

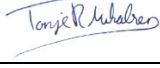
Oslo. Munkerudkleiva 25



Geoteknisk Notat

1374-RIG-N-01-01_Vurdering av områdestabilitet

Geoteknisk notat

Oslo. Munkerudkleiva 25 Entreprenør Welin & Haneborg AS v/ Helge Haneborg	Dokumentnr.: 1374-RIG-N-01-01
	Dato: 13.08.2025
	Antall sider: 2 av 23
Utarbeidet og egenkontroll utført av: Tonje Roås Mikalsen Dato: 13.08.2025	
Kontrollert av: Jonas Hjelle Dato: 13.08.2025	
Godkjent av: Tonje Roås Mikalsen Dato: 13.08.2025	

Rev. Nr.	Dato	Bakgrunn	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
01	13.08.2025	Oppdatert etter kommentarer fra UKS – enkelte mindre presiseringer og oppdatert faregradscore og faresoneavgrensning	TRM	JH	TRM
00	06.08.2025	Første utgave	TRM	JH	TRM

Sammendrag

GeoKonsept AS er engasjert av Entreprenør Welin & Haneborg AS for å utføre en vurdering av områdestabilitet i Munkerudkleiva 25 i Oslo kommune.

Tiltaksområdet ligger i en skråning med høyde ca. 12 meter og helning ca. 1:5 (h:l). Det er avdekket kvikkleire på tiltaksområdet i ca. fem meters dybde.

Det er utredet en faresone med *middels* faregrad, *alvorlig* konsekvensklasse og risikoklasse 4.

Utført stabilitetsberegning viser tilfredsstillende sikkerhet. Lokalstabilitet må opprettholdes i anleggsfasen.

Vurderinger fremgår av notatet.

Innholdsfortegnelse

1.	<i>Innledning</i>	4
2.	<i>Topografi og grunnforhold</i>	4
2.1.	Tidligere utførte grunnundersøkelser.....	6
3.	<i>Regelverk og krav</i>	8
3.1.	Myndighetskrav	8
4.	<i>Vurdering av områdestabilitet</i>	9
4.1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	10
4.2.	Avgrens områder med marin leire.....	10
4.3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	10
4.4.	Bestem tiltakskategori.....	10
4.4.1.	Sikkerhetskrav for tiltakskategori K3 og K4	10
4.5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde 12	
4.6.	Befaring	13
4.7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	13
4.8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	14
4.9.	Klassifiser faresoner	16
4.10.	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	19
4.11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	19
5.	<i>Stabilitetsberegning</i>	19
5.1.	Parametere.....	19
5.2.	Beregninger	22
6.	<i>Kontroll</i>	22
7.	<i>Konklusjon</i>	22
8.	<i>Referanser</i>	23

Tegninger

1374	- 200	Oversiktskart faresone	1:1000
	- 201	Oversiktskart profil A	1:250
	- 202	Opptegning profil A	1:200
	- 203	Stabilitetsberegning	1:300

Vedlegg

1.	Tolkning CPTu	4 sider
2.	Klassifisering faresone	1 side

1. Innledning

GeoKonsept AS er engasjert av Entreprenør Welin & Haneborg AS for å utføre en vurdering av områdestabilitet iht. NVE Veileder 1/2019 i forbindelse med oppføring av to tomannsboliger i Munkerudkleiva 25 i Oslo kommune (gnr./bnr. 159/10).

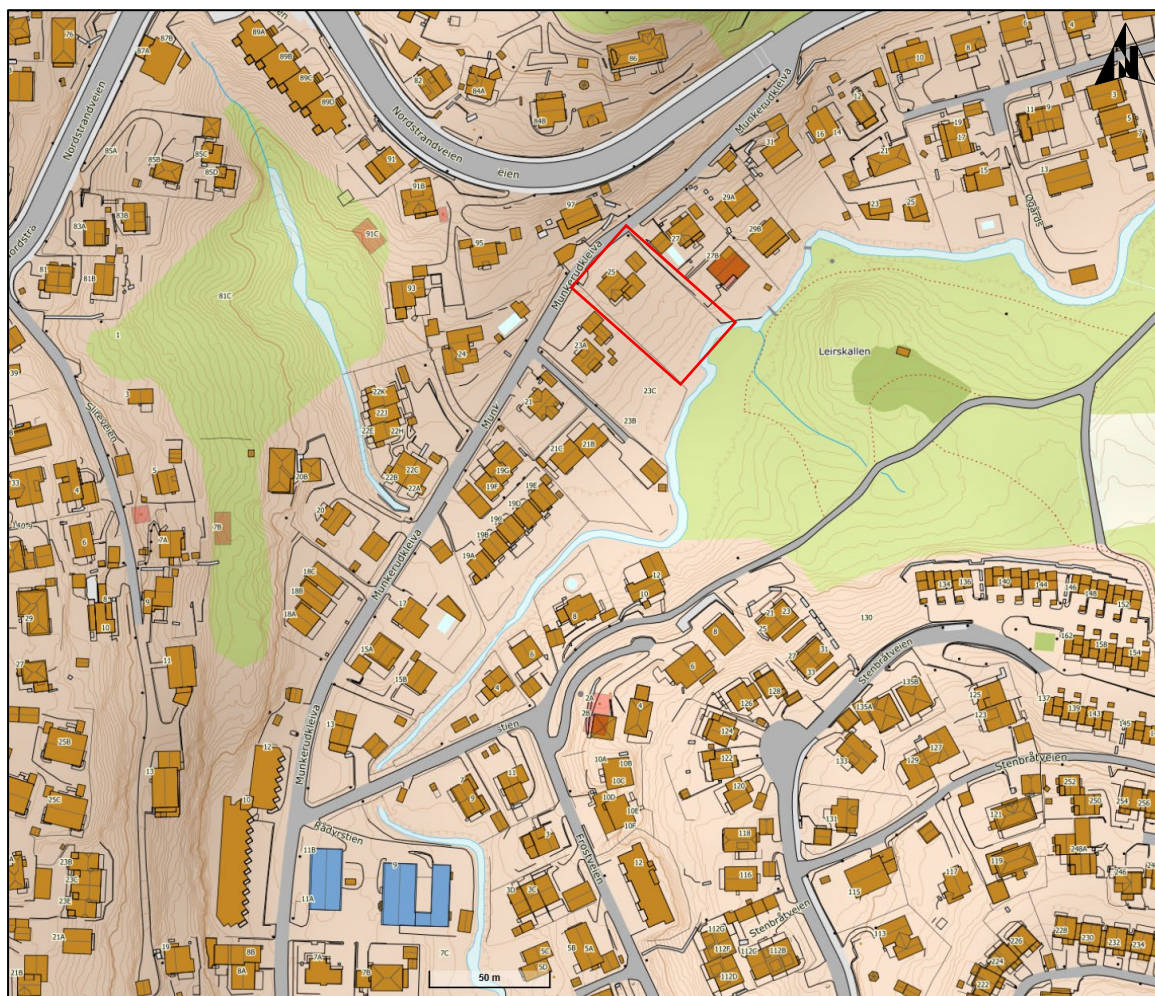
Kontaktperson for oppdraget er Helge Haneborg.

Notatet inneholder ikke geoteknisk prosjektering.

Vurderinger vedrørende områdestabiliteten fremgår av notatet.

2. Topografi og grunnforhold

Tiltaksområdet ligger på Nordstrand i Oslo, på nordsiden av Ljanselva. Området er hovedsakelig bestående av småhusbebyggelse. På nordsiden av Munkerudkleiva er det berg i dagen. Terrenget faller ned mot Ljanselva, og kotehøyden på tiltaksområdet faller fra ca. +98 til +86. Det aktuelle området er vist i Figur 2-1.



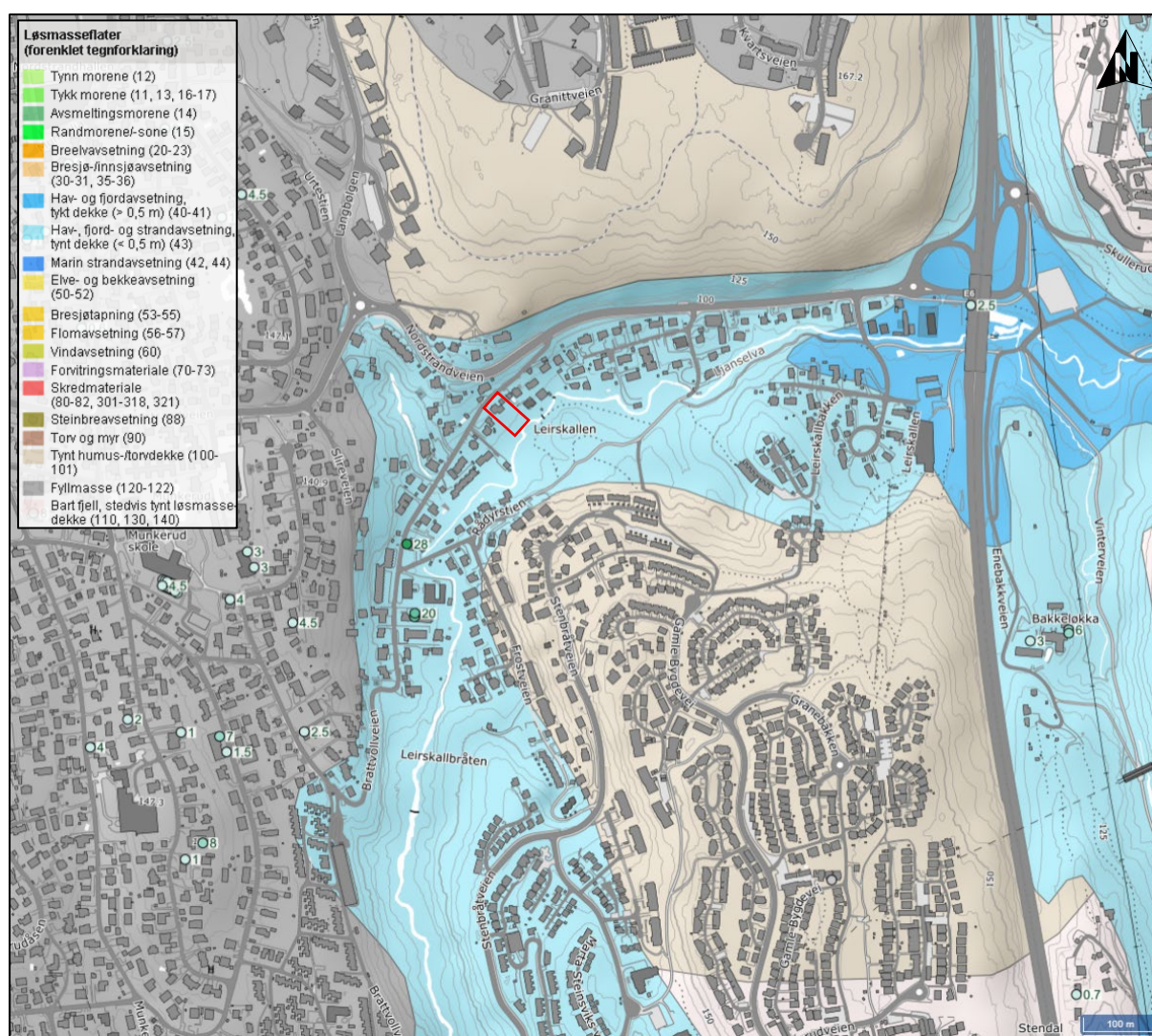
Figur 2-1 Oversiktskart av tiltaksområdet markert med rødt, ref. [1].

