

Brannstasjon Åndalsnes

Geoteknisk prosjekteringsrapport – *Vurdering av områdestabilitet*
Reguleringsplan



Dokumentnr. 21316-RIG01
Versjon 2
10.12.2021



Prosjekt

Prosjektnavn:	Brannstasjon Åndalsnes
Prosjektfase:	Reguleringsplan
Oppdragsgiver:	HR PROSJEKT AS
Kontaktperson:	Anita Marie Meisingset

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer:	21316
Oppdragsleder:	Sigurd Holo Leikarnes
Fagansvarlig:	Magne Bonsaksen
Andre nøkkelpersoner:	Callum Jacobson

Dokument

Dokumenttype:	Geoteknisk prosjekteringsrapport
---------------	----------------------------------

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll	Overordnet kontroll
1	26.10.2021		Callum Jacobson	Sigurd Holo Leikarnes	Magne Bonsaksen
2	<i>10.12.2021</i>	<i>Justert etter uavhengig kvalitetssikring</i>	<i>Callum Jacobson</i>	<i>Sigurd Holo Leikarnes</i>	<i>Magne Bonsaksen</i>

Justeringer i versjon 2 er markert blått og i kursiv. Dette er justeringer etter uavhengig kvalitetssikring av Multiconsult.

Sammendrag

HRP består Rauma kommune med planlegging av ny brannstasjon på Åndalsnes. I den forbindelse kreves det geotekniske vurderinger i forhold til stabilitet og sikkerhet mot kvikkleireskred. ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk prosjektering for reguleringsplan.

Den nye brannstasjon ligger innenfor utløpssonen til to aktsomhetssoner for kvikkleire, men ligger ikke innenfor en egen sone.

Det er utført stabilitetsvurderinger med data fra tidligere grunnundersøkelser. Det er regnet på stabilitet i relevante snitt og funnet tilfredsstillende sikkerhet for områdestabilitet etter NVE 1/2019.

Sikkerheten er tilfredsstillende til å etablere den nye brannstasjonen.

Det forventes at undergrunnen på tomte er setningsømfintlig. Bygget anbefales direktefundamenter med relativt lave laster i fundamentene. Det bør gjøres supplerende grunnundersøkelser i detaljprosjektet for å verifisere mektigheten av topplaget, samt ødometerforsøk av leiren for å kunne vurdere setningspotensialet i massene.

Foreliggende rapport er utarbeidet av ERA Geo AS, som har opphavsrett til hele og deler av rapporten. Rapporten må ikke benyttes til andre formål enn omfattet av kontrakten mellom oppdragsgiver og oss. Rapporten må ikke gjøres tilgjengelig til tredjepart, eller endres, uten vårt samtykke.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Beskrivelse av tiltaket og tomten	4
3	Grunnforhold	6
4	Regelverk, laster og faktorer	7
4.1	Standarder.....	7
4.2	Krav til sikkerhet områdestabilitet	7
4.3	<i>Krav til geoteknisk kompetanse</i>	8
4.4	Jernbaneloven.....	8
5	Naturfare	8
6	Områdestabilitet	10
6.1	Stabilitetsberegninger	11
6.2	Materialparametere, laster og grunnvann	11
6.3	Stabilitetsprofil A – Vestre Kamsveg.....	12
6.4	<i>Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av kvikkleirefaresone</i>	12
6.5	Stabilitetsprofil B – Mot Sjøen.....	12
6.6	Skråning – Tingsbakken	12
6.7	<i>Erosjon</i>	13
7	Innledende vurderinger av fundamentering av bygget	13
8	Konklusjon	13
	Referanser	14

Vedlegg

Kategorisering iht. regelverk

V100: Situasjonsplan

V201: Profil A –Vestre Kamsveg

V202: Profil B – Fylling mot sjøen

1 Innledning

HRP bistår Rauma kommune med planlegging av ny brannstasjon på Åndalsnes. I den forbindelse kreves det geotekniske vurderinger i forhold til stabilitet og sikkerhet mot kvikkleireskred.

ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk vurdering.

NVE veileder 1/2019 angis det prosedyre for utredning av områdeskredfare i kapittel 3.2 (1). I denne rapporten er det steg 1 til 6 og 8 til 10 av prosedyren som kommenteres. Steg 7 er grunnundersøkelser som er gjennomført tidligere. Steg 11 er innmelding av sone som vurderes ikke relevant.

2 Beskrivelse av tiltaket og tomten

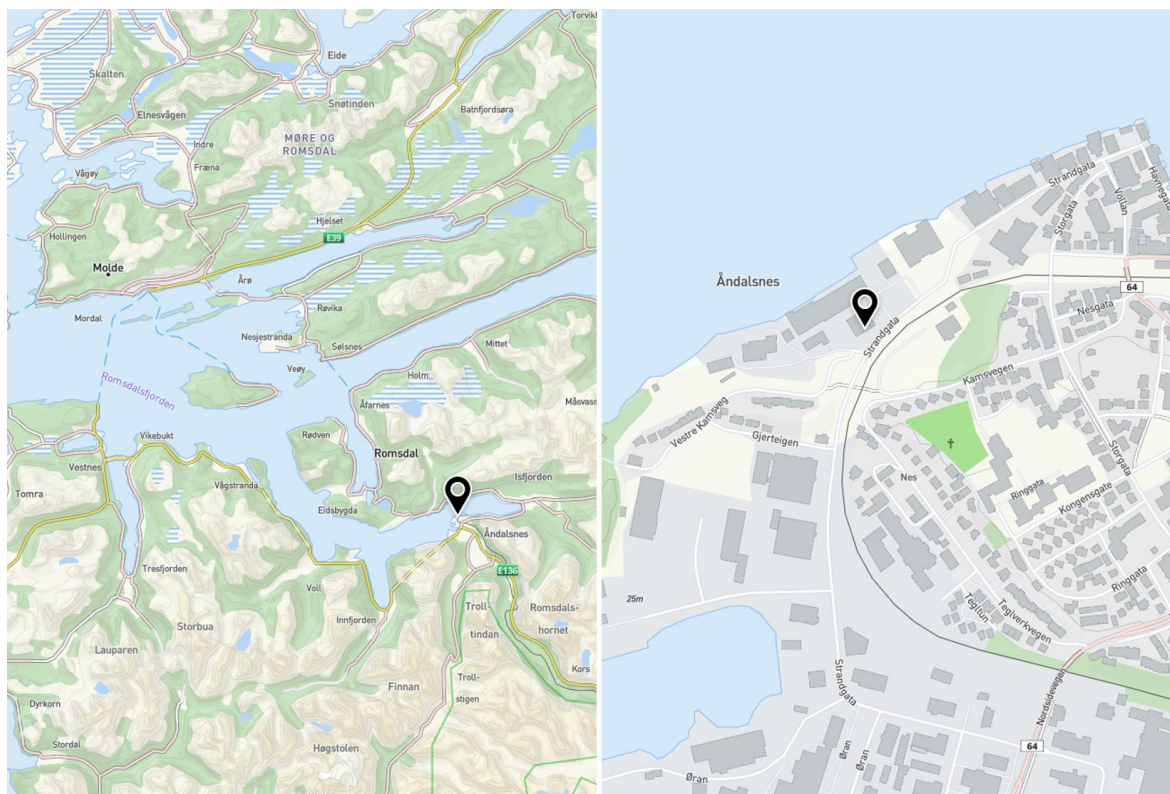
Den nye brannstasjonen etableres der det i dag er et eksisterende industribygg. Området umiddelbart rundt tiltaket er flatt, på ca. kote +3. Fylling i sjøen strekker seg ut mot nordvest. Mot nordvest ligger fjorden med skråning til stor dyp. Mot sør skrår terrenget opp mot Kammen, med høyeste punkt på kote 23,5. Mot øst ligger jernbane og et større boligfelt på ca. kote +20. Like nordøst for tomten ligger Rauma Helsehus.

