KAPASITETSØKENDE TILTAK TRØNDERBANEN

LER STASJON

Fagrapport områdestabilitetsutredning

- [x] Akseptert
- [ ] Akseptert m/kommentarer
- [ ] Ikke akseptert / kommentert
  Revider og send inn på nytt
- [ ] Kun for informasjon

Sign:
Per Mo, 02.02.2023
10:16:34

03A	Lagt til presiseringer ift. omfang videre prosjektering	24.01.2023	CHKS	JAJE	TTR
02A	Suppleringer ift. faresone O3/O4 og Bortna	08.01.2023	CHKS	JAJE	TTR
01A	Revisjon etter dialog med uavhengig kontroll og BN	07.10.2022	CHKS	JAJE	TTR
00A	Konsept/løsningsforslag	09.08.2022	CHKS	JAJE	TTR
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

Tittel:
Dovrebanen Støren – Trondheim,
Ler stasjon

Fagrapport områdestabilitetsutredning

Ant. sider	**123**
Produsent	**NIRAS Norge AS**
Prod. dok. nr.	
Erstatning for	
Erstattet av	

Prosjektnr.: 60034618
Parsell: 45
Planfase: Detaljplan

Dokument nr.	**KTT-45-A-10012**
Rev.	**03A**
FDV-dokument-/tegningsnummer:	**NA**
FDV-rev:	**NA**

SAMMENDRAG

Denne rapporten inneholder områdestabilitetsvurderinger utført i forbindelse med detaljplan for etablering av ny plattform og planskilt kryssing ved dagens Ler stasjon. Ler stasjon ligger på Dovrebanens km. 520,490 i Melhus kommune, Trøndelag fylke. NIRAS Norge AS har blitt engasjert som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) av Bane NOR.

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 byggteknisk forskrift (TEK § 7-3) [3] med tilhørende veiledning og NVEs retningslinjer 2/211 «Flaum- og skredfare i arealplaner» [4]. Ved å følge NVEs veileder 1/2019 innfris i tillegg kravet i Plan og bygningsloven (PBL) vedrørende gjennomføring av skredfareutredning i forhold til kvikkleireskred.

Områdestabilitetsvurderingene gjelder tiltak i tiltakskategori K3.

Rapporten er bygget opp med grunnlag i Vedlegg 1 i NVE veileder 1/2019, der den anbefalte kapittelinndelingen er benyttet. Utredningen av områdeskredfare er utført fra steg 1 til 9 i henhold til prosedyren gitt i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1].

Videre arbeider omfatter;

- Innmelding av faresoner og grunnundersøkelser til NADAG og NVE iht. NVE veileder 1/2019 prosedyre steg 11

Suppleringer som har blitt lagt til i forbindelse med revisjon 03A er markert med svart strek i venstre margin.

REVISJONSHISTORIKK

Rev.	Prosjekt-fase	Beskrivelse av endring	Dato	Forfatter
00A	Detaljplan	Konsept/løsningsforslag	09.08.2022	CHKS
01A	Detaljplan	Revisjon etter dialog med uavhengig kontroll og BN	07.10.2022	CHKS
02A	Detaljplan	Suppleringer ift. faresone O3/O4 og Bortna	08.01.2023	CHKS
03A	Detaljplan	Lagt til presiseringer ift. omfang videre prosjektering	24.01.2023	CHKS

INNHOLD

SAMMENDRAG **2**

REVISJONSHISTORIKK **3**

1 INNLEDNING **6**

2 REGELVERK OG KRAV FOR PLANLAGTE TILTAK **7**

2.1 REGELVERK 7
2.2 KRAV TIL SIKKERHET OG KVALITETSSIKRING 7
2.2.1 Tiltakskategori *7*
2.2.2 Krav til sikkerhet *9*
2.3 PRINSIPPER FOR AVGRENSNING AV «RELEVANT DEL» AV FARESONE 10

3 GRUNNLAG **11**

3.1 GRUNNLAG 11
3.2 OMRÅDEINNDELING 15

4 TERRENG OG GRUNNFORHOLD **16**

4.1 TOPOGRAFI 16
4.2 MARIN GRENSE 17
4.3 KVARTÆRGEOLOGI 18
4.4 TIDLIGERE KARTLEGGING 19
4.5 IDENTIFISERING AV KRITISKE SKRÅNINGER OG POTENSIELLE LØSNEOMRÅDER 20

5 BEFARING **26**

6 GRUNNUNDERSØKELSER **27**

6.1 METODE FOR KLASSIFISERING AV SPRØBRUDD/IKKE-SPRØBRUDD 27
6.2 PÅVISTE FOREKOMSTER AV SPRØBRUDDMATERIALE OG KVIKKLEIRE 28
6.3 PORETRYKKSFORHOLD 35
6.4 FORSØKSKVALITET GRUNNUNDERSØKELSER 35
6.4.1 Ødometer *35*
6.4.2 Treaksialforsøk *36*
6.4.3 Kvalitet CPTu forsøk *36*

7 AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENSNING AV FARESONE **37**

7.1 RELEVANT DATA 37
7.2 FARESONE O2 39
7.3 FARESONE O3 39
7.4 FARESONE O4 39
7.5 FARESONE O5 40
7.6 FARESONE O6 40

8 KLASSIFISERING AV FARESONER **41**

8.1 FARESONE O2 41
8.2 FARESONE O3 41
8.3 FARESONE O4 41
8.4 FARESONE O5 42
8.5 FARESONE O6 42

9 KRITISKE SNITT OG MATERIALPARAMETERE **43**

9.1 KRITISKE SNITT 43
9.2 MATERIALPARAMETERE 43

10 STABILITETSVURDERING **44**

11 STABILISERENDE TILTAK **45**

11.1 SÆRSKILTE VURDERINGER FOR DELOMRÅDE O4 45

12 KONKLUSJON **49**

13 REFERANSER 50

VEDLEGG

VEDLEGG A (Plan og profil m/kritisk snitt)…….A1-A7

VEDLEGG B (Befaring)…….....…B1-B23

VEDLEGG C (CPTu tolkninger)…….……C1-C39

VEDLEGG D (Plankart Bortna – erosjonsforhold)…….…...…….D1-D4

1 INNLEDNING

Denne rapporten inneholder områdestabilitetsvurderinger utført i forbindelse med detaljplanen for etablering av ny plattform og planskilt kryssing ved Ler stasjon på Dovrebanens km. 520,490. NIRAS Norge AS har blitt engasjert som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) av Bane NOR.

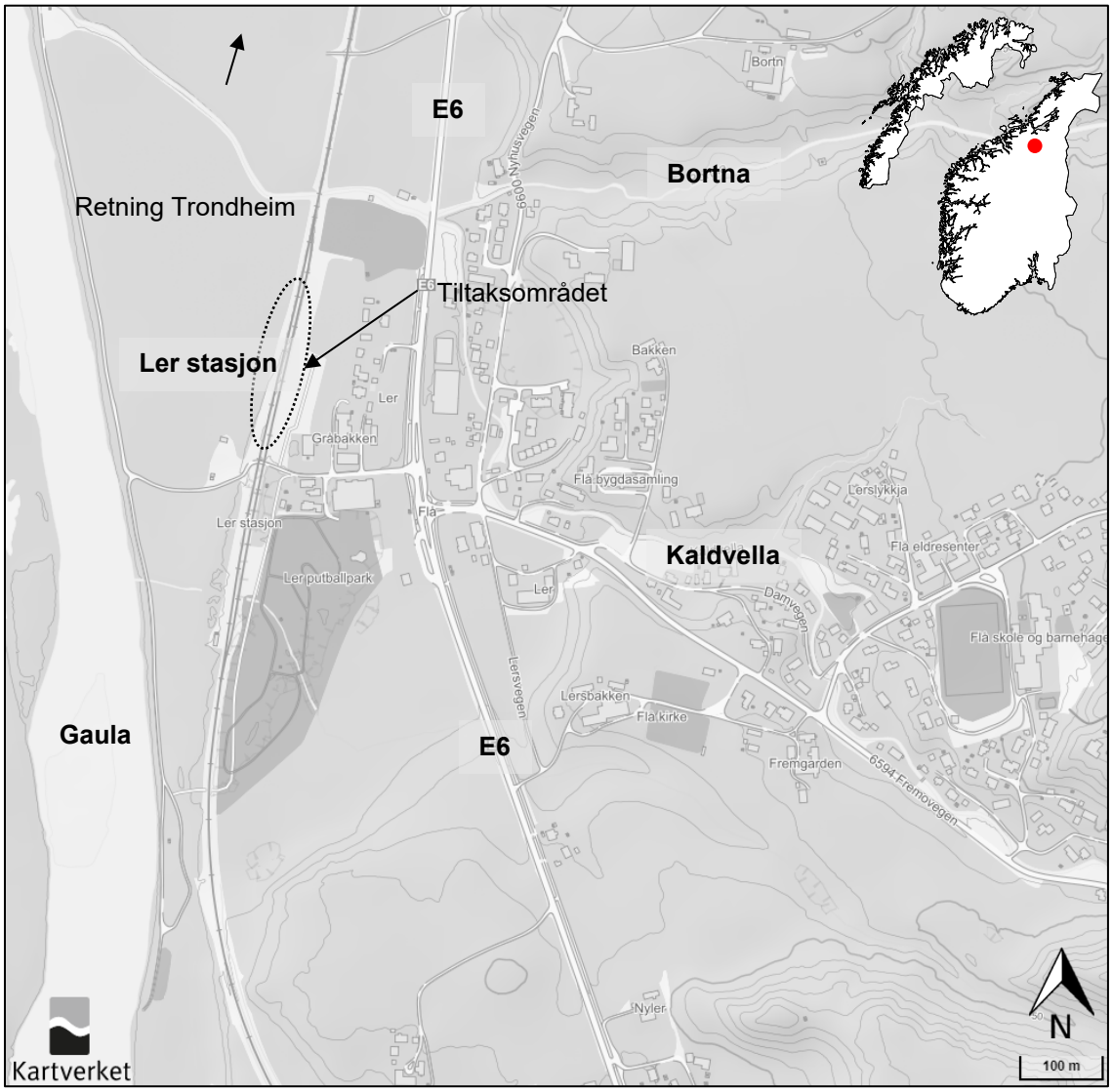
Utredningen er utført i forbindelse med detaljplanfasen for Bane NORs prosjekt «Ler Stasjon».

Områdestabilitetsvurderingene som presenteres i denne rapporten er utført for tiltak i tiltakskategori K3 i henhold til prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner beskrevet i NVE veileder 1/2019 [1] og Bane NORs Tekniske regelverk kap. 8.5 [5].

Utredningen av områdeskredfare er utført fra steg 1 til 9 i henhold til prosedyren gitt i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1].

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

Prosjektområdets plassering fremgår av Figur 1.1. Ler befinner seg i Melhus kommune, Trøndelag fylke.



Figur 1.1 Plassering av prosjektområdet ved Ler i forhold til Gaula. Ler befinner seg i Melhus kommune, Trøndelag. **Kilde: Norgeskart.**

2 REGELVERK OG KRAV FOR PLANLAGTE TILTAK

2.1 Regelverk

Områdestabilitetsvurderingene som presenteres i denne rapporten er utført i henhold NVE veileder 1/2019 [1]. Veilederen utdyper byggteknisk forskrift (TEK § 7-3) [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. Veilederen viser til at valg av tiltakskategori for bane skal ses sammen med aktørens regelverk. I dette tilfelle Bane NORs Tekniske regelverk.

Planlagte tiltak omfatter etablering av ny plattform og ny planskilt kryssing (overgangsbru for personkryssing) på dagens Ler stasjon. Etablering av planlagte tiltak vil gi mulighet for økt trafikkmengde i sporet og trolig medføre større personopphold på Ler stasjon. I henhold til Bane NORs Tekniske regelverk kapittel 8.5 (TRV:08110) [5] og tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019 [1] vil planlagte tiltak ut ifra ovenstående opplysninger kunne plasseres i tiltakskategori K3. Figur 2.1 og Figur 2.2 nedenfor gjengir relevante utklipp av hhv. NVE veileder 1/2019 og Bane NORs Tekniske regelverk.

Det bemerkes, at etablering av ny plattform på eksisterende stasjon evt. kan endres fra tiltakskategori K3 til tiltakskategori K2. Dette ut ifra en betraktning om at tiltaket i dette tilfelle vil tilsvare en forlengelse av en eksisterende plattform på en eksisterende stasjon. Viser til kulepunkt 2 i den grå boksen i Figur 2.2.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K2	**Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting** Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	**Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi** Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg

Figur 2.1 Beskrivelse av typer tiltak som kan plasseres i tiltakskategori K3 i henhold til NVE veileder 1/2019 [1].

8.5 Områdestabilitet i kvikkleireområder

TRV:08107

a) Ved jernbanetiltak i områder med kvikkleire skal områdestabiliteten utredes etter retningslinjer gitt i NVEs veileder Nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Den lokale stabiliteten ved tiltaket skal prosjekteres med absolutte krav til partialkoeffisient i samsvar med TRV:01975 og etter øvrige krav i Teknisk regelverk og norske standarder, herunder Eurokoden.

1. Utførelse: NVE 1/2019 nevner fem tiltakskategorier, K0 til K4, og angir at tiltakskategori (se også TEK17 §7-3) skal fastsettes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred. NVE 1/2019 sine eksempler på tiltakskategori for ulike tiltak er veiledende også i jernbaneprosjekter
2. Utførelse: Fastsettelse av tiltakskategori skal alltid begrunnes.

TRV:08110

b) For jernbanetiltak gis følgende anbefalinger utover det som er gitt i NVEs veileder Nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»:

1. Nye stasjoner, plattformer og godsterminaler bør plasseres i tiltakskategori K4.
2. Ny utbygging generelt utenfor stasjonsområder bør plasseres i tiltakskategori K3 eller etter særskilt vurdering høyere.

Ikke relevante krav

Som støtte for valg av tiltakskategori utover kravene som er gitt ovenfor gis noen eksempler, men vurdering av de lokale forholdene kan tilsi at det er fornuftig å velge andre (gjerne høyere) kategorier. (Eksemplene er ikke uttømmende).

- Etablering av mastefundamenter langs eksisterende spor foreslås plassert i tiltakskategori K1
- Forlengelse av eksisterende plattformer og etablering av kulverter under spor i eksisterende jernbanefyllinger foreslås plassert i tiltakskategori K2
- Følgende tiltak foreslås plassert i tiltakskategori K3: Forlengelse eller nyetablering av krysningsspor langs eksisterende jernbane. Utvidelse av eksisterende stasjoner i sammenheng med økt trafikkmengde. Etablering av hensettingsområder

Relevante krav

Figur 2.2 Utklipp av Bane NORs Tekniske regelverk kapittel 8.5 (TRV:08110) [5] *som omhandler valg av tiltakskategori*

2.2.2 Krav til sikkerhet

For tiltak i tiltakskategori K2 er krav til sikkerhet som følger:

- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er krav til sikkerhet oppfylt.
- For tiltak som forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40*fs$ og $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, hvor fs er sprøhetsforholdet som korrigerer sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.
- Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.
- Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

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

For tiltak i tiltakskategori K3 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 $F_{cu} \geq 1{,}40*fs$ 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 $F_{cu} \geq 1{,}20$.
- For tiltak i <u>tiltakskategori K3 ved lav faregrad</u> gjelder kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1.
- Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (også for K3 lav faregrad).

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 K3 fremgår av NVE veileder 1/2019 *[1]* kapittel 3.3.6.

For tiltak i tiltakskategori K1 (iht. reglene for K3 ved lav faregrad) 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 $F_{cu} \geq 1{,}40*fs$ 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 krav til sikkerhet oppfylt.
- Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak (for K3 lav faregrad).

2.3 Prinsipper for avgrensning av «relevant del» av faresone

Tekstbit fra NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.8:
«Når tiltaket ligger i en registrert faresone (løsne- eller utløpsområde), må geotekniker vurdere hvilke deler av faresonen som kan utgjøre en fare for tiltaket. Dersom det kan dokumenteres at skred som utløses andre steder i faresonen ikke kan medføre konsekvenser for det aktuelle tiltaket, holder det å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet for den delen av faresonen som er relevant for tiltaket.»

Tekstbit fra NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.5.2:
«For å estimere sideveis utbredelse av et skred er det anbefalt å gjøre en samlet vurdering av terreng- og grunnforhold. Ved homogene forhold langs vassdrag/sjø kan dette medføre svært brede faresoner. I teorien er utbredelsen ubegrenset for en uendelig lang skråning med jevn topografi og homogene grunnforhold. I praksis vil sideveis utbredelse stoppe opp pga. topografiske begrensninger, som f.eks. raviner, lavere skråningshøyde, overgang til slakere terreng. Likedan kan begrenset utstrekning av kvikkleire, varierende sensitivitet, endret lagdeling, berg i dagen og menneskelige inngrep stoppe videre utvikling av skred.»

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

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

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

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

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

3 GRUNNLAG

3.1 Grunnlag

Grunnlaget for vurderinger presentert i denne rapporten fremgår av Tabell 3.4. Grunnlaget omfatter datarapporter og tidligere utredninger/vurderingsrapporter.

Tabell 3.4 – Gjennomgåtte rapporter i utarbeidelsen av geoteknisk grunnlagsdata

Nr.	Prosjektnavn/dokument	*Tittel*, Utarbeidet av: Årstall
[6]	IUP-00-A-40849	*Ler kryssingsspor, Geoteknisk datarapport,* Løvlien georåd: 2017
[7]	IUP-00-A-40850	*Ler kryssingsspor, Datarapport fra grunnundersøkelse,* Rambøll: 2017
[8]	IUP-00-A-50266	*Ler kryssingsspor, Grunnundersøkelser for dreneringsløsninger,* Asplan Viak: 2017
[9]	UB.101721-000	*Kryssingsspor Ler, grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering,* Noteby: 1994
[10]	UD 334 A-GEOT-N1	*E6 Nyhus Bru – Ler vurdering av isolasjon,* SVV: 1984
[11]	81075-1	*Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Støren,* NGI: 1988
[12]	411760 - 1	*Kvikkleirekartlegging Melhus, Geoteknisk datarapport.* Multiconsult: 2006.
[13]	1350009657	*Flå barneskole – tilbygg, geoteknisk vurdering for tiltak i kvikkleireområde.* Rambøll: 2015.
[14]	1350009657	*Flå barneskole – tilbygg, grunnundersøkelser, datarapport.* Rambøll: 2015.
[15]	10205840-RIG-RAP-001	*Holtheflata, Ler. Geotekniske grunnundersøkelser.* Multiconsult: 2018.
[16]	1350027073	*Flå barnehage, grunnundersøkelser datarapport.* Rambøll: 2018.
[17]	416746-RIG-RAP-003	*Datarapport grunnundersøkelser tverrforbindelse Losen – Ler,* Multiconsult: 2015.
[18]	630353 A - 01	*Kommunedelplan Ler og Kvål, Grunnundersøkelser, Generell geoteknisk vurdering,* Scandiaconsult: 2004.
[19]	G-Not-001-1350002966	*Kårbolig Ler, geoteknisk vurdering*, Rambøll: 2014
[20]	417991-RIG-RAP-001	*Områderegulering Ler sentrum, Melhus kommune,* Multiconsult: 2016.
[21]	Ud199C-01	*Fv 712 Kaldvelldalen,* SVV: 1989
[22]	6090686-1	*Utbygging Flå barnehage,* Rambøll: 2009
[23]	NV50E6GK-GTK-RAP-0002	*E6 Losen – Kvål, Geoteknisk datarapport,* Norconsult, 2022
[24]	KTT-45-A-10007	*Kapasitetsøkende tiltak trønderbanen, Ler stasjon, Geoteknisk datarapport,* NIRAS Norge AS, 2022
[25]	11627001	*Kleivhammer-Ler, Hoydekoter i elva, NN1954,* Sweco/Statens vegvesen, 2013

Følgende er en kort innføring til innholdet i hver rapport:

[6] Den geotekniske datarapporten er hentet fra Bane NOR sitt interne system og omfatter grunnundersøkelser utført i forbindelse med prosjektering av nytt Ler Kryssingsspor i 2017. Feltundersøkelsene omfatter totalsondering, CPTu, poretrykksmåling (som peilerør og hydraulisk piezometer) og uttak av naverprøver og Ø54 sylinderprøver.
Rapporten beskriver en lagfølge i området som består av 0,5 – 2 m sand, derunder elvegrus med enkelte sporadiske sandlag (4 – 8 m mektighet) og nederst leire til stor dybde. Leiren inneholder enkelte lag av silt og er generelt fast og middels sensitiv. Dypeste boring er avsluttet 17 m under

terreng i leire. Utførte felt- og lab tester har ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddsmasser, og leira klassifiseres som sterkt overkonsolidert etter ødometerforsøk utført på en leirprøve fra 6,5 m dyp i borhull B14. Grunnvannstanden i området er antatt å være 4,4 meter under terreng. Ingen av de utførte totalsonderinger har truffet berg (boret dybde fra 5 – 17 m).

[7] Den geotekniske datarapporten er hentet fra Bane NOR sitt interne system og omfatter supplerende grunnundersøkelser utført i forbindelse prosjektering av nytt Ler Kryssingsspor i 2017. Feltundersøkelsene omfatter totalsondering, CPTu, poretrykksmåling (som peilerør) og uttak av naverprøver og Ø54 sylinderprøver.
Prøvene fra jernbanesporet indikerer fyllmasse over tørrskorpeleire, derunder silt. Andre prøver i området (utenfor jernbanesporet) indikerer topplag av sand og grus på 4 – 5 m mektighet med leire under. Leiren er generelt middels fast og har en sensitivitet som varierer fra lite til meget sensitiv. En av leirprøvene klassifiseres som sprøbruddmasse. Ingen av de utførte totalsonderinger har truffet berg (boret dybde fra 3,5 – 15,8 m). Rapporten inneholder ingen informasjon om grunnvannstand.

[8] Rapporten er hentet fra Bane NOR sitt interne system og dokumenterer en rekke grunnundersøkelser som er utført med tanke på prosjektering av dreneringsløsning for nytt Ler Kryssingsspor i 2017. Rapporten dokumenterer og sammenstiller data fra bl.a. peilerør, totalsonderinger og prøvegroper.
Løsmassene i de undersøkte områdene består av topplag av sand/stein over silt/leire eller stedvis sand. Grunnvannet målt i området varierer noe. Sør for prosjektområdet står grunnvannet 4,55 meter under terrenget, mens det ved Kaldvella (elv nord for Ler stasjon) står rundt 2,85 meter under terrenget. Ytterligere grunnvannsdata er tabulert i rapporten.

[9] Rapporten er hentet fra Bane NOR sitt interne system og omfatter dokumentasjon av grunnundersøkelser samt geoteknisk vurdering. Rapporten er utarbeidet i 1994 av Noteby i forbindelse med forlengelse av kryssingsspor ved Ler. Feltundersøkelsene omfatter peilerør, dreiesondering, totalsondering, naverprøver samt Ø54 sylinderprøver.
Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i området består av et øvre topplag på rundt 1,5 m av finsand/silt over et elvegruslag med sporadiske steiner som strekker seg til ca. 7 meter under terreng, hvor det finnes fast leire til avsluttet boring på 18 m. Sonderingene indikerer at leiren er meget fast, og sannsynligvis overkonsolidert. Fra rundt 2 meters dybde er sand- og grusmassene meget faste og massene inneholder her mye stein. Grunnvannet er antatt å ligge 4,5 meter under terreng ved planovergangen i sør. Ved Kaldvella er grunnvannet antatt å ligge 1 – 2 meter under terreng. Ingen av de utførte sonderinger har truffet berg. Det er maksimalt boret til 18 meter under terreng.

[10] Rapporten er hentet fra NADAG og omfatter grunnundersøkelser utført i 1984 i forbindelse med frostisolering av fundament for Nyhus Bru ved E6 umiddelbart nord-øst for Ler Kryssingsspor. Grunnundersøkelser omfatter prøveserier (av ukjent metode) og korngraderingsanalyser for å fastlegge telefarlighetsklasse. Rapporten inneholder ingen informasjon om bergnivå eller grunnvannstand.

[11] Rapporten er hentet fra NADAG og er del av en overordnet kartlegging av områder med fare for kvikkleireskred. Rapporten er utarbeidet i 1988 og omfatter blant annet NVE faresonene (450 Bortn og 451 Flå kirke) som befinner seg øst for Ler Stasjon. Det bemerkes, at eksisterende faresoner må utredes på nytt i henhold til gjeldende NVE veileder 1/2019 med tanke på å avklare om planlagte tiltak ligger innenfor potensiell utløpssone til det tidligere kartlagte løsneområdet.

[12] Rapporten er hentet fra NVE sine hjemmesider. Rapporten er en datarapport utarbeidet av Multiconsult i forbindelse med kvikkleirekartlegging i Melhus kommune. Feltarbeidet er utført mellom uke 14 til uke 25 i 2006 og omfatter 47 dreietrykksonderinger, 13 CPTu og 5 prøveserier. Laboratorieundersøkelser utført på prøveseriene omfatter 26 rutineundersøkelser, 2 ødometerforsøk, 6 treaksialforsøk, 5 konsistensgrenser og 6 kornfordelingsanalyser. Det er også satt ned 18 piezometre i 9 borpunkt. Det bemerkes at rapporten tar føre seg store delområder og at kun ett fåtall av overnevnte grunnundersøkelser vil være aktuelle for det prosjektspesifikke området.

[13] Rapporten er hentet fra NADAG. Rapporten er en vurderingsrapport med data i vedlegg utarbeidet av Rambøll i forbindelse med etablering av tilbygg til Flå barneskole.
Rapporten beskriver grunnforholdene som bestående av middels fast/fast leire med enkelte sand- og siltlag. Sonderinger indikerer mektige lag med sensitiv leire og det er påvist kvikkleire/sprøbruddmaterial i 2 punkter. Prøvetaking indikerer overkonsolidert leire. Berg er ikke påvist. Rapporten inneholder stabilitetsvurderinger. For informasjon om datagrunnlaget henvises det til [14]. Rapporten viser til tidligere undersøkelser (G-rap-001 600167) som indikerer grunnvannstand ca. 9 meter under terreng.

[14] Rapporten er hentet fra NADAG. Rapporten er en datarapport utarbeidet av Rambøll i forbindelse med etablering av tilbygg til Flå barneskole. Grunnarbeidet er utført i uke 20 – 21 i 2015 og omfatter 4 totalsonderinger, 1 CPTu, prøvetaking i 2 punkt (totalt 10x Ø54 sylinderprøver). Laboratoriearbeidet omfatter rutineundersøkelser, 3 ødometerforsøk og 2 treaksialforsøk. Grunnvannstand er ikke målt og berg er ikke påtruffet ved 17 m – 34 m sondering.

[15] Rapporten er hentet fra NADAG og er en datarapport utarbeidet av Multiconsult i forbindelse med utbygging av boliger på Holtheflata i Ler, Melhus kommune. Feltarbeidet er utført i to omganger, 07.06.2018 og 21.08.2018 og omfatter 6 dreietrykksonderinger, 3 stk. prøveserier (poseprøver og Ø54 sylinderprøver) og nedsetting av 2 stk. hydrauliske piezometre. Laboratorieundersøkelser utført på prøveseriene innebærer rutineundersøkelser på 3 poseprøver og 7 Ø54 sylinderprøver., 3 stk. kornfordelingsanalyser og aktive treaksialforsøk på 2 prøver.
De utførte grunnundersøkelsene indikerer topplag av tørrskorpeleire med innslag av humus, derunder siltig/finsandig leire. Leira er lagdelt m/tynne silt- og finsandlag. Konus indikerer en udrenert skjærfasthet varierende fra 45 -140 kPa. Det er påvist kvikkleire mellom 5 og 6 meters dyp i borpunkt 1 og i ett tynt lag ved 4.6 meters dyp i borpunkt 5. Grunnvannstanden er på rundt 4 meter under terreng med poreundertrykk med dypet. Berg er ikke truffet etter ca. 20 m sondering.

[16] Rapporten er hentet fra NADAG og er en datarapport utarbeidet av Rambøll i forbindelse med etablering av ny barnehage på Flå, Melhus kommune. Grunnarbeidet er utført i uke 7, 8 og 16 i 2018 og omfatter 11 totalsonderinger, 2 CPTu og 5 prøveserier. Laboratoriearbeidet utført på prøveseriene omfatter rutineundersøkelser, kornfordelingsanalyse, ødometerforsøk og treaksialforsøk.
Utførte grunnundersøkelser indikerer at grunnen består av leire ned til stor dybde. Det er påvist kvikkleire i flere punkt ved ca. 4 – 5 meter ned til 10 – 12 meter under terreng. Udrenert skjærfasthet er målt å være ca. 40 – 55 kPa. Grunnvannstand er ikke fastslått og berg er ikke påtruffet etter 25 – 32 meter sondering.

[17] Rapporten er hentet fra NADAG og er en datarapport utarbeidet av Multiconsult i forbindelse med ny E6 fra Røskaft til Skjerdingstad. Feltarbeidet er utført av Multiconsult og Statens vegvesen i uke 8, 9, 11, 32 – 37, 40 og 41 i 2015. Feltarbeidet omfatter 67 totalsonderinger, 6 dreietrykksonderinger, 11 CPTu, Ø54 prøveserier og representative skovelprøver fra 14 borpunkt og installasjon av piezometre i 6 borpunkt. Grunnundersøkelsene strekker seg over ett større område, kun et utvalg av overstående undersøkelser er av relevans for Ler stasjon og nærliggende områder. Laboratoriearbeidet omfatter rutineundersøkelser, korngradering, treaksialtest og ødometerforsøk.

[18] Rapporten er tilsendt NIRAS Norge av Melhus kommune v/ Caroline Mevik. Rapporten er en datarapport utarbeidet i forbindelse med en kommunedelplan relatert til boligutbygging i Ler og Kvål, Melhus kommune. Grunnundersøkelsene er utført desember 2003 av scandiaconsult (SCC). Ved Ler omfatter undersøkelsene 5 stk. dreietrykksonderinger og opptak av 8 Ø54 prøveserier i to borpunkt. Prøvene er undersøkt ved rutineundersøkelser.
Grunnundersøkelsene indikerer leirmasser med variabel styrke og sensitivitet, stedvis innslag av silt/finsand og topplag av elveavsetninger. Enkelte prøveserier indikerer sprøbruddmaterial (borpunkt L1 og L2) ved ca. 10 meters dyp. I forbindelse med sonderingene i borpunkt L3 – L5 er det ikke supplert med prøveserier. Sonderingene i borpunkt L4 og L5 indikerer generelt faste masser med jevn styrkeøkning med dypet, tolket som elveavsetninger. Borpunkt L3 har partier uten styrketilvekst med dypet, massene tolkes som leirmasser. Grunnvannstand er ikke påvist og berg er ikke påtruffet ved sonderinger på mellom 15 - 25 meter.

[19] Rapporten er tilsendt NIRAS Norge av Melhus kommune v/ Caroline Mevik. Rapporten omhandler grunnundersøkelser utført i forbindelse med bygging av ny kårbolig. Grunnundersøkelsene omfatter 2 totalsonderinger, 1 dreietrykksondering, 2 prøveserier og 1 cptu. Data i form av labresultat og sonderingsprofil er ikke tilgjengelig da rapporten er en vurderingsrapport. Vurderingene i rapporten tilsier at massene består av leire med enkelte siltlag, leiren er middels fast til fast. Det er påvist kvikkleire ved 11 – 14 meters dyp i borpunkt 1. Berg er ikke påtruffet etter 16 – 25 meters sondering.

[20] Rapporten er hentet fra NADAG. Rapporten er en vurderingsrapport utarbeidet i forbindelse med områderegulering for utbygging i Ler sentrum. Det er ingen data i form av labresultat og sonderingsprofil tilgjengelig i rapporten, foruten en borplan. Rapporten har derfor kun blitt benyttet til digitalisering av borpunkt.

[21] Rapporten er tilsendt NIRAS Norge fra Melhus kommune v/ Caroline Mevik. Rapporten er en datarapport utarbeidet i forbindelse med utbedring av Fv 712 opp Kaldvelldalen. Grunnarbeidet er utført mai 1989 og omfatter 11 stk. dreietrykksonderinger, 6 stk. dreiesonderinger, 11 stk. sylinderprøveserier (ukjent diameter) og nedsettelse av piezometer ved 2 borpunkt i totalt 3 nivåer. Prøveseriene er analysert ved rutineundersøkelser så vel som 1 stk. ødometer forsøk og 2 stk. treaksialforsøk.
Grunnundersøkelsene indikerer at massene i området består av leire med enkelte sand- og siltlag. Leiren er middels fast til fast og enkelte sonderinger indikerer kvikkleire (det bemerkes at rapporten er gammel og at massene mulig kan bli klassifisert som sprøbruddmaterial i dag).

[22] Rapporten er tilsendt NIRAS Norge fra Melhus kommune v/ Caroline Mevik. Rapporten er en datarapport utarbeidet i forbindelse med utbygging av Flå barnehage. Grunnarbeidet er utført uke 45 i 2009 av Rambøll. Feltarbeidet omfatter 3 stk dreietrykksondering, 6 stk Ø54 sylinderprøver fra 2 punkt, 1 stk. CPTu og nedsettelse av 2 stk elektriske piezometre i to dyp. Prøvene er analysert i laboratorium ved rutineundersøkelser og 2 stk. ødometerforsøk.
Grunnundersøkelsene indikerer at massene i området består av fast til meget fast leire med enkelte silt- og sandlag. Fra 10 – 13 meter under terreng viser prøvene leirer med høy sensitivitet. Berg er ikke påvist etter 13 – 20.3 m sondering. Berg er ikke påvist etter 20 – 24 meter sondering. Piezometerene indikerer ett poretrykk på 42, 8 – 47,8 mVS ved 17 meters dybde og 46,4 - 48,7 mVS ved 26 meters dybde.

[23] Omfatter geotekniske grunnundersøkelser utført 2021/2022 av Norconsult i oppdrag for Statens vegvesen i forbindelse med utbygging av ny E6 på delstrekningen Losen-Kvål. Foreløpig er bare Geosuite database og utskrifter av utvalgte lab resultater som separate PDF'er tilgjengelig. Felt undersøkelser omfatter bl.a. totalsonderinger, CPTu sonderinger, piezometere og Ø54 sylinderprøveserier. Lab analyser omfatter bl.a. rutineforsøk, korngraderingsanalyser og avanserte forsøk (ødo og treaks).

[24] Omfatter prosjektspesifikke geotekniske grunnundersøkelser gjennomført av NIRAS Norge AS i oppdrag for Bane NOR. Undersøkelsene er planlagt og gjennomført med tanke på etablering av ny plattform og planfri kryssing på Ler stasjon, samt utredning av delområde O2-O6 (se kapittel 3.2) iht. NVE veileder 1/2019 [1]. Felt undersøkelser omfatter totalsonderinger, CPTu sonderinger, piezometere samt naver- og Ø54 sylinderprøveserier. Lab analyser omfatter bl.a. rutineforsøk, korngraderingsanalyser, plastisitetsindeks og avanserte forsøk (ødo og treaks).

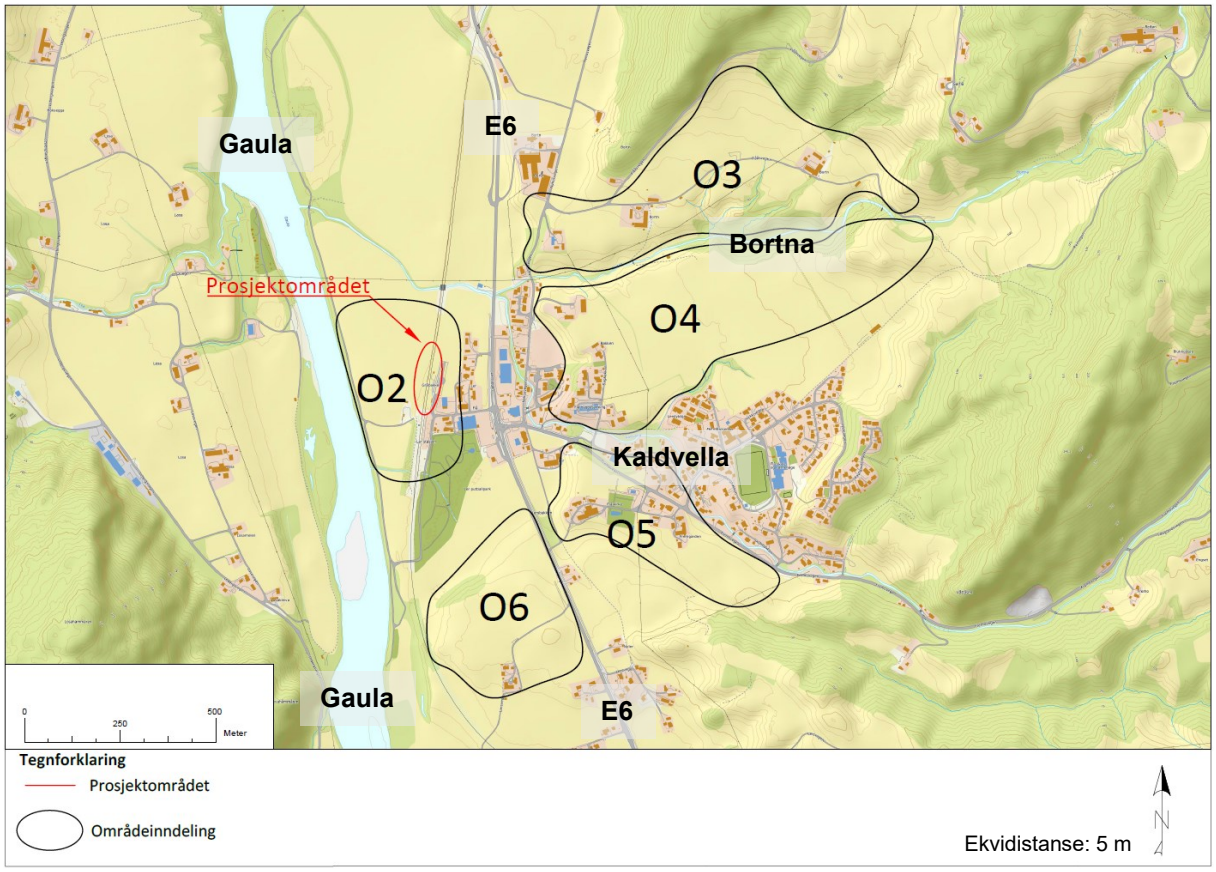
[25] Plankart (*.pdf) og *.SOSI data gjengir bunnkotekartlegging av Gaula utført av Sweco i oppdrag for Statens vegvesen i 2013. Data er tilsendt NIRAS Norge fra Multiconsult v/ Roar Skulbørstad. Kartleggingen er gjennomført i forbindelse med prosjekt E6 (Kleivhammer-Ler) og har blitt benyttet for vurdering av optimal plassering for «Ler bru». Tilgjengelig data har ekvidistanse 0,5 m og er gitt iht. høydereferanse NN1954. Data som presenteres videre frem i denne rapporten har blitt konvertert til NN2000.

3.2 Områdeinndeling

Med tanke på å få til en oversiktlig gjennomgang har området rundt Ler stasjon blitt inndelt i en rekke delområder O2-O6, se Figur 3.1.

Prosjektspesifikke grunnundersøkelser i hver av de 5 delområder har blitt navngitt på følgende vis:

- Delområde O2: Grunnundersøkelser navngitt i 200-serien
- Delområde O3: Grunnundersøkelser navngitt i 300-serien
- Delområde O4: Grunnundersøkelser navngitt i 400-serien
- Delområde O5: Grunnundersøkelser navngitt i 500-serien
- Delområde O6: Grunnundersøkelser navngitt i 600-serien



Figur 3.1 Oversiktskart som indikerer anvendt områdeinndeling O2-O6. Bakgrunnskart: Topografisk Norgeskart 4

4 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

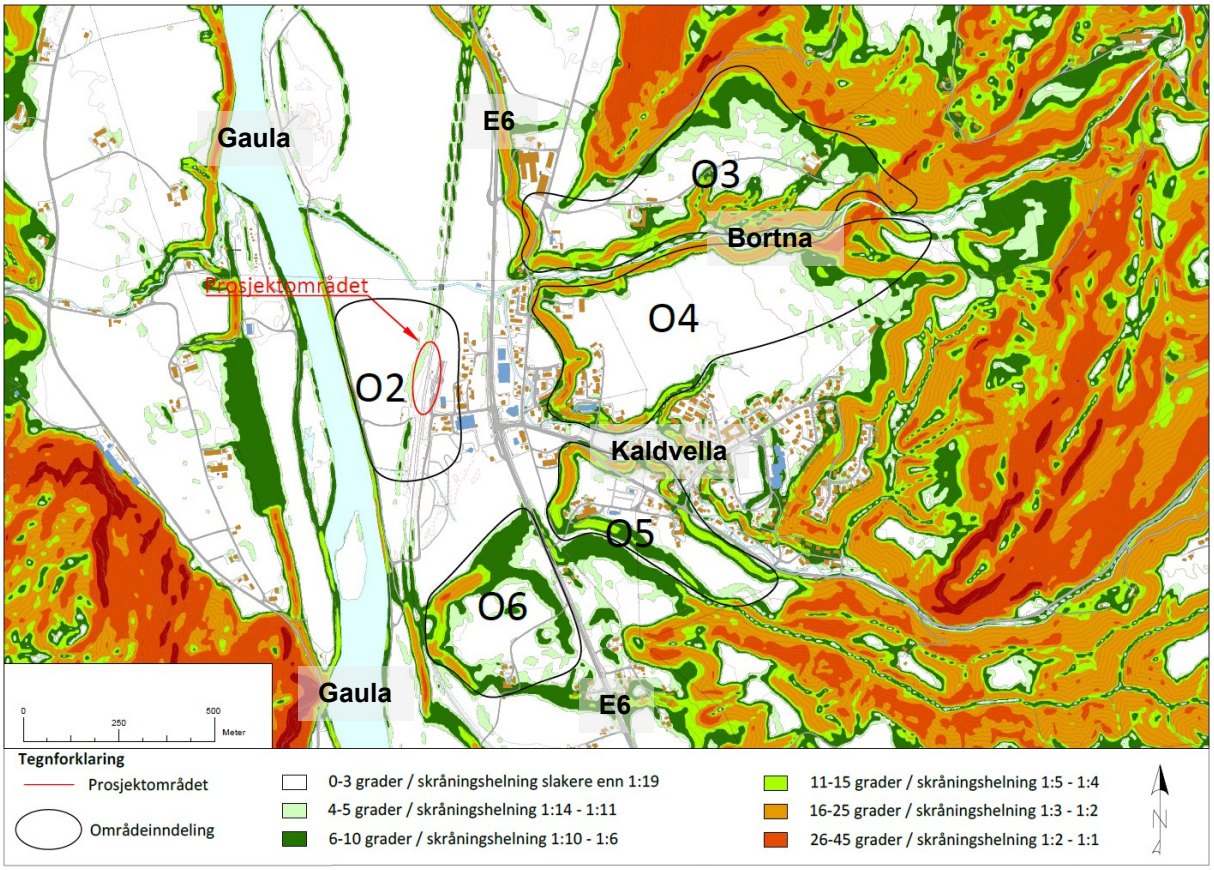
Som grunnlag for den videre utredning er det i de neste delkapitlene gjort kort rede for topografi, marin grense, kvartærgeologi og grunnforhold basert tilgjengelig underlag i form av grunnundersøkelser. Sist finnes en beskrivelse av tidligere kartlegging med tanke på områdestabilitet og kvikkleire samt en identifisering av potensielle faresoner iht. NVE veileder prosedyre steg 5.

4.1 Topografi

Figur 4.1 viser helning av terrenget i området rundt prosjektområdet. Innom samtlige delområder (O2-O6) finnes skråninger med helning brattere enn 1:20 og høyde på ca. 10 – 20 m.

Skråningen ned mot Gaula i delområde O2 er i henhold til [25] rundt 8-9 m høy og har en skråningshelning på rundt 1:2. På det dypeste ligger den kartlagte elvebunn på ca. kote +15,6 (NN2000).

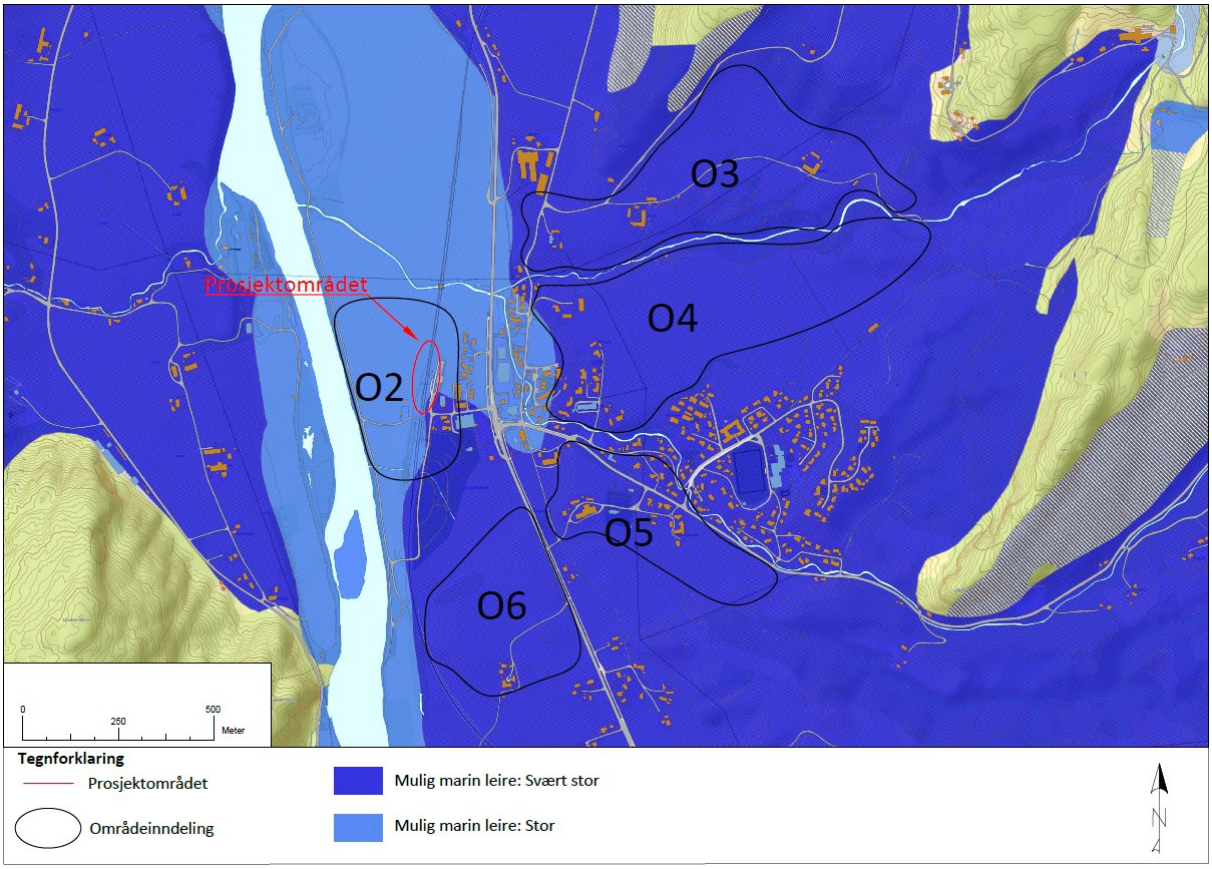
Selve prosjektområdet befinner seg på en relativt flat elveslette nær Gaula. I området sør-øst og øst for prosjektområdet eksisterer det platå- og ravineterreng. Dette terrenget opptrer som sterkt til moderat hellende skråninger med bakenforliggende flate områder (platå, se delområdene O3-O6).



Figur 4.1 Kart over helning av terreng (grader) nær prosjektområdet. Kartgrunnlag er NVE sitt temakart: «bratthet jordskred».

4.2 Marin grense

Den marine grensen (MG) i området er i henhold til opplysninger fra NGU på rundt kote +175 og prosjektområdet og de fem delområder (O2-O6) ligger dermed i sin helhet under marin grense. Som det fremgår av NGU sitt MML kart i Figur 4.2 er det stor- til svært stor sannsynlighet for å påtreffe marine leirer innenfor prosjektområdet og de fem delområder (O2-O6).



Figur 4.2 NGU sitt kart over sannsynlighet for marine avsetninger i grunnen ved prosjektområdet.

