
RAPPORT

KORSGATA 16 m.fl., SARPSBORG

OPPDRAKSGIVER

Betongbygg Eiendom AS

EMNE

ROS-analyse geoteknikk: Vurdering av
områdestabilitet

DATO / REVISJON: 2022-10-27 / 00

DOKUMENTKODE: 10244945-RIG-RAP-002



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAG	KORSGATA 16 m.fl., Sarpsborg	DOKUMENTKODE	10244945-RIG-RAP-002
EMNE	ROS-analyse geoteknikk: Vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Betongbygg Eiendom AS	OPPDRAGSLEDER	Dag Erik Julsheim
KONTAKTPERSON	Frøydis Oraug v/Betongbygg Eiendom AS	UTARBEIDET AV	Kim-Levi Wood
KOORDINATER	Sone: 32 Øst: 619953 Nord: 6573423	ANSVARLIG ENHET	10111063 Østfold Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	1 / 947 / - / Sarpsborg		

SAMMENDRAG

Det er påvist kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale i prosjektområdet (dvs. leire som mister det meste av styrken ved omrøring), og topografiske forhold tilsier at områdestabilitet må utredes. På grunnlag av dette er tiltaket derfor vurdert i henhold til NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» (NVE, 2011), samt veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» (NVE, 2020).

Planlagt tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred, og terreng som kan inngå i et løснеområde for et skred. Det er identifisert et løснеområde i vest fra Kruses gate og opp til aktuell tomt, og derfor behov for evaluering av faresonen.

Tiltaket vurderes i tiltakskategori K4 med «lav faregrad», «meget alvorlig» skadekonsekvens, og faresonen ligger i risikoklasse 4. Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet både i dagens situasjon og etter planlagt utbygging i Korsgata 16 m.fl.

Prosjektområdet ligger ikke innenfor et sannsynlig utløpsområde for skred fra nærliggende områder.

Det vurderes at sikkerhet mot områdeskred er tilfredsstillende for planlagt tiltak, og at det ikke er en reell fare for områdeskred i det aktuelle området.

Det er behov for uavhengig kvalitetssikring.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	2023-02-22	Revidert tabell 5.2 og videre følgefeil.	Kim-Levi Wood	Espen Fiskum	Dag Erik Julsheim
00	2022-10-27	ROS-analyse geoteknikk: Vurdering av områdestabilitet	Kim-Levi Wood	Dag Erik Julsheim	Dag Erik Julsheim

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Relevant regelverk	6
3	Områdebeskrivelse	6
3.1	Grunnundersøkelser	7
3.2	Topografi.....	8
3.3	Løsmasser	8
3.4	Berg.....	9
3.5	Grunnvannstand og poretrykk.....	9
4	Potensiell fare knyttet til vassdrag: Sikkerhet mot naturpåkjenninger	10
4.1	Sikkerhet mot flom eller stormflo.....	10
4.2	Sikkerhet mot skred	11
5	Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019	13
5.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»	14
5.2	Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»	15
5.3	Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»	16
5.4	Steg 4: «Bestem tiltakskategori»	17
5.4.1	Sikkerhetskrav.....	17
5.4.2	Nivå på kvalitetssikring	18
5.5	Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde»	18
5.6	Steg 6: «Befaring».....	19
5.7	Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser».....	19
5.8	Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»	21
5.8.1	Aktuelle skredmekanismer	21
5.8.2	Profil A-A – Skredmekanisme.....	21
5.8.3	Løsneområde	22
5.8.4	Utløpsområde	24
5.9	Steg 9: «Klassifiser faresoner»	25
5.9.1	Faregradsklassifisering.....	25
5.9.2	Skadekonsekvensgrad.....	27
5.9.3	Risikoklasser.....	28
5.10	Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»	29
5.10.1	Analysemetoder.....	29
5.10.2	Lagdelling og laster	29
5.10.3	Stabilitet i dagens situasjon	32
5.10.4	Stabilitet etter utført tiltak med utbygging av Korsgata 16 m.fl.	32
6	Konklusjon	33
7	Videre arbeid	33
8	Viktige momenter	33
9	Referanser	34

VEDLEGG

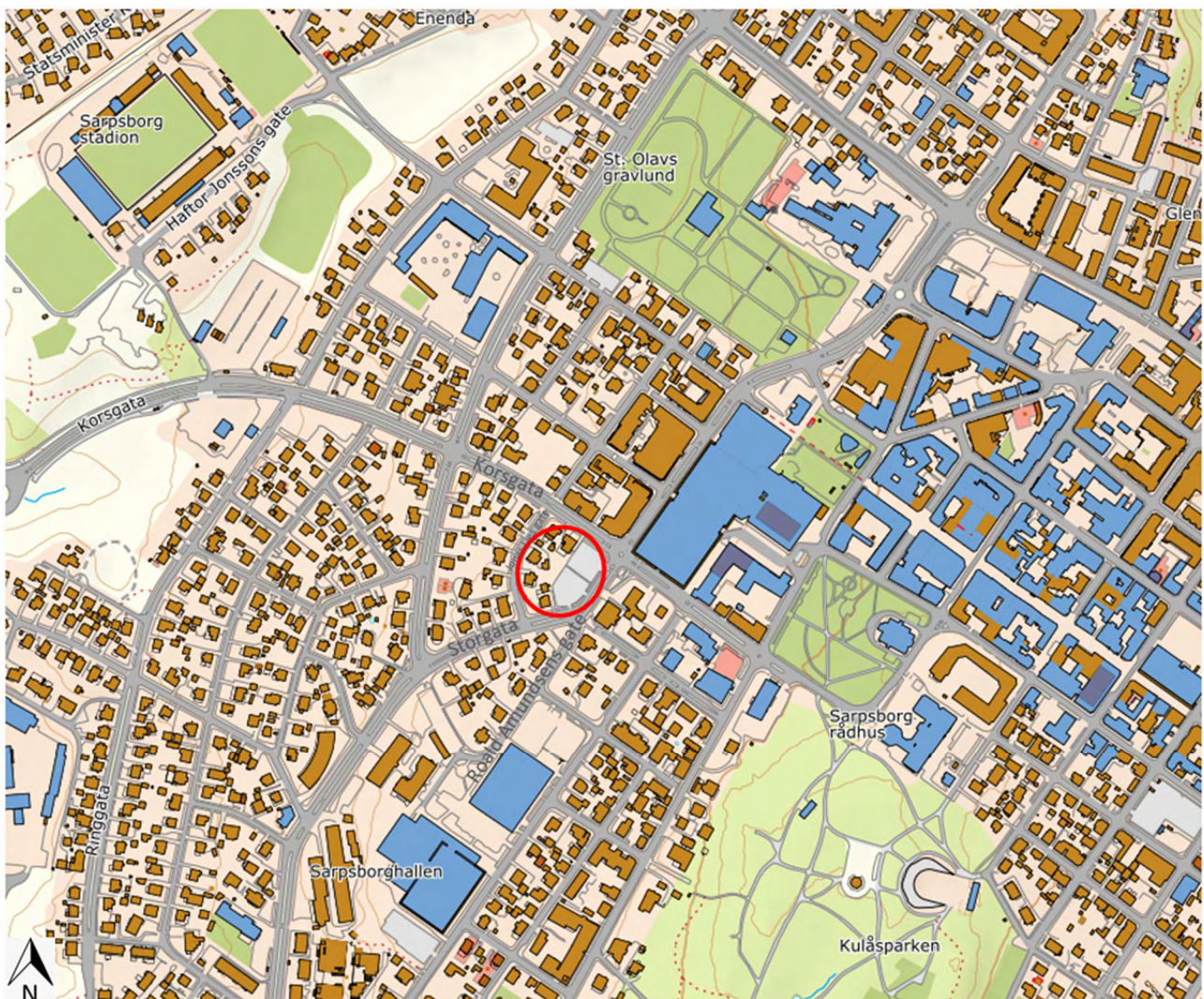
- CPTU-sonderinger med kurver for udrenert aktiv skjærfasthet
- Stabilitetsberegninger:
 - 10244945-RIG-TEG-600, stabilitet i dagens situasjon
 - 10244945-RIG-TEG-601, stabilitet etter utført tiltak

1 Innledning

Betongbygg Eiendom AS planlegger utbygging i Korsgata 16 m.fl. i Sarpsborg. Området er avgrenset av Roald Amundsens gate i øst, Storgata i sør, Jonas Lies gate i vest, og Korsgata i nord. Se Figur 1-1.

Multiconsult Norge AS er engasjert som geoteknisk rådgiver, og vi har utført grunnundersøkelser beskrevet i rapport nr. 10244945-RIG-RAP-001, «Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser», datert 06.september 2022 [1]. Grunnundersøkelsene har avdekket at det er kvikkleire og sprøbruddmateriale i området.

Foreliggende rapport omhandler vurdering av områdestabilitet iht. NVE-veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot områdeskred», ref. [2]. Retningslinjene gjelder for områder der det er funnet kvikkleire eller materiale med sprøbruddsegenskaper (materiale som mister det vesentlige av styrken ved omrøring).



Figur 1-1: Oversiktskart [norgeskart.no]. Prosjektområdet i Korsgata 16 m.fl. er markert med rødt sirkel.

Revisjon 01 omfatter revidert tabell 5.2 med tilhørende følgefeil, avdekket ved innmelding av kvikkleiresonen i NVE's innmeldingsløsning. Endringer lagt inn med blå skrift.

2 Relevant regelverk

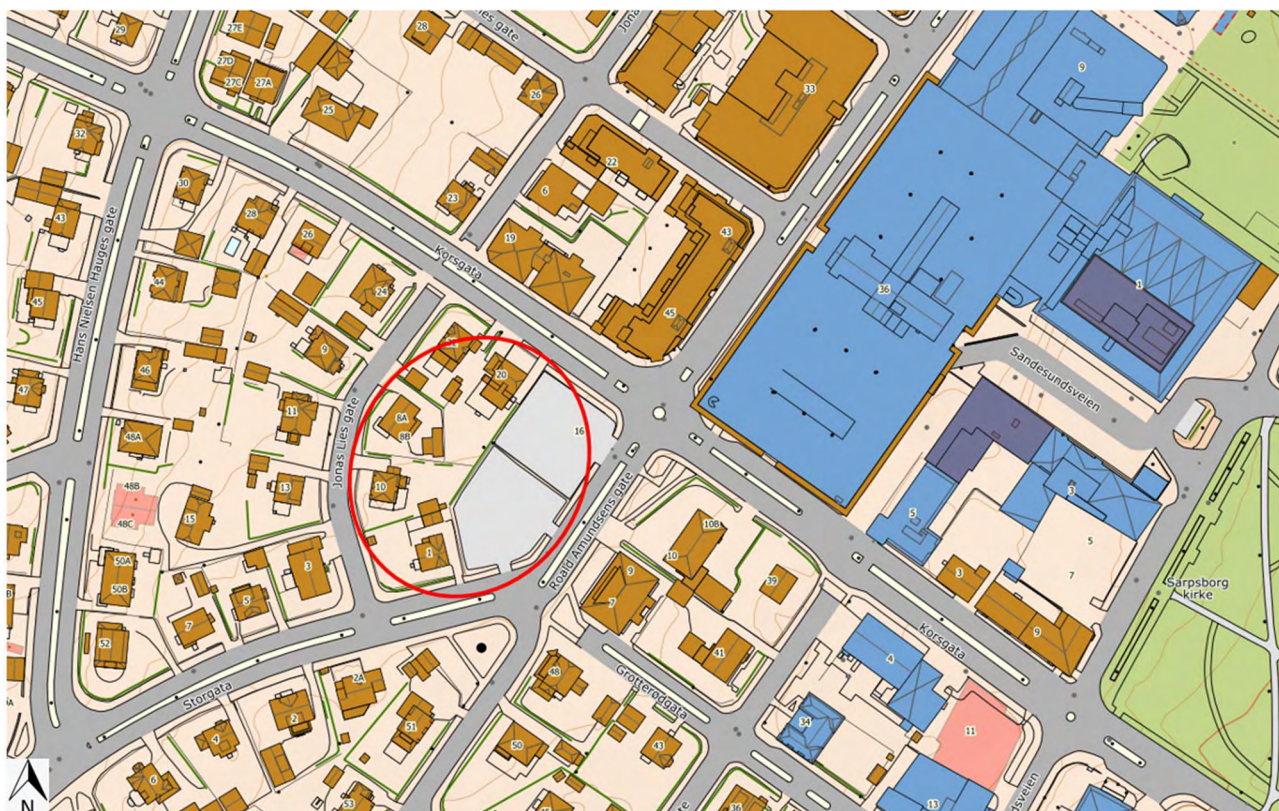
- Plan- og bygningsloven, §28-1
- Byggteknisk forskrift, TEK17 §7-3 og §10-2 med tilhørende veiledning
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar»
- NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
- Byggesaksforskriften

3 Områdebeskrivelse

Prosjektområdet ligger i et bebygd område bestående av boligbebyggelse, skoler, forretninger/ kontorbygg og kjøpesentre. Selve tomten består i dag av parkeringsarealer og småhusbebyggelse, iht. Figur 3-1.

Terrenget omkring prosjektområdet i Korsgata 16 m.fl. er tilnærmet flatt, og ligger ca. i kote +40,5 til +42,0. Terrenget faller svakt fra sørvest mot nord.

Historiske kart/flyfoto viser at parkeringsarealene tidligere besto av småhusbebyggelse, helt tilbake til 1938. Parkeringsarealene ble delvis etablert i tidsrommet år 1988 – 2003, mens resterende parkeringsarealer ble etablert mellom år 2003 – 2007.



Figur 3-1: Prosjektområdet i Korsgata 16 m.fl. er omtrentlig markert i rød sirkel.

3.1 Grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser flere steder utenfor prosjektområdet (se kap. 5.7), og disse er nærmere presentert i rapport nr. 10219432-01 «Byhaven Sarpsborg» av Multiconsult Norge AS, datert juli 2020 [3], rapport nr. 511626-1 «Midtbyen II Sarpsborg – Grunnforhold» av Multiconsult Norge AS, datert oktober 2011 [4], rapport nr. 511392-1 «Sandesundsveien 3, Sarpsborg - Grunnforhold» av Multiconsult Norge AS, datert desember 2009 [5], rapport nr. 512161-RIG-RAP-001 «Sandesundsveien 3-7, Sarpsborg - Grunnforhold» av Multiconsult Norge AS, datert januar 2015 [6], samt rapport nr. 13219 «Idretts- og svømmehall, Sarpsborg - Grunnundersøkelser» av NOTEBY AS (nå Multiconsult Norge AS), datert juli 1975 [7].

Multiconsult utførte grunnundersøkelser i Korsgata 16 m.fl. i juni/juli 2022, bestående av:

- 16 stk. totalsonderinger for antatte dybder til berg og informasjon om grunnens relative lagringsfasthet
- 5 stk. CPTU-sonderinger for bestemmelse av lagdelinger og styrkeparametere
- 2 stk. prøveserier (54 mm) for laboratoriebestemmelser av løsmassenes geotekniske data
- 1 stk. hydraulisk piezometer for registrering av poretrykk og grunnvannstand

For nærmere beskrivelse av felt- og laboratorieundersøkelser vises det til geoteknisk datarapport [1].

Utførte grunnundersøkelser er presentert i Figur 3-2.



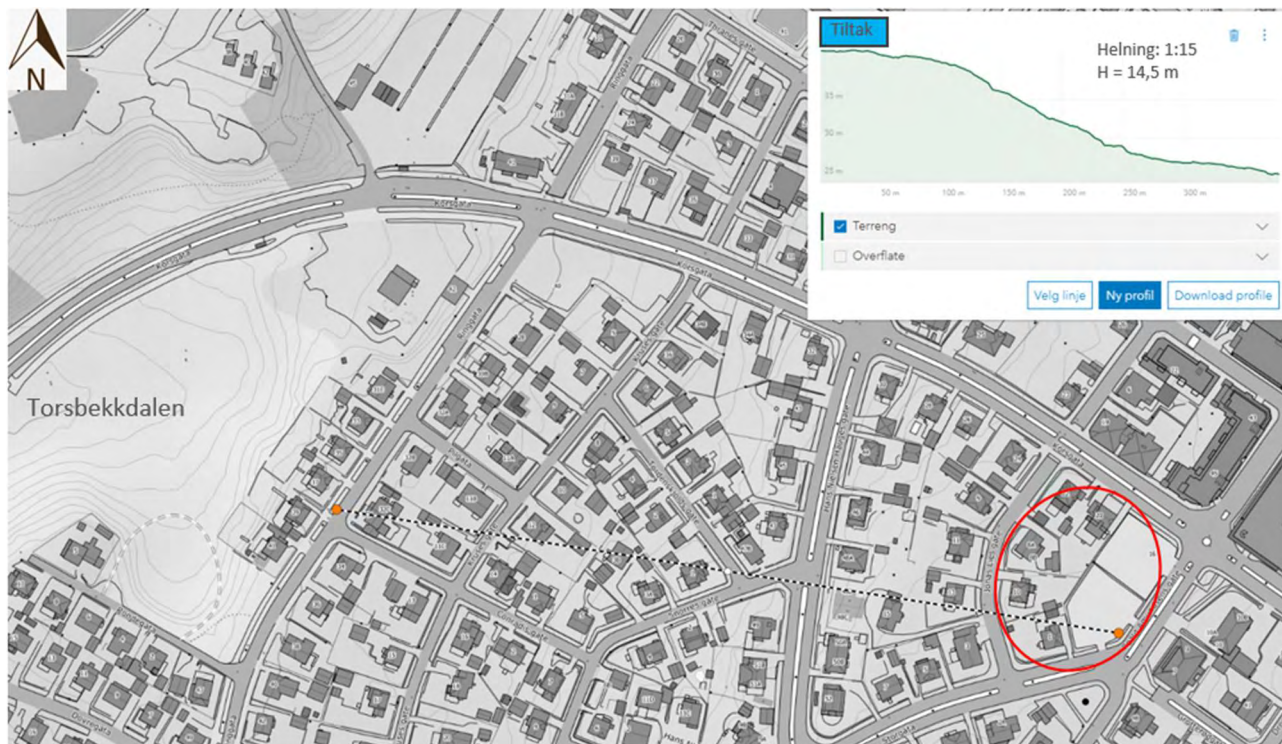
Figur 3-2: Utsnitt av borplan for utførte grunnundersøkelser av Multiconsult [1].

