

---

RAPPORT

# Rv. 706 - Dortealyst. Reguleringsplan

---

OPPDRAKSGIVER

Statens vegvesen

EMNE

Vurdering av områdestabilitet iht. NVEs  
veileder 1/2019

DATO / REVISJON: 2. mars 2026 / 01

DOKUMENTKODE: 10240128-RIG-RAP-006

---



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.

## RAPPORT

OPPDRAAG	<b>Rv. 706 - Dorthealyst. Reguleringsplan</b>	DOKUMENTKODE	10240128-RIG-RAP-006
EMNE	Vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Statens vegvesen</b>	OPPDRAAGSLEDER	Ørjan Edvardsen
KONTAKTPERSON	Torstein Ryeng	UTARBEIDET AV	Emil Trones/Isolde Syversen
KOORDINATER	Sone: UTM 32 Øst: 569182 Nord: 7031702	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Samferdsel TRL
GNR./BNR./SNR.	/ / / Trondheim		

## SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Statens vegvesen til å utarbeide grunnlag til reguleringsplan for Rv. 706 Osloveien i Trondheim kommune. I den forbindelse er det gjennomført en vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019 for området mellom Stavne og Nydalsbruket.

I området mellom Stavne og Nydalsbruket er topografien preget av kupert terreng fra Byåssiden og ned mot Nidelva. Det er gjennomført et stort omfang grunnundersøkelser ifb. utbygging av Rv. 706 som har avdekket forekomst av sprøbruddmateriale flere steder i tiltaksområdet. Hvorav to områder oppfyller kriteriene til å klassifiseres som faresoner iht. 1/2019, faresonene Dorthealyst sør og Dorthealyst nord. Foreliggende rapport dokumenterer utstrekning og klassifisering av de to nye sonene.

Faresone Dorthealyst sør er plassert ved det lokale høydedraget mellom dagens Rv.706 og Bøckmannsveg. Faresonen klassifiseres med lav faregrad, meget alvorlig konsekvens og risikoklasse 4. Det er gjennomført stabilitetsberegninger som viser at sikkerheten i dagens situasjon er for lav iht. sikkerhetskravene gitt i NVEs veileder. Det stilles krav til at skråningsstabiliteten for fremtidige tiltak dokumenteres og ikke forverrer situasjonen. Stabilitetsberegningene og nødvendige tiltak er sammenstilt og beskrevet i -RIG-RAP-007. Kravene til områdestabilitet må ivaretas videre i detaljprosjektering.

Faresone Dorthealyst nord er plassert fra gården Dorthealyst og går videre nordover mot rundkjøringa ved Bøckmanns vei. Faresonen klassifiseres med middels faregrad, konsekvensklasse meget alvorlig og risikoklasse 4. Gjeldende sikkerhetsprinsipper for videre prosjektering vil være «prosentvis forbedring» eller absolutt sikkerhet iht. veilederen, foreslått ved bruk av motfyllinger og lette fyllmasser. Det må etableres erosjonssikring for motfyllinger som vil være i kontakt med Nidelvas bredder.

Rapporten er revidert (rev\_01) for å ta med innspill fra 3. partskontrollør, iht. NVE veileder 1/2019. Revidert tekst er markert med revisjonsstrek i marginen.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	02.03.2026	Revidert etter innspill fra 3. partskontrollør	Emil Trones/ Isolde Syversen	Jonas G. Bjørklimark	Roger Kristoffersen
00	14.08.2025	Utarbeide rapport til UAK	Emil Trones/Isolde Syversen	Jonas G. Bjørklimark	Roger Kristoffersen

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning og oppsummering av områdestabilitetsvurdering .....</b>	<b>6</b>
1.1	Generelt .....	6
1.2	Hovedresultater .....	6
<b>2</b>	<b>Regelverk .....</b>	<b>7</b>
2.1	Kvalitetssikring og standardkrav .....	7
2.2	Innhold og bruk av rapporten .....	7
2.3	Relevant regelverk.....	7
<b>3</b>	<b>Grunnlag .....</b>	<b>8</b>
3.1	Grunnundersøkelser .....	8
3.2	Grunnlagsdokumenter.....	8
3.3	Koordinat og høydesystem.....	8
<b>4</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>9</b>
4.1	Topografi .....	10
4.2	Overordnet beskrivelse av løsmasser .....	10
4.3	Overordnet beskrivelse av bergforløp .....	10
4.4	Nærliggende vassdrag .....	11
4.5	Grunnvannstand og poretrykk.....	11
<b>5</b>	<b>Potensiell fare knyttet til vassdrag/sjø .....</b>	<b>11</b>
5.1	Flom og erosjon .....	11
5.2	Stormflo .....	11
<b>6</b>	<b>Kvikkleiresone Dorthealyst sør- gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019.....</b>	<b>12</b>
6.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området».....	12
6.2	Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire».....	12
6.3	Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred».....	12
6.4	Steg 4: «Bestem tiltakskategori» .....	12
6.5	Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde».....	12
6.6	Steg 6: «Befaring» .....	14
6.7	Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser».....	14
6.8	Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder» .....	15
6.8.1	Aktuell skredmekanisme .....	16
6.8.2	Avgrensning av mulig løsne- og utløpsområde .....	17
6.9	Steg 9: «Klassifiser faresoner».....	17
6.10	Steg 10: «Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet» .....	18
6.10.1	Sikkerhetskrav .....	18
6.10.2	Plassering av beregningsprofiler .....	19
6.10.3	Sikringstiltak .....	21
6.10.4	Erosjonssikring .....	23
6.11	Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser».....	23
<b>7</b>	<b>Kvikkleiresone Dorthealyst nord - Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019 .....</b>	<b>24</b>
7.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området».....	24
7.2	Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire».....	24
7.3	Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred».....	24
7.4	Steg 4: «Bestem tiltakskategori» .....	24
7.5	Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde».....	24
7.6	Steg 6: «Befaring» .....	24
7.7	Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser».....	24
7.8	Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder» .....	24
7.8.1	Aktuell skredmekanisme .....	25
7.8.2	Avgrensning av mulig løsne- og utløpsområde .....	32
7.9	Steg 9: «Klassifiser faresoner».....	34
7.10	Steg 10: «Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet» .....	35
7.10.1	Sikkerhetskrav .....	35
7.10.2	Beregningsresultater.....	35
7.10.3	Erosjonssikring .....	35
7.11	Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser».....	35
<b>8</b>	<b>Innspill planbestemmelser .....</b>	<b>35</b>

<b>9</b>	<b>Uavhengig kvalitetssikring .....</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>Sluttkommentar .....</b>	<b>36</b>
<b>11</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>36</b>

## TEGNINGER

10123456-RIG-TEG	-005.1_rev01	Løsne- og utløpsområde Dorthealyst sør
	-005.2_rev01	Løsne- og utløpsområde Dorthealyst nord

## VEDLEGG

- A. Evaluering av faregrad, konsekvens og risikoklasse – kvikkleiresone Dorthealyst sør
- B. Evaluering av faregrad, konsekvens og risikoklasse – kvikkleiresone Dorthealyst nord



## 2 Regelverk

### 2.1 Kvalitetssikring og standardkrav

NVE Veileder nr. 1/2019 stiller krav til bemanning og kompetanse for utredning av steg 4-11. Multiconsults bemanning for dette prosjektet oppfyller disse kravene.

### 2.2 Innhold og bruk av rapporten

Foreliggende rapport inneholder ikke geoteknisk prosjektering av planlagt tiltak eller eventuelle stabiliserende tiltak. Dette vil behandles i -RIG-RAP-007, som er under utarbeidelse [3].

### 2.3 Relevant regelverk

- Plan- og bygningsloven, § 28-1
- Sikkerhet mot naturpåkjenninger, Byggteknisk forskrift, TEK 17 §7-3 med tilhørende veiledning
- Konstruksjonssikkerhet, Byggteknisk forskrift, TEK 17 §10-2 med tilhørende veiledning
- Byggesaksforskriften, SAK 10
- NVE veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar»
- NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred»
- Statens Vegvesen håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging
- Statens Vegvesen håndbok N200, Vegbygging

### 3 Grunnlag

#### 3.1 Grunnundersøkelser

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i det aktuelle området i flere omganger. Det vises til datarapport fra Multiconsult (rapport nr. 10240128-RIG-RAP-004 [4]) for utførte grunnundersøkelser i forbindelse med reguleringsarbeidet, med referanse til tidligere grunnundersøkelser i området.

Det vises videre til oversiktskart (10240128-RIG-TEG-005.1 og -005.2) bak i rapporten for referanse til borpunkter/grunnundersøkelsesrapporter som er benyttet for vurderingene.

#### 3.2 Grunnlagsdokumenter

Utover de utførte grunnundersøkelsene, er tegninger/dokumenter benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering presentert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Grunnlagsdokumenter benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

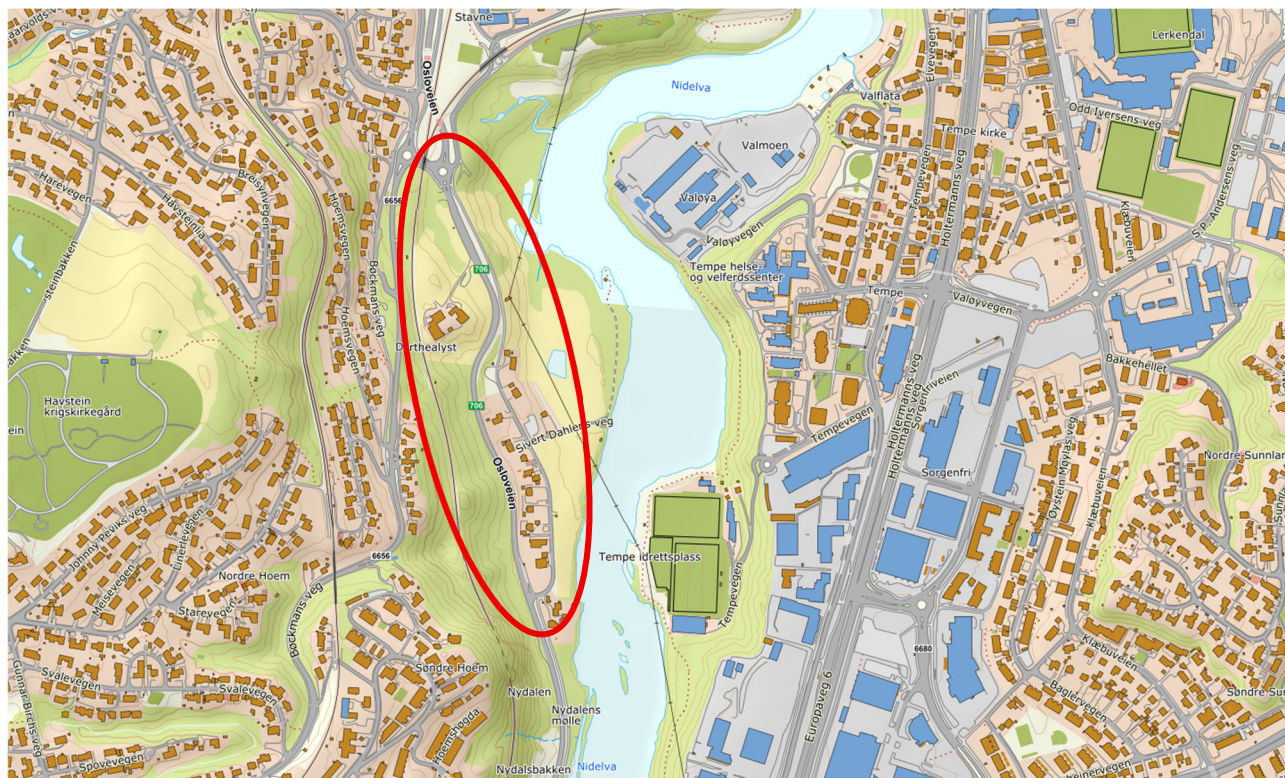
Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Utarbeidet av	Datert
Laserskanning for nasjonal detaljert høydemodell, NDH Trondheim 30pkt 2022	Terrengmodell som er benyttet	Terratec	Juli 2022
Gjeldende vegmodeller.ifc	Vegmodeller som er benyttet	Multiconsult	11. juni 2025
Plangrense ved varsling av planoppstart Rv. 706 Sivert Dahlens veg - Dorthealyst	Avgrensning av planområdet	Statens vegvesen	29. aug 2023
Terrengmodell basert på elveskanning NTNU 2018	Terrengprofiler av elvebunnen i Nidelva	Multiconsult på oppdrag fra NVE	Arbeid ikke publisert feb. 2026

#### 3.3 Koordinat og høydesystem

I foreliggende rapport er geografisk sone NTM-10 og høydesystem NN2000 benyttet.

## 4 Områdebeskrivelse

De relevante områdene ligger ved Osloveien (rv. 706), på vestsiden av Nidelva, mellom Stavne og Nydalsbruket i Trondheim kommune. Området er opparbeidet for eksisterende infrastruktur og bebyggelse, samt noe jordbruksland, våtmark og skog. Veistrekket som skal reguleres er ca. 800 m langt. Det vises til Figur 4-1 for oversiktskart og Figur 4-2 for flyfoto over det relevante området.



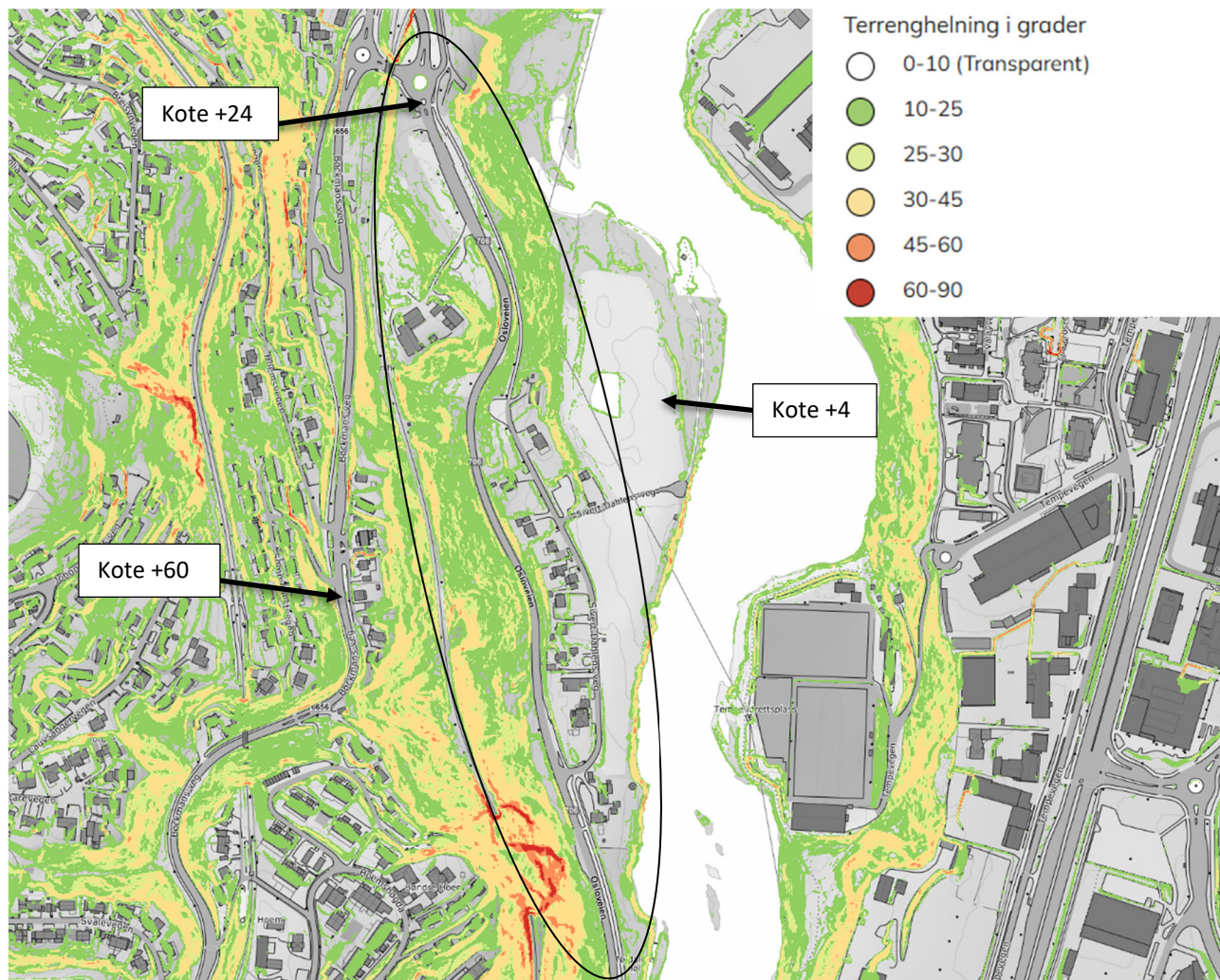
Figur 4-1: Oversiktskart over det aktuelle veistrekket som skal reguleres. Kilde: norgeskart.no



Figur 4-2: flyfoto med det relevante området markert med rød sirkel. Kilde: kartverket

## 4.1 Topografi

Det vises til Figur 4-3 for oversiktskart som viser terrenghelninger i området. Terrenget har generelt en stigning mot vest, fra de laveste områdene ved Nidelva på kote ca. +3 opp mot Bøckmanns vei på kote ca. +60. Terrenget videre vestover stiger mot Nordre Hoem og Havstein.



