



# ØSTFOLDBANEN VL

## (SKI) - MOSS

### Evakueringssoner Kransen Nord og Kleberget Km 59,030 – 60,230

04E	Revidert etter kommentarer fra Bane NOR	18.03.2025	ON	VG	CSO	
03E	Revidert etter kommentarer fra Fagrådet	12.03.2025	ON	VG	CSO	
02E	Revidert etter kommentarer fra Bane NOR	25.11.2024	ON	VG	CSO	
01E	Revidert etter kommentarer fra Bane NOR og UAK	14.11.2024	ON	VG	CSO	
00E	For implementering	11.11.2024	ON	VG	CSO	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
<b>Tittel:</b> <b>Østfoldbanen VL</b> <b>(Ski) - Moss</b> <b>Evakueringssoner Kransen Nord og Kleberget</b> <b>Km 59,030 – 60,230</b>		Ant. sider	Fritekst 1d			
		<b>16</b>	Fritekst 2d			
			Entreprise	SMS Sentrum		
			Produsent			
		Prod. dok. nr.				
		Erstatning for				
Erstattet av						
<b>Prosjekt: 960168</b> <b>Parsell: 20</b>		Dokument nr. <b>SMS-20-A-59730</b>			Rev. <b>04E</b>	
		Dokument nr.			Rev.	

<b>1</b>	<b>INNLEDNING.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GRUNNFORHOLD.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GRUNNSTABILISERING OG SIKRINGSTILTAK.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>OVERSIKT OVER BEREGNET STABILITET I DAGENS SITUASJON.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>KRITISK GLIDEFLATE OG SKREDMEKANISME.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>MEST SANNSYNLIG SKREDUTSTREKNING.....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>EVAKUERINGSOMRÅDE OG ANBEFALINGER.....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>16</b>

---

## 1 INNLEDNING

Bane NOR har bedt NGI vurdere konsekvensen av en utglidning i Kransen Nord og på Kleberget, hvor stor en slik utglidning kan bli, og hvilke områder som sannsynlig vil bli påvirket. Notatet er ikke en revisjon av kvikkleiresone Moss Havn, men en vurdering som kan benyttes som grunnlag for å avgrense evakueringsområder dersom instrumentene i grunnen passerer kritiske varslingsgrenser eller observasjoner i felt avviker fra forventet oppførsel. Går det en stor initial utglidning i kvikkleiresonen Moss Havn må det vurderes å evakuere hele faresonen.

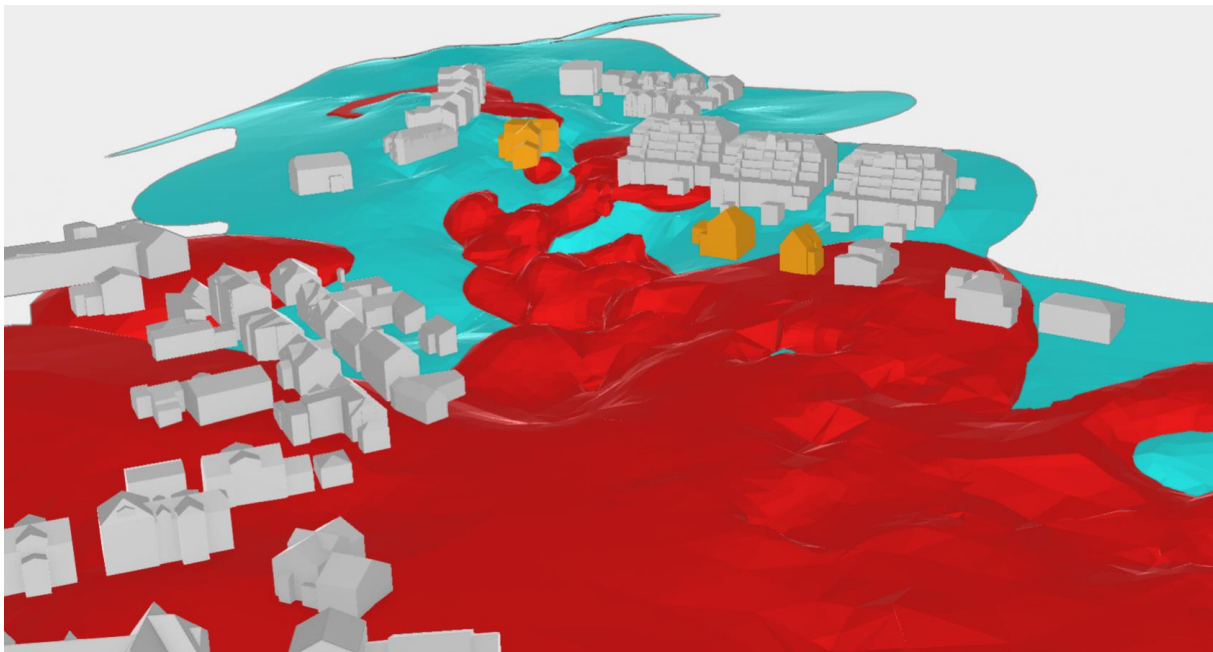
NGI har tidligere vurdert utbredelse av en evakueringsssone knyttet til en eventuell skredhendelse i Kransen Syd, se [1].

