

# Setnesmoen - Åndalsnes Områdestabilitetsvurdering



Kunde: Forsvarsbygg

Prosjekt: Setnesmoen - Åndalsnes - Områdestabilitet og skred

Prosjektnummer: 55604001

Dokumentnummer: 55604001-RIG-R02-A01

Rev.: 00

## Sammendrag:

Forsvarsbygg jobber med reguleringsplan for Setnesmoen i Åndalsnes i Rauma kommune. Sweco Norge AS er engasjert av Forsvarsbygg for å utføre områdestabilitetsvurdering (kartlegging av evt. kvikkleirefasesoner og vurdering av kvikkleiresonefaregrad). Vurderingen er utført basert på NVE veileder 2014-7 (Sikkerhet mot kvikkleireskred). Denne rapporten inneholder geotekniske vurderinger for å kartlegge kvikkleire/ -fasesoner, -faregrader, -løsneområder og -utløpsområder.



Det har tidligere blitt utført noen grunnundersøkelser av Statensvegvesen i nærheten av Setnesmoen området og kvikkleire ble påvist i steder[4]. Basert på nye grunnundersøkelse kvikkleire er påvist i ett borhullet.

Basert på tidligere og nye grunnundersøkelser, terrengeanalyse og vurdering fra befaring i planområdet er en kvikkleiresone kartlagt i nordøstlig del av planområdet og faregrad er klassifisert som middels. Løsne- og utløpsområde er vurdert og kartlagt. I området langs Setnesreitan-bekken er evt. løsneområdet vurdert å ligge utenfor planområdet.

Utredningen baserer seg på at det ikke skal utføres nye tiltak som medfører tilflytting av personell eller forverring av dagens stabilitetsforhold. Om det i framtiden planlegges endring i belastningsforhold på grunnen i fasonen, må disse utredes i forhold til tiltakskategori. Dette gjelder også for eventuelle andre tiltak i fasonen, selv om disse ligger utenfor planområdet i foreliggende plansak. I dette tilfellet skal stabilitetsforhold vurderes med nærmere stabilitetsberegninger.

## Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Reza Babadi	<b>Sign.:</b>  Reza Babadi 2018.05.23 17:34:52 +02'00'
<b>Kontrollert av:</b> Krishna Aryal	<b>Sign.:</b>  Digitally signed by Krishna Aryal Date: 2018.05.23 17:41:22 +02'00'
<b>Prosjektleder:</b> Øystein S. Lohne	<b>Prosjekteier:</b> Elisabeth Baird/Reidar Klett

## Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av

## Innholdsfortegnelse

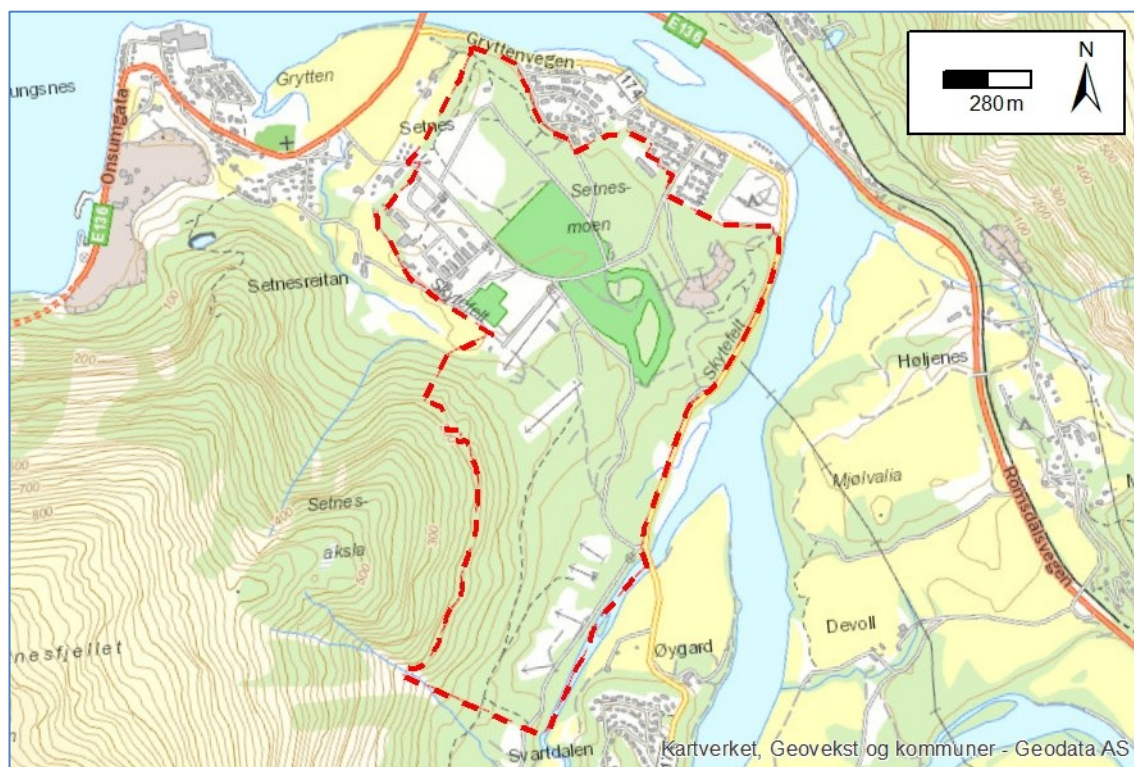
1	Innledning .....	3
1.1	Generelt .....	3
1.2	Regelverk .....	4
1.3	TEK 17, Sikkerhet mot naturpåkjenninger .....	4
1.4	Tiltak og tiltakskategori .....	4
2	Grunnlag .....	5
2.1	Grunnundersøkelser .....	5
2.2	Kartgrunnlag og geometri .....	5
2.3	Tidligere registrerte kvikkleiresoner i området .....	5
2.4	Befaring .....	6
3	Terreng og grunnforhold .....	9
3.1	Områder under marine grense .....	9
3.2	Områder med marine avsetninger .....	9
3.3	Topografi .....	10
3.4	Grunnundersøkelser .....	12
3.4.1	Tidligere utførte grunnundersøkelser .....	12
3.4.2	Nye utførte grunnundersøkelser .....	13
3.5	Grunnforhold .....	13
3.5.1	Rundt borehull 5 .....	14
3.5.2	Langs Setnesreitan-bekken .....	14
3.6	Grunnvann og poretrykk .....	14
4	Soneavgrensing og klassifisering .....	16
4.1	Soneavgrensing .....	16
4.1.1	Løsneområdet 1; rundt borehull 5 .....	16
4.1.2	Løsneområdet 2; langs Setnesreitan-bekken .....	17
4.2	Klassifisering av faregrad .....	18
4.2.1	Faregrad for kvikkleiresone .....	18
5	Avgrensing av utløpsområde .....	19
5.1.1	Utløpsområde i kvikkleiresone .....	19
6	Konklusjon .....	21
7	Referanser .....	22
8	Vedlegg .....	23

# 1 Innledning

## 1.1 Generelt

Forsvarsbygg utarbeider med reguleringsplan for Setnesmoen i Åndalsnes i Rauma kommune (se Figur 1). Sweco Norge AS er engasjert av Forsvarsbygg for å utføre områdestabilitetsvurdering (kartlegging av evt. kvikkleirefaresoner og vurdering av kvikkleiresonefaregrad). Dette er utført basert på NVE veileder 2014-7 (Sikkerhet mot kvikkleireskred) [1]. Tidligere grunnundersøkelser utført av Statens vegvesen og nye undersøkelser utarbeidet av Sweco, er oppsummert i geotekniskdatarapport [4].

Denne rapporten inneholder geotekniske vurderinger og kartlegging av kvikkleire/ -faresoner, -faregrader, -løsneområder og -utløpsområder.



Figur 1: Lokalisering av planområdet, bakgrunnskart fra [www.geodata.no](http://www.geodata.no).

## 1.2 Regelverk

Gjeldene regelverk legges til grunn til vurdering/prosjektering, og for geoteknisk vurdering/prosjektering gjelder dermed:

- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2016 (Eurokode 0) [11]
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2016 (Eurokode 7) [12]
- TEK 17 [13]
- I tillegg følgende veiledninger og håndbøker er benyttet:
- NVE veileder 2014-7 (Sikkerhet mot kvikkleireskred) [1]
- NVE veileder 2016-14 (Metode for vurdering av løsne- og utløpsområdet for områdeskred, Del 6: Kvikkleire) [2]
- NVE veileder 2011-2 (Flåm- og skredfare i arealplaner) [3]
- Statens vegvesen Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygning [14]

## 1.3 TEK 17, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

For bygging i område med fare for kvikkleireskred er det i veilederen til byggeteknisk forskrift (TEK17) forklart hvordan skredfare skal utredes og hva slags stabilitetsforbedringer som er nødvendige for å oppfylle sikkerhetskravene. Dette er utdypet i NVE sin veileder: «Sikkerhet mot kvikkleireskred [1]. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper» (NVE-veileder 7/2014).

## 1.4 Tiltak og tiltakskategori

Reguleringsplanen inneholder ingen endring i bruk av området, ingen etablering av nye tiltak eller tilflytting av personer. Det skal ikke foretas noe tiltak som kan forverre stabiliteten og planen er vurdert å ligge innen tiltakskategori K0 eller K1.

Eventuelle framtidige tiltak må utredes i henhold til tiltakskategori.

## 2 Grunnlag

### 2.1 Grunnundersøkelser

Det har tidligere blitt utført grunnundersøkelser av Statensvegvesen utenfor tomten. Boringene er relevante for vurdering av kvikkleireskred i nærheten av Setnesmoen.

