

Lystadsvingen Utvikling AS

Lystadsvingen 1, 1B og 3

23268 Rapport nr. 2
Vurdering av områdestabilitet



Flyfoto av området

Prosjektnr: 23268	Dato: 22.09.23	Saksbehandler: Kristian M. Kjærstad
Kundenr: 13099	Dato: 22.09.23	Kollegakontroll: Kjetil Grødal Eppeland

Fylke: Vestfold og Telemark	Kommune: Sandefjord	Sted: Lystadstranda
Adresse: Lystadsvingen 1, 1B og 3	Gnr: 128	Bnr: 8, 300, 301

Oppdragsgiver: Lystadsvingen Utvikling AS v/ Torkil Brustad
Rapport: 23268 Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning
Stikkord: Områdestabilitet
Euref UTM: Sone 32V – Ø570000, N6552800

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Første utgave	08.09.2023
01	<i>Revisjon etter kommentar fra uavhengig kvalitetssikrer</i>	22.09.2023

Sammendrag

Lystadsvingen Utvikling AS planlegger omregulering av tomter på Lystadsvingen 1, 1B og 3 i Sandefjord kommune. Tomten skal reguleres til boligformål. Det planlegges etablert 4 rekkehus, 6 leiligheter og en 4-mannsbolig.

Faren for områdeskred er i denne rapporten utredet iht. NVEs veileder nr. 1/2019 [1].

Utførte grunnundersøkelser viser at det er forekomster av kvikkleire på nabotomten i nord og øst for Hystadveien. Det er ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire på tiltaksområdet.

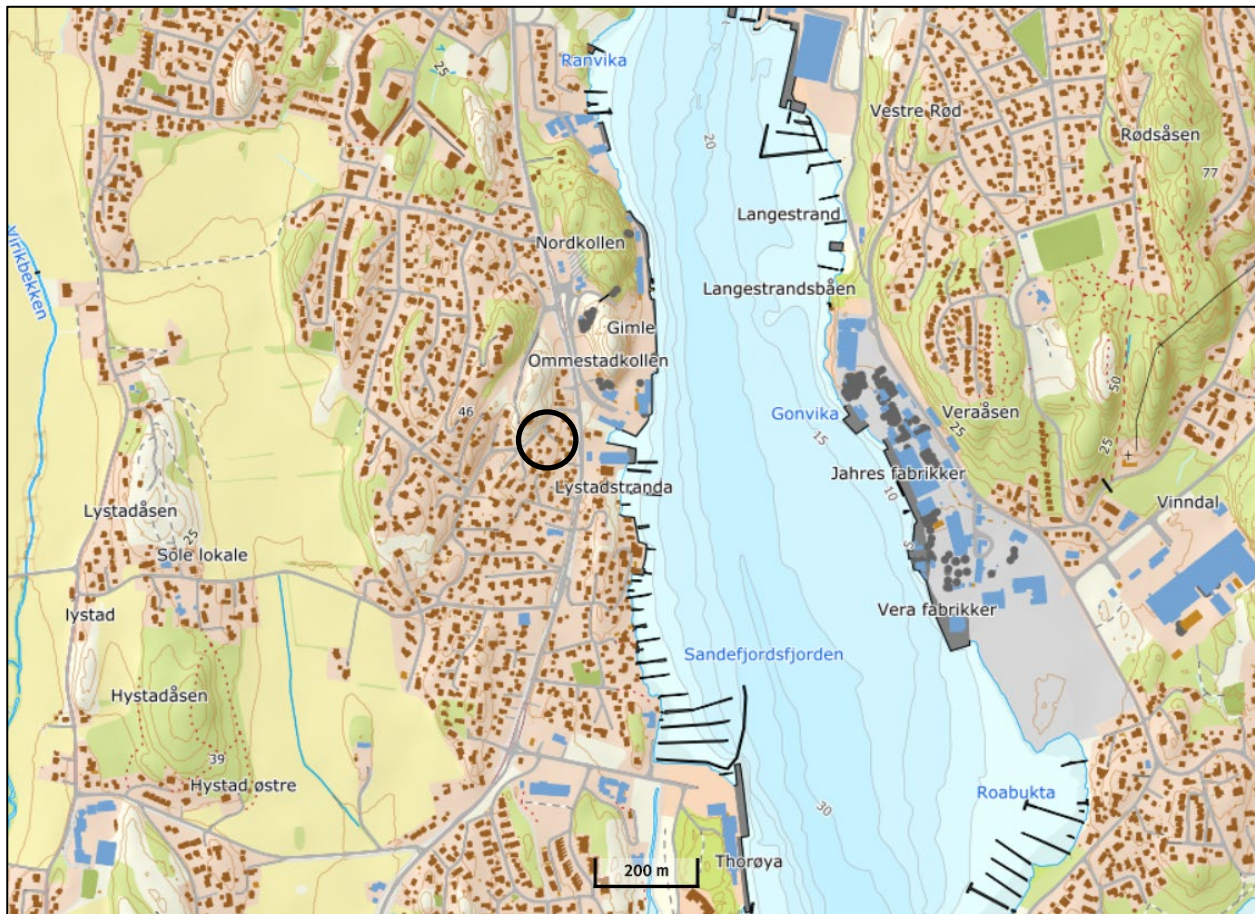
Utstrekningen av ev. fylling og størrelse på terrenglasten som er vist på tegning R02E02 er antatt for å undersøke om det kan utføres terrenginngrep på tiltaksområdet. Stabilitetsberegningene tilsier at det er mulig å etablere mindre fyllinger på planområdet i tillegg til påføring av terrenglast fra lett bebyggelse og normal trafikk/parkeringsareal. Endelig utforming av eventuelle fyllinger og plassering av bebyggelse og parkeringsareal skal vurderes og kontrolleres av prosjekterende geotekniker når endelige laster og planlagte terrengendringer foreligger. Vurderingene skal gjøres senest før rammesøknad.

I forbindelse med utredningen er det tegnet opp en faresone i området, se tegning R02A01. Sonen er avgrenset av terrengkriterier, berg i dagen og av borpunkt der det ikke er påvist eller indikasjon på sprøbruddmateriale. Evaluering av faregrad og skadekonsekvens er vist i tillegg 2.4.

Lokalstabilitet for utgravninger/oppfyllinger på tomten skal vurderes nærmere under detaljprosjekteringen.

Uavhengig kvalitetssikring av foreliggende rapporten er utført og kontrollen regnes som avsluttet [2]. Revidert tekst er markert i kursiv.

Oversiktskart



Figur 0.1: Oversiktskart [3]

Tegninger

Beskrivelse	Tegn. nr.
Situasjonsplan med borpunkt, tolkning og profil	R02A01
Profil A-A med stabilitetsberegninger av dagens situasjon	R02E01
Profil A-A med stabilitetsberegninger av tiltak	R02E02

Tillegg

- 2.1 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU i punkt 1-1
- 2.2 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU i punkt 7
- 2.3 Skjærstyrkeprofil med bruk av SHANSEP
- 2.4 Skjema for faregradsklassifisering

Innholdsfortegnelse

Oversiktskart	3
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Rapportens innhold.....	5
2 Eksisterende faresoner	5
3 Avgrens områder under marin grense.....	6
4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	6
4.1 Topografi	6
4.2 Mulig løsneområde.....	6
4.3 Mulig utløpsområde	6
5 Tiltakskategori	6
6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.....	6
7 Befaring	7
8 Gjennomfør grunnundersøkelser	7
8.1.1 Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale	8
8.2 Geotekniske dimensjoneringsparametere.....	9
8.2.1 Drenerte beregninger.....	9
8.2.2 Udrenerte beregninger.....	9
8.3 Terrenglast.....	10
8.4 Poretrykk	10
9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	11
10 Klassifiser faresoner	11
11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.....	11
11.1 Stabilitetsberegninger	11
11.2 Avgrensning av faresonen	11
11.3 Utløpsområde	12
12 Konklusjoner og videre arbeid.....	12
13 Referanser	13

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Lystadsvingen Utvikling AS planlegger omregulering av tomter på Lystadsvingen 1, 1B og 3 i Sandefjord kommune. Tomtene skal reguleres til boligformål og det planlegges etablering av 4 rekkehus, 6 leiligheter og en 4-mannsbolig. Prosjektets beliggenhet er vist på oversiktskart i figur 0.1.

