



RAPPORT

Oslo Hospital - skredvurderinger

OMRÅDESTABILITETSVURDERING

DOK.NR. 20210265-01-R

REV.NR. 2 / 2021-06-09

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: Oslo Hospital - skredvurderinger
Dokumenttittel: Områdestabilitetsvurdering
Dokumentnr.: 20210265-01-R
Dato: 2021-05-12
Rev.nr. / Rev.dato: 2 / 2021-06-09

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Ekebergveien 1 AS
Kontaktperson: Øystein Trøseid
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse underskrevet 23. mars 2021

for NGI

Prosjektleder: Amanda DiBiagio
Utarbeidet av: Amanda DiBiagio
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

Sammendrag

Ekebergveien 1 AS planlegger etablering av ny bebyggelse på tomten til Oslo Hospital (g.nr./b.nr. 233/103) i Gamlebyen i Oslo sentrum. Prosjektet er på detaljreguleringsnivå. NGI er i den forbindelse engasjert for å utføre en vurdering av områdestabilitet i området iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019.

Grunnundersøkelser viser at det er kvikkleire i det aktuelle området. Basert på terrenganalyser og tolking av grunnundersøkelser, er det skissert et anslag for løseområde for et potensielt kvikkleireskred som berører planområdet. Faregradsevaluering gir kvikkleiresonen lav faregrad. Skråningen vest for det planlagte tiltaket ligger utenfor tiltakets influensområde. I henhold til NVEs kvikkleireveileder medfører det at det kun stilles krav til langtidsstabilitet og robusthet mot mindre uforutsette spenningsendringer i grunnen i denne skråningen.

Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler. Profil A går igjennom planområdet, mens profil B går igjennom den nordlige delen av den skisserte kvikkleiresonen. Beregninger viser at gjeldende sikkerhetskrav gitt i kvikkleireveilederen er tilfredsstillende, både før og etter planlagte tiltak etableres.

Utredningen er gjort ifm. detaljregulering av planområdet. Det presiseres at tiltaket må detaljprosjekteres før utbyggingen starter. I en slik detaljprosjekteringsfase må det dokumenteres at kravene til både lokal- og områdestabilitet er overholdt *både før, under og etter utførelse*.

Revisjon 01 av rapporten inkluderer endringer iht. uavhengig kvalitetssikrers kommentarer (Multiconsult Norge AS) oppsummert i notat 10210910-02-RIG-NOT-001. Endringene er skrevet i kursiv.

Revisjon 02 av rapporten inkluderer en mindre justering av score for konsekvensklasse og risikoklasse iht. kommentar fra kunde. Teksten som er endret er understreket.

Innhold

Tegninger	5
1 Innledning	6
2 Regelverk	8
2.1 Sikkerhet mot kvikkleireskred iht. TEK 17 kap. 7.3	8
2.2 Krav til lokalstabilitet iht. eurokode 7	9
3 Topografi og grunnforhold	9
3.1 Topografi	9
3.2 Grunnforhold	10
3.3 Erosjon	12
4 Områdestabilitet	12
4.1 Aktuell skredmekanisme	12
4.2 Soneavgrensning	13
4.3 Faregradsevaluering	15
4.4 Konsekvensklasseevaluering	16
4.5 Risikoklasseevaluering	16
5 Stabilitetsberegninger	17
5.1 Beregningsgrunnlag	17
5.2 Resultater	25
6 Usikkerhetsmomenter	26
7 Konklusjon	26
8 Referanser	27

Tegninger

001	Stabilitetsberegninger profil A – dagens situasjon
002	Stabilitetsberegninger profil A – etter tiltak
003	Stabilitetsberegninger profil B

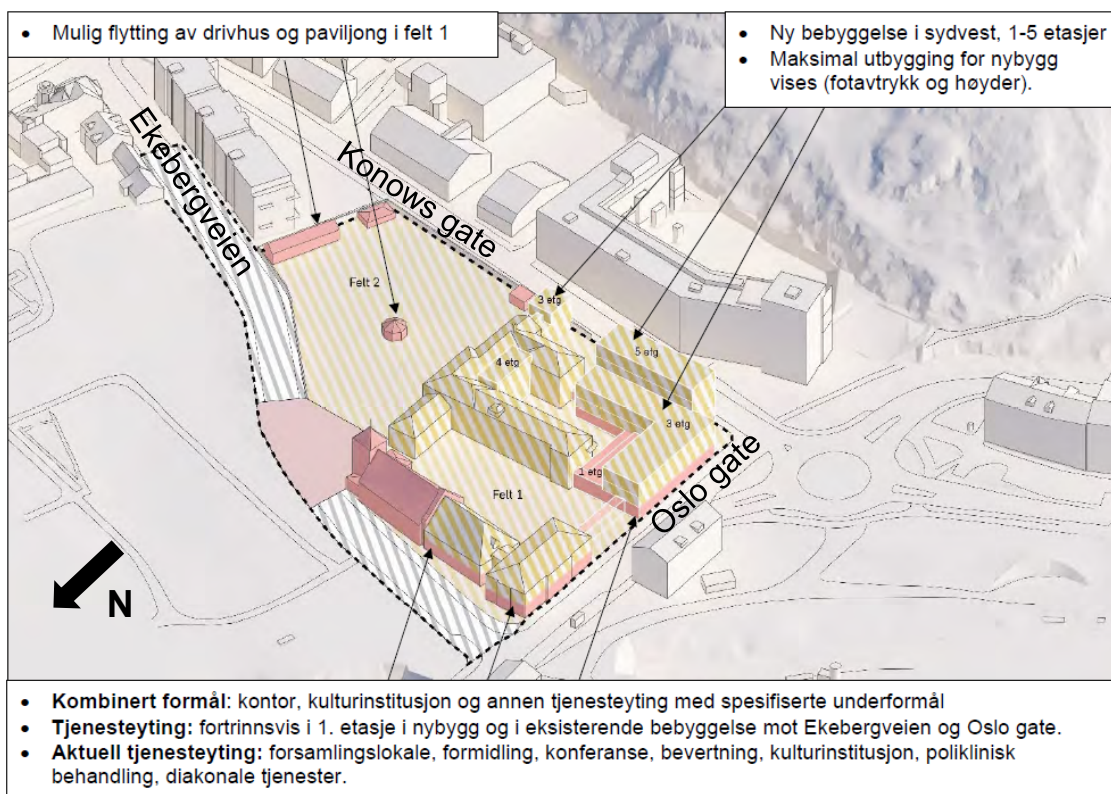
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Ekebergveien 1 AS planlegger etablering av ny bebyggelse på tomten til Oslo Hospital (g.nr./b.nr. 233/103) i Gamlebyen i Oslo sentrum. Prosjektet er på detaljreguleringsnivå. NGI er i den forbindelse engasjert for å utføre en vurdering av områdestabilitet i området iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /1/. Planområdet er vist i Figur 1.

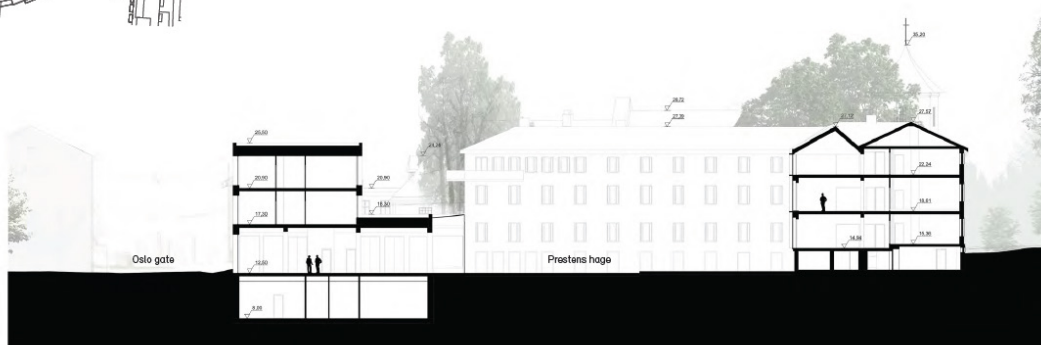
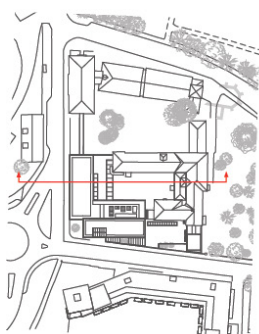
Revisjon 01 av rapporten inkluderer endringer iht. uavhengig kvalitetssikrers kommentarer (Multiconsult Norge AS) oppsummert i notat 10210910-02-RIG-NOT-001 /2/. Endringene er skrevet i kursiv.

Revisjon 02 av rapporten inkluderer en mindre justering av score for konsekvensklasse og risikoklasse iht. kommentar fra kunde (ref. mail mottatt fra oystein@troseid.no 4. juni 2021). Teksten som er endret er understreket.



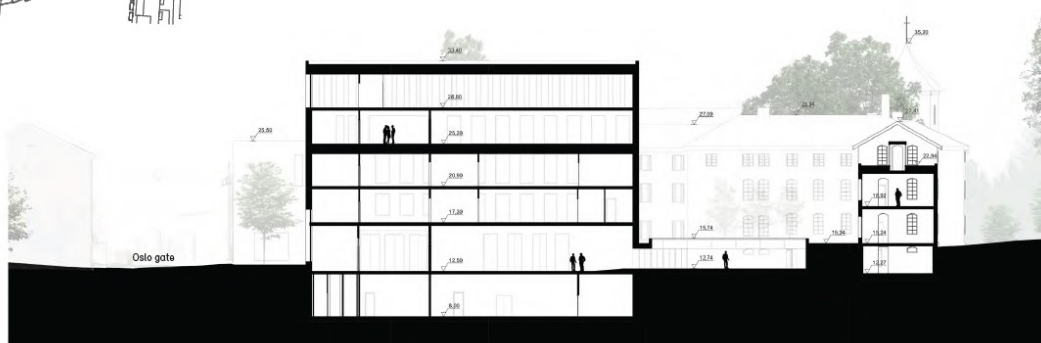
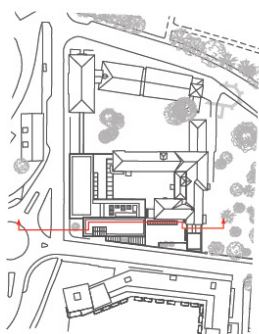
Figur 1 Skisse over planlagte tiltak oversendt fra kunde (ref. mail mottatt fra oystein@troseid.no 23. mars 2021).

