

Områdestabilitetsvurdering iht. NVE-veileder 1/2019.

DSO Sandakerveien, Oslo



Rekvirent: **Vedal AS**
Prosjekt: **DSO Sandakerveien 24D, Oslo**
DMR-saksnr.: **19-0228**
Dato: **21.05.2021**



DMR MILJØ OG GEOTEKNIKK AS

Maridalsveien 163, 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03

E-mail: oslo@dmr.as

www.dmr.as

Områdestabilitetsvurdering iht. NVE-veileder 1/2019,**DSO Sandakerveien, Oslo.****1. Innhold**

1. Innhold	2
1.1 Vedlegg- og tilleggslister	2
Registreringsblad	3
2. Innledning	4
3. Topografi og grunnforhold	5
3.1 Topografi	5
3.2 Grunnforhold	5
4. Prosedyre for evaluering av fare for områdekred	8
4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	8
4.2 Avgrens områder med mulig marin leire	8
4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdekred	8
4.4 Bestem tiltakskategori.....	8
4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	8
4.6 Befaring	9
4.7 Gjennomføring av grunnundersøkelser	9
4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	9
4.9 Klassifiser faresoner.....	10
4.10 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	12
4.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	15
5. Konklusjon	16
6. Referanser	17

1.1 Vedlegg- og tilleggslister

Borplan med supplerende totalsonderinger og snitt for stabilitetsanalyse	A.1
Totalsonderinger - supplerende	B.1
Laboratorieundersøkelser - supplerende	C.1
Tolkning fra CPTU	D.1-D.4
Stabilitetsanalyse som viser til ikke-forverring	E.1
Stabilitetsanalyser iht. NVE-prosedyre	F.1-F.4
Forbedringstiltak – fylling i skråning	G.1-G.2
Situasjonsplan med løsne- og utløpsområde	H.1

Saksbehandler



Isiris Heidi Haugen
Geotekniker

Kvalitetssikring



Bjarke Gregers-Jensen
Geotekniker

Registreringsblad

Rekvirent	Vedal AS
Kontaktperson	Kjetil Kristiansen
Lokalitet	Sandakerveien 24 D, Oslo
DMR-saksnummer	19-0228

Dato	21.05.2021
Saksbehandler	Isiris Heidi Haugen
Kvalitetskontroll	Bjarke Gregers-Jensen

Rådgiver	DMR Miljø og Geoteknikk AS, Maridalsveien 163, 0461 Oslo
-----------------	--

DMR Miljø og Geoteknikk AS utfører med dette notatet en evaluering av områdestabilitet i forbindelse med oppføring av ny skole på Sandakerveien 24 D.

Planlagt tiltak ligger under marin grense, slik at området må vurderes etter de krav som settes i Teknisk forskrift TEK17 §7-3. Prosedyre for utredning av områdestabilitet er gjennomgått i henhold til NVE-veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», ref. /3/, da grunnundersøkelser har avdekt sprøbruddmateriale i skråningen.

Planlagt oppføring av skole gir tiltakskategori K4. Dersom planlagt tiltak ikke forverrer stabilitet så stilles det krav om en stabilitetsanalyse som dokumenterer en sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet så må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis. Utførte stabilitetsanalyser over ett snitt viser til en sikkerhetsfaktor $F_{cu} = 1,06$ i totalspenninganalyse og $F_{c\phi} = 1,20$ i effektivspenningsanalyse. Sikkerhetsfaktoren i totalspenningsanalyse viser at sikkerheten for områdestabilitet ikke er tilfredsstillende og at det må etableres tiltak for å forbedre stabiliteten.

Forbedring anbefales utført ved å etablere en motfylling i skråningen, slik det er skissert i vedlegg G.1 og G.2. Dette vil tilfredsstillende kravet om prosentvis forbedring. Alternativt at grunnen forsterkes med kalksementstabilisering eller lignende. Det bemerkes at fremtidig fundamentering av skolen må utføres med andre metoder enn peleramming (eks. borede peler), fordi ramming kan føre til forverret stabilitet i anleggsfase.

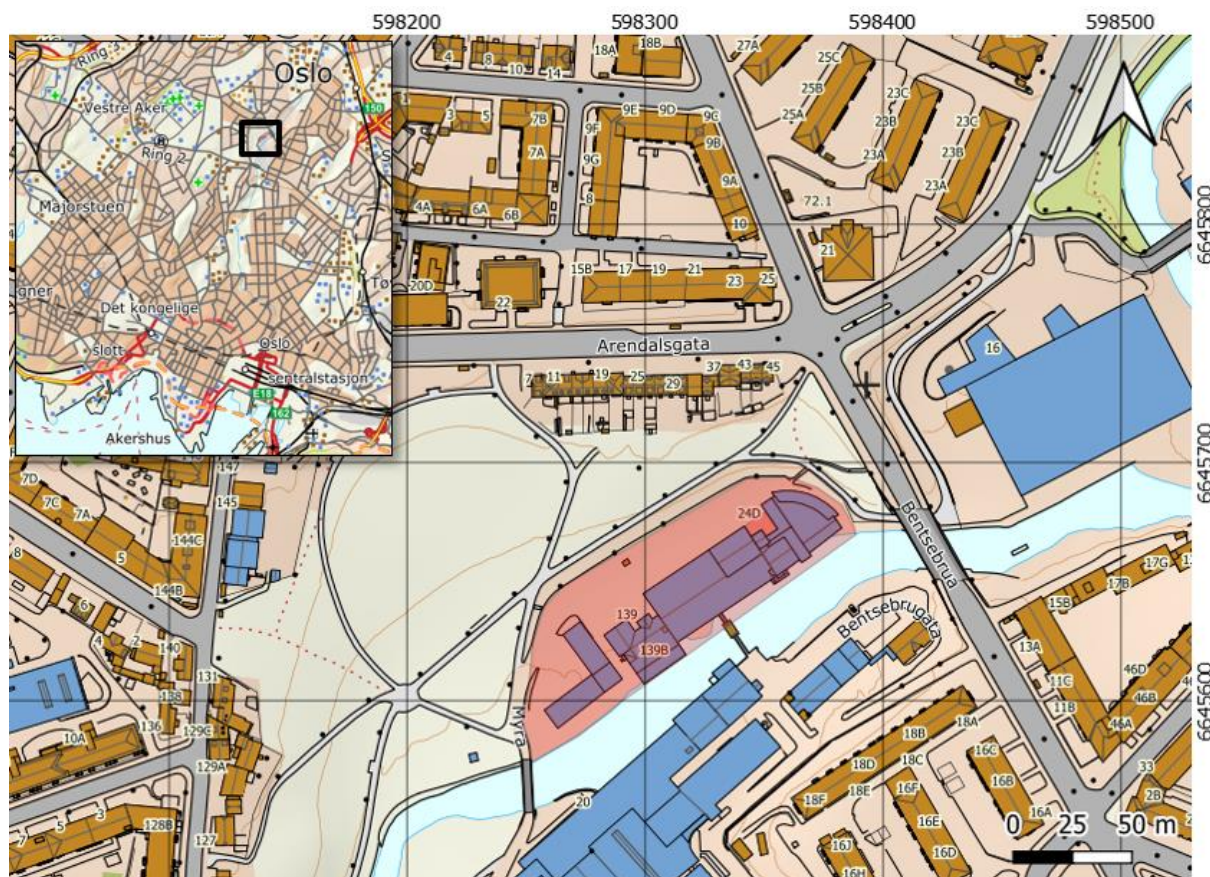
Dette notatet må, i henhold til NVE-veileder 1/2019, kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

01	31.05.21	Faregradsklasse oppdatert (historiske tiltak)	IHA	JMC	JMC
00	21.05.21	Førstegangs utsendelse	IHA	BGJ	BGJ
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

2. Innledning

DMR Miljø og Geoteknikk AS er engasjert av Vedal AS i forbindelse med vurdering av områdestabilitet i forbindelse med oppføring av ny skole på Sandakerveien 24 D, gnr./bnr. 221/145, i Oslo.

Vurderingen i dette dokumentet følger prosedyren i NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», ref. /3/.

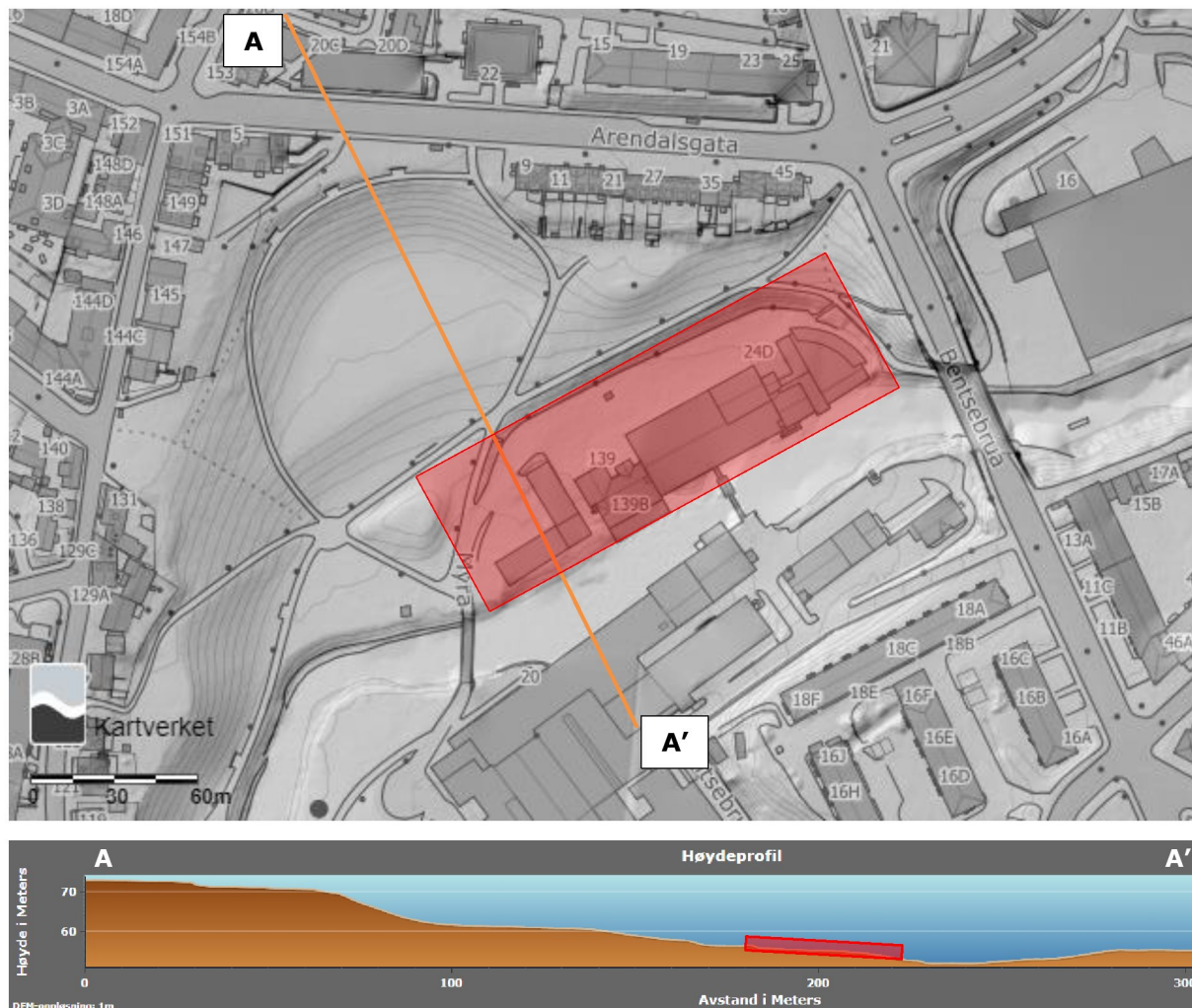


Figur 2.1: Oversiktsbilde av eiendommen, markert i rødt.

3. Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Tomten har en kotehøyde på mellom +54 og +58, og ligger i bunnen av en skrånning. Skrånningen faller mot sørøst i forholdet 1:9. Total skråningshøyde er 18 meter. Mot sør avgrensnes tomten av Akerselva.



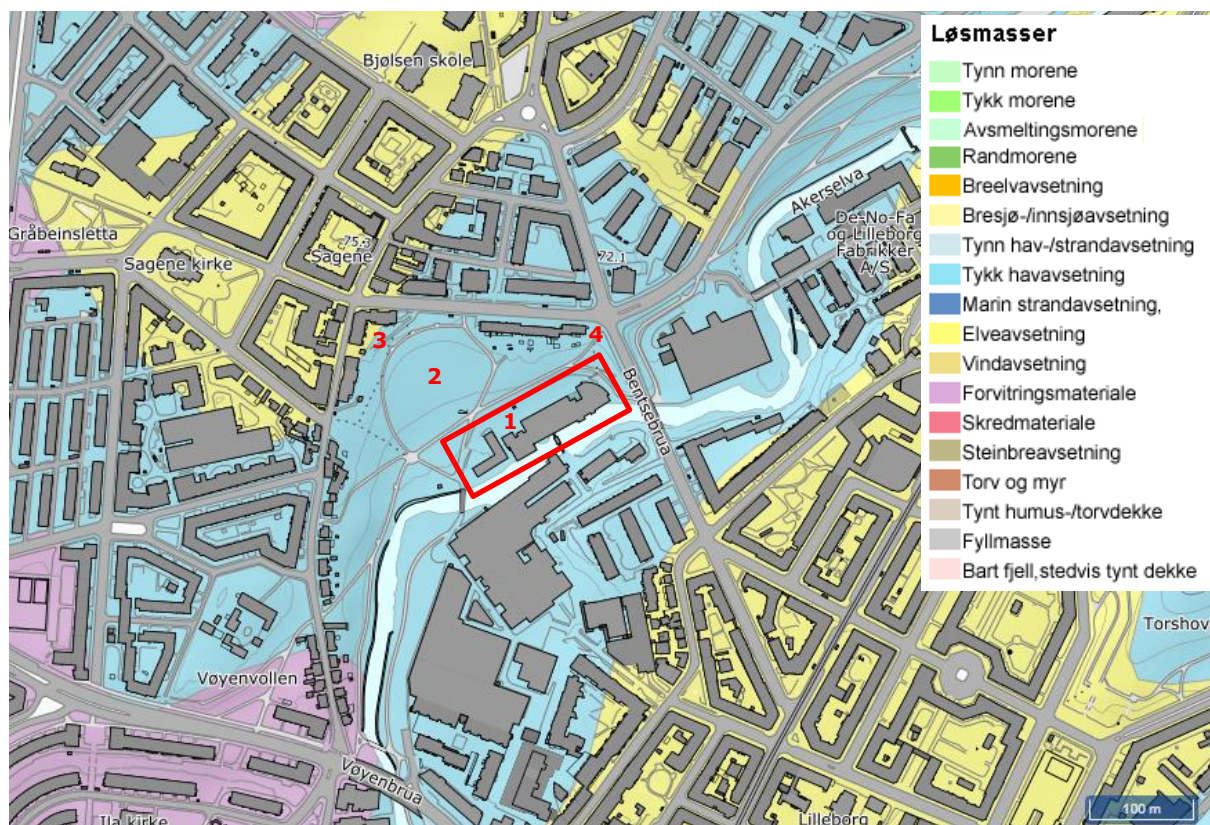
Figur 3.1: Høydeprofil, ref./4/. Tiltaksområdet i rødt på oversiktskart og høydeprofil.

