

**DOVREBANEN
(HAMAR) – FÅBERG
LILLEHAMMER STASJON**

**KM. 184,750 – 185,300
BEREGNING AV KL-FUNDAMENTER I PLAXIS 3D**

					
01E	Oppdatering etter kommentarer fra Bane NOR	13.05.2026	KRHP	JOC	TENE
00E	Første utgave	27.03.2026	KRHP	MWNI	EIHR
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Tittel: Dovrebanen, (Hamar) – Fåberg Lillehammer stasjon Km. 184,750 – 185,300 Beregning av KL-fundamenter i PLAXIS 3D		Ant. sider	Fritekst 1d		
		66	Fritekst 2d		
			Fritekst 3d		
		Produsent	COWI		
		Prod. dok. nr.			
		Erstatning for			
Prosjekt: 60032967 Parsell: 00		Erstattet av			
		Dokument nr.	POM-00-A-07453		Rev. 01E
		Dokument nr.			Rev.

1	INNLEDNING.....	3
2	PRINSIPP FOR ANALYSEN.....	4
3	BEREGNINGSFORUTSETNINGER.....	5
3.1	MATERIALPARAMETERE.....	5
3.1.1	<i>Geotekniske materialparametere – Beregning 1)</i>	6
3.1.2	<i>Geotekniske materialparametere – Beregning 2)</i>	6
3.1.3	<i>Konstruktive materialparametere</i>	9
3.2	DIMENSJONERENDE GRUNNVANNSTAND	9
3.3	MATERIAL/PARTIALFAKTOR	10
3.4	BEREGNINGSGEOMETRI.....	10
3.4.1	<i>KL-fundament 1391</i>	10
4	RESULTATER.....	12
4.1	RESULTATER FRA FUNDAMAST.....	12
4.2	RESULTATER PLAXIS 3D ANALYSE.....	12
5	KONKLUSJON	14
6	REFERANSER.....	15
7	VEDLEGG.....	16

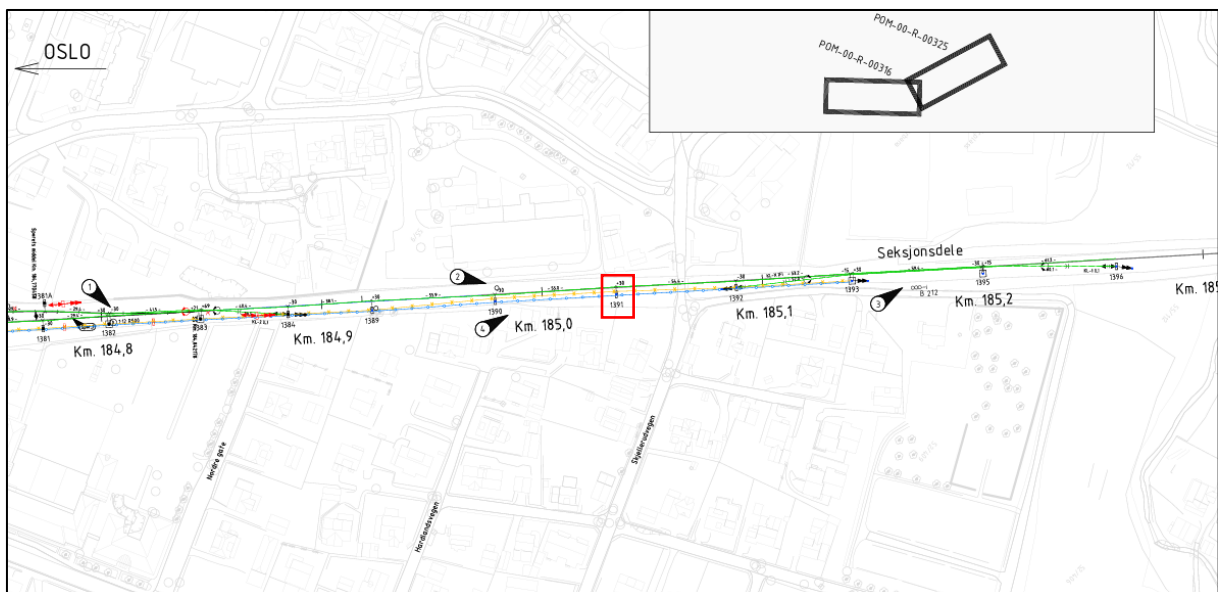
1 INNLEDNING

Det er behov for supplerende beregninger i Plaxis 3D for KL-fundamenter på prosjekt: Lavspentanlegg Lillehammer stasjon. Behovet for ytterligere beregninger forekommer på grunn av at beregningsverktøyet Fundamast, ref. [1], viser manglende kapasitet for fundamentene.

Notatets formål er å avdekke byggbarheten/robusthet for KL-fundamentene langs strekket km. 184,7 – km. 185,3 ved Lillehammer stasjon. For analysen er det tatt utgangspunkt i KL-fundament 1391 (ca. km. 185), som er antatt mest kritisk basert på omkringliggende topografi og lengden av fundament i løsmasser. Disse antagelsene er basert på informasjon fra tegning POM-00-R-00325, Strekningsplan Km. 184,750 – 185,300, rev. 01B, ref. [2].

Figur 1-1 viser strekning med vurderte KL-fundamenter.

Det er utført 2 beregninger hvor 1) er utført iht. Fundamasts idealiserte grunnforhold med uniform lagdeling og materialparametere for «Middels fast sand», og 2) lagdelt grunn etter resultater fra grunnundersøkelser. Resultater fra grunnundersøkelser er dokumentert i 50910-01-R Geoteknisk datarapport – Veidekke Lillehammer Jernbane, ref. [3], og gitt i Vedlegg 1.



Figur 1-1: Utklipp av strekning km. 184,7 – km. 185,3 fra tegning POM-00-R-00325. Rødt rektangel markerer KL-fundament 1391.

MERK: Beregningene i Plaxis 3D er ment til å gi et grunnlag for å vurdere byggbarheten til KL-fundamentene og robustheten til omkringliggende løsmasser.

2 PRINSIPP FOR ANALYSEN

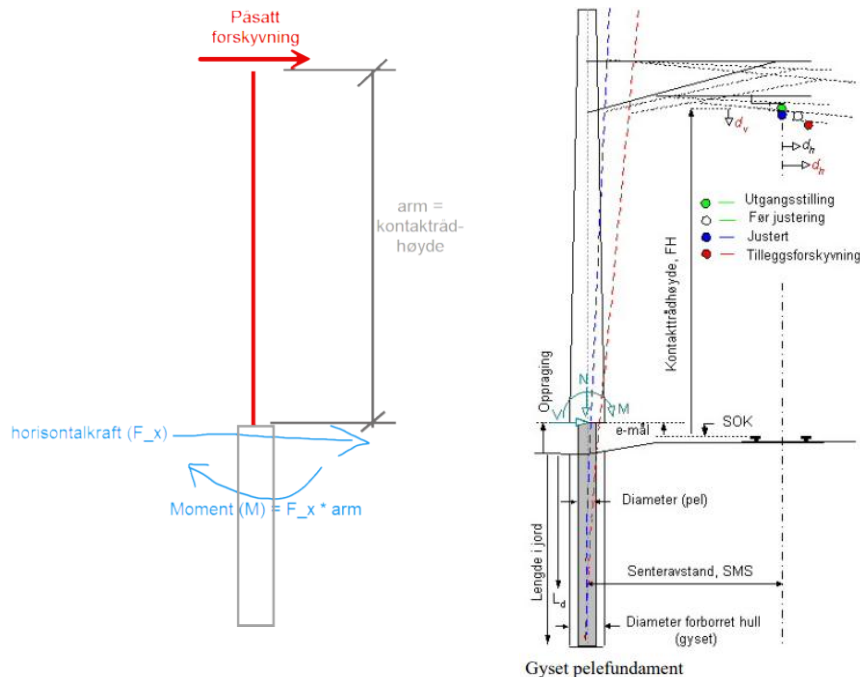
Venstre bilde i Figur 2-1 viser prinsippet for beregningene som gjøres i Plaxis 3D.

Det påsettes en forskyvning i kontakttråd høyden, FH av masten med den hensikt å skape en noenlunde tilsvarende lastvirkning i overgang mellom mast og mastfundament som ved beregninger i Fundamast.

Plaxis 3D omregner den påsatte forskyvningen i kontakttråd høyden til kraft som kreves for å oppnå den gitte forskyvningen på systemet (mast, fundament og omkringliggende løsmasser). Det er derfor mulig å kartlegge størrelsesorden kraft og moment i overgangen mellom fundament og mast som kreves for å oppnå en horisontal forskyvning på 45 mm horisontal forskyvning i kontakttråd høyden. Dette er maksimal tillatt horisontal forskyvning oppgitt fra Fundamast.

Høyre bilde i Figur 2-1 viser et gyset pelefundament og terminologien som er benyttet for input og resultatpresentasjon i Fundamast. Venstre bilde viser prinsippskissen for analysen i Plaxis 3D.

MERK: Beregninger i Plaxis 3D er ikke utført med en påsatt normal/aksialkraft på fundament. Dette vurderes å være på konservativ side.



Figur 2-1: Venstre bilde) Prinsippskisse for analyse i Plaxis 3D. Høyre bilde) Utklipp fra Fundamast Figur 3-2 som viser gyset pelefundament.

3 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Foreliggende kapittel presenterer forutsetninger for geotekniske beregninger i Plaxis 3D.

3.1 Materialparametere

For beregning 1) tas det utgangspunkt i Fundamasts idealiserte grunnforhold for eksisterende løsmasser, disse er gitt i Tabell 3-1 og Tabell 3-2.

Tabell 3-1: Geotekniske styrke- og deformasjonsparametere for leire, verdier fra Fundamast [1].

Idealisert Grunnforhold	γ [kN/m ³]	S_u^A [kPa]	S_u [kPa]	ϵ_{50} [%]	E_{50} [kPa]
Bløt leire	19	$10+2z$	$0,83S_u^A$	2	$50S_u$
Medium leire	20	30	$0,83S_u^A$	1	$140S_u$

Tabell 3-2: Geotekniske styrke- og deformasjonsparametere for sand, verdier fra Fundamast [1].

Idealisert Grunnforhold	γ [kN/m ³]	Φ [°]	a [kPa]	ν [-]	E_{50} [kPa]
Løs sand	17	30	0	0,3	$1000\sqrt{\sigma_v'}$
Middels fast sand	18	35	0	0,3	$3000\sqrt{\sigma_v'}$
Fast sand	19	40	0	0,3	$6000\sqrt{\sigma_v'}$

For beregning 2) benyttes lagdeling basert på bormotstand fra totalsondering. Styrke- og deformasjonsparametere for lagdelingen velges basert på erfaringsverdier.

For banefylling er det benyttet egne materialparametere, som er basert på erfaringsverdier. Det antas at banefyllingen er en komprimert steinfylling og forsterkningslag av god kvalitet, og det er derfor gitt materialparametere som beskrevet i Tabell 3-3.

Tabell 3-3: Geotekniske materialparametere for banefylling

	γ [kN/m ³]	Φ [°]	Ψ [°]	c [kPa]	ν [-]	E_{50} [kPa]
Banefylling [0-1,5 m]	19	42	12	1,5	0,2	50 000

På grunn av beregningstid forenkles løsmassemekktigheten til kun å være 7 m, da løsmasser dypere enn dette trolig ikke vil påvirke deformasjonsforløpet til fundamentet. Løsmassemekktigheten deles opp i lag med 0,5 m tykkelse, med unntak av banefyllingen. Dette gjøres for å enkelt kunne tilpasse/oppdatere lagdelingen etter tolkning fra grunnundersøkelser.

Materialmodellen Hardning Soil benyttes for beregningene i Plaxis 3D. Det forenklet antas at $E_{50}=E_{oed}=1/3 \cdot E_{ur}$. Det benyttes ikke en dilatansvinkel, Ψ , i beregningene med idealiserte grunnforhold fra Fundamast. Det bemerkes at tverrkontraksjonstallet

(Poissons tall), ν , er endret fra verdien ved idealiserte grunnforhold til 0,2, noe som er standard input i materialmodellen Hardning Soil.

3.1.1 Geotekniske materialparametere – Beregning 1)

For beregning 1) utføres det en simulering hvor det antas et uniformt løsmasselag av middels fast sand under banefylling. Tabell 3-4, viser geotekniske materialparametere med antagelsen om uniform lagdeling ved KL-fundament 1391.

Tabell 3-4: Geotekniske styrke- og deformasjonsparametere for uniform lagdeling ved beregning 1).

Lag	γ [kN/m ³]	Φ [°]	a [kPa]	ν [-]	E_{50} [kPa]
0 / banefylling	Ref. Tabell 3-3				
1	18	35	0	0,2	16 837
2	18	35	0	0,2	18 974
3	18	35	0	0,2	19 900
4	18	35	0	0,2	20 785
5	18	35	0	0,2	21 633
6	18	35	0	0,2	22 450
7	18	35	0	0,2	23 238
8	18	35	0	0,2	24 000
9	18	35	0	0,2	24 739
10	18	35	0	0,2	25 456
11	18	35	0	0,2	26 153

