ERA Geo

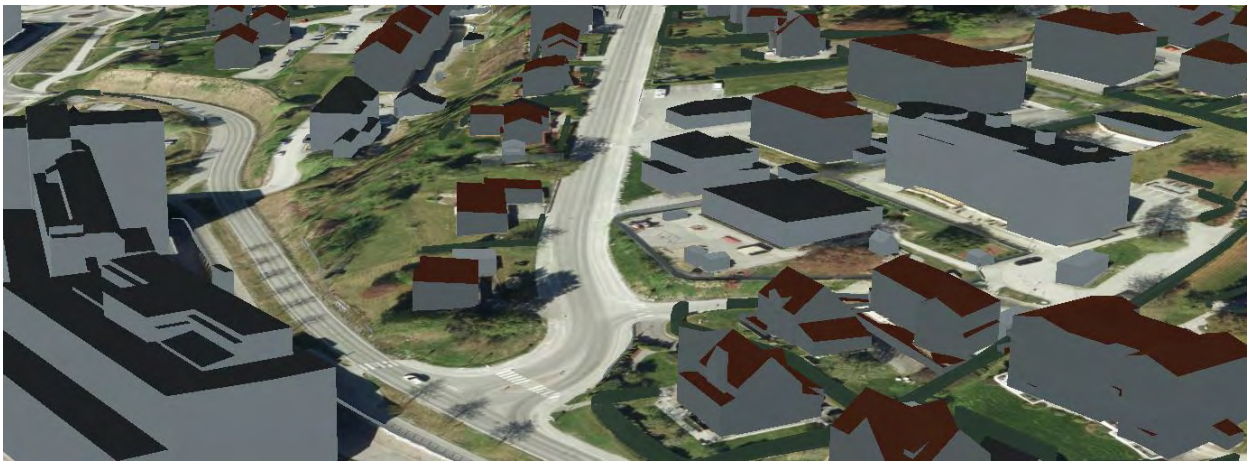
Vi gir deg trygg grunn.

Tyrilisenteret Molde

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Detaljprosjekt

Dokumentnr. 22331-RIG05
Versjon 1
24.2.2023





Prosjekt

Prosjektnavn:	Tyrilisenteret Molde
Prosjektfase:	Detaljprosjekt
Prosjektdel:	Utredning av områdeskredfare
Oppdragsgiver:	ANGVIK GRYTNES ENTREPRENØR AS
Kontaktperson:	Ivar Åkermann

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer:	22331
Oppdragsleder:	Sigurd Holo Leikarnes
Fagansvarlig:	Sigurd Holo Leikarnes
Andre nøkkelpersoner:	Lars Joar Inderberg og Magne Bonsaksen

Dokument

Dokumenttype: Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
01	24.2.2023	Til levering	Lars Joar Inderberg	Sigurd Holo Leikarnes

Sammendrag

Angvik Grytnes Entreprenør er i gang med et nytt prosjekt i Molde, Tyrili. Prosjektet inneholder en blanding av boenheter og næring over totalt 4 etasjer.

ERA Geo og Lingen Grunnboring har utført grunnundersøkelser i 2 omganger i forbindelse med prosjektet. Først en runde med innledende undersøkelser (1), og deretter en runde med supplerende undersøkelser som underlag til utredningen utført i denne rapporten (2).

Det er utført en utredning av en kvikkleiresone like vest for Molde sentrum, ved Bjørnstjerne Bjørnsons veg. Utredningen er utført iht. prosedyren i Tabell 3.1 i NVE 1/19. Det er utført . analyse av aktuelle skredmekanismer og vurdering av løsne- og utløpsområder. I tillegg er det gjort vurdering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse.

Aktuell skredmekanisme er et initialskred i form av rotasjonsskred og potensielt et flakskred. Fra stabilitetsanalysene er det svært god sikkerhet mot grunnbrudd. Fra kjennskap til området er det ingen erosjon som vil si at muligheter for forverring bør være under god kontroll. Fra risikoklassifisering, havner sonen under lav faregrad, meget alvorlig konsekvens og risikoklasse 3.

Basert på disse vurderingene er områdestabiliteten vurdert som ivaretatt jamfør Punkt 1-10 Tabell 3.1 i NVE 1/19 (3). Utredningen krever uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/19, Dr.Techn. Olav Olven er engasjert til den jobben.

Det er dokumentert generelt god stabilitet i området. Men vurdering av lokalstabilitet og prosjektering av tiltak må gjøres for hver enkelt byggesak.

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 7
3.1 Grunnvann 7
4 Regelverk, laster og faktorer 8
4.1 NVEs kvikkleireveileder 1/2019 8
4.2 Laster 9
4.3 Seismiske laster 9
4.4 Kompetansekrav iht. NVE 1/19 9
5 Naturfare 10
6 Områdestabilitet 11
6.1 Avgrensing av kvikkleireforekomst 11
6.2 Aktuelle skredmekanismer 12
6.3 Løsneområde/faresone 13
6.4 Utløpsområde 14
6.5 Kritiske snitt og materialparametere 14
6.6 Stabilitetsvurderinger 14
6.7 Klassifisering 15
6.7.1 Faregrad 15
6.7.2 Skadekonsekvensklasse 16
6.7.3 Risikoklasse 17
6.8 Lokalstabilitet og videre arbeid i området 17
6.9 Oppsummering 17
7 Konklusjon 17
Referanser 18

Vedlegg

V100

V101 Skisse av prosjektet sammen med borplan
V102 Markering av kvikkleiresone med tolkning av boringer
V103 Kvikkleiresone og kritiske snitt
V104 Kvikkleiresone og kritiske snitt med utgraving for prosjektet

V300

V301 Profil A – Dagens situasjon
V302 Profil A – Med tiltak
V303 Profil B – Dagens situasjon
V304 Profil B – Med tiltak
V305 Profil C – Dagens situasjon

1 Innledning

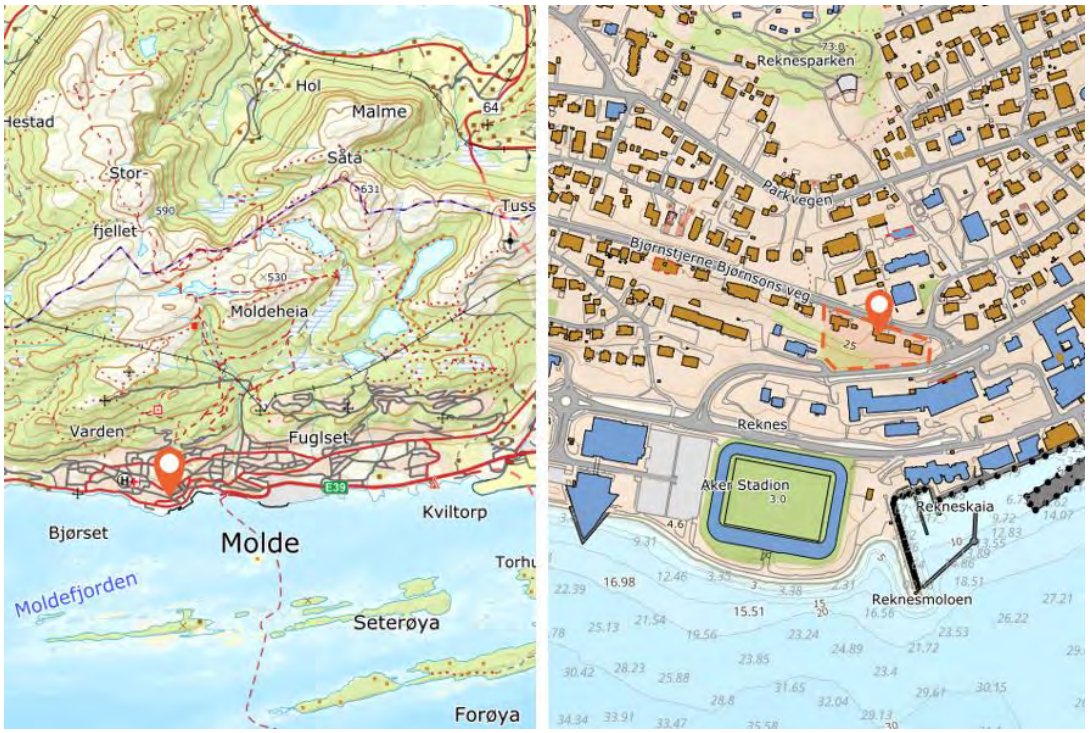
Angvik Grytnes Entreprenør er i gang med et nytt prosjekt i Molde, Tyrili. Prosjektet inneholder en blanding av boenheter og næring over totalt 4 etasjer.

ERA Geo og Lingen Grunnboring har utført grunnundersøkelser i 2 omganger i forbindelse med prosjektet. Først en runde med innledende undersøkelser (1), og deretter en runde med supplerende undersøkelser som underlag til utredningen utført i denne rapporten (2).

2 Beskrivelse av tiltaket og tomten

Tiltaket skal føres opp på GBnr. 24/488 i Molde kommune. Tomten har et skrått parti mot Sandvegen i sør. Den nordligste delen mot Bjørnstjerne Bjørnsons veg i nord er relativt slak. Området består av både eneboliger, konsentrert bebyggelse og næring. Tomten ligger omkring kote +25.

