

Rana kommune

► **Mjøra2, Mo i Rana**

Geotekniske grunnundersøkelser

Datarapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: 52204500-RIG-R01 Versjon: J01 Dato: 2022-11-01



Oppdragsgiver: Rana kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Geir Bergersen
Rådgiver: Norconsult AS, Moafjæra 6 J, NO-7606 Levanger
Oppdragsleder: Katrine Austmo Møller
Fagansvarlig: Emil Cederström
Ansvarlig saksbehandler: Kristian Aune

Nøkkelinfo	Forklaring	
Emneord	Geotekniske grunnundersøkelser, Datarapport	
Fylke	Nordland	
Kommune	Rana kommune	
Sted	Mo i Rana	
Koordinatsystem	EUREF89, UTM-sone 33	
Høydesystem	NN2000	
Prosjektkoordinater	Nord: 7357568	Øst: 461506

J01	2022-11-01	Klar for bruk	Kristian Aune	Emil Cederström	Katrine Austmo Møller
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.

► Innhold

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

Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegn.nr.
Borplan – utførte grunnundersøkelser	A1	1:1000	V100
Enkeltsonderinger	A1	1:200	V200 – V201

Vedlegg

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

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Rana kommune planlegger oppføring av nytt vannrenseanlegg på Mjølaodden. I forbindelse med planlagt utbygging har Norconsult utført geotekniske grunnundersøkelser. Feltarbeidet skal sammen med laboratorieanalysene gi grunnlag for geoteknisk vurdering av planlagt tiltak. Hensikten med rapporten er å:

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

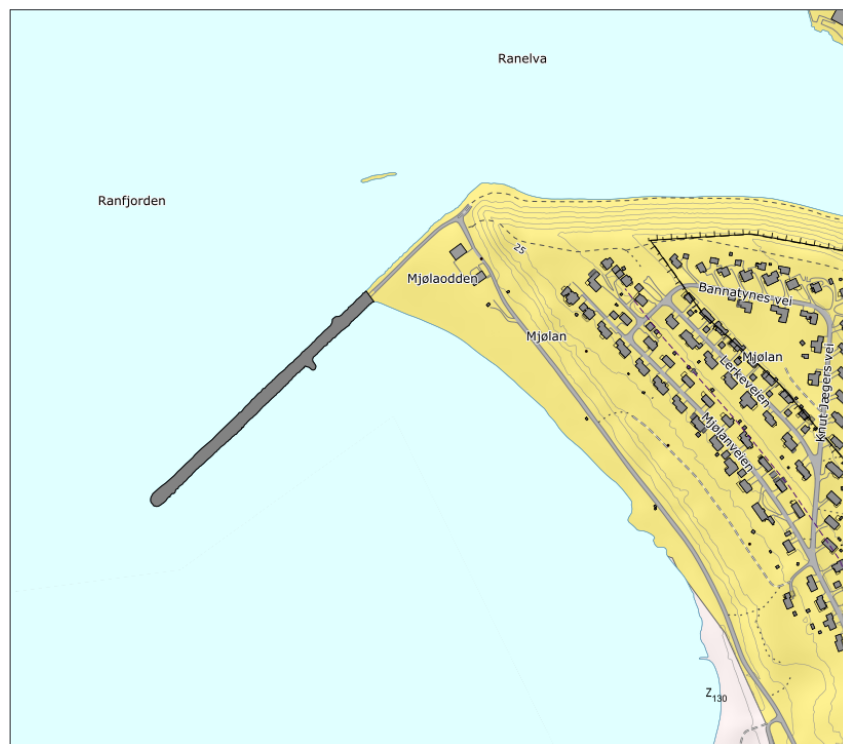
Rapporten er en ren datarapport som oppsummerer resultater fra geotekniske grunnundersøkelser.

1.2 Aktuelt område

Undersøkellesområdet ligger på Mjølaodden ved utløpet av Ranelva nord for Rana gruber og Mo i Rana sentrum. Tomta hver det er planlagt et nytt tiltak fremstår i all hovedsak flatt med terrenghøyder varierende fra ca. kote +3,5 – ca. kote +5,0. Omkringliggende terreng fremstår også i stor grad som flatt. Unntaket er imidlertid mot nordøst, hvor terrenget stiger bratt på med gjennomsnittlig terrenghelning ca. 1:1,14 – 1:1,35 opp til ca. kote +25,0.

1.3 Løsmassekart

Løsmassekart, Figur 1, viser at tiltaksområdet må kunne forventes å bestå av elve- og bekkeavsetninger. Dette er oftest silt, sand og grus avsetninger.



Figur 1: Utsnitt fra <https://geo.ngu.no/kart/> som viser forventede løsmasseavsetninger i og ved undersøkelsesområdet

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.

1.4 Grunnlag

Norconsult er kjent med at det tidligere er utført grunnundersøkelser ved nåværende undersøkelsesområdet. De utførte grunnundersøkelsene er oppsummert i NGIs rapport 71005-1 *Grunnundersøkelser i forbindelse med skredfare innerst i Ranafjorden fra 1972.*

2 Felt- og laboratoriearbeid

Utførte grunnundersøkelser omfatter i alt totalsondering i seks punkter, trykksondering (CPTU) i tre punkter samt prøvetaking i tre punkter. I tillegg er grunnvannstanden nivellert i fem av seks punkter.