Det planlegges oppført tre bygg, med 1-5 etasjer og én kjelleretasje. Snitt som illustrerer planlagt bebyggelse er vist i Figur 2 og Figur 3.



Snitt B
 1:300

Figur 2 Snitt som viser planlagt bebyggelse oversendt fra kunde (ref. mail mottatt fra maja@transborderstudio.com 03.05.2021). Bygg til høyre i figuren er eksisterende bebyggelse på tomten.



Snitt E
 1:300

Figur 3 Snitt som viser planlagt bebyggelse oversendt fra kunde (ref. mail mottatt fra maja@transborderstudio.com 03.05.2021). Bygg til høyre i figuren er eksisterende bebyggelse på tomten.

2 Regelverk

2.1 Sikkerhet mot kvikkleireskred iht. TEK 17 kap. 7.3

Tiltak i områder med kvikkleire skal følge krav i henhold til TEK17 /3/.

Ettersom området ligger under marin grense skal det utføres en vurdering av områdestabilitet med tanke på potensiell fare for kvikkleireskred iht. TEK17. Med hensyn til krav til sikkerhet mot kvikkleireskred henviser TEK17 til NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /1/.

Tiltaket vil medføre større personopphold, og plasseres dermed i tiltakskategori K4 (Tabell 1). For tiltak i tiltakskategori K4 gjelder følgende krav til områdestabilitet (fra NVE 1/2019):

Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare, iht. NVE Veileder 1/2019. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket, må forebygges. (...).

*Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhet¹ $F_{cu}^2 \geq 1,40 * f_s$ og $F_{c\phi}^3 \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet 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 (...).

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

Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (...).

Sprøhetsforholdet f_s er ifølge NVE 1/2019 1,15 /1, 3/. Dersom det er behov for prosentvis forbedring, skal dette gjøres iht. Figur 4. *Forbedring eller vesentlig forbedring kreves ved hhv. lav/middels og høy faregrad /1, 3/.*

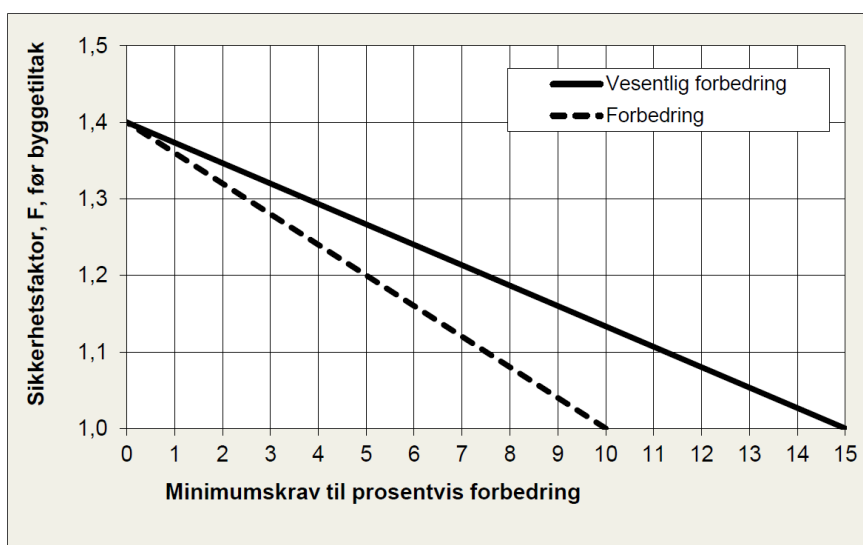
¹ En beregnet verdi som angir sikkerhet mot skred, hvor $F < 1,0$ tilsier brudd. Sikkerhetsfaktoren angir forholdet mellom stabiliserende krefter og drivende krefter langs en potensiell glideflate.

² F_{cu} er beregnet sikkerhetsfaktor for udrenert tilstand, dvs. korttidsstabilitet ved raske lastendringer

³ $F_{c\phi}$ er beregnet sikkerhetsfaktor for drenert tilstand, dvs. langtidsstabilitet der det ikke forventes å skje lastendringer

Tabell 1 Beskrivelse av tiltakskategori K4 iht. NVE 1/2019 /1/.

K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner <ul style="list-style-type: none"> • bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter • sykehjem og sykehus • skole og barnehage • idrettshaller • utendørs publikumsanlegg • nærings- og industribygg
----	---



Figur 4 Krav til prosentvis forbedring iht. NVE 1/2019 /1/.

2.2 Krav til lokalstabilitet iht. eurokode 7

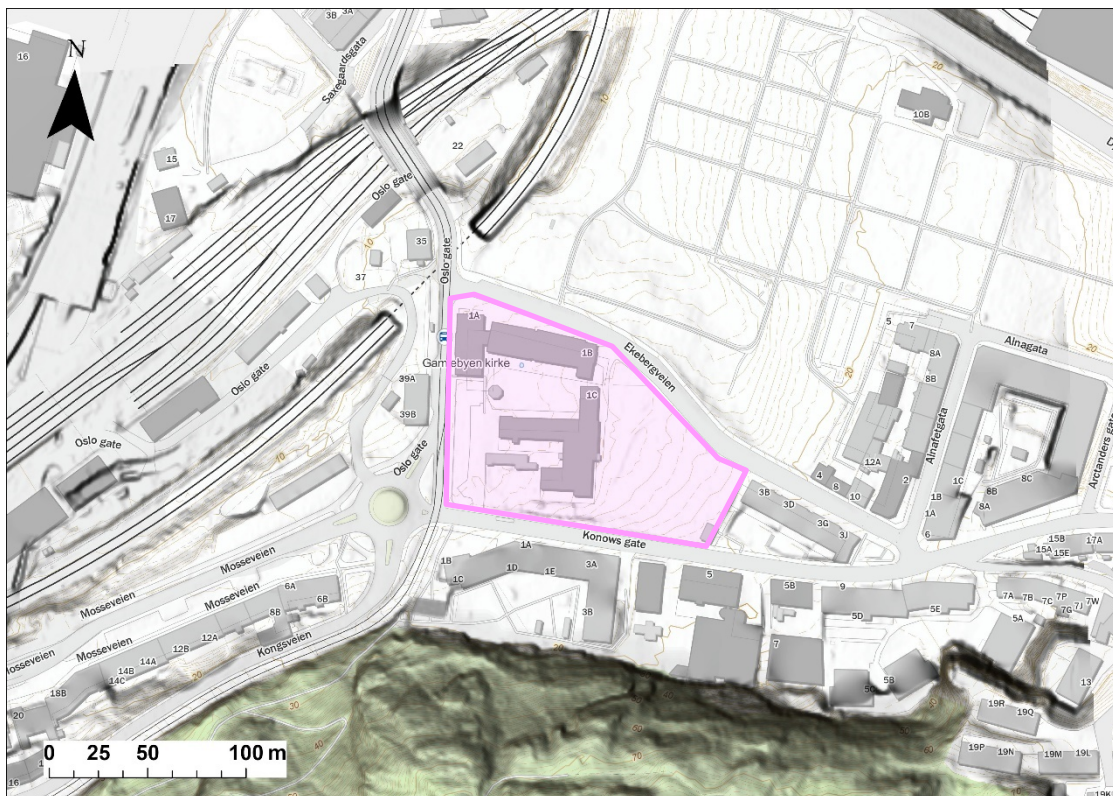
Tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet som involverer nye tiltak må dokumenteres med stabilitetsanalyser. Krav til beregnet materialfaktor (sikkerhetsfaktor) for lokalstabilitet er $\gamma_m \geq 1,4$ for udrenert tilstand (korttid) og materialfaktor $\gamma_m \geq 1,25$ for drenert tilstand (lang tid) iht. Eurokode 7 /4/.

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Terrenget i planområdet skråner lett fra ca. kote +12,5 i nordvest til ca. kote +14,0 i sørøst. Omtrentlig 50 m vest for planområdet skråner terrenget bratt ned mot en jernbanelinje, med en skråningshelning på ca. 1:1,7, og lokal høydeforskjell ca. 6 m. Fra planområdet og mot sørøst skråner terrenget jevnt oppover i ca. 150 m mot ca. kote +20, før terrenget skråner bratt oppover i Ekebergåsen. Nordøst for planområdet, ved Gamlebyen gravlund, skråner terrenget jevnt fra ca. kote +21 i vest mot ca. kote +11,5 i

øst, før terrenget også her skråner bratt ned mot jernbanen, med skråningshelning ca. 1:1,7 og total skråningshøyde ca. 6 m.



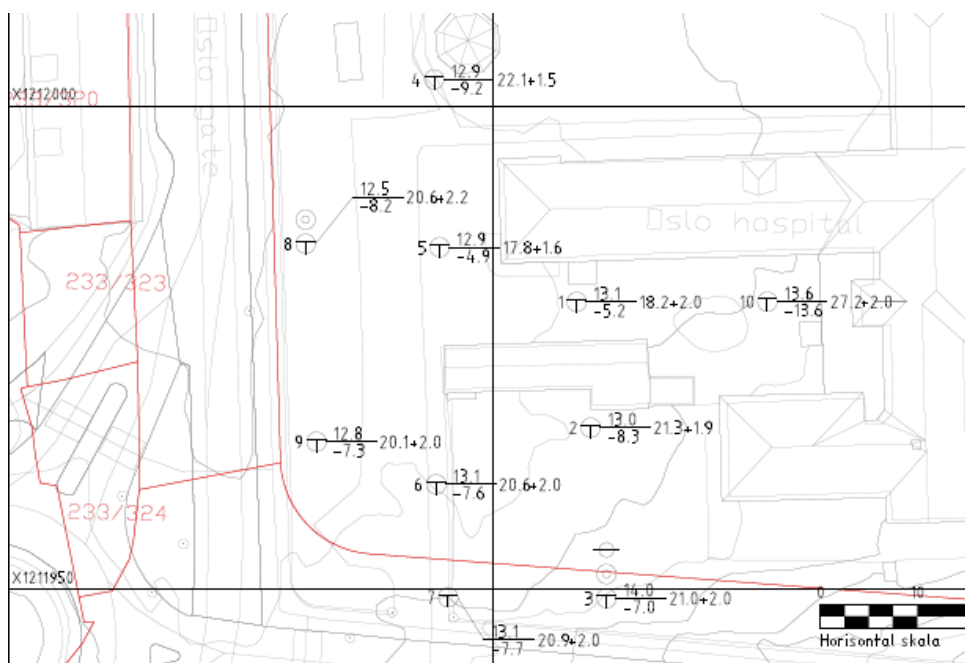
Figur 5 Oversiktskart med fjellskygge. Omtrentlig avgrensning av "Oslo Hospital"-tomten er markert med rosa.

