



# Holmen boligfelt

---

## Fagrappport områdestabilitetsutredning

Beiarn kommune

Dato: 22.08.2023

<b>Rev.nr.</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet av</b>	<b>Verifisert av</b>	<b>Godkjent av</b>
01	22.08.23	Utredning av områdestabilitet SOHJ Holmen boligfelt	SOHJ	MAAG	JAJE



## REVISJONSHISTORIKK

Rev.	Beskrivelse av endring	Dato	Forfatter
00	Konsept/løsningsforslag	07.07.2023	SOHJ
01	Revidert kap. 8	22.08.2023	SOHJ

# INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>REVISJONSHISTORIKK .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INNLEDNING.....</b>	<b>6</b>
<b>2 REGELVERK OG KRAV FOR PLANLAGTE TILTAK.....</b>	<b>7</b>
2.1 REGELVERK .....	7
2.2 KRAV TIL SIKKERHET OG KVALITETSSIKRING .....	7
2.2.1 Tiltakskategori.....	7
2.2.2 Krav til sikkerhet.....	7
2.2.3 Krav til kvalitetssikring .....	8
2.3 PRINSIPPER FOR AVGRENSNING AV «RELEVANT DEL» AV FARESONE.....	8
<b>3 GRUNNLAG .....</b>	<b>9</b>
3.1 GRUNNLAG .....	9
<b>4 TERRENG OG GRUNNFORHOLD.....</b>	<b>10</b>
4.1 TOPOGRAFI .....	10
4.2 MARIN GRENSE .....	11
4.3 KVARTÆRGEOLOGI .....	12
4.4 TIDLIGERE KARTLEGGING .....	14
4.5 IDENTIFISERING AV KRITISKE SKRÅNINGER OG POTENSIELLE LØSNEOMRÅDER .....	15
<b>5 BEFARING .....</b>	<b>16</b>
<b>6 GRUNNUNDERSØKELSER .....</b>	<b>25</b>
6.1 METODE FOR KLASSIFISERING AV SPRØBRUDD/IKKE-SPRØBRUDD.....	26
6.2 PÅVISTE FOREKOMSTER AV SPRØBRUDDMATERIALE OG KVIKKLEIRE .....	27
6.3 PORETRYKKSFORHOLD .....	28
6.4 SPESIALFORSØK OG FORSØKSKVALITET AV GRUNNUNDERSØKELSER.....	30
6.4.1 Ødometerforsøk.....	30
6.4.2 Treaksialforsøk .....	32
6.4.3 CPTu-sonderinger.....	33
<b>7 AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENSNING AV FARESONE.....</b>	<b>34</b>
7.1 FARESONE O1 .....	35
7.2 FARESONE O2 .....	36
7.3 FARESONE O3 .....	37
7.4 FARESONE O4 .....	38
<b>8 KLASSIFISERING AV FARESONER .....</b>	<b>39</b>
8.1 FARESONE O1 .....	40
8.2 FARESONE O2 .....	41
8.3 FARESONE O3 .....	42
8.4 FARESONE O4 .....	43
<b>9 KRITISKE SNITT OG MATERIALPARAMETERE .....</b>	<b>44</b>
9.1 MATERIALPARAMETERE .....	44
9.2 KRITISKE SNITT.....	44
9.2.1 Snitt B .....	44
9.2.2 Snitt C .....	45
9.2.3 Snitt D .....	45
9.2.4 Snitt E .....	45
<b>10 STABILITETSVURDERING .....</b>	<b>47</b>
10.1 BEREGNINGSPRINSIPPER .....	47
10.1.1 Modellering av anisotropiforhold (ADP).....	47
10.2 RESULTATER AV STABILITETSBEREGNINGER.....	49

<b>11</b>	<b>STABILISERENDE TILTAK</b> .....	<b>50</b>
<b>12</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>REFERANSER</b> .....	<b>52</b>

---

#### **VEDLEGG**

Vedlegg A (Plan- og profiltegninger).....	A1-A4
Vedlegg B (CPTu-tolkningsark).....	B1-B72
Vedlegg C (Tolkning av sprøbruddmateriale).....	C1-C3
Vedlegg D (Stabilitetsberegninger).....	D1-D16
Vedlegg E (Tolkningsprofiler for vurdering av skredmekanisme).....	E1-E2

---

## 1 INNLEDNING

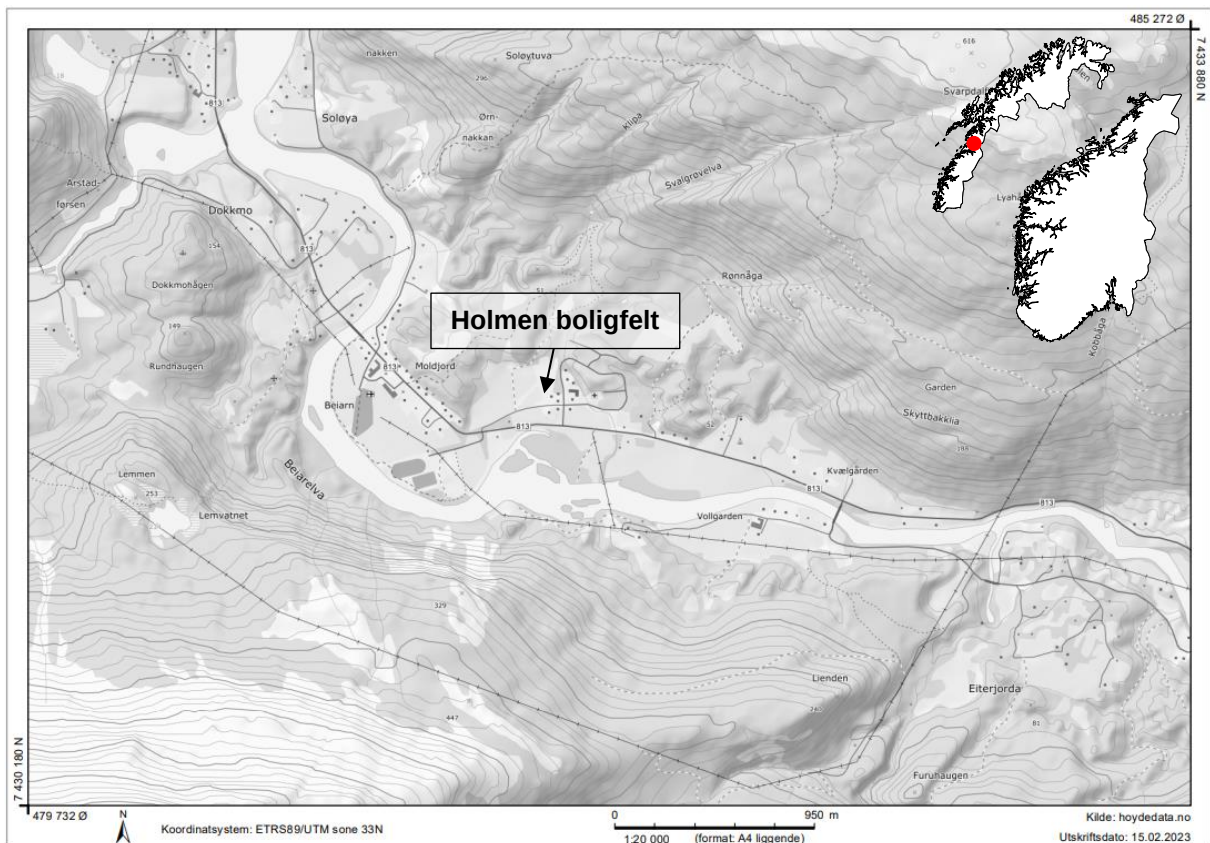
Denne rapporten inneholder områdestabilitetsvurderinger utført i forbindelse med reguleringsplan for etablering av ny barnehage, heldøgns omsorgsboliger med 8-9 bruksenheter og 8 boligtomter i Beiam kommune (Figur 1.1). NIRAS Norge AS har blitt engasjert som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) av Beiam kommune for å utrede områdestabilitet for området rundt planlagte nybygg.

Områdestabilitetsvurderingene som presenteres i denne rapporten er utført for tiltak i tiltakskategori K4 i henhold til prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner beskrevet i NVE veileder 1/2019 [1].

Utredningen av områdeskredfare er utført fra steg 1 til 11 i henhold til prosedyren gitt i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1].

Rapporten følger kapittelinnholdet gitt i vedlegg 1 til NVE veileder 1/2019 [1].

Utredningen er underlagt uavhengig kvalitetssikring, og kartlagte faresoner vil bli meldt inn i NVE Atlas etter ferdigstilt kontrollrapport der alle åpne kontrollpunkter er lukket.



Figur 1.1: Oversiktskart over Holmen boligfelt lokalisert i Beiam kommune.



## 2 REGELVERK OG KRAV FOR PLANLAGTE TILTAK

### 2.1 Regelverk

Områdestabilitetsvurderingene som presenteres i denne rapporten er utført i henhold NVE veileder 1/2019 [1]. Veilederen utdyper byggteknisk forskrift (TEK § 7-3) [2] med tilhørende veiledning og NVEs retningslinjer 2/211 «Flaum- og skredfare i arealplaner» [3].

NVEs veileder 1/2019 gjelder som veileder til TEK17, som er teknisk forskrift til Plan & Bygningslovens (PBL) § 28-1: «Krav til byggetomta og ubebygde areal».

Ved å følge NVEs veileder 1/2019 innfris kravet i PBL vedrørende gjennomføring av skredfareutredning for kvikkleireskred.

### 2.2 Krav til sikkerhet og kvalitetssikring

#### 2.2.1 Tiltakskategori

Krav til sikkerhet i områdestabilitetsberegninger avhenger av valgt tiltakskategori i henhold NVE veileder 1/2019 [1]. Tiltakskategorien (TEK § 7-3) fastsettes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred. Avhengig av tiltakskategori vil også krav til kvalitetssikring variere.

Planlagte tiltak omfatter etablering av ny barnehage, heldøgns omsorgsboliger med 8-9 bruksenheter og 8 boligtomter i Beiarn kommune. Planlagt tiltak vil medføre større personopphold ved Holmen. I henhold til tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019 [1] vil planlagte tiltak ut ifra ovenstående opplysninger kunne plasseres i tiltakskategori K4 (Figur 2.1).

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K4	<b>Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner</b> Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 2.1 Beskrivelse av typer tiltak som kan plasseres i tiltakskategori K4 i henhold til NVE veileder 1/2019 [1].

#### 2.2.2 Krav til sikkerhet

For tiltak i tiltakskategori K4 er krav til sikkerhet som følger [1]:

- Avgrensning og utredning for områdeskredfare av faresone som kan berøre planlagt tiltak.
- Forebygging av erosjon som kan ramme tiltaket.
- Dersom stabiliteten forverres av planlagt tiltak skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis i henhold til tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE veileder 1/2019 [1].
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  og krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ .

### 2.2.3 Krav til kvalitetssikring

For tiltak i tiltakskategori K4 stiller i NVE veileder 1/2019 [1] krav om at kvalitetssikring skal utarbeides av et uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse.

## 2.3 Prinsipper for avgrensning av «relevant del» av faresone

Tekstbit fra NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.8:

*«Når tiltaket ligger i en registrert faresone (løsne- eller utløpsområde), må geotekniker vurdere hvilke deler av faresonen som kan utgjøre en fare for tiltaket. Dersom det kan dokumenteres at skred som utløses andre steder i faresonen ikke kan medføre konsekvenser for det aktuelle tiltaket, holder det å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet for den delen av faresonen som er relevant for tiltaket.»*

Tekstbit fra NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.5.2:

*«For å estimere sideveis utbredelse av et skred er det anbefalt å gjøre en samlet vurdering av terreng- og grunnforhold. Ved homogene forhold langs vassdrag/sjø kan dette medføre svært brede faresoner. I teorien er utbredelsen ubegrenset for en uendelig lang skråning med jevn topografi og homogene grunnforhold. I praksis vil sideveis utbredelse stoppe opp pga. topografiske begrensninger, som f.eks. raviner, lavere skråningshøyde, overgang til slakere terreng. Likedan kan begrenset utstrekning av kvikkleire, varierende sensitivitet, endret lagdeling, berg i dagen og menneskelige inngrep stoppe videre utvikling av skred.»*

I denne rapport vil maksimal bakovergripende skredutbredelse bli vurdert iht. føringene gitt i NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.5. Avgjørende faktorer for å fastlegge aktuell skredmekanisme og påfølgende maksimal bakovergripende skredutbredelse er omrørt skjærfasthet, andel sprøbruddmateriale innenfor kritisk bruddfigur og sprøbruddmaterialets geometriske plassering/utstrekning innover/oppover i skråningen.

For fastlagt retrogressiv skredmekanisme vil det i utgangspunktet bli forutsatt potensial til ubegrenset utstrekning av sideveis skredutbredelse innenfor faresonen. Etter hvert vil maksimal sideveis skredutbredelse bli forsøkt avgrenset ut ifra topografiske begrensninger (raviner, lavere skråningshøyde, slakere terreng) og/eller endringer i grunnforhold (påvist ikke sprøbruddmateriale, endret lagdeling, endret sensitivitet, berg i dagen).

Det bemerkes at avgrensningskriteriene som nevnes for retrogressiv skredmekanisme typisk vil resultere i en oppdeling av enkelte store løsneområder til et større antall mindre løsneområder. Forutsetningen for oppdelingen vil være, at et initialskred i ethvert punkt innenfor hver av de mindre løsneområder vil kunne medføre et helhetlig skred innenfor det aktuelle løsneområde, men samtidig at et sådant helhetlig skred innenfor det enkelte løsneområde ikke vil kunne spre seg videre til de øvrige løsneområder.

For rotasjonsskred som fastlagt skredmekanisme vil det i tillegg til avgrensningskriteriene som beskrives for retrogressiv skredmekanisme bli forutsatt en maksimal sideveis skredutbredelse tilsvarende lengden på den maksimale bakovergripende skredutbredelse. Dvs. maksimal skredbredde forutsettes å være 2 x bakovergripende skredlengde (L) idet et antatt initialskred i foten av skråningen danner sentrum for en sirkel med radius tilsvarende L. Denne forutsetning antas å være til dels konservativ og samsvarer godt med det generelle bilde av et rotasjonsskred som skålformet i både lengde- og bredderetningen.

Det bemerkes at det supplerende avgrensningskriteriet som gjelder særskilt for rotasjonsskred medfører muligheten til å se bort fra stabiliteten til deler av et løsneområde der et evt. initialskred ikke vil kunne spre seg langt nok sideveis til å kunne få konsekvens for planlagte tiltak.

## 3 GRUNNLAG

### 3.1 Grunnlag

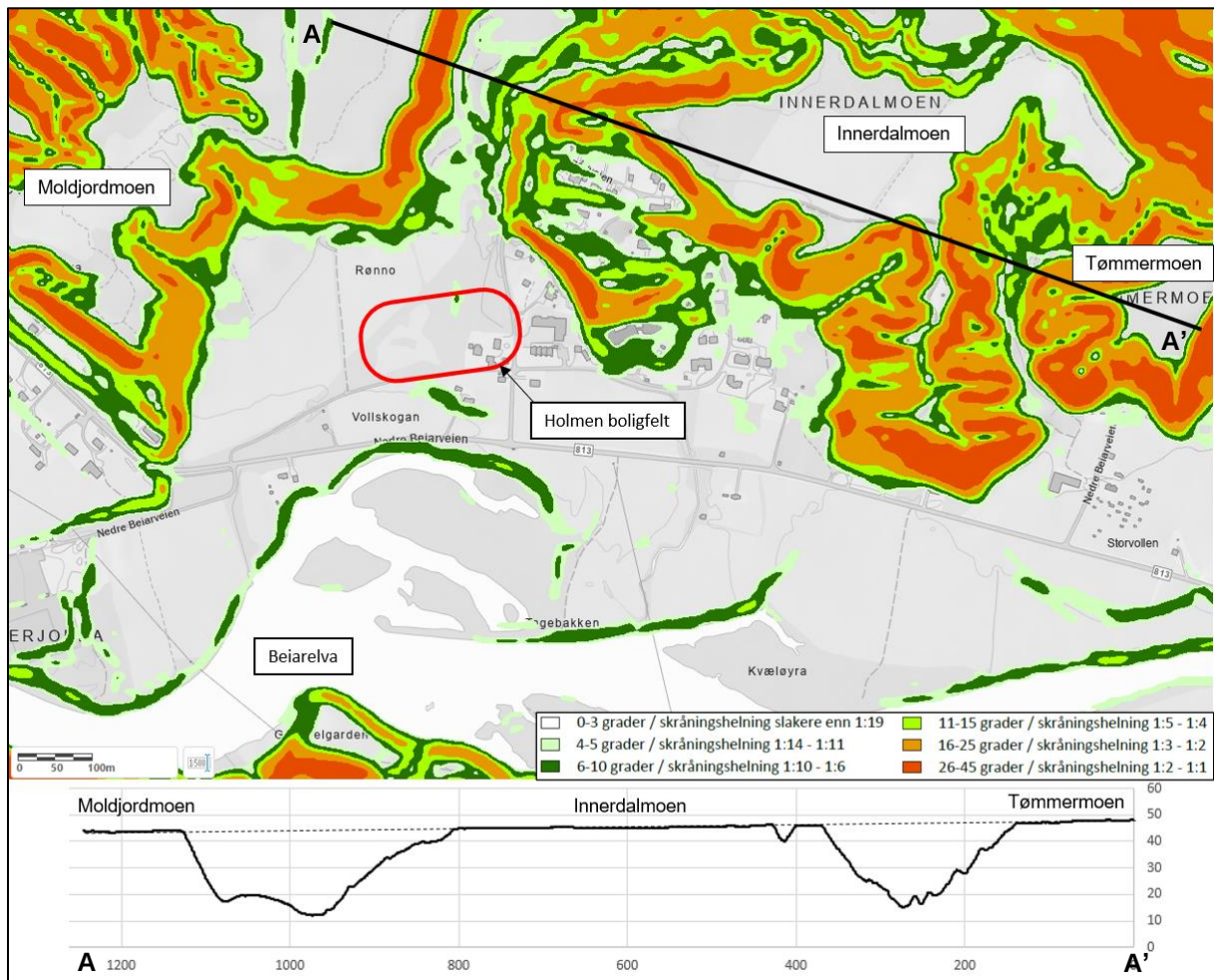
Grunnlaget for denne områdestabilitetsutredningen er grunnundersøkelser utført februar 2023. Det ble utført 18 totalsonderinger, 13 CPTu, 7 prøveserier og installert 4 elektriske poretrykksmålere. Grunnundersøkelsene ble utført med hensikt på å detektere sprøbruddmateriale og danne grunnlaget for denne områdestabilitetsutredningen. Grunnundersøkelsene ble utført av Mesta AS og Løvlien Georåd har stått for laboratorieundersøkelsene. Det ble påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire med konusforsøk (iht. ISO 1789-6:2017) i 3 av borpunktene. Resultatene fra felt og laboratorieundersøkelsene i Holmen er rapportert i geoteknisk datarapport 22676 nr.1, ref. [4].

## 4 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

Som grunnlag for den videre utredning er det i de neste delkapitlene gjort kort rede for topografi, marin grense, kvartærgeologi og grunnforhold basert på tilgjengelig underlag i form av grunnundersøkelser.

### 4.1 Topografi

Terrenget rundt Beiarelva kan betegnes som nærmest flatt i områdene i umiddelbar nærhet til Beiarelva. Beiarelva ligger i rundt kote +1 og Holmen boligfelt er planlagt plassert i elvesletten rundt kote +9. Lengre ut mot sidene av Beiarelva befinner det seg terrasser med ulike nivå. Høyere opp i terrenget rundt Holmen boligfelt utgjør terrenget et platå rundt kote +45 som vist i Figur 4.1. Platået heller svakt i nordvestlig retning. Platået er stykket opp av mindre v-daler og danner et karakteristisk ravineterreng. Skråningene opp mot platåene har en typisk helning på rundt 1:2.

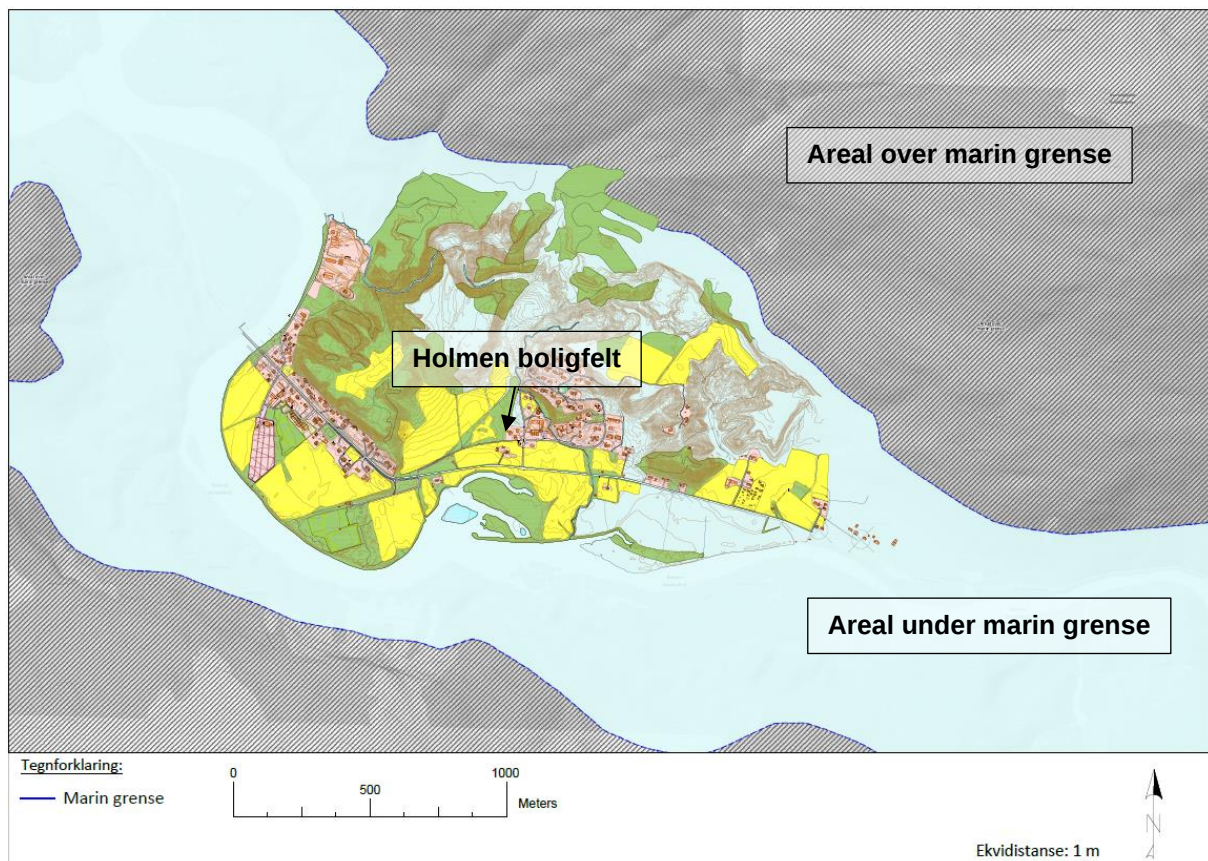


Figur 4.1 Kartet viser terrenghelning i området rundt Holmen boligfelt. Under vises det et profil av terrenget langs den svarte linjen i kartet. Kartet er hentet fra atlas.nve.no



## 4.2 Marin grense

Marin grense (MG) i området er ifølge NGU på rundt kote +105. Planlagte tiltak ligger rundt kote +9 og ligger dermed helhetlig under marin grense. NGU sitt kart over mulighet for marin leire dekker ikke området rundt prosjektområde, men ut fra informasjon om marin grense og NGU sitt kvartærgeologiske kart er det tydelig at prosjektområdet ligger i et område der det er mulighet for at det befinner seg marine leirer.



Figur 4.2: Kart over arealer under og over marin grense rundt Holmen boligfelt (NGU.no).

### 4.3 Kwartærgeologi

Fra NGU sitt kvartærgeologiske kart kan man se at prosjektområdet ligger i et område som hovedsakelig består av elve- og bekkeavsetning (fluvial avsetning) men også hav- og fjordavsetninger er vist rundt 500 meter nord-vest for Holmen boligfelt. I næromliggende område finnes det også forvittringsmateriale, skredmateriale og bart fjell. NGU definerer de ulike typer løsmasseavsetninger som følger:

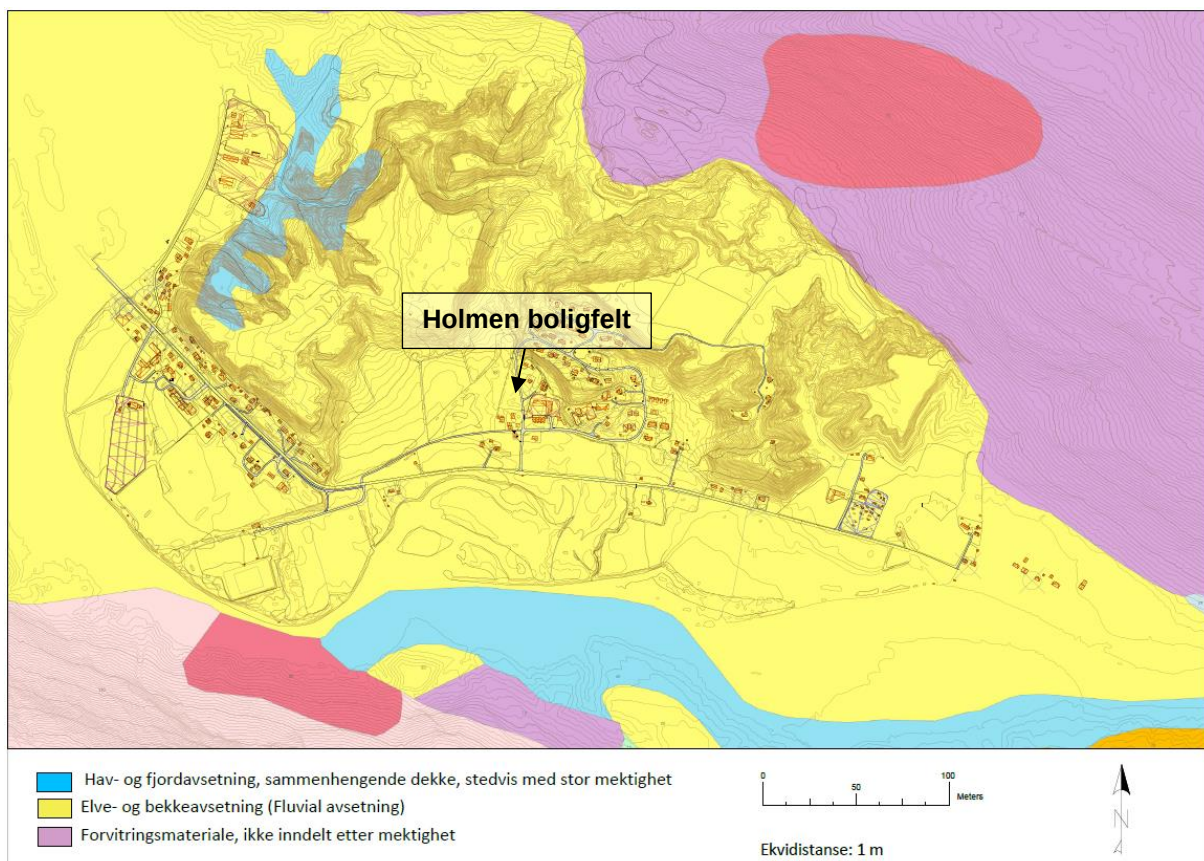
**Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning):** Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. Sortert sand og grus dominerer og partiklene er ofte godt rundet. Avsetningene kan ha meget varierende mektigheter. Typiske overflateformer er elvesletter, terrasser og vifter.

**Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet:**

Sammenhengende, finkornet marin avsetning med mektighet opp til mange ti-talls meter.

Avsetningstypen kan også omfatte skredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol.

Det gjøres oppmerksom på at kvartærgeologiske kart kan gi en indikasjon på hvilke løsmasser en kan forvente å treffe på, men gir begrenset informasjon om lagdeling og mektighet. Andre typer løsmasser kan befinne seg nært terreng men under avsetningene som er indikert i kvartærgeologiske kart.



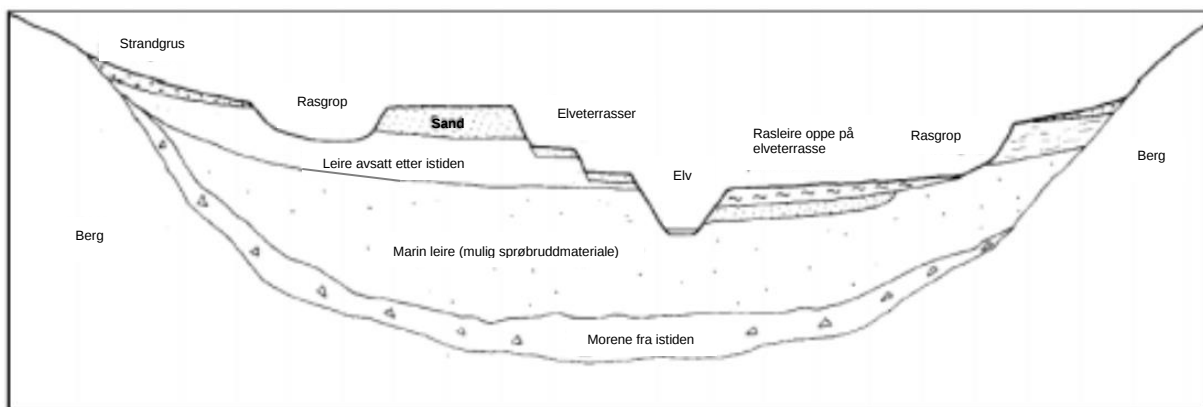
Figur 4.3: Oversiktskart over løsmasser i området nær Holmen boligfelt (NGU.no).

Figur 4.4 viser en skisse av landformer og avsetninger man typisk finner i daler under marin grense i Norge. I bunnen av en U-dal finner man typisk moreneavsetninger dannet og lagt igjen av isbreer etter at isbreene har skuret ut dalen under den siste istid. Etter at isbreene trakk seg tilbake ble det typisk avsatt finkornede materiale (ofte leire og silt) i dalen som på den tiden lå under havnivå. Disse avsetningene kalles marine avsetninger eller hav- og fjordavsetninger. Etter at den siste istiden opphørte kom det en fase med landheving som en reaksjon på at vekten av innlandsisen forsvant. Landhevingen var raskere enn havstigningen i Norge og førte til at Beiardalen ble hevet over havnivå.

Beiarelva kunne da erodere i de marine avsetningene ettersom massene steg over erosjonsbasis og i tillegg avsette fluviale avsetninger som ofte består av sand og grus. Etter tusener av år har Beiarelva meandret over store deler av dalen og avsatt fluviale avsetninger. Det er viktig å bemerke seg at selv om kartet fra NGU indikerer fluviale avsetninger i terrenget forventes det å finnes marine avsetninger under. Ettersom landmassene har hevet seg har Beiarelva meandret og erodert masser både nedover og sideveis som gjør at dagens landskap fremstår trappetformet. På den måten kan også sandmasser bli avsatt i ulike nivå og med begrenset utbredelse. Ettersom man kun har hatt landheving etter siste istid, vil det ikke være mulig å avsette marine leirer direkte over fluviale avsetninger [5]. Eventuelle leirer som finnes over fluviale avsetninger vil måtte komme fra tidligere leirskred. Ettersom leiren blir omrørt og den ustabile strukturen til kvikkleire forventes å kollapse i en skredhendelse forventer man stort sett ikke at skredmasser har sprøbruddegenskaper.

Det skal også bemerkes at fluviale avsetninger kan bli svært finkornet når de blir avsatt under flomhendelser. Dette fordi vannhastigheten avtar raskt når elva går ut over sine bredder og kan da avsette finkornede avsetninger. Disse avsetningene er ikke marine avsetninger og kan ikke utvikle seg til å bli kvikkleirer ettersom det ikke finnes salt i kornstrukturen.

Overstående geologisk historikk vil legges til grunn ved tolkning av grunnundersøkelser og løsmassenes romslige beliggenhet i prosjektområdet.



Figur 4.4 Tverrsnitt av en typisk dal under marin grense og løsmassefordeling (Janbu m.fl. [5])

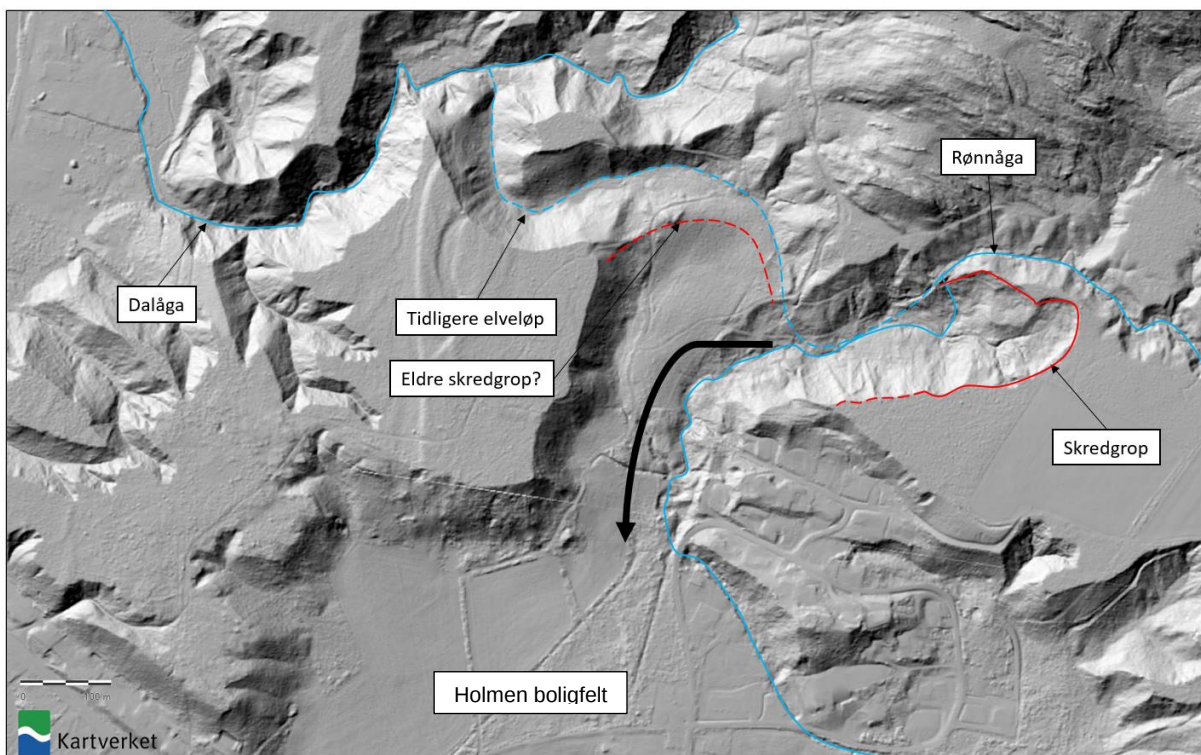


## 4.4 Tidligere kartlegging

Det er ikke registrert faresoner i NVE Atlas i nærheten av prosjektområdet. Det er imidlertid registrert et tidligere skred i NVE Atlas i prosjektområdet. Skredet er beskrevet som følger:

*«I desember 1842 kom eit stort jord- og leirskred ved elva Rønnåga. I dag går elva forbi sjukestova og ut i Beiranelva, men hadde før i tida utløp i dalosen nedanfor Buen. Det blir sagt at Rønnåga stakk seg under jorda, i lia der elva kjem ned frå fjellet mellom Kvæl og Moldjord. Elva var bort i tre år. Så glei området brått ut, med bulder og brak og store sandkyer som formørka himmelen. Ein stor sandmo med underlag av leir rasa ut, laga elvedemme ved Elvehaugen, raserte mykje garden Wold (Voll), laga så nytt utløp over Wolds åker og eng».*

Spor etter skredet og det tidligere elveløpet som er beskrevet kan tydelig se spor etter i dagens terreng, som vist i Figur 4.5. Ut fra formen på skredgropen ser det ut til at skredet har hatt en retrogressiv skredutvikling.



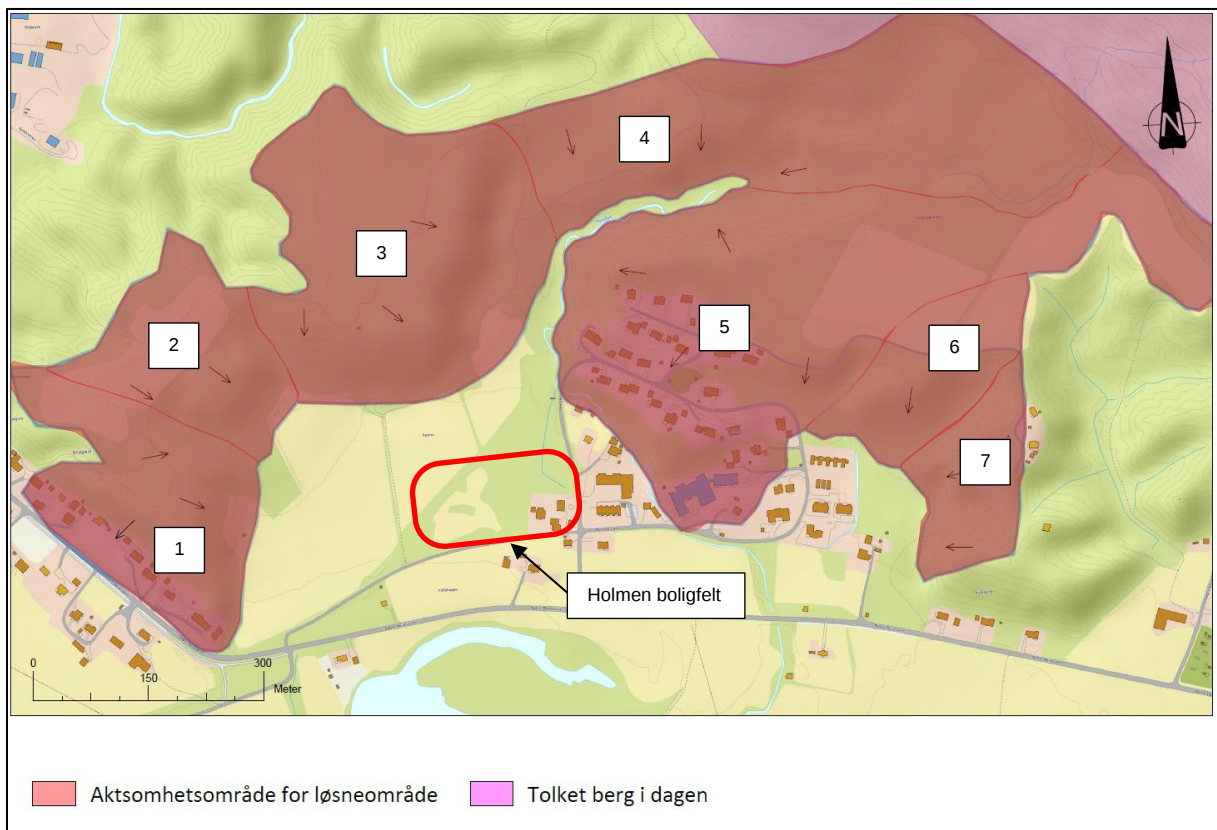
Figur 4.5 Skyggerelieffkart av digital terrengmodell fra høydedata.no



## 4.5 Identifisering av kritiske skråninger og potensielle løснеområder

Det er tegnet opp aktsomhetsområder i området rundt Holmen boligfelt i henhold til punkt 2 i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1]. Aktsomhetsområdene er vist i Figur 4.6. Deler av aktsomhetsområde nr. 4 og 5 er avgrenset av tolket berg i dagen. Berg i dagen er tolket fra skyggerelieffkart fra Høydedata.no (se Figur 4.5).

Holmen boligfelt ligger ikke innenfor et aktsomhetsområde for løснеområde, men ligger innenfor aktsomhetsområder for utløpsområde for aktsomhetsområde nr. 2, 3, 4 og 5. Ettersom Holmen boligområde ligger innenfor flere aktsomhetsområder for utløpsområde blir områdestabilitet videre utredet i henhold til NVE sin prosedyre for utredning av områdeskredfare.



Figur 4.6 Aktsomhetsområder rundt Holmen boligfelt

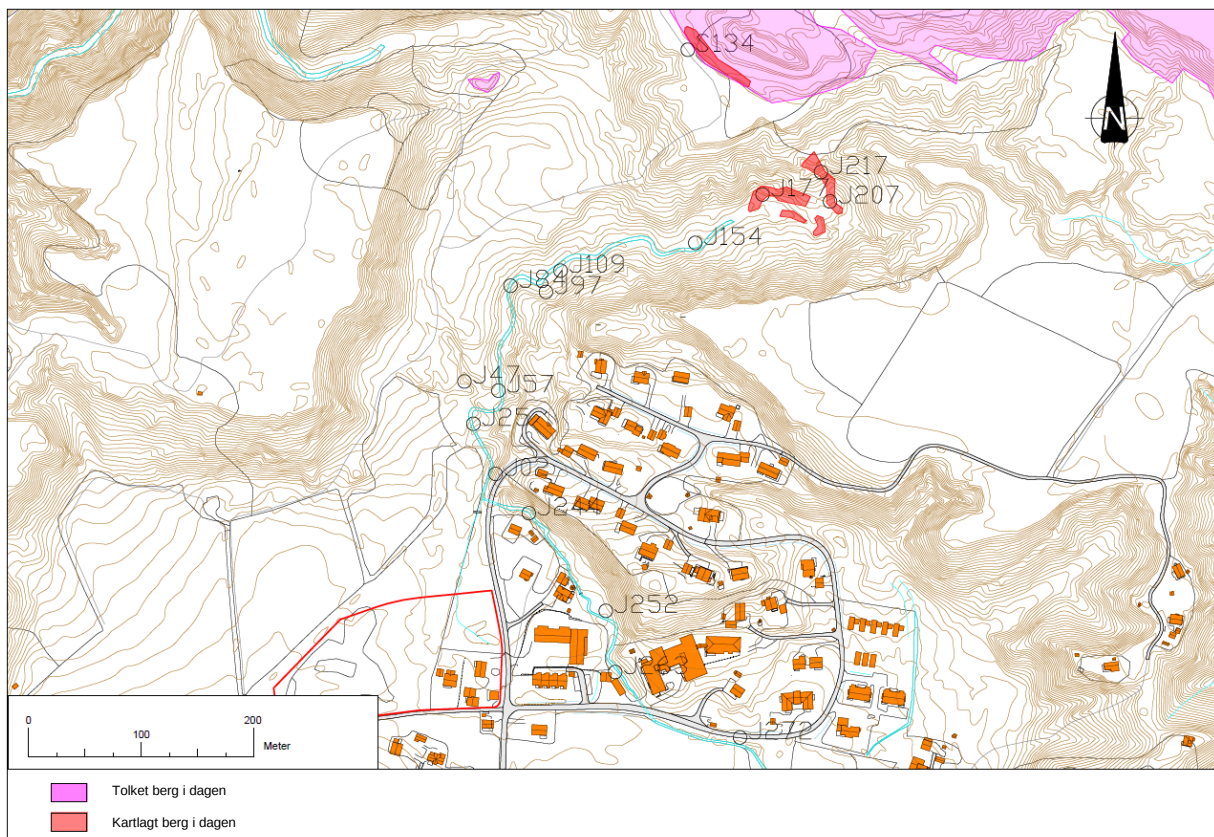
## 5 BEFARING

Befaring ble utført 22.05.2023 av geotekniker Jakob Bitsch Jensen og Sondre Hjelmeland fra NIRAS Norge AS. Hensikten med befaringen var å kartlegge berg i dagen, erosjonsforhold og eksisterende erosjonssikring iht. føringene i NVE eksternt rapport 9/2020 [6]. Figur 5.1 viser plassering til utvalgte befaringsbilder som er vist under (Figur 5.2 til Figur 5.17).

Vannstanden var høy på befaringsdagen grunnet snøsmelting i fjellet. Elvebunnen for delen av Rønnåga som ble befart besto typisk av fin sand og flere steder et tynt øvre lag med grus som vist i Figur 5.7. Fra rundt bilde J109 (Figur 5.12) og videre oppstrøms besto bunnen av stein og blokker. Fra rundt bilde J177 (Figur 5.14) er gradienten til Rønnåga bratt og elva renner direkte på berg. Ved bilde J217 (Figur 5.16) ble det observert en demning som er fundamentert på berg.

Vannet var grått langs hele strekket som ble befart, noe som tyder på at det er pågående erosjon. En del av erosjonen pågår antagelig lengre oppstrøms enn bilde J177, ettersom vannet der også var grått. Flere steder ble det observert finkornede løsmasser som var avsatt på grener som vist i Figur 5.9. Det var generelt mye vegetasjon tett opptil elveløpet til Rønnåga og det ble observert at trær sto skjevt flere steder som vist i Figur 5.5 og Figur 5.10. Det ble ikke observert utglidninger, kun noen eksempler på trær med eksponerte røtter som tyder på noe erosjon inn under trærne. Det ble observert tidligere elveløp noe som tyder på at elva har erosjonspotensiale (se bilde J47 i Figur 5.8). Figur 5.11 (bilde J97) viser tegn til grunnvannerosjon der siltig leire har blitt vasket ut og rent ned skråningen.

Erosjonsforholdene nedstrøms for bilde J109 beskrives som noe erosjon (score 2) basert på observasjoner av hellende trær, lite naturlig erosjonssikring, grått misfarget vann og funn av tidligere elveløp som indikerer at det har pågått erosjon. Oppstrøms for bilde J109 vurderes erosjonsforholdene som ingen erosjon (score 0) ettersom bunn og sider av elva er godt naturlig erosjonssikret.



Figur 5.1 Kartet viser plassering av befaringsbilder





Figur 5.2 Bilde J272

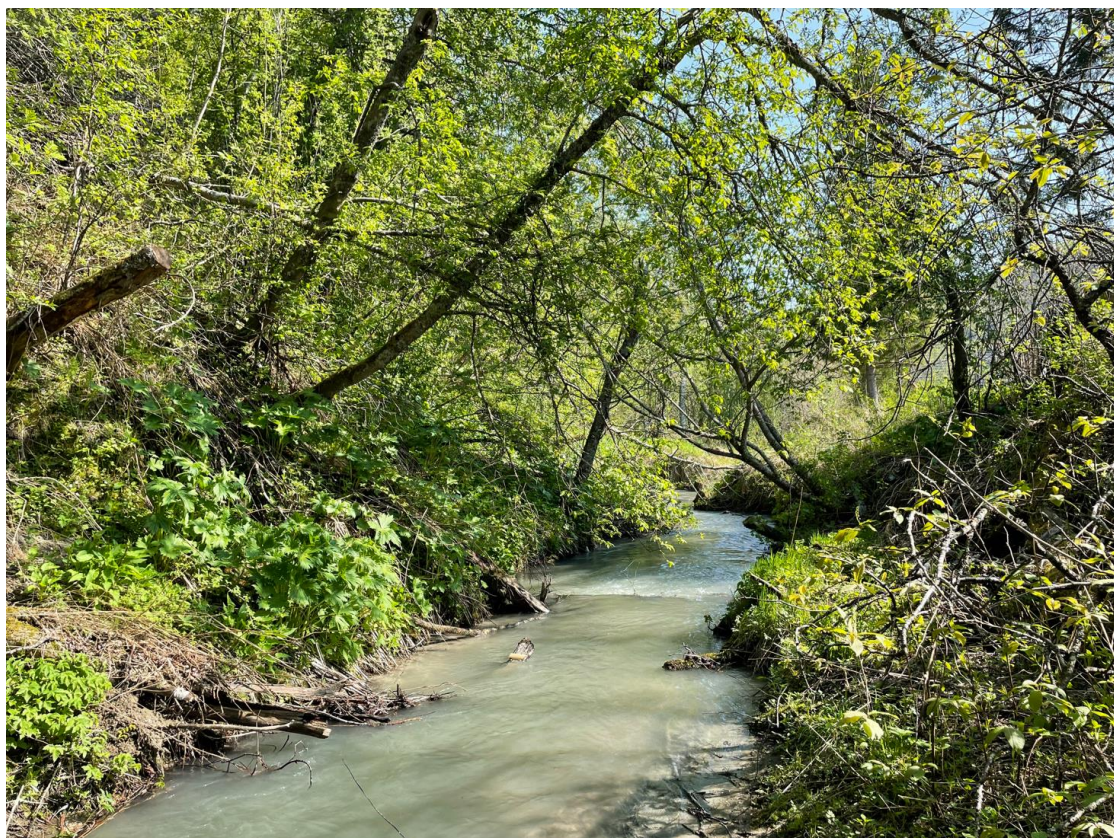


Figur 5.3 Bilde J263





Figur 5.4 Bilde J252



Figur 5.5 Bilde J244. Misfarget grått vann og hellende trær





Figur 5.6 Bilde J02. Kulvert



Figur 5.7 Bilde J25. Bunn består hovedsakelig av sand og enkelte steder et øvre lag av grus/stein





Figur 5.8 Bilde J47. Gammelt bekeløp



Figur 5.9 Bilde J57. Finkornede løsmasser avsatt på gren



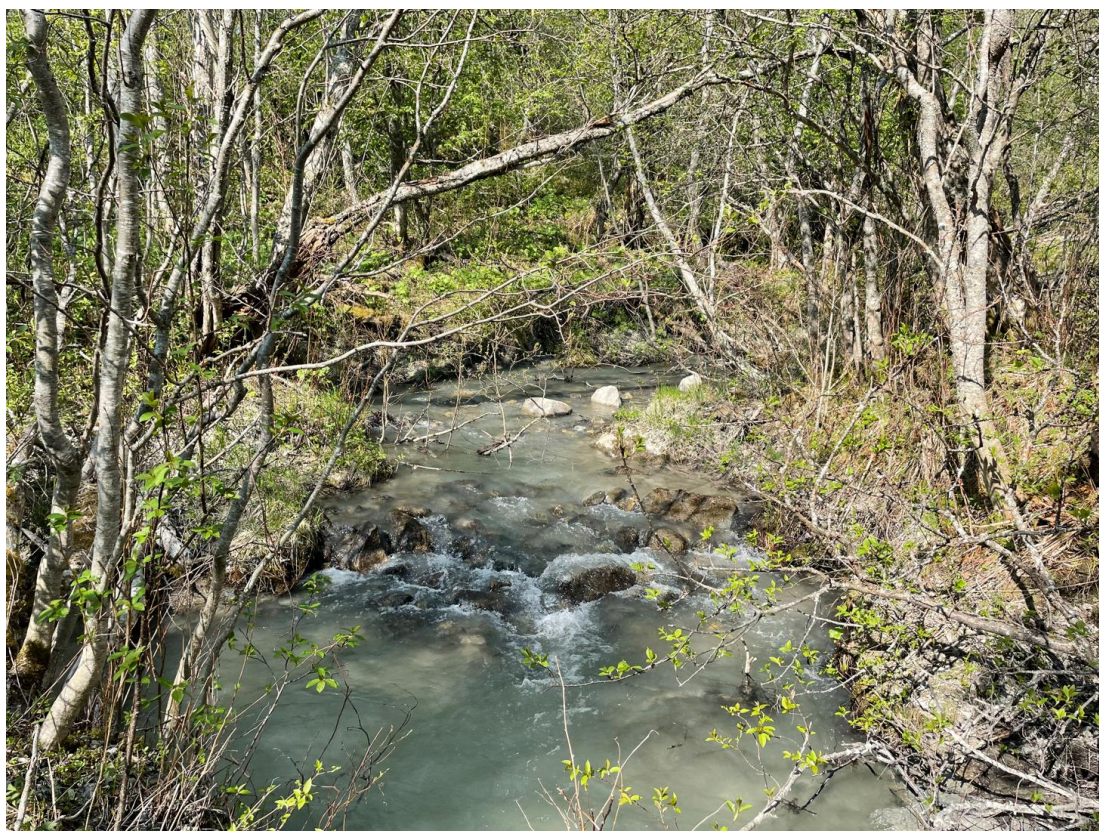


Figur 5.10 Bilde J84.



Figur 5.11 Bilde J97. Grunnvannserosjon. Siltig leire har blitt vasket ut





*Figur 5.12 Bilde J109. Steinete og blokkete bunn*



*Figur 5.13 Bilde J154. Steinete bunn*





Figur 5.14 Bilde J177. Berg i dagen



Figur 5.15 Bilde J207. Berg i dagen





Figur 5.16 Bilde J217. Demning fundamentert på berg



Figur 5.17 Bilde S134. Berg i dagen



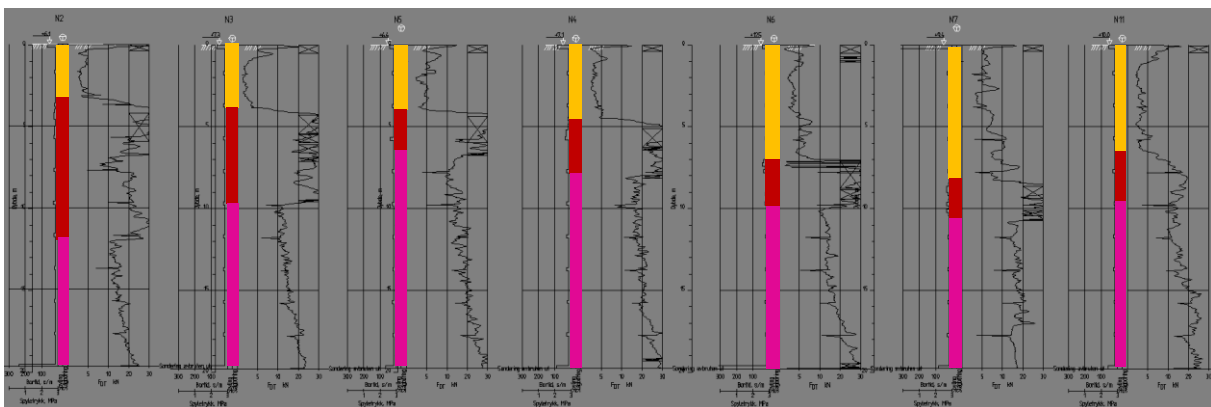
## 6 GRUNNUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelser utført på toppen av Moldjordmoen (borpunkt 8, 9 og 10) indikerer at majoriteten av moen består av sand som tolkes til å være fluviale avsetninger. Under skråningene opp mot Moldjordmoen har det blitt funnet et tilnærmet horisontalt lag med marin leire. Laget med marin leire kan tydes klart fra totalsonderinger og CPTu-sonderinger i borpunkt N10, E5, N9 og noe mer uklart i borpunkt E3. Leirlaget har ikke blitt funnet igjen i totalsonderingen og CPTu-sonderingen utført i borpunkt N8. I borpunkt E5 er det tatt ut 5 sylinderprøver (Ø54) av dette leirlaget. Prøvene viser at leiren er siltig og sandig i borpunkt E5. Vanninnholdet til leirlaget er over flytegrensen til leiren og har blitt målt til å være rundt 27%. Utførte konusforsøk viser også at leiren er svært sensitiv i borpunkt E5. I borpunkt E3 er det også registrert leire, men det ser ut til at finnes mindre sandlag i leirlaget her. Prøver fra leiren i borpunkt E3 viser at vanninnholdet er tilnærmet likt som i borpunkt E5, men flytegrensen er målt til å være høyere enn vanninnholdet ved 7,2 meters dyp. Konusforsøk på leiren fra borpunkt E3 viser at leiren er lite sensitiv i borpunkt E3.

Tolket lagdeling og jordarter er presentert i vedlegg A sammen med total- og CPTu-sonderingsprofiler.

Utførte grunnundersøkelser på toppen av Innerdalmoen (borpunkt N13 og N16) indikerer at den øvre delen av moen består av sand og silt. Disse massene tolkes å være fluviale avsetninger i likhet med massene i Moldjordmoen. Dypere ned i Innerlandsmoen viser grunnundersøkelsene at massene består av siltig leire med sand og siltlag. Enda dypere rundt kote +28 er det påvist middels sensitiv leire. Vanninnholdet til leiren har blitt målt til å være rundt 35%. I borpunkt N12 som ligger i midten av skråningen tyder grunnundersøkelser på at løsmassene over kote +5 består av sandige masser og under kote +5 er det påvist leire. Leiren er i borpunkt N12 svært sensitiv i motsetning til leiren som er påvist i borpunkt N13. For å forklare resultatene av grunnundersøkelsene tolkes det at Beiarelva har erodert bort leirmassene som er påvist i borpunkt N13 til kote +5 og at Beiarelva videre har avsatt fluviale avsetninger over kote +5. Skråningen mellom borpunkt N12 og N13 tolkes til å være en elvenedskjæring.

Grunnundersøkelser som er utført i de lavtliggende områdene ved Holmen boligfelt viser et tydelig topplag med relativt lav sonderingsmotstand (markert med oransje farge i Figur 6.1) over et lag med høy motstand (markert i brun farge i Figur 6.1). Under det faste laget følger masser som er mindre faste med typisk økende motstand med dybden. Prøvetakning av det øverste laget i borpunkt N5, N7 og N3 viser at massene består av en blanding av leire, silt og sand. Massene i det øverste laget er humusholdige. I det faste laget viser opptatte poseprøver at massene består av sandig, grusig, siltig materiale med noe humusinnhold. Det blir også beskrevet leire med klumper av silt fra en prøve fra dette laget. Både det øverste og det faste laget (oransje og brunt lag i Figur 6.1) blir tolket til å være skredmasser på grunn av dårlig sortering og humusinnhold. Prøvetakning i borpunkt N7 fra massene markert i lilla i Figur 6.1 besto av middels sensitiv siltig leire. Fra CPTu-sondering utført i borpunkt N5 ser det ut til at massene består av grovere friksjonsmasser.



Figur 6.1 Totalsonderinger utført på flaten ved Holmen boligfelt

## 6.1 Metode for klassifisering av sprøbrudd/ikke-sprøbrudd





Felt- og lab data fra utførte grunnundersøkelser har blitt gjennomgått med tanke på å kunne påvise/avvise forekomst av sprøbruddmateriale. Undersøkelsene i området omfatter totalsondering, naver- og sylinderprøveserier og CPTu-sonderinger. Av de utførte forsøk er bare omrørt konusforsøk og CPTu-sonderinger (anvendelsesklasse 1) egnede metoder for å påvise/avvise forekomst av sprøbruddmateriale (iht. føringene gitt i NVE veileder 1/2019 [1]).

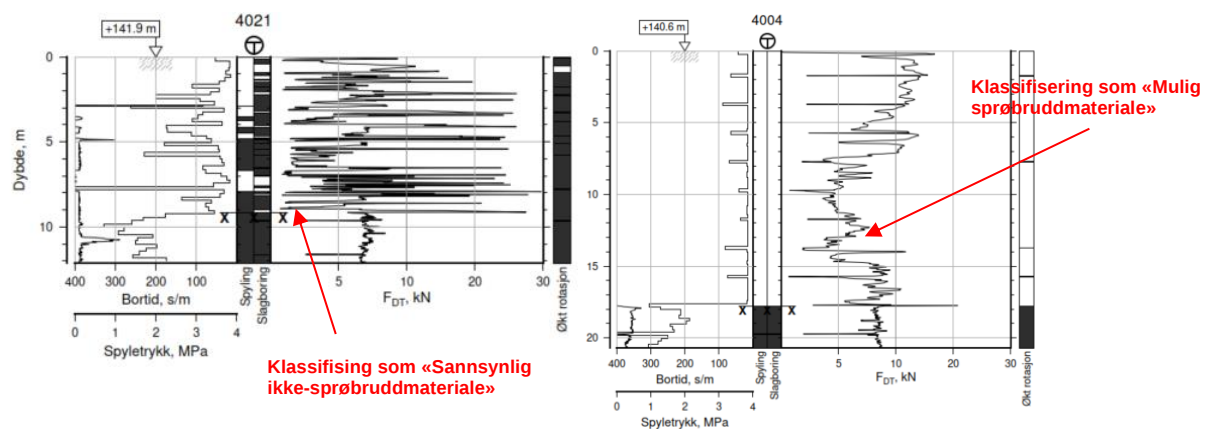
I den følgende gjennomgang angis påvist/ikke påvist sprøbruddmateriale med basis i egnede metoder (CPTu/omrørt konus) med grønn eller rød sirkel og det benyttes betegnelsene «Påvist sprøbruddmateriale» og «Påvist ikke-sprøbruddmateriale». Disse betegnelser anvendes bare der CPTu og/eller konus er utført på det som anses som «mest kritiske nivå» iht. totalsonderingsprofil i samme punkt.

Vurderinger av muligheten for sprøbruddmateriale basert på ikke egnede metoder (totalsonderinger) angis med gul eller oransje firkant og det benyttes betegnelsene «Sannsynligvis ikke-sprøbruddmateriale» og «Mulig sprøbruddmateriale». For borpunkt tolket som «mulig sprøbruddmateriale» kan det med basis i totalsonderingen alene ikke avvises mulighet for sprøbruddmateriale.

En oppsummering av de ulike betegnelser og symboler er gitt i Tabell 6.1

Tabell 6.1 Fargekode og navngivning benyttet under klassifisering av sprøbruddmaterialeforekomster.

Symbol	Navngivning	Beskrivelse
	Påvist ikke-sprøbruddmateriale	Klassifiseringen gjelder borpunkt hvor det er utført forsøk som kan påvise sprøbruddmateriale (CPTu/omrørt konus), og disse ikke har påvist sprøbruddmateriale i «mest kritiske nivå». Klassifiseringen gjelder også borpunkt hvor løsmassemektingen er < 2 m.
	Påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire	Klassifiseringen gjelder borpunkt hvor det er utført forsøk som kan påvise sprøbruddmateriale (CPTu/omrørt konus), og disse har påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire
	Sannsynligvis ikke-sprøbruddmateriale	Klassifiseringen gjelder borpunkt hvor det kun er utført total-/dreiesonderinger. Om sonderingsprofilen har konstant tilvekst med dybden, bruk av slag/spyling, høy matekraft etc. er massene antatt å ikke bestå av sprøbruddmateriale. Se eksempel på sonderingsprofiltolkning i Figur 6.2.
	Mulig sprøbruddmateriale	Klassifiseringen gjelder borpunkt der det kun er utført totalsonderinger. Om sonderingsprofilen har soner med konstant eller avtagende matekraft er massene klassifisert som mulig sprøbruddmateriale. Se eksempel på sonderingsprofiltolkning i Figur 6.2.



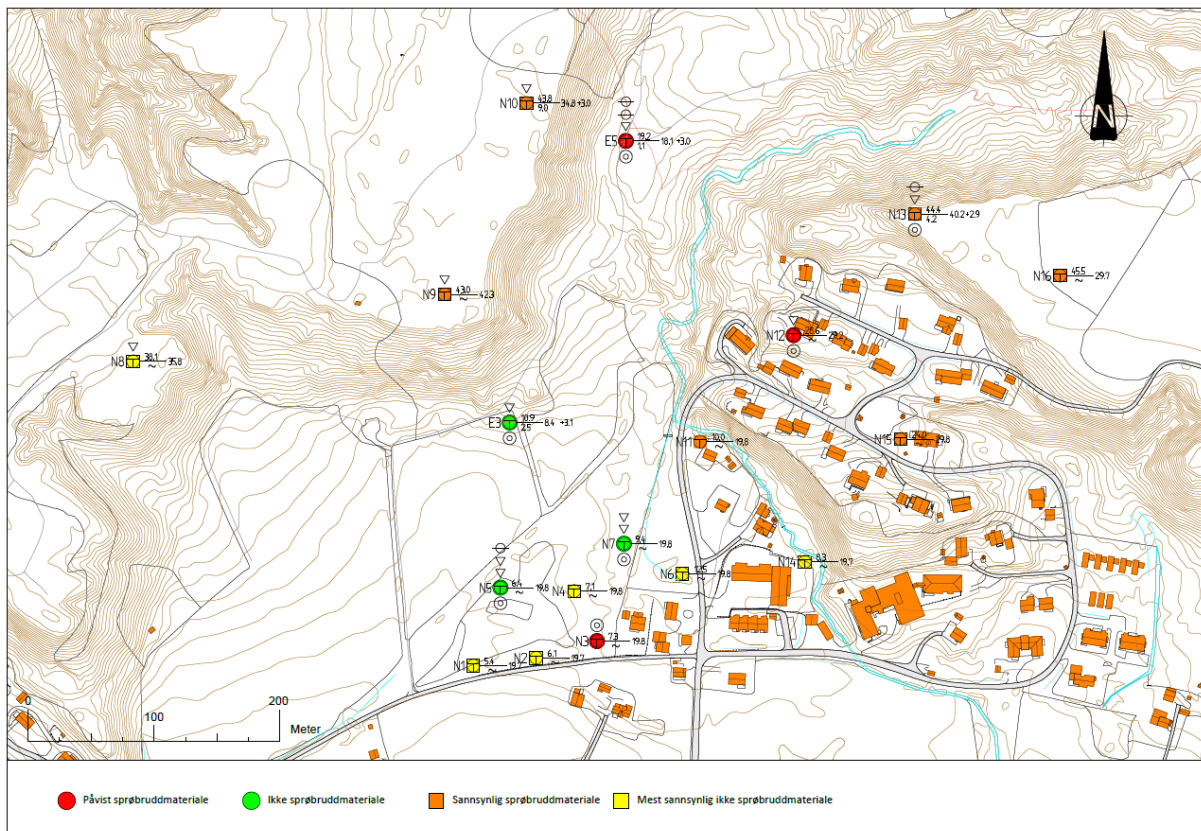
Figur 6.2 Eksempler på totalsonderingsprofil tolket som «Sannsynlig ikke-sprøbruddmateriale» (sondering 4021) og «Mulig sprøbruddmateriale» (sondering 4004). OBS! Sonderingene er fra ett annet prosjekt og gjengis her som eksempler.

## 6.2 Påviste forekomster av sprøbruddmateriale og kvikkleire

Det har blitt påvist sprøbruddmateriale med konusforsøk i tre borpunkt (E5, N3 og N12). I borpunkt E5 og N12 ble det påvist kvikkleire i et lag der det har blitt utført flere konusforsøk. I borpunkt N12 ble det påvist sprøbruddmateriale i et enkelt konusforsøk på sandig, leirig silt. Påvist sprøbruddmateriale i borpunkt N3 antas å ikke representere et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale basert på resultatene av andre nærliggende grunnundersøkelser.

Figur 6.3 viser plassering av utførte grunnundersøkelser og gir en oversikt over påviste forekomster av sprøbruddmateriale og tolkning av forekomst av sprøbruddmateriale der det ikke er utført grunnundersøkelser som er egnet til sikker påvisning. Profiltegninger i vedlegg E viser resultater fra utførte grunnundersøkelser med tanke på detektering av sprøbruddmateriale og tolket romlig utstrekning av sprøbruddmateriale. Generelt viser grunnundersøkelsene at sprøbruddmateriale ligger dypt i skråningene. For nærmere vurdering av hvert enkelt borpunkt henvises det til vedlegg C.

NIFS-tolkning for borpunkt E5 (vist i vedlegg B side B12) viser kun mindre utslag på mulig sprøbruddmateriale, samtidig som utførte konusforsøk i det samme leirlaget viser at leiren klassifiseres som kvikkleire med svært høy sensitivitet. Grunnet denne dårlige korrelasjonen mellom konusforsøk og NIFS-tolkning av CPTu-sondering har det blitt valgt å ikke utelukke forekomster av sprøbruddmateriale alene basert på tolkninger av CPTu. Det vil derfor bli antatt at det kan finnes sprøbruddmateriale i borpunkt N9 og N10 selv om NIFS-tolkning fra utførte CPTu-sonderinger ikke gir indikasjoner på sprøbruddmateriale.



Figur 6.3 Tolking av forekomst av sprøbruddmateriale basert på utførte grunnundersøkelser

### 6.3 Poretrykksforhold

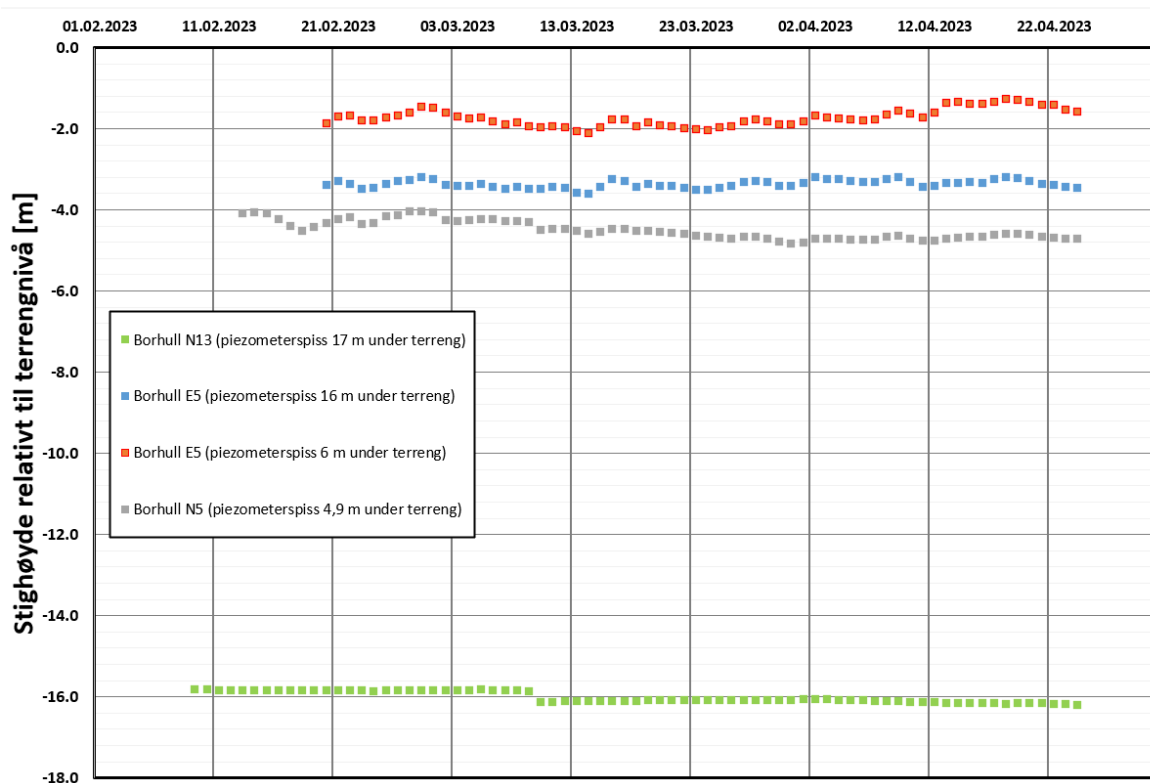
Det er plassert 4 poretrykksmålere fordelt på 3 borpunkt i området rundt Holmen boligfelt. Tre av poretrykksmålerne er plassert i borpunkt E5 og N5 som ligger lavt i terrenget, mens poretrykksmåleren i borpunkt N13 er plassert høyt i terrenget i høyde med platået. Nøkkelinformasjon om poretrykksmålerne og resultater fra målingene er sammenstilt i Tabell 6.2. Plassering av poretrykksmålerne fremgår av vedlegg A (plan- og profiltegninger). Poretrykksmålerne ble installert i løpet av februar måned i 2023. Figur 6.4 viser en sammenstilling av målt poretrykk for perioden februar 2023 til 24. april 2023. Variasjon ut over det som er målt må forventes som følge av årstids- og nedbørsvariasjon.

Det er plassert to poretrykksmålere i borpunkt E5 for å fange opp eventuelle poreovertrykk eller undertrykk i grunnen. Resultatene fra poretrykksmålerene i borpunkt E5 indikerer et undertrykk på 15-20 kPa i måleperioden. De to poretrykksmålerne som er installert i borpunkt E5 forventes å være installert i permeable sandige masser på over- og underside av et omtrent 9 meter tykk lagpakke bestående av kvikkleire. Nivå for piezometerspiss sammenstilt med totalsonderingsresultater er presentert i Figur 6.5.