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, tegning V100, 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	EUREF89, UTM-sone 33 og NN2000			Metode	Boreddybde (TOT)	
	X (Nord)	Y (Øst)	Z (Høyde)		Løsm. [m]	Berg [m]
1	7357592,9	461548,4	25,9	TOT, CPTU, PRV	40,2	-
2	7357570,6	461522,3	4,9	TOT, CPTU, PRV	31,5	-
3	7357564,5	461467,8	1,7	TOT	31,0	-
4	7357527,6	461495,8	1,9	TOT	31,3	-
5	7357506,0	461422,5	1,8	TOT	51,0	-
6	7357466,8	461485,7	1,4	TOT, CPTU, PRV	50,6	-

TOT: Totalsondering, CPTU: Trykksondering, PZ: Piezometer, GV: Grunnvannsbrønn, PRV: Prøveserie,

2.1 Generell informasjon om feltarbeidet

Tabell 2: Generell informasjon feltarbeid

Feltarbeid	
Dato for utførelse	Uke 34-36 2022
Boreleder	Tommy Ljungqvist
Type borerigg	Geotech 607
Relevante standarder	Ref. [1], [2], [3], [4], og [5]
Resultater	Tegninger V100 og V200 – V201

2.2 Generell informasjon om laboratoriearbeidet

Tabell 3 Generell informasjon laboratoriearbeid

Laboratoriearbeid	
Dato for utførelse	Uke 39-40 2022
Laborant	Hilde Risung og Vibeke Silseth Aspen
Relevante standarder	Ref. [6]
Resultater	Tegninger V200 – V201, vedlegg A

3 Resultater grunnundersøkelser

Resultater fra feltundersøkelser er vist på tegning V200 – 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

Utførte totalsonderinger viser at løsmassene på og ved undersøkt område må klassifiseres som middels fast til fast friksjonsmateriale til stor dybde. Opptatte prøver viser at løsmassene hovedsakelig består av sand med noe varierende innhold av både grus og silt. Telefarlighetsklasse er hovedsakelig T2, men i posisjon 2 fra 3,3 – 4,0 m dybde faller løsmassene inn under telefarlighetsklasse T4.

I boreloggen fra feltarbeidene er det kommentert at det ble observert organisk materiale i prøve fra 1,0 – 2,0 m og 2,7 – 3,3 m dybde i posisjon 2. Laborantene har imidlertid ikke observert dette.

3.2 Grunnvannsstand

Det er ikke målt poretrykk ved hjelp av piezometer, men grunnvannstanden er registrert i de punktene hvor det var mulig. Tabell 4 oppsummerer dybder som er registrert.

Tabell 4: Registrerte dybder til grunnvannstand

Punktnummer	Dybde grunnvannstand	Kote [moh]
2	3,40 m	+1,54
3	1,05 m	+0,65
4	1,18 m	+0,73
5	1,30 m	+0,53
6	0,70 m	+0,69

4 Referanser

- [1] Statens vegvesen, Håndbok R211 Feltundersøkelser, Statens vegvesen, 1997.
- [2] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 9 - Veiledning for utførelse av totalsondering, Norsk geoteknisk forening, 1994.
- [3] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksondering, Norsk geoteknisk forening, 1982.
- [4] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 6 - Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk, Norsk geoteknisk forening, 1989.
- [5] Norsk geoteknisk forening, Melding nr. 11 - Veiledning for utførelse av prøvetaking, Norsk geoteknisk forening, 2013.
- [6] Statens vegvesen, Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser, Statens vegvesen, 2016.

Rana kommune

► Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01 Dato: 2022-10-06



Illustrasjonsfoto

Vedlegg A

Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01



Oppdragsnavn: Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune
Oppdragsgiver: Rana kommune
Rådgiver: Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Fagansvarlig lab: Hilde Risung
Ansvarlig geotekniker: Kristian Aune
Andre nøkkelpersoner: Vibeke Silseth Aspen

Prøver mottatt: 08.09.22
Poseprøver: 18 stk.
54 mm-prøver: 2 stk.
Dato oppstart for prøvingen: 29.09.22

Oppdragsnummer LAB: 52207580
Oppdragsnummer GEO: 52204500

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J01	2022-10-06	Til bruk	VibAsp	HiRis	VibAsp

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.

Vedlegg A

Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01

► Innhold

1	Forsøksresultater	4
2	Korngraderingsanalyser	6
3	Bilder	8
	3.1 Poseprøver	8
	3.2 Utskyvd prøvemateriale	10
4	Referanser	11
5	Rapportering	12

Vedlegg A

Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01

1 Forsøksresultater

Tabell 1: Opptatte prøver og laboratoriearbeid

Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	Y [kN/m ³]
1	P	0,0-1,0	Grusig sand			
1	P	1,0-2,0	Grusig sand			
1	P	3,0-4,0	Siltig Sand	13,2	T2	
1	P	4,0-5,0	Sand			
1	P	5,0-6,0	Siltig Sand	16,3	T2	
1	P	6,0-7,4	Sand			
1	P	7,4-8,0	Sand	6,8	T2	
1	P	12,0-13,0	Sandig Grusig Jordmateriale	5,2	T2	
1	P	13,0-14,0	Grusig sand			
2	P	0,0-1,0	Sand			
2	P	1,0-2,0	Siltig Sand	7,4	T2	
2	P	2,0-2,7	Sand	9,5	T2	
2	P	2,7-3,3	Sand	12,4	T2	
2	P	3,3-4,0	Sandig Silt	30,0	T4	
2	P	4,0-5,0	Sand	27,2	T2	
2	P	5,0-6,0	Siltig sand			
6	P	0,0-1,1	Sand			
6	P	1,1-2,0	Siltig sand, rødbrun			
6	54	6,0-7,0	Sand			20,0
		6,1-6,2				
		6,2-6,3				
		6,3-6,4				
		6,4-6,5				
		6,5-6,6	Siltig Sand	34,4	T4	
		6,6-6,7				

