

Rauma kommune

# ► Utredning Kvesnes kvikkleirefaresone

Områdestabilitetsvurdering i hht. NVE-veileder 1/2019

Oppdragsnr.: 52207212 Dokumentnr.: 52207212-RIG-R02 Versjon: J02 Dato: 2023-04-11



**Oppdragsgiver:** Rauma kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Simon Søvik  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde  
**Oppdragsleder:** Tommy Haugen Sjødis  
**Fagansvarlig:** Tommy Haugen Sjødis  
**Andre nøkkelpersoner:** Andreas Gjærum

J02	2023-04-11	Til bruk etter utført uavhengig kvalitetssikring. Rettet summering i tabell 1.	Tommy Haugen Sjødis	Andreas Gjærum	Tommy Haugen Sjødis
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	Tommy Haugen Sjødis	Andreas Gjærum	Tommy Haugen Sjødis
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammen drag

Norconsult har i denne rapporten utført en ny utredning av områdestabilitet for kvikkleirefasesone 2428 Kvesnes. Krav om ny utredning er utløst av at Rauma kommune ønsker å tilrettelegge for boligbygging i et til nå ubebyggt areal ved Frydenlund i Åndalsnes. Tiltaksområdet faller innenfor utløpsområdet til eksisterende kvikkleirefasesone 2428 Kvesnes.

Terrenget oppfyller kriterier for mulig skredterreng. I forbindelse med ny utredning av kvikkleirefasesonen er det utført supplerende grunnundersøkelser. Grunnen består generelt av et tykt topplag av sand. Under deltaavsetningen av sand er det funnet marine avsetninger av leire. Leiren er i enkelte posisjoner påvist å være kvikk. Befaringer har ikke avdekket nyere erosjon eller skredaktivitet.

Tiltaket vil innebære tilflytting og varig personopphold i mere enn 2 boenheter. Dette gir tiltakskategori K4.

Det er gjort funn av kvikkleire og terrenget tilfredsstillende kriterier som gjør at kvikkleireskred ikke kan utelukkes. Kvikkleira ligger dypt og rotasjonsskred vurderes som aktuell skredmekanisme.

For rotasjonsskred kan potensielt løsneområde bestemmes til  $L < 5 \times H$ , og maksimalt 100m. Utløpsområdet kan bestemmes til  $L_u = 0,5 \times L$ . Opptegning av terrengkriterier og teoretisk løsne- og utløpsområder har resultert i forslag til ny justert utstrekning av fasesonen. Dokumentert i denne rapporten.

Revidert utredning av fasesonen resulterer i samme klassifisering som tidligere. Utregning av faregrad og konsekvens tilsier:

- Faregrad middels
- Konsekvensklasse alvorlig
- Risikoklasse 3

Det er utført stabilitetsberegninger for nedre skråning i vestre del av sonen da tiltaksområdet berøres av et mulig utløp for skred. Sikkerheten er beregnet til  $F = 1,72$  som er større enn sikkerhetskravet på  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

Tiltaksområdet er avklart mht. sikkerhet mot områdeskred. Utredningen meldes inn til NVE.

Merk at lokalstabiliteten for ev. utgraving ved etablering av bygg, vei og annen infrastruktur ikke er avklart her, men må ivaretas av ansvarlig prosjekterende RIG i fremtidig byggesak.

Grunnundersøkelser og tilhørende tolkninger er forbundet med en naturlig usikkerhet. Dersom det under gravearbeidet avdekkes andre grunnforhold enn det som er beskrevet i denne rapporten, må geotekniker varsles og gyldigheten av denne utredningen må ev. revurderes.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Aktuelt område	5
<b>2</b>	<b>Tilgjengelig grunnlag</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Forutsetninger</b>	<b>8</b>
3.1	Tiltaksbeskrivelse	8
3.2	Eksisterende faresone	8
3.3	Tiltakskategori	8
3.4	Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4	8
3.5	Kompetansekrav	9
3.6	Uavhengig kvalitetssikring	9
<b>4</b>	<b>Topografi, grunnforhold, og terrenginngrep</b>	<b>10</b>
4.1	Topografi	10
4.2	Grunnforhold	10
4.3	Terrenginngrep	10
<b>5</b>	<b>Vurdering områdestabilitet</b>	<b>12</b>
5.1	Befaring	12
5.2	Vurdering skredmekanismer, løсне- og utløpsområder	12
5.3	Klassifisering av faresonen	12
5.4	Vurdering av stabilitet	14
5.4.1	<i>Input og metode</i>	15
5.4.2	<i>Resultat</i>	15
5.5	Oppsummering	17
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>18</b>

## Tegningsliste

Innhold	Format	Målestokk	Tegn.nr.
Situasjonsplan – Tolkede grunnundersøkelser og kritiske snitt	A1	1:2000	102
Planskisse – Forslag justert kvikkleirefaresone	A1	1:2000	103
Revidert kvikkleirefaresone	A1	1:2000	104
Profilskisser – Tolket grunnforhold, skredkriterier og faresoner	A3	1:500	301-304

# 1 Innledning

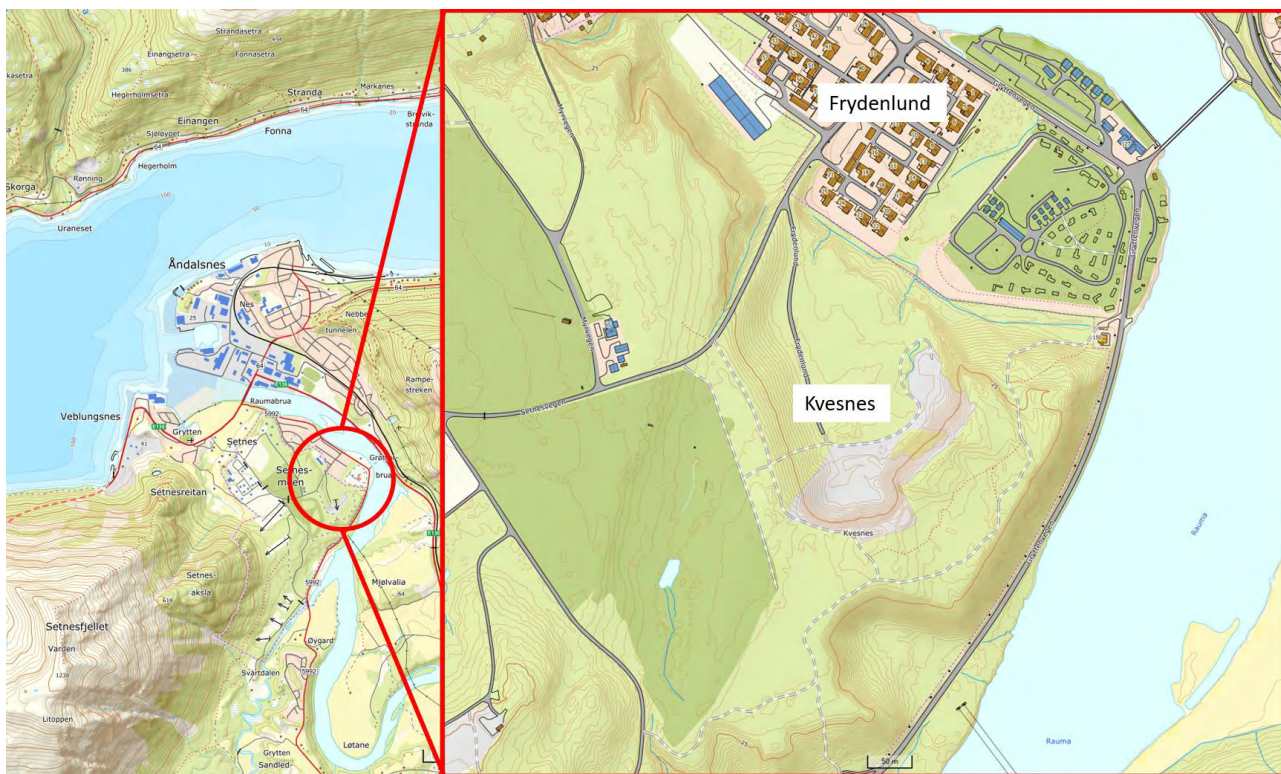
## 1.1 Bakgrunn

Rauma kommune har i 2013 detaljregulert et ubebyggt areal til boligformål ved Frydenlund i Åndalsnes. Planområdet faller innenfor utløpsområdet til kartlagt faresone for potensielle kvikkleireskred 2428 Kvesnes. Norconsult har tidligere bistått Rauma kommune med å utføre supplerende geotekniske grunnundersøkelser i området. Grunnundersøkelsene danner grunnlaget for vurdering av områdestabilitet.