3.2 Grunnforhold

3.2.1 Kartdata

Figur 3.2 viser kvartærgeologisk kart fra NGU sin løsmassedatabase, ref. /5/. Området er definert ved hav- og fjordavsetning. Denne type avsetning kjennetegnes ved finkornete, marine avsetninger med en mektighet på 0,5 m til flere titalls meter, og kan inneholde kvikkleire eller sprøbruddmateriale. I nærheten finnes det også elveavsetninger. Denne type avsetning inneholder sand og grus, med en mektighet som varierer fra mellom 0,5 m til mer enn ti meter. Det er også kartlagt forvitningsmateriale i nærheten. Denne er dannet ved fysisk eller kjemisk nedbrytning av berggrunnen.

Tiltaksområdet er under den marine grensen, som er på kote +220 i dette område



Figur 3.2: Kartutsnitt fra NGU sitt løsmassekart viser forholdene på Sandakerveien, ref. /5/. Tiltaksområdet er markert med rød firkant. Datagrunnlag for grunnundersøkelser er hentet fra flere kilder, og er nummerert 1-4.

3.2.2 Grunnundersøkelser

Underlag for vurdering av grunnforhold er basert på følgende informasjon:

1. Grunnundersøkelser på skolens tomt. Disse er presentert i geoteknisk datarapport, ref./1/.
2. Grunnundersøkelser i Myraløkka park. Disse inkluderer sonderinger mottatt fra Oslo kommune i prosjektet Statnett øst-vest (Norconsult, 04.10.19) og supplerende grunnundersøkelser utført i februar 2021.
3. Grunnundersøkelser i Maridalsveien 148-151 (Sweco, 19.10.11).
4. Grunnundersøkelser i Jacobsens undergang (Geoteknisk konsulent, Oslo kommune, 16.03.65).

3.2.2.1 Grunnundersøkelser på skolens tomt

Grunnundersøkelser presentert i datarapport, ref. /1/, viser grunnforholdene på skoletomten. Grunnundersøkelsene er utført i to omganger – innledende vurdering på skolens tomt, ref. /1/, og utvidet vurdering som inkluderer parkområdet Myraløkka i nord-nordvest.

Sonderingene på skolens tomt viser varierende grunnforhold, og varierende dybde til berg (bergkote mellom +38 og +54). Laboratorieundersøkelser fra dette området viser heterogene forhold der løsmassene består av sandig/siltig/leirig materiale.

3.2.2.2 Grunnundersøkelser i skråningen i Myraløkka park

Grunnundersøkelsene i Myraløkka park består av sonderinger utført for Oslo kommune, samt

supplerende undersøkelser utført av DMR etter vurdering av eksisterende grunnlag.

Sonderingene utført for Oslo kommune består av ni totalsonderinger og én CPTU i skråningen nord-nordvest for tiltaksområdet. Med unntak av én sondering ved den nordøstre delen av tiltaksområdet som viser én meter til berg, så viser øvrige sonderinger lokalisert i nordvest, hovedsakelig jevn og periodevis fallende sonderingsmotstand under topplaget. I disse sonderingene er dybde til berg mellom 8 og 28 meter (bergkote +40 til +53). Sonderingene har små partier med delvis økt sonderingsmotstand. Kvikk- eller sprøbruddeleire i deler av løsmassene kan ikke utelukkes fra sonderingene alene.

DMR utførte supplerende grunnundersøkelser i februar 2021. Disse avdekker kvikkleire i skråningen. Mektigheten på kvikkleiren er ca. seks meter, ref./1/.

3.2.2.3 Grunnundersøkelser nordvest for Myraløkka park

Grunnundersøkelsene utført i Maridalsveien 148-151 dekker toppen av skråning i nordvest, og består av ti totalsonderinger, to CPTU, én piezometer og én prøveserie ned til en dybde på ni meter. Sonderingene indikerer at massene består av leire ned til berg i deler av området og grovere, antatt sandige, masser over berg i andre deler av området. Laboratorieanalyse viser bløt til middels fast leire, som ikke har sprøbruddegenskaper. Bergkote er mellom +43 og +57.

3.2.2.4 Grunnundersøkelser nordøst for tiltaksområdet

Grunnundersøkelsene tilhørende Jacobsens undergang er utført i krysset Arendalsgata-Bentsebrugata i nordøst, og inkluderer én vingeboing. Vingeboingen viser til fast leire, som er noe sand- og grusblandet ned mot berg. Dybde til berg er ca. 7-8 m og bergkoten er på +58,6.

3.2.3 **Oppsummering av grunnundersøkelser**

Basert på nevnte grunnundersøkelser kan det konkluderes med at det ikke er påvist kvikk- eller sprøbruddmateriale innenfor tiltaksområdet, mot krysset Arendalsgata-Bentsebrugata i nordøst eller på toppen av skråningen mot nordvest (Maridalsveien 148-151). Supplerende grunnundersøkelser har avdekket kvikkleire i Myraløkka park.

4. Prosedyre for evaluering av fare for områdeskred

I påfølgende avsnitt blir prosedyre for utredning av områdeskredfare i henhold til NVE-veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» gjennomgått. Prosedyren baserer seg på 11 punkter, men kan avsluttes tidligere dersom forhold tilsier at det ikke er fare for områdeskred og fullstendig utredning.

I dette tilfellet vurderes samtlige punkter (avsnitt 3.1-3.11). Utredning er oppsummert i påfølgende kapittel **Feil! Fant ikke referanse-kilden..**

4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

NVE sin nasjonale database over kvikkleireområde og fare for store kvikkleireskred, ref./3/, viser ingen kartlagt faresone på tomten eller i nærområde. Nærmeste kartlagte faresone befinner seg 4,5 kilometer lenger øst.

4.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Figur 3.2 viser til marine avsetninger på tiltaksområdet og i store nærområder. Det er også elveavsetninger lenger nord, men disse kan tenkes å ligge over marine avsetninger. Forvittringsmateriale (sørøst) er dannet ved fysisk eller kjemisk nedbrytning av grunnen slik at det ikke forventes marine avsetninger her.

4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

I dette punktet inngår en vurdering på om tiltaksområdet befinner seg i et aktsomhetsområde. Det vil si om det befinner seg i et løснеområde for skred eller kan berøres av et utløpsområde for skred fra høyereliggende terreng.

Terreng som kan inngå i løśnieområde for et skred har følgende kriterier:

- Total skråningshøyde på over fem meter, eller
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over fem meter.

Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred har bl.a. følgende kriterier:

- 3 x lengden til løøgneområdets lengde.

Kapittel 3.1 Topografi viser at de terrengmessige forholdene på stedet oppfyller kriterier for løøgneområde, og at eventuelt skred vil forplante seg 3 x lengden på løøgneområdet.

Det planlagte tiltaket ligger innenfor aktsomhetsområde.

4.4 Bestem tiltakskategori

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens ved et eventuelt skred. I henhold til Tabell 3.2 i NVE-veileder 1/2019 vil oppføring av ny skole falle inn under tiltakskategori K4. Et K4-tiltak er beskrevet som:

«Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner»

4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løøgneområde

Grunnforholdene på tiltaksområdet og i omkringliggende skråninger er beskrevet i kapittel 3 «Topografi og grunnforhold». Basert på dette grunnlaget identifiseres kritisk skråning til å gå fra tiltaksområde og mot parken i nordvest.

Ved skråningene mot nord og nordøst er det ikke funnet forhold som gir anledning til at det kan oppstå områdeskred.

Terrengets innvirkning på mulig områdeskred er aktuelt der det er jevnt hellede terreng i forholdet 1:20 eller brattere, med en total skråningshøyde på over 5 meter. For platåterreng gjelder høydeforskjeller på 5 meter eller mer, inkludert dybde til elvebunn/fot marbakke. Den maksimale bakovergripende skredutbredelsen tilsvarer 15 ganger skråningshøyde, målt fra fot skråning/marbakke/bunn ravine.

En vurdering av terrengforholdene viser at faren for områdeskred ikke kan utelukkes basert på terrengkriteriene alene. Et områdeskred vil kunne ha en bruddsone som sprer seg fra tiltaksområdet til høyere terreng i nord og nordvest, der bakkovergripende skredutbredelse kan være opptil 315 meter avhengig av skredmekanisme. Dette er vurdert basert på en total skråningshøyde på 21 meter, inkl. elvebunn.

4.6 Befaring

Befaring foretatt langs Akerselva den 20. april 2021 viser liten dybde til elven (antatt 1-3 meter). Den delen av elven som går langs planlagt skole viser ingen tegn til erosjon, da denne har naturlig erosjonsbeskyttelse med stein. Lenger ned (vest for Myra bro) så er elven erosjonssikret.



Figur 4.1: Akerselva langs planlagt skole.

4.7 Gjennomføring av grunnundersøkelser

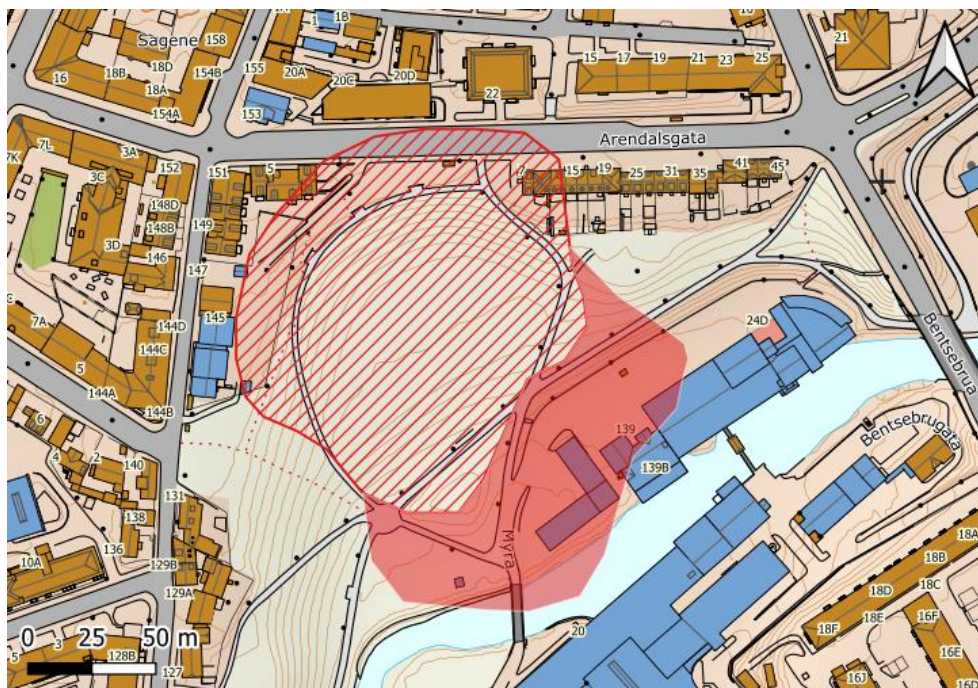
Datagrunnlaget er beskrevet i avsnitt 3.2.2 «Grunnundersøkelser».

4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet. Skredmekanisme er vurdert avsnitt 4.5 i NVE-veileder 1/2019. Da kritisk glideflate $b/D < 40\%$ så er aktuell skredmekanisme rotasjonsskred eller flakskred. Et løsneområde for rotasjonsskred eller flakskred er satt til å være fem ganger total skråningshøyde H , i dette tilfellet ca. 100 meter.

Utløpsområde for flakskred eller rotasjonsskred er halve lengden til løsneområdet, i dette tilfellet ca. 50 meter. Ved et skred vil utløpsonen kunne inkludere elven slik at det er risiko for oppdemming.

Løsne- og utløpsområde er presentert i Figur 4.2.



Figur 4.2: Løsne- og utløpsområde. Løsneområde er skravert og utløpsområde helfarget.

4.9 Klassifiser faresoner

Klassifisering av faresone er utført etter NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse», ref. /7/. I dette inngår evaluering av faregrad, konsekvens og risiko.

4.9.1 Faregrad

Faregradsklasse gjenspeiler graden av usikkerhet med hensyn til løsneområdets stabilitet, dvs. sannsynligheten for at et skred vil inntreffe. Faregrad evalueres etter Tabell 4.1, der hver faktor er vurdert i påfølgende avsnitt.

Tabell 4.1: Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekttall	Faregrad, skår			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde i meter	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
Poretrykk, 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	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep: Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tidligere skredaktivitet er kartlagt sørvest for tiltaksområdet og viser til et leirskred i 1891, der omtrentlig plassering er satt 170 meter unna, ref. /2/. Gitt at hendelsen er av eldre dato (>100 år) og at det ikke er registrert andre skredaktiviteter i nærområdet så settes denne til /av.

OCR er tolket ut fra CPTu (vedlegg D.4). Data er usikre, slik at konsolidering er konservativt satt til 1,1.

Avlesing av poretrykk er gjengitt i Tabell 4.2. Her vises det til at vann står til eller over terreng.

Tabell 4.2: Dybder og avlesing av hydrauliske piezometere.

Piezometer	Installert dybde [meter under terreng]	Terrengkote	Målt stighøyde
			18.05.2021
Pz 5a	6	+61,4	6,5 m
Pz 25b	12,5	+61,4	12,6 m

Basert på tidligere utførte grunnundersøkelser beskrevet i avsnitt 3.2.2.3 så står grunnvann i topp av skråning 2 meter under terreng. En konservativ antakelse om at grunnvann er lik i midten av skåningen gir overtrykk på 25 kPa.

Supplerende grunnundersøkelser viser at kvikkleiremektigheten er på omtrent seks meter og at sensitiviteten er mellom 61 og 214, vedlegg B.1 og C.1.

Erosjon i Akerselva er vurdert etter kapittel 5.1 i NVE-rapport 9/2020, og beskrevet i delkapittel 4.6 Befaring.

Tiltaket er begrenset til nederste del av skråningen og innebærer ingen terrengendringer utover arbeid i byggefase forbundet med fundamentering i bunn av skråning. Stabilitetsanalyser med en utgraving på maksimalt én meter er presentert i vedlegg E.1. Denne viser at et slikt inngrep ikke medfører noen endring i dagens stabilitetsforhold. En studie av historiske kart viser at det har vært foretatt terrengendringer i Myraløkka park. Det informeres om at det har vært masseuttak i skråningen i lokasjoner som kan forverre stabiliteten.

Tabell 4.3: Oppsummering av tabell 3.1. De ulike faktorene er vektet fra 1-3 og en gjennomgang gir en faregrad, skår, som gir et mål på risiko for områdeskred

Faktorer	Sum
Tidligere skredaktivitet	1
Skråningshøyde, meter	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	6
Poretrykk hydrostatisk	6
Kvikkleiremektighet	4
Sensitivitet	3
Erosjon	0
Inngrep	6
Sum	30
% av maksimal poengsum	59 %

Faresonen får en poengskår på 30, noe som tilsvarer høy faregrad.

4.9.2 **Konsekvensklasse**

Skadekonsekvensklasse vurderer faren for at menneskeliv går tapt og øvrige økonomiske

konsekvenser. Evaluering av skadekonsekvensklasse inkluderer både løsne og utløpsområde og utføres etter Tabell 4.4.

Tabell 4.4: Evaluering av konsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, skår			
		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	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 4.5: Oppsummering av tabell 3.3.

Faktorer	Sum
Boligenheter, antall	12
Næringsbygg, personer	9
Annen bebyggelse, verdi	1
Vei, ÅDT	6
Toglinje, bruk	0
Kraftnett	1
Oppdemning og flodbølge	2
Sum	29
% av maksimal poengsum	64 %

Faresone deles i konsekvensklasse etter samlet poengskår. En poengskår på 29 tilsvarer konsekvensklasse *meget alvorlig*.

