

Hå kommune

► Brusand barnehage - Geoteknikk

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

Oppdragsnr.: 52405587 Dokumentnr.: RIG-01 Versjon: J02 Dato: 2024-09-24



Oppdragsgiver: Hå kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Jan Erik Brudeli
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Jåttåflaten 27, NO-4020 Stavanger
Oppdragsleder: Martin Holst
Fagansvarlig: Martin Holst
Andre nøkkelpersoner: Elise Bergsagel

Nøkkelinfo	Forklaring	
Emneord	Geotekniske grunnundersøkelser, Datarapport	
Fylke	Rogaland	
Kommune	Hå	
Sted	Brusand	
Koordinatsystem	UTM sone 32N	
Høydesystem	NN2000	
Prosjektkoordinater	Nord: 6493470	Øst: 310507

J02	2024-09-24	Oppdatert med avlest grunnvannsnivå	Elise Bergsagel	Martin Holst	Martin Holst
J01	2024-09-05	For bruk	Elise Bergsagel	Tora Geisner	Martin Holst
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge 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.

► Sammen drag

I forbindelse med ny barnehage på Brusand, har Norconsult utført geotekniske grunnundersøkelser. Feltarbeidet skal sammen med laboratorieanalysene gi grunnlag for geoteknisk vurdering av området.

Rapporten er en ren datarapport som oppsummerer resultater fra geotekniske grunnundersøkelser. Geoteknisk tolkning, rådgiving eller prosjektering er ikke behandlet her.

Det må presiseres at resultatene fra felt- og laboratoriearbeidet er forbundet med en naturlig usikkerhet og strengt tatt bare 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.

Det er utført 6 stk. totalsonderinger og hentet ut 21 stk. poseprøver i 2 ulike posisjoner i forbindelse med undersøkelsene.

Det er installert et hydraulisk piezometer i en av posisjonene.

Grunnundersøkelsene indikerer at massene har middels høy til høy sonderingsmotstand gjennom hele profilet. Boringene er avsluttet i løsmasser og berg er ikke registrert.

Utførte laboratorieundersøkelser viser at massene domineres av sand, med enkelte innslag av silt i de dypeste prøvene.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Om bruk av rapporten og dataene	5
1.3	Aktuelt område	5
1.4	Løsmassekart	6
2	Felt- og laboratoriearbeid	7
2.1	Generell informasjon om feltarbeidet	7
2.2	Generell informasjon om laboratoriearbeidet	7
3	Resultater grunnundersøkelser	8
3.1	Totalsonderinger	8
3.2	Grunnvannsstand	8
3.3	Prøvetaking	8
4	Referanser	9

Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegn.nr.
Borplan – utførte grunnundersøkelser	A1	1:500	101
Enkeltsonderinger	A4/A3	1:200	201 - 206
Poretrykkmåling	A4	-	301

Vedlegg

Innhold	Vedlegg nr.
Resultat laboratorieundersøkelser	A
Generell beskrivelse felt og laboratoriearbeid	B
Forklaring geotekniske plan- og profiltegninger	C
Tegnforklaring – totalsondering	D

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med ny barnehage på Brusand, har Norconsult utført geotekniske grunnundersøkelser. Feltarbeidet skal sammen med laboratorieanalysene gi grunnlag for geoteknisk vurdering av området. Hensikten med rapporten er å:

- Presentere resultatene fra felt- og laboratoriearbeidet
- Beskrive registrerte grunnforhold

1.2 Om bruk av rapporten og dataene

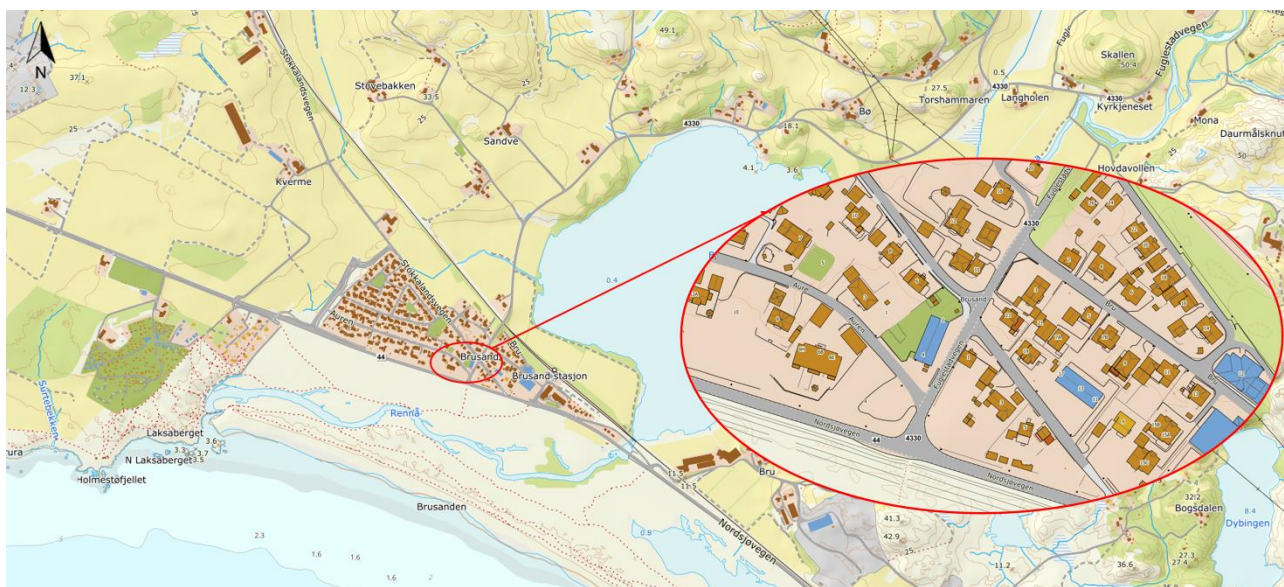
Rapporten er en ren datarapport som oppsummerer resultater fra geotekniske grunnundersøkelser. Geoteknisk tolkning, rådgiving eller prosjektering er ikke behandlet her.

Det må presiseres at resultatene fra felt- og laboratoriearbeidet er forbundet med en naturlig usikkerhet og strengt tatt bare 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.

Vær oppmerksom på at tolkningen er forbundet med usikkerhet. Forhold som faste løsmasser ved overgang til berg, blokk, dårlig bergkvalitet eller oppsprukket berg, samt bratt eller overhengende berg, kan gjøre at tolket bergnivå avviker fra faktiske forhold. Antatt bergnivå må derfor ikke anvendes ukritisk.

