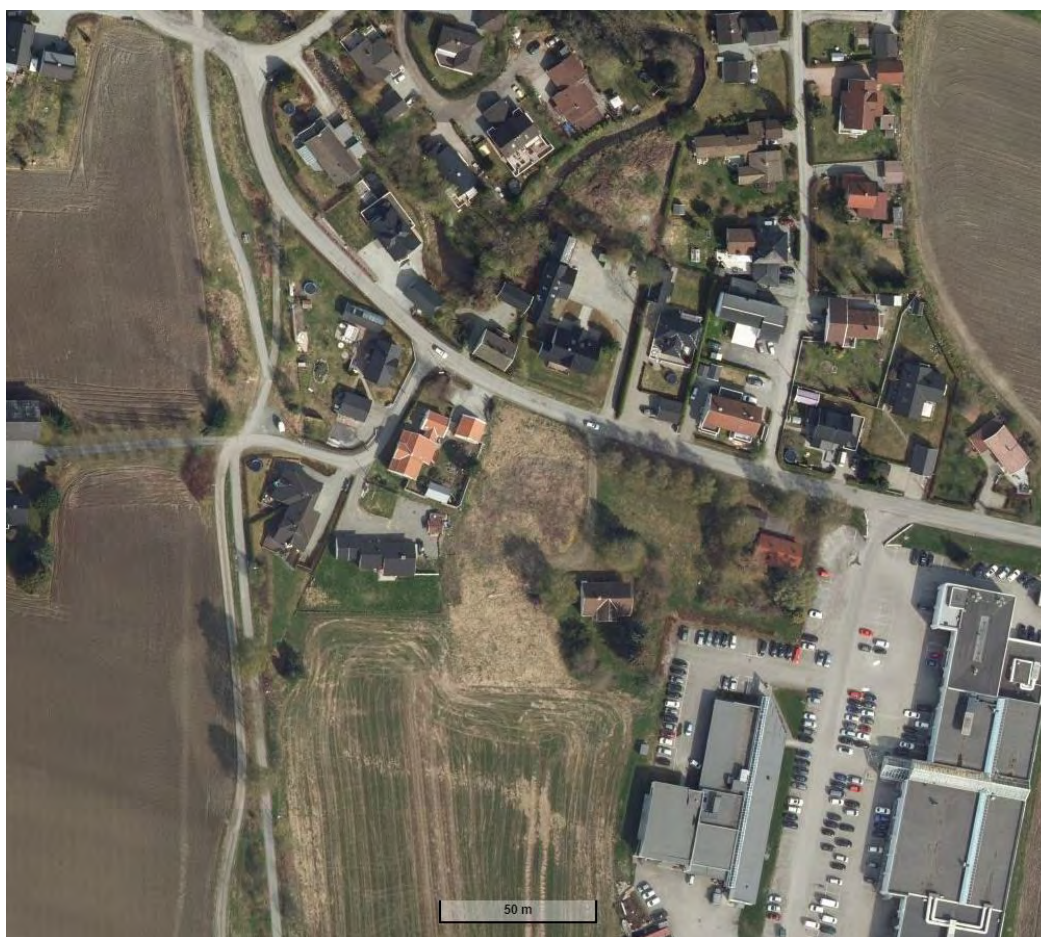


# GEOTEKNISK NOTAT – vurdering av områdestabilitet, rev. 01

Kjellstadveien 13, Lier



**Rekvirent:** Lier Eiendomsselskap KF

**DMR-saksnr.:** 21-0025

**Revisjon:** 01

**Dato:** 20.06.2022

**Revisjonsdato:** 05.10.2022



**DMR MILJØ OG GEOTEKNIKK AS**

Maridalsveien 163, 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03

E-mail: [oslo@dmr.as](mailto:oslo@dmr.as)

[www.dmr.as](http://www.dmr.as)

## Geoteknisk notat, rev. 01: Kjellstadveien 13, Lier

### Innhold

<b>Registreringsblad .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Innledning .....</b>	<b>3</b>
1.1 Planlagt bebyggelse .....	4
1.2 Dokumenter fra oppdragsgiver .....	4
<b>2. Geologiske forhold .....</b>	<b>5</b>
2.1 Topografi, løsmasser og berggrunn .....	5
<b>3. Vurdering av områdestabilitet .....</b>	<b>6</b>
3.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området .....	7
3.2 Avgrens områder med mulig marin leire .....	7
3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred .....	7
3.4 Bestem tiltakskategori.....	9
3.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde .....	9
3.6 Befaring .....	9
3.7 Grunnundersøkelser.....	12
3.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder .....	13
3.8.1 Skredmekanisme.....	13
3.8.2 Løснеområde .....	13
3.8.3 Utløpsområde .....	14
3.9 Klassifiser faresoner.....	15
3.9.1 Faregrad .....	15
3.9.2 Skadekonsekvens .....	16
3.9.3 Risikoklasse .....	17
3.10 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet .....	17
3.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser .....	19
<b>4. Vurdering og anbefalt tiltak .....</b>	<b>19</b>
<b>5. Videre utredning .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Referanser .....</b>	<b>22</b>

### Vedlegg

Stabilitetsberegninger	E.1-E.6
Tolkning CPTu sondering	F.1
Bilder fra befaring	G.1

Saksbehandler

Sidemannskontroll

Kvalitetskontroll

Tonje Roås Mikalsen  
GeoteknikerJonas Hjelme v/Hjelme AS  
GeoteknikerIsiris Haugen  
Geotekniker

**Registreringsblad**

<b>Rekvirent</b>	Lier Eiendomsselskap KF
<b>Kontaktperson</b>	Geir Larsen
<b>Lokalitet</b>	Kjellstadveien 13, 3400 Lier
<b>Gnr./Bnr.</b>	30/69, Lier kommune
<b>DMR-saksnummer</b>	21-0025

<b>Dato</b>	20.06.2022
<b>Saksbehandler</b>	Tonje Roås Mikalsen
<b>Sidemannskontroll</b>	Jonas Hjelme v/ Hjelme AS
<b>Kvalitetskontroll</b>	Isiris Haugen

<b>Konsulent</b>	DMR Miljø og Geoteknikk AS, Maridalsveien 163, 0461 Oslo
<b>Boreentreprenør</b>	Norsk Grunnboring AS og Romerike Grunnboring AS

I forbindelse med bygging av omsorgsboliger i Kjellstadveien 13 har Lier Eiendomsselskap KF ved Geir Larsen, engasjert DMR Miljø og Geoteknikk AS som rådgivende ingeniør innenfor fagfeltet geoteknikk.

Det er gjennomført grunnundersøkelser på og rundt tomten. Det ble avdekket sprøbruddmateriale og kvikkleire. På bakgrunn av dette gjøres det i dette notatet en sonevurdering iht. NVE Veileder 1/2019, *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, ref. [1].

Det er tidligere levert et vurderingsnotat angående fundamentering for planlagt byggeprosjekt, ref. [2]. Vurderingene i dette notatet, og tidligere notat, baserer seg på utført datarapport, ref. [3]. Grunnundersøkelser ble utført i februar 2021 og januar 2022. Grunnundersøkelser er gjennomført i regi av DMR Miljø og Geoteknikk AS.

Grunnundersøkelser på tomten viser sprøbruddmateriale i fem meters dybde. Nord for tomten er det avdekket kvikkleire fra ca. tre meters dybde ned til minimum 20 meter. Det antas at det er kvikkleire også i dypere lag.

Det er beregnet stabilitet av en skråning nord for tomten, ved Kjellstadveien 18, stabiliteten her er ikke tilfredsstillende. Skråningsstabiliteten her anbefales utbedret. Motfylling i bekken og kalksementpeler anses som alternative løsninger. Valgt løsning må prosjekteres i samarbeid med noen med hydrologisk kompetanse.

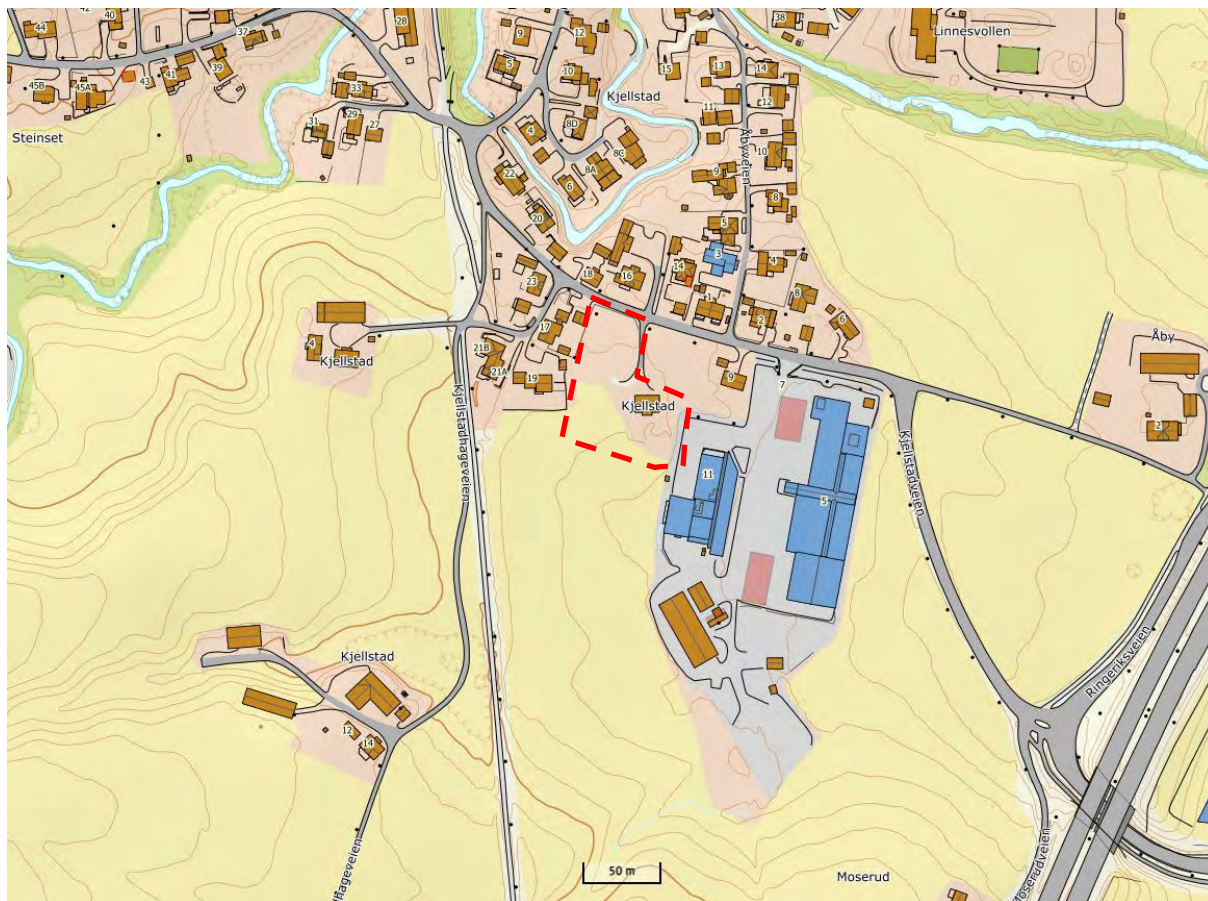
En kvikkleiresone er utredet. Faregradsklassen er satt til *middels* og konsekvensklassen *alvorlig*.

Etter uavhengig kvalitetssikring gjennomført av Afry AS er notatet revidert. Endringen gjaldt oppdatering av konsekvens- og risikoklasse, samt presisering ang. kalksementpeler.

01	05.10.22	Andre gangs utsendelse etter tilsvar UKS	TRM	IHA	IHA
00	20.06.22	Førstegangs utsendelse	TRM	JH	IHA
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarb. Av	Kontr. Av	Godkj. Av

## 1. Innledning

DMR Miljø og Geoteknikk AS er engasjert av Lier Eiendomsselskap KF som rådgiver innenfor fagområdet geoteknikk. Dette notatet tar for seg en vurdering av områdestabiliteten. På bakgrunn av avdekket kvikkleire gjøres dette som en sonevurdering iht. NVE veileder 1/2019. Det er tidligere levert en datarapport og en vurdering av fundamenteringsmetode. Tiltak omfatter bygging av omsorgsboliger i Kjellstadveien 13. Tiltaket er lokalisert på gnr./bnr. 30/69, i Lier kommune.



**Figur 1.1:** Oversiktskart over aktuelt tiltaksområde, ref. [4].

## 1.1 Planlagt bebyggelse

I Kjellstadveien 13 er det planlagt bygging av omsorgsboliger, se Figur 1.2. Bygg A skal ha en etasje, mens bygg B og C skal ha to etasjer.



