

InterCity-prosjektet Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg

Områdestabilitetsrapport for delstrekning Seut-Rolvsvøy

Dokumentet skal til 3. partskontroll dersom det blir avdekket punkter som må rettes opp i denne kontrollen må det utføres.

| |
|--|
| <input type="checkbox"/> Akseptert <input checked="" type="checkbox"/> Akseptert m/kommentarer <input type="checkbox"/> Ikke akseptert / kommentert Revider og send inn på nytt <input type="checkbox"/> Kun for informasjon |
| Sign: Ellen Hjulmand <i>Ellen Hjulmand</i> 2018.06.01 07:44:59 +02'00' |

| | | | | | |
|---|--------------------------|---|---|------------|-----------|
| | | | | | |
| 00A | Områdestabilitetsrapport | 06.04.2018 | KELJ/ATO | MI | ANO |
| Revisjon | Revisjonen gjelder | Dato | Utarb. av | Kontr. av | Godkj. av |
| Tittel: InterCity-prosjektet Østfoldbanen Fredrikstad-Sarpsborg Områdestabilitetsrapport for delstrekning Seut-Rolvsvøy | | Sider: 46 + 1 vedlegg |  | | |
| | | Produsert av: | | | |
| | | Prod.dok.nr: | Rev: | | |
| | | Erstatter: | | | |
| Erstattet av: | | | | | |
| Prosjekt: | InterCity-prosjektet | Dokumentnummer: | | Revisjon: | |
| Parsell: | 16 Fredrikstad-Sarpsborg | ICP-16-V-25050 | | 00A | |
|  | | Drift dokumentnummer: | | Drift rev: | |
| | | | | | |

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | BAKGRUNN | 4 |
| 2 | SAMMENDRAG | 6 |
| 3 | OMRÅDEBESKRIVELSE | 8 |
| 4 | DELOMRÅDE 1 – SEUT-MERKURBANEN | 15 |
| 4.1 | AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE | 15 |
| 4.2 | UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE | 15 |
| 4.3 | AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER | 15 |
| 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 | 16 |
| 4.6 | VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER | 16 |
| 4.7 | AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER | 16 |
| 4.8 | AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER | 16 |
| 4.9 | FAREGRADSEVALUERING | 17 |
| 4.9.1 | <i>Faresone 1-1</i> | 17 |
| 4.9.2 | <i>Faresone 1-2</i> | 17 |
| 4.9.3 | <i>Faresone 1-3</i> | 18 |
| 4.9.4 | <i>Faresone 1-4</i> | 19 |
| 4.9.5 | <i>Faresone 1-5</i> | 19 |
| 5 | DELOMRÅDE 2 – MERKURBANEN-GRØNLI | 21 |
| 5.1 | AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE | 21 |
| 5.2 | UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE | 21 |
| 5.3 | AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER | 21 |
| 5.4 | UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET | 22 |
| 5.5 | AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED | 22 |
| 5.6 | VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER | 22 |
| 5.7 | AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER | 22 |
| 5.8 | AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER | 22 |
| 5.9 | FAREGRADSEVALUERING | 23 |
| 5.9.1 | <i>Faresone 2-1</i> | 23 |
| 5.9.2 | <i>Faresone 2-2</i> | 23 |
| 5.9.3 | <i>Faresone 2-3</i> | 24 |
| 5.9.4 | <i>Faresone 2-4</i> | 25 |
| 5.9.5 | <i>Faresone 2-5</i> | 26 |
| 5.9.6 | <i>Faresone 2-6</i> | 26 |
| 6 | DELOMRÅDE 3 – GRØNLI-KJÆRÅSEN | 28 |
| 6.1 | AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE | 28 |
| 6.2 | UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE | 28 |
| 6.3 | AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER | 28 |
| 6.4 | UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET | 29 |
| 6.5 | AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED | 29 |
| 6.6 | VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER | 29 |
| 6.7 | AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER | 29 |
| 6.8 | AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER | 29 |
| 6.9 | FAREGRADSEVALUERING | 30 |
| 6.9.1 | <i>Faresone 3-1</i> | 30 |
| 6.9.2 | <i>Faresone 3-2</i> | 31 |
| 7 | DELOMRÅDE 4 – KJÆRÅSEN-GAMLE GLEMMEN KIRKE | 32 |
| 8 | DELOMRÅDE 5 – GAMLE GLEMMEN KIRKE - HAUGE | 33 |
| 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 | 34 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 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 | FAREGRADSEVALUERING | 35 |
| 8.9.1 | Faresone 5-1..... | 35 |
| 8.9.2 | Faresone 5-2 og 5-3 | 35 |
| 9 | DELOMRÅDE 6 – HAUGE – VALLE | 37 |
| 9.1 | AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE..... | 37 |
| 9.2 | UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE | 37 |
| 9.3 | AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER | 37 |
| 9.4 | UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET | 38 |
| 9.5 | AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED | 38 |
| 9.6 | VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER | 38 |
| 9.7 | AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER | 38 |
| 9.8 | AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER..... | 38 |
| 10 | DELOMRÅDE 7 – VALLE – ROLVSØY | 39 |
| 10.1 | AVKLAR HVOR NØYAKTIG UTREDNING SKAL VÆRE..... | 39 |
| 10.2 | UNDERSØK OM HELE ELLER DELER AV OMRÅDET LIGGER UNDER MARIN GRENSE | 39 |
| 10.3 | AVGRENS OMRÅDER MED MARINE AVSETNINGER | 39 |
| 10.4 | UNDERSØK OM DET FINNES KARTLAGTE FARESONER FOR KVIKKLEIRESKRED I OMRÅDET..... | 40 |
| 10.5 | AVGRENS AKTSOMHETSOMRÅDER TIL TERRENG SOM TILSIER MULIG FARE FOR OMRÅDESKRED .. | 40 |
| 10.6 | VURDERING AV GRUNNLAG/UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER..... | 40 |
| 10.7 | AKTUELLE BRUDDTYPER OG LØSNEOMRÅDER..... | 40 |
| 10.8 | AKTUELLE UTLØPSOMRÅDER | 40 |
| 10.9 | FAREGRADSEVALUERING..... | 41 |
| 10.9.1 | Faresone 7-1..... | 41 |
| 11 | VIKTIGE OG KRITISKE MOMENTER..... | 43 |
| 12 | REFERANSER | 44 |
| 13 | REVISJONSHISTORIKK | 45 |
| 14 | VEDLEGG | 46 |

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 Seut-Rolvøy. Vurderingene er utført i henhold til NVEs veileder nr. 7 – 2014, «Sikkerhet mot kvikkleireskred». 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», 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. Punktene 1-10 i tabellen under 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 1-3, 1-5 og 3-2 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 ukjente og det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser for å kunne plassere faresonene innenfor en faregradsklasse. De nevnte faresonene må derfor 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 soner 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 plassering av disse ikke er bestemt. Dette må derfor utføres i senere faser.

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 befaring 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 neste fase</i> |

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

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).

Det geotekniske grunnlaget for kartleggingen består av nye grunnundersøkelser for IC-prosjektet som er utført av COWI i egen kontrakt, samt eksisterende grunnundersøkelser utført for SVV og JBV tidligere. Alle disse undersøkelsene ligger på e-rom 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 som også viser utbredelse av antatt sprøbruddmateriale.

Det er utført befaringer i området i flere omganger av flere saksbehandlere. Befaringene er i hovedsak gjennomført for å få en generell kjennskap til området og for å se på pågående grunnundersøkelser. Hver enkelt faresone er ikke befart. Befaringer er utført av Astrid Thorvik Øveraas, Kari Lien Johnsen og Tor Georg Jensen. Befaringer er utført 22. mai og 4. oktober 2017.

