

# Halden. Dyrendalsveien 13 B

---



---

## Geoteknisk Notat

1258-RIG-N-01-01\_Områdestabilitet



## Geoteknisk notat

Halden. Dyrendalsveien 13 B	Dokumentnr.: 1258-RIG-N-01-01
Ringstad Eiendom AS	Dato: 12.06.2025
v/ Jon Ivar Ask	Antall sider: 2 av 23
Utarbeidet og egenkontroll utført av: Lars Erik Haug Dato: 11.06.2025	<i>Lars Erik Haug</i>
Kontrollert av: Jonas Hjelme Dato: 12.06.2025	<i>JH</i>
Godkjent av: Lars Erik Haug Dato: 12.06.2025	<i>Lars Erik Haug</i>

Rev. Nr.	Dato	Bakgrunn	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
02	12.06.2025	Ny reguleringsplan	LEH	JH	LEH
01	12.12.2024	Endringer etter kommentarer fra UKS	LEH	JH	LEH
00	03.09.2024	Første utgave	LEH	JH	LEH

### Sammendrag

GeoKonsept AS er engasjert av Ringstad Eiendom AS for å avklare områdestabiliteten i forbindelse med regulering i Dyrendalsveien i Halden kommune. Grunnundersøkelsene er presentert i datarapport 1258-RIG-N-01-01, datert 3. September 2024, ref. [1].

Kontaktperson for oppdraget har vært Jon Ivar Ask i Ringstad Eiendom AS.

Ved den planlagte ambulansestasjonen, som kommer i tiltakskategori K4, er det registrert en kvikkleiresone med et løsnemråde som strekker seg ca. 70 m bakover fra bunnen av skråningen og et utløpsområde som går ned i Schultzedalen.

Kvikkleiresonen har følgende klassifisering:

Faregradsklasse: Lav

Skadekonsekvens: Mindre alvorlig

Risikoklasse: 2

Stabilitetsberegninger viser at dagens situasjon har for lav beregningsmessig sikkerhet for utglidning. Planlagt tiltak forverrer ikke stabiliteten i seg selv. Topografiske endringer gir ikke tilfredsstillende prosentvis forbedring, uten å gjøre tiltak nede i Schultzedalen. Det må derfor gjøres tiltak som avskjærer eventuelle skred. Eksempelvis en rørvegg boret til berg mellom tiltaket og Schultzedalen.

Parkeringsarealene i reguleringsplanen kommer i tiltakskategori K1 og fører ikke til forverring av stabiliteten. Videre er det ved befaring ikke observert erosjon som kan utløse områdeskred. Krav til tiltakskategori K1 er derfor tilfredsstillende.

Rev. 01: Endringer og presiseringer i teksten etter kommentarer fra UKS.

Rev. 02: Notatet revidert etter ny reguleringsplan.

Detaljer fremgår av notatet.





## Innholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b><i>Innledning</i></b> .....	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b><i>Topografi og grunnforhold</i></b> .....	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b><i>Regelverk og krav</i></b> .....	<b>6</b>
3.1.	<b>Myndighetskrav</b> .....	6
<b>4.</b>	<b><i>Vurdering av områdestabilitet</i></b> .....	<b>7</b>
4.1.	<b>Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området</b> .....	8
4.2.	<b>Avgrens områder med marin leire</b> .....	9
4.3.	<b>Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred</b> .....	9
4.4.	<b>Bestem tiltakskategori</b> .....	10
4.4.1.	<b>Sikkerhetskrav, K1</b> .....	11
4.4.2.	<b>Sikkerhetskrav, K4</b> .....	11
4.5.	<b>Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde</b> <b>12</b>	
4.5.1.	<b>Parkeringsarealer</b> .....	12
4.5.2.	<b>Ambulansestasjon</b> .....	13
4.6.	<b>Befaring</b> .....	13
4.7.	<b>Gjennomføring av grunnundersøkelser</b> .....	14
4.8.	<b>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområdet</b> .....	15
4.9.	<b>Klassifisere faresonen</b> .....	17
<b>5.</b>	<b><i>Stabilitetsberegning</i></b> .....	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b><i>Konklusjon</i></b> .....	<b>22</b>
6.1.	<b>Meld inn faresone</b> .....	23
6.2.	<b>Videre utredning</b> .....	23
<b>7.</b>	<b><i>Referanser</i></b> .....	<b>23</b>

## 1. Innledning

GeoKonsept AS er engasjert av Ringstad Eiendom AS for å avklare områdestabiliteten i forbindelse med regulering i Dyrendalsveien i Halden kommune. Grunnundersøkelsene er presentert i datarapport 1258-RIG-N-01-01, datert 3. September 2024, ref. [1].

Kontaktperson for oppdraget har vært Jon Ivar Ask i Ringstad Eiendom AS.

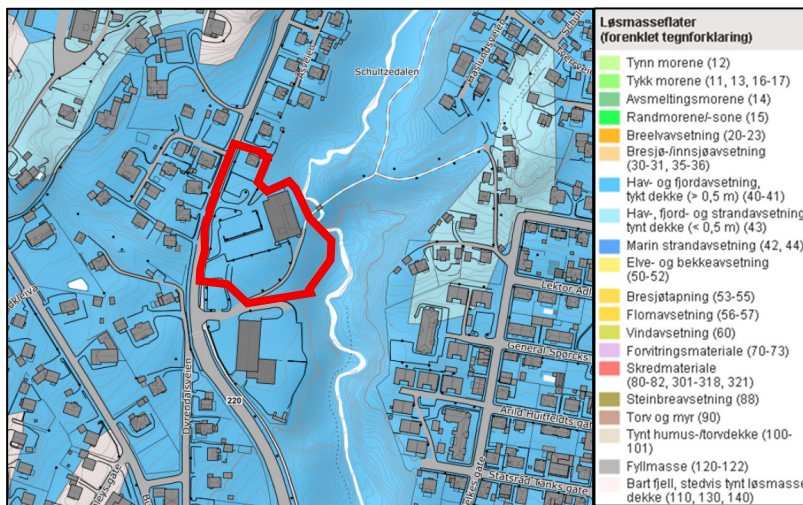
Vurderinger vedrørende områdestabiliteten fremgår av notatet.

## 2. Topografi og grunnforhold

Det aktuelle området ligger nord for Halden sentrum i Halden kommune. Området ligger øst for Dyrendalsveien og vest for Schultzedalen. I bunnen av Schultzedalen renner det en bekk.

Det aktuelle området er omtrentlig vist i Figur 2-1, under.





Figur 2-2: NGUs løsmassekart, ref. [3]. Tiltaksområdet er omtrentlig markert med rødt.

Det kvartærgeologiske kartet viser kun løsmasser i overflaten, det kan derfor befinne seg andre sedimenter under. Løsmassegrensene er ikke eksakte og må derfor betraktes sammen med grunnundersøkelser.

Utførte grunnundersøkelser viser generelt et topplag av antatt middels fast til fast leire/silt ned til ca. 1,8 til 4,5 m dybde. Videre er det registrert antatt bløt og sensitiv leire/kvikkleire ned til boringene er registrerer morene/fast grunn/antatt berg ved 3,5 til 10,3 m dybde i borpunktene.

Grunnvannet er ikke målt.

Grunnundersøkelsene kan sees i sin helhet i geoteknisk datarapport 1285-RIG-R-01-01, ref. [1].

### 3. Regelverk og krav

#### 3.1. Myndighetskrav

Følgende er en liste over regelverk, veiledere og standarder som ligger til grunn for geoteknisk vurdering av områdestabilitet.