3.2 Grunnforhold

Multiconsult utførte i 2019 grunnundersøkelser i tiltaksområdet ifm. prosjektet, bestående av totalsonderinger i 10 punkt, og opptak av sylinderprøver i 2 punkt /5/ (Figur 6). Berg ble registrert i borpunktene på dybder under terreng mellom ca. 18 og 27 m. Sonderingene indikerer at løsmassene generelt består av et topplag av tørrskorpeleire overliggende leire. Stedvis er et fastere lag påtruffet mellom leirlaget og berg. Sprøbruddmateriale⁴ og/eller kvikkleire⁵ ble påvist fra 6 m dybde i borpunktene der det ble tatt opp prøveserier. Det ble i forbindelse med Multiconsults grunnundersøkelser ikke utført trykksønderinger (CPTU), noe som normalt gjøres ved undersøkelser av denne type.

⁴ Sprøbruddmateriale defineres som materiale med omrørt udrenert skjærfasthet < 2 kPa iht. NS 8015 eller < 1,27 kPa iht. ISO 17892-6.

⁵ Kvikkleire defineres som leire med omrørt udrenert skjærfasthet < 0,5 kPa iht. NS 8015.



Figur 6 Grunnundersøkelser utført av Multiconsult /5/.

Rambøll utførte i 2009 grunnundersøkelser i omkringliggende områder (utenfor planområdet) ifm. planleggingen av nytt dobbeltspor mellom Oslo og Ski /6/. Grunnundersøkelsene besto av 46 totalsonderinger, 22 trykksonderinger og opptak av sylindrerprøver i 5 punkt. Resultater fra enkelte av disse borpunktene er benyttet til tolkning av lagdeling ifm. dette prosjektet, og er nærmere beskrevet i kapittel 5.1.2.

Ved foten av Ekebergskrenten (markert med grønt i Figur 5) kan berg i dagen observeres fra flyfoto (Figur 7), og det antas at det generelt er tynt løsmassedekke i hele skråningen.



Figur 7 Berg i dagen sør for området markert med blå ring (www.norgebilder.no).

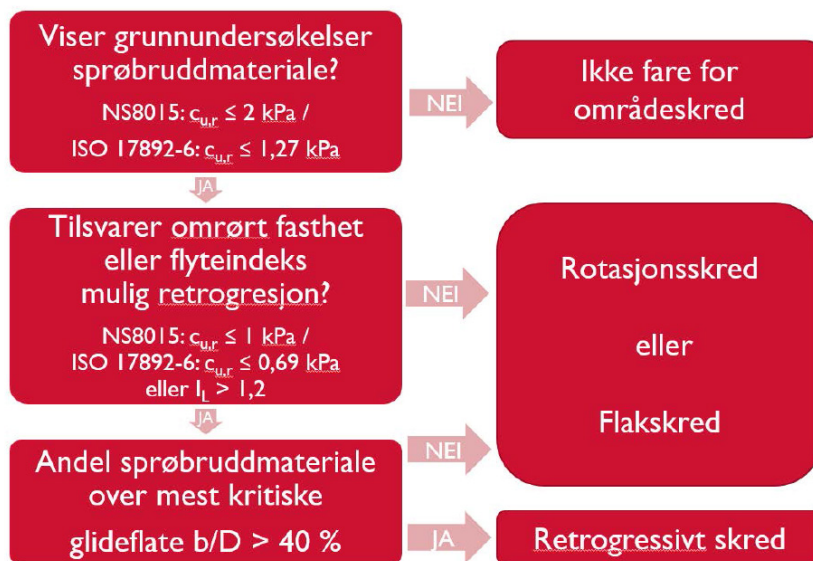
3.3 Erosjon

Det er ingen bekker eller elveløp i eller tilgrensende til den foreslåtte faresonen (se kap. 4.1). Det er dermed ikke fare for at erosjon kan føre til skred som kan ramme planområdet.

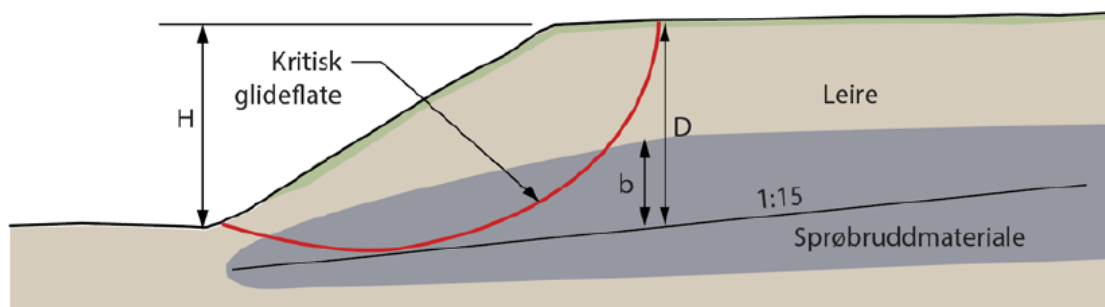
4 Områdestabilitet

4.1 Aktuell skredmekanisme

Iht. flytskjema i NVEs kvikkleireveileder vurderes aktuell skredmekanisme i en kvikkleiresone på basis av leirens omrørte skjærfasthet og andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate (Figur 8). Det er påvist kvikkleire ($c_{u,r} < 0.5$ kPa) i planområdet /5/, og det kan ikke utelukkes at det såkalte b/D-forholdet er større enn 40 % (Figur 9) ved kritisk glideflate. Med bakgrunn i dette vurderes retrogressive skred som aktuell skredmekanisme for området.



Figur 8 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme /1/.

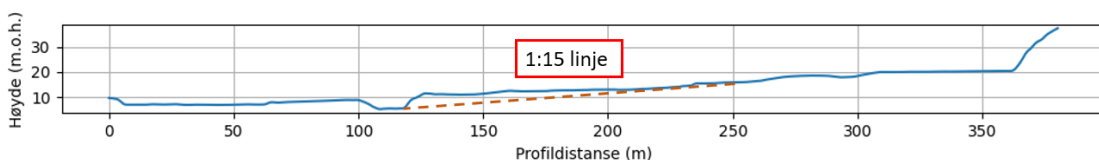


Figur 9 Illustrasjon av metode for bestemmelse av b/D-forholdet /1/.

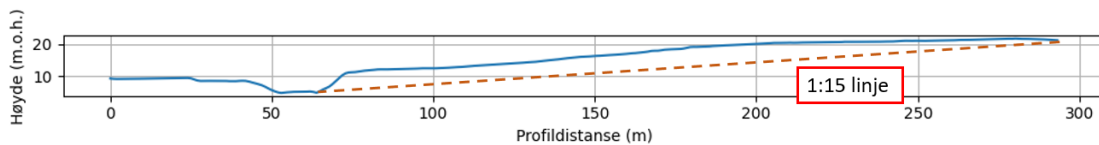
4.2 Soneavgrensning

I NVEs retningslinjer for vurdering av kvikkleireskred /1/, er det angitt prosedyrer for utredning av områdeskredfare. Ett sentralt punkt er å avgrense området som kan være utsatt for områdeskred, dvs. å avgrense løсне- og utløpsområde som har betydning for det aktuelle tiltaket. Basert på terrengeanalyser og tolking av grunnundersøkelser i området, er det skissert et anslag for *løсне- og utløpsområde* for et potensielt kvikkleireskred som berører planområdet (Figur 15).

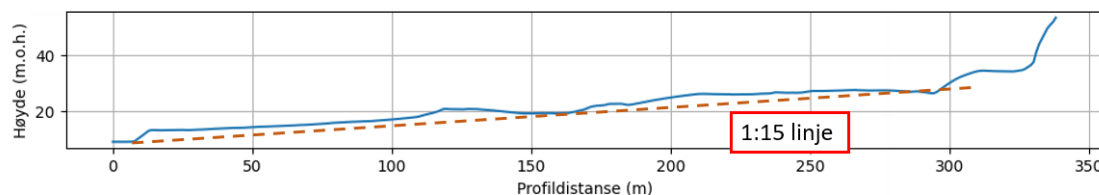
I nordvest, nord og nordøst begrenses løснеområdet av bunn av skråninger der det går jernbanelinjer. *I sør begrenses løснеområdet i distanse ca. 15 x skråningshøyde etter metodikk i /1/ langs profil A-D (Figur 10-Figur 13).* I sørvest er løснеområdet begrenset ved det som er tolket til å være en tidligere ravine (kanal i bergskrent vil ha kunne ledet vann ned til lavereliggende områder, og over tid danne ravine). *I sørøst er løснеområdet begrenset av en forsenkning i terrenget.*



Figur 10 Terreng med 1:15-linje i profil A.



Figur 11 Terreng med 1:15-linje i profil B.



Figur 12 Terreng med 1:15-linje i profil C.

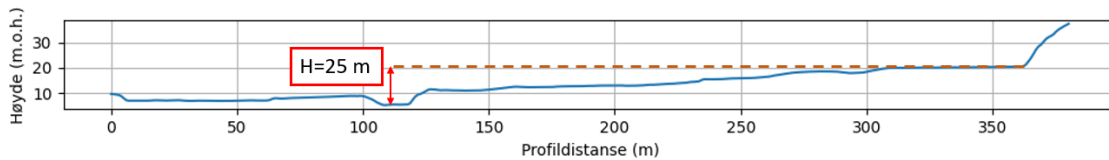


Figur 13 Terreng med 1:15-linje i profil D.

