

Larvik kommune

► Bergeløkka

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

Oppdragsnr.: **52106343** Dokumentnr.: **52106343-RIG-R02** Versjon: **J01** Dato: **2022-01-17**



Oppdragsgiver: Larvik kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Ole Sannes Riiser
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Kristine H. H. Ekseth
Fagansvarlig: Kristine H. H. Ekseth
Andre nøkkelpersoner: Kristian Aunaas, Eli Gillholm, Anna Eikebrokk

Nøkkelinfo	Forklaring	
Emneord	Geotekniske grunnundersøkelser, Datarapport	
Fylke	Vestfold og Telemark	
Kommune	Larvik	
Sted	Bergeløkka	
Koordinatsystem	EUREF Sone 32	
Høydesystem	NN2000	
Prosjektkoordinater	Nord: 6546696	Øst: 558349

J01	2022-01-17	Datarapport	AnnEik	KriEks	KriEks
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Denne rapporten inneholder resultater for grunnundersøkelser utført for Larvik kommune i forbindelse med en geoteknisk vurdering av Bergeløkka.

Det er utført 6 totalsonderinger og 1 trykksondering (CPTU) samt tatt opp prøver i 2 punkt.

Denne rapporten er en ren datarapport og inneholder ikke geotekniske vurderinger.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Aktuelt område	5
1.2	Løsmassekart	6
1.3	Grunnlag	6
2	Felt- og laboratoriearbeid	7
2.1	Generell informasjon om feltarbeidet	7
2.2	Generell informasjon om laboratoriearbeidet	8
3	Resultater grunnundersøkelser	9
3.1	Grunnforhold	9
4	Referanser	10

Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegn.nr.
Borplan – utførte grunnundersøkelser	A1	1:1000	V001
Enkeltsonderinger	A4	1:200	V101-V106, V201

Vedlegg

Innhold	Vedlegg nr.
Resultat laboratorieundersøkelser	A
Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid	B
Forklaring geotekniske plan- og profiltegninger	C
Tegnforklaring – totalsondering	D
Tegnforklaring – trykksondering (CPTu)	E
Kalibreringssertifikat CPT	F

1 Innledning

Larvik kommune arbeider med reguleringsplan for Bergeløkka. I den forbindelse er Norconsult engasjert for oppfølging og rapportering av grunnundersøkelser. Feltarbeidet er gjennomført av Norconsult Boretteknikk (NORBOR), mens laboratoriearbeidet er utført ved Norconsults geotekniske lab i Molde.

Denne rapporten er en ren datarapport som presenterer resultatene av de utførte grunnundersøkelsene og fra laboratorieforsøkene.

1.1 Aktuelt område

Grunnundersøkelsene er utført på Bergeløkka, nordvest for Larvik sentrum. Plasseringen er vist i Figur 1. Planområdet er relativt flatt og ligger mellom ca. kote +43,1 og +44,9 noe som er under marin grense i området.

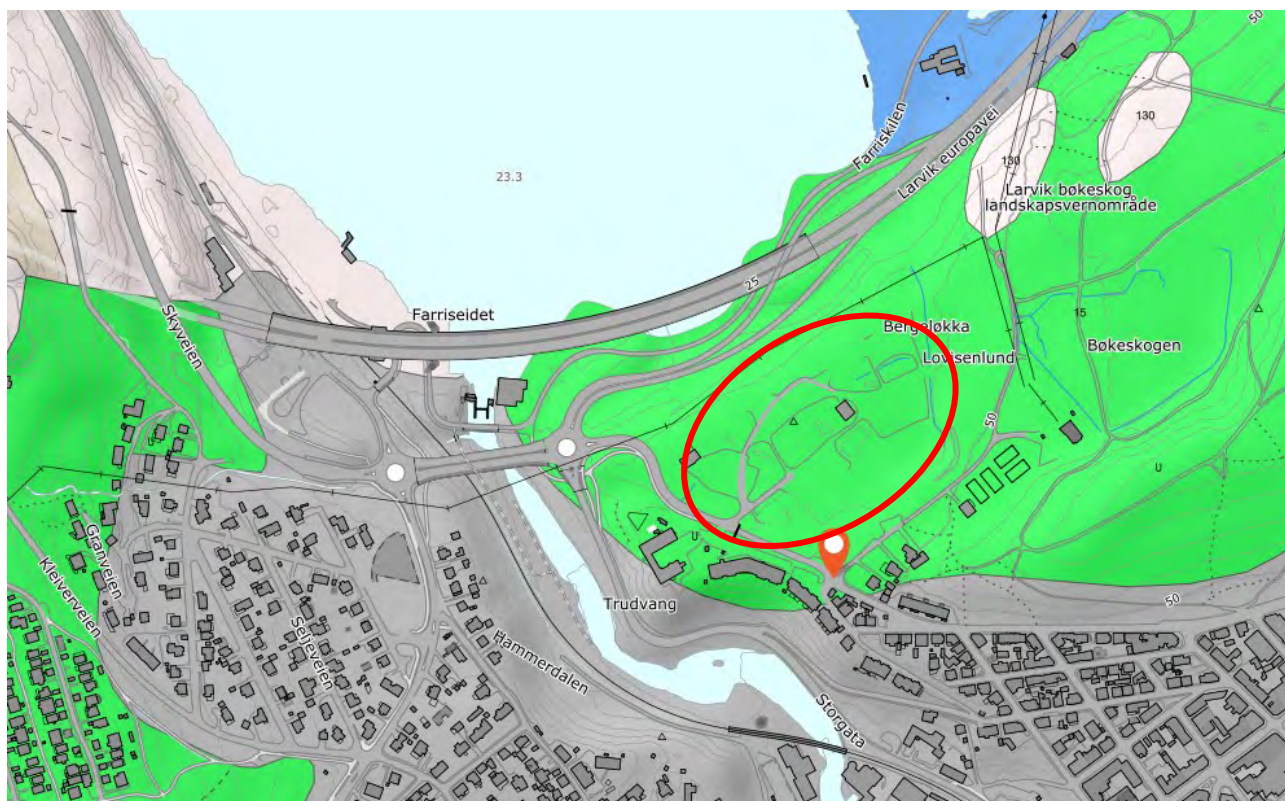


Figur 1: Plassering av utførte grunnundersøkelser er vist med rød sirkel. Kart fra <http://www.norgeskart.no>.

1.2 Løsmassekart

Løsmassekart fra NGU viser at de øvre løsmassene i området domineres av morenemateriale som generelt er usortert med alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilet består av. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser.



Figur 2: Løsmassekart hentet fra geo.ngu.no.

1.3 Grunnlag

Det har vært tilgjengelig et stort grunnlagsmateriale innenfor/nær planområdet. Norconsult har gjort en vurdering av tilgjengelig grunnlag, oppsummert i rapport 52106343-RIG-R01 [1].

2 Felt- og laboratoriearbeid

Feltarbeidet ble utført uke 40, 2021 av Norconsult Boretteknikk NORBOR. Boreleder var Heléne Gunnarsson.

Det er utført 6 totalsonderinger, 1 trykksondering (CPTU), samt tatt opp prøver i 2 punkt. Plassering av borpunktene vises på borplan, tegning nr. V001.

Sonderingsprofilene fra totalsonderingene er presentert på tegning nr. V101- V106, mens resultatet fra trykksonderingen er presentert på tegning nr. V201. Resultatene fra laboratoriearbeidet er gitt i vedlegg A.

For beskrivelse av boremetoder og symboler henvises det til vedlegg B-E.

Posisjonene til hvert borpunkt og tilhørende terrenghøyder er målt inn med CPOS-korrigert GPS. Nedenstående tabell oppsummerer utført feltarbeid mht. posisjon, undersøkelsesmetode og boredybder ved totalsondering. Borplan over utførte grunnundersøkelser V001 gir samme oversikt.

Tabell 1 Borpunktliste

Borpunkt	EUREF Sone 32, NN2000			Metode	Boredybde (TOT)	
	X (Nord)	Y (Øst)	Z (Høyde)		Løsm. [m]	Berg [m]
NO1	6546694,0	558223,9	43,1	TOT	40,3	-
NO2	6546644,8	558289,8	44,9	TOT	30,0	-
NO3	6546756,3	558299,5	43,5	TOT	30,4	-
NO4	6546695,6	558349,4	44,4	TOT, CPTU, PRV	30,0	-
NO5	6546823,0	558392,5	43,9	TOT, PRV	30,1	-
NO6	6546743,3	558417,3	44,3	TOT	30,0	-

TOT: Totalsondering, CPTU: Trykksondering, PRV: Prøveserie

2.1 Generell informasjon om feltarbeidet

Tabell 2 Generell informasjon feltarbeid

Feltarbeid	
Dato for utførelse	Uke 40, 2021
Boreleder	Heléne Gunnarsson
Type borerigg	Geomachine 8
Relevante standarder	Ref. [2], [3], [4], [5], og [6]
Resultater	Tegninger V001, V101-V106 og V201

2.2 Generell informasjon om laboratoriearbeidet

Tabell 3 Generell informasjon laboratoriearbeid

Laboratoriearbeid	
Dato for utførelse	Uke 43 2021
Laborant	Hilde Risung
Relevante standarder	Ref. [7]
Resultater	Vedlegg A

3 Resultater grunnundersøkelser

Resultater fra feltundersøkelser er vist på tegning V001, V101-106 og V201. Resultater fra laboratorieundersøkelser er vist i vedlegg A.

Vedlegg B gir en generell beskrivelse av felt og laboratoriearbeider. Vedlegg C gir forklaring til geotekniske plan- og profiltegninger. Vedlegg D og E gir forklaring til opptegning av total- og trykksonderinger.

NB! Det må presiseres at informasjonen fra felt- og laboratoriearbeidet strengt tatt bare er gyldig i de undersøkte posisjonene. Avvik i grunnforholdene i områdene rundt og mellom de undersøkte posisjonene kan ikke utelukkes. Resultater må derfor ikke anvendes ukritisk.