Vedlegg A

Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01

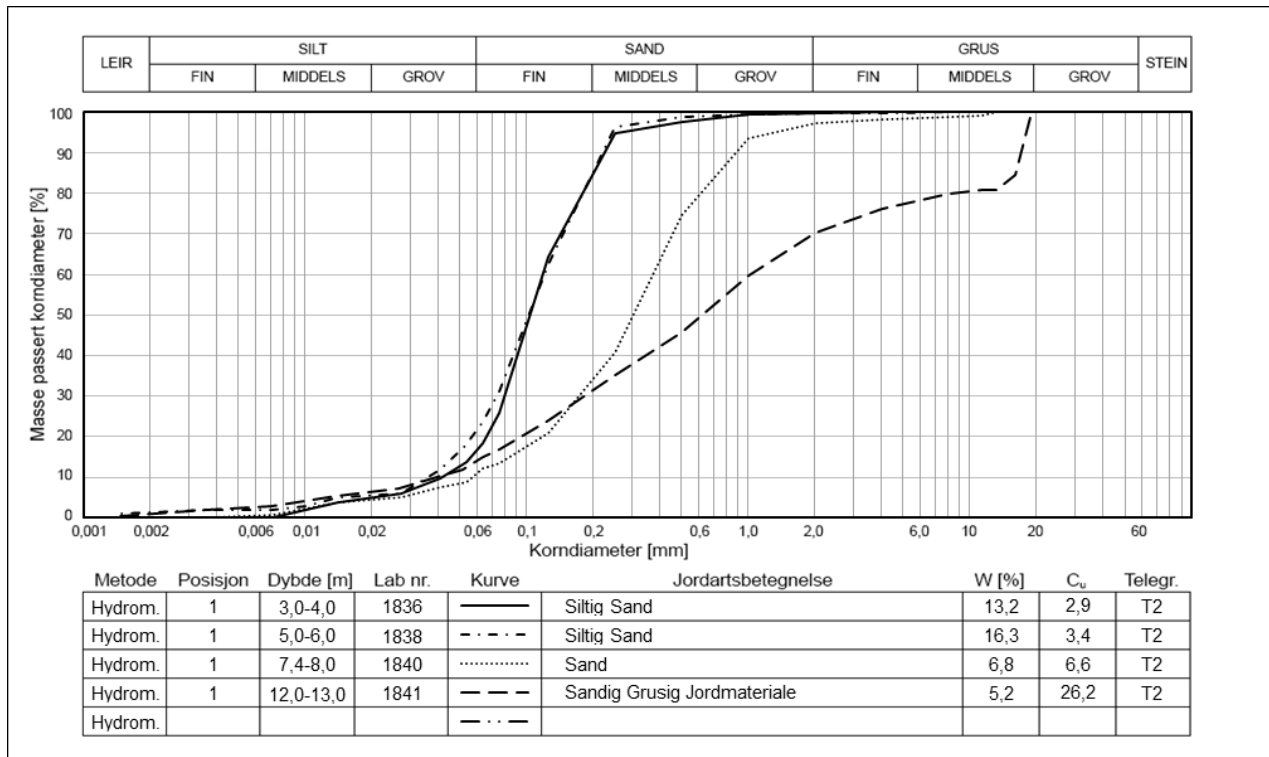
Pos. /ID	Type [-]	Dybde [m]	Klassifisering	W [%]	TG [-]	γ [kN/m ³]
6	54	7,0-8,0	Siltig sand, homogen			19,2
		7,1-7,2				
		7,2-7,3				
		7,3-7,4	Sandig Silt	33,0	T4	
		7,4-7,5				
		7,5-7,6				
		7,6-7,7				

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

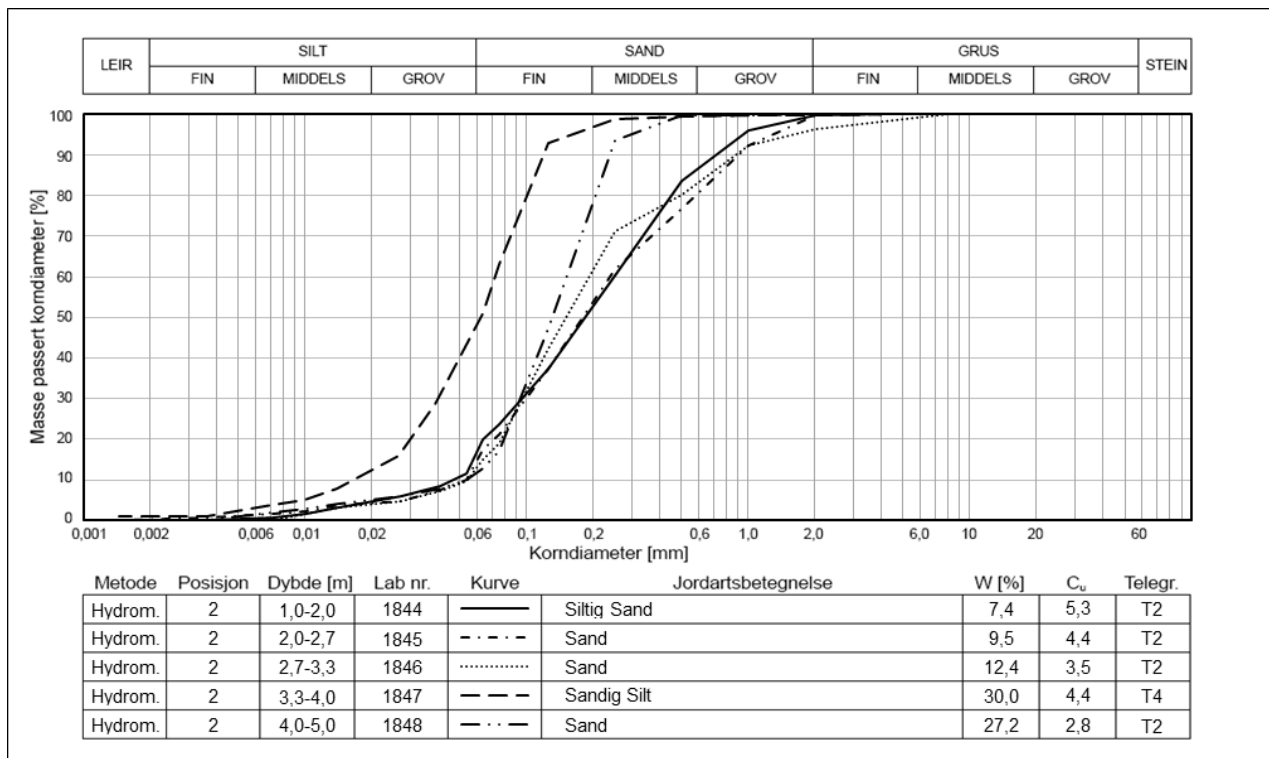
Symboler:

54	Uforstyrret 54 mm sylinderprøve
P	Poseprøve (representativ)
W	Naturlig in-situ vanninnhold
TG	Telefaregruppe (T1-T4)
γ	Tyngdetetthet