Tiltaket ligger innenfor utløpssonen til to etablerte *aktsomhetsområder for kvikkleire*. 2388 Tingbakken mot sørøst og 2387 Vestre Kamsveg mot sørvest, se Figur 4. Skråningene ligger imidlertid utenfor tiltakets påvirkningsområde.

I forbindelse med etableringen av Rauma Helsehuset ble stabiliteten i Tingbakken vurdert av Rambøll i 2015 (2). Det ble da dokumentert tilstrekkelig stabilitet i relevant skråning i sone 2387 Vestre Kammen og utilstrekkelig stabilitet mot skred i fra Tingbakken iht. NVEs veileder 7/2014 (3).

Etter vurderingene til Rambøll i 2015, er det etablert motfylling langs tåen på skråning ved Tingbakken. Det ble prosjektert og etablert en motfylling som økte stabiliteten i skråningen med 10% (2). Det er siden den gang kommet ny Kvikkleireveileder (justert fra 7/2014 til 1/2019), men kravet til forbedring er det samme. Tiltakene med å forbedre skråningen i øst i forbindelse med Helsehuset gjelder også for den nye brannstasjonen.

For skråningen i sørvest ved Vestre Kamsveg gjennomføres det nye stabilitetsvurderinger.



Figur 1: Tiltakets beliggenhet. (Kilde: kommunekart.no, hentet 24.09.2021)



Figur 2: Topografisk kart med skyggerelieff. Skråning mot Vestre Kamsveg i gul, skråning mot Tingbakken i oransje. (Kilde: nve.no, hentet 24.09.2021)

3 Grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser i flere runder rundt den nye brannstasjonen. Undersøkelsene er samlet i Rambølls 2015 geotekniske rapport som utreder skråningsstabilitet i forbindelse med reguleringsplan av Stokkekaia (2). Grunnundersøkelsene er også hentet fra tidligere prosjekter i området (4), (5), (6), (7). Alle borpunkter fra tidligere prosjekter som brukes i våre stabilitetsanalyser er vist i vedlegg for situasjonsplan.

Tabell 1: Tidligere utførte grunnundersøkelser

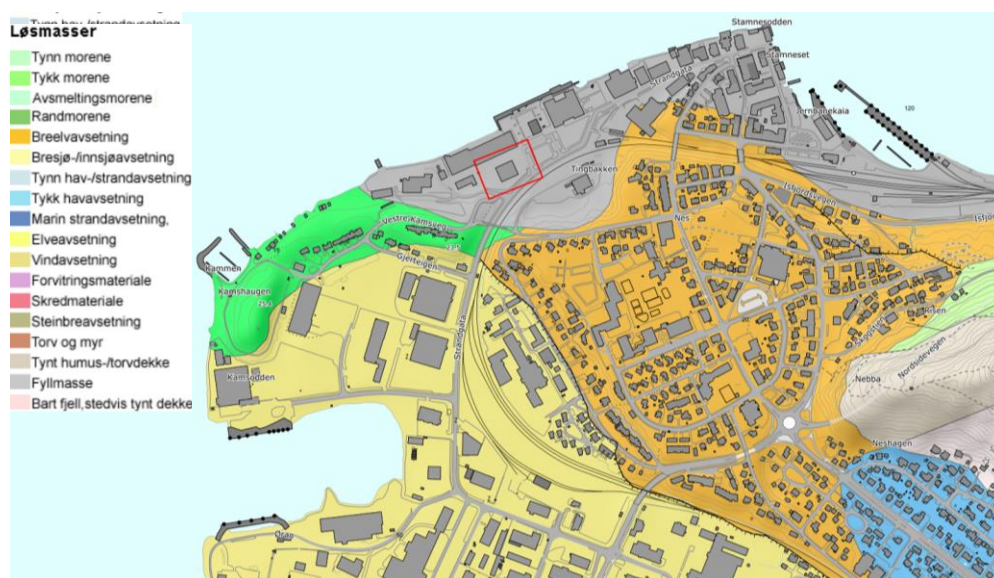
Rapportnummer	Navn	Utført av	Dato
RIG01 5201609	Avklaringer for ny Kammen bru på Åndalsnes – Geotekniske grunnundersøkelser	Norconsult	2020
G-rap-001 rev. 1 1350007297	Reguleringsplan Stokkekaia - Geoteknisk rapport	Rambøll	2015
G-rap-001 1350012119	Sentrum del II – Datarapport fra grunnundersøkelse	Rambøll	2015
5131128-1	Cruisekai Åndalsnes - Geoteknisk datarapport	Norconsult	2013
412983-1	Grunnundersøkelser Åndalsnes sentrum.	Multiconsult	2008

Grunnundersøkelsene indikerer at delen av skråning mot Vestre Kamsveg nærmest den nye brannstasjonen består av kvikkleire/ sprøbruddmateriale. Over dette laget ligger et ca. 5-6 m tykt lag med fastere masser, trolig av silt og sand. Området mellom skråningen og brannstasjonen består av kvikkleire/ sprøbruddmateriale under et ca. 2-4 m tykt fastere lag i toppen.

Delen av skråning mot Tingsbakken nærmest den nye brannstasjonen også består av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Det ligger under et lag med sandig grus det er på det meste opp til ca. 14 m tykt. Området mellom skråning og brannstasjonen tyder på kvikkleire/sprøbruddmateriale under et lag sandig grus.

Det er gjennomført en grunnundersøkelsesposisjon på selve tomten, boring 110 av Rambøll. Denne boringen indikerer et topplag av friksjonsmasser på 2-3 meter over et mektig leirlag, størrelsesorden 45 meters mektighet.

Løsmassekart fra NGU antyder at løsmassene ved tiltaket består av fyllmasse, med skråninger mot sørvest inneholder morene og skråninger mot sørøst inneholder breelvavsetning, se Figur 3.



Figur 3: Løsmassekart. (Kilde: ngu.no, hentet 24.09.2021)

4 Regelverk, laster og faktorer

4.1 Standarder

I samsvar med gjeldende regelverk plasseres tiltaket i følgende kategorier:

- Pålitelighetsklasse CC/RC3
- Tiltaksklasse 3
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK3
- Geoteknisk kategori 3
- Seismisk grunntype S2
- Tiltakskategori K4

Kategorien kan revurderes i nese planfase. Det skal gjennomføres mere grunnundersøkelser som vil gi bedre oversikt over grunnforholdene.

Ved tiltaksklasse 3 skal det i henhold til Byggesaksforskriften § 14-7 (8) utføres uavhengig kontroll i detaljprosjektering. I tillegg settes det krav til intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for tiltak i kontrollklasser PKK3 i henhold til Eurokode 0. Kontrollomfanget er gitt i de respektive regelverkene/standardene.

