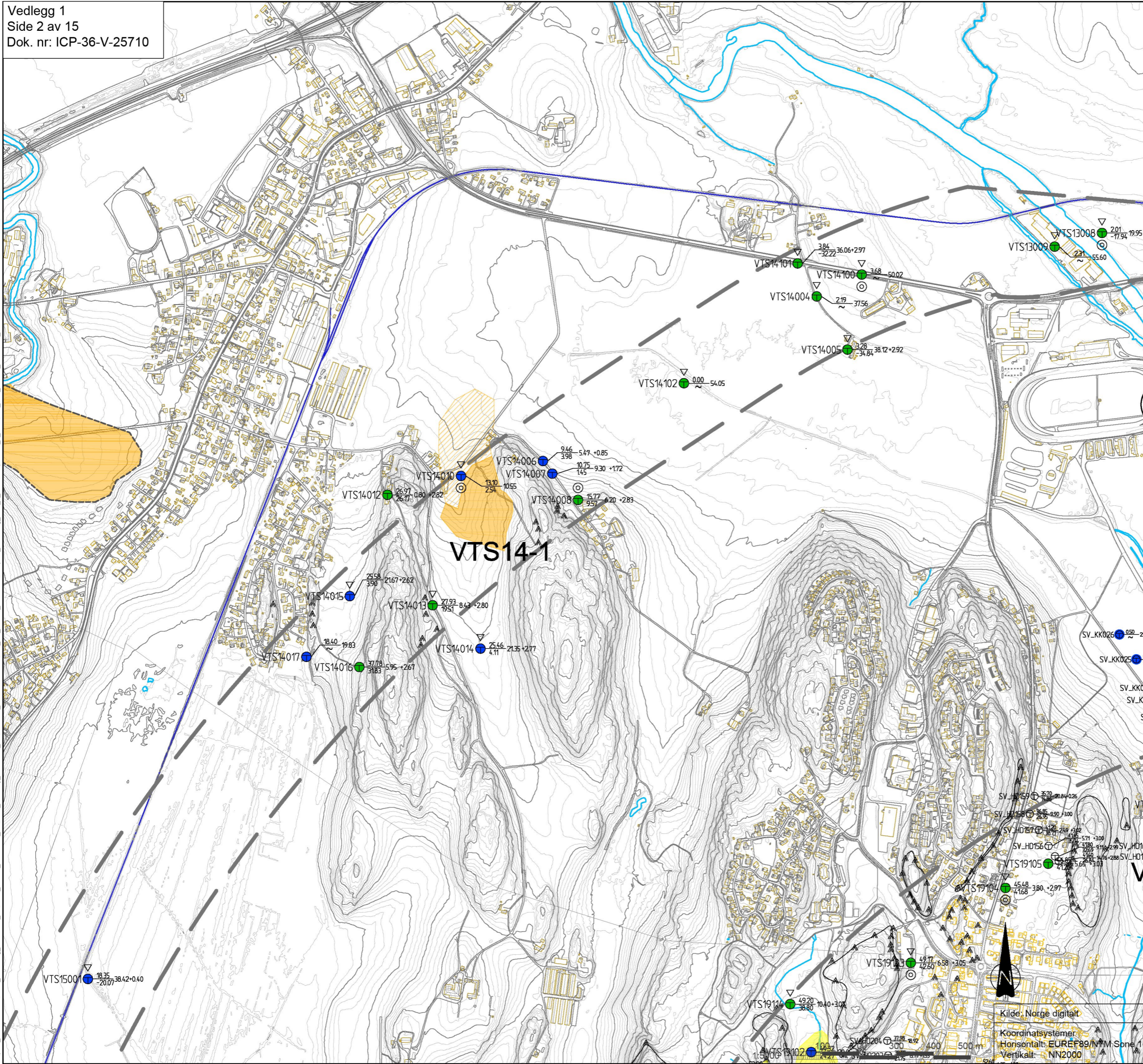
05A	Utvidet utredningsområde	30.01.2018	HenFir	AS	BITOR
04A	Revidert etter tredjepartskontroll	23.06.2017	AS	HeTov	BITOR
03A	Revidert etter tredjepartskontroll	10.05.2017	AS	HeTov	BITOR
02A	Revidert etter kommentarer fra JBV	14.11.2016	AS	OE	BITOR
01A	Første utgave	24.10.2016	AS	GUH	BITOR
00A	Disposisjon for kommentarer	05.09.2016	AS	GUH	MaVei
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

