
RAPPORT

Kjøsterud Gård

OPPDRAKSGIVER

Blink Hus Sigdal

EMNE

Områdestabilitetsvurdering

DATO / REVISJON: 2022-04-22 / 01

DOKUMENTKODE: 10228435-01-RIG-RAP-001



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. Tredje parter 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	Kjøsterud Gård	DOKUMENTKODE	10228435-01-RIG-RAP-001
EMNE	Områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Blink Hus Sigdal	OPPDRAGSLEDER	Martin Dons
KONTAKTPERSON	Roar Koppergård	UTARBEIDET AV	Morten Hovind
KOORDINATER	Sone: UTM 32 Øst: 562580 Nord: 6625000	ANSVARLIG ENHET	10101020 Geoteknikk B&E
GNR./BNR./SNR.	117 / 1000 / 0 / Drammen		

SAMMENDRAG

Denne rapporten omfatter en områdestabilitetsvurdering gjennomført i forbindelse med utbygging av rekkehus for området rundt Kjøsterud gård i Drammen kommune.

Rekkehusene ligger ikke innenfor løснеområde eller utløpsområde. Aktuell skredmekanisme mot rekkehusene er vurdert til å være rotasjonsskred.

Oppsummert er kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 oppfylt da det vurderes at det aktuelle området:

- Ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred.
- Ikke står i fare for å bli involvert i skred som starter fra utenfor undersøkelsesområdet.
- Ikke ligger i utløpsområdet for skred fra utenfor egen tomt.

Det er utredet en kvikkleiresone for kvikkleireforekomsten vest for Kjøsterudbekken kalt «Kjøsterud gård vest». Den plasseres i følgende klasser:

- Faregrad: Middels faregrad
- Skadekonsekvens: Alvorlig
- Risikoklasse: 3 (tallverdi 732)

Vurderingen er gjort for dagens situasjon med planlagt bebyggelse av rekkehusene.

Rev01 inneholder oppdateringer etter kvalitetssikring av uavhengig foretak. Endringer er markert i kursiv og markert med strek i venstre marg. Endringene fra rev00 er gjort i kap 5.9 og vedlegg B og gjelder klassifisering av faresonen.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	2022-04-22	Revisjon etter 3. partskontroll. Økt konsekvens- og risikoklasse.	Morten Hovind	Jo Forseth Indgaard	Jo Forseth Indgaard
00	2022-02-07	Utarbeidet	Morten Hovind	Jo Forseth Indgaard	Martin Dons

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Regelverk og krav	5
3	Grunnlag.....	5
3.1	Topografi.....	5
3.2	Kvartærgeologisk kart.....	7
3.3	Tidligere og nye utførte grunnundersøkelser	7
3.4	Grunnforhold	7
4	Utredning av områdeskredfare	8
5	Vurdere skredmekanisme og avgrens løsne- og utløpsområder	9
5.1	Registrerte faresoner i området	9
5.2	Avgrens områder med mulig marin leire	9
5.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	10
5.4	Bestem tiltakskategori	10
5.5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	10
5.6	Befaring.....	11
5.7	Gjennomfør grunnundersøkelser	12
5.8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	12
5.8.1	Skredmekanisme.....	12
5.8.2	Løsneområder	14
5.8.3	Utløpsområde	15
5.9	Klassifisering av faresone.....	15
5.10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	15
5.11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	15
6	Konklusjon.....	15
7	Referanser	15

TEGNINGER

10228435-01-RIG-TEG	-001	Oversiktstegning	1 side
	-002	Løsne- og utløpsområde	1 side
	-700	Tolket lagdeling snitt A	1 side
	-701	Tolket lagdeling snitt F	1 side
	-800	Beregningssnitt A	1 side
	-801	Beregningssnitt F	1 side

VEDLEGG

Vedlegg A	Revisjon 00	Beregningshefte	8 sider
Vedlegg B	Revisjon 01	Risiko- og faregradsvurdering	4 sider

1 Innledning

Det skal gjøres en områdestabilitetsvurdering og soneutredning for området rundt Kjøsterud Gård i Drammen kommune. Områdestabilitetsvurderingen gjøres etter NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1].

En bekk renner gjennom området og det er rekkehus under utbygging i nærheten. Grunnforholdene og tiltakets tiltakskategori (K4) innebærer at alle steg i prosedyren i NVE 1/2019 har måttet bli vurdert. I tillegg er det gjort vurderinger om rekkehusene kan bli påvirket av et områdeskred som starter ved bekken.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser og en geoteknisk stabilitetsvurdering av Multiconsult presentert i rapport «814597-RIG-RAP-001 Detaljreguleringsplan for Hestehagen på Åssiden». Det er også tidligere utført en områdestabilitetsvurdering av Rambøll med markert løsneområde basert på størrelse 15 x skråningshøyde i rapport «1350034996 Åssiden Områderegulering, Travbane Åssiden». De aktuelle rapportene er vist i Tabell 3-1.

2 Regelverk og krav

For den geotekniske vurderingen som følger i denne rapporten er prosedyren presentert i NVEs veileder 1/2019 fulgt. Følges denne prosedyren vurderes sikkerheten mot områdeskred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Prosedyren beskriver stegvis hvordan området bør undersøkes for å avdekke om tiltaket kan stå i fare for å bli berørt av et områdeskred. Videre beskrives hvordan aktsomhetsområder (områder med potensiell fare for skred) kan bli kartlagt, og videre hvilke krav bygging i slike aktsomhetsområder stiller.

Oppsummert kan kravene knyttet til kvikkleireproblematikk etter NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være oppfylt om følgende verifiseres:

1. Bygging utløser ikke skred i kvikkleire.
2. Bygg skal ikke bli involvert i et kvikkleireskred som starter et annet sted, men som deretter suksessivt utvider seg.
3. Bygg skal ikke bli truffet av skredmasser fra et kvikkleireskred.

Vurderingene gjennomført i denne rapporten skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Sikkerhet mot andre naturpåkjenninger som for eksempel flom og skred i bratt terreng er ikke behandlet i denne rapporten og må eventuelt ta hensyntas av andre videre i prosjektet.

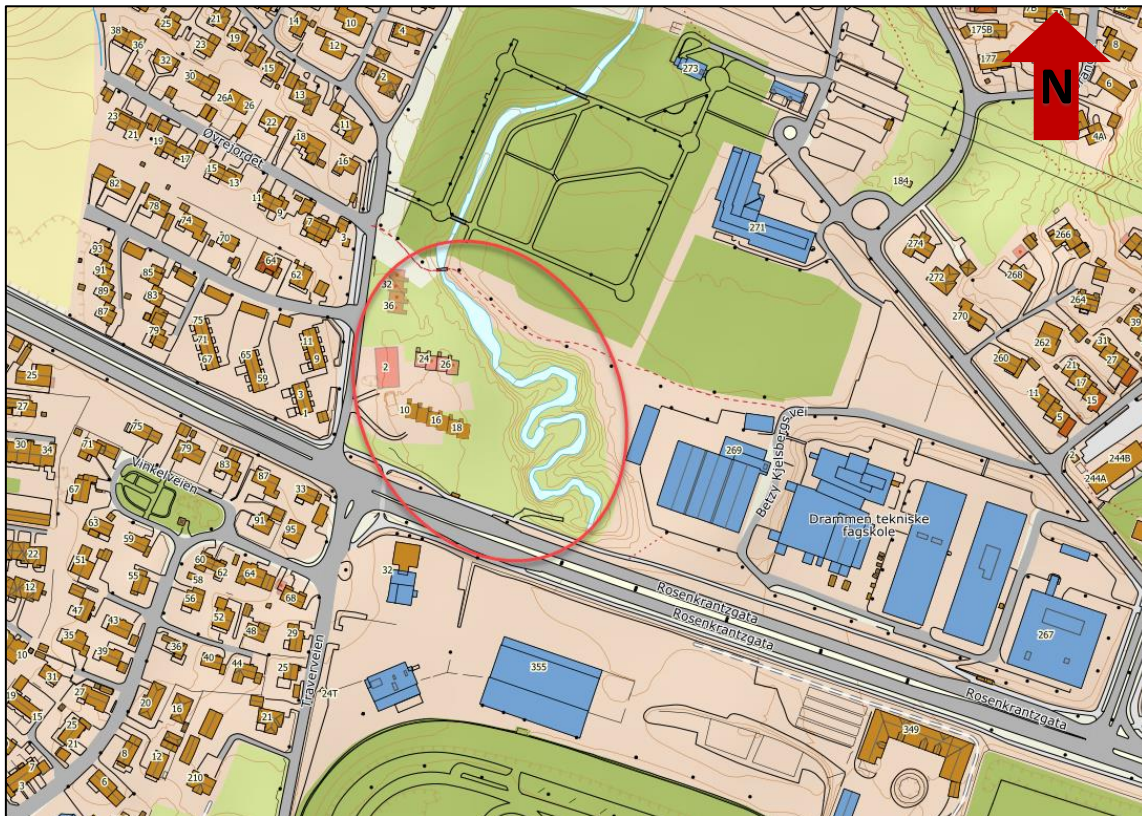
3 Grunnlag

3.1 Topografi

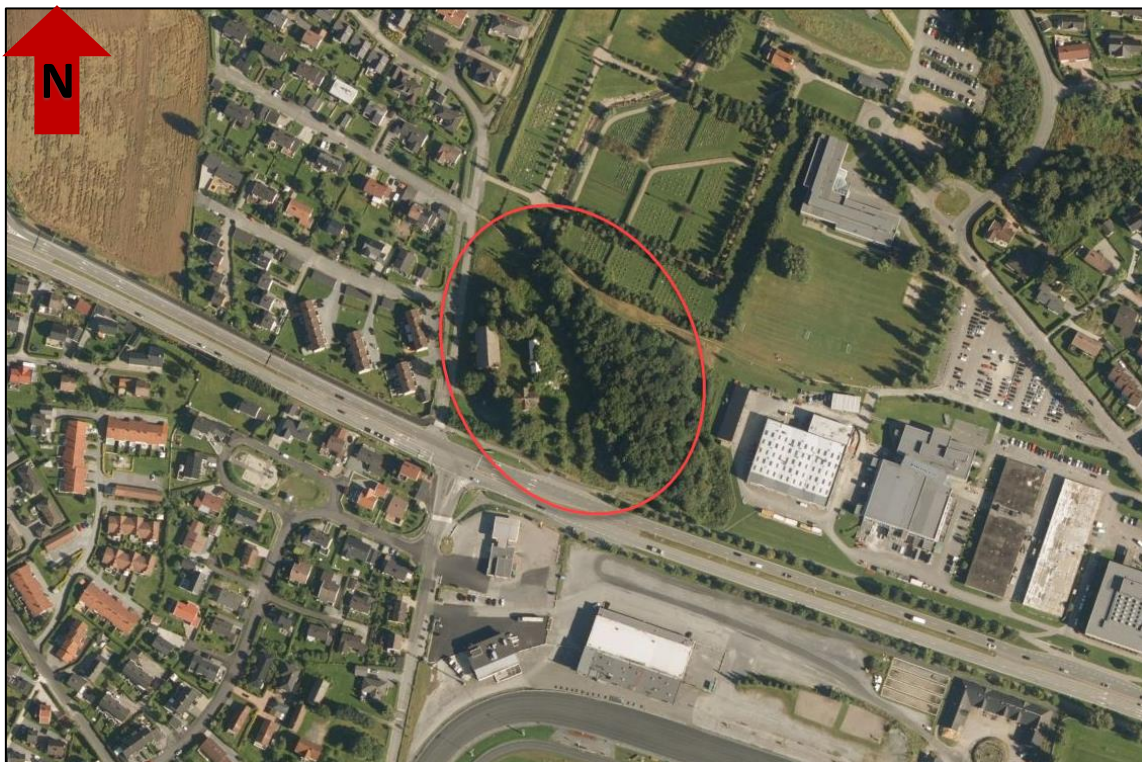
Terrenget i området ved utbyggingen er relativt flatt og skråner slakt i østlig retning. Det er rekkehus under utbygging omtrent 30 m vest for bekkedraget. Øst for bekken ligger Drammen tekniske fagskole. Sør for området går fv. 283 (Rosenkrantzgata). Det vises til kartutsnitt i Figur 3-1 og Figur 3-2.