På grunn av konstruksjonens samfunnskritiske funksjon som brannstasjon, sant at det på nåværende tidspunkt ikke er god oversikt over homogeniteten på tomten settes geoteknisk kategori 3.

I henhold til NVEs veileder nr. 1-2019 (1) skal det for tiltak som berører aktsomhetsområder for kvikkleire fastsettes tiltakskategori etter Tabell 3.1 og 3.2. Sammen med faregrad før utbygging angir tiltakskategorien krav til kontroll av prosjekteringen. Ved tiltakskategori K4 kreves det kvalitetssikring utført av uavhengig foretak. Det bemerkes at tiltaket ikke ligger innenfor en aktsomhetssone, men ligger i utløpssonen fra to aktsomhetssoner.

Videre begrunnelse for valgte kategorier og henvisning til relatert regelverk er gitt i vedlegg.

4.2 Krav til sikkerhet områdestabilitet

Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet settes ut fra NVE veileder nr. 1/2019 (1). I henhold til kap. 3.3.7:

«Hvis tiltaket ligger foran foten (i utløpsområdet) av skråningen, ligger skråningen utenfor influensområdet til tiltaket dersom stabiliteten ikke forverres pga. f.eks. graving eller peleramming»

Videre står det under 3.3.6:

«For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet for 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 dette tiltaket settes det da krav til sikkerhet i skråninger som kan treffe tiltaket $F_{c\phi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$.

Under 4.8 er det henvist til NIFS rapport 15/2016 som beskriver hvordan sikkerhet for skråninger hvor stabiliteten ikke blir påvirket av byggetiltaket vurderes:

«Effektivspenningsanalyse kan benyttes for å beregne en skrånings sikkerhet, under følgende forutsetninger (vurdert av geotekniker):

- Skråningen er i en permanent, dvs. tilnærmet stasjonær spenningstilstand innenfor poretrykkets naturlige variasjon med årstider, herunder også medregnet påregnelig/erfaringsmessig virkning fra langvarig nedbør (se kap. 5.3.2 og 7.2.2)
- Poretrykksfordelingen er godt undersøkt i skråningen og at det tas hensyn til variasjoner som nevnt ovenfor (se kap. 7.2.2)

- *Det ikke er erosjon som forverrer stabiliteten i skråningen, eller at skråningen er erosjonssikret (erosjon som potensielt kan medføre fare for udrenerte spenningsendringer, dvs. at fare for undergraving/utglidning i skråningen på forhånd forbygges/erosjonssikres). Det forutsettes at sikringstiltaket ikke endrer spenningsstilstanden negativt.*
- *Lagdeling, effektive styrkeparametere og tyngdetetthet er tilfredsstillende bestemt iht. kap. 5 og 7.*
- *Totalspenninganalyse dokumenterer tilstrekkelig robusthet mot uforutsette situasjoner ($F_{cu} \geq 1.20$ iht. kap. 3.3.6).*

4.3 Krav til geoteknisk kompetanse

Et krav i NVE veileder nr. 1/2019 ved tiltak i områder med mulig forekomst av kvikkleire er formell kompetanse (fordypning geoteknikk) og dokumentert erfaring. Det vises til kap. 3.1:

«Foretak som gjennomfører utredning og kvalitetssikring iht. denne veilederen må ha fagansvarlige med formell kompetanse innen fagområdet geoteknikk, samt dokumentert erfaring fra utredning iht. NVEs veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred» og prosjektering av tiltak i områder med sprøbruddmateriale i grunnen. Med formell kompetanse menes ingeniørutdanning med fordypning (tilsvarende MSc) i geoteknikk. Det bør kreves at ansvarlig foretak fremviser referanseprosjekter. Fagansvarlig i prosjektet må ha minimum 5 års erfaring som geotekniker, og må kunne fremvise relevante referanseprosjekter.»

Dette oppdraget er bemannet med fagansvarlig som oppfyller alle ovennevnte krav. Krav til kompetanse for bemanning er ivare tatt.

4.4 Jernbaneloven

Den nye brannstasjonen skal ligge på en tomt ved siden av jernbanen. Den som ønsker å etablere et tiltak nærmere enn 30 meter fra jernbanen, må sende søknad til Bane NOR om tillatelse etter jernbaneloven § 10. Tiltak nærmere enn 30 meter fra jernbanen må ha godkjenning fra Bane NOR etter jernbaneloven § 10 (9). Nærvarsel godtas ikke som søknad om tillatelse i henhold til jernbanelovens § 10.

Det antas at bebygd areal av den nye brannstasjonen ikke vil være større enn det eksisterende bygget på tomten. Hvis dette er riktig så vil tiltaket ligge utenfor 30 m terskelen og tillatelse fra Bane NOR er ikke nødvendig.

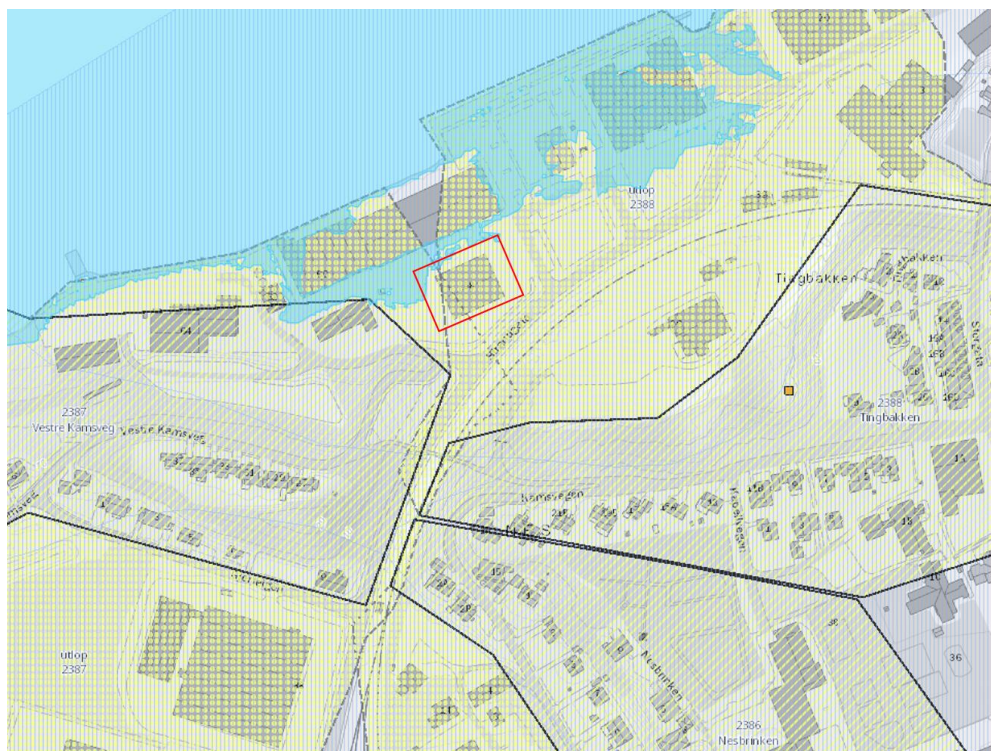
5 Naturfare

Det er undersøkt for naturfarer på NVE Atlas. Det er registrert to aktuelle naturfarer på tomten, samt en historisk naturfare. De to aktuelle er aktsomhet for stormflo og kvikkleire.