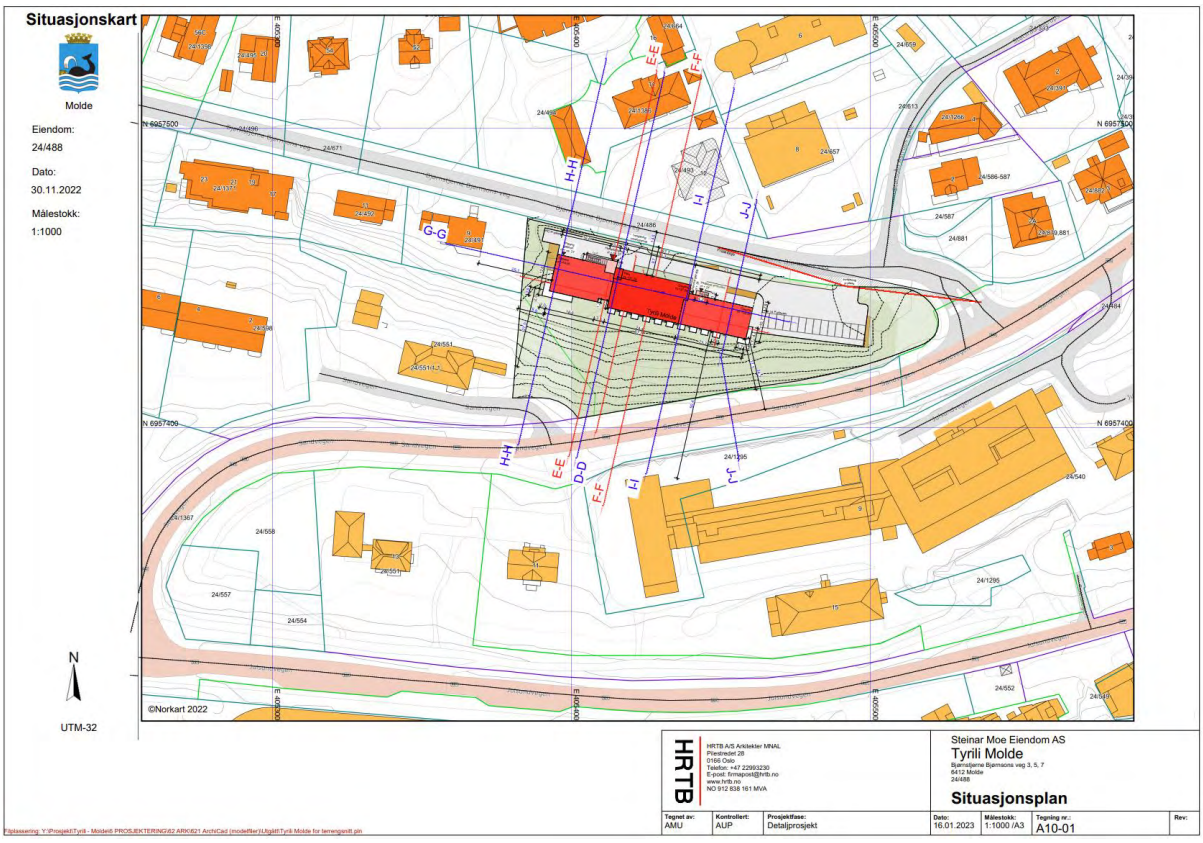
Bygget er tenkt i 4 etasjer. Siden tomten er relativt skrå, blir det omtrent ingen utgraving mot øst, mens i vest blir det utgraving på ca. 6 meter inn mot Bjørnstjerne Bjørnsons veg. Tiltaket foregår i all hovedsak på den nordlige delen av tomten. Se Figur 4.



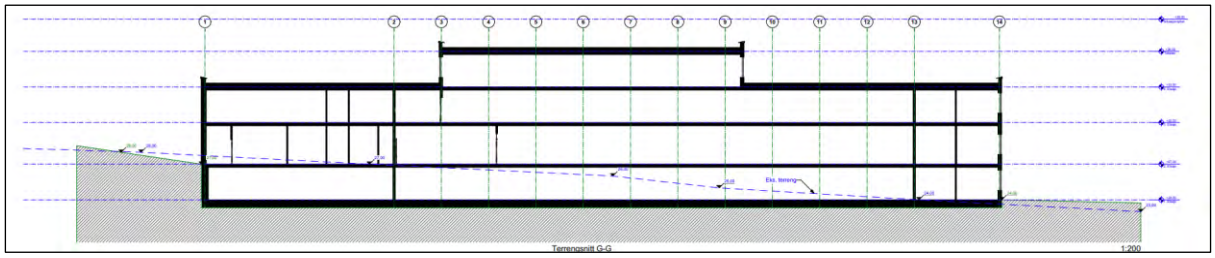
Figur 1: Tiltakets plassering i Molde kommune (Kilde: norgeskart.no, hentet 01.02.2023)



Figur 2 Relieffkart. Prosjektområdet er markert i rødt/oransje (Kilde: hoydedata.no, hentet 01.02.2023)



Figur 3: Situasjonskart for tiltaket med snitt. Utarbeidet av HRTB Arkitekter, datert 16.01.2023.



Figur 4 Lengdesnitt av bygget. Utarbeidet av HRTB Arkitekter, datert 30.01.2023.

Fra topografisk kart er det gjort identifisering av kritiske skråninger. Området består av et relativt flatt parti fra strandlinjen og opp mot kote +10 til +15, og deretter en litt brattere, lokal skråning. Denne skråningen er høyere og brattere mot vest enn den er i øst ved krysset mellom Sandvegen og Bjørnstjerne Bjørnsons veg.



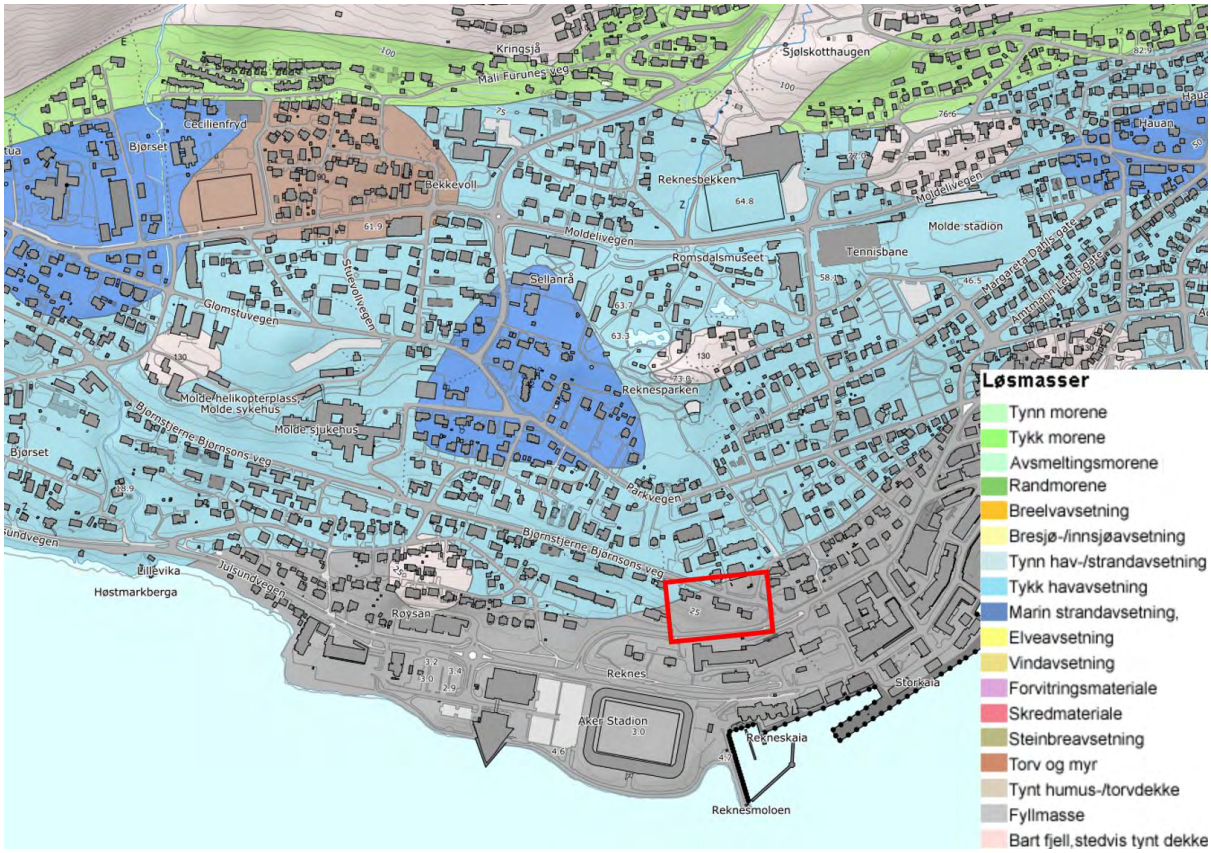
Figur 5 Utklipp fra NVE Atlas. (Kilde: nve.no, hentet 24.02.23)

3 Grunnforhold

Fra NGUs løsmassekart består området av fyllmasser og tykk havavsetning.

Fra grunnundersøkelser består området ved Tyrili av et relativt tykt lag i opptil 8 meters mektighet av meget faste, grove friksjonsmasser over leire. Leira har høy uforstyrret styrke, men defineres som sprøbruddmateriale og lokalt kvikkleire i omrørt tilstand. Leira er meget sensitiv. Under leira er det igjen meget faste masser som kan antas å være morene over berg.

Det er også utført boringer i andre aktuelle områder som gir grunnlag for vurdering av faresonen og avgrensning av kvikkleireforekomst. Disse beskrives og vises i figur og kart i Kapittel 6.1.



Figur 6 Løsmassekart. (Kilde: ngu.no, hentet 20.02.2023)

3.1 Grunnvann

Det er satt en poretrykksmåler i posisjon E6/E14. Denne står i leiren ved 11 meters dybde og ble innmålt den 22.02.2023. Den viser at poretrykket har begynt å stabilisert seg omkring kote +22,5, men fortsatt viser en avtakende trend. Posisjon E6/E14 er innmålt til kote +25,5. Det vil si at poretrykket i leiren tilsvarer at grunnvannet ligger ca. 3-4 meter under terreng i denne posisjonen, dersom det er hydrostatisk trykk. Se 22331-RIG04 for øvrige vurderinger knyttet til grunnvann.

4 Regelverk, laster og faktorer

4.1 NVEs kvikkleireveileder 1/2019

Kapittel 3.3 i NVEs veileder nr. 1/2019 (3) angir krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet for tiltak i kvikkleiresoner basert på tiltakskategori og faregrad før utbygging. Tiltaket settes i tiltakskategori K4.

