

RINGERIKE KOMMUNE

KVIKKLEIREUTREDNING, OSLOVEIEN 23

VURDERING AV OMRÅDESKREDFARE

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INNHold

1	Sammendrag	2
2	Innledning	2
3	Regelverk	3
4	Kvartærgeologiske kart og marin grense	4
5	Topografi	6
6	Tiltakskategori	6
7	Grunnforhold	6
7.1	Tidligere undersøkelser	6
8	Grunnundersøkelser	8
9	Vurdering av områdestabiliteten	9

Vedlegg

- A Tidligere undersøkelser 77035-03 og -5
- B Tidligere undersøkelser 20061037-02
- C A224234-RAP-RIG-001 Geoteknisk Datarapport Osloveien 23

OPPDAGSNR.

A224023

DOKUMENTNR.

A224023-RIG-001

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

09-04-2021

BESKRIVELSE

Kvikkleireutredning

UTARBEIDET

BOSN

KONTROLLERT

KRTS

GODKJENT

DOSK

1 Sammendrag

Det er i denne utredning vurdert på områdeskredfaren på Osloveien 21/23 i Hønefoss i Ringerike Kommune i forbindelse med planlagt etasjebyggeri. Grunnet prosjektets karakter er tiltakskategorien K4.

Tidligere undersøkelser viser ikke sprøbruddmateriale eller kvikkleire på området rundt halvøyen, hvor Osloveien 21/23 er lokalisert. Det ble vurdert, at det var nødvendig å utføre supplerende grunnundersøkelser, da det ikke kunne avvises, at det var forekomster av sprøbruddmateriale eller kvikkleire i grunnen på selve tomta eller i ett snitt ut mot Storelva.

I forbindelse med dette prosjektet ble det utført tre totalsonderinger og to CPTu, samt laboratorieundersøkelser. Det ble ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire i disse prøvene.

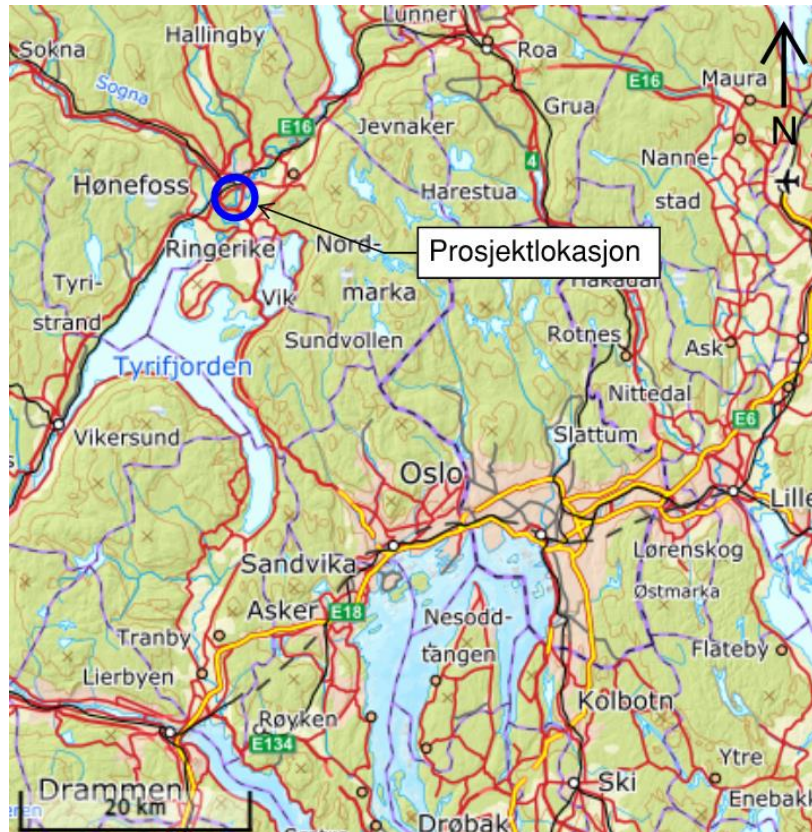
Da det ikke er påvist kvikkleire i de nye grunnundersøkelser vurderes det, at det ingen områdeskredfare er ved kommende tiltak på Osloveien 21/23.

NVE stiller ikke krav til uavhengig kvalitetssikring dersom det ikke treffes sprøbruddmateriale eller kvikkleire i grunnen.

2 Innledning

COWI AS er engasjert av Ringerike kommune som geoteknisk rådgiver (RIG) for vurdering av områdeskredfare i forbindelse med nytt planlagt bygg på Osloveien 21/23. Vurderingen baserer seg på skrivebordsanalyse av tilgjengelig informasjon og utførte grunnundersøkelser.

Prosjektområdet vises på Figur 1 og Figur 2.



Figur 1 Prosjektlokasjon.



Figur 2 Prosjektlokasjon.

3 Regelverk

Følgende regelverk ligger til grunn for utredningen.

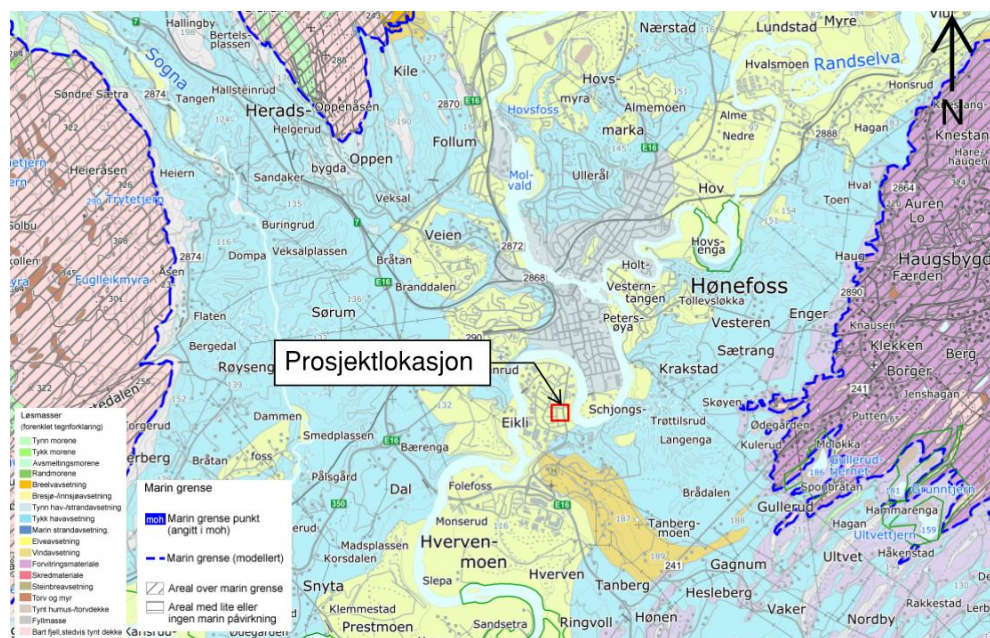
- > Plan-og bygingsloven, PBL
- > Byggeteknisk forskrift, TEK17
- > NVEs retningslinjer 2/2011: Flaum og skredfare i arealplanar.

- > NVE Veileder nr. 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

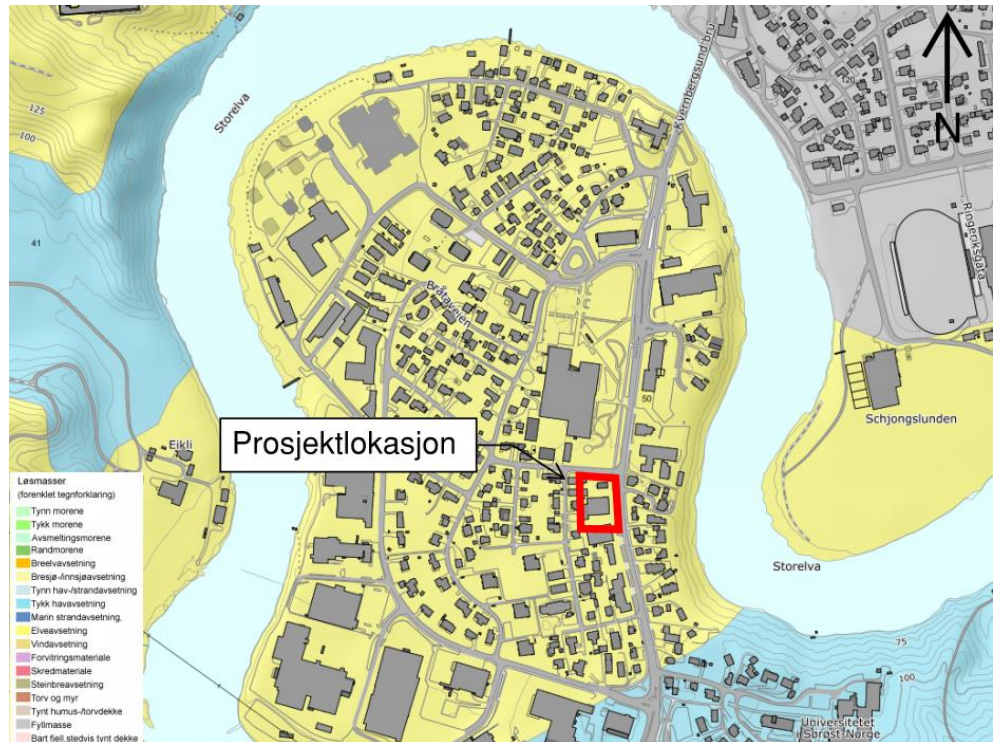
NVE stiller ikke krav til uavhengig kvalitetssikring dersom det ikke treffes sprøbruddmateriale eller kvikkleire i grunnen.

4 Kvartærgeologiske kart og marin grense

På Figur 3 og Figur 4 ses NGUs kart av hhv. marin grense og løsmasseforholdene for prosjektområdet. Området befinner seg under marin grense jevnfør Figur 3. Det kan forventes elve- og bekkeavsetninger jevnfør Figur 4. Sand og grus dominerer disse avleiringer. Mektigheten varierer fra 0,5 m til mer enn 10 m.



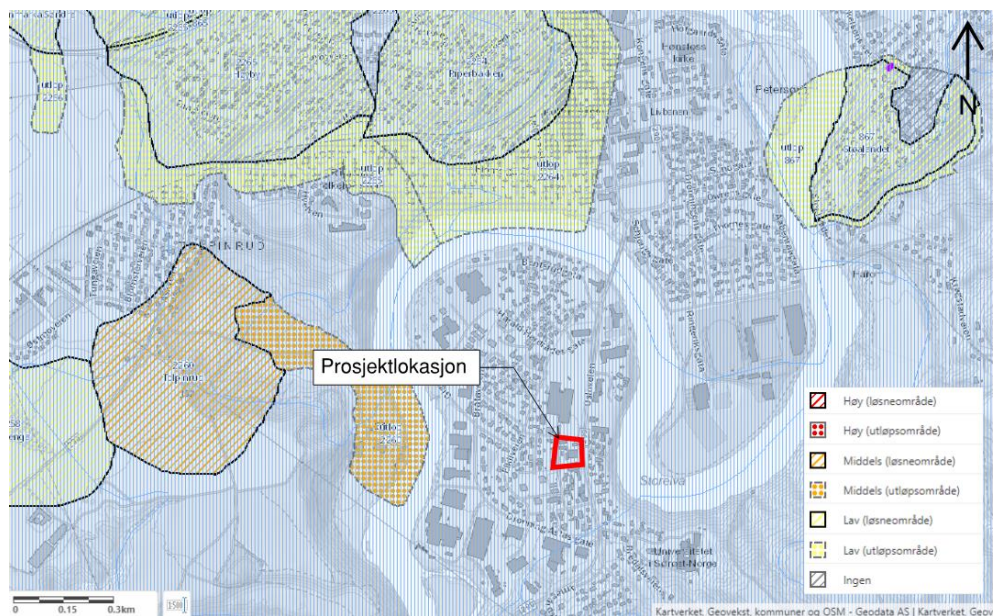
Figur 3 Oversikt over marin grense og løsmasseforholdene fra NGUs kartløsninger.



Figur 4 NGUs løsmassekart.

Selve området er ikke tidligere kartlagt faresone, men som det ses på Figur 5, er det kartlagte faresoner både rett vest og nord for prosjektområdet.

Hele området er aktsomhetsområde for marin leire.



Figur 5 Kartlagte faresoner i området.

5 Topografi

Selve området er en halvøy det er omkranset av elven Storelva. Terrenget kan karakteriseres som platåterreng. Det er flatt på toppen med en bratt skråning ned mot elven, se Figur 6. Den totale skråningshøyde er 25 m (målt fra bunnen av elven til toppen av skråningen) og har helning 1:1,7.

Jevnfør NVE veilederen kan områder det ligger innenfor 20 x skråningshøyden (målt fra skråningstoppen) være utsatt for områdeskred. Da tiltaket ligger omkring 120 m fra skråningstoppen er det derfor plassert i et aktsomhetsområde for områdeskred.



Figur 6 Høydeprofil for området. På figuren er snittet tatt fra vest mot øst, og markøren er plassert ved Osloveien 23. hoydedata.no

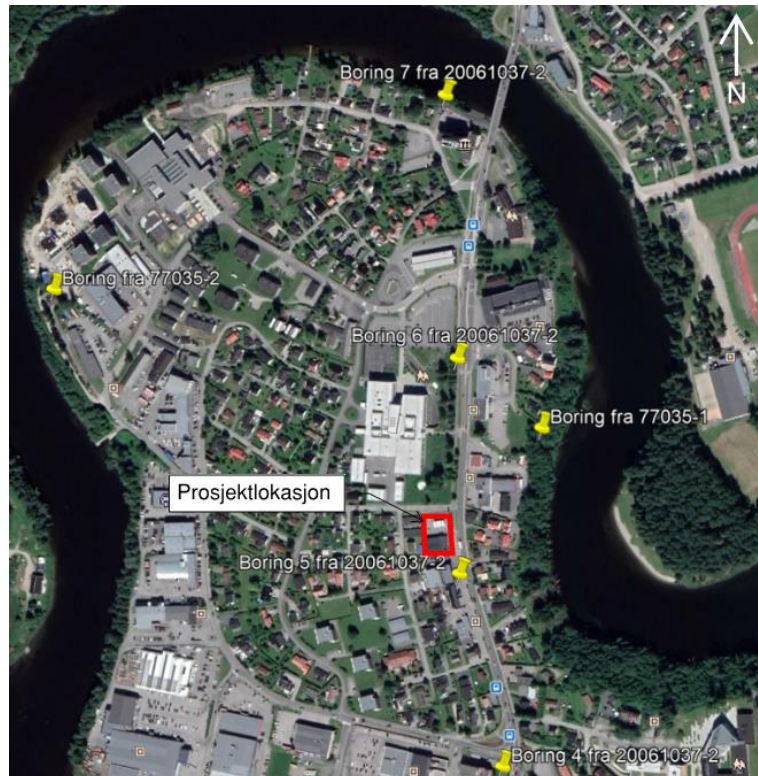
6 Tiltakskategori

Da prosjektet er et planlagt etasjebyggeri med tilflytting av personer, er prosjektet i tiltakskategori K4.

7 Grunnforhold

7.1 Tidligere undersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området. For plassering av disse, se Figur 7.



Figur 7 Plassering av tidligere utførte grunnundersøkelser.

Rapport 77035-03 og -05

I Vedlegg A ses grunnundersøkelser utført i forbindelse med kloakkering i Hønefoss sentrum fra 1977-78. Det er utført en dreie-trykksondering og prøveserie i skråningen ca. 150 m nordøst for Osloveien 21/23. Det er truffet 3,5 m tørrskorpesilt over 3 m finsand og derunder silt til ca. kote +69, ca. 10 m under terreng. Herfra finnes et fastere lag av sand eller grus til ca. kote +66, ca. 13 m under terreng. Derunder ligger sannsynligvis leire jevnfør dreie-trykksonderingen.

Nordvest for prosjektområdet er det utført 2 dreie-trykksonderinger og en enkelt prøveserie. Det er i begge sonderinger truffet finsand til mellom 3 til 3,5 m under terreng, hvorunder det er truffet sand og grus til avslutningen av begge boringer.