4.9.3 Risikoklasse

Risiko er faregrad [%] x konsekvens [%]. I dette tilfellet gir det:

Risiko = 59 % x 64 % = 3 776. Dette tilsvarer risikoklasse 5.

4.10 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet

I henhold til NVE-veileder 1/2019 så avhenger sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 av om planlagt tiltak forverrer stabiliteten eller ikke. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten så er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet så må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis.

Tiltak i bunn av skrånning som kan forverre stabiliteten er peleramming eller graving. Det antas at skolen vil fundamenteres med peler til berg. Med bakgrunn i dette bemerkes det at pelene må bores, ikke rammes, for å ivareta kravet om ikke-forverring.

Arbeid ifb. peler vil medføre graving ned til UK fundament. UK fundament er ukjent, så det tas

utgangspunkt i graving ned til maksimalt én meter. Tilhørende stabilitetsberegninger er presentert i vedlegg E.1, og viser at stabiliteten er innenfor de gjeldende kravene i NVE-veilder 1/2019 for en bruddsirkel av denne utstrekningen, og det vurderes derfor til at graving ifb. fundamentering ikke vil forverre stabiliteten.

4.10.1 **Stabilitetsberegninger**

Det er utført stabilitetsanalyse langs kritisk snitt (presentert i vedlegg F.1-F.2) med programvaren Geosuite Stability. Det er tatt utgangspunkt i utførte sonderinger og tolkninger av disse for å gi en relevant representasjon av gjeldende grunnforhold.

Grunnprofilen er delt inn i tre materialer; topplag, leire og sprøbruddeleire. Videre er det siltige/sandige masser i bunnen av skråningen.

Fastsettelse av jordparametere er gjort basert på erfaringsverdier og en tolkning av laboratorieundersøkelser og CPTu-sonderinger. Totalsonderingene i skråningen er benyttet for å angi plasseringen til mulig kvikk- eller sprøbruddeleire.

Lagene regnes drenert i kombinertanalyse og effektivspenningsanalyse, og regnes udrenert i totalspenningsanalyse. Dette er gjort for å finne den mest konservative oppførselen av laget. Følgende lagdeling, med tilhørende jordparametere, er benyttet:

Siltige/sandige masser

Siltige/sandige masser befinner seg på tiltaksområdet i bunnen av skråningen.

- Tyngdetetthet, $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Effektivspenningsparametere:
 - Friksjonsvinkel, $\phi = 33^\circ$
 - Attraksjon, $a = 5 \text{ kPa}$

Topplag

Topplaget strekker seg fra sandige fyllmasser i bunnen av skråningen til toppen av denne.

- Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Effektivspenningsparametere:
 - Friksjonsvinkel, $\phi = 32^\circ$
 - Attraksjon, $a = 5 \text{ kPa}$

Leire

- Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Effektivspenningsparametere:
 - Friksjonsvinkel, $\phi = 24^\circ$
 - Attraksjon, $a = 5 \text{ kPa}$
- Totalspenningsparametere
 - Udrenert skjærstyrke, S_{uA} :
 - I borpunkt 8:
 - 2,0 m – berg: 45 kPa
 - I borpunkt 886 og 887:
 - 2,0 m - 4,0 m: 50 kPa
 - ADP-forhold:
 - $S_{uA} / S_{uA} = 1,0$
 - $S_{uD} / S_{uA} = 0,63$

$$\square \quad S_{uP} / S_{uA} = 0,35$$

Kvikk- eller sprøbruddeire

Mulig kvikk- eller sprøbruddeire ligger over berg i deler av skråningen.

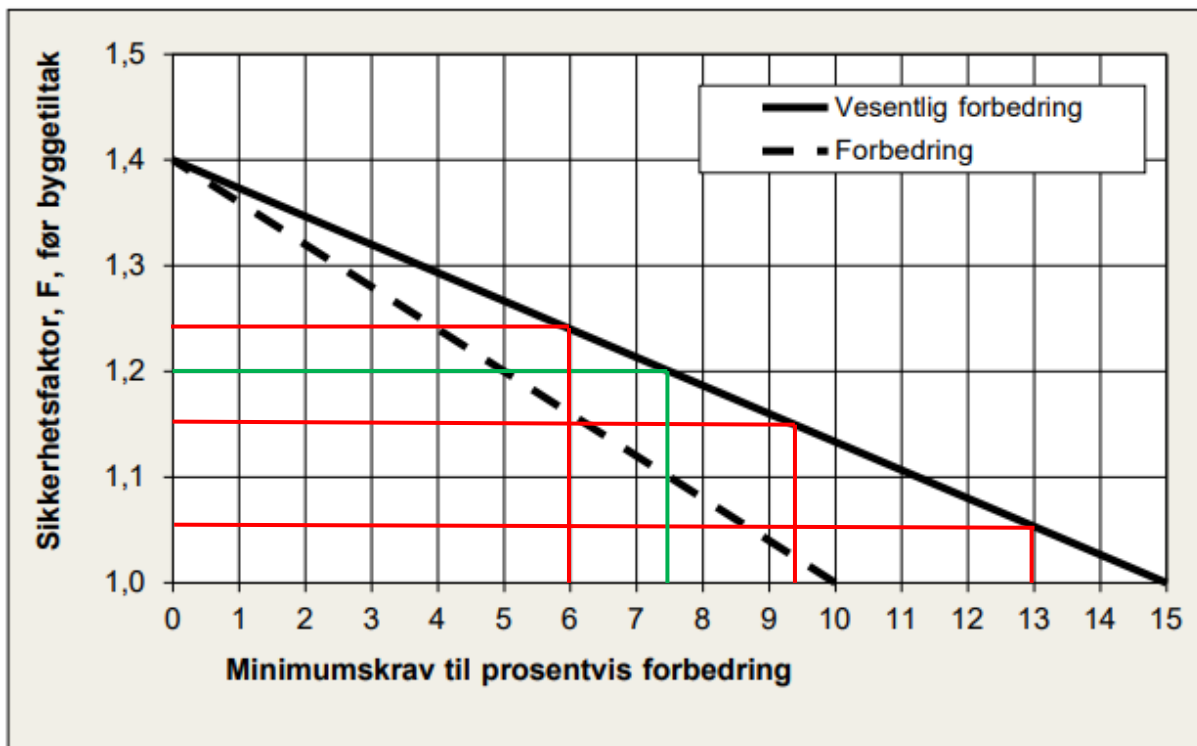
- Tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Effektivspenningsparametere:
 - Friksjonsvinkel, $\phi = 24^\circ$
 - Attraksjon, $a = 5 \text{ kPa}$
- Totalspenningsparametere:
 - Udrenert skjærstyrke, S_{uA} :
 - I borpunkt 886 og 887:
 - 4,0 m – berg: $18 + 2,9 \text{ kPa/m}$
 - ADP-forhold:
 - $S_{uA} / S_{uA} = 1,00$
 - $S_{uD} / S_{uA} = 0,63$
 - $S_{uP} / S_{uA} = 0,35$

4.10.2 **Stabilitetsanalyser**

Resultatet av innledende stabilitetsberegninger for dagens tilstand er presentert i vedlegg F.1 og F.2. Utførte beregninger over kritisk snitt gir laveste sikkerhetsfaktor $F_{cu} = 1,06$ og $F_{c\phi} = 1,20$. Videre så viser vedlegg F.1 at stabiliteten heller ikke er tilfredsstillende for større bruddsirkler som, hvis det går ras i disse, vil påvirke skolens område, ref. /8/. Dette oppfyller ikke sikkerhetskrav slik at det må vises til forbedringstiltak.

4.10.3 **Forbedringstiltak**

Vurdering av faresonen gir denne faregradsklasse *høy*. I henhold til NVE-veileder 1/2019 så må det vise til en prosentvis forbedring som følger *vesentlig forbedring* i Figur 4.3.



Figur 4.3: Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, F_{cu} (rød) og $F_{c\phi}$ (grønn), for utregnet stabilitet.

Da sikkerhetsfaktorene er under gjeldende krav på $F_{cu} \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, må det vises til en prosentvis forbedring slik det fremkommer fra Figur 4.3.

Nye krav blir dermed som følger:

- For $F_{cu} = 1,06 * 1,13 = 1,20$
- For $F_{cu} = 1,15 * 1,095 = 1,26$
- For $F_{cu} = 1,24 * 1,06 = 1,31$
- For $F_{c\phi} = 1,20 * 1,075 \approx 1,25$

Samtlige krav kan oppfylles med en fylling i skrånningen, slik det er skissert i vedlegg G.1 og G.2.

4.11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Faresone vil meldes inn etter kvalitetssikring av uavhengig foretak.

5. Konklusjon

En oppsummering av resultater fra prosedyren i kapittel 4 er presentert i Tabell 5.1.

Tabell 5.1: Oppsummering av innledende vurdering av områdestabilitet.

Pkt.	Oppgave	Kommentarer
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes ingen registrerte soner i området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele tiltaksområdet og store deler av nærområdet har mulig marin leire.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Basert på terreng inkluderer aktsomhetsområde tiltaksområdet og opptil 315 m innover fra topp av skråning. Denne utstrekningen blir imidlertid redusert i pkt. 8.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltaket er satt til tiltakskategori K4.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Kritisk skråning er satt til å gå fra tiltaksområdet og gjennom Myrens park.
6	Befaring	Befaring viser at elven er erosjonssikret og gir videre en indikasjon på elvedybde.
7	Gjennomføring av grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser avdekker kvikkleire i skråningen. Denne antas å være begrenset til en lomme over berg.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Skredmekanisme er vurdert til å være rotasjons- eller flaskkred. Utløpsområdet estimeres til å være ca. 50 meter.
9	Klassifiser faresoner	Sonen er vurdert til høy faregrad, <i>meget alvorlig</i> konsekvensklasse og risikoklasse 5.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Stabiliteten er vurdert langs ett snitt, der sikkerhetsfaktoren på totalspenningsbasis er $F_{cu} = 1,06$ og tilsvarende på effektivspenningsbasis $F_{c\phi} = 1,20$. Stabiliserende tiltak i form av en oppfylling tilfredsstiller kravet om prosentvis forbedring.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	
	Konklusjon	<p>En stabilitetsvurdering over ett snitt gir en sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F_{cu} = 1,06$ i totalspenningsbasis og tilsvarende $F_{c\phi} = 1,20$ i effektivspenningsbasis.</p> <p>Dette tilfredsstiller ikke kravet om $F \geq 1,4$ iht. NVE-veileder 1/2019.</p> <p>For å oppnå gjeldende krav må det vises til prosentvis forbedring, slik det er vist i vedlegg G.1 og G.2, alternativt at grunnen forsterkes ved kalksementstabilisering eller lignende. Arbeidet må prosjekteres i senere fase.</p>

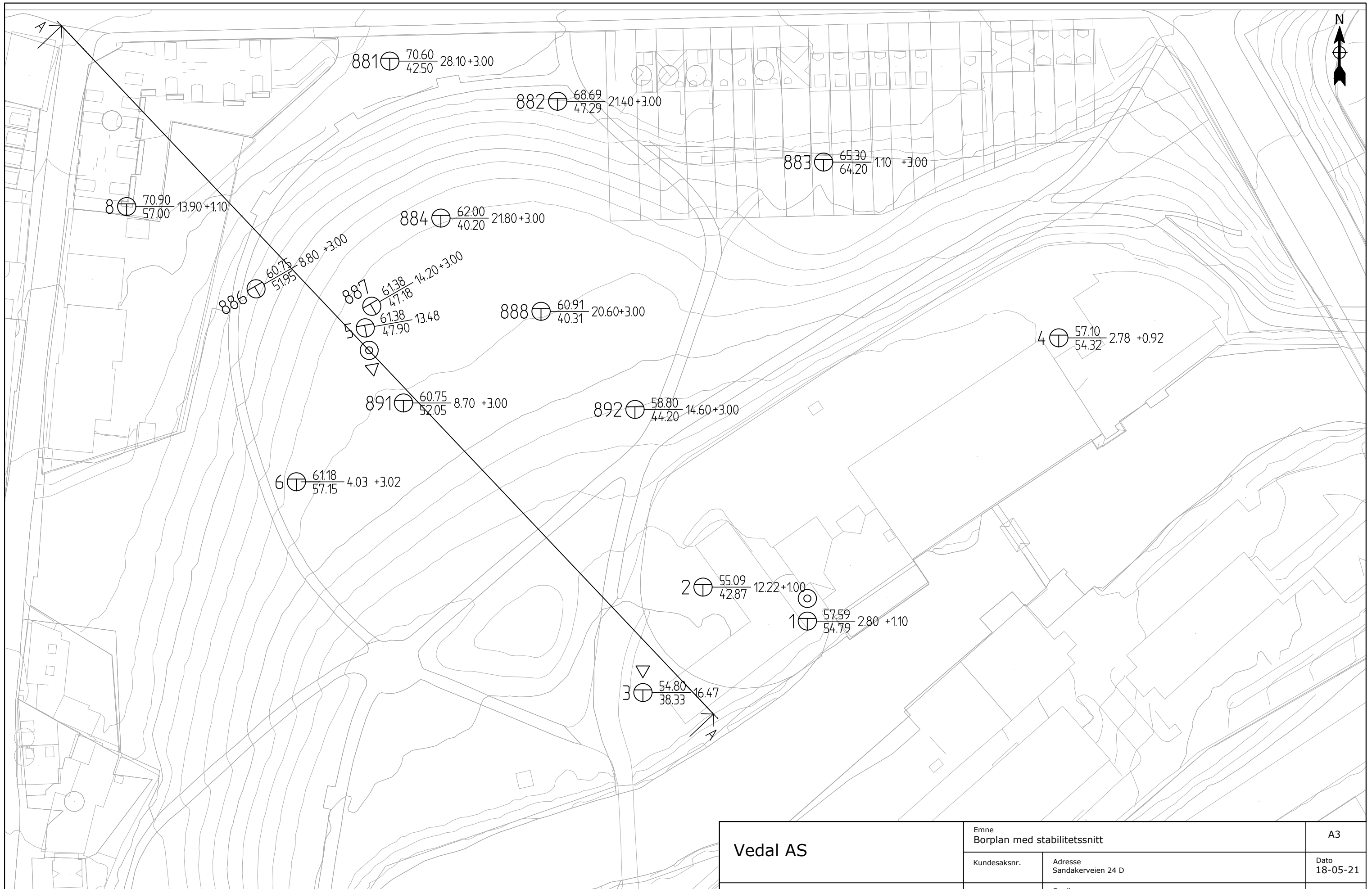
Oppnådd sikkerhetsfaktor ved terrengendring sikrer forbedring tilsvarende prosentkrav som stilles i NVE-veileder 1/2019. Fremtidig arbeid og terrengendringer prosjekteres i senere fase.