Denne rapporten omhandler revidert utredning av områdestabilitet for eksisterende kvikkleirefarezone 2428 Kvesnes i hht. NVE 1/2019.

## 1.2 Aktuelt område

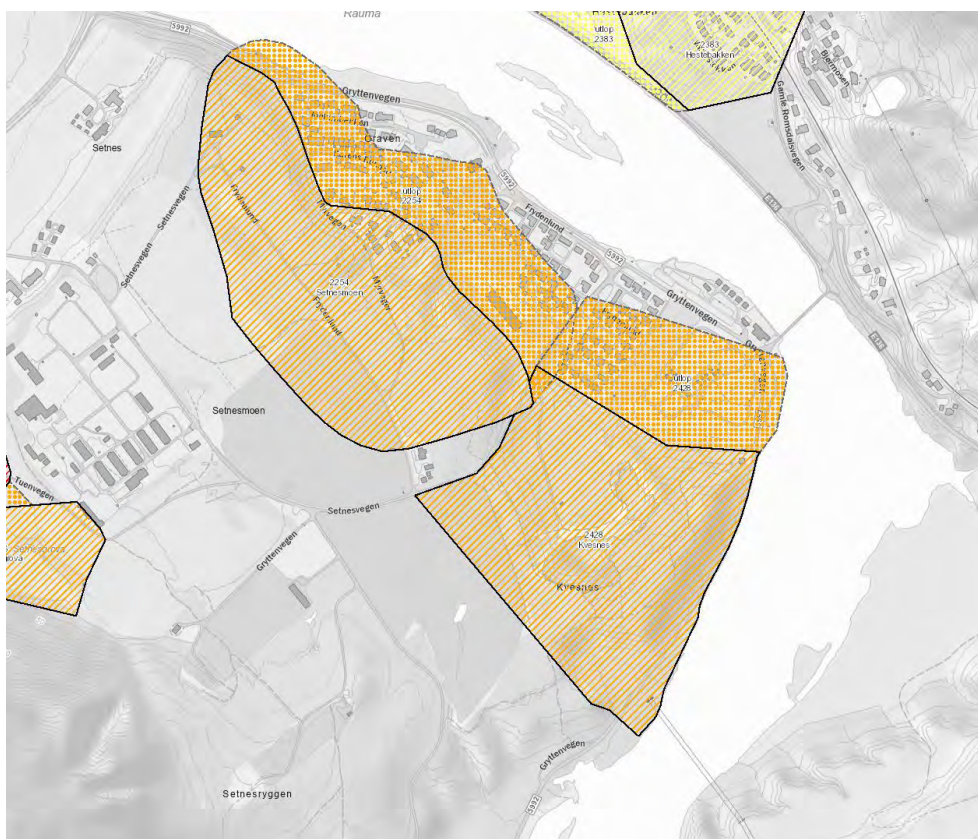
Aktuelt område fremgår av kartskisser under.



Figur 1 Aktuelt område (norgeskart.no)



Figur 2 Til venstre: Utklipp fra kommunedelplan Åndalsnes 2010-2020 (kommunekart.com). Nytt område for boligformål på Frydenlund er markert med gult. Til høyre: Utklipp fra detaljplan 2013-09-03.



Figur 3 Kartlagt faresone for potensielle kvikkleireskred 2428 Kvesnes (atlas.nve.no)

## 2 Tilgjengelig grunnlag

Følgende dokumenter er lagt til grunn for vurderingene i denne rapporten:

- Utredning Kvesnes kvikkleirefaresone. Geotekniske grunnundersøkelser – Datarapport, av Norconsult 2022.12.20 [1]
- Innledende vurdering områdestabilitet – Setnesmoen og Kvesnes kvikkleiresone, av Norconsult 2022.02.08 [2]
- Oversiktskartlegging kvikkleire. Risiko for kvikkleireskred i Rauma kommune, av Multiconsult for NVE 2019.12.02 [3]
- Grunnundersøkelse for kvikkleirekartlegging I Rauma kommune del 2, av GeoStrøm 2019.06.30 [4]
- Setnesmoen – Åndalsnes. Områdestabilitetsvurdering, av Sweco 2018.05.23 [5]
- Setnesmoen – Åndalsnes. Områdestabilitetsvurdering. Geotekniske grunnundersøkelser – Datarapport, av Sweco 2018.05.23 [6]
- Detaljregulering – 3/152 Skottemarka. Plan ID 6300.120.12, av Rauma kommune 2013-09-03 [7]
- Gamle kart fra Rauma kommune datert 1966, 1962, 1971

### 3 Forutsetninger

Vurdering av områdestabilitet er utført med utgangspunkt i krav til sikker byggegrunn som gitt i plan og bygningsloven (pbl § 28-1) og byggteknisk forskrift (TEK17 § 7-1 og § 7-3), ref. [8] og [9].

Krav til metode og dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet mot kvikkleireskred er gitt i:

- NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [10].
- NVE ekstern rapport 9/2020 «Metode for oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred» [11].

#### 3.1 Tiltaksbeskrivelse

I detaljplan for Skottemarka er det besluttet å legge til rette for variert småhusbebyggelse bestående av eneboliger og flermannsboliger. En stor del av regulert ny bebyggelse faller innenfor utløpsområdet til eksisterende kvikkleirefasesone 2426 Kvesnes. Flermannsboliger plasseres lengst sør i feltet tettest på ev. kritiske skråninger.

#### 3.2 Eksisterende faresone

Eksisterende kvikkleirefasesone 2428 Kvesnes er kategorisert slik:

- Faregrad «Middels»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse 3

Sonens utstrekning, med faregradskravur er vist i Figur 3. Sonen revideres i foreliggende rapport.

#### 3.3 Tiltakskategori

Tilflytting og etablering av flermannsboliger tilsier at tiltaket faller innenfor tiltakskategori K4, ref. Figur 4.

#### 3.4 Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4

NVE veileder 1/2019 [10] angir sikkerhetskravene for tiltak i tiltakskategori K4.

For tiltak som forverrer stabiliteten kreves det absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \times f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.  $f_s = 1,15$  og gir dermed krav til udrenert sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,61$  der glideflater går gjennom sprøbruddmateriale.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Dersom sikkerheten er lavere enn dette må den økes prosentvis.

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

For tiltakskategori K4 i en sone med faregrad *lav* eller *middels* er det ved prosentvis økning av sikkerhetsfaktor krav om «forbedring». Prosentvis forbedring kan kun benyttes ved topografiske endringer, eller ved bruk av lette masser. Beregningsmetodikken for prosentvis forbedring er beskrevet i kapittel 5.4 i NVEs veileder 1/2019.



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 veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, 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, banehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 4 Utklipp Tabell 3.2 NVE 1/2019

### 3.5 Kompetansekrav

NVE Veileder 1/2019 stiller krav til geoteknisk kompetanse for fagansvarlige som gjennomfører utredning av områdestabilitet og for fagansvarlige som gjennomfører kvalitetssikring, ref. kap. 3.1 i [10]. Norconsult har bemannet oppdraget slik at krav om kompetanse oppfylles for vurderingene av områdestabilitet.