Rapport 20061037-02

I Vedlegg B ses grunnundersøkelser utført i forbindelse med Vestlinjen gjennom Hønefoss sentrum i 2006. Det er utført i alt 4 borpunkter på halvøen i forbindelse med grunnundersøkelsene; dreie-trykksondering i borhull 4, poseprøver i 0,5 og 1,5 m dybde i borhull 5, poseprøve i 1,5 m dybde i borhull 6 og totalsondering og CPTu i borhull 7.

Boring 4 indikerer leirige masser de øverste 5 m, deretter friksjonsmasser. Boringen er avsluttet i fast grunn/steinige masser på 15 m dybde. I borpunkt 5 ligger det sandige/grusige masser de øvre 1,5 m, mens materialet i 1,5 m dybde i boring 6 karakteriseres som siltig, sandig leire.

Totalsonderingen i borpunkt 7 indikerer friksjonsmasser i de øvre 10 m. Prøve i 4,5 m dybde viser middels til grov grusig sand. Fra 10 til 15 m indikeres leire over et friksjonslag fra 15 til 17 m. Det er sannsynligvis siltig leire med sandlag til 23 m, hvor massene blir markert fastere. Det er indikert faste masser til 50 m under terreng, hvor boringen ble avsluttet uten å påtreffe fjell.

8 Grunnundersøkelser

Da topografien jevnfør avsnitt 5 indikerer, at tiltaket er plassert i et aktsomhetsområde for områdeskred samt at det på bakgrunn av eksisterende grunnundersøkelser ikke kan avvises, at det kvikkleire eller sprøbruddmateriale på selve tomten, er det vurdert nødvendig å utføre grunnundersøkelser.

I februar 2021 ble det utført tre totalsonderinger og to CPTu'er samt supplerende laboratorieundersøkelser. Plassering av grunnundersøkelsene kan ses på Figur 8 samt på borplanen i datarapporten i Vedlegg C.



Figur 8 Plassering av grunnundersøkelser.

I borpunktene ble det under 7,5 – 11 m friksjonsmasser truffet leirige masser til stor dybde. CPTuene ble utført i borpunkt 1 og 2. I borpunkt 1 ble CPTu utført fra 12 m under terreng til den ikke kunne presses lengere i 27 m dybde. I borpunkt 2 ble CPTu utført fra 10 m under terreng til den ikke kunne presses lengere i 19,5 m dybde.

Felt undersøkelsene indikerte lag i leiren det kunne være sprøbruddmateriale. Det ble tatt prøver i disse lag.

Laboratorieundersøkelsene viser, at leiren er lite sensitiv, siltig leire med en udrenert skjærfasthet mellom 47 – 87 kPa og omrørt skjærfasthet mellom 6 – 16 kPa, hvilket gir en sensitivitet på 4 – 6.

Det er ikke truffet sprøbruddmateriale eller kvikkleire i prøvene.

9 Vurdering av områdestabiliteten

På bakgrunn av ovenstående gjennomgang av eksisterende grunnlag (karttjenester og grunnundersøkelser) og nye grunnundersøkelser utført i februar 2021 vurderes det, at det ikke er områdeskredfare, da det ikke finnes kvikkleire eller sprøbruddmaterialer i prosjektområdet, eller i det området som topografien angir som mulig aktsomhetsområde. Områdestabiliteten er derfor ivarettatt.

1/2-78

RINGERIKE KOMMUNE

KLOAKKERING HØNEFOSS SENTRUM.
GRUNNUNDERSØKELSER FOR PUMPE-
STASJON BENTERUD

77035-2

23. januar 1978



DET ANBEFALES UTFØRT TILTAK FOR SIKRING AV BYGGEROPEN MOT VANNINNSIG OG UTRASING AV GRAVESKRANINGENE. VED Å TA HENSYN TIL DISSE FORHOLDENE ANTAS FUNDAMENTERINGSARBEIDENE Å KUNNE GJENNOMFØRES UTEN VESENTLIGE GEOTEKNISKE PROBLEMER.

Grunnforholdene på stedet består av ca. 3.5 m finsand over fast sand og grus. Grunnvannstanden antas å variere i takt med vannnivået i Storelva, dvs. ca. 3 m under terreng ved normal vannføring og ca. 1 m under terreng i flomperioder.

Utgravningen for pumpestasjonen blir ca. 6 m dyp. Med massene bestående av permeable sandavsetninger til under nivået for normalvannstanden i elva, bør det tas forholdsregler for å unngå vanninnstrømning i byggeROPEN. Vanninnstrømning vil forårsake erosjon og utrasing av gravesidene. Likeledes vil grunnens bæreevne bli svært redusert på steder der terrenget blir liggende i tilnærmet samme nivå som grunnvannstanden.

Norges geotekniske institutt NGI

Postadresse:
Postboks 40 Tåsen
Oslo 8

Vareadresse:
Sognsveien 72

Telegramadresse:
GEOTEKNIKK

Telefon:
(02) 23 03 88

Telex:
19787 ngi n

Avstivet spuntet utgravning fra nåværende terrengnivå anses som sikreste løsning. Spunten bør ha motstandsmoment på minst 1000 cm^3 og avstives i to nivåer. Det synes hensiktsmessig å benytte skråavstivere. Spunten rammes til 3.5 m under gravenivå.

Etablering av spuntavstivet byggegrop fra naturlig terreng vil geoteknisk sett være den sikreste løsningen. Forholdene i byggegropen vil da praktisk talt være upåvirket av vannstandsvariasjonene ellers i området. Det skulle således da ikke være noen fare for vesentlige geotekniske problemer i byggeperioden. Løsningen har også den fordel at området rundt blir lite berørt av arbeidene idet selve byggegropen får en minimal utstrekning.

Det foreslås benyttet 2 stiverlag, ett plassert på kote 65.5 og ett på kote 62.5. Nedenfor er vist beregnede dimensjonerende belastninger og forslag til dimensjonering ved bruk av skråstivere, se tegn. nr. 009.

ØVRE STIVERLAG

	Aksiallast	Momentbelastning	Profil
	<u>kN</u>	<u>M_{max.} kN/mm</u>	<u></u>
Pute	690	184	HE-A 360
Skråstiver	680		HE-A 220

NEDRE STIVERLAG

Pute	1025	275	HE-A 400
Skråstiver	1015		HE-A 260

Systemet med skråstivere er foreslått fremfor tverstilte stivere da byggegropen derved blir mer åpen og således gir arbeidsmessige fordeler. Likeledes oppnås noe besparelse i stålvolume.

De angitte putelaster forutsetter en samvittighetsfull og kvalitetsmessig utførelse av stiverarbeidene. Således bør nedre stiverlag monteres umiddelbart etter utgravning. Graving under skråstiverne må utføres med varsomhet. Inntil stiverne bør massene fjernes for hånd.

Putene er en del av det fagverket som skal oppta jordtrykkskreftene og vil derfor bli utsatt for aksialbelastninger som angitt over. Det må derfor påpekes at alle forbindelser og skjøter må sveises. Dette gjelder også i hjørnene, hvor putene må sveises sammen. Som vist på tegn.nr. 009 må det også sveises inn stegavstivninger der hvor skråstiverne sveises til putene.

Nødvendig lengde av spuntnålene for å unngå hydraulisk grunnbrudd i byggegropen er til kote 57.5, dvs. 3.5 meter under dypeste gravenivå (eller 5.5 m ned i det faste gruslaget). Av hensyn til påkjennningene under rammingen bør nålene være forholdsvis stive. Motstandsmomentet bør derfor ikke være mindre enn 1000 cm^3 . Nedrammingen i grusen kan bli noe tidkrevende. Graving skal utføres under grunnvannsnivået og innsig av vann må forventes slik at pumpegroper må etableres. Det er derfor viktig å unngå graving dypere enn nødvendig. Dessuten må alle spuntnåler slås i lås, noe som også gjelder hjørnenålene.

Bunnplaten eller et evt. underbetonglag, må støpes helt ut til spunten for på den måten å kunne oppta jordtrykkskreftene når nedre stiverlag fjernes. Dette kan gjøres så snart bunnplaten er herdet. Mellom bunnplaten og spuntnålen anbefales lagt plastfolie for således å redusere problemet med heft ved trekking av spunten.

Besparelser i grunnarbeidene kan oppnås ved først å senke terrenget på området til kote 65.0 (1.0 m over nivået for normalvannstanden). Sikring av byggegropen foretas ved spunting. Flom i byggeperioden kan medføre bæreevneproblemer på avgravd område, som blir vesentlig større enn arealet for selve byggegropen.

For å redusere utgravningens dybde, og derved omfanget av sikringsarbeidene, kan det først foretas en terrengsenkning for byggegropen og det omkringliggende område. Av hensyn til bæreevnen på det avgravde partiet bør ikke terrenget senkes mer enn til kote 65.0, tilsvarende 1.0 m over nivået for normalvannstanden. Den avgravde sonen rundt selve byggegropen bør ha en bredde på 5 m.

Ulempen ved denne løsningen ligger først og fremst i at en heving av grunnvannstanden vesentlig over kote 64.0 vil gi redusert bæreevne på arbeidsplanet rundt byggegropen. En flom i anleggsperioden vil således kunne medføre arbeidsstans eller betinge igangsatt tiltak for senking av grunnvannstanden.

Det anbefales benyttet 2 stiverlag på henholdsvis kote 64.0 og 62.0. Ved bruk av skråstivere blir belastninger og forslag til dimensjonering som følger:

ØVRE STIVERLAG

	Aksiallast	Momentbelastning	Profil
	<u>kN</u>	<u>M_{max.} kN/mm</u>	<u>_____</u>
Pute	360	100	HE-A 280
Skråstiver	340		HE-A 140

NEDRE STIVERLAG

Pute	430	115	HE-A 300
Skråstiver	420		HE-A 160

Spuntnålene rammes til 2.5 m under dypeste utgravingsnivå. Motstadsmomentet i nålene bør av hensyn til rammepåkjenningene være minst 1000 cm³.

Vedrørende fremgangsmåten ved spunting, graving og støping gjelder de samme forhold som beskrevet foran i rapporten.

Utgraving i åpen byggegrop kan trolig gjennomføres, men betinger midlertidig grunnvannsenking til kote 60.0.

Utgravningen til kote 6.10 kan utføres uten avstivninger dersom grunnvannet senkes til kote 60.0, f.eks. ved Well-points. Grave-skråningene må ikke stå brattere enn 1:1. Da massene her er forholdsvis permeable, anbefales først utført forsøkspumping for kontroll av effektiviteten.

Alternativet med åpen utgravning betinger således et relativt stort disponibelt areal. Løsningen er dessuten meget sårbar om vannstanden, ved funksjonseringsfeil i pumpesystemet, skulle begynne å stige. Dette vil medføre fare for utrasninger i graveskråningene og kan således få store konsekvenser for byggevirk-somheten.

Det må foretas sikring mot oppdrift. En 1 m bred utkragning av bunnplaten vil gi nødvendig virkning.

Stasjonen vil utsettes for oppdriftskrefter. Ved normalvannstand vil oppdriften utgjøre 3000 kN og ved flom 5000 kN. Byggets egenvekt, uten vann i bassenget, tilsvarer bare 2-3000 kN. For å hindre at bygget flyter opp er det således nødvendig å sikre mot oppdrift.

En enkel og lite kostnadskreven løsning vil være å etablere en utkragning rundt hele bygget i tilslutning til bunnplaten. Vekten av massene over utkragningen vil da representere en motvekt mot oppdrift. Med en utkragning på 1 m vil bygget få en tilstrekkelig og permanent sikring mot oppdrift. Det forutsettes imidlertid at tilbakefyllingsmasser får en god komprimering og at nivået for tilbakefyllingen i anleggsperioden alltid må ligge over vannstanden.

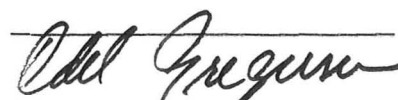
For en spuntet utgravning vil en slik utkragning av bunnplaten også kunne fungere som avstivning ved fjerning av nedre stiverlag, som omtalt tidligere.

I de etterfølgende avsnitt er mer detaljert gjorde rede for de foretatte undersøkelser og vurderinger, se oversikt .

Avsnittene beskriver grunnundersøkelser og grunnforhold samt bakgrunnen for beregninger og vurderinger.

for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Gunnar Aas


Odd Grøgersen

DETALJBESKRIVELSEN OMFATTER:

Mark- og laboratoriearbeid	s. 7
Grunnforhold	s. 7
Prosjektbeskrivelse og dimensjonering av spunt ..	s. 7

BILAGSFORTEGNELSE:

Tillegg I:	Markundersøkelser - bormetoder
Tillegg II:	Laboratorieundersøkelser
Tillegg III:	Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

TEGNINGSLISTE:

Tegning nr. 001:	Oversiktskart
" "	006: Situasjonsskart
" "	007: Borprofil
" "	008: Profil A-A
" "	009: Spuntet byggegrop

MARK- OG LABORATORIEARBEID

Markarbeidet ble utført i tiden 30.september til 03.oktober 1977 under ledelse av ingeniør Bj.Fjell fra Norges Geotekniske Institutt. Det ble utført 2 dreie-trykksonderinger som ble avsluttet i løsmasser. Resultatene av disse er gitt i profil A-A tegn. nr. 008. I tillegg ble det tatt opp en prøveserie med uforstyrrede prøver. Beliggenheten av de forskjellige boringene fremgår av tegn.nr. 006.

De uforstyrrede prøvene ble analysert på vårt laboratorium og resultatene av disse analysene er gitt i borprofilets tegn.nr. 007. Det ble som det fremgår av denne tegningen kun utført rutineundersøkelser, som jordartsbeskrivelse og bestemmelse av vanninnhold.

GRUNNFORHOLD

Beliggenheten av byggetomten er vist på oversiktskart, tegn.nr. 001 og situasjonsplanen, tegn. nr. 006. Området er relativt flatt på ca. kote 67.

Grunnen består av 3.5 m finsand over fast sand og grus, se tegn. nr. 007 og 008. Sand- og gruslaget, som har et vanninnhold på ca. 20%, har minst 10 m mektighet.

Sand- og grusavsetningene på området er relativt permeable og grunnvannstanden må antas å variere med vann-nivået i Storelva. Normalvannstanden er ca. kote 64.0 og flomvannstanden ca. 2 m høyere.

PROSJEKTBESKRIVELSE OG DIMENSJONERING AV SPUNT

Pumpestasjonen er vist i plan og snitt på tegn. nr. 006 og 008. Grunnflaten er ca. 8 x 11 m og nivået for topp bunnplate skal ligge på kote 61.5. Bygget skal fundamenteres på hel stiv plate og vil få kompensert fundamentering. Setninger av noen betydning ventes således ikke.

Imidlertid må det treffes tiltak for å sikre byggegropen ved utgravningen, idet graving i sand under grunnvannsnivået vil medføre utrasninger av graveskråningene til en meget slak helning.

En aktuell løsning er å foreta en spuntavstivning. Med spunting fra nåværende terrengnivå foreslås stiverlagene etablert på henholdsvis kote 65.5 og 62.5. Med en friksjonsvinkel i massene på 35° og vann-nivået antatt lik flomvannstanden, må stiverne beregningsmessig dimensjoneres for en last på henholdsvis 115 og 170 kN pr. løpemeter fordelingspute. Motstandsmomentet i spuntene bør av hensyn til rammepåkjenningen minst være 1000 cm^3 .

Systemet med 45° skråstivere får dermed følgende dimensjonerende belastninger:

ØVRE STIVERLAG

	Aksiallast	Moment
	<u>kN</u>	<u>$M_{\text{max.}}$ kN m/m</u>
Pute	690	184
Skråstiver	680	

NEDRE STIVERLAG

Pute	1025	275
Skråstiver	1015	

Ved utgravning av terrenget til kote 65.0, 1 m over normalvannstanden, reduseres jordtrykkene og derved stiversystemet.