3.2 Topografi

Terrengnivået innenfor prosjektområdet varierer fra ca. kote +40,5 til +42. Største helning i umiddelbar nærhet rundt prosjektområdet er ca. 1:15 i retning øst-vest fra Jonas Lies gate ned i retning mot Torsbekkdalen, iht. Figur 3-3.

Terrenget gjennom selve prosjektområdet er tilnærmet flatt, ca. 1:100.

Det er terreng omkring prosjektområdet hvor helningen er brattere enn 1:20 og skråningshøyder > 5 m.



Figur 3-3: Bratteste helning er ca. 1:15 ned fra Jonas Lies gate mot Torsbekkdalen [hoydedata.no].

3.3 Løsmasser

Totalsonderingene utført på parkeringsarealene indikerer topplag bestående av asfalt og fyllmasser med varierende mektighet mellom 0,5 – 2 m. Totalsonderingene utført på hagearealer indikerer topplag bestående av fastere leire/tørreskorpeleire med varierende mektighet mellom 0,5 – 1,5 m.

Under topplaget indikerer totalsonderingene siltig leire bestående av mindre sjikt/lag av friksjonsmasser (sand/grus) ned til antatt berg.

Totalsonderingene viser generelt liten bormotstand. Bormotstanden er noe «hakkete», hvilket indikerer noe silt og sand i massene. I enkelte sonderinger er bormotstanden avtakende med dybden, noe som kan indikerer sensitive masser av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale. I enkelte borer er det noe fastere lagrede masser nærmest antatt berg; antagelig morenemasser bestående av silt, sand, grus og stein.

Den visuelle beskrivelsen fra laboratoriet for prøveseriene i borpunkt 1 og 14 indikerer at massene generelt består av noe forvitret siltig, sandig leire bestående av enkelte gruskorn og skjellrester ned til ca. 3 m dybde, over siltig leire (sprøbruddmateriale) i 3 – 4 m dybde, og deretter siltig, sandig kvikkleire med varierende mektighet til ca. 7 – 11 m dybde. I borpunkt 1 er det siltig, sandig kvikkleire fra 4 – 11 m dybde, mens i borpunkt 14 er det vekselvis kvikkleire og sprøbruddmateriale fra 3 – 11 m dybde. Sprøbruddmateriale og kvikkleire er leire som mister det meste av styrken ved omrøring.

Prøveseriene indikerer at leira generelt har en avtagende udrenert skjærstyrke fra 2 m ned til ca. 7 – 8 m dybde varierende fra 31,5 – 4,5 kPa (middels til svært lav), før den udrenerte skjærstyrken øker fra 7 – 8 m

ned til 11 m dybde med styrke 6,5 – 16 kPa (svært lav til lav). Leira betegnes middels fast i toppen ved 2 m dybde, deretter meget bløt til bløt. I borpunkt 1 er leira meget sensitiv fra 3 – 11 m dybde, mens i borpunkt 14 varierer leira fra middels sensitiv i 2 – 4 m dybde, meget sensitiv i 4 – 6 m dybde, middels sensitiv i 6 – 8 m dybde, lavsensitiv i 8 – 8,5 m dybde, og middels sensitiv ned til 11 m dybde.

Leira har generelt et vanninnhold på ca. 23 – 38 %, tilsvarende middels høy kompressibilitet. For norske marine leirer ligger vanligvis vanninnholdet i området 25 – 55 %. Vanninnhold over flytegrensen indikerer at materialet kan få flytende konsistens i omrørt tilstand. Plastisitetsindeks (IP) varierer mellom 6 – 19. I borpunkt 1 betegnes leira gjennomgående som lite plastisk med $IP < 10$. I borpunkt 14 betegnes leira som middels plastisk ($IP = 10 - 20$) i all hovedsak, men med leirelag av lite plastisk karakter. Plastisitetsindeksen angir utstrekningen på det plastiske området som videre indikerer hvor hurtig materialet reagerer på endring i vanninnhold. Dette har en viss sammenheng med fasthet og kompressibilitet. Tyngdetetthet for leira varierer generelt mellom 18,5 – 20 kN/m³.

3.4 Berg

Totalsonderingene indikerer at dybder til antatt berg innenfor prosjektområdet varierer fra 11,3 – 18,4 m under terreng. Det presiseres at totalsonderingene ikke er boret inn i berg for sikker bergpåvisning, men at disse er stoppet mot antatt berg iht. borbøker. Generelt synker bergoverflaten fra sørvest/vest mot nord/nordøst.

3.5 Grunnvannstand og poretrykk

Poretrykksmålinger indikerer at grunnvannstanden ligger ca. 0,6 m under terreng oppe på prosjektområdet, og det forventes at grunnvannstanden ligger i overgang mellom tørrskorpeleire og underliggende leire. Nøyaktig måling av grunnvannstanden krever at det måles over tid. Grunnvannsforholdene er avhengig av årstid og nedbørmengde, og det forventes derfor variasjoner i grunnvannsnivået.

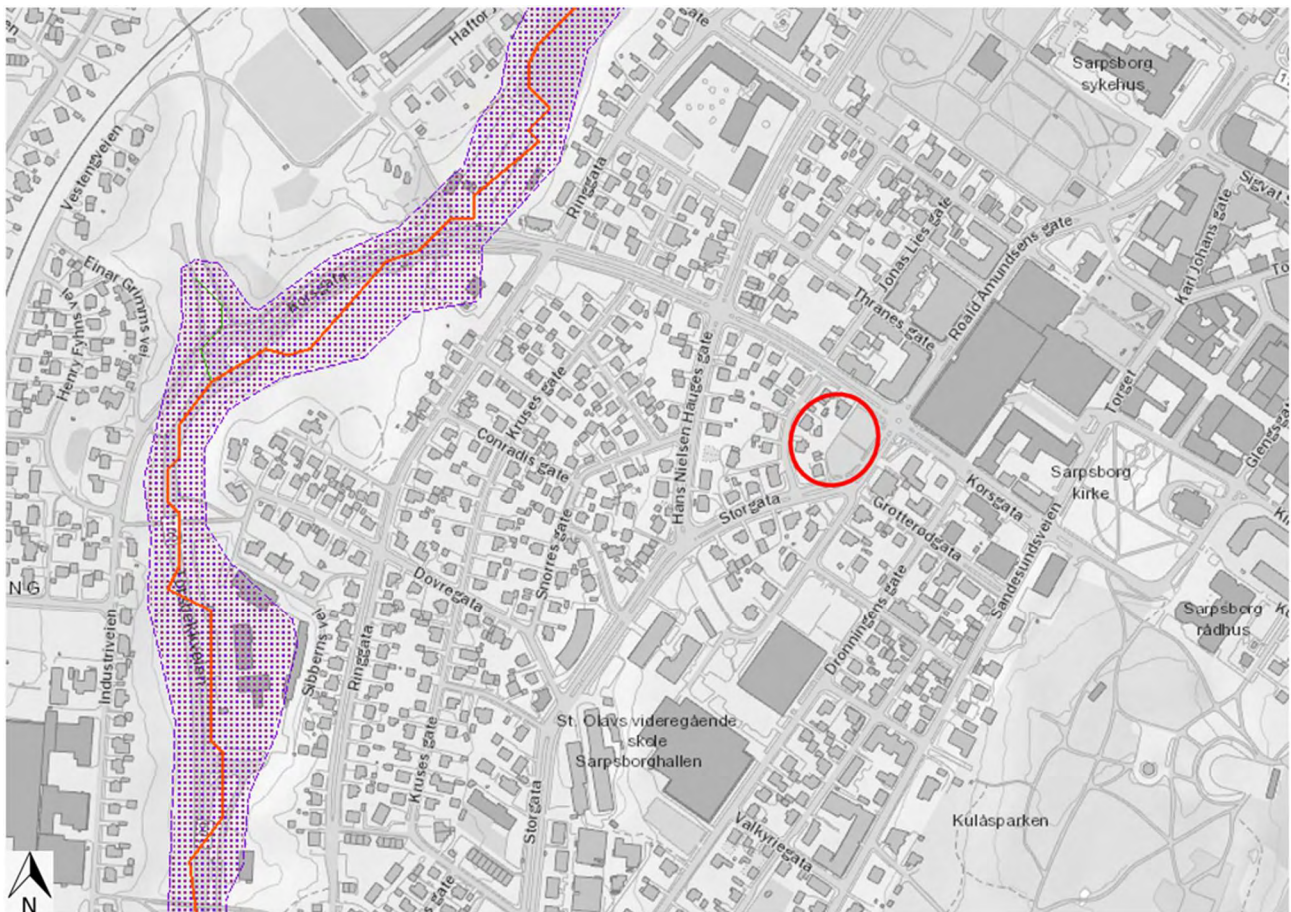
4 Potensiell fare knyttet til vassdrag: Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK17 §7-1 [8] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

4.1 Sikkerhet mot flom eller stormflo

Figur 4-1 viser aktsomhetsområde for flom og er hentet fra kartverket til NVE atlas. Som vist i figuren, ligger ikke prosjektområdet innfor aktsomhetsområde for flom. Aktsomhetskartet indikerer potensielle fareområder. Faregraden er ikke tallfestet og kartet gir derfor ikke opplysninger om sannsynlighet eller gjentakintervallet for flom. Prosjektområdet ligger heller ikke innenfor faresonen for stormflo.

Farer i forbindelse med flom i vassdrag er avhengig av hvor stort areal som blir flommet over, vanndybde og vannhastighet i området med flom, samt erosjon og materialtransport i vassdraget [9]. Styrken på, og samspillet mellom prosessene, er avgjørende for om det er fare for skader. Det beste generelle rådet er å plassere nye byggverk i god avstand fra vassdrag.



Figur 4-1: Aktsomhetsområde for flom [atlas.nve.no]. Prosjektområdet er markert med rød sirkel.

4.2 Sikkerhet mot skred

Det er registrert en tidligere skredhendelse i nærområdet (Valaskjold) til prosjektområdet iht. NVE-atlas. Dette var et leirskred som inntraff 15. mai 2011 ved Valaskjold gård. Skredet var 100 meter langt og 50 meter bredt, og tok deler av gangveien Torsbekkdalen – Stadion/Brevik. Rv 19 ble stengt en kort stund. Det var ikke fare for boliger. Skredarealet er tegnet inn etter spor i flybilder. Det er påvist kvikkleire flere steder i området skredet gikk, i kvikkleiresone 2461 Vestengveien. Det er derfor mulig at kvikkleire var involvert i hendelsen, ifølge NVE.

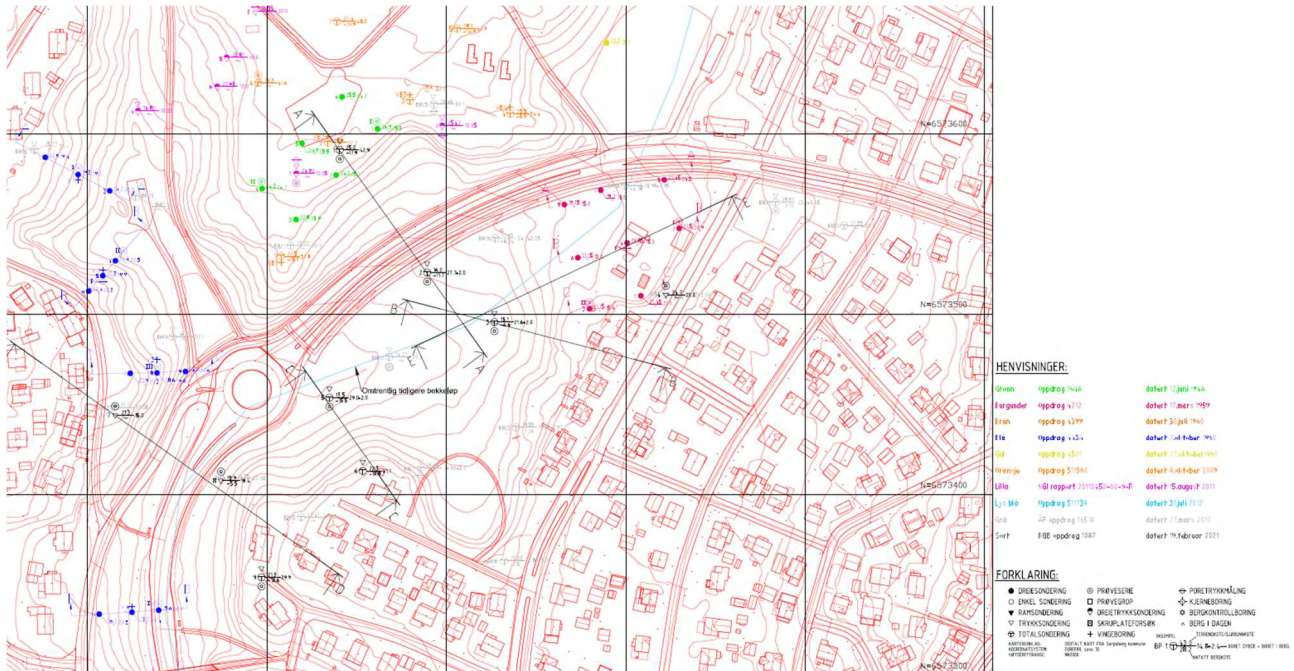


Figur 4-2: Kart over tidligere skredhendelser fra NVE-atlas.

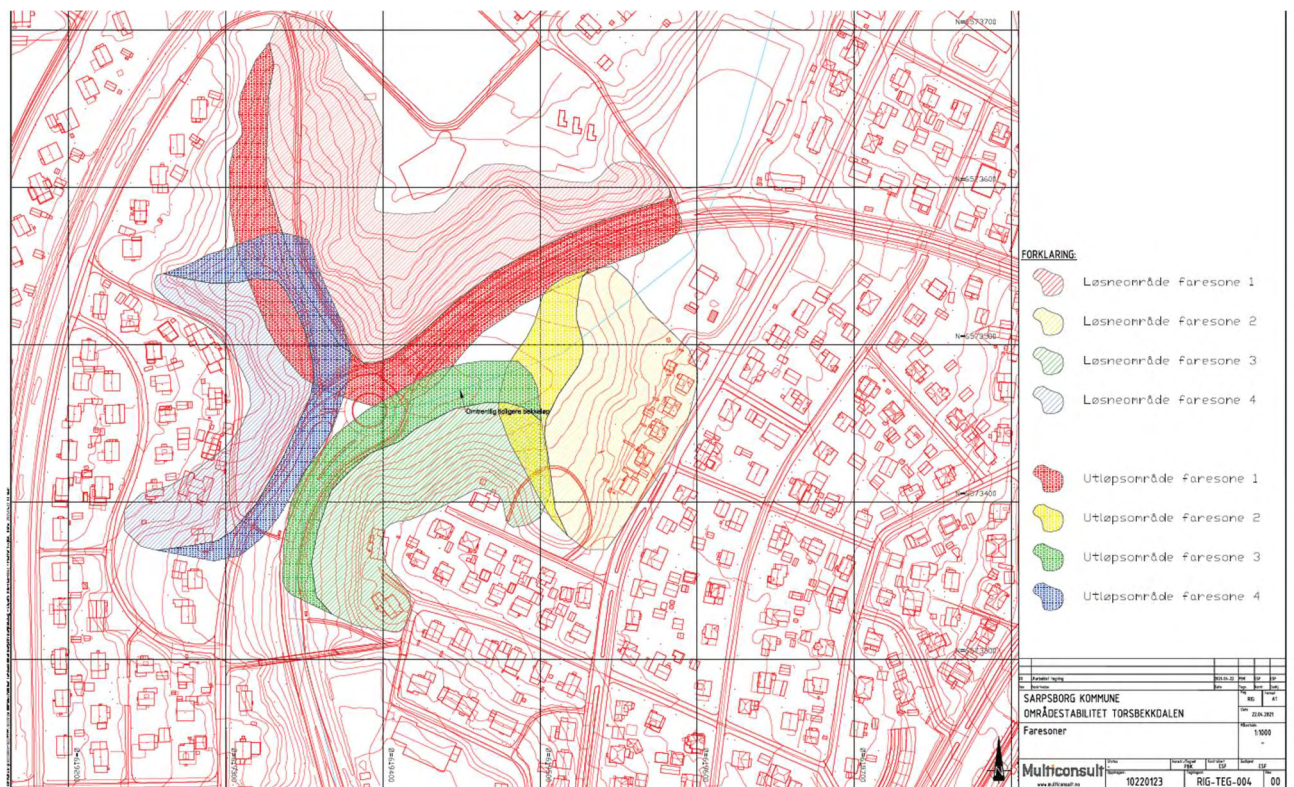
Ved vurdering av sikkerhet mot skred er det av avgjørende betydning om det er kvikkleire eller sprøbruddmateriale på tomta. Hvis dette er tilfellet, må en følge kravene angitt i retningslinjer fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

I oppdrag «10220123 Områdestabilitet Torsbekkdalen» [9] er det utført en rekke stabilitetsberegninger, og identifisert faresoner like nedenfor aktuell skråning fra Korsgata 16 m.fl., iht. Figur 4-3 og Figur 4-4. Profil B-B er lokalisert fra Ringgata ned mot Korsgata. Resultater viser at stabilitet i dagens situasjon er henholdsvis $F_c = 1,44$ og $F_{c\phi} = 1,62$, og at stabilitet etter utført tiltak med etablering av innfartsparkering og bolig-/næringsbebyggelse er henholdsvis $F_c = 1,56$ og $F_{c\phi} = 1,93$. Faresone 2 er identifisert med middels faregrad, alvorlig skadekonsekvens og risikoklasse 3.