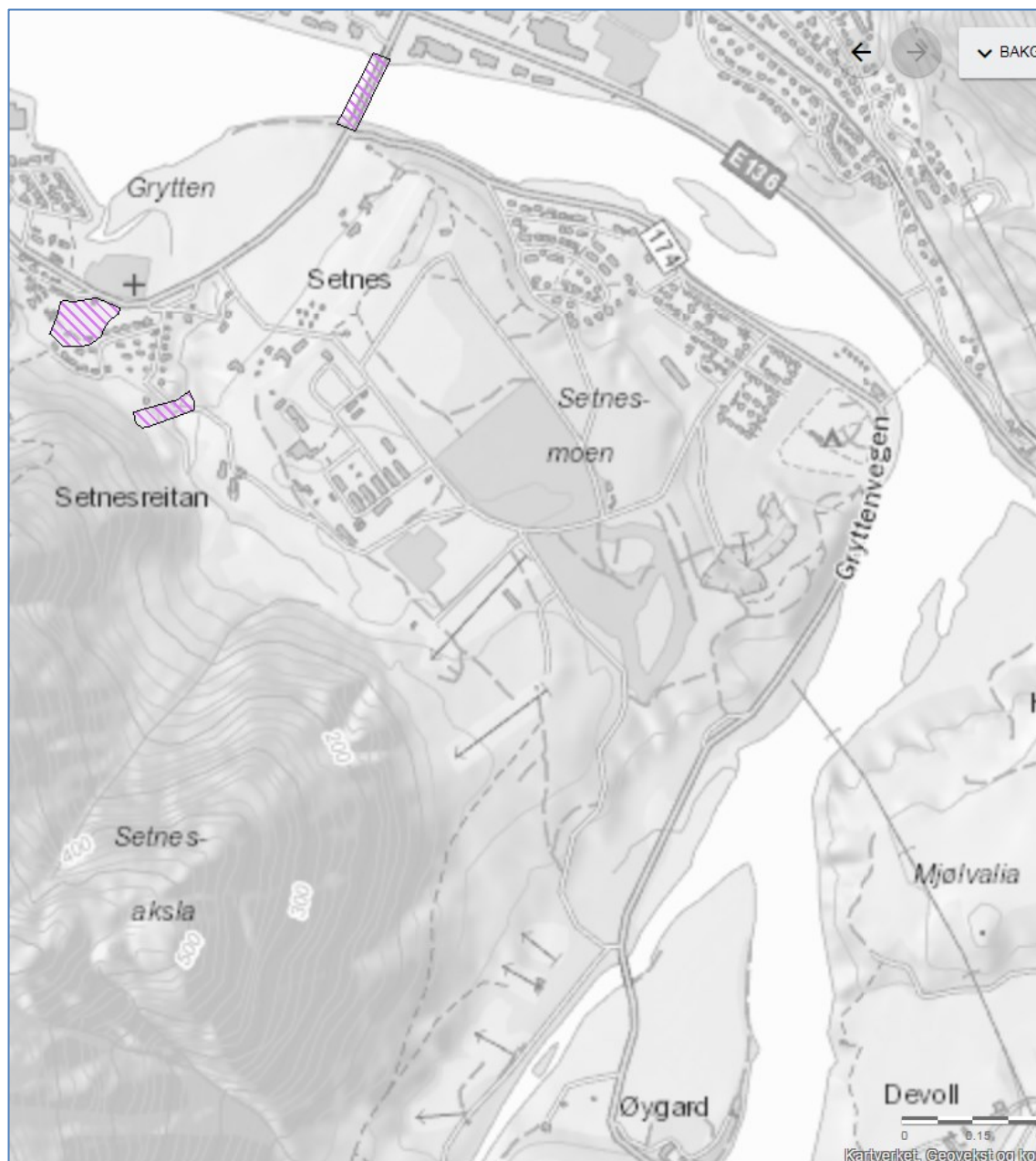
- Rapport 470-50.460-R1, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statens vegvesen, datert 10.01.1975 [5]
- Rapport 470-50.460-R2, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statens vegvesen, datert 10.01.1975 [6]
- Rapport 470-88.107-R1, Istra – Grøttør erosjonssikrings mot elva, Statens vegvesen, datert 20.07.1989 [7]
- Rapport 470-96.069-R3, Omlegging Veblungnes Registering av leire i Reitagrova, Statens vegvesen, datert 06.12.1999 [8]
- Rapport 470-94.013-R3, Omlegging Veblungnes Alt.1, Statens vegvesen, datert 22.03.2000 [9]
- Rapport 5120264-1, Grunnundersøkelser etter ras i bekkeravine Setnesreitan, Norconsult, Datert 01.03.2012 [10]
- Grunnundersøkelser utført i uke 44-45/2017 og uke 5/2018 utført av Sweco (underkonsulent Mesta AS)
- Laboratorieanalyser utført av Multiconsult AS.
- 55604001-R01-A01 RIG Geoteknisk Datarapport, Sweco Norge AS, datert 22.05.2018 [4]

### 2.2 Kartgrunnlag og geometri

Grunnlaget brukt i de geotekniske vurderingene for terrengmodell er hentet fra høydedatakart [15].

### 2.3 Tidligere registrerte kvikkleiresoner i området

Tidligere er det utført noen vurderinger av kvikkleireskredfare i Setnesmoen området. Figur 2 viser plassering av tidligere kartlagte kvikkleiresoner.



Figur 2: Lokalisering av tidligere kartlagte kvikkleiresoner. Områder som markert med rosa er kvikkleireområdet som er hentet fra temakart.nve.no [19]

## 2.4 Befaring

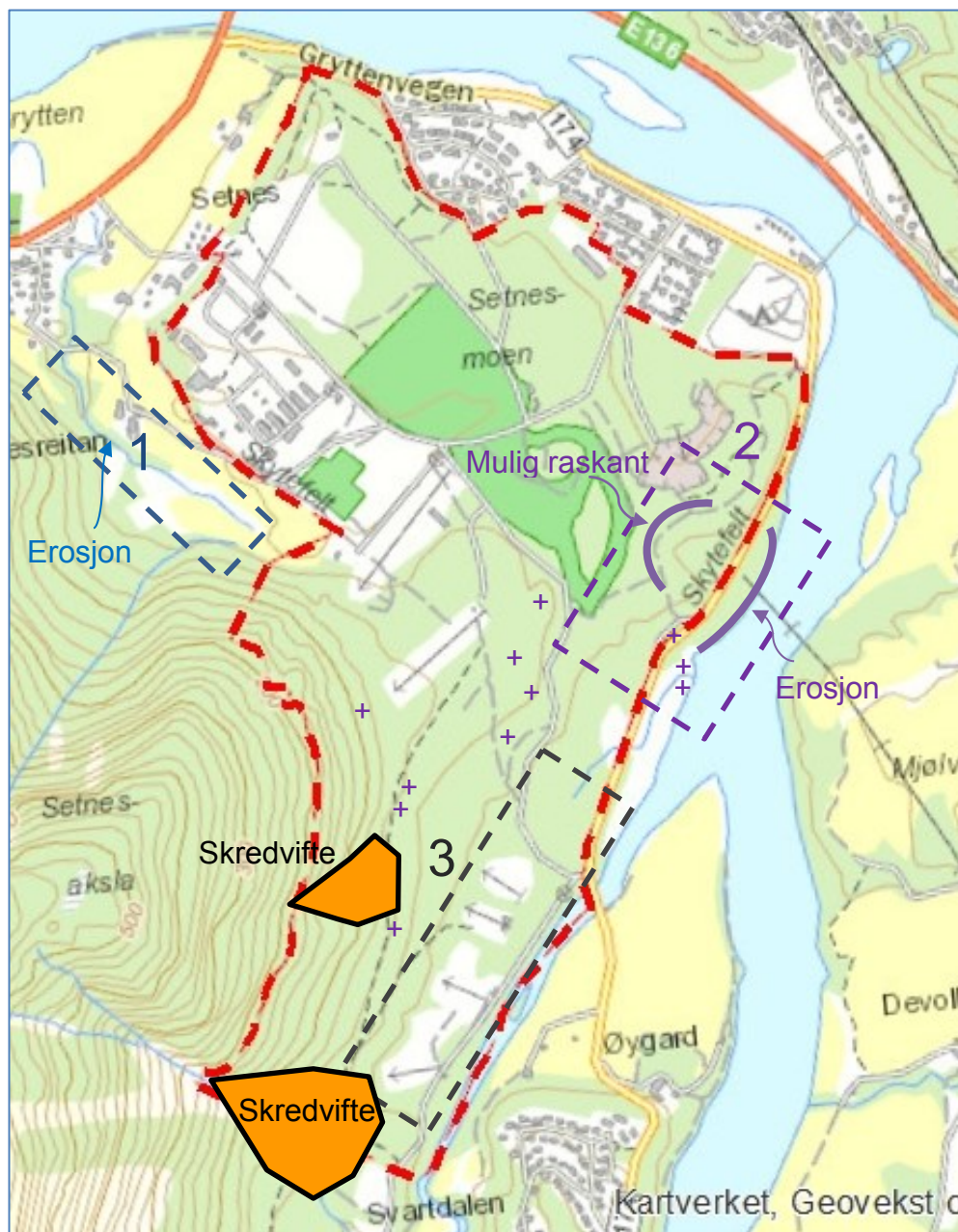
Ifølge NVE veileder 2014-7, prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, punkt 6, er det nødvendig med befaring for å få en oversikt over lokale forhold som har betydning for avgrensning av mulige løснеområder og planlegging av grunnundersøkelser.

Det ble derfor utført en befaring 04.10.2017 av geolog Øystein S. Lohne og geotekniker Reza Babadi fra Sweco Norge AS. Vurderinger fra befaringen er oppsummert nedenfor (se Figur 3 for forklaring):

- Område 1: Sweco vurdert noe erosjon pga. elva i Setnesgrova. Basert på tidligere grunnundersøkelser ble kvikkleire påvist i dette området [8] og [10].
- Område 2: Sweco vurdert at det er noe erosjon langs Rauma elva (se *Figur 20* i Vedlegg 6). Langs stranden er det løsmasse med sand. Omtrent 2 m ned i snittet er det siltig leire (se *Figur 19* i Vedlegg 6). Flere steder langs Rauma elva ble berg i dagens påvist. Dette er markert med (+) i *Figur 3* (se *Figur 21* og *Figur 22* i Vedlegg 6).

Område 3: Mellom Istra elva i øst og fjell med bratt skråning i vest er terrenget i nederst tilnærmet flatt (se *Figur 23* i Vedlegg 6). Inn mot fjellsiden bak blir terrenget gradvis brattere og terrenget er drapert med skredavsetninger (skredvifter og steinsprangblokker). Berg stikker opp i dagen flere steder i nedre del av skråning (*Figur 3*). Lengst i sør er det en betydelig snøskredvifte over sandige avsetninger. Basert på observerte avsetninger, eksponert berg og terrenget ved skytebanene langs elva, vurderes det at faren for områdeskred i dette området ikke er tilstede.