3.1 Grunnforhold

Det er ved totalsonderingene, vist i tegning V101-106, boret mellom 30,0 – 40,3 meter i løsmasser uten å påvise berg i noen punkter. Sonderingene viser raskt skiftende motstand, noe som kan indikere at løsmassene i området domineres av friksjonsmasser som sand og grus. Hovedsakelig avsluttes sonderingene i faste friksjonsmasser, antatt morene. Dette laget ser imidlertid ut å ikke være dominerende i NO3, hvor sonderingen er avsluttet i et lag hvor slagboring og spyling ikke er brukt kontinuerlig.

Trykksondering i borpunkt NO4, gitt i tegning V201, er utført for dybde ca. 3,0 – 11,0 meter. Resultater fra denne undersøkelsen viser skiftende spissmotstand og sidefriksjon samt poretrykk som ikke tenderer å øke med dybden.

Resultater fra laboratoriearbeidet er gitt i vedlegg A. Det er analysert prøveserier fra borpunkt NO4 og NO5. Materiale fra begge posisjonene klassifiseres som en blanding av leire, sand og silt med grus/stein i enkelte dybder.

4 Referanser

- [1] Norconsult, «Vurdering av tilgjengelig grunnlag og innledende områdestabilitetsvurdering,» 2021-08-25.
- [2] Statens vegvesen, Håndbok R211 Feltundersøkelser, Statens vegvesen, 1997.
- [3] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 9 - Veiledning for utførelse av totalsondering, Norsk geoteknisk forening, 1994.
- [4] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksøndering, Norsk geoteknisk forening, 1982.
- [5] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 6 - Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk, Norsk geoteknisk forening, 1989.
- [6] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 11 - Veiledning for utførelse av prøvetaking, Norsk geoteknisk forening, 2013.
- [7] Statens vegvesen, Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser, Statens vegvesen, 2016.



FORKLARINGER

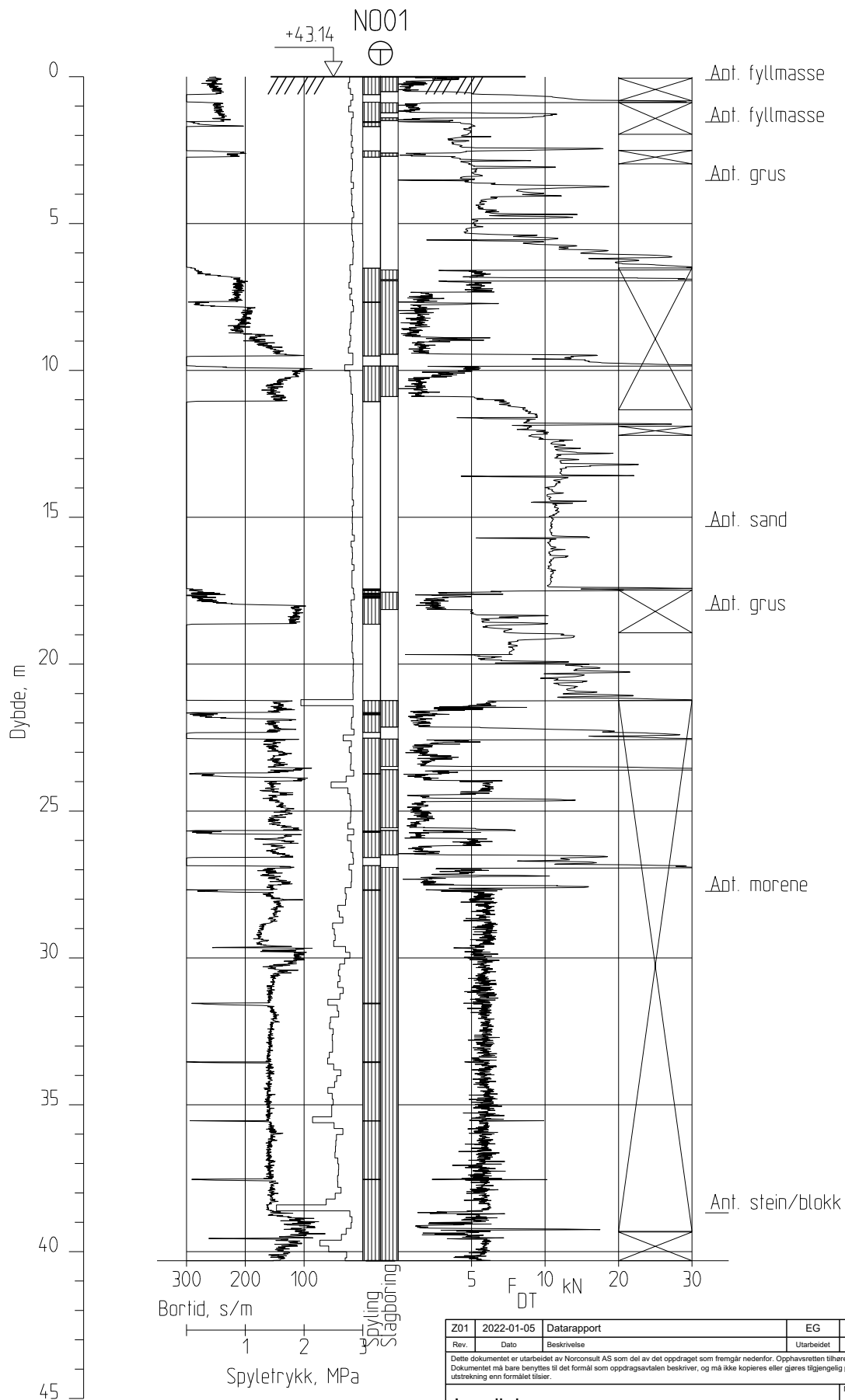
- Prøveserie
- Totalsondering
- Trykksondering (CPTU)
- Terrengkote
Bergkote

Tegningsnummer	Revisjon
V001	Z01



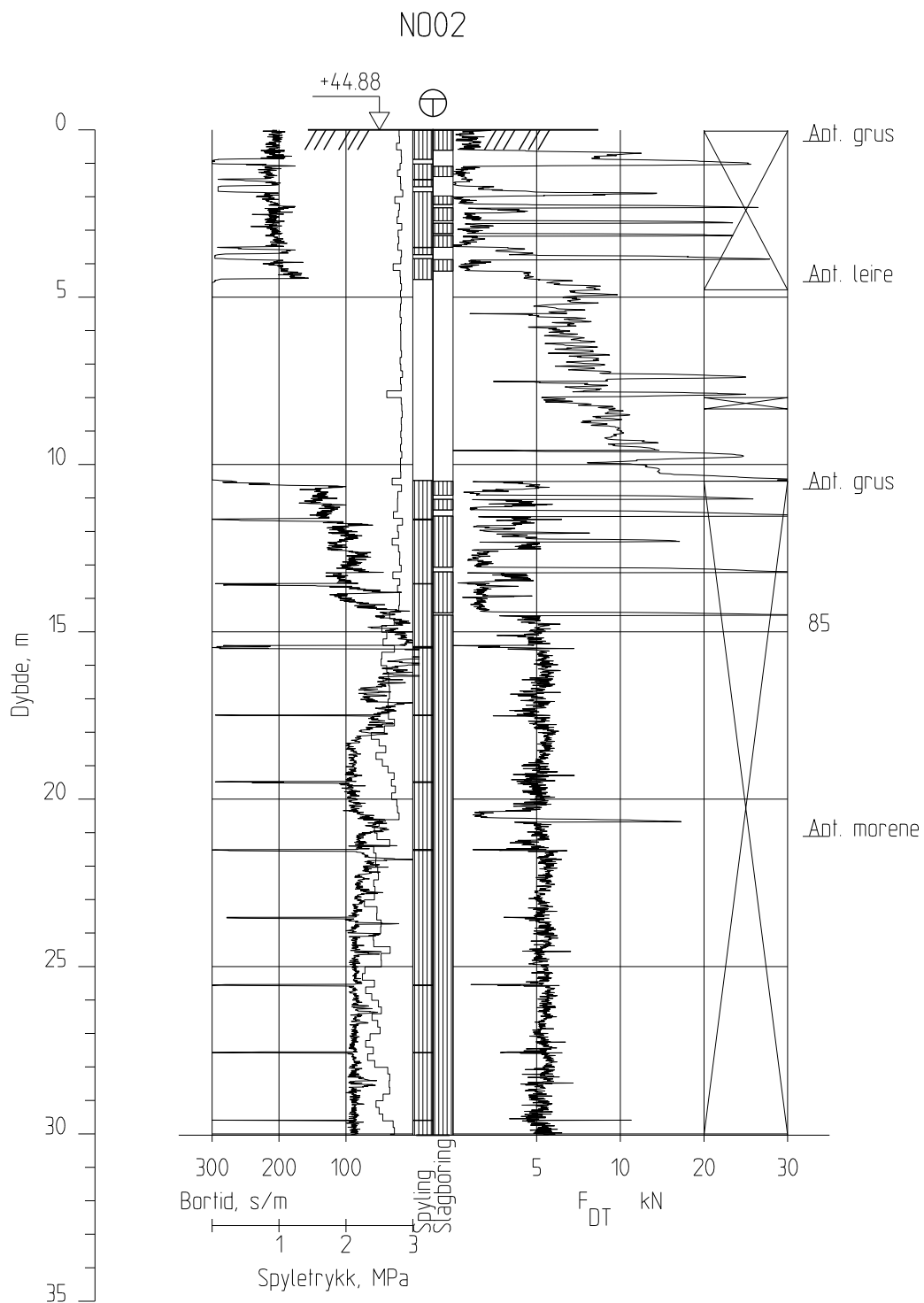
Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Larvik kommune					Målestokk (gjelder A1)
Bergeløkka					1:1000
Borplan					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52106343	V001	Z01	

"X:\nor\oppdrag\Sandvik\52106343\BIM\Geoteknik\Kart\11\101-V106_V201.dwg - EG - Plottet: 2022-01-04, 09:55:55 - LAYOUT = V101 - XREF = A_V_sonderinger_52106343"