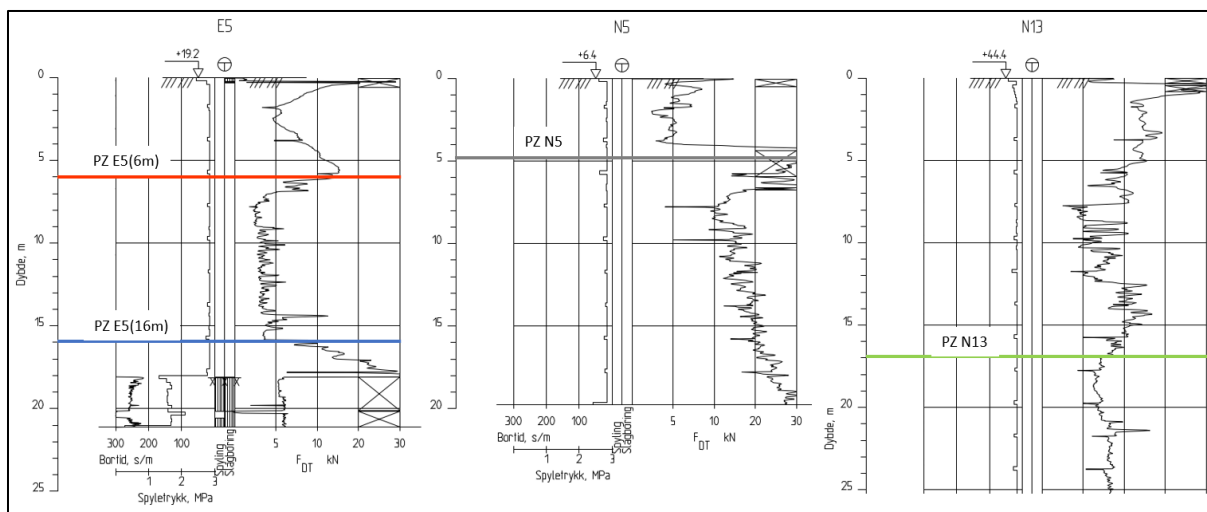
Tabell 6.2 Nøkkelinformasjon om utsatte piezometre og resultater

Borpunkt	Måleperiode	Terrengkote borpunkt [m]	Dybde spiss [m]	Spisskote [m]	Antatte masser ved piezometerspiss	Gjennomsnittlig stighøyde fra spiss (kote for stighøyde) [m]	Målevariasjon (differanse mellom høyeste og laveste måling) [mH <sub>2</sub> O]
E5	20.02.2023 - 24.04.2023	+19.2	6	+13.2	Sand	4.3 (+17.5)	0.85
E5	20.02.2023 - 24.04.2023	+19.2	16	+3.2	Sand	12.6 (+15.8)	0.41
N5	13.02.2023 - 24.04.2023	+6.4	4.9	+1.5	Sandig, grusig, siltig materiale	0.39 (+1.9)	0.81
N13	09.02.2023 - 24.04.2023	+44.4	17	+27.4	Leire	1.0 (+28.4)	0.37





Figur 6.4 Registrert poretrykk fra utsatte piezometere for perioden februar 2023 til 24. april 2023



Figur 6.5 Nivå for spiss av piezometer sammenstilt med totalsonderingsresultater

## 6.4 Spesialforsøk og forsøkskvalitet av grunnundersøkelser

Grunnet høy bruddtøyningen på utførte enaksialforsøk, der 13 av 15 forsøk hadde en bruddtøyning over 5%, forventes det at opptatte sylinderprøver hadde prøveforstyrrelser. I følgende underkapittel blir resultater av spesialforsøk presentert og prøve kvaliteten blir nærmere vurdert.

### 6.4.1 Ødometerforsøk

Det er i alt utført 5 ødometerforsøk (CRS) på Ø54 sylinderprøver. Nøkkelinformasjon om ødometerforsøkene er presentert i Tabell 6.3. Prøve kvaliteten vurderes til å være dårlig for samtlige ødometerforsøk grunnet lav stivhet i det forkonsoliderte spenningsområdet.

Prekonsolideringsspenning er kun tolket for ødometerforsøket som er utført på Ø54 prøve tatt ved 7,55 m dybde i borpunkt E5. OCR har blitt anslått til å være 4,7 basert på tolkning av ødometerforsøk. I prosjektområdet er det tydelig hvor terrenget har vært før elve- og bekkeerosjon og skredprosesser har dannet daler og forsenkninger i landskapet og skapte dagens molandskap (se Figur 4.1). Basert på tolkning av tidligere terreng- og grunnvannsnivå har OCR blitt anslått til å være 4,4 for leiren i borpunkt E5 ved 7,55 meters dyp. Antagelser rundt terreng- og grunnvannsnivå ved anslag av OCR er oppsummert i Figur 6.7.

Ettersom de to ulike estimatene for OCR i borpunkt E5 ser ut til å stemme godt overens med hverandre, er det rimelig å anta at et tidligere terreng med nivå med platåene til moene i prosjektområdet representerer den høyeste belastningen de underliggende leirene har blitt utsatt for, og som derfor er styrende for prekonsolideringsspenningen til leirene. Det antas derfor at OCR er rundt 1 for leiren der terrenget ligger rundt kote +44.

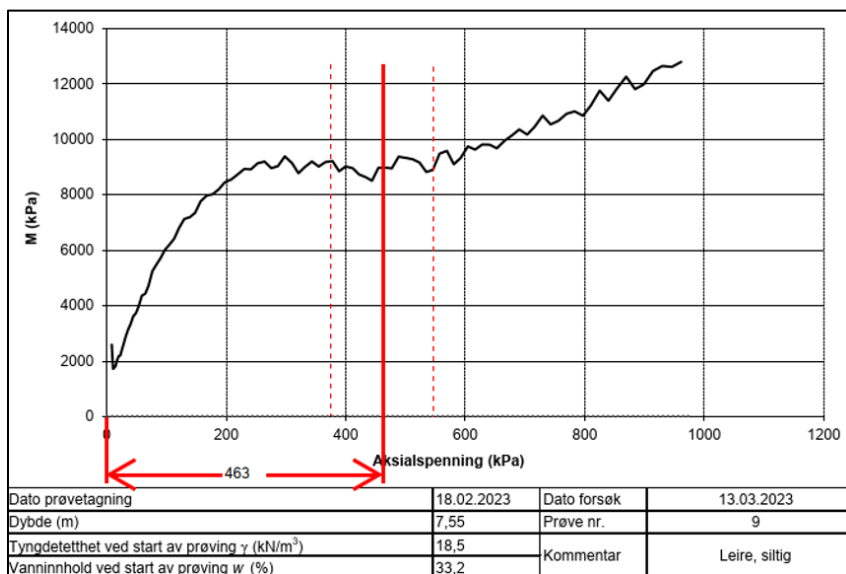
OCR er en viktig parameter i CPTu-tolkningsarkene og har blitt anslått for hver enkelt CPTu basert på kunnskap om tidligere terreng. Anslått OCR som er benyttet for CPTu-tolkningene er vist i vedlegg B sammen med ulike tolkningsmodeller som baserer seg på CPTu-data. Tolkningsmodellene som er basert på CPTu-data er svært sprikende med stemmer relativt godt med anslått OCR.

Tabell 6.3 Tolking av prekonsolideringsspenning og prøve kvaliteten for ødometerforsøk

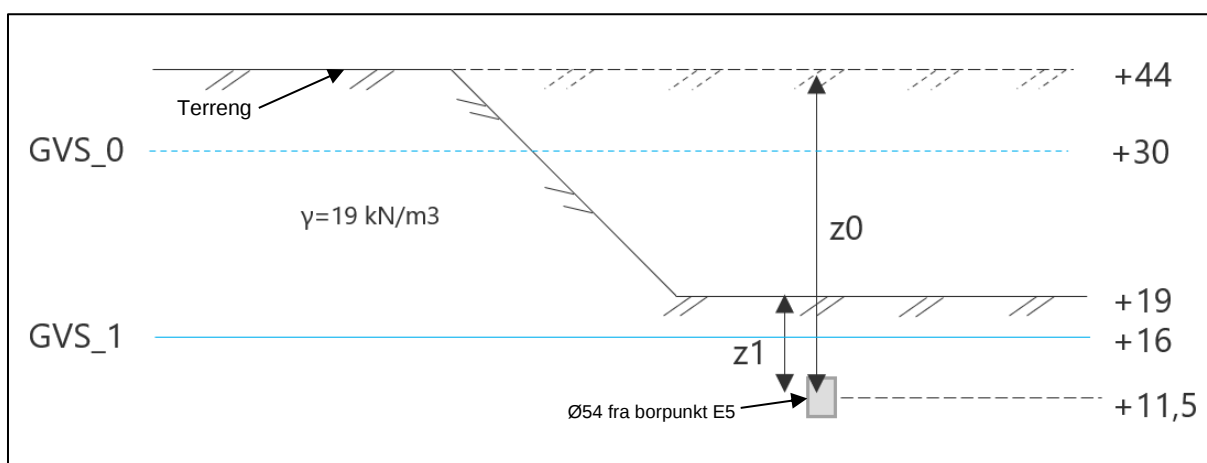
Borpunkt	Dybde [m]	Tolket p'c [kPa]	Anslått OCR	Prøve kvaliteten
E5	7.55	463	4.7	Dårlig**
E5	13.5	- *	-	Dårlig**
N7	12.4	- *	-	Dårlig**
N12	25.5	- *	-	Dårlig**
N13	20.3	- *	-	Dårlig**

\* Ikke mulig å tolke prekonsolideringstrykk

\*\* Basert på lite tydelig oppførsel i det forkonsoliderte spenningsområdet i M-σ' og ε-σ' kurvene



Figur 6.6 Tolkning av prekonsolideringsspenning fra ødometerforsøk på leire i borpunkt E5



Figur 6.7 Sammenstilling av antagelser ved tolkning av OCR basert på tidligere terreng

### 6.4.2 Treksialforsøk

Det har blitt utført 4 treksialforsøk. Tabell 6.4 oppsummerer resultatene og vurdering av prøvekvalitet. Prøvekvalitet er vurdert etter tabell 6 i NGF-melding 11 ref. [7]. Vurdering av prøvekvalitet er avhengig av antatt OCR. OCR er her anslått som beskrevet i kap. 6.4.1. Treksialforsøk fra borpunkt N7 og N13 viser tydelige tegn til prøveforstyrrelser i spennings-tøyningsforløpet.

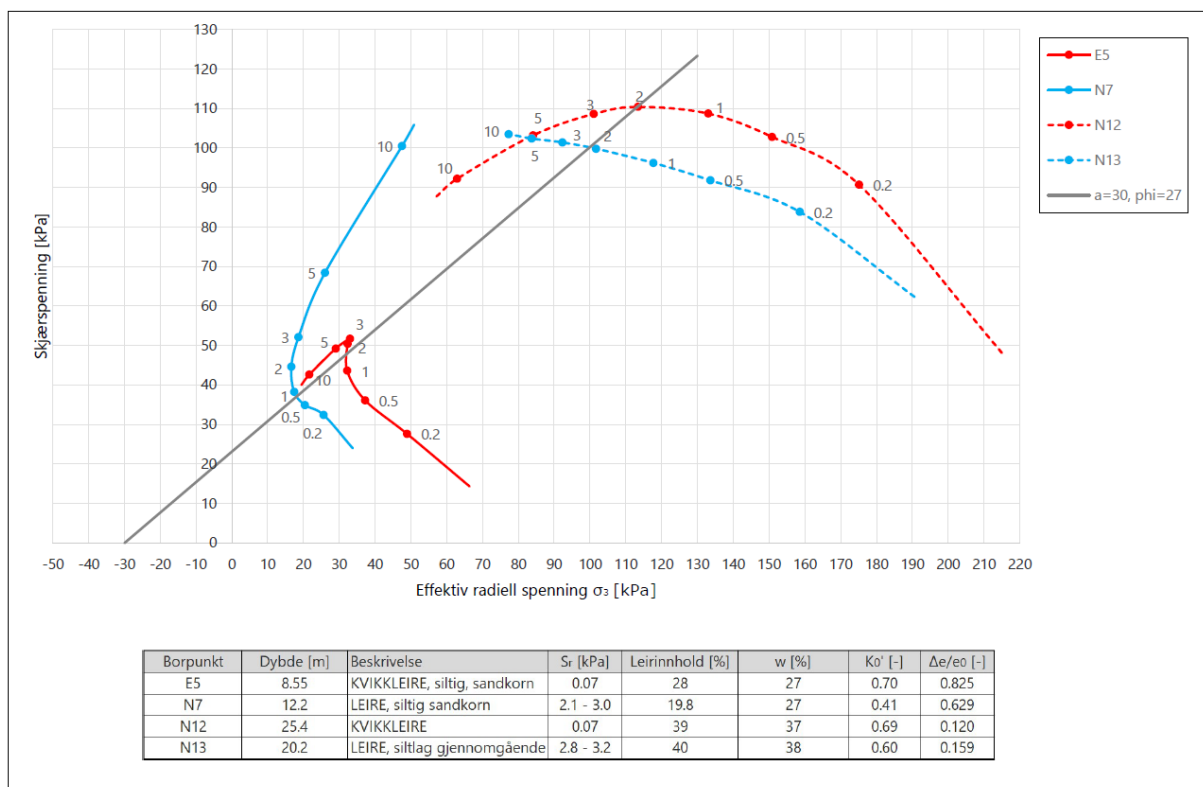
Prøveforstyrrelser i forbindelse med treksialforsøk fører ofte til at målt skjærstyrke er lavere enn den reelle skjærstyrken.

Det henvises til geoteknisk datarapport ref. [4] for nærmere beskrivelse av utførte treksialforsøk.

Tabell 6.4 Oppsummering av resultater og vurdering av prøvekvalitet for treksialforsøk

Borpunkt	Dybde [m]	K0 [-]	Antatt OCR [-]	$\tau_p$ [kPa]	$\tau_{Es=2\%}$ [kPa]	$\Delta e/e_0$ [-]	Prøvekvalitet
E5	8.55	0.70	4-6	52	50	0.083	Veldig dårlig
N7	12.2	0.41	4-6	105	44	0.629	Veldig dårlig
N12	25.4	0.69	1-2	111	111	0.120	Dårlig
N13	20.2	0.60	1-2	108	100	0.159	Veldig dårlig

Resultatene fra alle treksialforsøk er samplottet i et NTH-plot i Figur 6.8. Røde kurver viser spenningsstien til leirer som har blitt klassifisert som kvikkleire.



Figur 6.8 NTH-plot av utførte treksialforsøk for tolking av drenerte parametre

### 6.4.3 CPTu-sonderinger

Det er utført 13 CPTu-sonderinger fordelt på 9 borpunkt. Anvendelsesklasse 1 er oppnådd for spissmotstand og sidefriksjon for alle utførte CPTu-sonderinger. For 5 av CPTu-sonderingene er anvendelsesklasse for poretrykk i klasse 2. Anvendelsesklasse for de ulike CPTu-sonderingene er oppsummert i Tabell 6.5. Det påpekes at CPTu E3, N5.1 og N7.2 er nær grensen mellom anvendelsesklasse 1 og 2 for poretrykk. Enkelte CPTu-forsøk har større avvik i helningsverdi. Helningsavvikene er i hovedsak lokale og forventes å være forårsaket av treff av stein.

Resultatene av CPTu-sonderingene har blitt tolket med Statens vegvesen sitt CPTu-tolkningsark, versjon «CPTu v.2020.01». Tolkningsarkene er presentert i vedlegg B. Resultater fra utførte labforsøk er lagt inn i tolkningsarkene sammen plot av ulike tolkningsmodeller av CPTu-dataen. Resultater fra konusforsøk og enaksforsøk er justert for antatte anisotropiforhold og er presentert som aktiv udrenert skjærstyrke i tolkningsark for udrenert skjærstyrke.

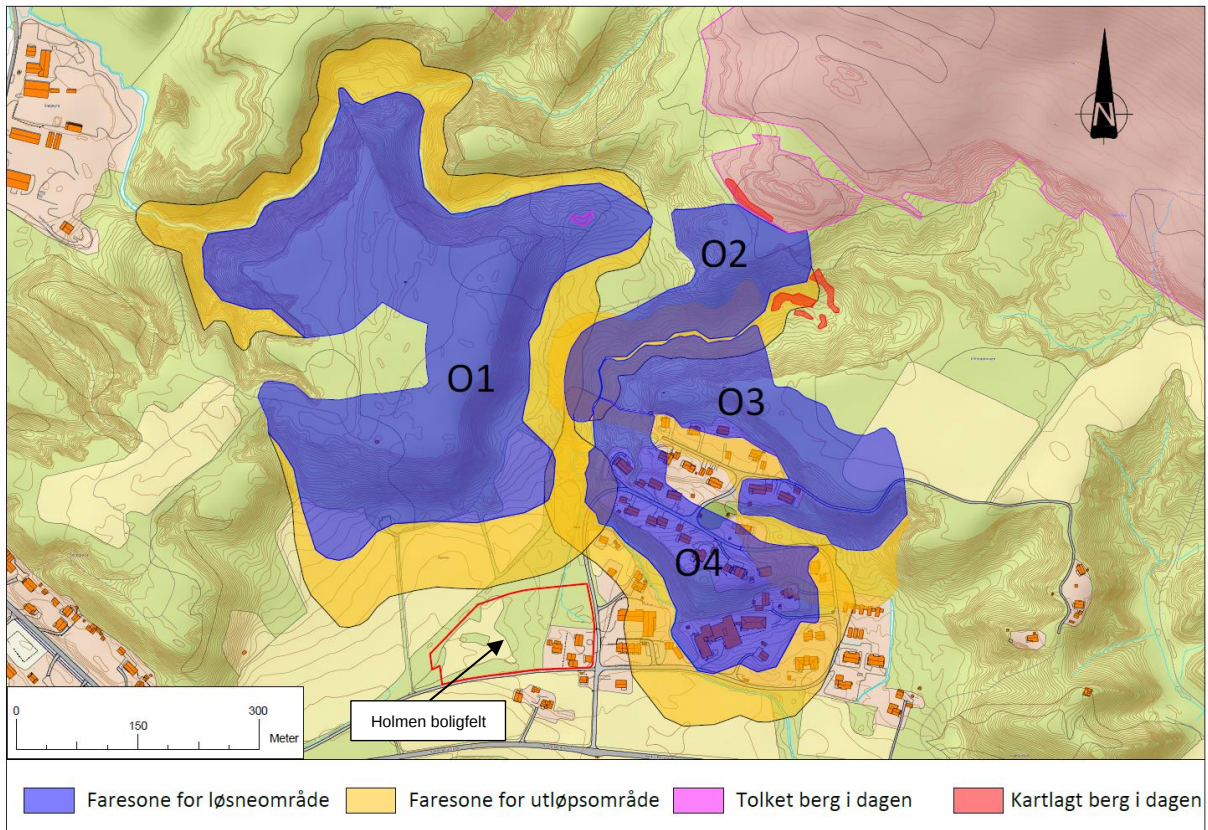
Tabell 6.5 Kvalitet av benyttede CPTu-sondering. Oransje markering er CPTu i anvendelsesklasse 2

BH ID	Anvend. klasse spissmotstand	Anvend. klasse sidefriksjon	Anvend. klasse poretrykk
E3	1	1	2
E5	1	1	1
N5.1	1	1	2
N5.2	1	1	2
N7.1	1	1	1
N7.2	1	1	2
N8	1	1	1
N9	1	1	1
N10.1	1	1	1
N10.2	1	1	2
N10.3	1	1	1
N12	1	1	1
N13	1	1	1



## 7 AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENSNING AV FARESONE

Basert på resultater fra utførte grunnundersøkelser, observert berg i dagen fra befaring og terrengeanalyse har det blitt identifisert og tegnet opp 4 faresoner i område rundt Holmen boligfelt. Figur 7.1 viser de kartlagte faresonene. Argumentasjon for utstrekning av faresonene er presentert i følgende underkapitler.



Figur 7.1 Kartlagte faresoner for områdeskred

Relevant skredmekanisme for faresonene er vurdert iht. flytskjema i figur 4.3 i NVE veileder 1/2019. Vurderingene av skredmekanisme for de ulike faresonene er oppsummert i Tabell 7.1. I vedlegg E er det vist snitt der utbredelsen av sprøbruddmateriale, utførte grunnundersøkelser og mest kritisk glideflate basert på utførte stabilitetsberegninger er presentert. Basert på vurdering av b/D-forholdet langs beregningssnittene konkluderes det med at rotasjonsskred er relevant skredmekanisme for alle faresonene.

Det påpekes at skredmekanisme er vurdert langs snitt og basert på grunnundersøkelser som er plassert i deler av faresonene som ansees som mest relevant for vurdering av områdestabilitet for utbygging av Holmen boligfelt. Viser til beskrivelse av «relevant» del av faresone i kap. 2.3. Ved en eventuell utbygging andre steder i eller i nærheten av faresonene skal skredmekanisme vurderes på nytt.

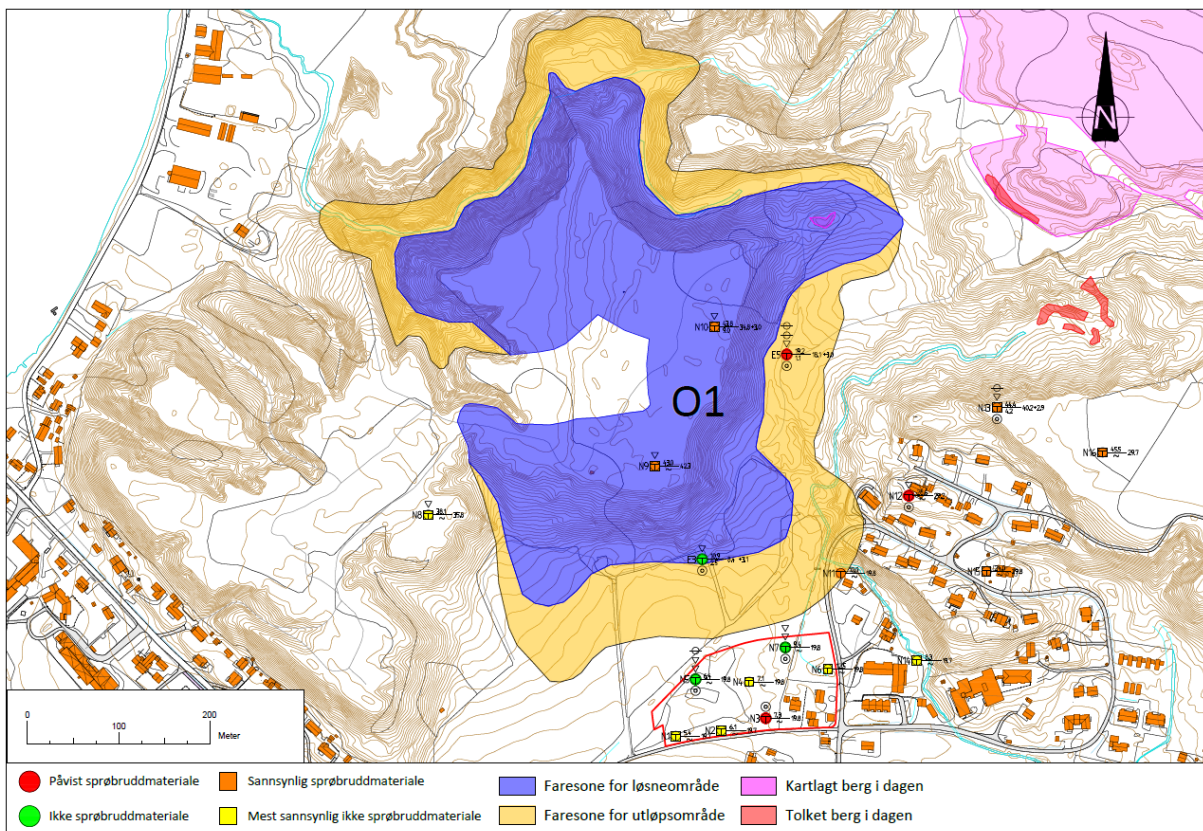
Tabell 7.1 Vurdering av skredmekanisme

Faresone	Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?	Borpunkt der labforsøk har blitt benyttet til å vurdere skredmekanisme	Er andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40\%$ ?	Snitt der d/D-forhold er vurdert	Relevant skredmekanisme
O1	Ja	E5	Nei	Snitt B og C	Rotasjonsskred
O2	Ja	E5	Nei	Snitt B	Rotasjonsskred
O3	Ja	N12	Nei	Snitt D og E	Rotasjonsskred
O4	Ja	N12	Nei	Snitt D og E	Rotasjonsskred

## 7.1 Faresone O1

Lengde til faresone for løснеområde O1 har blitt tegnet opp basert på anbefalingene i kap. 4.5.3 i NVE veileder 1/2019, der det fremkommer at lengden til løснеområde for rotasjonsskred som regel ikke overstiger 5 ganger skråningshøyden. I snitt B som er vist i vedlegg E er skråningshøyden 33 meter, noe som gir en lengde på løснеområde på 165 meter. Opptegnet løснеområde ansees å være konservativ sett opp mot at mesteparten av rotasjonsskred i Norge har hatt et løснеområde som er mindre enn 100 meter lang. Faresonen er sideveis avgrenset av raviner.

Faresone for utløpsområde til O1 har blitt tegnet med lengde lik halvparten av lengden til løснеområde i henhold NVE veileder 1/2019 kap. 4.6. Fordi lengden til utløpsområde er fastsatt basert på lengden til løснеområde vurderes det at lengden til utløpsområde er forsiktig anslått ettersom lengden på løśnieområdet er konservativ.



Figur 7.2 Faresone O1. Ekvidistanse: 1 m

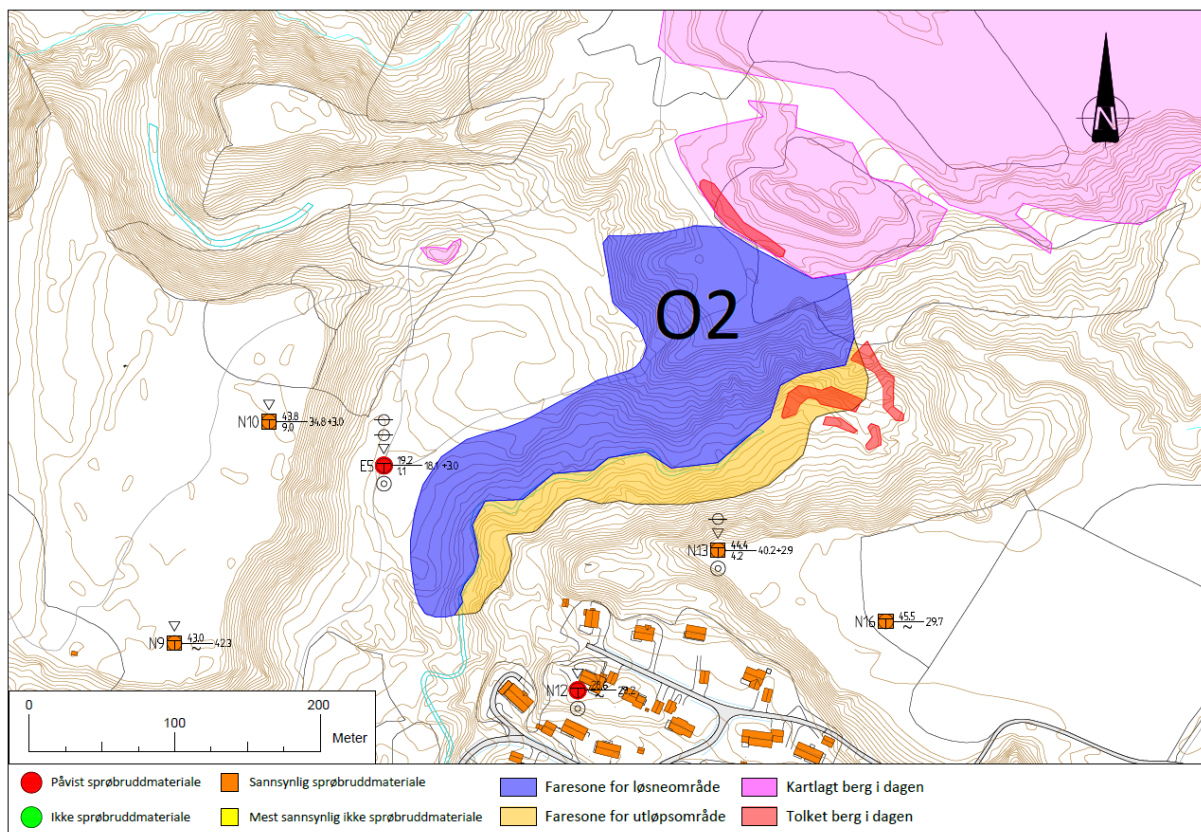


## 7.2 Faresone O2

Lengde til faresone for løснеområde O2 er hovedsakelig satt til 5 ganger skråningshøyden som er anbefalt i NVE veileder 1/2019 for løснеområder med rotasjonsskred som skredmekanisme. I nordenden er faresonen avgrenset av berg i dagen.

Løснеområde O2 er i sør og nordenden sideveis avgrenset av raviner. I øst er løśnieområde avgrenset av berg i dagen.

På bakgrunn av vurderinger rundt skredmekanisme er lengden til faresone for utløpsområde O2 satt til halvparten av lengden til løśnieområdet.



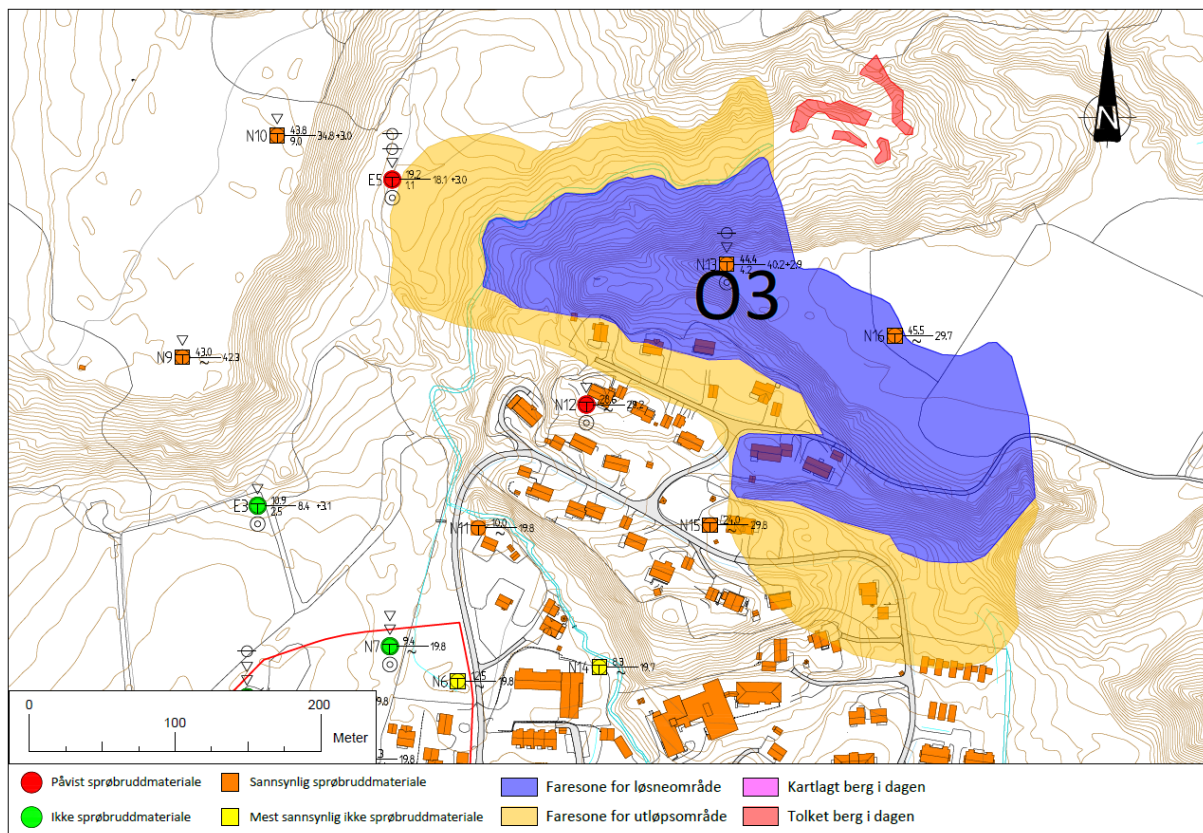
Figur 7.3 Faresone O2. Ekvidistanse: 1 m



### 7.3 Faresone O3

Lengde til faresone for løснеområde O3 er satt til 5 ganger skråningshøyden som er anbefalt i NVE veileder 1/2019 for løснеområder med rotasjonsskred som skredmekanisme. Faresone til løснеområde O3 er sideveis avgrenset av en ravine mot øst, av utflating av terreng i sørenden av faresonen og en mindre ravine i vestenden. Nordenden av faresonen er sideveis avgrenset av et område der skråningshelningen i nedre del av skråningen slakker ut og man forventer at positive 3D-effekter i terrenget vil virke avgrensende.

På bakgrunn av vurderinger rundt skredmekanisme er lengden til faresone for utløpsområde O3 satt til halvparten av lengden til løснеområdet.



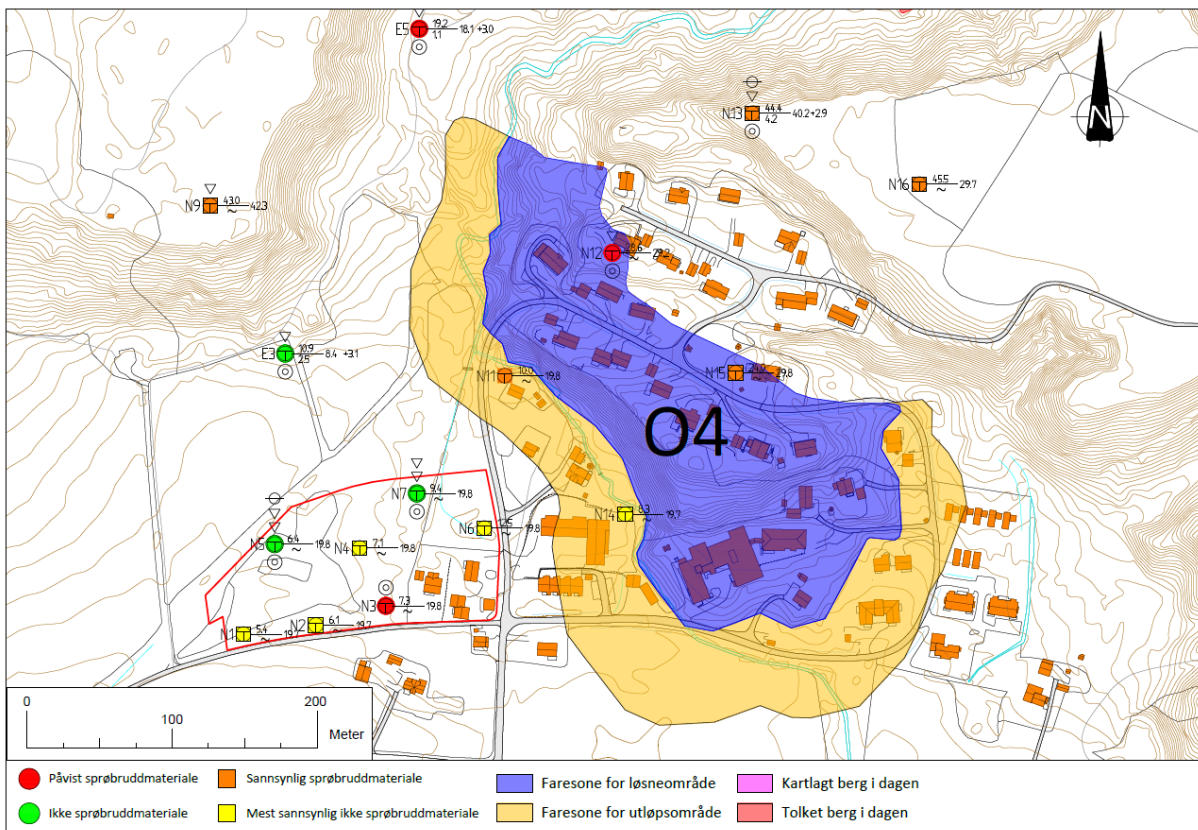
Figur 7.4 Faresone O3. Ekvidistanse: 1 m

## 7.4 Faresone O4

Lengde til faresone for løснеområde O4 er satt til 5 ganger skråningshøyden som er anbefalt i NVE veileder 1/2019 for løснеområder med rotasjonsskred som skredmekanisme. Østenden av faresonen er avgrenset av utflating av terrenget og nord-vestenden er sideveis avgrenset av en mindre ravine.

På bakgrunn av vurderinger rundt skredmekanisme er lengden til faresone for utløpsområde O4 satt til halvparten av lengden til løснеområdet.

Det er valgt å anse faresone O3 og O4 som to separate faresoner basert på resultatene til stabilitetsberegningene som ikke viser kritiske brudd som går igjennom begge faresoner.



Figur 7.5 Faresone O4. Ekvidistanse: 1 m

## 8 KLASSIFISERING AV FARESONER

Klassifisering av faresoner har blitt gjennomført iht. føringene gitt i NVE eksternrapport 9/2020 kapittel 4.1. Det bemerkes at faktorene som inngår i faregradevalueringen kan variere innenfor en og samme faresone og at valgt verdi er basert på resultater av grunnundersøkelser, terreng og erosjonsforhold langs et antatt mest kritisk snitt for delen av faresonen som antas å ha potensiale for å ramme det planlagte tiltaket. Valg av antatt mest kritisk snitt er basert på resultatene av utførte grunnundersøkelser, vurderinger av topografiske forhold og resultater av stabilitetsberegninger. Faktorene er altså ikke vurdert for «vilkårlige steder» i faresonen i henhold til kommentar til tabell 1 i NVE eksternrapport 9/2020. Det henvises til kap. 9 og kap.10 for beskrivelse av valg av snitt og resultater fra utførte stabilitetsberegninger.

Det bemerkes at samlet poengscore og faregrad for de enkelte faresoner som har blitt innmeldt i NVE faresonekart kan være høyere enn det som fremkommer for de enkelte faresoner av nærværende rapport. Dette forholdet skyldes at innmeldt faregrad til NVE baseres på en konservativ betraktning gjeldende hver enkelt faresone som helhet, mens faregraden som angis i nærværende rapport baseres på mest kritiske snitt innenfor den del av faresonen som vurderes å kunne ha konsekvens for planlagte tiltak.

De påpekes at faregrad er vurdert basert på grunnundersøkelser som er prosjektspesifikke og ikke nødvendigvis er av omfang, type eller har en plassering som gjør grunnundersøkelsene egnet til å vurdere faresonene helhetlig. Ved bygging i eller i nærheten av faresonene som er presentert i denne rapporten skal faregrad og behov for supplerende grunnundersøkelser vurderes på nytt.

Der det er usikkerhet rundt enkelte faktorer som inngår i faregradevalueringen har det blitt valgt en konservativ verdi. Faregradsklassifiseringen er altså ikke en objektiv klassifisering som alene reflekterer sannsynlighet for skred, men vil også reflektere usikkerhet rundt grunnforholdene i faresonen. Supplerende grunnundersøkelser kan dermed føre til en eventuell nedklassifisering av faresonene. Usikkerheten rundt grunnforhold er ikke fanget opp i faregradevalueringen for deler av faresonen som ikke har blitt vurdert som relevant for de planlagte tiltak i dette prosjektet.



## 8.1 Faresone O1

Faresone O1 har fått en poengscore på 13, noe som plasserer faresonen i kategorien lav faregrad. Hvilke faktorer som inngår i faregradsklassifiseringen og begrunnelse for valgt poengsum er vist i Tabell 8.1. Faktorene i faregradsklassifiseringen er bestemt fra snitt C som er vist i vedlegg A.

Tabell 8.1 – Evaluering av faregrad for faresone O1

	Vekttall	Score	Poeng	Merknad
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert et kvikkleireskred med svært kort avstand fra faresonen i historisk tid. Det henvises til nærmere beskrivelse i kap. 4.4. Faregrad satt til høy.
Skråningshøyde	2	2	4	I snitt C er skråningshøyden rundt 27 meter. Faregrad satt til noe. Det påpekes at skråningshøyden er høyere enn 30 meter i deler av faresonen.
OCR	2	2	4	Løsmassene i bunnen av skråningen er noe overkonsolidert grunnet erosjon av skråning. Under øvre del av skråningen forventes det ikke å ha vært noe særlig endringer i terrenget. Det henvises til kap. 6.4.1 for nærmere vurderinger av OCR. Faregrad satt konservativt til høy faregrad.
Poretrykk	-3	1	-3	Poretrykksmålingene utført i to dybdenivå i borpunkt E5 som ligger i bunnen av skråningen, indikerer et poreundertrykk på 15-20 kPa. En score på 1 og vektall på -3 er valgt.
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Mektigheten forventes å ligge mellom 4 og 9 meter basert på borpunkt N10 og E5. Faregrad satt til noe. Valg av faregrad ansees som noe konservativ grunnet dybden sprøbruddmaterialet ligger.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet til kvikkleire i borpunkt E5 er målt til å være mellom 370 og 530. Faregrad satt til høy.
Erosjon	3	0	0	Det eksisterer ingen bekker eller elver som kan påvirke stabiliteten til skråningen. Det påpekes at det kan være pågående erosjon fra Dalåga på nordsiden av faresone O1.
Inngrep	3	0	0	På toppen av skråningen er det et lite bygg og en tursti/traktorvei. I bunnen av skråningen på sørsiden er det dyrket mark med en traktorvei og drenering i kanten av jorde. Disse menneskelige inngrepene er så små at faregrad settes til ingen. Det henvises til NVE ekstern rapport nr. 9/2020 kap. 5.2 for beskrivelse av typiske menneskelige inngrep som skal settes til score 0.
Samlet poengscore	-	-	13	Lav faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

Faresone O1 har blitt meldt inn med middels faregrad til NVE med en score på 24. Dette på grunn av høyere skråningshøyde på nordsiden av faresonen (>30 meter) og antatt kraftig erosjon langs Dalåga. Erosjonsforholdene langs Dalåga har ikke blitt undersøkt ettersom elven renner langs deler av faresonen som ikke er relevant for planlagte tiltak. Antatt erosjon på nordsiden av faresone O1 er dermed konservativt antatt.

## 8.2 Faresone O2

Faresone O2 har fått en poengscore på 15, noe som plasserer faresonen i kategorien lav faregrad. Hvilke faktorer som inngår i faregradsklassifiseringen og begrunnelse for valgt poengsum er vist i Tabell 8.1. Faktorene i faregradsklassifiseringen er bestemt fra snitt B som er vist i vedlegg A. I den nordlige delen av faresonen er skråningshøyden høyere (omtrent 30 meter høy), men grunnet kartlagte erosjonsforhold vurderes snitt B å være mer kritisk.

Tabell 8.2 – Evaluering av faregrad for faresone O2

	Vekttall	Score	Poeng	Merknad
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert et kvikkleireskred med svært kort avstand fra faresonen i historisk tid. Det henvises til nærmere beskrivelse i kap. 4.4. Faregrad satt til høy.
Skråningshøyde	2	0	0	I snitt C er skråningshøyden rundt 10 meter. Faregrad satt til ingen. Det påpekes at skråningshøyden er rundt 30 meter i deler av faresonen.
OCR	2	0	0	Basert på betraktninger av tidligere terreng og tolkning av ødometerforsøk fra borpunkt E5 forventes det at løsmassene har en OCR på over 2. Det henvises til kap. 6.4.1 for nærmere vurderinger av OCR. Faregrad satt til ingen.
Poretrykk	-3	1	-3	Poretrykksmålingene utført i to dybdenivå i borpunkt E5 som ligger i bunnen av skråningen, indikerer et poreundertrykk på 15-20 kPa. En score på 1 og vekttall på -3 er valgt.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Mektigheten av kvikkleirelaget forventes å være rundt halvparten av skråningshøyden dersom man ser bort fra andelen kvikkleire med dybde H/2 under skråningsfot. Faregrad satt til høy.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet til kvikkleire i borpunkt E5 er målt til å være mellom 370 og 530. Faregrad satt til høy.
Erosjon	3	2	6	Det er kartlagt noe erosjon langs Rønnåga som renner langs faresone O2. Det henvises til kap. 5 for nærmere beskrivelse av kartlagt erosjon langs Rønnåga.
Inngrep	3	0	0	Det finnes en tursti/traktorvei som går langs toppen av skråningen i faresone O2, ellers er område et skogsareal med lite tegn til menneskelige inngrep. Inngrepene er så små at faregrad settes til ingen. Det henvises til NVE eksternt rapport nr. 9/2020 kap. 5.2 for beskrivelse av typiske menneskelige inngrep som skal settes til score 0.
Samlet poengscore	-	-	15	Lav faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

Lav faregrad for faresone O2 som samsvarer med Tabell 8.2 meldes inn til NVE.

### 8.3 Faresone O3

Faresone O3 har fått en poengscore på 19, noe som plasserer faresonen i kategorien middels faregrad. Hvilke faktorer som inngår i faregradsklassifiseringen og begrunnelse for valgt poengsum er vist i Tabell 8.1. Faktorene i faregradsklassifiseringen er bestemt fra snitt D som er vist i vedlegg A. Selv om skråningshøyden er høyere i snitt E sammenlignet med snitt D ansees snitt E som mer kritisk, ettersom totalsonderingene som er utført langs snitt E indikerer noe mer grovere masser enn i snitt D. Dybden til sprøbruddmateriale i skråningsfoten er også tolket til å ligge noe dypere i snitt E sammenlignet med snitt D, noe som er gunstig med tanke på stabilitet.

Tabell 8.3 – Evaluering av faregrad for faresone O3

	Vekttall	Score	Poeng	Merknad
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert et kvikkleireskred med svært kort avstand fra faresonen i historisk tid. Det henvises til nærmere beskrivelse i kap. 4.4. Faregrad satt til høy.
Skråningshøyde	2	1	2	I snitt D er skråningshøyden rundt 15 meter. Faregrad satt til lav.
OCR	2	3	6	Det forventes ikke noe overkonsolidering i øvre del av skråningen. I bunnen av skråningen forventes det litt overkonsolidering. Det henvises til kap. 6.4.1 for nærmere vurderinger av OCR. Faregrad satt til høy.
Poretrykk	3	0	0	Det er ikke satt ut poretrykksmålere i to dybder i faresone O3. Poretrykksmålingene utført i to dybdenivå i borpunkt E5 indikerer et poreundertrykk på 15-20 kPa. Det blir konservativt antatt hydrostatisk poretrykk for faresone O3. Faregrad satt til ingen.
Kvikkleiremektighet	2	1	2	Mektigheten av kvikkleirelaget forventes å være under H/4 av skråningshøyden dersom man ser bort fra andelen kvikkleire med dybde H/2 under skråningsfot. Faregrad satt til lav.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet til kvikkleire i borpunkt N12 er målt til å være mellom 208 og 866. Det antas at kvikkleirelaget i borpunkt N12 strekker seg under faresone O3. Faregrad satt til høy.
Erosjon	3	0	0	Det er ikke noe erosjon langs snitt D. Det påpekes at Rønnåga renner langs den nordlige og vestlige delen av faresonen.  Det henvises til kap. 5 for nærmere beskrivelse av kartlagt erosjon langs Rønnåga.
Inngrep	3	1	3	Score er satt til 1 for inngrep fordi det ikke er tydelige tegn til inngrep i terrenget i faresonen, men det finnes bebyggelse i foten av skråningen, så det kan ikke utelukkes at det har blitt gjort mindre inngrep som kan forverre stabiliteten.
Samlet poengscore	-	-	19	Middels faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

Middels faregrad for faresone O3 som samsvarer med Tabell 8.3 meldes inn til NVE.



## 8.4 Faresone O4

Faresone O4 har fått en poengscore på 25, noe som plasserer faresonen i kategorien middels faregrad. Hvilke faktorer som inngår i faregradsklassifiseringen og begrunnelse for valgt poengsum er vist i Tabell 8.1. Faktorene i faregradsklassifiseringen er bestemt fra snitt D som er vist i vedlegg A.

Tabell 8.4 – Evaluering av faregrad for faresone O4

	Vekttall	Score	Poeng	Merknad
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	Det er registrert et kvikkleireskred med svært kort avstand fra faresonen i historisk tid. Det henvises til nærmere beskrivelse i kap. 4.4. Faregrad satt til høy.
Skråningshøyde	2	1	2	I snitt D er skråningshøyden rundt 15 meter. Faregrad satt til lav. Det påpekes at skråningshøyden er rundt 25 meter i snitt E.
OCR	2	2	4	For kvikkleirelaget i borpunkt N12 har OCR blitt anslått til å være 1,3. Det henvises til kap. 6.4.1 for nærmere vurderinger av OCR. Faregrad satt til noe.
Poretrykk	3	0	0	Det er ikke satt ut poretrykksmålere i to dybder i faresone O4. Poretrykksmålingene utført i to dybdenivå i borpunkt E5 indikerer et poreundertrykk på 15-20 kPa. Det blir konservativt antatt hydrostatisk poretrykk for faresone O3. Faregrad satt til ingen.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Mektigheten av kvikkleirelaget forventes å være rundt H/4 av skråningshøyden dersom man ser bort fra andelen kvikkleire med dybde H/2 under skråningsfot. Faregrad satt til noe.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet til kvikkleire i borpunkt N12 er målt til å være mellom 208 og 866. Det antas at kvikkleirelaget i borpunkt N12 strekker seg under faresone O4. Faregrad satt til høy.
Erosjon	3	2	6	Det er kartlagt noe erosjon langs Rønnåga som renner langs faresone O4. Det henvises til kap. 5 for nærmere beskrivelse av kartlagt erosjon langs Rønnåga.
Inngrep	3	1	3	Skråningstoppen er utbygd av eneboliger. Det ser ikke ut til at terrenget i skråningen er endret mye og skråningen skiller seg i liten grad fra nærliggende naturlige skråninger med tanke på skråningshelning og form. Inngrepene vurderes til å være lite. Faregrad satt til lav.
Samlet poengscore	-	-	25	Middels faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

Middels faregrad for faresone O4 som samsvarer med Tabell 8.4 meldes inn til NVE.

## 9 KRITISKE SNITT OG MATERIALPARAMETERE

### 9.1 Materialparametere

Utførte CPTu-sonderinger, treksforsøk, konusforsøk og enaksforsøk danner grunnlaget for bestemmelse av SuA-profil for leirene i prosjektområdet. SuA-profilene som er benyttet i stabilitetsberegninger er vist i vedlegg B. SuA-profil er bestemt etter anbefalingene i NIFS-rapport nr.77/2014 ref. [8].

Drenerte parametere for leire er tolket ut fra utførte treksialforsøk. Det henvises til Figur 6.8 for NTH samplott av alle utførte treksialforsøk. Der det er utført treksialforsøk ser det ut til å være rimelig å benytte en friksjonsvinkel på 27 grader og en attraksjon 30 kPa. For leirer der det ikke er utført treksialforsøk har drenerte styrkeparametere blitt valgt basert på tolkning av CPTu-sonderinger. NTNU-metoden har blitt benyttet for å tolke drenerte parametere basert på resultater fra CPTu-sonderinger. NTNU-modell og valgte drenerte styrkeparametere er presentert sammen i vedlegg B.

Styrkeparametere for friksjonsmaterialer er tolket alene basert på resultater fra CPTu-sonderinger. Scmertmann 1978 og NTNU-metoden er benyttet for tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon. Det har blitt antatt velgradert fin sand til uniform medium sand for Scmertmann-metoden. For friksjonsmasser som har blitt tolket som sand og siltig sand har det blitt valgt en friksjonsvinkel på 36 grader og ingen attraksjon. For silt har det blitt valgt en friksjonsvinkel på 31 grader og ingen attraksjon.

### 9.2 Kritiske snitt

Det er i alt tatt ut 6 kritiske snitt der geologien har blitt tolket og det har blitt utført stabilitetsberegninger. Kritiske snitt fremgår av plan- og profildegning i vedlegg A.

#### 9.2.1 Snitt B

Snitt B går opp langs skråningen til Moldjordmoen og faresone O1. Skråningen i snittet har en helning på 1:2,8 og en skråningshøyde på 32 meter. Lagdeling og styrkeparametere er tolket basert på grunnundersøkelser utført i borpunkt N9 og E3. Tabell 9.1 oppsummerer valgte styrkeparametere for de ulike løsmassene i snitt B.

Tabell 9.1 Styrkeparametere for løsmasser i snitt B

Navn	SuA [kPa]	SuA regnet fra	Friksjonsvinkel	Attraksjon/kohesjon [kPa]	Henvisning
SAND	-	-	36	0	Vedlegg B, side B45
SILT	-	-	31	0	Vedlegg B, side B3 og B45
Leire SuA 150 + 2.5 L2R	150 kPa + 2,5 kPa/m	Topp av lag	-	-	Vedlegg B, side B44
Leire SuA 70 + 2.5 L2R	70 kPa + 2,7 kPa/m	Topp av lag	-	-	Vedlegg B, side B2
LEIRE	-		23	0	Vedlegg B, side B45
LEIRE 2 (drenert)	-		23	30/12,7	Vedlegg B, side B3



### 9.2.2 Snitt C

Snitt C går opp langs skråningen til Moldjordmoen, faresone O1 og faresone O2. I snitt C er skråningshøyden 27 meter og skråningen har en helning på 1:1,6 i faresone O1. I faresone O2 har skråningen en høyde på rundt 9 meter og en helning på rundt 1:5 i snitt C. Lagdeling og styrkeparametere er tolket basert på grunnundersøkelser utført i borpunkt E5 og N10. Tabell 9.2 oppsummerer valgte styrkeparametere for de ulike løsmassene i snitt C.

Tabell 9.2 Styrkeparametere for løsmasser i snitt C

Navn	SuA [kPa]	SuA regnet fra	Friksjonsvinkel	Attraksjon/kohesjon [kPa]	Henvisning
SAND	-		36	0	Vedlegg B, side B57
Leire SuA 200 + 3.3 L2R	200 kPa + 3,3 kPa/m	Topp av lag	-	-	Vedlegg B, side B56
Leire SuA 70 + 2.5 L2R	70 kPa + 2,5 kPa/m	Topp av lag	-	-	Vedlegg B, side B8
LEIRE	-		23	0	Vedlegg B, side B57
LEIRE 2 (drenert)	-		23	30/12,7	Vedlegg B, side B9

### 9.2.3 Snitt D

Snitt D går igjennom to skråninger som utgjør faresone O3 og O4. Skråningene i henholdsvis faresone O3 og O4 har en helning på 1:1,7 og 1:1,2. Skråningshøyden til skråningene er rundt 14 meter i snitt D. Lagdeling og styrkeparametere er tolket fra borpunkt N5, N7, N11, N12 og N13. Tabell 9.3 oppsummerer valgte styrkeparametere for de ulike løsmassene i snitt D. Styrketilveksten for Leire SuA 60 +2.08 L2R er definert fra nivå for terreng og ikke topp av lag. Udrenerte parametere for leirige skredmasser er basert på grunnundersøkelser i borpunkt N5 og N7. Treksialforsøk i borpunkt N7 er ikke benyttet for valg av Sua-profil grunnet dårlig kvalitet.

Tabell 9.3 Styrkeparametere for løsmasser i snitt D

Navn	SuA [kPa]	SuA regnet fra	Friksjonsvinkel	Attraksjon/kohesjon [kPa]	Henvisning
SAND	-	-	36	0	Vedlegg B, side B69 og B63
Leire SuA 150 + 0 L2R	150 kPa	-	-	-	Vedlegg B, side B68 og B32
Leire SuA 60 + 2.08 L2R	60 kPa + 2,08 kPa/m	Terreng	-	-	Vedlegg B, side B68
Leirige skredmasser	120 kPa	-	27	30/15,3	Vedlegg B, side B26, B27, B14 og B15
FASTE MASSER	-	-	37	0	Vedlegg B, side B27
LEIRE	-	-	25	0	Vedlegg B, side B69
LEIRE 2 (drenert)	-	-	27	30/15,3	Vedlegg B, side B63

### 9.2.4 Snitt E

Snitt E er tolket i sammenheng med snitt D. Sammenlignet med snitt D viser utførte totalsonderinger liknende trender men kurven er noe mer hakkede noe som kan indikere at det er noe grovere masser i snitt E sammenlignet med snitt D. Ettersom det ikke er utført grunnundersøkelser som er egnet til sikker påvisning av løsmassetype har det blitt antatt at det er tilsvarende masser som i snitt D. Dette

regnes som en konservativ tolkning av grunnundersøkelsene. Det er benyttet samme styrkeparametere som i snitt D. Styrkeparametere er oppsummert i Tabell 9.3.



## 10 STABILITETSVURDERING

### 10.1 Beregningsprinsipper

Stabilitetsberegninger er utført i programmet SLIDE2 (versjon 9.007) med metode JANBU. Programmet SLIDE2 klarer å søke frem både sirkulære og ikke-sirkulære (optimaliserte, sammensatte) brudd.

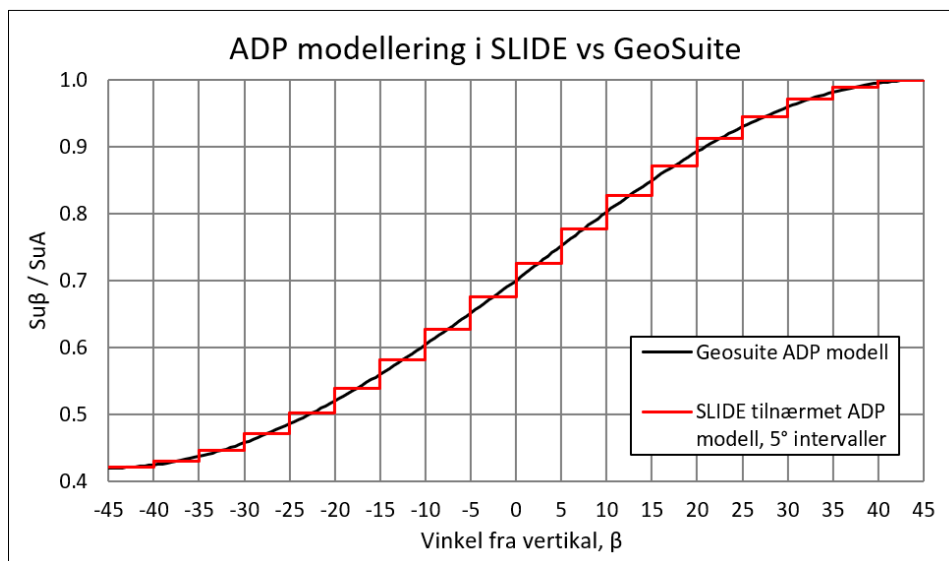
Effektivspenningsanalyser utføres i alle tilfeller som  $a\phi$ -reduksjon mens totalspenningsanalyser utføres på både su og ADP-basis. Det vil fremgå tydelig av hver enkelt beregning hvilken analysemetode som har blitt benyttet.

Formålet med stabilitetsberegningene er i hovedsak å fastsette kritiske bruddsirkler til bruk i fastsettelse av skredmekanisme, og ikke nødvendigvis å fastsette en sikkerhetsfaktor.

#### 10.1.1 Modellering av anisotropiforhold (ADP)

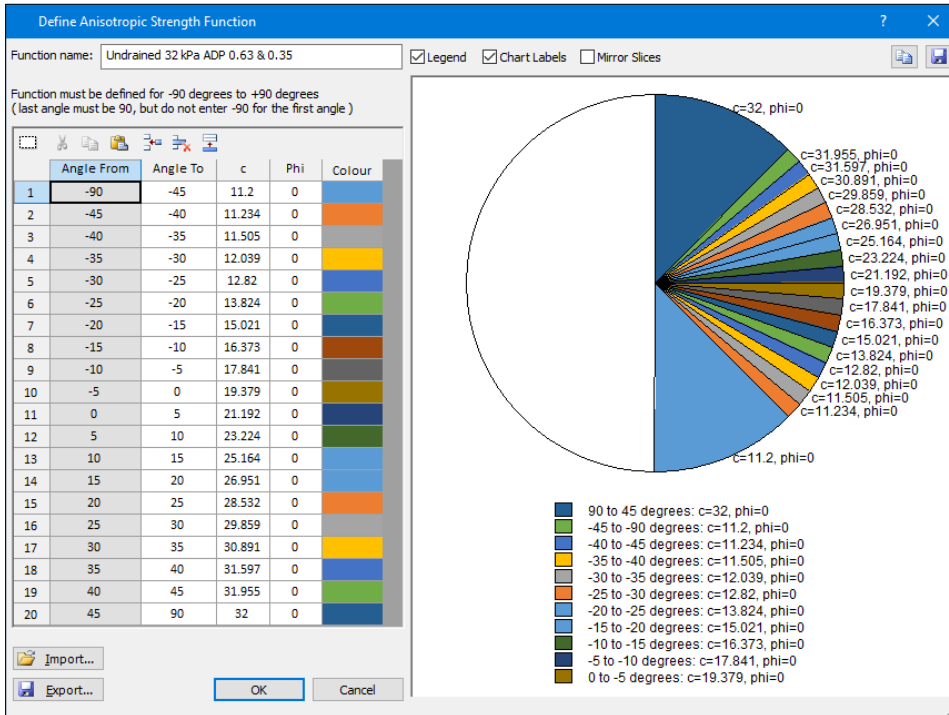
Modellering av anisotropiforhold i SLIDE ved totalspenningsanalyse på ADP-basis gjøres i henhold til metoden beskrevet i kap. 4.2 i NIFS rapport 75/2012. Modelleringen har til hensikt å etterligne metoden som benyttes i Geosuite Stability som er den mest anvendte software for stabilitetsberegninger på det norske marked.

Av Figur 10.1 fremgår en sammenligning av modellen som benyttes i Geosuite Stability og den tilnærmede modellen som benyttes i SLIDE. I dette prosjektet anvendes en tilnærming med 5 graders intervaller – noe som vurderes til å gi tilstrekkelig nøyaktighet.



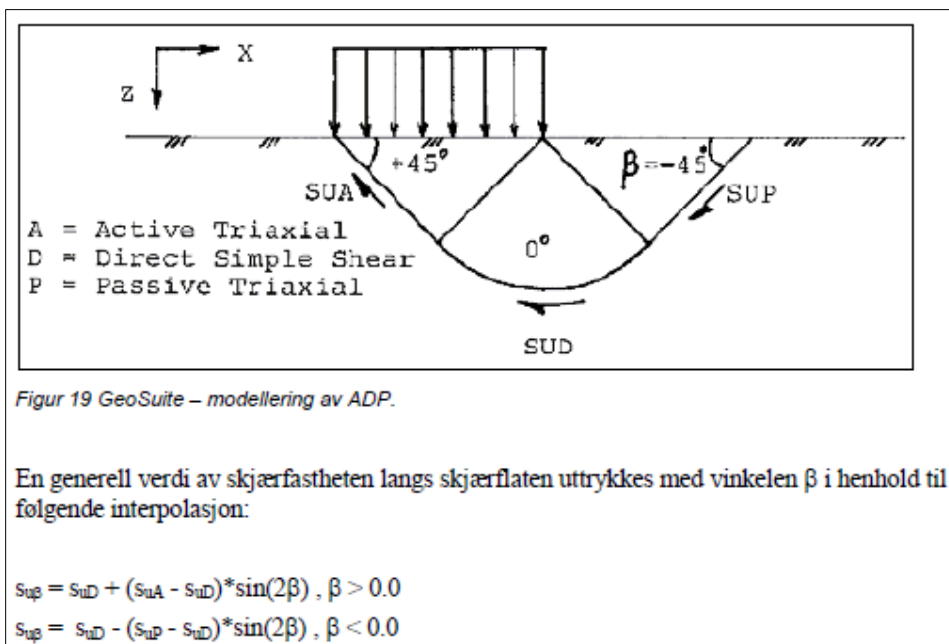
Figur 10.1 Tilnærmet ADP modell for SLIDE med 5 graders intervaller.

Eksempel på definisjon av anisotropifunksjon i SLIDE for en bløt til middelsfast leire med  $SuA = 32$  kPa og ADP faktorer 0,63 / 0,35 og bruddretning fra høyre mot venstre fremgår av Figur 10.2. Som det fremgår er det utenom gyldighetsintervallet til Geosuite sin ADP modell som rekker fra  $-45^\circ$  til  $45^\circ$ , benyttet  $Su\beta$  svarende til hhv.  $-45^\circ$  og  $45^\circ$ .



Figur 10.2 Eksempel på anisotropifunksjon i SLIDE, utklipp av materialedefinisjon

Geosuite sin metode for modellering av ADP forhold fremgår av Figur 10.3.



Figur 19 GeoSuite – modellering av ADP.

En generell verdi av skjærfastheten langs skjærflaten uttrykkes med vinkelen  $\beta$  i henhold til følgende interpolasjon:

$$s_{u\beta} = s_{uD} + (s_{uA} - s_{uD}) * \sin(2\beta), \beta > 0.0$$

$$s_{u\beta} = s_{uD} - (s_{uD} - s_{uP}) * \sin(2\beta), \beta < 0.0$$

Figur 10.3 Geosuite modellering av ADP forhold, utklipp av manual

Valg av ADP-faktorer er gjort i henhold til tabell 1 i NIFS rapport 14/2014 ref. [9] der ADP-faktorer bestemmes på grunnlag av målt  $I_p$ .  $I_p$  har blitt målt til å ligge mellom 2,2%-14% for leirene i prosjektområdet.  $I_p$  for leirer som klassifiseres som kvikkleire har blitt målt til å være under 10%. Det har blitt valgt å anta følgende ADP-faktorer for alle leirene i prosjektområdet for utførte stabilitetsberegninger:  $c_{uD}/c_{uC}=0,63$  og  $c_{uE}/c_{uC}=0,35$ . Valgte ADP-faktorer vil være på den sikre siden for enkelte leirer der  $I_p$  har blitt målt til å være over 10%. Det forventes imidlertid å være av liten



betydning i stabilitetsberegningene ettersom  $I_p$  ligger relativt nære 10% for leirene som har  $I_p$  over 10%.

## 10.2 Resultater av stabilitetsberegninger

Utførte stabilitetsberegninger er vist i vedlegg C og resultatene er oppsummert i Tabell 10.1. Beregningene indikerer at kartlagte faresoner står med lav stabilitet med unntak av faresone O2. Stabilitetsberegningene viser også at det er udrenert situasjon som er mest kritisk for områdestabiliteten.

I snitt C viser grunnundersøkelser fra borpunkt E5 og N10 at leiren har en høyere skjærstyrke på toppen av skråningen sammenlignet med i bunnen av skråningen. For å undersøke betydningen av overgangen mellom leiren i borpunkt E5 og N10 har ulike overganger blitt modellert i stabilitetsberegningene. I vedlegg C side C3 har det blitt lagt inn et leirlag under skråningen med skjærstyrke på 200 kPa helt til venstre som reduseres gradvis til 50 kPa mot høyre. I beregningen vist på side C4 i vedlegg C har det blitt lagt inn et lag med leire som har en skjærstyrke på 125 kPa som er et gjennomsnitt av styrken til leiren i borpunkt E5 og N10. Det ble også utført en beregning der det er en direkte og plutselig overgang mellom leiren i borpunkt E5 og N10. Stabilitetsberegningene viser at det utgjør liten forskjell hvordan overgangen mellom de to leirene blir modellert. Alle beregningene indikerer lav stabilitet langs snitt C.

Det har blitt antatt hydrostatisk poretrykk i stabilitetsberegningene.

Tabell 10.1 Oppsummering av resultater fra utført stabilitetsberegninger

Snitt	Analysemetode	Sikkerhetsfaktor	Referanse	Merknad
B	Totalspenningsanalyse	1,10	Vedlegg C side C1	Brudd i faresone O1
B	Effektivspenningsanalyse	1,31	Vedlegg C side C2	Brudd i faresone O1
C	Totalspenningsanalyse	1,08	Vedlegg C side C3	Brudd i faresone O1
C	Totalspenningsanalyse	1,01	Vedlegg C side C4	Brudd i faresone O1
C	Totalspenningsanalyse	1,06	Vedlegg C side C5	Brudd i faresone O1
C	Effektivspenningsanalyse	1,25	Vedlegg C side C6	Brudd i faresone O1
C	Totalspenningsanalyse	2,27	Vedlegg C side C7	Brudd i faresone O2
C	Effektivspenningsanalyse	3,32	Vedlegg C side C8	Brudd i faresone O2
D	Totalspenningsanalyse	1,09	Vedlegg C side C9	Brudd i faresone O4
D	Totalspenningsanalyse	1,47	Vedlegg C side C10	Brudd i faresone O3
D	Effektivspenningsanalyse	1,88	Vedlegg C side C11	Brudd i faresone O4
D	Effektivspenningsanalyse	1,96	Vedlegg C side C12	Brudd i faresone O3
E	Totalspenningsanalyse	1,01	Vedlegg C side C13	Brudd i faresone O4
E	Totalspenningsanalyse	1,13	Vedlegg C side C14	Brudd i faresone O3
E	Effektivspenningsanalyse	1,40	Vedlegg C side C15	Brudd i faresone O4
E	Effektivspenningsanalyse	1,33	Vedlegg C side C16	Brudd i faresone O3

## 11 STABILISERENDE TILTAK

Siden fare for områdeskred kan utelukkes for Holmen boligfelt ifølge NVE veileder 1/2019 [1], er det ikke nødvendig å utføre stabiliserende tiltak for å sikre Holmen boligfelt for områdeskred.

Det påpekes at det finnes en rekke eksisterende bebyggelse innenfor faresonene som er kartlagt i forbindelse med denne områdestabilitetsutredningen. Dersom det skulle vurderes å utføre stabiliserende tiltak i kartlagte faresoner av hensyn til eksisterende bebyggelse, anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser vil kunne tilføre mer informasjon om utbredelse, dybde og egenskaper til sprøbruddmateriale. Denne informasjonen kan potensielt friskmelde eller innsnevre faresonene, men vil også gi et bedre grunnlag for dimensjonering av stabiliserende tiltak.



## 12 KONKLUSJON

Det er påvist kvikkleire i skråninger som oppfyller NVE sine kriterier for mulig skredfarlig terreng og det vil derfor være risiko for områdeskred og kravene til utredning i henhold til NVE veileder 1/2019 [1] gjelder.

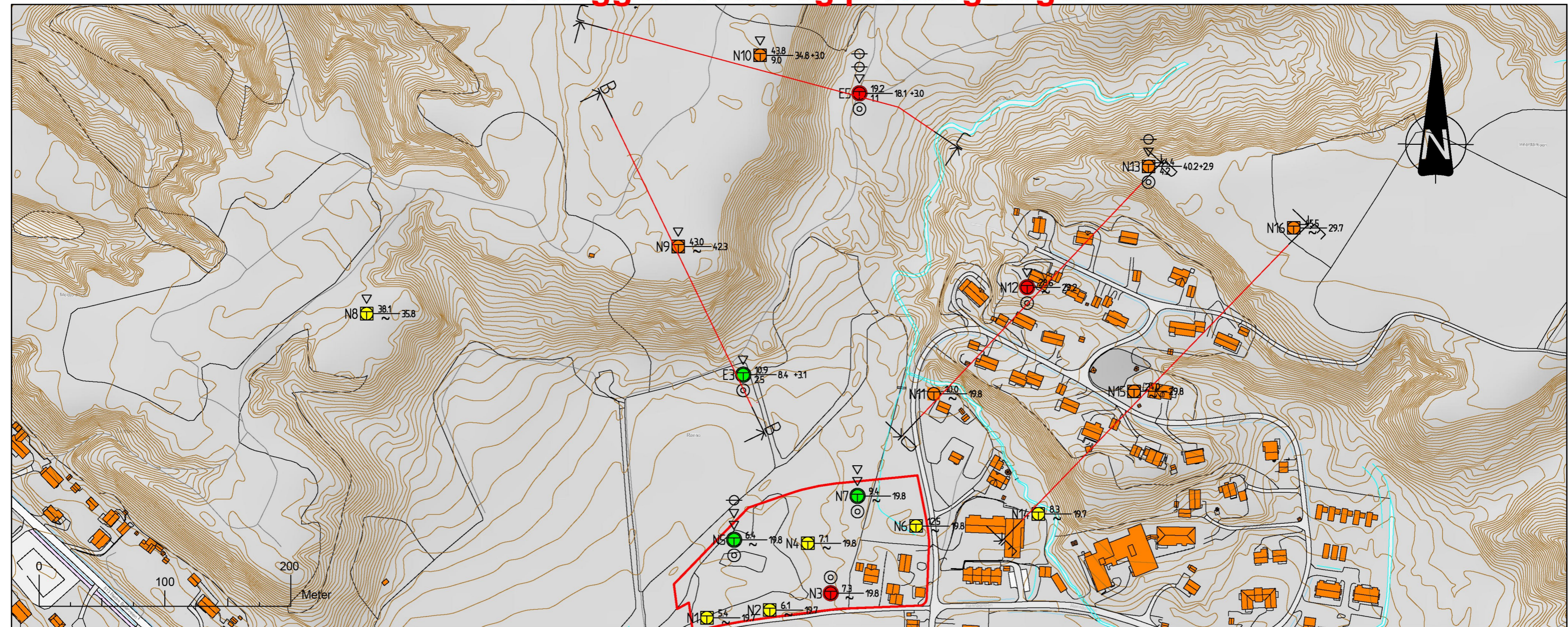
Det er identifisert 4 faresoner for områdeskred i forbindelse med utredning av områdestabilitet for Holmen boligfelt. Faresonene har blitt klassifisert til lav og middels faregrad. Grunnet dyp beliggenhet av kvikkleirelag som har blitt påvist med utførte grunnundersøkelser har relevant skredmekanisme blitt vurdert til å være rotasjonskred. Det vurderes at Holmen boligfelt ikke ligger innenfor en faresone for løsneområde eller faresone for utløpsområde, og det konkluderes dermed med at kravene til sikkerhet mot områdeskred gitt i NVE veileder 1/2019 [1] er oppfylt og dokumentert i denne rapporten.