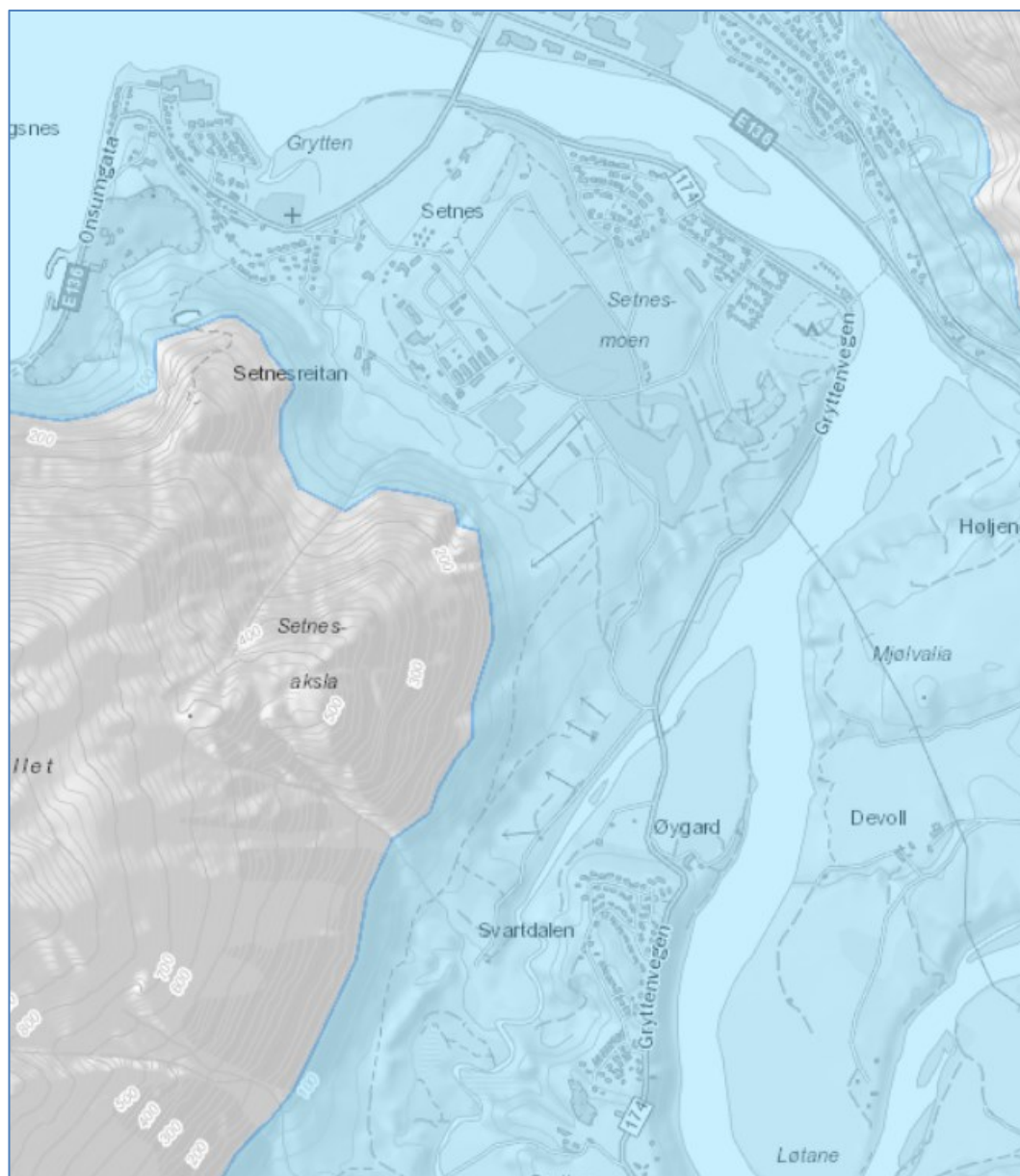


Figur 3: Befaringsresultater. Berg i dagen er markert med (+). To markerte skredvifter er avsatt i skråningsfoten på østsiden av Setnesaksla.

### 3 Terreng og grunnforhold

#### 3.1 Områder under marine grense

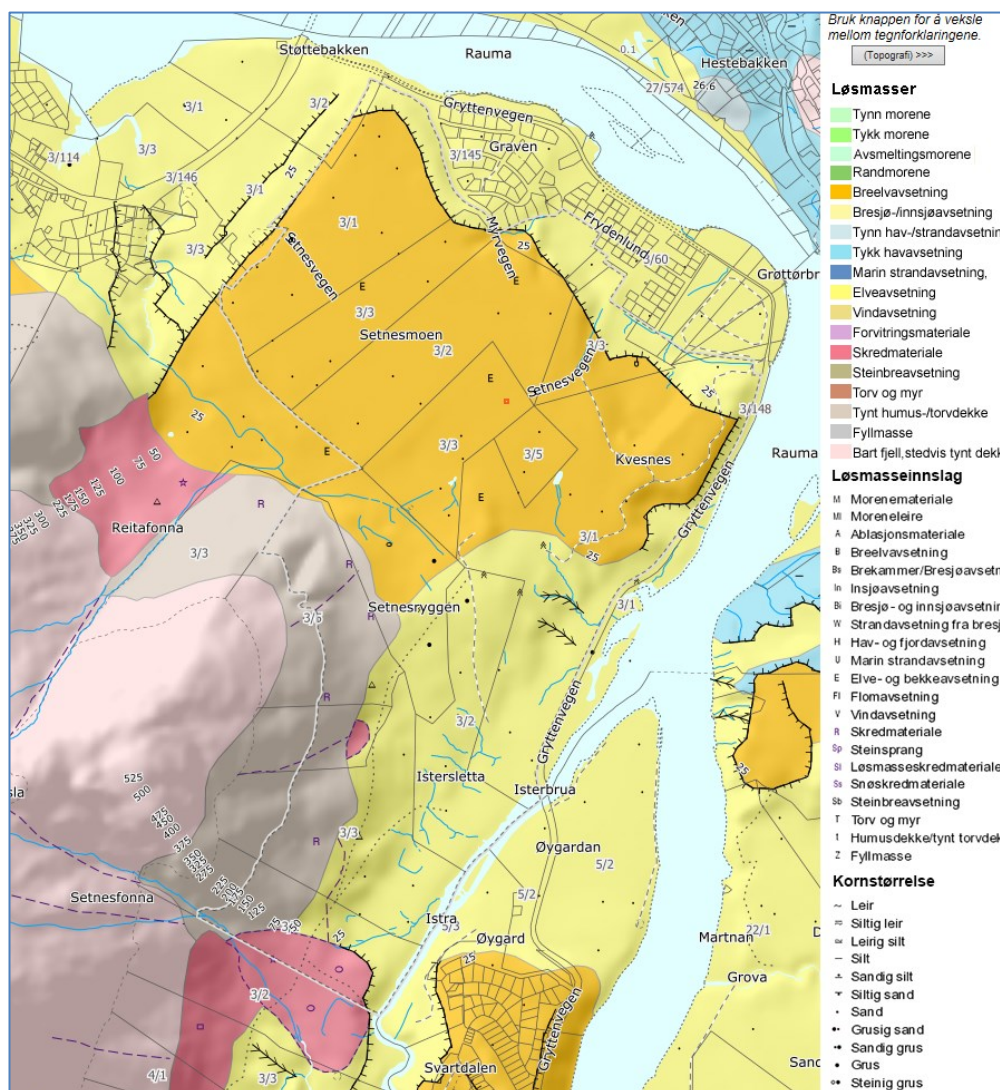
Figur 4 viser at hele planområdet ligger under marine grenser.



Figur 4: Område under marine grenser, Kartet er hentet fra [temakart.nve.no](http://temakart.nve.no)

#### 3.2 Områder med marine avsetninger

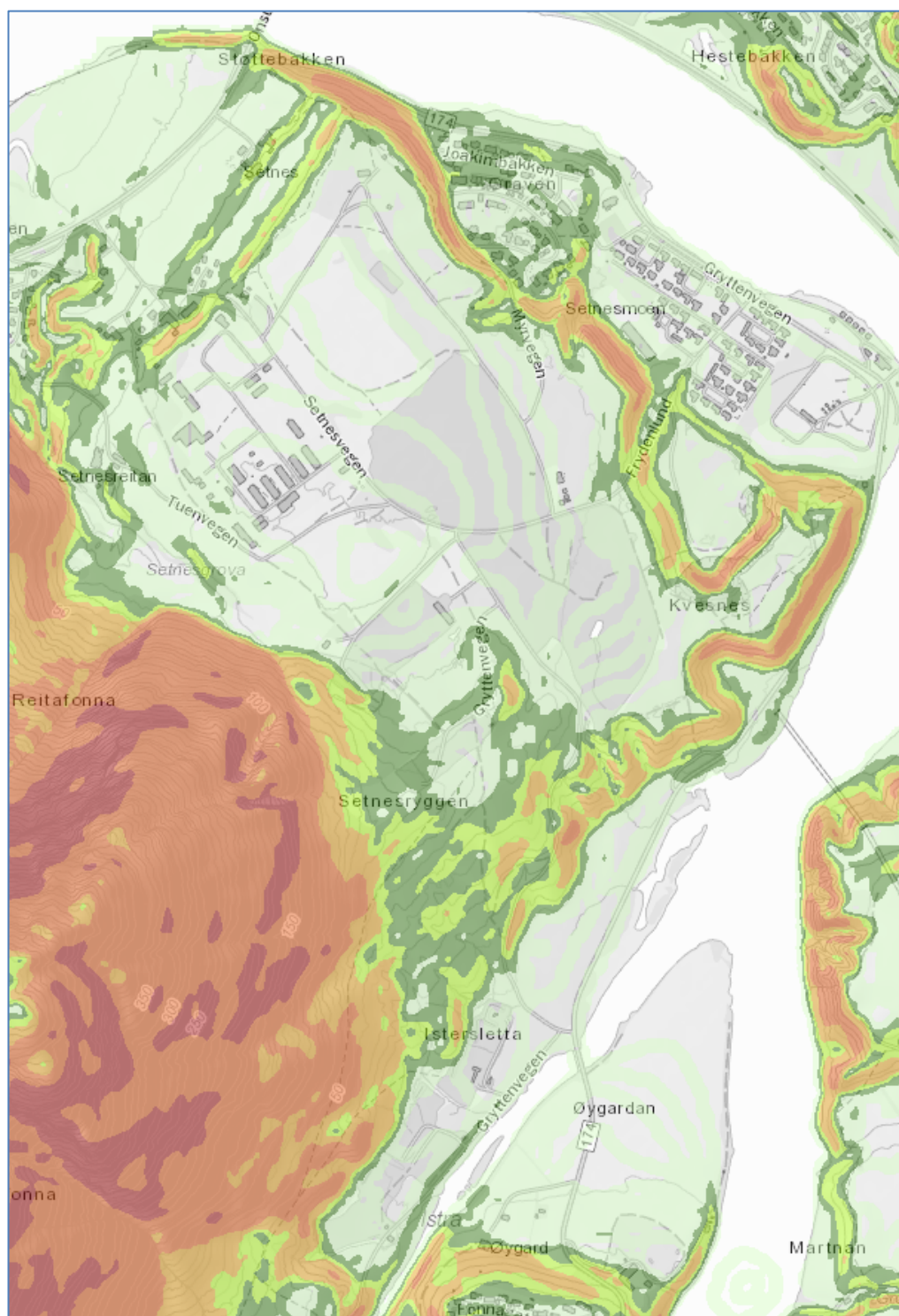
Ifølge løsmassekart består området av breelavsetning (oransje) og elve- og bekkeavsetning (gul) (se Figur 5). I beskrivelse av disse lagene står det ofte skråstilte lag av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk.



Figur 5: Oversiktsskart over løsmasser i Setnesmoen området. Kartet er hentet fra geo.ngu.no [18]

### 3.3 Topografi

I nordlig del av planområdet utgjøres av en betydelig flate (ligger mellom k. +36 til k. +40 moh.) med bratt skråninger i kanter. I sørside er området nesten flat langs Istra og Rauma elver med brattskråning i vestside (se Figur 6).