1.3 Aktuelt område

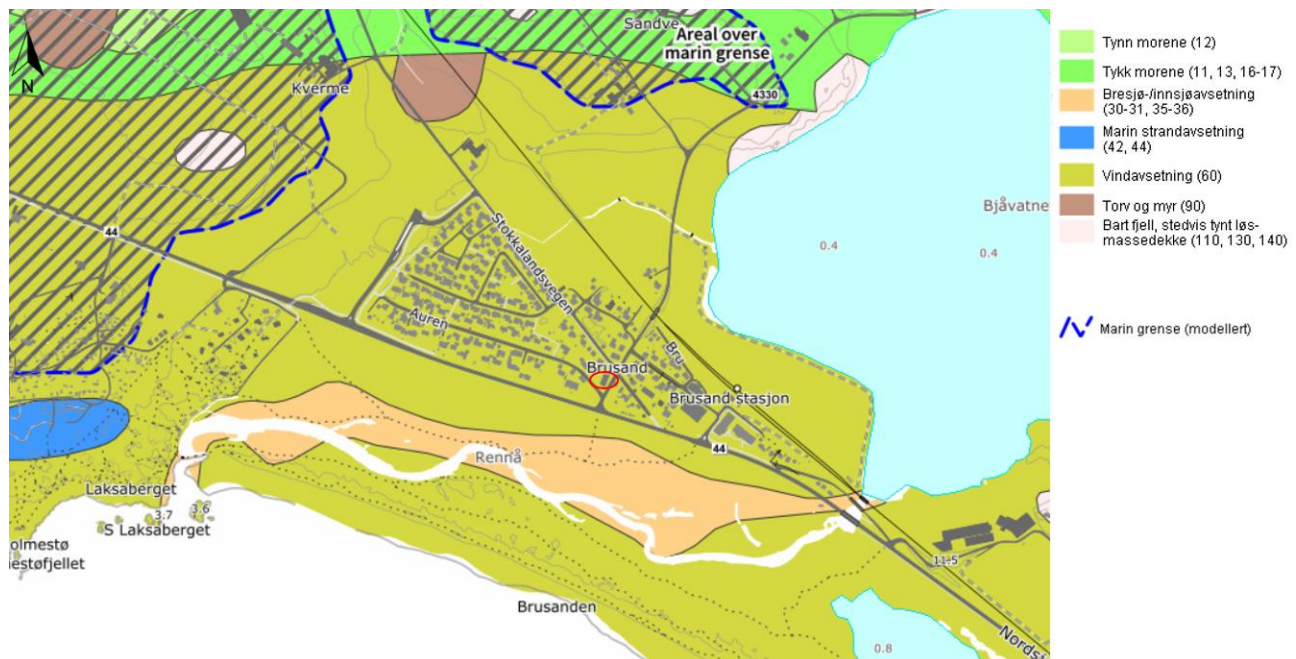
Den undersøkte tomten ligger vest for Brusand stasjon og avgrenses av Fuglestadvegen i øst, Auren i sør og Stokkalandsvegen i nord. Prosjektområdets plassering er vist i Figur 1. Tomten er relativt flat med varierende kotehøyder mellom kt. +2,4 – kt. +3,3.



Figur 1 Oversiktsbilde av det aktuelle området. Kartutsnitt fra Norgeskart [1]

1.4 Løsmassekart

Figur 2 viser et utsnitt fra NGU sitt løsmassekart. Det aktuelle området forventes å bestå av vindavsetninger. Hele det undersøkte området ligger under marin grense.



Figur 2 Utsnitt fra NGUs løsmassekart [2]. Den aktuelle tomten er markert med rødt omriss.

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

2 Felt- og laboratoriearbeid

Det er utført 6 stk. totalsonderinger og hentet ut 21 stk. prøver med naverbor fra 2 posisjoner.

Posisjonene til hvert borpunkt og tilhørende terrenghøyder er målt inn med CPOS-korrigert GPS.

Nedenstående tabell oppsummerer utført feltarbeid mht. posisjon, undersøkelsesmetode og boreddybder ved totalsondering. Borplan over utførte grunnundersøkelser 101 og 201-206 gir samme oversikt.

Vedlegg B gir en generell beskrivelse av felt og laboratoriearbeider. Vedlegg C gir forklaring til geotekniske plan- og profiltegninger.

Tabell 1 Borpunktliste

Borpunkt	UTM sone 32N, NN2000			Metode	Boreddybde (TOT)	
	X (Nord)	Y (Øst)	Z (Høyde)		Løsm. [m]	Berg [m]
1	6493444,3	310510,4	2,5	TOT	20,0	-
2	6493466,6	310520,6	2,7	TOT	20,3	-
3	6493485,4	310528,8	3,0	TOT, PRV, PZ	20,0	-
4	6493460,7	310482,4	2,4	TOT, PRV	20,1	-
5	6493475,8	310495,1	3,2	TOT	20,1	-
6	6493487,0	310514,3	2,8	TOT	20,0	-

TOT:Totalsondering, PZ:Piezometer, PRV:Prøveserie,

2.1 Generell informasjon om feltarbeidet

Tabell 2 Generell informasjon feltarbeid

Feltarbeid	
Dato for utførelse	Uke 32 2024
Boreleder	Svein Hallvard Hagerup
Type borerigg	Geotech 607HD
Relevante standarder	Ref. [3], [4], [5], [6], og [7]
Resultater	Tegninger 101 og 201-206

2.2 Generell informasjon om laboratoriearbeidet

Tabell 3 Generell informasjon laboratoriearbeid

Laboratoriearbeid	
Dato for utførelse	Uke 35 – 36 2024
Laborant	Vibeke Silseth Aspen
Relevante standarder	Ref. [8]
Resultater	Vedlegg A

3 Resultater grunnundersøkelser

Resultater fra feltundersøkelser er vist på tegninger 101 og 201-206. 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 gir forklaring til opptegning av totalsonderinger.

3.1 Totalsonderinger

Generelt viser totalsonderingene middels høy til høy sonderingsmotstand gjennom hele profilet. Generelt øker motstanden med dybden.

Totalsonderingene blir stoppet i løsmasser, og berg er ikke påtruffet.

3.2 Grunnvannsstand

Det er installert et hydraulisk piezometer i borhull 3 for å måle grunnvannstanden. Piezometeret er avlest 2024-09-18 hvor grunnvannstanden er målt til kote +1,1.

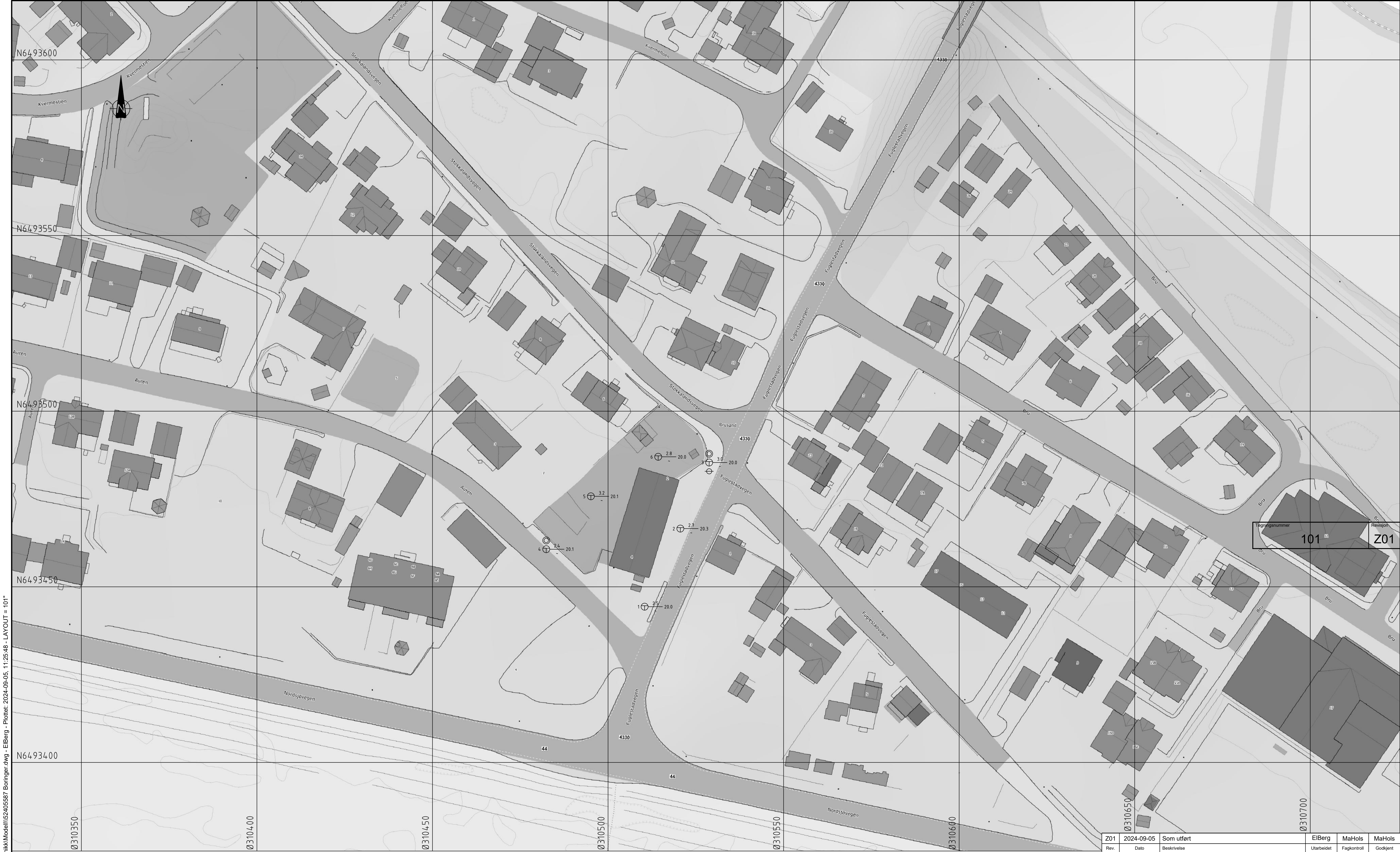
Grunnvannstanden må påberegnes å variere med nedbørsmengder og årstider.