I øst skråner terrenget bratt med en høydeforskjell på 6,5 m ned mot Kjøsterubekken. Det bratteste partiet i skråningen har helning 1:1,4. Høydeforskjellen er lav i nord og øker i sørlig retning. Bekken er blitt målt inn til å være ca. 0,5 m dypere enn det som fremkommer på digitalt kartgrunnlag.

Høyden på terrenget i hele området ligger mellom ca. kote +7 og +14.



Figur 3-1 Oversiktskart med prosjektområde [2].



Figur 3-2 Flyfoto over prosjektområde [2].

3.2 Kvartærgeologisk kart

Kvartærgeologisk kart over området [3], se Figur 3-3, indikerer at løsmassene i området langs bekken hovedsakelig består av elveavsetning og området ellers består av tykk havavsetning. For områder med elveavsetning kan det forventes løsmasser av sand og grus med varierende finstoffinnhold. For områder med tykk havavsetning kan det forventes marine avsetninger av silt og leire.



Figur 3-3 Kvartærgeologisk kart over området [3].

3.3 Tidligere og nye utførte grunnundersøkelser

Det er gjennomført grunnundersøkelser i området i tre omganger. Disse er presentert i følgende rapport og opplistet i Tabell 3-1.

Områdestabilitetsvurderingen gjort av Rambøll i 2019 har ikke fokusert på skredmekanisme for område vurdert i denne rapporten og har heller ikke registrert noen soner i NVE Atlas.

Tabell 3-1 Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter.

Ref.	Rapportnummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn
[5]	10228435-02	Multiconsult Norge AS	2021	Blink Hus Sigdal AS/ Drammen Kommune	Geoteknisk datarapport Kjøsterud Gård
[6]	814597	Multiconsult ASA	2016	Blink Hus Sigdal AS	Detaljreguleringsplan for Hestehagen på Åssiden
[7]	1350034996	Rambøll Norge AS	2019	Åssiden Eiendom	Åssiden Områderegulering, Travbane Åssiden

3.4 Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser i forbindelse med dette prosjektet er presentert i geoteknisk datarapport 10228435-02-RIG-RAP-001 [5]. Alle dreietrykksonderingene indikerer kvikkleire/sprøbruddmateriale, og dette er påvist i utførte prøveserier.

Ved bekkeløpet består løsmassene generelt av et topplag av middels fast siltig leire med mektighet på 2 m. Fra 2 m under terreng er det et lag av bløt siltig leire. Denne leiren klassifiseres som

kvikkleire. Det er her tatt prøveserier ned til 5 m dybde, men dreietrykksonderinger indikerer at laget av kvikkleire trolig er mer enn 10 m tykt.

Høyere i terrenget øst og vest for bekkeløpet viser grunnundersøkelsene med prøveserier at løsmassene består av et 2-3 m tykt lag av siltig tørrskorpeleire. Under dette er det siltig leire ned til 4,5 m dybde under terreng. Fra 4,5 m blir leiren bløtere, mer sensitiv og klassifiseres som kvikkleire.

Peiling av vannstanden med hydrauliske vannstandsmålere i borpunkt 12 og 16 indikerer at grunnvannet ligger henholdsvis 2,2 og 1,3 m under terreng. Dette tilsvarer grunnvannstand på henholdsvis kote +10,8 og +11,1. Grunnvannstand antas ligger 1,5 m under terreng på toppen av skråningen tilsvarende mellom ca. kote +10,5 og +11.

4 Utredning av områdeskredfare

Kapittel 3.2 i NVE-veilederen 1/2019 beskriver en prosedyre for vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområdet for skredfare. Prosedyren inneholder totalt 11 punkter hvor de tre første er for å avgrense aktsomhetsområder og de åtte siste for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

Antall punkter i prosedyren som må behandles er avhengig av planfase og krav for nøyaktighet av utredningene. Dersom det under gjennomgang av prosedyren kan konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred er det ikke nødvendig å gå videre i prosedyren. Utredningen kan dermed avsluttes. I dette prosjektet har alle punktene måttet bli behandlet.

Tabell 4-1 oppsummerer gjennomgangen av prosedyren for vurdering av områdestabilitet for Kjøsterud Gård vest.

Tabell 4-1 Gjennomgang av prosedyre for utredning av områdestabilitet etter NVE 1/2019.

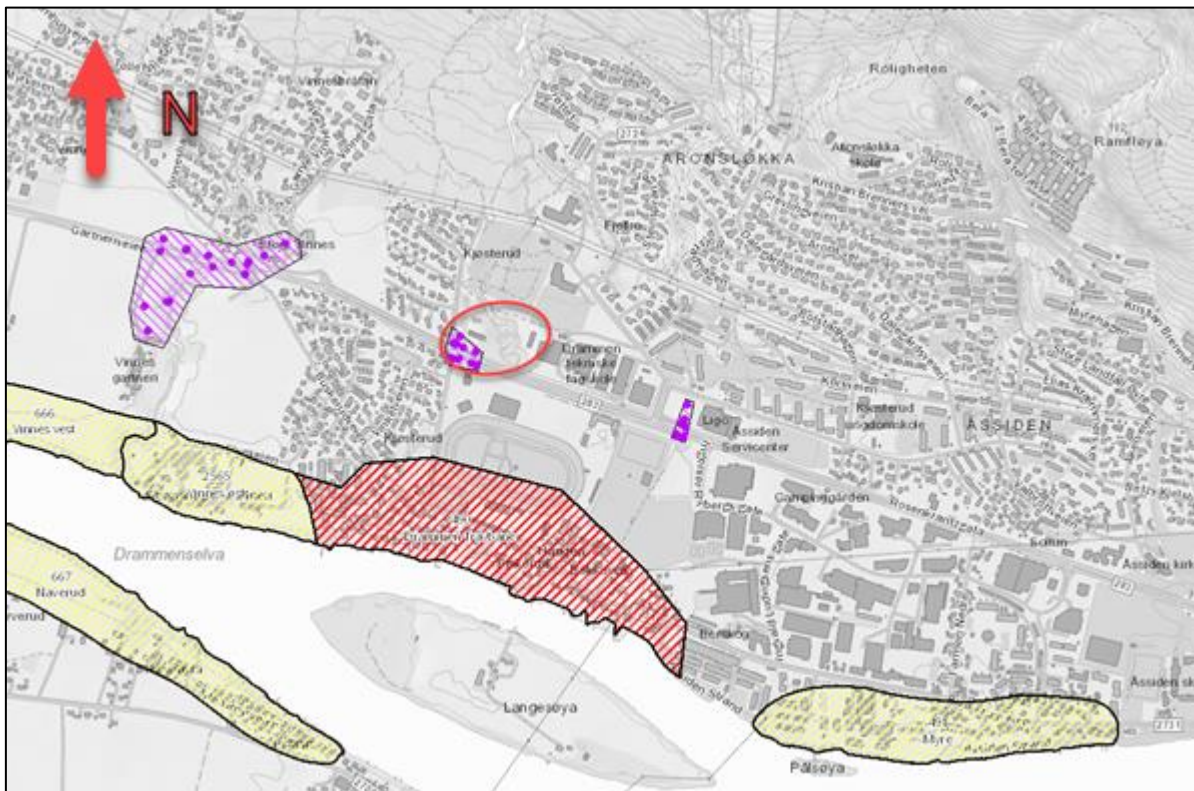
	Oppgave	Kommentar
1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.	Det ligger en kvikkleiresone ca. 350 m sør for aktuelt område, se kap. 5.1.
2.	Avgrens områder med mulig marin leire	Området med marin grense er avgrenset av NGUs kart «mulighet for marin leire» se kap. 5.2.
3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Avgrenset grovt ved å se på det aktuelle området samt skråninger med marine avsetninger innenfor en avstand lik 20 ganger skråningshøyde fra bekken.
4.	Bestem tiltakskategori	Rekkehusene er plassert i tiltakskategori K4 da tiltaket medfører større personopphold.
5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Avgrenset til sentrale deler av området, se kap. 5.5. Valgt to beregningssnitt.
6.	Befaring	Befaring gjennomført i flere omganger, se kap. 5.6.
7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser er utført i flere omganger og omfanget er vurdert som tilstrekkelig.
8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Relevant skredmekanisme antas være rotasjonsskred. Se kapittel 5.8.
9.	Klassifiser faresone	Sonen er klassifisert, se Vedlegg B.
10.	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Rekkehusene vil ikke påvirkes av et eventuelt skred. Se kapittel 5.10.

11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Faresonen vil bli meldt inn etter gjennomført kvalitetssikring av uavhengig foretak.
-----	--	--

5 Vurdere skredmekanisme og avgrens løsne- og utløpsområder

5.1 Registrerte faresoner i området

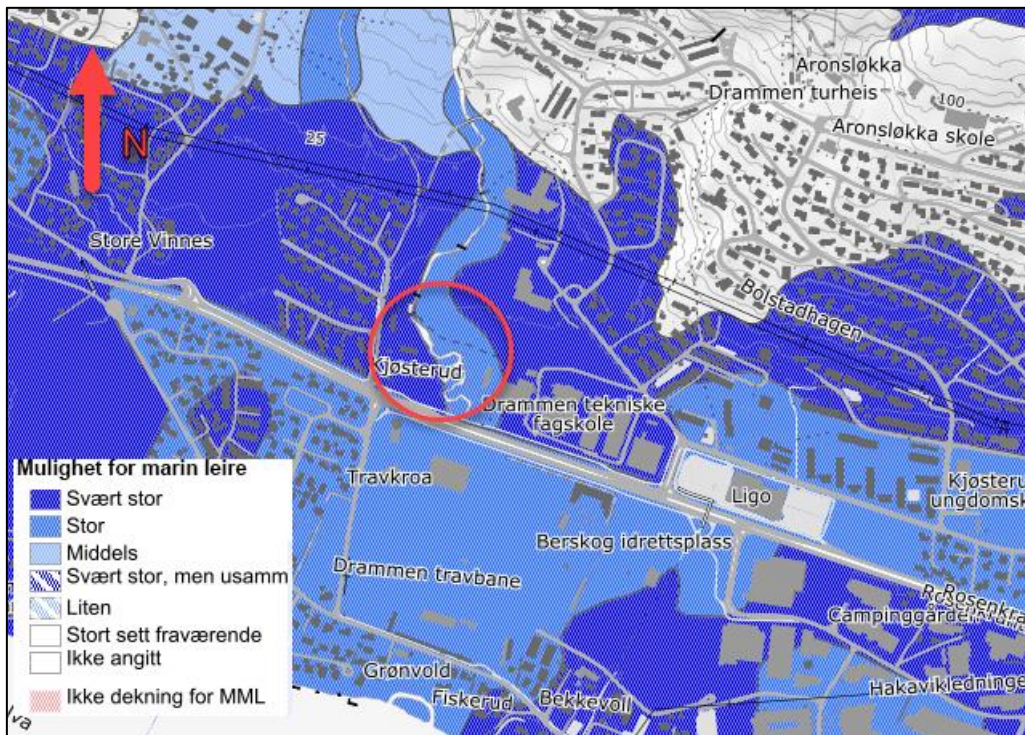
I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [4] er det tidligere kartlagt kvikkleirepunkter fra Statens vegvesen sør-vest på området. Det er også registrert kvikkleiresoner i nærheten, ca. 350 m sørover, nærmeste er «490 Drammen Travbane» med høy faregrad og konsekvens *meget alvorlig*.