<b>Tittel:</b> <b>InterCity-prosjektet</b> <b>Vestfoldbanen</b> <b>Tønsberg - Larvik</b> <b>Vedlegg 1 - Faresonekart</b>	Sider:	15			
	Produsert av:				
	Prod.dok.nr.:		Rev:		
	Erstatter:				
	Erstattet av:				

Prosjekt: 965000 Parsell: 36	Dokumentnummer: <b>ICP-36-V-25710</b>	Revisjon: <b>05A</b>
---------------------------------	--	-------------------------

	Drift dokumentnummer:	Drift rev.:
---	-----------------------	-------------

W:\15175151712\BIM\Geoteknik\Kvikkleire\151712\_VTS\_Faresoner\_5000.dwg - He Tov - Plottet: 2017-05-04 09:58:28 - LAYOUT = VTS14-F - XREF = Borplan\_ekskluderende\_JBVT\_1\_5000\_Tonsberg\_borplan\_NTM\_Borplan\_ekskluderende\_5014437\_Kryssing\_Hammerdalen\_alleboringer\_fullestendig\_Borplan\_ekskluderende\_5000\_AndreProsjekter\_Kvikkleire\_tekning\_Vem\_utredningsomrade\_omradeskillet\_36\_F\_V\_Faresoner-kvikkleire-DEL1\_Borplan\_usikking\_VSS\_1\_5000\_NVE\_Kvikkleire\_omrader\_2016-11-09\_Bergblotninger\_NVE\_Kvikkleire\_3D\_Tm\_Tonsberg\_kommune\_3D\_Kar\_Notteroy\_kommune\_3D\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m\_Borplan\_ekskluderende\_diverse\_1\_5000\_Borplan\_AntattKvikkleire\_Borplan\_Utredningsomrade\_Kar\_Tonsberg\_kommune\_5m\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m\_Kar\_Notteroy\_kommune\_5m



**FORKLARINGER**

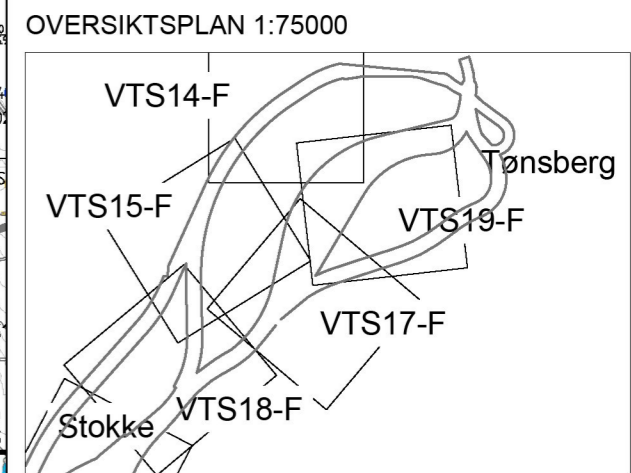
- ▽ Trykksondring (CPTU)
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ PZ Piezometer
- ⊕ Totalsondring
- Yttergrense av utredningsområde
- ▲ Bergblotning
- ⊗ Fjellkontrollboring
- 02A

**INFORMASJON OM KVIKKLEIRE**

- Utført boring med antatt funn av kvikkleire
- Utført boring uten antatt funn av kvikkleire
- Kvikkleirefaregrad høy - løснеområde
- Kvikkleirefaregrad høy - utløpsområde
- Kvikkleirefaregrad middels - løснеområde
- Kvikkleirefaregrad middels - utløpsområde
- Kvikkleirefaregrad lav - løснеområde
- Kvikkleirefaregrad lav - utløpsområde
- 02A