ROS-analyse geoteknikk: Vurdering av områdestabilitet



Figur 4-3: Profiler med utførte stabilitetsberegninger nede ved Torsbekkdalen [9].



Figur 4-4: Kartlagte faresoner i forbindelse med områdestabilitetsvurderinger nede ved Torsbekkdalen [9].

Det er registrert kvikkleire og sprøbruddmateriale på tomta i Korsgata 16 m.fl., og det er derfor utført en vurdering av sikkerhet mot områdeskred iht. veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2].

5 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019

Tabell 5–1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, definert i avsnitt 3.2 i ref. [2]. Vurdering av punktene er videre gitt i avsnitt 5.1 tom. 5.10.

Tabell 5–1: Oppsummering av gjennomgang av prosedyren i NVE-veileder 1/2019.

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes registrerte faresoner i området, både i vest/nord/øst, iht. kart fra NVE-atlas.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Aktsomhetskart for marin leire indikerer at området Korsgata 16 m.fl. ligger innenfor aktsomhetssonen for marin leire. Påvist kvikkleire i området.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Planlagt tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred. Det er derfor behov for videre utredning iht. prosedyrens punkt 4-11 i NVE-veileder 1/2019.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori K4.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løснеområde	Profil A-A med skråningshelning 1:15 er det mest kritiske snittet i nærområdet til tiltaket. Mulig løśnieområde er skissert iht. NVE-veileder 1/2019 og NGI-metoden.
6	Befaring	Befaring gjennomført 13.06.2022 i forkant av grunnundersøkelser. Ble ikke observert uventede forhold i området som innvirker på områdestabilitetsvurderingen.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det henvises til geoteknisk datarapport for grunnundersøkelser [1].
8	Vurdere aktuelle skredmekanismer og avgrense løsneg- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme er retrogressivt skred. Løsneg- og utløpsområde er skissert i Figur 5-11
9	Klassifiser faresoner	Faresonen klassifiseres med «lav faregrad», «meget alvorlig» skadekonsekvens, og ligger i risikoklasse 4.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Tilfredsstillende sikkerhetsfaktorer både i dagens situasjon, og etter utført tiltak.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Utføres etter uavhengig kvalitetssikring.
Konklusjon		<p>Med bakgrunn i topografi og terrengeanalyser av området ligger planlagt tiltak innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred, og i terreng som kan inngå i et løøgneområde for et skred.</p> <p>Tiltaket vurderes i tiltakskategori K4 med «lav faregrad», «meget alvorlig» skadekonsekvens, og faresonen vurderes å ligge i risikoklasse 4.</p> <p>Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet både i dagens situasjon og etter planlagt utbygging i Korsgata 16 m.fl.</p> <p>Prosjektområdet ligger ikke innenfor et sannsynlig utløpsområde for skred.</p> <p>Det vurderes at sikkerhet mot områdeskred er tilfredsstillende for planlagt tiltak.</p> <p>Det er behov for uavhengig kvalitetssikring.</p>

5.1 Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»

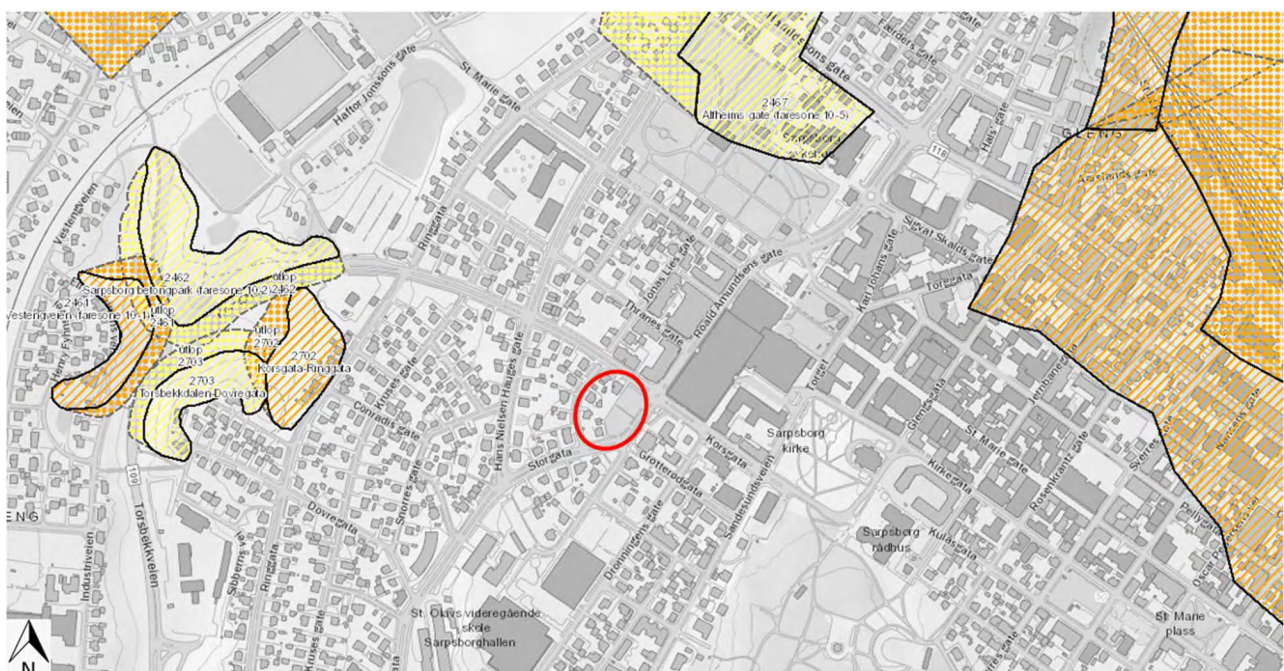
Ifølge kart fra NVE-atlas med registrerte faresoner for kvikkleire, vist i Figur 5-1, ligger prosjektområdet Korsgata 16 m.fl. i nærheten av kartlagte faresoner. I Torsbekkdalen i vest er det kartlagt 4 stk. faresoner med følgende faregrad:

- 2702 «Korsgata-Ringgata»
 - Faregrad: middels
 - Konsekvens: alvorlig
 - Risikoklasse: 3
- 2703 «Torsbekkdalen-Dovregata»
 - Faregrad: lav
 - Konsekvens: alvorlig
 - Risikoklasse: 3
- 2461 «Vestengveien (faresone 10-1)»
 - Faregrad: middels
 - Konsekvens: alvorlig
 - Risikoklasse: 3
- 2462 «Sarpsborg betongpark (faresone 10-2)»
 - Faregrad: lav
 - Konsekvens: alvorlig
 - Risikoklasse: 2

I nord er det kartlagt faresone «Alfheims gate (faresone 10-5)», med lav faregrad, meget alvorlig konsekvens, og risikoklasse 3.

I øst er det kartlagt faresone «Ruinparken», med middels faregrad, meget alvorlig konsekvens, og risikoklasse 4.

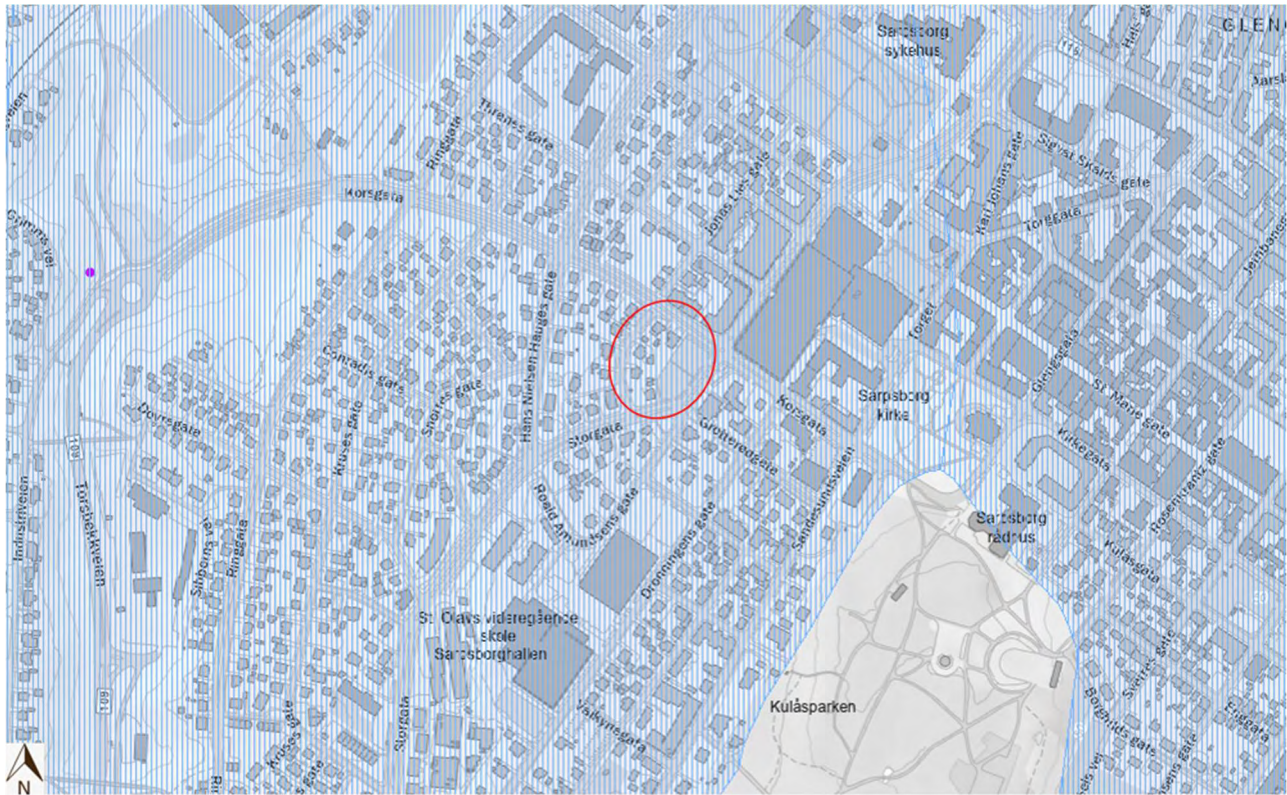
Det gjøres oppmerksom på at kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale kan forekomme utenfor de påviste sonene.



Figur 5-1: Registrerte kvikkleiresoner i området [atlas.nve.no]. Prosjektområdet markert med rød sirkel.

5.2 Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»

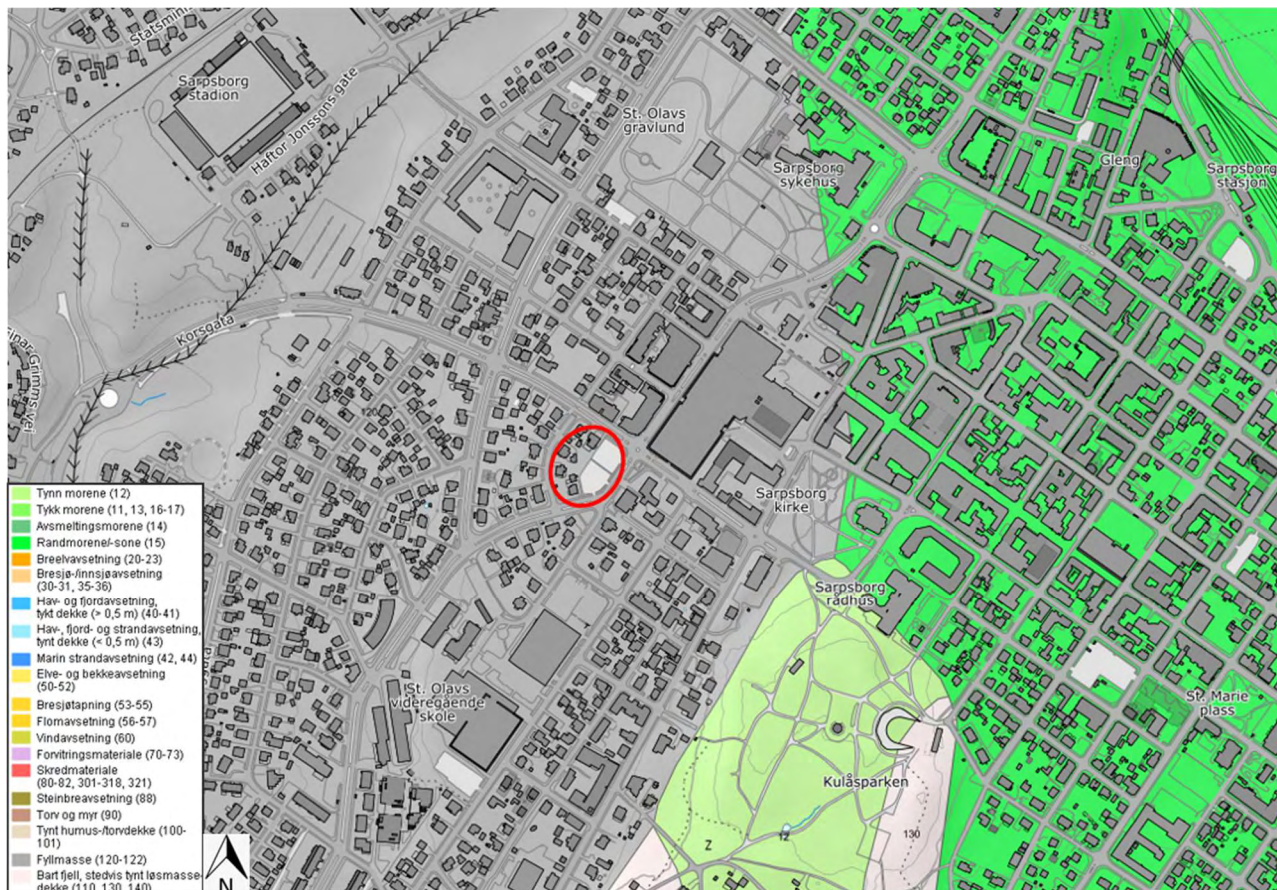
Figur 5-2 viser aktsomhetskart for marin leire hentet fra NVE-atlas, og indikerer at prosjektområdet i Korsgata 16 m.fl. ligger innenfor aktsomhetszone for marin leire.



Figur 5-2: Aktsomhetskart for marin leire [atlas.nve.no]. Prosjektområdet markert med rød sirkel.

Figur 5-3 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet viser at de terrengnære løsmassene i og ved prosjektområdet består av fyllmasser. I øst ligger den store randmorenen «Raet». I sørøst mot Kulåsparken indikerer kartet tynn morene og bart fjell, stedvis tynt løsmassedecke. Kartet angir ofte områder med fyllmasser pga. oppfylling på stedlige masser, og sier derfor ikke noe om hvilke masser som ligger under fyllmassene.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises det til www.ngu.no.



Figur 5-3: Kvartærgeologisk kart over området [ngu.no]. Prosjektområdet er markert i rød sirkel.

5.3 Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»

I henhold til NVE-veileder nr. 1/2019, ref. [2], kan det utføres terrengeanalyser for å begrense aktsomhetsområdene til områder der terrenghelning gir mulighet for områdeskred. Kriteriene som benyttes for å tegne opp aktsomhetsområder for områdeskred kan deles inn i terreng som kan inngå i løснеområdet for et skred og terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

Terreng som kan inngå i løснеområdet for et skred:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, *eller*
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter

Aktsomhetsområder som ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 m.u.h.))