Forskrifter:

- TEK 17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- TEK 17 §10-2 Konstruksjonssikkerhet
- SAK 10 Byggesaksforskriften

Prosjekteringsstandarder:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler

Håndbøker og veiledninger:

- Vegvesenets håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging
- NVE Veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred

#### 4. Vurdering av områdestabilitet

NVEs kvikkleireveileder ref. [4], gir føringer på hvordan et tiltak kan planlegges og bygges, slik at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan ivaretas.

For at et tiltak skal være utsatt for et områdeskred, må betingelser som topografi og kvikk- eller sprøbruddeleire være til stede. Terrengekriteriet som legges til grunn for avgrensning av mulig aktsomhetsområde for løснеområde, kommer frem av veilederen.

I veilederen er det laget en egen prosedyre for utredning av områdeskredfare, vist i Tabell 4-1, på neste side. Videre vurdering av områdestabilitet i dette notatet, følger prosedyren gitt i kvikkleireveilederen.

Tabell 4-1. Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE Veileder 1/2019 [4]

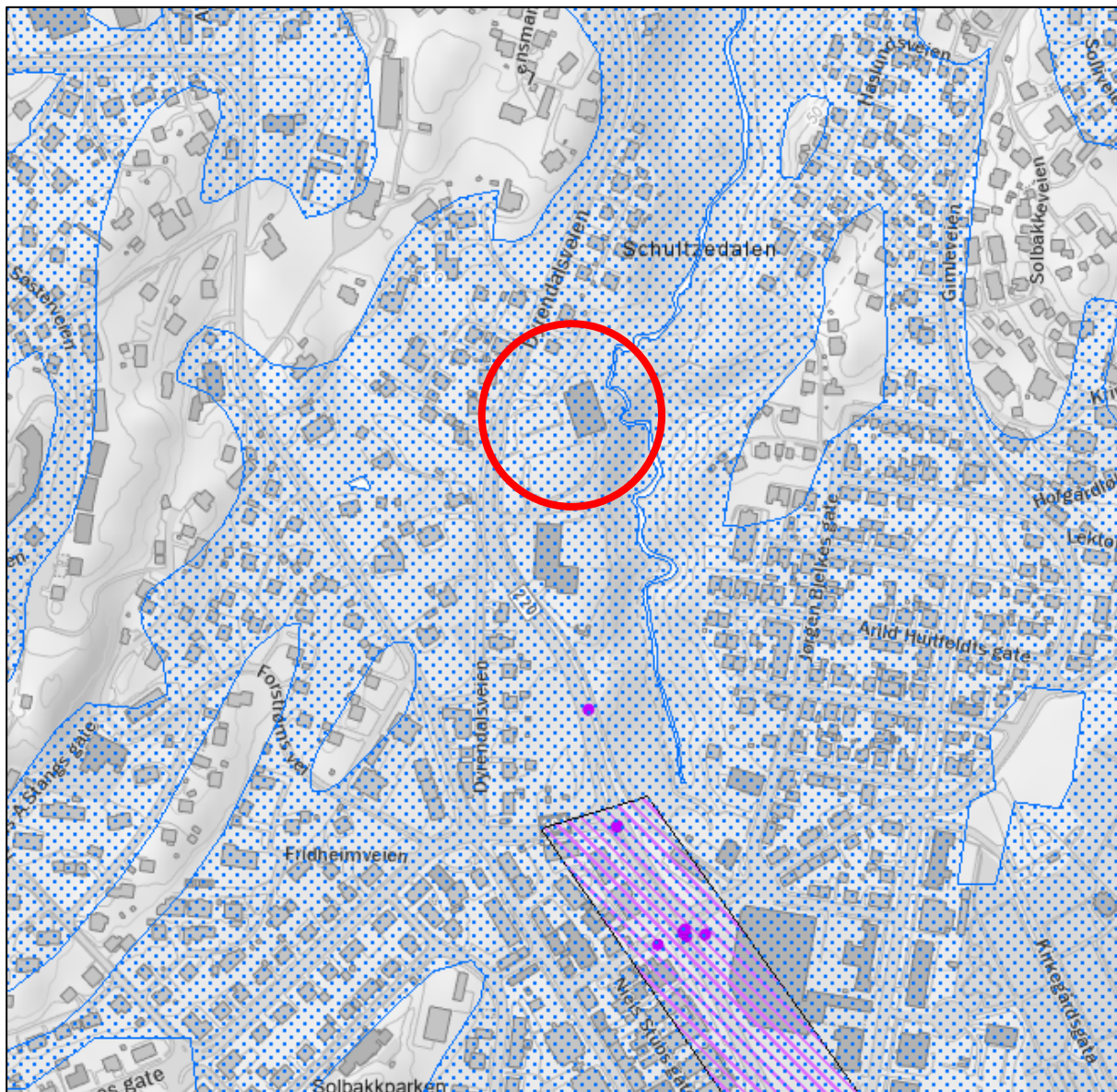
Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Nr.	Aktivitet	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Tiltaket ligger ikke i en kartlagt faresone. Det er heller ikke registrert noen faresoner i nærhet til tiltaket. Statens vegvesen har tidligere utført borer hvor det er registrert kvikkleire sør for tiltaket.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Området ligger under marin grense.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Det er berg i dagen i området rundt tomte. Og berget ligger grunt i nærhet til eiendommen.
4	Bestem tiltakskategori	Ambulansestasjon, tiltakskategori satt til K4. Parkeringsarealer, tiltakskategori satt til K1
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Kritiske skråninger identifisert. Den planlagte ambulansestasjonen samt deler av parkeringsarealene ligger i et mulig løснеområde.
6	Befaring	Befaring utført 19. juni 2024
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser utført i mai og august 2024.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred, og opptegnet løсне- og i utløpsområde er vist i kap. 4.8.
9	Klassifiser faresoner	Faregradsklasse: Lav Skadekonsekvens: Mindre alvorlig Risikoklasse: 2
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Utførte stabilitetsberegninger viser sikkerhet < 1,4, topografiske endringer er vanskelige å gjennomføre tilfredsstillende.

11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Vil utføres når rapporten har gjennomgått uavhengig kvalitetssikring.
----	--	---

Vurderingene for hvert punkt i prosedyren, beskrives nærmere i underliggende avsnitt.

#### 4.1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

Tiltaket ligger ikke innenfor en kartlagt faresone. Det ligger heller ingen kartlagte faresoner i nærhet til tiltaket. Statens vegvesen har imidlertid registrert borpunkter med kvikkleire i området. Dette er vist med lilla farge på Figur 4-1, vist under. Det bemerkes at dette ikke er en kartlagt faresoner iht. NVE 1/2019.



Figur 4-1. Utsnitt fra NVE atlas ref. [5], tiltaket er innsirklet i rødt. Aktsomhetsområder for marin leire er vist med blå farge og kvikkleirepunkter er vist med lilla.