### 3.6 Uavhengig kvalitetssikring

For utredning av områdestabilitet og tiltak i tiltakskategori K3 og K4 skal det gjennomføres en uavhengig kvalitetssikring av vurderingene. Uavhengig kvalitetssikring er gjennomført av Multiconsult - dokumentert i notat 10247796-RIG-NOT-001 Uavhengig kvalitetssikring Kvesnes [12].

## 4 Topografi, grunnforhold, og terrenginngrep



### 4.1 Topografi

Terrenget oppfyller kriterier for mulig skredterreng. Vestre del av faresone 2428 Kvesnes består av en nordvendt øvre skråning med høyde 17-21 m og en nedre skråning med høyde 7 m. Denne øvre skråningen vest i faresonen er dannet som følge av ett gammelt sandtak der det nå ikke lengre er drift. Av gamle kart virker det fornuftig å anta at området er avlastet mellom den øvre og nedre skråningen som følge av uttak av sand. Østre del av faresonen består av skråninger mot nord og mot øst med høyde på mellom 22-26 m. Lengst sørøst i faresonen finnes en skredgrop fra et antatt tidligere leir- og rotasjonsskred. Norconsult har identifisert dette til skredet «Fallet» i 1880. Se også Figur 5.

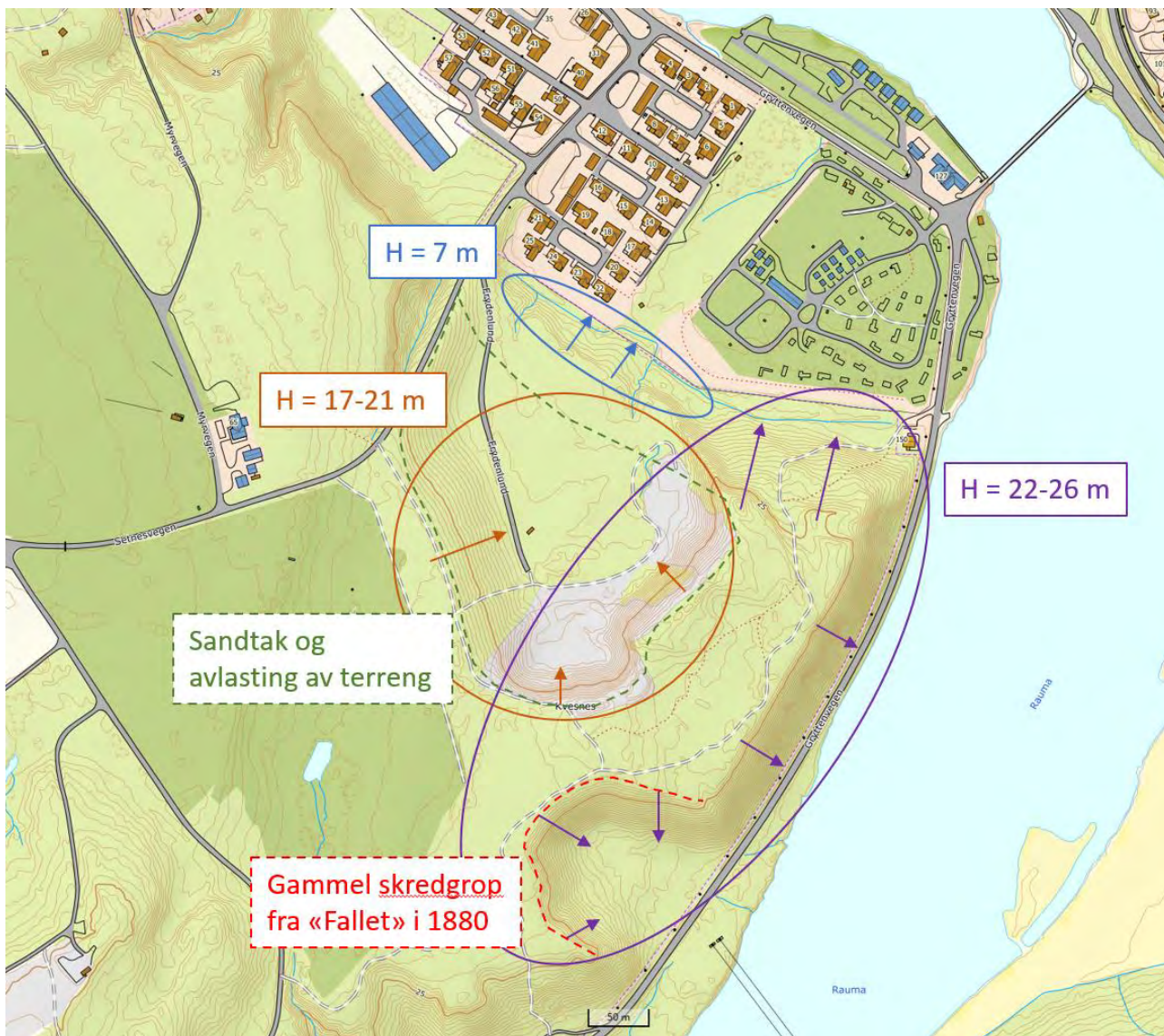
### 4.2 Grunnforhold

Grunnen består generelt av et tykt topplag av sand. For topp-platået er avsetningen av sand ca. 20-25 m tykk. I «mellomplatået» er sandavsetningen ca. 8 m tykk eller mere. I nedre deler av området er det tolket sand til dybder på 8-15 m eller mere.

Under deltaavsetningen av sand er det funnet marine avsetninger av leire. Den marine avsetningen kan deles i flere lag avbrutt av lag med tolket sand. Leiren er i enkelte posisjoner påvist å være kvikk.

### 4.3 Terrenginngrep

For omtalte tiltak forventes det at nødvendige terrenginngrep vil være begrenset til mindre utgraving for fundamentering boliger, veg og annen infrastruktur. Tiltakene vil skje vest i eksisterende faresone, i bunnen av skråningen med høyde 7 m.



Figur 5 Beskrivelse av terreng

## 5 Vurdering områdestabilitet

NVE har beskrevet en stegvis prosedyre for utredning av områdestabilitet. Vurderinger er gjort i hht. kap. 3.2 i NVE-veileder nr. 1 / 2019, ref. [10]. Sentrale vurderinger følger i nedenstående underkapitler. Se også Tabell 4 for en oppsummering.

Skred i nordvendte skråninger vurderes å være kritisk for aktuelt tiltak. Denne utredningen fokuserer på skråninger og skredterreng som er kritisk for aktuelt tiltak. Eksisterende faresone revideres i foreliggende rapport. Endringer i sonens geometri er basert på nye tilgjengelige grunnundersøkelser og tilhørende vurderinger av aktuelle skredmekanismer.

Ved aktuell utredning er det benyttet 4 terrengprofil for generell kartlegging, tolkning grunnforhold og geotekniske vurderinger. Se plantegning 102-103, samt profilskisser 301-304.

### 5.1 Befaring

Området er befart ifm. regional kartlegging av faresonen i 2019, NVE Ekstern rapport 73/2019 [3], og av Sweco ifm tidligere utredning i 2018 [5]. I tillegg ble det gjennomført ny befaring (2022-10-20) av området ifm. spesifisering og gjennomførelse av supplerende grunnundersøkelser. Fokus for Norconsult sin befaring mht. områdestabilitet var å avdekke ev. erosjon, skredaktivitet, løsmassetype og berg i dagen. Ingen erosjon eller nyere skredaktivitet er funnet. Grunnvannstanden er observert i terrengnivå i bunnen av nederste del av nordvendte skråninger.

### 5.2 Vurdering skredmekanismer, løsne- og utløpsområder

Det er gjort funn av kvikkleire og terrenget tilfredsstillende kriterier som gjør at potensielle kvikkleireskred ikke kan utelukkes. På bakgrunn av kvikkleirelagets tykkelse og dype beliggenhet vurderes rotasjonsskred som aktuell skredmekanisme. Dette styres av at  $b/D$ -forhold  $< 40\%$  og at kvikkleira ligger dypere enn kritisk gliedeflate (1:15 linja).