Ifølge sehavniva.no er det gjort framskriving av havnivå. For sikkerhetsklasse 3 er det satt til kote +2,65 (NN2000).

Tomten ligger i utløpssonen til to utredede *aktsomhetsområder for kvikkleire*, henholdsvis 2387 Vestre Kamsveg og 2388 Tingbakken.

Det er også registrert et historisk leirskred ved Troa tilbake i 1947. Skredet var på 20 000 m³ og ca. 70 meter bredt.



Figur 4: Registrerte naturfarer. (Kilde: nve.no, hentet 24.09.2021)

6 Områdestabilitet

Det er utført en boring på selve tomten, dette være boring 110 av Rambøll. Denne viser ikke tegn til sprøbruddsmateriale. Det er også boret ved kanten og ute på sjøen, se snitt B. Disse viser i likhet med 110 mektig lag med leire, men med svak økende motstand mot dybden. Dette indikerer leire, men ikke sprøbruddsmateriale. Ut fra dette tolkes det at tomten ikke ligger i et mulig løseområde for områdeskred.

Tomten ligger i utløpssonen til to registrerte *aktsomhetsområder for kvikkleire* må dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet i aktuelle skråninger som kan treffe tomten, i henhold til kap. 4.2. Det er på situasjonsplanen tegnet opp snitt mot sør, som det regnes på i denne rapporten. Det regnes ikke på stabilitet i sonen mot øst. Dette ble gjennomført i forbindelse med etablering av Rauma Helsehus, og det er etablert motfylling for å få nok stabilitet i sonen (øke med 10%). Skred andre steder i sonen forventes ikke å kunne treffe tiltaket.

For å kunne benytte denne beregningsgangen må følgende forutsetninger kontrolleres med henvisning til NVEs veileder 1/2019:

- *Skråningen er i en permanent, dvs. tilnærmet stasjonær spenningstilstand innenfor poretrykkets naturlige variasjon med årstider, herunder også medregnet påregnelig/erfaringsmessig virkning fra langvarig nedbør.*

Det forventes minimalt med aktivitet i sonen som vil kunne påvirke spenningstilstanden i stor grad.

- *Poretrykksfordelingen er godt undersøkt i skråningen og at det tas hensyn til variasjoner som nevnt ovenfor (se kap. 7.2.2).*

Det er i forbindelse med nye kammen bru installert piezometer i to nivå på begge landkarene av Norconsult i 2020 (4). Disse vurderes som relevante for snittene.

- *Det ikke er erosjon som forverrer stabiliteten i skråningen, eller at skråningen er erosjonssikret (erosjon som potensielt kan medføre fare for udrenerte spenningsendringer, dvs. at fare for undergraving/utglidning i skråningen på forhånd forbygges/erosjonssikres). Det forutsettes at sikringstiltaket ikke endrer spenningstilstanden negativt.*
- *Lagdelling, effektive styrkeparametere og tyngdetetthet er tilfredsstillende bestemt iht. kap. 5 og 7.*

For profil A er lagdelling satt ut fra sonderinger og parametere ut fra CPTu og prøver fra tidligere prosjekter.

- *Totalspenningsanalyse dokumenterer tilstrekkelig robusthet mot uforutsette situasjoner ($F_{cu} \geq 1.20$ iht. kap. 3.3.6)».*

Dette dokumenteres i profil A vedlagt til denne rapporten.

6.1 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger er utført med grenselikevektsanalyse i dataprogrammet Geosuite Stability. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i dagens terreng. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjonen.

Det er valgt å regne på to profiler. Et profil mot sør, og et profil ut mot sjøen, se vedlagte situasjonsplan og snitt.

For skråninger innenfor *aktsomhetsområder for kvikkleire* som ligger utenfor influensområdet til et tiltak, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1.25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1.20$

Det er ikke regnet på skråningen fra Tingbakken aktsomhetszone mot øst. Denne skråningen ble i forbindelse med Reguleringsplan Stokkekaia utredet og funne for lav sikkerhet (2). Det ble derfor etablert en motfylling i foten av skråningen for å heve sikkerheten med 10% som er kravet for et K4 tiltak. Både Helsehuset og Brannstasjonen er vurdert som K4 tiltak. Stabilitet mot Tingbakken vurderes ivaretatt.

6.2 Materialparametere, laster og grunnvann

De valgte materialparametere er ut fra Rambølls stabilitetsanalyse fra 2015 (2) og Norconsults stabilitetsanalyse av nærliggende Kammen brua i 2020 (4). De inkluderer trykksondering (CPTu) resultater for å definere lagdeling av jordmaterialer og skjærfasthet i kvikkleirelaget. Vår lagdeling er i overensstemmelse med totalsondering- og CPTU-resultater som ble brukt i begge tidligere prosjekter.

Anisotropi faktorer brukt for kvikkleiren er de som er anbefalt i NIFS rapport 14/2014 (10). Aa-faktoren for leire endres til 1,0 iht. den nye metodikken i NVE 1/2019. Udrenert skjærfasthet i kvikkleirelaget er modellert i Geosuite med C-profiler kopiert fra de tidligere Rambøll -analysene.

For stabilitetsberegninger benyttes følgende materialparametere:

Materiale	Dim. tyngdetetthet	Friksjonsvinkel, drenert	Attraksjon	Skjærfasthet, udrenert	Anisotropi faktorer for kvikkleire		
	kN/m^3	grader	kPa	kPa	Aa	Ad	Ap
PROFIL A							
Siltig sand	18	33,0	1,3	-	-	-	-
Kvikkleire	19	26,6	0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Siltig leire	19	26,6	5,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
PROFIL B							
Sandig silt	18	31,0	0,0	-	-	-	-
Sandig grus	18	38,0	7,8	-	-	-	-
Kvikkleire	19	26,6	0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Siltig leire	19	26,6	5,0	C-profil	1,00	0,63	0,35

Plasseringen av grunnvannspeilet i vår modell er justert med siste innmålingene av poretrykket av Norconsult ved Kammen bru (4).

Laster fra bygg og trafikk har blitt brukt innenfor områdene der de er ugunstige i vår modell. $5 \cdot 1,3$ kPa er brukt i områder med stier, $10 \cdot 1,3$ kPa i områder med vei, 10 kPa i områder med småhus, og $15 \cdot 1,3$ kPa i områder med industribygg. Det observeres sokkeletasjer på småhusene. Det vurderes at 10kPa er en realistisk verdi for lasten.

6.3 Stabilitetsprofil A – Vestre Kamsveg

Skråningen ved Vestre Kamsveg ble tidligere vurdert av Rambøll i 2015 (som “Profil E mot nord”) (2). Stabilitet ble funnet å være tilstrekkelig med en sikkerhetsfaktor på 1,39 beregnet i henhold til NVEs veileder 7/2014, forutsetter 50% sidefriksjon fra en side.