Høyeste vannstand i byggeperioden antas nå lik normalvannstanden. Med stiverlagene på kote 64.0 og 62.0 og de øvrige forutsetningene de samme, blir dimensjonerende laster henholdsvis 63 og 70 kN pr. løpemeter fordelingspute. Det foreslåtte stiversystem med skråstivere gir følgende laster:

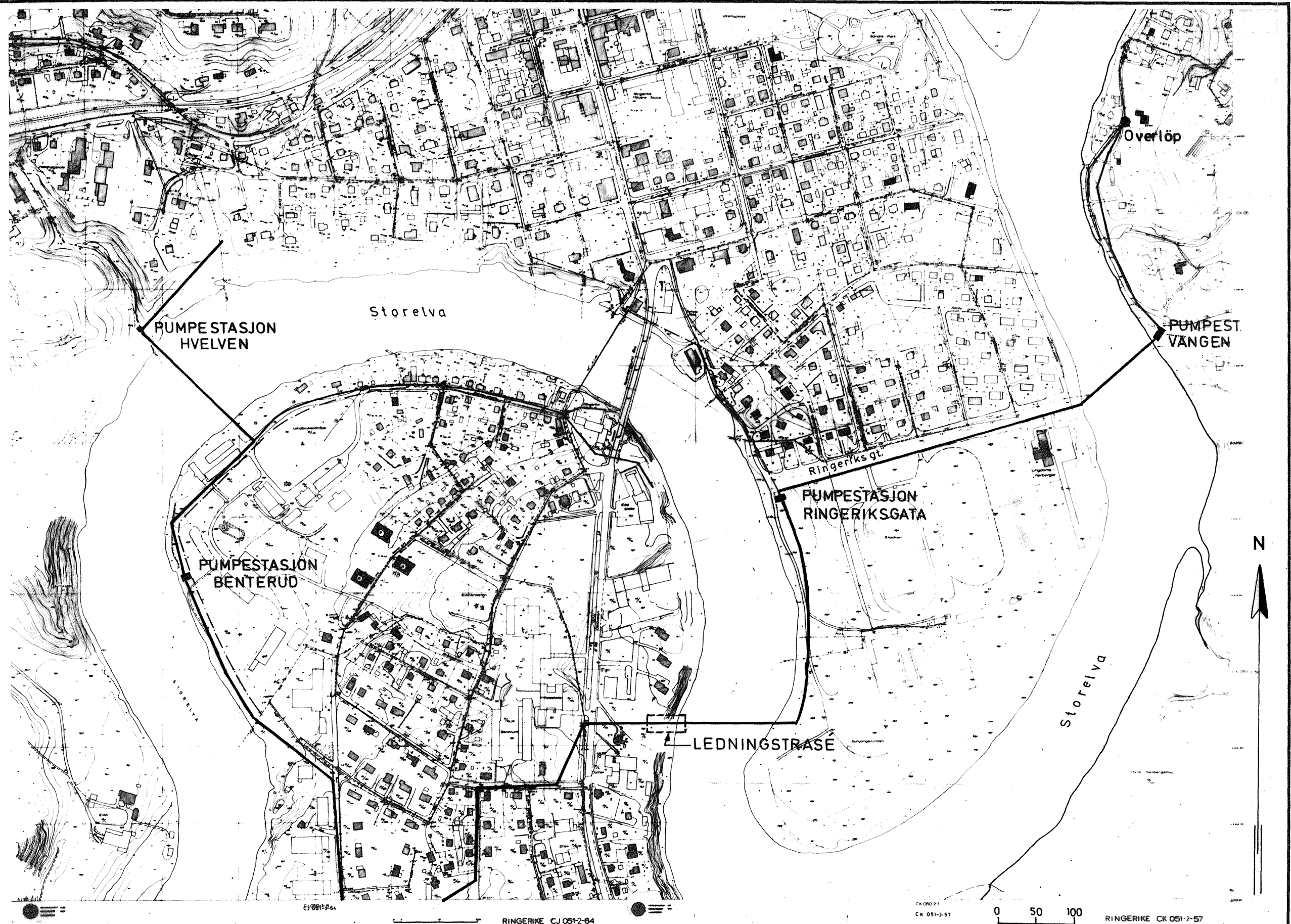
ØVRE STIVERLAG

	Aksiallast kN	Moment M_{max} kN m/m
Pute	360	100
Skråstiver	340	

NEDRE STIVERLAG

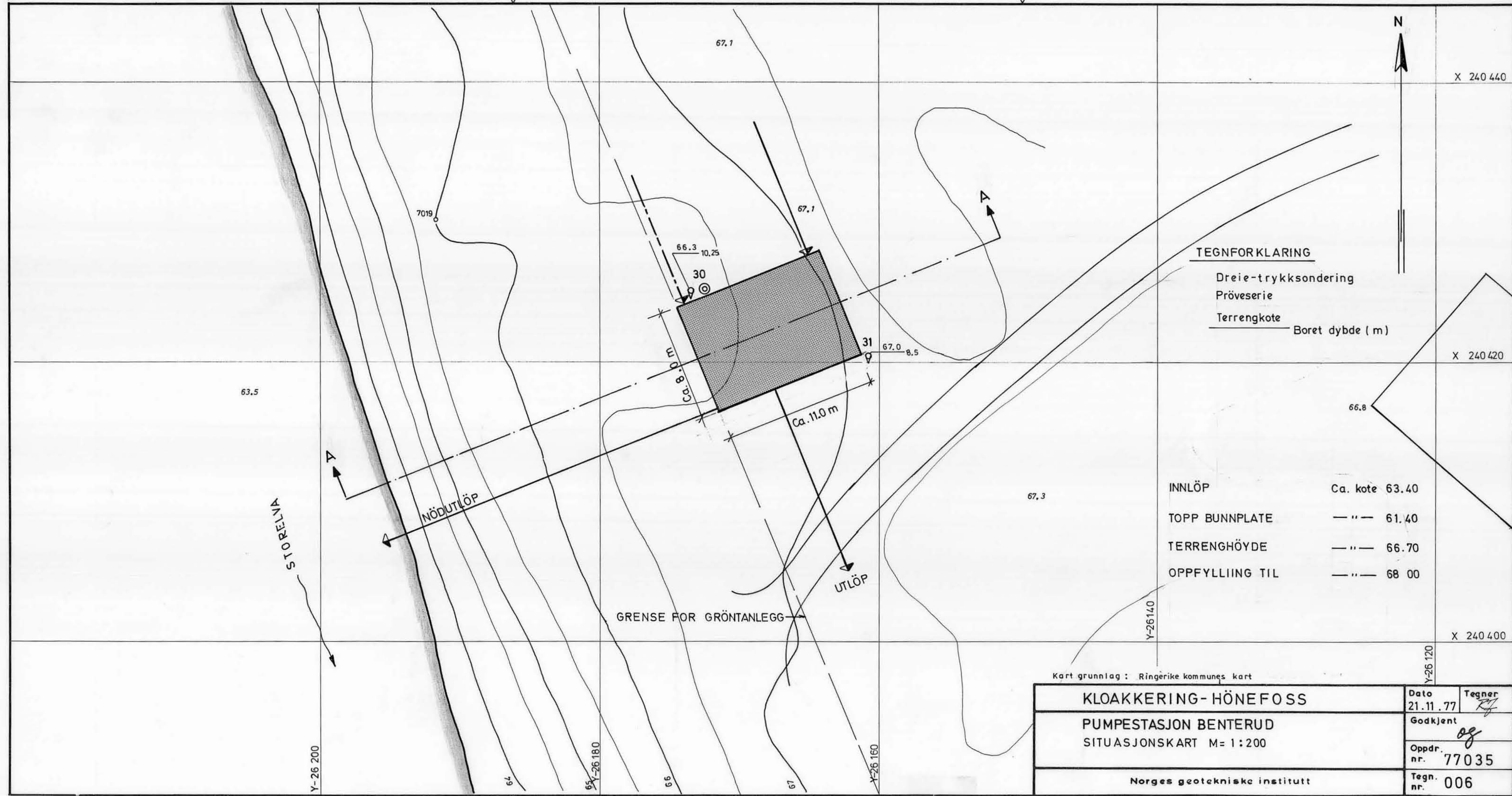
Pute	430	115
Skråstiver	420	

Dette alternativet forutsetter at det ikke inntreffer flom i perioden for grunnarbeidene. Spuntnålenes motstandsmoment bør også i dette tilfellet være minst 1000 cm³.



CS 051-2-57 RINGERIKE CK 051-2-57 0 50 100 RINGERIKE CK 051-2-57

KLOAKKERING, HÖNEFOSS		Dato 21.11.77	Tegner <i>RJ</i>
OVERSIKTSKART M=1:5000		Godkjent <i>og</i>	
		Oppdr. nr. 77035	
Norges geotekniske institutt		Tegn. nr. 001	



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Romvekt KN/m ³	Skjørfasthet τ_f KN/m ²	Sensi- tivitet S_t
				10	20	30	40			
	FINSAND		17							
			18							
			19							
			20							
			21							
	SAND og GRUS		22							
			23							
			24							
			25							
			26							
5			27							
10										
25										

KLOAKKERING-HÖNEFOSS

PUMPESTASJON BENTERUD
BOR PROFIL

Hull 30
Tern. kote . . 66.3 m . .
Prøve Ø skovling

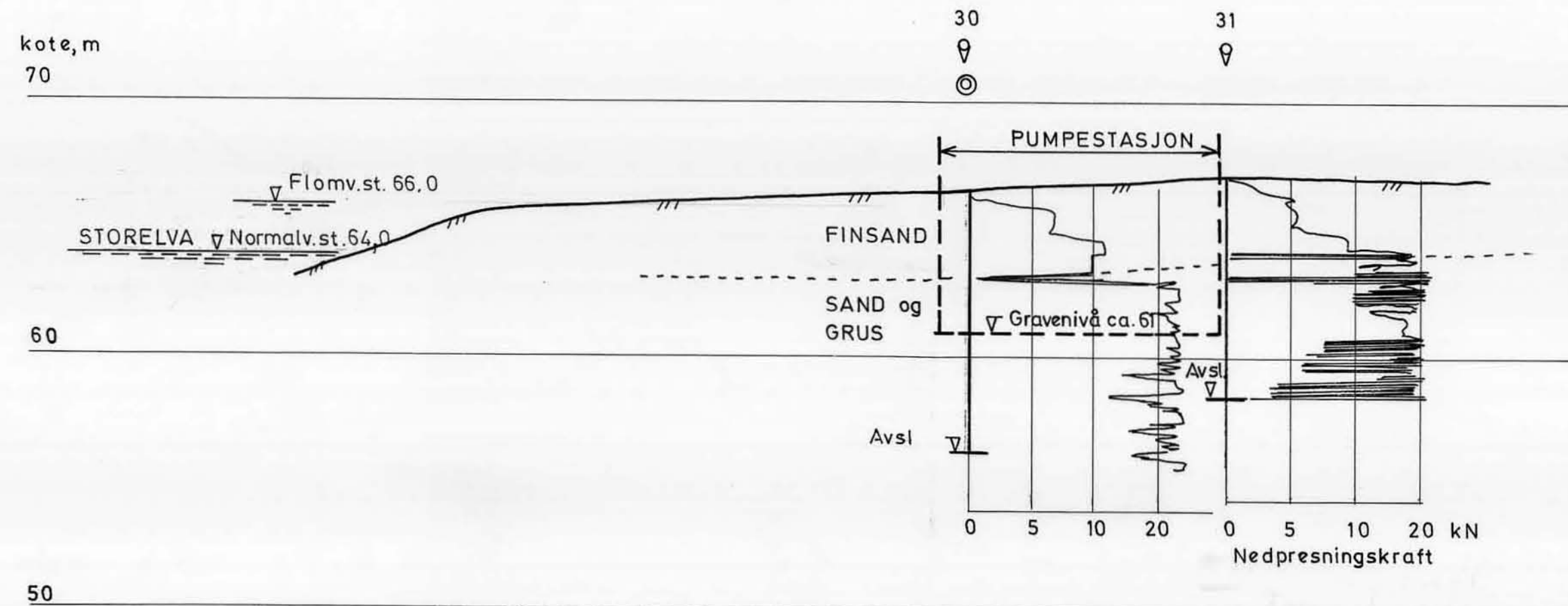
+ vingebooring ○ trykkforsøk ▽ konus w = vanninnhold w_L, w_P = flyte-og utrullingsgrense

Norges geotekniske institutt

Dato 21.11.77 Tegner *DF*

Godkjent *og*
Oppdr. nr. 77035

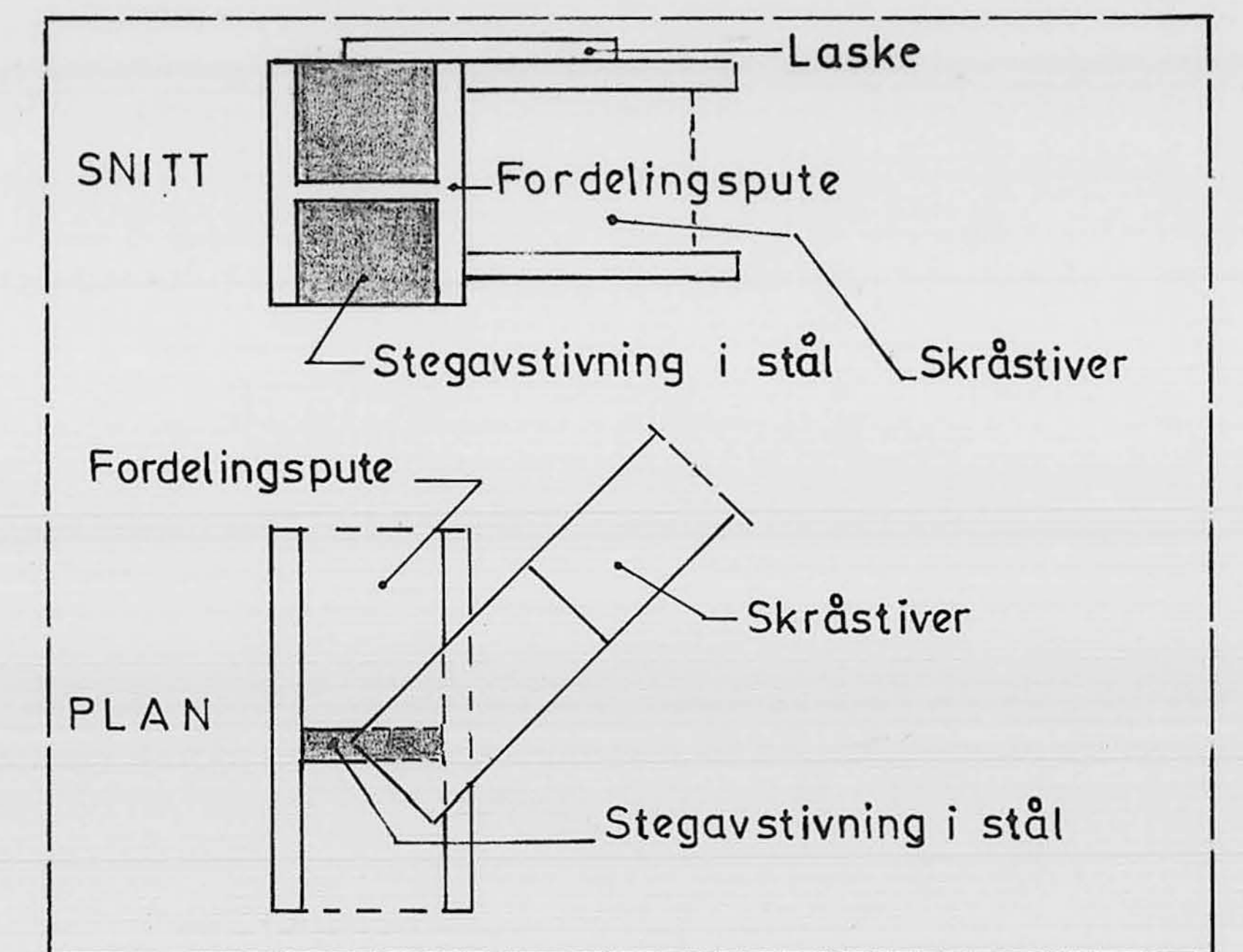
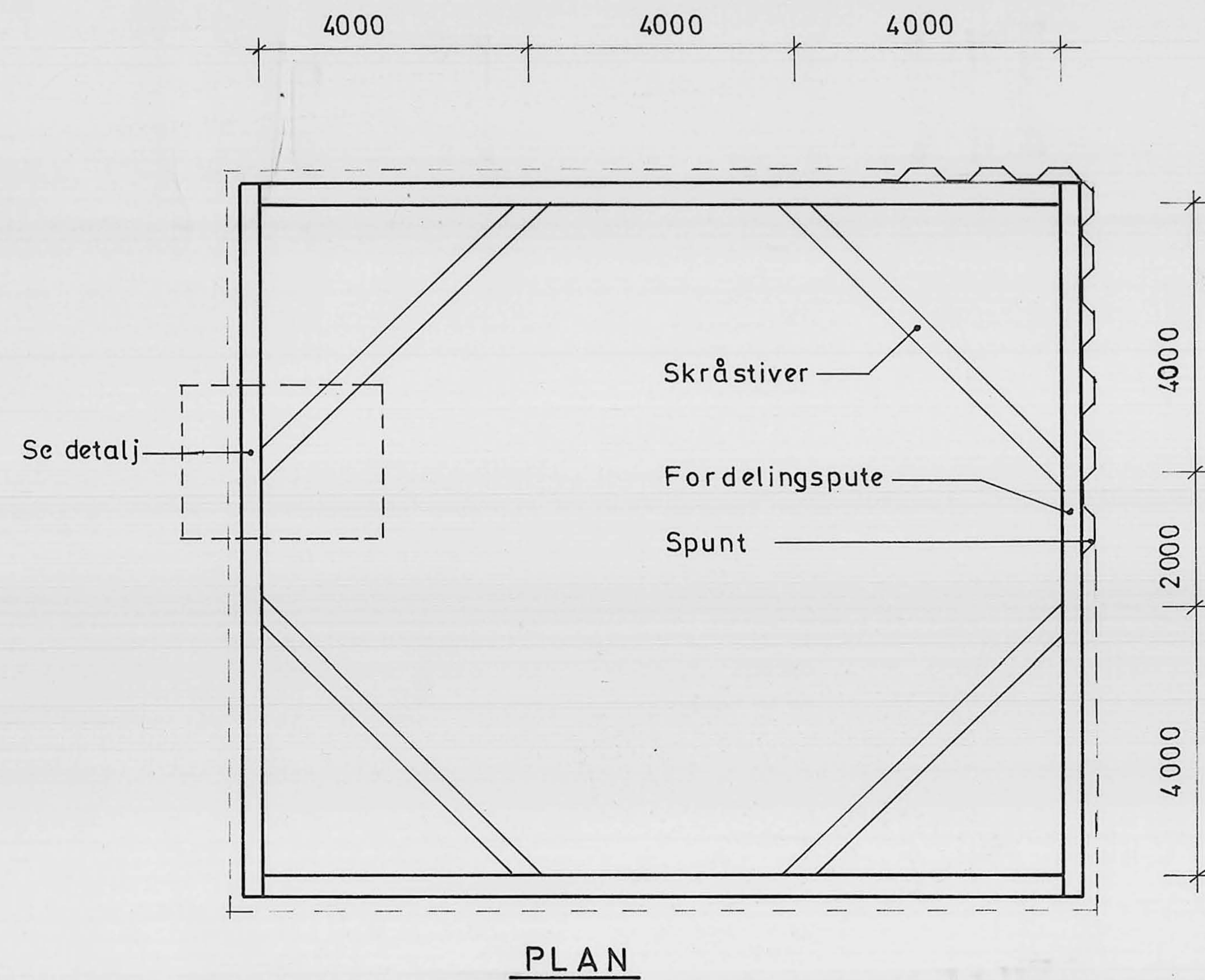
Tegn. nr. 007



