

GEOTEKNISK NOTAT

Oppdrag: Uavhengig kvalitetssikring Kjellstadveien 13		Vår ref.: MSp	Side: 1 av 11		
Oppdragsgiver: Lier Eiendomsselskap KF		Rev: 00	Dato: 06.10.22		
Prosjekt nr.: 23893		Dokumentnummer: 23893-RIG-N-01			
Saksbehandler: Kjersti Hetland					
Til: Geir Larsen, Lier Eiendomsselskap KF Kopi: Tonje Roås Mikalsen, DMR Miljø og Geoteknikk AS					
01	06.10.22	Uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019 revidert rapport	KH	LEH	SAS
00	13.09.22	Uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019	KH	LEH	SAS
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

Kontoradresse:
AFRY Norway AS
Lilleakerveien 8
0283 OSLO

Fakturaadresse:
AFRY Norway AS/ firma 224
Fakturaavd.
Postboks 18, Lilleaker
0216 Oslo

Telefon:
(+47) 24 10 10 10

E-post:
info.no@afry.com

Organisasjonsnr.:
915 229 719

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning.....	3
2. Grunnlag.....	3
3. Kompetanse	3
4. Kommentarer og avvik	4
5. Sluttkommentar	10
6. Referanser	11
7. Vedlegg	11

1. Innledning

AFRY Norway AS (AFRY) er engasjert av Lier Eiendomsselskap KF for å utføre uavhengig kvalitetssikring av utredning av områdeskredfare iht. NVEs veileder 1/2019 [1].

Utredningen er utført av DMR Miljø og geoteknikk AS som en del av geoteknisk vurdering i forbindelse med bygging av omsorgsboliger i Kjellstadveien 13 [2].

DMR har tidligere utarbeidet vurderingsnotat for fundamentering av planlagt byggeprosjekt, samt datarapport [3].

Foreliggende notat omhandler uavhengig kvalitetssikring utført av AFRY iht. NVE 1/2019. Andre vurderinger og anbefalinger som er utført av DMR i forbindelse med prosjektering er ikke en del av denne kvalitetssikringen.

2. Grunnlag

Følgende dokument er forelagt AFRY for uavhengig kvalitetssikring:

- [2] Geoteknisk notat, «*Vurdering av områdestabilitet – Kjellstadveien 13, Lier*», DMR Miljø og Geoteknikk AS, datert 20.06.2022
- [3] Geoteknisk datarapport, «*Kjellstadveien 13, Lier*», rev. 01, DMR Miljø og Geoteknikk AS, datert 29.03.2022
- [5] Geoteknisk notat, «*Vurdering av områdestabilitet – Kjellstadveien 13, Lier*», Rev.01, DMR Miljø og Geoteknikk AS, datert 05.10.2022

3. Kompetanse

I NVEs kvikkleireveileder 1/2019 kapittel 3.1 er det gitt krav til geoteknisk kompetanse i forbindelse med utredning av områdestabilitet og uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019.

- Fagansvarlig med formell kompetanse innen fagområdet geoteknikk
- Dokumentert erfaring fra utredning iht. NVEs veileder «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*»
- Dokumentert erfaring fra prosjektering av tiltak i områder med sprøbruddmateriale i grunnen

CV for fagansvarlig kvikkleire i AFRY, Stein-Are Strand, er vedlagt.

4. Kommentarer og avvik

Kommentarer gis i tabellen under.

Følgende koder benyttes for status:

Å = Åpen kommentarstatus.

TI = Til informasjon

L = lukket kommentarstatus

Det utbes tilsvar på kommentarer som er kodet med «Åpen», og eventuelt revisjon av dokumentasjonen, før endelig anbefaling for godkjenning gis fra AFRY. Ved adekvat tilsvar og/eller ved mottak av revidert dokumentasjon vil kommentarstatus «Lukket» bli satt på kommentaren.