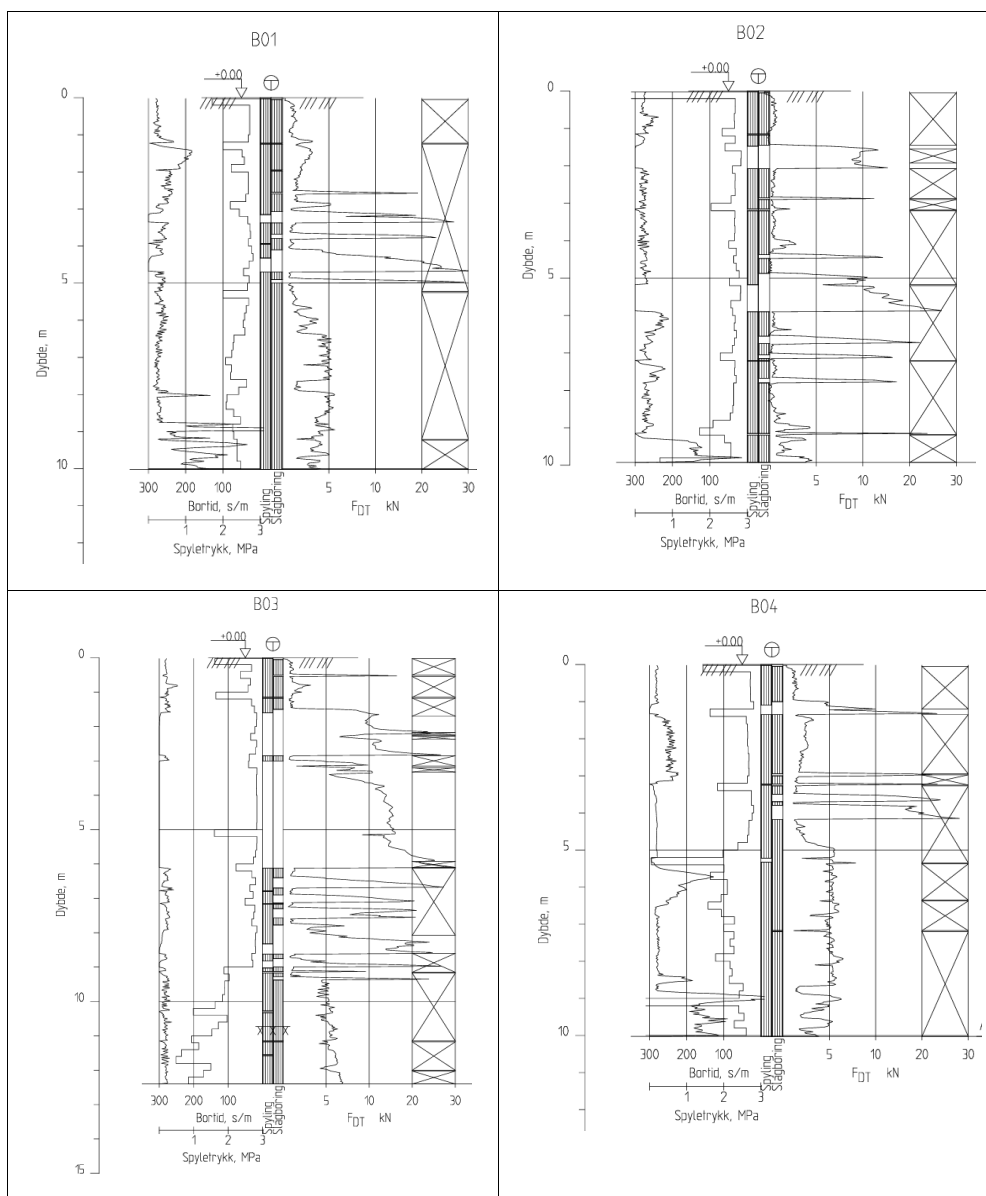
3.1.2 Geotekniske materialparametere – Beregning 2)

For beregning 2) utføres det en simulering hvor det benyttes resultater fra utførte grunnundersøkelser.

Observasjoner fra borleder ved opptak av naverprøver beskriver masser bestående generelt av sand, grus og stein.

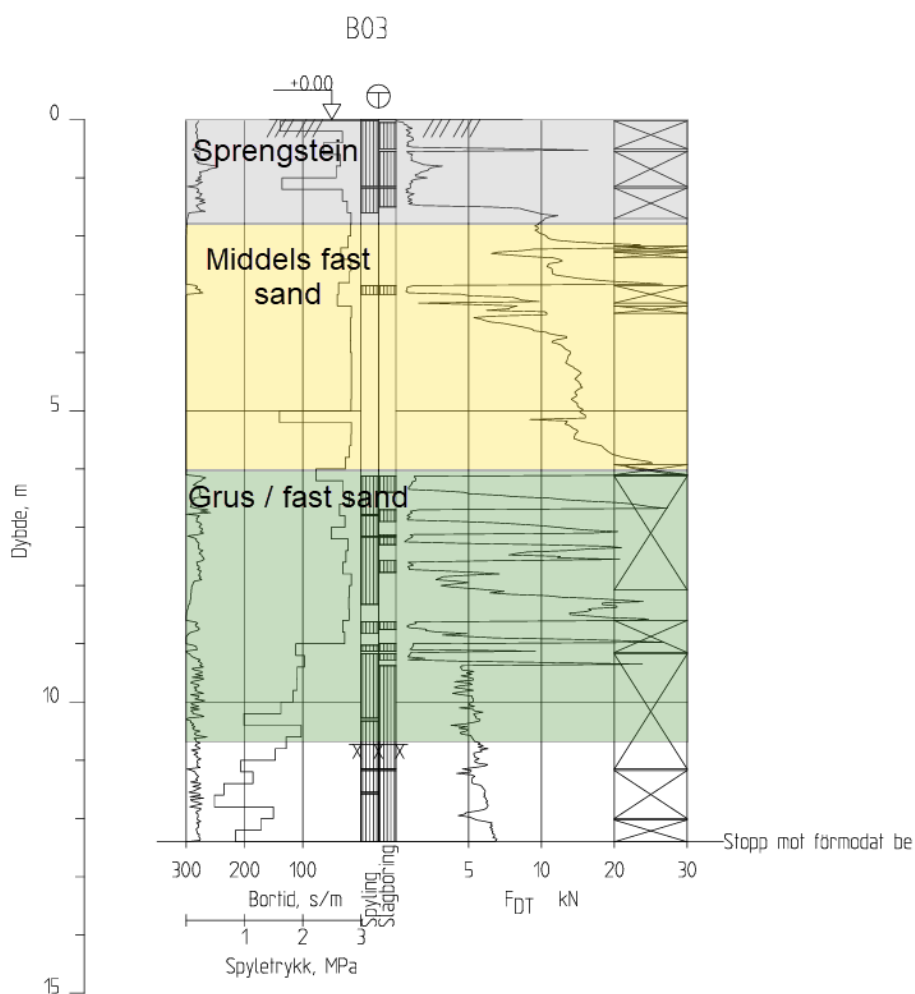
Borleder hadde problemer med å presse 3 t før det måtte benyttes økt rotasjon, spyling og slag. Dette skyldes at robet (vogn borerigg står på i bane) beveget/flyttet på seg ved mer enn ca. 2,5 t bormotstand. Det var derfor nødvendig å starte med økt rotasjon, spyling og slag tidligere enn det som er prosedyre. Dette medfører til at det er vanskeligere å tolke lagdelingen basert på totalsonderingene.

Figur 3-1 viser de utførte totalsonderingene. Siden sonderingene ikke er utført etter prosedyre er det vanskelig å tolke hvilken sondering som indikerer de svakeste løsmassene. Det er vurdert at massene primært inneholder sand, grus og stein. Det er tilsynelatende relativt faste masser, og generelt da det ikke ble benyttet økt rotasjon, slag og spyling viste sonderingen mer enn 10 kN i bormotstand. Det antas derfor at massene er middels faste til faste.



Figur 3-1: Utførte totalsonderinger

Totalsondering B03 er sondering nærmest (ca. 5 m) KL-fundament 1391, og som derfor benyttes som grunnlag for lagdeling og parametervalg. Se Figur 3-2 hvor vurdering av lagdeling. Benyttede geotekniske materialparametere for beregning 2) er vist i Tabell 3-5.



Figur 3-2: Tolkede løsmasser i totalsondering B03.

Tabell 3-5: Benyttede materialparametere basert på totalsondering B03.

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	ψ [°]	c [kPa]	ν [-]	E_{50} [kPa]
Banefylling [0-1,5 m]	Ref. Tabell 3-3					
Middels fast sand [1,5-6 m]	18	35	5	1,5	0,2	30 000
Grus / fast sand [6-10 m]	18	35	5	7	0,2	40 000

3.1.3 Konstruktive materialparametere

KL-mast og fundament modelleres med meget høy stivhet for å fokusere analysen kun på påvirkningen av omkringliggende løsmasser.

KL-masten modelleres som et lineært elastisk konstruksjonselement (bjelke). Materialparametere for KL-mast er gitt i Tabell 3-6.

Fundamentet modelleres som et lineært elastisk volumelement (betong), verdier er gitt i Tabell 3-7. Fundamentet er modellert med en diameter på 0,355 m.

Tabell 3-6: Benyttede inputverdier for KL – mast.

Inputparametere	Material type	γ [kN/m ³]	Predefined cross section type	Diameter [m]	E [kN/m ²]
KL-mast	Elastic	1,0	Solid circular beam	0,555	3000*10 ⁶

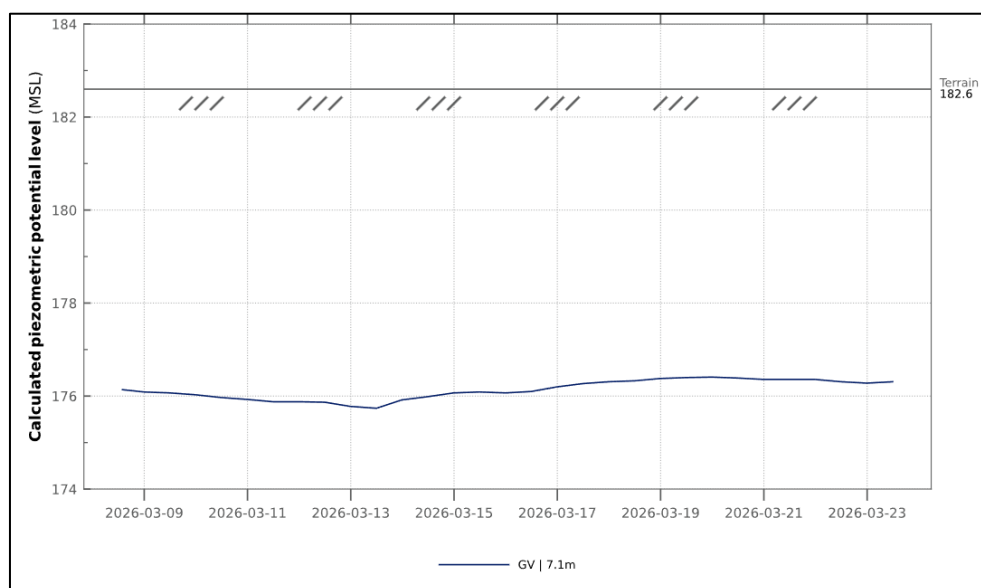
Tabell 3-7: Benyttede inputverdier for fundament.

Inputparametere	Soil model	γ [kN/m ³]	E [kPa]	ν [-]
Fundament	Linear Elastic	27	3000*10 ⁶	0,3

3.2 Dimensjonerende Grunnvannstand

Det er satt poretrykksmåler 7,1 m under terreng i borpunkt B03. Målinger fra perioden 09.03.2026 til 23.03.2026 viser grunnvannstand rundt kote +176.

Basert på målinger fra poretrykksmåler i borpunkt B03 og usikkerhet rundt grunnvannstand ved vårflo, settes dimensjonerende grunnvannstand til kote +177,0. Se Figur 3-3 utviklingen av grunnvannstand over den målte perioden.



Figur 3-3: Målinger av poretrykk i borpunkt B03 i perioden 09.03.2026-23.03.2026.

3.3 Material/partialfaktor

Det benyttes ingen material eller partialfaktor i Plaxis 3D beregningene.

3.4 Beregningsgeometri

For beregningsmodellene er det tatt høyde for en høydeforskjell på 15 cm mellom skinne overkant (SOK) og terreng ved plassering av node i kontakttrådhøyden, FH. Denne antagelsen kan avvike fra den faktiske geometrien.

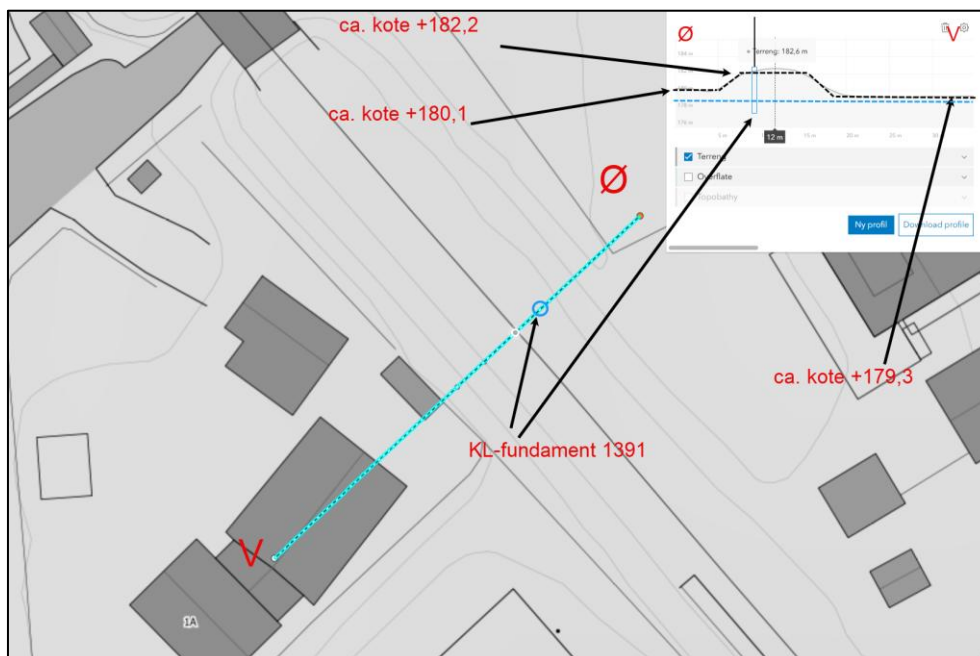
Det benyttes sirkulært fundament med diameter 355 mm i beregningene. Verdier for avstand mellom senter spor og senter fundament, oppraving og fundamentlengde hentes fra tegning POM-00-R-00325, Strekningsplan Km. 184,750 – 185,300, rev. 01B, ref. [2].

Som vurderingsgrunnlag benyttes det to utplasserte noder i modellen. En node er plassert i overgang mellom fundament og KL-mast, og en er plassert ved kontakttrådhøyden (FH). Det er da mulig å finne reaksjonskrefter i fundamentet (beskrevet i kapittel 2) ved største tillate tilleggsforskyvning.

Det benyttes aksesymmetri for å redusere beregningstiden for modellen. Dette medfører til at oppnådd kraft for en 45 mm forskyvning i kontakttrådhøyden må multipliseres med faktor 2. For massene lokalt rundt KL-fundament reduseres elementstørrelsen for å øke nøyaktigheten til beregningene.

3.4.1 KL-fundament 1391

For geometri av omkringliggende terreng av KL-fundament 1391 tas det utgangspunkt i geometri fra Høydedata, vist i Figur 3-4.