Ved tiltakskategori K4 gjelder følgende (3)

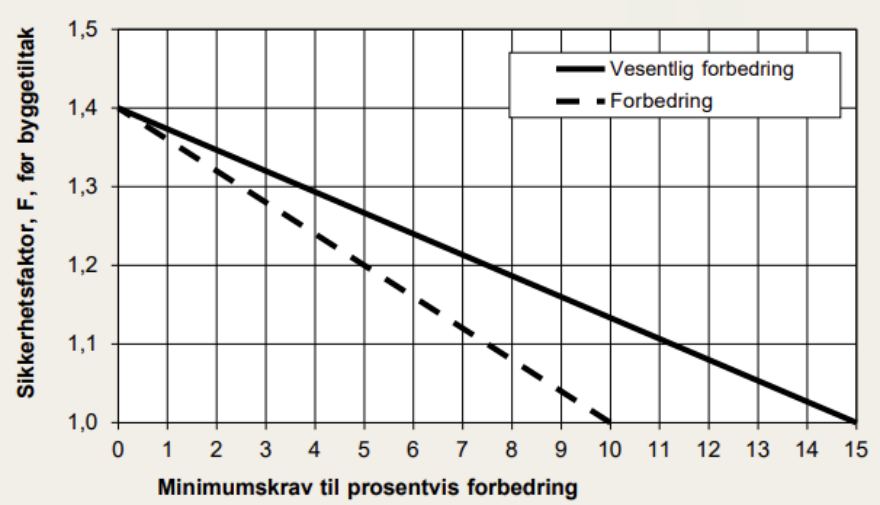
Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori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

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40 * fs$ *og* $F_{c\phi} \geq 1{,}25$, *hvor fs er sprøhetsforholdet (1,15) som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.*

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1{,}40$ *og* $F_{c\phi} \geq 1{,}25$. *Ved lavere sikkerhet må* F_{cu} *og* $F_{c\phi}$ *økes prosentvis iht.* Tabell 1 *og* Figur 7.

Tabell 1 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor.

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



Figur 7 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1{,}25$, *samt krav til robusthet* $F_{cu} \geq 1{,}20$. *Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal* F_{cu} *og* $F_{c\phi}$ *økes prosentvis iht.* Tabell 1 *og* Figur 7. *Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7.*

Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40$ *og* $F_{c\phi} \geq 1{,}25$ *etter at sikringstiltaket er utført.*

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak.

K4	**Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner** Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 8 Tiltakskategori K4 (Kilde: NVEs kvikkleireveileder 1/2019)

4.2 Laster

Iht. NVE 1/19 (3) skal det ikke benyttes snølast eller generelle terrenglaster i vurdering av områdestabilitet. Det er derfor inkludert laster fra bygg og veg.

I henhold til N200 (4) skal det for stabilitetsberegninger benyttes en jevnt fordelt karakteristisk last på 15 kPa for vegbane og 10 kPa for gang- og sykkelveg, gitt at lasten er ugunstig for stabiliteten.

Trafikklast på anleggsveger og andre midlertidige laster på annet areal vurderes ut fra sannsynlig opptredende last, både i størrelse og utstrekning (5).

I henhold til Eurokode 7-1 (6) skal det benyttes en partialfaktor for variable laster fra Tabell NA.A1.2(C), Eurokode 0 (7), ved analyse av skråninger og områdestabilitet. Det betyr at det benyttes partialfaktor for laster $\gamma_Q = 1{,}3$ (eller 0 hvis lasten er gunstig).

For bygg og konstruksjoner er det benyttet en representativ last på 10 kPa pr. etasje. Etasjehøyder er hentet ut fra Google Streetview.

4.3 Seismiske laster

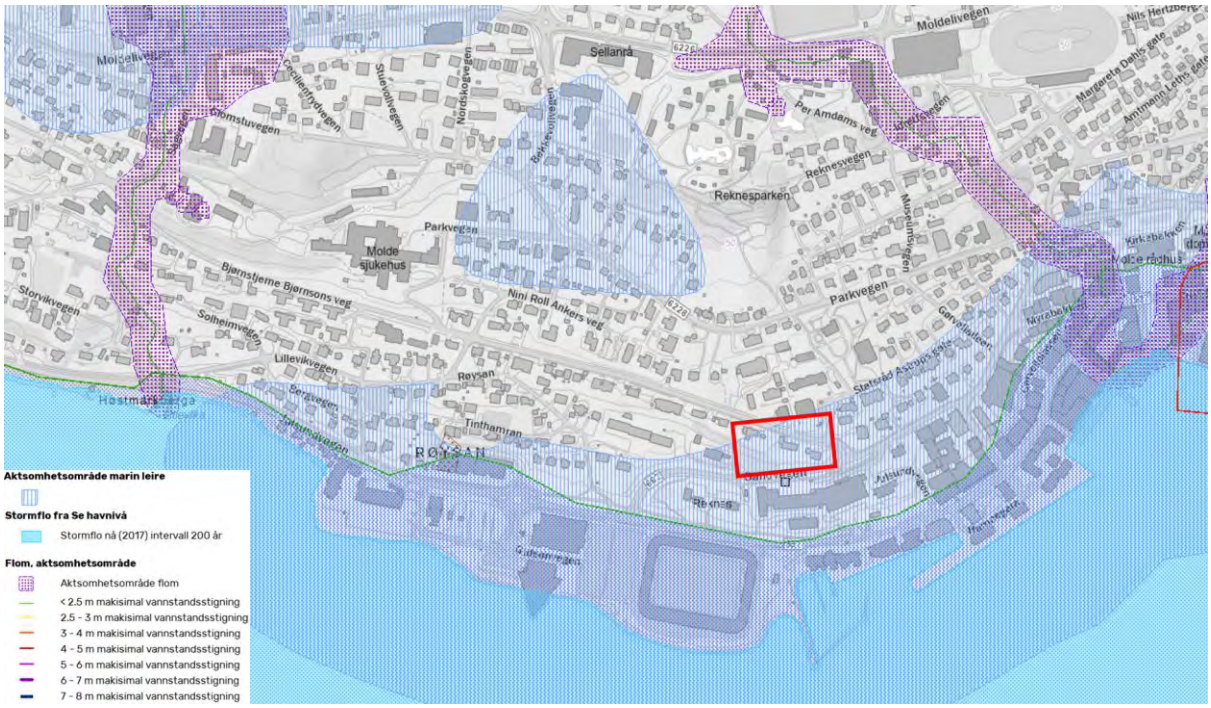
Iht. Kapittel 5.2 i NVE 1/19 har det ikke vært vanlig å inkludere jordskjelvlaster for vurdering av områdestabilitet. Det anbefales at dette tas som en del av detaljprosjekteringen for byggesak, og det må i hver enkelt detaljprosjektering vurderes om jordskjelv vil kunne påvirke områdeskredfaren negativt. For jordskjelvberegninger, vises det til Statens vegvesens rapport 604 (8).

4.4 Kompetansekrav iht. NVE 1/19

For utredning av områdeskred kreves det geoteknisk kompetanse for å sikre god kvalitet på vurderinger og beregninger, samt for eventuelle behov for kontroll og oppfølging av anleggsarbeid. Foretak som gjennomfører en utredning og kvalitetssikring iht. NVE 1/19 må fagansvarlig ha formell kompetanse innenfor geoteknikk, samt referanser for utredning av områdestabilitet. Med formell kompetanse menes ingeniørutdanning med fordypning (tilsvarende MSc) i geoteknikk. Det kreves at ansvarlig foretak fremviser referanseprosjekter. Fagansvarlig for utredningen må ha minimum 5 års erfaring som geotekniker og kunne fremvise relevante referanser.

5 Naturfare

Det er undersøkt for registrerte naturfarer på NVE Atlas. Se Figur 9. Den eneste registrerte naturfaren forbundet med tiltaket er aktsomhetsområde for marin leire. Det er dokumentert kvikkleire og sprøbruddmateriale i grunnen. Denne naturfaren utredes i Kapittel 6. Hele området ligger under marin grense. Marin grense ligger nord for (høyere terreng) enn kartutsnittet vist i Figur 9



Figur 9: Registrerte naturfarer (Kilde: nve.no, hentet 20.02.2023)

6 Områdestabilitet

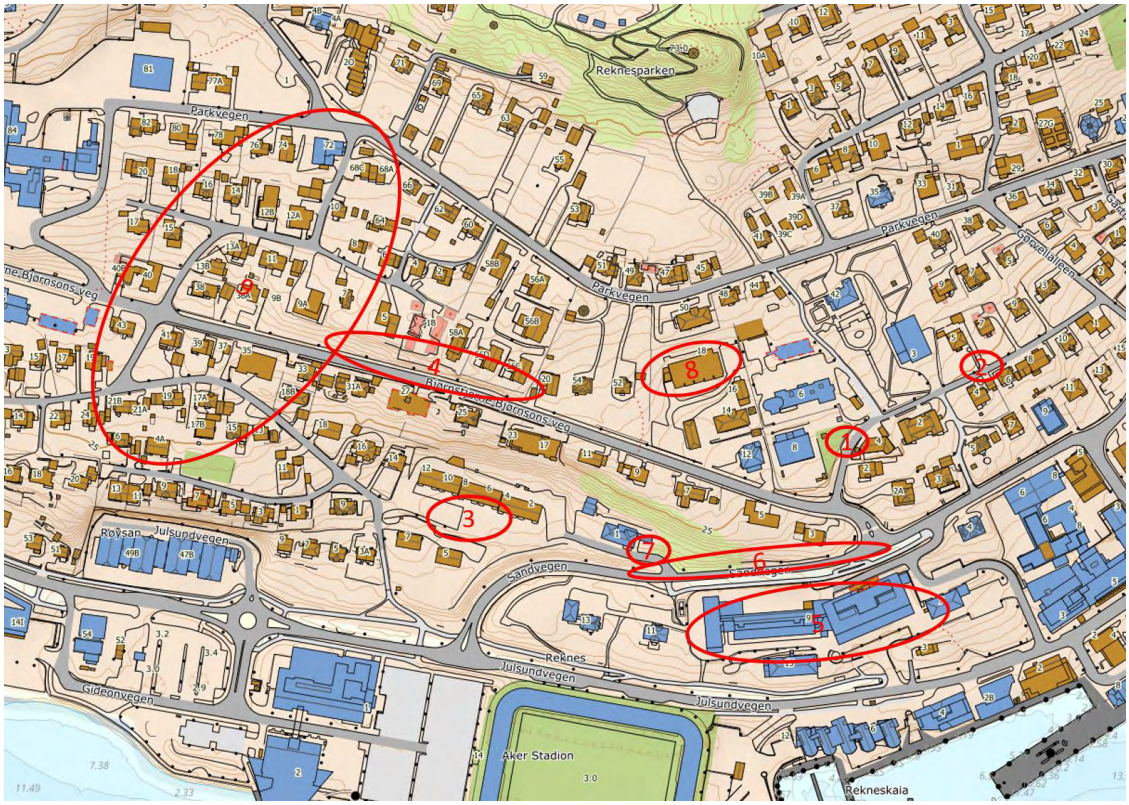
Utredningen er basert på grunnundersøkelser i flere omganger, men hvor parametere og materialets styrke er hentet fra boringer utført av ERA Geo og Lingen Grunnboring februar 2023 (2).