For kommentarer som er kodet med «Til informasjon» så anbefales oppretting og/eller utbedring/utdyping/forbedring, men det som kommenteres har ikke betydning for om utredningen vurderes som tilstrekkelig iht. de krav som stilles i NVEs veileder 1/2019.

28.09.2022: Svar/kommentarer fra DMR er skrevet i blått.

Basert på at AFRY og DMR er enig i konklusjonen (stabiliteten er for lav og det må gjøres tiltak), samt at kommentarer er svart ut, vurderes det til at det ikke er nødvendig å endre parametere/beregninger. Det er satt krav om prosjektering av sikringstiltak.

DMR endrer risikoklasse og formulering ang. KS-peler i notatet.

04.10.2022: Oppfølging fra AFRY er skrevet i rødt.

Tabell 1: Kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019 [1]

Kommentar/ avvik nr.	Beskrivelse	Kommentar fra AFRY	Status
1 – Krav til geoteknisk kompetanse			
1.1	Fagansvarlig må ha formell kompetanse innen geoteknikk, samt dokumentert erfaring	AFRY ber om dokumentasjon på at utførende foretak oppfyller kompetansekravet gitt i NVE 1/2019 kap. 3.1. Ligger vedlagt nå. Jonas Hjelme fra Hjelme AS har bistått her, og oppfyller kompetansekravene. AFRY har ingen ytterligere kommentarer.	L
2 – Tiltakskategori			
2.1	Korrekt tiltakskategori	AFRY er enig i valgt tiltakskategori (K4). AFRY har ingen kommentarer.	L
3 – Soneutredning			
3.1	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løснеområde	DMR har vurdert tidligere grunnundersøkelser. Kritiske snitt er identifisert. Eksisterende data danner ikke grunnlag for å redusere potensielle løśnieområder og/eller frikjenne tiltaket. AFRY har ingen kommentarer.	L
3.2	Befaring	Befaring (og erosjonsbefaring) er utført.	L

		Det foreligger ikke befæringsrapport, men erosjonsbefaring er dokumentert med bilder. Befaring danner ikke grunnlag for endring av kritisk snitt og endring i potensielle løснеområder. AFRY har ingen kommentarer.	
3.3	Gjennomfør grunnundersøkelser	<p>Borplan er utarbeidet og beskrivelsen av utførte boringer er god. Antall borpunkter er tilstrekkelig for vurdering av stabilitet i kritisk snitt.</p> <p>Kontinuerlige prøveserier kunne med fordel blitt hentet opp fra borhull T5. Sand over leire er funnet ved hhv. 1,5 og 2,5 m dybde. Neste sylindertestprøve er tatt opp ved 5,5 m dybde, der kvikkleire er påtruffet. I utredningen videre må en derfor gjøre en konservativ antagelse, og anta at det er kvikkleire fra 3 m dybde.</p> <p>Det er utført ødometerforsøk fra borhull 1 og prøve kvaliteten er ansett som dårlig, ref. DMR rapportens kapittel 3.9.1 [2]. Treksialforsøk kunne gitt nærmere informasjon om styrkeparametrene i leiren.</p> <p>Enig i ovenstående kommentarer.</p> <p>Ref. DMR rapportens kapittel 3.8.2 [2] er det ikke utført boringer i området mot vest for Kjellstadveien 18.</p>	TI
3.4	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	<p>For dagens situasjon gir 1:15-linjen fra 0,25*H (H fra bunn av elv) gir b/D = 70%. Aktuell skredmekanisme er vurdert å være retrogressiv skredutvikling.</p> <p>Løsneområde for retrogressive skred er bestemt, iht. NVE 1/2019 kap. 4.5: $L = 15H = 90$ m. Utløpsområde til retrogressivt skred er vurdert iht. NVE 1/2019 kap. 4.6: $L_u = 3xL = 270$m (kanalisert terreng).</p> <p>Er sideveis utbrede vurdert iht. kap. 4.5 [1]?</p> <p>Ja, dette er beskrevet i notatet (kap. 3.8.2) for sideveis avgrensning mot vest.</p> <p>Langs elven mot vest holder skråningshøyden seg på fem-seks meter noe bortover, deretter slakes denne ut (ved Nybruveien 5). Her er sonen avsluttet med en stiple linje. Fortsetter vi her får vi en «evig» sone, om det ikke gjøres flere grunnundersøkelser. Om et skred starter i vest vil det ikke nå tiltaksområdet.</p> <p>Langs elven mot øst blir skråningshøyden fort lavere enn fem meter, samt at det ikke er bekreftet sprøbruddmateriale i borpunkt T7.</p> <p>AFRY har ingen ytterligere kommentarer.</p> <p>AFRY anbefaler at 1:15 linjen kun går gjennom sprøbruddmateriale, og trekkes gjennom faste lag med helning 1:3, iht. kap. 4.5.2 [1].</p> <p>Klar over dette, men det utgjør ingen forskjell i dette tilfellet da tørrskorpeleira har liten mektighet. Samtidig er det hverken bekreftet, eller avkreftet, sprøbruddmateriale i borpunkt 2 eller 3.</p>	L