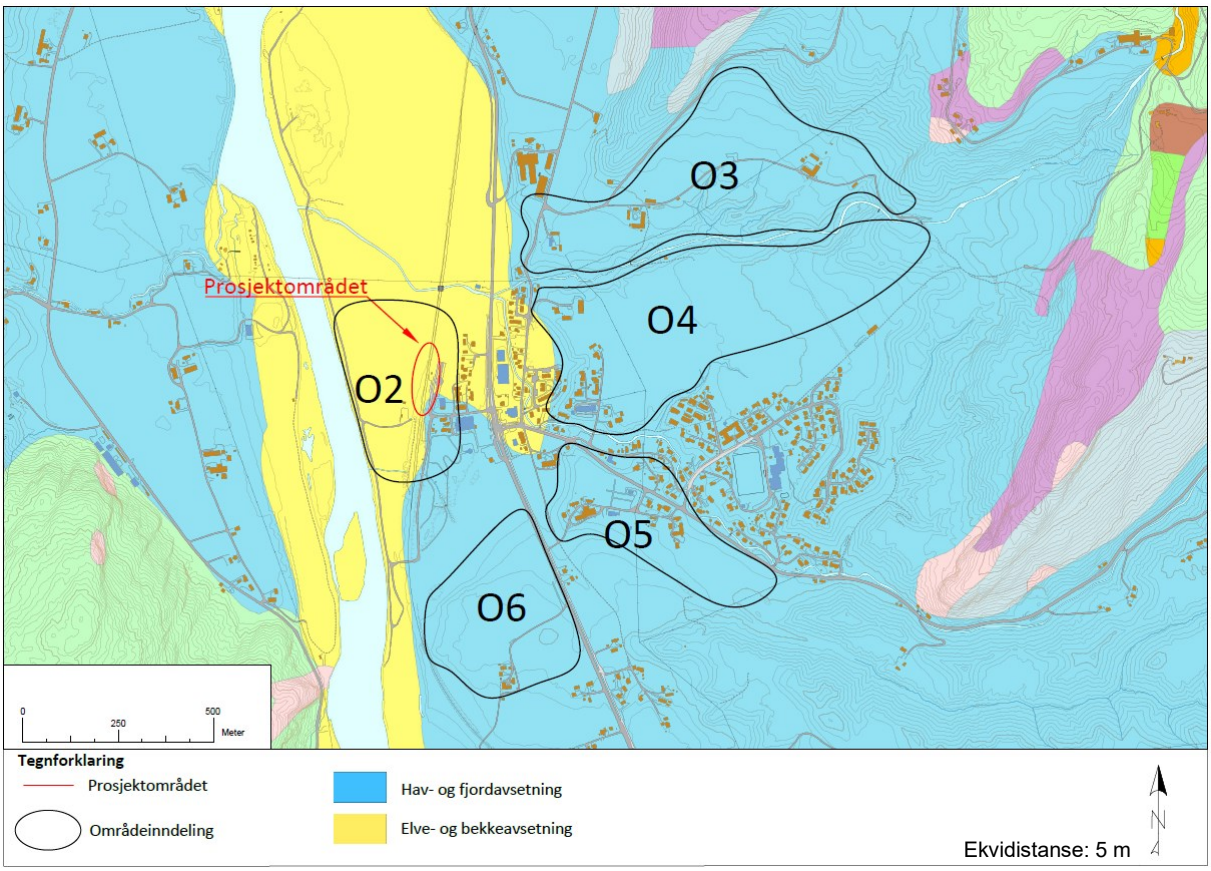
4.3 Kvartærgeologi

Fra NGU sitt kvartærgeologiske kartet gitt i Figur 4.3 kan man se at prosjektområdet og de fem delområder (O2-O6) ligger i et område som hovedsakelig består av en marin hav- og fjordavsetning (stor mektighet) og en elve- og bekkeavsetning. 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.*

Elve- og bekkeavsetning: *Elve- og bekkeavsetninger består av materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. Sand og grus dominerer, og materialet er sortert og rundet. Mektigheten varierer fra 0,5 til mer enn 10 m.*

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. Prosjektområdet ligger i sin helhet under marin grense (MG) og som det fremgår av kartet i Figur 4.2 vil det i områdene med «elve- og bekkeavsetning» være mulighet til å treffe kvikkleire inn under friksjonsmassene.



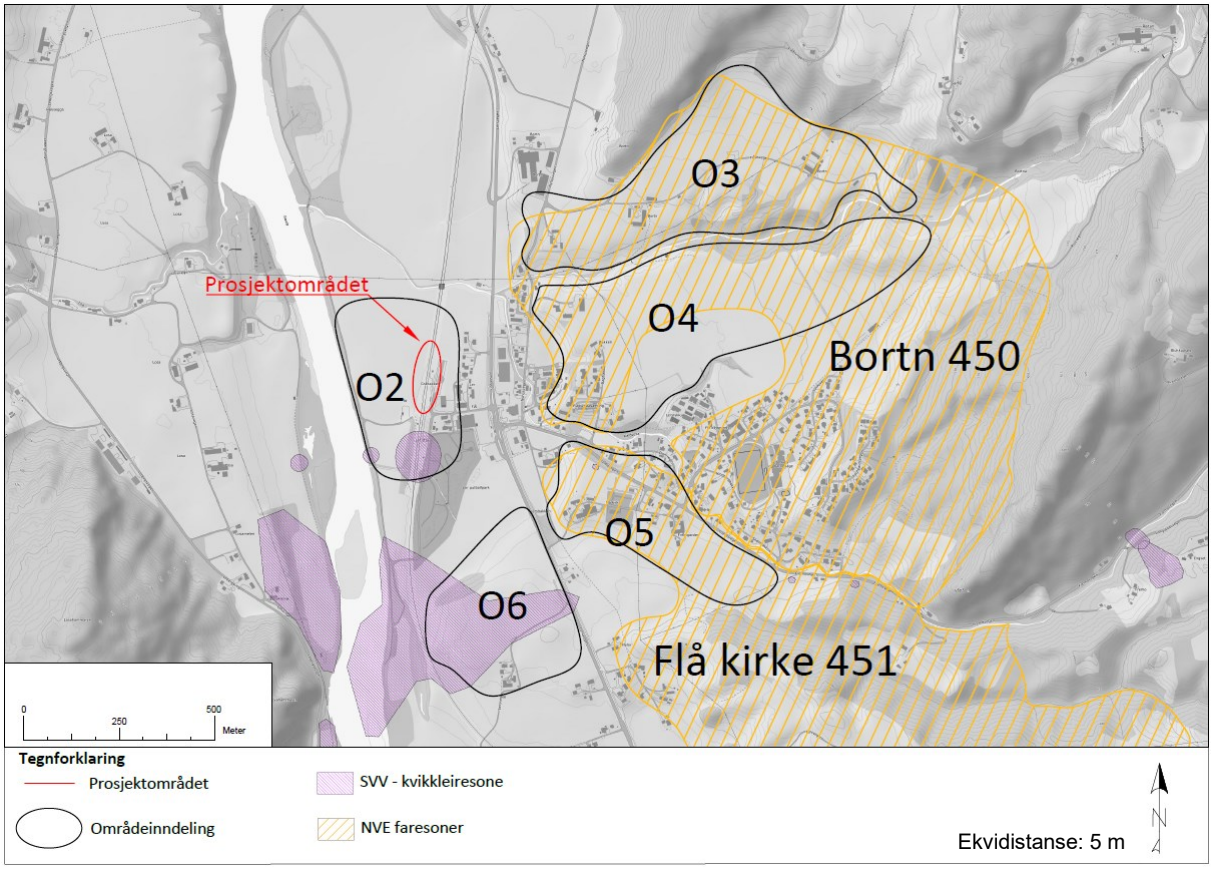
Figur 4.3 NGU kvartærgeologisk kart over prosjektområdet.

4.4 Tidligere kartlegging

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

Av NVE aktsomhetskart fremgår to eksisterende faresoner for områdeskred. Faresonene er navngitt «450 Bortn» og «451 Flå kirke» og er begge klassifisert til middels faregrad. Plassering ift. planlagte tiltak fremgår av kart i Figur 4.4. Begge faresonene er opprettet i 2003 og etter hvert revidert av flere omganger. Ingen av de tilgjengelige vurderinger/utredninger er utført ift. gjeldende veileder 1/2019. Tidligere utredninger for de to faresoner er tilgjengelig via NVE sine nettsider.

Av NVE aktsomhetskart fremkommer i tillegg et større antall SVV kvikkleiresoner i området sør for Ler stasjon. Plassering ift. planlagte tiltak fremgår av kart i Figur 4.4.



Figur 4.4 Eksisterende NVE faresoner og SVV kvikkleiresoner i umiddelbar nærhet til planlagte tiltak

4.5 Identifisering av kritiske skråninger og potensielle løsneområder

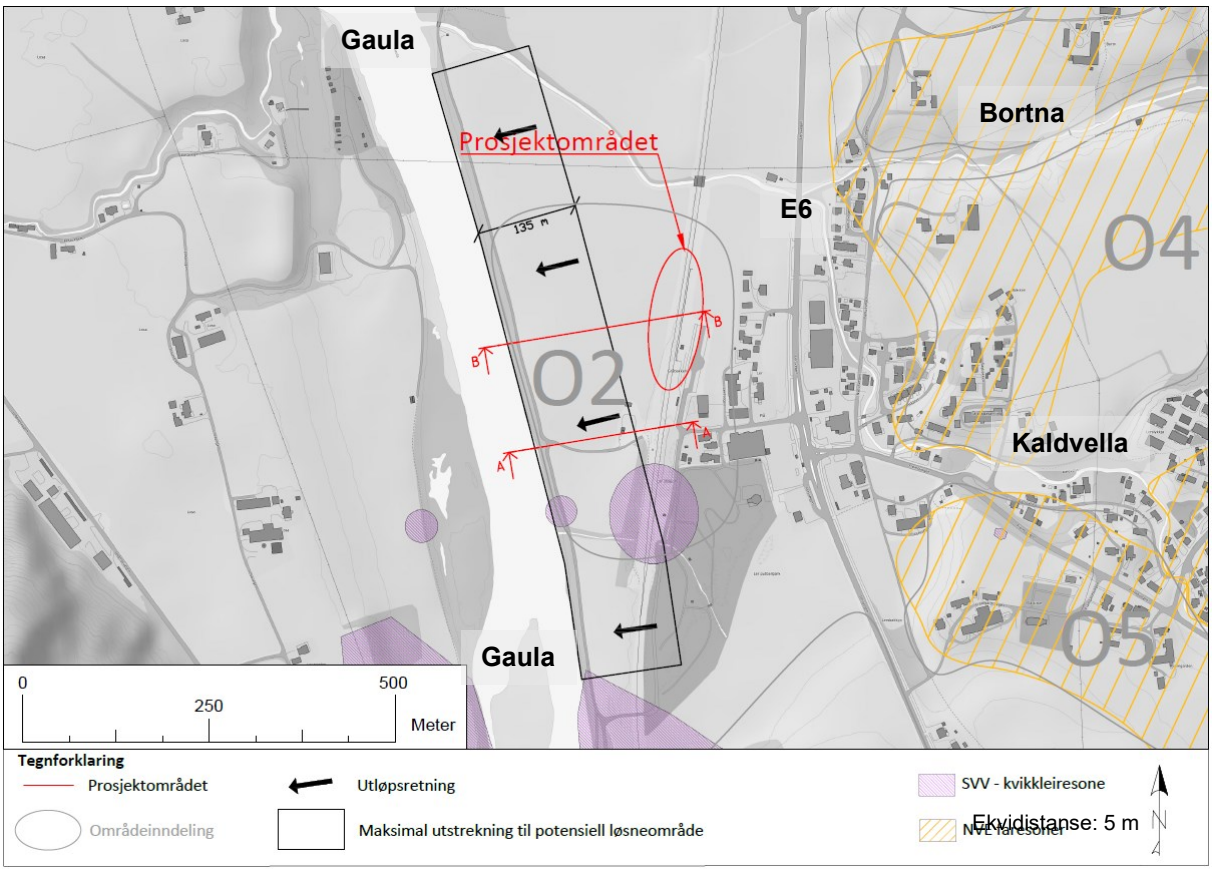
Basert på kriteriene gitt i prosedyre steg 3 og prosedyre steg 5 i NVE veileder 1/2019 er det identifisert 5 potensielle løsneområder som kan ha mulig konsekvens for planlagte tiltak. Skissert utstrekning til utløpsområder for O3-O6 er basert på føringene gitt i NVE veileder 1/2019 prosedyre steg 3 og til dels kapittel 4.6 (forutsatt retrogresjon). Løsneområdene omtales i det følgende iht. delområdeinndelingen som ble introdusert i kapittel 3.2

<u>Løsneområde O2</u>
Omfatter et potensielt løsneområde med utløp i Gaula. Viser til snitt AA og BB i vedlegg A samt plankart i Figur 4.5. Som angitt i kapittel 4.1 antas en samlet høyde på skråningen ned mot Gaula (over/under vann) på 9 m. Bakom skråningstopp er terrenget omtrent flatt i østlig retning helt frem til planlagte tiltak.

Iht. NVE veileder 1/2019 prosedyre steg 5 kan maksimal utstrekning til et potensielt løsneområde avgrenses som L=15*H, der H er den samlede høyde av skråningen over/under vann. Forutsatt en maksimal skråningshøyde på 9 m (se ref. [25], tilsvarer dypeste bunnkote rundt +15,6 (NN2000)) vil planlagte tiltak «gå fri av» (ikke ligge innenfor) den maksimale utstrekning til det potensielle løsneområde med god margin. Se nærmere vurdering av tilgjengelige bunnkotedata på neste side.

Siden planlagte tiltak ligger utenfor maksimal utstrekning til løsneområde og utenfor mulig utløpsområde vil videre utredning av O2 iht. NVE sin prosedyre ikke være relevant. Utredningen avsluttes på steg 5.

OBS!: Tilgjengelig underlag i form av grunnundersøkelser, topografiske kart og viten om forekomster av berg i dagen gir ikke anledning til å fastsette noen «naturlig avgrensning» av utstrekningen til det potensielle løsneområde i nordlig og sørlig retning langs Gaula. Nåværende opptegning i Figur 4.5 indikerer en fiktiv avgrensning ca. 400 m nord og ca. 400 m sør for planlagte tiltak.



Figur 4.5 Utstrekning av løsneområde O2 iht. NVE prosedyre steg 5

Supplerende vurdering av tilgjengelig bunnkotedata for Gaula (ref. [25])

Dersom maksimal utstrekning til et potensielt løsneområde langs Gaula skal kunne nå planlagte tiltak på stasjonsområdet må Gaula ha bunn dypere enn ca. kote +10,0 (NN2000).

Det er en kjent sak at det fortløpende skjer endringer til elvebunnen i Gaula, men det vurderes som svært usannsynlig at bunnen skulle ha senket seg 5,6 m (fra kote +15,6 (NN2000) til kote +10,0 (NN2000)) fra 2013 til 2022. Det bemerkes at historiske flyfotos for perioden 2013-2021 (se norgeibilder.no) ikke indikerer at det har skjedd endringer/utglidninger/erosjon langs bredden av Gaula, noe som ytterligere tilsier at det ikke skal ha skjedd vesentlig bunnsenking på strekningen. Tilsvarende ble observert i forbindelse med gjennomført befaring (ingen indikasjon på at det skal ha skjedd endringer/utglidninger/erosjon langs bredden av Gaula på mange år), se vedlegg B.

Tilgjengelig grunnlag i form av bunnkotekart vurderes som tilstrekkelig underlag for å konkludere med at planlagte tiltak på Ler stasjon ikke ligger innenfor den maksimale utstrekning til et potensielt løsneområde langs Gaula.

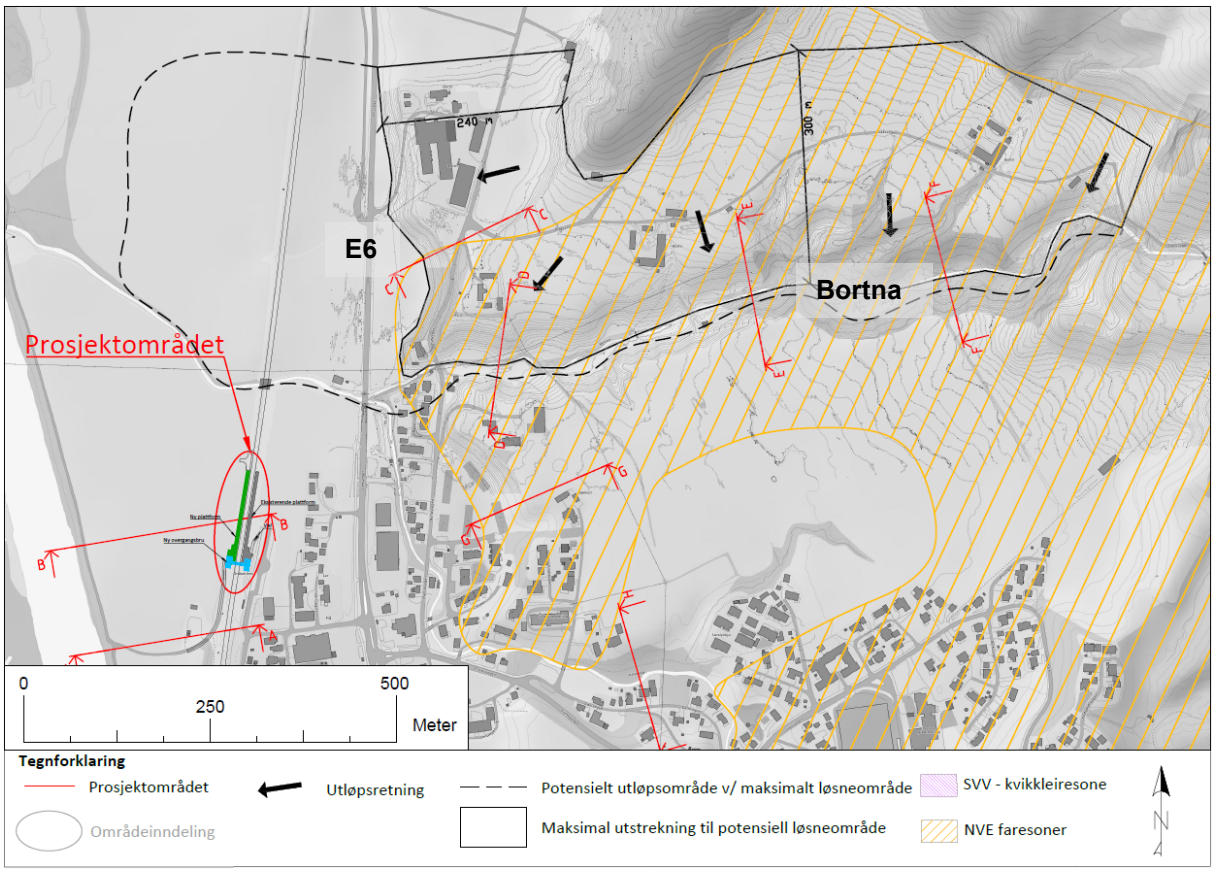
Løsne- og utløpsområde O3
Omfatter et potensielt løsneområde der planlagte tiltak (prosjektområdet) har blitt vurdert å ligge utenfor den maksimale utstrekning til et mulig utløpsområde. Viser til snitt CC, DD, EE og FF i vedlegg A samt plankart i Figur 4.6. Løsneområde O3 består av et platåterreng med en ca. 15-20 m høy ravineskråning langs kanten. I øst-vestlig retning er løsneområdet avgrenset av elven «Bortna». I vestlig retning avgrenses løsneområdet av foten av skråningen ovenfor det flate terreng der prosjektområdet finnes. Oppover i terrenget avgrenses løsneområdet av hhv. forekomster av berg i dagen, antatt grunt berg og en maksimal utstrekning iht. NVE veileder 1/2019 prosedyre steg 5 på maksimalt L=15*H, der H settes til 20 m.

Den maksimale dybde til Bortna ble ifbm. befaring vurdert til <0,5 m ved antatt normal vannføring. Dybden vil således være uten betydning for vurderingene gitt i dette kapittel.

OBS!: Tilgjengelig underlag i form av grunnundersøkelser, topografiske kart og viten om forekomster av berg i dagen gir ikke anledning til å fastsette noen «naturlig avgrensning» av utstrekningen til det potensielle løsneområde i nordlig retning langs E6. Tilsvarende er det ikke påvist noen «naturlig avgrensing» i østlig retning ovenfor foss/overgangsbru. Nåværende opptegning i Figur 4.6 indikerer en fiktiv avgrensning i hhv. nordlig og østlig retning. Det bemerkes, at den videre utstrekning av løsneområde O3 mot nord og øst vil være uten betydning for konklusjonene i dette rapport.

Indikert maksimal utstrekning til utløpsområde O3 i Figur 4.6 baserer seg på føringene for «retrogressive skred i åpent terreng» gitt i NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.6. Dvs. det er lagt til grunn at maksimal utstrekning til utløpsområdet er 1,5 x løsneområdets lengde. I sørlig retning forutsettes søkket der Bortna/Kaldvella renner mot Gaula å danne en naturlig barriere ift. den maksimale utbredelse av skredmasser mot sør. Søkket har en dybde ift. omkringliggende terreng på rundt 2-4 m med økende dybde i retning mot Gaula. Mot vest må dagens jernbanefylling med sin høyde på 1-3 m over omkringliggende terreng forventes å ha noe innvirkning på den maksimale utbredelse av skredmasser mot vest. Sistnevnte forhold har ikke blitt vurdert nærmere eller hensyntatt i forbindelse med skisseringen av utløpsområdets maksimale utstrekning.

Planlagte tiltak vil helhetlig ligge utenfor løsne- og utløpsområde O3 og videre utredning er derfor ikke relevant.



Figur 4.6 Utstrekning av løsne- og utløpsområde O3 iht. NVE prosedyre steg 5

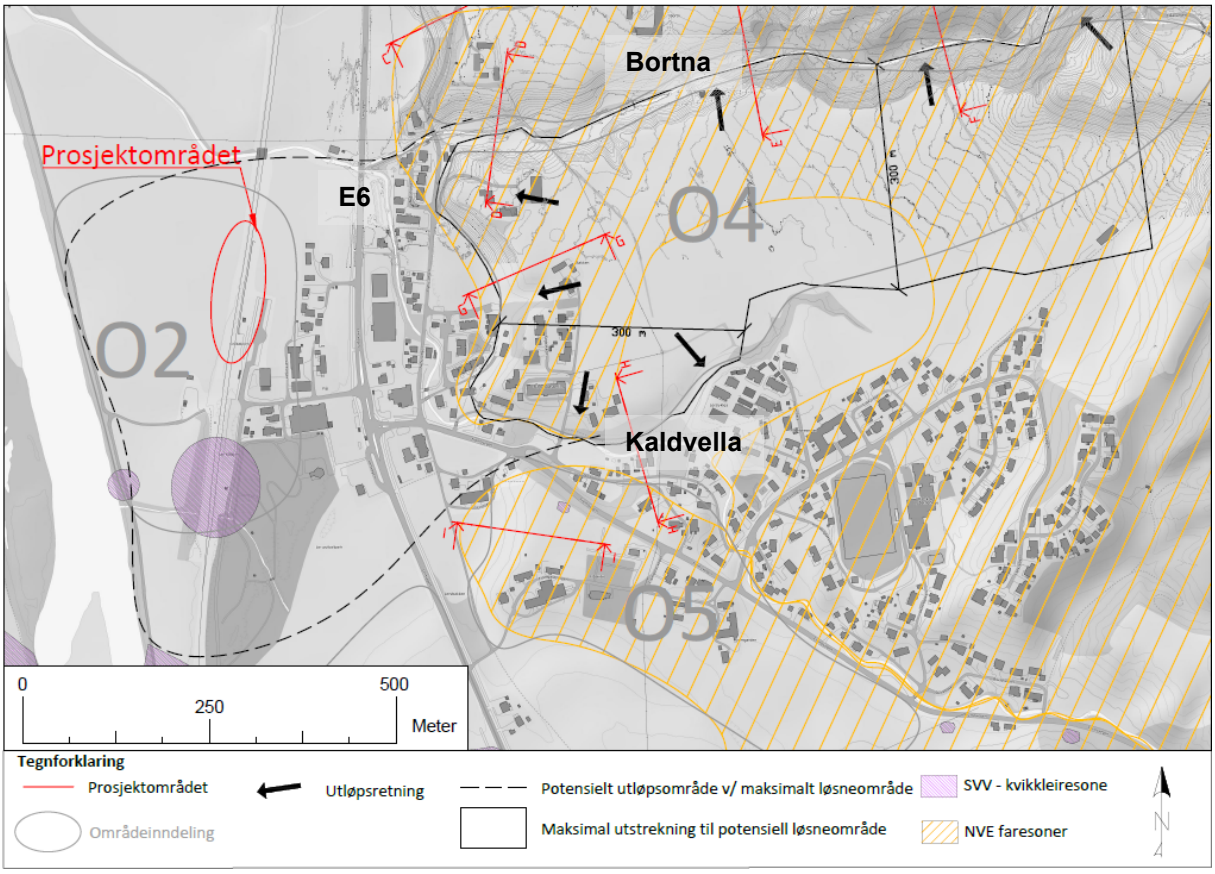
<u>Løsne- og utløpsområde O4</u>
Omfatter et potensielt løsneområde der planlagte tiltak (prosjektområdet) ligger innenfor mulig utløpsområde. Viser til snitt DD, EE, FF, GG og HH i vedlegg A samt plankart i Figur 4.7. Løsneområde O4 består av et platåterreng avgrenset mot nord av en ca. 15-20 m høy ravineskråning langs elven Bortna. I vestlig retning er avgrenses løsneområdet naturlig av foten av skråningen ovenfor det flate terreng der prosjektområdet finnes. I sør avgrenses området av elven Kaldvella på den vestligste bit, og lengre mot øst avgrenses området av den maksimal utstrekning iht. NVE veileder 1/2019 prosedyre steg 5 på maksimalt L=15*H, der H settes til 20 m. Rett øst er det lagt inn en «fiktiv avgrensning» tilsvarende som for delområde O3.

Den maksimale dybde til Bortna og Kaldvella ble ifbm. befaring vurdert til <0,5 m ved antatt normal vannføring. Dybden vil således være uten betydning for vurderingene gitt i dette kapittel og kapitler videre frem.

Indikert maksimal utstrekning til utløpsområde O4 i Figur 4.7 baserer seg på føringene for «retrogressive skred i åpent terreng» gitt i NVE veileder 1/2019 [1] kapittel 4.6. Dvs. det er lagt til grunn at maksimal utstrekning til utløpsområdet er 1,5 x løsneområdets lengde. I nordlig retning forutsettes søkket der Bortna/Kaldvella renner mot Gaula å danne en naturlig barriere ift. den maksimale utbredelse av skredmasser mot nord. Søkket har en dybde ift. omkringliggende terreng på rundt 2-4 m med økende dybde i retning mot Gaula. Mot vest må eksisterende bygg og infrastruktur samt nord-sør gående del av Kaldvella forventes å ha noe innvirkning på den maksimale utbredelse av skredmasser i vestlig retning. Effekten av sistnevnte forhold har ikke vært mulig å kvantifisere og har derfor ikke blitt hensyntatt i forbindelse med skisseringen av utløpsområdets utstrekning. Helt i vest vil Gaula utgjøre en naturlig avgrensning av utløpsområdet, tilsvarende som terreng oppover i sørlig retning vil utgjøre en naturlig avgrensning mot sør.

Planlagte tiltak ligger helhetlig innenfor utløpsområde O4. Viser til videre vurderinger rundt skredmekanisme og maksimal sideveis skredutbredelse i kapittel 7.4

OBS!: Tilgjengelig underlag i form av grunnundersøkelser, topografiske kart og viten om forekomster av berg i dagen gir ikke anledning til å fastsette noen «naturlig avgrensning» av utstrekningen til det potensielle løsneområde i østlig retning ovenfor foss/overgangsbru. Nåværende opptegning i Figur 4.7 indikerer en fiktiv avgrensning i østlig retning. I henhold til de videre vurderinger i kapittel 7.4 er dette uten betydning.



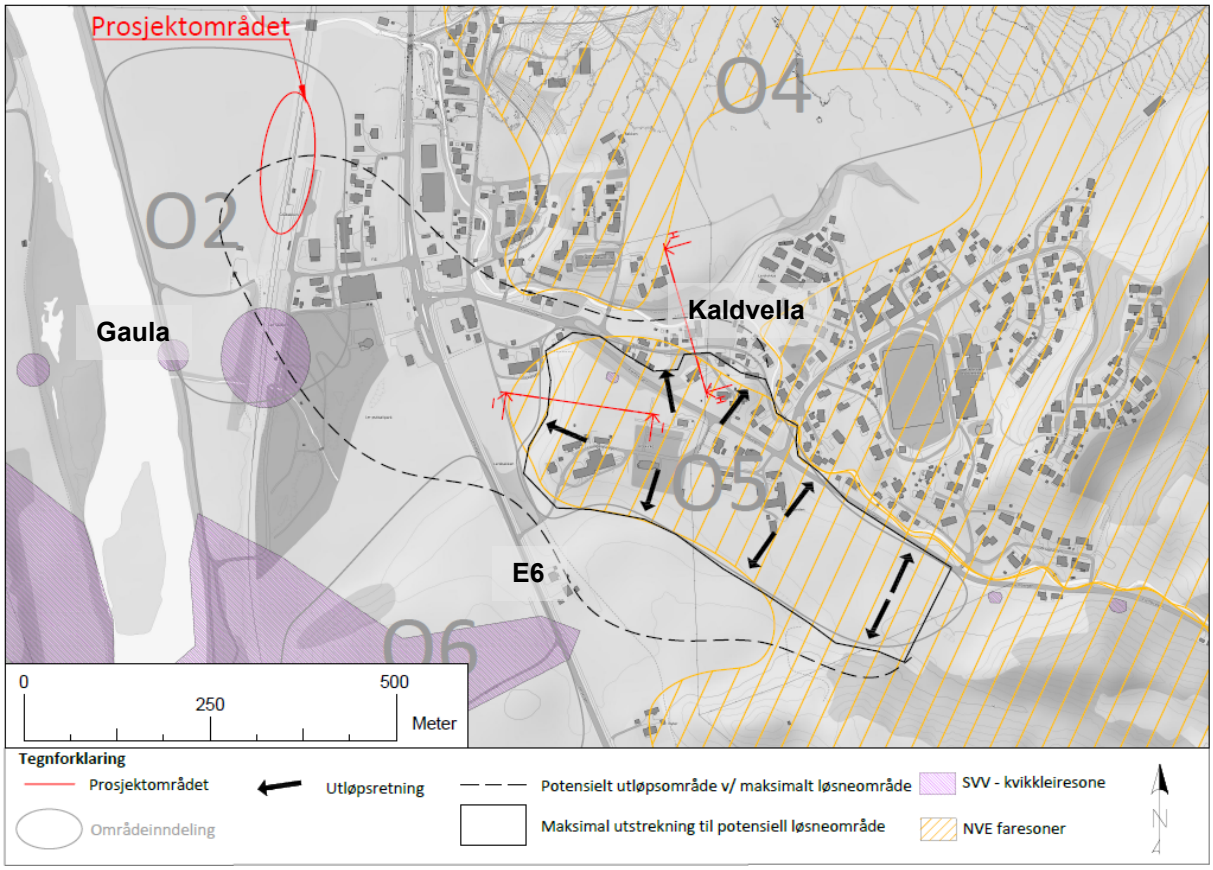
Figur 4.7 Utstrekning av løsne- og utløpsområde O4 iht. NVE prosedyre steg 5

Løsne- og utløpsområde O5

Omfatter et potensielt løsneområde der planlagte tiltak (prosjektområdet) ligger innenfor mulig utløpsområde. Viser til snitt HH og II i vedlegg A samt plankart i Figur 4.8. Løsneområde O5 består av et platåterreng avgrenset mot nord, vest og sør av en inntil ca. 20 m høy ravineskråning. I nord avgrenses en kortere strekning av elven Kaldvella. I vestlig retning er avgrenses løsneområdet naturlig av foten av skråningen ovenfor det flate terreng der prosjektområdet finnes. I sør avgrenses området av et dalsøkk i terrenget. Rett øst er det lagt inn en «fiktiv avgrensning» tilsvarende som for delområde O3.

Den maksimale dybde til Kaldvella ble ifbm. befaring vurdert til <0,5 m ved antatt normal vannføring. Dybden vil således være uten betydning for vurderingene gitt i dette kapittel og kapitler videre frem.

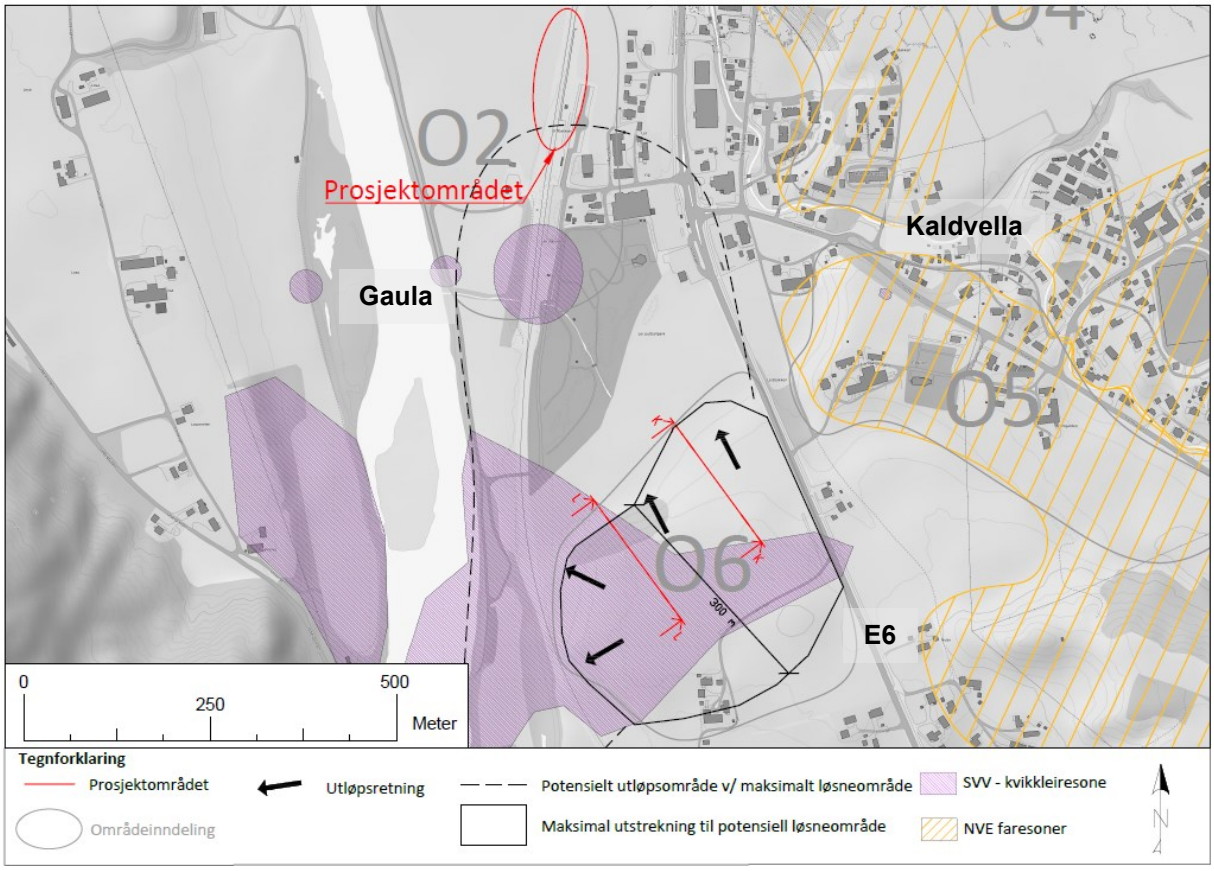
OBS!: Tilgjengelig underlag i form av grunnundersøkelser, topografiske kart og viten om forekomster av berg i dagen gir ikke anledning til å fastsette noen «naturlig avgrensning» av utstrekningen til det potensielle løsneområde i øst-sørøstlig retning. Nåværende opptegning i Figur 4.8 indikerer således en fiktiv avgrensning.



Figur 4.8 Utstrekning av løsne- og utløpsområde O5 iht. NVE prosedyre steg 5

Løsne- og utløpsområde O6

Omfatter et potensielt løsneområde der planlagte tiltak (prosjektområdet) ligger innenfor mulig utløpsområde. Viser til snitt KK og LL i vedlegg A samt plankart i Figur 4.9. Løsneområde O6 består av en skråning mot nordog vest og da et flatere terreng innover i sørøstlig retning. Mot nord og vest avgrenses løsneområdet naturlig av foten av skråningen ovenfor det flatere terreng der prosjektområdet og Gaula finnes. Mot sør og øst avgrenses området av den maksimale utstrekning iht. NVE veileder 1/2019 prosedyre steg 5 på maksimalt L=15*H, der H settes til 20 m. Mot øst samsvarer avgrensningen med forløpet til E6.



Figur 4.9 Utstrekning av løsne- og utløpsområde O6 iht. NVE prosedyre steg 5

5 BEFARING

Befaring ble utført 19.05.2022 av Geotekniker Jakob Bitsch Jensen og Christoffer Kolbeinsen Surdal fra NIRAS Norge AS. Per Mo deltok som representant fra Bane NOR.

Hensikten med befaringen var å kartlegge berg i dagen, erosjonsforhold og eksisterende erosjonssikring iht. føringene i NVE eksternrapport 9/2020 [2]. Erosjonsforhold og sikring ble kartlagt langs elvene Bortna, Kaldvella og Gaula. I tillegg ble et mindre bjørkeskogholt umiddelbart sør for Ler sentrum befart med tanke på å kartlegge evt. forekomster av berg i dagen.

Viser til vedlegg B for samlet befaringsdokumentasjon.

6 GRUNNUNDERSØKELSER

I forbindelse med områdestabilitetsutredningen er det utført supplerende prosjektspesifikke grunnundersøkelser i delområde O2-O6, se ref. [24]. I tillegg foreligger et stort grunnlag i form av tidligere utførte grunnundersøkelser. En samlet oversikt over tilgjengelig grunnlag fremkommer av kapittel 3.1.

De første to delkapitler inneholder en klassifisering av grunnforholdene i hvert enkelt borpunkt iht. systemet som fremkommer av Tabell 6.1. I de to siste delkapitlene gjengis resultater av poretrykks-målinger og en vurdering av kvaliteten til gjennomførte grunnundersøkelser.

6.1 Metode for klassifisering av sprøbrudd/ikke-sprøbrudd

Felt- og lab data fra samtlige tilgjengelige borpunkt i og umiddelbart rundt de ulike delområder O2-O6 har blitt gjennomgått med tanke på å kunne påvise/avvise forekomst av sprøbruddmateriale. Undersøkelsene i området omfatter totalsondering, naver- og sylinderprøveserier, CPTu sonderinger samt et mindre antall historiske dreietrykksonderinger. Av de utførte forsøk 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]).

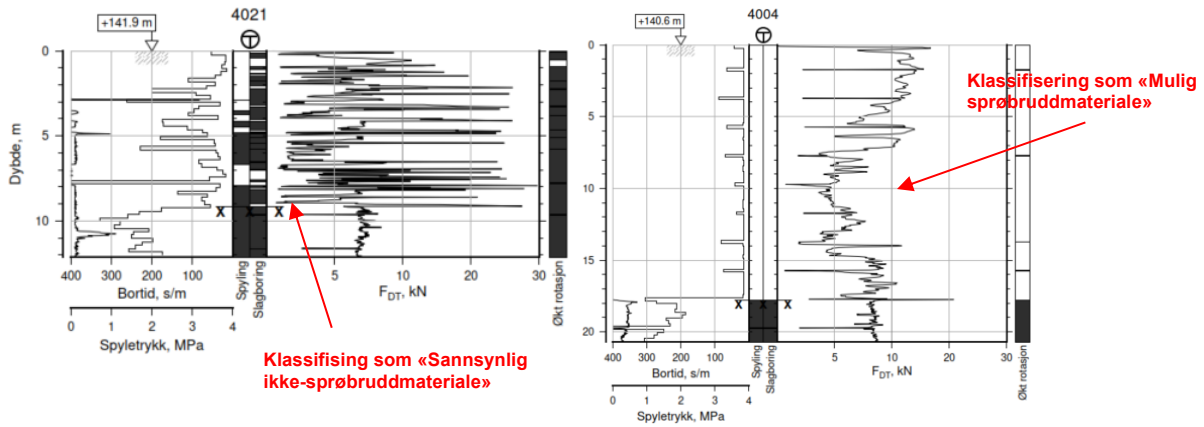
I den følgende gjennomgang angis påvist/ikke påvist sprøbruddmateriale med basis i egnede metoder (CPTu/omrørt konus) med grønn eller rød sirkel og det benyttes betegnelsene «Påvist sprøbruddmateriale» og «Påvist ikke-sprøbruddmateriale». Disse betegnelser anvendes bare der CPTu og/eller konus er utført 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 dreietrykksonderinger) 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 6.1

Tabell 6.1 Fargekode og navngivning benyttet under klassifisering av sprøbruddmaterialforekomster.

Symbol	Navngiving	Beskrivelse
●	Påvist ikke-sprøbruddmateriale	Klassifiseringen gjelder borpunkt hvor det er utført forsøk som kan påvise sprøbruddmaterial (CPTu/omrørt konus), og disse ikke har påvist sprøbruddmaterial i «mest kritiske nivå». Klassifiseringen gjelder også borpunkt hvor løsmassemektigheten 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 sprøbruddmaterial (CPTu/omrørt konus), og disse har påvist sprøbruddmaterial og/eller kvikkleire
■	Sannsynligvis ikke-sprøbruddmateriale	Klassifiseringen gjelder borpunkt hvor det kun er utført total-/dreiesonderinger. Om sonderingsprofilet har konstant tilvekst med dypet, bruk av slag/spyling, høy matekraft etc. er massene antatt å ikke bestå av sprøbruddmaterial. Se eksempel på sonderingsprofiltolkning i Figur 6.1.
■	Mulig sprøbruddmateriale	Klassifiseringen gjelder borpunkt hvor det kun er utført totalsonderinger. Om sonderingsprofilet har soner med lav matekraft er massene klassifisert som mulig sprøbruddmaterial. Se eksempel på sonderingsprofiltolkning i Figur 6.1. Klassifiseringen benyttes også for borpunkt hvor sonderingene ikke er ført ned til berg, i slike tilfeller kan ikke forekomst av sprøbruddmaterial med dypet ikke avvises.



Figur 6.1 Eksempler på totalsonderingsprofil tolket som «Sannsynlig ikke-sprøbruddmateriale» (sondering 4021) og «Mulig sprøbruddmateriale» (sondering 4004). OBS! Sonderingene er fra ett annet prosjekt og gjengis her som eksempler.

6.2 Påviste forekomster av sprøbruddmateriale og kvikkleire

Viser til nærmere forklaring rundt metode, klassifisering og symboler i kapittel 6.1.

Tabell 6.2 gjengir en vurdering av grunnforholdene i de enkelte borpunkt innenfor de 5 delområde (O2-O6) med særlig fokus på forekomst av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. Figur 6.2 (inn under tabellen) gjengir en grafisk sammenstilling av opplysningene gitt i Tabell 6.2.

For delområde O2-O5 vurderes det, at grunnforholdene i borpunkt angitt med oransje farge (mulig sprøbruddmateriale) i al hovedsak tilsvarer grunnforholdene som har blitt påvist i borpunkt i samme delområder angitt med rød farge (påvist sprøbruddmateriale).

For delområde O6 vurderes det ut ifra resultatene av Norconsult og NIRAS sine supplerende grunnundersøkelser i området (2021/2022), at grunnforholdene i borpunkt angitt med oransje farge (mulig sprøbruddmateriale) mest sannsynlig er feil-klassifisert og burde hatt gul farge (sannsynlig ikke-sprøbruddmateriale). Data (sonderingsprofiler) har ikke vært tilgjengelig i forbindelse med denne utredning og Multiconsult sin vurdering (oransje farge) har derfor blitt gjengitt uten endringer.

Påviste forekomster av sprøbruddmateriale og kvikkleire i delområdene O2-O5 medfører at det vil være risiko for områdeskred og kravene til videre utredning i henhold til NVE veileder 1/2019 gjør seg gjeldende.