Figur 4-3: Oversiktskart som viser helning i det relevante området, med veistrekket markert med svart sirkel. Kilde: høydedata.no

## 4.2 Overordnet beskrivelse av løsmasser

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene generelt består av et topplag av drenerende masser/tørrskorpeleire i mektighet ca. mellom 0,5-2 meter. Derunder er det leire, som stedvis opptrer med sprøbruddegenskaper. Mektigheten av leira er inntil flere 10-talls meter i borpunktene. Over berg er det som regel påvist et fastere lag av tolket morene/flussberg i tykkelse opptil ca. 15-20 meter, men oftest vesentlig tynnere.

Det vises ellers til datarapport for utførte grunnundersøkelser (10240128-RIG-RAP-004 [4]) for detaljert beskrivelse av grunnforhold.

## 4.3 Overordnet beskrivelse av bergforløp

Fra utførte grunnundersøkelser varierer bergdybden mellom 3,5 m og mer enn 48,6 m til berg [4]. Bergoverflata i området heller i østlig retning, trolig noe brattere enn terreng da dybde til berg øker ned mot Nidelva og i de nederste sonderinger er det ikke påtruffet berg. Det er på befaring

avdekket berg i dagen i sørlige del av tiltaksområdet, se kapittel 6.6 for nærmere beskrivelse av dette.

Det vises ellers til datarapport for utførte grunnundersøkelser (10240128-RIG-RAP-004 [4]) for komplett beskrivelse av grunnforhold.

#### **4.4 Nærliggende vassdrag**

Planområdet grenser til Nidelva på østsida. Sverresdalsbekken grenser til planområdet i nord, mot Stavne. Ellers er det ingen registrerte vannveier i området iht. kartverket, dette er heller ikke observert på befaringer i området.

#### **4.5 Grunnvannstand og poretrykk**

For området i nord er det generelt målt poreundertrykk i topp av skråninger og poreovertrykk i bunn av skråninger. For området i sør er det generelt målt poreundertrykk i skråningen og hydrostatisk poretrykk i bunnen av skråningen. Det vises videre til datarapport (Multiconsult rapport nr. 10240128-RIG-RAP-004 [4]) for presentasjon av målte poretrykksdata og årstidsvariasjoner. For stabilitetsberegningene er det vurdert at årstidsvariasjoner vil ha en liten påvirkning for poretrykket i dypere lag i skråningene, som følge av at massene er lite permeable, og poretrykket dermed endres lite med varierende nedbør. Poretrykksmålere som ligger grunnere (for eksempel BP. MC.9) viser mer variasjon med nedbør. Det forventes at stabiliteten for grunne utglidninger vil variere mer med poretrykk/årstidsvariasjon.

### **5 Potensiell fare knyttet til vassdrag/sjø**

I henhold til TEK 17 §7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

#### **5.1 Flom og erosjon**

Det vises generelt til Multiconsult notat nr. 10240128-01-RIVass-NOT-001 [5] for vurdering av nærliggende vassdrag.

Det vises videre til Multiconsult rapport nr. 10240128-RIG-RAP-003 [1] for vurderinger tilknyttet oppdemning av Nidelva fra kvikkleiresoner oppstrøms.

#### **5.2 Stormflo**

Det vises generelt til 10240128-01-RIVass-NOT-001 [5] for vurdering av flom og stormflo.

## 6 Kvikkleiresone Dorthealyst sør- gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019

Punktene som definert i avsnitt 3.2 i ref. [2] gjennomgås i detalj i følgende avsnitt for Dorthealyst sør.

### 6.1 Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»

Det er ikke registrert faresone i området i NVEs kartkatalog, men det er registrert kvikkleirepunkteter i skråningen opp mot jernbanen og under eksisterende veg. Utredningen fortsetter videre til neste steg siden kvikkleirepunktene ligger i en skråning brattere enn 1:15 og har en løsmassemekting mer enn 5 meter.

### 6.2 Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»

Gjennomførte grunnundersøkelser viser at skråningen opp fra Sivert Dahls veg opp mot Sommerlyst består av leire som stedvis har sprøbruddegenskaper, utredningen fortsetter dermed videre til neste steg.

### 6.3 Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»

Området har helning brattere enn 1:20 og høydeforskjell større enn 5 meter. Utredningen fortsetter til neste steg.

### 6.4 Steg 4: «Bestem tiltakskategori»

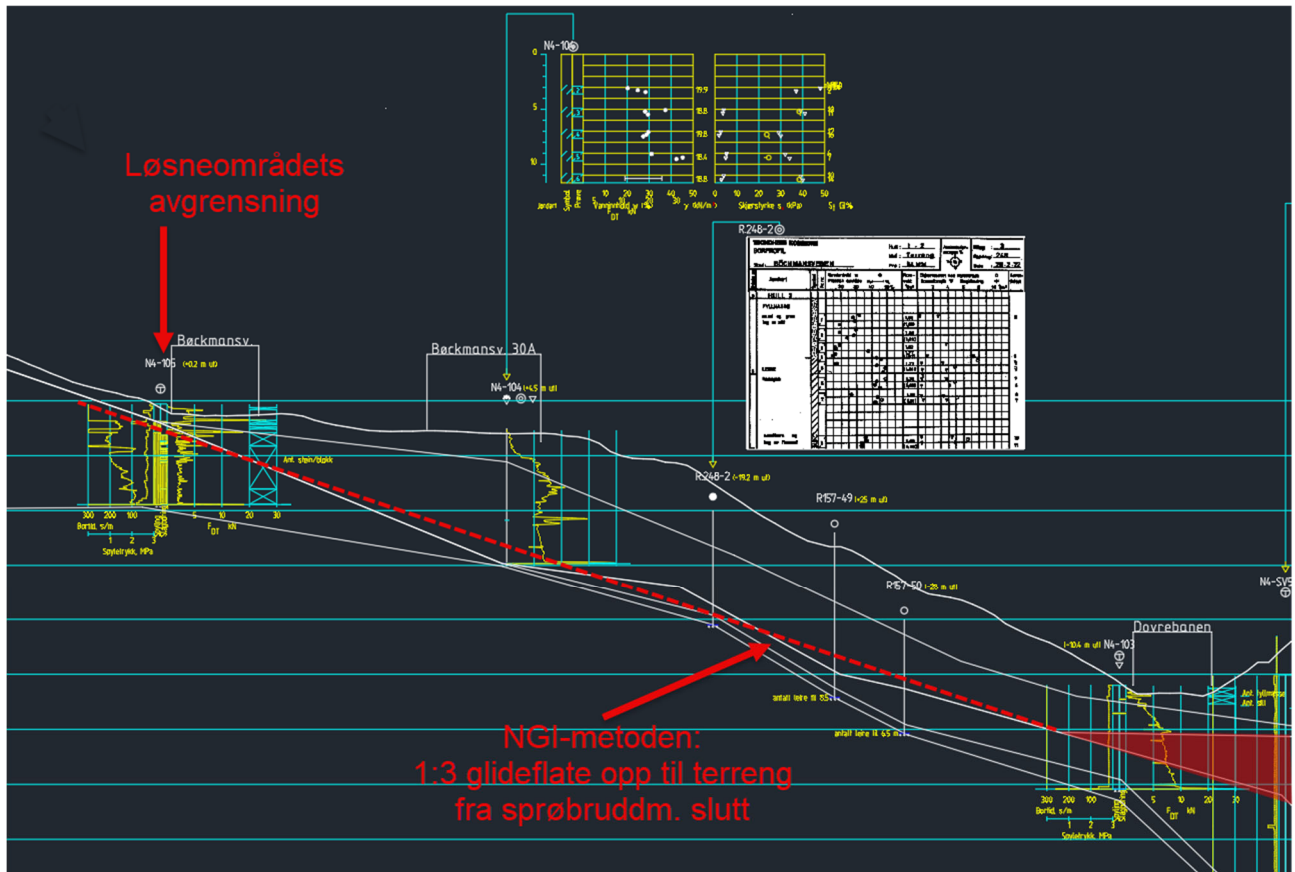
Iht. tabell 1.5-1 i SVV hb. V220 velges tiltakskategori K4, ut fra ÅDT på vegen, i tillegg til at vegen vurderes å ha en viktig samfunnsfunksjon.

### 6.5 Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde»

Iht. NVE veileder nr. 1/2019 må det i utgangspunktet forutsettes at det vil kunne gå et retrogressivt skred, hvor avgrensning av maksimalt løsneområde for et retrogressivt skred er  $15 \times$  skråningshøyden H.

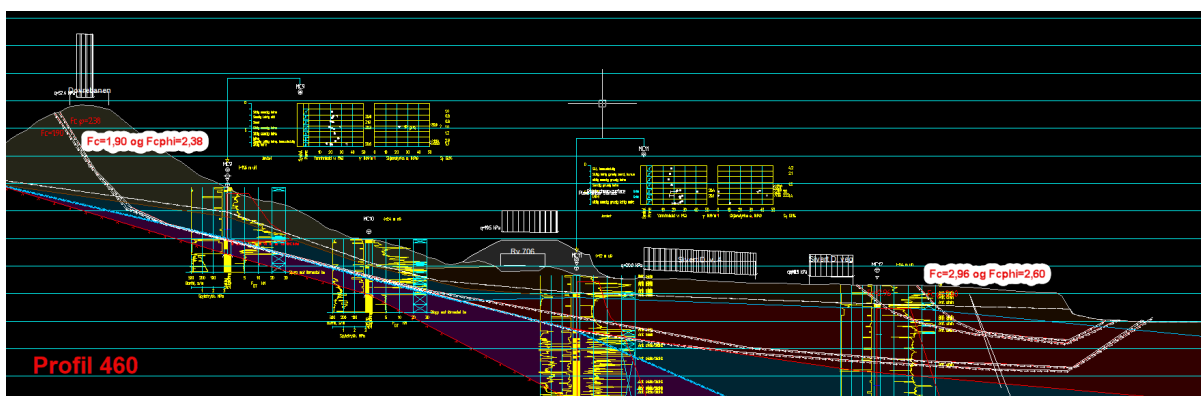
Gjennomførte grunnundersøkelser i skråningen opp mot jernbanen antyder at det er kvikkleire/sprøbruddmateriale mellom profil 515 og 620. Grunnundersøkelsene viser at massene i ravedalen mot sør består av stedlige fyllmasser. Det mangler boringer i profil 620 for å kunne bekrefte eller avkrefte om det er kvikkleire under jernbanen i dette profilet, og det er dermed lagt til grunn forekomst av sprøbruddmateriale.

Det er skissert et løsneområde basert på gjennomførte grunnundersøkelser. Toppen av løsneområdet i vest og utstrekningen langs sidene mot nord og sør avgrenses av grunnundersøkelser som viser at det ikke er forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire, se Figur 6-2 og Figur 6-3.



Figur 6-2: Øvre del av kritisk profil 540, sonens vestre del, som viser boring N4-105 som er tolket til å bestå av faste masser.

Skråningen videre ned mot Nidelva er slak, der det er tolket at laget med mulig sprøbruddmateriale ligger i en slik dybde, at mulige utglidninger eller rotasjonsskred nede ved elvekanten ikke vil kunne medføre videre utbredelse oppover til kritisk skråning. Topografien er også slik at helningen ikke er 1:15 i sprøbruddmateriale, kun i faste masser. Det er gjennomført stabilitetsberegning i profil 460, som er profilet med kortest avstand mellom jernbaneskråningen og Nidelva, samt tolket sprøbruddmateriale. Beregningene viser sikkerhet  $> 2$  for glideflatene ved Nidelva, og  $F_c=1,90$  og  $F_{c\phi}=2,38$  for flaten som inkluderer jernbanen. I profilene lenger mot nord, er avstanden mellom Rv.706 og Nidelva lenger, helningen slakere og sprøbruddlaget dypere.



Figur 6-1: Stabilitetsberegning av skråningen ned mot Nidelva, beregningene er ikke inkludert i - RIG-TEG-803.2, siden disse ikke er kritiske.

## 6.6 Steg 6: «Befaring»

Det ble gjennomført befaring i skråningen mellom Dorthealyst og Nydalsbruket 18.04.2024. Det ble ikke registrert berg i dagen i nærheten av faresonen, men det ble observert berg i dagen lenger mot sør i nærheten av Hoemstunnelen. Det ble ikke avdekket bekker eller tegn til erosjon eller overflateutglidninger i skråningen. Det var tegn til fyllmasser av sprengstein i øvre del av skråningen i nærheten av jernbanen. Det var ikke tegn til øvrige menneskelige inngrep i skråningen.

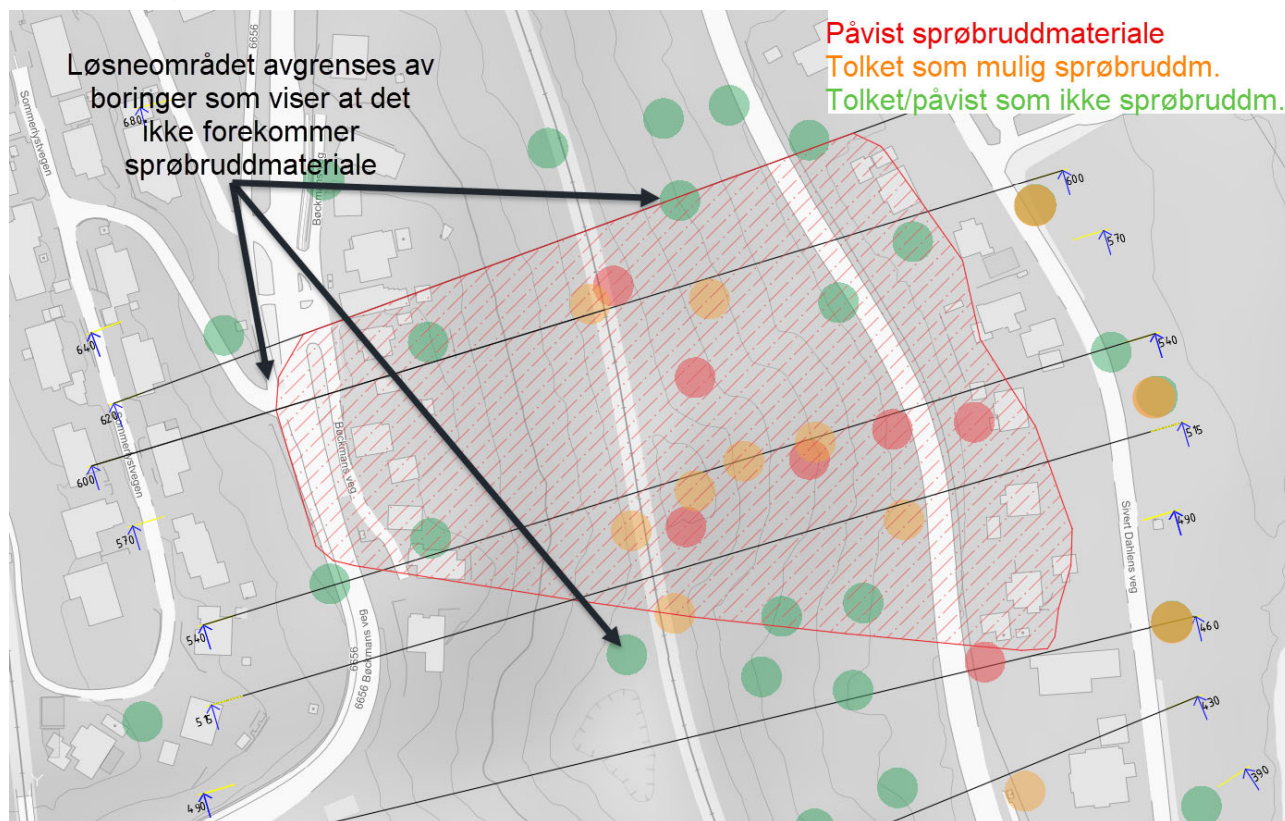
Det ble ikke observert faktorer som kan påvirke områdestabiliteten i negativ grad.