		AFRY har ingen ytterligere kommentarer.	
3.5	Klassifiser faresoner	<p>Faregradsklassifisering er gjennomført. AFRY har ingen kommentarer.</p> <p>Konsekvensklassifisering er gjennomført. Kart indikerer at det er næringsbygg i området (adresse Åbyveien 3, 3402 Lier). Det gir poengsum på 22, som endrer risikoklassen til klasse 4.</p> <p>AFRY er usikker på om det er bebyggelse som går under «annen bebyggelse» i området. Hvis det finnes blir konsekvensklassen også endret.</p> <p>Dette næringsbygget ble ikke oppdaget, vi oppdaterer. Området består hovedsakelig av bolighus/eneboliger. DMR anser det ikke som at det er «annen bebyggelse» i området.</p> <p>AFRY har ingen ytterligere kommentarer.</p>	L
3.6	Tegninger/figurer	<p>For økt etterprøvnbarhet og oversiktighet savner AFRY tegninger med mer nøyaktig målestokk.</p> <p>Terrengsnittene i vurdering av aktsomhetssoner er vist i utklipp fra høydedata.no, men kan med fordel fremstilles i en situasjonsplan som inkluderer plassering av utførte grunnundersøkelser. Soneavgrensningen kan vises i samme type tegning som situasjonsplanen; med nøyaktig målestokk og beliggenhet av boringer.</p> <p>Tatt til etterretning.</p>	TI
4 – Stabilitetsberegninger			
4.1	Stabilitetsberegninger for dokumentert sikkerhet iht. krav i TEK17	<p>Stabilitetsberegninger er utført i kritisk skråning. Det er utført beregninger for korttidsstabilitet og langtidsstabilitet.</p> <p>Er flaskkred vurdert iht. kap. 4.5 [1]?</p> <p>Nei, det er definert at det blir et retrogressivt skred ut ifra Figur 4.3 i kvikkleireveilederen.</p> <p>Det oppfattes fra veileder 1/2019 at flaskkred er relevant i tilfeller der man har et svakt lag, samt jevnt hellende terreng. I dette tilfellet er det en skråning med ett sammenhengende dypt kvikkleirelag.</p> <p>Sammensatt glideflate er likevel sjekket for beregningen med stabiliserende tiltak, vedlegg E.5, sikkerheten er høyere enn for den sirkulære glideflaten.</p> <p>AFRY har ingen ytterligere kommentarer.</p>	L
4.2	Lagdelling	<p>Lagdelling er tolket og virker fornuftig og riktig basert på tilgjengelig grunnlag. Grunnvannstand er også lagt inn korrekt basert på piezometeravlesning.</p> <p>AFRY har ingen kommentarer.</p>	L
4.3	Skjærstyrke	<p>Kvaliteten av grunnundersøkelser er ansett som tilstrekkelig for bestemmelse av skjærfasthet.</p> <p>Tolkning av $S_{u,aktiv}$ fra SVV sitt CPTu-regneark er inkludert i rapporten [2], samt tolkning av OCR.</p>	TI