---

## 2 GRUNNFORHOLD

### ***Kransen Nord***

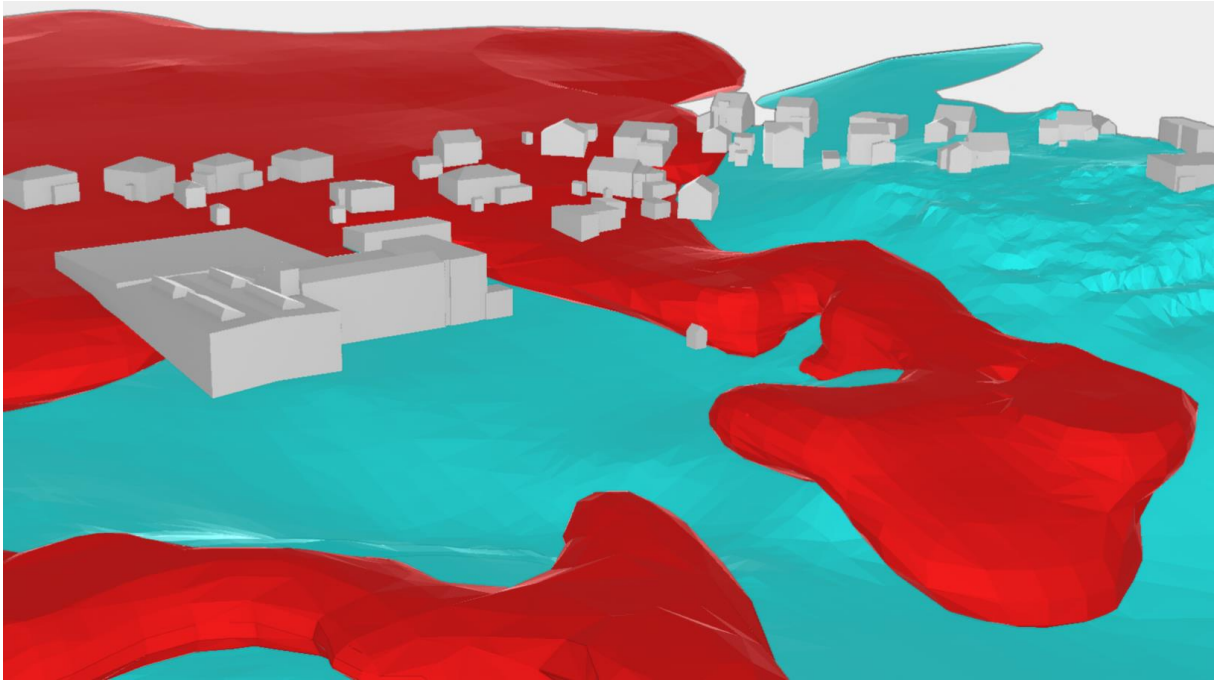
I Kransen Nord består grunnen av et topplag av sandig siltig jordmateriale eller fyllmasser over leire. Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i flere borpunkter, men det er noe usammenhengende resultater med hensyn til tolkning av sprøbruddmateriale flere steder. Under leira ligger det stedvis lag av mer sandig og grusig materiale, muligens morene. Antatt beliggenhet av kvikkleire i Kransen Nord er vist på Figur 2-1. Det kan imidlertid påtreffes kvikkleire også andre steder i Kransen Nord enn det som er vist på figuren.



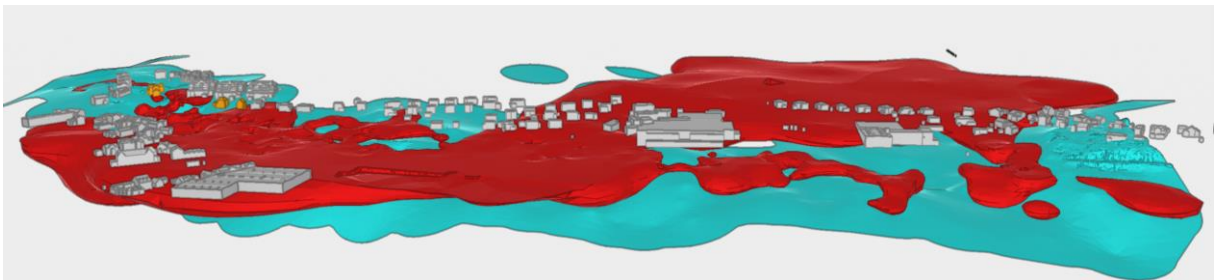
*Figur 2-1: Beliggenhet av kvikkleire i Kransen Nord. Rød farge er kvikkleire, mens turkis farge er berg. Utsnitt fra 3D jordmodell (terrengoverflaten vises ikke på figuren)*

### ***Kleberget***

Grunnforholdene i skråningen på Kleberget består av et topplag av fyllmasser og tørrskorpeleire. Under topplaget påtreffes bløt og stedvis kvikk leire med spredte lag og sjikt av silt og sand. Antatt beliggenhet av kvikkleire på Kleberget er vist på Figur 2-2, mens antatt beliggenhet av kvikkleire i hele dagsone Moss er vist på Figur 2-3. På Kleberget er kvikkleirelaget opptil 15 m tykt på det meste. Det kan påtreffes kvikkleire også andre steder på Kleberget enn det som er vist på Figur 2-2.



*Figur 2-2: Beliggenhet av kvikkleire på Kleberget. Rød farge er kvikkleire, mens turkis farge er berg. Utsnitt fra 3D jordmodell (terrengoverflaten vises ikke på figuren)*



*Figur 2-3: Beliggenhet av kvikkleire i dagsone Moss. Rød farge er kvikkleire, mens turkis farge er berg. Utsnitt fra 3D jordmodell (terrengoverflaten vises ikke på figuren)*

### 3 GRUNNSTABILISERING OG SIKRINGSTILTAK

#### **Kransen Nord**

I Kransen Nord er det foretatt avgraving og etablert motfyllinger for å forbedre områdestabiliteten. I tillegg er det installert jetpeler i deler av den fremtidige byggegropa, se *Figur 3-1*.