*Tabell 6.2 Oversikt over hvilke borepunkter som har påvist sprøbruddsmateriale eller kvikkleire. *Angir punkter der vurdering alene er basert på tolkning av CPTu i henhold til NIFS Bq1-Nmc.*

ID	Forsøk	Prøvebeskrivelse	$c_{u,r}$ (ISO)	Sprøbrudds-materiale eller kvikkleire?	Merknad
Delområde O2 og Ler stasjon					
200	Pose	Sand, silt, grus	---	Mulig	Poseprøver viser sand, silt, grus til 4 m. Totalsondering indikerer tilsvarende masser til ca. 7 m. Herunder følger leire til stor dybde. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være tilsvarende leirmasser som i borpunkt 205 og NO4-028 fra ca. 7 m og nedover.
201	---	---	---	Mulig	Basert på totalsondering i borpunkt 201 antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i

					200-seiren. Totalsondering indikerer sand, silt, grus til ca. 8 m under terreng. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire fra ca. 8 m og nedover.
202	Pose	Sand, silt, grus	---	Mulig	Poseprøver viser sand, silt, grus til 3 m. Totalsondering indikerer tilsvarende masser til ca. 6 m. Herunder følger leire til stor dybde. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være tilsvarende leirmasser som i borpunkt 205 og NO4-028 fra ca. 6 m og nedover.
203	---	---	---	Mulig	Basert på totalsondering i borpunkt 203 antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 200-seiren. Totalsondering indikerer sand, silt, grus til ca. 6 m under terreng. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
204	Pose	Sand, silt, grus	---	Mulig	Poseprøver viser sand, silt, grus til 4 m. Totalsondering indikerer tilsvarende masser til ca. 9 m. Herunder følger leire til stor dybde. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være tilsvarende leirmasser som i borpunkt 205 og NO4-028 fra ca. 9 m og nedover.
205	Pose	Sand, silt, grus over leire	**0,87** – 5,25	Påvist	Poseprøver viser sand, silt, grus til 4 m. Herunder følger leire til 9 m. Omrørt konus på prøver fra 6-9 m har påvist sprøbruddmateriale. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være tilsvarende leirmasser som i borpunkt NO4-028 fra ca. 6 m og nedover.
206	---	---	---	Mulig	Basert på totalsondering i borpunkt 206 antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 200-seiren. Totalsondering indikerer sand, silt, grus til ca. 5 m under terreng. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire fra ca. 5 m og nedover.
207	Pose	Sand, silt, grus	---	Mulig	Poseprøver viser sand, silt, grus til 4 m. Totalsondering indikerer tilsvarende masser til ca. 8 m. Herunder følger leire til stor dybde. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være tilsvarende leirmasser som i borpunkt 205 og NO4-028 fra ca. 8 m og nedover.
208	Pose	Sand, silt, grus	---	Mulig	Poseprøver viser sand, silt, grus til 3 m. Totalsondering indikerer tilsvarende masser til ca. 6 m. Herunder følger leire til stor dybde. Totalsondering avsluttet på ca. 20 m. Antas å være tilsvarende leirmasser som i borpunkt 205 og NO4-028 fra ca. 6 m og nedover.
NO4-028	CPTu	---	---	Påvist*	NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer «mulig sprøbruddmateriale» fra ca. 10 m og videre nedover (ref. [23]). Basert på sonderingsdata likner grunnforholdene i borpunkt NO4-028 veldig godt på grunnforholdene påvist i øvrige grunnundersøkelser i området (200-serien og NO4-029, NO4-031 og

					NO4-032). Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 10 m og nedover.
NO4-029, NO4-031, NO4-032	---	---	---	Mulig	Basert på totalsonderinger i borpunkt NO4-029, NO4-031 og NO4-032 (ref. [23]) antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 200-serien og borpunkt NO4-028. Totalsonderinger indikerer sand, silt, grus til ca. 4 m under terreng. Totalsonderinger avsluttet på 30 m. Antas å være sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire fra ca. 4 m og nedover.
Delområde O3					
301	CPTu & Ø54	Kvikkleire	**0,02** – 32,7	Påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer tilsvarende «mulig sprøbruddmateriale».
28, 29	---	---	---	Mulig	Basert på dreietrykksonderinger (ref. [12]) antas tilsvarende grunnforhold som borpunkt 301. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover. Overgang til fastere masser (økt rotasjon og stor masekraft) på ca. 25 m i borpunkt 28 og 35 m i borpunkt 29.
36, 38	---	---	---	Mulig	Basert på dreietrykksonderinger (ref. [11]) antas tilsvarende grunnforhold som borpunkt 301. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
Delområde O4					
400	CPTu & Ø54	Kvikkleire	**0,21** – 13,2	Påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver har påvist kvikkleire på ca. 5,8 m. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer «mulig sprøbrudd-materiale» fra ca. 6 m og videre nedover.
401	CPTu	---	---	Mulig	NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer «mulig sprøbruddmateriale» fra ca. 6 m og videre nedover. Basert på CPTu- og totalsonderingsdata likner grunnforholdene i borpunkt 401 veldig godt på grunnforholdene i borpunkt 400 og 402. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
402	CPTu & Ø54	Kvikkleire	**0,07** – 18,6	Påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer tilsvarende «mulig sprøbruddmateriale».
403	---	---	---	Mulig	Basert på totalsonderingsprofil antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 400-serien. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
404	CPTu	---	---	Mulig	NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 2) indikerer lag med «mulig sprøbruddmateriale» fra ca. 6 m og videre nedover. Basert på CPTu- og totalsonderingsdata likner grunnforholdene i borpunkt 404 veldig godt på grunnforholdene i borpunkt 400 og 402. Antas å være

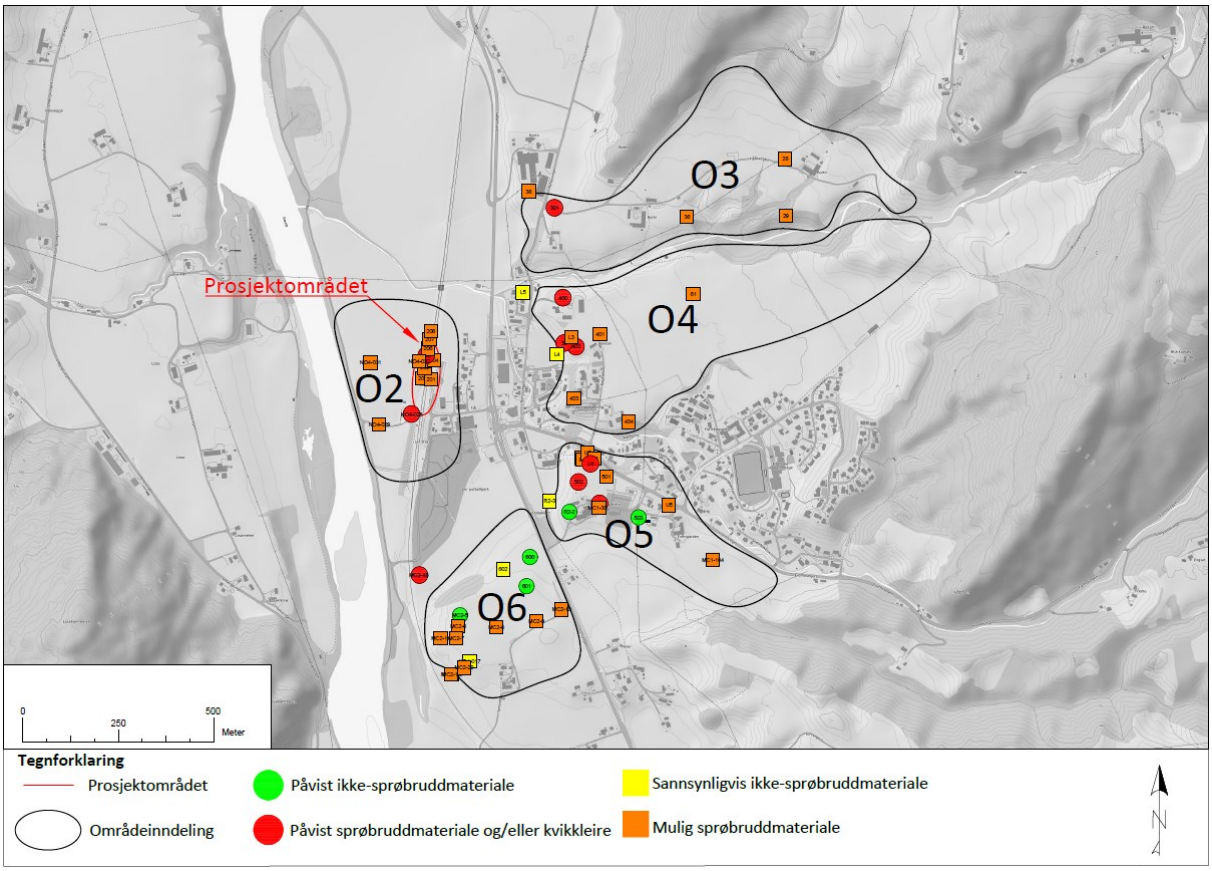
					sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
39	Ø54	Kvikkleire	Ca. 0,5-0,8 kPa iht. NS	Påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver (ref. [11]) har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6-10 m. Dreietrykksondering indikerer tilsvarende grunnforhold til rundt 15 m.
61	---	---	---	Mulig	Basert på dreietrykksonderinger (ref. [11]) antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 400-serien. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
L3	---	---	---	Mulig	Basert på totalsonderingsprofil (ref. [18]) antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 400-serien. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 6 m og nedover.
L4	---	---	---	Sannsynlig ikke	Totalsonderingsprofil (ref. [18]) indikerer konstant tilvekst fra sonderingsstart. Klassifiseres som «sannsynlig ikke sprøbruddmateriale».
L5	---	---	---	Sannsynlig ikke	Totalsonderingsprofil (ref. [18]) indikerer konstant tilvekst fra sonderingsstart. Klassifiseres som «sannsynlig ikke sprøbruddmateriale».
Delområde O5					
500	CPTu	---	---	Mulig	NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 2) indikerer lag med «mulig sprøbruddmateriale» fra ca. 7 m og videre nedover. Basert på CPTu- og sonderingsdata likner grunnforholdene i borpunkt 500 veldig godt på grunnforholdene i borpunkt 502 og nærliggende borpunkt U4 (ref. [21], ID: «280-21H»). Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 7 m og nedover.
501	---	---	---	Mulig	Basert på totalsonderingsprofil antas tilsvarende grunnforhold som øvrige borpunkt i 500-serien. Borpunkt ligger ganske nærmere borpunkt U4 (ref. [21], ID: «280-21H») der det er påvist kvikkleire. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 7 m og nedover.
502	CPTu & Ø54	Kvikkleire	**0,07** – 38,8	Påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 7 m og nedover. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 3) indikerer tilsvarende «mulig sprøbruddmateriale».
503	CPTu	---	---	Ikke påvist*	NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer ikke sprøbruddmaterial. CPTu sondering avsluttet 13,7 m under terreng. Totalsondering er avsluttet på 30,0 m og indikerer ikke forekomst av vesentlig svakere lag videre nedover.
U1, U2, U3	---	---	---	Mulig	Basert på dreietrykksonderinger (ref. [21], ID: «280-4H», «256-27H» og «256-5H») antas tilsvarende grunnforhold som borpunkt i U4. Sonderingsprofil indikerer økt masekraft fra rundt kote +25,0 og nedover.

U4	Ø54	Kvikkleire		Påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver (ref. [21], ID: «280-21H») har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 7 m og nedover.
U5	---	---	---	Mulig	Basert på dreietrykksondering (ref. [21], ID: «510-9H») antas tilsvarende grunnforhold som borpunkt i U4. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 7 m og nedover.
R2-1	Ø54	---	---	Påvist**	Datarapport for R2-1 er ikke tilgjengelig. Vurdering av resultater av grunnundersøkelser fremgår av ref. [21] (ID: «1») og ref. [20] (ID: «R2-1»). Undersøkelser omfatter dreietrykksondering og Ø54-sylinderprøveserie. Rambøll og Multiconsult angir at det skal være påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire.
R2-2	CPTu & Ø54	---	---	Ikke påvist**	Datarapport og rådata for R2-2 er ikke tilgjengelig. Vurdering av resultater av grunnundersøkelser fremgår av ref. [21] (ID: «2») og ref. [20] (ID: «R2-2»). Rambøll og Multiconsult sin tolkning av totalsonderingsprofil, Ø54 sylinderprøveserie og CPTu samsvarer og konkluderer med at det ikke skal være risiko for sprøbruddmateriale eller kvikkleire.
R2-3	---	---	---	Sannsynlig ikke**	Datarapport og rådata for R2-3 er ikke tilgjengelig. Vurdering av resultater av grunnundersøkelser fremgår av ref. [21] (ID: «3») og ref. [20] (ID: «R2-3»). Rambøll og Multiconsult sin tolkning av totalsonderingsprofil samsvarer og konkluderer med at det ikke skal være risiko for sprøbruddmateriale eller kvikkleire.
MC1-30,	---	---	---	Mulig	Basert på dreietrykksondering (ref. [12], ID: «30») antas tilsvarende grunnforhold som borpunkt i R2-1. Antas å være forekomst av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire.
MC1-104	CPTu	---	---	Mulig	CPTu-rådata er ikke tilgjengelig for NIFS-tolkning. Basert på dreietrykksonderingsprofil (ref. [12], ID: «104») er det ikke mulig å avvise forekomst av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire.
Delområde O6					
600	CPTu	---	---	Ikke påvist*	NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer ikke sprøbruddmaterial. CPTu sondering avsluttet 7,8 m under terreng. Totalsondering er avsluttet på 30,0 m og indikerer ikke forekomst av vesentlig svakere lag videre nedover (sondering indikerer fast morene fra ca. 7-15 m).
601	CPTu & Ø54	Leire m. enk. siltlag	10,6 – 35,5	Ikke påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver har påvist ikke-sprøbruddmateriale fra ca. 4- 13 m. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer tilsvarende ikke-sprøbruddmateriale. Totalsondering er avsluttet på 30,0 m og indikerer ikke forekomst av vesentlig svakere lag videre nedover (sondering indikerer fast morene fra ca. 15-20 m).

602	---	---	---	Sannsynlig ikke	Sammenstilt med data fra borpunkt 600 og 601 klassifiseres borpunkt 602 med basis i omtrent tilsvarende totalsonderingsprofil som «sannsynlig ikke sprøbruddmateriale».
MC2-4B	CPTu & Ø54	Kvikkleire	0,4-94,2 kPa iht. NS	Påvist	Rådata for CPTu er ikke tilgjengelig. Omrørt konus på Ø54 intaktprøver (ref. [17]) har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 12-29 m. Totalsondering er avsluttet på ca. 50 m og indikerer «tilsvarende masser» (sprøbruddmateriale og kvikkleire) til ca. 40 m. Antas å være sprøbruddmateriale og kvikkleire fra ca. 9 m og nedover.
MC2-5	Ø54	Leire	11,8-71,6 kPa iht. NS	Ikke påvist	Omrørt konus på Ø54 intaktprøver (ref. [17]) har påvist ikke-sprøbruddmateriale fra ca. 1-11 m. Totalsondering avsluttet på ca. 30 m og indikerer ikke forekomst av vesentlig svakere lag videre nedover (sondering indikerer fast morene fra ca. 12-17 m).
NO4-017	CPTu & Ø54	---	---	Sannsynlig ikke	Det foreligger pr. 29.07.2022 ikke resultater av lab analyser (ref. [23]) for borpunkt NO4-017. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer ikke-sprøbruddmateriale, men det er en del usikkerhet forbundet med nåværende tolkning og borpunktet klassifiseres derfor som «sannsynlig ikke». CPTu sondering avsluttet 12,8 m under terreng.
NO4-018	CPTu & Ø54	---	---	Mulig	Det foreligger pr. 29.07.2022 ikke resultater av lab analyser (ref. [23]) for borpunkt NO4-018. NIFS 2015 (Bq1-Nmc, anvend. klasse 1) indikerer mulig sprøbruddmateriale, men det er en del usikkerhet forbundet med nåværende tolkning og borpunktet klassifiseres derfor som «mulig sprøbrudd-materiale». CPTu sondering avsluttet 33 m under terreng.
MC2-6, MC2-7, MC2-8, MC2-9, MC2-10, MC2-14, MC2-19, MC2-20	---	---	---	Mulig	Totalsonderingsprofiler MC2-6, MC2-7, MC2-8, MC2-9, MC2-10, MC2-14, MC2-19 og MC2-20 finnes ikke i tilgjengelig versjon av ref. [17]. Multiconsult angir i sin vurdering av totalsonderingsprofilene i ref. [20] at det ikke kan avvises å være forekomst av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i borpunktene.

*Tolkning alene basert på CPTu

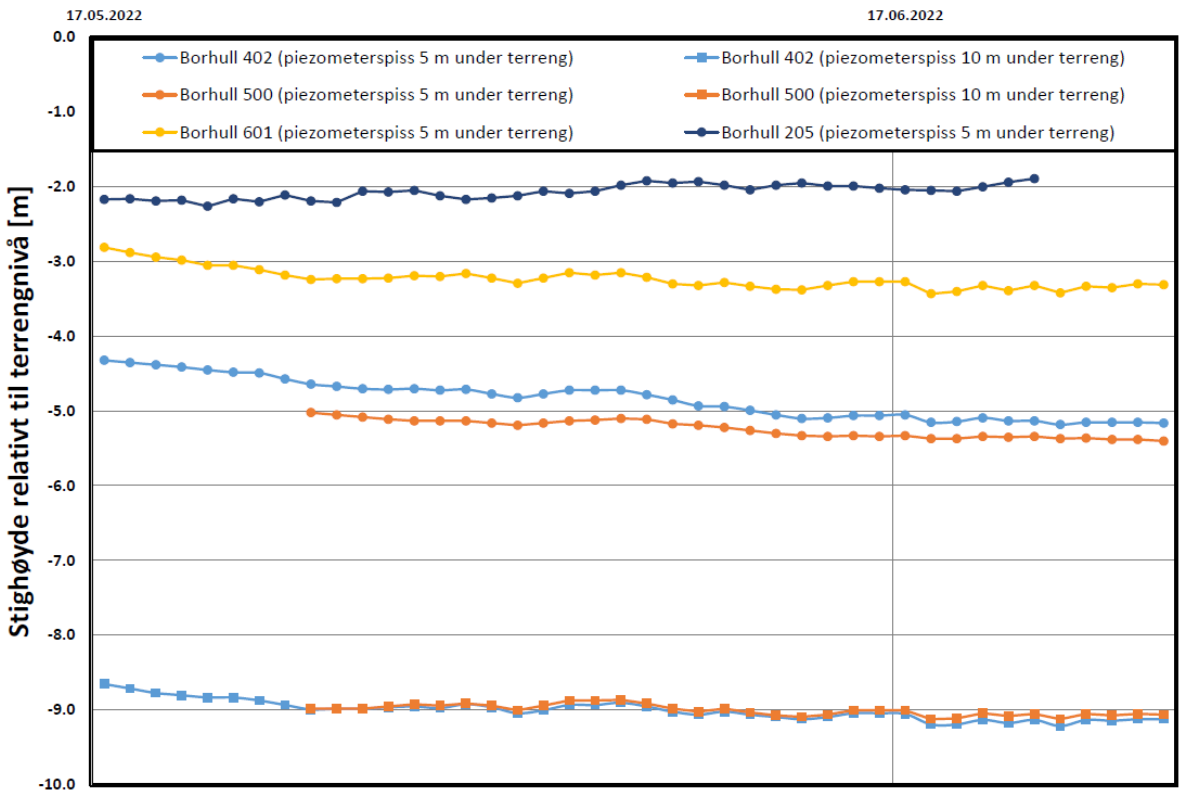
**Datagrunnlag ikke tilgjengelig, vurderinger gjengitt etter andre foretak sine vurderinger av data.



Figur 6.2 Grafisk sammenstilling av opplysningene gitt i Tabell 6.2

6.3 Poretrykksforhold

Data fra samtlige piezometere etablert i forbindelse med prosjektet fremgår av Figur 6.3. Nærmere detaljer rundt de ulike piezometere fremgår av ref. [24]. Samlet lengde på dataserien er ca. 1,5 måned.



Figur 6.3 Stighøyde relativt til terreng forutsatt hydrostatisk trykkfordeling. Data ikke korrigert for variasjoner til atmosfærisk trykk.

Borpunkt 205: Her finnes bare piezometer i et nivå. Grunnvannstand målt til ca. 2 m under terreng.

Borpunkt 402: Her finnes piezometere i to nivåer. Øvre piezometer indikerer en grunnvannstand ca. 4,5-5 m under terreng og da noe poreundertrykk mot dypet.

Borpunkt 500: Her finnes piezometere i to nivåer. Øvre piezometer indikerer en grunnvannstand ca. 5-5,5 m under terreng og da noe poreundertrykk mot dypet.

Borpunkt 601: Her finnes bare piezometer i et nivå. Grunnvannstand målt til ca. 3-3,5 m under terreng.

6.4 Forsøkskvalitet grunnundersøkelser

6.4.1 Ødometer

Innenfor delområde O2-O6 har 9 ødometerforsøk blitt vurdert nærmere med tanke på å fastlegge p'c og estimere OCR. Se Tabell 6.3 for utledet data fra utførte ødometerforsøk med kvalitet indikert. Forkonsolideringsspenning p'c har blitt tolket iht. metoden til Karlsrud.

Tabell 6.3 Relevant data utledet fra utførte Ødometerforsøk.

Borpunkt	Dybde (m)	p'c (kpa)	GVS (mut)	σ'v0 (kpa)	OCR	Δe/e0 x 100%*	Kvalitet**	Merknad
301	3.7	739	2	71	10.38	2.5%	1****	
301	8.6	503	2	131	3.85	4.5%	2	
402	3.5	829	2	67	12.32	2.0%	1****	
402	10.8	530	2	147	3.62	4.2%	2	
502	4.6	810	2	89	9.08	1.7%	1****	
502	9.6	625***	2	142	4.41	7.7%	4	
601	4.35	250***	2	74	3.40	2.4%	2	
601	12.55	345	2	156	2.22	4.7%	2	
MC2-4B	12.35	540	1	127	4.26	-	-	

**Avlest som tøyningsendring innenfor det relevante spenningsintervall (0 kPa til antatt σ'v0)*
***Kvalitet et 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*
****Ikke enkel å tolke*
*****OCR faller utenfor skjema*

6.4.2 Treaksialforsøk

Vurdering av kvalitet til treaksialforsøk fremgår direkte av [24].

6.4.3 Kvalitet CPTu forsøk

Anvendelsesklasse for de ulike CPTu forsøkene benyttet under NIFS-tolkning fremgår av Tabell 6.4.

Tabell 6.4 Kvalitet av benyttede CPTu forsøk. Rød markering er CPTu utenfor anvend. Klasse 1.

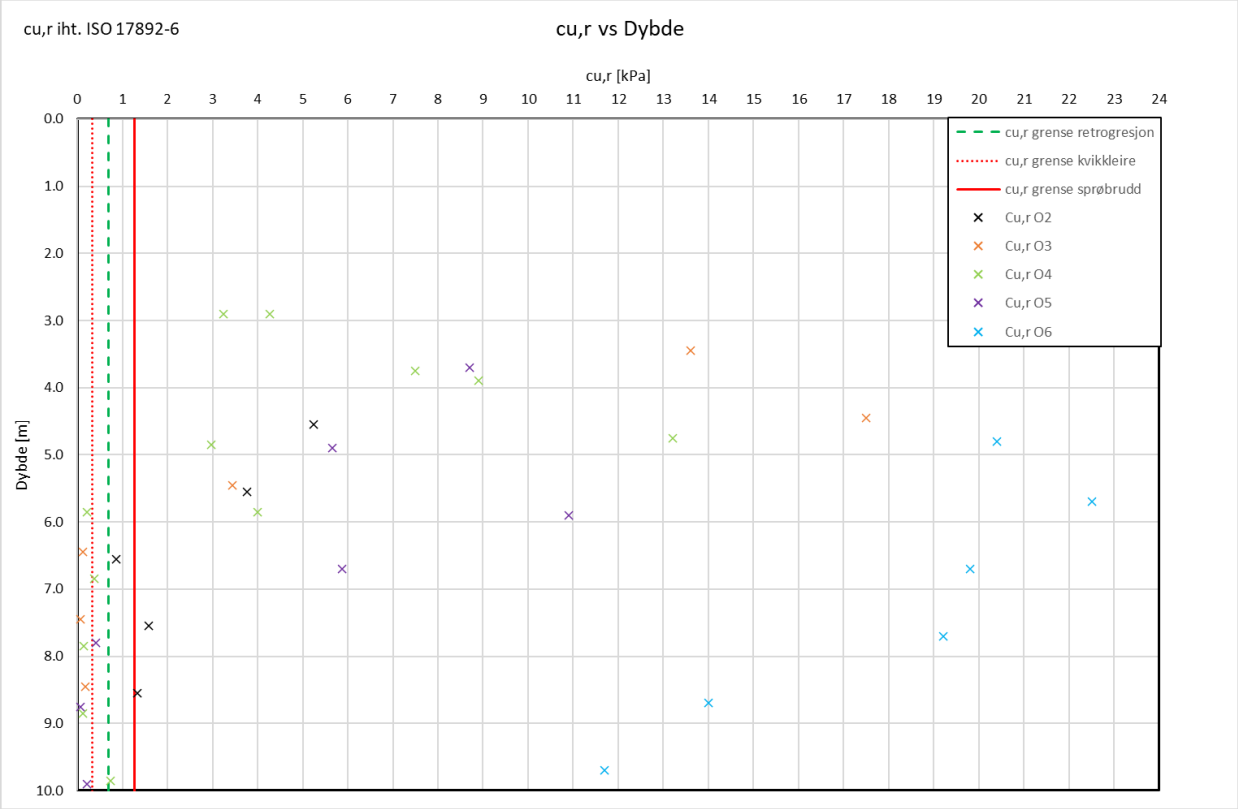
BH ID	Sonde ID	Anvend. klasse spissmotstand	Anvend. klasse sidefriksjon	Anvend. klasse poretrykk	Anvend. klasse overall	Merknad
301	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
400	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
401	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
402	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
404	4634	1	1	2	2	Se vedlegg C
500	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
502	4634	1	1	3	3	Se vedlegg C
503	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
600	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
601	4634	1	1	1	1	Se vedlegg C
NO4-017	54016	1	1	1	1	Se vedlegg C
NO4-018	54016	1	1	1	1	Se vedlegg C
NO4-028	54016	1	1	1	1	Se vedlegg C

7 AKTUELLE SKREDMEKANISMER OG AVGRENSNING AV FARESONE

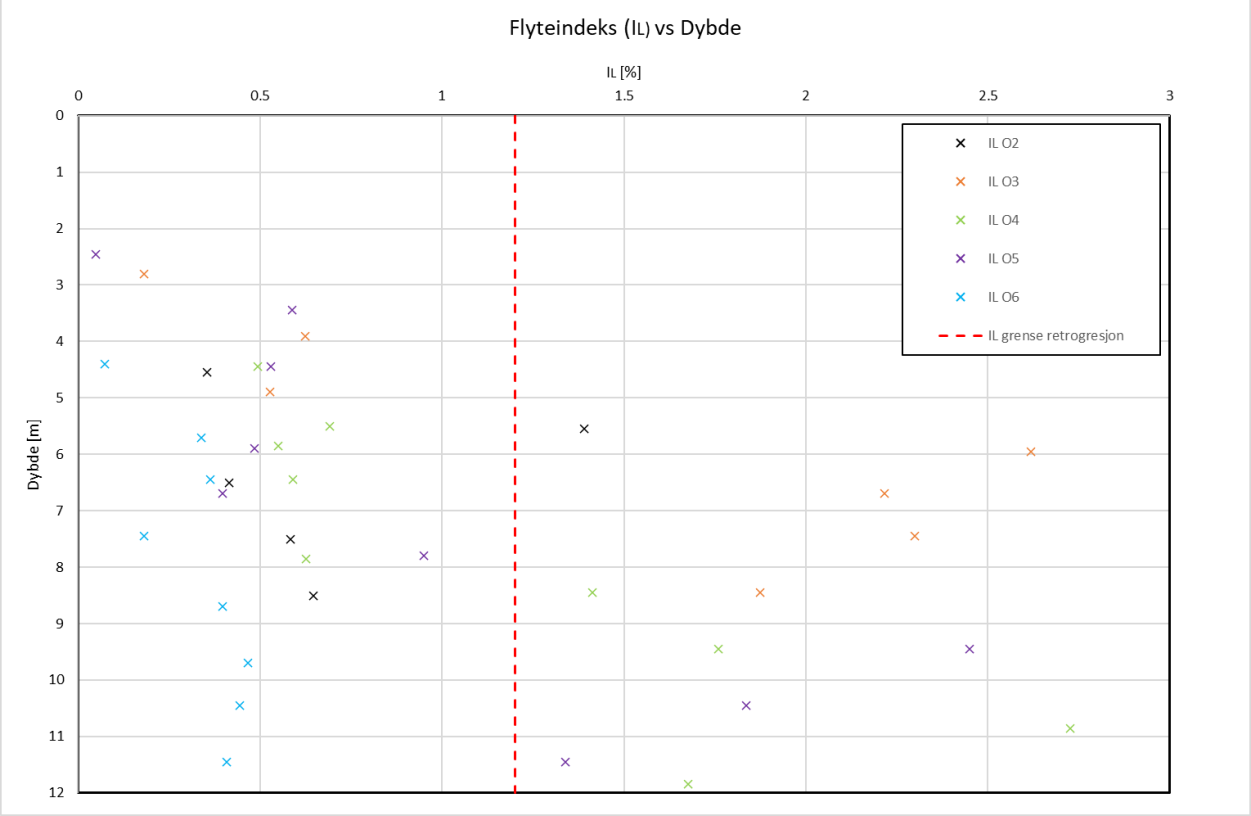
Aktuell skredmekanisme vurderes for hver enkelt delområde iht. føringene i kapittel 4.5.1 i NVE veileder 1/2019 [1]. I det omfang at utførte grunnundersøkelser klarer å friskmelde deler av de potensielle løsneområder som ble identifisert inn under kapittel 4.5 har dette blitt gjort. Ytterligere avgrensning (iht. kapittel 4.5.2 i NVE veileder 1/2019) av de potensielle løsneområder har ikke blitt gjennomført siden det vil være uten betydning for vurderingene og konklusjonene som presenteres videre frem i denne utredning.

7.1 Relevant data

For å fastslå relevant skredmekanisme iht. flytskjema i figur 4.3 i NVE veileder 1/2019 [1] er flyteindeks (IL) og omrørt skjærstyrke (Cu,r) vesentlige parametere. I Figur 7.1 er omrørt skjærstyrke (cu,r:ISO) for de ulike delområdene (O2 – O6) plottet mot dybden. I Figur 7.2 er flyteindeks i de ulike delområdene (O2 - O6) plottet mot dypet.



Figur 7.1 Plot av omrørt skjærstyrke (Cu,r) mot dybden for konus utført i ulike delområder.



Figur 7.2 Plot av flyteindeks (IL) mot dybden for prøver fra ulike delområder.

7.2 Faresone O2

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

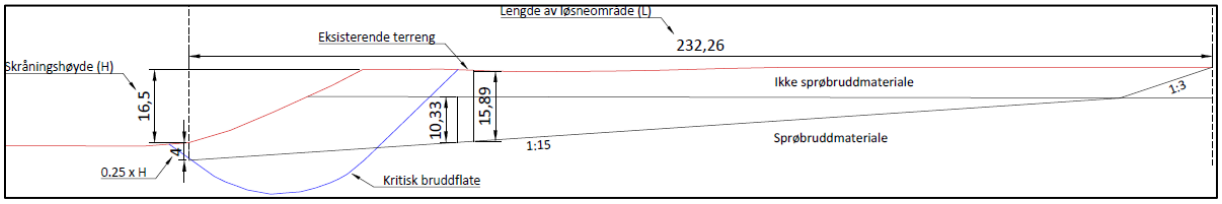
7.3 Faresone O3

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

7.4 Faresone O4

Analyse av dataen fra borpunkt 402 indikerer en omrørt skjærfasthet som tilsier mulighet for retrogressiv skredutvikling (cu,r:ISO < 0.69 kPa). De øverste 6 meter av lagpakken i borpunkt 402 består av ikke-sprøbruddmateriale. Ved bruk av NGI metoden blir mengden sprøbruddmaterial over mest kritiske bruddflate >40% (se Figur 7.3), faresonen tilskrives derfor retrogressiv skredmekanisme.

Ett eventuelt retrogressivt skred i profil GG vil kunne ha en bakovergripende skredbredelse på ca. 232 m jfr. NGI-metoden, se Figur 7.3.



Figur 7.3 Utstrekning av løsneområde via NGI metoden for faresonen i O4 (profil GG).

Maksimal sideveis skredutbredelse for antatt retrogressiv skredmekanisme har blitt forsøkt avgrenset iht. prinsippene gitt i kapittel 2.3. Dvs. det har blitt sett på topografiske begrensninger (raviner, lavere skråningshøyde, slakere terreng) og endringer i grunnforhold (påvist ikke-sprøbruddmateriale, endret lagdeling, endret sensitivitet, berg i dagen). Med tanke på topografiske begrensninger har det for løsneområde O4 ikke vært mulig å gjøre ytterligere avgrensninger enn det som er redegjort for inn under kapittel 4.5 og med tanke på grunnforhold er grunnlaget oppover langs Bortna så tilpass tynt at det ikke har vært mulig å basere en ytterligere avgrensning på påviste endringer i grunnforholdene.

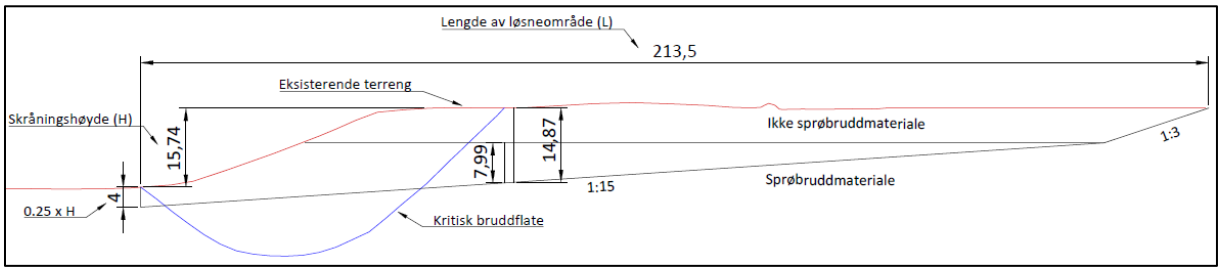
Ut ifra nåværende tilgjengelig datagrunnlag likner det å være relativt homogene grunnforhold i området som helhet og da antatt også oppover langs Bortna. Om det evt. etter hvert gjennomføres supplerende undersøkelser eller blir nye opplysninger tilgjengelig bør denne vurderingen gjøres på nytt.

Det forutsettes pr. nå at initialskred i ethvert punkt innenfor løsneområde O4 vil kunne medføre et skred innenfor løsneområdet som helhet (dvs. det forutsettes at et skred som starter f.eks. oppe i ravinen/langs Bortna vil kunne spre seg sideveis nedover/vestover og etter hvert rundt svingen hvoretter skredmassene vil kunne spre seg mot vest og treffe planlagte tiltak).

7.5 Faresone O5

Analyse av dataen fra borpunkt 502 indikerer en omrørt skjærfasthet som tilsier mulighet for retrogressiv skredutvikling (Cu,r:ISO < 0.69 kPa). De øverste 7 meterne av lagrekken er ikke sprøbruddmateriale. Ved bruk av NGI metoden blir mengden sprøbruddmaterial over mest kritiske bruddflate >40% (se Figur 7.4), faresonen tilskrives derfor retrogressiv skredmekanisme.

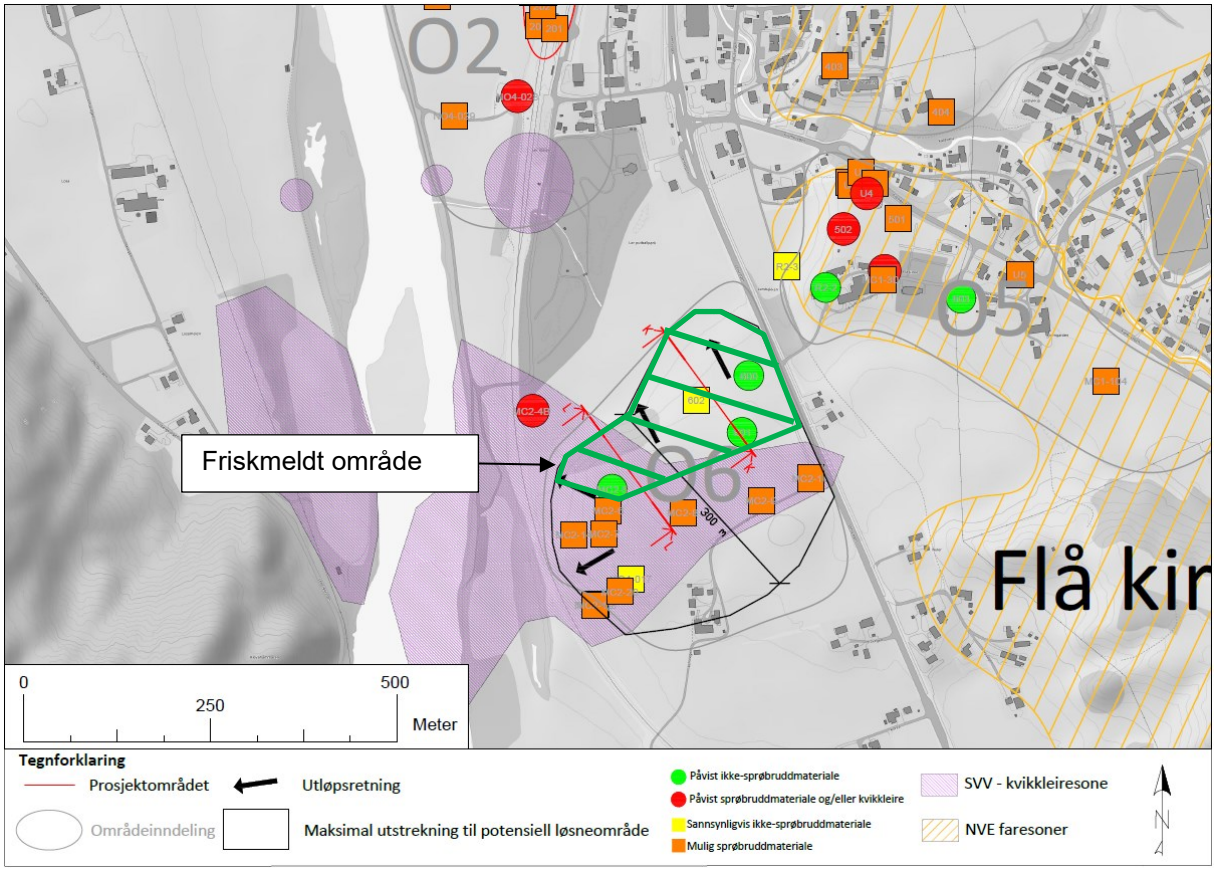
Ett eventuelt retrogressivt skred vil kunne ha en bakovergripende skredutvikling over en lengde på 213.5 m jfr. NGI-metoden, se Figur 7.4.



Figur 7.4 Utstrekning av løsneområde via NGI metoden for faresonen i O5 (profil II).

7.6 Faresone O6

Delområde av løsneområde O6 med mulig utløpsområde som treffer planlagte tiltak har blitt friskmeldt med basis i resultater av de supplerende grunnundersøkelser (600-serien) samt tidligere borpunkt MC2-5. Viser til nærmere informasjon i Tabell 6.2. Se grønn skravur som indikerer utstrekning til friskmeldt område i Figur 7.5. Eventuelle skred i gjenværende deler av løsneområde i delområde O6 vil ikke kunne ha konsekvens for planlagte tiltak og utredningen avsluttes med dette (steg 7).



Figur 7.5 Revidert avgrensing av løsneområde i delområde O6

8 KLASSIFISERING AV FARESONER

Klassifisering av faresoner har blitt gjennomført iht. føringene gitt i NVE eksternrapport 9/2020 kapittel 4.1.

8.1 Faresone O2

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

8.2 Faresone O3

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

8.3 Faresone O4

Faresone O4 klassifiserer tilsvarende som O3 til «middels faregrad» med en samlet poengscore på 20. Tildelt score for de enkelte faktorer fremgår av Tabell 8.1.

Det bemerkes, at et mindre omfang av sikringsarbeider akkurat i området med påvist «kraftig erosjon» (score 3) langs Bortna vil kunne nedjustere erosjons-klassifiseringen helhetlig fra «kraftig» til «lite» eller «noe erosjon (score 1-2). I så fall ville den samlede poengscore komme seg under 18 og faresonen som helhet klassifisere som «lav faregrad». Noe som ville vært gunstig med tanke på å unngå å skulle gjøre en konkret vurdering av stabilitetsforholdene iht. de særlige regler gjeldende for «K3 lav faregrad» (se kapittel 2.2.2).

Tabell 8.1 – Klassifisering av faresone O4

	Vekt	Score	Poeng	Merknad
Skredaktivitet	1	0	0	Høydekart (høytoppløselig skyggerelieff) gir ikke indikasjon på tidligere skredgroper innenfor eller i umiddelbar nærhet til faresone O4.
Skråningshøyde	2	1	2	Skråningshøyde varierer mellom ca. 14-18 m
OCR	2	0	0	OCR>2
Poretrykk	3	0	0	Påvist undertrykk, men antar konservativt hydrostatisk trykkfordeling
Kvikkleiremektighet	2	3	6	>H/2 (for H=total skråningshøyde*1,25 og antatt lagdeling med bare 6 m ikke-sprøbruddmateriale øverst)
Sensitivitet	1	3	3	>100, se eksempelvis prøveserie i borpunkt 400 eller 402 i ref. [24]
Erosjon	3	3	9	Varierer fra liten (1) til kraftig (3) langs Bortn og er helhetlig angitt til (1) langs Kalvella. Se Vedlegg B
Inngrep	3	0	0	Uendret
Samlet poengscore	-	-	20	Middels faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

8.4 Faresone O5

Faresone O5 klassifiserer som «lav faregrad» med en samlet poengscore på 11. Tildelt score for de enkelte faktorer fremgår av Tabell 8.2.

Tabell 8.2 – Klassifisering av faresone O5

	Vekt	Score	Poeng	Merknad
Skredaktivitet	1	0	0	Strekning erosjonssikret på 60-tallet. Høydekart gir ikke indikasjon på tidligere skredgroper langs Gaula.
Skråningshøyde	2	1	2	Antatt maksimal skråningshøyde på 11 m
OCR	2	0	0	OCR>2
Poretrykk	3	0	0	Antatt hydrostatisk trykkfordeling
Kvikkleiremektighet	2	3	6	>H/2 (for H=total skråningshøyde*1,25 og antatt lagdeling med bare 5 m ikke-sprøbruddmateriale øverst)
Sensitivitet	1	3	3	Konservativt valgt til >100
Erosjon	3	0	0	Det har ikke blitt påvist erosjon på strekningen langs Gaula. Se Vedlegg B
Inngrep	3	0	0	Uendret
Samlet poengscore	-	-	11	Lav faregrad
Lav faregrad: 0-17 poeng Middels faregrad: 18-25 poeng Høy faregrad: 26-51 poeng				

8.5 Faresone O6

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

9 KRITISKE SNITT OG MATERIALPARAMETERE

9.1 Kritiske snitt

Kritiske snitt fremgår av plan- og profiltegning i vedlegg A. Samtlige snitt er tatt ut av prosjektets Novapoint 3D modell som har blitt koblet opp imot en samlet Geosuite database. I det omfang sonderingsprofiler ikke har vært tilgjengelig på digitalt format, har det blitt limt inn utklipp fra datarapporter. Lagdeling har blitt tolket i de enkelte snitt i 2D. Anvendt høydemodell er basert på punktskydata fra «NDH Gauldal 2015_Prosjektrapport» og «NVE Gaula 2016_Prosjektrapport» (der sistnevnte har blitt tildelt første prioritet i områder med overlapp). Begge datasett har punkttetthett 5 og er tilgjengelig via hoydedata.no. Lokalt rundt stasjonsområdet har Bane NOR sin prosjektspesifikke høydemodell blitt benyttet. Utover i Glomma er benyttet bunnkotemodell fra 2013 [25].

9.2 Materialparametere

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

10 STABILITETSVURDERING

Ikke relevant. Viser til konklusjon i kapittel 12.

11 STABILISERENDE TILTAK

I henhold til gjennomført utredning vil det ikke være krav om stabiliserende tiltak med tanke på områdestabilitet i forbindelse med planlagt utbygging rundt Ler stasjon. Dette gjelder alle utredede delområder, O2-O6.

For delområde O5 og østlige del av O4 (langs Kaldvella) vurderes erosjonsforholdene i dagens situasjon som akseptable og det vil ikke være behov for å gjennomføre erosjonssikringstiltak.

For delområde O2, O3 og O6 er det ikke relevant å vurdere erosjonsforholdene siden evt. skred som utløses i disse områder ikke vil kunne ramme planlagte tiltak.

11.1 Særskilte vurderinger for delområde O4

For faresonen i delområde O4 finnes det overordnet sett 4 ulike «strategier» som kan anvendes ift. å imøtekomme kravene gitt i NVE veileder 1/2019 [1] for K3-tiltak:

1) Påvise at planlagte tiltak ikke ligger innenfor maksimal utstrekning til utløpsområde O4

2) Oppdeling av løsneområde O4 til flere mindre løsneområder. Dette vil omfatte en vurdering av maksimal sideveis skredutbredelse, se kapittel 2.3

3) Dimensjonere planlagte tiltak for påkjenning av skredmasser

4) Sikre Bortna

I det følgende vil det kortfattet bli redegjort for utfordringene med strategi 1) til 3) og etter hvert i mer detalj bli redegjort for strategi 4) som pr. nå legges til grunn for valg av løsning.

<u>Strategi 1</u>
Som det fremkommer av beskrivelsen i kapittel 4.5 og Figur 4.7 finnes det en større mengde eksisterende bygg, infrastruktur samt et naturlig søk i terrenget rundt Kaldvella mellom løsneområde O4 og planlagte tiltak. Alle disse elementer må forventes å ha noe innvirkning på den maksimale utbredelse av skredmassene i vestlig retning mot planlagte tiltak. Til NIRAS sin kunnskap finnes det pr i dag ingen kommersiell programvare på markedet som klarer å kvantisere den avgrensende effekt av slike elementer. Tilsvarende har det ikke vært mulig å finne noe relevant litteratur/referanser som tar for seg en vurdering av dette. Basert på usikkerheten rundt den avgrensende effekt av de ulike elementer har denne strategi ikke blitt benyttet.

<u>Strategi 2</u>
Som det fremkommer av beskrivelsen i kapittel 2.3 finnes det i NVE veileder 1/2019 [1] en åpning for å bare utrede og etter hvert evt. sikre de deler av en faresone som kan ha konsekvens for planlagte tiltak. Det er NIRAS sin vurdering at det ikke finnes tilstrekkelig grunnlag for å gjøre en avgrensning av sideveis skredutbredelse innenfor løsneområde O4 og det er pr. i dag lagt til grunn at initialskred i ethvert punkt innenfor løsneområdet vil kunne medføre et helhetlig skred innenfor løsneområdet (dvs. det forutsettes at et skred som starter oppe i ravinen/langs Bortna vil kunne spre seg sideveis nedover/vestover og etter hvert rundt svingen hvoretter skredmassene vil kunne spre seg mot vest og treffe planlagte tiltak). Evt. videre vurderinger iht. denne strategi bør etter NIRAS sin mening basere seg på resultater supplerende grunnundersøkelser oppover langs Bortna.

Strategi 3
Som det fremkommer av kapittel 2.2.1 og kapittel 2.2.2 finnes det i Bane NOR sin egen tolkning av Teknisk regelverk en åpning for å klassifisere ny perrong som K2-tiltak. For K2-tiltak gjelder, at såfremt de ikke forverrer stabiliteten er krav til sikkerhet ivaretatt.
Planlagte overgangsbru (K3-tiltak) må uansett sikres. Som alternativ til å gjøre tiltak langs Bortna oppi faresonen kan det vurderes å sikre planlagte tiltak slik at det klarer å motstå et evt. skred. Dette kan i hovedsak gjøres på to måter:

a) Dimensjonere konstruksjonen til å kunne klare påkjenning av skredmasser

b) Etablere plogvold eller tilsvarende som sikrer at skredmasser ikke vil kunne treffe planlagte tiltak.

NIRAS har pr nå vurdert begge strategier (3a og 3b) som uaktuelle ut ifra henholdsvis plasshensyn (en plogvold vil oppta deler av dagens parkeringsareal vest for Ler stasjon) og økonomi (en oppgradering av en relativt spinkel konstruksjon til å kunne motstå påkjenning fra skredmasser vil være kostbart). I tillegg bemerkes, at dimensjonering av både plogvold og konstruksjon vil kreve en god formening om mektighet, hastighet og fasthet til skredmassene. En dimensjonering på dagens grunnlag ville trolig bli grov og til dels konservativ. Se også betraktningene ift. modellering av utløpsområde inn under beskrivelsen av «Strategi 1» ovenfor.

Strategi 4
Nåværende grunnlag og vurderinger tilsier at det er behov for erosjonssikring langs Bortna ut ifra et todelt hensyn. Først og fremst skal det iht. NVE veileder 1/2019 [1] for K3-tiltak helhetlig sikres mot erosjon som kan utløse skred som kan treffe tiltaket. I tillegg må det enkelte punkt med påvist kraftig erosjon sikres for å muliggjøre en helhetlig klassifisering av faresonen til «lav faregrad» og unngå krav om helhetlig å verifisere at ethvert kritisk snitt innenfor faresonen etterlever robusthetskravene. Dette iht. de særlige regler om «K3-lav faregrad», se kapittel 2.2.2. Faregradsevaluering fremkommer av kapittel 8.3.

Erosjonssikring av enkeltpunkt med påvist kraftig erosjon
Viser til Figur 11.1 og vedlegg D der omtrentlig posisjon til enkeltpunkt med påvist kraftig erosjon fremkommer. Bilde av det relevante punkt fra befaring fremkommer av Vedlegg B (side B10, figur 1.16). Det forutsettes pr nå at punktet sikres mot erosjon innen etablering av planlagte tiltak på Ler stasjon. Sikringen kan gjennomføres med f.eks. samfengt sprengstein. Omfang, metode og anleggsgjennomføring må detaljeres ytterligere gjennom den videre prosjektering. Det forutsettes pr nå at erosjonssikring av enkeltpunktet kan etableres iht. prinsippene om «ikke forverring».

Helhetlig sikring mot erosjon som kan utløse skred som kan treffe tiltaket
Hvilke deler av strekningen langs Bortna som evt. må erosjonssikres for å sikre mot skred som kan treffe planlagte tiltak på Ler stasjon må detaljeres ytterligere gjennom den videre prosjektering. Foreløpig har det blitt utarbeidet kartene i vedlegg D2-D4 som basert på en analyse av tilgjengelig terrengmodell angir hvilke deler av ravineskråningene som kan være særlig utsatt for erosjon pga. nærhet til Bortnas nåværende løp. Det forutsettes pr nå at videre vurderinger av behov for erosjonssikring langs Bortna gjennomføres samt at evt. nødvendige sikringstiltak ferdigstilles innen etablering av planlagte tiltak på Ler stasjon.

Videre prosjektering av erosjonssikring

Som underlag for den videre prosjektering anbefales det å gjennomføre en droneskanning med bilde og laser. Skanningen kan med fordel gjennomføres i en periode uten blad på treene og uten snø på bakken.

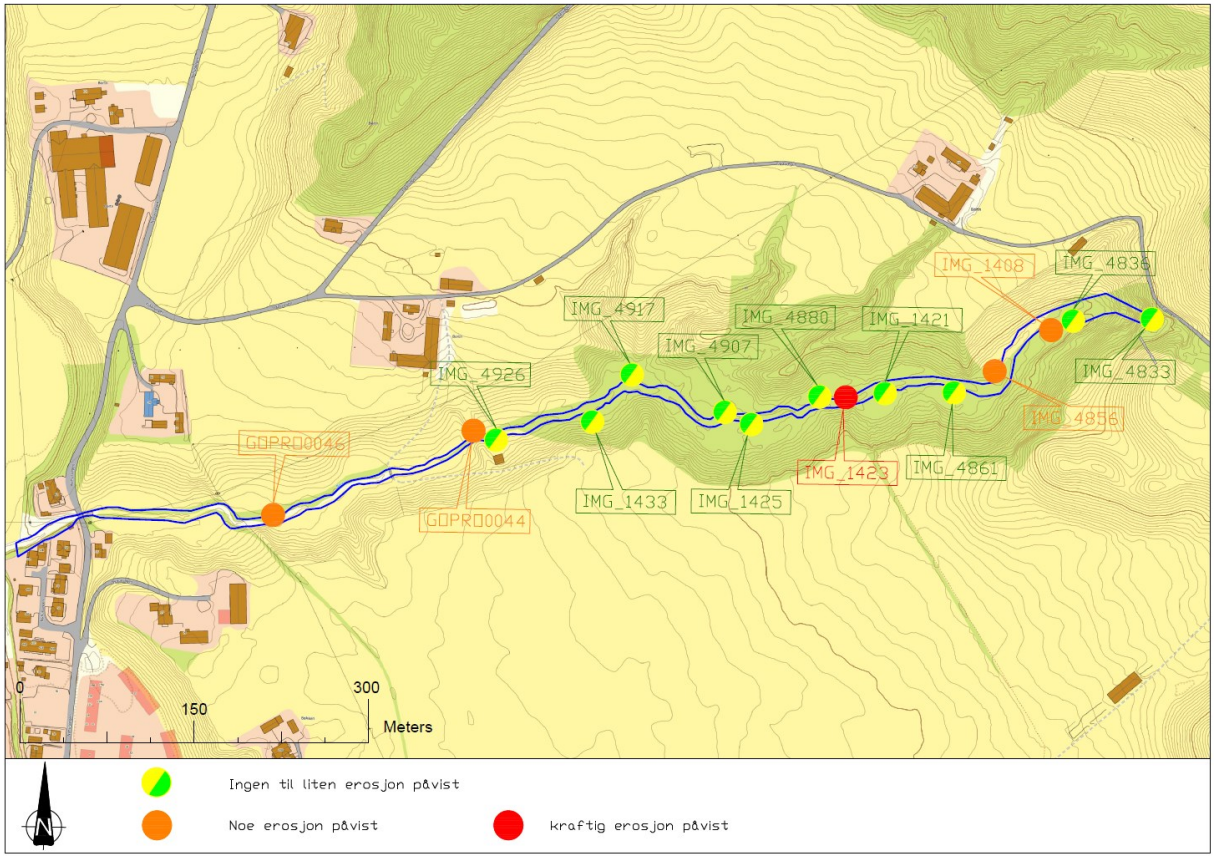
Basert på terrengmodellen fra droneskanningen anbefales det å kjøre en Scalgo Live modell og etter hvert kjøre hec-ras analyser for kritiske snitt langs Bortna for å kartlegge vann-nivå og strømningshastigheter for relevante nedbørs- og flomhendelser. Modellene kan med fordel korreleres opp imot felt observasjoner og det anbefales i denne sammenheng å gjennomføre befaring i forbindelse med vårflommen.