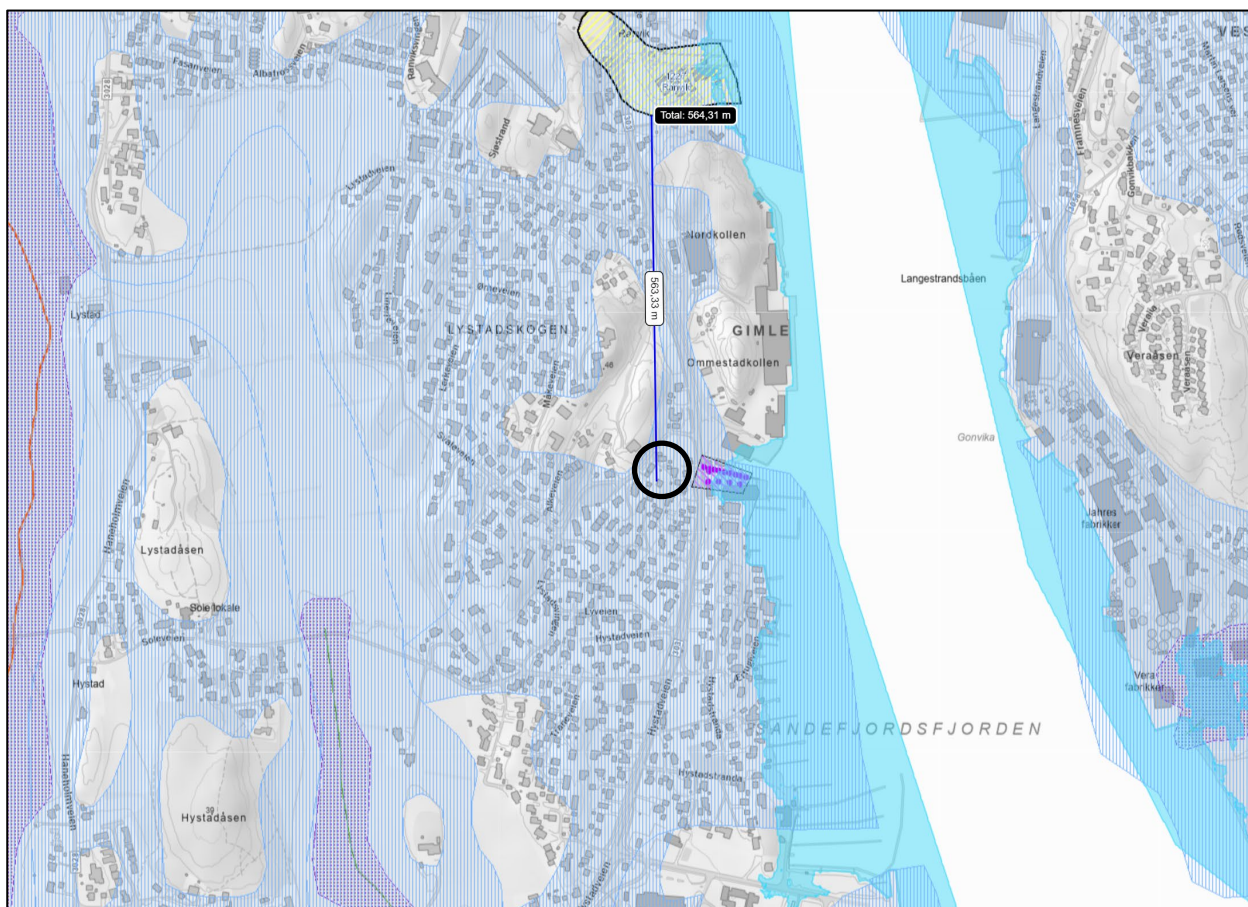
Løvlien Georåd har fått i oppdrag å utføre geotekniske grunnundersøkelser for prosjektet og vurdere områdestabiliteten i forbindelse med reguleringsarbeidene.

1.2 Rapportens innhold

Foreliggende rapport omhandler utredning av områdestabilitet iht. TEK17 §7-3 og NVEs veileder nr. 1/2019- *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, se ref. [1]. Rapporten bruker geotekniske definisjoner som krever faglig geoteknisk kompetanse. Kapittelinnholdet i rapporten følger den stegvise prosedyren for utredning av områdeskredfare iht. NVEs veiledning.

2 Eksisterende faresoner

Ifølge NVEs temakart Kvikkleire er området tidligere kartlagt for kvikkleireskred [4], se utklipp i figur 2.1. Nærmeste registrerte kvikkleiresone er *1227 Ranvik* med faregrad lav og ligger ca. 550 m nord for området.



Figur 2.1 NVEs Atlas [5].

3 Avgrens områder under marin grense

Hele tiltaksområdet ligger under aktsomhetsområde for mulig marin leire, se blå skravur i figur 2.1.

4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

4.1 Topografi

Tomtene er bebygde med tre eneboliger med tilhørende garasjer. Terrengen på planområdet ligger på mellom kote +8 og +16. Mot øst ligger Sandefjordsfjorden med kaianlegg og mot sør, vest og nord er det boligbebyggelse. Terrengen heller generelt fra vest mot øst med gjennomsnittlig helning på ca. 1:8 gjennom tomten.

4.2 Mulig løsneområde

Terrengen faller med ca. 1:8 gjennom tomten mot Sandefjordsfjorden, og med ca. 1:7 langs fjordbunnen. Tiltaksområdet er innenfor et mulig løsneområde fra lavereliggende terreng.

4.3 Mulig utløpsområde

Det er høyereliggende terreng mot sørvest, vest og nordvest for tomtene. Terrengen er generelt bratt og kupert samt brattere enn 1:20. Tiltaksområdet er innenfor et mulig utløpsområde fra høyereliggende terreng.

5 Tiltakskategori

Eksisterende bebyggelse skal rives og planlegges erstattet med rekkehus, leiligheter og 4-mannsbolig. Iht. NVEs veileder faller tiltaket under tiltakskategori K4 grunnet oppføring av mer enn 2 boenheter.

Følgende sikkerhetskrav skal ivaretas for prosjektet:

- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,61$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$

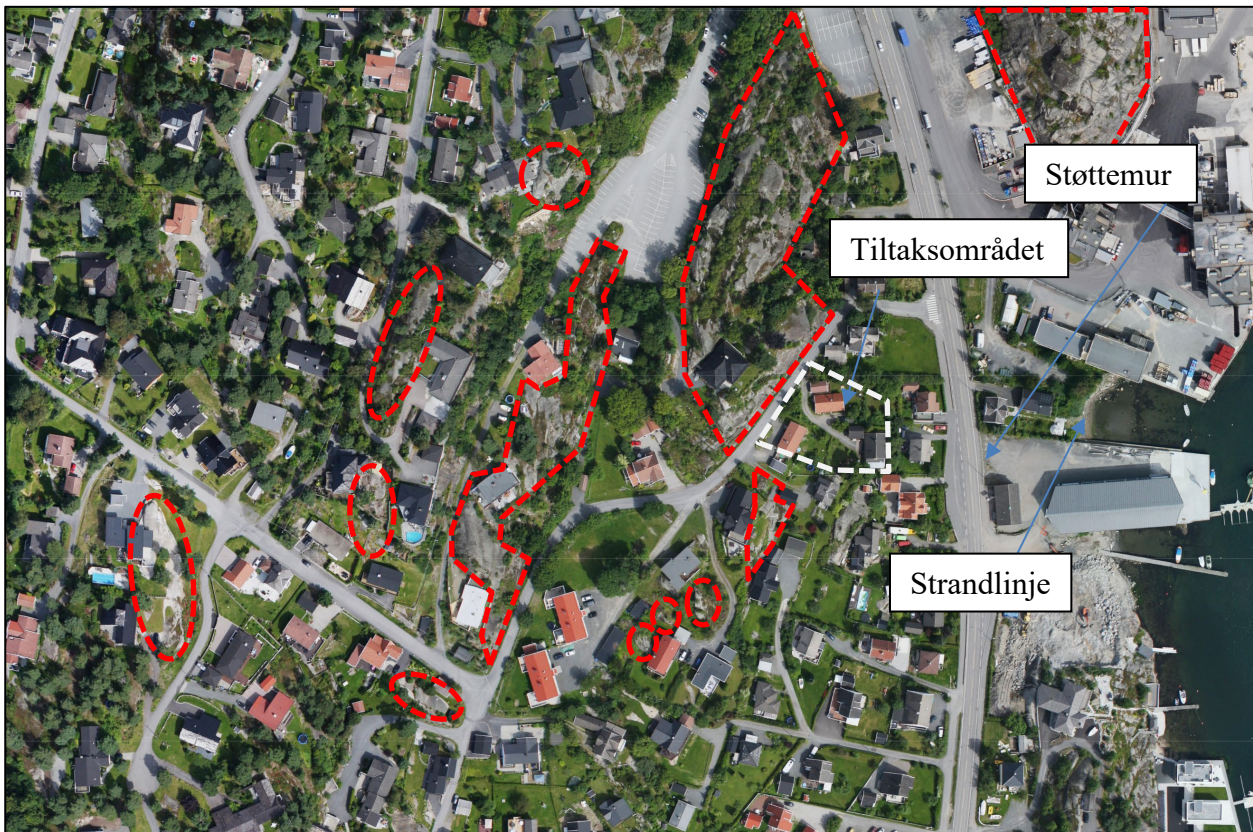
Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ forbedres prosentvis.

6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Det er tegnet opp et terrengprofil (profil A-A) som grunnlag for stabilitetsberegninger, se profilet i plan på tegning R02A01.

Ut fra terrengprofil og utførte grunnundersøkelser vurderes det at store deler av tiltaksområdet kan ligge innenfor et mulig løsneområde for områdeskred. Det er ikke indikasjon på sprøbruddmateriale i totalsonderinger i borpunkt 1, 2 og 4. Det er ikke registrert sprøbruddmateriale i opptatte prøver fra borpunkt 3 og 7. En ev. faresone kan avgrenses nær disse borpunktene.