*Figur 3-1: Jetpeler som er installert i Kransen Nord, samt kalksementpeler og jetpeler som er installert i Kransen Syd, Kransen Øst og på Stasjonsområdet*

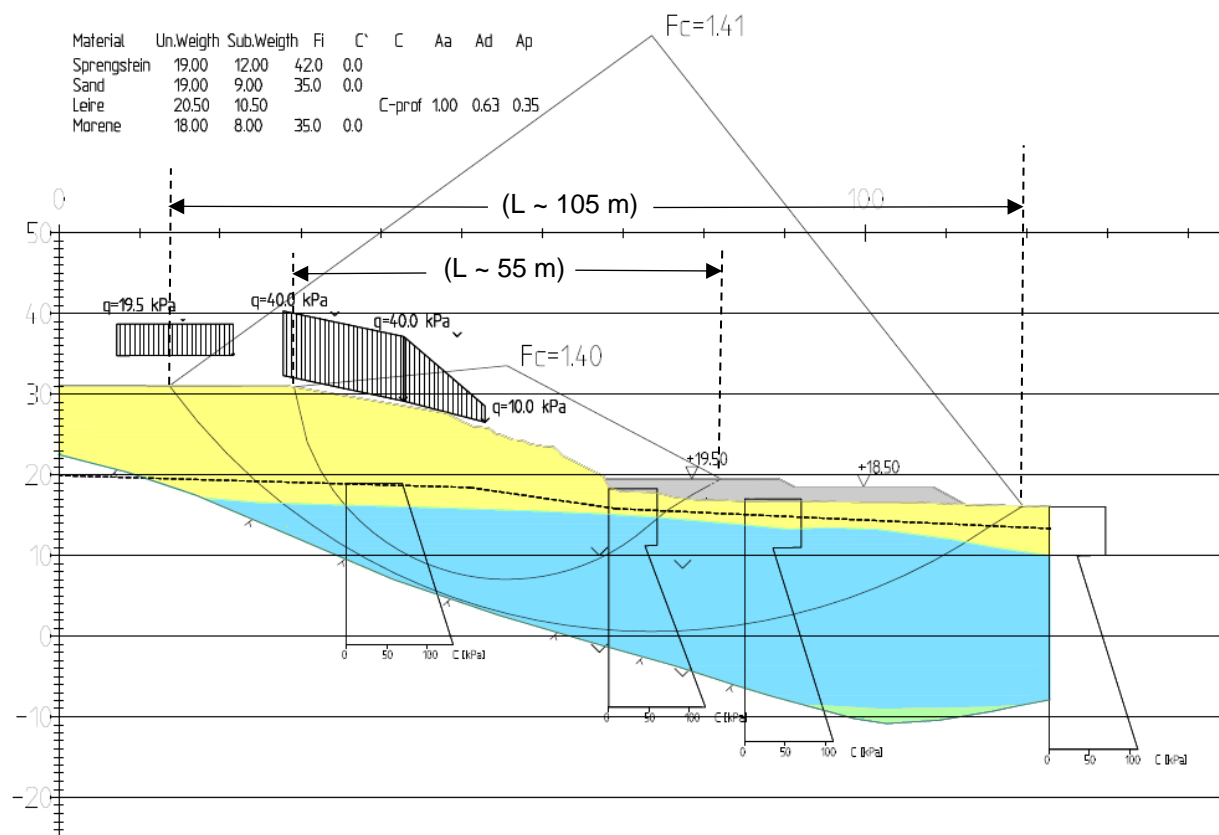
#### **Kleberget**

På Kleberget er det foreløpig ikke etablert noen stabilitetsforbedrende tiltak, men kalksementstabilisering er under arbeid.