**OMRÅDER UTENFOR UTREDNINGSOMRÅDE:**

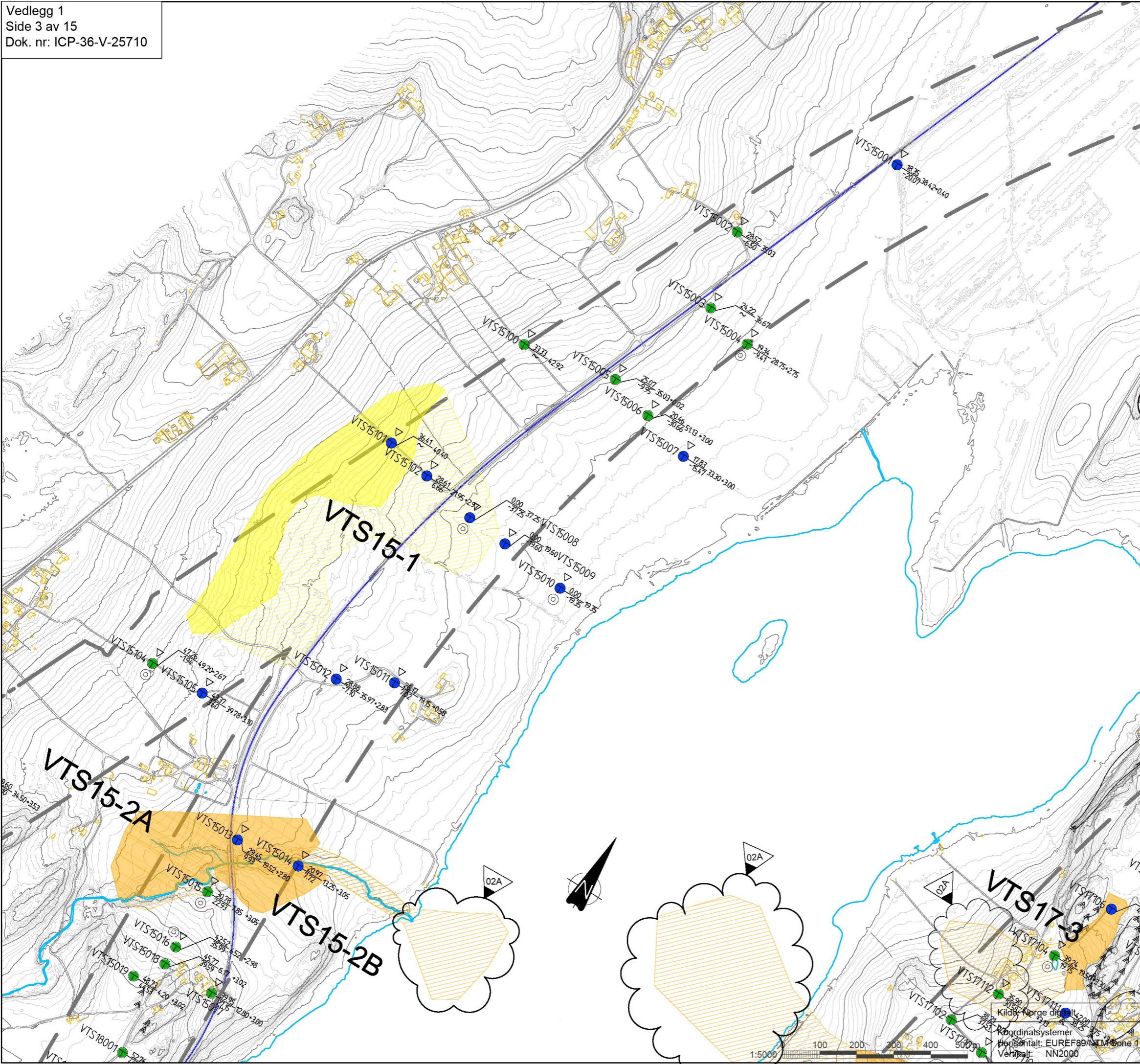
Fullstendig kartlegging av faresoner er kun utført innenfor viste utredningsområde. Utenfor dette området kan det derfor være faresoner som ikke er vist på kartet.



02A Revidering etter tredjeparts kontroll	10.05.2017	HeTov	AS	BITor
01A Lagt til faresoner fra NVE Skrednett	14.11.2016	HeTov	AS	BITor
00A Første utgave	24.10.2016	HeTov	OE	BITor
Rev. Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
Vestfoldbanen - Tønsberg-Skien		Målestokk:	1:5000	
Tønsberg - Stokke		Produsent	Norconsult	
Faresoner kvikkleire		Prod. tegn.nr.		
Plan		Erstatning for		
		Erstattet av		
InterCity prosjektet - Tønsberg-Skien		Tegningsnummer:	VTS14-F	Rev.:
Hovedplan		Tegningsnummer:		02A
<b>BANE NOR</b>				