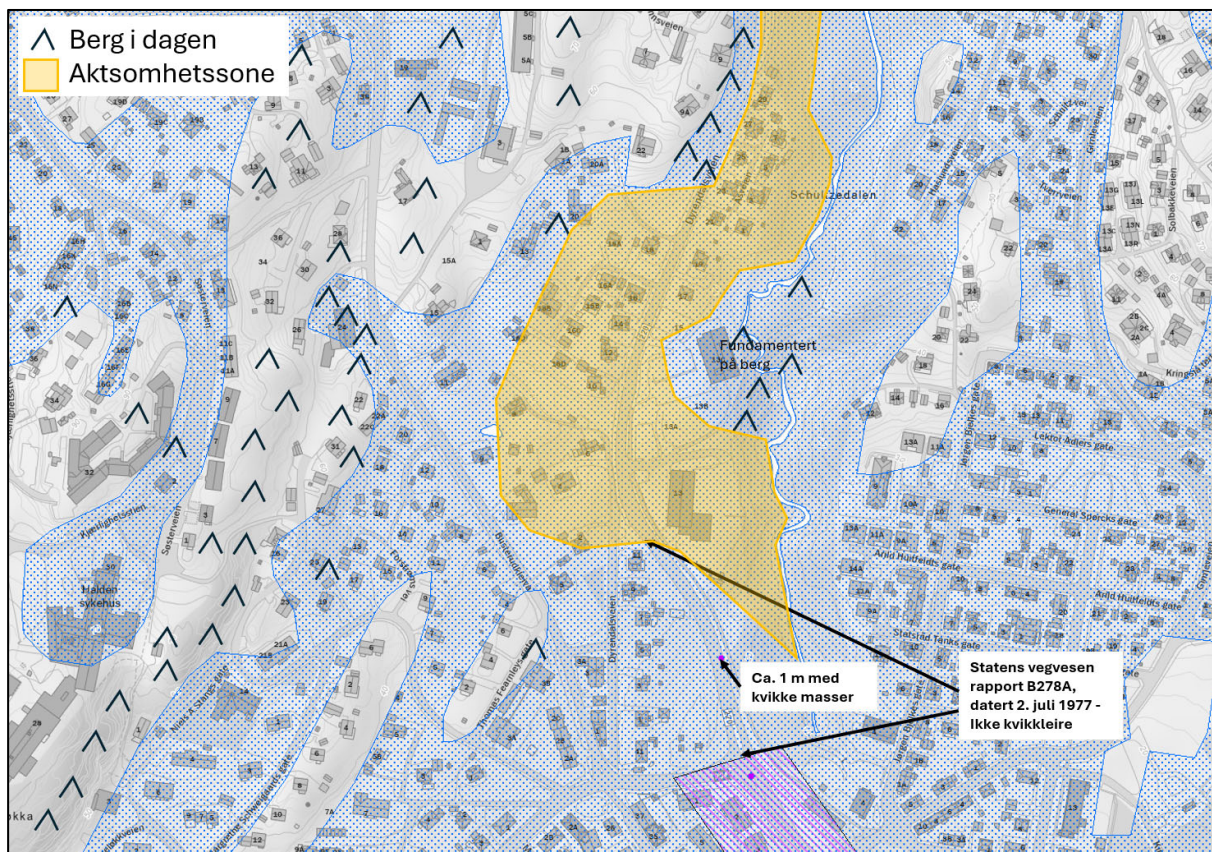
## 4.2. Avgrens områder med marin leire

Hele tiltaket ligger under marin grense, og med unntak av bergblotninger (vist i Figur 4-2 i kapittel 4.3), er det mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire.

## 4.3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, *eller*
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter

Generelt er skråningene i Schultzedalen brattere enn 1:20, og høydeforskjellen er større enn 5m. terrenget bak skråningene er slakere, men de inngår i aktsomhetsområdet siden sonen skal tegnes opp med H\*20. Aktsomhetsområde er tegnet inn på Figur 4-2, vist under.



Figur 4-2. Oversikt over området med inntegnet aktsomhetszone og berg i dagen.

Sentralt på reguleringsområdet er det bergblotninger og informasjon om at eksisterende bygg i Dyrendalsveien 13 (Telenorbygget) er fundamentert på berg som avgrens sonen. Mot sør er det resultater fra grunnundersøkelser som viser at det ikke er kvikkeleire. Det er et punkt hvor det er kvikkeleire/sprøbruddmateriale med 1 m mektighet mellom opptegnet aktsomhetsområde og område med påvist kvikk-/sprøbruddleire fra SVV i syd. 1 m med kvikkeleire er vurdert til å ikke være

tilstrekkelig mektighet for å kunne utgjøre noe fare for områdeskred. I den nordlige delen er sonen avgrenset mot vest av bergblotninger.

Grunnundersøkelsen er presentert i Statens vegvesen sin rapport B278A, datert 2. juli 1977.

#### 4.4. Bestem tiltakskategori

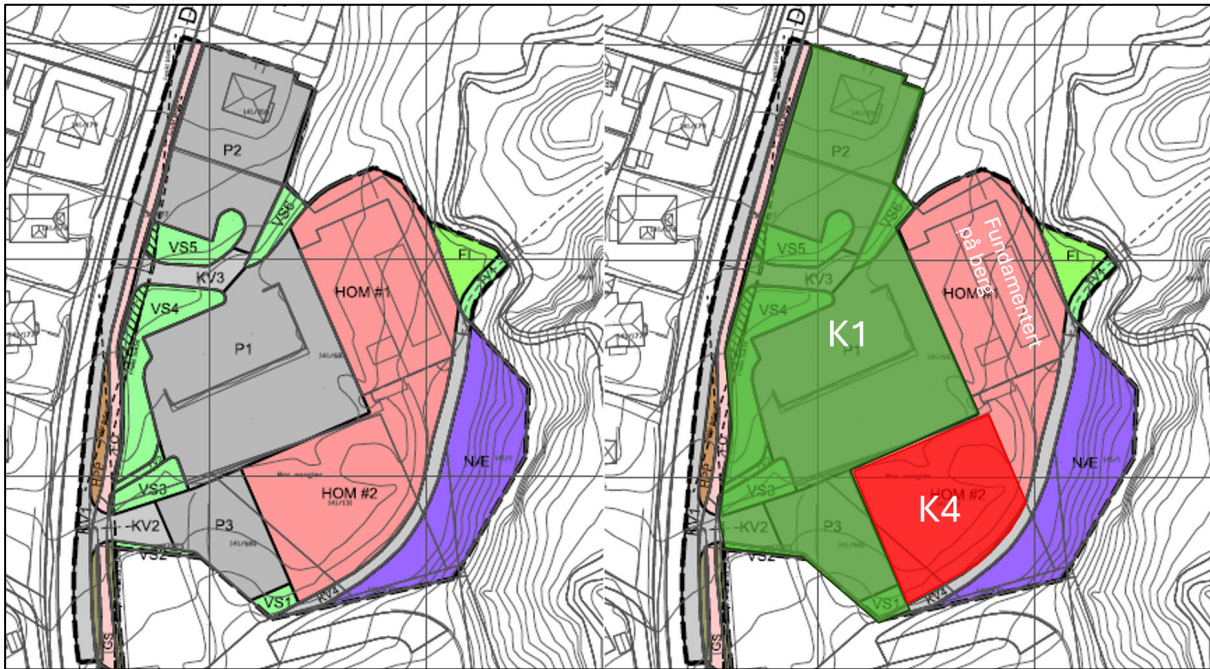
Valg av tiltakskategori bestemmes av

Tabell 4-2. ref. [4], og er vist på neste side.

Tabell 4-2. Beskrivelse av tiltakskategori, hentet fra ref. [4].

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	<b>Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer</b> Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	<b>Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer</b> Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	<b>Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting</b> Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	<b>Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi</b> Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	<b>Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner</b> Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Det er planlagt å oppføre en ambulansestasjon på eiendommen, og tiltaket faller inn under tiltakskategori K4 (vist med blå farge). Videre er det planlagt parkeringsarealer, parkeringsarealene kommer under tiltakskategori K1 (vist med grønn farge).