Ved vurdering av sannsynlige skredtyper har vi 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* L løsnedistanse for retrogressive skred og 0,5* L 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 jernbanelinje mellom Seut og Rolvsøy i Fredrikstad kommune.

Basert på en vurdering av topografi og grunnforhold er det funnet totalt 17 faresoner. Av disse faresonene er 14 faregradsevaluert som følger; 3 soner i klasse lav faregrad, 10 soner i klasse middels faregrad og 1 i klasse høy faregrad. Det er 3 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 gjort omfattende grunnundersøkelser spesifikt for områdestabilitet.

Det anbefales videre undersøkelser og utredning for flere faresoner for neste planfase (detaljplanfasen) både for bedre begrensnings av sonene og for faregradsevaluering.

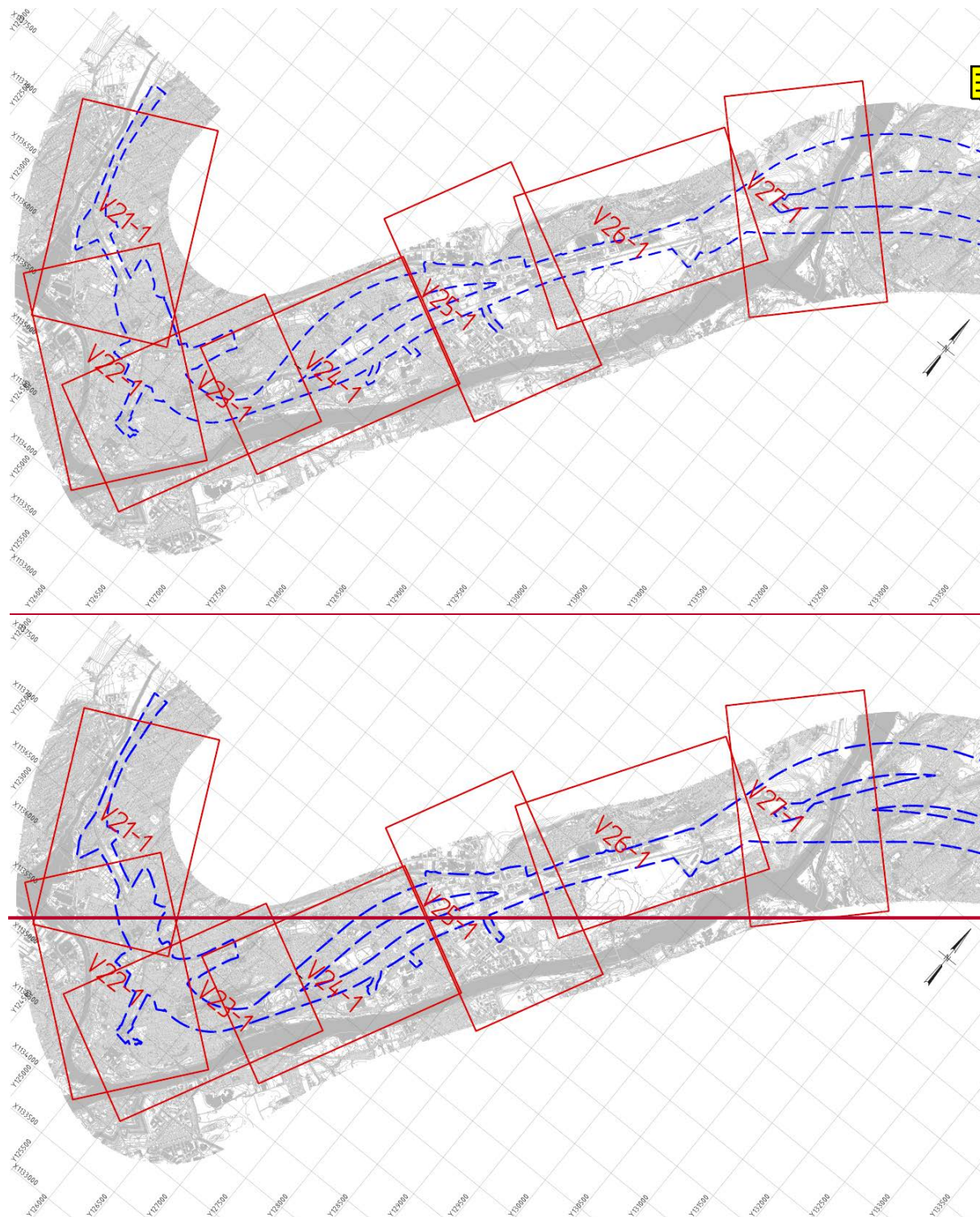
Der vi har hatt tilstrekkelig informasjon om grunnforholdene har faresonene blitt faregradsevaluert i henhold til poengsystemet gitt i NVEs veileder [1]. Der informasjonen om grunnforholdene ikke er tilstrekkelig for å utføre en faregradsevaluering p.t. har sonene kun blitt avmerket i kartet og må evalueres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

Det er vedlagt tegninger fra 2 ulike steg i prosedyren. Tegninger med nummer V2x-1x viser utbredelse av antatt sprøbruddmateriale basert på utførte grunnundersøkelser, registrert berg i dagen og NGUs løsmassekart. Tegninger med nummer V2x-x viser de avdekkede 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

Aktuelt område strekker seg fra Seut i Fredrikstad kommune til Rolvsøy i Fredrikstad 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. 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.

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

For videre beskrivelse av områdestabilitet er området delt inn i 6 delområder:

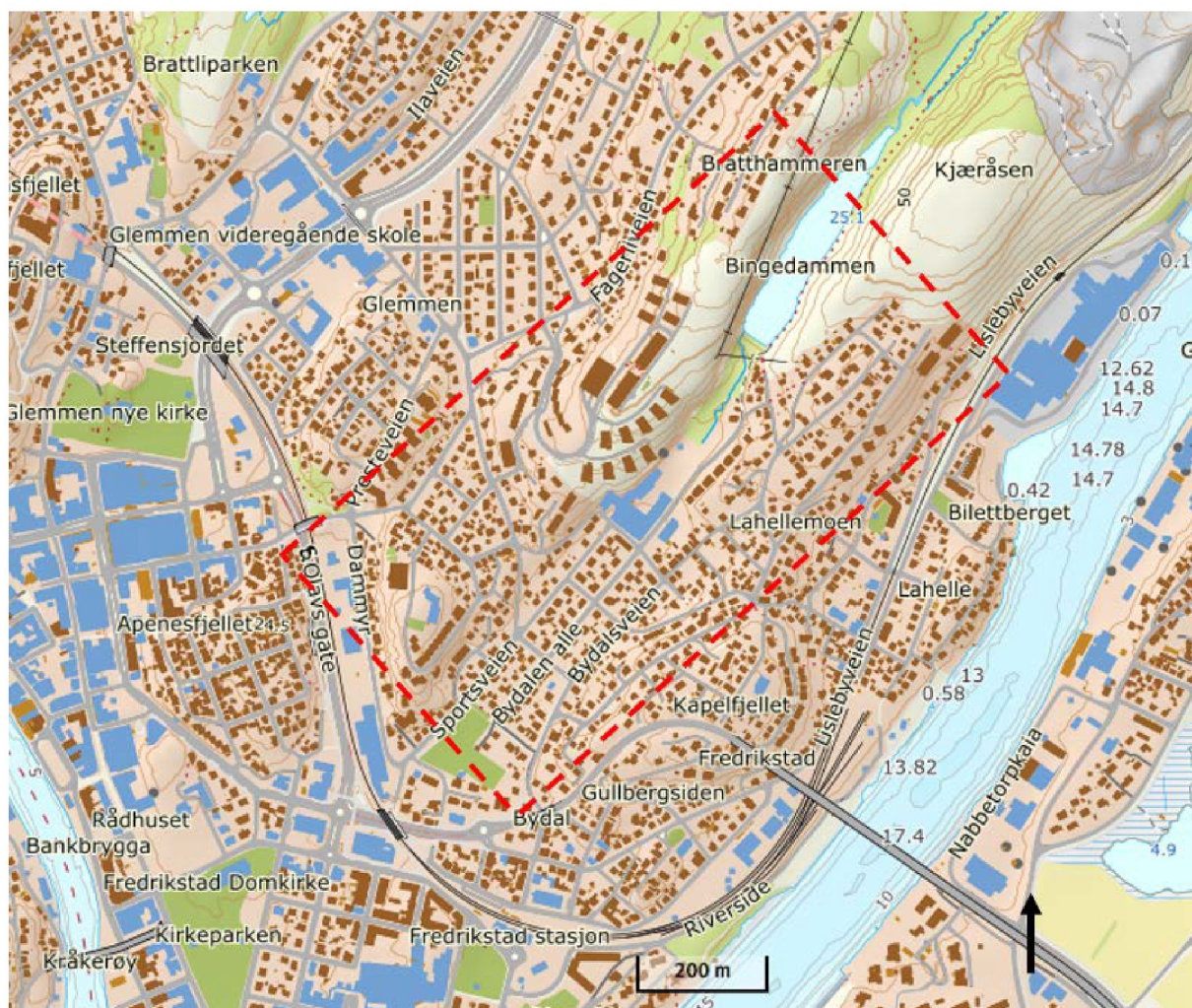
- Område 1 – Seut-Merkurbanen. Se Figur 3-1.
- Område 2 – Merkurbanen-Grønli. Se Figur 3-2.
- Område 3 – Grønli-Kjæråsen. Se Figur 3-3.
- Område 4 – Kjæråsen- Gamle Glemmen kirke. Se Figur 3-4.
- Område 5 – Gamle Glemmen kirke - Hauge. Se Figur 3-5.
- Område 6 – Hauge - Valle. Se Figur 3-6.
- Område 7 – Valle – Rolvsøy. Se Figur 3-7



