



Råde helsehus

Områdestabilitetsutredning

Råde kommune

Dato: 04. september 2023

Innhold

1.	Innledning.....	5
2.	Regelverk og krav for planlagte tiltak	6
2.1	Regelverk	6
2.2	Krav til sikkerhet og kvalitetssikring.....	6
2.2.1	Tiltakskategori	6
2.2.2	Krav til sikkerhet	7
3.	Grunnlag	8
4.	Terreng og grunnforhold	10
4.1	Topografi	10
4.1.1	Terrenganalyse	11
4.2	Kvartærgeologi.....	12
4.2.1	Marin grense	13
4.3	Tidligere kartlegging	14
4.3.1	Kartlagte faresoner	14
4.3.2	Registrerte skredhendelser.....	15
4.4	Identifisering av kritiske skråninger og potensielle løснеområder.....	15
5.	Befaring.....	17
6.	Grunnundersøkelser.....	18
6.1.1	Prosjektspesifikke grunnundersøkelser	18
6.1.2	Poretrykksforhold.....	19
6.1.3	Kvalitet CPTu	20
6.2	Metode for klassifisering av sprøbrudd/ikke-sprøbrudd	21
6.2.1	Påviste forekomster av sprøbruddmateriale og kvikkleire	22
6.3	Resultater fra lab.....	33
6.3.1	Ødometer	33
6.3.2	Treaksialforsøk.....	34
6.3.3	Sensitivitet.....	36
6.3.4	Ip og ADP-faktor	36
7.	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresoner	39

7.1	Skredmekanisme.....	39
7.2	Avgrensning av faresoner	40
8.	Klassifisering av faresone	42
9.	Kritiske snitt og materialparametere.....	43
9.1	Kritiske snitt	43
9.2	Materialparametere	43
9.2.1	Udrenert skjærstyrke.....	44
10.	Stabilitetsvurderinger	45
10.1	Beregningsprinsipper.....	45
10.1.1	Modellering av anisotropiforhold (ADP).....	45
10.2	Resultater av stabilitetsberegninger	47
10.2.1	Stabilitet av del av løseområde sør for planlagte tiltak.....	47
11.	Stabiliserende tiltak	49
12.	Konklusjon	50
13.	Referanser	51

Vedlegg

Vedlegg A – Oversiktskart	.....	A1
Vedlegg B – Plan- og profildegning	.....	B1-B2
Vedlegg C – Stabilitetsberegninger	.....	C1 – C6
Vedlegg D – CPTu-tolkning	.....	D1 – D27
Vedlegg E – Ødometertolkning	.....	E1 – E5
Vedlegg F – Befaringsbilder	.....	F1 – F9
Vedlegg G – Skadeskonsekvens og risiko vurdering	.....	G1 – G3

Revisjonsoversikt

Tabell 0-1 - Oversikt over dokumentets revisjoner.

Rev.nr.	Kapittel	Oppdatering
00	Alle	Konsept/løsningsforslag
01	4,7,8 + Vedlegg A, G	Revisjon i henhold til 3.part kommentarer.

1. Innledning

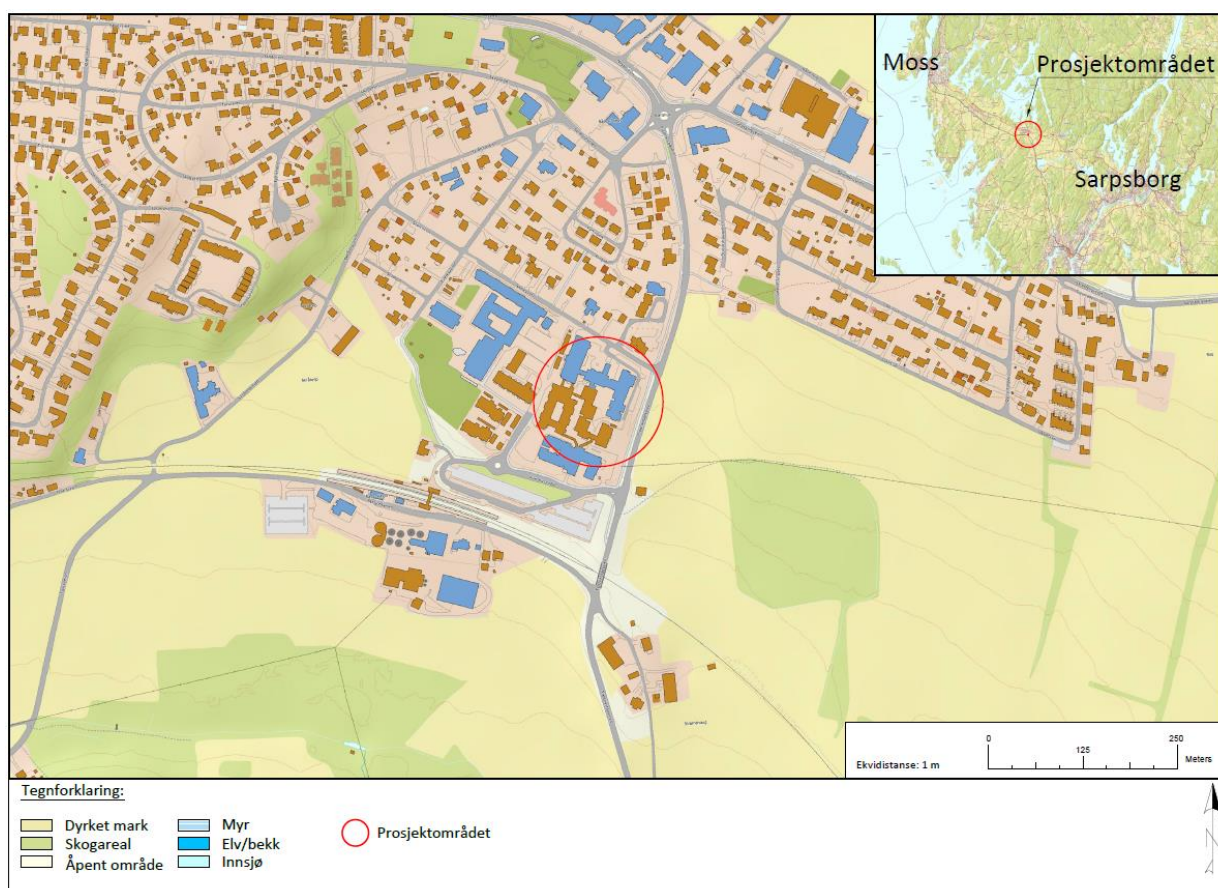
Denne rapporten inneholder områdestabilitetsvurderinger utført for reguleringsplan i forbindelse med etablering av nytt helsebygg på deler av eksisterende helsehus i Karlshus, Råde kommune. NIRAS Norge AS har blitt engasjert som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) av Råde kommune.

Områdestabilitetsvurderingene som er presentert i denne rapporten er utført i henhold til NVE veileder 1/2019 [1] med tilhørende NVE ekstern rapport 9/2020 [2]. NVE veileder 1/2019 utdyper byggeteknisk forskrift (TEK § 7-3) [3] med tilhørende veiledning og NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplaner» [4]. Ved å følge NVEs veileder 1/2019 innfris kravet i Plan og bygningsloven (PBL) vedrørende gjennomføring av skredfareutredning i forhold til kvikkleireskred.

Områdestabilitetsvurderingene gjelder tiltak i tiltakskategori K4.

Rapporten er bygget opp med grunnlag i Vedlegg 1 i NVE veileder 1/2019, der den anbefalte kapitteinndelingen er benyttet. Utredningen av områdeskredfare er utført fra steg 1 til 10 i henhold til prosedyren gitt i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1].

Denne rapporten omhandler alene områdestabilitetsvurderinger.



Figur 1-1: Kartutsnitt som viser omtrentlig utstrekning av prosjektområde.

2. Regelverk og krav for planlagte tiltak

2.1 Regelverk

Områdestabilitetsvurderingene som presenteres i denne rapporten er utført i henhold til NVE veileder 1/2019 [1]. Veilederen utdyper byggteknisk forskrift (TEK § 7-3) [3] med tilhørende veiledning og NVEs retningslinjer 2/211 «Flaum- og skredfare i arealplaner» [4].

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

Ved å følge NVEs veileder 1/2019 innfris kravet i PBL vedrørende gjennomføring av skredfareutredning i forhold til 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 utbygging av nytt helsehus på deler av samme areal som eksisterende helsehus i Karlshus. I henhold til ordlyden gitt i tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019 [1] vil planlagte tiltak ut ifra ovenstående opplysninger henføres til tiltakskategori K4. Figur 2-1 nedenfor gjengir relevante utklipp av tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019 [1] hvor relevant ordlyd er markert.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner 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:

- All erosjon som kan utløse skred som kan ramme planlagte tiltak må forebygges.
- For tiltak som forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot fs$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$, hvor fs er sprøhetsforholdet som korrigerer sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\varphi}$ økes prosentvis i henhold til føringene gitt i [1].
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\varphi} \geq 1,25$ og krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$.
- Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse.

Det anvendes i alle tilfeller sprøhetsforhold $fs=1,15$.

Krav til prosentvis forbedring beskrives ikke nærmere her siden det ikke er relevant for problemstillingene i dette prosjekt. En nærmere beskrivelse av krav til sikkerhet for tiltakskategori K4 fremgår av NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 3.3.6.

3. Grunnlag

Grunnlaget for vurderinger presentert i denne rapporten fremgår av Tabell 3.1. Tabellen omfatter datarapporter og tidligere utredninger/vurderingsrapporter.

Tabell 3.1 – Gjennomgåtte rapporter i utarbeidelsen av geoteknisk grunnlagsdata

Nr.	Prosjektnavn/dokument	Tittel, Utarbeidet av: Årstall
[5]	23266 nr.1	Helsehuset Råde og Øvre Langbråten, Løvlien georåd AS: 2023.
[6]	G-rap-002	Kvikkleirekartlegging Moss, Rygge, Råde, Rambøll Norge AS: 2018
[7]	10244788-RIG-RAP-001	Omsorgsboliger Ringveien/Parkveien, Datarapport Geotekniske grunnundersøkelser, Multiconsult: 2022.
[8]	1665114-1	Risiko for kvikkleireskred i Moss, Rygge og Råde, NVE: 2019.
[9]	B134	Europavegen E-6, parsell Jonsten-Strømshaug, Veglaboratoriet: 1966.
[10]	B31-2	Regjøreelse for grunnforholdene ved Straumshaug i Råde i forbindelse med prosjektering av toplanskryss, Veglaboratoriet: 1966.
[11]	B31-3	Redegjøreelse for fundamenteringsforholdene for prosjektert toplanskryss, Verlaboratoriet: 1966.
[12]	B31-4	Redegjøreelse for fundamenteringsforholdene for prosjektert roplanskryss ved Stømshaug, Veglaboratoriet: 1966.
[13]	10244788-RIG-NOT-002	Omsorgsboliger Ringveien/Parkveien, Råde, Multiconsult: 2022.
[14]	B31	Rapport over grunnundersøkelse for RV.1 ved Karlshus, Veglaboratoriet: 1959
[15]	IUP-00-A-02685	Østfoldbanen, Vestre Linje (Moss) – Sarpsborg, Råde stasjon, Geoteknisk fagrappport, SWECO: 2012
[16]	B26	Rapport over grunnundersøkelse for RV. 5 ved Strømnes, Østfold fylke, Veglaboratorie: 1959

Følgende er en kort innføring til innholdet i hver rapport:

[5] Rapporten er utarbeidet av Løvlien Georåd AS og inneholder data fra prosjektspesifikke grunnundersøkelser for detaljprosjektering av nytt Råde helsehus og områdestabilitetsvurderinger. Borearbeidet er utført av Mesta AS i perioden 30. mai til 19.Juni 2023. Omfanget av grunnundersøkelser består av 32 stk. totalsonderinger, 9 stk. CPTu, 10 stk. representative prøver, 8 stk. Ø54 prøveserier og nedsettelse av 8 stk. piezometer i 4 borepunkt.

Laboratoriearbeidene omfatter rutineundersøkelser, korngraderingsanalyse, 8 stk. treaksialforsøk på prøver fra 6 borepunkt, 5 stk. ødometerforsøk. Videre er det utført glødetap på masser med observert organisk innhold.

Grunnforholdene består generelt av tørskorpeleire/fyllmasse over leire, kvikkleire/sprøbruddmateriale er påvist i flere borpunkt. I borpunkt N30, N32 og N33 er det større menktighet av friksjonsmateriale over underliggende leire.

[6] Rapporten er utarbeidet av Rambøll Norge AS i forbindelse med NVE's regionalkartlegging av kvikkleiresoner i Moss, Rygge og Råde i 2018. Til sammen ble det utført 35 stk. dreietrykkssonderinger, 2 stk. totalsonderinger samt opptak av 36 stk. Ø54 sylinderprøve og 3 stk. poseprøver. Laboratoriearbeidet omfatter rutineundersøkelse, hvor det er påvist kvikkleire.

[7] Rapporten er utarbeidet av Multiconsult i 2022 i forbindelse med planlagt utbygging av omsorgsboliger ved Ringveien/Parkveien, Råde. Det er blitt utført 2 stk. totalsonderinger og 2 stk. prøveserier, hvor laboratorieundersøkelsene omfatter klassifisering av 3 stk. poseprøver, rutineundersøkelse av 8 stk. prøvesylindre, plastisitetsindekser, glødetap for organisk innhold og korngraderinger. Det er ikke funn av kvikkleire eller sprøbruddmateriale i noen av prøvene.

[8] Golder Associates AS har på oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2019 utført boringer og utarbeidet rapport i forbindelse med kartlegging av områder med mulig fare for store kvikkleireskred i Moss, Rygge og Råde. Rapporten har blitt publisert av NVE som ekstern rapport Nr 6/2019 – Regional kvikkleirekartlegging. Det ble lokalisert 20 mulige skredfarlige soner og tilhørende utløpsområder. Det ble utført 40 stk. dreietrykkssonderinger, 2 stk. totalsonderinger, 36 stk. sylinderprøver og 3 stk. poseprøver. Laboratoriearbeidet omfatter rutineundersøkelser for sylinderprøvene og analyse av poseprøvene.

[9] Rapporten er utarbeidet av Veglaboratoriet i 1958 og omhandler grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektert E6. Det er blitt utført en rekke sonderingsboringer med dreiebor, vingebor og opptak av flere prøveserier med 54 mm prøvetaker. Laboratorieundersøkelsene utført omfatter vanlig rutineundersøkelser og triaxialforsøk. Det er blitt gjort funn av bløte materialer, og en registrert dybde på opptil 25 m.

[10] / [11] / [12] Rapportene er utarbeidet av Veglaboratoriet i mai/juni/august 1966 og omhandler en redegjørelse for grunnforholdene ved Strømshaug i Råde i forbindelse med prosjektert toplanskryss alt. 2, 3, og 4. Det er utført en rekke sonderboringer med dreieboring og opptak av prøveserier. Supplerende grunnundersøkelser ble utført i den sørlige delen av krysset i la. juni og august. Laboratorieundersøkelsene utført omfatter vanlig rutineundersøkelse og konsolideringsforsøk i ødometer. Løsmassestykkelsheten varierer mellom 2.5-30 meter. Det er gjort funn av meget sensitive masser.

[13] Notat er utarbeidet av Multiconsult i 2022 og omfatter planlegging av omsorgsboliger i Ringveien/Parkveien på Karlshus. Det ble utført prøvegraving for vurdering av graveforholdet i september 2022 i etterkant av de utførte grunnundersøkelsene som er beskrevet i [7]. Ved prøvegravingen ble det gjort funn av bløt leire.

[14] Rapporten er utarbeidet av Veglaboratoriet i 1959 og omhandler grunnundersøkelser utført for stamveg RV. 1 ved Karlshus. Det er utført 6 stk. dreieboringer til fjell, hvor det er tatt opp 2 stk. prøveserier med 54 mm prøvetaker. Laboratoriearbeidet omfatter rutineundersøkelse på sylinderprøvene, vanninnhold, konsistensgrense, romvekt, skjærfasthet og sensitivitet, og kornfordeling. Løsmassestykkelsheten varierer fra 4-13 meter. Det er blitt gjort funn av sensitiv til kvikk blanding av leire, silt og sand.

[15] Rapporten er utarbeidet av SWECO Norge i forbindelse oppgradering av Råde stasjon. Det er utføre grunnundersøkelser i 2011/2012 og utredet områdestabilitet for Jernbaneverket. Det er utført 39 stk. totalsonderinger, 13 stk. CPTU-sonderinger, 17 stk. vingeboringer, 5 stk. prøveserier, 5 stk. naverprøver, samt satt ut 2 stk. poretrykksmålere. Laboratoriearbeidet omfatter rutineundersøkelser, kornfordelingsanalyser, aktiv og passiv treaxialforsøk og kontinuerlig ødometerforsøk (CRS).

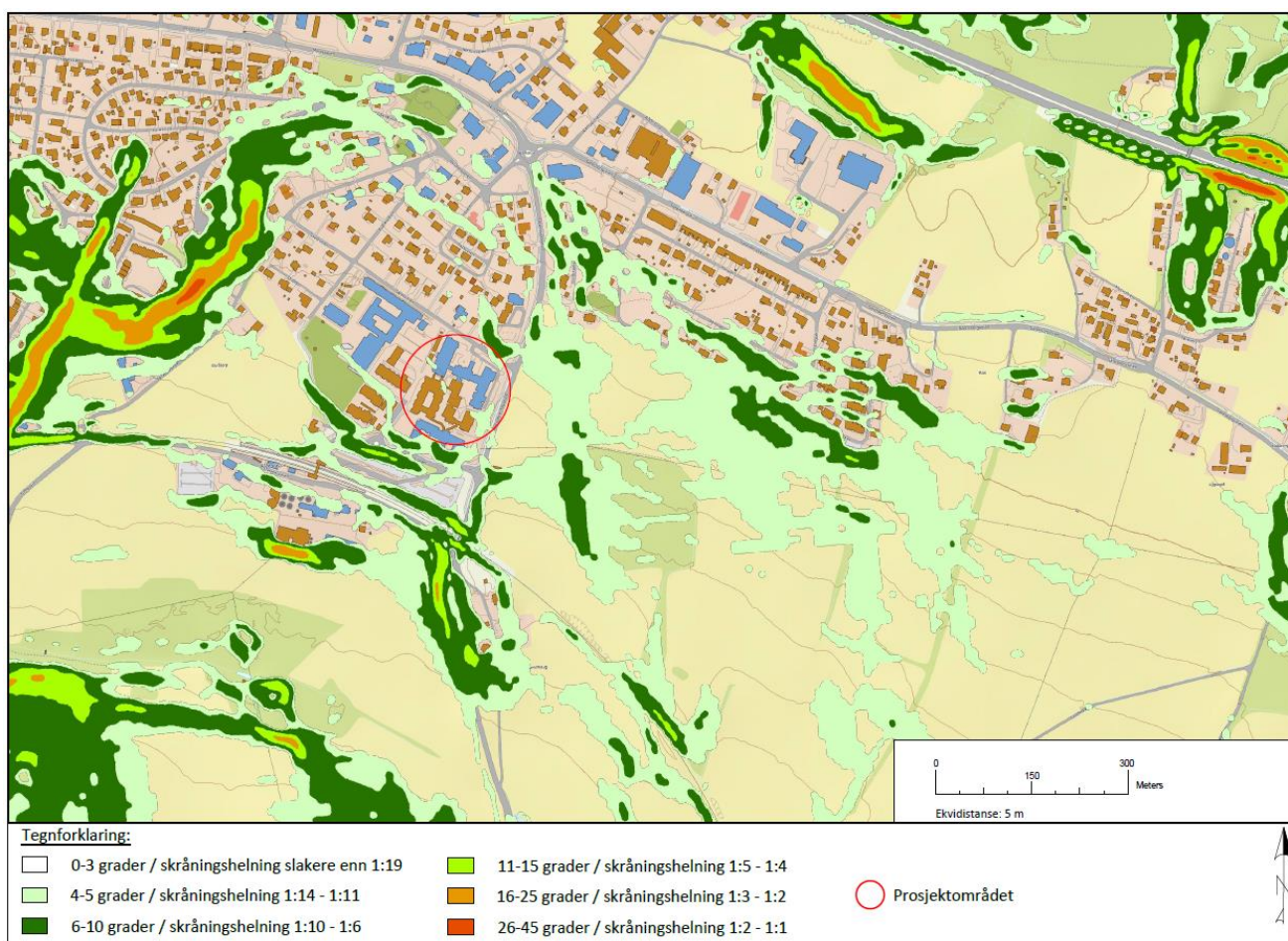
[16] Rapporten er utarbeidet av Veglaboratoriet i 1959 og omhandler grunnundersøkelser for RV. 5 ved Strømmes. Det er utført 16 stk. dreieboringer, 3 stk. vingeboringer og 1 stk. prøvetaking med 54mm prøvetaker. Løsmassestykkelsheten i område varierer fra 12-22 meter. Laboratorieundersøkelsene omfatter rutineundersøkelse på alle prøvene samt kornfordelingsanalyse på 3 stk. Grunnvannstanden er registrert til å stå i terrenghøyde.

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

Det planlagte tiltaket ligger rundt kote +26 til kote +30 i relativt flatt terreng med en helning mot sør/sørvest. Figur 4-1 viser helning av terrenget innom tiltaksområdet og områdene umiddelbart rundt ut fra NGU sitt bratt-hetskart, som er basert på en grov nasjonal høydemodell. Rett sør og sørvest for tiltaket er det enkelte delområder med helning opp mot 1:4 og 1:2. Både helning ($> 1:20$) og samlet høydeforskjell ($> 5\text{m}$) faller her innom NVE sine kriterier for aktsomhetsområder for løснеområder (prosedyre steg 3).



Figur 4-1 Topografisk kart over tiltaksområdet.

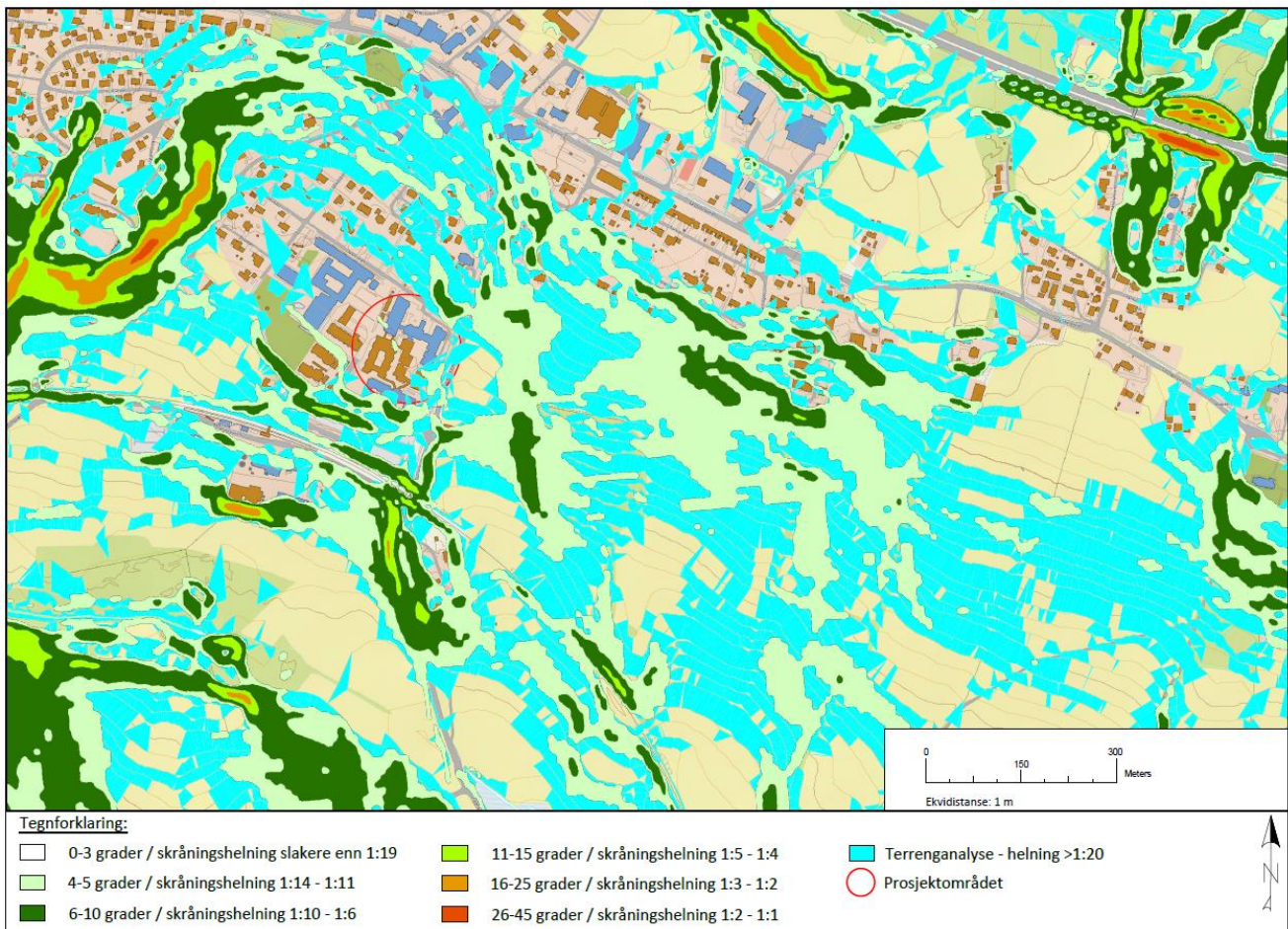
4.1.1 Terrenganalyse

Det har for vurdering av områdestabilitetsutredningen blitt utført en terrenganalyse basert på en finere nasjonal høydemodell enn NGU sitt kart.

Terrenganalysen er utført ved følgende steg:

- Best tilgjengelige høydemodell er lastet ned fra hoydedata.no (modell NDH 2015 2pkt).
- Høydemodellen er lastet opp til autoCAD Civil 3D.
- Topografiske linjer med ekvidistanse på 1 m er hentet ut som særskilte linjer.
- En autoCAD terrengflate er satt sammen basert på de topografiske linjer.
- En terrenganalyse er kjørt på terrengflaten, analysen markerer områder hvor terrenget heller mer enn >1:20, markeringen er gitt i lys blå farge (Cyan).

Øst for tiltaket er det markområder som har en slak helning opp mot 1:6. For terrenganalyse vises det til nedstående Figur 4-2. Som det kan sees av kartet indikerer terrenganalysen at større deler av området øst for planlagte tiltak faller innenom bratthetskriteriet på 1:20 enn det som fremgår av NGU sitt bratthetskart på Figur 4-1. Det har videre i denne utredning lagt til grunn topografi ut fra terrenganalysen i avgrensning av løснеområder.



Figur 4-2 Terrenganalyse som viser feilkilde i NVE sitt bratthetskart.

4.2 Kwartærgeologi

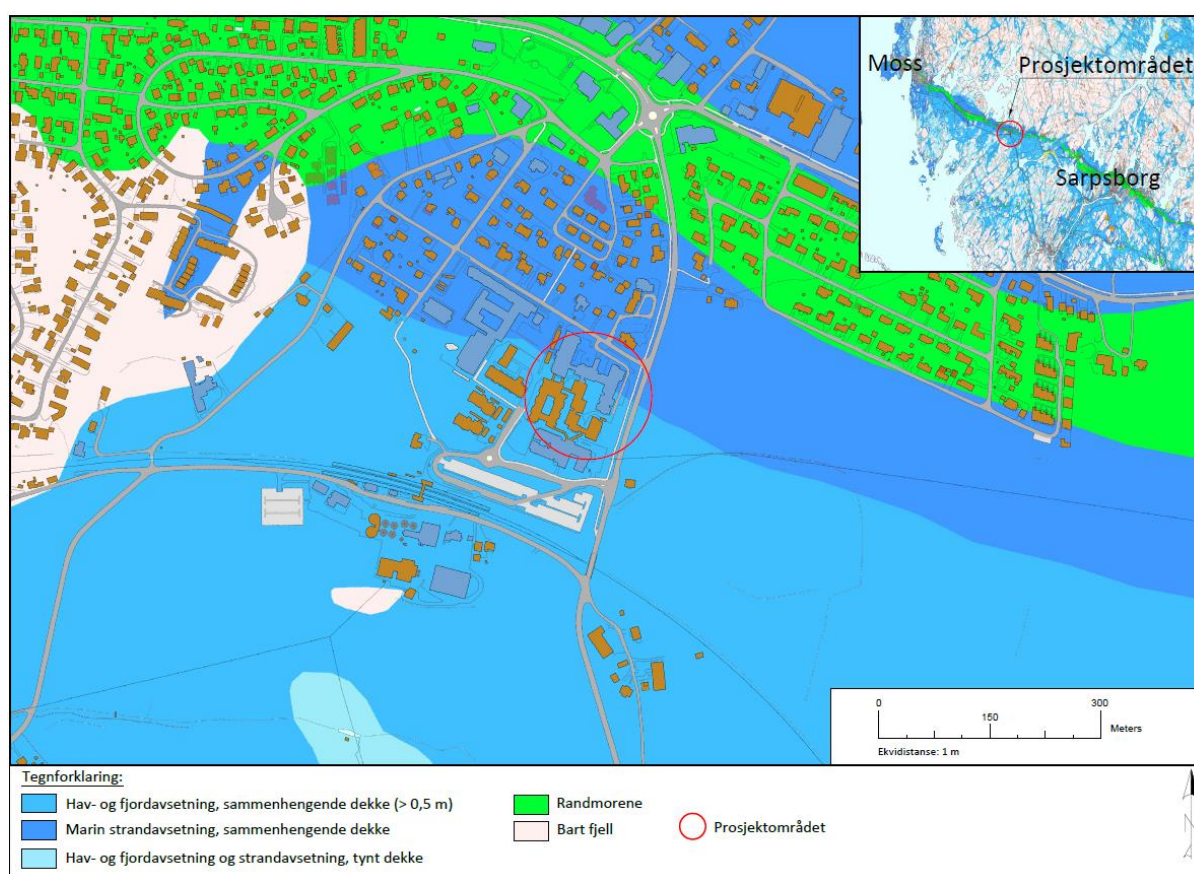
Fra NGU sitt kvartærgeologiske kartet gitt i Figur 4-3 kan man se at prosjektområdet ligger i et område som hovedsakelig består av marine hav- og fjordavsetninger, marin strandavsetning og randmorene. I næromliggende område finnes det også bart fjell. NGU definerer de ulike typer løsmasseavsetninger som følger:

Hav- og fjordavsetning (stor mektighet): Finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-tall meter. Avsetningstypen omfatter også skredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol. Det er få eller ingen fjellblotninger i området.

Marin strandavsetning, sammenhengende dekke: Sammenhengende avsetning av strandvaskede, marine sedimenter, dannet av bølge- og strømaktivitet i strandsonen. Avsetningen danner ofte strandvoller. Materialet er ofte rundet og godt sortert. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, men sand, grus og stein er vanligst. Strandavsetninger ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter. Der avsetningen er stor nok til å danne figur på kartet brukes løsmassetypen til å angi utbredelsen og linjesymbolet for strandvoll til å angi ryggformer.

Randmorene: Enkeltrygger eller større områder med morenemateriale som er avsatt langs en brefront. Materialet er usortert og kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til stein og store blokker.

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 under avsetningene som er indikert i kvartærgeologiske kart.

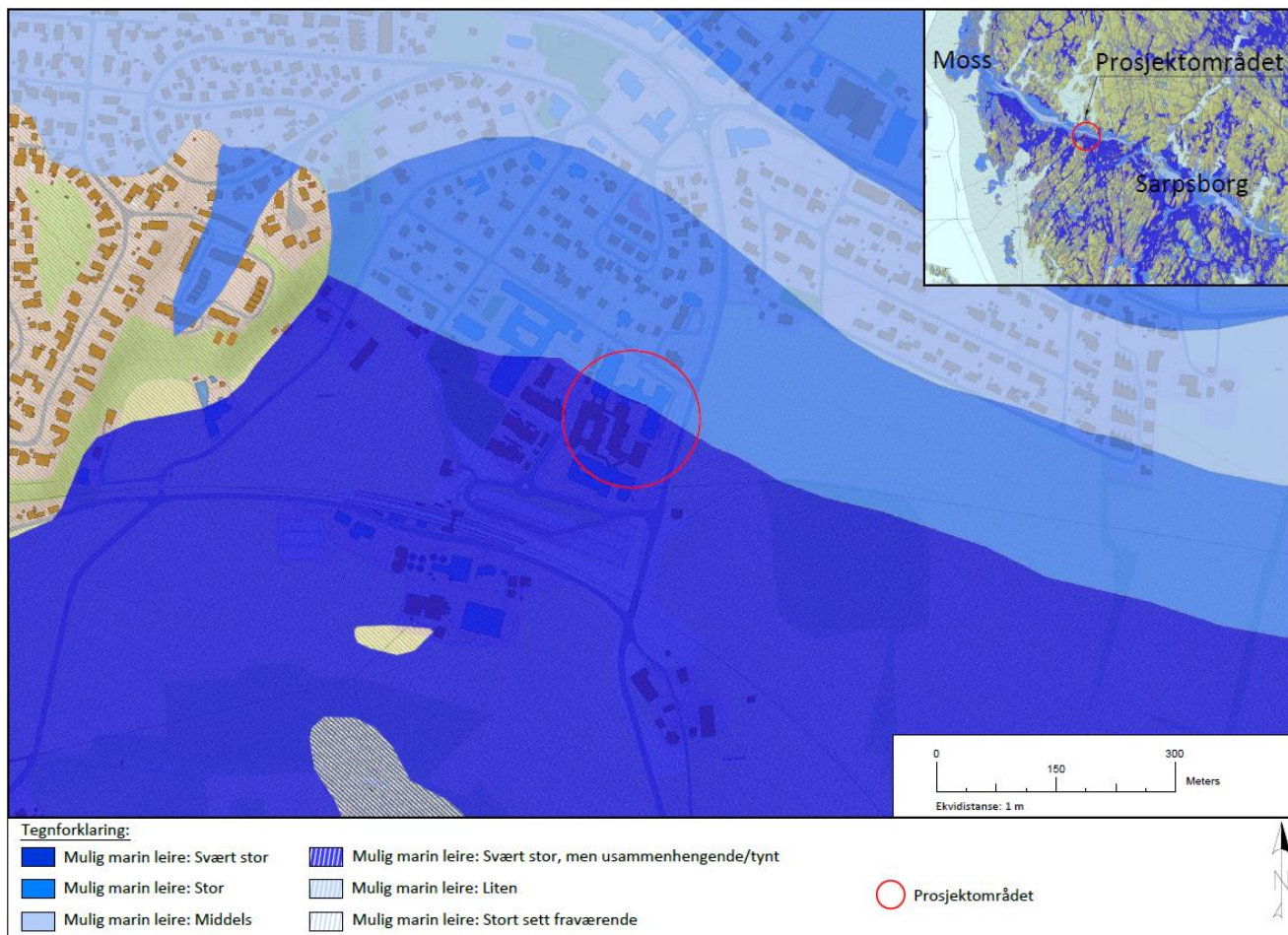


Figur 4-3 NGU sitt kvartærgeologiske kart over tiltaksområdet.

4.2.1 Marin grense

Det planlagte tiltak ligger rundt høydekote +30, som er under den marine grensen (MG) i området, som i henhold til NGU ligger på rundt kote +185. Tiltaksområdet ligger dermed helhetlig under marin grense og det vil derfor være risiko for marine avsetninger (kvikkleire/sprøbruddmateriale).

Som det fremgår av NGU sitt MML kart i Figur 4-4 er det stor og svært stor sannsynlighet for å påtreffe marine leirer innenom prosjektområdet.



Figur 4-4 NGU sitt kart over mulighet for marin leire (MML) over tiltaksområdet.

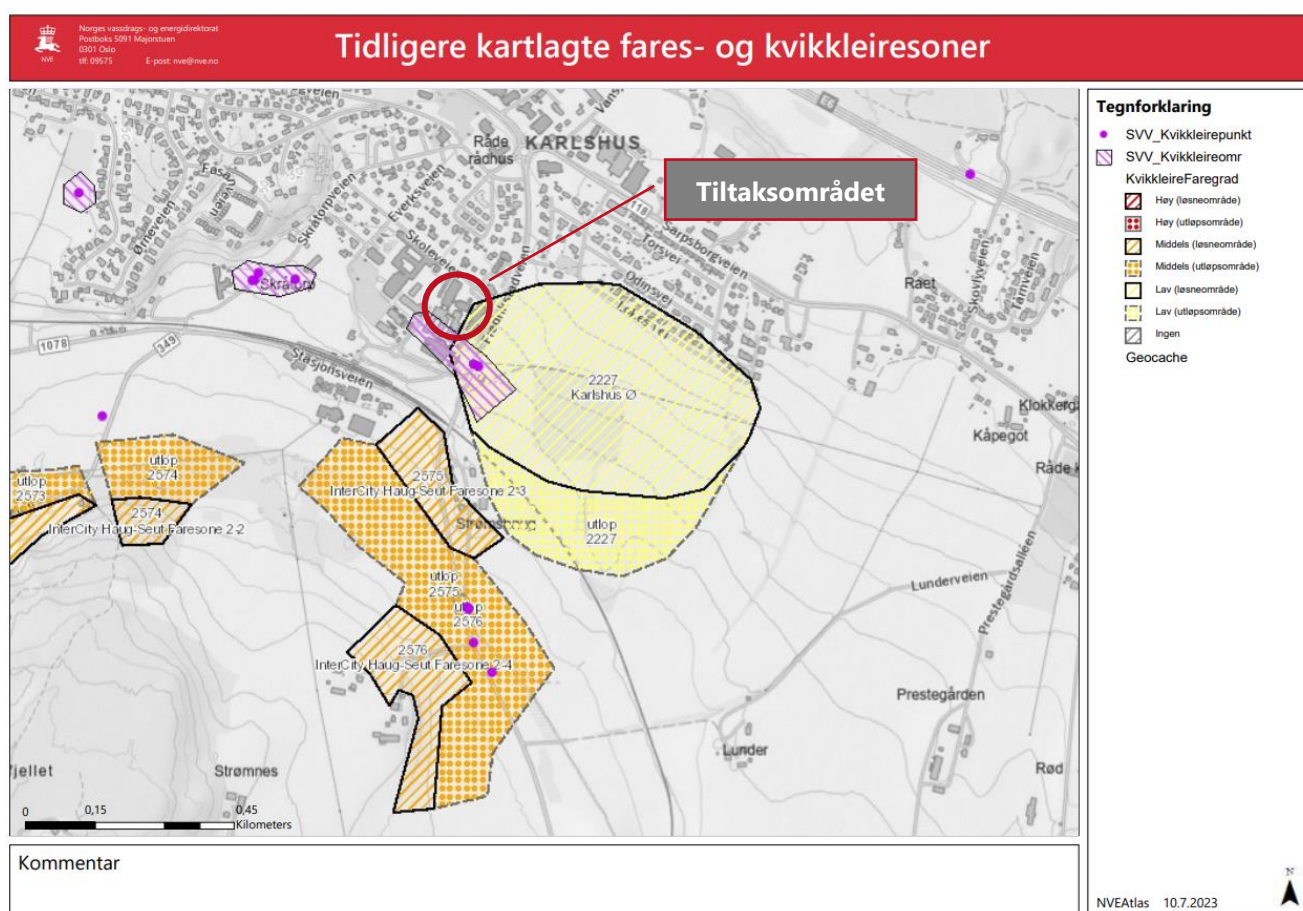
4.3 Tidligere kartlegging

4.3.1 Kartlagte faresoner

Geotekniske grunnundersøkelser har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire innom prosjektområdet og i områdene rundt.

NVE atlas indikerer tidligere kartlagte kvikkleire- og faresoner i umiddelbar nærhet til planlagte tiltak, se kart i Figur 4-5. Tiltaksområdet befinner seg delvis innenfor faresonen «2227 Karlshus Ø» med en lav faregrad samt rett overfor ett tidligere kartlagt SVV kvikkleireområde.