Figur 5-1 Registrerte faresoner for kvikkleireskred [4].

5.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Utsnitt fra NGUs kart *mulighet for marin leire* [3] er presentert i Figur 5-2. Det aktuelle området befinner seg i et område med *svært stor* mulighet for marin leire. Langs bekken anses det som *stor* mulighet for marin leire.



Figur 5-2 Kartklipp fra NGUs kart "Mulighet for marin leire" [3]. Aktuelt område markert i rødt.

5.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Området for terreng som kan være utsatt for områdeskred er grovt avgrenset til 20 x skråningshøyde bakover fra bunn av bekkedal der skråningshøyden er over 5 m (inkludert dybde av bekk).

5.4 Bestem tiltakskategori

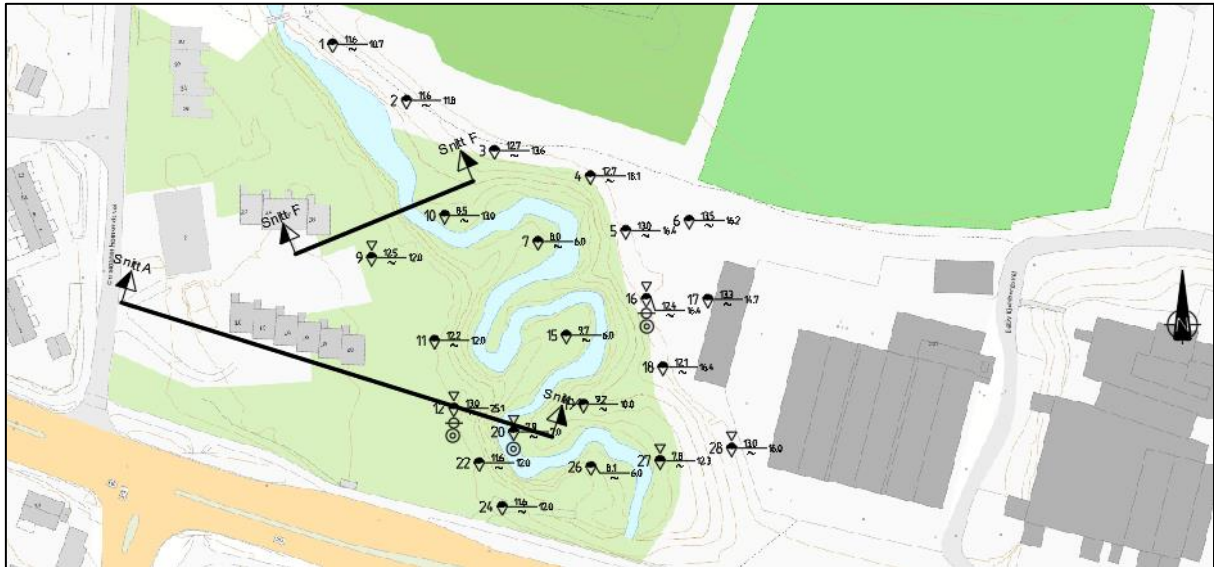
Tiltaket plasseres i tiltakskategori K4 da tiltaket medfører større personopphold.

5.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Faresoner for kvikkleireskred er betegnelsen på utredede områder som har grunn- og topografiske forhold som kan innebære risiko for områdeskred.

Mulig løśnieområde er avgrenset med en 1:15 linje trukket fra foten av skråningene med skråningshøyde over 5 m (inkludert dybde av bekk).

På bakgrunn av kvikkleire-/sprøbruddsforekomster er det valgt to ulike snitt opp mot bebyggelsen i vest, se Figur 5-3. Snitt A er valgt ut ifra skråningshelning og høydeforskjell, og ansett som den mest kritiske i område med tanke på sikkerhetsfaktor. Snittene er også valgt for å vurdere mulig skredmekanisme. Snitt F er valgt for å avgrense mulig løøgneområde og eventuell skredmekanisme i nord.



Figur 5-3 Utvalgte beregningssnitt A og F sammen med utførte grunnundersøkelser i forbindelse med denne områdestabilitetsvurderingen.

5.6 Befaring

Det er gjennomført flere befaringer i området fra oktober til desember 2021 med fokus på skråningene ned mot bekken og erosjonsforhold i den. Befaringene har avdekket litt til ingen aktiv erosjon i bekken. I nedre del av bekken nærmest Rosenkrantzgata har det gått et overflateskred i skråningen mot vest. Videre oppover bekkeløpet ble det observert enkelte små lokale utglidninger som følge av undergraving av trær. Bekkeløpet ble målt til å være omtrent 0,5 m dypt. Bilder fra befaring 29.10.2021 og 06.09.2021 er vist i henholdsvis Figur 5-4 og Figur 5-5.



Figur 5-4 Overflateskred.



Figur 5-5 Undergraving/rotvelt.

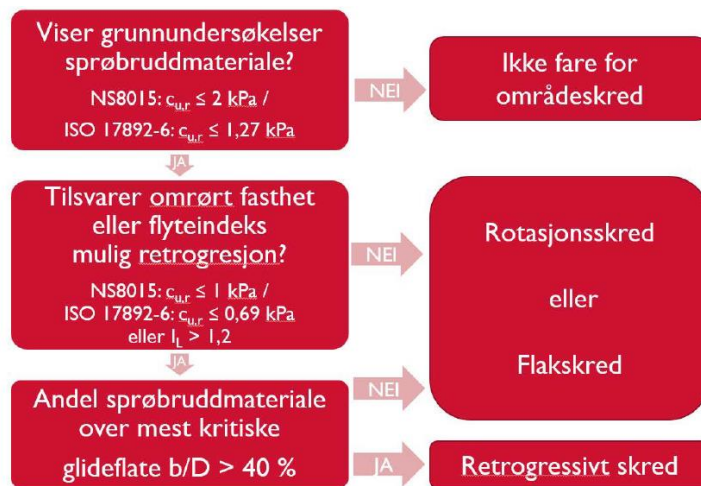
5.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er utført i flere omganger og omfanget er vurdert som tilstrekkelig, se datarapport 10228435-02-RIG-RAP-001 [5].

5.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

5.8.1 Skredmekanisme

Vurdering av skredmekanisme er gjort etter metode presentert i flytskjema fra NVE Veileder 1/2019, se Figur 5-6. Metoden vurderer muligheten for rotasjonsskred, flakskred eller retrogressivt skred for den aktuelle kvikkleireforekomsten.



Figur 5-6 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme. Tilsvarende Figur 4.3 i NVE Veileder 1/2019.

Snitt A

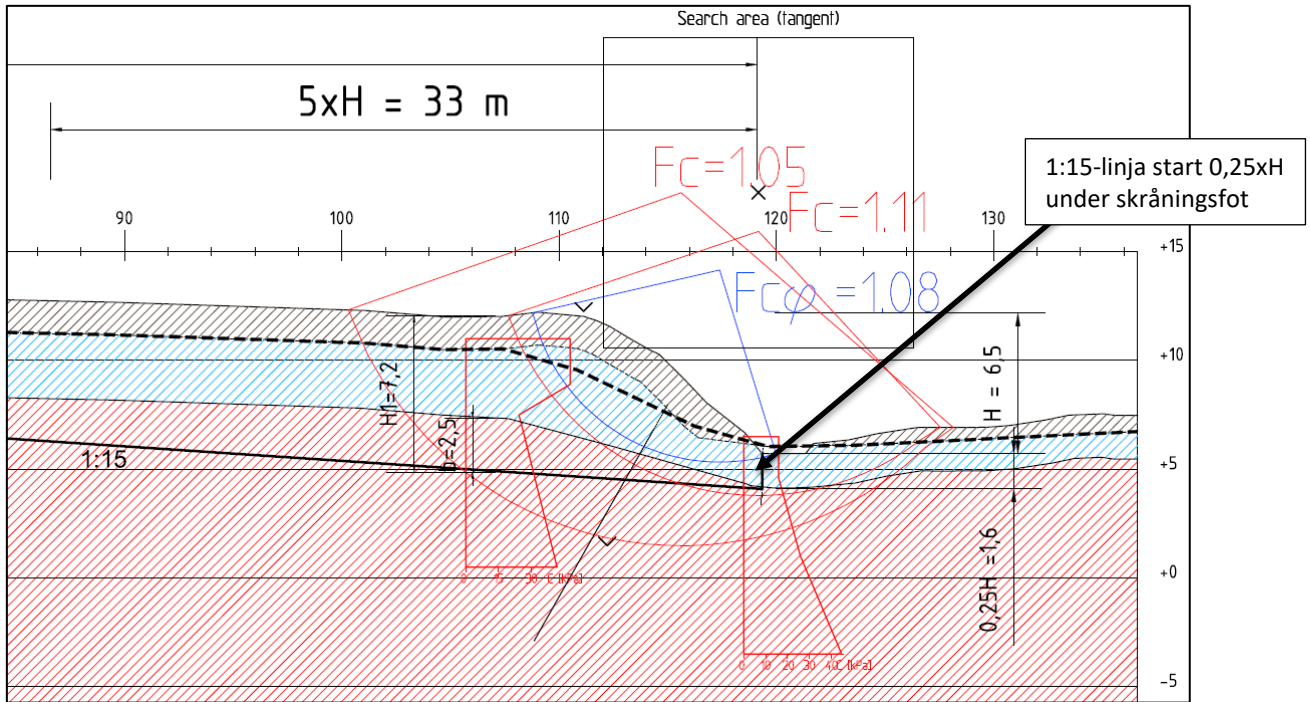
Ved å se på lagdelingen i snitt A i tegning -TEG-800, se Figur 5-7, kan det slås fast at største andel sprøbruddmateriale over 1:15-linjen fra 0,25 ganger skråningshøyden under skråningsfoten er under 40 %:

$$b/D = b/H1 = 2,5/7,2 = 34,7 \% < 40 \%$$

Ettersom andel av sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er under 40 % vurderes den aktuelle skredmekanismen til å være rotasjonsskred eller flakskred.

Lengden til et rotasjonsskreds løsneområde bestemmes konservativt til 5 x skråningshøyden fra skråningsfoten, som i dette tilfellet blir 33,0 m.

Utløpsområdets lengde vil være avgrenset til 0,5 x løsneområdets lengde, altså ca. 16 m.