Figur 4-3: Viser plasseringen av de ulike tiltakskategoriene.

#### 4.4.1. Sikkerhetskrav, K1

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K1 er gitt i avsnitt 3.3.4 i ref. [4].

Krav til sikkerhet oppfylles hvis det kan dokumenteres at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan ramme tiltaket må forebygges.

Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løsn- og utløpsområder med tanke på skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten, kreves det en absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

#### 4.4.2. Sikkerhetskrav, K4

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 er gitt i avsnitt 3.3.6 i ref. [4]

For et tiltak i tiltakskategori K4 med faregrad lav, er kravene til sikkerhet at dersom tiltaket forverrer stabiliteten, skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor sprøhetsforholdet  $f_s = 1,15$ .

Dersom sikkerhet er lavere enn  $F_{cu} = 1,4$  og  $F_{c\phi} = 1,25$ , skal  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. Tabell 4-3 og Figur 4-4.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis iht. Tabell 4-3 og Figur 4-4.

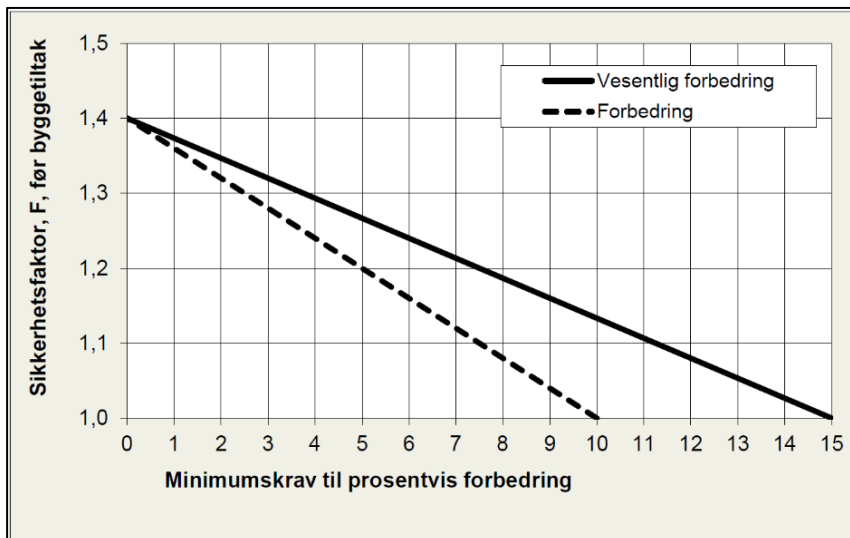
Kravet til prosentvis forbedring gjelder for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket, og gjelder for alle potensielle glideflater som før tiltak har lavere sikkerhet enn kravet. Ved særlig stor kompleksitet, spesielt ugunstige grunnforhold, utfordrende topografi og stor konsekvens bør større forbedring vurderes.

Korreksjon for sprøhetsforholdet skal ikke brukes for skråninger som ligger utenfor influensområdet, eller når tiltaket kan bygges kompensert.

Tabell 4-3. Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor. Hentet fra tabell 3.3. i ref. [4].

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring

Dersom sikkerhet er lavere enn  $F_{cu}=1,4$  og  $F_{c\phi}=1,25$ , skal  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. Figur 4-4.



Figur 4-4: Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor. [4]

## 4.5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

### 4.5.1. Parkeringsarealer

For parkeringsarealer som er planlagt ved Dyrendalsveien 17 skal det graves av masser for å planere området. Dette forbedrer stabiliteten og tilfredsstillt krav til sikkerhet, ved at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Øvrige parkeringsarealer skal være slik de er i dag og fører derfor heller ikke til forverring. Videre er det ikke observert erosjon som kan føre til ras i bekken nedenfor tiltaket, for en mer detaljert beskrivelse av bekken, se kap. 4.6.

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K1 er derfor tilfredsstillt og vil ikke utredes ytterligere i dette notatet.

#### 4.5.2. Ambulansestasjon

Iht. kapitel 4.2 i kvikkleireveileder, ref. [4], legges følgende topografiske kriterier til grunn for å tegne opp faresoner for kvikkleireskred.

Med bakgrunn i kart og profiler fra hoydedata.no, ref. [6]. er det registrert at skråningene i Schultzedalen a står bratt, og et eventuelt skred vil utløses her. De kritiske skråningene vil være ravinekanten ned mot Schultzedalen i det opptegnede aktsomhetsområdet, vist i Figur 4-2.

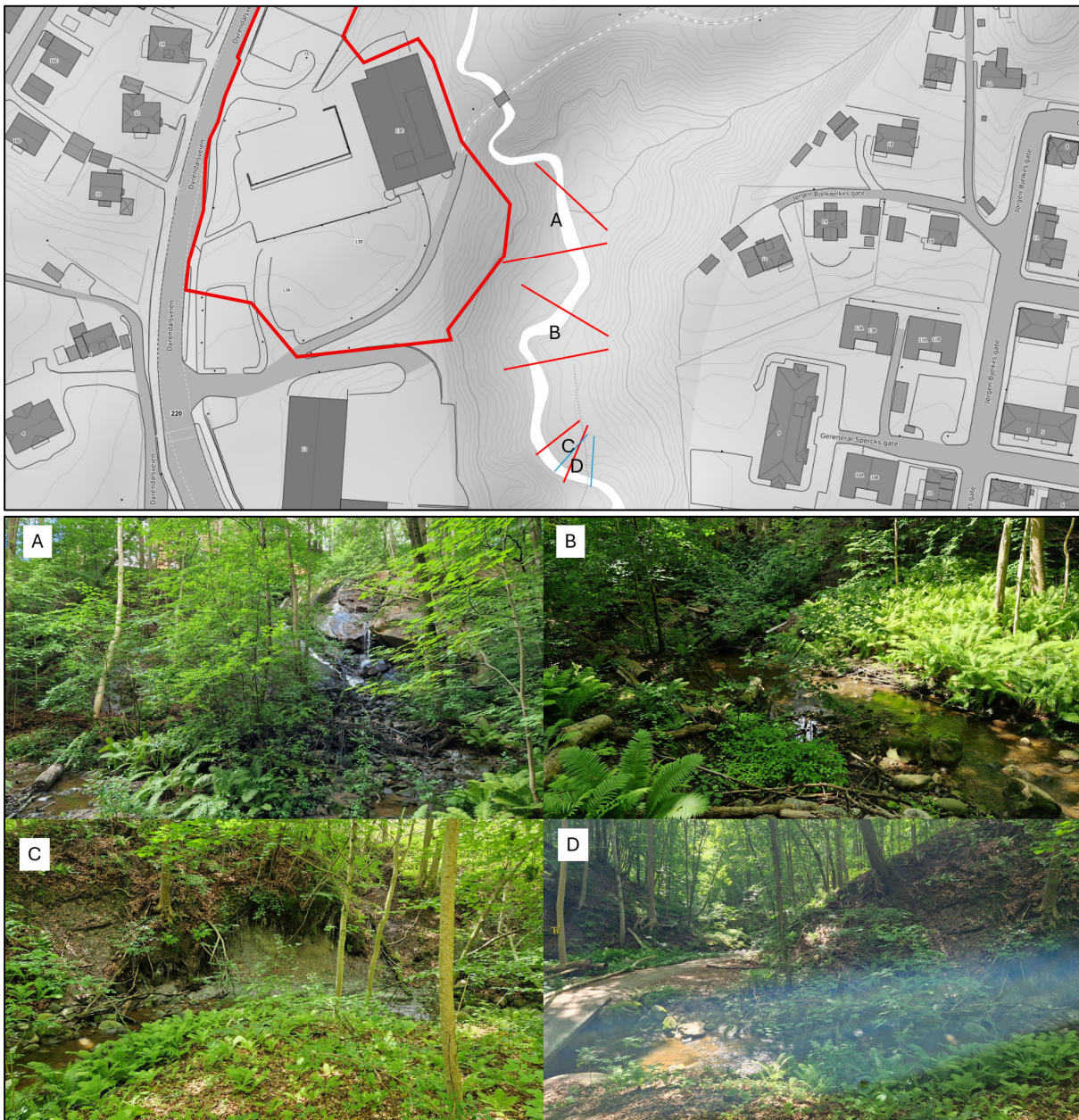
Mulig løснеområde avgrenses mot nord av berg i dagen i skråningen, samt mot syd hvor tidligere utførte grunnundersøkelser viser at det ikke er forekomst av kvikk- eller sprøbruddleire.