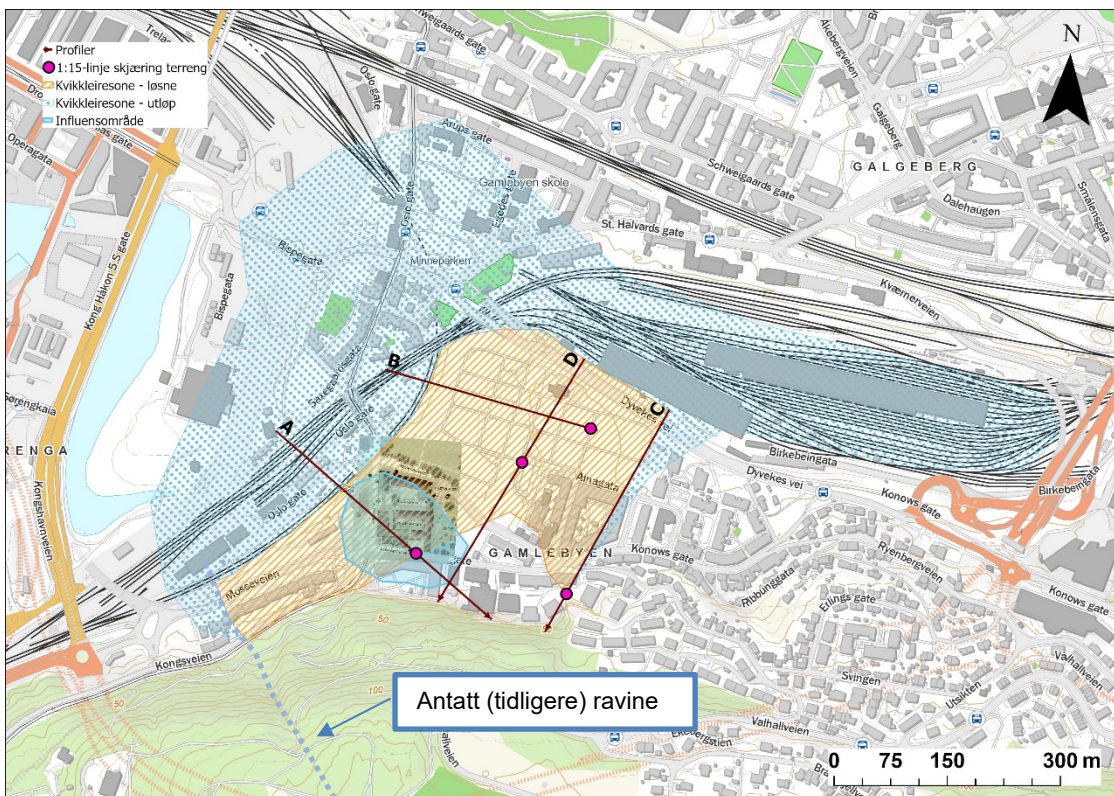
For retrogressive skred i åpent og kanalisert terreng kan utløpslengden til skredet forventes å være hhv. ca. 1,5 og 3 x "løsnelengden" til skredet /1/. For den foreslåtte kvikkleiresonen er terrenget relativt åpent mot vest og nordvest, og utløpsområdet i disse retningene er dermed tegnet opp i distanse ca. 1,5 x løsnelengden. I nordøst er terrenget

mer kanalisert, og utløpsområdet begrenses av forsenkningen i terrenget ved jernbanelinjene. Utløpsområdet begrenses i østlig retning av skråningen opp mot Freserveien.

NVEs kvikkleireveileder /1/ etablerer et begrep de har kalt "influensområde". Influensområdet referer til hvilket område som vil bli påvirket av et tiltak, det vil si i første rekke om det er skråninger som vil bli påvirket av tiltaket (*grense på 2 x total skråningshøyde (H)*). For det aktuelle planområdet ved Oslo Hospital er situasjonen som følger: Total skråningshøyde i sonen er ca. 25 m fra bunnen av skråningen (ved jernbanelinjen) og til foten av Ekebergskrenten (Figur 14). Foten av skråningen som går fra jernbanen og østover mot det planlagte tiltaket ligger over $2xH=50$ m unna tiltaksområdet. Dette innebærer iht. NVEs kvikkleireveileder /1/ at skråningen er utenfor tiltakets influensområde (Figur 15). Det stilles dermed kun krav til at skråningens sikkerhet vurderes på grunnlag av langtidsstabilitet, samt robusthet mot mindre uforutsette spenningsendringer (se kapittel 2.1 for detaljer).



Figur 14 Profil som illustrerer total høydeforskjell i skissert kvikkleiresone. Profilet er vist i plan i Figur 17 (profil A). Nb! Hele profil A ligger ikke i kvikkleiresonen, men andre områder i sonen ligger på høyde som bakkant av profilet.



Figur 15 Skissert løsne- og utløpsområde for potensielt kvikkleireskred som vil kunne ramme planområdet.

4.3 Faregradsevaluering

Faregraden på den kartlagte kvikkleiresonen er klassifisert ut fra metodikk beskrevet i NVE eksternt rapport 9/2020 /7/. Faregrad fastsettes ved en semikvantitativ metode, slik at den gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til områdets stabilitet eller skredfare. Topografiske forhold, geologiske/geotekniske forhold og utførte terrengendringer (dvs. menneskelige inngrep) gir en poengscore i denne vurderingen. Faregraden deles inn i tre klasser: lav, middels og høy. Basert på oppnådd poengsum plasseres sonen i en av disse tre klassene, se Tabell 2. Beregning av faregrad for den foreslåtte kvikkleiresonen er vist i Tabell 3. Kvikkleiresonen får *poengsum 17*, og sonen klassifiseres dermed med lav faregrad.

Tabell 2 Faregradsklasser.

Faregradsklasse	Lav	Middels	Høy
Poengsum	0-17	18-25	26-51

Tabell 3 Faregradsevaluering for kvikkleiresonen. Valgte score er markert med grønt.

Faregrad Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Kommentar
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	Flere leirskredhendelser registrert i NVEs temakart
Skråningshøyde	2	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	
For-konsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	
Poreovertrykk i kritisk glideflate	3	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	Slak skråningshelning med bergskrent i bakkant, antar noe poreovertrykk fra utstrømninger fra berg
Poreundertrykk i kritisk glideflate	-3	> -50 kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag	Basert på prøvetaking
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	Basert på prøvetaking
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen	Ingen bekker/elver
Forverrende inngrep	3	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Forbedrende inngrep	-3	Stort	Noe	Lite	Ingen	Planlagte tiltak forbedrer stabiliteten noe (se kapittel 5.2)
Poengsum	17 poeng					

4.4 Konsekvensklasseevaluering

Konsekvensklassen på de kartlagte kvikkleiresonene er klassifisert ut fra metodikk beskrevet i NVE ekstern rapport 9/2020 /7/. Konsekvens deles inn i tre klasser: mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. Basert på oppnådd poengsum plasseres sonen i en av disse tre klassene, se Tabell 4. Beregning av konsekvensklasse for den foreslåtte kvikkleiresonen er vist i Tabell 3. Kvikkleiresonen får poengsum 34, og sonen faller dermed innunder konsekvensklassen "meget alvorlig".

Tabell 4 Konsekvensklasser.

Konsekvensklasse	Mindre alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig
Poengsum	0-6	7-22	23-45

Tabell 5 Konsekvensklasseevaluering av faresonen. Valgte score for de ulike faktorene er markert med grønt.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				Kommentar
		3	2	1	0	
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	Flere boligblokker i området
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	Flere næringsbygg i området, antar stort personopphold
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	Kulturminner på området, to fredede bygg
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	Berørt vei i løsne- og utløpsområdet
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	Daglig persontrafikk
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distri-busjon	Lokal	Ingen kraftledninger markert i NVE atlas
Oppdemning flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	Ingen vassdrag i området
Poengsum		34 poeng				

4.5 Risikoklasseevaluering

Risikoklasse beregnes som produktet av faregradscore og konsekvensklassescore /7/. Risiko deles i fem risikoklasser basert på oppnådd poengsum (Figur 16). Produktet av faregradscore og konsekvensklasse for kvikkleiresonen som berører tiltaksområdet er 578, og kvikkleiresonen faller dermed innunder risikoklasse 2.

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Figur 16 Utklipp fra NVE ekstern rapport 9/2020 /7/ viser oversikt over risikoklasser.

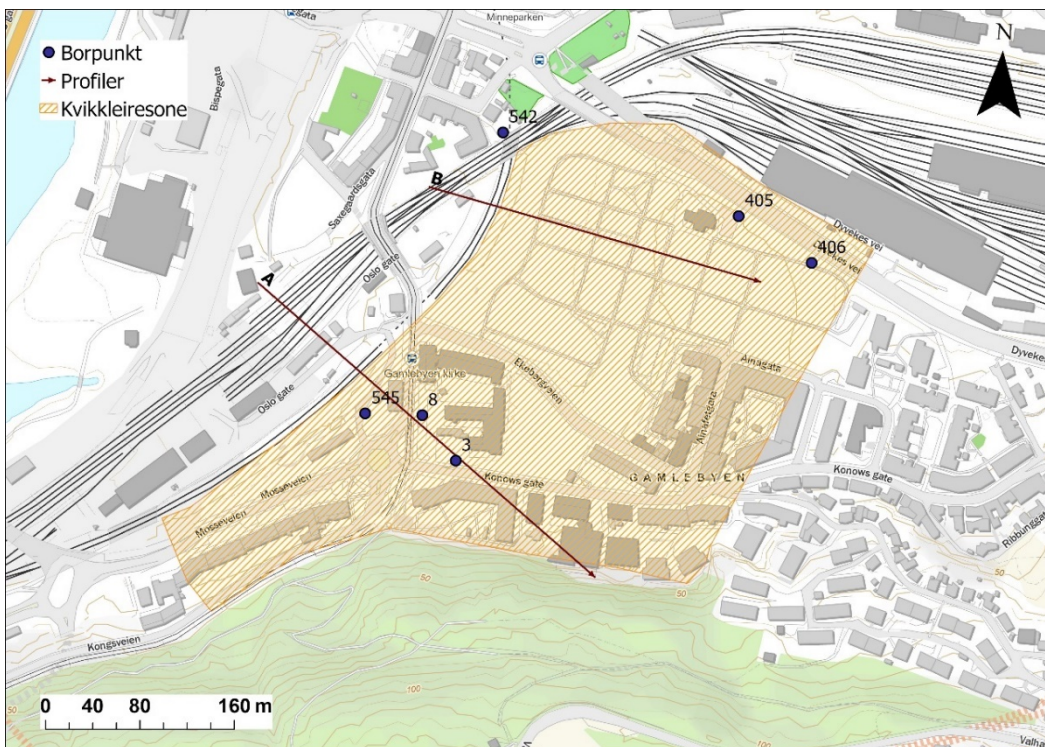
5 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger er utført med programmet Geosuite Stability, som baserer seg på likevektsmetoden. Sprøbruddmateriale er påvist i tykkere lag i flere punkter, og et eventuelt initialskred vurderes til å være sirkelsylindrisk. Stabiliteten er dermed kun vurdert mtp. en slik bruddmekanisme.

5.1 Beregningsgrunnlag

5.1.1 Valg av beregningsprofiler

Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler i sonen: profil A og profil B (Figur 17). Profil A går gjennom tiltaksområdet, og er dermed valgt for å kunne undersøke lokal- og områdestabiliteten til det planlagte tiltaket. Profil B går gjennom Gamlebyen gravlund, og er valgt for å kunne undersøke områdestabiliteten i øvrige deler av kvikkleiresonen i henhold til krav gitt i /1/. I området ved gravlunden er det relativt lik høydeforskjell og skråningshelning i skråningene mot vest og nord, og det vurderes dermed som tilstrekkelig å vurdere skråningsstabiliteten mot vest.