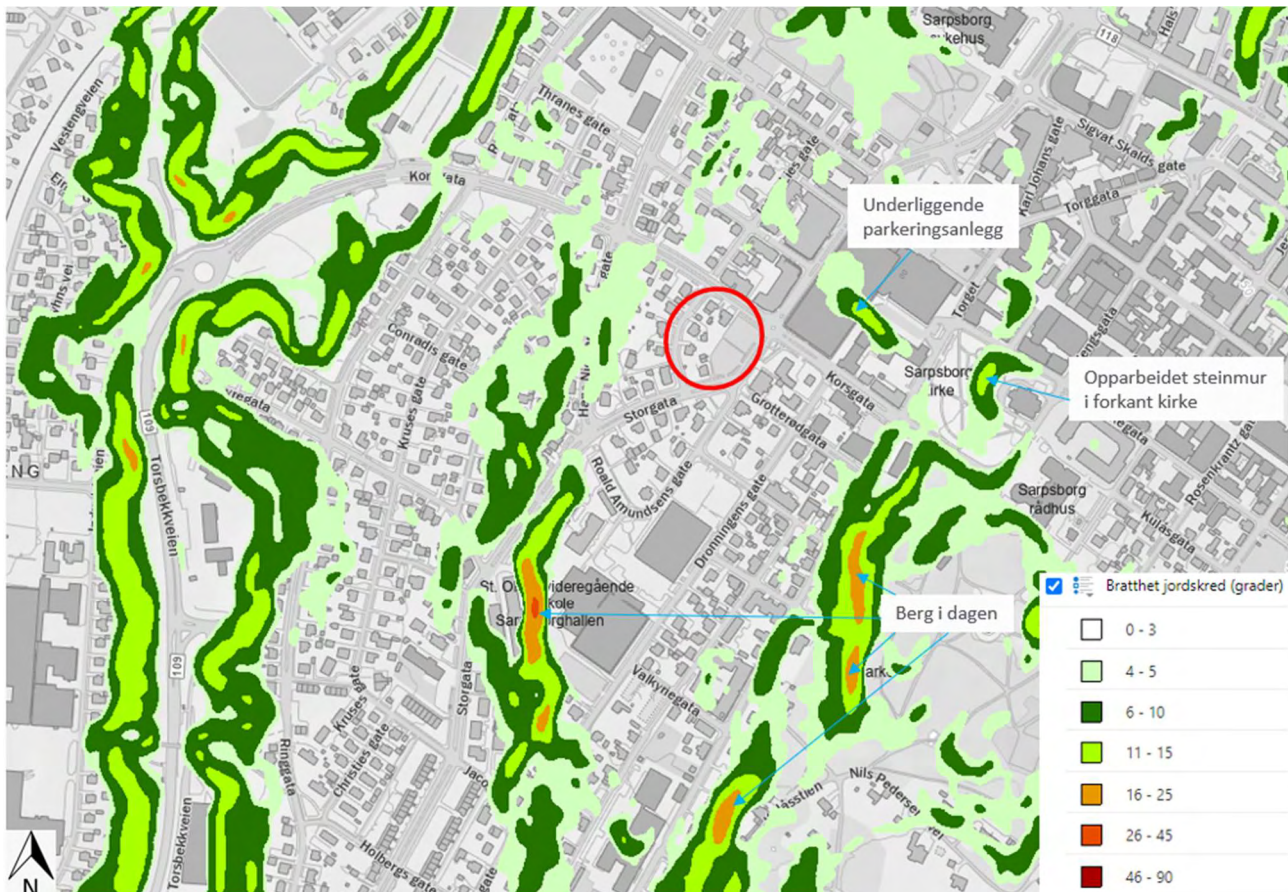
Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

- 3 x lengden til løснеområdets lengde. Løснеområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde
- Utløpssone som allerede er kartlagt

Figur 5-4 indikerer terrenghelning og berg i dagen i området, angitt i grader. Terrenghelningen er generelt slakere enn 1:20 (ca. 3 grader) innenfor prosjektområdet. Terrenghelning slakere enn 1:20 gir vanligvis ikke fare for områdeskred, og empiriske data tyder på at de aller fleste løснеområder for kvikkleireskred begrenser seg til en terrenghelning større enn 1:15 for jevnt hellende terreng. Helning 1:15 tilsvarer 3,8 grader, og helning under dette har ikke farge i kartet. Terrengeanalysen tar ikke hensyn til skråningshøyden,

altså kan det være fargemarkerte områder i kartet som ikke gir fare for områdeskred da høydeforskjellen er lavere enn 5 m.

Basert på terrengeanalyser vil mulig aktsomhetsområde tilsvare skråningen ned mot Torsbekkdalen i vest. Terrenget ned mot Torsbekkdalen har partier hvor terrenghelningen er brattere enn 1:20. Prosjektområdet ligger på toppen av denne skråningen, og det må derfor vurderes nærmere om det kan være fare for at planlagt tiltak kan initiere et områdeskred. Høydeforskjell og skråningshelning tilsier at det potensielt kan være skredfare, og planlagt tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde. Det må utredes videre iht. prosedyrens punkt 4-11.



Figur 5-4: Oversiktskart som indikerer terrenghelning og berg i dagen i området [atlas.nve.no]. Prosjektområdet er markert med rød sirkel.

5.4 Steg 4: «Bestem tiltakskategori»

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred, og videre utredning avhenger av tiltakskategorien.

Tiltaket er valgt plassert i tiltakskategori K4. Dette begrunnes med at tiltaket medfører større tilflytting/personopphold, ettersom tiltaket omfatter både næringsbygg og boliger med mer enn 2 boenheter.

5.4.1 Sikkerhetskrav

For tiltak plassert i tiltakskategori K4, og som forverrer stabiliteten, stilles det krav til en absolutt sikkerhetsfaktor på $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$ i udrenert tilstand og $F_{c\phi} \geq 1,25$ i drenert tilstand. Her er $f_s = 1,15$ og representerer sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekten i udrenerte beregninger. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten stilles det krav til sikkerhet på $F_{cu} \geq 1,4$ i udrenert tilstand og $F_{c\phi} \geq 1,25$ i

drenert tilstand. Dersom beregnet sikkerhet er lavere kreves det prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet.

Der skråninger i faresonen ligger utenfor tiltakets influensområde, stilles det krav til langtidsstabilitet og robusthet på henholdsvis $F_{\text{CP}} \geq 1,25$ og $F_{\text{CU}} \geq 1,2$. Dersom beregnet sikkerhet er lavere enn krav til langtidsstabilitet og robusthet kreves det prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet.

5.4.2 Nivå på kvalitetssikring

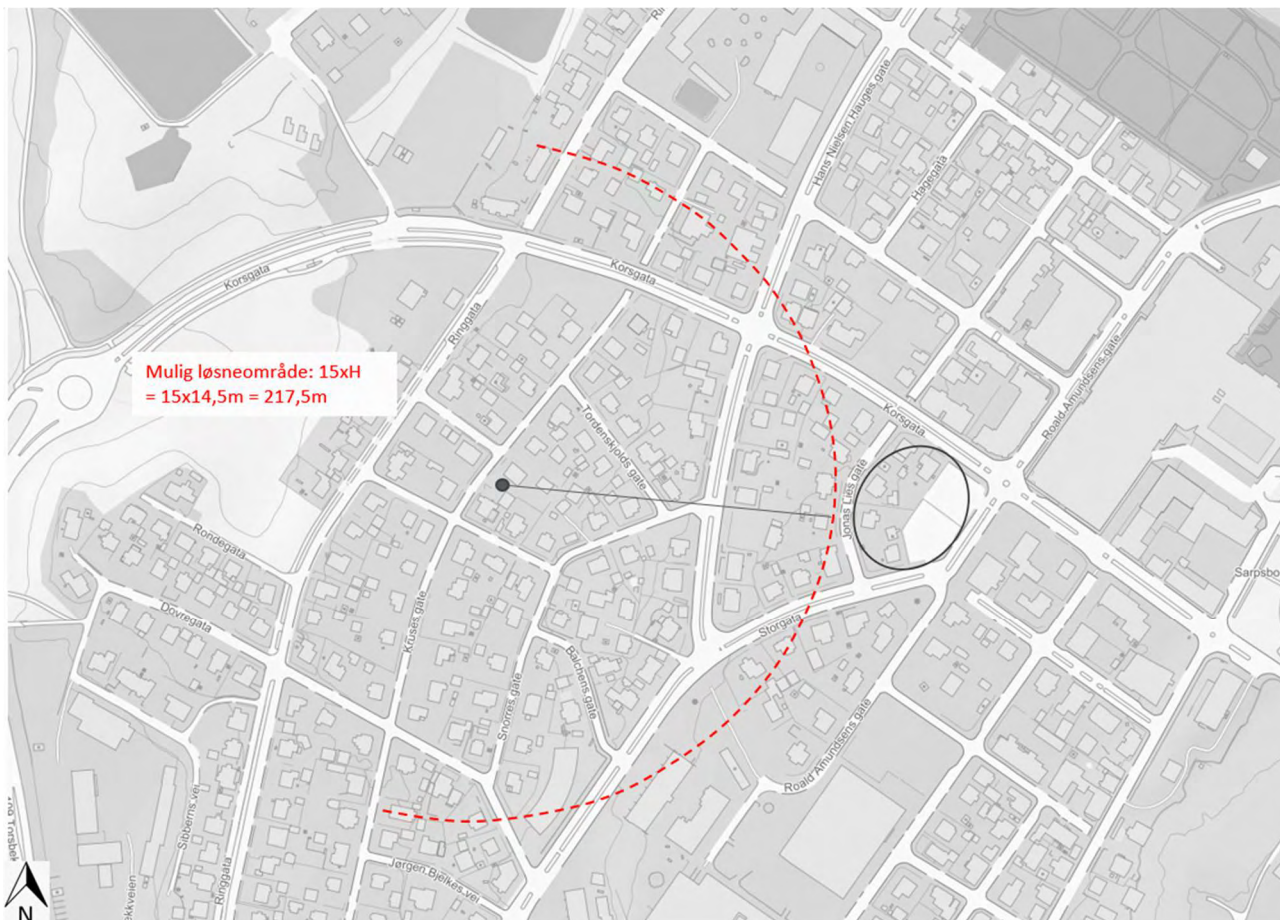
Områdestabilitetsvurderingen som presentert i denne rapporten følger alle punktene i prosedyren beskrevet i NVE-veileder nr. 1/2019 [2] og det stilles derfor krav om uavhengig kvalitetssikring før endelig godkjenning av utredningen.

5.5 Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde»

I henhold til kapittel 4.2 i NVE-veileder nr. 1/2019 [2] skal det innledningsvis forutsettes at retrogressive skred kan forekomme. Potensielt størst mulig løснеområde skal avgrenses basert på en maksimal lengde av løśnieområdet tilsvarende 15 ganger skråningshøyden. Resulterende løøgneområder basert på dette kriteriet er markert med en stiplet rød linje i Figur 5-6. Det gjøres oppmerksom på at dette er en orienterende sone som grunnlag for befaring, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger. Videre vurderinger er utført nedenfor.



Figur 5-5: Oversiktstegning med profiler.



Figur 5-6: Løsneområde basert på kriteriene i kapittel 4.2 i NVE-veileder nr. 1/2019.

5.6 Steg 6: «Befaring»

I forkant av utførte grunnundersøkelser på selve tomte i Korsgata 16 m.fl. ble det utført befaring 13.06.2022. Under befaringen ble det ikke observert uventede forhold i området som innvirker på områdestabilitetsvurderingen.

5.7 Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»

For borplan som viser de utførte grunnundersøkelsene på selve tomte, vises det til 10244945-RIG-TEG-001 [1] og Figur 3-2.

Totalsonderingene på tomte viser generelt liten bormotstand. Bormotstanden er noe «hakkete», hvilket indikerer noe silt og sand i massene. I enkelte sonderinger er bormotstanden avtakende med dybden, noe som kan indikere sensitive masser av kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale. I enkelte boringer er det noe fastere lagrede masser nærmest antatt berg; antagelig morenemasser.

Prøveseriene på tomte viser topplag av fyllmasser/tørskorpeleire med underliggende siltig, sandig leire ned til ca. 3 m dybde, over siltig leire (sprøbruddsmateriale), og deretter siltig, sandig kvikkleire med varierende mektighet. Sprøbruddsmateriale og kvikkleire er leire som mister det meste av styrken ved omrøring [1].

I våre databaser er det registrert grunnundersøkelser flere steder utenfor prosjektområdet, iht. Figur 5-7.

Utførte grunnundersøkelser for Idretts- og svømmehall i oppdrag 13219 [7] like sør for aktuell tomt viser at løsmassene på tomten er løst til middels fast lagret, og består av tørrskorpeleire med underliggende bløt til middels fast siltig leire. Relativt høy skjærfasthet (35 – 60 kPa) tyder på at leiren er noe overkonsolidert. Det er ikke påvist sprøbruddsmateriale og/eller kvikkleire.

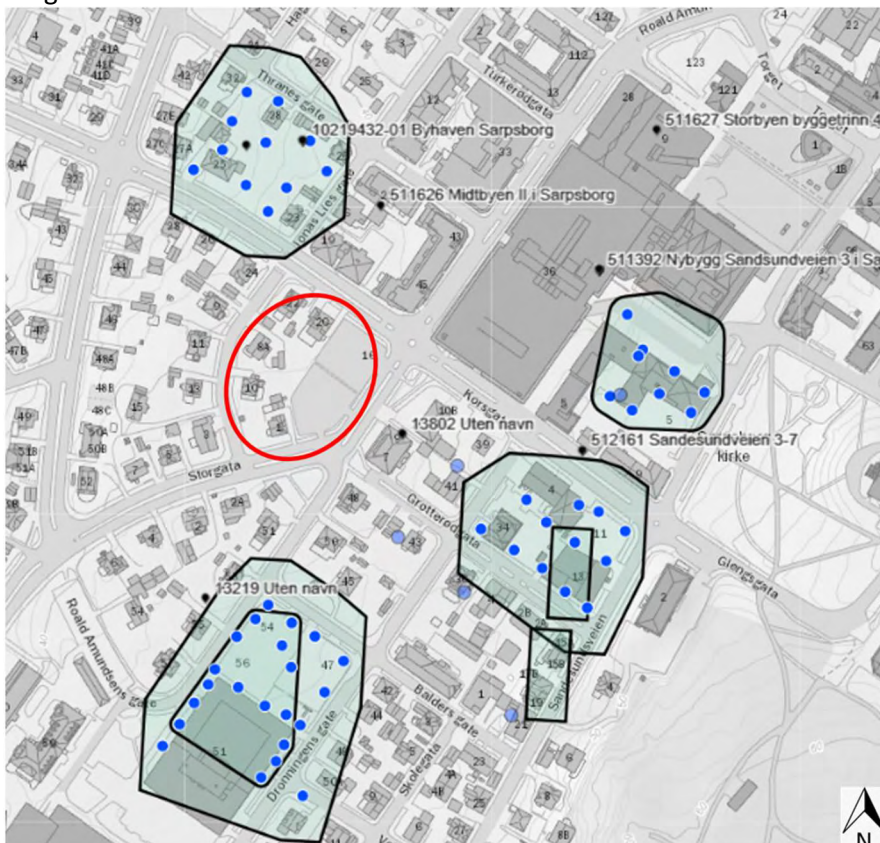
I oppdrag 10219432-01 for Byhaven Sarpsborg [3] like nord for aktuell tomt, viser grunnundersøkelser at løsmassene består av fyllmasser/tørrskorpeleire etterfulgt av bløt og siltig leire. Derunder fastere lag av trolig sand, grus og morenemasser over berg. I prøveseriene blir leira tilnærmet flytende ved omrøring, dvs. defineres som kvikkleire.

I oppdrag 511626 for Midtbyen II [4] viser grunnundersøkelser fyllmasser over sandig kvikkleire. Kvikkleiren er bløtest i 4 – 5 m dybde med skjærfasthet 13 – 15 kPa. Derunder øker skjærstyrken med dybden, og er ca. 25 kPa i ca. 10 m dybde. Totalsonderingene viser liten bormotstand, og er noe «hakkete» som indikerer noe silt og sand i massene. I enkelte boringer er det noe fastere lagrede masser nærmest antatt berg; antagelig morenemasser.

I oppdrag 512161 i Sandesundsveien 3-7 [6] viser grunnundersøkelser fyllmasser med underliggende sandig, siltig leire. Udrenert skjærfasthet varierer, og i dybden har prøvene lavere fasthet i uomrørt tilstand (10-25 kPa). Den omrørte skjærfastheten er generelt lav og varierer mellom 1-4 kPa, på partier kan derfor løsmassene klassifiseres som sprøbruddsmateriale, dvs. materiale som ved omrøring kan bli flytende.

I oppdrag 511392 i Sandesundsveien 3 [5] viser grunnundersøkelser topplag av fyllmasser/tørrskorpeleire med underliggende bløt til middels fast sandig og noe grusig leire ned til morenemasser. Fra ca. 9 m dybde er det kvikkleire. I leirmassene er det lag med fastere lagrede masser, antatt sand- og gruslag.

I oppdrag 10220123 Områdestabilitet Torsbekkdalen [9] viser grunnundersøkelser tilsvarende grunnforhold med fyllmasser og underliggende leire av varierende tykkelse over kvikkleire. Stedvis morenemasser over berg.

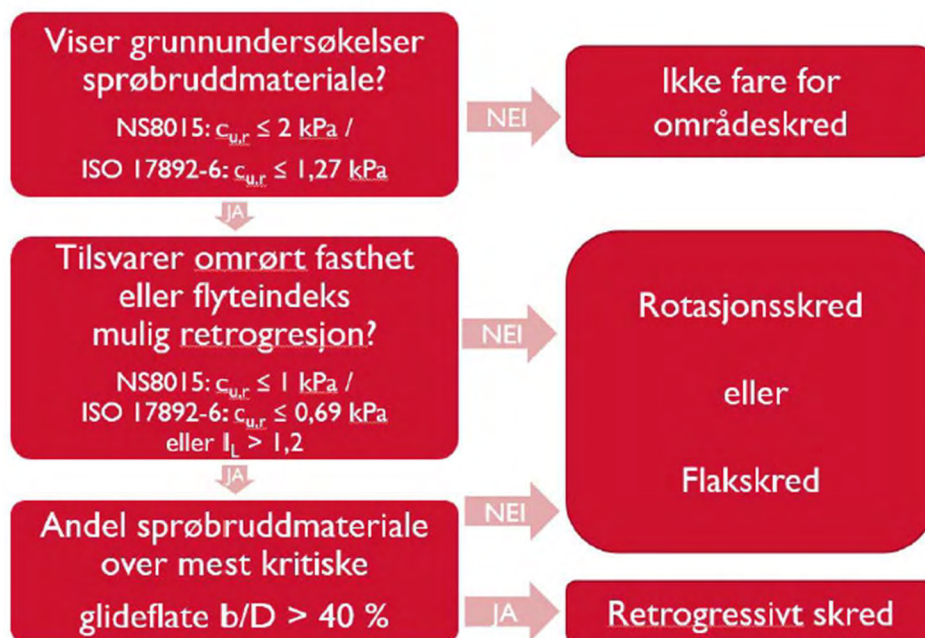


Figur 5-7: Oversikt over utførte grunnundersøkelser i nærområdet [GOIS-Multiconsult].

5.8 Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»

5.8.1 Aktuelle skredmekanismer

Å identifisere en reel skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområder, og gjøres i henhold til NVE-veileder nr. 1/2019 kapittel 4.5. Flytskjemaet gitt i veilederen for vurdering av aktuell skredmekanisme er gjengitt i Figur 5-8.