6.1 Avgrensing av kvikkleireforekomst

Det er utført et skrivebordsstudie med å fremskaffe tidligere utførte undersøkelser for å avgrense kvikkleireforekomstene. Det er gitt en oppsummering ut fra himmelretninger, og vises i kartet i Figur 10. Alle undersøkelsene ser ut til å være av god kvalitet, og tas dermed inn i avgrensning av mulig løsneområde.

Tabell 2 Aktuelle grunnundersøkelser.

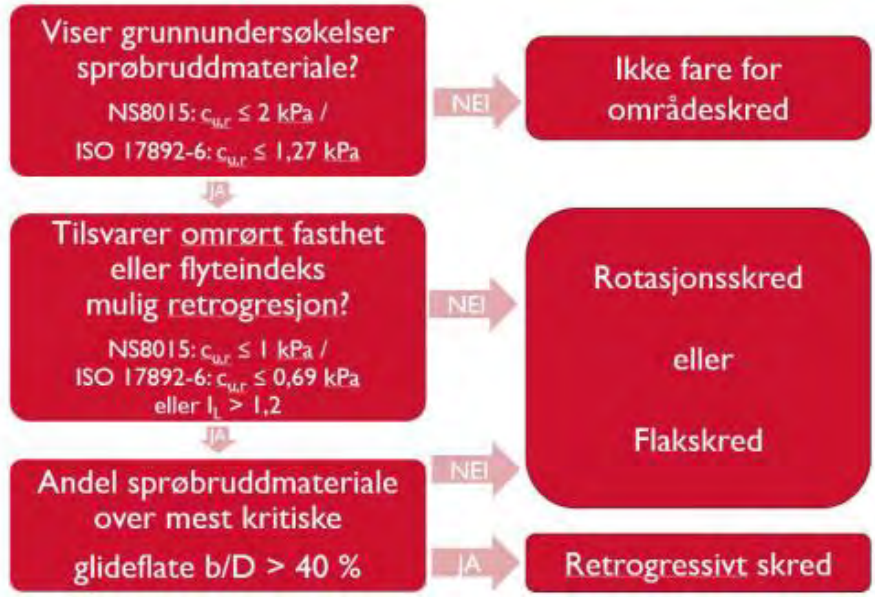
Nr.	Retning	Prosjekt	Oppsummering	Referanse-nummer
1	Øst	ERA Geo – Boring E12	Tynt lag med leire, < 1 meter	(2)
2	Øst	Geostrøm – Boring A1-8-2	Viser stort sett meget faste masser til berg.	(9)
3	Vest	Geovest – Kjøsnes Eiendom	Undersøkelsene viser stort sett faste masser til berg. Det er fortalt at bygget er fundamentert på berg mot nord, og på peler mot sør.	(10)
4	Vest	ERA Geo – Berg i dagen	Innmåling av berg i dagen langs Bjørnstjerne Bjørnsons veg	(1)
5	Sør	Byggesak Fylkeshuset	Fra vedlegget i byggesøknaden er det gitt informasjon om byggegrunnens beskaffenhet. Det er gitt opplysning og fast morene og muligens noe fjell, og at grunnundersøkelser er utført av Kummeneje. Det har ikke lykkes å skaffe frem disse undersøkelsene.	(11)
6	Sør	Statens vegvesen – Fortau ved Fv. 662	Boringen lengst mot øst, i krysset mellom Sandvegen og Bjørnstjerne Bjørnsons veg viser 5 meter med meget faste masser. Boringen like sør for tiltaket, og nord for Fylkeshuset viser 3 meter med meget faste masser over litt løsere masser som viser økende motstand med dybden. Og en boring like ved Sandvegen 1 som viser meget faste masser.	(12)
7	Sør	Geostrøm – Boring A1-8-1	Boringen ligger like nord-øst for Sandvegen 1 og viser 3 meter med leire i toppen, som ser ut til å være faste. Under leirelaget er det meget faste masser ned til 22 meters dybde.	(9)
8	Nord	Byggesak Symra	Dokumentasjon/endringsmelding i byggesaken for bygging av Symra som viser at det er utført sprenging av berg i byggegropa	(13)
9	Nord/vest	Statens vegvesen – Bytunnel	Viser lav mektighet av meget faste masser over berg.	(14)



Figur 10 Plassering av aktuelle grunnundersøkelser.

6.2 Aktuelle skredmekanismer

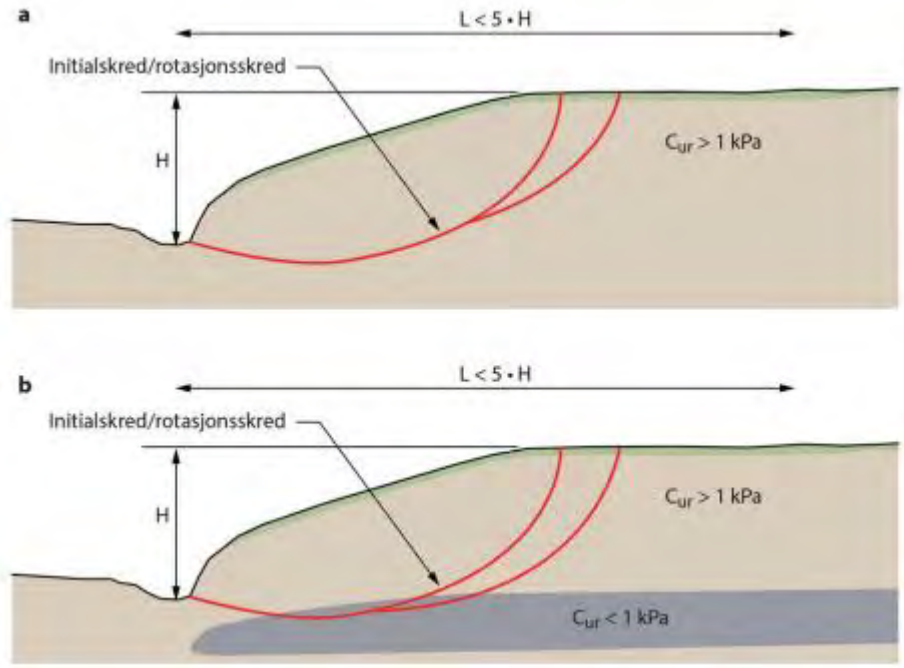
Det er utført vurderinger og analyser for å vurdere skredmekanisme Alle forsøkene utenom ett har målt omrørt styrke ≥ 0,69 kPa. Forsøket med under 0,69 kPa er tatt fra den dypeste prøven i E14 i de supplerende undersøkelsene. Det vurderes derfor at rotasjons- eller flakskred er aktuell skredmekanisme for denne faresonen. Leiren er for fast i omrørt tilstand til at retrofressivt skred vil være aktuelt.



Figur 11 Utklipp fra NVE 1/19 for vurdering av skredmekanisme.

Rotasjonsskred

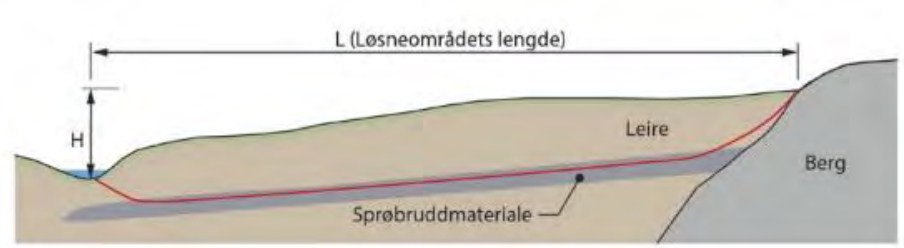
Det er utført studier fra historiske skred om at rotasjonsskred i leire i Norge normalt vil ha et potensielt løsneområde på L ≤ 5 * H, hvor de fleste rotasjonsskred er mindre enn 100 meter. Dette kan benyttes for å avgrense løsneområde



Figur 12 Utklipp fra NVE 1/19 Kapittel 4.5.3.

Flakskred

Flakskred kan oppstå når det er svake lag i grunnen som gjerne ligger parallelt med terrenget. Typisk for slike skred er enten er fremover- eller bakoverrettede skred, avhengig av hvor tiltaket/den utløsende årsaken pågår. Resultater fra stabilitetsberegninger vil være til god hjelp når løsneområdet skal bestemmes.



Figur 13 Skisse som viser flakskred langs svake lag.