Vurderinger i dette notatet skal, i henhold til NVE veileder 1/2019, kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

6. Referanser

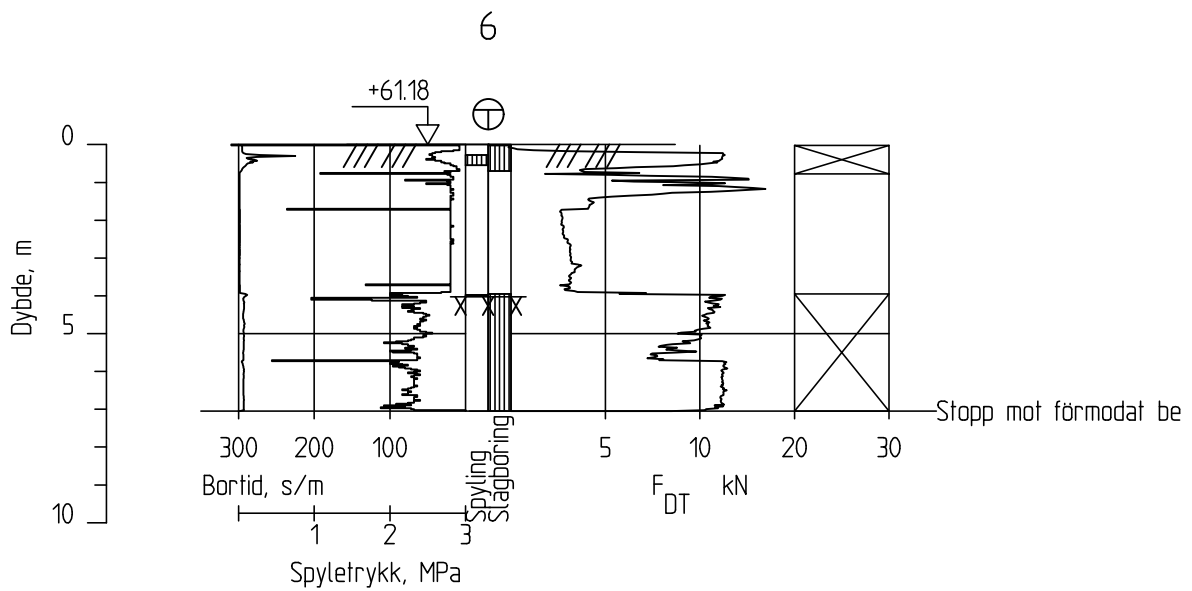
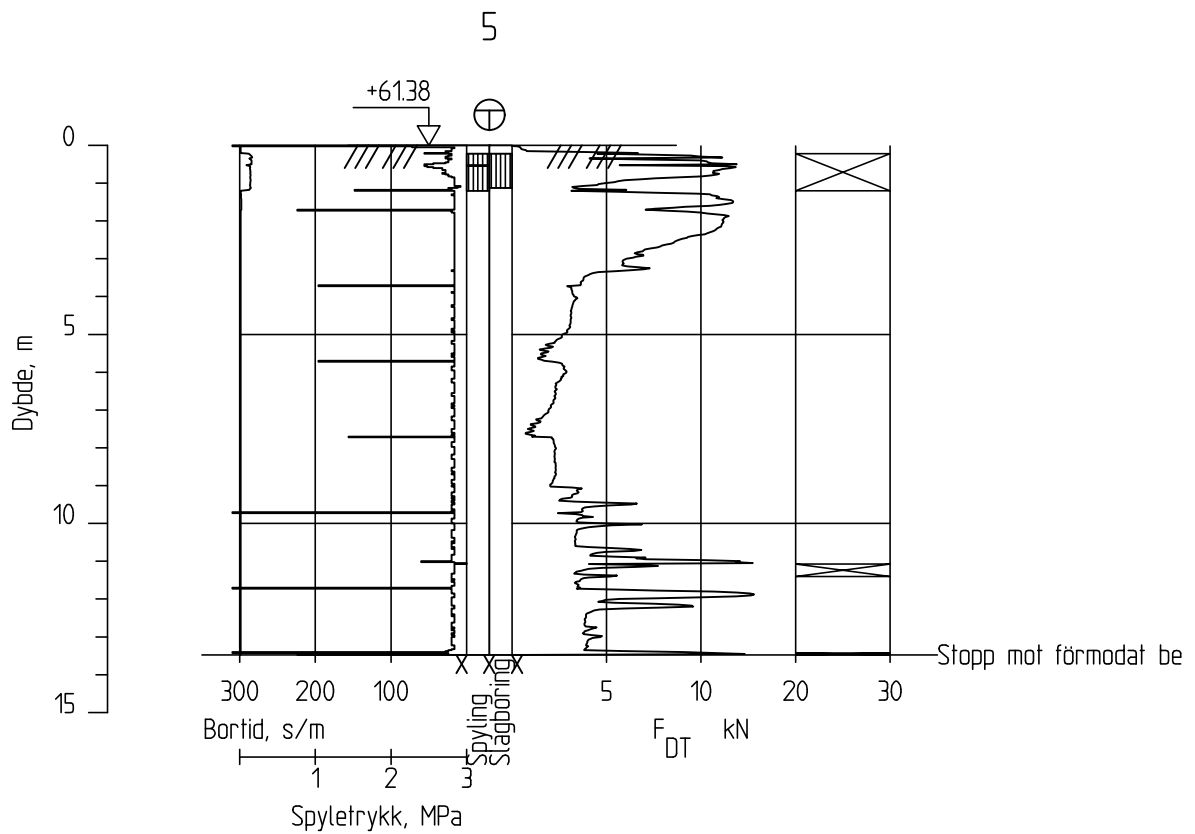
- /1/ Geoteknisk datarapport rev. 01 – DSO Sandakerveien 24 D. DMR, 14.09.2020.
- /2/ NVE Atlas - <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>
- /3/ Veileder 7/2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred, NVE.
- /4/ Høydedata - www.hoydedata.no
- /5/ NGU løsmassekart - <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- /6/ Naturfareprosjektet Dp. 6 kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport 14/2014.
- /7/ NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse». NGI.
- /8/ Uttalelse om områdestabilitet. DMR, 22.03.2021.

Vedlegg A



Vedal AS	Emne Borplan med stabilitetssnitt		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24 D	Dato 18-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. A.1
	Utført av IHA	Målestokk 1:750	

Vedlegg B



Vedal AS

Emne
Sonderinger

A4

Kundesaksnr.

Adresse
Sandakerveien 24 D, Oslo

Dato
18-05-21

DMR Miljø og Geoteknikk AS

DMR-saksnr.
19-0228

Gnr/bnr

Bilagsnr.

Utført av
IHA

0 2 4 6 8 10 m

Målestok
1:200

B.1

Vedlegg C



Borprofil, tabell

Oppdragsnr.: 483210007

Navn: 19-0228 DSO - Sandakerveien 24D

Analyseår: 2021

Prøvetype: 54mm stål

Hullnummer: 5

Prøve	Delprøve	Dybde [m]	Jordart	Densitet [kN/m ³]	Humusinnhold [%]	Vanninnhold W [%]	Flytegrense W _L [%]	Utrullingsgrense W _P [%]	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C _{ufc} [kPa]	Konus, Omrørt, C _{ufc} [kPa]	Sensitivitet, St	
									C _{uuc} [kPa]	Deformasjon [%]				
1	A	3.15	LEIRE, middels fast mørk grå			36.9					42.4	7.7	6	
1	B	3.25												
1	C	3.35												
1	D	3.45		18.5								34.1	6.5	5
1	E	3.55					34.3			26.2	14.9			
1	F	3.65					34.3							
2	A	5.15	KVIKKLEIRE meget bløt mørk grå			37.0					15.0	0.2	75	
2	B	5.25				35.5				15.7	5.3			
2	C	5.35						25	19					
2	D	5.45		18.8										
2	E	5.55										12.8	0.2	64
2	F	5.65					36.9							
3	A	6.15	KVIKKLEIRE meget bløt noen sand-og siltlommer fra 6,25-6,45 mørk grå			36.1					17.6	0.3	61	
3	B	6.25												
3	C	6.35				29.1				18.9	5.4			
3	D	6.45		19.0				26	20					
3	E	6.55										9.8	0.1	98
3	F	6.65					37.6							
4	A	7.15	KVIKKLEIRE meget bløt enkelte gruskorn fra 7.45-7.55 mørk grå			36.8					21.4	0.1	214	
4	B	7.25												
4	C	7.35				37.2				16.4	3.5			
4	D	7.45		18.9				26	18					
4	E	7.55										19.9	0.2	99
4	F	7.65					37.3							
5	A	10.15	KVIKKLEIRE, siltig, sandig meget bløt prøve kun 20 cm mørk grå			35.0						0.1		
5	B	10.25		20.6										
5	C	10.35												
5	D	10.45												
5	E	10.55												
5	F	10.65												



Borprofil

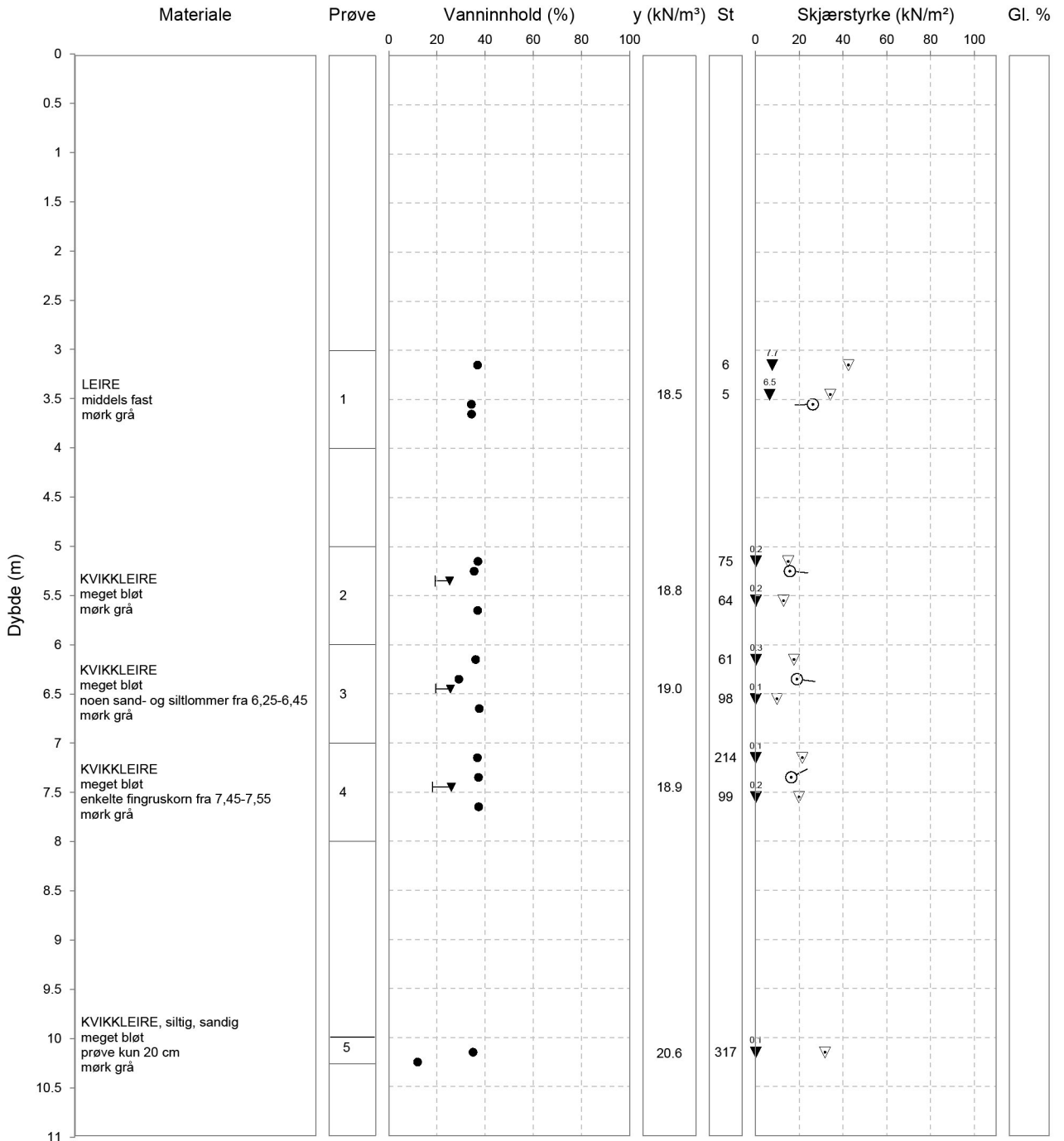
Oppdragsnr.: 48321000

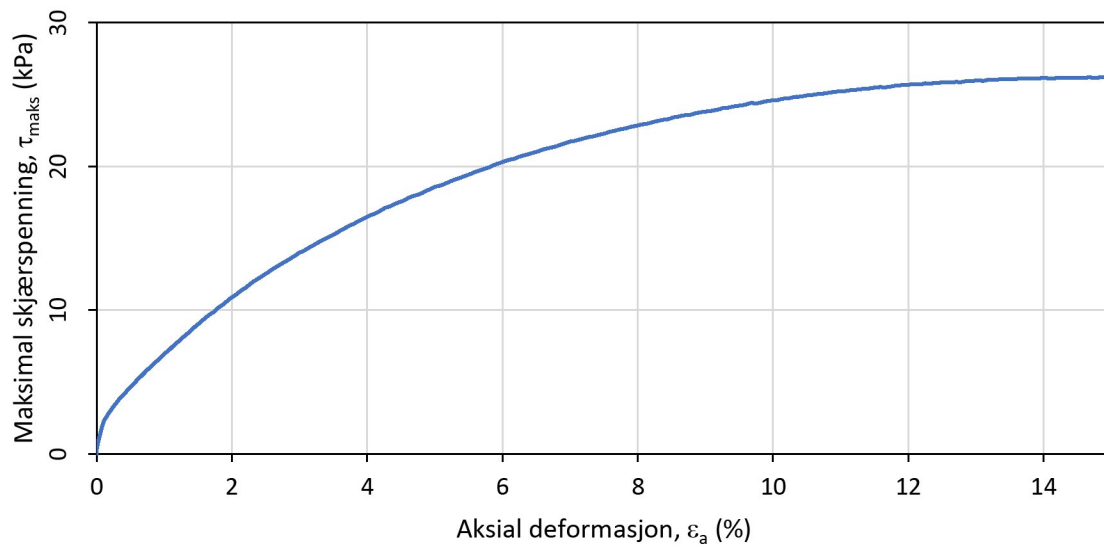
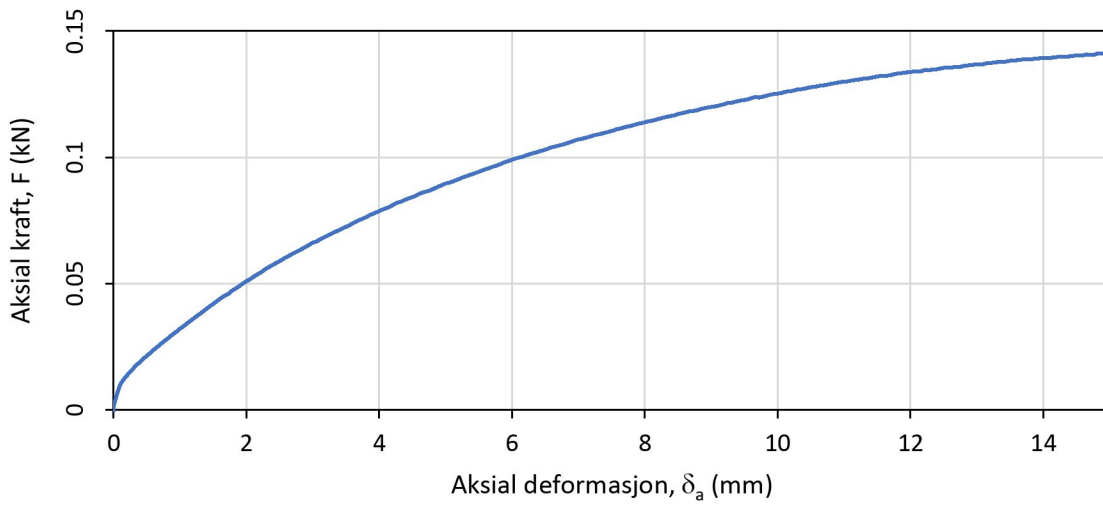
Navn: 19-0228 DSO- Sandakerveien 24D