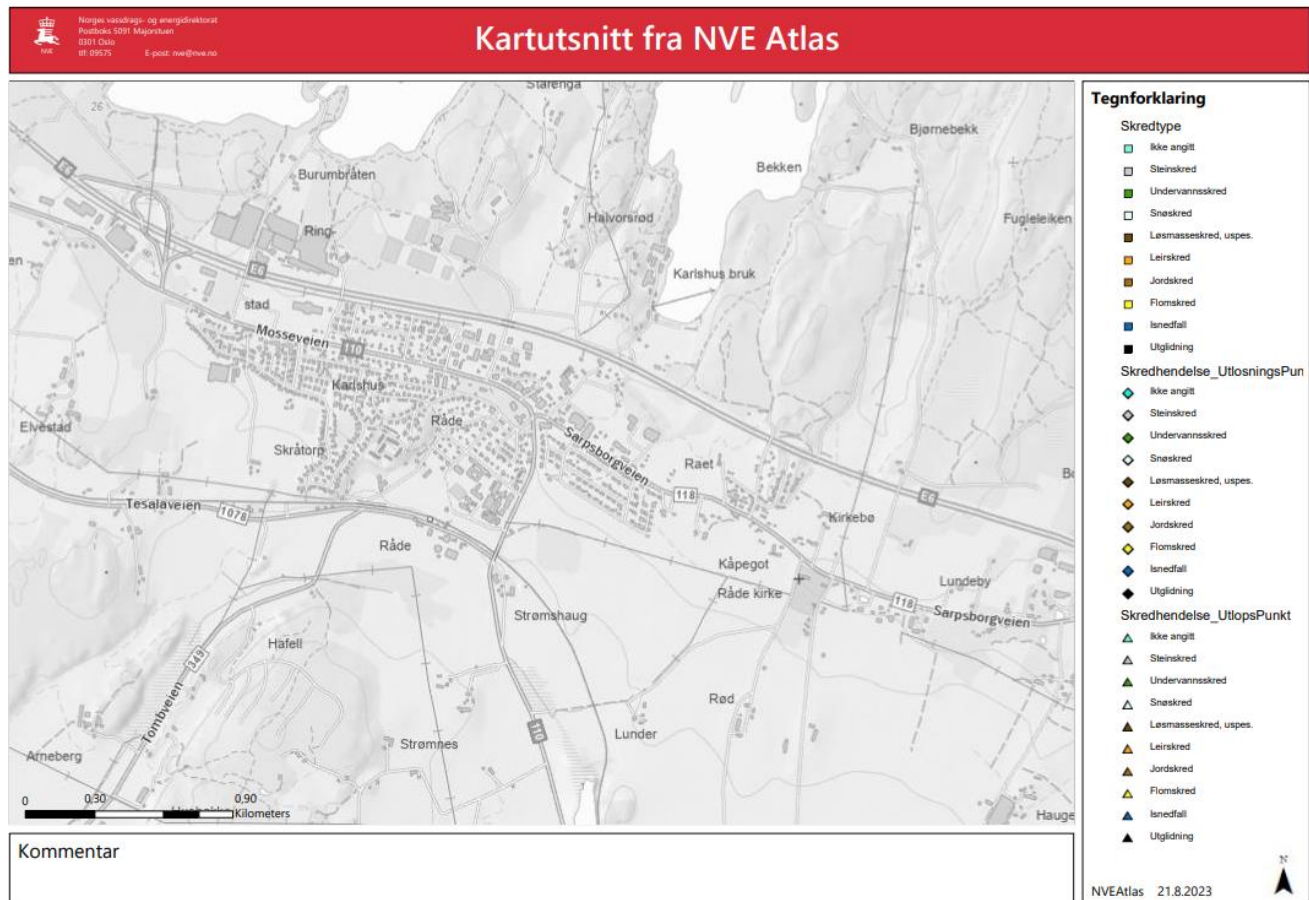
Det er ytterligere kartlagt en faresone ca. 160 m sør for det planlagte tiltaket, «2575 InterCity Haug-Seut Faresone 2-3», faresonen har middels faregrad og er sist oppdatert i 2022.



Figur 4-5 Kartlagte kvikkleire- og faresoner i umiddelbar nærhet til tiltaksområdet

4.3.2 Registrerte skredhendelser

Det er benyttet NVE Atlas (temakart) for å undersøke om det tidligere er registrert skredhendelser i nærheten av prosjektområdet. Som det framkommer av NVE Atlas sitt tematkart på Figur 4-6 finnes det ikke noen registrerte skredhendelser innenfor umiddelbar nærhet til planlagte tiltak.

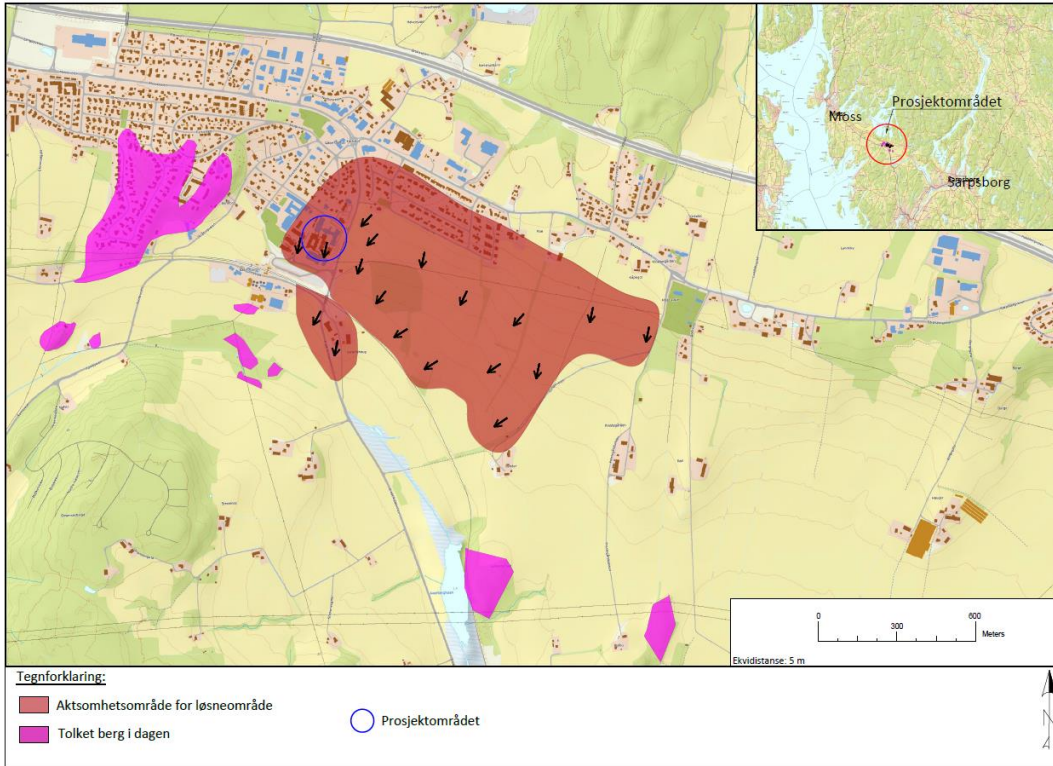


Figur 4-6 Registrerte skredhendelser i området rundt planlagte tiltak

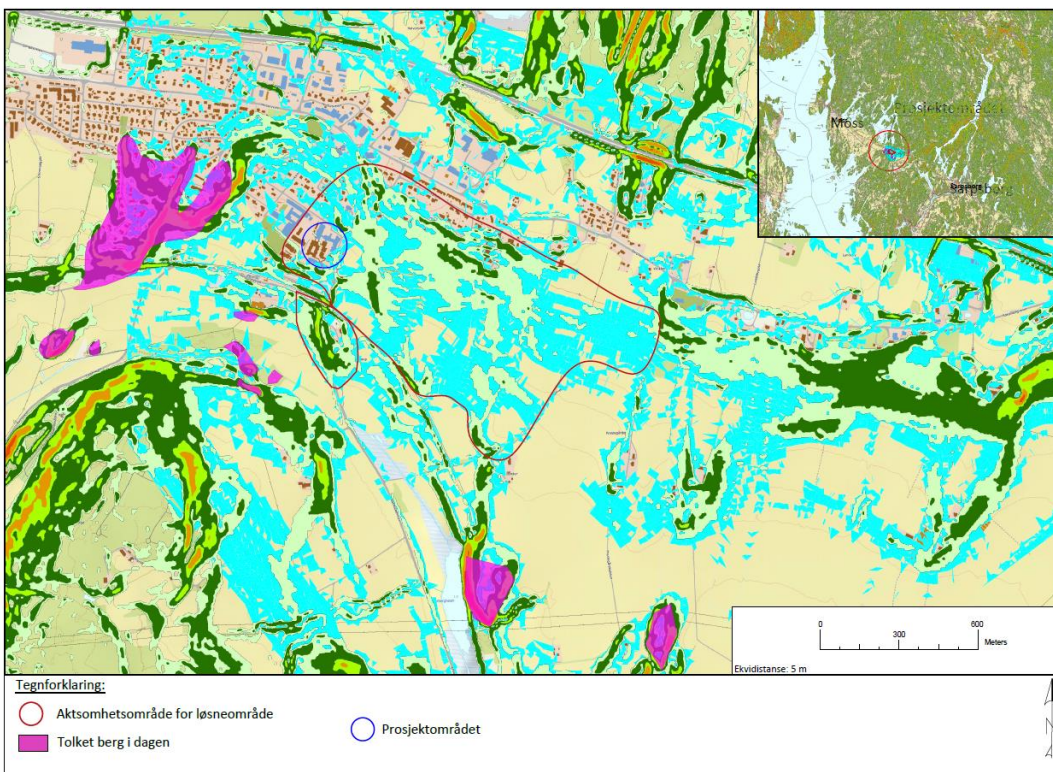
4.4 Identifisering av kritiske skråninger og potensielle løsneområder

Det er tegnet opp aktsomhetsområder i området rundt prosjektområdet i henhold til punkt 2 i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1]. Det har blitt vurdert et lite aktsomhetsområde sør for sporet og et aktsomhetsområde nord for sporet som strekker seg innenfor prosjektområdet. I øst og vest har aktsomhetsområdet nord for sporet blitt avgrenset av en skråningshøyde på mindre enn 5 m iht. NVE sine terrengkriterier. Aktsomhetsområdet er avgrenset mot sør av jernbanesporet med en terrenghelning mindre enn 1:20. Aktsomhetsområdene er vist i Figur 4-7. Berg i dagen er tolket fra skyggerelieffkart fra Høydedata.no og NGU sitt kvartærgeologiske kartet gitt i Figur 4-3. Det er ikke identifisert noen potensielle løsneområder i det høyereliggende terrenget nord for tiltaksområdet. Det skal således ikke være noen risiko for at planlagte tiltak vil kunne bli ramt av skred utløst i høyereliggende terrenget. Figur 4-8 viser utstrekningen til aktsomhetsområdene for løsneområder med topografisk kart for visualisering av kartlegging av aktsomhetsområdene iht. NVE sine terrengkriterier.

Prosjektområdet ligger helhetlig innenfor et aktsomhetsområde for løsneområde. Ettersom prosjektområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for løsneområde blir områdestabilitet videre utredet i henhold til NVE sin prosedyre for utredning av områdeskredfare.



Figur 4-7 Aktsomhetsområder rundt prosjektområder



Figur 4-8 Aktsomhetsområde for løsneområde rundt prosjektområdet med topografisk kart

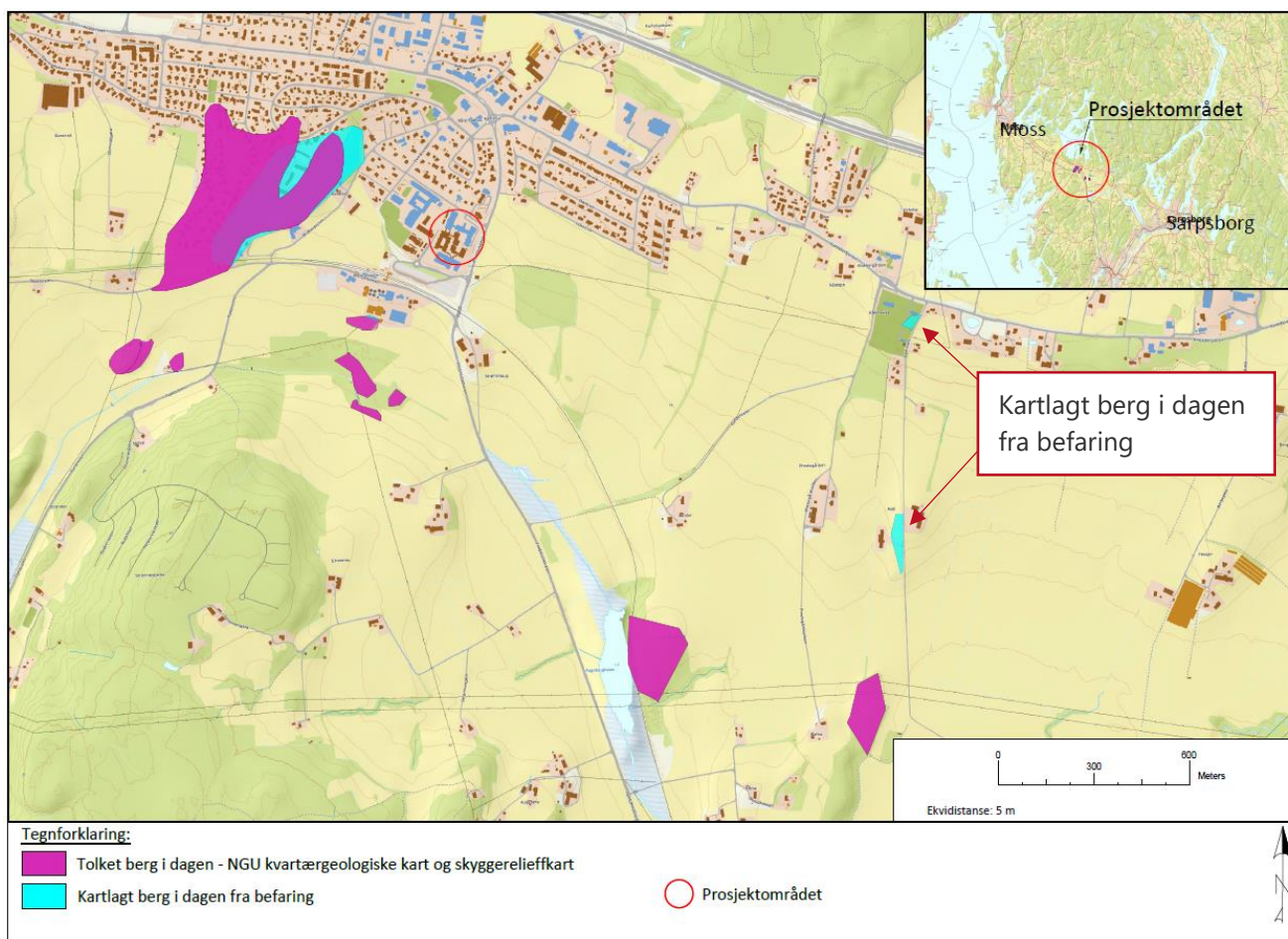
5. Befaring

Befaring ble utført den 27.07.2023 av geotekniker Amalie Skibeli Herrem fra NIRAS Norge AS. Hensikten med befaringen var å kartlegge eventuelle forekomster av berg i dagen og erosjonsforhold i skråninger innenfor akt-somhetsområder for løснеområder iht. føringene i NVE eksternrapport 9/2020 [17].

Det ble fra befaring ikke funnet noen indikasjon på pågående erosjon i skråninger rundt prosjektområdet (score 0). For de områder med berg i dagen ut fra NGU sitt kvartærgeologiske kart nærmest prosjektområdet ble det kartlagt berg i dagen fra befaring. Det vises til Figur 5-1 for tolkede forekomst av berg i dagen ut fra skyggerelieffkart, NGU sitt kvartærgeologiske kart og kartlagt berg i dagen fra befaring.

I graveskråninger rundt åkrene ble det observert finkornete masser med innhold av en del stein i varierende størrelse. På enkelte lokasjoner utenfor åkrene ble det funnet steinhaul, som er antatt å være fra åkrene.

Bilder fra befaringen, samt lokasjon av bilder er lagt ved i Vedlegg F.



Figur 5-1 Tolket berg i dagen fra skyggerelieffkart og gjengivelse av NGU sine områder med berg i dagen, samt områder hvor berg er observert under befaring.

6. Grunnundersøkelser

I forbindelse med områdestabilitetsutredningen er det utført supplerende prosjektspesifikke grunnundersøkelser, se ref. [5]. I tillegg foreligger et stort grunnlag i form av tidligere utførte grunnundersøkelser. En samlet oversikt over tilgjengelig grunnlag fremkommer av kapittel 3.

Følgende delkapitler presenterer omfang av utførte grunnundersøkelser, en klassifisering av grunnforholdene i hvert enkelt borpunkt iht. systemet som fremkommer av Tabell 6.3, resultat fra poretrykksmålere, resultat og kvalitet av laboratoriearbeidet og kvalitet av CPTu-sonderinger.

Klassifisering av grunnforhold er utført på prosjektspesifikke grunnundersøkelser samt tidligere grunnundersøkelser fra nærområdet. En sammenstilling av grunnundersøkelsene fremgår av Vedlegg A (Oversiktskart).

6.1.1 Prosjektspesifikke grunnundersøkelser

Det er totalt utført 32 stk. supplerende borepunkt, omfanget består av følgende antall undersøkelsespunkt + metodikk: 32 x totalsonderinger, 9 x CPTu, 9 x Poseprøver, 8 x Ø54, 8 x Elektriske piezometer.

Tabell 6.1 Omfang av prosjektspesifikke grunnundersøkelser

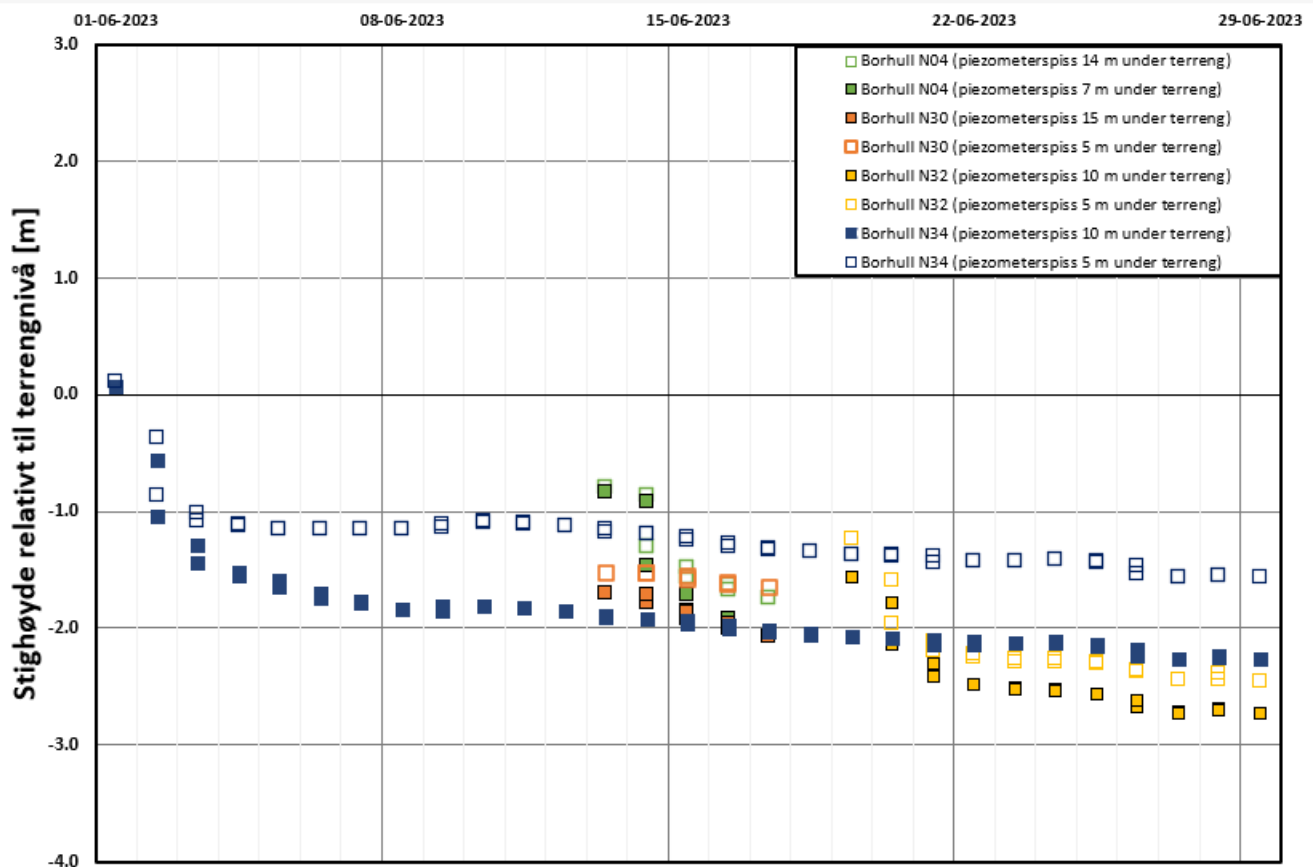
BH ID	TOT	CPTu	Poseprøve	Ø54	PZ
N01	X				
N02	X				
N03	X		X		
N04	X	X	X	X	X
N05	X				
N06	X				
N07	X	X			
N08	X				
N10	X	X	X	X	
N11	X				
N13	X				
N14	X				
N16	X		X	X	
N17	X	X	X	X	
N20	X				
N30	X	X	X	X	X
N31	X	X			
N32	X		X	X	X
N33	X	X	X		
N34	X	X		X	X
N35	X				
N36	X				

N37	X				
E40	X				
E41	X				
E42	X	X	X	X	
L01	X				
L02	X				
L03	X				
L04	X				
L05	X				
L06	X				
Antall	32	9	9	8	4

6.1.2 Poretrykksforhold

Det er plassert ut 8 elektriske piezometere fordelt på 4 borpunkt i området rundt prosjektområdet. Data fra installerte piezometere fremgår av Figur 6-1. Piezometene er installert i ulike dybde for hvor borpunkt og i masser som karakteriseres som leire eller kvikkleire. Poretrykksmålerne indikerer generelt en grunnvannstand mellom rundt 1.0 – 2.5 meter inn under terreng, svarende til rundt kote +26 til kote +28. Det er plassert to poretrykksmålere i borpunktene for å fange opp eventuelle poreovertrykk eller undertrykk i grunnen. Resultatene fra poretrykksmålerene i borpunktene indikerer et undertrykk på 0-10 kPa i måleperioden. Det må forventes at grunnvannstanden varierer med årstider og nedbør.

Plassering av piezometerne fremgår av Vedlegg A (Oversiktskart).



Figur 6-1 Registrert poretrykk fra utsatte piezometere for perioden 1. juni til 29. juni 2023

6.1.3 Kvalitet CPTu

Anvendelsesklasse for de ulike CPTu sonderingene benyttet under fastsettelsen av SuA-designprofiler og NIFS-tolkning fremgår av Tabell 6.2.

Alle sonderinger unntatt 3 stk. oppfyller kravene til anvendelsesklasse 1.

Enkelte forsøk har «spikes» der maksimal helning kortvarig overstiger krav til maksimal helning. Dette skyldes trolig grus i leiren.

Nærmere detaljer fremkommer av Vedlegg C.

Tabell 6.2 Kvalitet av benyttede CPTu forsøk.

BH ID	Sonde ID	Anvend. Klasse spissmotstand	Anvend. Klasse sidefriksjon	Anvend. Klasse poretrykk	Anvend. Klasse Sammenlagt	Merknad
E42	52203	1	1	1	1	
N04	52203	1	1	1	1	
N07	52203	1	1	2	2	
N10	52203	1	1	2	2	
N17	52203	1	1	1	1	
N30	52203	1	1	1	1	Temperatur ikke OK
N31	52203	1	1	1	1	Temperatur ikke OK
N33	52203	1	1	1	1	Helning ikke OK
N34	52203	1	1	3	3	

6.2 Metode for klassifisering av sprøbrudd/ikke-sprøbrudd

Felt- og lab-data fra samtlige tilgjengelige borpunkt i og umiddelbart rundt det planlagte tiltak har blitt gjennomgått med tanke på å kunne påvise/avvise forekomst av sprøbruddmateriale. Undersøkelsene i området omfatter totalsondering, naver- og sylinderprøveserier, CPTu sonderinger samt ett mindre antall historiske dreiertrykksonderinger. Av de utførte forsøkene er bare omrørt konus-forsøk og CPTu sonderinger (anvendelsesklasse 1) egnede metoder for å påvise/avvise forekomst av sprøbruddmateriale (iht. føringene gitt i NVE veileder 1/2019 [1]).

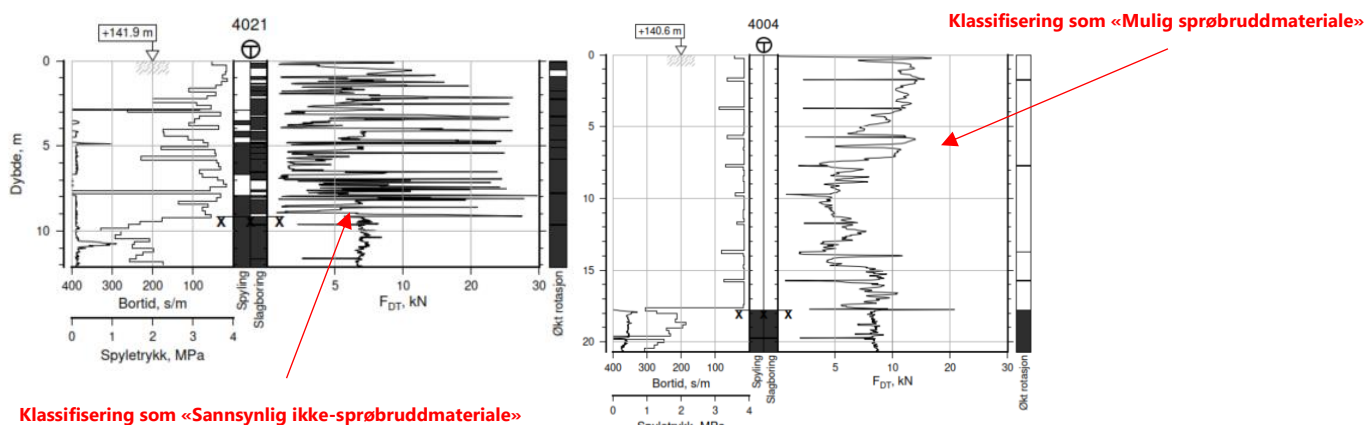
I den følgende gjennomgang angis påvist/ikke påvist sprøbruddmateriale med basis i egnede metoder (CPTu/omrørt konus) med grønn eller rød sirkel og det benyttes betegnelsene «Påvist sprøbruddmateriale» og «Påvist ikke-sprøbruddmateriale». Disse betegnelser anvendes bare der CPTu og/eller konus er utført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

Vurderinger av muligheten for sprøbruddmateriale basert på ikke egnede metoder (totalsonderinger og dreiertrykksonderinger) angis med gul eller oransje firkant og det benyttes betegnelsene «Sannsynligvis ikke-sprøbruddmateriale» og «Mulig sprøbruddmateriale». Basert på metoden som legges til grunn for tolkningen vil det for borpunkt tolket som «Sannsynligvis ikke-sprøbruddmateriale» være nesten 100% sikkerhet for at det ikke vil være forekomst av sprøbruddmateriale. For borpunkt tolket som «mulig sprøbruddmateriale» kan det med basis i totalsonderingen alene ikke avvises mulighet for sprøbruddmateriale. Dvs. at dersom det ikke er nærliggende, sammenlignbare borpunkt med CPTu/omrørt konus og det er av avgjørende betydning å påvise/avvise forekomst av sprøbruddmateriale vil det være nødvendig med supplerende undersøkelser.

En oppsummering av de ulike betegnelser og symboler er gitt i Tabell 6.3.

Tabell 6.3 Fargekode og navngivning benyttet under klassifisering av sprøbruddmaterialforekomster.

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. Dette er da det her ikke er fare for områdeskred jfr. NVE veileder 1/2019 [1].
	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-/driesonderinger. Om sonderingsprofilen har konstant tilvekst med dypet, 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 hvor det kun er utført totalsonderinger. Om sonderingsprofilen har soner med lav matekraft er massene klassifisert som mulig sprøbruddmateriale. Se eksempel på sonderingsprofiltolkning i Figur 6-2. Klassifiseringen benyttes også for borpunkt hvor sonderingene ikke er ført ned til berg, i slike tilfeller kan ikke forekomst av sprøbruddmateriale med dypet avvises.



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.

6.2.1 Påviste forekomster av sprøbruddmateriale og kvikkleire

Viser til nærmere forklaring rundt metode, klassifisering og symboler i kap. 6.2.1. gjengir en vurdering av grunnforholdene i de enkelte borpunkt med særlig fokus på forekomst av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. Figur 6-3 (inn under tabellen) gjengir en grafisk sammenstilling av opplysningene gitt i Tabell 6.4. Borpunkt i Tabell 6.4 er sortert etter borpunktnummer.

Det vurderes at grunnforholdene i borpunkt angitt med oransje farge (mulig sprøbruddmateriale) i all hovedsak tilsvarende grunnforholdene som har blitt påvist i borpunkt angitt med rød farge (påvist sprøbruddmateriale).

NIRAS har gjennomført en egen klassifisering av samtlige borpunkt (nye og historiske) på strekningen uten hensyn til tidligere klassifisering.

Tolkning av NIFS-2015 fremgår fra Vedlegg C.

Tabell 6.4 Oversikt over hvilke borepunkter som har påvist/ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire.

ID [Referanse]	Forsøk	Prøvebeskrivelse	$c_{u,r}$ (ISO) kPa	Sprøbruddmateriale (1,27) eller kvikkleire (0,33).	Merknad
N01 [5]	Totalsondering			Ikke sannsynlig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring i berg på 13 m er det økning i matekraft med dybde.
N02 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring i berg på 11 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N03 [5]	Pose	Leire, sandig, gruskorn	0.87	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale fra konusforsøk på 4-5m dyp. Totalsondering viser ingen økning med dybde fra 1-5 m dybde.
N04 [5]	Sylinder/pose/CPTu	Leire, siltig, sandig, gruskorn, sprøbruddmateriale	0.34	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale fra konusforsøk på 3-5 m dyp. Totalsondering viser ingen økning med dybde fra 2-13 m dybde.
N05 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 3 m dyp. Fra 3 m dyp til endt boring i berg på 13 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N06 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring i berg på 8 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N07 [5]	CPTu			Påvist	NIFS tolkning indikerer mulig sprøbruddmateriale fra 8 - 10 m. Totalsondering viser ingen økning med dybde på 2 m til endt boring i berg på 10 m dybde.
N08 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring i berg på 12,5 m er det ingen/liten økning i matekraft med dybde.

N10 [5]	Pose/sylinder/CPTu	Leire, sand og gruskorn fra 2-3m dyp, kvikkleire fra 7-11 m dyp	0.09	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk på 3-5 m dyp og 7-11 m dyp. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde fra 3 m til endt boring i berg på 12 m dybde.
N11 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring i berg på 8 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N13 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring i berg på 8 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N14 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 3 m dyp. Fra 3 m dyp til endt boring på 16 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N16 [5]	Pose/sylinder	Leire, sand og gruskorn ned til 3 m, kvikkleire ned til 6 m	0.15	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk på 3-6 m dyp. Totalsondering viser fall i matekraft fra 2 m dybde til endt boring i berg på 6 m dybde.
N17 [5]	Pose/Ø54 mm sylinder/CPTu	Kvikkleire fr 3-11 meter	0.13	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk på 3-11 m dyp. Totalsondering viser ingen økning i matekraft fra 2 m dybde til endt boring i berg i 13 m dybde.
N20 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 3 m dyp. Fra 3 m dyp til endt boring på 11 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
N30 [5]	Pose/ Ø54 mm sylinder/CPTu	Sand 0-5m, sprøbrudd og kvikkleire 5-20m	0.07	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk på 5-20m dyp. Totalsondering viser ingen økning i matekraft fra 5 m dybde til endt boring i berg i 20 m dybde.
N31 [5]	CPTu			Påvist	NIFS tolkning indikerer mulig sprøbruddmateriale over en tynn horisont fra 8 - 10 m. Og i tynnere lag fra 15 - 20 m.
N32 [5]	Pose/ Ø54 mm sylinder	Sandig, siltig, leirig 1-6m, Leire i bunn	1.53-30,2 kPa	Mulig	Prøve tatt ned til 11m, totalsondering går ned til 28m. Det er et fall i matekraften fra 11-17 m dybde.
N33 [5]	Pose & CPTu	Sandig, siltig, leirig	17	Mulig	Prøver tatt ned til 6m, totalsondering går ned til 25 m. NIFS

					indikerer mulig spørbruddmateriale fra 13 - 23 meters avstand.
N34 [5]	Pose/Ø54 mm sylindrer/CPTu	Leire, sandig, siltig, groskorn	0.07	Påvist	Påvist spørbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk på 8-11m dyp
N35 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser masser av en blanding av leire og friksjonsmasser til endt boring i 19 m dyp. Fra 3-8 m dyp er det ingen/liten økning i matekraft og fra 13-17 m dyp er det fall i matekraft.
N36 [5]	Totalsondering			Ikke sannsynlig	Totalsondering viser økning i matekraft til endt boring i 3 m dyp.
N37 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m til endt boring i antatt berg på 32 m dyp ingen økning i matekraft.
E40 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m til endt boring i antatt berg på 6 m dyp ingen økning i matekraft.
E41 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m til endt boring i antatt berg på 6 m dyp liten økning i matekraft
E42 [5]	Ø54 mm sylinder	Leire og kvikkleire, sandig, gruskorn	0.21	Påvist	Påvist spørbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk på 8-11m dyp
L01 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 5 m dyp. Fra 5 m dyp til endt boring i berg på 16 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
L02 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 5 m dyp. Fra 5 m dyp til endt boring i berg på 20 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
L03 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 7 m dyp. Fra 7 m dyp til endt boring i berg på 20 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
L04 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 5 m dyp. Fra 5 m dyp til endt boring på 25 m er det ingen/liten økning i matekraft med dybde.
L05 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2

					m dyp til endt boring i berg på 23 m er det liten økning i matekraft med dybde.
L06 [5]	Totalsondering			Mulig	Totalsondering viser topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp. Fra 2 m dyp til endt boring på 17 m er det ingen økning i matekraft med dybde.
01NC [7]	Pose	Sand ned til 5m, Leire fra 3-20m		sannsynlig ikke	Totalsondering viser nedover hardende masser. Totalsondering viser økning i matekraft boret ned til 35.5 m, og boret 2 m inn i berg.
02NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde.
03NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft fra 2 – 18 m dybde.
04NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde.
05NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde.
06NC [7]	Pose	Sand i toppen, Leire ned til 20 m		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde. Totalsondering boret ned til 35 m, og boret 2 m inn i berg.
07NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde.
08NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med enkelte lag av		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde.

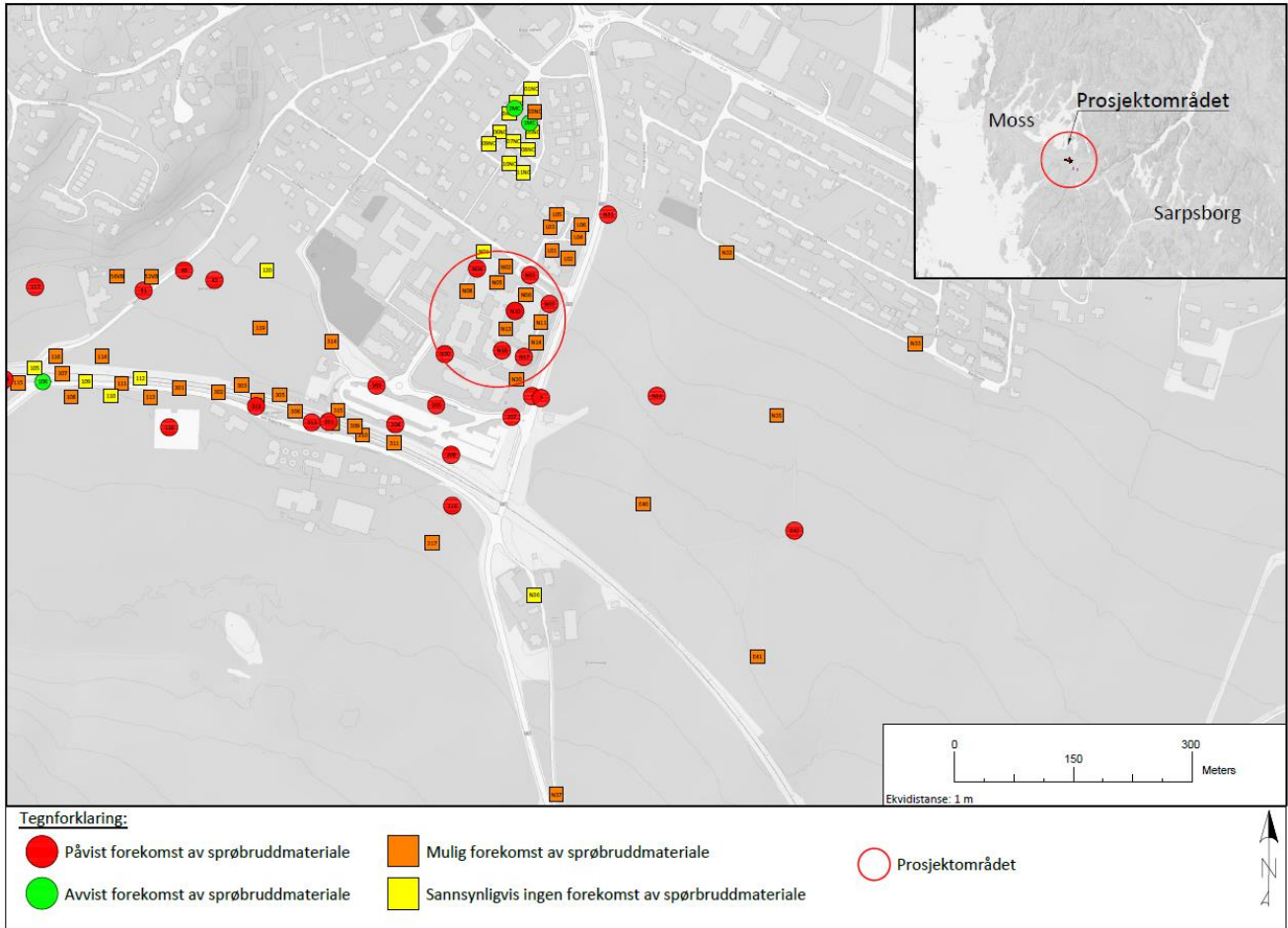
		friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering			
09NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde. Totalsondering boret ned til 36 m, og boret 2 m inn i berg.
10NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde. Totalsondering boret ned til 24 m, og boret 2 m inn i berg.
11NC [7]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire ut fra totalsondering		sannsynlig ikke	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde. Totalsondering boret ned til 23 m, og boret 2 m inn i berg.
1MC [7]	Totalsondering, Ø54 mm sylindrer	Sand, siltig til 3 m dyp. Leire, siltig, sandig ned til 9 meters dyp	2-10 kPa	Ikke påvist	Totalsondering viser topplag av tørrskorpe og økning i matekraft. Totalsondering boret 15 m ned i løsmasser.
2MC [7]	Totalsondering, Ø54 mm sylindrer	Sand, siltig til 4 m dyp. Leire, siltig, sandig ned til 10 meters dyp	2-5 kPa	Ikke påvist	Totalsondering viser topplag av tørrskorpe og økning i matekraft. Totalsondering boret 15 m ned i løsmasser.
316 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire.	1-21,2 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-13,4 kPa fra 2-12 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-21,2 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde til antatt berg i 13 m dyp.
207 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmas-ser/tørrskorpe underlagt av leire med innhold av friksjonsmas-ser.	1,1 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,7 kPa fra 2-15 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1,1 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde.
206 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire ut fra totalsondering.	1-5,4 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-3,4 kPa fra 3-9 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-5,4 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde.
317 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering.	1,7-4,5 kPa	Mulig	Fra vingebor avlest SuD 1,7-4,5 kPa fra 2-12 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 2,7-7,1 kPa. Totalsondering viser liten

					Økning i matekraft med dybde til antatt berg i 17 m dyp.
205 [15]	Ø54 mm sylinder	Sand, lerig. Leire siltig i toppen. Kvikkleire fra 4-8 m	0,1-14 kPa	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk fra 4-8 meters dyp. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde.
311 [15]	Totalsondering, poseprøver	Grus, sandig og Leire, sandig, siltig		Mulig	Poseprøver til 3 m viser topplag av 1 m grus, sandig underlagt av leire, sandig, siltig.
204 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.	1-10,6 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-6,7 kPa fra 2-15 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-10,6 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde.
310 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 1 m dyp, som er underlagt av bløt leire til 2,5 m dyp. Herunder friksjonsmasser		Mulig	Totalsondering viser fall i matekraft med dybde fra 1 – 2,5 m dyp.
203 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.	1-4,4 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-2,8 kPa fra 2-19 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-4,4 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde.
315 [15]	Totalsondering	Indikasjon på bløt leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.		Mulig	Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft med dybde.
309 [15]	Totalsondering, poseprøver	Grus, sandig og Leire, sandig, siltig	-	Mulig	Poseprøver til 3 m viser topplag av 1 m grus, sandig underlagt av leire, sandig, siltig.
308 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 1 m dyp, som er underlagt av bløt leire.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde fra 1 m dyp til endt boring i 4 m dyp.
201 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.	1-5,6 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-3,4 kPa fra 3-10 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-5,6 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde.
313 [15]	Ø54 mm sylinder	Leire, siltig og sand lerig. Kvikkleire 4-7 m dyp.	0,1-14 kPa	Påvist	Topplag av leire, siltig til 2 m dyp, som er underlagt av sand, lerig og kvikkleire på 4-7 m dyp. Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft med dybde.
306 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av bløt leire.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde fra 2 m dyp til endt boring i 4 m dyp.