## 13 REFERANSER

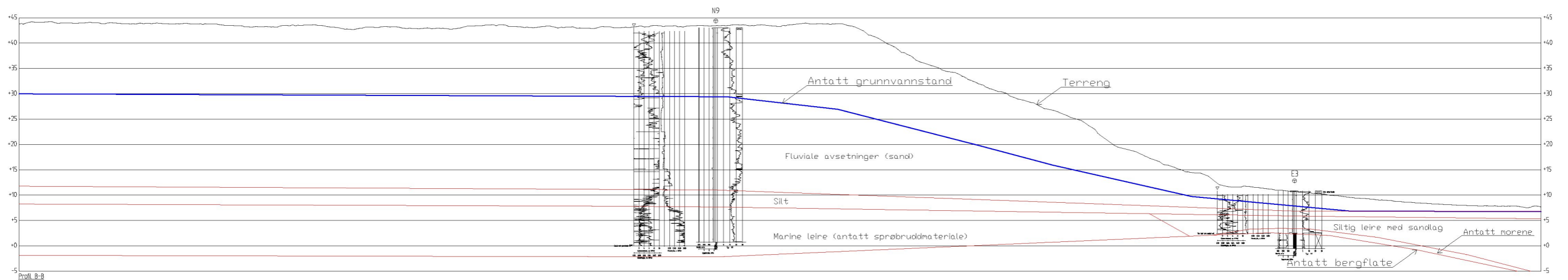
- [1] NVE Veileder 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, NVE, 2020.
  - [2] «Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK 17),» Kommunal og moderniseringsdepartementet, 2017.
  - [3] Veileder 2, Flaum- og skredfare i arealplaner, NVE, 2011.
  - [4] «Holmen Boligfelt, Beiarn kommune, Geoteknisk datarapport 22676 nr. 1,» Løvlien Georåd, 2023.
  - [5] N. Janbu, J. Nestvold, Ø. Røe og H. Sveian, «Geologi - geoteknikk. Leirras - årsaksforhold og rasutvikling,» Verdalsboka, Verdal kommune, 1993.
  - [6] Ekstern rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, NVE, 2020.
  - [7] «Melding nr. 11, Veiledning for prøvetaking,» Norsk geoteknisk forening, 2013.
  - [8] «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, Valg av karakteristisk cuA-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
  - [9] «NIFS rapport 14, Naturfareprosjekt Dp.6 Kvikkleire, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktor i prosjektering i norske leirer,» NVE, 2014.
-



# Vedlegg A - Plan- og profiltegninger

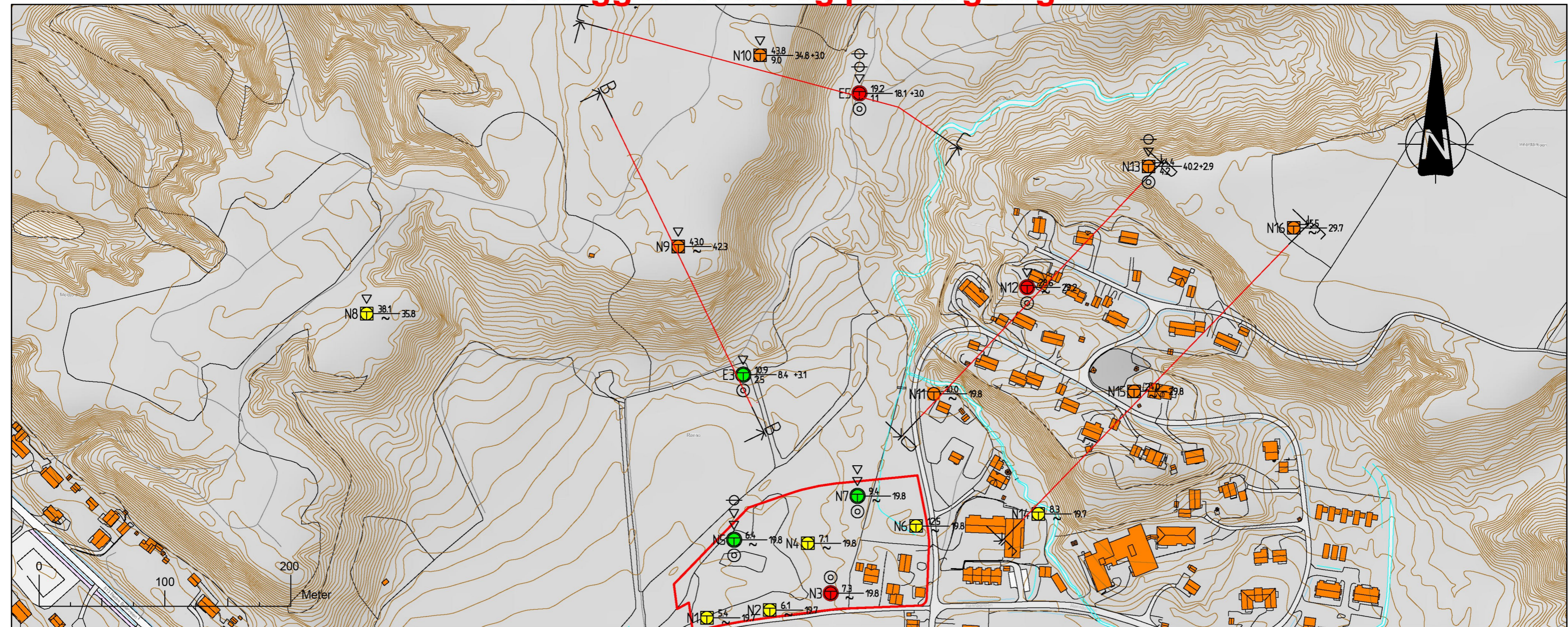


- Påvist sprøbruddmateriale
- Ikke sprøbruddmateriale
- Sannsynlig sprøbruddmateriale
- Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale

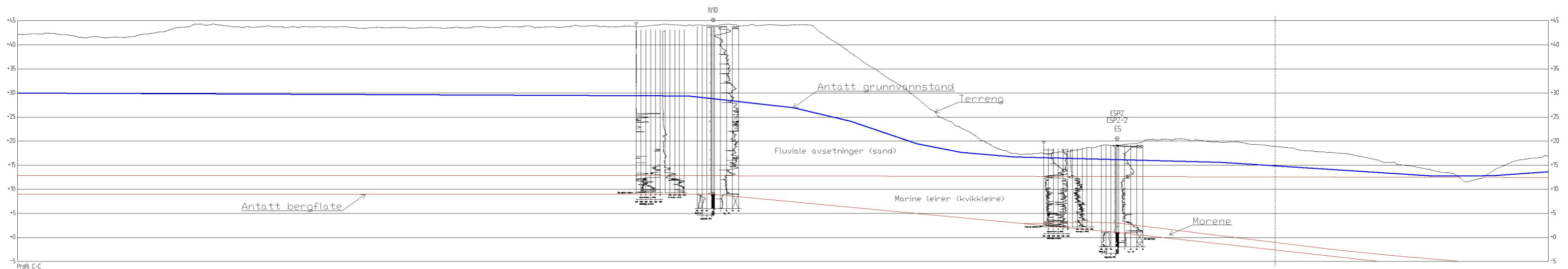




# Vedlegg A - Plan- og profiltegninger

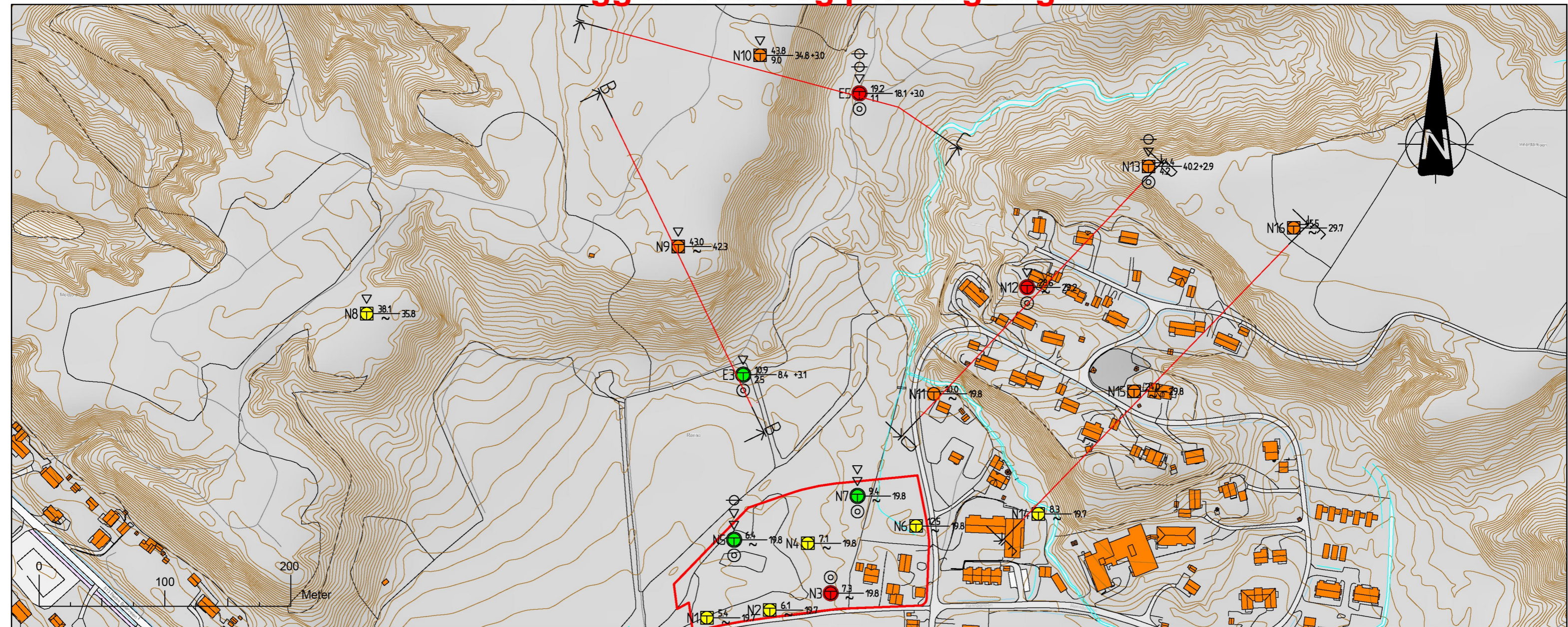


- Påvist sprøbruddmateriale
- Ikke sprøbruddmateriale
- Sannsynlig sprøbruddmateriale
- Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale

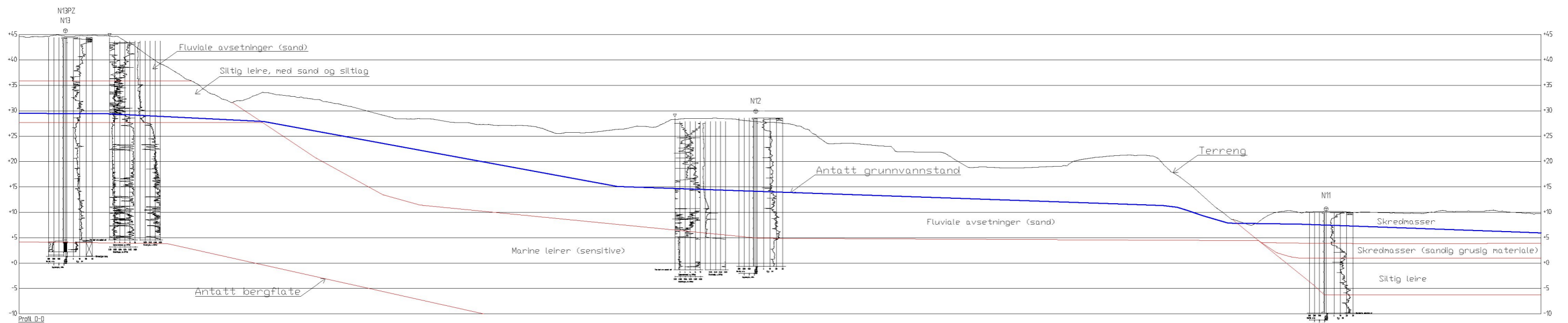




# Vedlegg A - Plan- og profiltegninger

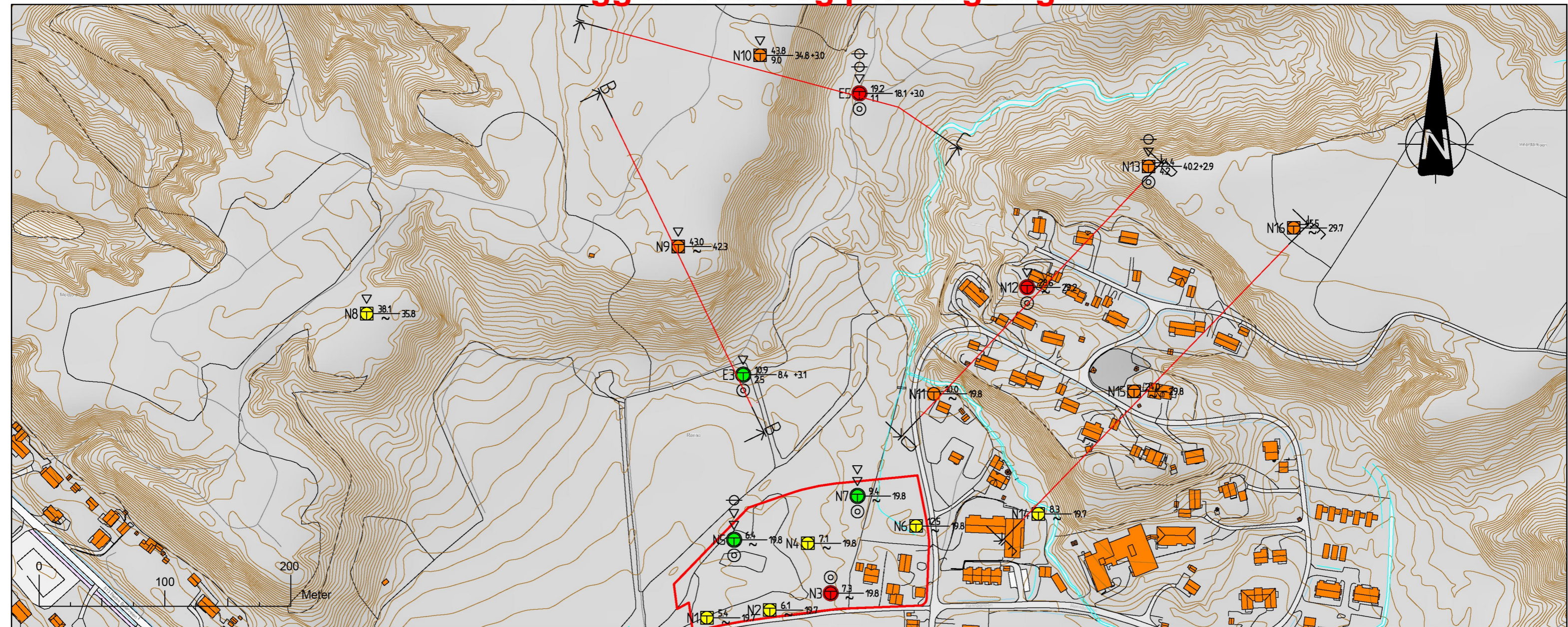


- Påvist sprøbruddmateriale
- Ikke sprøbruddmateriale
- Sannsynlig sprøbruddmateriale
- Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale

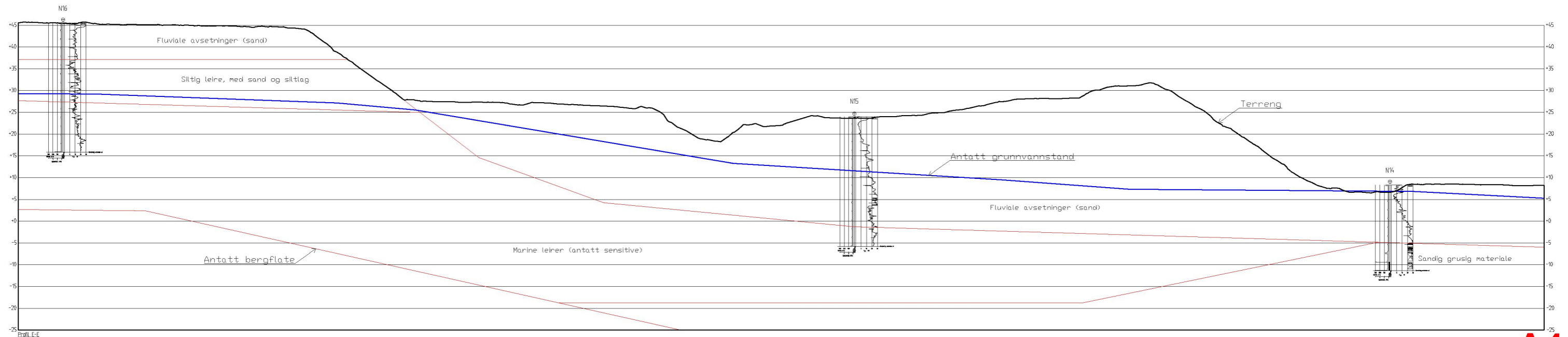




# Vedlegg A - Plan- og profiltegninger

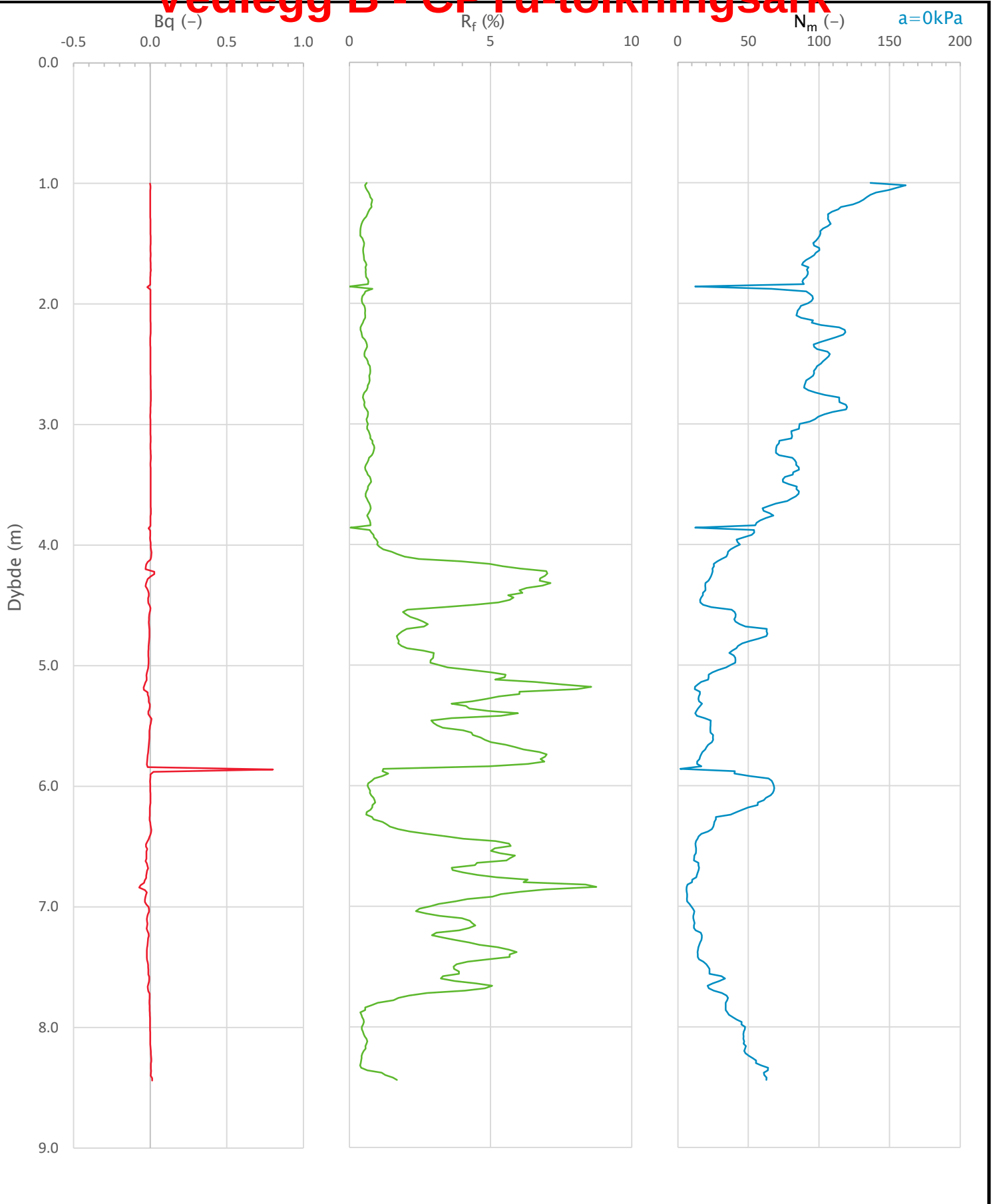



- Påvist sprøbruddmateriale
- Ikke sprøbruddmateriale
- Sannsynlig sprøbruddmateriale
- Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale





# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

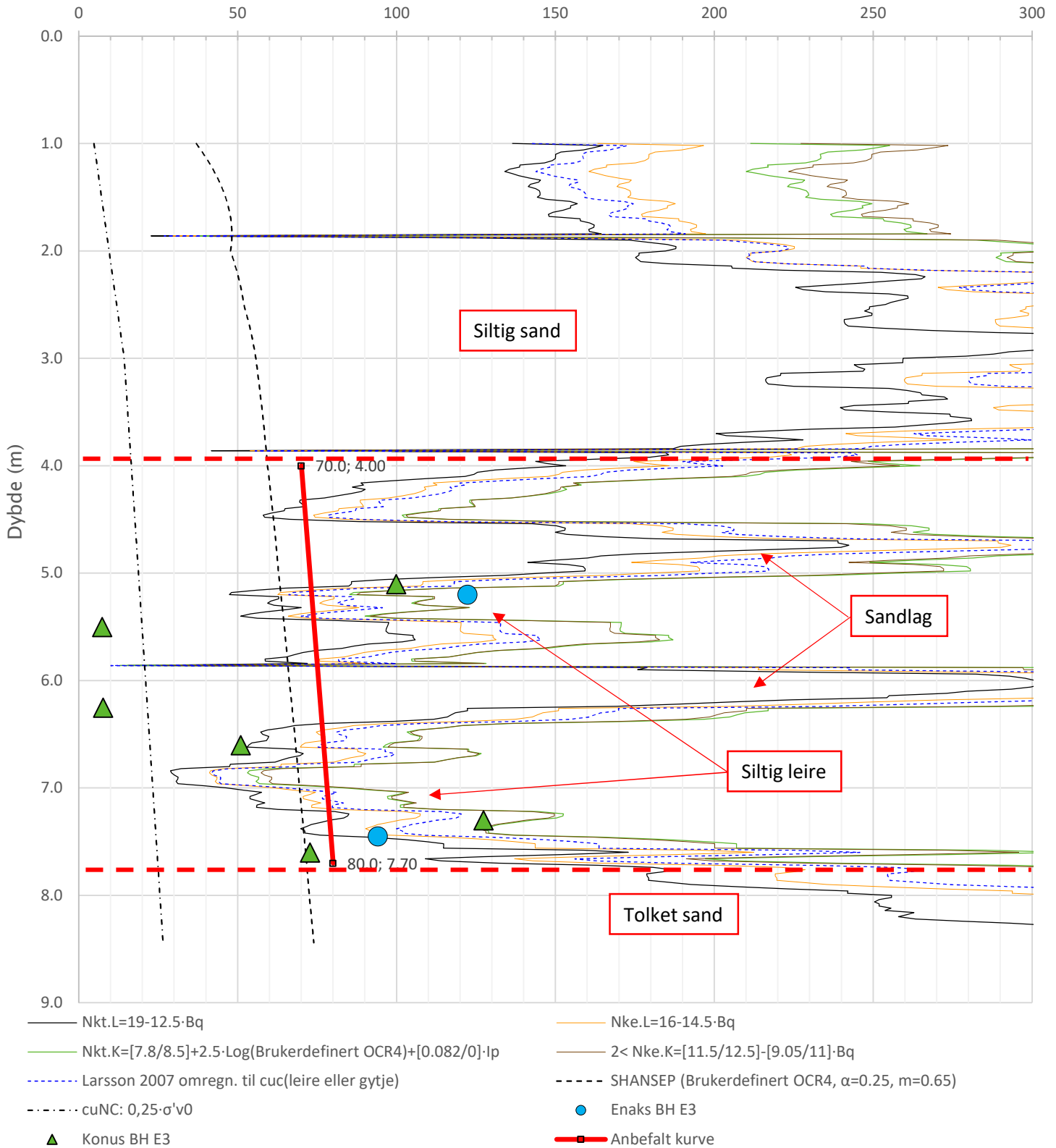



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +10.9
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E3</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	2	
Divisjon	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent		18.02.2023	Rev. dato	4

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Anisotropiforhold i figur:  
 Enaks BH E3:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.641$   
 Konus BH E3:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.641$

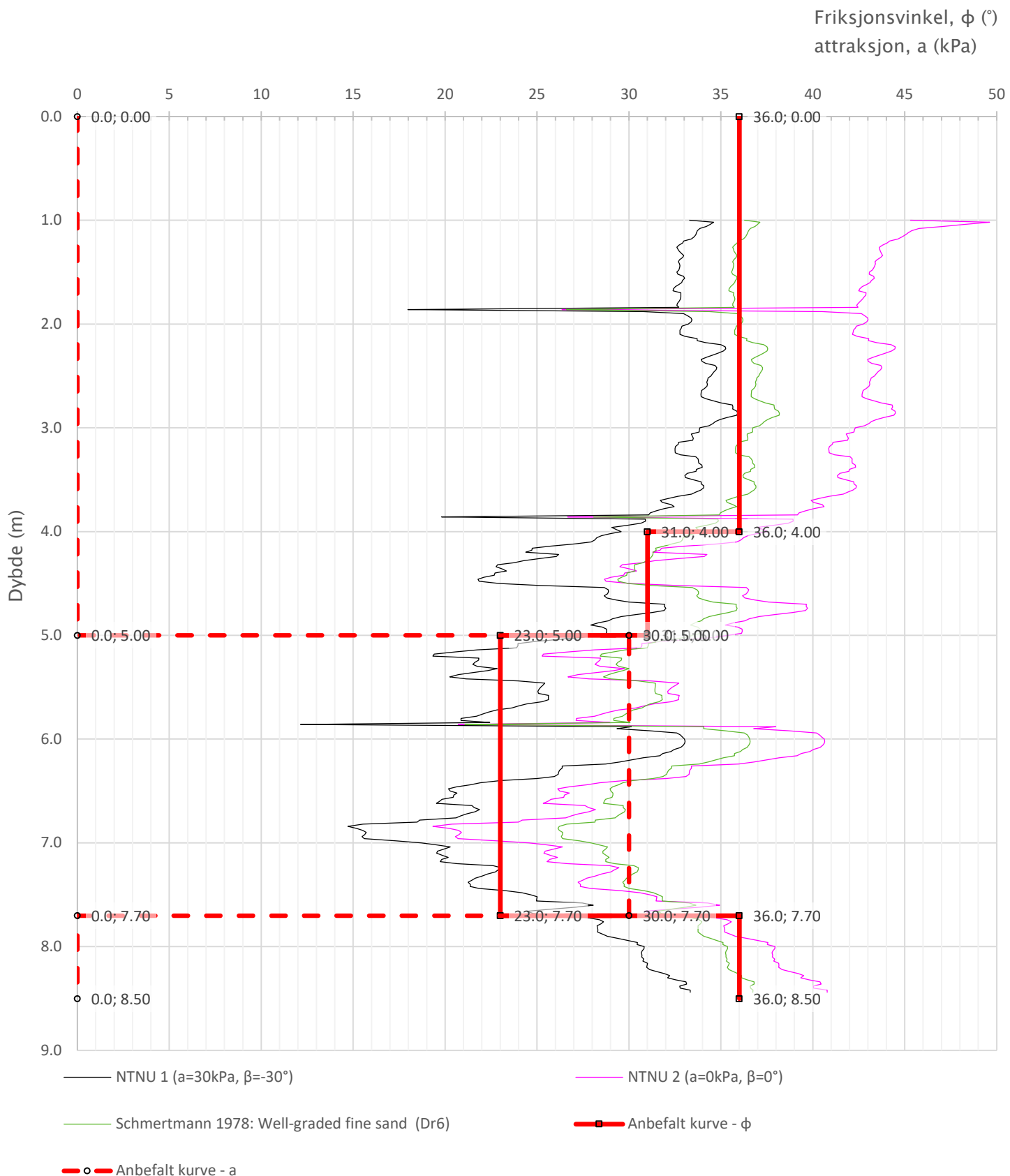
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull <b>E3</b>
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>2</b>
	Divisjon <b>Ekstern konsulent</b>	Dato sondering <b>18.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>5</b>

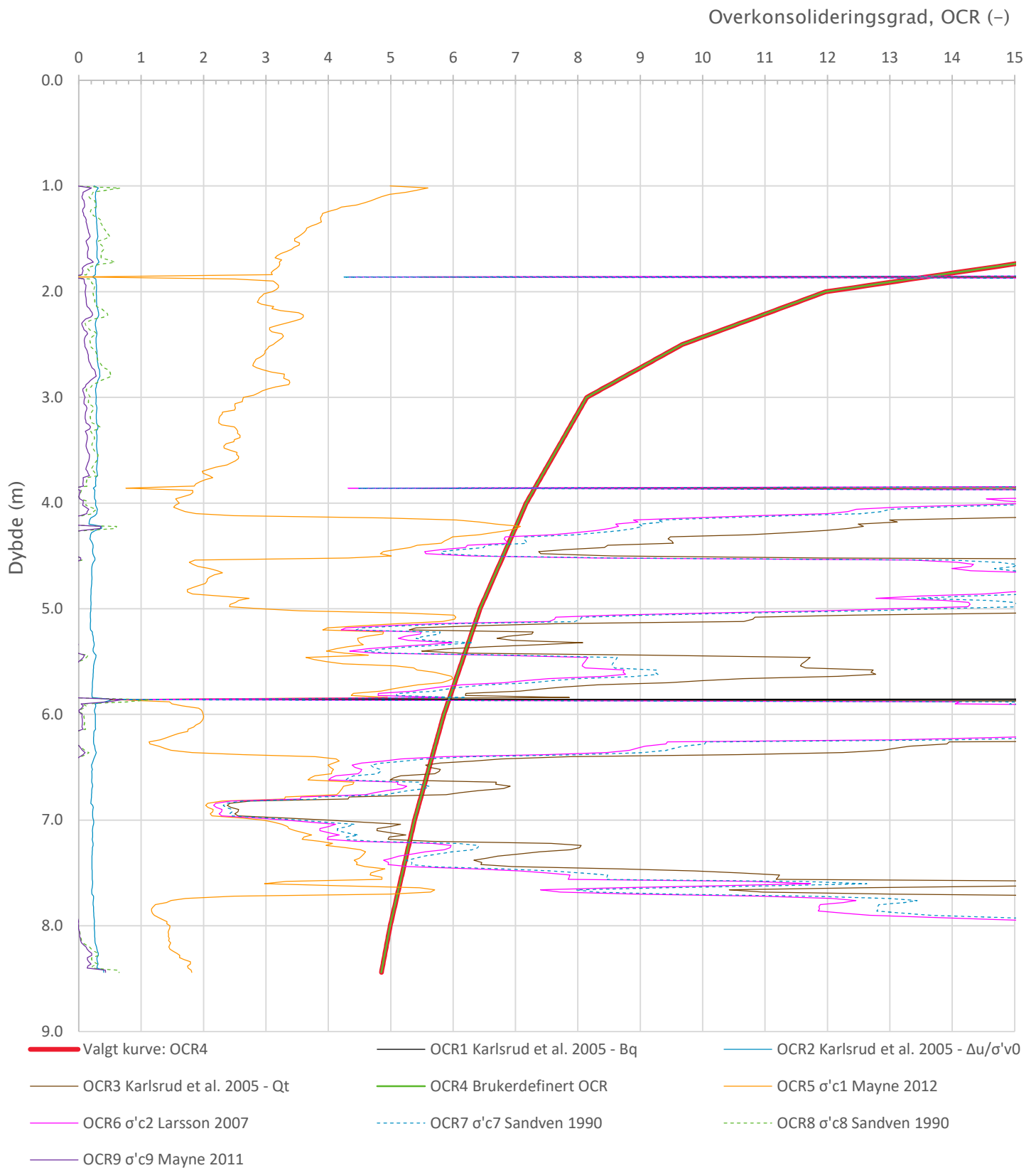



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +10.9
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E3</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	6
	Ekstern konsulent	18.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

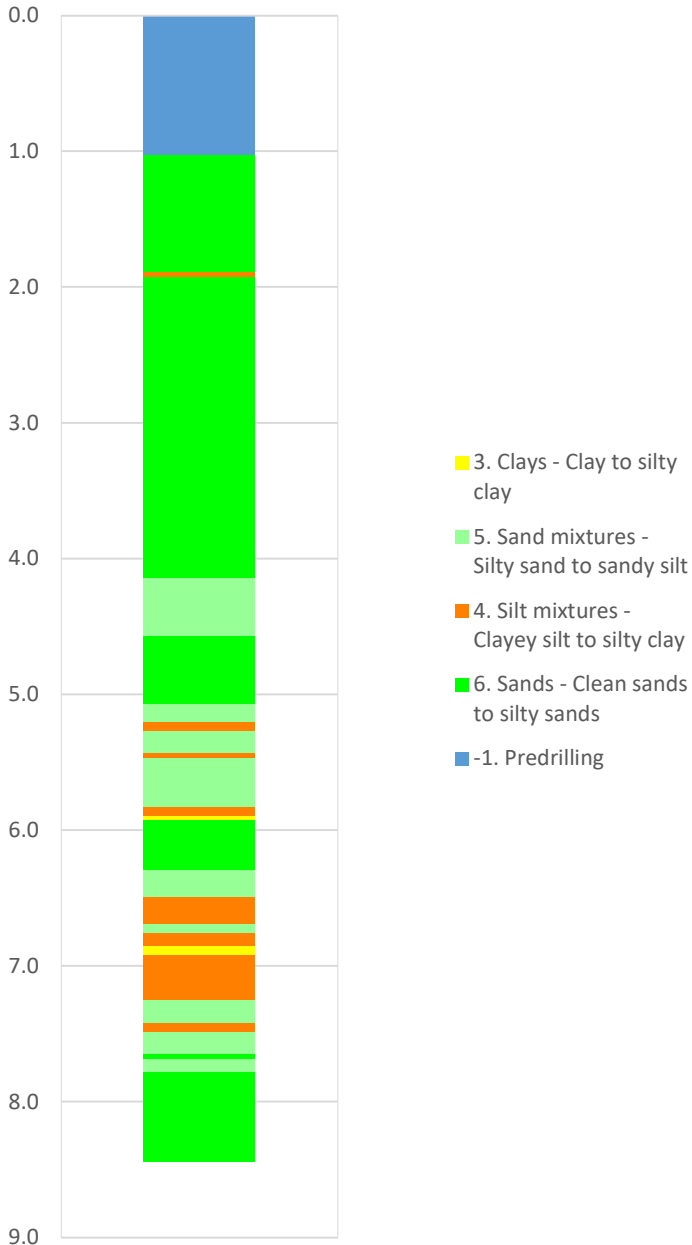


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +10.9
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E3</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	18.02.2023	Rev. dato		

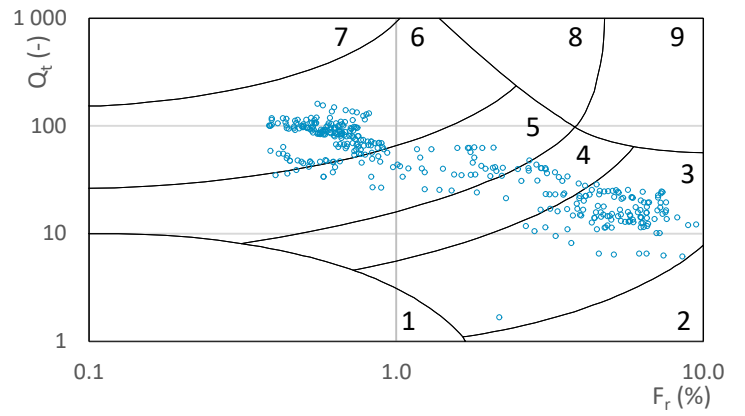
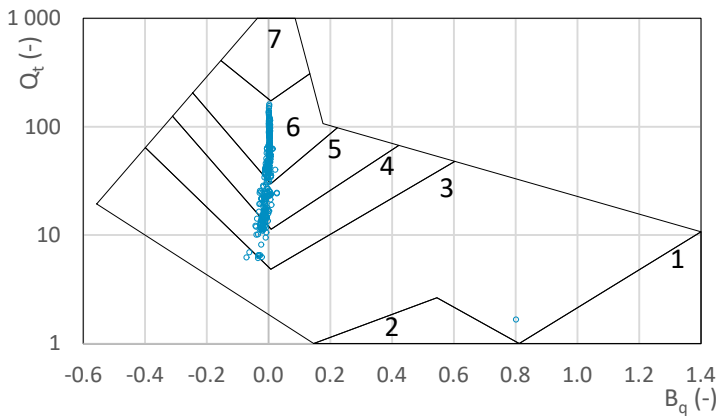
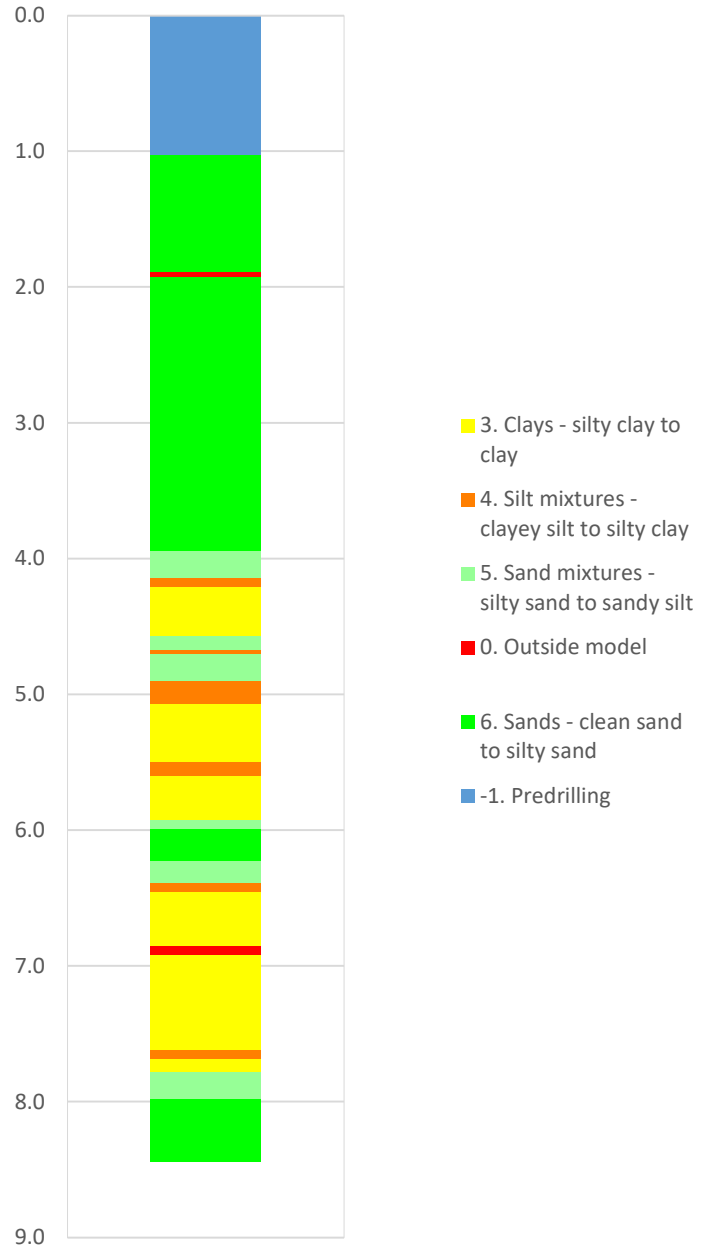



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



Robertson 1990 (Fr-Qt)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +10.9
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E3</b>	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	16
	Ekstern konsulent	18.02.2023	Rev. dato		

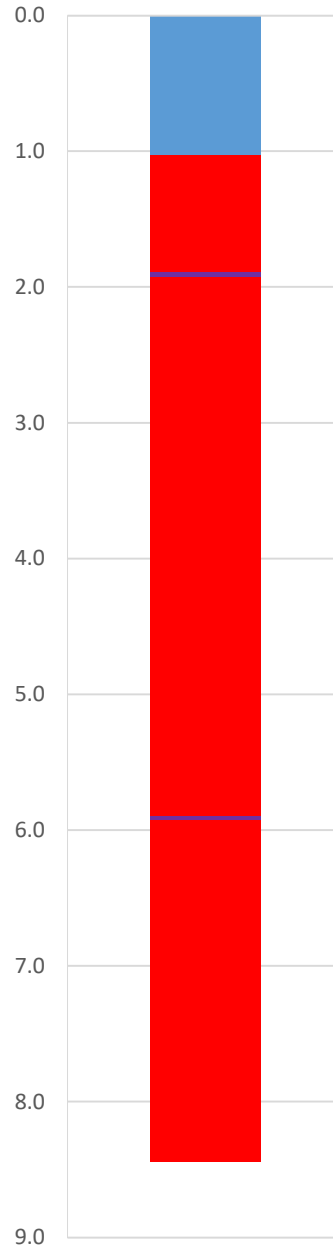
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

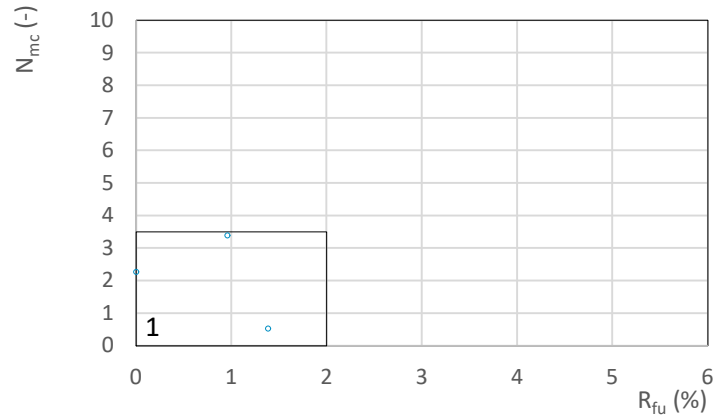
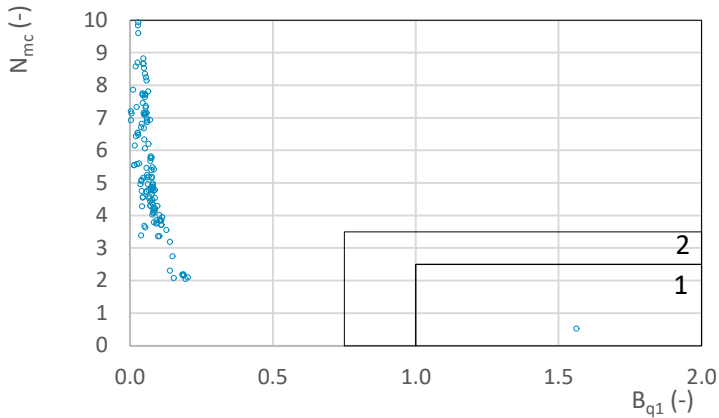
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)




- Sannsynlig kvikkleire
- 0. Outside model
- -1. Predrilling



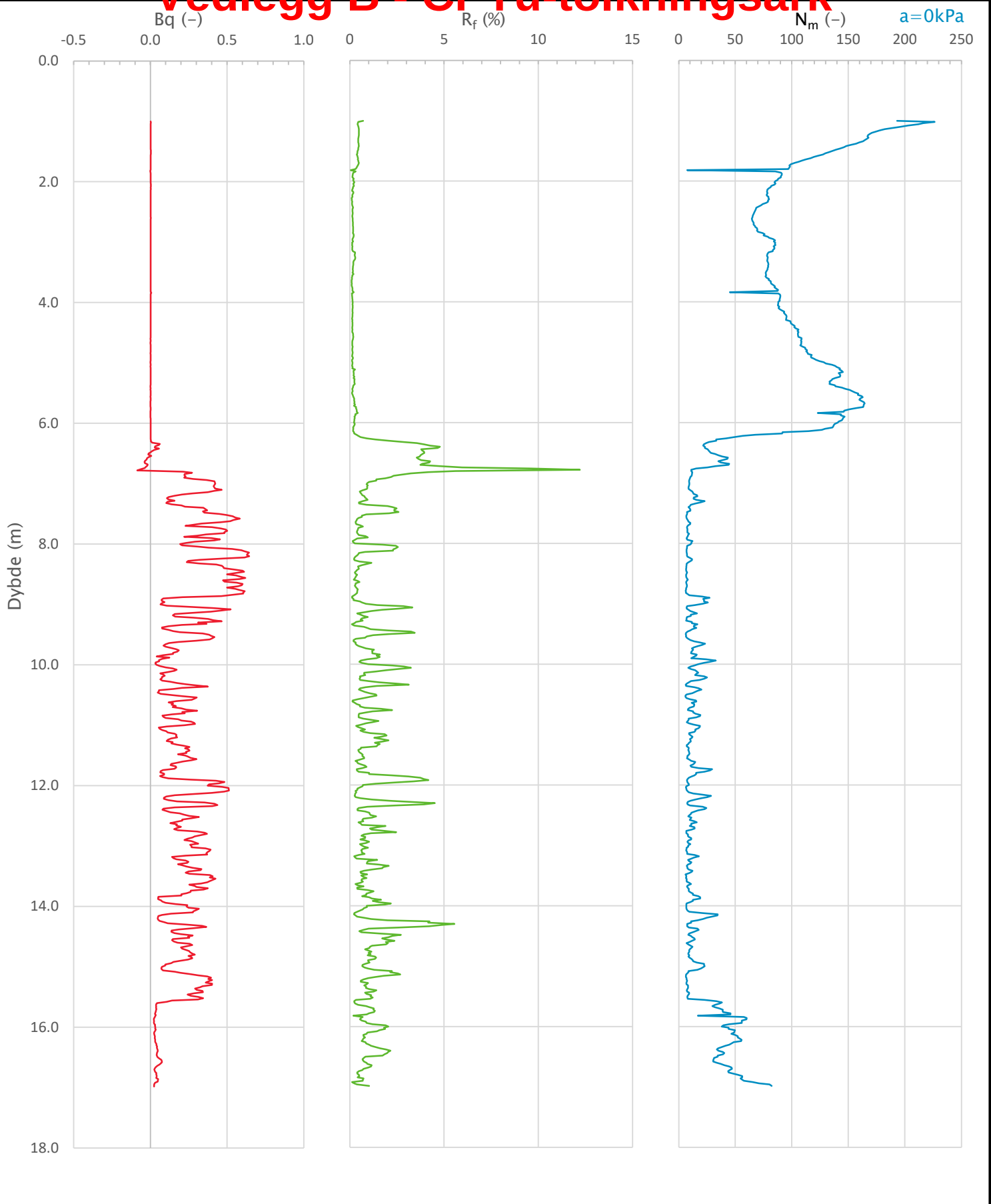
- Mulig sprøbruddmateriale
- 0. Outside model
- -1. Predrilling




Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +10.9
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E3</b>	
Innhold		Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondennummer	<b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>2</b>
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>21</b>
	Ekstern konsulent	18.02.2023	Rev. dato		



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull <b>E5</b> Kote +19.2
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>18.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>4</b>

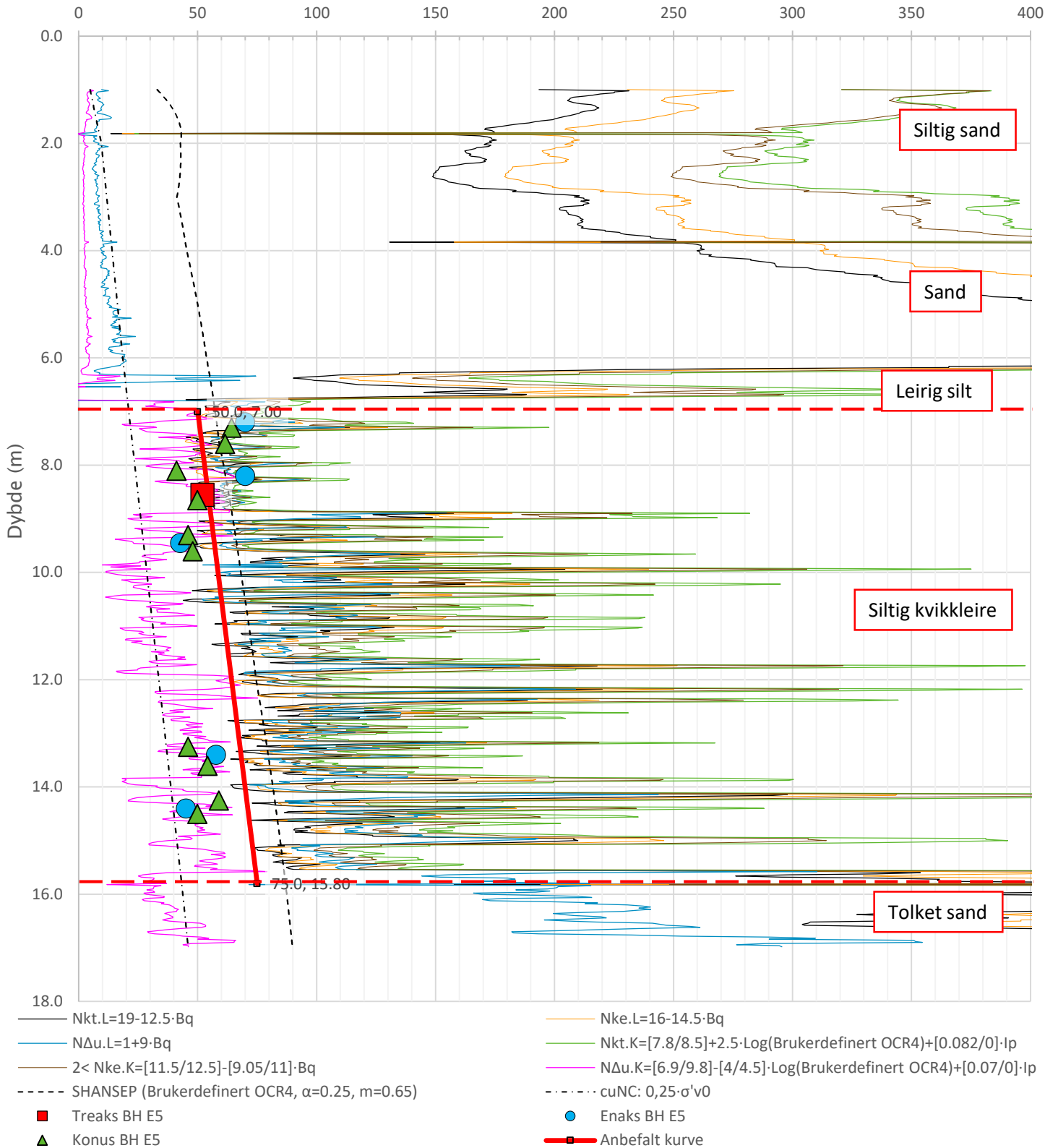
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH E5:  $c_{uC}/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH E5:  $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

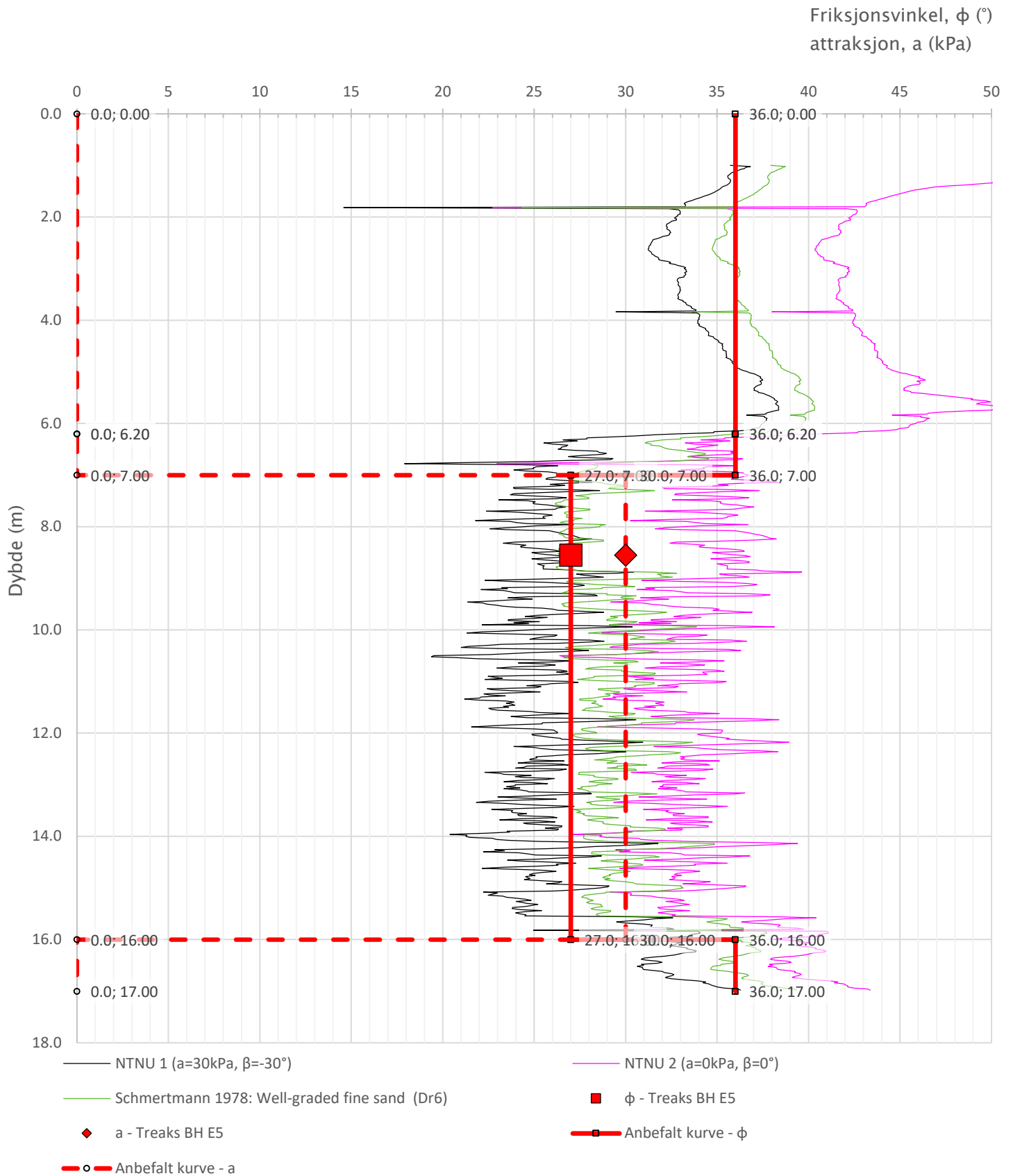
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)




Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E5</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		5
Utbygging	18.02.2023	Rev. dato			

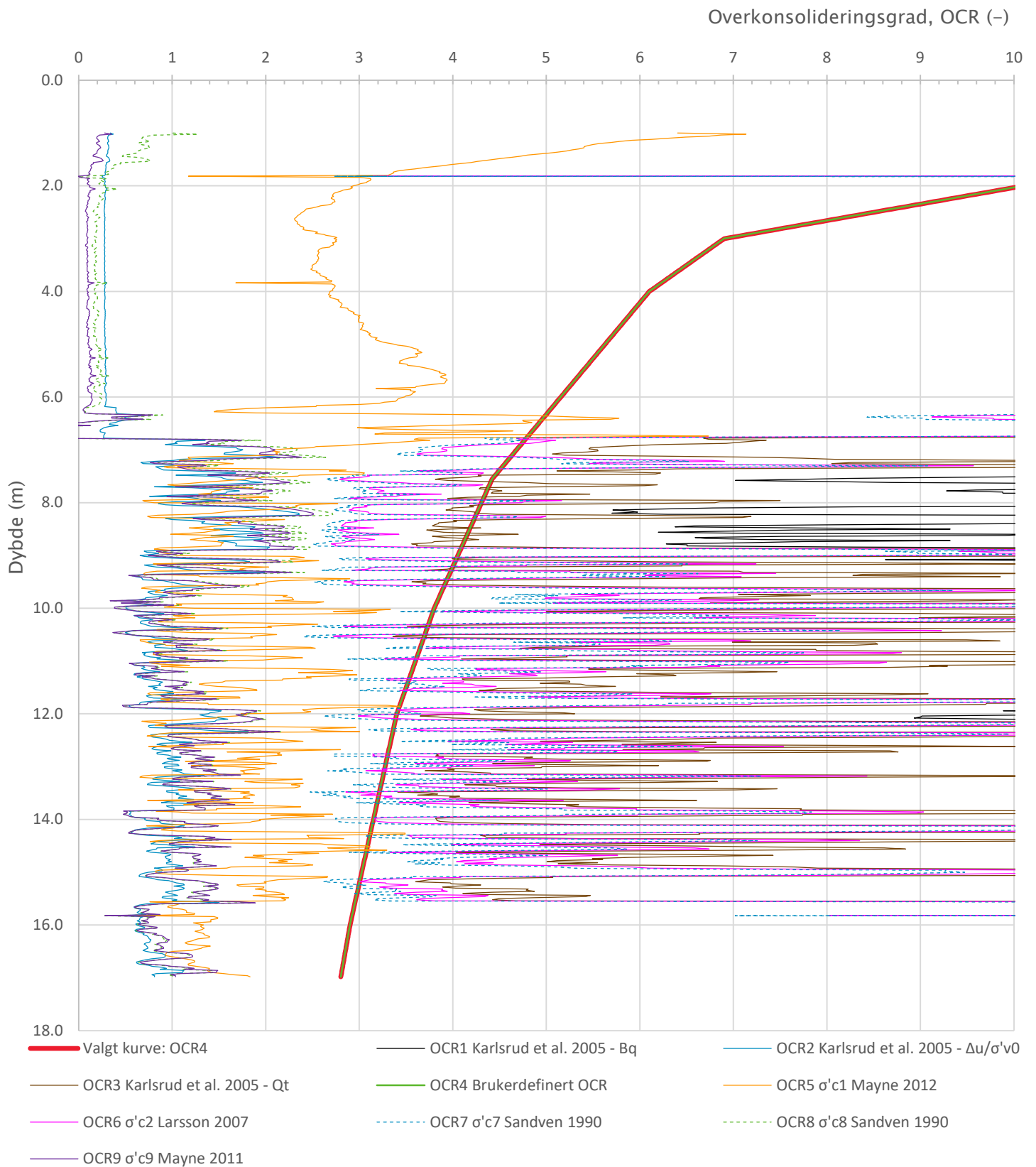



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E5</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		6
Utbygging	18.02.2023	Rev. dato			

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

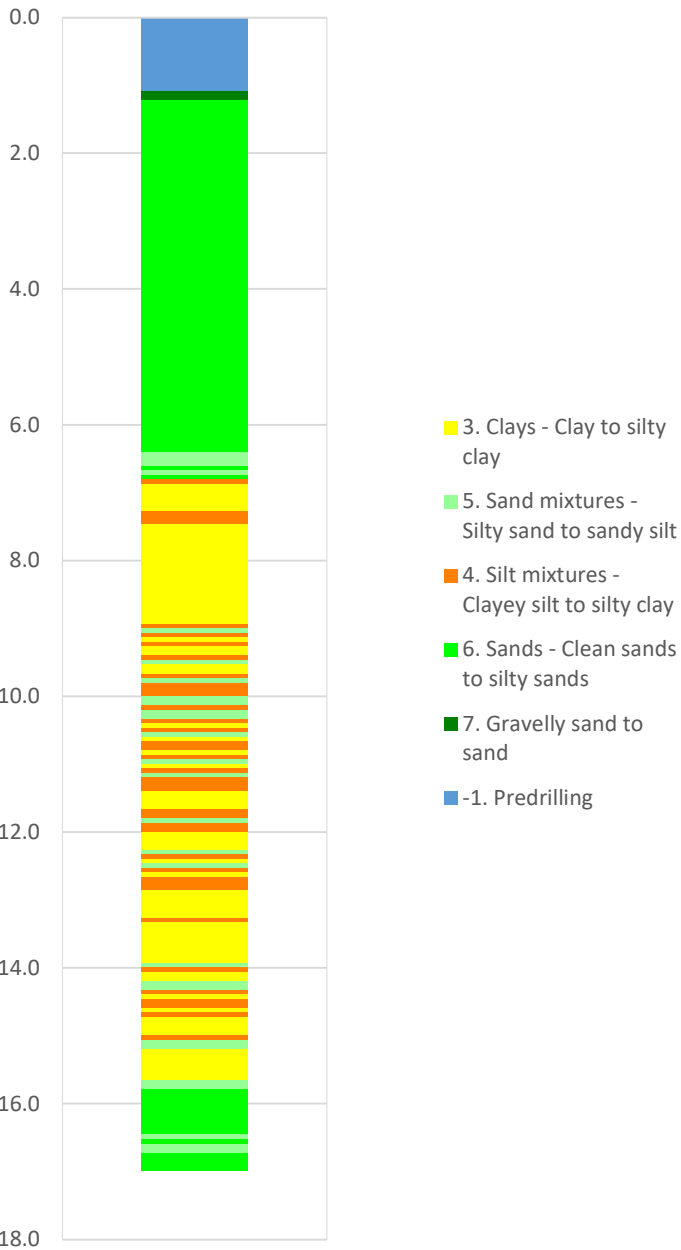


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>E5</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Utbygging	18.02.2023	Rev. dato		

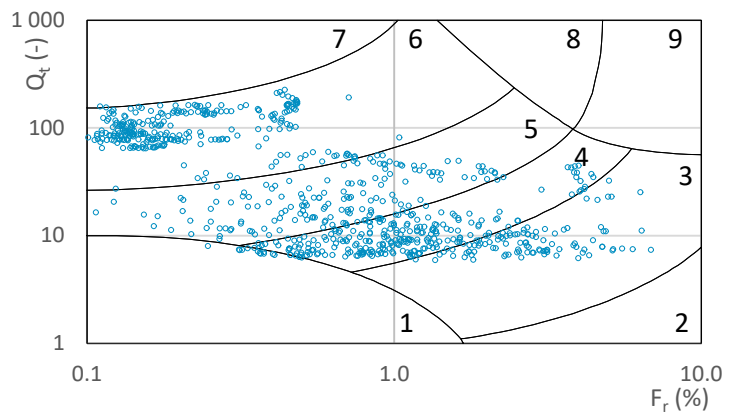
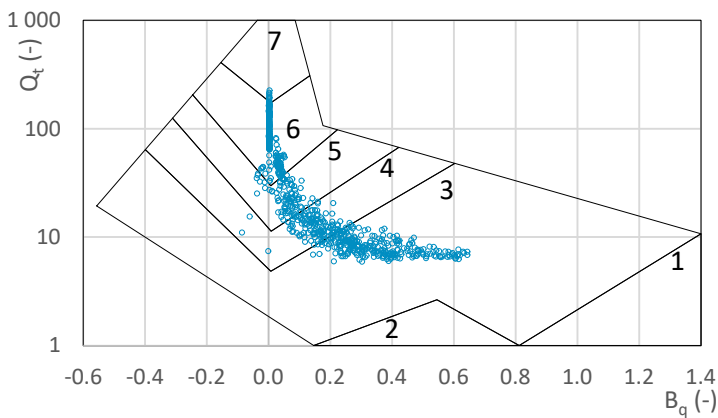
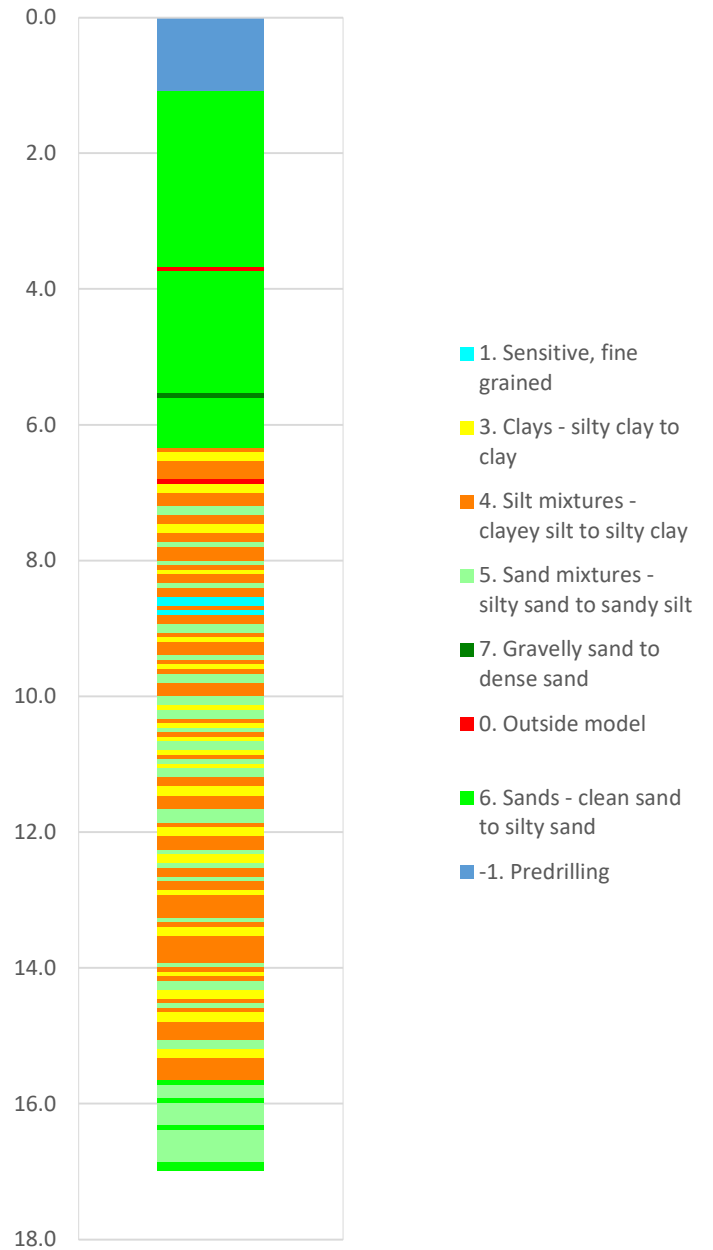



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



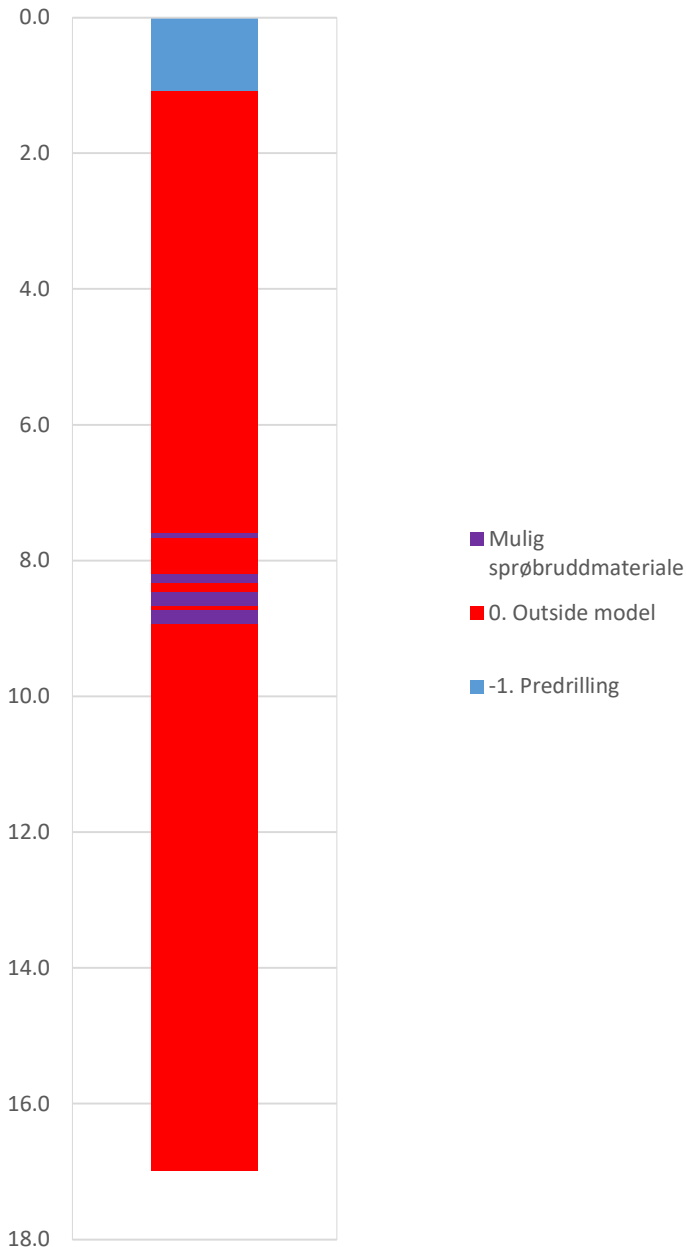
Robertson 1990 (Fr-Qt)



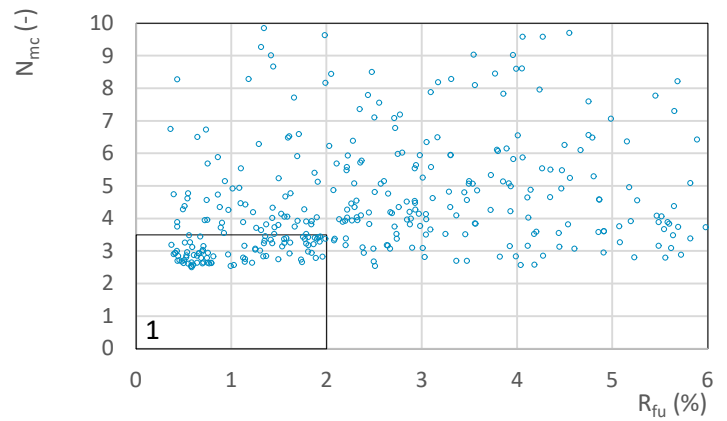
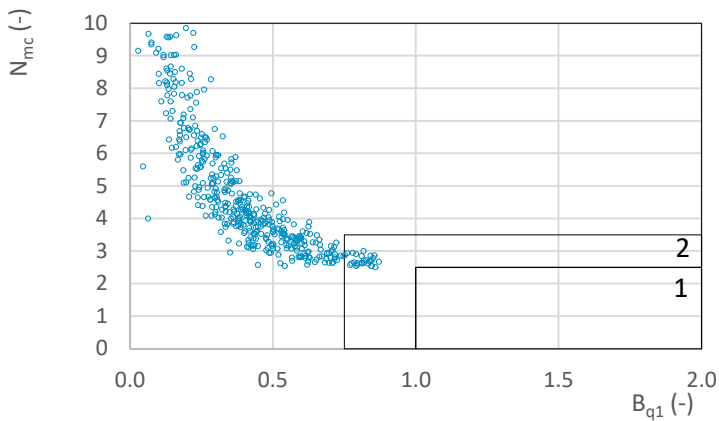
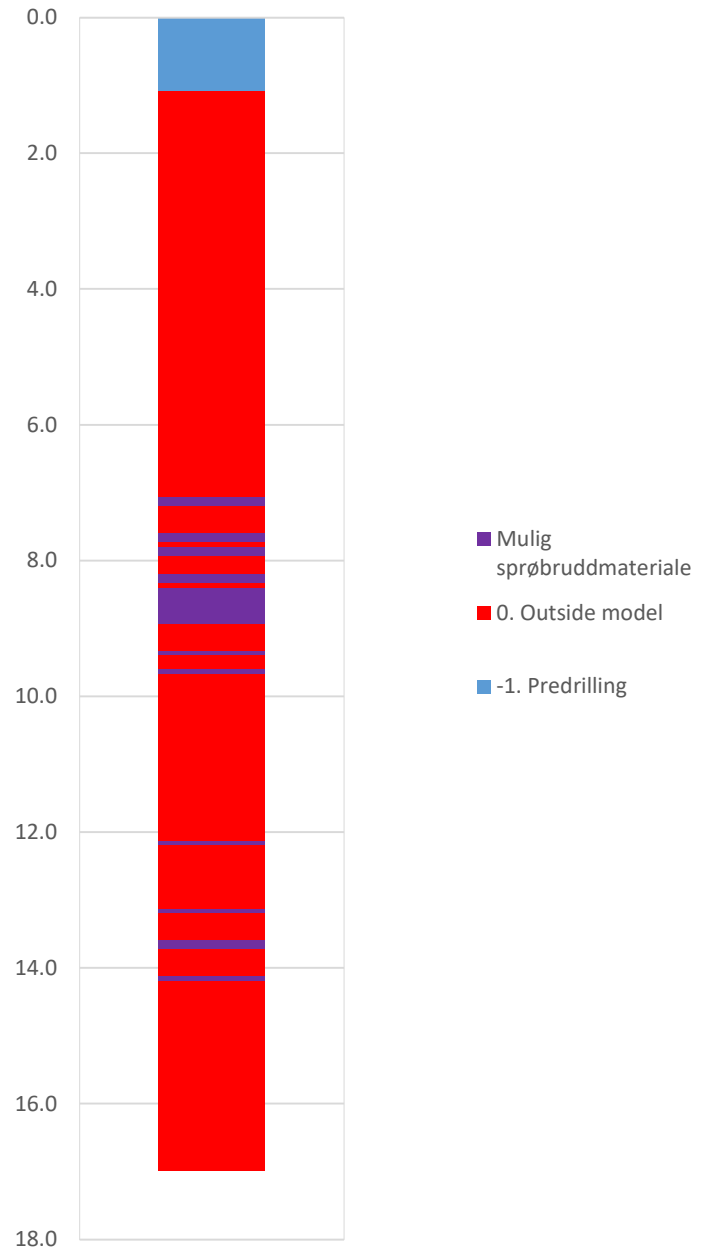
Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +19.2 <b>E5</b>
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990			Sondenummer <b>5310</b>		
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>		Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>18.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato		Figur <b>16</b>