For rotasjonsskred kan potensielt løsneområde bestemmes til  $L < 5 \times H$ , og maksimalt 100m. Utløpsområdet kan bestemmes til  $L_u = 0,5 \times L$ .

Et skred i elv/sjø vil ikke ha et utløpsområde etter ovenstående bestemmelser. Etter NVE 1/2019 [10] skal det ikke defineres et utløpsområde i Rauma elv.

Opptegning av terrengkriterier og teoretisk løsne- og utløpsområder har resultert i forslag til ny justert utstrekning av faresonen. Se plantegning 103, og profilskisser 301-304. plot

### 5.3 Klassifisering av faresonen

Eksisterende faresone er klassifisert i NVE Ekstern rapport 73/2019 [3]. Norconsult vurderer at samme klassifisering gjør seg gjeldende for revidert faresoneutredning. Revidert klassifisering er som følger:

- Faregrad «Middels»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse 3

Norconsult vurderer at de fleste faregradsvurderingene fra 2019 fremdeles er gjeldende. Derimot mener vi at som følge av tidligere skredaktivitet ifm. «Fallet» i 1880 bør score for skredaktivitet justeres til «Noe => 2poeng». I tillegg indikerer nye supplerende grunnundersøkelser at kvikkleiremektighet bør settes til « $H/4$  => 4poeng» som følge av at kvikkleire som ligger dypere enn halve skråningshøyden under foten av skråningen ikke medregnes. Justeringen vil fremdeles resultere i faregrad middels. Se Tabell 1.

Konsekvensklassen er vurdert likt for revidert faresone som det tidligere vurderinger tilsier. Se Tabell 2.

Tabell 1 Fareberegning, score 0-3 (lav-høy)

Faktor	Beskrivelse	Vekttall	Score	Poeng	
Tidligere skredaktivitet	Tidligere rotasjonsskred «Fallet» fra 1880	1	2	2	
Skråningshøyde i meter	Skråningshøyde i kritisk snitt er ca. 26 m.	2	2	4	
OCR	Ikke tilstrekkelig grunnlag for nøyaktig kvantifisering. CPTU i borpunkt A7-7-1 indikerer OCR $\approx$ 1,4-1,8. Velges som lett overkonsolidert.	2	2	4	
Poretrykk - overtrykk	Målt poreovertrykk på 17 kPa ved nærliggende kvikkleiresone 2254 "Setnesmoen". (Sweco rapport nr. 55604001_RIG_R02). Antas samme forhold ved Kvesnes for kritisk snitt.	3	2	6	
Poretrykk - undertrykk		-3	0	0	
Kvikkleiremektighet	Kvikkleiremektighet velges $<H/4$ som følge av at kvikkleire som ligger dypere enn halve skråningshøyden under foten av skråningen ikke medregnes.	2	1	2	
Sensitivitet	Sensitivitet $>200$ målt i borpunkt A7-7-1.	1	3	3	
Erosjon	Ingen observert erosjon.	3	0	0	
Inngrep forverring	Det er ikke registrert forverrende terrenginngrep i kritisk snitt.	3	0	0	
Inngrep forbedring	Det er gjennomført en betydelig avlastning av terrenget ved sandtaket, allikevel er ikke forbedringen gjeldende for alle kritiske snitt.	-3	0	0	
<b>Sum</b>				<b>21</b>	
<b>%av maksimal poengsum</b>				<b>41</b>	<b>%</b>

Faregradklasse vurderes på bakgrunn av poengsum. Fordelingen av de ulike klassene er som følger:

- Lav faregrad: 0-17 poeng
- Middels faregrad: 18-25 poeng
- Høy faregrad: 26-51 poeng

Sonen får 21 av 51 mulige poeng (41% av maksimal poengsum). Beregnet faregradsklasse «middels».

Tabell 2 Konsekvensberegning, score 0-3 (lav-høy)

Faktor	Beskrivelse	Vekttall	Score	Poeng	
Boligheter	Det forventes mere enn 5 boenheter i sonens utløpsområde.	4	3	12	
Næringsbygg	Det er ikke registrert noen næringsbygg.	3	0	0	
Annen bebyggelse	Ingen annen bebyggelse	1	0	0	
Veier	Fv. 5992 går gjennom området. Veien er registrert med ÅDT 1460 i henhold til Vegvesenet.	2	2	4	
Toglinje	Ingen toglinje i området.	2	0	0	
Kraftnett	48 m distribusjonsnett i henhold til NVE Kraftlinje.	1	1	1	
Oppdemning/flo	Deler av utløpet vil nå Rauma, men Rauma er såpass bred her at oppdemning vurderes som lite sannsynlig ved et rotasjonsskred.	2	0	0	
<b>Sum</b>				<b>17</b>	
<b>%av maks poengsum</b>				<b>38</b>	<b>%</b>

Konsekvensklasse vurderes på bakgrunn av poengsum. Fordeling av de ulike klassene er som følger:

- Mindre alvorlig: 0-6 poeng
- Alvorlig: 7-22 poeng
- Meget alvorlig: 23-45 poeng

Sonen får 17 av 45 mulige poeng (38% av maksimal poengsum). Beregnet konsekvensklasse «alvorlig».

Risikoklasse vurderes som produktet av utregnet prosentpoeng for faregrad og konsekvens. Fordelingen av de ulike klassene er som følger:

- Risikoklasse 1: Tallverdi mellom 0 – 170
- Risikoklasse 2: Tallverdi mellom 170 – 630
- Risikoklasse 3: Tallverdi mellom 630 – 1 900
- Risikoklasse 4: Tallverdi mellom 1 900 – 3 200
- Risikoklasse 5: Tallverdi mellom 3 201 – 10 000

Risiko = faregrad x konsekvens = 41 x 38 = 1558 → Gir beregnet risikoklasse 3.

## 5.4 Vurdering av stabilitet

Hovedformålet med utredningen er å innskrenke arealet til faresonen basert på en enkel klassifisering av grunnforhold opp mot geometri-kriterier for aktuelle løsne- og utløpsområder. Etter justering av løsne- og utløpsområdene i denne utredningen er det fortsatt et mindre område av tiltaket som faller innenfor utløpsområde for potensielle områdeskred. Dokumentasjon av skråningsstabilitet for dette løsne- og utløpsområdet følger under.

### 5.4.1 Input og metode

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programvaren GeoSuite Stability versjon 22.0.2.0.

Stabilitet er beregnet for nedre skråning i profil A-A. Skråningshøyden er 7 m og gjennomsnittlig terrenghelning er 1:5.

Grunnen består av sand. Det er 15 m eller større dybde til underliggende leire.

For nedre skråning som ligger med stor avstand til bakenforliggende skråninger og stigende terreng er grunnvannstanden lagt i nivå med terrengoverflaten og med en hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden.

Det er utført beregninger for effektivspenningsanalyse. Totalspenningsanalyse er ikke ansett som relevant da leirlaget ligger dypt under skråningsfoten.

Bestemmelse av designparametere er basert på konservative antakelser og erfaringsverdier gitt i Håndbok V220 [13]. Se Tabell 3.

