

# InterCity-prosjektet Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg

## Områdestabilitetsrapport for delstrekning Rolvsøy- Klavestad

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <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: \_\_\_\_\_

00A	Områdestabilitetsrapport	21.08.2018	KELJ/MAB /ATO	EDO	ANO		
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av		
<b>Tittel:</b> <b>InterCity-prosjektet</b> <b>Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg</b> <b>Områdestabilitetsrapport for delstrekning Rolvsøy-Klavestad</b>		<b>Sider:</b> <b>57</b> <b>+ 1 vedlegg</b>					
		<b>Produsert av:</b>					
		<b>Prod.dok.nr:</b>		<b>Rev:</b>			
		<b>Erstatter:</b>					
		<b>Erstattet av:</b>					
<b>Prosjekt:</b> InterCity-prosjektet <b>Parsell:</b> 16 Fredrikstad-Sarpsborg		<b>Dokumentnummer:</b> <b>ICP-16-A-25498</b>		<b>Revisjon:</b> <b>00A</b>			
		<b>Drift dokumentnummer:</b>		<b>Drift rev:</b>			

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>BAKGRUNN</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>OMRÅDEBESKRIVELSE</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DELOMRÅDE 6 – HAUGE – VALLE</b> .....	<b>16</b>
4.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE .....	16
4.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	16
4.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER .....	16
4.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	16
4.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	17
4.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER .....	17
4.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	17
4.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	17
<b>5</b>	<b>DELOMRÅDE 7 – VALLE – ROLVSØY</b> .....	<b>18</b>
5.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE .....	18
5.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	18
5.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER .....	18
5.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	18
5.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	19
5.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER .....	19
5.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	19
5.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	19
5.9	FAREGRADSEVALUERING .....	20
5.9.1	<i>Faresone 7-1 Rolvsøysund vest</i> .....	20
5.9.2	<i>Faresone 7-2 Rolvsøysund øst</i> .....	21
5.9.3	<i>Faresone 7-2 Visterveien</i> .....	21
<b>6</b>	<b>DELOMRÅDE 8 ROLVSØYSUND - HANNESTAD</b> .....	<b>23</b>
6.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE .....	23
6.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	23
6.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER .....	23
6.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	23
6.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	24
6.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER .....	24
6.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	24
6.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	24
6.9	FAREGRADSEVALUERING .....	24
6.9.1	<i>Faresone 8-1 Greåkerdalen vest</i> .....	25
6.9.2	<i>Faresone 8-2 Greåkerdalen øst</i> .....	26
6.9.3	<i>Faresone 8-3 Tindlund nord</i> .....	27
<b>7</b>	<b>DELOMRÅDE 9 HANNESTAD – ALVIM</b> .....	<b>28</b>
7.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE .....	28
7.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	28
7.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER .....	28
7.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	29
7.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	29
7.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER .....	29
7.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	29
7.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	29
7.9	FAREGRADSEVALUERING .....	30
7.9.1	<i>Faresone 9.1</i> .....	30
7.9.2	<i>Faresone 9-2</i> .....	30
7.9.3	<i>Faresone 9-3</i> .....	31
<b>8</b>	<b>DELOMRÅDE 10 ALVIM –GLENG</b> .....	<b>33</b>

8.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE.....	33
8.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	33
8.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER .....	33
8.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	33
8.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	34
8.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER .....	34
8.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	34
8.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	34
8.9	FAREGRADEVALUERING .....	34
8.9.1	Faresone 10.1.....	35
8.9.2	Faresone 10.2.....	35
8.9.3	Faresone 10-3.....	36
8.9.4	Faresone 10-4.....	37
8.9.5	Faresone 10-5.....	38
8.9.6	Faresone 10-6.....	39
8.9.7	Faresone 10-7.....	40
<b>9</b>	<b>DELOMRÅDE 11 GLENG-SARPSFOSSEN.....</b>	<b>40</b>
9.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE.....	41
9.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	41
9.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER .....	41
9.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	41
9.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	41
9.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER .....	42
9.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	42
9.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	42
9.9	FAREGRADEVALUERING .....	42
9.9.1	Faresone 11.1.....	43
9.9.2	Faresone 11.2.....	44
<b>11</b>	<b>DELOMRÅDE 12 SARPSFOSSEN-BORGEN .....</b>	<b>46</b>
11.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE .....	46
11.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	46
11.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER.....	46
11.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	47
11.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	47
11.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER.....	47
11.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER.....	47
11.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	47
11.9	FAREGRADEVALUERING.....	48
11.9.1	Faresone 12-1.....	48
11.9.2	Faresone 12-2.....	49
11.9.3	Faresone 12-3.....	50
11.9.4	Faresone 12-4.....	50
11.9.5	Faresone 12-5.....	50
<b>12</b>	<b>DELOMRÅDE 13 BORGEN-KLAVESTAD .....</b>	<b>52</b>
12.1	AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE .....	52
12.2	UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE .....	52
12.3	AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER.....	52
12.4	UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET .....	52
12.5	AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .....	53
12.6	VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER.....	53
12.7	AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER .....	53
12.8	AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER .....	53
12.9	FAREGRADEVALUERING.....	53
<b>13</b>	<b>VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER.....</b>	<b>54</b>
<b>14</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>55</b>

15	REVISJONSHISTORIKK .....	56
16	VEDLEGG .....	57

## 1 BAKGRUNN

Bane NOR planlegger dobbeltspor for jernbane på strekningen Fredrikstad-Sarpsborg.

Foreliggende rapport er utarbeidet av COWI Multiconsult (2G), Tunnel og geofag v/Geoteknikk, som er prosjekteringsrådgiver (PR).

Rapporten inneholder utredning/vurdering av områdestabiliteten på strekningen Rolvsøy-Klavestad. Vurderingene er utført i henhold til NVEs veileder nr. 7 – 2014, «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1]. Ifølge Teknisk Designbasis for InterCity-prosjektet i Bane NOR arbeider Bane NOR med å innarbeide resultater fra NIFS-prosjektet. Teknisk Designbasis vil bli oppdatert når dette arbeidet er gjennomført.

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det foreligger heller ingen metode for vurdering av utløpsdistansen i NVE – veilederen. Utløpsdistansen avhenger også svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper. På bakgrunn av dette er vår vurdering av utløpsdistanse basert på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6], i tillegg til vurdering av topografi.

Det er vurdert at omfanget av vurderingene i denne rapporten skal omfatte punkt 1 – 9 som beskrevet i kapittel 4.5 i NVE-veilederen, da det på dette tidspunktet ikke er valgt ett traséalternativ. Punktene 1 -10 i Tabell 1-1 beskriver NVE-prosedyren for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare (aktsomhetsområder, punkt 1-5), avgrensning og faregradsevaluering av faresoner (faregradsklassifiserte faresoner, punkt 6-9) og stabilitetsvurdering (punkt 10). For definerte faresoner 9-1, 11-2, 12-2, 12-3, 12-4 og 12-5 er det gjort et unntak og utredningen er stoppet på punkt 8 i NVEs prosedyre. Grunnen til dette er at flere av faktorene i faregradsklassifiseringen er så usikre at det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser for å kunne plassere faresonen innenfor en faregradsklasse med tilstrekkelig nøyaktighet. De nevnte faresonene er derfor vurdert å måtte faregradsklassifiseres etter supplerende grunnundersøkelser i neste planfase.

Evalueringer er utført med utgangspunkt i eksisterende terreng da sporplassering ikke er endelig bestemt. Det er likevel bare faresoner som vil kunne ha påvirkning på de nåværende sporalternativene som er inkludert i rapporten. Det er ikke tatt hensyn til rigg- og deponiområder eller anleggsveger, da endelig plassering av disse ikke er bestemt. Dette må derfor utføres i senere faser.

Det påpekes at det er områder med antatt forekomst av kvikkleire som ikke er avmerket som faresone. I slike flate partier må det gjøres vurderinger av tiltaket med tanke på å sikre lokalstabiliteten.

Fullstendig utredning av faresoner med stabilitetsvurderinger (punkt 10) utføres ikke i denne rapporten, men først i detaljplanarbeidet med endelig sporplassering. For områdestabilitetsberegninger vil krav til sikkerhetsfaktor avhenge av tiltakskategori definert i NVEs veileder. Utbygging av ny jernbane vurderes som et prosjekt i tiltakskategori K4. For krav til sikkerhetsfaktor ved beregning av lokalstabilitet gjelder krav i Bane NORs tekniske regelverk og teknisk designbasis. Teknisk designbasis legges til grunn for bestemmelse av grense mellom lokal- og områdestabilitet og innebærer at glideflater som berører jernbanetiltaket defineres som lokalstabilitet, med krav til materialfaktor 1,6.

**Tabell 1-1 Oversikt over prosedyre NVE 7/2014**

Pkt.	Overskrift
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense
3.	Avgrens områder med marine avsetninger
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred
6.	Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag

7.	Avgrens løsneområder nøyaktig
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. <i>Utføres i senere fase</i>

Kartleggingen presenteres som tekst for hvert av delområdene inndelt i underkapitler som samsvarer med hvert punkt i NVE-proseduren.

I tillegg er det utarbeidet kart som ligger i Vedlegg 1; dvs. tegninger som viser utbredelse av sprøbruddmaterialer (punkt 1 – 6) og tegninger med faregradsklassifisering av faresoner (punkt 7 – 9).

Terrenganalyser er gjort med bakgrunn i tilgjengelig kartgrunnlag. Kilde kartdata er Geovekst, og benyttet koordinatsystem er EUREF 89 NTM/Sone 10. Alle kotehøyder refererer til NN 2000. Det bemerkes at tilgjengelig kartgrunnlag ikke gir informasjon om vandybder, verken i elver, bekker eller vann. Dette fører til stor usikkerhet i forbindelse med avgrensning av faresoner. Ved utredninger ved vann bør det innhentes nærmere informasjon om topografi i vann- og elvebunn, slik at man minimerer usikkerhet knyttet til skråningshelning. Det er allikevel tegnet inn faresoner i slike områder etter beste evne.

Det geotekniske grunnlaget for kartleggingen består av nye grunnundersøkelser for InterCity-prosjektet som er utført av COWI i egen kontrakt, samt eksisterende grunnundersøkelser utført for SVV og JBV tidligere. Alle disse undersøkelsene ligger på e-Room for Bane NOR. Det er også trukket inn noen grunnundersøkelser fra tidligere prosjekter i Multiconsult. Det vises til Vedlegg 1. Grunnundersøkelser er klassifisert med hensyn på sprøbrudd-oppførsel og er vist på tegninger med nummer V2x-1x og V3x-1x som også viser utbredelse av antatt sprøbruddmateriale. Det bemerkes at grunnundersøkelser gjort på vann av COWI i forbindelse med IC-prosjektet er i respektive datarapporter for grunnundersøkelser markert på borplaner med kote for vannivå.

Det nevnes at det eksisterer en del tidligere grunnundersøkelser i området som er brukt i evaluering av faresonene. Dette datagrunnlaget er utført for spesifikke prosjekter, som ikke nødvendigvis er optimalt utført for tolkning av faresoner knyttet til områdestabilitet. Eksempelvis kan det være at det ikke er utført prøveserier til nødvendig dybde, at det ikke er utført ødometerforsøk og poretrykkmålinger eller at sonderingen kun er utført for å påvise berg og at man derfor ikke har informasjon knyttet til lagdeling. Enkelte steder kan det derfor tilsynelatende se ut som at det foreligger tilstrekkelig grunnlag, men i realiteten er ikke dataene egnet for faresoneevaluering.

Det er utført befaringer i området i flere omganger av flere saksbehandlere. Befaring av hver enkelt faresone innenfor område D30-D40 ble utført den 30.mai 2018. Deltakere på befaringen var Astrid Thorvik Øveraas, Madeleine Brandt, Kari Elisabeth Lien Johnsen og Javier Miguel Gil.

Det er tidligere gjennomført befaringer i området med formål om å se på pågående grunnundersøkelser, samt å få generell kjennskap til området. Befaringer ble utført 22. mai og 4. oktober 2017 av Astrid Thorvik Øveraas, Kari Lien Johnsen og Tor Georg Jensen.

Ved vurdering av sannsynlige skredtyper er det valgt en konservativ tilnærming basert på topografi og tilgjengelig informasjon om grunnforhold. Retrogressive skred vil i henhold til NIFS rapport 14/2016 [6] ha større utløpsdistanser enn flakskred basert på løsnedistansen, henholdsvis 1,5 og 3\*Løsnedistanse for retrogressive skred og 0,5\*Løsnedistanse for flakskred. Grensen for om det er retrogressive skred er vurdert ved at mektigheten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er mer enn 40% over kritisk glidefalte, og flakskred når mektigheten er under 40% [6]. Ettersom utløpsdistansen er av større utbredelse for retrogressive skred enn for flakskred, velges dette som et konservativt valg i denne fasen. Dette bør vurderes nærmere i senere faser når kritisk glideflate er bestemt for de aktuelle faresonene.

## 2 SAMMENDRAG

Det er utført en utredning av områdestabiliteten for dagens situasjon langs planlagt ny jernbanestrekning mellom Rolvsøy og Klavestad i hhv. Fredrikstad og Sarpsborg kommune.

Basert på en vurdering av topografi og grunnforhold er det funnet totalt 23 faresoner. Av disse faresonene er 16 faregradsevaluert som følger; 3 soner i klasse lav faregrad, 8 soner i klasse middels faregrad og 5 i klasse høy faregrad. Det er 7 soner som ikke er faregradsevaluert.