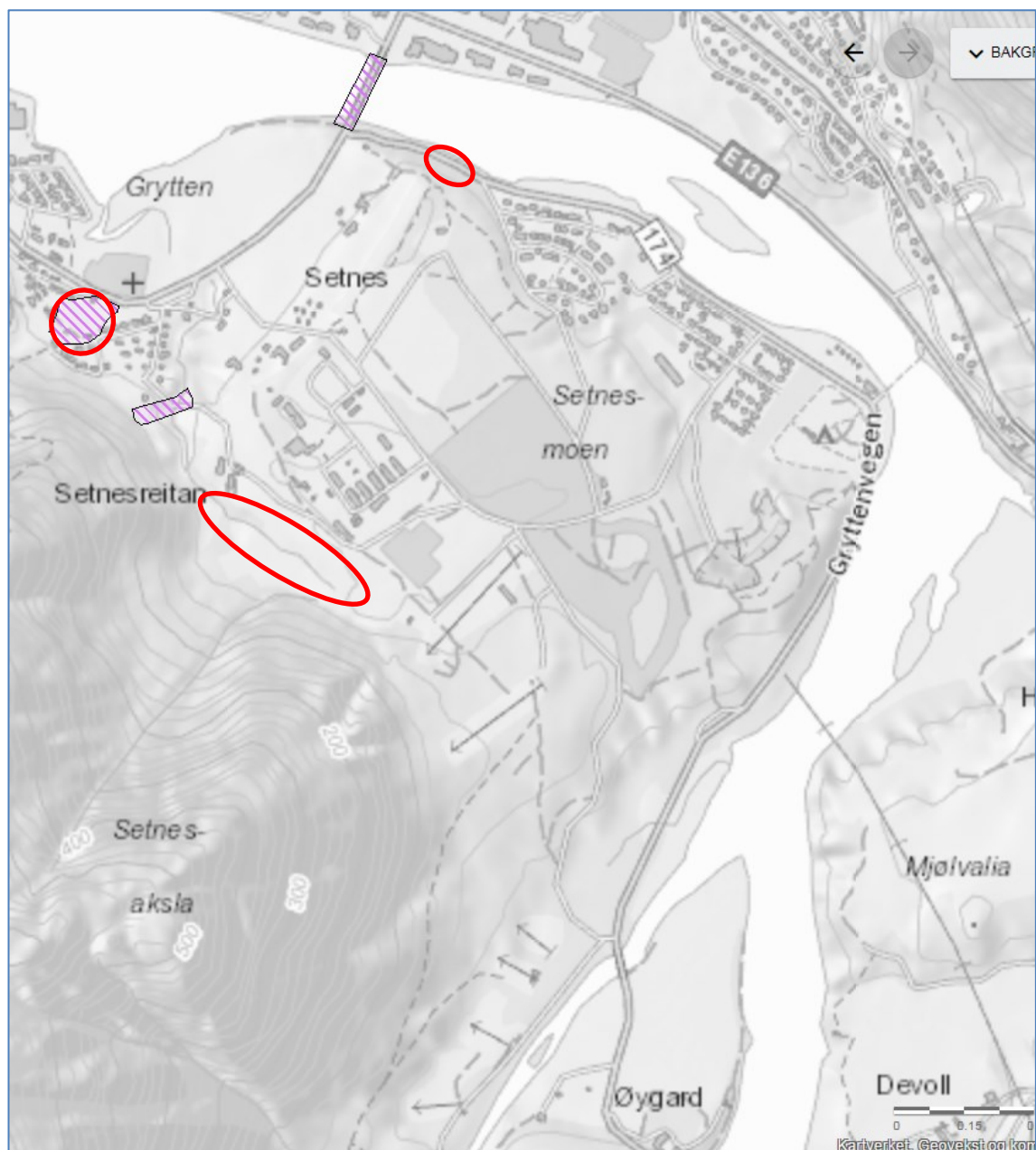


Figur 6: Oversiktskart over Setnesmoen området. Kartet er hentet fra temakart.nve.no [17]

## 3.4 Grunnundersøkelser

### 3.4.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det har tidligere blitt utført noen grunnundersøkelser av Statens vegvesen i nærheten av Setnesmoenområdet og kvikkleire ble påvist i steder som er markert i Figur 7 [4].

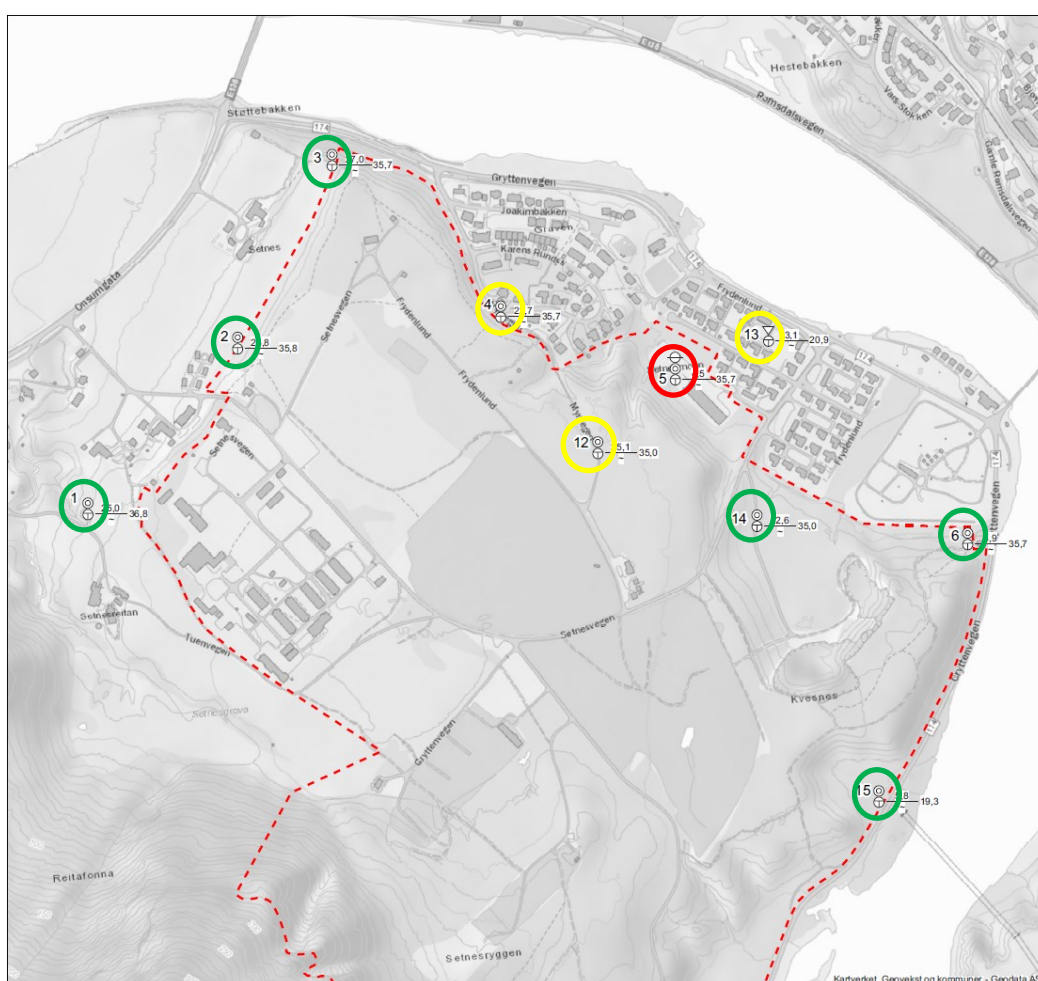


Figur 7: Lokalisering av påviste kvikkleiresoner fra tidligere grunnundersøkelser (markert med rød). Områder som markert med rosa er kvikkleireområdet som hentes fra [temakart.nve.no](http://temakart.nve.no) [19]

### 3.4.2 Nye utførte grunnundersøkelser

Basert på terrengforhold, vurderinger fra befaringen og tidligere grunnundersøkelser planlagte Sweco nye undersøkelser i planområdet (se Figur 8 for boreplan). Hensikten med disse grunnundersøkelsene var å kartlegge evt. kvikkleirefarezoner og å få grunnlag til færdgardsvurdering. I denne forbindelsen har Sweco utarbeidet datarapport fra de nye grunnundersøkelsene[4].

Basert på NVE veileder 2014-7 [1] er leire med omrørt skjærstyrke mindre enn 0,5 KPa beskrives som kvikkleire og mindre enn 2 KPa beskrives som materialer med sprøbruddegenskaper. I følge geoteknisk datarapport [4] er kvikkleire påvist i borehull 5 fra dybde 4 til 37 m dybde (fra ca. kote 0 m til -33 m). I borehull 4, 13 og 12 er det mistenkt kvikkleielag under ca. kote 0 m.



Figur 8: Plassering av borehull med påviste kvikkleire i nye grunnundersøkelser. Borehull med kvikkleire er markert med rødt, mens borehuller med mistenkt kvikkleire er markert med gult. Borehuller med ikke sannsynlighet til kvikkleire er markert med grønt.

### 3.5 Grunnforhold

Basert på løsmassekart, befaringen i området og utførte grunnundersøkelser på/i nærheten av planområdet består grunn i generelt av sand fra eksisterende terreng til kote null. Videre mot

dybden er det undersøkt silt/siltig leire. Det er to kvikkleiresoner påvist i området. Rundt borehull 5 (se Figur 8) og langs elva i Setnesreitan (se Figur 7).

### 3.5.1 Rundt borehull 5

Basert på resultat fra borehull 4, 5, 12 og 13 og tidligere grunnundersøkelser mellom borehull 3 og 4 (utført av Statensvegvesen [9] og [8]) er det undersøkt sand fra eks. terreng til kote 0 og et kvikkleirelag under kote 0.

### 3.5.2 Langs Setnesreitan-bekken

Basert på tidligere undersøkelser langs Setnesreitan-bekken utført av Norconsult [10], er det sand/siltig sand med 6-27,5 m mektighet under terreng. Nedenfor er det et siltig leirelag med 18,5 til 39 m mektighet. I dybde på 11 m under terreng ble leire registrert svært sensitiv med omrørt skjærstyrke på 0,7 KPa som er klassifisert som sprømaterialer, nesten grense til kvikkleire. I denne rapporten er det registrert et begrenset ras lang Setnesreitan-bekken [10]. Tidligere i dette området ble grunnundersøkelsene utført av Statens vegvesen og ble kvikkleire påvist fra 1 m til 3 m dybde [8].