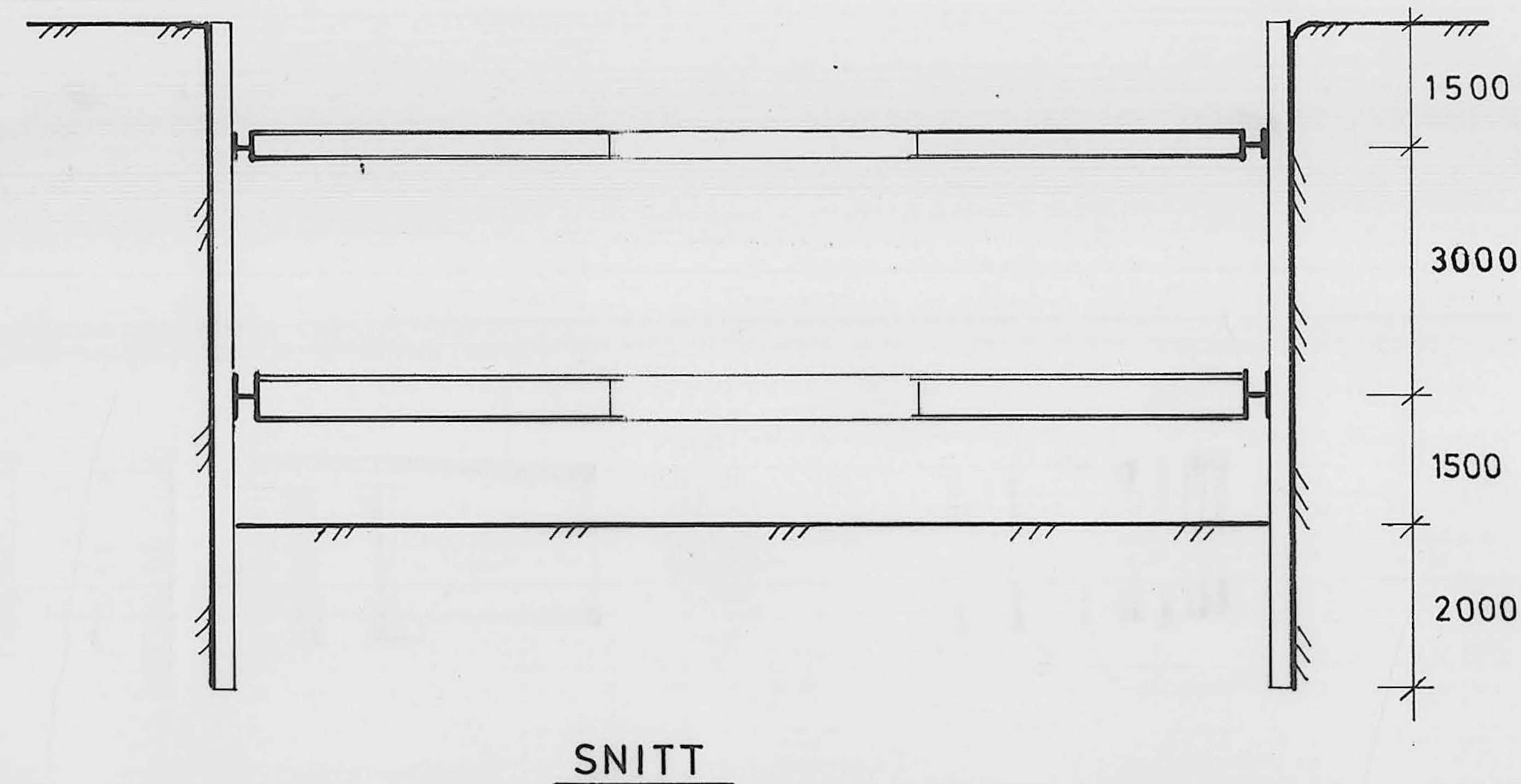
TEGNFORKLARING

- ☐ Dreie - trykksondering
- ◎ Pröveserie

KLOAKKERING - HÖNEFOSS	Dato	Tegner
PUMPESTASJON BENTERUD	21.11.77	25
PROFIL A-A M=1:200	Godkjent	og
	Oppdr. nr.	77035
Norges geotekniske institutt	Tegn. nr.	008



DETALJ: PRINSIPP STEGAVSTIVNING



Alle mål i mm

KLOAKKERING, HÖNEFOSS	Dato	Tegner
	21.11.77	EF
PUMPESTASJON BENTERUD SPUNTET BYGGEGROP	Godkjent	og
	Oppdr. nr.	77035
Norges geotekniske institutt	Tegn. nr.	009

1/2-78

RINGERIKE KOMMUNE

KLOAKKERING HØNEFOSS SENTRUM.
GRUNNUNDERSØKELSER FOR LEDNINGSTRASE
VED ELVEKRYSS SCHJONGSLUNDEN

77035-5

30.januar 1978



GEOTEKNISK SETT KAN LEDNINGEN LEGGES I DEN BRATTE SKRÅNINGEN
SOM PLANLAGT. VIRKNINGEN AV GRUNNVANNSEKROSSJON OG OVERFLATESIG
BØR SØKES REDUSERT MEST MULIG.

Løsmassene i området består ovenfra av 2-3 m tykke lag av
henholdsvis silt, finsand, silt, sand og grus over leire, se
tegn.nr. 017.

Anlegg av kloakkledning i den aktuelle skråning vil ikke få
noen nevneverdig innvirkning på stabilitetsforholdene mot elva.
Gravearbeidene forventes således å kunne utføres uten fare for
utrasning av skråningen.

Ledningen må sikres et permanent stabilt leie. Da det tydelig
foregår et visst sig i overflatemassene i skråningen, er det
viktig at ledningen legges så dypt at overflatedeformasjonene
ikke har nevneverdig virkning. Forslaget til trasé, vist på pro-
filet i tegn.nr. 017, innebærer en gravedybde på ca. 4 m ved
topp skråning. I tillegg bør det, for å stoppe videre grunn-
vannseksosjon, legges ut et grusfilter i skråningen, som antyd-
et på tegn.nr. 017. Filteret, som må være velgradert grusmateriale,
bør ha en tykkelse på minst 20-30 cm og legges ut i en bredde
på 8-10 m.

Norges geotekniske institutt NGI

Postadresse:
Postboks 40 Tåsen
Oslo 8

Vareadresse:
Sognsveien 72

Telegramadresse:
GEOTEKNIKK

Telefon:
(02) 23 03 88

Telex:
19787 ngi n

Grunnvannsutstrømning i selve ledningsgrøften kan dessuten medføre undergravning av kloakkrørene. Dette kan imidlertid forhindres ved å legge ut et 10-15 cm tykt lag av filtergrus i grøftebunnen.

Gravearbeidene i den bratte skråningen må trolig utføres med spesielt utstyr og må forventes å bli noe tidkrevende. Likeledes skal nevnes at massene for en stor del må betegnes som faste.

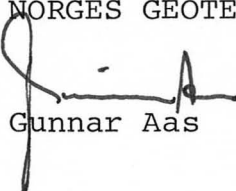
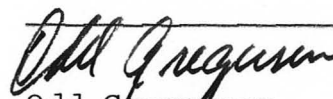
Vedrørende utførelsen av gravearbeidene henvises til "Veiledning ved graving og avstiving av grøfter", utgitt av Statens Arbeidstilsyn 1969.

BAKGRUNNSMATERIALET ER GJORT REDE FOR I DET ETTERFØLGENDE.

Avsnittene beskriver mark- og laboratoriearbeid samt grunnforhold.

for

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Gunnar Aas
Odd Gregersen

1/2-78

DETALJBESKRIVELSEN OMFATTER:

Mark- og laboratoriearbeid	s. 4
Grunnforhold	s. 4

BILAGSFORTEGNELSE

- Tillegg I: Markundersøkelser - bormetoder
Tillegg II: Laboratorieundersøkelser
Tillegg III: Tegnforklaring og normer for betegnelse
av jordarter

TEGNINGSLISTE:

- Tegning nr. 001: Oversiktskart
" " 016: Borprofil
" " 017: Profil gjennom skråning

MARK- OG LABORATORIEARBEID

Markarbeidet ble utført i oktober 1977 under ledelse av ingeniør Bj.Fjell fra Norges Geotekniske Institutt. Det ble utført 1 dreie-trykksondering som ble avsluttet i løsmasser samt tatt opp en serie med uforstyrrede prøver.

Prøvene er analysert på vårt laboratorium. Analysen har omfattet bestemmelse av skjærfasthet ved konus- og trykkforsøk, samt bestemmelse av vanninnhold og flyte- og utrullingsgrenser. Resultatene av undersøkelsene fremgår av tegn.nr. 016 og 017.

GRUNNFORHOLD

Det undersøkte området omfatter en ca. 15 m høy erosjonsskråning mot Storelva, hvor kloakkledningen fra Ringeriksgata pumpestasjon skal krysse, se oversiktskartet tegn.nr. 001 og profil gjennom skråning, tegn.nr. 017. Topp skråning ligger på ca. kote 69. Gjennomsnittlig skråningshelning er 1:1.2, med brattere partier med betydelig overheng. Overhengen skyldes overflateerosjon i de lavereliggende deler av skråningen.

Ved boring 1 består grunnen av 3.5 m tørrskorpesilt over 3 m finsand og derunder silt. På grunnlag av sonderingen vil en anta at siltlaget går ned til ca. kote 69, og videre et fastere lag av sand eller grus til ca. kote 66. Derunder ligger trolig leire.

Vanninnholdet i siltlaget er ca. 18%, og de målte skjærfasthetene ligger på 50 kN/m². Sensitiviteten er lav, fra 2 til 5. Grunnvannstanden lå, da boringene ble utført, mer enn 6.5 m under terreng.

Den antydete lagdelingen må antas å være forholdsvis horisontal, slik at lagdelingen også skulle fremgå i skråningen.

MARKUNDERSØKELSER - BOREMETODER

Sonderboringer utføres for å få en første orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Vingeboringer utføres for bestemmelse av leirers udrenerte skjærfasthet.

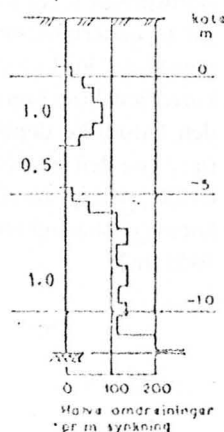
For å få nøyaktigere opplysninger om grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Dreiesondering. Ⓞ

Utstyret består av 20 mm birstenger av 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Nederst ender boret i en pyramideformet skruespiss, lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis til 1 kN. Hvis boret ikke synker ved 1 kN belastning dreies det ned for hånd eller motor, og antall halve omdreiningar noteres.

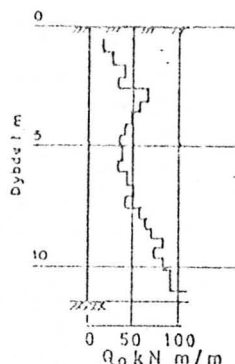
Ved opptegning av resultatene er belastningen angitt på venstre side av borchullet, mens diagrammet på høyre side angir antall halve omdreiningar pr. meter synkning av boret.



Ramsondering. ▽

Utstyret består av Ø 32 mm stenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et falllodd. Spissen er glatt Ø 32 eller utvidet Ø 41,2 mm.

Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 200 mm synkning.



$$\text{Rammemotstanden } Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.

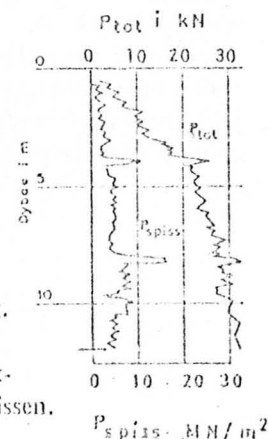
Spyleboring.

Utstyret består vanligvis av 100 mm rør som spyles ned ved hjelp av trykkvann. Røret er nederst forsynt med en spiss med tilbakeslagsventil og øverst med en vannsvivel.

Trykksondering. ▽

Utstyret består av et rør Ø 36 mm som presses ned i bakken med jevn hastighet (ca. 12,5 mm/s). For enden av røret er det en kjegleformet 60° spiss med diameter 35,7 mm ($\approx 1000 \text{ mm}^2$).

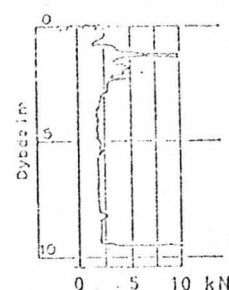
Total nedpressingskraft registreres ved hjelp av en målering. Spissmotstanden måles separat via en innerstang eller ved hjelp av elektriske målere installert ved selve spissen.



Maskinsondering (Dreie-trykksondering). Ⓞ

Utstyret består av Ø 33,5 mm rør påsatt en Ø 40 mm spiss påsveisert en 5 mm høy skrueformet sveiselarve.

Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver.



Slagsondering.