Figur 3-1 Oversiktskart over delområde 1 Seut-Merkurbanen (<http://www.norgeskart.no>).



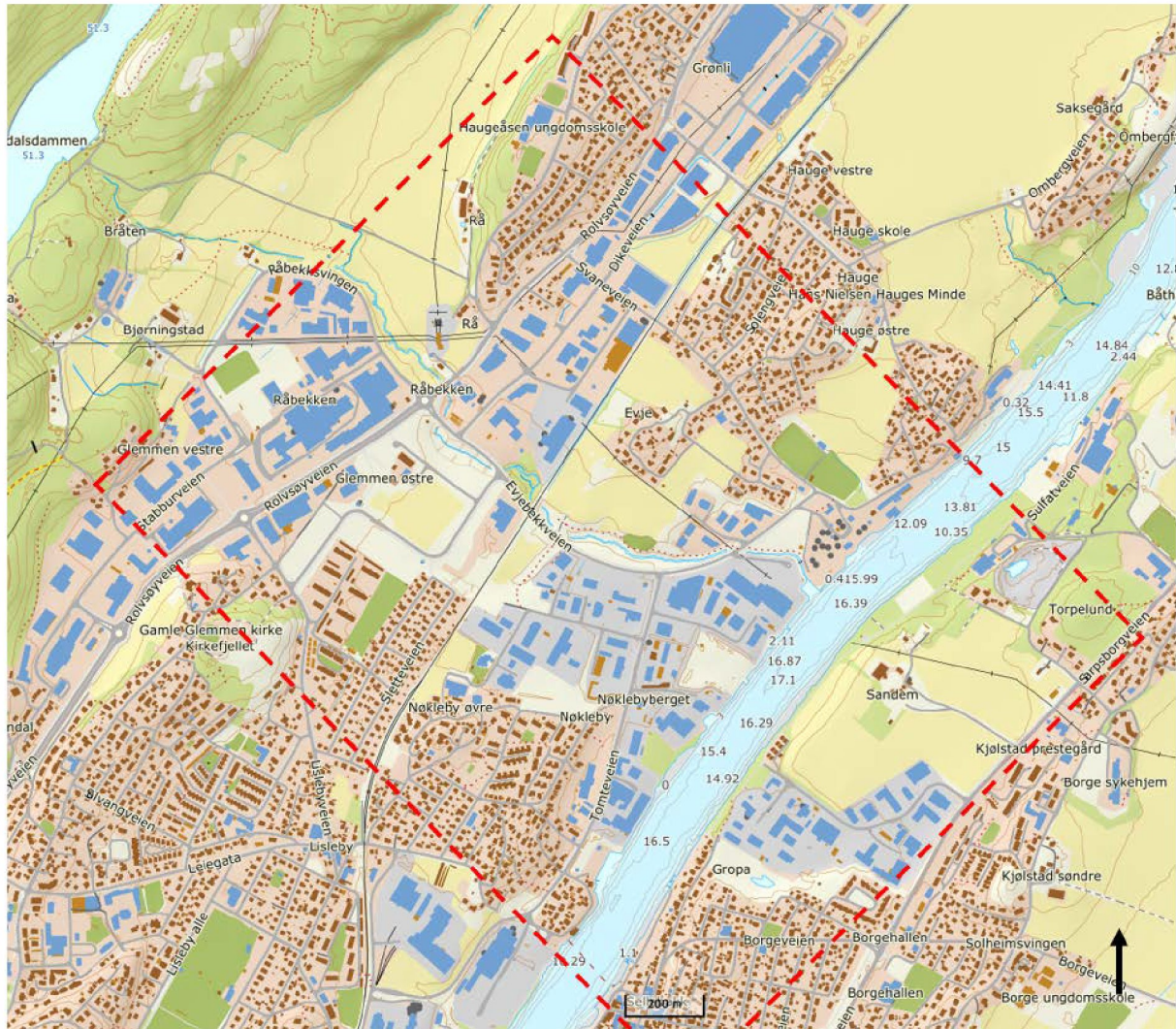
Figur 3-2 Oversiktskart over delområde 2 Merkurbanen-Grønli (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-3 Oversiktskart over delområde 3 Grønli-Kjæråsen (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-4 Oversiktskart over delområde 4 Kjøråsen-Gamle Glemmen kirke (<http://www.norgeskart.no>).



Figur 3-5 Oversiktskart delområde 5 Gamle Glemmen kirke – Hauge (<http://www.norgeskart.no>).



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



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

4 DELOMRÅDE 1 – SEUT-MERKURBANEN

Tabell 4-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i ref. [1]. En fullstendig vurdering er gitt i kapittel 4.1 - 4.9.

Tabell 4-1 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2014

| 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 V21-10. |
| 4. | Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området | I følge NVE Atlas har SVV markert deler av området som kvikkleireområde, basert på punkter hvor det er registrert kvikkleire. |
| 5. | Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred | Se kap. 4.5. |
| 6. | Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag | Det må utføres supplerende grunnundersøkelser, se kap. 4.6. |
| 7. | Avgrens løснеområder nøyaktig | Løsnedområdene er vist på vedlagte tegning V21-1 og beskrevet i kap. 4.7. |
| 8. | Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser | Utløpsområder er vist på vedlagt tegning V21-1 og beskrevet i kap. 4.8 |
| 9. | Avgrens og faregradsklassifiser faresoner | Se kap. 4.9. |
| 10. | Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. | Utføres ikke i denne planfasen. |

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 V21-10. 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 kjente 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/antatt 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

I følge NVE Atlas har Statens vegvesen markert deler av området som kvikkleireområde. Området er skravert basert på punkter hvor Statens vegvesen har registrert kvikkleire. Sone er ikke utredet etter NVEs veileder, og er derfor ikke en fullverdig «kvikkleiresone». Dette området ligger langs riksvei 110, sør for Merkurbanen.