3.3 Prøvetaking

Det er hentet ut 21 poseprøver med naverbor i posisjon 3 og posisjon 4. Samtlige prøver består av sand. Prøver hentet i posisjon 4 i dybde 7,7 – 9,0 meter under terreng klassifiseres som siltig, sandig torv. Vanninnhold i prøvene varierer mellom 18,4 – 89 %. Utførte korngraderinger tilsier at prøver fra posisjon 4 i dybde 8 – 9 meter under terreng klassifiseres som T2 materiale, litt telefarlig materiale. Prøvene markert med telefarlighetsgruppe * er kun våtsiktet, og finstoffinnholdet (kornstørrelse < 63 µm) i disse prøvene ligger mellom 2,4 – 3,9 %.

4 Referanser

- [1] Norgeskart. [Internett]. Available:
<https://norgeskart.no/#!/?project=norgeskart&layers=1002&zoom=16&lat=6526044.64&lon=-37749.00&sok=brusand&markerLat=6526075.6550416285&markerLon=-37733.7502482594&p=searchOptionsPanel>. [Funnet 2024-08-27].
- [2] NGU, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 2024-08-27].
- [3] Statens vegvesen, Håndbok R211 Feltundersøkelser, Statens vegvesen, 1997.
- [4] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 9 - Veiledning for utførelse av totalsondering. Revisjon 1, 2018., Norsk geoteknisk forening, 1994.
- [5] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksøndering. Revisjon 3, 2010, Norsk geoteknisk forening, 1982.
- [6] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 6 - Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk. Revisjon 2, 2017., Norsk geoteknisk forening, 1989.
- [7] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 11 - Veiledning for utførelse av prøvetaking, Norsk geoteknisk forening, 2013.
- [8] Statens vegvesen, Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser, Statens vegvesen, 2016.



"X:\nor\oppdrag\Slavanger\524\05\52405587\BIM\Geoteknikk\Modell\52405587 Boringer.dwg - EiBerg - Plottet: 2024-09-05, 11:25:49 - LAYOUT = 101"

FORKLARINGER

- Prøveserie
 - Totalsondering
 - Piezometer
 - Terrengkote
Bergkote
- Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