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



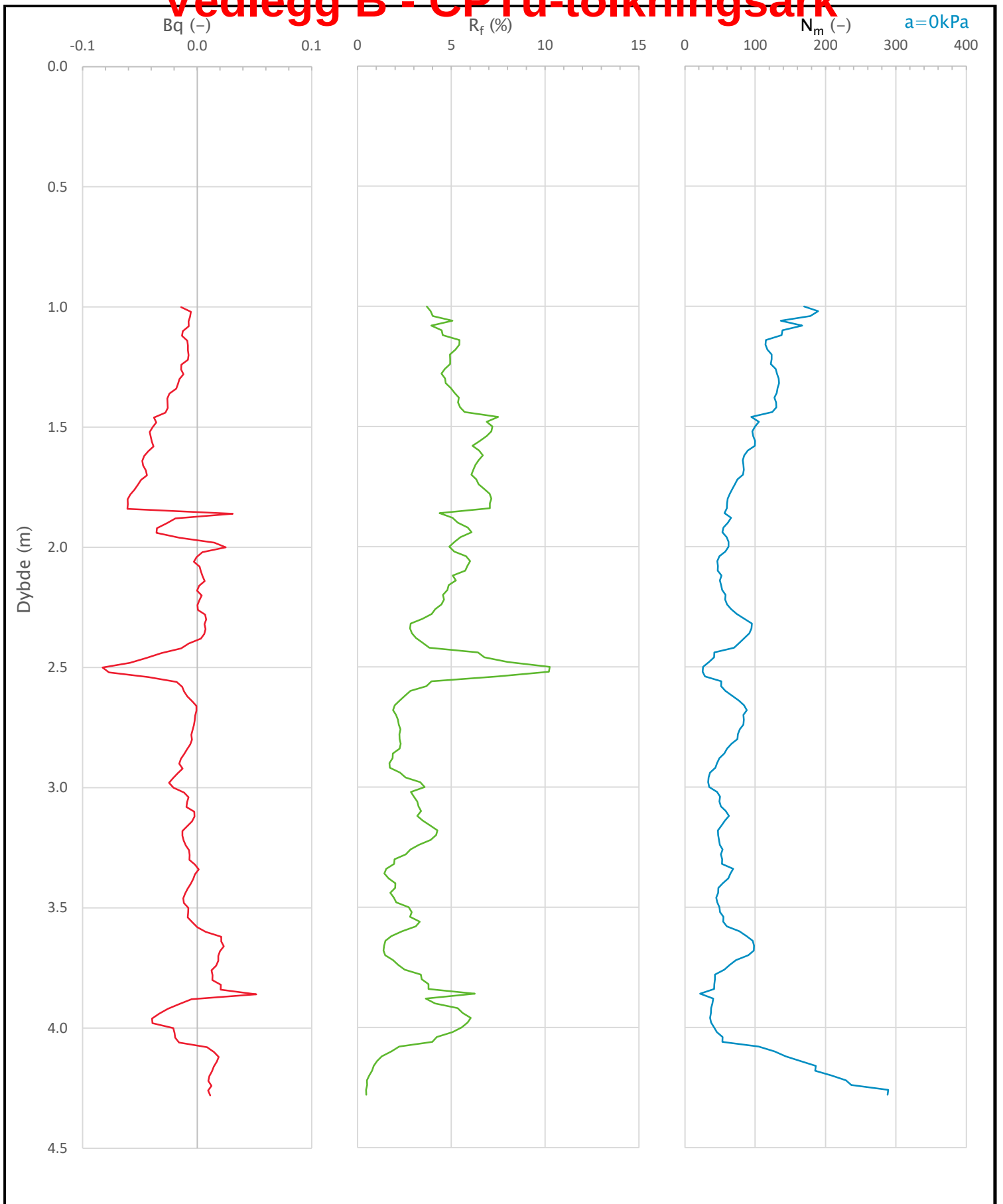
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)




Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull <b>E5</b> Kote +19.2
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer <b>5310</b>		
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>		Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>18.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato		Figur <b>21</b>



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



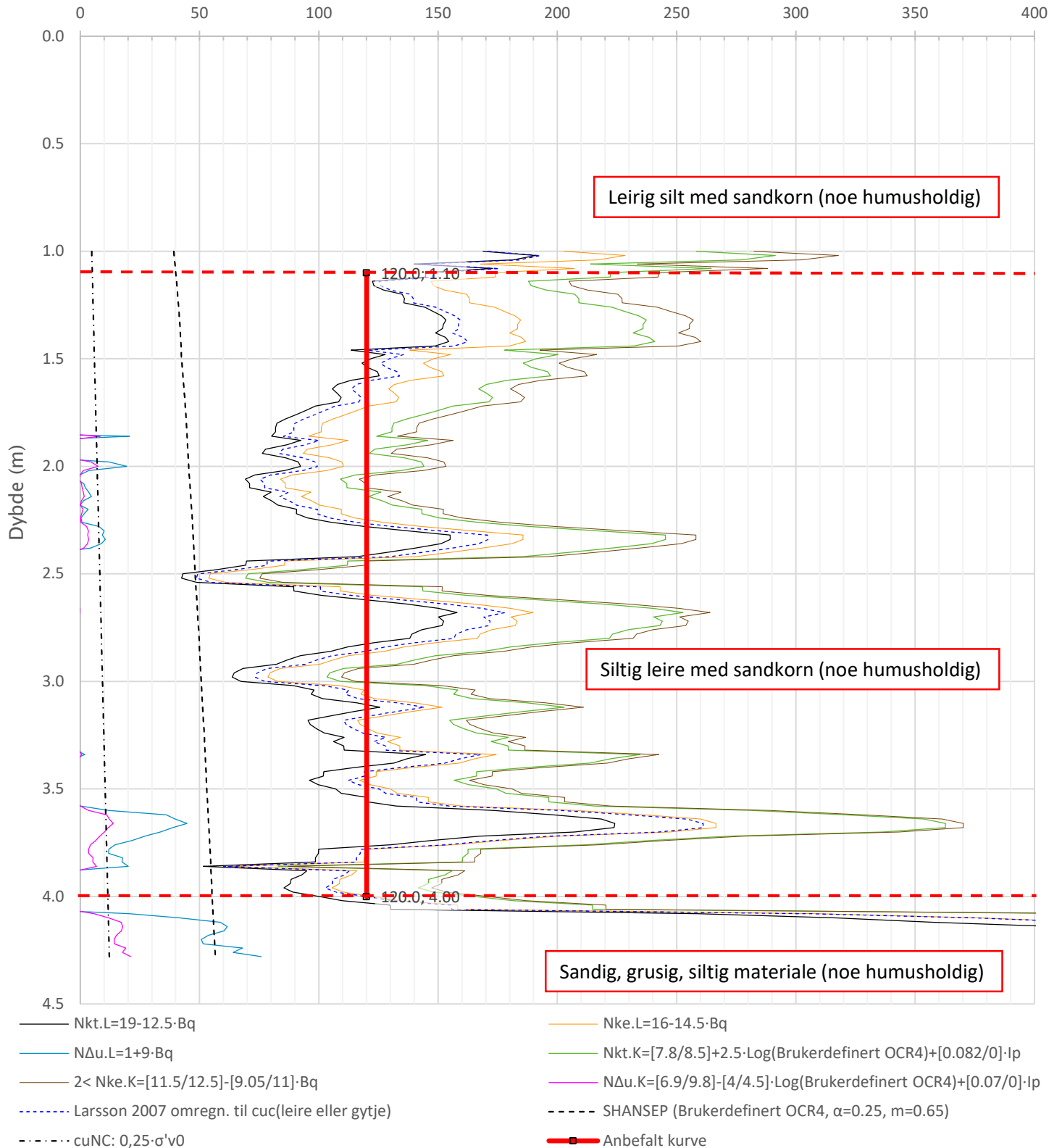
Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +6.4 <b>N5-1</b>
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>2</b>
	Divisjon <b>Ekstern konsulent</b>	Dato sondering <b>11.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>4</b>


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Anisotropiforhold i figur:

Konus BH N5-1:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.647$

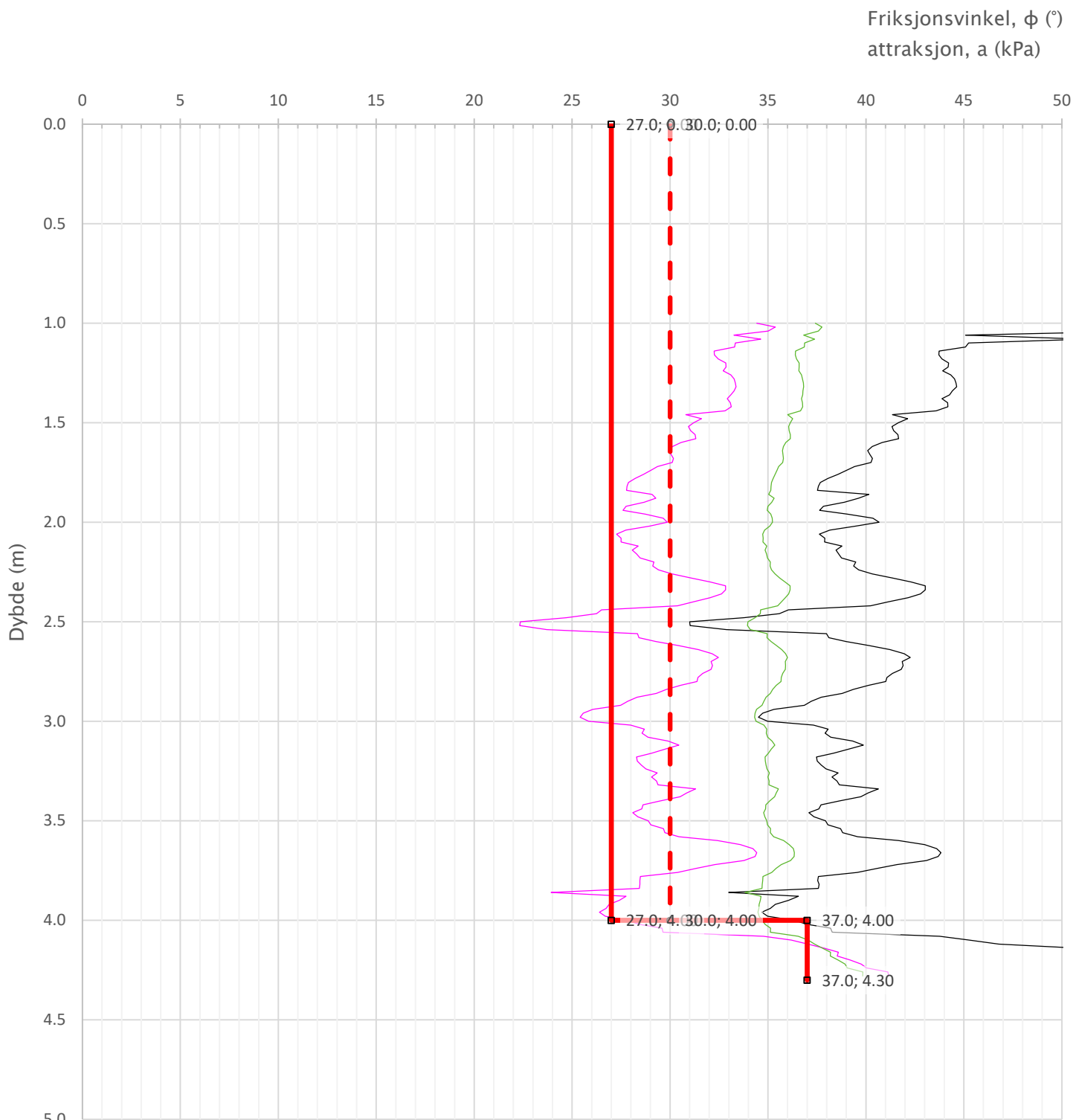
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato		



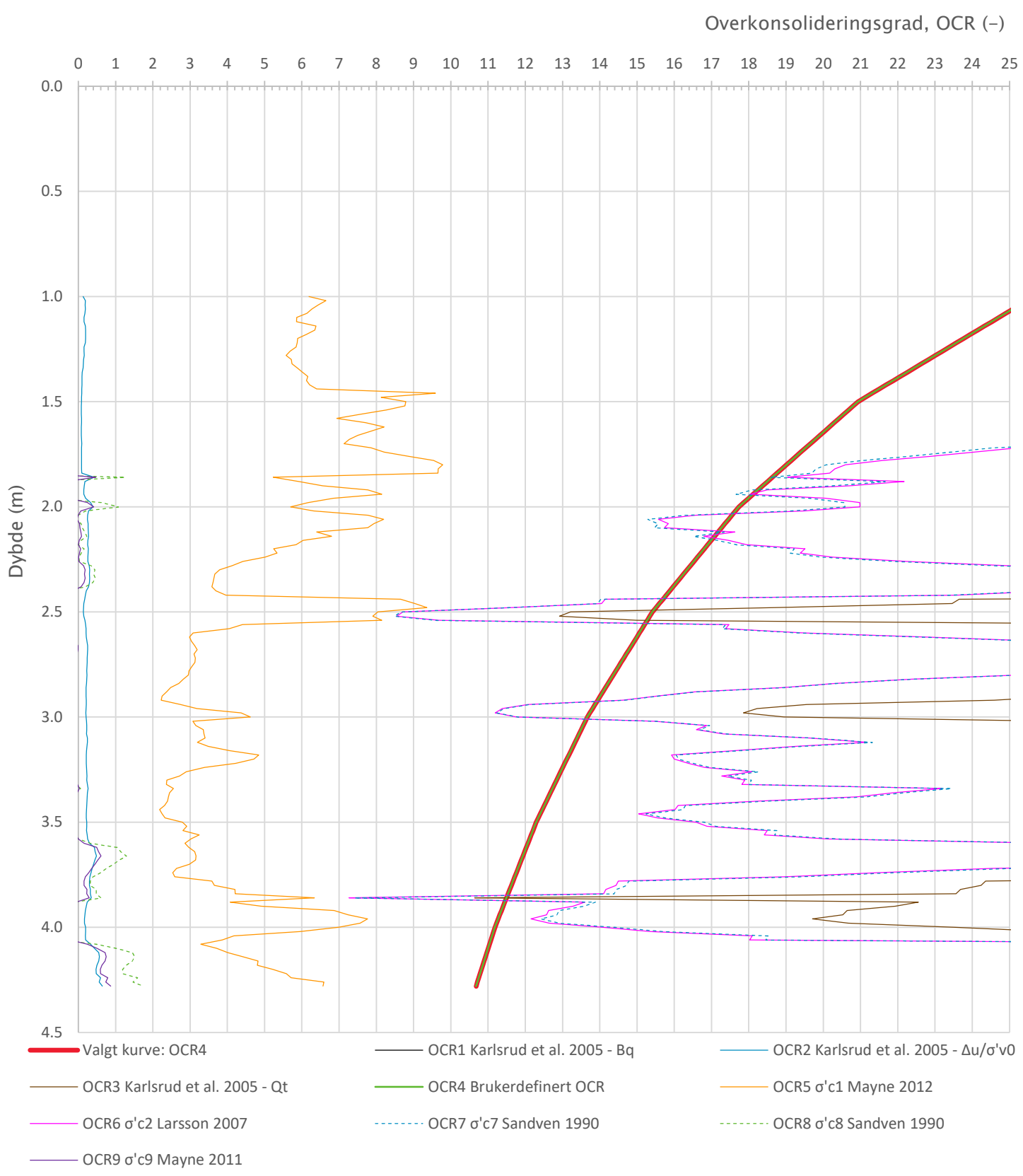
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



- NTNU 1 ( $a=0\text{kPa}$ ,  $\beta=0^\circ$ )
- NTNU 2 ( $a=30\text{kPa}$ ,  $\beta=-30^\circ$ )
- Schmertmann 1978: Well-graded fine sand (Dr4)
- Anbefalt kurve -  $\phi$
- Anbefalt kurve - a

Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-1</b>	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>2</b>	
Divisjon <b>Ekstern konsulent</b>	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	11.02.2023		Rev. dato	<b>6</b>	

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

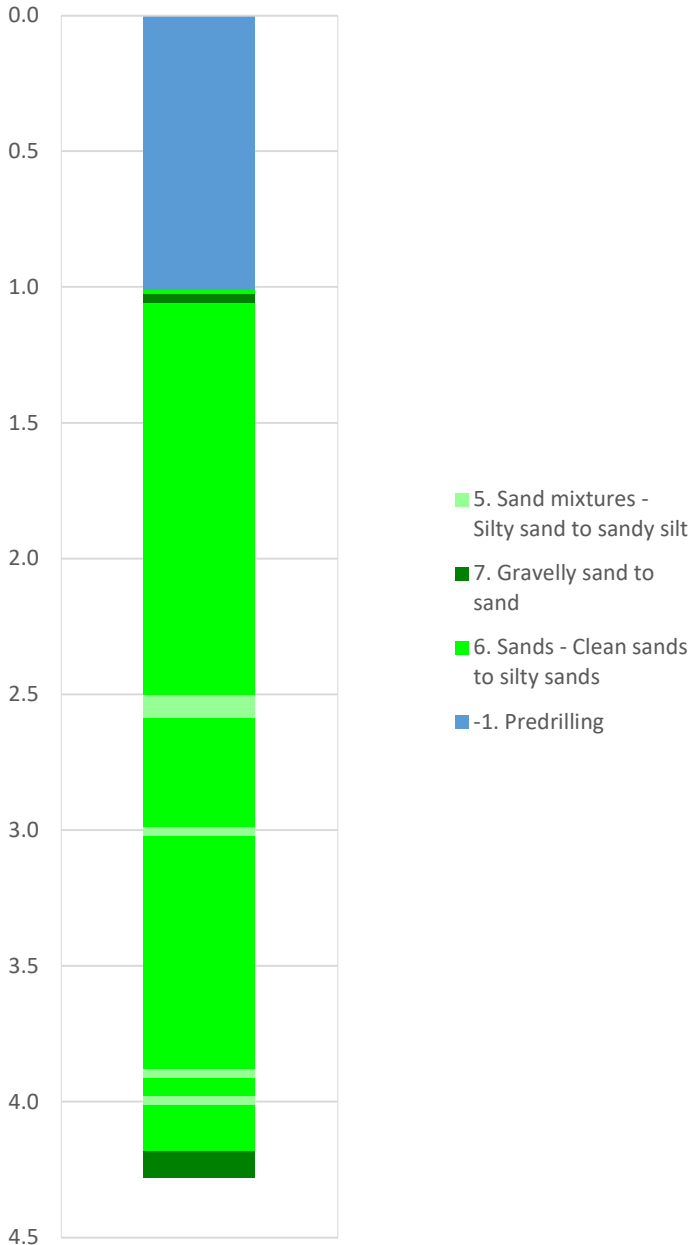


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>2</b>
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>8</b>
	Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato		

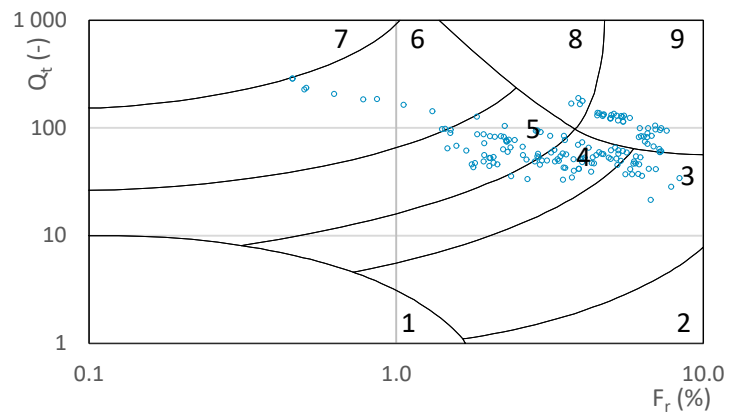
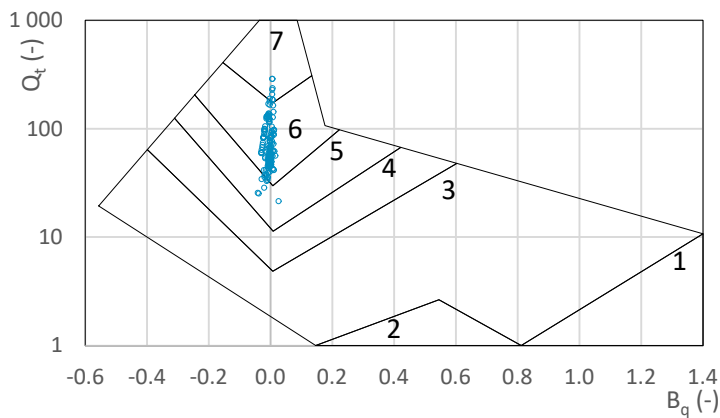
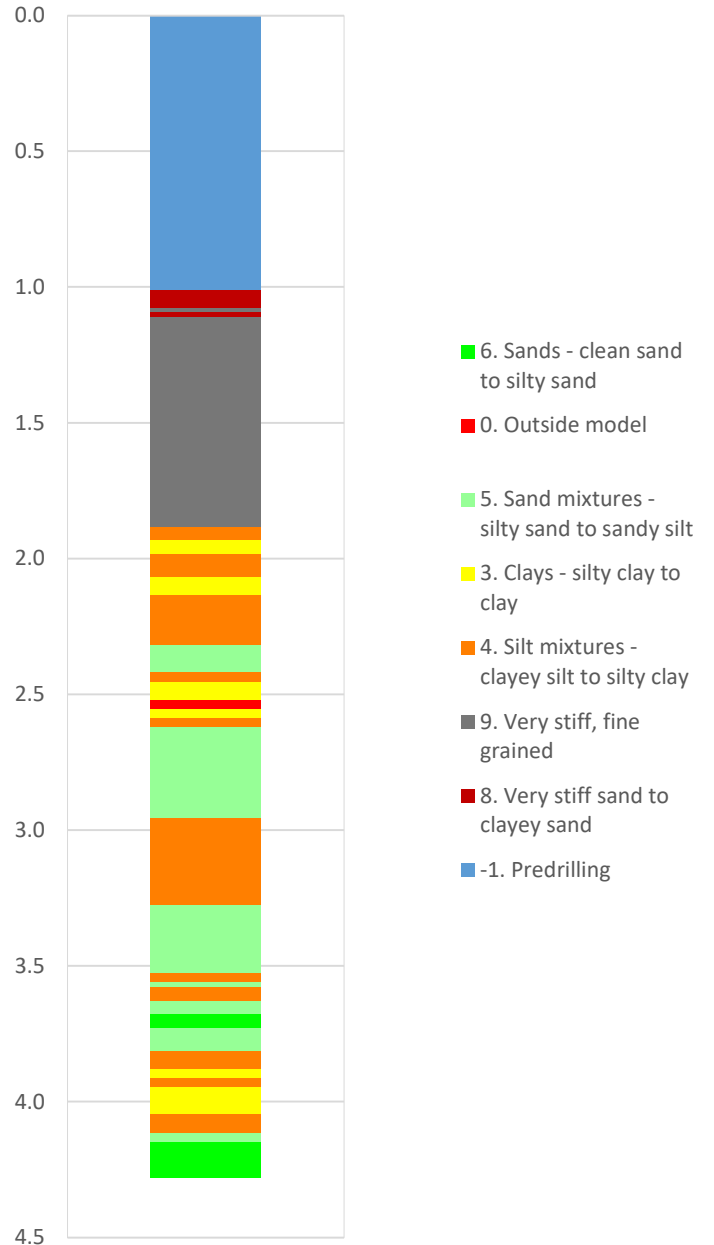



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



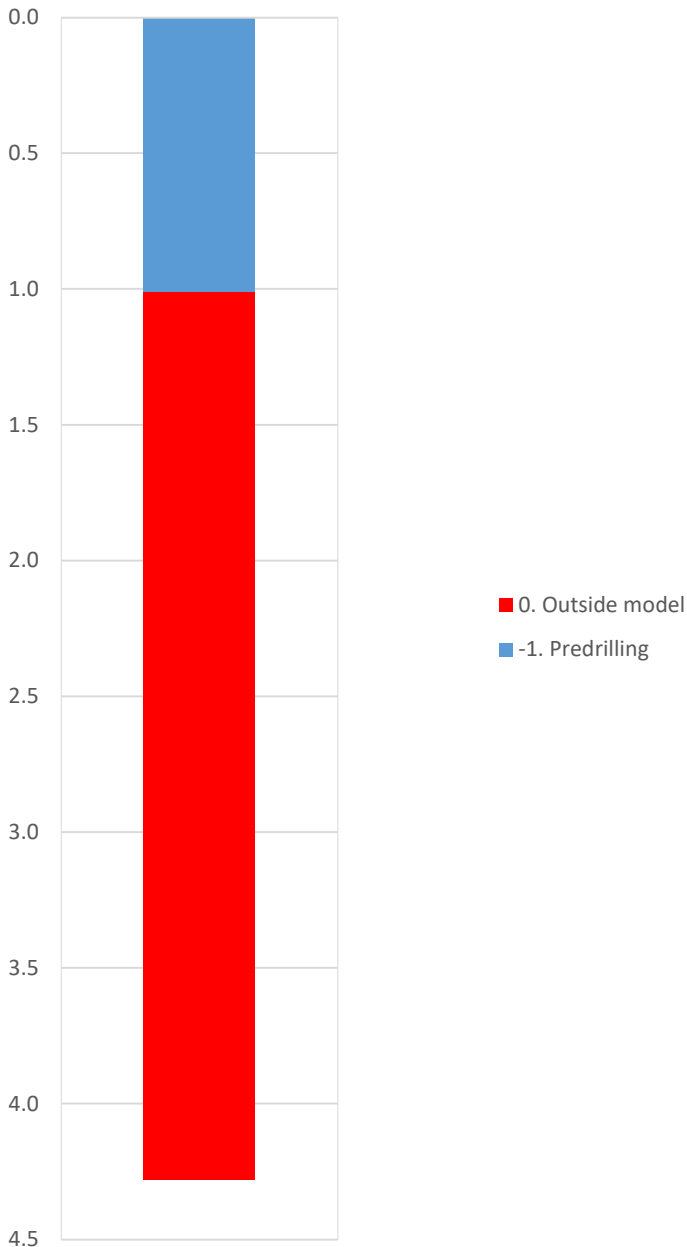
Robertson 1990 (Fr-Qt)



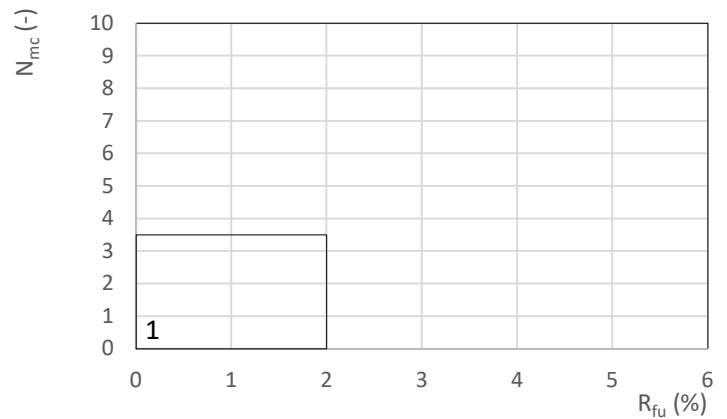
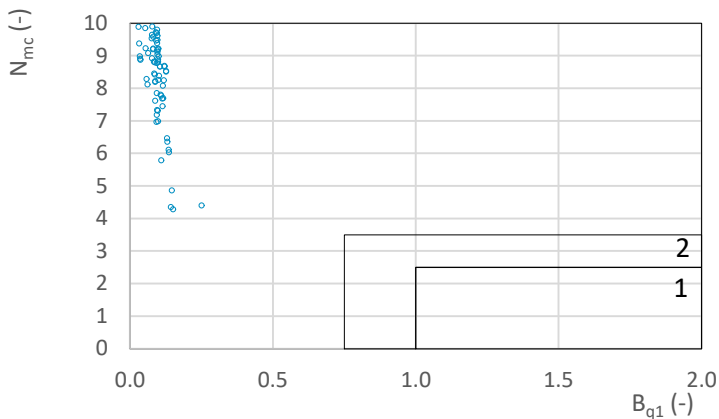
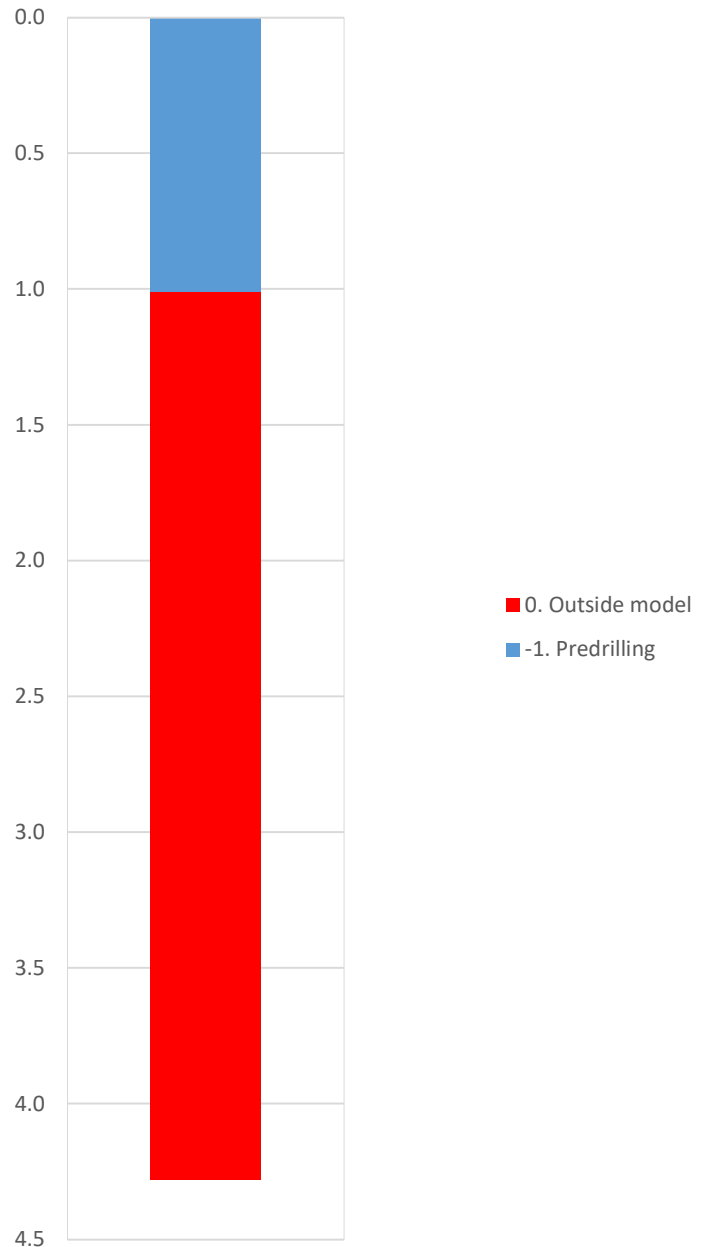
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-1</b>	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	2	
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato	16		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

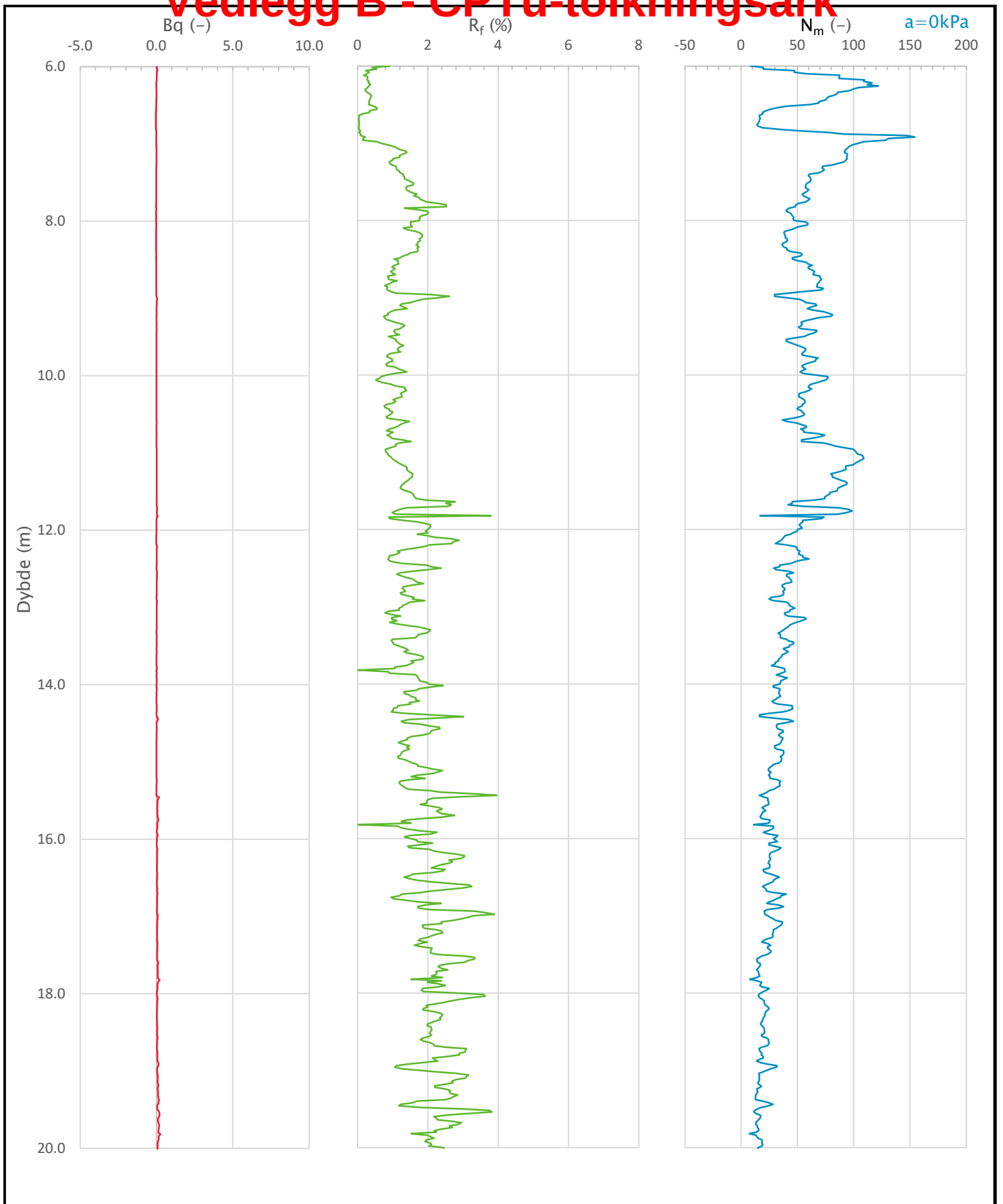



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-1</b>	
Innhold		Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondennummer	<b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>2</b>
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	<b>21</b>
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

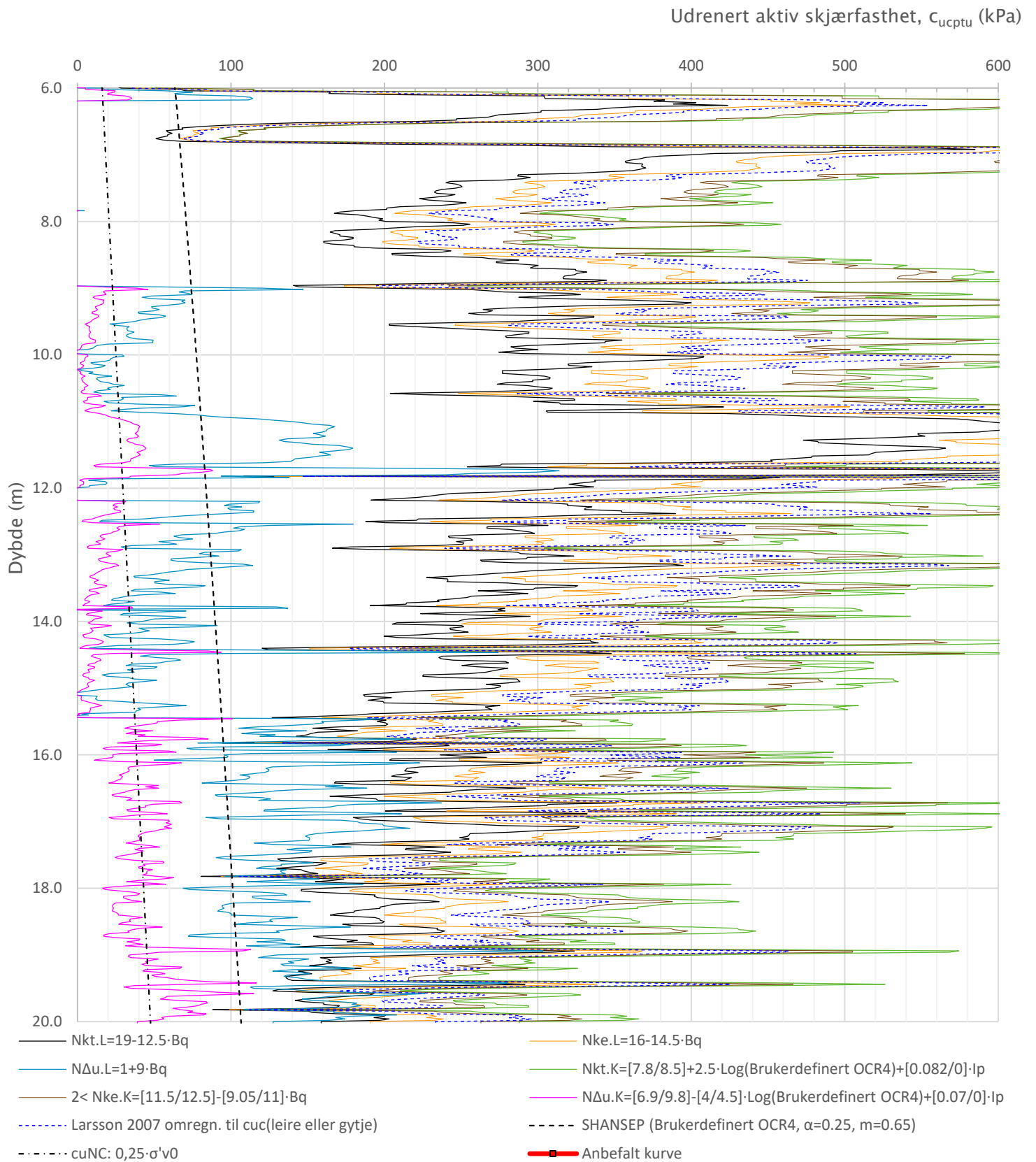



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-2</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>2</b>
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	<b>4</b>
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Utbygging	11.02.2023	Rev. dato		

**B19**

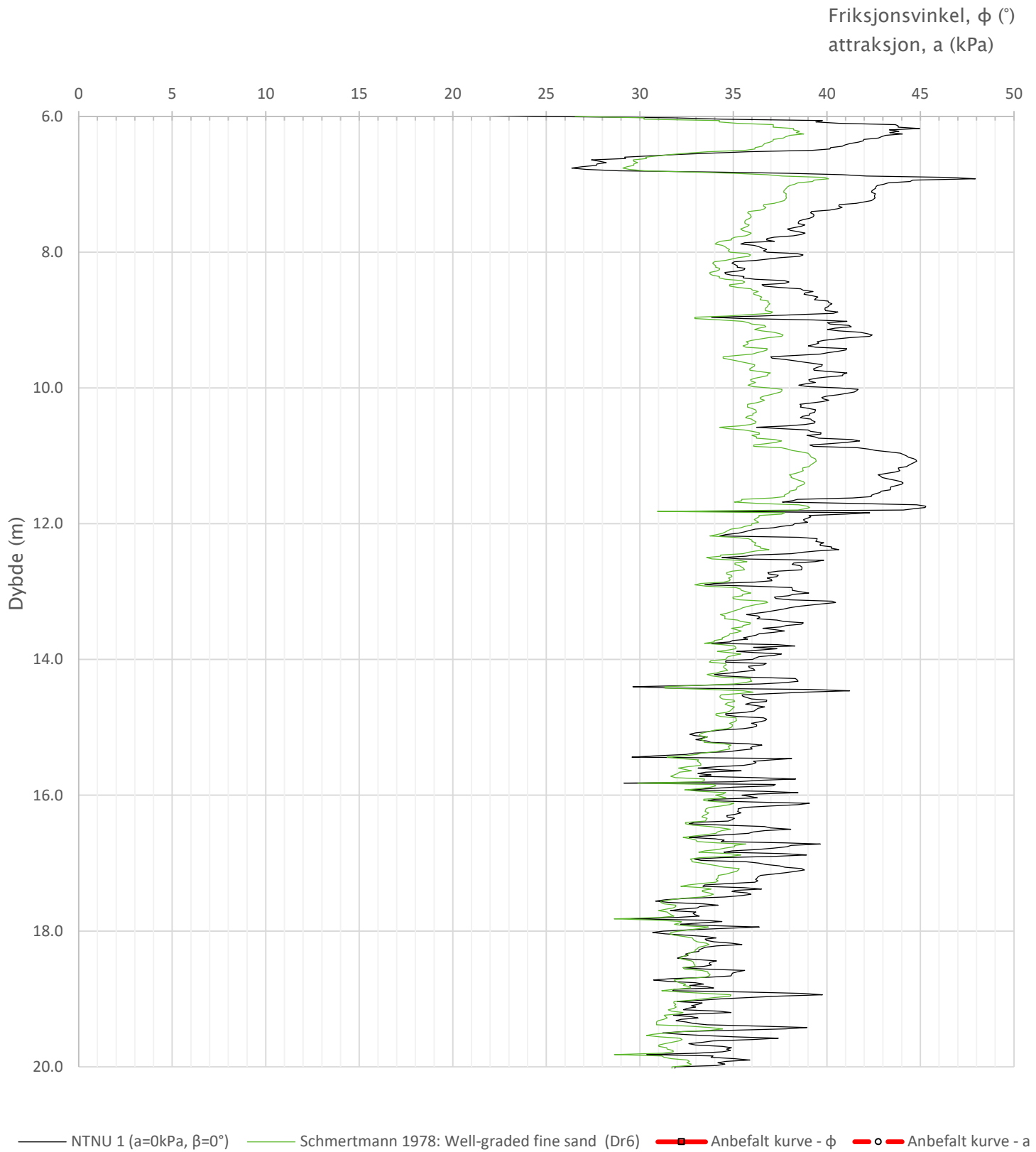



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



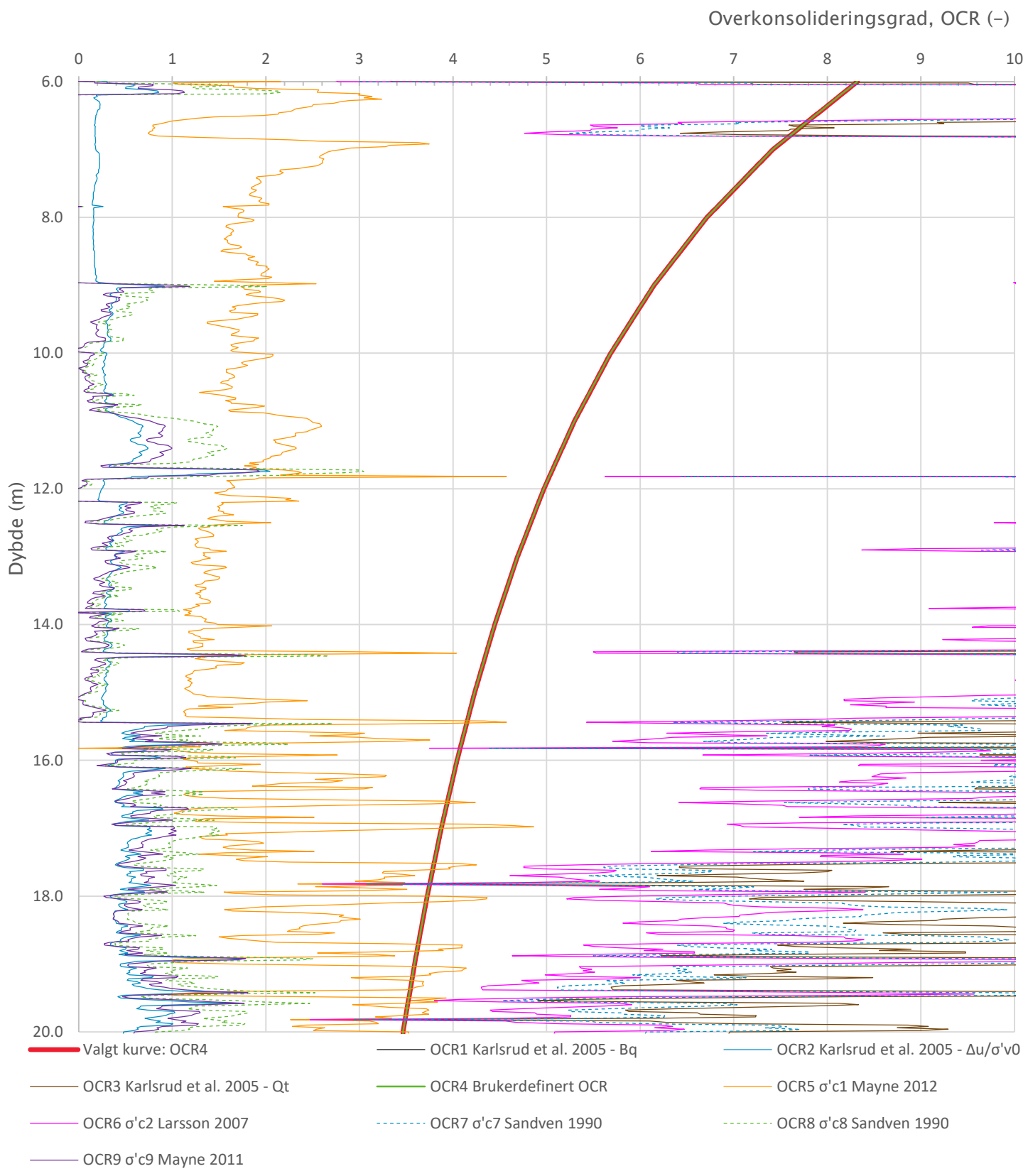
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Utbygging	11.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	6
	Utbygging	11.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

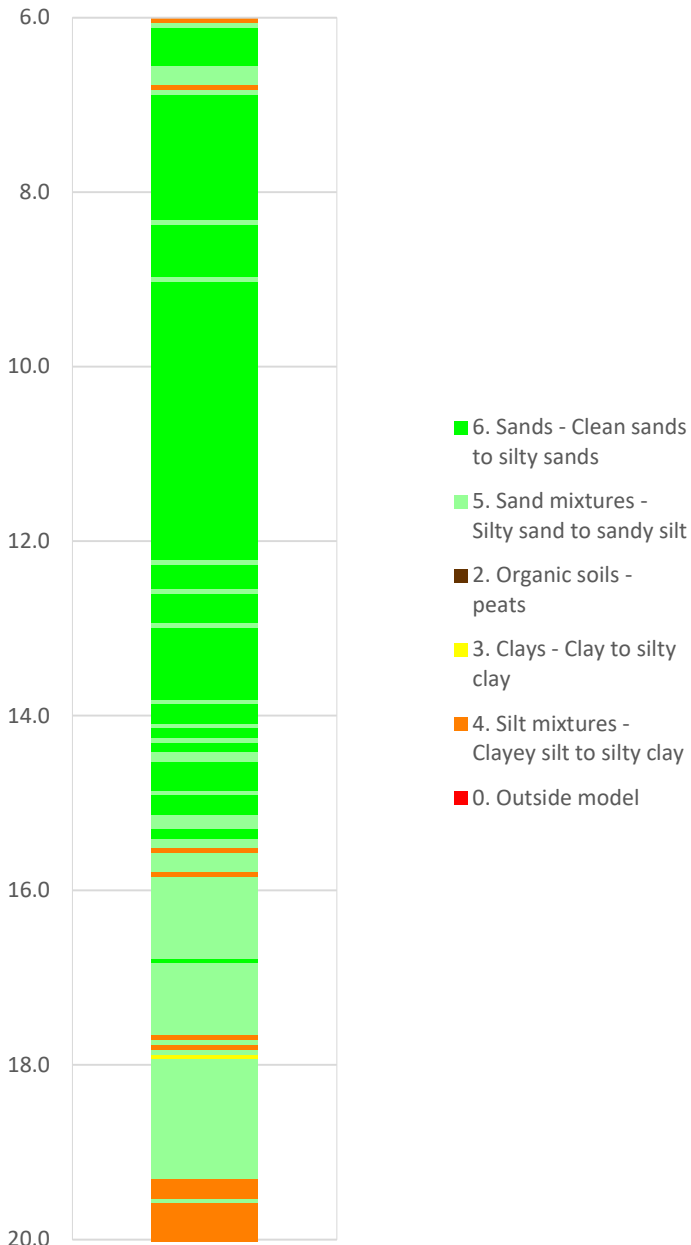


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>2</b>
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	<b>8</b>
	Utbygging	11.02.2023	Rev. dato		

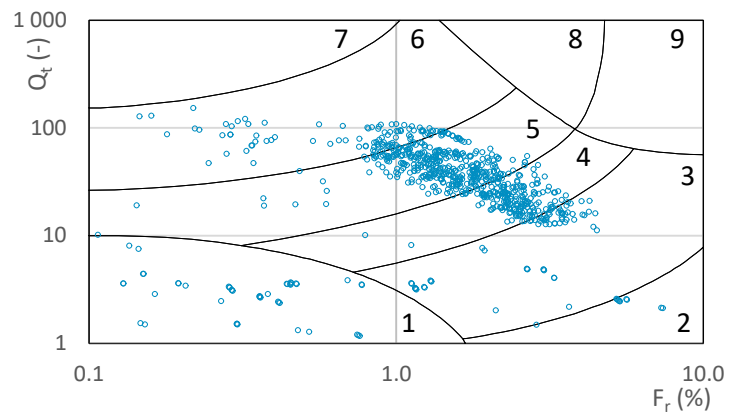
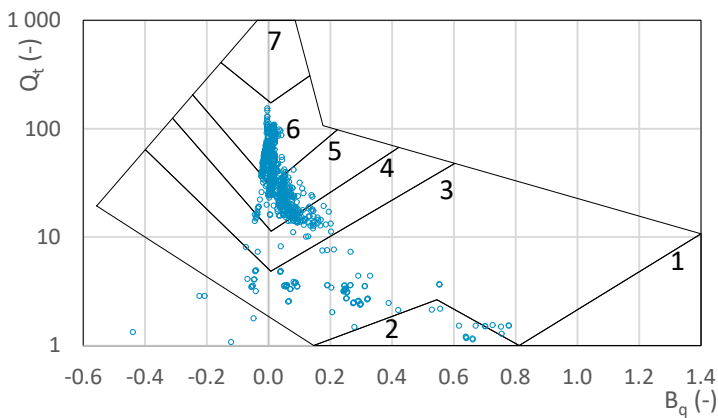
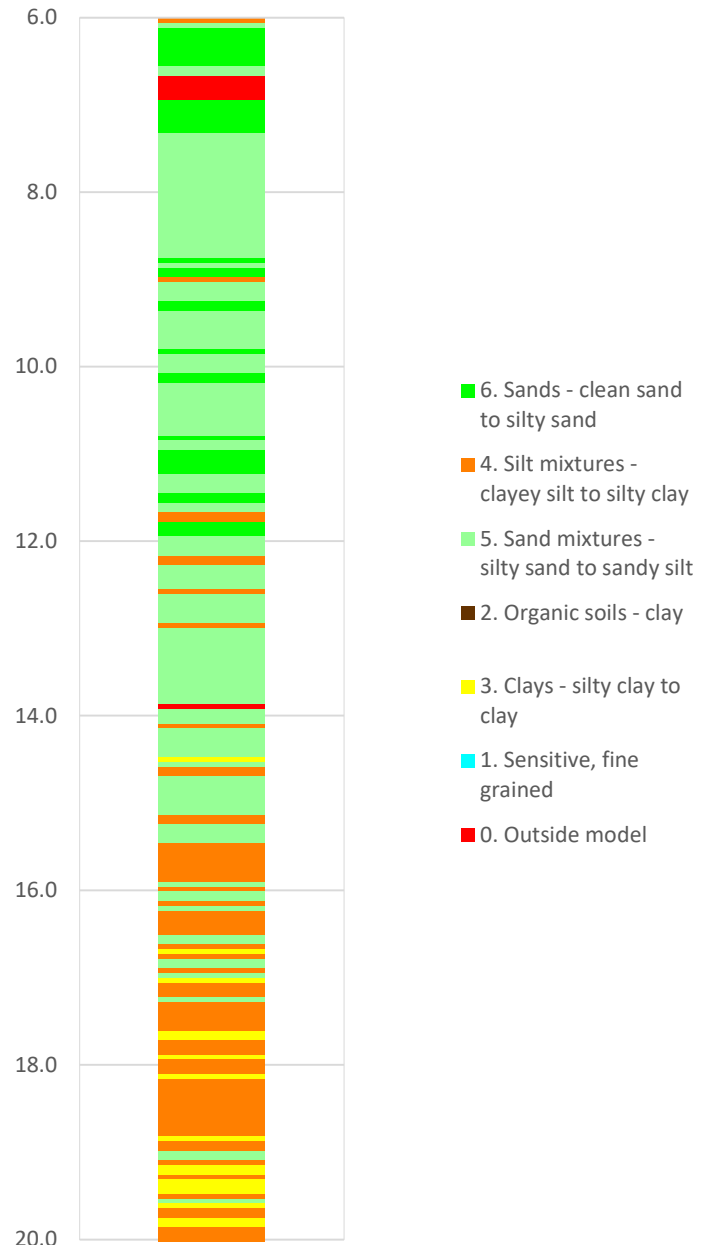



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



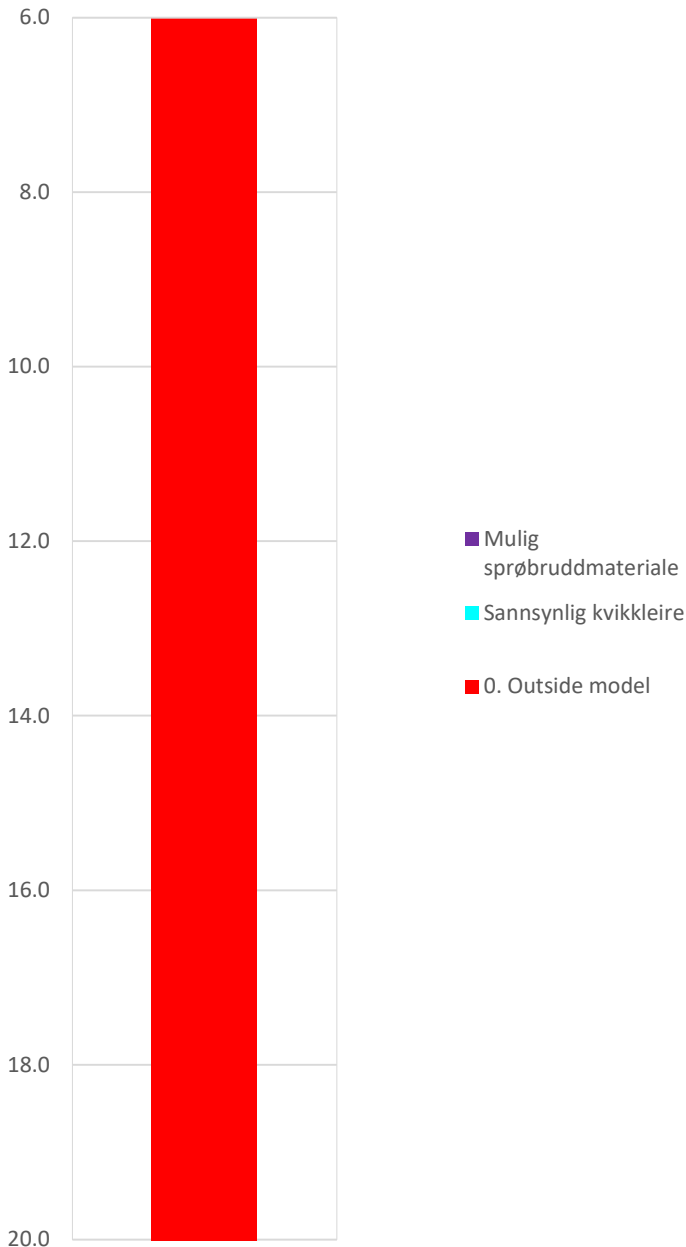
Robertson 1990 (Fr-Qt)



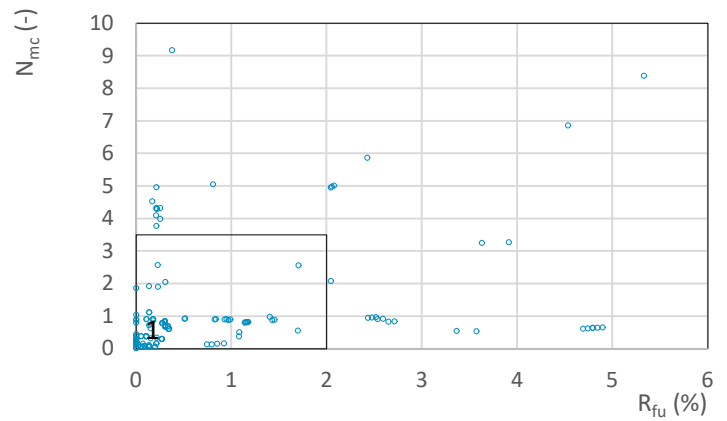
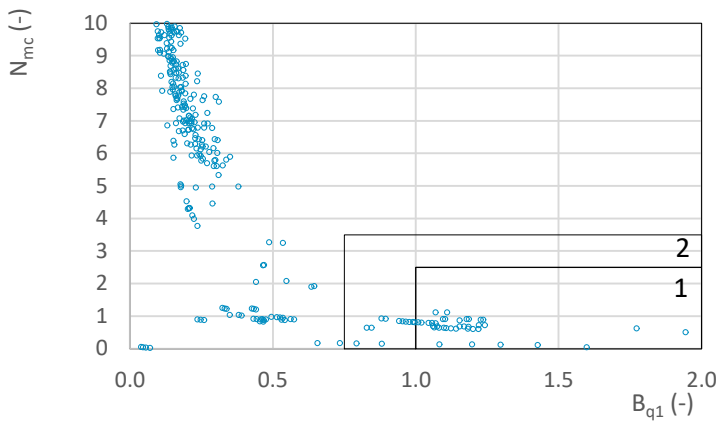
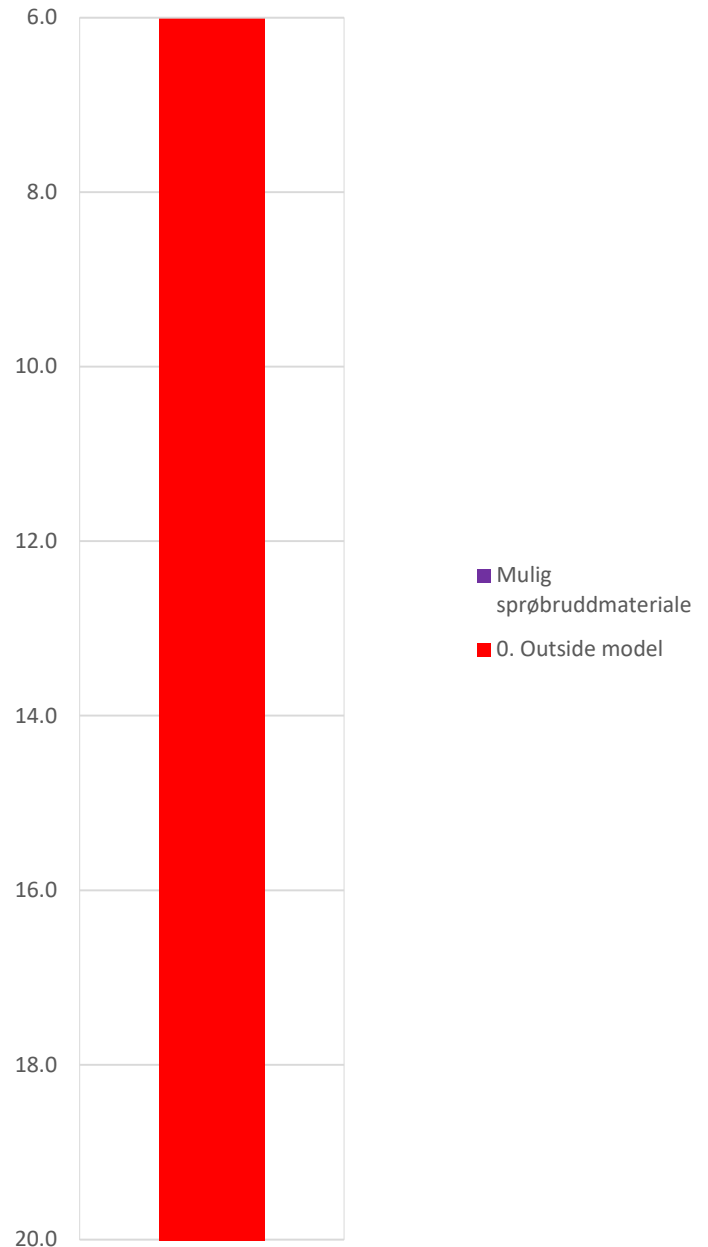
Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +6.4 <b>N5-2</b>
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>2</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>11.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>16</b>

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

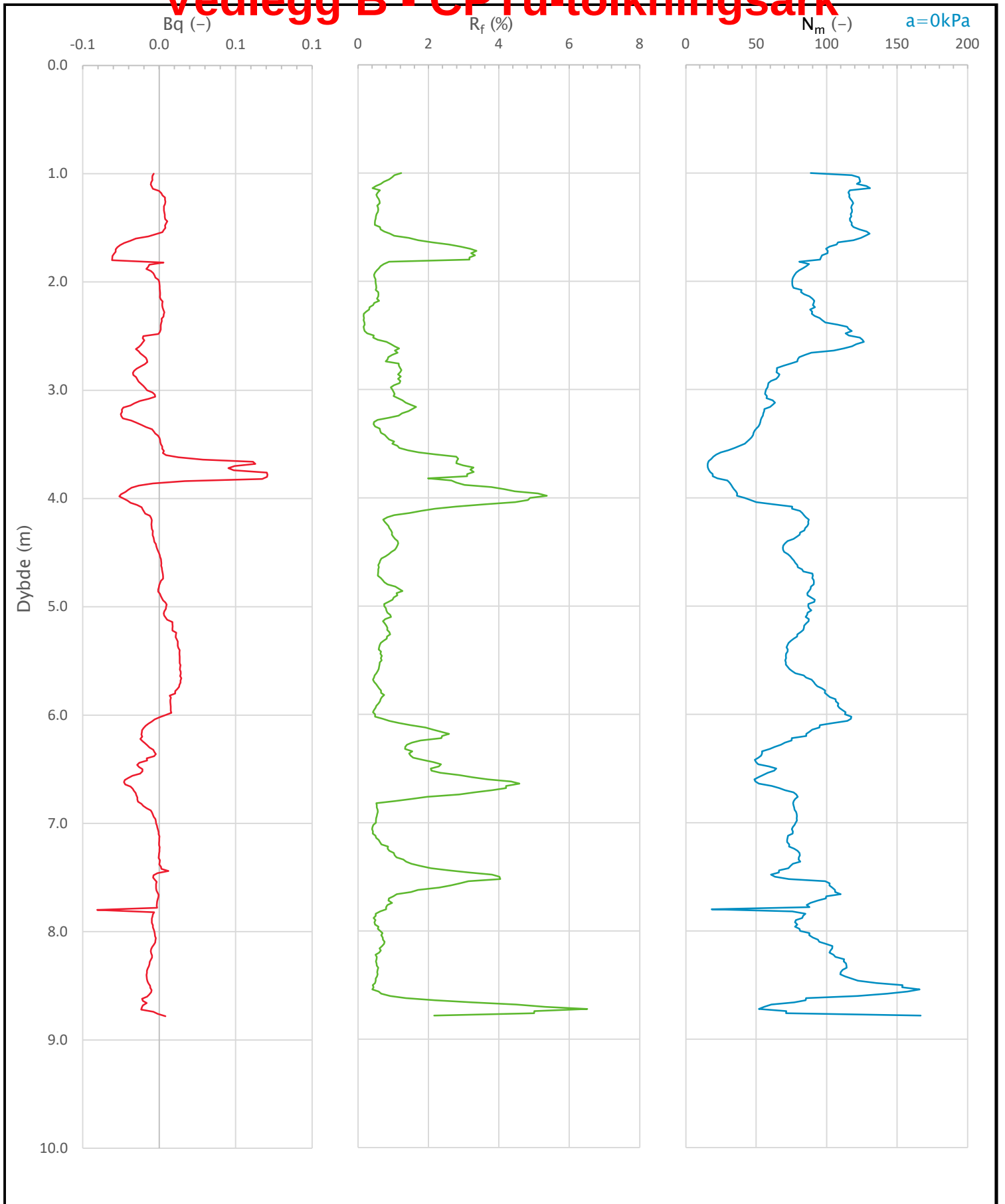



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +6.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N5-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>2</b>
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	<b>21</b>
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		
Utbygging	11.02.2023				

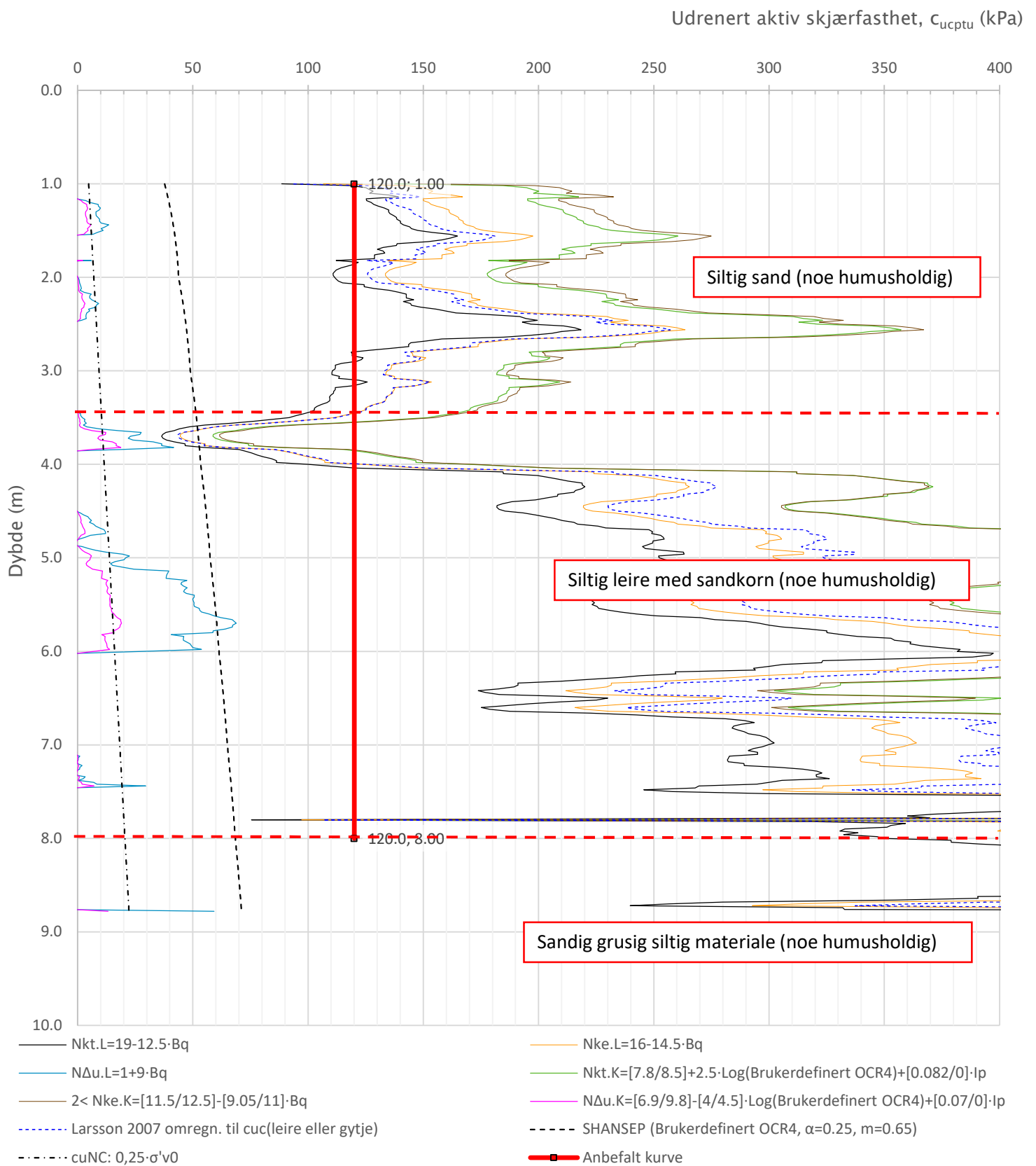
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark




Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +9.4 <b>N7-1</b>
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>10.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>4</b>

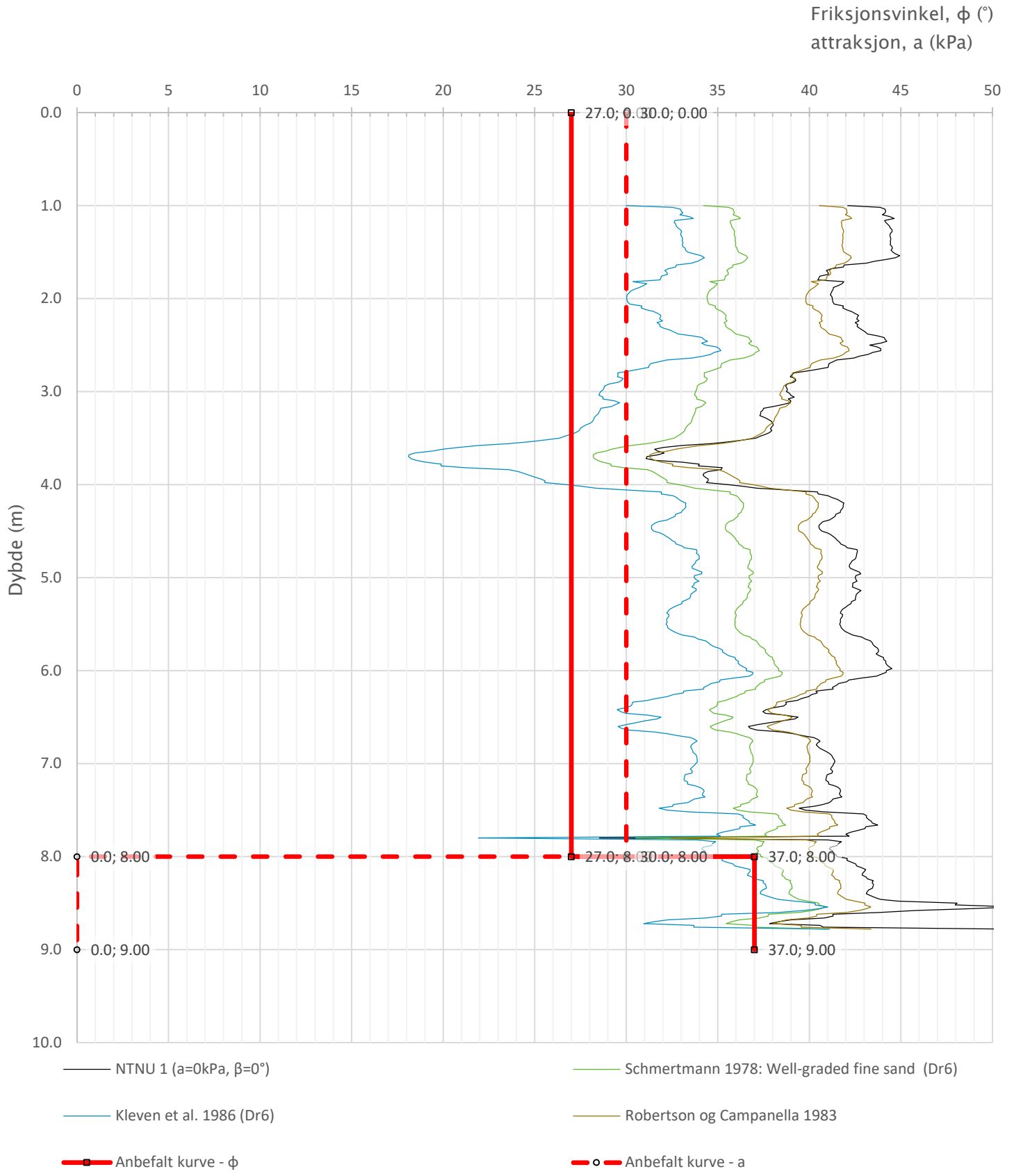



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



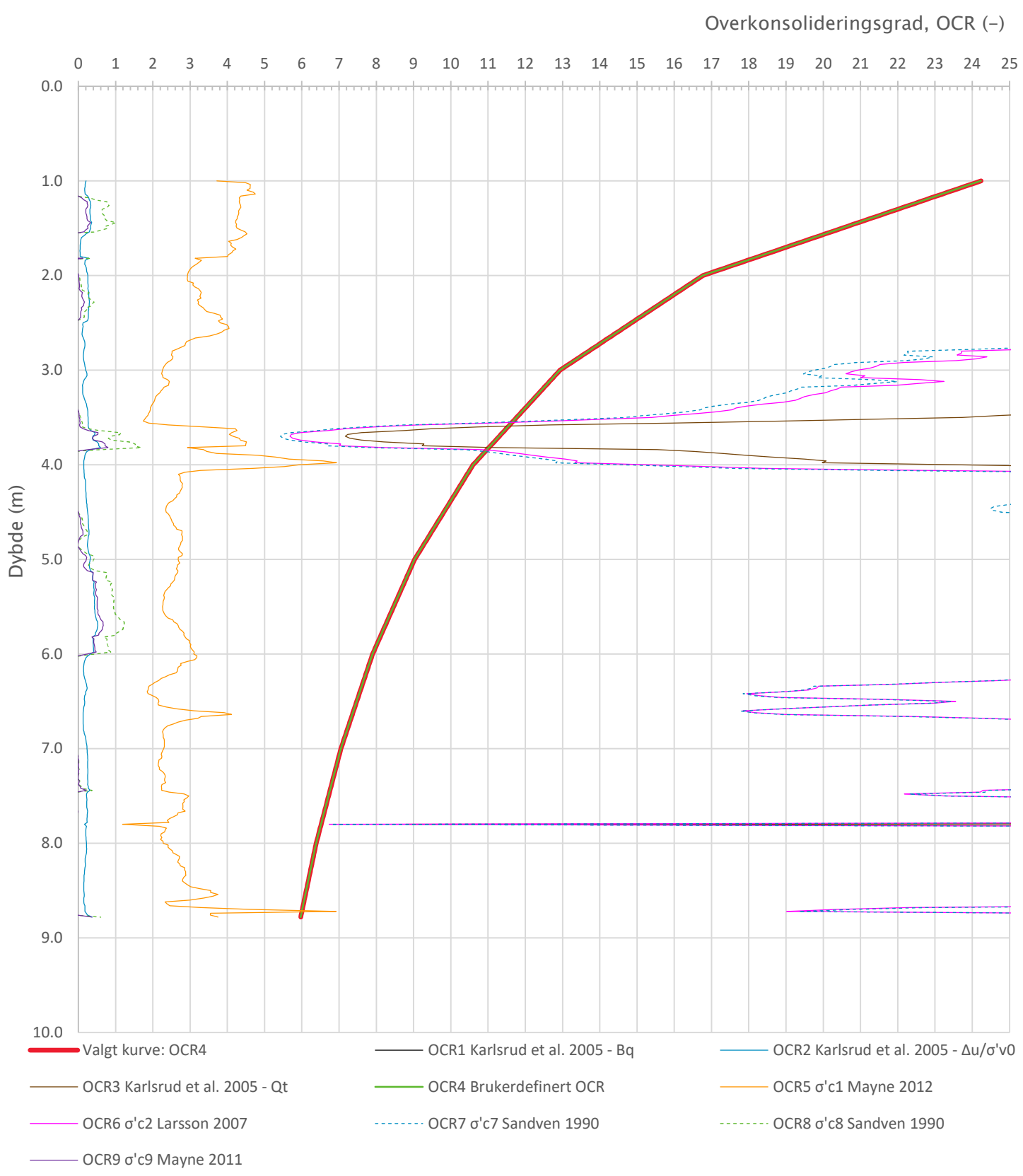
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +9.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N7-1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	5
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		
Utbygging	10.02.2023				