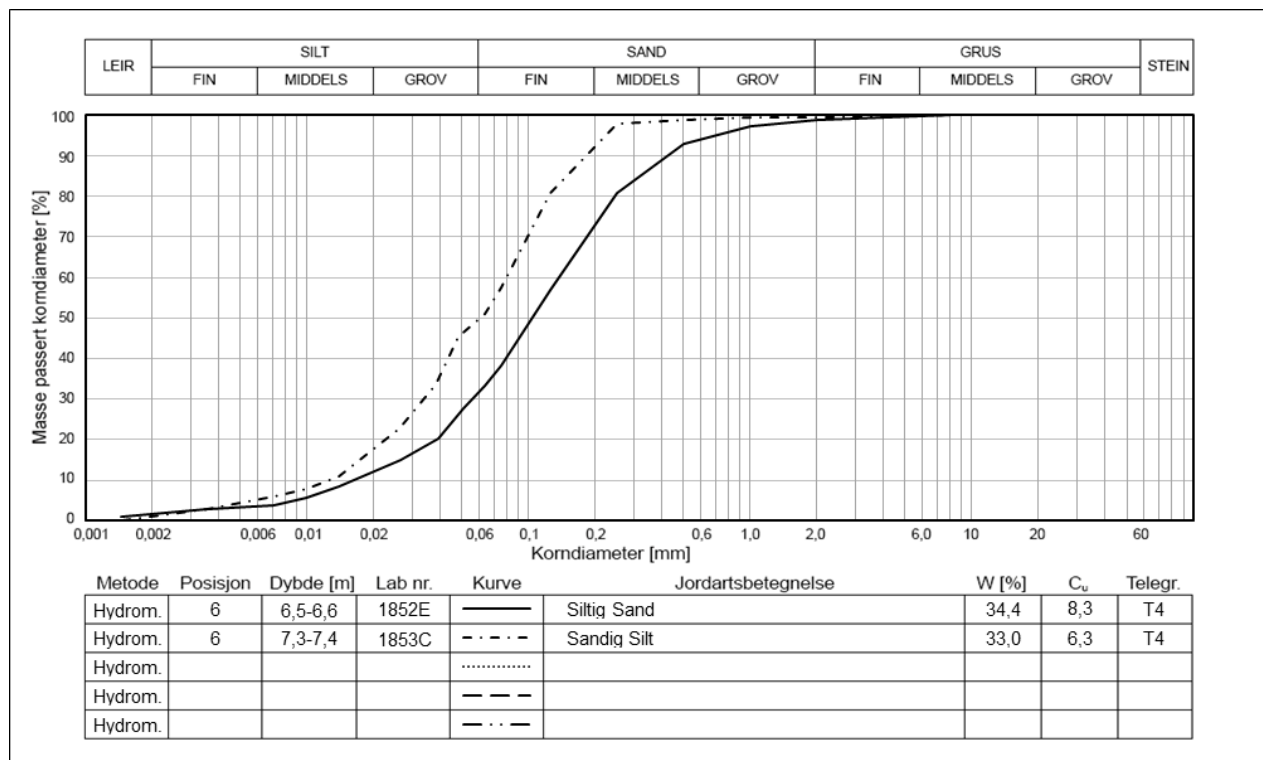
2 Korngraderingsanalyse



Figur 1 Korngraderingskurver i posisjon 1



Figur 2 Korngraderingskurver i posisjon 2



Figur 3 Korngraderingskurver i posisjon 6

3 Bilder

3.1 Poseprøver

Posisjon 1

Dybde 0,0-1,0 m



Dybde 1,0-2,0 m



Dybde 3,0-4,0 m



Dybde 4,0-5,0 m



Dybde 5,0-6,0 m



Dybde 6,0-7,4 m



Dybde 7,4-8,0 m



Dybde 12,0-13,0 m



Dybde 13,0-14,0 m



Vedlegg A

Mjøra2 rensanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01

Posisjon 2

Dybde 0,0-1,0 m



Dybde 1,0-2,0 m



Dybde 2,0-2,7 m



Dybde 2,7-3,3 m



Dybde 3,3-4,0 m



Dybde 4,0-5,0 m



Dybde 5,0-6,0 m



Posisjon 6

Dybde 0,0-1,1 m



Dybde 1,1-2,0 m



Vedlegg A

Mjøra2 renseanlegg, Rana kommune

Geoteknisk laboratorierapport

Oppdragsnr.: 52204500 Dokumentnr.: RIG-LAB01 Versjon: J01

3.2 Utskyvd prøvemateriale

Posisjon 6

Dybde 6,0-7,0 m



Dybde 7,0-8,0 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 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 17892-4:2004 *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 kornfordeling 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

%	Betegnelser
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 grunnakseletrasjon. 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 materialeegenskaper vil bestemmelser av den samme parameteren ha en viss spredning på grunn av de ulike forsøktypene.

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 . Forsøktypen oppgis med symbol på figuren.

Ved sammenstilling av laboratoriedata utføres ingen korrigerende 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 stige høyde 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 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, 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 sylindrerprøver 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.

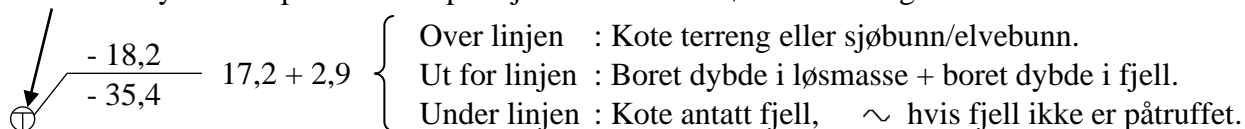
Ødometerforsøk i laboratorium benyttes til å bestemme jordens forkonsolideringsspenning og deformasjonsegenskaper. Ødometeret gir en endimensjonal deformasjonstilstand som er en forenkling av virkeligheten, men som samtidig er godt tilpasset de vanligste beregningsmodeller for setninger. Beregningsmodeller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