Høydesystem

NN2000

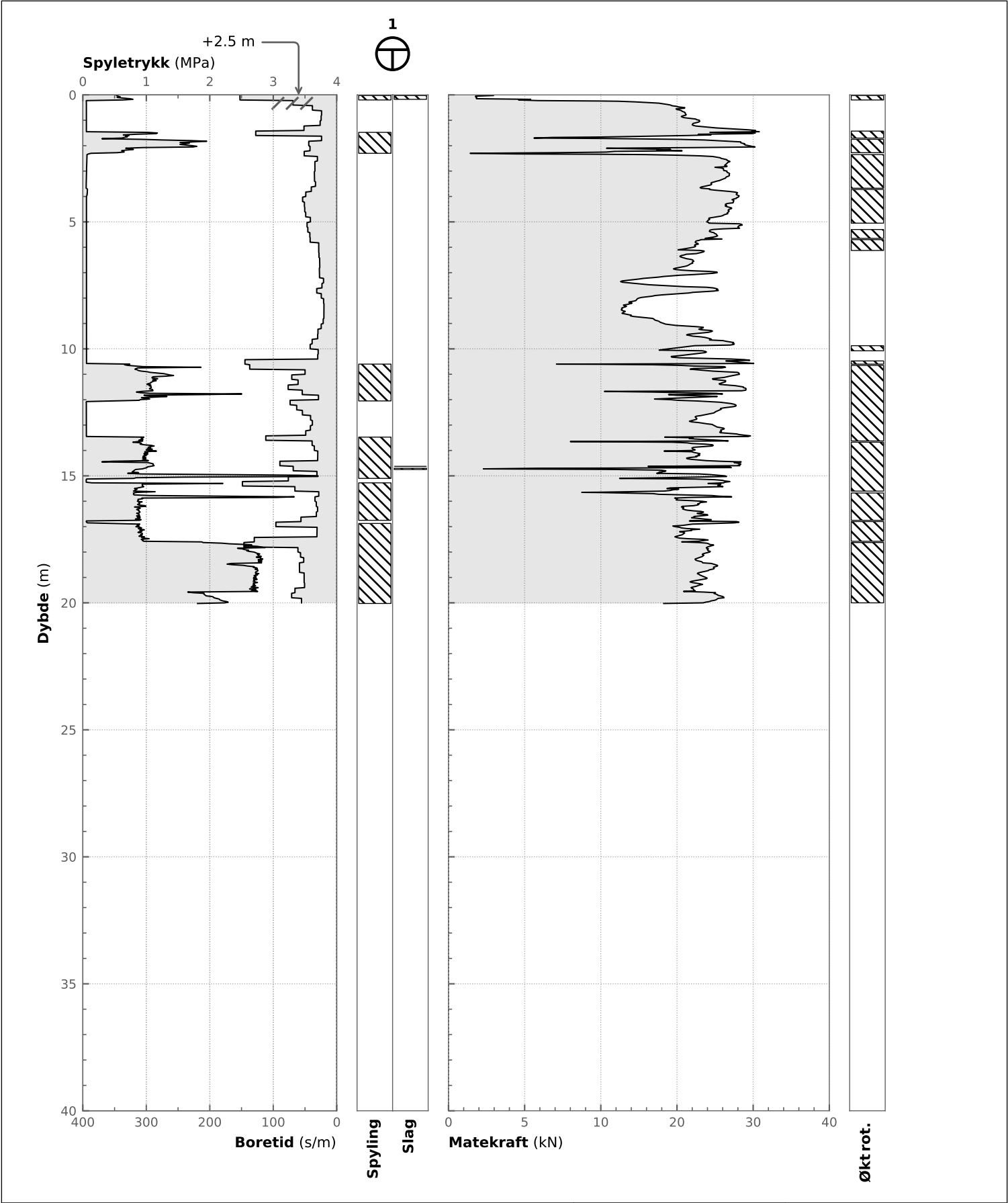
Koordinatsystem

EUREF89 UTM sone 32N

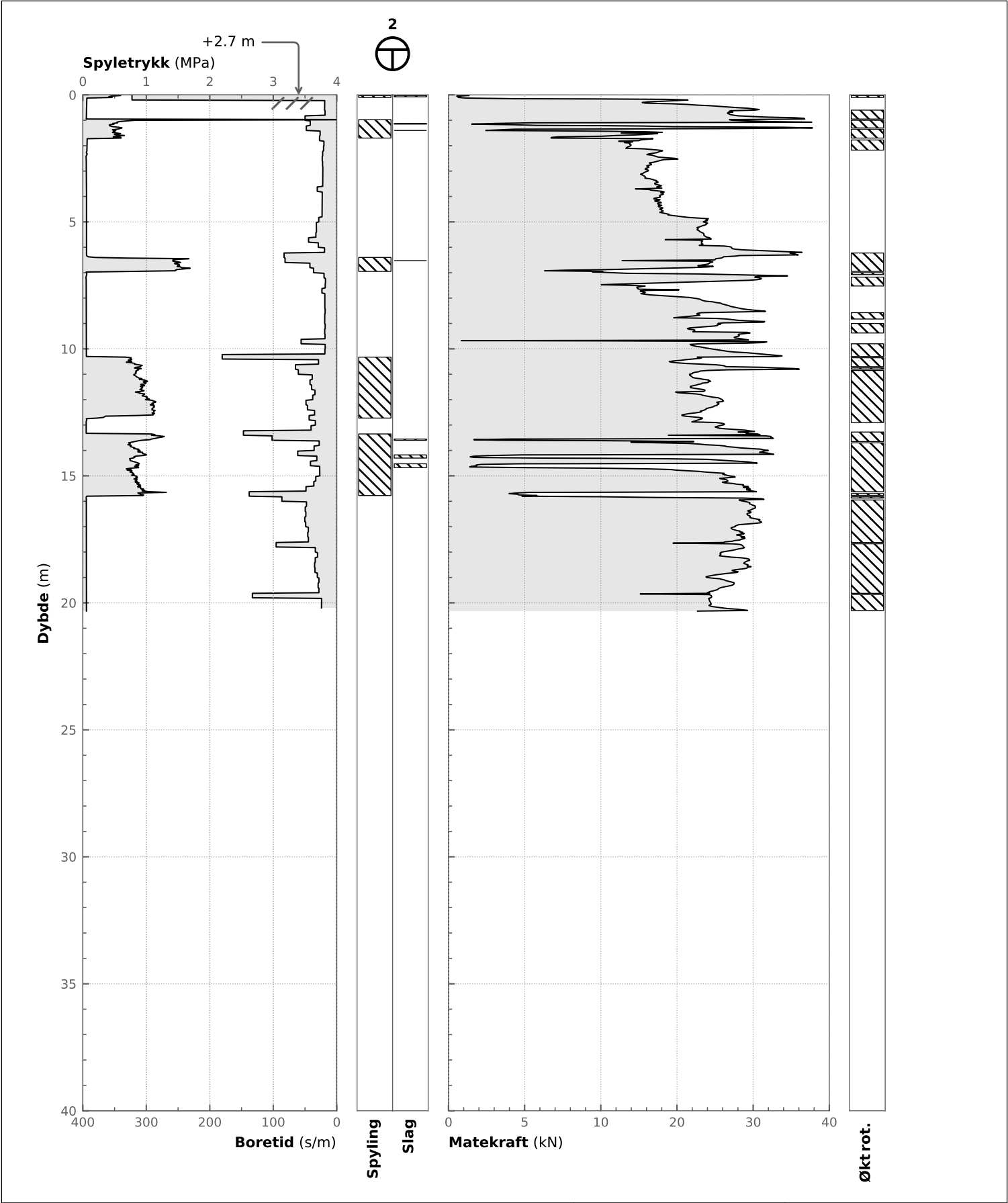
MERKNADER

Boringene er avsluttet 20 meter under terreng

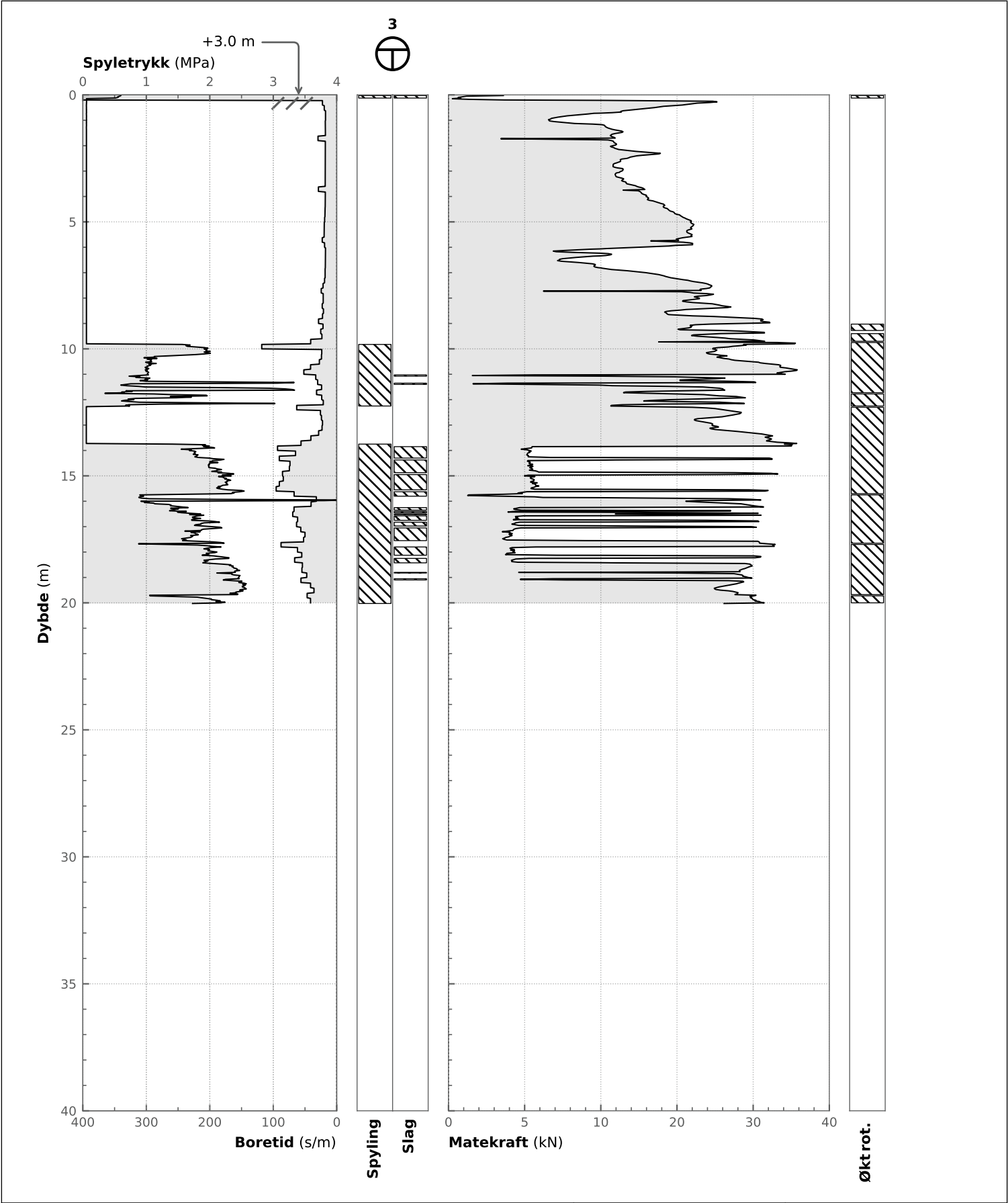
Z01 2024-09-05 Som utført			EiBerg	MaHols	MaHols
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
Hå kommune					1:500
Brusand barnehage - Geoteknikk Utførte grunnundersøkelser					
Plantegning					
Norconsult			Oppdragsnummer 52405587	Tegningsnummer 101	Revisjon Z01