Analyseår: 2021

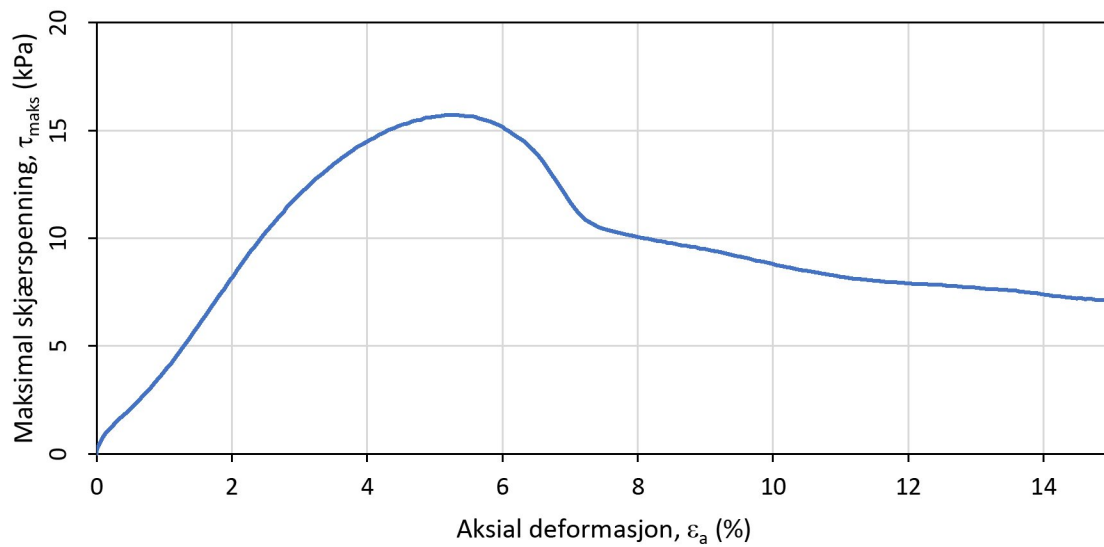
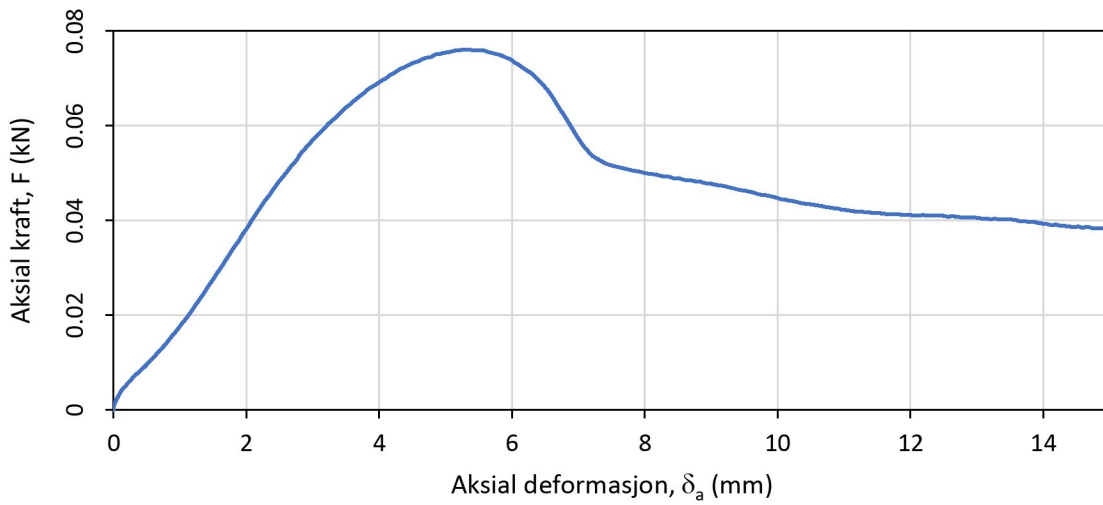
Prøvetype: 54mm stål


Hullnummer: 5

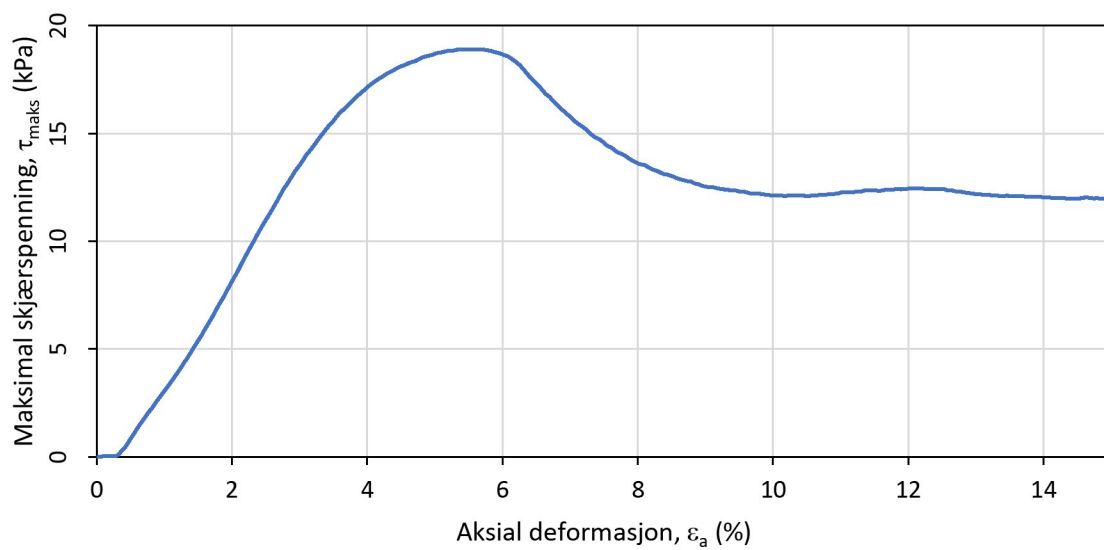
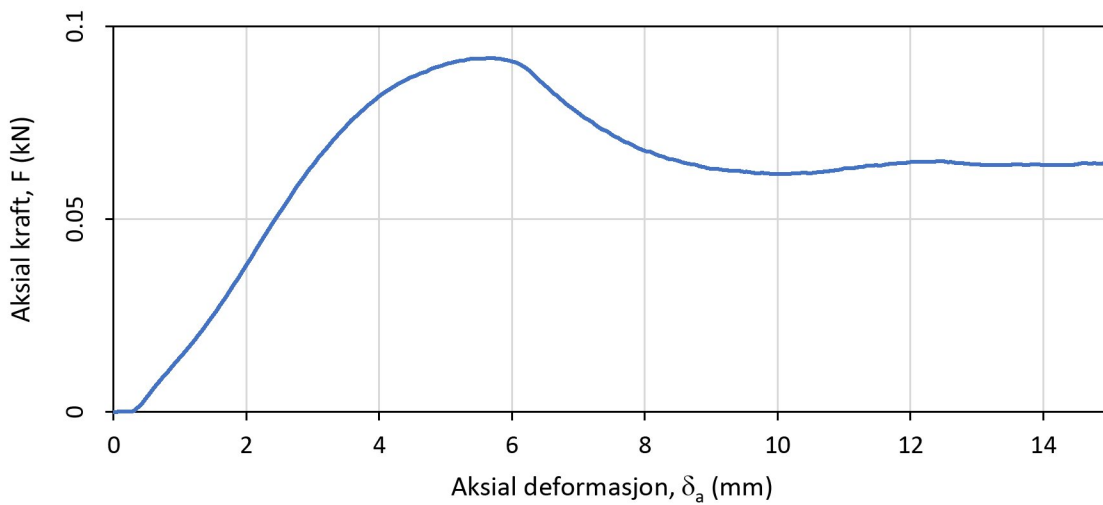





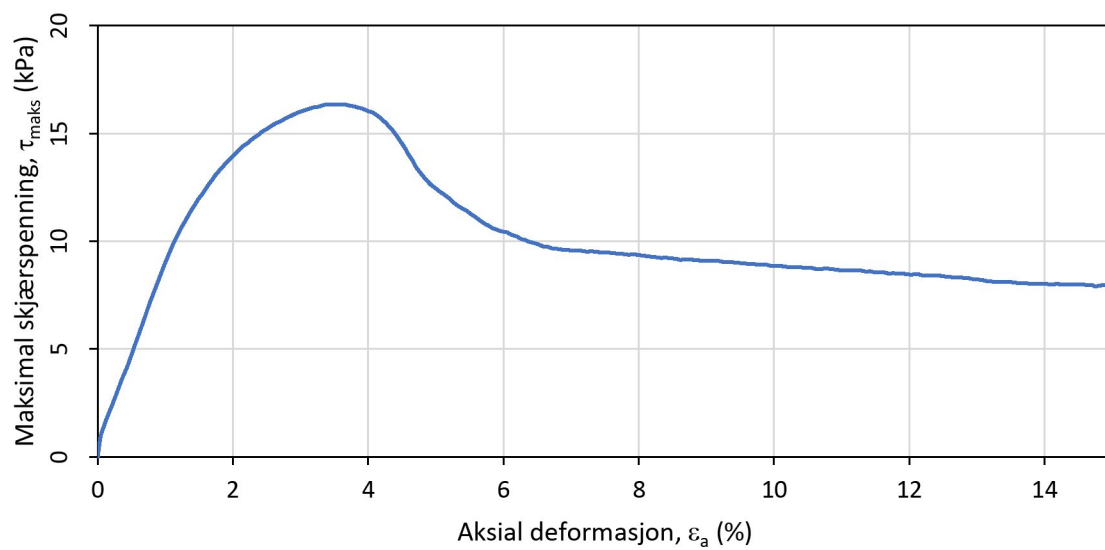
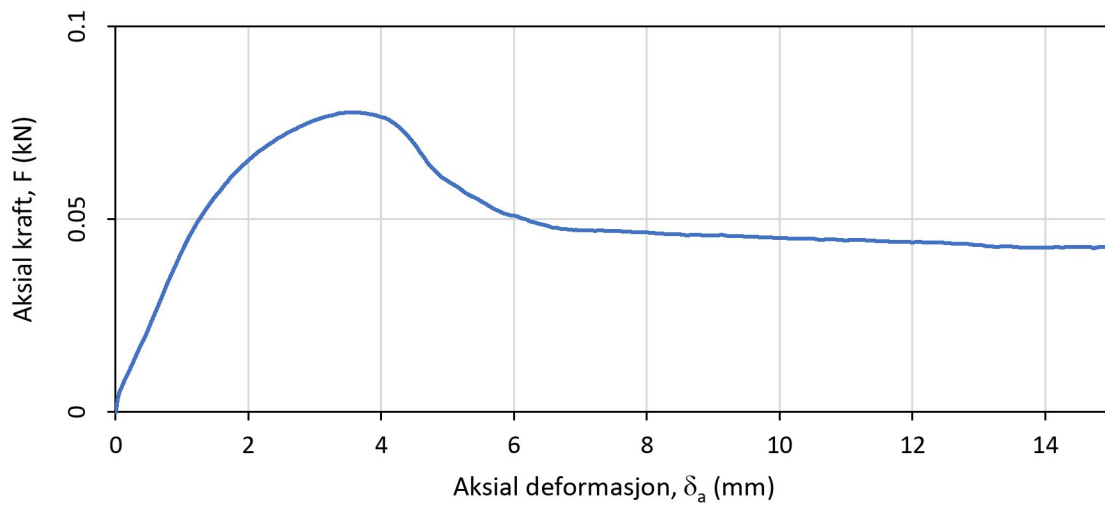
Rekvirent: Myren Eiendom AS	Enaksialt trykkforsøk		Forsøksdato 22.02.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 19-0228 DSO - Sandakerveien 24D		Utført av AR
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ϵ_a		Tegnet av KNK
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Sandakerveien 24D		Kontrollert TRM
	Forsøknr. 1	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 26.2
	Borpunkt 5	Dybde (m) 3.58	Tøyning ved brudd (%) 15
			Rapportdato 26.02.2021
			DMR-saksnr. 19-0228
			A4
			Vedlegg A.1




Rekvirent: Myren Eiendom AS	Enaksialt trykkforsøk		Forsøksdato 22.02.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 19-0228 DSO - Sandakerveien 24D		Utført av AR
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ϵ_a		Tegnet av KNK
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Sandakerveien 24D		Kontrollert TRM
	Forsøknr. 2	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 15.7
	Borpunkt 5	Dybde (m) 5.3	Tøyning ved brudd (%) 5.3
			Rapportdato 26.02.2021
			DMR-saksnr. 19-0228
			A4
			Vedlegg A.2



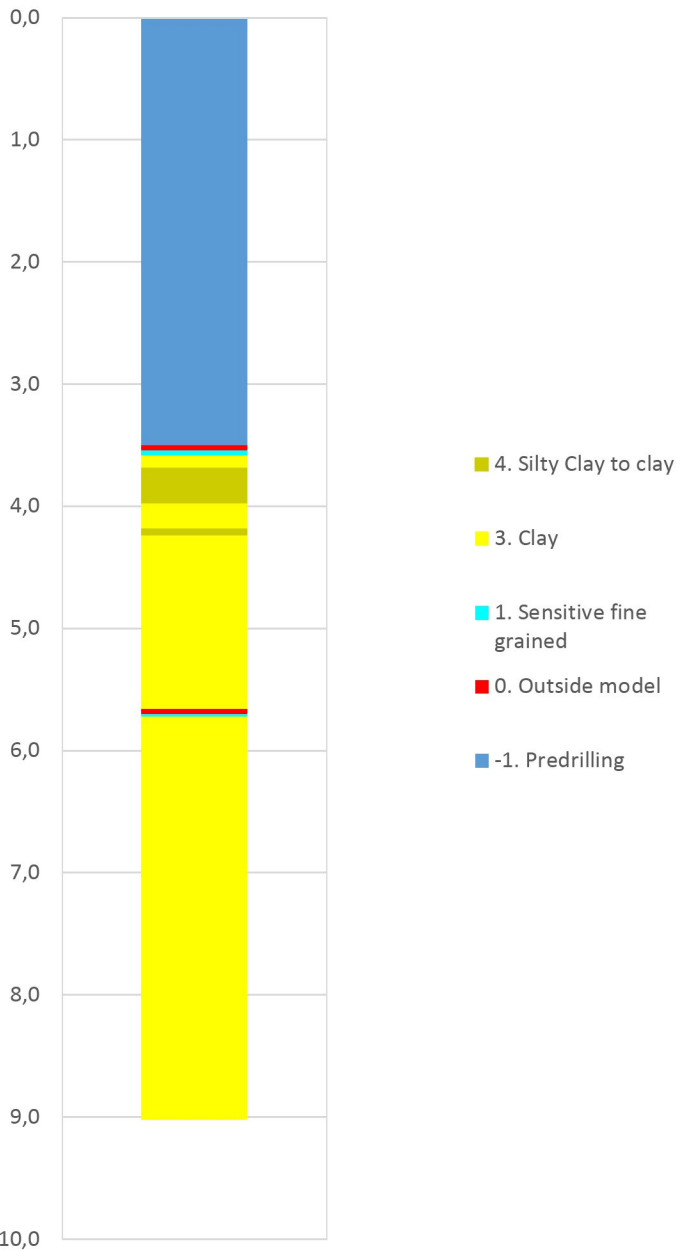
Rekvirent: Myrens Eiendom AS	Enaksialt trykkforsøk		Forsøksdato 22.02.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 19-0228 DSO Sandakerveien 24D		Utført av AR
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ϵ_a		Tegnet av KNK
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Sandakerveien 24D		Kontrollert TRM
	Forsøknr. 3	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 18.9
	Borpunkt 5	Dybde (m) 6.3	Tøyning ved brudd (%) 5.4
			Rapportdato 26.02.2021
			DMR-saksnr. 19-0228
			A4
			Vedlegg A.3