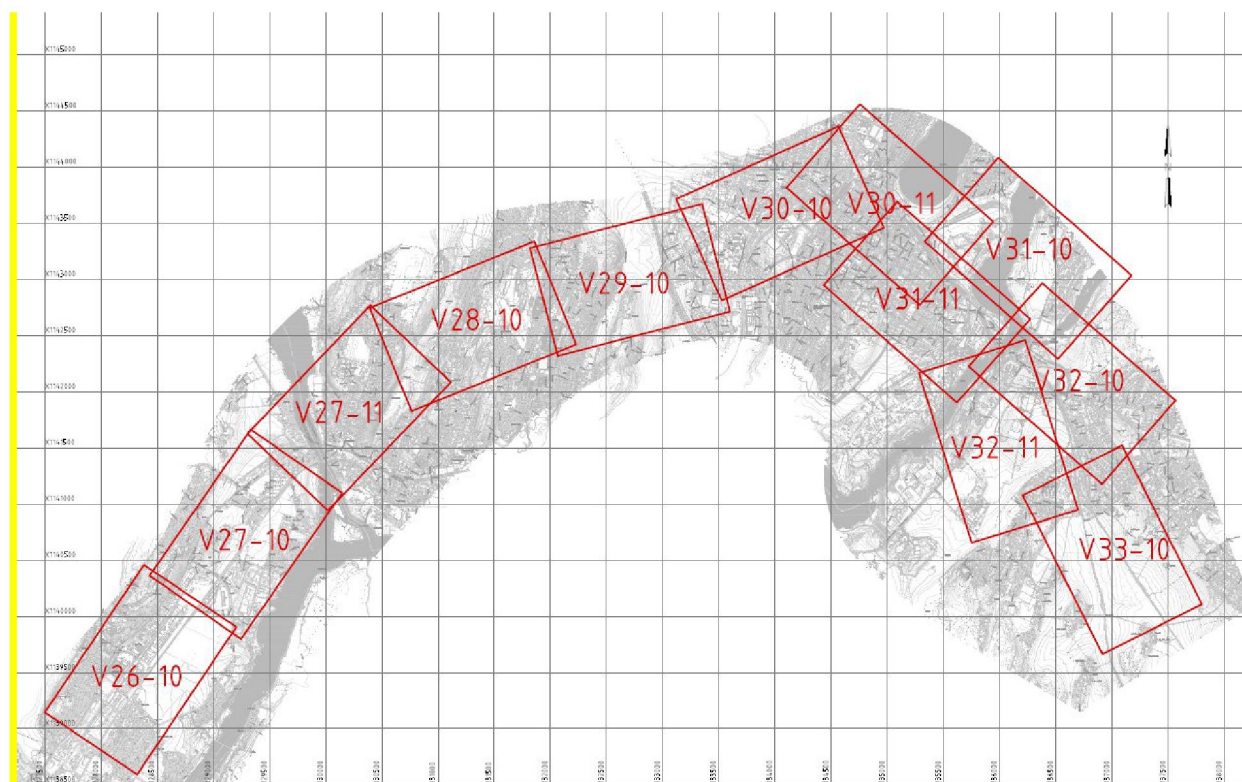
De sonene som ikke er faregradsevaluert har ikke tilstrekkelig grunnlagsdata for evaluering. Årsaken til det ligger delvis i at sonene ligger et stykke fra forventet sporområde, samt at det ikke er blitt utført grunnundersøkelser spesifikt for vurdering av områdestabiliteten.

Det anbefales videre undersøkelser og utredning for flere faresoner for neste planfase (detaljplanfasen) både for mer nøyaktig avgrensning av sonene og for å kunne foreta faregradsevaluering.

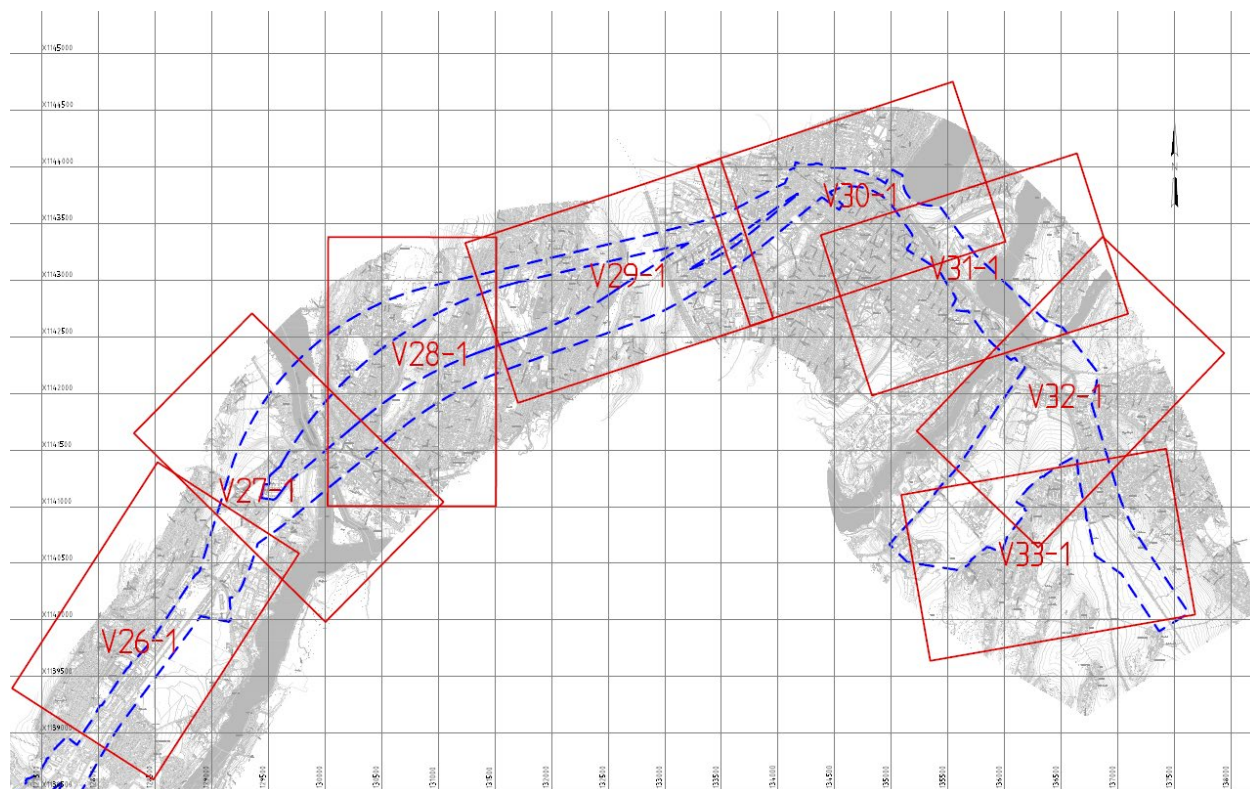
Der informasjon om grunnforholdene er vurdert tilstrekkelig er faregradsevaluering utført i henhold til poengsystemet gitt i NVEs veileder [1]. Der informasjonen om grunnforholdene er vurdert utilstrekkelig for å utføre en faregradsevaluering p.t. har sonene kun blitt avmerket i kartet og må evalueres i en senere planfase. Faresonene har blitt delt opp i løснеområder og utløpsområder.

Vedlegg 1 viser tegninger fra 2 ulike steg i prosedyren. Tegninger med nummer V2x-1x og V3x-1x viser utbredelse av antatt sprøbruddmateriale basert på utførte grunnundersøkelser, registrert berg i dagen og NGUs løsmassekart, også referert til som NVE-Atlas [4], [7]. Tegninger med nummer V2x-x og V3x-x viser de identifiserte faresonene etter at en helhetsvurdering av topografi og grunnforhold er gjennomført.

Figur 2-1 og Figur 2-2 viser oversiktsplaner over vedlagte tegninger i Vedlegg 1.



Figur 2-1 Oversiktsplan over tegninger som viser utbredelse av sprøbruddmateriale



Figur 2-2 Oversiktsplan over tegninger som viser faresoner og planavgrensning



### 3 OMRÅDEBESKRIVELSE

Det aktuelle området strekker seg fra Rolvsøy i Fredrikstad kommune til Klavestad i Sarpsborg kommune.

Området er karakterisert av oppstikkende bergpartier med liten eller ingen løsmasseoverdekning. Mellom disse er det slake eller tilnærmet flate områder med bløt, stedvis sensitiv eller kvikk leire til stor dybde. Under leirmassene er det stedvis morene mot berg. I Sarpsborgområdet går det en morenerygg. Området er generelt tett bebyggt.

Generelt gjelder det for hele området at bergoverflaten er svært kupert både over og under terreng. Det er flere steder registrert flere titalls meter til berg kun få meter unna områder med registrert berg i dagen. Dvs. at bergoverflaten ofte faller tilnærmet loddrett.

Det er påvist poreovertrykk i grunnen i flere områder, hvor dette kan bidra til å forverre områdestabiliteten.

Siden det er påvist kvikkeleire/sprøbruddmateriale i utførte grunnundersøkelser, må fare for kvikkeleireskred utredes for å tilfredsstille krav i NVE-veileder og TEK-10, kfr. ref. [1] og [2].

For videre beskrivelse av områdestabilitet er området delt inn i 8 delområder:

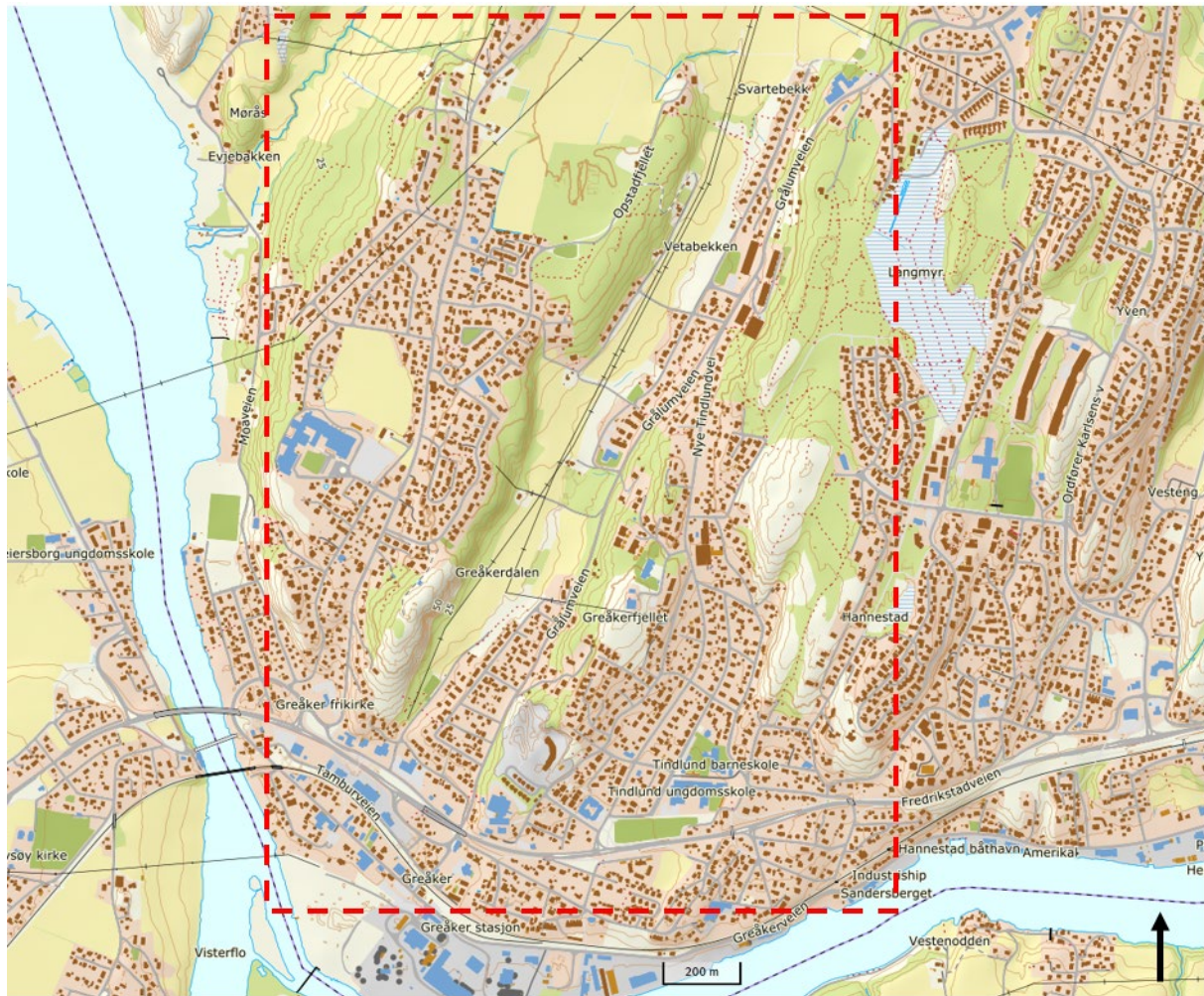
- Område 6 – Hauge - Valle Se Figur 3-1.
- Område 7 – Valle – Rolvsøy Se Figur 3-2.
- Område 8 – Rolvsøy – Hannestad Se Figur 3-3.
- Område 9 – Hannestad – Alvim. Se Figur 3-4.
- Område 10 – Alvim – Gleng. Se Figur 3-5.
- Område 11 – Gleng – Sarpsfossen. Se Figur 3-6.
- Område 12 – Sarpsfossen- Borgen. Se Figur 3-7.
- Område 13 – Borgen – Klavestad. Se Figur 3-8.



Figur 3-1 Oversiktskart delområde 6 Hauge – Valle (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-2 Oversiktskart delområde 7 Valle – Rolvsøy (<http://www.norgeskart.no>).



