

Ullensvang kommune

► Omsorgsbustader Eidesbrotet 14

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

Oppdragsnr.: 52401682 Dokumentnr.: 52401682-RIG-R01 Versjon: J01 Dato: 2024-06-06



Oppdragsgiver: Ullensvang kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Daniel Skognes Øyre
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Eitheim, NO-5750 Odda
Oppdragsleder: Emma Engelsen Spratt
Fagansvarlig: Brynjar Øye
Andre nøkkelpersoner: Ingvild Holm Johanson

Nøkkelforo	Forklaring
Emneord	Geotekniske grunnundersøkelser, Datarapport
Fylke	Vestland
Kommune	Ullensvang
Sted	Odda
Koordinatsystem	Euref89 UTM sone 32
Høydesystem	NN2000
Prosjektkoordinater	Nord: 6660120 Øst: 363575

J01	2024-06-06	For bruk	IHJoh	BryOEy	BryOEy
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Detto 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

Norconsult Norge AS er engasjert av Ullensvang kommune for bistand med geotekniske vurderinger og prosjektering i forbindelse med riving av eksisterende og oppføring av ny omsorgsboligblokk i Odda i Ullensvang kommune.

Norconsult Boretteknikk AS har utført geotekniske grunnundersøkelser i form av totalsonderinger og opptak av prøver med tilhørende laboratorieundersøkelser utført ved Norconsult sitt geotekniske laboratorium i Molde.

Følgende resultat er produsert:

- 8 totalsonderinger
- Opptak av 10 poseprøver i 2 posisjoner

Grunnundersøkelsene viser i alle sonderinger et løst lagret toppsjikt med mektighet opp mot 0,4 meter. Under dette et noe fastere lag ned mot 2-4 meters dybde før et lag med høy sonderingsmotstand ned til dybde 15 meter. Samtlige boringer er avsluttet ved dybde 15 meter uten påvisning av berg.

► 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
1.5	Grunnlag	6
2	Felt- og laboratoriearbeid	7
	Generell informasjon om feltarbeidet	8
2.1	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	1:250	V101
Enkeltsonderinger	A4	1:200	V201-V208

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 planlagt bygging av ny omsorgsboligblokk i Odda i Ullensvang kommune 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

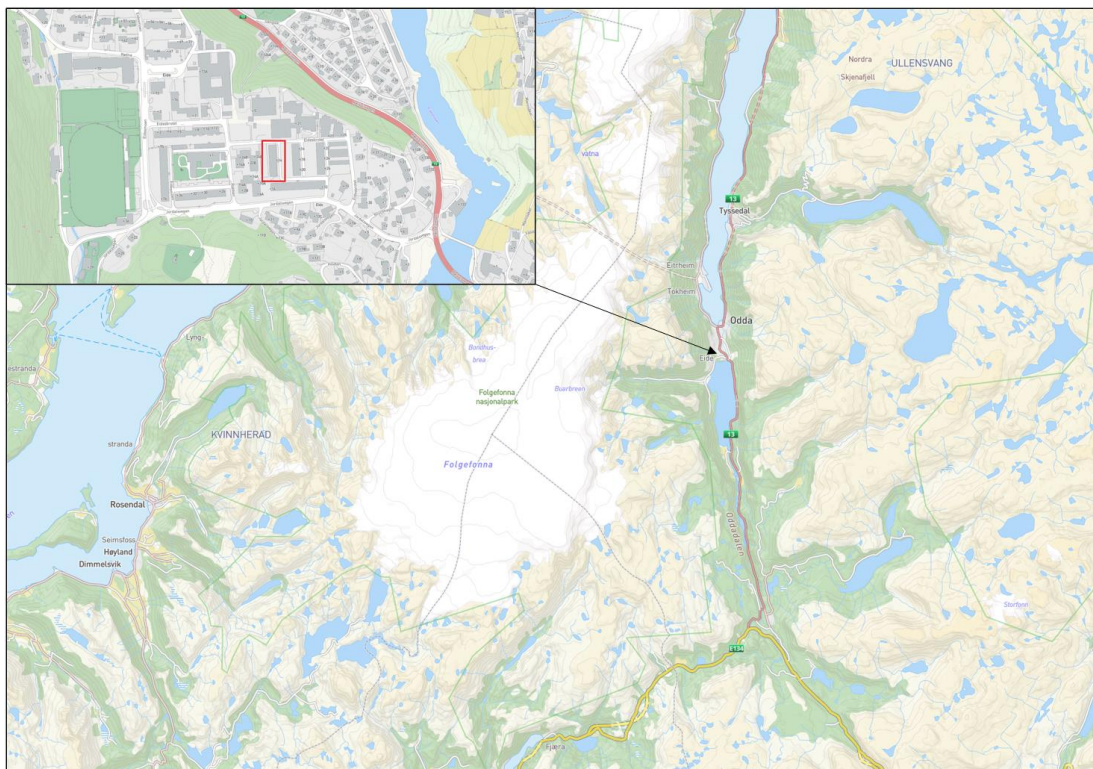
1.2 Om bruk av rapporten og dataene

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.

1.3 Aktuelt område

Det aktuelle område ligger på tomt 53/294 i Odda i Ullensvang kommune. Tomta ligger i et etablert område med boliger, skoler og barnehage. Eksisterende boligblokk på tomten skal rives og det skal bygges en ny tilsvarende blokk. Tomta ligger på ca. kote + 92,5.