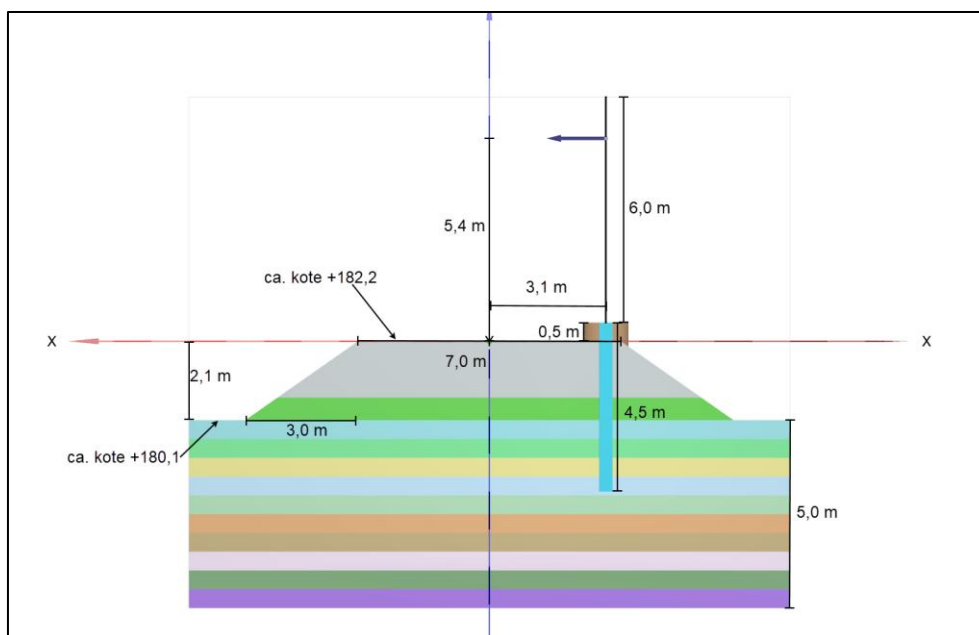


Figur 3-4: Utklipp fra Høydedata som viser topografien ved KL-fundament 1391.

Geometrien forenkles noe for å lage geometrien i Plaxis 3D. Det vurderes at geometrien fortsatt er tilstrekkelig presis for å være representativ for KL-fundament 1391. Figur 3-5 viser forenklet geometri i Plaxis 3D. KL-fundamentet er 4,5 m langt, med 0,5 m oppraving, noe som resulterer til en fundamentlengde i løsmasser på 4,0 m. Senter spor til senter fundament er målt til 3,1 m. Banefyllingen er antatt 1,5 m tykk basert på totalsondering B03. Påsatt forskyvning virker inn mot spor, og er plassert i kontakttråd høyde, dvs. 5,4 m over terreng.

For beregning 1) er grunnvannstand satt til kote +180,0, som vil si 0,1 m under terreng. Dette samsvarer med beregninger i Fundamast hvor grunnvannsspeil antas konservativt ved terreng.

For beregning 2) settes grunnvannsspeil til kote +177,0, dvs. 5,2 m under topp av banefylling.



Figur 3-5: Forenklet geometri og mål i xz-plan for terreng omkringliggende KL-fundament 1391. Utklipp fra PLAXIS 3D.

Plassering av overvåkningsnoder er gitt i Tabell 3-8, vist under.

Tabell 3-8: Koordinater til utplasserte noder for modell av KL-fundament 1391.

Node	x-koordinat	y-koordinat	z-koordinat
Node fundament/mast	-3,1	0	0,5
Node FH	-3,1	0	$5,27 + 0,15 = 5,4$

4 RESULTATER

Foreliggende kapittel presenterer resultater fra Fundamast og Plaxis 3D analyse.

4.1 Resultater fra Fundamast

Beregnete reaksjonskrefter i ULS og SLS for gjeldende fundamenter er gitt i Vedlegg 2. Tabell 4-1 gjengir laster for relevant KL-fundament, 1391.

Tabell 4-1: Oppnådde bruddlaster for KL-fundamenter fra Fundamast.

KL-fundament [#]	N (breakage) [kN]	V (breakage) [kN]	M (breakage) [kNm]
1391	18,1	17,6	94,4

4.2 Resultater Plaxis 3D analyse

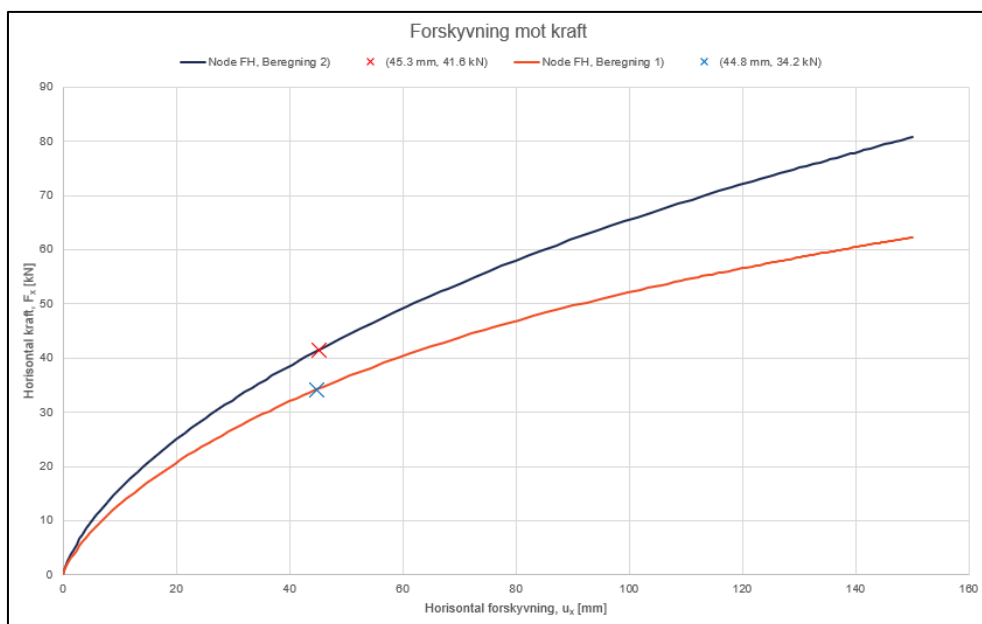
Oppnådde resultater for beregningene er oppsummert i Tabell 4-2, vist under. Det bemerkes igjen at det i Plaxis 3D analysen ikke er påført en normalkraft i fundament, slik som er beregnet i Fundamast.

Tabell 4-2: Oppnådde krefter og momenter i overgang mellom KL-fundament og KL-mast ved 45 mm forskyvning i node FH.

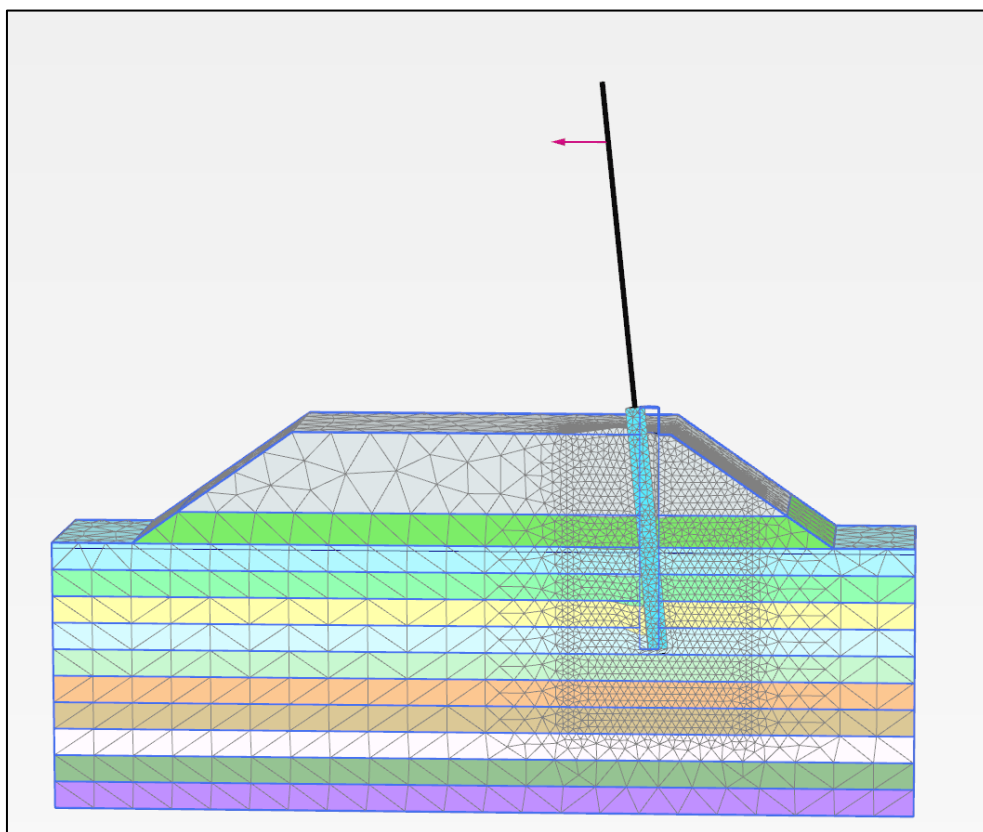
Beregning [#]	Kommentar	F_x [kN]	$M (F_x * a_{FH})$ [kNm]
1)	Uniform lagdeling	34,2	167,5
2)	Lagdeling basert på grunnundersøkelser	41,6	203,6

Det horisontale deformasjonsforløpet er plottet mot påkrevd horisontal kraft i Figur 4-1. Nærmeste beregningssteg til 45 mm horisontal forskyvning i Plaxis 3D er fremhevet med punkter(/kryss) i Figur 4-1, og den resulterende kraften er gitt i Tabell 4-2. Kraften multipliseres med momentarmen, a_{FH} , for å gi momentet i overgangen mellom KL-mast og fundament. I prinsippet vil denne momentarmen være kontakttrådhøyden fratrasket opprasing til fundamentet, dvs. $5,4 \text{ m} - 0,5 \text{ m} = 4,9 \text{ m}$.

En visualisering av oppnådde deformasjoner i omkringliggende masser og KL-fundament for Beregning 1) er vist i Figur 4-2.



Figur 4-1: Plot som viser horisontal forskyvning mot horisontal kraft i Node FH for Beregning 1) og Beregning 2).



Figur 4-2: Utklipp fra Plaxis 3D som viser deformasjon av omkringliggende masser rundt KL-fundament 1391. Deformasjonen er vist ved 150 mm forskyvning i kontakttrådhøyden, og skalert opp med faktor 5.

5 KONKLUSJON

I forhold til resultatene gitt i Vedlegg 2 (KL-fundament 1391) gir Plaxis 3D Beregning 1) og 2) en hhv. økt kapasitet på 94% og 136% med hensyn på skjærkraften som skal til for 45 mm horisontal forskyvning i kontakttrådhøyden. Denne økningen tar ikke hensyn til den opptredende vertikale bruddlasten.

Med bakgrunn i antagelsen om at KL-fundament 1391 er det mest kritiske KL-fundamentet, de oppgitte bruddlaster, og stedlige løsmasser anses det at KL-fundamentene langs strekket km. 184,7 – km. 185,3 ved Lillehammer stasjon er tilstrekkelige robuste for belastningen som er oppgitt i Vedlegg 2.

6 REFERANSER

- [1] DNV, «Brukermanual og dokumentasjon av FUNDAMAST. regneverktøy for analytisk oppførsel av mastefundament,» DNV, 2007.
- [2] COWI, *POM-00-R-00325, Strekningsplan Km. 184,750 - 1853,300, rev. 01B*, 2026.
- [3] Romerike Grunnboring , «50910-01-R Geoteknisk datarapport - Veidekke Lillehammer Jernbane,» 2026.

7 VEDLEGG

Vedlegg 1: 50910-01-R Geoteknisk datarapport – Veidekke Lillehammer Jernbane

Vedlegg 2: Beregnede reaksjonskrefter ULS og SLS 3-4 fra KL-mast



DATARAPPORT

Geoteknisk datarapport



Dato

27.03.2026

Oppdragsgiver

Veidekke

Prosjekt

Lillehammer Jernbane, gnr./bnr. 201/3 i
Lillehammer kommune

Dokumentnummer

50910-01-R

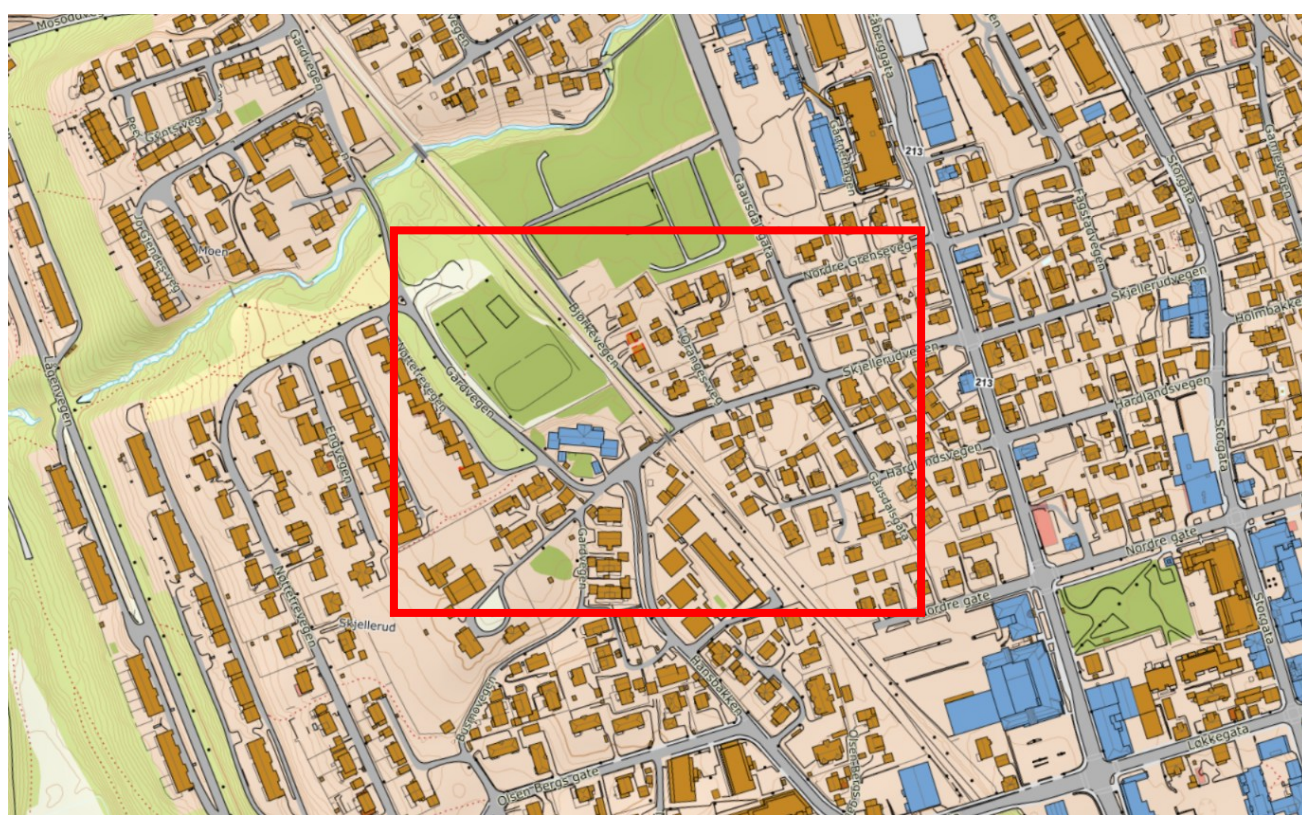
Revisjon

0

OPPDRA	Lillehammer Jernbane, gnr./bnr. 201/3 i Lillehammer kommune		
EMNE	Geoteknisk datarapport		
DOKUMENTNR.:	50910-01-R		
REV.:	0	27.03.2026	
OPPDRA	Veidekke		SIGN.
UTARBEIDET AV	Ivar Hole	Geotekniker / M.Sc.	IH
KONTROLLERT AV	Maiken Eriksen	Geotekniker / M.Sc.	ME

SAMMENDRAG

Romerike Grunnboring AS (RGB) har utført grunnundersøkelser langs Lillehammer jernbane i området som markert på figur 0. Romerike Geoteknikk AS (RGT) har fått i oppdrag å utarbeide tilhørende datarapport. Foreliggende datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske undersøkelser i felt og i laboratorium.