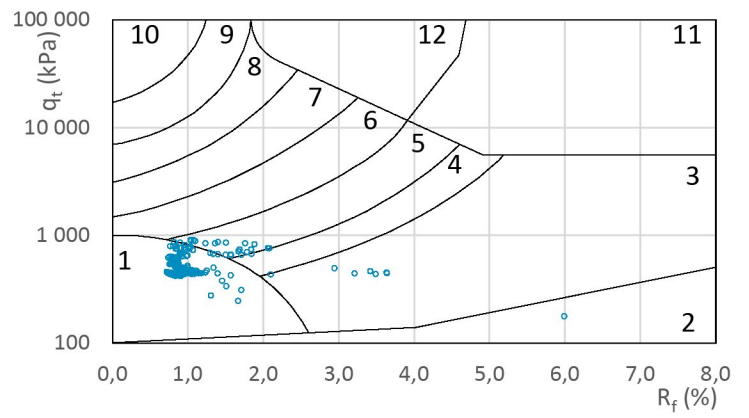
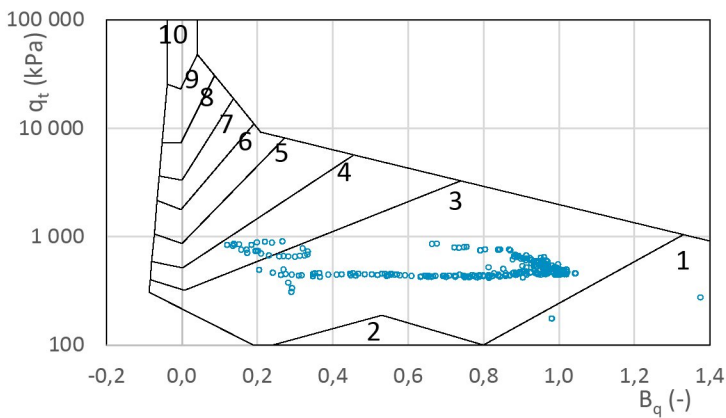
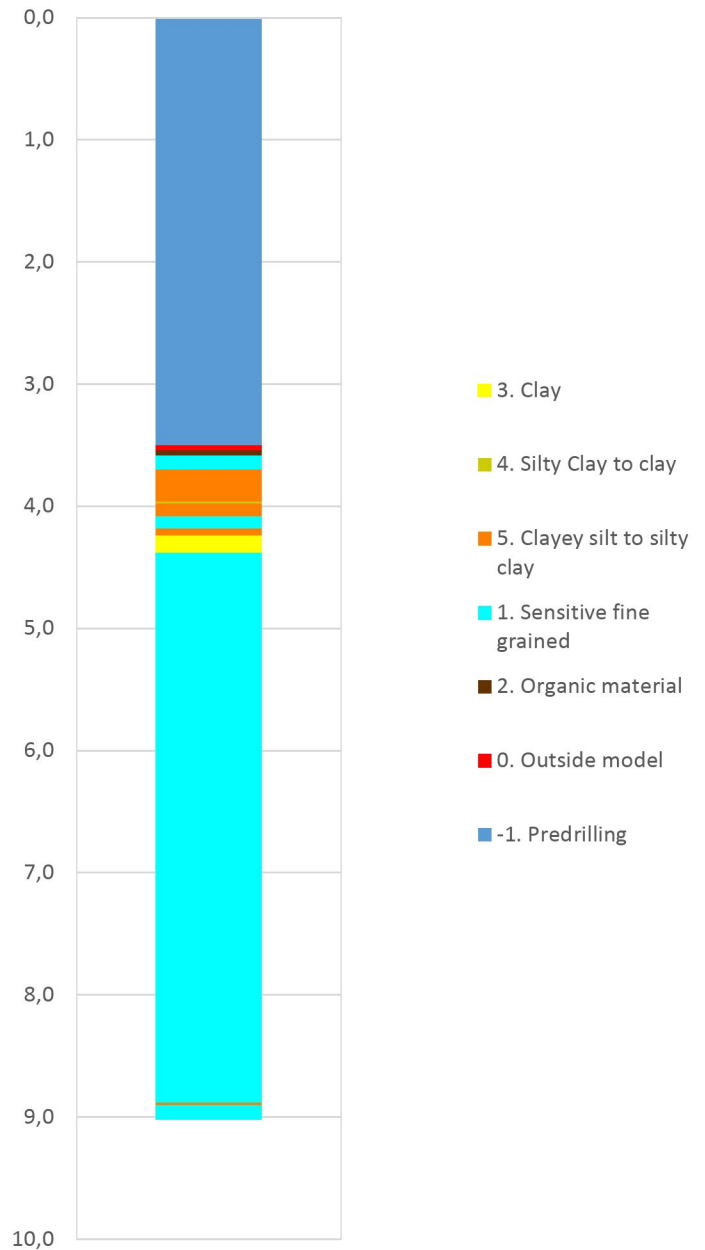
Rekvirent: Myrens Eiendom AS	Enaksialt trykkforsøk		Forsøksdato 22.02.2021
	Prosjekt og prosjektnr. 19-0228 DSO Sandakerveien 24D		Utført av AR
	Innhold: Plott: F- δ_a og τ_{maks} - ϵ_a		Tegnet av KNK
DMR Miljø og Geoteknikk AS Maridalsveien 163 0461 Oslo Tlf. 22 12 02 03 E-post: oslo@dmr.as www.dmr.as	Adresse Sandakerveien 24D		Kontrollert TRM
	Forsøknr. 4	Prosedyre Enaks	U. Skjærfasthet (kPa) 16.4
	Borpunkt 5	Dybde (m) 7.35	Tøyning ved brudd (%) 3.5
			Rapportdato 26.02.2021
			DMR-saksnr. 19-0228
			A4
			Vedlegg A.4


Vedlegg D

Robertson et al. 1986 (Bq-qt)



Robertson et al. 1986 (Rf-qt)



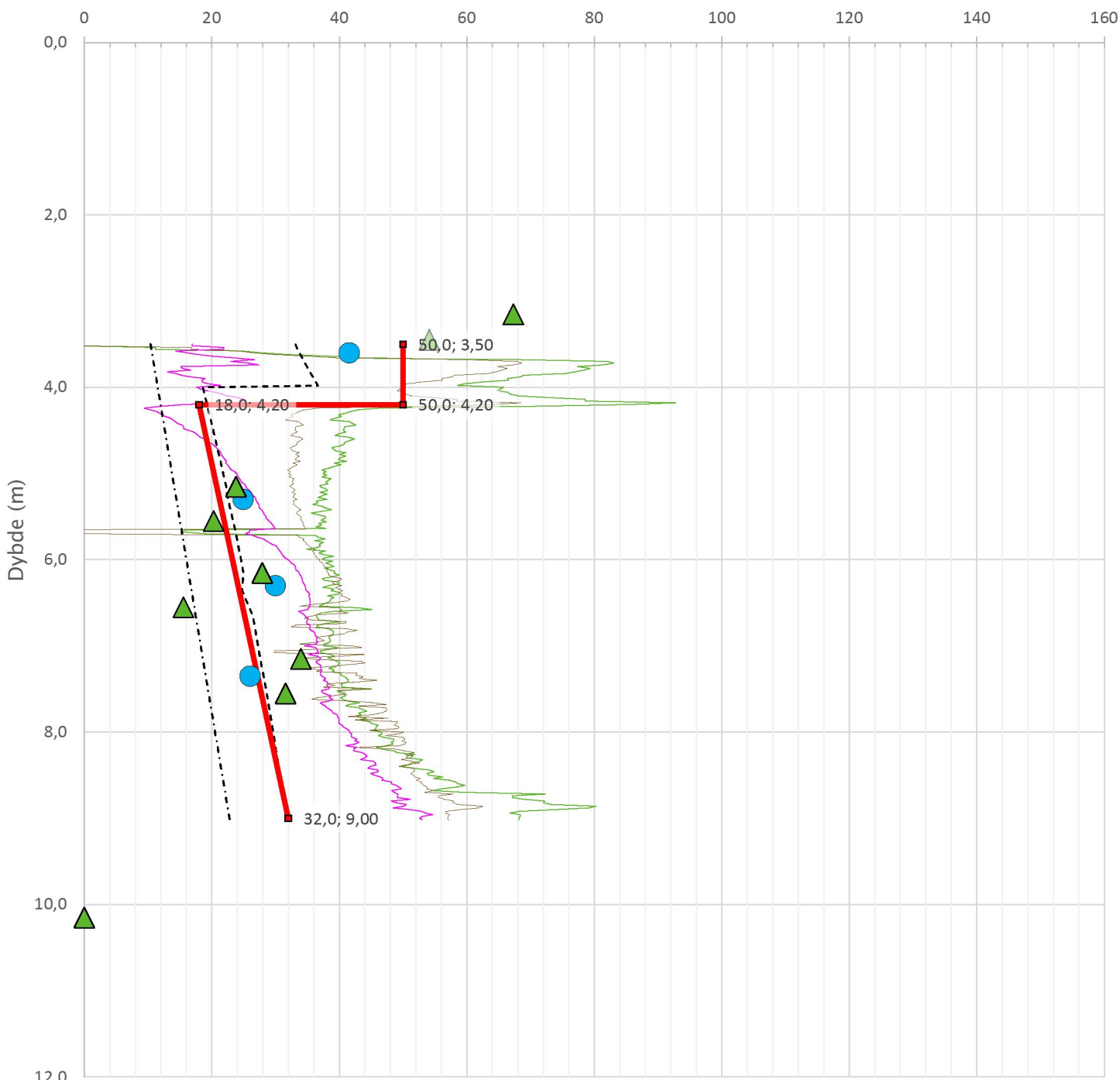
Prosjekt Sandaker DSO			Borhull	
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson et al. 1986			Sondenummer 5577	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 19.02.2021	Revisjon	Anvend.klasse
			Rev. dato	Figur D.1

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH : $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH : $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

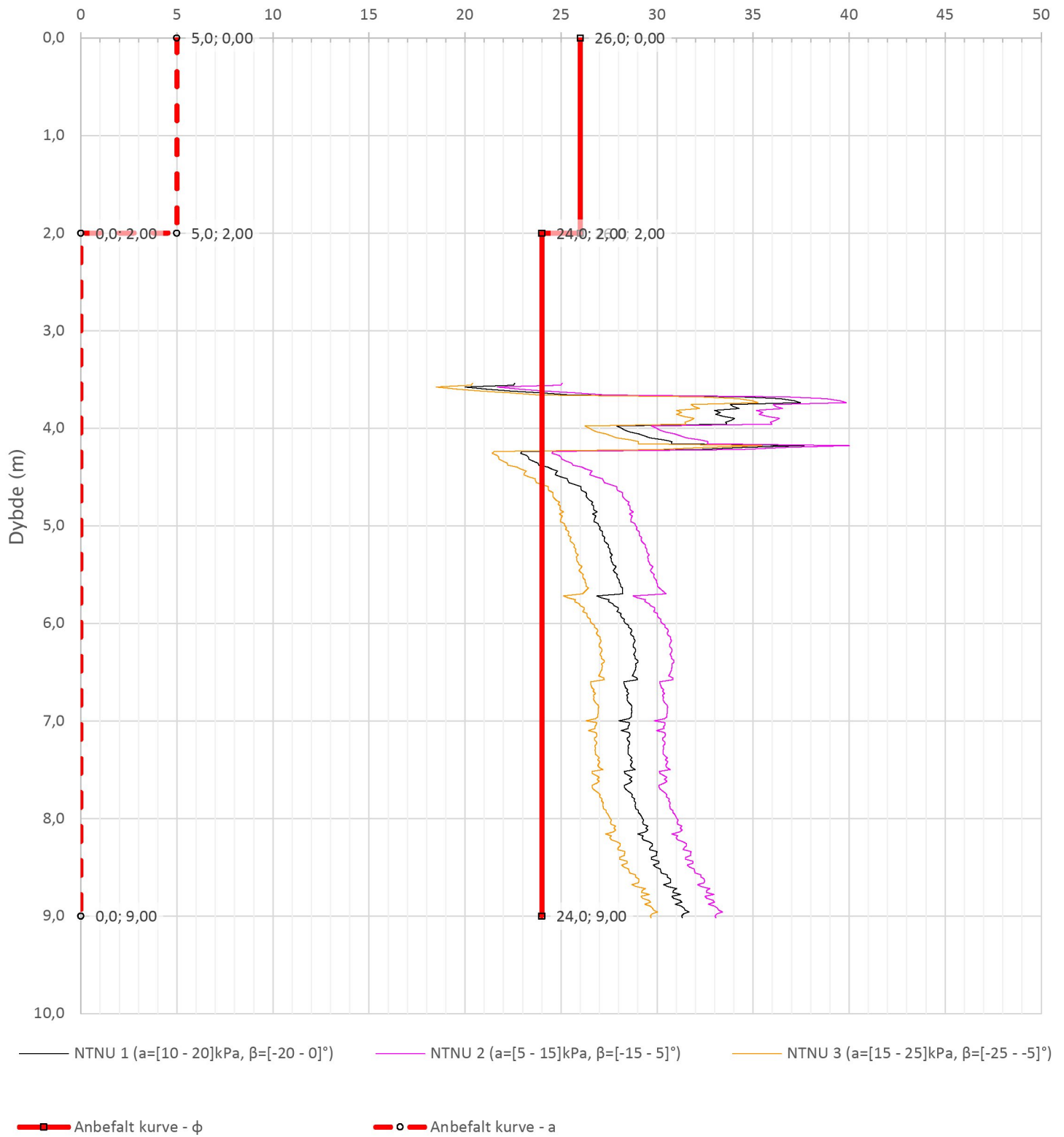
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




- $N_{kt}.K=[7,8/8,5]+2,5 \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,082/0] \cdot I_p$
- $2 < N_{ke}.K=[11,5/12,5]-[9,05/11] \cdot B_q$
- $N_{\Delta u}.K=[6,9/9,8]-[4/4,5] \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,07/0] \cdot I_p$
- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=[0,30-0,31]$, $m=[0,68-0,70]$)
- - - - - $c_{uNC}: 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$
- Enaks BH
- ▲ Konus BH
- Anbefalt kurve