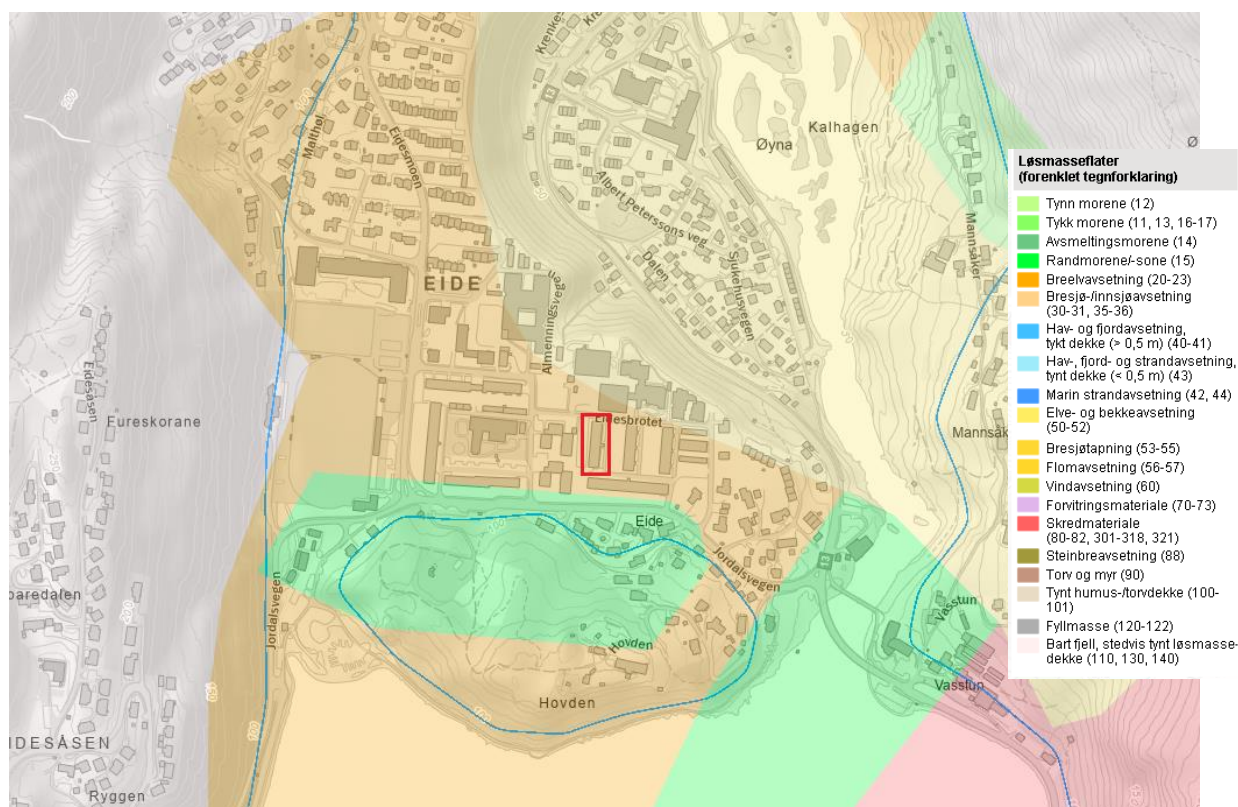
Figur 1: Oversiktskart, aktuelt område markert med rødt [1]

1.4 Løsmassekart

NGUs løsmassekart (se Figur 2) indikerer at øvre del av jordprofilen i tiltaksområdet består av breelvavsetninger (gul farge). Materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte lagdelte avsetninger av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk.

Det aktuelle området ligger under marin grense (blå stiplet linje) og det kan mulig forekomme marine avsetninger med sprøbruddkarakter (f.eks. kvikkleire).

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilen består av, kartet er grovt inndelt og er egnet kun for bruk i målestokk 1:250 000. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser.



Figur 2: NGUs løsmassekart. Rød sirkel viser tiltakets plassering [2]

1.5 Grunnlag

Structur Geomiljø AS har utført i oktober 2016 en vurdering av grunn for nabotomt 53/545 i forbindelse med utvidelse av Eide omsorgsboliger, rapport: Eide eldreboliger, Odda ref. [3]. Det ble gjennomført befaringsav eiendommen og to gravegroper ca. 15 og 40 meter nordøst for aktuelt tiltak. I begge gravegroper ble det avdekket et toppdekke med ca. 20 cm matjord over morene ned til bunn gravegrop va. 2,6 meter under terreng.

NGUs nasjonale database for grunnundersøkelser (NADAG) angir ikke tidligere grunnundersøkelser i det aktuelle området. Andre grunnundersøkelser i det aktuelle området eller i umiddelbar nærhet er ikke kjent for Norconsult.

2 Felt- og laboratoriearbeid

Det er utført geotekniske grunnundersøkelser i 8 posisjoner. Totalt er det produsert følgende resultat:

Feltarbeid:

- 8 totalsonderinger
- Opptak av 10 poseprøver i 2 posisjoner

Laboratoriearbeid

- 10 poseprøver som er beskrevet og fotografert
- 2 målinger av vanninnhold
- 2 målinger av humusinnhold (glødetap)
- 2 korngraderingsanalyse

Poseprøver er tatt opp ved naverboring, og er dermed omrørte prøver.

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 V101 gir samme oversikt.

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

Tabell 1 Borpunktliste

Borpunkt	Euref89 UTM sone 32, NN2000			Metode	Boreddybde (TOT)	
	X (Nord)	Y (Øst)	Z (Høyde)		Løsm. [m]	Berg [m]
01	6660141,2	363553,8	92,5	TOT, PRV	15,2	
02	6660141,0	363569,7	92,2	TOT	15,0	
03	6660126,3	363553,3	92,5	TOT	15,0	
04	6660126,2	363569,8	92,3	TOT	15,0	
05	6660109,4	363553,3	92,3	TOT	15,0	
06	6660107,4	363569,9	92,5	TOT	15,0	
07	6660094,8	363553,9	92,5	TOT, PRV	15,0	
08	6660094,7	363569,7	92,5	TOT	15,1	

TOT: Totalsondering, PRV: Prøveserie

Generell informasjon om feltarbeidet

En totalsondering gir grunnlag for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybde til fast grunn eller antatt berg. Sonderingen gir såkalt sikker bergpåvisning ved 3 meter innboring i berg. Ellers gir resultatene grunnlag for å identifisere jordarter og lagdeling, samt vurdere relativ fasthet i grunnen.

Tabell 2 Generell informasjon feltarbeid

Feltarbeid	
Dato for utførelse	Uke 7 2024
Boreleder	Svein Hallvard Hagerup
Type borerigg	GT 607-15
Relevante standarder	Ref. [4], [5], [6], [7], og [8]
Resultater	Tegninger V101 og V201-V208

2.1 Generell informasjon om laboratoriearbeidet

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

For naverprøver er det i laboratoriet foretatt visuell klassifisering og beskrivelse av massene. I tillegg gjøres en grov identifisering av jordartene v.h.a. kornfordelingsanalyser, og måling av vanninnhold og humusinnhold.

Tabell 3 Generell informasjon laboratoriearbeid

Laboratoriearbeid	
Dato for utførelse	Uke 12 2024
Laborant	Hilde Risung
Relevante standarder	Ref. [9]
Resultater	Tegninger V101 og V201-V208, vedlegg A

3 Resultater grunnundersøkelser

Resultater fra feltundersøkelser er vist på tegning V101 og V201-V208. 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.

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

På den aktuelle tomte er det boret og utført 8 totalsonderinger (01-08) og opptak av prøver i to av disse posisjonene (01 og 07).

Sonderingene viser i alle punkt et løst lagret toppsjikt med mektighet opp mot 0,4 meter av antatt matjord.

Under dette viser sonderingene et noe fastere lag med varierende mektighet mellom 2-4 meter. Prøver i posisjon 01 og 07 i dette laget viser i hovedsak blanding mellom sandig grus og grusig sand. Det registreres også noe humusinnhold.

Korngraderingsanalyse i posisjon 07 i dybde 2-3 meter viser humusholdig grusig sandig jordmateriale med et vanninnhold på 8,5%, humusinnhold på 2,7% og telefarlighetsgruppe T2. Korngraderingsanalyse i samme posisjon i dybde 3-4 meter viser grusig sandig jordmateriale med et vanninnhold på 9,7% og telefarlighetsgruppe T2.