Figur 5-8: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, iht. NVE-veileder 1/2019.

Som Figur 5-8 viser, er det vurdert og identifisert profiler med terrenghelning som medfører vurderinger av områdestabiliteten. Aktuell skredmekanisme for kritisk profil A-A vurderes i detalj.

5.8.2 Profil A-A – Skredmekanisme

- Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, prøveseriene tatt i Korsgata 16 m.fl. i borpunkt 1 og 14 viser sprøbruddmateriale/ kvikkeleire.

- Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?

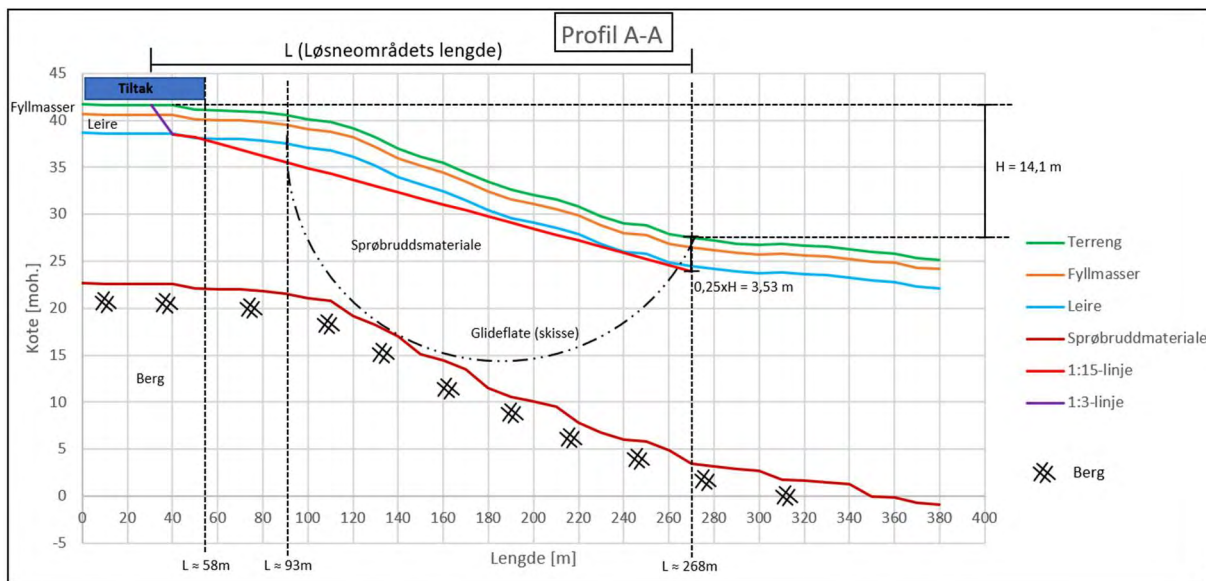
Ja, både borpunkt 1 og 14 viser $C_{u,r} < 0,69$ kPa.

- Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$?

Ja, andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er $> 40\%$. Stabilitetsanalyser er utført for å identifisere kritisk glideflate, se 10244945-RIG-TEG-600 (vedlagt) og Figur 5-15. Dette er en dyp glideflate som tangerer bergoverflaten, se skisse i Figur 5-9. I slike tilfeller hvor den kritiske glideflaten er dyp, settes starten av 1:15-linja til en maksimal dybde på $0,25 \times H$, målt fra der hvor glideflaten kommer ut nede i skråningen (ca. ≈ 268 m), og 1:15-linja tegnes som en sekant til glideflaten.

Retrogressivt skred er en aktuell skredmekanisme i skråningen.

5.8.3 Løsneområde

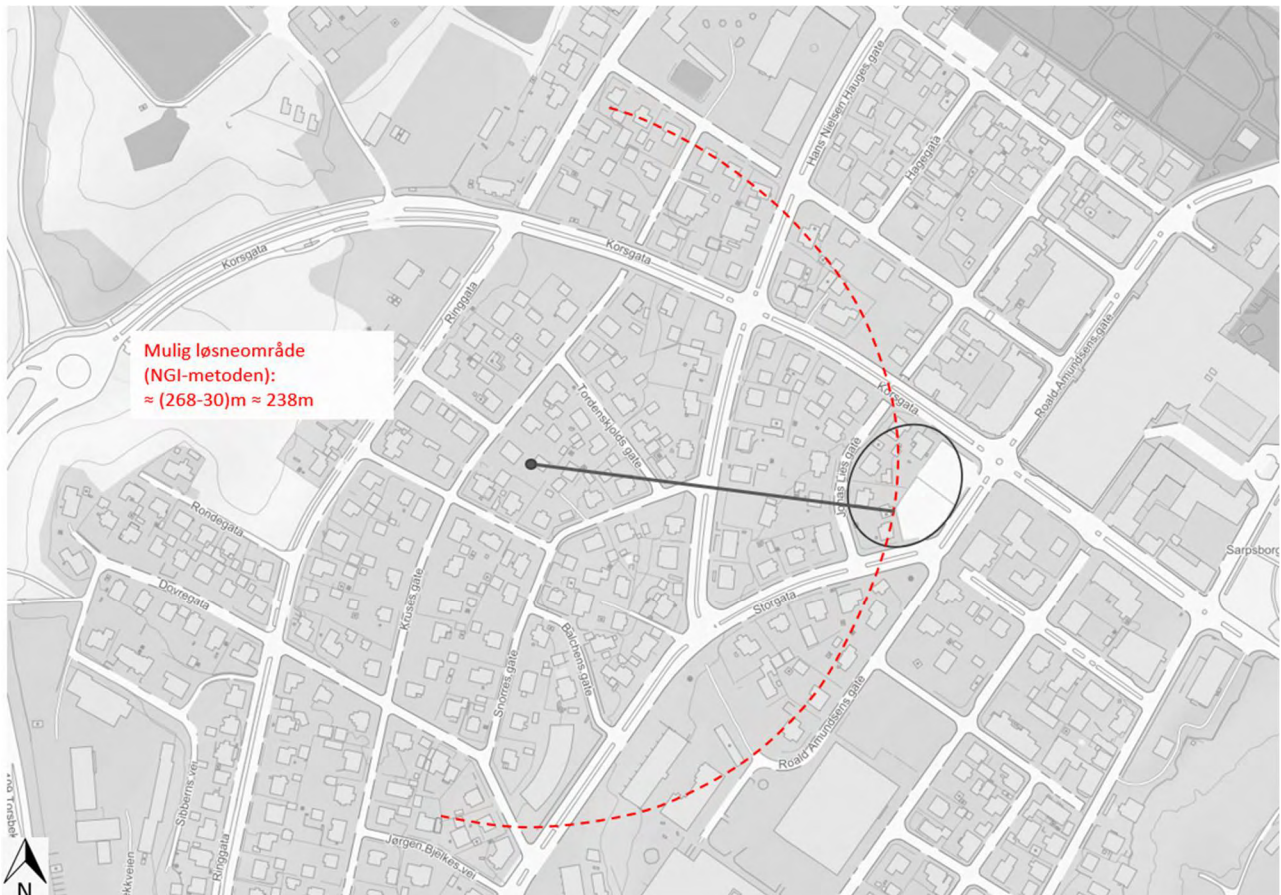


Figur 5-9: Profil A-A med prinsip for vurdering av b/D (andel sprøbruddsmateriale ovenfor den mest kritiske glideflate) for typisk jevnt hellende terreng, iht. NVE-veileder 1/2019.

Når kriteriene gitt i flytskjemaet i Figur 5-8 tilsier fare for retrogressivt skred og topografien muliggjør utstrømming av skredmassene, må lengden på løsneområdet opprettholdes lik $L = 15 \times H$ ($\approx 217,5$ m). NGI-metoden kan også benyttes for opptegning av løsneområde for retrogressive skred. Den metoden baserer seg på at 1:15-linja trekkes fra bunn av kritisk glideflate og bakover i sprøbruddmaterialet til den skjærer ut av dette. Derfra og opp til terreng legges glideflate med helning 1:3. Dersom kritisk glideflate er dypere enn $0,25 \times H$ under skråningsfoten er den mindre relevant som et initialscred, og metoden foreslår derfor at 1:15-linja starter maksimalt $0,25 \times H$ under skråningsfoten.

Basert på NGI-metoden er lengden på løsneområdet $L \approx 238$ m, og denne er skissert opp i Figur 5-10 nedenfor.

Løsneområdets bredde (utstrekning langs med høydekotene) begrenses kun av avstanden til områder med bedre grunnforhold eller gunstigere topografi. Eksempler på bedre grunnforhold kan være berg i dagen, overgang til andre jordarter, kvikkleire som kiler ut, lavere sensitivitet, gunstigere poretrykksforhold etc.



Figur 5-10: Mulig løsneområde (L) basert på NGI-metoden. Denne strekker seg inn i tiltaksområdet.

5.8.4 Utløpsområde

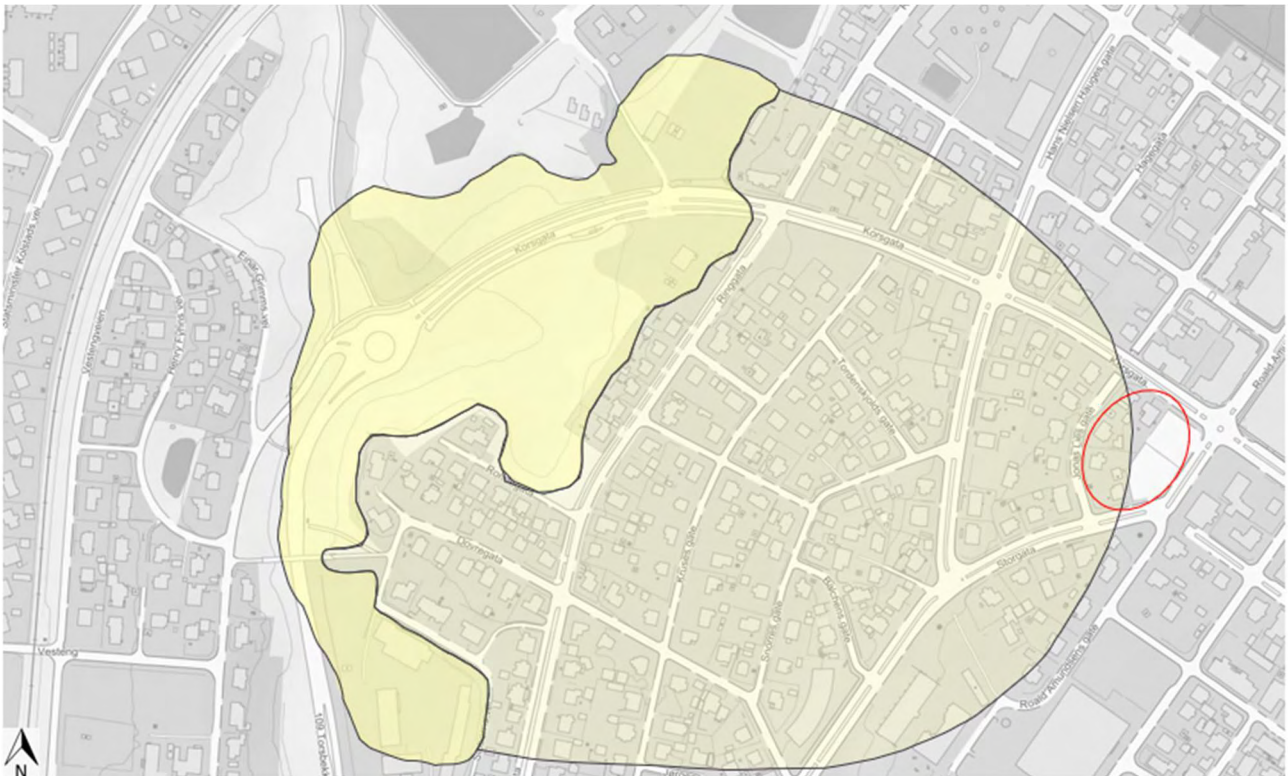
Utløpsområdets omfang avhenger av typen skred som forekommer og de topografiske forholdene i selve utløpsområdet. Kapittel 4.6 i NVE-veileder nr. 1/2019 angir følgende maksimale utstrekning for ulike skredtyper og topografier:

- Retrogressive skred i kanalisert terreng: $L_u = 3xL$
- Retrogressive skred i åpent terreng: $L_u = 1,5xL$
- Flaskred eller rotasjonsskred: $L_u = 0,5xL$

Hvor L er lengden av løснеområdet. Lengden av utløpsområdet regnes fra foten av skråningen som er kritisk for det aktuelle løснеområdet. Veilederen angir også bredden av utløpsområdet å tilsvare bredden av løснеområdet basert på erfaringer fra tidligere skred, når utløpet er i åpent terreng.

Med retrogressivt skred som aktuell skredmekanisme i Profil A-A, vil resulterende utløpsdistanse bli:

$L_u = 1,5xL = 1,5x238 \text{ m} = 357 \text{ m}.$



Figur 5-11: Skisse over løснеområde og utløpsområde. Utløpsområde markert i tydeligere gulfarge.

5.9 Steg 9: «Klassifiser faresoner»

Løsne- og utløpsområdet for et potensielt områdeskred utgjør til sammen faresonen. NVE-eksternrapport nr. 9/2020, kapittel 4, gir føringer for klassifisering av faresoner for kvikkleireskred [10]. Evalueringen skal inneholde en evaluering av faregrad-, konsekvens- og risikoklasse med dagens situasjon som utgangspunkt.

5.9.1 Faregradklassifisering

Faregradsklassifisering gjøres med utgangspunkt i Tabell 5–2, hentet fra NVE-eksternrapport nr. 9/2020 [10].

Faregraden skal bestemmes for antatt kritiske snitt i hver enkelt sone. Betegnelsen kritisk snitt gjelder her for det snittet som gir høyest poengscore etter Tabell 5–2, og ikke nødvendigvis snittet der den beregningsmessige sikkerheten er lavest.

Faresonen plasseres i faregradsklasse «**Lav faregrad**» iht. Tabell 5–2.

Tabell 5–2: Faregradsklassifisering iht. NVE-eksternrapport nr. 9/2020.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Poeng
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	<u>Høy</u>	Noe	Lav	Ingen	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<u><15</u>	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	<u>1,2 – 1,5</u>	1,5 – 2,0	>2,0	4
Poretrykk: Overtrykk, kPa:	3	> +30	10 – 30	0 – 10	<u>Hydrostatisk</u>	0
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		
Kvikkleiremektighet	2	<u>>H/2</u>	H/2 – H/4	<H/4	Tynt lag	6
Sensitivitet	1	<u>>100</u>	30 – 100	20 – 30	<20	3
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	<u>Ingen</u>	0
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten		0
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	<u>Ingen</u>	
Sum		51	34	17	0	16
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	31,4 %

Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0 – 17 poeng

Middels faregrad = 18 – 25 poeng

Høy faregrad = 26 – 51 poeng

Begrunnelse:

- Iht. NVE-eksternrapport nr. 9/2020 betegnes skredaktiviteten som *høy* dersom det finnes en eller flere skredgroper i eller i nærheten av den aktuelle sonen. Det er registrert skred i 2011 i NVE-atlas.
- Skråningshøyden er ca. 14,5 m, altså < 15 m.
- På grunnlag av CPTU-sonderingene som viser at leiren har en høyere skjærfasthet enn nåværende terrengnivå skulle tilsi, antas det at leiren er noe forkonsolidert (OCR = 1,2 – 1,5).
- På grunnlag av topografi antas det hydrostatisk poretrykksfordeling på toppen av skråningen og nedover der vi har jevnt hellende terreng. Målinger viser normalt høyere poretrykk i bunnen enn ved toppen av skråninger, noe som bekreftes ved at det nede ved Torsbekkdalen, hvor det er betraktelig mer kupert og brattere terreng, er registrert poreovertrykk mellom 15 – 45 kPa [9].
- Mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale er > H/2.
- Det er konservativt lagt til grunn sensitivitet > 100 på bakgrunn av resultater i borpunkt 1, til tross for at laboratorieundersøkelser viser noe lavere sensitivitet i borpunkt 14 med sensitivitet mellom 30 – 100.
- Det er ikke avdekket erosjon i aktuell skråning, og Torsbekken lengre vest er lagt i rør.
- Stabilitetsberegningene viser at utbygging i Korsgata 16 m.fl. ikke forverrer eller forbedrer sikkerheten. Det har heller ikke tidligere vært utført arbeid/inngrep som har hatt konsekvenser for stabilitetsforholdene.

5.9.2 Skadekonsekvensgrad

Evaluering av skadekonsekvens og inndeling i skadekonsekvensklasser gjøres med utgangspunkt i Tabell 5–3, hentet fra kapittel 4.2 i NVE-eksternrapport nr. 9/2020 [10].

Evaluering av skadekonsekvens gjøres for hele faresonen, det vil si en samlet vurdering for løsne- og utløpsområdet.

Faresonen plasseres i skadekonsekvensklasse «**Meget alvorlig**» iht. Tabell 5–3. Dette betyr stor risiko for skade på mennesker eller tap av liv eller meget store økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.