**Figur 1.2:** Utomhusplan utarbeidet av Rik Arkitektur.

## 1.2 Dokumenter fra oppdragsgiver

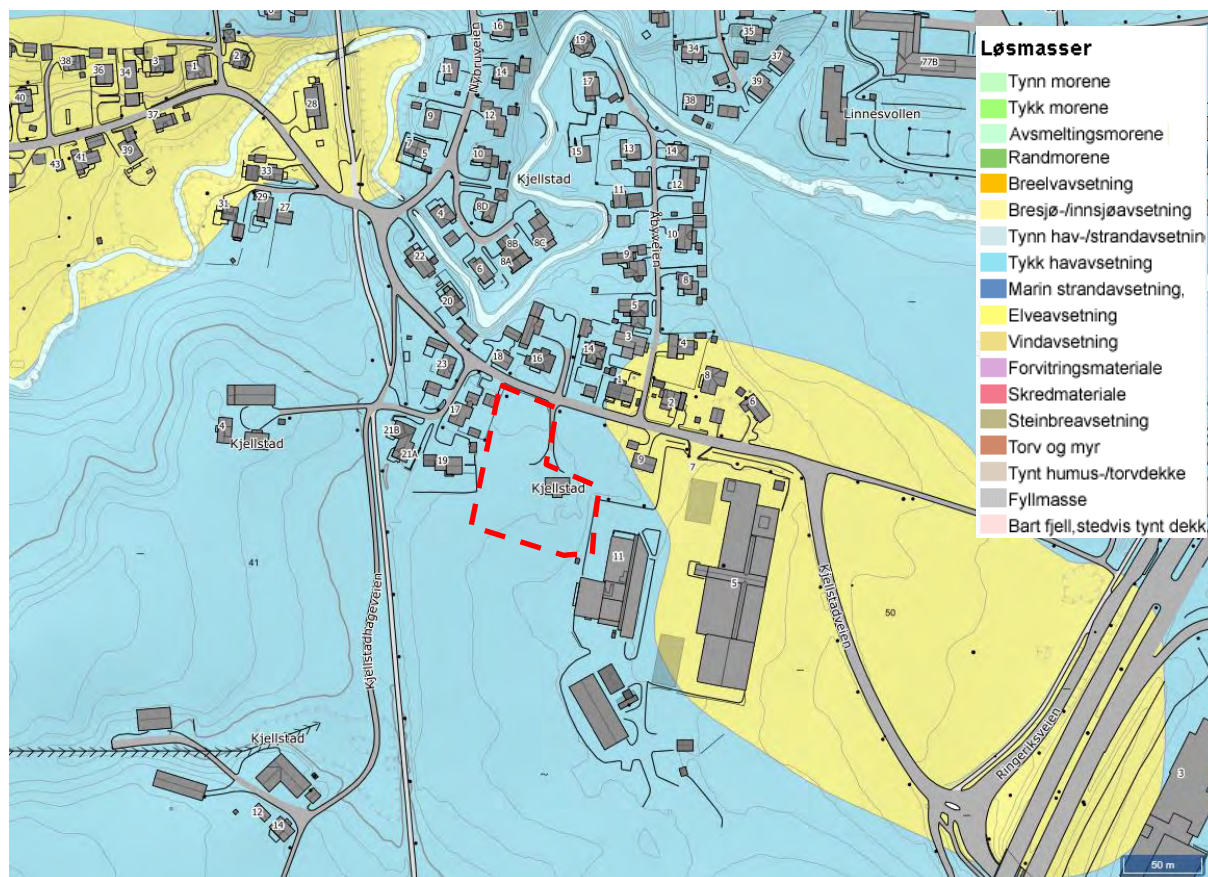
Oversendt dokumentasjon tilhørende aktuell eiendom inkluderer:

- Utomhusplan, datert 14.06.2019, Rik Arkitektur

## 2. Geologiske forhold

### 2.1 Topografi, løsmasser og berggrunn

Tiltaksområdet er relativt flatt, høydeforskjellen på tiltaksområdet er ca. en meter (+22 til +23 moh.). Fra nordre grense av tiltaksområdet er det ca. 40 meter til en bratt skråning som går ned i Sandakerelva. Høydeforskjellen fra tiltaksområdet til vannoverflaten i elva er ca. fem meter. Dybde i elva er ikke kartlagt, men anslås under befarings til å være ca. en meter (konservativt). Hele området ligger under marin grense. Tiltaksområdet er ifølge NGUs løsmassekart bestående av tykk havavsetning, ref. [5].



**Figur 2.1:** Kartlagte løsmasser basert på NGUs løsmassekart, ref. [5].

Grunnforholdene i området er beskrevet i datarapport, ref. [3].

### 3. Vurdering av områdestabilitet

Planlagt tiltak ligger under marin grense, området må derfor vurderes etter de krav som settes i Teknisk forskrift TEK17 §7-3. Risiko for områdeskred er vurdert iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

Prosedyre for utredning av områdeskredfare er beskrevet i nevnte NVE veileder og baserer seg på 11 punkter, men kan avsluttes tidligere dersom forhold tilsier at det ikke er fare for områdeskred og fullstendig utredning ikke er nødvendig. I denne vurderingen er det nødvendig med fullstendig utredning av områdeskredfaren. Dette inkluderer stabilitetsberegninger, opprettelse av en kvikkleiresone og innmelding av sonen til NVE.

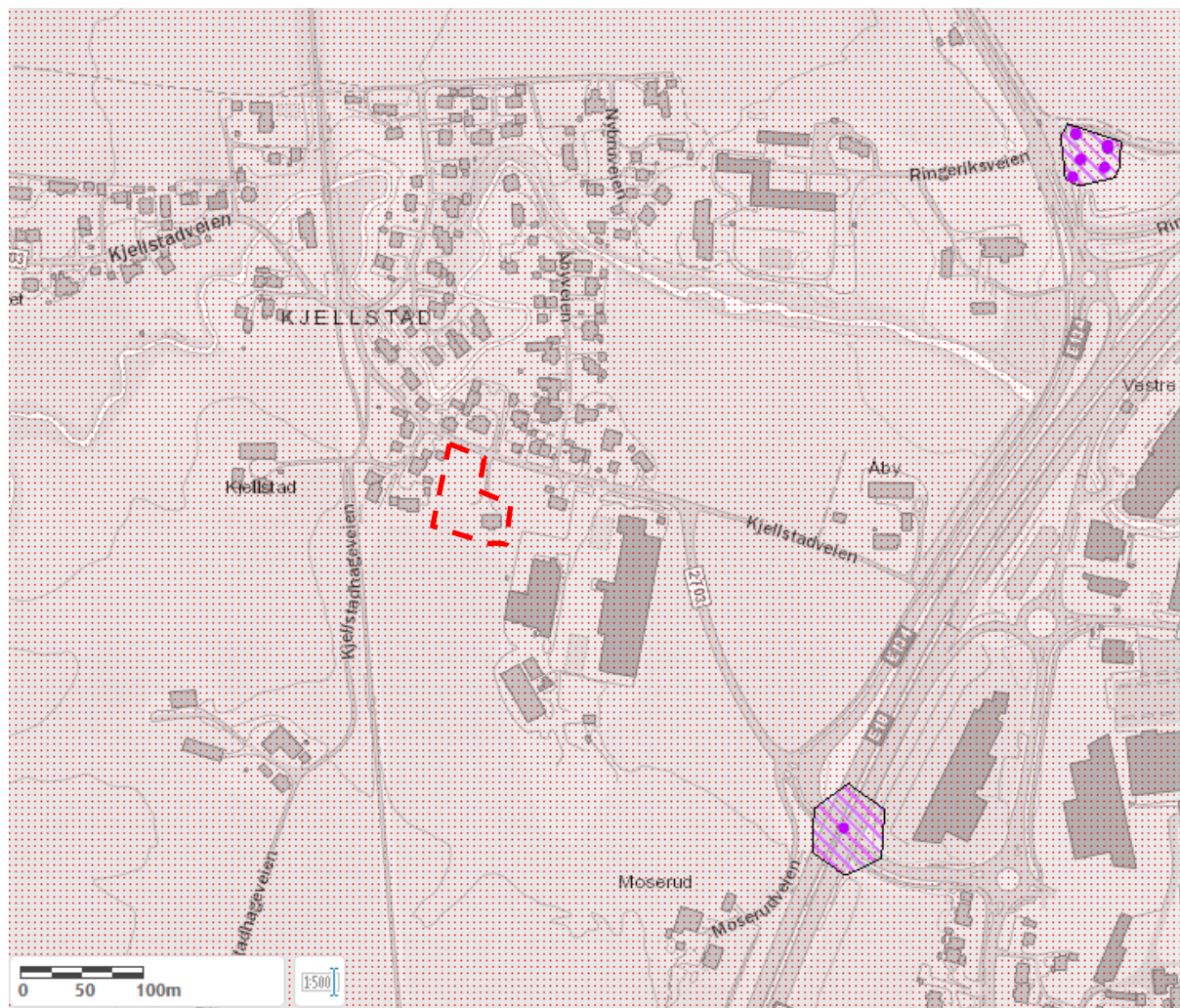
Punktene som følges, er vist i Tabell 3.1, hentet fra NVE veileder 1/2019, ref. [1]. En detaljert tabell og oppsummering av resultatene for hvert punkt er presentert i Tabell 7.1.

**Tabell 3.1** Prosedyre for utredning av områdeskredfare

Prosedyrenummer	Beskrivelse
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området
2	Avgrens områder med mulig marin leire
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred
4	Bestem tiltakskategori
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løsneområde
6	Befaring
7	Gjennomfør grunnundersøkelser
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder
9	Klassifiser faresoner
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

### 3.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

Ifølge NVE atlas, ref. [6], ligger ikke tiltaket i en registrert kvikkleiresone. Det er heller ikke andre kvikkleiresoner som er registrerte i området. Det er imidlertid noen registrerte kvikkleirepunkter, se Figur 3.1.



**Figur 3.1** Lilla prikker viser kvikkleirepunkter, ref. [6].

### 3.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Det er kartlagt tykk havavsetning, ref. [5], på tiltaksområdet. Det er dermed høy sannsynlighet for marine løsmasser på tiltaksområdet og i området rundt. Det er ikke observert bergblotninger i området.

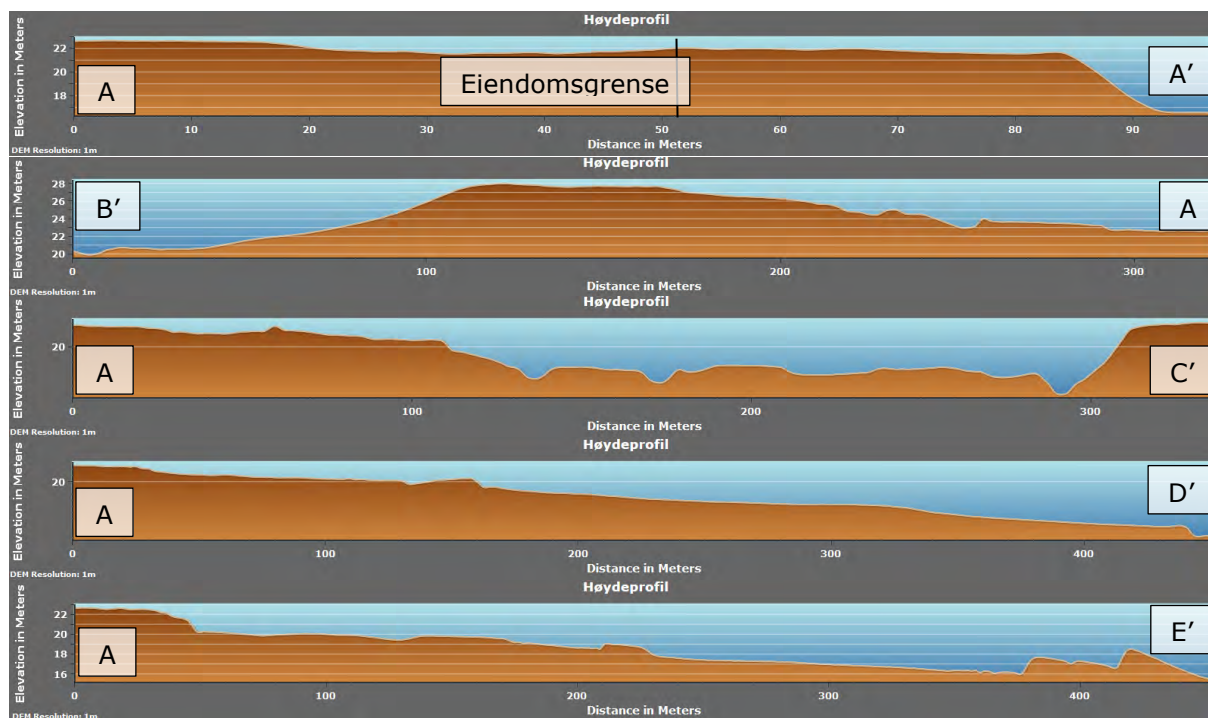
### 3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

a) Terreng som kan inngå i løснеområde for et skred

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter
- Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, målt fra bunn av skråning.







**Figur 3.2** Høydeprofiler fra tiltaksområdet, ref. [7]. Snitt A-A' er kritisk.

### 3.4 Bestem tiltakskategori

Tiltaket er satt til tiltakskategori K4 som innebærer større tilflytning/personopphold.

### 3.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Det er tidligere utført grunnundersøkelser spredt i området på Kjellstad, ref. [8]. DMR har utført to runder med grunnundersøkelser på tiltaksområdet og i området rundt. Resultater fra dette er beskrevet noe i kap. 3.7, samt i utsendt datarapport, ref. [3]. Det er avdekket sprøbruddmateriale og kvikkleire i disse undersøkelsene.

Kritiske skråninger er vurdert i kap. 3.3. Snitt A-A' er vurdert som kritisk hvor tiltaksområdet ligger i influensområdet for et skred som potensielt initieres på skråningstopp eller i skråningsbunn (i elva).

Det ble vinteren 2021 utført grunnundersøkelser på tiltaksområdet. Disse avdekket sprøbruddmateriale i en prøve. På bakgrunn av dette ble det utført en supplerende grunnundersøkelse vinteren 2022. Supplerende grunnundersøkelse viste store dybder med kvikkleire i skråningen ned mot Sandakerelva i snitt A-A' (borpunkt T5 på Kjellstadveien 18, se Figur 3.5), samt i en boring ved Åbyveien 15 (borpunkt T6 i Figur 3.5).

### 3.6 Befaring

Det ble gjennomført en befaring av geotekniker Tonje Roås Mikalsen fra DMR på tiltaksområdet i forbindelse med kabelpåvisning den 12.02.21.