NGUs løsmassekart, ref. [2], viser til «Hav- fjord- og strandavsetning, tynt dekke» på tiltaksområdet, vist i Figur 2-2. Ellers i området er det kartlagt «Tynt humus-/torvdekke», «Hav- og fjordavsetning, tykt dekke», «Bart fjell» og «Fyllmasse». By- og tettbebygde områder er ofte markert som fyllmasse fordi «Løsmasser er tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet» og forteller ingenting om underliggende masser.

Grønne punkter viser dybde til berg fra grunnvannsbrønner, ref. [3].

NGUs berggrunnskart, ref. [4], viser til gneis som hovedbergart i området.

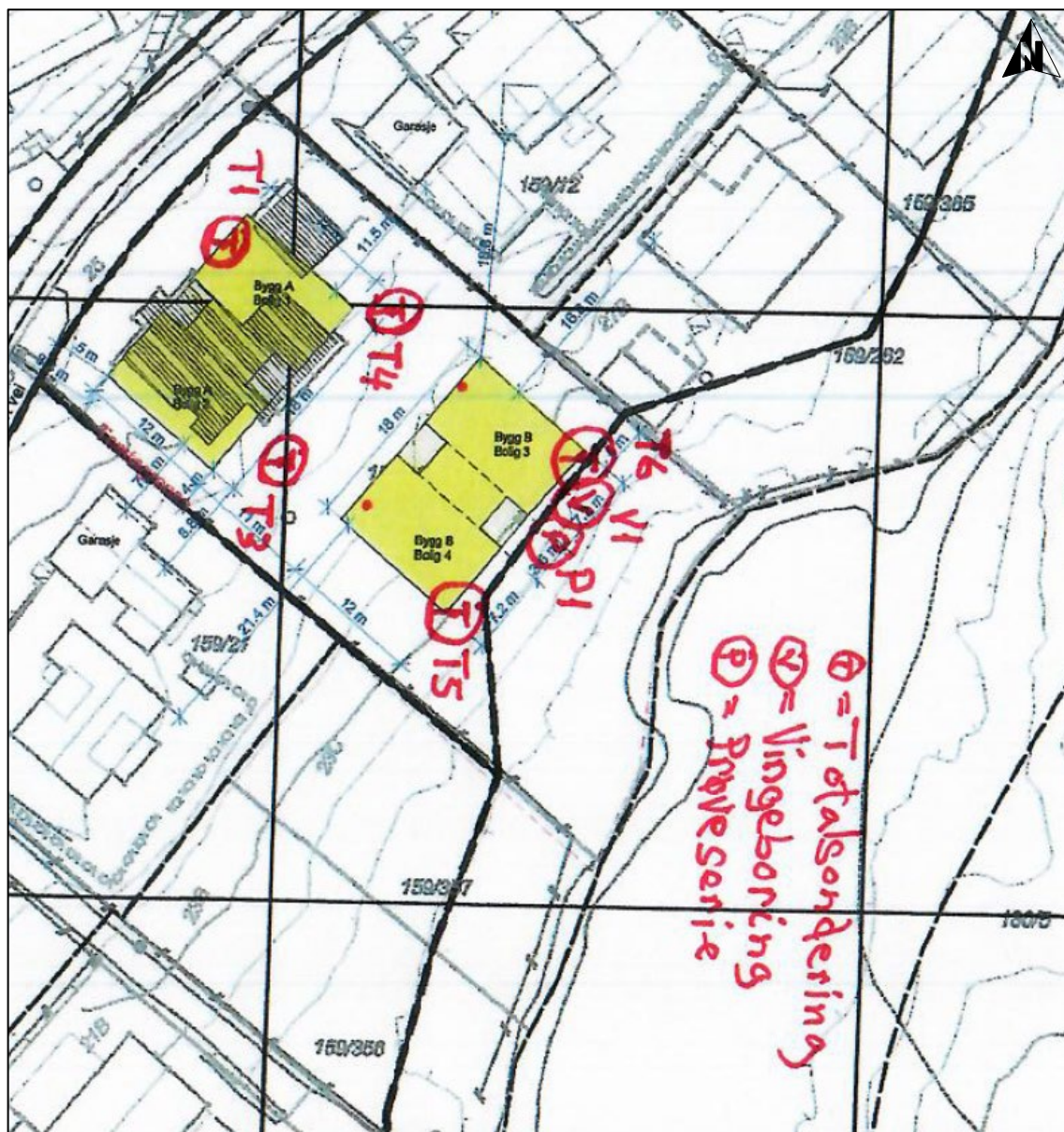
Det kvartærgeologiske kartet viser kun løsmasser i overflaten, det kan derfor befinne seg andre sedimenter under. Løsmassegrensene er ikke nødvendigvis eksakte.



Figur 2-2 Kvartærgeologisk kart, fra NGU, ref. [2]. Tiltaksområdet er markert med rødt.

2.1. Tidligere utførte grunnundersøkelser

I februar 2025 ble det utført en grunnundersøkelse på tiltaksområdet i regi av Stokkebø Competanse AS, ref. [5]. Det ble utført fem totalsonderinger, opptak av prøvemateriale i ett borpunkt og en vingeborring. Generelt viser sonderingene middels høy, stedvis konstant eller avtagende, bormotstand. I opptatt prøvemateriale er det påvist kvikkleire i sju meters dybde i borpunkt T5. Basert på sonderinger kan det trolig være kvikk- eller sprøbruddeleire fra ca. fem meters dybde i nevnte borpunkt. Bergdybden varierer fra 4,5 meter under terreng nord på tiltaksområdet, til 23 meter under terreng sørøst på tiltaksområdet. Utklipp fra borplan er vist i Figur 2-3.



Figur 2-3 Utklipp fra utarbeidet borplan av Stokkebø Competanse AS, ref. [5].

I juni 2025 ble det utført en grunnundersøkelse i Munkerudkleiva 23, nabotomten mot vest, i regi av GeoKonsept AS, ref. [6]. Det ble utført tre totalsonderinger, to trykksonderinger (CPTu), opptak av prøvemateriale i to borpunkter, samt installert ett piezometer, se Figur 2-4 for utklipp fra borplan.

Piezometer var i utgangspunktet tiltenkt å stå med spiss ved berg på ca. kote +82 for å kartlegge ev. poreovertrykk, men ble under utførelsen plassert noe høyere.

Sonderingene har middels høy, stedvis konstant og/eller avtagende, bormotstand. Det er påvist sprøbruddleire i fem meters dybde, og kvikkleire i seks meters dybde i borpunkt 103. Det er ikke påvist kvikk- eller sprøbruddleire i borpunkt 101 eller 102. Berg er påtruffet mellom 7,5 og 22,4 meter under terreng. Bergdybden øker mot sørøst, mot bunn av skråningen.



Figur 2-4 Utklipp fra borplan, ref. [6].

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
- NS-EN 1997-2:2007+Na:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver.

Håndbøker og veiledninger:

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

4. Vurdering av områdestabilitet

NVEs kvikkleireveileder, ref. [7], 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 sprøbruddleire 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. 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, ref. [7].

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Steg	Aktivitet	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.	Det er ikke kartlagte faresoner i nærheten av tiltaksområdet.
2	Avgrens områder med mulig marin leire.	Det er påvist kvikkleire på tiltaksområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Tiltaksområdet kan være utsatt for områdeskred.
4	Bestem tiltakskategori.	K4 – to tomannsboliger.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde.	Det er valgt ut ett kritisk snitt.
6	Befaring.	Utført 31.07.2025.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser.	Tidligere utført for prosjektet, samt for Munkerudkleiva 23.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder.	Retrogressivt skred.
9	Klassifiser faresoner.	Middels faregrad, alvorlig konsekvensklasse, risikoklasse 4.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.	Stabilitetsberegning viser tilfredsstillende sikkerhet.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser.	Utføres etter utført uavhengig kvalitetssikring.

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

4.1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

Det er ikke kartlagte faresoner i nærheten av tiltaksområdet, ref. [8].

4.2. Avgrens områder med marin leire

Det er marin leire i området, og det er påvist kvikkleire på tiltaksområdet.

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

Tiltaksområdet ligger i en skråning som har helning mot sørøst. Høydeforskjellen er ca. 12 meter, og skråningen har skråningshelning 1:5 (h:l). Tiltaksområdet kan således være utsatt for områdeskred.

4.4. Bestem tiltakskategori

Valg av tiltakskategori bestemmes av Tabell 4-2, ref. [7], og er vist under.

Tiltaket innebærer oppføring av to tomannsboliger. Det vurderes at tiltaket faller inn under tiltakskategori K4.

Tabell 4-2 Beskrivelse av tiltakskategori, hentet fra ref. [7].

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

4.4.1. Sikkerhetskrav for tiltakskategori K3 og K4

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K3 og K4 er gitt i avsnitt 3.3.6 i ref. [7].

Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses, og utredes for områdeskredfare. Krav til utredning gjelder også dersom tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som tiltakskategori K1.

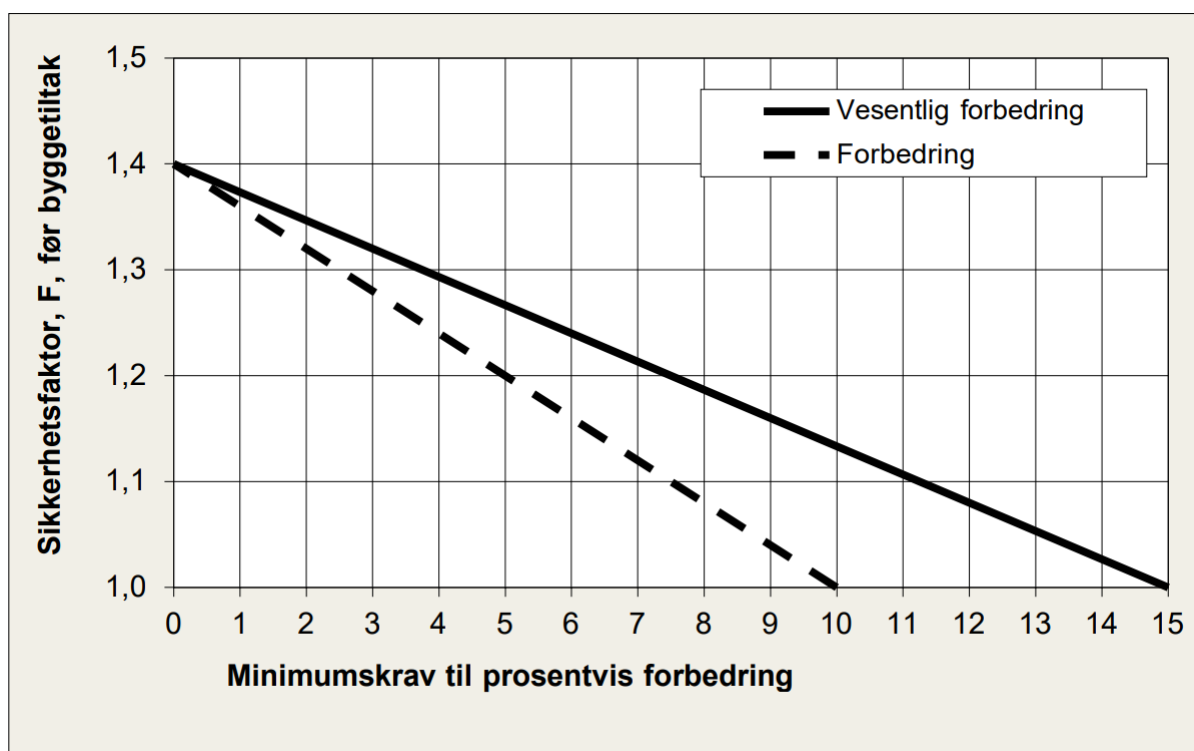
Hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten, kreves det en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 4-3 og Figur 4-1.