Figur 0: Topografi og bebyggelse rundt undersøkelsesområdet, gnr./bnr. 201/3 i Lillehammer kommune. Området for utførte grunnundersøkelser er vist med rød ramme. Kilde: norgeskart.no

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning/orientering	3
2.	Områdebeskrivelse	3
3.	Tidligere undersøkelser	5
3.1	Generelt.....	5
3.2	NADAG.....	5
3.3	GRANADA	6
4.	Geotekniske grunnundersøkelser.....	7
4.1	Feltundersøkelser.....	7
4.2	Laboratorieundersøkelser	8
4.3	Måling av poretrykk/grunnvann.....	8
5.	Geoteknisk evaluering av prøveresultatene.....	9
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder/planlagte undersøkelser	9
5.2	Utførelseskvalitet	9
6.	Tap av utstyr	9
7.	Referanser.....	10

Tegning

Tegning V01	Borplan
Tegning V02	Borprofiler

Vedlegg

Vedlegg 1	Rapport fra laboratorieundersøkelser
Vedlegg 2	Rapport fra feltundersøkelser
Vedlegg 3	Kalibreringsskjema elektrisk piezometer
Vedlegg 4	Dokumentasjon av måledata for elektrisk piezometer
Vedlegg 5	Prøvekort
Vedlegg 6	Fotodokumentasjon av naverprøver
Vedlegg 7	Tegnforklaringer

Revisjonslogg

Rev. Nr.	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Beskrivelse
0	27.03.2026	IH	ME	Første utgave

1. Innledning/orientering

Romerike Grunnboring AS (RGB) har fått i oppdrag av Veidekke å utføre geotekniske grunnundersøkelser langs Lillehammer jernbane, gnr./bnr. 2013 i Lillehammer kommune, jf. Figur 0. Romerike Geoteknikk AS (RGT) har fått i oppdrag å utarbeide tilhørende datarapport.

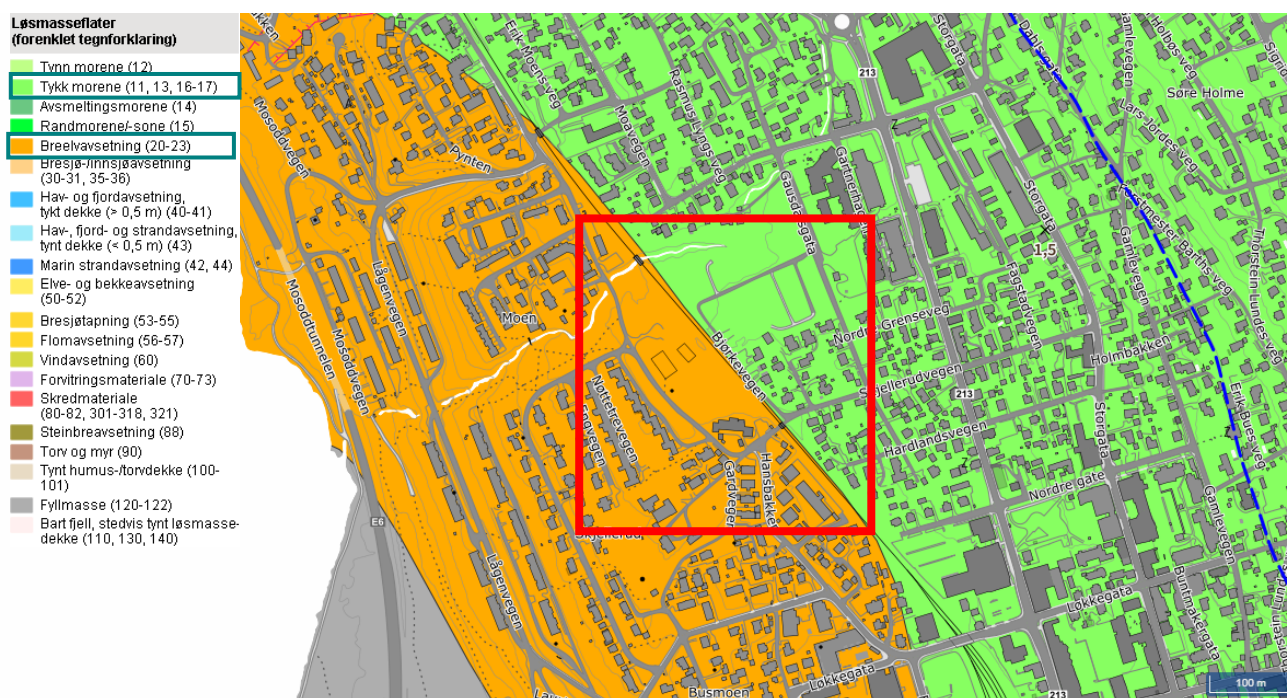
Foreliggende datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske undersøkelser i felt og i laboratorium.

2. Områdebeskrivelse

Undersøkelsesområdet ligger i Lillehammer sentrum og følger et omtrent 300 m langt strekke langs jernbanen, ca. 1 km nord for Lillehammer stasjon.

Iht. NGUs kvartærgeologiske kart er jordmassene i området for utførte grunnundersøkelser klassifisert som «*Breelavsetning*» (sand og grus, «*Materiale transportert og avsatt av breelver*») og «*Tykk morene*» (alle kornstørrelser, «*Materiale transportert og avsatt av isbreer*»), se utsnitt i Figur 1.

Undersøkelsesområdet ligger **under marin grense** som er på rundt kote +210 m.o.h. i området, slik at det kan forekomme kvikkleire/sprøbruddmateriale i løsmassene.



Figur 1: Utsnitt kvartærgeologisk kart (kilde: NGU). Området for utførte grunnundersøkelser er vist med rød ramme. Marin grense er markert med blå stiple linje.

Fra utført kartlegging av områder med potensiell skredfare (oversiktskartlegging av kvikkleiresoner) er det ikke identifisert noen kvikkleirefarezoner i området, men deler av undersøkelsesområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetsområdet for kvikkleireskred, se Figur 2.



Figur 2: Oversikt over kartlagte aktsomhetsområder for kvikkleireskred (kilde: NVE-Atlas). Området for utførte grunnundersøkelser er vist med rød ramme.

3. Tidligere undersøkelser

3.1 Generelt

Informasjon om grunnforhold baserer seg på følgende kilder:

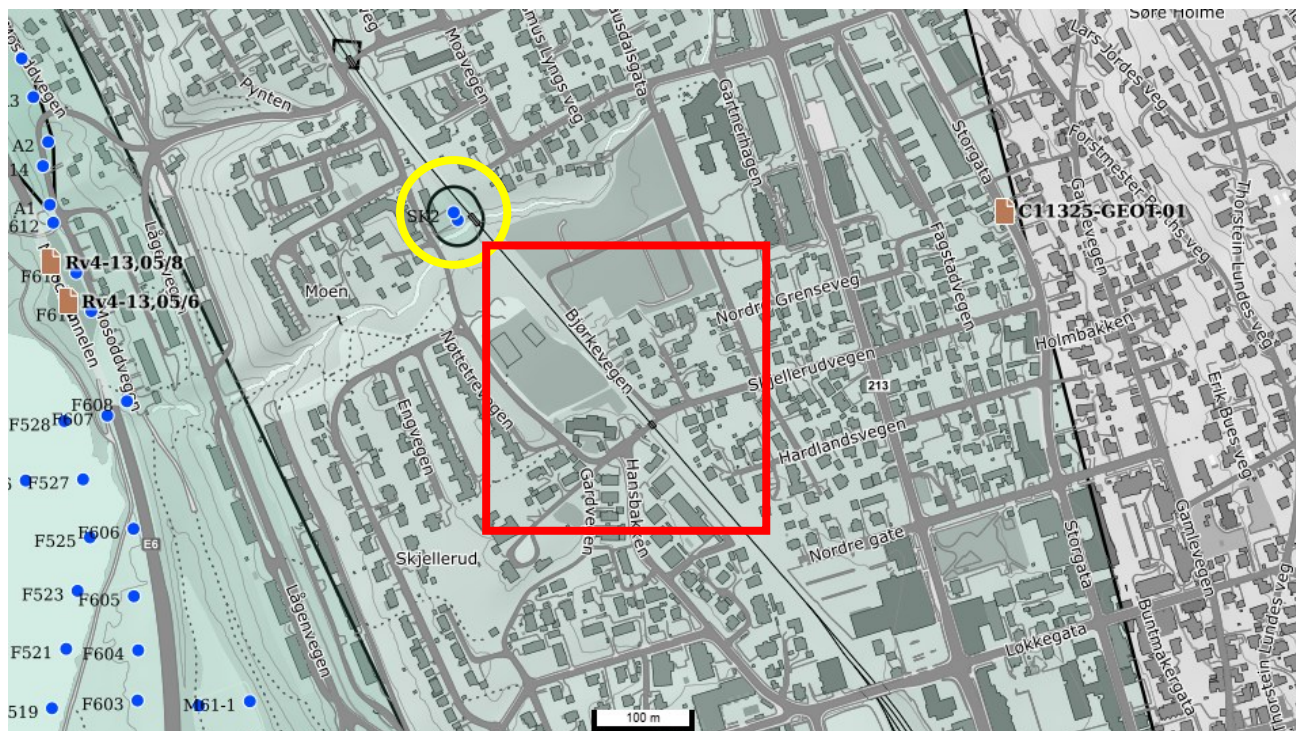
-  **NADAG** (Nasjonal Database for grunnundersøkelser)
-  **GRANADA** (Nasjonal grunnvannsdatabase)

Resultatene er det redegjort for i de etterfølgende delkapitlene.

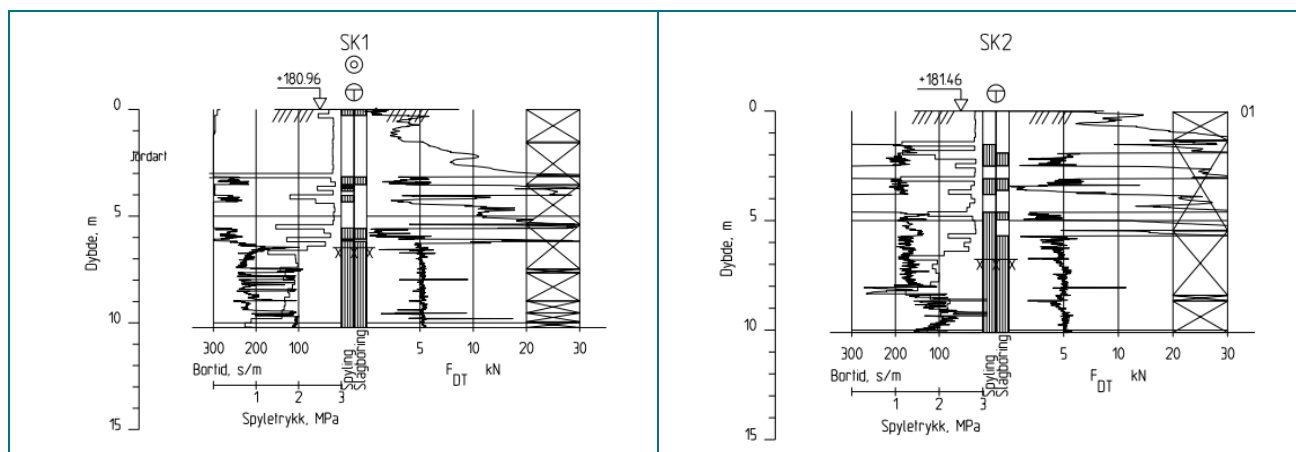
3.2 NADAG

Registreringer av grunnundersøkelser i Nasjonal Database for grunnundersøkelser (NADAG) er vist i Figur 3.

Nordvest for undersøkelsesområdet ble det i 2023 utført to totalsonderinger ifm. bruvedlikehold ved *Skurva bekk* [1]. Sonderingene indikerer morene over berg på omkring 6 – 7 m dybde, jf. Figur 4.



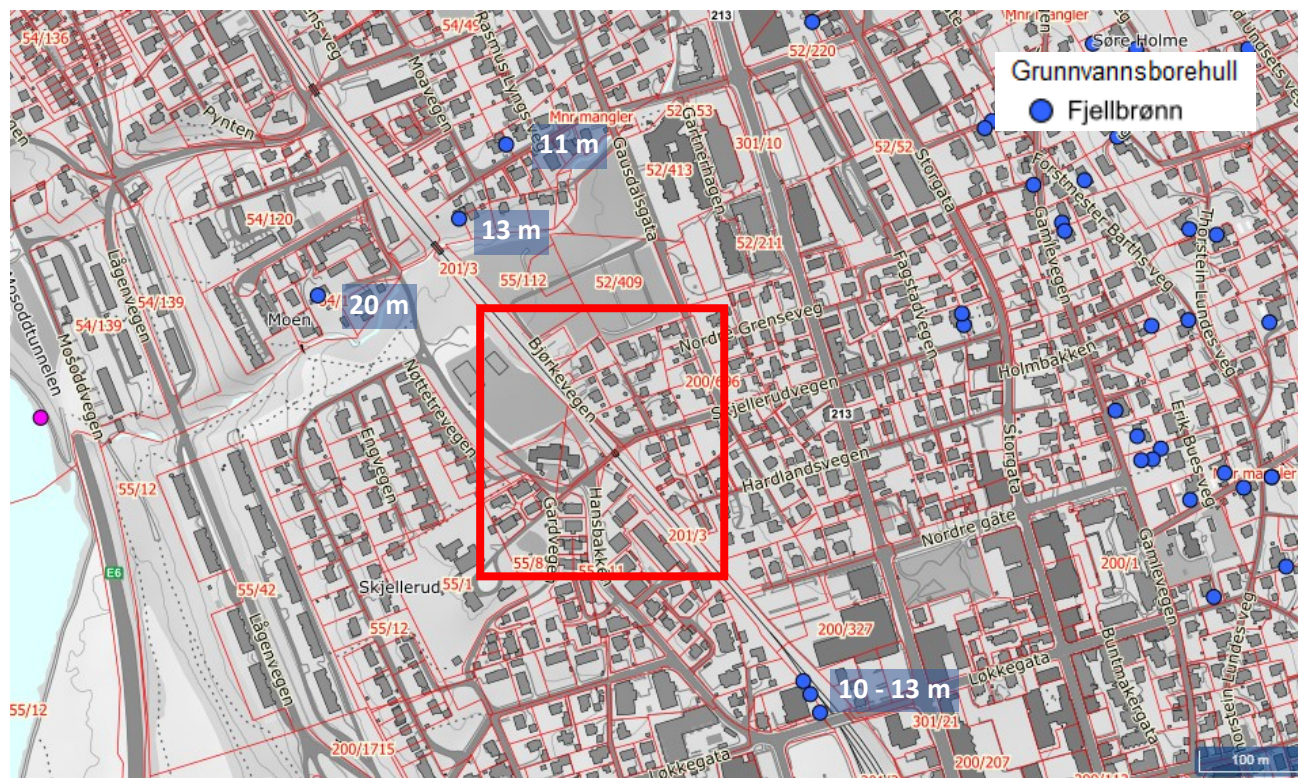
Figur 3: Registreringer i NADAG. Tiltaksområdet er markert med rød ramme.