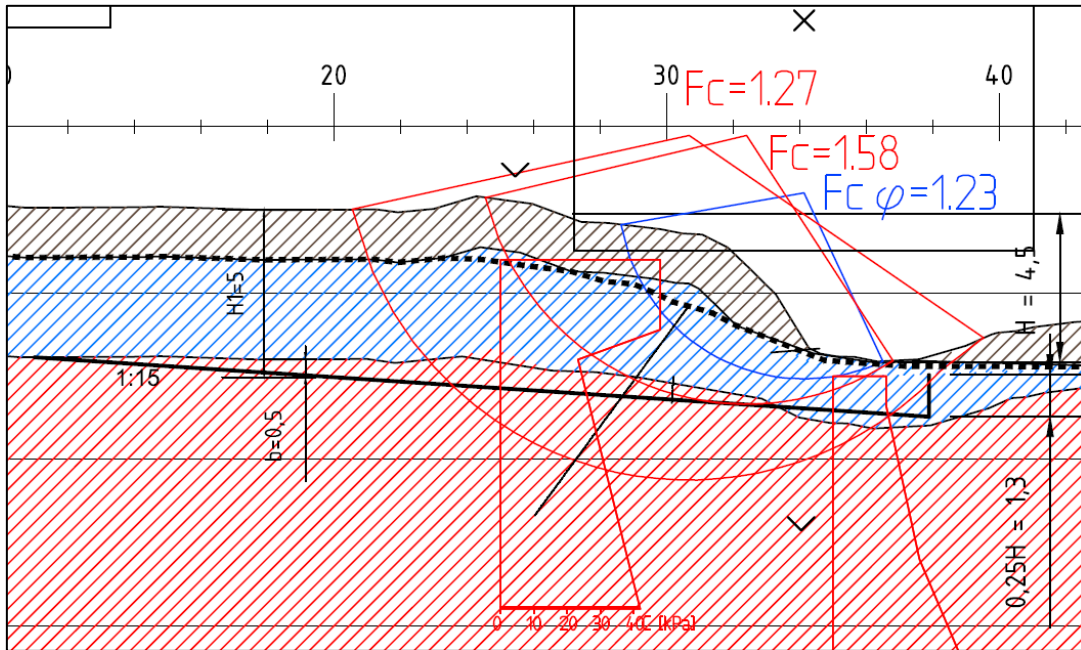
Figur 5-7 Utsnitt fra snitt A hentet fra tegning 10228435-01-RIG-TEG-800.

Snitt F

Ved å se på lagdelingen i snitt F i tegning -TEG-801, se Figur 5-8. kan det slås fast at største andel sprøbruddmateriale over 1:15-linjen fra 0,25 ganger skråningshøyden under skråningsfoten er under 40 %:

$$b/D = b/H1 = 0,5/5,0 = 10,0 \% < 40 \%$$

Ettersom andel av sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate er under 40 % vurderes den aktuelle skredmekanismen til å være rotasjonsskred eller flakskred. Skråningshøyden er under 5 m og snitt F vurderes derfor, etter NVE Veileder 1/2019, til å ikke kunne inngå i løsneområde for et eventuelt skred.

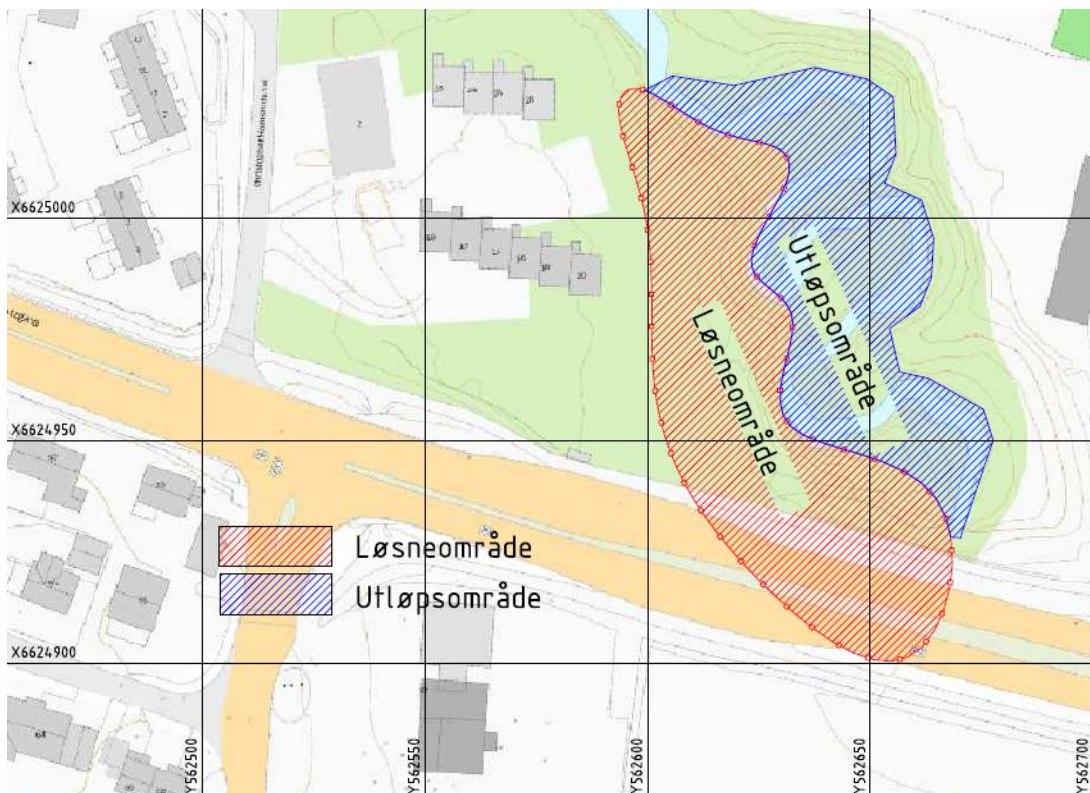


Figur 5-8 Utsnitt fra snitt F hentet fra tegning 10228435-01-RIG-TEG-801.

5.8.2 Løsneområder

Et løsneområde er betegnelsen på det terrenget som kan bli tatt av, og inkludert i, et områdeskred. Størrelsen på løsneområdet blir bestemt ut fra antatt sannsynlig skredmekanisme basert på erfaringsdata fra tidligere skred for samme skredtype, se kap. 5.8.1.

Løsneområdet i vest er funnet fra beregningene i snitt A og F. Se tegning -TEG-002 for markering av løsneområdet. Et utklipp er vist i Figur 5-9.



Figur 5-9 Utklipp fra RIG-TEG-002.

5.8.3 Utløpsområde

Utløpsområdet er betegnelsen på arealet hvor skredmassene kan avsettes nedstrøms løsneområdet.

Størrelsen på utløpsområdet bestemmes av empiriske relasjoner funnet i studier av historiske kvikkleireskred. For et rotasjonsskred er utløpsområdet 0,5 x løsneområdets lengde. Ettersom terrenget er høyt på begge sider av bekkeløpet, vil utløpsområde naturlig tenkes å maksimalt fylle igjen bekkedalen og avgrenses av motbakken på østlig side.

5.9 Klassifisering av faresone

Sonen er gitt navnet *Kjøsterud gård vest* og er klassifisert iht. NVE Ekstern rapport 9/2020 for plassering i både faregrad-, skadekonsekvens- og risikoklasse. Vurderingen er presentert i detalj i Vedlegg B.

Sonen plasseres i følgende klasser:

- Faregrad: Middels faregrad
- Skadekonsekvens: Alvorlig
- Risikoklasse: 3 (tallverdi 732)

Vurderingen er gjort for en situasjon med rekkehusene.

5.10 Dokumentér tilfredstillende sikkerhet

Ettersom et eventuelt skred som starter ved bekken ikke vil kunne bre seg til rekkehusene, er beregnet sikkerhetsfaktor for skråningen ikke relevant.

5.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Faresonen meldes inn etter tredjepartskontroll fra et uavhengig foretak.

6 Konklusjon

Oppsummert kan kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være oppfylt:

- Det vurderes at det aktuelle området ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred.
- Det vurderes at det aktuelle området ikke vil bli involvert i skred som starter utenfor undersøkelsesområdet.
- Det vurderes at det aktuelle området ikke vil bli påvirket av skredmasser fra et evt. skred i nærliggende kvikkleiresoner.

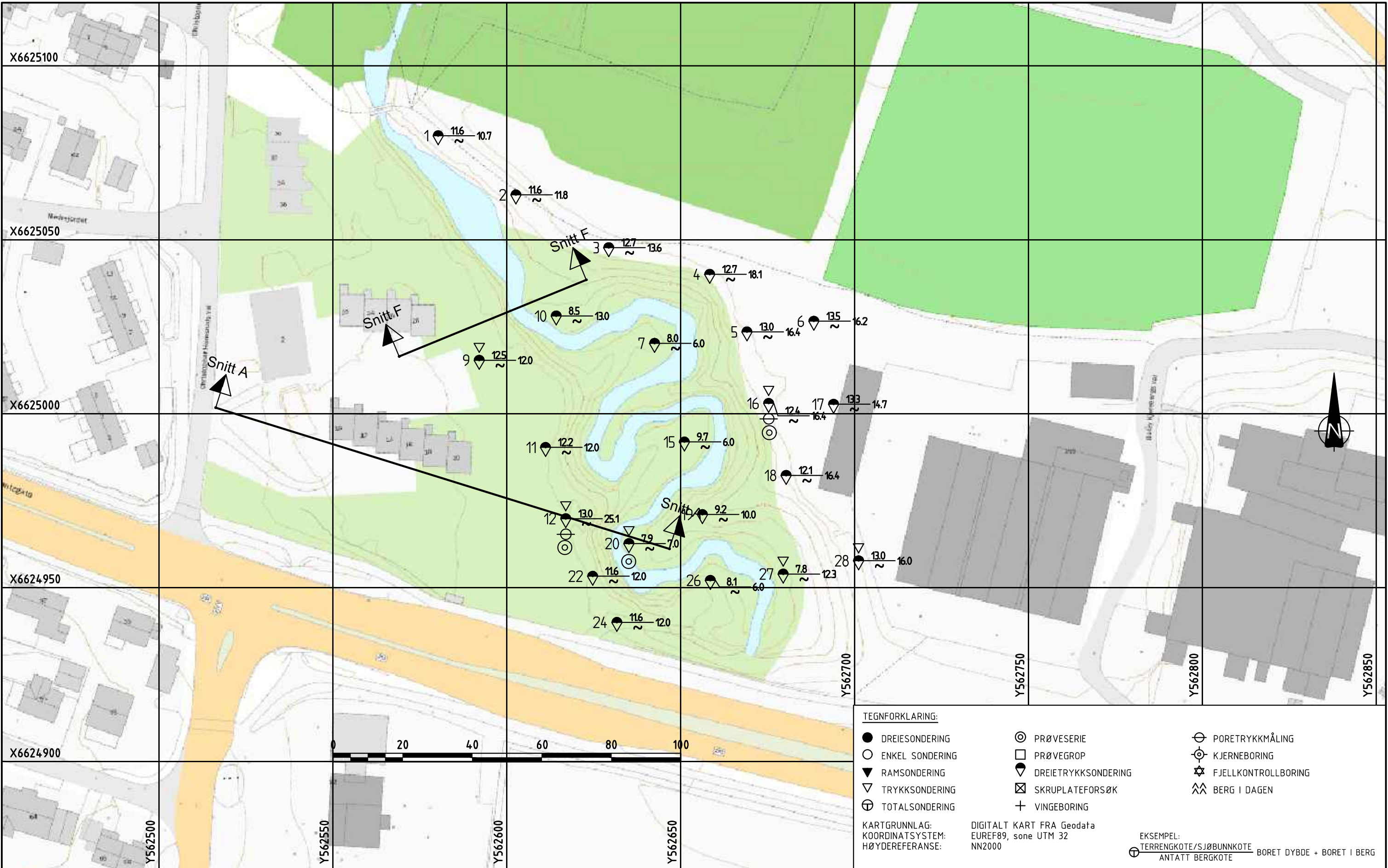
Det poengteres at denne rapporten må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

7 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», NVE, Oslo, Veileder 1/2019, des. 2020.
- [2] Kartverket, «Norgeskart», Norgeskart. <http://www.norgeskart.no>
- [3] Norges geologiske undersøkelse, «NGU kvartærgeologisk kart». <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

- [4] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): atlas.nve.no.
- [5] Multiconsult Norge AS, 2021, Geoteknisk datarapport Kjøsterud Gård 10228435-02-RIG-RAP-001.
- [6] Multiconst ASA, 2016, Detaljreguleringsplan for Hestehagen på Åssiden 814597.
- [7] Rambøll Norge AS, 2019, Åssiden Områderegulering, Travbane Åssiden 1350034996.