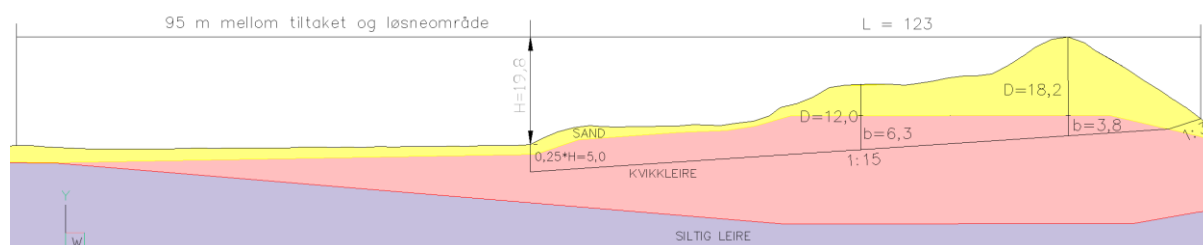
Vår stabilitetsvurdering beregnet iht. NVEs veileder 1/2019 har gitt et minimum sikkerhet på 1,38 og 2,51. Stabiliteten til skråningen vurderes tilstrekkelig for å etablere brannstasjon i utløpssonen. Se vedlagt Profil A.

Dette tiltaket er tenkt direktefundamentert uten kjeller. Det vil bli grunne lokale utgravinger for fundamenter. Kritiske skjærflater fra skråningene er langt unna tiltaket. Det vurderes at den lille lokale utgravingen ikke vil påvirke kritiske skjærflater. Se vedlagte tegninger. ne fra nærmeste aktsomhetsområde for kvikkleire langt unna tomten, og vi ikke forventer at denne lokale utgravingen påvirker stabiliteten.

6.4 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av kvikkleirefaresone

Basert på prosedyren fra kapittel 4.5.1 i NVE veileder 1/2019 (1), «Metodikk for vurdering av skredmekanisme», vurderes skredmekanisme for Vestre Kamsveg. Mulig skredmekanisme vurderes som retrogressiv pga andel sprøbrudsmateriale over mest kritisk glideflate $b/D > 40\%$ ved skråningen, se Figur 5. For et retrogressivt skred definerer NVE veileder 1/2019, kap. 4.6 utløpsarealet som $1,5 \cdot$ lengden av løsneområde. For skråningen er lengden på løsneområdet 123 m, som gir lengde på løsneområde på 185 meter. Tiltaket ligger i løsneområdet. Dette samsvarer godt med de registrerte utløpssonene. Det vurderes ikke aktuelt med videre vurdering av løsne eller uløpssonens areal.

Det er dokumentert tilstrekkelig stabilitet i skråningen fra Vestre Kamsvegs for et K4 tiltak innenfor løsneområde til sonen.



Figur 5: Vurdering av B/D for Vestre Kamsveg etter kap. 4.5.1 i NVE veileder 1/2019.

6.5 Stabilitetsprofil B – Mot Sjøen

Det er gjennomført en beregning for å se på stabiliteten ut mot sjøen. Kritiske skjærflater vil ikke ha utbredelse helt inn mot bygget. Se vedlagt Profil B.

6.6 Skråning – Tingsbakken

Stabiliteten mot Tingsbakken ble vurdert av Rambøll (som “Profil C” i rapporten) (2). Beregningen viste at skråningen hadde en nedre sikkerhet mot skred på 0,96 i totalspenningsanalyse, utregnet etter NVEs veileder 7/2014.

Prosjektering av motfylling for plassering langs hele lengden av tåen på skråningen ble utført av Rambøll (2). Prosjekteringen indikerte at dette tiltaket ville øke sikkerhetsfaktoren for skråningen mot skred til 1,10. Denne motfyllingen ble installert i 2016 (10).

Det er for både Rauma Helsehus og den nye brannstasjonen vurdert at tiltaket er et K4 tiltak. Det er kommet ny kvikkleireveileder fra NVE siden Rauma Helsehus ble etablert, men kravet er fortsatt det samme. Det kreves 10% forbedring ved faregrad Lav. Det er prosjektert og etablert motfylling innenfor dette kravet. Da prosjektering av skråningsstabilitet og

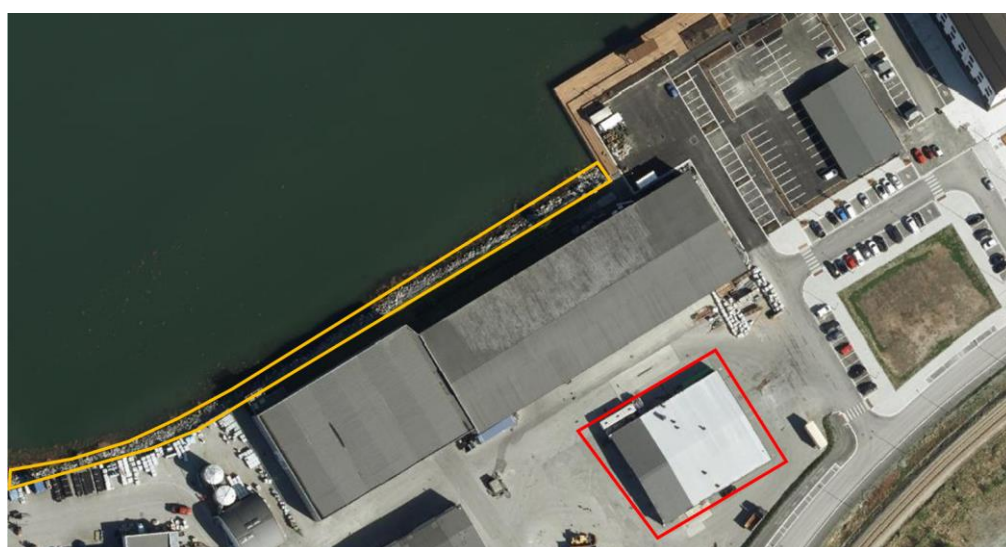
motfylling allerede er utført av Rambøll, har vi ikke regnet på denne skråningen på nytt. Det er gjort en vurdering av topografien og konkludert at det ikke er andre skråninger som vi treffe tiltaket fra den sonen.

6.7 Erosjon

Iht. NVEs veileder 1/2019 er det krav til erosjonssikring for tiltak i K4(1).

En befaring ble utført på stedet i oktober 2021 av ERA Geo (Sigurd Holo Leikarnes og Callum Jacobsen).

Det observeres ut fra Finn Kart flyfoto datert 2018 at strandlinjen er plastret nær tiltaket, se Figur 6. Videre er det ingen bekker eller andre vannmasser mellom tiltaket og aktsomhetsområdene for kvikkleire mot sør og sørvest. Erosjonssikring vurderes derfor som ivaretatt iht. NVEs veileder 1/2019.



Figur 6: Plastring (i oransje) i nærheten av tiltaket (i rød). (Kilde: kart.finn.no, hentet 7.12.2021)

7 Innledende vurderinger av fundamentering av bygget

Det forventes at konstruksjonen i seg selv er en relativt enkel konstruksjon. Det er gjort grunnundersøkelser i en posisjon på tomten, som viser friksjonsmasser i 2-3 meter over leire.

Vi kjenner ikke til lastene i bygget. Men erfaringsmessig så antas det at bygget vil kunne direktefundamenteres i sandlaget. Det forventes at undergrunnen er setningsømfintlig. Det må derfor etterstrebtes å få en jevn lastspredning med tilnærmet like store fundamenter, for å få en jevn setning av bygget.