## 6.7 Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»

Det er gjennomført tilstrekkelig grunnundersøkelser i området til å avgrense løsneområdets utstrekning. Se sammenstilling av grunnundersøkelser i området i 10240128-RIG-RAP-004 [4].

### 6.8 Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»

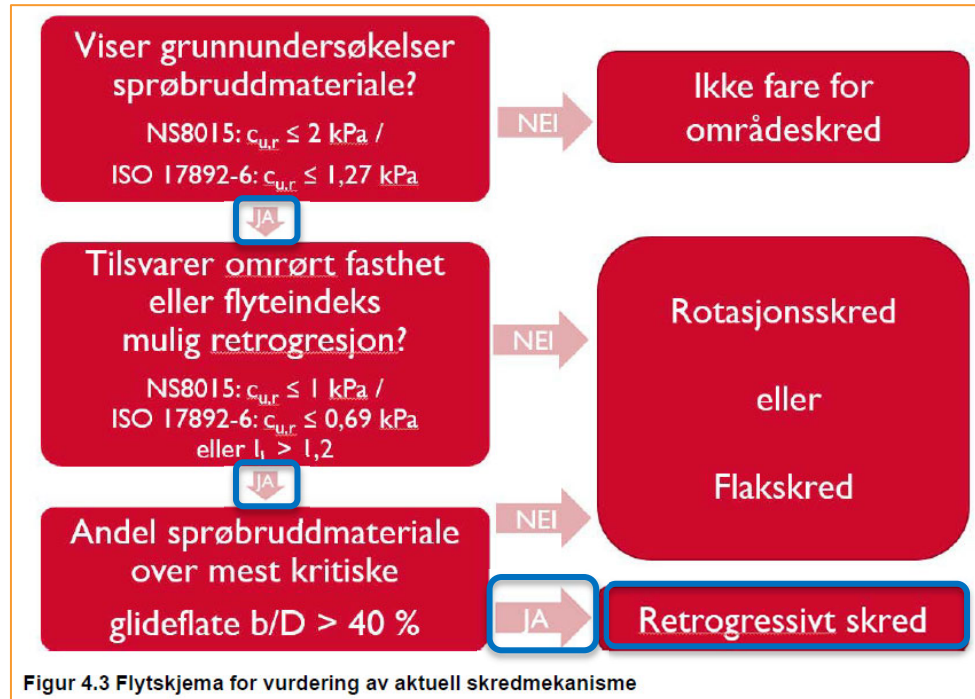
Aktuell skredmekanisme er vurdert basert på kritisk profil 540 se Figur 6-5. I den aktuelle skråningen er det tegnet opp 12 profiler for å kartlegge variasjonen i terreng og grunnforhold. Der det er funnet forekomst av sprøbruddmateriale i profil 515, 540, 570, 600 og antatt forekomst i 620. Stedvis er det et lag med sprøbruddmateriale som ikke beveger seg videre opp i skråningen, f. eks i profil 460.



Figur 6-3 Opptegnet løsneområde med tolkede grunnforhold.

### 6.8.1 Aktuell skredmekanisme

Å identifisere en reell skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet, og gjøres iht. NVE Veileder nr. 1/2019, kapittel 4.5. Utklipp av flytskjema gitt i veilederen for vurdering av aktuell skredmekanisme er vist i Figur 6-4.



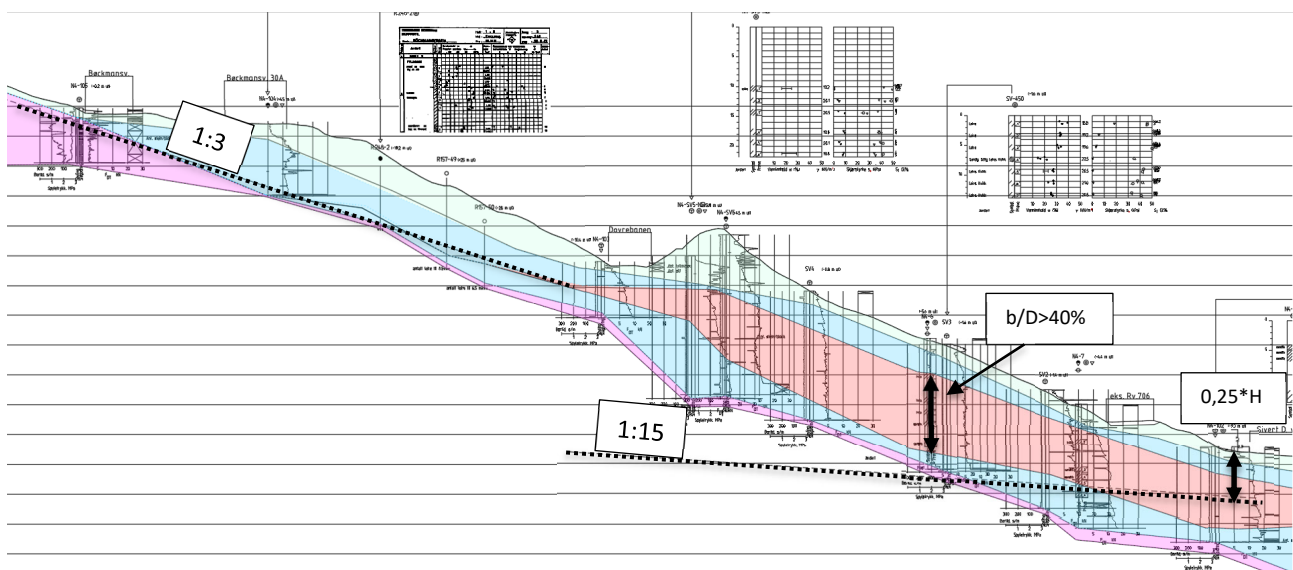
Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 6-4: Flytskjema fra NVE Veileder nr. 1/2019 for vurdering av aktuell skredmekanisme.

### Snitt 540

#### 1. Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, det er påvist sprøbruddmateriale i flere borpunkter i faresonen. Lagdelingen er basert på opptegnede profiler.



Figur 6-5: Profil 540 med tolket lagdeling og relevante helninger. Kvikkleire er markert med rød skravur.

2. Tilsvarende omrørt skjærfasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?

Ja, det er påvist kvikkleire i flere borpunkt i faresonen, bla. N4-SV5, N4-6 og MC13.

3. Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate b/D > 40 %?

Ja, i kritisk profil er kritisk glideflate b/D >40%, se Figur 6-5. Aktuell skredmekanisme ved snitt 540 blir derfor retrogressivt skred.

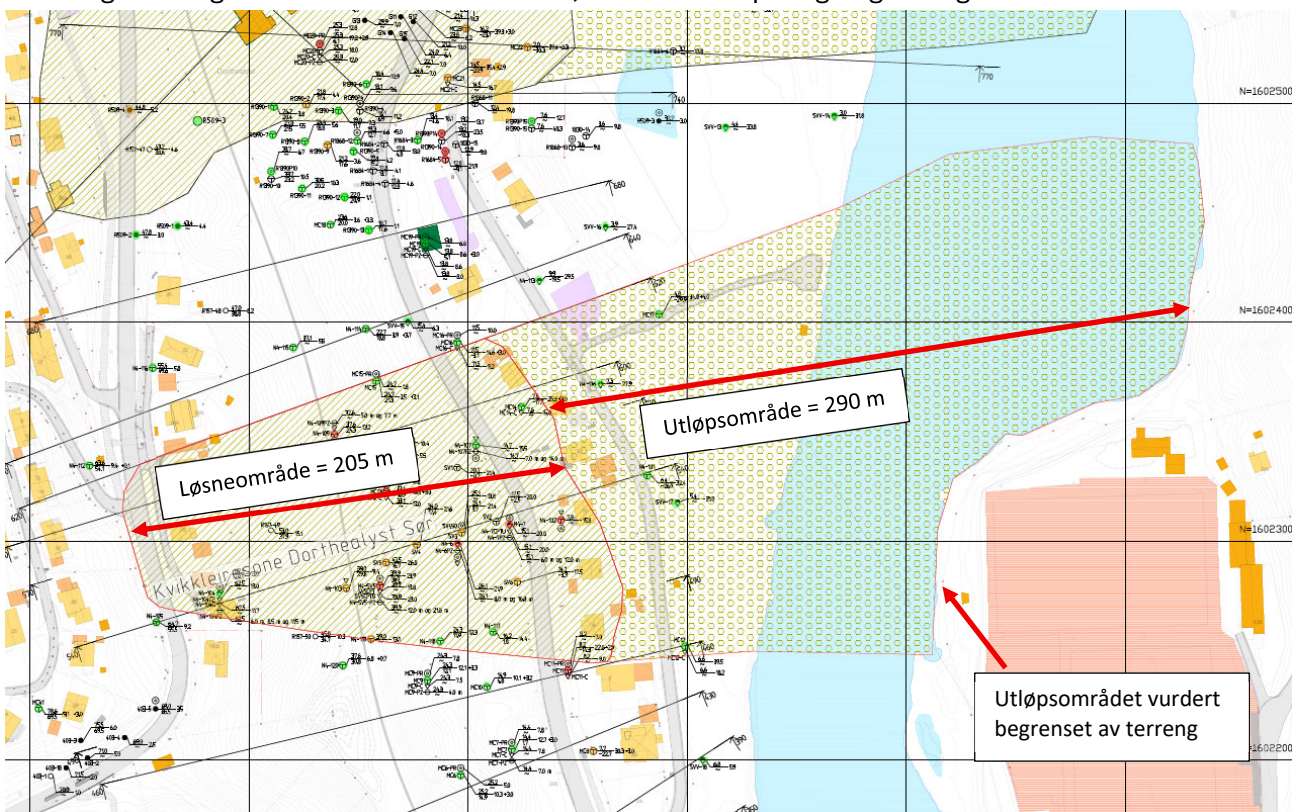
### 6.8.2 Avgrensning av mulig løsne- og utløpsområde

#### Løsneområde

Uttrekning av et mulig løsne- og utløpsområde er vist på tegningen i Figur 6-3. Opptegning av løsneområdet er generelt basert på utførte grunnundersøkelser i området, der avgrensning i øvre del av skråningen er basert på NGI-metoden, se Figur 6-5.

#### Utløpsområde

Utløpsområde for et potensielt områdeskred er vurdert til å være i åpent terreng med  $L_u=1,5 \cdot L$  med avgrensning mot andre siden av Nidelva, som skissert på tegningen i Figur 6-6.



Figur 6-6: Dorthealyst sør: løsne- og utløpsområde

### 6.9 Steg 9: «Klassifiser faresoner»

Løsne- og utløpsområdet for et potensielt områdeskred utgjør faresonen. Faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kapittel 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse». Det er dagens situasjon som er utgangspunktet for evalueringen. Tabell 6-1 presenterer resultatene fra evaluering av faregrads-, skadekonsekvens- og risikoklasse. Detaljerte vurderinger er vist i Vedlegg A.

Tabell 6-1: Resulterende faregrad-, konsekvens- og risikoklasse

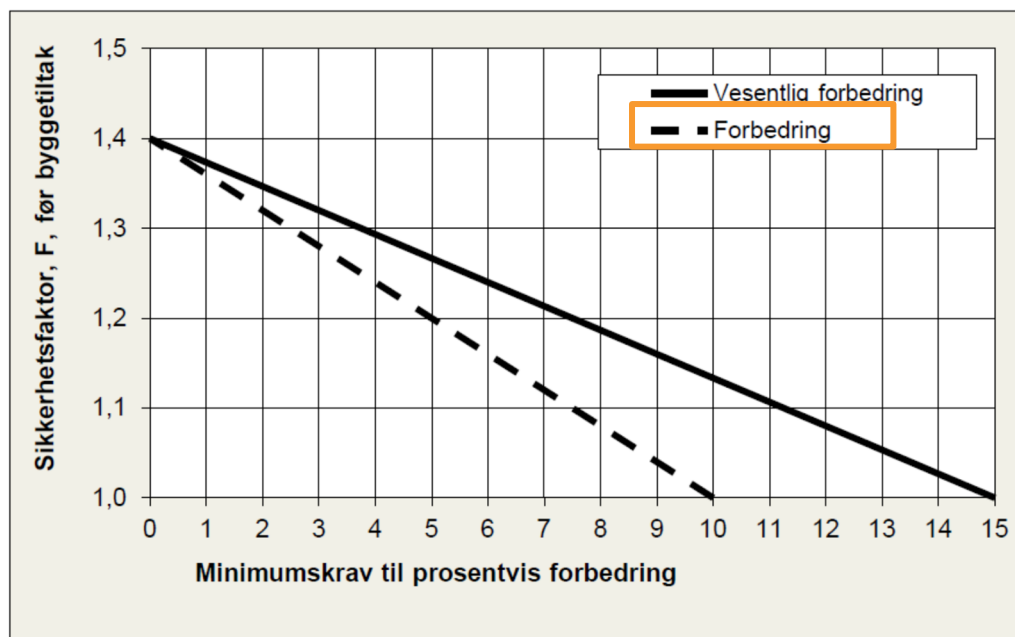
Faregrad			Konsekvens			Risiko	
Score	% av max	Klasse	Score	% av max	Klasse	Score	Klasse
17	33 %	Lav faregrad	28	58 %	Meget alvorlig	2074	4

## 6.10 Steg 10: «Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet»

### 6.10.1 Sikkerhetskrav

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten i tiltakskategori K4 er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  forbedres prosentvis iht. Figur 3.3 i NVEs veileder, se utklipp under.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  og  $F_{cu} \geq 1,20$ , evt. prosentvis «forbedring». Influensområdet defineres til å involvere et område fra skråningstå til en lengde på  $2 \cdot$  skråningshøyde bak skråningstopp.



Figur 6-7: «Figur 3.3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor,  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$ » hentet fra NVEs veileder.

Det stilles imidlertid strengere krav til lokalstabiliteten, som følge av at det skal bygges ut en riksveg for Statens Vegvesen. Dette medfører at lokalstabiliteten må oppfylle sikkerhetskravene  $F_{cu} \geq 1,60$  og  $F_{c\phi} \geq 1,60$ , ref. tabell 1.4.2-1 og 1.4.2-2 i håndbok N200, se utklipp under. Dette medfører at sikringstiltakene som gjennomføres for områdestabiliteten også må utformes slik at en oppnår absolutt sikkerhet for lokalstabiliteten til veggen.