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +9.4 <b>N7-1</b>
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>10.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>6</b>

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

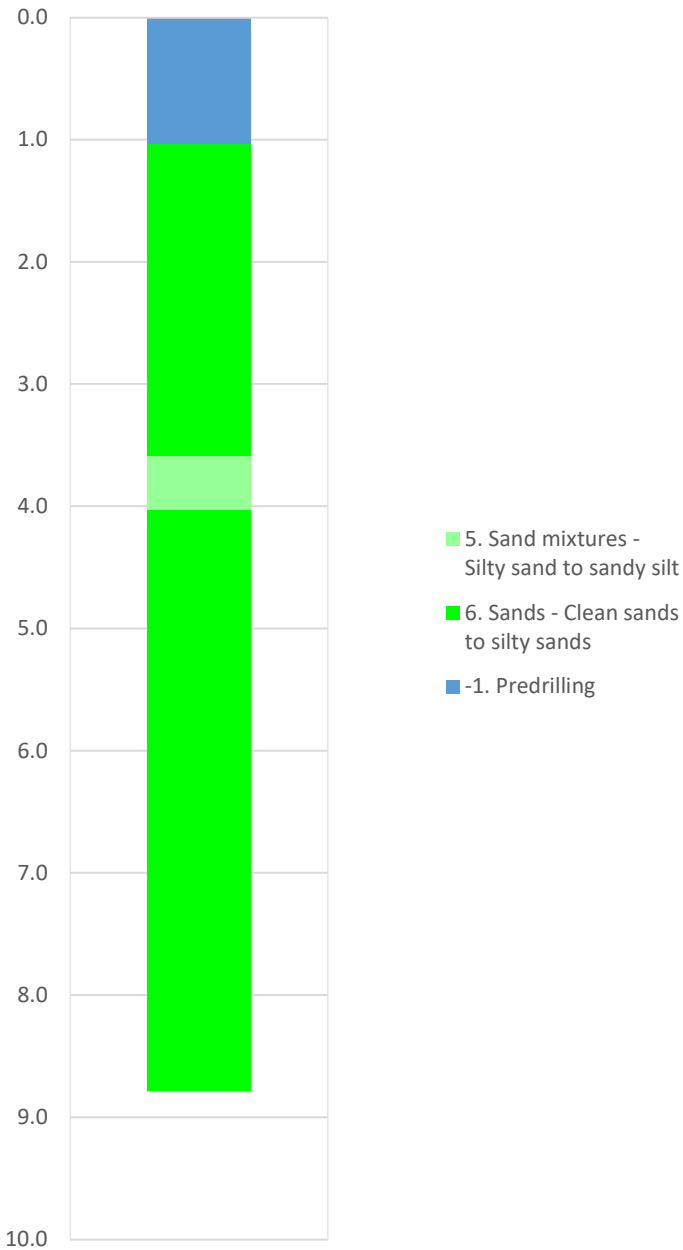


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +9.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N7-1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Utbygging	10.02.2023	Rev. dato		

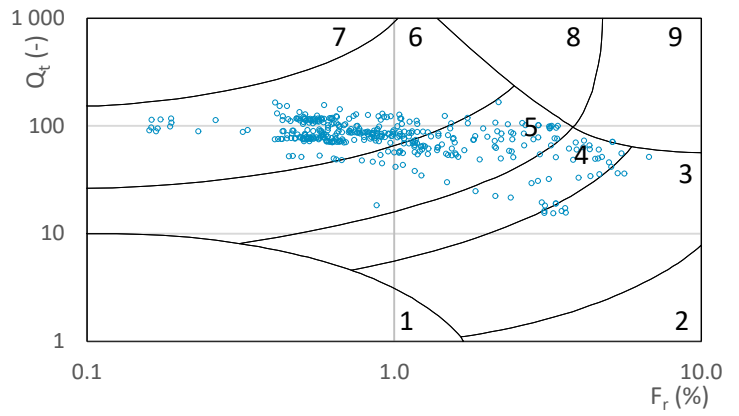
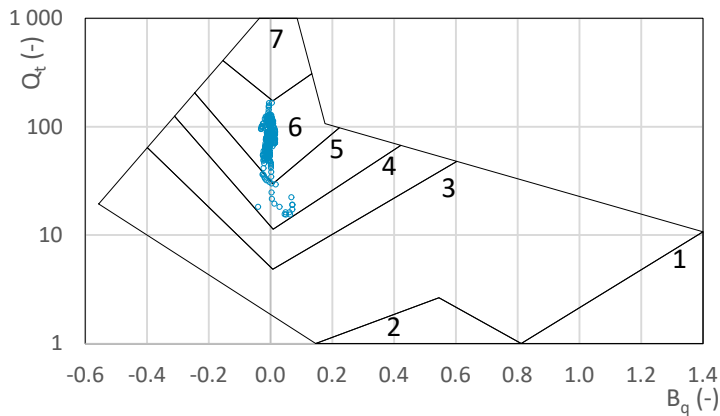
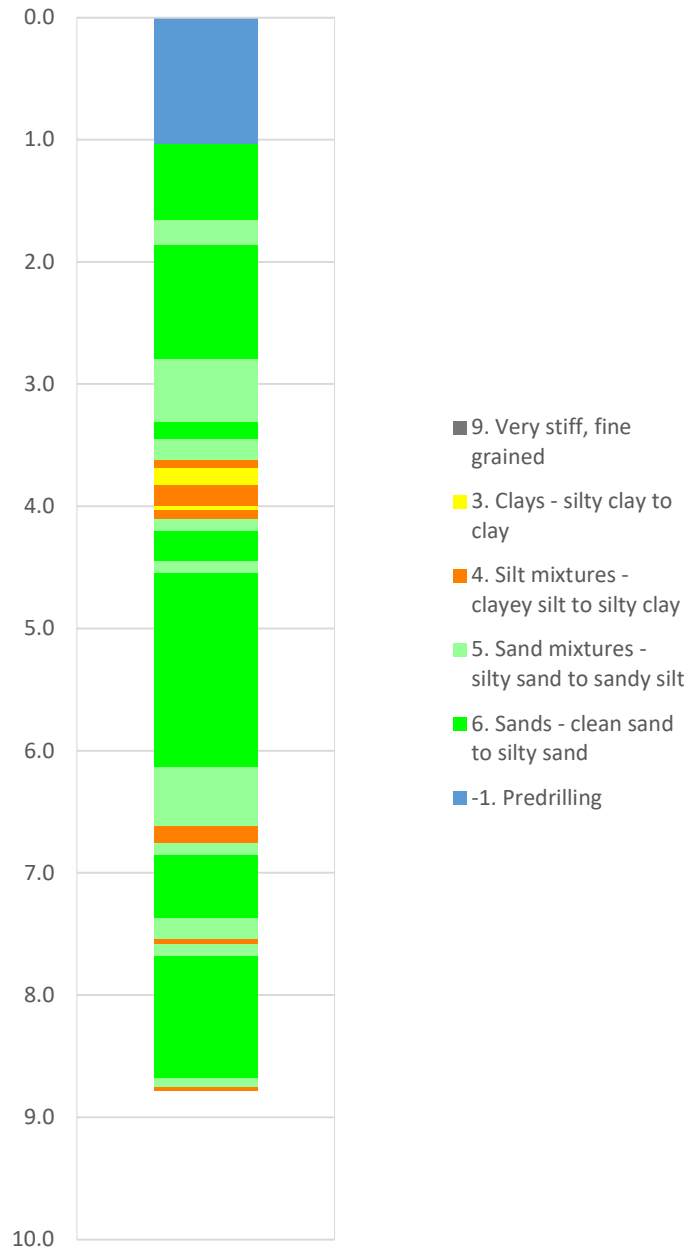



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



Robertson 1990 (Fr-Qt)

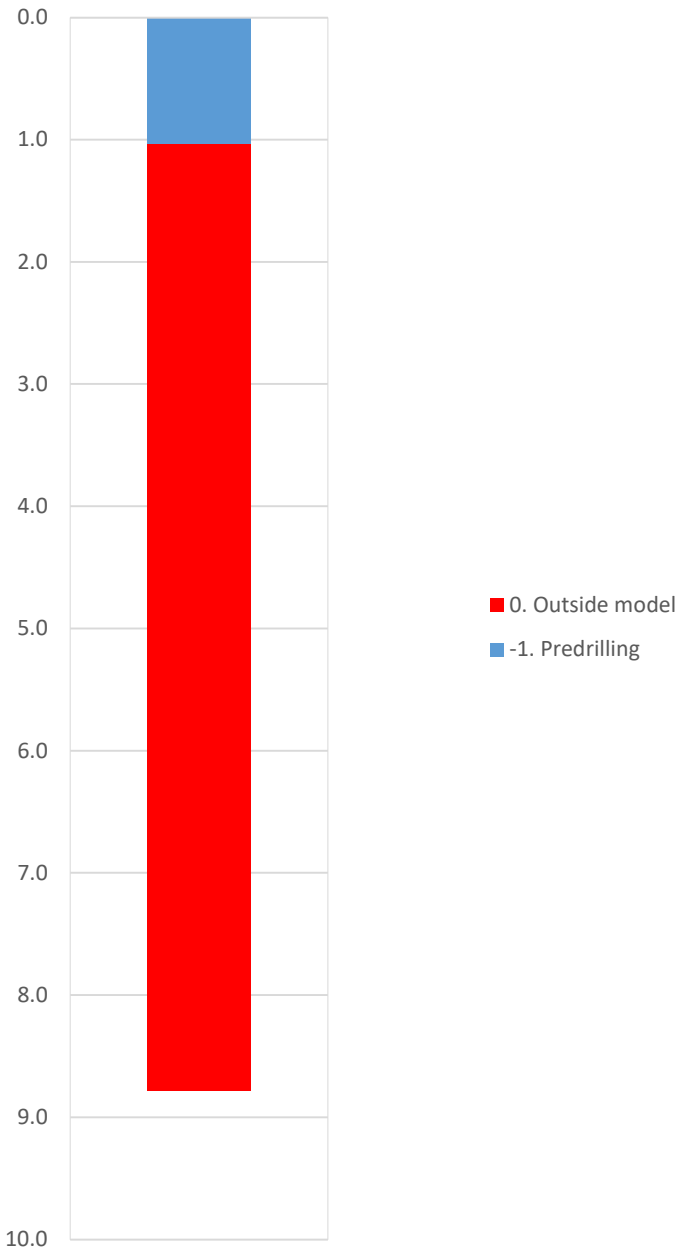


Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +9.4 <b>N7-1</b>
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>10.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>16</b>

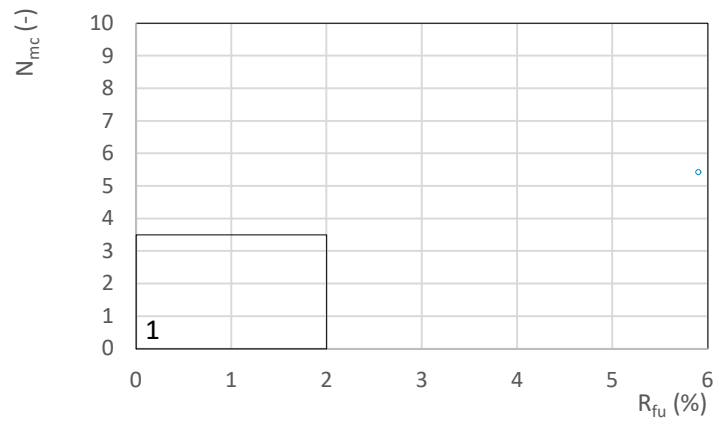
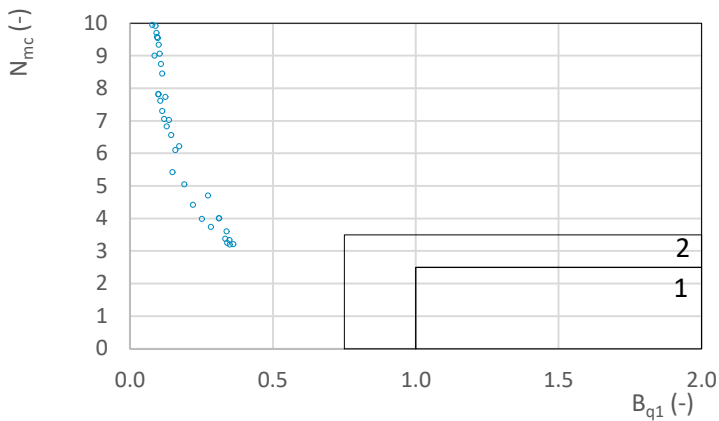
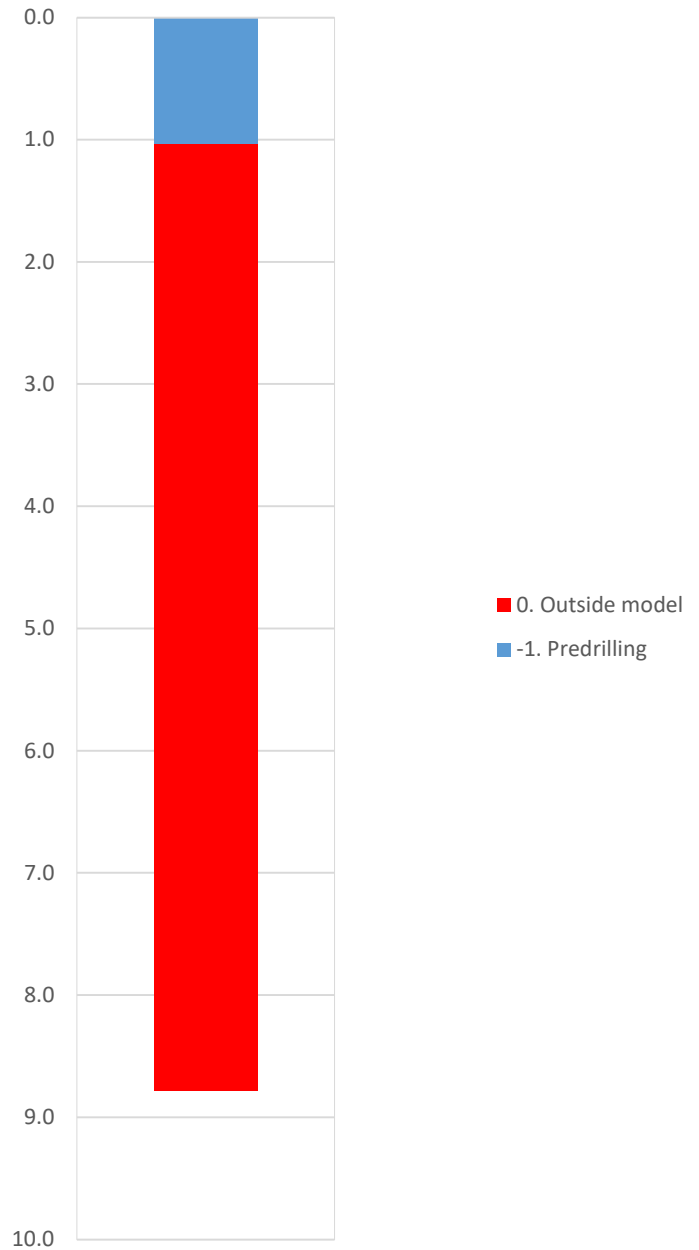
B29

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



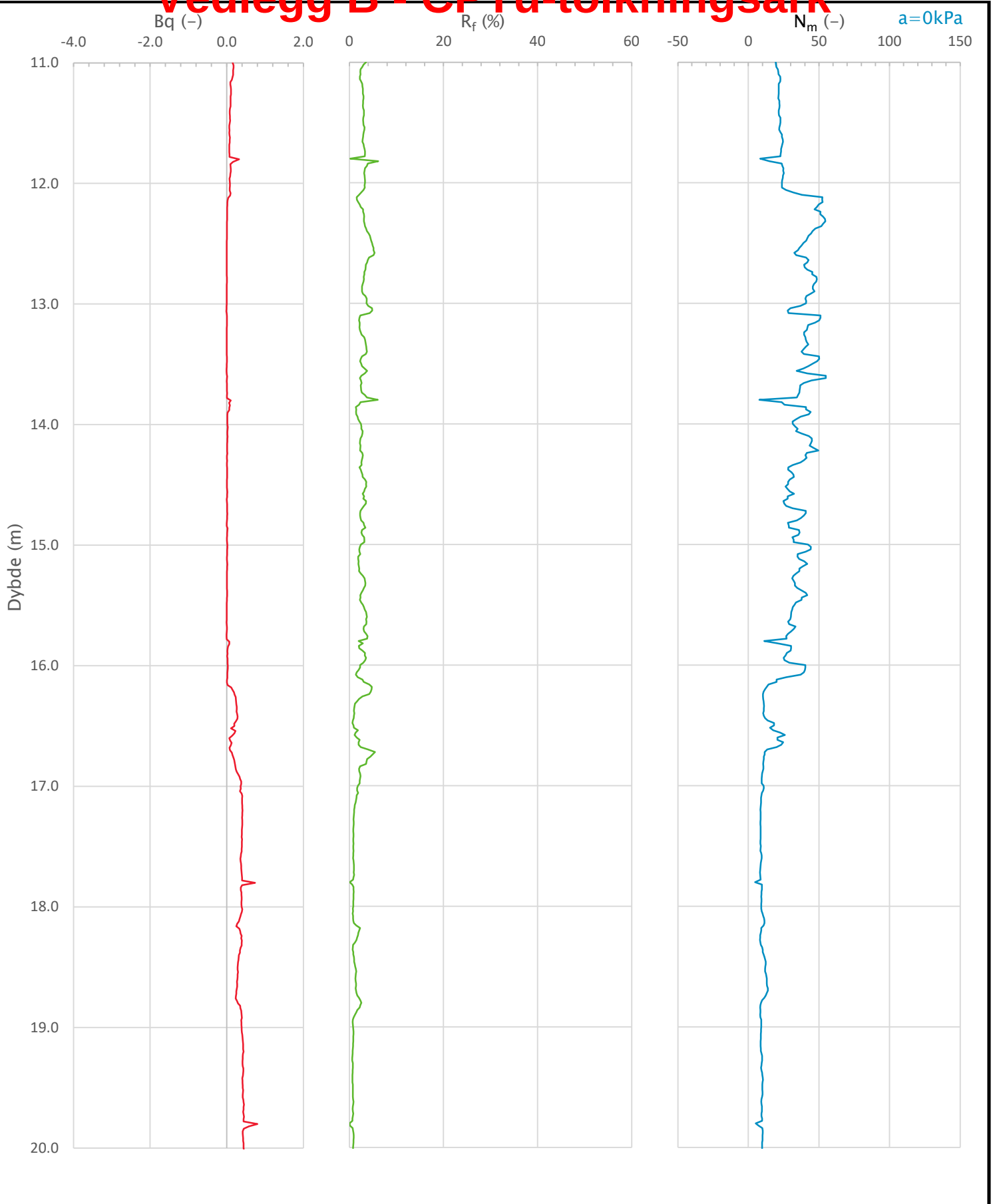
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)




Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +9.4 <b>N7-1</b>	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer <b>5310</b>			
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>		Anvend.klasse <b>1</b>	
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>10.02.2023</b>	Revisjon		Figur <b>21</b>	
			Rev. dato			

**B30**

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +9.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N7-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	1	
Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	11.02.2023	Rev. dato	4		

**B31**



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

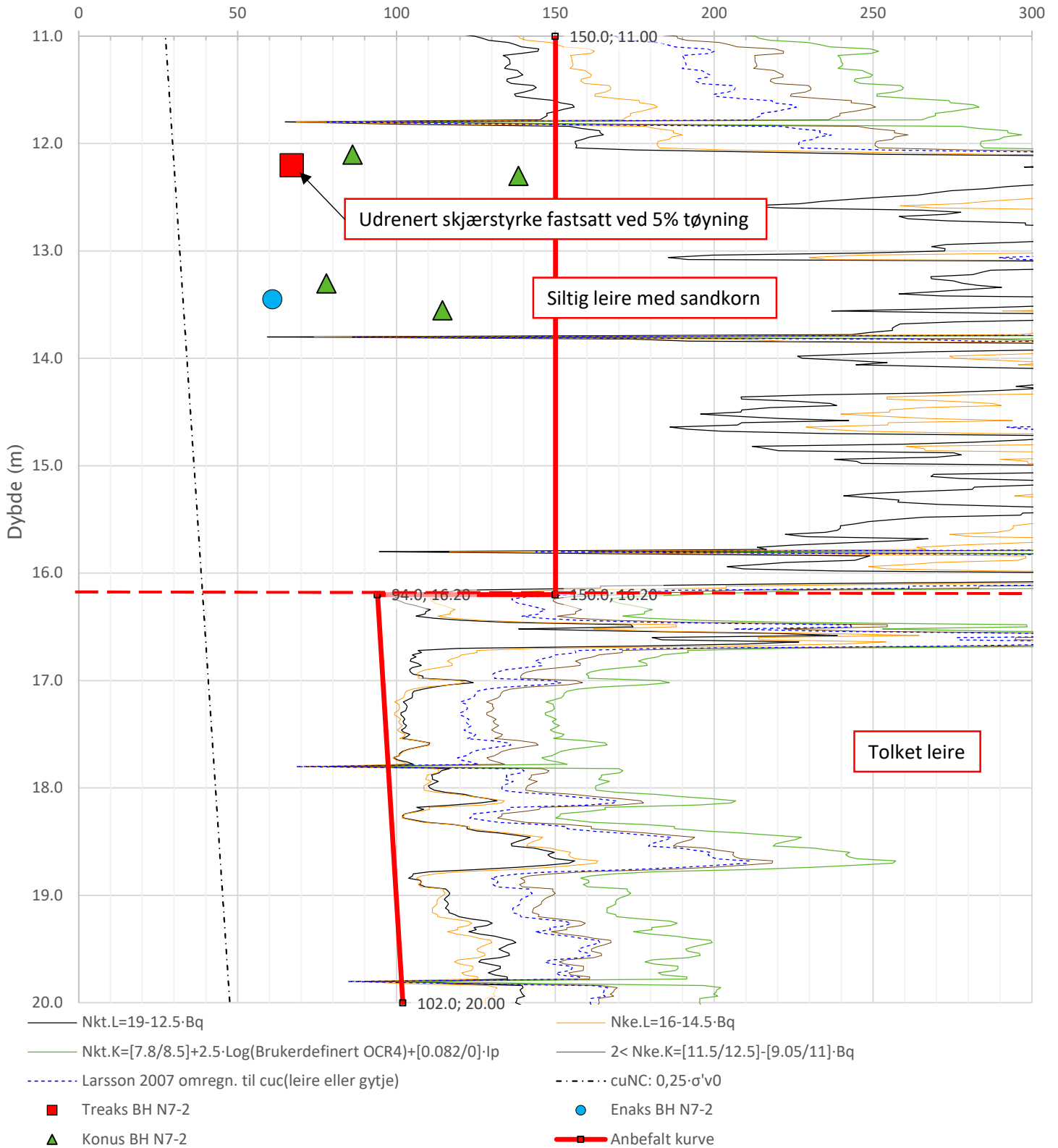
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH N7-2:  $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH N7-2:  $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

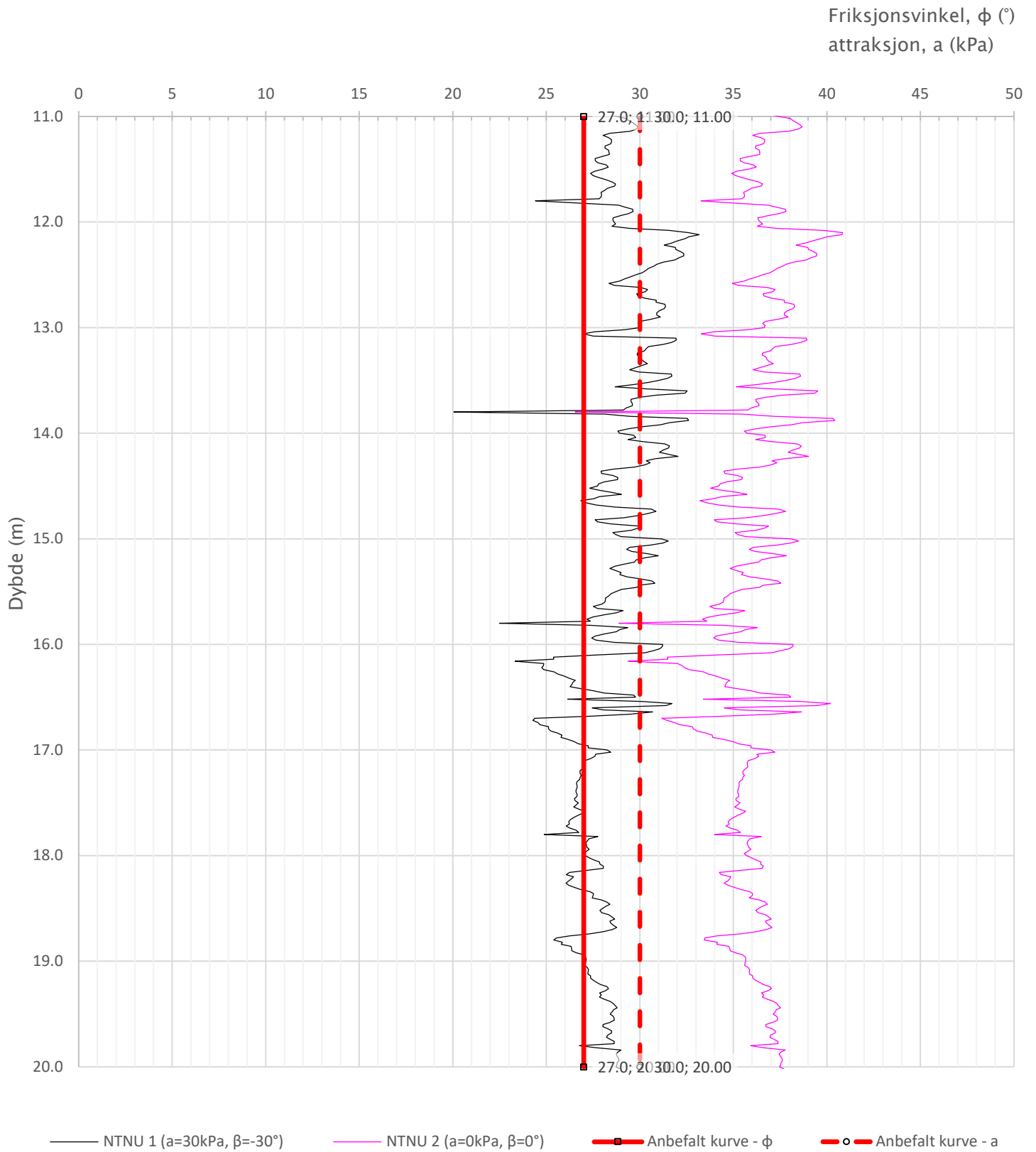
Konus BH N7-2:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



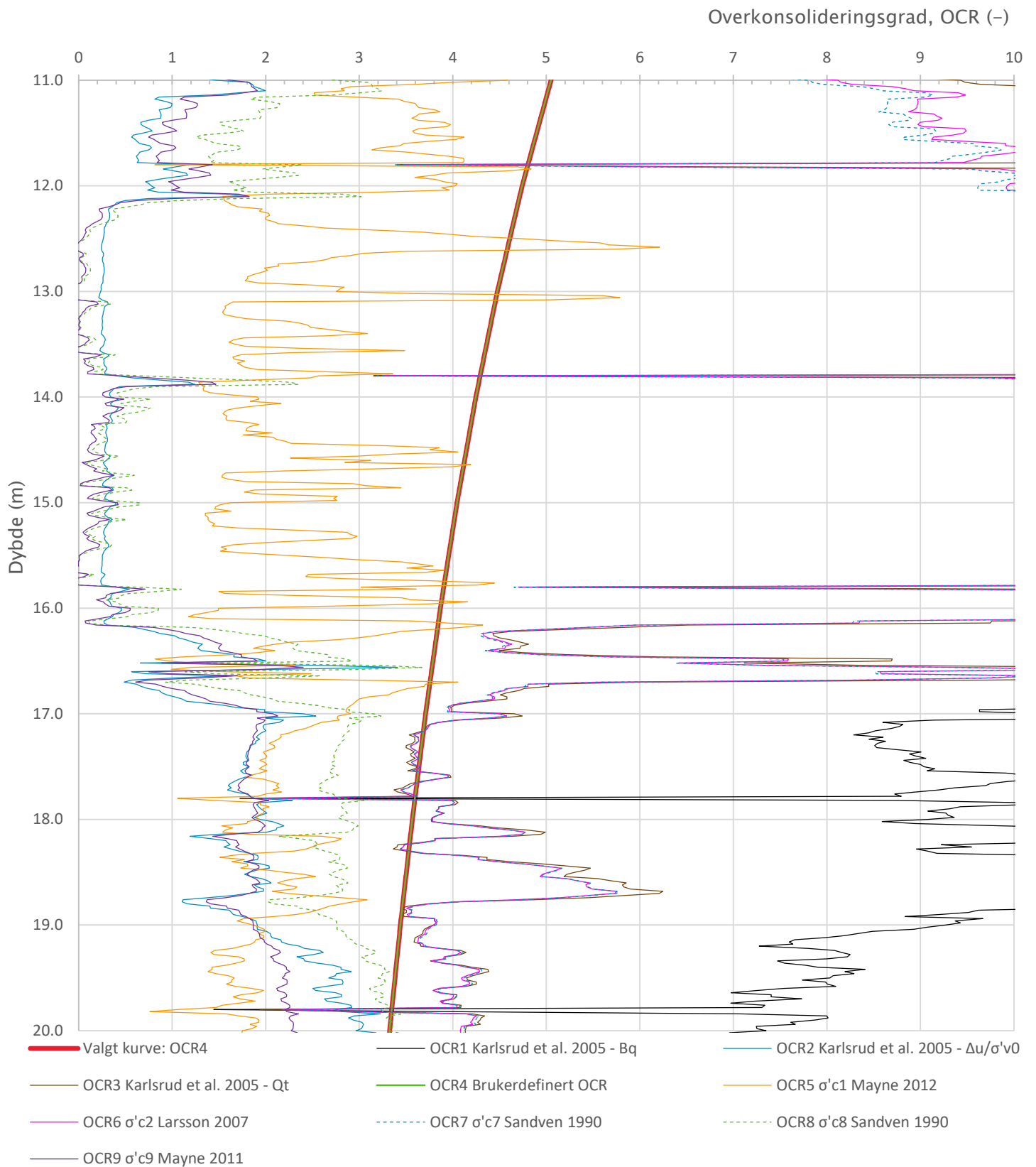
Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +9.4 <b>N7-2</b>
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Ekstern konsulent</b>	Dato sondering <b>11.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>5</b>


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +9.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N7-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	6
	Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

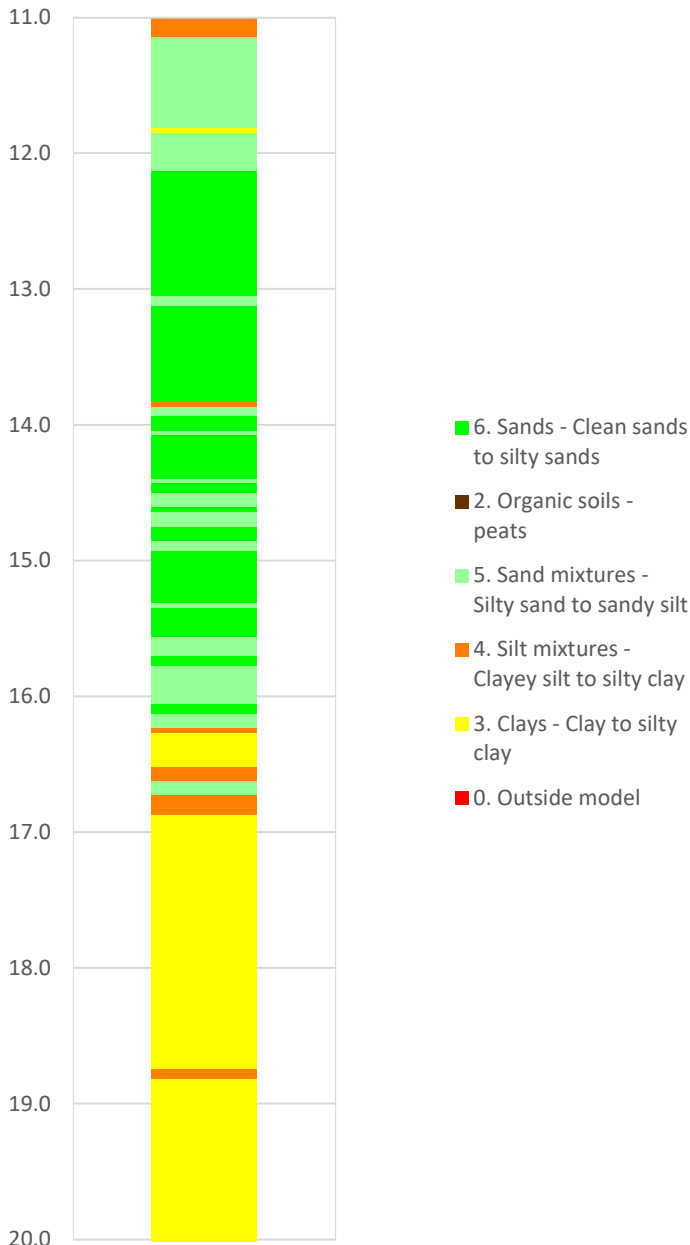


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +9.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N7-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato		

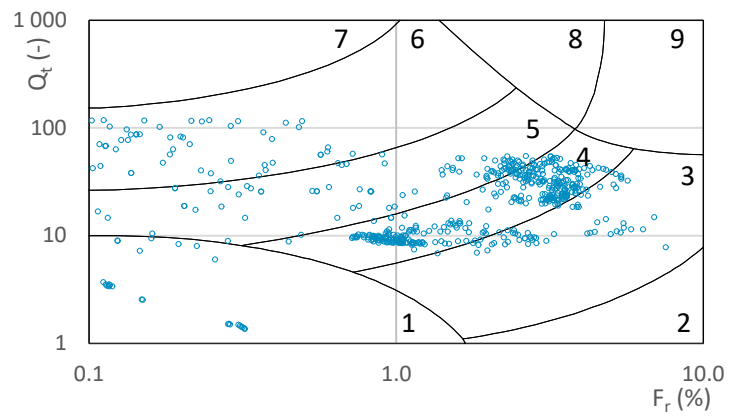
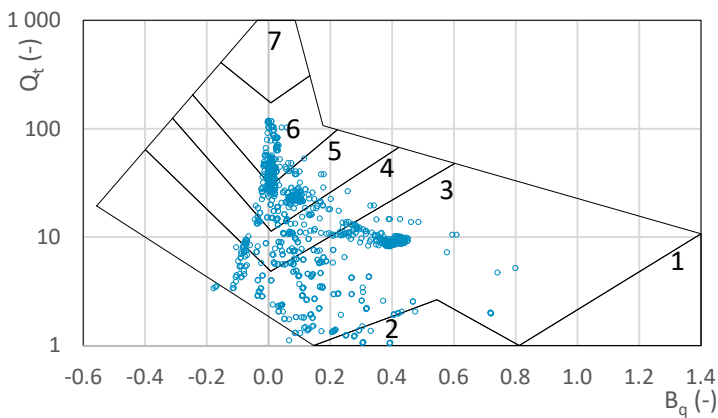
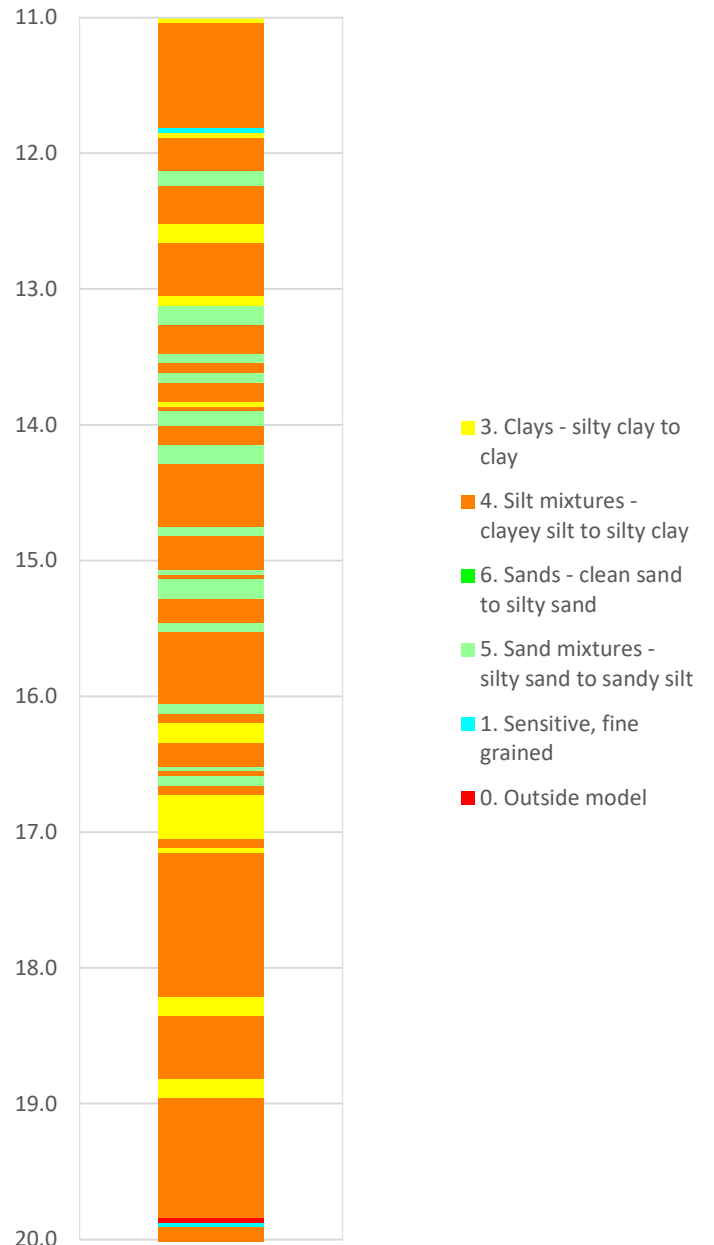



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



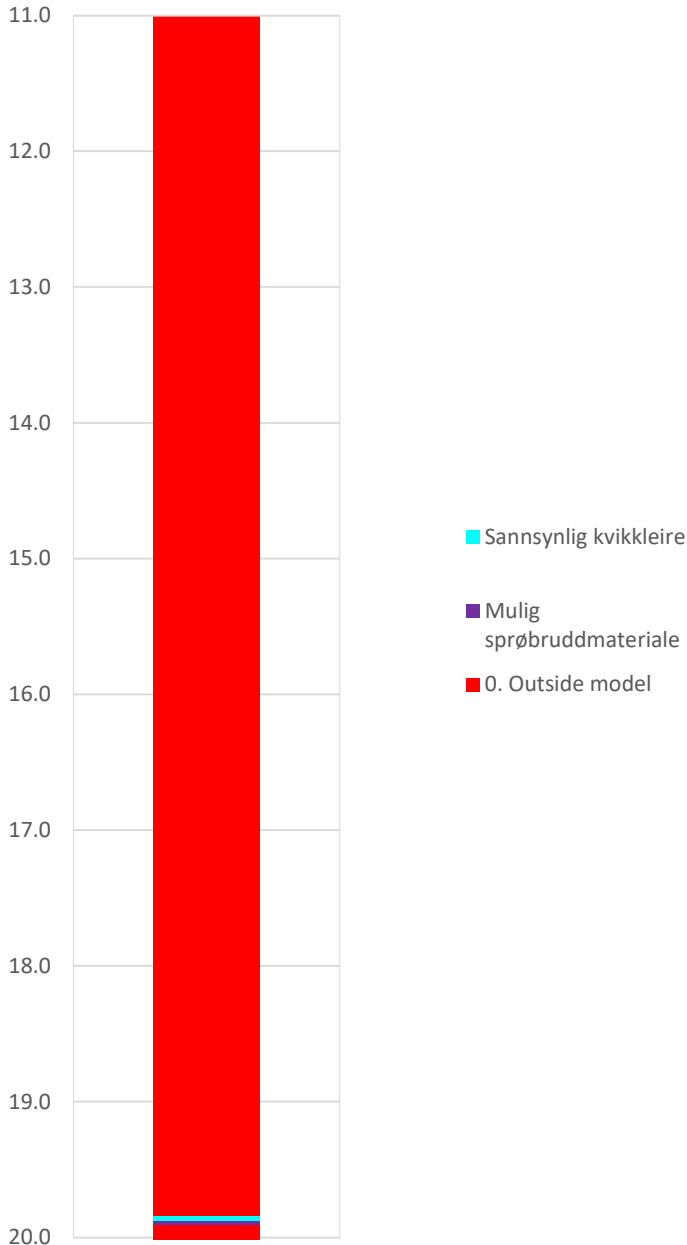
Robertson 1990 (Fr-Qt)



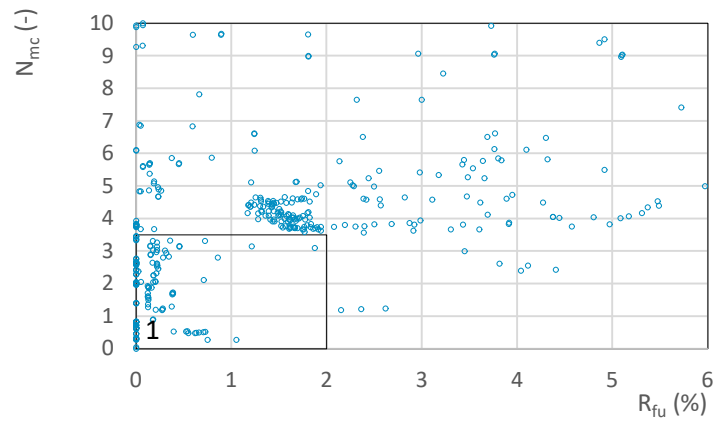
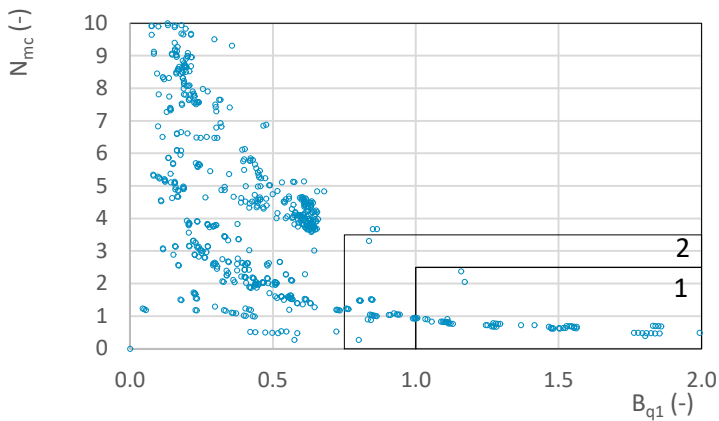
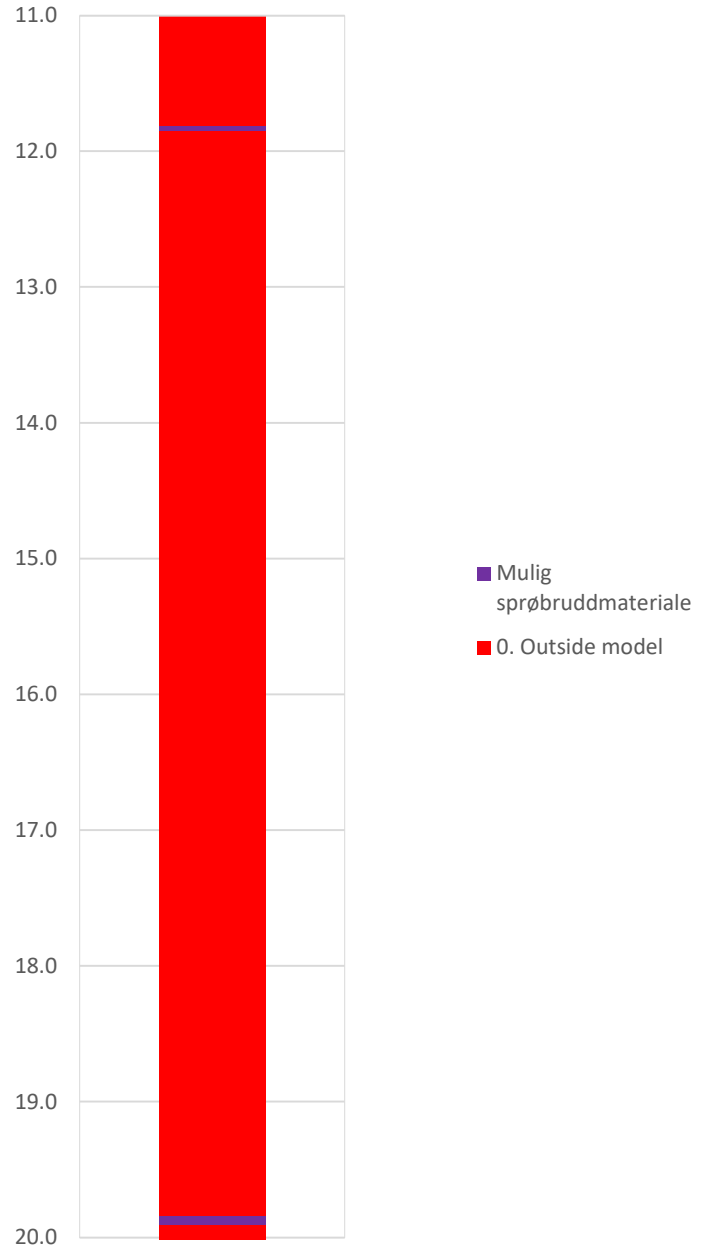
Prosjekt <b>Holmen boligfelt</b>		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull Kote +9.4 <b>N7-2</b>
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				Sondennummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Ekstern konsulent</b>	Dato sondering <b>11.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>16</b>

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

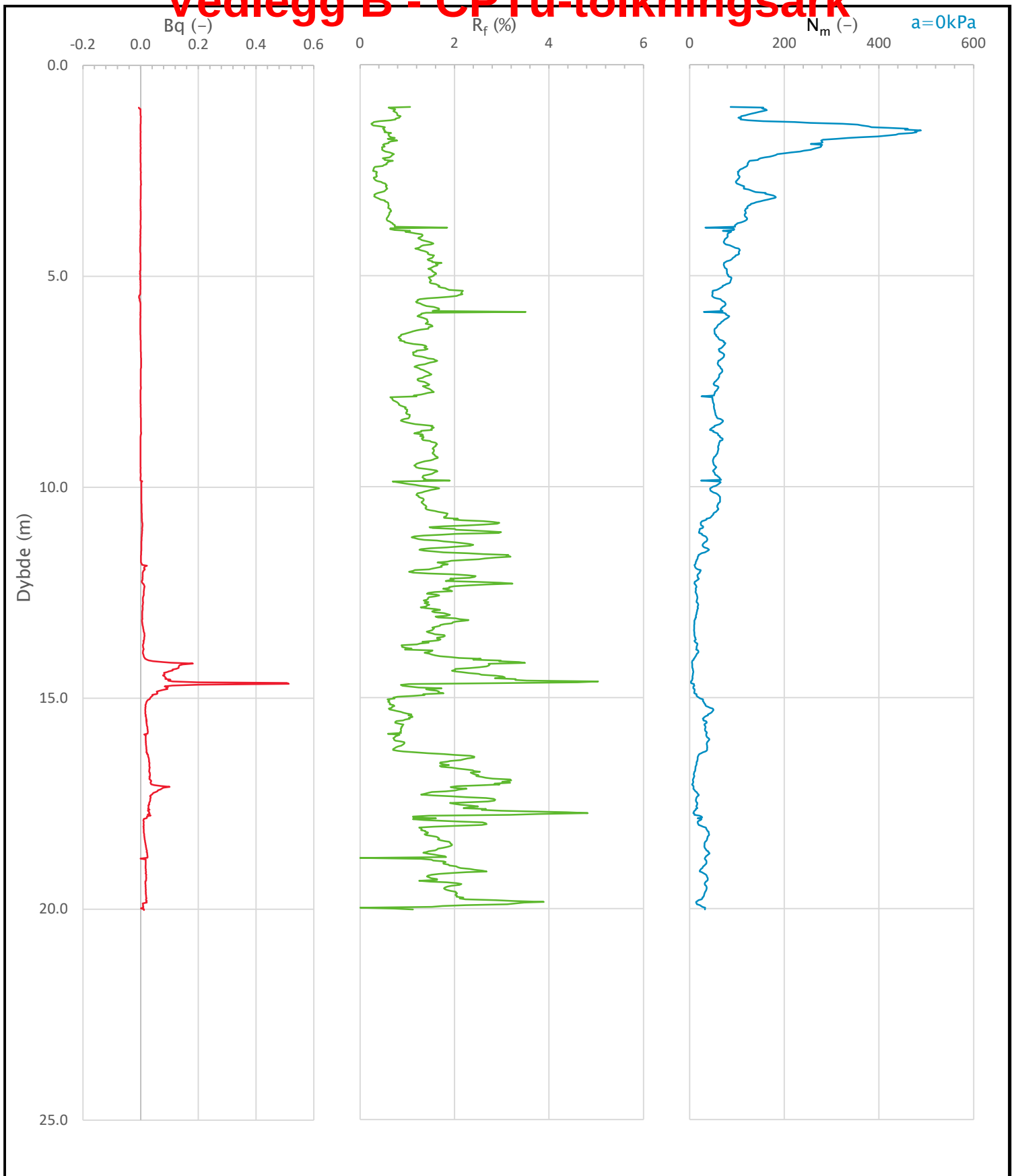



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +9.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N7-2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	11.02.2023	Rev. dato	<b>21</b>	

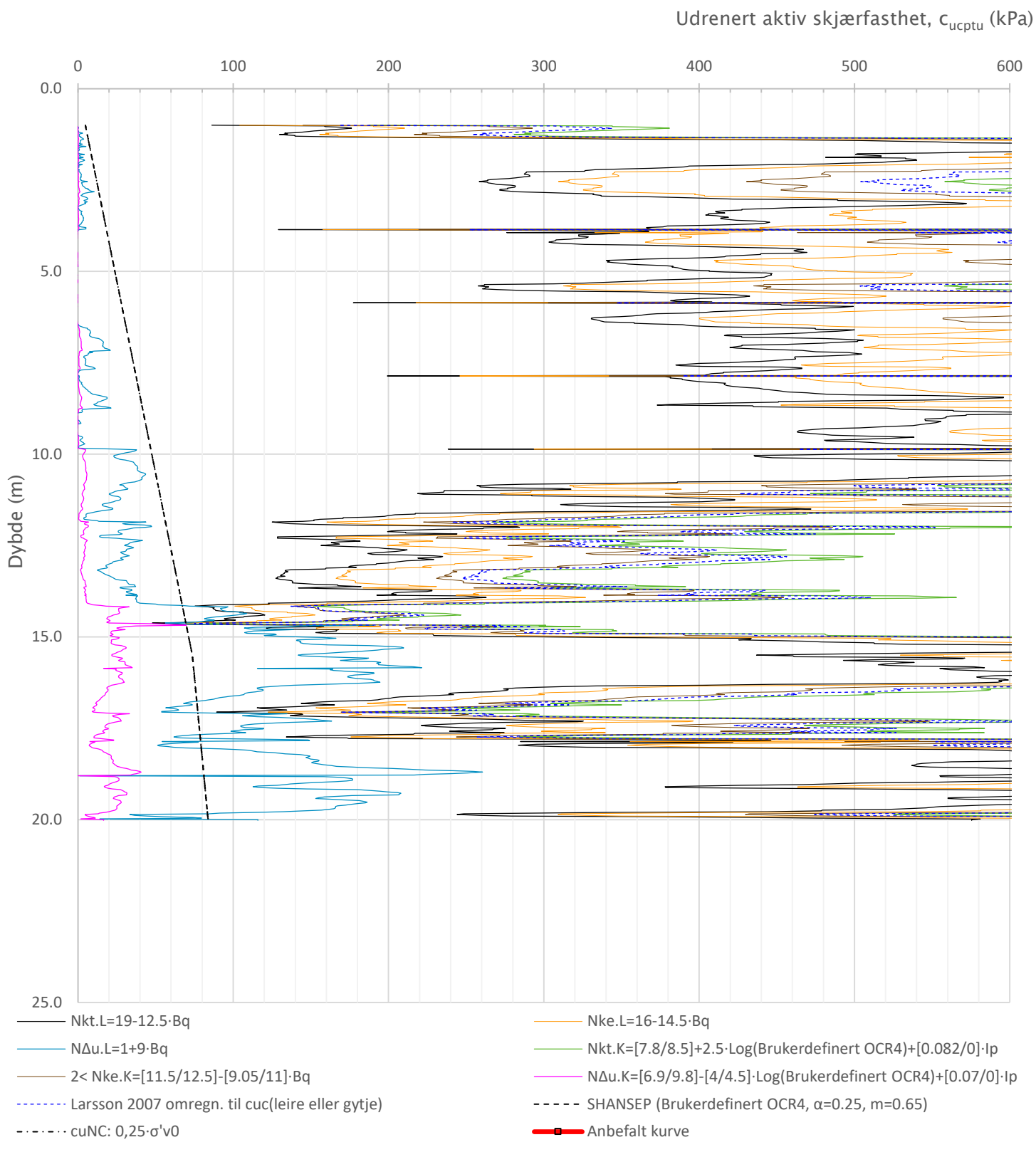
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark




Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +38.1
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N8</b>	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	1	
Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering		Revisjon	Figur	
	15.02.2023		Rev. dato	4	

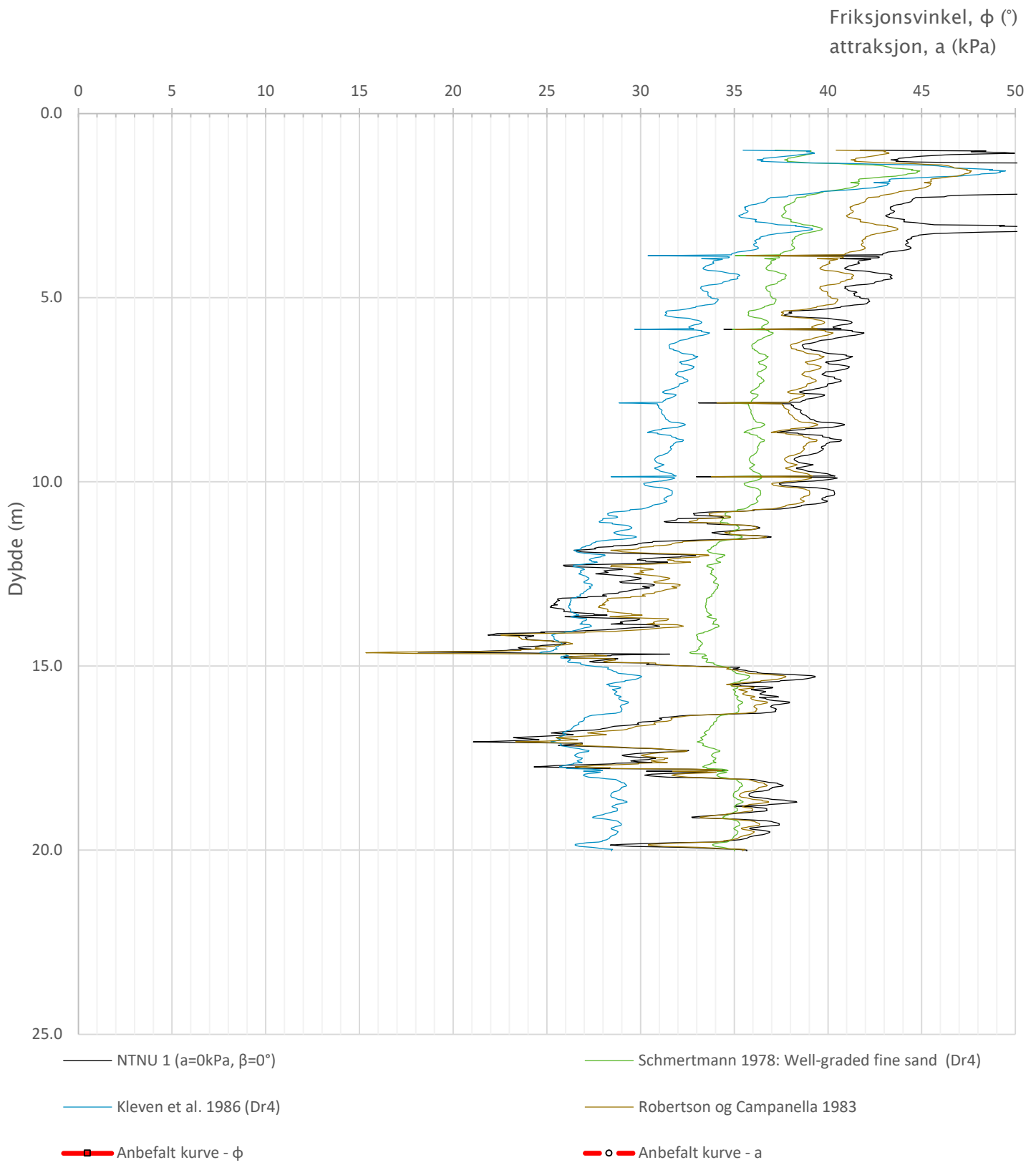



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



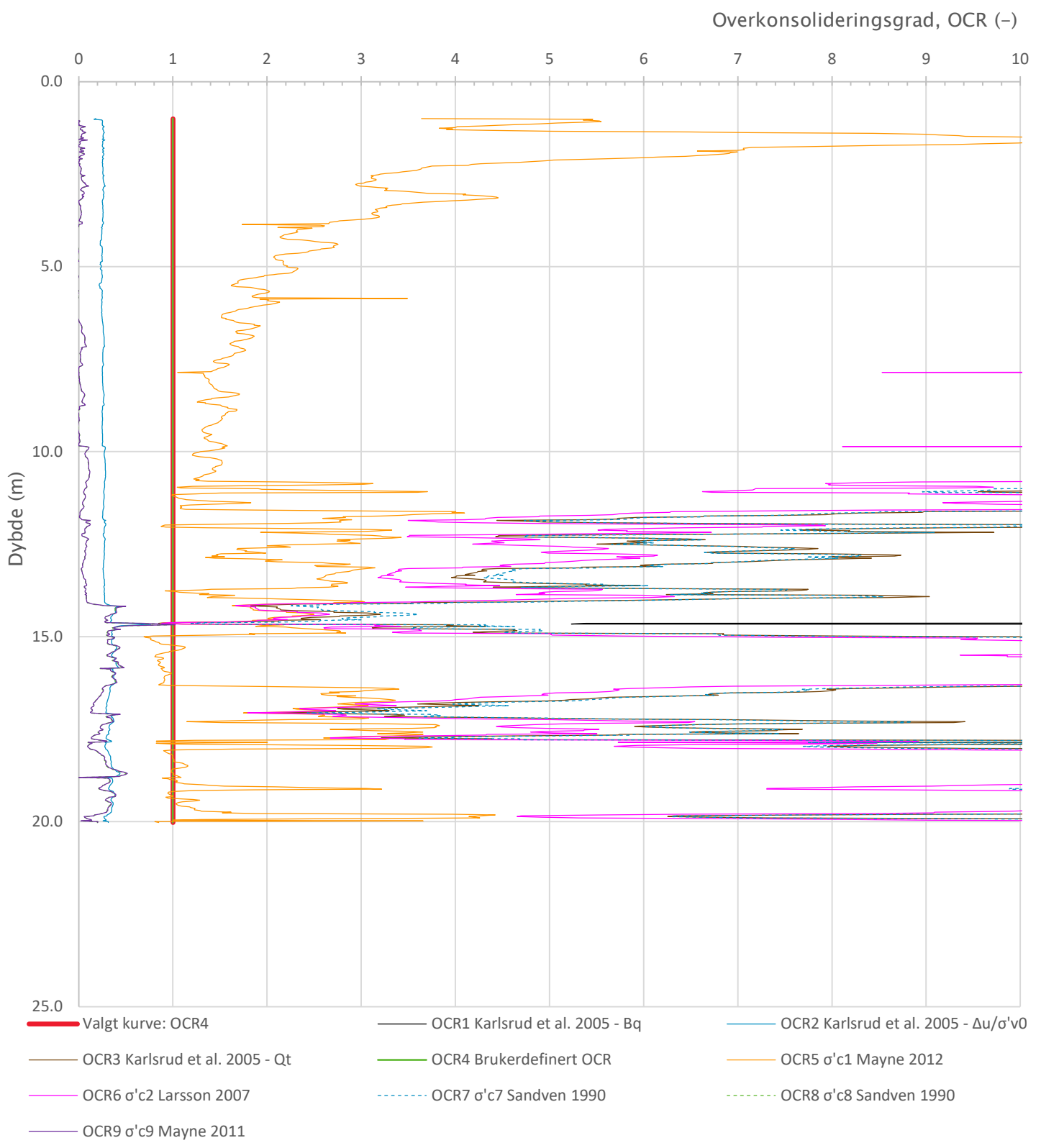
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +38.1
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N8</b>	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	5
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
Ekstern konsulent	15.02.2023	Rev. dato			


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt	Prosjektnummer: 41400289	Rapportnummer: RIG02	Borhull	Kote +38.1
<b>Holmen boligfelt</b>			<b>N8</b>	
Innhold			Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	SOHJ	JAJE	TTR	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	15.02.2023	Rev. dato	6

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



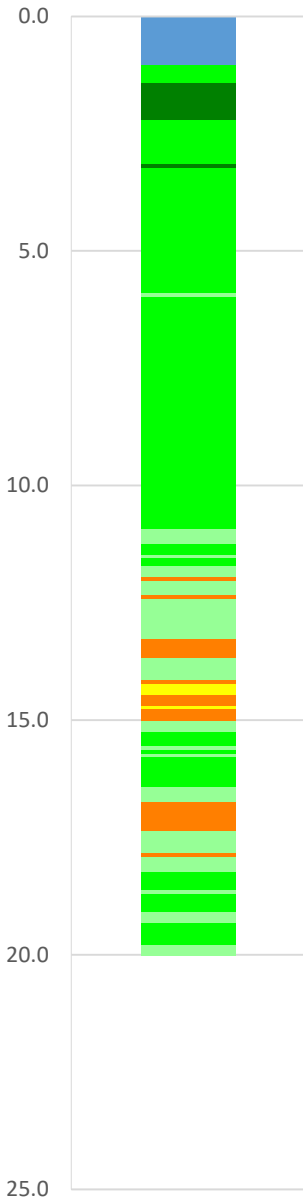
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +38.1
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N8</b>	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	15.02.2023	Rev. dato		



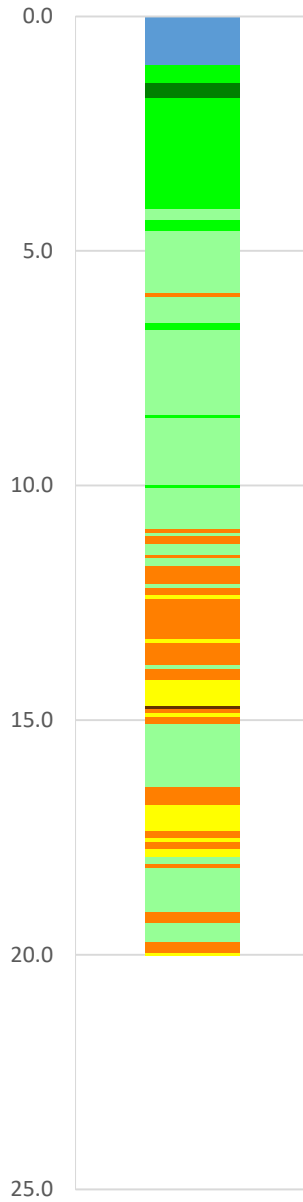
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)

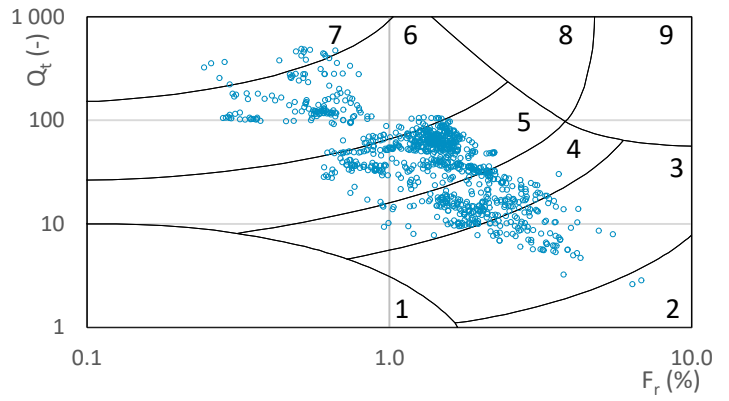
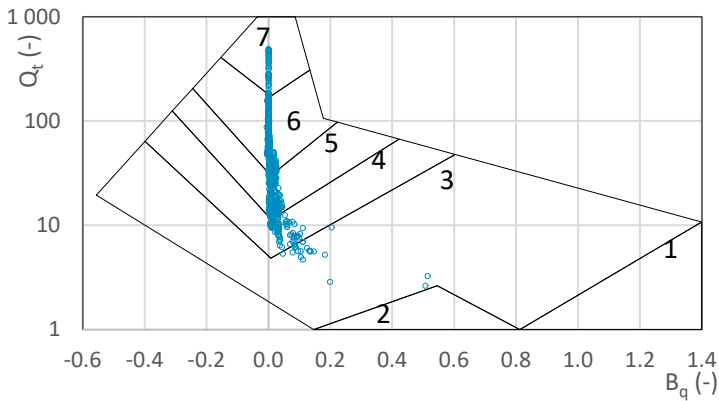
Robertson 1990 (Fr-Qt)




- 3. Clays - Clay to silty clay
- 4. Silt mixtures - Clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - Silty sand to sandy silt
- 7. Gravelly sand to sand
- 6. Sands - Clean sands to silty sands
- -1. Predrilling



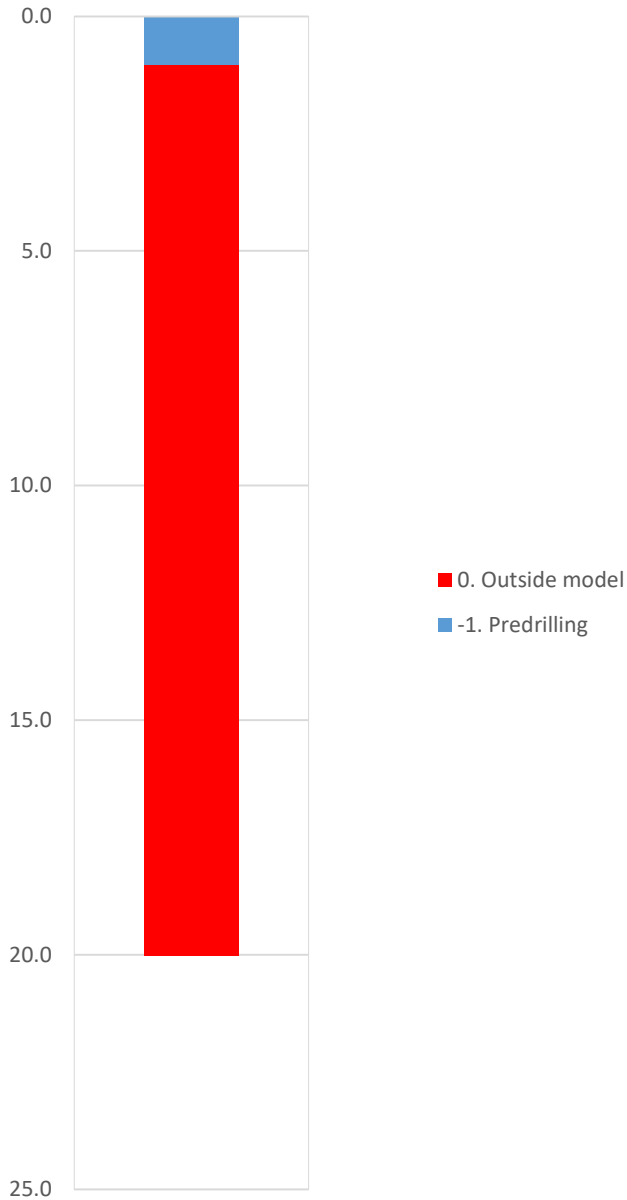
- 0. Outside model
- 2. Organic soils - clay
- 3. Clays - silty clay to clay
- 4. Silt mixtures - clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - silty sand to sandy silt
- 7. Gravelly sand to dense sand
- 6. Sands - clean sand to silty sand
- -1. Predrilling