4.5 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 4.7.

4.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig i henhold til krav i denne planfasen, men det må utføres flere grunnundersøkelser for å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering med klassifisering av faresoner. Behovet for supplerende grunnundersøkelser varierer mellom de ulike faresonene og er videre omtalt i kap. 4.9.

4.7 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. 4.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V21-1.

4.8 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 V21-1.

4.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegninger V21-1 for oversikt over beliggenheten av registrerte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

4.9.1 Faresone 1-1

Faresonen ligger rett øst for Seutbrua. Terrenget heller fra nordøst mot sørvest og begrenses av berg i dagen i nord og øst, og av flatt terreng i sør og vest. Vest for utløpsområdet er det kalksementstabilisert i forbindelse med etablering av ny Rv. 110. Området består hovedsakelig av bebyggelse og infrastruktur, men utløpsområdet kan nå Seutbrua, Mosseveien og Seutelva.

Utførte grunnundersøkelser innenfor sonen viser dybder til berg mellom 0 og 30 m. Nærmeste prøveserier innenfor sonen viser leire som er kvikk fra ca. 4 m under terreng. Utstrekningen av sonen er konservativt antatt og det anbefales å utføre supplerende boringer for å eventuelt kunne avgrense faresonen ytterligere.

Tabell 4-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 4-2: Evaluering av faregrad for faresone 1-1

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 0 | Det er ikke tidligere registrert skredaktivitet i området. |
| Skråningshøyde | 2 | 1 | 2 | Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil 15 m. |
| OCR | 2 | 1 | 2 | Prøveserie ca. 40 m fra aktuell faresone (borpunkt SV87-11) gir en OCR på ca.1,5. Dette er typisk for området. |
| Poretrykk | +3/-3 | 1 | 3 | Poretrykksmåler som ligger ca. 10 m nedenfor løsneområde (borpunkt SV87-25) viser et poreovertrykk på ca. 10 kPa. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Prøveserie i borpunkt N_2 innenfor sonen viser kvikkleire fra ca. 4-12 m under terreng. Sonderinger indikerer også at mektigheten av sprøbruddmateriale er stor, > H/2 |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Det er målt sensitivitet opptil 190 (borpunkt SV87-25). |
| Erosjon | 3 | 2 | 6 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området, men det kan tenkes at Seutelva har erodert noe. |
| Inngrep | +3/-3 | 0 | 0 | I forbindelse med bygging av ny vei og veibru på Seut er det utført kalksementstabilisering av løsmassene i området. Dette har imidlertid ikke ført til forbedring av stabiliteten for sonen. |
| Sum poengverdi | | | 22 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

4.9.2 Faresone 1-2

Faresonen ligger på østsiden av Seutelva, omtrent 80 m sør for Seutbrua. Løsneområdet begrenses i overkant av berg i dagen og i underkant av flatt terreng og prøveserie som ikke indikerer kvikkleire. Området består hovedsakelig av industrivirksomhet og infrastruktur. Utløpsområdet strekker seg over et industrianlegg og ned til Seutelva.

Det er registrert dybder til berg mellom 4-18,6 m. Nærmeste prøveserie ligger i bunn av løснеområdet, og viser leire som er kvikk fra 4 m under terreng.

Tabell 4-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 4-3: Evaluering av faregrad for faresone 1-2

| 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 og en høydeforskjell på ca. 10 meter. |
| OCR | 2 | 3 | 6 | Nærmeste prøveserie er SV87-50. OCR er noe utydelig, men konservativt antar vi OCR på ca. 1. |
| Poretrykk | +3/-3 | 1 | 3 | Poretrykksmåler som ligger ca. 100 m nord for faresonen (borpunkt SV87-40) viser et poreovertrykk på ca. 10 kPa. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Prøveserie i SV87-50 med påvist kvikkleire er relativt grunn, men sonderinger i området og prøveserie i borpunkt SV87-40 indikerer at mektigheten av sprøbruddmateriale er >H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | SV87-50 har høyeste sensitivitet på 110 |
| Erosjon | 3 | 2 | 6 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området, men det kan tenkes at Seutelva har erodert noe. |
| 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 | | | 24 | Gir faregradsklasse «Middels» |

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 24 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

4.9.3 Faresone 1-3

Faresonen ligger ved Trosviktoppen, øst for Seutelva, og løснеområdet begrenses av berg i overkant og slakt terreng i underkant. Sonen er et område med boligbebyggelse. Både løснеområdet og utløpsområdet vil kunne influere planlagt jernbane.

Det er ikke gjort grunnundersøkelser innenfor løснеområdet. Det er derfor vanskelig å si noe om dybder til berg her. Like nedenfor løснеområdet, i utløpsområdet, er det registrert dybder til berg mellom ca. 0-20 m. Tidligere grunnundersøkelser i området viser ikke kvikkleire. Det foreligger imidlertid for få grunnundersøkelser til å kunne fullføre faregradsevalueringen for denne faresonen. Flere grunnundersøkelser må utføres.

Det er gjennomført en delvis evaluering av sonens faregrad. Dette er vist i Tabell 4-4. Komplette faregradsevaluering må gjøres etter det er utført flere grunnundersøkelser.

Tabell 4-4 Evaluering av faregrad for faresone 1-3

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 1 | Det er ikke registrert skredaktivitet i området. |
| Skråningshøyde | 2 | 0 | 0 | Total skråningshøyde innenfor faresonen er ca. 11 m |
| OCR | 2 | 3 | 6 | Nærmeste prøveserie er SV87-50, va. 160 m fra faresonen. OCR er noe utydelig, men konservativt antar vi OCR på ca. 1. |
| Poretrykk | +3/-3 | 1 | 3 | Poretrykksmåler som ligger ca. 100 m nord for faresonen (borpunkt SV87-40) viser et poreovertrykk på ca. 10 kPa. |

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|---------------------|----------|-------|-------|--|
| Kvikkleiremektighet | 2 | - | - | Mangler info. |
| Sensitivitet | 1 | - | - | Mangler info. |
| Erosjon | 3 | 2 | 6 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tydelig erosjon i området, men det kan tenkes at Seutelva har erodert noe. |
| 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 | | | - | - |

Faregradsevalueringens poengverdi for faresonen kan ikke beregnes før det er gjennomført flere grunnundersøkelser.

4.9.4 Faresone 1-4

Faresonen ligger hovedsakelig nord for eksisterende jernbane, ved Onsøyveien. Løsneområdet begrenses i overkant av berg i dagen og i underkant av flatt terreng. Løsneområdet er et bebyggt område med boliger og infrastruktur. Utløpsområdet krysser eksisterende jernbane og riksvei 110, og består ellers av dyrket mark.

Det er ikke gjort boringer i fjell innenfor løsneområdet, men dreietrykkssoneringer på området er avsluttet mellom ca. 1 og 21 m. Prøveserier innenfor sonen viser sprøbruddmateriale fra ca. 4 m under terreng.

Tabell 4-5 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 4-5 Evaluering av faregrad for faresone 1-4

| 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 og en høydeforskjell på ca. 10 m. |
| OCR | 2 | 2 | 4 | Nærmeste prøveserie med info om OCR er SS-1007 (ca. 370 m fra løsneområdet), som viser en OCR på ca. 1,4. |
| Poretrykk | +3/-3 | 2 | 6 | Målinger fra tidligere grunnundersøkelser i faresonen viser hydrostatisk poretrykk fra ca. 1,5 m under terreng. Poretrykksmåler SS-1007 viser et poreovertrykk på ca. 20 kPa. Denne er lokalisert ved Merkurbanen i et flatere område og det ansees konservativt å benytte målinger herfra. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Prøveserier i faresonen (SV83-103/SV83-54/SV83-6), viser at sprøbruddmateriale er varierende og settes konservativt til >H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | SV83-54 har høyeste sensitivitet på 281 |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Flyfoto tilbake til 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto viser ingen tegn til erosjon. |
| Inngrep | +3/-3 | 0 | 0 | Det er ikke utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten. |
| Sum poengverdi | | | 19 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

4.9.5 Faresone 1-5

Faresonen ligger sør for eksisterende jernbane og riksvei 110, vest for Vestre gravlund. Løsneområdet begrenses i overkant av berg, og i underkant av løsneområdet er terrenget flatt.