ERA Geo vil anbefale at det gjøres supplerende grunnundersøkelser på tomten. Dette for å kartlegge sandlagets mektighet over tomten. Det bør også gjennomføres ødometer forsøk av leiren for å kunne vurdere setningsegenskapene til massene.

8 Konklusjon

Tomten ligger i utløpssonene til de to registrerte aktsomhetsområdene for kvikkleire Tingsbakken og Vestre Kamsveg. Skråningene ligger imidlertid utenfor påvirkningsområde for sonene

Fra Tingsbakken er det tidligere regnet for lav sikkerhet. Det ble her utført stabiliserende tiltak for å heve sikkerheten i forbindelse med Raume Helsehus (K4 tiltak). Det vurderes at dette er tilfredsstillende også for dette tiltaket.

Skråningen fra Vestre Kamsveg vurderes å ha tilstrekkelig stabilitet mot kvikkleireskred. Våre beregnede sikkerhetsverdier er større enn kravene gitt i NVEs veileder 1/2019.

Det er også gjennomført beregninger av stabilitet ut mot sjøen. Det finnes ingen indikasjon at skred i sjøen vil treffe tiltaket.

Ut fra dette konkluderes det at stabiliteten ved tiltaket er akseptabel i henhold til NVE's kvikkleireveileder 1/2019.

Det forventes at undergrunnen på tomta er setningsømfintlig. ERA Geo vil anbefale at det gjøres supplerende grunnundersøkelser på tomten inkludert ødometerforsøk på leiren for å kunne vurdere setningsegenskapene til massene.

Denne rapporten gjennomgår uavhengig kvalitetsikking av Multiconsult etter NVE veilederen 1/2019. Det må gjennomføres geoteknisk detaljprosjektering i neste planfase.

Referanser

1. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.* 2020.
2. **Rambøll.** *1350007297 - G-rap-001 - rev.1 - Reguleringsplan Stokkekaia - Geoteknisk rapport.* 2015.
3. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 7/2014 - Sikkerhet mot kvikkleireskred.* 2014.
4. **Norconsult.** *5201609 - RIG01 - Avklaringer for ny Kammen bru på Åndalsnes - Geotekniske grunnundersøkelser.* 2020.
5. —. *5131128-1 - Cruise kai Åndalsnes - Geoteknisk datarapport.* 2013.
6. **Multiconsult.** *412983-1 Grunnundersøkelser Åndalsnes sentrum.* 2008.
7. **Rambøll.** *1350012119 - G-rap-001 - Sentrum del II.* 2015.
8. **Direktoratet for byggkvalitet.** *Byggesaksforskriften (SAK10) - Publikasjonsnummer: HO-1/2011.* 2011.
9. **Samferdselsdepartementet.** Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven). *Lovdata.* [Internett] 1993. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1993-06-11-100>.
10. **BL Entreprenør.** *Målebrev - Åndalsnes sentrum del II.* 2016.

Vedlegg: Kategorisering iht. regelverk

Valg av geoteknisk kategori

Kapittel 2.1 i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 definerer geoteknisk kategori, som kan benyttes til å fastsette kravene til geoteknisk prosjektering. Ut fra konstruksjonenes kompleksitet og fundamenteringsforhold, samt vurdering av grunnens kompleksitet settes det for dette oppdraget geoteknisk kategori 2.

Valg av konsekvensklasse

Konsekvensklasse (CC) defineres ut fra kriterier gitt i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, tillegg B.

Prosjektet vurderes å ha stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske sosiale eller miljømessige konsekvenser, og settes dermed i CC3.

Valg av pålitelighetsklasse CC/RC

Tabell NA.A1 (901) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 angir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Det er i tabellen delt opp i pålitelighetsklasse CC/RC for klasse 1 til 4. Pålitelighetsklassen er direkte knyttet opp mot konsekvensklassen (CC).

Grunnforhold og tiltak anses som komplekst og utfordrende. Med dette plasseres disse arbeidene i pålitelighetsklasse CC/RC3.

Valg av prosjekteringskontrollklasse

Avhengig av konstruksjonens eller konstruksjonsdelens pålitelighetsklasse, er krav til prosjekteringskontroll klassifisert som prosjekteringskontrollklasse PKK, angitt i Tabell NA.A1 (902) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.

For pålitelighetsklasse 3, settes minste prosjekteringskontrollklasse PKK3. Det settes da krav til egenkontroll og intern systematisk kontroll. Den interne systematiske kontrollen er mer omfattende i PKK3 enn i PKK2 og er beskrevet i standarden. I tillegg settes det krav til utvidet kontroll. NS-EN 1990 setter krav til den utvidede kontrollen for PKK3, som er en større kontroll enn den i PKK2.

Valg av tiltaksklasse

Tiltaksklasse fastsettes ut fra Tabell 2 i veilederen til Byggesaksforskriften § 9-4. Fastsetting av tiltaksklasse er viktig for at oppgaven skal ansvarsbelegges med rett kompetanse. Ved søknad om tillatelse til tiltak skal forslag på tiltaksklasse angis, men det er kommunen som fastsetter tiltaksklassen.

Kriterier for tiltaksplassering for prosjektering bestemmer tiltaksklasse for prosjektet.

Tiltaksklasse 3 for geoteknikk omfatter blant annet fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990+NA plasseres i pålitelighetsklasse 3 og 4. For tiltaksklasse 3 og 4 skal det utføres uavhengig kontroll i henhold til § 14-7.

Valg av seismisk grunntype

På grunnlag av avstand til berg og type løsmasse på tomten skal det settes Grunntype etter Tabell NA.3.1 i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. For dette aktuelle prosjektet settes det generelt seismisk grunntype S2. For grunntype A-E settes parameterne etter tabell NA.3.3 i NS-EN 1998-1.

For fastsettelse av spissverdien for berggrunnens akselerasjon, a_{gR} , benyttes tabell NA.3.2(901 til 911) i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. For det aktuelle tiltaket er spissverdien for berggrunnens akselerasjon på 0.4m/s².

Valg av tiltakskategori

Det skal ut fra NVE veileder nr. 1-2019 Tabell 3.1 og 3.2 settes tiltakskategori. Denne defineres ut fra påvirkningen tiltaket har på omgivelsene, samt hvilket tiltak det er snakk om, med tanke på menneskelig tilflytning. Tiltakskategorien setter sammen med kvikkleiresonens faregrad før utbygging, hvilke sikkerhetsfaktorer som skal være ivaretatt for områdestabilitet, samt krav til kontrollregime. For dette tiltaket settes det tiltakskategori: K4 og faregrad lav før utbygging.



Vi gir deg trygg grunn.