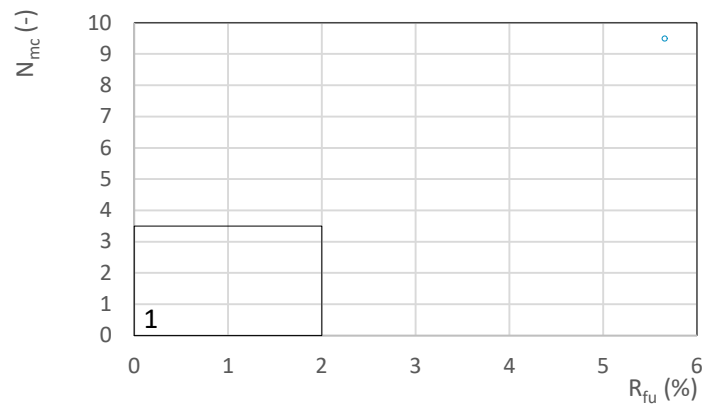
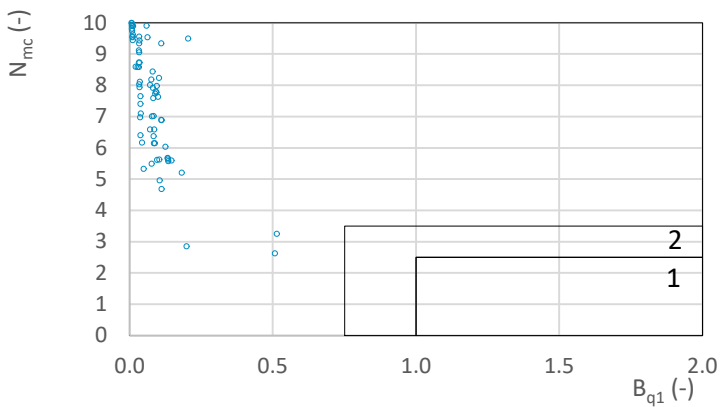
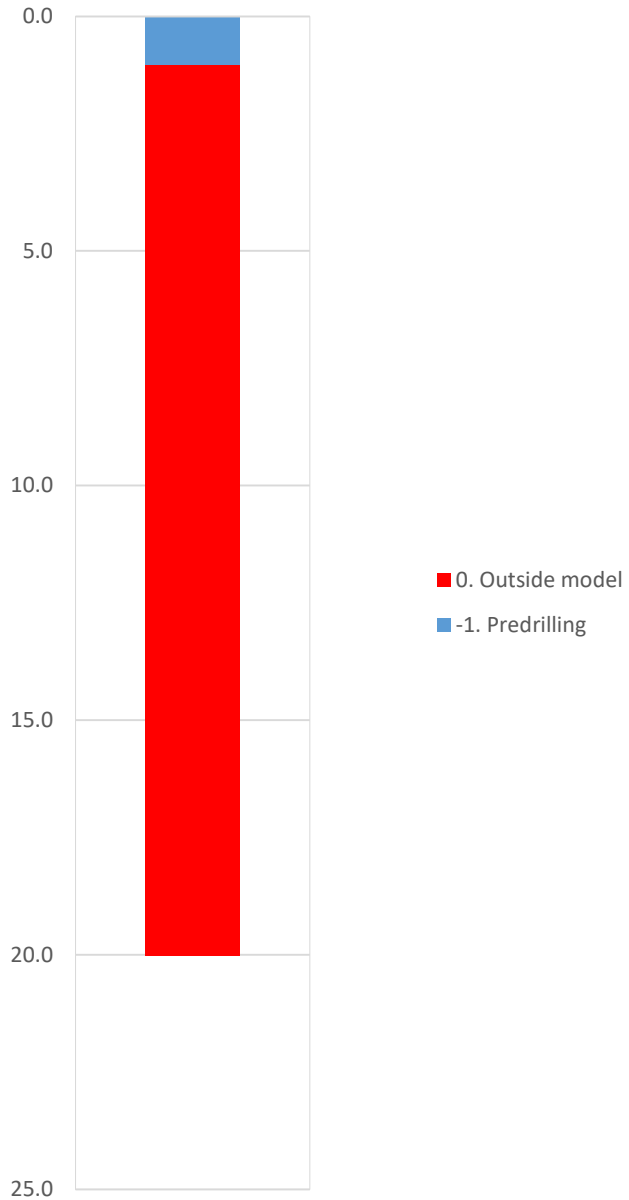
Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +38.1
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N8</b>	
Innhold			Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990		Sondennummer	
					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	15.02.2023	Rev. dato	<b>16</b>		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

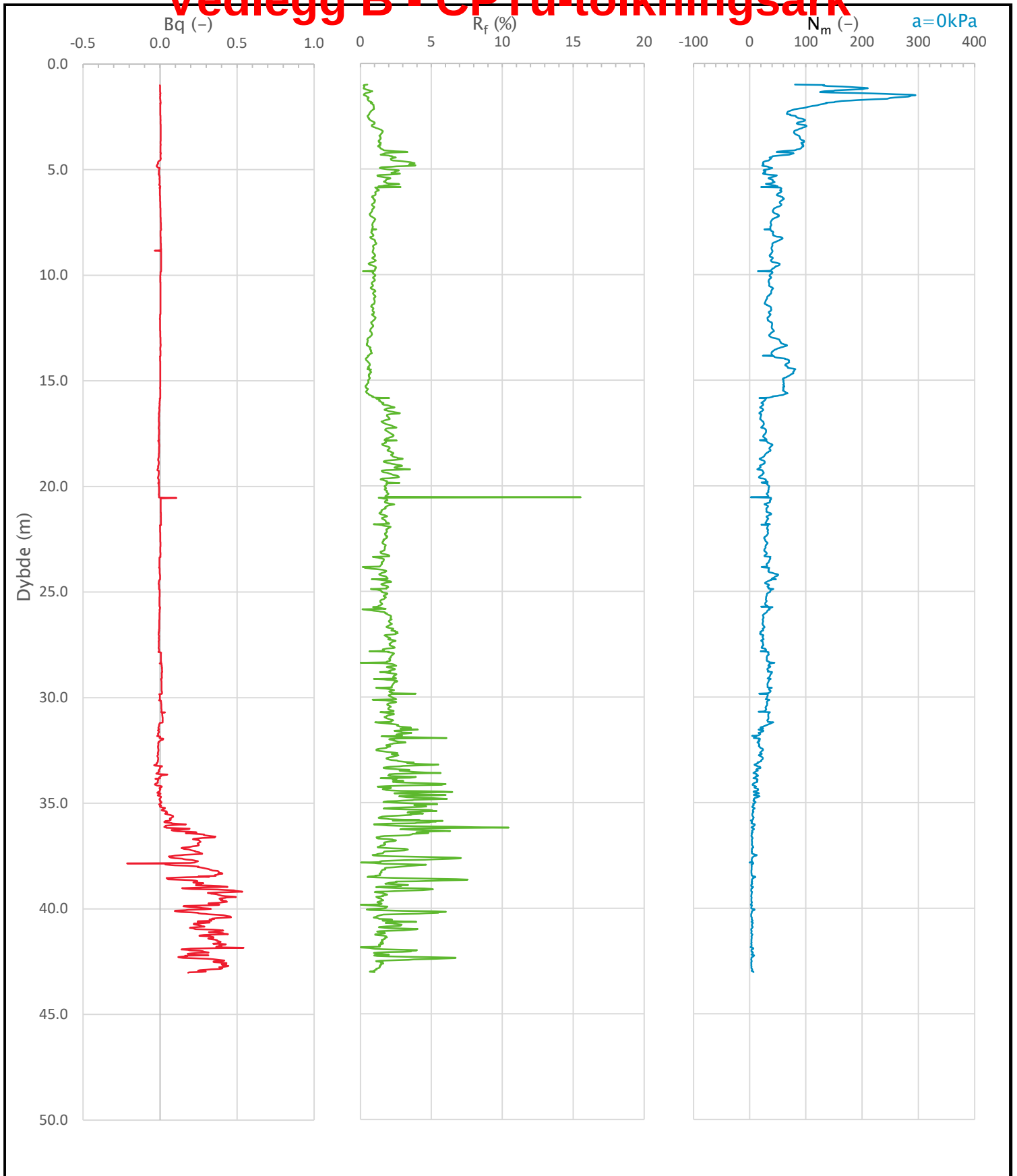



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +38.1
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N8</b>	
Innhold			Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondenummer	
					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	15.02.2023	Rev. dato	21		

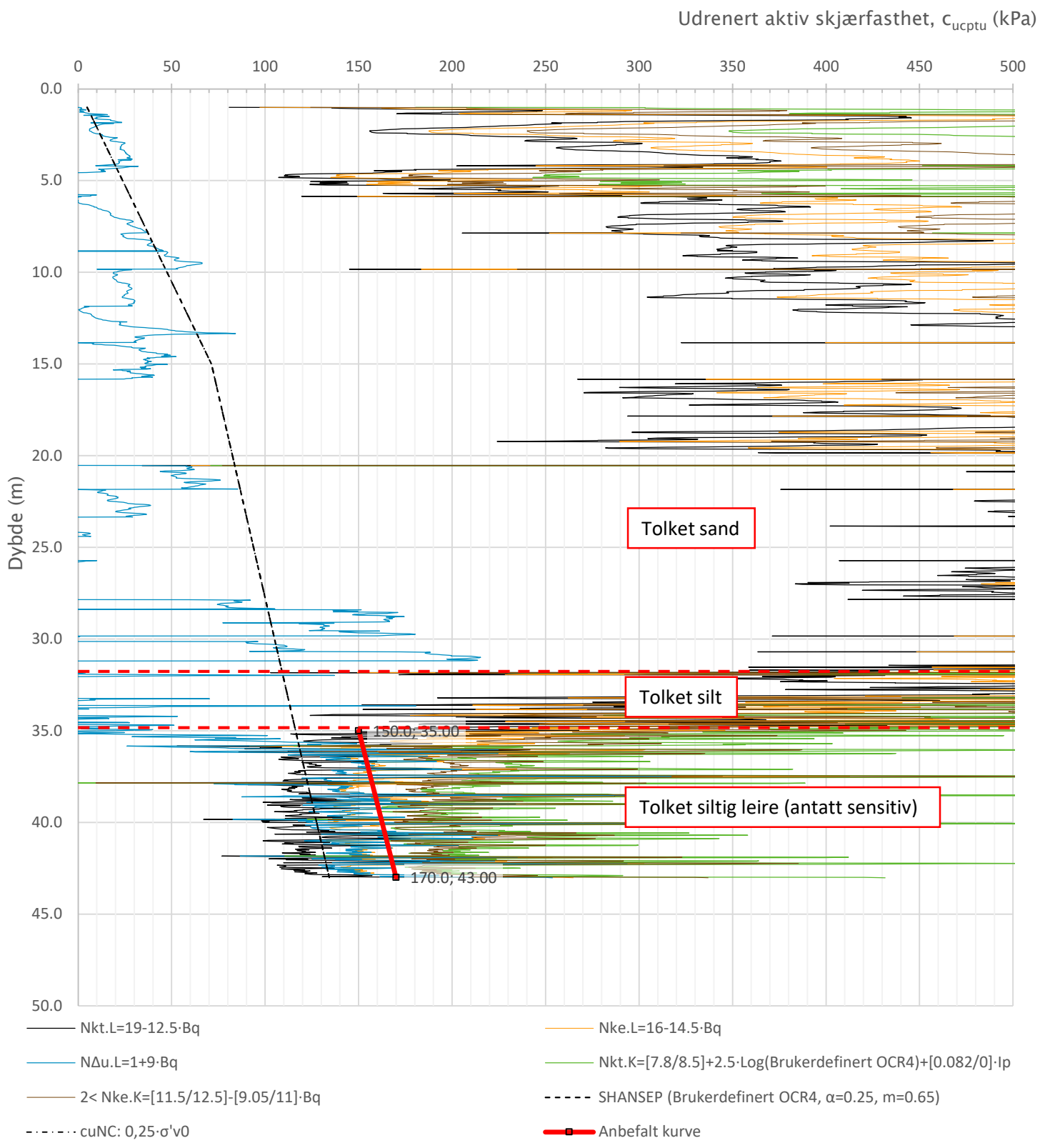
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark




Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N9</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	17.02.2023	Rev. dato	<b>4</b>	

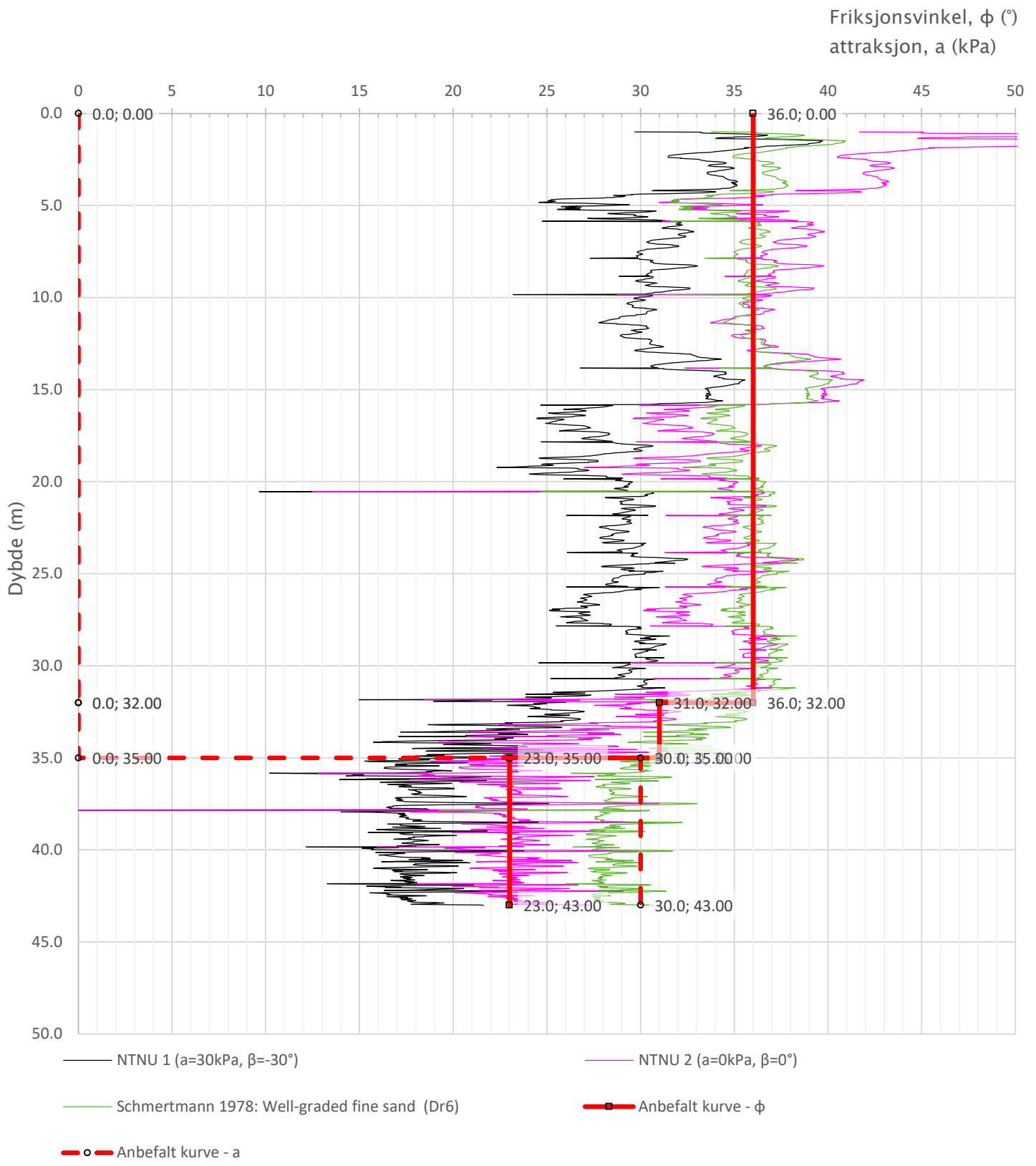



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



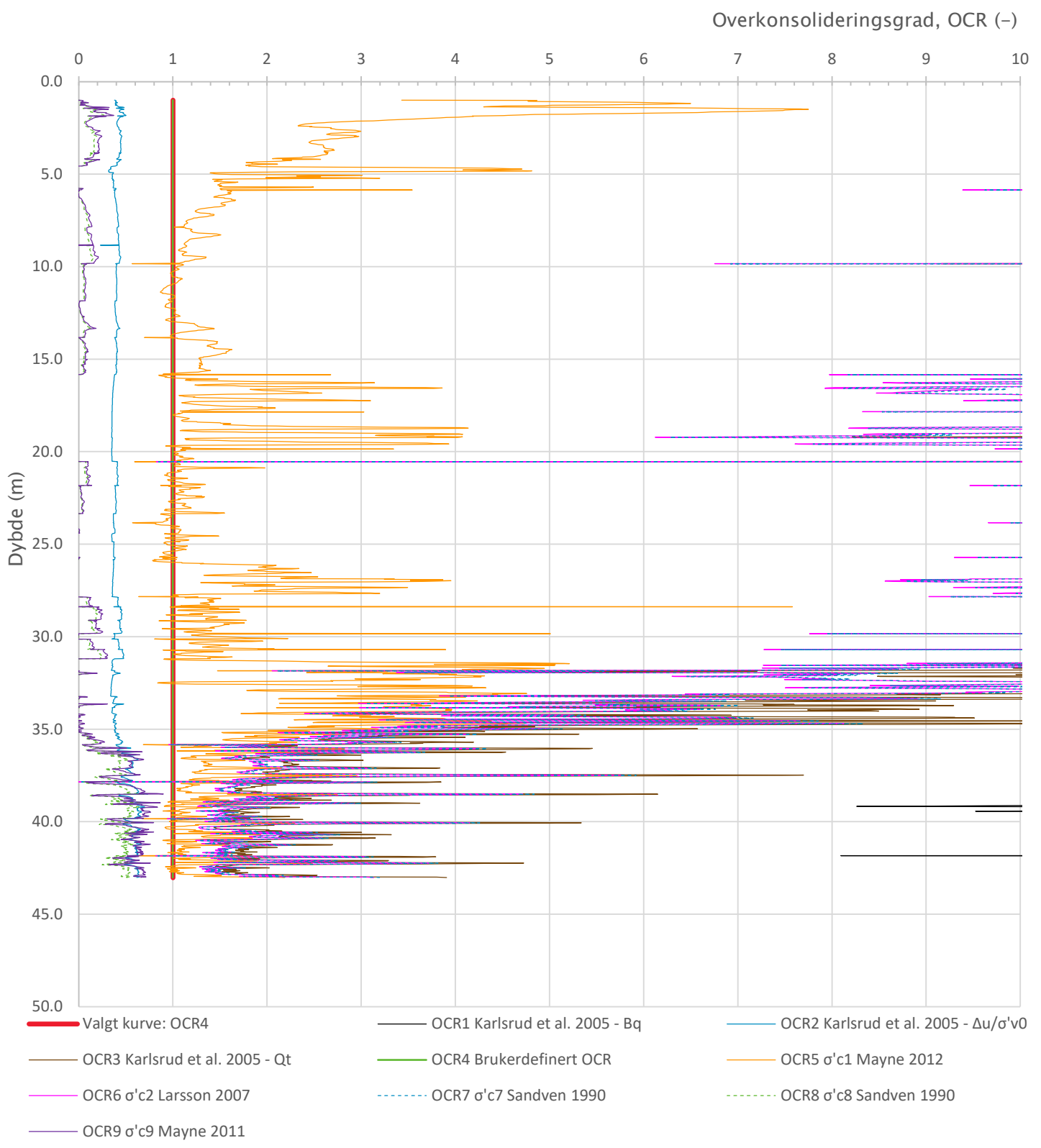
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N9</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	17.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N9</b>	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	6
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	17.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



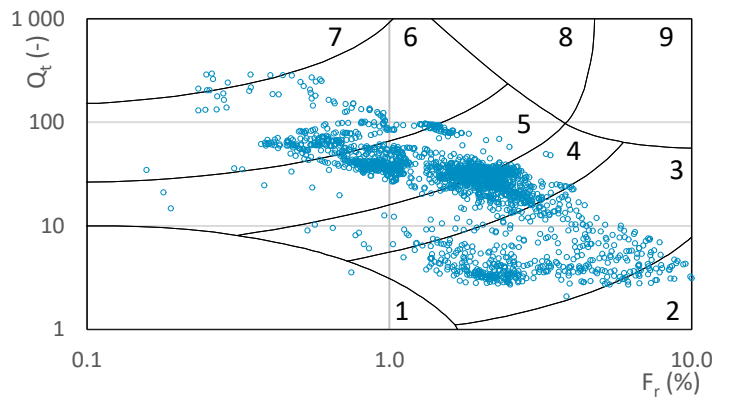
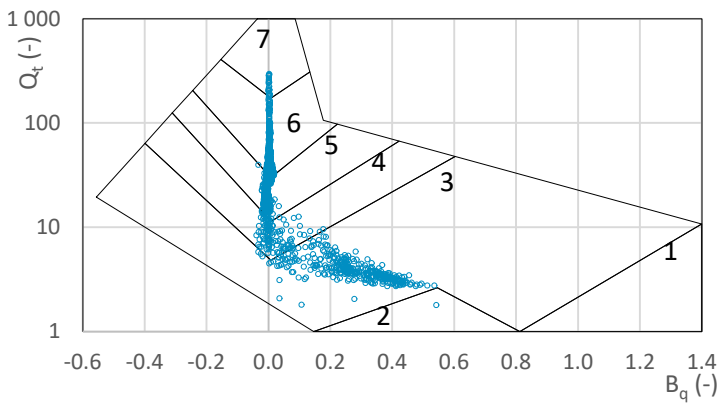
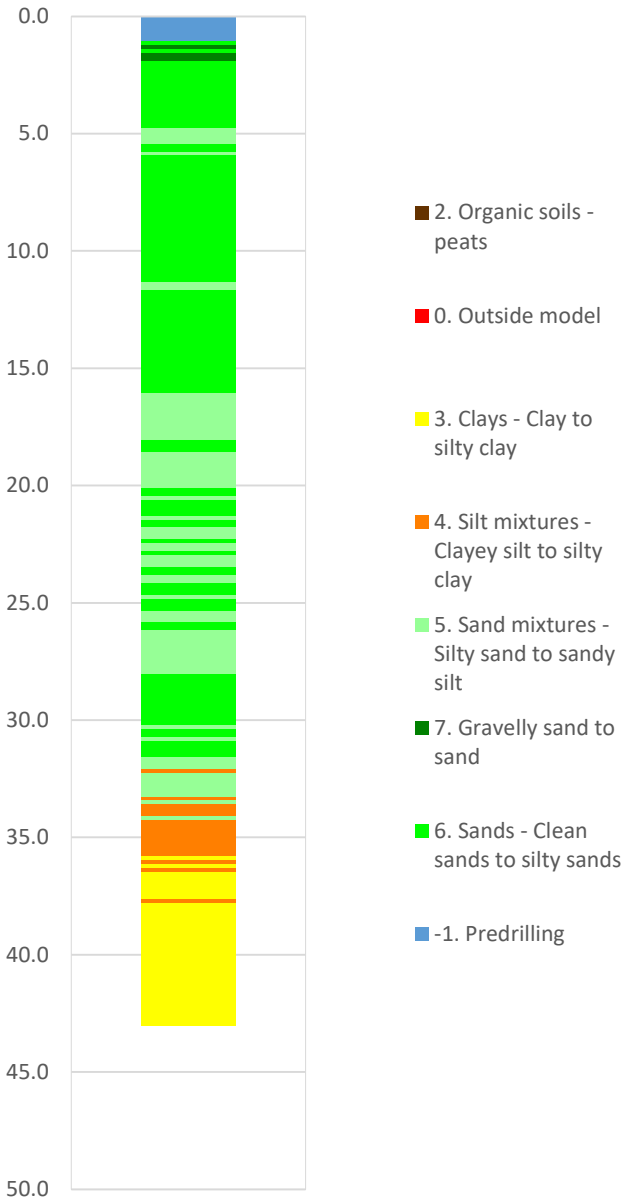
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N9</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	17.02.2023	Rev. dato		




# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)

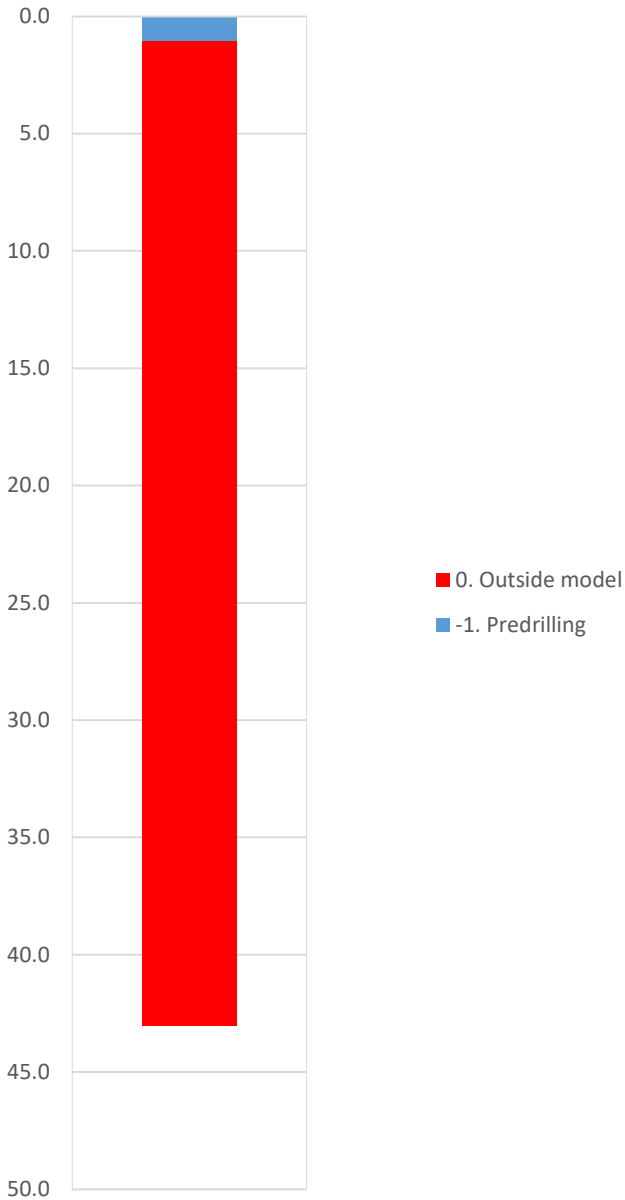
Robertson 1990 (Fr-Qt)



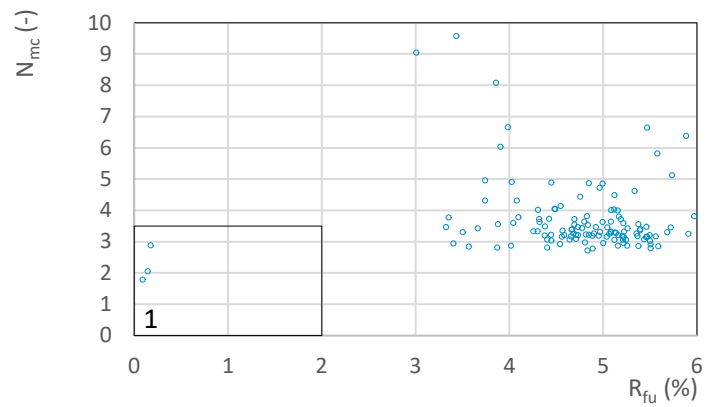
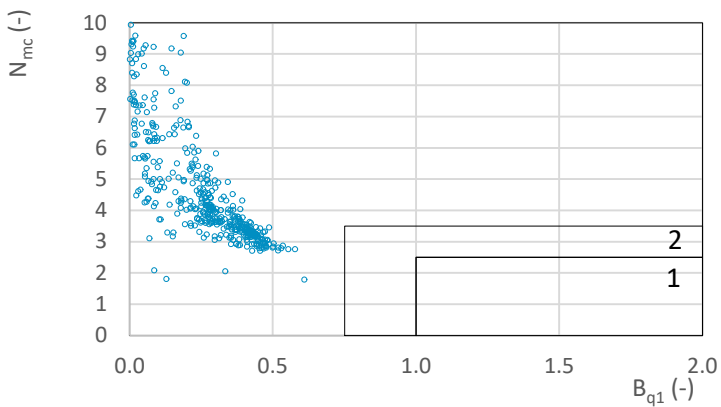
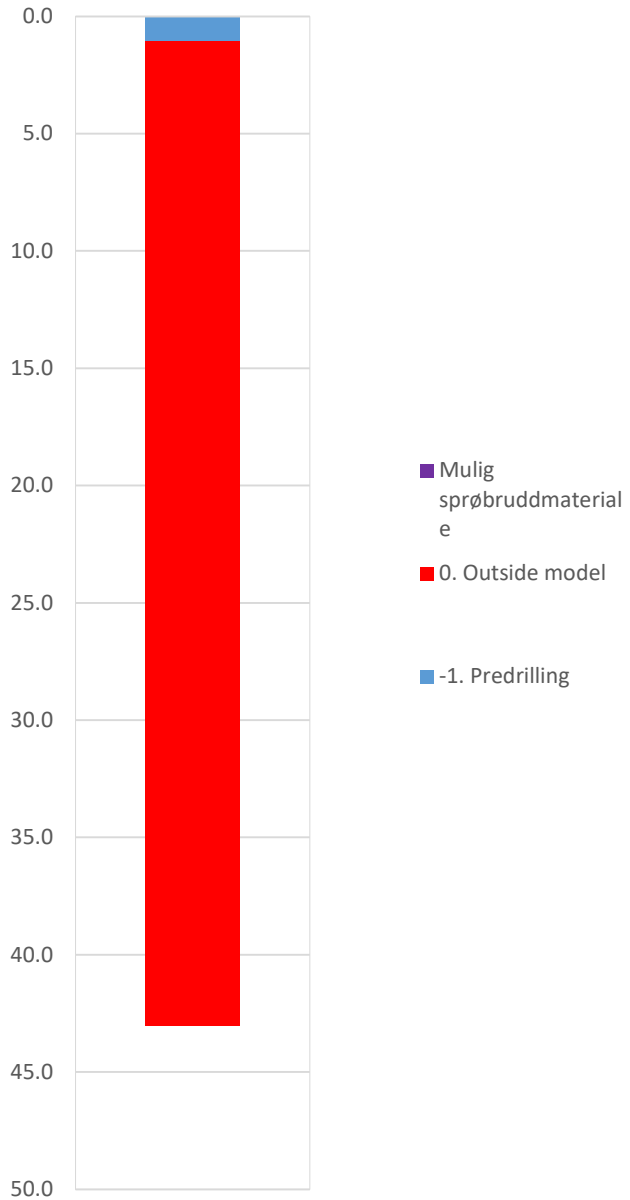
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N9</b>	
Innhold		Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990		Sondenummer	
				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	16
	Ekstern konsulent	17.02.2023	Rev. dato		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

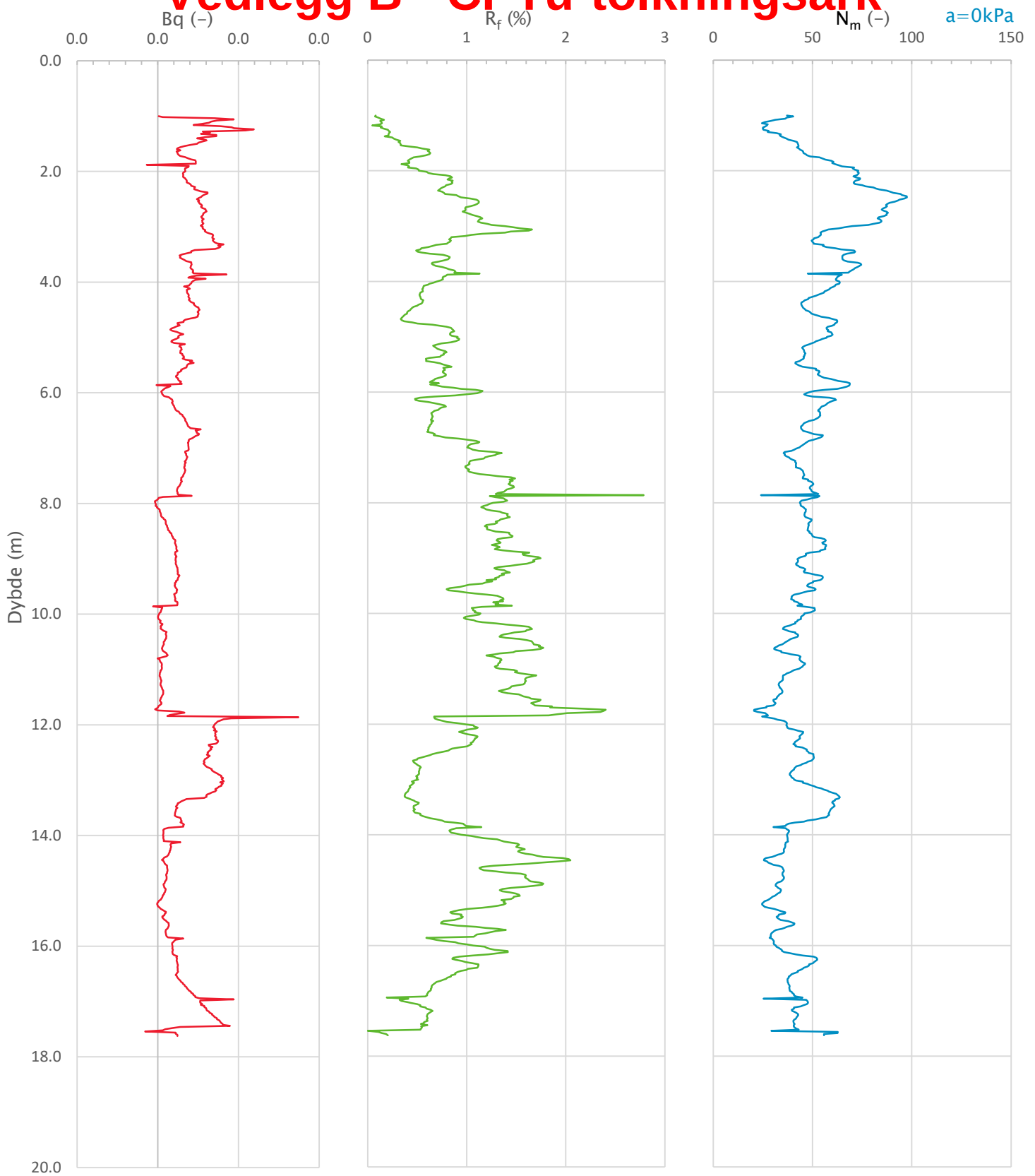



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N9</b>	
Innhold			Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondenummer	
					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	17.02.2023	Rev. dato	21		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

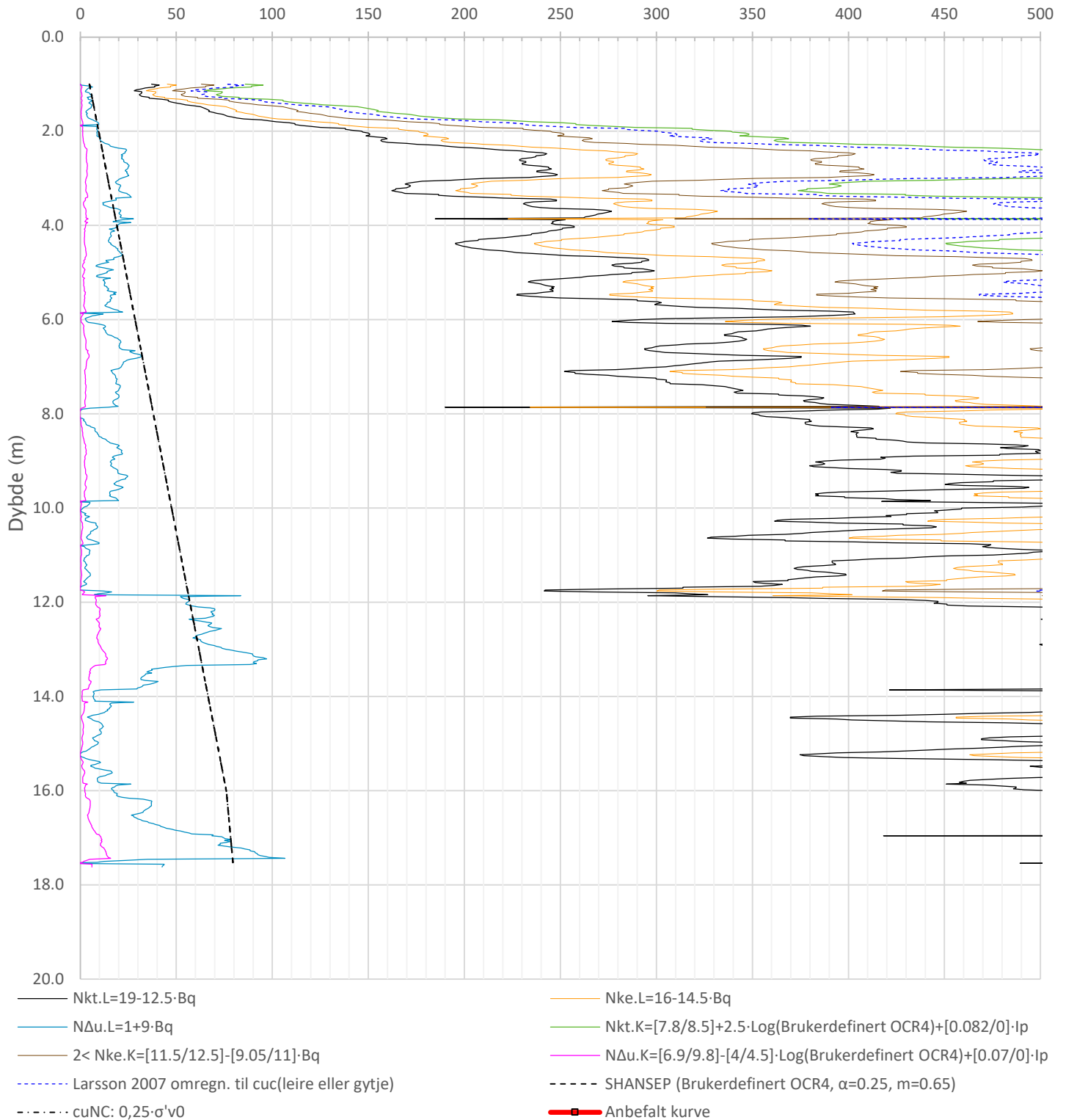



Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N10-1</b>	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Utbygging	15.02.2023	Rev. dato	4		



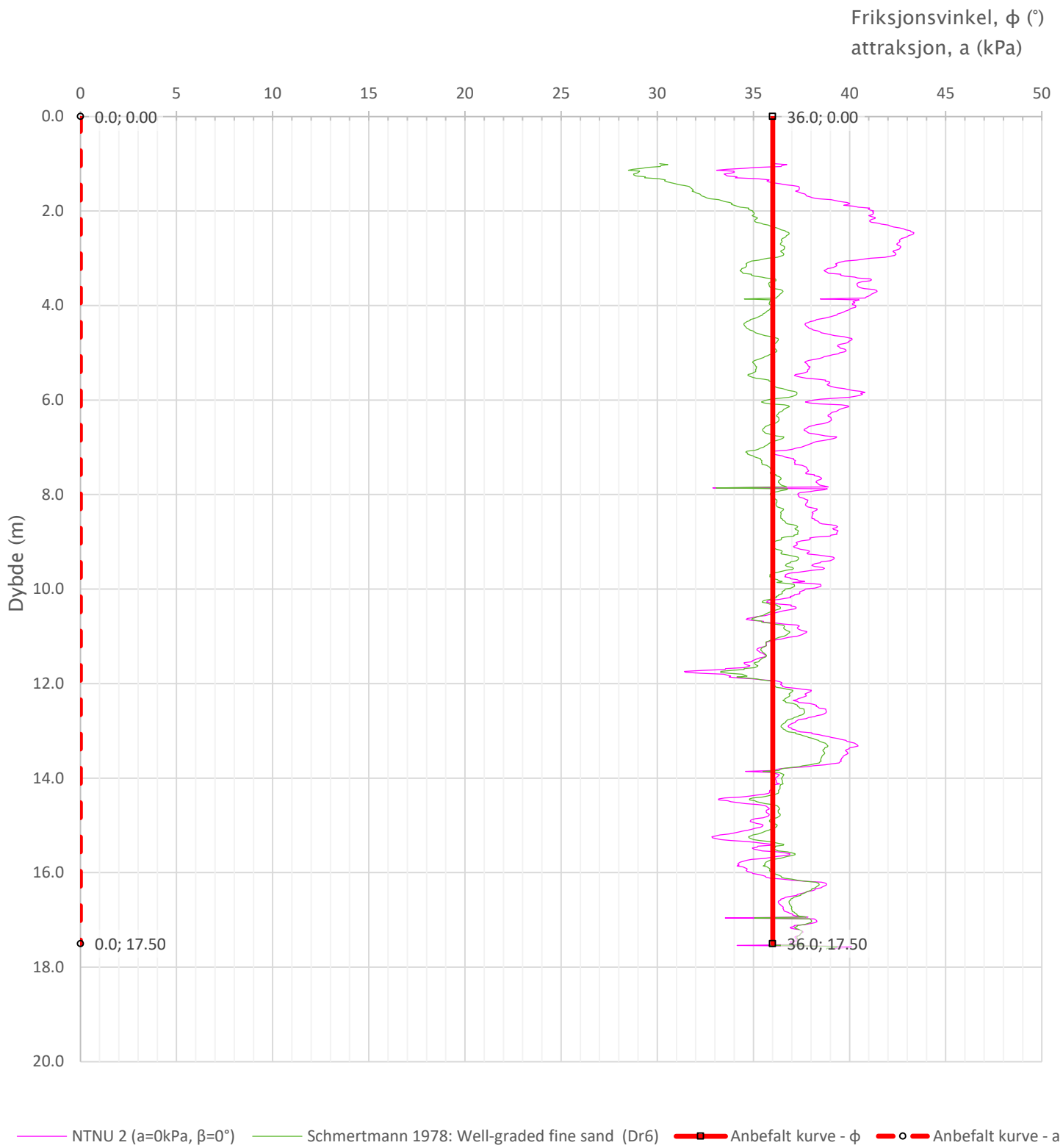
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



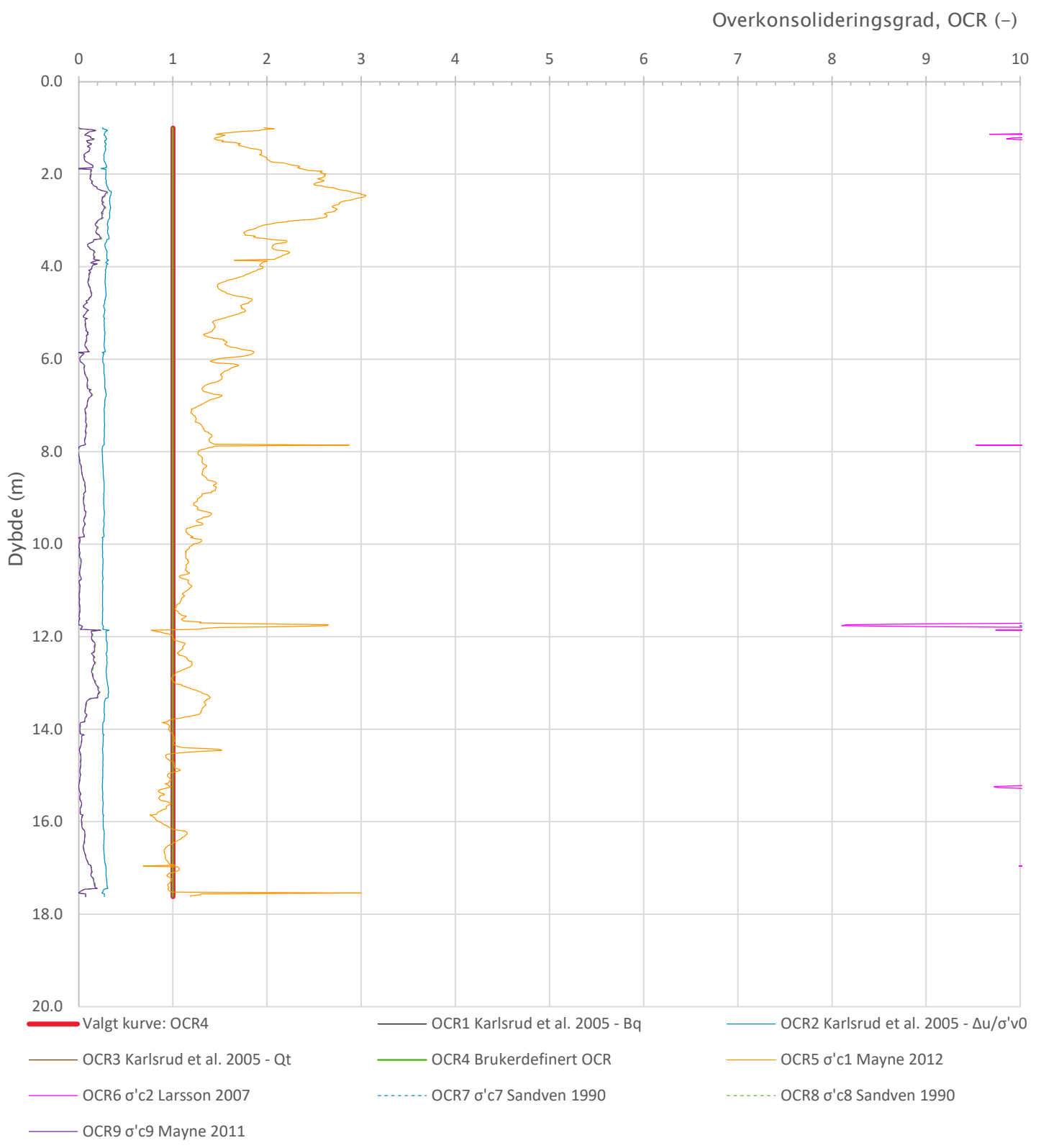
Prosjekt	Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-1</b>
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer <b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført <b>SOHJ</b>	Kontrollert <b>JAJE</b>	Godkjent <b>TTR</b>	Anvend.klasse <b>1</b>
	Divisjon <b>Utbygging</b>	Dato sondering <b>15.02.2023</b>	Revisjon Rev. dato	Figur <b>5</b>

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-1</b>	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Utbygging	15.02.2023	Rev. dato	6	

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



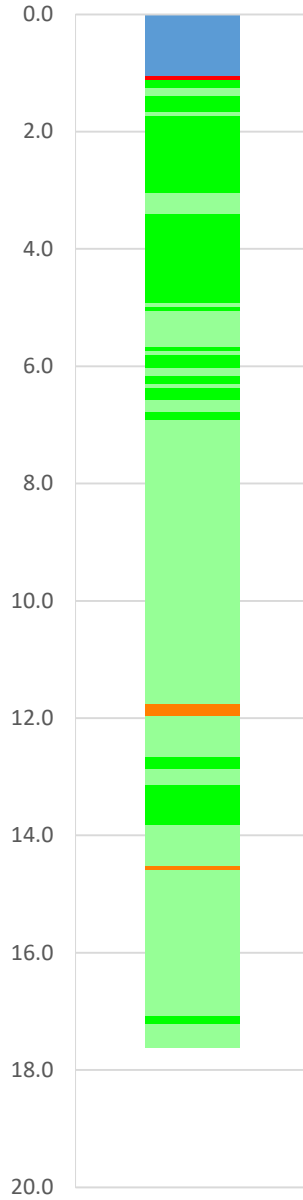
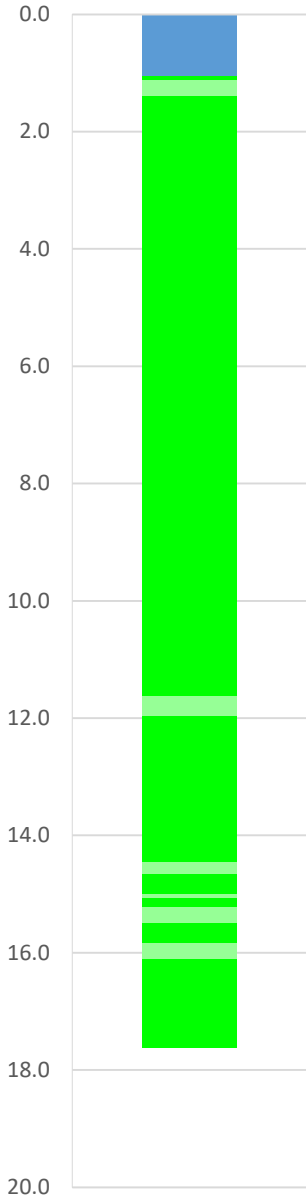
Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N10-1</b>	
Innhold					Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					<b>5310</b>	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Utbygging	15.02.2023	Rev. dato	<b>8</b>		



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

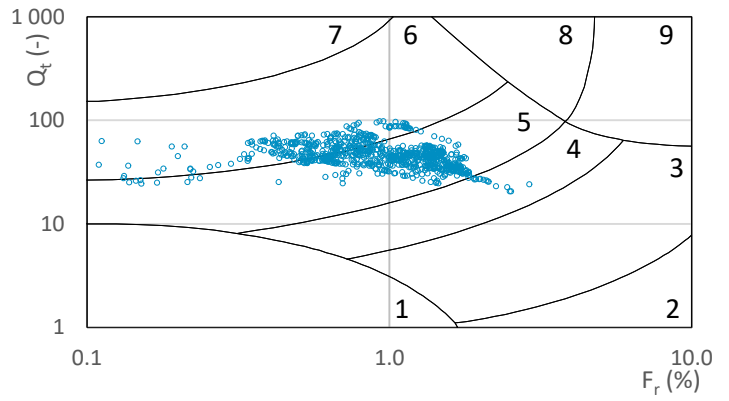
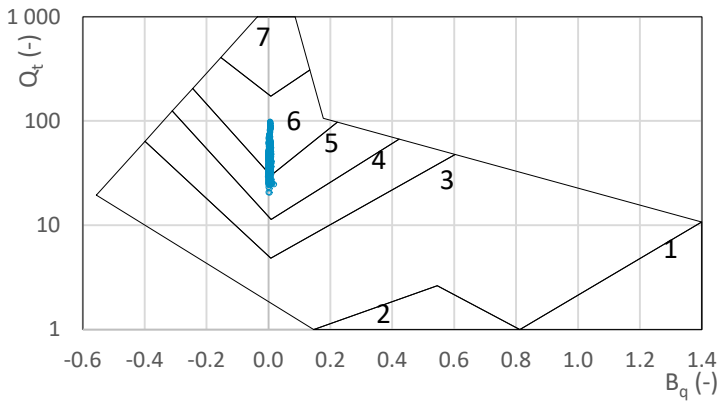
Robertson 1990 (Bq-Qt)


Robertson 1990 (Fr-Qt)



- 5. Sand mixtures - Silty sand to sandy silt
- 6. Sands - Clean sands to silty sands
- -1. Predrilling

- 4. Silt mixtures - clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - silty sand to sandy silt
- 6. Sands - clean sand to silty sand
- 0. Outside model
- -1. Predrilling

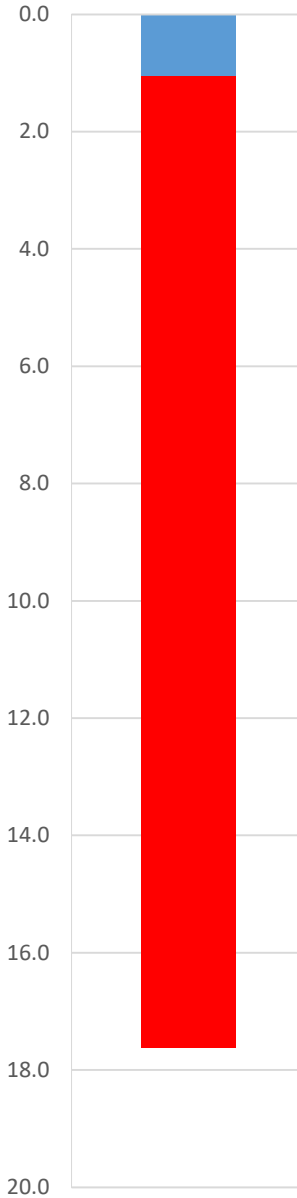
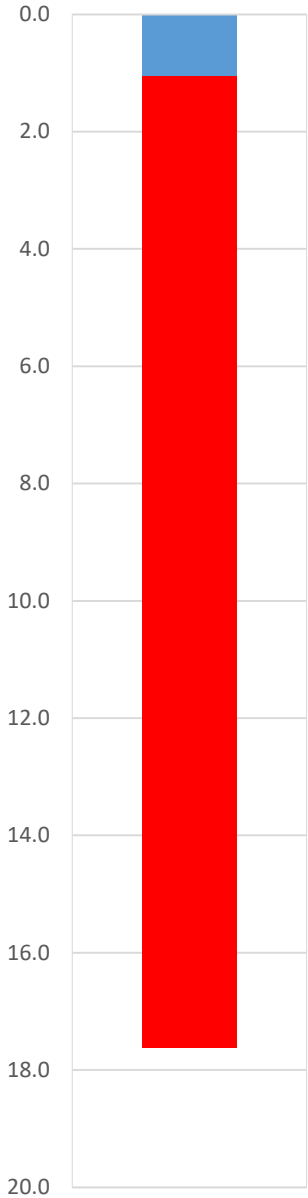


Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-1</b>	
Innhold				Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>	
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Utbygging	15.02.2023	Rev. dato	<b>16</b>		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

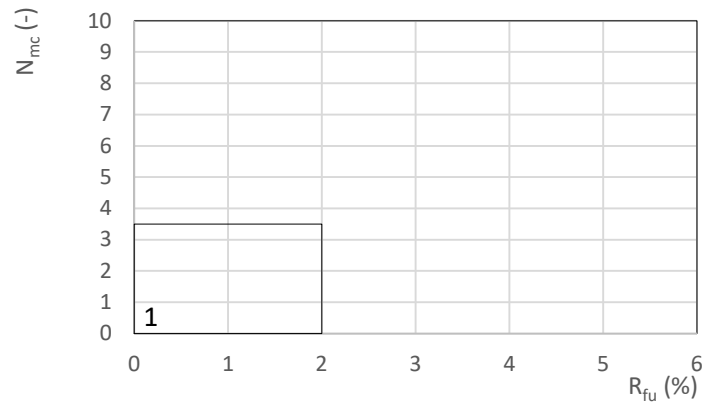
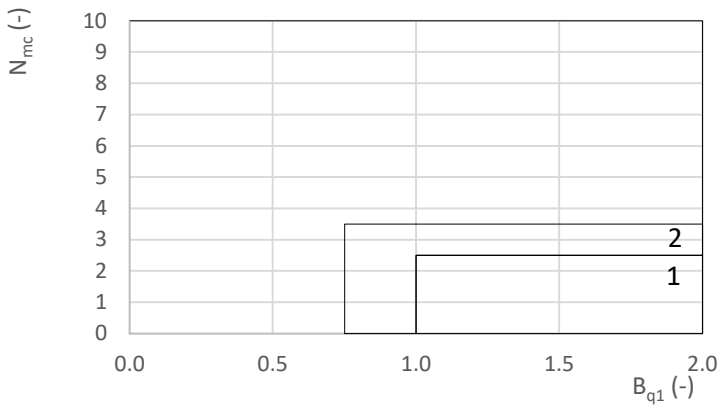
NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



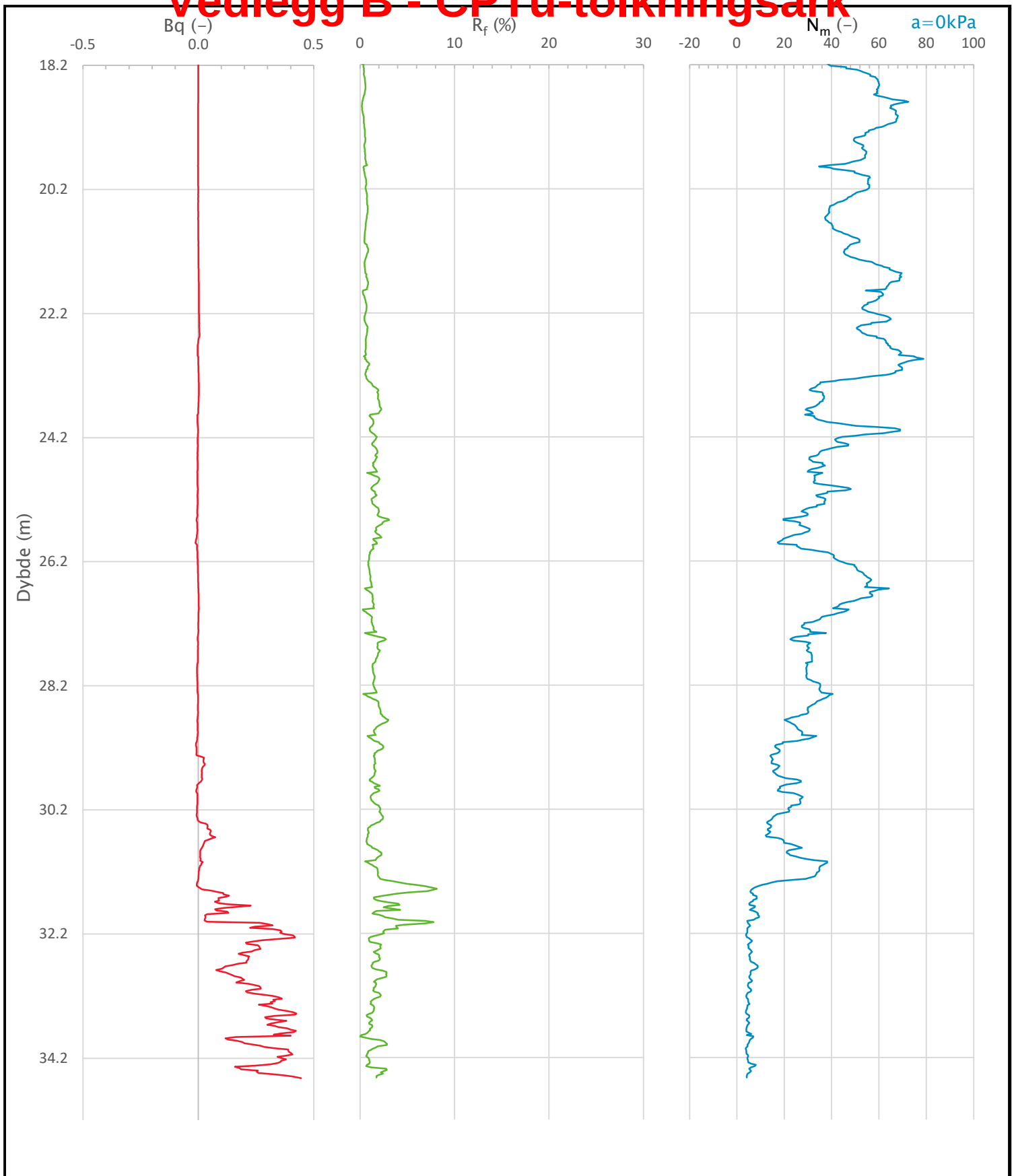
■ 0. Outside model  
■ -1. Predrilling


■ 0. Outside model  
■ -1. Predrilling



Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N10-1</b>	
Innhold			Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondenummer	
					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	SOHJ	Kontrollert	JAJE	Godkjent	TTR
	Divisjon	Utbygging	Dato sondering	15.02.2023	Revisjon	Rev. dato
					Anvend.klasse	<b>1</b>
					Figur	<b>21</b>

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

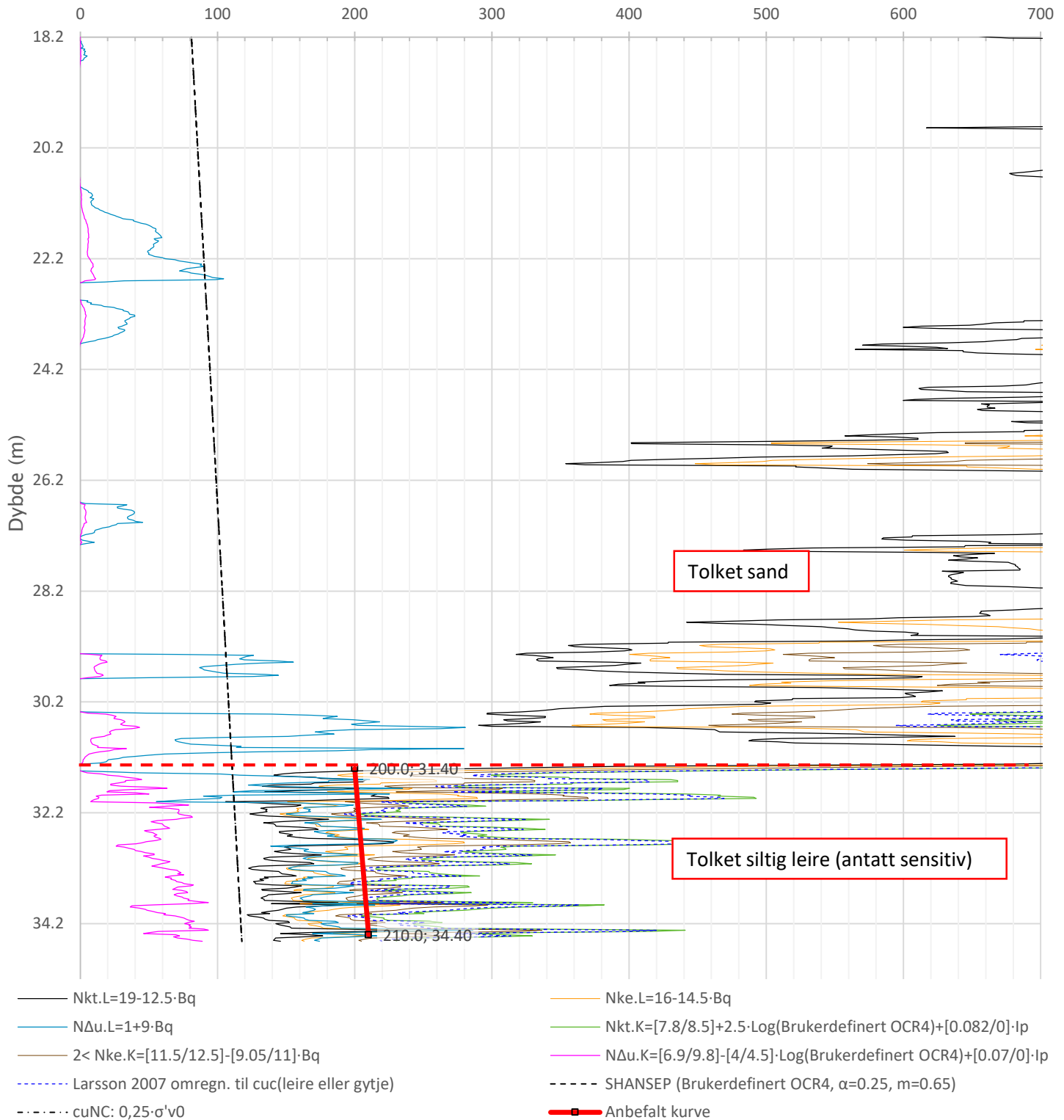



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-3</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	16.02.2023	Rev. dato	<b>4</b>	



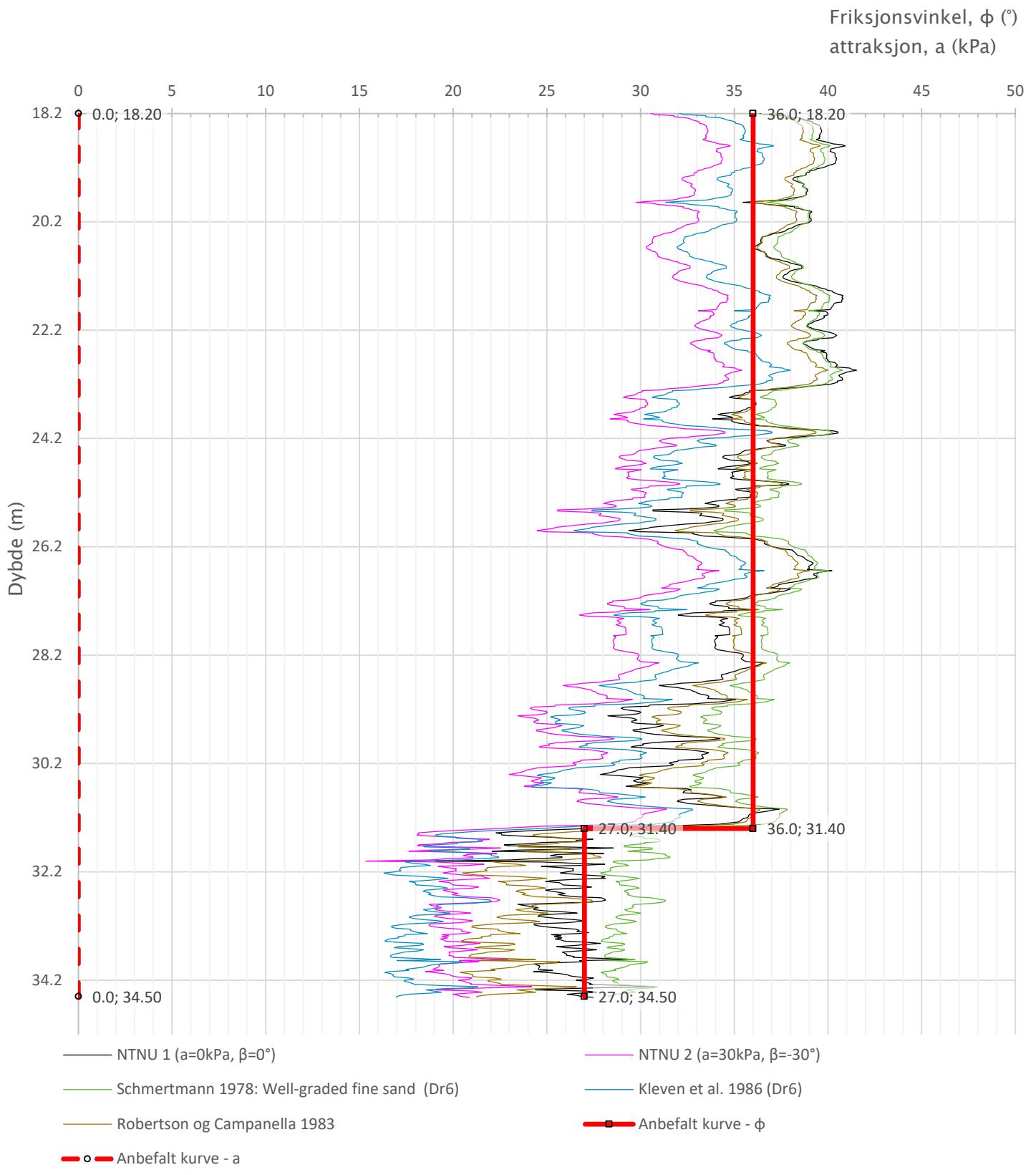
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



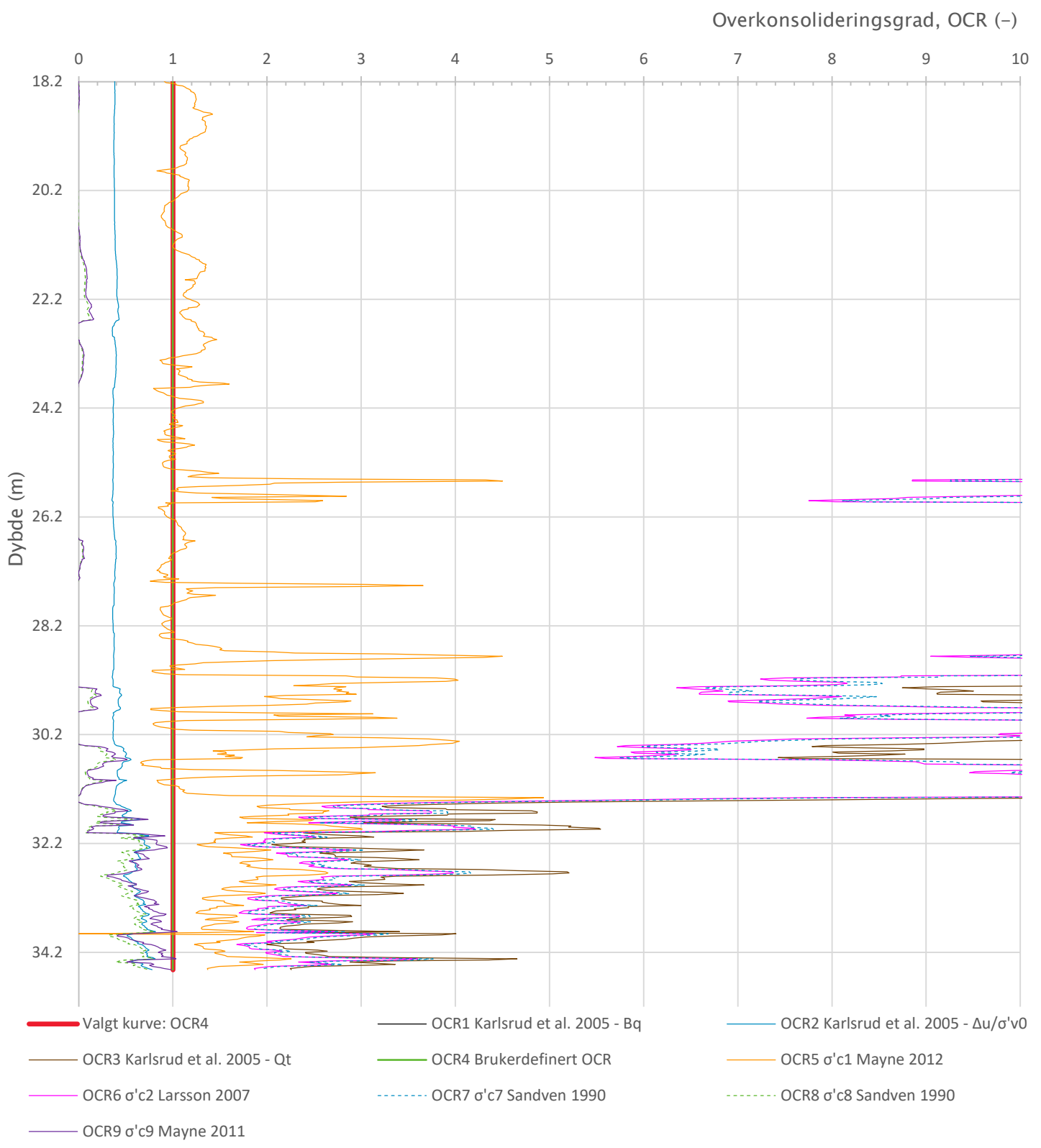
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-3</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	5
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		
Ekstern konsulent	16.02.2023				

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark




Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-3</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	6
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		
Ekstern konsulent	16.02.2023				

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



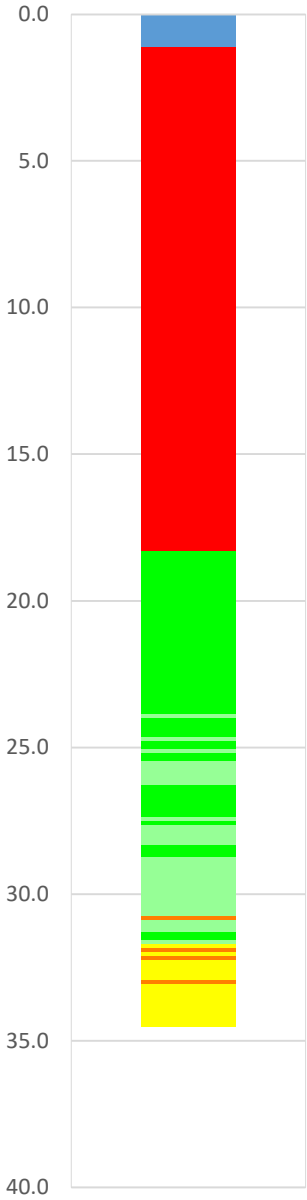
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR
- OCR5  $\sigma'c1$  Mayne 2012
- OCR6  $\sigma'c2$  Larsson 2007
- - - OCR7  $\sigma'c7$  Sandven 1990
- - - OCR8  $\sigma'c8$  Sandven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

Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N10-3</b>	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	16.02.2023	Rev. dato	<b>8</b>		

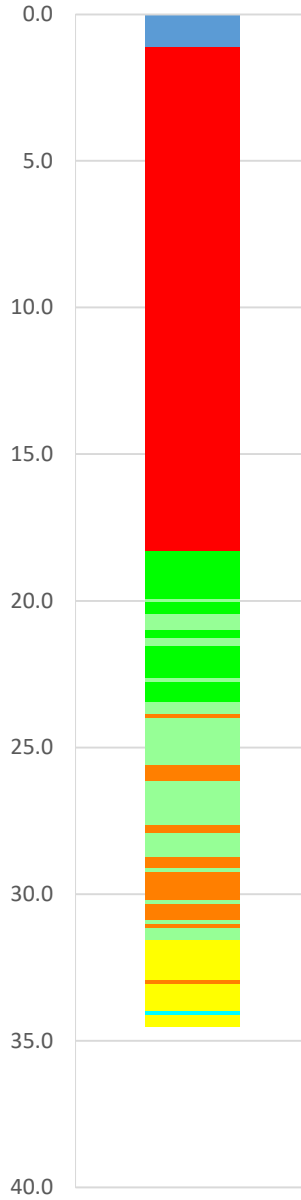
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)