6.3 Løsneområde/faresone

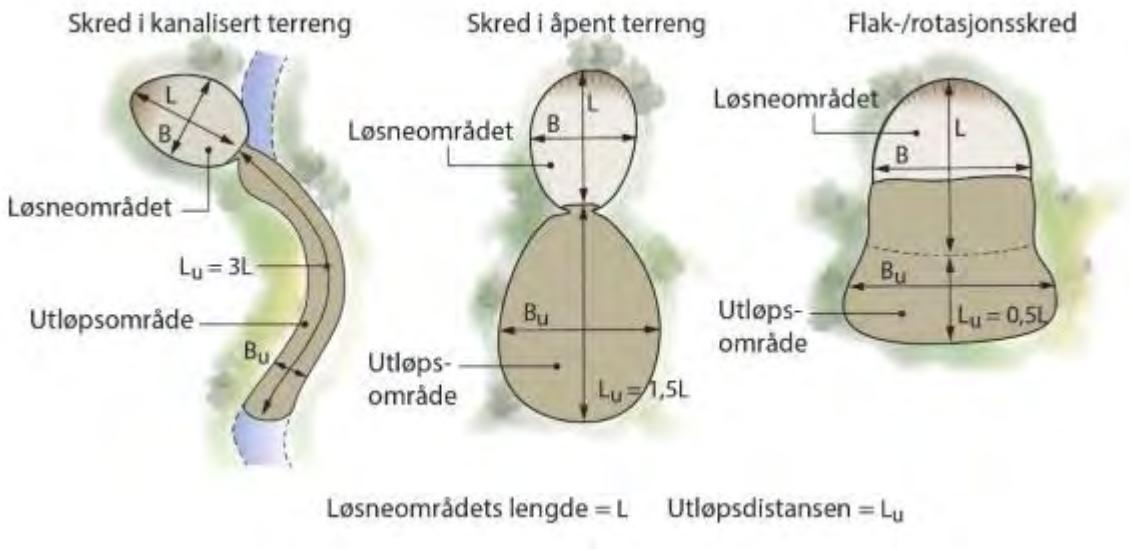
Fra Kapittel 6.2 og vurderinger knyttet til aktuell skredmekanisme, er det konkludert med at rotasjons- eller flakskred er aktuelt for denne faresonen. Som stabilitetsanalysene viser, er det rotasjonsskred som er mest aktuelle ettersom de har lavest sikkerhetsfaktor, og ettersom det er relativt høy styrke på materialet. Eventuelle rotasjonsskred vil være initialskred for mulige flakskred.

Med bakgrunn i dette, avgrenses faresonen til et flakskred. Iht. NVE 1/19 Kapittel 4.5.3 kan løsneområder vurderes med bakgrunn fra stabilitetsanalyser. Stabilitetsanalysene viser at

udrenerte beregninger har lik eller bedre styrke enn drenerte beregninger på flakskred. I tillegg er sikkerheten større jo større flakskredene er. Med informasjonen om hvor det finnes kvikkleire i høyereliggende terreng mot nord, øst og vest, er det laget en faresone på ca. 20 000 m². I tillegg avgrenses faresonen det med at det ikke kan skje retrogressive skred.

6.4 Utløpsområde

Siden aktuell skredmekanisme er rotasjons- eller flakskred i åpent terreng, vil utløpsområde være 0,5 ganger lengden på løsneområdet. Løsne- og utløpsområde er opptegnet i Vedlegg V100.



Figur 14 Utklipp fra NVE 1/19. Illustrasjon av løsneområde og utløpsdistanse for ulike typer skred.

6.5 Kritiske snitt og materialparametere

Kritiske snitt

Topografien i området er relativt lik, med en gjennomsnittlig helning i nordlig retning, med en lokal brattere skråning rundt kote +15 til +25. Det er derfor tatt ut og vist terrengprofil og lagdeling i 3 snitt. Se Kapittel 6.6.

Materialparametere

Det er utført egen rapportering av materialparametere. Se 22331-RIG04 Geoteknisk materialparameterrapport. Aktuelle parametere er gitt i tabellen under:

Tabell 3 Materialparametere for stabilitetsanalyser

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m³)	Friksjons-vinkel (°)	Attraksjon (kPa)	Kohesjon (kPa)	Udrenert skjærstyrke (kPa)	Anisotropi faktorer		
						A	D	P
Sand/grus	19	37	0	0	-	-		
Leire	20	32	10	6,2	120	1,00	0,63	0,35
Morene	19	32	10	6,2	-	-		

6.6 Stabilitetsvurderinger

Det er utført stabilitetsanalyser i 3 snitt som viser stabilitet og sikkerhet mot brudd. Se Vedlegg V300. Det er tatt ut 3 profil hvor det er utført beregninger i 5 situasjoner:

- Profil A: Lengst mot øst, der bygget ikke er kompensert og vil føre til en ekstrabelastning på toppen av en relativt lav skråning.
- Profil B: Der utgravingen for prosjektet er størst, og skråningen er litt høyere enn i Profil A. Bygget er dermed mer eller mindre fullstendig kompensert. Men det vil være en lokal utgraving mot Bjørnstjerne Bjørnsons veg i nord.
- Profil C: Profil mot vest. Profilet med høyest skråning. Dette terrengprofilet blir ikke påvirket av tiltaket.

Tabell 4 Sikkerhetsfaktorer

Profil	Kritisk sikkerhetsfaktor					
	Drenert		Udrenert		Udrenert – flakskred	
	Dagens	Med tiltak	Dagens	Med tiltak	Dagens	Med tiltak
Profil A	1,98	1,99	2,25	2,24	2,85	2,47
Profil B	1,86	1,86	2,01	2,26	2,17	3,19
Profil C	1,90		1,87		2,14	

Beregnede sikkerhetsfaktorer er høyere enn kravet satt i NVE 1/19 (3).

6.7 Klassifisering

6.7.1 Faregrad

Basert på ekstern rapport 09/2020 (3) klassifiseres faresonen med hensyn til faregrad.

Tabell 5 Tabell for fastsetting av faregrad.

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Sonens vurdering	
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	Ingen	0
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15	15-20	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	4	0
Poretrykk Overtrykk Undertrykk (kPa)	 3 -3	 >+30 >-50	 +10-30 -(20-50)	 0-10 -(0-20)	Hydro-statisk	Hydro-statisk	0
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 – H/4	<H/4	Tynt lag	Ca. 4 m <H/2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	>100	3
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	Ingen	0
Inngrep: Forverring Forbedring	 3 -3	 Stor Stor	 Noe Noe	 Liten Liten	 Ingen Ingen	 Liten Ingen	 3 0
Sum							12
% av maksimal poengsum							24%
Faregrad							**Lav**
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum: Lav faregrad = 0 – 17 poeng Middels faregrad = 18 – 25 poeng Høy faregrad = 26-51 poeng							

6.7.2 Skadekonsekvensklasse

Basert på ekstern rapport 09/2020 klassifiseres faresonen med hensyn til skadekonsekvens.

Tabell 6 Tabell for fastsetting av konsekvensklasse.

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Sonens vurdering	
		3	2	1	0		
Boligenheter, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	Flere eneboliger og fremtidig Tyrilisenteret => Tett	12
Nærings-bygg, personer	3	>50	10-50	<10	0	Fylkeshuset + Tyrili =>50	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	5222 ved Fv.662	6
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	Ingen	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	Ingen, mulig lokalt	0
Oppdmenning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	Ingen	0
Sum							27
% av maksimal poengsum							60%
Konsekvensklasse							**Meget alvorlig**
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum: Mindre alvorlig = 0-6 poeng Alvorlig = 7-22 poeng Meget alvorlig = 23-45 poeng							

6.7.3 Risikoklasse

Kvikkleiresonen deles inn i risikoklasser etter beregning av risiko = skadekonsekvens x faregrad, iht. føringer fra eksternrapport 9/2020 (15). For å få en enhetlig basis for beregningene er poengverdiene for skadekonsekvens og faregrad omgjort til "% av maksimal poengverdi". Tallverdien for risiko fremkommer således ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser, hvor høyest risiko er sone 5 og lavest sone 1.

Tabell 7 Intervaller for risikoklasser.

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Intervall, tallverdi	0 – 170	171 – 630	631 – 1900	1901 – 3200	3201 – 10 000

Tabell 8 Vurdering av faregrad, konsekvensklasse, risiko og risikoklasse.

Sone	Faregrad, %	Konsekvens, %	Risiko, tallverdi (% x %)	Risikoklasse
Faresone	24	60	1412	**3**

6.8 Lokalstabilitet og videre arbeid i området

Det antas god stabilitet og bæreevne for videre utbygging i området. Men lokalstabilitet og prosjektering av tiltak må gjøres for hver enkelt byggesak. Det må også fastsettes tiltakskategori iht. NVE 1/19 og påses at områdestabilitet er ivaretatt, samt vurdere om jordskjelv og seismiske laster vil påvirke områdestabiliteten.

Det vil utarbeides egen geoteknisk detaljprosjektering for Tyrilisenteret.

6.9 Oppsummering

Basert på disse vurderingene er områdestabiliteten vurdert som ivaretatt jamfør Punkt 1-10 Tabell 3.1 i NVE 1/19 (3). Vurderingene krever uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/19. Dr.Techn Olav Olsen er engasjert til den jobben.

Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE 1/19 er utført av foretak med tilstrekkelig kompetanse. Utredningen er utført av Lars Joar Inderberg. Fagansvarlig for utredningen er Sigurd Holo Leikarnes, som har mer enn 5 års erfaring som geotekniker og har flere referanseprosjekter å vise til. Kompetansekravet for å kunne gjennomføre utredningen er derfor ivaretatt iht. Kap. 3.1 i NVE 1/19.

7 Konklusjon

Det er utført en utredning av en kvikkleiresone like vest for Molde sentrum, ved Bjørnstjerne Bjørnsons veg. Utredningen er utført iht. prosedyren i Tabell 3.1 i NVE 1/19. Det er utført analyse av aktuelle skredmekanismer og vurdering av løsne- og utløpsområder. I tillegg er det gjort vurdering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse.

Aktuell skredmekanisme er et initialskred i form av rotasjonsskred og potensielt et flakskred. Fra stabilitetsanalysene er det svært god sikkerhet mot grunnbrudd. Fra kjennskap til området er det ingen erosjon som vil si at muligheter for forverring bør være under god kontroll. Fra risikoklassifisering, havner sonen under lav faregrad, meget alvorlig konsekvens og risikoklasse 3.

Referanser

1. **ERA Geo.** *22331-RIG01 Geoteknisk datarapport.* 2023.