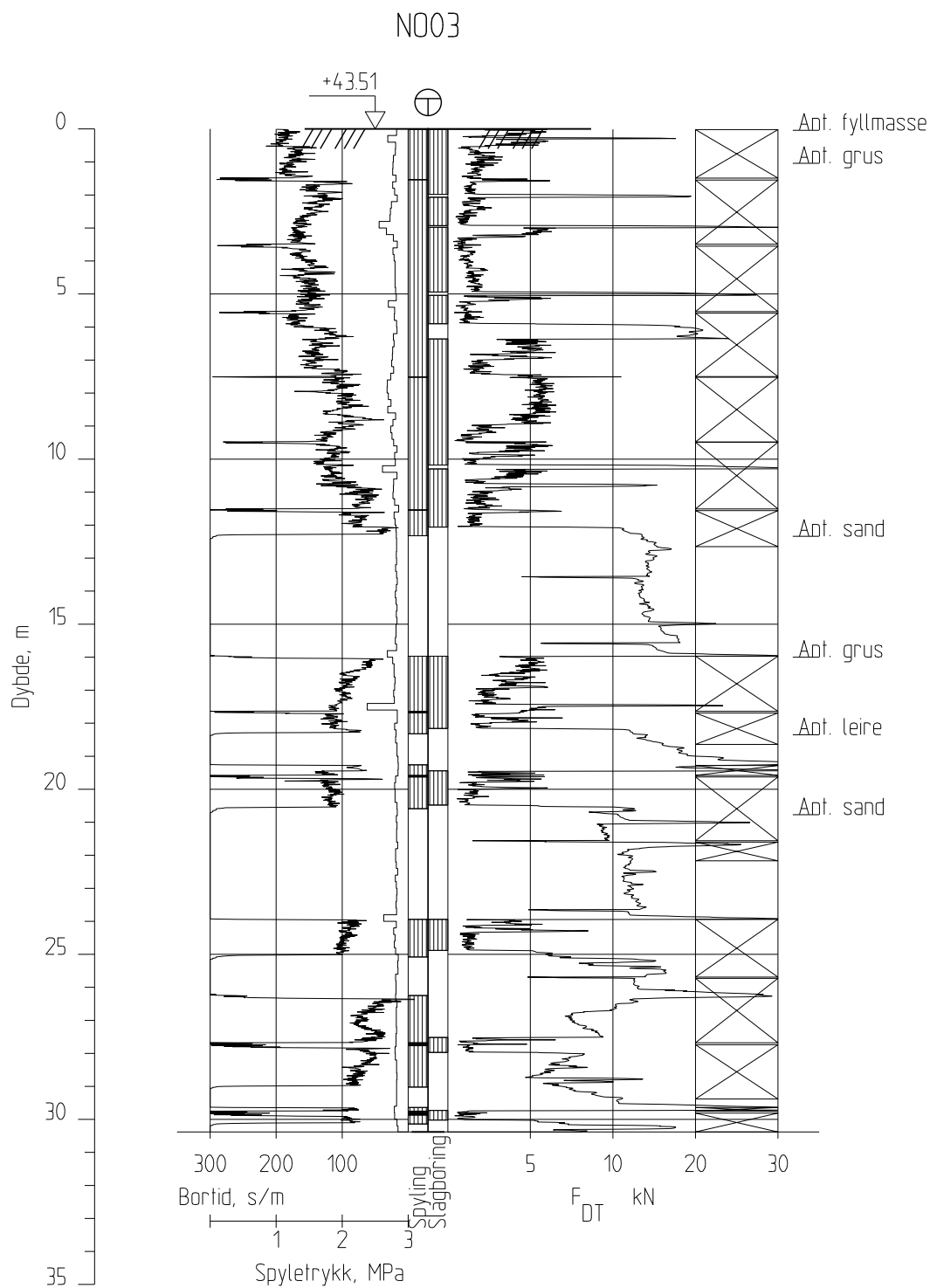
Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A4)
Larvik kommune					1:200
Bergeløkka					
Totalsondering borhull NO01					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52106343	V101	Z01	

"X:\nor\opdrag\Sandvik\52106343\BIM\Geoteknik\Arkfil\101-V106_V201.dwg - EG - Plottet: 2022-01-04, 09:55:56 - LAYOUT = V102 - XREF = A_V_sonderinger_52106343"



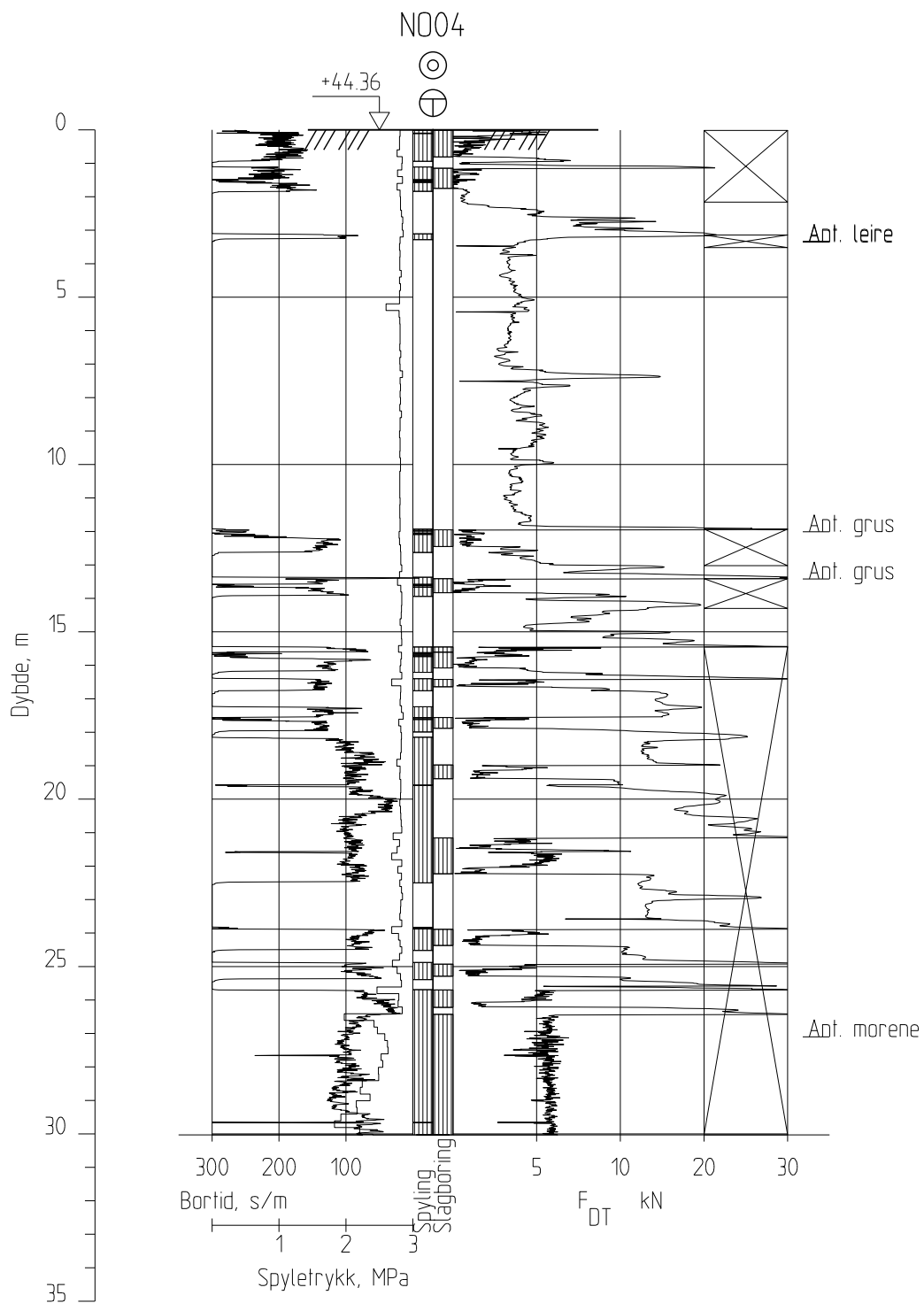
Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			Målestokk (gjelder A4)		
Larvik kommune				1:200	
Bergeløkka					
Totalsondering borhull NO02					
Norconsult 		Oppdragsnummer	Tegningsnummer		Revisjon
		52106343	V102		Z01

"X:\nor\opdrag\Sandvik\52106343\BIM\Geoteknik\Arfil\101-V106_V201.dwg - EG - Plottet: 2022-01-04, 09:55:58 - LAYOUT = V103 - XREF = A_V_sonderinger_52106343"