\nsv2-nasuni-01\Prosjekt\10228435-01\10228435-01-03 ARBEIDSSOMRAADE\10228435-01-04. TEGNINGER\RIG-TEG-001 beregningssnitt_morh.dwg. - Layout: (001 (A3 liggende)); - Plottet av: morh, Dato: 2022.01.19 kl 9:59



TEGNFORKLARING:

● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊕ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊗ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	◆ DREIETRYKKSONDERING	⊛ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPLATEFORSØK	⊞ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA Geodata
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone UTM 32
 HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL:
 ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG
 ⊞ ANTATT BERGKOTE

00	Utarbeidet	2021-12-14	MORH	JOFI	MD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Kjøsterud Gård
Oversiktskart
med beregningssnitt

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2021-12-14
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	JOFI	Godkjent	MD	Målestokk	A3/1:1000
Oppdragsnr.	10228435-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	00		

Kvikkleiresone "Kjøsterud gård vest"



 Løsneområde
 Utløpsområde

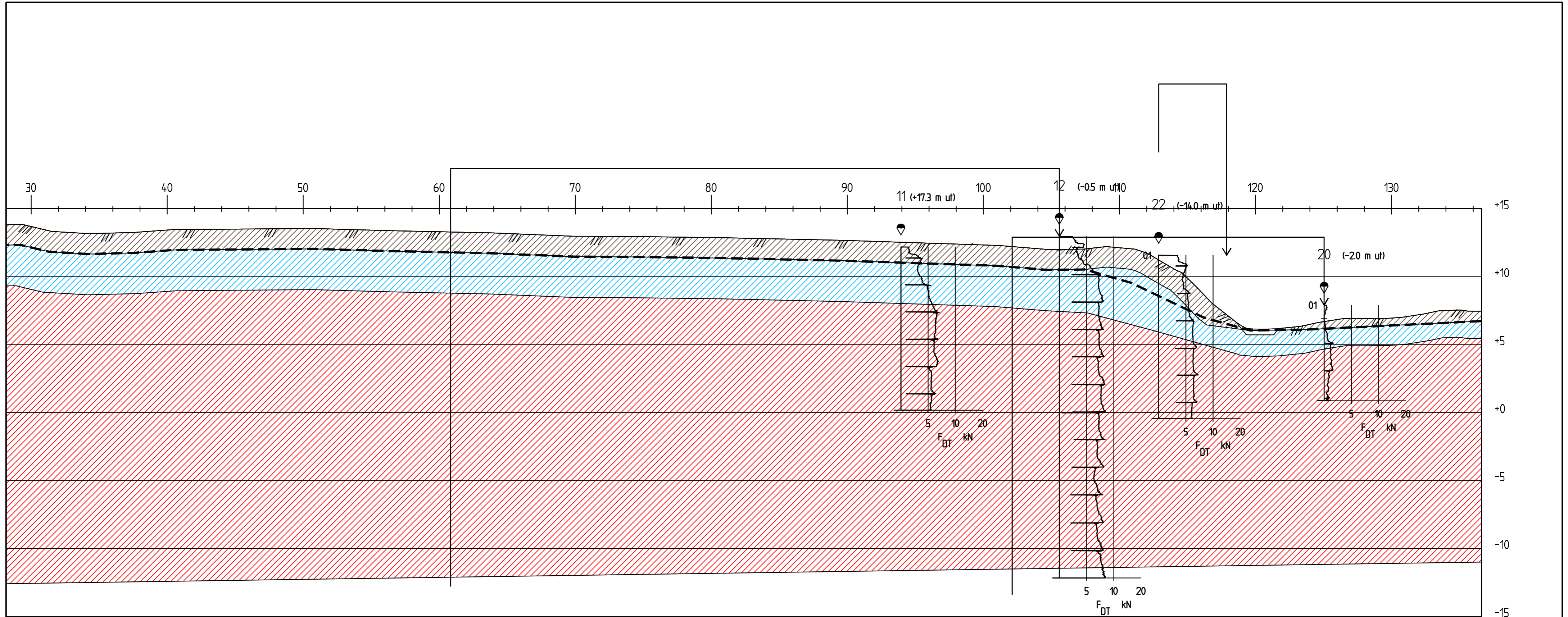
00	Utarbeidet	2022-01-10	MORH	JOFI	MD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Kjøsterud Gård
 Rød: Løsneområde
 Blå: Utløpsområde

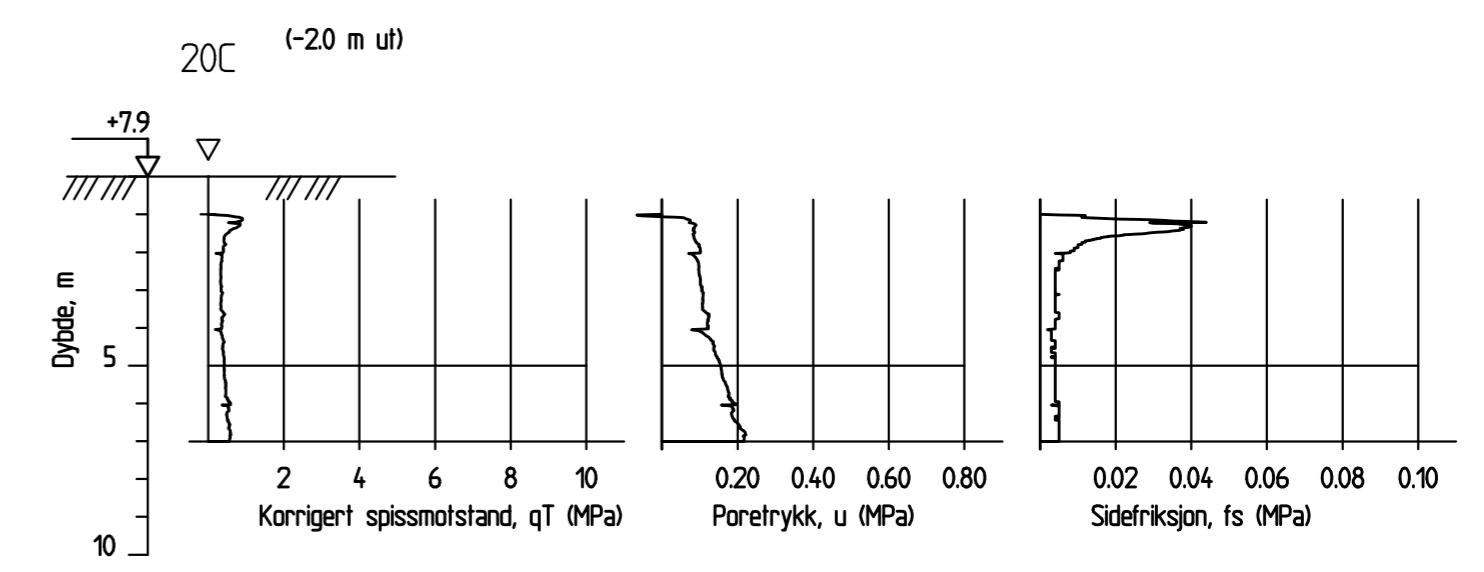
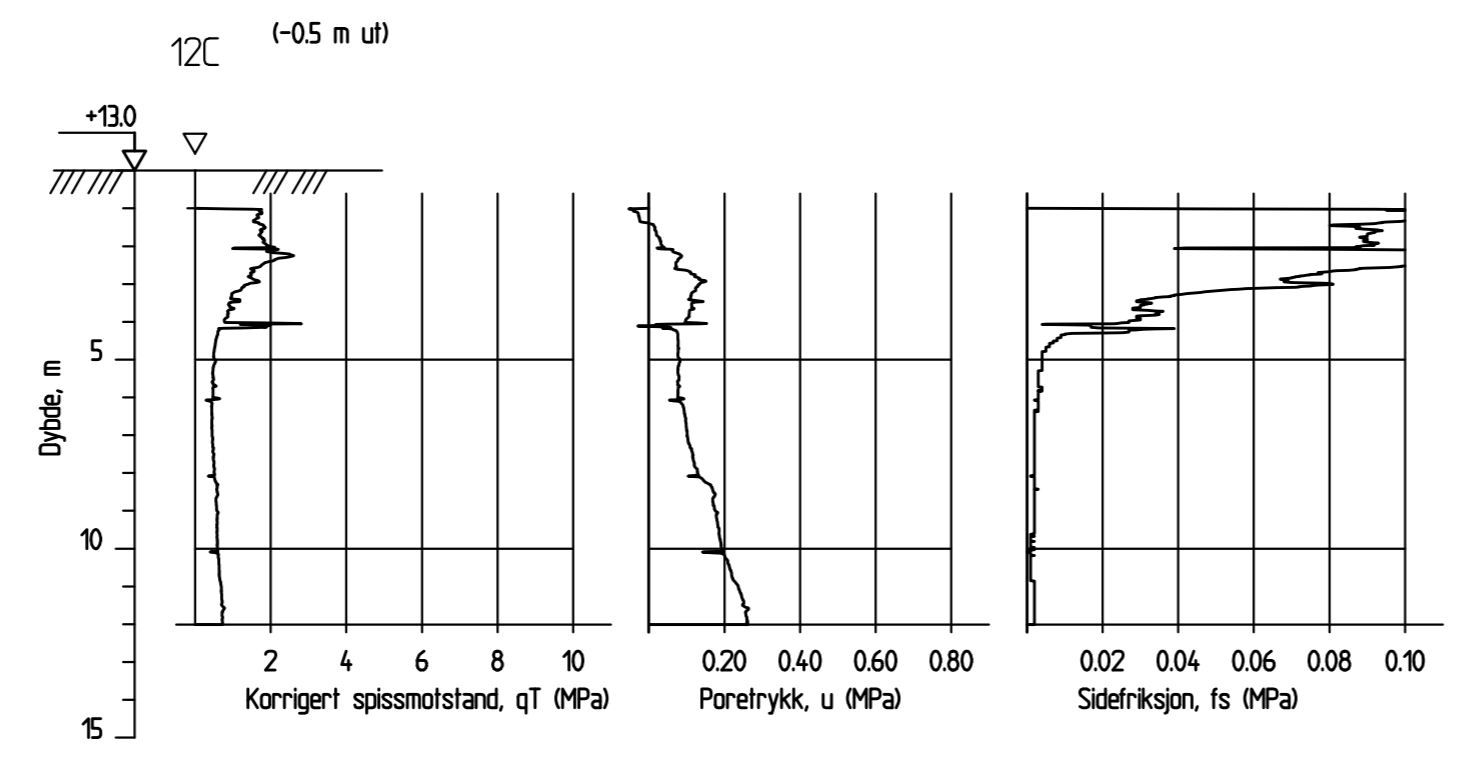
Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-01-10
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	JOFI	Godkjent	MD	Målestokk	A3/1:1000
Oppdragsnr.	10228435-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-002	Rev.	00		

\\ns2-nasuni-01\Prosjekt\10228435-01\10228435-01-03 ARBEIDSSOMRAADE\10228435-01 RIG\10228435-01-04 TEGNINGER\Løsne- og utløpsområde shape\Løsne- og utløpsområde.dwg. - Layout: 1001 (A3 liggende); - Plottet av: morh, Dato: 2022.01.19 kl 10:24