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.

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_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 4-3 og Figur 4-1.

Tabell 4-3 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor.

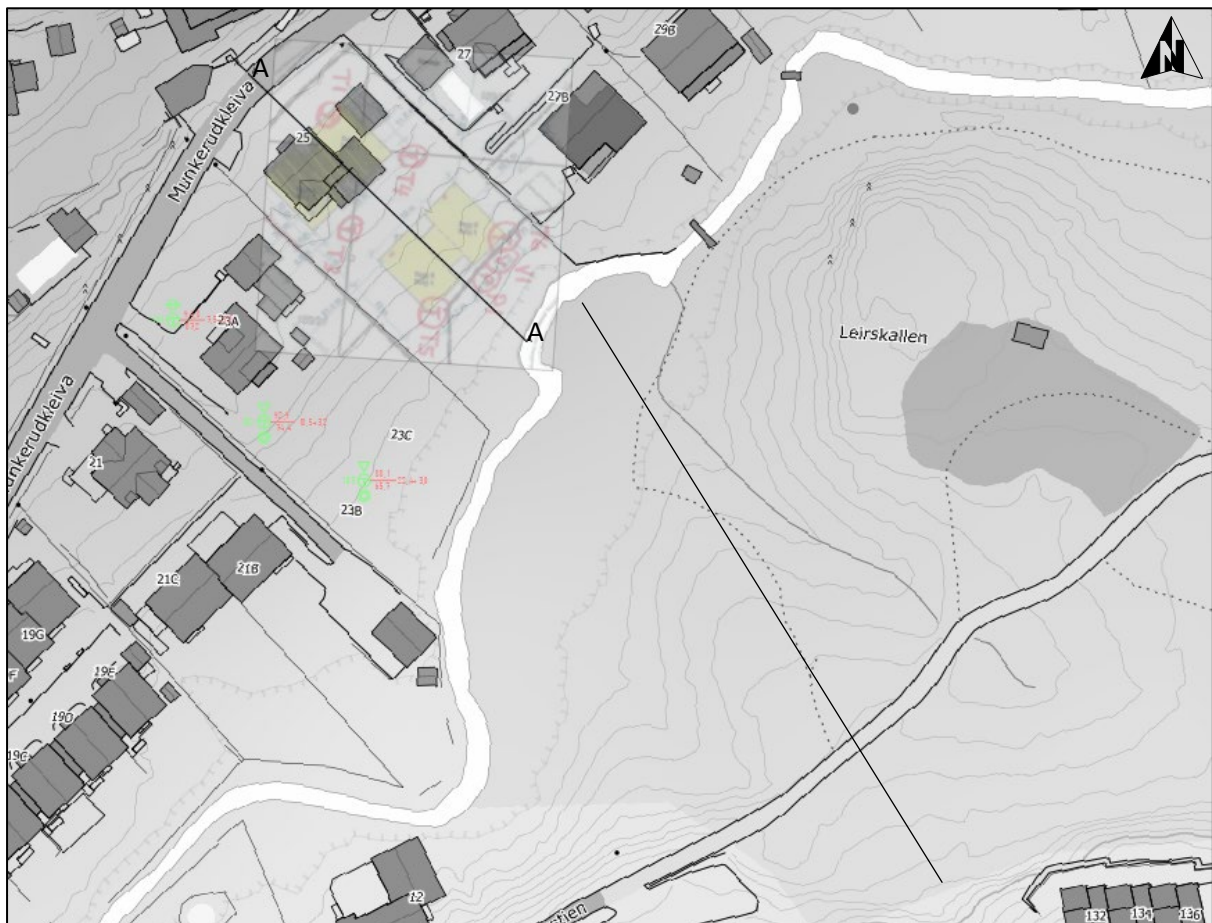
Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 4-1 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor.

Terrenget på tiltaksområdet faller fra nordvest mot sørøst. Skråningen er relativt lik over tiltaksområdet, samt naboeiendommene. På toppen av skråningen er det berg i dagen, i bunn ligger Ljanselva. Figur 4-2 viser utklipp fra oversiktskart som viser profil A og utførte grunnundersøkelser. Profil A er brukt til å beregne stabiliteten i skråningen. Dette er nærmere vurdert i kap. 4.10 og kap. 5.

Tiltaksområdet kan ligge i et mulig utløpsområde fra sørøst, på andre siden av Ljanselva. Det er utført en overslagsberegning, med konservative verdier, for denne skråningen. Resultatene fra beregningen viser tilfredsstillende robusthet, med sikkerhetsfaktor $F_{Cu} > 1,20$ og $F_{\phi} > 1,25$ på hhv. totalspenningsbasis og effektivspenningsbasis. Det vurderes ikke som nødvendig å utrede dette nærmere.



Figur 4-2 Utklipp fra oversiktskart som viser profil A, utførte grunnundersøkelser, samt beregnet profil på sørøstsiden av Ljanselva.

4.6. Befaring

Det ble den 31.07.2025 utført en befaring på tiltaksområdet av geotekniker Tonje Roås Mikalsen. Det ble gjort en avlesning av poretrykksmåler i Munkerudkleiva 23, og kartlegging av erosjon og berg i dagen.

Tiltaksområdet består hovedsakelig av mye vegetasjon, det er noen trær, men hovedsakelig høyt gress og annen småvegetasjon.

Ljanselva renner fra øst mot vest, og har en dybde på ca. 0,5 meter. På befaringstidspunktet var det lav vannstand. Det er mindre områder hvor elven har erodert litt i skråningene, dette klassifiseres som «litt» erosjon iht. NVE Ekstern Rapport 9/2020, ref. [9]. Elvesidene har lav høyde, og det er ikke avdekket kvikkleire i denne dybden.

Enkelte bilder tatt på befaring er vist i Figur 4-3.



Figur 4-3 Bilder tatt på befaring 31.07.2025.

4.7. Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i regi av Stokkebø Competanse AS, ref. [5], og GeoKonsept AS, ref. [6].

Resultater fra utførte grunnundersøkelser er tidligere beskrevet i kap. 2.1. Det er avdekket kvikkleire fra fem meter under terreng i borpunkt 103 i Munkerudkleiva 23. Det vurderes at dette også gjelder for Munkerudkleiva 25.

31.07.2025 ble poretrykksmåleren i Munkerudkleiva 23 målt. Poretrykksmåleren hadde en stighøyde 3,2 meter under terreng, dette tilsvarer kote +91,6.

4.8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

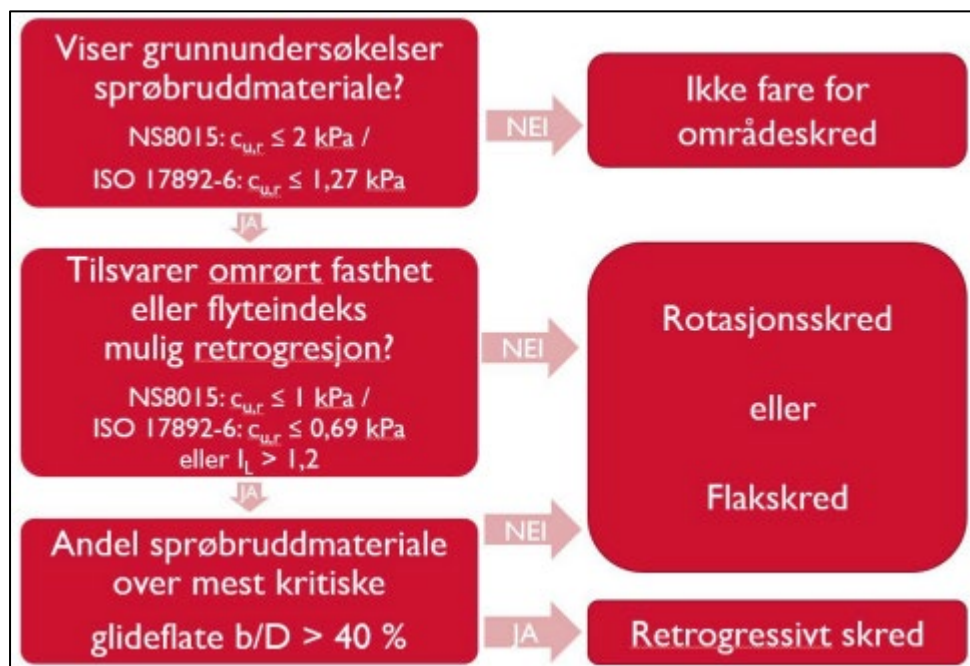
Det er avdekket kvikkleire i ca. fem meters dybde under terreng. Aktuell skredmekanisme vurderes som retrogressiv med et b/D – forhold på ca. 44 %, iht. Figur 4-4. b/D – forholdet er tegnet opp i Figur 4-5. b/D - forholdet er vurdert basert på 1:15-linja med start 0,25H under skråningsbunn.

Avgrensningen av løsne- og utløpssoner er basert på utførte boringer, berg i dagen, samt topografi. Faresonen er sideveis avgrenset mot syd, der hvor bekken som renner sydover ned fra Nordstrandveien, som danner et naturlig lavbrekk i området. Mot nord-øst er sonen avsluttet der hvor elveskråningen flates ut og det er berg i dagen i skråning bak Ødegårdsveien 14 – 16.