**Tabell 1.4.2—1 — Partialfaktorer for  $\gamma_M, \phi'$  og  $\gamma_M, c'$  ved effektivspenningsanalyser**

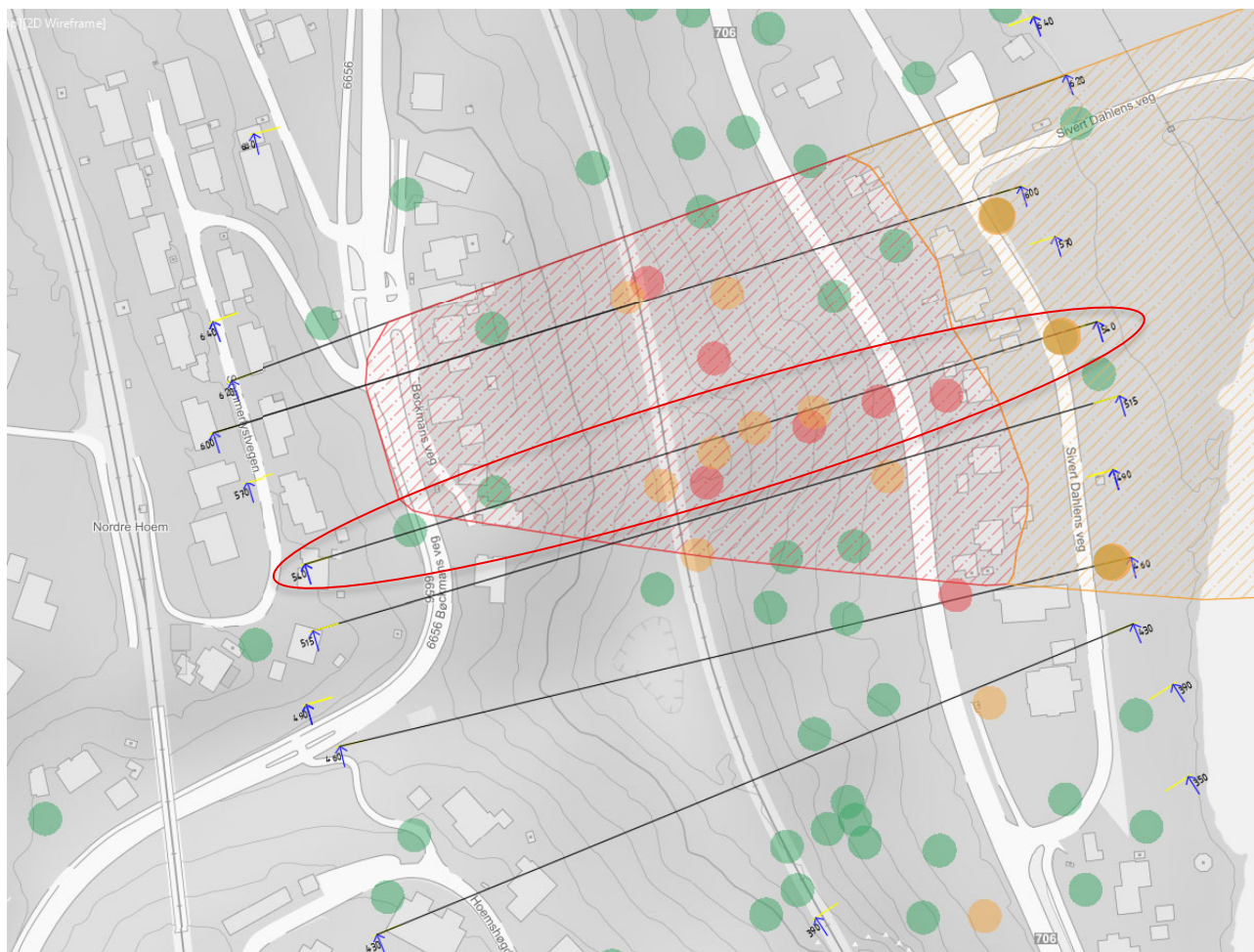
Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

*Figur 6-8 Tabell 1.4.2—1 — Partialfaktorer for  $\gamma_M, \phi'$  og  $\gamma_M, c'$  ved effektivspenningsanalyser, hentet fra N200.*

Som følge av skråningens størrelse og nærheten til eksisterende boliger både i topp og bunn av skråningen, samt jernbanen midt i skråningen, er det krevende å oppnå sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  for alle glideflater uten at den økonomiske kostnaden blir for stor. Terrenginngrep som avlastning i topp eller motfylling i bunn, vil kreve at eksisterende bebyggelse rives. For noen av glideflatene er det dermed benyttet prosentvis forbedring for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

### 6.10.2 Plassering av beregningsprofiler

Det er plassert beregningsprofiler som skissert i Figur 6-9 og detaljert i -RIG-TEG-005.1. Profilene er plassert for å evaluere stabilitetssituasjoner knyttet til terrenginngrep i forbindelse med utbygging av Rv. 706, samt stabilitetssituasjoner knyttet til det lokale høydedraget ved jernbanen. For vurderingen av områdestabilitet er det profil 515, 540, 600 og 620 som vil være relevante. Resterende profiler er beregnet for å utarbeide nødvendige sikringstiltak for utbyggingen av Rv. 706.



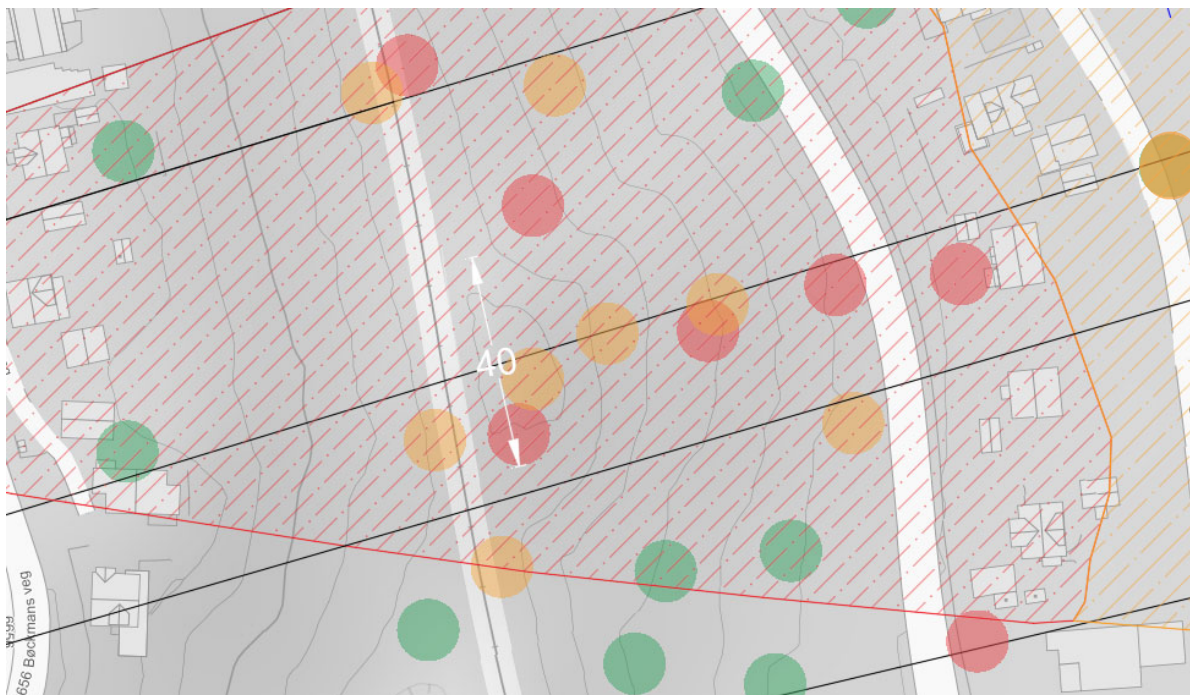
Figur 6-9: Plassering av beregningsprofiler, kritisk profil 540 markert med rød sirkel, se snitt i Figur 6-5.

En kort beskrivelse av hvert profil er gitt under.

- 515 – Har et gjennomsnittlig terrengprofil for det lokale høydedraget, grunnundersøkelser basert på profil 540.
- 540 – Mest kritiske profil som inkluderer lokalt høydedrag
- 600 – Nærmeste profil til 540 med «selvstendig» styrkeprofil for beregninger
- 620 – Topografisk sett ganske likt 600. Ingen sonderinger som viser sprøbruddmateriale, men det er antatt at sprøbruddslaget under jernbanen i 600 strekker seg nordover.

For stabilitetsberegningene er profil 540 mest kritisk som følge av det lokale høydedraget i profilet. For vurderingen av områdestabilitet er det relevant å sammenstille de tre mest kritiske profilene 515, 540 og 600 for å hensynta sidefriksjonen i skråningen. Det lokale høydedraget i profil 540 strekker seg over 40 meter, og beregning av dette profilet i Geosuite Stability vil ikke inkludere sidefriksjonen i skråningen. Det er derfor valgt å inkludere profil 515 som et midlere profil like sør for 540, og sammenligne de tre profilene for å finne et mer representativt resultat, se kap. 5.4 i veileder 1/2019.

Grunnforholdene blir bedre mot nord og sør for de fire profilene i faresonen. Mot sør i den gjenfylte ravedalen, består jernbanefyllingen av sandig, siltig leire over et morenelag ned til berg. Nord for profil 620 blir løsmassedekket tynt med fastere masser. Skråningsstabiliteten i nordlige og sørlige del av skråningen mellom Dorthealyst-Nydalsbruket er dermed ikke knyttet til områdestabilitet, som følge av at det ikke er sprøbruddmateriale i disse områdene. Rapport - RIG-RAP-007 tar for seg stabiliteten og nødvendige sikringstiltak i disse områdene, og dermed ikke beskrevet i denne rapporten [3].



Figur 6-10: Nærutklipp av lokalt høydedrag ved profil 540

### 6.10.3 Sikringstiltak

#### Hovedløsning

Beregningen av skråningsstabiliteten, både lokal- og områdestabilitet, for alle profilene i prosjektet er sammenstilt i -RIG-RAP-007 [3]. Det vil av den grunn ikke presenteres resultater av beregningene i følgende rapport. Det er utarbeidet et forslag til tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både for lokal- og områdestabiliteten.

For å bedre skråningsstabiliteten i faresonen skal det etableres motfylling med mur ned mot ny veg, samt at Rv.706 skal utformes som en motfylling. Eksisterende bebyggelse ved skråningstøttemedfører at motfyllingen ikke kan etableres helt ned til skråningens bunn. Uten tiltak under nedre del av fyllingen, vil det ikke oppnås tilstrekkelig sikkerhet for motfylling og vegfylling iht. N200. Av den grunn skal det etableres kalksementpeler under vegfyllingen for å oppnå en absolutt sikkerhet for lokalstabiliteten der det er nødvendig.

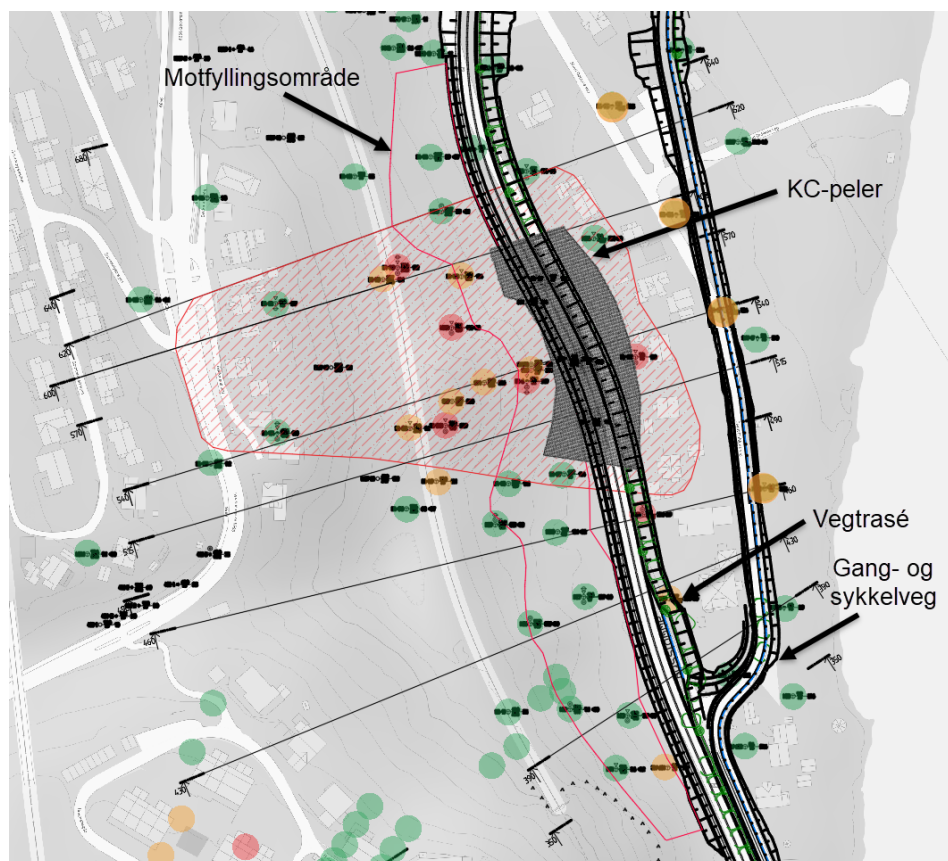
Sikringsprinsippet er basert på at fyllingene sikrer tilstrekkelig sikkerhet for områdestabiliteten iht. NVEs veileder 1/2019 og kalksementpelene sikrer en absolutt sikkerhet for vegens lokalstabilitet iht. N200. Det er vurdert at motfyllingene og masseutskiftingen som gjennomføres også vil sikre mulige små overflateutglidninger i skråningen.

Under installering av kalksementpeler vil poretrykket rundt installasjonen øke, der økt poretrykk medfører en reduksjon i stabiliteten lokalt. For å unngå at sikkerheten til skråningen reduseres

under installasjonen av kalksementpeler, skal ribbene installeres i seksjoner, for eksempel hver 5. ribbe, slik at poretrykket kun økes lokalt og ikke påvirker skråningsstabiliteten. Det vil dermed stilles krav til overvåkning av poretrykk under utførelsen.

Når kalksementpelene er installert og har oppnådd tilstrekkelig styrke, skal vegfylling og deretter motfylling samt støttemur etableres. Dette innebærer at fyllingene etableres fra bunnen og oppover i skråningen.

Tiltaket vil detaljprosjekteres i neste fase, og det kan av den grunn bli endringer av valgt løsning.



Figur 6-11: Vegtrasé med sikringstiltak for Dorthealyst sør

### **Alternative sikringstiltak**

Det er utarbeidet alternative løsninger for utforming av sikringstiltak for å kunne gi spillerom for ulike løsninger i neste fase. Disse er listet opp under.

### **Avlastning av lokalt høydedrag med KC-peler for lokalstabiliteten til Rv. 706**

Presentert sikringsprinsipp innebærer en omfattende støttemur i overkant av vegbanen. Dette som følge av at glideflatene ned fra det lokale høydedraget har for lav sikkerhet og må forbedres. En alternativ løsning er å avlaste det lokale høydedraget ved jernbanen. På denne måten vil behovet for støttemur og motfylling i overkant av vegen falle bort, men det vil fortsatt være behov for kalksementpeler for vegens lokalstabilitet.

Ved å avlaste det lokale høydedraget vil jernbanens mest kritiske glideflate forbedres betraktelig, men den teoretiske glideflaten som går ned fra Bøckmannsveg under jernbanen og ut gjennom det lokale høydedraget, vil forverres. Noe som prinsipielt vil kreve en forbedring av glideflaten til en absolutt sikkerhet. I beregninger må nevnte glideflate "tvinges frem", der den reelle glideflaten i denne delen av skråningen vil komme ut ovenfor jernbanen. Den reelle

glideflaten i øvre delen av skråningen vil ikke påvirkes av avlastningen av høydedraget. Fordelen med dette sikringstiltaket er at skråningens mest kritiske glideflate blir forbedret.

Denne løsningen må evt. avklares med Bane NOR som følge av den teoretiske glideflaten som blir forverret. Denne løsningen vil imidlertid medføre forbedring av kritisk glideflate iht. NVEs veileder 1/2019.

#### **Avlastning av lokalt høydedrag med rørvegg for lokalstabiliteten til Rv. 706**

Sikringsprinsippet med kalksementpeler vil kreve seksjonsvis utførelse for å ikke forverre dagens situasjon. Dette kan imidlertid medføre lenger anleggsperiode under utførelsen, hvorav det vil være behov for kontinuerlig overvåkning av poretrykksforholdene og evt. stans ved verdioverskridelser. Ved anstrengt fremdrift kan det imidlertid bli behov for en alternativ løsning for sikring av motfylling og vegfylling.

Potensielt kan det etableres en kraftig rørvegg nedenfor vegfyllingen for å avskjære glideflatene som kommer under vegkroppen. For å redusere dimensjonen til rørveggen bør det lokale høydedraget avlastes. Rørveggen må trolig installeres i samme omfang som KC-pelene, der det er omtrentlig 20 meter til berg i installasjonsområdet.

Hvis det ikke er mulighet for å avlaste det lokale høydedraget uten tiltak, er det undersøkt muligheten for å installere en rørvegg mellom det lokale høydedraget og jernbanen. Dette vil imidlertid kreve en omfattende anleggsvei opp til høydedraget, der denne anleggsveien må utformes slik at den fungerer som en motfylling for skråningen. I tillegg vil installasjonen av rørveggen ved jernbanen kreve togfrie perioder eller redusert hastighet på jernbanen.

#### **Bruk av jetpeler i kombinasjon med kalksementpeler og eventuell avlastning av høydedrag**

Alternativ med kombinasjon av kalksementpeler og jetpeler nede ved Fv. 706 vil også bli vurdert i neste fase. Ved bruk av kalksementpeler vil det være risiko for at det blir et sjikt mellom kalksementpelene og faste masser/berg som ikke oppnår tilstrekkelig fasthet. Jetpeler kan installeres ned mot/inn i berg, og kan dermed bli et verktøy dersom det oppstår problemer med dype glideflater i underkant av kalk/sementpelene.

#### **6.10.4 Erosjonssikring**

I henhold til NVE veileder 1/2019 må all erosjon som kan påvirke tiltaket forebygges for tiltakskategori K4. Det er ikke registrert erosjon i området som kan påvirke tiltaket. Erosjonssikring ifb. områdestabilitet er dermed ikke relevant.

#### **6.11 Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser»**

Faresonen vil meldes inn etter gjennomgang av uavhengig kontrollør. Følgende versjon er revidert etter innspill fra 3. partkontrollør. Sonen blir meldt inn til NVE når kontrollen er godkjent.

## **7 Kvikkleiresone Dorthealyst nord - Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019**

Punktene som definert i avsnitt 3.2 i ref. [2] gjennomgås i detalj i følgende avsnitt for ny kvikkleiresone Dorthealyst nord.

### **7.1 Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»**

Planområdet ligger ikke innenfor noen registrert faresoner for kvikkleire.