Profil A-A
1: 200

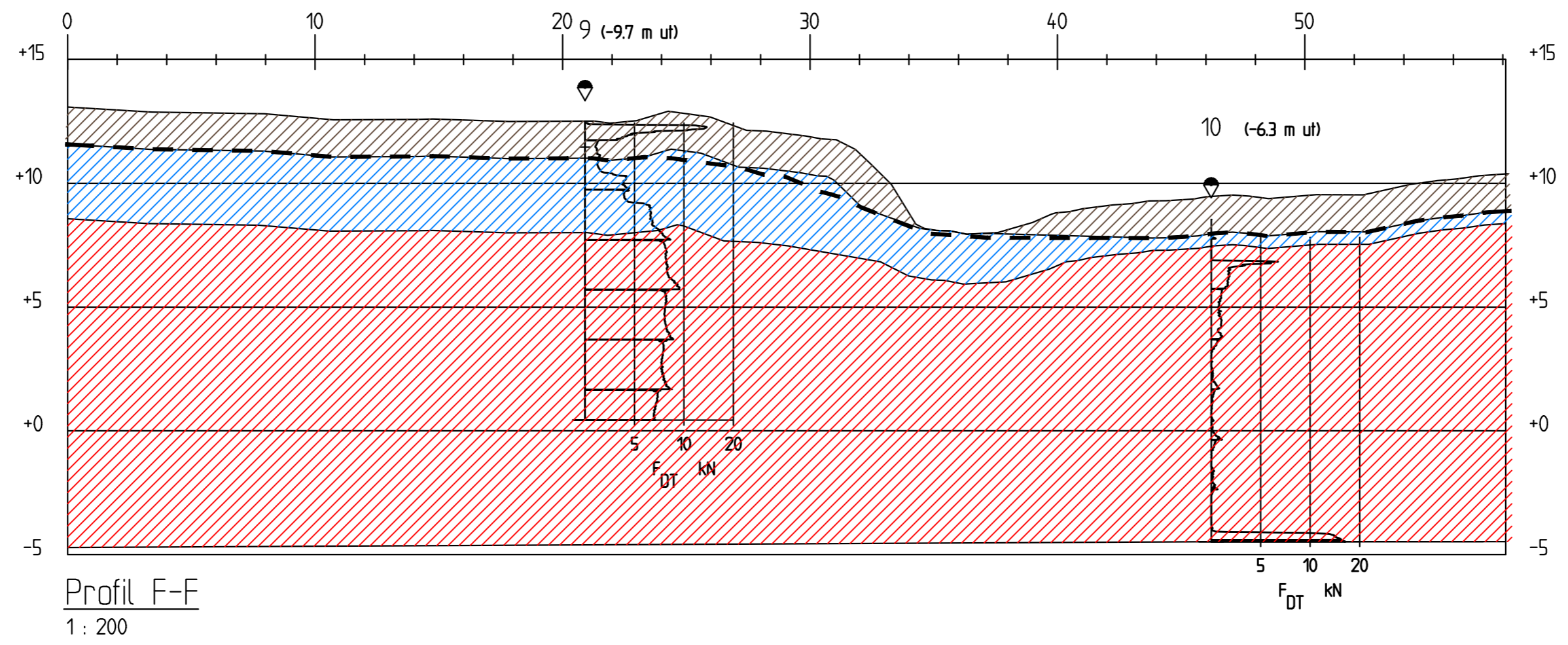
- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale



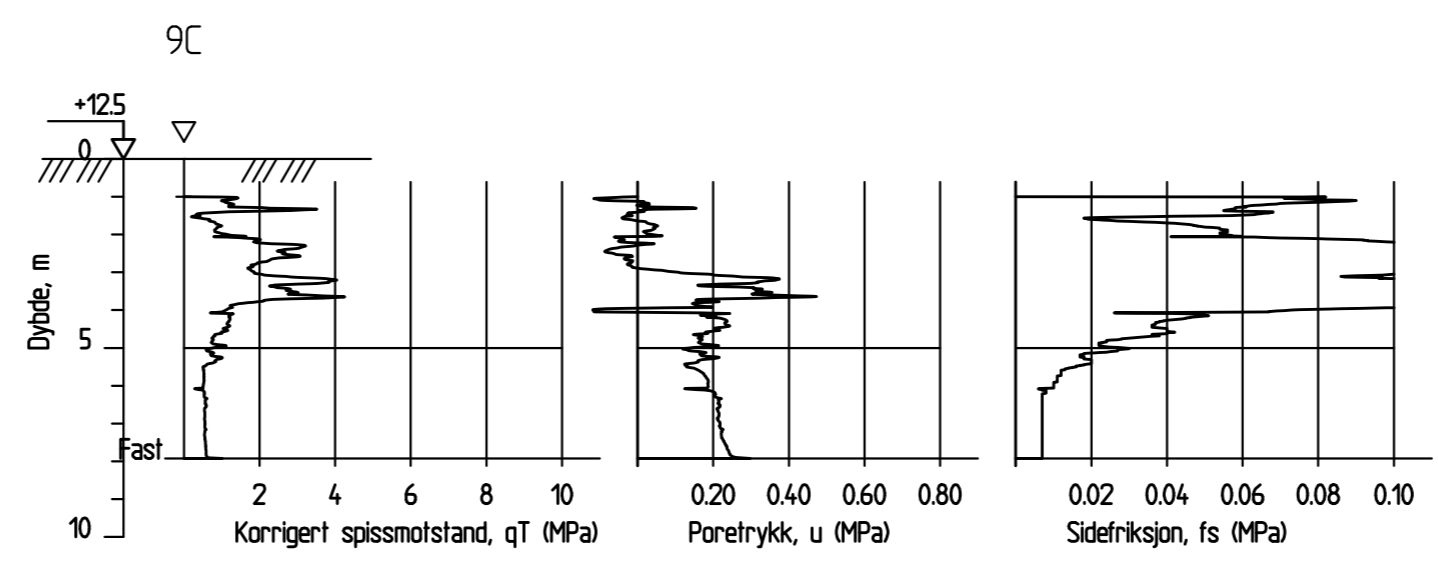
00	Utarbeidet	2021-12-13	MORH	JOFI	MD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			RIG		A2
Kjøsterud Gård					Dato
Tolket lagdeling					2021-12-13
Snitt A					Målestokk:
					A2/1:200
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Godkjent	MORH	JOFI	MD
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
10228435-01		RIG-TEG-700		00	

\\nsrv2-nasuni-01\Prosjekt\10228435-01\10228435-01\10228435-01-03 ARBEIDSONDRAG\10228435-01\10228435-01-04 TEGNINGER\Områdestabilitet_1_15\Inge\Tolket lagdeling\Kjøsterud Gård A - Tolket lagdeling.dwg - Layout: 001 (A2) - Plottet av morh, Dato: 2022.01.19 kl 10:57

\\ns12-nasuni-01\Prosjekt\10228435-01\10228435-01-03 ARBEIDSONMRAADEV\10228435-01 RIG\10228435-01-04 TEGNINGER\Områdestabilitet_1_15linje\Tolket lagdeling\Kjøsterud Gård F - Tolket lagdeling.dwg, - Layout: 001 (A2); - Plottet av morh, - Dato: 2022.01.19 kl 10:57

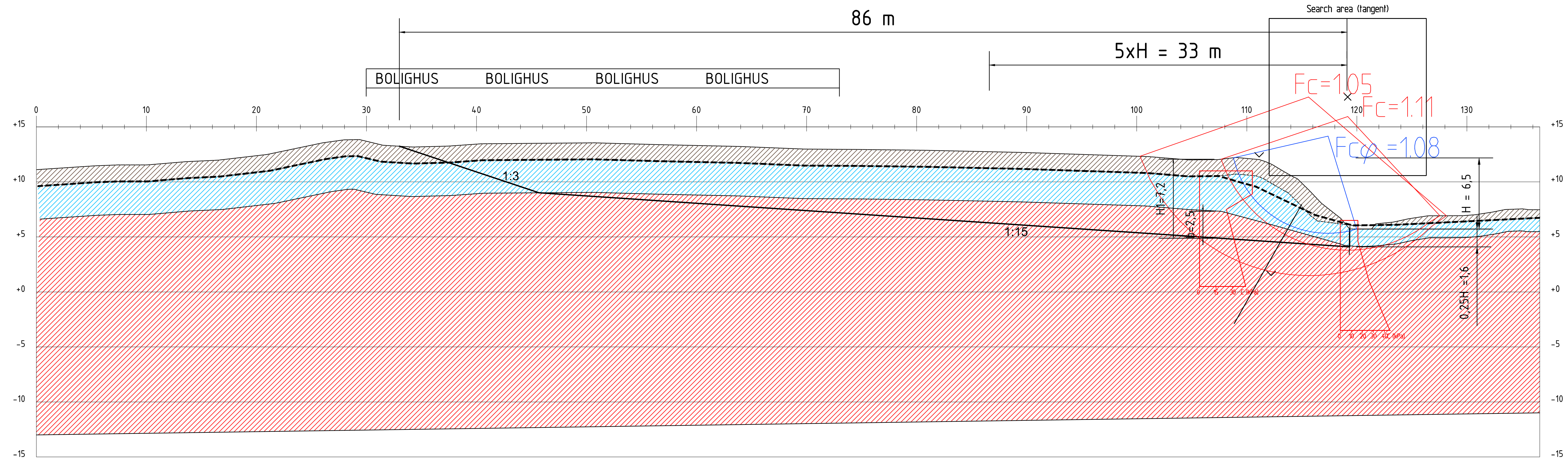


- Terrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale



00	Utarbeidet	2021-12-13	MORH	JOFI	MD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag RIG	Kontr. A2	Format A2
Kjøsterud Gård				Dato 2021-12-13	
Tolket lagdeling				Målestokk: A2/1:200	
Snitt F					
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Godkjent	Konstr./Tegnet MORH	Kontrollert JOFI	Godkjent MD
Oppdragsnr. 10228435-01		Tegningsnr. RIG-TEG-701		Rev. 00	

\\msv2-nasum-01\Prosjekt\10228435-01\2021-12-16\10228435-01-03 ARBEIDSSOMMADE\10228435-01-04 TEKNISKE\Om-destabilitet_1_15linje\Kjøsterud snitt A.dwg. - Layout: (600 (A3LL)) - Plottet av: morh, Date: 2022.01.19 kl. 10:57



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.0	30	0.0				
Leire, siltig	20.00	10.0	26.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.00	9.0	26.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale

$b/H1 = 2,5/7,2 = 34,7 \%$

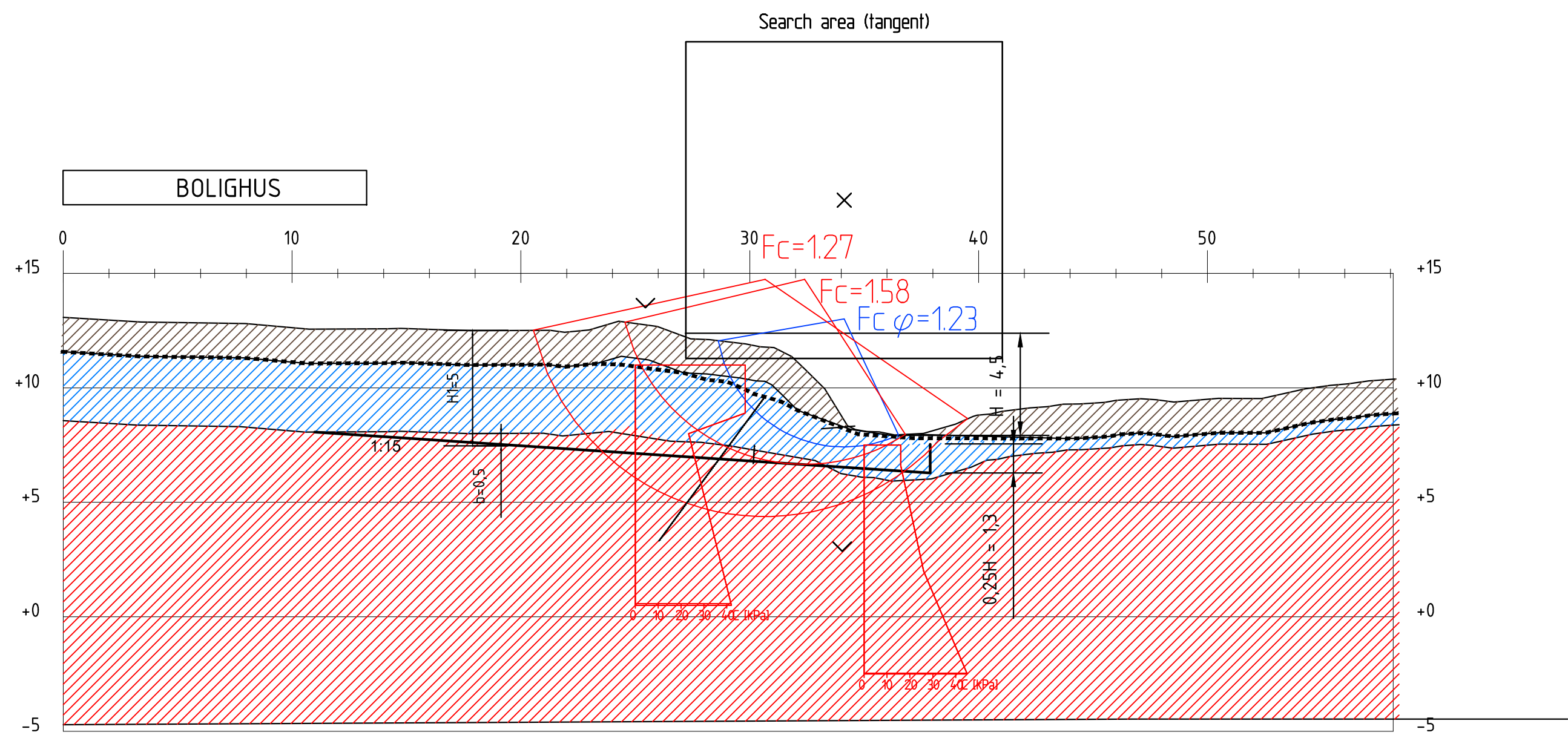
00	Utarbeidet	2021-16-12	MORH	JOFI	MD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Kjøsterud Gård
Beregningsnitt A

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2021-12-16
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	JOFI	Godkjent	MD	Målestokk	A3/1:200
Oppdragsnr.	10228435-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-800	Rev.	00		

\nsv2-nasuni-01\Prosjekt\010228\10228435-01\10228435-01-03 ARBEIDSSOMRAADE\10228435-01-04 TEGNINGER\Områdestabilitet_1_15linje\Kjøsterud snitt F.dwg, - Layout: 1600 (A3); - Plottet av: morh, Dato: 2022.01.19 kl 10:56



$b/H1 = 0.5/5.0 = 10.0 \%$

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	21.00	11.0	30	0.0				
Leire, siltig	20.00	10.0	26.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.00	9.0	26.0	5.0	C-prof	1.00	0.63	0.35

- Tørrskorpe
- Leire
- Sprøbruddmateriale

00	Utarbeidet	2021-12-02	MORH	JOFI	MD
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Kjøsterud Gård
 Beregningssnitt F

Status	Godkjent	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2021-12-02
Konstr./Tegnet	MORH	Kontrollert	JOFI	Godkjent	MD	Målestokk	A3/1:200
Oppdragsnr.	10228435-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-801	Rev.	00		

VEDLEGG A

Innhold

1	Innledning	1
2	Beregningsprogram	1
3	Grunnforhold og topografi	1
3.1	Topografi.....	1
3.2	Grunnforhold	2
4	Grunnlag	3
4.1	Prosjekteringsforusetninger	3
4.2	Lagdelling og jordparamtere	3
4.3	Laster	3
4.4	3D-effekter.....	3
5	Beregninger	4
6	Resultater.....	6
7	Referanser.....	6

1 Innledning

Foreliggende vedlegg oppsummerer stabilitetsberegninger som er utført i GeoSuite Stability.

2 Beregningsprogram

Beregningene er utført i GeoSuite Stability versjon 22.01.1.0. GeoSuite Stability er et 2D stabilitetsberegningsprogram basert på programmet BEAST, med mulighet for ivaretagelse av 3D effekter. Beregningsmetoden er basert på en lamellmetode som tilfredstiller både kraft- og momentlikevekt. Det finnes flere måter å søke etter kritisk glideflate. En av de mest brukte er valget der det søkes etter en kritisk, sirkulær glideflate med utgangspunkt i et brukerdefinert område for sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet. I tillegg kan programmet automatisk justere valgte, kritiske sirkulære glideflater til optimaliserte, sammensatte glideflater. I det foreliggende arbeidet er det søkt etter sirkulære skjærflater.

3 Grunnforhold og topografi

3.1 Topografi

Terrenget i området ved utbyggingen er relativt flatt og skråner slakt i østlig retning. Det er rekkehus under utbygging omtrent 30 m vest for bekkedraget. Øst for bekken ligger Drammen tekniske fagskole. Sør for området går fv. 283 (Rosenkrantzgata). Det vises til kartutsnitt Figur 3-1.

00	19.01.2022	Utarbeidet	Morten Hovind	Jo Forseth Indgaard	Martin Dons
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

I øst skråner terrenget bratt med en høydeforskjell på 6,5 m ned mot Kjøsterudbekken. Det bratteste partiet i skråningen har helning 1:1,4. Høydeforskjellen er lav i nord og øker i sørlig retning. Bekken er blitt målt inn til å være ca. 0,5 m dypere enn det som fremkommer av digitalt kartgrunnlag.

Høyden på terrenget i hele området ligger mellom ca. kote +7 og +14.



Figur 3-1 Utklipp av borplan med beregningsnitt fra tegning 10228435-01-RIG-TEG-001. Rutenett er 50x50 m.

3.2 Grunnforhold

Det er tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser. Resultater fra grunnundersøkelser ved området er beskrevet i følgende rapporter:

Multiconsult ASA. 814597 Detaljreguleringsplan for Hestehagen på Åssiden, 2016 [1]

Rambøll Norge AS. 1350034996 Åssiden Områderegulering, Travbane Åssiden, 2019 [3]

Det er også utført geotekniske grunnundersøkelser i en ny omgang i forbindelse med dette prosjektet i 2021. Resultater fra de supplerende grunnundersøkelsene er beskrevet i rapport:

Multiconsult Norge AS. 10228435-02 Geoteknisk datarapport Kjøsterud Gård, 2021 [5]

Grunnundersøkelser fra [5] sammen med plassering av beregningsnitt er vist i Figur 3-1.

Ved bekkeløpet består løsmassene generelt av et topplag av middels fast siltig leire med mektighet på 2 m. Fra 2 m under terreng er det et lag av bløt siltig leire. Denne leiren klassifiseres som kvikkleire. Det er kun opptatte prøveserier ned til 5 m dybde, men dreietrykksonderinger indikerer at laget av kvikkleire trolig er mer enn 10 m tykt.

Øst og vest for bekkeløpet, høyere i terrenget, viser grunnundersøkelser med prøveserier at løsmassene består av et 2-3 m tykt lag av siltig tørrskorpeleire. Under dette er det siltig leire ned til 4,5 m dybde under terreng. Fra 4,5 m blir leiren bløtere, mer sensitiv og klassifiseres som kvikkleire.

Peiling av vannstanden med hydrauliske vannstandsmålere i borpunkt 12 og 16 indikerer at grunnvannet ligger henholdsvis 2,2 og 1,3 m under terreng. Grunnvannstand er tolket til ca. 1,5 m under terreng, og varierer mellom +10,5 og +11,0 i topp av skråningene. Det er antatt at grunnvannet ligger ved i samme høyde som bekken rundt bekkeløpet.

Tolket lagdeling er vist på tegning -TEG-700 t.o.m. -702.

4 Grunnlag

4.1 Prosjekteringsforutsetninger

Prosjekteringsforutsetninger er gitt i notat 10228435-01-RIG-NOT-001 [1].

4.2 Lagdeling og jordparametere

Lagdelingen er basert på grunnforholdene beskrevet i kapittel 3.2. Tørrskorpelaget er ansett som drenert, mens de resterende lagene er beregnet som både drenert og udrenert. Mektigheten av tørrskorpelaget reduseres nærmere fot av skråningen og bekken. Overgangen mellom leire og kvikkleire er noe usikkert, og kommer ikke alltid tydelig frem på utførte dreietrykksonderinger. I bunn av bakken er kvikkleiren antatt konservativt nesten i terreng. Overgangen mellom leire og kvikkleire øst og vest for bekken er basert på prøveserier i to borpunkt, overgangen ved bekken er basert på prøveserie i ett borpunkt. Disse prøveseriene viser henholdsvis sprøbruddmateriale fra 4,5 m og 2,0 m.

Grunnvannstand er tolket til 1,5 m under terreng for beregningene.

Friksjonsvinkel og skjærfasthet er tolket fra treaksialforsøk utført i borpunkt 16 og borpunkt 20. Tolkning av treaksialforsøkene var noe utfordrerne da flere dilaterte og fikk brudd på relativt høy tøyning. Treaksialforsøkene er tolket ved 1 til 1,5 % tøyning, med unntak av ett forsøk i borpunkt 20 i 3,4 m dybde som er tolket ved 4 % tøyning.

Tolket skjærfasthetsprofil er vist i Figur 5-1 til Figur 5-3.

Jordparameterne benyttet er presentert i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Parametere benyttet for stabilitetsberegning.

Lag	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C [kPa]
Topplag/tørrskorpeleire	21,00	11,00	30,0	0,0	-
Leire, siltig	20,00	10,00	26,0	5,0	c-profil
Sprøbruddmateriale	19,00	9,00	26,0	5,0	c-profil

For siltig leire og sprøbruddmateriale er det også benyttet ADP-faktorer i udrenerte beregninger. Faktorene er hentet på NIFS rapport 14/2014 Tabell 1, for $I_p < 10$ %. ADP-faktorene brukt er $A_a=1,0$, $A_d=0,63$ og $A_p=0,35$.

4.3 Laster

Det er ikke benyttet laster i stabilitetsberegningene.

4.4 3D-effekter

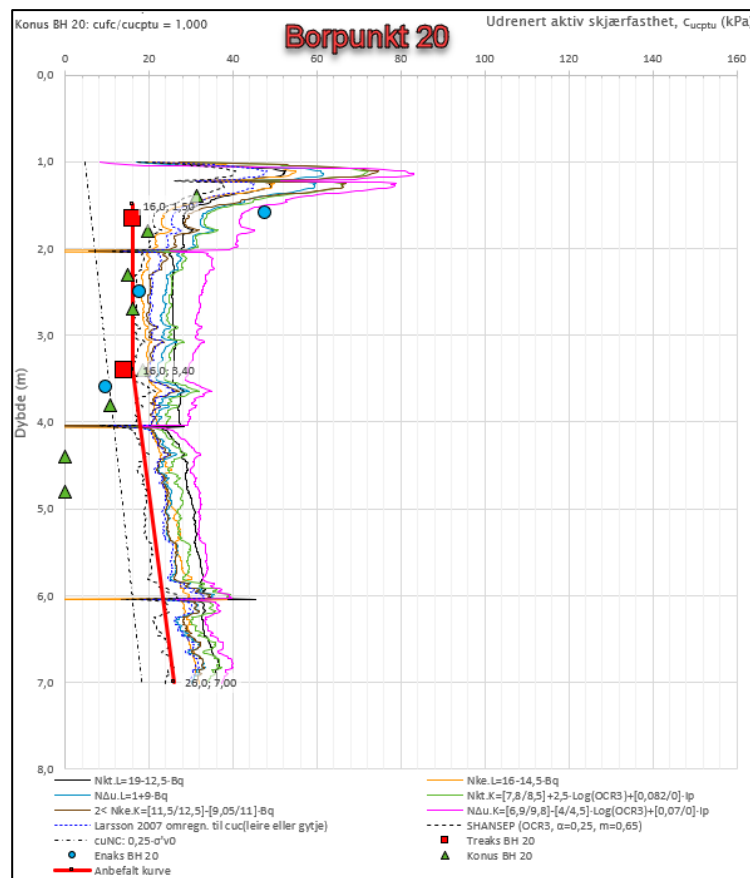
Det er ikke benyttet 3D-effekter i stabilitetsberegningene.