305 [15]	Totalsondering, Poseprøver	Finsand og leire, siltig	-	Mulig	Poseprøver til 3 m viser topplag av 1 m med finsand underlagt av leire, siltig
304 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av bløt leire.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde fra 2 m dyp til endt boring i 4 m dyp.
312 [15]	Ø54 mm Sylinder	Leire, siltig, sandig. Kvikkleire fra 5 - 12 m.	Ca. 0,1-2 kPa	Påvist	Påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra konusforsøk fra 5-12 meters dyp.
303 [15]	Totalsondering, Poseprøver	Finsand og leire, siltig		Mulig	Poseprøver til 3 m viser topplag av 1 m med finsand underlagt av leire, siltig
302 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av bløt leire.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde fra 2 m dyp til endt boring i 4 m dyp.
301 [15]	Totalsondering	Indikasjon på bløt leire ut fra totalsondering	-	Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde til endt boring i 4 m dyp.
113 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med innhold av friksjonsmasser ut fra totalsondering.		Mulig	Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft med dybde fra 0 m til endt boring i 4 m dyp
118 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på leire ut fra totalsondering.	Ca. 1 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6 kPa fra 2-14 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft de øverste ca. 4 m. Fra 4 m dyp til endt boring i 18 m dyp liten økning i matekraft.
112 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser underlagt av leire.		Ikke sannsynlig	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde til endt boring i 6 m dybde.
111 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.		Mulig	Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft med dybde fra 0-5 m dyp og 23-34 m dyp. Antatt berg på 34 m dyp.
110 [15]	Totalsondering	Indikasjon på blanding av leire og friksjonsmasser.		Ikke sannsynlig	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde til 4 m dyp.
109 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.		Ikke sannsynlig	Totalsondering viser økning i matekraft med dybde.
114 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde på 0 m til endt boring i 8 m dybde.
314 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire med enkelte lag	1,7-6,2 kPa	Mulig	Fra vingebor avlest SuD 1,1-3,9 kPa fra 5-15 m dyp. Benyttes

		av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering.			ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1,7-6,2 kPa. Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft med dybde.
119 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering.	-	Mulig	Totalsondering viser lag uten økning og fall i matekraft med dybden.
120 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering.	1,7-17,5 kPa	Ikke sannsynlig	Fra vingebor avlest SuD 1,1-11,2 kPa fra 2-8 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1,7-17,5 kPa. Totalsondering viser økning i matekraft.
117 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire ut fra totalsondering.	1-7,9 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-5,0 kPa fra 2-15 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-7,9 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde til antatt berg i 21 m dyp.
116 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering.		Mulig	Totalsondering viser liten økning i matekraft med dybde.
107 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 1,5 m dyp, som er underlagt av leire med innhold av friksjonsmasser.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde på noen dybder.
108 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 1,5 m dyp, som er underlagt av leire med innhold av friksjonsmasser.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde på noen dybder.
101 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på bløt leire ut fra totalsondering	1-8,9 kPa	Påvist	Fra vingebor avlest SuD 0,6-5,6 kPa fra 3-22 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-8,9 kPa. Totalsondering viser ingen økning/fall i matekraft med dybde til antatt berg i 27 m dyp.
102 [15]	Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelte lag av friksjonsmas-ser/stein/blokk ut fra totalsondering.		Mulig	Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft med dybde. Antatt berg i 20 m dyp.
103 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 4 m dyp, som er underlagt av leire med innhold av friksjonsmasser.		Mulig	Totalsondering viser ingen økning i matekraft med dybde fra 4 – 8 m dyp.

104 [15]	Ø54 mm sylinter	Leire, siltig og sandig	1-28 kPa	Påvist	Påvist sprøbruddmaterial fra et enkelt konusforsøk på 4-5 m dyp. Totalsondering viser ingen/liten økning i matekraft. Antatt berg på 30 m dyp.
115 [15]	Vingebor, Totalsondering	Indikasjon på leire med enkelt lag av friksjonsmasser/stein/blokk ut fra totalsondering.	1,7 – 16 kPa	Mulig	Fra vingebor avlest SuD 1,1-10,1 kPa fra 3-14 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1,7-16 kPa. Totalsondering viser ingen økning i matekraft fra 15 m til endt boring på 40 m dyp
105 [15]	Totalsondering	Indikasjon på topplag av friksjonsmasser til 2 m dyp, som er underlagt av leire med innhold av friksjonsmasser.		Ikke sannsynlig	Totalsondering viser liten økning i matekraft. Antatt berg på 37 m dyp.
106 [15]	CPTu, Ø54 mm sylindere	Sand, siltig og silt, leirig	2,5-19 kPa	Ikke påvist	Prøver viser topplag av sand til 1 m dyp, som er underlagt av silt, leirig og leire, sandig. Konusforsøk har skjærfasthet >2 kPa
4 [14]	Ø54 mm sylinter	Sand og leirig silt	0-1 kPa	Påvist	Påvist sprøbruddmaterial fra konusforsøk på 3-12 m dyp.
7 [14]	Ø54 mm sylinter	Sand og leirig silt	0-1 kPa	Påvist	Påvist sprøbruddmaterial fra konusforsøk på 1-11 m dyp.
43 [9]	Ø54 mm sylinter	Siltig leire	Ca. 1-55 kPa (NS)	Påvist	Påvist sprøbruddmaterial fra konusforsøk på 2,5-4,5 m dyp.
48 [9]	Ø54 mm sylinter	Sandig silt	Ca. 1-55 kPa (NS)	Påvist	Påvist sprøbruddmaterial fra konusforsøk på 2,5-6,5 m dyp.
51 [9]	Ø54 mm sylinter	Leirig silt	Ca. 0,5-40 kPa (NS)	Påvist	Påvist sprøbruddmaterial fra konusforsøk på 3,5-13 m dyp.
56VB [9]	Vingebor		Ca. 1.6 kPa (NS)	Mulig	Fra vingebor avlest SuD ca. 1 kPa fra 7-13 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-5,6 kPa.
52VB [9]	Vingebor		Ca. 1.6 kPa (NS)	Mulig	Fra vingebor avlest SuD 1 kPa fra 2-17 m dyp. Benyttes ADP-faktor 0,63 SuA ca. 1-5,6 kPa.



Figur 6-3 Grafisk sammenstilling av opplysningene gitt i Tabell 6.4

6.3 Resultater fra lab

6.3.1 Ødometer

I området langs planlagte tiltak er det utført 5 stk. CRS ødometerforsøk, disse har blitt vurdert med tanke på å fastlegge p'c og estimere OCR. Se Tabell 6.5 for utledet data fra utførte CRS ødometerforsøk og en vurdering av prøve kvalitet iht. NGF melding nr. 11. Forkonsolideringsspenning p'c har blitt tolket iht. metoden til Karlsrud, se vedlegg D. Det har i vurdering av σ'_{v0} blitt lagt til grunn en tyngdetetthet på 19 kN/m³, som er vurdert som et gjennomsnitt ut ifra utførte prøveserier. Plassering av grunnvannsnivå er valgt som et gjennomsnitt ut ifra installerte elektriske piezometere. Det vises til Figur 6-1.

Tolket OCR basert på prøver av prøve kvalitet «God til brukbar» varierer mellom 1,3-2,5. For faregradsevalueringen legges til grunn score «1» tilsvarende OCR i intervallet 1,5-2,0.

Tabell 6.5 Relevant data utledet fra utførte Ødometerforsøk.

Borpunkt	Dybde (m)	p'c (kPa)	GVS (mut)	σ'_{v0} (kPa)	OCR	$\Delta e/e0$ x 100%*	Kvalitet**	Merknad
E42	10.65	207	2	116	1.8	4.4 %	2	Leire med sandkorn, sprøbruddmateriale
N04	11.8	193	2	124	1.6	6.1 %	2	Leire, sandig, siltig
N17	10.65	138	2	108	1.3	4.0 %	2	Kvikkleire, sand og gruskorn
N30	14.85	173	2	160	1.1	7.6 %	3	Kvikkleire, siltig sand
N34	10.75	264	2	105	2.5	3.6 %	2	Kvikkleire, sand og gruskorn

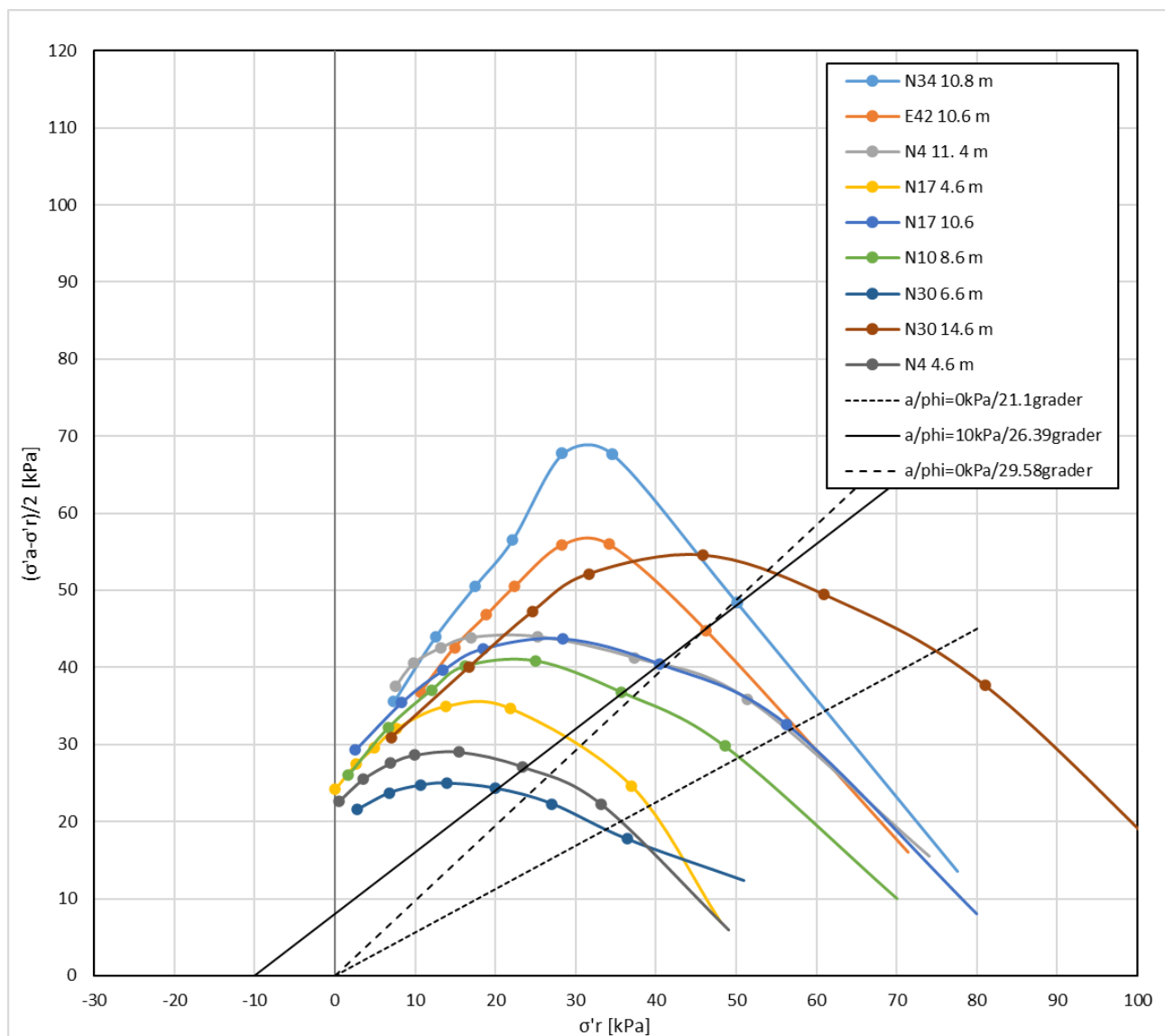
*Avlest som tøyningssendring innenfor det relevante spenningsintervall (0 kPa til antatt σ'_{v0})

**Kvalitet er fastslått i henhold til tabell 6 i NGF melding 11. Følgende gjelder: 1=Veldig god til utmerket, 2=God til brukbar, 3=Dårlig og 4=Veldig dårlig

6.3.2 Treksialforsøk

En sammenstilling av samtlige treksialforsøk utført i umiddelbar nærhet til tiltaksområdet fremgår av Figur 6-4

For N og E-serien er gjengitt punktmarkering for tøyingsnivåene 0,2%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 5% og 10%. Vurdering av prøve kvalitet basert på de enkelte treksialforsøk fremgår av nedstående Tabell 6.6. Kvaliteten er fastslått iht. tabell 6 i NGF melding nr. 11 [18], som «god til brukbar» og «dårlig». Massene i treksialforsøkene beskrives som leire og kvikkleire. Figur 6-4 indikerer mulige konservative tolkninger av a/ϕ -parametere som vil være gjeldende for et bredt spenningsintervall ved et lavt tøyingsnivå (<2%). Det er videre valgt å anvende $a=10 / \phi$ 26 grader.



Figur 6-4 Sammenstilling av skjærfasedata fra en rekke treksialforsøk med tanke på å kunne vurdere a - ϕ parametere.

Tabell 6.6 Kvalitet av treaksialforsøk. Prøvekvalitet iht. NGF melding nr. 11

Borpunkt	Dybde (m)	OCR*	$\Delta e/e_0$	Kvalitet**	Merknad
E42	10.6	1.8	0.045	2	Leire med sandkorn, sprøbruddmateriale
N04	4.6	2 – 4	0.087	3	Leire, sandig, siltig
N04	11.4	1.6	0.1	3	Leire, sandig, siltig
N10	8.6	1 - 2	0.09	3	Kvikkleire, sand og gruskorn
N17	4.6	2 – 4	0.05	2	Kvikkleire, sand og gruskorn
N17	10.6	1.3	0.128	3	Kvikkleire, sand og gruskorn
N30	6.6	1 - 2	0.140	3	Leire, sandkorn
N30	14.6	1.1	0.124	3	Kvikkleire, sand og gruskorn
N34	10.8	2.5	0.035	2	Kvikkleire, sand og gruskorn

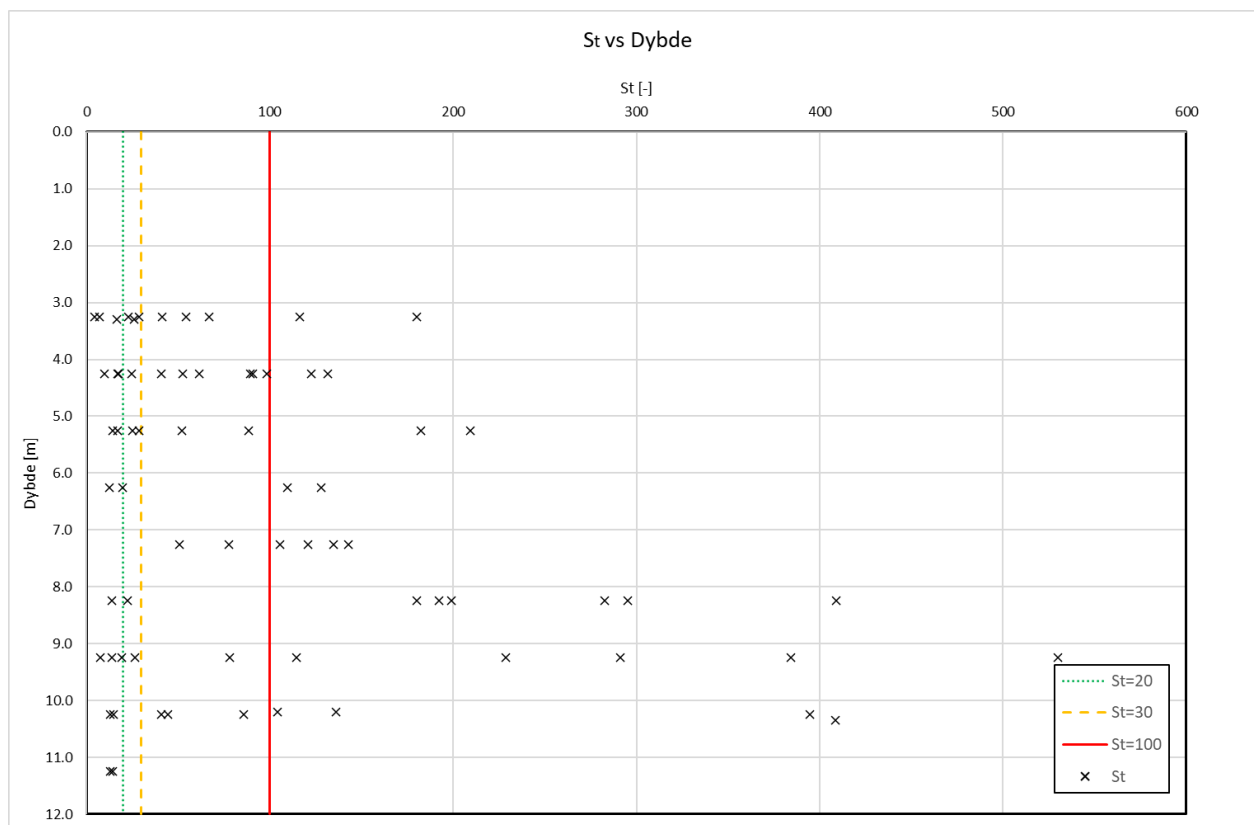
*) OCR fra ødometer anvendt der denne foreligger i samme borpunkt og dybdeintervall.

** Kvalitet er fastslått i henhold til tabell 6 i NGF melding 11. Følgende gjelder: 1=Veldig god til utmerket, 2=God til brukbar, 3=Dårlig og 4=Veldig dårlig

6.3.3 Sensitivitet

Sensitivitet er en vesentlig parameter for evaluering av faregrad. En helhetlig sammenstilling av S_t data fremgår av Figur 6-5. Grenseverdier for evaluering av faregrad fremgår med grønn, oransje og rød strek.

Det er videre valgt at en sensitivitet på > 100 er representativt for området.



Figur 6-5 S_t som funksjon av dybden. Grønn, oransje og rød strek angir grenseverdier for S_t som angitt i legenden ($S_t = 20, 30$ og 100).

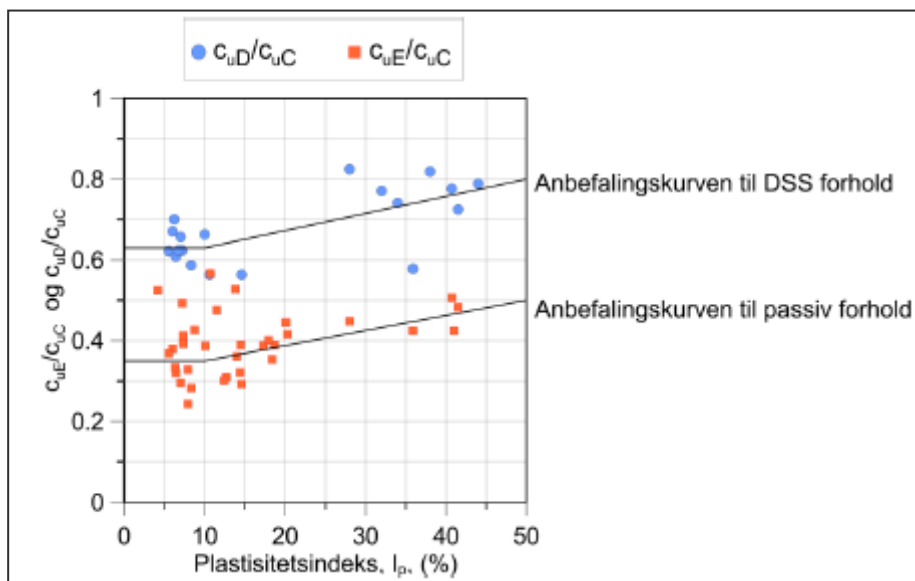
6.3.4 I_p og ADP-faktor

Dette kapittelet anvender i samsvar med NIFS rapportene sin terminologi den engelske notasjonen for hhv. Aktiv, direkte og passiv skjærstyrke, slik at $c_{uC} = S_{uA}$, $c_{uD} = S_{uD}$ og $c_{uE} = S_{uP}$.

ADP-faktorer fastlegges i henhold til de omforente anbefalingene gitt i kap. 4 i NIFS rapport 14/2014 [19].

Det er utført en større mengde felt- og laboratoriarbeider med tanke på å oppnå en nøye fastlegging av c_{uC} og I_p . Det har i dette prosjektet ikke blitt utført passive treaksialforsøk eller direkte skjærforsøk.

Viser til utklipp av NIFS rapport 14/2014 [19] i Figur 6-6 og Figur 6-7 der metoden for å bestemme ADP-faktorer med utgangspunkt I_p er gjengitt.



Figur 6-6 Utklipp av figur 4 i NIFS rapport 14/2014 [19].

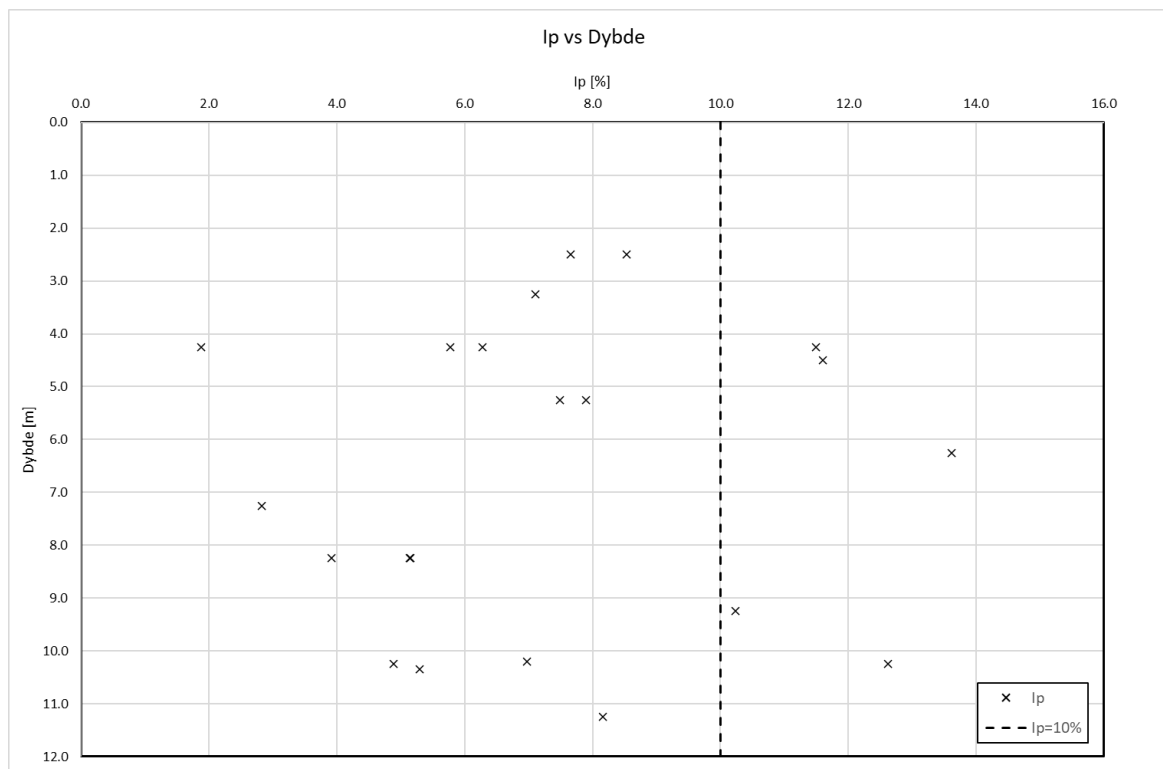
I_p	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
$I_p \leq 10\%$	0,63	0,35
$I_p > 10\%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

Figur 6-7 Utklipp av tabell 1 i NIFS rapport 14/2014 [19]. OBS!: I_p er i % i formlene

Med basis i ovenstående korrelasjoner og utførte laboratoriearbeider (se Figur 6-8) vil det konservativt for stabilitetsvurderingene bli benyttet følgende ADP-faktorer:

$$c_{uD}/c_{uC} = 0,63$$

$$c_{uE}/c_{uC} = 0,35$$



Figur 6-8 Sammenstilling av I_p . Stiplete svart strek indikerer $I_p=10\%$ som er grensen for når ADP-parametere iht. NIFS rapport 14/2014 [19] sin korrelasjon bør korrigeres.

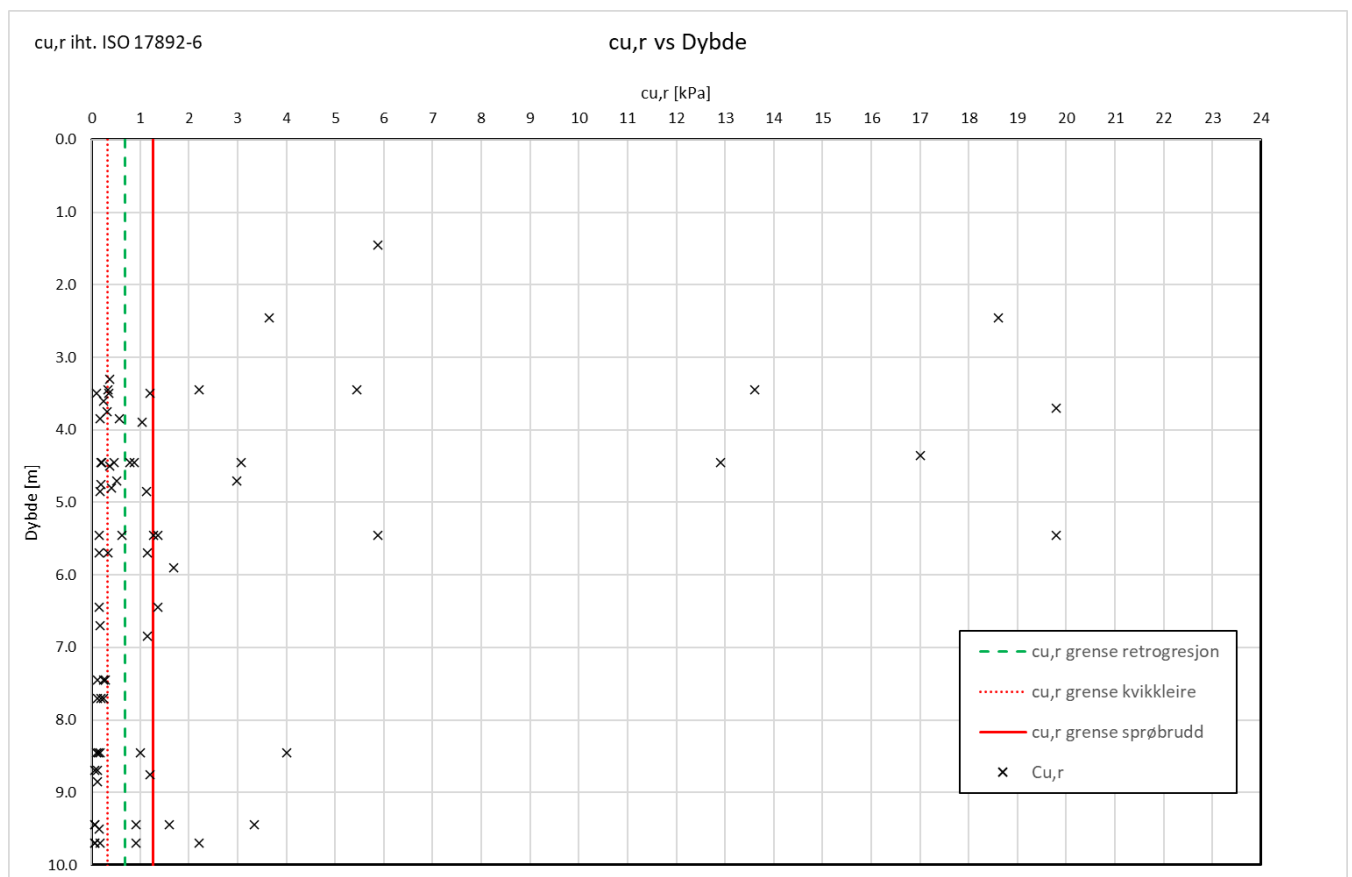
7. Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresoner

7.1 Skredmekanisme

Aktuell skredmekanisme vurderes med utgangspunkt i datagrunnlag, ut ifra kriteriene gitt flytskjemaet i NVE veileder 1/2019 [1] figur 4.3.

Flytskjema kriterie 2a: $c_{u,r,iso} \leq 0,69$ kPa

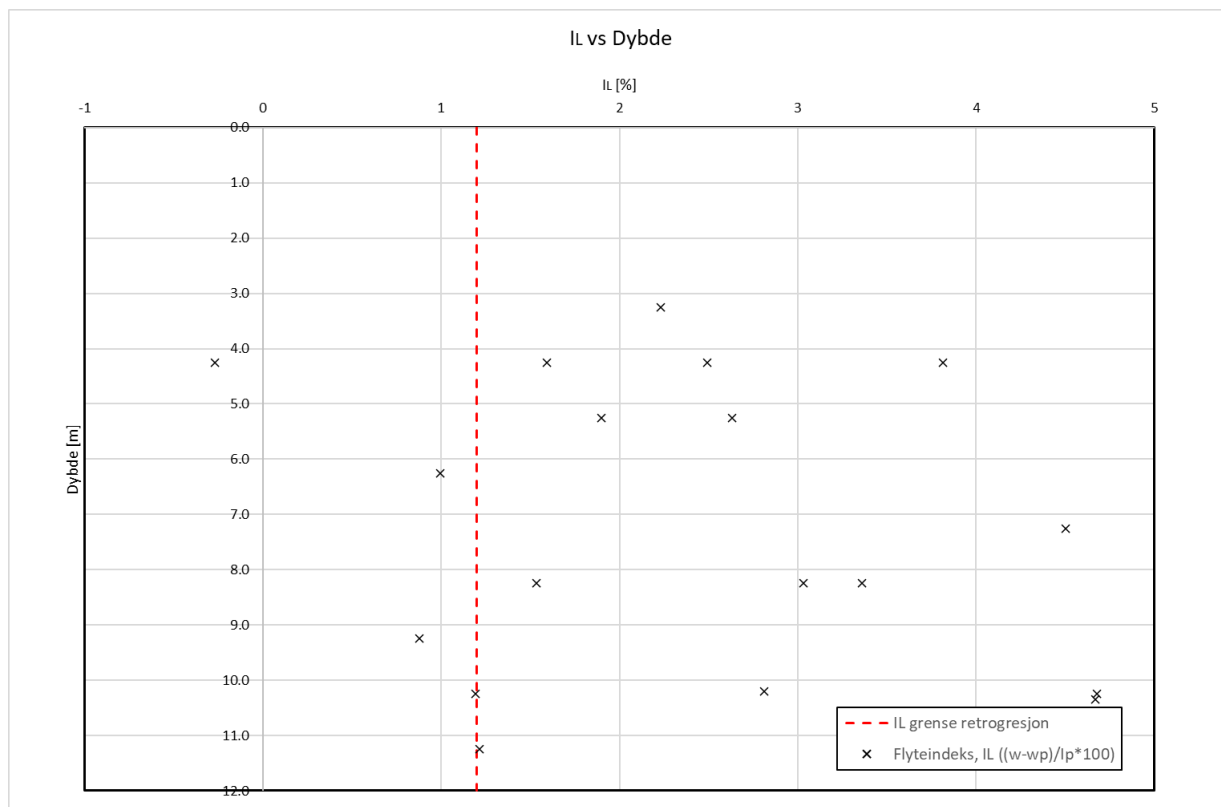
En ikke uvesentlig del av supplerende grunnundersøkelser har påvist omrørt skjærfasthet $\leq 0,69$ kPa, en god del klassifiseres også som kvikkleire. En helhetlig sammenstilling av $c_{u,r}$ data fremgår av Figur 7-1.



Figur 7-1 $c_{u,r}$ som funksjon av dybden. Grønn stiplede strek indikerer øvre grense for mulig retrogresjon.

Flytskjema kriterie 2b: $I_L > 1,2$

En ikke uvesentlig del av supplerende grunnundersøkelser har påvist flyteindeks $> 1,2$. Flyteindeksen har blitt beregnet iht. NGF melding 2. En helhetlig sammenstilling av I_L data fremgår av Figur 7-2.



Figur 7-2 IL som funksjon av dybden. Røde stiplede strek indikerer nedre grense for mulig retrogresjon.

Flytskjema kriterie 3: $b/D > 40\%$

Det er antatt retrogressiv skredmekanisme og at mengden sprøbruddmateriale innenfor bruddfiguren for samtlige brudd i skråningen vil overstige 40%. Det vises til Vedlegg B2.

Konklusjon

For den videre utredning vurderes det at sonen helhetlig har en retrogressiv skredmekanisme.

7.2 Avgrensning av faresoner

Faresonen er konservativt avgrenset ved å anta retrogressiv skredutvikling fra bunn av skråning. NGI-metoden med opptegning av 1:15 linjen er anvendt for avgrensning av sonen i bakkant. Først der hvor 1:15 linjen treffer det bakerste raden med totalsonderinger som indikerer «ingen sprøbruddmateriale» anvendes 1:3 linjen. Dette gir en konservativt stor sone som tar høyde for at brudd kan initieres fra flere punkter langs antatte kritiske snitt. NGI metoden er anvendt på snitt, se Vedlegg B2.

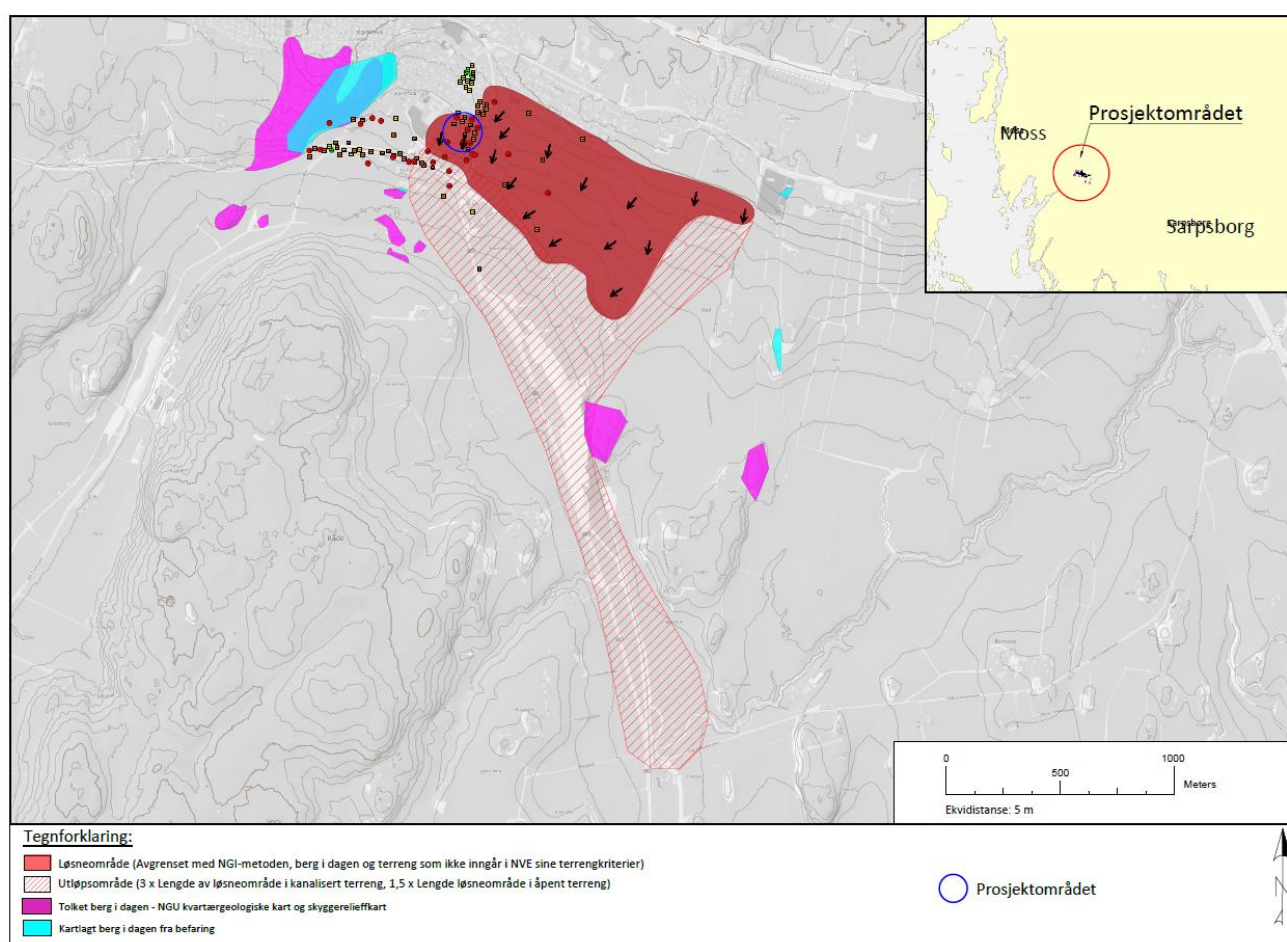
Mot vest er sonen avgrenset av terreng som ikke inngår i NVE sine terrengkriterier, hvor skråningshelningen er mindre enn 1:20 eller en forskjell i skråningshøyde < 5 m, samt borpunkter hvor det er påvist ikke-sprøbrudd. Mot øst avgrenses sonen ved overgang til slakere terreng. Mot sør avgrenses sonen av skråningsfot ved jernbanesporet, hvor skråningshelningen er mindre enn 1:20. Deler av utløpsområdet sør/sørvest for prosjektområdet er avgrenset ved tolket forekomst av berg knauser fra skyggerelieff og bilder, samt fra befaringsbilder, se figur over forekomst av berg i dagen i Figur 5-1.

Størst lengde av løснеområdet er 690 meter, da terrenget er kanalisert mot sør er det valgt å anvende en lengde av utløpsområdet svarende til 3 ganger lengden av løснеområde. Dette er iht. kap. 4.6 i NVE Veileder 1/2019 og retrogressive skred i kanalisert terreng. Total lengde av utløpsområdet blir dermed 2070 m.

Den delen av løснеområdet som er rett sør for planlagte tiltak er avgrenset ut fra 20xH fra skråningsfot rundt parkeringsplass, så utstrekningen av løснеområdet blir ca. 140 m, da høydeforskjellen er rundt 6,7 m.

Løснеområdet sør for sporet kan avgrenses til sør for borpunkt «N36», da det ut fra borpunktet er «ikke sannsynlig» å treffe sprøbruddmateriale. Ved å avgrense løśnieområdet vil utstrekning til løśnieområdet ikke ha innflytelse på prosjektområdet og vises av den grunn ikke.

Planlagte tiltak ligger helhetlig innenfor kartlagte utstrekning av løsne- og utløpsområdet, som fremgår fra plankart i nedstående Figur 7-3.



Figur 7-3 Løsne- og utløpsområde ved Råde etter analyse iht. NVE Veileder 1/2019.

8. Klassifisering av faresone

Faresonen klassifiserer som «middels faregrad» med en samlet poengscore på 18. Tildelt score for de enkelte faktorer fremgår av Tabell 8.1. Sonen sin eksisterende faregrad økes derfor. Skadeskonsekvens vurderes til å være «meget alvorlig» med en poengscore på 36 svarende til 80% av maksimal poengsum. Risikoklassen vurderes derfor til å være risikoklasse 4 med en beregnet tallverdi for risiko på 2800. For vurdering av skadeskonsekvens og risikoklasse vises det til Vedlegg G.