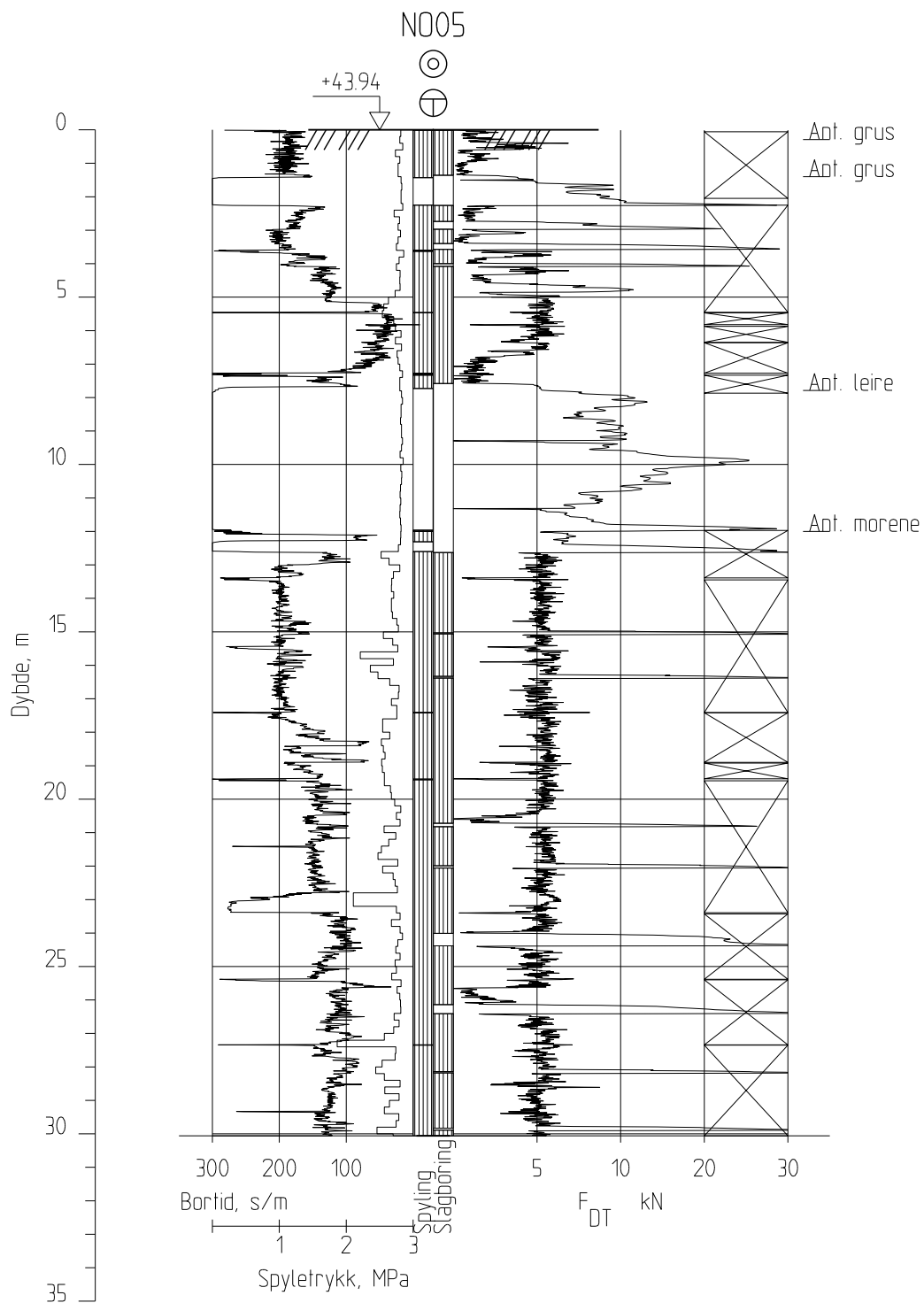
Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Larvik kommune				Målestokk (gjelder A4) 1:200	
Bergeløkka					
Totalsondering borhull NO03					
Norconsult		Oppdragsnummer 52106343	Tegningsnummer V103		Revisjon Z01

"X:\nor\opdrag\Sandvik\52106343\BIM\Geoteknik\Arkiv\101-V106_V201.dwg - EG - Plottet: 2022-01-04, 09:55:59 - LAYOUT = V104 - XREF = A_V_sonderinger_52106343"



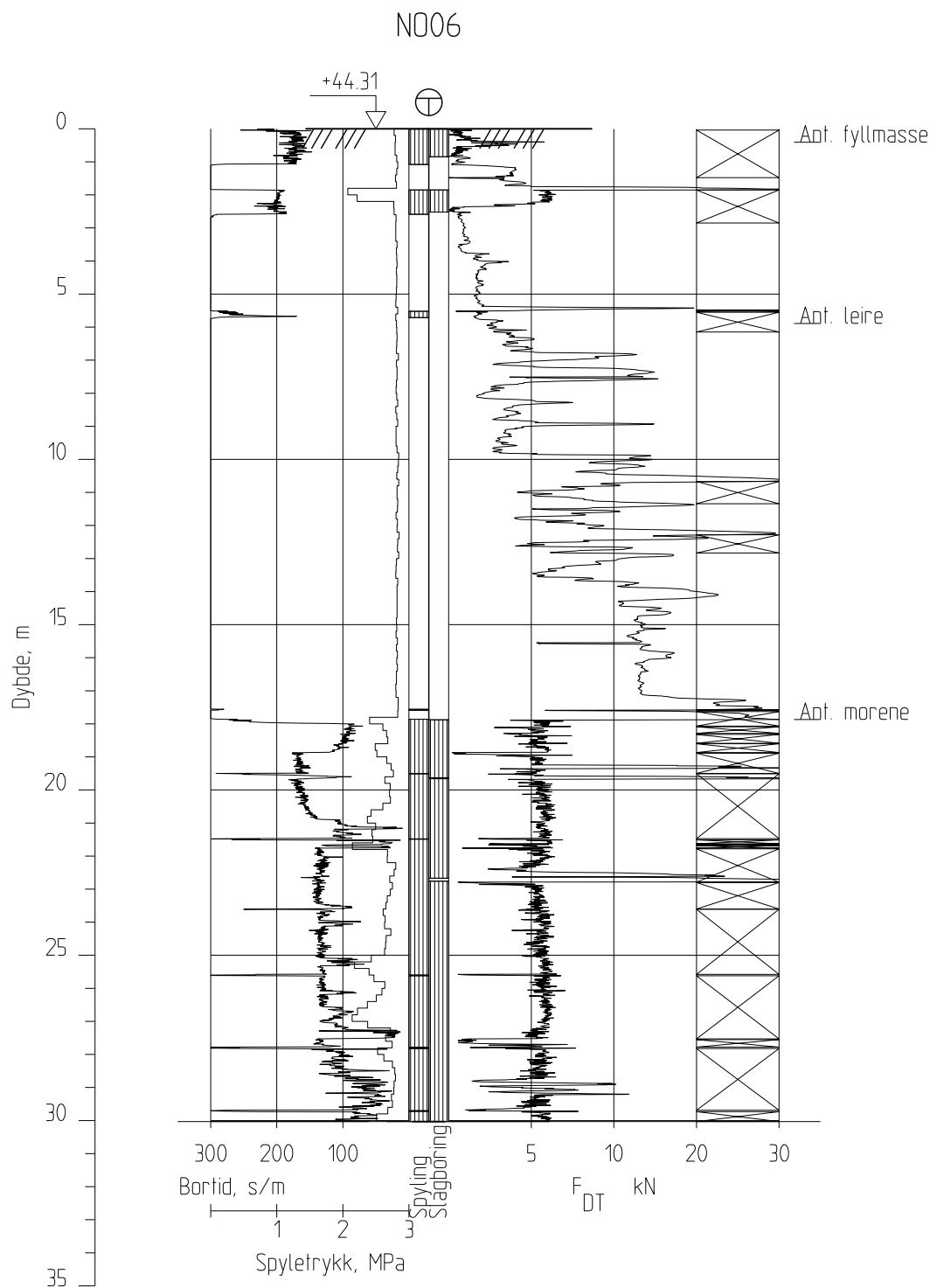
Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Larvik kommune				Målestokk (gjelder A4) 1:200	
Bergeløkka					
Totalsondering borhull NO04					
Norconsult		Oppdragsnummer 52106343	Tegningsnummer V104		Revisjon Z01

"X:\nor\opdrag\Sandvika\52106343\BIM\Geoteknik\Kartfil\101-V106_V201.dwg - EG - Plottet: 2022-01-04, 09:56:01 - LAYOUT = V105 - XREF = A_V_sonderinger_52106343"



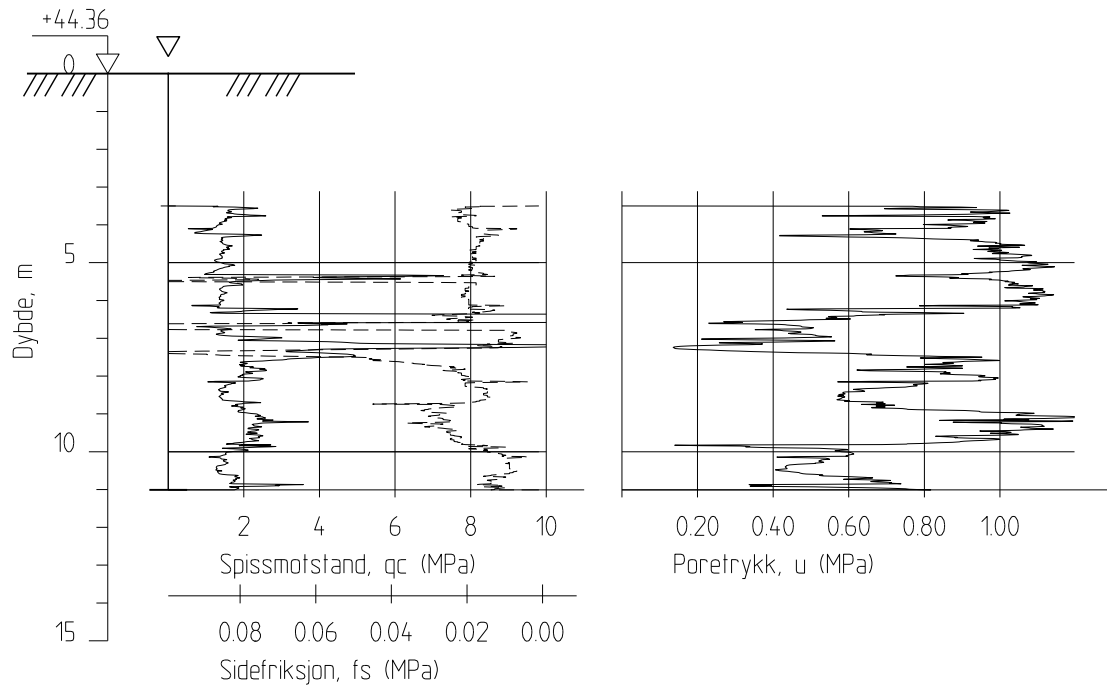
Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Larvik kommune				Målestokk (gjelder A4) 1:200	
Bergeløkka					
Totalsondering borhull NO05					
Norconsult 		Oppdragsnummer 52106343	Tegningsnummer V105		Revisjon Z01

"X:\nor\opdrag\Sandvik\52106343\BIM\Geoteknik\Arkfil\101-V106_V201.dwg - EG - Plottet: 2022-01-04, 09:56:02 - LAYOUT = V106 - XREF = A_V_sonderinger_52106343"



Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Larvik kommune				Målestokk (gjelder A4)	
				1:200	
Bergeløkka					
Totalsondering borhull NO06					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer		Revisjon
		52106343	V106		Z01