## 4 OVERSIKT OVER BEREGNET STABILITET I DAGENS SITUASJON

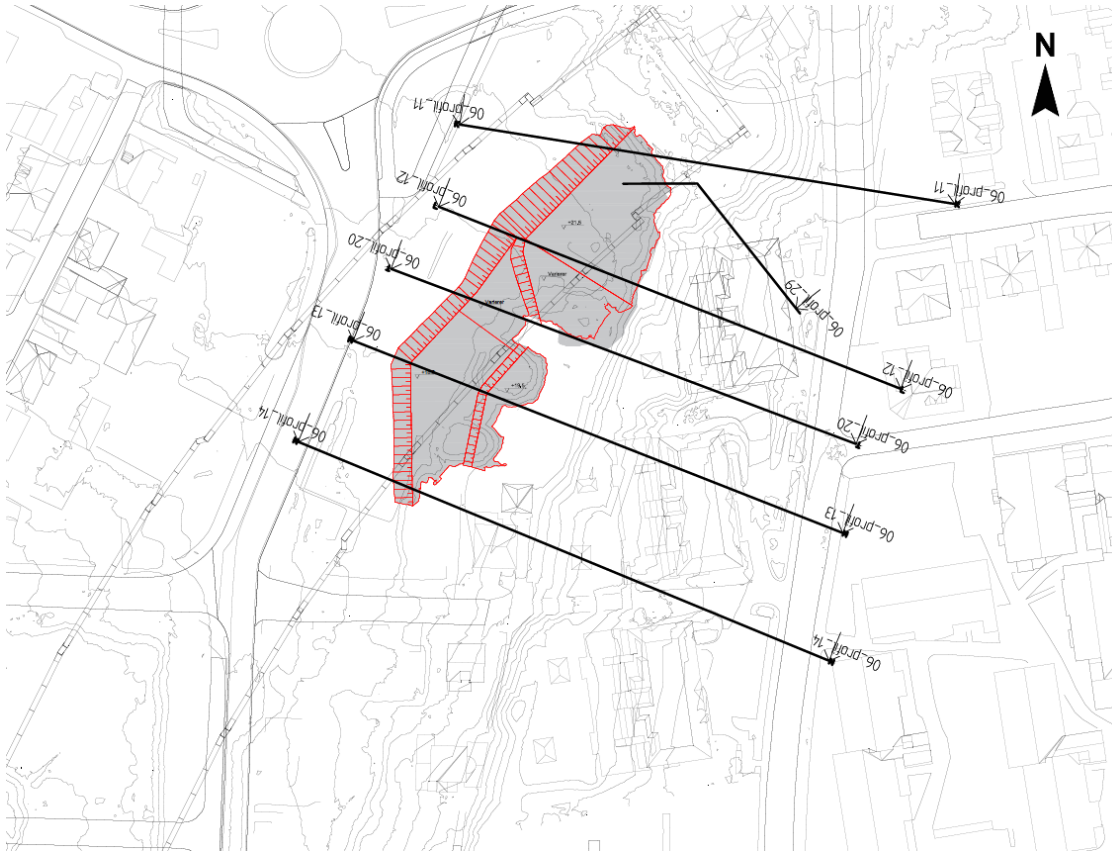
### Kransen Nord

Stabiliteten i Kransen Nord er dokumentert både i [1] og [2]. Dagens udrenerte sikkerhetsfaktor er 1,40 eller høyere i området. Beregninger viser at den mest kritiske glideflaten er i snitt 06\_Kransen\_13, se Figur 4-1. Beliggenhet av snittet er vist på Figur 4-2. Det påpekes at Geovita vurderer supplerende tiltak grunnet pågående deformasjoner i Kransen nord. Det er imidlertid ikke foretatt endringer i den allerede etablert motfyllingen, eller materialparametre, som er benyttet for å dokumentere dagens stabilitet.



Figur 4-1: Dagens beregnede udrenerte sikkerhetsfaktor i snitt 06\_Kransen\_13. Gul farge viser topplag av siltig sandige masser eller fyllmasser. Blå farge viser leire og kvikkleire. Grønn farge viser sand og grus (antatt morene)



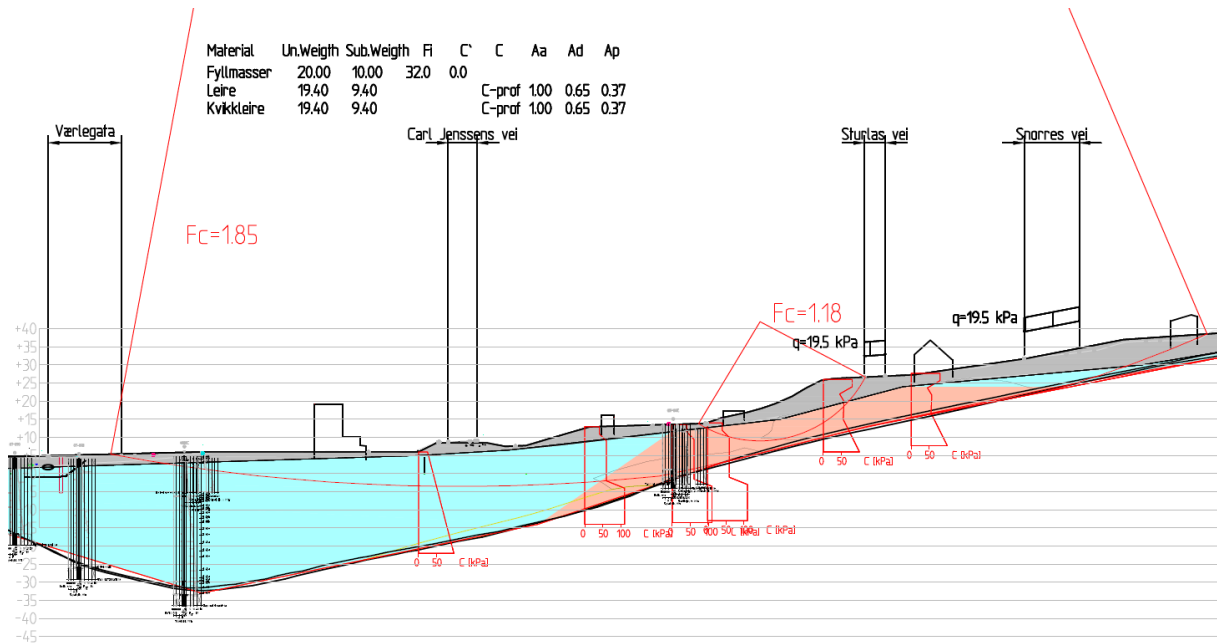


Figur 4-2: Beliggenhet av beregningsnitt i Kransen Nord. Motfylling Kransen nord vises også.