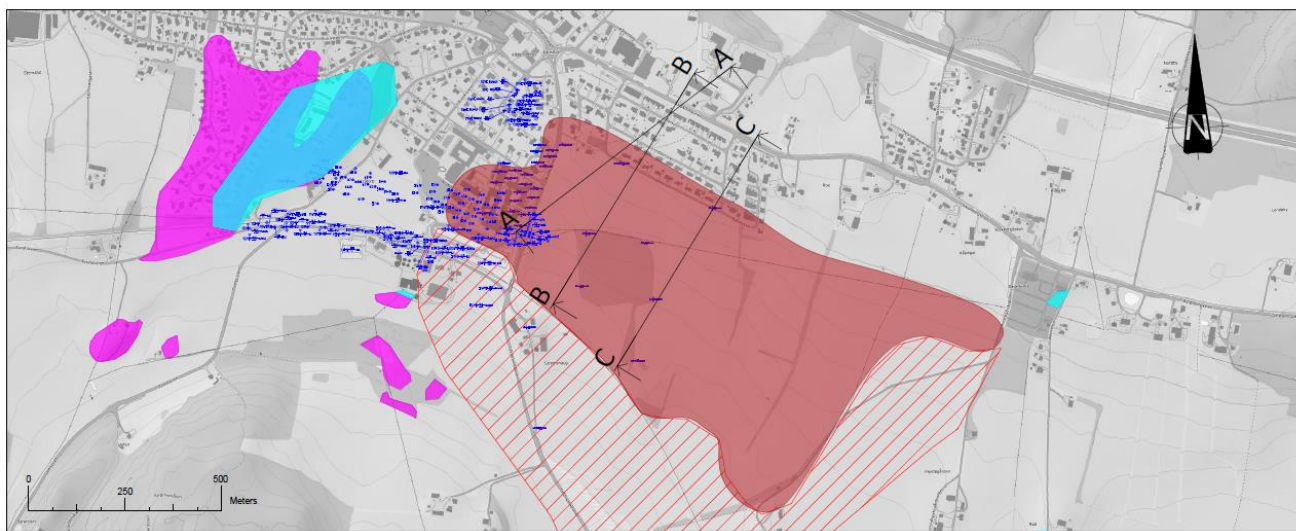
Tabell 8.1 – Klassifisering av faresonen ved Råde Helsehus

Klassifiseringsgrunnlag	Vekt	Score	Poeng	Merknad
Skredaktivitet	1	0	0	Verken DTM skyggerelieff kart og NVE sitt skredregister gir indikasjon på tidligere skredaktivitet. Det vises til Figur 4-6. Score satt til 0.
Skråningshøyde	2	3	6	Skråningen i faresonen er over 30 m høy, score satt til høy
OCR	2	1	2	Gjennomsnittlig OCR og Median OCR er begge 1.6, score satt til lav.
Poretrykk	-3	0	0	Borpunkt N30, N32 og N34 indikerer alle ett poreundertrykk med dybden på mellom - 0 til - 10 kPa. Det vises til kapittel 6.1.2. Da målingene bare er gjort i løpet av én måned vurderes de som værende usikre. Score konservativt satt til 0 med vektall -3
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleiremektigheten er på det meste rundt 15 m, svarende til H/2. Det vises til Vedlegg B2. Score satt til 2.
Sensitivitet	1	3	3	Analyserte prøver indikerer sensitivitet >100 for ett stort antall av konusprøver. Se Figur 6-5. Konservativt satt til score 3.
Erosjon	3	0	0	Det er ingen bekker i nærheten hvor erosjon kan foregå og ikke observert erosjon ved befaring. Score satt til 0.
Inngrep	3	1	3	Små lokale endringer av terreng ved åkere og traktorveier, samt spredt bebyggelse vurderes som ingen inngrep iht. NVE eksternrapport nr. 9/2020. Det er tidligere gjort inngrep sør for prosjektområdet med etablering av parkeringsplass, som har medført forverring av stabiliteten. Viser til Figur 10-4. Gjennomsnittlig høyde av terreng og terrenghelning er uendret. Score konservativt satt til score 1 med vekt 3.
Samlet poengscore	-	-	18	Middels faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

9. Kritiske snitt og materialparametere

9.1 Kritiske snitt

Det er valgt ut tre snitt gjennom sonen som anses som mest kritiske, plassering av disse er gjengitt i nedstående Figur 9-1, se også vedlegg B.



Figur 9-1: Plassering av kritiske snitt, utklipp fra Vedlegg B

9.2 Materialparametere

Materialparametere benyttet under stabilitetsberegning er gjengitt i Tabell 9.1. Verdiene er basert på tolkning av CPTu, utførte laboratorieundersøkelser (treaks, enaks og konus) og erfaringsverdier hentet fra bl.a. V220 [20]

For leire med påregnet styrketilvekst er styrketilveksten definert relativt til overside aktuelt lag.

Prioriteringsrekkefølgen for valg av SuA-designprofil følger anbefalt rangering gitt i kap. 4.1 i NIFS rapport 77/2014 [21].

Naturlige masser

Tabell 9.1 – Antatte/tolkede styrkeparametere for naturlige masser (masser som finnes i grunnen innen anleggsarbeidene starter).

Beskrivelse	Tyngdetetthet γ/γ'	Attraksjon a/c'	Friksjonsvinkel Φ	Udrenert skjærstyrke s_u + tilvekst
[-]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]
Tørreskorpe*	19/10	0	30	-
Leire**	19/10	10/4.9	26	Se kap. 9.2.1 og vedlegg C

Merknader

* Angitte styrkeparametere tørreskorpe udokumenterte erfaringsparametere gitt i SVV V220 [20].

Samme beskrivelse gis i NVE veileder 1/2019 kap. 5.3.2 [1].

** Angitte parametere baserer seg på tolking av treaksialforsøk (se Figur 6-4).

9.2.1 Udrenert skjærstyrke

Tolkning av udrenert skjærstyrke fremgår av Vedlegg C. En oppsummering gis i nedstående Tabell 9.2.

Tabell 9.2 – SuA-profil tolket fra ulike CPTu

Borpunkt	Udrenert skjærstyrke [kPa]	Tilvekst [kPa/m]
E42	30	3.57
N04	24	2.92
N07	40	-
N10	35	1.18
N17	30	2.67
N30	20	3.67
N31	20	3
N33	(3 – 16 m) 65	0
	(16 – 20 m) 65	8.75
	(20 – 25 m) 100	0
N34	30	3.75

10. Stabilitetsvurderinger

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.

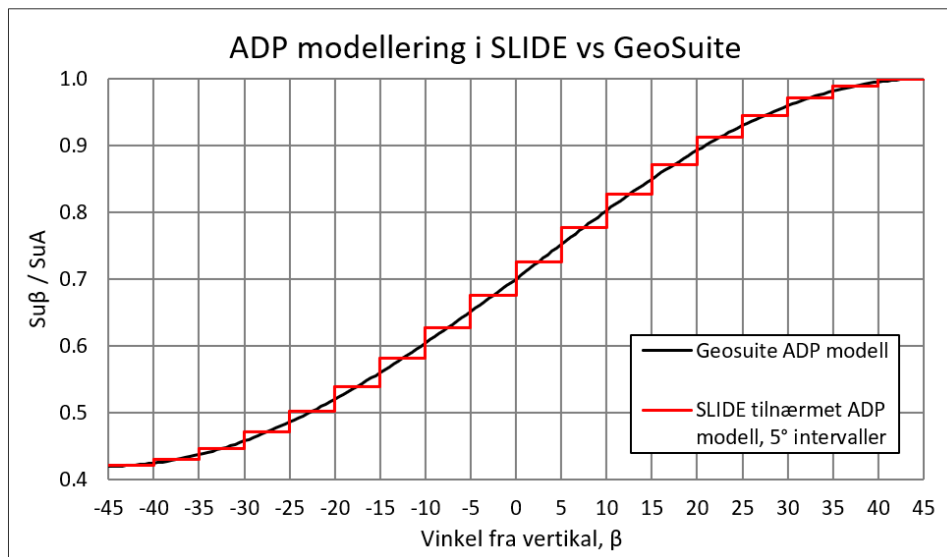
Effektivspenningsanalyser utføres i alle tilfeller som $a\phi$ -reduksjon mens totalspenningsanalyser utføres på både su og ADP-basis. Det vil fremgå tydelig av hver enkelt beregning hvilken analysemetode som har blitt benyttet.

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)

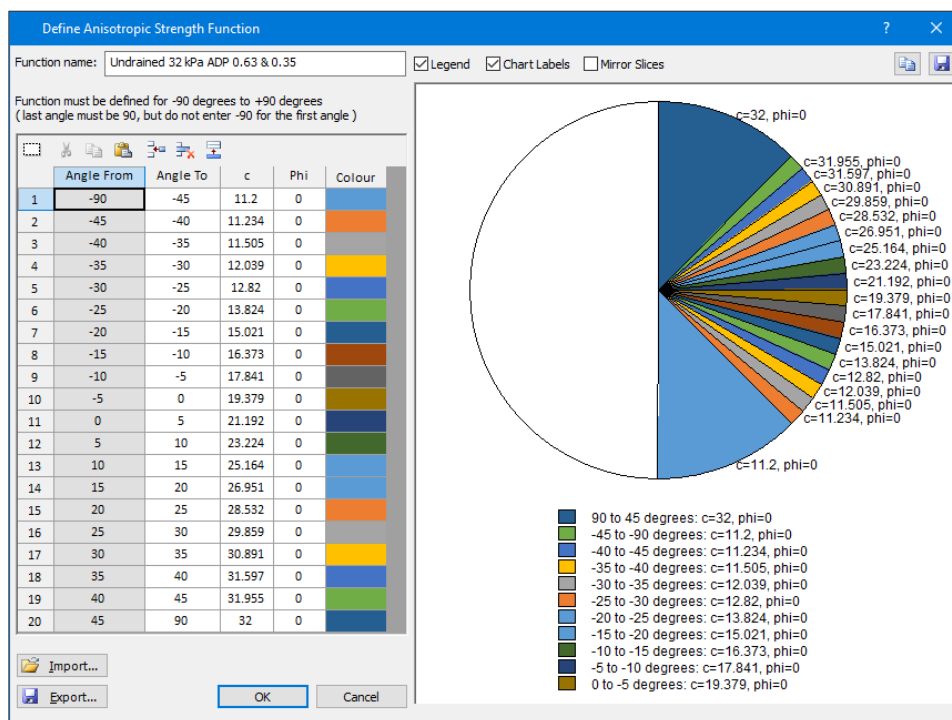
Modellering av anisotropiforhold i SLIDE ved totalspenningsanalyse på ADP-basis gjøres i henhold til metoden beskrevet i kap. 4.2 i NIFS rapport 75/2012. Modelleringen har til hensikt å etterligne metoden som benyttes i Geosuite Stability som er den mest anvendte software for stabilitetsberegninger på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

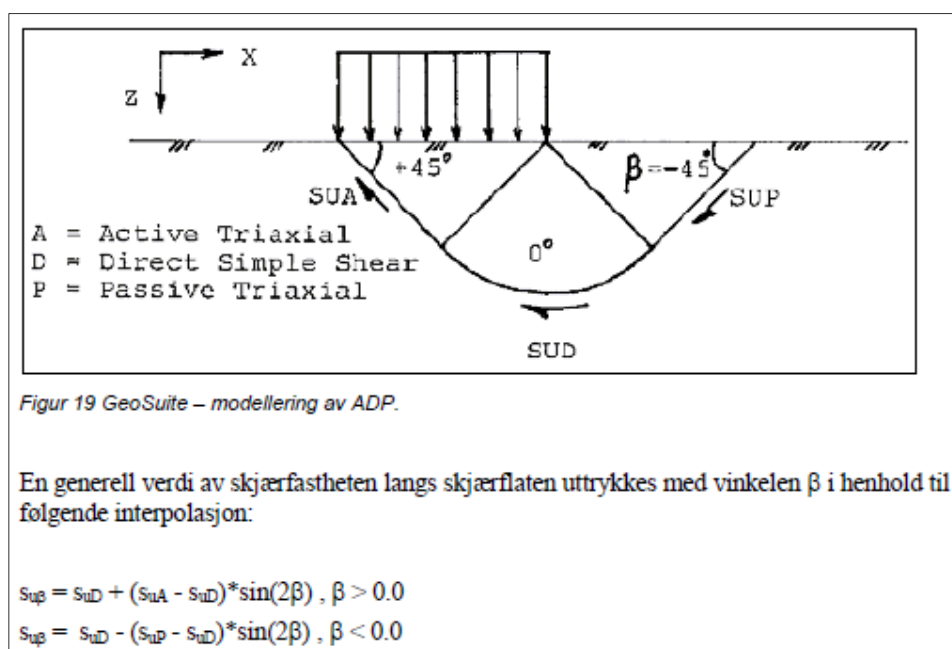


Figur 10-1 Tilnærmet ADP modell for SLIDE med 5 graders intervaller.

Eksempel på definisjon av anisotropifunksjon i SLIDE for en bløt til middelsfast leire med $Su_A = 32$ 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° til 45° , benyttet Su_{β} svarende til hhv. -45° og 45° .



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 10-3 Geosuite modellering av ADP forhold, utklipp av manual

10.2 Resultater av stabilitetsberegninger

Det har blitt valgt ut en rekke «mest kritiske snitt», viser til Figur 9-1, for stabilitetsanalyser, plasseringen av snittene fremgår av Vedlegg A «Plan- og profil». Stabilitetsanalysene fremgår av Vedlegg C. En sammenstilling av resultatene fremkommer av Tabell 10.1.

Tabell 10.1 Resultat fra utførte stabilitetsanalyser i Slide2.

Vedlegg	Tilstand	Last*	SF**	Kommentar
[-]	[-]	[kN/m ²]	[-]	[-]
Snitt A-A				
C1	Total	Hus: 20 Veg: 19.5	1.80	Analyse av områdeskredfaren fra faresonen «2227 Karlshus Ø».
C2	Effektiv	Hus: 20 Veg: 19.5	2.71	Analyse av områdeskredfaren fra faresonen «2227 Karlshus Ø».
Snitt B-B				
C3	Effektiv	Hus: 20	2.42	Analyse av områdeskredfaren fra faresonen «2227 Karlshus Ø».
C4	Total	Hus: 20	3.19	Analyse av områdeskredfaren fra faresonen «2227 Karlshus Ø».
Snitt C-C				
C5	Effektiv	Hus: 20	1.73	Analyse av områdeskredfaren fra faresonen «2227 Karlshus Ø».
C6	Total	Hus: 20	2.69	Analyse av områdeskredfaren fra faresonen «2227 Karlshus Ø».
*) Last anvendt for å ta høyde for bebyggelse og last fra trafikk.				
**) Grønn farge – iht. krav, rød farge – ikke iht. krav				

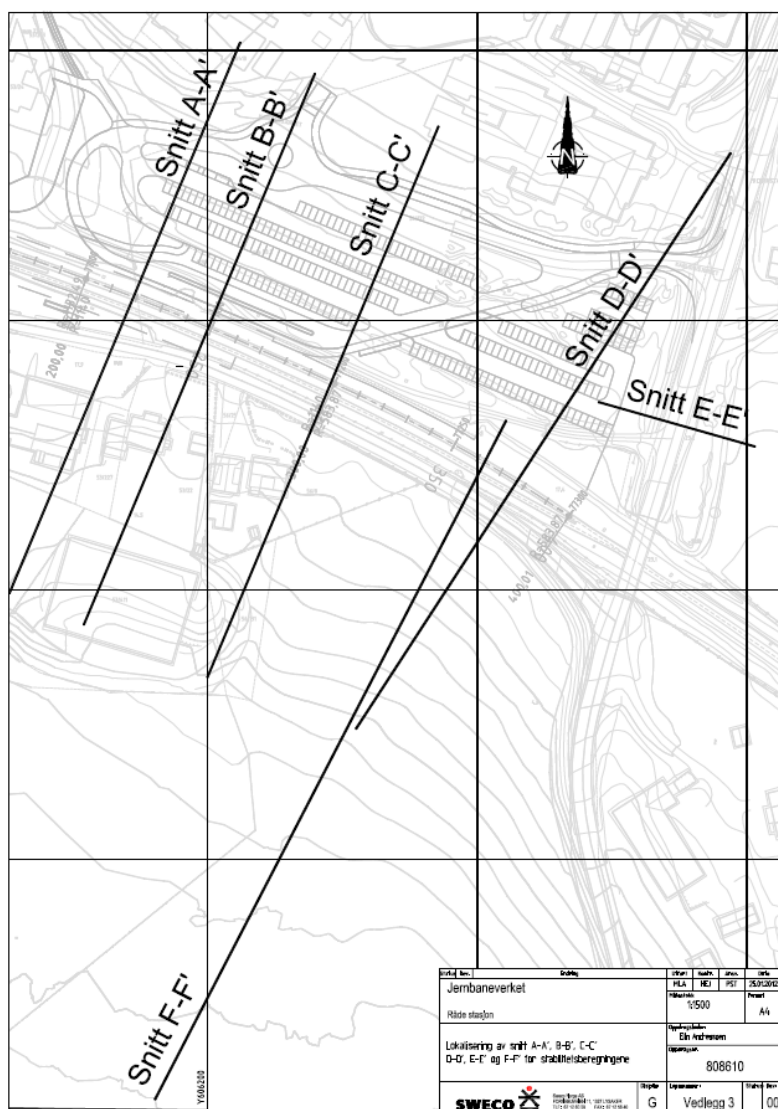
10.2.1 Stabilitet av del av løsneområde sør for planlagte tiltak

Det har sør for planlagte tiltak blitt etablert ny innfartsparkeringsplass nord for Råde stasjon. I den forbindelse har Sweco Norge AS, som ble engasjert av Jernbaneverket, utført geotekniske beregninger av områdestabiliteten rundt stasjonsområdet og parkeringsplassen. Det har blitt utført stabilitetsberegninger for daværende dagens situasjon og for ferdig etablert parkeringsplass og det gjøres av den grunn ikke stabilitetsberegninger for den delen av løsneområdet i denne rapporten. Da stabilitetsberegninger har blitt utført for å bestemme nødvendig omfang av stabiliserende tiltak forutsettes det at tiltaket har blitt utført etter disse føringene, så den faktiske stabilitet tilsvarer den beregnede. I dette kapittel presenteres resultatene fra ref. [15], hvor det vil være krav til

sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{cp} \geq 1,25$ iht. kapittel 2.2.2. En sammenstilling av resultatene er vist i utklippet på Figur 10-4. Snittene er vist på Figur 10-5. For ytterligere informasjon av brukte materialeparametere vises det til ref. [15].

Beregnet materialfaktor eksisterende terreng	Snitt A'-A'	Snitt B'-B'	Snitt C'-C'	Snitt D'-D'	Snitt E'-E'
	Globalt	Globalt	Globalt	Globalt	Globalt
	1,5	1,2	1,6	2	1,7
Beregnet materialfaktor ferdig etablert p-plass	1,4	1,5	1,5	1,9	1,7

Figur 10-4 Sammenstilling av resultater for stabiliteten sør for planlagte tiltak. Utklipp fra ref. [15]



Figur 10-5 Kritiske snitt for vurdering av stabiliteten. Utklipp fra ref. [15]

11. Stabiliserende tiltak

Stabilitetsberegningene er utført for stabiliteten i dagens situasjon innenfor faresonen i udrenert og drenert tilstand ut fra kritiske snitt. Laveste sikkerhetsfaktor er funnet til 1,73 i drenert tilstand og 2,69 i udrenert tilstand og etterlever kravene til absolutt sikkerhet i dagens situasjon.

Ved videre detaljprosjektering av planlagte tiltak må totalentreprenør sin rådgiver på geoteknikk sikre seg at føringene gitt i NVE veileder 1/2019 for K4-tiltak etterleveres og dokumenteres både med tanke på erosjon og stabilitet. Det vises til kapittel 2.2.2 i denne rapport der krav for K4-tiltak fremkommer.

12. Konklusjon

Siden det er påviste forekomster av sprøbruddsmasser og kvikkleire i store deler av nærområdet til tiltak vil det være risiko for områdeskred med potensiell konsekvens for Råde Helsehus, kravene til utredning i henhold til NVE veileder 1/2019 [1] er derfor gjeldende.

Det har for faresonen blitt dokumentert tilfredsstillende sikkerhet (stabilitet) iht. prosedyre steg 10 uten å introdusere stabiliserende tiltak.

Erosjon vil ikke være ett problem i dagens situasjon innenfor faresonen da det ikke er rennende vann i nærområdet og det er derfor ikke behov for å forebygge erosjon. I forbindelse med etablering av nytt tiltak må erosjon forebygges.

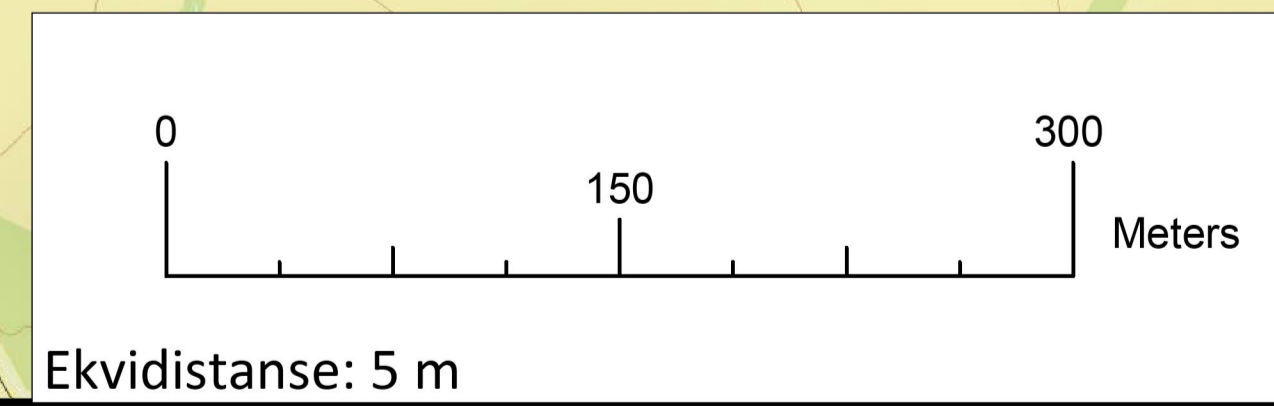
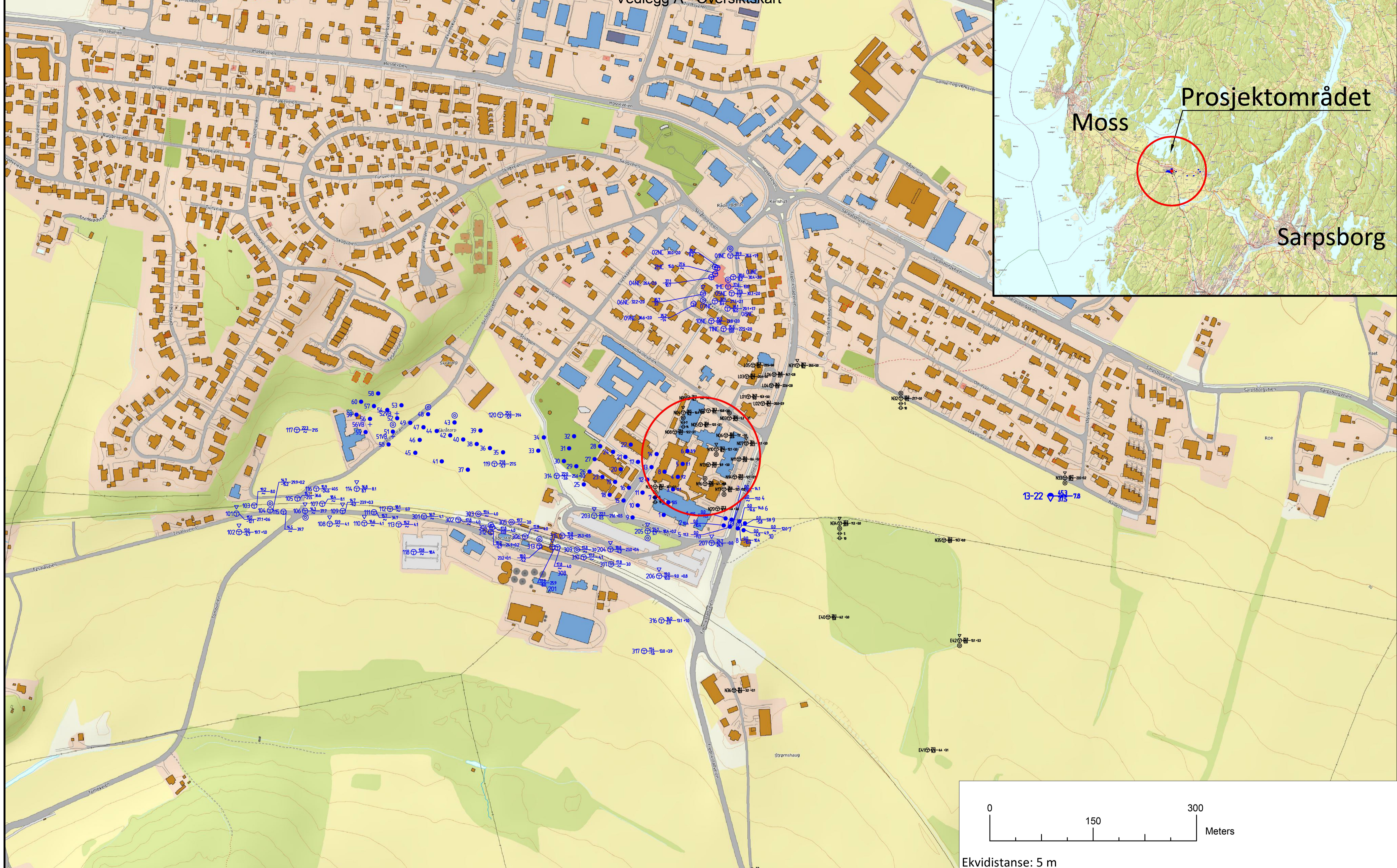
Med denne rapporten skal kravene til dokumentasjon i forhold til områdestabilitet gitt i PBL, TEK17 [3] og NVE være ivaretatt.

Utstrekningen av faresonen «2227 Karlshus Ø» er vurdert å være noe større enn tidligere kartlagt og faregraden er øket til middels faregrad.

13. Referanser

- [1] NVE Veileder 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, NVE, 2020.
- [2] Ekstern rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, NVE, 2020.
- [3] «Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK 17),» Kommunal og moderniseringsdepartementet, 2017.
- [4] Veileder 2, Flaum- og skredfare i arealplaner, NVE, 2011.
- [5] [23266 nr.1] Helsehuset Råde og Øvre Langbråten, Løvlien Georåd AS, 2023.
- [6] «[002] Kvikkleirekartlegging Moss, Rygge, Råde,» Rambøll Norge AS, 2018.
- [7] «[10244788-RIG-RAP-001] Omsorgsboliger Ringveien/Parkveien, Datarapport Geotekniske grunnundersøkelser,» Multiconsult, 2022.
- [8] «[1665114-1] Risiko for kvikkleireskred i Moss, Rygge og Råde,» NVE, 2019.
- [9] «[B134] Europavegen E-6, parsell Jonsten-Strømshaug,» Veglaboratoriet, 1966.
- [10] «[B31-2] Regjødelse for grunnforholdene ved Straumshaug i Råde,» Veglaboratoriet, 1966.
- [11] «[B31-3] Redegjødelse for fundamenteringsforholdene for prosjektert toplanskryss,» Veglaboratoriet, 1966.
- [12] «[B31-4] Redegjødelse for fundamenteringsforholdene for prosjektert roplanskryss ved Stømshaug,» Veglaboratoriet, 1966.
- [13] «[10244788-RIG-NOT-002] Omsorgsboliger Ringveien/Parkveien, Råde,» Multiconsult, 2022.
- [14] «[B31] Rapport over grunnundersøkelse for RV.1 ved Karlshus,» Veglaboratoriet, 1959.
- [15] «[IUP-00-A-02685] Østfoldbanen, Vestre Linje (Moss) – Sarpsborg, Råde stasjon, Geoteknisk fagrapport,» SWECO, 2012.
- [16] «[B26] Rapport over grunnundersøkelse for RV. 5 ved Strømnes, Østfold fylke,» Veglaboratoriet, 1959.
- [17] «NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred : metodebeskrivelse,» Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 2019.
- [18] «Veiledning for prøvetaking, melding nr. 11,» NGF, 2013.
- [19] [14/2014] En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer., NIFS, 2014.
- [20] V220 Geoteknikk i vegbygging, Statens vegvesen, 2022.
- [21] [77/2014] Valg av karakteristisk cuA - profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser, NIFS, 2014.

Vedlegg A - Oversiktskart



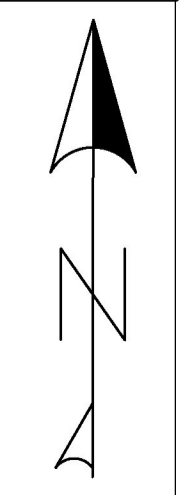
Tegnforklaring:

- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåler
- ▽ Trykksondering, CPTu
- + Vingeboring

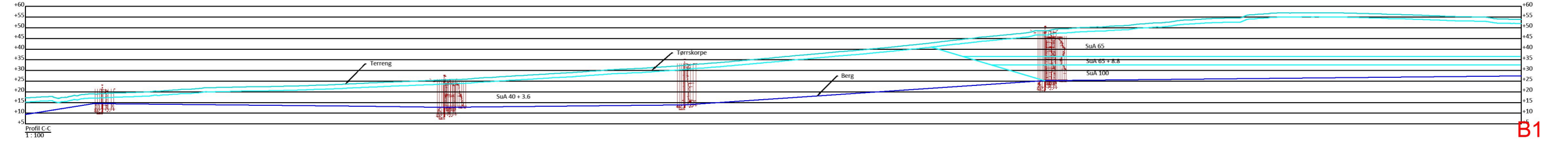
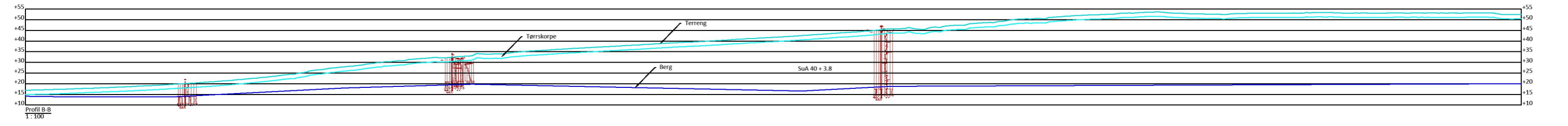
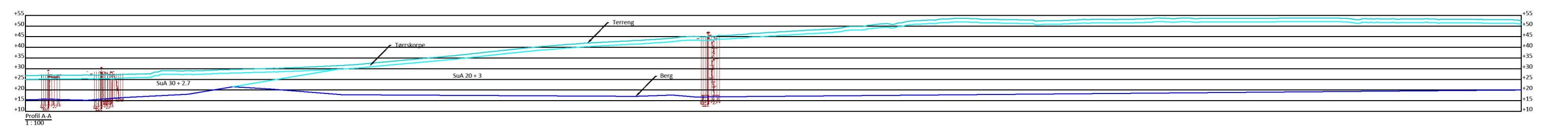
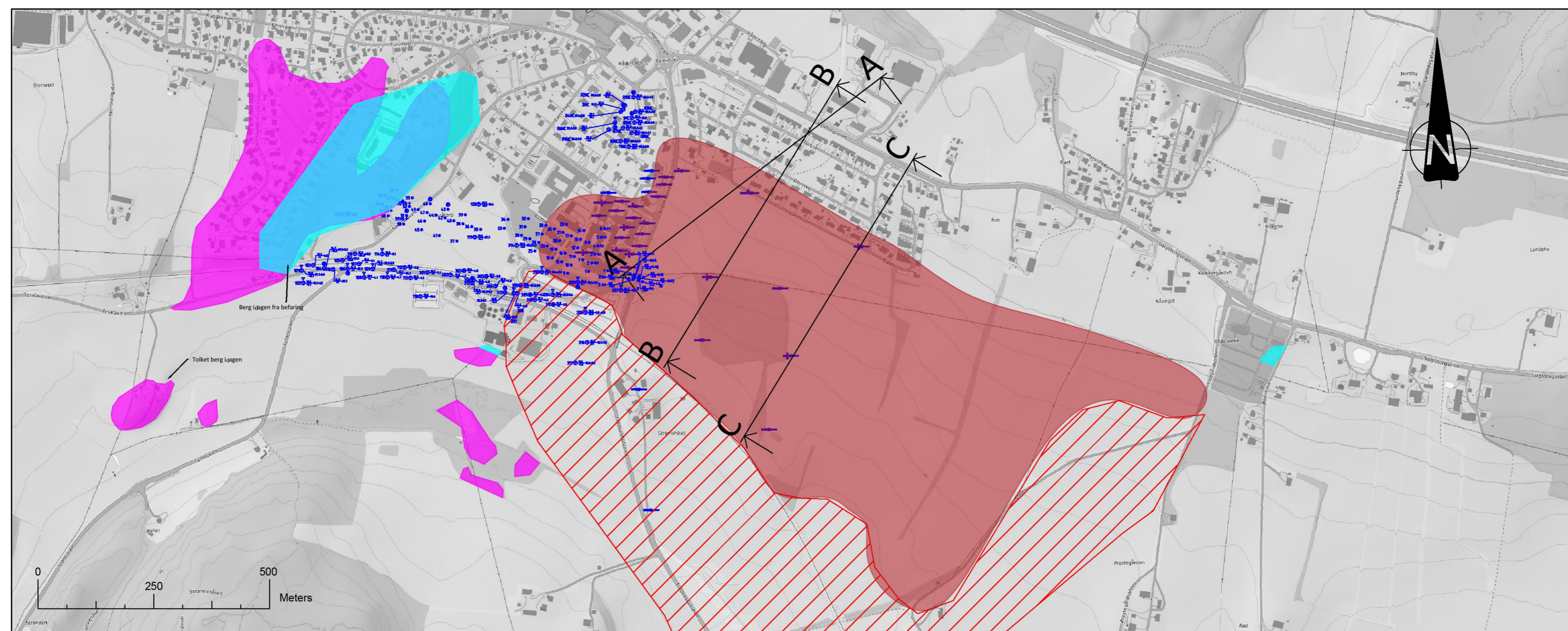
Supplerende geotekniske grunnundersøkelser (svart)
 Eksisterende geotekniske grunnundersøkelser (blå farge)

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt kote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

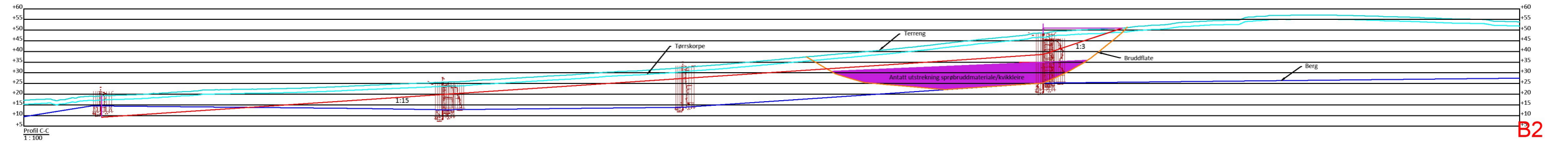
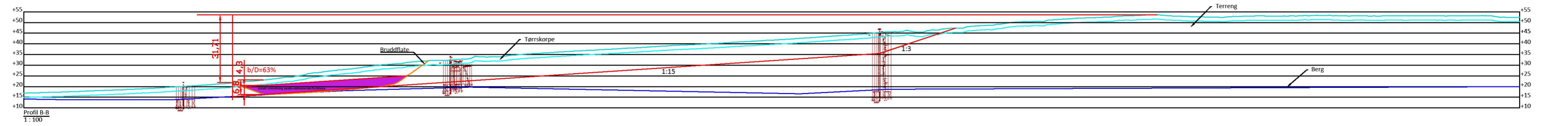
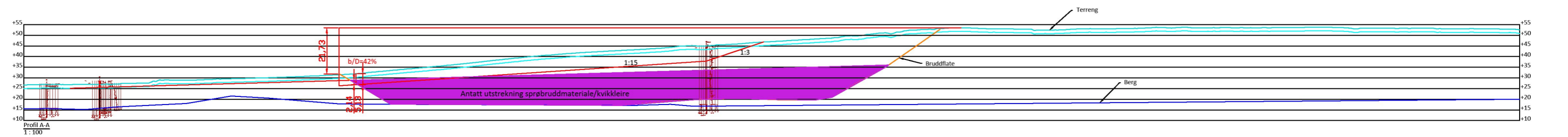
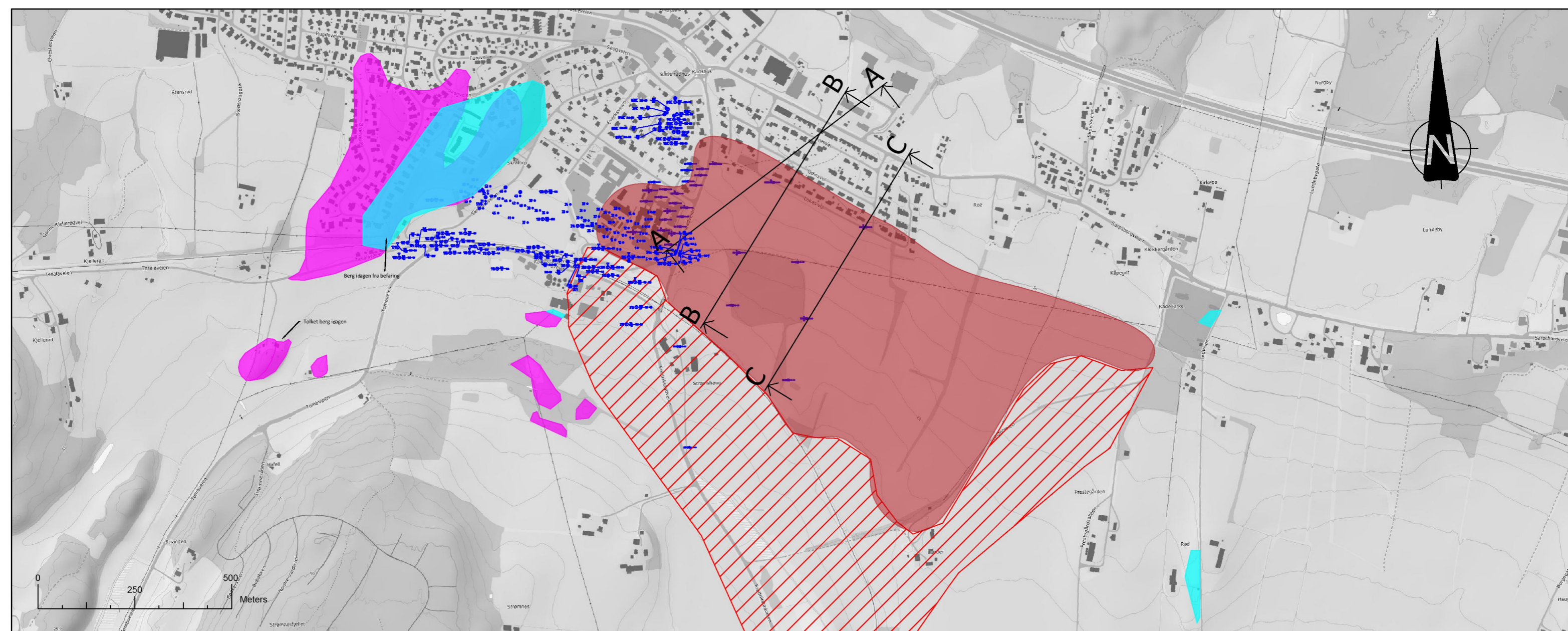
⊙ Prosjektområdet