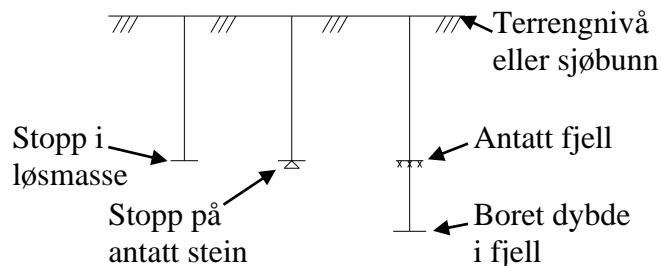
- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| ○ Enkel sondering | ● Dreiesondering | ◊ Dreietrykksondering |
| ⊗ Fjellkontrollboring | ⊕ Totalsondering | ▽ Trykksondering |
| + Vingeboring | ▼ Ramsondering | ⊖ Standard Penetration Test (SPT) |
| □ Prøvegrop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

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

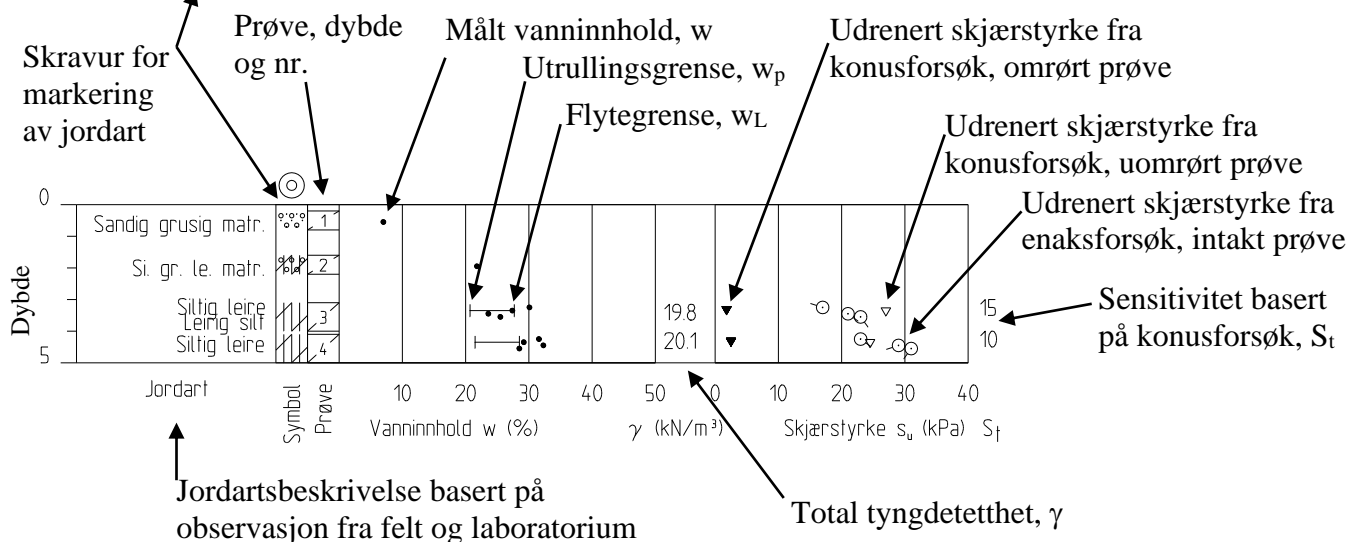


PROFILER

- | | | | |
|-----------------------|-----------|---|------------------------------------|
| Enaksialt trykkforsøk | (S_u) | | () = aksial deformasjon ved brudd |
| Torsjonsvinge | (S_u) | * | |
| Penetrometer | (S_u) | □ | |



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



Prosedyrer og presentasjon

Geotekniske tegninger, plan og profiler



MÅLESTOKK	DATO
M =	
RAPPORT	VEDLEGG
	C

UTFØRT	KONTROLLERT
Arne Kavli	Torgeir Døssland

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

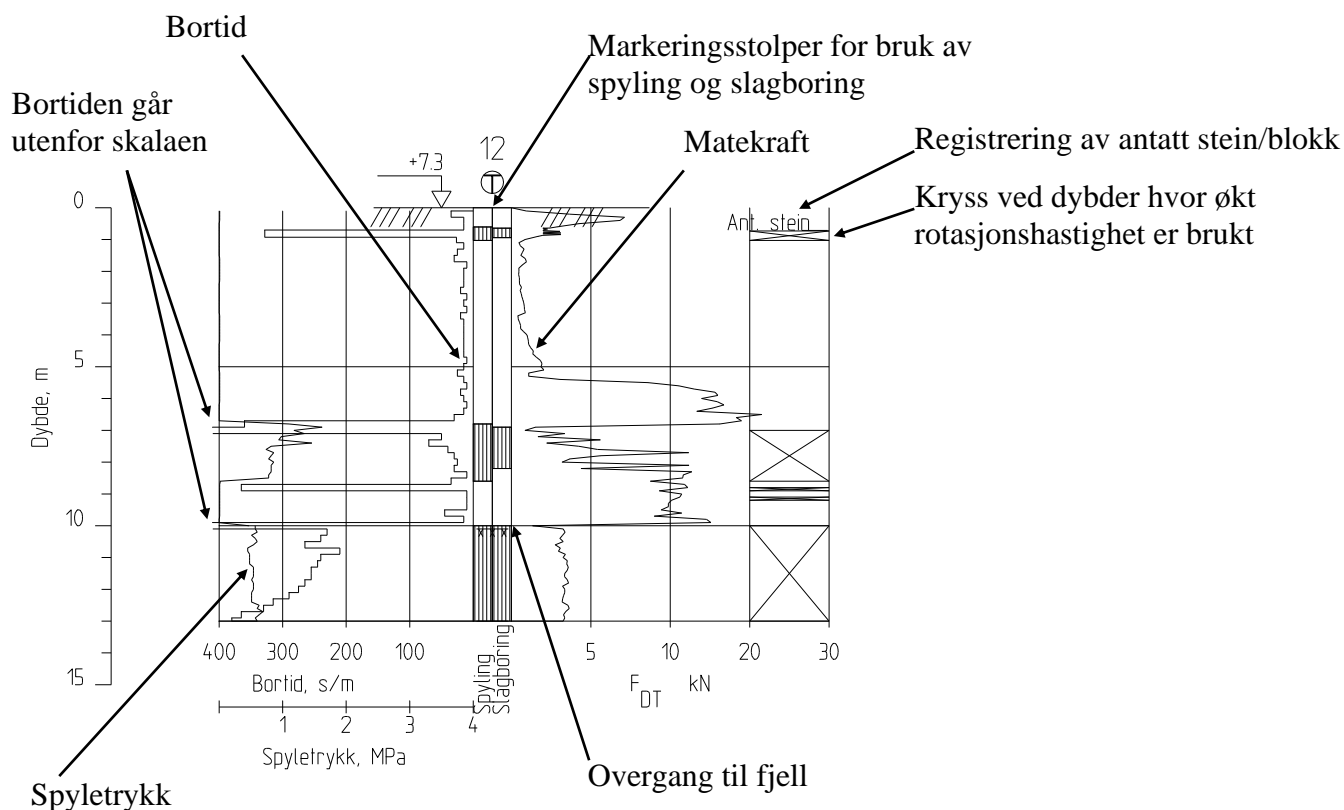
Som dreietrykksondering: Konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.
Nedpressingshastighet 3 m/min (20 sek/m).