Videre nedover i dybden viser samtlige sonderinger et meget fast lag med behov slag og spyling til avsluttet boring ved dybde 15 meter.

Berg er ikke påtruffet i noen posisjoner.

4 Referanser

- [1] N. AS. [Internett]. Available: <https://www.kommunekart.com/>.
- [2] NVE. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [3] S. G. AS, «Eide eldreboliger, Odda. vurdering av grunnforhold.,» 2016.
- [4] Statens vegvesen, Håndbok R211 Feltundersøkelser, Statens vegvesen, 1997.
- [5] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 9 - Veiledning for utførelse av totalsondering. Revisjon 1, 2018., Norsk geoteknisk forening, 1994.
- [6] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksondering. Revisjon 3, 2010, Norsk geoteknisk forening, 1982.
- [7] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 6 - Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk. Revisjon 2, 2017., Norsk geoteknisk forening, 1989.
- [8] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 11 - Veiledning for utførelse av prøvetaking, Norsk geoteknisk forening, 2013.
- [9] Statens vegvesen, Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser, Statens vegvesen, 2016.

C:\Users\h\p\appdata\local\temp\AcPublish_29416\101 Borplan, utførte grunnundersøkelser.dwg - ihjoh - Plottet: 2024-06-06, 10:43:11 - XREF = Uførte boringer, T_Kartgumlag



FORKLARINGER

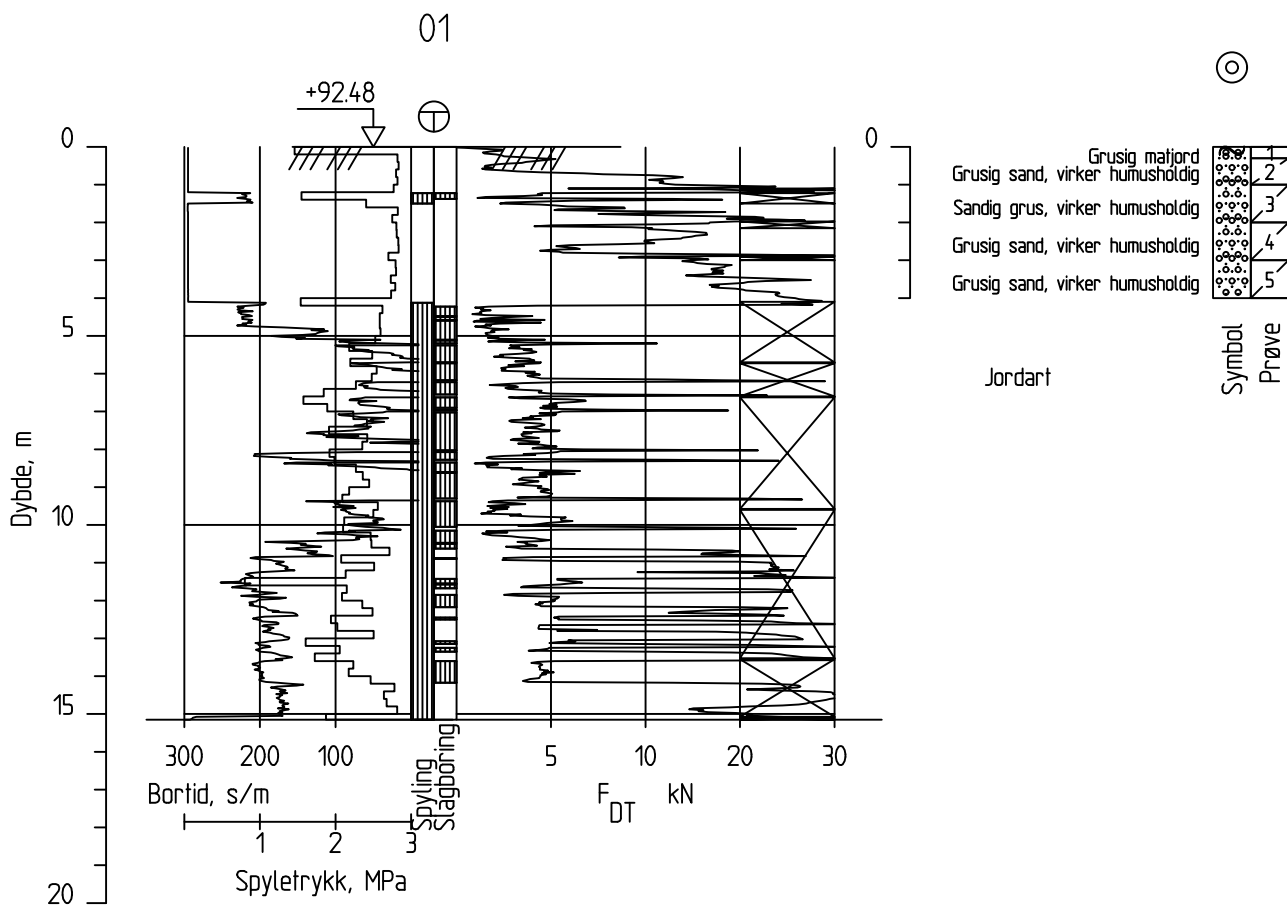
- Prøveserie
 - Totalsondering
 - Terrengkote
Bergkote
- Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

Kartdatum: EUREF 89/UTM sone 32

Høydereferansesystem: NN2000



J01	2024-04-23	For bruk	IHJoh	BryOEy	BryOEy
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)
Ullensvang kommune					1:250
Omsorgsbustader Eidesbrotet 14					
Borplan, utførte grunnundersøkelser					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52401682	V101	J01	



Ullensvang kommune

Dato boret: 14.02.2024

Omsorgsbustader Eidesbrotet 14
Totalsondering Borprofil og prøveserie
Posisjon 01