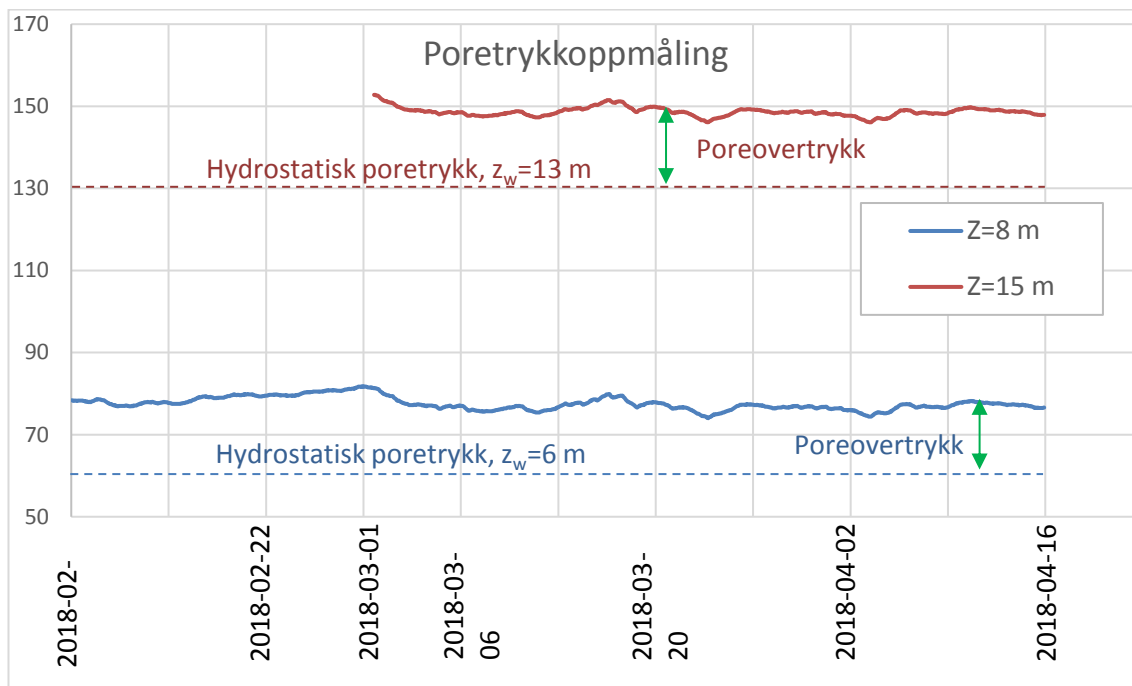
## 3.6 Grunnvann og poretrykk

For å få grunnlag for poretrykksforhold i kvikkleirefaresoner (rundt borehull 5) ble det installert to piezometer i dybde 8 m og 15 m. Poretrykk er registrert i en kort periode fra 08.02.2018 til 16.04.2018. Figur 9 viser poretrykkoppmålinger i borehull 5.

Basert på befaringen i området, kort avstand til Rauma elva og 4 m mektighet av sandlag under eks. terreng er det antatt at grunnvann ligger ca. 2 m under eks. terreng.

- Terreng kote +4,5
- Grunnvannstand kote +2,5
- PZ1 kote -3,5;  $z_w = 6$  m
- PZ 2 kote -10,5;  $z_w = 13$  m

Hydrostatisk poretrykk i dybde 8 m og 15 m er hhv. 60 kPa og 130 kPa. Oppmålte poretrykkene er ca. 77 KPa og 147 KPa. Poretrykksforhold rundt borehull 5 ligger 17 kPa som poreovertrykk.



Figur 9: Oppmålt poreovertrykk på borehull 5



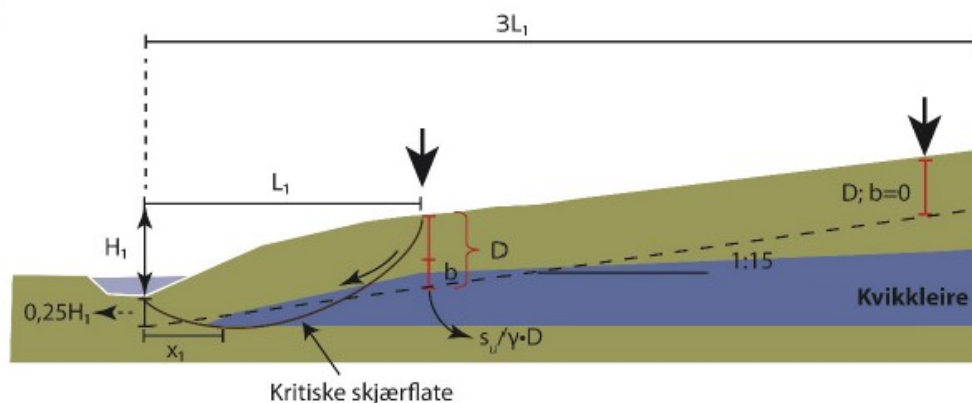
## 4 Soneavgrensing og klassifisering

### 4.1 Soneavgrensing

NVE veileder 2014-7 [1] kvikkleiresoner avgrenses mht. kombinasjon av sprøbruddsmaterialer og terrenyanalyse. Løsneområde er vurdert i dette notatet basert på NVE veileder 2016-14 [2]. Denne metoden er basert på en kvalitativ vurdering av kvikkleire morfologi, terrengforhold i utløpsområdet og fasthet til leirelag (se Tabell 1 og Figur 10).

Tabell 1: Tabell for avgrensing av løsneområde I reguleringsnivå [2]

Indikator	Vekttall	Stor L/H	Middels L/H	Lav L/H	Null
		3	2	1	0
b/D ved L1	1	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
b/D ved 3L1	2	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
Avstand fra skråningsfot til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	$x_1 \sim L_1$	$x_1 > L_1$	—
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	—
Tidligere skredhendelser	1	$L/H > 10$	$5 < L/H < 10$	$L/H \leq 5$	—
$s_{u_i}/\gamma \cdot D$	1	$s_{u_i}/\gamma \cdot D < 0.1$	$0.1 \leq s_{u_i}/\gamma \cdot D \leq 0.25$	$s_{u_i}/\gamma \cdot D > 0.25$	—
SUM	—	24	16	8	5



Figur 10: Forklaring av parametere som brukes i vurderingen av løsneområde, utklippet fra NVE veileder 2016-14 [2]

#### 4.1.1 Løsneområdet 1; rundt borehull 5

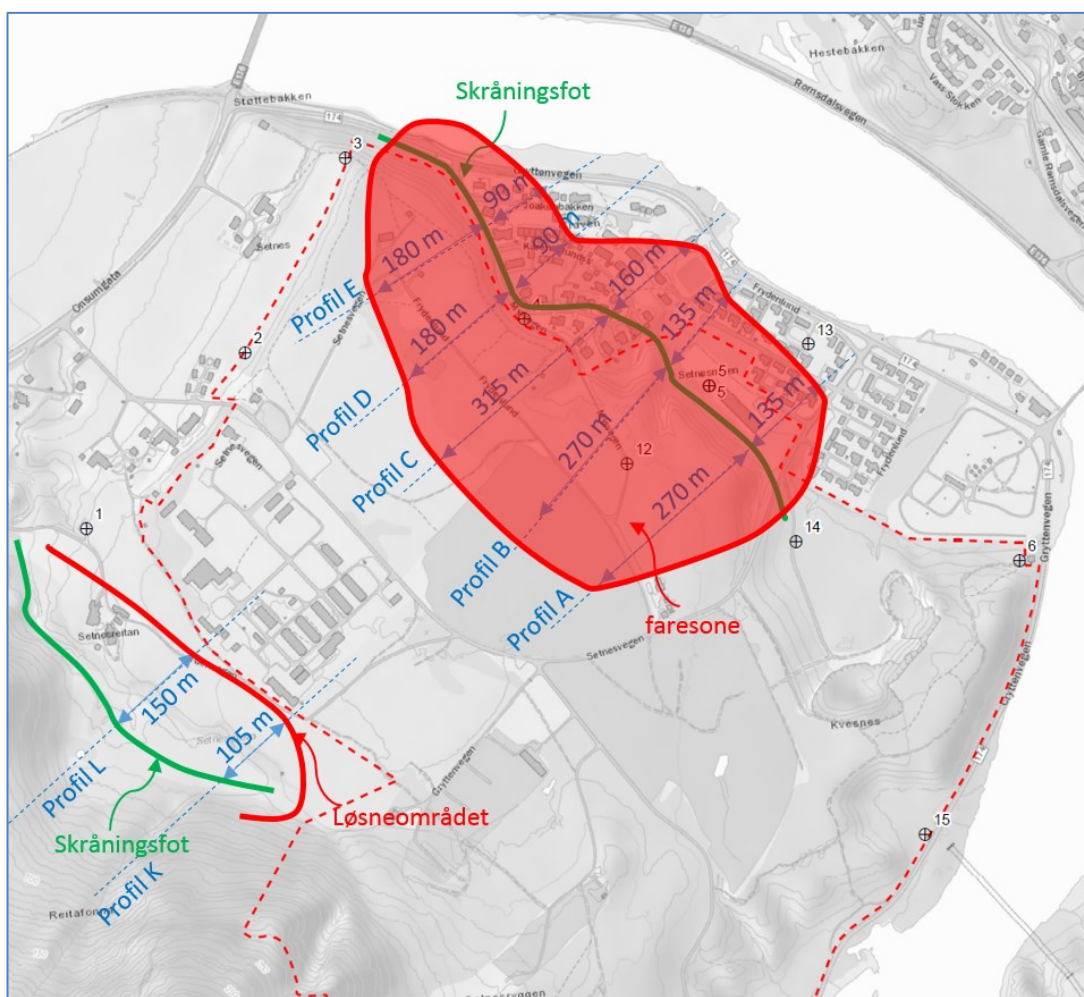
Sweco har vurdert L/H parameter for profil A-A (se Vedlegg 1). Denne L/H parameteren er vurdert til å være 9. Skråningshøyden ved profil A-A er 30 m og løsneområdet er dermed vurdert å strekke seg til  $9 \times 30 = 270$  m bak fra skråningsfot. På vestsiden er sonen omtrentlig avgrenset til borehull 3, mens på østside er sonen avgrenses omtrent til borehull 14 og 6 (se Figur 8). Terrenyanalyse for sannsynligvis løsneområdet 1 er utført for å avgrense faresonen ved ev. utrasing og er oppsummert i Vedlegg 2.

Faresonen er avgrenset basert på vurdering av løсне- og utsøpsområdet. Avgrensning av sannsynlige utløpsområdet er vurdert i kap. 5 nedenfor. *Figur 11* viser grov vurdering av sannsynlige kvikkleirefaresoner i planområdet.

#### 4.1.2 Løsneområdet 2; langs Setnesreitan-bekken

I dette området er det ikke tilstrekkelig grunnlag for å beregne L/H parameter med metoden som er beskrevet i NVE veileder 2016-14 [2]. Basert på NVE veileder 2014-7 [1] for ravinert terreng er maksimal utstrekning lik 15 ganger skråningshøyde. Det gjøres oppmerksom på at disse kriteriene er konservative nok for de aller største skredene, også i dette tilfelle. Terrenganalyse er oppsummert i Vedlegg 3.

I dette området er løsneområdet vurdert å ligge utenfor planområdet. Denne rapporten omfatter kartlegging av kvikkleirefaresoner som kan berøre planområdet. Derfor er faregrad og utløpsområde ikke vurdert i dette området.