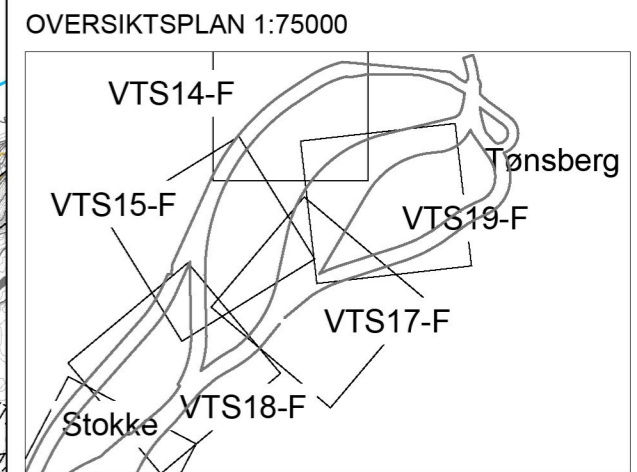
Kilde: Norge digitalt  
Koordinatsystemer:  
Horisontalt: EUREF89/NM Sone 10  
Vertikalt: NN2000

W:\515175151712\BIM\Geoteknik\Kvikkleire\15151712\_VTS\_Faresoner\_5000.dwg - HeTov - Plottet: 2017-05-04 09:58:16 - LAYOUT = VTS15-F - XREF = Borplan\_eksisiterende\_UBVT\_1\_5000\_Tønsberg\_borplan\_NTM\_Borplan\_eksisiterende\_5014437\_Kryssing\_Hammerdalen\_alleboringer\_fullestendig\_Borplan\_eksisiterende\_5000\_AnderProsjektet\_Kvikkleire\_tekning\_Vem\_utredningsområde\_områdesdel\_36\_F\_V\_Faresoner\_kvikkleire-DEL1\_Borplan\_usikking\_VSS\_1\_5000\_NVE\_kvikkleire\_områdesdel\_1-1-09\_Bergblotninger\_NVE\_kvikkleire\_3D\_Kart\_Tønsberg\_kommune\_5m\_3D\_Tm\_Tønsberg\_kommune\_3D\_Kart\_Notoroy\_kommune\_5m\_3D\_Kart\_Notoroy\_kommune\_5m\_3D\_Kart\_Stokke\_kommune\_5m\_3D\_Kart\_Stokke\_kommune\_5m\_Borplan\_eksisiterende\_5000\_AnderProsjektet\_Kvikkleire\_tekning\_Vem\_utredningsområde\_områdesdel\_36\_F\_V\_Faresoner\_kvikkleire-DEL1\_Borplan\_usikking\_VSS\_1\_5000\_NVE\_kvikkleire\_områdesdel\_1-1-09\_Bergblotninger\_NVE\_kvikkleire\_3D\_Kart\_Tønsberg\_kommune\_5m\_3D\_Tm\_Tønsberg\_kommune\_3D\_Kart\_Notoroy\_kommune\_5m\_3D\_Kart\_Notoroy\_kommune\_5m\_3D\_Kart\_Stokke\_kommune\_5m\_3D\_Kart\_Stokke\_kommune\_5m



- ### FORKLARINGER
- Trykksondring (CPTU)
  - Prøveserie
  - PZ Piezometer
  - Totalsondring
  - Yttergrense av utredningsområde
  - Bergblotning
  - Fjellkontrollboring
- 02A
- ### INFORMASJON OM KVIKKLEIRE
- Utført boring med antatt funn av kvikkleire
  - Utført boring uten antatt funn av kvikkleire
  - Kvikkleirefaregrad høy - løснеområde
  - Kvikkleirefaregrad høy - utløpsområde
  - Kvikkleirefaregrad middels - løснеområde
  - Kvikkleirefaregrad middels - utløpsområde
  - Kvikkleirefaregrad lav - løснеområde
  - Kvikkleirefaregrad lav - utløpsområde
  - Tidligere kartlagte faresoner fra NVE Skrednett
- 02A

**OMRÅDER UTENFOR UTREDNINGSOMRÅDE:**  
Fullstendig kartlegging av faresoner er kun utført innenfor vist utredningsområde. Utenfor dette området kan det derfor være faresoner som ikke er vist på kartet.