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

KONTROLLERT
Torgeir Døssland

MÅLESTOKK
M =

DATO

PROSJEKT

VEDLEGG

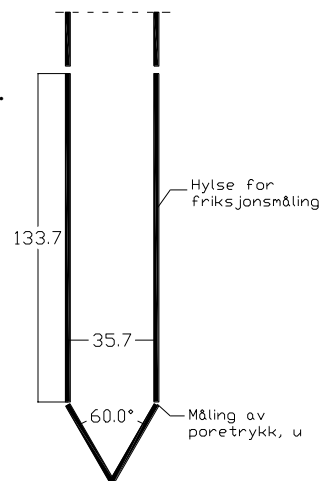
D

Trykksondering – "Cone Penetration Tests" (CPT)

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

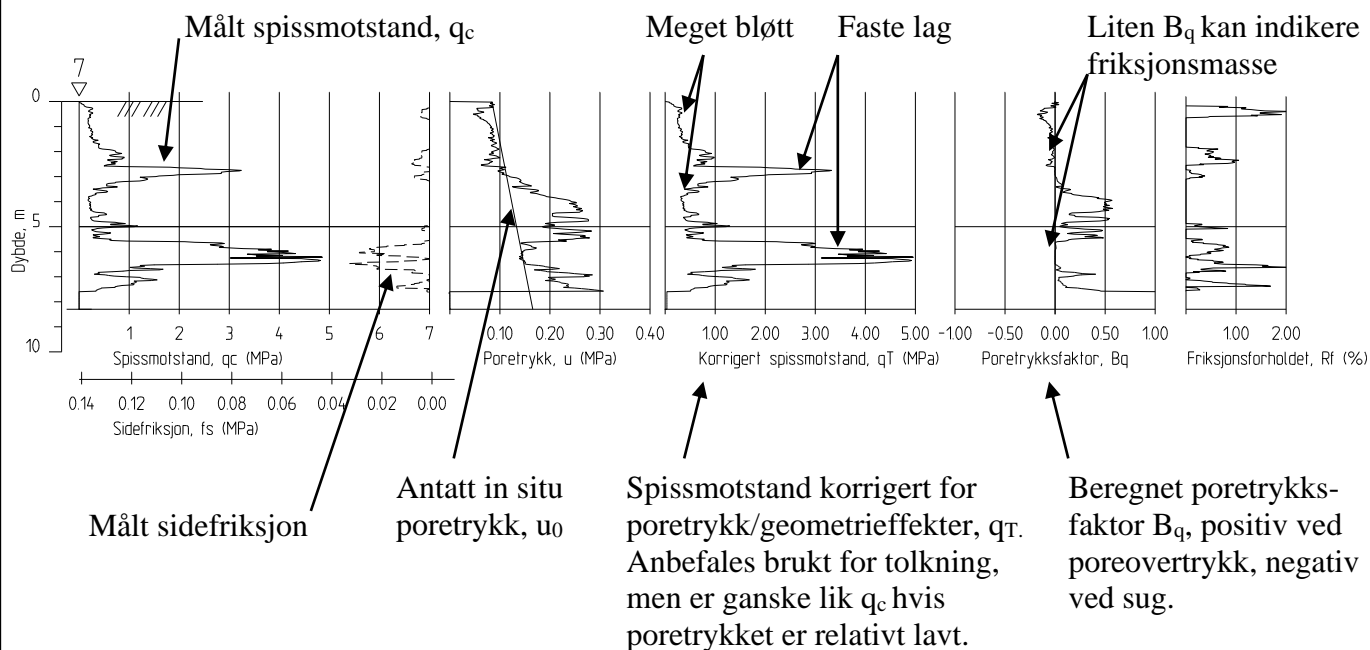
Prosedyre: Konstant nedpressingshastighet; 20 mm/sek.

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/beregnete verdier
(presenteres ikke alltid)