Berg i dagen er observert under befaring i området samt fra flyfoto, se plassering i figur 6.1. Det er store sammenhengende bergpartier i høyereliggende terreng. Det vurderes at det ikke er løsneområder i høyereliggende terreng som kan ha utløp mot tiltaksområdet.



Figur 6.1 Utklipp fra historisk flyfoto fra 2011 [6]. Noe av berg i dagen i høyereliggende terreng er markert med rød stiplet figur.

7 Befaring

Området ble befart av geotekniker Kristian M. Kjærstad 19.06.2023 i forbindelse med kabelpåvisning med boreleder Knut Olav Gjerstad og kabelpåviser fra Geomatikk. Det ble observert en del berg i dagen i området, se figur 6.1 og tegning R02A01.

Vannkanten langs Sandefjordsfjorden ble befart i forbindelse med prosjektet og av Kjetil G. Eppeland den 08.06.2020 ifm. grunnundersøkelser på nabotomten i nord [7]. Mesteparten av vannkanten består av bryggeanlegg og berg i dagen. Det ligger en mindre strandlinje sør for Jotunfabrikken, se plassering på figur 6.1. Det vurderes at det ikke er aktiv erosjon i området som kan initiere områdeskred som kan ramme tiltaket.

Geotekniker Kjetil G. Eppeland befarte også en støttemur langs Hystadveiens østre side ned mot sandstranden i august 2020, se plassering av muren i figur 6.1. Det er tidligere observert sprekkdannelser og setninger i vegbanen ovenfor støttemuren samt anbefalt sikringstiltak og reetablering av denne [8]. Anbefalte sikringstiltak er trolig p.t. ikke utført. I utredningen for nabotomten i 2020 ble det vurdert at en utglidning ved støttemuren ikke vil kunne utvikle seg til et områdeskred på grunn av små høydeforskjeller i området [7]. Den samme vurderingen gjelder for dette prosjektet. En lokal utglidning ved støttemuren vil ikke kunne utvikle seg til et områdeskred som kan påvirke det aktuelle tiltaksområdet.

8 Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet og Løvlien Georåd har tidligere utført grunnundersøkelser på nabotomten i nord. I 1969 ble det utført grunnundersøkelser øst for Hystadveien [9]. Tegning R02A01 viser en oversikt over utførte

grunnundersøkelser med markering av hvor det påvist- eller indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale (røde og gule sirkler), samt hvilke borpunkt hvor det ikke er påvist eller ikke indikasjon på kvikkleire eller sprøbruddmateriale (grønne og blå sirkler).

Følgende rapporter er benyttet som grunnlag for vurdering av områdeskredfaren:

1. **Lystadsvingen 1, 1B og 3** [10]
23268 datarapport nr. 1
Løvlien Georåd, 16.08.2023
2. **Lystadsvingen 1** [11]
20282 Datarapport nr. 1
Løvlien Georåd, 20.07.2020
3. **RV.303/Hp.02/Km 6,49-6,51 Hystadveien i Sandefjord kommune** [9]
Statens vegvesen, Ressursenheten/Vegteknisk seksjon, 14.09.2004

8.1.1 Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale

Kvikkleire: Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 0,5 kPa etter gammel konus-standard (NS8015, tilbaketrukket i 2017). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017 [12]) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 0,33 kPa.

Sprøbruddmateriale: Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 2,0 kPa etter gammel konus-standard (NS8015, tilbaketrukket i 2017). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017 [12]) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 1,27 kPa. Kvikkleire er en type sprøbruddmateriale.

Kartlegging av forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale er basert på opptatte prøver og sonderingsresultat fra CPTU-sonderinger og totalsonderinger.

Prøvetaking av antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale fra total- og trykksonderinger viser at løsmassene ikke har sprøbruddegenskaper. På nabotomten i nord er det derimot både indikasjon og bekreftet kvikkleire. Dette er også tilfelle for grunnundersøkelser utført øst for Hystadveien.

Tolkning av lagdeling er vist i profiler på tegning R02E01 og R02E02.

8.1.1.1 Måling av omrørt skjærfasthet fra laboratorieundersøkelser

Løvlien Georåd sitt laboratorium tok i bruk den nye konus-standard fra august 2017. Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale fra laboratorieundersøkelsene som er utført i forbindelse med våre datarapporter 23268 datarapport nr. 1 og 20282 Datarapport nr. 1 er dermed basert på den nye standarden.

8.1.1.2 CPTU-sonderinger

Fra CPTU-sonderingene er poretrykksforholdet, B_q , benyttet som en indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale. Fra utførte CPTU-sonderinger og ødometerforsøk, tolkes leiren å være noe overkonsolidert. Indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale tolkes dersom $B_q \geq 0,6 - 0,7$. Det er da ikke indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale i punkt 1-1 på nabotomten, men det er indikasjon på dette i dybdeintervallet 4,8 – 5,2 m i punkt 7 på tomten.

8.1.1.3 Totalsonderinger og dreietrykksonderinger

Fra totalsonderinger og dreietrykksonderinger er det antatt forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i dybdeintervall der sonderingene viser konstant eller avtakende sonderingsmotstand mot dybden.

8.2 Geotekniske dimensjoneringsparametere

Følgende avsnitt beskriver geotekniske dimensjoneringsparametere som er lagt til grunn for stabilitetsberegningene. Det er utført både stabilitetsberegninger med udrenert og drenert oppførsel.

8.2.1 Drenerte beregninger

Materialparametere for lagene er basert på erfaringsverdier fra Statens vegvesen *Håndbok V220*, se ref. [13]. En oppsummering av parameterne er gitt i tabell 8.1.

Tabell 8.1 Materialparametere for lag med drenert oppførsel.

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m ³)	Effektiv tyngdetetthet (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Kohesjon (kPa)	Attraksjon (kPa)
Fylling	19	9	42	9	10
Tørrskorpeleire	19	9	30	0	0
Bløt leire	19	9	20	1,8	5
Kvikkleire	18	8	20	1,8	5
Sand/grus	18	8	33	0	0

8.2.2 Udrenerte beregninger

Lag av bløt leire og kvikkleire er i stabilitetsberegningene modellert med både udrenert og drenert materialoppførsel. Videre følger dimensjoneringsparametere for udrenert oppførsel.

8.2.2.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet med liten ring viser at tyngdetetthet varierer mellom 17,1 – 18,6 kN/m³ i leiren på tomten. Tyngdetetthet av kvikkleiren på nabotomten er målt til 17,3 og 17,6 kN/m³ i punkt 1. Det er valgt å benytte tyngdetetthet lik 19 kN/m³ for leiren og 18 kN/m³ for kvikkleiren.

8.2.2.2 Overkonsolideringsforhold

Ødometerforsøk ved 3,55 m og 4,45 m dybde i punkt 7 indikerer OCR i området på 2,5 – 5,0. Dette samsvarer relativt godt med resultater fra trykksonderingen i punkt 7.

8.2.2.3 Udrenert skjærfasthet

Vurdering av aktiv udrenert skjærfasthet (s_u^A) er basert på tolkning av CPTU-sonderinger samt laboratorieundersøkelser. I lavereliggende og høyereliggende terreng hvor det ikke foreligger resultat fra grunnundersøkelser, er udrenert skjærfasthet basert på beregninger etter SHANSEP-prosedyren.

Aktiv udrenert skjærfasthet (s_u^A) tolket fra CPTU-sonderinger er basert på korrelasjoner for norske leirer. Korrelasjonsfaktorene N_{kt} og $N_{\Delta u}$ er gitt som funksjon av sensitivitet (S_t), plastisitetsindeks (I_p) og grad av overkonsolidering (OCR). Verdier for sensitivitet og plastisitetsindeks er valgt på bakgrunn av målinger fra laboratorieforsøk. OCR-profil som inngår i korrelasjonsfaktorene velges på bakgrunn av følgende i prioritert rekkefølge:

1. Ødometerforsøk

2. OCR-profil beregnet ut fra antatt opprinnelig terrengnivå for de marine avsetningene
3. Beregnet OCR-profil basert på CPTU-sondering (Q , B_q og u)

OCR-profilene fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene indikerer at tidligere terrengnivå lå rundt kote +25.

SHANSEP-prosedyren (Stress History and Normalized Soil Engineering Properties) relaterer udrenert skjærstyrke mot overkonsolideringsgraden, OCR. Generelt uttrykkes udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prosedyren med følgende formel:

$$s_u = \sigma'_{v0} \cdot S \cdot OCR^m$$

Hvor: s_u er udrenert skjærstyrke
 σ'_{v0} er effektiv vertikalspenning
 S er SHANSEP-normaliseringsparameter
 m er SHANSEP-potensparameter
OCR er overkonsolideringsgrad, her samlet verdi for geologisk overlaging og overkonsolidering som skyldes kryp

Ut fra utførte undersøkelser er det valgt å legge til grunn følgende SHANSEP-parametere for beregning av aktiv udrenert skjærstyrke i leiren nede i dalsøkkene:

- $m = 0,65$
- $S = 0,28$
- Tidligere terrengnivå +25
- Grunnvannstand i terreng i det lavereliggende og høyereliggende terrenget samt 1,5 m i punkt 7 (omtrent midt i skråningen)

Tolkning av udrenerte skjærfasthetsprofiler som er lagt til grunn i stabilitetsberegningene er vist i tillegg 2.1, 2.2 og 2.3.