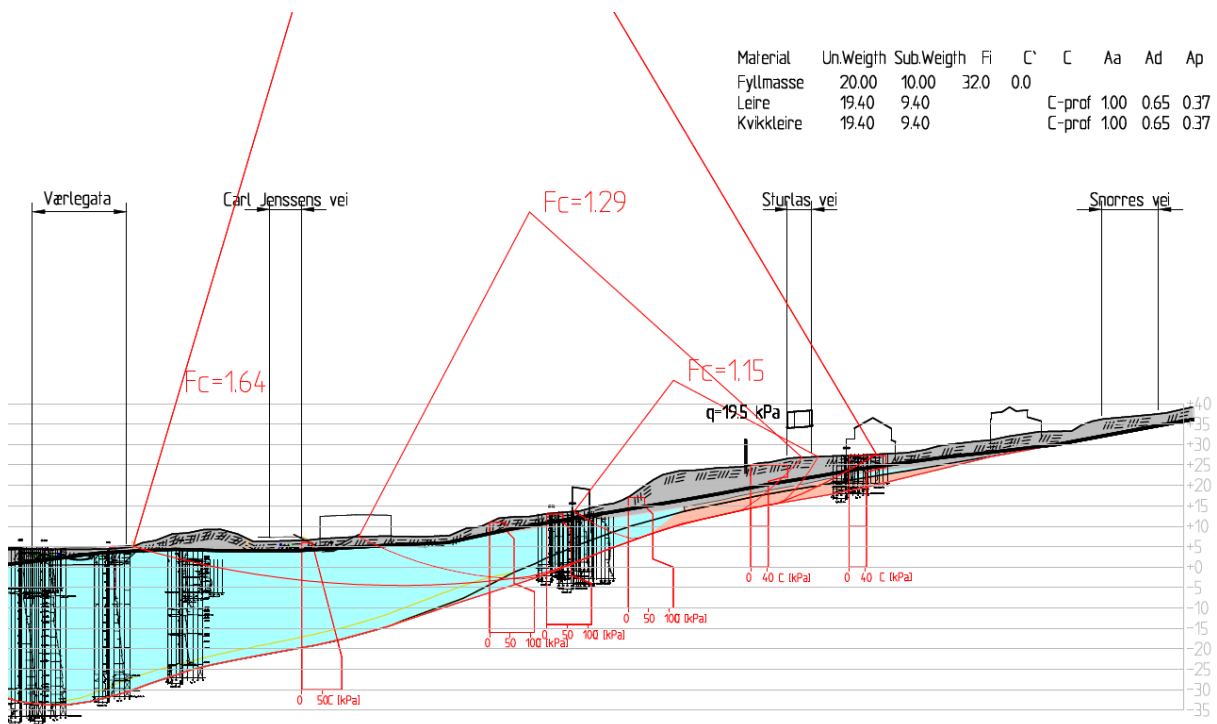
### **Kleberget**

Stabiliteten på Kleberget er dokumentert i [1] og [3]. Dagens udrenerte sikkerhetsfaktor er 1,15 eller høyere i området. Beregninger viser at de mest kritiske glideflatene er i snitt 57 og 57B, se Figur 4-3 og Figur 4-4. Beliggenhet av snittene er vist på Figur 4-5.





Figur 4-3: Dagens beregnede udrenerte sikkerhetsfaktor i snitt 57. Grå farge viser fyllmasser. Blå farge viser leire. Rød farge viser kvikkleire



Figur 4-4: Dagens beregnede udrenerte sikkerhetsfaktor i snitt 57B. Grå farge viser fyllmasser. Blå farge viser leire. Rød farge viser kvikkleire

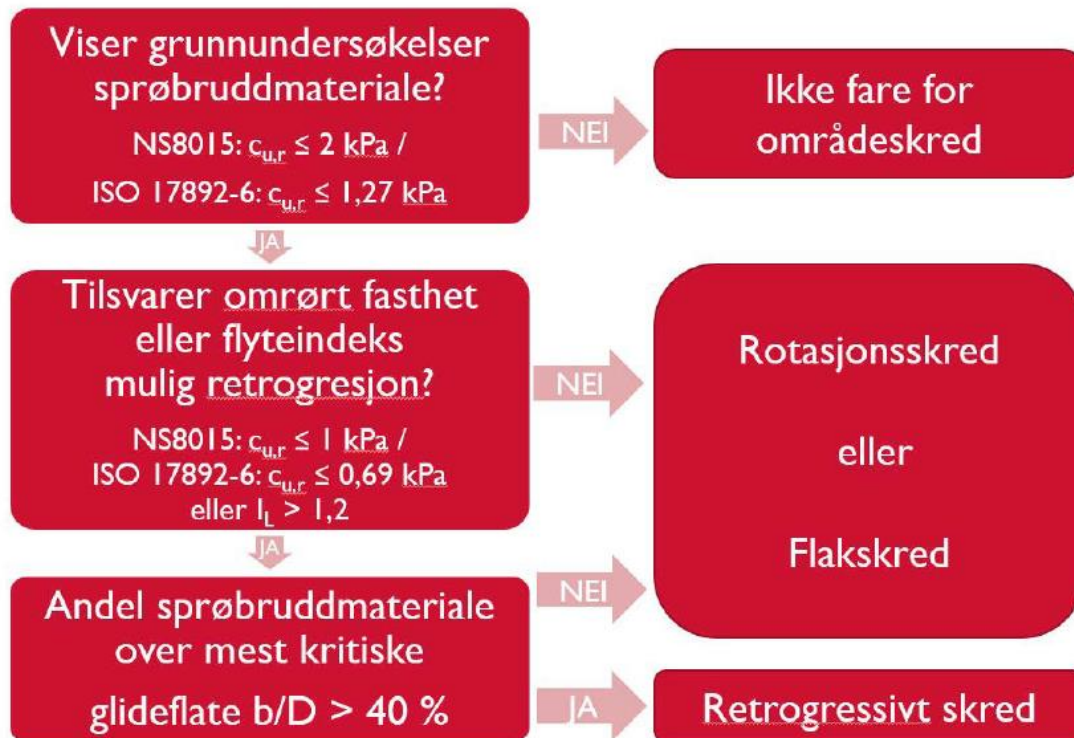


Figur 4-5: Beliggenhet av beregningsnitt på Kleberget. Utsnitt av faresonen Moss Havn vises også. Rød farge viser løsneområde, mens blå farge viser utløpsområde