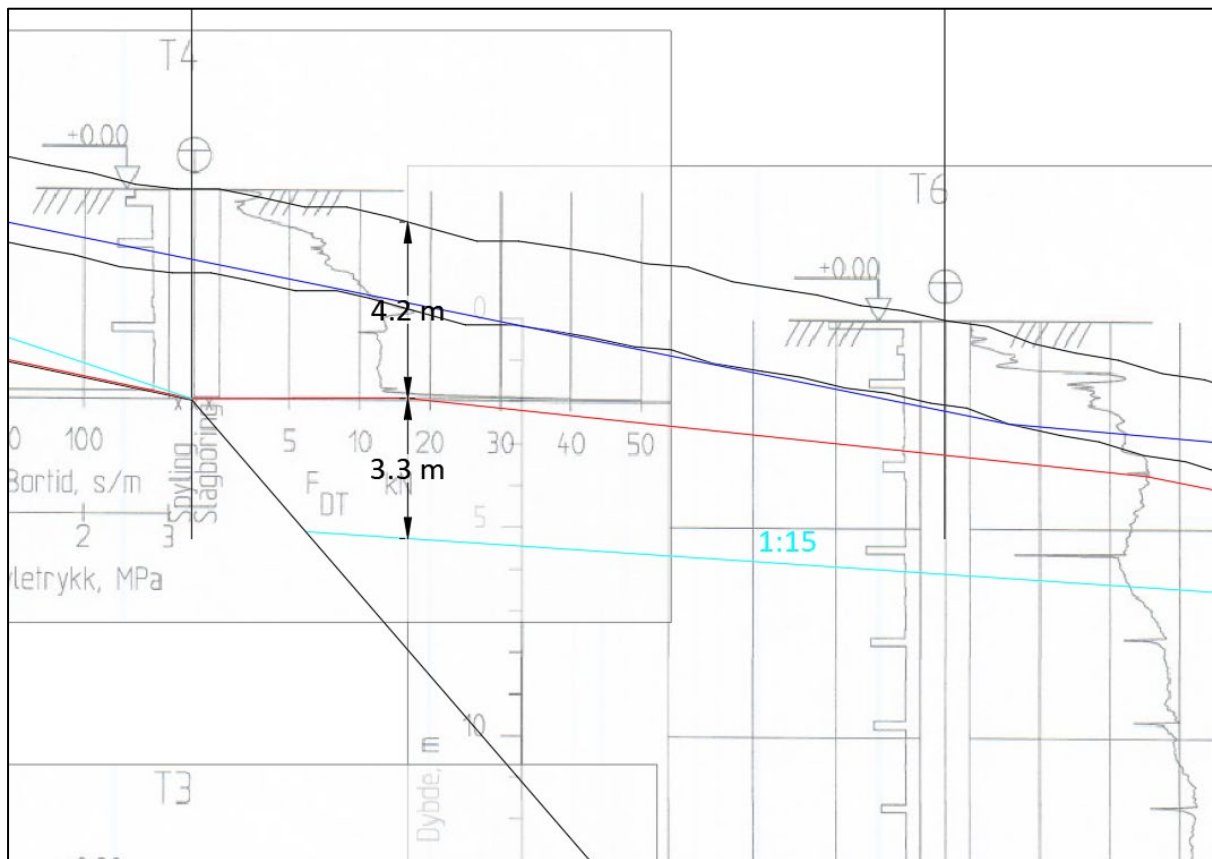
Siden tiltaket ligger i den delen av sonen med størst skråningshøyde, og brattest topografi, samt at det er kartlagt berg i dagen på lavere kotehøyde nord og syd i sonen, anses det at tiltaket ligger i den mest kritiske skråningen i avgrenset løsneområde. Det er derfor vurdert til at det er liten sannsynlighet for sideveis utbredelse, altså at et skred starter i andre deler av sonen, og når tiltaket.

Utløpssonen er utredet iht. NVE Veileder 1/2019, kap. 4.6. I utgangspunktet vurderes området som «kanalisert terreng», men siden Ljanselva relativt liten og har slake kanter på syd-østlig bredde, vurderer vi det som at mesteparten av skredmassene vil stoppe i de flate partiene på motsatt bredde. Det vurderes derfor at utløpsområdet kan tegnes opp basert på at det er «åpent terreng». For retrogressivt skred i åpent terreng er utløpslengden 1,5 ganger lengden av løsneområdet, ref. Figur 4-6. Lengden på løsneområdet er ca. 65 meter, lengden på utløpsområdet blir dermed ca. 98 meter. Da terrenget på andre siden av Ljanselva stiger, vil ikke utløpssonen nå sin maksimale lengde ($1,5 \cdot \text{løsneområdets lengde}$). Det er tegnet inn en utløpssone som stopper ved kote +88. Denne avgrensningen er ikke modellert, da dette hovedsakelig er utmark og jevnt stigende terreng.

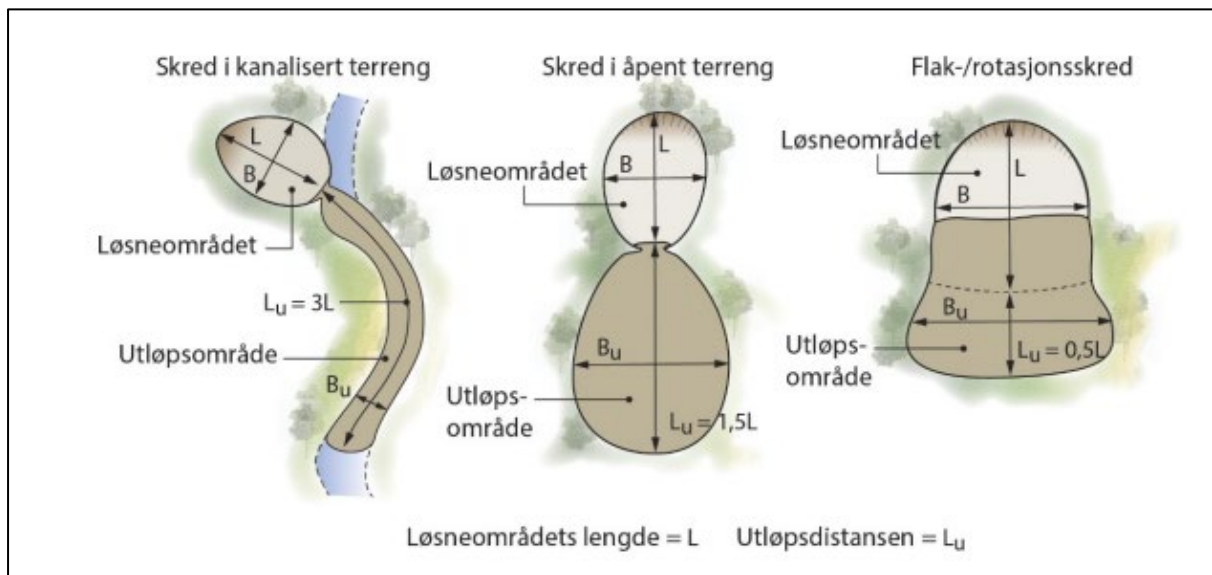
Opptegning av løsne- og utløpsområdet er vist i Figur 4-7 og tegning -200.



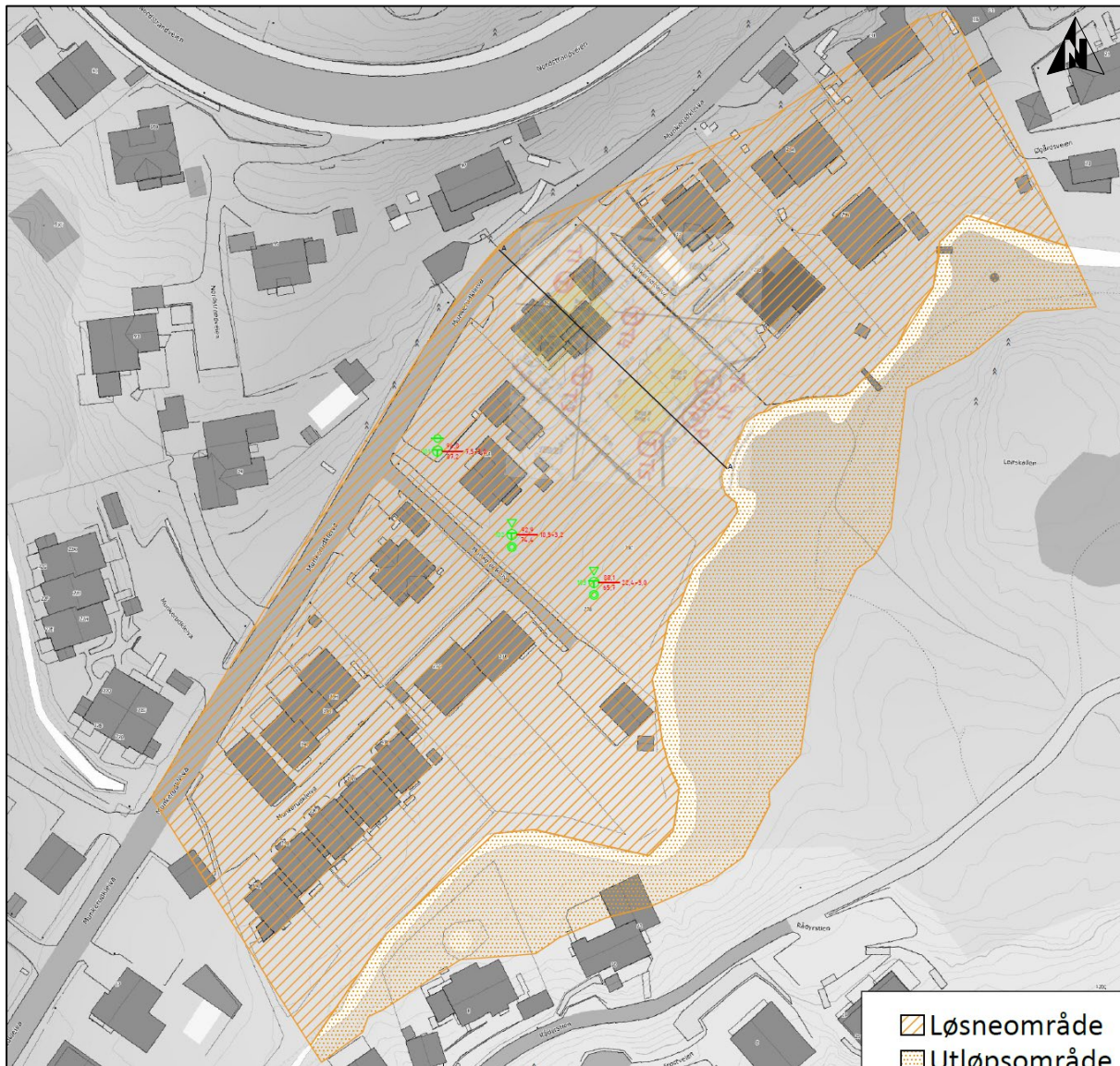
Figur 4-4 Flytskjema for vurdering av skredmekanisme, ref. [7].



Figur 4-5 Opptegnet b/D – forhold.



Figur 4-6 Utklipp fra illustrasjon som viser lengde på utløpsområde, ref. [7].



Figur 4-7 Opptegning av løsne- og utløpsområdet.

4.9. Klassifiser faresoner

Faresonen er klassifisert etter tabeller gitt i NVE Veileder 1/2019, ref. [7]. Faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse er presentert i Tabell 4-4, Tabell 4-5 og Tabell 4-6, samt vedlegg 2, sammen med en kort kommentar for hvert punkt.