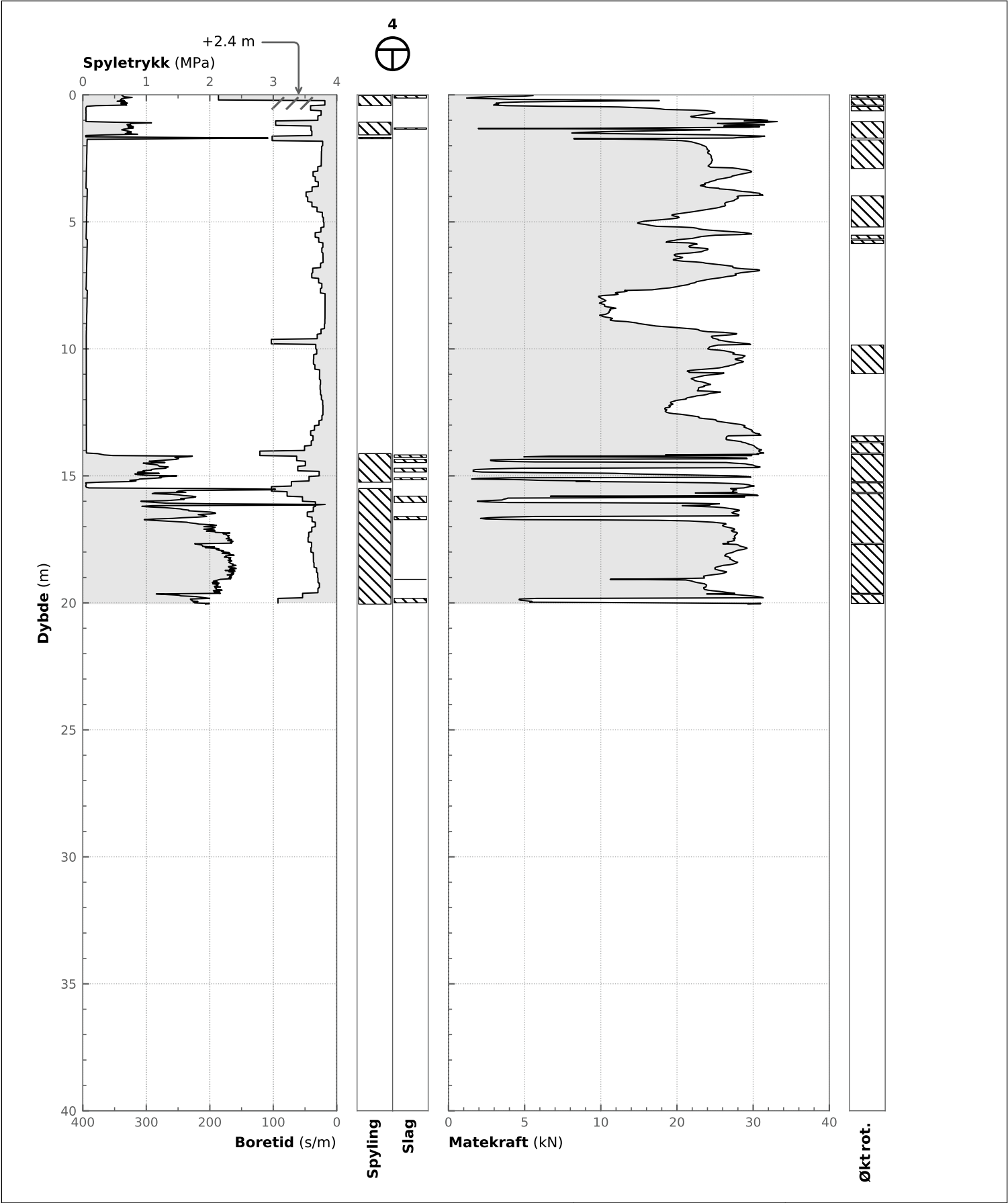
52405587 Brusand Barnehage		Oppdragsgiver: Hå kommune		Rapportnummer: 52405587	
Borehull / Metode:	1 / TOT	Figurnummer: 201	Revisjon: Z01		Dato: 2024-08-27
Koordinater (m):	Ø = 310510.4, N = 6493444.3, Z = +2.46	Tegnet av: Elise Bergsagel		Godkjent av: Martin Holst	
Koordinatsystem:	ETRS89 / UTM zone 32N	Norconsult			
Dato utført:	2024-08-06				
Format / Målestokk:	A4 / 1:200				



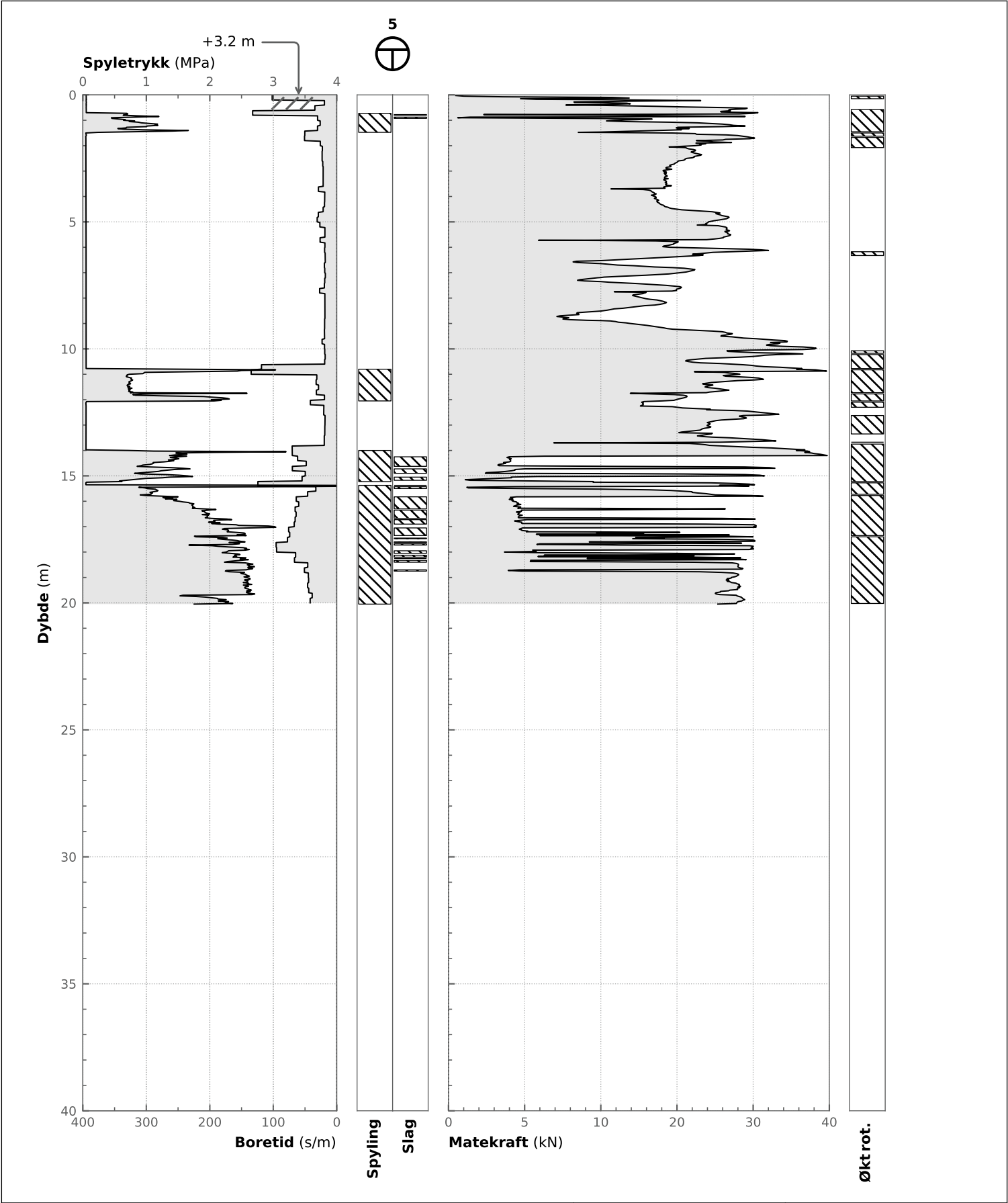
52405587 Brusand Barnehage		Oppdragsgiver: Hå kommune		Rapportnummer: 52405587	
Borehull / Metode:	2 / TOT	Figurnummer: 202	Revisjon: Z01		Dato: 2024-08-27
Koordinater (m):	Ø = 310520.6, N = 6493466.6, Z = +2.7	Tegnet av: Elise Bergsagel		Godkjent av: Martin Holst	
Koordinatsystem:	ETRS89 / UTM zone 32N	Norconsult			
Dato utført:	2024-08-06				
Format / Målestokk:	A4 / 1:200				