## 5 KRITISK GLIDEFLATE OG SKREDMEKANISME

En eventuell skredmekanisme som følge av en utglidning blir påvirket av blant annet i) løsmassetype, ii) lagdeling, iii) sprøbruddmaterialets omrørte fasthet, iv) sprøbruddmaterialets beliggenhet i profil, v) andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflaten og vi) terrengforhold i området; jf. NVEs veileder 1/2019 [5].

For å vurdere den mest sannsynlige skredmekanisme i området benytter vi kriteriene i flytskjemaet vist i Figur 5-1. Flytskjemaet er hentet fra NVEs kvikkleireveileder [5].



Figur 5-1 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme [5]

### Kransen Nord

Lagdelingen og andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflaten og ellers i nærliggende profiler i Kransen Nord tyder på at den mest sannsynlige skredmekanismen vil være rotasjonsskred. Hovedargumentet bak vurderingen er at det er mindre enn 40 % kvikkleire ovenfor den mest kritiske glideflaten i alle snitt. Basert på dette kan vi anta at lengden på løснеområdet (L) vil tilsvare lengden til den kritiske glideflate, i størrelsesorden 50-100 m.

Metoden for beregning av løснеområde beskrevet i [5] tar ikke hensyn til en mulig fremoverprogressiv mekanisme, slik som observert iblant annet Smårøds-skredet og Vestfossen-skredet; se [6], som begge vel og merke ble utløst av fyllingsarbeider i aktiv sone. Et initialskred/løснеområde som skissert i Figur 4-1 kan mulig forplante seg videre nedover mot jernbanen så lenge det finnes kvikkleire i nedstrøms retning. Nedstrøms Kransen Nord er det derimot installert omfattende mengder jetinjisering og kalksementstabilisering slik at en fremoverprogressiv skredmekanisme videre sørover vurderes som svært lite sannsynlig.

### ***Kleberget***

Lagdelingen og andel sprøbruddmateriale i noen av de mest kritiske profilene på Kleberget er slik at en retrogressiv skredmekaniske ikke kan utelukkes, se Figur 4-3. Hovedargumentet bak denne vurderingen er at det trolig er mer enn 40 % kvikkleire ovenfor de mest kritiske glideflatene i noen av snittene.