Sonen er klassifisert med *middels* faregrad, *alvorlig* konsekvensklasse og risikoklasse 4.

Enkelte punkter er ytterligere beskrevet nedenfor:

- Poretrykk: i topp av skråningen viser poretrykksmåleren en stighøyde 3,2 meter under terreng, i kotehøyde +91,6. Spissen er plassert ved berg i kote +87,9. I bunn av skråningen antas det at grunnvannet ligger i nivå med Ljanselva på ca. kotehøyde +86. Det er ikke satt

ned flere poretryksmålere i forskjellige dybder, en kan derfor ikke si noe om poreover-/undertrykk. Det kan tenkes at det er noe poreundertrykk i toppen av skråningen, og noe poreovertrykk i bunnen av skråningen. Det gjøres en konservativ antagelse slik at poreovertrykk får score 1.

- Kvikkleiremektighet: det er påvist kvikkleire fra ca. 5 til 16 meter under terreng. Skråningshøyden er 12 meter. Kvikkleiremektighet får dermed score 3, > H/2.
- Sensitivitet: i prøver som inneholder sprøbruddmateriale/kvikkleire varierer sensitiviteten fra 18 – 119. Da det kun er en prøve som har sensitivitet over 100, velges score 2 med sensitivitet mellom 30 – 100.
- Erosjon: det er på befaring observert små tegn til utvasking i elvekantene. Basert på NVE Ekstern Rapport 9/2020, ref. [9], klassifiseres dette til litt erosjon. Elva er relativt liten, og det var lav vannstand på befaringstidspunktet.
- Inngrep: generelt har det vært forverring av skråningsstabiliteten over tid, dette har imidlertid pågått over lang tid, og er ikke en ny situasjon for skråningen. Basert på tilgjengelig informasjon er det ikke synlig at den totale skråningshøyden har økt, eller at skråningshelningen er vesentlig endret. De forverrende inngrepene består i hovedsak av mindre utfyllinger for eksisterende bygg. Planlagte boliger skal etableres inn i terrenget, og det anbefales at disse fundamenteres på peler til berg. Dette vurderes derfor ikke som en forverring av stabiliteten. Dersom boliger ikke fundamenteres på peler vil dette kunne føre til en liten forverring av skråningsstabiliteten. Basert på dette settes score 1 for «liten» forverring. NVE Ekstern Rapport 9/2020 sier følgende om inngrep, ref. [9].
 - *Lite inngrep*: Endring av topografien slik at skråningshøyden er økt eller redusert med mindre enn 2 m, eller at skråningshelningen er økt eller redusert med mindre enn 10 %. Dette vil kunne omfatte bekkelukking eller små utfyllinger. Likeledes vil denne kategori omfatte endring av hydrologiske forhold i skråningen, som for eksempel fjerning av vegetasjon, grøfting av myrer eller beplantning.
 - *Ingen inngrep*: Små lokale endringer eller utjevninger av terrenget, som for eksempel traktorveier, mindre planering i forbindelse med spredt boligbebyggelse etc., regnes i denne forbindelse ikke som inngrep.
- Oppdemming og flodbølge: ved et eventuelt skred vurderes det til at en oppdemming kan oversvømme mindre enn fem boliger oppstrøms. Oppdemming settes dermed til middels, og gis score 2.

Tabell 4-4 Evaluering av faregrad.

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Ingen
Skråningshøyde [m]	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	0	0	12 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2	2	4	OCR 1,2 - 2
Poretrykk, overtrykk [kPa]	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	1	3	Litt
Poretrykk, undertrykk [kPa]	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	0	0	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet [m]	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	3	6	8 m over H/2
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	2	2	18 - 119
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	1	3	Litt
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	3	Lite til ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen
Sum poeng							21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41 %	
Faregradsklasse						Middels		
Lav						0 - 17		
Middels						18 - 25		
Høy						26 - 51		

Tabell 4-5 Evaluering av skadekonsekvens.

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	3	12	Tett
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	1	3	Enkelte
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	1	2	500
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	regional	Distribusjon	Lokal	0	0	Distribusjon
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	liten	Ingen	2	4	Middels
Sum poeng							21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		47 %	
Faregradsklasse						Alvorlig		
Mindre alvorlig						0 - 6		
Alvorlig						7 - 22		
Meget alvorlig						23 - 45		

Tabell 4-6 Fastsettelse av risikoklasse.

Risiko = faregrad x skadekonsekvens = 41,0 % x 47,0 % = 1927 --> Risikoklasse 4		
Risikoklasse 1	0 - 170	
Risikoklasse 2	171 - 630	
Risikoklasse 3	631 - 1900	
Risikoklasse 4	1901 - 3200	
Risikoklasse 5	3201 - 10000	

4.10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Det er utført en stabilitetsberegning for profil A, som viser tilfredsstillende sikkerhet, dette er presentert i kap. 5.

4.11. Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Faresonen meldes inn til NVE etter utført uavhengig kvalitetssikring. Grunnundersøkelsen meldes inn til NADAG.

5. Stabilitetsberegning

Det er utført stabilitetsberegning i profil A, som beskrevet i kap. 4.5. Profil A er vist i tegning -201 og -202, stabilitetsberegningen er vist i tegning -203.

5.1. Parametere

Materialparametere er tolket og bestemt med bakgrunn i laboratorieresultater (Figur 5-1 og Figur 5-2) og CPTu-sonderinger fra utførte grunnundersøkelser. Tolkning av CPTu er vist i vedlegg 1. For løsmassetyper der karakteristiske parametere på opptatte prøver ikke foreligger, benyttes erfaringsverdier med bakgrunn i Håndbok V220, figur 2.21, ref. [10].

Tørrskorpeleire

Tyngdetetthet: $19,0 \text{ kN/m}^3$

Friksjonsvinkel: 30°

Attraksjon: 0 kN/m^2

Leire, siltig

Tyngdetetthet: 19 kN/m^3

Friksjonsvinkel: 23°

Attraksjon: $4,7 \text{ kN/m}^2$

Udrenert skjærfasthet: basert på laboratorieundersøkelser og CPTu, og er vist i Figur 5-1 og Figur 5-2, samt vedlegg 1.

ADP: $1 - 0,63 - 0,35$

Kvikkleire

Tyngdetetthet: 18 kN/m^3

Friksjonsvinkel: 20°

Attraksjon: $5,5 \text{ kN/m}^2$

Udrenert skjærfasthet: basert på laboratorieundersøkelser og CPTu, og er vist i Figur 5-1 og Figur 5-2, samt vedlegg 1.

ADP: $1 - 0,63 - 0,35$

Klassifisering	Dybde	Vanninnhold	Konus			Enaks		Tyngdetetthet	Plastisitet		Glødelap
			Uforstyrret	Omørt	Sensitivitet	Skjærstyrke	Tøyning		Plastisitetsgrense	Konusflytegrense	
	z m	w %	c _{ufc} kN/m ²	c _{urfc} kN/m ²	S _t	c _{uuc} kN/m ²	ε %		w _p %	w _l %	Ogl %
LEIRE	3.1	31	103.74	19.77	5						
	3.2	31.6				41.9	3.9	19.1			
	3.3										
KVIKKLEIRE	3.4	30.6				69.2	8.4	19.6			
	3.5	32.3	18.57	4.13	4						
	7.2	34.4	13.58	0.29	46						
	7.4										
	7.5	33.4				27.7	5.6	19.1			
LEIRE	7.6	33.5				27.3	5.1	19			
	7.7	34.9	16.01	0.14	119						
	10.2	32.3	25.93	0.41	63						
	10.3	32.9				26.3	10	19.2			
	10.4	31.6				39.9	9.3	19.3			
LEIRE	10.7	31.5	27.93	0.34	82						
	13.1	36	16.97	0.88	18						
	13.4	36				37.3	5.7	18.9			
LEIRE	13.7	34	21.79	0.81	27						
	16.1	35.8	22.54	2.31	10						
	16.3	34.7				37.9	8.2	18.8			
	16.4										
	16.5	35.2				52.4	9.2	18.7			
	16.7	35.3	34.05	2.9	12						

Figur 5-1 Utklipp fra utført laboratorieundersøkelse i Munkerudkleiva 25, ref. [5].

Borpunkt:	102	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gjeldetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitet -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Umrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z	w	ρ	ρ _s	Org.	w _p	w _l	I _p	e _f	C _{uuc}	C _{ufc}	C _{ufc}			
		[m]	[%]	[g/cm³]	[g/cm³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]	S _r			
LEIRE, siltig	5,0-6,0	5,20	36,0										31,4	3,76	8	
enk. skjellrester		5,40	33,6	1,91							7	38,1				
		5,60	34,4										31,4	5,93	5	
		-														
LEIRE, siltig	7,0-8,0	7,20	41,4										21,8	2,65	8	
enk. skjellrester		7,40	41,7	1,83							3	37,5				
		7,60	41,0										18,6	2,83	7	
		-														

Borpunkt:	103	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gjeldetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitet's -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Umrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	ρ [g/cm ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	e _f [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	S _r		
TØRRSKORPELEIRE, siltig enk. rothår		1,0-2,0	-													
			-													
			-													
LEIRE, siltig enk. forvitningsflekker, spor av organisk		2,0-3,0	-													
			-													
			-													
LEIRE, siltig enk. skjellrester		4,0-5,0	4,20	38,3								25,9	2,65	10		
			4,40	40,9	1,85					5	32,0					
			4,60	39,8			24,7	39,4	14,7			16,0	1,44	11		
LEIRE, siltig spor av organisk		5,0-6,0	-													
			5,20	34,8								9,7	0,54	18		
			5,40	34,1	1,91					12	12,0					
KVIKKLEIRE, siltig delvis forstyrret		6,0-7,0	5,60	33,8								9,7	0,37	26		
			-													
			6,20	35,4									6,5	0,16	41	
KVIKKLEIRE, siltig forstyrret		7,0-8,0	6,40	36,4	1,79					8	8,7					
			6,60	38,7								7,9	0,13	60		
			-													
			7,20	38,4									0,12			
			7,40	36,1	1,80											
			7,60	35,6			22,4	28,8	6,4				0,24			
			-													

Figur 5-2 Utklipp fra utført laboratorieundersøkelse i Munkerudkleiva 23, ref. [6].

Poretrykk

Det er installert en poretrykksmåler i Munkerudkleiva 23. Poretrykksmåleren står ved kotehøyde +94,8. 31.07.2025 ble vannstand i poretrykksmåleren målt til 3,2 meter under terreng, dette tilsvarer kote +91,6.

5.2. Beregninger

Utført stabilitetsberegning i profil A viser tilfredsstillende sikkerhet, for dagens situasjon. For totalspenningsanalyse er sikkerhetskravet, som presentert i kap. 4.4.1, $F_{Cu} = 1,4$, eller høyere, ved ikke forverring. Ved forverring av stabiliteten er kravet $F_{Cu} = 1,61$, eller høyere. For effektivspenningsbasis er kravet til sikkerhet $F_{\phi} = 1,25$, eller høyere.