Løsneområdet omfatter et bebygd område med boliger. Utløpsområdet er i hovedsak en gravplass, samt noe dyrket mark, og krysser eksisterende jernbane og riksvei 110.

Det er ikke utført grunnundersøkelser innenfor løsneområdet. Her må det utføres undersøkelser for å kunne faregradsevaluere sonen.

5 DELOMRÅDE 2 – MERKURBANEN-GRØNLI

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

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 tegning V22-10. |
| 4. | Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området | I følge NVE Atlas har SVV markert 4 kvikkleireområder innenfor delområdet, basert på punkter hvor SVV har registrert kvikkleire. |
| 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 til å utføre vurdering av faresoner, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for mer nøyaktige vurderinger. |
| 7. | Avgrens løснеområder nøyaktig | Løснеområdene er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1 og beskrevet i kap. 5.7. |
| 8. | Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser | Utløpsområder er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1 og beskrevet i kap. 5.8. |
| 9. | Avgrens og faregradsklassifiser faresoner | Se kap. 5.9. |
| 10. | Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. | Utføres ikke i denne planfasen. |

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 sannsynlig mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V22-10. 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 kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Rapporter fra utført 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

I følge NVE Atlas har Statens vegvesen markert 4 kvikkleireområder innenfor delområdet. Områdene er skravert basert på punkter hvor Statens vegvesen har registrert kvikkleire. Sonene er ikke utredet etter NVEs veileder, og er derfor ikke en fullverdige «kvikkleiresoner». Områdene er lokalisert langs riksvei 110, nordøst for St. Hansfjellet og ved Grønli.

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 5.7.

5.6 Vurdering av grunnlag/utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig i henhold til krav i denne planfasen, men det må utføres flere grunnundersøkelser for å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering med klassifisering av faresoner. Foreløpig vurdert utstrekning av faresoner ansees å være konservativt anslått. Supplerende grunnundersøkelser vil kunne redusere omfanget av faresoner i tillegg til å gi grunnlag for stabilitetsberegninger og vurdering av nødvendige tiltak for å sikre sonene. Behovet for supplerende grunnundersøkelser varierer mellom de ulike faresonene og er videre omtalt i kap. 5.9.

5.7 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 grunnundersøkelser. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap. 5.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegninger V21-1 og V22-1.

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 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 utløpsdistanse 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 tegninger V21-1 og V22-1.

5.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegninger V21-1 og V22-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort før bestemmelse av faregrad.

5.9.1 Faresone 2-1

Faresonen ligger langs Veumbekken, nord for Merkurbanen. Løsneområdet begrenses av flatt terreng. Området består hovedsakelig av bekkelandskap med vegetasjon, og bebyggelse på sidene. Utløpsområdet går nedover bekken, og stopper ved fylling til eksisterende jernbane.

Det er utført grunnundersøkelser i søndre del av sonen. Dybder til berg varierer mellom 10 og 31 m i borpunktene innenfor sonen. Sonderingene viser liten motstand/liten økning i motstand, noe som kan indikere sprøbruddmateriale. I borpunkt HS-1007, som ligger innenfor faresonen, er det påvist kvikkleire fra ca. 4 m under terreng.

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

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

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|--|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 0 | Det er ikke registrert skredaktivitet i området. |
| Skråningshøyde | 2 | 0 | 0 | Terrenget stiger jevnt på begge sider av Veumbekken. Skråningshøyden varierer rundt ca. 6 meter |
| OCR | 2 | 2 | 4 | Nærmeste prøveserie er SS-1007, og viser en OCR på rundt 1,4. |
| Poretrykk | +3/-3 | 2 | 6 | Poretrykksmåler i SS-1007 viser et poreovertrykk på ca. 20 kPa. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | SS-1007 viser at kvikkleiremektighet er ca. H/2. Konservativt velges >H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | SS-1007 har høyeste sensitivitet på 170. |
| Erosjon | 3 | 2 | 6 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Flyfoto kan indikere at Veumbekken har erodert noe. |
| 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 | | | 25 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

5.9.2 Faresone 2-2

Faresonen ligger ved Frydenberg, øst for Veumveien. Løsneområdet avgrenses i overkant av berg i dagen og ikke-sensitiv leire. I underkant av løsneområdet er terrenget flatt. Sonen er i et tett bebygget område, og både løsne- og utløpsområdet krysser eksisterende jernbane og riksvei 110.

Det er tatt opp prøveserier kun i den sørlige delen av faresonen. Prøveseriene viser ikke kvikkleire, men totalsonderinger som ligger lengre nord viser liten motstand og liten motstandsøkning i dybden. Det kan derfor ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale. NVEs løsmassekart viser forekomst av

hav- og fjordavsetninger på området, noe som også kan indikere sprøbruddmateriale. I store deler av sonen mangler det informasjon om grunnforholdene. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser i dette området for å få mer info om mulig kvikkleireforekomst, og for eventuelt å kunne redusere fareområdenes størrelse der avgrensingene er valgt konservativt på grunn av få undersøkelser.

Der hvor det er informasjon om bergdybde er berg registrert mellom ca. 4-51 m under terreng.

Tabell 5-3 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

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

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 1 | 1 | Det er registrert et lite løsmasseskred i området, datert 17.08.1980. Mulig årsak er planering og utfylling. |
| Skråningshøyde | 2 | 0 | 0 | Terrenget stiger både mot nord og mot øst. Total skråningshøyde innenfor faresonen er ca. 13 m |
| OCR | 2 | 2 | 4 | Nærmeste prøveserie er SS-1010, og viser en OCR på ca. 1,4. |
| Poretrykk | +3/-3 | 2 | 6 | Poretrykksmåler i SS-1010 viser et poreovertrykk på ca. 20 kPa. Denne er lokalisert ved avkjøringen fra riksvei 110 til Veumveien, sørvest i utløpsområdet. Det er usikkert om denne poretrykksmåleren viser korrekt poretrykk, men vi velger å tro på de målinger vi har per nå. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Ingen av prøveseriene viser sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Totalsonderinger innenfor sonen indikerer imidlertid at det kan være forekomst av sprøbruddmateriale >H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | SV59-49 har høyeste sensitivitet på 15, mens SS-1007 som ligger ca. 90 m fra sonen viser høyeste sensitivitet på 170. |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på 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 | | | 20 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

5.9.3 Faresone 2-3

Faresonen ligger rett nord for St. Hansfjellet i Fredrikstad. Den går gjennom eksisterende jernbane og riksvei 110. Området er i hovedsak et boligområde. Løsneområdet begrenses av berg i overkant, og flatt terreng i underkant.

Totalsonderinger i området viser mellom ca. 1-30 m dybde til berg. Nærmeste prøveserie ligger rett nord for eksisterende jernbane (punkt SS-1019) og viser kvikkleire fra ca. 12 m under terreng til ca. 28 m dybde hvor prøveserien er avsluttet.