### **7.2 Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»**

NGU's løsmassekart viser hav- og fjordavsetning, samt elve- og bekkeavsetning på det aktuelle området. Tidligere grunnundersøkelser indikerer stor mektighet av løsmasser til berg, i tillegg til at det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i flere borpunkt [4].

### **7.3 Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»**

Området har større høydeforskjeller enn 5 m og brattere helning enn 1:20. Det vises til kap. 4.1 for beskrivelse av topografi for området.

### **7.4 Steg 4: «Bestem tiltakskategori»**

Iht. tabell 1.5-1 i SVV hb. V220 [6] velges tiltakskategori K4, ut fra ÅDT på veien, i tillegg til at veien vurderes å ha en viktig samfunnsfunksjon.

### **7.5 Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde»**

Det vises til 10240128-RIG-TEG-005.2 for gjennomgang av tidligere grunnlag, med tolkning av punkter med «påvist kvikkleire», «mulig kvikkleire» og «tolket ikke kvikkleire».

Det vises også til 10240128-RIG-RAP-003 [1] for gjennomgang av grunnlag og skråninger utenfor planområdet.

### **7.6 Steg 6: «Befaring»**

Befaring er utført i flere omganger for å kartlegge området, både med hensyn til erosjon og andre faktorer som påvirker områdestabiliteten. Det er ikke funnet erosjon som kan skape skred som kan ramme tiltaket.

### **7.7 Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»**

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger innenfor planområdet, for å kartlegge omfang av kvikkleire, samt mekaniske egenskaper for nødvendige stabilitetsberegninger. Det vises generelt til Multiconsult rapport nr. 10240128-RIG-RAP-004 [4] for siste runde grunnundersøkelser, som også inneholder referanse til tidligere grunnundersøkelser.

### **7.8 Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»**

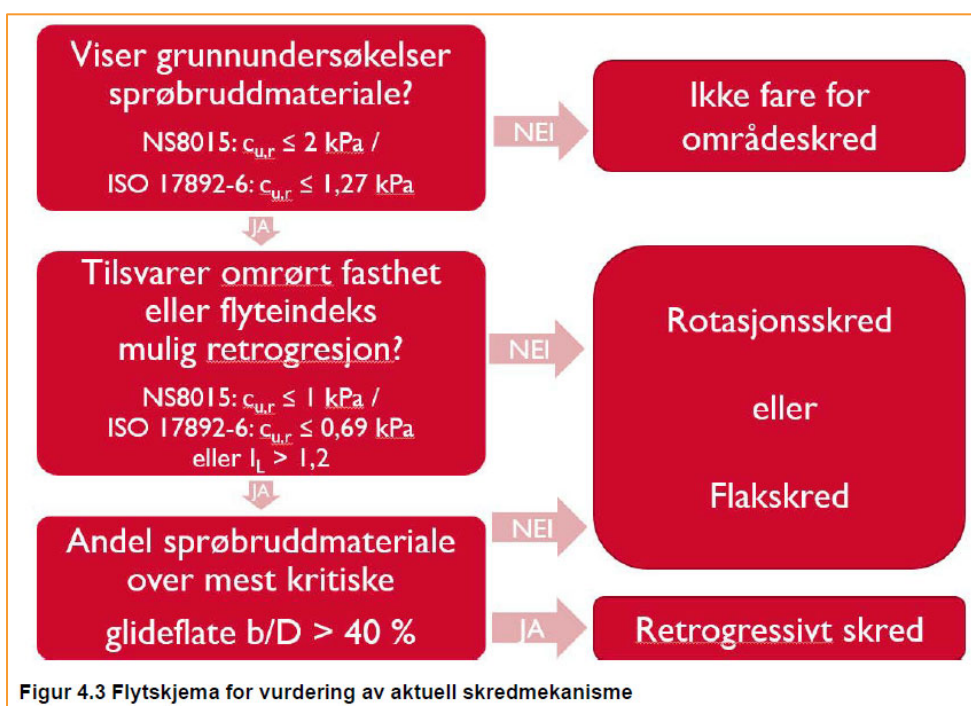
Området er undersøkt i 5 profiler, som både er utført stabilitetsberegning på, samt vurdert uten stabilitetsberegning. Det er tatt en helhetlig vurdering ved avgrensning av løsne- og utløpsområder, ettersom enkelte profiler har retrogressiv bruddmekanisme, mens andre profiler vil ha rotasjonsskred som bruddmekanisme.

Oversikt over plassering av profilene vises i . I påfølgende kapittel er de 5 profilene (profil 800, profil 855, profil 900, profil 977 og profil 1033) som danner grunnlag for sonen, og framgangsmåten for å finne deres løsneområde presentert.

### 7.8.1 Aktuell skredmekanisme

Å identifisere en reell skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet, og gjøres iht. NVE Veileder nr. 1/2019, kapittel 4.5. Utklipp av flytskjema gitt i veilederen for vurdering av aktuell skredmekanisme er vist i Figur 7-1.

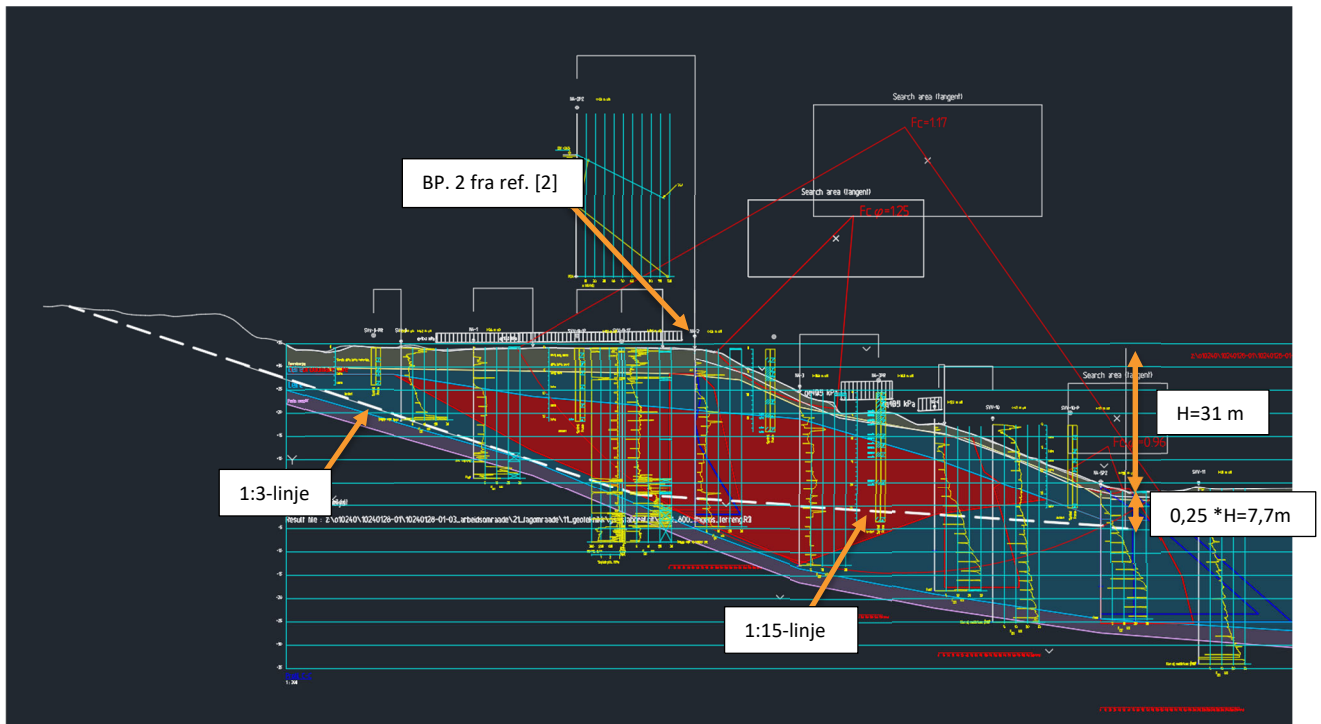
Sonen består både av profiler som oppfyller kravene til retrogressiv bruddmekanisme, og kravene til rotasjonsskred. I påfølgende kapitler er det gitt begrunnelse for valg av avgrensning av sonen.



Figur 7-1: Flytskjema fra NVE veileder nr. 1/2019 for vurdering av aktuell skredmekanisme.

#### Profil 800

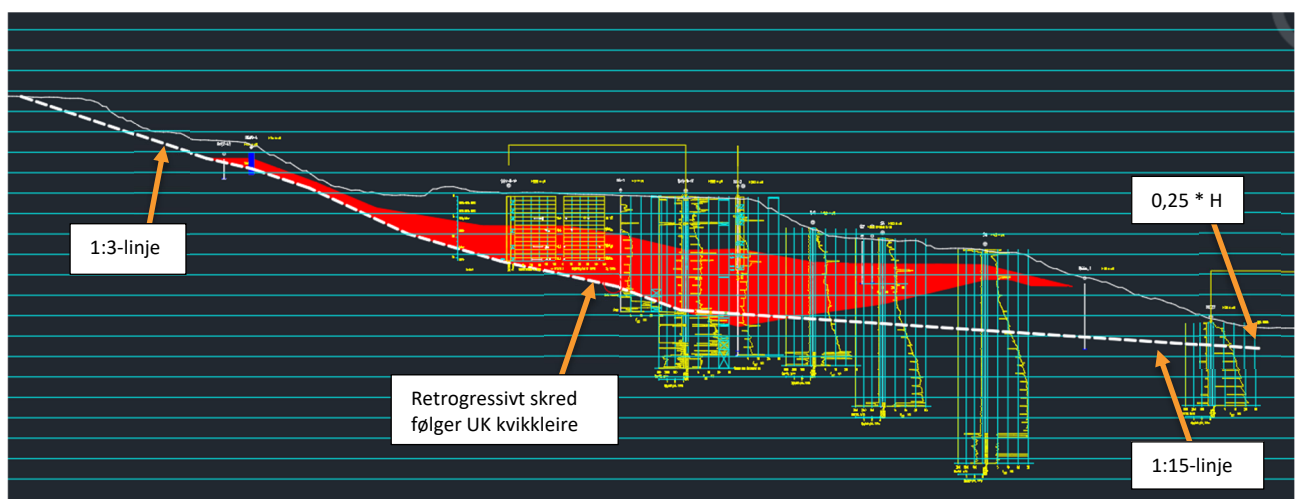
Det vises til Figur 7-2 for vurdert løsneområde fra profilet. Kritisk glideflate er dyp, og det vurderes fra dette at 1:15-linjen kan begrenses til  $0,25 \cdot H$  under foten av skråningen, iht. veilederen [2]. For opptatte prøver i flere borpunkt i profilet tilsvarende omrørt skjærfasthet mulig retrogresjon (bla. borpunkt 2 i ref. [7]). Andel sprøbruddmateriale over 1:15-linja (b/D-forhold) er valgt fra borpunkt 2 i ref. [7], og det vurderes fra dette at aktuell bruddmekanisme vil være retrogressivt skred. 1:15-linjen er tegnet opp til den ikke treffer sprøbruddmateriale, hvor 1:3 linjen fortsetter videre til terreng (se Figur 7-2).



Figur 7-2: profil 800 med vurdert løsneområde. Mulig kvikkleire er markert med rød skravur

### Profil 858

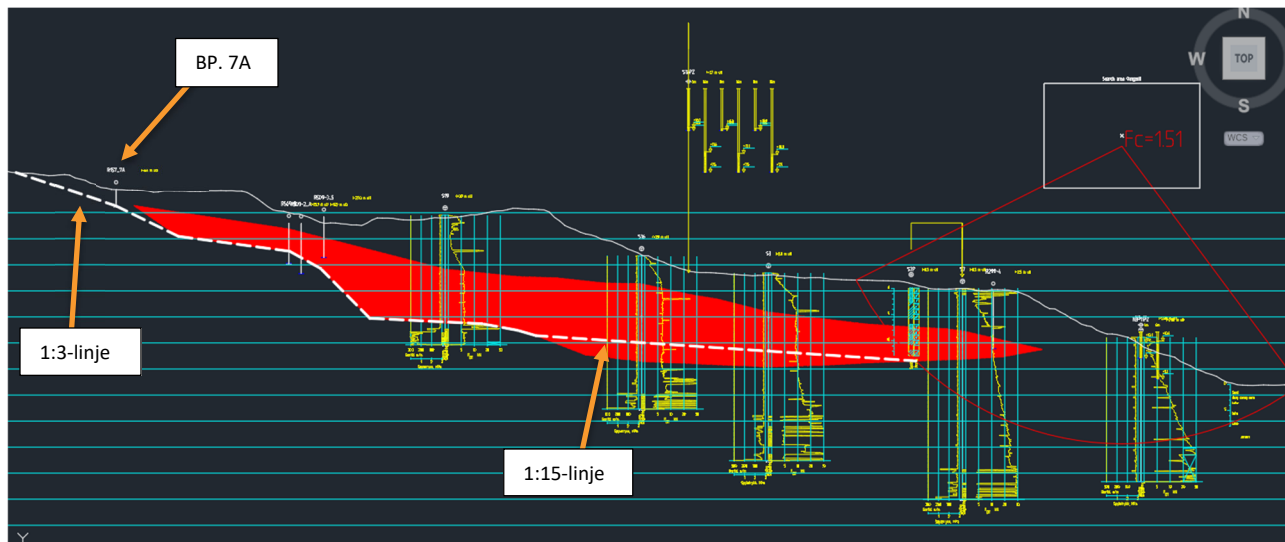
Det vises til Figur 7-3 for avgrensning av løsneområde for profilet. Omkringliggende profiler som er vurdert mer i detalj (profil 800 og profil 900) er tolket til å ha en retrogressiv bruddmekanisme. Det vurderes at bruddmekanismen vil være gjeldende i profil 858 også. 1:15-linja er trukket fra  $0,25 * H$  i bunn av skråninga og videre oppover, til den ikke treffer sprøbruddmateriale. Det vurderes videre at et ev. retrogressivt skred vil følge underkant kvikkleire helt til bruddmekanismen treffer masser som ikke er sprøbruddmateriale. Borpunkt 47 fra ref. [8] er utført med bergpåvisning, og valgt som startpunkt for 1:3-linja, som fortsetter opp til terrenget. Fra nærliggende grunnundersøkelser (ref. [9] [10]) vurderes det lite sannsynlig at det er kvikkleire i området der 1:3-linja er tegnet opp.



Figur 7-3: Utklipp fra profil 858, og vurdert løsneområdet i profilet. Mulig kvikkleire er markert med rød skravur

### Profil 900

Utklipp fra løsneområdet vises i Figur 7-4. Det er begrenset med prøveserier i profilet, slik at det konservativt vurderes at retrogressivt skred vil gjelde, basert på tolket b/D-forhold fra 1:15-linja. 1:15-linja tegnes fra der kritisk skjærsirkel treffer tolket kvikkleire. Løsneområdet avgrenses av 1:3-linja i bakkant, som startes fra bergkontrollboringen i borpunkt 7A (ref. [8]). Omkringliggende borpunkter vest i området (se ref. [9]) vurderes å ikke inneholde kvikkleire/sprøbruddmateriale.