Beregnet sikkerhetsfaktor er 1,62 på totalspenningsbasis og 1,43 på effektivspenningsbasis, dette tilfredsstiller sikkerhetskravet gitt i NVE Veileder 1/2019, ref. [7].

Under detaljprosjekteringen må lokalstabiliteten vurderes, og det må vurderes om det er nødvendig å gjennomføre nye stabilitetsberegninger for å sikre at lokalstabiliteten opprettholdes under anleggsfasen.

6. Kontroll

Da prosedyren gitt i Tabell 4-1 er fulgt til og med steg 11 er det krav om at det gjennomføres uavhengig kvalitetssikring iht. ref. [7].

7. Konklusjon

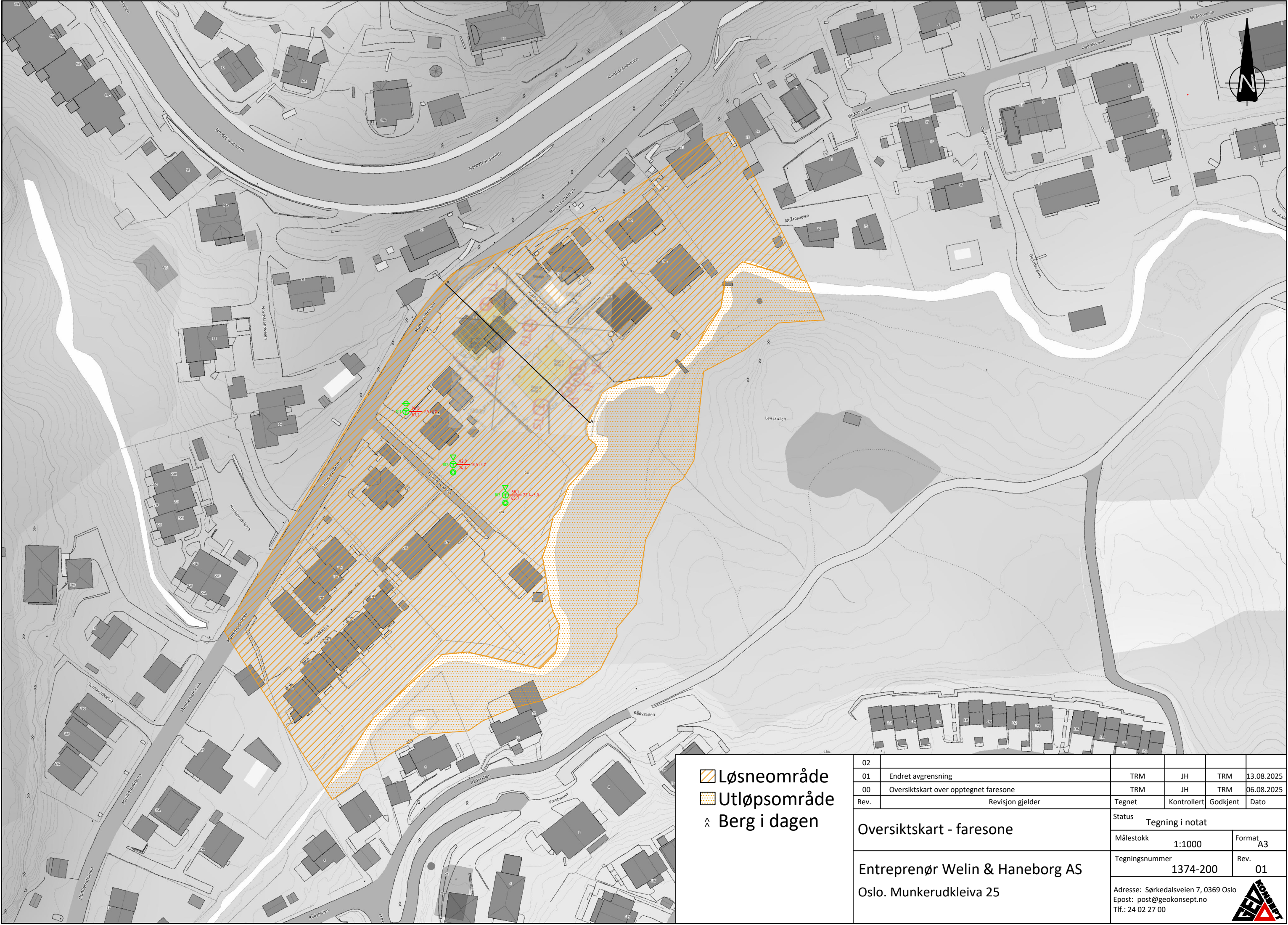
Tiltaksområdet ligger i en skråning med høyde ca. 12 meter og helning ca. 1:5. Det er avdekket kvikkleire på tiltaksområdet i ca. fem meters dybde.

Det er utredet en faresone med *middels* faregrad, *alvorlig* konsekvensklasse og risikoklasse 4.

Utført stabilitetsberegning viser tilfredsstillende sikkerhet. Lokalstabilitet må opprettholdes i anleggsfasen.

8. Referanser

- [1] Kartverket, «Norgeskart,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.norgeskart.no>.
 - [2] NGU, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: <https://www.geo.ngu.no/kart/losmasse>.
 - [3] NGU, «GRANADA,» 2023. [Internett]. Available: <https://geo.ngu.no/kart/granada>.
 - [4] NGU, «Bergrunnskart,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.geo.ngu.no/kart/berggrunn>.
 - [5] Stokkebø Competanse AS, «Notat 01. Boliger; Munkerudkleiva 25, Oslo - Oslo kommune. PRO Geoteknikk - beskrivelse av grunnforhold, fundamentering og stabilitet.,» 10.03.2025.
 - [6] GeoKonsept AS, «1521-RIG-R-01-00 Geoteknisk datarapport Munkerudkleiva 23,» 05.08.2025.
 - [7] NVE, «Sikkerhet mot Kvikkleireskred (NVE-Veileder 1/2019),» 2020.
 - [8] NVE, «NVE Atlas,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.atlas.nve.no>.
 - [9] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE Ekstern rapport nr. 9/2020,» 2020.
 - [10] Statens Vegvesen, Geoteknikk i vegbygging, 2018.
-



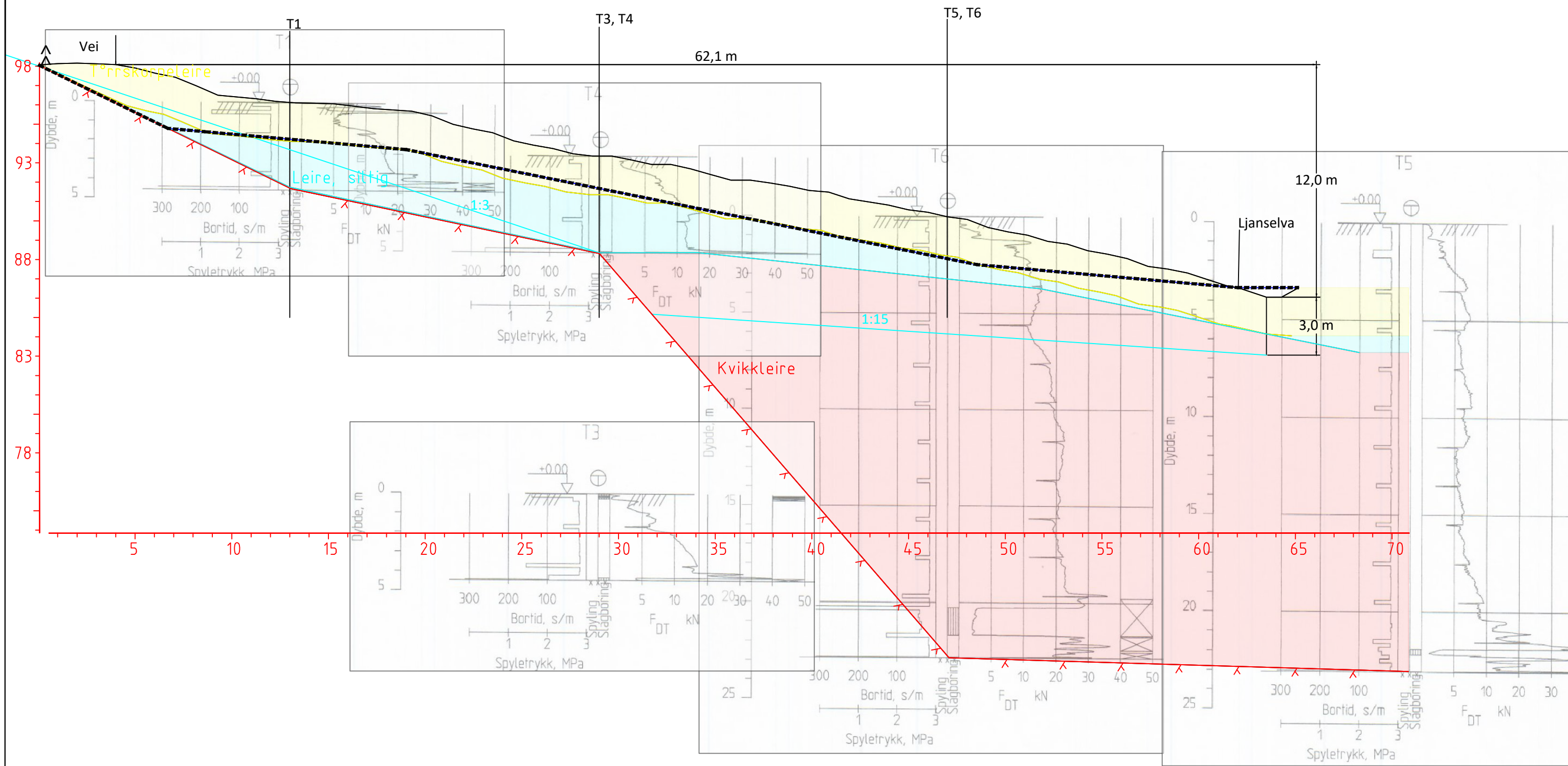
▨ Løsneområde
▤ Utløpsområde
^ Berg i dagen

02					
01	Endret avgrensning	TRM	JH	TRM	13.08.2025
00	Oversiktskart over opptegnet faresone	TRM	JH	TRM	06.08.2025
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oversiktskart - faresone		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:1000	Format	A3
		Tegningsnummer	1374-200	Rev.	01
Entreprenør Welin & Haneborg AS Oslo. Munkerudkleiva 25		Adresse: Sørkedalsveien 7, 0369 Oslo Epost: post@geokonsept.no Tlf.: 24 02 27 00			