2. —. *22331-RIG03 Geoteknisk datarapport.* 2023.

3. **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.

4. **Statens vegvesen.** *Håndbok N200 Vegbygging.* 2021.

5. **Statens Vegvesen.** *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging.* 2022.

6. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.* 2016.

7. —. *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* 2016.

8. **Statens Vegvesen.** *Jordskjelvdesign i Statens Vegvesen - NR. 604.* 2017.

9. **GeoStrøm.** *2054-5-R2 Grunnundersøkelse for kvikkleirekartlegging i Molde kommune.* 2019.

10. **Geovest.** *97.052-01 Grunnundersøkelse og fundamentering.* 1997.

11. **Norsk Kommunalteknisk Forening.** *Søknad om byggetillatelse - Fylkeshuset.* 1970.

12. **Statens Vegvesen.** *2013134266-1 Notat.* 2013.

13. **Grytnes Entreprenør AS.** *Endringsmelding Byggetomt - Nye Symra.* 2014.

14. **Statens Vegvesen.** *2014107223-1 Geoteknikk Fv. 662/E39 Kort bytunnel Molde.* 2014.

15. **NVE.** *Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.* s.l. : Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.

ERA Geo

Vi gir deg trygg grunn.

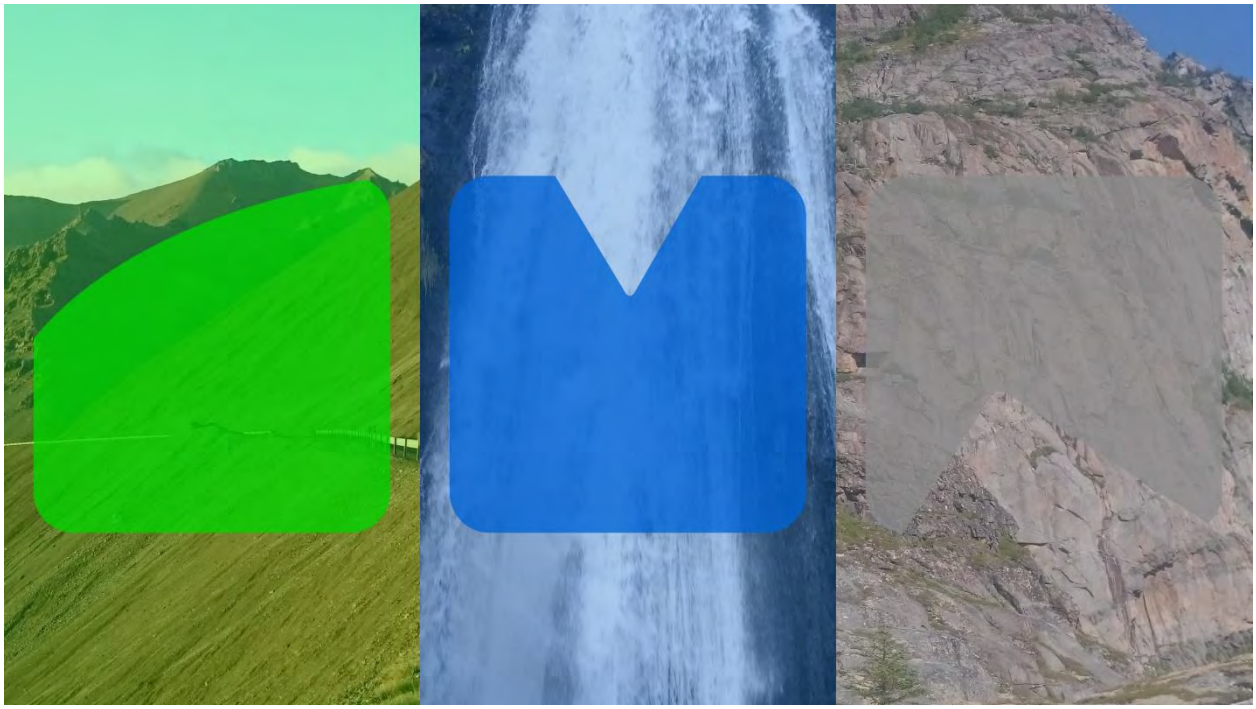
ERA Geo er et uavhengig spesialistselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

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



E15 28.90 / 5.40 23.50

E12 26.20 ~ 22.02

E4 28.60 / 2.18 26.42 23.08

E5 27.10 ~ 21.70

25.60 ~ 14.30

E6 25.50 ~ 18.52

E7 24.20 / -9.38 33.58 3.02

E1 27.30 ~ 20.50

E2 25.40 ~ 18.52

E3 23.50 ~ 17.00

SVV_1 19.85 ~ 5.73

16.70 ~ 2.50

G_A1-8-1 17.70 / -3.88 21.58 1.08

SVV_2 16.70 ~ 7.77

SVV_3 15.32 ~ 5.68

0 50 100m

Tegnforklaring

- Totalsondering
- Prøvetaking
- Trykksondering
- Bergblotning
- Poretrykksmåler

Posisjonsnavn (Terrengkote / Kote antatt berg) Boret dybde i løsmasser + evt. boret dybde i berg

Horisontalreferanse: EUREF UTM 32
Vertikalreferanse: NN2000

Grunnundersøkelser fra arkiv

G_: Geostrøm. 2054-5-R2, 2019
SVV_: Statens vegvesen 2013134266-1. 2013
SVVB_: Statens vegvesen 2014107223-1. 2014

Tolkning av sonderinger

- Ikke kvikk
- Mulig kvikk
- Antatt / dokumentert kvikk

Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023

Situasjonsplan
Tiltak

Målestokk 1:400
Dato 24.02.2023

Tyrilisenteret
RIG05 Geoteknisk vurdering av områdeskred

Kunde Angvik Grytnes Entreprenør
Oppdragsnr. 22331

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

V101 01

Norkart 2022

0 50 100m

Grytnes Entreprenør har utført arbeidet knyttet til boligfeltet Symra. Det er fremlagt dokumentasjon på sprengning av berg.

Arkivboringer for Kjøsnes Eiendom utført av Geovest i 1997. Ikke tegn til kvikkleire.

Byggesaksinformasjon om at fylkeshuset er fundamentert på morene/berg.

Tegnforklaring

- Totalsondering
- Prøvetaking
- Trykksondering
- Bergblotning
- Poretrykksmåler

Posisjonsnavn (Terrengkote / Kote antatt berg) Boret dybde i løsmasser + evt. boret dybde i berg

Horisontalreferanse: EUREF UTM 32
Vertikalreferanse: NN2000

Grunnundersøkelser fra arkiv

G_: Geostrøm. 2054-5-R2. 2019
SVV_: Statens vegvesen 2013134266-1. 2013
SVVB_: Statens vegvesen 2014107223-1. 2014

Tolkning av sonderinger

- Ikke kvikk
- Mulig kvikk
- Antatt / dokumentert kvikk

01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Situasjonsplan
Kvikkleiresone

Målestokk 1:1000

Dato 24.02.2023

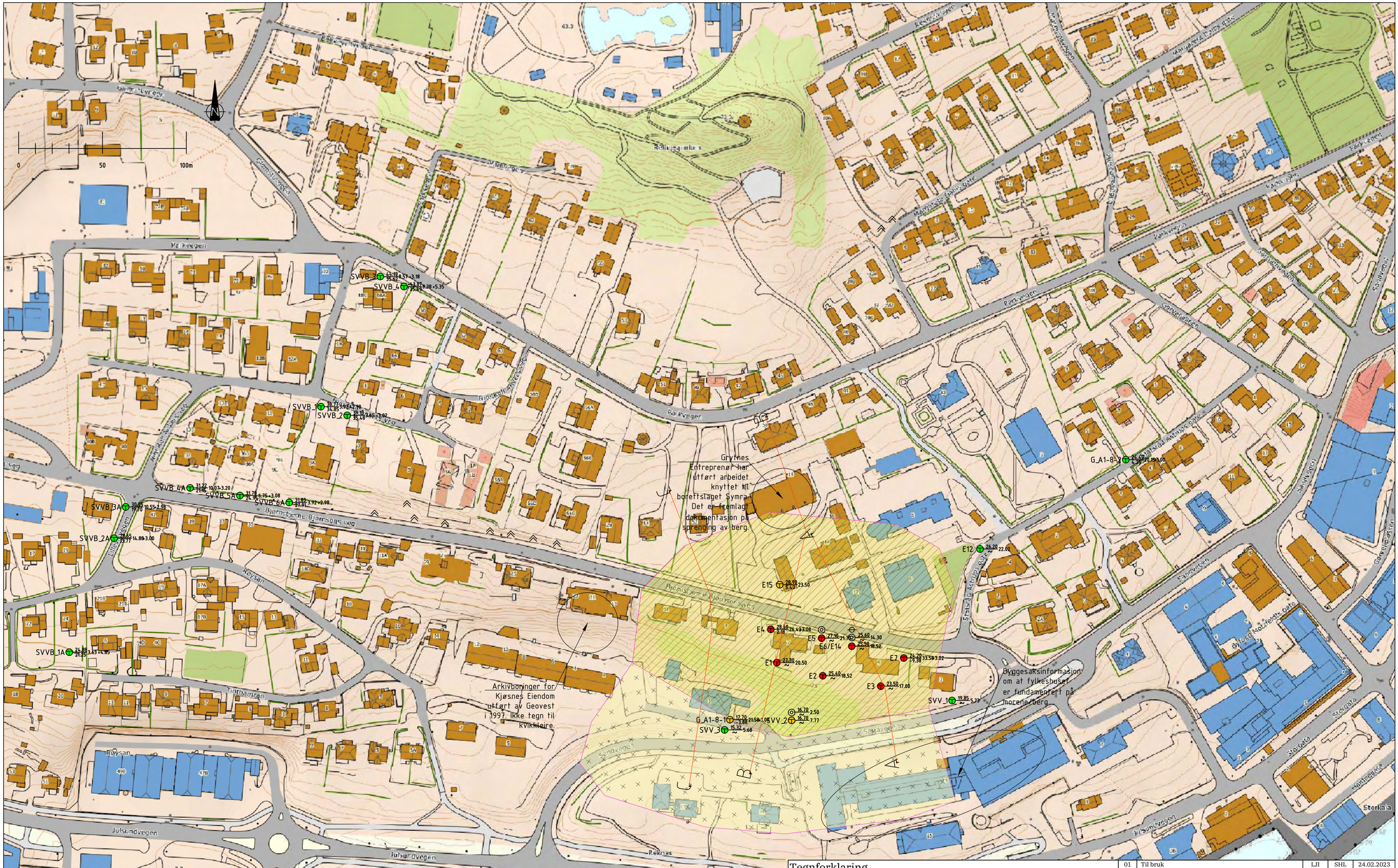
Tyrilisenteret
RIG05 Geoteknisk vurdering av områdeskred