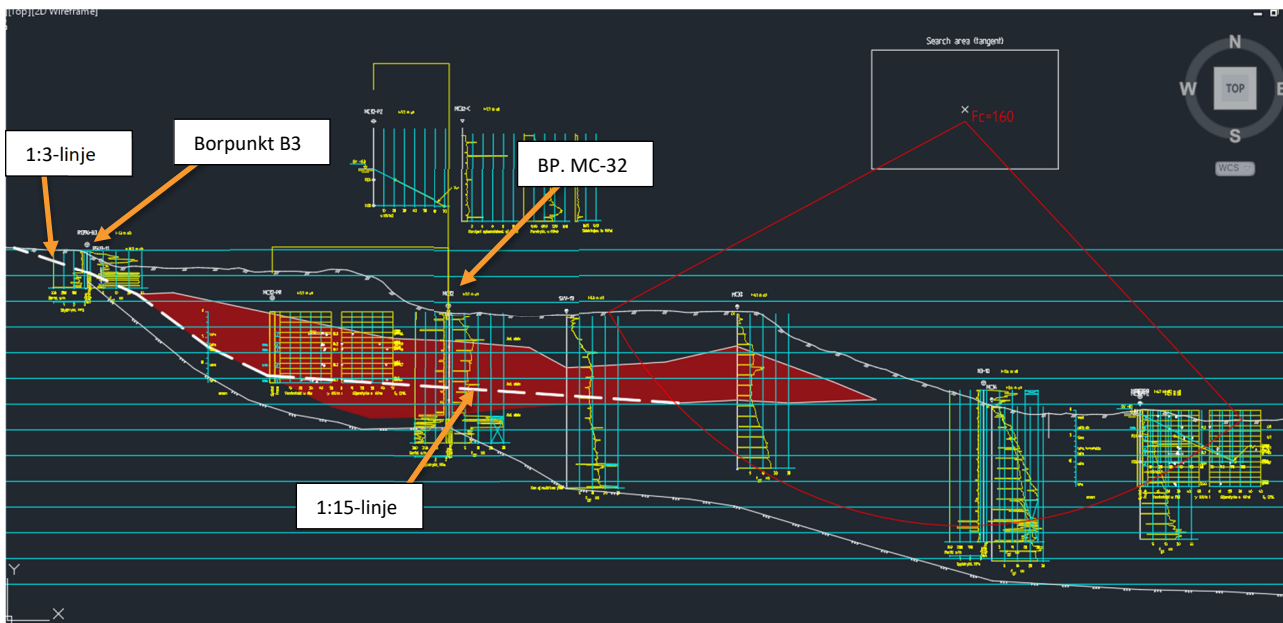


Figur 7-4: profil 900 med avgrensning av løsneområde. Mulig kvikkleire er markert med rød skravur

### Profil 977

Utklipp fra beregningsprofilet vises i Figur 7-5. Opptatte prøver fra BP. MC-32 [4] viser at omrørt skjærfasthet havner innenfor kriteriet som tilsier mulighet for retrogressivt skred. Det er manglende prøveserier på skråningstoppen i profilet, slik at omfanget av kvikkleire er tolket basert på sonderingsresultater. b/D-forholdet er dermed noe usikkert for profilet, men det kan ikke utelukkes at det overstiger 40 %. Det vurderes konservativt ut fra dette at aktuell bruddmekanisme vil være retrogressivt skred.

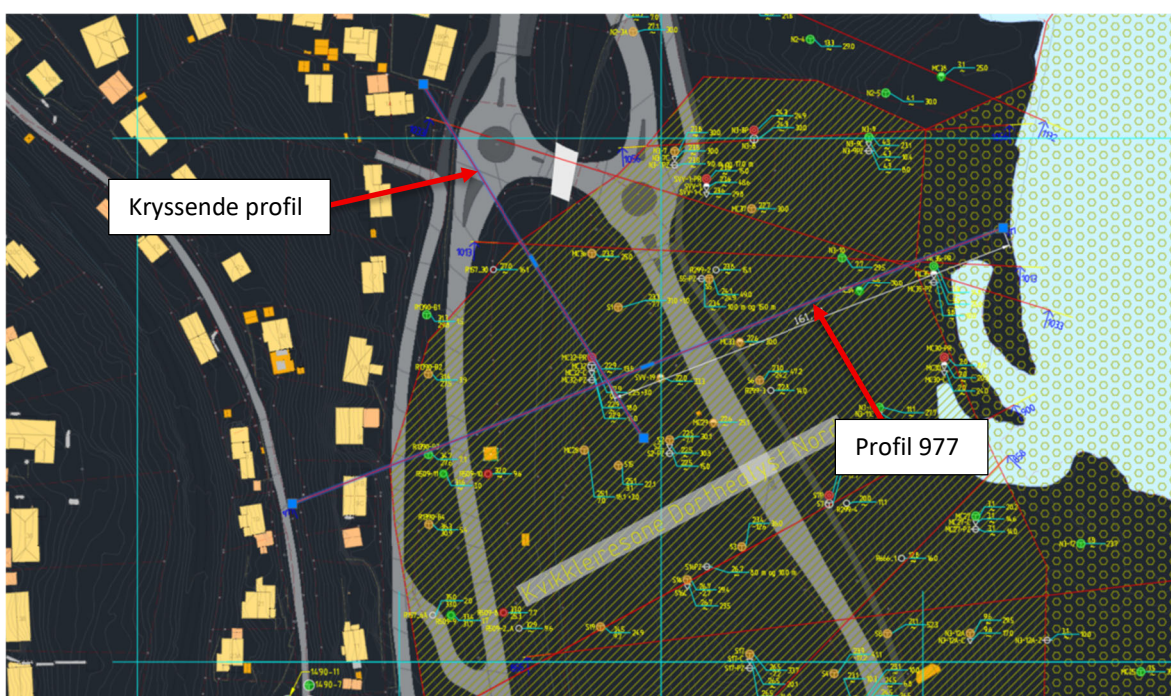
Videre vestover tolkes borpunkt B3 [11] til å ikke inneholde kvikkleire/sprøbruddmateriale. 1:3-linja er tegnet opp fra overkant av laget som er tolket som flussberg/morene i dette borpunktet, og opp til terreng.



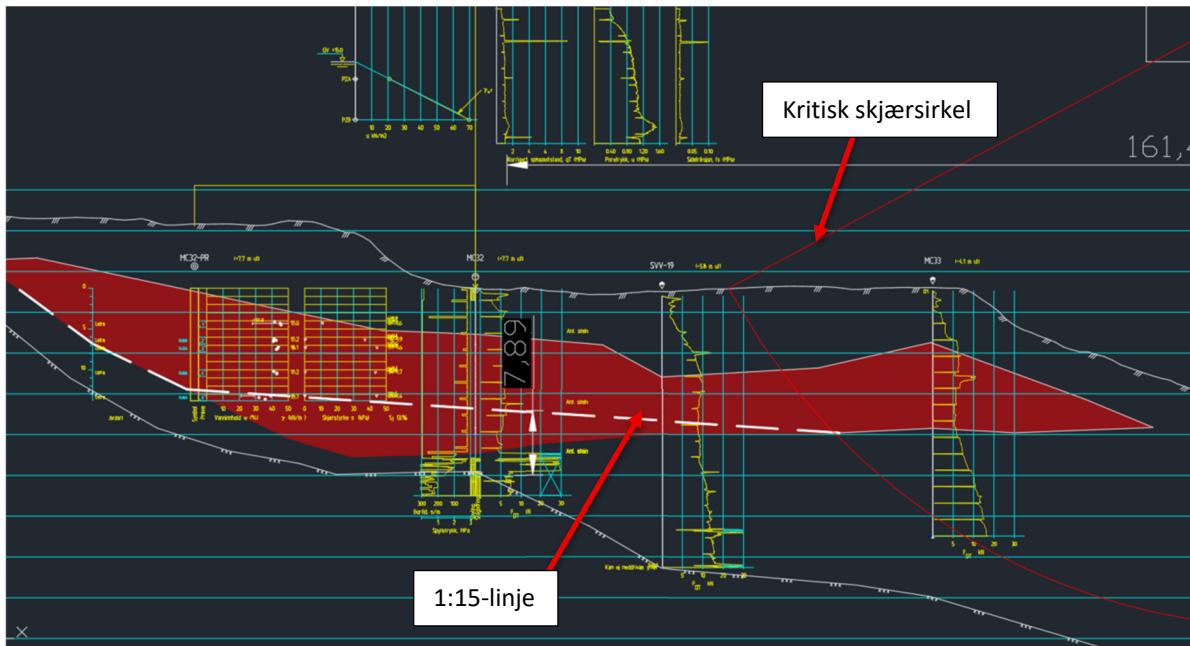
Figur 7-5: Profil 977 med avgrensning av løseområde. Mulig kvikkleire er markert med rød skravur

**Sideveis utbredelse fra profil 977**

For vurdering av potensiale for videre sideveis retrogressiv utvikling fra profil 977, er det tatt et profil i krysningspunktet til MC32 (se Figur 7-6). 1:15-linja vil treffe BP. MC32 på kote +7,9 (se Figur 7-7).



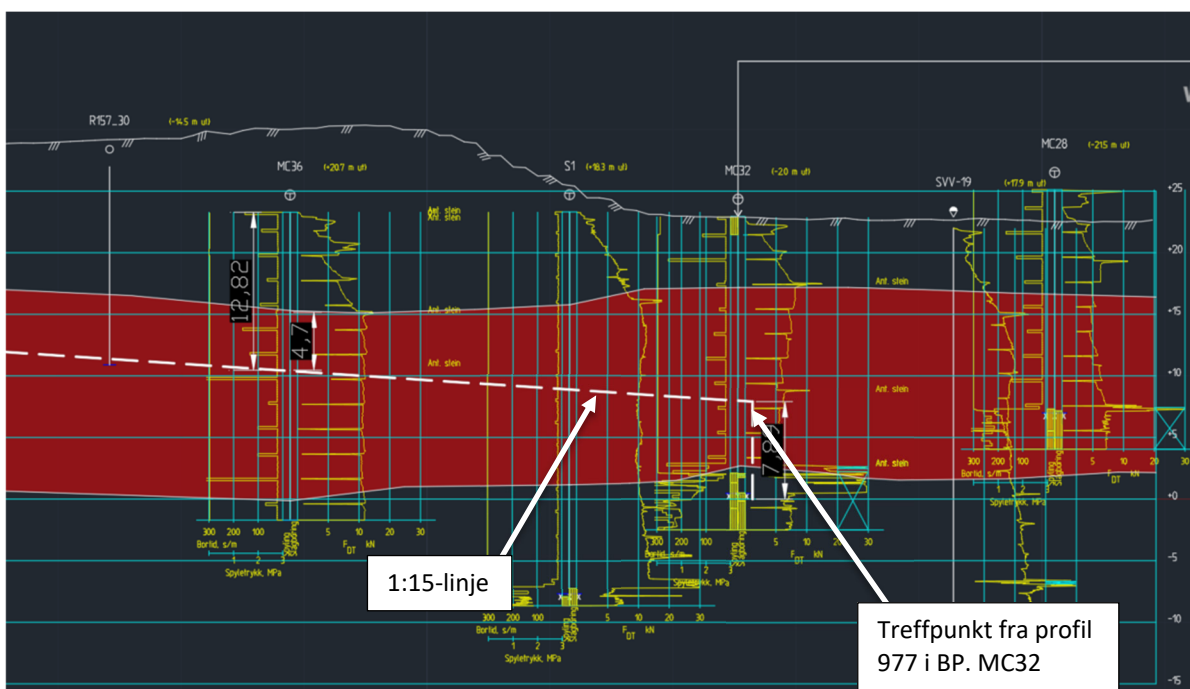
Figur 7-6: Utklipp som viser "kryssende profil" som er undersøkt mtp. vurdering av sideveis utbredelse



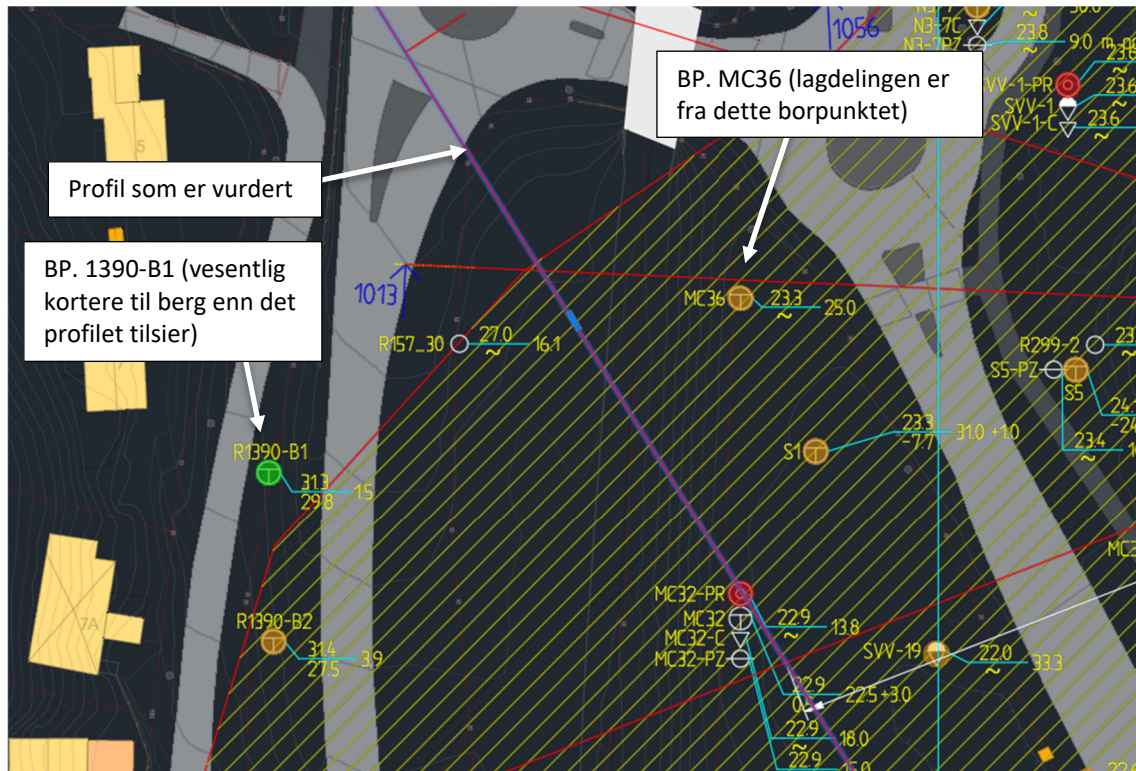
Figur 7-7: Utklipp fra profil 977, som viser at 1:15-linja treffer BP. MC.32 på ca. kote +7,9

I Figur 7-8 vises utklipp fra «kryssende profil» til profil 977. 1:15 linja trekkes fra kote +7,9 i BP. 32 og videre mot de neste borpunktene her. Ut fra tolkningen av sprøbruddmateriale fra BP. MC36 vil b/D-forholdet være 36,7%, noe som medfører at dette ikke havner innenfor kriteriene som gjelder for retrogressivt skred ( $b/D > 40\%$ ).

Det bemerkes at BP. 36 er trukket inn 20,7 m i profilet, slik at terrenghøyden avviker med ca. 6,7 m, og lagdelingen kan avvike fra opptegnet lagdeling. For det aktuelle stedet er det en jernbanefylling, noe som vil føre til at b/D-forholdet trolig blir enda lavere enn det som er beregnet på stedet. I tillegg vises det til boring R1390-B1 [12] på vestsiden av profilet (andre side som BP.36, se Figur 7-9), som har dybde 1,5 m til antatt berg (kote +29,8), noe som i enda større grad sannsynliggjør at b/D-forholdet er mindre enn 40%.