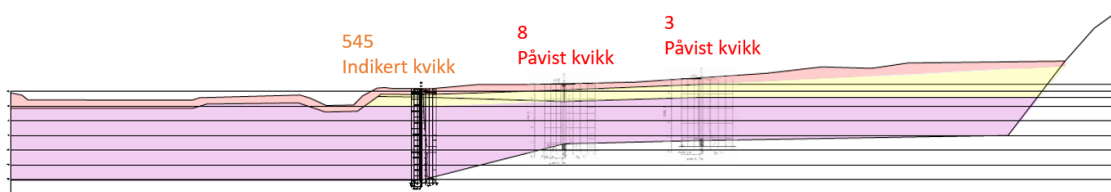
Figur 17 Beregningsprofiler. Borpunkt benyttet til tolkning av lagdeling er vist som blå punkter. Borpunktene 3 og 8 er boret av Multiconsult /5/, og borpunkt 405, 406, 542 og 545 er boret av Rambøll /6/.

5.1.2 Lagdeling

5.1.2.1 Profil A

Følgende grunnundersøkelser er benyttet for tolkning av kvikkleireutbredelse i profil A (Figur 18):

- 3 (Multiconsult /5/): Prøver, totalsondering. Kvikkleire/sprøbruddmateriale påvist fra dybde 6 m (ca. kote +8).
- 8 (Multiconsult /5/): Prøver, totalsondering. Kvikkleire/sprøbruddmateriale påvist fra dybde 6 m (ca. kote +6,5).
- 545 (Rambøll /6/): CPTU- og totalsondering. Kvikkleire/sprøbruddmateriale tolket fra dybde 6 m (ca. kote +5).

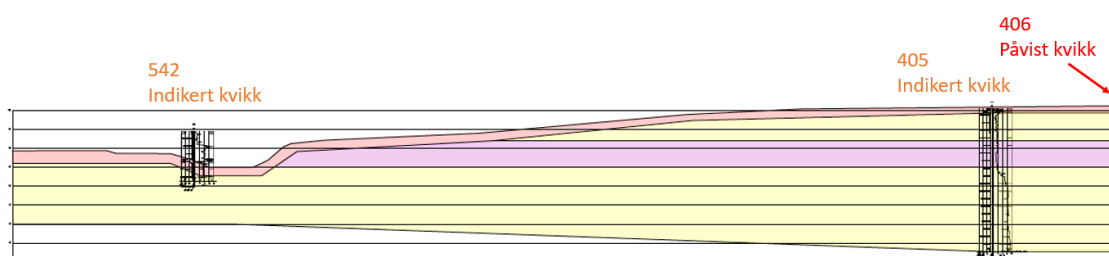


Figur 18 Tolket lagdeling for profil A. Kvikkleire er markert med lilla, leire med gult og tørrskorpe med rødt. Berggrunnen er markert med hvitt. Mellom de horisontale, svarte linjene er det 5 m høydeforskjell. Borpunktenes plassering i plan er vist i Figur 17. Høyoppløselig figur kan sees i tegning 001.

5.1.2.2 Profil B

Følgende grunnundersøkelser er benyttet for tolking av kvikkleireutbredelse i profil B (Figur 19):

- 542 (Rambøll /6/): Totalsondering. Kvikkleire/sprøbruddmateriale tolket fa ca. dybde 8,5 m (ca. kote +5,8). Det bemerkes at punktet ligger ca. 8 m over terrenget i profilet.
- 405 (Rambøll /6/): CPTU- og totalsondering. Kvikkleire/sprøbruddmateriale tolket mellom ca. dybde 8,9 og 15,5 m (ca. kote +5-12).
- 406 (Rambøll /6/): Prøver og totalsondering. Kvikkleire/sprøbruddmateriale påvist mellom ca. dybde 6 m og 10 m (ca. kote +8-12).



Figur 19 Tolket lagdeling for profil B. Kvikkleire er markert med lilla, leire med gult og tørrskorpe med rødt. Berggrunnen er markert med hvitt. Borpunkt 406 er like utenfor/øst for profilet. Mellom de horisontale, svarte linjene er det 5 m høydeforskjell. Borpunktene plassering i plan er vist i Figur 17. Høyoppløselig figur kan sees i figur 003.

5.1.3 Poretrykk

For både profil A og B er grunnvannstanden satt til under tørrskorpen i ca. dybde 2-4 m, og poretrykksfordelingen er satt til hydrostatisk. I forbindelse med grunnundersøkelsene utført av Multiconsult i 2019 /5/ ble det satt ned én poretrykksmåler i borpunkt 3 i dybde 15 m (vist i Figur 17), som viser et poretrykk tilsvarende grunnvannstand ca. 3 m under terreng. *Det er ikke installert poretrykksmålere i flere dybder i samme punkt, og det er dermed ikke mulig å dokumentere poretrykksfordeling mot dybden. Antagelsen om hydrostatisk poretrykksfordeling er gjort med bakgrunn i at området generelt har lav skråningshelning, og det forventes dermed ikke økte grunnvannstrømninger forårsaket av tyngdekraften (slik man ville hatt i en brattere skråning). Tilstedeværelsen av en bratt bergskrent sør i sonen kan medføre noe poreovertrykk ved at vann ledes ut av sprekker i berget, men det vurderes ikke som sannsynlig at dette vil ha betydelig innvirkning på resultatene av stabilitetsberegningene, og er dermed ikke tatt med. Det anbefales derimot at det installeres poretrykksmålere i flere dyp i samme punkt ifm. detaljprosjekteringen av tiltaket.*

5.1.4 Beregningsparametere

Beregningsparametere anvendt i stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell 6, og bakgrunnen for valg av parametere er beskrevet i påfølgende delkapitler. Tørrskorpeleiren modelleres som et drenert materiale i samtlige analyser, mens leiren og kvikk-

leiren modelleres både drenert og udrenert. Erfaringsverdier er benyttet for drenerte styrkeparametere.

Tabell 6 Oppsummering av materialparametere anvendt i analysen.

Materiale	Tyngde- tetthet [kN/m ³]	Friksjons- vinkel ϕ [°]	Kohesjon C' [kPa]	Udrenert skjærfasthet suA [kPa]	Anisotropifaktorer		
					A	D	P
Tørrskorpe	19,5	30	0	-	-	-	-
Leire	19,5	26	5	Kap. 5.1.4.2	1	0,70	0,40
Kvikkleire	19,5	26	5	Kap. 5.1.4.2	1	0,63	0,35

5.1.4.1 Anisotropifaktorer

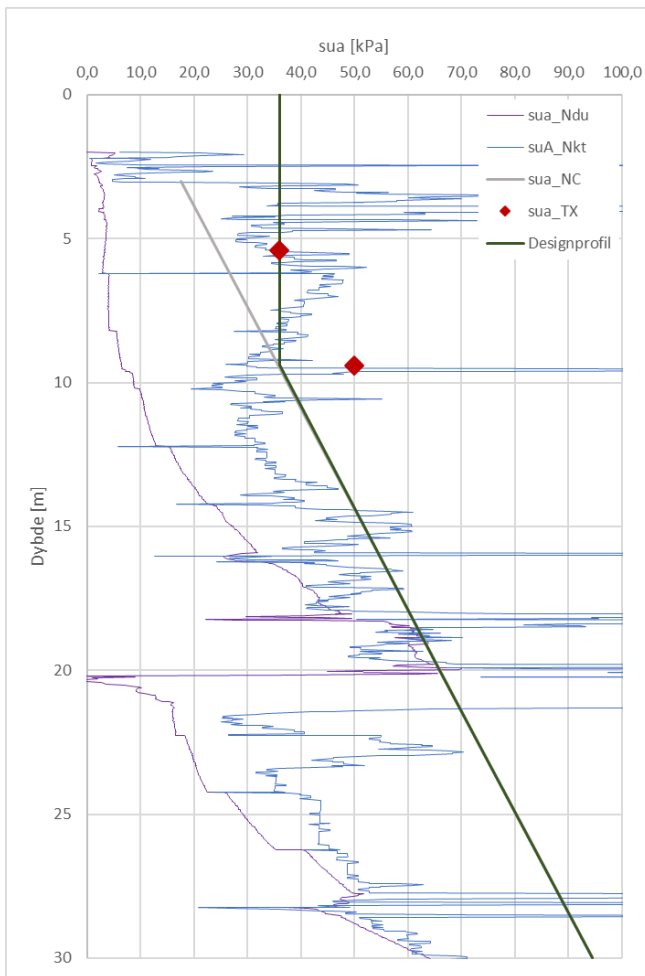
Anisotropifaktorer for aktiv, direkte og passiv udrenert skjærfasthet i kvikkleire er satt til hhv. 1, 0,63 og 0,35 iht. /8/, med antagelse om at materialet er sensitivt og har lav plastisitet.

Anisotropifaktorer for aktiv, direkte og passiv udrenert skjærfasthet i leire er satt til hhv. 1, 0,7 og 0,4 basert på erfaringsverdier.

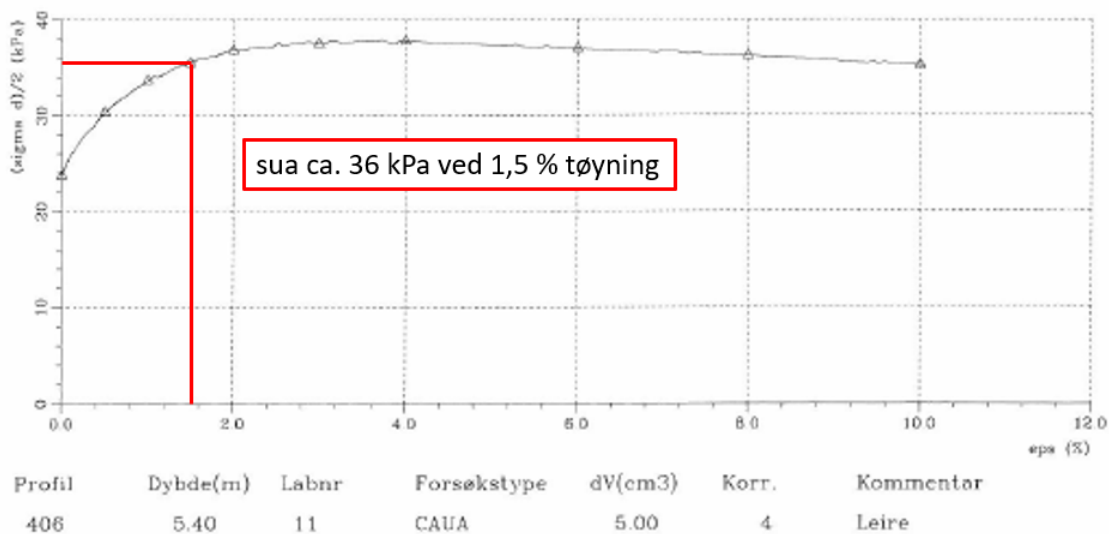
5.1.4.2 Aktiv udrenert skjærfasthet (sua)

Aktiv udrenert skjærfasthet (sua) er tolket fra tilgjengelige grunnlagsdata. Rambøll har utført CPTU-sonderinger i ett punkt langs profil A, og ett punkt langs profil B, hhv. borpunkt 545 og 405.