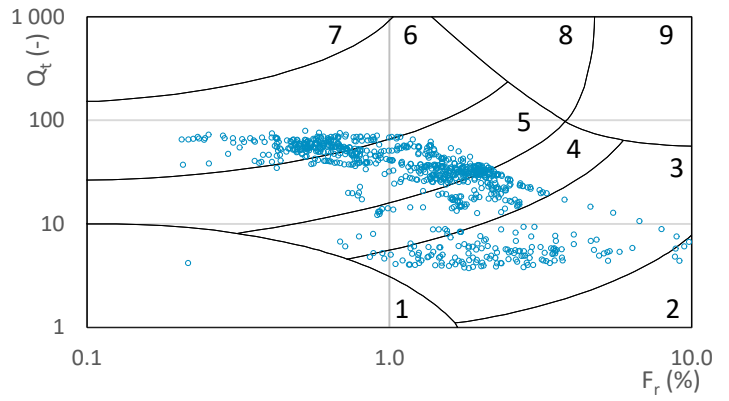
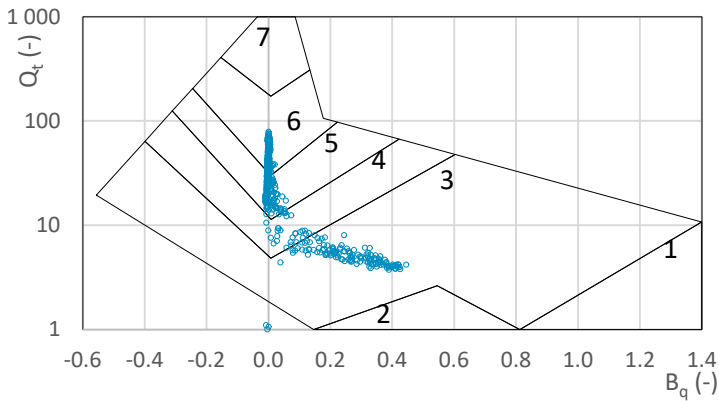
Robertson 1990 (Fr-Qt)




- 3. Clays - Clay to silty clay
- 4. Silt mixtures - Clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - Silty sand to sandy silt
- 6. Sands - Clean sands to silty sands
- 0. Outside model
- -1. Predrilling



- 1. Sensitive, fine grained
- 2. Organic soils - clay
- 3. Clays - silty clay to clay
- 4. Silt mixtures - clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - silty sand to sandy silt
- 6. Sands - clean sand to silty sand
- 0. Outside model
- -1. Predrilling

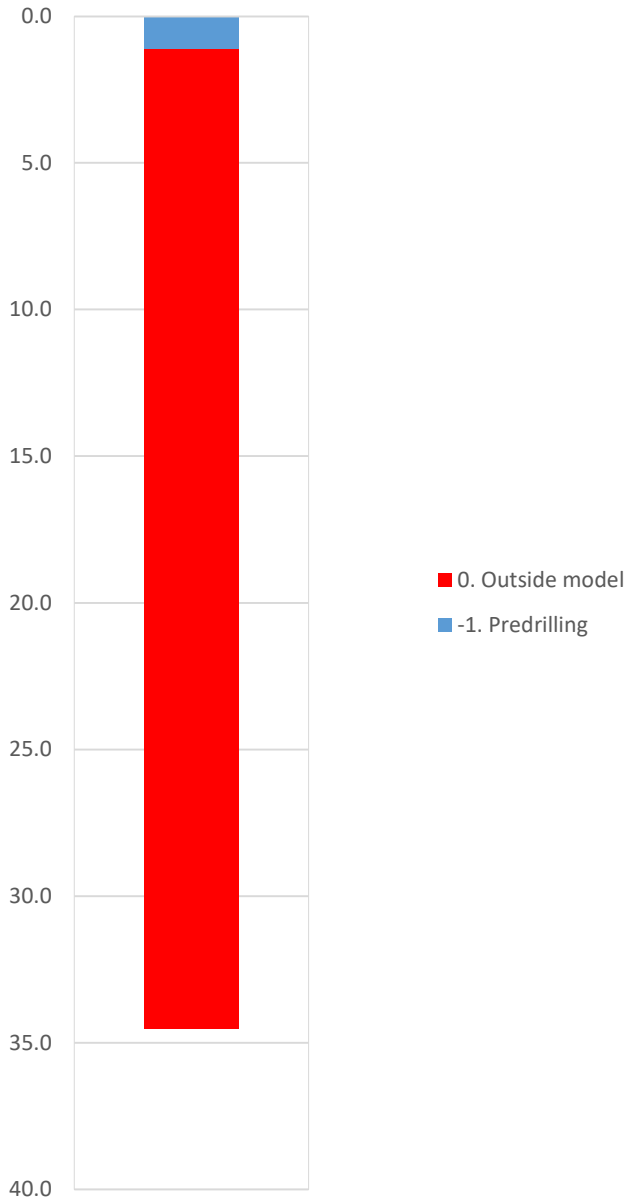


Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N10-3</b>	
Innhold			Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990		Sondennummer	
					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	16.02.2023	Rev. dato	<b>16</b>		

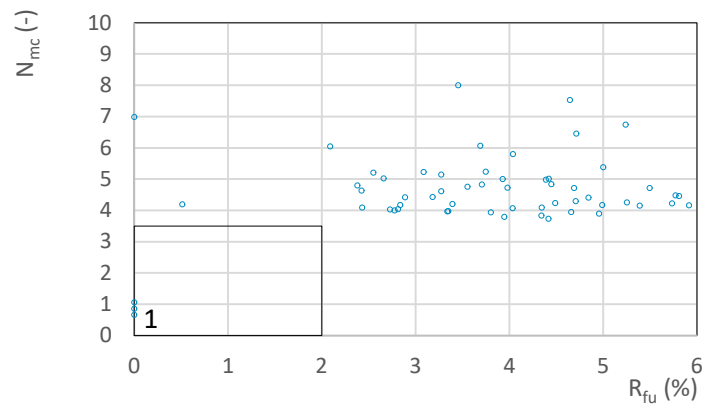
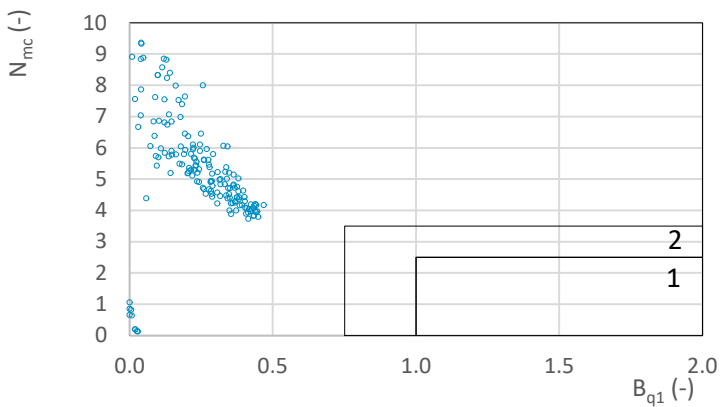
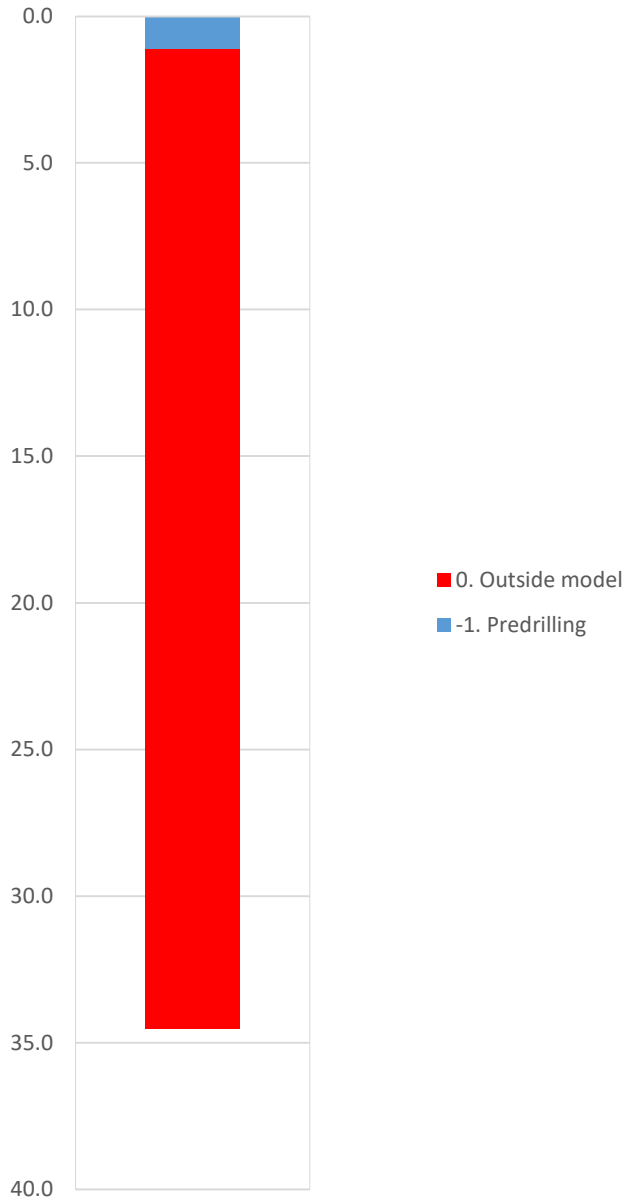


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

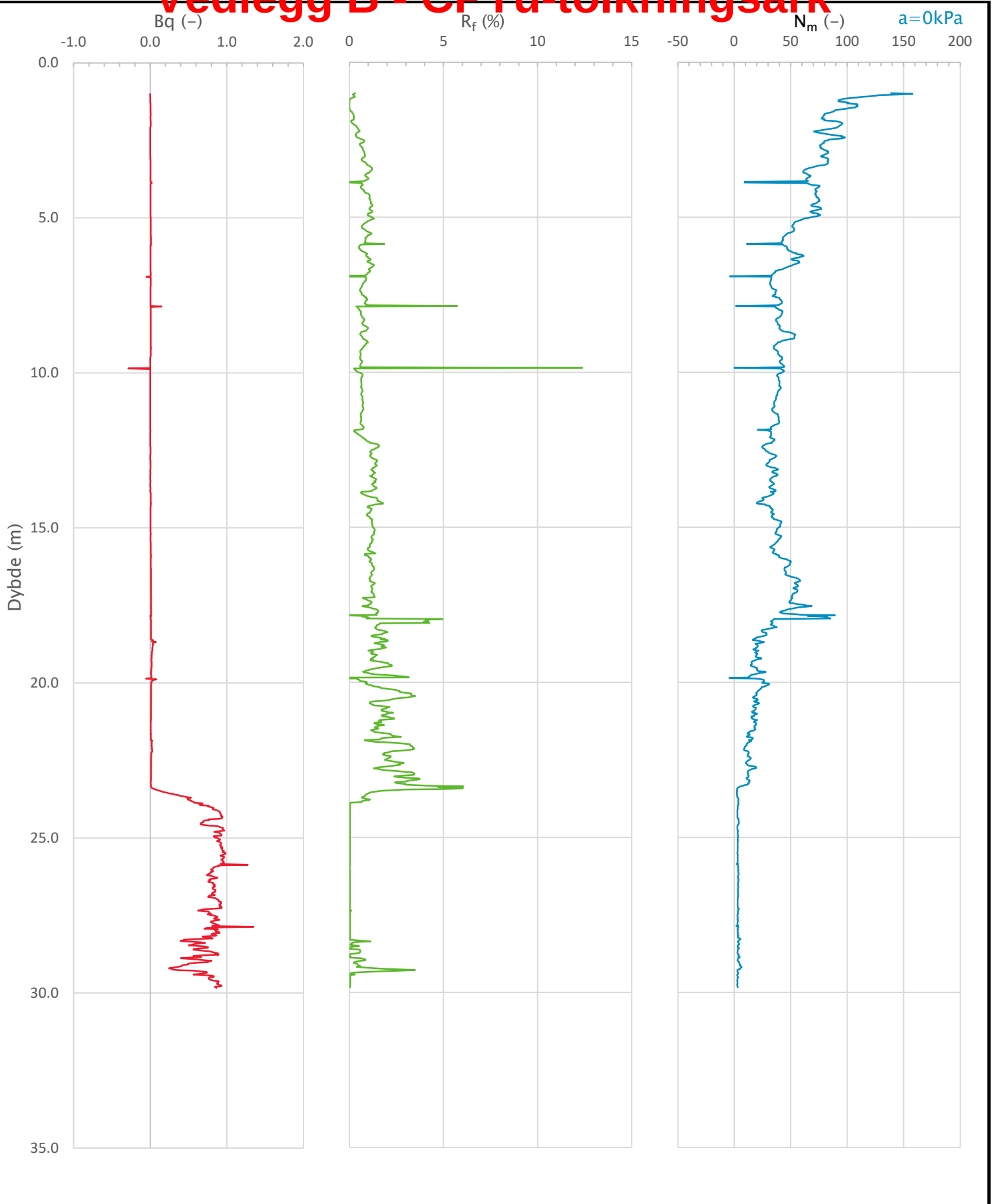



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt			Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +43.8
<b>Holmen boligfelt</b>					<b>N10-3</b>	
Innhold			Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondennummer	
					<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	SOHJ	JAJE	TTR	1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	16.02.2023	Rev. dato	21		

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Testprosjekt</b>				<b>N12</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	MAAG	TTR	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato	<b>4</b>	

B61

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

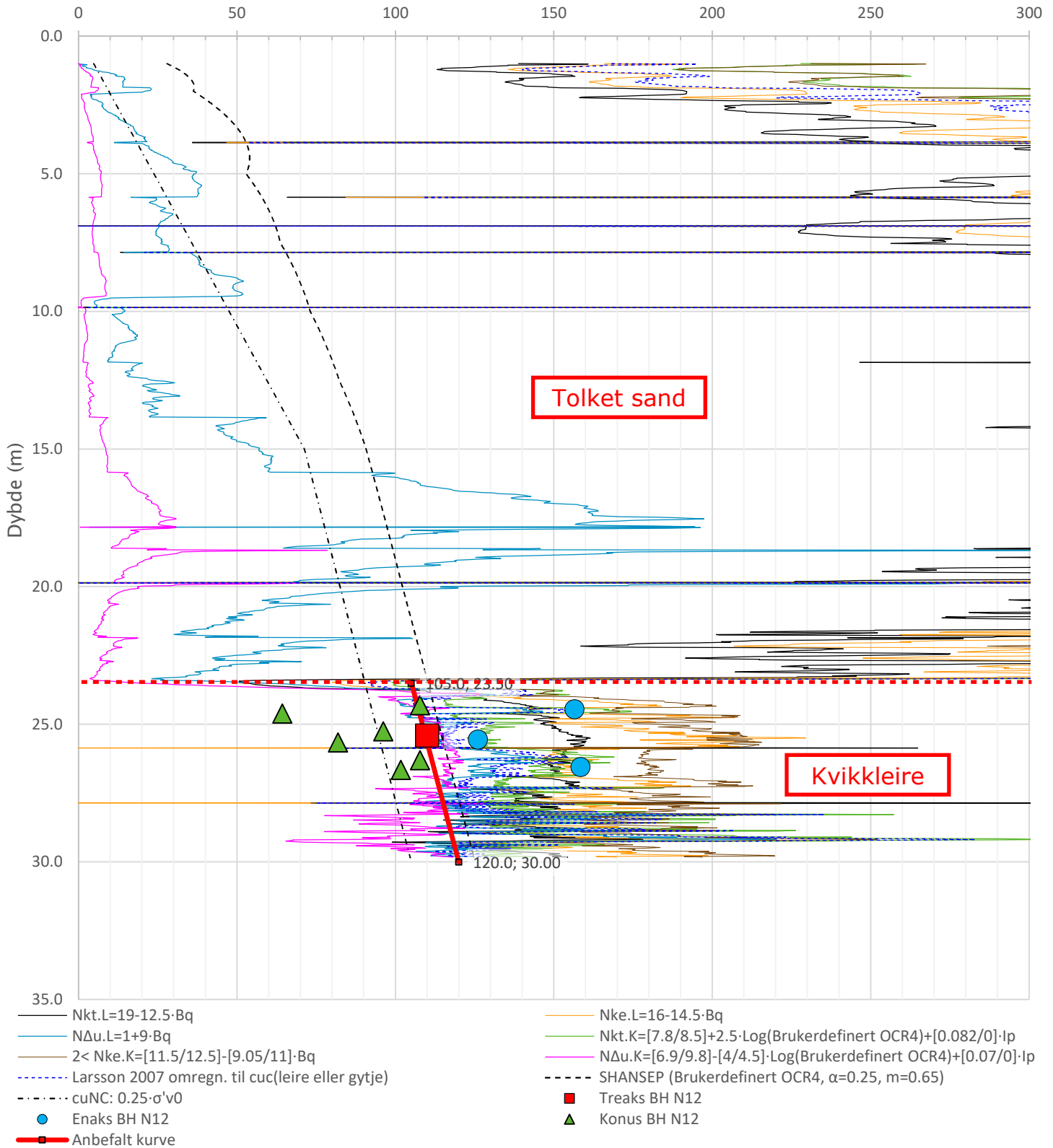
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH N12:  $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH N12:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

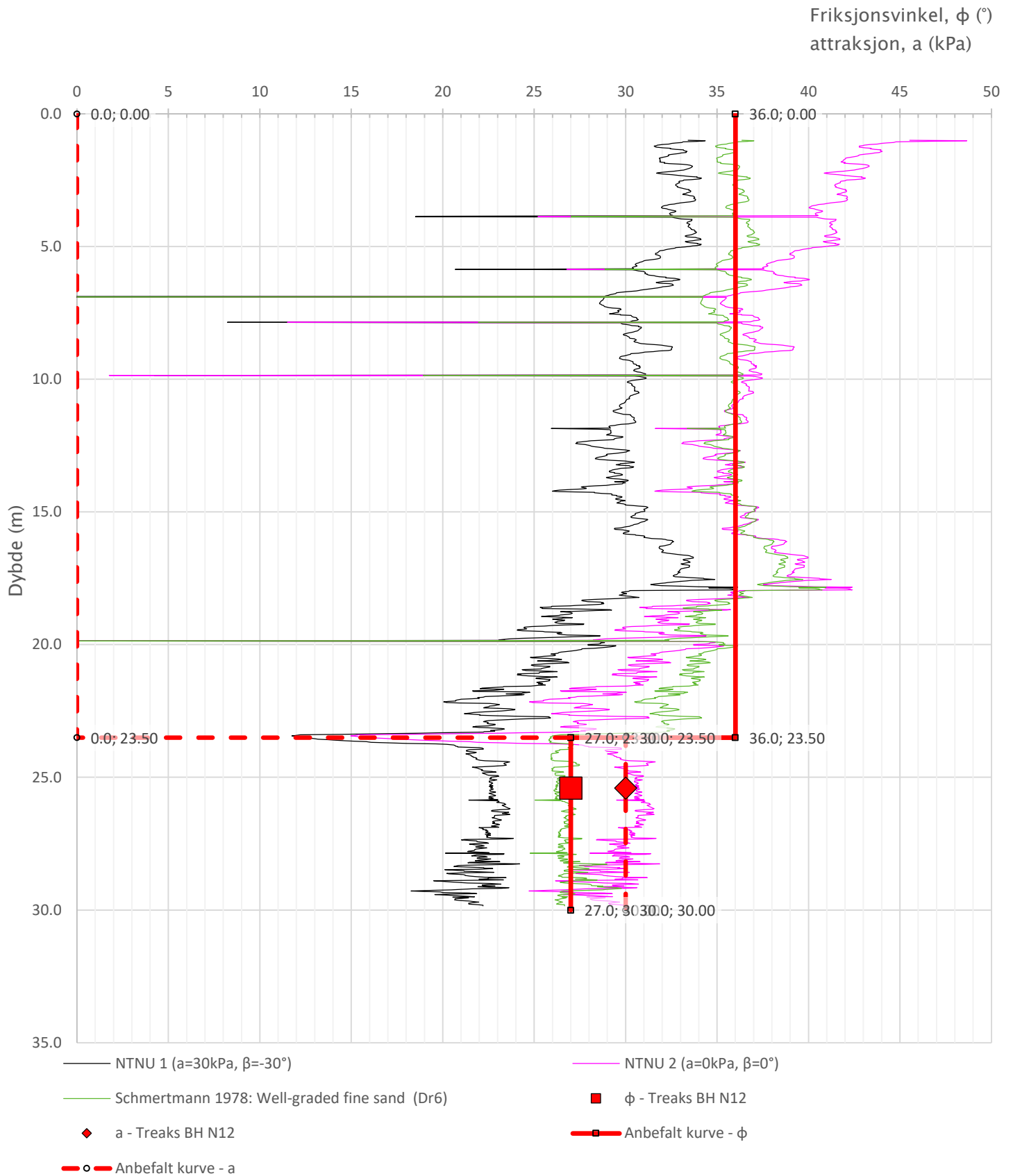
Konus BH N12:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$


Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt	Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Testprosjekt</b>			<b>N12</b>	
Innhold			Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	SOHJ	MAAG	TTR	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato	5

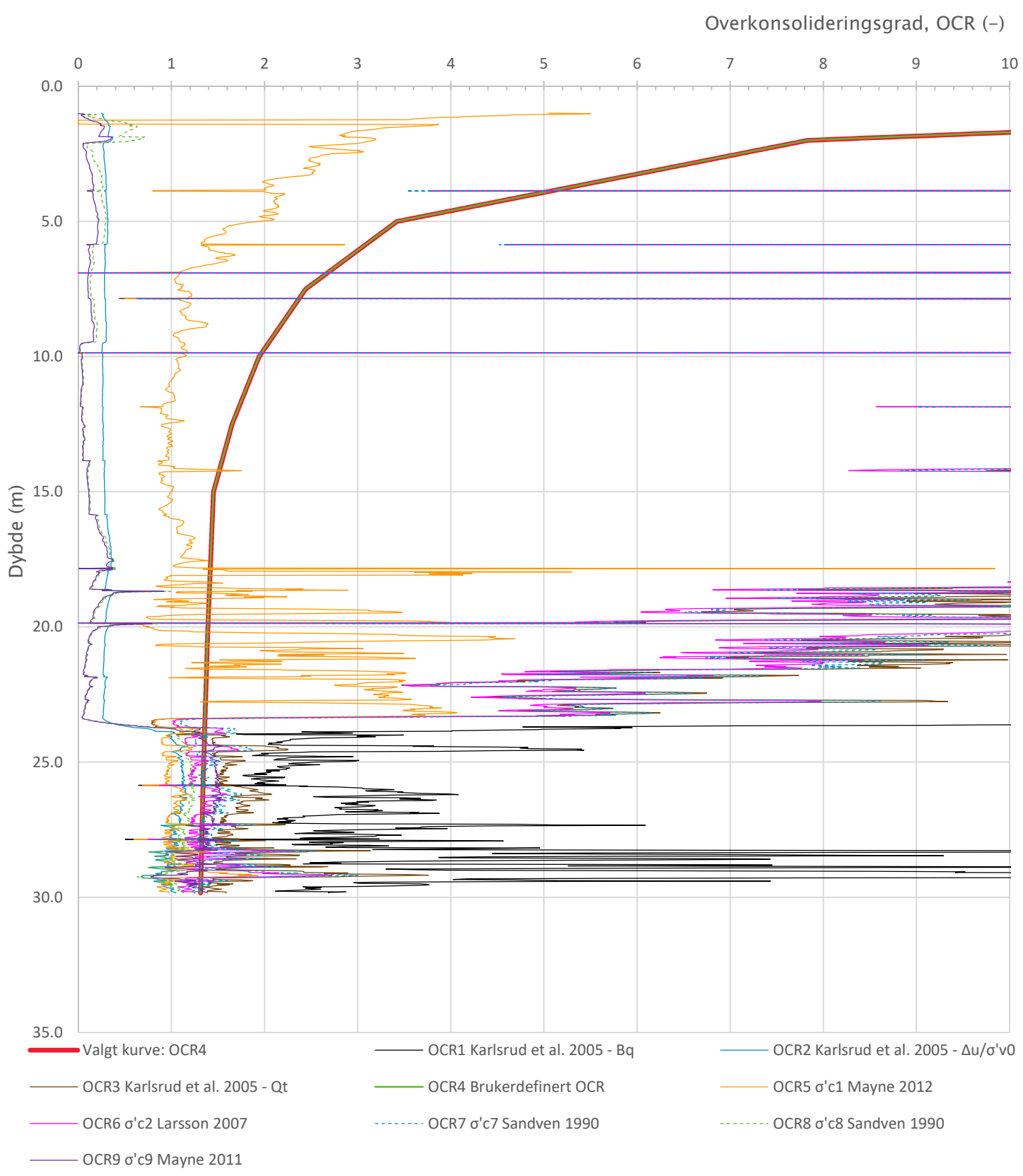
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark




Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Testprosjekt</b>				<b>N12</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	MAAG	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	6
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato		



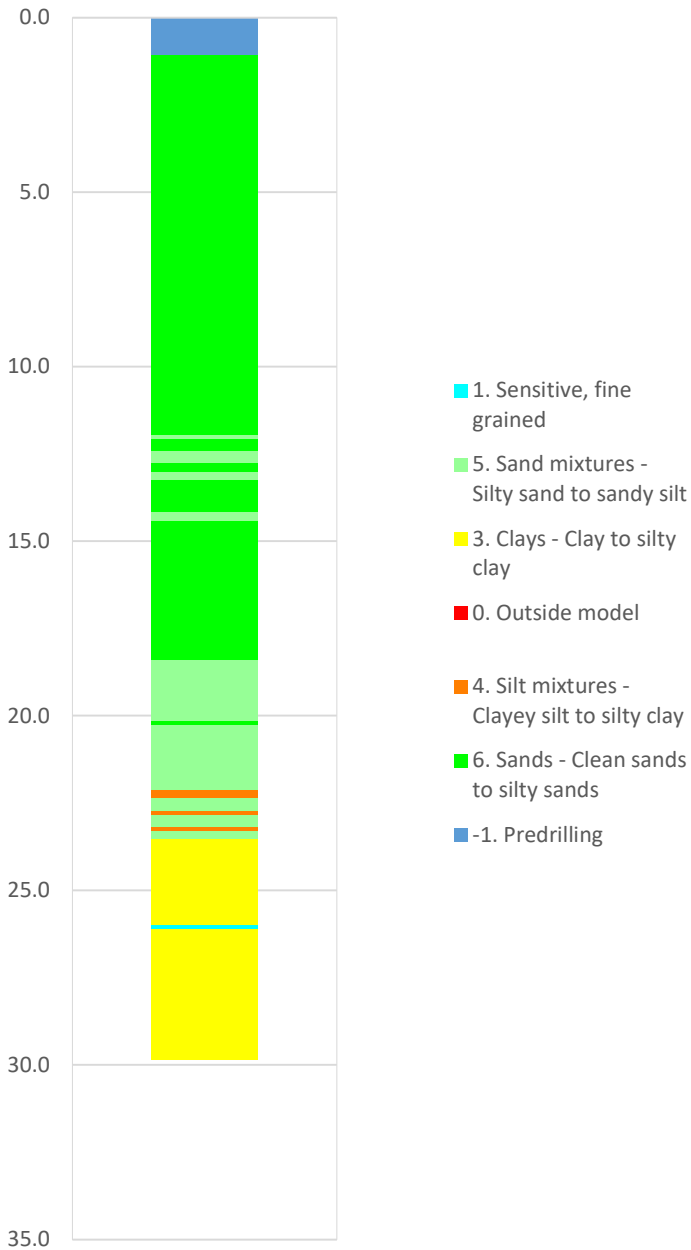
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



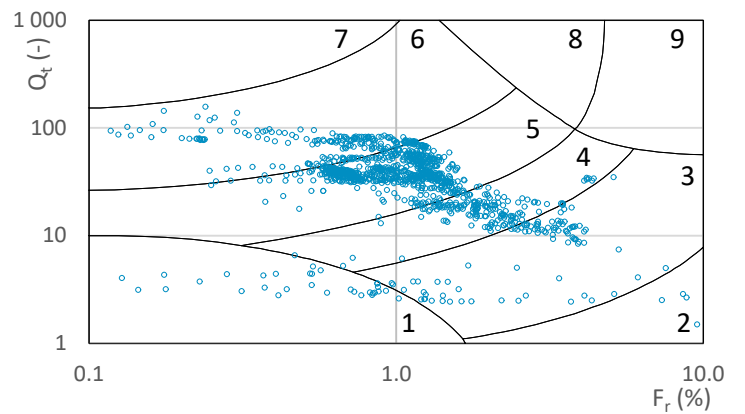
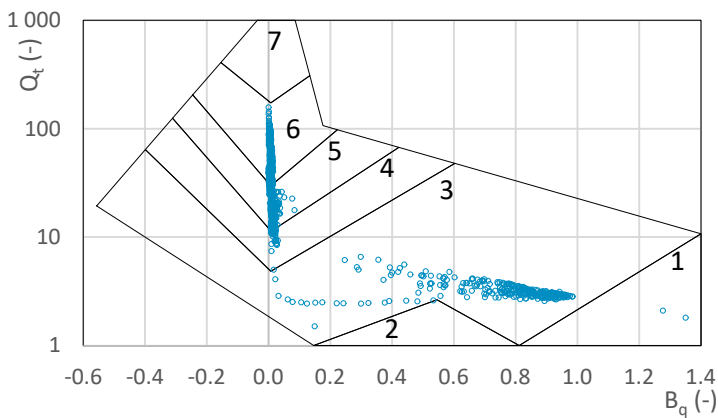
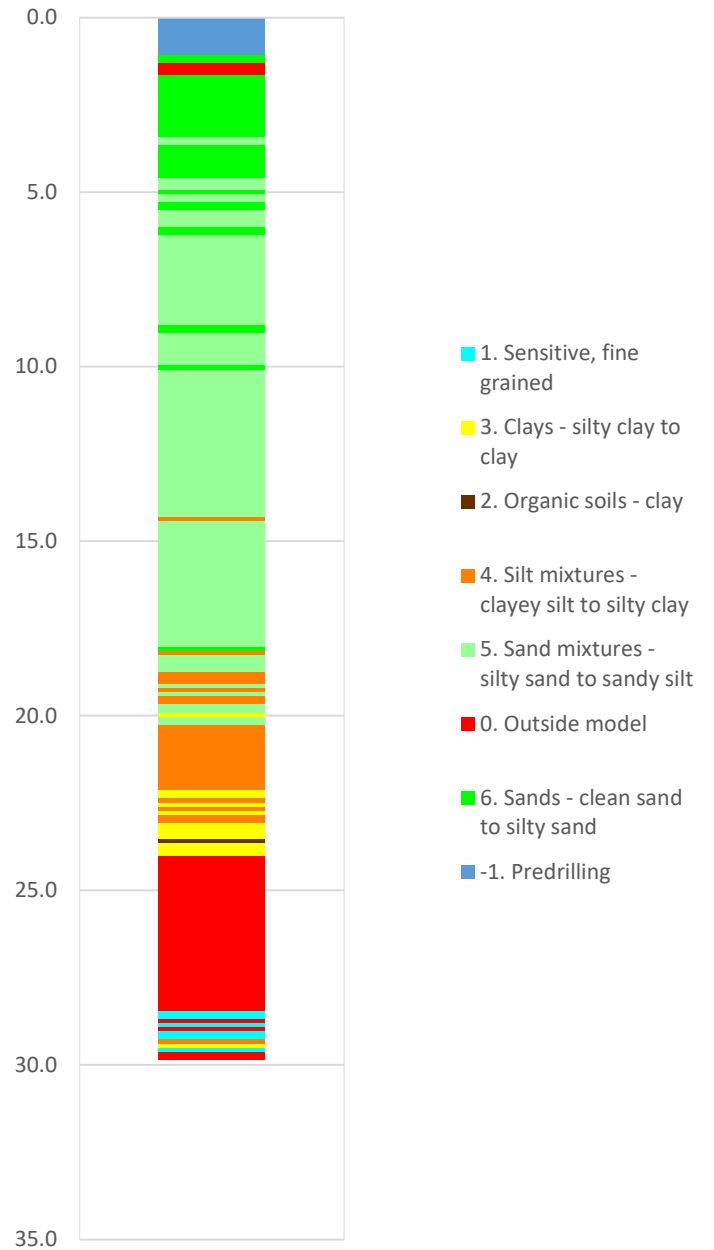
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Testprosjekt</b>				<b>N12</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	MAAG	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato		


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



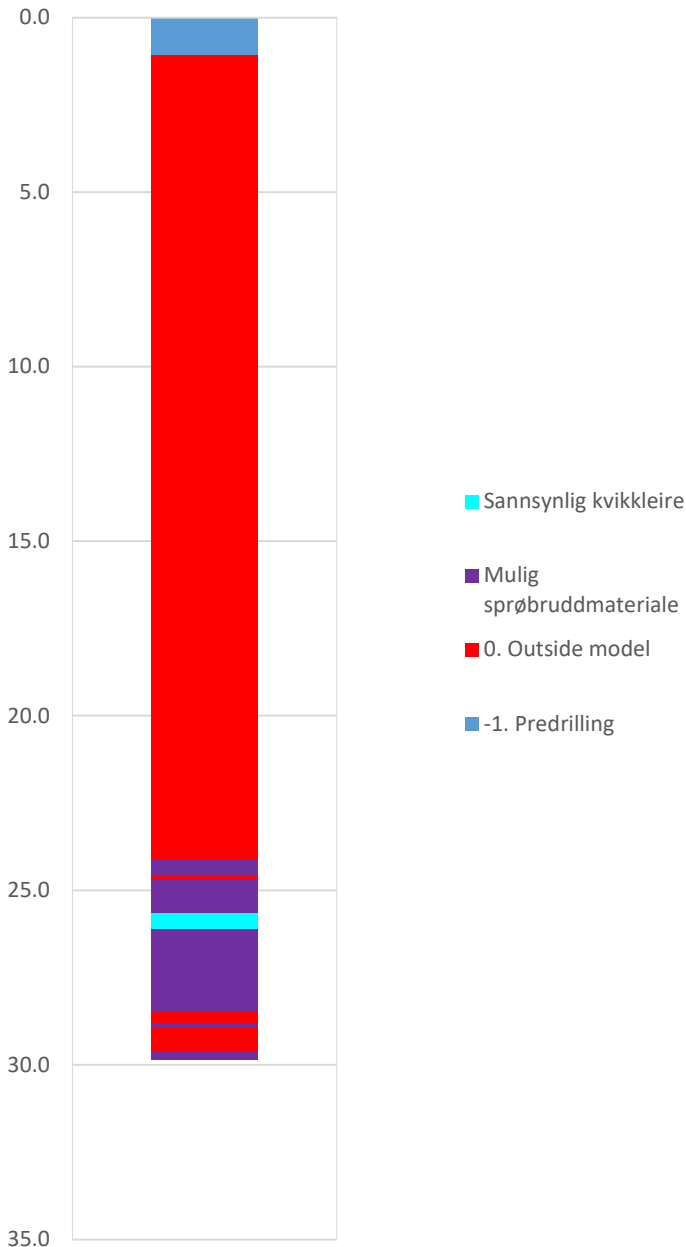
Robertson 1990 (Fr-Qt)



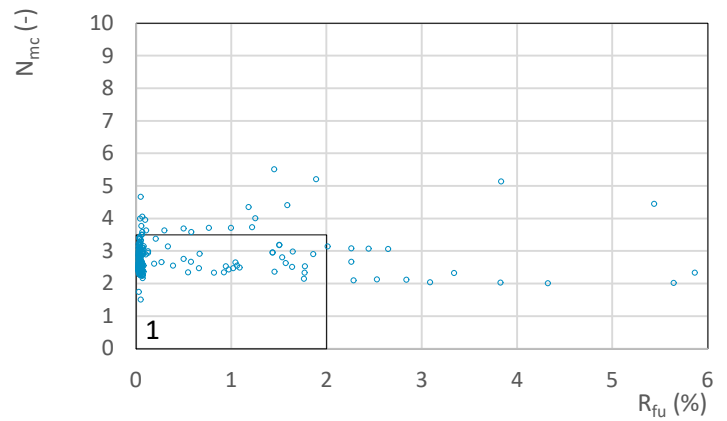
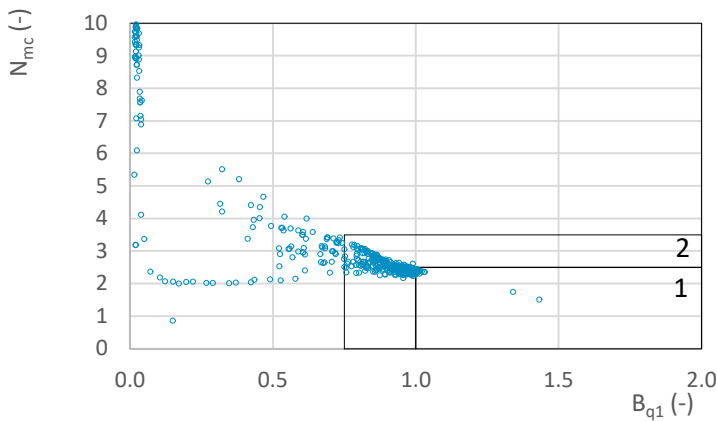
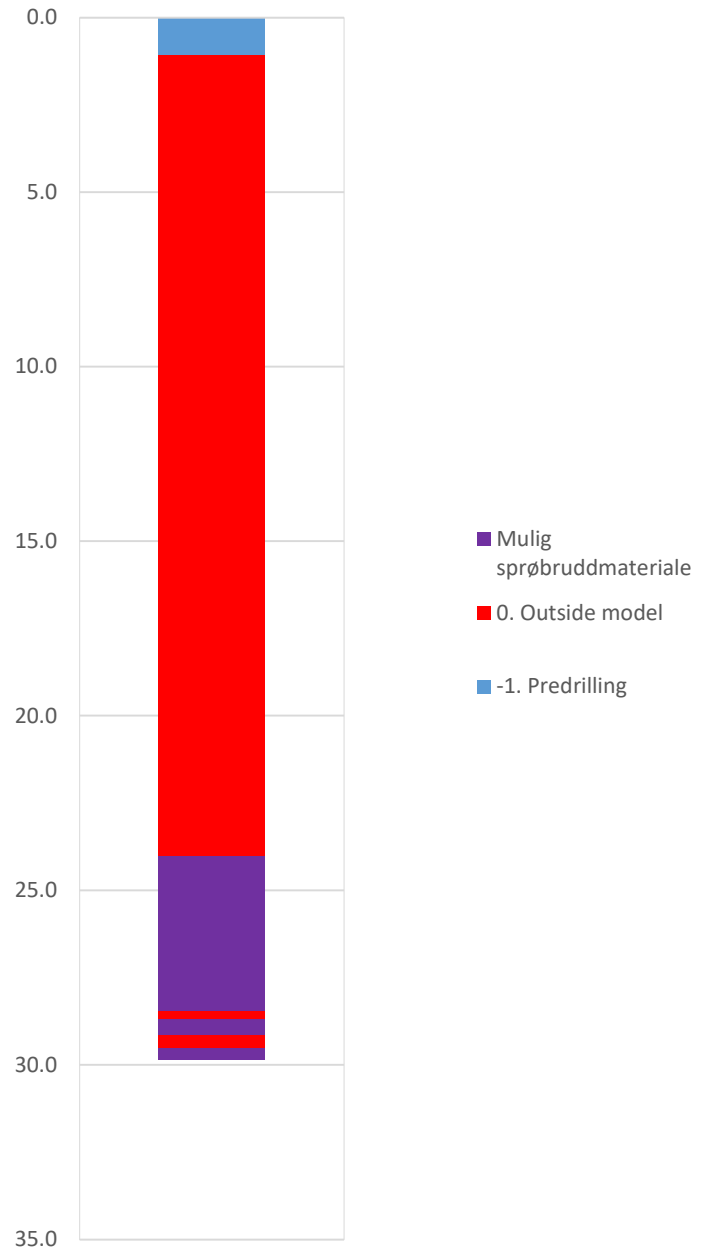
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Testprosjekt</b>				<b>N12</b>	
Innhold				Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	MAAG	TTR	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato	16	

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

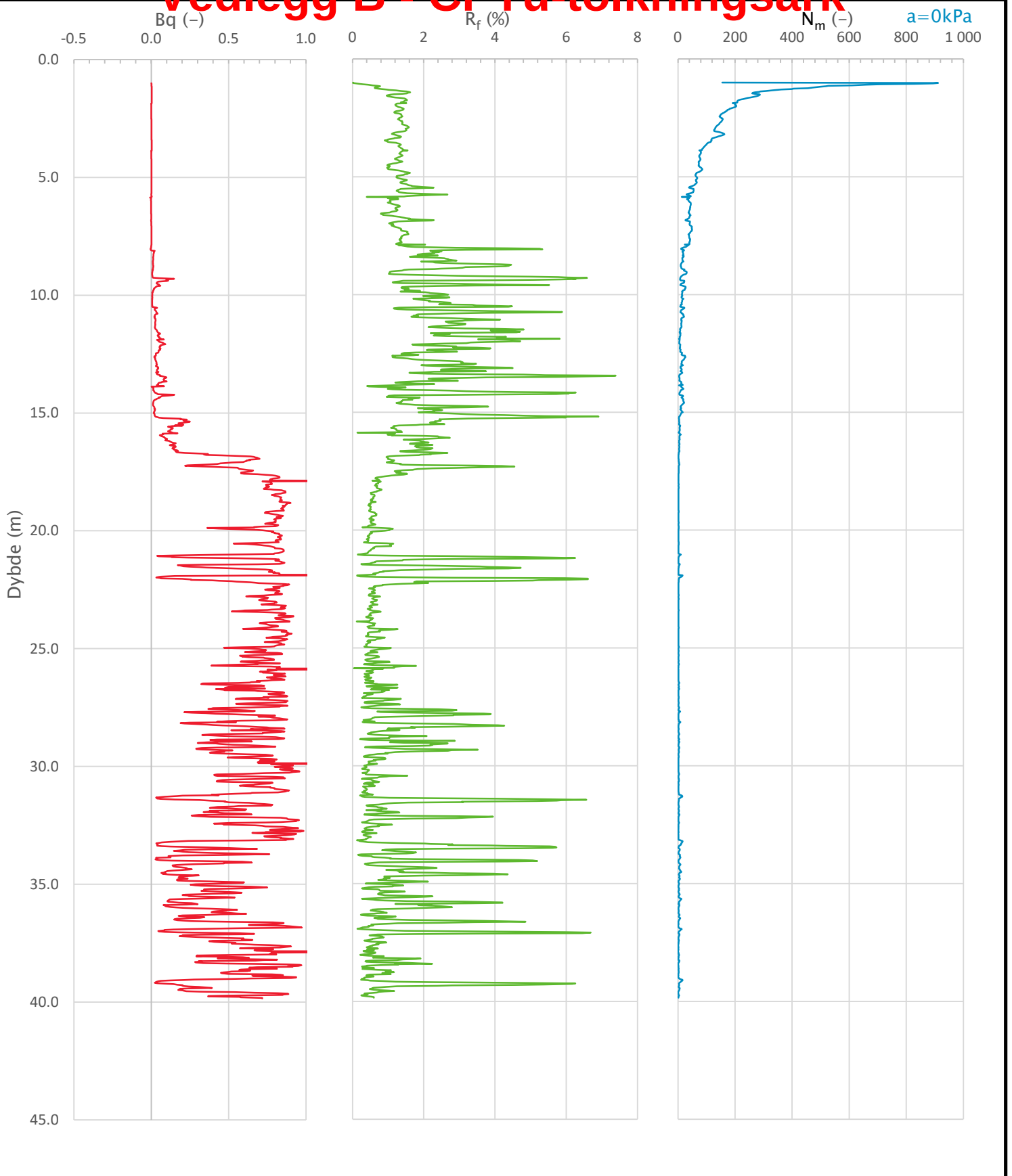



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +19.2
<b>Testprosjekt</b>				<b>N12</b>	
Innhold		Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondennummer	<b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SOHJ	MAAG	TTR	Figur	<b>21</b>
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato			

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +44.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N13</b>	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	1	
Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	06.02.2023	Rev. dato			



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

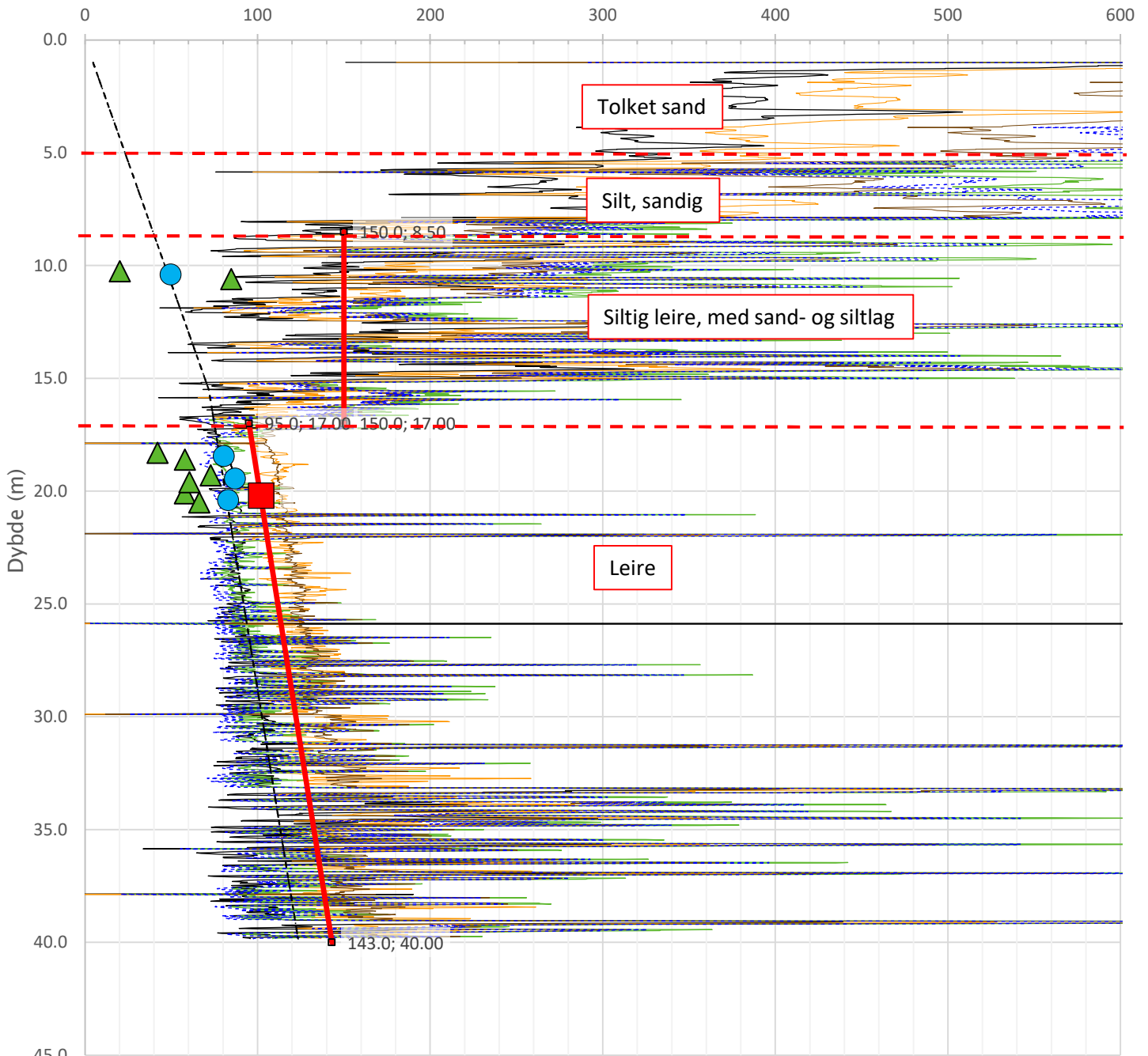
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH N13:  $c_uC/cuc_{ptu} = 1.000$

Enaks BH N13:  $c_{uuc}/cuc_{ptu} = 0.641$

Konus BH N13:  $c_{ufc}/cuc_{ptu} = 0.641$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Nkt.L=19-12.5·Bq

Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·lp

Larsson 2007 omregn. til  $c_{uc}$  (leire eller gytje)

cuNC: 0,25·σ'v0

● Enaks BH N13

■ Anbefalt kurve


Nke.L=16-14.5·Bq

2 < Nke.K=[11.5/12.5]-[9.05/11]·Bq

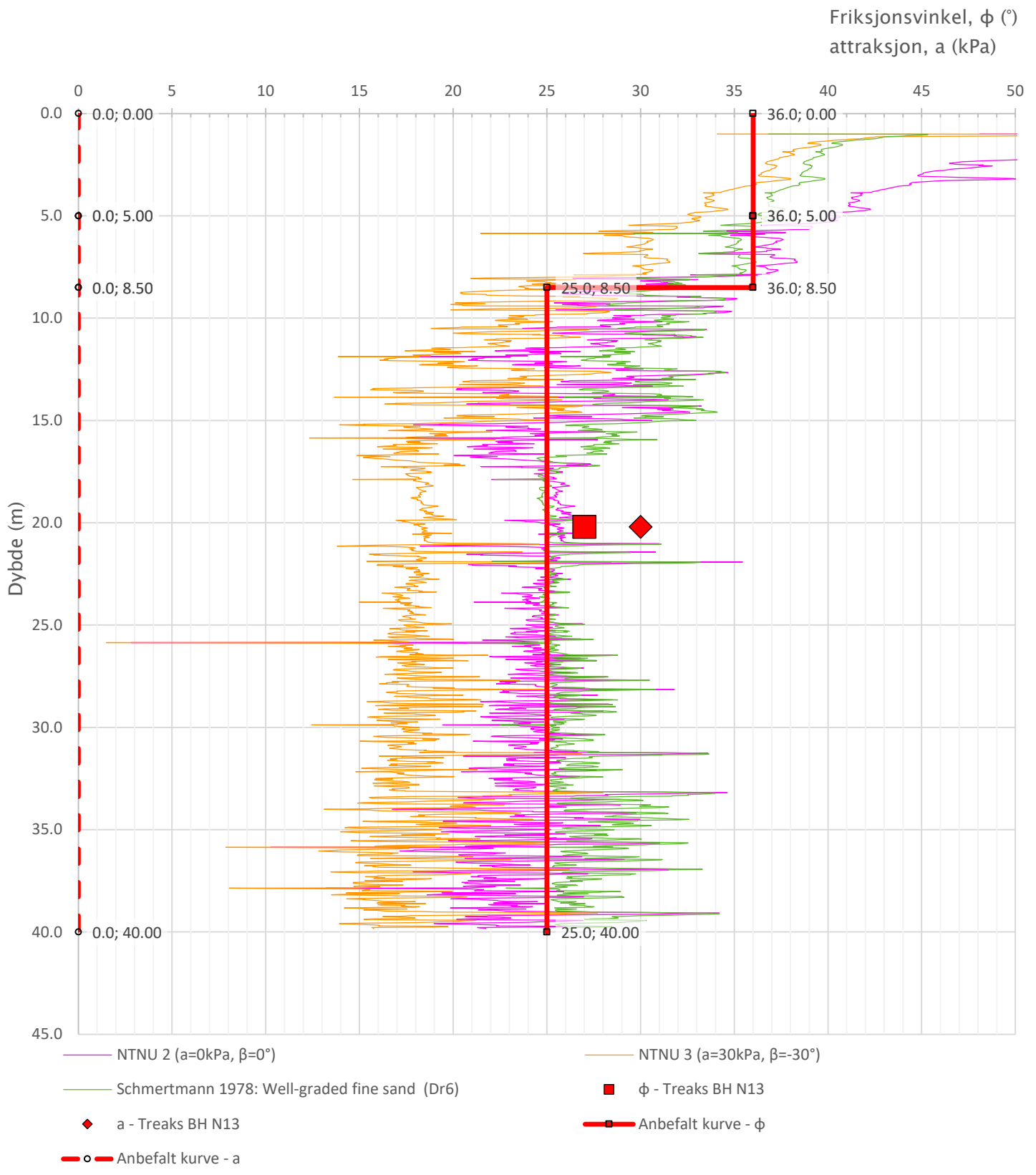
----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, α=0.25, m=0.65)


■ Treks BH N13

▲ Konus BH N13

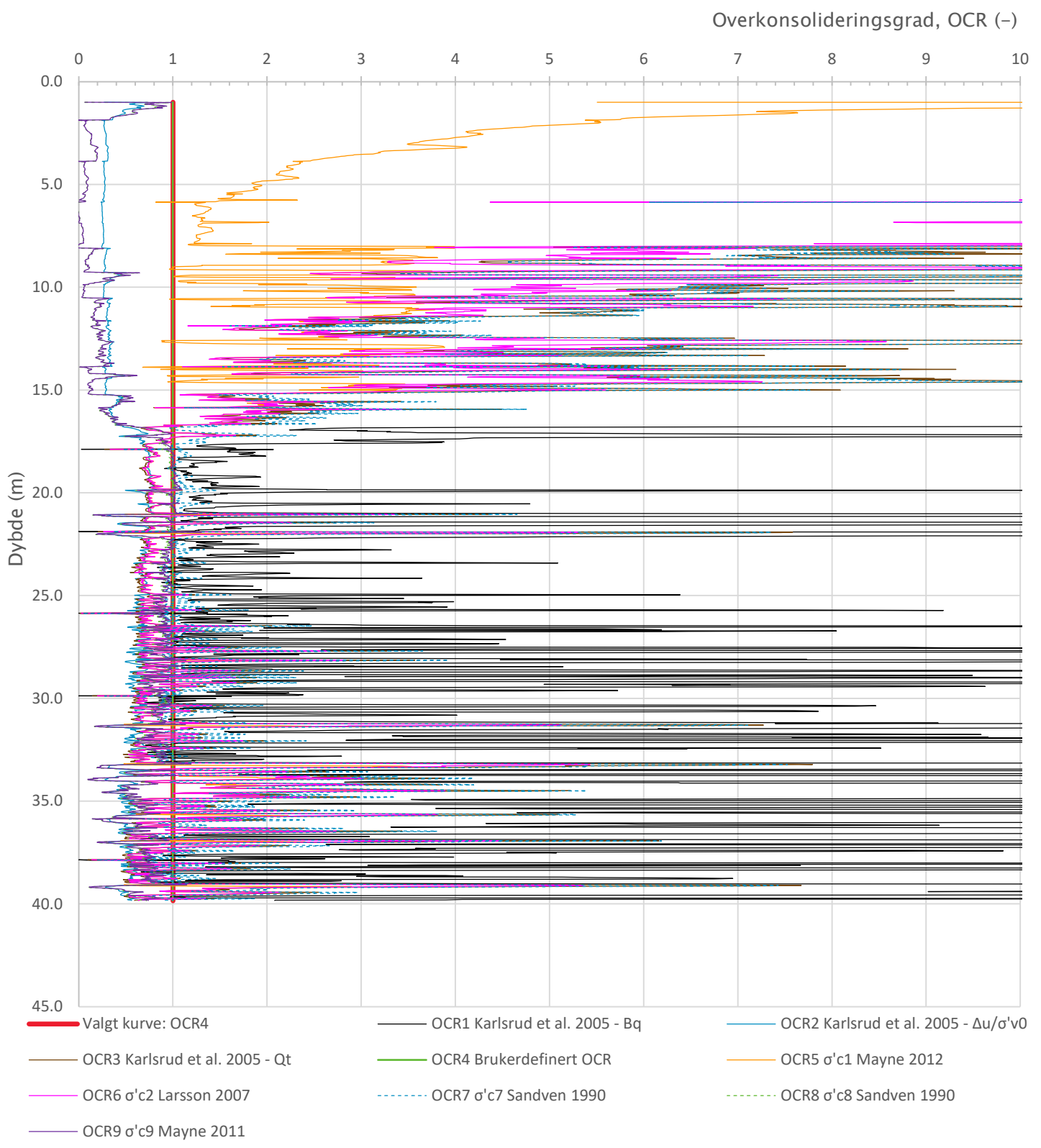
Prosjekt	Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +44.4
<b>Holmen boligfelt</b>			<b>N13</b>	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	<b>5310</b>
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	SOHJ	JAJE	TTR	1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato	5	

# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



Prosjekt	Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02			Borhull	Kote +44.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N13</b>	
Innhold	Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer	<b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	<b>6</b>
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato		

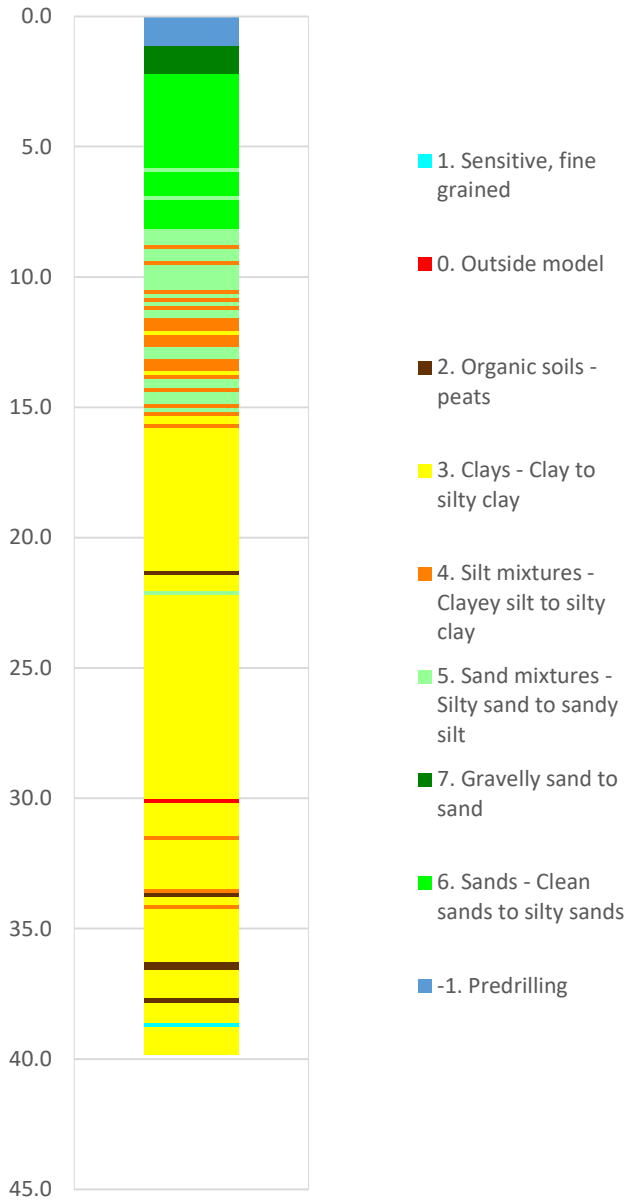
# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark



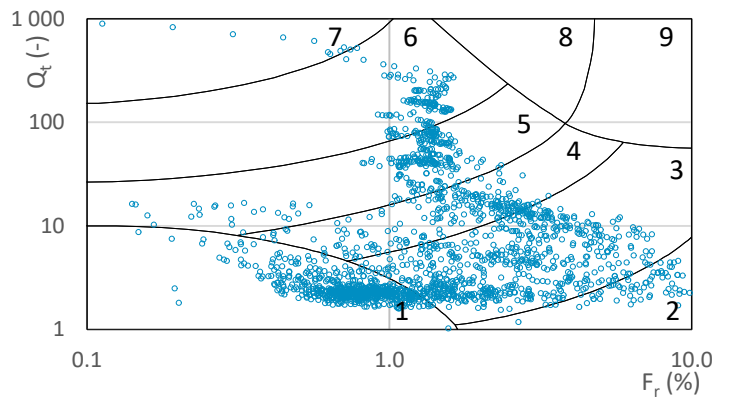
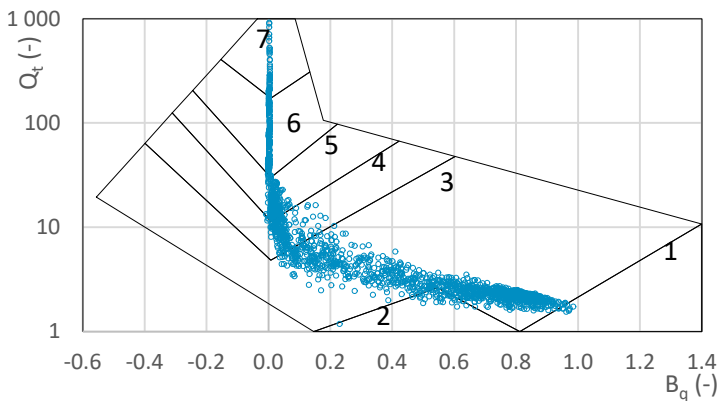
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +44.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N13</b>	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	SOHJ	JAJE	TTR	<b>1</b>	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato	<b>8</b>	


# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

Robertson 1990 (Bq-Qt)



Robertson 1990 (Fr-Qt)



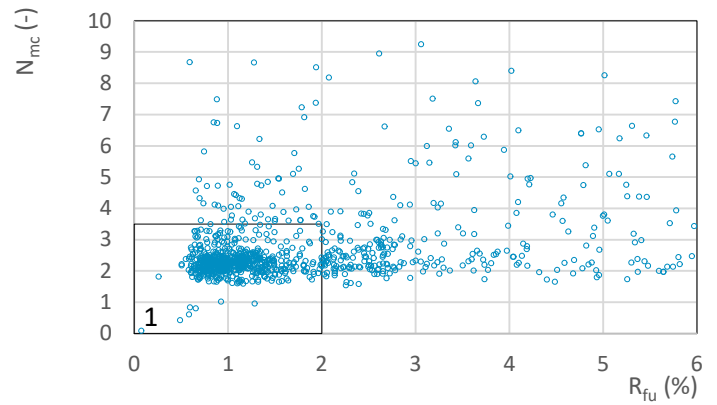
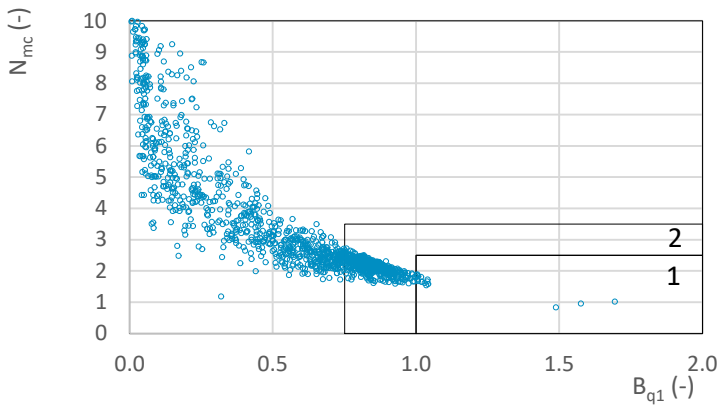
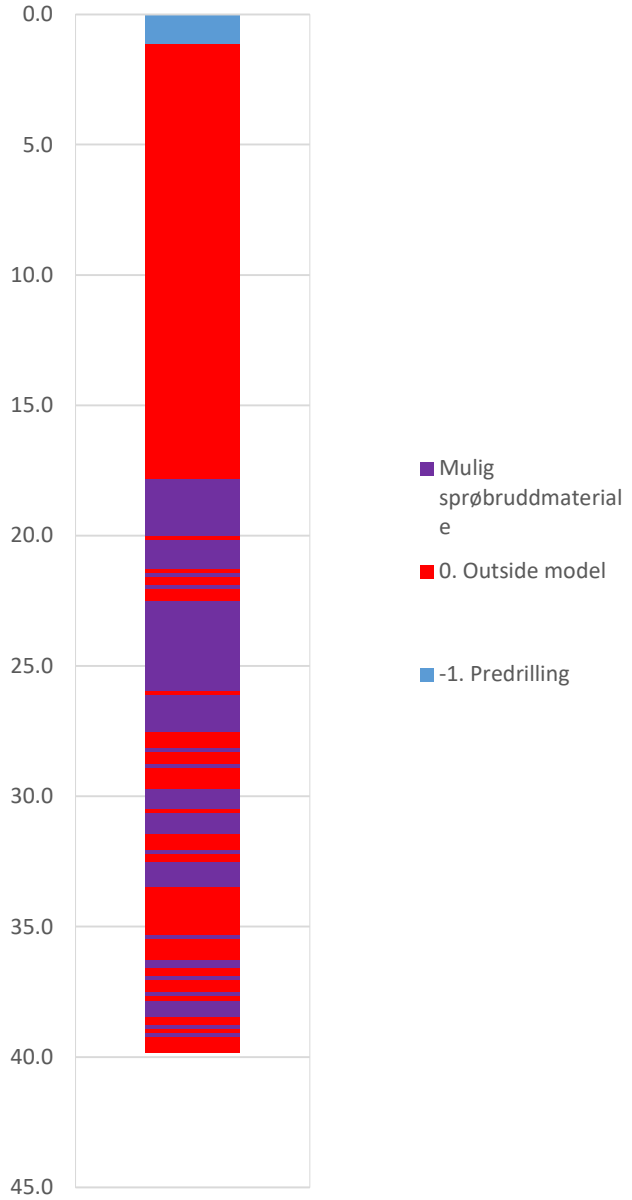
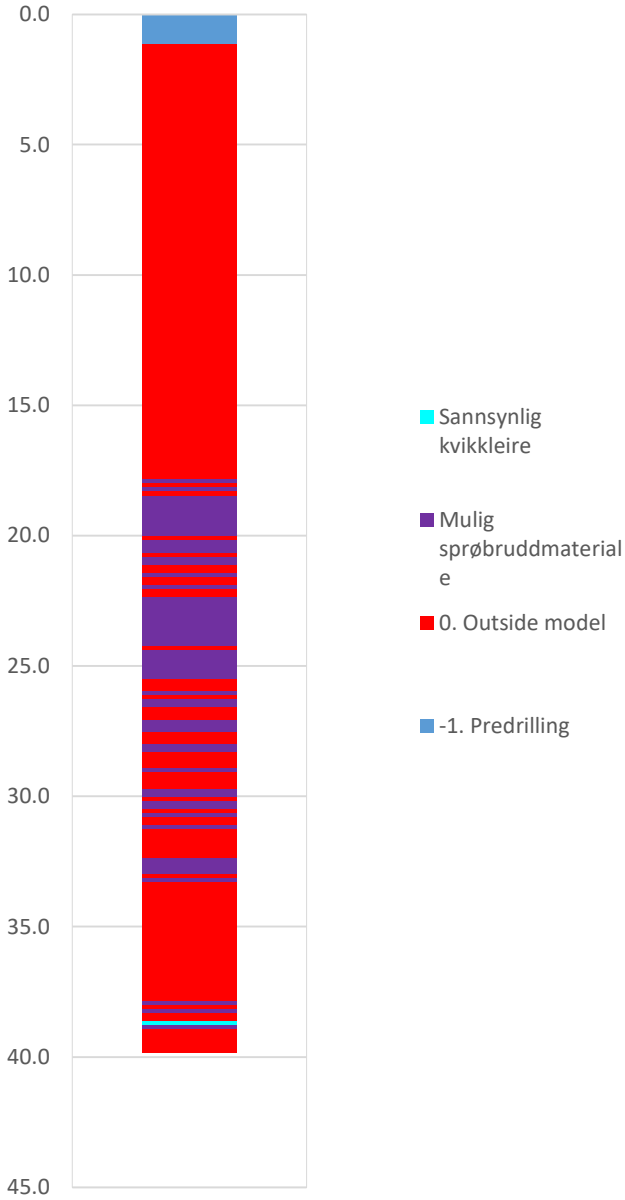
Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +44.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N13</b>	
Innhold				Sondennummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				<b>5310</b>	
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	SOHJ	JAJE	TTR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	16
	Ekstern konsulent	06.02.2023	Rev. dato		



# Vedlegg B - CPTu-tolkningsark

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt		Prosjektnummer: 41400289 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote +44.4
<b>Holmen boligfelt</b>				<b>N13</b>	
Innhold		Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		Sondennummer	<b>5310</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	SOHJ	JAJE	TTR	Figur	<b>21</b>
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato		
Ekstern konsulent	06.02.2023				

# Vedlegg C - Tolkning av sprøbruddmateriale

ID	CPTu (x hvis ja)	Prøvetakning (stk)	St (-)	Sr [kPa] (iht. ISO 17892-6:2017)	Påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale	Mulig sprøbruddmateriale	Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale	Ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale	Merknad
E3	x	8	2-4	2,1-19,2				x	
E5	x	13	23-530	0,07-4,4	x				Påvist kvikkleire med konusforsøk fra dybde 8-14,5 meter under terreng. NIFS 2015 (Bq1-Nmc) indikerer kun mindre soner med sprøbruddmateriale rundt 8 meters dyp. NIFS 2015 (Rfu-Nmc) indikerer soner med mulighet for sprøbruddmateriale mellom 7 og 15,5 meters dyp
N1		-					x		
N2		-					x		
N3		5		1,18-3,4	x				Det er registrert sr på 1,18 kPa fra et enkelt konusforsøk på prøve bestående av silt ved 1,5 meters dybde. Øvrige konusforsøk viser sr > 1,27.
N4		-					x		Lite økning i motstand mellom 8-16 meters dybde. Resultatene fra totalsondering er satt i sammenheng med utført prøvetakning og CPTu-sondering i borpunkt N7 som ikke viser tegn til sprøbruddmateriale
N5	x	5		10,4-14,7				x	
N6		-					x		Ingen økning i motstand fra 11-14 meter i totalsondering. Tolket som mest sannsynlig i sprøbruddmateriale på bakgrunn av CPTu-sondering og prøvetakning i N7 som ikke viser antydninger til sprøbruddmateriale
N7		14	13-29	2,1-25,9				x	
N8	x	-					x		NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og NIFS 2015 (Rfu-Nmc) indikerer ikke sensitive masser

# Vedlegg C - Tolkning av sprøbruddmateriale

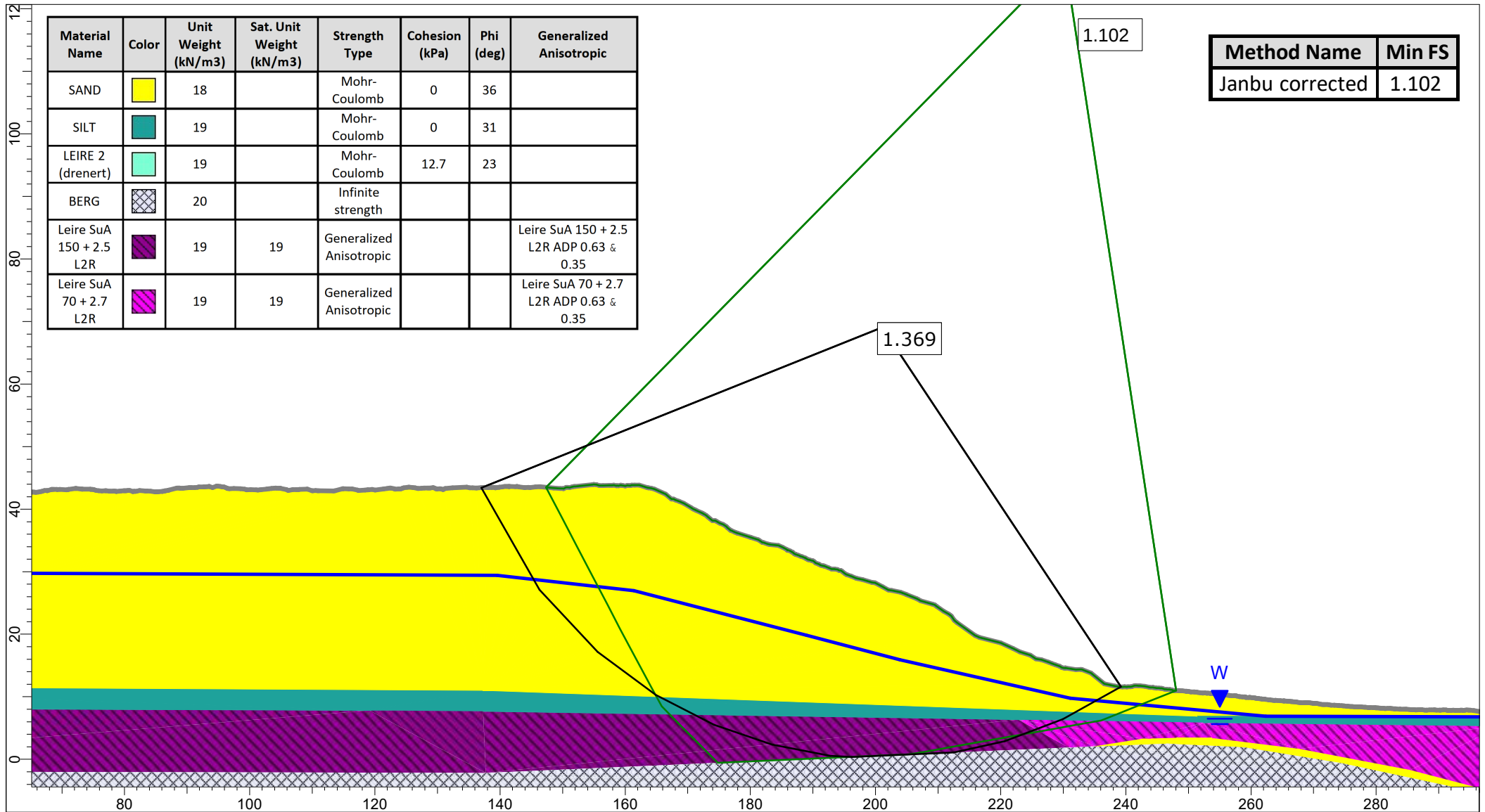
ID	CPTu (x hvis ja)	Prøvetakning (stk)	St (-)	Sr [kPa] (iht. ISO 17892-6:2017)	Påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale	Mulig sprøbruddmateriale	Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale	Ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale	Merknad
N9	x	-				x			NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og NIFS 2015 (Rfu-Nmc) indikerer ikke sensitive masser. Det er valgt å anta sprøbruddmateriale fra dybde 31-34,5 m grunnet mangel på konusforsøk i dybden og nærhet til borpunkt E5 der det er påvist kvikkleire
N10	x	-				x			NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og NIFS 2015 (Rfu-Nmc) indikerer ikke sensitive masser. Det er valgt å anta sprøbruddmateriale fra dybde 31-34,5 m grunnet mangel på konusforsøk i dybden og nærhet til borpunkt E5 der det er påvist kvikkleire
N11		-				x			Fra 16 meter dyp tolkes løsmassene som mulig sprøbruddmateriale basert på totalsondering
N12	x	3	208-866	0,77-0,33	x				Påvist kvikkleire med konusforsøk fra dybde 24-27 meter under terreng. NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og NIFS 2015 (Rfu-Nmc) indikerer mulig sprøbruddmateriale fra dybde 24 meters dyp og til sonderingsslutt. NIFS 2015 (Bq1-Nmc) indikerer også soner med sannsynlig kvikkleire
N13	x	5	2-13	2,83-7,0					NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og NIFS 2015 (Rfu-Nmc) indikerer mulig sprøbruddmateriale fra dybde 17,5 m til sonderingsslutt. Konusforsøk fra dybde 18-21 m viser at leirmassene i dybdeintervallet ikke klassifiseres som sprøbruddmateriale
N14		-					x		Tolkning basert på totalsondering alene