Forsøk for å fastsette plastisitetsindeks er utført i kvikkleirelaget i punkt 1-1 på nabotomten i nord og i leirlaget i punkt 7 på tomten. På bakgrunn av laboratorieforsøk settes I_p til hhv. 13,3% og 20% for disse lagene. Direkte og passiv skjærstyrke utledes avhengig av plastisitetsindeksen til materialet. For å ta høyde for anisotropi, benyttes følgende forholdstall mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke:

Materiale	s_u^A	s_u^D / s_u^A	s_u^P / s_u^A
Bløt leire	1,0	0,67	0,39
Kvikkleire	1,0	0,64	0,36

8.3 Terrenglast

Terrenglast fra nyttelast og egenlast fra konstruksjoner er innledningsvis modellert med 5 kPa per etasje. Fra oversendte tegninger forventes det inntil 3 etasjer over terreng. Med lastfaktor på 1,3 gir dette en dimensjonerende terrenglast på 19,5 kPa.

8.4 Poretrykk

Det ble installert 2 elektriske poretrykksmålere i punkt 7 med spiss på 3 og 6 m dybde den 03.07.2023. Avlesning av målerne 14.08.2023 antyder poretrykk på 13 kPa på 3 m dybde og 24 kPa på 6 m dybde [10]. For å ta hensyn til sesongvariasjoner er det valgt å øke poretrykket til hhv. 15 og 30 kPa for de respektive dybdene i beregningene.

Videre er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra lagdelingen mellom tørrskorpeleiren og leiren i topp skråning og poreovertrykk (14 kPa/m) i bunn av skråningen omtrent ved kote +0.

9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Andel kvikkleire over mest kritisk glideflate på profil A-A er stedvis større enn 40% (b/D > 40%) og ifølge veilederen er skredmekanismen av typen retrogressivt skred.

Stabilitetsberegninger av profilet er nødvendig og utføres i kap. 11.

10 Klassifiser faresoner

Klassifisering av faresonen er vist i tillegg 2.4 med følgende resultater:

- Faregrad: Lav
- Risikoklasse: 3
- Konsekvensklasse: Meget alvorlig

11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

11.1 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger i profil A-A for dagens situasjon og for tiltaket er vist på tegning R02E01 og R02E02. I tabell 11.1 og tabell 11.2 er laveste oppnådd materialfaktor fra stabilitetsberegningene gjengitt. Beregnet sikkerhet tilfredsstiller krav til sikkerhet iht. NVEs veileder.

Tabell 11.1 Materialfaktor sammenlignet med krav fra NVEs veileder 1/2019 for dagens situasjon

Tegningsnr.	Profil	Metode	F	Krav	Vurdering
R02E01	A-A	ADP	2,31	1,61	OK
		AFI	1,82	1,25	OK

Tabell 11.2 Materialfaktor sammenlignet med krav fra NVEs veileder 1/2019 for tiltak

Tegningsnr.	Profil	Metode	F	Krav	Vurdering
R02E02	A-A	ADP	1,65	1,61	OK
		AFI	1,40	1,25	OK

Utstrekningen av ev. fylling og størrelse på terrenglasten som er vist på tegning R02E02 er antatt for å undersøke om det kan utføres terrenginngrep på tiltaksområdet. Stabilitetsberegningene tilsier at det er mulig å etablere mindre fyllinger på planområdet i tillegg til påføring av terrenglast fra lett bebyggelse og normal trafikk/parkeringsareal. Endelig utforming av eventuelle fyllinger og plassering av bebyggelse og parkeringsareal skal vurderes og kontrolleres av prosjekterende geotekniker når endelige laster og planlagte terrengendringer foreligger. Vurderingene skal gjøres senest før rammesøknad.

11.2 Avgrensning av faresonen

I overgangen mellom bløt leire, kvikkleire og berg i profil A-A, se tegning R02E01, er det tegnet opp en glideflate med helning 1:3 i løsmasser uten sprøbruddegenskaper for å avgrense løsneområdet mot vest (i tråd med NGI-metoden beskrevet i NVEs veileder). Se tegning R02A01 for avgrensningen. Mot sør avgrenses faresonen av berg i dagen og lavbrekket hvor Hystadveien ligger. Avgrensningen i nord er gjort med bakgrunn i slak terrenghelning (slakere enn 1:15). Mot nordvest, sørvest og nordøst er sonen avgrenset av berg i dagen.

Sonen har potensial til å begrenses ytterligere dersom det utføres geotekniske grunnundersøkelser som viser at det ikke er kvikkleire eller sprøbruddmateriale ved Jotunfabrikken eller nord for krysset mellom Hystadveien og Lystadsvingen.

11.3 Utløpsområde

Et områdeskred i faresonen betraktes som skred i åpent terreng, *se skisse på tegning R02A01*. Lengden av utløpsområdet er ifølge NVEs veileder 1,5 ganger løsneområdets lengde, mens bredden av utløpsområdet er lik bredden av løsneområdet. Lengden og bredden av utløpsområdet er da *begge ca. 170 m*.

Sør for faresonens sørlige avgrensning stiger terrenget slakt langs Hystadveien. Det vurderes at et områdeskred i faresonen trolig vil ha utløp noe sør langs vegstrekningen og til slutt ende opp i Sandefjordsfjorden i øst.

12 Konklusjoner og videre arbeid

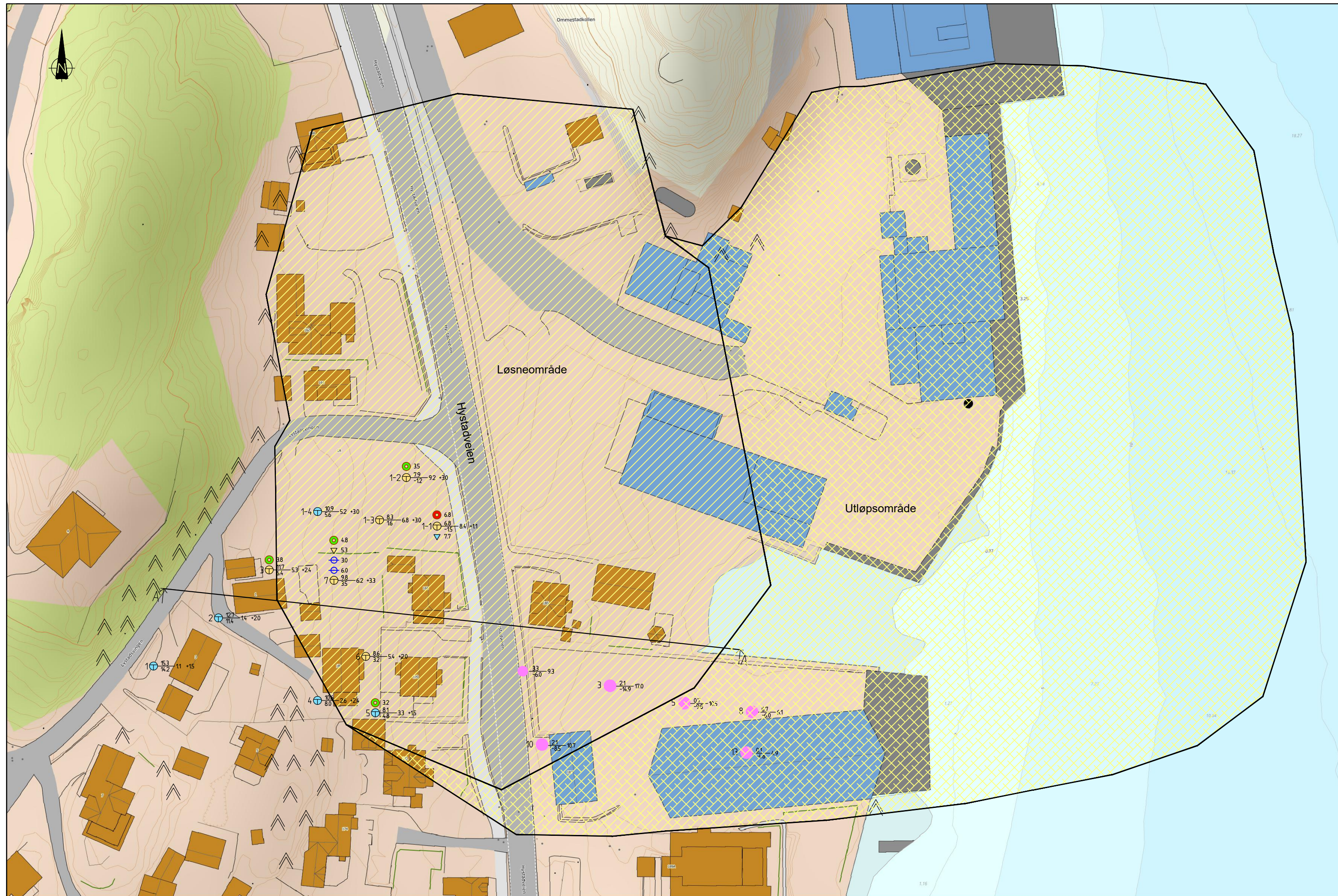
Både dagens situasjon og ny situasjon, med foreløpig antatt terrenglaster og utstrekning av tenkt fylling på tomten, har tilstrekkelig sikkerhet for å ivareta områdestabiliteten.