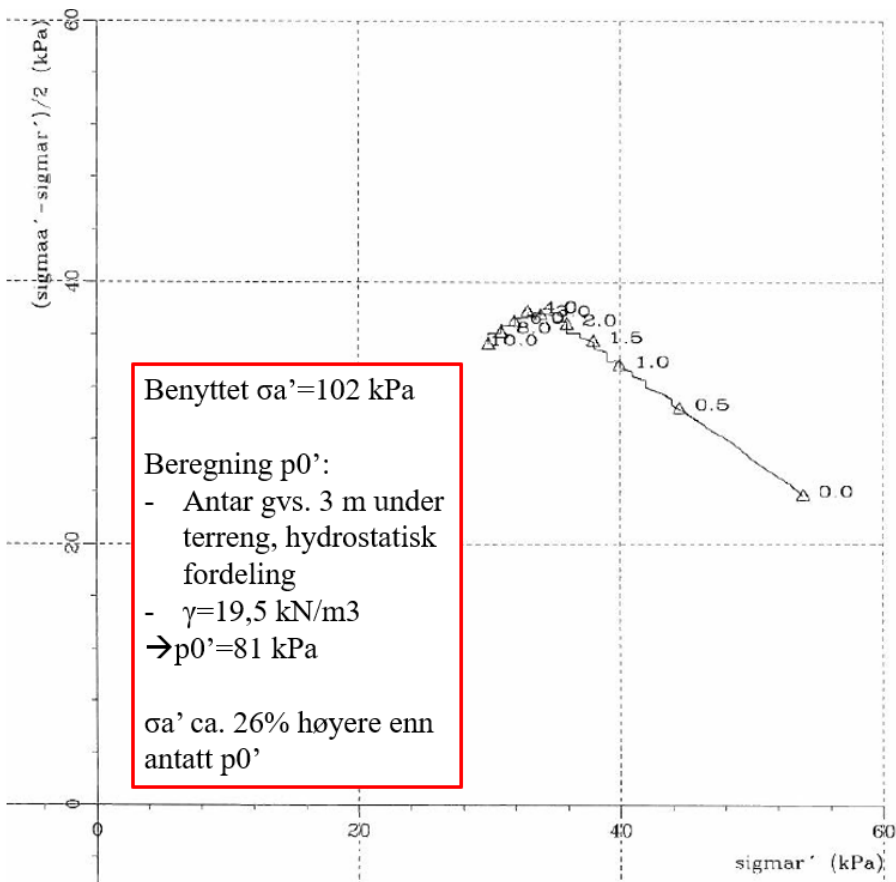
Det er utført treaksialforsøk på opptatte prøver i borpunkt 406, og resultater fra disse forsøkene er benyttet for kalibrering av tolket sua fra CPTU i 405 (Figur 20). *Tolkning av treaksialforsøkene er vist i Figur 21 og Figur 23. Rambøll beskriver ikke kvaliteten av forsøkene i sin datarapport /6/. Et overslag er gjort for antatte in-situ spenninger i de aktuelle dybdene og sammenliknet med benyttede konsolideringsspenninger (Figur 22 og Figur 24). Denne sammenlikningen indikerer at benyttede konsolideringsspenninger er noe høye, noe som medfører at målt styrke kan være noe for høy. Tolkning av CPTU ved den dypeste prøven er en del lavere enn målt styrke, mens for den grunnere prøven samsvarer CPTU-tolkningen og målt styrke godt. Designprofilen er dermed lagt til å sammenfalle med målt styrke i det grunne forsøket, og med NC-linjen (styrke av normalkonsolidert leire, $sua_{NC}=0,3x\sigma'_v$) i det dype treaksialforsøket.*



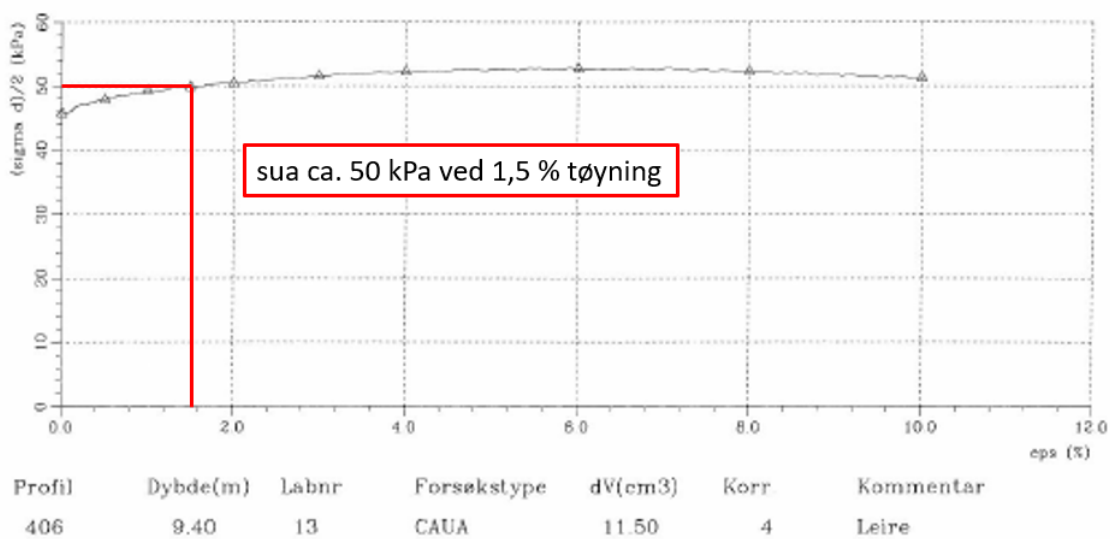
Figur 20 Tolkning av CPTU i borpunkt 405. Treksialforsøkene er hentet fra nabopunktet 406. Designprofilen benyttet i beregningene er markert med mørkegrønt.



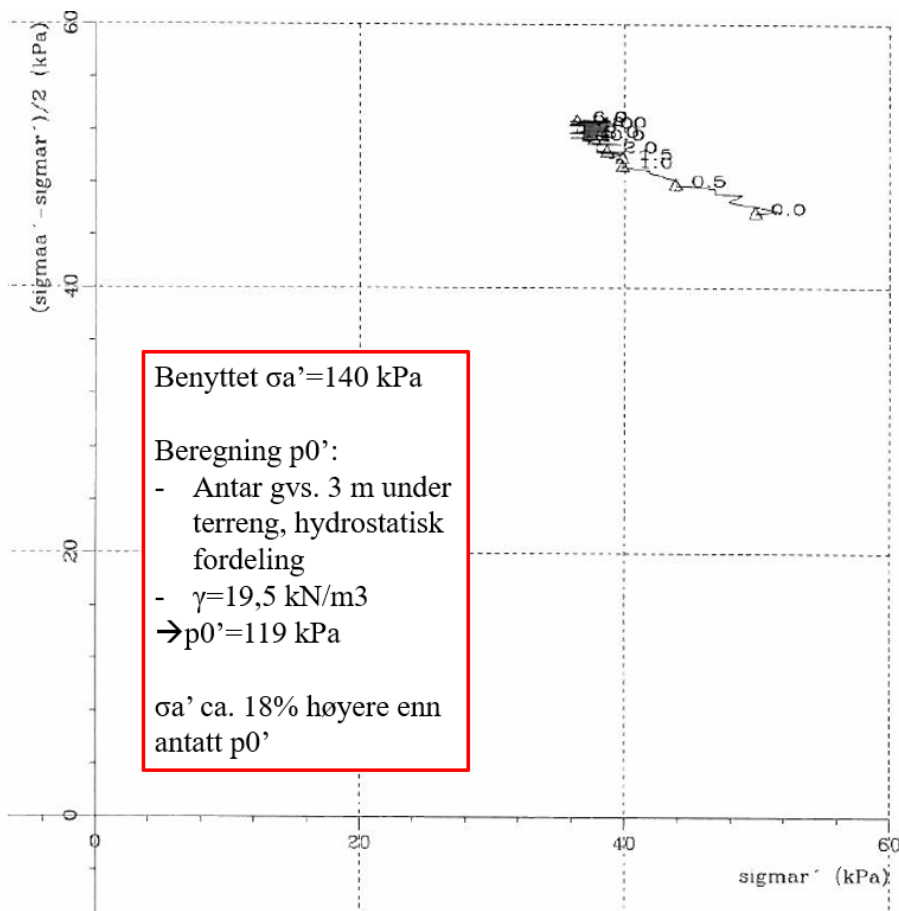
Figur 21 Tolket sua fra treksialforsøk i dybde 5,4 m i borpunkt 406 /6/.



Figur 22 Sammenlikning konsolideringsspenninger (σ'_a) og antatte vertikalspenninger (p_0') for treksialforsøk i dybde 5,4 m i borpunkt 406 /6/.