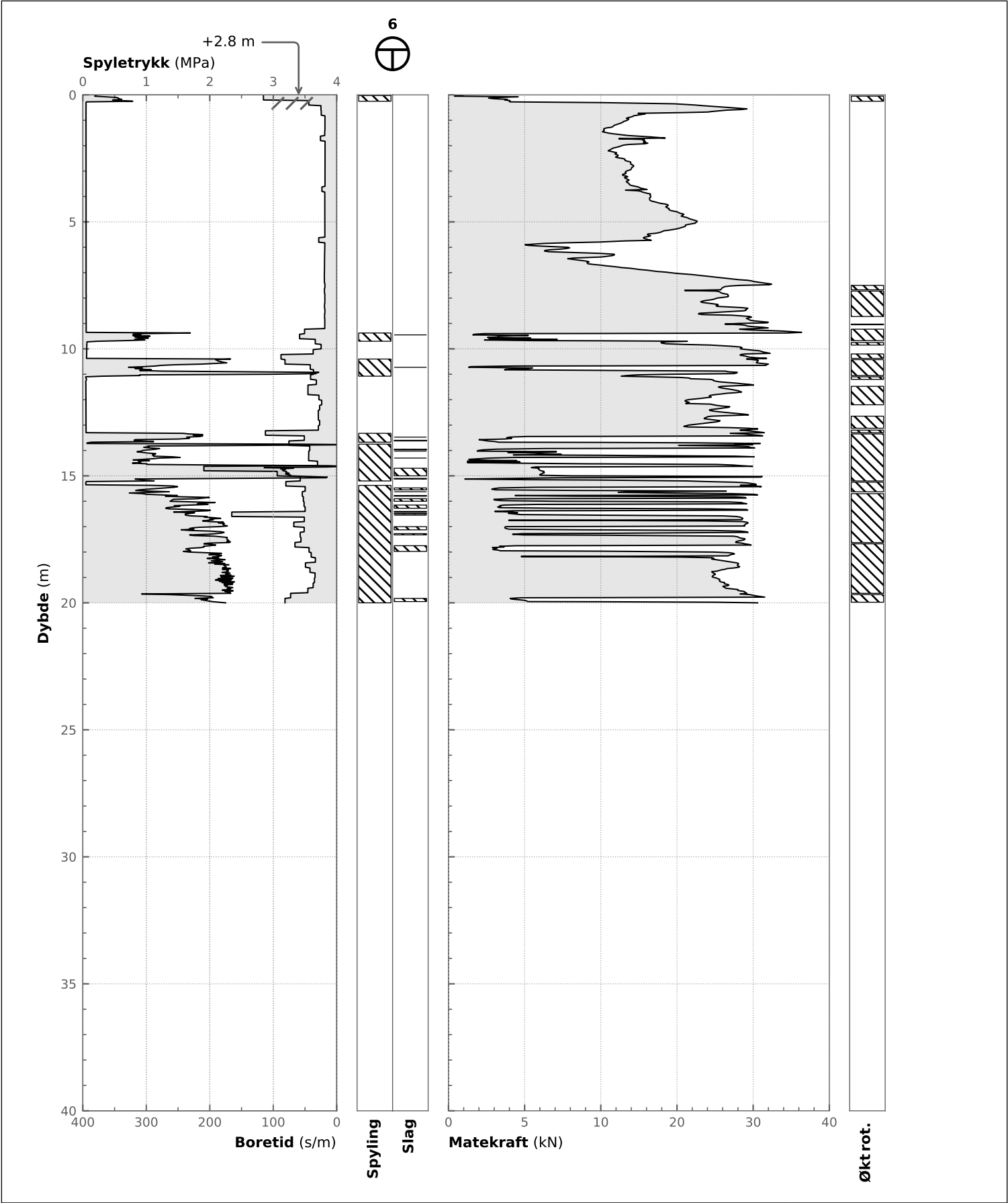
52405587 Brusand Barnehage		Oppdragsgiver: Hå kommune		Rapportnummer: 52405587	
Borehull / Metode: 3 / TOT		Figurnummer: 203	Revisjon: Z01		Dato: 2024-08-27
Koordinater (m): Ø = 310528.8, N = 6493485.4, Z = +3.05		Tegnet av: Elise Bergsagel		Godkjent av: Martin Holst	
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 32N					
Dato utført: 2024-08-07					
Format / Målestokk: A4 / 1:200		Norconsult			



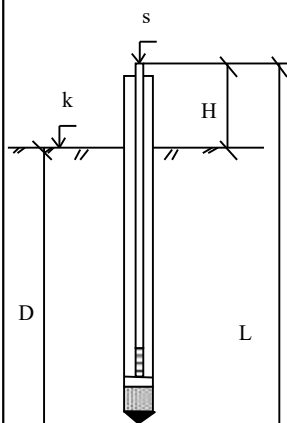
52405587 Brusand Barnehage		Oppdragsgiver: Hå kommune		Rapportnummer: 52405587	
Borehull / Metode:	4 / TOT	Figurnummer: 204	Revisjon: Z01		Dato: 2024-08-27
Koordinater (m):	Ø = 310482.4, N = 6493460.7, Z = +2.37	Tegnet av: Elise Bergsagel		Godkjent av: Martin Holst	
Koordinatsystem:	ETRS89 / UTM zone 32N	Norconsult			
Dato utført:	2024-08-07				
Format / Målestokk:	A4 / 1:200				



52405587 Brusand Barnehage		Oppdragsgiver: Hå kommune		Rapportnummer: 52405587	
Borehull / Metode: 5 / TOT		Figurnummer: 205	Revisjon: Z01		Dato: 2024-08-27
Koordinater (m): Ø = 310495.1, N = 6493475.8, Z = +3.25		Tegnet av: Elise Bergsagel		Godkjent av: Martin Holst	
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 32N					
Dato utført: 2024-08-07					
Format / Målestokk: A4 / 1:200		Norconsult			



52405587 Brusand Barnehage		Oppdragsgiver: Hå kommune		Rapportnummer: 52405587	
Borehull / Metode: 6 / TOT		Figurnummer: 206	Revisjon: Z01		Dato: 2024-08-27
Koordinater (m): Ø = 310514.3, N = 6493487.0, Z = +2.83		Tegnet av: Elise Bergsagel		Godkjent av: Martin Holst	
Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 32N					
Dato utført: 2024-08-07					
Format / Målestokk: A4 / 1:200		Norconsult			

[illegible]

PORETRYKKMÅLING

Tegn.	301
Kontr.	Martin Holst
Godkj.	Martin Holst
Dato:	24 september 2024
Målestokk:	-

Hå kommune

► Brusand barnehage - Geoteknikk

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52405587 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01 Dato: 2024-09-03



Illustrasjonsfoto

Oppdragsnavn Brusand barnehage - Geoteknikk
Oppdragsgiver: Hå kommune
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Fagansvarlig lab: Hilde Risung
Ansvarlig geotekniker Elise Bergsagel
Andre nøkkelpersoner: Vibeke Silseth Aspen

Prøver mottatt 23.08.2024
Representative prøver 21 stk.
Dato oppstart for prøvingen 29.08.2024