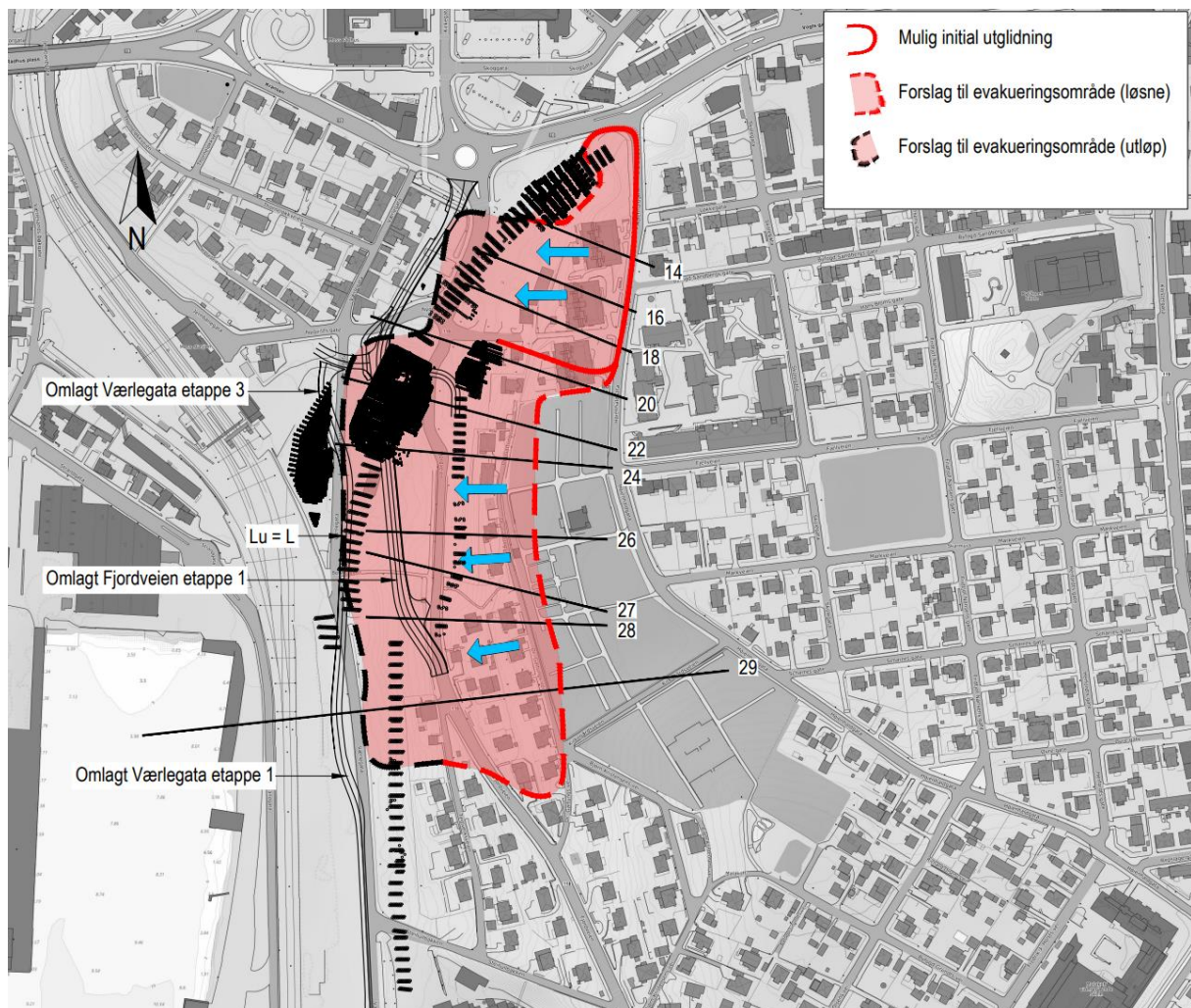
---



## 6 MEST SANNSYNLIG SKREDUTSTREKNING

### **Kransen Nord**

Et løснеområde i Kransen Nord vil mot øst avta i de sandige massene oppover i skråningen. En ev. utglidning vil stoppe øst for Dr. Galtungs vei lengst sør og øst for Høyenhaldgata lengst nord. I nord vil grunnforsterkning med jetpeler avgrense løснеområdet, mens utbredelsen av utløpsområde tilsvarende 0,5-1,0 ganger løснеområdet er avgrensningen mot vest. Ettersom det er usikkerhet knyttet til sideveis utbredelse av et ev. kvikkleireskred er evakueringssonen trukket like langt sør som dersom et initialskred oppstår i Kransen Syd, se for øvrig [6] for nærmere begrunnelse for denne avgrensningen. Utbredelse av en evakueringszone i Kransen Nord er vist på Figur 6-1.