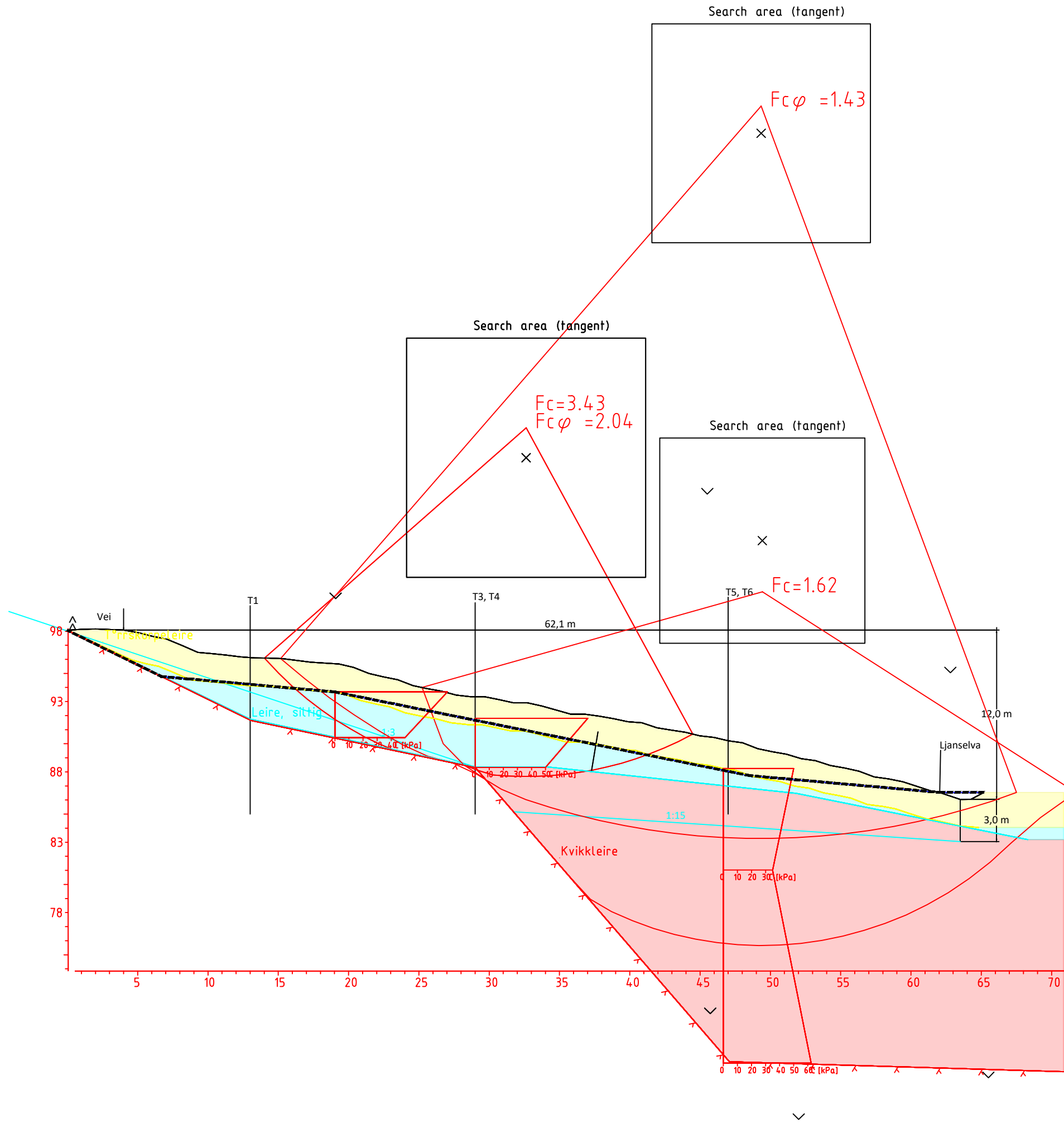
02					
01					
00	Oversiktskart over profil A	TRM	JH	TRM	01.08.2025
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oversiktskart profil A		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:250	Format	A3
		Tegningsnummer	1374-201	Rev.	00
Entreprenør Welin & Haneborg AS		Adresse: Sørkedalsveien 7, 0369 Oslo			
Oslo. Munkerudkleiva 25		Epost: post@geokonsept.no			
		Tlf.: 24 02 27 00			





02					
01					
00	Opptegning Profil A	TRM	JH	TRM	01.08.2025
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Profil A		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:200	Format	A3
		Tegningsnummer	1374-202	Rev.	00
Entreprenør Welin & Haneborg AS		Adresse: Sørkedalsveien 7, 0369 Oslo			
Oslo. Munkerudkleiva 25		Epost: post@geokonsept.no			
		Tlf.: 24 02 27 00			





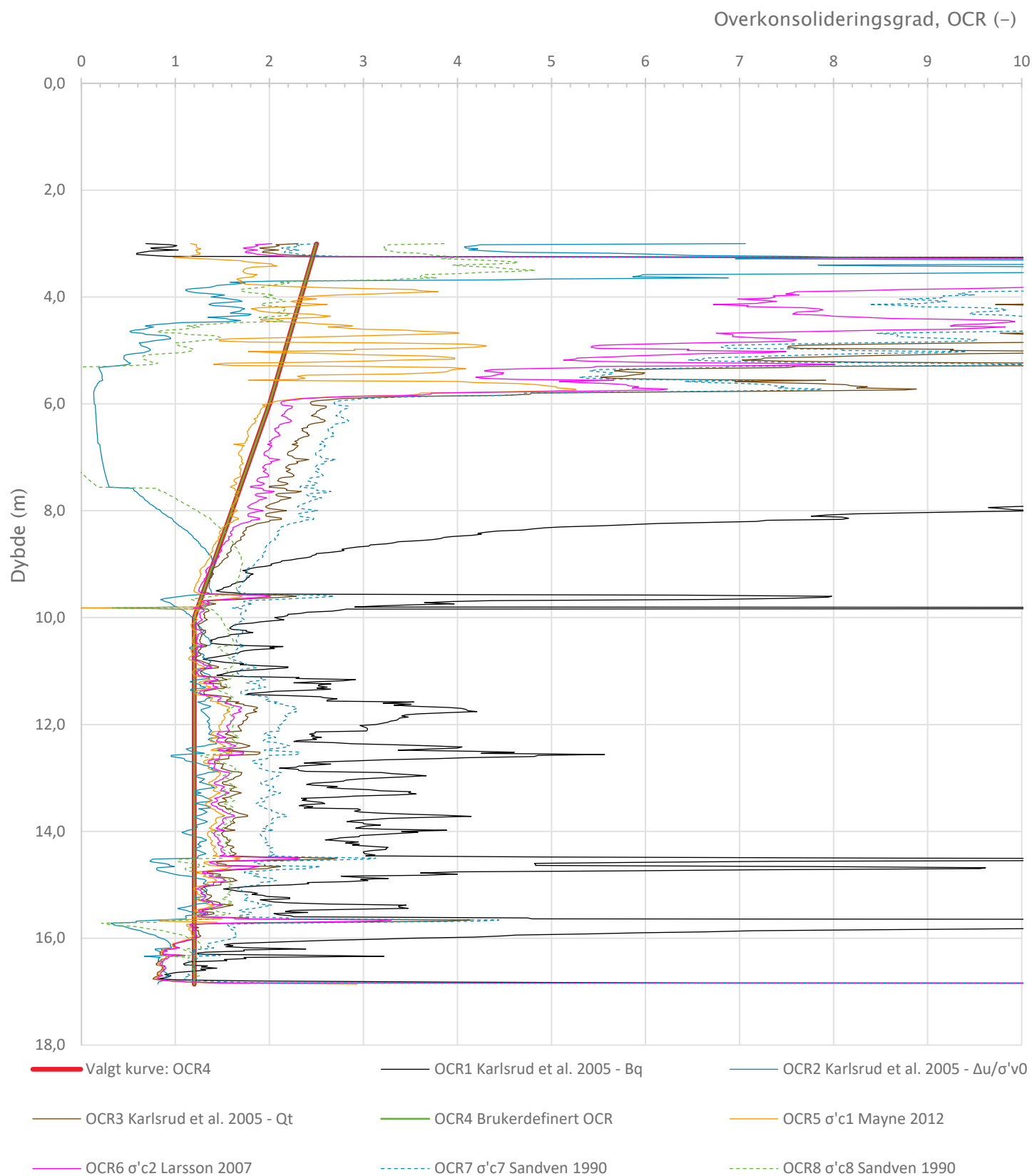
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire, siltig	19.00	9.00	23.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	18.00	8.00	20.0	2.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

02					
01					
00	Stabilitetsberegning profil A - dagens situasjon	TRM	JH	TRM	01.08.2025
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Stabilitetsberegning profil A		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:300	Format	A3
		Tegningsnummer	1374-203	Rev.	00
Entreprenør Welin & Haneborg AS		Adresse: Sørkedalsveien 7, 0369 Oslo			
Oslo. Munkerudkleiva 25		Epost: post@geokonsept.no			
		Tlf.: 24 02 27 00			



VEDLEGG 1

Tolkning CPTu



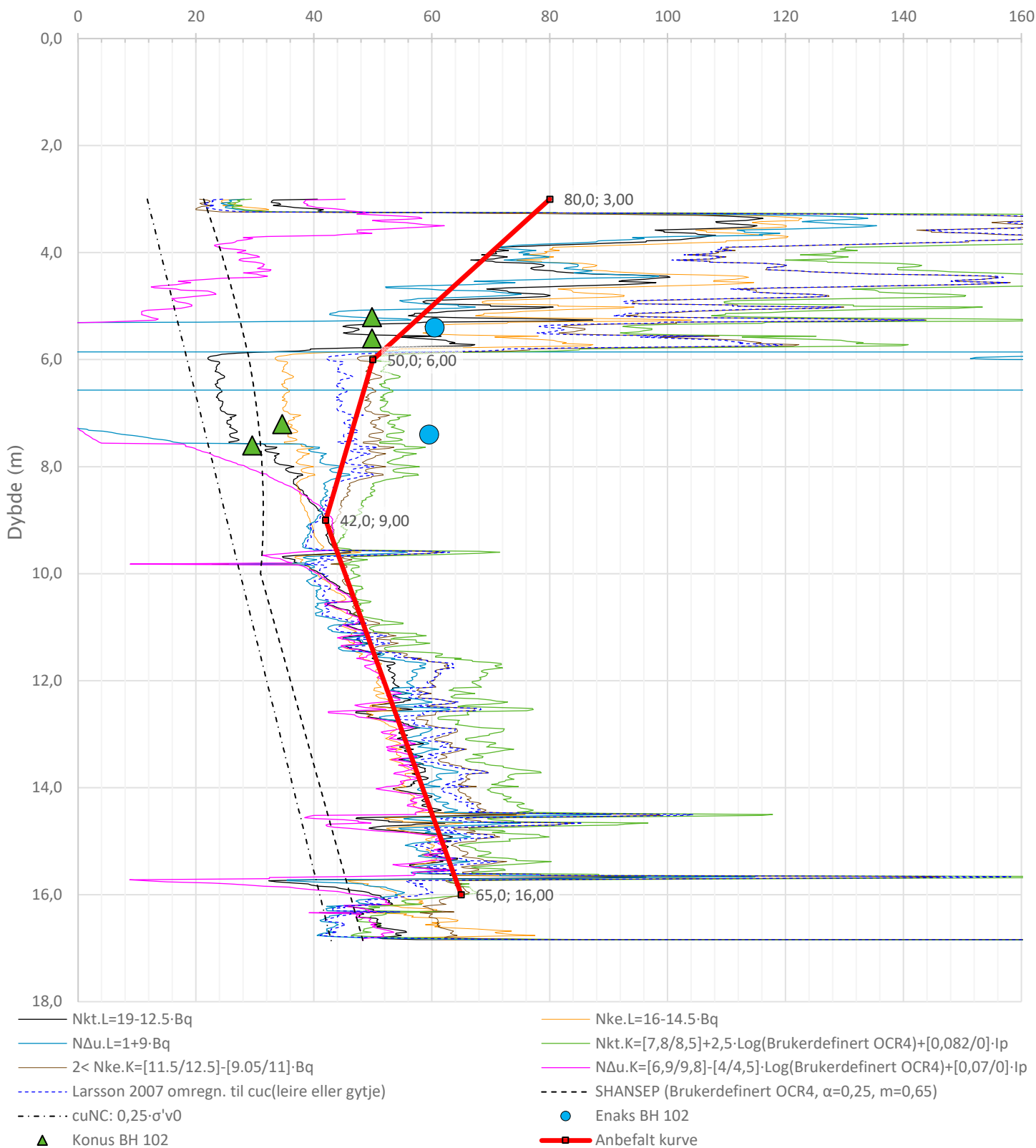
Prosjekt			Prosjektnummer: 1521		Borhull
Oslo. Munkerudkleiva 23					102
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					5222
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	LS	LEH	LS	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	26.06.2025	Rev. dato	8	