Basert på den hydrauliske modellering vil det være mulig å peke ut områder/delstrekninger langs Bortna som er særlig utsatt for erosjon og etter hvert vil viten om relevante vann-nivåer og strømningshastigheter kunne bidra til dimensjoneringen av den nødvendige erosjonssikring.

Plankart i Figur 11.1 og vedlegg D1 indikerer omtrentlig posisjon til punkt med påvist «noe» og «kraftig» erosjon. Øvrige delstrekninger vurderes pr i dag å klassifisere som «ingen» til «lite» erosjon (typisk god naturlig erosjonssikring med stein og vegetasjon langs bunn og sider og lite potensial for at et mindre omfang av erosjon kan utløse større skred/overflateglidninger). Kartet baserer seg på observasjoner fra gjennomført befaring som beskrives i nærmere detalj i vedlegg B.

Det anbefales å fokusere den videre prosjektering av erosjonssikring til områdene med påvist «noe» til «kraftig» erosjon.

Det bemerkes, at sikring mot erosjon som kan utløse skred i delområde O4 kan begrenses til sikring av bunn og sørside av elveløp langs ravineskråningsfot (dvs. det kan i denne sammenheng sees helhetlig bort fra erosjon langs Bortnas nordside).



Figur 11.1 Utklipp av plankart i Vedlegg D (side D1)

Anleggsgjennomføring
Muligheter for adkomst til Bortna må avklares nærmere. Det antas pr nå i hovedsak å være to alternativer.

a) Å ta seg frem langs Bortna til de relevante punkt for erosjonssikring

b) Å ta seg nedover skråningene i de relevante punkt for erosjonssikring

Det første alternativ vil trolig bli utfordrende med tanke på ytre miljø, mens det andre alternativ fort vil kreve supplerende grunnundersøkelser for å kunne dokumentere tilstrekkelig stabilitet når anleggsmaskinene skal ta seg ned over den ca. 20 m høye skråning. Relevante supplerende grunnundersøkelser kunne omfatte f.eks. boring med geoteknisk borerigg (totalsondering, CPTu, Ø54/Ø72 sylinderprøveserier, piezometer) og evt. geofysiske undersøkelser med ERT eller seismikk.

Uansett hvilket alternativ som velges må det i forbindelse med den videre prosjekteringen gjøres vurderinger ift. ytre miljø og det vurderes foreløpig som relevant med bl.a. kartlegging av naturmangfold og utarbeidelse av tiltaksplan.

Tilsvarende vil det uansett valg av alternativ bli krav om å utarbeide nøye faseplaner for å dokumentere ikke-forverring og/eller tilstrekkelig stabilitet ved forverring iht. kravene i NVE veileder 1/2019. Det forutsettes foreløpig at sikringsarbeidene vil kunne gjennomføres som K0-K2 tiltak (dvs. som tiltak uten krav om kvalitetssikring ved uavhengig foretak).

Det skal tilstrebes gjennom den videre prosjektering og anleggsgjennomføring å begrense de negative konsekvensene for miljø, naturmangfold og vassdrag mest mulig.

Supplerende merknader
Krav om erosjonssikring kan utgå såfremt reviderte vurderinger iht. strategi 1, strategi 2 eller strategi 4 etter hvert tilsier at planlagte tiltak på Ler stasjon ikke ligger innenfor et potensielt utløpsområde. Etter NIRAS sin vurdering er det ikke relevant å revidere vurderingene som fremkommer av denne rapporten og konklusjonen ift. behov for erosjonssikring innen det foreligger resultater av supplerende grunnundersøkelser og/eller annen relevant supplerende informasjon.

12 KONKLUSJON

Siden det er forekomster av sprøbruddmasser og kvikkleire i samtlige delområder (O2-O6) vil det være risiko for områdeskred og kravene til utredning i henhold til NVE veileder 1/2019 [1] gjelder.

Utstrekningen til løsneområdet i delområde O2 vil avhenge av dybden til Gaula. Innhentet bunnkotemodell for Gaula viser at planlagte tiltak og prosjektområdet i sin helhet ligger utenfor maksimal utstrekningen til mulig løsneområde. Utløpsområdet vil være utover i Gaula og planlagte tiltak vil helhetlig ligge utenfor utløpsområdet. Utredningen for delområde O2 avsluttes på prosedyre steg 5.

Planlagte tiltak på Ler stasjon har blitt påvist å helhetlig ligge utenfor utløpsområdet til løsneområdet i delområde O3. Samtidig påvirker planlagte tiltak ikke stabiliteten til faresonen og kravene i NVE veileder 1/2019 skal være ivaretatt.

Løsneområdet i delområde O4 grenser i nord opp imot elven Bortna. Befaring langs vassdraget har identifisert et enkelt punkt med «kraftig erosjon» (observert som større overflateutglidning) og et større antall delstrekninger med pågående erosjon i mindre omfang. I henhold til vurderingene gitt i denne rapport forutsettes det at enkeltpunktet med påvist kraftig erosjon sikres mot erosjon innen etablering av planlagte tiltak på Ler stasjon. I tillegg forutsettes det at det må gjennomføres videre analyser for å kartlegge behovet for erosjonssikring langs øvrige deler av Bortna og at evt. nødvendige sikringstiltak på disse strekninger tilsvarende ferdigstilles innen etablering av planlagte tiltak på Ler stasjon. Viser til nærmere detalj og forslag til videre arbeid inn under kapittel 11.1. Utredningen for delområde O4 avsluttes pr nå på prosedyre steg 9 iht. de særlige regler for «Tiltaksklasse K3, lav faregrad».

Løsneområdet i delområde O5 har blitt klassifisert til «lav faregrad» og kravene kan begrenses til de særlige regler for «Tiltaksklasse K3, lav faregrad». Det er ikke kartlagt erosjon som kan ha konsekvens for stabiliteten til løsneområdet og planlagte tiltak vil ikke kunne forverre stabiliteten. De særlige kravene er således oppfylt. Utredningen av delområde O5 avsluttes på prosedyre steg 9.

Den del av løsneområdet i delområde O6 som kunne ha konsekvens for planlagte tiltak friskmeldes basert på vurderinger iht. prosedyre steg 7. I delområde O6 vil det ikke være behov for å gjennomføre stabiliseringstiltak eller etablere erosjonssikring og grunnforholdene i delområde O6 vil ikke skulle hensyntas i den videre prosjektering og bygging av planlagte tiltak innenfor definert prosjektområde.

Med denne rapporten skal kravene til dokumentasjon i forhold til områdestabilitet gitt i PBL, TEK17 [3] og NVE veileder 1/2019 [1] være ivaretatt.

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] «Bane NOR, Teknisk regelverk,» BaneNOR, 2021. [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/.

[6] [IUP-00-A-40849] Ler kryssingsspor, Geoteknisk datarapport, Løvlien georåd, 2017.

[7] [IUP-00-A-40850] Ler kryssingsspor, Datarapport fra grunnundersøkelse, Rambøll, 2017.

[8] [IUP-00-A-50266] Ler kryssingsspor, Grunnundersøkelse for dreneringsløsninger, Asplan Viak, 2017.

[9] [UB.101721-000_000_001] Kryssingsspor Ler, grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering., Noteby AS, 1994.

[10] [UD 334 A-GEOT-N1] E6 Nyhus Bru - Ler, Vurdering av isolering, Statens vegvesen, 1984.

[11] [81075-1] Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, NGI, 1988.

[12] [411760-1] Kvikkleirekartlegging Melhus, Geoteknisk datarapport, Multiconsult, 2006.

[13] [1350009657] Flå barneskole – tilbygg, geoteknisk vurdering for tiltak i kvikkleireområde, Rambøll, 2015.

[14] [1350009657] Flå barneskole - Tilbygg. Grunnundersøkelser, datarapport, Rambøll, 2015.

[15] [10205840-RIG-RAP-001] Holtheflata, Ler, Geotekniske grunnundersøkelser., Multiconsult, 2018.

[16] [1350027073] Flå barnehage - grunnundersøkelser, datarapport, Rambøll, 2018.

[17] [416746-RIG-RAP-003] Datarapport grunnundersøkelser tverrforbindelse Losen - Ler, Multiconsult, 2015.

[18] [630353A-01]Kommunedelplan Ler og Kvål, Grunnundersøkelser, Generell geoteknisk vurdering., Scandiaconsult, 2014.

[19] [G-Not-001-1350002966] Kårbolig, Ler - geoteknisk vurdering., Rambøll, 2014.

[20] [417991-RIG-RAP-001] Områderegulering Ler sentrum, Melhus kommune, Multiconsult, 2016.

[21] [Ud199C-01] Fv 712 kaldvelldalen, Statens Vegvesen, 1989.

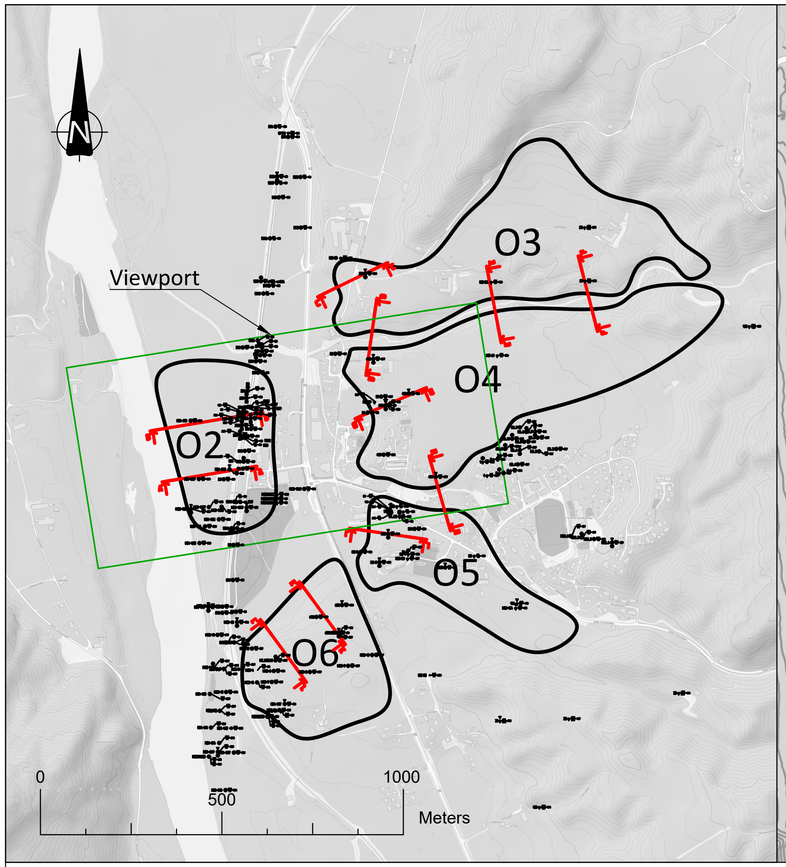
[22] [6090686-1] Utbygging Flå barnehage, Rambøll, 2009.

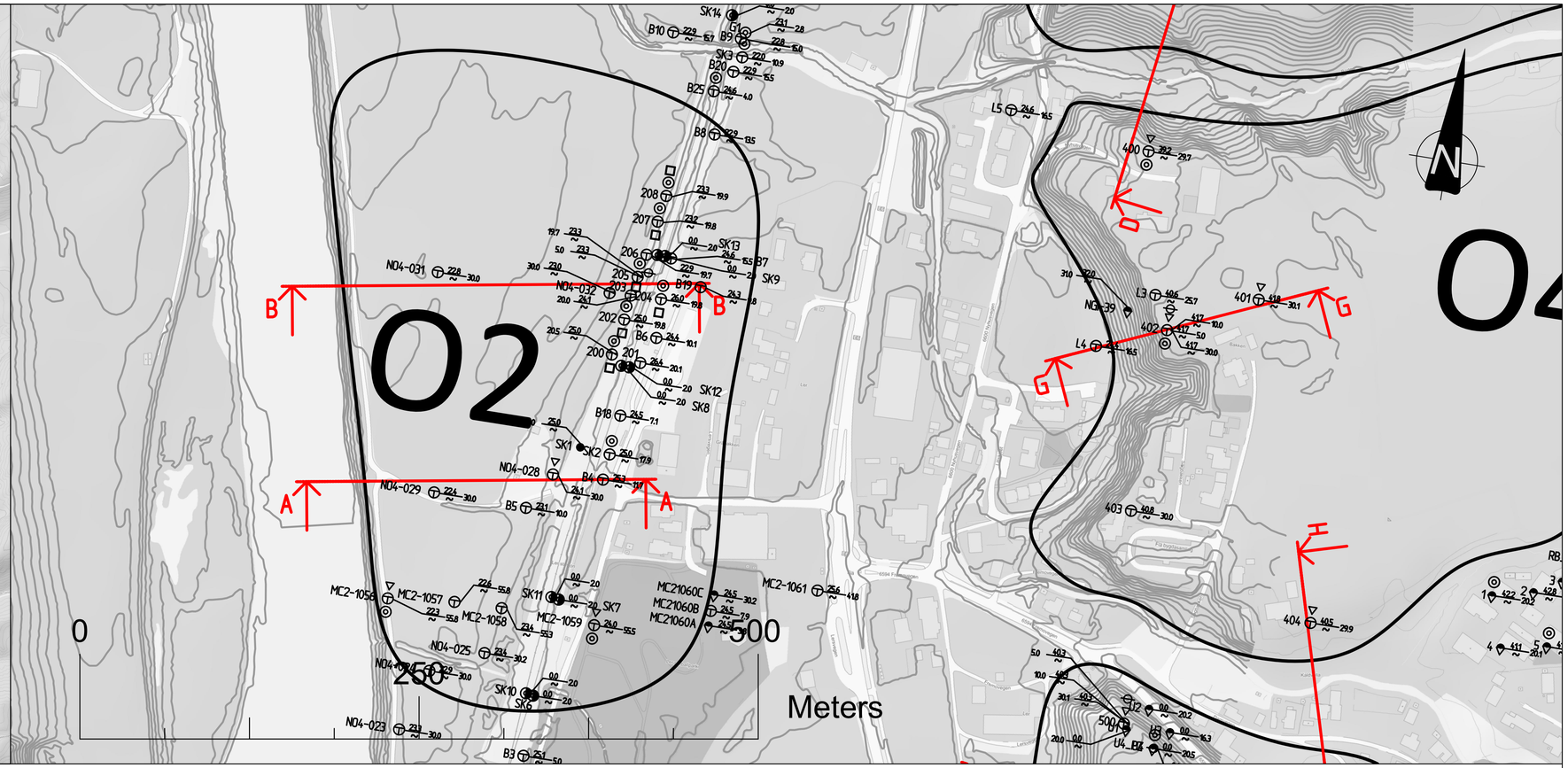
[23] [NV50E6GK-GTK-RAP-0002] E6 Losen - Kvål, Geoteknisk datarapport, Norconsult, 2022.

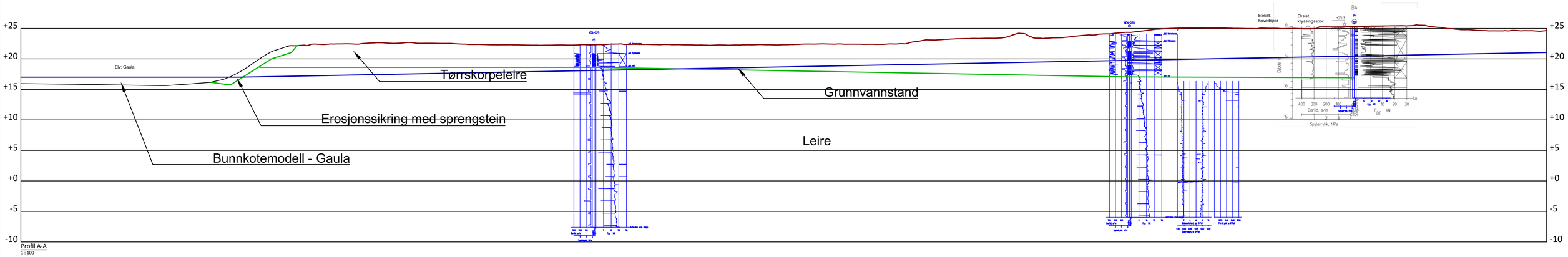
[24] [KTT-45-A-10007] Kapasistetsøkende tiltak trønderbanen, Ler stasjon, Geoteknisk datarapport, NIRAS Norge AS, 2022.

[25] [11627001] Kleivhammer-Ler, Hoydekoter i elva, NN1954,, Sweco/Statens vegvesen, 2013.