Posisjon: X 6660141,2 Y 363553,8

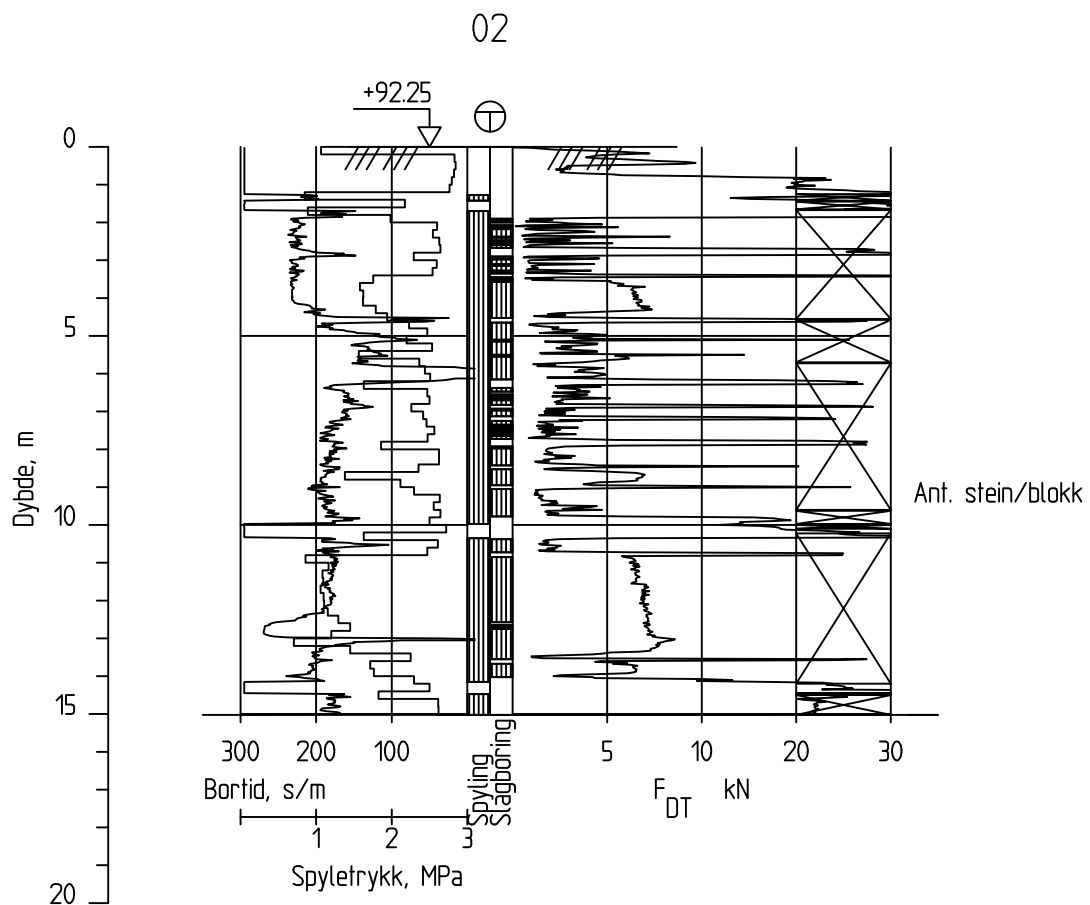
Utarbeidet av:
IHJoh
Godkjent av:
BryOEy
Målestokk:
M = 1 : 200