Studier av en del historiske skred viser at de aller fleste retrogressive skred vil stoppe når lengden på løснеområdet bakover i forhold til skråningsfot er,  $L=15H$ . Dvs. at det er et potensielt løснеområde på inntil ca. 210 m bunn skråning.

#### 4.6. Befaring

Befaring ble utført av geotekniker Lars Erik Haug den 19.06.2024. Til stede under befaringen var også Jon Ivar Ask og Anders Idebøen fra Ringstad Eiendom AS.

Det ble foretatt befaring i nærhet til tiltaket og i skråningene rundt. Det ble observert berg i dagen nedenfor tiltaket samt rundt i området, ref. Figur 4-9. Bekkebunnen består stort sett av stein og friksjonsmasser. Det ligger et tynt lag med finstoff på sidene av bekken, som stammer fra at bekken har gått høyere i forbindelse med nedbør. Videre ble det observert litt erosjon i friksjonsmasser i bekken, i bunnen av Schultzedalen nedenfor Dahles Auto. Bilder fra befaringen er vist på Figur 4-5, under. Tiltaksområdet er omtrentlig vist med rød ring.



Figur 4-5: Bilder tatt på befarig 19.06.2024, tiltaket er vist omtrentlig med rød ring. Bilde A viser berg i dagen nedenfor tiltaket. Bilde B viser bekken nedenfor tiltaket. Bilde C viser erosjon i friksjonsmasser i skråning nedenfor Dahles Auto AS. Bilde D viser forholdene ved brua over bekken nedenfor Dahles Auto AS.

#### 4.7. Gjennomføring av grunnundersøkelser

Det ble utført en grunnundersøkelse for å avklare forekomst av kvikkleire innenfor det mulige løснеområdet.

Grunnundersøkelsene ble gjennomført av GeoStrøm AS i mai 2024 og supplerende undersøkelser ble utført i august 2024.

Det ble boret 6 totalsonderinger og tatt opp en 54 mm prøveserie i ett borpunkt, samt utført en CPTu. Generelt viser boringene et topplag av antatt tørrskorpeleire over antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire av varierende mektighet. Videre i dybden ble det registrert antatt morene over berg.

Det ble etter den innledende grunnundersøkelsen vurdert som lite hensiktsmessig å sette ned piezometer på toppen av skråningen. Grunnvannet vil dels styre beregnet sikkerhet på effektivspenningsbasis, men ikke slik at det endrer konklusjonen. Det ble derfor utført flere totalsonderinger for å avklare dybder til fast grunn/antatt berg ute på skråningskanten.

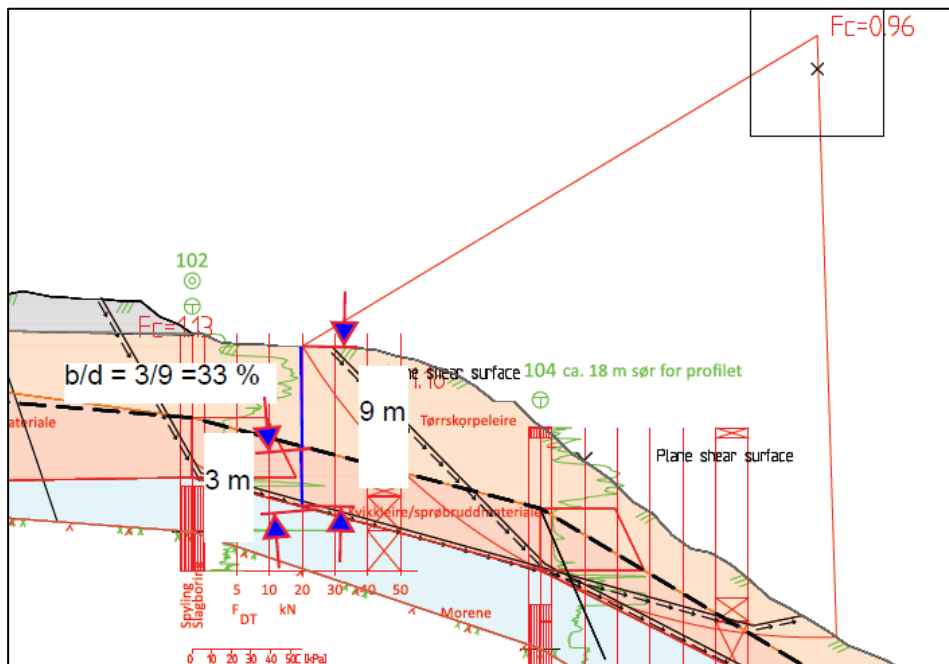
#### 4.8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområdet



Figur 4-6: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, ref. [4].

Grunnundersøkelsene viser sprøbruddmateriale  $c_{u,r} \leq 1,27$  kPa (ISO 17892-6) fra 4,4 til 6,8 m dybde. I tillegg er det registrert omrørt skjærfasthet lavere enn 0,69 kPa fra 4,4 til 6,4 m dybde.

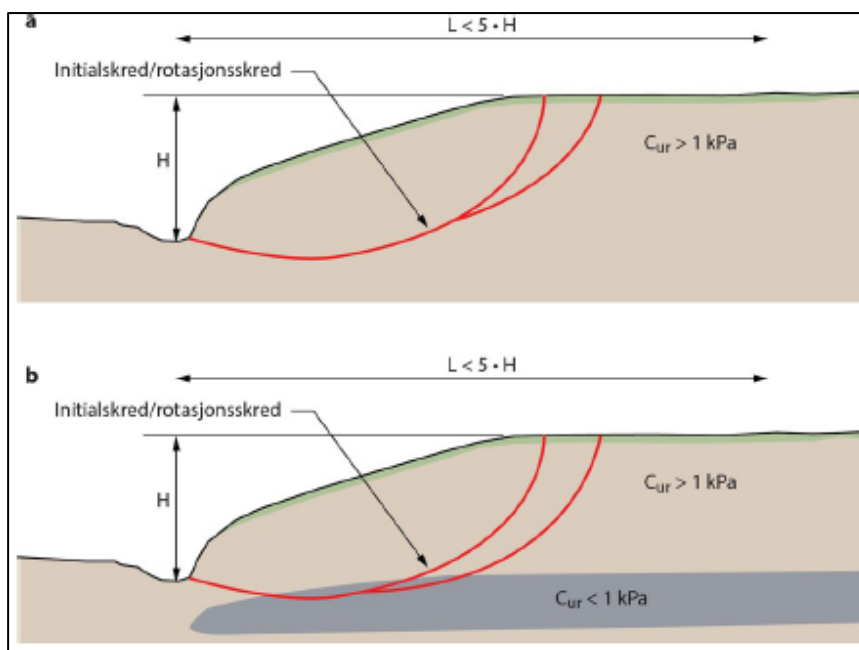
Videre er andel sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate mindre enn 40 %, og aktuell skredmekanisme for skråningen er da vurdert til rotasjonsskred eller flakskred. Slik topografien og lagdelingen er her, vil rotasjonsskred ha større utstrekning enn flakskred og er den skredmekanismen som er vurdert videre.