# Vedlegg C - Tolkning av sprøbruddmateriale

ID	CPTu (x hvis ja)	Prøvetakning (stk)	St (-)	Sr [kPa] (iht. ISO 17892-6:2017)	Påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale	Mulig sprøbruddmateriale	Mest sannsynlig ikke sprøbruddmateriale	Ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale	Merknad
N15		-				x			Tolket sannsynlig sprøbruddmateriale fra 27 meters dyp fra totalsondering. Tolket i sammenheng med utførte grunnundersøkelser i borpunkt N12
N16		-				x			Tolket sannsynlig sprøbruddmateriale fra dybde 27 meter og til sonderingsslutt fra totalsondering



# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



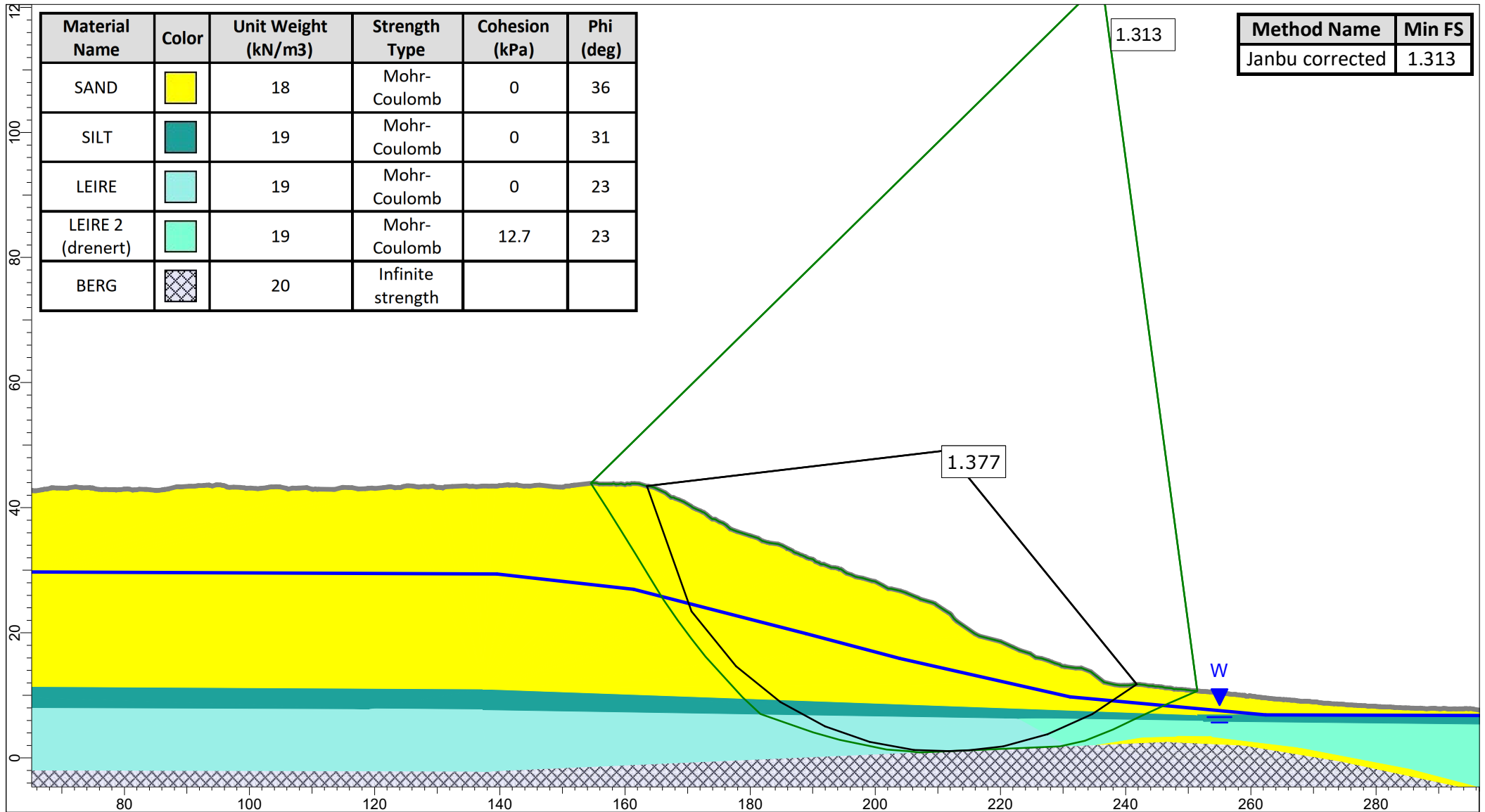
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Generalized Anisotropic
SAND	Yellow	18		Mohr-Coulomb	0	36	
SILT	Teal	19		Mohr-Coulomb	0	31	
LEIRE 2 (drenert)	Light Green	19		Mohr-Coulomb	12.7	23	
BERG	Grey cross-hatch	20		Infinite strength			
Leire SuA 150 + 2.5 L2R	Dark Purple	19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 150 + 2.5 L2R ADP 0.63 & 0.35
Leire SuA 70 + 2.7 L2R	Light Purple	19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 70 + 2.7 L2R ADP 0.63 & 0.35

Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.102

	<i>Prosjekt</i> Holmen boligfelt	
	<i>Analysis Description</i> Snitt B. Totalspenningsanalyse for skråning opp langs Moldjordmoen	
	<i>Drawn By</i> SOHJ	Niras Norge
	<i>Date</i> 14.06.2023	<i>File Name</i> Snitt B.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



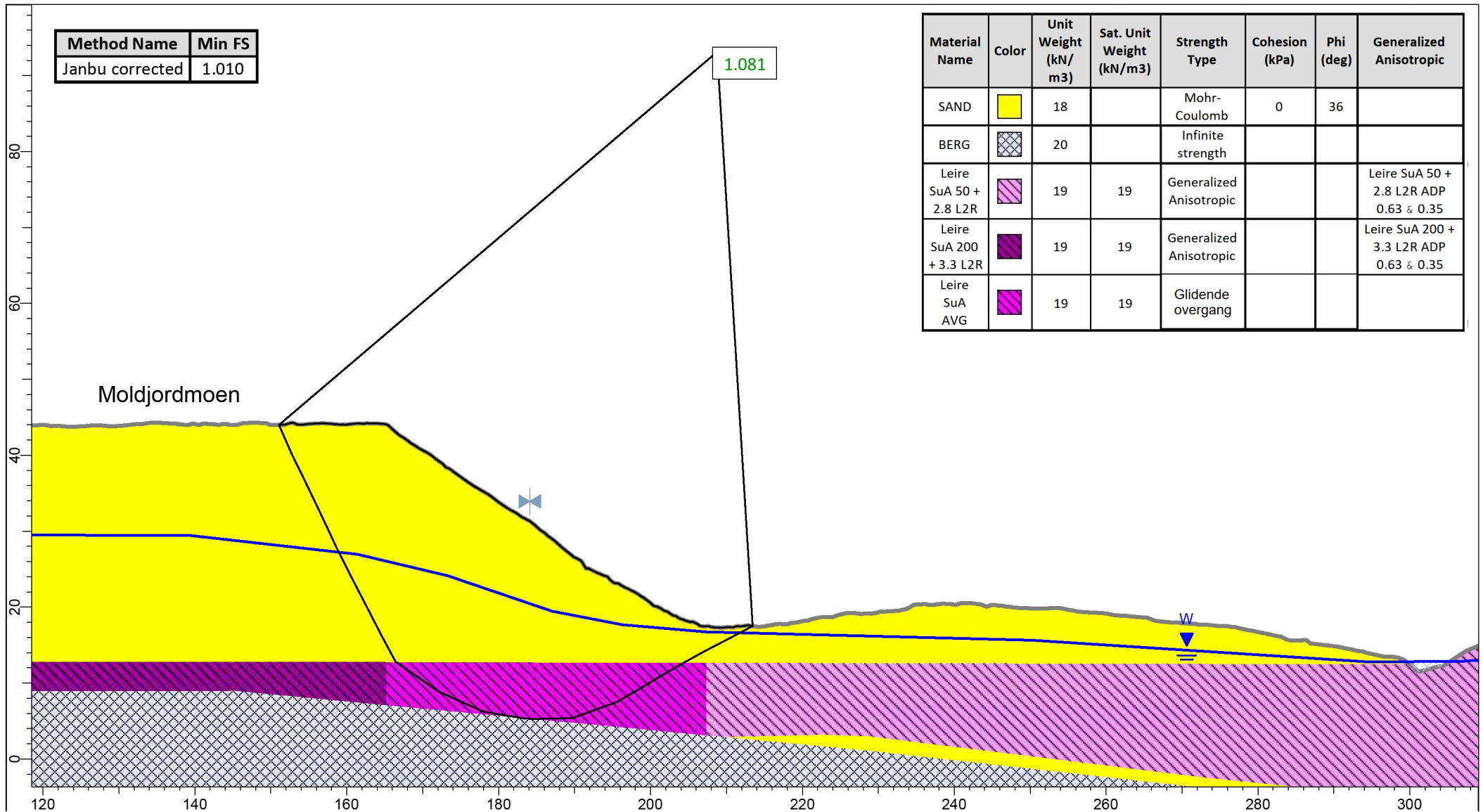
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SAND		18	Mohr-Coulomb	0	36
SILT		19	Mohr-Coulomb	0	31
LEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	23
LEIRE 2 (drenert)		19	Mohr-Coulomb	12.7	23
BERG		20	Infinite strength		

Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.313

	Prosjekt		Holmen boligfelt	
	Analysis Description		Snitt B. Effektivspenningsanalyse for skråning opp langs Moldjordmoen	
	Drawn By		SOHJ	
	Date		14.06.2023	
		Niras Norge		
		File Name		Snitt B.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger

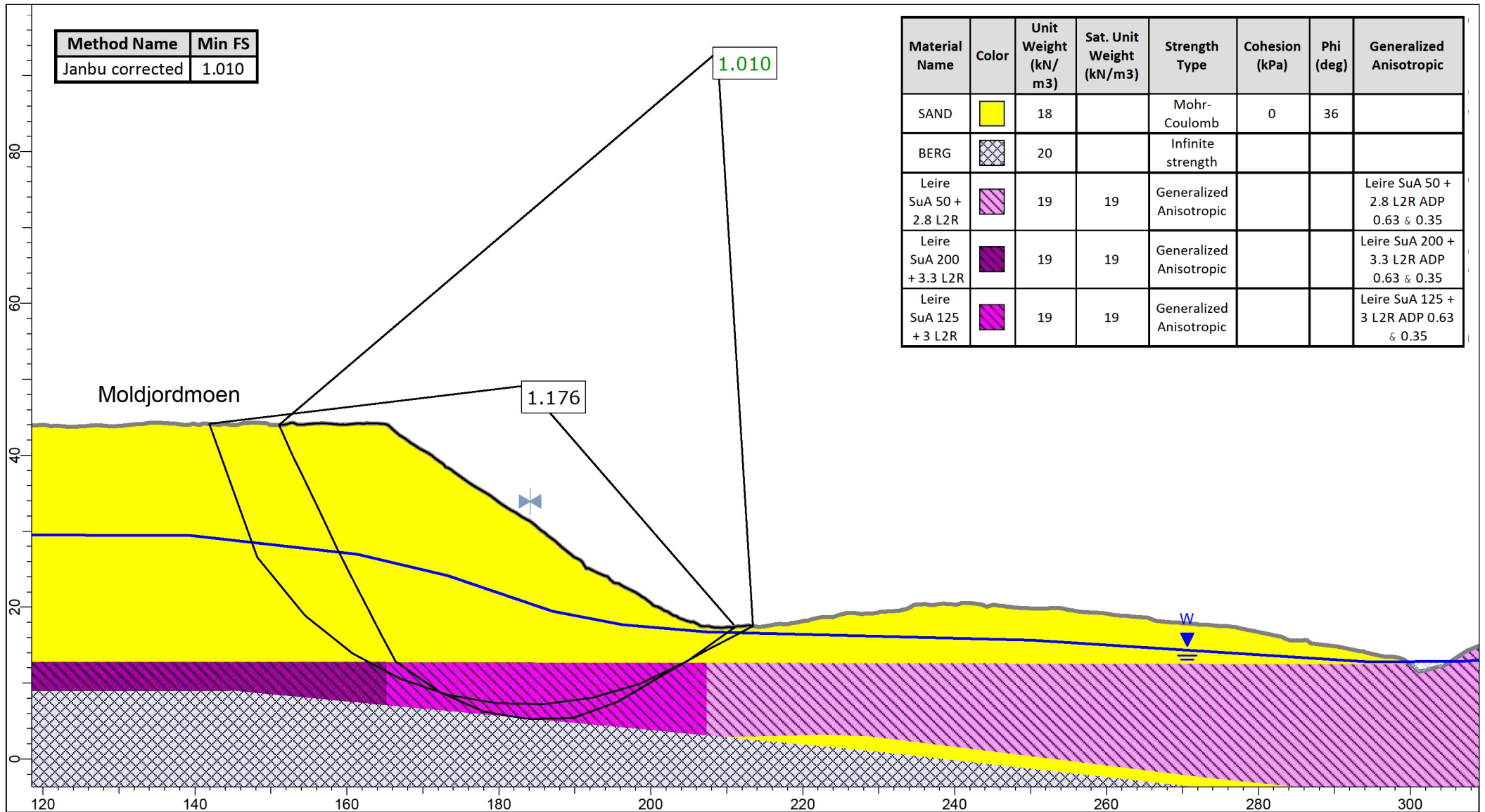


	Prosjekt Holmen boligfelt
	Analysis Description Snitt C. Totalspenningsanalyse for skråning opp mot Moldjordmoen
	Drawn By SOHJ
	Date 10.06.2023
	Niras Norge
	File Name Snitt C.slm

SLIDEINTERPRET 9.007



# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.010

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Generalized Anisotropic
SAND	Yellow	18		Mohr-Coulomb	0	36	
BERG	Grey cross-hatch	20		Infinite strength			
Leire SuA 50 + 2.8 L2R	Purple diagonal lines	19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 50 + 2.8 L2R ADP 0.63 & 0.35
Leire SuA 200 + 3.3 L2R	Dark purple diagonal lines	19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 200 + 3.3 L2R ADP 0.63 & 0.35
Leire SuA 125 + 3 L2R	Magenta diagonal lines	19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 125 + 3 L2R ADP 0.63 & 0.35

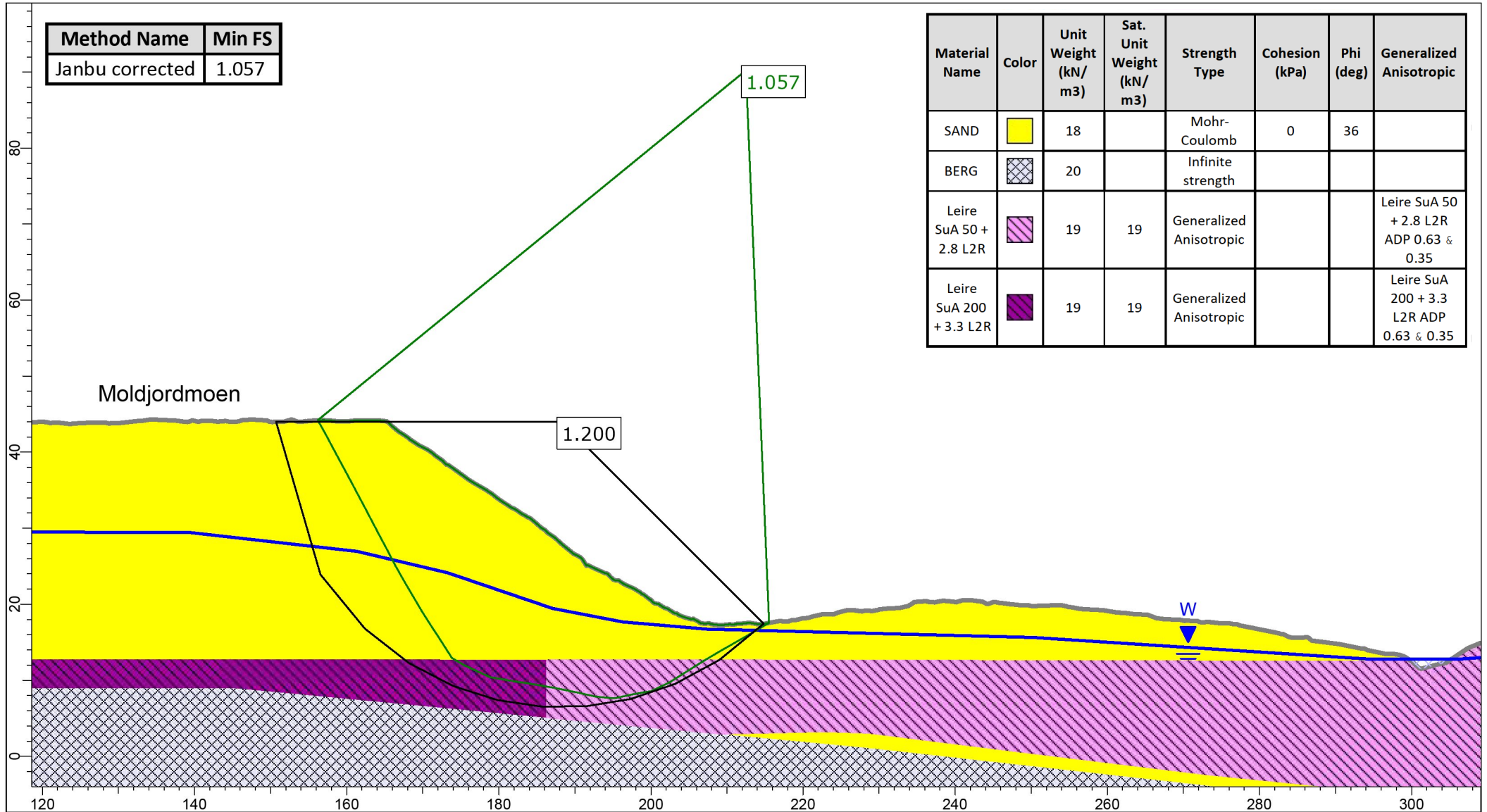


Prosjekt	Holmen boligfelt		
Analysis Description	Snitt C. Totalspenningsanalyse for skråning opp mot Moldjordmoen.		
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	10.06.2023	File Name	Snitt C.slm

SLIDEINTERPRET 9.007



# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.057

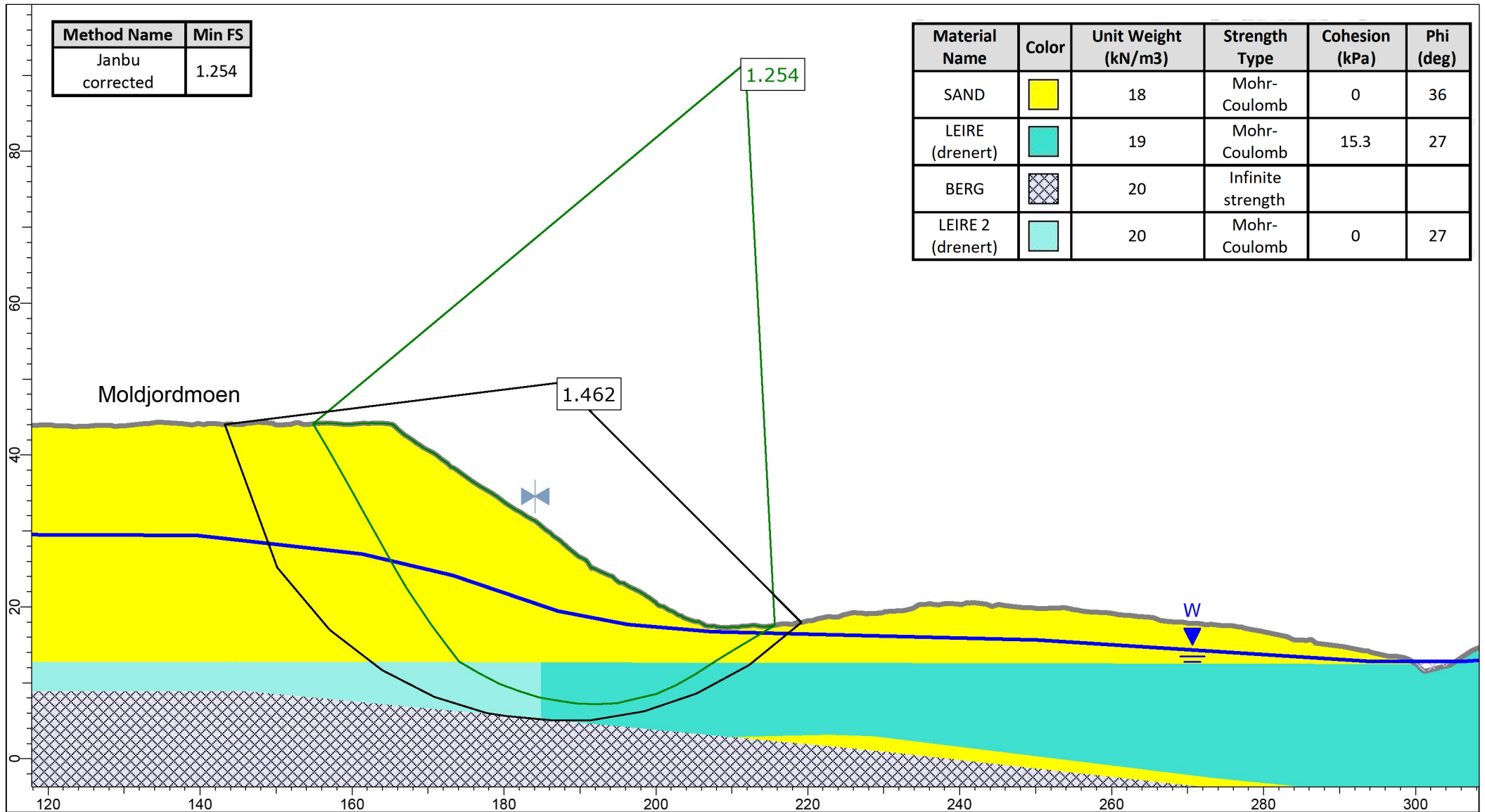
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Generalized Anisotropic
SAND		18		Mohr-Coulomb	0	36	
BERG		20		Infinite strength			
Leire SuA 50 + 2.8 L2R		19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 50 + 2.8 L2R ADP 0.63 & 0.35
Leire SuA 200 + 3.3 L2R		19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 200 + 3.3 L2R ADP 0.63 & 0.35



Prosjekt	Holmen boligfelt		
Analysis Description	Snitt C. Totalspenningsanalyse for skråning opp mot Moldjordmoen		
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	10.06.2023	File Name	Snitt C.slm


SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



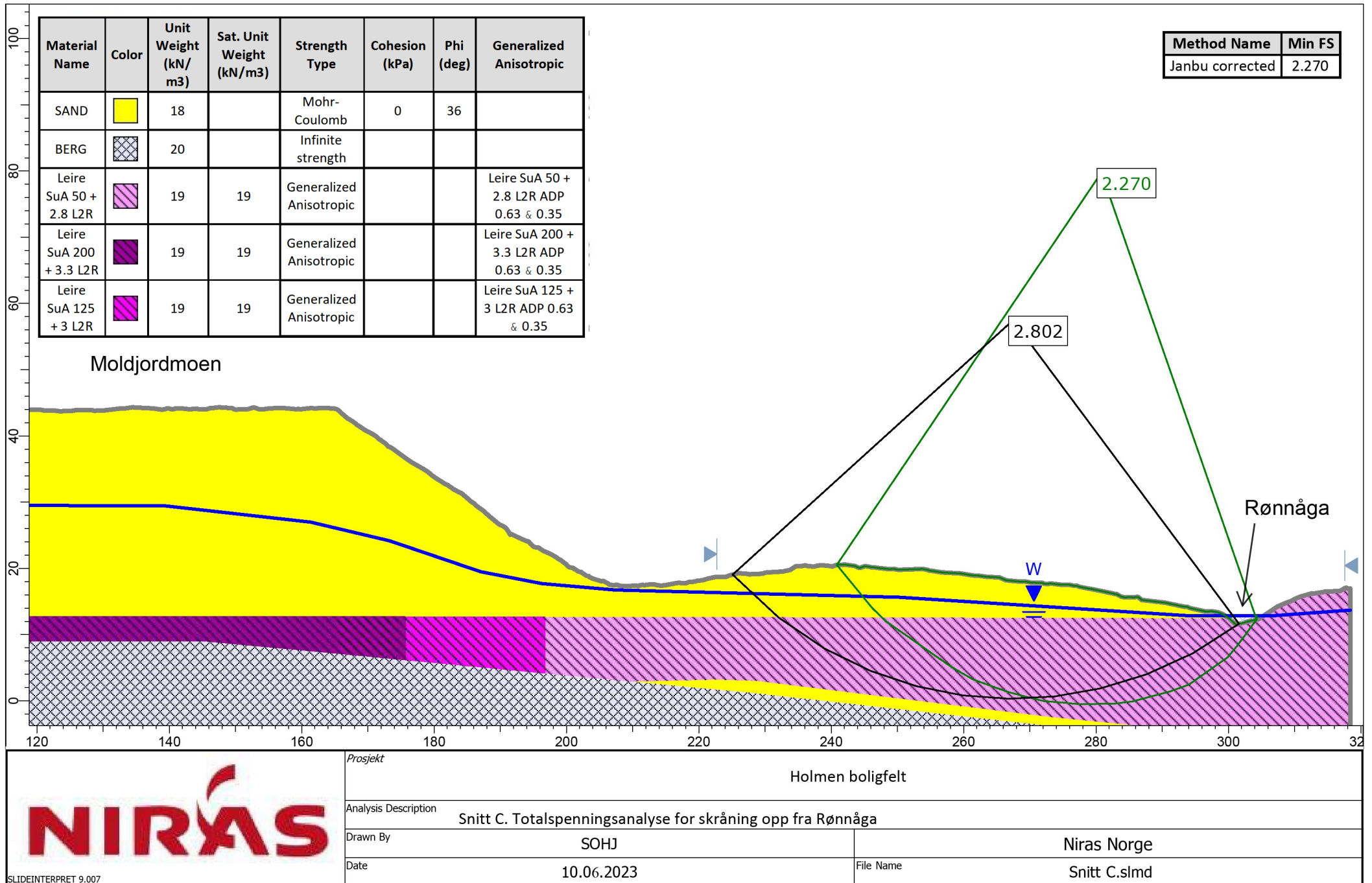
Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.254

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SAND	Yellow	18	Mohr-Coulomb	0	36
LEIRE (drenert)	Light Blue	19	Mohr-Coulomb	15.3	27
BERG	Grey cross-hatch	20	Infinite strength		
LEIRE 2 (drenert)	Light Blue	20	Mohr-Coulomb	0	27

	Prosjekt: Holmen boligfelt	
	Analysis Description: Snitt C. Effektivspenningsanalyse for skråning opp mot Moldjordmoen	
	Drawn By: SOHJ	Niras Norge
	Date: 10.06.2023	File Name: Snitt C.sldm

SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger






Prosjekt	Holmen boligfelt	
Analysis Description	Snitt C. Totalspenningsanalyse for skråning opp fra Rønnåga	
Drawn By	SOHJ	Niras Norge
Date	10.06.2023	File Name Snitt C.slm

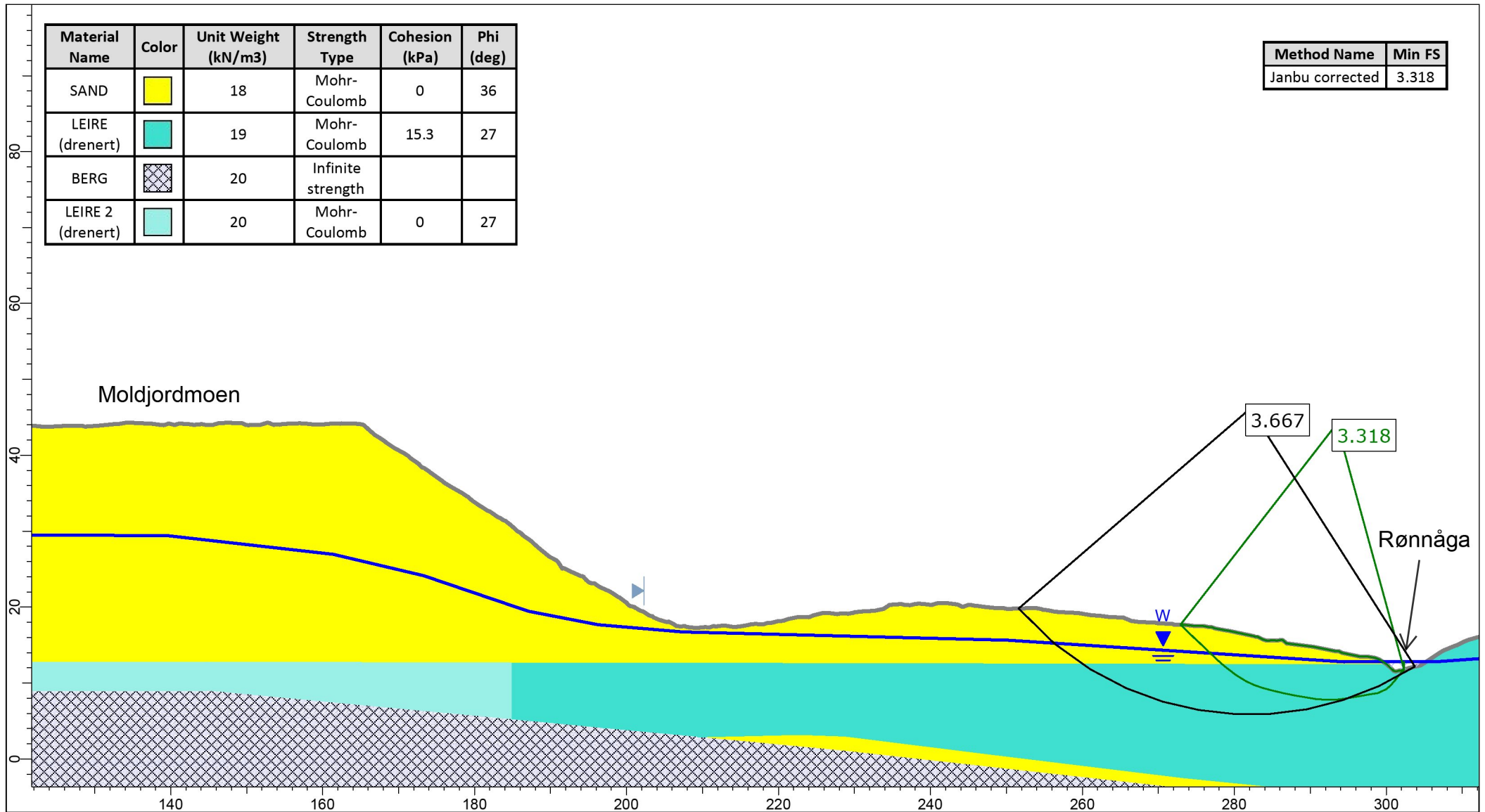
SLIDEINTERPRET 9.007



# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SAND		18	Mohr-Coulomb	0	36
LEIRE (drenert)		19	Mohr-Coulomb	15.3	27
BERG		20	Infinite strength		
LEIRE 2 (drenert)		20	Mohr-Coulomb	0	27

Method Name	Min FS
Janbu corrected	3.318

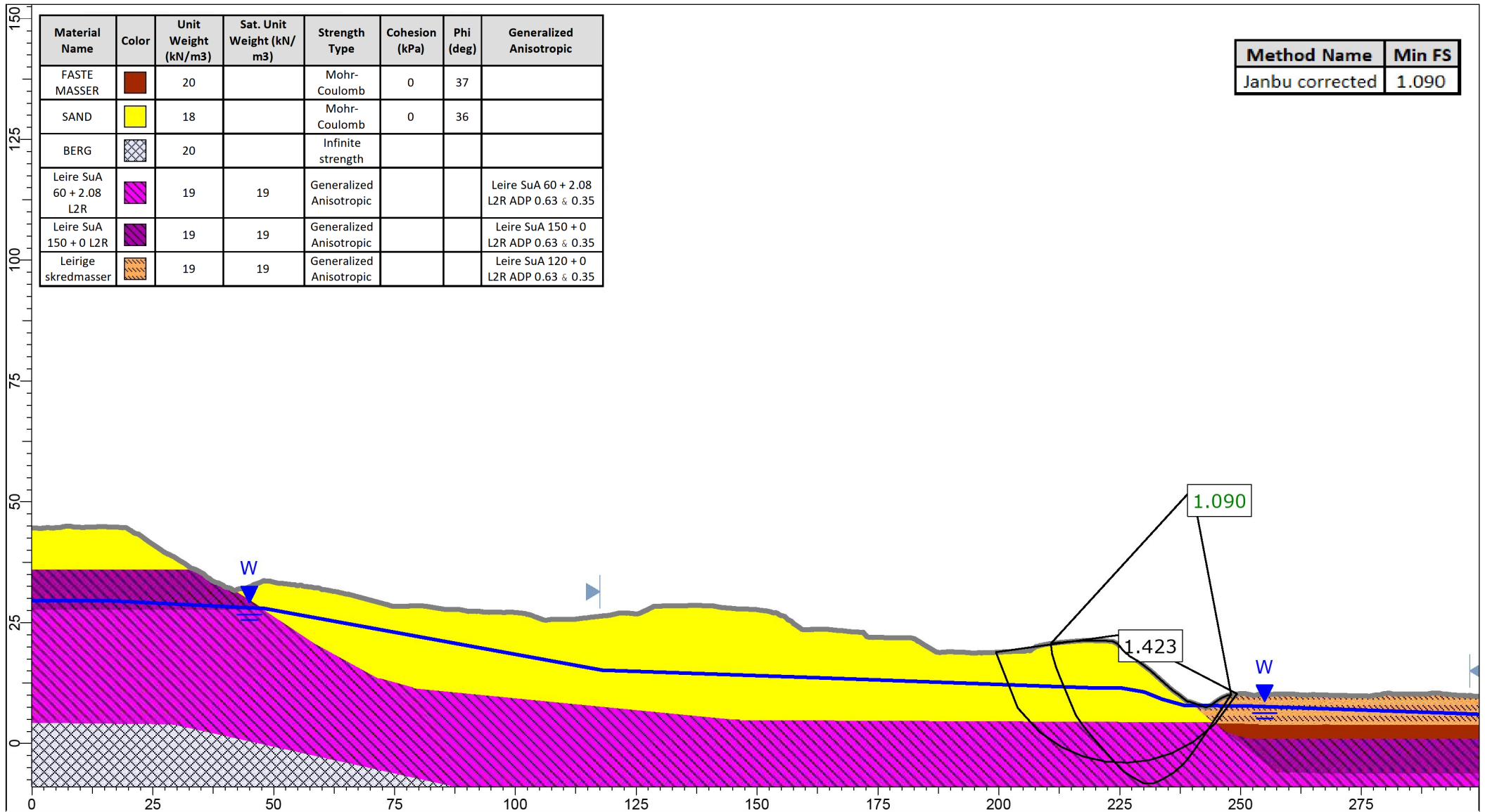



Prosjekt		Holmen boligfelt	
Analysis Description		Snitt C. Effektivspenningsanalyse for skråning opp fra Rønnåga	
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	10.06.2023	File Name	Snitt C.slm

SLIDEINTERPRET 9.007



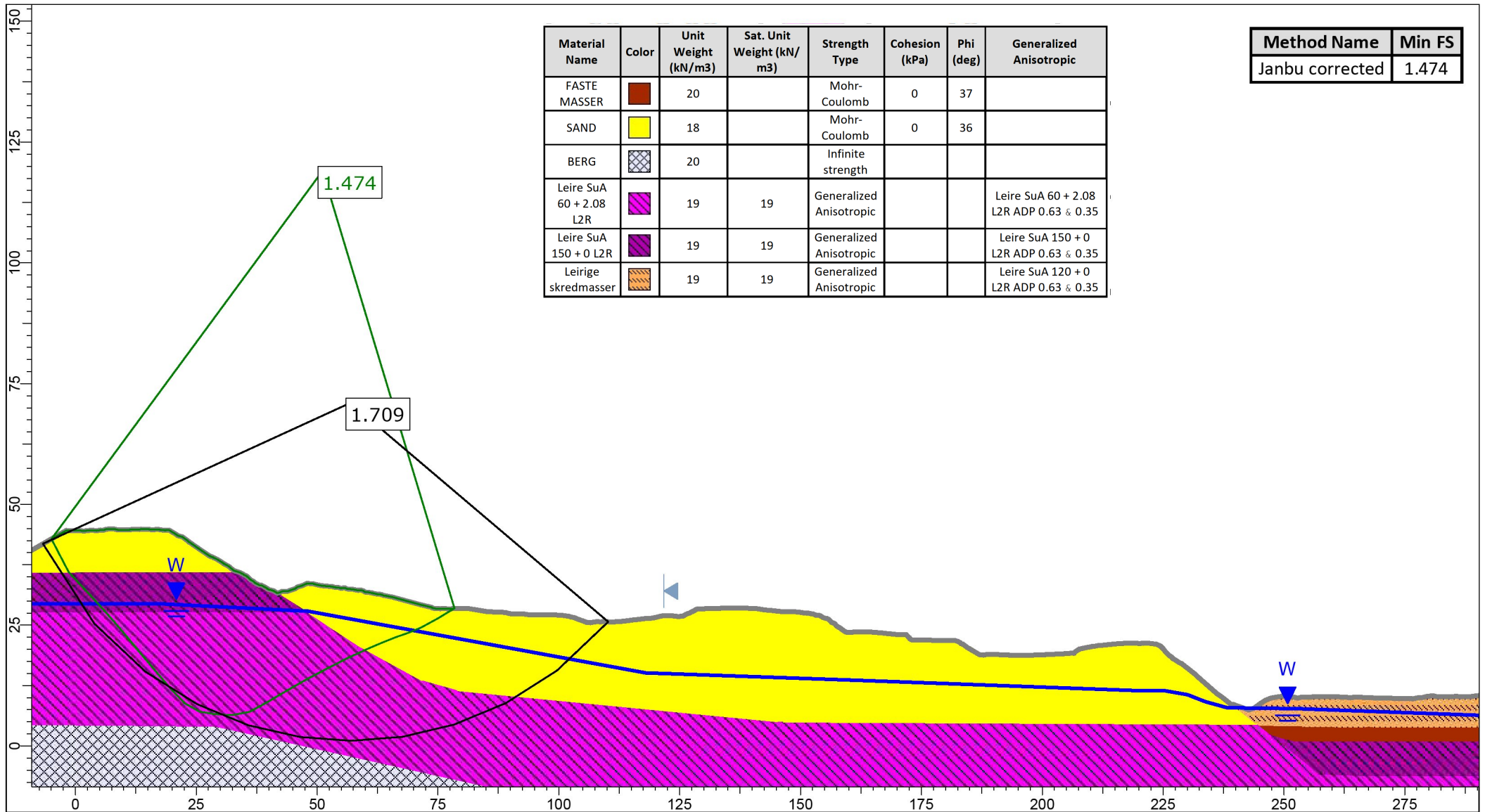
# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



	<i>Prosjekt</i> Holmen boligfelt	
	<i>Analysis Description</i> Snitt D. Totalspenningsanalyse for nedre skråning opp mot Innerdalmoen	
	<i>Drawn By</i> SOHJ	Niras Norge
	<i>Date</i> 14.06.2023	<i>File Name</i> Snitt D.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Sat. Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Generalized Anisotropic
FASTE MASSER		20		Mohr-Coulomb	0	37	
SAND		18		Mohr-Coulomb	0	36	
BERG		20		Infinite strength			
Leire SuA 60 + 2.08 L2R		19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 60 + 2.08 L2R ADP 0.63 & 0.35
Leire SuA 150 + 0 L2R		19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 150 + 0 L2R ADP 0.63 & 0.35
Leirige skredmasser		19	19	Generalized Anisotropic			Leire SuA 120 + 0 L2R ADP 0.63 & 0.35

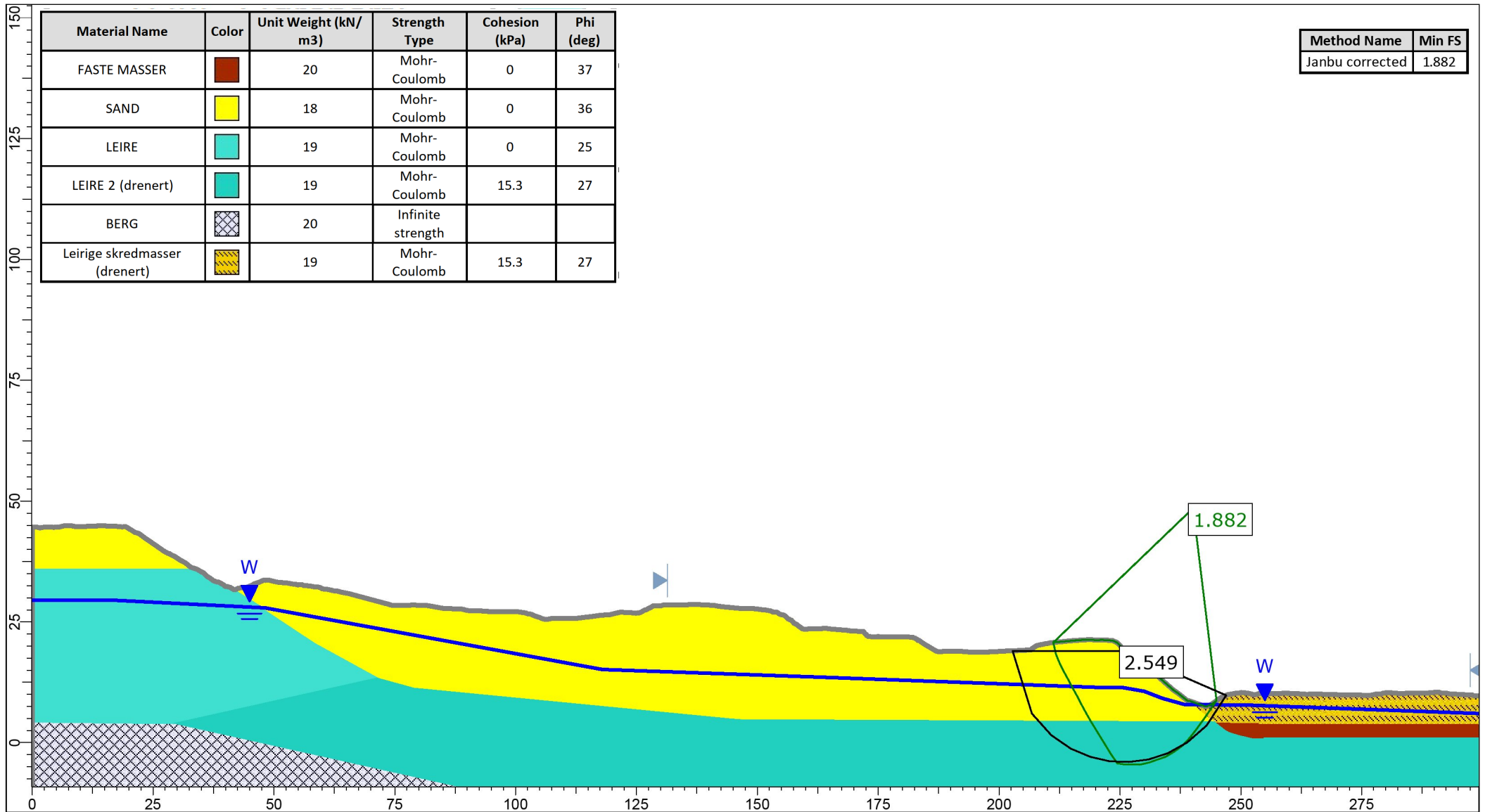
Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.474



Prosjekt	Holmen boligfelt		
Analysis Description	Snitt D. Totalspenningsanalyse for øvre skråning opp mot Innerdalmoen		
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	14.06.2023	File Name	Snitt D.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
FASTE MASSER		20	Mohr-Coulomb	0	37
SAND		18	Mohr-Coulomb	0	36
LEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	25
LEIRE 2 (drenert)		19	Mohr-Coulomb	15.3	27
BERG		20	Infinite strength		
Leirige skredmasser (drenert)		19	Mohr-Coulomb	15.3	27

Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.882

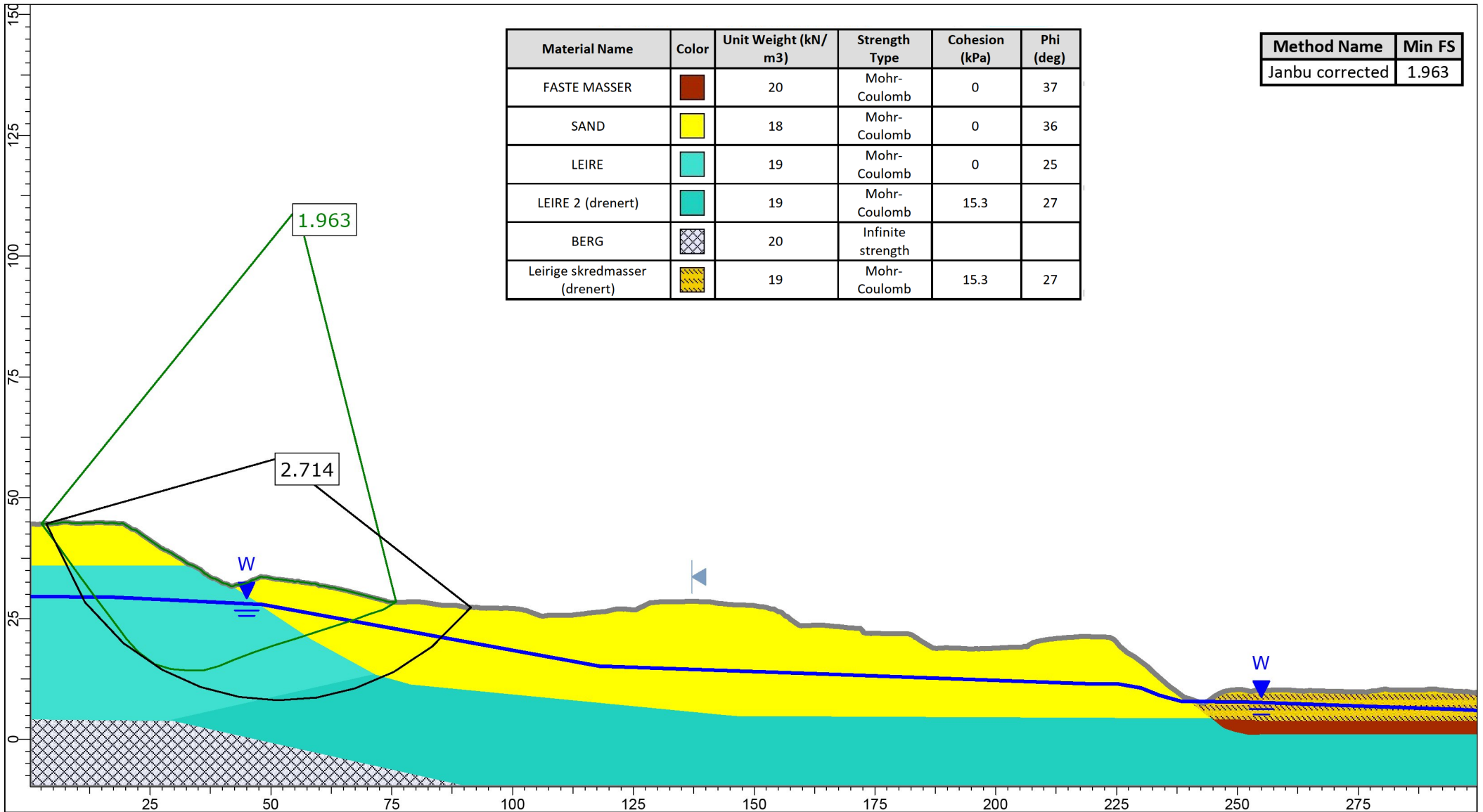


Prosjekt		Holmen boligfelt	
Analysis Description		Snitt D. Effektivspenningsanalyse for nedre skråning opp mot Innerdalmoen	
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	14.06.2023	File Name	Snitt D.sldm

SLIDEINTERPRET 9.007



# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
FASTE MASSER		20	Mohr-Coulomb	0	37
SAND		18	Mohr-Coulomb	0	36
LEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	25
LEIRE 2 (drenert)		19	Mohr-Coulomb	15.3	27
BERG		20	Infinite strength		
Leirige skredmasser (drenert)		19	Mohr-Coulomb	15.3	27

Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.963

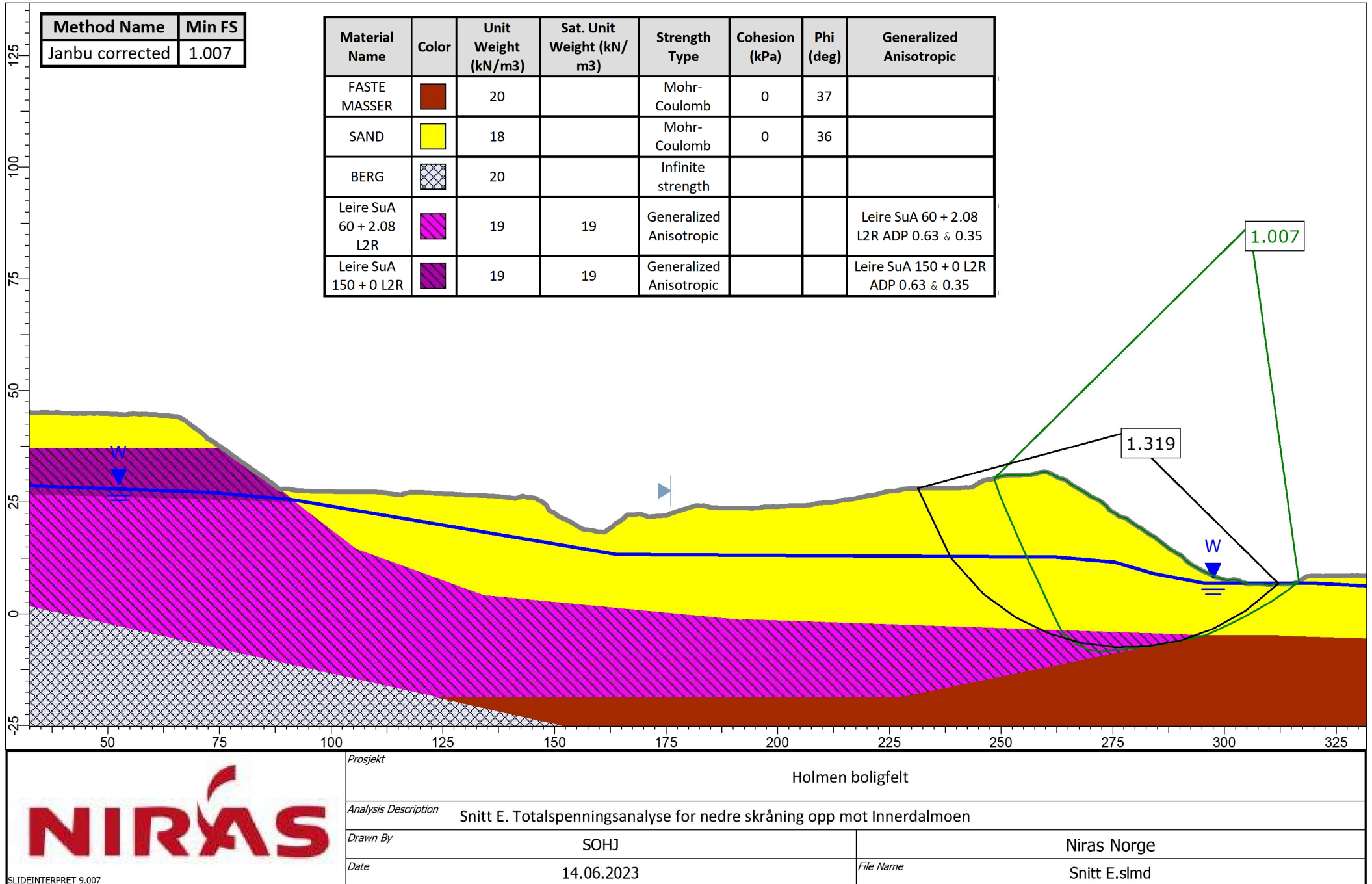


Prosjekt		Holmen boligfelt	
Analysis Description		Snitt D. Effektivspenningsanalyse for øvre skråning opp mot Innerdalmoen	
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	14.06.2023	File Name	Snitt D.slmd

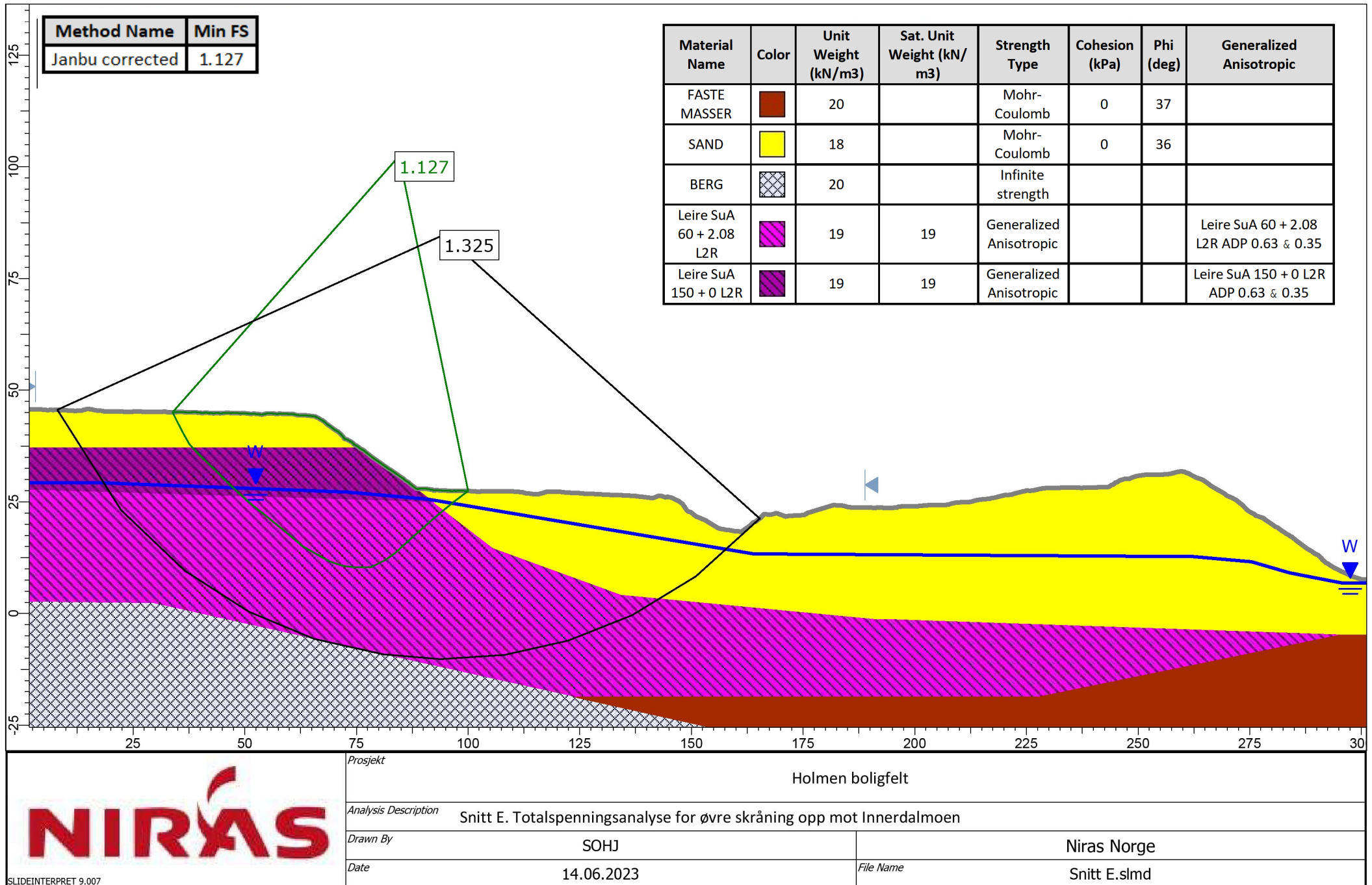
SLIDEINTERPRET 9.007



# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger

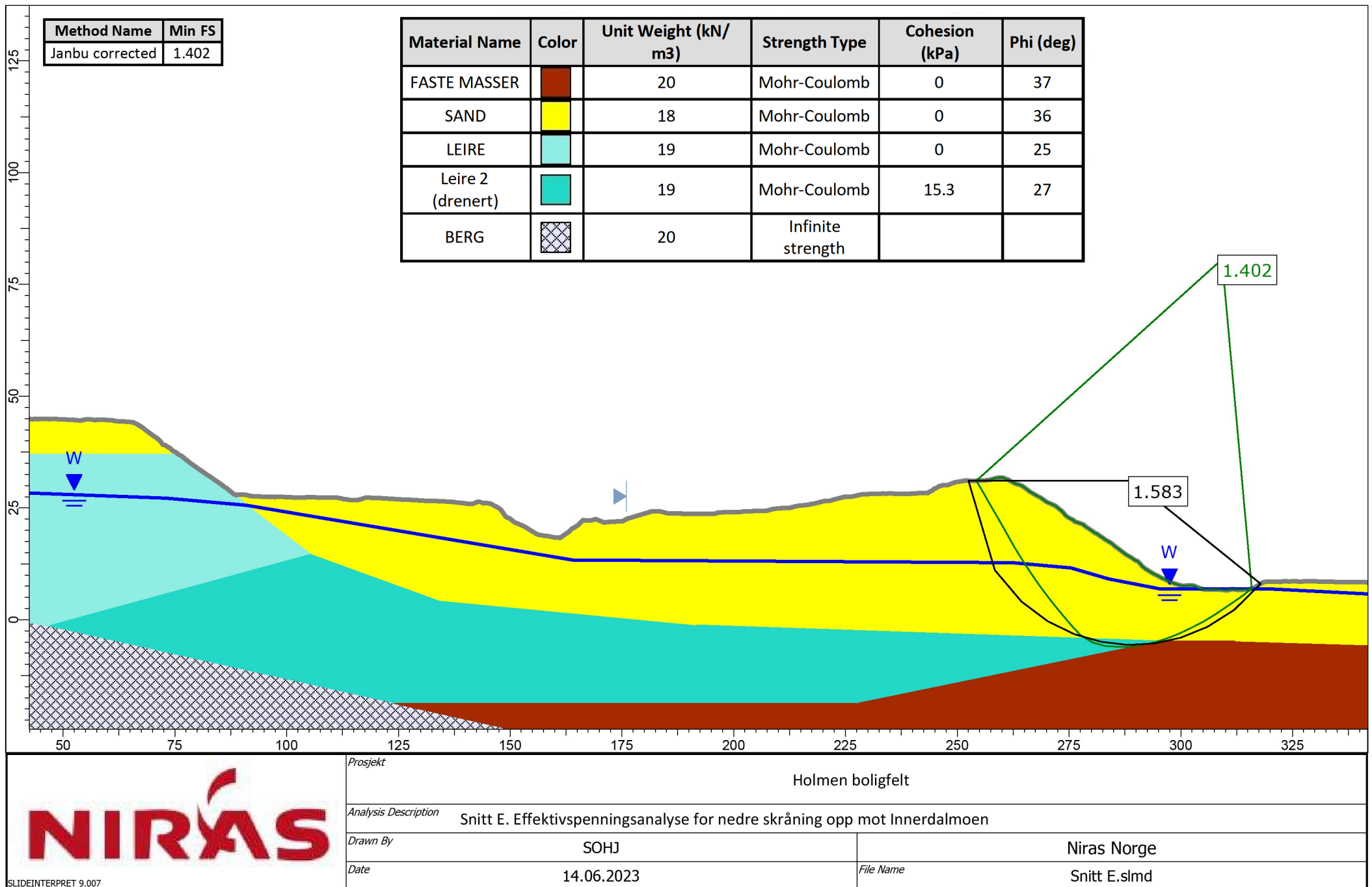


# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



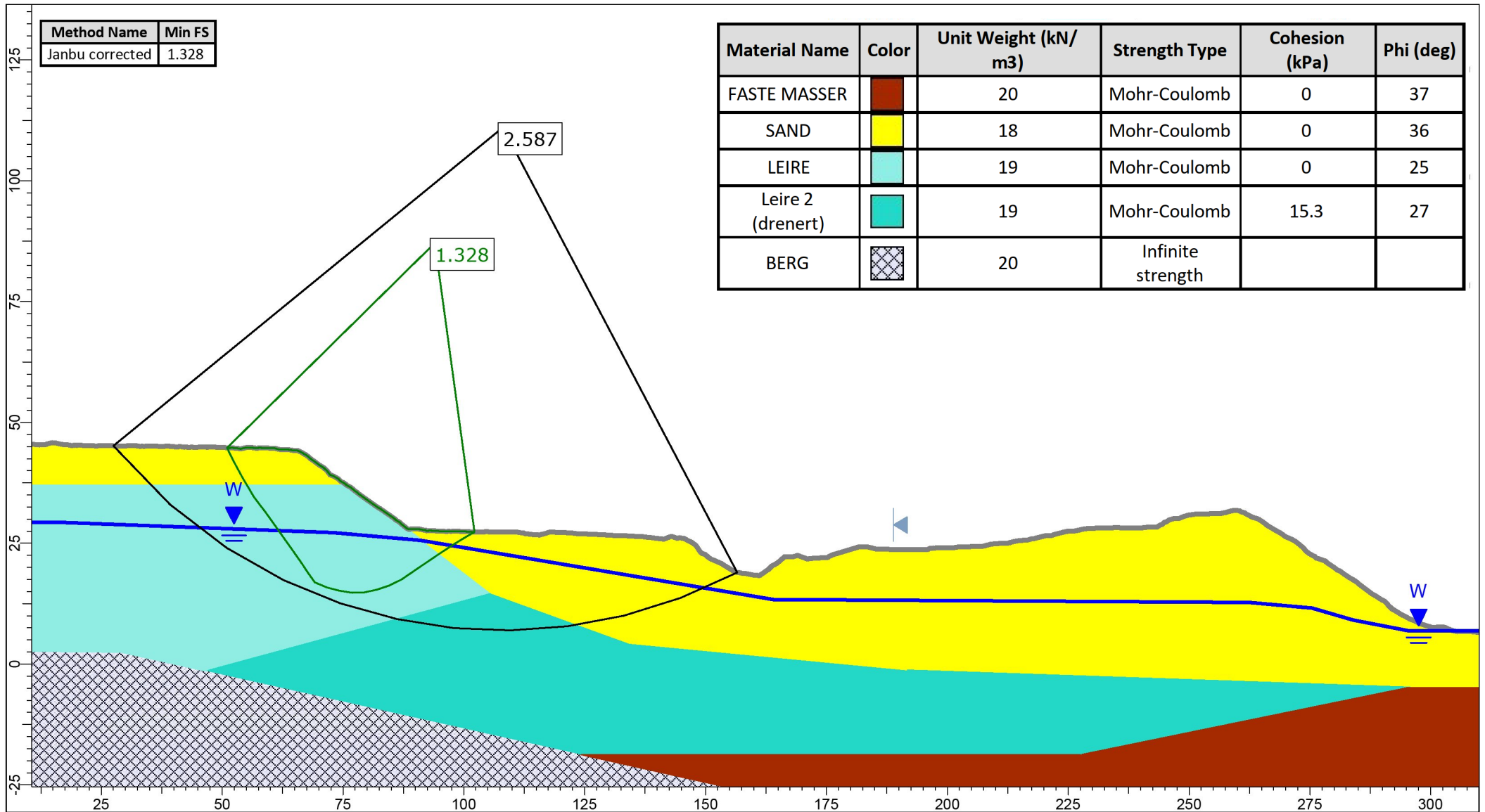
SLIDEINTERPRET 9.007

# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger





# Vedlegg D - Stabilitetsberegninger



Method Name	Min FS
Janbu corrected	1.328

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
FASTE MASSER		20	Mohr-Coulomb	0	37
SAND		18	Mohr-Coulomb	0	36
LEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	25
Leire 2 (drenert)		19	Mohr-Coulomb	15.3	27
BERG		20	Infinite strength		

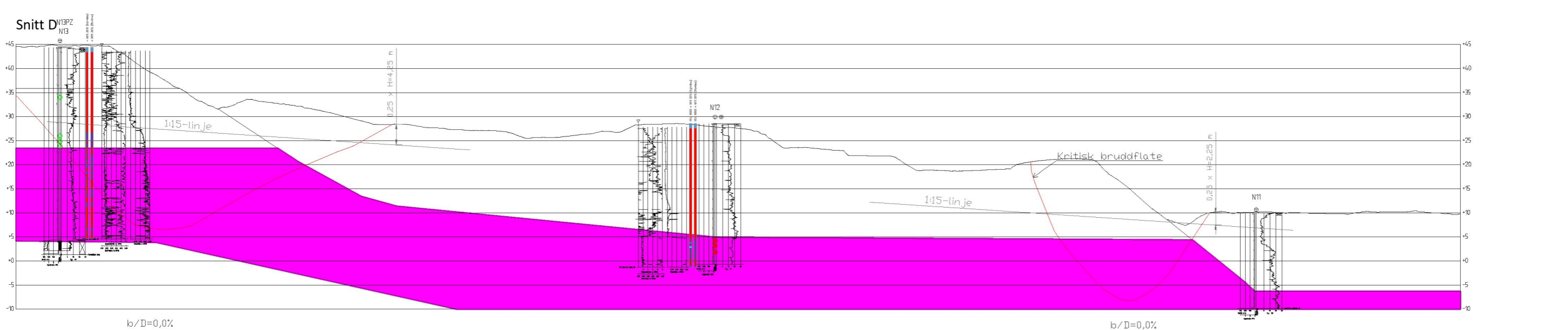
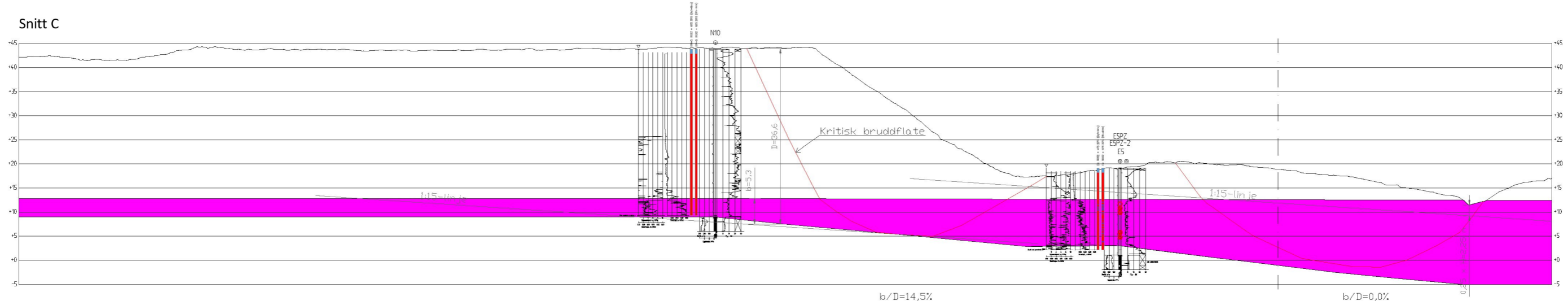
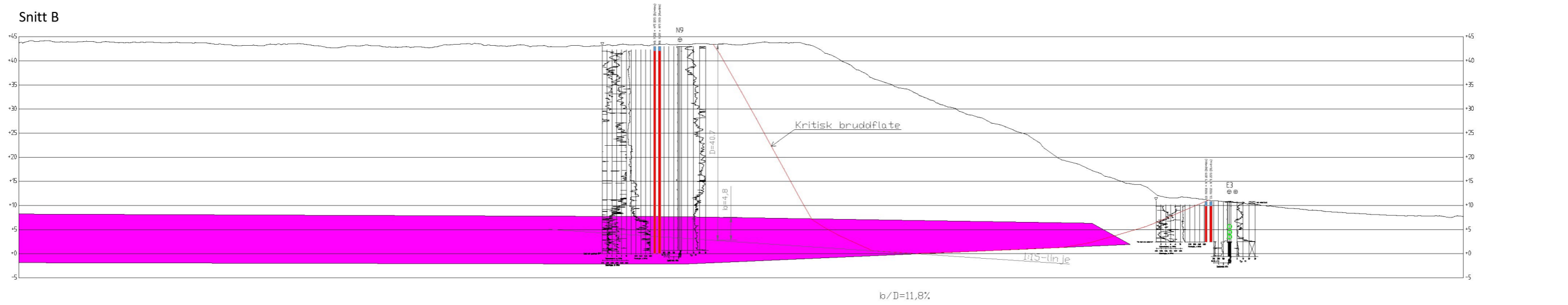


Prosjekt		Holmen boligfelt	
Analysis Description		Snitt E. Effektivspenningsanalyse for øvre skråning opp mot Innerdalmoen	
Drawn By	SOHJ	Niras Norge	
Date	14.06.2023	File Name	Snitt E.slm

SLIDEINTERPRET 9.007

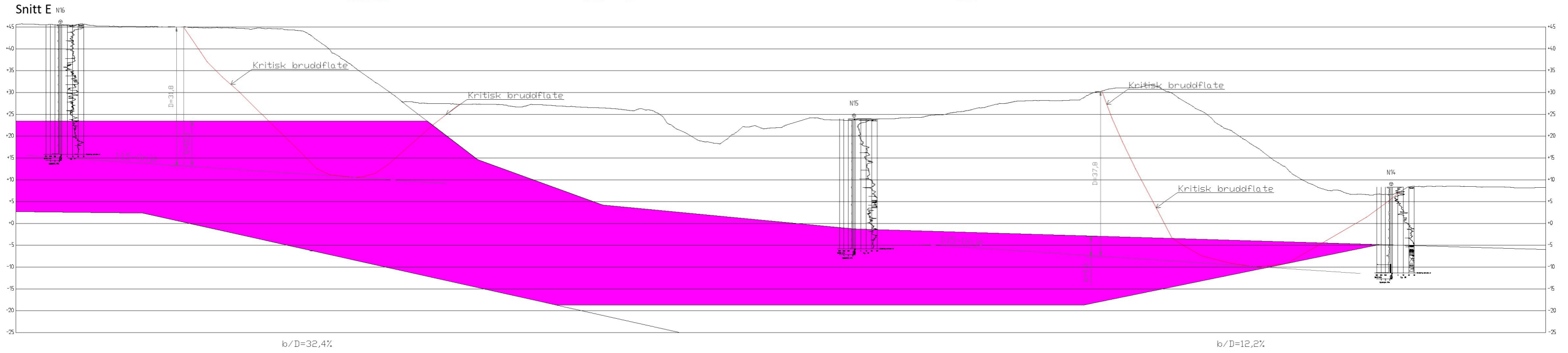


# Vedlegg E - Tolkningsprofiler for vurdering av skredmekanisme



- |                                      |   |                                |                 |                |   |                                    |                       |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|-----------------|----------------|---|------------------------------------|-----------------------|
| Antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire | Kritisk bruddfigur fra stabilitetsberegninger | <b>Resultat av konusforsøk</b> | $sr > 1,27$ kPa | $sr < 0,5$ kPa | <b>NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og (Rfu-Nmc)</b> | Sannsynlig ikke sprøbruddmateriale | Sannsynlig kvikkleire |
|                                      |   |                                | $sr < 1,27$ kPa |                |   | Mulig sprøbruddmateriale           | Forboring             |

# Vedlegg E - Tolkningsprofiler for vurdering av skredmekanisme



Antatt sprøbruddmateriale/kvikkleire

Kritisk bruddfigur fra stabilitetsberegninger

Resultat av konusforsøk

○  $sr > 1,27$  kPa    ⊗  $sr < 0,5$  kPa

○  $sr < 1,27$  kPa

NIFS 2015 (Bq1-Nmc) og (Rfu-Nmc)

■ Sannsynlig ikke sprøbruddmateriale

■ Mulig sprøbruddmateriale

■ Sannsynlig kvikkleire

■ Forboring