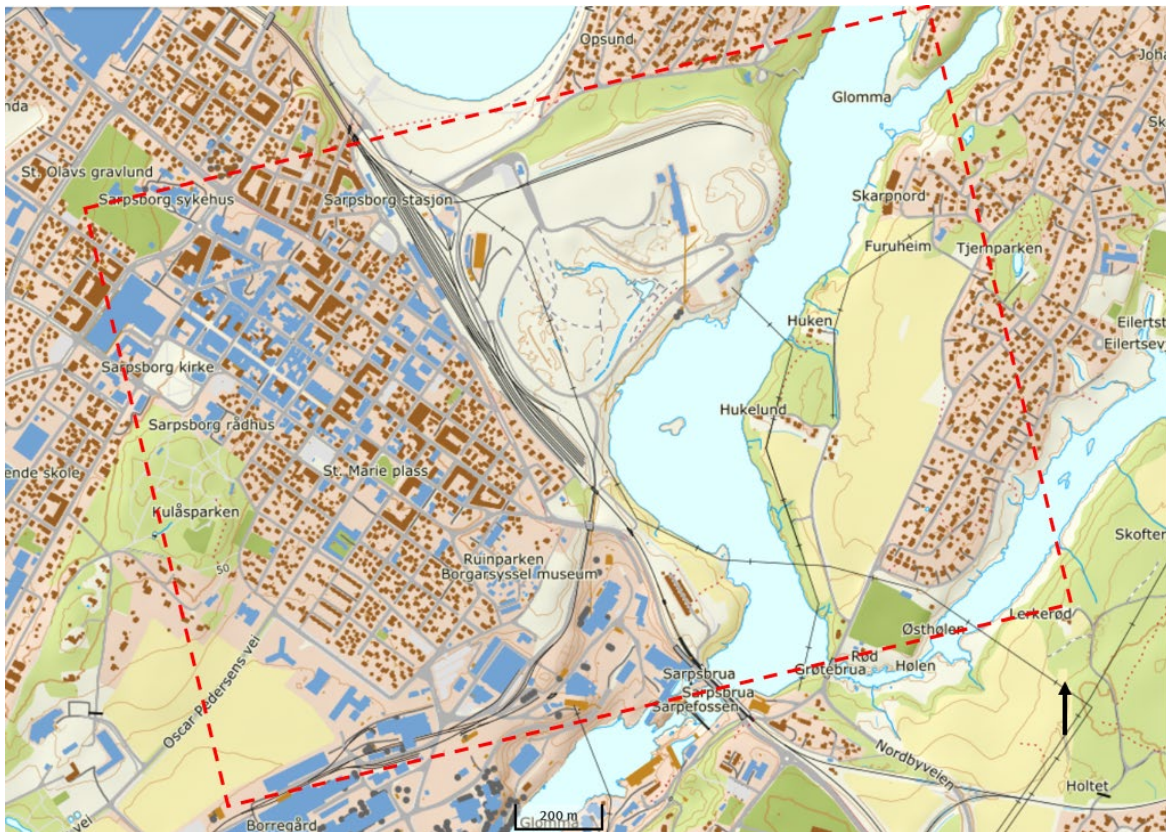
Figur 3-3 Oversiktskart over delområde 8 Rolvsøy – Hannestad (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-4 Oversiktskart over delområde 9 Hannestad-Alvim (<http://www.norgeskart.no>).



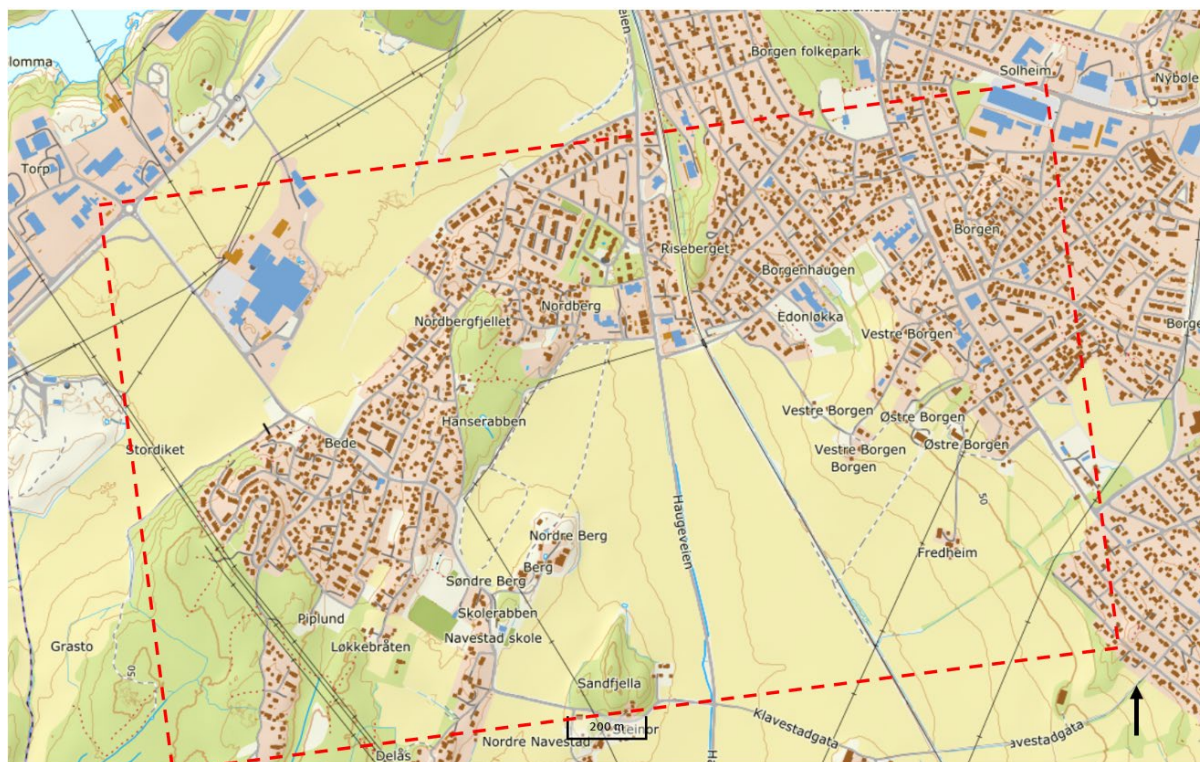
Figur 3-5 Oversiktskart over delområde 10 Alvim – Gleng (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-6 Oversiktskart over delområde 11 Gleng – Sarsfossen (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-7 Oversiktskart over delområde 12 Sarsfossen – Borgen (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-8 Oversiktskart over delområde 13 Borgen – Klavestad (<http://www.norgeskart.no>).

## 4 DELOMRÅDE 6 – HAUGE – VALLE

Tabell 4-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 4.1 til 4.8.

Tabell 4-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 4.3 og vedlagte tegning V26-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Det er ingen aktuelle aktsomhetsområder i området som tilsier mulig fare for områdeskred etter retningslinjer fra NVE.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Ikke videre behov for utredelse. Tegning V26-1 og V26-10 i Vedlegg 1 viser området som er vurdert.
7.	Avgrens løsrømråder nøyaktig	
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	

### 4.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 4.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 4.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V26-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

### 4.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no.



Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet på Vestsiden av Glomma i det aktuelle området, som er der traséen planlegges.

#### **4.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred**

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Det er ikke funnet aktsomhetsområder i dette området.

#### **4.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser**

Ikke videre behov for utredning.

#### **4.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder**

Ikke videre behov for utredning.

#### **4.8 Aktuelle utløpsområder**

Ikke videre behov for utredning.

## 5 DELOMRÅDE 7 – VALLE – ROLVSØY

Tabell 5-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 5.1 til 5.9.

Tabell 5-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 5.3 og vedlagte tegninger V27-10 og V27-11.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 5.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap. 5.6.
7.	Avgrens løsnemråder nøyaktig	Se vedlagte tegning V27-1 og kap 5.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V27-1 og kap. 5.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 5.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 5.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 5.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 5.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V27-10 og V27-11. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

### 5.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no [3].

Det er i registrert tidligere skredaktivitet på sydøst-siden av Rolvsøy Kirke, som ligger ca. 50 meter fra dagens jernbanelinje. Dette kvikkleireskredet gikk i 1955.

Det er registrert kvikkleirepunkt langs med Rolvsøyveien som går gjennom deler av de aktuelle faresonene, samt en større sone ved Bjørnengveien på dagens jernbanelinje som strekker seg sør-østover med et areal på omtrentlig 100 000 m<sup>2</sup>.

## 5.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrenganalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løснеområder beskrevet i kapittel 5.9.

## 5.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for muligens å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensningene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

## 5.7 Aktuelle bruddtyper og løsnakeområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsnakeområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.5.8.

Løsnakeområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V27-1.

## 5.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsnake- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

### Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse=3\*Løsknedistanse

### Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5\*Løsknedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsnakeområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V27-1.

## 5.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V27-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

### 5.9.1 Faresone 7-1 Rolvsøysund vest

Området innenfor sonen består i dag av bebyggelse og infrastruktur. Utløpsområdet vil kunne påvirke begge alternativer for ny jernbanelinje. Terrenget heller fra vest mot øst mot Rolvsøysund.

Sonen er antatt konservativ, da det er vanskelig å få en klar oversikt over hvor det er berg i dagen. Dette bør utredes nærmere i senere planfase.

Prøveserie SS-6017 utført av COWI i utløpsområdet viser tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 21 meters dyp. Leira fra 2-2,5 meters dyp kan antas å være sprøbruddmateriale.

Prøveserie SS-7004 utført av COWI i utløpsområdet viser tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 33 meter. Leira er delvis antatt sprøbruddmateriale og kvikk i 2-8 meters dyp.

Prøveserie SS-7008 utført av COWI i utløpsområdet viser antatt tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 22 meter. Leira antas å være sprøbruddmateriale i sjikt på 2-8 meters dyp.

Avgrensningen av sonen er antatt konservativ og det anbefales å utføre supplerende boringer i nord for å kunne avgrense sonen ytterligere.

Tabell 5-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 5-2 Evaluering av faregrad for faresone 7-1**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert kvikkleireskred i nærheten av området ifølge NVE-Atlas. Nærmeste skred gikk 150 meter vest for sonen ved Nesveien.
Skråningshøyde	2	1	2	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil 18 meter for deler av området.
OCR	2	2	4	Utførte ødometerforsøk ved SS-6017 viser en tolket OCR på ca. 1,3.
Poretrykk	+3/-3	3	9	Piezometere fra SS-6017, SS-7004 og SS-7008 indikerer ulik vannstand. Piezometer SS-7008 indikerer et overtrykk på ca. 45 kPa. Det er satt ned hydraulisk piezometer i borpunkt SS-7008 for å bekrefte/avkreffe om det er et så høyt overtrykk. Til disse dataene er tilgjengelige velges det en konservativ tilnærming, og det antas et overtrykk på ca. 45kPa
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Opptatte prøveserier SS-7004 og SS-7008 i området viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor med et sjikt på 2-8 meter. Basert på øvrige sonderinger i området, vurderes disse punktene representative. Dette gir H/2-H/4.
Sensitivitet	1	2	2	Det er målt sensitivitet fra 6-65
Erosjon	3	2	6	Det er i denne fasen ikke utført noen befaring for å vurdere erosjon i Rolvsøysund eller sonen for øvrig. Det er derfor antatt at det er aktiv erosjon innenfor sonen. Dette er antatt konservativt. En lavere score for erosjon vil føre til en lavere faregrad. Dette kan evt. justeres i senere faser basert på befaringer og vurderinger av erosjonsforholdene.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke utført kjente terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			28	<b>Gir faregradsklasse «Høy»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 28 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Høy» som omfatter soner med poengverdi fra 26 til 51 poeng.

### 5.9.2 Faresone 7-2 Rolvsøysund øst

Faresonen ligger på østsiden av Rolvsøysund, hvor eksisterende jernbane krysser elva. Området består i dag av bebyggelse, en småbåtkai, samt viktig infrastruktur som jernbanen. Faresonen strekker seg ca. 150 m innover på land fra Rolvsøysund, og strekker seg også ut i elva. Utløpsområdet antas å gå sørover nedover elva. Terrenget i faresone 7.2 heller fra øst til vest.

Tabell 5-3 viser utført evaluering av faregrad for faresone 7-2.

Tabell 5-3 Evaluering av faregrad for faresone 7-2

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet i nærheten av faresonen. Nærmeste skredhendelse er om lag 500 meter i luftlinje sørover på andre siden av Rolvsøysund.
Skråningshøyde	2	0	0	Maksimalt opp mot 9 meter
OCR	2	2	4	Basert på J60-8 og J60-7 beliggende på andre siden av Rolvsøysund vurderes representativ OCR å være 1.3-1.6. Velger konservativt å legge OCR i intervallet 1.2-1.5.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Ingen piezometer innenfor sonen. Nærmeste måling er fra SS-7072 (oppstrøms i elven) og SS-7004 på andre siden av Rolvsøysund. Disse piezometerene indikerer poreovertrykk på 5-15 kPa. Velger konservativt å legge poreovertrykk i intervall 10-30 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	2	6	Prøveserie i J60-11 indikerer kvikkleire i sjikt fra dybde 5-9 meter. Dette tilsvarer ca. H/2, men siden det ikke er sammenhengende, rent kvikkleirelag velges intervallet H/2-H/4.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet opp mot 120 i J60-11.
Erosjon	3	3	9	Det er i denne fasen ikke utført noen befaring for å vurdere erosjon i Rolvsøysund eller sonen for øvrig. Det er derfor antatt at det er aktiv erosjon innenfor sonen. Dette er antatt konservativt. En lavere score for erosjon vil føre til en lavere faregrad. Dette kan evt. justeres i senere faser basert på befaringer og vurderinger av erosjonsforholdene.
Inngrep	+3/-3	2	6	Det er i denne fasen ikke undersøkt hva som er gjort i forbindelse med tilløpsfyllingen for den eksisterende jernbanebrua, men det antas konservativt at vekt fra tilløpsfylling gir noe destabiliserende effekt. Det antas at inngrep for øvrig begrenser seg til planering for boligbebyggelse, og etablering av kjøreveger og småbåtkai.
Sum poengverdi			35	<b>Gir faregradsklasse «Høy»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 35 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Høy» som omfatter soner med poengverdi fra 26 til 51 poeng.

### 5.9.3 Faresone 7-2 Visterveien

Faresonen ligger ved Rolvsøysund, på østsiden av Visterflo, rett sør for Moa idrettsplass. Området består i dag av boliger, idrettsanlegg og infrastruktur, med småveier til boligene og til idrettsanlegget. Faresonen strekker seg ca. 80 m bakover fra elvebredden ved Visterflo, og strekker seg også ut i elva. Utløpsområdet antas å gå sørover nedover elva. Terrenget i faresone 7.2 heller fra øst til vest.

Tabell 5-4 viser utført evaluering av faregrad for faresone 7-3.

Tabell 5-4 Evaluering av faregrad for faresone 7-3

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet i nærheten av faresonen. Nærmeste skredhendelse er om lag 900 meter i luftlinje sørover på andre siden av Rolvsøysund.
Skråningshøyde	2	0	0	Skråningshøyde opp til 6 meter, men grunnet manglende informasjon om vanndybder i Visterflo så langt nord, er det utfordrende å vurdere total skråningshøyde for hele faresonen. Flyfoto antyder begrenset vanndybde nord for sonen.
OCR	2	1	2	Basert på SS-7065 og SS-7015
Poretrykk	+3/-3	1	3	SS-7065 (sjø) og SS-7019 (land) viser mellom 5-10 kPa poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Sjikt av sprøbruddmateriale i 2-8 meters dybde.
Sensitivitet	1	1	1	Sensitivitet målt opp mot 23 for SS-7015 innenfor aktuell dybde.
Erosjon	3	3	9	Det er i denne fasen ikke utført noen befaring for å vurdere erosjon i Rolvsøysund eller sonen for øvrig. Det er derfor antatt at det er aktiv erosjon innenfor sonen. Dette er antatt konservativt. En lavere score for erosjon vil føre til en lavere faregrad. Dette kan evt. justeres i senere faser basert på befaringer og vurderinger av erosjonsforholdene.
Inngrep	+3/-3	2	6	Det er vurdert at inngrepene som er gjort hittil innenfor sonen begrenser seg til etablering av adkomstveier/småveier og mindre planering i forbindelse med boligbebyggelse og idrettsplass. Ved sammenligning av flyfoto fra 1955 med i dag kan det tyde på at det har vært noe utfylling i sjøen for lagerhall, og like nord for sonen i forbindelse med utvidelse av Moa idrettsplass.
Sum poengverdi			29	<b>Gir faregradsklasse «Høy»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 29 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Høy» som omfatter soner med poengverdi fra 26 til 51 poeng.