		<p>Til info: Udrenert skjærstyrke i beregninger samsvarer ikke med udrenert skjærstyrke beskrevet i rapportens kapittel 3.10.</p> <p>Kapittel 3.10: $S_{u,aktiv} = 10 + 2,1 * dybde_{kvikkleire}$ Dette tilsier at $S_u = 10 \text{ kPa}$ i toppen av laget og stemmer overens med designkurven i vedlegg F.4.</p> <p>Skjærfasthet i beregningsvedlegg E.1 og E.3 (samt antatt E.5) er gitt av $C = 10 + C_u$. C_u-profilet (rødt) i beregningene kan leses av som ca. 5 kPa topp av kvikkleirelaget. Det tilsvarer $C = 10 + 5 = 15 \text{ kPa}$ i topp. Basert på beskrivelsen i 3.10 og vedlegg F.4 skulle C_u-profilet skulle vært 0 kPa i topp.</p> <p>Dette er ikke ansett som et avvik, og endrer ikke konklusjonen, men er noe å være oppmerksom på.</p> <p>Tatt til etterretning.</p> <p>Drenert skjærfasthet, friksjonsvinkel (φ) og attraksjon (a), er tilsynelatende basert på erfaringsverdier [4]. Det er ikke lagt ved tolkning av $a-\varphi$ fra SVV sitt CPTu-regneark.</p> <p>AFRY vil minne om at en skal være forsiktig med å endre styrkeparameterne for å oppnå ønsket sikkerhet.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Friksjonsvinkel for tørrskorpen burde være $\varphi = 30-31^\circ$ og attraksjon $a = 0$. - Attraksjon for kvikkleiren kunne vært satt til $a = 2$, dvs. $c' = 0,8$. <p>Enig at man skal være forsiktig med å endre parameter, men til gjengjeld så er det ikke realistisk å ha en sikkerhetsfaktor godt under 1.</p>	
4.4	Laster	<p>Iht. veileder 1/2019 kap. 5.2 skal laster fra fyllinger, bygninger, anlegg og trafikk inkluderes i beregninger.</p> <p>Beregningene mangler last fra bebyggelse nærmest kritisk skråning (Kjellstadveien 18). Det gjelder last fra bygg som ikke er bygget kompensert (dvs. bygg uten kjeller). Det mangler også last fra vegen (Kjellstadveien) mellom nr. 13 og nr. 18.</p> <p>Trafikklast vil ikke påvirke lokal glidesirkel nede ved elven/ i skråningen, denne sirkelen er dimensjonerende.</p> <p>Huset har stått der i flere ti-talls år, det antas dermed at vekten av huset ikke lenger utgjør en forskjell på skråningsstabiliteten. Stedlige masser under huset er konsolidert for denne lasten.</p> <p>Dette forandrer dog ikke konklusjonen, stabiliteten vil bli verre ved å legge på laster. Ved en senere prosjektering bør det vurderes om trafikklast, og ev. lasten fra huset, skal medtas.</p> <p>Delvis enig. En liten økning i styrke oppnås, men det vil være ytterst beskjedent for et slikt bygg. Å anta at last og konsolidering oppveier hverandre er en grov antagelse. Imidlertid blir resultatet bare en enda lavere sikkerhet for skråningen, og konklusjonen er den samme. DMR har</p>	L