Tabell 3 Designparametere

Materiale	Tyngdetetthet $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Eff. tyngdetetthet $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjonsvinkel $\phi$ [°]	Attraksjon a [kPa]	Kohesjon c [kPa]
Sand	19	9	33	1,5	1,0

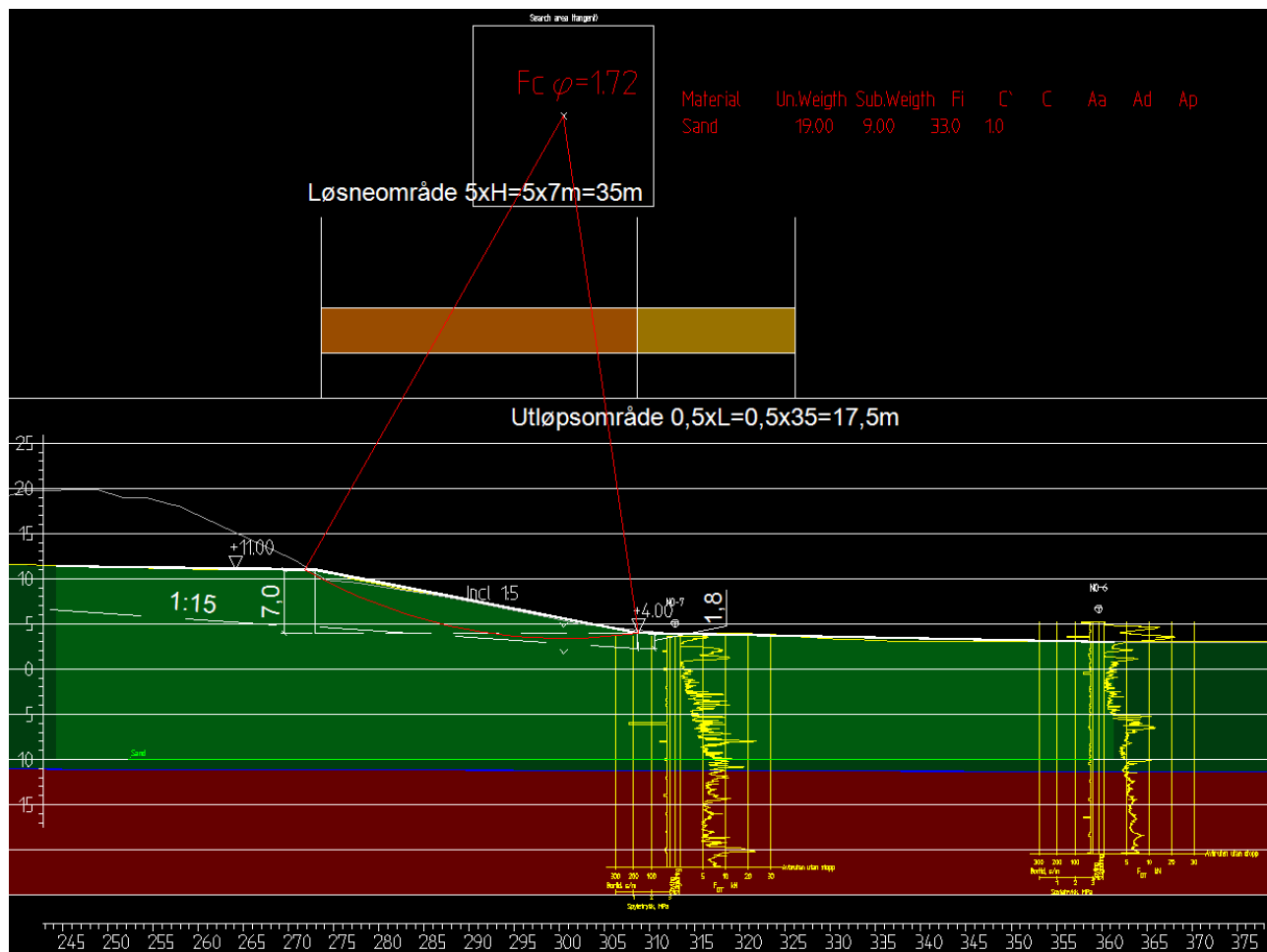
### 5.4.2 Resultat

Utklippet under gjengir resultatet for kritisk glidesirkel. Stabiliteten er beregnet til  $F = 1,72$  som er større enn kravet på  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

Resultatet avklarer sikkerheten mot områdeskred for tiltaksområdet som ligger innenfor et kartlagt potensielt utløpsområde.

Merk at lokalstabiliteten for ev. utgraving ved etablering av bygg, vei og annen infrastruktur ikke er avklart her, men må ivaretas av ansvarlig prosjekterende RIG i fremtidig byggesak.

Grunnundersøkelser og tilhørende tolkninger er forbundet med en naturlig usikkerhet. Dersom det under gravearbeidet avdekkes andre grunnforhold enn det som er beskrevet i denne rapporten, må geotekniker varsles og gyldigheten av denne utredningen må ev. revurderes.



Figur 6 Utklipp av beregnet sikkerhet mot skred i nedre skråning Profil A-A



## 5.5 Oppsummering

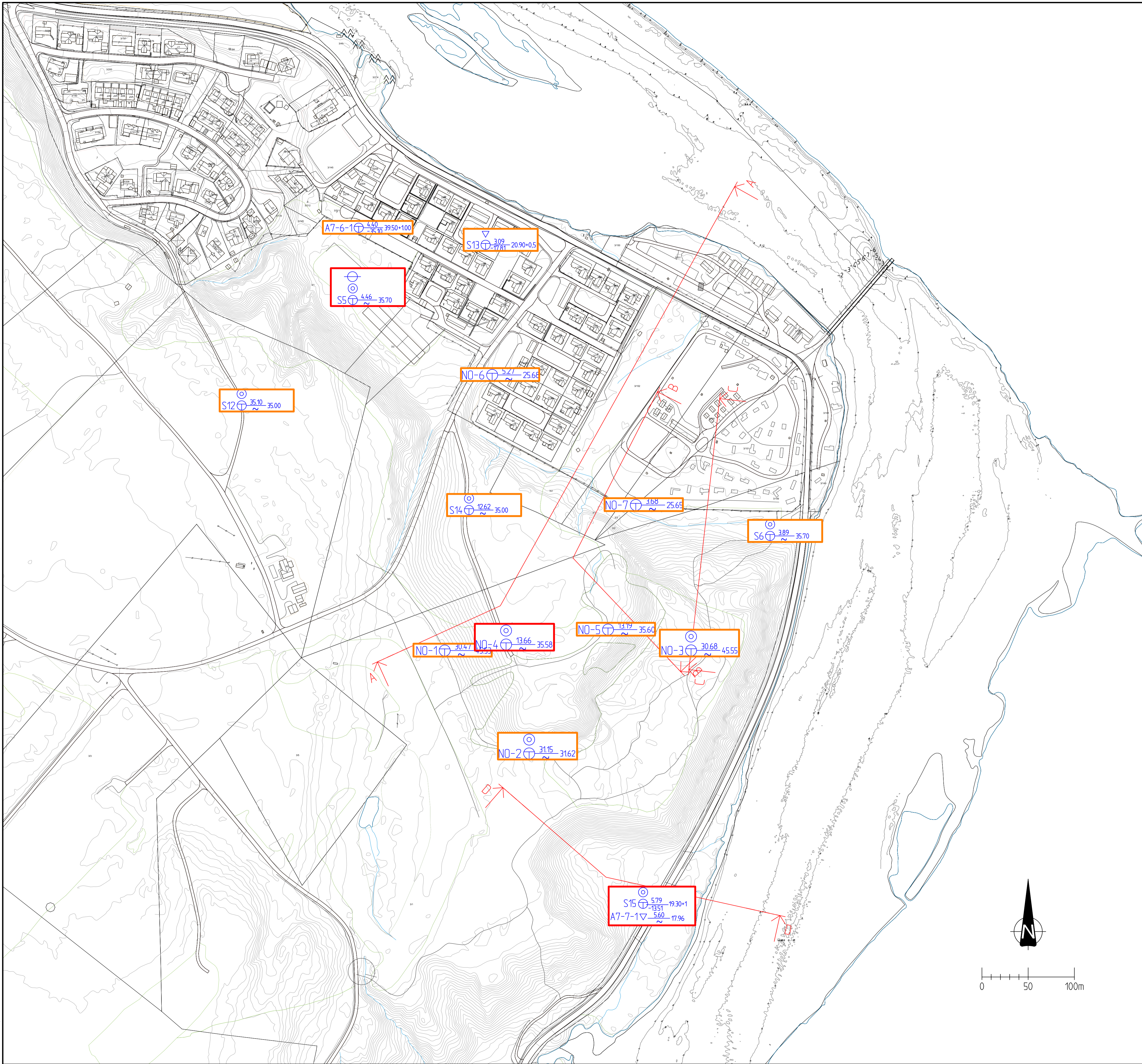
Tabell 4 Oppsummering stegvis prosedyre for utredning av områdeskredfare i hht. NVE-veileder nr. 1 / 2019 [10]

Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Tiltaksområdet ligger i utløpssonen for faresone 2428 Kvesnes.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Tiltaksområdet ligger under marin grense. Grunnundersøkelser har avdekt en sandavsetning over marin avsatt leire.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Terrenget oppfyller kriterier for mulig skredterreng.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori for aktuelt tiltak settes til K4, som beskrevet under: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>K4</b> 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</p> </div>
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Vestre del av faresone 2428 Kvesnes består av en øvre skråning med høyde 17-21 m og en nedre skråning med høyde 7 m. Østre del av faresonen består av skråninger med høyde 22-26 m. Skred i nordvendte skråninger antas å være kritisk for aktuelt planområde. Ved aktuell utredning er det benyttet 4 terrengprofil for generell kartlegging, tolkning grunnforhold og geotekniske vurderinger.
6	Befaring	Ingen erosjon eller nyere skredaktivitet er funnet. Grunnvannstanden er observert i terrengnivå i bunnen av nederste del av nordvendte skråninger.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det ble gjennomført supplerende grunnundersøkelser i området. Nye grunnundersøkelser sammen med tidligere undersøkelser danner et godt bilde av generelle grunnforhold i området. Grunnen består generelt av et tykt topplag av sand over marin leire. Leiren er i enkelte posisjoner påvist å være kvikk.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Det er gjort funn av kvikkleire og terrenget tilfredsstillende kriterier som gjør at potensielle kvikkleireskred ikke kan utelukkes. Som følge av at b/D-forhold < 40% og at kvikkleira ligger dypere enn kritisk glideflate (1:15 linja) vurderes rotasjonsskred som aktuell skredmekanisme. For rotasjonsskred kan potensielt løsneområde bestemmes til $L < 5 \times H$ , og maksimalt 100m. Utløpsområdet kan bestemmes til $L_u = 0,5 \times L$ . Opptegning av terrengkriterier og teoretisk løsne- og utløpsområder har resultert i forslag til ny justert utstrekning av faresonen.
9	Klassifiser faresoner	Revidert utredning av faresonen resulterer i samme klassifisering som tidligere. Utrekning av faregrad og konsekvens tilsier: Faregrad: Middels. Konsekvensklasse: Alvorlig. Risikoklasse: 3.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er utført stabilitetsberegninger for nedre skråning i vestre del av sonen da tiltaksområdet berøres av et mulig utløp for skred. Sikkerheten er beregnet til $F = 1,72$ som er større enn sikkerhetskravet på $F_{c\phi} \geq 1,25$ .
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ny justert faresone meldes inn etter gjennomført uavhengig kvalitetssikring.

## 6 Referanser

- [1] Norconsult, «Utredning Kvesnes kvikkleirefaresone. Geotekniske grunnundersøkelser – Datarapport. Rapport 52207212-RIG-R01.,» Norconsult, 2022.
- [2] Norconsult, «Innledende vurdering områdestabilitet – Setnesmoen og Kvesnes kvikkleiresone. Rapport 52109521-RIG-N01.,» Norconsult, 2022.
- [3] NVE, «Ekstern rapport nr. 73/2019. Oversiktskartlegging kvikkleire - Rauma kommune,» 2019.
- [4] GeoStrøm, «Grunnundersøkelse for kvikkleirekartlegging I Rauma kommune del 2. Rapport 2054-7-R2.,» GeoStrøm, 2019.
- [5] Sweco, «Rapport 55604001-RIG-R02-A01. Setnesmoen – Åndalsnes. Områdestabilitetsvurdering.,» Sweco, 2018.
- [6] Sweco, «Rapport 55604001-RIG-R01-A01. Setnesmoen - Åndalsnes. Områdestabilitetsvurdering. Geotekniske grunnundersøkelser - datarapport.,» Sweco, 2018.
- [7] Rauma kommune, «Detaljregulering – 3/152 Skottemarka. Plan ID 6300.120.12,» Rauma kommune, 2013.
- [8] Norges Grunnlov, Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71, 2008.
- [9] Direktoratet for Byggkvalitet, «FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK 17)».
- [10] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 1 2019,» Norges energi- og vassdragsdirektorat, 2019.
- [11] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse. Desember 2020.».
- [12] Multiconsult, «10247796-RIG-NOT-001 Uavhengig kvalitetssikring Kvesnes,» Multiconsult, 2023.
- [13] Statens vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, Statens vegvesen, 2022.

X:\nor\oppdrag\Modell\2023\20230712\BIM\Geoteknik\Arkiv\Plan\_Situasjon.dwg - ToHSo - Plottet: 2023-04-11, 10:18:42 - XREF = Plan\_Opptegnede Profil, Plan\_Utferte boringer, Elvebunn med loter, Grunnlagskart



**FORKLARINGER**

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykkmåler
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- + Vingeboring
- ⊕ Terrengkote  
⊖ Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

- Tolkning av grunnundersøkelser
- Antatt ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale
  - Mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale
  - Påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale

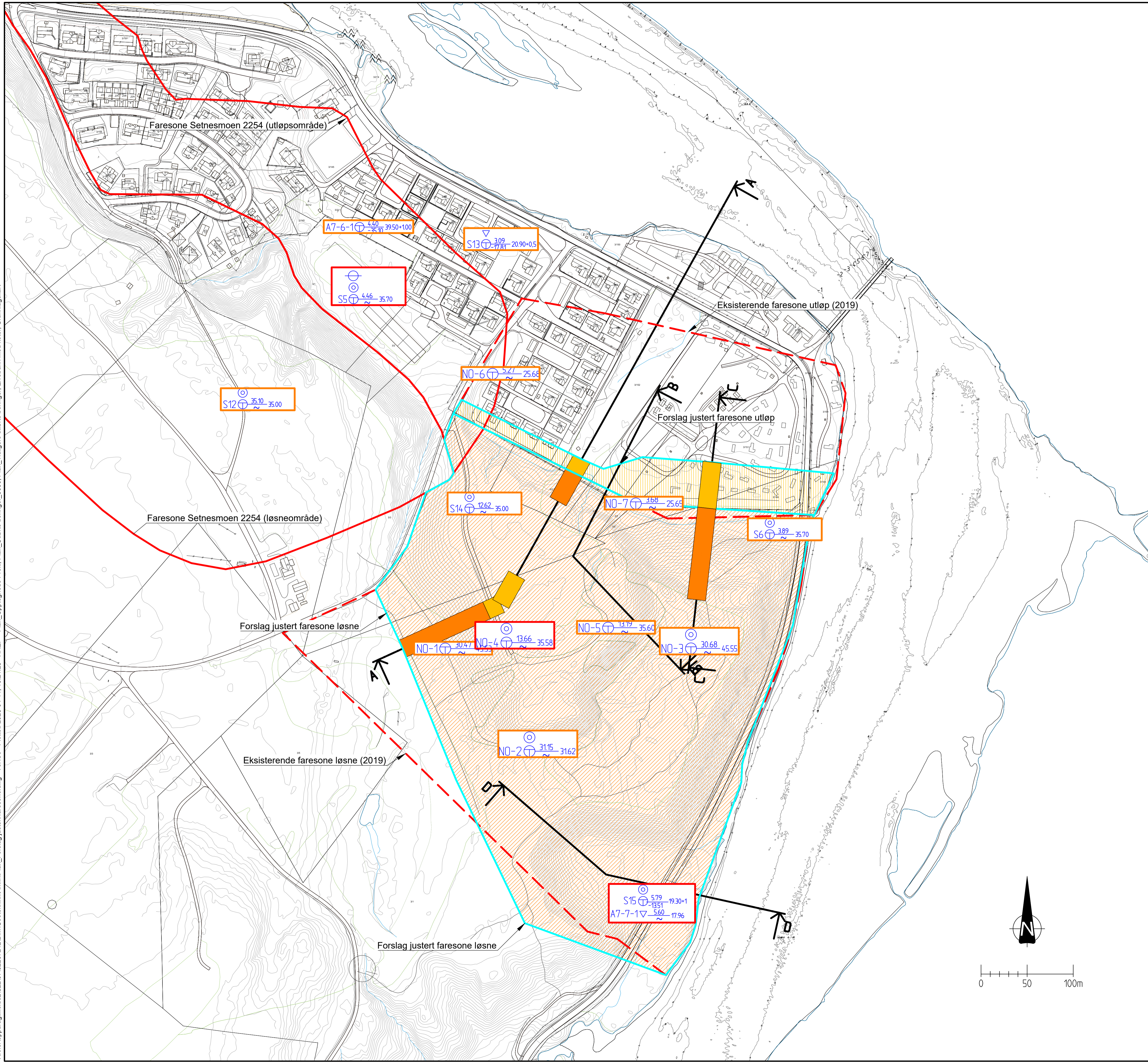
J02	2023-04-11	For bruk etter utført uavhengig kvalitetssikring	ToHSo	AndGja	ToHSo
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	ToHSo	AndGja	ToHSo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Rauma kommune Målestokk (gjelder A1)  
1:2000