Figur 4-7: b/D forhold.

### Rotasjonsskred:

Studier av historiske hendelser viser at rotasjonsskred i leire i Norge som regel vil ha  $L/H < 5$ . Dette forholdet kan brukes for å avgrense løseområde når det er fare for rotasjonsskred. De aller fleste rotasjonsskred i Norge vil ende med et løseområde som er mindre enn 100 m. Dersom topografien ved skredporten medfører oppstuvning av skredmasser som hindrer videre utløp, kan rotasjonsskred være relevant skredmekanisme også når det er mer enn 40% sprøbruddmateriale over den kritiske glideflate., ref. [4].



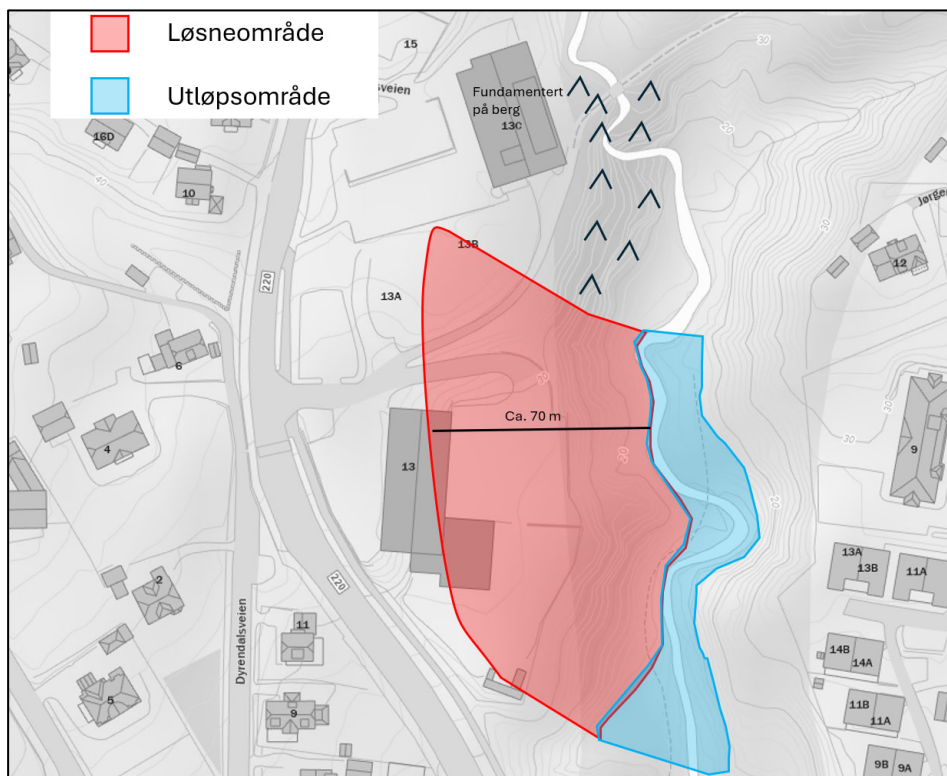
Figur 4-8: Prinsippskisse for opptegning av kvikkleiresone (NGI-metoden).

Det er valgt å benytte skråningen nedenfor Dahles Auto som utgangspunkt for opptegningen av sonen. Dette fordi skråningen nedenfor Dyrendalsveien 13B har relativt små dybder til berg og liten kvikkleiremektighet, og metoden gitt i ref. [1] passer ikke til slike grunnforhold.

Lengden på løснеområdet  $L$ , vil da være lik  $H*5$ . Skråningen er ca. 14 m høy. Dette gir et løснеområde på ca. 70 m bakover fra bunn skråning ved Schultzedalen. På grunn av stigende bergoverflate mot øst, antas dette som en konservativ antakelse.

Utløpsområdet strekker seg  $0,5*L$  som tilsier at massene stopper mot stigende terreng på motsatt side av dalen, så utløpsonen vil ikke bli så stor som 35 m.

Opptegnet kvikkleiresone er vist på Figur 4-9, under.



Figur 4-9: Opptegnet løсне- og utløpsområde med bakgrunn i rotasjonsskred..

#### 4.9. Klassifisere faresonen

Området skal klassifiseres med faregrad. Det gjøres med en kvalitativ metode, som baserer seg på poengverdier, beskrevet i NVE ekstern rapport 9/2020, ref. [7].

Faregraden er vurdert med utgangspunkt i grunnforhold, topografi og hydrologi i området. Konsekvens er evaluert med utgangspunkt i dagens bebyggelse, konstruksjoner og infrastruktur innenfor sonen. Risikoklassen er et produkt av faregrad og konsekvens. Det er fem risikoklasser, der 5 er høyeste nivå.

### Faresonevurdering

Tabell 4-4 viser faresoneevalueringen for sonen. Den gir en poengsum på 16 av 51, som tilsvarer faregradsklasse lav og en prosentandel på 31 % av maksimal poengsum.

Tabell 4-4: Faresonevurderinger

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke avmerket noe i NVE atlas, men kan ikke utelukke noe tidligere skredaktivitet i skråningene
Skråningshøyde [m]	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	1	2	10-19 m høy skråning
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2	2	4	OCR i CPTu varierer mellom 1 og 2, er konservativt lagt på score 2
Poretrykk, overtrykk [kPa]	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	0	0	Vurderes til hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk [kPa]	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	0	0	Vurderes til hydrostatisk
Kvikkleiremektighet [m]	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	2	4	Mektigheten er konservativt lagt større enn 3 m
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	2	2	St < 71
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	1	3	Det er stedvis noe overflateerosjon i friksjons-masser
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Bygg på peler
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Bygg på peler
<b>Sum poeng</b>							<b>16</b>	
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		31%	
		<b>Faregradsklasse</b>		<b>Lav</b>				
		Lav		0 - 17				
		Middels		18 - 25				
		Høy		26 - 51				

### Skadekonsekvensvurdering

I forbindelse med faresoneevalueringen er det gjort en egen vurdering av skadekonsekvens for skred i området. Denne fremkommer i tabell 4. Poengsummen funnet i vurderingen er 5 av 45, som tilsvarer 11 % av maksimal poengsum. Dette plasserer planområdet i skadekonsekvensklasse alvorlig.

Tabell 4-5: Skadekonsekvensvurdering

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	0	0	Ingen boliger
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	1	3	1 næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	Ingen annens bebyggelse
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	0	0	Ingen veier
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	Ingen toglinje
Kraftnett	1	Sentral	regional	Distribusjon	Lokal	0	0	Lokalt
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	liten	Ingen	1	2	Vurderes som liten
<b>Sum poeng</b>							<b>5</b>	
% av maksimal poengsum		100%	67%	33%	0%		11 %	

Faregradsklasse	Mindre alvorlig
Mindre alvorlig	0 - 6
Alvorlig	7 - 22
Meget alvorlig	23 - 45

Risikoklasse

Risiko er lik skadekonsekvens multiplisert med faregrad. Tallverdien for risiko er definert som produktet av %-tallet for skadekonsekvens og faregrad som angitt over. Det er 5 risikoklasser:

- Risikoklasse 1 omfatter soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Kvikkleiresonen får poengsummen  $31 \times 11 = 341$ . Sonen plasseres dermed i risikoklasse 2.