Før detaljprosjektering kan igangsettes skal plan for terrengendringer samt fyllingsarbeider foreligge. Det skal utføres nye stabilitetsberegninger med dimensjonerende terrenglast og faktisk planlagt fylling for å sikre at sikkerhetskravene i NVE veilederen overholdes for det endelige prosjektet. Lokalstabilitet for utgravinger/oppfyllinger på tomten skal også vurderes nærmere under detaljprosjekteringen. Tilstrekkelig sikkerhet for lokalstabilitet må dokumenteres jf. krav i Eurokode 7.

Det er ikke behov for ytterligere grunnundersøkelser for å vurdere tiltakets påvirkning på områdestabiliteten.

13 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr.1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2020.
- [2] Grunnteknikk, «Sandefjord. Lystadsvingen 1, 1B og 3. Kvalitetssikring iht. NVEs veileder 1/2019,» 2023.
- [3] Kartverket, Geovekst og kommuner, «Norgeskart,» [Internett]. Available: <https://norgeskart.no/>.
- [4] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Temakart kvikkleire,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>. [Funnet 2021].
- [5] Norges Vassdrag- og Energidirektorat, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2023].
- [6] 1881, «Kart,» [Internett]. Available: <https://kart.1881.no/>. [Funnet 2023].
- [7] Løvlien Georåd, «20282 Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet Lystadsvingen 1,» 2020.
- [8] Statens vegvesen - Ressursenheten/Vegteknisk seksjon, «2004/07153-002 RV.303/Hp.02/Km 6,49-6,51 Hystadveien i Sandefjord kommune, Vestfold.,» 14.09.2004.
- [9] Statens vegvesen - Ressursenheten/Vegteknisk seksjon, «2004/07153-002 RV.303/Hp.02/Km 6,49-6,51 Hystadveien i Sandefjord kommune, Vestfold,» 2004.
- [10] Løvlien Georåd, «23268 Geoteknisk datarapport nr. 1 Lystadsvingen 1, 1B og 3,» 2023.
- [11] Løvlien Georåd, «20282 Geoteknisk datarapport nr. 1 Lystadsvingen 1,» 2020.
- [12] Standard Norge, «NS-EN ISO 17892-6:2017 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser. Laboratorieprøving av jord. Del 6: Konusprøving».
- [13] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2014.



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

Tolkning av sprøbruddmateriale/kvikkleire er utført med følgende fargekode:

- Påvist sprøbruddmateriale / kvikkleire
- Indikasjon på sprøbruddmateriale / kvikkleire
- Ikke indikasjon på sprøbruddmateriale / kvikkleire
- Ikke påvist sprøbruddmateriale / kvikkleire

Borpunkt farget i rosa øst for Hystadveien er SVV kvikkleirepunkt iht. NVEs Atlas.

Det er opprettet en faresone i området med lav faregrad og megat alvorlig konsekvensklasse. Både løсне- og utløpsområde er skissert i plantegningen.

I overgangen mellom bløt leire, kvikkleire og berg er det tegnet opp en glideflate med helning 1:3 i løsmasser uten sprøbruddegenskaper for å avgrense løsnedområdet mot vest. Mot sør avgrensnes faresonen av berg i dagen og lavbrekket hvor Hystadveien ligger. Avgrensningen i nord er gjort med bakgrunn i slak terrenghelning (slakere enn 1:15). Mot nordvest, sørvest og nordøst er sonen avgrenset av berg i dagen.

Sonen har potensial til å begrenses ytterligere dersom det utføres geotekniske grunnundersøkelser som viser at det ikke er kvikkleire eller sprøbruddmateriale ved Jotunfabrikken eller nord for krysset mellom Hystadveien og Lystadsvingen.

HENVISNINGER:

Punkt 1-1 til 1-4:
20282 Geoteknisk datarapport nr. 1 Lystadsvingen 1
Løvlien Georåd, 20.07.2020

Punkt 1 - 7:
23268 Geoteknisk datarapport nr. 1 Lystadsvingen 1,1B og 3
Løvlien Georåd, 16.08.2023

Punkt på østsiden av Hystadveien:
Rv.303/Hp.02/Km 6,49-6,51 Hystadveien i Sandefjord kommune
Statens vegvesen, 14.09.2004

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
01	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	29.09.23	KMK	KGE
00	Original	22.09.23	KMK	KGE

Løvlien Georåd
www.georaad.no

Tiltakshaver	Tegning nr. R02A01
Oppdragsgiver Lystadsvingen Utvikling AS	Prosjekt nr. 23268
Prosjekt Lystadsvingen 1, 1B og 3	Format / Målestokk A3 / 1:800
Tegningstittel Situasjonsplan med borpunkt, tolkning og profil	Status

$F_c=2.31$

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Bløt leire	19.00	9.00	20.0	1.8				
Kvikkleire	18.00	8.00	20.0	1.8				
Sand/Grus	18.00	8.00	33.0	0.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Bløt leire	19.00	9.00			C-prof 100	0.67	0.39	
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof 100	0.64	0.36	
Sand/Grus	18.00	8.00	33.0	0.0				

$F_c=2.64$

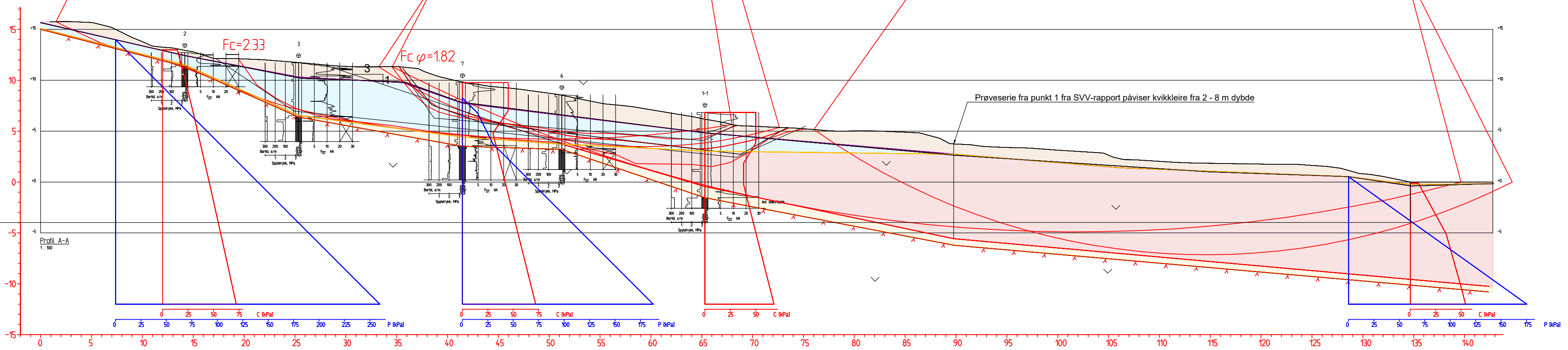
$F_c \varphi=1.86$

$F_c \varphi=1.84$

$F_c=2.33$

$F_c \varphi=1.82$

Prøveserie fra punkt 1 fra SVV-rapport påviser kvikkleire fra 2 - 8 m dybde



MERKNADER:
Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:
Lagdelingen er tildelt følgende fargekode:

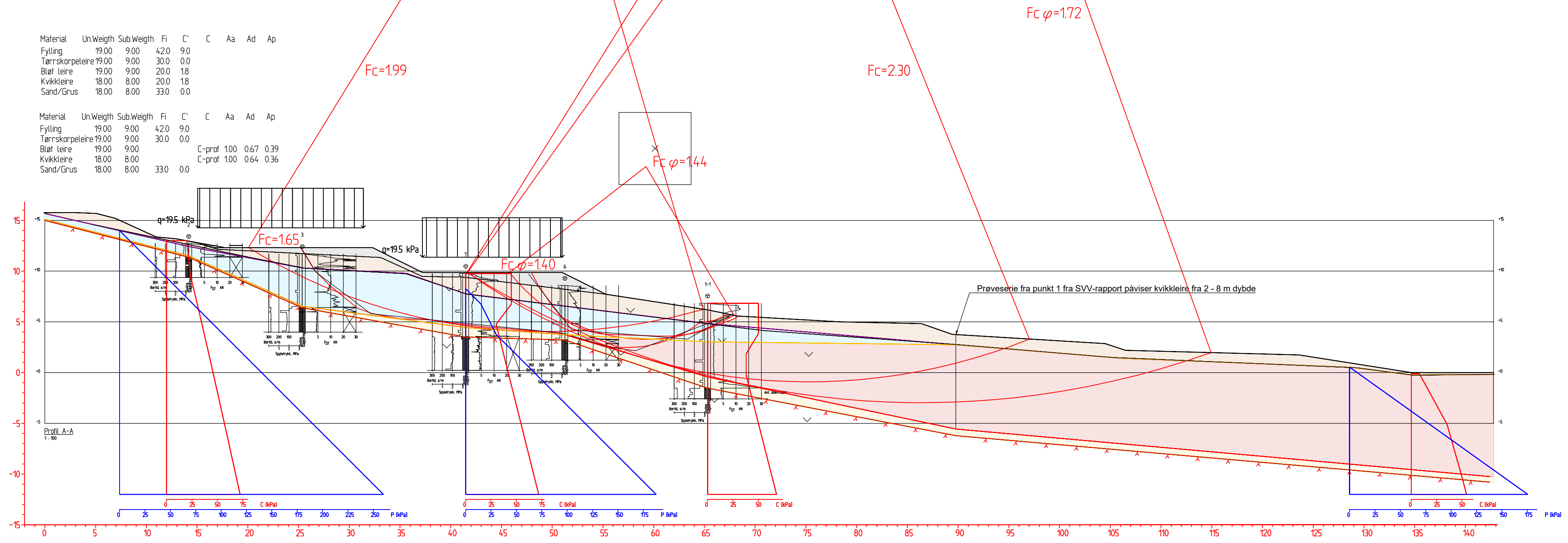
- Tørskorpeleire
- Leire
- Kvikkleire
- Sand/grus



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.09.23	KMK	KGE
Tiltakshaver				Tegning nr. R02E01
Oppdragsgiver Lystadsvingen Utvikling AS				Prosjekt nr. 23268
Prosjekt Lystadsvingen 1, 1B og 3				Format / Målestokk A3-L / 1:300
Tegningstittel Profil A-A med stab.ber. av dagens situasjon				Status

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	9.0				
Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Bløt leire	19.00	9.00	20.0	1.8				
Kvikkleire	18.00	8.00	20.0	1.8				
Sand/Grus	18.00	8.00	33.0	0.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	9.0				
Tørreskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Bløt leire	19.00	9.00			C-prof 100	0.67	0.39	
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof 100	0.64	0.36	
Sand/Grus	18.00	8.00	33.0	0.0				



MERKNADER:
Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

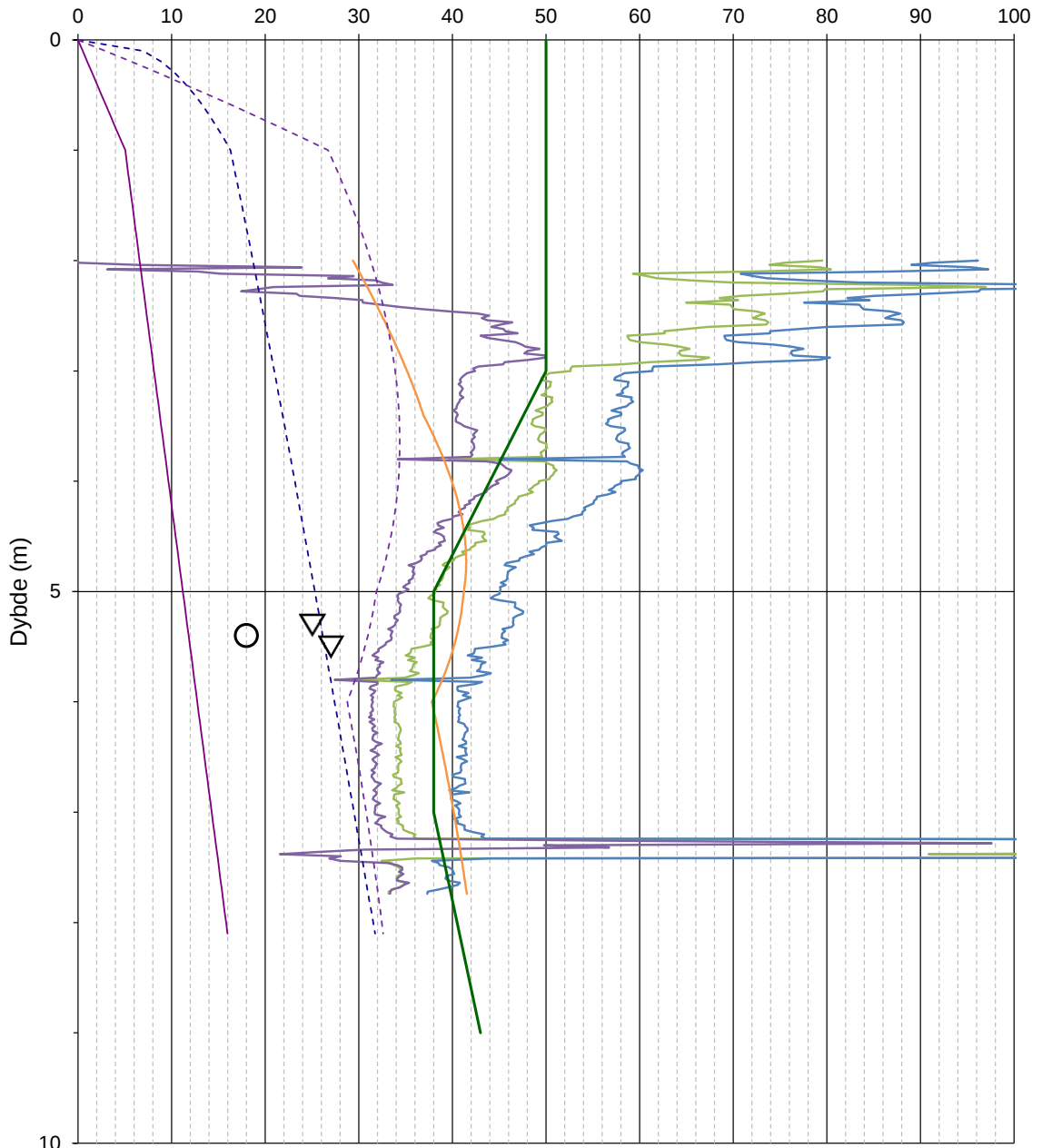
- FORKLARINGER:**
Lagdelingen er tildelt følgende fargekode:
- Fylling
 - Tørreskorpeleire
 - Leire
 - Kvikkleire
 - Sand/grus

Løvlien Georåd
www.georaad.no

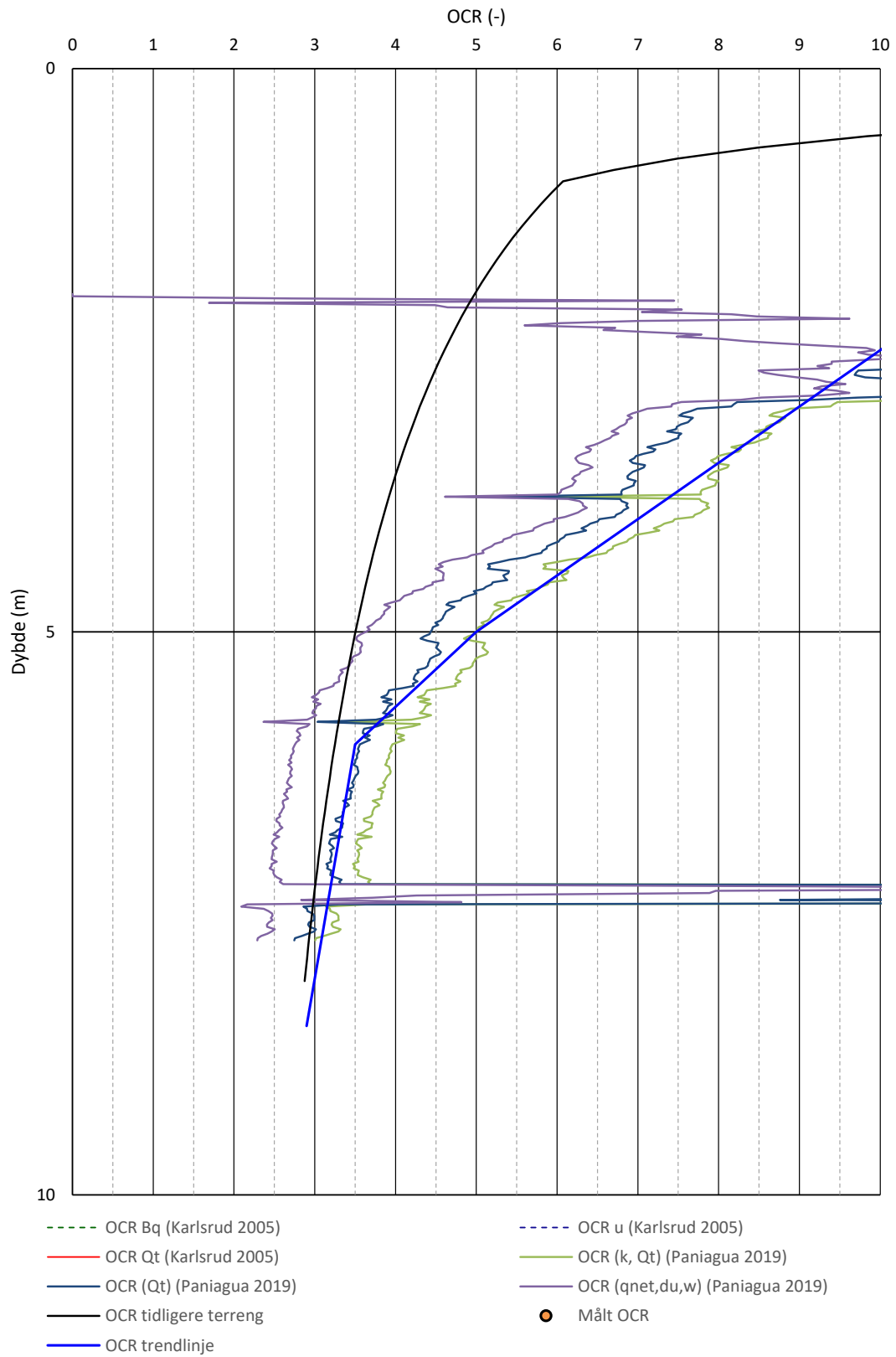
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	07.09.23	KMK	KGE
Tiltakshaver				Tegning nr. R02E02
Oppdragsgiver Lystadsvingen Utvikling AS				Prosjekt nr. 23268
Prosjekt Lystadsvingen 1, 1B og 3				Format / Målestokk A3-L / 1:300
Tegningstittel Profil A-A med stabilitetsberegning av tiltak				Status