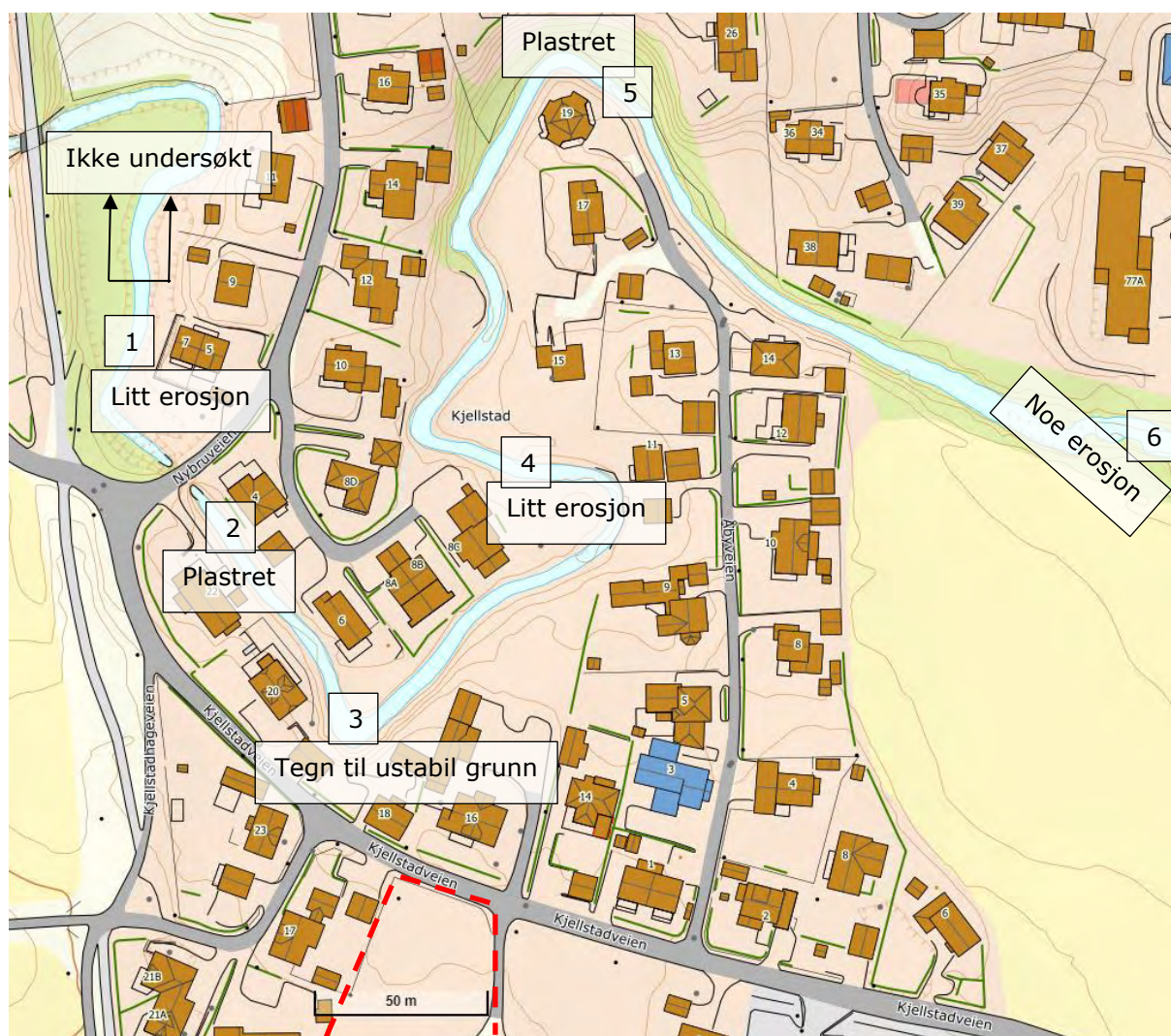
30.03.2022 ble det gjennomført en ny befaring på tiltaksområdet for å avlese piezometer og kartlegge erosjonspotensialet i Sandakerelva. Geotekniker Siv Blyseth og Tonje Roås Mikalsen fra DMR var på plassen. Figur 3.3 og Figur 3.4 og Vedlegg G.1 viser kart og bilder fra befaringen.

Større deler av det undersøkte området i Sandakerelva er plastret. På områder hvor det ikke er plastret er det tegn til erosjon.

Ved Kjellstadveien 18 var det ikke tegn til erosjon, da skråningen er delvis plastret. Det var derimot tegn til bevegelse i grunnen, i form av overflateutglidninger ved skråningstopp. Fra grunnundersøkelser er det her avdekket kvikkleire fra omtrent tre meter under terreng til minimum 20 meter under terreng. Det antas at det er kvikkleire også i dypere lag. Boringen ble avsluttet ved en dybde på 40 m (borpunkt T5).

Den østligste delen av elva har områder med kraftig erosjon og utglidninger. Borpunkt T7 (se Figur 3.5) viser ikke kvikkleire i sonderingen som er nærmest dette området. Dette avkrefter imidlertid ikke at det er kvikkleire i området rundt.

20.05.2022 ble det gjennomført en ny befarings på tiltaksområdet for å måle grunnvannstand.



**Figur 3.3:** Oversiktsbilde over punkter observert på erosjonsbefaring. Nummer viser til Figur 3.4.



**Figur 3.4** Bilder tatt på befaring den 30.03.2022. Nummer på bilder referer til Figur 3.3.

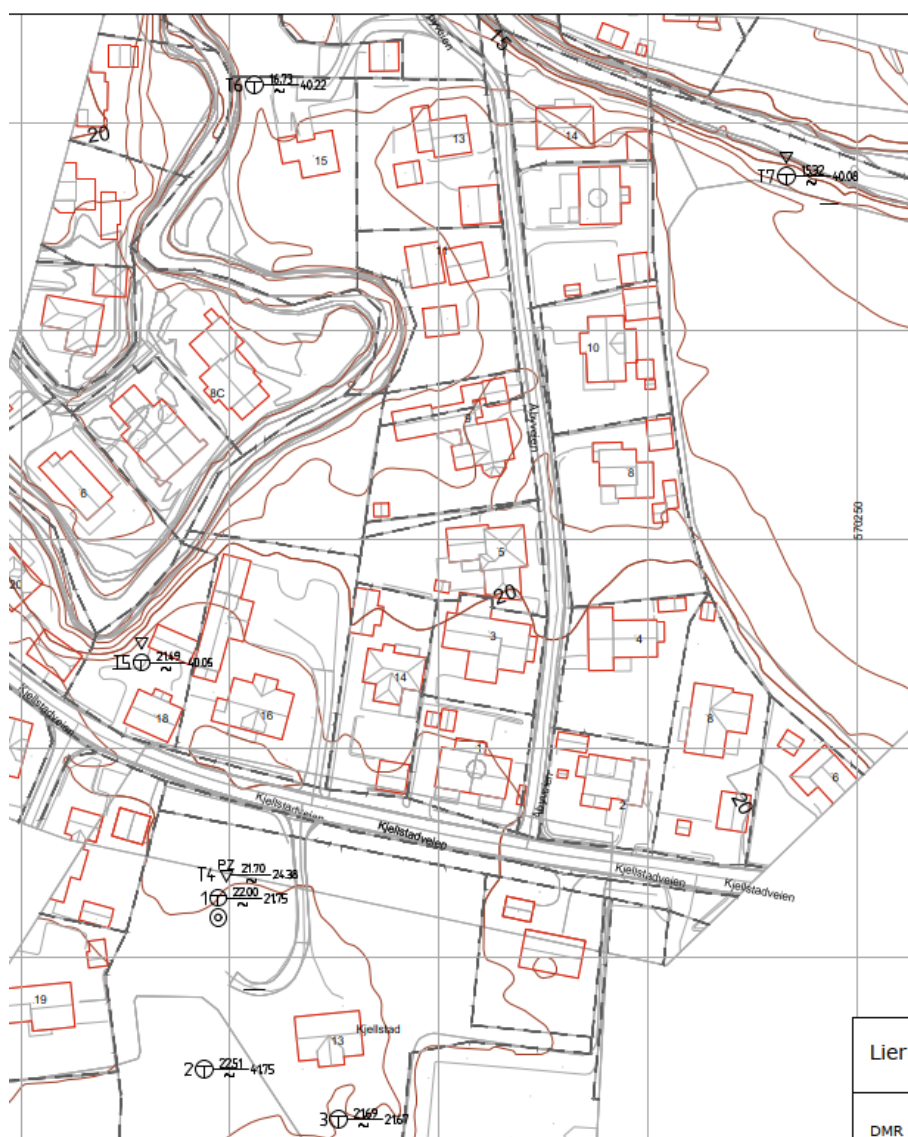
### 3.7 Grunnundersøkelser

Den 23.02.21 og 24-26.01.22 ble det utført grunnundersøkelser på tomten i regi av DMR Miljø og Geoteknikk AS. Norsk Grunnboring AS og Romerike Grunnboring AS var boreentreprenør. Tilhørende datarapport er listet som underlag, og er med på å danne grunnlag for den geotekniske vurderingen, ref. [3].

I henhold til datarapporten består løsmassene av et topplag bestående av humus og leire. Underliggende lag består av bløt til middels fast leire. Det er funnet sprøbruddmateriale på tiltaksområdet. På nabotomt (borpunkt T5 ved Kjellstadveien 18 og borpunkt T6 ved Åbyveien 15) er det avdekket kvikkleire i store dybder (fra ca. 3 til min. 20 meter, antagelig dypere).

Berg ble ikke påvist under grunnundersøkelsene. Den dypeste sonderingen ble avsluttet etter 42 meter. NGUs berggrunnskart har ikke dekning i dette området.

Figur 3.5 viser utklipp fra borplanen over borpunkter utført av DMR.



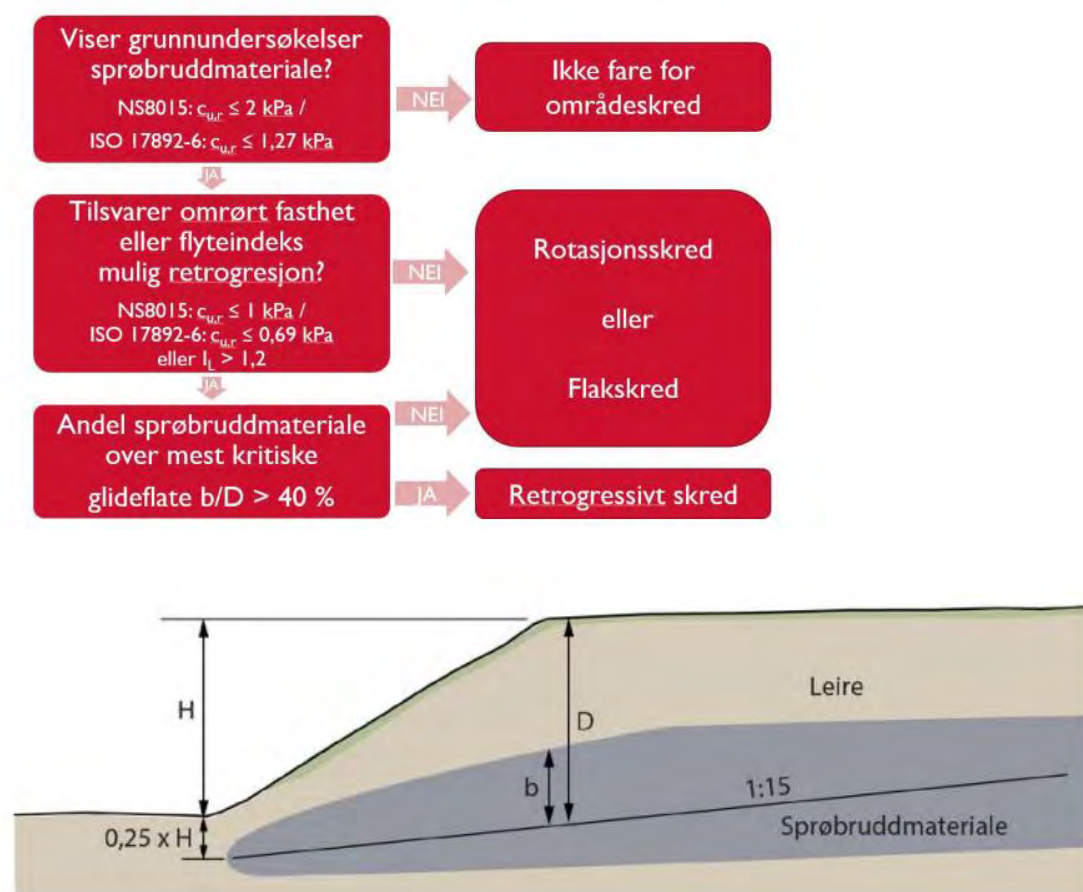
**Figur 3.5** Utklipp fra borplan over borpunkter utført av DMR, ref. [3].

### 3.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

#### 3.8.1 Skredmekanisme

Ved hjelp av flytskjema og prinsipptegning av bruddflate i NVE veileder 1/2019 kap. 4.5.1 kan en basert på topografi og resultater fra grunnundersøkelsene bestemme bruddmekanisme, se Figur 3.6.

Grunnundersøkelsene viser at kvikkleiren har en omrørt fasthet varierende fra 0,1 til 0,4 kPa i borpunkt T5. Basert på totalsondering antas lignende verdier for T6. Prøver fra fem til 20 meter under terreng påviser kvikkleire. Basert på totalsondering kan kvikkleira ligge i ca. tre meter under terreng og ned til min. 40 meter. Basert på flytskjema i Figur 3.6 klassifiseres dermed et mulig kvikkleireskred som et retrogressivt skred.  $b/D$  er ca. 70 % beregnet fra dagens situasjon hvor  $0,25 \times H$  gir startsted for 1:15 linja.