N004CPT



Z01	2022-01-05	Datarapport	EG	AnnEik	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Larvik kommune				Målestokk (gjelder A4) 1:200	
Bergeløkka					
Trykksondering borhull NO04					
Norconsult 		Oppdragsnummer 52106343	Tegningsnummer V201		Revisjon Z01

Larvik kommune

► Bergeløkka, Larvik

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: **52106343** Dokumentnr.: **RIG-LAB01** Versjon: **J01** Dato: **2021-10-27**



Illustrasjonsfoto

Oppdragsnavn Bergeløkka, Larvik
Oppdragsgiver: Larvik kommune
Rådgiver: Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Fagansvarlig lab: Hilde Risung
Ansvarlig geotekniker Kristine Ekseth
Andre nøkkelpersoner: Vibeke Silseth Aspen

Prøver mottatt: 15.10.21
Poseprøver: 8 stk.
54 mm-prøver: 2 stk.
Dato oppstart for prøvingen: 26.10.21

J01	2021-10-27	Til bruk	VibAsp	HiRis	VibAsp
Version	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Innhold

1	Forsøksresultater	4
2	Enaksiale trykkforsøk	5
3	Bilder	6
	3.1 Utskyvd prøvemateriale	6
	3.2 Enaksiale trykkforsøk	6
4	Referanser	7
5	Rapportering	8

1 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	C _{uuc} [kPa]	ε _a [%]	γ [kN/m ³]
NC04	P	2,0-3,0	Sandig siltig leire med grus og røtter						
NC04	P	3,0-4,0	Siltig sandig grusig leire						
NC04	54	4,0-5,0	Siltig sandig grusig leire						21,7
		4,1-4,2							
		4,2-4,3		14,4	66,0	5,3			
		4,3-4,4		15,1			36,6	6,8	21,2
		4,4-4,5		23,0	66,0	4,1			
		4,5-4,6	Leirig sand						
		4,6-4,7	Leirig sand	14,6					
NC04	54	5,0-6,0	Siltig sandig leire med gruskorn og stein						21,9
		5,1-5,2							
		5,2-5,3							
		5,3-5,4		13,8			71,7	11,9	22,2
		5,4-5,5		13,3	93,2	18,6			
		5,5-5,6							
		5,6-5,7		14,9	111,7	17,5			
NC04	P	6,0-7,0	Siltig sandig grusig leire med stein						
NC04	P	9,0-10,0	Siltig sandig leire med gruskorn						
NC04	P	10,0-11,0	Siltig sandig grusig leire						
NC05	P	8,0-9,0	Grusig sandig leirig silt						
NC05	P	9,0-10,0	Siltig sandig grusig leire						
NC05	P	10,0-11,0	Grusig sandig siltig leire						

Jordartsklassifisering er visuelt klassifisert.

Symboler:

54	Uforstyrret 54 mm sylindertest	C _{urfc}	Omrørt skjærfasthet (konus)
P	Poseprøve (representativ)	C _{uuc}	Intakt skjærfasthet (enaks)
W	Naturlig in-situ vanninnhold	ε _a	Aksial bruddtøyning (enaks)
C _{ufc}	Intakt skjærfasthet (konus)	γ	Tyngdetetthet

2 Enaksiale trykkforsøk



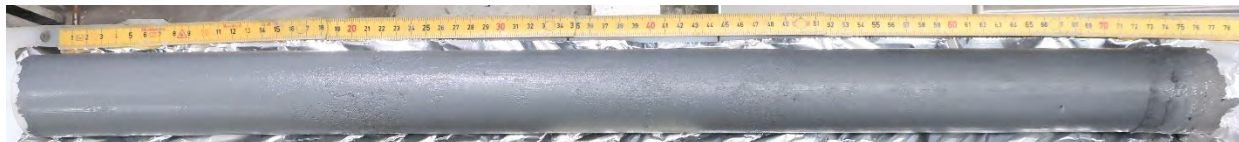
Figur 1 Enaksialt trykkforsøk i posisjon NC04

3 Bilder

3.1 Utskyvd prøvemateriale

Posisjon NC04

Dybde 4,0-5,0 m



Dybde 5,0-6,0 m



3.2 Enaksiale trykkforsøk

Posisjon NC04

Dybde 4,3-4,4 m	Dybde 5,3-5,4 m
	

4 Referanser

- Ref. 1 SVV (2016): *Håndbok R210 – Laboratorieundersøkelser. Statens vegvesen*
- Ref. 2 NGF (2011): *Melding nr. 2 – Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, identifisering og klassifisering av jord. Norsk geoteknisk forening, datert 2011.*
- Ref. 3 CEN ISO/TS 17892-1:2014 *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 1: Bestemmelse av vanninnhold.*
- Ref. 4 CEN ISO/TS 17892-2:2014 *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 2: Bestemmelse av romdensitet.*
- Ref. 5 CEN ISO/TS 17892-6:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 6: Fall cone test.*
- Ref. 6 CEN ISO/TS 17892-7:2004 *Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 7: Unconfined compression test on fine-grained soils.*

5 Rapportering

❖ Vanninnhold

Vanninnhold regnes som forhold mellom masse vann og masse tørrstoff i prøven. Vanninnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver.

$$w = \frac{\text{masse fuktig} - \text{masse tørr}}{\text{masse tørr prøve}}$$

Vanninnhold bestemmes ved veiing før og etter tørking av materialet til konstant vekt.

Vanninnholdene i

Tabell 1 og kornfordelingskurvene, som er fra samme prøvedybde, kan variere. Ved avvik benyttes vanninnholdet fra Tabell 1.

❖ Kornfordeling, klassifisering, telefarlighet og gradering

Kornfordeling defineres som masseandel av standardiserte kornstørrelsesgrupper i prøven.

Kornfordeling av prøvemateriale bestemmes ved bruk av sikter og vekter, samt hydrometer hvis materialet har høyt innhold av finstoff. Materialet kan enten vaskes og tørkes i forkant av siktingen, eller siktes fuktig. Våtsikting evt. kombinert med slemmeanalyse brukes når materialets telefarlighet skal bestemmes (*kombianalyse*).

Resultatene presenteres som kornfordelingskurver der akkumulert %-vekt oppgis mot kornstørrelse. I tilfelle kombianalyse kombineres resultatene fra sikting og hydrometeranalysen til én kurve.

For klassifisering benyttes gruppene oppgitt i Tabell 2.

Tabell 2 Kornstørrelsesgrupper

Fraksjon	Kornstørrelse (mm)
Leire	<0,002
Silt	0,002-0,063
Sand	0,063-2
Grus	2-63
Stein	63-630
Blokk	>630

Primære bestanddeler angis i substantivform, mens de sekundære bestanddelene evt. gis som ett eller flere adjektiver (f.eks. *siltig sandig leire*).

Telefarlighet kan bedømmes ut fra materialets kornkornfordeling etter Tabell 3.

Tabell 3 Regler for inndeling i telegrupper

Telegruppe		Masseprosent av matr. <20mm		
		<0,002mm	<0,02mm	<0,2mm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 - 12	
Middels telef.	T3	1)	> 12	< 50
Meget telef.	T4	< 40	> 12	> 50

1) *jordarter med mer enn 40% < 0,002 mm regnes som middels telefarlige*

Materialets gradering kan bestemmes fra kornfordelingskurvens helning i området der 10% og 60% av materialet passerer ved sikting.

$$c_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Hvis dette av praktiske grunner ikke lar seg utføre brukes d_{75} og d_{25} . Materialets gradering kan beskrives etter retningslinjer gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Betegnelser basert på graderingstallet

C_u	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 - 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

❖ Humusinnhold

Humusinnhold i mineraljordarter bestemmes med glødetapsmåling og regnes som masse organisk materiale dividert med masse tørrstoff i prøven.

$$GL = \frac{\text{masse tørket} - \text{masse glødet}}{\text{masse glødet prøve}}$$

Humusinnhold kan bestemmes både for representative- og uforstyrrede prøver, og presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 75.

Tabell 5 Betegnelser basert på humusinnhold

%	Betegnelse
2 - 6	Humusholdig
6 - 20	...torv
>20	Torv

❖ Korndensitet

Korndensitet (eller relativ densitet) for finkornede jordarter som leire, silt og sand kan bestemmes ved bruk av pyknometer Korndensiteten regnes som

$$\rho_s = \frac{\text{partiklenes tørrmasse}}{\text{partiklenes reelle volum}}$$

❖ Konsistensgrenser og plasititet

Konsistensgrenser defineres som vanninnholdsområdet der prøven oppfører seg plastisk (formbar). Nedre grensen (plastisitetsgrense, w_p) defineres som vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten å sprekke opp. Øvre grensen (flytegrense, w_L) defineres som vanninnholdet der materialet går over til flytende tilstand. Plastisitetsindeks defineres som

$$I_p = w_L - w_p$$

og brukes for å angi det plastiske området for jordarten samt for klassifisering.

❖ Tyngdetetthet

Tyngdetetthet av prøver regnes som masse per volum ganget med jordens grunnakselerasjon. Den kan bestemmes for uforstyrrede prøver, enten for en hel sylinder eller for en mindre prøvebit.

❖ Deformasjons- og konsolideringsegenskaper

Deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved evaluering av forventet setning og tidsforløp ved endring i spenningstilstand. Modellparametere for setningsberegning kan evalueres ved hjelp av belastningsforsøk i laboratoriet. Forsøkene utføres i såkalt ødometerapparat, der prøver belastes vertikalt samtidig som vertikal deformasjon måles. Sideveis deformasjon er hindret av en stiv ring.

Aksiell last, aksiell tøyning og poretrykksforhold under prøven registreres gjennom forsøket. Forsøkene kan utføres med kontinuerlig belastning (CRS/CRP) eller evt. ved en simulert trinnvis belastning.

En generell modell for spenningsmodul kan defineres som

$$M = m \sigma_a \left(\frac{\sigma' - \sigma'_r}{\sigma_a} \right)^{1-n}$$

Formuleringen beskriver konstant-, lineært økende- og parabolisk økende modell, som gjerne benyttes for å beskrive OC leire (konstant med $n=1$), NC leire og fin silt (lineært økende med $n=0$) eller sand og grov silt (parabolisk økende med $n=0,5$).