Udrenert skjærstyrke

s_u (kPa)



Oppdragsgiver Lystadsvingen Utvikling AS	Prosjekt nr. 23268	Vedlegg nr. 2.1
Prosjekt Lystadsvingen 1, 1B og 3	Dato 09.08.23	Borpunkt 1-1
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig KMK	Kontrollert KGE



Oppdragsgiver
Lystadsvingen Utvikling AS

Prosjekt
Lystadsvingen 1, 1B og 3

Forklaring
OCR-profiler

Prosjekt nr.
23268

Dato:
09.08.23

Ansvarlig
KMK

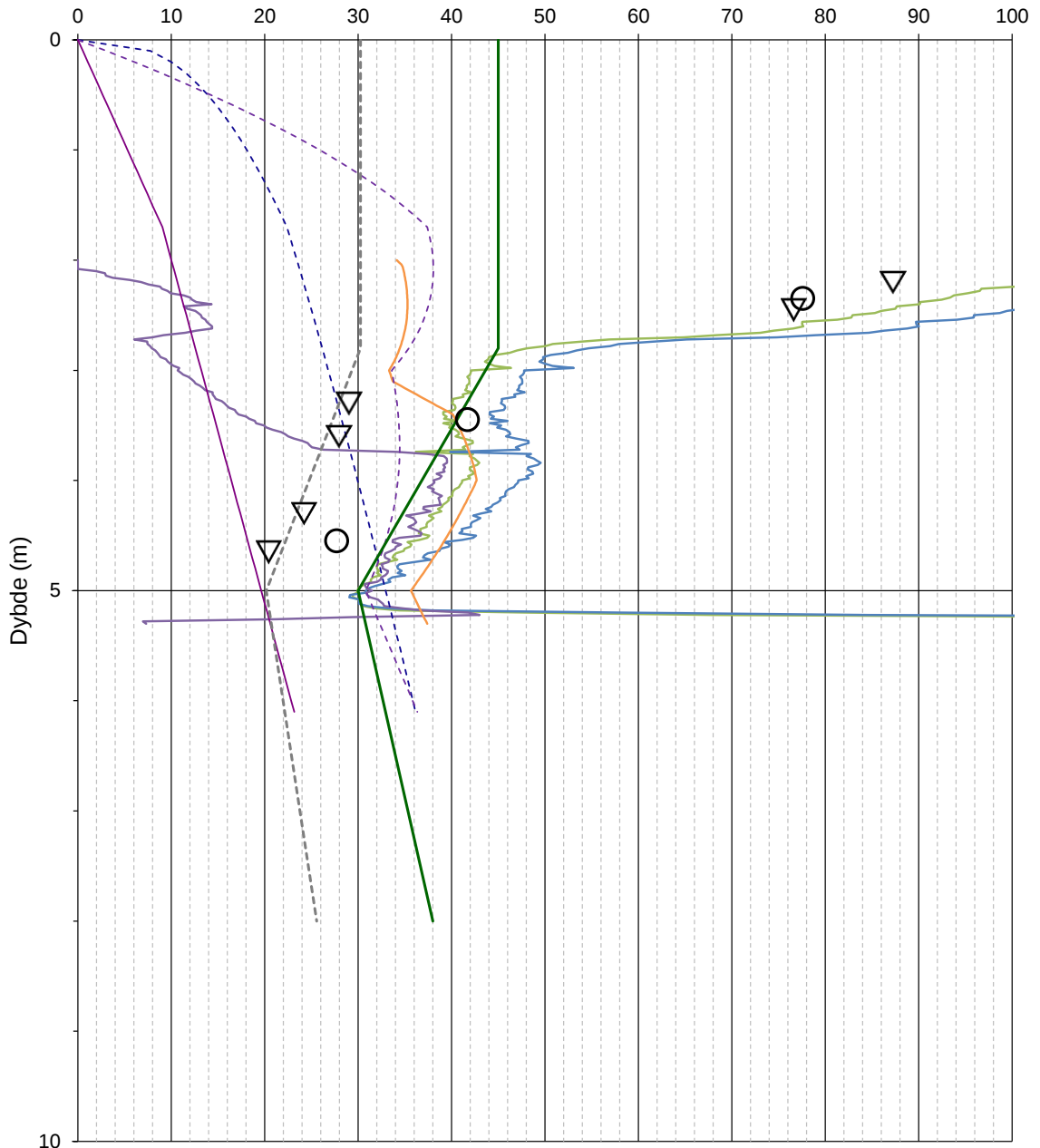
Vedlegg nr.
2.1

Borpunkt
1-1

Kontrollert
KGE

Udrenert skjærstyrke

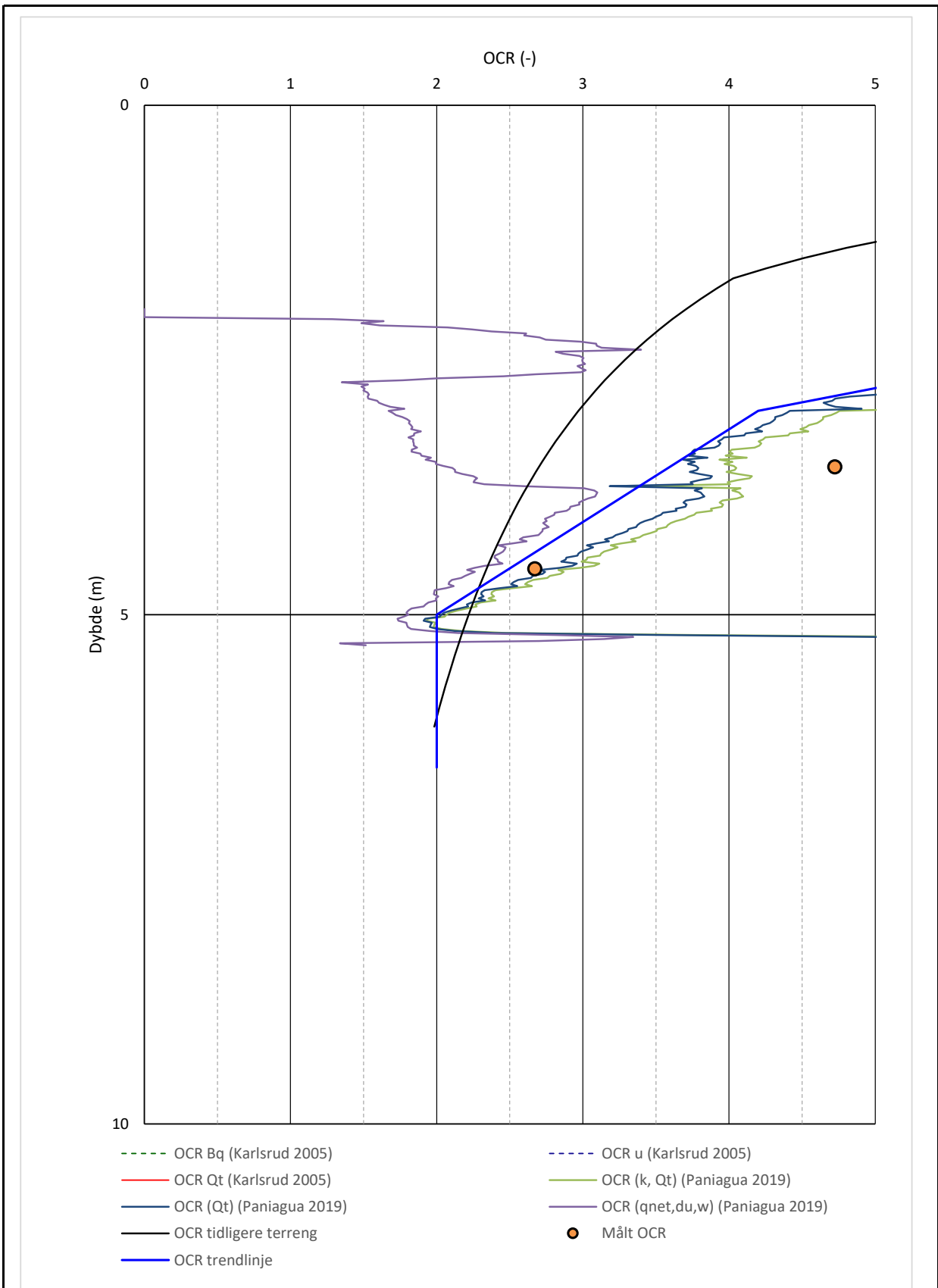
s_u (kPa)