Norconsult

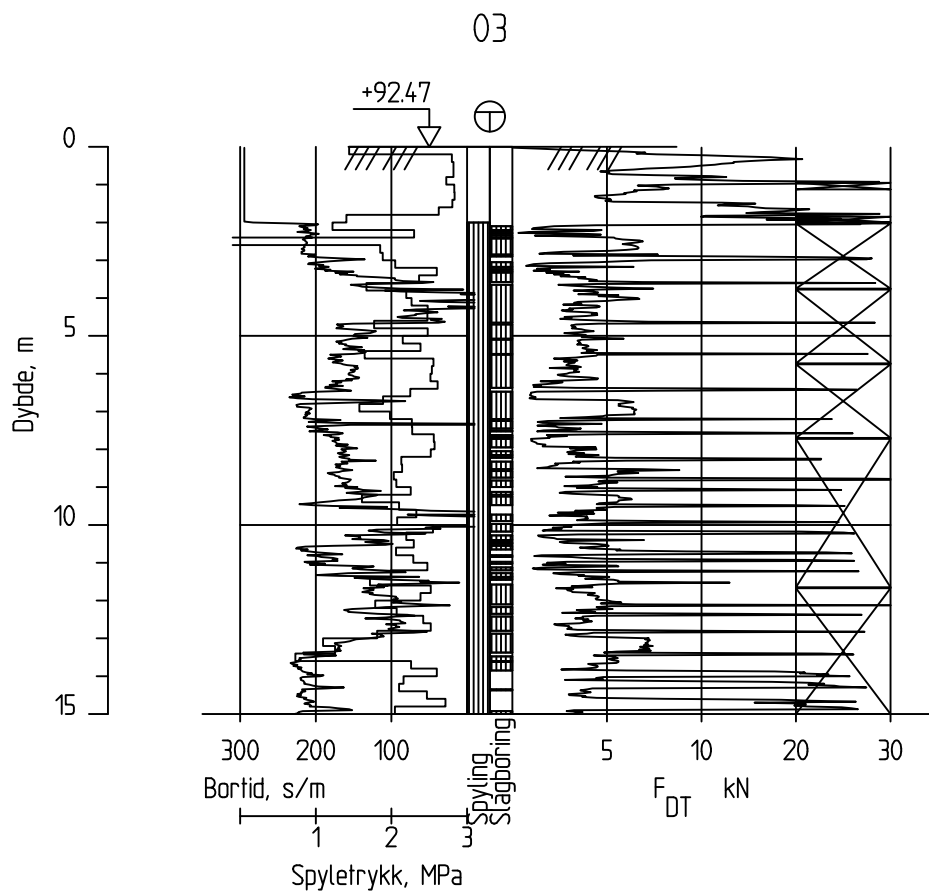
Oppdr. nr.
52401682

Tegningsnr.
V201

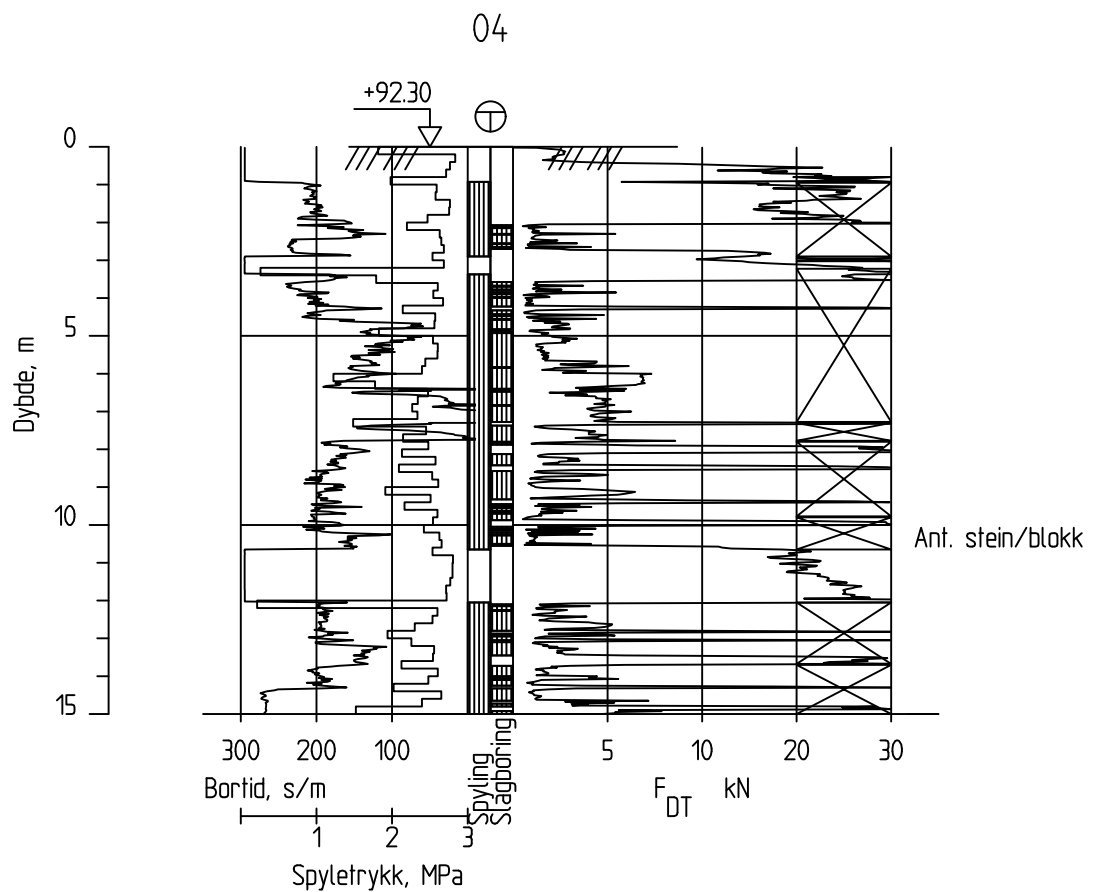
Revisjon:
J01



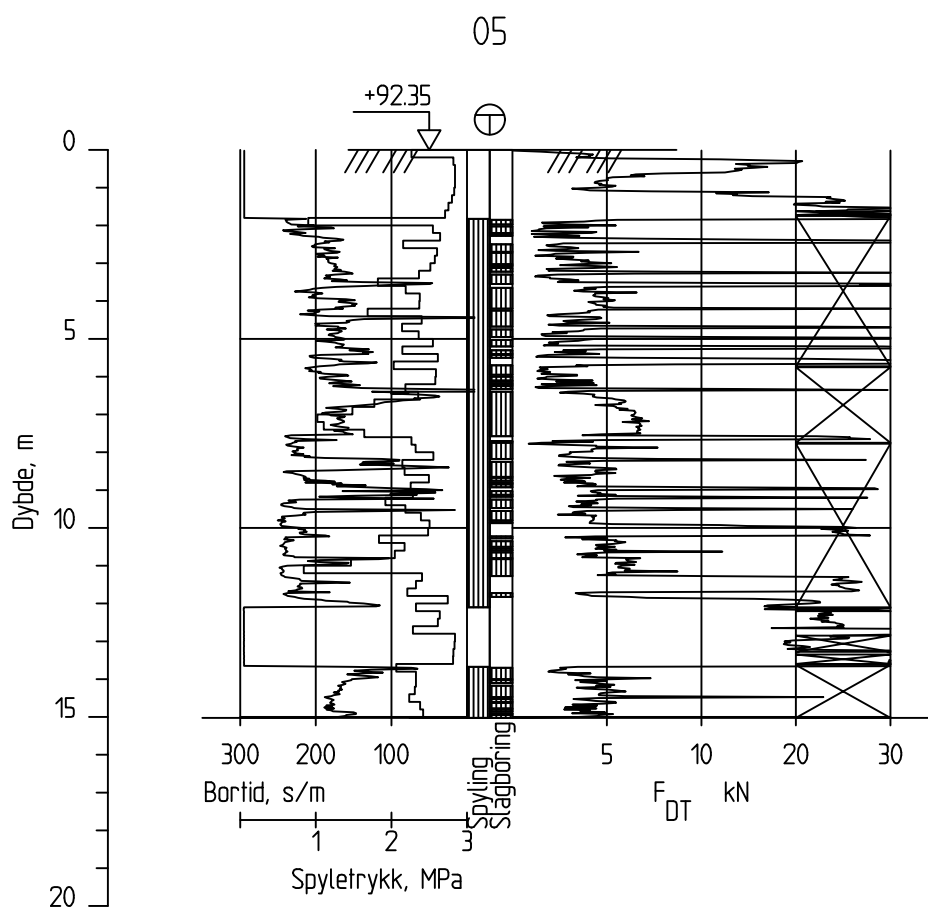
Ullensvang kommune		Dato boret: 13.02.2024	
Omsorgsbustader Eidesbrotet 14		Utarbeidet av: IHJoh	
Totalsondering Borprofil		Godkjent av: BryOEy	
Posisjon 02		Målestokk: M = 1 : 200	
		Oppdr. nr. 52401682	Tegningsnr. V202
		Revisjon: J01	



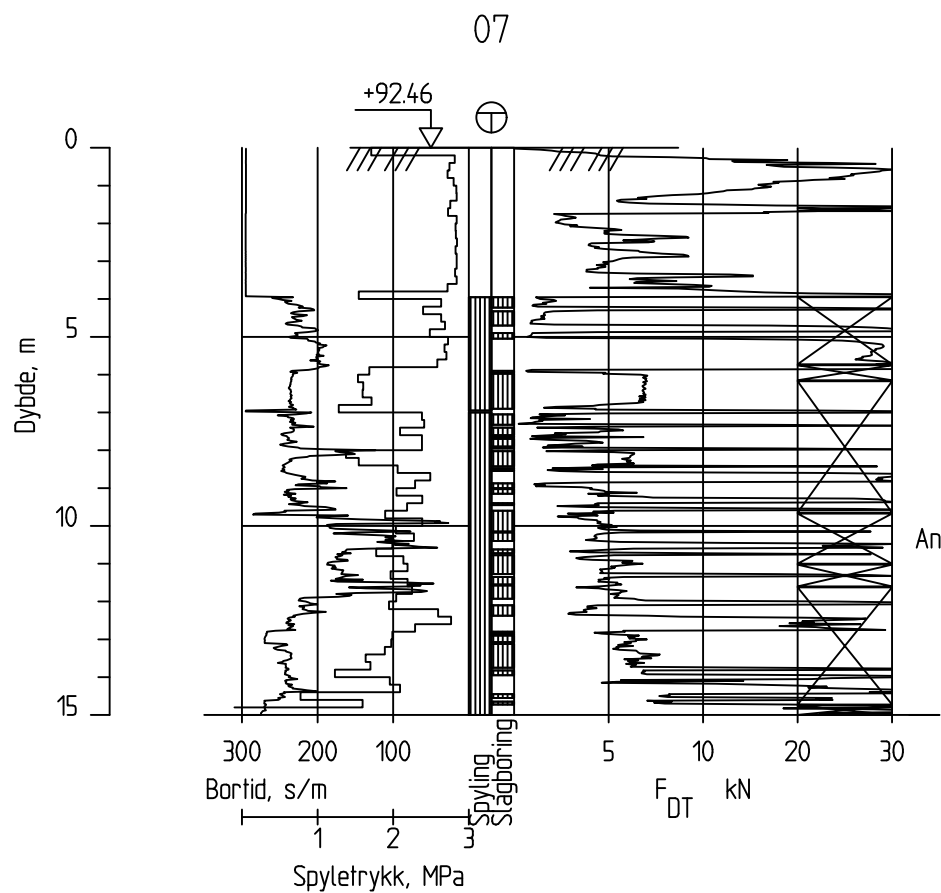
Ullensvang kommune		Dato bore: 14.02.2024	
Omsorgsbustader Eidesbrotet 14		Utarbeidet av: IHJoh	
Totalsondering Borprofil		Godkjent av: BryOEy	
Posisjon 03		Målestokk: M = 1 : 200	
		Oppdr. nr. 52401682	Tegningsnr. nr. V203
		Revisjon: J01	