Oppdragsnummer LAB: 52406615
Oppdragsnummer GEO: 52405587
Oppdragsnummer GRU: 4010907

J01	2024-09-03	Til bruk	VibAsp	HiRis	VibAsp
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge 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	Korngraderingsanalyser	5
3	Referanser	6
4	Rapportering	7

1 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

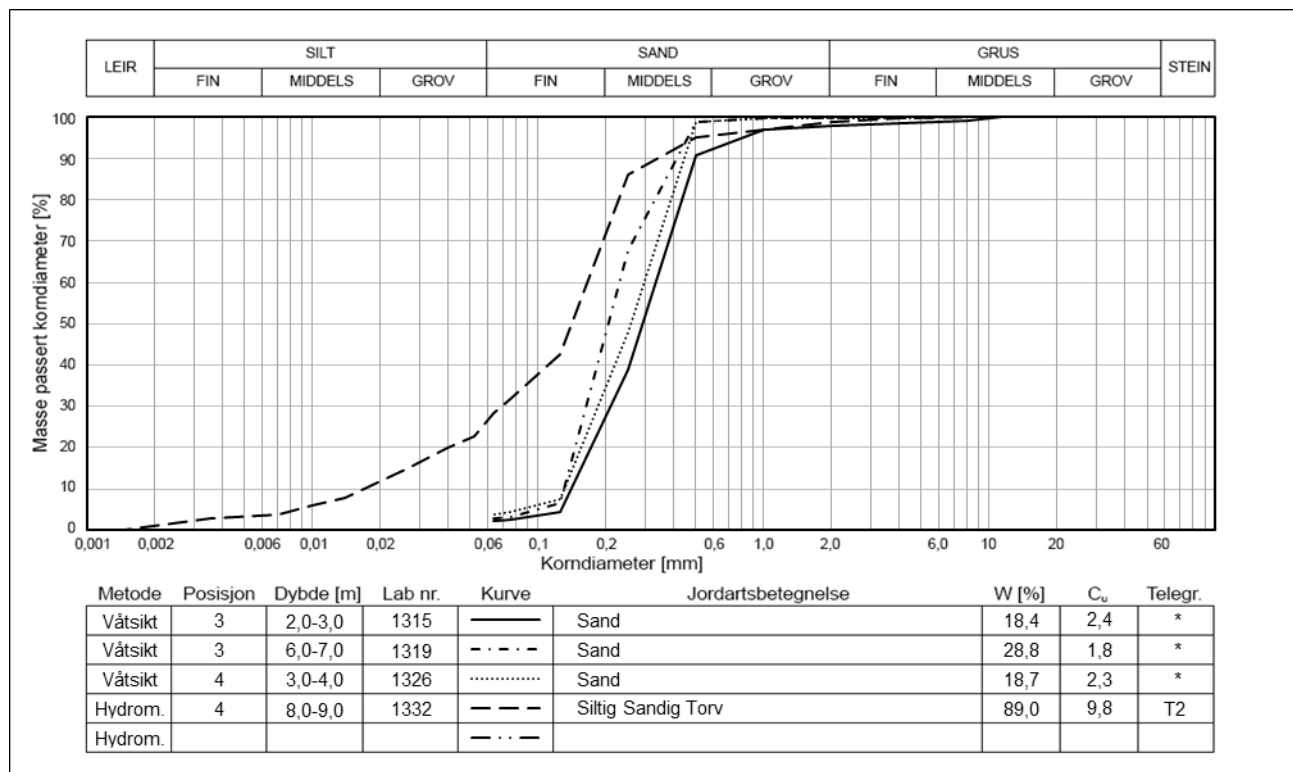
Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	GI [%]
3	P	0,4-1,0	Sand med enkelte gruskorn			
3	P	1,0-2,0	Sand			
3	P	2,0-3,0	Sand	18,4	*	
3	P	3,0-4,0	Sand med enkelte gruskorn			
3	P	4,0-5,0	Sand			
3	P	5,0-6,0	Sand			
3	P	6,0-7,0	Sand	28,8	*	1,7
3	P	7,0-8,0	Sand			
3	P	8,0-9,0	Sand			
3	P	9,0-10,0	Sand			
4	P	0,4-1,0	Sand			
4	P	1,0-2,0	Sand med enkelte gruskorn			
4	P	2,0-3,0	Sand			
4	P	3,0-4,0	Sand	18,7	*	
4	P	4,0-5,0	Sand			
4	P	5,0-6,0	Sand			
4	P	6,0-7,0	Sand			
4	P	7,0-7,7	Sand			
4	P	7,7-8,0	Siltig sandig torv			
4	P	8,0-9,0	Siltig Sandig Torv	89,0	T2	21,2
4	P	9,0-10,0	Sand			

Jordartsklassifisering basert på korngrederingsanalyser er markert med **fet skrift**, andre prøver er visuelt klassifisert.

Symboler:

P	Poseprøve (representativ)
W	Naturlig in-situ vanninnhold
TG	Telefaregruppe (T1-T4)
GI	Glødetapsmåling

2 Korngraderingsanalyse



Figur 1 Korngraderingskurver i posisjon 3 og 4

3 Referanser

- Ref. 1 SVV (2024): 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 NS-EN 17892-1:2014 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 1: Bestemmelse av vanninnhold.
- Ref. 4 NS-EN 17892-4:2016 Geotechnical investigation and testing -- Laboratory testing of soil -- Part 4: Determination of particle size distribution.

4 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 av sensitivitet	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. steininhold 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.

Resterende prøvemateriale blir lagret i 14 dager etter ferdigstilt rapport.

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.

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 menneskeskapte variasjoner over en valgt periode. Hensikten med å måle poretrykket i grunnen er 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 menneskeskapte variasjoner over en valgt periode.

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

Generell beskrivelse av prøvetaking og laboratoriearbeid

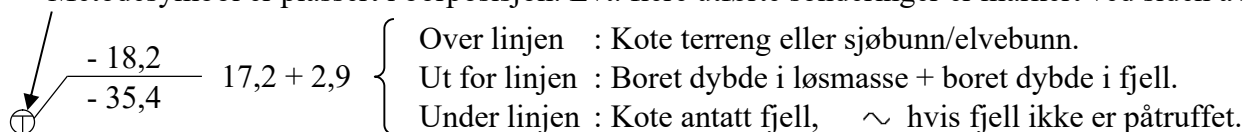
Naverboring og ramprøvetaking benyttes for opptak av omrørte prøver i leire, silt, sand og grus. Omrørte prøver egner seg kun til en grov identifisering og klassifisering av jordartene. Prøvene overføres til plastposer i felten før de fraktes til laboratoriet.

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. Både naver- og ramprøver kan brukes til å identifisere laggrenser ved overgang mellom ulike jordartstyper.

PLAN

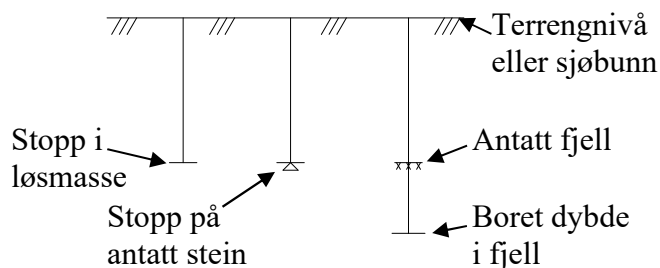
- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| ○ Enkel sondering | ● Dreiesondering | ▼ Dreietrykksondering |
| ☆ Fjellkontrollboring | ⊕ Totalsondering | ▽ Trykksondering |
| + Vinge-boring | ▼ Ramsondering | ⊖ Standard Penetration Test (SPT) |
| □ Prøvegrop | ◎ 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.