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør påsatt en 25 × 25 mm eller Ø 25 mm 100 mm lang spiss. Boret rammes ned ved hjelp av en bærbar motordrevet støtbormaskin.

For sikrere fjellbestemmelse brukes ofte et trykkluftdrevet fjellbor. Med dette utstyr er det mulig å fortsette boringen et stykke ned i fjell.

$$1 \text{ kN/m}^2 = 0,1 \text{ t/m}^2$$

$$1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2$$

LABORATORIEUNDERSØKELSER

De opptatte jordprøver skyves ut av sylindren og det gis en beskrivelse av materiale og lagdeling før den blir delt opp for videre undersøkelser.

Romvekt (γ i kg/m^3) er vekt av prøven pr. volumenhet i naturlig tilstand.

Vanninnhold (w i %) er angitt som vekt av vann i prosent av tørrvekt eller tørring ved 110°C .

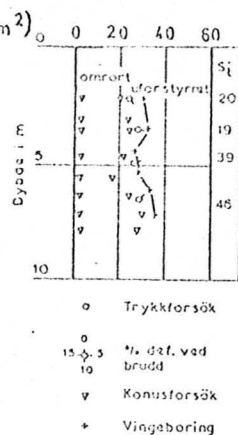
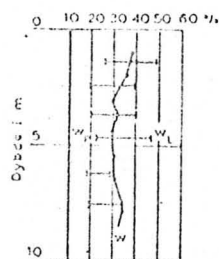
Flytegrense (w_L i %) og utrullingsgrense (w_p i %) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale.

Plastisitetsindeksen (I_p i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen.

Saltinnhold (i g/l) bestemmes ved å presse ut en liten mengde porevann hvori det måles elektrisk ledningsevne. Saltinnholdet angis ekvivalent med g/l natriumklorid som gir samme ledningsevne.

Humusinnhold (O i %) bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsyvovelsyre og angis i vektprosent av tørrstoff.

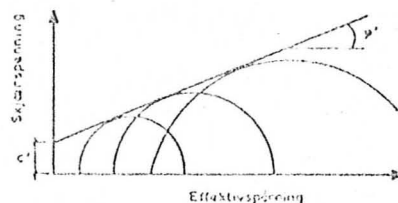
Udrenert skjærfasthet (τ_f i kg/cm^2) bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk på tilskårne prøver med grunnflate 36×36 mm og høyde 10 cm. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten. Videre bestemmes uforstyrret og omrørt skjærfasthet med konusforsøk. Nedsynkingen av en konus med bestemt form og vekt måles og skjærfastheten tas ut av en tabell.



Sensitiviteten (S_t) er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrørt materiale, og bestemmes på grunnlag av konusforsøk eller vingeborforsøk.

Friksjonsvinkel (ϕ') og kohesjon (c' i kg/cm^2). En stabilitetsberegning kan utføres med effektive spenninger hvis man i tillegg til poretrykkene kjenner jordartens friksjonsvinkel og kohesjon. I laboratoriet bestemmes disse parametre ved triaksialforsøk. En sylindrisk prøve med tverrsnitt 200 mm^2 og høyde 100 mm omgis med en tynn gummihud og filterstener for endene, og bygges inn i en trykkcelle. Prøven konsolideres for forskjellige vertikalltrykk og celletrykk. Deretter belastes prøven til brudd ved å øke vertikallbelastningen.

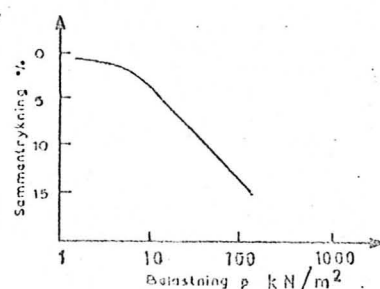
Resultatet av en serie forsøk ved forskjellig konsolideringstrykk fremstilles i Mohr's diagram.



Permeabilitetskoeffisienten (k) (mm pr. sek) er strømningshastigheten for en hydraulisk gradient lik 1, og angir derfor vannføringen pr. flateenhet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangs-forsøk. For leire kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av ødometerforsøk.

Jordart	k mm/sek
grus	10
sand	$10^{-1} - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$
Typiske variasjons-områder	

Kompressibiliteten av en jordart bestemmes ved ødometerforsøk. En prøve 20 mm tykk og 50 mm i diameter innesluttet i en stålsylinder og belastes trinnvis idet man for hvert lasttrinn



bestemmer sammentrykningen av prøven som funksjon av tiden.

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningenes størrelse og tidsforløp.

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2$$

$$1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2$$

Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter

Kornfraksjoner.		Jordarter.	
Kornstørrelse i mm	Betegnelse av fraksjonen	Signatur	Betegnelse
> 600	Blokk		Grus
600-60	Stein		
60-20	Grovgrus		Sand
20-6	Mellomgrus		
6-2	Fingrus		
2-0,6	Grovsand		Silt
0,6-0,2	Mellomsand		
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		Leire
< 0,002	Leir		

En *jordart* inneholder en eller flere kornfraksjoner og betegnes etter den fraksjon som har størst innflytelse på dens egenskaper. En spesiell jordartsbetegnelse er *morene* som benyttes for en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leire til blokk.

Skjærfasthet.

Skjærfasthet i kN/m^2	Betegnelse av skjærfasthet	Betegnelse av leire
< 12,5	Meget lav	Meget bløt
12,5 - 25,0	Lav	Bløt
25,0 - 50,0	Middels høy	Middels fast
50,0 - 100,0	Høy	Fast
> 100,0	Meget høy	Meget fast

Sensitivitet.

Sensitivitet	Betegnelse av sensitivitet	Betegnelse av leiren
< 8	Lav	Lite sensitiv
8-30	Middels høy	Middels sensitiv
> 30	Høy	Meget sensitiv

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærfasthet $< 0,5 \text{ kN/m}^2$ (60 g/60° konus gir inntrykk $> 20 \text{ mm}$).

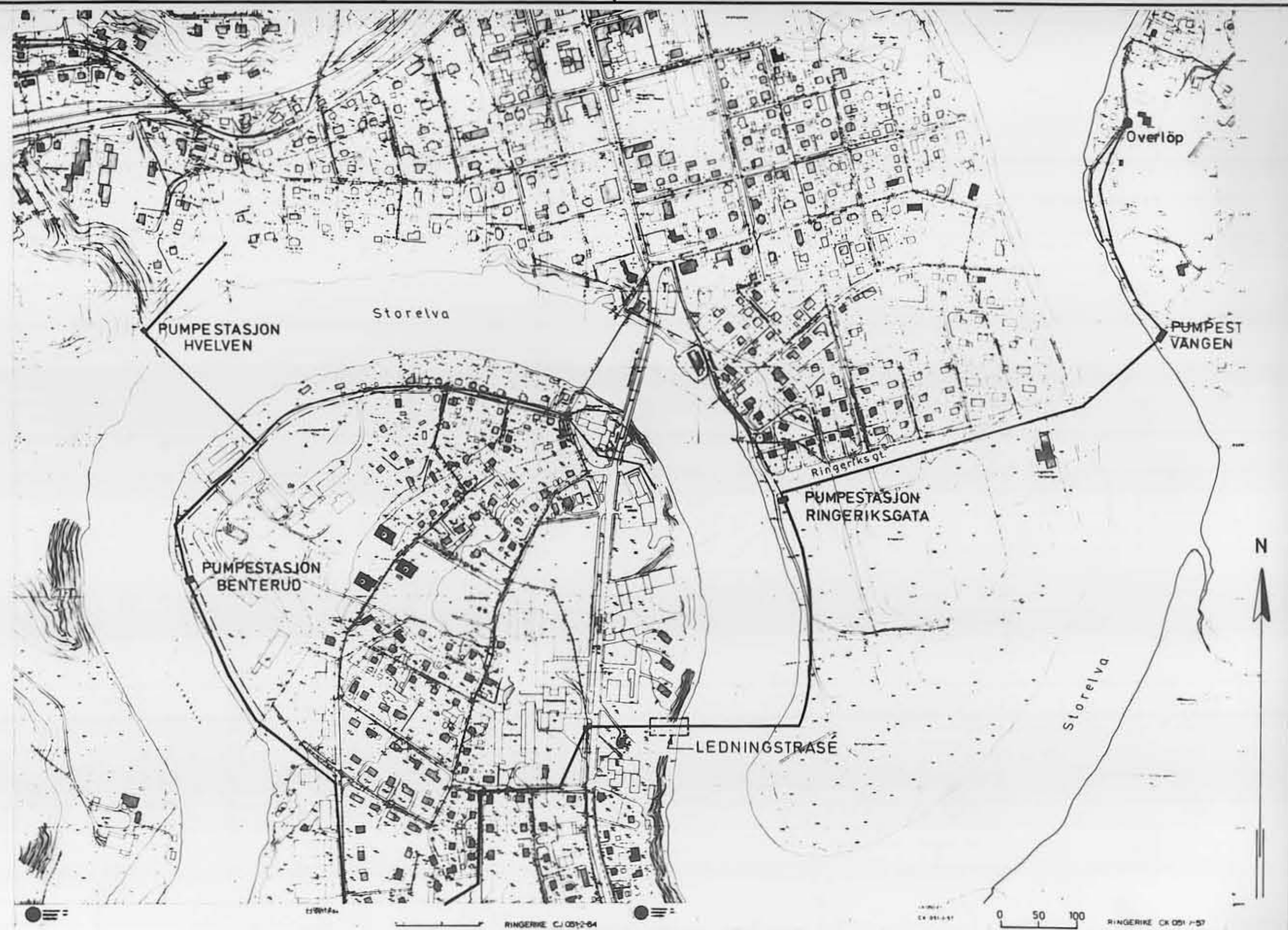
Norges geotekniske institutt.

Tillegg til rapporter.

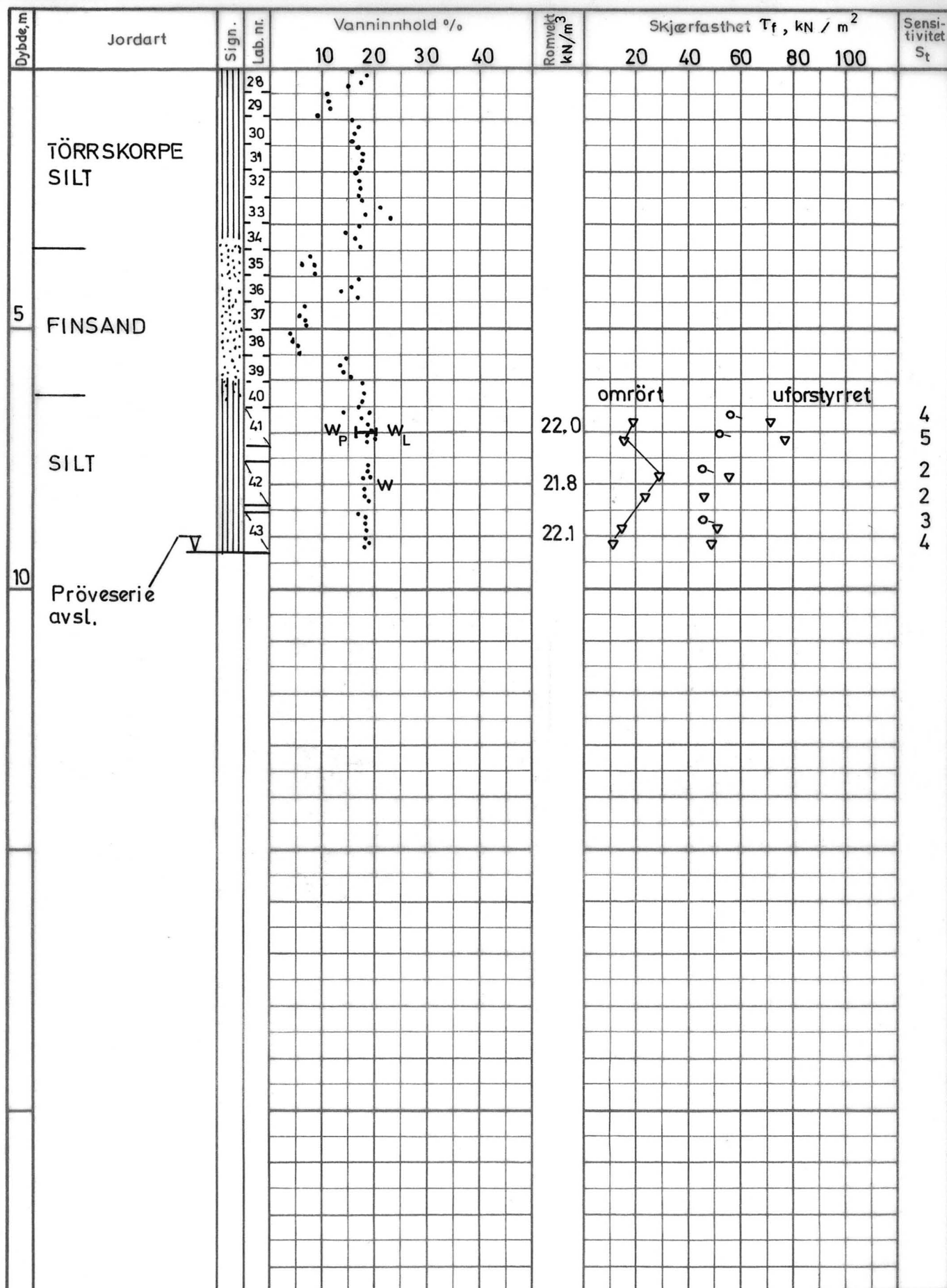
- I. Markundersøkelser – boremeter.
- II. Laboratorieundersøkelser.
- III. Tegnforklaring og normer for betegnelse av jordarter.
- IV. Elementmetoden. En kort utredning.

$$1 \text{ kN/m}^2 = 0,1 \text{ t/m}^2$$

$$1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2$$



KLOAKKERING-HØNEFOSS		Dato	Tegner
OVERSIKTSKART		21.11.77	
M=1:5000		Godkjent	
Norges geotekniske institutt		Oppdr. nr.	77035
		Tegn. nr.	001



KLOAKKERING-HÖNEFOSS

Dato
27. 1. 78

Tegner

LEDNINGSTRASÉ
BORPROFIL

Hull 1
Terr. kote . ca . 79
Prøve Ø . . . 54 mm .