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil – Trykksondering (CPT) ▽

Norconsult

MÅLESTOKK

M =

DATO

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

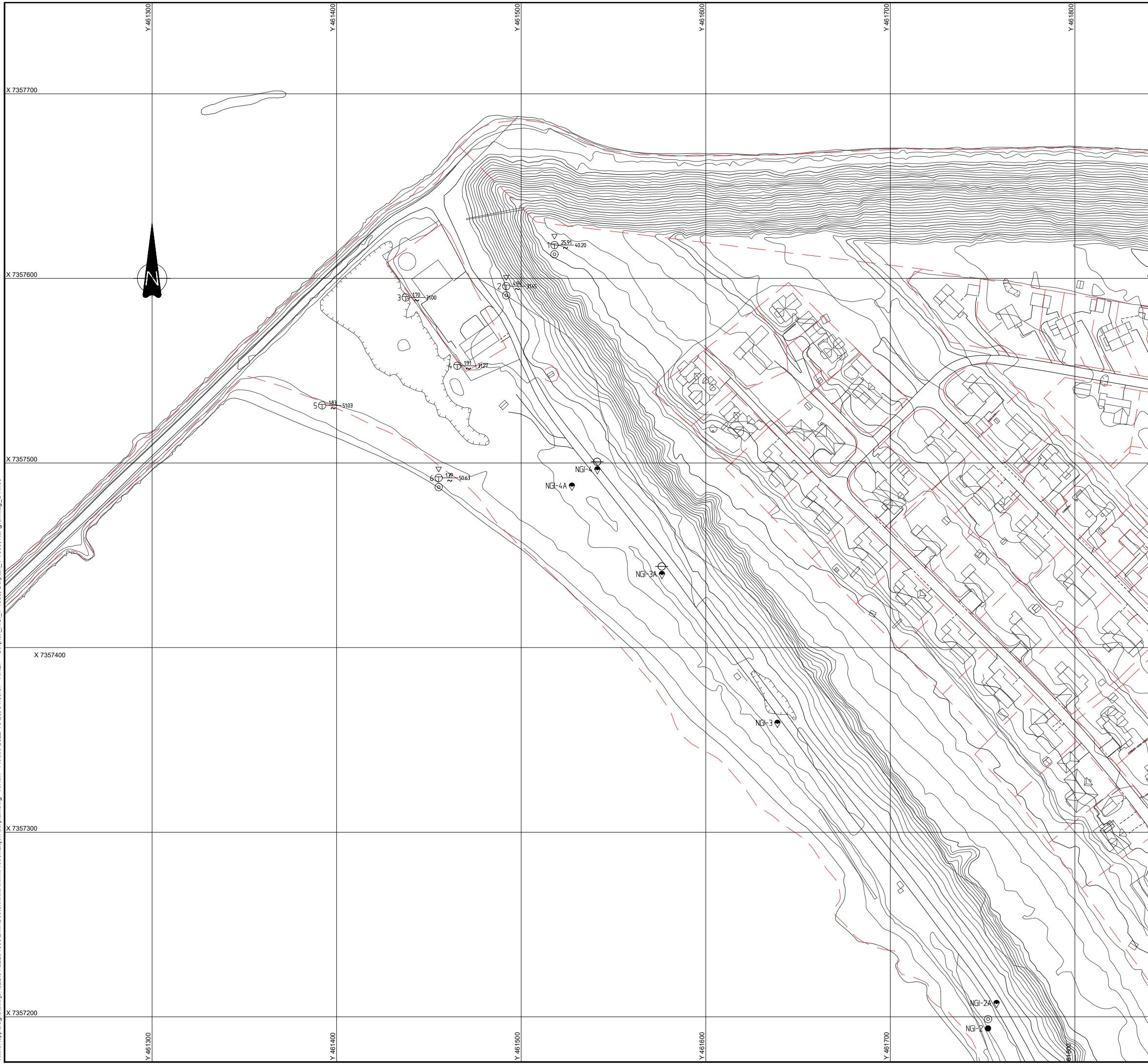
Torgeir Døssland

PROSJEKT

VEDLEGG

E

X:\prosjekter\Steinkjer\522\04\52204500\BIM\Geoteknik\K\K\K\Presentasjon_borplan.dwg - KrAun - Plottet: 2022-10-20, 01:39:57 - XREF = Borplan_NGI_1-1000, Kartgrunnlag_UTM03



TEGNFORKLARING

- Dreiesondering
- ▼ Dreitrykksondering
- Enkel sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- Kjerneboring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- Skovlboring
- + Vingeboring
- ⊕ Totalsondering
- ⊖ Poretrykksmåler
- ▼ Trykksondering (CPTU)
- ⊕ Terrengekote
Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

HENVISNINGER

Borpunkter nummerert NGI-1 til NGI-4 er digitalisert med omtrentlig plassering iht. oversiktskart i NGI-rapport 71005-1 Grunnundersøkelser i forbindelse med skredfare innerst i Ranafjorden utgitt 18. oktober 1972

Rev.	Dato	Beskrivelse	KrAun Utarbeidet	EmiCed Fagkontroll	KrAun Godkjent
J01	2022-10-20	Før bruk			

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 utstrækning enn formålet tilsier.