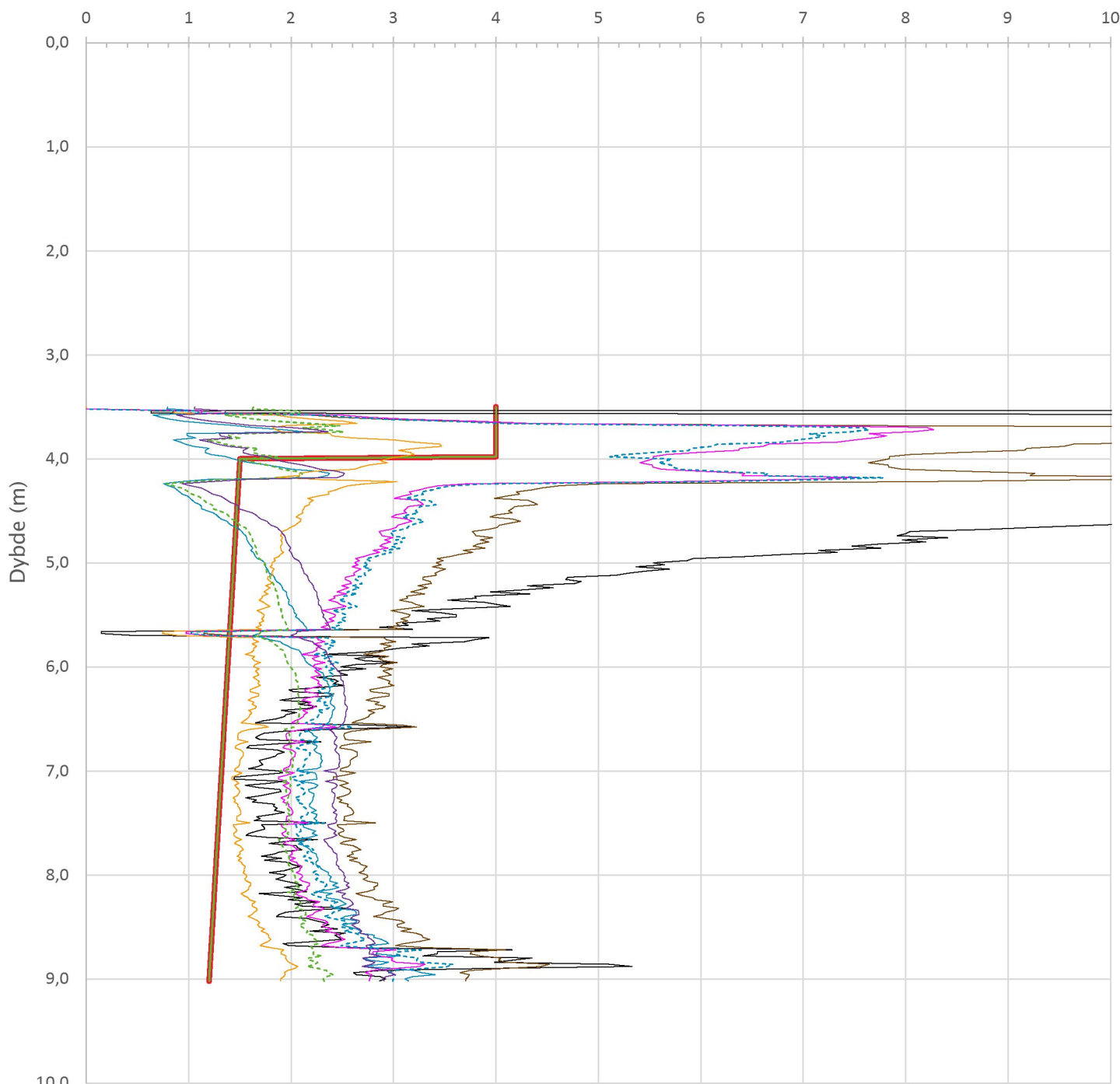
Prosjekt Sandaker DSO			Borhull	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondennummer 5577	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 19.02.2021	Revisjon	
			Rev. dato	
			Anvend.klasse	Figur D.2

Friksjonsvinkel, ϕ (°)
attraksjon, a (kPa)




Prosjekt Sandaker DSO			Borhull	
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 5577	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 19.02.2021	Revisjon	
			Rev. dato	
			Anvend.klasse	Figur D.3

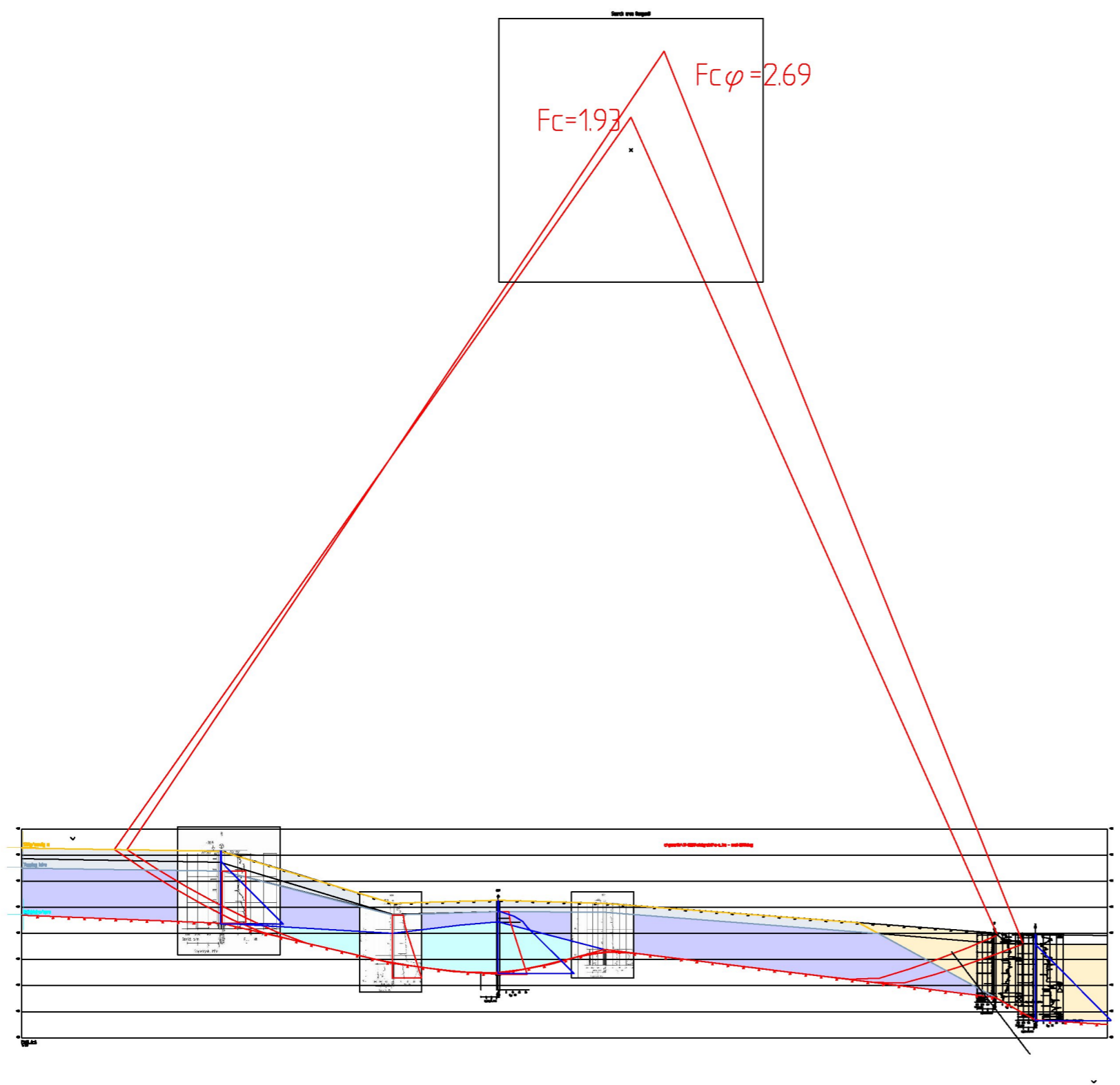
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011

Prosjekt Sandaker DSO			Borhull
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondennummer 5577
	Utført	Kontrollert	Godkjent
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 19.02.2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse Figur D.4

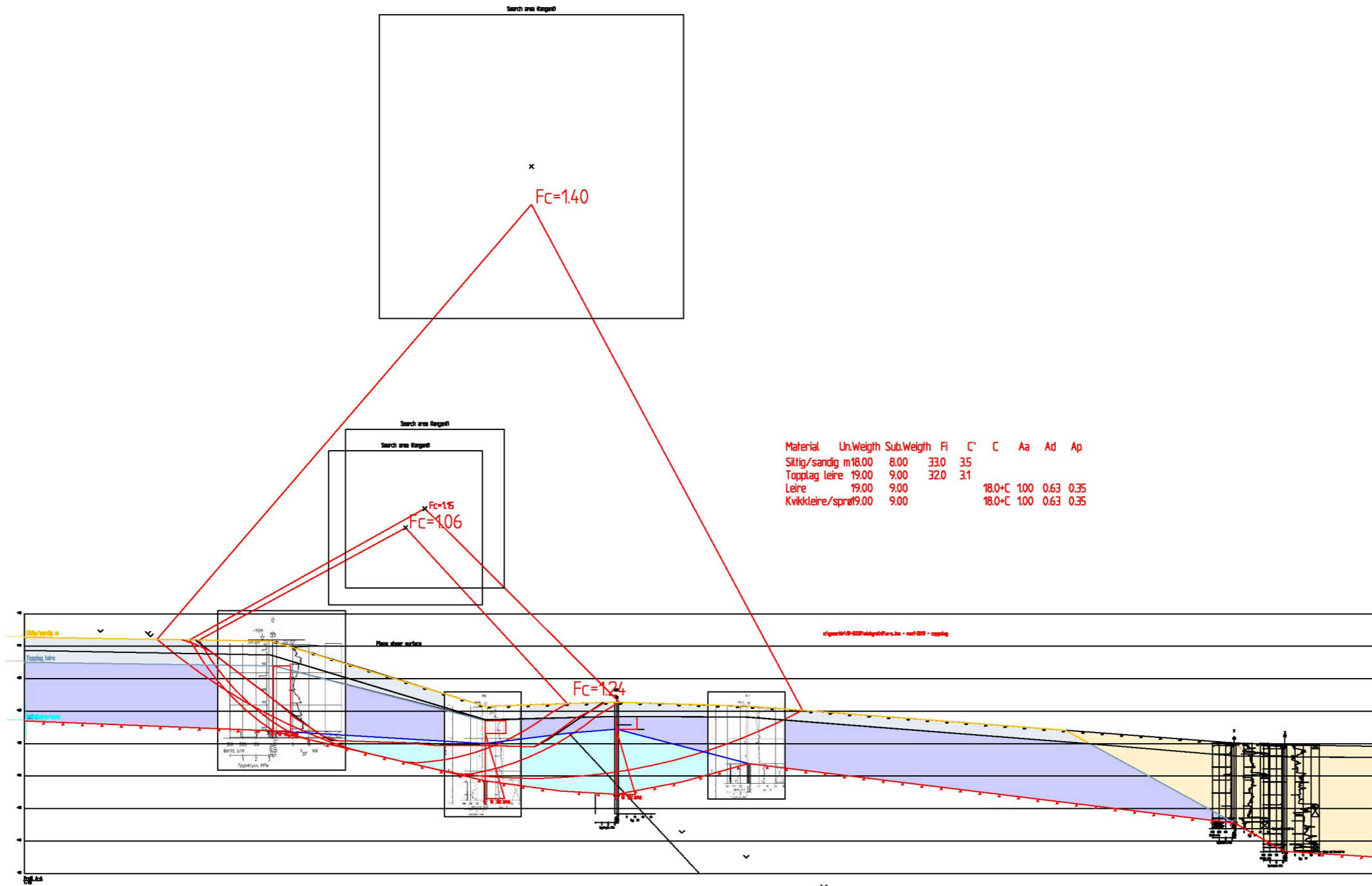
Vedlegg E



19/05/2021
 Vedal AS - Stabilitetsanalyse for graving - 19-05-21

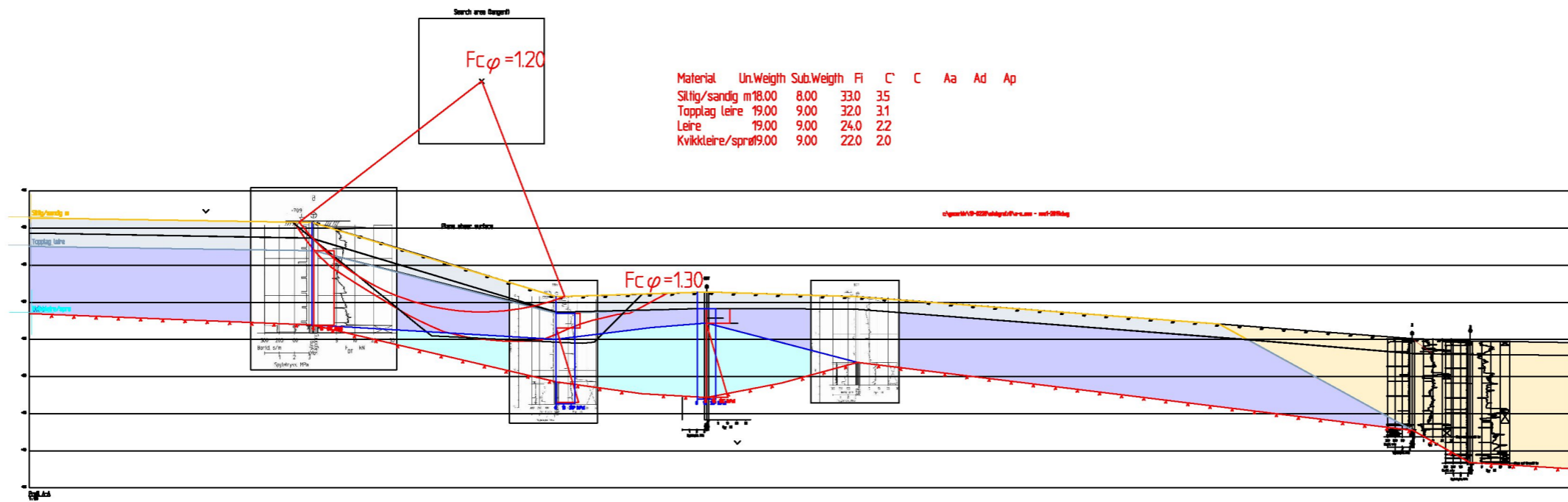
Vedal AS	Emne Stabilitetsanalyse for graving		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24	Dato 19-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr.	Gnr/bnr	Bilagsnr. E.1
	Utført av IHA	0 10 20 30 40 50 m	Målestok 1:1000

Vedlegg F



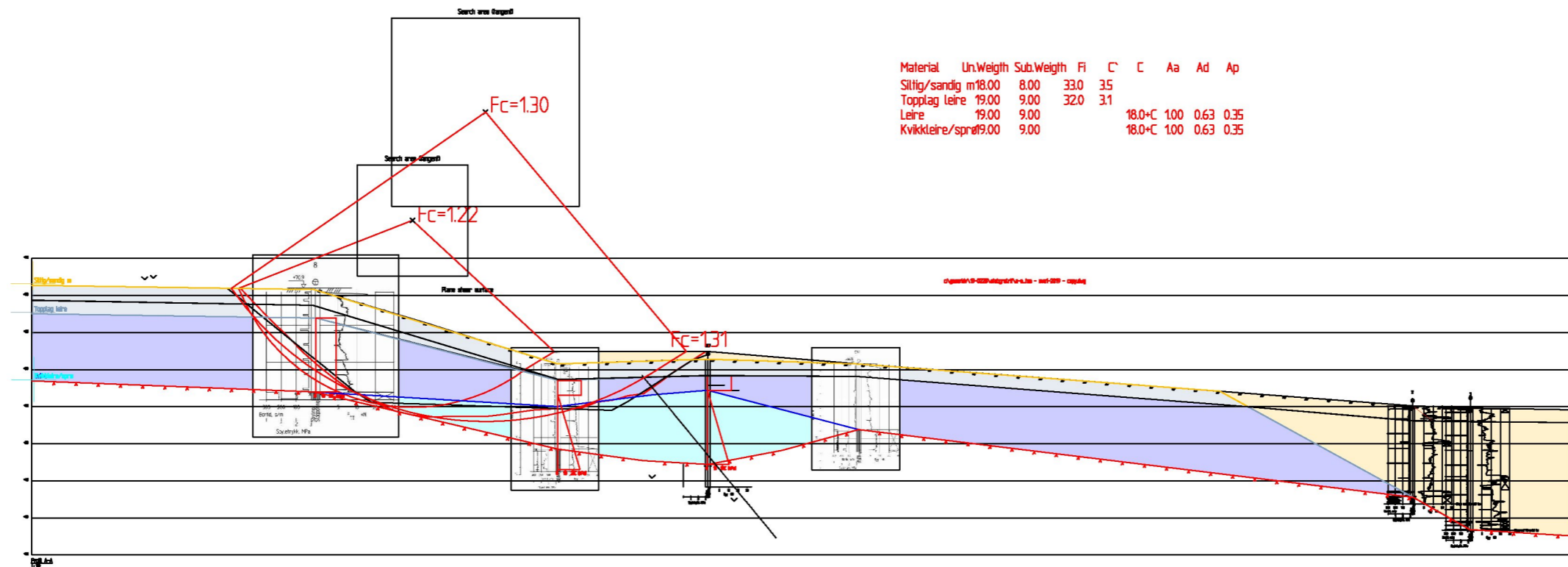
For-tilleggsoppgave
 Resultat: C:\gns\19-0228\19-0228\19-0228\19-0228 - med-209 - copy19