Figur 4: Resultater fra to tidligere totalsonderinger i nærområdet [1].

3.3 GRANADA

Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA) viser at det er noen grunnvannsbrønner både nordvest og sørøst for undersøkelsesområdet som gir informasjon om dybden til berg, se Figur 5. Dybde til berg varierer i intervallet 10 – 20 m.



Figur 5: Registreringer i GRANADA (dybde til berg angitt ved siden av symbolet, der det foreligger informasjon), tiltaksområdet er markert med rød ramme.

4. Geotekniske grunnundersøkelser

4.1 Feltundersøkelser

Det ble utført følgende grunnundersøkelser i felt av Romerike Grunnboring AS (RGB) i perioden 03.03 – 08.03.2026:

- 4 stk. totalsonderinger utført iht. NGF melding nr. 9 [2]
- 3 stk. prøveserier (naver) utført iht. NGF melding nr. 11 [3]
- 1 stk. installasjon av elektrisk poretryksmåler med minne, iht. NGF-melding nr. [4]

Omfanget og plassering av feltundersøkelser ble fastsatt av ansvarlig geotekniker i COWI.

Tegning V01 (borplan) viser plassering av utførte grunnundersøkelser, mens **tegning V02** viser resultater fra undersøkelsene (sonderingene og tilhørende forsøk).

Borpunktene ble målt inn med GPS (UTM32, NN2000), og Tabell 1 gir en oversikt over koordinatene. Rapport fra feltundersøkelsene er vist i **vedlegg 2**.

Tabell 1: Oversikt over borpunkt og utførte feltundersøkelser

Borpkt.	Nord (N)	Øst (E)	Z [+m.o.h.]	TOT* Løsm. [m]	TOT* Berg [m]	PR* [m]	PZ* [m]
B01	6777294,0	578231,1	182,2	10,0	-	-	-
B02	6777085,8	578447,9	182,5	9,9	-	1,0 – 3,0	-
B03	6777158,5	578372,2	182,6	9,4	3,0	1,0 – 3,0	7,1
B04	6777231,8	578296,2	182,5	10,0	-	1,0 – 3,0	-

*Forklaringer: TOT = Totalsondering i løsmasser og berg, PZ = Piezometermåling PR=Prøvetaking

4.2 Laboratorieundersøkelser

Omfang og lokasjoner / dybder for prøvetaking ble bestemt av ansvarlig geotekniker i COWI basert på en gjennomgang av resultater fra sonderingene.

Labanalyseplan er utarbeidet av ansvarlig geotekniker i COWI og utført iht. NGF melding 11 [3]. Laboratorieundersøkelser ble utført hos Romerike GeoLab AS.

Laboratorieundersøkelsene omfatter:

- 5 stk. rutineundersøkelser, poseprøver
- 5 stk. bestemmelse av kornfordeling

Resultatene er vist i følgende vedlegg:

Vedlegg 1: Laboratorierapport

Vedlegg 5: Prøvekort

4.3 Måling av poretrykk/grunnvann

Det er målt grunnvannstand / poretrykk i borpunkt B03 i perioden 09.03 – 23.03.2026. Etterfølgende Tabell 2 gir en oversikt over relevant informasjon vedr. installerte målere. Opptegning av måleresultatene er vist i **vedlegg 4**.

Tabell 2: Sammenstilling av informasjon vedr. elektrisk piezometer

Pkt.	Kote terreng [m.o.h.]	Måler ID	Dybde Måler [m u. terreng]	Kote måler [m.o.h.]	Poretrykk [kPa]	GV-nivå under terreng [m]*
B03	182,6	39397	7,1	175,5	Se vedlegg 4	

*: Målt poretrykk tilsvarer dette grunnvannsnivået, forutsatt hydrostatisk situasjon

5. Geoteknisk evaluering av prøveresultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder/planlagte undersøkelser

- ☞ Ved totalsondering for B01, B02, B04 ble det benyttet slag og spyling tidligere enn det er angitt iht. NGF melding nr. 9 [2], da robet som riggen stod på begynte å flytte på seg. Det ble da heller ikke boret 3 m inn i berg ved disse borpunktene, jf. feltrapport i vedlegg 2.

5.2 Utførelseskvalitet

Utførte grunnundersøkelser følger relevante NGF meldinger slik som referert til i gjeldene avsnitt.

6. Tap av utstyr

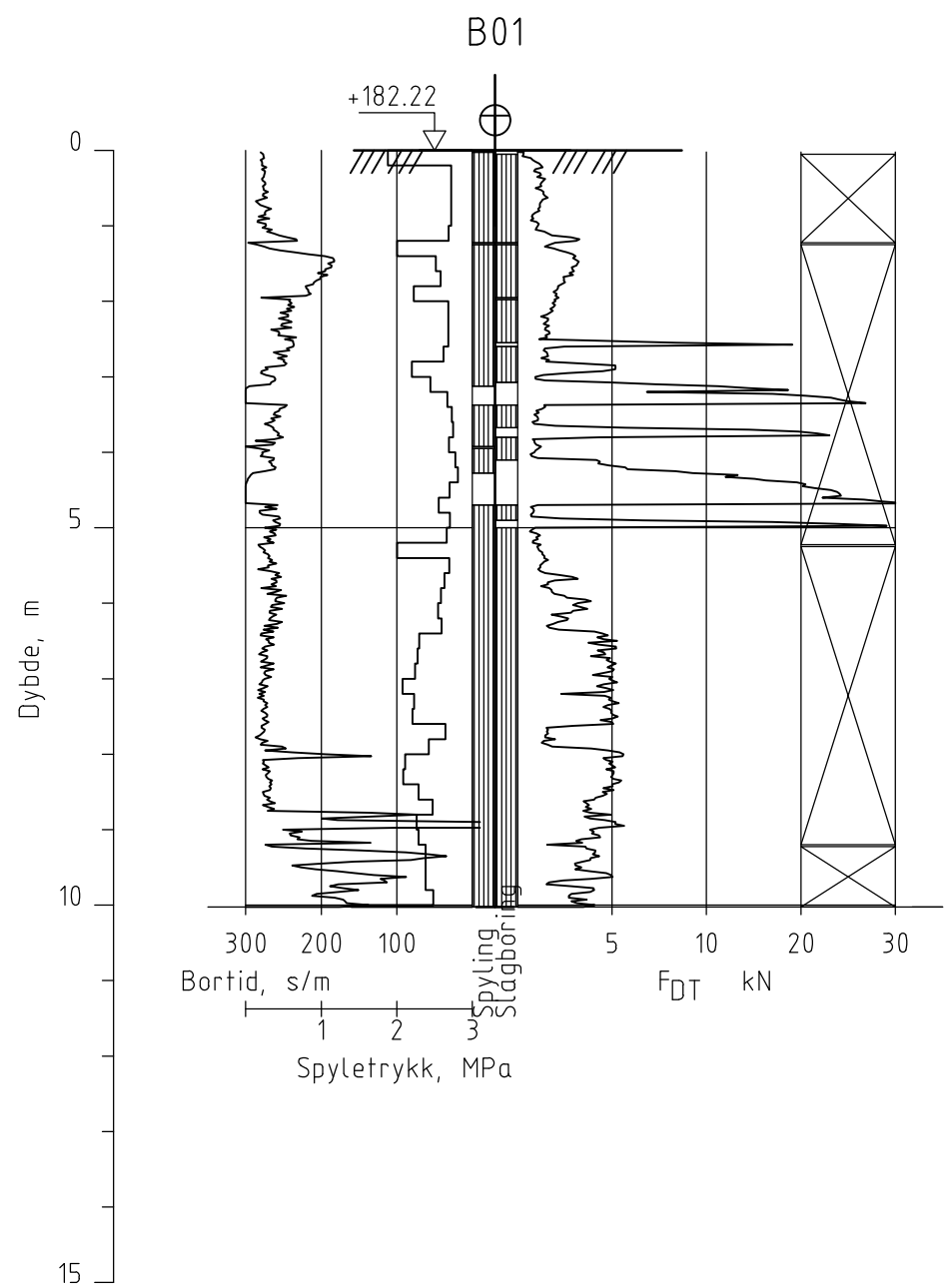
Det er ikke rapportert om tap av utstyr ifm. utførte undersøkelser.

7. Referanser

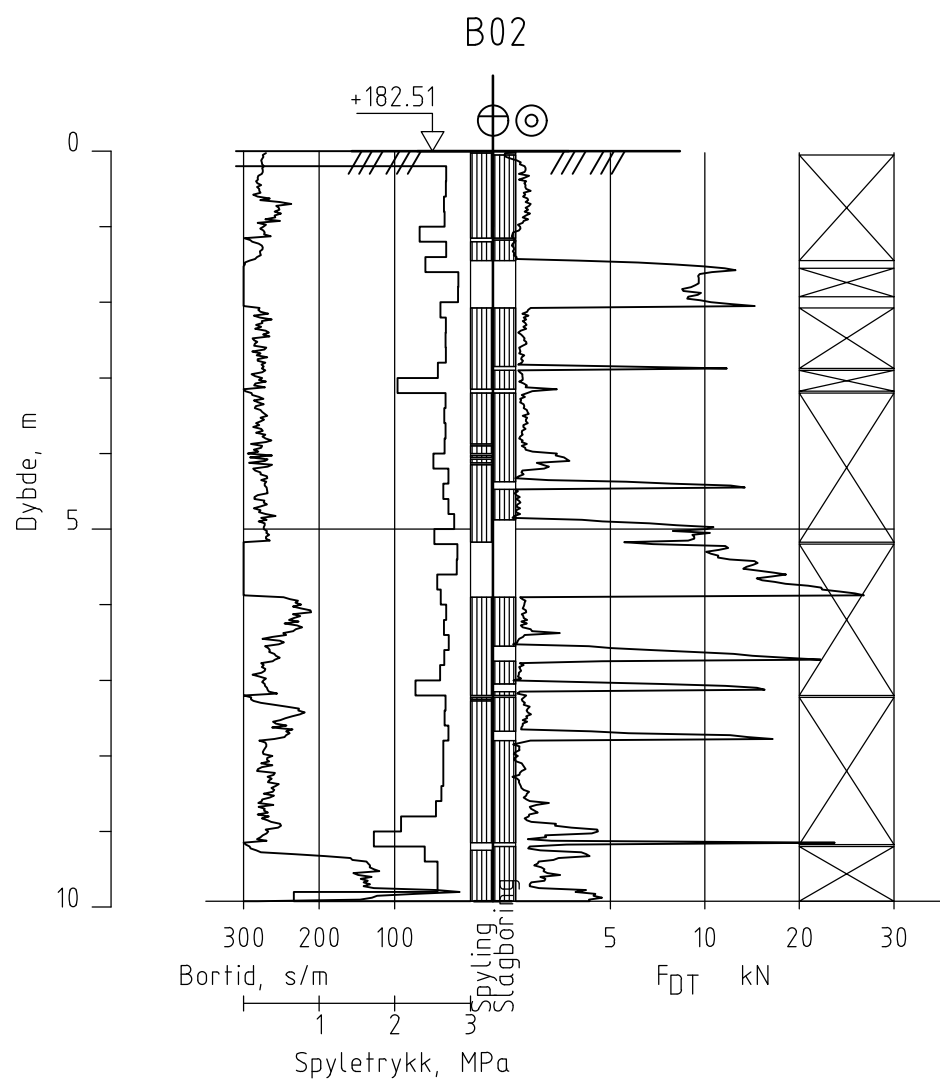
- [1] Norconsult (2023), «Bane NOR. Geotekniske grunnundersøkelser. Bruvedlikehold Trøndelag og Innlandet. Datert: 07.07.2023.».
- [2] NGF (2018), *Norsk Geoteknisk Forening, melding nr. 9 "Veiledning for utførelse av totalsondering", rev. 1, 2018.*
- [3] NGF (2013), *Norsk Geoteknisk Forening, melding nr. 11 "Veiledning for prøvetaking".*
- [4] NGF (2017), *Norsk Geoteknisk Forening, melding nr. 6 "Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk", rev. 2.*