Vedlegg A - Plan og profil

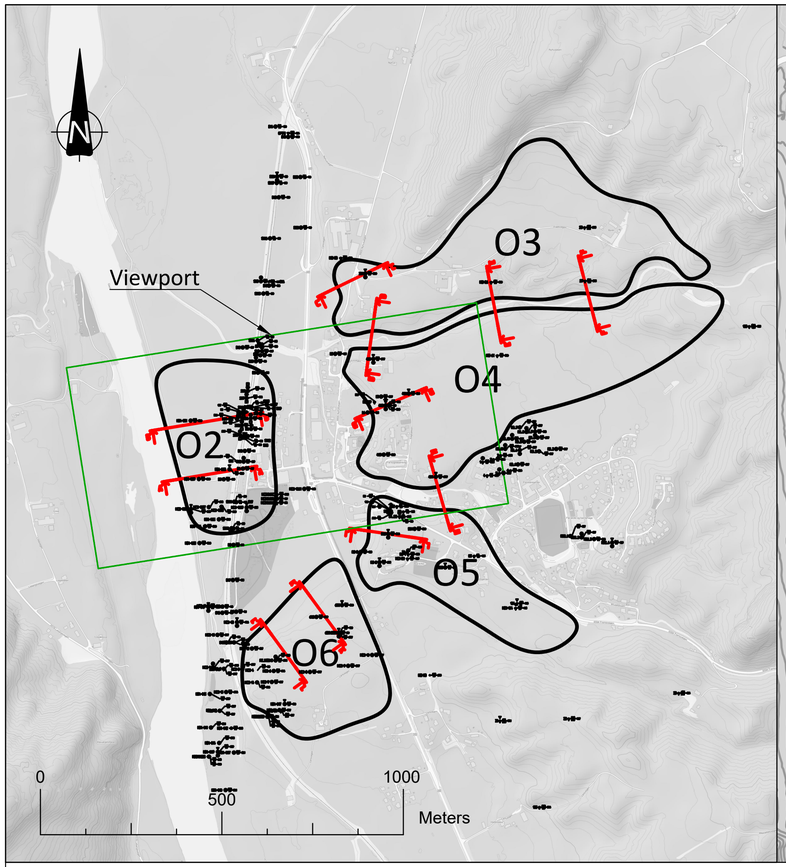


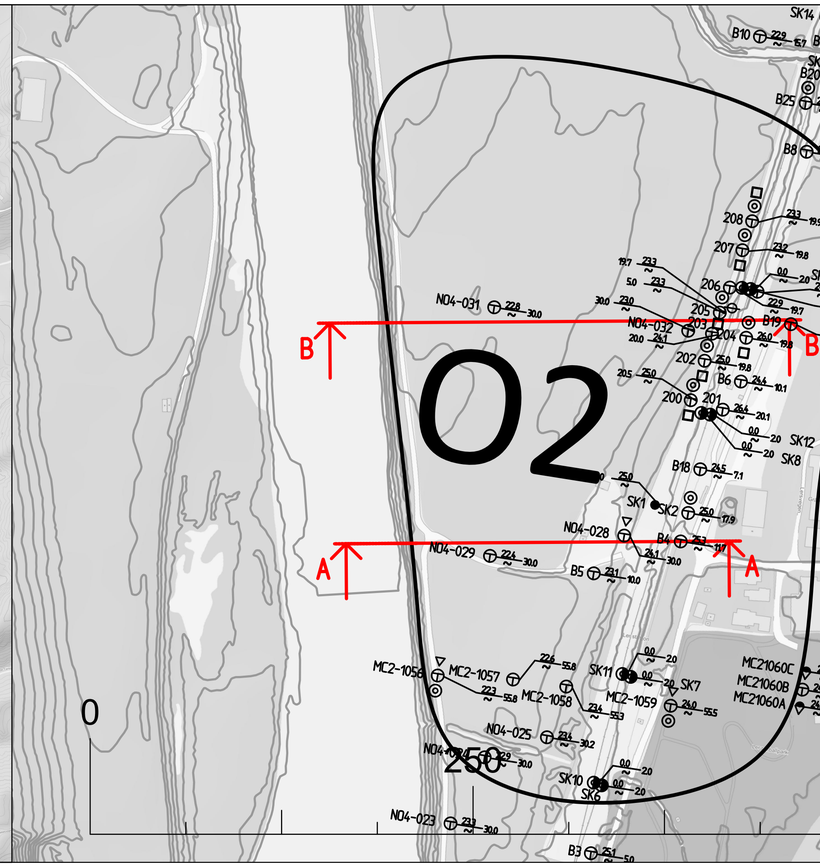


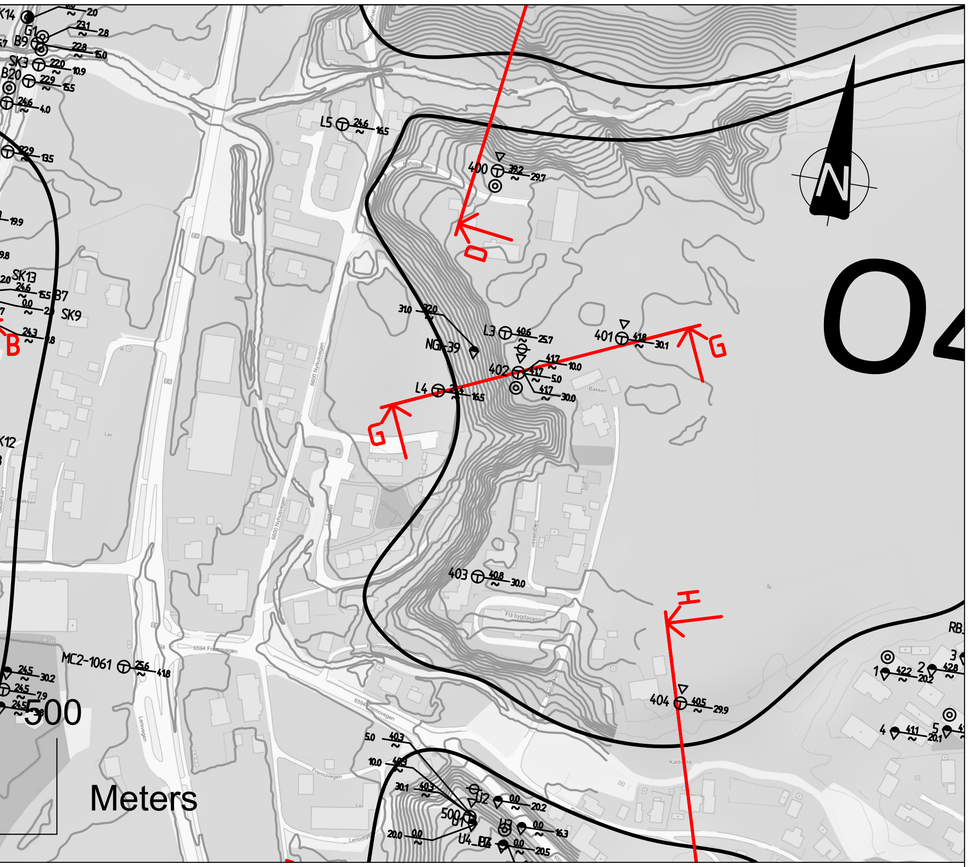


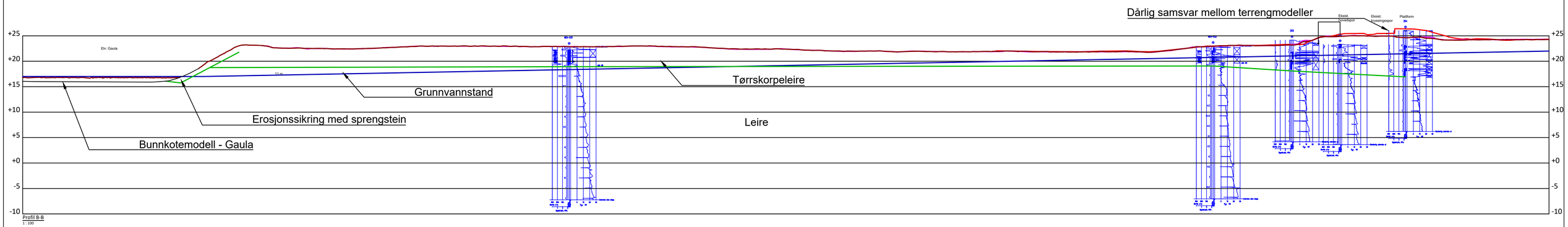
A1

Vedlegg A - Plan og profil



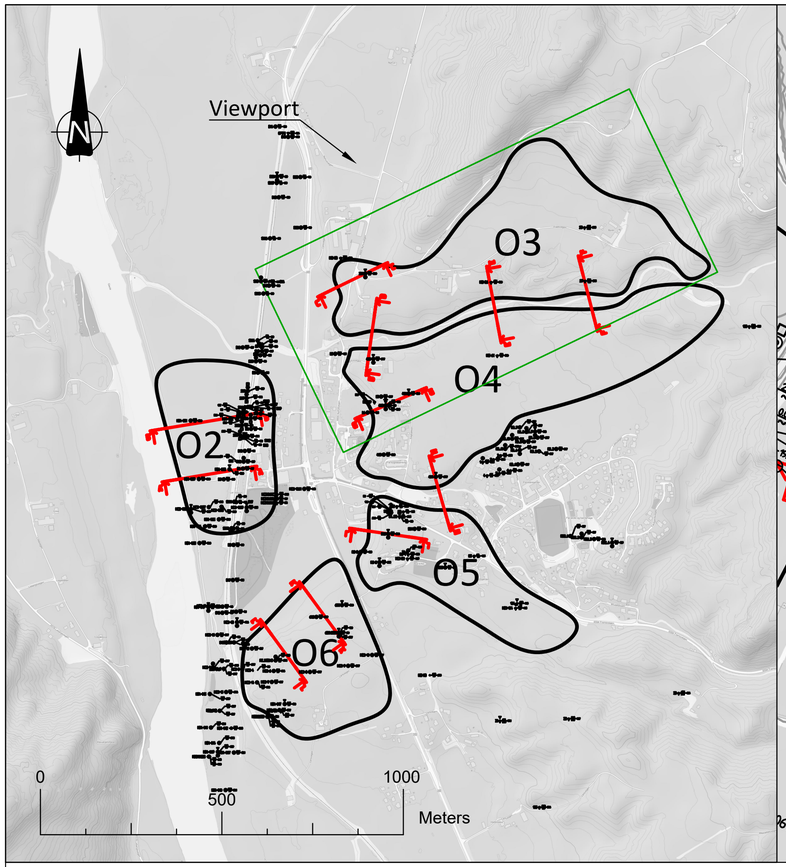


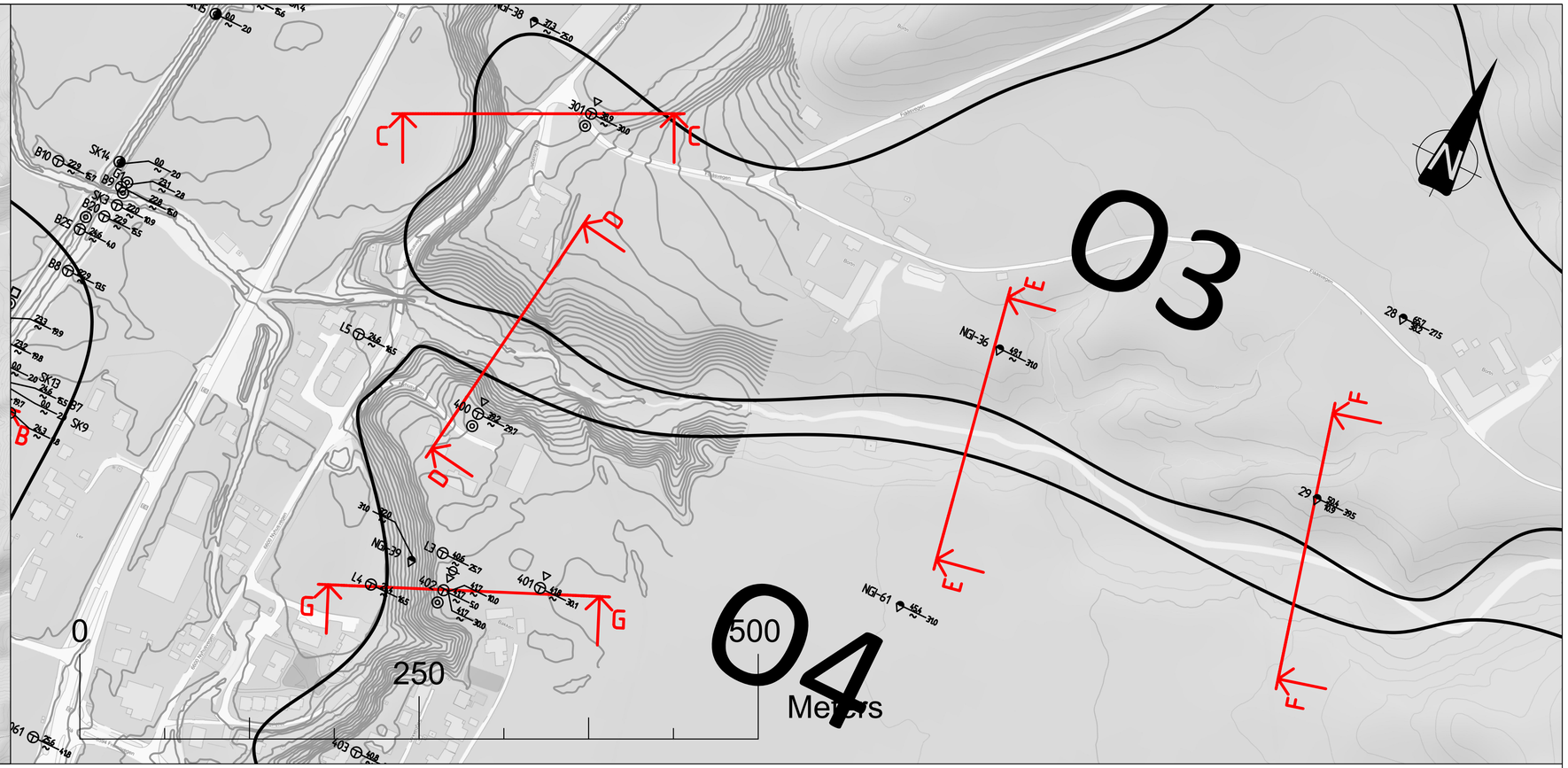


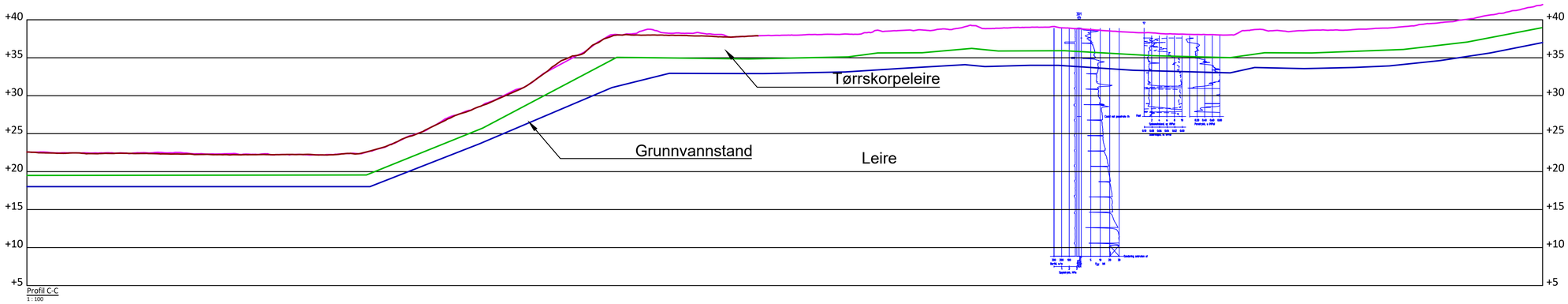


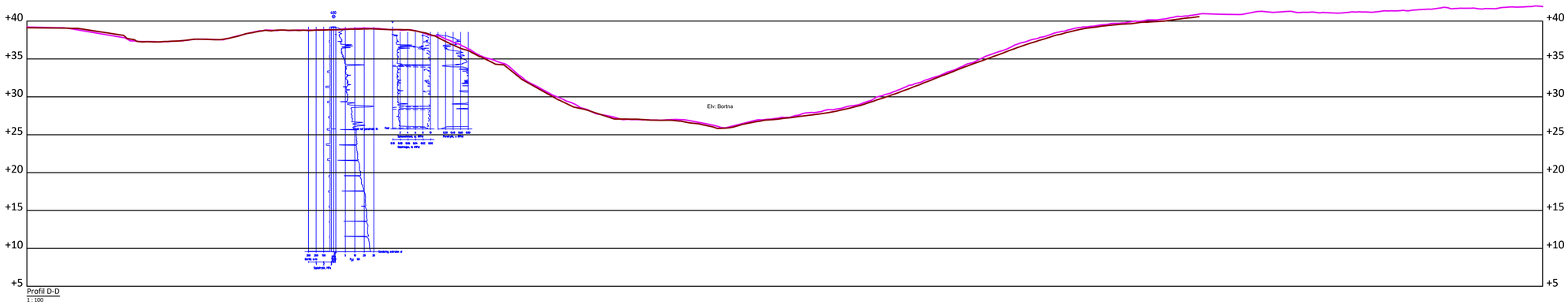
A2

Vedlegg A - Plan og profil



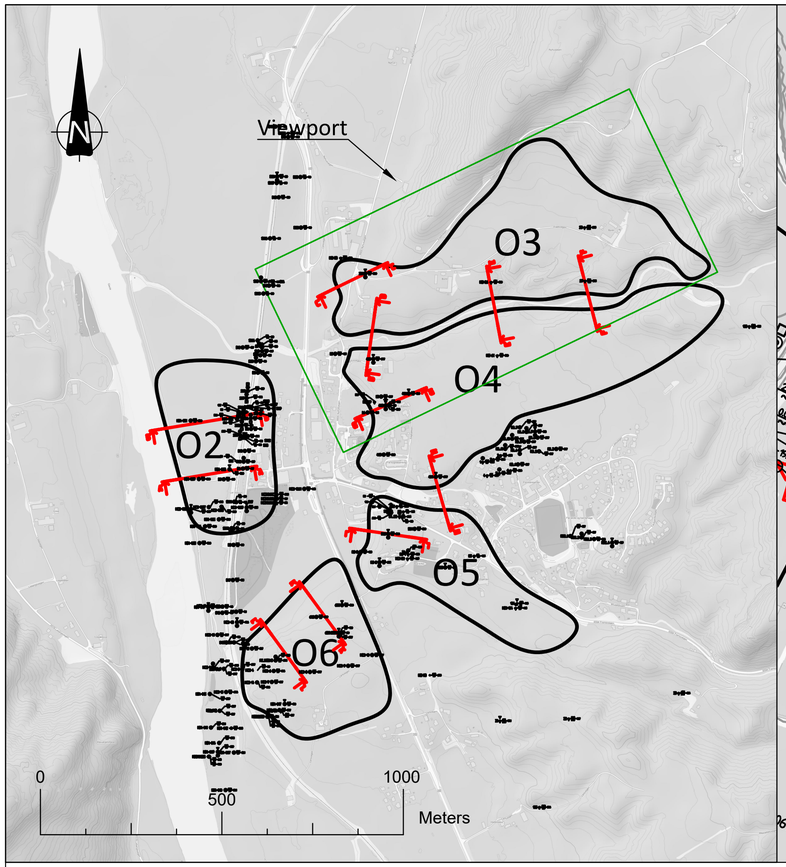


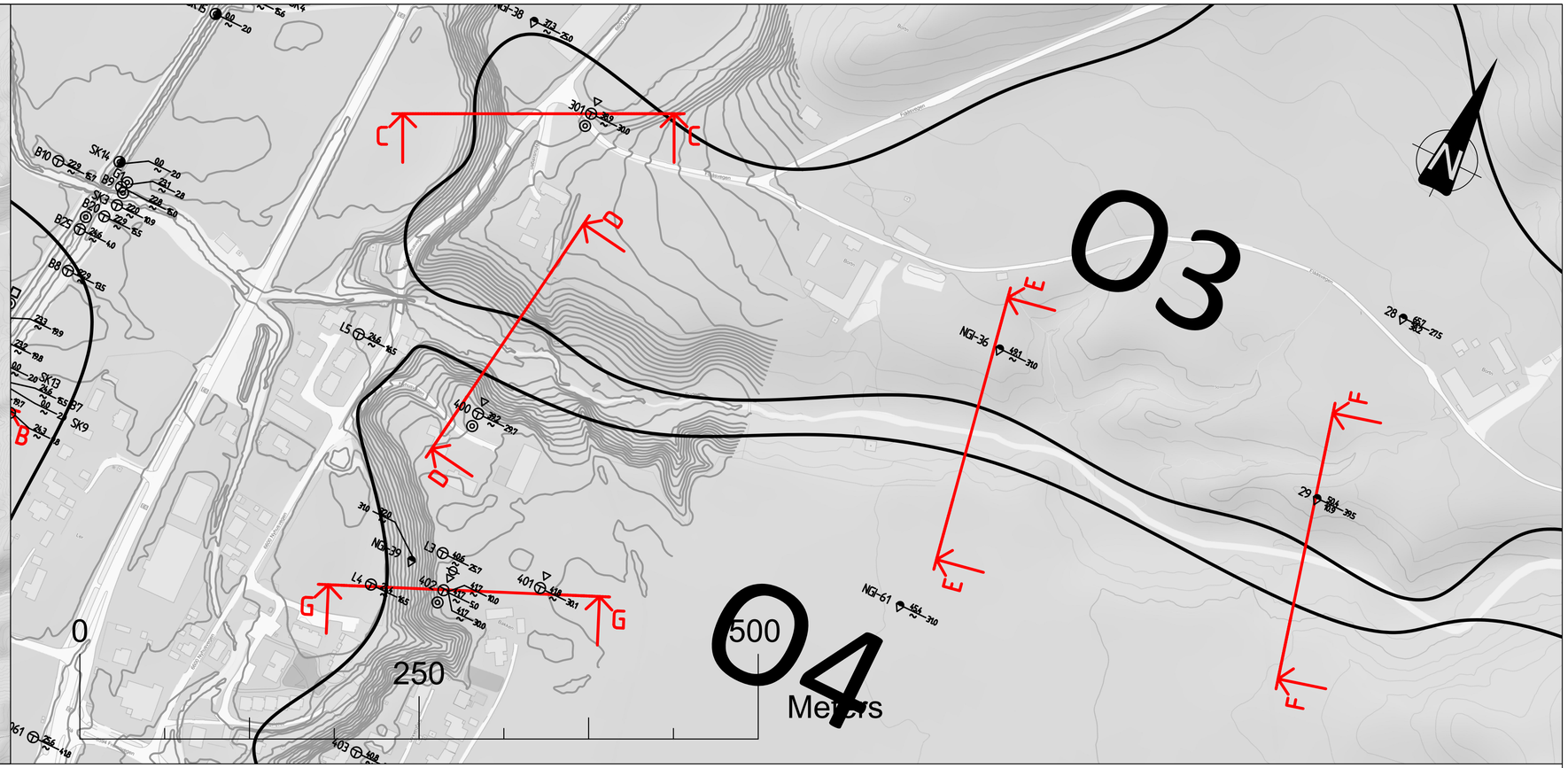


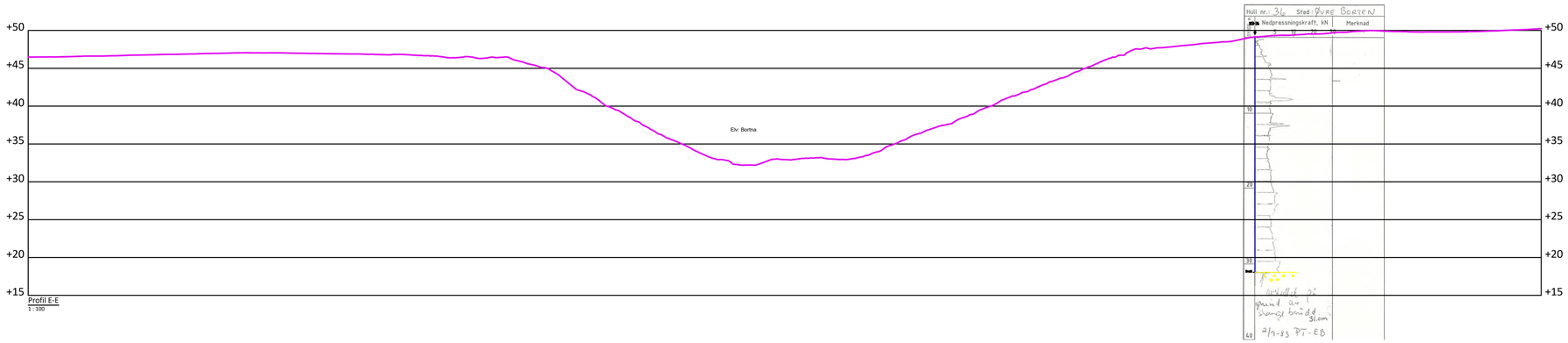


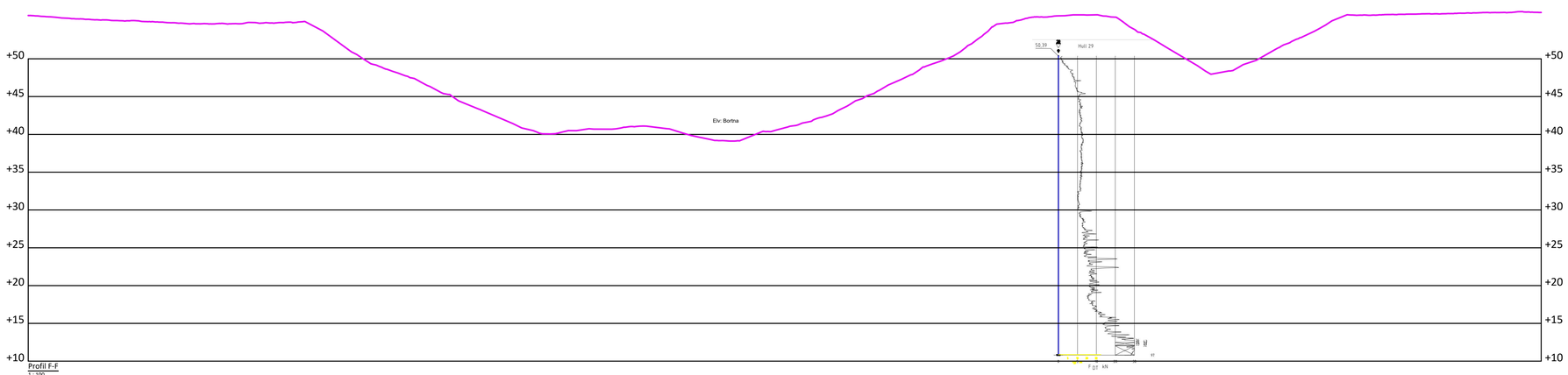
A3

Vedlegg A - Plan og profil



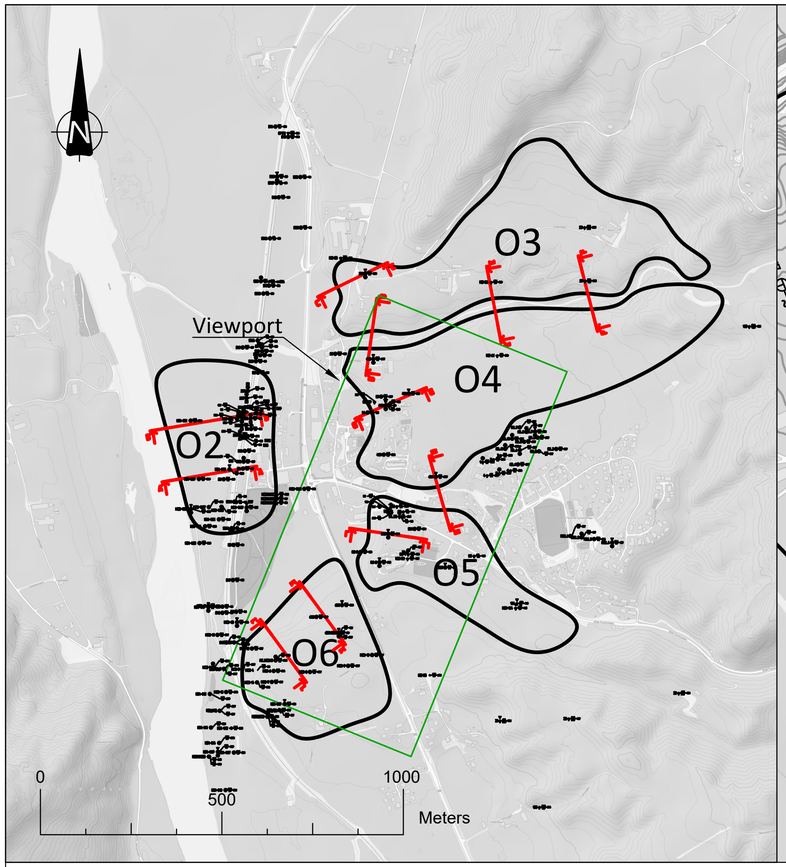


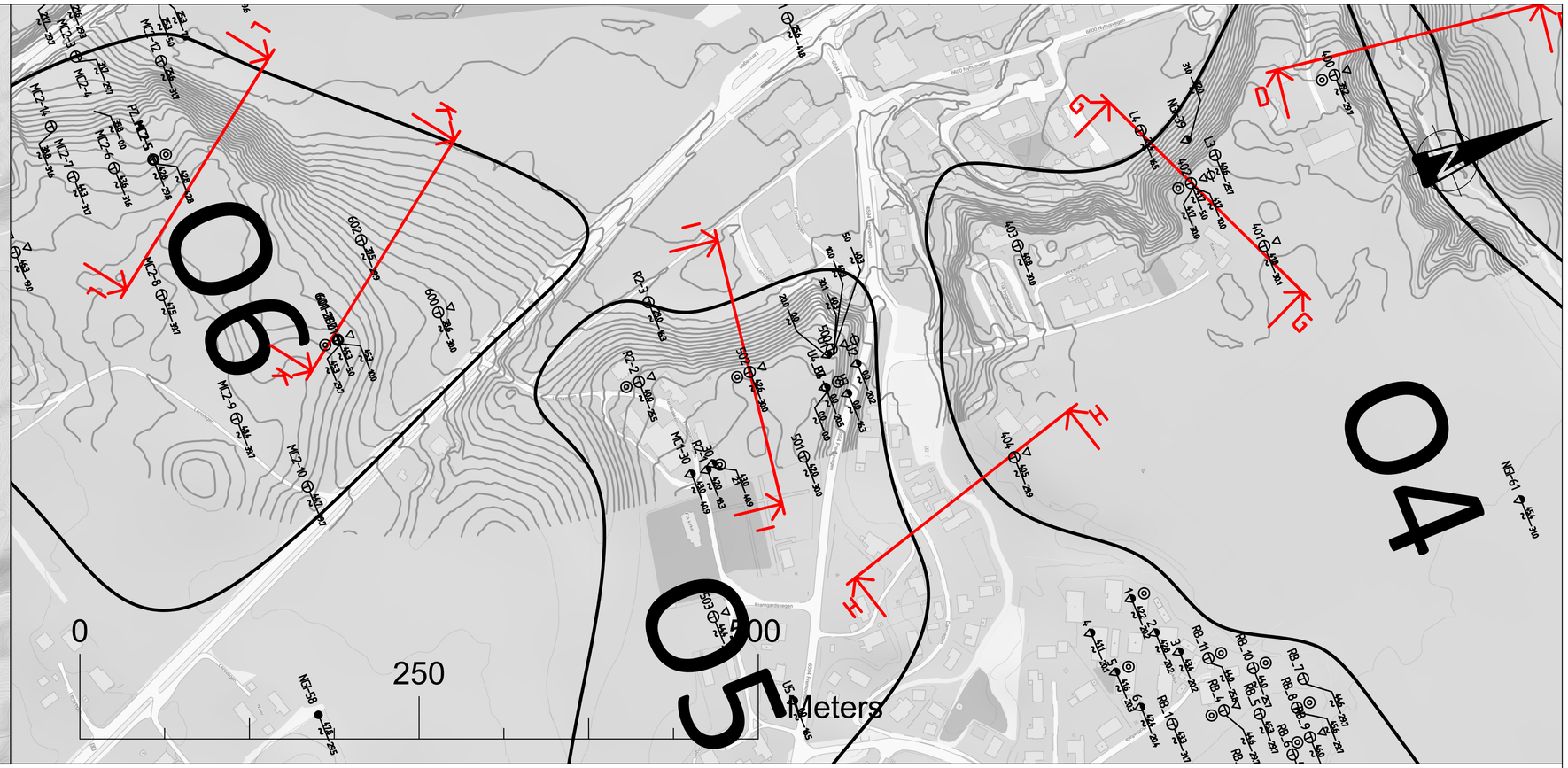


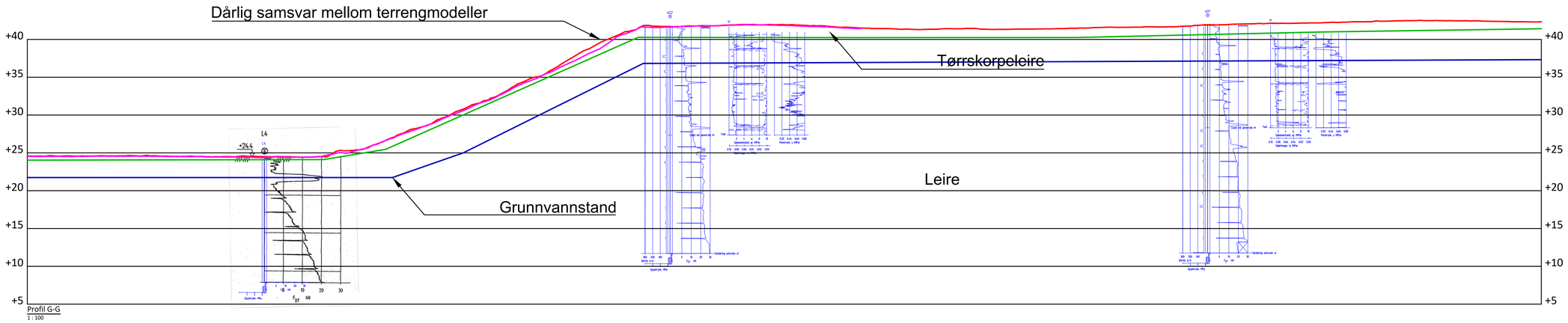


A4

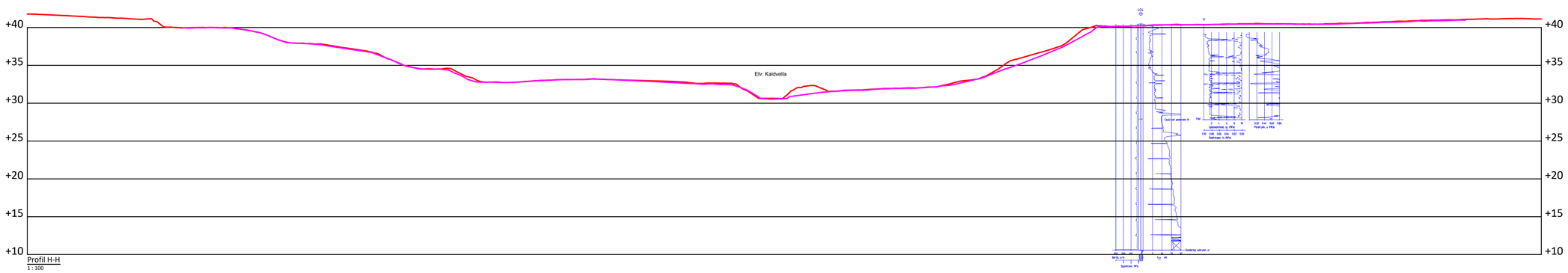
Vedlegg A - Plan og profil





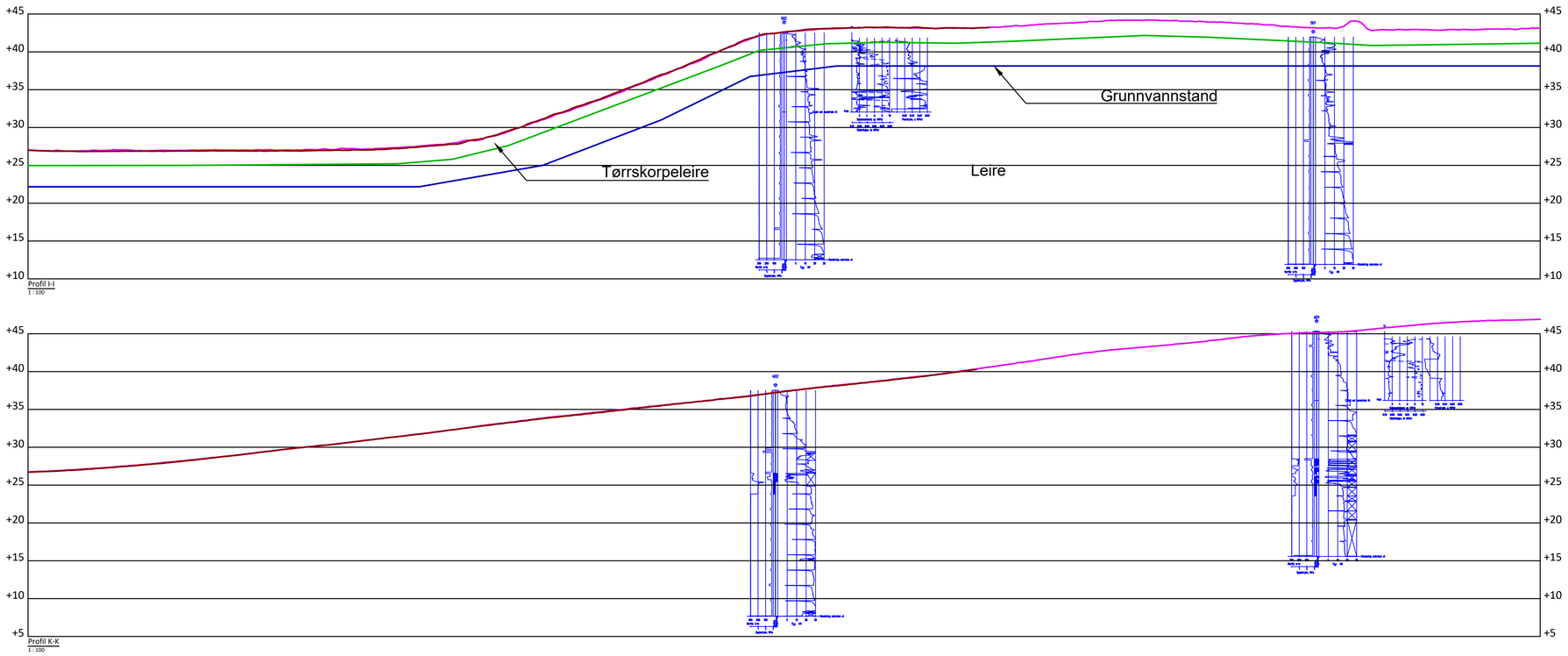


Profil G-G
1 : 100

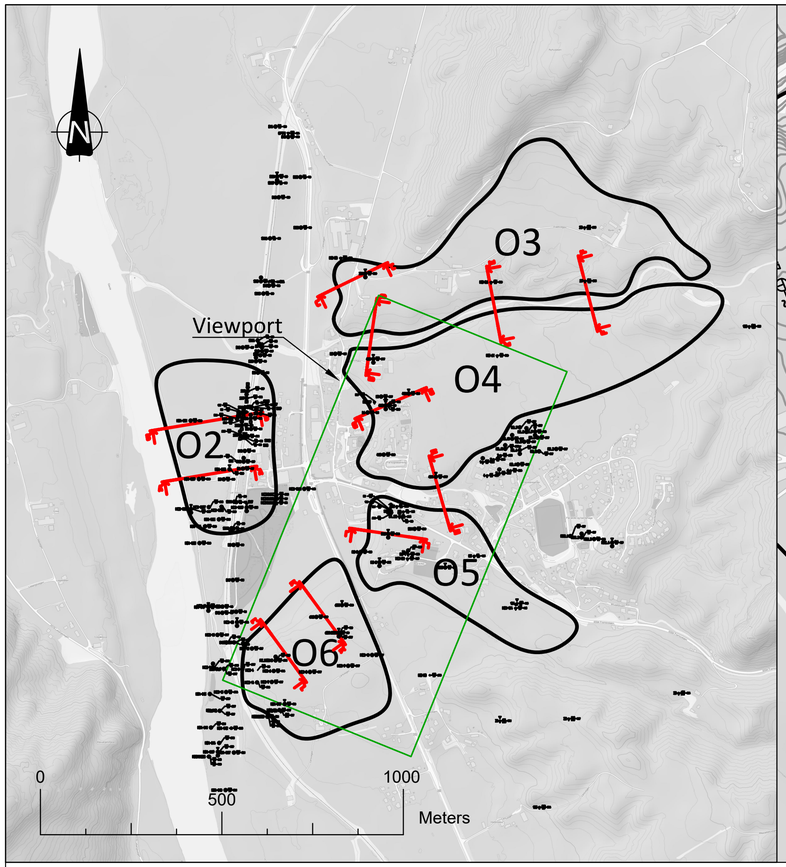


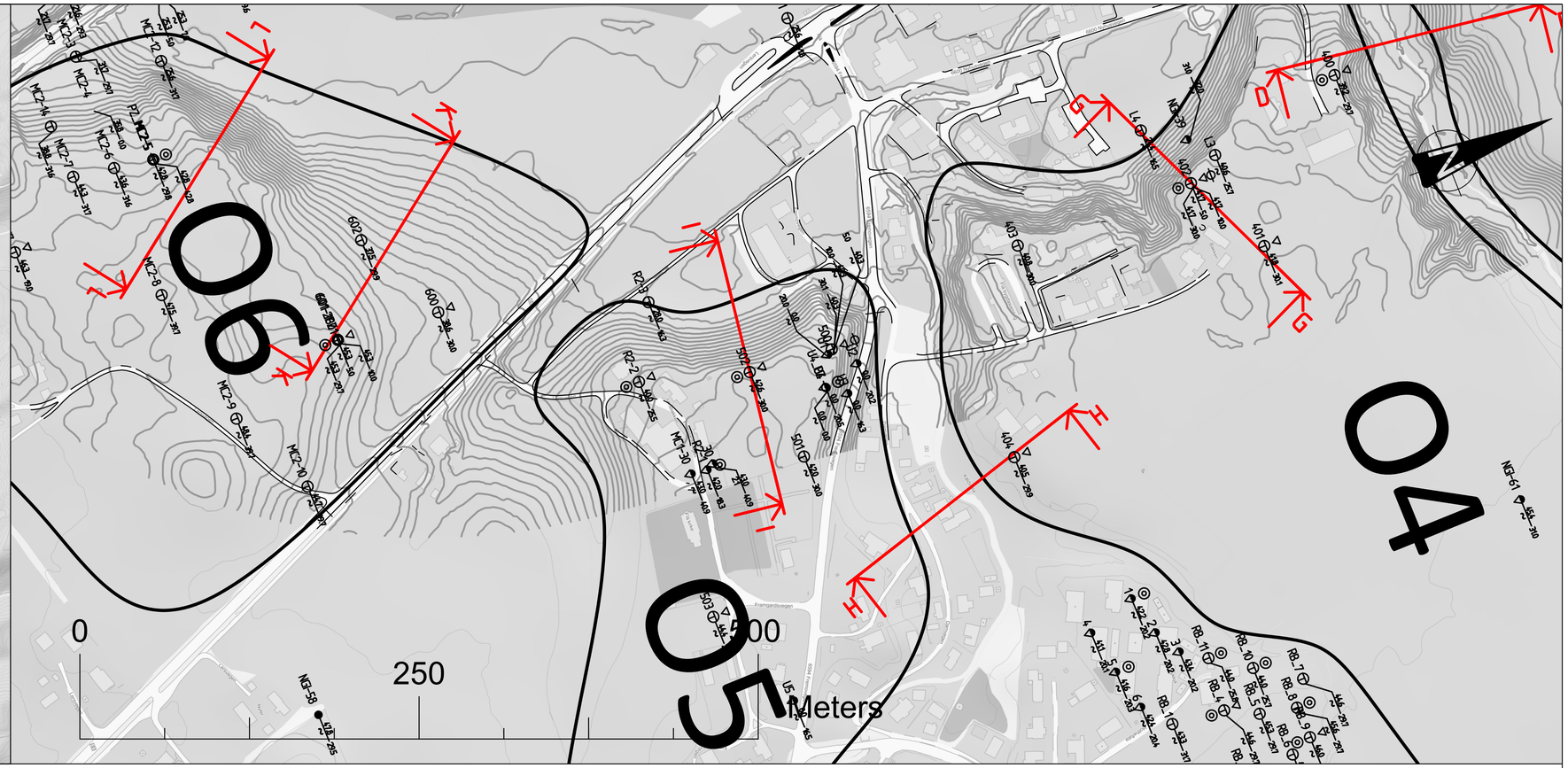
Profil H-H
1 : 100

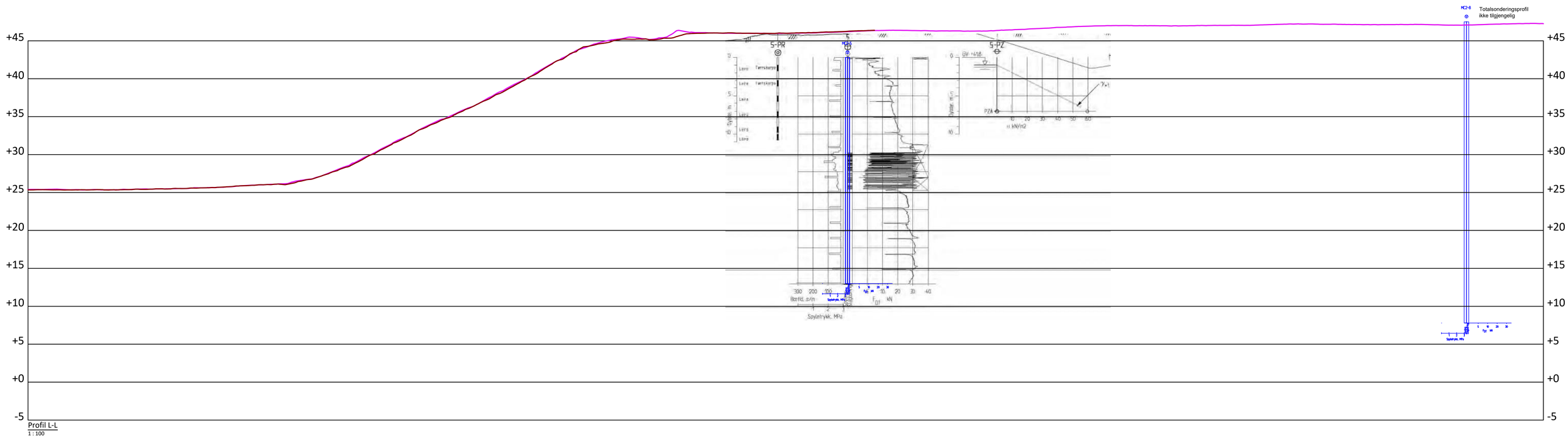
Vedlegg A - Plan og profil



Vedlegg A - Plan og profil







A7

1 BEFARING

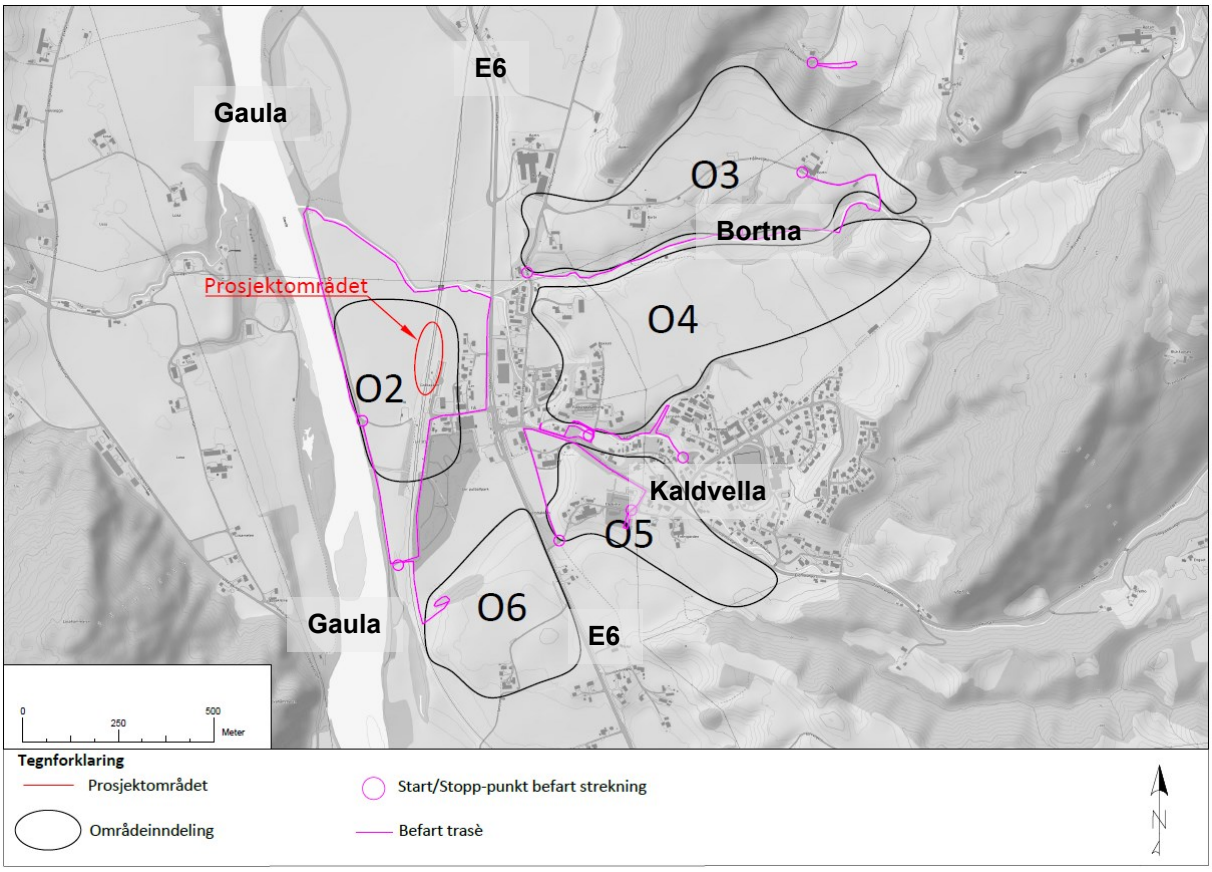
1.1 Oversikt

Befaring ble utført 19.05.2022 av Geotekniker Jakob Bitsch Jensen og Christoffer Kolbeinsen Surdal fra NIRAS Norge AS. Per Mo deltok som representant fra Bane NOR.

Hensikten med befaringen var å kartlegge berg i dagen, erosjonsforhold og eksisterende erosjonssikring iht. føringene i NVE eksternrapport 9/2020 [2]. Erosjonsforhold og sikring ble kartlagt langs elvene Bortna, Kaldvella og Gaula. I tillegg ble et mindre bjørkeskogholt umiddelbart sør for Ler sentrum befart med tanke på å kartlegge evt. forekomster av berg i dagen.

Omtrentlig rute for befaring i de ulike delområder fremgår av Figur 1.1.

Alle bilder tatt i forbindelse med befaringen har blitt georeferert med lokasjon+orientering og er tilgjengelig i full oppløsning ut 2022 via linken: Georefererte bilder fra befaring (passord: «Niras1234»)



Figur 1.1 Omtrentlig rute for gjennomført befaring 19.05.2022.

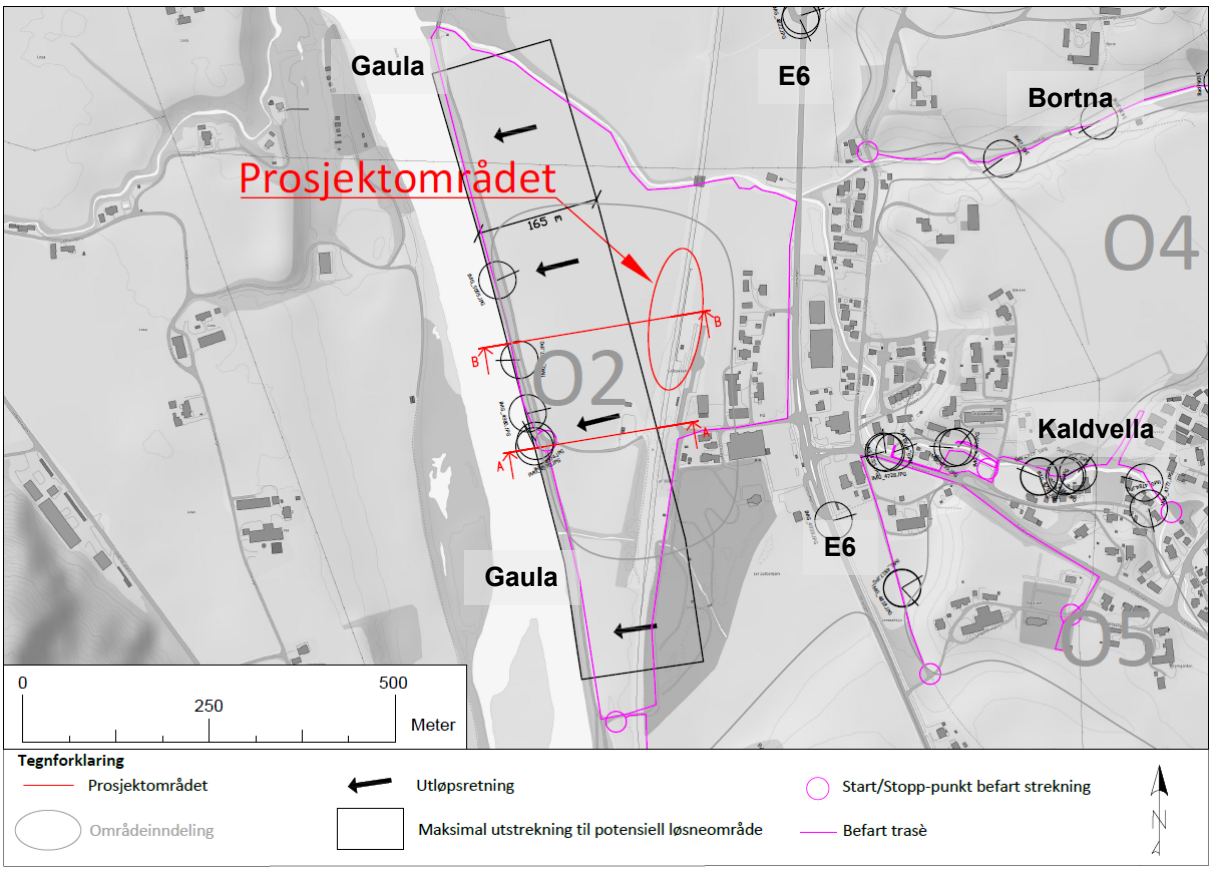
1.2 Gaula (O2)

Befaring langs Gaula ble gjennomført med tanke på å kartlegge eksisterende erosjonssikring og erosjonsforhold. Befaringen ble gjennomført i periode med vannstand antatt ca. 0,5-1,0 m over normal vannføring (mulig å se gress etc. under vannspeilet). Følgende vurderinger gjelder alene for de deler av skråningen som var over vannstanden ifbm. befaringen.

Hele strekningen langs Gaula fremstår erosjonssikret og uten tegn på pågående erosjon. Iht. poengsystemet i NVE eksternrapport 9/2020 kapittel 4.1 og vedlegg A tildeles strekningen score 0 (ingen erosjon). Eksisterende erosjonssikring består av hhv. plastring med sprengstein/moreneblokk/ betongstein (inntil ca. 1 m i tverrmål) og tett vegetasjon med bl.a. bjørk, pil og or. Plastringen går omtrent til nivå eksisterende grusveg (vegen som går parallelt med Gaula). NVE Atlas angir at erosjonssikringen har blitt etablert som « 1287 m med ordnet steinlag» på 60-tallet. Med tanke på størrelse til bjørk, pil og or er det ikke indikasjon på at sikringen skal ha blitt endret på og det er trolig den «opprinnelige erosjonssikring» fra 60-tallet som fortsatt finnes. Basert på tilgjengelig høydegrunnlag står plastringen med skråningshelning ca. 1:2.

Gjennomført befaring gir ikke indikasjon på dybdeforholdene utover i Gaula.

Som referanse er det i Figur 1.8 gjengitt et NVE skråfoto fra periode med lavere vannføring. Bildet er datert 18.08.2004 og hentet fra NVE Atlas.



Figur 1.2 Omtrentlig rute for gjennomført befaring langs Gaula i delområde O2. Posisjon og orientering til de enkelte befaringsbilder er indikert med svart sirkel (plassering) og strek (orientering)

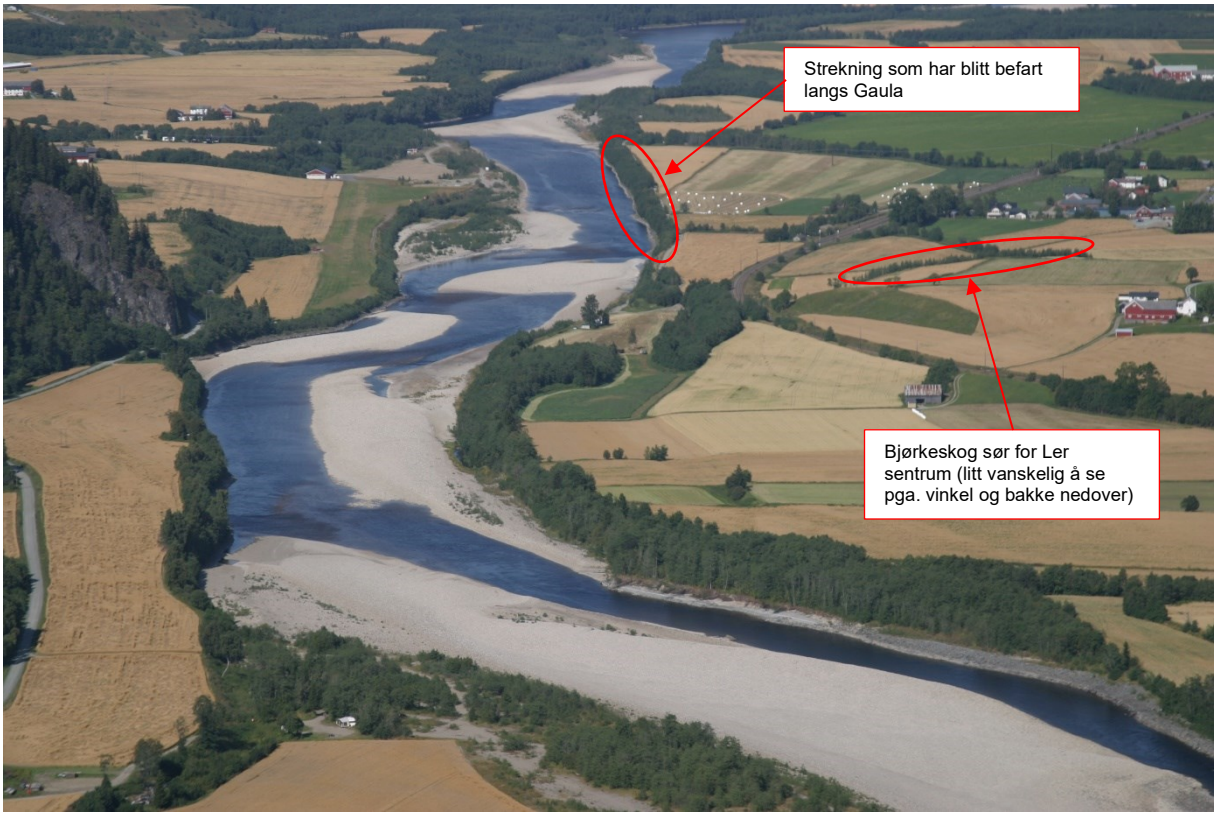
Figur 1.3 Eksisterende plastring av sprengstein og moreneblokk langs Gaula. Bilde: IMG_4970, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.4 Eksisterende erosjonssikring med betongblokk langs Gaula. Bilde: IMG_4974, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.5 Eksisterende gjengrodd plastring av sprengstein oppover i skråningen langs Gaula. Fot størrelse 43 som målestokk. Bilde: IMG_4980, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt oppover i skråningen mot øst.

Figur 1.6 Eksisterende gjengrodd plastring av sprengstein og moreneblokk langs Gaula. Bilde: IMG_4987, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot vest.

Figur 1.7 Eksisterende gjengrodd plastring av sprengstein og moreneblokk oppover i skråningen langs Gaula. Bilde: IMG_5005, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt oppover i skråningen mot øst.



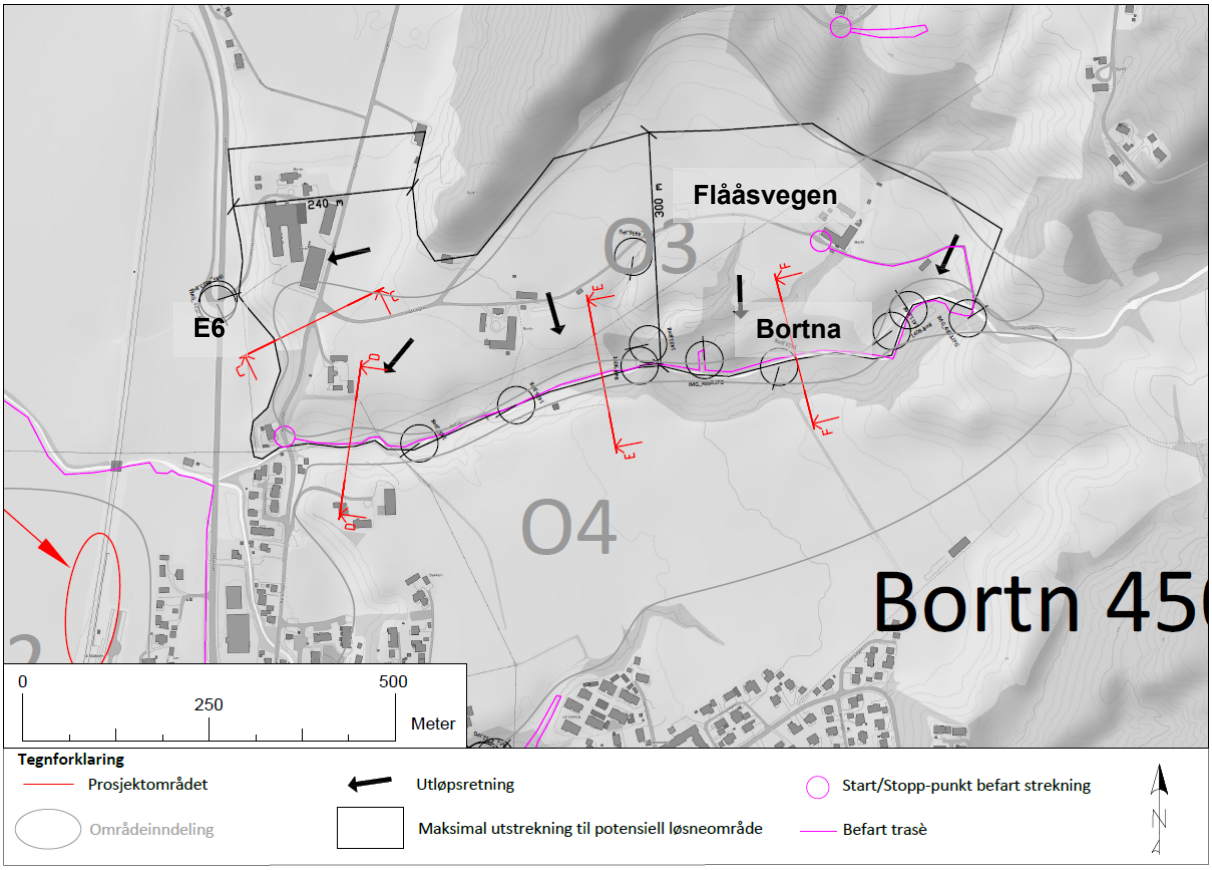
Figur 1.8 NVE skråfoto fra NVE Atlas, bilde datert 18.08.2004. Bilde tatt i nordlig retning. Periode med lavere vannføring.

1.3 Bortna (O3/O4)

Befaring langs Bortna ble gjennomført med tanke på å kartlegge erosjonsforhold. Befaringen ble gjennomført i periode med antatt normal vannføring. Befaringen ble gjennomført langs elven på strekket mellom potensiell løsneområde O3 og potensiell løsneområde O4.

Befart strekning langs Bortna fremstår uten menneskeskapt erosjonssikring. Langs hovedløpet er bunnen i al hovedsak naturlig erosjonssikret med stein og blokk (samt i den øverste del umiddelbart nedenfor fossen med berg i dagen) og det antas at det ikke pågår bunnsenking på strekningen. Sidene til hovedløpet fremstår generelt «naturlig erosjonssikret» med stein, blokk, vegetasjon og røtter og ved normal vannføring fremstår hovedløpet uten pågående erosjon (klart vann). I perioder med flom og stor vannføring forekommer det graving i yttersvinger og langs hovedløpet er det identifisert et større antall overflateglidninger som klassifiseres som hhv. «noe» og «kraftig» erosjon (poengscore 2-3). I enkelte delområder står mesteparten av trærne på skakke, men i hovedsak har det blitt identifisert vertikale trær på strekningen. Utenom områdene med overflateglidninger og trær på skakke klassifiseres hovedløpet til Bortna til «lite erosjon» (poengscore 1).
Befaringen omfattet også en delvis kartlegging av de 3 ravinedaler som strekker seg nordover fra Bortna i retning mot Flååsvegen. Ravinedalene fremsto i forbindelse med befaringen med veldig lite vannføring som i al hovedsak gikk i en ca. 0,5-1,0 m dyp dyprenne med silt/leire i sider og bunn. Ravinedalene var tilsvarende hovedløpet godt gjengrodd med vegetasjon. Lengst nord i den midtre ravinedal ble det identifisert en mindre overflateglidning som ble klassifisert som «noe erosjon» (poengscore 2). Grunneier fra Flååsvegen 19/21 opplyste i forbindelse med befaringen om tidligere overflateglidninger i ravinedalene hvorfor de 3 ravinedaler helhetlig klassifiseres til «noe erosjon» (poengscore 2). I

Figur 1.18 og *Figur 1.19* er i tillegg tatt med et par bilder av dagens situasjon sett fra E6 opp imot O3-løsneområdets nord-sør gående vestlige avgrensning. Det er ingen tegn på erosjon oppi skråningene som nyttes for beite og de klassifiseres helhetlig til «ingen erosjon» (poengscore 0).



Figur 1.9 Omtrentlig rute for gjennomført befaring langs Bortna i grensen mellom delområde O3 og O4. Posisjon og orientering til de enkelte befaringsbilder er indikert med svart sirkel (plassering) og strek (orientering)

Figur 1.10 Berg i dagen i området rundt fossen. Bilde: IMG_4833, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord

Figur 1.11 Bunn og sider fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein, blokk og vegetasjon. Erosjon klassifiseres som «lite» (poengscore 1). Bakerst i bildet ses fossen. Bilde: IMG_1406, Per Mo, 19.05.2022, nedstrøms mot vest.

Figur 1.12 Lokal overflateglidning (bredde og lengde < 10 m og dybde ca. 1 m). Bunn og til dels sider fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein og vegetasjon, men ved stor vannføring spises det av skråningsfoten (bestående av leire) på nordlig side. Erosjon klassifiseres som «noe erosjon» (poengscore 2). Bilde: IMG_1408, Per Mo, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.13 Graving i yttersving ifbm. flom. Lokal overflateglidning (bredde og lengde < 10 m og dybde ca. 1 m) i yttersving. Bunn og til dels sider fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein og vegetasjon, men ved stor vannføring graves det i yttersvingen (bestående av leire) på nordlig side. Erosjon klassifiseres som «noe erosjon» (poengscore 2). Bilde: IMG_1411, Per Mo, 19.05.2022, nedstrøms mot vest.

Figur 1.14 Delstrekning med bredt bunnprofil og god mulighet for breddeutvidelse ifbm. flom. Bunn og til dels sider fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein og vegetasjon. Trer står i hovedsak vertikalt. Erosjon klassifiseres som «lite» (poengscore 1). Bilde: IMG_1431, Per Mo, 19.05.2022, nedstrøms mot vest.

Figur 1.15 Bunn og sider fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein og vegetasjon. Erosjon klassifiseres som «lite» (poengscore 1). Bilde: IMG_1436, Per Mo, 19.05.2022, nedstrøms mot vest.

Figur 1.16 Stor overflateglidning (bredde og lengde > 10 m og dybde rundt 1-2 m). Gjerde står på skakke. Bunn fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein og vegetasjon, men ved stor vannføring spises det av skråningsfoten (bestående av leire) på sørlig side. Erosjon klassifiseres som «kraftig erosjon» (poengscore 3). Bilde: IMG_1423, Per Mo, 19.05.2022, bilde tatt mot sør.

Figur 1.17 Lokal overflateglidning (bredde og lengde < 10 m og dybde rundt 1 m). Enkelte trer står på skakke. Bunn og til dels sider fremstår som «naturlig erosjonssikret» med stein og vegetasjon, men ved stor vannføring spises det av skråningsfoten (bestående av leire) på sørlig side. Erosjon klassifiseres som «noe erosjon» (poengscore 2). Bilde: IMG_1437, Per Mo, 19.05.2022, bilde tatt mot sør-vest.

Figur 1.18 Dagens situasjon umiddelbart nedenfor den nord-sør gående skråningsfot. Arealene oppi skråningen benyttes til beite. Her er det ikke noen åpenbar risiko for erosjon. Bilde: IMG_4822, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot øst fra E6.

Figur 1.19 Dagens situasjon umiddelbart nedenfor den nord-sør gående skråningsfot. Arealene oppi skråningen benyttes til beite. Her er det ikke noen åpenbar risiko for erosjon. Bilde: IMG_4823, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot sør-øst fra E6.

Figur 1.20 Lokal overflateglidning (bredde og lengde < 10 m og dybde på det meste rundt 1 m) i en av ravinedalene som går mellom Bortna og Flååsvegen. Trer har blitt kuttet i den øvre del av ravinedalen og det står bare igjen stubber. Bunn og sider er i noe grad erosjonssikret med gress. Erosjon klassifiseres som «noe erosjon» (poengscore 2). Bilde: IMG_4936, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot sør.

Figur 1.21 Eksempel på «dyprenne» med leire/silt i bunn/sider i en av de tre nordgående ravinedaler. Bilde: IMG_4898, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot sør.

1.4 Kaldvella (O4/O5)

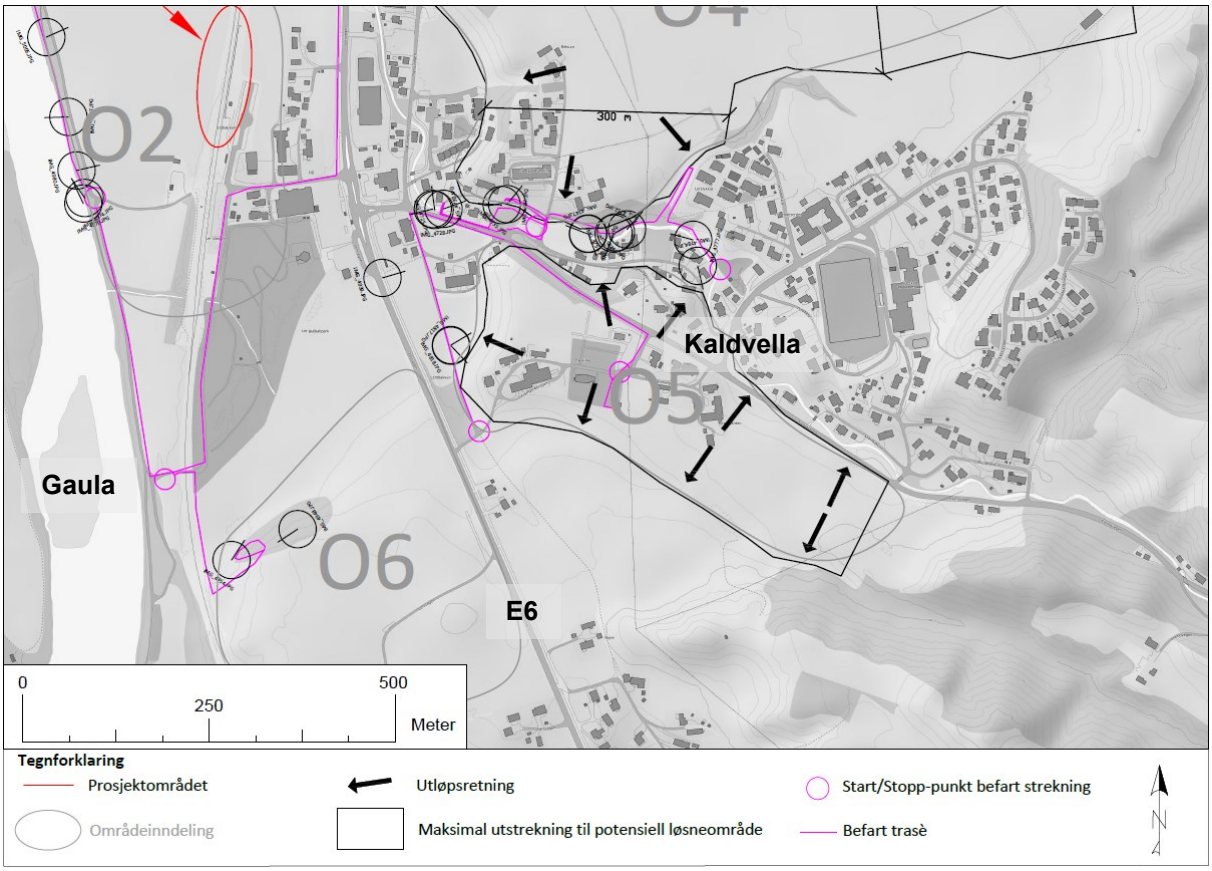
Befaring langs Kaldvella ble gjennomført med tanke på å kartlegge eksisterende erosjonssikring og erosjonsforhold. Befaringen ble gjennomført i periode med antatt normal vannføring. Befaringen ble gjennomført langs elven på strekket mellom Fremovegen 8 og Lykkjvegen 6.

På denne strekning går elven i hovedsak tett inn imot enfamiliehus, private hager og mindre bygg, og det er tydelig at det gjennom mange år har blitt gjort ulike tiltak for å motvirke erosjon. Melhus kommune opplyser, at det på strekningen er utfordringer med sedimentasjon i perioder med lite vannføring – noe som da igjen gir utfordringer ift. vanngjennomstrømningen i flomsituasjoner.

Erosjonssikringstiltak på strekningen omfatter i hovedsak naturlig/menneskeskapt sikring av sider med stein/blokk, div. vegetasjon, utlagte betongblokker, betongstøttemure samt på enkelte strekk sikring med autovern med bakenforliggende stein. Erosjonssikring av bunnen vurderes helhetlig som fremkommet på naturlig vis. Kvalitet og omfang av menneskeskapt erosjonssikring fremstår særdeles variert og er typisk best (i størst omfang og av best kvalitet) i umiddelbar nærhet til eksisterende bygg.

Gjennomført befaring har ikke gitt anledning til å tro at det skjer bunnsenking på denne strekning av Kaldvella. Det er bare observert enkelte trer som ikke sto loddrett og det er ikke indikasjon på bevegelse i grunnen. Det vektlegges at påvist erosjon ikke skjer i foten av identifiserte kritiske skråninger. Erosjonsforholdene på strekningen klassifiseres helhetlig som «lite erosjon» (poengscore 1).

Det bemerkes at fortsatt uhindret erosjon på deler av strekningen vil kunne ha lokal konsekvens for nærliggende bygg og hager.



Figur 1.22 Omtrentlig rute for gjennomført befaring langs Kaldvella i grensen mellom delområde O4 og O5. Posisjon og orientering til de enkelte befaringsbilder er indikert med svart sirkel (plassering) og strek (orientering)

Figur 1.23 Eksisterende erosjonssikring av autovern og bakenforliggende stein (og div. annet..). Enkelte av pelene som holder igjen autovern fremstår klar for utskifting. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4737, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.24 Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon (i hovedsak pil) og div. stein/betongblokk. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4735, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot øst.

Figur 1.25 Enda et eksempel på eksisterende erosjonssikring av autovern og bakenforliggende stein. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4735, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.26 Eksisterende erosjonssikring ved bru til Fremovegen 8 i form av støpt betongstøttemur. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4728, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.27 Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og div. stein/betongblokk. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4730, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot vest.

Figur 1.28 Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og div. stein/betongblokk. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4742, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot vest.

Figur 1.29 Erosjon i yttersving. Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og stein. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4747, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot sør.

Figur 1.30. Side i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og stein/betongblokk. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4752, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot sør.

Figur 1.31. Erosjon i yttersving. Yttersving i noe grad erosjonssikret med vegetasjon bjørk på rader. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4755, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot øst.

Figur 1.32. Erosjon i yttersving, mindre utglidning. Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og bjørk på rader. Grener tilsynelatende lagt ut for å unngå graving i yttersving. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4766, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nord.

Figur 1.33. Yttersving sikret med betongplater i flere lag. Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og stein/betongblokk. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4784, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot øst.

Figur 1.34. Sider i noe grad erosjonssikret med vegetasjon og stein/betongblokk. Innersvingen fremstår dårlig sikret. Bunn i noe grad naturlig erosjonssikret med stein/grus. Vann fremstår litt misfarget. Erosjon klassifiseres som «lite erosjon» (poengscore 1). Bilde: IMG_4777, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot øst.

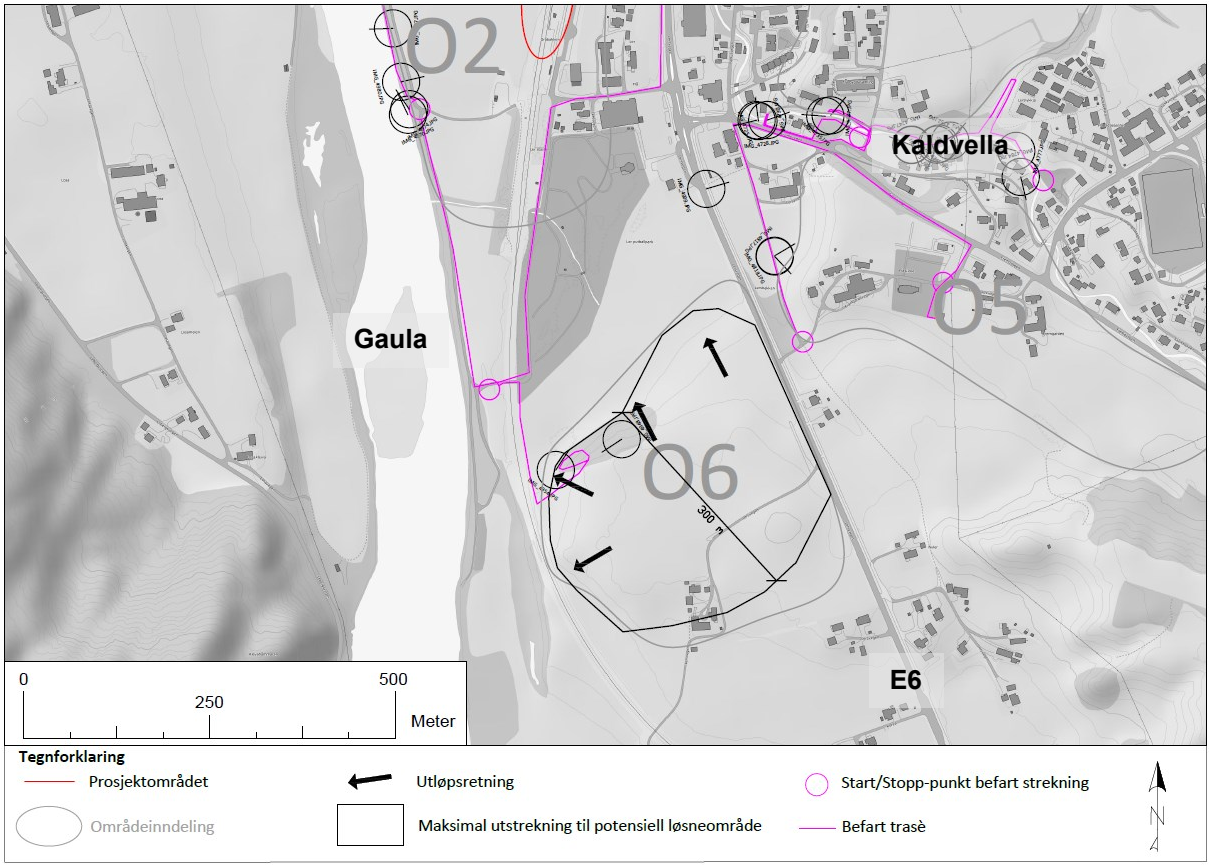
Figur 1.35 Dagens situasjon med Framgardsvegen 7 lengst til høyre i bildet. Arealene oppi skråningen benyttes til beite. Her er det ikke noen åpenbar risiko for erosjon. Bilde: IMG_4818, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot vest.