Oppsummering

Faregradsklasse: Lav  
Skadekonsekvens: Mindre alvorlig  
Risikoklasse: 2

## 5. Stabilitetsberegning

Det er utført stabilitetsberegninger for å vurdere om skråningsstabiliteten tilfredsstillende sine krav til sikkerhet. Tiltaket er antatt å ligge innenfor influensområdet til skråningen, men fremtidig bygg er planlagt fundamentert på peler til berg, og skal ikke forverre stabiliteten.

Krav til sikkerhet i skråningene er derfor vurdert til  $F_{cu} \geq 1,4$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

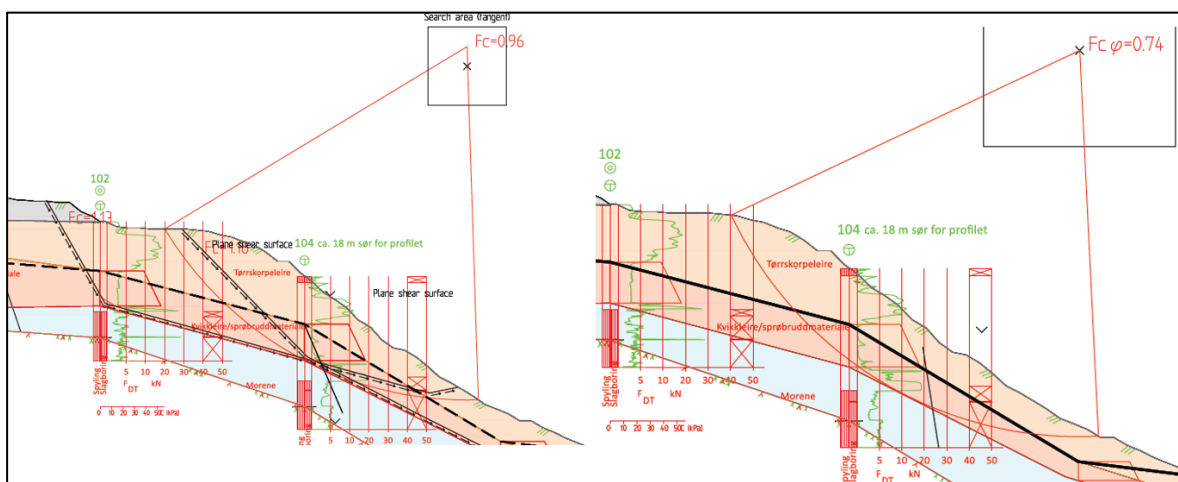
Stabilitetsberegningene, forutsetninger og parametertolkning vedrørende stabilitet kan sees i detalj i geoteknisk beregningshefte 1258-RIG-TB-01-00, ref. [8]. Stabiliteten er beregnet i et profil; snitt A-A, hhv. sørøst-nordvest over området. Det er gjort stabilitetsberegninger på kombinert udrenert- og drenert analyse samt kun drenert.

Plassering av beregningsprofilen er vist på Figur 5-1 under.



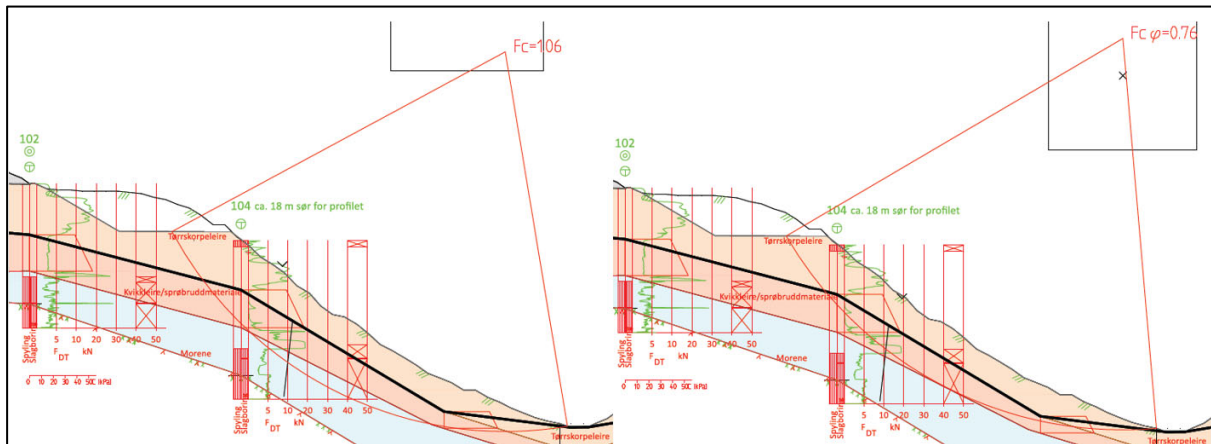
Figur 5-1: Utsnitt av borplan, som viser plasseringen av beregningsnitt B-B.

Dagens situasjon har en lav beregningsmessig sikkerhet,  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi} < 1,00$ , vist på Figur 5-2 på neste side. Vi anser at disse resultatene tilsvarer en labil skråning (Beregningsmessig sikkerhet 1,0), og at krav til prosentvis forbedring på profilet er lagt på de resultatene som foreligger.



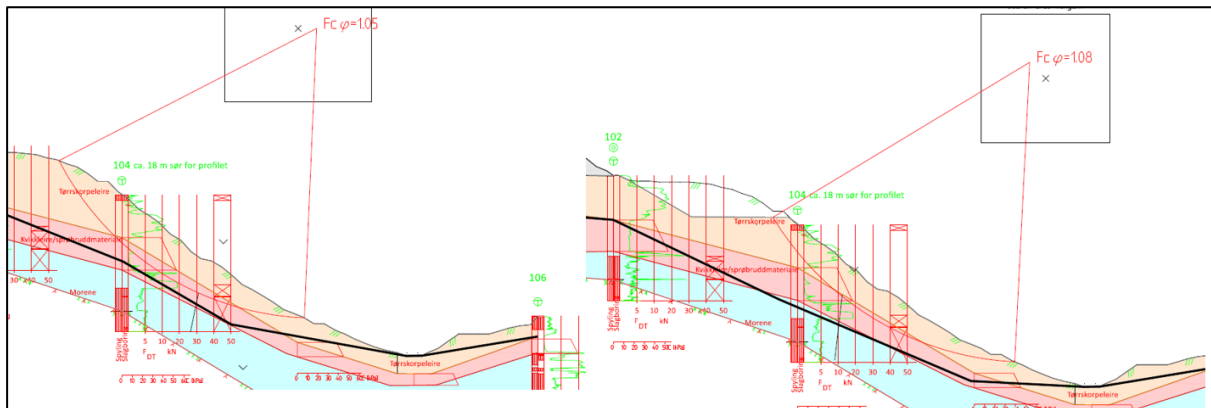
Figur 5-2: Beregning i profil A-A på dagens situasjon,  $F_c$  og  $F_\phi < 1,0$ .