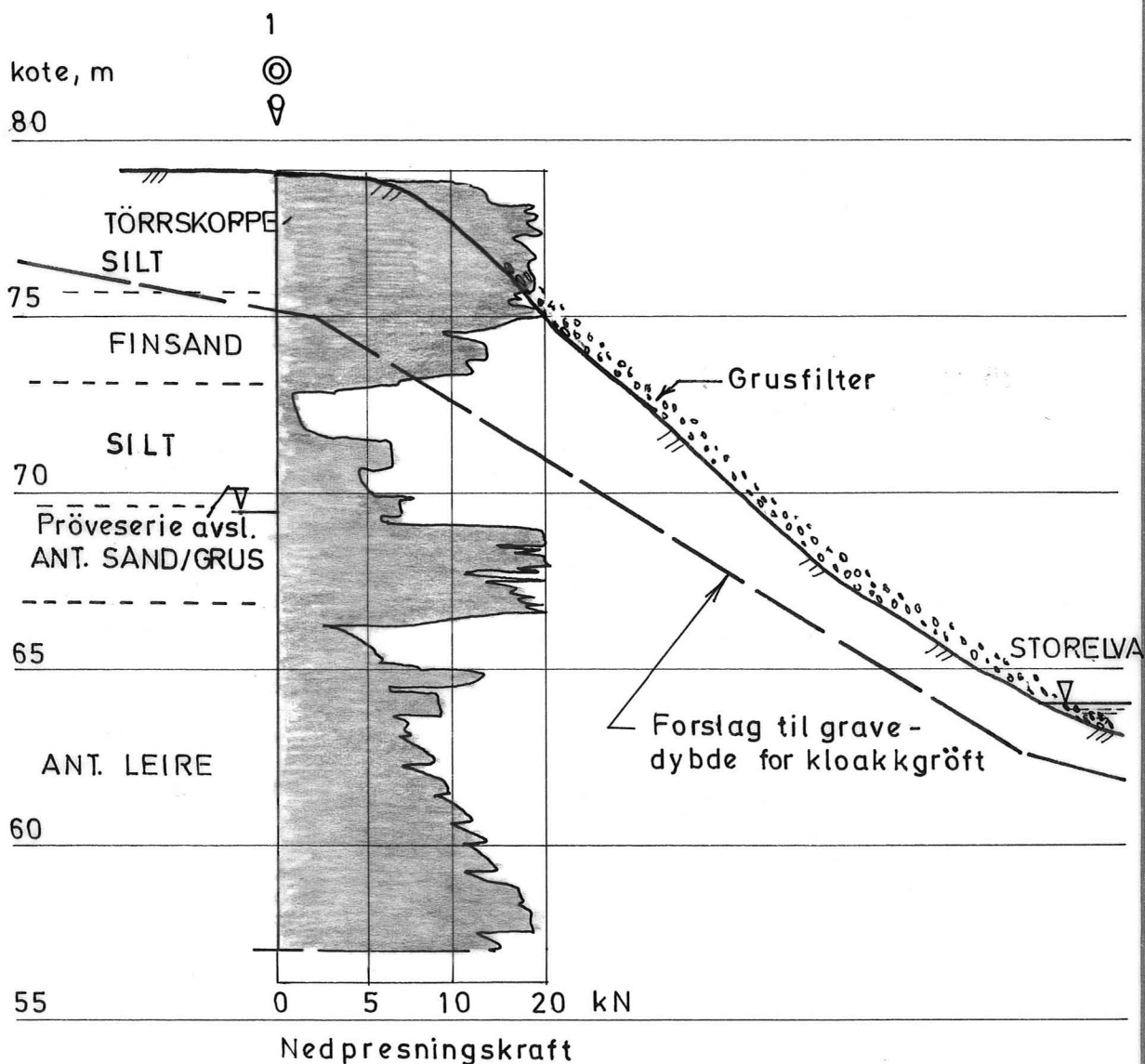
Godkjent

Oppdr.
nr. 77035

+ vingeboering ○ trykkforsøk ▼ konus w = vanninnhold w_L, w_P = flyte- og utrullingsgrense

Norges geotekniske institutt

Tegn.
nr. 016



TEGNFORKLARING

- ☐ Dreie-trykksondering
- ◎ Prøveserie

KLOAKKERING-HÖNEFOSS

LEDNINGSTRASÉ

PROFIL GJENNOM SKRÅNING M=1:200

Norges geotekniske institutt

Dato 21. 11. 77

Tegner

Godkjent

Oppdr. nr. 770 35

Tegn. nr. 017

Vestlinjen, Hønefoss

Innledende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger

20061037-2

20. september 2006

Oppdragsgiver:

Ringerike kommune

Kontaktperson:

Gunnar Hallsteinsen

Kontraktreferanse:

Aksept av 23.06.2006

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:

Odd Gregersen

Rapport utarbeidet av:

Tonje Eide Helle og
Øyvind Høydal

Arbeid også utført av:

Sammendrag

Det er utført grunnundersøkelser på strekningen Ringerike sykehus til Hovkrysset for å skaffe geoteknisk grunnlag til prosjektering av Vestlinjen gjennom Hønefoss sentrum. Det er utført boringer på 18 lokaliteter.

Totalstabilitet av skråning fra sykehuset til Hønefoss syd er lav, men ny veg vil ikke forverre totalstabiliteten. Lokalstabilitet ved skjæringer er foreslått løst ved jordnagling. Skjæringer mot jernbane og i Hønefoss syd vil være "tørre" skjæringer.

Landkar for ny bru over Storelva fundamenteres med såle på grunn. I elva fundamenteres brua på peler. Ny bru over Begna fundamenteres på fjell.

Innhold

1	INNLEDNING	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Problemstillinger.....	4
2	FELTUNDERSØKELSER	5
2.1	Generelt.....	5
2.2	Sonderinger.....	6
2.3	In-situ målinger.....	6
2.4	Prøvetaking.....	6
2.5	Oppmålingsarbeider.....	7
3	GRUNNFORHOLD	7
3.1	Terreng.....	7
3.2	Fjell og løsmasser	7
3.3	Grunnvann/poretrykk.....	10
4	GEOTEKNISKE VURDERINGER	10
4.1	Stabilitet.....	10
4.2	Teleømfintlige masser	14
4.3	Fundamentering for ny bru over Storelva.....	14
4.4	Ny bru over Begna.....	15
4.5	Miljøtunnel gjennom St. Hanshaugen	15
5	SUPPLERENDE UNDERSØKELSER	15
6	REFERANSER	16

Tillegg 1 Tegnforklaring plan- og profiltegninger

Tillegg 2 Feltundersøkelser – boremetoder

Tegninger

Tegning 1/1 – Plassering av borpunkter

Vedlegg

- A Total- og dreietrykksonderinger
- B CPTU-sonderinger
- C Poretrykksmålinger
- D Klassifiseringsforsøk
- F Koordinatliste
- G Stabilitetsberegninger

Kontroll- og referanseside

1 INNLEDNING

NGI har på oppdrag fra Ringerike kommune utført innledende grunnundersøkelser, geotekniske vurderinger og forslag til løsninger for alternativ vegtrasé gjennom Hønefoss sentrum. Rapporten skal være en del av grunnlaget for å kunne gjennomføre konsekvensanalyse. Denne rapporten omfatter resultater fra grunnundersøkelser, vurderinger og foreslåtte løsninger for vegtraséen.

1.1 Bakgrunn

Den foreslåtte vegtraséen går fra rundkjøring ved Ringerike sykehus i sør til Hovkrysset i Hønefoss nord. Det foreslås fire-felts veg i dagens trasé fram til Rådhuset, deretter en ny 2-felts vei vest om Rådhuset og over Storelva. Vegen følger deretter opp Holmboes gate og videre parallelt med jernbanen til vegen krysser Begna mellom Hønefossen og eksisterende jernbanebru. På nordsiden av elva kobles vegen sammen med Lagesensgate før den følger jernbanen til jernbaneovergangen over Hønengata. Vegen økes til fire-felts veg fra jernbaneovergangen til Hovkrysset.

I tillegg skal det bygges en tilkomstveg fra Lagesensgate/Ankersgate gjennom St. Hanshaugen til Nygata.

1.2 Problemstillinger

Områdene med de største geotekniske utfordringer er etter NGIs vurdering

- Skråningen ned mot Storelva nord for Hønefoss sykehus
- Fundamentering for ny bru over Storelva
- Vegtrasé langs jernbanen i sentrum
- Tunnel gjennom St. Hanshaugen

2 FELTUNDERSØKELSER

2.1 Generelt

NGI har utført innledende grunnundersøkelser langs planlagt vegtrasé. Feltundersøkelsene ble utført i august 2006. Boreleder var Bjørn Thune. Boringene ble utført med en beltegående borerigg, type Geomachine GM100.

Plassering av borpunkter er vist på borplan, tegning nr. 011. Opprinnelig borplan ble revidert etter som hvilke masser som ble påtruffet under arbeidet. Tabell 1 viser en sammenstilling av utførte grunnundersøkelser. For beskrivelse av boremetode, symboler og opptegning, henvises til /1/ samt Tillegg 1.

Tabell 1 Grunnundersøkelser langs Vestlinjen, Hønefoss

Borhull	Dreietrykk sondering	Totalsondering	CPTU	Poseprøve	Poretrykk
1	X				
2	X			X	
3					
4	X				
5				X	
6				X	
7		X	X	X	
8		X	X	X	
9		X		X	
10		X		X	X
11		X		X	X
13		X			
14	X			X	
15		X		X	
16				X	
17				X	
18		X		X	
19				X	
20				X	

2.2 Sonderinger

Det er utført total- og dreietrykksonderinger i til sammen 12 borpunkt for kartlegging av grunnens relative fasthet, laggrenser og dybder til fjell eller fast grunn.

Enkeltboringene er presentert i vedlegg A.

2.3 In-situ målinger

2.3.1 CPTU-sonderinger

Det er utført CPTU-sonderinger med Memocone (0-5 tonn) i 2 punkt. Det er forboret gjennom toppmassene (fyllmasser/tørskorpelaget) og sonderingen er avsluttet ved stopp i faste masser, eller like over fjell. Formålet med CPTU-sonderingen er nøyaktig kartlegging av laggrenser og å gi grunnlag for bestemmelse av geotekniske jordartsparemetere, spesielt udrenert skjærstyrke av leire.

Enkeltboringene er presentert i form av utvidet plott i vedlegg B.

2.3.2 Poretrykksmålinger

I borpunkt 10 og 11 er det installert hydrauliske poretrykksmålere i dybde hhv 6,6 og 11,5 m under terreng.

Poretrykksmålingene er presentert i vedlegg C.

Etter den opprinnelige borplanen skulle det installeres en rekke poretrykksmålere blant annet ved skråningen mellom Ringerike sykehus og Storelva. Boringene var imidlertid tørre og grunnvann ikke registrert. For dette området bekreftes det av teknisk sjef Geir Heide, at grunnvannet på sykehusområdet ligger nærmere 70 m under bakken, dovs. omtrent på nivå med Storelva.

2.4 Prøvetaking

Det er tatt opp poseprøver i flere nivåer i til sammen 15 borhull. Disse brukes til jordartsklassifisering. Prøvene er bedømt visuelt og ved kornfordelingsanalyser.

Kornfordelingskurvene er presentert i vedlegg D.

2.5 Oppmålingsarbeider

Punktene ble stukket ut fra kart og tilpasset kabler/ledninger i bakken samt atkomstforhold. Etter boring ble samtlige punkter målt inn og koordinatbestemt (x, y, z), av Ringerike kommune. Koordinatliste er gjengitt i vedlegg F.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Skråningen nord for Ringerike sykehus er 70 m på det høyeste og en helling på 36°. Det er 55 m fra elva til eksisterende veg. Gjennom søndre sentrumsområde (forbi rådhuset) er det tilnærmet flatt. Ny bru vil på sørsiden passere en 5-10 m høy elvebring. Landkaret på nordsiden plasseres på en 10-15 m høy skråning. Holmboes gate har en slak helling opp til skråningen nedenfor jernbanelinjen. Skråningen opp til jernbanen er 15 m høy med helling på 26°. Skråningen forsetter ovenfor jernbanen.

Vegen krysser Begna ved Arnemannsveien som ligger omtrent 5 m høyere enn elva. På nordsiden av elva er det en 15 m høy skråning/ravine. Resten av traséen går gjennom flatt terreng.

Tilførselsvegen fra Ankergata til Nygata går gjennom en løsmasserygg (St. Hanshaugen). Den er 10 m høy mot Ankergata og 15 m høy mot Nygata. Høyden stiger på hver side av den planlagte tunneltraséen.

3.2 Fjell og løsmasser

Fjell

Det er varierende dybde til fjell langs Vestlinjen. I forhold til strukturgeologi i området er det sannsynlig at fjellet ligger med fall mot sørøst.

I boring 1 -7 er det ikke boret til fjell. Boring 7 er avsluttet på 50 m uten å påtreffe fjell. Videre er fjell påvist i boring:

Boring nr	Overflatenivå (kote)	Dybde til fjell (m)	Nivå fjell (kote)
8	76.64	32	45
9	88.95	13	76
10	89.09	10	79
11	96.7	15	82
13	90.38	5	85
15	97.64	25	73

Boring 14 er en dreietrykksondering som er avsluttet i faste masser/fast grunn – antatt fjell på 7,5 m dyp. Prøver ned til 4 m er ensartet sand, middels til grov. Boring 18 er avsluttet i 37 m dybde uten å treffe fjell, dvs. fjell er dypere enn kote 44.

Multiconsult har utført grunnundersøkelser for Tronrud bygg i Ankersgate 6-10 nordvest for St. Hanshaugen. Undersøkelsene indikerer fjell mellom 3,5 og 9 m under terreng /3/.

Løsmasser

Ringerike kommune har svært varierende grunnforhold. I følge det kvartærgeologiske kartet /2/ vil traséen passere både fluviale masser og mektige marine avsetninger. I byområdet og i dybden er løsmassene dårligere kartlagt. I overflaten ligger det ofte tilført eller ikke-naturlig avsatte masser. Dette er en vesentlig grunn til at en må utføre geotekniske grunnundersøkelser.

3.2.1 Skråning nord for Hønefoss sykehus

Boringene 1 og 2 er ikke boret til fjell, men avsluttet i masser med stor motstand. Det var problemer med å få ned borstengene under grunnundersøkelsene på grunn av svært faste masser og svært tørre grunnforhold. Bormotstanden er stor og stein er påtruffet i boringene 1 og 2. Poseprøver og masser i overflaten viser vesentlig sand, grov til middels. Kvartærgeologisk er plataet avmerket som glasifluvial avsetning.

På vei ned skårningen mot nordøst vil en forvente at sand og finsilt går med kryssende lag over i leire ("interfingering"). I dette nivået oppstår det gjerne kildeutspring, og skråningsstabiliteten kan være ømfintlig for nedbør. Normalt vil en forvente finere masser på proksimalsiden av randavsetningen.

3.2.2 Strekning fra Dronning Åstas gate til Storelva

Det kvartærgeologiske kartet tolker sentrumsområdet sør for Storelva som fluviale masser. Det er avmerket fluviale nedskjæringer og terrasser langs elva. Elva har endret løp flere ganger over området. Grunnforholdene er tolket ut fra dreietrykksondering 4 og poseprøver i borpunkt 5 og 6. Boringen 4 i krysset Dronning Åstas gate/R35 indikerer leirige masser de øverste 5 m, deretter mer sandige masser. Boringene avsluttes i fast grunn/steinige masser på 15 m. I borpunkt 5 ligger det sandige/grusige masser de øvre 2 meterne, mens materialet i 1,5 m dybde i boring 6 må karakteriseres som siltig, sandig leire. Materialet klassifiserer i teleklasse T4.

3.2.3 Ny bru over Storelva

På sørsiden av søndre ny bru over Storelva er det boret til 50 m uten å treffe fjell (Boring 7). Totalsonderingen indikerer sand og grus i de øvre 10 m. Vedlegg B viser CPTU sonderinger. Prøve ved 4-5 m viser middels til grov grusig sand. Fra 10 til 15 m indikeres leire over et sand-/gruslag fra 15 til 17

m. Det er trolig siltig leire med sandlag til 23 m hvor massene blir markert fastere. Det er indikert faste masser til 50 m under terreng hvor boringen ble avsluttet uten å påtreffe fjell.

På nordsiden av Storelva indikeres fjell på 33 m dyp (boring 8). De øvre 4 m består av grus og stein. Fra 4 til 13 m indikeres siltig leire med enkelte sandlag. Fra 13-15 m indikeres et fast lag, mens det fra 15 til 33 m kan virke som sensitiv/kvikk leire med silt og sandlag.

3.2.4 Skråning langs jernbanen

Totalsonderingen og prøvetaking i borpunkt 9 indikerer grov til middels sand i 2,5 dybde. Visuell bedømmelse av prøveposene ned til 7 m dyp indikerer ensartede masser.

I boring nr. 10 er det siltig, sandig leire i 2,5 m dybde. Steiner er påtruffet. Prøven klassifiseres i teleklasse T4. Videre nedover øker leirinnholdet i massene. Det benyttet spyletrykk i store deler av totalsonderingen. Massene er dermed faste. Det er boret 1,2 m i fjell fra 9.8 m dybde.

Borhull 11 indikerer sand og grus i de øverste meterne med overgang til leirig, siltig sand på 6-7 m. Stigehøyden ved 14,5 m dyp er 3,5 m slik at grunnvannet ved antatt hydrostatiske forhold står ved 10 m dyp. Det er trolig siltig leire med sandlag fra 8 m og ned til 14 m hvor boringen ble avsluttet ved fjell/fast grunn. På grunn av lavt grunnvann, vil leira/siltene ha egenskaper som tørrskorpe. Det kan ut fra variasjon i observasjonene i den korte perioden en har målt, se ut som om grunnvannet varierer med nedbør.

3.2.5 Ny bru over Begna

På sørsiden av Begna, ved ny bru, indikeres fjell 5 m under terreng. Fjell er synlig i Begna og ved begge landfester. På nordsiden av elva er boringen utført i skråningen ovenfor elva (Boring 14). Boring 14 er en dreietrykksondering som er avsluttet i faste masser/fast grunn – antatt fjell på 7,4 m dyp. Prøver ned til 4 m er ensartet sand, middels til grov. Stein påtruffet under boring.