Tabell 5–3: Evaluering av skadekonsekvens iht. NVE-eksternrapport nr. 9/2020.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				Poeng
		3	2	1	0	
Boligenheter, antall	4	<u>Tett > 5</u>	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	12
Næringsbygg, personer	3	<u>>50</u>	10 – 50	<10	Ingen	9
Annen bebyggelse, verdi	1	<u>Stor</u>	Betydelig	Begrenset	Ingen	3
Vei, ÅDT	2	<u>> 5000</u>	1001-5000	100-1000	<100	6
Toglinje, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	<u>Ingen</u>	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	<u>Distribusjon</u>	Lokal	1
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	<u>Ingen</u>	0
Sum poeng		45	30	15	0	31
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	68,9 %

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

Mindre alvorlig = 0 – 6 poeng

Alvorlig = 7 – 22 poeng

Meget alvorlig = 23 – 45 poeng

Begrunnelse:

- Boligenheter omfatter bebyggelse med vedvarende opphold for mennesker. Faresonen er avdekket i et område med tette bebyggelse.
- Næringsbygg omfatter bebyggelse med midlertidig opphold av mennesker, og det forventes at tiltaket i Korsgata 16 m.fl. vil omfatte dette. Like utenfor faresonen ligger det både skoler, kjøpesentre og andre offentlige bygg.
- Annen bebyggelse omfatter bebyggelse hvor det normalt ikke oppholder seg mennesker. Det er eksisterende bebyggelse med spesiell verdi av f.eks. religiøs karakter. Eksempelvis Sarpsborg frikirke.
- Basert på vegkart og trafikkmengder for veier i nærheten er det konservativt antatt ÅDT > 5000.
- Toglinjen på vestsiden av Torsbekkdalen vil ikke påvirkes av et skred i denne faresonen.
- Antar at skred i faresonen vil påvirke distribusjonsnett.

5.9.3 Risikoklasser

Risiko vurderes i henhold til risikoklassene presentert i NVE-eksternrapport nr. 9/2020 [10] og som vist gjengitt i Tabell 5–4. Risiko er her beregnet som faregradscore i prosent av maksimal score multiplisert med skadekonsekvensscore i prosent av maksimal score.

Tabell 5–4: Gjengivelse av inndeling i risikoklasser etter NVE-eksternrapport nr. 9/2020 [10].

Risikoklasse	Tallverdi
1	0 – 170
2	171 – 630
3	631 – 1900
4	1901 – 3200
5	3201 – 10000

Risiko = faregrad x skadekonsekvens = 31,4 % x 68,9 % = 2163,5

→ Risikoklasse 4

5.10 Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»

5.10.1 Analysemetoder

Sikkerheten mot utglidning av en skråning skal bestemmes både for dagens situasjon, og i situasjonen under og etter tiltak. Dette skal dokumenteres i kritiske snitt i faresonen for alle skredmekanismer som er vurdert aktuelle i henhold til kapittel 5.8.

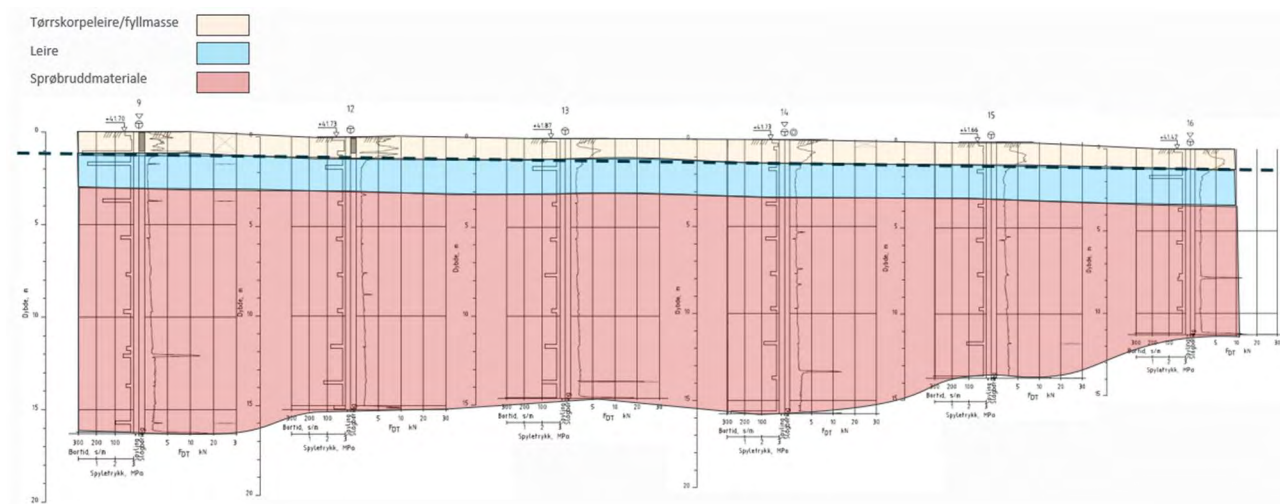
Kravet til sikkerhetsfaktor for langtidsstabilitet, $F_{c\phi}$ forholder seg til en ren *effektivspenningsanalyse* hvor alle lag modelleres med effektivspenningsparametere a og ϕ , alternativt c' og ϕ .

Kravet til sikkerhetsfaktor for korttidsstabilitet, F_{cu} forholder seg til en *udrenert analyse* hvor de jordlag som viser en grad av sprøbruddoppførsel modelleres med udrenert fasthet, og andre materialer modelleres med effektivspenningsparametere.

5.10.2 Lagdeling og laster

Lagdeling og grunnvannstand

Opptegning av lagdeling kan ses i Figur 5-12. Det er antatt gjennomgående lagdeling videre ned skråningen mot Torsbekkdalen. I bunn av skråningen er det lagt til grunn tilsvarende lagdeling, og dette samsvarer med områdestabilitetsvurderingene som er utført i Torsbekkdalen [9].



Figur 5-12: Lagdeling og grunnvannstand i Korsgata 16 m.fl.

Grunnvannstanden er satt til ca. 1 m under terreng, i overgangen mellom tørrskorpeleire/fyllmasser og underliggende leire. Det er benyttet hydrostatisk grunnvannstand i beregningene.

Laster

Husene i området består av lett trehusbebyggelse og er trolig bygd med kjeller. Det er derfor antatt kompensert fundamentering og husene tilfører dermed ikke grunnen belastning av betydning. For nytt tiltak i Korsgata 16 m.fl. er det valgt å benytte en grunnbelastning på 32,5 kPa, inklusiv lastfaktor på 1,3. Dette tilsvarer belastning fra middels tunge bygg, to etasjer. Tyngre bygg fundamenteres til berg og gir dermed ingen terrengbelastning.

Materialparametere




Parametere benyttet i drenert $\alpha\phi$ -analyse er vist i Tabell 5–5.

Tabell 5–5: Parametere benyttet i drenert $\alpha\phi$ -analyse.

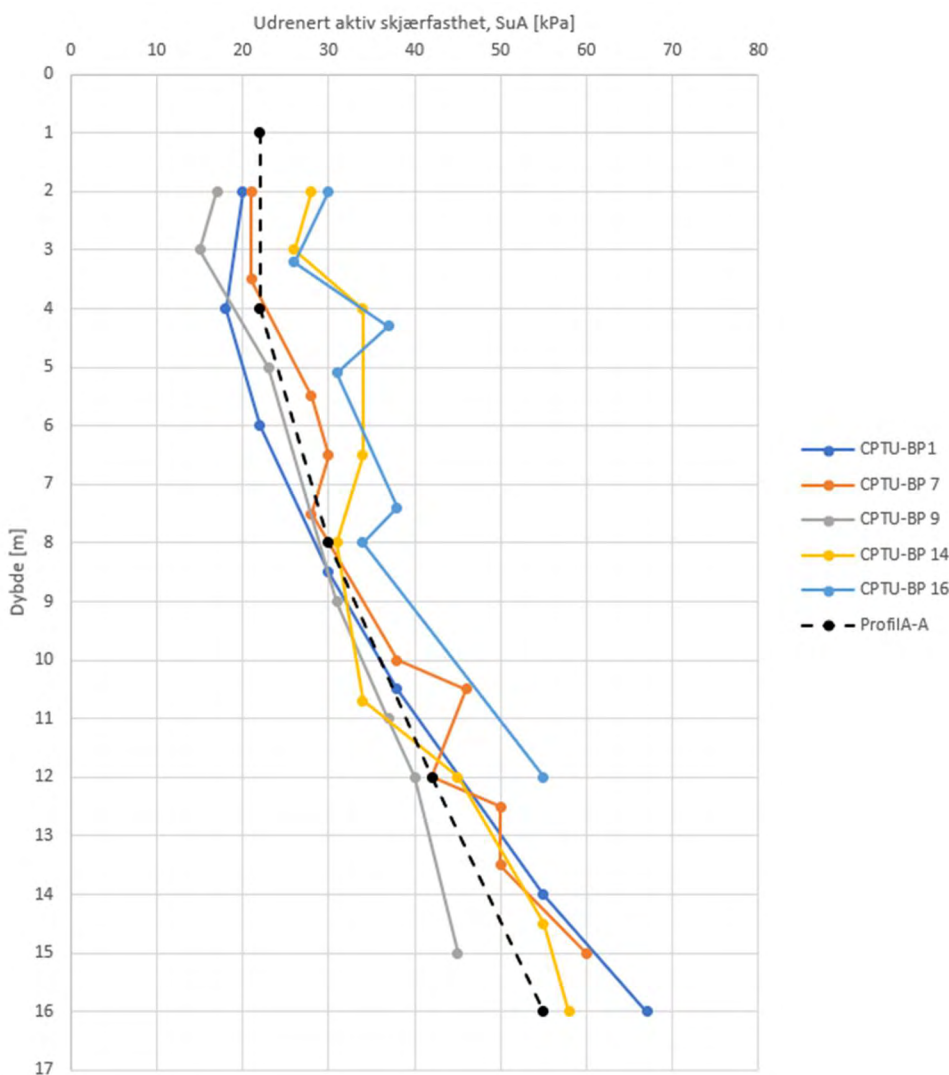
Name	CAD	Color	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	Drained	ϕ [°]	C' [kPa]
► Tørrskorpeleire/fyllmasse	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	30,0	0,0
Leire	Geometry <		19,50	9,50	<input checked="" type="checkbox"/>	26,0	0,0
Sprøbruddsmateriale	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	26,0	0,0

Parametere benyttet i udrenert S_u -analyse er vist i Tabell 5–6.

Tabell 5–6: Parametere benyttet i udrenert S_u -analyse.

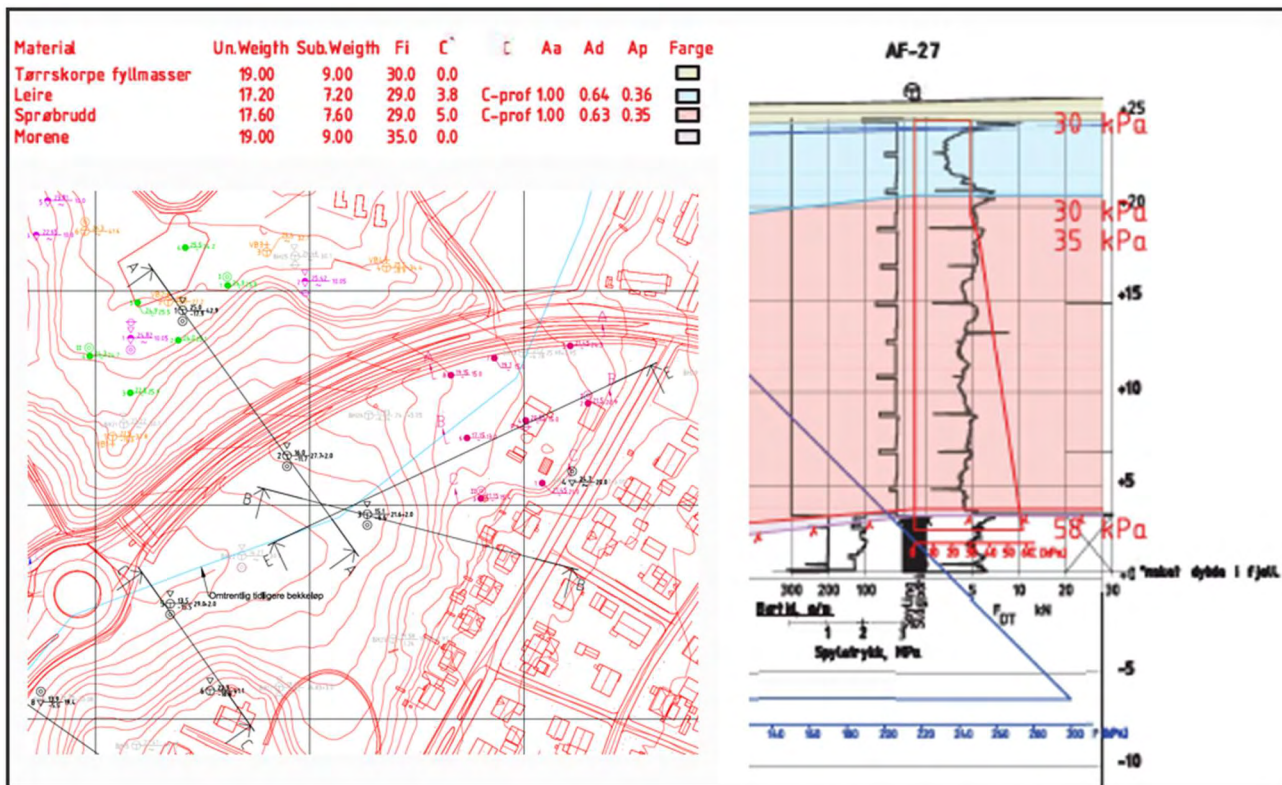
Name	CAD	Color	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	Drained	ϕ [°]	C' [kPa]	C' in %	C [kPa]	Add	Aa	Ad	Ap
► Tørrskorpeleire/fyllmasse	Geometry <		19,00	9,00	<input checked="" type="checkbox"/>	30,0	0,0	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	1,00	1,00	1,00
Leire	Geometry <		19,50	9,50	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddsmateriale	Geometry <		19,00	9,00	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>	1,00	0,63	0,35

Karakteristisk skjærstyrkeprofil er definert på bakgrunn av utførte CPTU-sonderinger (vedlagt), og anses som konservativt valgt iht. Figur 5-13.



Figur 5-13: Skjærstyrkeprofil benyttet i stabilitetsberegninger i profil A-A.

I bunn av beregningsprofilen er det lagt til grunn skjærstyrkeprofilen og lagdeling definert i beregningsnitt B-B i områdestabilitetsvurderingene utført for Torsbekkdalen [9].



Figur 5-14: Skjærstyrkeprofil i bunn av skråningen er basert på parametere fra stabilitetsberegninger i Torsbekkdalen.

ADP-faktorer er valgt etter NIFS-anbefaling [11]. Plastisitetsindeksen varierer, og det er derfor konservativt lagt til grunn følgende ADP-forhold iht. Tabell 5-7:

$$S_{UD}/S_{UA} = 0,63 \text{ \& } S_{UP}/S_{UA} = 0,35$$

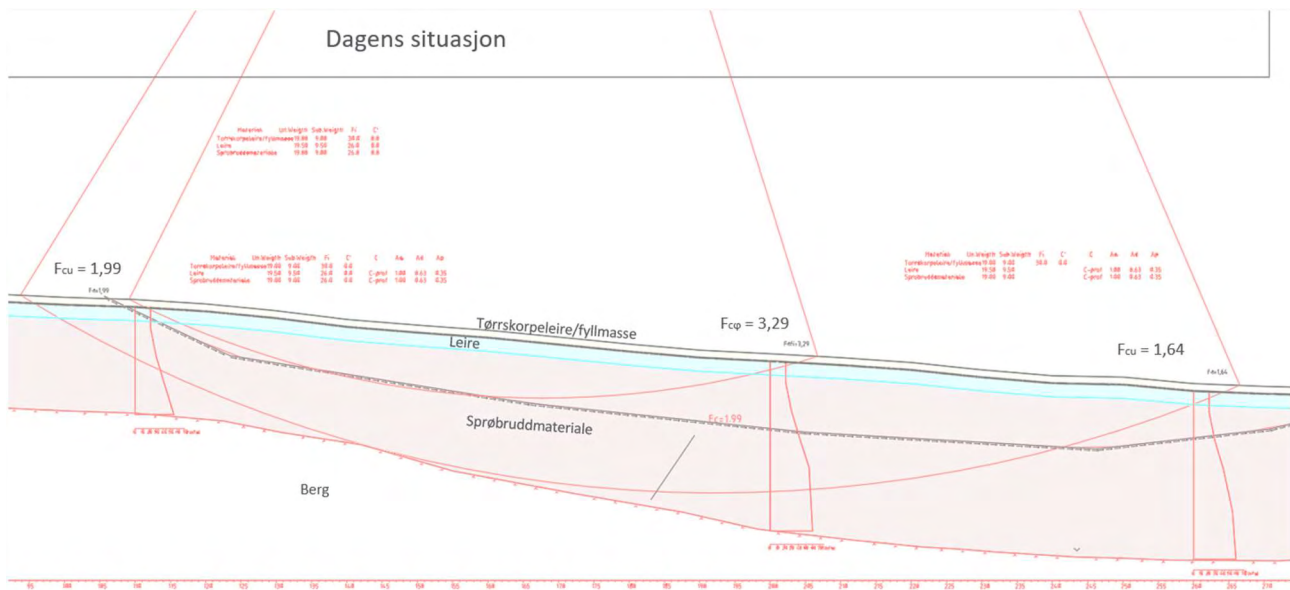
Tabell 5-7: Omforent anbefaling av anisotropifaktorer (ADP-faktorer), hentet fra NIFS-rapport nr. 14/2014 [11].

I_p	S_{UD}/S_{UA}	S_{UP}/S_{UA}
$I_p \leq 10\%$	0,63	0,35
$I_p > 10\%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

Effektivspenningsparametere er tolket ut fra laboratorieforsøk utført på prøveserier tatt opp i borpunkt 1 og 14, samt erfaringsverdier fra SVV Håndbok V220 [12].

5.10.3 Stabilitet i dagens situasjon

Beregninger utført for dagens situasjon er presentert i tegning nr. 10244945-RIG-TEG-600 (vedlagt) og Figur 5-15, og sikkerhetsfaktorene i dagens situasjon er oppsummert i Tabell 5–8.