ERA Geo er et uavhengig spesialistselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

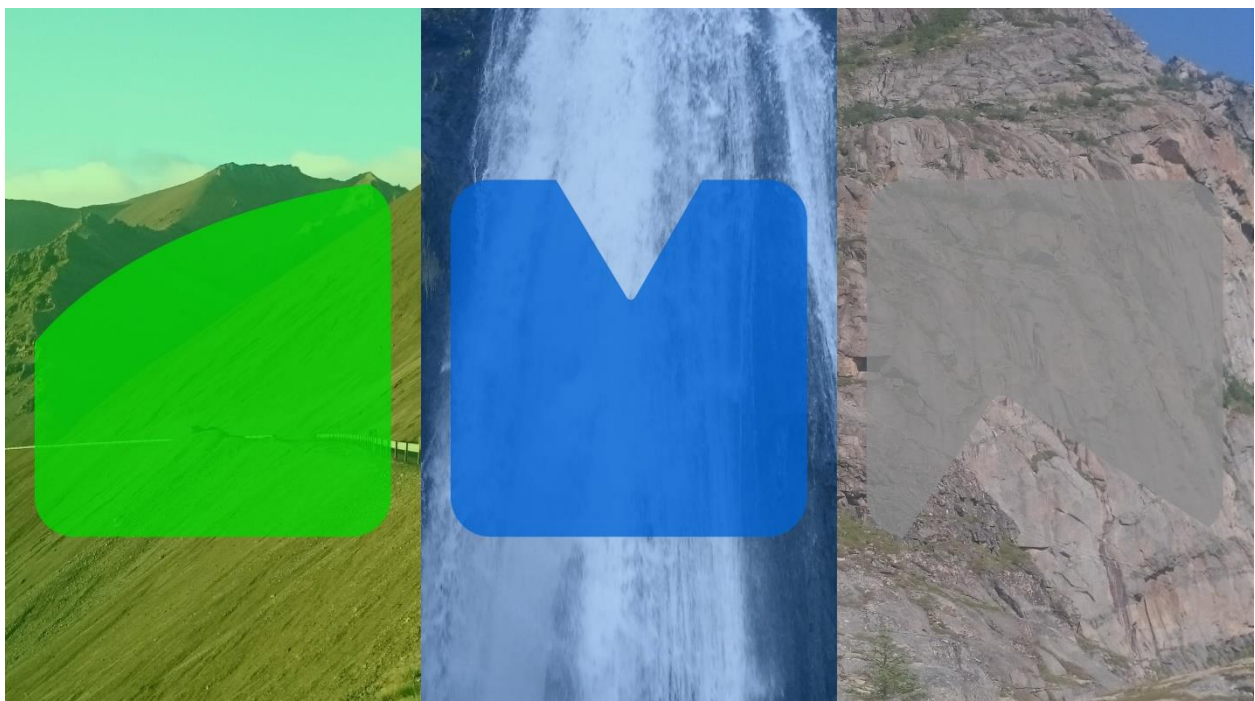
ERA Geo AS

era-geo.no

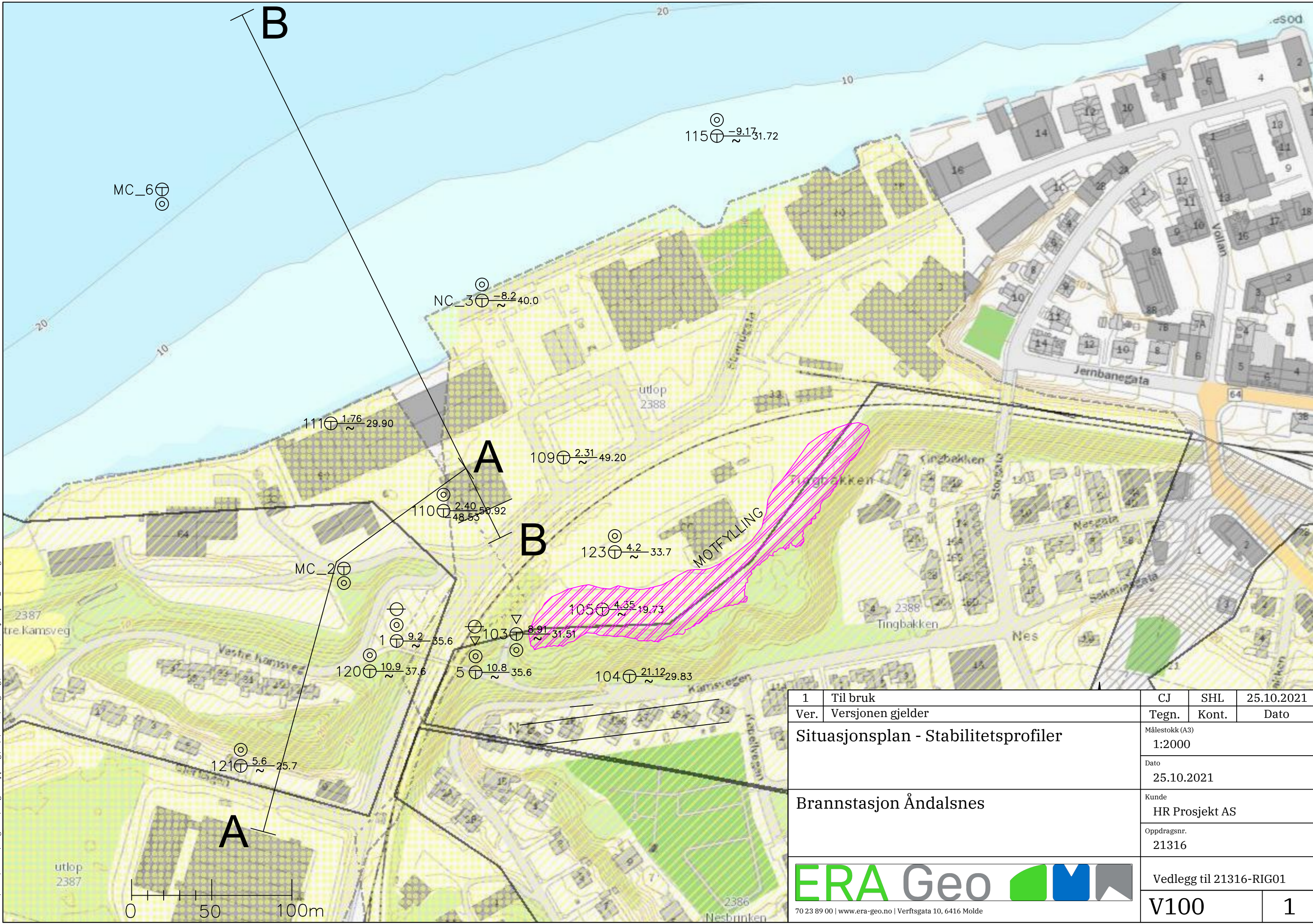
Verftsgata 10
6416 Molde

Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

Org.nr. NO 920 591 035 MVA

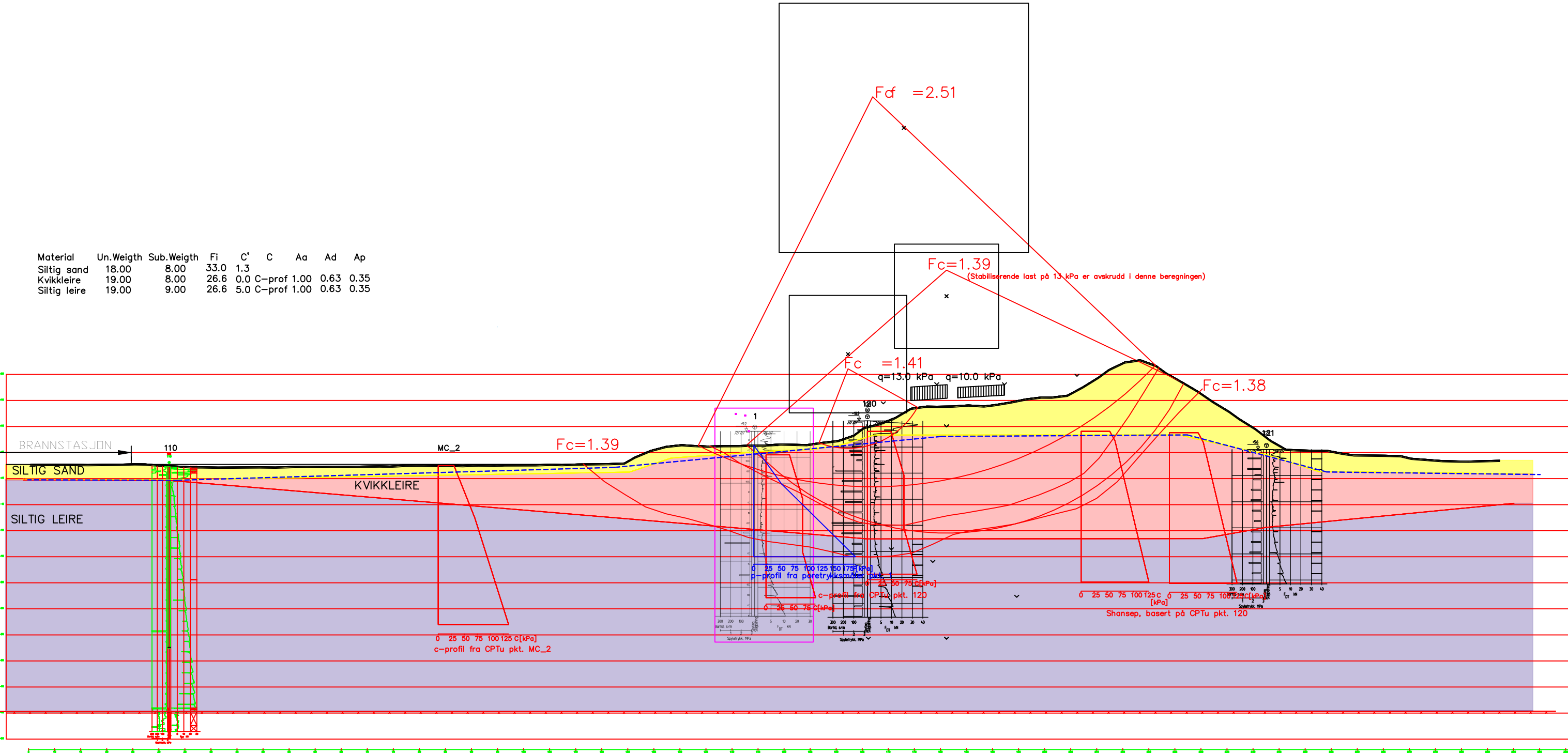


c:\users\callum\era geo as\era geo - oppdrag\21\3\21316\6 tegning\63 arbeid\situasjonsplan_final.dwg 25.10.2021 01:29



1	Til bruk	CJ	SHL	25.10.2021
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Situasjonsplan - Stabilitetsprofiler		Målestokk (A3) 1:2000		
		Dato 25.10.2021		
Brannstasjon Åndalsnes		Kunde HR Prosjekt AS		
		Oppdragsnr. 21316		
ERA Geo		Vedlegg til 21316-RIG01		
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		V100		1

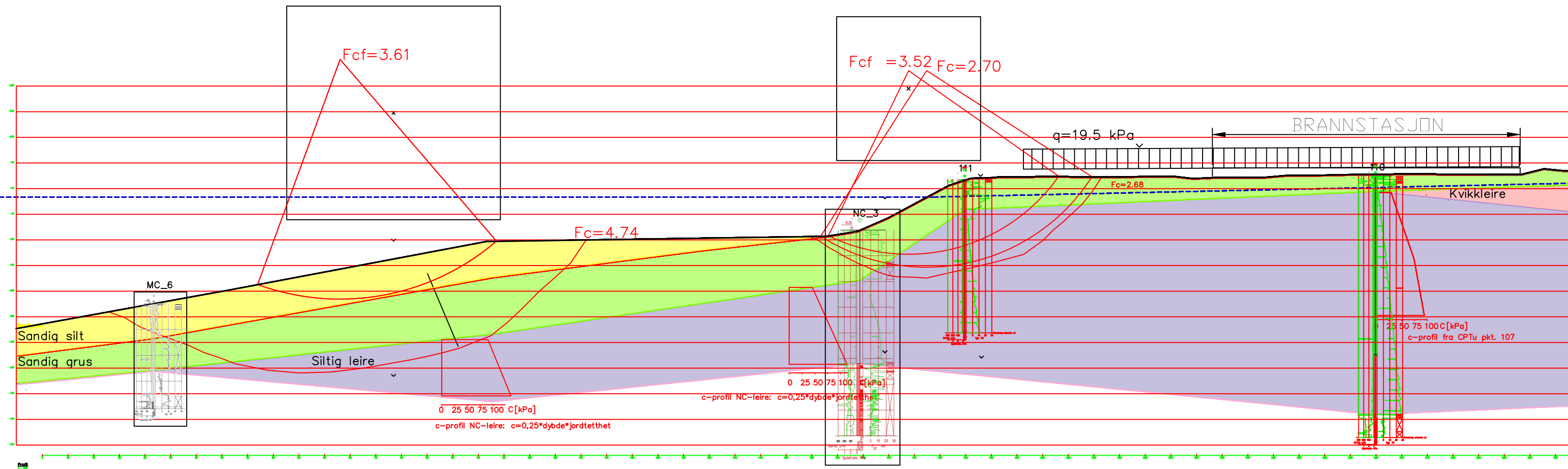
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Siltig sand	18.00	8.00	33.0	1.3				
Kvikkleire	19.00	8.00	26.6	0.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Siltig leire	19.00	9.00	26.6	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35



1	Til bruk	CJ	SHL	25.10.2021
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Profil A		Målestokk (A3) 1:750		
Stabilitetsprofil		Dato 25.10.2021		
Brannstasjon Åndalsnes		Kunde HR Prosjekt AS		
		Oppdragsnr. 21316		
		Vedlegg til 21316-RIG01		
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		V202		1

c:\users\callum\era_geo_as\era_geo - oppdrag\21\3\21316\6 tegning\63 arbeid\profil_b_fina_l_bare_sjo.dwg 25.10.2021 11:53

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sandig silt	18.00	8.00	31.0	0.0				
Sandig grus	18.00	8.00	38.0	7.8				
Kvikkleire	19.00	9.00	26.6	0.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Siltig leire	19.00	9.00	26.6	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35



1	Til bruk	CJ	SHL	25.10.2021
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Profil B		Målestokk (A3)		
Stabilitetsprofil		1:750		
		Dato		
		25.10.2021		
Brannstasjon Åndalsnes		Kunde		
		HR Prosjekt AS		
		Oppdragsnr.		
		21316		
		Vedlegg til 21316-RIG01		
		V202		1



70 23 89 00 | www.era-geo.no | Verftsgata 10, 6416 Molde