Tolkning av ødometerforsøk gir verdier på M , m og n .

❖ Skjærfasthet

Drenert skjærfasthet

På effektivspenningsbasis er skjærfastheten avhengig av effektivspenning normalt på bruddplanet.

$$\tau_f = (a + \sigma') \cdot \tan(\phi)$$

Modellparameterne kan bestemmes ved treaksialforsøk i laboratoriet. Spenningsforholdene for slike forsøk bør presiseres av prosjekterende på forhånd slik at resultatene blir mest mulig representative for det aktuelle tilfellet.

Udrenert skjærfasthet

På totalspenningsbasis beskrives skjærfastheten som skjær-belastningen materialet tåler før det bryter sammen. Totalspenningsanalyse analyser benyttes for å beskrive materialoppførsel av finkornige jordarter, ved plutselige eller raske spenningsendringer. Udrenert skjærfasthet defineres som

$$c_u = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{2}$$

Skjærfastheten bestemmes ved en rekke forsøk i laboratorium og i felt, og målemetoden oppgis derfor i parameternavnet etter retningslinjer gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Betegnelse for udrenert skjærfasthet basert på målemetode

Udrenert skjærfasthet	Målemetode
C _{uC}	Aktivt teaksialforsøk (compression test)
C _{uE}	Passivt treaksialforsøk (extension test)
C _{uD}	Direkte skjærforsøk
C _{ufc} (uomrørt), C _{urfc} (omrørt)	Konusforsøk
C _{uuc}	Enaksialt trykkforsøk

Residual skjærfasthet etter brudd/omrøring kalles omrørt skjærfasthet, c_{ur} . Omrørt skjærfasthet kan være vesentlig lavere enn uforstyrret skjærfasthet.

Forholdet mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet kalles sensitivitet og defineres som

$$S_t = \frac{c_u}{c_{ur}}$$

Sensitivitet kan presenteres etter retningslinjer gitt i Tabell 7.

Tabell 7 Betegnelse basert på sensitivitet

Betegnelse sensitivitet	av	Betegnelse av leire	St (-)
Lav		Lite sensitiv	< 8
Middels		Middels sensitiv	8 - 30
Høy		Meget sensitiv	> 30

Variasjoner i skjærfasthet og presentasjon av måledata

Udrenert skjærfasthet er avhengig av bruddflatens retning ift. hovedspenningenes retning in-situ. Udrenert skjærfasthet fra alle spenningsområder (aktivt-, direkte- og passivt spenningsområde) kan evalueres med forsøk listet opp i Tabell 6.

I tillegg til å måle varierte materialegenskaper vil bestemmelser av den samme parameteren ha en viss spredning på grunn av de ulike forsøkstypene.

Resultater fra enkelte forsøk kan være påvirket av flere faktorer (som f.eks. steininnhold eller interne sprekker i prøvebiten).

Ved visuell presentasjon av måleresultater plottes alle typer forsøk på samme figur, med én målestokk for skjærfastheten c_u . Forsøkstypen oppgis med symbol på figuren.

Ved sammenstilling av laboratoriedata utføres ingen korrigering for anisotropi.

❖ Prøvelagring

Hvis laboratorieforsøk ikke utføres umiddelbart etter ankomst til laboratoriet, blir prøvene lagret i et eget kjølerom.

Kjølerommet har lufttemperatur på ca. 5°C.

Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid

Generell beskrivelse av sonderboring og grunnvannsmåling

Totalsondering gir grunnlag for å bestemme løsmassetykkelse og dybder til fast grunn eller antatt berg. Sonderingen gir såkalt sikker bergpåvisning ved 3 m innboring i berg. Tolkning av resultatene kan gi en indikasjon på lagdeling og aktuelle jordarter.

Trykksondering (CPTU) utføres ved nedpressing av en sonde som måler spissmotstanden jorda gir på sondens spiss, samt friksjon og poretrykk på sondens overflate. Resultatet blir brukt til å vurdere lagdeling, jordart og spenningsforholdene i grunnen (in-situ spenning). Mekaniske jordparametere som fasthetsegenskaper og deformasjonsegenskaper kan også bestemmes.

Piezometre installeres for måling av porevanntrykket i grunnen. Piezometre presses ned i grunnen sammen med et stålrør som vil stikke opp over terreng. Røret må stå urørt i måleperioden. Vanntrykket ved filteret i piezometer-spissen registreres enten hydraulisk som stighøyde i en plastslange inne i røret eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret. Porevanntrykket måles manuelt i felt. Alternativt kan et piezometer installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapt variasjoner over en valgt periode. Hensikten med å måle poretrykket i grunnen er for å bestemme spenningsforholdene i bakken (in-situ spenning).

Grunnvannsbrønner installeres normalt for måling av grunnvannstanden i det øvre jordlaget. Ofte består grunnvannsbrønnen av et perforert PVC-rør som er installert i en gitt dybde. Vann i grunnen vil trenge inn i røret og innstille seg på nivået for det naturlige grunnvannsspeilet, i den gitte sonen som røret er installert i. Grunnvannstanden måles manuelt i felt. Alternativt kan brønnen installeres med dataminne for automatisk logging og registrering av naturlige eller menneskeskapt variasjoner over en valgt periode.

Vedlegg C og D viser tegnforklaring for plan- og profiltegning og totalsondering.

Generell beskrivelse av prøvetaking og laboratoriearbeid

Naverboring og ramprøvetaking benyttes for opptak av omrørte prøver i leire, silt, sand og grus. Omrørte prøver egner seg kun til en grov identifisering og klassifisering av jordartene. Prøvene overføres til plastposer i felten før de fraktes til laboratoriet.

I laboratoriet kan det foretas en visuell klassifisering og beskrivelse av massene. I tillegg er det mulig å utføre en grov identifisering av jordartene ved kornfordelingsanalyser, og måling av vanninnhold og humusinnhold.

Stempelprøvetaker benyttes til opptak av uforstyrrede sylinderprøver i leire, silt, løst lagret sand og organiske jordarter. Uforstyrrede prøver skal ha materialstruktur og vanninnhold så lik som mulig det jordarten har i sin naturlige lagring i grunnen. Uforstyrrede prøver egner seg til en generell identifisering og klassifisering av jordartene. I tillegg kan fysiske/mekaniske egenskaper bestemmes for jordarten. Det gjelder bestemmelse av materialstyrke, deformasjonsegenskaper og permeabilitet.

Sylinderprøver skyves ut av sylindren i laboratoriet og det foretas visuell klassifisering og beskrivelse av massene. Vanninnhold, densitet og enkle styrkedata bestemmes ved rutineundersøkelser. I tillegg kan det utføres kornfordelingsanalyser, plastisitetsanalyser og måling av humusinnhold.

Ødometerforsøk i laboratorium benyttes til å bestemme jordens forkonsolideringsspenning og deformasjonsegenskaper. Ødometeret gir en endimensjonal deformasjonstilstand som er en forenkling av virkeligheten, men som samtidig er godt tilpasset de vanligste beregningssmodeller for setninger. Beregningsmodeller for setninger er som regel basert på endimensjonal konsolideringsteori.

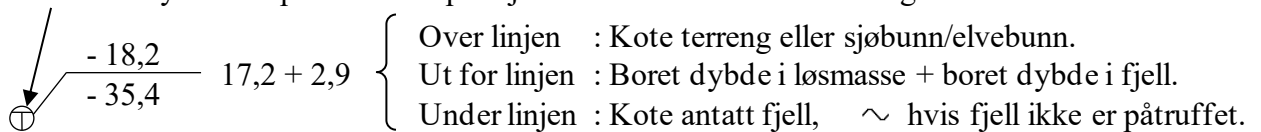
Treksialforsøk i laboratorium benyttes for å bestemme jordens styrkeegenskaper. For en uforstyrret prøve av leire/silt forsøker en å ta utgangspunkt i den opprinnelige spenningstilstanden prøven hadde

i grunnen og deretter teste prøven til brudd ved et skjærforsøk. Skjærforsøket kan utføres med ulike hovedspenningsretninger avhengig av hvilken belastningssituasjon en ønsker å teste for. For testing av en prøve av sand må prøven bygges inn i apparaturen med ulik grad av komprimering. Styrkeparametrene bestemmes deretter som en funksjon av lagringstetthet.

PLAN

○ Enkel sondering	● Dreiesondering	▼ Dreietrykkssondering
☆ Fjellkontrollboring	⊕ Totalsondering	▽ Trykksondering
+ Vinge-boring	▼ Ramsondering	⊗ Standard Penetration Test (SPT)
□ Prøvegrop	⊙ Prøveserie	⊞ Prøvegrop med prøveserie
⊖ Vannprøver	⊖ Vannstandsmåling	⊖ Poretrykksmåling
⊗ Permeabilitetsmåling	⊞ Prøvebelastning	■ Setningsmåling
⊖ Elektrisk sondering	^^ Fjell i dagen	

Metodesymbol er plassert i borposisjon. Evt. flere utførte sonderinger er markert ved siden av.