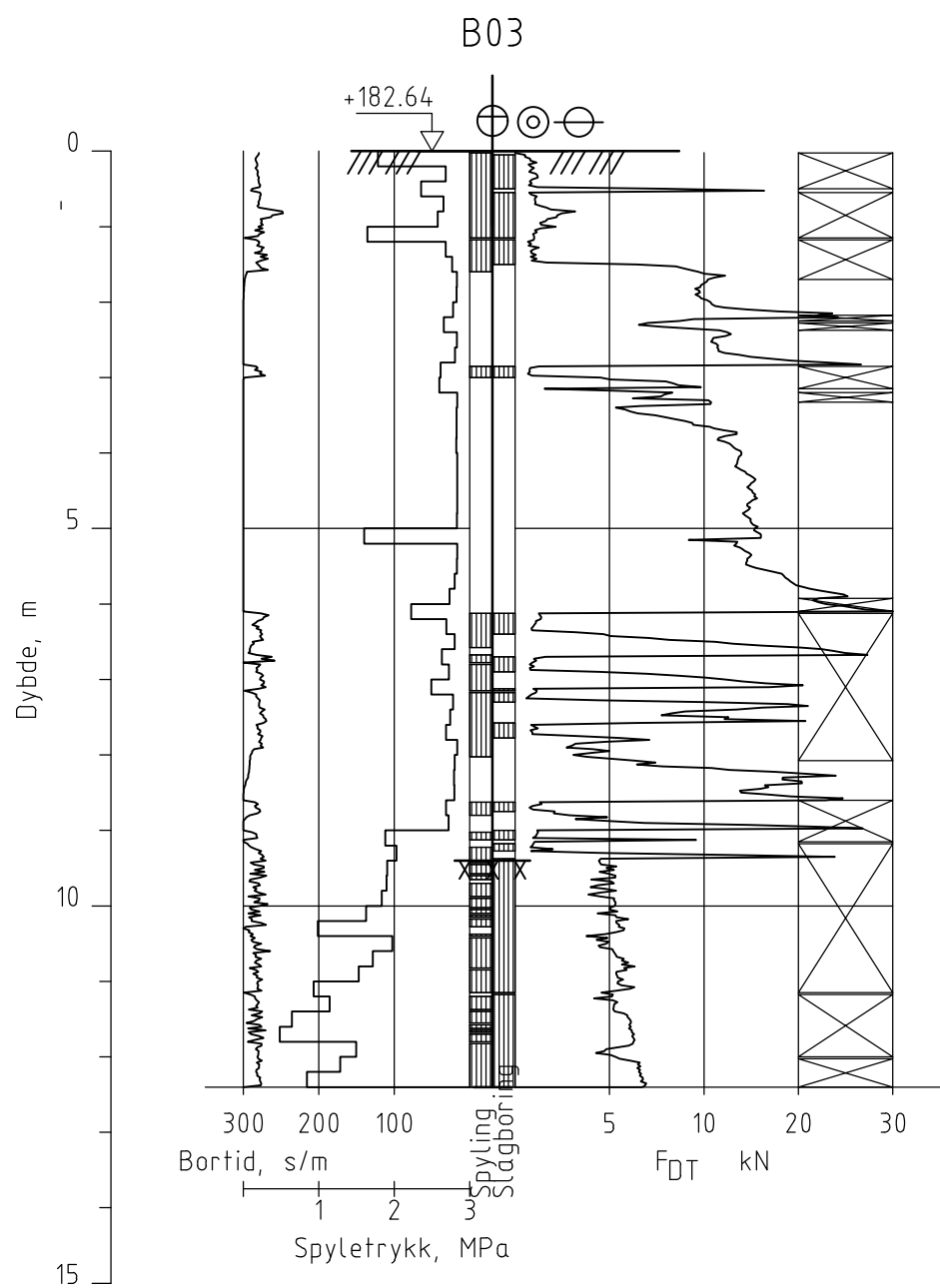
Symbolforklaring: Totalsondering Dreietrykkssondering CPTU sondering Prøvetaking Poretrykksmåling	Tallforklaring sondering: 127.09 121.93 5.16 3.00 Boret i fjell Boret i løsmasse (dybde til fjell) Fjellkote Terrengkote	Tittel Borplan	Dato 24.03.2026
	Prosjekt Veidekke Lillehammer Jernbane	Tegnet IH	Kontrollert ME
Prosjektnr. 50910 / 2299	Format/Målestokk A3 / 1:1000	Tegningsnr. V01-1	Rev. 0



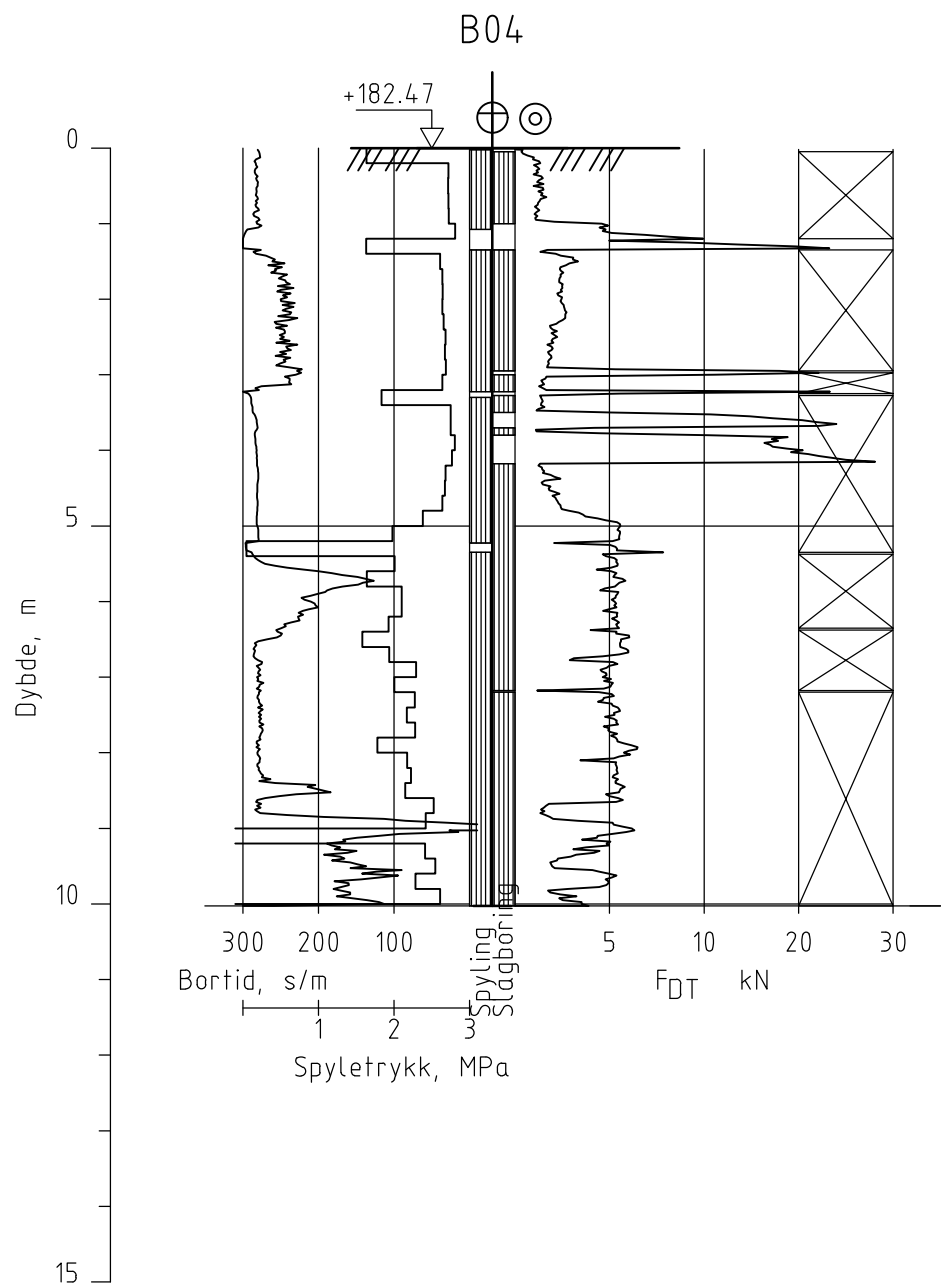
Tittel		Dato	
B01		24.03.2026	
 Romerike Grunnboring	Prosjekt	Tegnet	Kontrollert
	Veidekke Lillehammer Jernbane	IH	ME
	Prosjektnr.	Format/Målestokk	Tegningsnr.
	50910 / 2299	A3 / 1:100	V02-1
			Rev.
			0



Tittel B02		Dato 24.03.2026	
 Romerike Grunnboring	Prosjekt Veidekke Lillehammer Jernbane	Tegnet IH	Kontrollert ME
	Prosjektnr. 50910 / 2299	Format/Målestokk A3 / 1:100	Tegningsnr. V02-2
			Rev. 0



Tittel B03		Dato 24.03.2026	
 Romerike Grunnboring	Prosjekt Veidekke Lillehammer Jernbane	Tegnet IH	Kontrollert ME
	Prosjektnr. 50910 / 2299	Format/Målestokk A3 / 1:100	Tegningsnr. V02-3
			Rev. 0



Tittel B04		Dato 24.03.2026	
 Romerike Grunnboring	Prosjekt Veidekke Lillehammer Jernbane	Tegnet IH	Kontrollert ME
	Prosjektnr. 50910 / 2299	Format/Målestokk A3 / 1:100	Tegningsnr. V02-4
			Rev. 0

Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane

Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 1

Rapport fra laboratorieundersøkelser
v/ Romerike GeoLab AS



TEKNISK RAPPORT

Geotekniske laboratorieundersøkelser

**Dato**

26.03.2026

Oppdragsgiver

Veidekke entreprenør

Prosjekt

Veidekke Lillehammer Jernbane

Prosjektnummer

20219

Revisjon

0

PROSJEKTNR.	20219	
PROSJEKT	Veidekke Lillehammer Jernbane	
OPPDRAKSGIVER	Veidekke entreprenør	
EMNE	Geotekniske laboratorieundersøkelser	
REV.	0	26.03.2026
UTARBEIDET AV	Silje Hogner	Laboratorieingeniør
KONTROLLERT AV	Ivar Hole	Geotekniker / M.Sc.

BESKRIVELSE AV OPPDRAGET

5 stk. poseprøver ble åpnet og analyser i Romerike Geolab sine lokaler på Berger i tidsperioden 16.03. – 26.03.2026.

VEDLEGG

Vedlegg:

A – Borprofil

B – Kornfordeling

C – Bilderapport

1. Omfang av laboratorieundersøkelsen

1.1 Oppsummering

Prøvetype	Antall
54mm sylinder	
72-76mm sylinder	
Pose	5
Miniblokk	

Analyser	Antall
Rutine poseprøve	5
Rutine sylinderprøve	
Plastisitetsindeks	
Kornfordeling	5
Humusinnhold	
Treksialforsøk	
Ødometerforsøk	

1.2 Andre analyser / kommentarer til utførte analyser

Prøve	Kommentar / Eventuelle avvik

1.3 Forklaringer

Rutine poseprøve – Inkluderer bilderapport, visuell beskrivelse/klassifisering* og vanninnhold

Rutine sylinderprøve – Inkluderer densitet, vanninnhold, bilderapport og visuell beskrivelse/klassifisering*, 2stk enaksialt trykkforsøk og 2stk konusforsøk (uomrørt og omrørt konus) dersom mulig og annet ikke er spesifisert. Prøven deles opp i biter på 10cm som navngis alfabetisk med dybden. A er alltid første/øverste bit.

Plastisitetsindeks – Flyte- og utrullingsgrenser utføres ved bestilling

Kornfordeling – Utføres ved bestilling. Det anbefales å utføre kornfordeling dersom det er bestilt spesialforsøk da kornfordelingen kan være med å belyse materialoppførselen.

Korndensitet - Utføres ved bestilling. Korndensiteten benyttes som korreksjonsfaktor i spesialforsøk og kornfordeling ved slemmeanalyse. Det kan derfor være lurt å bestille i sammenheng med disse analysene.

Humusinnhold ved glødetap - Utføres ved bestilling

Treksialforsøk, ødometerforsøk og andre spesialanalyser presenteres som plott av spennings- og tøyningssstier i pdf-format. Treksforsøk presenteres i denne rapporten gjennom NTNU-plott. Øvrige/andre plott kan sendes ved forespørsel

****NB:** Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet*

2. Prosedyrer for gjennomføring

Romerike Geolab utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til relevante ISO-standarder, samt Statens vegvesen sin veiledning: SVV håndbok R210 (2016).

Dokument	Tema
NS-EN ISO 17892-12:2018 NS-EN ISO 17892-12:2018/A1:2021 NS-EN ISO 17892-12:2018/A2:2022 NS8002 (Utgått – korreksjonsfaktorer for beregning av flytegrense er hentet fra denne standarden)	Plastisitetsgrenser, flyte- og utrullingsgrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og identifisering
NS-EN ISO 17892-2:2014	Romdensitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014 NS-EN ISO 17892-1:2014/A1:2022	Vanninnhold
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018, SVV Håndbok R210	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8:2018 NS-EN ISO 17892-9:2018	Treaksialforsøk (CU, CD)
Statens vegvesen håndbok R210	Laboratorieundersøkelser
Statens vegvesen håndbok N200	Bestemmelse av telefarlighetsklasse
Statens vegvesen Treaksregneark v2023_01 Statens vegvesen Ødometer-regneark v2022_01	Plott av ødometer- og treaksforsøk

3. Geotekniske begreper og forklaring

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002 – 0,063	0,063 - 2	2 - 63	63 - 630	>630

En jordart kan inneholde én eller flere av fraksjonene over. Jordartens benevnning gis i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
• Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
• Delvis fibrig torv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
• Amorf torv	Ingen synlig plantestruktur, svampaktig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHold

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff og bestemmes ved tørking av en jordprøve på 110°C i minst 24 timer.

KONSISTENSGRENSER/PLASTISITETSIDEKS

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet oppfører seg plastisk (formbart). *Flytegrensen*, w_f angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. *Plastisitetsgrensen*, w_p (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. *Plastisitetsindeksen*, $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOLD

Humusinnholdet bestemmes ved glødning av jordprøve i varmeovn på 400°C i minst 24 timer. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i % av den totale prøvemassen.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

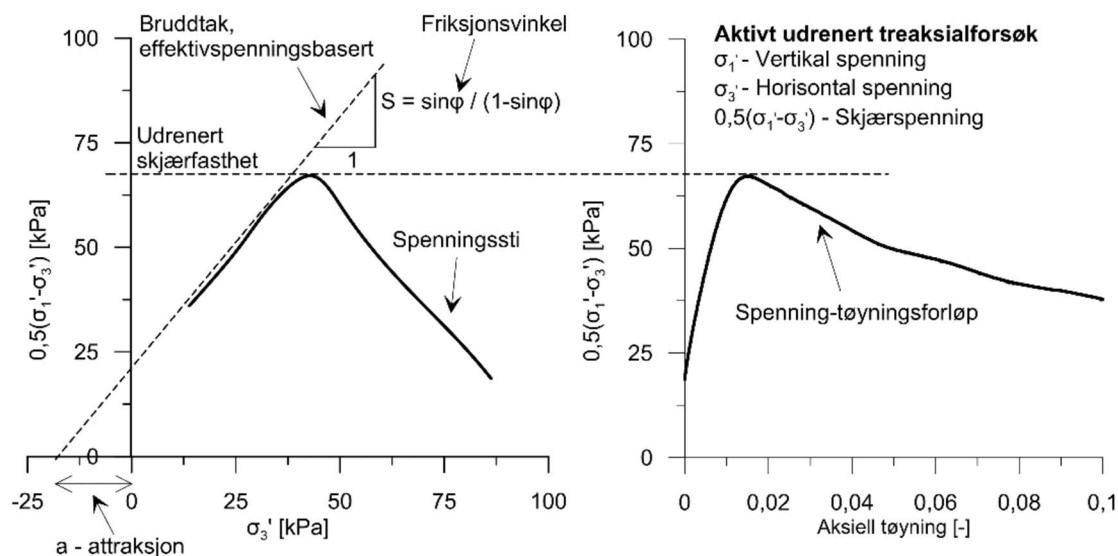
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet
Porotal	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e=n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n=e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \varphi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksialt trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmaling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

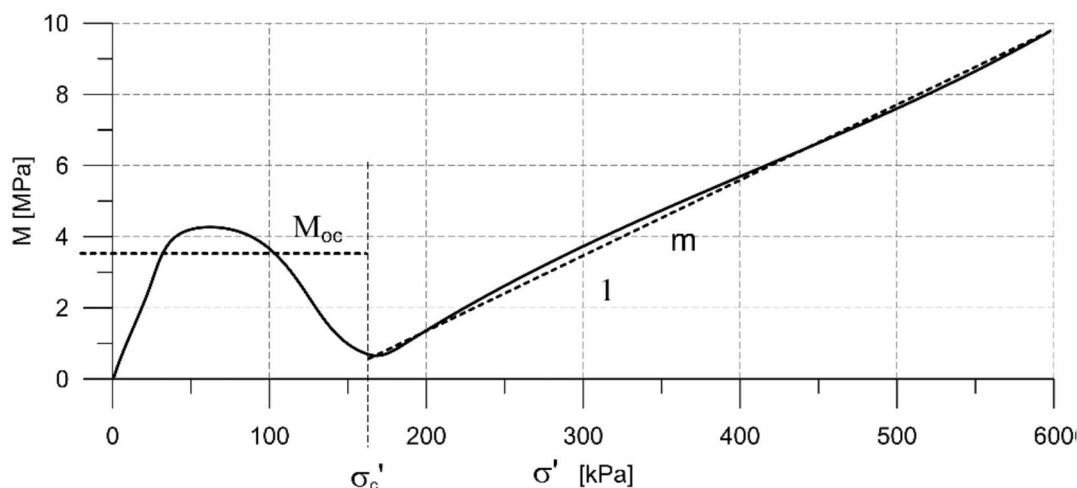


SENSITIVITET

Sensitiviteten, $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .



TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyden for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Handbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt fra ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE

Materiale

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelsene kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester. Betegnes ved von Post skala fra H1-H10 på borprofil

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

Vanninnhold, konsistensgrenser og udrenert skjærstyrke fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. I opptegnet borprofil vises de resultatene for sensitivitet (St.), humusinnhold (GI) og korndensitet (ρ_s) som regnes som mest representative for prøven. Samtlige resultater er gitt i tallverdi i tabellform for hver prøveserie.

Under kornfordeling er prøvens telefarlighetsklasse oppgitt under TG, og prøvens graderingstall som Cu.

Vanninnhold, w [%] ●	Uomrørt konus [kPa] ▼	Enaksielt trykkforsøk, [kPa] ○
Plastisitetsgrenser, w _l /w _p (I _p) [%] └─┐	Omrørt konus [kPa] ▼	

Prosjekt: 20219 Veidekke Lillehammer, Jernbane
Rapport: Geotekniske laboratorieundersøkelser

Vedlegg A

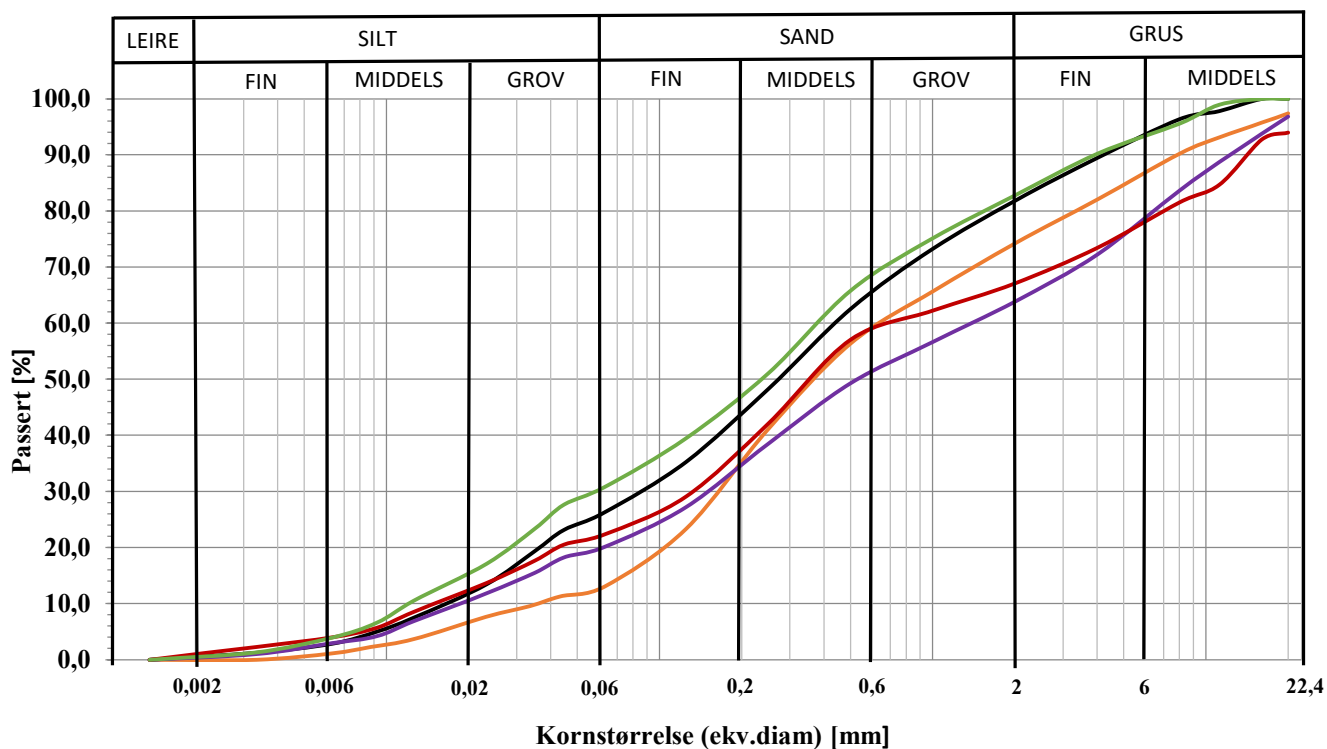
Borprofiler

[illegible]

Prosjekt: 20219 Veidekke Lillehammer, Jernbane
Rapport: Geotekniske laboratorieundersøkelser

Vedlegg B

Kornfordelinger



Prøve	Dybde	Linje	Klassifisering	Cu	TG
B02-1	1 - 2 m		Grusig sand	16,2	T2
B03-1	1 - 2 m		Sandig siltig materiale	23,9	T2
B03-2	2 - 3 m		Sandig siltig materiale	29,8	T3
B04-1	1 - 2 m		Sandig grusig siltig materiale	67,4	T2
B04-2	2 - 3 m		Sandig grusig siltig materiale	45,2	T2

ISO 17892 - 4:2016

Kornfordeling ved våtsikting + slemmeanalyse



Prosjekt:

Veidekke Lillehammer, Jernbane

Utført av:

SH

Godkjent av:

IH

Dato:

26.03.2026

Revisjon nr. / dato revidert

Figur:

3

Prosjekt: 20219 Veidekke Lillehammer, Jernbane
Rapport: Geotekniske laboratorieundersøkelser

Vedlegg C

Bilderapport



Beskrivelse:
Poseprøve.
Kornfordeling: Grusig sand.



Prosjekt:
Veidekke Lillehammer, Jernbane

Borpunkt:
B02

Dybde [m u. terreng]:
1 – 2 m

Dato:
16.03.2026



1 – 2 m.
Kornfordeling: Sandig siltig materiale.

2 – 3 m.
Kornfordeling: Sandig siltig materiale.



Beskrivelse:
Poseprøver.



Prosjekt:
Veidekke Lillehammer, Jernbane

Borpunkt:
B03

Dybde [m u. terreng]:
1 – 3 m

Dato:
16.03.2026



1 – 2 m.
Kornfordeling: Sandig
grusig siltig materiale.

2 – 3 m.
Kornfordeling: Sandig grusig
siltig materiale.



Beskrivelse:
Poseprøver.



Prosjekt:
Veidekke Lillehammer, Jernbane

Borpunkt:
B04

Dybde [m u. terreng]:
1 – 3 m

Dato:
16.03.2026

Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane

Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 2

Rapport fra feltundersøkelser
v/ Romerike Grunnboring AS

Borlogg

Dato	Punkt ID	Metode	Mengde Dybde	Boring i berg	Forboring	Spyle medium	Benyttet eget vann	Stopp Kode	Rigg	Sign	NGF	Kommentarer
03.03.26		ULENDT TERRENG	1,0						6	RS		Påkjøring på robel, matter og kjøreramper
03.03.26	B01	ULENDT TERRENG	1,0						6	RS		Belting ut på siden av spor, vinsj, ramper, matter. Kjørte av beltet pga terreng
03.03.26		VENTETID RIGG	10,5						6	RS		Ventet på sportilgang, ingen av dispene ble lange nok så kom ikke ut slik at vi fikk boret. 22.30-09.00
04.04.26		ULENDT TERRENG	1,0						6	RS		Påkjøring robel ved B01 for å få maskin ut fra sporområdet og av robel
04.04.26		VENTETID RIGG	10,0						6	RS		Ingen av dispene var lange nok til at vi fikk boret noe. Hentet rigg ved brudd. Resten av bruddene var ikke lange nok til å utføre noen borer. Var en togforsinkelse som forplanetet seg videre til de andre togene som skulle passere. Siste brudd gjaldt kun fra B01 og videre nord. Ikke fra B01 og inn til stasjonen, så vi fikk ikke lov til å kjøre ut til punktet
05.03.26		VENTETID RIGG	10,0						6	RS		Ingen av brudd var lange nok til at vi fikk boret noe.
06.03.26		ULENDT TERRENG	1,0						6	RS		Påkjørig robel
06.03.26	B02	TOT	9,9	0,0		V	1	90	6	RS	9	Pukk i topp. Morene til stopp. Fikk ikke pisset 3t pga robel flyttet på seg. Måtte å tidligere over på slag spyling.
07.03.26		VENTETID RIGG	1,0						6	RS		Ventetid imellom brudd
07.03.26	B03	TOT	9,4	3,0		V	1	94	6	RS	9	Pukk i topp. Sand grus med en del stein til berg.
07.03.26	B01	TOT	10,0	0,0		V	1	90	6	RS	9	Pukk i topp. Morene til stopp. Fikk kke pisset 3t pga robel flyttet på seg. Måtte å tidligere over på slag spyling.
07.03.26	B04	TOT	10,0	0,0		v	1	90	6	RS	9	Pukk i topp. Morene til stopp. Fikk kke pisset 3t pga robel flyttet på seg. Måtte å tidligere over på slag spyling.
07.03.26	B04	NAV	3,0						6	RS	11	Kommer ikke dypere
07.03.26		VENTETID RIGG	2,5						6	RS		For korte brudd til videre arbeid
08.03.26		VENTETID RIGG	2,0						6	RS		For korte brudd til arbeid
08.03.26		ULENDT TERRENG	1,0						6	RS		påkjøring robel

Levering av utstyr				Prøver		
Rør (m)	Gate Lokk	Kald Asfalt	Flåte Punkt	Naver		
				0-5	5-10	>10
		0				
		0				
		0				
		0		3	0	0

Borlogg

Dato	Punkt ID	Metode	Mengde Dybde	Boring i berg	Forboring	Spyle medium	Benyttet eget vann	Stopp Kode	Rigg	Sign	NGF	Kommentarer
08.03.26	B03	NAV	3,0						6	RS	11	Kommer ikke dypere. For mye stein i
08.03.26	B03	FORINGSRØR	6,0						6	RS		Pga morene masser
08.03.26	B03	PIEZO EL MINNE	7,1		7,3				6	RS	6	ID: 39397
08.03.26	B02	NAV	2,2						6	RS	11	Kommer ikke ddypere pga morene
												AvvikerNGF pga at vi står på robel.

Levering av utstyr				Prøver		
Rør (m)	Gate Lokk	Kald Asfalt	Flåte Punkt	Naver		
				0-5	5-10	>10
		0		3	0	0
		0				
6	1	0				
		0		2	0	0

Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane

Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 3

Kalibreringsskjema elektrisk piezometer

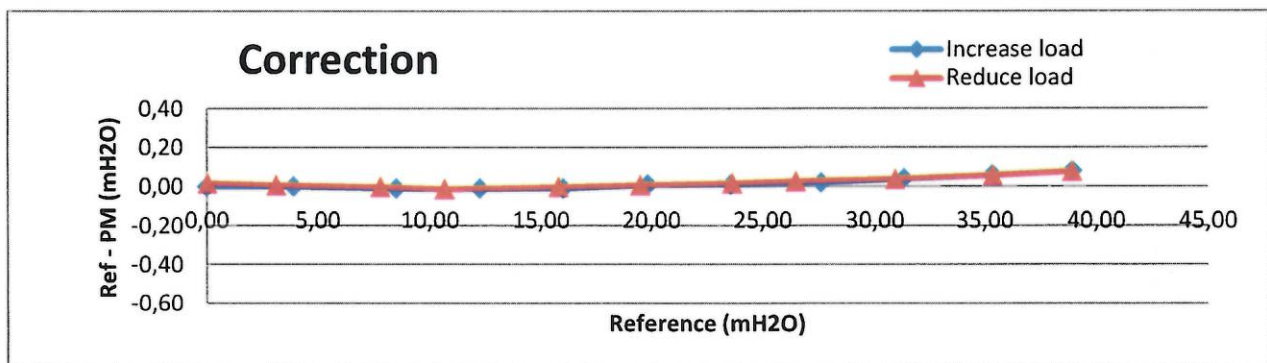
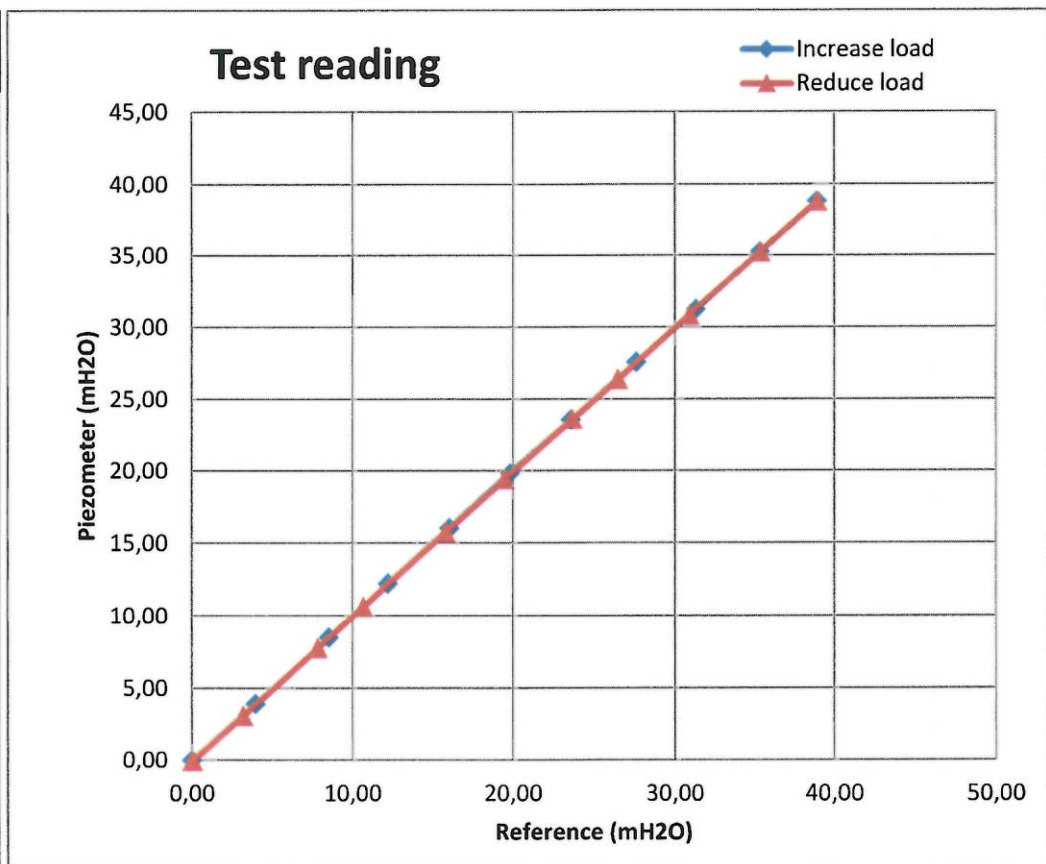
Calibration certificate for piezometer