Ullensvang kommune		Dato bore: 13.02.2024	
Omsorgsbustader Eidesbrotet 14		Utarbeidet av: IHJoh	
Totalsondering Borprofil		Godkjent av: BryOEy	
Posisjon 04		Målestokk: M = 1 : 200	
Norconsult		Oppdr. nr. 52401682	Tegningsnr. nr. V204
		Revisjon: J01	

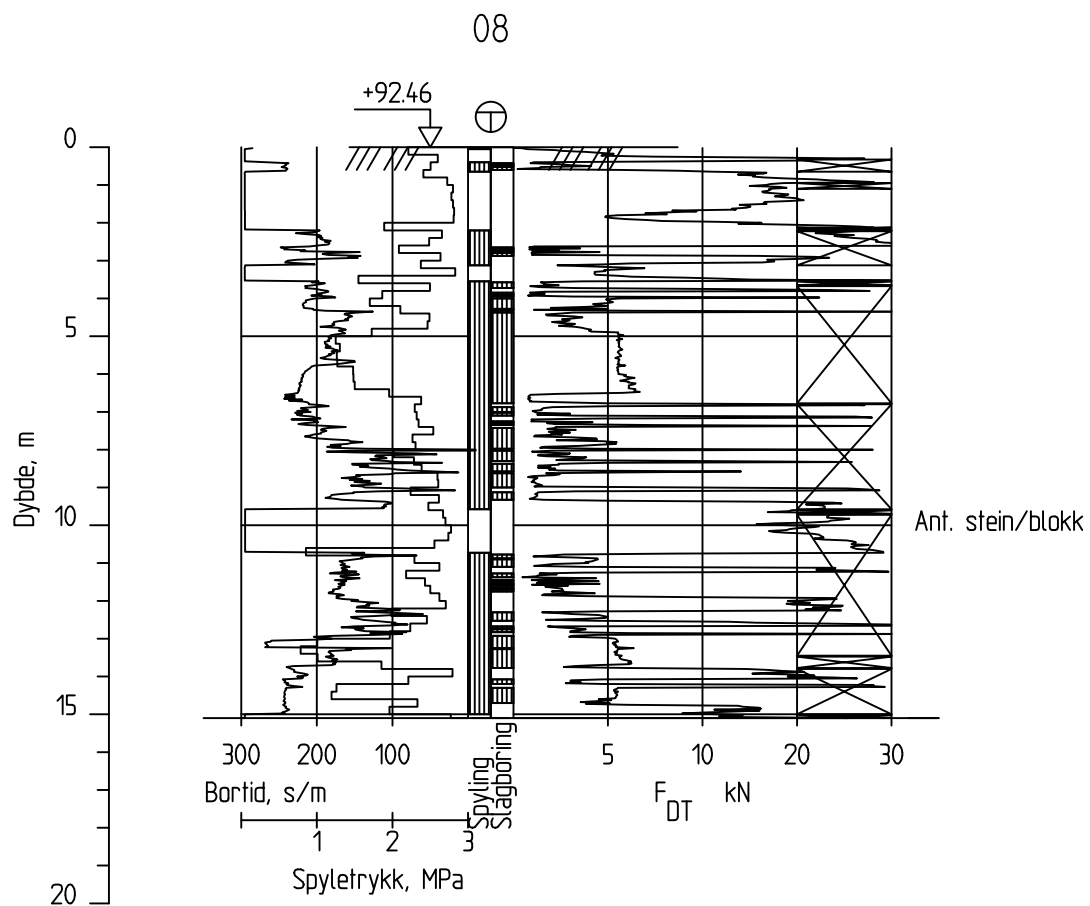


Ullensvang kommune		Dato bore: 14.02.2024	
Omsorgsbustader Eidesbrotet 14		Utarbeidet av: IHJoh	
Totalsondering Borprofil		Godkjent av: BryOEy	
Posisjon 05		Målestokk: M = 1 : 200	
Posisjon: X 6660109,4 Y 363553,3		Revisjon: J01	
Norconsult		Oppdr. nr. 52401682	Tegningsnr. V205



Jordart	Symbol	Prøve	Vanninnhold w (%)	GI%
Grusig matjord	1			
Grusig sand, virker humusholdig	2			
Humusholdig sandig grus	3			2.7
K: Humusholdig Grusig Sandig Jor	4			2.7
K: Grusig Sandig Jordmateriale	5			

Ullensvang kommune			Dato boret: 13.02.2024
Omsorgsbustader Eidesbrotet 14			Utarbeidet av: IHJoh
Totalsondering Borprofil og prøveserie			Godkjent av: BryOEy
Posisjon 07			Målestokk: M = 1 : 200
Norconsult			Revisjon: J01
Oppdr. nr. 52401682	Tegningsnr. nr. V207		



Ullensvang kommune

Dato bore: 13.02.2024

Omsorgsbustader Eidesbrotet 14

Utarbeidet av:
IHJoh

Totalsondering Borprofil

Godkjent av:
BryOEy

Posisjon 08

Posisjon: X 6660094,7 Y 363569,7

Målestokk:
M = 1 : 200

Norconsult 

Oppdr. nr.
52401682

Tegningsnr. nr.
V208

Revisjon:
J01

Ullensvang kommune

► Omsorgsbustader Eidsesbrotet 14, Odda

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52401682 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01 Dato: 2024-03-22



Illustrasjonsfoto

Oppdragsnavn Omsorgsbustader Eidsesbrotet 14, Odda
Oppdragsgiver: Ullensvang kommune
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Fagansvarlig lab: Hilde Risung
Ansvarlig geotekniker Brynjar Øye
Andre nøkkelpersoner: Vibeke Silseth Aspen

Prøver mottatt 04.03.2024
Representative prøver 10 stk
Dato oppstart for prøvingen 19.03.2024

Oppdragsnummer GRU: 4010782

J01	2024-03-22	Til Bruk	HiRis	VibAsp	HiRis
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	Bilder	6
4	Referanser	7
5	Rapportering	8