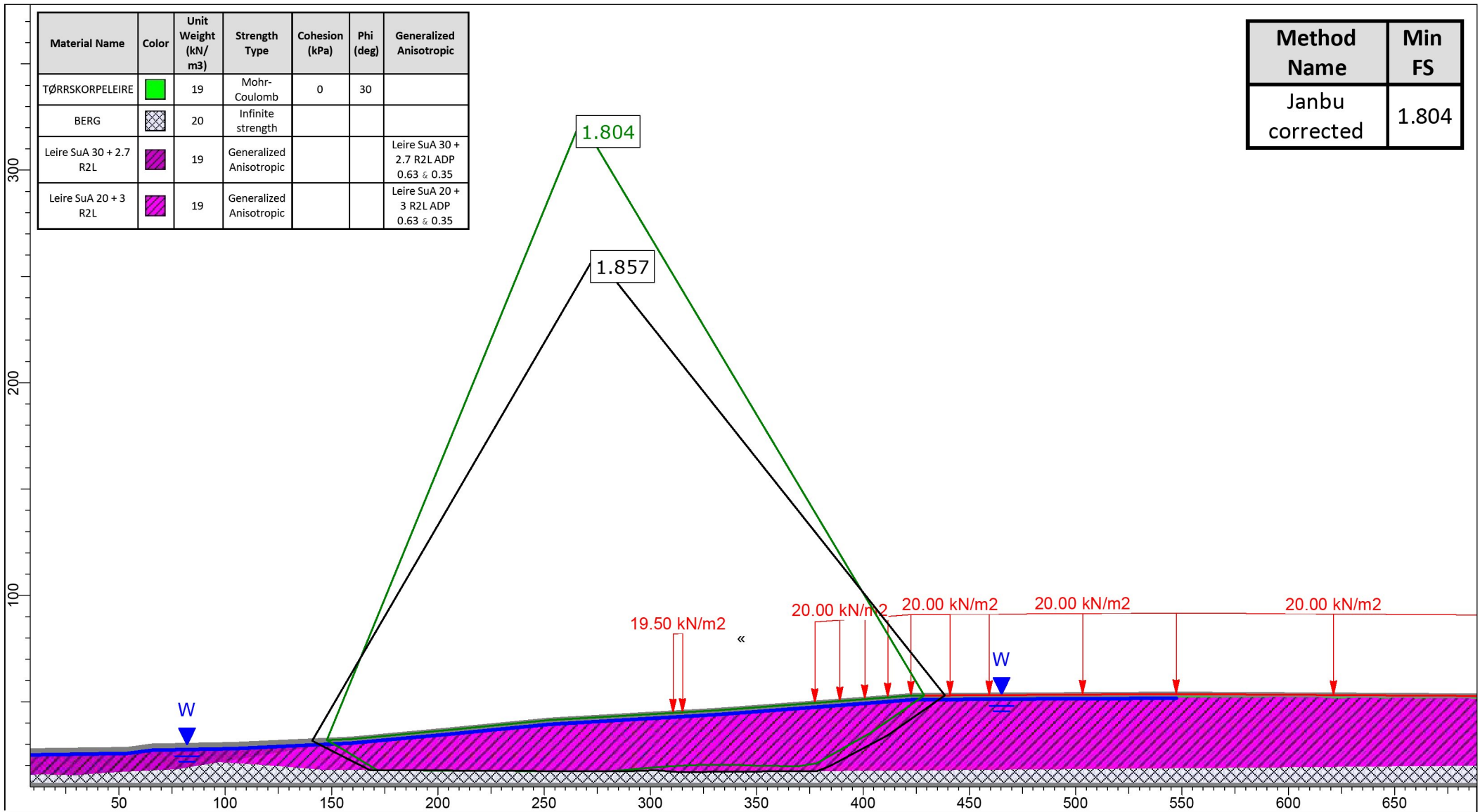
Vedlegg B - Plan- og profiltegninger




Vedlegg B - Plan- og profiltegninger



Vedlegg C - Stabilitetsberegninger



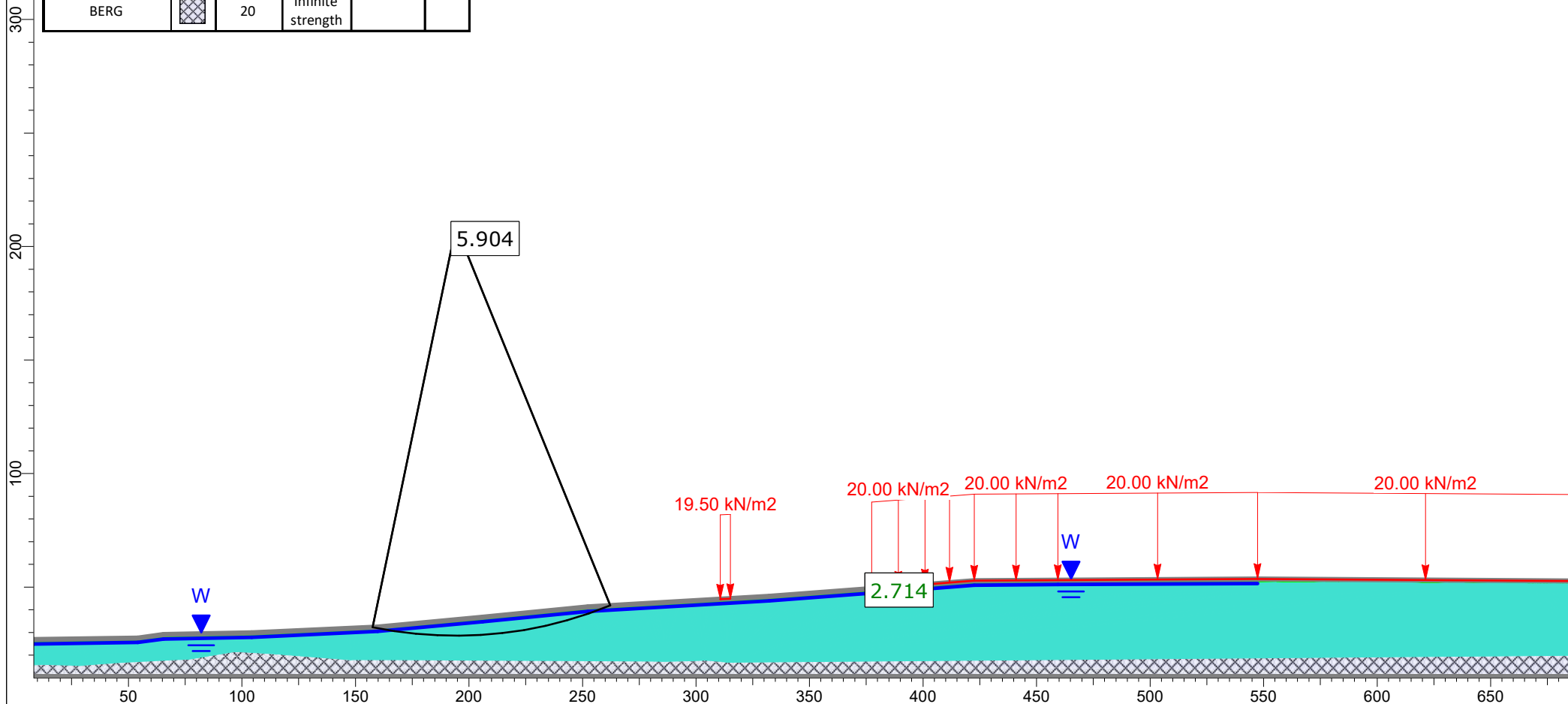
	Project RIG-RAP-001 Områdestabilitetsutredning		
	Snitt A-A		
	Analysis Description Totalspenningsanalyse, snitt A-A, områdeskredfaren fra faresone 2227 Karlshus Ø		
	Drawn By	CHKS	Scale 1:2500
Date	18-07-2023	Company	Niras Norge AS
		File Name	A-A_omraadestab.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

Vedlegg C - Stabilitetsberegninger

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
TØRRSKORPELEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	30
Leire, drenert		19	Mohr-Coulomb	4.9	26
BERG		20	Infinite strength		

Method Name	Min FS
Janbu corrected	2.714



SLIDEINTERPRET 9.007

Project RIG-RAP-001 Områdestabilitetsutredning

Snitt A-A

Analysis Description Effektivspenningsanalyse, snitt A-A, områdeskredfaren fra faresone 2227 Karlshus Ø

Drawn By CHKS

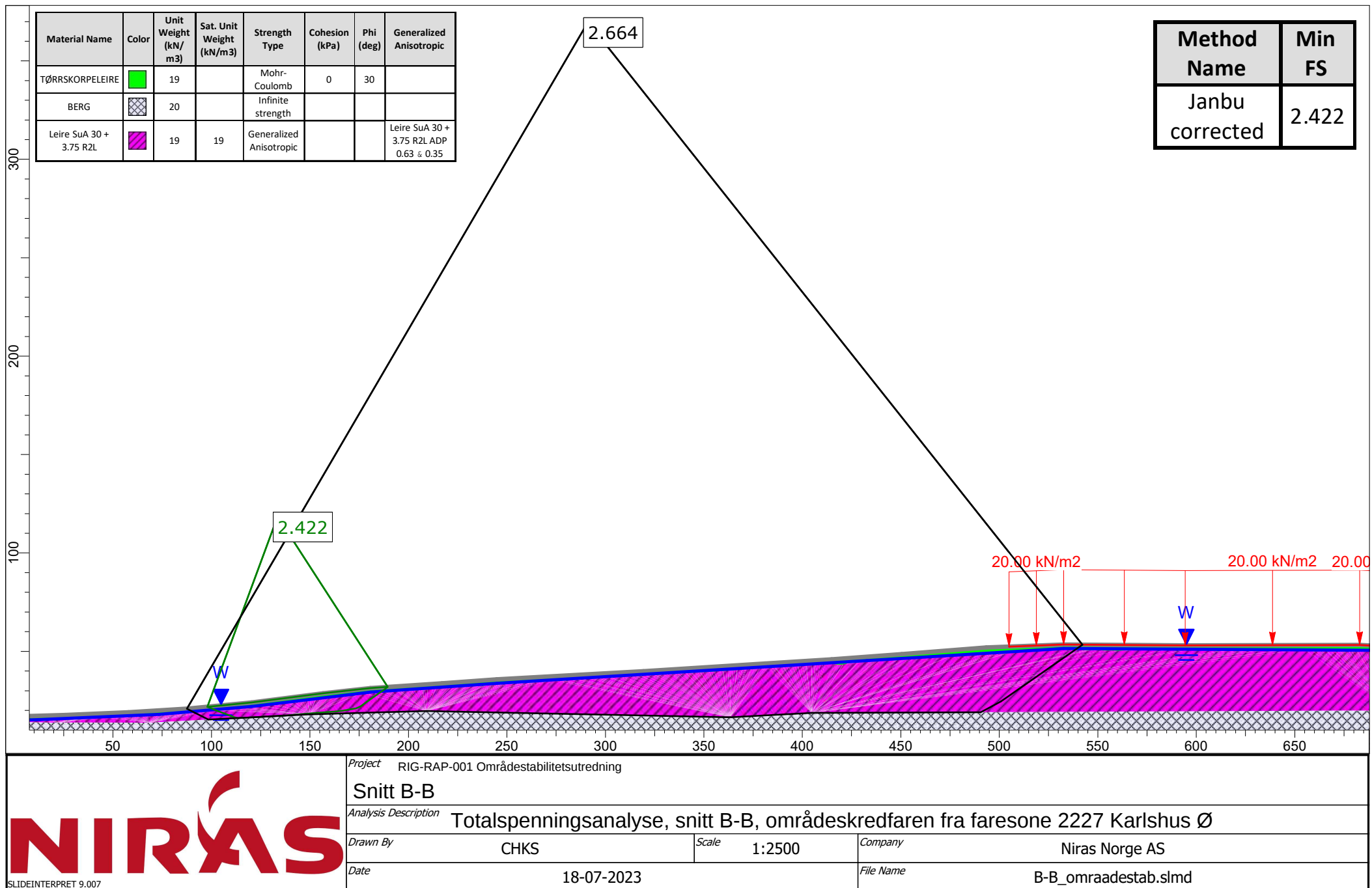
Scale 1:2500

Company Niras Norge AS

Date 18-07-2023

File Name A-A_omraadestab.slmd

Vedlegg C - Stabilitetsberegninger



Project RIG-RAP-001 Områdestabilitetsutredning

Snitt B-B

Analysis Description Totalspenningsanalyse, snitt B-B, områdeskredfaren fra faresone 2227 Karlshus Ø

Drawn By CHKS

Scale 1:2500

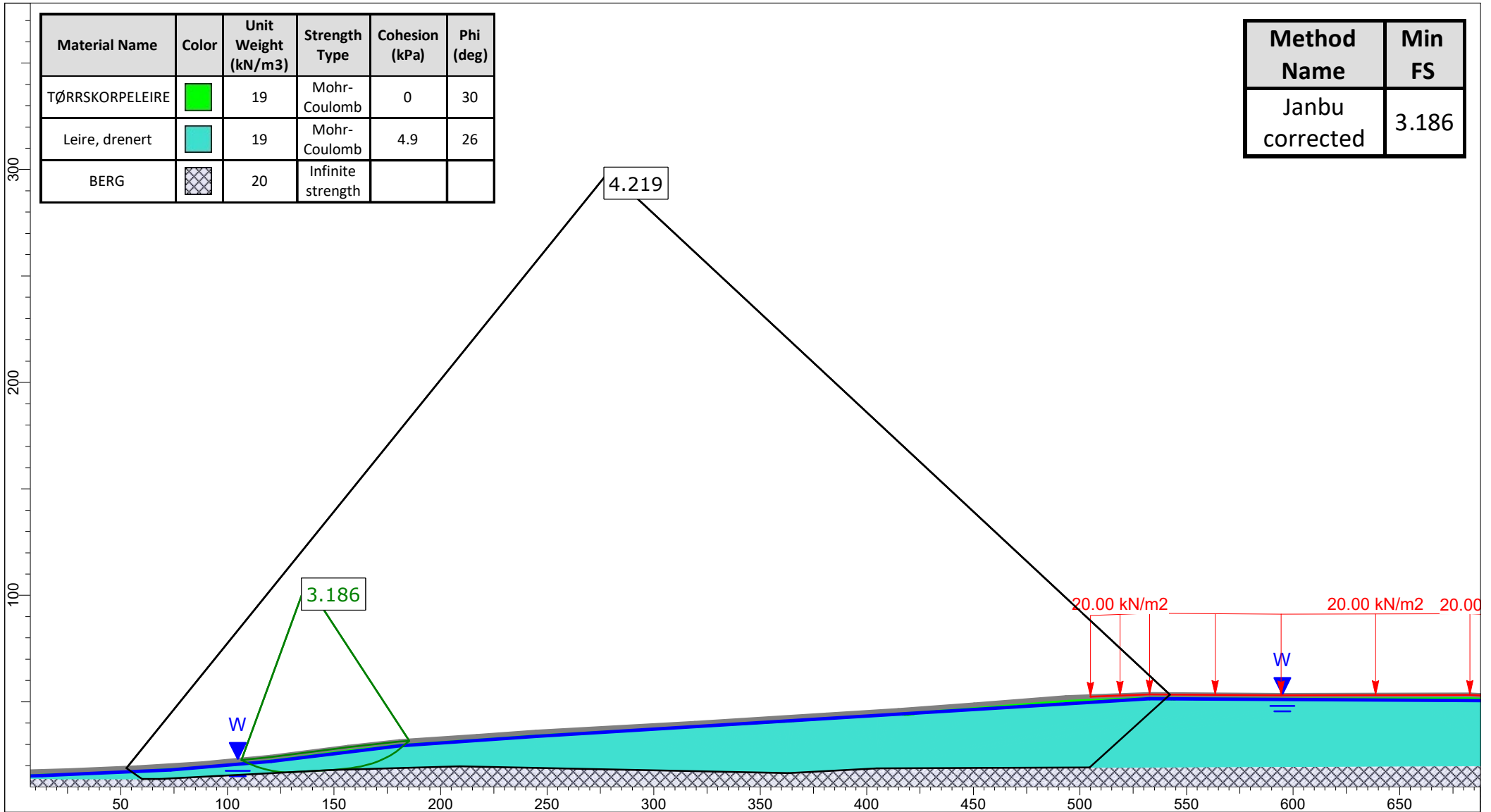
Company Niras Norge AS

Date 18-07-2023

File Name B-B_omraadestab.slmd


SLIDEINTERPRET 9.007

Vedlegg C - Stabilitetsberegninger



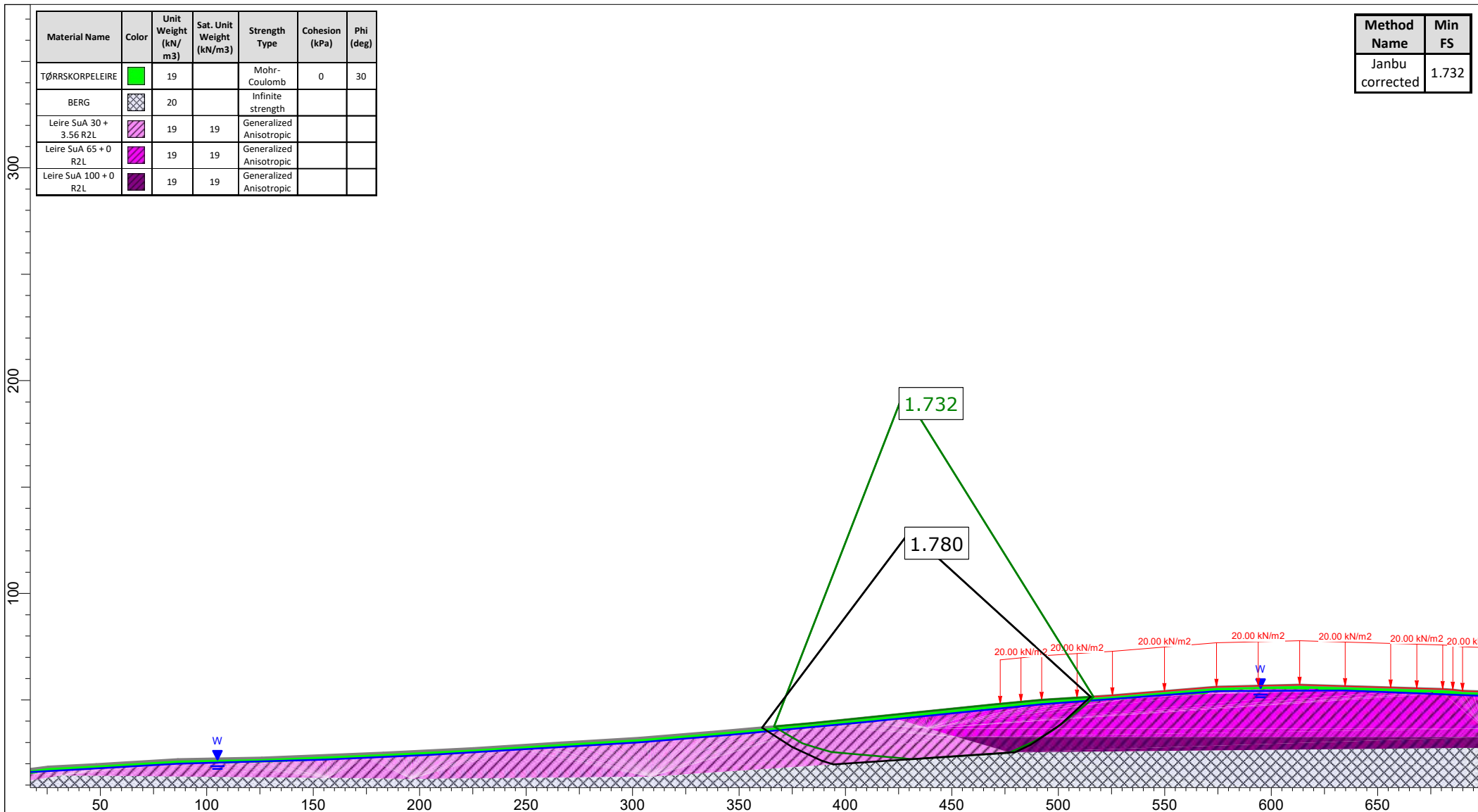
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
TØRRSKORPELEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	30
Leire, drenert		19	Mohr-Coulomb	4.9	26
BERG		20	Infinite strength		


Method Name	Min FS
Janbu corrected	3.186

	Project RIG-RAP-001 Områdestabilitetsutredning		
	Snitt B-B		
	Analysis Description Effektivspenningsanalyse, snitt B-B, områdeskredfaren fra faresone 2227 Karlshus Ø		
	Drawn By	CHKS	Scale 1:2500
Date	18-07-2023	Company	Niras Norge AS
		File Name	B-B_omraadestab.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

Vedlegg C - Stabilitetsberegninger



	Project RIG-RAP-001 Områdestabilitetsutredning		
	Snitt C-C		
	Analysis Description Totalspenningsanalyse, snitt C-C, områdeskredfaren fra faresone 2227 Karlshus Ø		
	Drawn By	CHKS	Scale 1:2500
Date	18-07-2023	Company	Niras Norge AS
		File Name	C-C_omraadestab.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

Vedlegg C - Stabilitetsberegninger

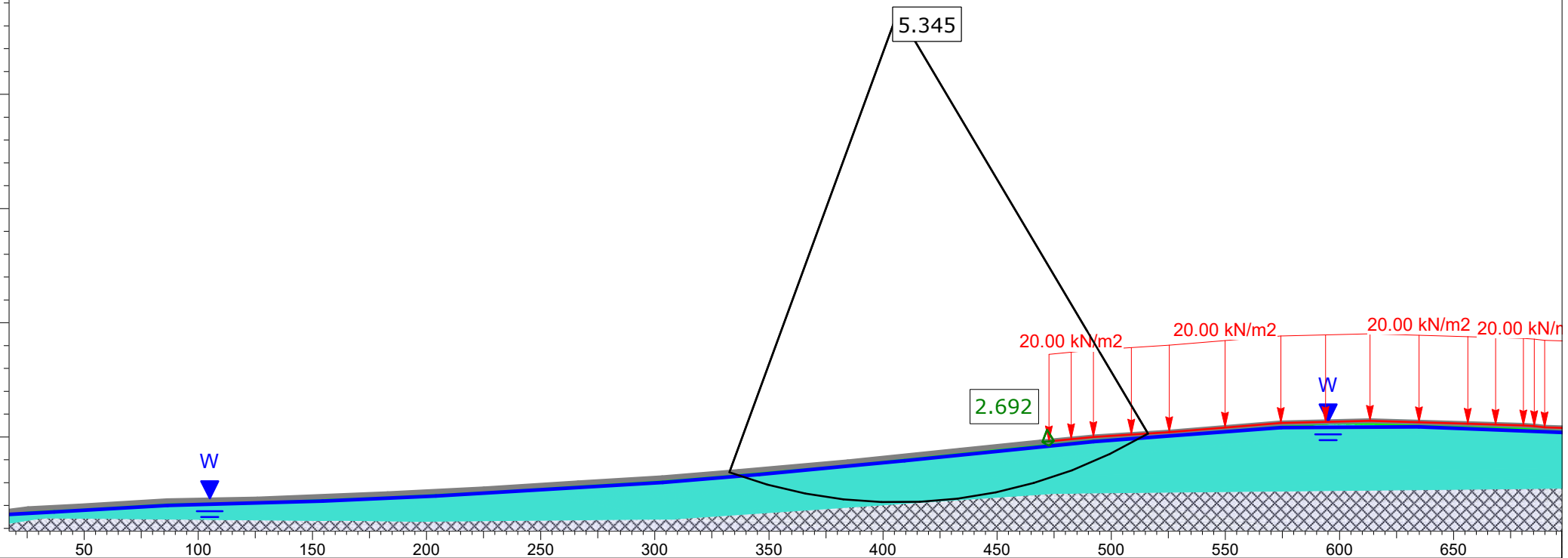
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
TØRRSKORPELEIRE		19	Mohr-Coulomb	0	30
Leire, Drenert		19	Mohr-Coulomb	4.9	26
BERG		20	Infinite strength		


Method Name	Min FS
Janbu corrected	2.692

300

200


100



	Project RIG-RAP-001 Områdestabilitetsutredning		
	Snitt C-C		
	Analysis Description Effektivspenningsanalyse, snitt C-C, områdeskredfaren fra faresone 2227 Karlshus Ø		
	Drawn By	CHKS	Scale 1:2500
Date	18-07-2023	Company	Niras Norge AS
		File Name	C-C_omraadestab.slmd

SLIDEINTERPRET 9.007

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder		kenneth	
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		18.2	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		5.3	
Dato sondering	31.05.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	74.0		-0.1		-4.2	
Avvik under sondering (kPa)	74.0		0.1		4.2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	5664.0		113.7		683.4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	74.0	1.3	0.1	0.1	4.2	0.6
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Råde Helsehus					E42.2	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
Ekstern konsulent	31.05.2023	Rev. dato		1		

Vedlegg D - CPTu-tolkning

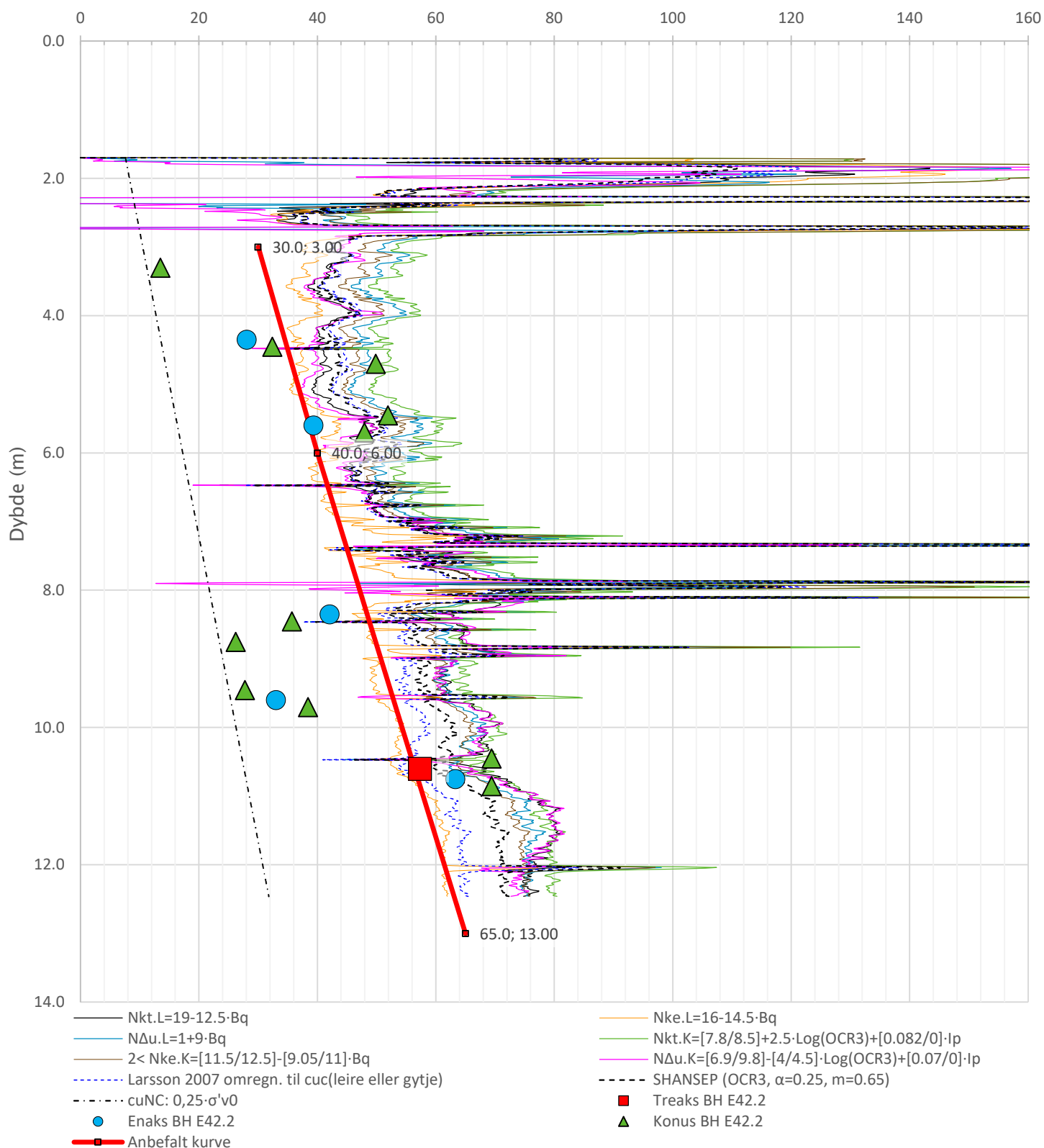
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH E42.2: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH E42.2: $c_{uuc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0.630 max:0.641)}$

Konus BH E42.2: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0.630 max:0.641)}$

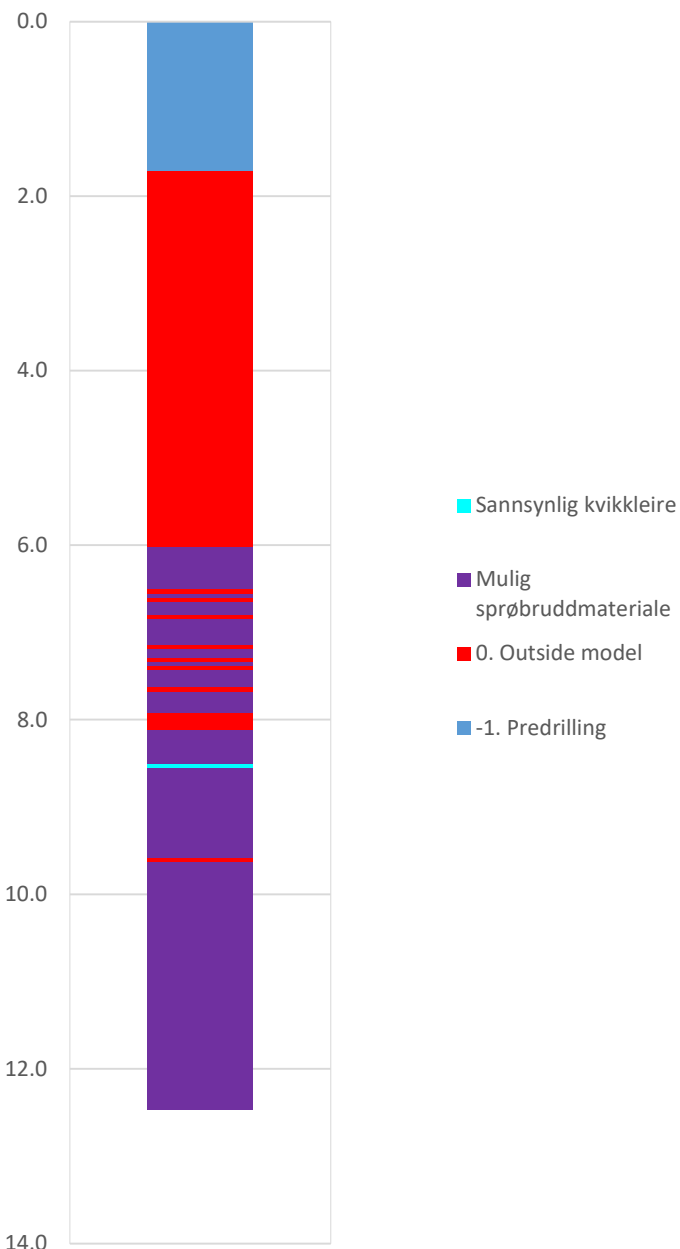
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



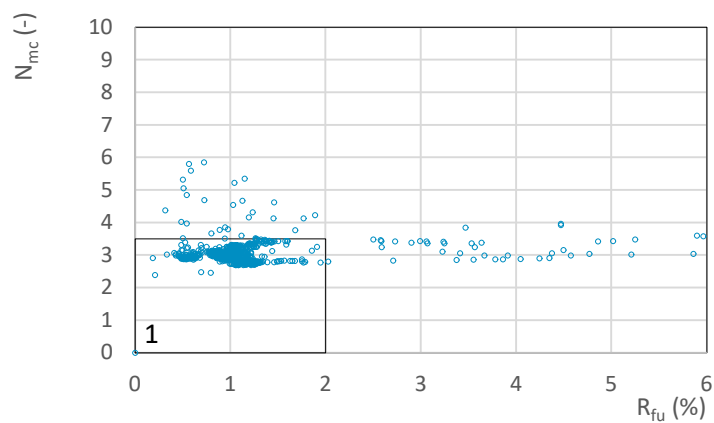
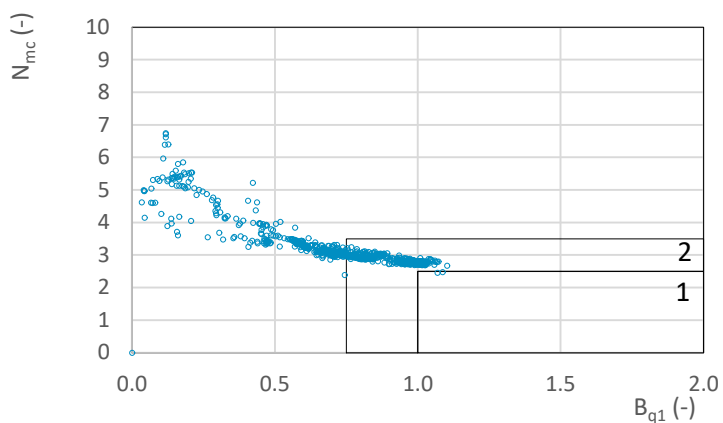
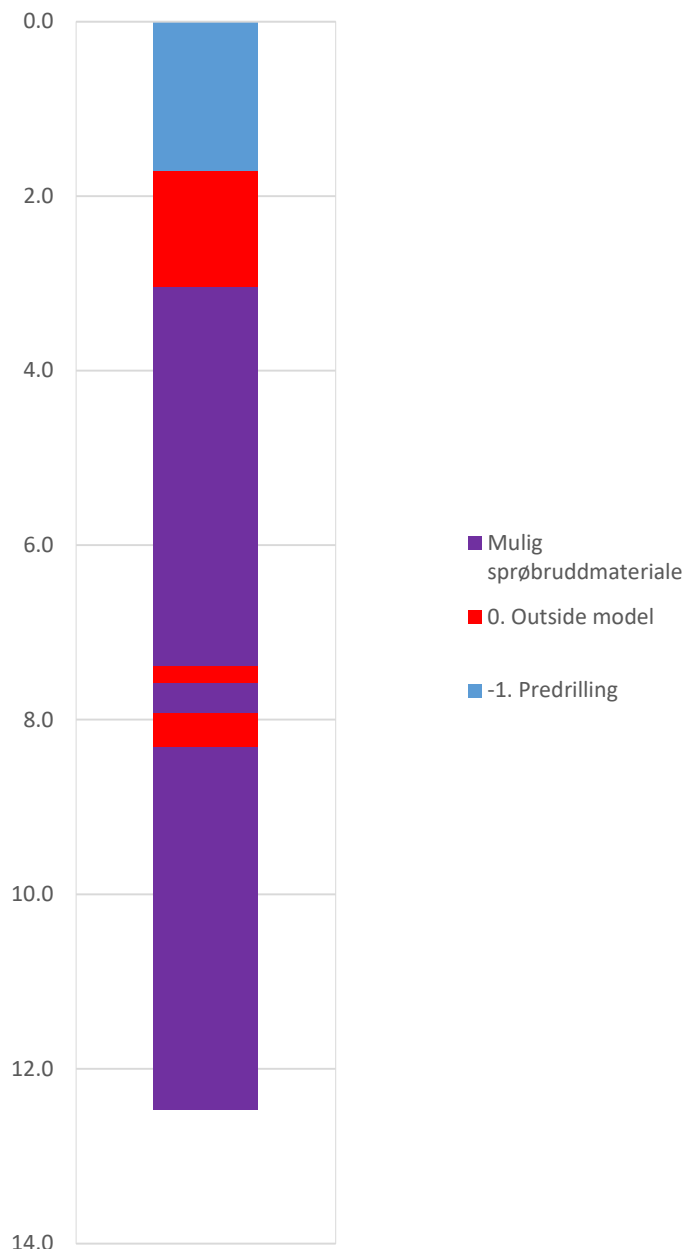
Prosjekt			Borhull	
Råde Helsehus			E42.2	
Innhold			Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	31.05.2023	Rev. dato	1
				5

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Råde Helsehus			Borhull E42.2	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 31.05.2023	Revisjon	Anvend.klasse 1
			Rev. dato	Figur 21

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder		kenneth	
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		20.6	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		14.7	
Dato sondering	07.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	48.0		0.0		4.9	
Avvik under sondering (kPa)	48.0		0.0		4.9	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	9216.0		61.4		779.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	48.0	0.5	0.0	0.0	4.9	0.6
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Testprosjekt					N04	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 07.06.2023	Revisjon Rev. dato		Figur	
					1	
					1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

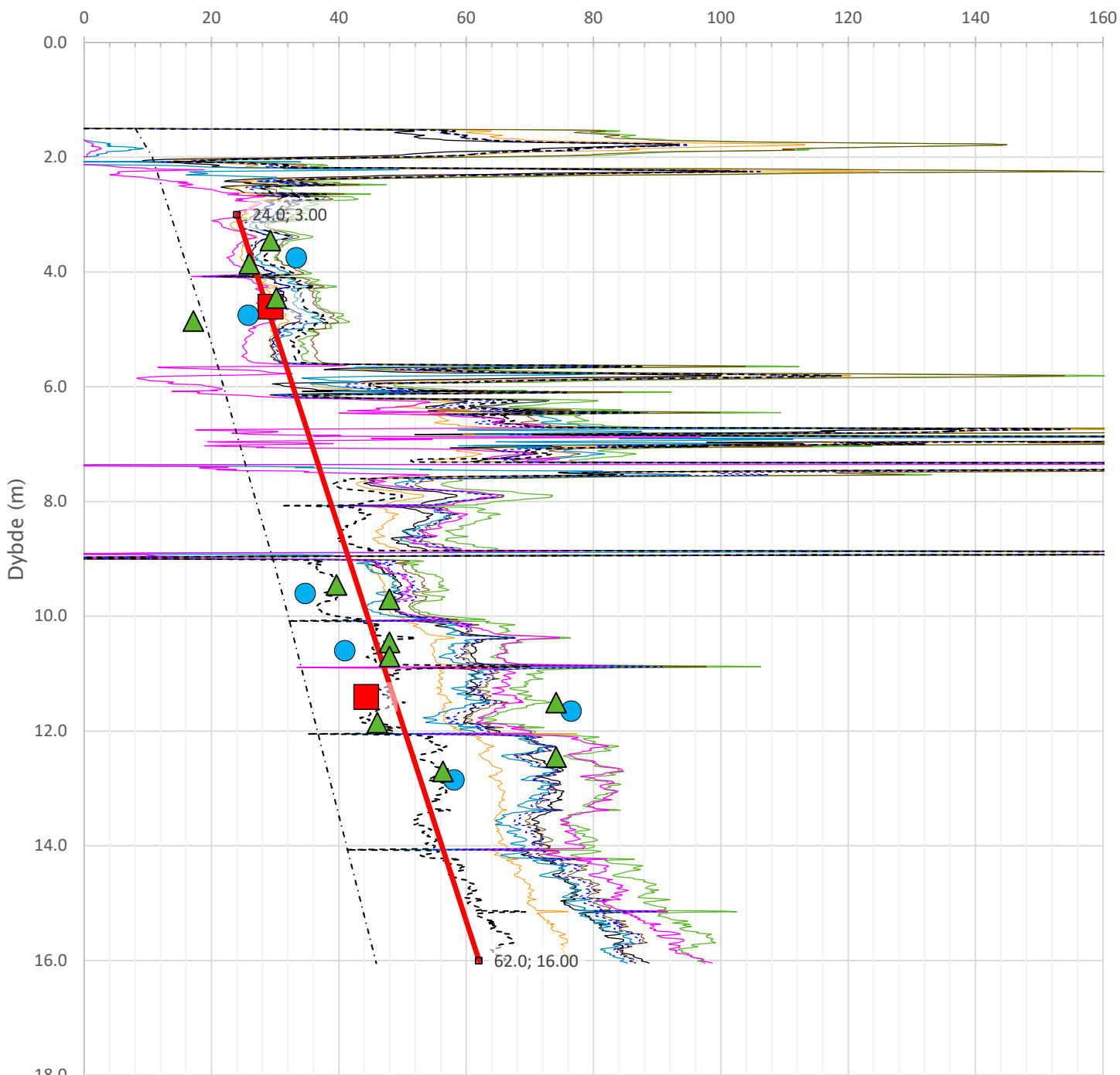
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH N04: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$


Enaks BH N04: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0.630 max:0.636)}$

Konus BH N04: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0.630 max:0.636)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

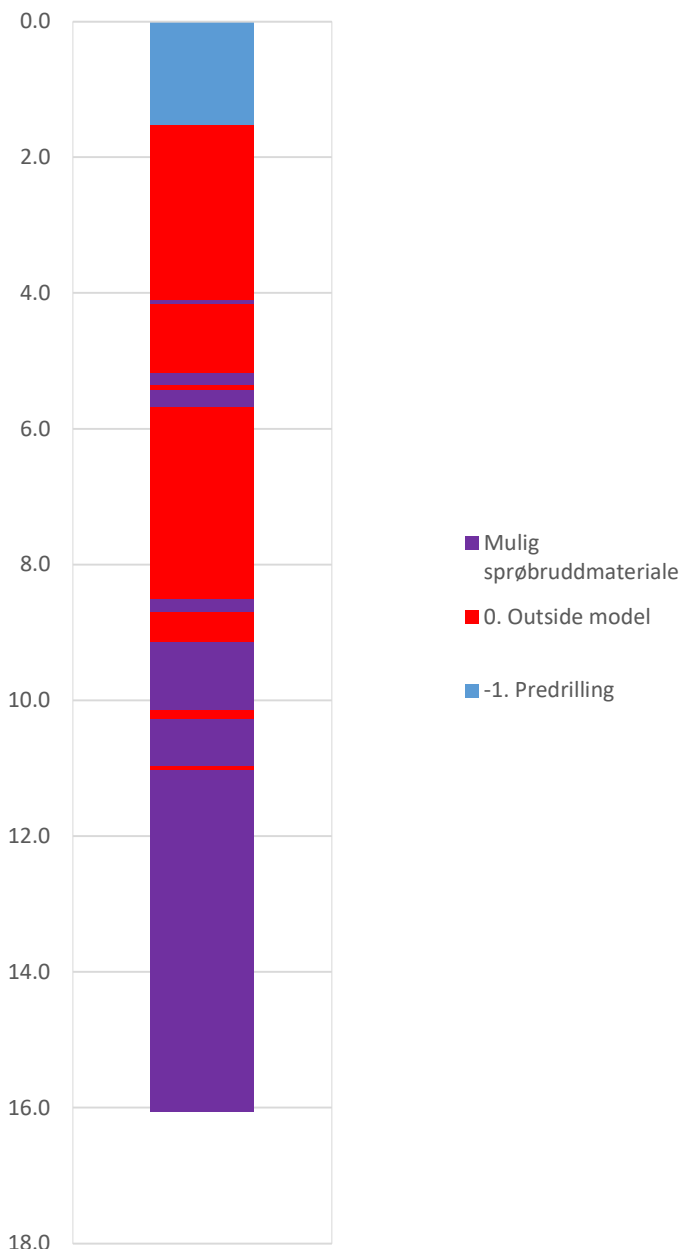


- Nkt.L=19-12.5-Bq
- Nke.L=16-14.5-Bq
- NΔu.L=1+9·Bq
- Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(OCR3)+[0.082/0]·Ip
- 2< Nke.K=[11.5/12.5]-[9.05/11]·Bq
- NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(OCR3)+[0.07/0]·Ip
- Larsson 2007 omregn. til c_{uc} (leire eller gytje)
- SHANSEP (OCR3, $\alpha=0.25$, $m=0.65$)
- c_{uNC} : 0,25· $\sigma'v0$
- Enaks BH N04
- Treaks BH N04
- ▲ Konus BH N04
- Anbefalt kurve