Utredning Kvesnes kvikkleirefaresone  
Situasjonsplan  
Tolkede grunnundersøkelser og kritiske snitt

X:\nor\oppdrag\Modell\2023\202307\20230712\BIM\Geoteknik\Arkiv\Plan\_Forslag justert faresone.dwg - ToHSo - Plattet: 2023-04-11, 10:21:23 - XREF = Plan\_Opptegnede Profil\_Plan\_Ulfare boringer\_Plan\_Ulfare boringer\_3000\_Plan\_Tidligere ulfare boringer\_Grunnlagsskart



**FORKLARINGER**

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåler
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- + Vingeboring
- ⊕  
⊖  
Terrengekote    Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg  
Bergkote

- Tolkning av grunnundersøkelser
- ▭ Antatt ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale
  - ▭ Mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale
  - ▭ Påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale

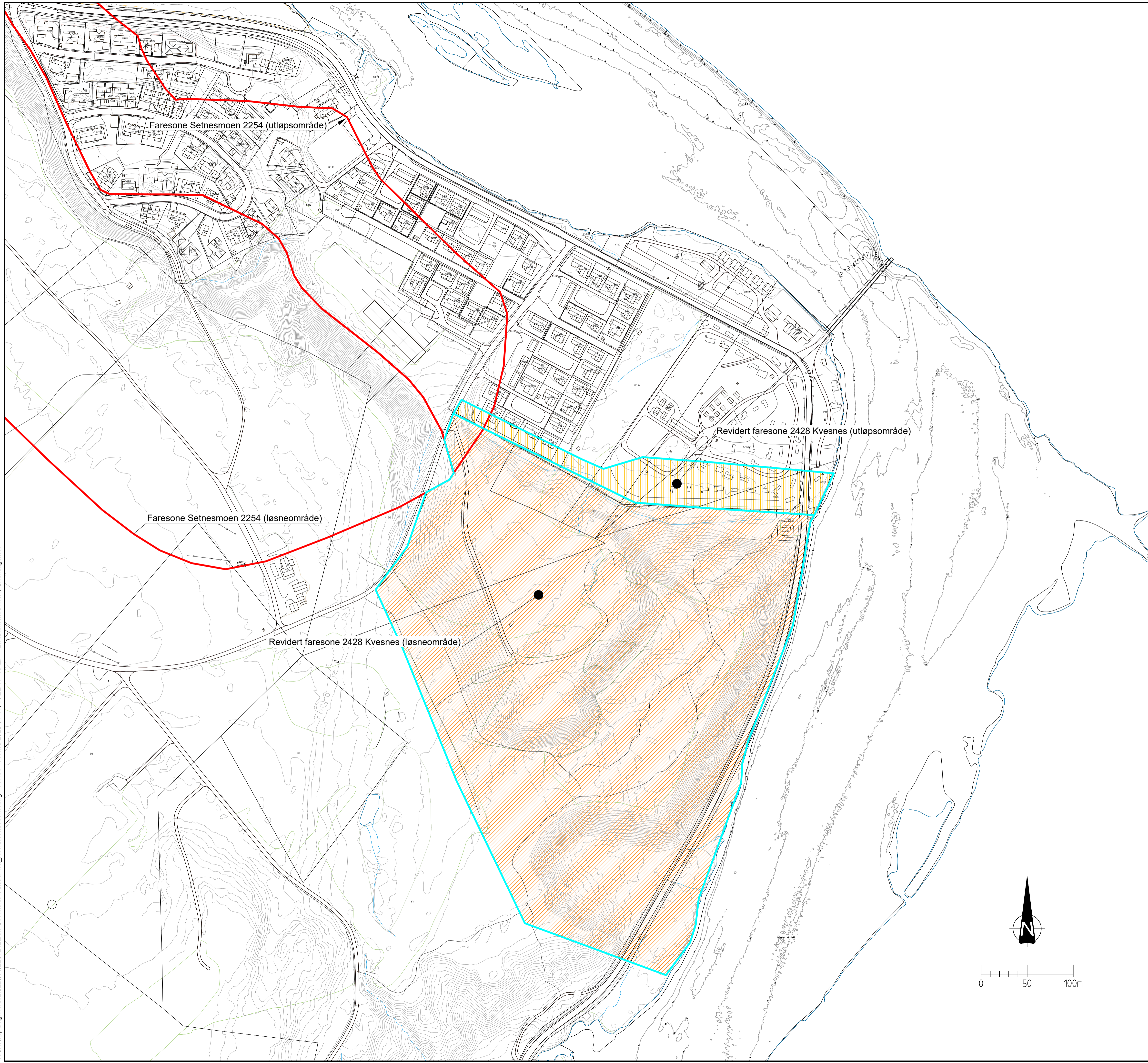
- Beregnet løsne- og utløpsområde - ref. tegning 301-304
- ▭ Løsneområde
  - ▭ Utløpsområde

J02	2023-04-11	For bruk etter utført uavhengig kvalitetssikring	ToHSo	AndGja	ToHSo
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	ToHSo	AndGja	ToHSo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Rauma kommune Målestokk (gjelder A1) 1:2000

Utredning Kvesnes kvikkleirefaresone  
Forslag justert faresone



**FORKLARINGER**

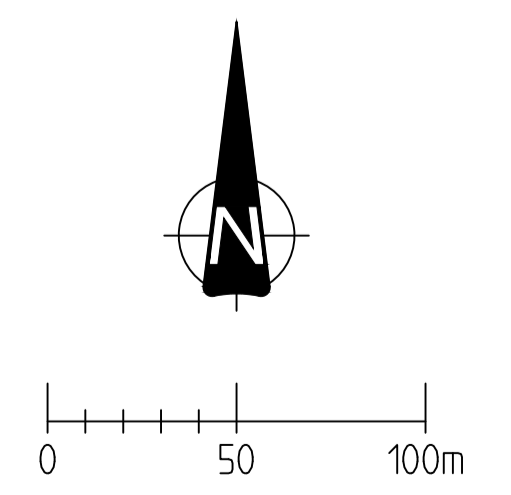
Revidert faresone 2428 Kvesnes

- Faregrad middels
- Konsekvensklasse alvorlig
- Risikoklasse 3

Løsneområde

Utløpsområde

X:\nor\oppdrag\Modell\2022\7152207152207212\BIM\Geoteknikk\Arkiv\Plan\_Revidert faresone.dwg - ToHSo - Plottet: 2023-04-11, 10:22:44 - XREF = Elvebunn med koter, Grunnlagsskart