Vedal AS	Emne Stabilitetsanalyse - Totalspenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24	Dato 20-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. F.1
	Utført av IHA		



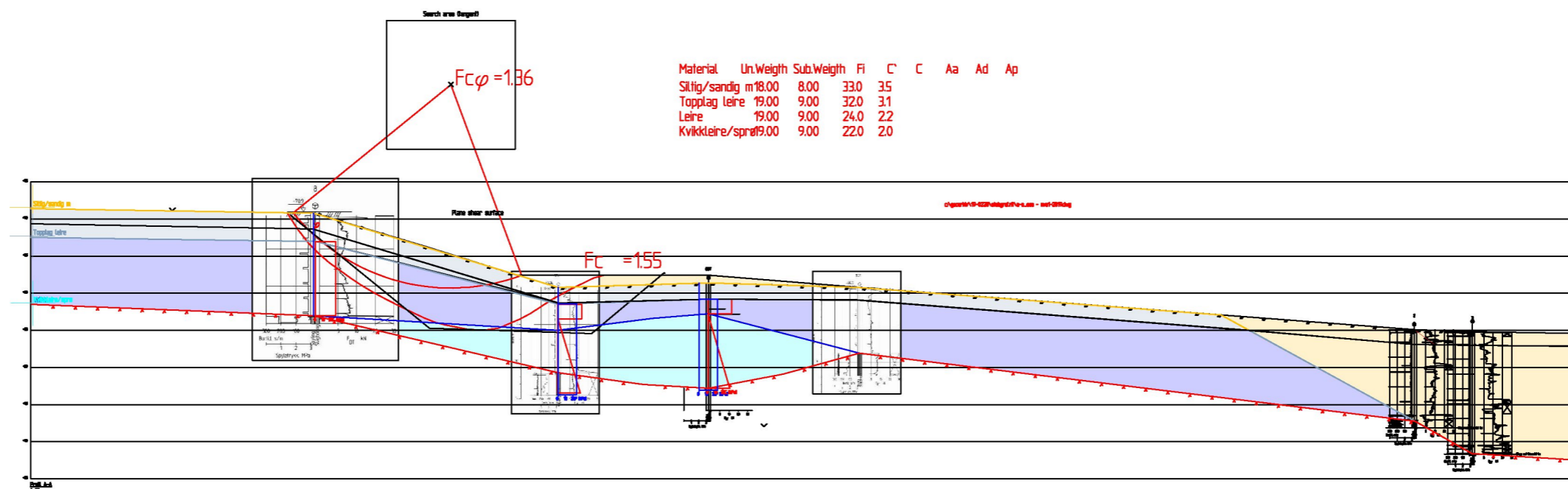
FøU-13/2008/2010
 Resultat: C:\GEO\DATA\19-0228\STABILITET\A3.AES - 19-0228.RIS

Vedal AS	Emne Stabilitetsanalyse - Effektivpenning		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24	Dato 20-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. F.2
	Utført av IHA	Målestokk 1:750	



Fc=1.31
 Result file: C:\GEO\19-0228\STABILITVA-LISA - IME1-2019 - COPY forslag28

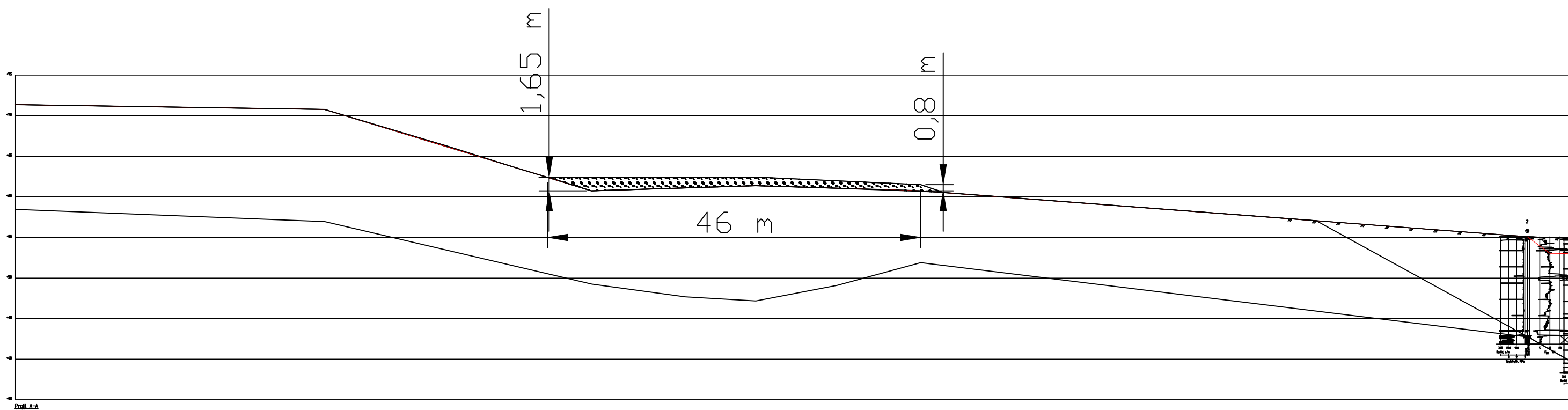
Vedal AS	Emne Stabilitetsanalyse - Totalspenning forbedring		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24	Dato 20-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. F.3
	Utført av IHA		



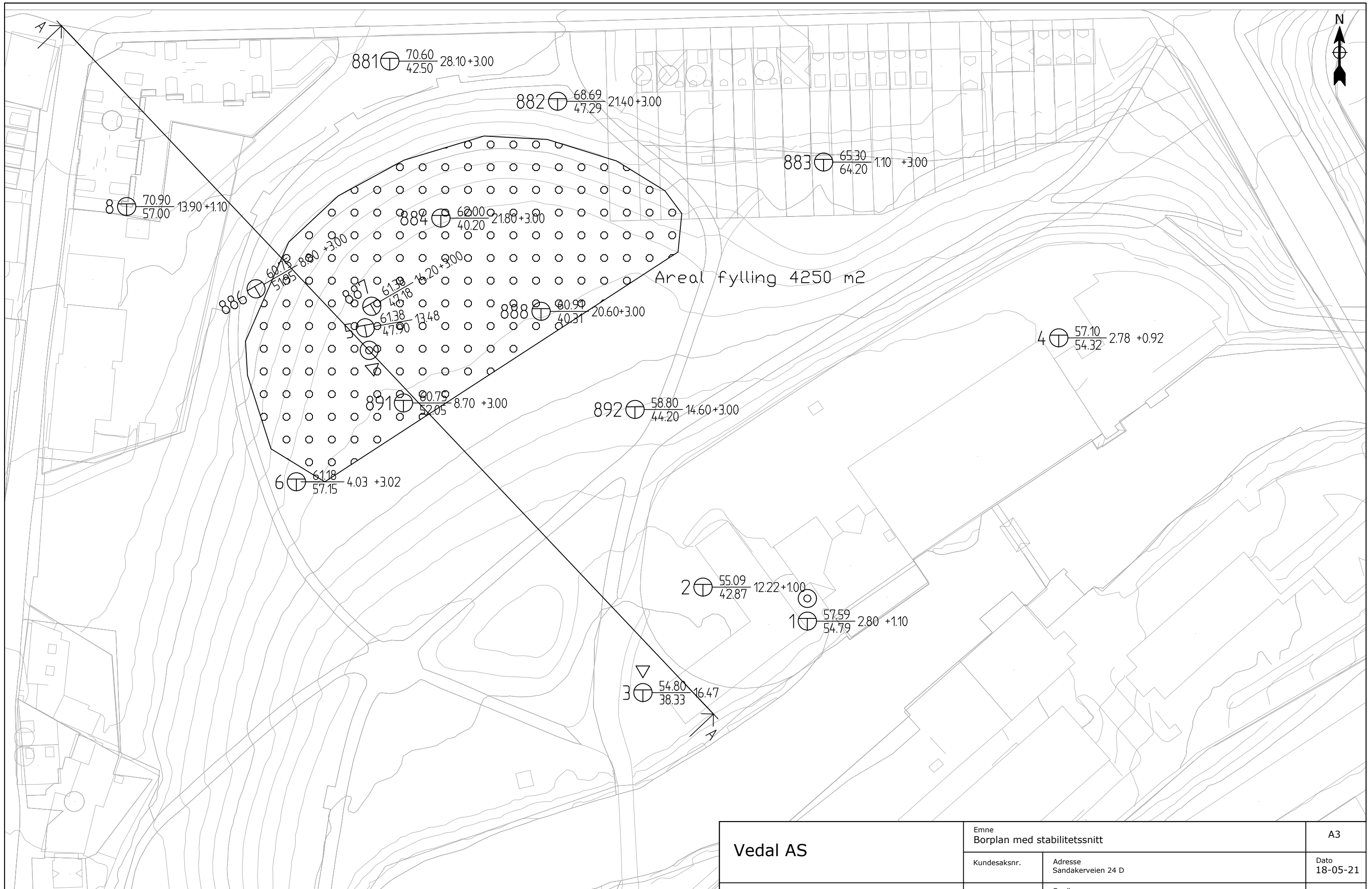
Fc-tilbedring
 Resultat: CAGEMANN-19-0228/STAB/STAB/STAB-A-ESA - MEX-2019 - Forbedring/PH

Vedal AS	Emne Stabilitetsanalyse - Effektivspenning forbedring		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24	Dato 20-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. F.4
	Utført av IHA	0 7,5 15 22,5 30 37,5 m Målestokk 1:750	

Vedlegg G

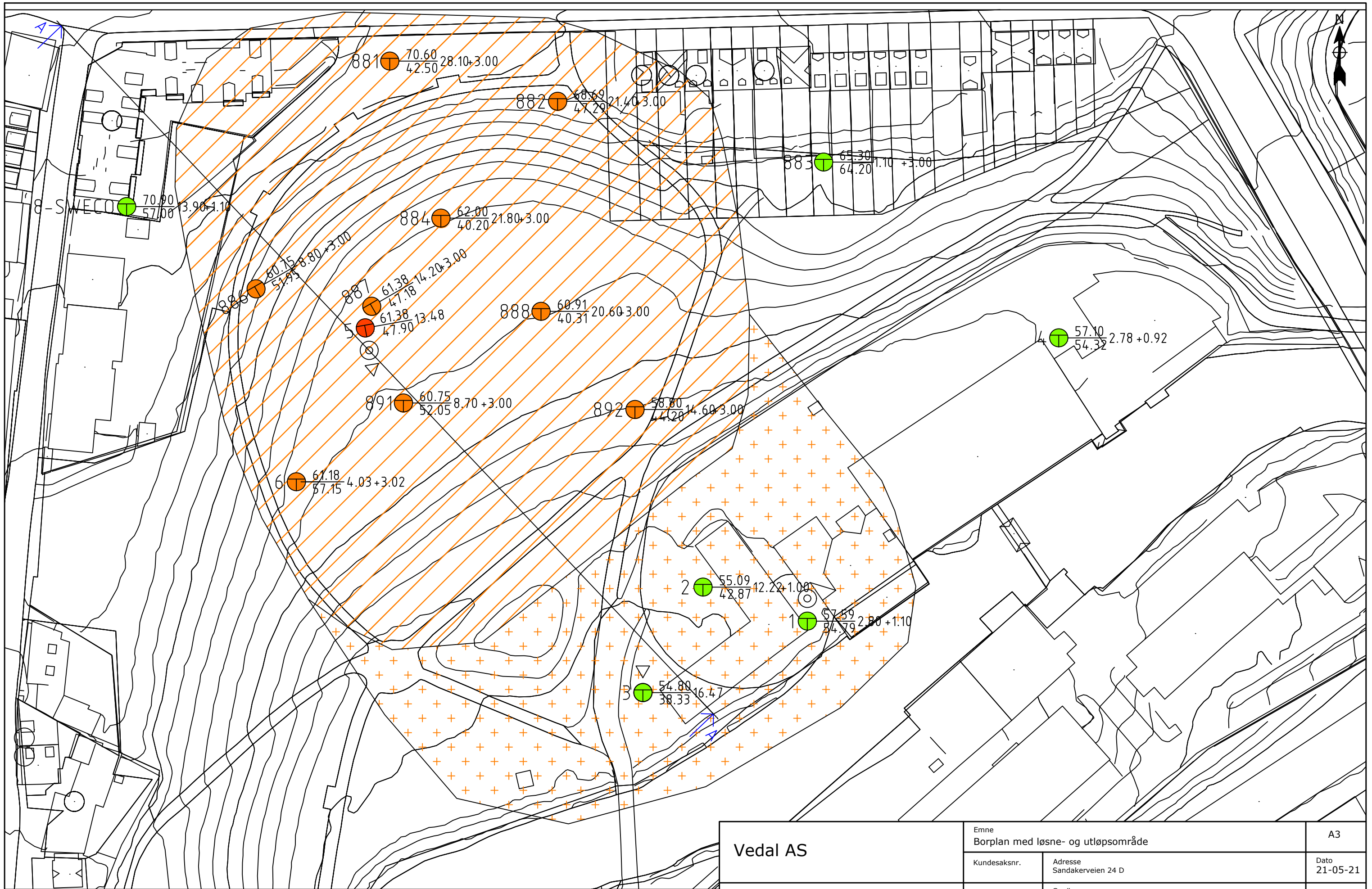


Vedal AS	Emne Dimensjoner fylling		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24	Dato 20-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. G.1
	Utført av IHA	Målestokk 1:500	



Vedal AS	Emne Borplan med stabilitetssnitt		A3
	Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24 D	Dato 18-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS	DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. G.2
	Utført av IHA	0 7,5 15 22,5 30 37,5 m Målestokk 1:750	

Vedlegg H



● Kvikkleire påvist
 ● Mulig kvikkleire
 ● Kvikkleire ikke påvist

Vedal AS		Emne Borplan med løsne- og utløpsområde		A3
		Kundesaksnr.	Adresse Sandakerveien 24 D	Dato 21-05-21
DMR Miljø og Geoteknikk AS		DMR-saksnr. 19-0228	Gnr/bnr	Bilagsnr. H.1
		Utført av IHA/BGJ	Målestokk 1:750	