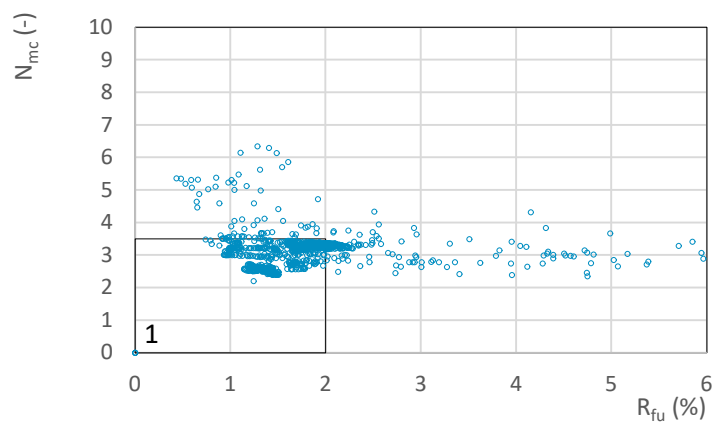
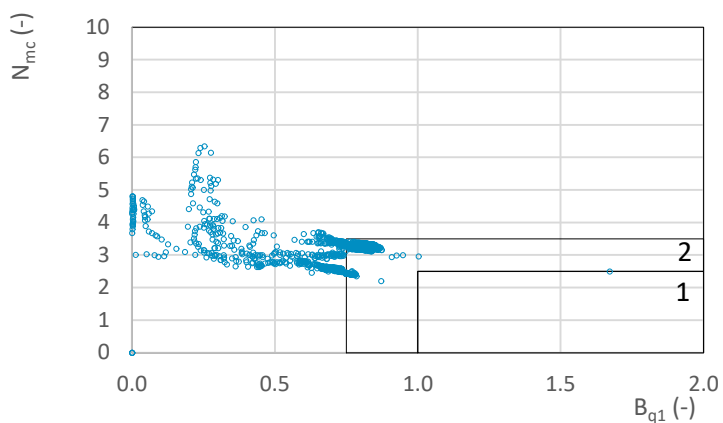
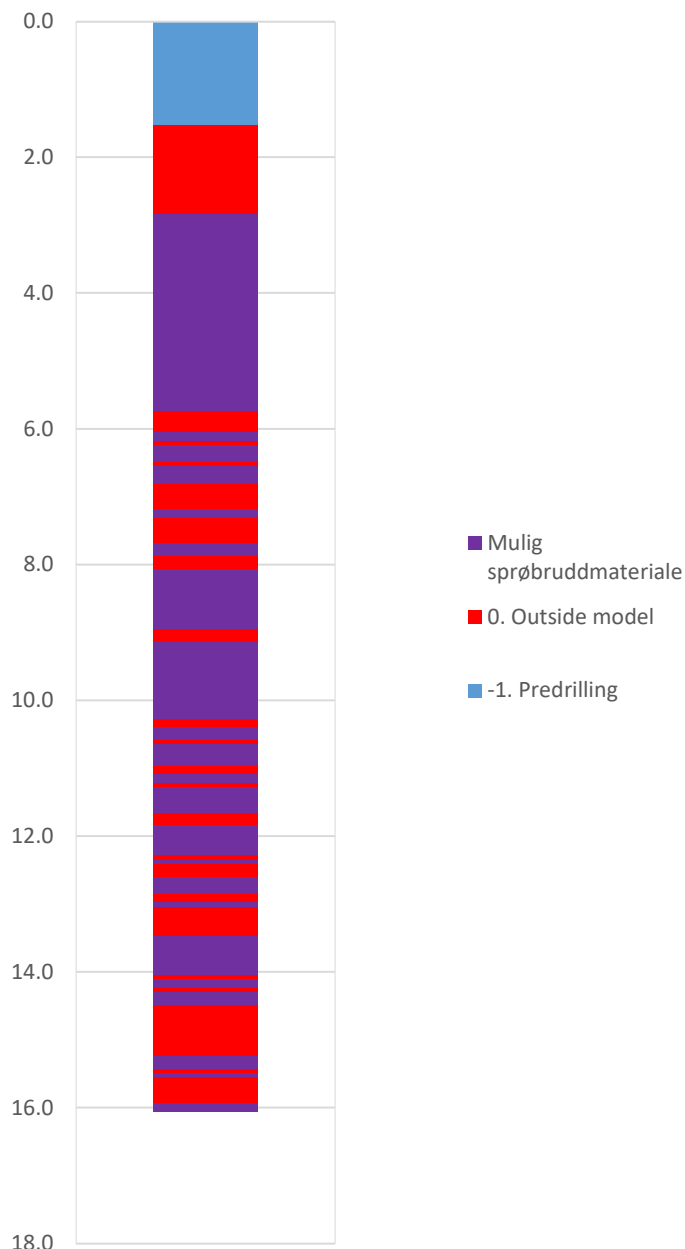
Prosjekt			Borhull	
Testprosjekt			N04	
Innhold			Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Utbygging	07.06.2023	Rev. dato	1
				5

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



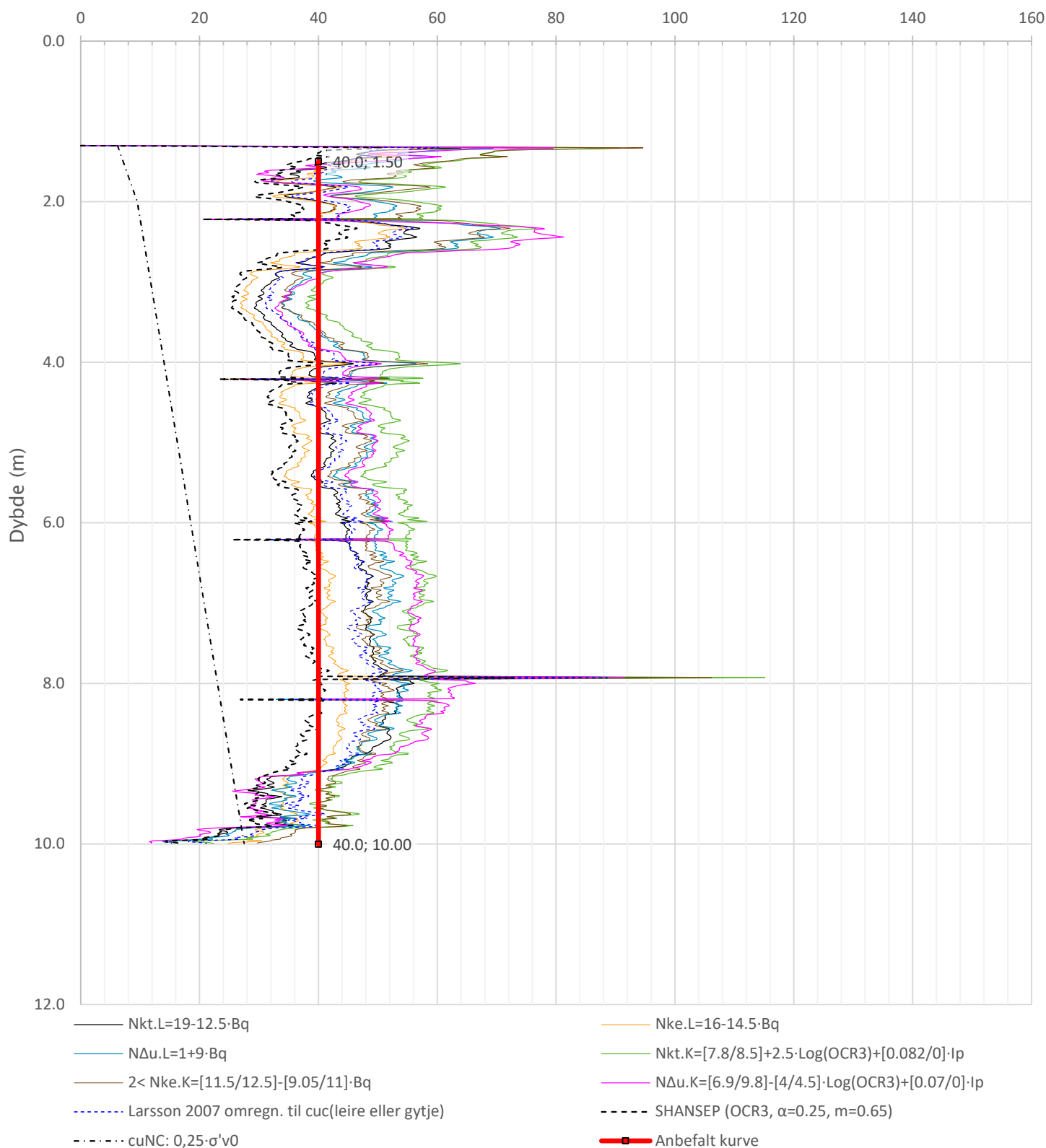
Prosjekt Testprosjekt			Borhull N04	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 07.06.2023	Revisjon	Anvend.klasse 1
			Rev. dato	Figur 21


Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder			
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		20	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		6.8	
Dato sondering	06.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	42.0		-0.1		11.5	
Avvik under sondering (kPa)	42.0		0.1		11.5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	1230.0		14.8		482.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	42.0	3.4	0.1	0.7	11.5	2.4
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	2	2
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	2					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Testprosjekt					N07	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon Rev. dato		Figur	
					2	
					1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

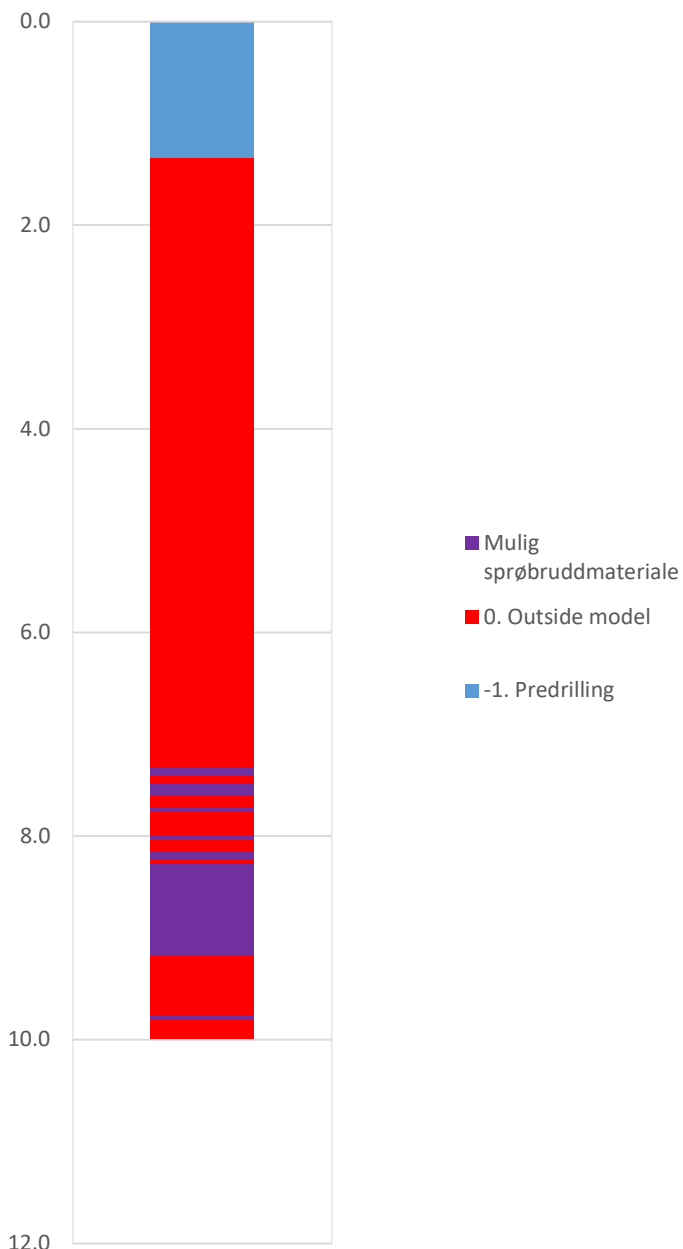
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



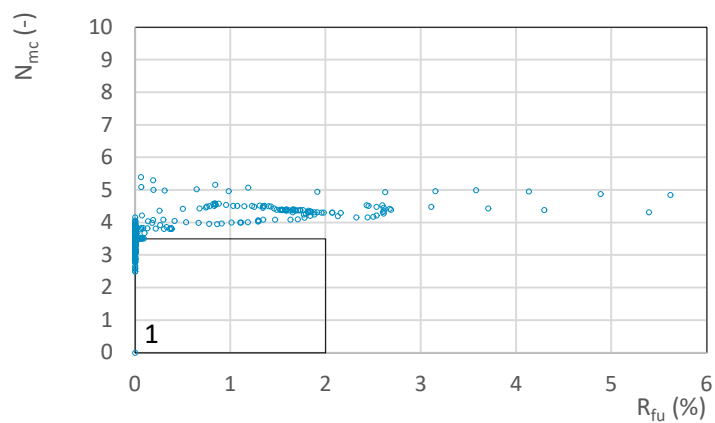
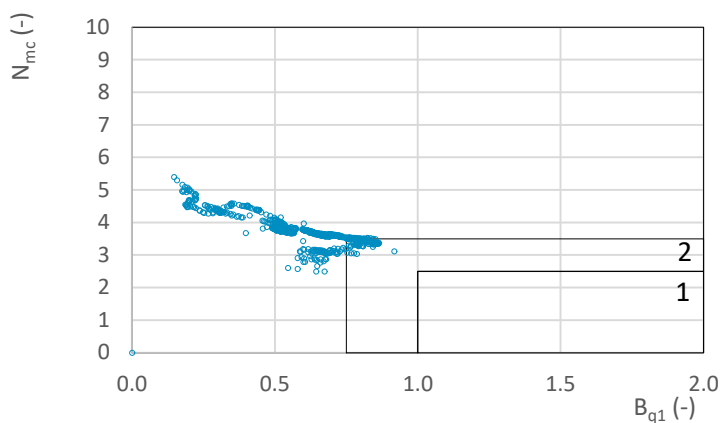
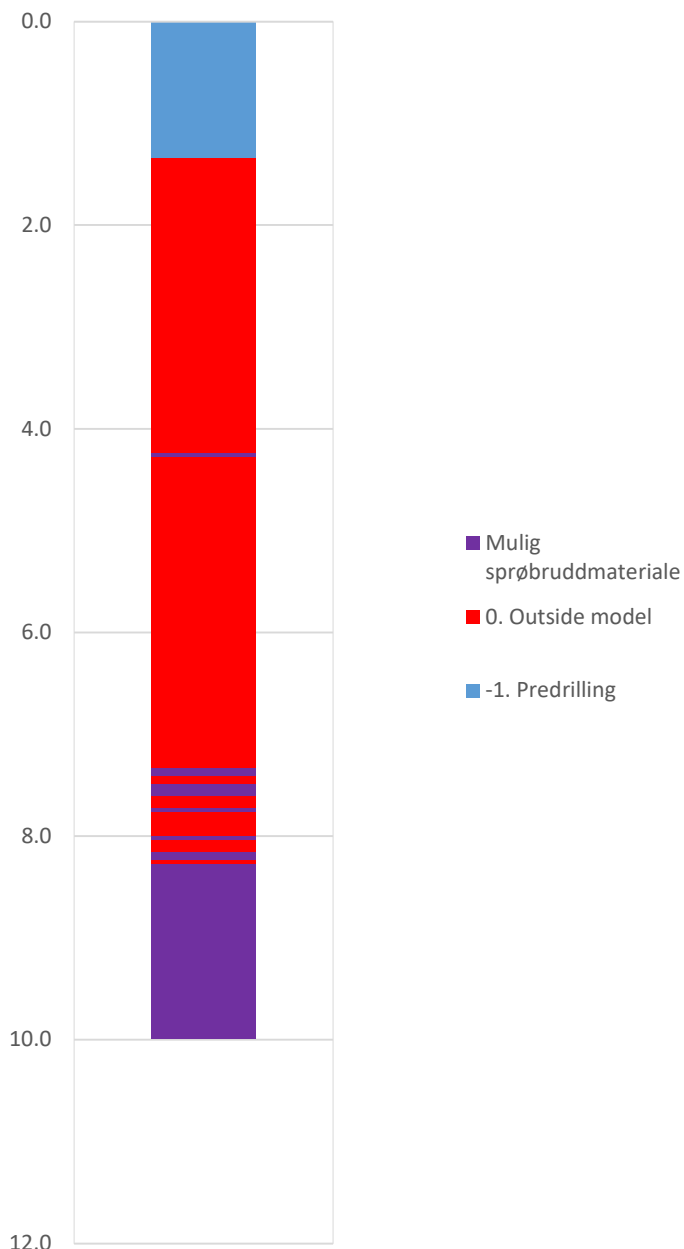
Prosjekt Testprosjekt			Borhull N07	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 2
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 5

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Testprosjekt			Borhull N07	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondenummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon	Anvend.klasse 2
		Rev. dato	Figur 21	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder		kenneth	
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		21.1	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		5.7	
Dato sondering	06.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	-90.0		-0.1		11.8	
Avvik under sondering (kPa)	90.0		0.1		11.8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	15066.0		64.9		480.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	90.0	0.6	0.1	0.2	11.8	2.5
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	2	2
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	2					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Testprosjekt					N10-2	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse 2	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

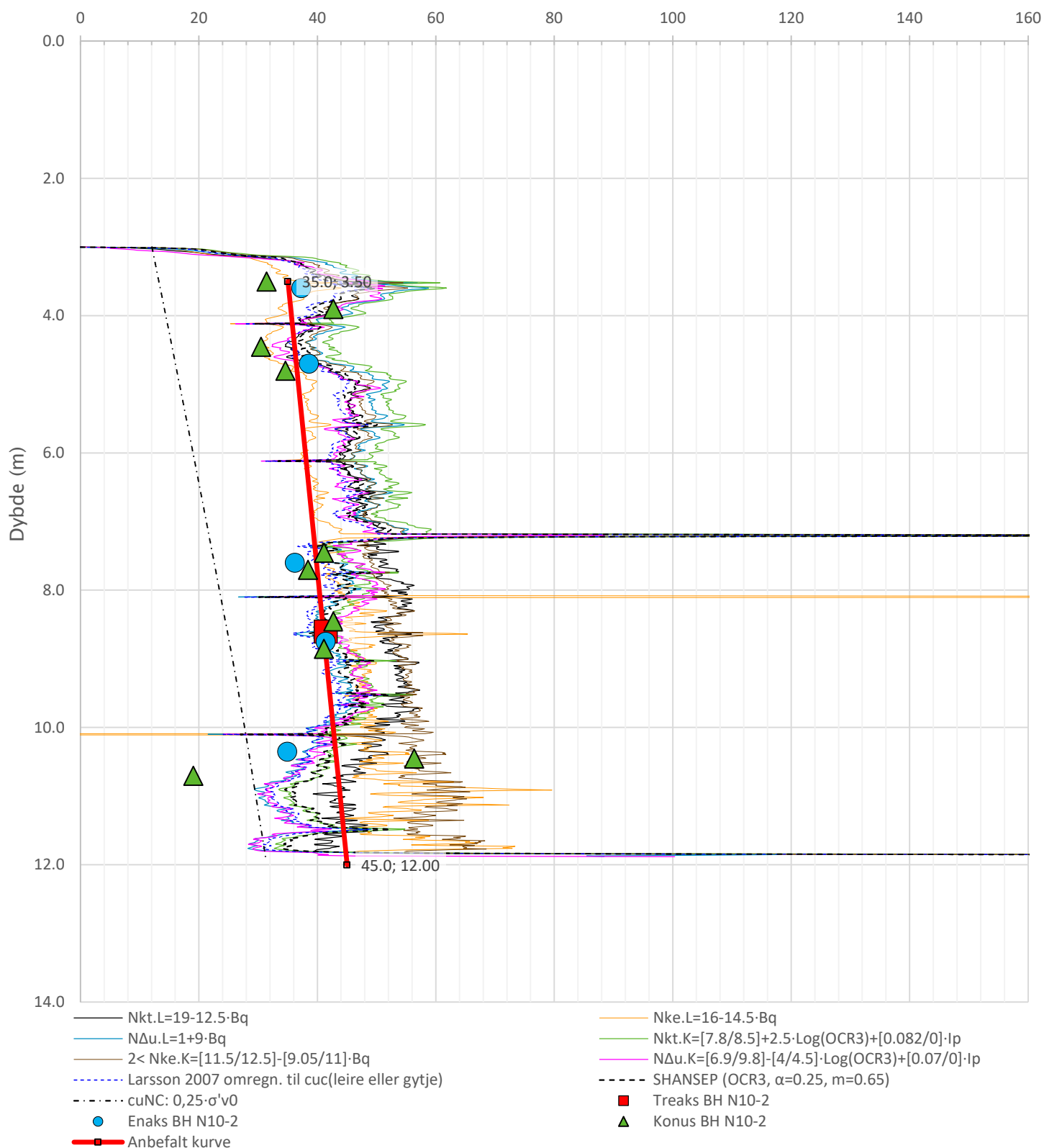
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH N10-2: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH N10-2: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH N10-2: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

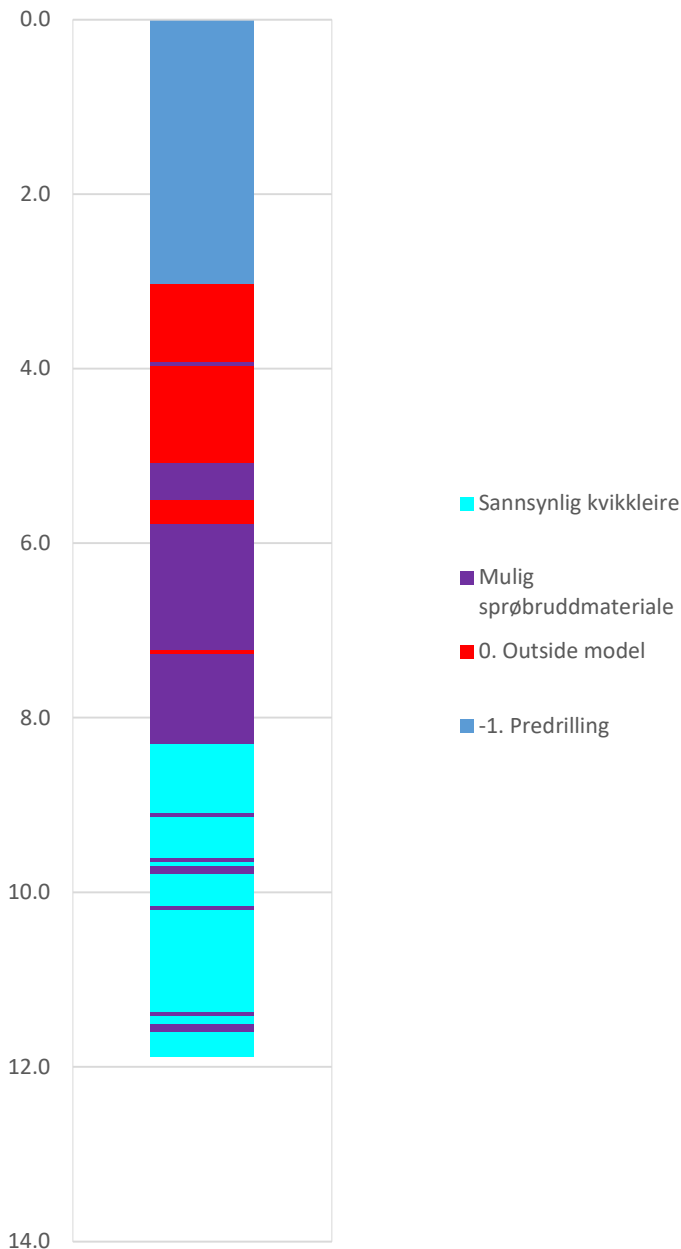
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



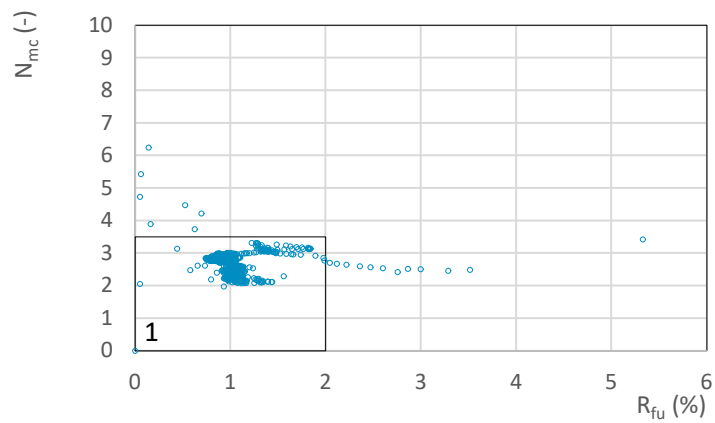
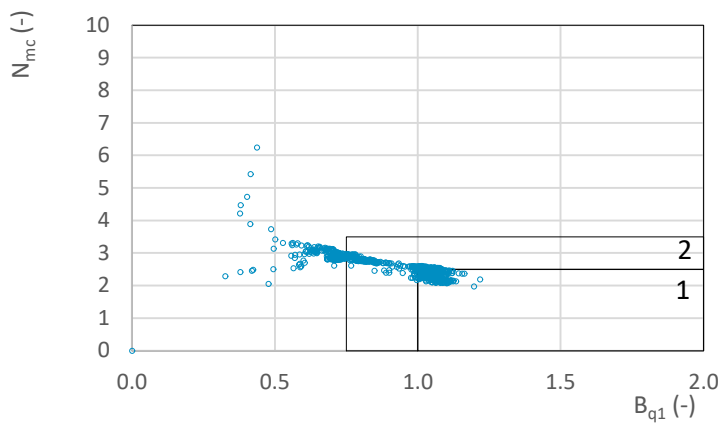
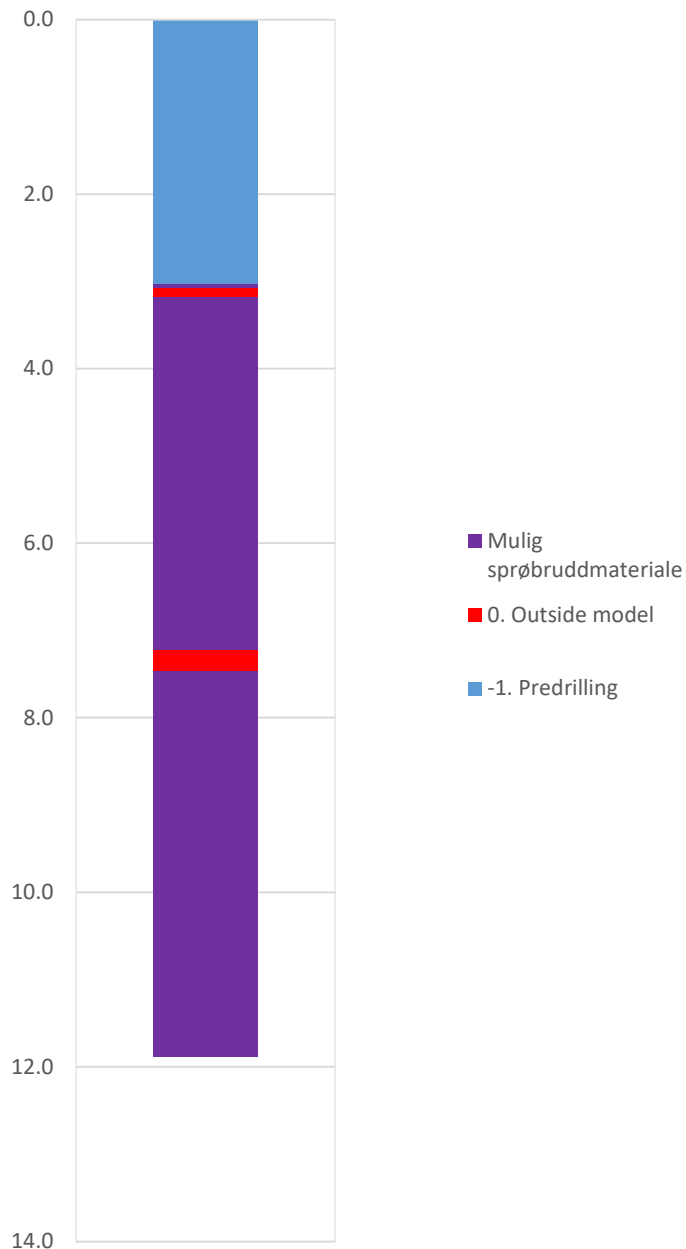
Prosjekt			Borhull	
Testprosjekt			N10-2	
Innhold			Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 2
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon	Figur 5
			Rev. dato	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Testprosjekt				Borhull N10-2
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondennummer 52203
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 2
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder		Kenneth	
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		17	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		9.5	
Dato sondering	06.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	36.0		-0.3		0.1	
Avvik under sondering (kPa)	36.0		0.3		0.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	4017.0		34.0		635.2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	36.0	0.9	0.3	0.9	0.1	0.0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Testprosjekt					N17	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	Divisjon Utbygging		Dato sondering 06.06.2023		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

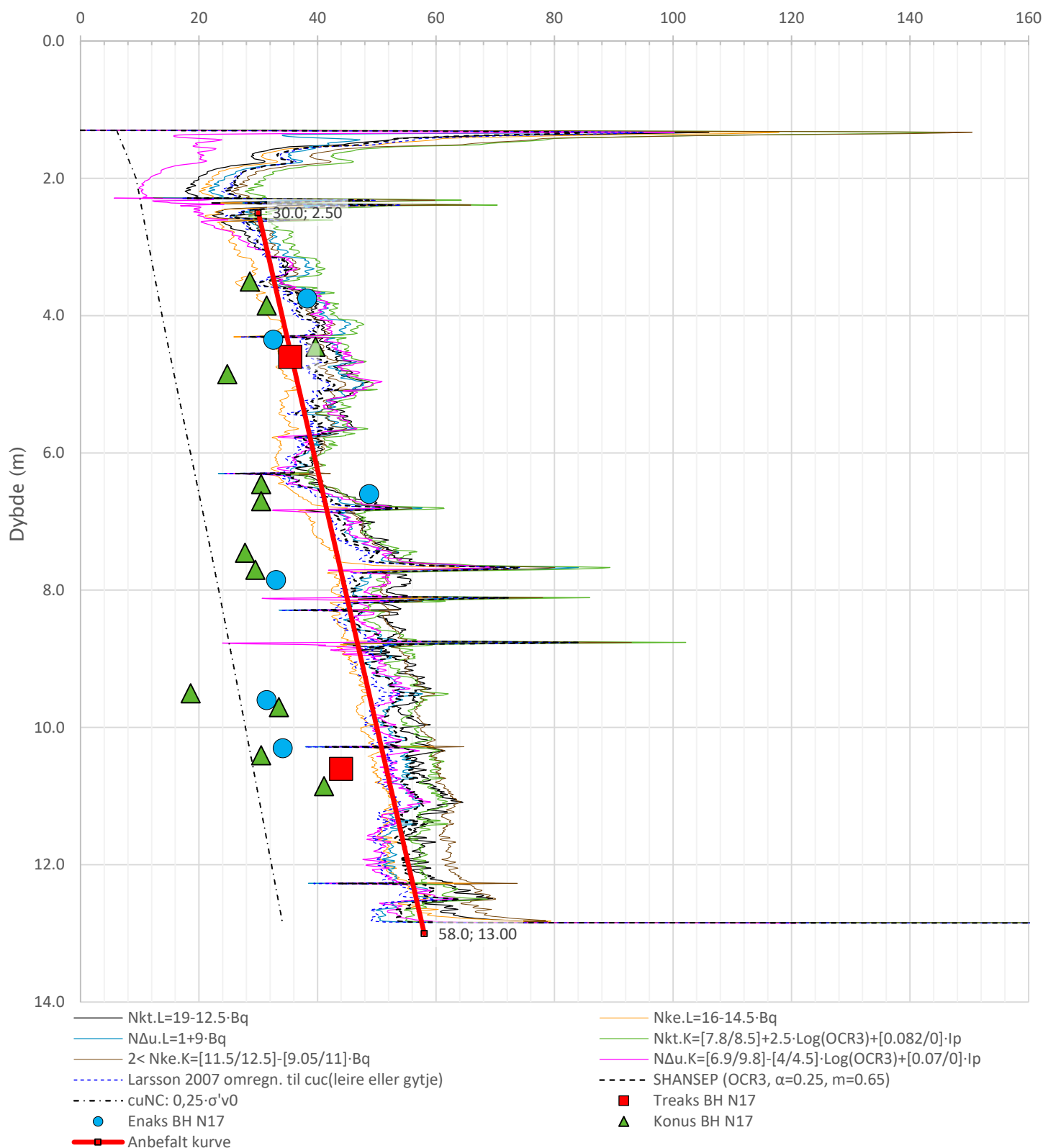
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH N17: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH N17: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH N17: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

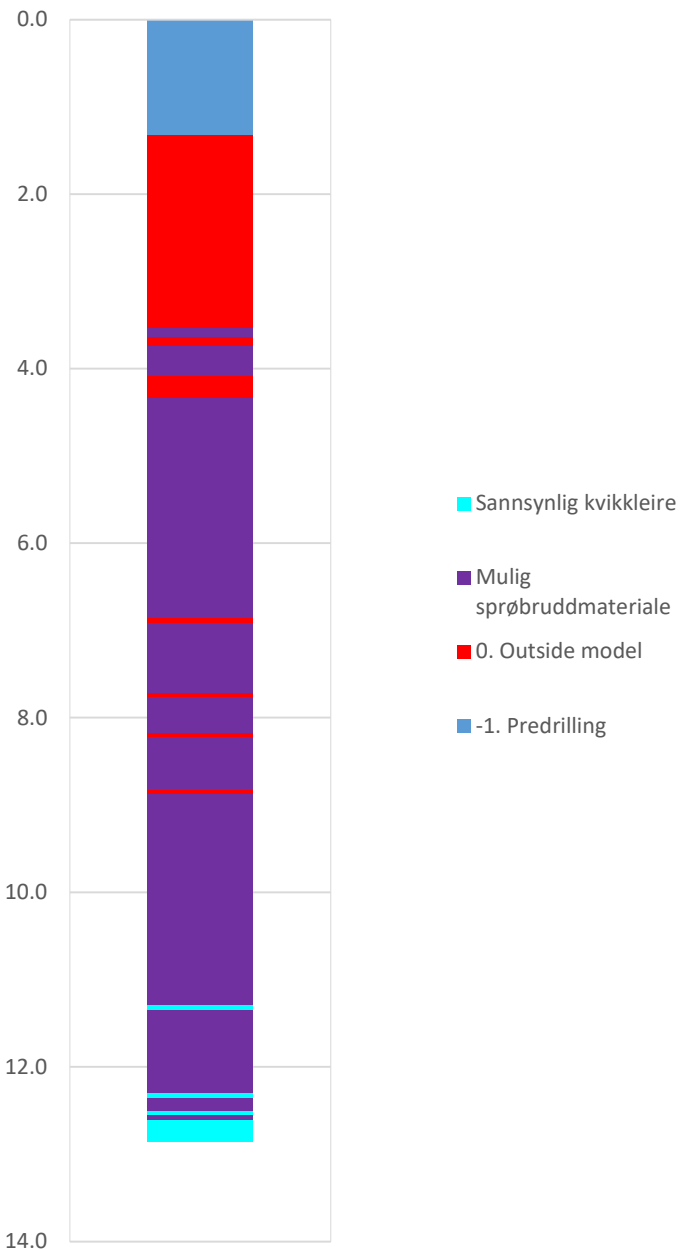
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



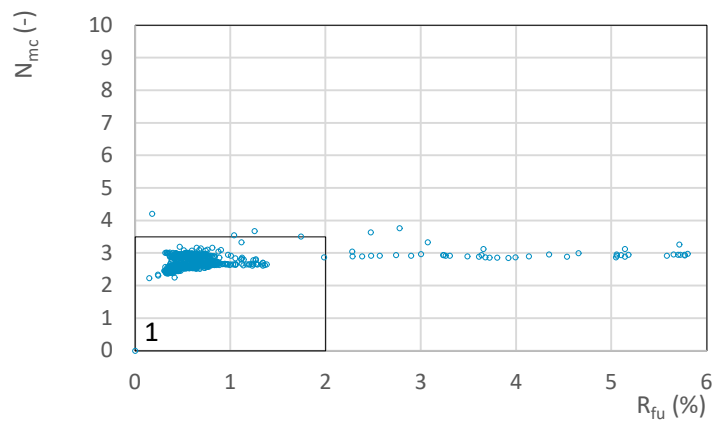
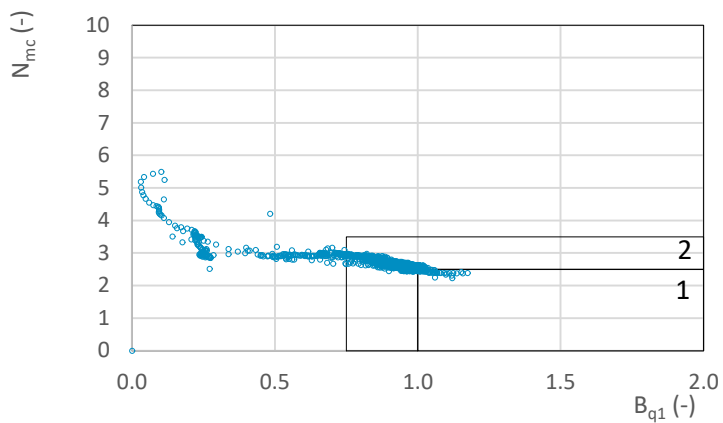
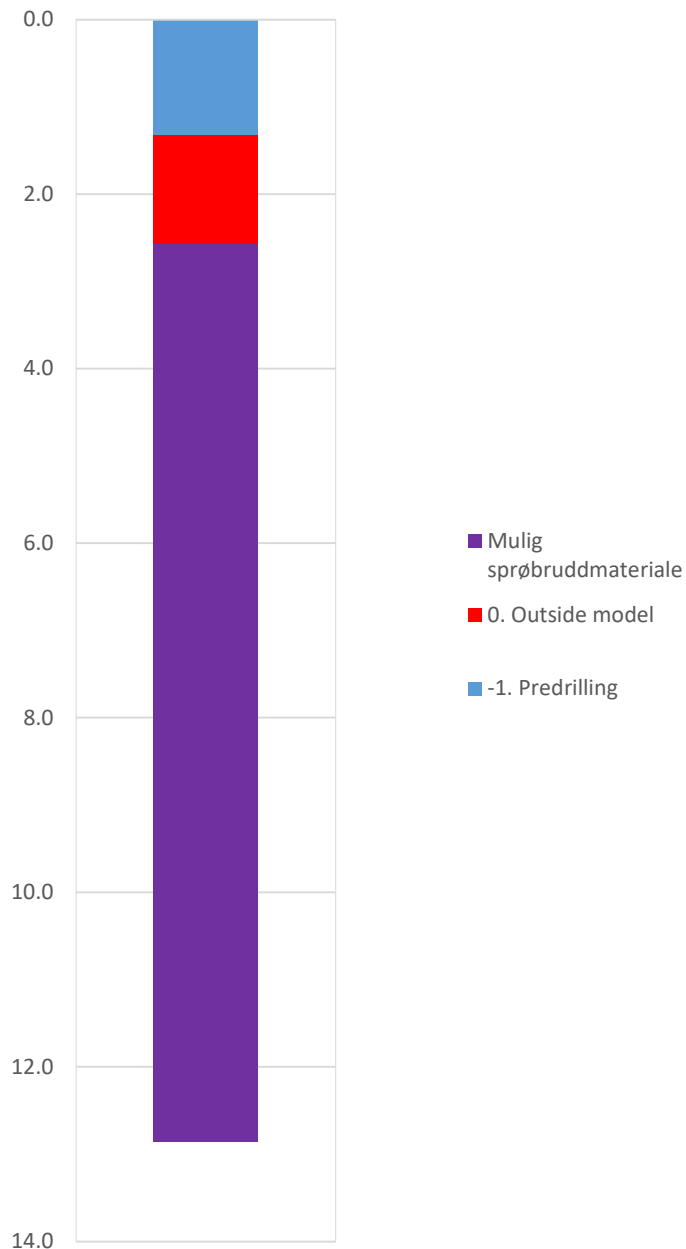
Prosjekt Testprosjekt			Borhull N17	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon	Figur 5
			Rev. dato	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Testprosjekt			Borhull N17	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 06.06.2023	Revisjon	Anvend.klasse 1
		Rev. dato	Figur 21	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder		kenneth	
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		294.1	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		14.4	
Dato sondering	07.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	42.0		0.1		-4.0	
Avvik under sondering (kPa)	42.0		0.1		4.0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	16054.0		92.6		997.0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	42.0	0.3	0.1	0.1	4.0	0.4
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	Ikke OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Testprosjekt					N30	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 07.06.2023	Revisjon Rev. dato		Figur	
					1	
					1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