*Figur 11: Vurdering av sannsynlige kvikkleirefaresoner i planområdet og yttergrense for faresone ved Setnesreitan-bekken.*

## 4.2 Klassifisering av faregrad

Klassifiseringen av kvikkleiresonen utføres etter metode beskrevet i NVE veileder 2014-7 pkt. 9 [1]. Det er i henhold til denne brukt en kvalitativ metode som er basert på poengverdier. Faregraden er vurdert med utgangspunkt i grunnforhold, topografi og hydrologi i området.

Tabell 2: Tabell for evaluering av faregrad i kvikkleiresoner, utklippt fra NVE veileder 2014-7 [1]

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20–30	15–20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0–1,2	1,2–1,5	1,5–2,0	>2,0
Poretrykk. Overtrykk, kPa:	3	> +30	10–30	0–10	Hydrostatisk
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
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

### 4.2.1 Faregrad for kvikkleiresone

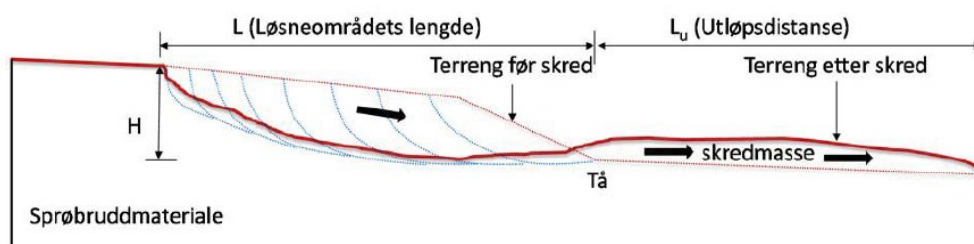
- Tidligere skredaktivitet: Det er ingen skredaktivitet registrert i dette området; poeng 1x0.
- Skråningshøyde: mellom 20-30 m for profiler A, B, C, D og E (se Vedlegg 1); poeng 2x2.
- OCR: OCR >2,0. Dette er vurdert ut ifra CPTu fra borehull 13 [4]. Vurdering av OCR fra CPTu finnes i Vedlegg 4; poeng 2x0.
- Poretrykks forhold: Som vist i avsnitt 3.6 ligger poreovertrykk i grensen 10-30 kPa; poeng 3x2.
- Kvikkleiremektighet: ca. 30 m [4], dvs, >H/2; poeng 2x3
- Sensibilitet ligger mellom 60 og 215 [4], poeng 1x3
- Erosjon: Vurdert ingen erosjonsaktivitet i området unntatt elvekanten; poeng 3x0.
- Inngrep: Ingen terreng inngrep/forverring i området; poeng 3x0.
- Total poengsum er 19 (37 %). Dette ligger i middels faregrad (18-25)

Basert på disse parametere er faregrad i denne sonen vurdert som middels (se Vedlegg 5).

## 5 Avgrensning av utløpsområde

Utløpsområde er vurdert basert på NVE veileder 2016-14 [2]. I denne veileder er utløpsdistanse vurderes mht. løsnedområdets lengde og skredtype (se

Figur 12). Skredtype klassifiseres i tre typer: retrogressive skred, flakskred og rotasjonsskred.



Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:

$$\text{Utløpsdistanse (L}_u\text{)} = 3 * \text{Løsnedistans (L)}$$

Ved retrogressive skred i åpent terreng:

$$\text{Utløpsdistanse (L}_u\text{)} = 1,5 * \text{Løsnedistans (L)}$$

Ved flakskred eller rotasjonsskred, i alle typer terreng:

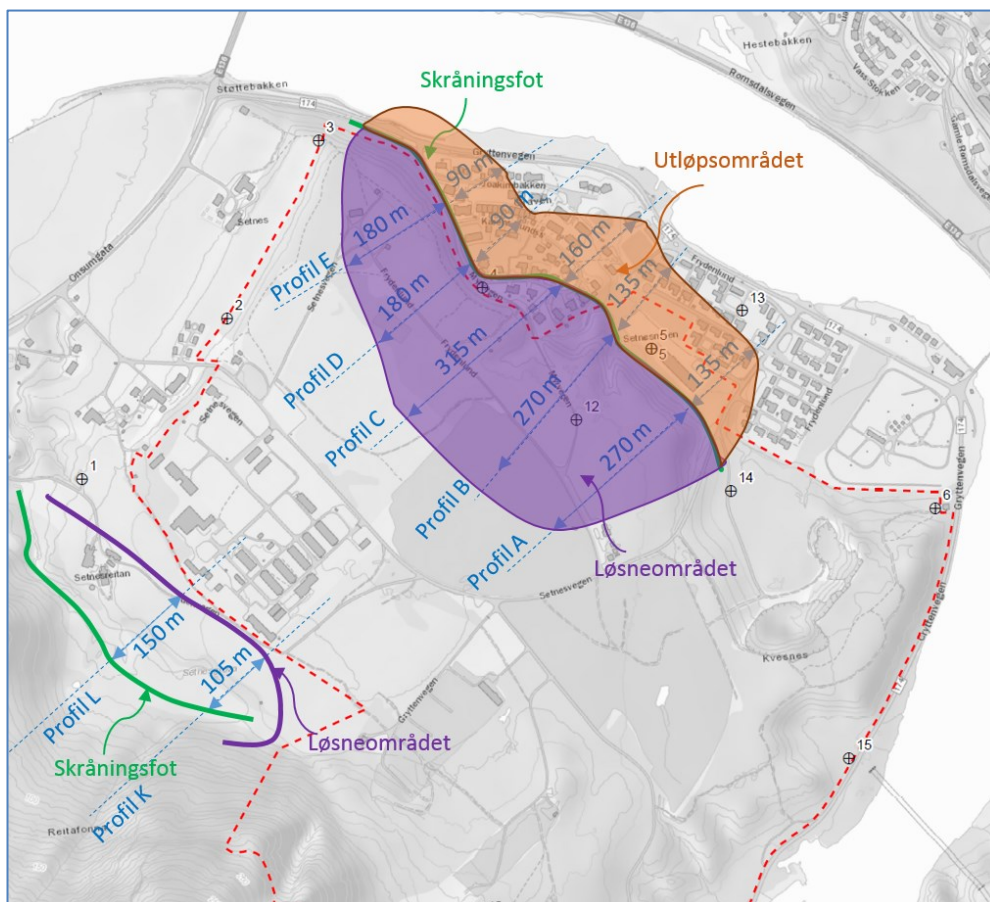
$$\text{Utløpsdistans (L}_u\text{)} = 0,5 * \text{Løsnedistans (L)}$$

Figur 12: Prinsipp for utløpsområdet, utklippt fra NVE veileder 2016-14 [2]

### 5.1.1 Utløpsområde i kvikkleiresone

I følge denne veileder [2] ved pallalert kvikkleirelag med terreng eller bergoverflate (eller mektighet av kvikkleirelag er mindre enn 40% av sannsynligglideoverflate. Skredtype er derfor vurdert som flakskred. I sone 1 er kvikkleirelag horisontalt (se Vedlegg 1). Basert dette grunnlaget vurderes utløpsområdet som 50 % av løsnedistans.

Figur 13 viser vurdering av løsnedområdet i kvikkleiresonen.



Figur 13: Løsne- og utløpsområder

## 6 Konklusjon

Basert på tidligere og nye grunnundersøkelser, terrenyanalyse og vurdering fra befaring i planområdet er en kvikkleiresone kartlagt i nordøstlig del av planområdet og faregrad er klassifisert som middels. Løsne- og utløpsområde er vurdert og kartlagt. I området langs Setnesreitan-bekken er evt. løsneområdet vurdert å ligge utenfor planområdet.

Utredningen baserer seg på at det ikke skal utføres nye tiltak som medfører tilflytting av personell eller forverring av dagens stabilitetsforhold. Om det i framtiden planlegges endring i belastningsforhold på grunnen i faresonen, må disse utredes i forhold til tiltakskategori. Dette gjelder også for eventuelle andre tiltak i faresonen, selv om disse ligger utenfor planområdet i foreliggende plansak. I dette tilfellet skal stabilitetsforhold vurderes med nærmere stabilitetsberegninger.

## 7 Referanser

- [1] NVE veileder 2014-7, Sikkerhet mot kvikkleireskred
- [2] NVE veileder 2016-14 (Metode for vurdering av løsne- og utløpsområdet for områdeskred, Del 6: Kvikkleire)
- [3] NVE veileder 2011-2 (Flåm- og skredfare i arealplaner)
- [4] 55604001\_RIG\_Geoteknisk Datarapport\_A01, Sweco Norge AS, datert 23.05.2018
- [5] Rapport 470-50.460-R1, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statensvegvesen, datert 10.01.1975
- [6] Rapport 470-50.460-R2, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statensvegvesen, datert 10.01.1975
- [7] Rapport 470-88.107-R1, Istra – Grøttør erosjonssikrings mot elva, Statensvegvesen, datert 20.07.1989
- [8] Rapport 470-96.069-R3, Omlegging Veblungnes Registering av leire i Reitagrova, Statensvegvesen, datert 06.12.1999
- [9] Rapport 470-94.013-R3, Omlegging Veblungnes Alt.1, Statensvegvesen, datert 22.03.2000
- [10] Rapport 5120264-1, Grunnundersøkelser etter ras i bekkeravine Setnesreitan, Norconsult, Datert 01.03.2012
- [11] NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, grunnlag for prosjektering (Eurokode 0)
- [12] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, geoteknisk prosjektering (Eurokode 7)
- [13] Tekniske krav til byggverk (TEK17), datert 15.09.2017
- [14] Statens vegvesen Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygning
- [15] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- [16] <https://www.geodata.no/>
- [17] [temakart.nve.no /link/?link=bratthet](https://temakart.nve.no/link/?link=bratthet)
- [18] <https://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [19] [temakart.nve.no/link/?link=kvikkleire](https://temakart.nve.no/link/?link=kvikkleire).
- [20] En kort oppsummering av NGI's bruk av CPTu i praktisk prosjektering. CPTu seminar, vegdirektorat, 2010