		begrunnet sine valg og AFRY velger å ikke kommentere ytterligere på dette.	
4.5	Beregningsresultat; lokal skjærsirkel	<p>I beregningene på effektivspenningsbasis (langtidsstabilitet) går sikkerhetsfaktor i lokal glidesirkel ned fra $F=0,96$ (dagens situasjon) til $F=0,89$ (inkl. tiltak). Dette indikerer forverring.</p> <p>AFRY tolker nedgangen i sikkerhetsfaktor til å være programvareteknisk. Ut ifra tiltakets beliggenhet kan vi legge til grunn at tiltaket ikke medfører forverring og kravet om prosentvis økning i sikkerhetsfaktor legges til grunn.</p> <p>AFRY er enig i DMR sin konklusjon: tiltaket medfører ikke forverring, men stabiliteten i skråningen er for lav.</p>	TI
4.6	Beregningsresultat; global skjærsirkel	<p>AFRY stiller spørsmål til beregning av global skjærsirkel og dets betydning for områdestabiliteten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Det er 1:15-linjen som er avgjørende, ikke global glidesirkel. - Det er lagt inn en «restrict shear surface»-linje som AFRY ønsker begrunnet <p>Denne globale sirkelen ble lagt til for å se hvordan sikkerheten er til tiltaksområdet. «Restrict shear surface» er brukt for å tvinge sirkelen til å nå tiltaksområdet, og dermed visse denne sikkerheten (som en tilleggsopplysning). Dette ble også gjort for å se om last på tiltaksområdet utgjorde en forverring av stabiliteten (ref. forrige punkt, 4.5), noe det i henhold til beregningene gjør, men ikke basert på terrengkriterier.</p> <p>AFRY har ingen ytterligere kommentarer.</p>	L
5 – Krav til sikkerhet			
5.1	Krav til sikkerhet	Sammenlignet med dagens situasjon medfører tiltaket ikke forverring. Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4 og faresonen har middels faregrad. Valgt sikkerhetsprinsipp omfatter krav til forbedring etter NVE 1/2019 figur 3.3. Kravet er 10% forbedring. AFRY har ingen kommentarer til valgt sikkerhetsprinsipp.	L
5.2	Erosjon	<p>Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 inkluderer at erosjon som kan utøse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.</p> <p>I kapittel 3.5 og 3.9.1 [2] er det noe uklare beskrivelser av erosjonssituasjonen i kritisk skråning. Skråningen er beskrevet som delvis plastret og plastret, og ikke utsatt for erosjon, men pga. bevegelser i grunnen er det satt «noe» erosjon i faregradsevaluering.</p> <p>AFRY ber DMR evaluere om dagens plastring er tilstrekkelig for å ivareta sikkerhetskravet om at erosjon som kan utløse skred må forebygges.</p> <p>Det var ikke tegn til erosjon i elva i den kritiske skråningen, og plastringen her vurderes som tilfredsstillende. Det er imidlertid i dette området tegn til overflateglidninger (høyere opp i terrenget, og utenfor høyeste vannstand, enn der det er plastret). Denne overflateutglidningen vurderes ikke som «tidligere skredaktivitet», men vi ønsket at dette skulle bli fanget opp i beregningen av faregrad, og er derfor hensyntatt som «erosjon».</p> <p>Deler av elven er plastret, men ikke hele. Det er tegn til erosjon noen steder (vist på figur 3.3). Det antas ikke at disse</p>	L