PROFILER

Enaksialt trykksforsøk (S_u)

Torsjonsvinge (S_u)

Penetrometer (S_u)

(15) - (5) () = aksial deformasjon ved brudd

*

□

Stopp i
løsmasse

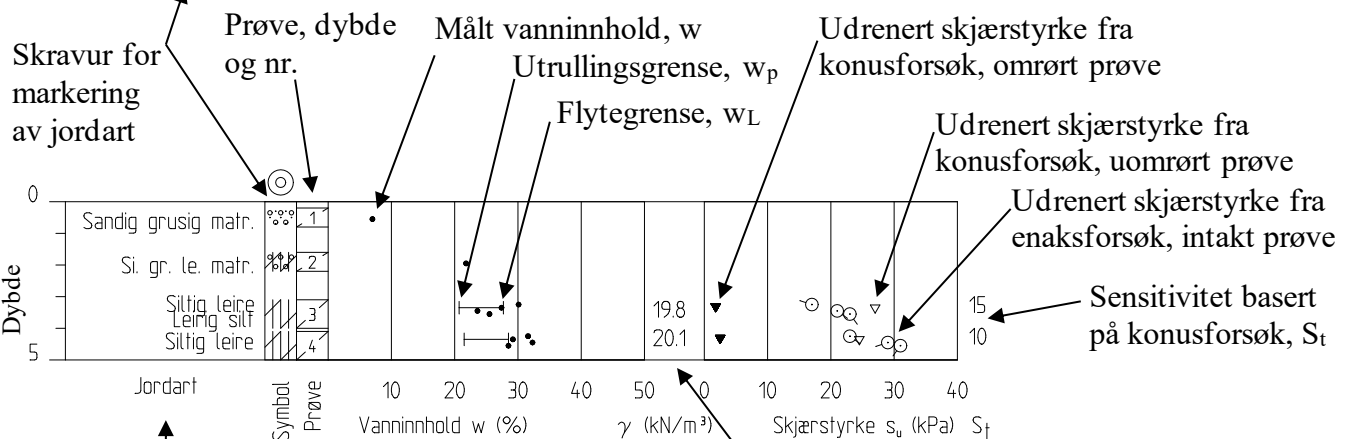
Stopp på
antatt stein

Terrengnivå
eller sjøbunn

Antatt fjell

Boret dybde
i fjell

Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk	Moreneleire	Grusig morene
Fyllmasse	Fjell	Matjord	Torv/planterester	Trerester/sagflis	Skjell	Gytje/dye	



Jordartsbeskrivelse basert på
observasjon fra felt og laboratorium

Total tyngdetetthet, γ

Prosedyrer og presentasjon

Geotekniske tegninger, plan og profiler

Vedlegg C

Norconsult

Norconsult 

Trykksondering – "Cone Penetration Tests" (CPT)

Utstyr:

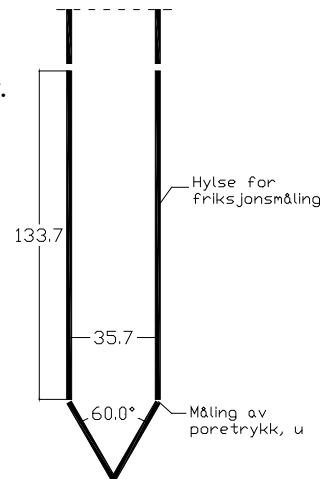
Ø 36 mm borstenger.
Sonde med konisk spiss og automatisk logging av spissmotstand, poretrykk og friksjon, se figur.

Prosedyre:

Konstant nedpressingshastighet; 20 mm/sek.

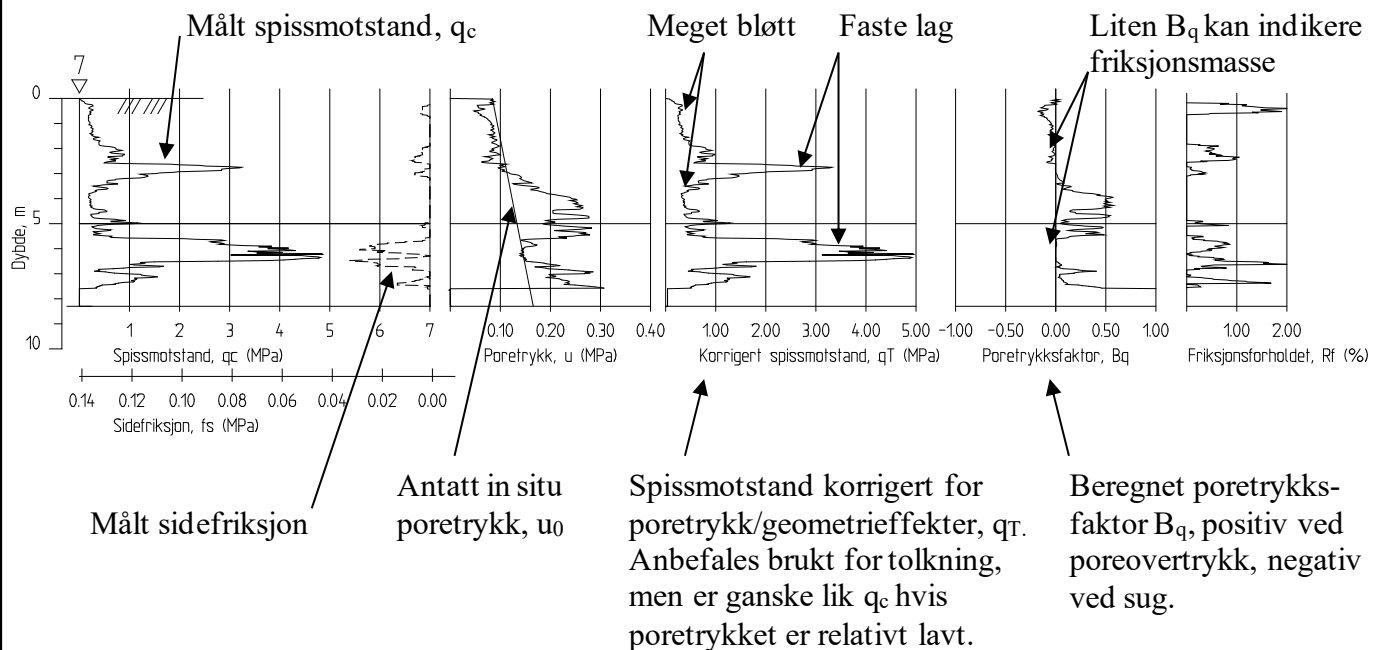
Presentasjon:

Kurver som viser målt spissmotstand, friksjon og poretrykk mot dybde.
Kan også inkludere antatt in situ poretrykk og beregnede forløp som vist nedenfor.



Direkte målte verdier (untatt u_0)

Avledete/beregnede verdier (presenteres ikke alltid)



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil – Trykksondering (CPT)

Norconsult 

Kalibreringscertifikat

Environmental Mechanics AB intygar att CPT sonden av typ Memocone, med det serienummer som anges nedan, har blivit kalibrerad i vårt laboratorium samt passerat vår kvalitetskontroll.

SERIENUMMER:	52016	Visad last/crosstalk:	
KALIBRERINGSDATUM:	Måndag 17 maj 2021	Q när F lastas:	0.0% FSO
MAX TILLÅTEN BELASTNING:	50 kN	F när Q lastas:	< 0.3% FSO
AREA FAKTOR:	a= 0.71 b=0.006	U när Q lastas (Q<=7MPa) :	< 0.1% FSO

✓ ISO 22476-1 användningsklass 1 godkännande

✓ ASTM D 5778 godkännande

✓ ISO 22476-1 användningsklass 0

För klass 0 får maximal belastning på Q inte överstiga 10MPa (10kN)!

Envi 

Environmental Mechanics AB
Traversgatan 3
S-441 38 Alingsås
SWEDEN

17-Maj-2021 *Johan Nilsson*

U (MPa)

Applied load	Reading
0.000	0.000
0.500	0.500
1.000	0.999
1.500	1.499
2.000	2.000
1.500	1.500
1.000	1.000
0.500	0.500
0.000	0.000

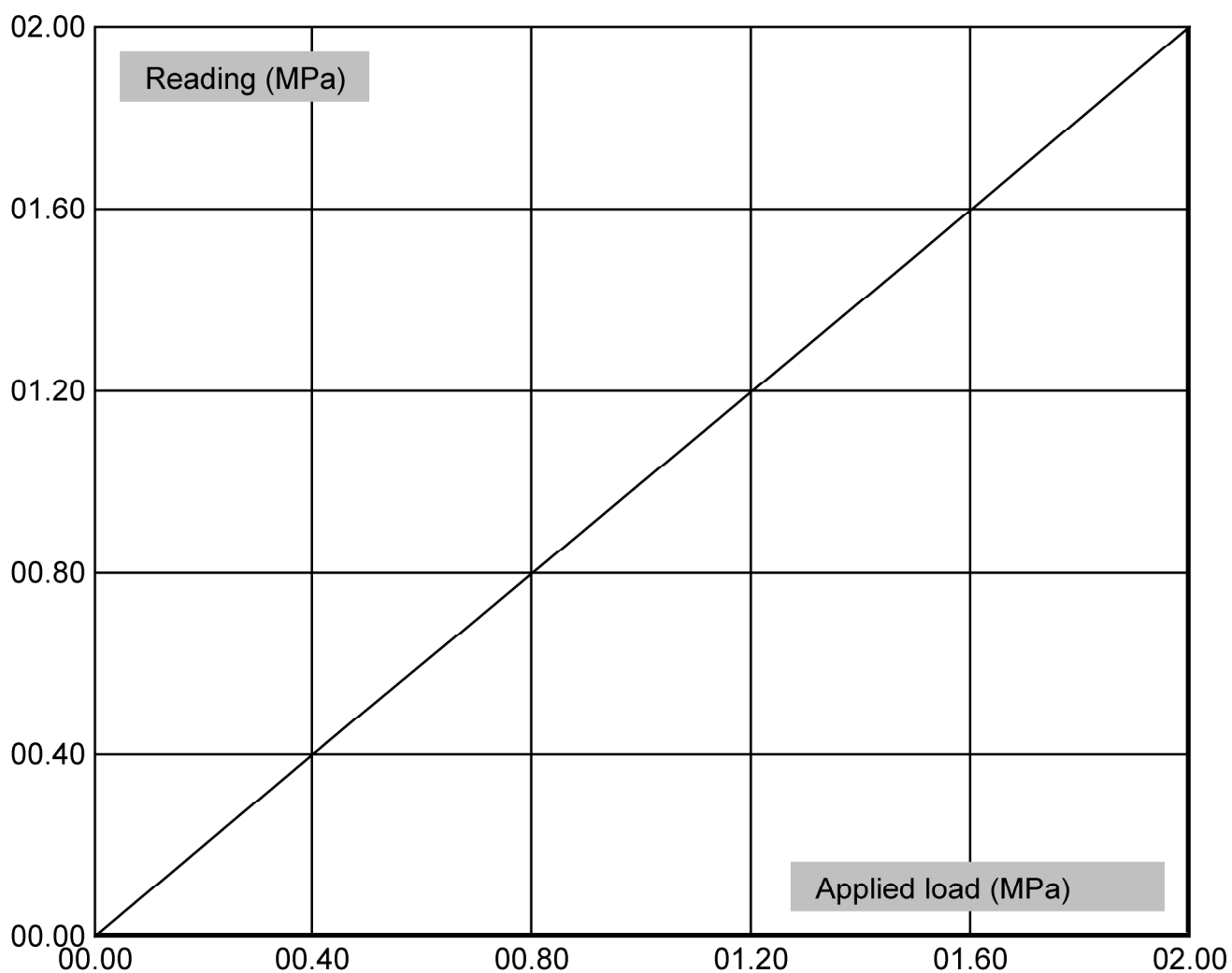
Calibration error: -0,03 % MO @ $\geq 20\%$ FSO