Kunde Angvik Grytnes Entreprenør

Oppdragsnr. 22331

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

V102 01



Tegnforklaring

- Totalsondering
- Prøvetaking
- Trykksondering
- Bergblotning
- Poretrykksmåler

Posisjonsnavn (Terrengkote / Kote antatt berg) Boret dybde i løsmasser + evt. boret dybde i berg

Horisontalreferanse: EUREF UTM 32
Vertikalreferanse: NN2000

Tolkning av sonderinger

- Ikke kvikk
- Mulig kvikk
- Antatt / dokumentert kvikk

Grunnundersøkelser fra arkiv

G_: Geostrøm, 2054-5-R2, 2019
SVV_: Statens vegvesen 2013134266-1, 2013
SVVB_: Statens vegvesen 2014107223-1, 2014

Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023

Situasjonsplan
Snittlinjer

Målestokk 1:1000
Dato 24.02.2023

Tyrilisenteret
RIG05 Geoteknisk vurdering av områdeskred

Kunde: Angvik Grytnes Entreprenør
Oppdragsnr.: 22331

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

V103 | 01

Grytnes Entreprenør har utført arbeidet knyttet til borefirmaet Symra. Det er fremlagt dokumentasjon på sprenging av berg.

inger for
s Eiendom
Geovest
e tegn til
kvikkleire.

Byggesaksinformasjon om at fylkeshuset er fundamentert på morene/berg.

E15 28.90 / 5.40 23.50

E4 28.50 / 2.18 26.43.08

E5 27.10 ~ 21.70

E6 / E14 25.60 ~ 14.30; 25.50 ~ 18.52

E7 24.20 / 9.38 33.58-3.02

E1 27.30 ~ 20.50

E2 25.40 ~ 18.52

E3 23.50 ~ 17.00

E12 26.20 ~ 22.02

G_A1-8-1 17.70 / -3.88 21.58-1.08

SVV_1 19.85 ~ 5.73

SVV_2 16.70 ~ 2.50; 16.70 ~ 7.77

SVV_3 15.32 ~ 5.68

Bjørnstjerne Bjørnsons veg

Sandvegen

Statsråd Astrups gate

0 50 100m

Tegnforklaring

- Totalsondering
- Prøvetaking
- Trykksondering
- Bergblotning
- Poretrykksmåler

Posisjonsnavn Terrengkote / Kote antatt berg — Boret dybde i løsmasser + evt. boret dybde i berg

Horisontalreferanse: EUREF UTM 32
Vertikalreferanse: NN2000

Grunnundersøkelser fra arkiv
G_: Geostrøm. 2054-5-R2. 2019
SVV_: Statens vegvesen 2013134266-1. 2013
SVVB_: Statens vegvesen 2014107223-1. 2014

Tolkning av sonderinger
- Ikke kvikk
- Mulig kvikk
- Antatt / dokumentert kvikk

Forutsatt graving med helning 1:1,5 med traubunn på kote +22,5

Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023

Situasjonsplan
Utgraving for prosjektet

Målestokk 1:400
Dato 24.02.2023

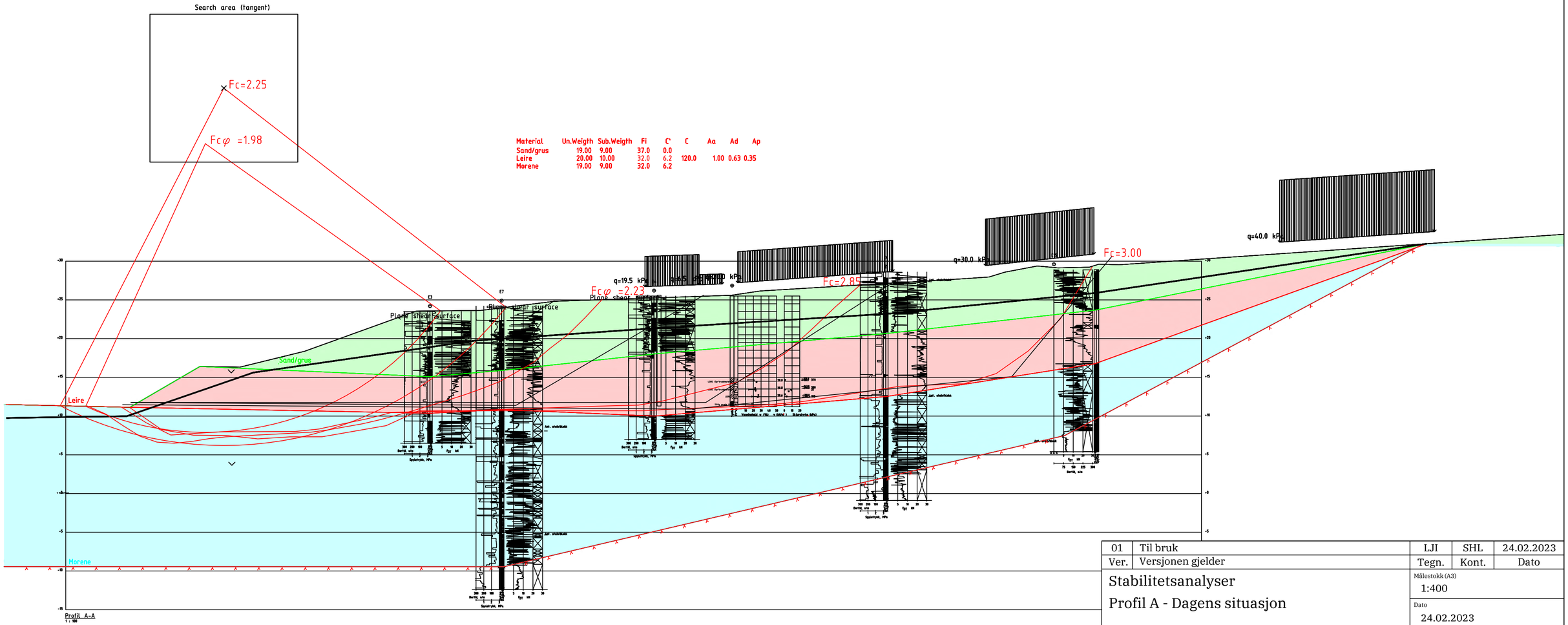
Tyrilisenteret
RIG05 Geoteknisk vurdering av områdeskred

Kunde Angvik Grytnes Entreprenør
Oppdragsnr. 22331

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

V104 | 01

26.02.2023 02:43



01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Stabilitetsanalyser

Profil A - Dagens situasjon

Målestokk (A3): 1:400

Dato: 24.02.2023

Tyrilisenteret

22331-RIG05 Kvikkleireutredning

Kunde: Angvik Grytnes Entreprenør

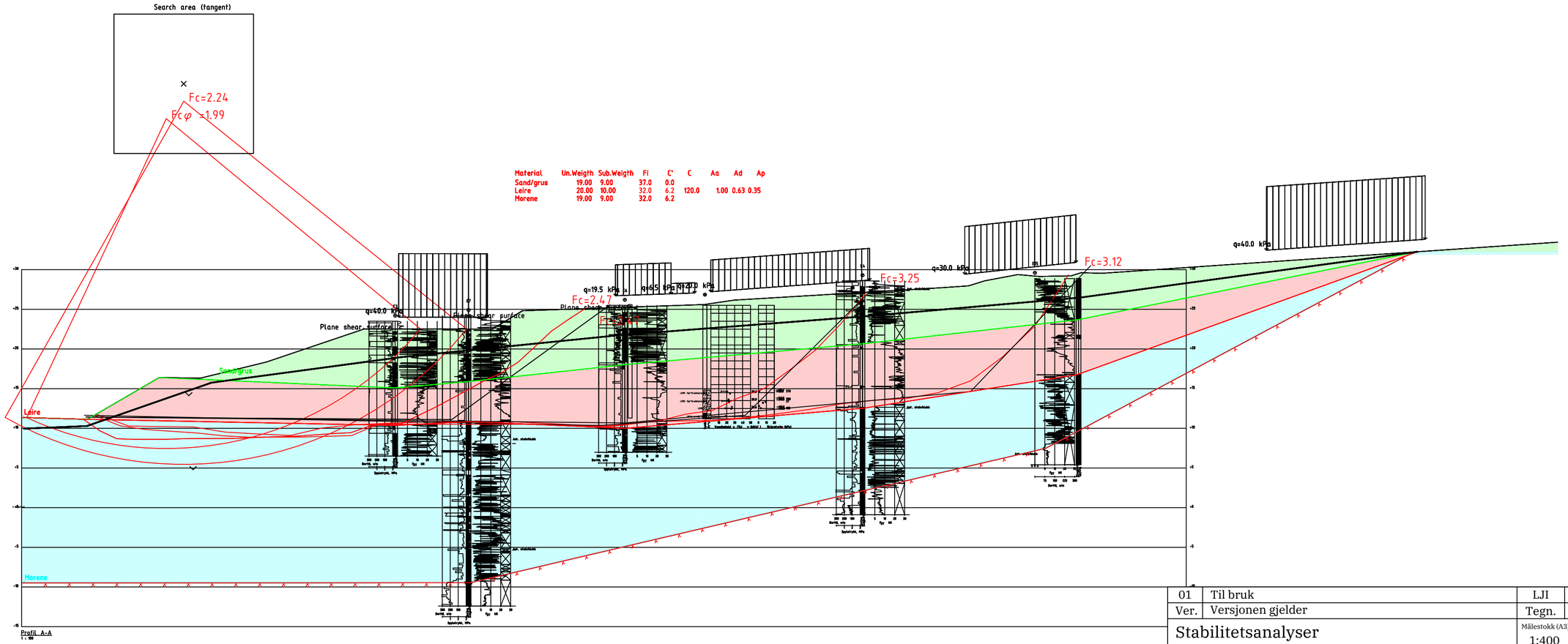
Oppdragsnr.: 22331

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

V301 | 01

c:\users\lars\era geo as\era geo - oppdrag\22\23\22331\6 tegning\63 arbeid\v300.dwg