Figur 1.36 Dagens situasjon med Framgardsvegen 7 lengst til venstre i bildet. Arealene oppi skråningen benyttes til beite. Her er det ikke noen åpenbar risiko for erosjon. Bilde: IMG_4817, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot sør.

1.5 Bjørkeskogholt sør for Ler sentrum (O6)

Befaring av bjørkeskogholtet umiddelbart sør for Ler sentrum ble gjennomført med tanke på å kartlegge evt. forekomst av berg i dagen siden terrenget her sto vesentlig brattere enn øvrig terreng i delområde O6.

Det ble i forbindelse med befaringen ikke påvist noe berg i dagen og skråningen består trolig bare av løsmasser (basert på resultater av grunnundersøkelser nord, sør og øst for skråningen). Samtlige bjørk sto omtrent loddrett og det ble ikke sett tegn på erosjon («ingen erosjon», poengscore 0). I nord-vestlig hjørne av skogholtet i overgangen til arealet med dyrket mark ble det observert vann i terreng og noe brønn som kunne likne på et dreneringssystem.



Figur 1.37 Omtrentlig rute for gjennomført befaring av bjørkeskogholt i delområde O6. Posisjon og orientering til de enkelte befaringsbilder er indikert med svart sirkel (plassering) og strek (orientering)

Figur 1.38 Oversikt over skogholt sør for Ler sentrum. Befart grunnet mistanke om berg i dagen (ikke observert). Bilde: IMG_4939, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot øst.

Figur 1.39. Samtlige bjørk står tilnærmet loddrett. Ingen indikasjon på bevegelse i skråningen. Bilde: IMG_4948, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot vest.

Figur 1.40 Observasjon av vann og noe brønn (umiddelbart nedenfor Per Mo sine føtter) som kan likne på et dreneringssystem. Observert i nord-vestlig hjørne av skogholtet i overgangen til arealet med dyrket mark. Bilde: IMG_4954, Jakob Bitsch Jensen, 19.05.2022, bilde tatt mot nordøst.

Vedlegg C - CPTu Tolkning

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	7.9
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	5.4
Dato sondering	21-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7054.0	127.3	283.3
Registrert etter sondering (kPa)	2.3	-0.1	-10.2
Avvik under sondering(kPa)	2.3	0.1	10.2
Maksimal temperatureffekt (kPa)	8.8	0.2	0.2
Maksverdi under sondering (kPa)	15763.5	206.2	1180.9

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**11.7**	**0.1**	**0.3**	**0.1**	**10.4**	**0.9**
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	2	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

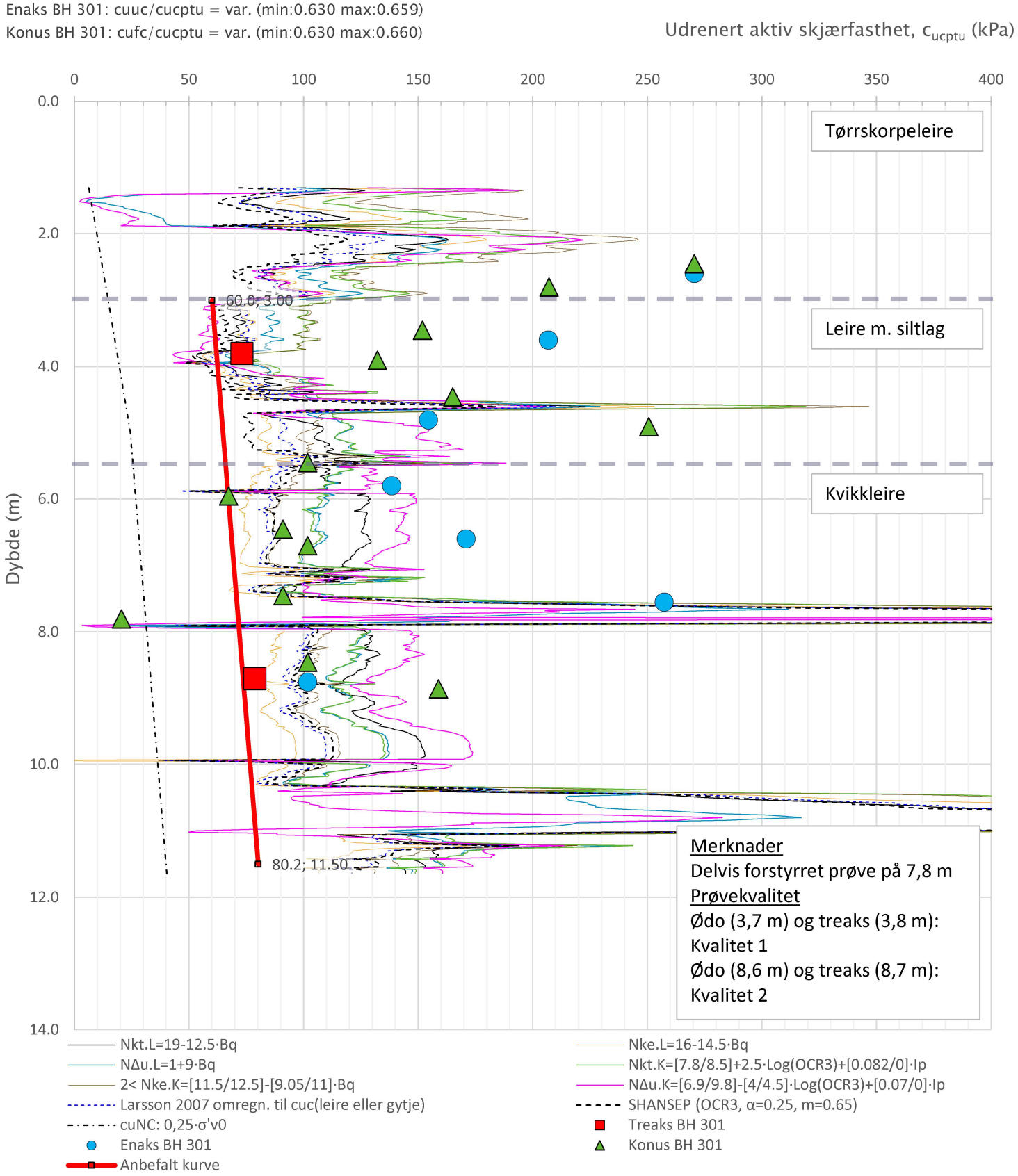
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

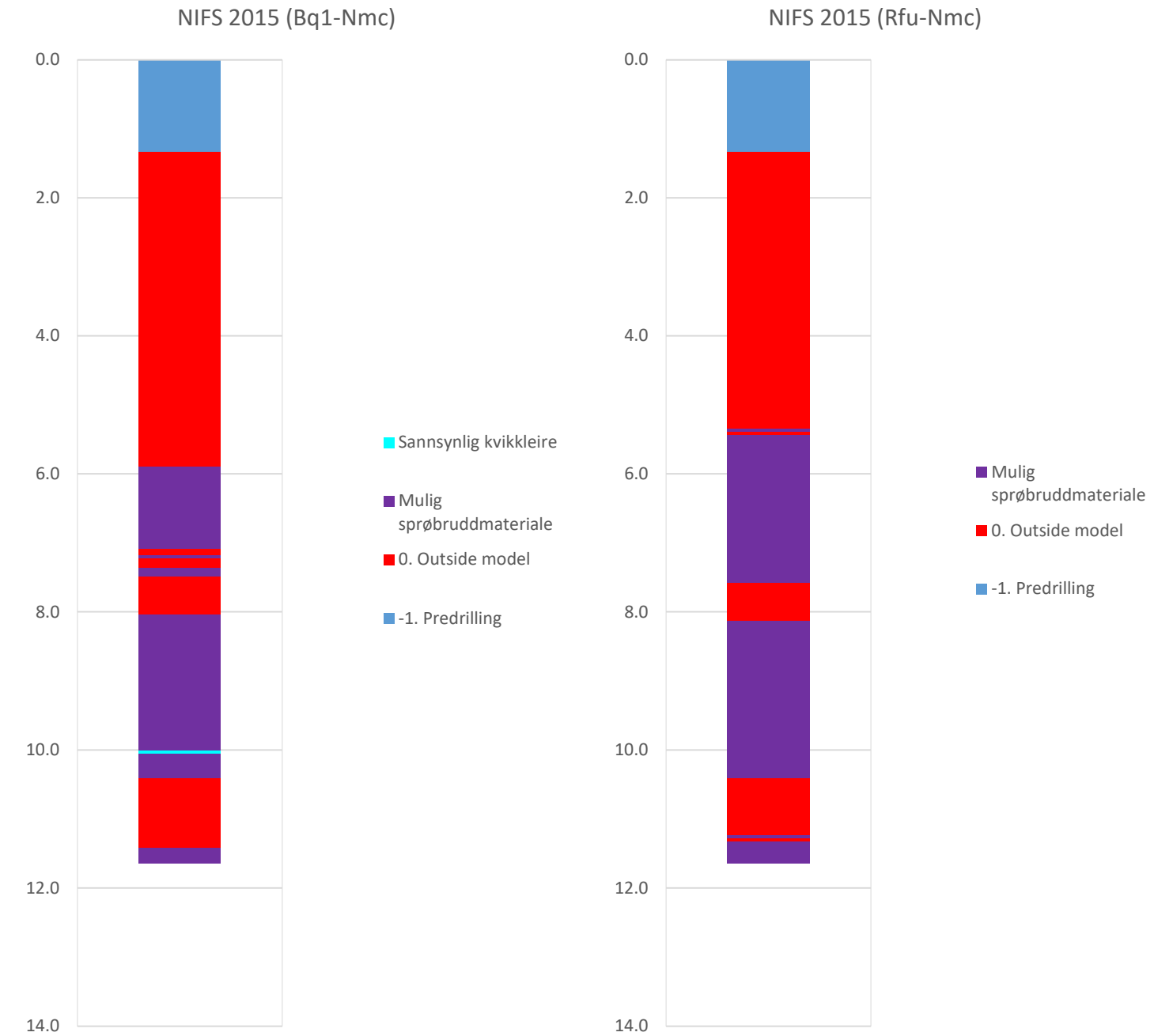
Prosjekt **Ler stasjon**	Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +38.899 **301**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 21-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

Vedlegg C - CPTu Tolkning

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 301: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 301: cuuc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.659)
Konus BH 301: cufc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.660)



Prosjekt **Ler stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +38.899 **301**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 21-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt				Borhull Kote +38.899
Ler stasjon		Prosjektnummer: 41400093		301
Innhold				Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				4634
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 21-03-2022	Revisjon / Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	1.4
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	10.3
Dato sondering	22-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7005.7	127.3	282.8
Registrert etter sondering (kPa)	46.0	0.2	-9.8
Avvik under sondering(kPa)	46.0	0.2	9.8
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1.6	0.0	0.0
Maksverdi under sondering (kPa)	16529.5	261.2	2061.8

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**48.1**	**0.3**	**0.2**	**0.1**	**9.9**	**0.5**
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	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

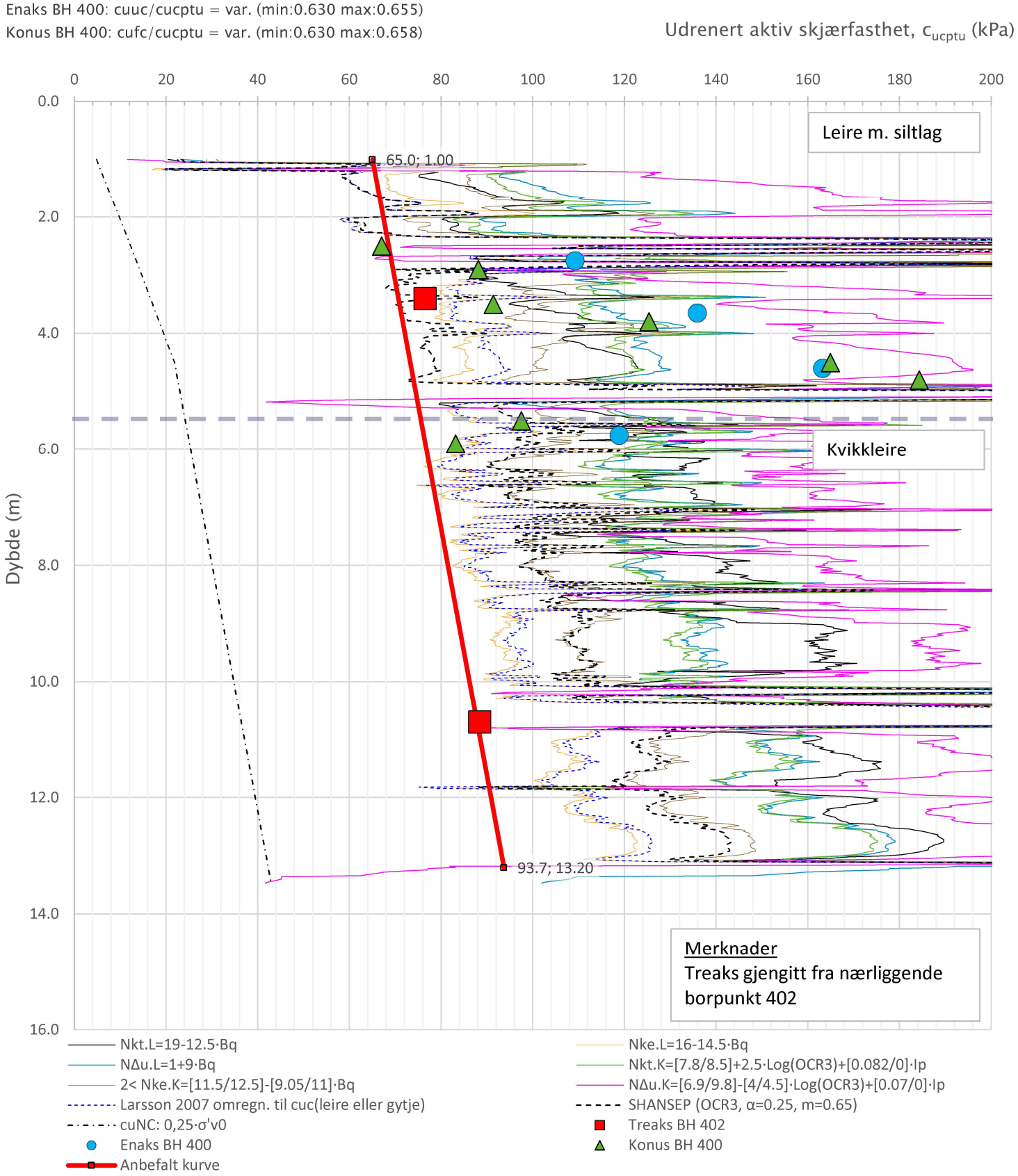
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	Ikke OK	OK	OK

Kommentarer:

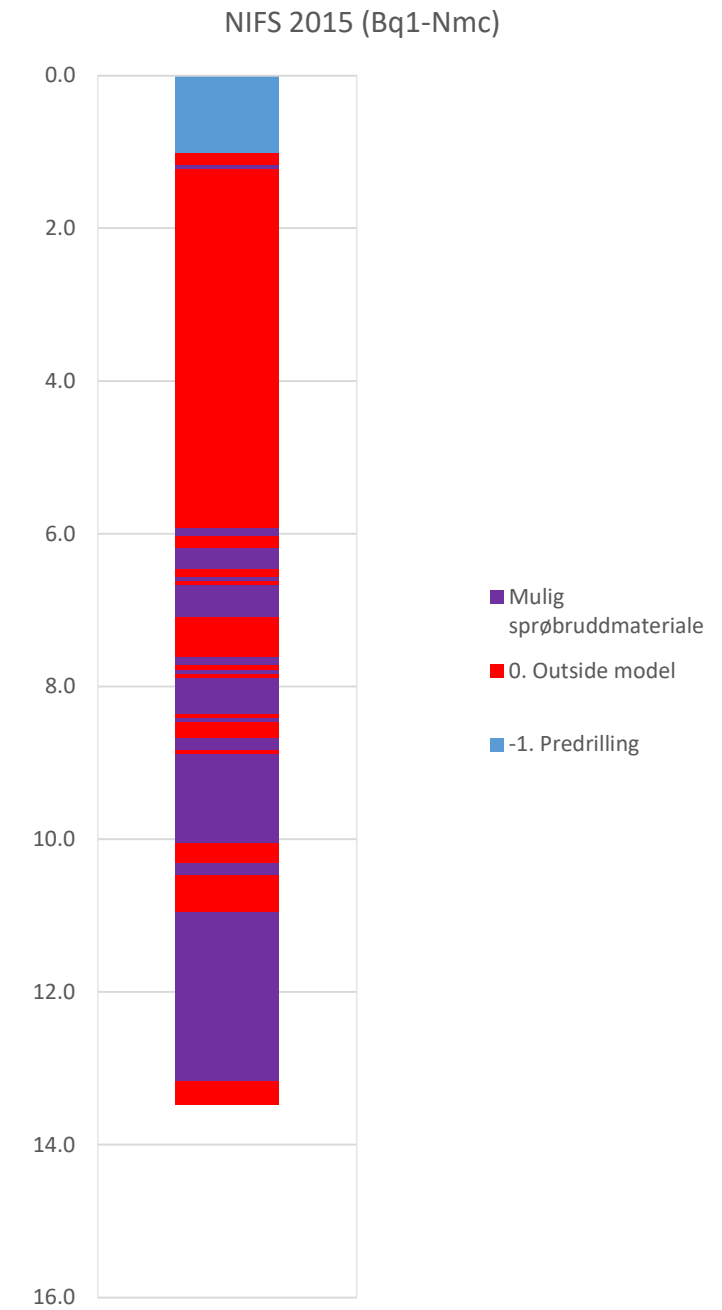
Prosjekt **Ler stasjon**	Prosjektnummer: 4140093		Borhull Kote +39.2 **400**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 22-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

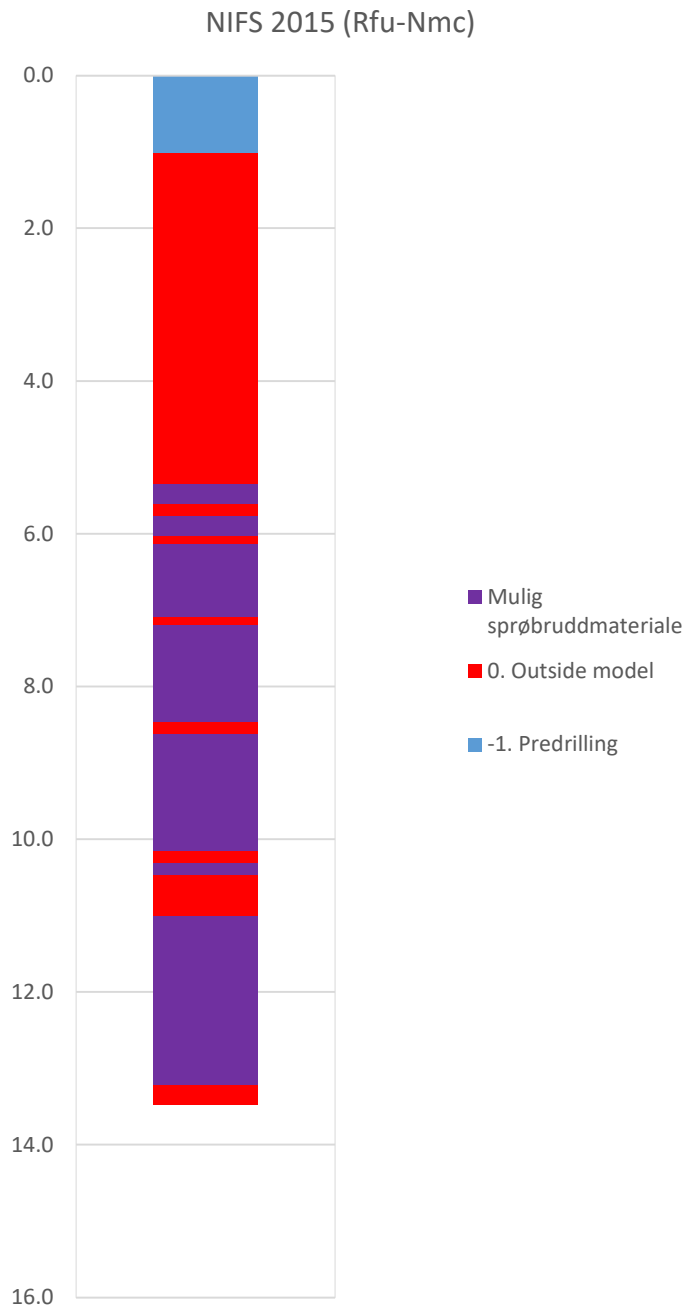
Vedlegg C - CPTu Tolkning

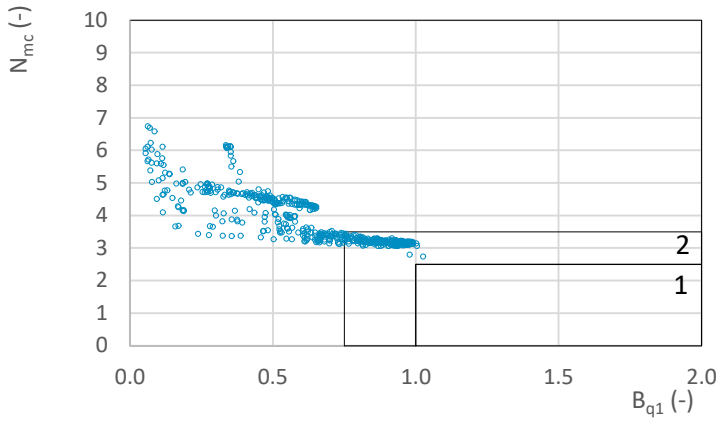
Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 402: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 400: cuuc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.655)
Konus BH 400: cufc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.658)

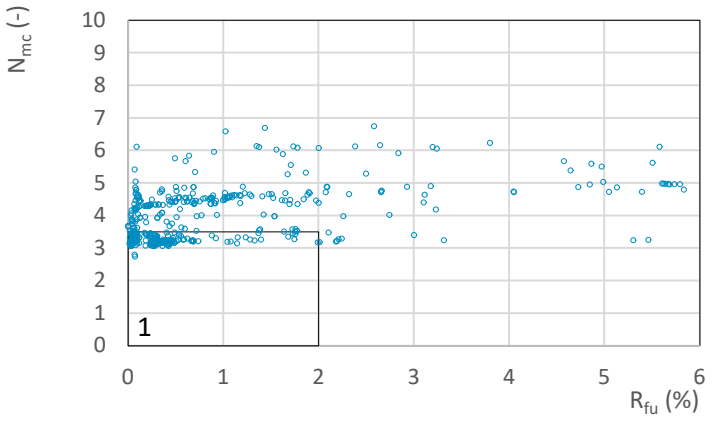


Prosjekt **Ler stasjon**	Prosjektnummer: 4140093			Borhull Kote +39.2 **400**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 22-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5









Prosjekt **Ler stasjon**		Prosjektnummer: 4140093		Borhull Kote +39.2 **400**
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 22-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	9.1
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	11.4
Dato sondering	23-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	6988.4	126.9	283.0
Registrert etter sondering (kPa)	39.7	0.1	-6.0
Avvik under sondering(kPa)	39.7	0.1	6.0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	10.1	0.2	0.2
Maksverdi under sondering (kPa)	19440.3	242.8	1764.1

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**50.4**	**0.3**	**0.3**	**0.1**	**6.3**	**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**					

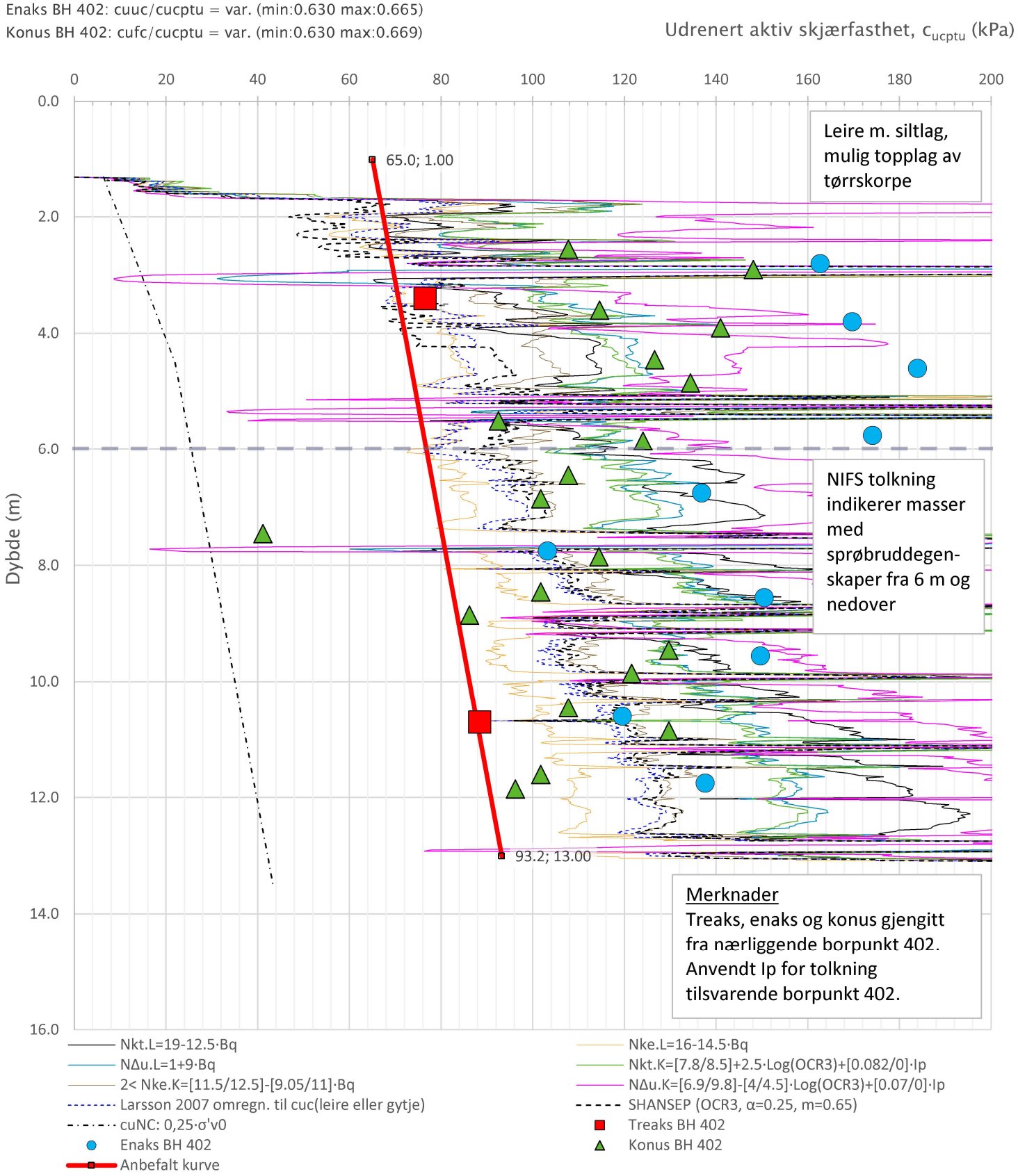
Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

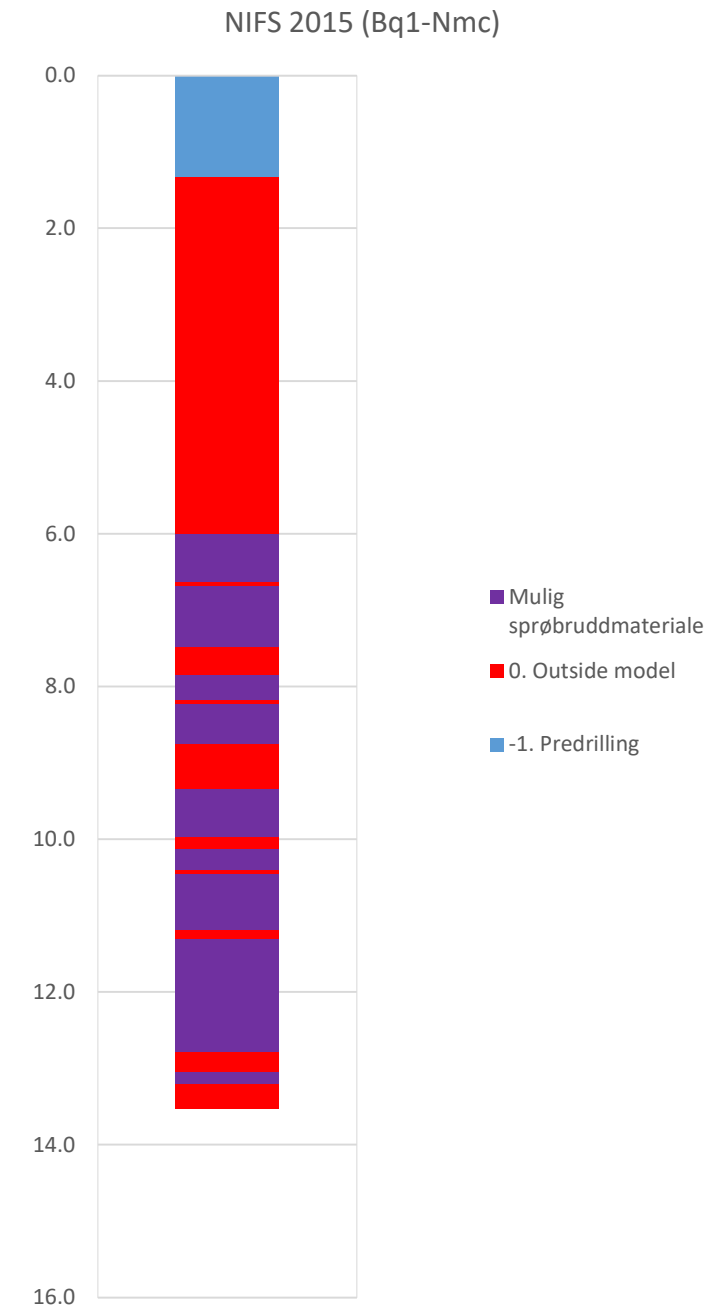
Kommentarer:

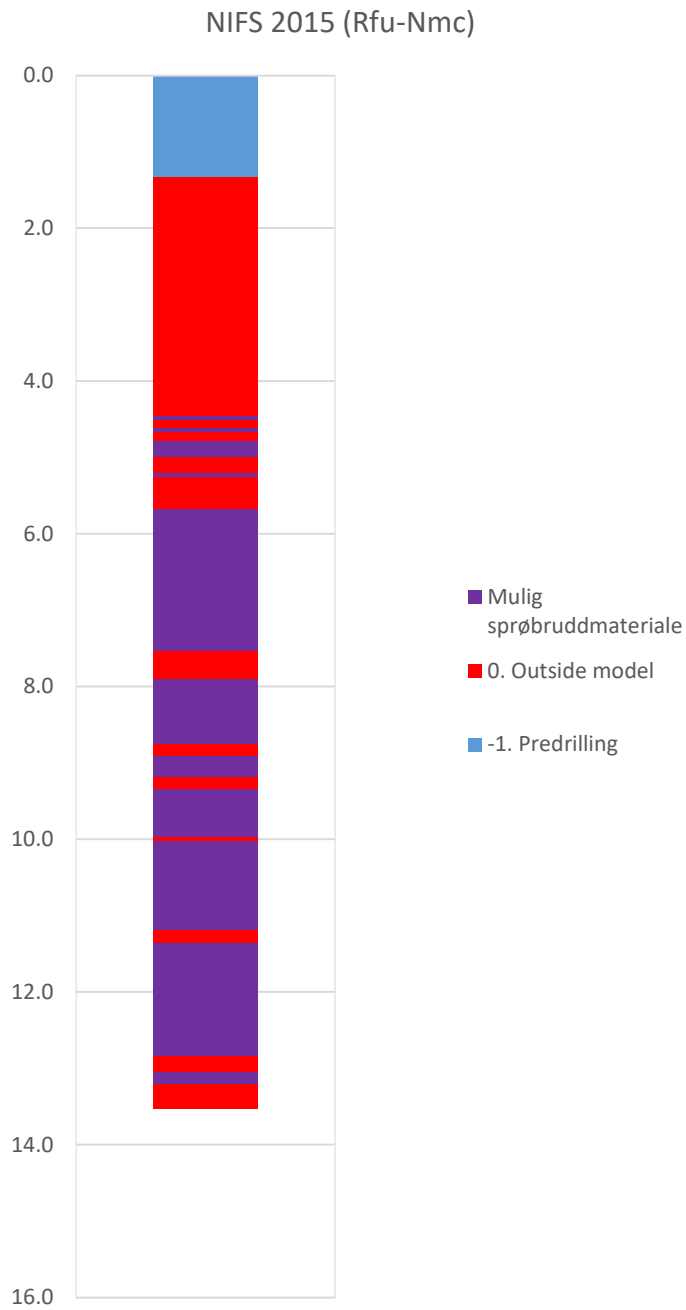
Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +41.8 **401**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

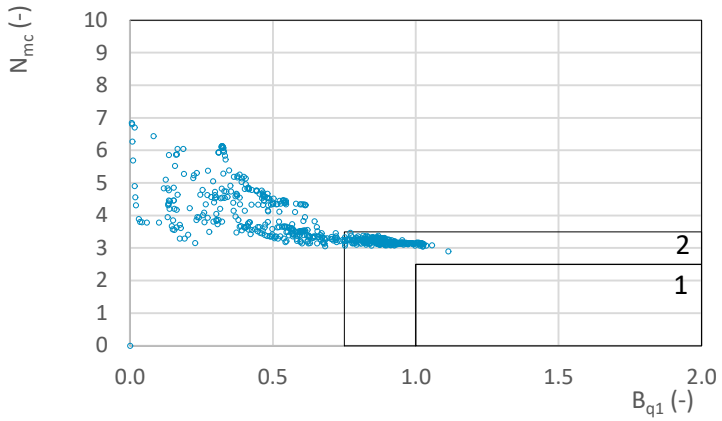
Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 402: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 402: cuuc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.665)
Konus BH 402: cufc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.669)

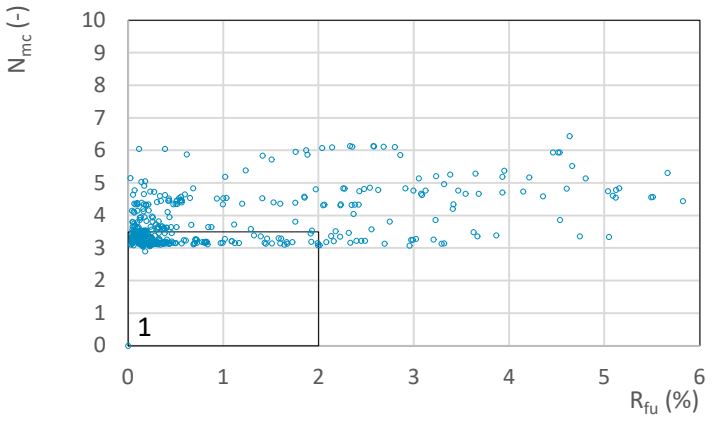


Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +41.8 **401**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5









Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +41.8 **401**
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	2.3
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	8.8
Dato sondering	22-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7074.1	127.4	282.5
Registrert etter sondering (kPa)	-5.2	0.1	2.9
Avvik under sondering(kPa)	5.2	0.1	2.9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2.6	0.0	0.1
Maksverdi under sondering (kPa)	12787.7	194.3	1291.9

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**8.3**	**0.1**	**0.2**	**0.1**	**3.0**	**0.2**
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	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

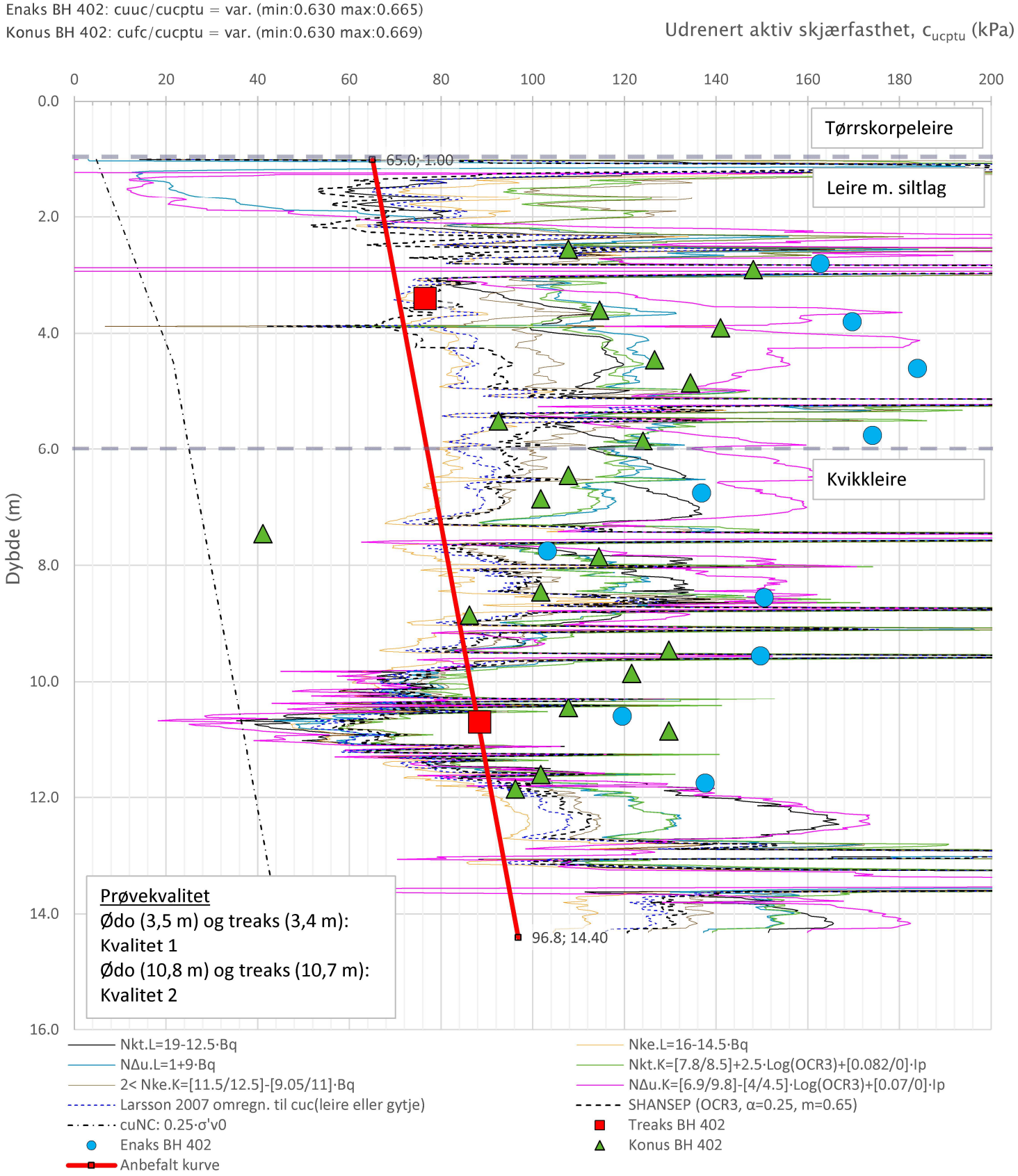
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

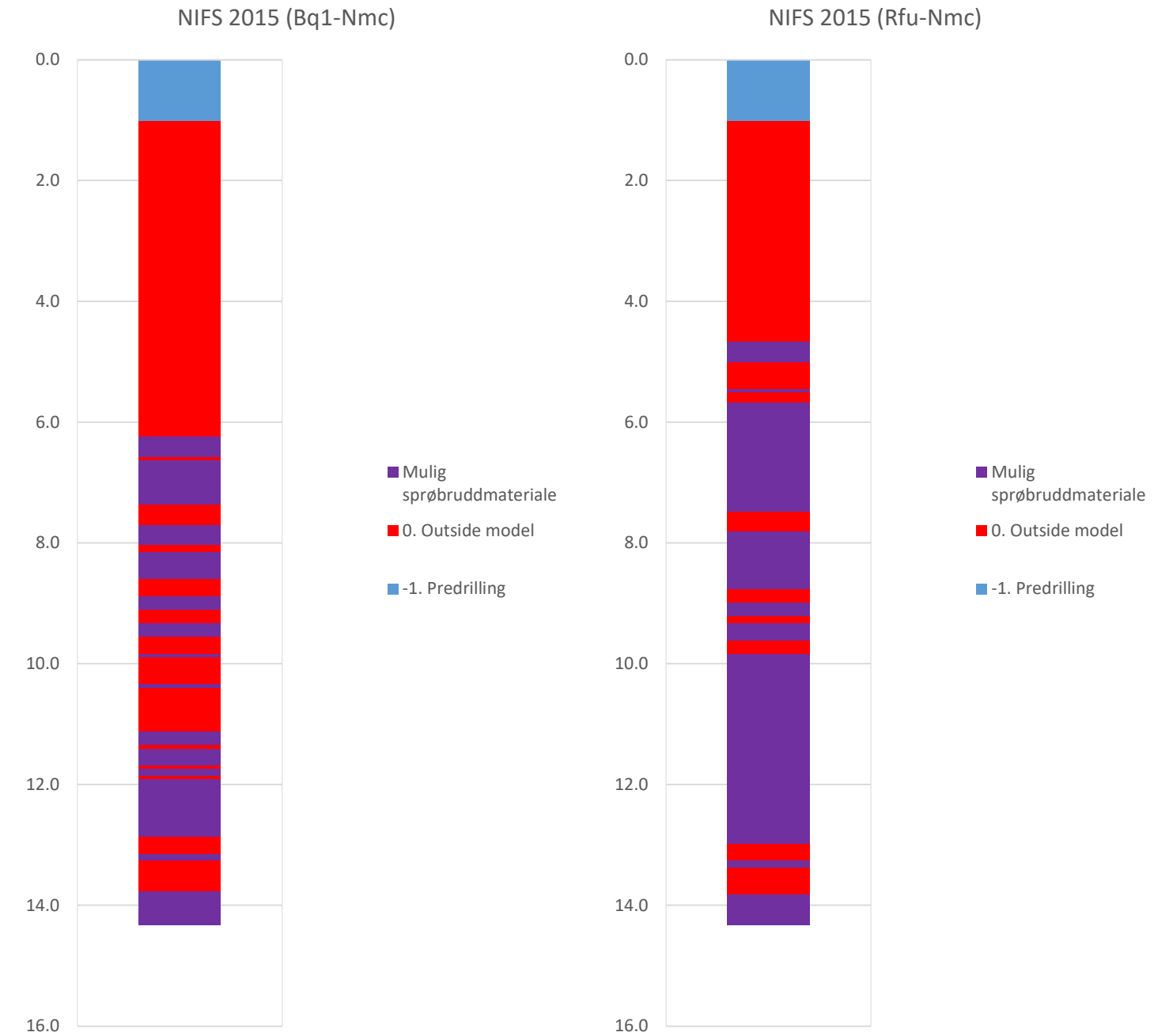
Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +41.7 **402**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 22-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

Vedlegg C - CPTu Tolkning

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 402: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 402: cuuc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.665)
Konus BH 402: cufc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.669)



Prosjekt				Borhull Kote +41.7
Ler stasjon				**402**
Innhold				Sondenummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				**4634**
Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 22-03-2022	Revisjon / Rev. dato	Figur 5



Prosjekt				Borhull Kote +41.7
Ler stasjon				402
Innhold				Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				4634
Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 22-03-2022	Revisjon / Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	4.4
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	7.8
Dato sondering	23-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7033.9	126.8	298.8
Registrert etter sondering (kPa)	5.1	0.3	-29.3
Avvik under sondering(kPa)	5.1	0.3	29.3
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4.9	0.1	0.1
Maksverdi under sondering (kPa)	13055.7	215.6	1278.3

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**10.6**	**0.1**	**0.4**	**0.2**	**29.4**	**2.3**
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	1	1	1	1	3	2
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**2**					

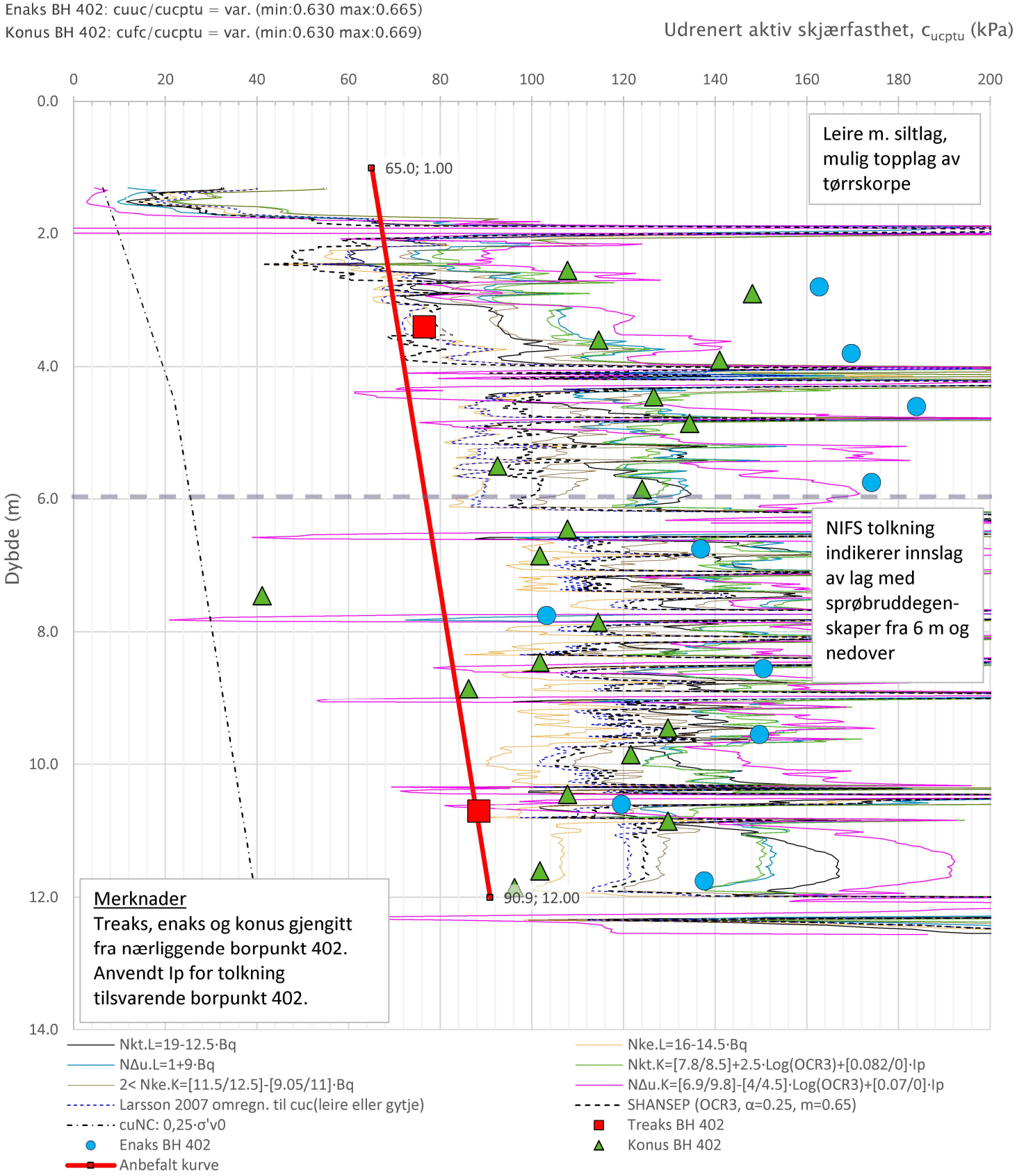
Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