		områdene vil påvirke den kritiske skråningen i særlig grad. I sonen som helhet er det satt «noe erosjon», da det er områder som er utsatt for litt og noe erosjon, samt at det er tegn til overflateglidninger. De mest kritiske delene er plastret, og de anses som tilfredsstillende. AFRY har ingen ytterligere kommentarer.	
5.3	Topografiske endringer og/eller bruk av lette masser, eventuelt grunnforsterkning	DMR har anbefalt kalksementstabilisering og oppgir at grunnforsterkning ved kalksementstabilisering krever absolutt sikkerhetsfaktor. AFRY har ingen kommentarer.	L
5.4	Skråninger utenfor influensområdet til tiltaket	Dette er ivaretatt. Tiltaksområdet er utenfor influensområdet til skråningen. AFRY har ingen kommentarer.	L
6 – Bygge- og sikringstiltak i faresoner			
6.1	Behov for sikringstiltak	AFRY mener et minstekrav til utbedring er krav til tilstrekkelig plastring av kritisk skråning. DMR anbefaler motfylling i elven som sikringstiltak. For å oppnå sikkerhetsfaktor iht. valgt sikkerhetsprinsipp (10% økning) må det etableres en 1,25 m høy motfylling. AFRY stiller spørsmål til gjennomførbarheten. Er det vurdert hvorvidt fallet i elven blir opprettholdt, eller om vannføringen vil stanse opp? AFRY legger til at <u>noe</u> oppfylling i elven kan bidra positivt for stabilitetssituasjonen, men vektlegger viktigheten av erosjonssikring i elven. Gjennomførbarheten er ikke vurdert ytterligere enn beskrevet i rapporten. Det spesifiseres at dette må tas videre med hydrolog og andre interessenter. Kap. 4 skisserer mulige løsninger, men sikringstiltaket må prosjekteres. Gjennomførbarheten må tas i prosjekteringsfase. AFRY har ingen ytterligere kommentarer. DMR anbefaler motfylling i bunn av skråning <i>eller</i> KS-peler i kritisk skråning. AFRY er uenig i denne formuleringen, og mener KS-peler i skråningen ikke kan være et «eller»-alternativ. Bruk av KS-peler i skråningen må skje <u>etter</u> en evt. motfylling er etablert i elven. Dette fordi KS-peler vil redusere skjærfastheten midlertidig. Dette er kritisk. Endrer formulering til «DMR anbefaler motfylling i bunn av skråning, eller en kombinasjon av motfylling og KS-peler. KS-peler kan kun installeres dersom sikkerheten i skråningen er tilfredsstillende før installasjonen (ved f.eks. motfylling)». AFRY har ingen ytterligere kommentarer.	L
7 – Innmelding og arkivering			
7.1	Grunnundersøkelser meldes inn til NADAG	Ivaretatt. AFRY har ingen kommentarer.	L
7.2	Nye faresoner meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning	Ivaretatt. AFRY har ingen kommentarer.	L

5. Sluttkommentar

Utredning av områdeskred/stabilitet etter NVE 1/2019 er ryddig og godt utarbeidet. AFRY er enig i rapportens konklusjon, det er for lav sikkerhet i skråningen mot Sandakerelva, og det vil være nødvendig med stabiliserende tiltak, uavhengig om planlagt tiltak gjennomføres eller ikke.

Utført kvalitetssikring av geoteknisk rapport (rev.00) avdekket åtte åpne avvik. Kommentarer er svart ut av DMR og oppdatert rapport (rev.01) er sendt til AFRY 05.10.2022. Samtlige avvik er nå lukket.

På bakgrunn av utført kvalitetssikring iht. NVE 1/2019 anbefaler AFRY at utredning av områdestabilitet godkjennes.

6. Referanser

- [1] NVE-veileder, «Sikkerhet mot kvikkleireskred», Rapport nr.: 1/2019, Norges vassdrags- og energidirektorat, desember 2020
- [2] Geoteknisk notat, «*Vurdering av områdestabilitet – Kjellstadveien 13, Lier*», DMR-saksnr.: 21-0025, DMR Miljø og Geoteknikk AS, 20.06.2022
- [3] Geoteknisk datarapport, «*Kjellstadveien 13, 3400 Lier*», rev. 01, DMR-saksnr.: 21-0025, DMR Miljø og Geoteknikk AS, 29.03.2022
- [4] Veiledning, «*Geoteknikk i vegbygging*», Håndbok V220, Statens vegvesen, 2010/2018
 - a. Håndbok V220 med faglig innhold fra 2010 og 2018 er fra juli 2022 erstattet av ny versjon
- [5] Geoteknisk notat, «*Vurdering av områdestabilitet – Kjellstadveien 13, Lier*», DMR-saksnr.: 21-0025, Rev.01, DMR Miljø og Geoteknikk AS, 05.10.2022

7. Vedlegg

Vedlegg A – CV Fagansvarlig kvikkleire