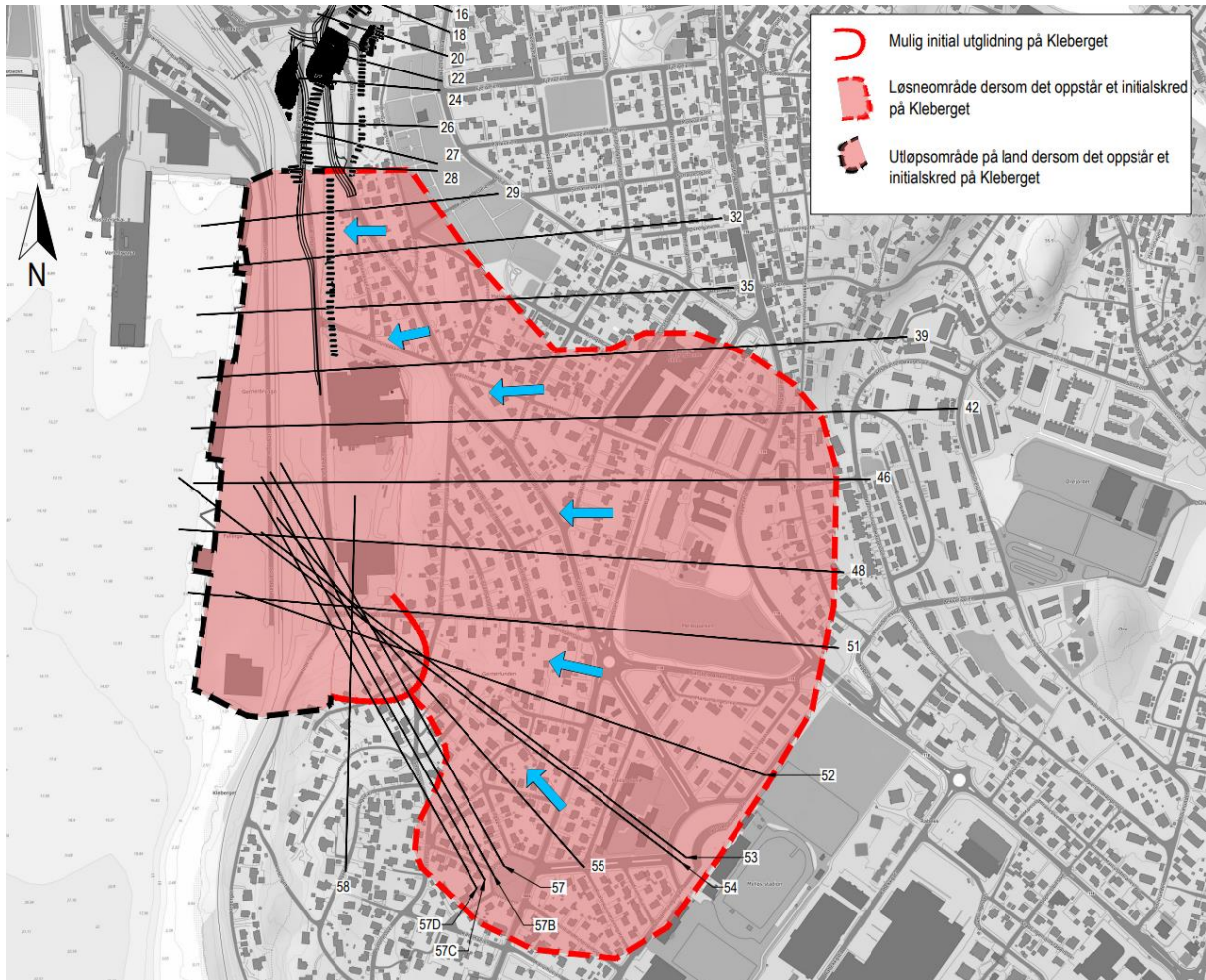


Figur 6-1: Utbredelse av evakueringszone i Kransen Nord. (Beregningsnett 14-29 som er benyttet i områdestabilitetsrapporten, samt installert grunnforsterkning er også vist på figuren)

### **Kleberget**

Dersom det oppstår et initialskred på Kleberget er det vanskelig å se at et løsne- og utløpsområde blir noe særlig annerledes enn det som er vist i områdestabilitetsrapporten [1], bortsett fra at skredet vil stoppe nord på

Stasjonsområdet på grunn av en bergterskel og en sone med ikke sensitiv leire i dette området. Begrunnelsen for avgrensningen mot nord er gitt i [6]. Utbredelse av en evakueringsone på Kleberget er vist på Figur 6-2.



Figur 6-2: Utbredelse av evakueringsone på Kleberget. (Beregningssnitt som er benyttet i områdestabilitetsrapporten, samt installert grunnforsterkning er også vist på figuren)

## 7 EVAKUERINGSOMRÅDE OG ANBEFALINGER

I denne rapporten har NGI vurdert konsekvensen av en utglidning i Kransen Nord og på Kleberget, hvor stor en slik utglidning kan bli, og hvilke områder som kan bli påvirket. NGI har lagt til grunn tilgjengelig informasjon om grunnundersøkelser, samt informasjon om allerede utførte stabilitetsforbedrende tiltak i form av grunnforsterkning, avgraving og motfylling.

Forlaget til evakueringssoner dersom instrumentene i grunnen passerer kritiske varslingsgrenser eller observasjoner i felt avviker fra forventet oppførsel i Kransen Nord og på Kleberget er presentert i Figur 6-1 og Figur 6-2. Området inkluderer både et løsneområde og et utløpsområde.

Følgende boliger og veistrekninger ligger innenfor det sårbare området i Kransen Nord, se Figur 6-1:

- Løsneområdet:
  - Boliger:
    - Fjordveien 31, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 44
    - Dr. Galtungs vei 1B, 1C, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
    - Nyquists gate 5A
    - Høienhaldgata 5, 7, 9
  - Veier:
    - Høienhaldgata mellom Rv. 19 og Fjellveien
    - Hele Dr. Galtungsvei
    - Nyquists gate ovenfor Fjordveien
- Utløpsområdet:
  - Veier:
    - Nyquists gate mellom Værlegata og Fjordveien
    - Værlegata mellom Nyquists gate og Steinullbakken
    - Fjordveien mellom Rv. 19 og Dr. Galtungs vei

Dersom det oppstår et initialskred på Kleberget vil det sårbare området strekke seg opp til Fjordveien 34 og Dr. Galtungs vei 5 i nord, se Figur 6-2.

NGI presiserer at det er usikkerheter i en slik vurdering, slik som lagdeling, effekt av sikringstiltak, 3D effekter, material oppførsel, osv. NGI påpeker at dersom det går en stor initial utglidning i kvikkleiresonen Moss Havn må det vurderes å evakuere hele faresonen.

Bane NOR bør anse de sårbare områdene som mulige evakueringssoner for preventiv konsekvensreduksjon ved en skjerpet situasjon gitt av overvåkingen, observasjoner eller lignende. Områdene bør også prioriteres ved en akutt skredhendelse. Generelt er det også viktig at Bane NOR ser NGIs vurderinger og anbefalinger i lys av egne og øvrige myndigheters risikoaksept opp mot aksept for tidlig preventiv evakuering.



## 8 REFERANSER

- [1] NGI (2024). Østfoldbanen VL, (Ski)- Moss, Sårbare områder knyttet til eventuell skredhendelse i Kransen Syd, Km 59,030 – 60,230. Rapport nr. SMS-20-A-59720, rev. 00E datert 21.06.2024
  - [2] NGI (2021). Østfoldbanen VL, Sandbukta – Moss – Såstad, Km 56,075 – 66,410. Vurdering av områdestabilitet. Rapport nr. SMS-00-A-59002, rev. 05E datert 05.07.2021
  - [3] NGI (2022). Østfoldbanen VL, (Ski) – Moss, Kulvert Kransen. Stabilitetsvurderinger riggområder øst for byggegrop, Km 59,080 – 59,290. Rapport nr. SMS-20-A-59008, rev. 06C datert 26.08.2022
  - [4] NGI (2022). Østfoldbanen VL, (Ski) – Moss, Moss Stasjon – Etappe 1, Geoteknisk prosjektering av støttefylling og midlertidig VA-ledning Kleberget, Rapport, Km 60,140 – 60,220. Rapport nr. SMS-20-A-59614, rev. 02C datert 30.03.2022
  - [5] NVE (2020). Veileder nr. 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Desember 2020
  - [6] NGI (2014). NIFS rapport 56/2014 – Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire. Tilbakeregning av Vestfossensskredet. 2014
-