Siden sikkerheten er lavere enn kravet satt i ref. [4] er det forsøkt å få prosentvis forbedring med topografisk endring. Ved å avlaste topp skråning, ved å ta bort ca. 3,3 m med masser på toppen av skråningen, fås tilstrekkelig forbedring på totalspenningsbasis, men effektivspenningsbasis endrer den beregningsmessige sikkerheten seg lite (ca. 3 %). Beregningsmessig sikkerhet på effektivspenningsbasis er et godt stykke under 1,0, men på grunn av at ytterligere avlastning eller etablering av støttestyngning ikke er aktuelt, er det valgt å ikke benytte geometrieffekter eller øke effektivspenningsparametere.



Figur 5-3: Beregning i profil A-A med topografisk endring.

Drenerte analyser styres i stor grad av hvor grunnvannet er lagt. Etter kommentar fra UKS er det utført en beregning hvor grunnvannet er lagt dypere i skråningen som en kontroll. Ved grunnvann lagt dypere oppnås en beregningsmessig sikkerhet på 1,05. Ved å senke terrenget 3 m økes sikkerheten til 1,08.

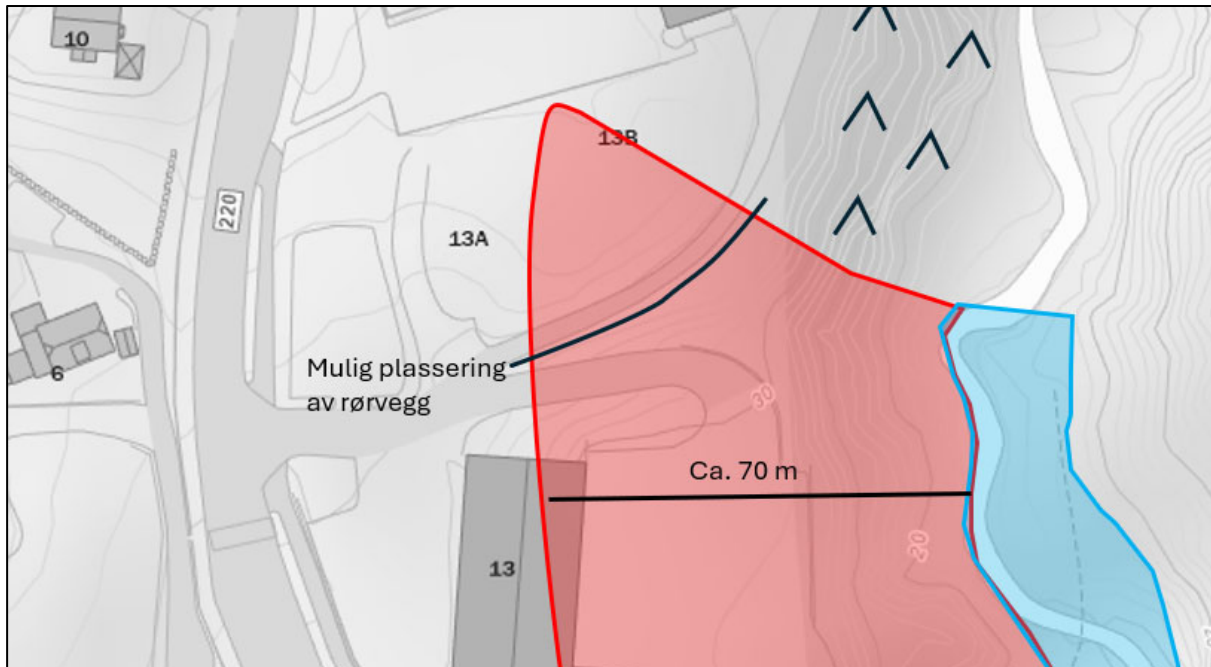


Figur 5-4: Beregning i profil A-A på dagens situasjon og med senket terreng hvor grunnvannet er satt såpass lavt at det ikke har innvirkning på glidesirkelen.,  $F\phi$  dagens situasjon, 1,05 og  $F\phi$  på avlastet situasjon 1,08.

Vi har fått opplyst om at det ikke er mulig utføre inngrep lenger ned i skråningen eller i bunn av Schultzedalen på grunn av at det er et vernet område. Ytterligere avlastning eller støttestyngning er derfor ikke videre vurdert.

Topografisk endring innenfor rammene, gir ikke tilstrekkelig prosentvis forbedring. Det må derfor utføres et mer omfattende tiltak for å sikre selve tiltaket. Et mulig tiltak er å sette opp en boret

rørvegg som hindrer eventuelle skred å nå tiltaksområdet. En tenkt plassering av et slikt tiltak er vist på Figur 5-5, under. Ut fra de dataene som foreligger, ser vi for oss at det kan etableres en boret rørvegg som settes med foten 1-2 m inn i godt berg og har tilstrekkelig rørdimensjon, slik at det ikke er behov for å forankre veggen. Løsningen må detaljprosjekteres av geoteknisk sakkyndig.



Figur 5-5: Viser mulig plassering av avskjærende rørvegg som er boret inn i berg.

Det planlagte bygget er tenkt stå på peler til berg og vil i seg selv ikke endre situasjonen negativt.

## 6. Konklusjon

Parkeringsarealene kommer i tiltakskategori K1 og fører ikke til forverring av stabiliteten. Videre er det ved befaring ikke observert erosjon som kan utløse områdeskred. Sikkerhetskrav til tiltakskategori K1 er derfor tilfredsstillt.

Ved den planlagte ambulansestasjonen er det registrert en kvikkleiresone som strekker seg ca. 70 m bakover fra bunnen av skråningen og en utløpsone som går over til motsatt side av Schultzedalen, vist på Figur 4-9 i kapittel 4.8.

Kvikkleiresonen har følgende klassifisering:

Faregradsklasse: Lav

Skadekonsekvens: Mindre alvorlig

Risikoklasse: 2

Stabilitetsberegninger viser at dagens situasjon har for lav beregningsmessig sikkerhet for utglidning. Planlagt tiltak forverrer ikke stabiliteten i seg selv. Topografiske endringer gir ikke tilfredsstillende prosentvis forbedring, og det må derfor gjøres tiltak som avskjærer eventuelle skred. Eksempelvis en rørvegg boret til berg.

Foreliggende notat må sendes til uavhengig foretak for kvalitetssikring i henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019, ref. [4]. Oppdragsgiver er ansvarlig for dette.

## 6.1. Meld inn faresone

Faresonen vil meldes inn til NVE etter utført uavhengig kvalitetssikring.

## 6.2. Videre utredning

Kvikkleiresonen er avgrenset basert på en begrenset grunnundersøkelse i nærhet til tiltaket i Dyrendalsveien 13B.

For en mer nøyaktig soneutredning og avgrensning anbefales det supplerende grunnundersøkelser i resten av sonen.

## 7. Referanser

- [1] GeoKonsept AS, «1258-RIG-R-01-01\_Datarapport,» 03.09.2024.
  - [2] 1881, «1881.no,» 2022. [Internett]. Available: <https://www.1881.no/>.
  - [3] Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: [www.geo.ngu.no/kart/losmasse](http://www.geo.ngu.no/kart/losmasse).
  - [4] NVE, «Sikkerhet mot Kvikkleireskred (NVE-Veileder 1/2019),» 2020.
  - [5] «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
  - [6] Kartverket, «hoydedata.no,» 2022. [Internett].
  - [7] NVE, «Ekstern rapport, 9/2020, "Oversiktskartlegging og kssifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse"».
  - [8] GeoKonsept AS, «1258-RIG-TB-01-00\_Stabilitetsberegninger,» 03.09.2024.
-