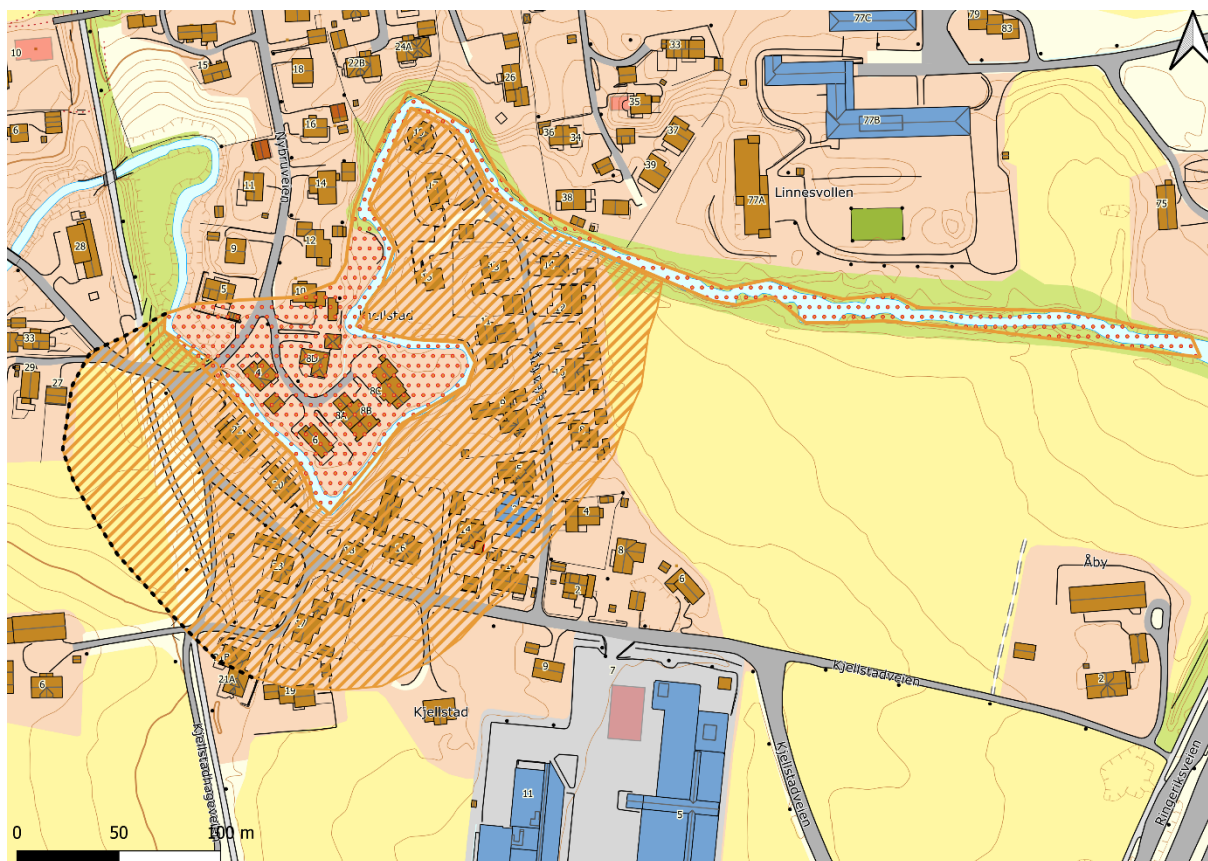
**Figur 3.6** Utklipp av flytskjema og prinsipp for vurdering av dybdeforhold hentet fra NVE Veileder 1/2019, ref. [1].

#### 3.8.2 Løsneområde

Løsne- og utløpsområde er vist i Figur 3.7.

Løsneområdet lengde,  $L$ , defineres som  $15H$ . Hvor  $H$  er høyden av skråningen. I prosjektets tilfelle er skråningshøyden i Snitt A-A' definert som seks meter. Det betyr at løsneområdet er definert som 90 meter, Figur 3.7. På bakgrunn av at elven er meandrerende, samt at det generelt er små høydeforskjeller er sonen blitt avgrenset basert på  $15H$ -regelen, samt noe skjønn.

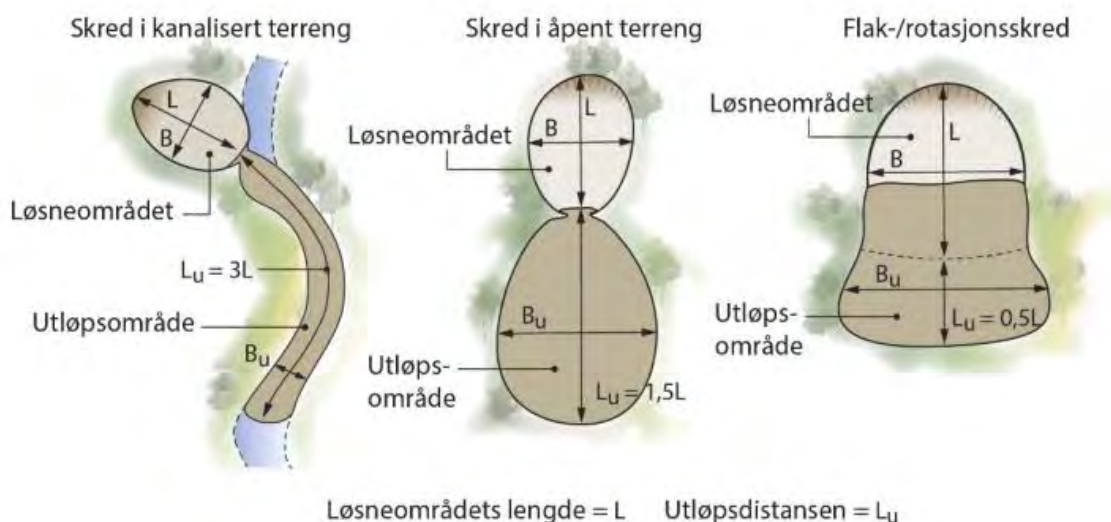
Mot vest er kvikkleiresonen markert med stiplet linje. Dette indikerer at sonens utbredelse kan være større enn det som er tegnet opp. Det er ikke utført grunnundersøkelser vest for Kjellstadveien 18 (borpunkt T5). Sonen er nå avgrenset basert på et løsneområde som er 90 meter definert fra flere punkter i Sandakerelva. I vest og sørvest er sonen avgrenset basert på aktsomhetsområdet fra tiltaksområdet. Det er ikke utført grunnundersøkelser i vest (vestlig del av snitt B'-A), men basert på avstanden mellom skråningen og tiltaksområdet så anses det som lite sannsynlig at et potensielt skred fra denne kanten vil nå tiltaksområdet. Dersom det avdekkes kvikkleire i dette området i forbindelse med fremtidige tiltak, kan det være hensiktsmessig å utarbeide tilgrensende faresoner.



**Figur 3.7** Løsne- og utløpsområde. Løsneområdet er skravert og utløpsområdet prikkete.

### 3.8.3 Utløpsområde

For retrogressive skred i kanalisert terreng er lengden på utløpsområdet definert som 3 x løsneområdet nedstrøms, se Figur 3.8. I prosjektets tilfelle blir dermed utløpsområdet 270 meter for snitt A-A', Figur 3.7. For utløpsområdet som ligger sentrert i sonen er avgrensningen basert på skjønn og antagelser. Sandakerelva er en liten elv med mindre strøm, det antas dermed at det er begrenset hvor mye masser elva kan ta med seg. Sonens utløpsområde er her kompleks, på grunn av den meandrerende elven.



**Figur 3.8** Løsneområde og utløpsområde, utklipp hentet fra NVE veileder 1/2019 ref. [1].

Løsne- og utløpsområde er presentert i Figur 3.7.

### 3.9 Klassifiser faresoner

Klassifisering av faregrad og skadekonsekvens er utført etter NVE ekstern rapport 9/2020, ref. [9].

#### 3.9.1 Faregrad

Nedenfor er punktene vurdert enkeltvis og resultatet kan sees i Tabell 3.2 og Tabell 3.3.

1. Tidligere skredaktivitet: NGUs løsmassedatabase, ref. [5], viser ikke til tidligere skredhendelser i området. Det har derimot vært mange skredhendelser i Lierdalen. Området ved Kjellstad er annerledes enn andre deler av Lierdalen da det her er generelt flatt og små høydeforskjeller.
2. Skråningshøyde er under 15 meter.
3. Det er utført et ødometerforsøk i sprøbruddmaterialet i borhull 1. Prøvekvaliteten på forsøket er dårlig, og OCR er vanskelig å lese ut. Basert på CPTu og en vurdering av leirens lave skjærfasthet er det dermed antatt normal konsolidering med OCR på 1,0-1,2.
4. Poretrykk: det står to piezometere på tiltaksområdet, ca. 50 meter fra skråningskanten. Poretrykksmålinger her viser tilnærmet hydrostatisk trykk (kap. 3.10).
5. Kvikkleirelaget ligger fra omtrent tre meters dybde og ned til minst 20 meter, antageligvis dypere. Boringene ble avsluttet etter 40 meter og stopper ikke i fastere masser, eller i berg.
6. Sensitiviteten varierer mellom 32 og 81.
7. Erosjon: deler av området er plastret og er derfor ikke utsatt for erosjon (dette gjelder kritiske skråninger). Det er flere steder i elva hvor det er litt og noe erosjon. Samtidig er det tegn til ustabil grunn i form av overflateglidninger i kritisk skråning (A'-A).
8. Inngrep: historiske bilder viser til et område som har vært preget av landbruk og bebyggelse, lignende dagens situasjon. Over tid har det blitt mer bebyggelse, men det har ikke blitt utført store inngrep.

Totalt gir dette en samlet poengsum på 20, som tilsvarer *middels faregrad*, se Tabell 3.2 og Tabell 3.3.



**Tabell 3.2** Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekttall	Faregrad, skår			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde i 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
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk, 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	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	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 %

**Tabell 3.3** Oppsummering av Tabell 3.2

Faktorer	Sum
Tidligere skredaktivitet	0
Skråningshøyde, meter	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	6
Poretrykk	0
Kvikkleiremektighet	6
Sensitivitet	2
Erosjon	6
Inngrep	0
Sum	20
% av maksimal poengsum	39 %

### 3.9.2 Skadekonsekvens

Nedenfor er punktene for skadekonsekvens vurdert enkeltvis og resultatet kan sees i Tabell 3.4 og Tabell 3.5.

1. Boligenheter: det er et boligfelt og boligenheter klassifiseres derfor som tett (>5).
2. Det er ett næringsbygg i sonen.
3. Området består ikke av annen bebyggelse enn boliger.
4. Sonen berører en vei som går igjennom boligfeltet og til andre boligfelt. Disse områdene kan nås fra andre veier.
5. Toglinje vil ikke bli berørt av et eventuelt skred.
6. Det er antatt distribusjonsnett.
7. Det er antatt liten fare for oppdemning av flodbølge.

Skadekonsekvensutredning gir en poengsum på 22 som tilsvarer konsekvensklasse *alvorlig*, se Tabell 3.4 og Tabell 3.5.

**Tabell 3.4** Evaluering av konsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, skår			
		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	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

**Tabell 3.5** Oppsummering av Tabell 3.4

Faktorer	Sum
Boligheter, antall	12
Næringsbygg, personer	3
Annen bebyggelse, verdi	0
Vei, ÅDT	4
Toglinje, bruk	0
Kraftnett	1
Oppdemning og flodbølge	2
Sum	22
% av maksimal poengsum	49 %

**Figur 3.9** Evaluering av skadekonsekvens**3.9.3 Risikoklasse**

Risiko er faregrad [%] x konsekvens [%]. I prosjektets tilfelle gir dette:

$$Risiko = 39 * 49 = 1911$$

Dette tilsvarer risikoklasse 4.

**3.10 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet**

Det er utført stabilitetsberegninger både for korttidsanalyse (udrenert beregning ved totalspenningsanalyse,  $F_{cu}$ ) og langtidsanalyse (drenert beregning ved effektivspenningsanalyse,  $F_{cp}$ ).

Det er gjort anslag av jordparametere basert på grunnundersøkelser og erfaringsverdier fra Statens vegvesen håndbok V220, ref. [11]. Parameterne baserer seg på lagdeling fra grunnundersøkelsene. Det vil si topplag over sprøbruddmateriale/kvikkleire, ref. [3].

**Topplag (0 – 3 meter)**

- Tyngdetetthet,  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- Friksjonsvinkel,  $\varphi = 35^\circ$
- Attraksjon,  $a = 7 \text{ kPa}^*$

\* Attraksjonen vurderes som noe høy, den er justert noe for å oppnå en sikkerhet på tilnærmet 1 i stabilitetsberegningene. Verdien bør revurderes på nytt under prosjektering av tiltak.

**Sprøbruddmateriale (3 m - berg, Kjellstadveien 13)**

- Tyngdetetthet,  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- Udrenert skjærfasthet,  $S_{u, \text{aktiv}} = 10 + 2,4 \cdot \text{dybde}_{\text{sprøbruddmateriale}} \text{ kPa}$
- Friksjonsvinkel,  $\varphi = 23^\circ$
- Attraksjon,  $a = 0$

**Kvikkleire (3 m - berg, Kjellstadveien 18)**

- Tyngdetetthet,  $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- Udrenert skjærfasthet,  $S_{u, \text{aktiv}} = 10 + 2,1 \cdot \text{dybde}_{\text{kvikkleire}} \text{ kPa}$
- Friksjonsvinkel,  $\varphi = 23^\circ$
- Attraksjon,  $a = 0$

**Grunnvann**

To poretrykksmålere ble montert under boringen den 25. januar, og ble avlest 26. januar, 09. februar, 30. mars og 20. mai 2022. Disse er plassert ved borhull T4, i sju og femten meters dybde. Dybde til filterspiss og resultater fra avlesningen er oppgitt i Tabell 3.6 og Tabell 3.7.