3.2.6 Langs jernbanen til deling av R35

I borpunkt 16 og 17 er det tatt grunne skovlboringer. I Boring 16 er det grusig sand, mens 17 har siltig, sandig leire som klassifiserer i telegruppe T4.

3.2.7 Kryssing av St. Hanshaugen

Massene i borhull 15 består av tørrskorpeleire ned til 10 m dyp. Fra 10 til 17 m er det benyttet spyletrykk gjennom mer stein og grovkornede masser. Dette kan være glasifluviale avsetninger. Videre ned mot fjell har borprofilet samme karakteristikk som i leire. Det er påtruffet fjell på 24 m dyp. Dette tilsvarer kote 113.

På grunn av tørre forhold under boring er det ikke installert poretrykksmålere, men en kan regne med drenerte forhold ned mot bunnen av de grove massene (16 m).

Det er muntlig oppgitt at det er mer sandig/grusige masser i nordenden av ryggen.

Multiconsults totalsonderinger /3/ i Ankersgt. 6-10 indikerer sandige og grusige masser over fjell. Det er sannsynlig at dybden til fjell øker mot sørøst.

3.2.8 Jernbaneundergang til Hovkrysset

I boring 18 er det tatt prøver ned til 3 m. Disse viser sand, middels til fin. Ved 2-3 m klassifiserer prøven i telegruppe T4.

I boring 19 er øvre 2 m middels til grov sand. Tilsvarende i boring 20.

3.3 Grunnvann/poretrykk

Det er satt ut to poretrykksmålere. Ved hydrostatisk trykk vil grunnvannstanden ligge på kote + 84 i pkt 10 og kote + 88 i pkt 11. Poretrykksplot finnes i Vedlegg C.

Ved skråningen nord for Ringerike sykehus ble det rapport om svært tørre forhold under feltarbeidet. Det antas at grunnvannet ligger i nivå med Storelva pluss 1 m. Det samme er antatt der ny bru krysser Storelva; pkt 7 og 8.

4 GEOTEKNISKE VURDERINGER

4.1 Stabilitet

Stabiliteten er vurdert for skråningen nord for Hønefoss sykehus (profil 1 og 3) og jernbaneskråningen ved Grand Hotell (profil 10). Totalstabilitet av skråning og lokalstabilitet av eventuelle skjæringer er vurdert. Beliggenhet av profil 1 og 3 (og 10) er vist på Tegning 1/1.

Kvalitativ vurdering

Skråningen i området ved profil 1 og 3 er vurdert ved befaring. Lengst mot sør (sør for P1) kan det virke som om sanda er grovere og vegetasjonen (ensidig

furuskog) tørrere. Når det gjelder vegetasjon så kan eksponeringsretning virke inn. Det er registrert en større overflate glidning ned mot nedre del av skråningen mot elva. Glidningen er trolig 20-30 år gammel. Glidningen kan være utløst av elverosjon ved flomvannstand. I overflata er jorda her mer siltig og feit enn lengre opp og sør i skråningen. Det er god bunndekning av stein i elva ved normalvannstand, men ingen annen sikring enn vegetasjon i flomnivå. Vannstanden i Storelva stiger med om lag 2 m ved 100- års flom (NVE flomsonekartprosjektet, delprosjekt Hønefoss). Det er tatt 2 grunne prøver i foten av skråningen.

Enkelte trær står hellende fra profil 1 og nordover, men ikke noe systematisk for alle trærne.

Det er ikke observert noen kildeutspring i skråningen. Omtrent under kraftlinja så kommer et rørutløp. Vann fra dette røret har erodert, og det er delvis prøvd å begrense erosjon nede i skråningen ved å legge stein. Ved ny veg skal vegen ha tverrfall inn mot skråningen slik av vann fra veg og ovenforliggende område føres trykt ut av området.

Kvantitativ vurdering

Styrkeparametere for sanden i området baserer seg på erfaringsparametrer basert på type sand. I profil 1 og 3 er dreietrykksondering 1 og 2 lagt til grunn for tolking av jordprofiler. Sonderingene viser sandige masser. Grunnvann ble ikke påtruffet under feltarbeidet. Grunnvann er antatt å ligge i nivå med Storelva +1 m. Friksjonsvinkel og attraksjon benyttet i stabilitetsberegningene for profil 1 og 3 er angitt i Tabell 2. Verdiene er hentet fra /4/.

Tabell 2 Friksjonsvinkel og attraksjon for sand i skråning nord for Hønefoss sykehus (Profil 1 og 3)

	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]
Middels sand	31	10
Fast sand	35	20

Det er benyttet en tyngdetetthet for sand på 18 kN/m³.

Parametrene i Tabell 3 er benyttet i stabilitetsberegningene for profil 10.

Tabell 3 Friksjonsvinkel og attraksjon for profil 10

	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon [kPa]
Fast sand	36	20
Tørrskorpeleire	32	0

I profil 10 er dreietrykksondering 10 og 11 samt poretrykksmålinger lagt til grunn for tolking av jordparametere.

Det er benyttet PostoGraf og Geo-Slope for å beregne stabiliteten.

Lasttilfelle og geometri

For å legge 4 felts vei i dagens trasé i Hønefoss syd, kan vegen enten legges i to høyder der den nye traséen skjæres inn i skråningen nedenfor eksisterende veg, eller dagens veg utvides ved å skjære den videre innover i skråningen. Det rimeligste alternativet blir trolig å utvide dagens veg innover i skråningen. Skråningen må i begge alternativ sikres for å opprettholde tilfredsstillende stabilitet av skjæring. Utvidelse av veg på denne strekningen krever muligens at høyspentmasta på toppen av skråningen flyttes. Det må også påregnes riving av flere bolighus langs den nye vegen.

I profil 1 og 3 er det utført stabilitetsberegning på dagens terreng med anslått 10 m bred veibane og dimensjonerende trafikklast $10 \text{ kPa} \times 1,3 = 13 \text{ kPa}$. Fremtidig 4 felts vei vil ha en bredde på 29 m. Vegbreddene er anslått ut fra figur 3.2 i Håndbok 017 "Veg- og gateutforming". Dybden på elven er hentet fra NVEs tverrprofil nr. 21.

I profil 10 er det forsøkt å tilpasse geometrien fra profil 230 i Asplan Viaks plan for veilinja langs jernbanen (tegning nr. C05). Vegtraséen skjæres inn i foten av skråningen nedenfor jernbanelinja. Skjæringen må avstives. Det er benyttet en dimensjonerende trafikklast på 13 kPa over vegbredden, mens det for jernbanen er lagt på en linjelast på 110 kN.

Stabiliserende tiltak

Et kostnads- og tidseffektivt alternativ for sikring av tørre skjæringene i sand, grus og morene er jordnagling. Massene må kunne stå av seg selv et par timer med en utgravingsdybde på 2 m. Jordnagling har en konkurransedyktig pris i forhold til for eksempel spunt og har kort byggetid. Det trenger enkelt utstyr og er lite plasskrevende. I tillegg er det små vibrasjoner og lite støy i sammenligning med spunt. Nagleavstand og lengde er enkelt å endre underveis. Horisontal- og vertikalforskyvningene er kun 0,1-0,4 % av skråningshøyden. Jordnagling kan benyttes i helninger på $80-60^\circ$ /5//6/.

Jordnagling er aktuelt i Profil 3 og 10 og gjennom St. Hanshaugen.

I følge Nordisk Håndbok "Armert jord og fyllinger Vedlegg A til F." (2006) skal lengden være $0,5-0,8 \times H$ (skråningshøyden).

I profil 3 må naglene være minimum $16 \text{ m} \times 0,8 = 12,8 \text{ m} = \underline{13 \text{ m}}$

I profil 10 må naglene være minimum $13 \text{ m} \times 0,8 = \underline{10,4 \text{ m}}$

Avstanden mellom jordnaglene beregnes ut fra mobilisert friksjon og naglestyrken. Arealet hvor friksjon kan mobiliseres skal være 0,3-0,6 x overflateareal som skal armeres. Overflaten dekkes med geotekstiler eller sprøytbetong for å hindre utrasing av masser mellom jordnaglene.

Det må anlegges drenering i hele fronten av konstruksjonen. Dette kan utføres med hele dreneringsmatter, eller vertikale dreneringsstriper med bredde 0,3-0,5 m som plasseres med avstand 1,5-2 m. Permanente konstruksjoner i telefarlige masser må isoleres. Det kan benyttes kombinerte isolasjon- og dreneringsplater /6/.

Dimensjonering av nagleløsning må gjøres når valg av veglinje er bestemt.

Resultater

Beregningsfigurer er presentert i Vedlegg G Stabilitetsberegninger.

Det er beregnet lav totalstabilitet for skråningen nord om Ringerike sykehus. Det er grunne flater i ytre del av skråningen som gir lav sikkerhet. Hvilken sikkerhetsfaktor som er akseptabel for skråningen bør vurderes avhenge av hvilke prosesser som kan destabilisere skråningen. Skråningen står tørr med friksjonsjordarter, og grunne overflateglidninger vil være aktuell skredprosess. Det må likevel antas at det er mer finkornet nordover, men her er skråningshøyden mindre. Erosjon i foten av skråningen eller ekstrem nedbør i selve skråningen kan påvirke stabiliteten. Selve elvebunnen og kanten har et godt sortert dekke, men 2m over normalt elvenivå så er det letteroderbare masser. Vurdert som middels sand er øvre del av skråningen nær labil. Større sirkler som omfatter hele skråningen har da en sikkerhet ned mot 1,0. Vurdert som fast sand, så ligger sikkerhetsfaktoren opptil 20 % høyere med $F_{min}=1,2$.

Dagenes skråning er et resultat av at elva har gravd inn i skråningsfoten. Det er derfor naturlig at en beregningsmessig kommer ut med sikkerhetsfaktor rett over 1,0. En vesentlig grunn til at skråningen holder seg stabil, er vegetasjonen. Det er derfor er poeng at en har en filosofi om hvordan en slik skog bær være og hvordan den bør skjøttes. Vegetasjon forankrer grunne glidninger, og er med på å opprettholde sug i jorda.

Vegen blir liggende lengre inn enn de mest kritiske flatene. Vegprosjektet endrer ikke sikkerheten totalstabiliteten til skråningen. Erosjon i bunnen av skråningen ved ekstremflom vil påvirke skråningsgeometrien. Elvebunnen ser ut til å ha et stabilt dekklag. Det er sannsynlig at utglidninger i foten vil gå trinnvis før stabilitet til vegen er truet.

Ved å redusere direkte overflatevann og holde elvekanten jevnlig under oppsikt, vil faren for utglidning reduseres. Vegbane på 10 eller 29 m har liten innvekning på stabiliteten da glidesirkelen med lavest sikkerhetsfaktor ligger utenfor vegbanen.

I både profil 3 og 10 gir jordnaglene med de foreslåtte dimensjoner tilfredsstillende stabilitet av skjæringene. Totalstabilitet av skråningen langs Jernbanen er større enn 1,4 når øvre del vurderes som middels fast sand. Totalstabiliteten er dermed tilfredsstillende.

Vaslestad (1996) påpeker at det vil oppstå deformasjoner lik 0,1-0,4% av skråningshøyden i toppen av en slik støttekonstruksjon. Dvs. at det for profil 3 kan ventes en vertikal og horisontal forskyvning lik 6,4 cm, mens det i profil 10 kan ventes en deformasjon på 5,2 cm.

Det bør gjøres ytterligere tester/grunnundersøkelser for å finne riktig friksjonsvinkel og attraksjon for sanda.

4.1.1 Drensvann

Vegen ned skråningen i Hønefoss syd utføres med tverrfall inn mot skjæringen slik at drensvann samles opp på innsiden. Drensvann skal **ikke** føres ut i skråningen mot Storelva. Eksisterende ledning med utløp i skråningen må legges om.

4.2 Teleømfintlige masser

Veglinja går store deler av strekningen på finkornede masser som er teleømfintlige. Dette gjelder både i Hønefoss sør, i Sentrum og nordover mot Hovkrysset.

Resultat av poseprøver er presentert i vedlegg D.
Frostfri dybde bør settes til 2 m og masser til dette dypet må vurderes for telefare.

4.3 Fundamentering for ny bru over Storelva

Grunnundersøkelsene viser faste masser, og det antas at brua kan fundamenteres på såle under landkarene. Massene er trolig overkonsolidert, og det antas at det ikke vil oppstå store setninger. I elva bør brua fundamenteres på peler. Spennet på vegdekket bør ikke overstige 30 m.

Hvilke peler som bør benyttes avgjøres av lastene fra brua, dybden til fjell, hvorvidt pelene skal rammes til fjell, eller om det benyttes friksjonspeler.

Betongpeler har en dimensjonerende kapasitet på 1500-3000 kN. De kan benyttes for dybder fra 10 til 50 m. Betongpeler er billige og har en total kostnad på ca. 1000 NOK/m.

Stålpeler (H-peler) har en dimensjonerende kapasitet på 2000-7000 kN, og benyttes for dybder fra 20 til 60 m. H-peler er noe dyrere enn betongpeler (3000 NOK/m), men det kan påregnes færre peler for å ta opp lastene i forholdt til å benytte betongpeler.

Stålrørspeler har en dimensjonerende kapasitet på 1000-16000 kN, og benyttes for dybder fra 20 til 70 m. En total kostnad vil være ca. 3-4000. Stålrørspelene støpes ut med betong og kan forlenges slik at de fungerer som søyler for brua.

Løsningen av fundamentering av brua må vurderes på nytt når veglinjen er ferdig prosjektert. Det kan oppstå setninger ved landkarene avhengig av dimensjonene på linjepålegget.

4.4 Ny bru over Begna

Det er synlig fjell på begge sider av Begna og ut mot fossen. Brukar og peler fundamenteres på fjell. Pilarer og brugeometri må vurderes i forhold til hydrauliske effekter på kraftstasjonen.

4.5 Miljøtunnel gjennom St. Hanshaugen

Det skal anlegges tunnel gjennom ryggen. Det anbefales å grave ut massene langs tunneltraséen fremfor eventuelt å fryse haugen. Ønske om begrenset areal/miljøpåvirkning gjør at utgraving utføres med bratte gaveskråninger som sikres ved jordnagling (tilsvarende som langs jernbanen og skråning ned fra sykehusplataet). Naglingen utføres ved trinnvis nedgraving. Nagling vil være kostnadseffektivt så lenge vi har drenerte forhold. Nagling kan utføres i skråning med helning opp mot 80 grader. Det kan være aktuelt å spunte nedre del av utgravingen der vi kan forvente å treffe grunnvann og mettete leire. Spunten kan eventuelt benyttes som forskaling for tunnelen. Skråningssikringen er et midlertidig tiltak (arbeidssikring), og haugen kan rekonstrueres når utstøpt tunnel tilbakefylles. Vi har ikke noe høyde/lengde profilforslag for tunnelen, men antar at tunnelen vil bli fundamentert på leirige masser.

5 SUPPLERENDE UNDERSØKELSER

For å kunne gjennomføre en tilfredsstillende prosjektering av veglinjen må det utføres flere grunnundersøkelser.

For stabilitetsberegning og dimensjonering av sikringstiltak av skjæringene er det behov for å finne representative styrkeverdier for sandig materiale.