1 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

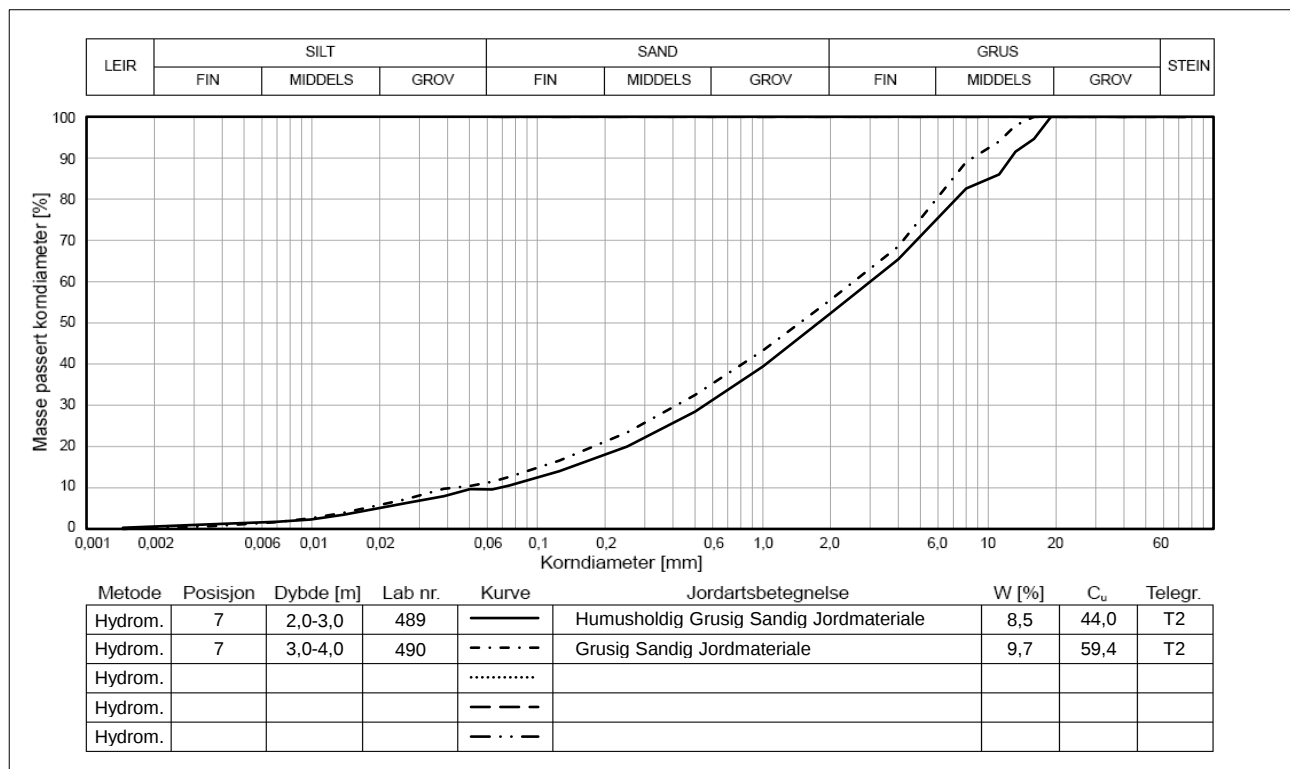
Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	GI [%]
1	P	0,0-0,3	Grusig matjord			
1	P	0,3-1,0	Grusig sand, virker humusholdig			
1	P	1,0-2,0	Sandig grus, virker humusholdig			
1	P	2,0-3,0	Grusig sand, virker humusholdig			
1	P	3,0-4,0	Grusig sand, virker humusholdig			
7	P	0,0-0,3	Grusig matjord			
7	P	0,3-1,0	Grusig sand, virker humusholdig			
7	P	1,0-2,0	Humusholdig sandig grus			2,7
7	P	2,0-3,0	Humusholdig Grusig Sandig Jordmateriale	8,5	T2	2,7
7	P	3,0-4,0	Grusig Sandig Jordmateriale	9,7	T2	

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 7

3 Bilder

Posisjon 1

Dybde 0,0-4,0 m



Posisjon 7

Dybde 0,0-4,0 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 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.*

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 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. 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.

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.

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 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, D og E viser tegnforklaring for plan- og profiltegning, totalsondering og CPTU.

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 laggrensene ved overgang mellom ulike jordartstyper.

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, plastisitetanalyser og måling av humusinnhold.

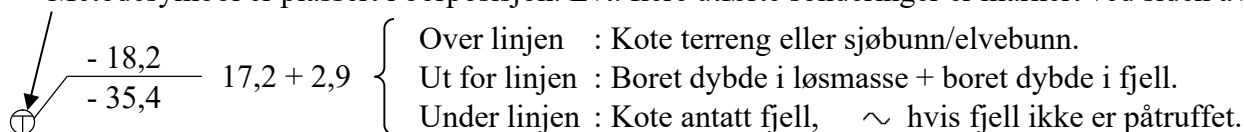
Ødometerforsøk i laboratorium benyttes til å bestemme jordens forkonsolideringsspenning og deformasjonsegenskaper. Ødometeret gir en endimensjonal deformasjonstilstand som er en forenkling av virkeligheten, men som samtidig er godt tilpasset de vanligste beregningsmodeller for setninger. Beregningsmodeller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

Treaksialforsøk 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. Fordi naturlig lagringsfasthet i grunnen oftest er ukjent, vil det være ønskelig å kjøre flere forsøk der prøvene bygges inn med ulik grad av komprimering. Styrkeparametrene bestemmes deretter som en funksjon av lagringstetthet.

PLAN

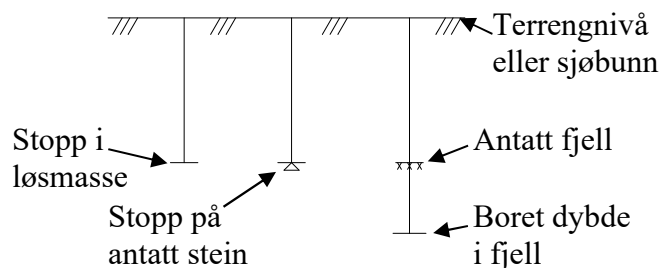
○ Enkel sondering	● Dreiesondering	▼ Dreietrykkssondering
⊗ Fjellkontrollboring	⊕ Totalsondering	▽ Trykksondering
+ Vinge-boring	▼ Ramsondering	⊗ Standard Penetration Test (SPT)
□ Prøvegrop	⊙ Prøveserie	⊗ Prøvegrop med prøveserie
☪ Vannprøver	⊖ Vannstandsmåling	⊖ Poretrykksmåling
⊗ Permeabilitetsmåling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