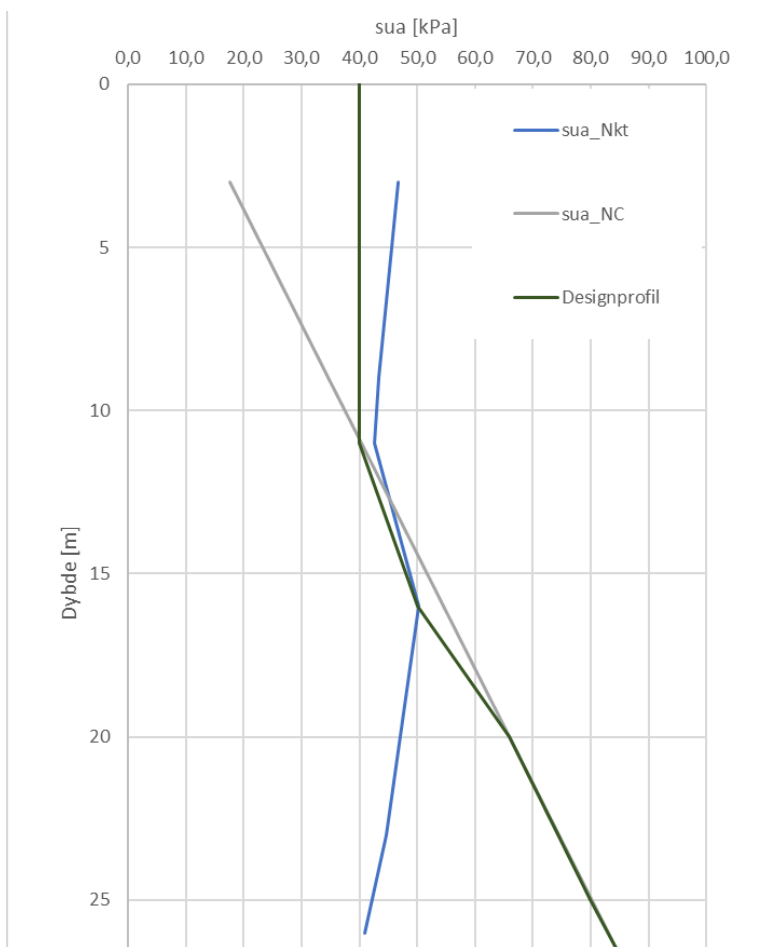


Figur 23 Tolket sua fra treksialforsøk i dybde 9,4 m i borpunkt 406 /6/.



Figur 24 Sammenlikning konsolideringsspenninger (σ'_a) og antatte vertikalspenninger (p_0') for treksialforsøk i dybde 9,4 m i borpunkt 406 /6/.

NGI har ikke tilgang til rådatafilen for CPTU-sonderingen i 545, og sonderingen er dermed tolket manuelt via opptegninger av resultater. Kalibreringsskjema for sonden benyttet i sonderingen foreligger heller ikke, og arealfaktor er dermed antatt til å være 0,8. Med bakgrunn i usikkerhet rundt arealfaktor og manuell tolkning, er et konservativt designprofil valgt ut fra tolket sua. Designprofilen benyttet i beregningene er basert på sonderingen i 545 ned til dybde 16 m. Under dette nivået indikerer sonderingen drenerende masser, som gjør det vanskelig å tolke sua. NC-parametere ($sua_{NC} = 0,3x\sigma_{v0}'$) for leire er dermed benyttet til bestemmelse av aktiv udrenert skjærfasthet under 16 m. Dette er ansett å være "nedre grense" verdier for udrenert skjærfasthet i leire. Usikkerheten mht. skjærfastheten referert til over, kunne vært betydelig redusert dersom Multiconsult hadde inkludert trykksonderinger (CPTU) i sin grunnundersøkelse.

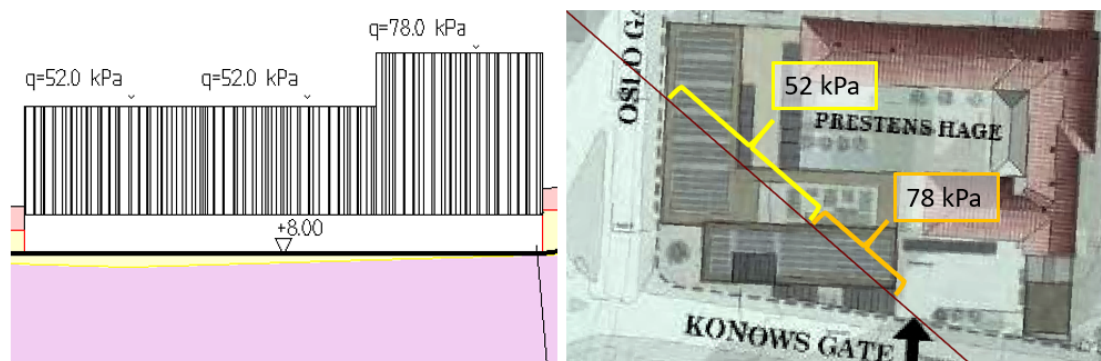


Figur 25 Manuell tolkning av CPTU i borpunkt 545. Designprofilen benyttet i beregningene er markert med mørkegrønt.

I profil A er designprofil basert på tolkning av sua fra borpunkt 545 benyttet langs hele profilen. I profil B er designprofil basert på tolkning av sua fra borpunkt 545 benyttet ved skråningskantet (mot jernbanen i vest), mens designprofil basert på tolkning av sua fra borpunkt 405 er benyttet innover på platået (i øst). Tolkning av CPTU-sonderingene i borpunkt 406 og 545 kan sees i hhv. Figur 20 og Figur 25.

5.1.5 Terrenglaster tiltak

I profil A er det utført beregninger for både dagens situasjon, og situasjonen etter tiltak. For beregningene for etter-tiltak situasjonen er terrenget i tiltaksområdet senket til kote +8, tilsvarende planlagt kjellernivå. *Valg av fundamenteringsløsning samt eventuelle terrenglaster fra byggene er p.t. ikke vurdert/beregnet. I stabilitetsberegningene utført ifm. denne utredningen antas det at byggene skal direktefundamenteres, og erfaringsverdier for terrenglaster er dermed benyttet (13 kPa per etasje (inkl. kjelleretasje)).* Senkning av terreng og påføring av laster langs profil A er vist i Figur 26.



Figur 26 Terrenglaster benyttet i beregningene for å ta hensyn til planlagt tiltak. Profil A er markert med rød strek i figuren til høyre.

5.2 Resultater

Tabell 7 gir en oppsummering av resultatene fra de utførte stabilitetsberegningene. Utsnitt fra beregningene kan sees i tegning 001 tom. 003. Kommentarer til resultatene oppnådd i de ulike beregningsprofilene er gitt i påfølgende delkapitler.

Tabell 7 Oppsummering resultater fra stabilitetsberegninger. FS=sikkerhetsfaktor.

	Lavest beregnet FS		Beregnet FS – bakkant tiltak		Tegningsnr.
	Drenert	Udrenert	Drenert	Udrenert	
A – dagens	1,86	1,35	5,42	2,39	001
A – etter tiltak	1,97	1,35	5,89	2,59	002
B – dagens	1,69	1,21	-	-	003

5.2.1 Profil A

Skråningen ned mot jernbanesporet i vest er skråningen med lavest beregnet stabilitet for profilet, men beregnet sikkerhet overholder sikkerhetskravene til både drenert og udrenert stabilitet for skråninger utenfor et tiltaks influensområde (se kapittel 2.1). Denne skråningen er nærmest upåvirket av tiltaket, og beregnet sikkerhet varierer dermed lite før og etter tiltaket etableres (liten endring i drenert sikkerhet kan skyldes en mindre endring i grunnvannstand etter utgraving av kjeller).

Beregnet sikkerhetsfaktor, både drenert og udrenert, for en glidesirkel som går bakenfor (østenfor) planlagt bebyggelse er svært god for dagens situasjon, og blir enda bedre etter at kjeller graves ut. *Det er ikke vurdert lokalstabilitet i bakkant av byggegrop (sørøstre kant). Dette må vurderes når fundamenteringsløsning er bestemt.*

5.2.2 Profil B

Skråningen ned mot jernbanesporet i vest er skråningen med lavest beregnet stabilitet for profilet, men beregnet sikkerhet overholder sikkerhetskravene til både drenert og udrenert stabilitet for skråninger utenfor et tiltaks influensområde (se kapittel 2.1).

6 Usikkerhetsmomenter

Grunnundersøkelsene som ble utført av Multiconsult i 2019 i forbindelse med prosjektet /5/ inneholdt ingen indirekte eller direkte metoder for fastsettelse av aktiv, udrenert skjærfasthet (bortsett fra enkle indeksforsøk i laboratorium). Det anbefales at dette utføres (f.eks. i form av CPTU-sonderinger) ifm. detaljprosjektering av tiltaket. Borpunkt også utenfor planområdet bør da vurderes, især mot skråningskanten i vest. Det understrekes at styrkeparameterne benyttet i foreliggende rapport er ansett til å være konservative, og at det forventes at supplerende grunnundersøkelser vil kunne forbedre stabilitetsbildet. *Det anbefales også at det installeres poretrykksmålere i flere nivåer i samme punkt for å kunne få bedre kontroll på poretrykkfordelingen i dybden.*

Den foreslåtte kvikkleiresonen beskrevet i kapittel 4.2, er begrenset i sørvest ved det som kan tenkes tidligere har vært en ravine. Det kan være grunnlag for å utvide sonen ytterligere i sørvestlig retning, og det anbefales utført en ny vurdering i detaljprosjekteringen. Dersom sonen utvides, vil dette medføre krav om langtidsstabilitet og robusthetskrav for udrenert sikkerhet som beskrevet i kapittel 2.1 i hele sonen.

Som beskrevet i kapittel 5.1.5 er fundamenteringsløsning og terrenglastene de planlagte byggene vil påføre terrenget foreløpig ikke bestemt/beregnet. I foreliggende rapport er det antatt at byggene vil direktefundamenteres, og erfaringsverdier er benyttet for terrenglast. Nye stabilitetsberegninger med eksakte terrenglast, med fokus på både område- og lokalstabilitet må dermed utføres ved detaljprosjektering av tiltaket. Især må glideflater fra byggegrop og oppover i skråningen (mot sørøst) vurderes dersom bygget pelefundamenteres.

7 Konklusjon

Ekebergveien 1 AS planlegger etablering av ny bebyggelse på tomten til Oslo Hospital (g.nr./b.nr. 233/103) i Gamlebyen i Oslo sentrum. NGI er i den forbindelse engasjert for å utføre en vurdering av områdestabilitet i området iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 /1/. Utredningen, presentert i foreliggende rapport, viser at både dagens stabilitet, samt stabilitet etter etablering av planlagt tiltak, overholder gjeldende krav til sikkerhet. Kritiske skråninger i foreslått kvikkleiresone befinner seg utenfor influensområdet til det planlagte tiltaket.