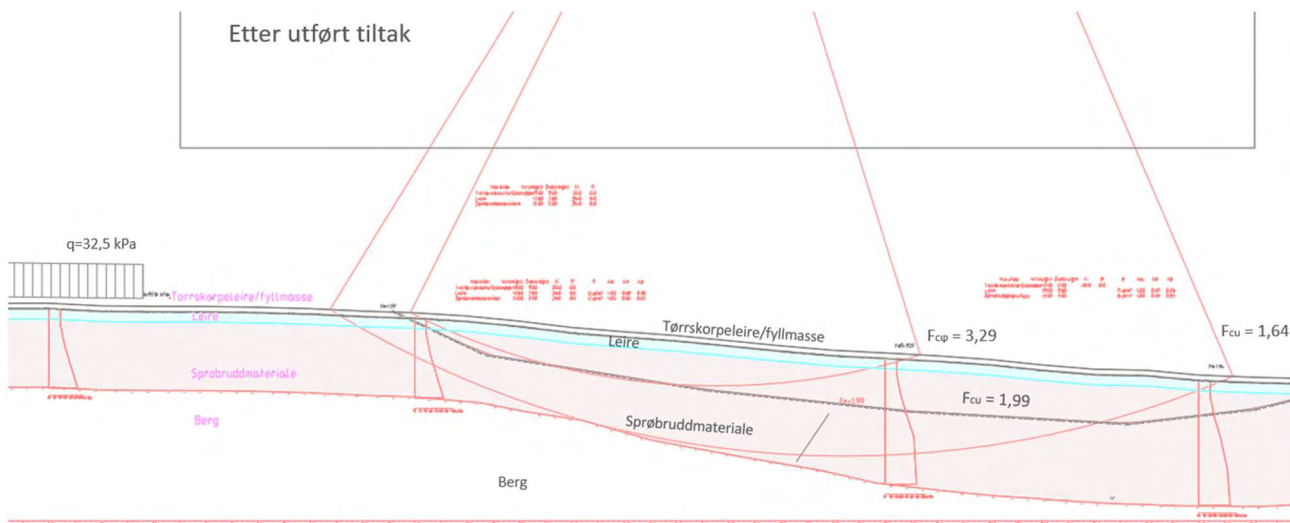
Figur 5-15: Stabilitet i dagens situasjon.

Tabell 5–8: Laveste beregnet sikkerhetsfaktor for profil A-A i dagens situasjon i henholdsvis udrenert og drenert tilstand.

Profil nr.	F _c	F _{cp}
A-A	1,64	3,29

5.10.4 Stabilitet etter utført tiltak med utbygging av Korsgata 16 m.fl.

Beregninger utført for ferdig situasjon med etablering av bolig-/næringsbebyggelse i Korsgata 16 m.fl. er vist i tegning nr. 10244945-RIG-TEG-601 (vedlagt) og Figur 5-16, og sikkerhetsfaktorene i ferdig utbygd situasjon er oppsummert i Tabell 5–9. Som beregningene viser, vil ikke tiltaket i Korsgata 16 m.fl. forverre stabiliteten.



Figur 5-16: Stabilitet etter utført tiltak.

Tabell 5–9: Laveste beregnet sikkerhetsfaktor for profil A-A etter utført tiltak i henholdsvis udrenert og drenert tilstand.

Profil nr.	F _c	F _{cφ}
A-A	1,64	3,29

6 Konklusjon

Det er påvist kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale i prosjektområdet, og topografiske forhold tilsier at områdestabilitet må utredes. Planlagt tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred, og terreng som kan inngå i et løснеområde for et skred. Det er identifisert et løснеområde i vest fra Kruses gate, og behov for evaluering av faresonen.

Tiltaket vurderes i tiltakskategori K4 med «lav faregrad», «meget alvorlig» skadekonsekvens, og faresonen vurderes å ligge i risikoklasse 4. Stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet både i dagens situasjon og etter planlagt utbygging.

Prosjektområdet ligger ikke innenfor et sannsynlig utløpsområde for skred fra nærliggende områder.

Det vurderes at sikkerhet mot områdeskred er tilfredsstillende for planlagt tiltak med utbygging i Korsgata 16 m.fl., og at det ikke er en reell fare for områdeskred i det aktuelle området.

Det er behov for uavhengig kvalitetssikring. Faresonen med tilhørende vurderinger vil bli meldt inn via NVEs innmeldingsløsning når uavhengig kvalitetssikring er utført.

7 Videre arbeid

Den foreliggende områdestabilitetsvurderingen må kontrolleres av uavhengig foretak før det gis endelig godkjenning.

Detaljprosjektering av lokalstabilitet og valg av fundamentering må utføres i detaljprosjekteringen, og det må utarbeides faseplaner som sikrer tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred i alle anleggsfaser for bolig-/næringsbygget.

8 Viktige momenter

I detalj- og utførelsesfasen vil det være nødvendig å vurdere lokalstabilitet i sammenheng med ev. utgravings- og/eller fyllingsarbeider, samt bæreevne for maskiner. Stabilitet ifm. eventuell ramming/boring av peler må også vurderes.

Det forutsettes at stabilitet ivaretas på tilsvarende måte i ev. fremtidige prosjekter/inngrep i nærområdet, med spesielt hensyn til registrerte områder for kvikkleire/sprøbruddmateriale.

9 Referanser

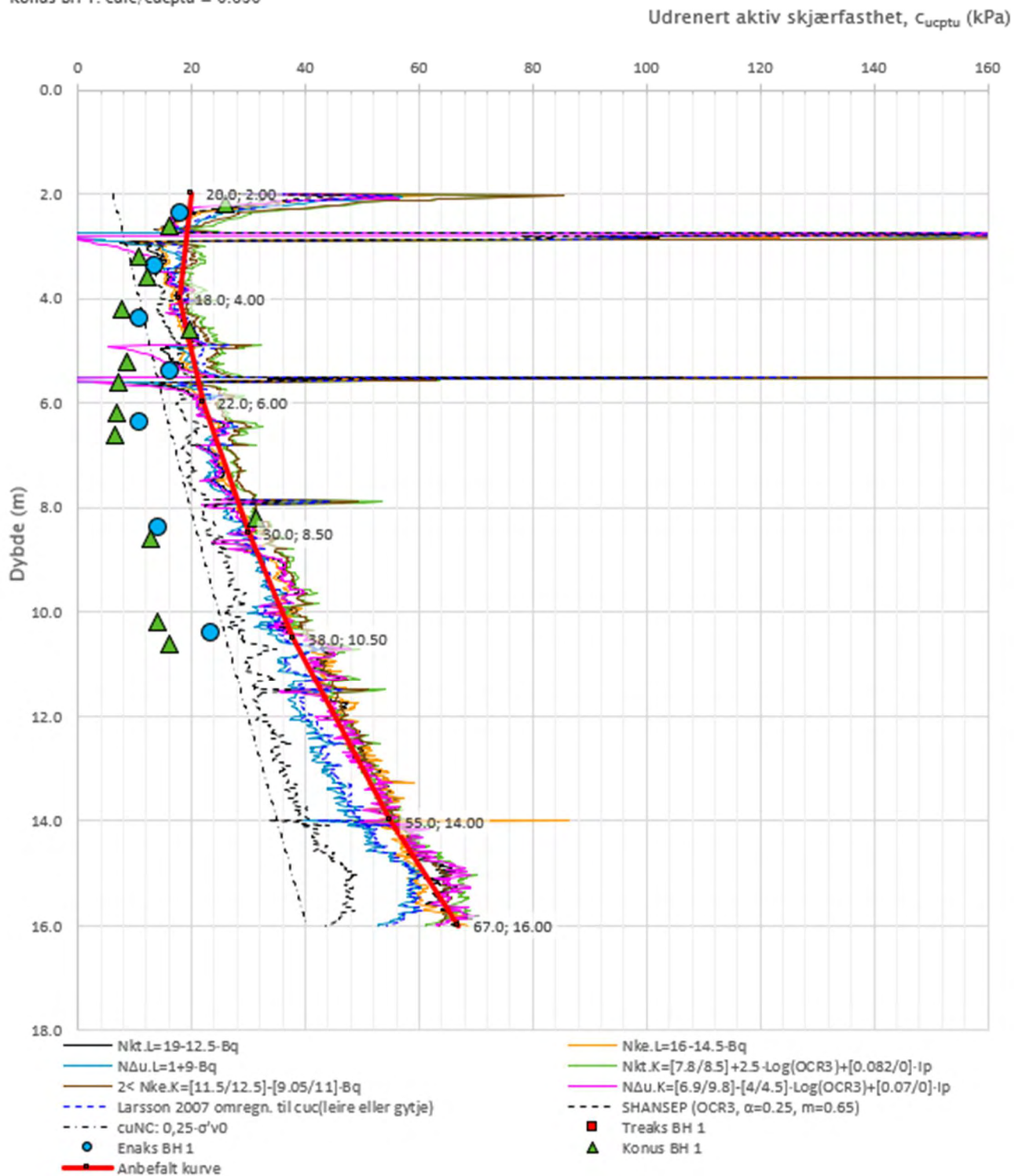
- [1] Multiconsult Norge AS, «Roald Amundsens Gate 16, Sarpsborg», Geoteknisk datarapport - Grunnundersøkelser 10244945-RIG-RAP-001, sep. 2022.
- [2] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.», Veileder 1/2019, 2020.
- [3] Multiconsult Norge AS, «Byhaven Sarpsborg», Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser 10219432-RIG-RAP-001, jul. 2020.
- [4] Multiconsult Norge AS, «Midtbyen II Sarpsborg - Grunnforhold», Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser 511626-1, okt. 2011.
- [5] Multiconsult Norge AS, «Sandesundsveien 3, Sarpsborg - Grunnforhold», Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser 511392-1, des. 2009.
- [6] Multiconsult Norge AS, «Sandesundsveien 3-7, Sarpsborg - Grunnforhold», Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser 512161-RIG-RAP-001, jan. 2015.
- [7] NOTEBY AS, «Idretts- og svømmehall, Sarpsborg - Grunnundersøkelser», Grunnundersøkelser, Fundamentering 13219, jul. 1975.
- [8] KRD (kommunal- og regionaldepartementet), *FOR 2017-07-07 nr 1164 - Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift/TEK17)*. 2017. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>
- [9] Multiconsult Norge AS, «Områdestabilitet Torsbekkdalen», ROS-analyse områdestabilitet 10220123-RIG-RAP-001, jun. 2021.
- [10] NGI, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.», NVE, Eksternrapport - Metodebeskrivelse 9/2020, nov. 2020.
- [11] Norges vassdrags- og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket, «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire - En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.», Rapport nr. 14/2014, jan. 2014.
- [12] Statens Vegvesen, *Geoteknikk i vegbygging - Håndbok V220*. Vegdirektoratet, 2018.

VEDLEGG

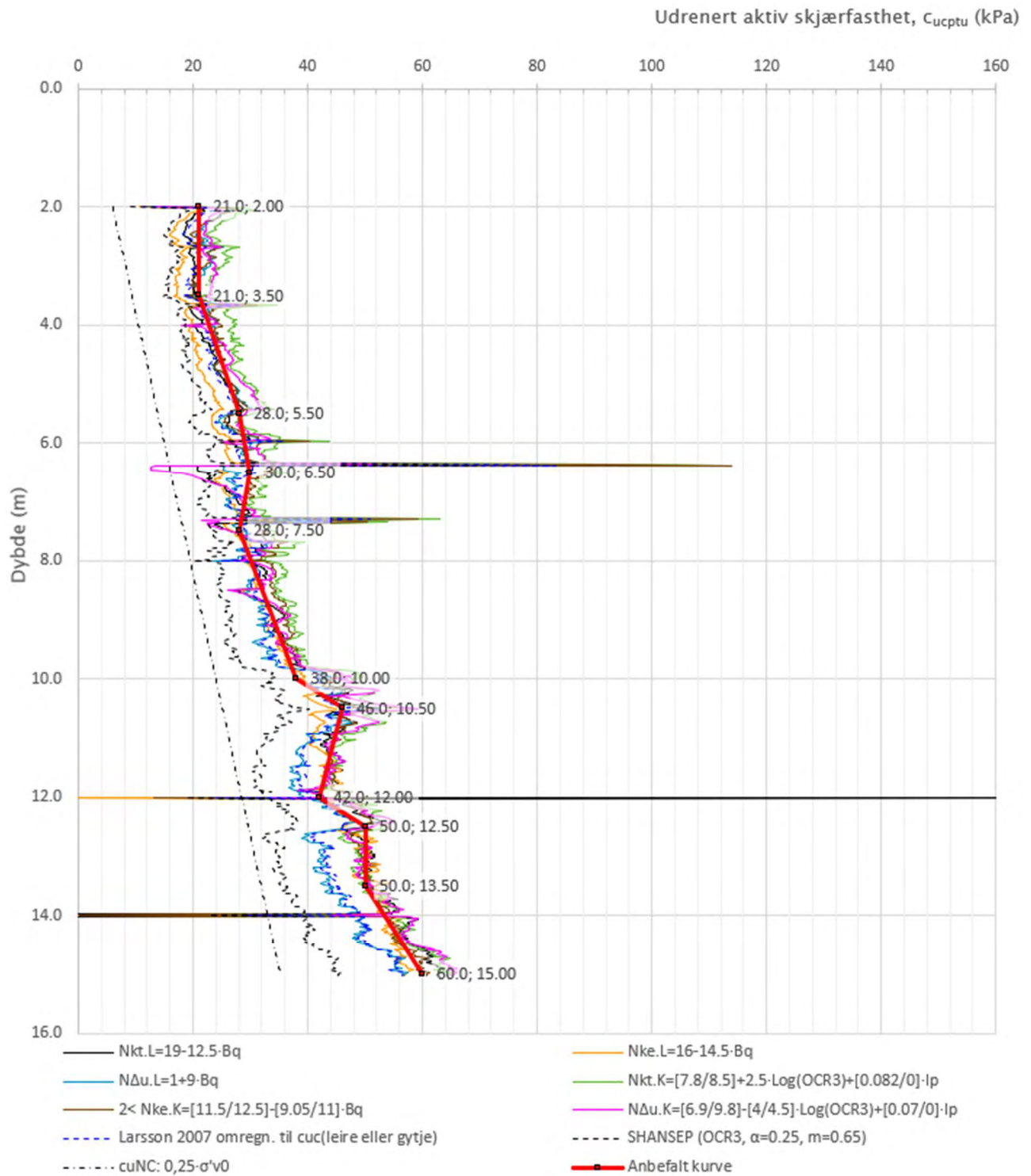
Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 1: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

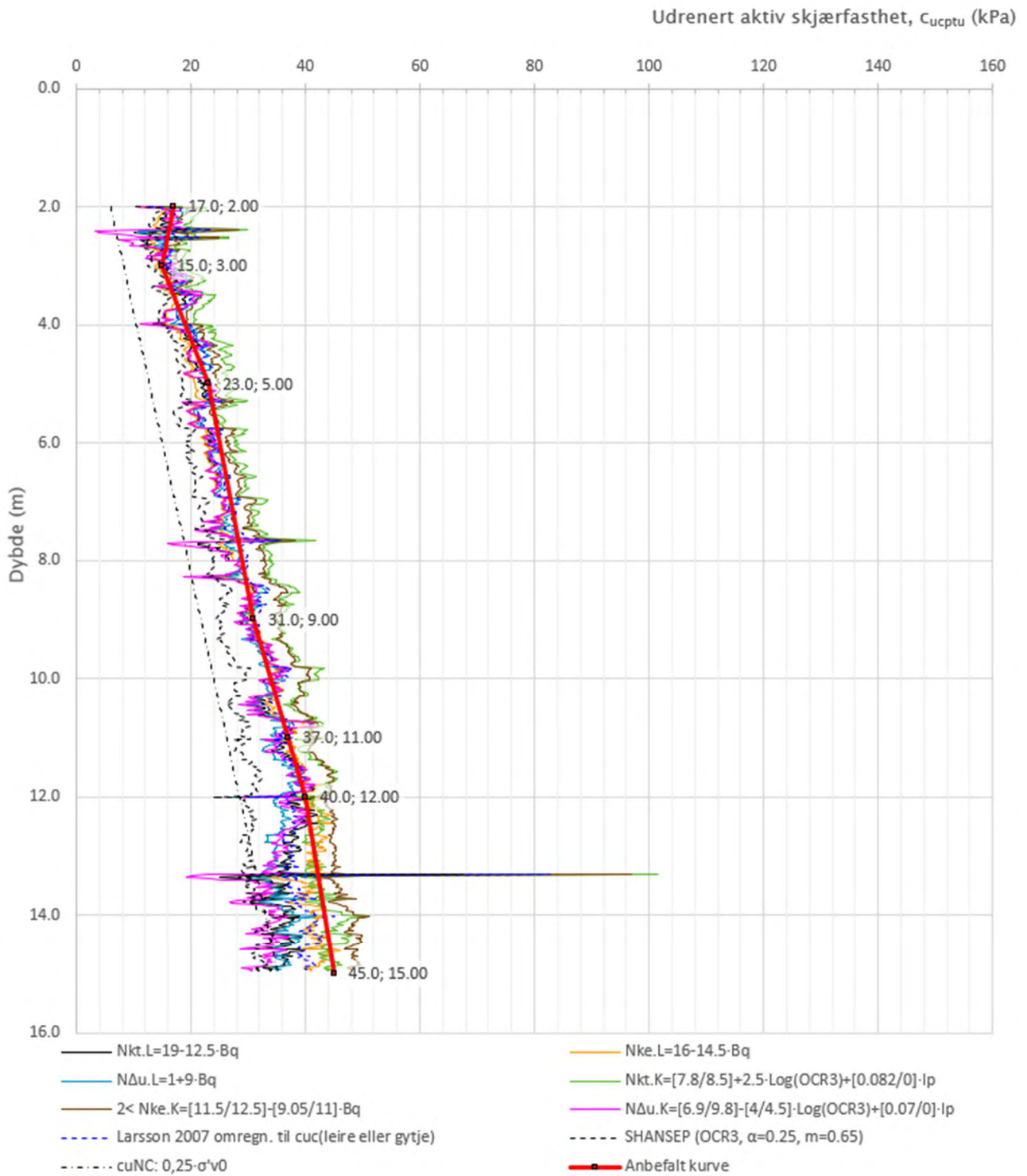
Konus BH 1: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$



Figur 9-1: CPTU-sondering i borpunkt 1.