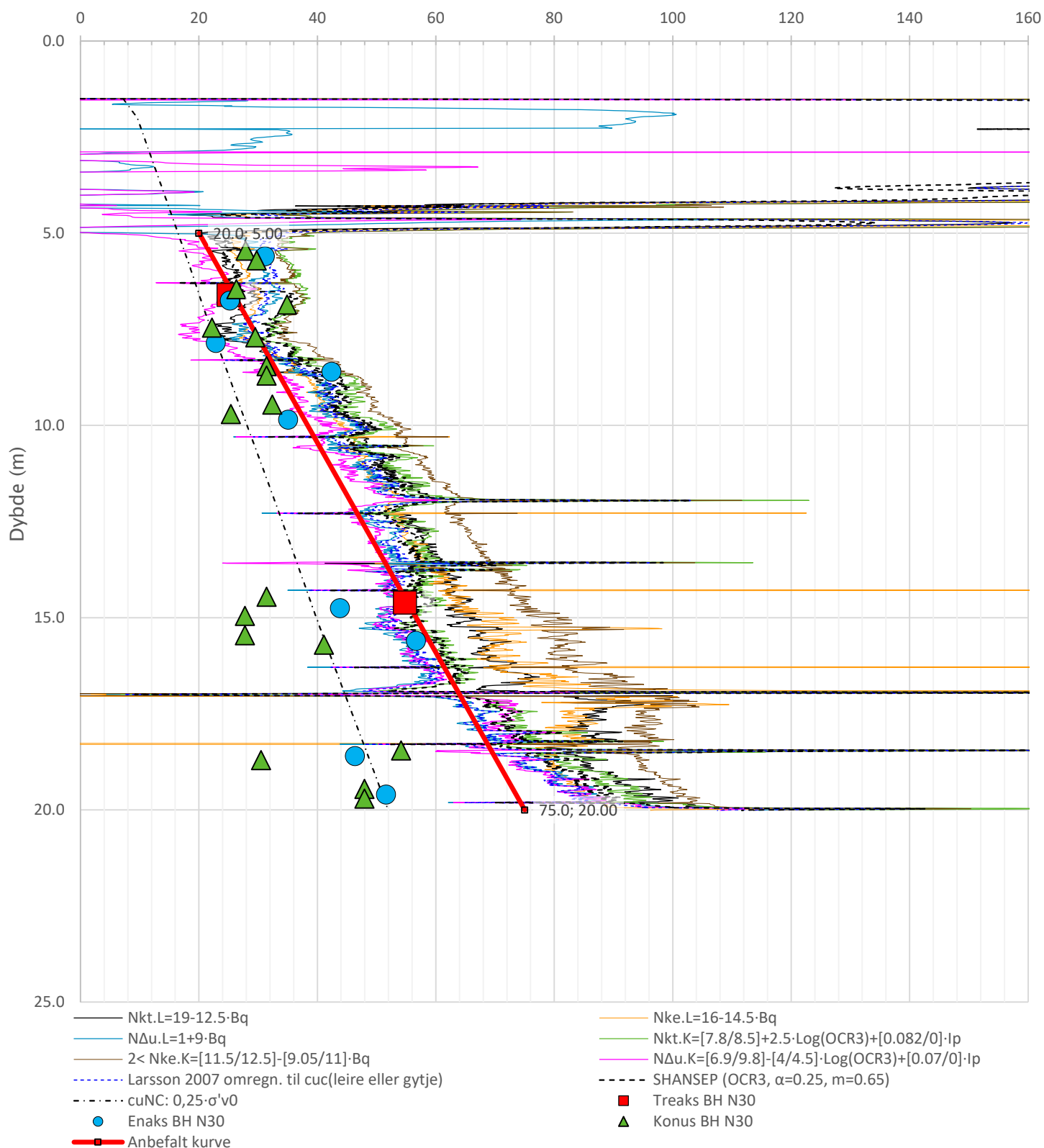
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH N30: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH N30: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0.630 max:0.645)}$

Konus BH N30: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0.630 max:0.645)}$

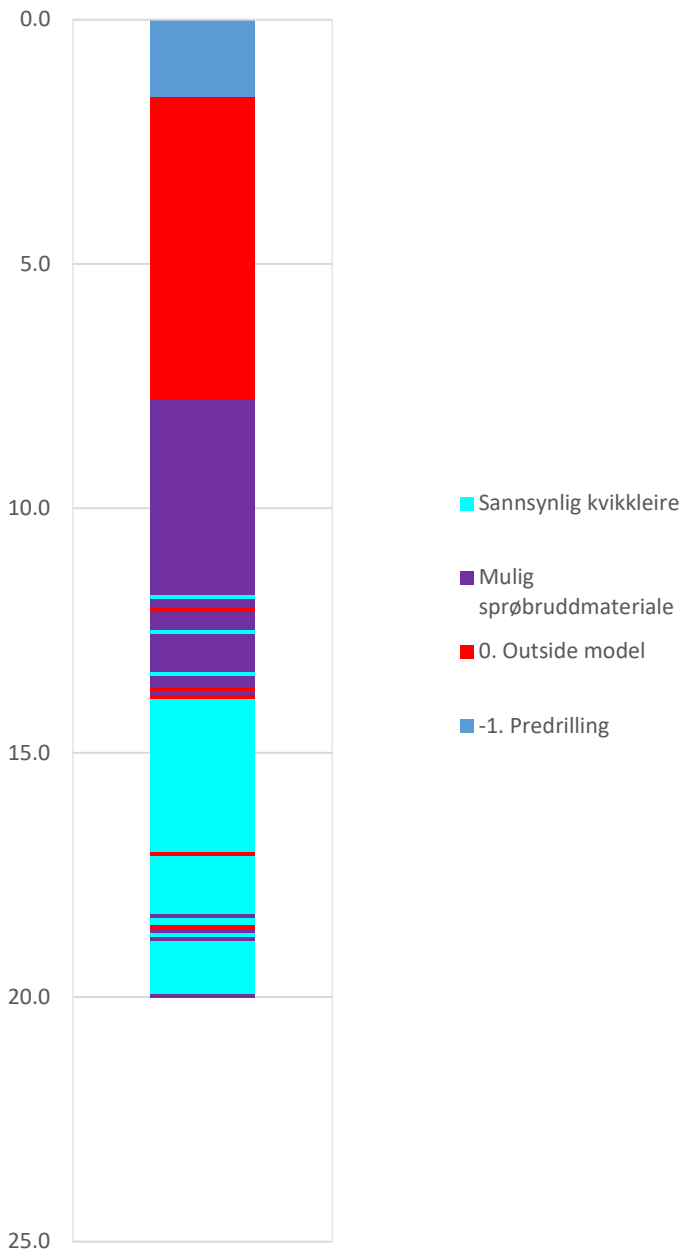
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



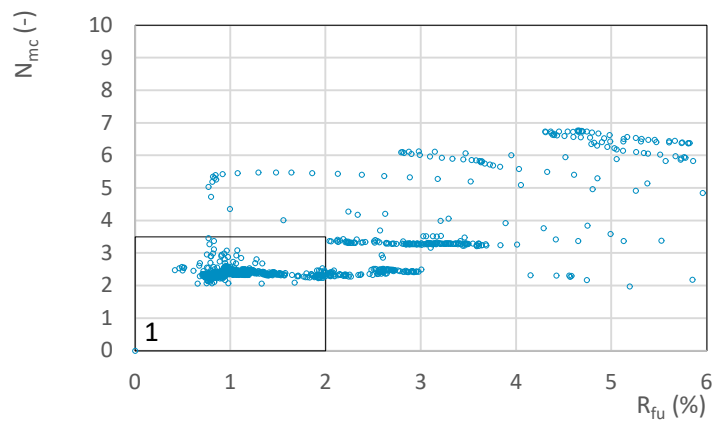
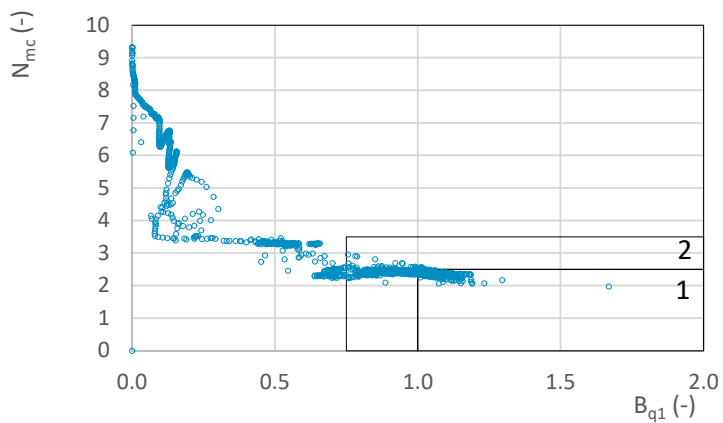
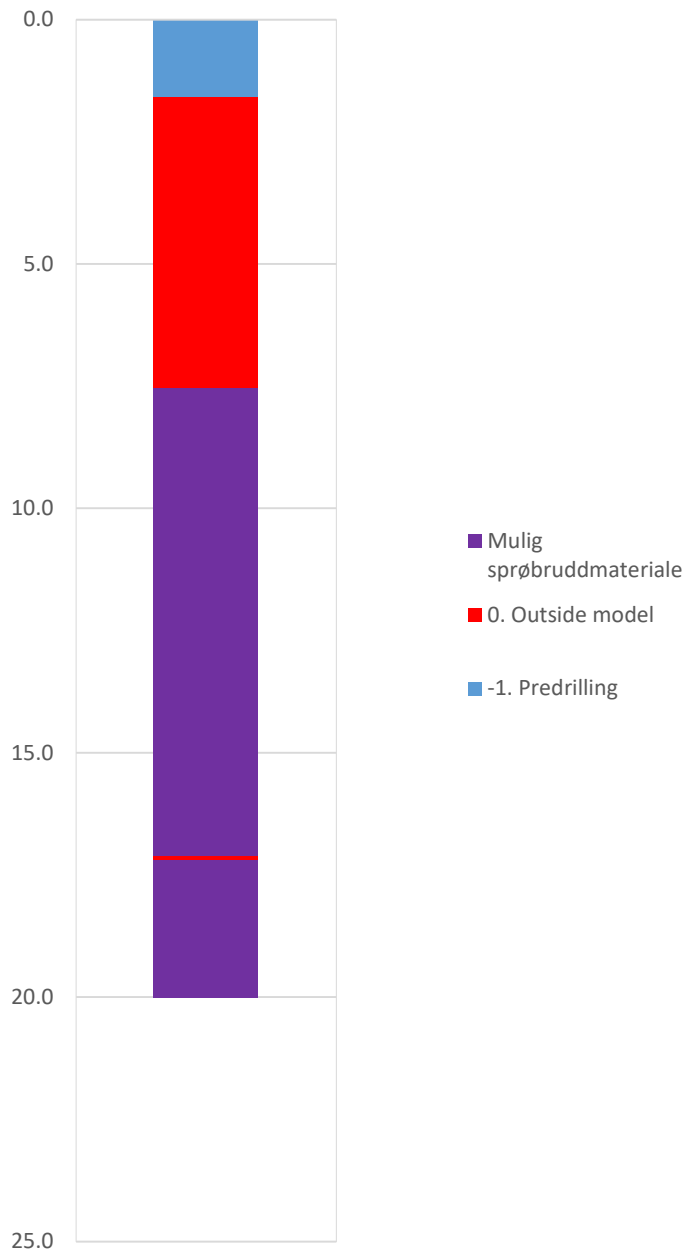
Prosjekt			Borhull	
Testprosjekt			N30	
Innhold			Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 07.06.2023	Revisjon Rev. dato	1
				Figur
				5

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



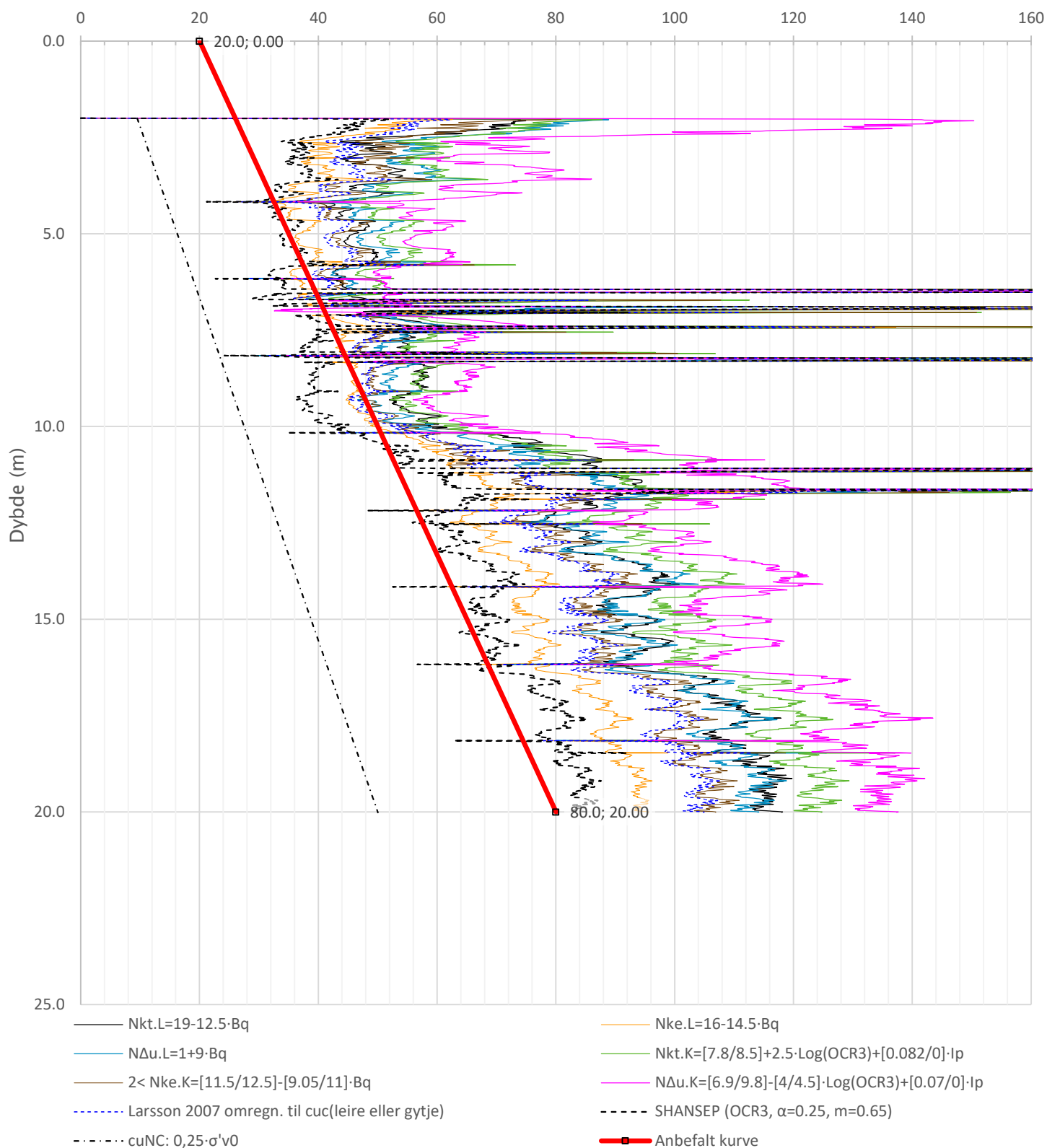
Prosjekt			Borhull	
Testprosjekt			N30	
Innhold			Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	
	Utbygging	07.06.2023	Rev. dato	
			Anvend.klasse	1
			Figur	21


Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder			
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		291.2	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		10.0	
Dato sondering	14.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	156.0		0.0		-2.6	
Avvik under sondering (kPa)	156.0		0.0		2.6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	5930.0		58.3		1032.8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	156.0	2.6	0.0	0.0	2.6	0.3
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	3	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	Ikke OK		
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Råde helsehus					N31	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
Ekstern konsulent	14.06.2023	Rev. dato		1		

Vedlegg D - CPTu-tolkning

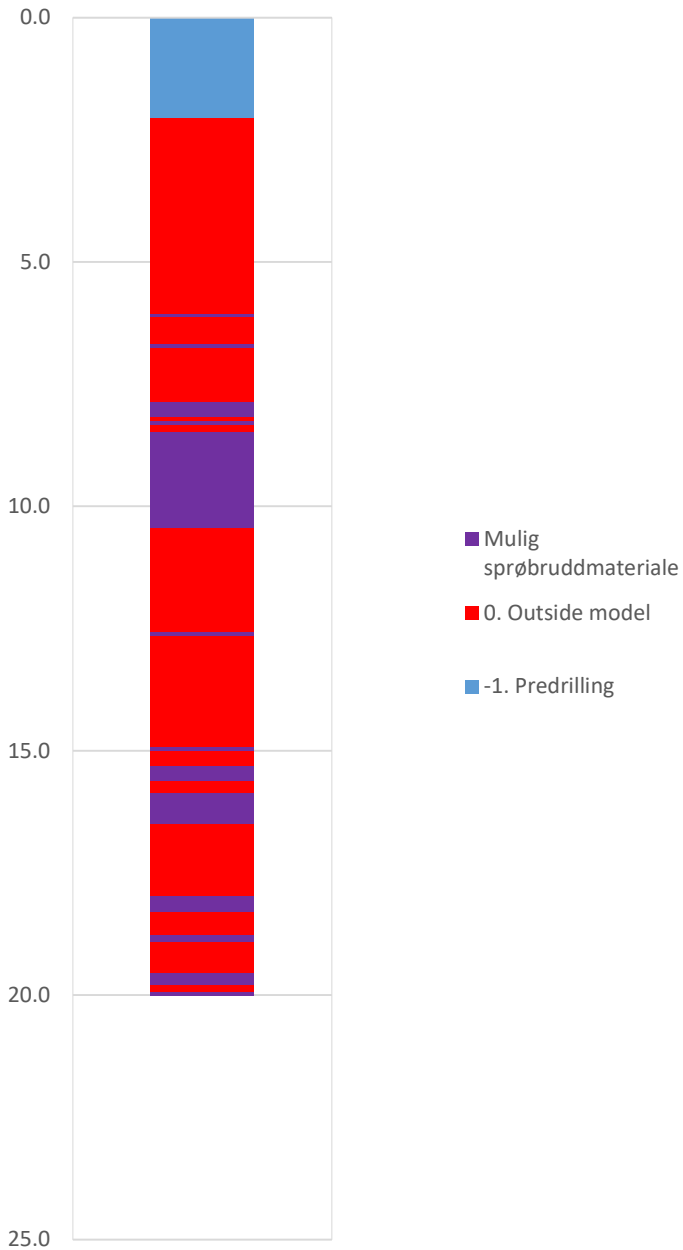
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



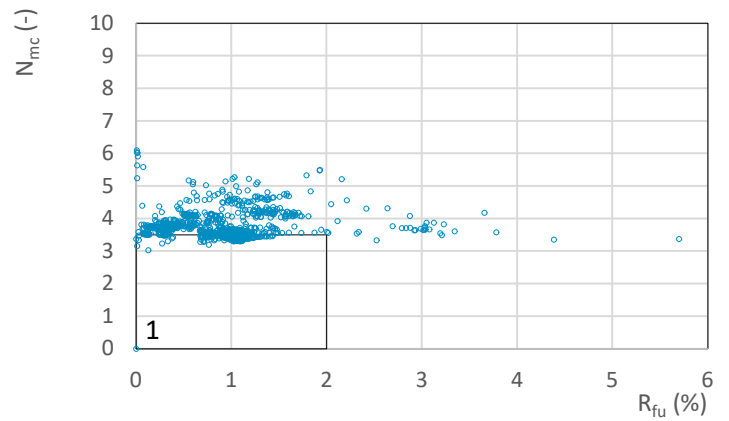
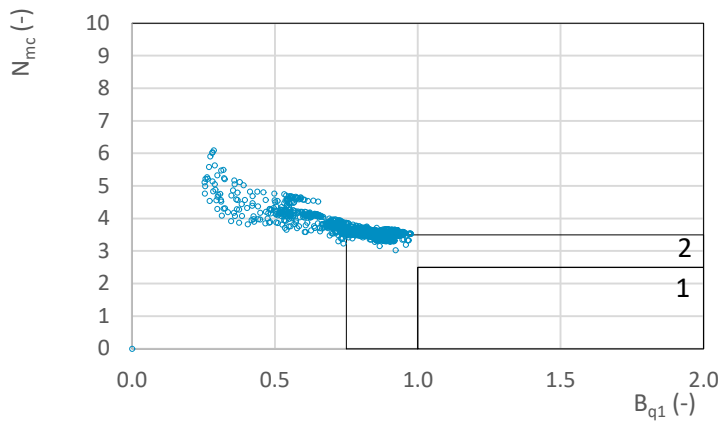
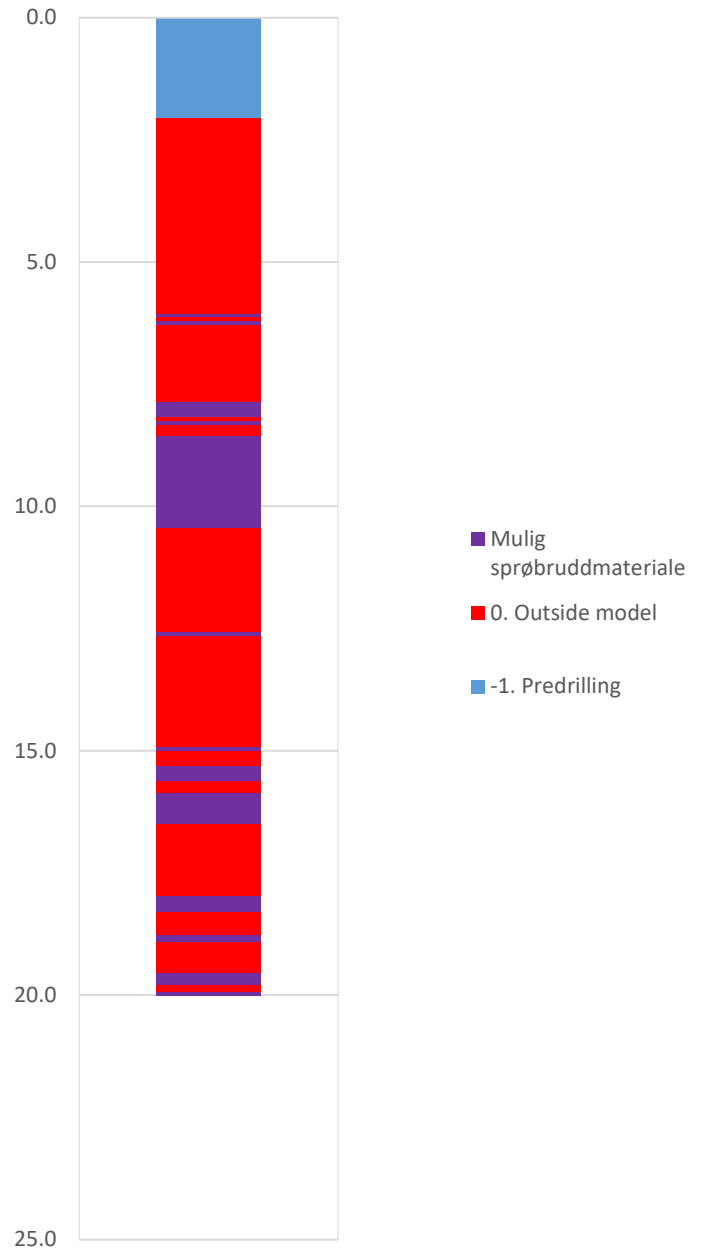
Prosjekt Råde helsehus			Borhull N31	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.06.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 5

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Råde helsehus			Borhull N31	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondenummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 14.06.2023	Revisjon	Anvend.klasse 1
			Rev. dato	Figur 21

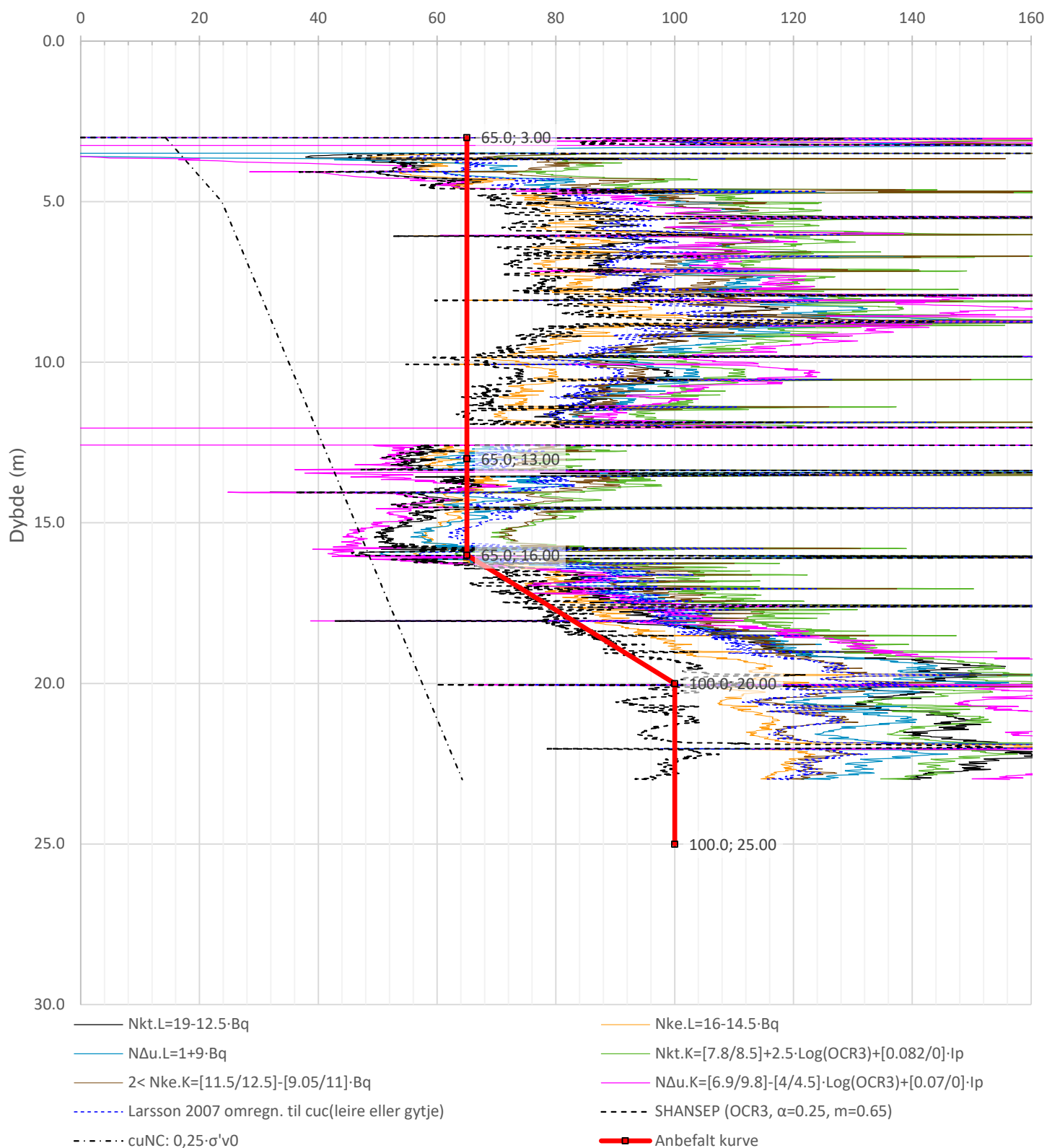
Vedlegg D - CPTu-tolkning


Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder			
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		24.7	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		48.5	
Dato sondering	14.06.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	90.0		-0.2		-1.1	
Avvik under sondering (kPa)	90.0		0.2		1.1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	29547.0		216.2		1346.4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	90.0	0.3	0.2	0.1	1.1	0.1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		Ikke OK	
Temperatur						
OK						
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Testprosjekt					N33	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	Divisjon Utbygging		Dato sondering 14.06.2023		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse	
					1	
					Figur	
					1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Anisotropiforhold i figur:
Konus BH N33: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

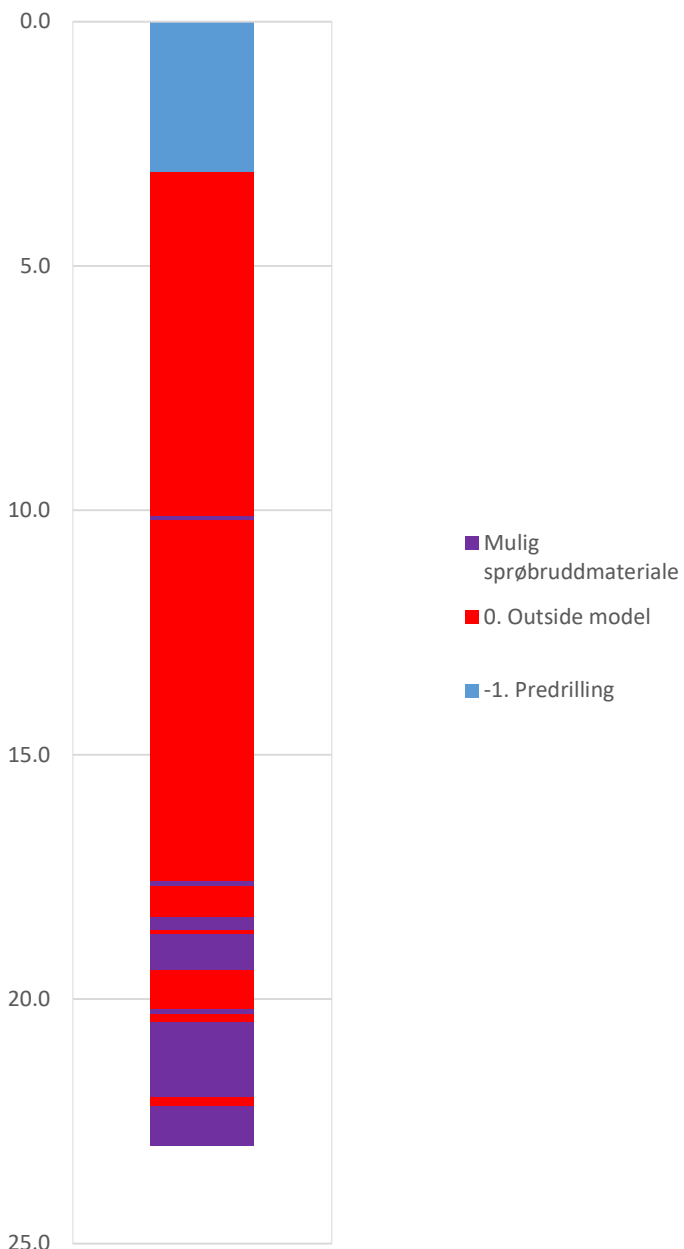
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



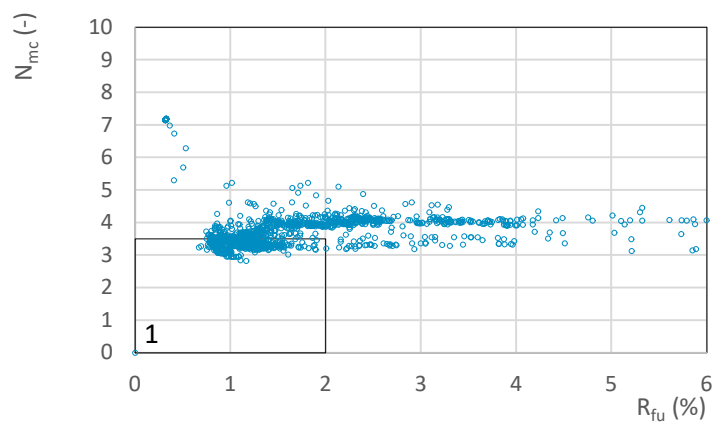
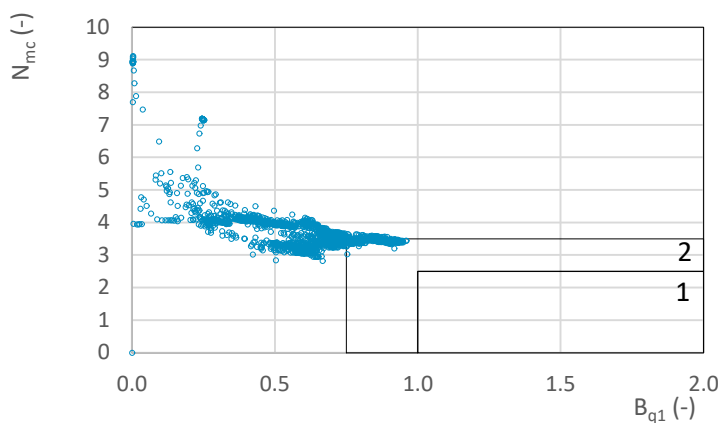
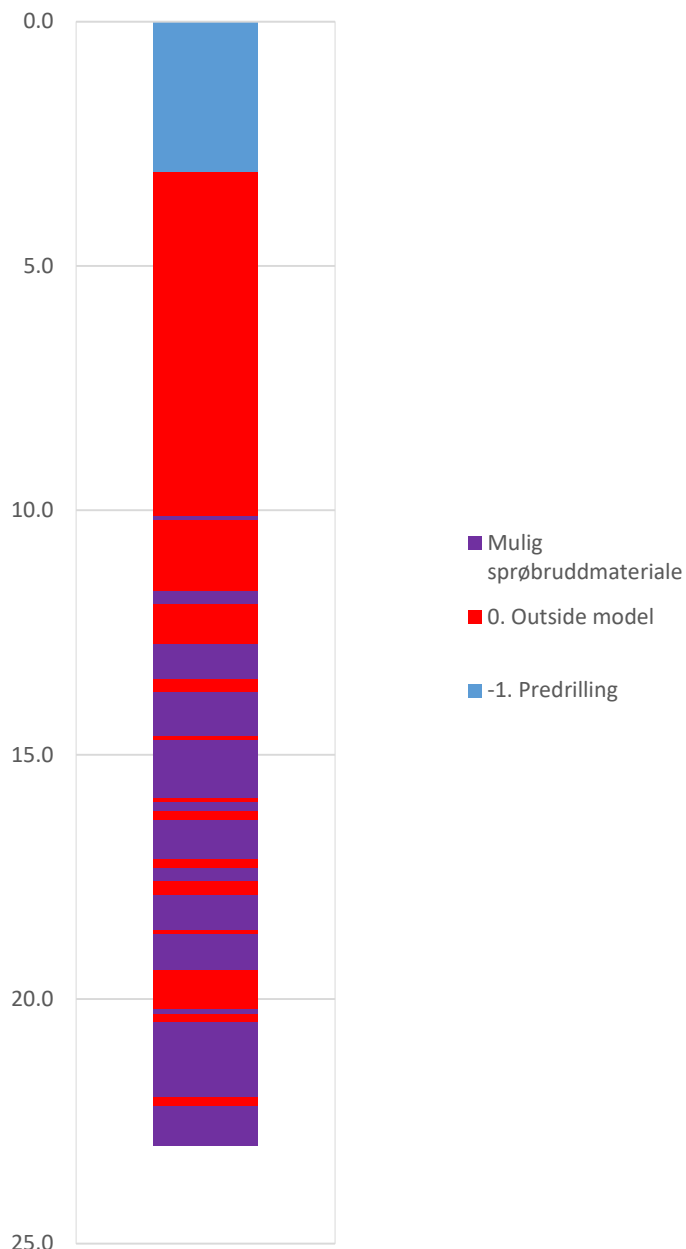
Prosjekt Testprosjekt			Borhull N33	
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondennummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 14.06.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 5

Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)




NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt			Borhull	
Testprosjekt			N33	
Innhold			Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 14.06.2023	Revisjon	Anvend.klasse 1
		Rev. dato	Figur 21	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

Sonde og utførelse						
Sondennummer	52203		Boreleder		Kenneth	
Type sonde	memo		Temperaturendring (°C)		21.7	
Kalibreringsdato	25.05.2022		Maks helning (°)		6.8	
Dato sondering	30.05.2023		Maks avstand målinger (m)		0.01	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		2	
Måleområde (MPa)	50		1		2	
Skaleringsfaktor	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		-		-	
Arealforhold	0.7100		0.0080			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		-		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Registrert etter sondering (kPa)	6.0		-0.1		47.2	
Avvik under sondering (kPa)	6.0		0.1		47.2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	4423.0		107.5		901.7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	6.0	0.1	0.1	0.1	47.2	5.2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	3	OBS
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	3					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt					Borhull	
Råde Helsehus					N34	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					52203	
 Statens vegvesen	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Ekstern konsulent		30.05.2023		Rev. dato		Anvend.klasse 3
					Figur 1	

Vedlegg D - CPTu-tolkning

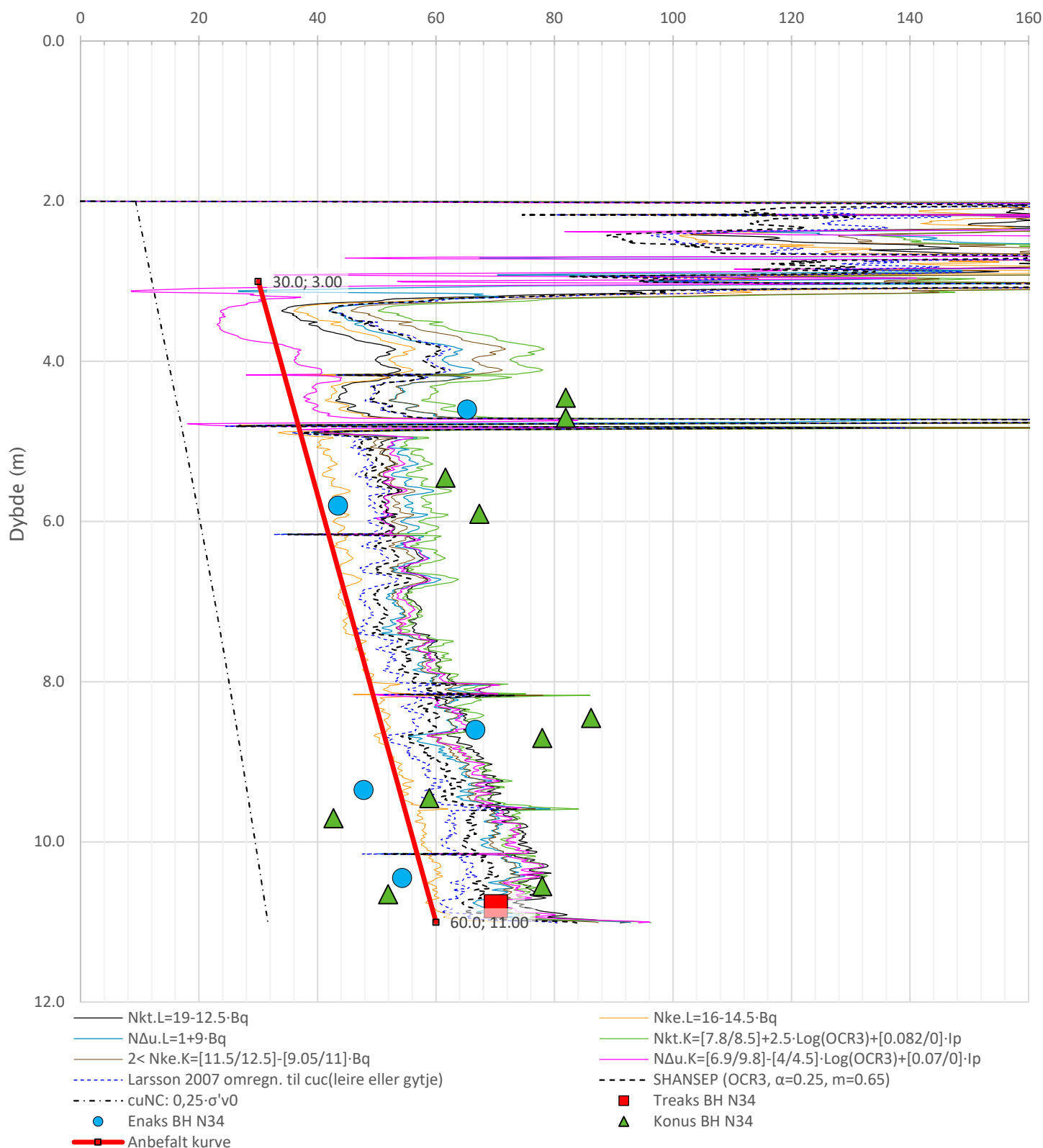
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH N34: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH N34: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH N34: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