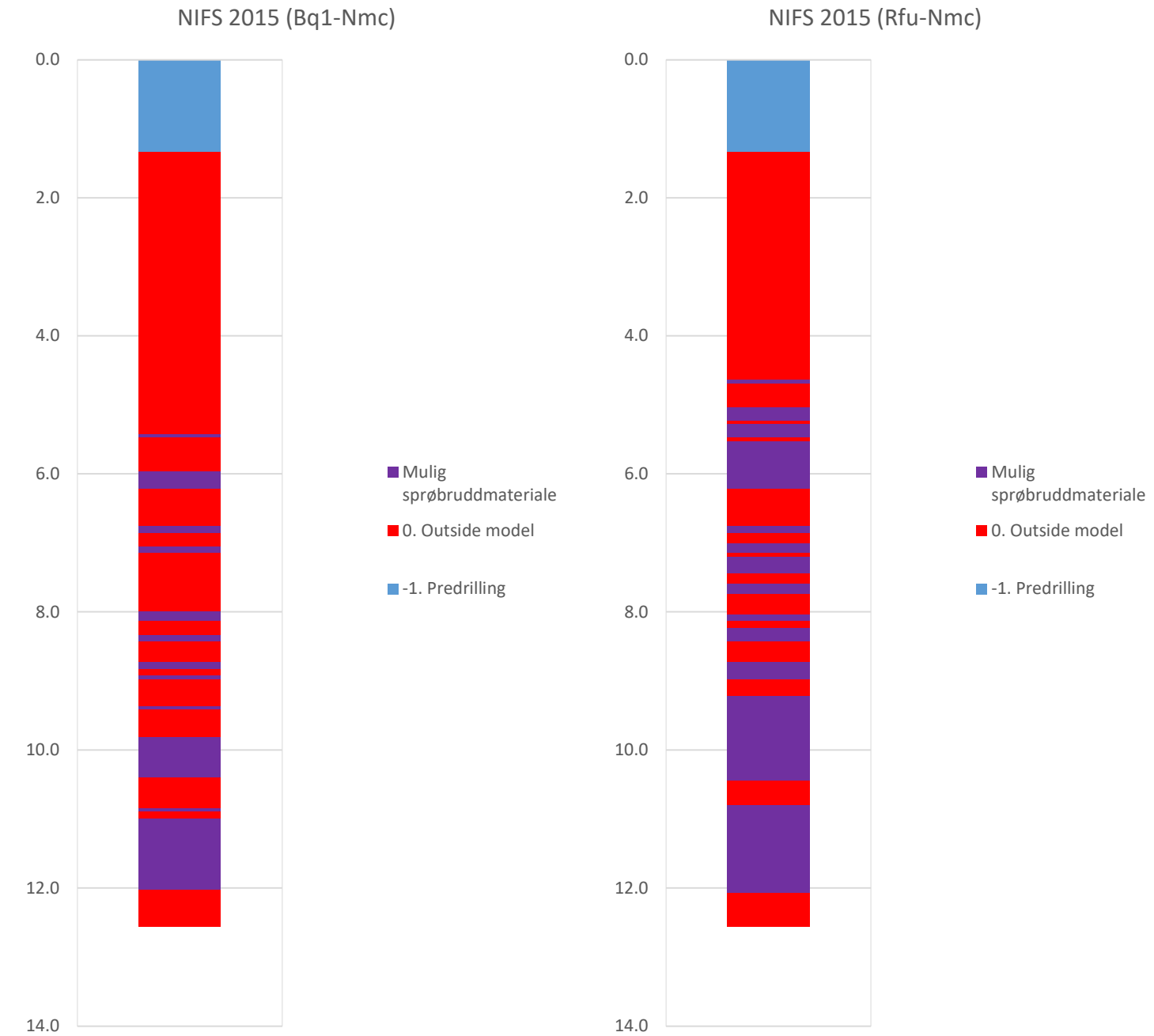
Kommentarer:

Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +40.5 **404**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 2
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 402: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 402: cuuc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.665)
Konus BH 402: cufc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.669)



Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +40.5 **404**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 2
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt				Borhull Kote +40.5
Ler Stasjon		Prosjektnummer: 41400093		**404**
Innhold				Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				**4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 2
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon / Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	7.1
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	7.1
Dato sondering	23-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7043.1	126.9	282.9
Registrert etter sondering (kPa)	2.8	0.2	-19.1
Avvik under sondering(kPa)	2.8	0.2	19.1
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7.9	0.1	0.2
Maksverdi under sondering (kPa)	13557.1	182.0	1439.5

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**11.3**	**0.1**	**0.4**	**0.2**	**19.3**	**1.3**
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	1	1	1	1	2	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

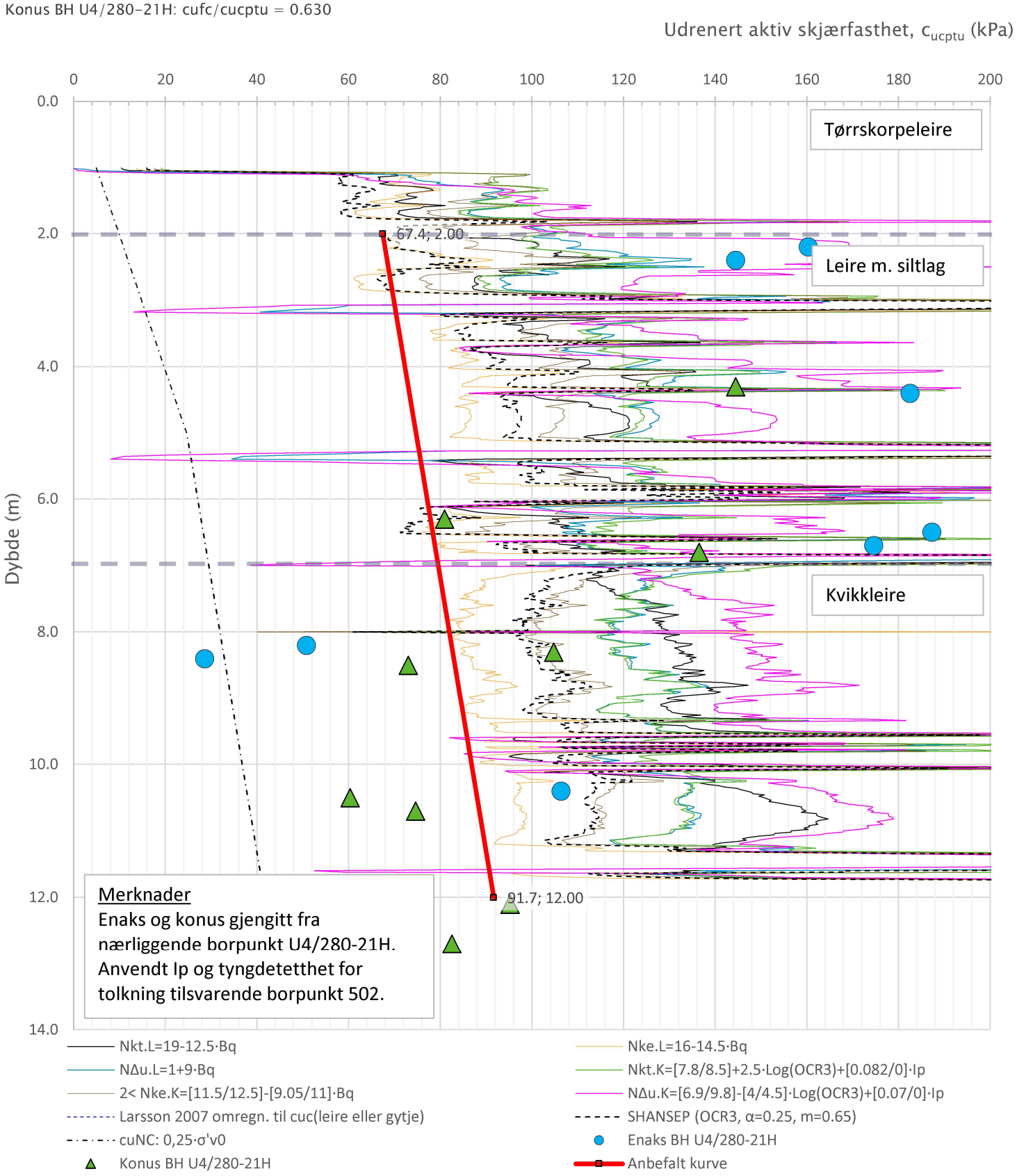
Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

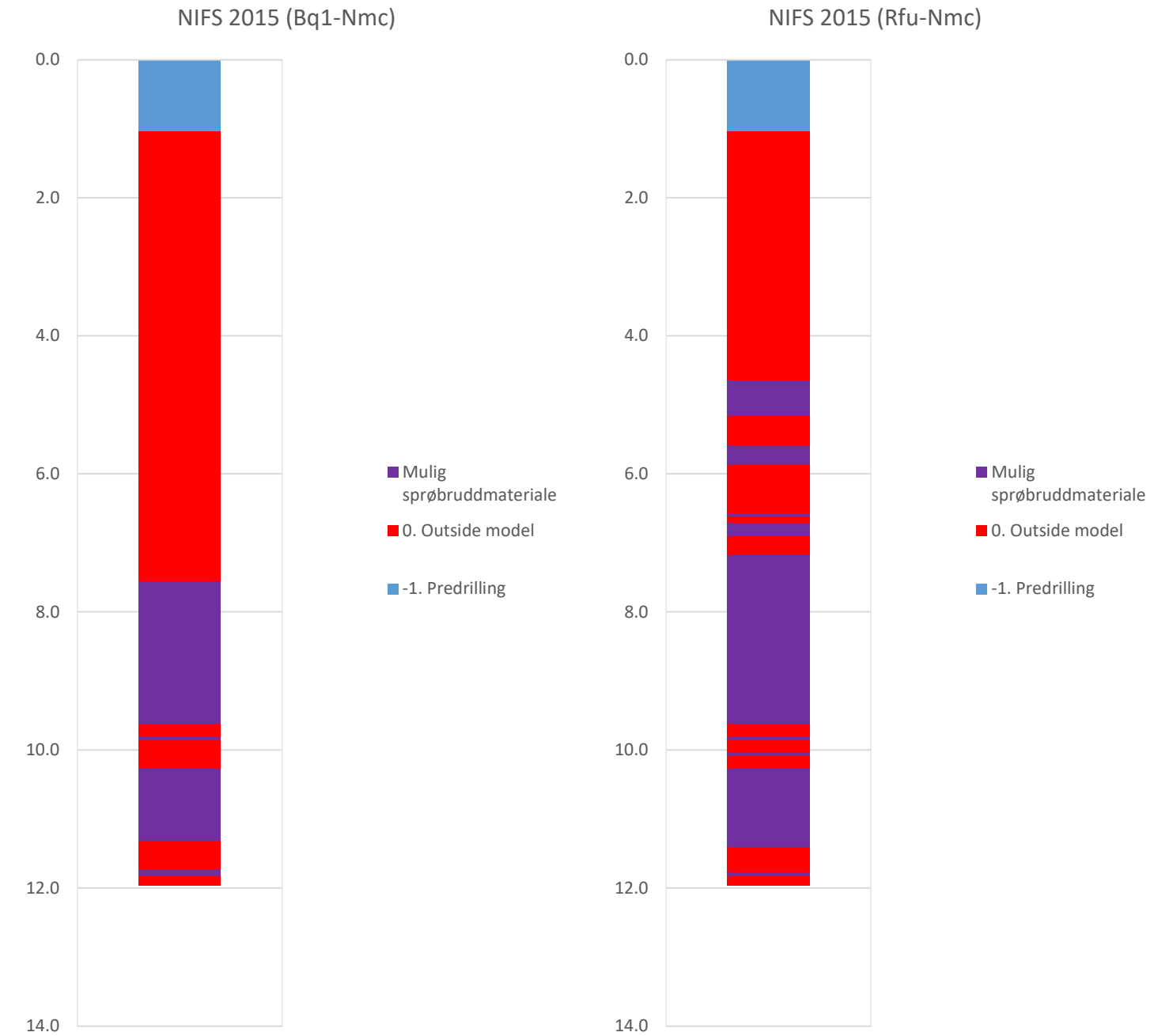
Kommentarer:

Prosjekt **Ler Stasjon**				Borhull Kote +40.3 **500**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH U4/280-21H: cuuc/cucptu = 0.630
Konus BH U4/280-21H: cufc/cucptu = 0.630



Prosjekt **Ler Stasjon**				Borhull Kote +40.3 **500**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt				Borhull Kote +40.3
Ler Stasjon				**500**
Innhold				Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				**4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon / Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	15.7
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	7.7
Dato sondering	23-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7040.2	126.9	282.5
Registrert etter sondering (kPa)	6.3	0.2	-38.6
Avvik under sondering(kPa)	6.3	0.2	38.6
Maksimal temperatureffekt (kPa)	17.5	0.3	0.4
Maksverdi under sondering (kPa)	11317.3	183.3	1012.2

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**24.3**	**0.2**	**0.5**	**0.3**	**39.0**	**3.9**
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	3
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**3**					

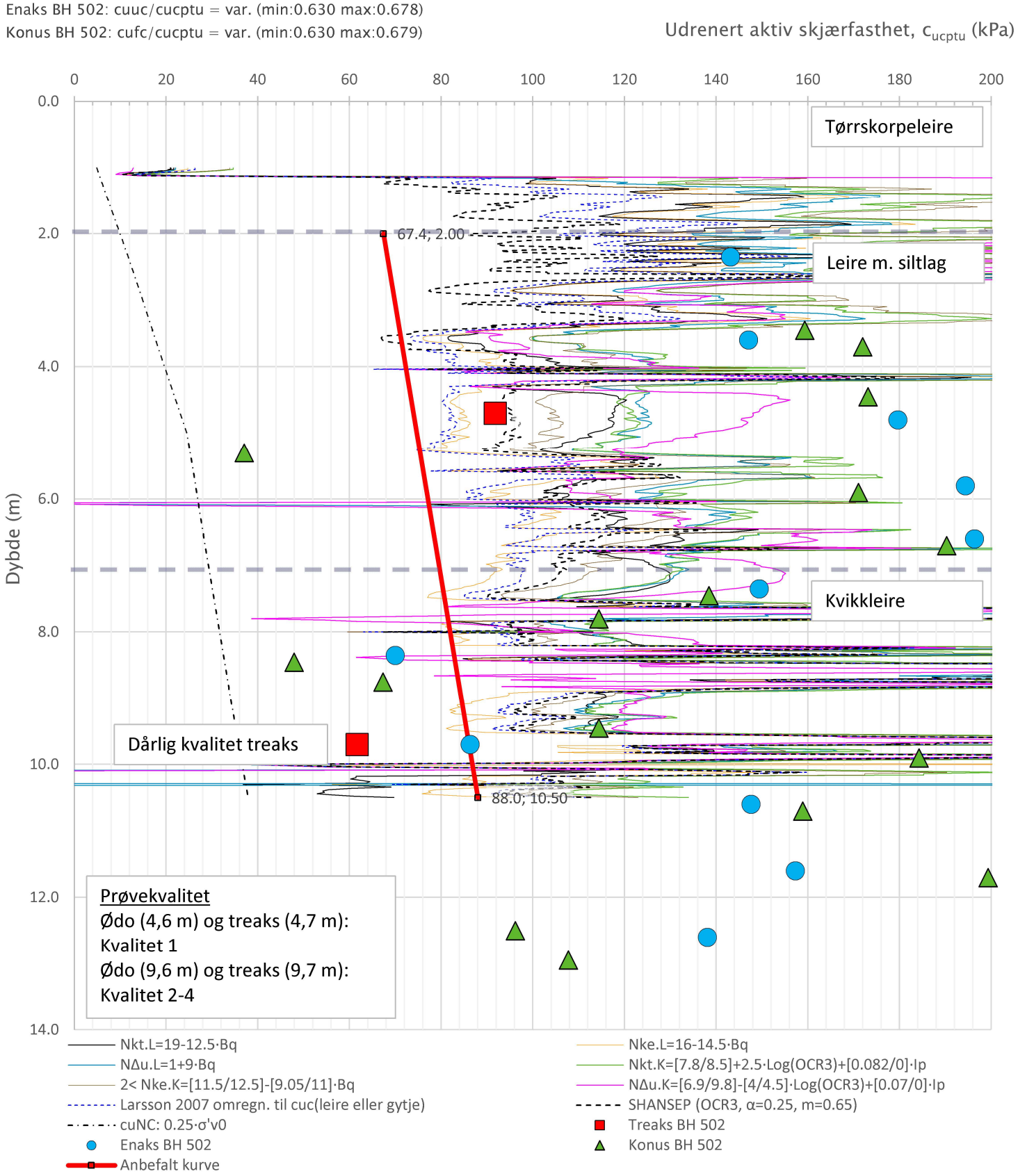
Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

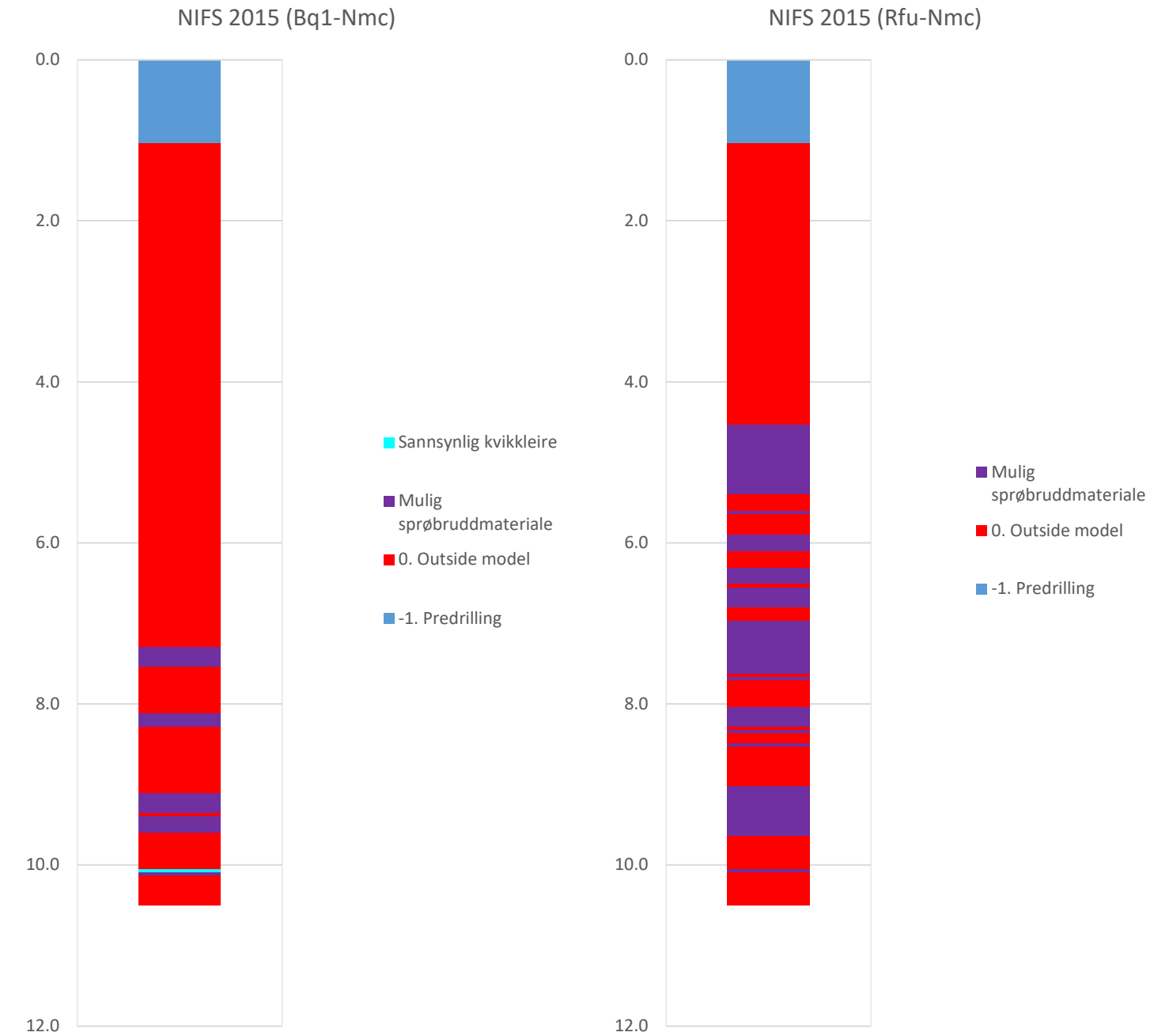
Kommentarer:

Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +42.6 **502**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 3
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 502: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 502: cuuc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.678)
Konus BH 502: cufc/cucptu = var. (min:0.630 max:0.679)



Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +42.6 **502**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 3
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt	Prosjektnummer: 41400093	Borhull Kote +42.6
Ler Stasjon		502
Innhold		Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer		4634

Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	CHKS	JAJE	TTR	3
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
	Ekstern konsulent	23-03-2022	Rev. dato	21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	4.8
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	10.9
Dato sondering	23-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7039.6	126.7	282.4
Registrert etter sondering (kPa)	17.3	0.4	-26.9
Avvik under sondering(kPa)	17.3	0.4	26.9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	5.3	0.1	0.1
Maksverdi under sondering (kPa)	11476.6	194.3	1572.2

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

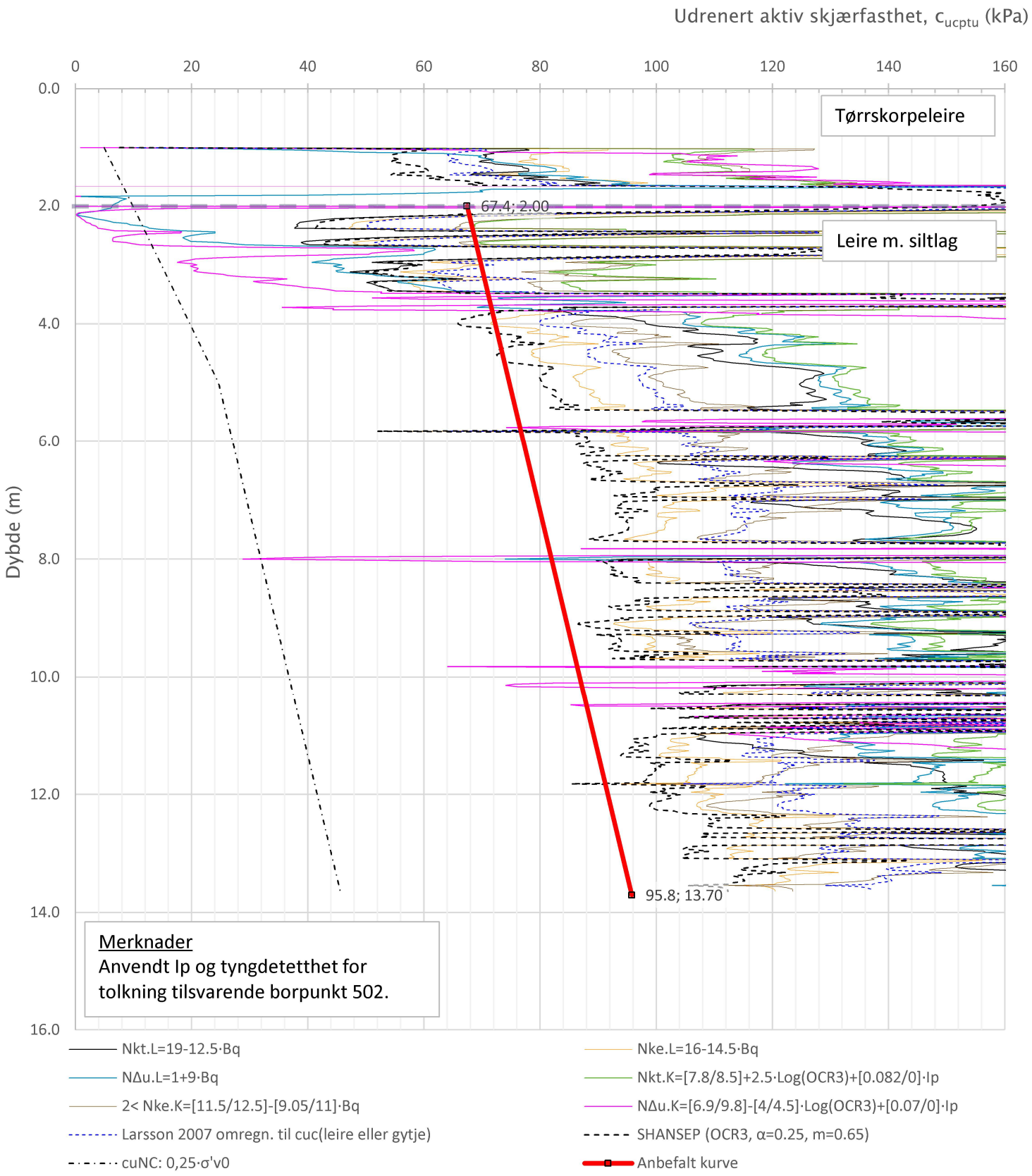
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**23.2**	**0.2**	**0.5**	**0.3**	**27.1**	**1.7**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	3	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

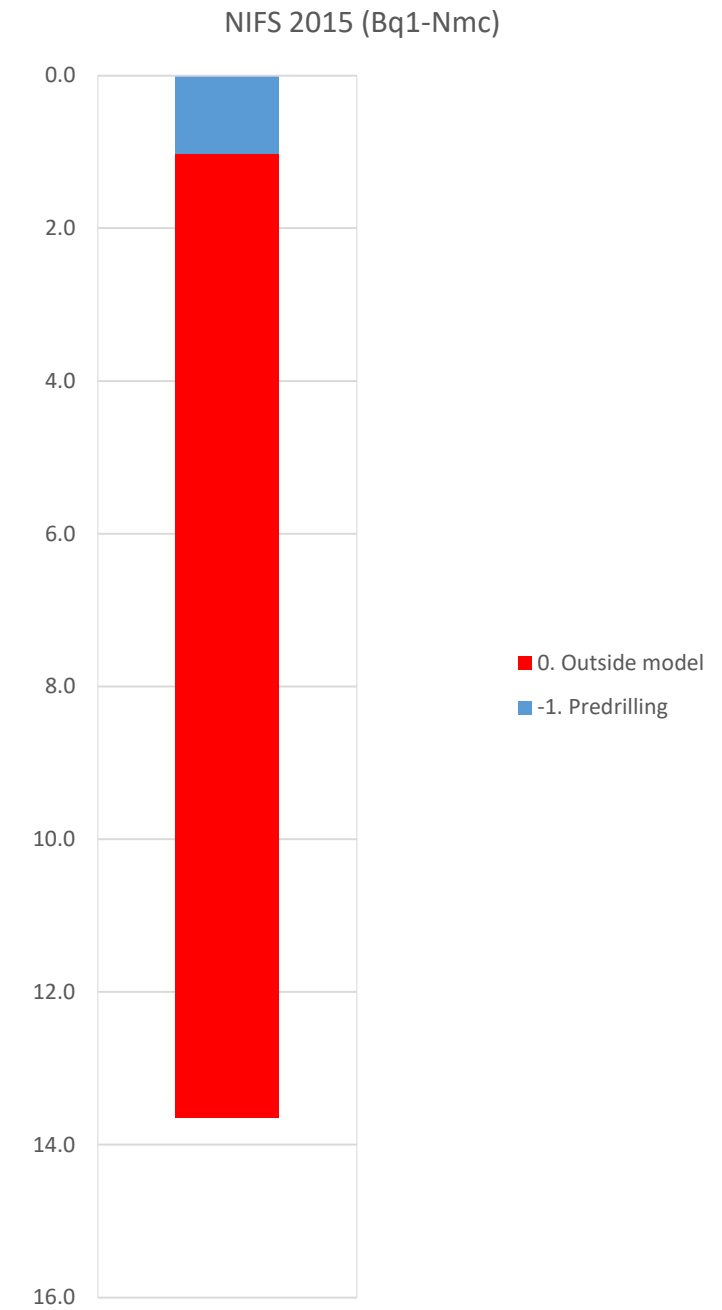
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

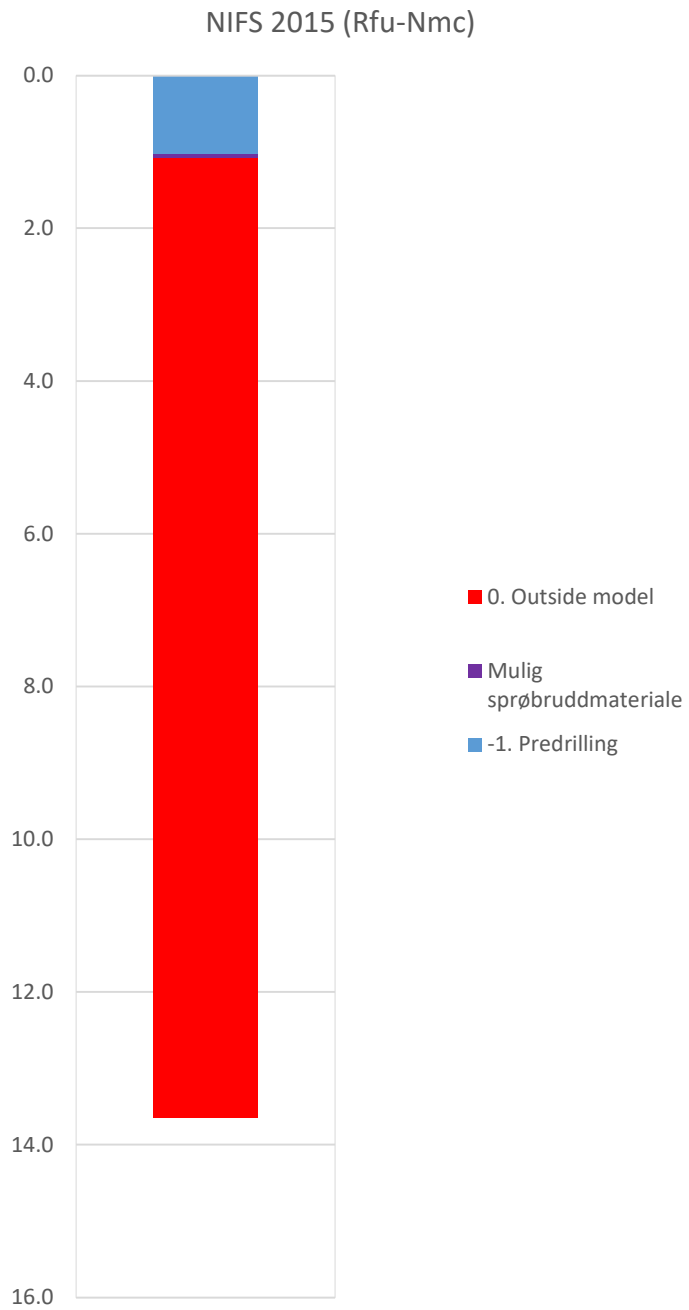
Kommentarer:

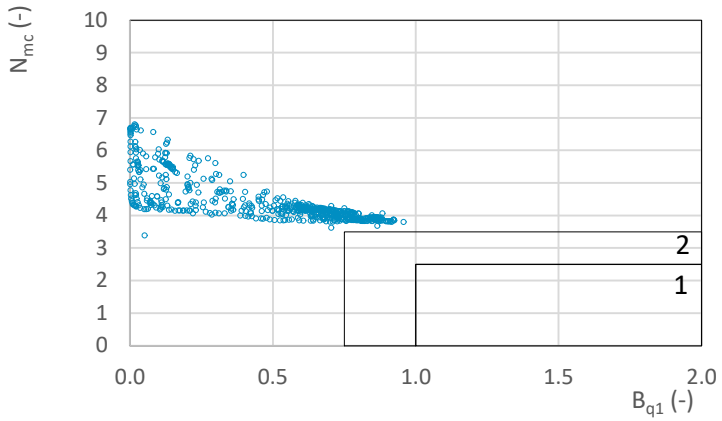
Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +44.4 **503**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

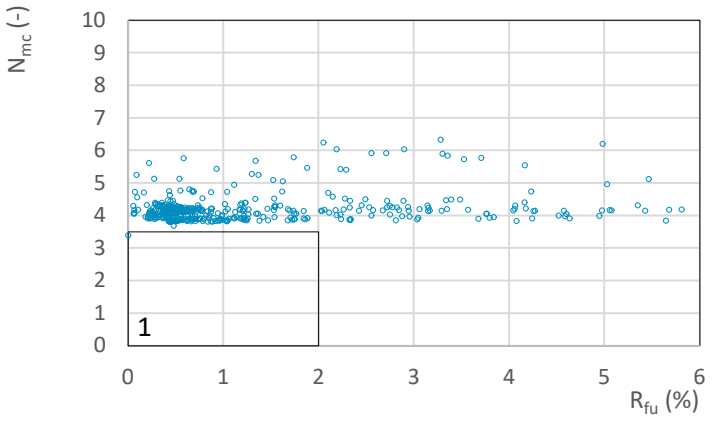


Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +44.4 **503**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5









Prosjekt **Ler Stasjon**		Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +44.4 **503**
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 23-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	375
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	5.0
Dato sondering	24-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Overstyrt manuelt. Avlesing i *.cptu fil viser -70,1 kPa. Etter dialog med boreleder er det fastslått at angitt verdi i *.cptu fil skyldes feil tidspunkt for nullpunkt-registrering etter sondering.

Nullpunkt

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7024.1	127.0	281.7
Registrert etter sondering (kPa)	20.7	0.2	0.0
Avvik under sondering(kPa)	20.7	0.2	0.0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	417.2	7.9	10.1
Maksverdi under sondering (kPa)	16649.1	139.1	579.8

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**438.5**	**2.6**	**8.1**	**5.8**	**10.2**	**1.8**
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	4	1	2	1	2	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

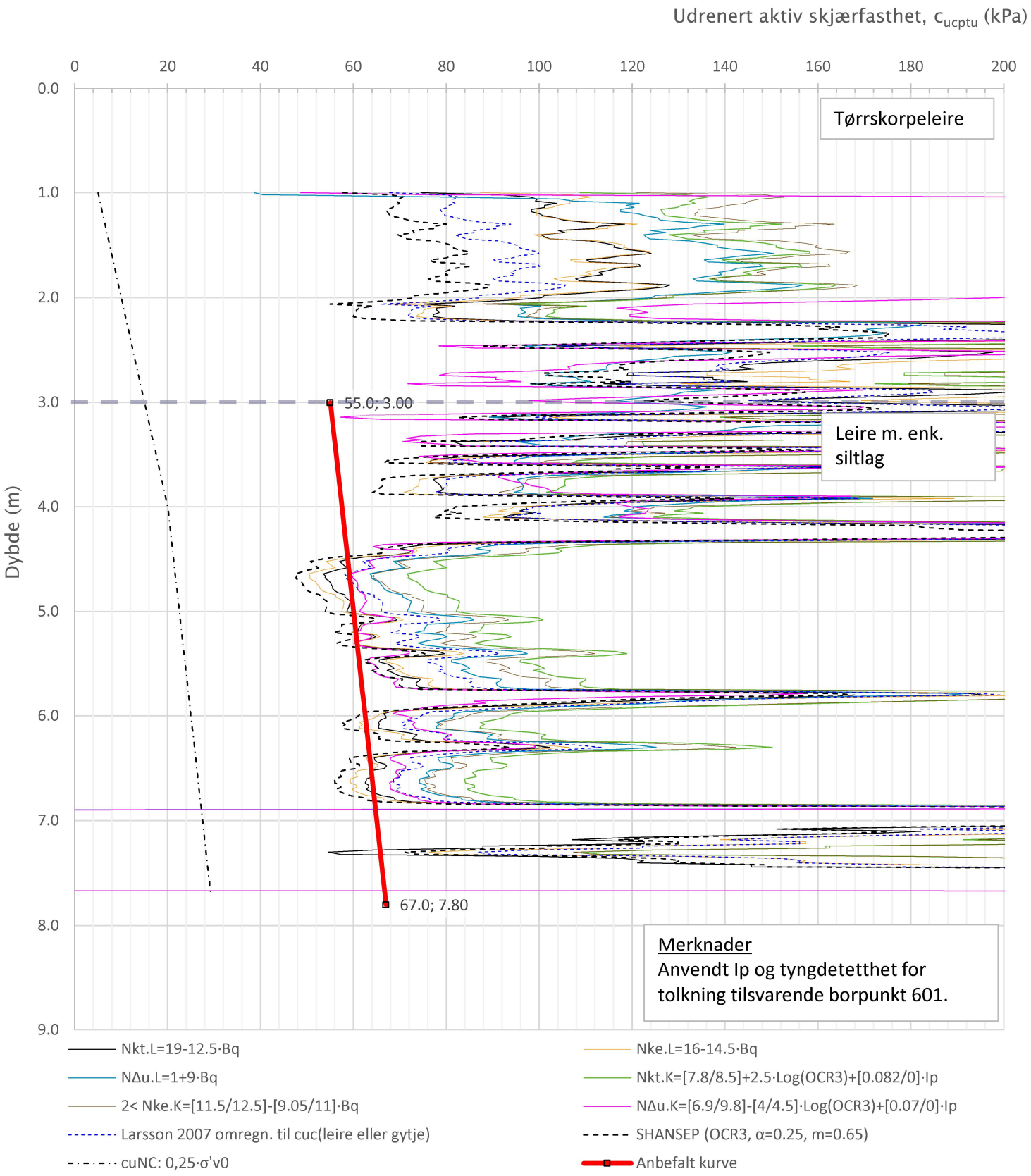
Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	Ikke OK

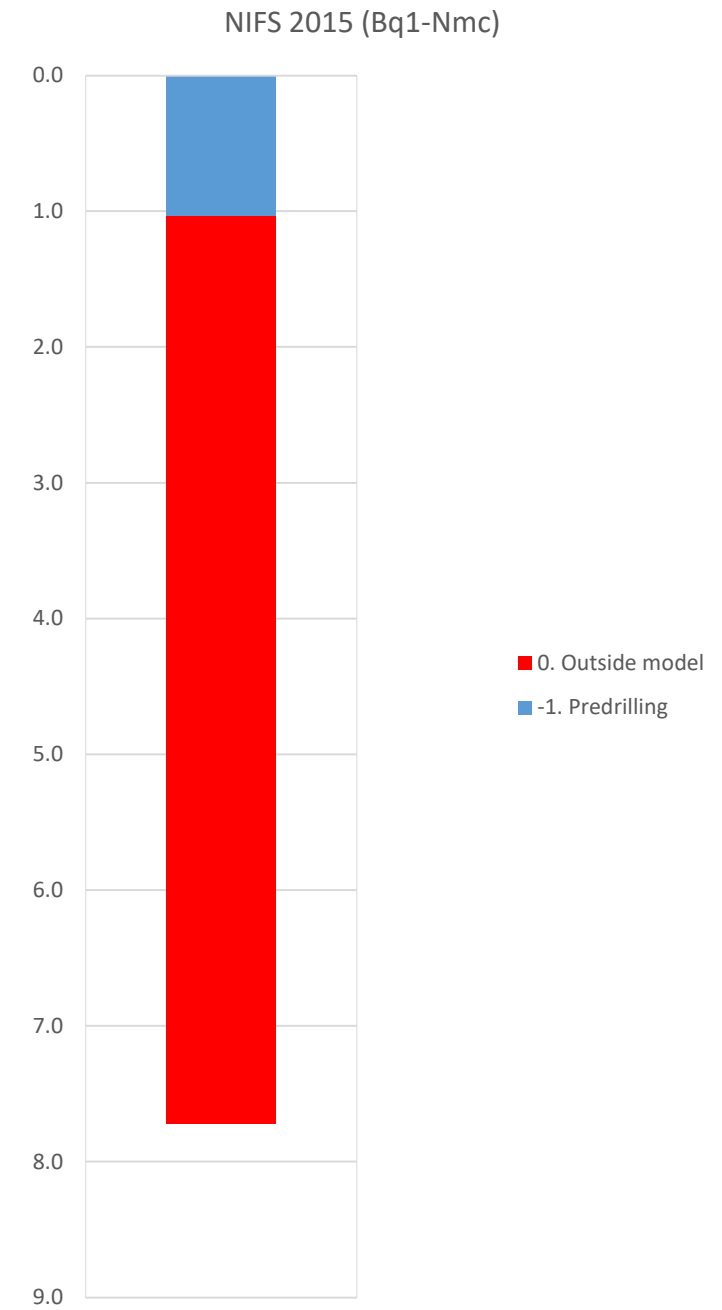
Kommentarer:

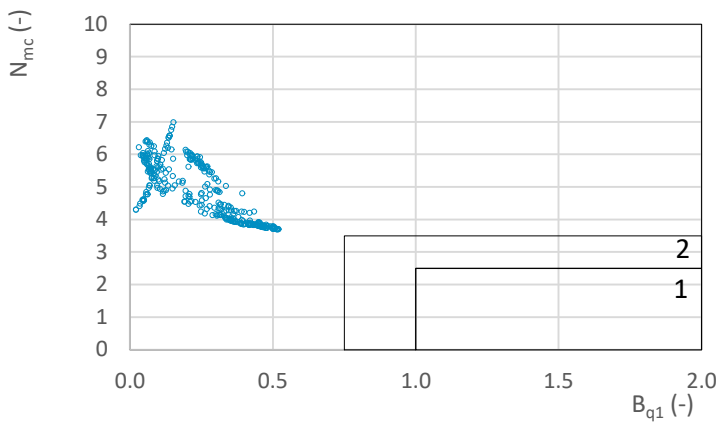
Temperatur generelt OK. Finnes to mindre avvik rundt 3,2 m og 4,2 m under terreng.

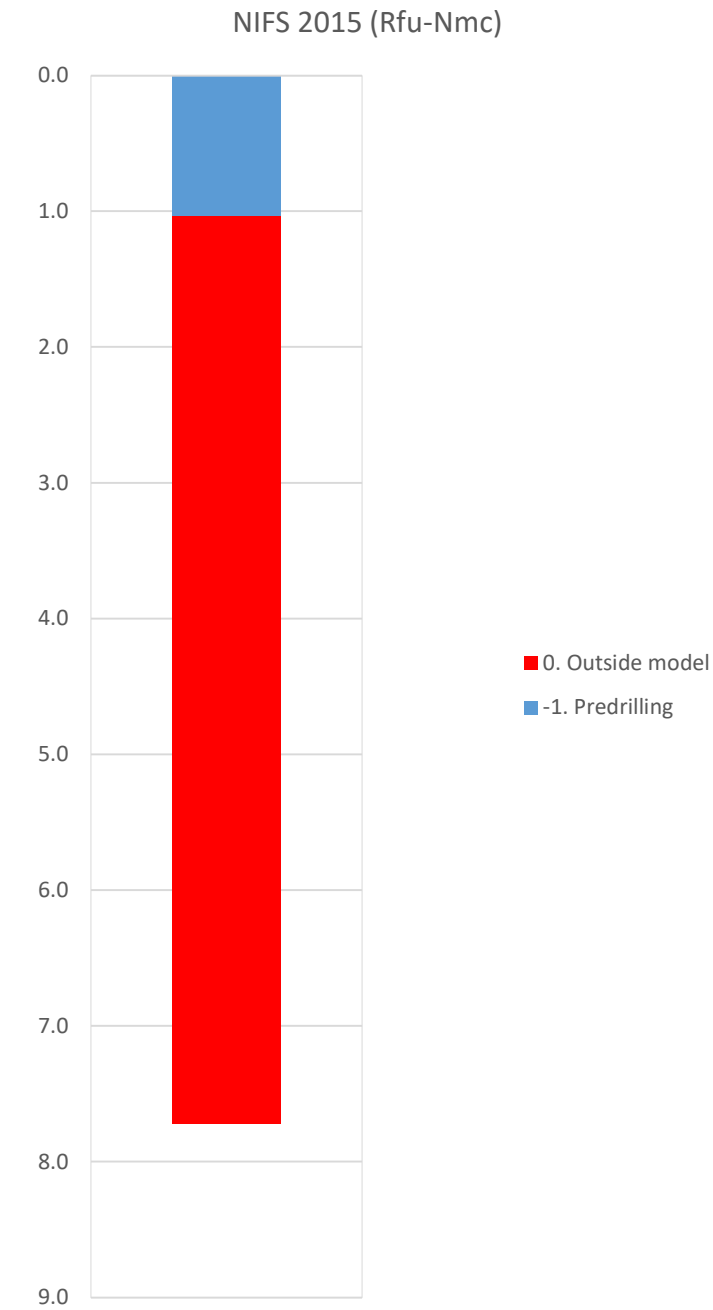
Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093		Borhull Kote +38.6 **600**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 24-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

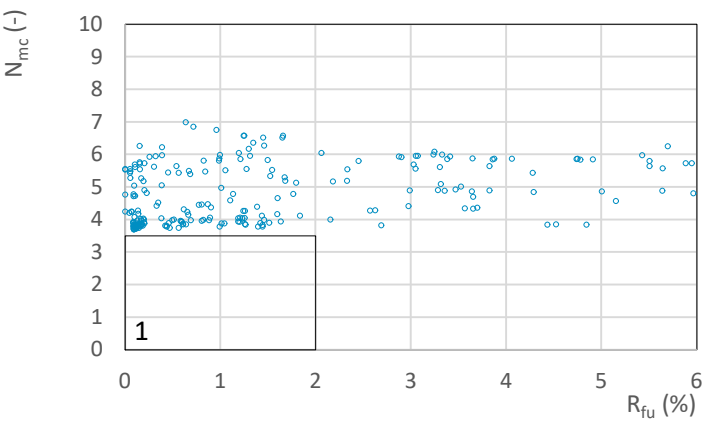


Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +38.6 **600**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 24-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 5









Prosjekt **Ler Stasjon**	Prosjektnummer: 41400093			Borhull Kote +38.6 **600**
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 24-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Vedlegg C - CPTu Tolkning

Sonde og utførelse

Sondenummer	4634	Boreleder	kenneth
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	4.6
Kalibreringsdato	21-08-2012	Maks helning (°)	5.2
Dato sondering	24-03-2022	Maks avstand målinger (m)	0.02
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0.5	2
Måleområde (MPa)	50	0.5	2
Skaleringsfaktor	1320	3683	3316
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0.578	0.0103	0.023
Arealforhold	0.8440	0.0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	44.506	0.8446	1.081
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	6979.2	127.0	281.6
Registrert etter sondering (kPa)	29.4	0.2	0.0
Avvik under sondering(kPa)	29.4	0.2	0.0
Maksimal temperatureffekt (kPa)	5.1	0.1	0.1
Maksverdi under sondering (kPa)	6694.0	270.8	496.4

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**35.1**	**0.5**	**0.3**	**0.1**	**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

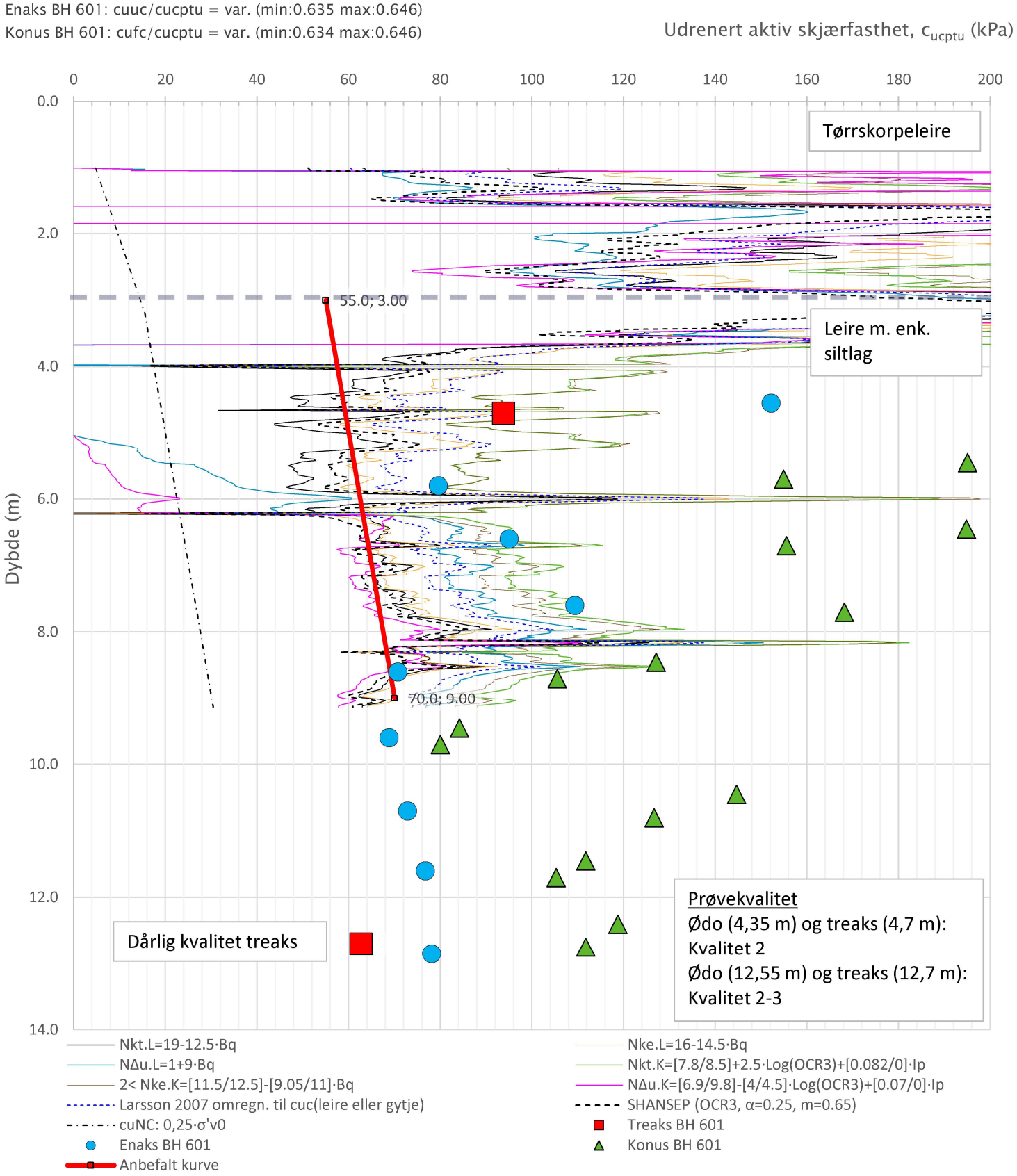
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