Utredningen er gjort ifm. detaljregulering av planområdet. Det presiseres at tiltaket må detaljprosjekteres før utbyggingen starter. I en slik detaljprosjekteringsfase må det

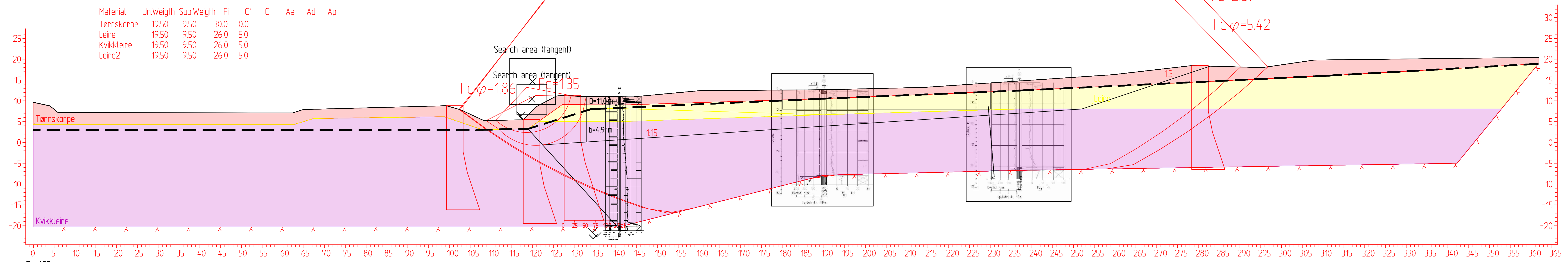
dokumenteres at kravene til både lokal- og områdestabilitet er overholdt, *både før, under og etter utførelsesfasen.*

8 Referanser

- /1/ NVE (2020) NVE veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /2/ Multiconsult Norge AS (2021) 10210910-02-RIG-NOT-001: Oslo Hospital - Uavhengig kontroll av utredning av områdestabilitet. 28.05.2021
- /3/ DIBK (2017) Byggeteknisk forskrift (TEK17). Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- /4/ Norsk Standard (2016) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler.
- /5/ Multiconsult Norge AS (2019) 10212804-01-RIG-RAP-001: Nye Kirkens hus - Geoteknisk datarapport.
- /6/ Rambøll Norge AS (2009) 6080020 Rapport nr. 4: Jernbaneverket Utbygging, Nytt dobbeltspor Oslo - Ski - Datarapport fra grunnundersøkelse.
- /7/ NGI (2020) NVE Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - metodebeskrivelse.
- /8/ NVE, Jernbaneverket, og Statens vegvesen (2014) NIFS-rapport 14/2014: Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer.

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire2	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.70	0.40

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Leire2	19.50	9.50	26.0	5.0				



Fc=1.35
 Udrenert, kritisk
 Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a_oppdatertsu.R1

Fcφ=1.86
 Udrenert, kritisk
 Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a.R2

Fcφ=5.42
 Udrenert, bak bygg
 Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a.R3

Fc=2.39
 Udrenert, bak bygg
 Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a_oppdatertsu.R4

g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a_oppdatertsu.dwg

Tegningstittel	Tegningnr.	Rev.
Stabilitetsberegninger profil A - dagens	001	0

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
0	Utarbeidet	26.05.21	AJD	BGK	AJD

Ekebergveien 1 AS
 Skredvurderinger Oslo Hospital

Stabilitetsberegninger profil A - dagens situasjon

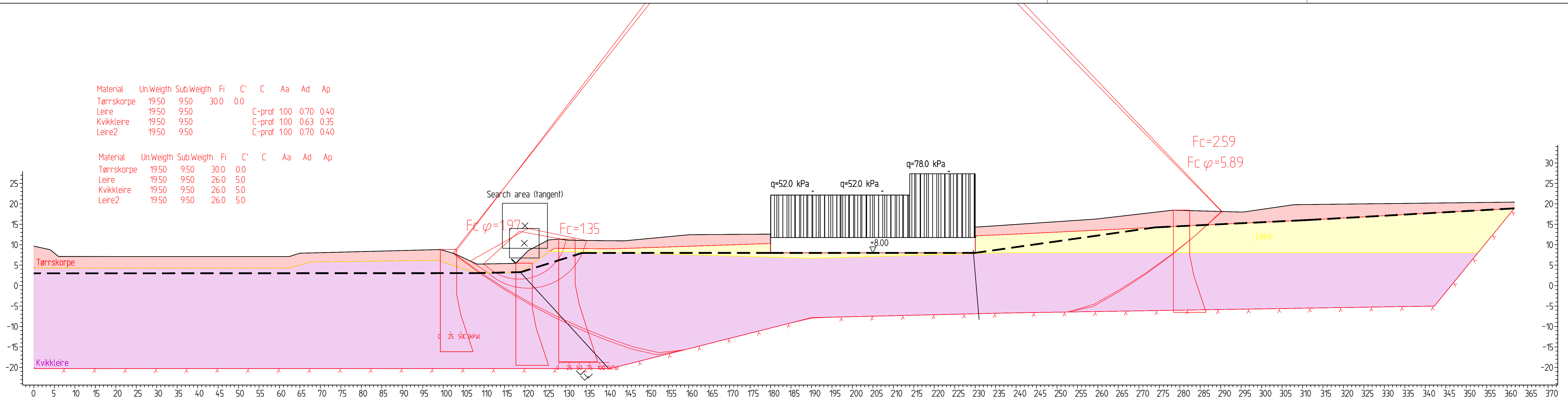
NGI

NGI	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjert
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvdal Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	26.05.2021	AJD	BGK	AJD

Oppdragsnr.	Tegningnr.	Rev.
20210265	001	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof	100	0.70	0.40
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof	100	0.63	0.35
Leire2	19.50	9.50			C-prof	100	0.70	0.40

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Leire2	19.50	9.50	26.0	5.0				



Fcfi=1.97
 Drenerert, kritisk
 Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a_ettertiltak.R3
 Fcfi=5.89
 Drenerert, bak bygg
 Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a_ettertiltak.R4

Fc=1.35
 Udrenert, kritisk
 Result file : G:\geoarkiv\20210265\STABGRAF.RIT\Profila_ettertiltak_oppdateretsu.R1
 Fc=2.59
 Udrenert, bak bygg
 Result file : G:\geoarkiv\20210265\STABGRAF.RIT\Profila_ettertiltak_oppdateretsu.R2

g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profil_a_ettertiltak_oppdateretsu.dwg

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
Stabilitetsberegninger profil A - tiltak	002	0

0	Utarbeidelse	26.05.2021	AJD	BGK	AJD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Ekebergveien 1 AS
 Skredvurderinger Oslo Hospital
 Stabilitetsberegninger profil A - etter tiltak

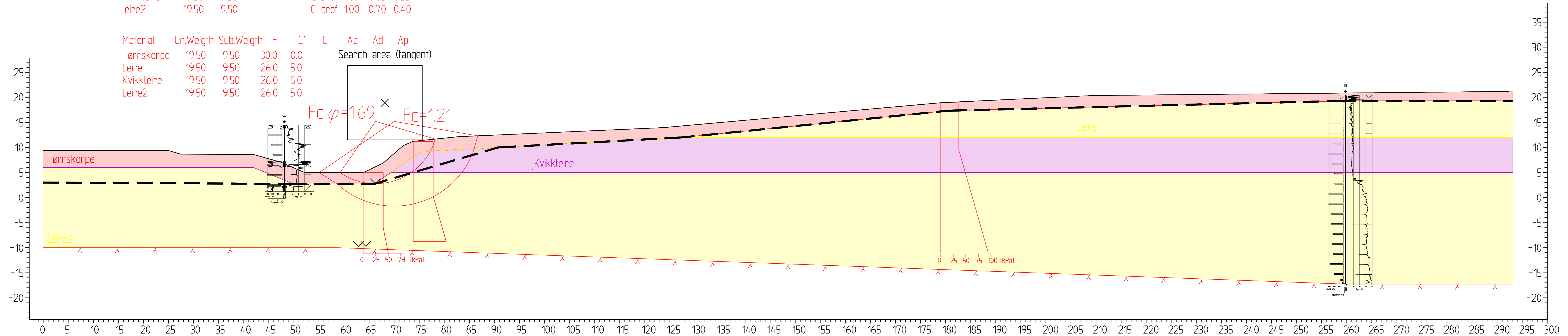
Utsendt
 Original format
 A2.0
 Tegningens tittel
 ProfilA_ettertiltak_oppdateretsu_tilrapport.dwg
 Skredtype
 -

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 26.05.2021	Konstr./Tegnet AJD	Kontrollert BGK	Godkjert AJD
Oppdragsnr. 20210265	Tegningsnr. 002	Rev. 0		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.70	0.40	
Kvikkleire	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Leire2	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.70	0.40	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	19.50	9.50	30.0	0.0				
Leire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Kvikkleire	19.50	9.50	26.0	5.0				
Leire2	19.50	9.50	26.0	5.0				

Search area (tangent)



Fcφ=1.69
Drenert, kritisk
Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profilb.R2

Fc=1.21
Udrenert, kritisk
Result file : g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profilb_oppdateretsu.R1

g:\geoarkiv\20210265\stabgraf.rit\profilb_oppdateretsu.dwg

Tegningsittel:	Tegningsnr:	Rev:
Stabilitetsberegninger profil B	003	0

Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godk
0	Utarbeidelse	26.05.2021	AJD	BGK	AJD

Ekebergveien 1 AS Skredvurderinger Oslo Hospital		Sitat: Utsendt Original format A2.0 Tegningens tittel Profilb_oppdateretsu2_tilrappert.dwg Pårestus	
Stabilitetsberegninger profil B		NGI	

NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvdal Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 26.05.2021	Konstr./Tegnet AJD	Kontrollert BGK	Godkjent AJD
Oppdragsnr. 20210265	Tegningsnr. 003	Rev. 0		

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Områdestabilitetsvurdering		Dokumentnr./Document no. 20210265-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Ekebergveien 1 AS	Dato/Date 2021-05-12
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 2 / 2021-06-09
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords kvikkleire, områdeskred, NVE 1/2019		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Oslo	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Oslo	Feltnavn/Field name
Sted/Location Gamle Oslo	Sted/Location
Kartblad/Map 034N	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 32 Øst: 598940 Nord: 6641864	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2021-05-12 Amanda DiBiagio	2021-05-12 Bjørn Kalsnes		
1	Impl. av kommentarer fra uavhengig kvalitetssikrer	2021-06-02 Amanda DiBiagio	2021-06-02 Bjørn Kalsnes		
2	Mindre justering av score for konsekvensklasse og risikoklasse	2021-06-08 Amanda DiBiagio	2021-06-08 Bjørn Kalsnes		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 9. juni 2021	Prosjektleder/Project Manager Amanda DiBiagio
--	----------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