**Tabell 3.6:** Poretrykksmåler med filterspiss i 7 m.

Piezometer	Avlesnings dato	Kote filterspiss	Målt trykkhøyde [m fra filterspiss]	Kote grunnvannstand	Dybde over terreng
Pz 1	26.01.22	+14,7	6,29	+20,99	-0,71
Pz 1	09.02.22	+14,7	5,80	+20,50	-1,20
Pz 1	30.03.22	+14,7	5,65	+20,35	-1,35
Pz 1	20.05.22	+14,7	5,56	+20,26	-1,44

**Tabell 3.7** Poretrykksmåler med filterspiss i 15 m.

Piezometer	Avlesnings dato	Kote filterspiss	Målt trykkhøyde [m fra filterspiss]	Kote grunnvannstand	Dybde over terreng
Pz 2	26.01.22	+6,7	15,26	+21,96	0,26
Pz 2	09.02.22	+6,7	14,10	+20,80	-0,9
Pz 2	30.03.22	+6,7	13,92	+20,62	-1,08
Pz 2	20.05.22	+6,7	13,96	+20,66	-1,04

Stabilitetsberegningene for snitt A-A' kan sees i vedlegg E.1-E.6. Og resultatet er presentert i Tabell 3.8. Det er kun beregnet stabilitet av snitt A-A'.

Stabilitetsberegningene viser at det er lav sikkerhet i skråningen (A-A'). Parametere er justert for å oppnå sikkerhetsfaktor tilnærmet lik 1. Det er ikke realistisk at sikkerheten er under 1 da skråningen står, og har stått i mange år. Det at beregnet sikkerhet er lavere enn 1 underbygger

det faktum at sikkerheten er lav. For å tilfredsstillere krav til sikkerhet etter NVE veileder 1/2019 er kravet til skråningen her forbedring på bakgrunn av at det er et K4 tiltak og faresonen har middels faregrad. Med 10 % forbedring av skråningsstabiliteten gir dette et krav til ca. 1,10 i sikkerhetsfaktor. Det må derfor utføres stabiliserende tiltak. Tiltaksområdet er utenfor influensområdet til skråningen. Tilfredsstillende sikkerhet er beregnet ved bruk av en motfylling som er 1,25 m høy fra elvebredden (2,25 m høy fra bunn av elv).

**Tabell 3.8** Resultat fra stabilitetsberegninger

Snitt	Situasjon	Lokal kritisk skråning	Global (til eiendomsgrense)
A-A'	Dagens situasjon - totalspenningsanalyse (Fcu). Vedlegg E.1	0,94	1,47
	Dagens situasjon - effektivspenningsanalyse (F $\phi$ ). Vedlegg E.2	0,96	2,54
	Planlagt tiltak - totalspenningsanalyse (Fcu). Vedlegg E.3	0,95	1,47
	Planlagt tiltak - effektivspenningsanalyse (F $\phi$ ). Vedlegg E.4	0,89	2,65
	Planlagt tiltak og motfylling - totalspenningsanalyse (Fcu). Vedlegg E.5	1,20 (sirkulær) - 1,18 (kritisk av sirkulær) - 1,30 (sammensatt)	Ikke beregnet - tilfredsstillende sikkerhet
	Planlagt tiltak og motfylling - effektivspenningsanalyse (F $\phi$ ). Vedlegg E.6	1,22 (sirkulær) - 1,21 (kritisk av sirkulær) - 1,54 (sammensatt)	Ikke beregnet - tilfredsstillende sikkerhet

### 3.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Faresonen vil meldes inn til NVE etter utført uavhengig kvalitetssikring. Grunnundersøkelser er lagt til i NADAG.

## 4. Vurdering og anbefalt tiltak

Ettersom det ikke er tilstrekkelig sikkerhet i skråningen ned mot Sandakerelva vil det her være nødvendig med stabiliserende tiltak. Stabiliserende tiltak anbefales uavhengig av om planlagt tiltak gjennomføres eller ikke. Som beskrevet tidligere er sikkerheten lav og det står et par hus på skråningskanten. Det er ikke mye sikkerhet å gå på her, og små endringer i lastbildet kan være kritiske.

Stabiliserende tiltak kan bestå i å etablere en motfylling i bunnen av skråningen, eller en kombinasjon av motfylling og kalksementpeler. Kalksementpeler kan kun installeres dersom sikkerheten i skråningen er tilfredsstillende før installasjon (ved f.eks. etablering av motfylling). Ved bruk av kalksementpeler kreves det sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,4$  og  $F_{\phi} \geq 1,25$  etter at sikringstiltak er utført. Ved bruk av motfylling kreves forbedring, som her vil være 10 %. Dette resulterer i en sikkerhetsfaktor på 1,10.

Stabiliserende tiltak må prosjekteres. Dersom det skal etableres en motfylling vil dette innebære å «ta» noe areal fra Nybruveien 6 og gjøre svingen i elva mindre krapp, eller å legge Sandakerelva delvis i rør. Utarbeidelse av dette må tas i samspill med noen med hydrologisk

kompetanse. For snitt A-A' er det beregnet at en motfylling må være omtrent 1,25 meter høy for å tilfredsstille NVEs krav til sikkerhet iht. NVE veileder 1/2019.

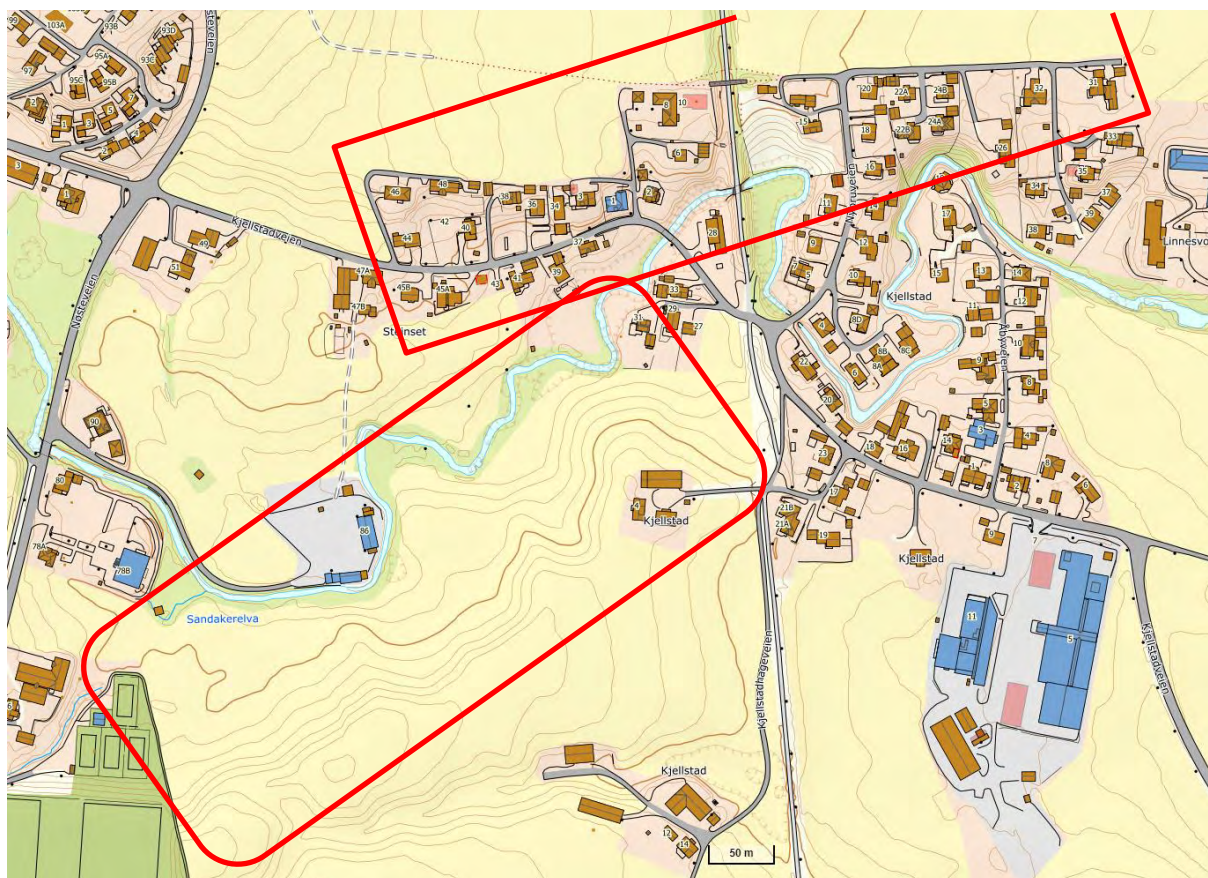
## **5. Videre utredning**

Kvikkleiresonen er avgrenset basert på utførte grunnundersøkelser. For en mer nøyaktig soneutredning anbefales det supplerende grunnundersøkelser på nordre side av Sandakerelva, samt området som ligger vest for Kjellstadhageveien 4. Supplerende grunnundersøkelser vil også kunne utvide interesseområdene ytterligere. Avgrensning vil baseres på resultater fra grunnundersøkelser og kvikkleireforekomst.

For skråningen nord i snitt A-C' anbefales det å gjøre supplerende grunnundersøkelser nord for Sandakerelva, for å avdekke ev. utbredelse av kvikkleire her. Det kan være nødvendig å utføre en soneutredning også her. Dette er et større boligområde hvor et potensielt skred kan få store konsekvenser. Tiltak som utføres i dette området bør vies ekstra oppmerksomhet mtp. områdestabiliteten. Det bemerkes at behovet for ytterligere vurderinger her ikke er forårsaket av planlagt tiltak.

I vest er nåværende sone avgrenset basert på et løsneområde definert som 90 meter fra utvalgte punkter i Sandakerelva. Sonen er avgrenset med stiptet linje da det er tenkelig at det ved ytterligere grunnundersøkelser vil kunne avdekkes mer kvikkleire. I så tilfelle vil det utarbeides en, eller flere, kvikkleiresoner som ligger tett inntil nåværende sone. For skråningen vest i snitt B'-A anbefales det derfor å gjøre supplerende grunnundersøkelser for en ev. ny soneutredning av dette området. Det bemerkes at behovet for ytterligere vurderinger her ikke er forårsaket av planlagt tiltak.

Se Figur 5.1 for kart over interesseområder for ytterligere vurdering av kvikkleireforekomst.



**Figur 5.1** Kart som viser interesseområder for supplerende grunnundersøkelser og ev. utredning av flere kvikkleiresoner.

## 6. Referanser

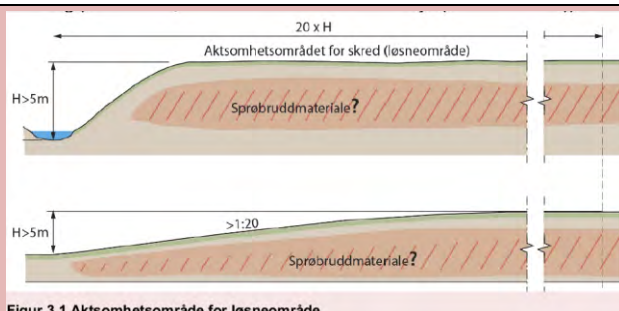
- [1] «Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred». Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.
- [2] «21-0025 Vurderingsnotat Kjellstadveien 13, Lier». DMR Miljø og Geoteknikk AS, 31.03.2022.
- [3] «21-0025 Datarapport rev. 01 - Kjellstadveien 13, Lier». DMR Miljø og Geoteknikk AS, 29.03.2022.
- [4] Norgeskart. Kartverket. <https://norgeskart.no>.
- [5] Nasjonal løsmassedatabase. NGU. [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).
- [6] NVE Atlas. Norges vassdrags- og energidirektorat. <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [7] Høydedata. Kartverket. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [8] NADAG. Norges geologiske undersøkelse. <https://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [9] «NVE Ekstern rapport nr. 9/2020». Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.
- [10] Håndbok V220. Statens vegvesen, 2010.

## Prosedyre for utredning av områdeskredfare

**Tabell 7.1** Prosedyre for utredning av områdeskredfare hentet fra ref. [1].

Pkt.	Prosedyre for utredning av områdeskredfare	Kommentar
1	<p><b>Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området</b> Oversikt over registrerte kvikkleiresoner finnes på NVEs temakart Kvikkleire (16).</p> <p>NB - skredfare er ikke avklart om byggeområdet ligger utenfor registrerte kvikkleiresoner eller det ikke er registrert kvikkleiresoner i området.</p> <p><b>Dersom planlagte tiltak ligger innenfor en registrert faresone (kvikkleiresone) fortsetter prosedyren fra steg 4. Ellers fortsetter prosedyren i neste punkt.</b></p>	<p>Ingen registret sone i nærheten. Registrerte kvikkleirepunkter i nærheten.</p>
2	<p><b>Avgrens områder med mulig marin leire</b> Areal under marin grense kan brukes som et generelt aktsomhetsområde for områdeskred. Marin grense vises i NVEs temakart Kvikkleire (16).</p> <p>I områder hvor det er gjort detaljert løsmassekartlegging, kan NGUs kart «Mulighet for marin leire» (MML) brukes som grunnlag for et mer nøyaktig aktsomhetsområde for hvor det kan finnes kvikkleire/sprøbruddmateriale. Områdeskred kan oppstå i områder med sammenhengende marin leire. Disse områdene vises som aktsomhetsområder i NVEs temakart Kvikkleire <sup>1)</sup></p> <p>Ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (&lt; 2 m), er det ikke fare for at det vil utløse områdeskred.</p> <p>Det må også vurderes om det er mulig marin leire høyere opp i terrenget – slik at planområdet kan bli truffet av et skred som løsner derfra. (Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred kan avgrenses til 3 x løsneområdet lengde målt fra nedre kant av løsneområdet).</p> <p><b>Dersom planlagte tiltak ligger over marin grense, er de ikke utsatt for områdeskredfare. Dersom planlagte tiltak ligger innenfor områder med mulig marin leire eller ligger nedenfor områder med mulig marin leire, må det gjennomføres videre utredning iht. prosedyren.</b></p>	<p>Kartlagt tykk havavsetning, samt at grunnundersøkelser viser sprøbruddmateriale og kvikkleire.</p>
3	<p><b>Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred</b> Følgende terrengkriterier legges til grunn for å tegne aktsomhetsområder:</p> <p><b>a) Terreng som kan inngå i løsneområde for et skred:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller</li> <li>- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter</li> </ul> <p>Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 m.u.h.)).</p>	<p>Skråning mot nord er kritisk. Ellers slakere enn 1:20.</p>

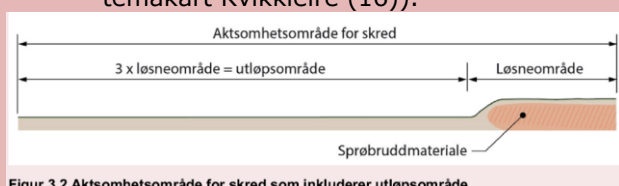




Figur 3.1 Aktsomhetsområde for løснеområde

**b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:**

- 3 x lengden til løснеområdets lengde. Løснеområdet er enten en eksisterende faresone (steg 1) eller et aktsomhetsområde (steg 3a), eller
- Utløpsone som allerede er kartlagt (som er vist på NVEs temakart Kvikkleire (16)).