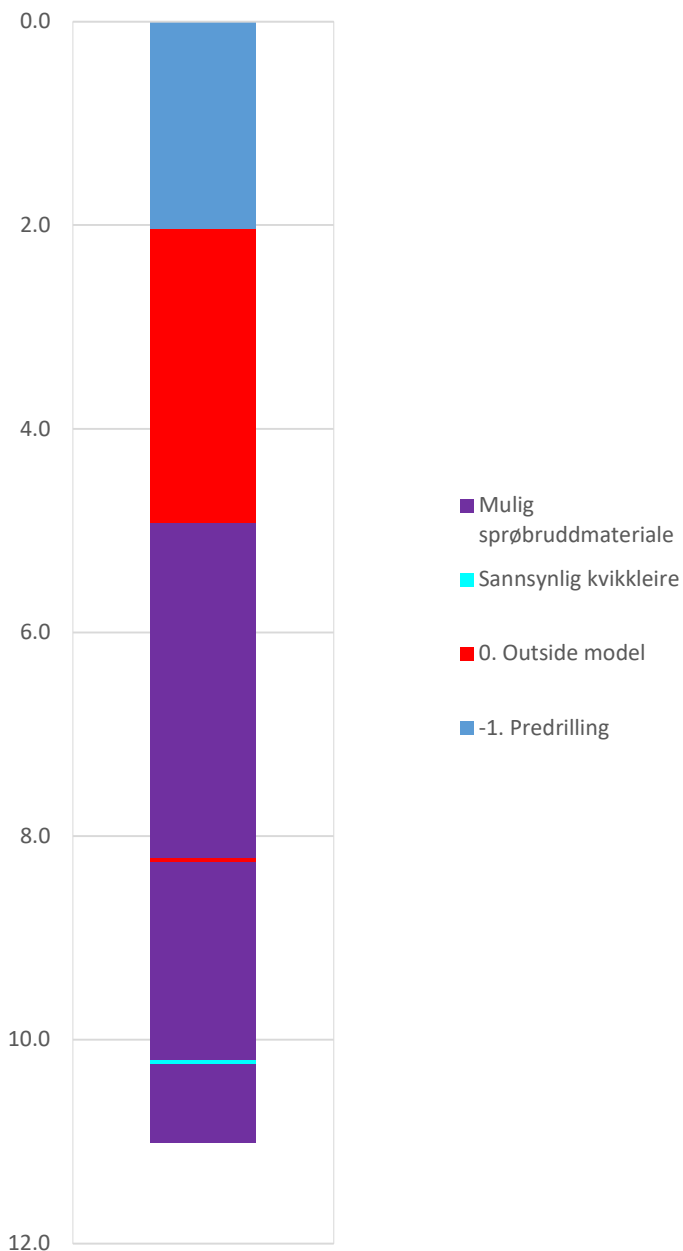
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



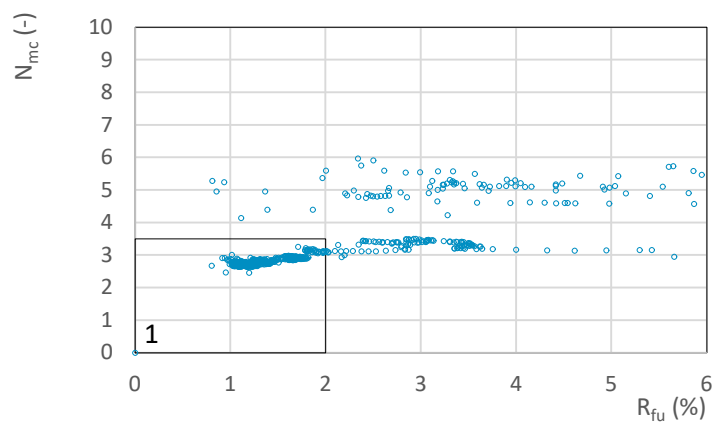
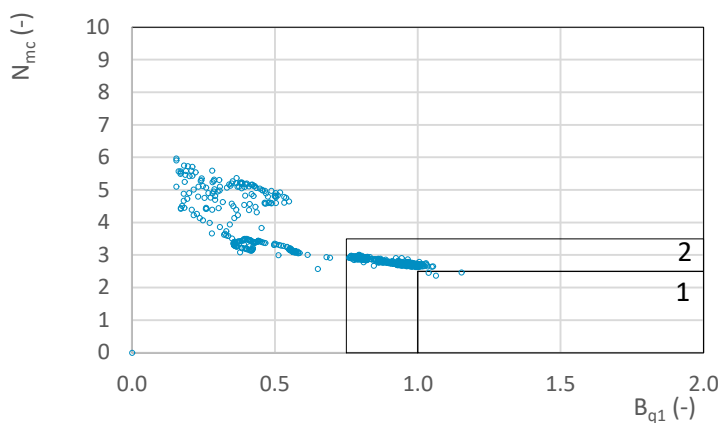
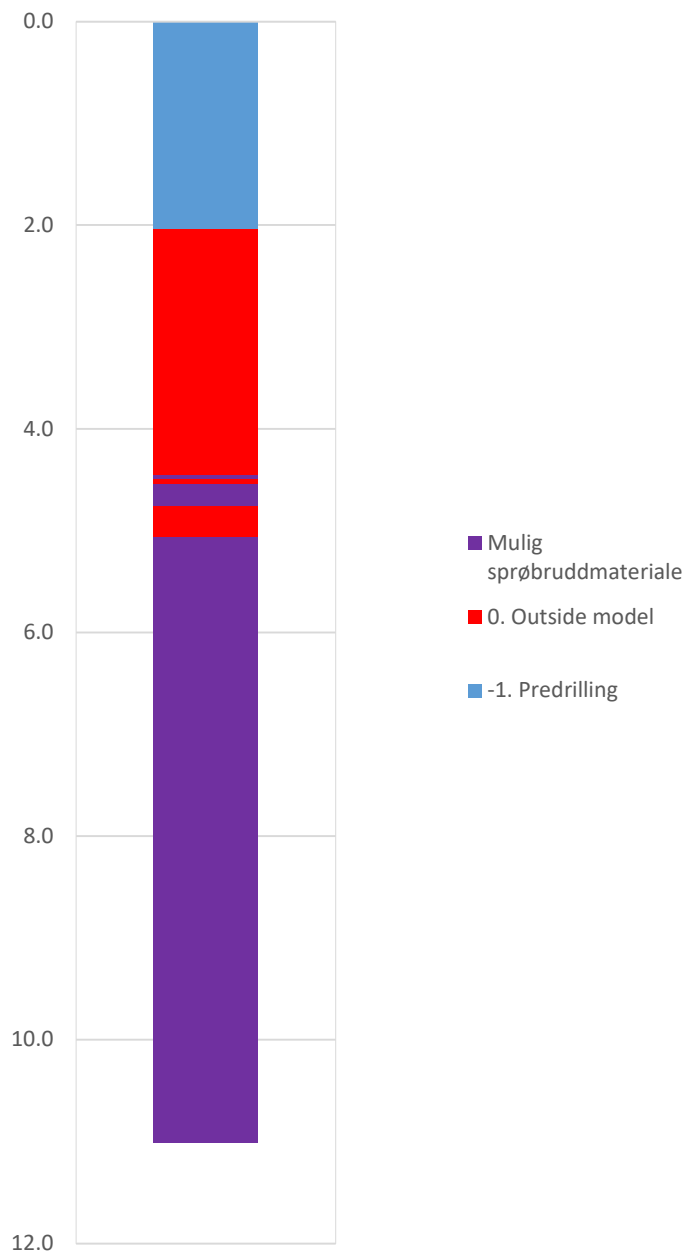
Prosjekt			Borhull	
Råde Helsehus			N34	
Innhold			Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 3
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur 5
	Ekstern konsulent	30.05.2023	Rev. dato	


Vedlegg D - CPTu-tolkning

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



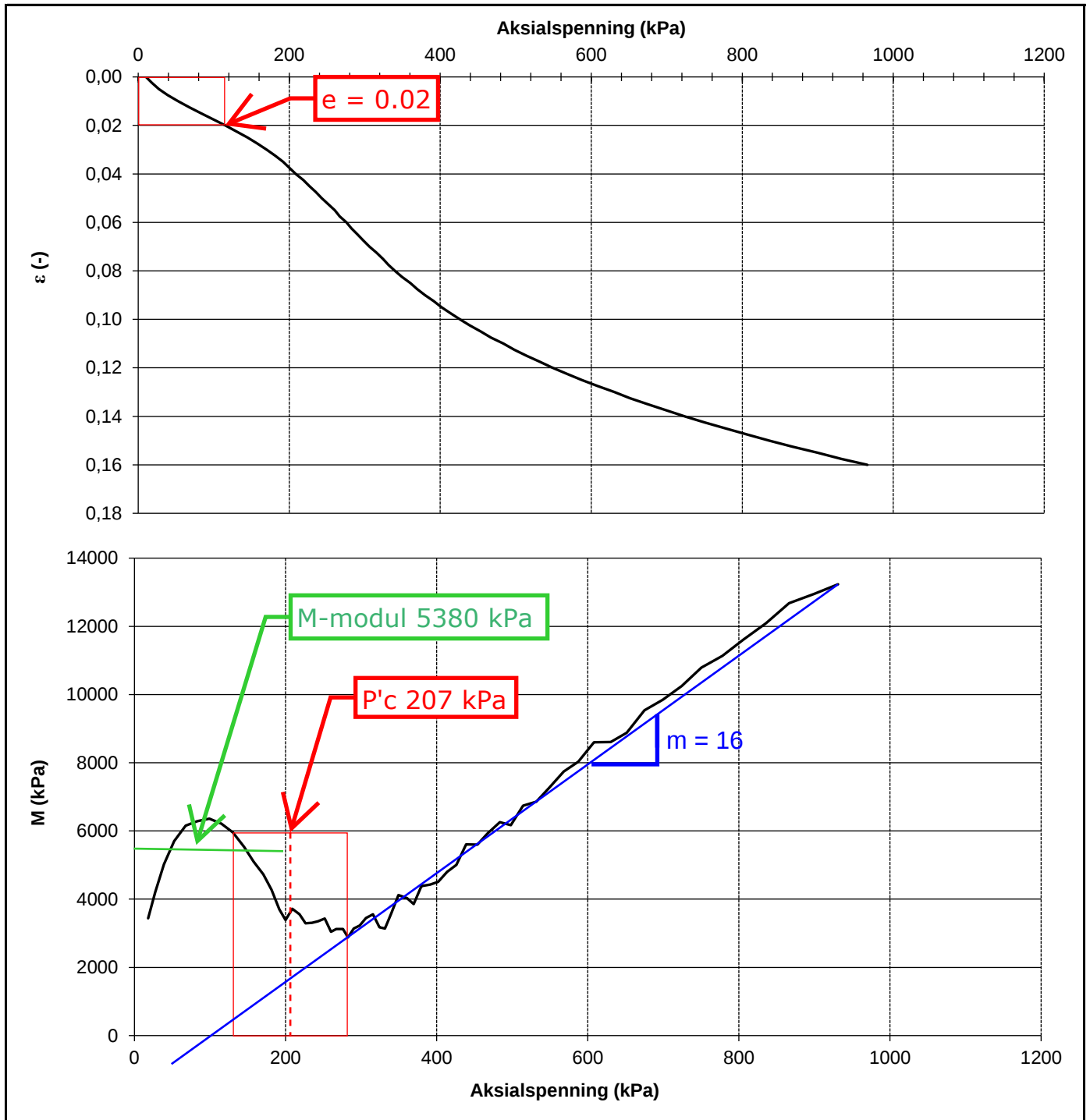
NIFS 2015 (Rfu-Nmc)




Prosjekt Råde Helsehus			Borhull N34	
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondennummer 52203	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 30.05.2023	Revisjon	Anvend.klasse 3
			Rev. dato	Figur 21

Vedlegg E - Ødometertolkning

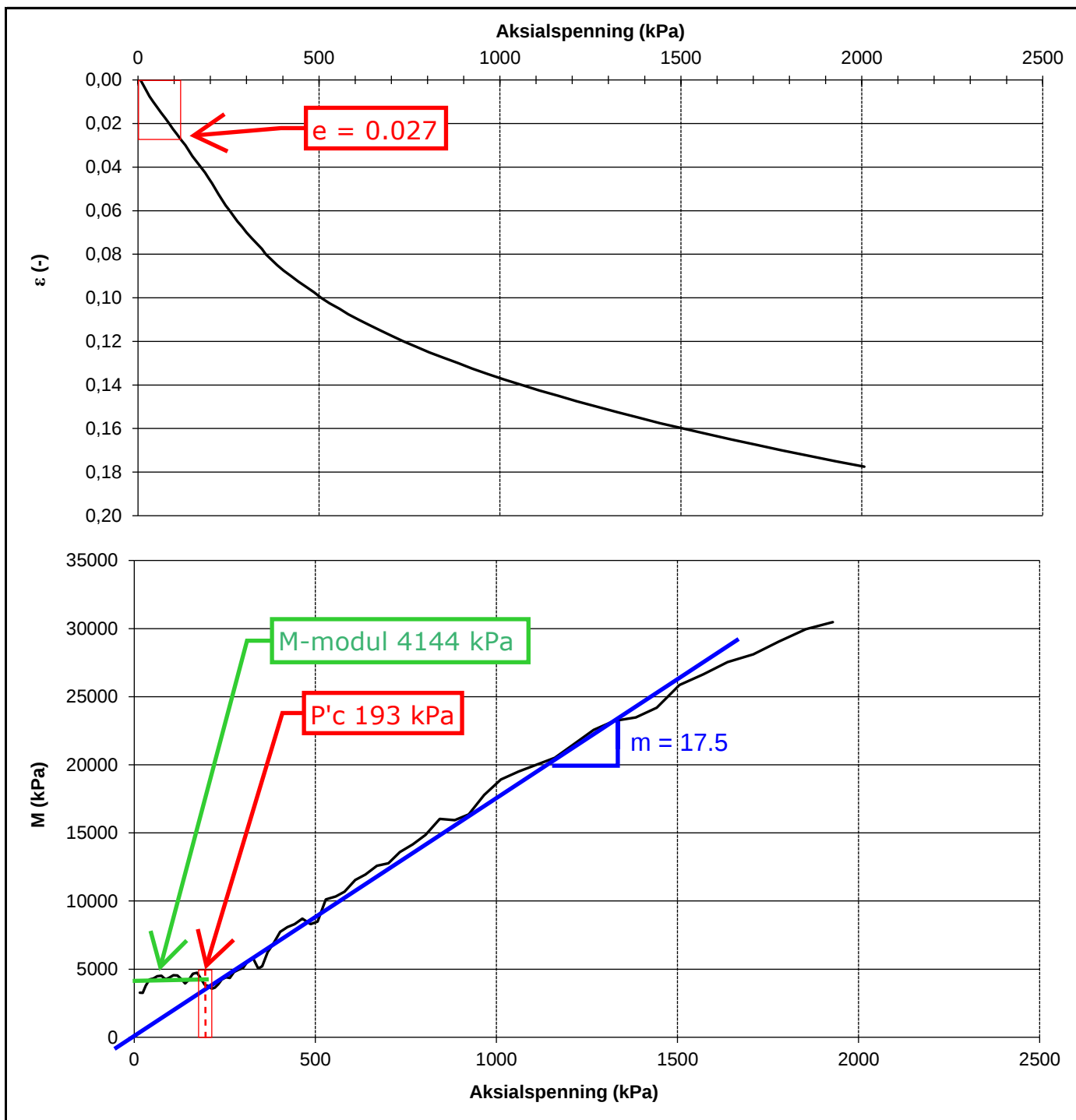
P'c er tolket med metode Karlsrud




Dato prøvetagning	31.05.2023	Dato forsøk	19.06.2023
Dybde (m)	10,65	Prøve nr.	9
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19	Kommentar	LEIRE, sand og gruskorn
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	30,7		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Mesta AS	23266	R01C61
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Helsehuset Råde og Øvre Langbråten	1 av 2	E42
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε & M vs σ'	GN	KS	

Vedlegg E - Ødometertolkning

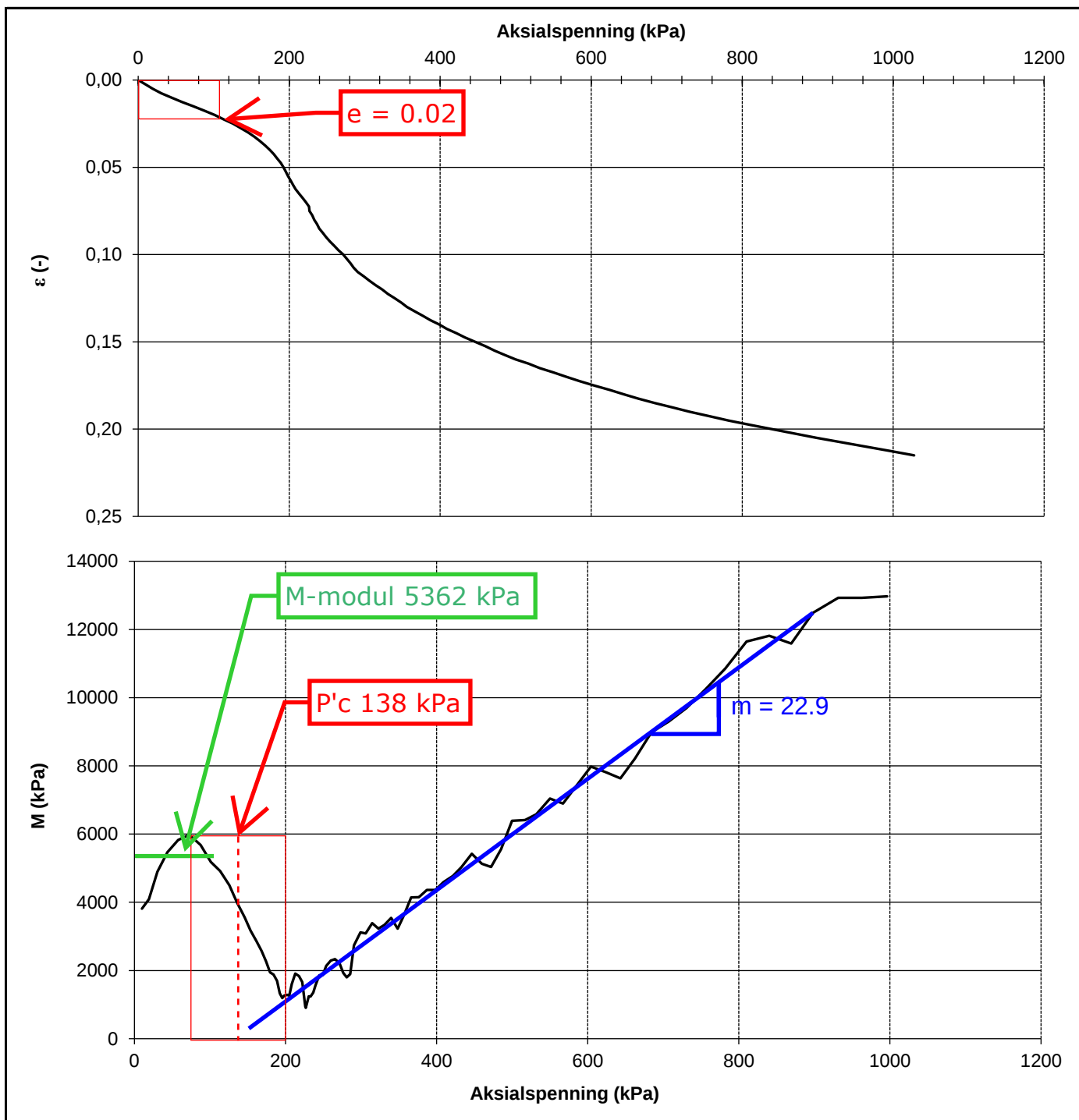
P'c er tolket med metode Karlsrud




Dato prøvetagning	13.06.2023	Dato forsøk	27.06.2023
Dybde (m)	11,8	Prøve nr.	8
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,8	Kommentar	LEIRE, siltig, sandig
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	29,7		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Mesta AS	23266	R01C62
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Helsehuset Råde og Øvre Langbråten	1 av 2	N4
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε & M vs σ'	GN	KS	

Vedlegg E - Ødometertolkning

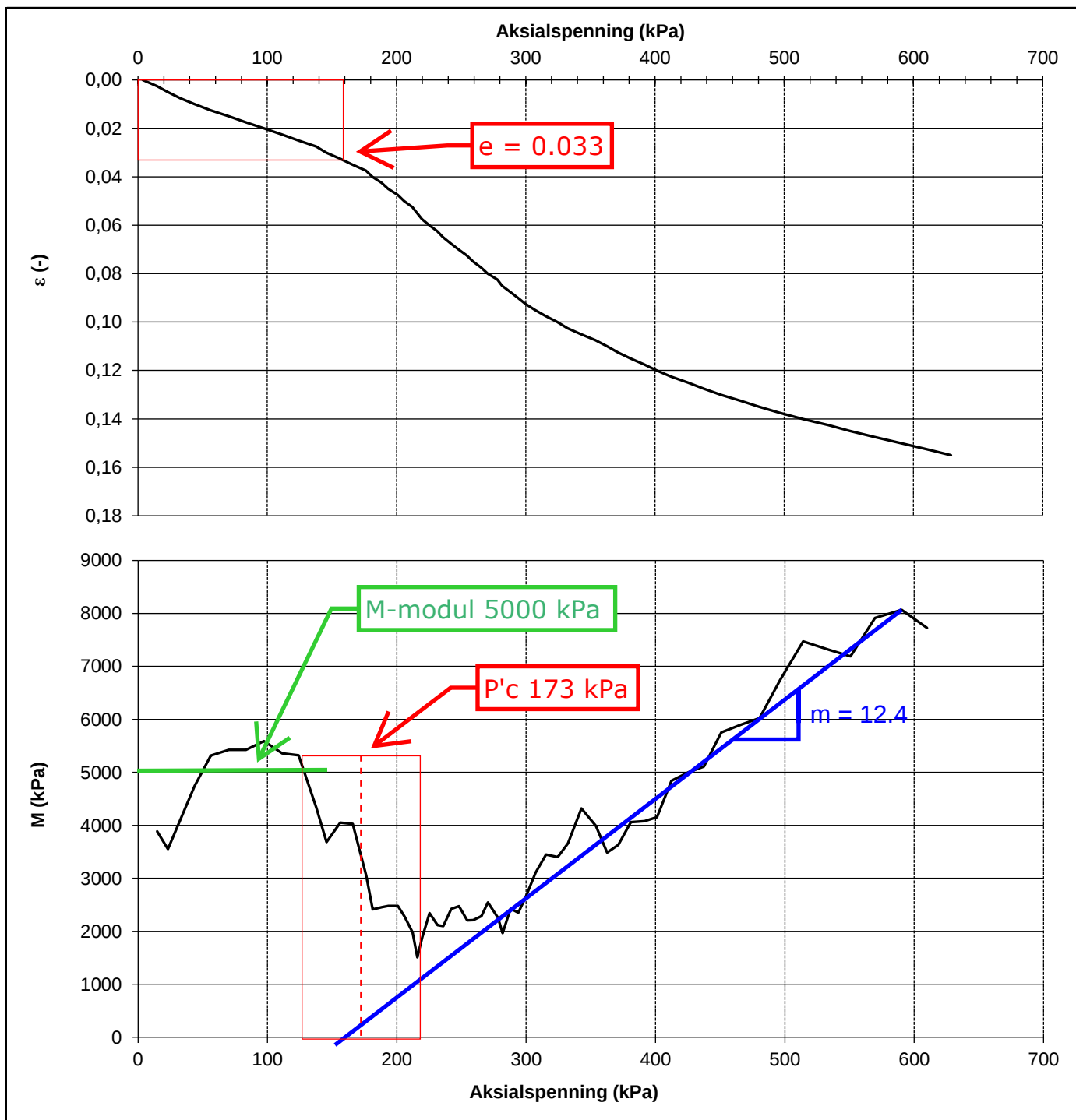
P'c er tolket med metode Karlsrud




Dato prøvetagning	08.06.2023	Dato forsøk	23.06.2023
Dybde (m)	10,65	Prøve nr.	9
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	18,3	Kommentar	KVIKKLEIRE, sand og gruskorn
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	36,3		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Mesta AS	23266	R01C63
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Helsehuset Råde og Øvre Langbråten	1 av 2	N17
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε &M vs σ'	GN	KS	

Vedlegg E - Ødometertolkning

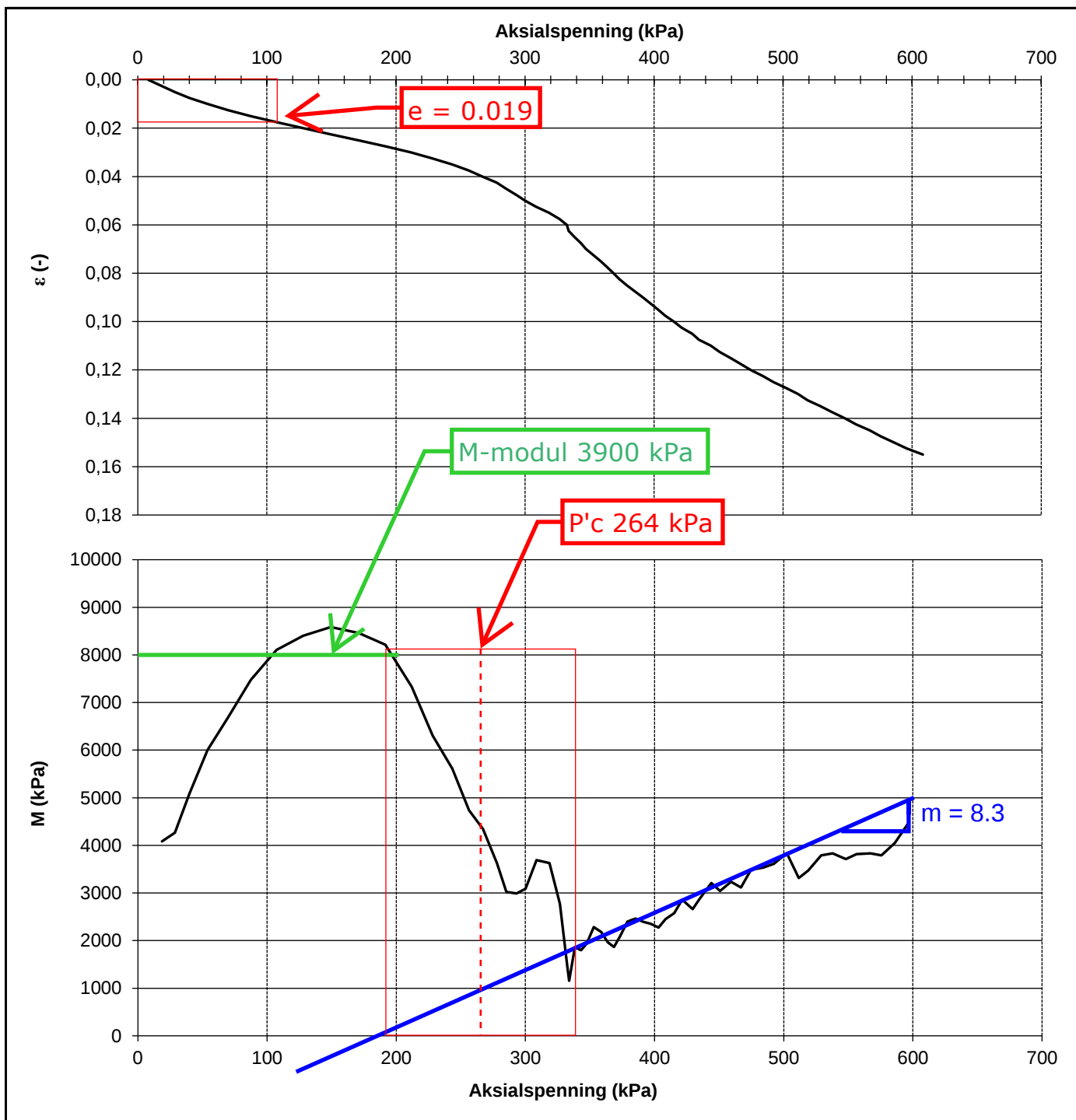
P'c er tolket med metode Karlsrud




Dato prøvetagning	07.06.2023	Dato forsøk	26.06.2023
Dybde (m)	14,85	Prøve nr.	11
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,4	Kommentar	KVIKKLEIRE, siltig, sandkorn
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	28,3		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Mesta AS	23266	R01C64
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Helsehuset Råde og Øvre Langbråten	1 av 2	N30
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	GN	KS	

Vedlegg E - Ødometertolkning

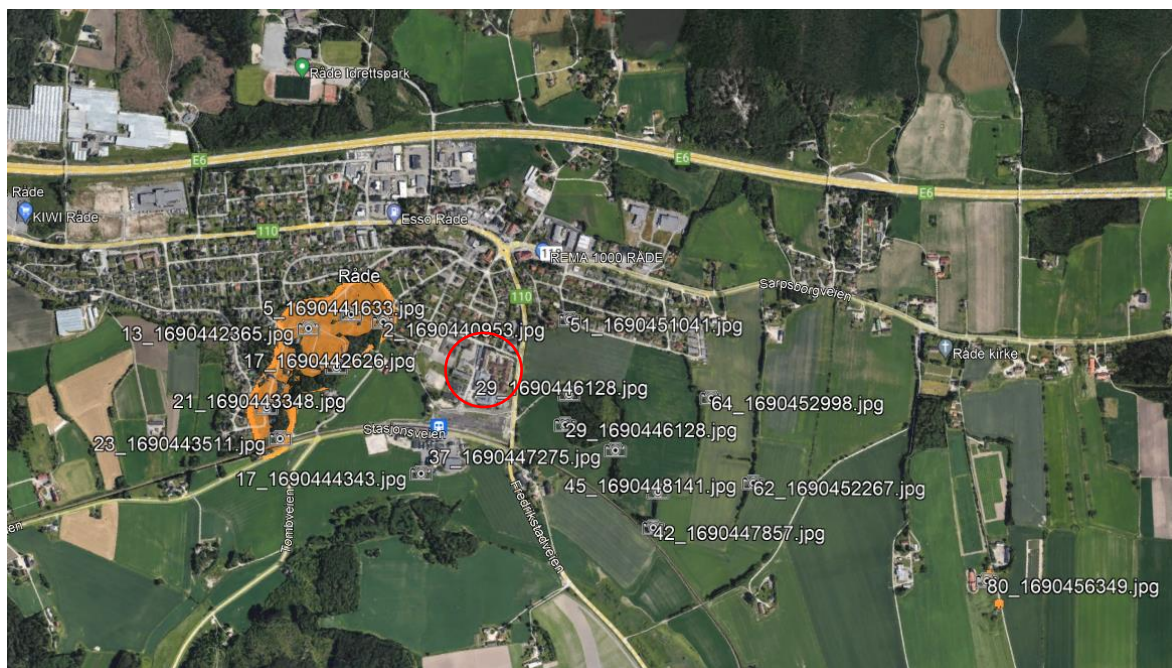
P'c er tolket med metode Karlsrud



Dato prøvetagning	01.06.2023	Dato forsøk	20.06.2023
Dybde (m)	10,75	Prøve nr.	9
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	17,9	Kommentar	KVIKKLEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	40,8		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Mesta AS	23266	R01C65
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Helsehuset Råde og Øvre Langbråten	1 av 2	N34
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ϵ &M vs σ'	GN	KS	

Vedlegg F – Befaringsbilder

Befaring ble utført den 27.07.2023 av geotekniker Amalie Skibeli Herrem. Hensikten med befaringen var å kartlegge eventuelle forekomster av berg i dagen, erosjonsforhold i skråninger, bergartstype i området samt få ett generelt inntrykk av topografien. Figur 1 gir en oversikt over plassering av befaringsbilder.



Figur 1: Oversikt over plassering av befaringsbilder. Rød sirkel viser plassering av tiltaket og oransje flate viser observert berg i dagen.



Figur 2: Berg i dagen. Bilde: 23_1690443511.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 3: Berg i dagen. Bilde: 21_1690443348.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 4: Berg i dagen. Bilde: 13_1690442365.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 5: Berg i dagen. Bilde: 5_1690441633.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 6: Berg i dagen. Bilde: 2_1690440953.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 7: Berg i dagen. Bilde: 7_1690441779.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 8: Berg i dagen. Bilde: 17_1690442626.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 9: Berg i dagen. Bilde: 17_1690444343.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 10: Steinhaug antatt fra åkere. Bilde: 29_1690446128.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 11: Graveskråning langs med åkere. Bilde: 29_1690446128.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 12: Grøft med høyde fra bekkebunn til topp på ca. 2 m. Bilde: 37_1690447275.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 13: Steingjerde. Bilde: 42_1690447857.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 14: Grøft ca. 2 m dyp. Bilde: 45_1690448141.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 15: Steingjerde. Bilde: 62_1690452267.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 16: Berg i dagen. Bilde: 80_1690456349.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023



Figur 17: Antatt morene landskap. Bilde: 51_1690451041.jpg, Amalie Skibeli Herrem, 27.07.2023

Vedlegg G – Skadesekvens og risikoklasse

Skadesekvens

En foreløpig vurdering av skadesekvens for det skisserte løseområde i kapittel 7.2 er gjennomført i samsvar med føringene gitt i kapittel 4.2 i NVE eksternrapport 9/2020. Tabell 0.1 gjengir en oppsummering av hvordan de enkelte skadesekvens-faktorer har blitt vurdert. En kortfattet redegjørelse for valg av konsekvens for de enkelte skadesekvens-faktorer finnes inn under tabellen.

Foreløpig vurderes skadesekvens for det potensielle løseområde til å være «meget alvorlig» med en poengscore på 36 eller 80% av maksimal poengsum.

Tabell 0.1 Evaluering av skadesekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score				Poeng
		3	2	1	0	
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	12
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	< 10	Ingen	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100	6
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	6
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distri-busjon	Lokal	3
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0
Sum poeng						36
% av maksimal poengsum (45)						80%
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:						
Mindre alvorlig=0-6 poeng						
Alvorlig=7-22 poeng						
Meget alvorlig=23-45 poeng						

Boligheter:

Råde helsehus ligger innenfor den maksimale utstrekning til det potensielle løsneområde og iht. NVE eksternt-rapport 9/2020 bør pleieinstitusjoner, herunder helsehus, i alle tilfeller gis høyeste score «tett bebyggelse». Konsekvens score settes til 3.

Næringsbygg:

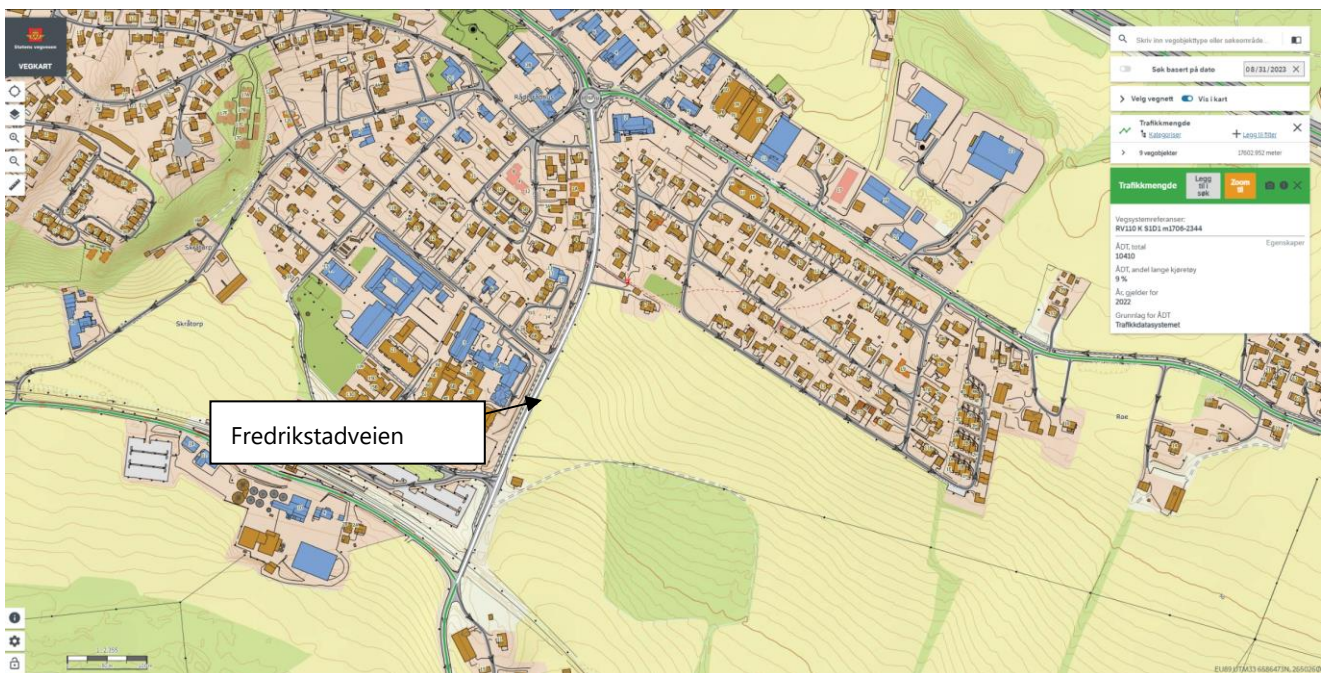
Det er til NIRAS sin kunnskap 58 sykehjemsplasser ved Råde helsehus og vil av den grunn oppnå høyeste score på 3.

Annen bebyggelse:

Det finnes til NIRAS sin kunnskap ikke bebyggelse av spesiell historisk, religiøs eller kulturell verdi. Konsekvens score settes foreløpig til 0.

Vei:

Fredrikstadveien ligger innenfor skissert utstrekning til mulig løsneområde. Iht. opplysninger fra vegkart.atlas.vegvesen.no ligger ÅDT for 2022 på 10420 med 9% lange kjøretøy, se utklipp i Figur 0.1. Konsekvens score settes til 3.



Figur 0.1 Utklipp av SVV vegkart med ÅDT for Fredrikstadveien

Toglinje:

Østfoldbanen ligger i utløpsområdet til skissert løsneområde. På Østfoldbanen kjører der tog med persontrafikk. Konsekvens score settes til 3.

Kraftnett:

Iht. NVE Atlas (nettanlegg, utbygd nettanlegg) finnes det 17kV distribusjonsnett eid av ELVIA AS som ligger innenfor maksimal utstrekning til mulig løsneområde. I tillegg finnes det 420 kV sentralnett eid av STATNETT SF innenfor deler av løsneområdet og utløpsområdet. Konsekvens score settes til 3.

Oppdemning og flodbølge:

Vurdering av fare for oppdemning og skade fra flodbølge er gjennomført i samsvar med føringene gitt i NVE eksternrapport 9/2020 kapittel 5.3.

Utløpsområdet til løsneområdet strekke seg ned langs dalbunnen, hvor det går et liten bekkeløp. Det vurderes ikke risiko for en større oppdemning og påfølgende flodbølge med mulig konsekvens for områder med til sammen mer enn 5 boligenheter. Konsekvens score settes til 0.

Risikoklasse

Risikoklasse beregnes som *skadekonsekvens x faregrad* iht. kapittel 4.3 i NVE eksternrapport 9/2020.

For en beregnet tallverdi for risiko på 2 800 henføres det potensielle løsneområde til risikoklasse 4. Se også Tabell 0.2.

Tabell 0.2 Beregning av risikoklasse

Skadekonsekvens, % av maksimal poengsum	Faregrad, % av maksimal poengsum	Risiko, tallverdi
80	35	2 800
Faresonene fordeles i risikoklasser etter tallverdi:		
Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170		
Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630		
Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900		
Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200		
Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000		