Tabell 5-4 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-4 Evaluering av faregrad for faresone 2-3

| 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 opptil ca. 6 meter. |

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|---------------------|----------|-------|-------|--|
| OCR | 2 | 3 | 6 | Nærmeste prøveserie er SS-1019. OCR er målt til 1,5 ved 5,5 m dybde, og under 1 ved 18,5 m dybde. |
| Poretrykk | +3/-3 | 0 | 0 | Nærmeste poretrykksmåler er i punkt SS-1018. Den viser ca. hydrostatisk poretrykk. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Prøveserie i SS-1019 viser en mektighet på kvikkleirelaget >H/2. Det samme indikerer sondering SS-1020 som ligger sentralt i øvre del av løснеområdet. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Prøveserie i SS-1019 viser en sensitivitet på opptil 250. |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området. |
| Inngrep | +3/-3 | 1 | 3 | Etablering av eksisterende infrastruktur kan ha forverret stabiliteten. |
| Sum poengverdi | | | 18 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

5.9.4 Faresone 2-4

Faresonen ligger på østsiden av St. Hansfjellet, og heller fra vest mot øst. Løsneområdet er i overkant avgrenset av berg og områder med liten dybde til berg, og i underkant av flatt terreng. Området består hovedsakelig av bebyggelse, og krysser eksisterende jernbane og riksvei 110.

Faregradsevalueringen baserer seg på data fra prøveserie tatt opp ved punkt SS-1040, som ligger i utløpsområdet, ca. 20 m nedenfor løsneområdet. Prøveserien viser sprøbruddmateriale fra ca. 30 m under terreng. Totalsonderinger innenfor faresonen viser dybder til berg fra 3 til minst 58 m. Det er usikkert om SS-1040 er representativ for hele faresonen. Det bør utføres supplerende grunnundersøkelser innenfor sonen.

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

Tabell 5-5 Evaluering av faregrad for faresone 2-4

| 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 og høydeforskjell på opptil 9 meter. |
| OCR | 2 | 3 | 6 | Ødometerforsøk på prøve i borpunkt SS-1040 viser OCR på ca. 1. |
| Poretrykk | +3/-3 | 2 | 6 | Poretrykksmåler SS-1040 viser et poreovertrykk på ca. 30 kPa. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 2 | 4 | Prøveserie SS-1040 viser en mektighet på kvikkleirelaget <H/4. Totalsonderinger i området indikerer at kvikkleireforekomsten kan være større. Vi antar derfor mektighet på H/2-H/4. |
| Sensitivitet | 1 | 2 | 2 | Prøveserie i punkt SS-1040 viser en sensitivitet på 39. |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området. |
| Inngrep | +3/-3 | 1 | 3 | Etablering av eksisterende infrastruktur kan ha forverret stabiliteten. |
| Sum poengverdi | | | 21 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

5.9.5 Faresone 2-5

Faresonen ligger øst for Glemmen videregående skole, rett nord for eksisterende jernbane og riksvei 110. Løsneområdet avgrenses av berg i dagen i øst, og av ikke-sensitiv leire i nord. Ellers begrenses det av flatt terreng. Utløpsområdet krysser eksisterende jernbane og riksvei 110. Sonen er i hovedsak tettbebygd.

Det er kun utført totalsonderinger innenfor løsneområdet, slik at her har vi ikke så mye informasjon om løsmassene. Nærmeste prøveserie ligger innenfor utløpsområdet (punkt SS-1068). Her er det registrert sprøbruddmateriale fra ca. 10 m under terreng til prøveserien ble avsluttet 14 m under terreng. Dybde til berg innenfor sonen varierer mellom 5 og minst 58 m under terreng.

Tabell 5-7 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-6 Evaluering av faregrad for faresone 2-5

| 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 og høydeforskjell på opptil 6 meter. |
| OCR | 2 | 2 | 4 | Ødometerforsøk på prøve i borpunkt SS-1068 viser OCR på ca. 1,4. |
| Poretrykk | +3/-3 | 0 | 0 | Piezometer ved punkt SS-1068 viser ca. hydrostatisk poretrykksfordeling. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | SS-1068 viser sprøbruddmateriale med mektighet mellom H/2-H/4. Sonderingen SS-1083 innenfor løsneområdet indikerer at det kan være større mektighet med sprøbruddmateriale i selve skråningen. Antar derfor konservativt mektighet på >H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 2 | 2 | Sensitiviteten i SS-1068 er målt opptil 27, men sonderinger innenfor sonen indikerer materialer som kan være mer sensitiv. Vi antar derfor at sensitiviteten kan være høyere. |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på 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 | | | 12 | Gir faregradsklasse «Lav» |

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

5.9.6 Faresone 2-6

Faresonen ligger ca. 50 m sørøst for Glemmen videregående skole. Løsneområdet begrenses av berg i dagen i overkant, og av flatt terreng i underkant. Løsneområdet består hovedsakelig av boligbebyggelse, mens utløpsområdet vil kunne nå noen næringsbygg og fylkesvei 109.

Det er kun utført én totalsondering i løsneområdet. Sonderingen viser svakt avtakende motstand med dybden, noe som kan indikere sprøbruddmateriale. Nærmeste prøveserie ligger midt i utløpsområdet (punkt SS-1057). Her er det påvist leire som er kvikk fra ca. 6,5 m til prøveserien ble avsluttet 10 m under terreng. Prøveserie som ligger ca. 40 m fra faresonen (punkt SS-1051) viser kvikkleire fra ca. 4 m til prøveserien ble avsluttet ved 15 m under terreng. Totalsonderinger viser dybder til berg mellom ca. 8 og minst 34 meter under terreng innenfor faresonen.

Tabell 5-7 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 5-7 Evaluering av faregrad for faresone 2-6

| 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 og høydeforskjell på opptil 12 meter. |
| OCR | 2 | 2 | 4 | Ødometerforsøk på prøve fra 9,5 m dyp i borpunkt SS-1057 viser OCR på ca. 1,3. |
| Poretrykk | +3/-3 | 0 | 0 | Piezometer ved punkt SS-1057 viser omtrent hydrostatisk poretrykksfordeling. Dette samsvarer godt med andre målinger i området. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | SS-1057 viser kvikkleiremektighet mellom H/2-H/4, mens SS-1051 viser kvikkleiremektighet >H/2. Vi antar derfor mektighet > H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Sensitiviteten er målt opptil 230 (Borpunkt SS-1057). |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på 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 | | | 13 | Gir faregradsklasse «Lav» |

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 13 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

6 DELOMRÅDE 3 – GRØNLI-KJÆRÅSEN

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

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 tegning V23-10. |
| 4. | Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området | Området ligger ikke innenfor tidligere kartlagte faresoner. Det har tidligere gått løsmasseskred i nærheten. |
| 5. | Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred | Se kap. 6.5. |
| 6. | Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag | Det må utføres supplerende grunnundersøkelser, se kap. 6.6. |
| 7. | Avgrens løснеområder nøyaktig | Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å avgrense løснеområdene mer nøyaktig. En innledende vurdering er av løснеområder er vist på vedlagte tegning V23-1 og beskrevet i kap. 6.7 |
| 8. | Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser | Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å avgrense utløpsområder mer nøyaktig. En innledende vurdering er av utløpsområder er vist på vedlagte tegning V23-1 og beskrevet i kap. 6.8. |
| 9. | Avgrens og faregradsklassifiser faresoner | Det er utført en faregradsklassifisering av faresoner der grunnlaget anses som tilstrekkelig. For resterende soner er det nødvendig med supplerende grunnundersøkelser for å utføre faregradsklassifisering. Se kap. 6.9 |
| 10. | Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. | Utføres ikke i denne planfasen |

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 tilstrebtes 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 sannsynlig mulig utbredelse av sprøbruddmateriale skissert. Områdene er vist på vedlagte tegning V23-10. 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]. Borpunktene plassering er vist på overnevnte tegninger med egne fargekoder.

Prøveserier der det er påvist sprøbruddmateriale er vist med rød farge, mens borerer med mulig sprøbruddmateriale (usikre borerer) er vist med oransje farge. Borerer 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. Det har tidligere gått løsmasseskred ved Lahelle, som ligger ca. 150 m øst for delområdet.