Figur 9-2: CPTU-sondering i borpunkt 7.



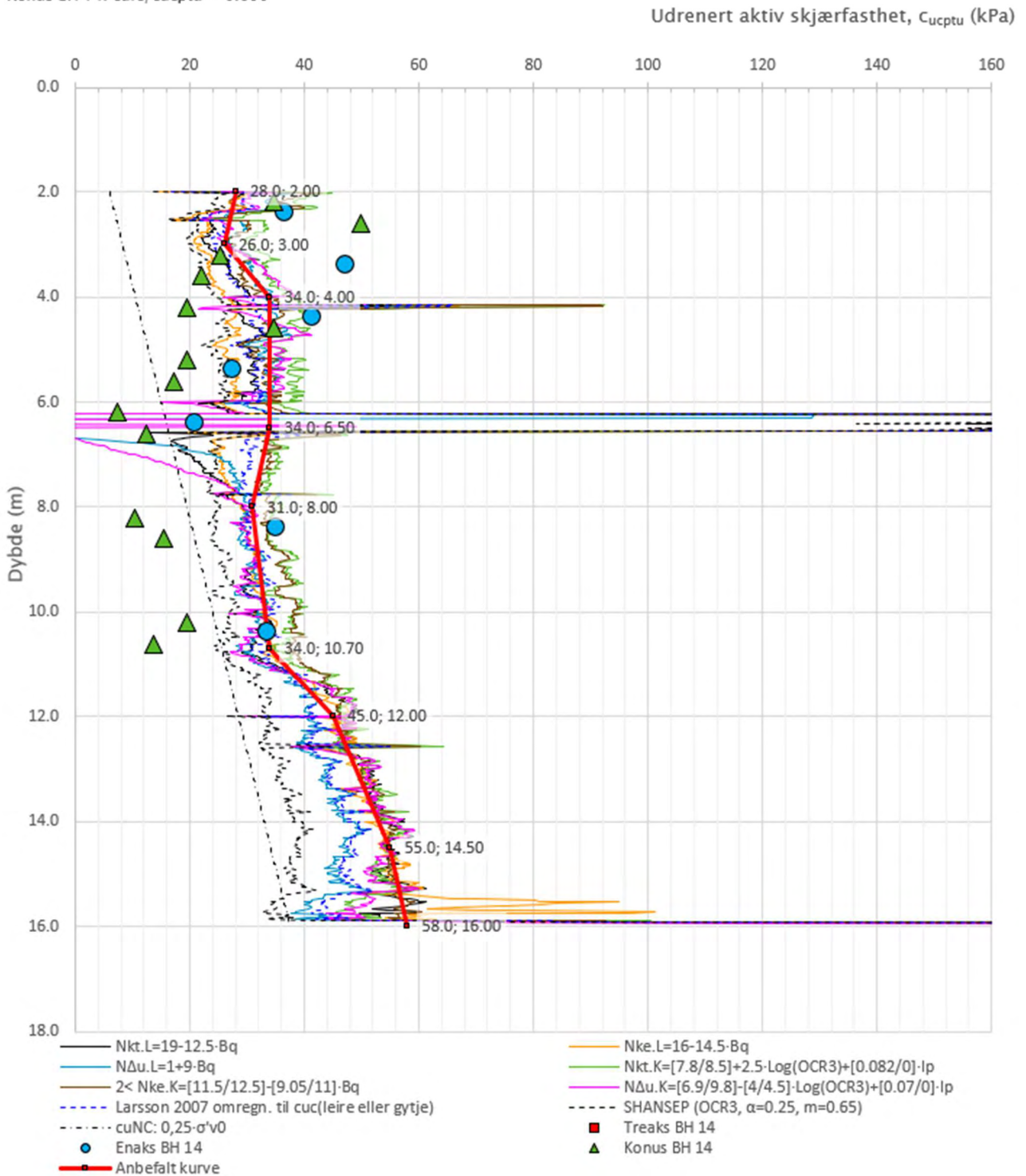
Figur 9-3: CPTU-sondering i borpunkt 9.

ROS-analyse geoteknikk: Vurdering av områdestabilitet

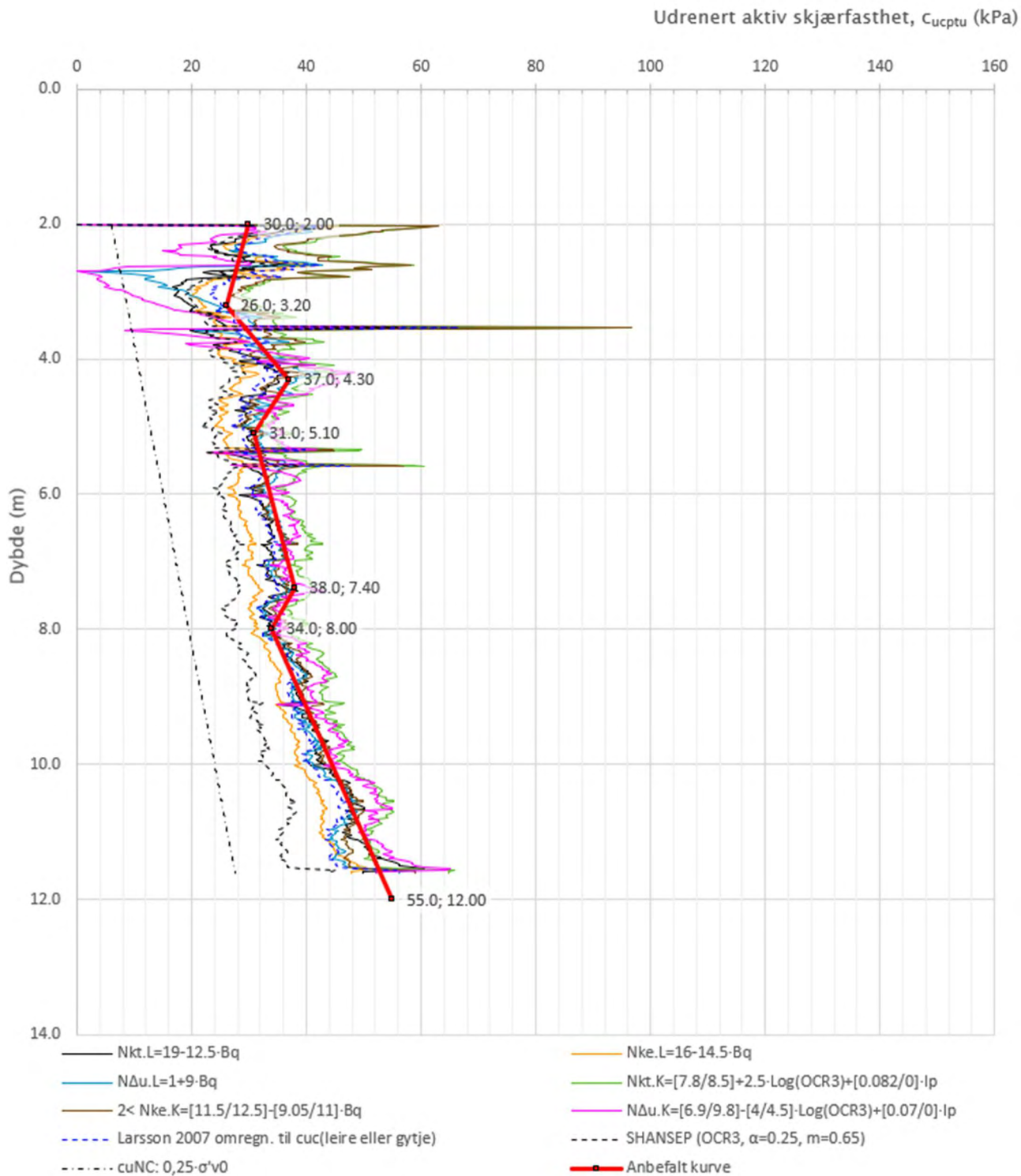
Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 14: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH 14: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

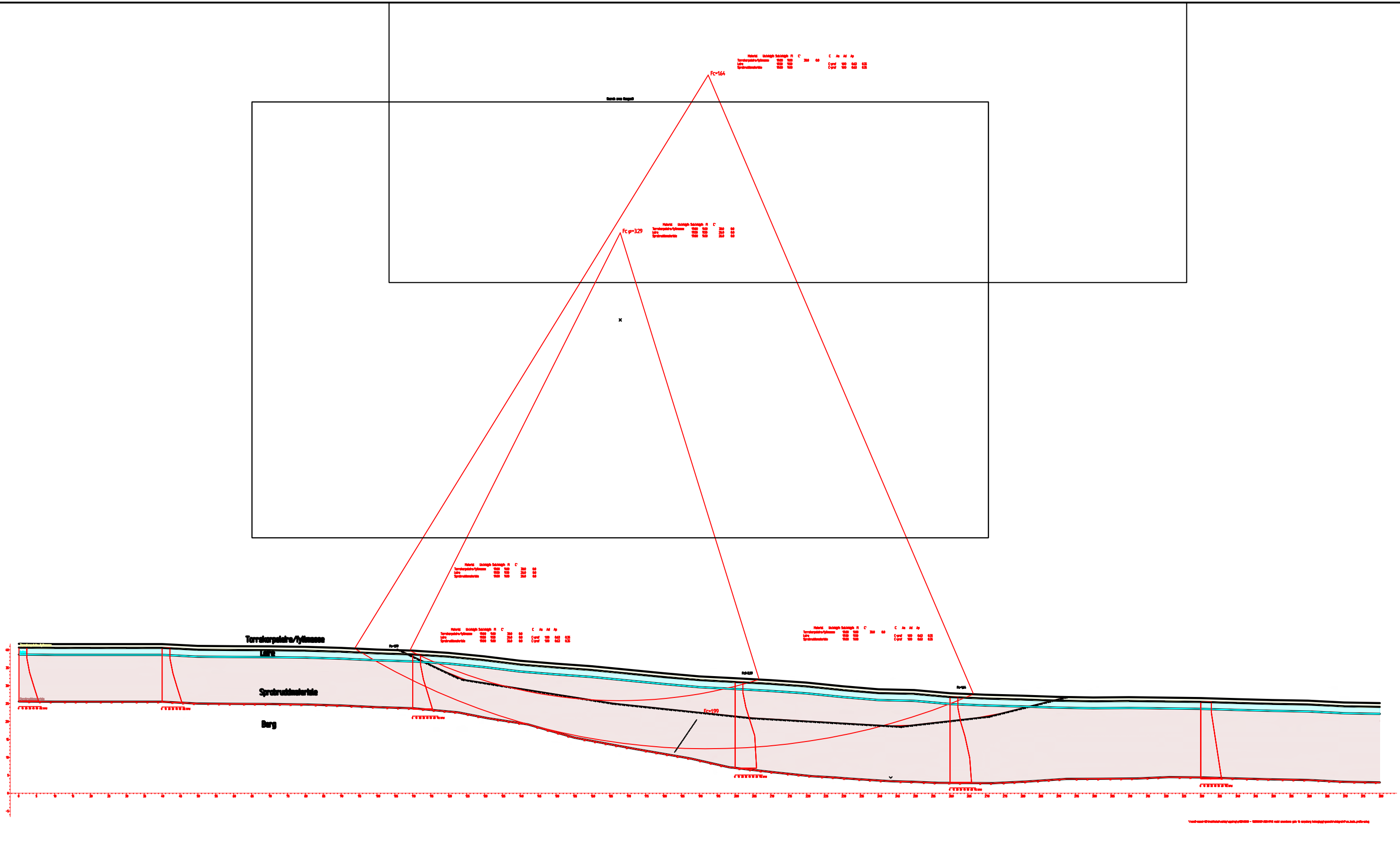


Figur 9-4: CPTU-sondering i borpunkt 14.



Figur 9-5: CPTU-sondering i borpunkt 16.

C:\Users\kilw\OneDrive - Multiconsult\Documents\Oppdrag 2022\10244945 Roald Amundsens gate 16\Områdestabilitet\Stabilitetsberegninger.dwg, - Layout: (600 (A3)); - Plottet av: kilw, Dato: 2022.10.27 kl 10:23



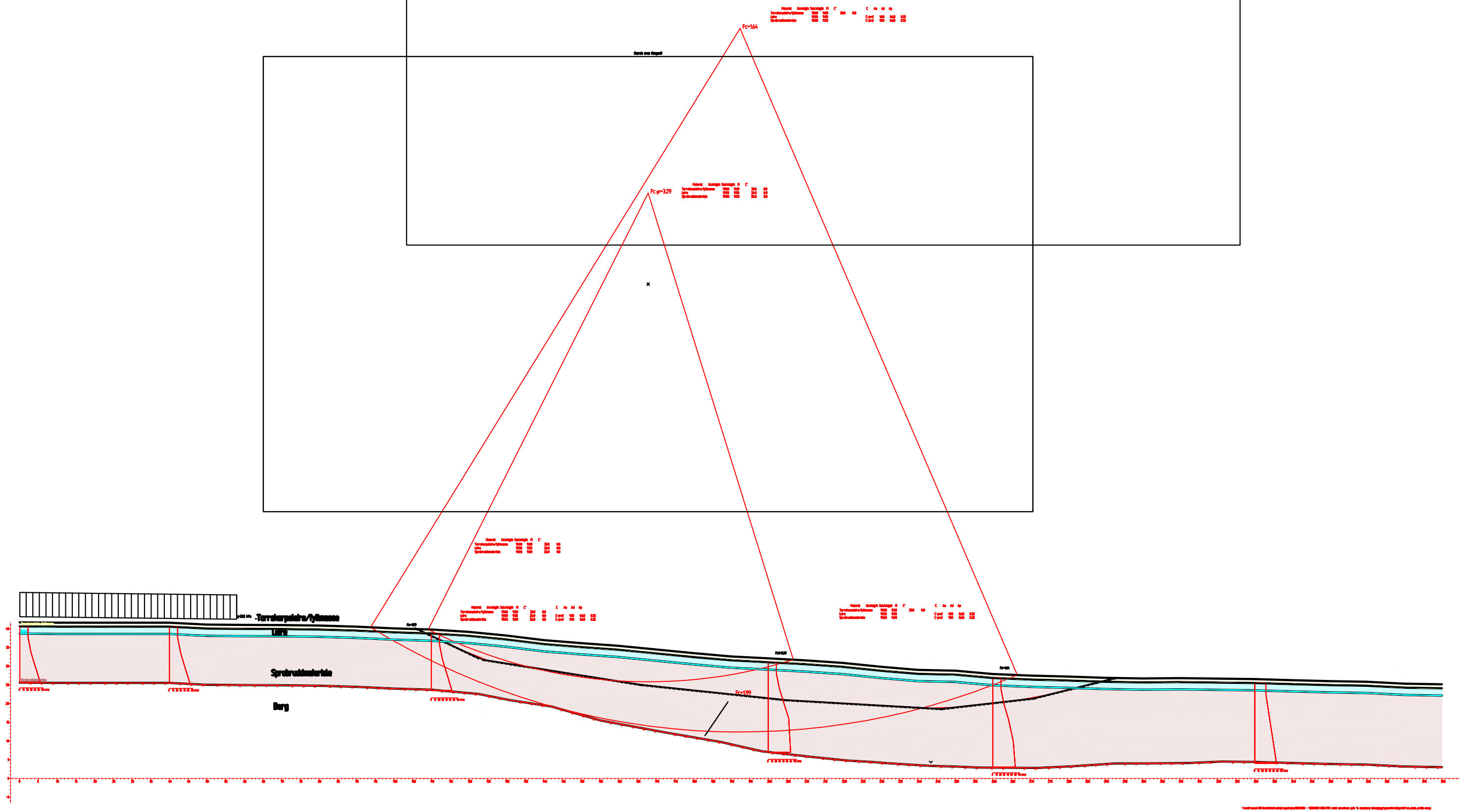
KARTGRUNNLAG: EUREF89, sone 32
 KOORDINATSYSTEM: NN2000
 HØYDEREFERANSE:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Stabilitet dagens situasjon	25.10.2022	KILW	DEJ	DEJ

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Betongbygg Eiendom AS
 Korsgata 16 m.fl., Sarpsborg
 Områdestabilitet, dagens situasjon
 Profil A-A

Status Til rapport	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 25.10.2022
Konstr./Tegnet KILW	Kontrollert DEJ	Godkjent DEJ	Målestokk 1:1000
Oppdragsnr. 10244945	Tegningsnr. RIG-TEG-600	Rev. 00	



KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32
 HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Stabilitet etter utført tiltak	25.10.2022	KILW	DEJ	DEJ



Betongbygg Eiendom AS
 Korsgata 16 m.fl., Sarpsborg
 Områdestabilitet, etter utført tiltak
 Profil A-A

Status Til rapport	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 25.10.2022
Konstr./Tegnet KILW	Kontrollert DEJ	Godkjent DEJ	Målestokk 1:1000
Oppdragsnr. 10244945	Tegningsnr. RIG-TEG-601	Rev. 00	