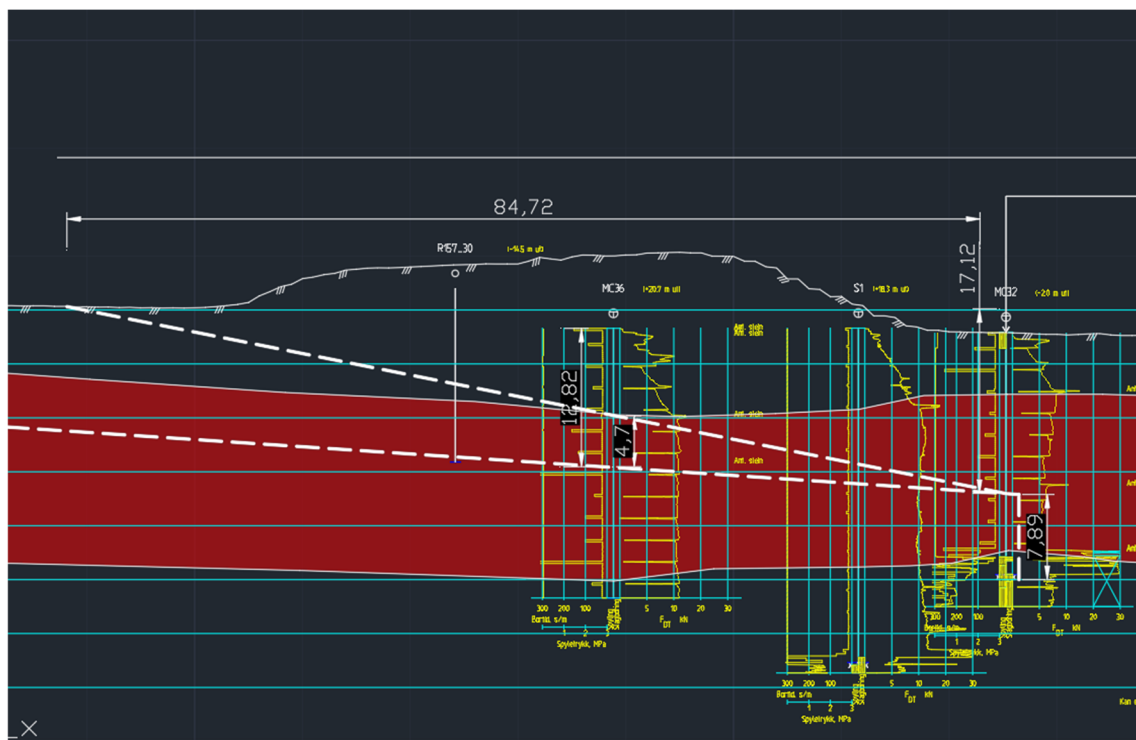


Figur 7-8: Utklipp fra kryssende profil for profil 977



Figur 7-9: Oversikt over hvilke sonderinger som er trukket inn i profilet

Det vurderes at rotasjonsskred kan være aktuelt som sideveis utbredelse fra profil 977. Det tenkes en retrogressiv utvikling fra profil 977 til BP. MC32. Videre tegnes en 1:5-linje (utstrekning av rotasjonsskred) fra den tenkte gjenstående skråningskanten i BP. MC32 og opp til terreng (vises i Figur 7-10). Utstrekningen av rotasjonsskredet er innarbeidet i RIG-TEG-005 (bakerst i rapporten)

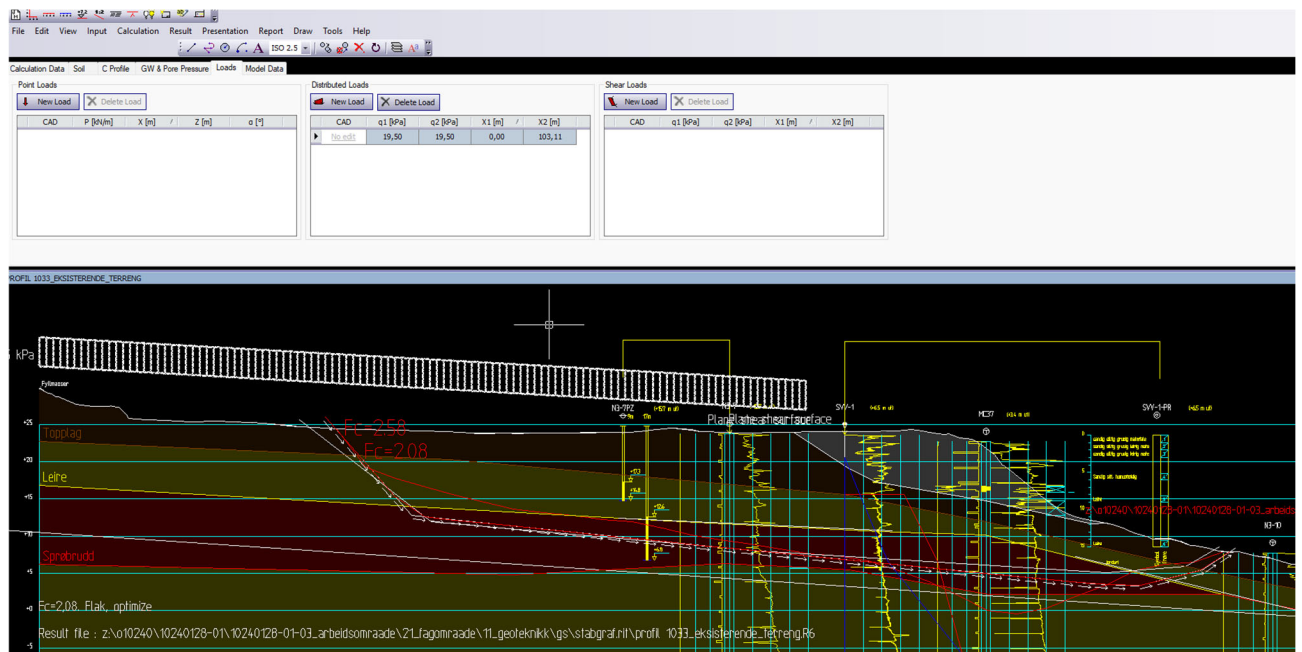


Figur 7-10: 1:5-linje i det kryssende profilet, for opptegning av rotasjonsskred iht. veilederen [2]

### Profil 1033

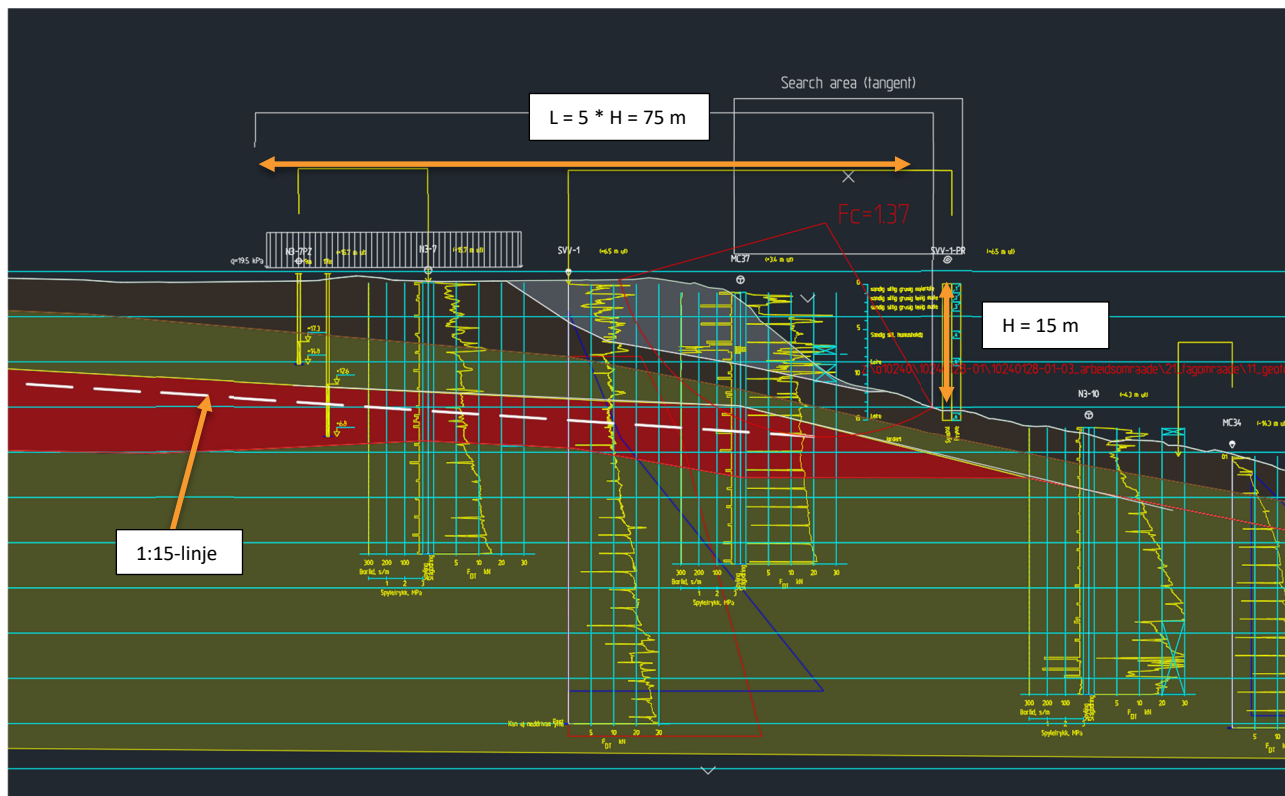
Utklipp fra vurdert løsneområde vises i Figur 7-12. 1:15-linja er tangert opp mot kritisk glideflate, og b/D forholdet vurderes å ikke overstige 40% (se Figur 7-12). Videre viser opptatte prøver i området (fra BP. SVV-1 i ref. [4] og BP. 8 i ref. [13]) at omrørt skjærfasthet ikke faller inn under kravet for retrogressivt skred. Fra dette vurderes det at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred eller flakskred.

Det er utført en stabilitetsberegning for typisk flakskred (iht. figur 4.9 i NVE veileder 1/2019) i profilet, som vises i Figur 7-11. Stabiliteten for bruddmekanismen er  $F_{cu} > 2,0$ , og det vurderes at et skred med denne bruddmekanismen vil være usannsynlig. Det vises videre til tolkede parametere at kvikkleirelaget ikke er svakere (i form av uomrørt skjærstyrke) enn overliggende og underliggende leire. Med den høye sikkerhetsfaktoren for bruddmekanismer som er typisk for flakskred, sammen med at kvikkleirelaget ikke har svakere skjærstyrke enn omkringliggende leire, vurderes det at flakskred ikke er relevant bruddmekanisme.



Figur 7-11: Utklipp fra stabilitetsberegning for flakskred i profil 1033

Løsneområdet er dermed tegnet opp som et rotasjonsskred, med løsneområdet  $L = 5 \cdot H$ , som vist i Figur 7-12.



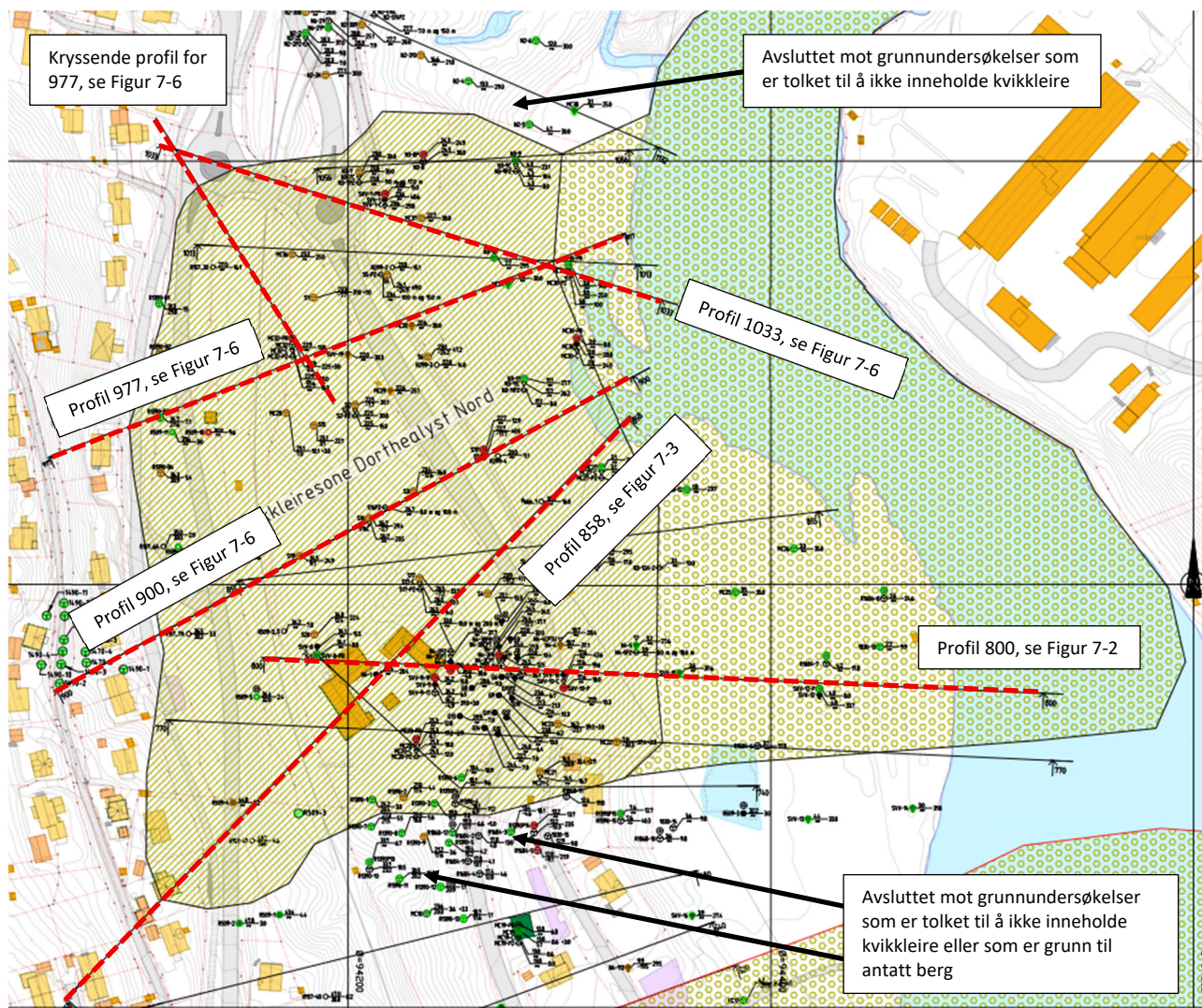
Figur 7-12: Profil 1033 markert med løsneområde. Mulig kvikkleire er markert med rød skraver

## 7.8.2 Avgrensning av mulig løsne- og utløpsområde

### Løsneområde

Utstrekning av et mulig løsne- og utløpsområde er vist på tegning 10240128-RIG-TEG-005.2 (vedlagt rapporten), med utklipp i . Opptegning av løsneområdet er generelt basert på utstrekning av retrogressivt skred etter NGI-metoden i sørlig del, og rotasjonsskred med løsneområde  $L = 5 * H$  i nordlig del. I områder hvor lagdelingen er noe usikker, er utstrekningen på løsneområdet konservativt vurdert som retrogressivt skred, og skissert etter NGI-metoden.

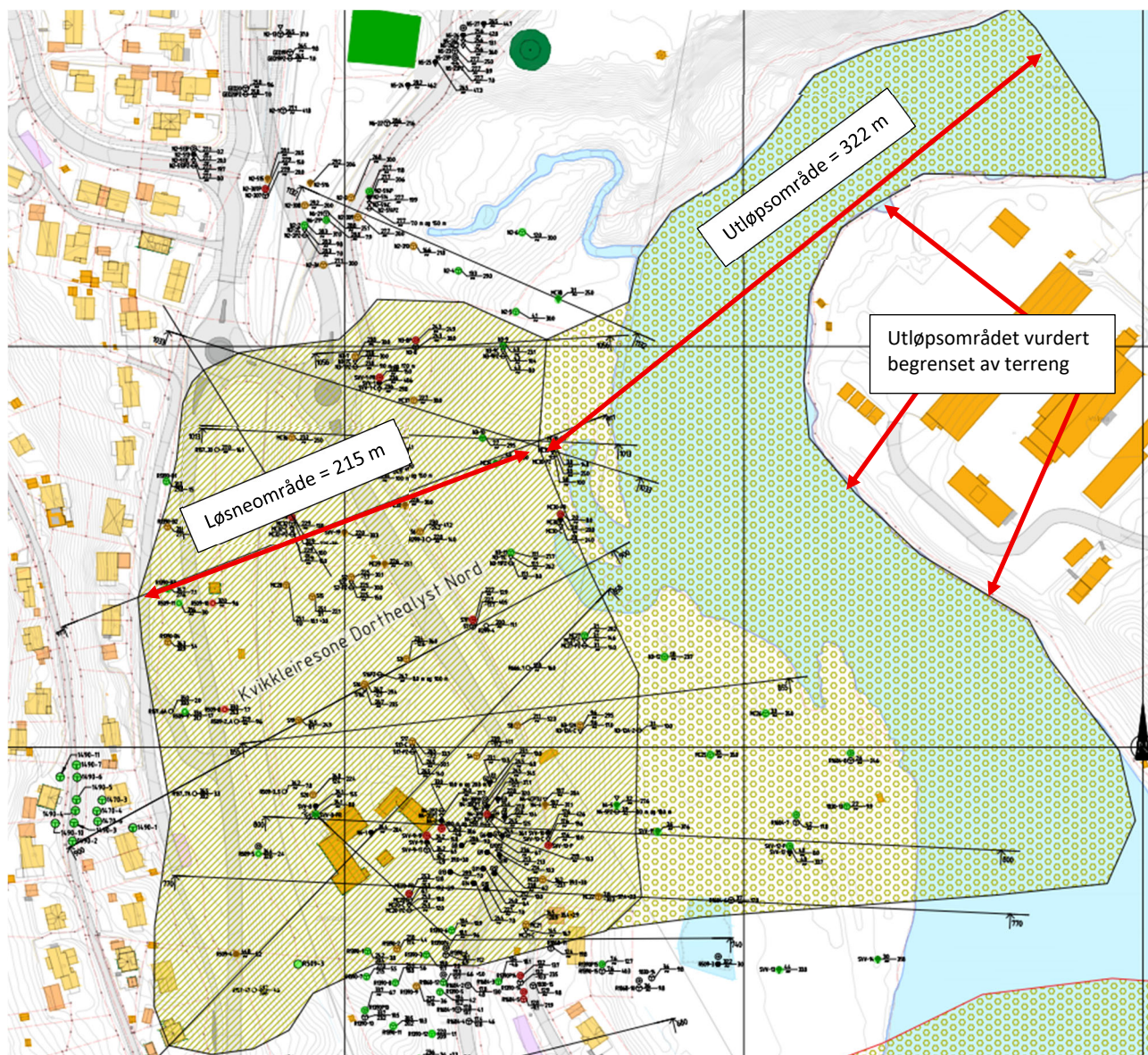
For forklaring av utstrekning av kvikkleiresona for hvert av de markerte profilene under, vises det til kap. 7.8.1



Figur 7-13: Utklipp fra 10240128-RIG-TEG-005.2\_rev01, som viser utstrekningen av kvikkleiresonen

### Utløpsområde

Det er i flere profil vurdert at retrogressivt skred vil være aktuell skredmekanisme. Derfor tegnes hele utløpsområdet konservativt videre som utløpsområde fra et retrogressivt skred. Det vurderes at utløpsområdet ikke er ravinert, og dermed blir utløpsdistansen  $L_u = 1,5 * L$ , der L er lengden av løsnemrådet.