PM Serial number: 39397(with memory)

Calibration day: 20250609

Reference equipment: GE Druck PACE 1000 S/N: 4393171

Ref mH2O	PM mH2O	Corr mH2O
0,00	0,00	0,00
3,91	3,91	0,00
8,51	8,52	-0,01
12,22	12,23	-0,01
16,02	16,03	-0,01
19,84	19,83	0,01
23,58	23,57	0,01
27,61	27,59	0,02
31,30	31,26	0,04
35,35	35,29	0,06
38,93	38,85	0,08
35,37	35,31	0,06
30,92	30,88	0,04
26,47	26,44	0,03
23,66	23,64	0,02
19,50	19,49	0,01
15,80	15,80	0,00
10,66	10,67	-0,01
7,80	7,80	0,00
3,14	3,13	0,01
0,02	0,00	0,02

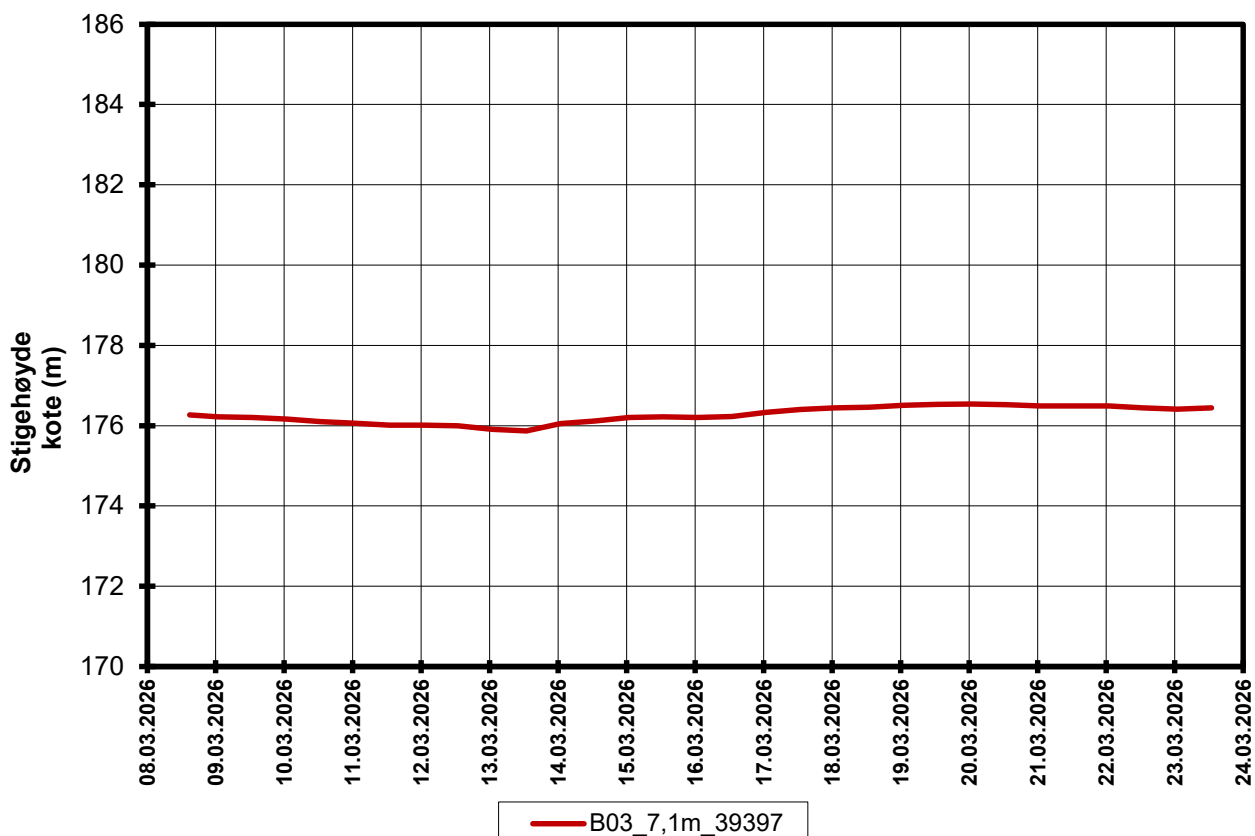
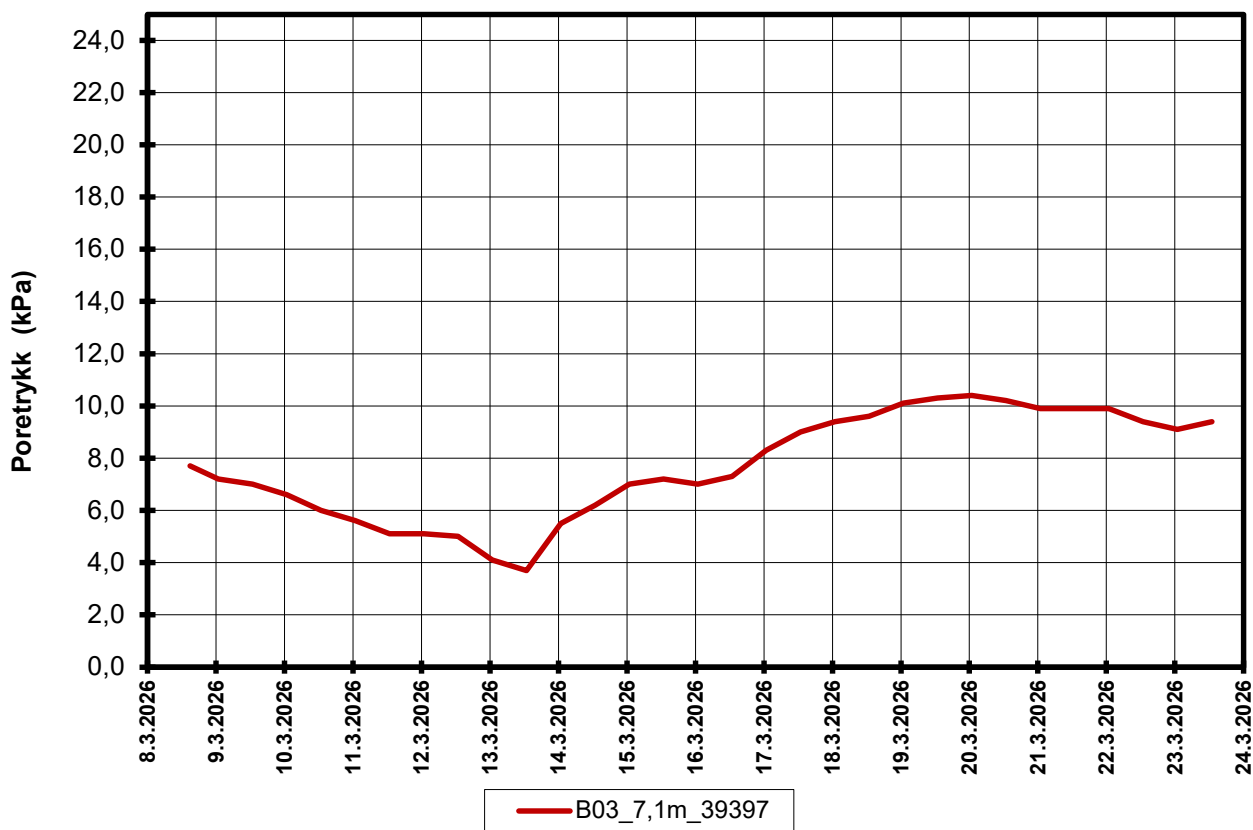


Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane

Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 4

Dokumentasjon av måledata for elektrisk piezometer



Veidekke Lillehammer Jernbane

Prosjekt nr.
50910/2299

Figur nr.
V03-1

Resultater fra elektriske poretrykksmålere (PVT)

Borhull: B03

Terrengkote: 182,60 [m.o.h.]

Dato for installasjon: 08.03.2026

Tegner

IH

Dato

25.03.2026



Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane
Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 5

Prøvekort



Prøvekort

Oppdragsnr / Navn	2299 Veidekke Lillehammer Natt	Grunnvannst
Geotekniker / Firma	José Cepeda / COWI	Terrengkote 182,5 m.o.h.
Hull	B02	
Dato	08.03.2026	Sign RS

Dybde i meter	Prøvedybde	Prøvetype	prøve nr.	Beskrivelse
1				
1	1-2	NAV	B02-1	Sand grus Stein
2				
	2-3	NAV		Kom ikke dypere pga morene masser. Naver setter seg fast
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				



Prøvekort

Oppdragsnr / Navn	2299 Veidekke Lillehammer Natt	Grunnvannst
Geotekniker / Firma	José Cepeda / COWI	Terrengkote 182,6 m.o.h.
Hull	B03	
Dato	08.03.2026	Sign RS

Dybde i meter	Prøvedybde	Prøvetype	prøve nr.	Beskrivelse
1	0-1	NAV		tom Naver
2	1-2	NAV	B03-1	Sand Stein
3	2-3	NAV	B03-2	Sand Stein
4				Kommer ikke dypere. For mye stein i massene som gjør at naver setter seg fast.
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				



Prøvekort

Oppdragsnr / Navn	2299 Veidekke Lillehammer Natt	Grunnvannst
Geotekniker / Firma	José Cepeda / COWI	Terrengkote 182,5 m.oh.
Hull	B04	
Dato	07.03.2026	Sign RS

Dybde i meter	Prøvedybde	Prøvetype	prøve nr.	Beskrivelse
1	0-1	NAV		tom Naver
2	1-2	NAV	B04-1	Grus stein
3	2-3	NAV	B04-2	Grus stein
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane

Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 6

Fotodokumentasjon av naverprøver

B02: 1 – 2 m



B03: 1 – 2 m



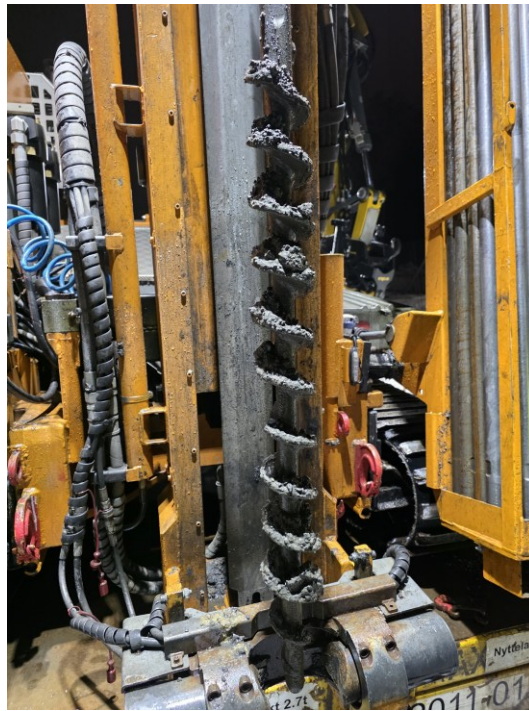
B03: 2 – 3 m



B04: 1 – 2 m



B04: 2 – 3 m



Prosjekt: Veidekke Lillehammer Jernbane

Rapport: 50910-01-R

Vedlegg 7

Tegnforklaringer

(iht. Statens vegvesen blankett nr. 497)

Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	
--------------------------------------	--	--

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellements punkt.
◎	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlbør, prøvetager, diamantkjernebør m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊙	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⬇	2406 Dreietrykks-sondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vinge-boring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⌒	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVÅER OG DYBDER (i meter)


 $\frac{12,8}{-5,7}$

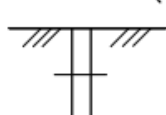
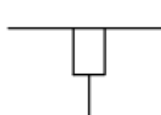
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
 Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

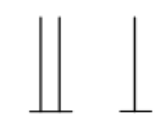
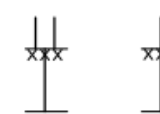
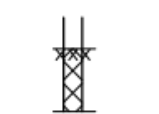
Generelt

 Terreng
  Fjell
  Vannstand

FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)

 Forboret
  Forboret med tyngre utstyr

AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)

 Boring avsluttet
  Ant. stein, blokk eller fast grunn.
  Ant. fjell, berg. Ring=bergindikator
  Boret i ant. fjell
  Boret i fjell og kjerne opptatt

Vedlegg 2: Beregnede reaksjonskrefter ULS og SLS 3-4 fra KL-mast

Mast no.	N [kN] (Breakage)	V [kN] (Breakage)	M [kNm] (Breakage)	N [kN] (Usage 1)	V [kN] (Usage 1)	M [kNm] (Usage 1)	N [kN] (Usage 2)	V [kN] (Usage 2)	M [kNm] (Usage 2)
1389	16.716	16.51	93.037	4.39	8.225	46.629	12.832	8.229	50.605
1390	18.267	17.379	96.608	5.092	8.887	49.656	13.95	8.995	53.526
1391	18.117	17.587	94.354	5.024	8.506	47.753	13.842	8.43	50.658
1392	36.146	19.291	108.439	12.818	9.98	56.383	31.136	10.877	65.032
1393	43.008	14.758	105.162	14.802	7.37	53.733	36.358	7.877	63.408
1395	16.342	9.045	58.463	3.755	3.8	30.483	12.679	3.661	36.846
1396	28.259	14.08	70.835	9.78	7.357	38.096	25.323	8.424	48.143