## 8 Vedlegg

Vedlegg 1 Vurdering av L/H for området for kvikkleirefaresonen rundt borehull 5

Vedlegg 2 Terrenganalyse rundt borehull 5

Vedlegg 3 Terrenganalyse langs Setnesreitan-bekken

Vedlegg 4 Tolkning av CPTu

Vedlegg 5 Vurdering av kvikkleirefaregrad i faresonen

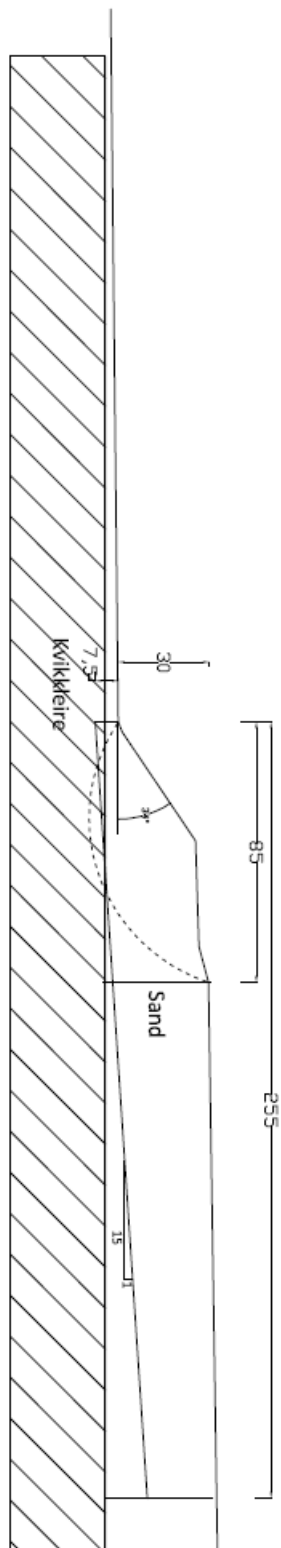
Vedlegg 6 Bilde fra befaring



## Vedlegg 1 Vurdering av L/H for området for kvikkleirefaresonen rundt borehull 5



Figur 14: Typisk brukt profil for avgrensing av løseområder rundt borehull 5

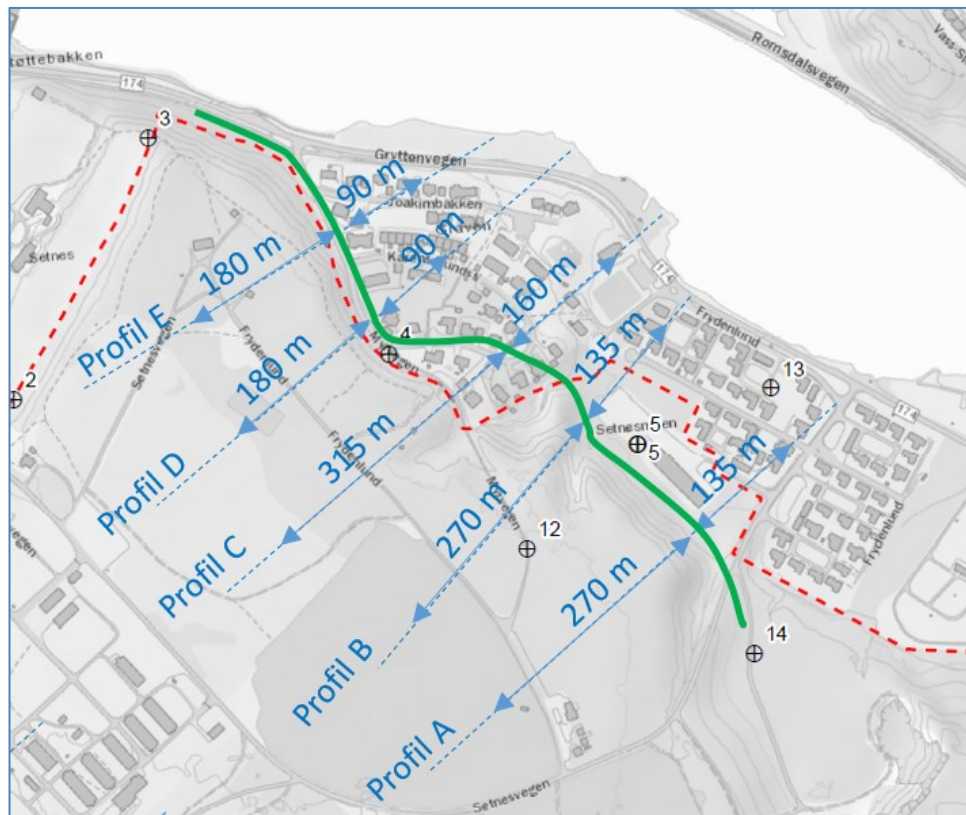


Figur 15: Vurdering av input parameter for estimering av L/H på profil A-A

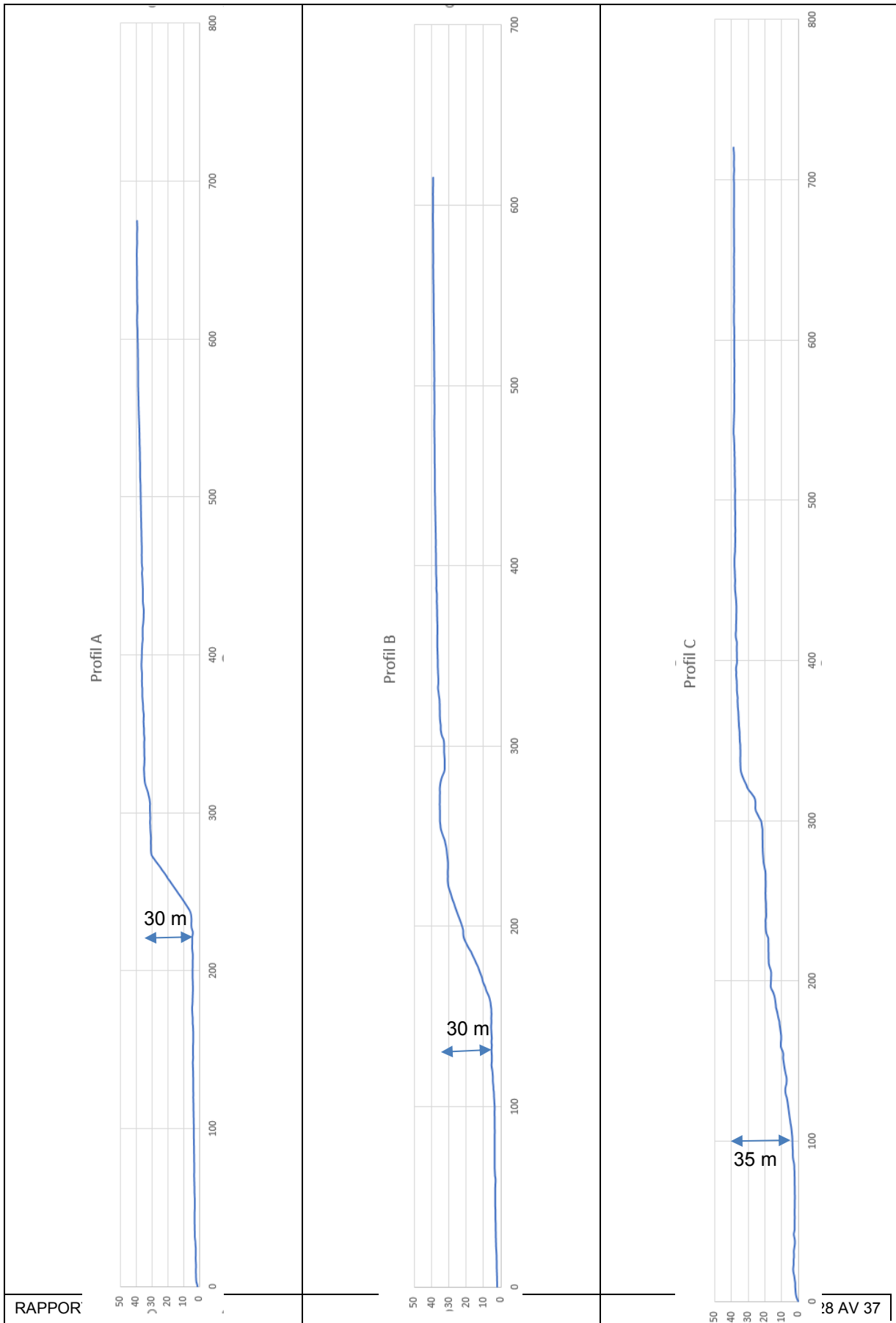
Indikator	Vekttall	Stor L/H	Middels L/H	Lav L/H	Null
		3	2	1	0
b/D ved L1	1	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
b/D ved 3L1	2	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
Avstand fra skråningsfot til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	$x_1 \sim L_1$	$x_1 > L_1$	—
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	—
Tidligere skredhendelser	1	$L/H > 10$	$5 < L/H < 10$	$L/H \leq 5$	—
$s_u/\gamma \cdot D$	1	$s_u/\gamma \cdot D < 0.1$	$0.1 \leq s_u/\gamma \cdot D \leq 0.25$	$s_u/\gamma \cdot D > 0.25$	—
<b>SUM</b>	—	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

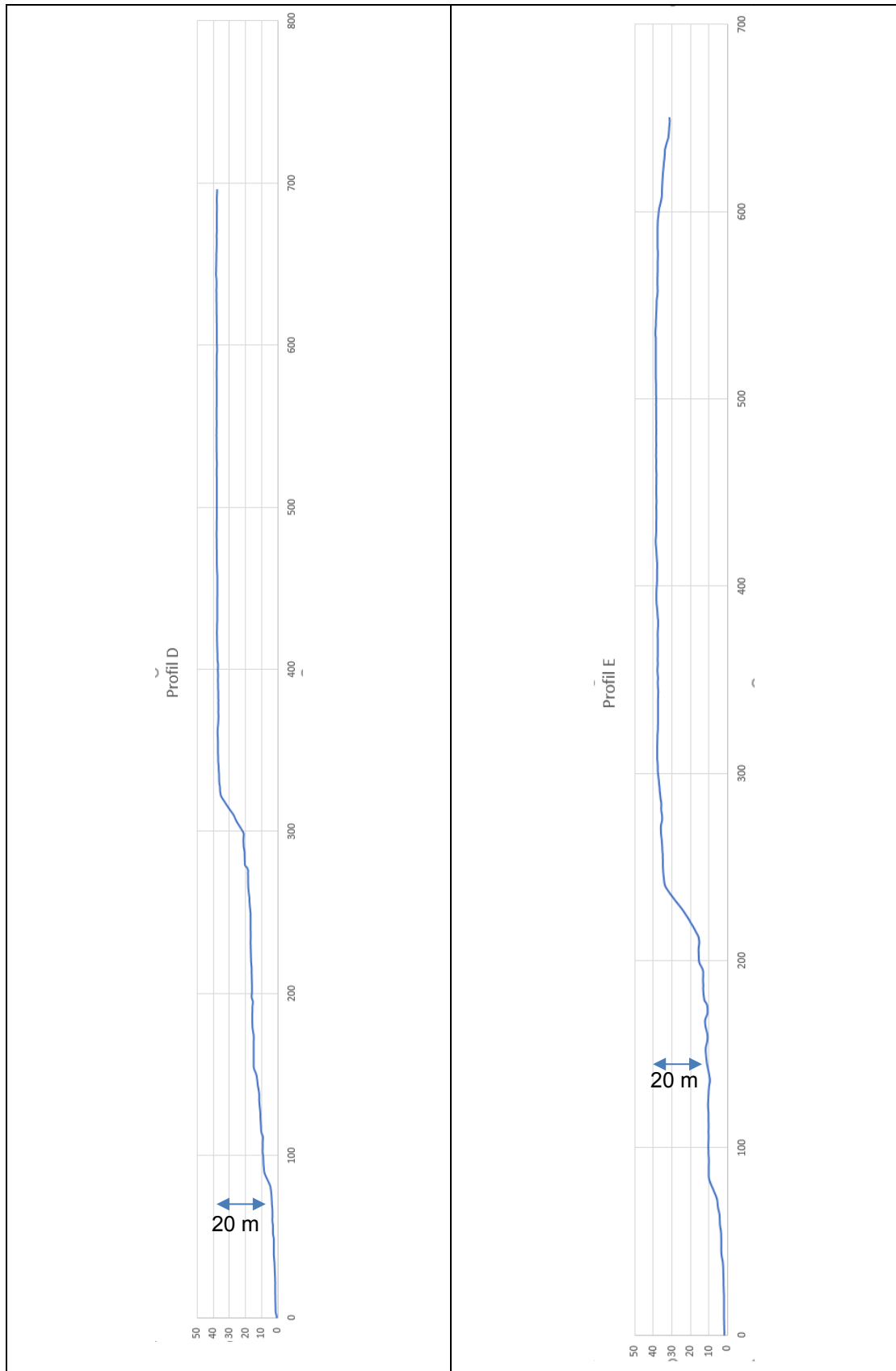
Indikator	Vekttall	Poeng	V x P
b/D ved L1	1	0	0
b/D ved 3xL1	2	0	0
x1	1	3	3
Forhold ved skredporten	2	3	6
Tidligere skred hendelser	1	0	0
$S_u/\gamma \cdot D$	1	0	0
L/H			9