## 6 DELOMRÅDE 8 ROLVSØYSUND - HANNESTAD

Tabell 6-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 6.1 til 6.9.

Tabell 6-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 6.3 og vedlagte tegninger V28-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 6.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap. 6.6.
7.	Avgrens løsnemråder nøyaktig	Se vedlagte tegning V28-1 og kap. 6.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V28-1 og kap. 6.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 6.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 6.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 6.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 6.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V28-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

### 6.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no [3].

Det er registrert tidligere skredaktivitet på motsatt side av Glomma, ca. 0.9 – 1,5 km i luftlinje fra søndre ende av Greåkerdalen. Et av de registrerte skredene er lokalisert på sydøst-siden av Rolvsøy Kirke, som ligger ca. 50 meter fra dagens jernbanelinje. Dette kvikkleireskredet gikk i 1955.

## 6.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løснеområder beskrevet i kapittel 6.9.

## 6.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees ikke som tilstrekkelig grunnlag for å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering for alle identifiserte faresoner. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for å undersøke forekomst av sprøbruddmateriale. Spesielt gjelder dette i skråning ned mot fv.109 i søndre ende av Greåkerdalen, samt elvebredde ved riggområde ved Moa idrettsplass. Generelt anbefales det å utføre supplerende undersøkelser for å muligens kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensningene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

## 6.7 Aktuelle bruddtyper og løsnakeområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsnakeområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.6.8.

Løsnakeområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V28-1.

## 6.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsnake- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

### Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse=3\*Løsknedistanse

### Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5\*Løsknedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsnakeområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V28-1.

## 6.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V28-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.



### 6.9.1 Faresone 8-1 Greåkerdalen vest

Området innenfor sonen omfatter hele vestre del av Greåkerdalen. Området består i dag av bebyggelse, infrastruktur og innmark. Sør for Greåkerdalen går fv. 109 og eksisterende jernbanelinje. Terrenget i faresone 8.1 heller fra nordvest mot sørøst, og sonen er avgrenset i vest av berg i dagen. Ny jernbanelinje er planlagt på pelet plate tvers gjennom dalen, for begge traséalternativer. Utløpsområdet vil derfor kunne påvirke begge alternativer for ny jernbanelinje.

Prøveserie SS-7043 utført av COWI ligger ca. midt i Greåkerdalen, i løseområdet på vestre side. Prøveserien viser ca. 1 meter tørrskorpeleire over ca. 2 meter middels fast leire, etterfulgt av bløt til middels fast kvikkleire ned til 15 meters dyp. Derunder indikerer totalsondering ca. 3 meter faste masser over berg. Prøveserie SV85-3 noe lenger sør i Greåkerdalen viser ca. 10 meter kvikkleire under tørrskorpe. Prøveserie SS-7035 utført av COWI ligger mot søndre ende av Greåkerdalen, i løseområdet på vestre side. Prøveserien viser middels til meget sensitiv leire, som er meget bløt til middels fast. Sprøbruddmateriale og kvikkleire er påvist i 12-25 meters dybde.

Avgrensningen av sonen er antatt konservativ og det anbefales å utføre supplerende boringer for å kunne avgrense sonen ytterligere, spesielt i skråning ned mot fv.109 i søndre ende av Greåkerdalen. Geoteknikere på fv. 109-prosjektet informerer om at de planlegger gjennomføring av grunnundersøkelser i denne skråningen ilt sensommer/høst 2018.

Tabell 6-2 viser utført evaluering av faregrad for faresone 8.1.

**Tabell 6-2 Evaluering av faregrad for faresone 8-1**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er ikke registrert tidligere kvikkleireskred innenfor faresonen ifølge NVE Atlas. Det har vært noe skredaktivitet på andre side av Rolvsøysund, vest og sør for faresonen, i luftlinje ca. 1 km avstand fra søndre ende av Greåkerdalen.
Skråningshøyde	2	1	2	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer noe, men er generelt rundt 10 meter. Inntil 18 meter lokalt.
OCR	2	2	4	Utførte ødometerforsøk ved SS-7035 viser en tolket OCR på 1,1 ved 14,5m. SS-7043 viser OCR = 1,5 ved 6,6 m og 1,3 ved 11,6 m. Usikkerhet i poretrykk og grunnvannstand, og dermed p0', indikerer at man bør legge seg på konservativ side i tolkning av OCR. Velger å anta at OCR=1.5.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Piezometere fra SS-7035 og SS-7043 viser begge en noe rar oppførsel. Dersom man kan stole på SS-7035 kan grunnvannstand tolkes til å ligge ved ca. 1,2 meter under terreng, med et overtrykk i dybden på 15-20kPa. Piezometere viser avlesninger tilbake til januar 2017, og indikerer årstidsavhengig variasjon på opptil ±0,5m mellom sommer og vinter. Det er foreløpig valgt å ikke tolke SS-7043 på grunn av rar oppførsel. Enkeltavlesning av EL PZ fra tidligere grunnundersøkelser, borpunkt 8003 og 8005 beliggende sør for Greåkerdalen, antyder grunnvannstand på hhv 1,5 og 0,9 meter under terreng, med poreovertrykk i dybden på 5-15kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Opptatte prøveserier SS-7035 og SS-7043 i området viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor med et sjikt på 10-20 meter. Basert på øvrige sonderinger i området, vurderes disse punktene representative. Dette gir mektighet > H/2.
Sensitivitet	1	3	3	Det er målt sensitivitet 4-690.
Erosjon	3	0	0	Det er ikke vurdert som sannsynlig med erosjon i dalen. Det går en bekk i dalbunnen (Vetabekken), denne er lagt i rør for deler av bekketraseen.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er vurdert at inngrepene som er gjort hittil i Greåkerdalen begrenser seg til etablering av traktorveier og mindre planering i forbindelse med landbruk og boligbebyggelse. Sør for Greåkerdalen går fv. 109 og eksisterende jernbanelinje.
Sum poengverdi			22	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 22 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

### 6.9.2 Faresone 8-2 Greåkerdalen øst

Området innenfor sonen omfatter hele østre del av Greåkerdalen. Området består i dag av bebyggelse, infrastruktur og innmark. Sør for Greåkerdalen går fv. 109 og eksisterende jernbanelinje. Terrenget i faresone 8.2 heller fra øst mot vest, og sonen er avgrenset i øst av berg i dagen. Ny jernbanelinje er planlagt på pelet plate tvers gjennom dalen, for begge traséalternativer. Utløpsområdet vil derfor kunne påvirke begge alternativer for ny jernbanelinje.

Prøveserie SS-7043 utført av COWI ligger ca. midt i Greåkerdalen, i løsneområdet på vestre side. Prøveserien viser ca. 1 meter tørrskorpeleire over ca. 2 meter middels fast leire, etterfulgt av bløt til middels fast kvikkleire ned til 15 meters dyp. Derunder indikerer totalsondering ca. 3 meter faste masser over berg. Prøveserie SV85-3 noe lenger sør i Greåkerdalen viser ca. 10 meter kvikkleire under tørrskorpe. Prøveserie SS-7035 utført av COWI ligger mot søndre ende av Greåkerdalen, i løsneområdet på vestre side. Prøveserien viser middels til meget sensitiv leire, som er meget bløt til middels fast. Sprøbruddmateriale og kvikkleire er påvist i 12-25 meters dybde.

Avgrensningen av sonen er antatt konservativ og det anbefales å utføre supplerende boringer for å kunne avgrense sonen ytterligere, spesielt i skråning ned mot fv.109 i søndre ende av Greåkerdalen. Geoteknikere på fv. 109-prosjektet informerer om at de planlegger gjennomføring av grunnundersøkelser i denne skråningen ilt sensommer/høst 2018.

Tabell 6-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 6-3 Evaluering av faregrad for faresone 8-2**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er ikke registrert tidligere kvikkleireskred innenfor faresonen ifølge NVE Atlas. Det har vært noe skredaktivitet på andre side av Rolvsøysund, vest og sør for faresonen, i luftlinje ca. 1 km avstand fra søndre ende av Greåkerdalen.
Skråningshøyde	2	0	0	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer noe, mellom 5-10 meter.
OCR	2	2	4	Utførte ødometerforsøk ved SS-7035 viser en tolket OCR på 1,1 ved 14,5m. SS-7043 viser OCR = 1,5 ved 6,6 m og 1,3 ved 11.6 m. Usikkerhet i poretrykk og grunnvannstand, og dermed $p_0'$ , indikerer at man bør legge seg på konservativ side i tolkning av OCR. Velger å anta at OCR=1.2-1.5.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Poretrykk	+3/-3	2	6	Piezometere fra SS-7035 og SS-7043 viser begge en noe rar oppførsel. Dersom man kan stole på SS-7035 kan grunnvannstand tolkes til å ligge ved ca. 1,2 meter under terreng, med et overtrykk i dybden på 15-20kPa. Piezometerene viser avlesninger tilbake til januar 2017, og indikerer årstidsavhengig variasjon på opptil ±0,5m mellom sommer og vinter. Det er foreløpig valgt å ikke tolke SS-7043 på grunn av rar oppførsel. Enkeltavlesning av EL PZ fra tidligere grunnundersøkelser, borpunkt 8003 og 8005 beliggende sør for Greåkerdalen, antyder grunnvannstand på hhv 1,5 og 0,9 meter under terreng, med poreovertrykk i dybden på 5-15kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Opptatte prøveserier SS-7035 og SS-7043 i området viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor med et sjikt på 10-20 meter. Basert på øvrige sonderinger i området, vurderes disse punktene representative. Dette gir mektighet > H/2.
Sensitivitet	1	3	3	Det er målt sensitivitet 4-690.
Erosjon	3	0	0	Det er ikke vurdert som sannsynlig med erosjon i dalen. Det går en bekk i dalbunnen (Vetabekken), denne er lagt i rør for deler av bekketraseen.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er vurdert at inngrepene som er gjort hittil i Greåkerdalen begrenser seg til etablering av traktorveier og mindre planering i forbindelse med landbruk og boligbebyggelse. Sør for Greåkerdalen går fv. 109 og eksisterende jernbanelinje.
Sum poengverdi			20	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsvalueringen gir en poengverdi på 20 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

### 6.9.3 Faresone 8-3 Tindlund nord

Faresonen er ikke videre utredet ettersom tiltaket går i tunnel i dette området. Det er heller ingen rigg-områder eller tverrslag/rømningsstunneler som planlegges innenfor eller i nærheten av sonen.

## 7 DELOMRÅDE 9 HANNESTAD – ALVIM

Tabell 7-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 7.1 til 7.9.

Tabell 7-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 7.3 og vedlagte tegninger V29-10
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 7.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig for faresone 9.2 og 9.3. Det bør utføres supplerende grunnundersøkelser for å ha tilstrekkelig grunnlag for å klassifisere faresone 9.1. Se kap.7.6.
7.	Avgrens løsnemråder nøyaktig	Se vedlagte tegning V29-1 og kap 7.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V29-1 og kap.7.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap.7.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 7.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 7.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 7.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V29-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

#### 7.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no [3].

#### 7.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrenganalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 7.9.

#### 7.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering for faresone 9.2 og 9.3, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for muligens å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få grunnundersøkelser. For faresone 9.1 er det nødvendig med supplerende grunnundersøkelser for å kunne faregradsklassifisere sonen.

#### 7.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.7.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V29-1.

#### 7.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

**Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:**

Utløpsdistanse=3\*Løsnedistanse

**Ved retrogressive skred i åpent terreng:**

Utløpsdistanse=1,5\*Løsnedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V29-1.

## 7.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V29-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

### 7.9.1 Faresone 9.1

Området innenfor sonen omfatter vest og nordsiden av Knattåsen ved Alvim-dalen i Sarpsborg kommune. Området består i dag eiendommer og av dyrket mark. Terrenget heller fra sydvest mot nordøst, og sonen er avgrenset i sydvest og sør av tynt dekke over berg med berg i dagen enkelte steder. Fra befaring 30.05.2018 ble det målt inn berg i dagen der dette var synlig for store deler av bebyggelsen ved knattåsen for å begrense faresonen. Faresonen vil kunne påvirke det nordligste alternativet for ny jernbanelinje, med utløpsområde mot nord vekk fra linjen.

Det er begrenset med grunnlag i form av grunnundersøkelser i området. Det er utført 2 totalsonderinger av COWI for borplan SS-9000.

Totalsondering SS-9001 indikerer bløt leire med innslag av grovere materialer med mektighet på ca. 15 meter over berg. Det kan ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale i dette området.

Totalsondering 9002 indikerer antakelig sand over berg med mektighet på ca. 2 meter over berg.

Det er ikke utført prøveserier i området som kan bekrefte massene.

Tabell 7-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 7-2 Evaluering av faregrad for faresone 9-1**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er ikke registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-Atlas sine sider [7].
Skråningshøyde	2	3	6	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil 40 meter for deler av området.
OCR	2	-	-	Det er ikke utførte ødometerforsøk i området. Det foreligger ikke tilstrekkelig informasjon til å vurdere OCR.
Poretrykk	+3/-3	-	-	Det foreligger ikke grunnlag for å vurdere poretrykket i området.
Kvikkleiremektighet	2	-	-	Det foreligger ikke prøvetakning i området, som kan verifisere kvikkleiremektighet
Sensitivitet	1	-	-	Det foreligger ikke prøvetakning i området, som kan klassifisere sensitiviteten til leiren.
Erosjon	3	0	0	Det er utført befaring i området for å avgrense sonen. Det er ikke registrert vassdrag/bekker i området som kan erodere og forringe stabiliteten til faresonen.
Inngrep	+3/-3	0	0	Fra historiske bilder på finn.no, er det fra 2015 og til 2017 fjernet mye skog på Knattåsen. Denne delen antas og ikke være en del av faresonen, da det i området ble avdekket noe blokk fra befaring, og det tilsynelatende så ut som om det var tynt dekke.
Sum poengverdi			-	<b>Gir faregradsklasse «Ikke klassifisert »</b>

Det foreligger pr.dags dato (06.06.2018) utilstrekkelig informasjon for å klassifisere faresonen.