6.5 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 6.7.

6.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees ikke tilstrekkelig til å kunne utføre en fullstendig områdestabilitetsvurdering for delområdet, og det må derfor utføres supplerende grunnundersøkelser. Behovet for supplerende grunnundersøkelser varierer mellom de ulike faresonene og er videre omtalt i kap. 6.9. Foreløpig vurdert utstrekning av faresoner ansees å være konservativt anslått. Supplerende grunnundersøkelser vil kunne redusere omfanget av faresoner i tillegg til å gi grunnlag for stabilitetsberegninger og vurdering av nødvendige tiltak for å sikre sonene.

6.7 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 grunnundersøkelser. Videre er det gjort en vurdering av potensielt utløpsområde, ref. kap.6.8.

Løsneområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V23-1.

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 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.

Løснеområder og utløpsområder er vist på vedlagte tegning V23-1.

6.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V23-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad eller eventuelle behov for supplerende grunnundersøkelser for å kunne fullføre faregradsevalueringen.

6.9.1 Faresone 3-1

Faresonen ligger i Bydalen i Fredrikstad. Løснеområdet starter i en oppdemt innsjø, Bingedammen, og begrenses av berg i dagen på sidene av sonen og av flatt terreng i underkant. Løснеområdet fortsetter ned gjennom en dal med vegetasjon, mens utløpsområdet strekker seg utover et tett bebyggt strøk.

Nærmeste prøveserie ligger rett nedenfor løснеområdet (punkt SS-2005), og viser sprøbruddmateriale fra ca. 4,5 m under terreng og ned til bunn av prøveserien ved 10 m. Totalsonderinger innenfor sonen viser dybder til berg mellom ca.4-30 m under terreng. Flere sonderinger viser liten økning i motstand med dybden, noe som kan indikere sprøbruddmateriale.

Det anbefales å utføre flere grunnundersøkelser i området for å anskaffe mer informasjon om grunnforhold og poretrykkssituasjon.

Tabell 6-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 6-2 Evaluering av faregrad for faresone 3-1

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 3 | 3 | Det er registrert to løsmasseskred i området, datert 17.08.1980. Begge skredene er lokalisert ved Lahelle, ca. 350 m øst for faresonen. |
| Skråningshøyde | 2 | 1 | 2 | Terrenget har en relativt jevn stigning og høydeforskjell på opptil ca. 15 m. Skråningshøyden/dybden i Bingedammen er ukjent. |
| OCR | 2 | 1 | 2 | Ødometerforsøk på prøve fra 4,5 m dyp i borpunkt SS-2005 viser OCR på ca. 1,6. |
| Poretrykk | +3/-3 | 2 | 6 | Nærmeste poretrykksmåler er SS-1057, som ligger ca. 600 m fra faresonen. Det er målt hydrostatisk poretrykkfordeling her. Dette området kan ha en helt annen poretrykkssituasjon, så vi velger i denne fasen å anta poreovertrykk mellom 10-30 kPa. Det anbefales å sette ned piezometer i området. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Opptatt prøveserie (SS-2005) viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er stor > H/2 |
| Sensitivitet | 1 | 1 | 1 | Det er målt sensitivitet opptil 28 i punkt SS-2005. Basert på sonderinger vurderes punktet som representativt for området. |
| Erosjon | 3 | 1 | 3 | Flyfoto fra 1947 er studert og sammenlignet med flyfoto fra 2017. Vi har ikke klart å finne indikasjon på erosjon i området, men området kan tenkes å ha erodert før Bingedammen ble oppdemt. |

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------|----------|-------|-------|--|
| 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 | | | 23 | Gir faregradsklasse «Middels» |

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 23 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Middels» som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng.

6.9.2 Faresone 3-2

Faresonen ligger i og øst for Bydalen i Fredrikstad. Området heller fra nordøst mot sørvest, og begrenses i overkant av berg i dagen og slakt terreng, og av flatt terreng i underkant. Området består i hovedsak av tett bebyggelse.

Avmerking av faresonen baserer seg kun på topografi, NGUs løsmassekart, registrert berg i dagen, samt en prøveserie og enkelte dreitrykksonderinger utført i et lite område innenfor sonen. Sonen er antatt konservativ, og det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å kunne fullføre en faregradsevaluering og eventuelt avkrefte/bekreftede utstrekningen av sonen.

7 DELOMRÅDE 4 – KJÆRÅSEN-GAMLE GLEMMEN KIRKE

På delområde 4, Kjæråsen-Gamle Glemmen kirke, er ny jernbane planlagt etablert i tunnel i fjell. Det er derfor vurdert at det ikke vil være reell fare for områdeskred som vil påvirke prosjektet i dette området. Det er ikke gjennomført faregradsevalueringer innenfor dette delområdet.

En forutsetning for dette er at jernbanen etableres med tilstrekkelig fjelloverdekning, og det ikke etableres åpne byggegroper. Etablering av eventuelle tilkomstveger, deponiområder etc. er ikke tatt med i denne områdestabilitetsvurderingen.

Tegning V24-1, V24-10 og V24-11 i Vedlegg 1 viser området som er vurdert.

8 DELOMRÅDE 5 – GAMLE GLEMMEN KIRKE - HAUGE

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 tegning V25-10. |
| 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. 8.5. |
| 6. | Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag | Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap. 8.6 |
| 7. | Avgrens løseområder nøyaktig | Se vedlagte tegning V25-1 og kap 8.7 |
| 8. | Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser | Se vedlagte tegning V25-1 og kap 0 |
| 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 tegning V25-10. 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.

8.4 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. Det er imidlertid registrert en kvikkleiresone ved Sandem, som ligger på andre siden av Glomma, ca. 600 m fra der en av linjene er planlagt. Det er registrert kvikkleirepunkt langs med Rolvsøyveien som går gjennom deler av de aktuelle faresonene.

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 løsneområder beskrevet i kapittel 8.7.

8.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser ansees tilstrekkelig til å kunne utføre en områdestabilitetsvurdering for teknisk hovedplan, 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 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. 8.8.

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 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 V25-1.

8.9 Faregradsevaluering

Det vises til vedlagte tegning V25-1 for oversikt over beliggenheten av avdekte faresoner. I det følgende presenteres evalueringen gjort for bestemmelse av faregrad.

8.9.1 Faresone 5-1

Området innenfor sonen består i dag av bebyggelse og et behandlingssenter. Utløpsområdet vil kunne påvirke ny jernbanelinje, en barnehage samt forretninger. Terrenget heller slakt fra vest mot øst. Sonen avgrenses i vest av registrert berg i dagen, mens det i nord og sør er flatere terreng. Tidligere utført prøveserie i utløpsområdet M1-4, viser tørrskorpeleire over leire til ca.11 meters dyp. Leiren kan antas å være sprøbruddmateriale. Sonering er kjørt til ca. 38,5 meter. Avgrensningen av sonen er konservativt antatt og det anbefales å utføre supplerende boringer i nord for å kunne avgrense sonen ytterligere.