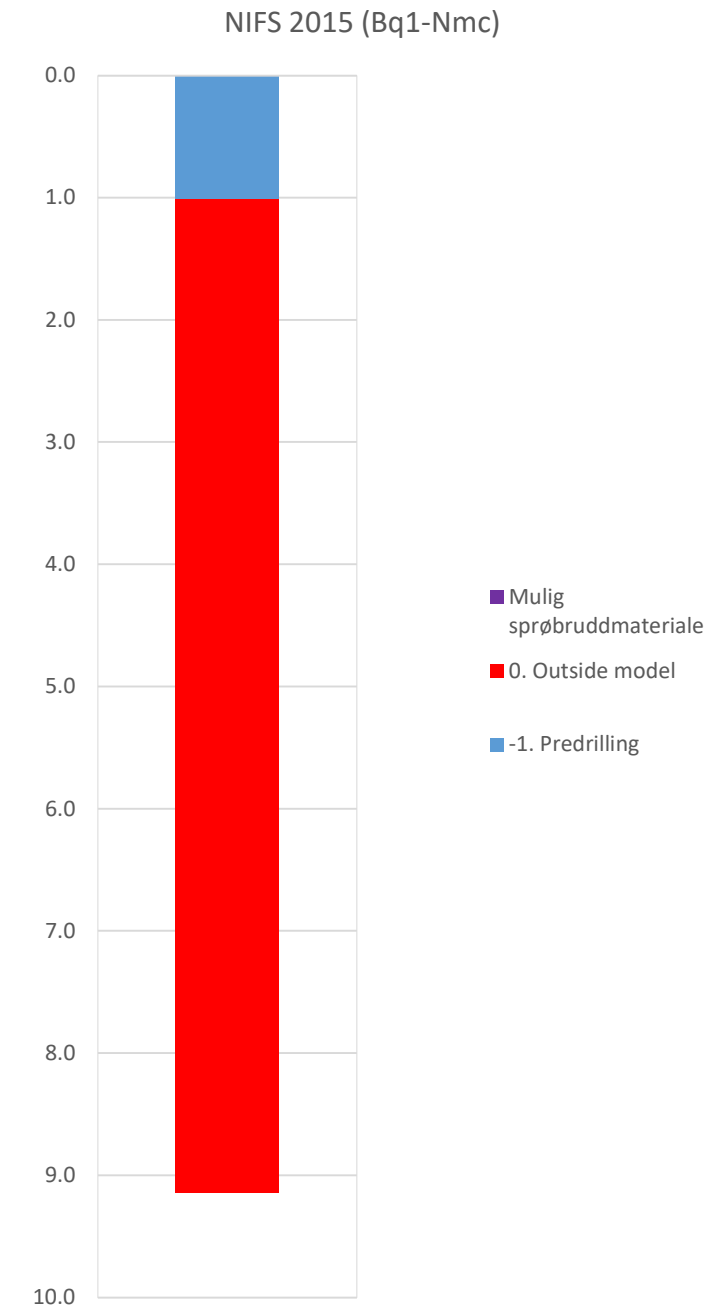
Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +45.3 **601**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 24-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 1

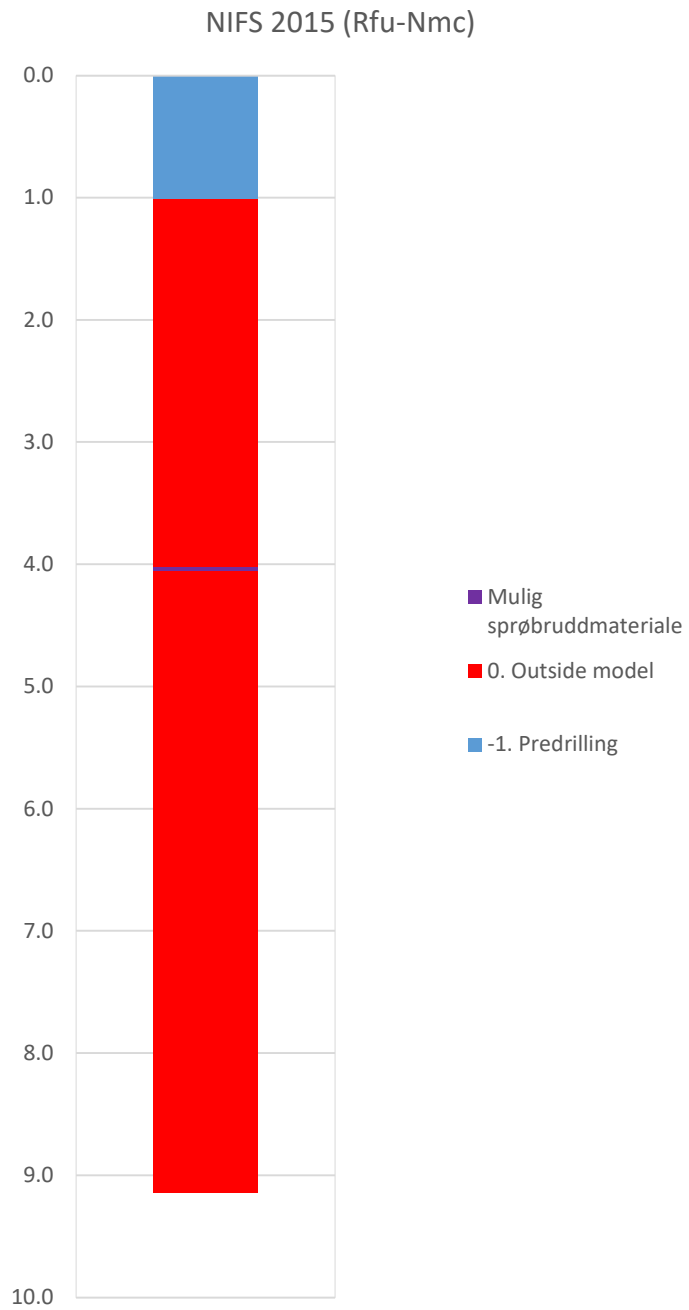
Vedlegg C - CPTu Tolkning

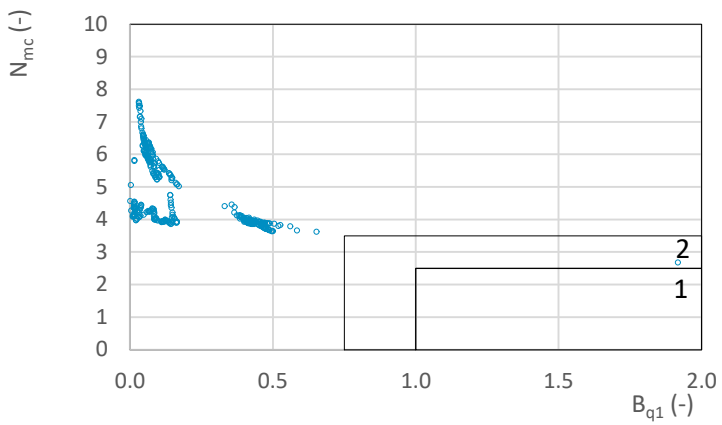
Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 601: cuC/cucptu = 1.000
Enaks BH 601: cuuc/cucptu = var. (min:0.635 max:0.646)
Konus BH 601: cufc/cucptu = var. (min:0.634 max:0.646)

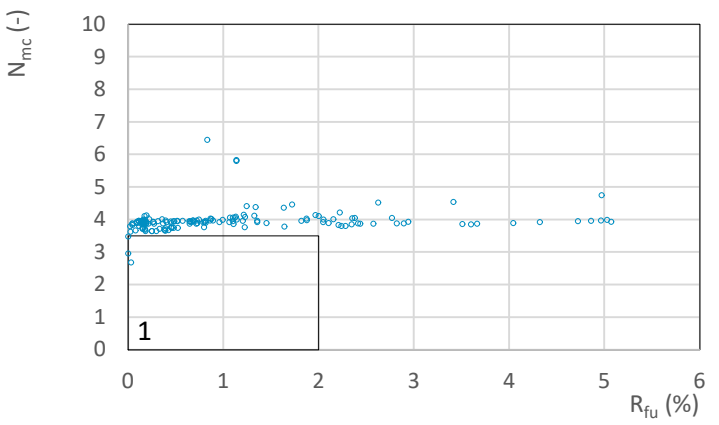


Prosjekt				Borhull Kote +45.3
Ler stasjon				**601**
Innhold				Sondenummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				**4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 24-03-2022	Revisjon / Rev. dato	Figur 5









Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +45.3 **601**
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer **4634**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 24-03-2022	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Vedlegg C - CPTu Tolkning

Sonde og utførelse

Sondenummer	52016	Boreleder	Helene Gunnarsson
Type sonde	Memocone	Temperaturendring (°C)	2.9
Kalibreringsdato	17-05-2021	Maks helning (°)	14.1
Dato sondering	21-10-2021	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	0.0060	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-	-	-
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0.0	0.0	0.0
Registrert etter sondering (kPa)	142.0	0.1	-5.8
Avvik under sondering(kPa)	142.0	0.1	5.8
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0	0.0	0.0
Maksverdi under sondering (kPa)	15744.0	179.8	921.7

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**142.0**	**0.9**	**0.1**	**0.1**	**5.8**	**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	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

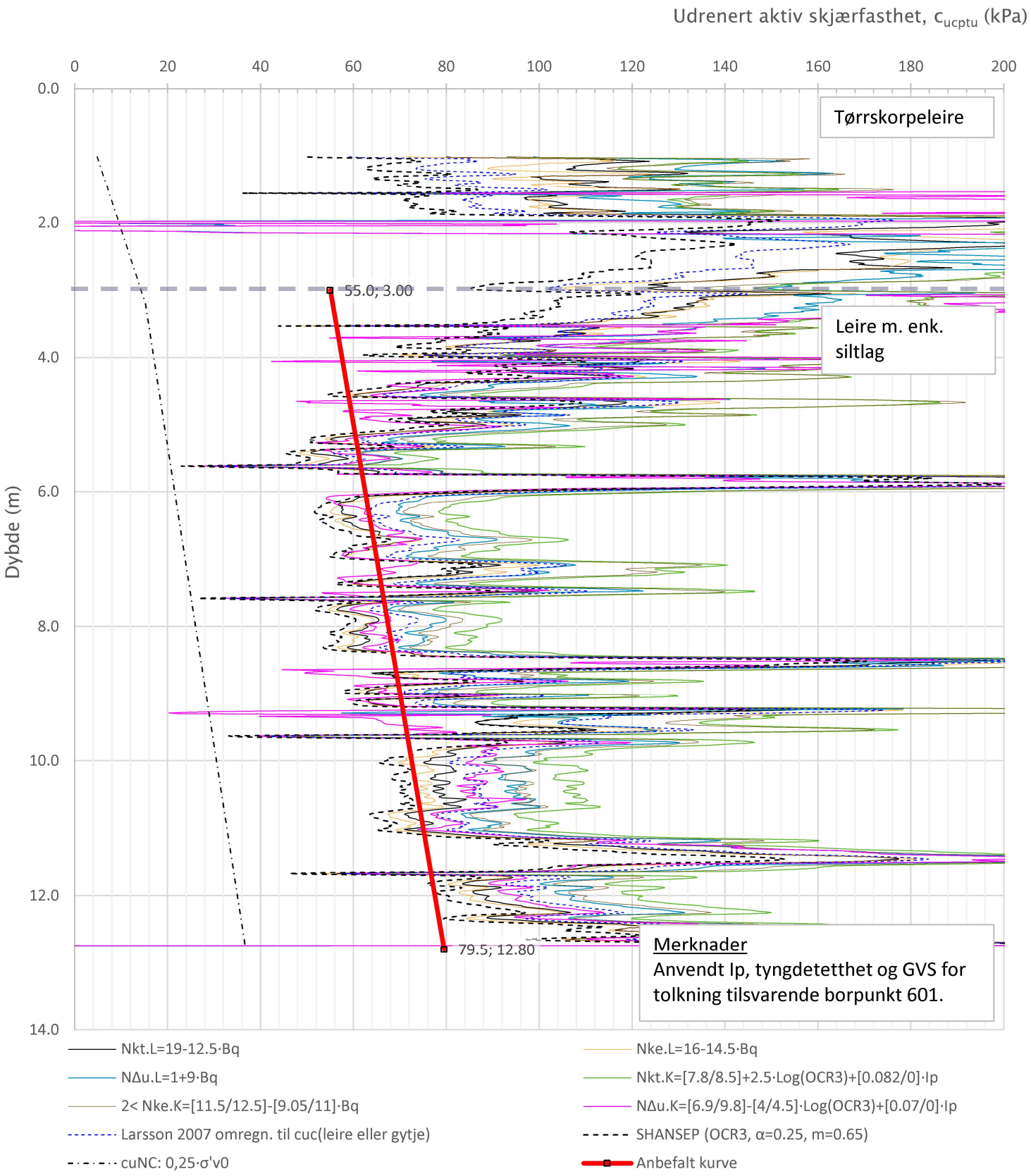
Kommentarer:

"Maks ubelastet temp. effekt (kPa)" og "Temperaturområde (°C)" er ikke angitt i tilgjengelig Envi kalibreringsskjema. Melder da automatisk feil her. "Maksimal temperatureffekt (kPa)" manuelt angitt til "0,0 kPa" for NA, NB og NC.

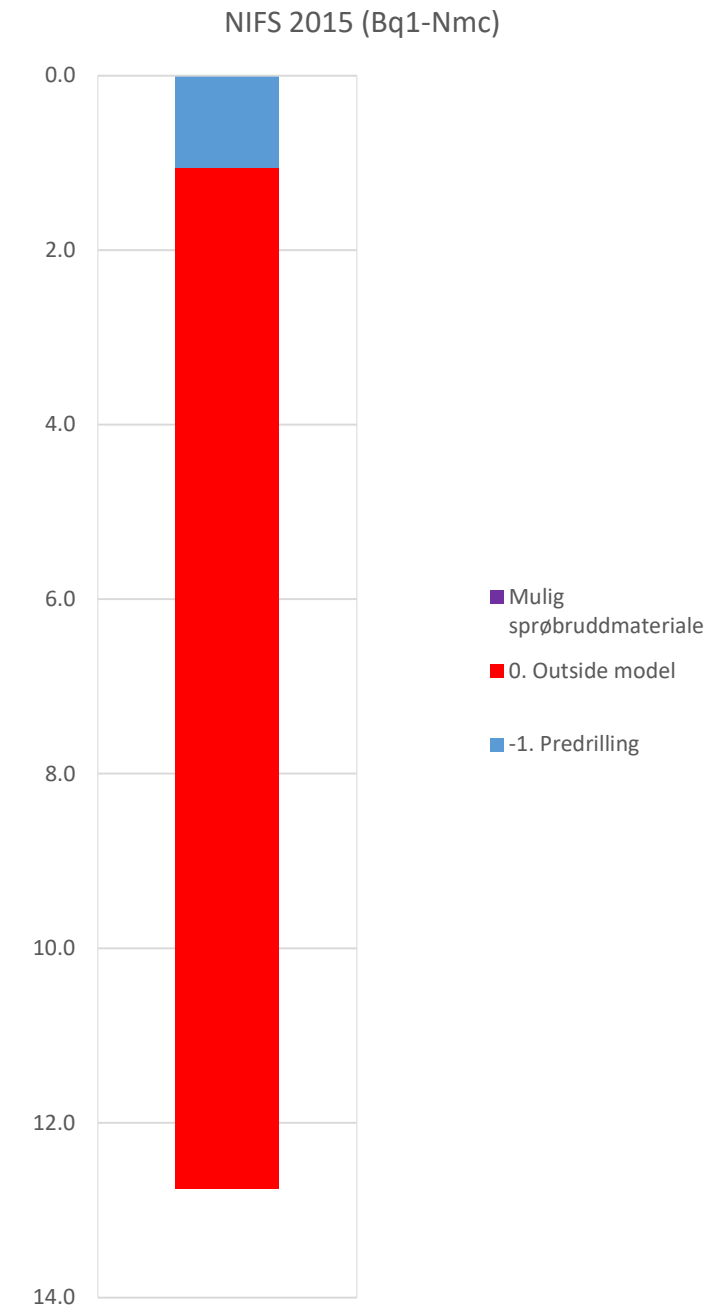
Prosjekt **Ler stasjon**	Borhull Kote +46.31 **NO4-017**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Sondenummer **52016**

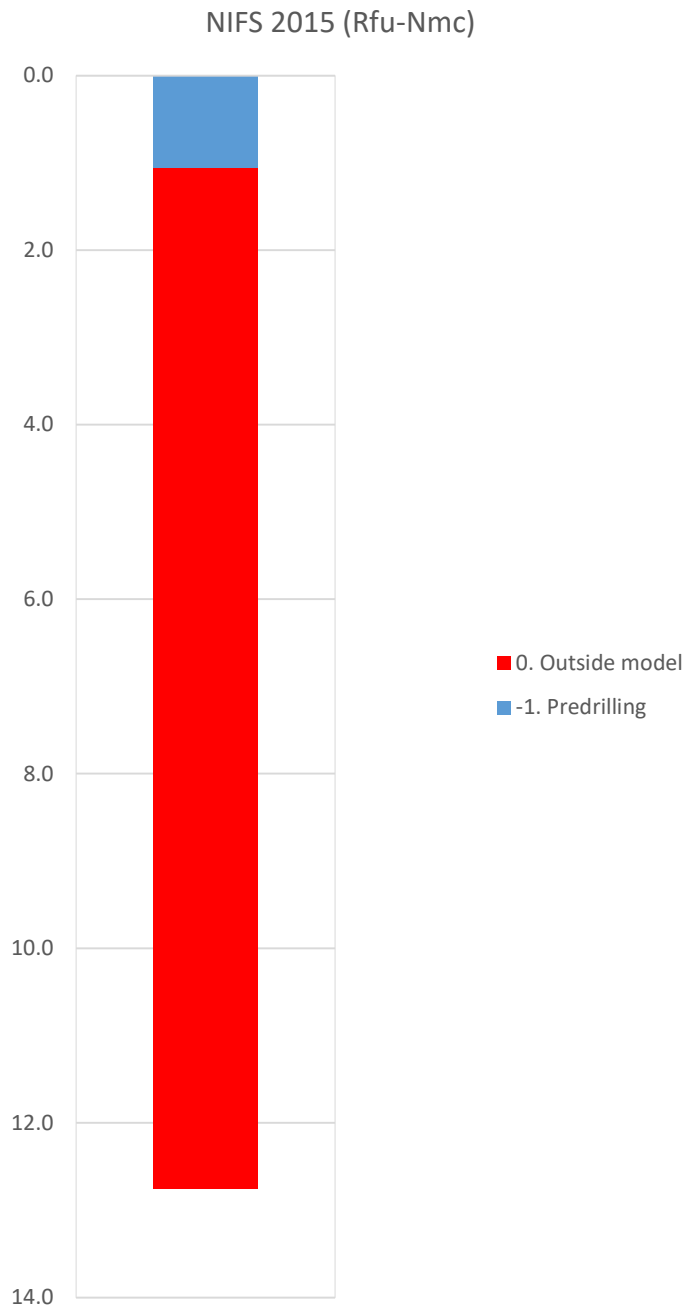
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 21-10-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 1

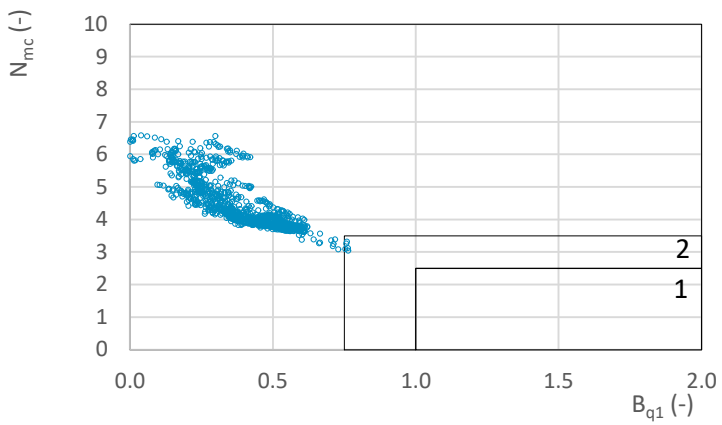
Vedlegg C - CPTu Tolkning

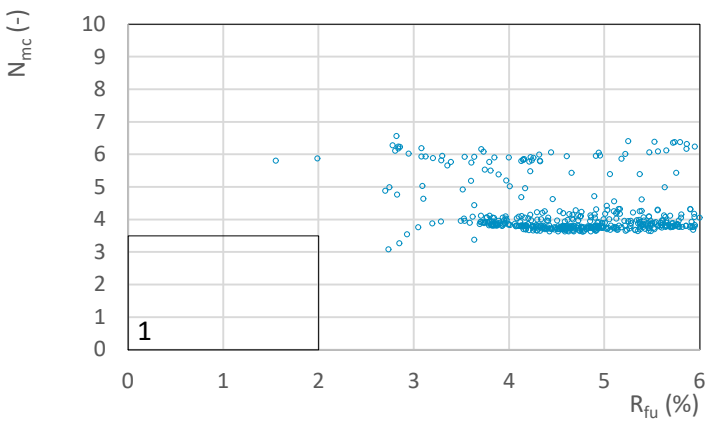


Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +46.31 **NO4-017**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 21-10-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5









Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +46.31 **NO4-017**
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer **52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 21-10-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 21

Vedlegg C - CPTu Tolkning

Sonde og utførelse

Sondenummer	52016	Boreleder	Helene Gunnarsson
Type sonde	Memocone	Temperaturendring (°C)	5.9
Kalibreringsdato	17-05-2021	Maks helning (°)	37.6
Dato sondering	25-10-2021	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	0.0060	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-	-	-
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0.0	0.0	0.0
Registrert etter sondering (kPa)	10.0	-0.1	4.3
Avvik under sondering(kPa)	10.0	0.1	4.3
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0	0.0	0.0
Maksverdi under sondering (kPa)	11038.0	219.6	2254.0

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**10.0**	**0.1**	**0.1**	**0.0**	**4.3**	**0.2**
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	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

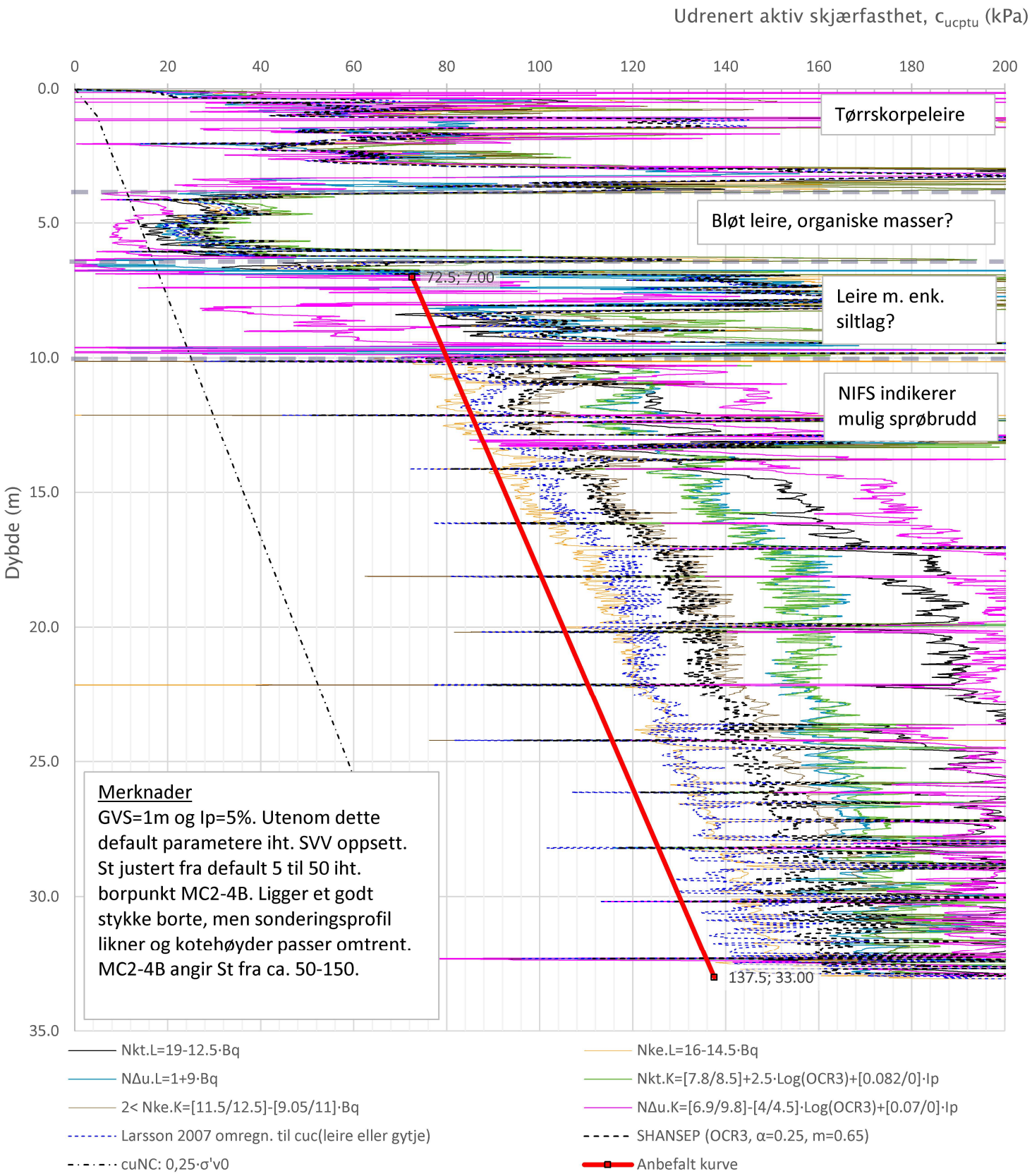
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	Ikke OK	Ikke OK	Ikke OK

Kommentarer:

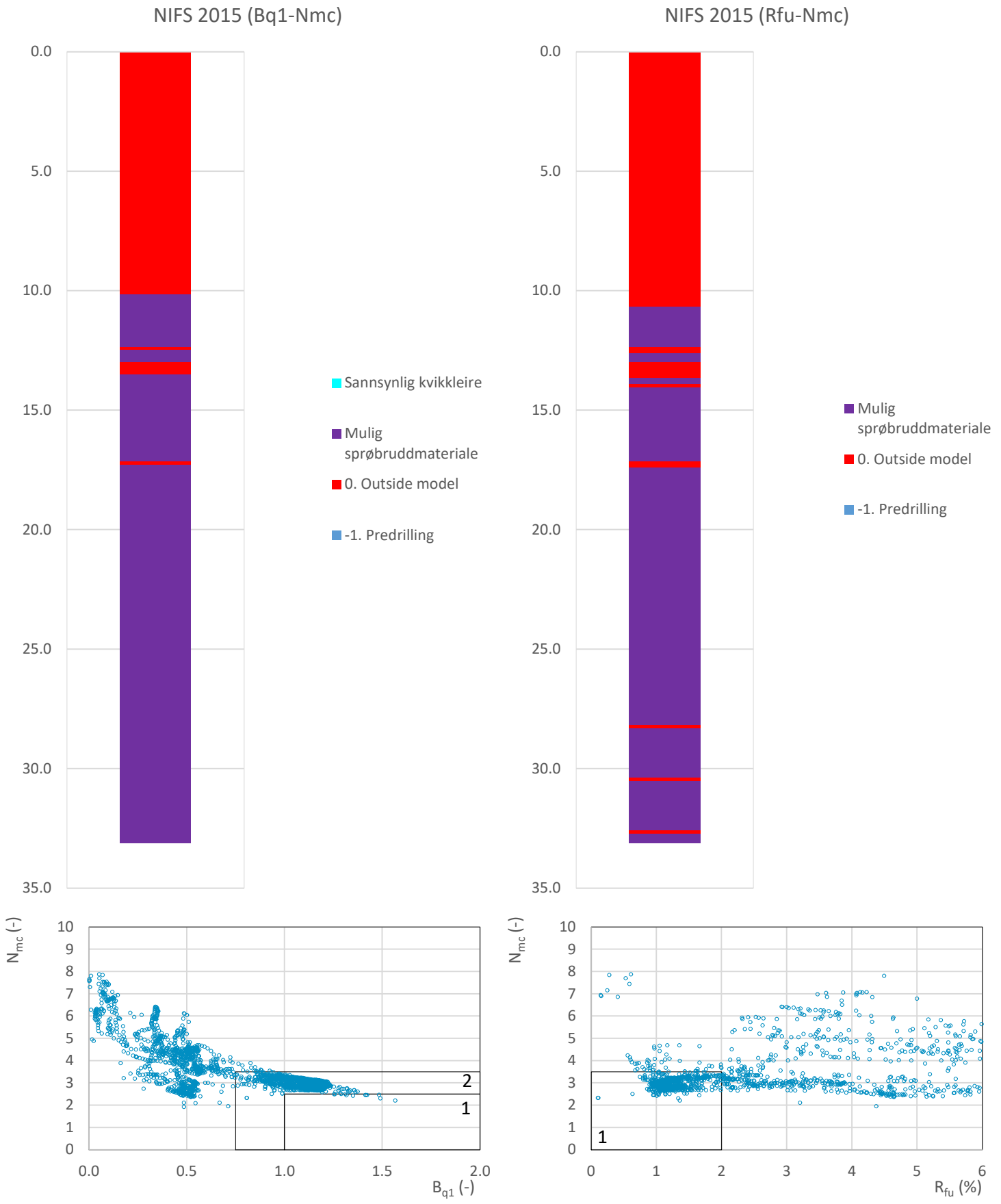
"Maks ubelastet temp. effekt (kPa)" og "Temperaturområde (°C)" er ikke angitt i tilgjengelig Envi kalibreringsskjema. Melder da automatisk feil her. "Maksimal temperatureffekt (kPa)" manuelt angitt til "0,0 kPa" for NA, NB og NC.

Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +33.64 **NO4-018.2**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 25-10-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 1

Vedlegg C - CPTu Tolkning



Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +33.64 **NO4-018.2**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 25-10-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt				Borhull Kote +33.64
Ler stasjon				**NO4-018.2**
Innhold				Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				**52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 25-10-2021	Revisjon / Rev. dato	Figur 21

Sonde og utførelse

Sondenummer	52016	Boreleder	Helene Gunnarsson
Type sonde	Memocone	Temperaturendring (°C)	2.4
Kalibreringsdato	17-05-2021	Maks helning (°)	13.6
Dato sondering	01-11-2021	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	0.0060	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-	-	-
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0.0	0.0	0.0
Registrert etter sondering (kPa)	-16.0	-0.2	0.9
Avvik under sondering(kPa)	16.0	0.2	0.9
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.0	0.0	0.0
Maksverdi under sondering (kPa)	6972.0	122.3	1844.2

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**16.0**	**0.2**	**0.2**	**0.2**	**0.9**	**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	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

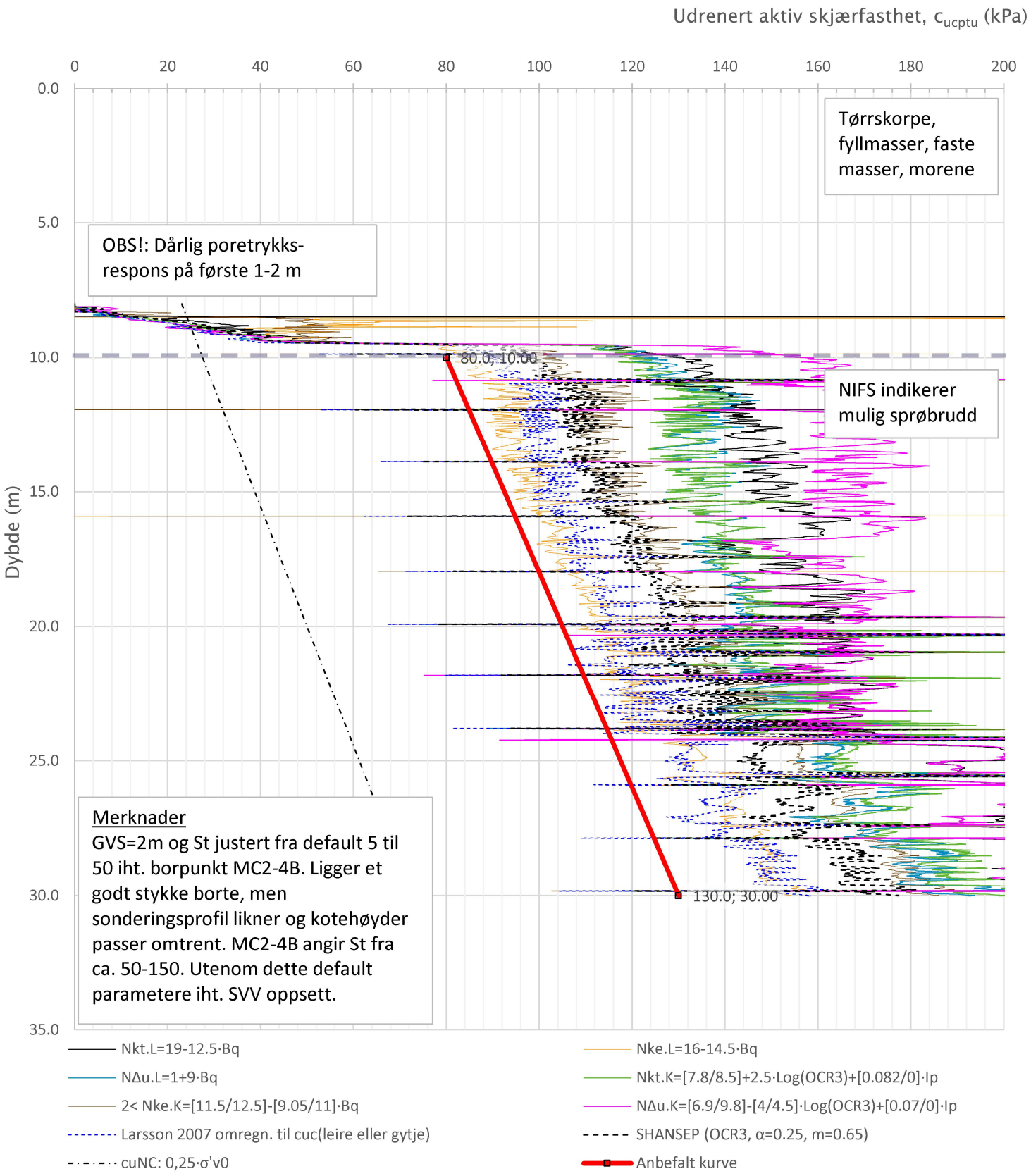
Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	Ikke OK

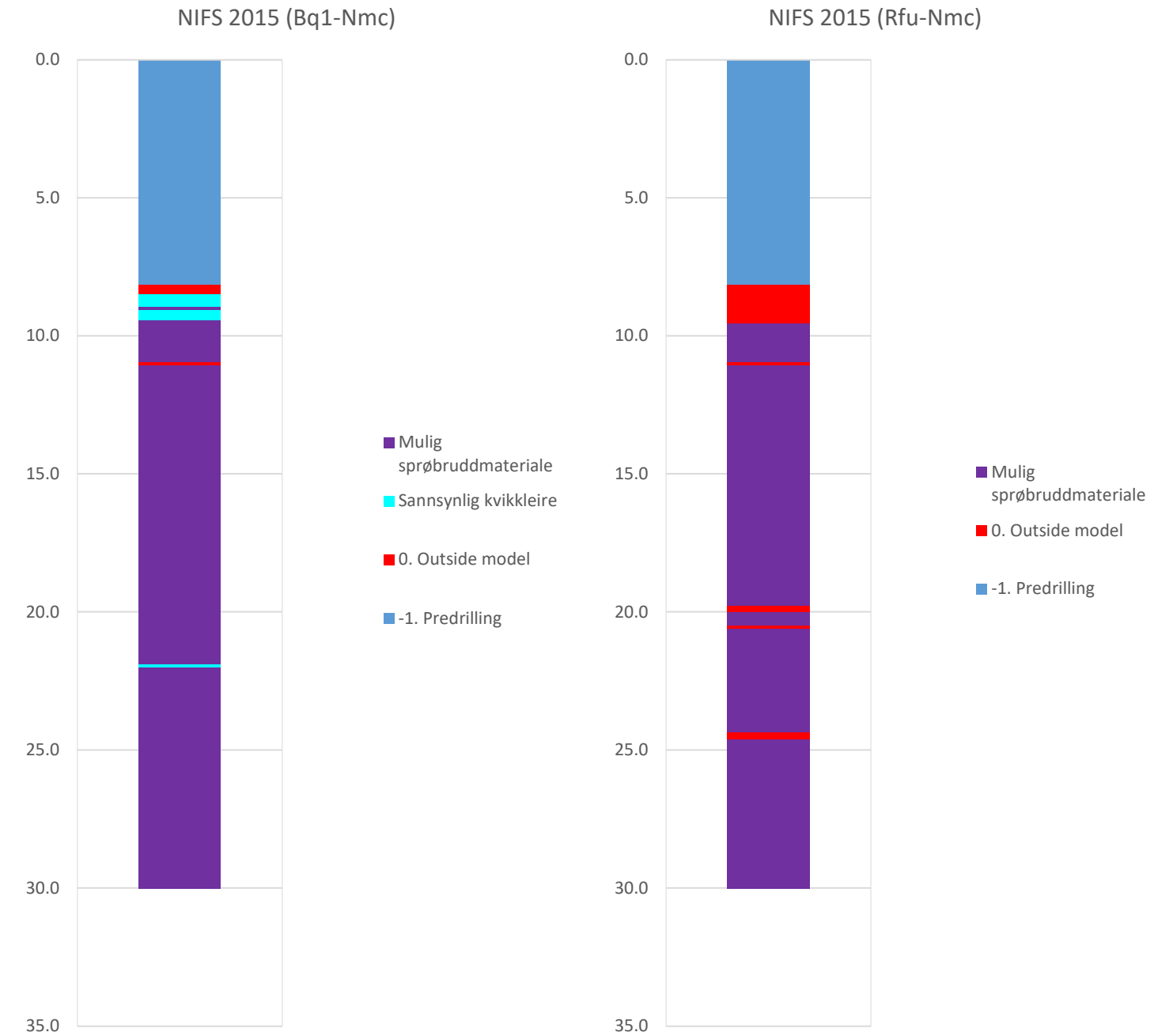
Kommentarer:

"Maks ubelastet temp. effekt (kPa)" og "Temperaturområde (°C)" er ikke angitt i tilgjengelig Envi kalibreringsskjema. Melder da automatisk feil her. "Maksimal temperatureffekt (kPa)" manuelt angitt til "0,0 kPa" for NA, NB og NC.

Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +24.06 **NO4-028**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 01-11-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 1

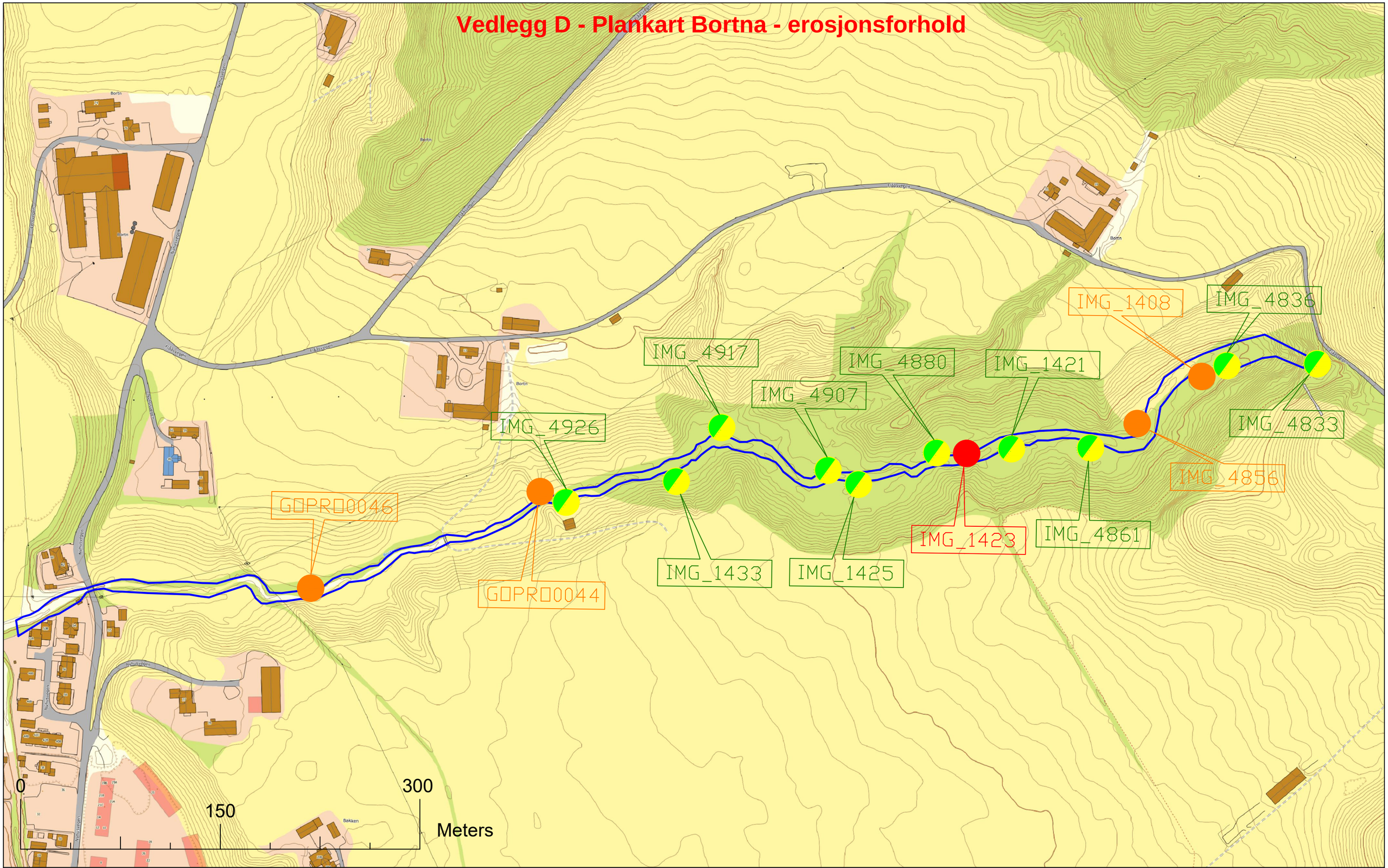


Prosjekt **Ler stasjon**				Borhull Kote +24.06 **NO4-028**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 01-11-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt				Borhull Kote +24.06
Ler stasjon				**NO4-028**
Innhold				Sondenummer
Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				**52016**
Statens vegvesen	Utført CHKS	Kontrollert JAJE	Godkjent TTR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 01-11-2021	Revisjon / Rev. dato	Figur 21

Vedlegg D - Plankart Bortna - erosjonsforhold



Ingen til liten erosjon påvist

Noe erosjon påvist

kraftig erosjon påvist

Viser til vedlegg B for befaringsbilde-referanser

D1

Vedlegg D - Plankart Bortna - erosjonsforhold

Omtrent. posisjon til punkt med påvist kraftig erosjon

0 150 300 Meters

Omtrent. posisjon elv ved antatt normal vannføring

5 m offset skråningsfot

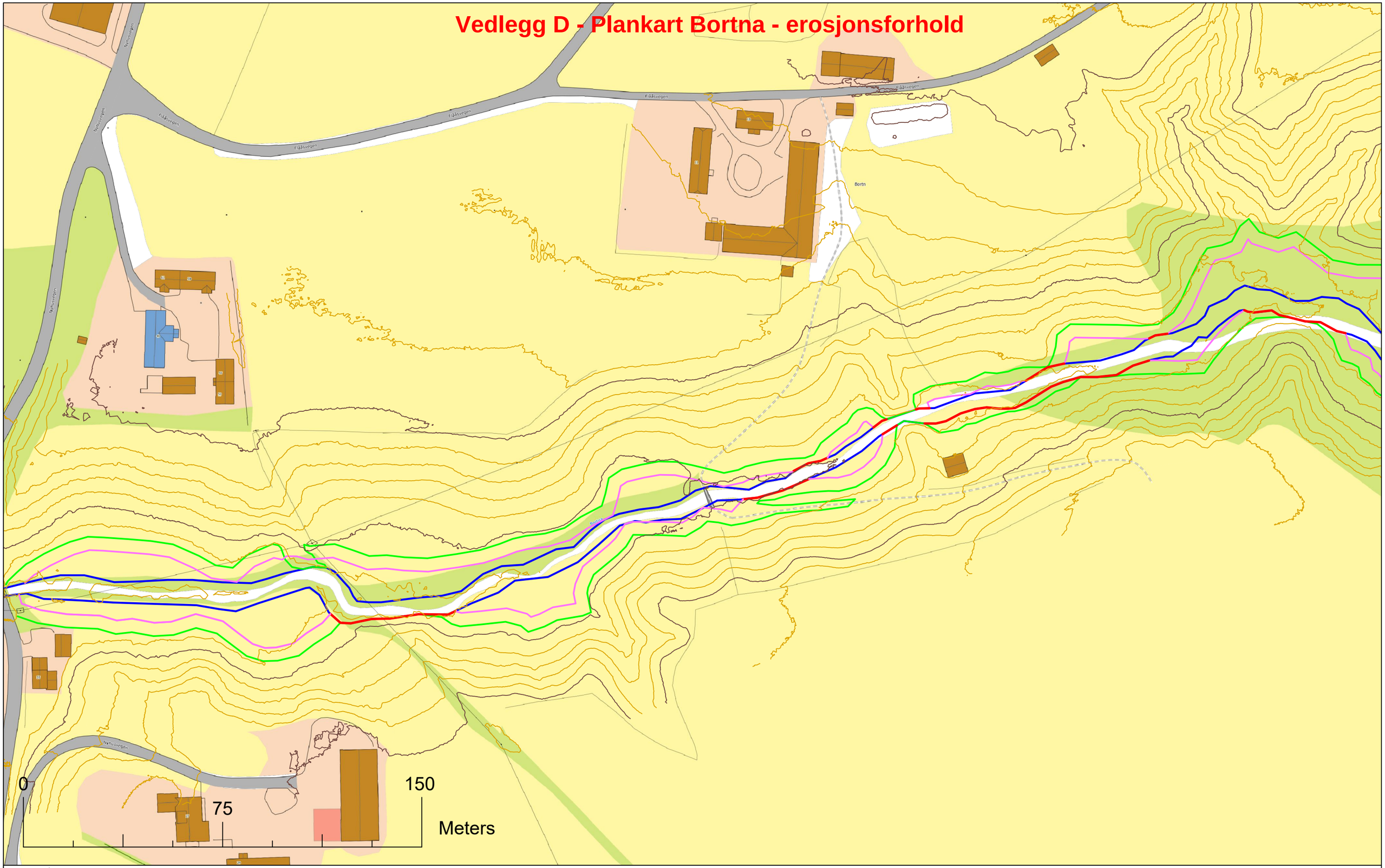
Skråningsfot/bunn ravineskråning

Skråningsfot nærmere enn 5 m fra elv

N

D2

Vedlegg D - Plankart Bortna - erosjonsforhold



Omtrent. posisjon elv ved antatt normal vannføring

5 m offset skråningsfot

Skråningsfot/bunn ravineskråning

Skråningsfot nærmere enn 5 m fra elv

N

D3

Vedlegg D - Plankart Bortna - erosjonsforhold

OBS! Her er det en god del *mismatch* mellom høydemodell og FKB-data

Omtrent. posisjon til punkt med påvist kraftig erosjon

0 75 150 Meters

N

Omtrent. posisjon elv ved antatt normal vannføring

5 m offset skråningsfot

Skråningsfot/bunn ravineskråning

Skråningsfot nærmere enn 5 m fra elv