### 7.9.2 Faresone 9-2

Faresonen omfatter deler av Alvim-jordet på vest-siden av E6 i Sarpsborg kommune. Utløpsområdet strekker seg ned i Alvim-bekken fra nord til sør vekk fra linjealternativene, samt mot linjealternativene på nordsiden av sonen. Mesteparten av sonen er dyrket mark.

Prøveserie SS-9011 utført av COWI i utløpsområdet viser tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 23 meters dyp. Det er antatt kvikkleire fra 4-23 meters dyp.

Prøveserie SS-9020 utført av COWI i faresonen viser tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 33 meter. Leira er delvis antatt sprøbruddmateriale på 12-13 meters dyp.

Prøveserie SS-9021 utført av COWI i faresonen viser antatt tørrskorpeleire over bløt leire til ca. 18 meter. Leira antas å være kvikk fra 4 til 18 meters dyp.

Tabell 7-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 7-3 Evaluering av faregrad for faresone 9-2**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er ikke registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-Atlas sine sider [7].
Skråningshøyde	2	3	6	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil 35 meter for deler av området.
OCR	2	2	4	Utførte ødometerforsøk ved SS-9020 (på 10,5 meters dyp) viser en tolket OCR på ca. 1,5.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Piezometere fra SS-9020, SS-9021 indikerer ulik vannstand. Piezometer SS-9020 indikerer en vannstand ca. 0,5 meter under terreng. Piezometer i SS-9021 viser ca. 20 kPa overtrykk for det dypeste piezometer 14 meter under terreng, og ca. 12kPa overtrykk for det grunneste piezometeret 8 meter under terreng. Poretrykket antas derfor for klassifiseres mellom 10-30 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Opptatte prøveserier SS-9021 og SS-9011 i området viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor med et sjikt på 14-19 meter. Det er stor variasjon på mektighet av kvikkleire i området, men da mektigheten er relativt stor i enkelte prøveserier vurderes dette konservativt som gir kvikkleiremektighet > H/2.
Sensitivitet	1	3	3	Det er målt sensitiviteter opp mot 300 for SS-9011, 18 for SS-9020 og 390 for SS-9021.
Erosjon	3	3	9	Det er utført befaring for dette området. Området grensen mot Alvim-bekken som aktivt eroderer seg gjennom landskapet.
Inngrep	+3/-3	1	3	Fra historiske bilder på finn.no, er det fra 2017 og til 2018 kommet en veg langs med vestsiden av Alvim-bekken. Det ser ut til at det er fjernet vegetasjon langs med elva, samt gravd vekk masser for å legge veien. Dette vil virke destabiliserende, og kan derfor forverre stabiliteten til skråningen.
Sum poengverdi			38	<b>Gir faregradsklasse «Høy»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 38 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Høy» som omfatter soner med poengverdi fra 26 til 51 poeng.

### 7.9.3 Faresone 9-3

Faresonen befinner seg delvis på dyrket mark på vest-siden av E6, samt på øst-siden av E6 hvor det også befinner seg eiendommer. Det er tidligere utført boringer av Statens Vegvesen i området langs med E6 som avgrensar faresonen da prøveseriene ved borpunkt SV23-7 og SV23-4 ikke tilsier sprøbruddmateriale. Multiconsult har utført grunnundersøkelser ved en av eiendommene som befinner seg i faresonen (tidl. Noteby oppdrag 49687). COWI har i januar 2018 utført boringer i utkant av sonen.

Tabell 7-4 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 7-4 Evaluering av faregrad for faresone 9-3**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er ikke registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-Atlas sine sider [7].

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Skråningshøyde	2	1	2	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil 19 meter for deler av området.
OCR	2	1	2	Utførte ødometerforsøk ved PR.1 for Noteby oppdrag 49687 ved 5,35 meters dyp med en tolket OCR på ca. 1,6.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Det er ikke satt ned PZ innenfor denne sonen. Fra prøveserien beskrevet i Noteby oppdrag 49687 er det tørrskorpe ned til ca. 3 meter. Antar hydrostatisk poretrykk.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Prøveserie fra tidligere Noteby oppdrag 49687 viser antatt sprøbruddmateriale fra ca. 6-11 meter med vanninnhold over flytegrensen og sensitivitet på 21-26. Dette vurderes representative, da det ikke er flere prøveserier i sonen. Dette gir H/2-H/4.
Sensitivitet	1	1	1	Det er for prøveserie fra tidligere Noteby oppdrag 49687 et vanninnhold over flytegrensen og sensitivitet på 21-26.
Erosjon	3	3	9	Det er utført befarings for dette området. Området grensen mot Alvim-bekken som aktivt eroderer seg gjennom landskapet.
Inngrep	+3/-3	0	0	E6 deler i dag sonen. Denne vegfyllingen vil skape drivende krefter for delen av sonen ned mot Alvim-bekken, og stabiliserende krefter for delen opp mot gården.
Sum poengverdi			19	<b>Gir faregradsklasse «middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 19 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.



## 8 DELOMRÅDE 10 ALVIM –GLENG

Tabell 8-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 8.1 til 8.9.

Tabell 8-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 8.3 og vedlagte tegninger V30-10 og V30-11.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 8.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap.8.6.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Se vedlagte tegning V30-1 og kap 8.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V30-1 og kap. 8.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 8.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 8.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 8.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 8.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V30-10 og V30-11. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

### 8.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Ingen av faresonene på delområde 10 ligger innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no [3].

Det er registrert tidligere leirskredaktivitet ved faresone 10.1, 10.2 og 10.3, som ligger ca. 100 meter fra dagens jernbanelinje [3]. Dette leirskredet, «Valaskjold», gikk i 2011. Skredet er registrert til å ha vært 100 meter langt og 50 meter bredt. Det nevnes at markeringen av skredet er unøyaktig og at skredet kan ha vært utløst nærmere dagens jernbanelinje.

## 8.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løснеområder beskrevet i kapittel 8.9.

## 8.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for muligens å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

## 8.7 Aktuelle bruddtyper og løsnakeområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsnakeområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.8.8.

Løsnakeområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V30-1.

## 8.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsnake- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

### Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse=3\*Løsknedistanse

### Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5\*Løsknedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsnakeområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V30-1.

## 8.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V30-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

### 8.9.1 Faresone 10.1

Området innenfor sonen er lokalisert på sydvest-siden av Sarpsborg stadion i Sarpsborg kommune. Sonen grenser mot eksisterende bane i nord og Einar Grimms vei i sørvest, med utløpsområde mot sør vekk fra banen. Området er i hovedsak grøntareal med et lite søkk i bunn av skråningen, hvor denne avgrenses av en gang- og sykkelveg. Det er et lite boligfelt på toppen av skråningen mot banen.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser av Statens vegvesen (SV20-boringer fra oppdrag B 25 II) og Multiconsult (K22-boringer fra oppdrag 511360, MC85 boringer fra oppdrag 511876, K27 fra oppdrag 4563, M12 fra oppdrag 6329 og M11 fra oppdrag 1648).

Prøveserie K27-PR2 indikerer kvikkleire fra ca. 7 til 12 meters dyp.

Tabell 8-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 8-2 Evaluering av faregrad for faresone 10-1**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert et leirskred på NVE sine sider [3]. Valaskjold-skredet gikk i 2011.
Skråningshøyde	2	0	0	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil 13 meter for deler av området.
OCR	2	1	2	Det er utført ødometerforsøk i området for borpunkt K22-6 på 3,4 meters dyp hvor OCR er tolket til ca. 1,8. Plassering er vist i vedlegg V30-10.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Det foreligger ikke grunnlag for å vurdere poretrykket i området. Det er fra oppdrag 511360 utført av Multiconsult antatt en grunnvannstand på 1 meter under terreng. Ettersom annet ikke er nevnt, antas det hydrostatisk trykk basert på dette.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Det foreligger flere prøveserier i området. K27-PR2 har påvist kvikkleire fra ca. 7 til 12 meters dyp. Dette gir en kvikkleiremektighet på ca. 5 meter, som er mellom H/2-H/4 av skråningshøyden.
Sensitivitet	1	2	2	Det foreligger prøvetakning i området, som har opptil 55 i sensitivitet.
Erosjon	3	0	0	Det er utført befaring i området for å avgrense sonen. Det er ikke registrert vassdrag/bekker i området som kan erodere og forverre stabiliteten til faresonen.
Inngrep	+3/-3	1	3	Dagens bane går i overkant av sonen, og vil derfor øke drivende krefter i skråningen. Det ser ut fra profil av skråningen at økningen er mindre enn 2 meter /10% av skråningshøyde. Antar derfor at dette er et lite inngrep.
Sum poengverdi			14	<b>Gir faregradsklasse «Lav»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 14 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

### 8.9.2 Faresone 10.2

Området innenfor sonen er lokalisert på sydvest-siden av Sarpsborg stadion i Sarpsborg kommune. Sonen grenser mot eksisterende bane i nord, med utløpsområde mot sør vekk fra banen. Området er i hovedsak grøntareal med et lite søkk i bunn av skråningen, hvor denne avgrenses av en gang- og sykkelveg. Det er en skatepark og en fotballbane på toppen av skråningen.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser av Statens vegvesen (SV20 boringer fra oppdrag B 25 II) og Multiconsult (K22 boringer fra oppdrag 511360, MC85 boringer fra oppdrag 511876, K27 fra oppdrag 4563, M12 fra oppdrag 6329 og M11 fra oppdrag 1648).

Det er utført prøvetakning for borpunkt K22-6 til 12 meters dyp. De øverste 2-5 meterne har en omrørt skjærstyrke < 2kPa og høy enaksialbruddtøyning som kan antyde prøveforstyrrelse. Dette kan tilsi at sensitiviteten skulle vært noe høyere. Vanninnholdet er også over flytegrensen i dette området. Prøven vurderes derfor å kunne være sprøbruddmateriale.

Tabell 8-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 8-3 Evaluering av faregrad for faresone 10-2**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert et leirskred på NVE sine sider [3]. Valaskjold-skredet gikk i 2011.
Skråningshøyde	2	1	2	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20 varierer, men er inntil 12,5 meter for deler av området.
OCR	2	1	2	Det er utført ødometerforsøk i området for borpunkt K22-6 på 3,4 meters dyp hvor OCR er tolket til ca. 1,8. Plassering er vist i vedlegg V30-10.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Det foreligger ikke grunnlag for å vurdere poretrykket i området. Det er fra oppdrag 511360 utført av Multiconsult antatt en grunnvannstand på 1 meter under terreng. Ettersom annet ikke er nevnt, antas det hydrostatisk trykk basert på dette.
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Det foreligger prøvetakning i området (K22-6) med antatt mektighet av sprøbruddmateriale på om lag 3 meter, som er mindre enn H/4. Dette forekommer ca. 2-5 meter under terreng.
Sensitivitet	1	0	0	Det foreligger prøvetakning i området med antatt sprøbruddmateriale. Det antas at prøven kan ha vært litt forstyrret, men høyeste sensitivitet er målt til 13.
Erosjon	3	0	0	Det er utført befaring i området for å avgrense sonen. Det er ikke registrert vassdrag/bekker i området som kan erodere og forverre stabiliteten til faresonen.
Inngrep	+3/-3	1	3	Dagens bane går i overkant av sonen, og vil derfor øke drivende krefter i skrånningen. Det ser ut fra profil av skrånningen at økningen er mindre enn 2 meter /10% av skråningshøyde. Antar derfor at dette er et lite inngrep.
Sum poengverdi			12	<b>Gir faregradsklasse «Lav»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 12 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

### 8.9.3 Faresone 10-3

Faresonen ligger ved Valaskjold i Sarpsborg, nord for Sarpsborg stadion. Terrenget heller generelt fra nord til sør, og sonen begrenses av flatt terreng. Området består hovedsakelig av tett bebyggelse og infrastruktur. Aktuelt utløpsområdet strekker seg over planlagte linjealternativer og ned mot eksisterende jernbane. Ifølge NGUs løsmassekart [4] går det en morenerygg i dette området, i nordvestlig-nordøstlig retning innenfor faresonen.

Det er utført begrensede mengder grunnundersøkelser innenfor faresonen. Det er derfor vanskelig å si noe om dybder til berg her. I utkanten av sonen, sør i utløpsområdet, er det tidligere utført totalsonderinger ned til mellom 15-30 m. Ingen av totalsonderingene er avsluttet i berg, og det antas derfor at berget ligger dypt. Det er ikke gjort grunnundersøkelser der hvor moreneryggen er markert. I utgangspunktet kan man anta at det finnes morene og faste masser her, men av erfaring kan det være store variasjoner i området og man kan derfor ikke utelukke kvikkleire. Det er tatt opp prøveserier sør i utløpsområdet og i utkanten av sonen som viser kvikkleire. Disse prøveseriene ligger til grunn for evalueringen av sonen. Som en følge av den begrensede mengden info om grunnforholdene innenfor faresonen er vurderingene som er gjort meget konservative. Det må utføres flere grunnundersøkelser for å kunne evaluere faresonen mer nøyaktig og for å eventuelt avgrense faresonen ytterligere.