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

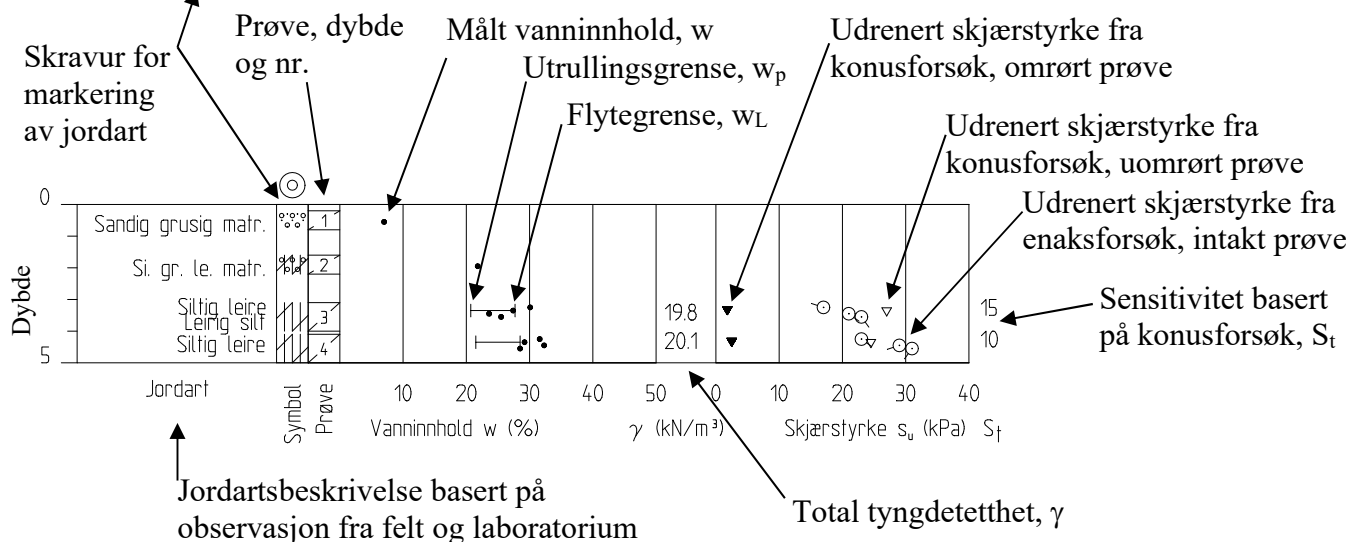


PROFILER

Enaksialt trykksforsøk	(S_u)	(15) - (5) (10) = aksial deformasjon ved brudd
Torsjonsvinge	(S_u)	*
Penetrometer	(S_u)	□



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



Prosedyrer og presentasjon

Geotekniske tegninger, plan og profiler

Norconsult

MÅLESTOKK

M =

DATO

RAPPORT

VEDLEGG

C

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

Torgeir Døssland

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

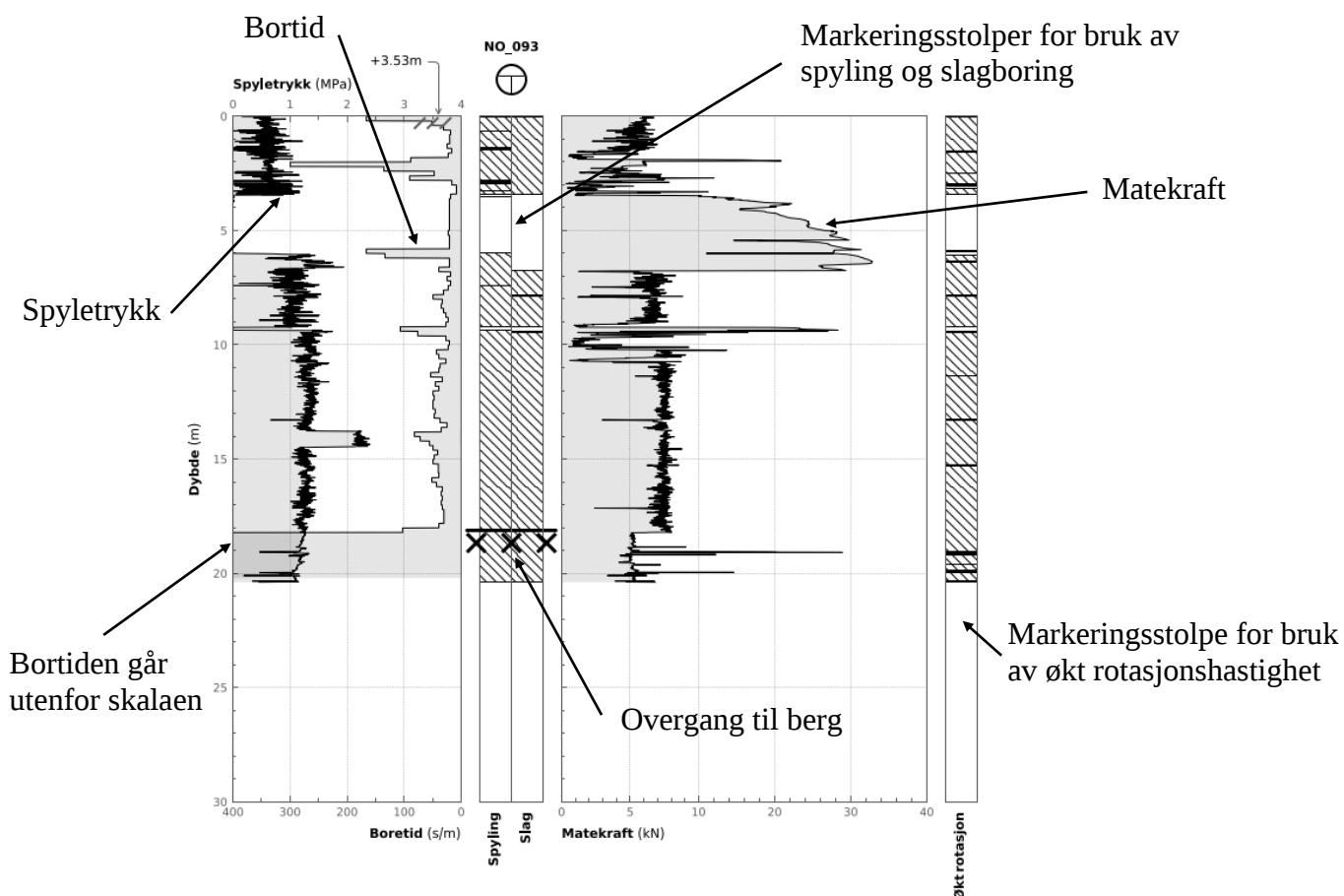
Som dreietrykksondering: Konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.
Nedpressingshastighet 3 m/min (20 sek/m).

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

MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT

Arne Kavli/TNNgu

KONTROLLERT

Torgeir Døssland/HenTyv

OPPDRAG

VEDLEGG

D