02A Revidering etter tredjeparts kontroll	10.05.2017	HeTov	AS	BTor
01A Lagt til faresoner fra NVE Skrednett	14.11.2016	HeTov	AS	BTor
00A Første utgave	24.10.2016	HeTov	OE	BTor
Rev. Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
Målestokk:		1:5000		
Prosjekt:		Norconsult		
Prod. tegn. nr.:				
Erlatning for:				
Erstatlet av:				
Tegningsnummer:		VTS15-F		02A
InterCity prosjektet - Tønsberg-Skien		Tønsberg - Stokke		Faresoner kvikkleire
Hovedplan		Plan		Kilde: Norge dig
Verktøystil: EUREF89/NTM zone 10		Koordinatsystemer:		Verktøystil: NN2000
Verktøystil: NN2000		Verktøystil: NN2000		Verktøystil: NN2000

**FORKLARINGER**

- ▽ Trykksondring (CPTU)
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ PZ Piezometer
- ⊕ Totalsondring
- - - Yttergrense av utredningsområde
- ▲ Bergblotning
- ⊗ Fjellkontrollboring

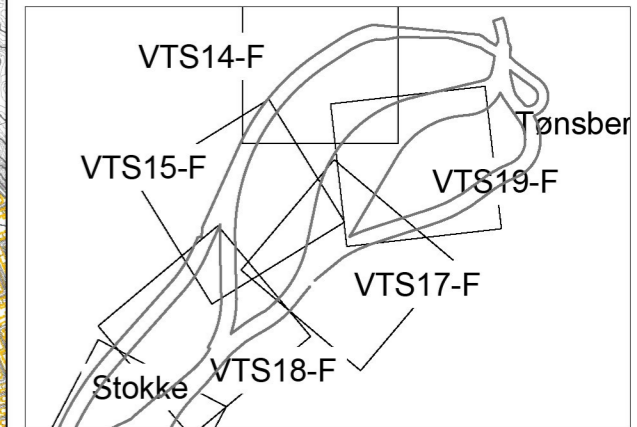
**INFORMASJON OM KVIKKLEIRE**

- Utført boring med antatt funn av kvikkleire
- Utført boring uten antatt funn av kvikkleire
- Kvikkleirefaregrad høy - løснеområde
- Kvikkleirefaregrad høy - utløpsområde
- Kvikkleirefaregrad middels - løснеområde
- Kvikkleirefaregrad middels - utløpsområde
- Kvikkleirefaregrad lav - løснеområde
- Kvikkleirefaregrad lav - utløpsområde
- Tidligere kartlagte faresoner fra NVE Skrednett

**OMRÅDER UTENFOR UTREDNINGSOMRÅDE:**

Fullstendig kartlegging av faresoner er kun utført innenfor viste utredningsområde. Utendfor dette området kan det derfor være faresoner som ikke er vist på kartet.

**OVERSIKTSPLAN 1:75000**



02A Revidering etter tredjepartskontroll	10.05.2017	HeTov	AS	BTor
01A Lagt til faresoner fra NVE Skrednett	14.11.2016	HeTov	AS	BTor
00A Første utgave	24.10.2016	HeTov	OE	BTor
Rev. Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
Målestokk:		1:5000		
Vestfoldbanen - Tønsberg-Skien		Produzent <b>Norconsult</b>		
Tønsberg - Stokke		Prod. tegn. nr.		
Faresoner kvikkleire		Etablning lov		
Plan		Etablning av		
InterCity prosjektet - Tønsberg-Skien		Tegningsnummer: <b>VTS17-F</b>		Rev: <b>02A</b>
Hovedplan		Tegningsnummer:		Rev:
<b>BANE NOR</b>				

W:\151715\151717\2\BIM\Geoteknikk\Kvikkleire\151717\_1\_VTS\_Faresoner\_5000.dwg - HeTov - Plottet: 2017-05-04 10:00:09 - LAYOUT = VTS17-F - XREF = Borplan\_ekskluderende\_JBVT\_1\_5000\_Tønsberg\_borplan\_NTM\_Borplan\_ekskluderende\_5014437\_Krysning\_Hammerdalen\_alleboringer\_fullestendig\_Borplan\_ekskluderende\_5000\_AndreProsjekter\_Kvikkleire\_tekning\_Vem\_utredningsområde\_områdeskillet\_36\_F\_V\_Faresoner-kvikkleire-DEL1\_Borplan\_usikking\_VSS\_1\_5000\_NVE\_Kvikkleire\_område\_015-1-03\_Bergblotninger\_NVE\_Kvikkleire\_3D\_Kar\_Tønsberg\_kommune\_5m\_3D\_Kar\_Norneroy\_kommune\_5m\_Borplan\_ekskluderende\_diverse\_1\_5000\_AntattKvikkleire\_Borplan\_ekskluderende\_5000\_Kar\_Stokke\_kommune\_5m\_3D\_Kar\_Stokke\_kommune\_5m