Tabell 8-4 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 8-4: Evaluering av faregrad for faresone 10-3

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Det er ifølge skrednett.no [3] registrert et leirskred ved Valaskjold gård, datert 15.05.2011. Årsak til skredet er ukjent.
Skråningshøyde	2	1	2	Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil 18 m.
OCR	2	2	4	Det foreligger ingen laboratorietester som gir info om OCR innenfor eller i nærheten av sonen. OCR antas å ligge mellom 1.2-1,5, da det er sannsynlig at terrenget har vært belastet i istiden, samt at det har pågått kryp i massene.
Poretrykk	+3/-3	2	6	Det finnes ingen poretrykksmålere innenfor eller i nærheten av sonen. Ut fra gamle rapporter antas grunnvannstanden å ligge ca. 1-2 m under terreng. Det antas konservativt et poreovertrykk mellom 10-30 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserie i borpunkt SV90-2B, sørøst i utløpsområdet, viser sprøbruddmateriale fra ca. 2,5-5 m dybde. Sonderinger indikerer sjikt av sprøbruddmateriale i dybden, og det antas konservativt mektighet > H/2
Sensitivitet	1	1	1	Det er målt sensitivitet opptil 27 (borpunkt K23-VI, 70 m utenfor sonen).
Erosjon	3	0	0	Det er ikke observert bekker i området. Flyfoto fra 2003 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2018. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			21	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 21 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

#### 8.9.4 Faresone 10-4

Faresonen ligger vest for Borg Bryggerier i Sarpsborg, rett nord for eksisterende jernbanelinje. Løsneområdet ligger på en ås med boliger, og begrenses av flatt terreng. Utløpsområdet strekker seg nedenfor åsen, og kan påvirke planlagte nye jernbanealternativer. Området består hovedsakelig av boligbebyggelse, infrastruktur og industrianlegg. På NGUs løsmassekart [4] er omtrent hele faresonen markert som en morenerygg.

Det er gjort få grunnundersøkelser innenfor faresonen. Innenfor løsneområdet er det kun utført en boring, som har gått ned til 7 m hvor den er avsluttet i faste masser, antatt grus. I utgangspunktet kan man anta at løsneområdet i hovedsak består av morene og faste masser her, men av erfaring kan det være store variasjoner innenfor området og man kan derfor ikke utelukke kvikkleire. Innenfor utløpsområdet er det utført totalsonderinger ned til ca. 26 m uten å treffe på berg. Det antas å være dypt til berg i området. Prøveserie på østsiden av løsneområdet, K2-PR2, viser kvikkleire fra ca. 3-12 m dybde. Andre prøveserier i området, M4-PR2 og M4-PRV28, viser kvikkleire fra ca. 6-10 m dybde.

Tabell 8-5 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 8-5: Evaluering av faregrad for faresone 10-4

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har en relativt jevn stigning på begge sider av åsen, og en høydeforskjell på ca. 10 meter.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
OCR	2	2	4	Det foreligger ingen laboratorietester som gir info om OCR innenfor eller i nærheten av sonen. Antar OCR mellom 1.2-1,5, da det er sannsynlig at terrenget har vært belastet i istiden, samt at det har pågått kryp i massene.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Det finnes ingen poretrykksmålere innenfor eller i nærheten av sonen. Ut fra gamle rapporter antas grunnvannstanden å stå noe under nivå med laveste terreng ved ca. kote 32,5. Dette kan variere med tanke på lokasjon, samt årstid og nedbør. Det antas konservativt et poreovertrykk mellom 0-10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserie i K2-PR2 viser kvikkleire fra ca. 3-12 m, noe som indikerer at mektigheten av kvikkleira er >H/2.
Sensitivitet	1	2	2	Prøveserie i K2-PR2 har høyeste sensitivitet på 90
Erosjon	3	2	6	Det går en liten bekk på østsiden av faresonen, ca. 50 m utenfor utløpsområdet. På befaring den 30.05.2018 ble det observert noe erosjon i bekken. Flyfoto fra 2003 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2018. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			21	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 21 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

### 8.9.5 Faresone 10-5

Faresonen ligger i Sarpsborg sentrum, sør for Borg Bryggerier og eksisterende jernbane. Løsneområdet begrenses av flatt terreng i overkant og underkant, og av prøveserier som ikke viser kvikkleire. Utløpsområdet strekker seg ned fra løsneområdet mot eksisterende og planlagt ny jernbane. Området som berøres består av boligbebyggelse, infrastruktur og industrianlegg, samt en gravlund.

Det er gjort en del grunnundersøkelser i området tidligere. Totalsonderinger på området viser dybder til berg eller faste masser mellom ca. 10-17 m. I prøveserie K12-PR3, ca. midt i faresonen, er det funnet kvikkleire fra ca. 5 til 11 m dybde. Ut fra totalsonderinger på området kan det antas at kvikkleira kan gå dypere enn dette.

Tabell 8-6 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 8-6 Evaluering av faregrad for faresone 10-5

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	1	2	Terrenget har en relativt jevn stigning fra øst til vest, og en høydeforskjell på ca. 15 meter.
OCR	2	2	4	Prøveserie i MC59-1, som ligger like ovenfor faresonen, indikerer OCR rundt 3. Forsøket er imidlertid vanskelig å tolke. Prøveserie MC36-PR2 som ligger ca. 190 m vest for faresonen indikerer OCR mindre enn 1. Her antas at OCR ligger mellom 1.2-1,5, da det er sannsynlig at terrenget har vært belastet i istiden, samt at det har pågått kryp i massene.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Poretrykksmålere i MC59-4 og MC59-8 viste i januar 2014 grunnvannstand ca. 1 m under terreng uten indikasjon på poreovertrykk. Da grunnvannstanden varierer med årstid og nedbørsforhold antas 0-10 kPa poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Prøveserie i K2-PR3 viser kvikkleire fra ca. 5-11 m. Sonderinger indikerer at den kan gå dypere, antar derfor at mektigheten av kvikkleira er >H/2.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Sensitivitet	1	3	3	Det foreligger lite informasjon om sensitivitet innenfor faresonen. Prøveserie i MC59-1 viser høyeste sensitivitet på 31, mens prøveserie i MC92-II som ligger like nedenfor utløpsområdet viser sensitivitet > 100.
Erosjon	3	0	0	Historiske kart fra 1905 viser at det tidligere har gått en bekk gjennom faresonen. Bekken ser nå ut til å være lagt i rør. Flyfoto fra 2003 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2018. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er ikke registrert at det er utført terrenginngrep i området den siste tiden som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten.
Sum poengverdi			18	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 18 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

### 8.9.6 Faresone 10-6

Faresonen ligger ved Fritznorbakken/Glengshølen i Sarpsborg. Ifølge NGUs løsmassekart [4] er en morenerygg i dette området som går i nordvestlig-sørøstlig retning. Det er gjort grunnundersøkelser som viser morene og faste masser i området der moreneryggen er markert. Løsneområdet begrenses derfor av moreneryggen i overkant. Nordvest i sonen går løsneområdet ned mot Borg Bryggerier, mens i nordøst går den ned mot Glengshølen. Grunnet usikkerhet angående vanndybder er løsneområdet antatt å strekke seg et stykke ut i vannet. Utløpsområdet går nordvest for Borg Bryggerier, samt ut i Glengshølen. Det begrenses av flatt terreng, samt berg i dagen og stigende terreng ved Glengshølen. Faresonen omfatter boliger, infrastruktur, industri, og friluftsområder. Den strekker seg over eksisterende jernbane, samt planlagt ny jernbane.

I området ved Glengshølen er det registrert dybder til berg opptil 27 m. Nordvest i faresonen er det utført boringer ned til 40 m uten å påtreffe berg. Det er flere prøveserier innenfor faresonen som viser kvikkleire. Generelt viser prøveseriene kvikkleire fra ca. 5-15 m dybde, enkelte steder liggende noe grunnere og andre steder dypere. I tidligere rapporter beskrives grunnforholdene i Glengshølen som meget dårlige.

Tabell 8-7 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 8-7 Evaluering av faregrad for faresone 10-6**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	2	4	Terrenget har på det meste en høydeforskjell på ca. 23 m.
OCR	2	2	4	Løsmassene antas noe overkonsolidert.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Det foreligger lite informasjon om poretrykket innenfor sonen. Det er konservativt antatt et lite poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Prøveserier innenfor faresonen viser at mektighet med kvikkleire er opptil ca. 10 m, dvs. H/2-H/4.
Sensitivitet	1	3	3	Det antas høy sensitivitet, >100.
Erosjon	3	1	3	Flyfoto tilbake til 2003 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2018. Flyfoto viser ingen tegn til erosjon. Det kan tenkes at Glengshølen eroderer litt.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er tidligere blitt gjort oppfyllinger i Glengshølen, over og under jernbanen, og store deler av området ved Borg Bryggerier. Det er usikkert om disse terrenginngrepene har ført til forbedring eller forverring av områdestabiliteten.
Sum poengverdi			21	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 21 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels», som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

### 8.9.7 Faresone 10-7

Faresonen ligger ved Glengshølen i Sarpsborg. Ifølge NGUs løsmassekart ligger raet i dette området som går i nordvestlig-sørøstlig retning [4]. Faresonen er lokalisert rett utenfor dette området i ytterkant av planavgrensningen i det som antas å være fyllmasser i øvre lag fra NGUs løsmassekart. Sonen heller mot nordvest. Grunnet usikkerhet angående vanndybder er løsneområdet antatt å strekke seg utover i vannet, da dybde til elvebunn og dermed helningen er ukjent. Faresonen omfatter i hovedsak friluftsområde ved Glengshølen. Utløpsområdet antas å strekke seg ut i Glengshølen mot nordvest, vekk fra dagens jernbanelinje.

Det er utført et fåtall boringer i utkanten av dette området vist med boring K1 i vedlegg V30-11. Ved K1-48 er det utført en prøveserie der det er påvist kvikkleire. Det er hverken utført ødometer eller målt poretrykk innenfor faresonen. Det er derfor gjort antagelser knyttet til dette. I tidligere rapporter beskrives grunnforholdene i Glengshølen som meget dårlige.

Tabell 8-8 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 8-8 Evaluering av faregrad for faresone 10-7**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	0	0	Terrenget har på det meste en høydeforskjell på ca. 10 m. Det er vanskelig å bedømme nøyaktig uten koter for elvebunnen.
OCR	2	4	4	Det er ikke tilstrekkelig informasjon om ødometerforsøk til å bedømme OCR, men denne antas å ligge mellom 1,5-2,0.
Poretrykk	+3/-3	1	3	Det foreligger lite informasjon om poretrykket innenfor sonen. Det er konservativt antatt et lite poreovertrykk.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Prøveserier innenfor faresonen viser at mektighet med kvikkleire er opptil ca. 5 meter, men det er vanskelig å bedømme da prøveserien kun er vist i profil. Antar H/2-H/4, da høydeforskjellen også er noe usikker.
Sensitivitet	1	3	3	Det antas høy sensitivitet, >100. Det er ikke informasjon om sensitiviteten til kvikkleiren, da prøveserien kun viser Su og vanninnhold i profil.
Erosjon	3	1	3	Flyfoto tilbake til 2003 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2018. Flyfoto viser ingen tegn til erosjon. Det kan tenkes at Glengshølen eroderer litt.
Inngrep	+3/-3	0	0	Det er tidligere blitt gjort oppfyllinger i Glengshølen, over og under jernbanen, og store deler av området ved Borg Bryggerier. Det er usikkert om disse terrenginngrepene har ført til forbedring eller forverring av områdestabiliteten.
Sum poengverdi			17	<b>Gir faregradsklasse «Lav»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 17 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav», som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

## 9 DELOMRÅDE 11 GLENG-SARPSFOSSEN

Tabell 9-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 9.1 til 9.9.

**Tabell 9-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014**

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.



2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 9.3 og vedlagte tegninger V31-10 og V31-11.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Det er registrert én faresone i NVE Atlas i området, Ruinparken 278.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 9.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap.9.6.
7.	Avgrens løснеområder nøyaktig	Se vedlagte tegning V31-1 og kap 9.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V31-1 og kap. 9.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 9.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 9.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 9.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 9.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V31-10 og V31-11. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er vurdert å være relevant for prosjektet.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

### 9.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Faresone 12-1 i delområde 11 ligger delvis innenfor tidligere kartlagt faresone iht. kart på skrednett.no [3]. Denne sonen er registrert som Ruinparken 278 med faregrad lav. Nærmeste registrerte skredhendelse er Borregårdsskredet som gikk i 1702. Dette skredet gikk etter en mild vinter med høy vannføring, hvor masser ble fraktet vekk av vannet. Dette er det største skredet som er kjent i Østfold med areal på 80 mål, hvor 1,2 mill kubikk gikk ut i Sarpsfossen. Litt lengre syd utenfor faresonen er det registrert et skred fra 1726 av Øyvind Høydal uten nærmere informasjon.

### 9.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrenganalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 9.9.

## 9.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees ikke tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering. Faresone 11.2 anses ikke mulig å klassifisere med det grunnlaget som foreligger pr. dags dato. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for muligens å kunne klassifisere faresone 11.2 og redusere fareområdenes størrelse der avgrensningene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

Faresone 11.1 ligger i nærheten av og i raet, som gir utfordrende og kompliserte grunnforhold. Med dette menes stor variasjon i laginndeling og kornfordeling. Dette gjør det vanskelig å kartlegge en generell laginndeling. Det kan derfor antas at det stedvis forekommer kvikkleirelommer og ikke nødvendigvis utstrakte lag som kan medføre utglidning av massene.

## 9.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.9.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V31-1.

## 9.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

### Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse=3\*Løsnedistanse

### Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5\*Løsnedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V31-1.

## 9.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V31-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad. Det nevnes at det er store variasjoner i løsmassene i området, hvor det stedvis forekommer kvikkleire, og stedvis ikke. Sonene er vurdert og avgrenset ut i fra tidligere utførte grunnundersøkelser og nye boringer fra COWI fra avrop 57 boring SS-120XX.

### 9.9.1 Faresone 11.1

Området innenfor sonen er lokalisert på sydsiden av Opsund deponi, og strekker seg helt fra Gleng og Sarpsborg stasjon til Borregård. Området består i hovedsak av bebyggelse og eksisterende bane. Store deler av sonen er den alt registrerte faresonen Ruinparken 278 fra NVE-Atlas med faregrad lav [7].

Faresonen heller mot nordøst forbi Sarpsborg Stasjon og videre heller øvre del av sonen nordover. Ved Borgarsyssel Museum og øvre del av Borregård langs St.Marie gate heller terrenget mot Borregård og sydover. Utløpsområdet antas dermed både nordover i Glomma og sydover forbi Borregård.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser av Multiconsult (K12-boringer fra oppdrag 11074, MC5-boringer fra oppdrag 17576, MC35-boringer fra oppdrag 17822, MC31-boringer fra oppdrag 17365, MC36-boringer fra oppdrag 17394, MC37-boringer fra oppdrag 40615, MC42 oppdrag 17394. MC56 oppdrag 511975.).