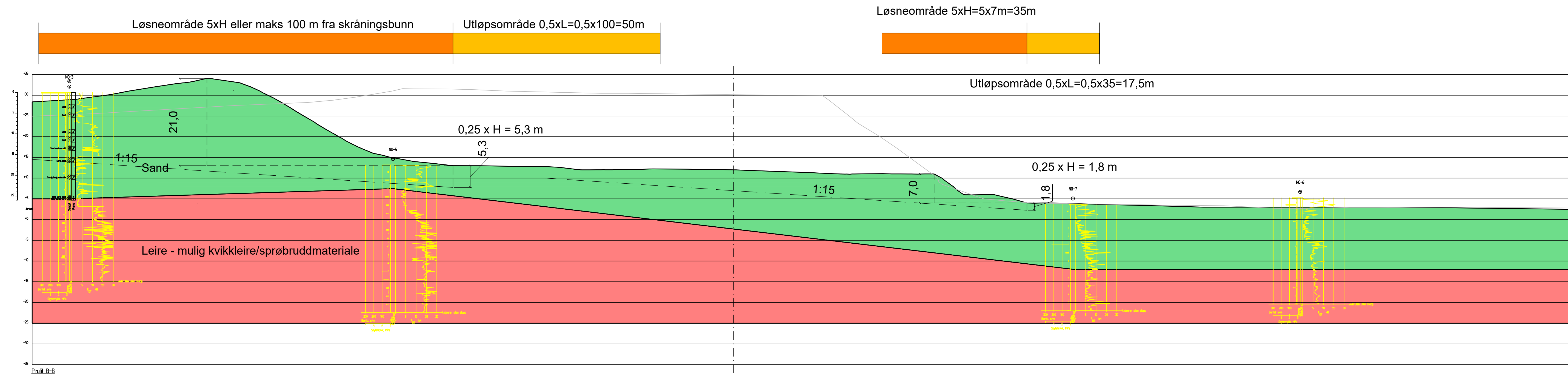
J02	2023-04-11	For bruk etter utført uavhengig kvalitetssikring	ToHSo	AndGja	ToHSo
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	ToHSo	AndGja	ToHSo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Rauma kommune Målestokk (gjelder A1)  
1:2000

Utredning Kvesnes kvikkleirefaresone  
Revidert faresone 2428 Kvesnes

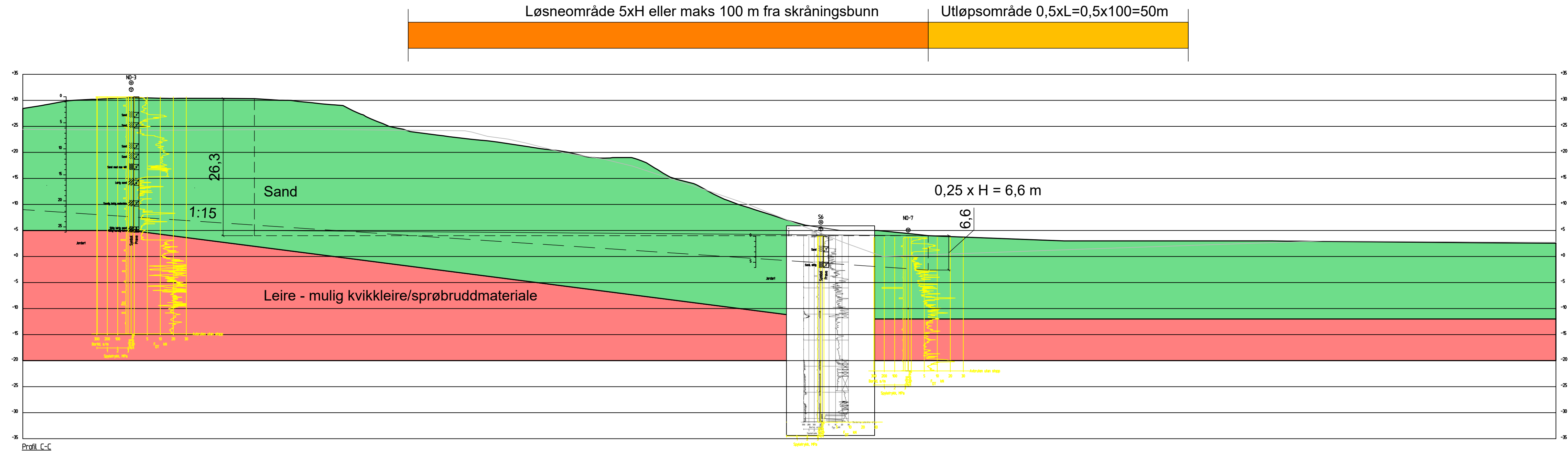




X:\norconsult\prosjekt\52207212\BIM\Grafiske\Kvalitet\Profil B\_Tolket\legging.dwg - ToHS - Plottet: 2023-04-11, 10:30:11

J02	2023-04-11	For bruk etter utført uavhengig kvalitetskontroll	ToHS	AndGja	ToHS
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	ToHS	AndGja	ToHS
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>           Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Oppdragsveilederen iherav Norconsult AS. Dokumentet må ikke benyttes til det formål som oppdragsveilederen bestemmer, og når ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller iverksettes utbedring uten forfatterens tillatelse.         </small>					
Rauma kommune					1:500
Utredning Kvesnes kvikkleirefarezone Profil B-B Tolket grunnforhold, skredkriterier og faresoner					
Norconsult	Oppdragsnummer	Prosjektnummer	302	Revisjon	J02

X:\norconsult\prosjekt\52207212\BIM\Geoteknik\GEO\KIV\AUTOGRAF\_RTBILDER\SIF.TIF



J02	2023-04-11	For bruk etter utført uavhengig kvalitetsikring	ToHSo	AndGja	ToHSo
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	ToHSo	AndGja	ToHSo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Denne dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Oppdragsveilederen i Norconsult AS. Dokumentet må ikke kopieres til det formål som oppdragsveilederen bestemmer, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i annen utforming enn formålet disse.

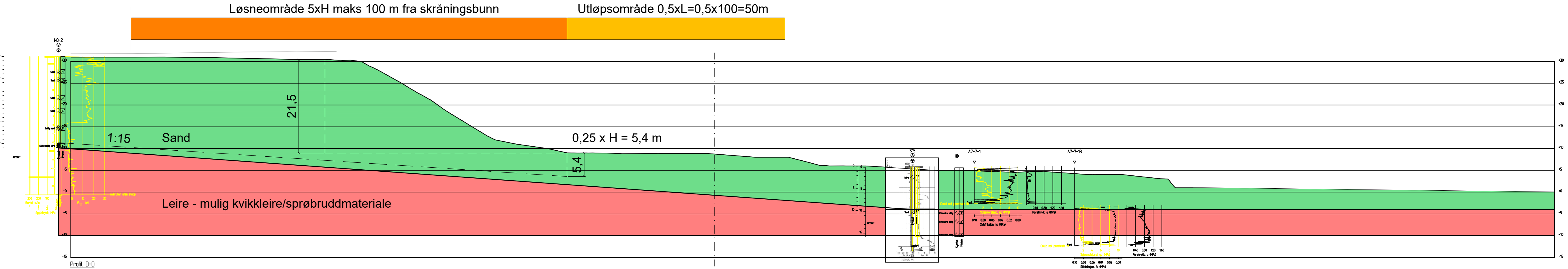
Rauma kommune 1:500

Utredning Kvesnes kvikkleirefarezone  
 Profil C-C  
 Tolket grunnforhold, skredkriterier og faresoner

Norconsult	Oppdragsnummer 52207212	Prosjektnummer 303	Revisjon J02
------------	----------------------------	-----------------------	-----------------



X:\norconsult\prosjekt\52207212\BIM\Geoteknik\GEO\KIV\AUTOGRAF\_RTBILDER\5.1\F



Profil D-D

J02	2023-04-11	For bruk etter utført uavhengig kvalitets sjekking	ToHSo	AndGja	ToHSo
B01	2023-03-09	For kommentar hos eksterne parter	ToHSo	AndGja	ToHSo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Rauma kommune 1:500

Utredning Kvesnes kvikkleirefarezone  
 Profil D-D  
 Tolket grunnforhold, skredkriterier og faresoner