Figur 3.2 Aktsomhetsområde for skred som inkluderer utløpsområde

Kriteriene a) og b) benyttes for å tegne opp aktsomhetsområder for områdeskred. En geotekniker kan gjøre en mer nøyaktig avgrensning av faresonen, dette inngår i prosedyrens del 2.

Terrengkriteriene viser at også terreng som er helt flatt kan være utsatt for områdeskred. Derfor er det også nødvendig å vurdere hvilke skråninger et skred kan starte i utenfor eiendommen eller plangrensen.

**Dersom planlagte tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde, må det utredes videre av geotekniker iht. prosedyrens punkt 4-11.**

4

**Bestem tiltakskategori**

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens av tiltaket ved skred, se NVEs veileder kap. 3.3.1. Videre utredning avhenger av tiltakskategorien.

Omfang av utredningen tilpasses plannivå se NVEs veileder kap. 3.4.

**For tiltakskategori K3-K4 må det utredes videre iht. denne prosedyren. For tiltakskategori K0-K2 må sikkerhet mot områdeskred dokumenteres iht. kravene i NVEs veileder kap. 3.3.3 til 3.3.5**

K4.

5

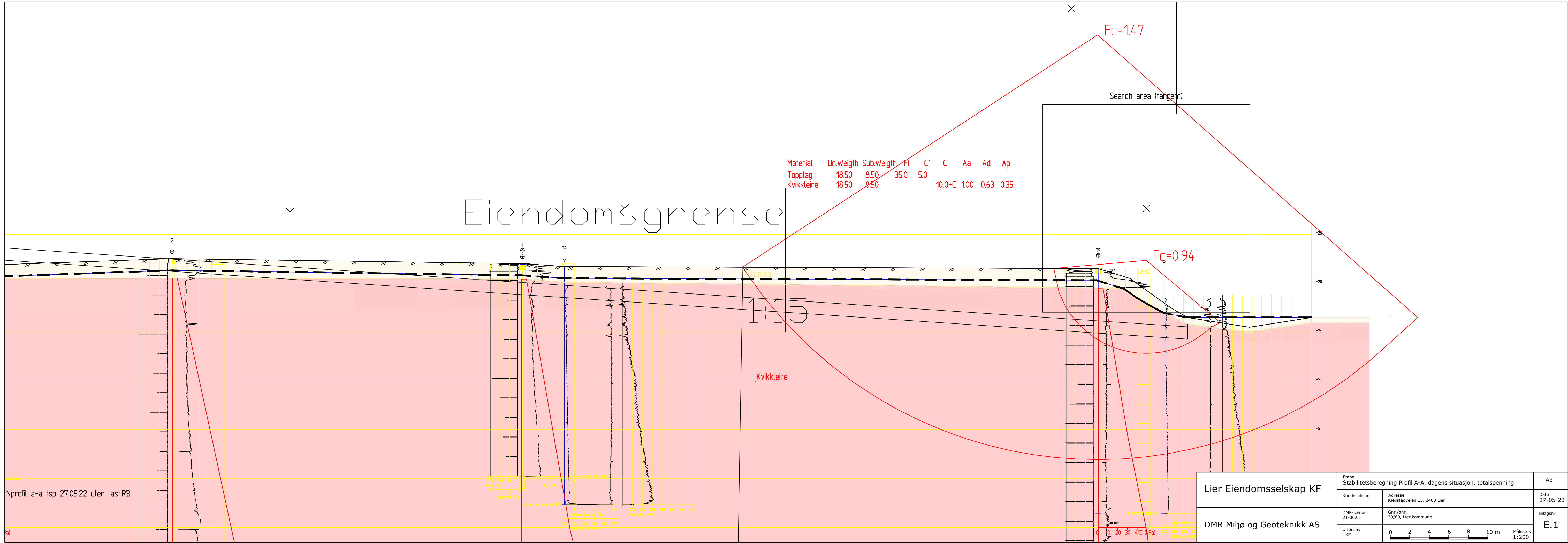
**Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde**

Tidligere grunnundersøkelser/geotekniske vurderinger, samt detaljerte kart gir grunnlag for å identifisere skråninger hvor skred kan initieres og eventuelt utvikle seg til områdeskred. Potensielle løснеområder for områdeskred med lengde  $L = 15H$  tegnes som grunnlag for befarings, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger. Avgrensningen av tidligere registrerte soner må verifiseres iht. dagens kartgrunnlag, inkludert dybder under vann. Se kap. 4.2 i NVEs veileder.

Kritisk skråning mot nord.

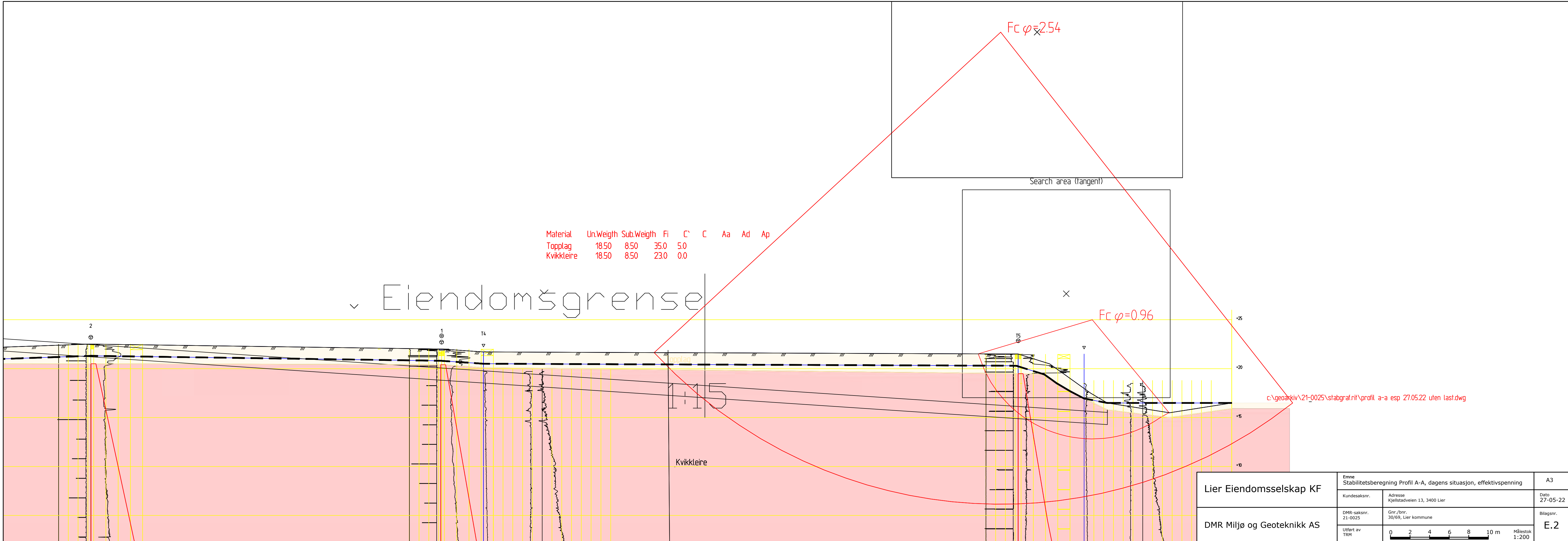
	<p>Eksisterende grunnundersøkelser kan vise at det ikke er sprøbruddmateriale i grunnen, og dermed dokumentere at det ikke er områdeskredfare.</p> <p><b>Dersom planlagt tiltak ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde, må det utredes videre iht. denne prosedyren.</b></p>	
<b>6</b>	<p><b>Befaring</b> Befaring er nødvendig for å få oversikt over forhold som topografi, erosjon, berg i dagen, tidligere inngrep og annet som kan ha betydning for avgrensning av løsneområdet skissert i steg 5 og for planlegging av grunnundersøkelser. I noen tilfeller vil geotekniker ved befaring kunne avkrefte muligheten for områdeskred, men ofte vil det være behov for supplerende grunnundersøkelser for å avklare dette. Se kap. 4.3 i NVEs veileder.</p> <p><b>Dersom planlagt tiltak ligger innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde, må det utredes videre iht. denne prosedyren.</b></p>	<p>Observerte tegn til erosjon flere steder.</p>
<b>7</b>	<p><b>Gjennomfør grunnundersøkelser</b> Det må gjennomføres geotekniske grunnundersøkelser der det ikke finnes tilstrekkelig data fra tidligere utførte undersøkelser. Grunnundersøkelser utføres for å kartlegge forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale som grunnlag for soneavgrensning, faregradsklassifisering og ev. videre stabilitetsberegning. Se kap. 4.4. i NVEs veileder.</p> <p>Innledende grunnundersøkelser bør gjennomføres så tidlig som mulig i planprosessen. Da avklarer man tidlig behovet for videre undersøkelser og utredninger. Økt omfang av grunnundersøkelser vil medføre mindre usikkerhet i vurderingene. Innledende grunnundersøkelser vil i noen tilfeller kunne avkrefte at det er sprøbruddmateriale i området.</p> <p><b>Dersom det er påvist/antatt sprøbruddmateriale i de mulige løsneområdene som kan berøre tiltaket, må det utredes videre iht. denne prosedyren.</b></p>	<p>Utført, avdekket kvikkleire.</p>
<b>8</b>	<p><b>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder</b> Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddmateriale er bl.a. avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet. Metodikk for bestemmelse av aktuell skredmekanisme og nærmere avgrensning av løsneområdet er beskrevet i kap 4.5 i NVEs veileder.</p> <p>Utløpsområdets utstrekning er avhengig av aktuell skredmekanisme, løsneområdets størrelse og terrengforholdene i utløpsområdet. Hvordan avgrense utløpsområder er nærmere beskrevet i kap. 4.6 i NVEs veileder.</p> <p><b>Dersom tiltaket ligger innenfor et løsne- eller utløpsområde, må det utføres videre utredning iht. denne prosedyren.</b></p>	<p>Retrogressivt skred.</p>
<b>9</b>	<p><b>Klassifiser faresoner</b> Faresoner klassifiseres med faregrad og konsekvens som beskrevet i kap. 4.7 i NVEs veileder. Utløpsområdene får samme faregrad som løsneområdet. Konsekvens klassifiseres samlet for sonens løsne- og</p>	<p>Middels faregrad og alvorlig konsekvensklasse.</p>

	<p>utløpsområde. For tidligere klassifiserte faresoner skal klassifiseringen (faregrad og konsekvens) vurderes på nytt.</p> <p><b>Beregnet faregrad avgjør sikkerhetskrav, se Tabell 3.3 i NVEs veileder. Tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres iht. punkt 10 i prosedyren.</b></p>	
<b>10</b>	<p><b>Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet</b></p> <p>Stabilitetsberegninger gjennomføres og sikkerhet dokumenteres, i hht. Sikkerhetskravene i kap. 3.3 i NVEs veileder. Hvis sikkerheten er for lav, skal mulige sikringstiltak vurderes for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.</p> <p>Stabilitetsberegninger skal gjennomføres som beskrevet i kap. 4.8 og kap. 5 i NVEs veileder.</p> <p>Føringer for detaljprosjektering, kontroll av prosjektering og utførelseskontroll skal beskrives. Om nødvendig skal det utarbeides krav til rekkefølge av bygge- og anleggstiltak, f.eks. i form av rekkefølgebestemmelser og faseplaner. I arealplaner må nødvendige føringer fremgå av planbestemmelsene.</p> <p><b>Soneutredning inkludert beregning av dagens stabilitet og stabilitet med evt. sikringstiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet dokumenteres. Vurderinger skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.</b></p>	Beregnet, ikke tilfredsstillende sikkerhet.
<b>11</b>	<p><b>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</b></p> <p>Grunnundersøkelsene meldes inn til NADAG (7). Nye faresoner (kvikkleiresoner) eller endringer på eksisterende faresoner meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning, <a href="https://kvikkleiresoner.nve.no">https://kvikkleiresoner.nve.no</a> (19). Utredninger av områdeskredfare knyttet til faresonene meldes også inn der. Se kap 4.10 i NVEs veileder.</p> <p><b>Sikkerhet mot områdeskred er avklart når det foreligger dokumentasjon iht. denne prosedyren.</b></p>	Utføres.