26.02.2023 02:43



01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Stabilitetsanalyser

Profil A - Med tiltak

Målestokk (A3): 1:400

Dato: 24.02.2023

Tyrilisenteret

22331-RIG05 Kvikkleireutredning

Kunde: Angvik Grytnes Entreprenør

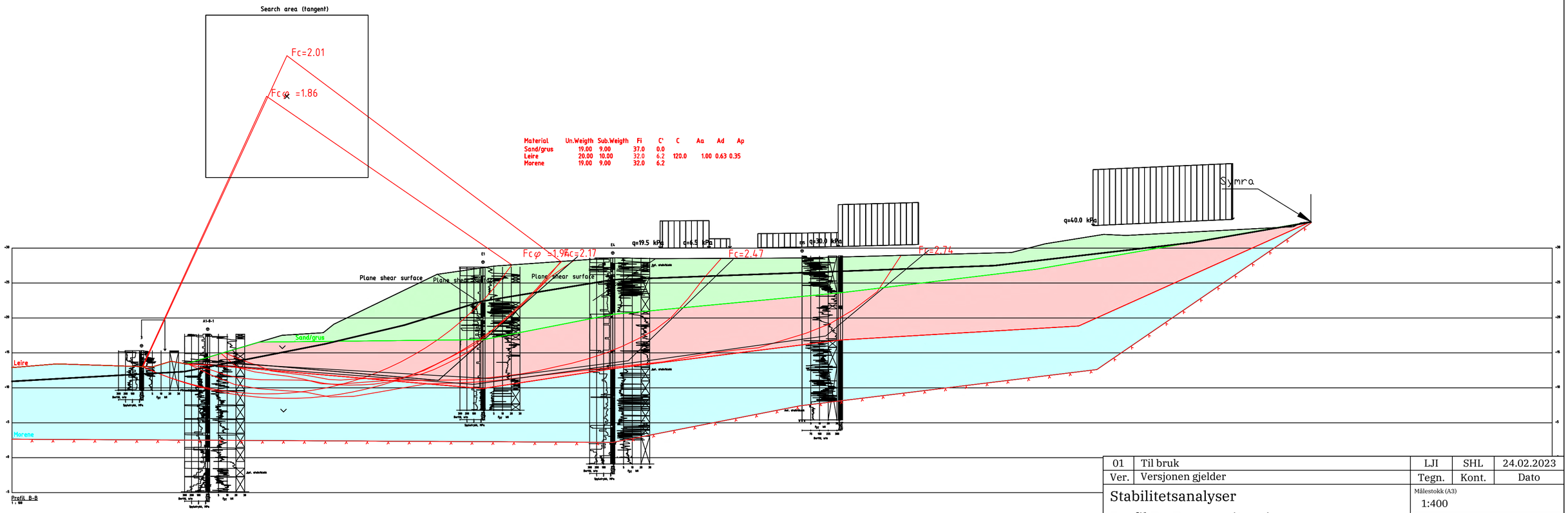
Oppdragsnr.: 22331

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

V302 | 01

c:\users\lars\era geo as\era geo - oppdrag\22\3\223316 tegning\63 arbeid\v300.dwg

26.02.2023 02:43



01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Stabilitetsanalyser

Profil B - Dagens situasjon

Målestokk (A3): 1:400

Dato: 24.02.2023

Tyrilisenteret

22331-RIG05 Kvikkleireutredning

Kunde: Angvik Grytnes Entreprenør

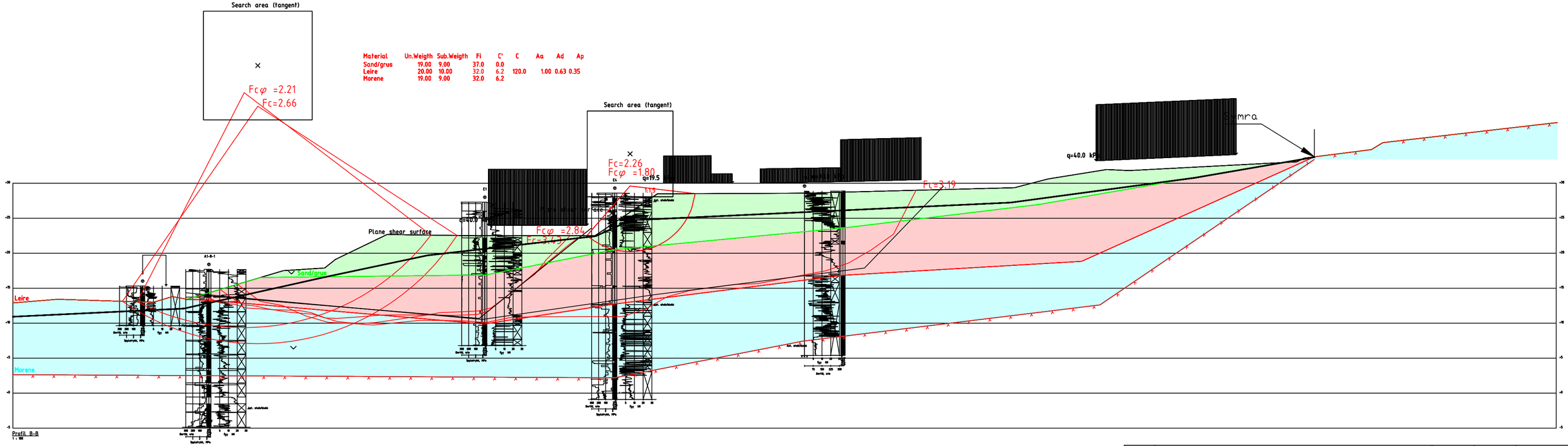
Oppdragsnr.: 22331

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

V303 | 01

c:\users\lars\era geo\ assera geo - oppdrag\22\32\32331\6 tegning\63 arbeid\v300.dwg

26.02.2023 02:43



01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Stabilitetsanalyser

Profil B - Med tiltak

Målestokk (A3): 1:400

Dato: 24.02.2023

Tyrilisenteret

22331-RIG05 Kvikkleireutredning

Kunde: Angvik Grytnes Entreprenør

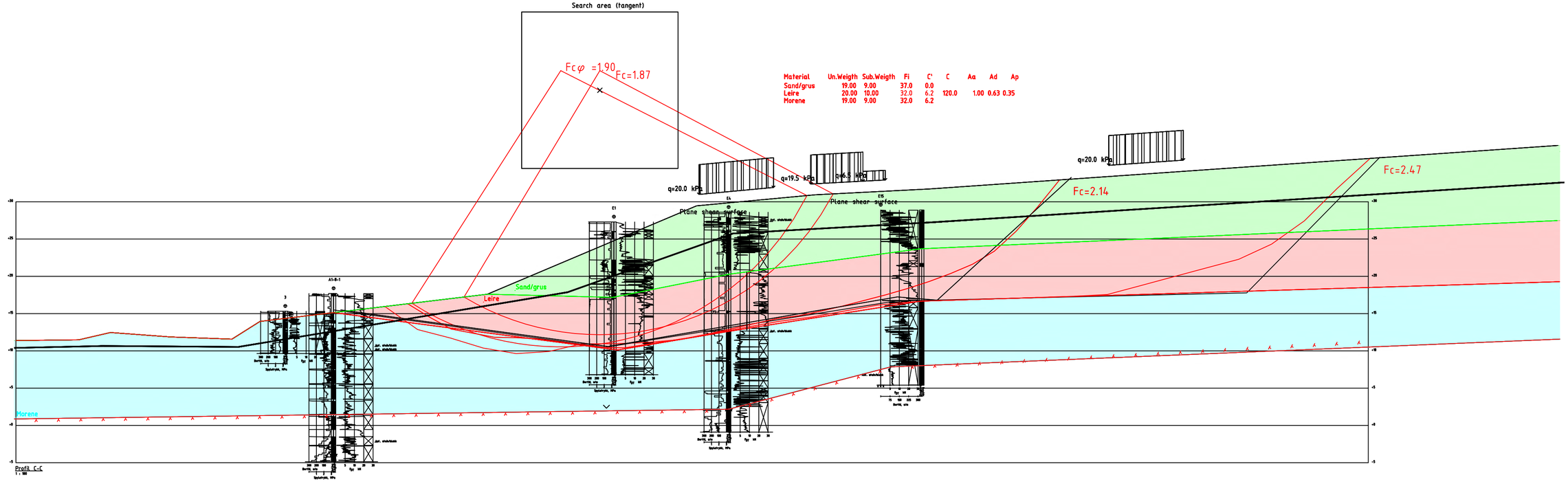
Oppdragsnr.: 22331

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

V304 | 01

c:\users\lars\era geo\ askera geo - oppdrag\22\3\223311\6 tegning\63 arbeid\v300.dwg

26.02.2023 02:43



01	Til bruk	LJI	SHL	24.02.2023
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Stabilitetsanalyser

Profil C - Dagens situasjon

Målestokk (A3): 1:400

Dato: 24.02.2023

Tyrilisenteret

22331-RIG05 Kvikkleireutredning

Kunde: Angvik Grytnes Entreprenør

Oppdragsnr.: 22331

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

V305 | 01

c:\users\lars\era geo\ asvera geo - oppdrag\22\3\223316 tegning\63 arbeid\v300.dwg