5 Beregninger

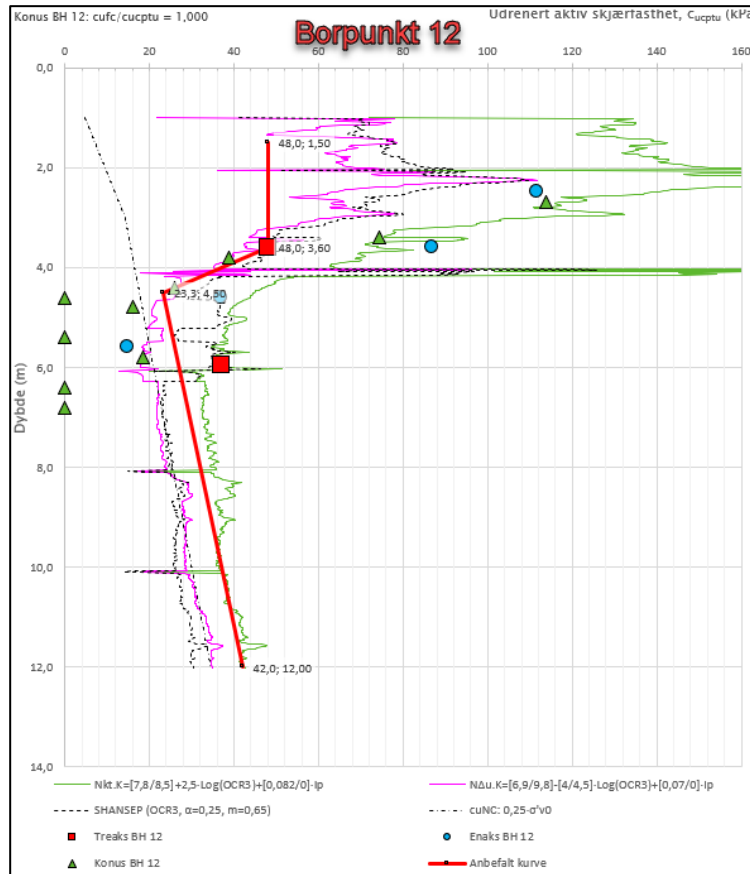
Det er gjennomført beregninger for to ulike snitt, A og F. Hvert snitt er beregnet udrenert og drenert, for sirkulære og sammensatte glideflater. Plasseringen av beregningssnittene er vist på Figur 3-1. Tørrskorpeleiren ble regnet drenert i alle tilfeller.

For skjærstyrkeprofil er det benyttet tolket skjærfasthet fra treaksialforsøk samt CPTU-sonderinger. I området rundt bekken er skjærfasthetsprofilen basert på CPTU og treaksialforsøk fra borpunkt 20. Tolket skjærfasthetsprofil med laboratoriedata er presentert i Figur 5-1.

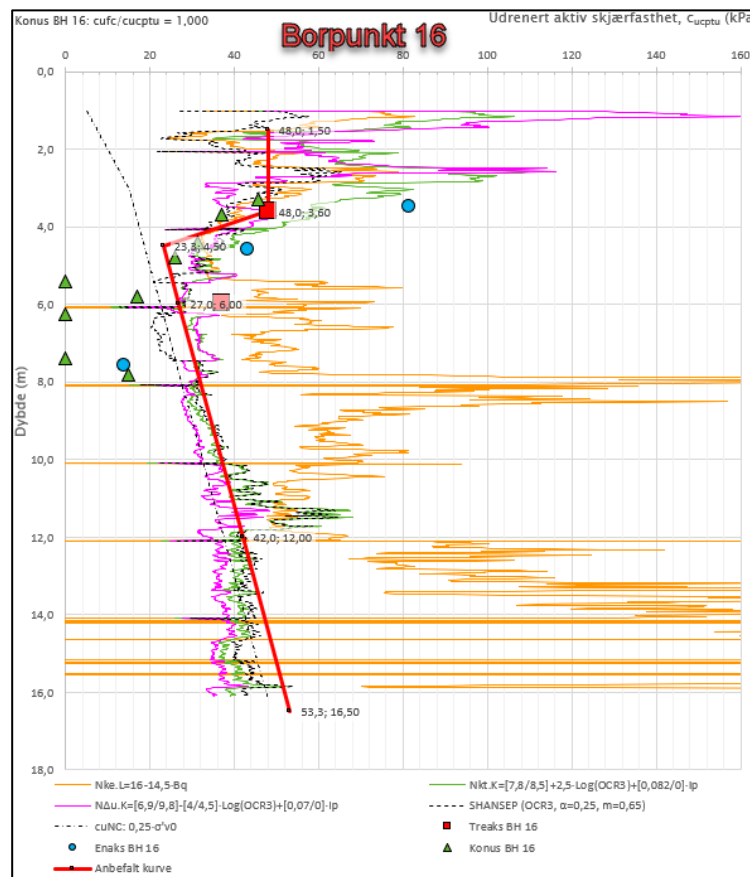
CPTU i borpunkt 12 og 16 danner tolkningsgrunnlaget for å etablere skjærfasthetsprofil i det høyereliggende området utenfor bekken. Skjærfasthetsprofilene med CPTU og laboratoriedata for dette området er vist i Figur 5-2 og Figur 5-3.



Figur 5-1 Skjærfasthetsprofil fra CPTU i 20.



Figur 5-2 Skjærfasthetsprofil fra CPTU i 12.



Figur 5-3 Skjærfasthetsprofil fra CPTU i 16.

6 Resultater

Beregningene er gjort for sirkulære og sammensatte glideflater, se kapittel 5. Sammensatte glideflater ga imidlertid veldig høy sikkerhet, og ved en optimalisering mot laveste sikkerhetsfaktor nærmet glideflaten seg et sirkulært brudd. De resultatene er derfor ikke presentert.

Beregningene resulterte i følgende sikkerhetsfaktorer, presentert i Tabell 6-1. Kapittel 4.5 i NVE Veileder 1/2019 beskriver prinsipper for å vurdere andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflate. Ved dype glideflater settes starten av 1:15 linja til en maksimal dybde på 0,25 x skråningshøyde. Tall i parentes er skjærflater som tangerer denne 1:15 linjen med start 0,25 x skråningshøyde under foten av skråningen.

Tabell 6-1 Endelige resultater fra beregningene.

Beregning	Sikkerhetsfaktor Drenert	Sikkerhetsfaktor Udrenert
Snitt A	1,08	1,05 (1,11)
Snitt F	1,27	1,23 (1,58)

Beregningene er vist på tegningene -TEG-800 til -801.

7 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, 10228435-01-RIG-NOT-001 Kjøsterud Gård Prosjekteringsforutsetninger, 28.09.2021
- [2] Multiconsult ASA. Detaljreguleringsplan for Hestehagen på Åssiden i Drammen, Geoteknisk datarapport og stabilitetsvurdering, 08.06.2016.
- [3] Rambøll Norge AS, Rapport: 1350034996, Åssiden Områderegulering, Travbane Åssiden, Geoteknisk datarapport, 26.09.2019
- [4] NIFS, 2014, Rapport 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjekteringen i norske leirer, 30.01.2014.
- [5] Multiconsult Norge AS, 10228435-02-RIG-RAP-001 Geoteknisk datarapport Kjøsterud Gård, 2021.

Vedlegg B

Risiko- og faregradsvurdering

1. Faregradklasse

Faregradsevalueringene er utført iht. NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, datert 2020-11-27 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse» [1].

Evalueringene er utført iht. Tabell 1. Resultat er vist i Tabell 2.

Tabell 1: Kriterier for faregradsevaluering etter NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020 tabell 1.

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

Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0 - 17 poeng

Middels faregrad = 18 - 25 poeng

Høy faregrad = 26 - 51 poeng

Tabell 2: Faregradsevaluering av kvikkleiresonen «Kjøsterud gård vest»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Befaring viser overflateglidning ved bekken.
Skråningshøyde, m	2	0	0	Drivende høydeforskjell for dagens situasjon er <15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	OCR 1-1,2. Dårlige ødometerforsøk, vurdering basert på ødometerforsøk og CPTU-tolkning.
Poretrykk	3/-3	0	0	Vurderes som hydrostatisk fra hydrauliske poretrykksmålinger i ett dyp, prøvetaking og CPTU.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Skråningshøyde 6,5 m med kvikkleire fra 4,5 m gir $(6,5 - 4,5) + (6,5 * 0,5) = 5,2 > H/2$
Sensitivitet	1	3	3	Målt sensitivitet er over 100 i borpunkt 16.
Erosjon	3	1	3	Befaring viser ingen til litt erosjon. Valgt score konservativt for "litt" erosjon.
Inngrep	3/3	0	0	Ingen inngrep på nåværende tidspunkt.
Sum poeng			21	FAREGRAD MIDDELS

«Kjøsterud gård vest» klassifiseres med **middels faregrad** for dagens situasjon.

2. Skadekonsekvensklasse

Skadekonsekvensevalueringen av kvikkleiresonen «Kjøsterud gård vest» er utført iht. NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, datert 2020-11-27 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse».

Ettersom rekkehusene under bygging i vest ligger utenfor sonen, så er de ikke inkludert i utredningen av skadekonsekvensklasse.

Evalueringene er utført iht. Tabell 3 under.

Tabell 3: Kriterier for skadekonsekvens etter NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020 tabell 2.

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100
Toglinje, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

- Mindre alvorlig = 0 - 6 poeng
- Alvorlig = 7 - 22 poeng
- Meget alvorlig = 23 – 45 poeng

Tabell 4: Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresonen «Kjøsterud gård vest»

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligenheter, antall	4	0	0	Ingen bebyggelse.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen bebyggelse
Vei, ÅDT	2	3	6	Rosenkrantzgata (Fv. 283) ligger i løsneområde.
Toglinje, bruk	2	0	0	Jernbane berøres ikke
Kraftnett	1	0	0	Intet kraftnett i sonen.
Oppdemning/flom	2	1	2	Fare for oppdemning av kulvert som kan oversvømme Rosenkrantzgata.
Sum poeng			8	Skadekonsekvens ALVORLIG

«Kjøsterud gård vest» klassifiseres med alvorlig skadekonsekvens. Klassifiseringen gjelder for sonen med dagens situasjon.

3. Risikoklasse

Vurdering av risikoklasse av kvikkleiresone «Kjøsterud gård vest» er utført iht. NVEs Ekstern rapport nr. 9/2020, datert 2020-11-27 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse».

Tallverdien for risiko beregnes ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser:

- 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

Risikoklasse for kvikkleiresone «Kjøsterud gård vest»:

- For dagens situasjon klassifiseres sonen i **Risikoklasse 3** (tallverdi 732)

4. Referanse

- [1] NVE, «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse», Ekstern rapport 9/2020, nov. 2020.
- [2] Statens vegvesen, «Vegkart», *Vegkart*. www.vegvesen.no/vegkart