\profil a-a tsp 27.05.22 uten last.R2

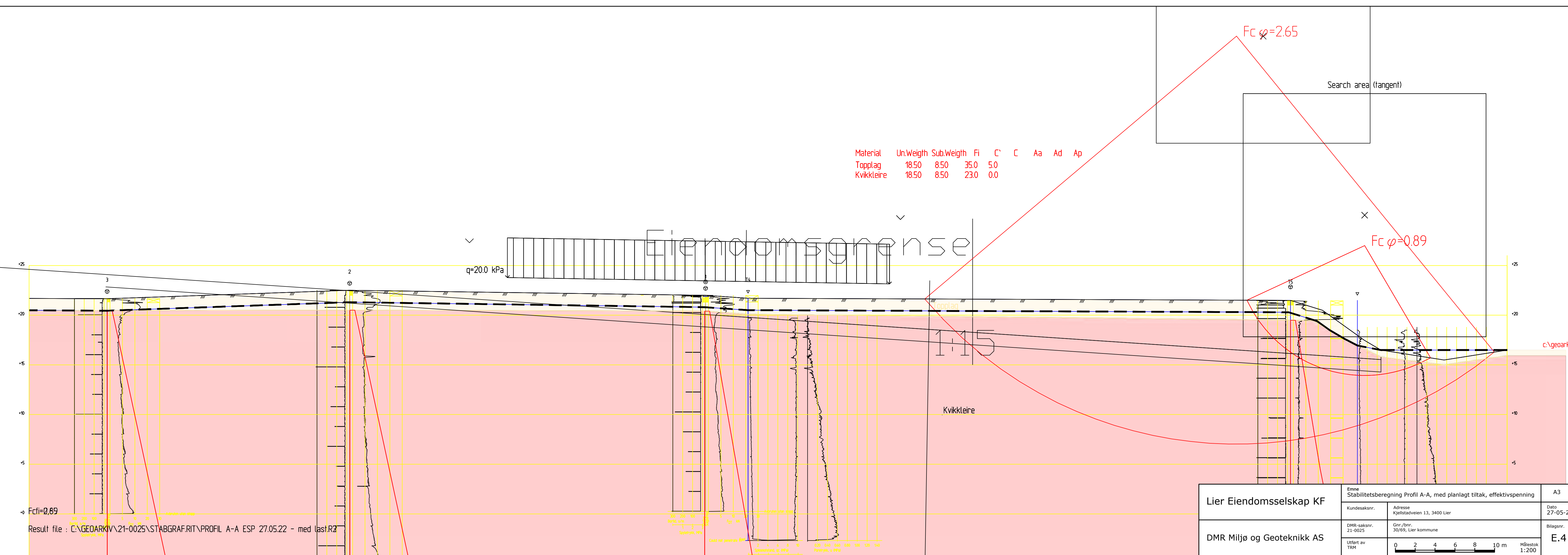
Lier Eiendomsselskap KF		Emne Stabilitetsberegning Profil A-A, dagens situasjon, totalspenning		A3
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Kundesaksnr.	Adresse Kjellstadveien 13, 3400 Lier	Dato 27-05-22
		DMR-saksnr. 21-0025	Gnr./bnr. 30/69, Lier kommune	Bilagsnr. E.1
Utført av TRM		0 2 4 6 8 10 m		Målestokk 1:200



Lier Eiendomsselskap KF	Emne Stabilitetsberegning Profil A-A, dagens situasjon, effektivspenning		A3
	Kundesaksnr. 21-0025	Adresse Kjellstadveien 13, 3400 Lier	Dato 27-05-22
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 21-0025	Gnr./bnr. 30/69, Lier kommune	Bilagsnr. E.2
	Utført av TRM	Målestok 1:200	

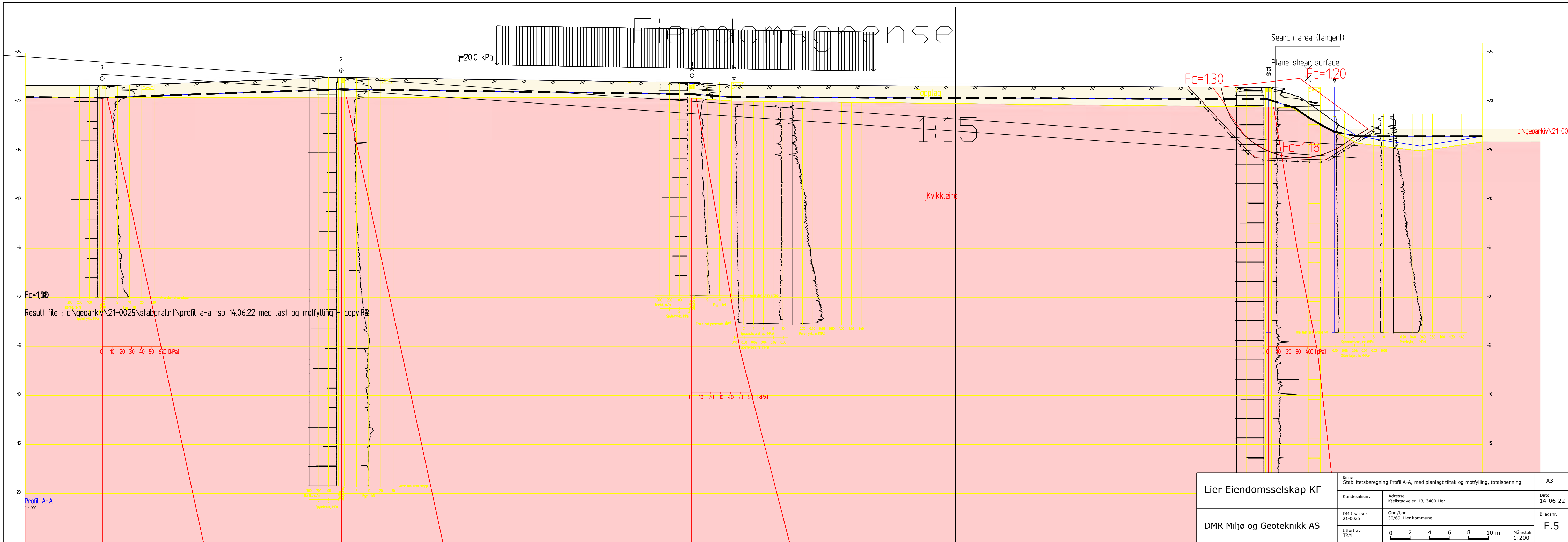


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Toplag	18.50	8.50	35.0	5.0				
Kvikkleire	18.50	8.50	23.0	0.0				



Result file : C:\GEOARKIV\21-0025\STABGRAF.RIT\PROFIL A-A ESP 27.05.22 - med last.R2

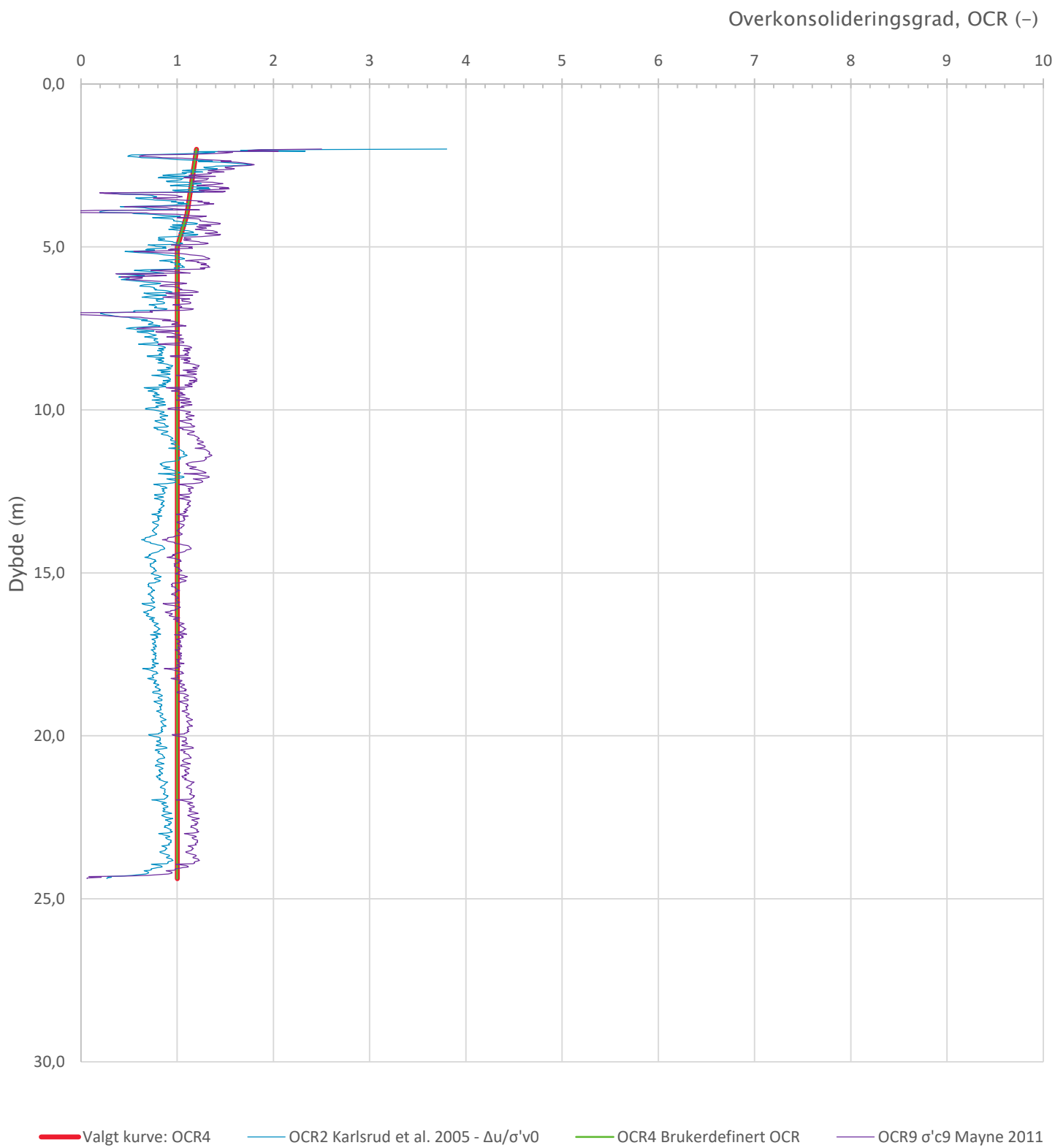
Lier Eiendomsselskap KF		Emne Stabilitetsberegning Profil A-A, med planlagt tiltak, effektivspenning		A3
Kundesaksnr.	Adresse Kjellstadveien 13, 3400 Lier	DMR-saksnr. 21-0025		Dato 27-05-22
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Gnr./bnr. 30/69, Lier kommune	Bilagsnr. E.4	
Utført av TRM		0 2 4 6 8 10 m		Målestokk 1:200




Lier Eiendomsselskap KF		Emne Stabilitetsberegning Profil A-A, med planlagt tiltak og motfylling, totalspenning	A3
Kundesaksnr.	Adresse Kjellstadveien 13, 3400 Lier	Dato 14-06-22	
DMR-saksnr. 21-0025	Gnr./bnr. 30/69, Lier kommune	Bilagsnr. E.5	
Utført av TRM	Målestokk 1:200	0 2 4 6 8 10 m	







Prosjekt <b>Kjellstadveien 13, Lier</b>			Prosjektnummer: 21-0025		Borhull <b>T4</b>
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondennummer <b>5480</b>		
	Utført TRM	Kontrollert MH	Godkjent MH		Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon	Dato sondering 25.01.2022	Revisjon	Rev. dato	Figur <b>8</b>

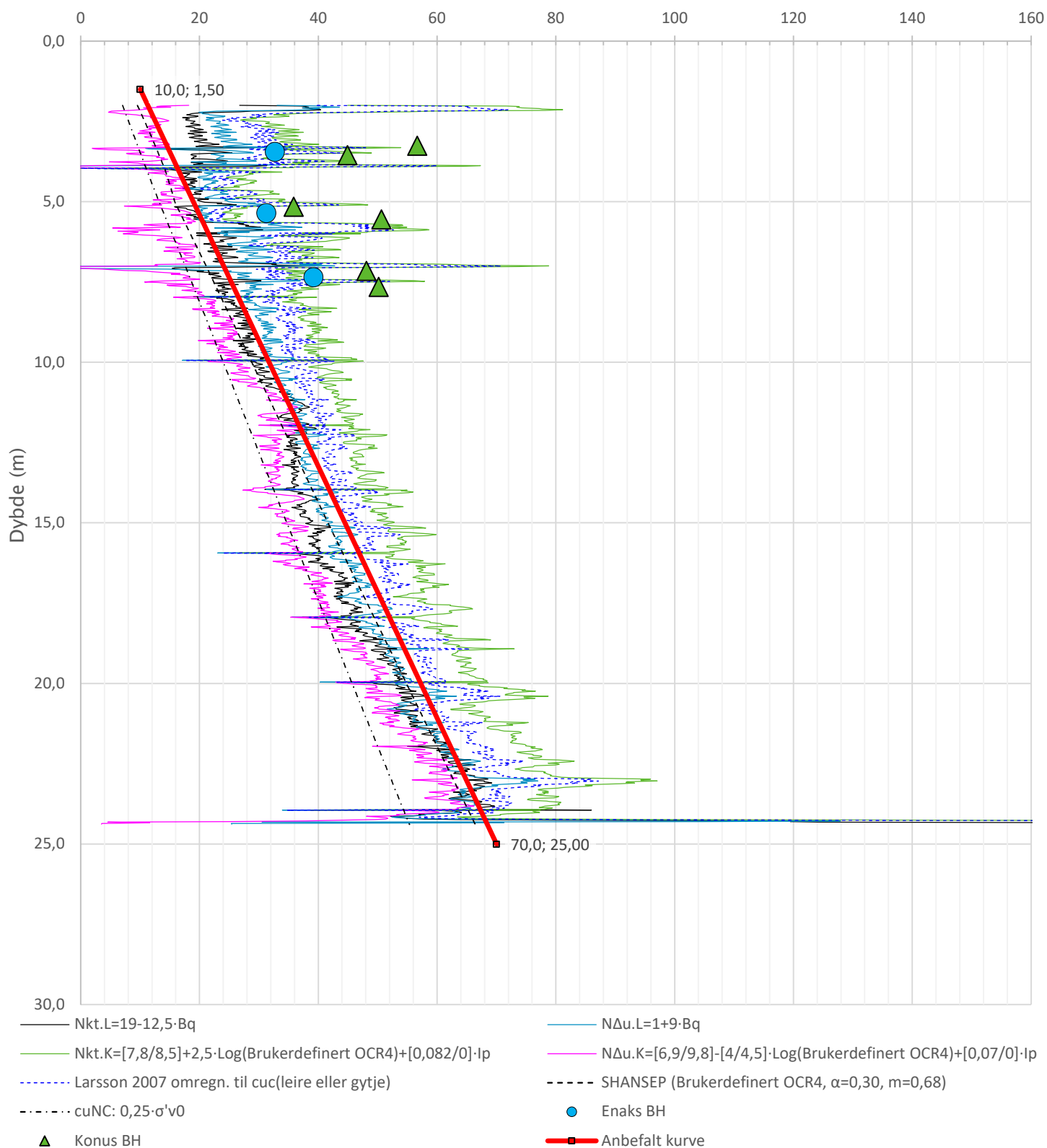
# Vedlegg F.2


Anisotropiforhold i figur:

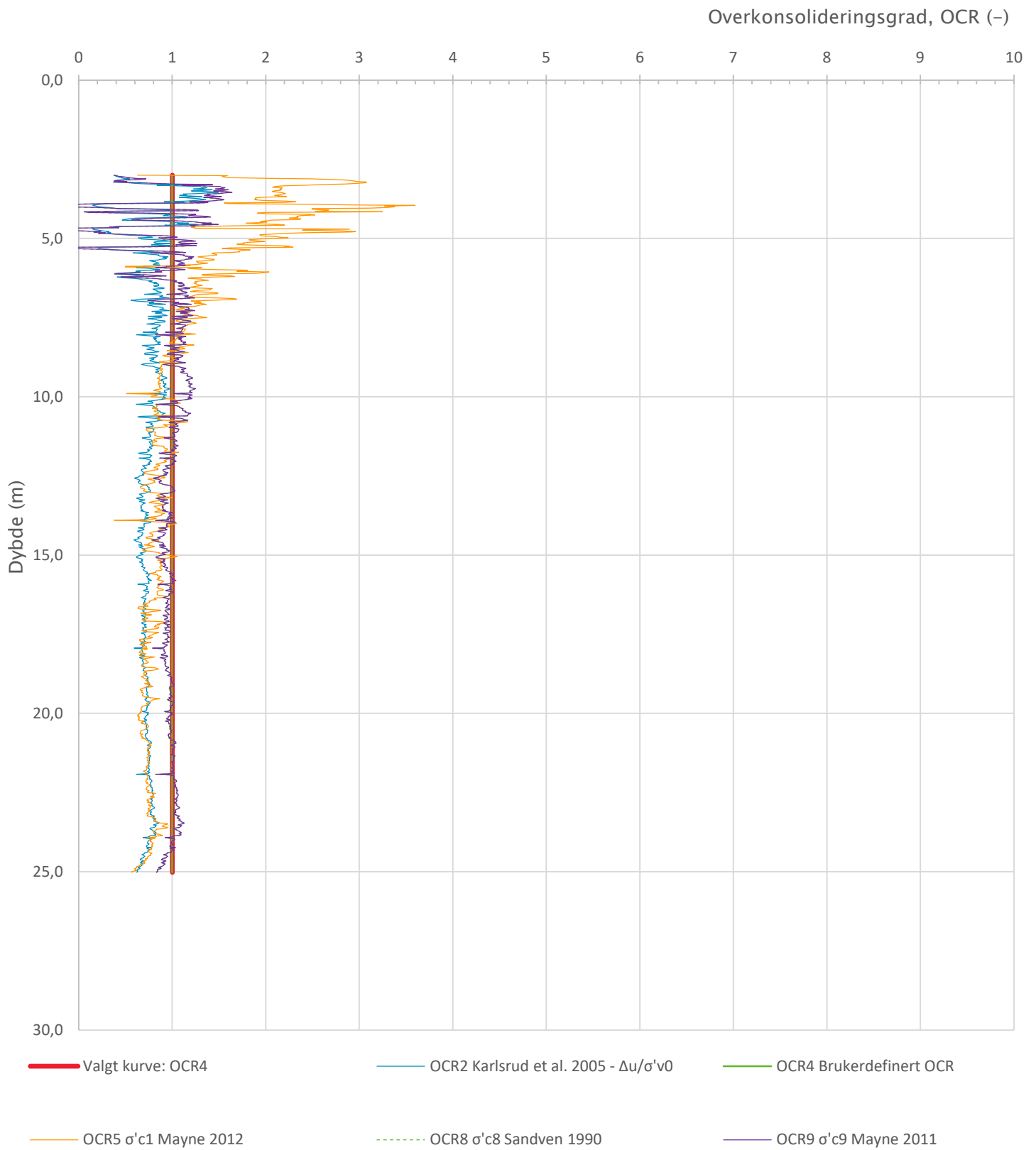
Enaks BH :  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$


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

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 21-0025		Borhull
<b>Kjellstadveien 13, Lier</b>				<b>T4</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5480</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	TRM	MH	MH	<b>1</b>
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		<b>25.01.2022</b>	Rev. dato	<b>5</b>



Prosjekt <b>Kjellstadveien 13, Lier</b>			Prosjektnummer: 21-0025		Borhull <b>T5</b>
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondenummer <b>5480</b>		
	Utført TRM	Kontrollert MH	Godkjent MH		Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon	Dato sondering 25.01.2022	Revisjon	Rev. dato	Figur <b>8</b>

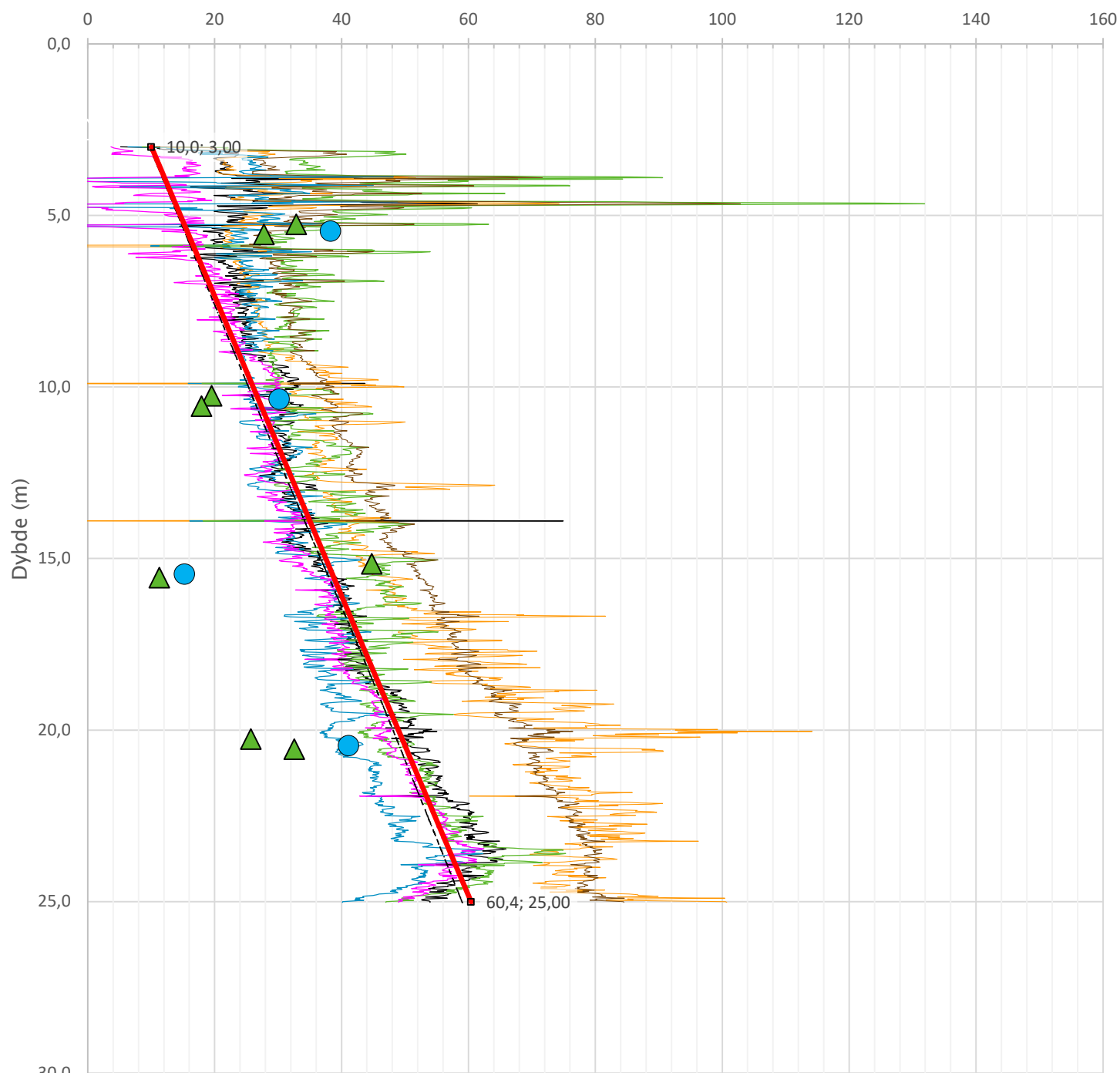
# Vedlegg F.4

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH T5:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH T5:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



- Nkt.L=19-12,5·Bq
- Nke.L=16-14,5·Bq
- NΔu.L=1+9·Bq
- 2< Nke.K=[11,5/12,5]-[9,05/11]·Bq
- Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·Ip
- NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·Ip
- - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0,25$ ,  $m=0,65$ )
- · - · - ·  $c_{uNC} = 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$
- Enaks BH T5
- ▲ Konus BH T5
- Anbefalt kurve

Prosjekt		Prosjektnummer: 21-0025		Borhull
<b>Kjellstadveien 13, Lier</b>				<b>T5</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5480</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	TRM	MH	MH	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
		25.01.2022	Rev. dato	5

**Befaring 30.03.2022**



















8



9







11



12



13

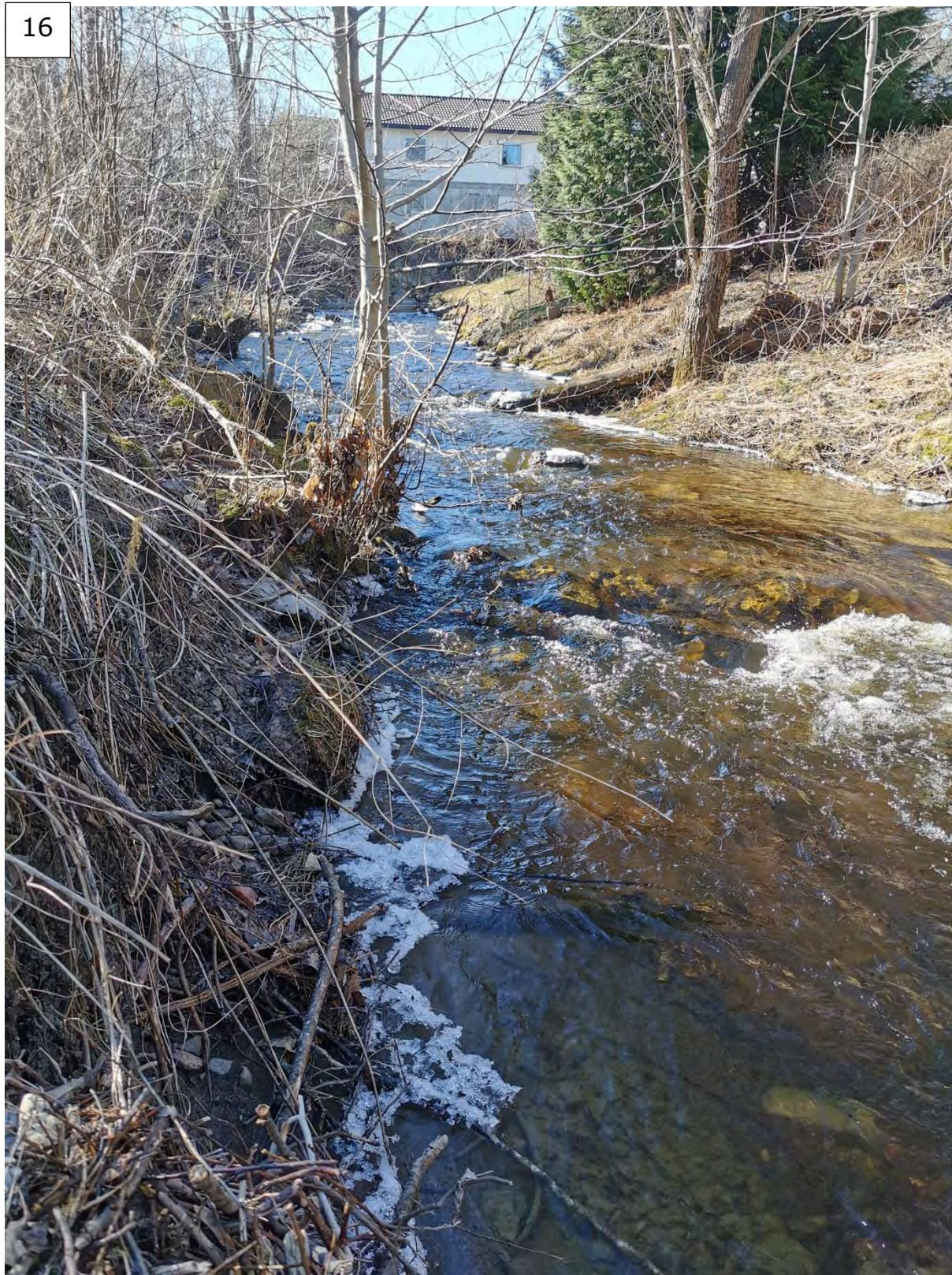




15



16





18







20



21



22