Calibration error: -0,02 % FSO

Nonlinearity: 0,04 % FSO

Hysteresis: 0,05 % FSO

Zero load error: 0,00 % FSO



Q (MPa)

Applied load	Reading
0.00	0.00
5.00	5.00
15.00	14.99
30.00	30.03
50.00	50.03
30.00	30.01
15.00	14.97
5.00	4.97
0.00	-0.03

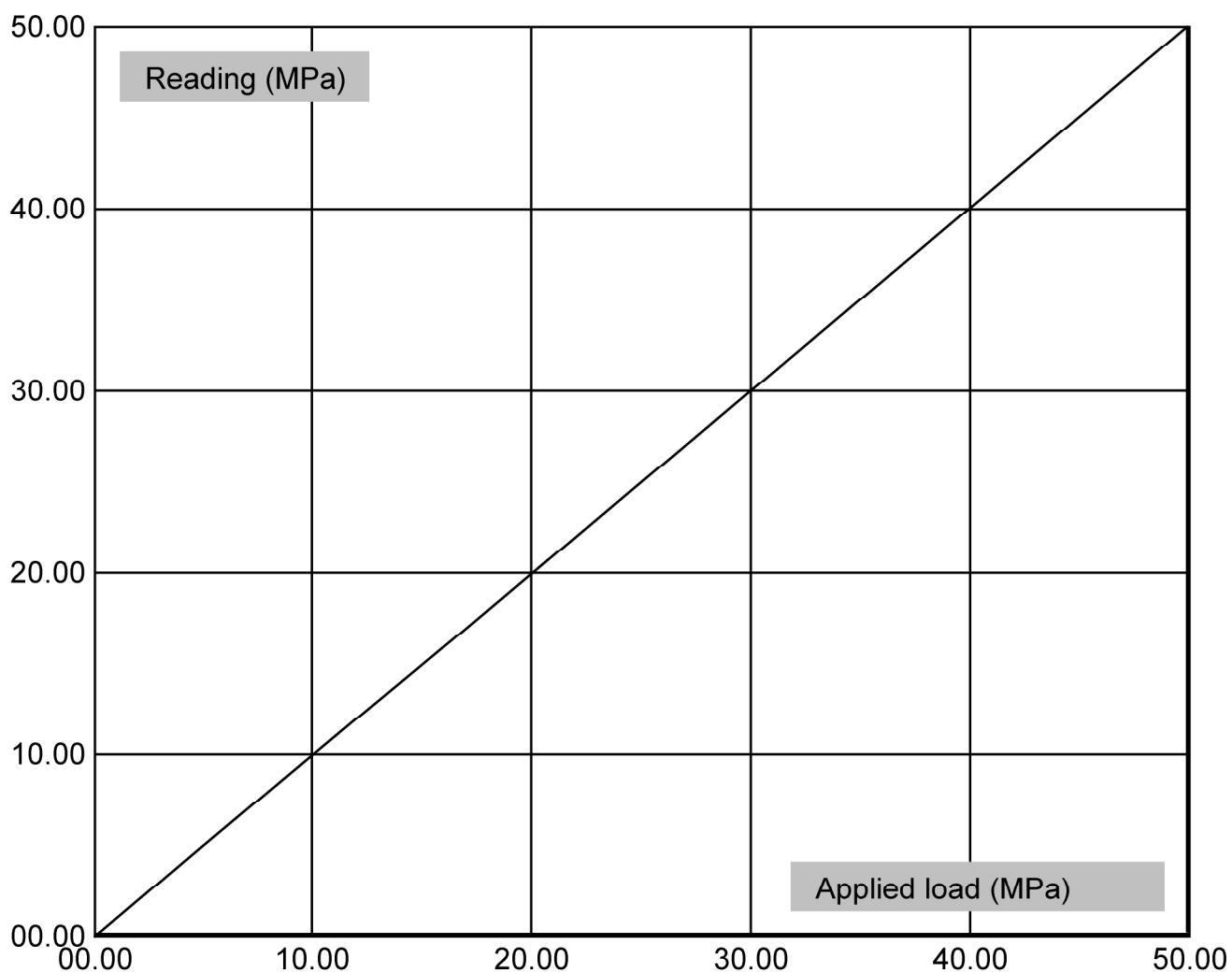
Calibration error: 0.06 % MO @ $\geq 20\%$ FSO

Calibration error: 0.06 % FSO

Nonlinearity: 0.05 % FSO

Hysteresis: 0.06 % FSO

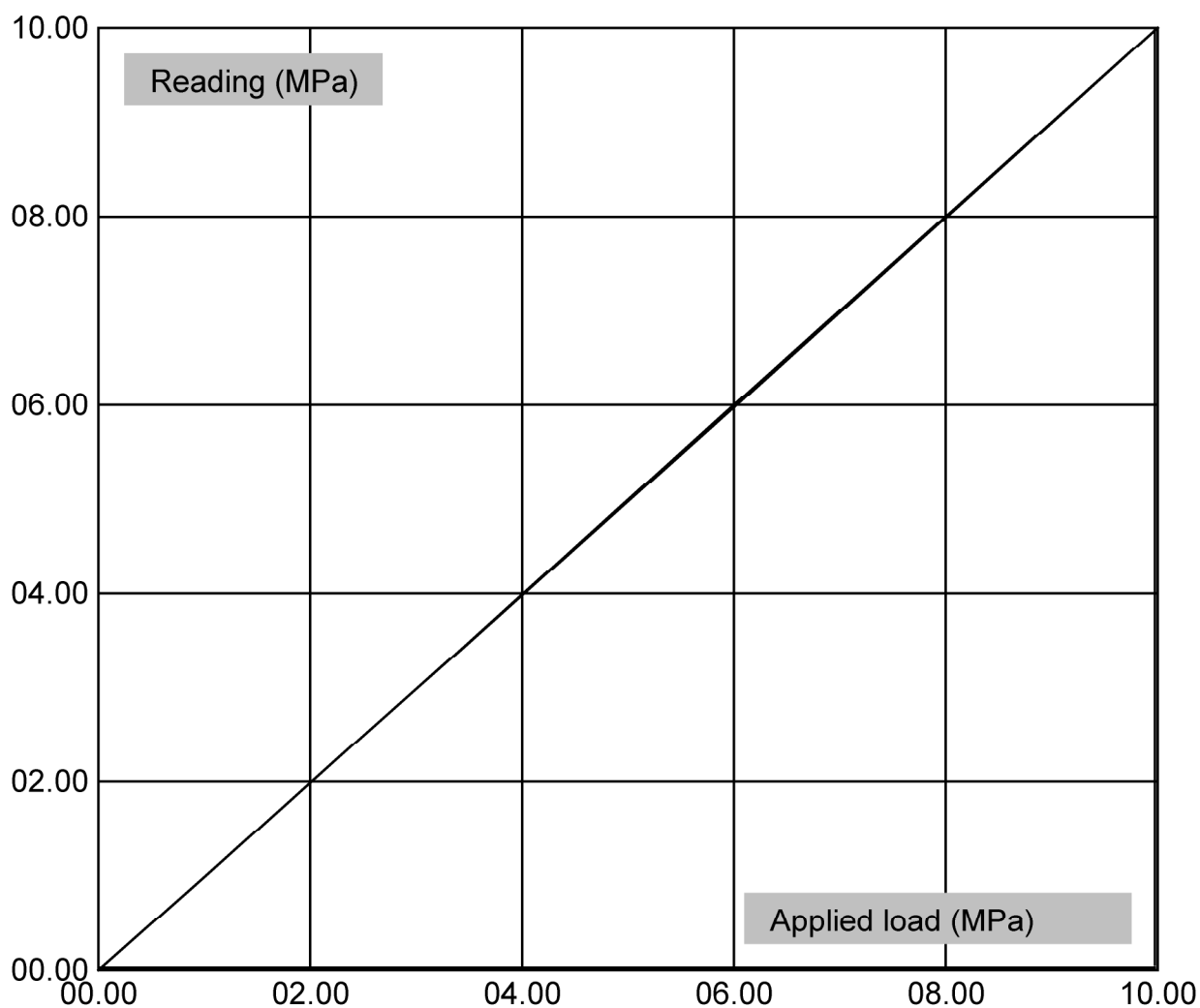
Zero load error: -0.06 % FSO



Q Low range only (Maximum load 10 MPa)

Note 10 MPa used as FSO for data below

Applied load	Reading
0.00	0.00
1.00	0.99
3.00	3.00
6.00	5.99
10.00	10.01
6.00	6.00
3.00	3.00
1.00	0.99
0.00	0.00

Calibration error: -0.08% MO @ $\geq 20\%$ FSOCalibration error: 0.04% FSONonlinearity: 0.10% FSOHysteresis: 0.10% FSOZero load error: 0.00% FSO

F (MPa)

Applied load	Reading
0.000	0.000
0.200	0.199
0.400	0.399
0.600	0.597
1.000	0.999
0.600	0.600
0.400	0.399
0.200	0.199
0.000	0.000

Calibration error: -0,23 % MO @ $\geq 20\%$ FSO

Calibration error: -0,16 % FSO

Nonlinearity: 0,19 % FSO

Hysteresis: 0,30 % FSO

Zero load error: 0,00 % FSO