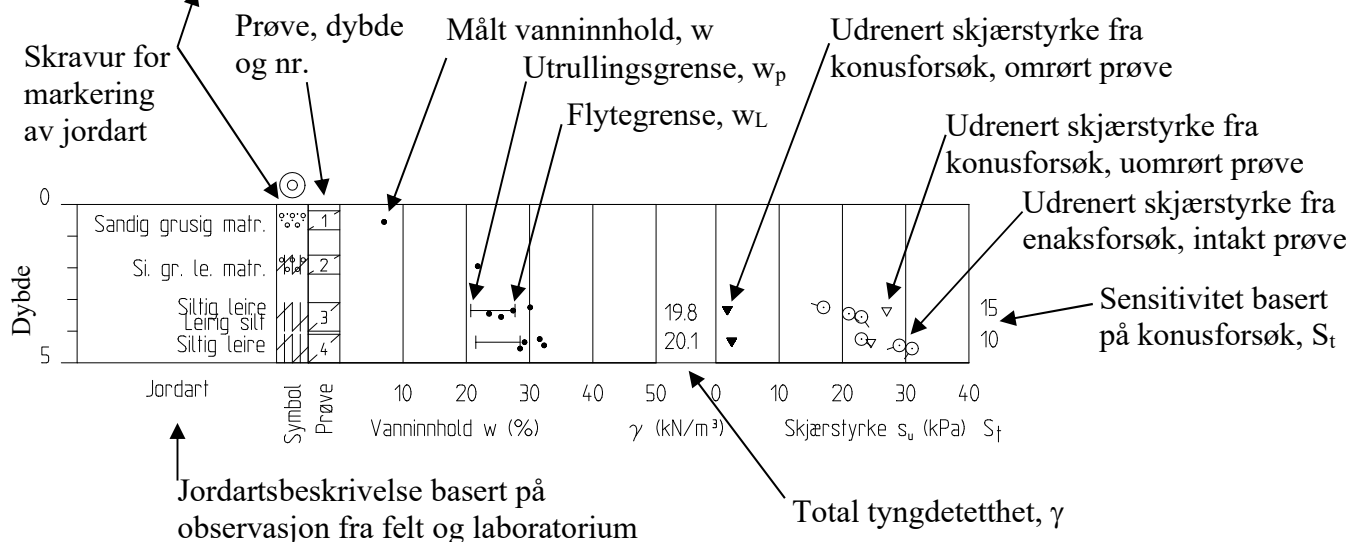


PROFILER

- | | | | |
|-----------------------|-------------------|---|------------------------------------|
| Enaksialt trykkforsøk | (S _u) |  | () = aksial deformasjon ved brudd |
| Torsjonsvinge | (S _u) |  | |
| Penetrometer | (S _u) |  | |



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



Prosedyrer og presentasjon

Geotekniske tegninger, plan og profiler



MÅLESTOKK M =	DATO
RAPPORT	VEDLEGG C

UTFØRT	KONTROLLERT
Arne Kavli	Torgeir Døssland

Utstyr: Ø 57 mm butt borekrone med tilbakeslagsventil.
Ø 44 mm borestenger.

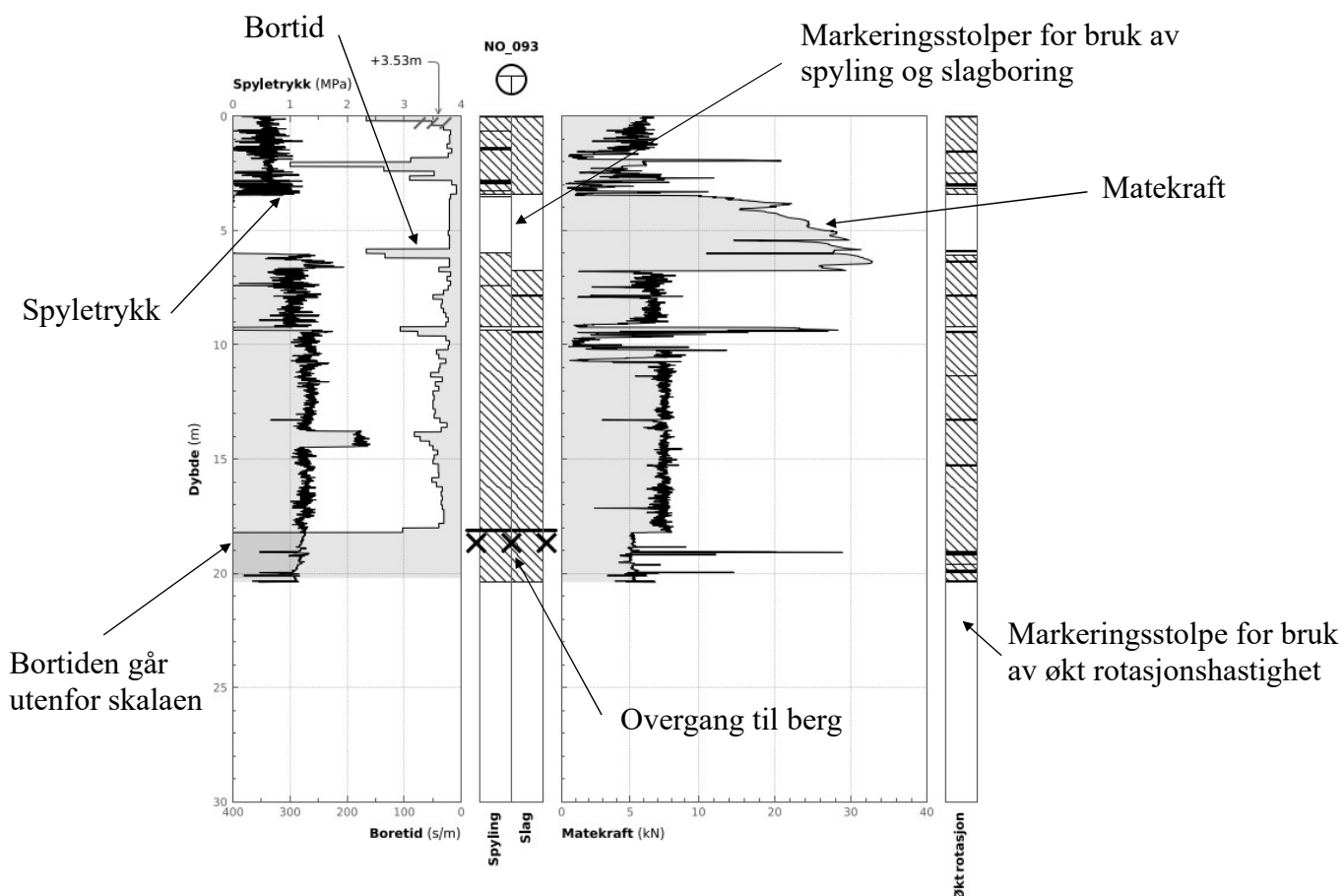
Som dreietrykksondering: Konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.
Nedpressingshastighet 3 m/min (20 sek/m).

Når normert nedtrengningshastighet ikke er mulig, økes rotasjonshastigheten til 75 omdreininger/min.

Som fjellkontrollboring: Dersom nedtrengingen igjen stopper opp, går en over til prosedyre som for fjellkontroll. Dvs. at en først setter på spyling, hvorefter ny stopp i nedtrenging fører til at en også setter på slaghammer.

Med denne prosedyren kan det bores gjennom steiner og ned i fjell. Ved påvisning av fjell, bør det bores 2-3 meter ned i antatt fjell.

Presentasjon: Skravur for vannspyling og slag i egne kolonner.
Kurver for nedpressingskraft, boretid og spyletrykk.
Kryss for markering av økt rotasjon.



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil - Totalsondering



Norconsult

UTFØRT
Arne Kavli/TNNgu

KONTROLLERT
Torgeir Døssland/HenTyv

MÅLESTOKK
M =

DATO

OPPDRAG

VEDLEGG

D