Anisotropiforhold i figur:

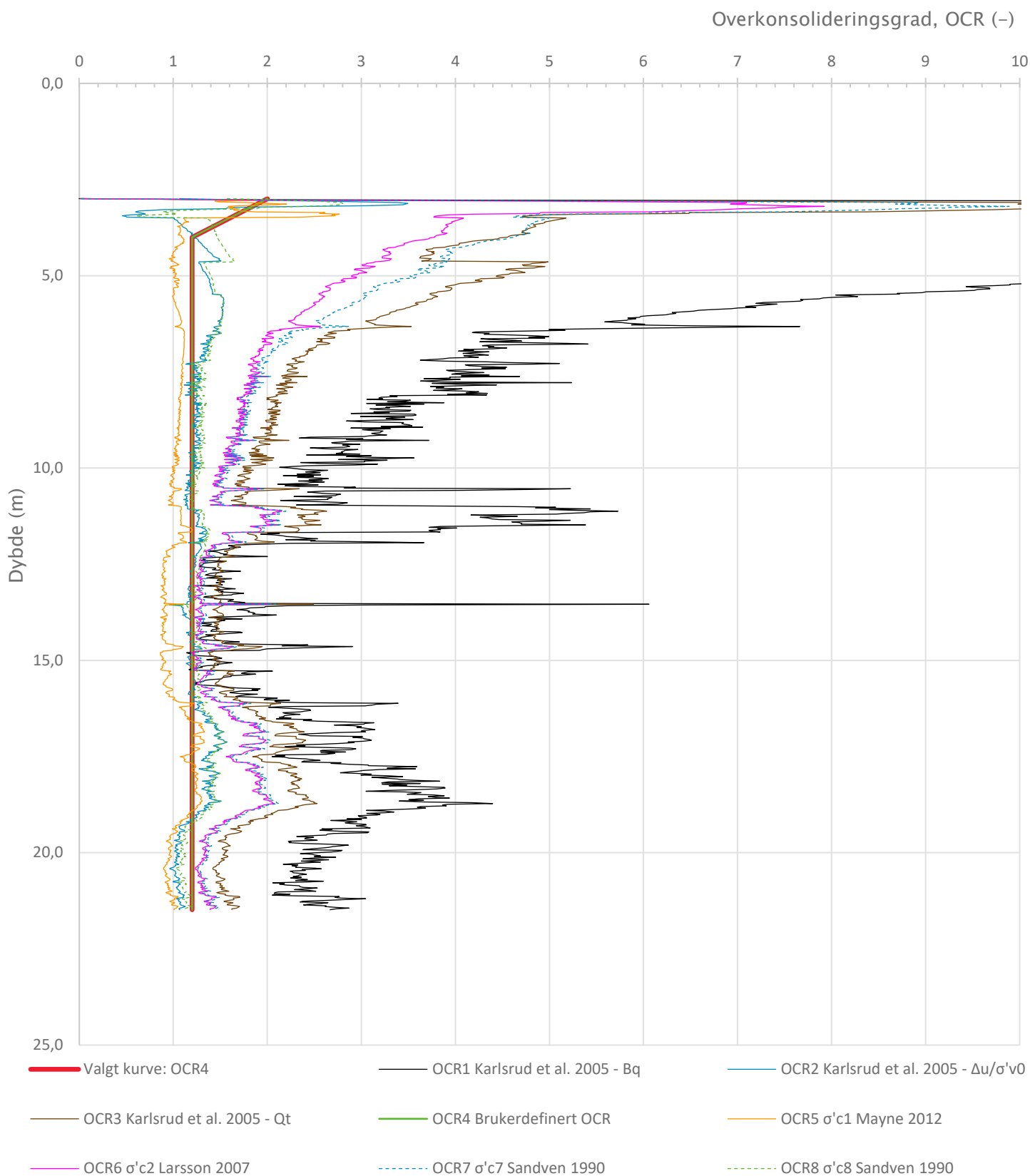
Enaks BH 102: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 102: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 1521		Borhull
Oslo. Munkerudkleiva 23				102
Innhold		Sondenummer		5222
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	LS	LEH	LS	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	26.06.2025	Rev. dato	
				5



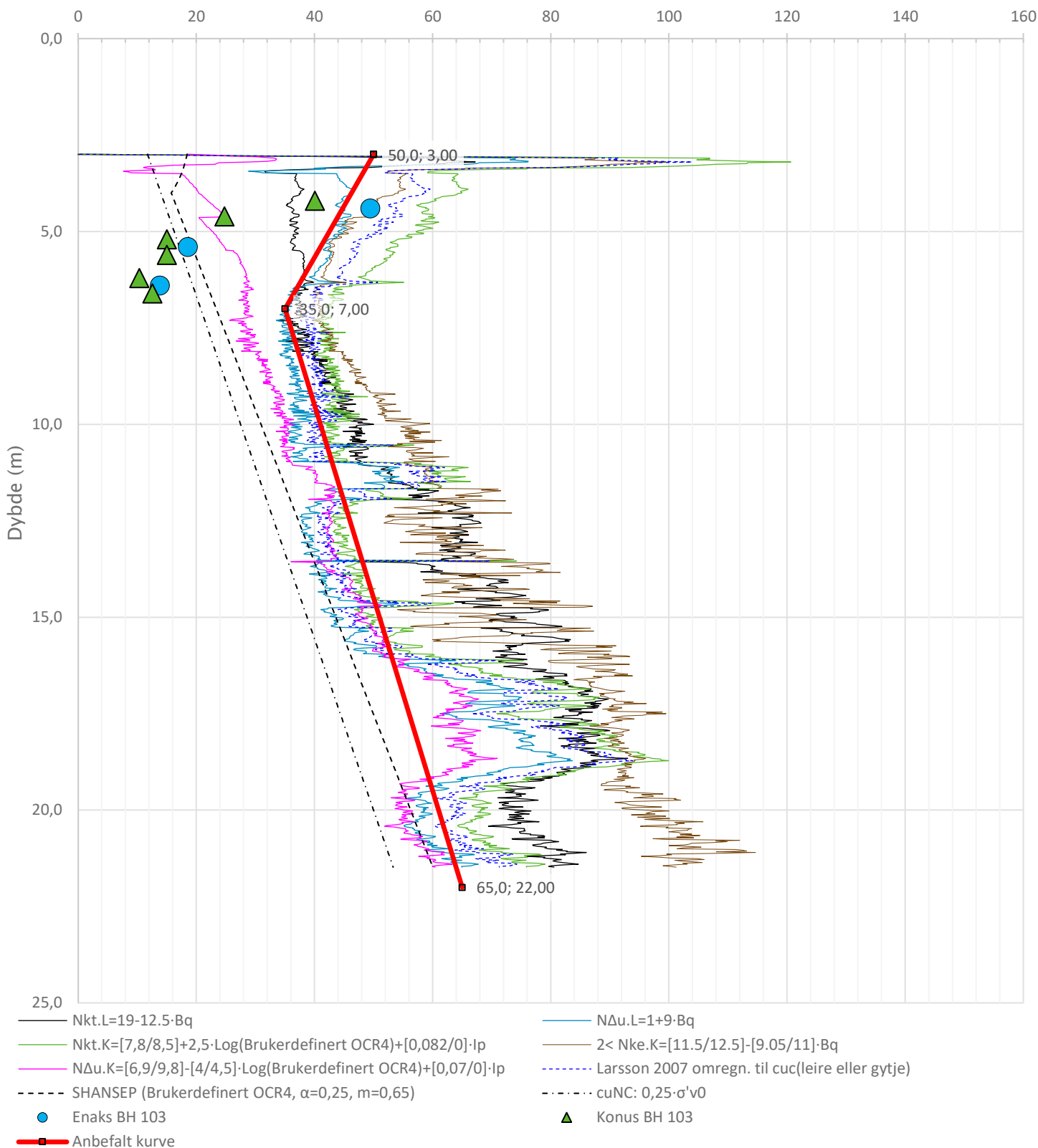
Prosjekt			Prosjektnummer: 1521		Borhull
Oslo. Munkerudkleiva 23					103
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					5222
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	TRM	LEH	TRM	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent		26.06.2025	Rev. dato	8	

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 103: c_{uc}/c_{ucptu} = var. (min:0,630 max:0,647)

Konus BH 103: c_{ufc}/c_{ucptu} = var. (min:0,630 max:0,647)

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt			Prosjektnummer: 1521		Borhull
Oslo. Munkerudkleiva 23					103
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					5222
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	TRM	LEH	TRM	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	26.06.2025	Rev. dato		
					5

VEDLEGG 2

Faresoneklassifisering

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Ingen
Skråningshøyde [m]	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	0	0	12 meter
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2	2	4	OCR 1,2 - 2
Poretrykk, overtrykk [kPa]	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	1	3	Litt
Poretrykk, undertrykk [kPa]	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	0	0	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet [m]	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	3	6	8 m over H/2
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	2	2	18 - 119
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	1	3	Litt
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	1	3	Lite til ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ingen
Sum poeng							21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		41 %	

Faregradsklasse	Middels
Lav	0 - 17
Middels	18 - 25
Høy	26 - 51

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	3	12	Tett
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	1	3	Enkelte
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	1	2	500
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	regional	Distribusjon	Lokal	0	0	Distribusjon
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	liten	Ingen	2	4	Middels
Sum poeng							21	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		47 %	

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

Risiko = faregrad x skadekonsekvens = 41,0 % x 47,0 % = **1927 --> Risikoklasse 4**

Risikoklasse 1	0 - 170
Risikoklasse 2	171 - 630
Risikoklasse 3	631 - 1900
Risikoklasse 4	1901 - 3200
Risikoklasse 5	3201 - 10000