## Vedlegg 2 Terrenganalyse rundt borehull 5

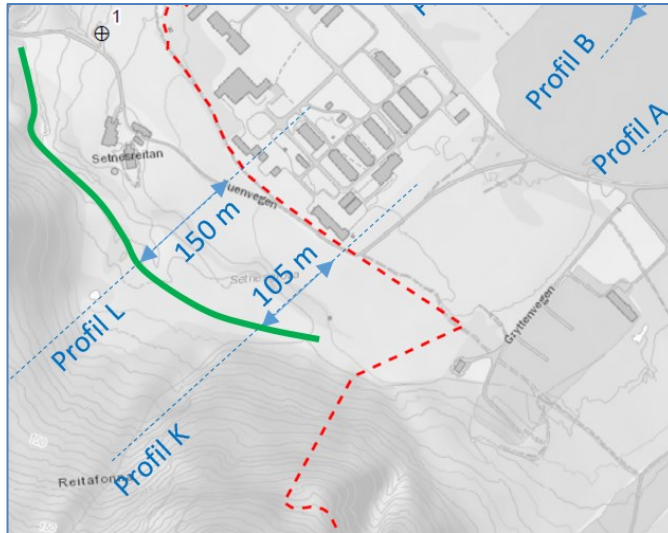


Figur 16: Brukte profiler for avgrensning av løsneområdet rundt borpunkt 5

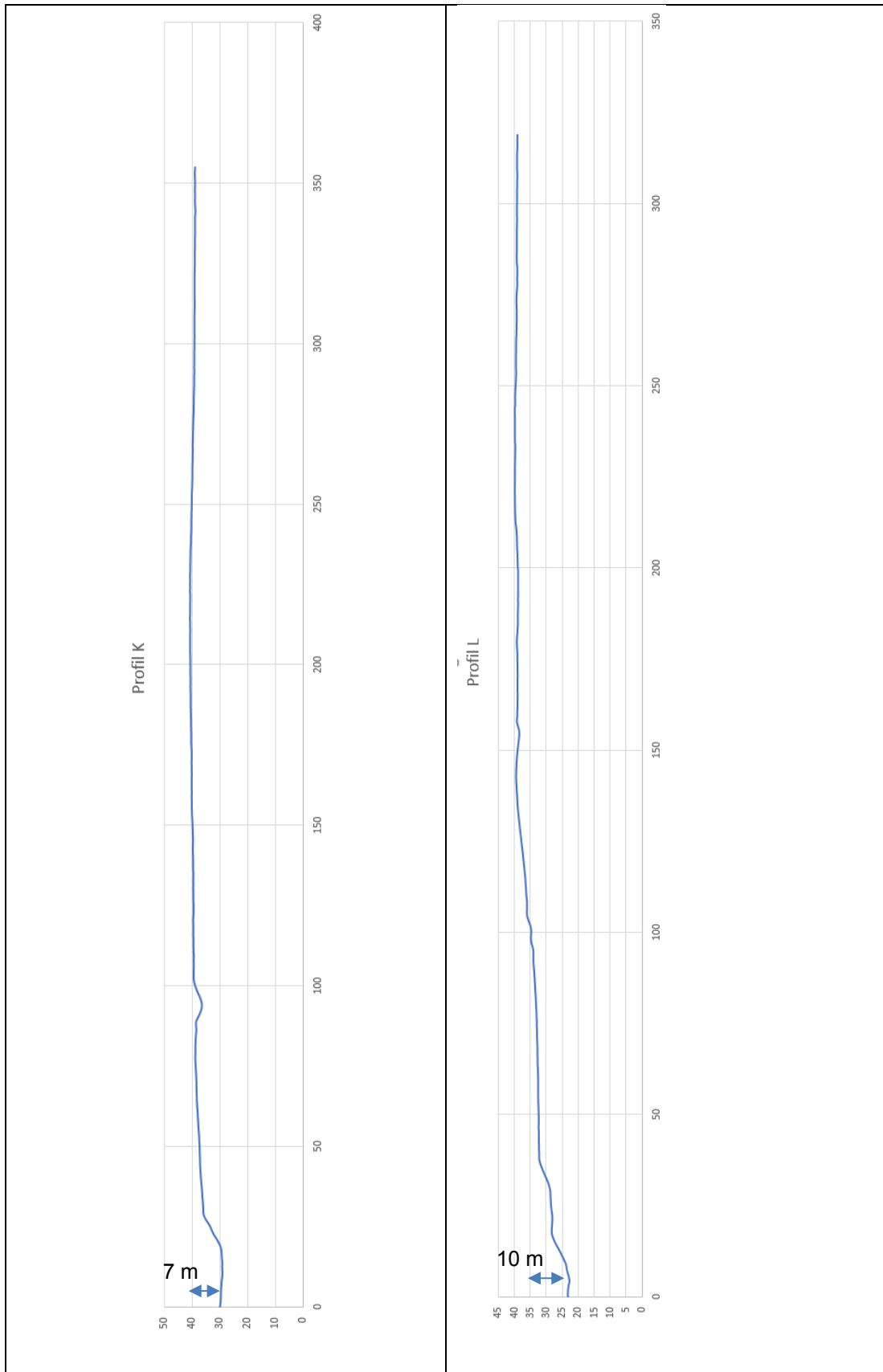




## Vedlegg 3 Terrenganalyse langs Setnesreitan-bekken



Figur 17: Brukte profiler for avgrensning av løснеområdet langs Setnesreitan-bekken





## Vedlegg 4 Tolkning av CPTu

Tolkning av OCR gjøres helst ut fra spisstrykket etter formlene [20]:

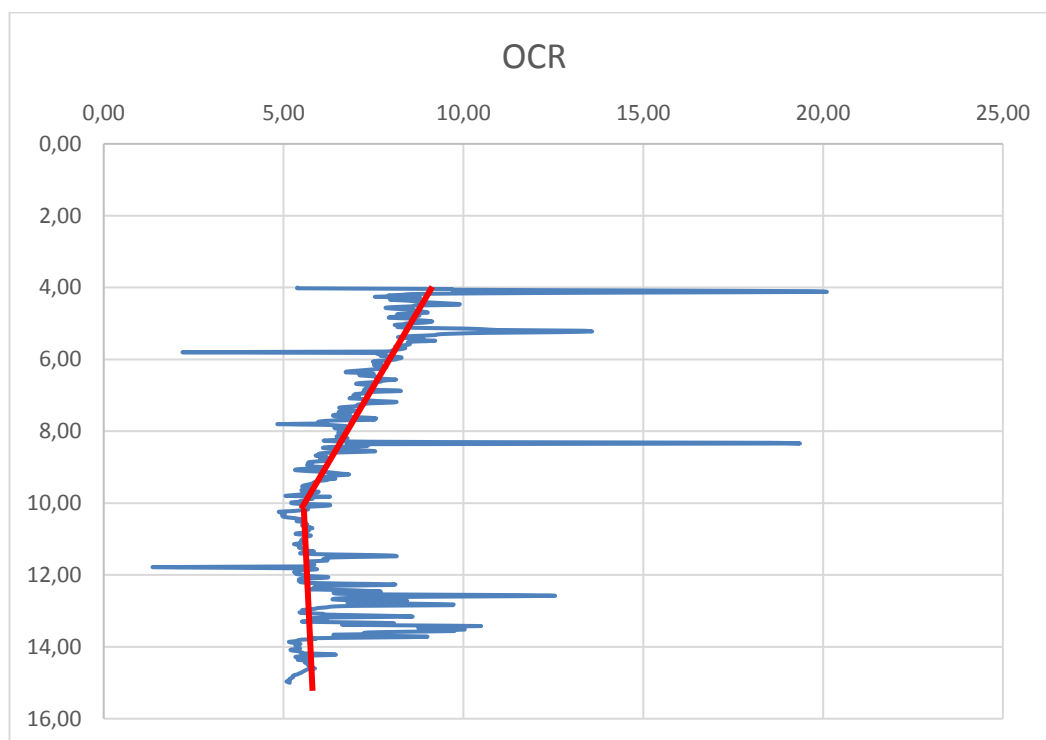
$$\text{OCR} = (Q_t/3)1.2 \text{ for } S_t \leq 15$$

$$= (Q_t/2)^{1.11} \text{ for } S_t > 15$$

$$Q_t = (q_t - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0} \text{ og } \sigma'_{v0} = \text{effektivspenning}$$

For leirelag er sensibilitet registrert mellom 60 og 215. Derfor er OCR tolket med bruk av denne formel:

$$\text{OCR} = (Q_t/2)^{1.11} \text{ for } S_t > 15$$



Figur 18: Tolket OCR fra CPTu fra borehull 13

### Vedlegg 5 Vurdering av kvikkleirefaregrad i faresonen

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20–30	15–20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0–1,2	1,2–1,5	1,5–2,0	>2,0
Poretrykk, Overtrykk, kPa:	3	> +30	10–30	0–10	Hydrostatisk
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
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faktorer	Vekttall	Poeng	V x P
Tidligere skredaktivitet	1	0	0
skråningshøyde (m)	2	3	6
OCR	2	0	0
Poretrykks forhold	3	2	6
Kvikkleiremektighet (m)	2	3	6
Sensibilitet	1	3	3
Erosjon	3	0	0
Inngrep	3	0	0
Sum			21
% av maksimal poengsum			41 %

## Vedlegg 6 Bilde fra befaring



Figur 19: Løsmasser i området 2



Figur 20: Erosjonforhold i området 2



*Figur 21: Berg i dagens i området 2*



*Figur 22: Berg i dagens i området 2*



Figur 23: Oversikt over området 3