Det nevnes spesielt MC56 oppdrag 511975 fra 2014, som friskmelder deler av Ruinparken. Det er tatt opp 3 prøveserier ned til 5, 7 og 8 meters dyp. Erfaringer fra opptak av prøver utført av COWI for avrop 57 i 2018 tilsier at det ville vært vanskelig å få prøver dypere enn 8 meter grunnet stor variasjon i massene med innslag av gruskorn. Det er i hovedsak fyllmasser i det øvre topplaget med mektighet på 2 meter over grusig, sandig leire.

Prøveserie MC42-PR1 fra oppdrag 17394 har tatt opp prøver ned til 10 meter. Høyeste sensitivitet er registrert som 127, i et sjikt med sprøbruddmateriale og kvikkleire på ca. 7-10 meters dyp. Ettersom det ikke er tatt opp prøver dypere enn dette, er det vanskelig å si om kvikkleiren strekker seg dypere ned i grunnen.

Prøveserie MC36-PR2 fra oppdrag 17576 er det utført ødometer på ca. 14 meters dyp. Denne har en OCR på ca. 2. Grunnvannstanden ved denne prøven ligger ca. 2 meter under terreng.

Nye prøveserier fra COWI i området bekrefter kvikkleire for både SS-12002 og SS-12003.

SS-12002 har sprøbrudd og kvikkleire fra 4,5 til 16 meters dyp som gir en mektighet på 11,5 meter. Da det ikke er tatt opp prøver dypere enn dette grunnet problemer med opptak i dybden i disse områdene, er det ikke å utelukke at det befinner seg sprøbruddmateriale dypere enn dette. Antatt berg er ved ca. 23 meters dyp, men det ser ut til at motstanden i massene øker under sjiktet med sprøbruddmateriale.

SS-12003 har sprøbrudd og kvikkleire fra 6 til ca. 12,5 meters dyp som gir en mektighet på ca. 6,5 meter. Antatt berg er påtruffet ved ca. 15,5 meter, og fra totalsonderingen kan det tenkes at massene over dette er bløte.

Fra NVE-atlas er det antatt randmorene for dette område [7]. Det er store variasjoner i løsmassene, og det bør ved senere faser gjøres ytterligere grunnundersøkelser for å prøve å innskrenke sonen. Dette begrunnes med at det kan forekomme kvikkleirelommer i området, og det er nødvendig med mer informasjon om grunnforholdene for å kunne vurdere om det foreligger større sammenhengende kvikkleiresjikt i sonen.

Tabell 9-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 9-2 Evaluering av faregrad for faresone 11-1**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Det er registrert ett leirskred på NVE sine sider [7]. Borregårdsskredet som gikk i 1702
Skråningshøyde	2	2	4	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20 varierer, men er inntil 28 meter for deler av området.
OCR	2	1	2	Det er utført ødometerforsøk i området for borpunkt MC36-PR2 på 14 meters dyp hvor OCR er tolket til ca. 2. Plassering er vist i vedlegg V31-10.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Det er fra oppdrag 17576 (MC36) utført av Multiconsult antatt en grunnvannstand på ca. 2 meter under terreng. Ettersom annet ikke er nevnt, antas det hydrostatisk trykk basert på dette.  Nye piezometer satt ned av COWI i 2018 for bp. SS-12002 viser en grunnvannstand ca. 1,5 meter under terreng.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Det foreligger flere prøveserier i området. MC42-PR1 har påvist kvikkleire fra ca. 7 til 10 meters dyp. Dette gir en kvikkleiremektighet på ca. 3 meter. Dette er en mektighet $< H/4$ , hvor H er skråningshøyden. For prøve SS-12002 er sprøbruddmektigheten $16 m > H/2$ . For prøve SS-12003 er sprøbruddmektigheten $6,5 < H/4$ (men mektigheten kan være større, da det kun er tatt opp prøver til ca. 12,5 meters dyp) Antar konservativt $> H/2$ .
Sensitivitet	1	3	3	Det foreligger prøvetakning i området (MC42-PR1), som har opptil 127 i sensitivitet. SS-12002 har sensitivitet opp mot 140 SS-12003 har sensitivitet opp mot 130
Erosjon	3	1	3	Det er ikke utført befaring i området for å avgrense sonen. Deler av sonen grenser mot Glomma som kan erodere og forverre stabiliteten til faresonen. Sonen består i hovedsak av bebygd område, industri og infrastruktur i form av bane og veg.
Inngrep	+3/-3	0	0	Fylling for banen fungerer som stabiliserende for øvre del av sonen, og destabiliserende for nedre del av sonen. Antar ingen endring.
Sum poengverdi			18	<b>Gir faregradsklasse «Middels»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 18 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

Årsaken til at faresonen klassifiseres som middels i dette tilfellet, og ikke lav slik som på NVE Atlas sine sider, er antakelig nye borer fra COWI utført i 2018 (hhv. SS-12002), som indikerer at deler av sonen kan bestå av kvikkleiremektighet høyere enn halvparten av skråningshøyden. Skulle denne delen skli ut, kan dette påvirke resten av sonen.

### 9.9.2 Faresone 11.2

Området innenfor sonen er lokalisert på vestsiden av Hafslundsøy i Sarpsborg kommune, og strekker seg fra gule bru og nordvest over på Hafslundsøy. Området består i hovedsak av dyrket mark og en del av Hukelundveien. Det er én høyspentmast i sonen. Det er ikke registrerte faresoner i området på NVE-Atlas sine sider. Fra NVE-atlas er det antatt hav- og fjordavsetning i tykt dekke for denne sonen [7].

Sonen heller mot syd, og utløpsområdes antas å strekke seg ut i Glomma sydover mot Tarris og vanninntaket ved Sarpsfossen.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser av Sweco, der det kun er gjort vanninnhold-analyse av prøvene. Dette gir for lite informasjon til å kunne faregradklassifisere området. Det vil derfor være nødvendig å utføre supplerende grunnundersøkelser i senere faser for å kunne vurdere denne faresonen.

Tabell 9-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

**Tabell 9-3 Evaluering av faregrad for faresone 11-2**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1		-	Det er ikke registrert leirskred på NVE Atlas sine sider [7].
Skråningshøyde	2		-	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil ca. 10 meter for deler av området.
OCR	2		-	Det er ikke utført ødometerforsøk i området.
Poretrykk	+3/-3		-	Det ikke satt ned piezometer i sonen.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Kvikkleiremektighet	2		-	Det foreligger en prøveserie i området fra borpunkt SW1-212. Denne er grunn og kun målt vanninnhold av. Det antas at dette er skovlinger. Det kan ikke utelukkes at det befinner seg kvikkleire under denne prøveserien, ettersom prøven kun er tatt i toppen av massene, og selve sonderingen er ca. 12 meter dyp.
Sensitivitet	1		-	Det er ikke utført indeks-forsøk på prøvene i området.
Erosjon	3		-	Sonen grenser mot Glomma, som har relativ høy vannføring for deler av sonen. Sonen består i hovedsak av dyrket mark med enkelte hus.
Inngrep	+3/-3		-	Antar ingen inngrep.
Sum poengverdi			-	<b>Gir faregradsklasse «ikke klassifisert»</b>

Det foreligger ikke nok informasjon for å kunne faregradsevaluere sonen.

## 11 DELOMRÅDE 12 SARPSFOSSEN-BORGEN

Tabell 11-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 11.1 til 11.9.

Tabell 11-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 11.3 og vedlagte tegninger V32-10 og V32-11.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 11.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees ikke som tilstrekkelig. Se kap.11.6.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Se vedlagte tegning V32-1 og kap 11.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V32-1 og kap. 11.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 11.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 11.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 11.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 11.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegninger V32-10 og V32-11. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet. Dette er i praksis løst ved å benytte planavgrensningen som avgrensning.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

#### 11.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Det er ikke registret tidligere kartlagte faresoner i området iht. kart på skrednett.no [3]. Ruinparken 278 med faregrad lav er den nærmeste faresonen som er registret av NVE-Atlas [7]. Nærmeste registrerte skredhendelse er Borregårdsskredet som gikk i 1702. Dette skredet gikk etter en mild vinter med høy vannføring, hvor masser ble fraktet vekk av vannet. Dette er det største skredet som er kjent i Østfold med areal på 80 mål, hvor 1,2 mill kubikk gikk ut i Sarpsfossen. Litt lengre syd for Borregårdsskredet er det registrert et skred fra 1726 av Øyvind Høydal uten nærmere informasjon. Både den tidligere kartlagte faresonen Ruinparken og de ovennevnte skredhendelsene befinner seg på vestsiden av Sarpsfossen.

#### 11.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengeanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. Denne informasjonen er videre sammenstilt med områder med sannsynlig sprøbruddmateriale og har gitt grunnlag for å vurdere aktuelle løsneområder beskrevet i kapittel 11.9.

#### 11.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees utilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering for alle identifiserte faresoner innenfor delområdet. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for å kunne redusere fareområdenes omfang der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få eller ingen tilgjengelige grunnundersøkelser.

Det er meget uoversiktlige og kompliserte grunnforhold i området, med både randmorene (Raet) og sensitiv leire. Det er i mange tilfeller utfordrende å tolke eksisterende grunnundersøkelser. I enkelte tilfeller er det vanskelig å forstå at resultater fra kornfordeling og øvrige resultater i felt og lab henger sammen, spesielt gjelder dette datasett SV91 (se for øvrig kommentar under kapittel 11.9.1. Datasett J62 (boringer for Hafslund) er ikke egnet til tolkning av lagdeling og materialer, da de tilsynelatende er utført med tanke på fjellkontroll (kontinuerlig spyling og økt rotasjon), i den hensikt å verifisere seismiske undersøkelser.

#### 11.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i en sone kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

Løsneområdene er avmerket basert på vurdering av topografi, registrert berg i dagen, NGUs løsmassekart og tidligere utførte totalsonderinger. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.11.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V32-1.

#### 11.8 Aktuelle utløpsområder

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vår vurdering av utløpsdistanse baserer seg på NIFS rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» [6]. Følgende sammenheng benyttes for beregning av utløpsdistanse:

##### Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

Utløpsdistanse=3\*Løsnedistanse

##### Ved retrogressive skred i åpent terreng:

Utløpsdistanse=1,5\*Løsnedistanse

I tillegg til den beregnede utløpsdistansen gjøres det en vurdering av sannsynlig utløpsområde basert på områdets topografi med forventning om at skredmassene vil følge forsenkninger/raviner/daler i terrenget og stoppes eller endre retning ved møte med stigende terreng.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V32-1.

## 11.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V32-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad. Det nevnes at det er store variasjoner i løsmassene i området, hvor det stedvis forekommer kvikkleire, og stedvis ikke. Sonene er vurdert og avgrenset ut i fra tidligere utførte grunnundersøkelser og nye boringer fra COWI fra avrop 57 boringer SS-120XX.

### 11.9.1 Faresone 12-1

Området avgrenset av den identifiserte faresonen ligger i Sarpsborg kommune. Sonen er lokalisert på østsiden av Sarpsfossen og følger Rv 111 (Hafslunds gate) og eksisterende jernbanetrasé sør-østover mot Hafslund skole. Østover strekker sonen seg mot Holtet, og nord-østover dekker sonen Fv. 581 og strekker seg opp mot Jomfrudammen/Hølen, oppstrøms Grøtebrua. Området består hovedsakelig av infrastruktur, bebyggelse og dyrket mark. I henhold til NGU løsmassekart er det antatt tykk havavsetning i store deler av sonen, i tillegg til randmorene (Raet) i vestlig del av sonen.

Det er utført en rekke grunnundersøkelser innenfor sonen, vist i vedlegg V32-10 og V32-11. Det er ikke alle undersøkelsene som egner seg til tolkning av materialeegenskaper og lagdeling. Eksempelvis er det i datasett J62 foretatt en del fjellkontrollboringer med totalsonderingsutstyr, der det er benyttet kontinuerlig spyling og økt rotasjon, selv for enkelte sonderinger med meget lav motstand. Spesielt i overgang til og innenfor randmorenen i henhold til NGUs løsmassekart er det særdeles uoversiktlige grunnforhold, og meget utfordrende å tolke tilgjengelige grunnundersøkelser. Midt i og øverst i skråningen finnes det enkelte prøveserier å støtte seg på ved faregradsevaluering av sonen. Det er i enkelte tilfeller valgt å legge mindre vekt på resultater fra kornfordeling, der denne indikerer sand, dersom resultater fra omrørt konusforsøk, bruddtøying fra enaksiale forsøk, sonderingsprofil og sensitivitet indikerer at materialet oppfører seg som sensitivt kohesjonsmateriale. I slike tilfeller er materialet tolket å være mulig sprøbruddmateriale. Dette gjelder spesielt for datasett SV91.

Det påpekes således at det er relativt stor usikkerhet knyttet til klassifiseringen av løsmassene i dette området og at det er behov for supplerende undersøkelser for mer nøyaktig evaluering av faresonen og som grunnlag for videre prosjektering av tiltak. I denne fasen er det gjort konservative antakelser i forbindelse med evalueringen av faregrad og utstrekning av faresonen.

Tabell 11-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 11-2 Evaluering av faregrad for faresone 12-1

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	I følge NVE Atlas er det ikke registrert tidligere skred innenfor sonen [7]. På andre siden av Sarpsfossen er det registrert et omfattende leirskred (Borregaardsskredet, ca. 1,2 mill m3) i 1702.
Skråningshøyde	2	2	4	Total skråningshøyde 20-25 meter.
OCR	2	2	4	Lite informasjon tilgjengelig om tidligere terrengnivå. Velger konservativt representativ OCR=1.2-1.5. Laboratorieresultater fra aktuelle borpunkter er ikke tilgjengelige i skrivende stund. Dette punktet kan antakelig justeres noe når flere resultater blir tilgjengeliggjort.
Poretrykk	+3/-3	0	0	Piezometer i SS-12024 antyder et poreundertrykk på 5-10 kPa. Velger å anta hydrostatisk poretrykk, da det foreligger lite grunnlag for vurdering av poretrykksfordeling. Dette punktet kan antakelig justeres noe etter en lengre måleperiode, når flere resultater blir tilgjengeliggjort.



Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Kvikkleiremektighet	2	2	4	J61-PR5 t.o.m. –PR10, samt SS-12024 indikerer mektighet på kvikkleirelag opp mot 5-7 meter, noe som tilsvarer en andel av skråningshøyden på mellom H/4-H/2.
Sensitivitet	1	3	3	Det er målt sensitivitet hovedsakelig rundt 10-30 i bunn og midt av skråningen. Øverst i skråningen er det målt en del høyere sensitivitet >99.
Erosjon	3	2	6	Potensiell erosjon fra sideelv av Glomma. Nordlige del av faresonen ligger ved Jomfrudammen/Hølen, og berøres av flomsone. Det er usikkert om det pågår aktiv erosjon, da det ser ut til å være nokså grove masser ut mot vannet. Antar at det kan forventes «noe» erosjon.
Inngrep	+3/-3	2	6	Det går både veg og jernbane gjennom faresonen. Fv. 581 er antakelig lagt på sprengsteinsfylling på Hafslundjordet, hvor jernbanen krysser under vegen i kulvert. Dette er et inngrep som må regnes å ha ført til forverring av situasjonen, dersom det ikke er blitt gjort stabiliserende tiltak. Dette punktet bør undersøkes nærmere i senere fase, for nødvendig input til eventuelle stabilitetsberegninger.
Sum poengverdi			29	<b>Gir faregradsklasse «Høy»</b>

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 29 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Høy» som omfatter soner med poengverdi fra 26 til 51 poeng.

### 11.9.2 Faresone 12-2

Området innenfor sonen er lokalisert på sørsiden av Hafslund hovedgård og strekker seg sørover mot området nordvest for Nordberg i Sarpsborg kommune. Området består i hovedsak av dyrket mark og utmark. NVE har ikke registrerte faresoner i området. Fra NVE Atlas er det antatt avsmeltingsmorene og randmorene i øvre lag for denne sonen.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser av Norconsult som er vist i form av J62-X-boringer på vedlegg V32-10. J62-157 er den eneste totalsonderingen innenfor sonen. Dette gir for lite informasjon til å kunne faregradklassifisere sonen. Disse boringene er utført med økt rotasjon i hele dybden for nesten samtlige boringer. Dette antas å kunne skyldes høy motstand i øvre lag og akkumulert stangfriksjon, slik at det har vært nødvendig med økt rotasjon i hele dybden. Det kan dermed ikke utelukkes at det er bløtere masse i området, selv om sondering J62-157 antyder en sonderingsmotstand på over 10 kN med økt rotasjon.

Tabell 11-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 11-3 Evaluering av faregrad for faresone 12-2

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1		-	Det er ikke registrert leirskred på NVE sine sider [3].
Skråningshøyde	2		-	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil ca. 10 meter for deler av området.
OCR	2		-	Det er ikke utført ødometerforsøk i området.
Poretrykk	+3/-3		-	Det ikke satt ned piezometer i sonen.
Kvikkleiremektighet	2		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Sensitivitet	1		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Erosjon	3		-	Det er ikke registrert vann i området som kan erodere og forringe stabiliteten. Sonen består i hovedsak dyrket mark og skog.
Inngrep	+3/-3		-	Antar ingen inngrep.
Sum poengverdi			-	<b>Gir faregradsklasse «ikke klassifisert»</b>

Det foreligger ikke nok informasjon for å kunne faregradsevaluere sonen.

### 11.9.3 Faresone 12-3

Området innenfor sonen er lokalisert nordvest for Nordberg i Sarpsborg kommune. Området består i hovedsak av dyrket mark. NVE-Atlas har ikke registrerte faresoner i området. Fra NVE Atlas er det antatt randmorene i øvre lag for denne sonen [7].

Det er utført én tidligere grunnundersøkelse i den aktuelle faresonen av Sweco, boring SW1-509 vist på vedlegg V32-11. Dette gir for lite informasjon til å kunne faregradklassifisere sonen, se Tabell 11-4.

**Tabell 11-4 Evaluering av faregrad for faresone 12-3**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1		-	Det er ikke registrert leirskred på NVE sine sider [3].
Skråningshøyde	2		-	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden er ca. 7 meter.
OCR	2		-	Det er ikke utført ødometerforsøk i området.
Poretrykk	+3/-3		-	Det ikke satt ned piezometer i sonen.
Kvikkleiremektighet	2		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Sensitivitet	1		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Erosjon	3		-	Det er ikke registrert vann i området som kan erodere og forringe stabiliteten. Sonen består i hovedsak bebyggelse.
Inngrep	+3/-3		-	Små inngrep i forbindelse med bebyggelse må forventes, eksempelvis planering og mindre oppfylling.
Sum poengverdi			-	<b>Gir faregradsklasse «ikke klassifisert»</b>

Det foreligger ikke nok informasjon for å kunne faregradsevaluere sonen.

### 11.9.4 Faresone 12-4

Området innenfor sonen er lokalisert nordvest for Nordberg i Sarpsborg kommune. Området består i hovedsak av bebyggelse. NVE Atlas har ikke registrerte faresoner i området. Fra NVE Atlas er det antatt fyllmasser i øvre lag for denne sonen [7].

Det er ikke utført tidligere grunnundersøkelser i den aktuelle faresonen. Dette gir for lite informasjon til å kunne faregradklassifisere området, se Tabell 11-5.

**Tabell 11-5 Evaluering av faregrad for faresone 12-4**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1		-	Det er ikke registrert leirskred på NVE sine sider [3].
Skråningshøyde	2		-	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil ca. 6 meter for deler av området.
OCR	2		-	Det er ikke utført ødometerforsøk i området.
Poretrykk	+3/-3		-	Det ikke satt ned piezometer i sonen.
Kvikkleiremektighet	2		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Sensitivitet	1		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Erosjon	3		-	Det er ikke registrert vann i området som kan erodere og forringe stabiliteten. Sonen består i hovedsak av bebyggelse.
Inngrep	+3/-3		-	Antar ingen inngrep.
Sum poengverdi			-	<b>Gir faregradsklasse «ikke klassifisert»</b>

Det foreligger ikke nok informasjon for å kunne faregradsevaluere sonen.

### 11.9.5 Faresone 12-5

Området innenfor sonen er lokalisert på sørvest-siden av Hafslund skole i Sarpsborg kommune. Området består i hovedsak av bebyggelse. NVE har ikke registrerte soner i området. Fra NVE Atlas er det antatt randmorene i øvre lag for denne sonen.

Det er meget begrenset med grunnundersøkelser i og rundt faresonen. Det er et fåtall totalsonderinger utført av Sweco vest og øst for sonen, og 2 totalsonderinger som er lokalisert innenfor, SW1-515 og SW1-516.

Kornfordeling i de øverste 10 meterne for SW1-516 indikerer siltig sand. Totalsondering for både SW1-515 og -516 er kjørt med økt rotasjon for hele profilet. Totalsonderingene viser lav motstand under denne dybden, og det kan derfor ikke utelukkes at det er sprøbruddforekomster i dette området. Tilgjengelig grunnlag gir ikke nok informasjon til å kunne faregradklassifisere området, se Tabell 11-6.

**Tabell 11-6 Evaluering av faregrad for faresone 12-5**

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1		-	Det er ikke registrert leirskred på NVE sine sider [3].
Skråningshøyde	2		-	Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden varierer men er inntil ca. 25 meter for deler av området.
OCR	2		-	Det er ikke utført ødometerforsøk i området.
Poretrykk	+3/-3		-	Det ikke satt ned piezometer i sonen.
Kvikkleiremektighet	2		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Sensitivitet	1		-	Det foreligger ikke prøveserier i området.
Erosjon	3		-	Det er ikke registrert vann i området som kan erodere og forringe stabiliteten. Sonen består i hovedsak av bebyggelse.
Inngrep	+3/-3		-	Antar ingen inngrep.
Sum poengverdi			-	<b>Gir faregradsklasse «ikke klassifisert»</b>

Det foreligger ikke nok informasjon for å kunne faregradsevaluere sonen.

## 12 DELOMRÅDE 13 BORGEN-KLAVESTAD

Tabell 12-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 12.1 til 12.9.

Tabell 12-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være	Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Utredning skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Se kap. 12.3 og vedlagt tegning V33-10.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Se kap. 12.5.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap.12.6.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Se vedlagte tegning V33-1 og kap 12.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Se vedlagte tegning V33-1 og kap. 12.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Se kap. 12.9.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet.

### 12.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

Utredningen utføres for teknisk hovedplan. Krav til utredningen er at den skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Videre er det bestemt i prosjektet at det skal tilstrebes en gjennomgang av NVEs prosedyre til og med punkt 9 «faregradsklassifisering».

### 12.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 12.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Ved gjennomgang av kvartærgeologiske kart og utførte grunnundersøkelser er området for mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Området er vist på vedlagt tegning V33-10. Der det ikke er utført grunnundersøkelser, har vi støttet oss til de kvartærgeologiske kartene for å avgrense mulig område med sprøbruddmateriale. Der disse områdene har blitt svært store har vi valgt å avslutte avgrensingen av områdene når avstanden fra jernbanelinja er så stor at området ikke lenger er relevant for prosjektet. Dette er i praksis løst ved å benytte planavgrensningen som avgrensning.

Alle relevante grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rapporter fra utførte grunnundersøkelser er tilgjengelig via Bane NOR på e-Room [5]. Borpunktens plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder. Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens boringer med mulig sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt sprøbruddmateriale.

### 12.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Det er ikke registret tidligere kartlagte faresoner i området iht. kart på skrednett.no [3].

## 12.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

NVEs retningslinjer [1] beskriver hvordan terrengsanalyse utføres for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir muligheter for områdeskred. For jevnt hellende terreng er kriteriet satt til terreng med helning brattere enn 1:20 og en høydeforskjell større enn 5 meter.

For å finne aktsomhetsområder er det utført en GIS-analyse av terrenget hvor områder med helning brattere enn 1:20 har blitt avdekket. For dette delområdet er det det terrenget som har helning brattere enn 1:20 vurdert til å være uaktuelt for videre vurdering. Dette skyldes at det dette terrenget delvis er berg i dagen, eller at området er for langt unna linja til å kunne påvirke denne.

## 12.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Det er ikke blitt identifisert faresoner basert på terrenghelningsanalyse. Som følge av dette er ikke grunnlag og tilgjengelige grunnundersøkelser vurdert.

## 12.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Det er ikke avdekket faresoner i området. Vurdering av bruddtyper og løsneområder der dermed ikke aktuelt for dette området. Området som er evaluert er vist på vedlagt tegning V33-1.

## 12.8 Aktuelle utløpsområder

Det er ikke avdekket faresoner i området. Området som er evaluert er vist på vedlagt tegning V33-1.

## 12.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V33-1 for oversikt over beliggenheten av området.

Det er ikke avdekket faresoner i dette området, men delområdet er tatt med for å illustrere at det for området er gjennomgått en innledende evaluering. Evalueringen er i hovedsak basert på terrenganalyse og observasjon av berg i dagen.

## 13 VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER

Det vil være nødvendig å vurdere lokalstabiliteten og områdestabiliteten i sammenheng med konstruksjoner, fyllinger og skjæringer som skal etableres i området. Denne utredningen har kun vurdert dagens situasjon før noe bygges eller tiltak gjennomføres.

Det påpekes at det er områder med antatt forekomst av kvikkleire som ikke er avmerket som faresone. I slike flate partier må det gjøres vurderinger av tiltaket med tanke på å sikre lokalstabiliteten.

Områdestabilitetsvurderingene i denne rapporten er gjort i forbindelse med etablering av ny jernbane mellom Seut og Sarpsborg, i denne omgang strekningen Rolvsøy-Klavestad. Merk at vurderingen som er gjort er gjort med grunnlag i dagens alternativer. Ved eventuelle nye alternativer må det gjennomføres en utvidet vurdering. Etablering av eventuelle tilkomstveger, deponiområder etc. er ikke tatt med i denne områdestabilitetsvurderingen. Dette må gjøres når endelig plassering av det øvrige er bestemt.

Det bemerkes at tilgjengelig kartgrunnlag ikke gir informasjon om vanndybder, verken i elver, bekker eller vann. Dette fører til stor usikkerhet i forbindelse med avgrensning av faresoner. Ved utredninger ved vann bør det innhentes nærmere informasjon om topografi i vann- og elvebunn, slik at man minimerer usikkerhet knyttet til skråningshelning i disse områdene.

Det nevnes at det eksisterer en del tidligere grunnundersøkelser i området som er brukt i evaluering av faresonene. Dette datagrunnlaget er utført for spesifikke prosjekter, som ikke nødvendigvis er optimalt utført for tolkning av faresoner knyttet til områdestabilitet. Eksempelvis kan det være at det ikke er utført prøveserier til nødvendig dybde, at det ikke er utført ødometerforsøk og poretrykksmålinger eller at sonderingen kun er utført for å påvise berg og at man derfor ikke har informasjon knyttet til lagdeling. Enkelte steder kan det derfor tilsynelatende se ut som at det foreligger tilstrekkelig grunnlag, men i realiteten er ikke dataene egnet for faresoneevaluering.

Hele området fra Rolvsøy-Klavestad kjennetegnes av store variasjoner i grunnforholdene. Det nevnes spesielt stor variasjon i grunnforhold ved Raet i Sarpsborg kommune, som gir stor usikkerhet ved vurdering av faresonene. Den store variasjonen i løsmasser og dybder til berg gjør det vanskelig å gjøre antakelser knyttet til representative løsmassesjikt og dybder til berg. Behovet for supplerende grunnundersøkelser blir derfor spesielt viktig her.

## 14 REFERANSER

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, "Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (V:7-2014)", NVE, Oslo, Veileder 7-2014, apr. 2014.
- [2] KR D (kommunal- og regionaldepartementet), *FOR 2010-03-26 nr 489 - Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift/TEK10)*. 2010.
- [3] (NVE) Norges vassdrags- og energidirektorat og Norges geologiske undersøkelse, *www.skrednett.no, Skrednett*. [Online]. Tilgjengelig på: <http://www.skrednett.no/no/>.
- [4] NGU kvartærgeologisk kart. [Online]. Tilgjengelig på: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [5] Geotekniske datarapporter for Fredrikstad-Sarpsborg. Tilgjengelig på: e-room fra Bane NOR.
- [6] NIFS, Rapport 14/2016 Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred.
- [7] (NVE), Norges vassdrags- og energidirektorat og Norges geologiske undersøkelse. , NVE Atlas. [Online]. Tilgjengelig på: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

## 15 REVISJONSHISTORIKK

Rev.	Endring
00A	Første utkast



## 16 VEDLEGG

Dokumentnummer	Dokumenttittel	Dato	Filnavn	Antall sider
ICP-16-A-25498_00A-Vedlegg 1	Tegninger områdestabilitet	21.08.2018	ICP-16-A-25498_00A-Vedlegg 1.pdf	22