- $s_u, N\delta u$ (Karlsrud 2005)
- - - s_u, Nke (Karlsrud 2005)
- s_u, Nkt (Paniagua 2019)
- $s_u, f(p_0', OCR, w)$ (Paniagua 2019)
- - - $s_u, AShansep: OCR trend$
- s_u, A, NC
- Valgt aktivt skjærstyrkeprofil
- - - Direkte skjærstyrkeprofil
- x Målt fra treaks
- ▽ Målt fra konus
- s_u, Nkt (Karlsrud 2005)
- s_u, Nke (Paniagua 2019)
- $s_u, f(q_{net}, du, w)$ (Paniagua 2019)
- - - $s_u, AShansep: OCR tidligere terreng$
- s_u, A, NC

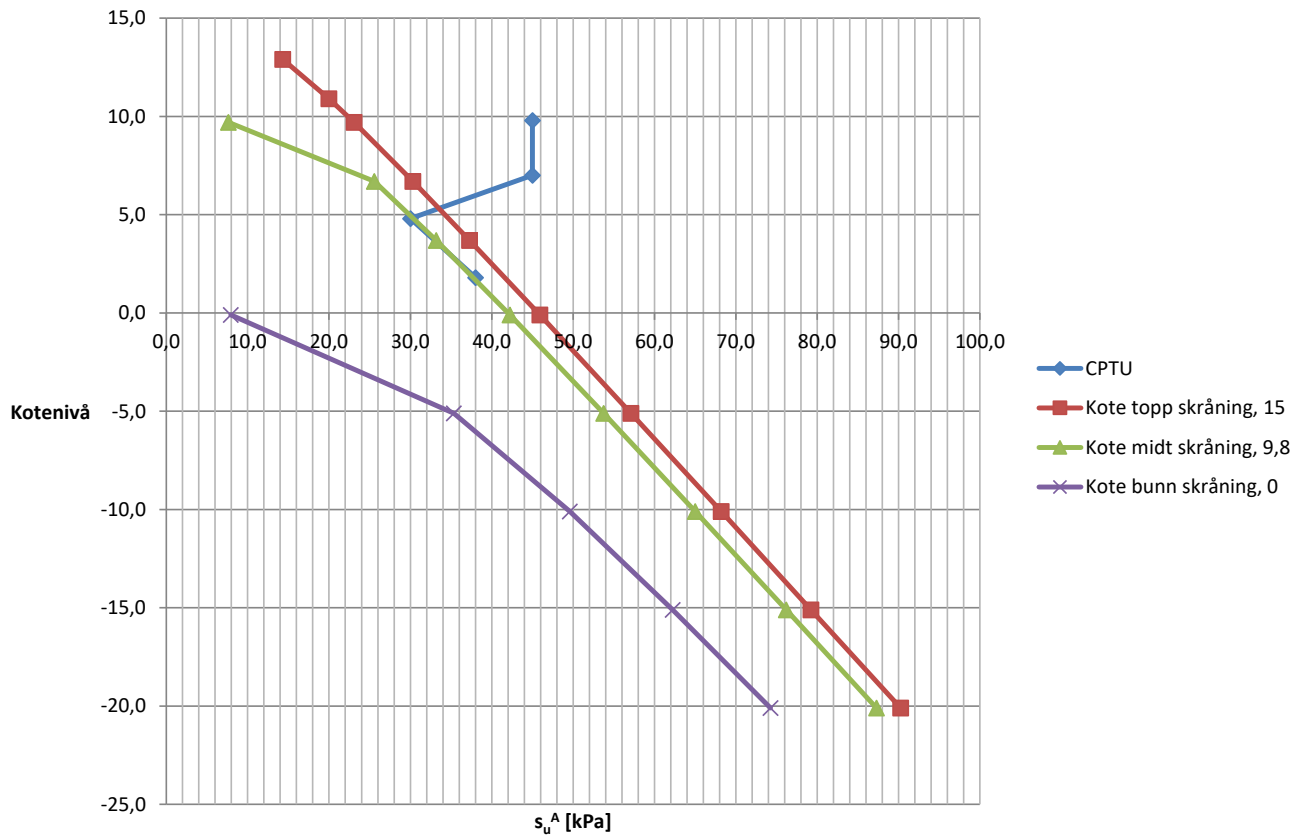


Oppdragsgiver Lystadsvingen Utvikling AS	Prosjekt nr. 23268	Vedlegg nr. 2.2
Prosjekt Lystadsvingen 1, 1B og 3	Dato 07.09.23	Borpunkt 7
Forklaring Tolkning udrenert skjærstyrke, s_u	Ansvarlig KMK	Kontrollert KGE



	Oppdragsgiver Lystadsvingen Utvikling AS	Prosjekt nr. 23268	Vedlegg nr. 2.2
	Prosjekt Lystadsvingen 1, 1B og 3	Dato: 07.09.23	Borpunkt 7
	Forklaring OCR-profiler	Ansvarlig KMK	Kontrollert KGE

Udrenert skjærfasthet Profil A-A



CPTU	Kotenivå [m]	s_u^A [kPa]
	9,8	45,0
	7,0	45,0
	4,8	30,0
	1,8	38,0



Oppdragsgiver:	Tillegg	Prosjekt nr:
Lystadsvingen Utvikling AS	2.3	23268
Prosjekt:	Dato:	
Lystadsvingen 1, 1B og 3	04.09.23	
Tekst:	Ansvarlig:	Kontrollert:
Skjærstyrkeprofil med bruk av SHANSEP	KMK	KGE

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, antall	3	4	12	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	3	9	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	2	1	2	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	3	2	6	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	2	1	2	Sentral	Regional	Distribisjon	Lokal
Oppdemning, flom	0	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			31	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			69 %				
Konsekvensklasse:			Meget alvorlig				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	0	1	0	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	1	2	2	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	0	3	0	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
		-3		> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	2	2	4	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	0	3	0	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3	0	Stor	Noe	Liten	Ingen
		-3		Stor	Noe	Liten	
Sum			9	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			18 %				
Faregrad:			Lav faregrad				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):			1 216	Risikoklasse: 3
Risikoklasse	1	0	170	X
Risikoklasse	2	171	630	
Risikoklasse	3	631	1900	
Risikoklasse	4	1901	3200	
Risikoklasse	5	3201	10000	

Oppdragsleder	Lystadsvingen Uvikling AS
	Prosjekt
Forklaring	Lystadsvingen 1, 1B og 3
	Klassifisering faresone Lystadsvingen Profil A (s)
Ansvarlig	KMK
	Dato
Tillegg nr.	23268
	Revisjon
Kontrollert	00
	KGE

Klassifisering faresone Lystadsvingen Profil A (s)	Oppdragsgiver	Lystadsvingen Uvikling AS
	Prosjekt	Lystadsvingen 1, 1B og 3
	Forklaring	
KMK	Prosjekt nr.	23268
	Dato	05.09.2023
	Ansvarlig	
KGE	Tillegg nr.	2.4
	Revisjon	00
	Kontrollert	

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligheter, antall	3	Tett med boliger i området
Næringsbygg, personer	3	Jotun-anlegg mot sørøst
Annen bebyggelse, verdi	2	
Vei, ÅDT	3	Høy ÅDT
Toglinje, baneprioritet	0	
Kraftnett	2	
Oppdemning, flom	0	

Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	0	Ingen registrerte skredhendelses på NVEs Atlas
Skråningshøyde, meter	1	Høydeforskjellen fra Sandefjordsfjorden til bergskjæringen vest for tiltaket er ca. 16 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	Trykksondering i punkt 7 indikerer at OCR er større enn 2 ned til 5 m dypde i punktet.
Poretrykk	0	Poretrykksmålerne i punkt 7 indikerer at det er poreundertrykk mellom 3 og 6 m dypde.
Kvikkleiremektighet	2	Kvikkleiremektighet på sørsiden av Hystadveien er ca. 6 m.
Sensitivitet	3	Største målte sensitivitet er 10,3 på tomten og 208 på nabotomten i nord
Erosjon	0	Kaianlegg og strand mot Sandefjordsfjorden
Inngrep	0	Historisk flyfoto indikerer at det tidligere er etablert støttemur og fyllinger langs fjorden.