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

Tabell 8-2 Evaluering av faregrad for faresone 5-1

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|--|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 0 | Det er ikke registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-skrednett sine side. Nærmeste kvikkleiresone er omtrentlig 600 meter fra faresonen. |
| Skråningshøyde | 2 | 0 | 0 | Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden er omtrentlig 5 meter for området. |
| OCR | 2 | 0 | 0 | Utført ødometerforsøk i borpunkt M1-4 viser en OCR på ca. 2,6 ved ca. 3,5 meter. Denne prøveserien ligger rett utenfor utløpsområdet for sonen. Det er ingen prøveserier i selve faresonen. |
| Poretrykk | +3/-3 | 2 | 6 | Har ikke grunnlag dette. Vet at det kan være poreovertrykk på Fredrikstad-Sarpsborg strekningen, og velger antatt konservativt score 2 som omfatter poreovertrykk opp til 30 kPa. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Opptatte prøveserier i området for bp. M1-4 viser at den antatte mektigheten av sprøbruddmateriale er ca. 8 meter. Det er ingen soneringer innenfor løsneområdet. Antar derfor mektighet.>H/2. |
| Sensitivitet | 1 | 1 | 1 | Det er målt sensitivitet fra 14-28 |
| Erosjon | 3 | 0 | 0 | Det forventes ingen pågående erosjon i området. Historiske foto fra finn.no antyder heller ikke dette. |
| Inngrep | +3/-3 | 0 | 0 | Det er ikke utført terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten. |
| Sum poengverdi | | | 13 | Gir faregradsklasse «Lav» |

Faregradsevalueringen gir en poengverdi på 13 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «Lav» som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

8.9.2 Faresone 5-2 og 5-3

Området innenfor sonen består i dag av vei og infrastruktur langs en bekk. Utløpsområdet vil kunne påvirke ny jernbanelinje, samt eksisterende vei. Terrenget heller slakt fra ned mot bekken på begge sider. Sonen avgrenses av bekkeleiet, og vil føre utløpsmassene nedstrøms.

Tidligere utført prøveserie i løseområdet 1015, viser tørrskorpeleire over leire til ca.10 meters dyp. Leira kan antas å være sprøbruddmateriale i øverste sjikt med bekreftet kvikkleire i nedre sjikt. Sonering er kjørt til ca. 14,5 meter. Det er tidligere utført en rekke grunnundersøkelser innenfor sonen, men dette er hovedsakelig soneringer. I flere av soneringene kan det ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale kun basert på soneringen. Det er også vanskelig å lese av omrørt skjærfasthet for en del av de eldre prøveseriene. Derfor er avgrensningen av sonen er antatt konservativt og det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser med opptak av prøver med for å kunne avgrense sonen mer nøyaktig. Det er flere soneringer innenfor sonen som ikke indikerer sprøbruddmateriale. Det kan derfor være at det ikke er sammenhengende lag med sprøbrudd. Dette bør vurderes nærmere i senere planfaser etter at det er utført supplerende grunnundersøkelser. Det er registrert et kvikkleirepunkt rett på øst-siden av rundkjøringen i faresonen.

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

Tabell 8-3 Evaluering av faregrad for faresone 5-2 og 5-3

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|--|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 0 | 0 | Det er ikke registrert kvikkleireskred i området fra NVE-skrednett sine side. Nærmeste kvikkleiresone er omtrentlig 150 meter fra utløpet av bekken på andre siden av Glomma. |
| Skråningshøyde | 2 | 0 | 0 | Skråningshøyde for området med helning brattere enn 1:20. Skråningshøyden er omtrentlig 5 meter for området. |
| OCR | 2 | 2 | 4 | Utførte ødometerforsøk ved 1001 viser en OCR på ca. 1,4. 1015 vider en OCR på ca.1,3 |
| Poretrykk | +3/-3 | 0 | 0 | Fra piezometer 1018 satt ut ved rundkjøringen ved faresonen, viser dette en grunnvannstand på ca. 3 meter under terreng. Det er antatt at grunnvannsspeilet ligger på samme nivå som bekken. |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 3 | 6 | Opptatte prøveserier i området (1015) viser at mektigheten av sprøbruddmateriale er relativt stor (fra 3 meter og ned >H/2. ca. 11 meter mektighet |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Det er målt sensitivitet fra 21-200 |
| Erosjon | 3 | 3 | 9 | Det er ikke utført befaringer med tanke på å avdekke erosjon i bekkeløpet. Det er derfor konservativt antatt en score på 3, som tilsvarer aktiv erosjon. Dette har stor innvirkning på total poengsum for sonen, og for klassifisering. For neste planfase bør det derfor utføres befaring for å vurdere erosjonen i bekkeløpet. |
| Inngrep | +3/-3 | 0 | 0 | Det er ikke utført kjente terrenginngrep i området som har ført til forbedring eller forverring av stabiliteten. |
| Sum poengverdi | | | 22 | Gir faregradsklasse «Middels» |

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

9 DELOMRÅDE 6 – HAUGE – VALLE

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 9.8.

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 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 løsnemråder nøyaktig | |
| 8. | Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser | |
| 9. | Avgrens og faregradsklassifiser faresoner | |
| 10. | Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. | |

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 tilstrebtes 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 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 utført 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

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.

9.5 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.

9.6 Vurdering av grunnlag/Utførte grunnundersøkelser

Ikke videre behov for utredning.

9.7 Aktuelle bruddtyper og løsneområder

Ikke videre behov for utredning.

9.8 Aktuelle utløpsområder

Ikke videre behov for utredning.

10 DELOMRÅDE 7 – VALLE – ROLVSØY

Tabell 10-1 viser en oppsummering av gjennomgangen av prosedyren i henhold til avsnitt 4.5 i NVE-veileder [1]. En fullstendig vurdering gitt i kapittel 10.1 til 10.9.

Tabell 10-1 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. 10.3 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. 10.5. |
| 6. | Gjennomføring av befarings og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag | Utførte grunnundersøkelser ansees som tilstrekkelig. Se kap. 10.6. |
| 7. | Avgrens løsnemråder nøyaktig | Se vedlagte tegning V27-1 og kap 10.7. |
| 8. | Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser | Se vedlagte tegning V27-1 og kap. 10.8. |
| 9. | Avgrens og faregradsklassifiser faresoner | Se kap. 10.9. |
| 10. | Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet. | Utføres ikke på dette stadiet i prosjektet. |

10.1 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».

10.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

10.3 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.

10.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

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

Det er 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 m².

10.5 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 løsneområder beskrevet i kapittel 10.7.

10.6 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.

10.7 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.10.8.

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

10.8 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 utløpsdistanse 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 V27-1.

Det bemerkes at kun området til Rolvsøysund bru er vurdert i denne rapporten. Det kan forekomme soner på øst-siden av Rolvsøysund, som ikke er en del av denne vurderingen. Dette vurderes nærmere i områdestabilitetsrapporten for Rolvsøysund-Klavestad.

10.9 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.

10.9.1 Faresone 7-1

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 fase.

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.

Avgrænsningen av sonen er antatt konservativ og det anbefales å utføre supplerende borer i nord for å kunne avgrænse sonen ytterligere.

Tabell 10-2 viser utført evaluering av faregrad for sonen.

Tabell 10-2 Evaluering av faregrad for faresone 7-1

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------------|----------|-------|-------|---|
| Tidl. skredaktivitet | 1 | 3 | 3 | Det er i registrert kvikkleireskred nærme området fra NVE-skrednett sine side. 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 |

| Faktorer | Vekttall | Score | Poeng | Merknad/vurdering |
|----------------|----------|-------|-------|---|
| 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 | Gir faregradsklasse «Høy» |

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

11 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.

Områdestabilitetsvurderingene i denne rapporten er gjort i forbindelse med etablering av ny jernbane mellom Seut og Sarpsborg, i denne omgang strekningen Seut-Rolvsøy. 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.

12 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.

13 REVISJONSHISTORIKK

| Rev. | Endring |
|------|---------------|
| 00A | Første utkast |
| | |
| | |
| | |
| | |

14 VEDLEGG

| Dokumentnummer | Dokumenttittel | Dato | Filnavn | Antall sider |
|------------------------------|----------------------------|------------|----------------------------------|--------------|
| ICP-16-V-25050_00A-Vedlegg 1 | Tegninger områdestabilitet | 06.04.2018 | ICP-16-V-25050_00A-Vedlegg 1.pdf | 18 |