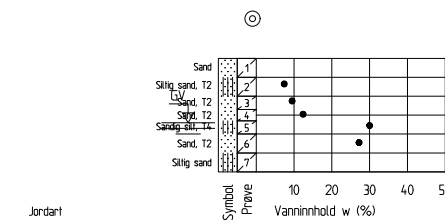
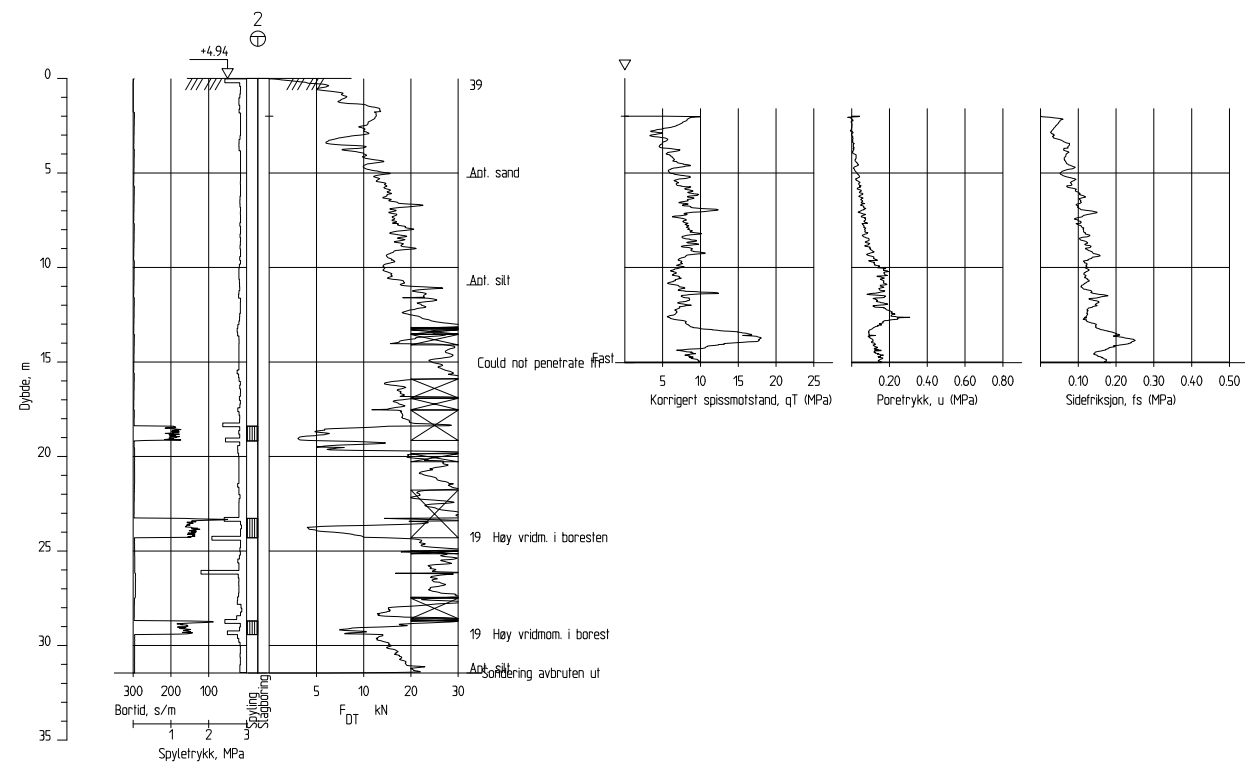
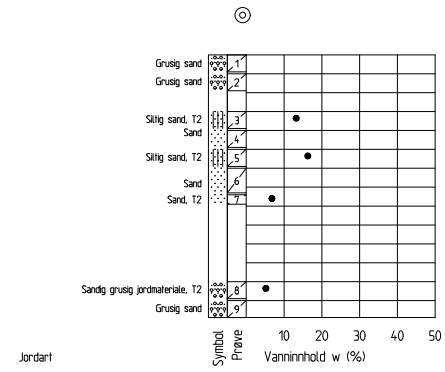
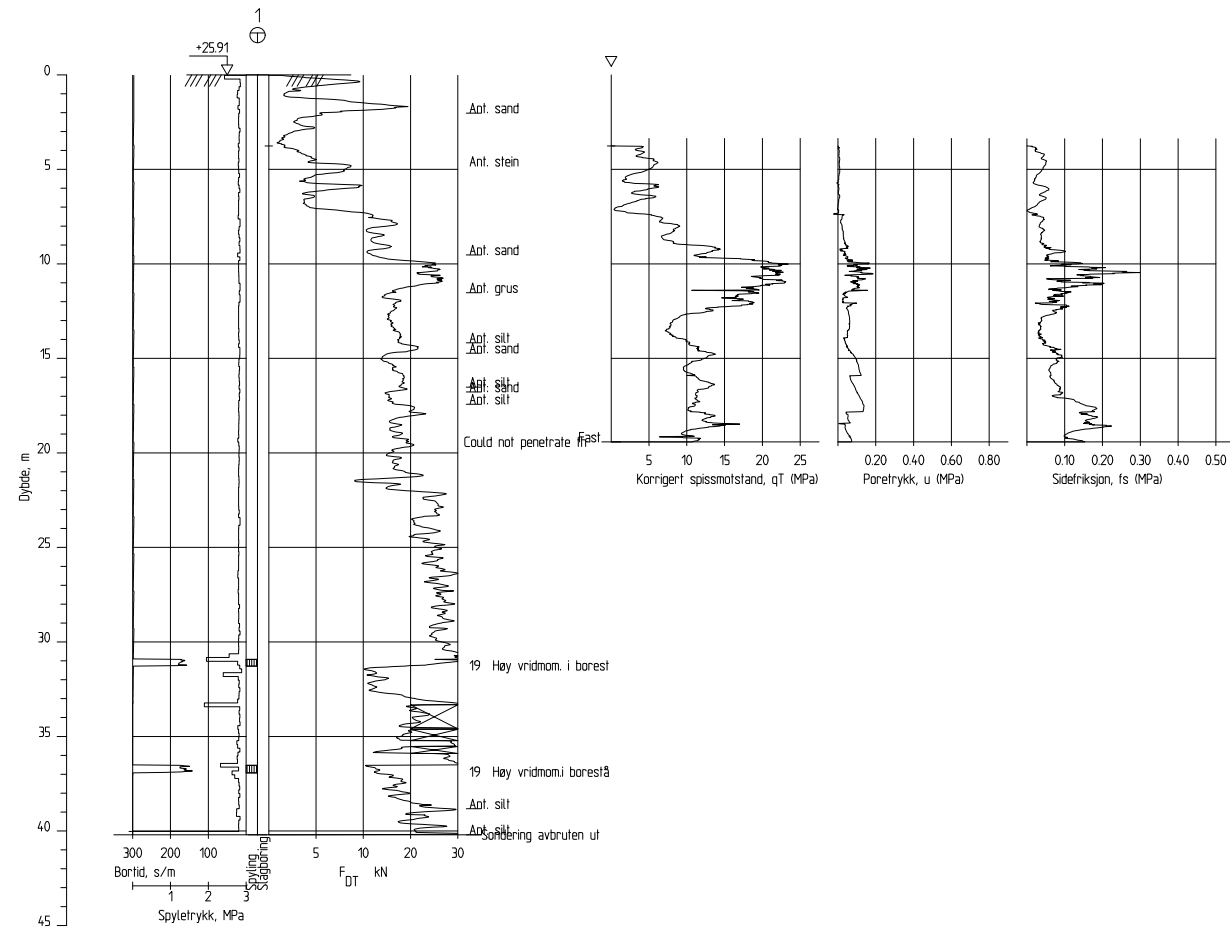
Rana kommune Målestokk (gjelder A1)
1:1000

Mjøra2, Mo i Rana

Grunnundersøkelser
Borplan

Norconsult	Oppdragsnummer 52204500	Tegningsnummer V100	Revisjon J01
-------------------	----------------------------	------------------------	-----------------

X:\nonoppdrag\Stein\1522\04\52204500\BIM\Geoteknik\Kalk\Presentasjon_sonderingsprofiler.dwg - KAun - Plottet: 2022-10-20, 08:34:26 - LAYOUT = V200 - XREF = Sonderingsprofiler



J01	2022-10-20	For bruk	KrAun	EmiCed	KrAun
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 utstrækning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder A1)
Rana kommune					1:200
Mjøra2, Mo i Rana					
Grunnundersøkelser Sonderingsprofiler					
Norconsult		Oppdragsnummer 52204500	Tegningsnummer V200	Revisjon J01	