Figur 7-14: Oversiktskart som viser avgrensning av utløpsområde for kvikkleiresonen

## 7.9 Steg 9: «Klassifiser faresoner»

Løsne- og utløpsområdet for et potensielt områdeskred utgjør faresonen. Faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kapittel 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse». Det er dagens situasjon som er utgangspunktet for evalueringen. Tabell 6-1 presenterer resultatene fra evaluering av faregrads-, skadekonsekvens- og risikoklasse. Detaljerte vurderinger er vist i Vedlegg B.

Tabell 7-1: Resulterende faregrad-, konsekvens- og risikoklasse

Faregrad			Konsekvens			Risiko	
Score	% av max	Klasse	Score	% av max	Klasse	Score	Klasse
21	41 %	Middels faregrad	30	67 %	Meget alvorlig	2 745	4

## 7.10 Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»

### 7.10.1 Sikkerhetskrav

Tiltakskategori K4 og en faresone med middels faregrad gir krav til sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Sprøbruddforholdet  $f_s$  er 1,15 ved forverring og 1,0 ellers. Ved bruk av prosentvis forbedring skal «forbedring» i figur 3.3 i NVE 1/2019 benyttes. I tillegg kreves at «erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges».

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  og  $F_{cu} \geq 1,20$ , evt. prosentvis «forbedring».

Influensområdet defineres til å involvere et område fra skråningstå til en lengde på  $2 \cdot$  skråningshøyde bak skråningstopp.

Det er generelt lagt opp til prosentvis forbedring av «store» bruddmekanismer. Det er i NIFS rapport nr. 8/2016 foreslått å skille mellom områdestabilitet og lokalstabilitet på skillet mellom 5% endring av sikkerhetsfaktoren. Når det er mer enn 5% endring av sikkerhetsfaktor for samme glideflate som følge av tiltaket, regnes det som lokalstabilitet, mens når det er mindre enn 5% endring regnes det som områdestabilitet. Definisjonen tar ikke hensyn til tilfeller der tiltaket forbedrer stabiliteten mer enn 5%, som da vil havne innenfor kriteriene for lokalstabilitet. Det er derfor valgt å vurdere helhetlig i hvor stor grad det vil være så store spenningsendringer at det kan utløse et skred, når det er forbedring av stabilitetssituasjonen. Det vises til 10240128-RIG-RAP-007 [3] for presentering av hvert enkelt profil med begrunnelse for valg av sikkerhetsprinsipp (prosentvis forbedring eller absolutt sikkerhet).

### 7.10.2 Beregningsresultater

Det vises videre til rapport 10240128-RIG-RAP-007 for presentering av beregningsprofiler. Det er generelt benyttet lette fyllmasser og motfyllinger for å oppnå tilstrekkelig sikkerhetsnivå.

Alle beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet iht. gjeldende regelverk.

### 7.10.3 Erosjonssikring

Det forutsettes at motfyllinger mot elva erosjonssikres tilstrekkelig. Type erosjonssikring må bestemmes av hydrolog eller annet relevant fagfelt, og må detaljprosjekteres.

## 7.11 Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser»

Sonen meldes inn iht. prosedyrene etter uavh. kontroll (ref. kap. 9).

## 8 Innspill planbestemmelser

Sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred skal gjennomføres før igangsettelse av øvrige utbyggingsarbeider. Før igangsettingstillatelse for byggetiltak innenfor planområdet gis, skal det foreligge en detaljert geoteknisk prosjektering. Det er viktig at stabiliteten ikke forverres i byggeprosessen/ved etablering av et stabiliserende tiltak. Dette må dokumenteres før etablering av sikringstiltak igangsettes.

Det vil ikke bli gitt midlertidig brukstillatelse før nødvendige erosjonssikringstiltak er gjennomført.

## 9 Uavhengig kvalitetssikring

Rapporten er kontrollert iht. kravene i NVE veileder 1/2019 [2], hvor kontrolloggen er dokumentert i Rambøll rapport nr. 1350062998\_02 [14]. Sonen meldes inn til NVE når kontrolloggen er godkjent.

## 10 Sluttkommentar

Det bemerkes at foreliggende rapport ikke inneholder geoteknisk detaljering av planlagt tiltak eller eventuelle stabiliserende tiltak. Konklusjon i foreliggende rapport friskmelder ikke områdene utenfor. Rapporten har gjennomgått 3. partskontroll iht. veilederen, og sonene blir meldt inn til NVE når kontrollrapporten [14] er godkjent.

## 11 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, "10240128-RIG-RAP-003 Naturfarer utenfor reguleringsområdet," Under utarbeidelse.
- [2] NVE, "NVE veileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred," 2020.
- [3] Multiconsult, "10240128-RIG-RAP-007 Geoteknisk vurderingsrapport," Under utarbeidelse.
- [4] Multiconsult, "10240128-RIG-RAP-004. Grunnundersøkelser - Rv. 706 - Dorthealyst. Reguleringsplan," May 2025.
- [5] Multiconsult, "10240128-01-RIVass-NOT-001. Flomfarevurdering for Regulering Rv. 706. Sivert Dahlens veg - Dorthealyst," Under utarbeidelse.
- [6] Statens Vegvesen, *Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220*. 2018.
- [7] NGI, "20101132-00-7-R Rv 706 Sluppen - Stavne. Grunnundersøkelser - datarapport," Oct. 2012.
- [8] Trondheim kommune Byingeniøren, "R157 Kloakktunnell Sluppen, Høvringen," Apr. 1970.
- [9] Trondheim kommune, geoteknisk avdeling, "R. 1490 Hoemsvegen 21-27. Datarapport," Sep. 2013.
- [10] Geoteknisk seksjon Trondheim kommune, "R. 509 Bøckmanns veg. Grunnundersøkelser geoteknisk vurdering," Aug. 1979.
- [11] Trondheim Kommune, "R.1470 BØCKMANNNS VEG 13. Grunnundersøkelser, datarapport," Jan. 2010.
- [12] Trondheim kommune, "R1390-2 Osloveien, supplerende undersøkelser," Dec. 2016.
- [13] NGI, "20100255-00-7-R. Rv. 706, Tronsheim. Parsell Dorthealyst - Stavne," Oct. 2010.
- [14] Rambøll, "1350062998\_02. KONTROLLRAPPORT - UTREDNING AV OMRÅDESTABILITET I KVIKKLEIRESONER.," Feb. 2026.





# Vedlegg A

## Faregradsvurdering Dorthealyst sør

### Innholdsfortegnelse

A.1	Faregradsvurdering .....	2
A.2	Skadekonsekvensvaluering .....	3
A.3	Risikoklasser .....	5

## A.1 Faregradsvurdering

Faregradsevalueringen gjøres med utgangspunkt i Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 1-1. Faregraden bestemmes for antatt kritiske snitt i hver enkelt sone.

Betegnelsen kritisk snitt gjelder her for det snittet som gir høyeste poengscore etter Tabell 1-1 og ikke nødvendigvis snittet der den beregningsmessige sikkerheten er lavest.

Beregning og vurdering av faregrad er vist i Tabell 1-2.

Tabell 1-1: Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0
Poreovertrykk, kPa	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Poreundertrykk, kPa	-3	> -50	-(20 – 50)	-(0-20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep: forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum:					
Lav faregrad:		0 – 17 poeng			
Middels faregrad:		18 – 25 poeng			
Høy faregrad:		26 – 51 poeng			

Tabell 1-2: Faregradsklassifisering i henhold til NVE eksternrapport 9/2020.

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	2	2	Markert tidligere skredhendelser langs jernbanen. På historiske bilder kan en se tidligere overflateutglidninger langs jernbanen.

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Skråningshøyde, m	2	3	6	Skråningen er ca. 50-60 meter høy.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	0	0	Iht. ødometer gjennomført i borpunkt MC13 i kritisk snitt, er OCR >2.
Poretrykk	3	0	0	Tatt utgangspunkt i borpunkt N4-SV5 oppe i skråninga og borpunkt N4-7 lenger ned mot foten av skråninga. Det øverste borpunktet har >200 kPa undertrykk, mens det er lagt inn hydrostatisk fra bunnen av skråningen, siden borpunkt N4-7 viser rundt 25 kPa undertrykk.  «God» avstand fra foten av skråninga til sprøbruddmateriale, evt. poreovertrykk her vurderes derfor ikke som mer negativt enn tilsvarende undertrykk lengre bak. Vurderer derfor samla undertrykk >50 kPa som representativt for mest kritiske glideflater.
	-3	3	-9	
Kvikkleiremektighet	2	3	6	I kritisk snitt er mektigheten >H/2.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten varierer mellom de ulike prøveseriene, men høyeste målte er over hundre i N4-SV5 og SV450.
Erosjon	3	0	0	Det er utført befaring i området, uten at det er observert erosjon.
Inngrep	3	3	9	Det er etablert jernbane midt i skråningen, der stedlige fyllmasser er plassert ugunstig ift. stabiliteten til skråningen. Vurderes å ha stor forverring av områdestabiliteten.
	-3	0	0	
SUM			17	En poengsum på 17 gir «Lav» faregrad som går fra 0-17 poeng.

## A.2 Skadekonsekvensevaluering

Evaluering av skadekonsekvensklasse gjøres med utgangspunkt i Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 2-1. Evaluering av skadekonsekvens gjøres for hele faresonen, det vil si en samlet vurdering for løsne- og utløpsområdet.

Beregning og vurdering av skadekonsekvens er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-1: Utklipp fra Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normal ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:					
Mindre alvorlig:	0 – 6 poeng				
Alvorlig:	7 – 22 poeng				
Meget alvorlig:	23 – 45 poeng				

Tabell 2-2: Evaluering av skadekonsekvens i henhold til NVE eksternrapport 9/2020

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Boligheter	4	3	12	Innenfor sonen er det bebyggelse i bunnen av skråningen.
Næringsbygg	3	0	0	Det er ikke kjent for Multiconsult at det er næringsbygg innenfor sonen.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Det er ikke kjent for Multiconsult at det er annen bebyggelse av verdi innenfor sonen.
Vei, ÅDT	2	3	6	Rv. 706 går gjennom området.
Toglinje, bruk	2	3	6	Jernbane med persontrafikk går gjennom området.

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Kraftnett	1	2	2	NVE atlas oppgir strømnettet som regionalnett.
Oppdemming og flodbølge	2	1	2	Antar liten fare for oppdemning.
Sum			28	28 poeng gir konsekvensklasse «Meget alvorlig» som går fra 23-45 poeng.

### A.3 Risikoklasser

Vurdering av risikoklasse gjøres med utgangspunkt i kapittel 4.3 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 3-1. Risiko er her beregnet som faregradsscore i prosent av maksimal score multiplisert med skadekonsekvensscore i prosent av maksimal score.

Tabell 3-1: Risikoklasser iht. NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Risikoklasse	Tallverdi
1	0 – 170
2	171 – 630
3	631 – 1 900
4	1 901 – 3 200
5	3 201 – 10 000

Utført vurdering av faregrad og konsekvens gir risiko (skadekonsekvens x faregrad) på  $(17/51 * 28/45)$   
 $*100\% = 2074$  poeng, tilsvarende risikoklasse 4.

## Vedlegg B

# Faregradsvurdering Dorthealyst nord

### Innholdsfortegnelse

A.1	Faregradsvurdering.....	2
A.2	Skadekonsekvensvaluering .....	3
A.3	Risikoklasser .....	5

## A.1 Faregradsvurdering

Faregradsevalueringen gjøres med utgangspunkt i Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 1-1. Faregraden bestemmes for antatt kritiske snitt i hver enkelt sone.

Betegnelsen kritisk snitt gjelder her for det snittet som gir høyeste poengscore etter Tabell 1-1 og ikke nødvendigvis snittet der den beregningsmessige sikkerheten er lavest.

Beregning og vurdering av faregrad er vist i Tabell 1-2.

Tabell 1-1: Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0
Poreovertrykk, kPa	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Poreundertrykk, kPa	-3	> -50	-(20 – 50)	-(0-20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep: forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum:					
Lav faregrad:		0 – 17 poeng			
Middels faregrad:		18 – 25 poeng			
Høy faregrad:		26 – 51 poeng			

Tabell 1-2: Faregradsklassifisering i henhold til NVE eksternrapport 9/2020.

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	2	2	Skredgrop markert sør for Dorthealyst på løsmassekart. 3 registrerte skredhendelse innenfor området på NVE atlas. Noe overflatesig i eksisterende terreng

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Skråningshøyde, m	2	3	6	Tatt fra profil 800. Høydeforskjell ca. 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	2	4	Tatt utgangspunkt i BP. N4-2, iht. føringer i NVEs veileder 9/2020 (platåterreng)
Poretrykk	3	0	0	Tatt utgangspunkt i BP. N4-2, BP. N3-7 og BP. S16, som vurderes å være representativt plassert iht. NVEs veileder 9/2020 (figur 3 og figur 4). Nevnte målere viser generelt et poretrykk som er mer enn 50 kPa under hydrostatisk referanselinja for score 0 (hydrostatisk fra 2 m under terreng). Eksempelvis viser piezometer i BP. N4-2 på 35 m dybde et undertrykk på ca. 200-250 kPa, iht. hydrostatisk 2 m under terreng.
	-3	3	-9	
Kvikkleiremektighet	2	3	6	I profil 800 er det tolket over kvikkleire i over 30 m mektighet, som tilsier > H/2
Sensitivitet	1	3	3	BP. SVV-9 og N4-2 sjekket og har sensitivitet over 150
Erosjon	3	1	3	Det er observert noe erosjon ved elvebredden. Det vises til 10240128-01-RIVass-NOT-001 for befaring langs elva
Inngrep	3	2	6	Jernbane og vei er etablert, samt enkelte terrenginngrep/fyllinger. Vurderes å ha noe forverring av opprinnelig områdestabilitet i området
	-3	0	0	
SUM			21	En poengsum på 21 gir «Middels» faregrad som går fra 18-25 poeng.

## A.2 Skadekonsekvensevaluering

Evaluering av skadekonsekvensklasse gjøres med utgangspunkt i Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 2-1. Evaluering av skadekonsekvens gjøres for hele faresonen, det vil si en samlet vurdering for løsne- og utløpsområdet.

Beregning og vurdering av skadekonsekvens er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-1: Utklipp fra Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0

Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normal ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:					
Mindre alvorlig: 0 – 6 poeng					
Alvorlig: 7 – 22 poeng					
Meget alvorlig: 23 – 45 poeng					

Tabell 2-2: Evaluering av skadekonsekvens i henhold til NVE eksternrapport 9/2020

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Boligheter	4	1	4	Kun gården som ligger innenfor sonen
Næringsbygg	3	1	3	Kun gården som ligger innenfor sonen
Annen bebyggelse, verdi	1	3	3	Gården er fredet
Vei, ÅDT	2	3	6	Rv. 706 går gjennom området
Toglinje, bruk	2	3	6	Jernbane med persontrafikk går gjennom
Kraftnett	1	2	2	Iht. NVE atlas er kraflijen gjennom området regionalnett
Oppdemming og flodbølge	2	3	6	Ved oppdemming vil mulig områder på Valøya, samt boliger i Sivert Dahlens vei bli rammet. Områdene

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
				på Valøya er i hovedsak industri-/næringsområder
Sum			30	30 poeng gir konsekvensklasse «Meget alvorlig» som går fra 23-45 poeng.

### A.3 Risikoklasser

Vurdering av risikoklasse gjøres med utgangspunkt i kapittel 4.3 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 3-1. Risiko er her beregnet som faregradsscore i prosent av maksimal score multiplisert med skadekonsekvensscore i prosent av maksimal score.

Tabell 3-1: Risikoklasser iht. NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Risikoklasse	Tallverdi
1	0 – 170
2	171 – 630
3	631 – 1 900
4	1 901 – 3 200
5	3 201 – 10 000

Utført vurdering av faregrad og konsekvens gir risiko (skadekonsekvens x faregrad) på  $(21/51 * 30/45) * 100\% = 2745$  poeng, tilsvarende risikoklasse 4.