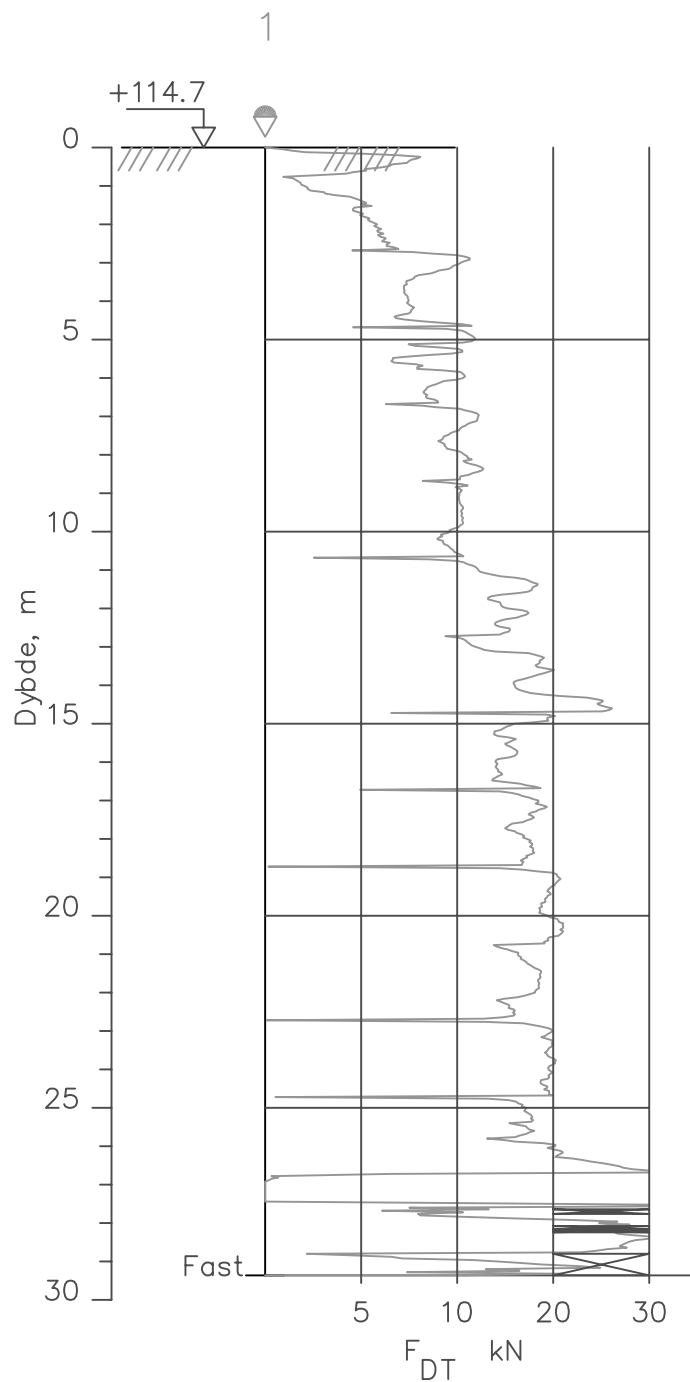
Det må utføres undersøkelser for fastlegging av bla setningsegenskaper ved den nye brua over Storelva. Det må utføres fjellkontroll og CPTU ved hver

pelegruppe i elva. Ved peling til fjell bør det utføres flere totalsonderinger i hver pelegruppe for å fastslå forløpet av fjell.

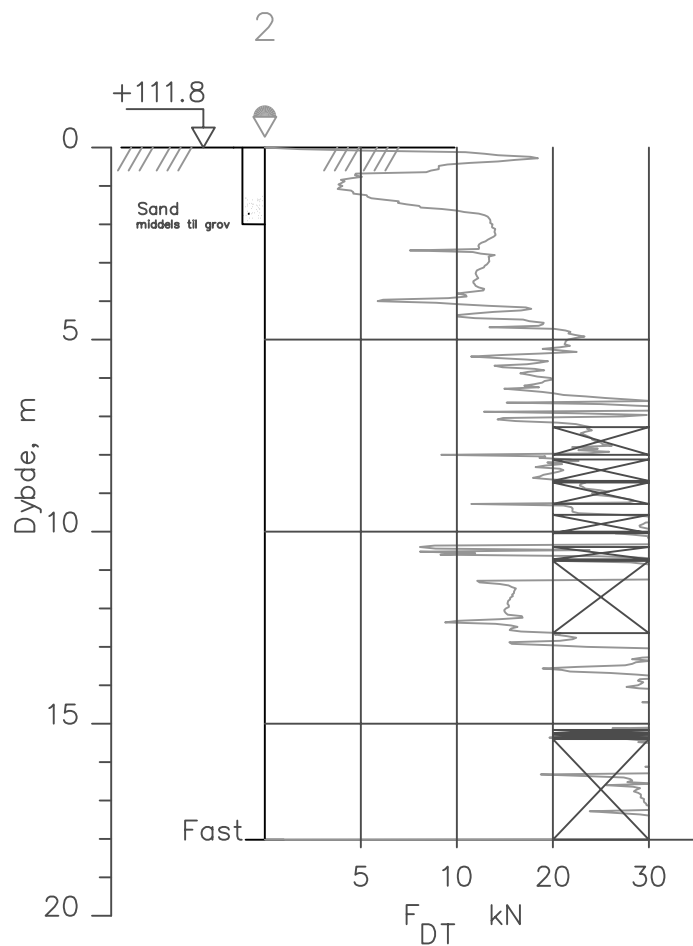
Leiregenskaper og grunnvannsnivå i fot av St. Hanshaugen/Nygata må kartlegges ved detaljprosjektering av tunnelen.

6 REFERANSER

- /1/ Norsk Geoteknisk Forening (1982)
Veiledning for ”Symboler og definisjoner i geoteknikk. Presentasjon av geotekniske undersøkelser”. Norsk Geoteknisk Forening, Melding nr. 2, utgitt 1982.
- /2/ Østmo, S.R., Kjærnes, P., Olsen, K.S. (1978)
Hønefoss, kvartærgeologisk kart 1815 III – M 1:50 000
Norges Geologiske Undersøkelse
- /3/ Multiconsult (2005)
Grunnundersøkelser Ankersgata 6-10 Hønefoss
Rapport nr. 810132-1, datert 02.08.2005
- /4/ Sandven (2003)
TBA 4110 Geoteknikk materialelegenskaper. Utstyr, prosedyrer og parameterbestemmelser. Kap. 3 Klassifisering og identifisering av jord. Rutineundersøkelser.
Kurskompendium i faget Geoteknikk materialelegenskaper ved NTNU høsten 2003.
- /5/ Nordisk Geosyntetgruppe (2006)
Nordisk Håndbok – Armert jord og fyllinger
Publisert av de geotekniske foreningene i Norden – Nordisk Industrifond
- /6/ Vaslestad, J. (1996)
Jordnagling
Norske Sivilingeniørers Forening, Kursdagene 8-10 januar 1996 ved NTNU, Trondheim. Grunnforsterkning- økonomi og metoder. Kapittel 16.
- /7/ Geopro (2005)
Produkter og bruksområder
Produktkatalog



Vestlinjen, Hønefoss	Rapport nr. 20061037	Figur nr.
Dreietrykksondering M = 1 : 200	Tegner TEH	Dato:
Borhull 1	Kontrollert OAH	
Posisjon: X 6668677,8 Y 569419,6	Godkjent OG	
Dato boret: 2006-08-08	Sonde nr. :	



Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037

Figur nr.

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Tegner
TEH

Dato:

Borhull 2

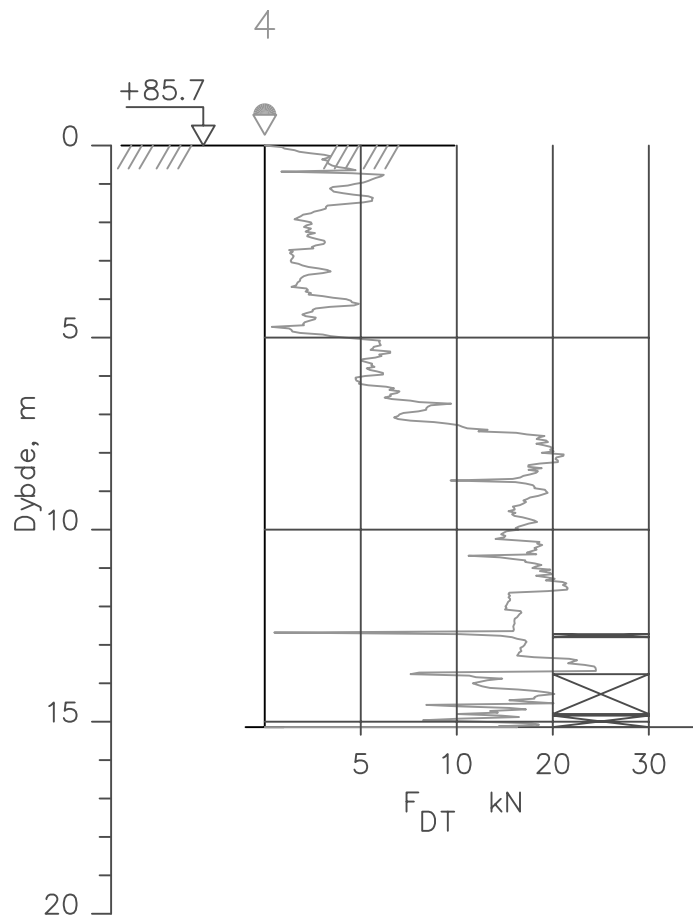
Dato boret: 2006-08-08

Sonde nr. :

Posisjon: X 6668792,7 Y 569524,7

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG



Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037

Figur nr.

Dreietrykksondering
M = 1 : 200

Tegner
TEH

Dato:

Borhull 4

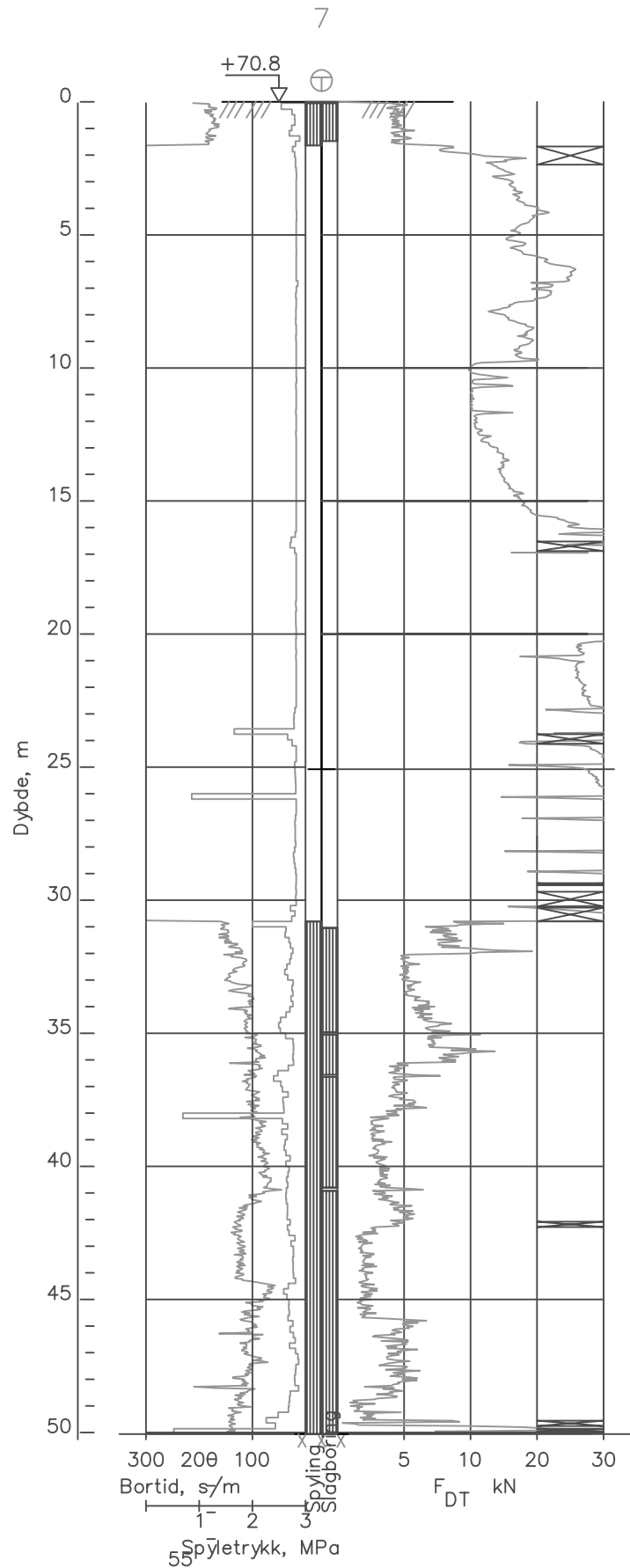
Dato boret: 2006-08-08

Sonde nr. :

Posisjon: X 6669098,5 Y 569800,3

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG



Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037

Figur nr.

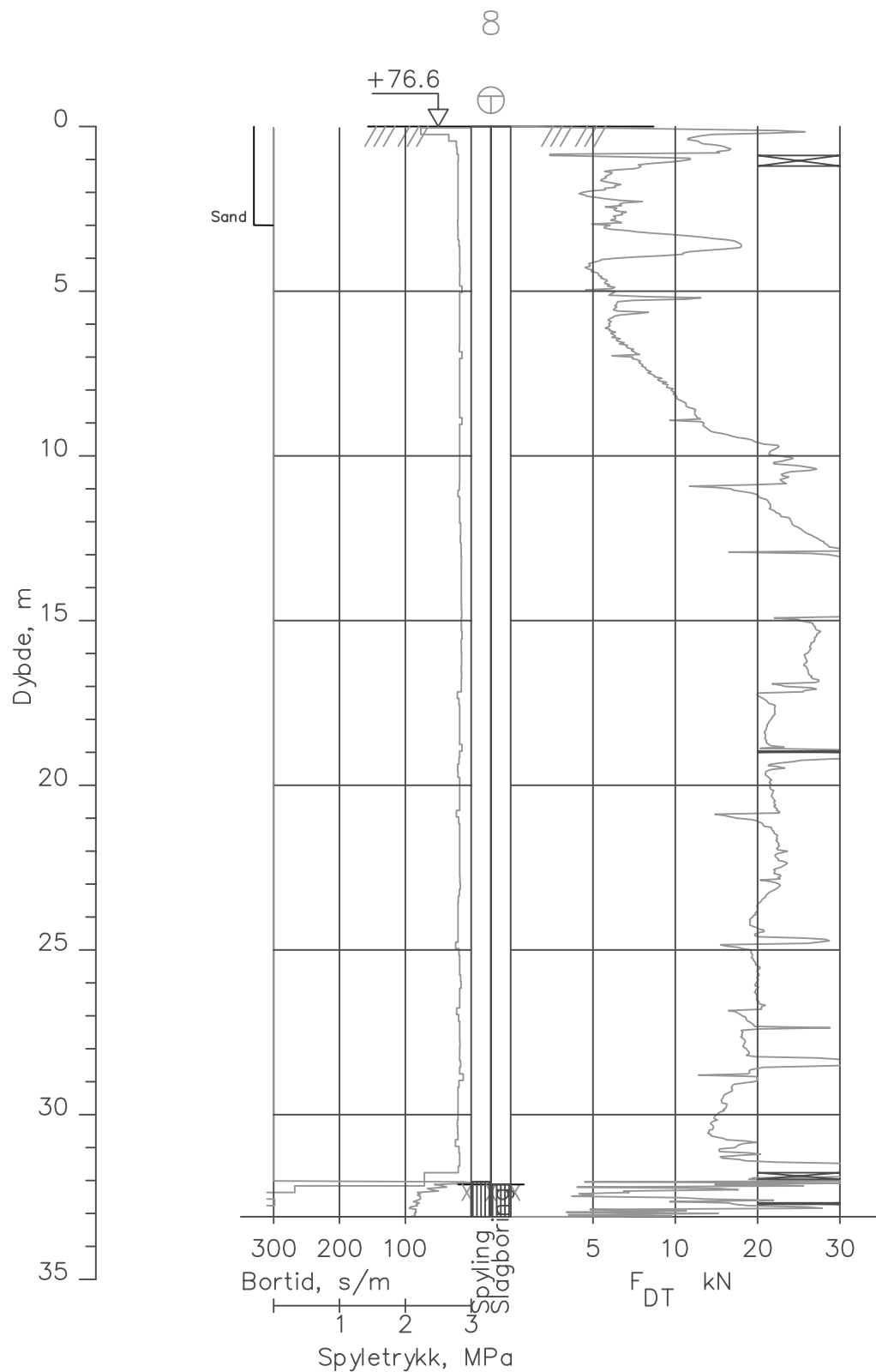
Totalsondering
M = 1 : 250
Dato boret : 2006-08-09
Borhull 7
X: 6669962,6 Y: 569713,3

Tegner
TS

Dato:

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG



Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037

Figur nr.

Totalsondering
M = 1 : 200

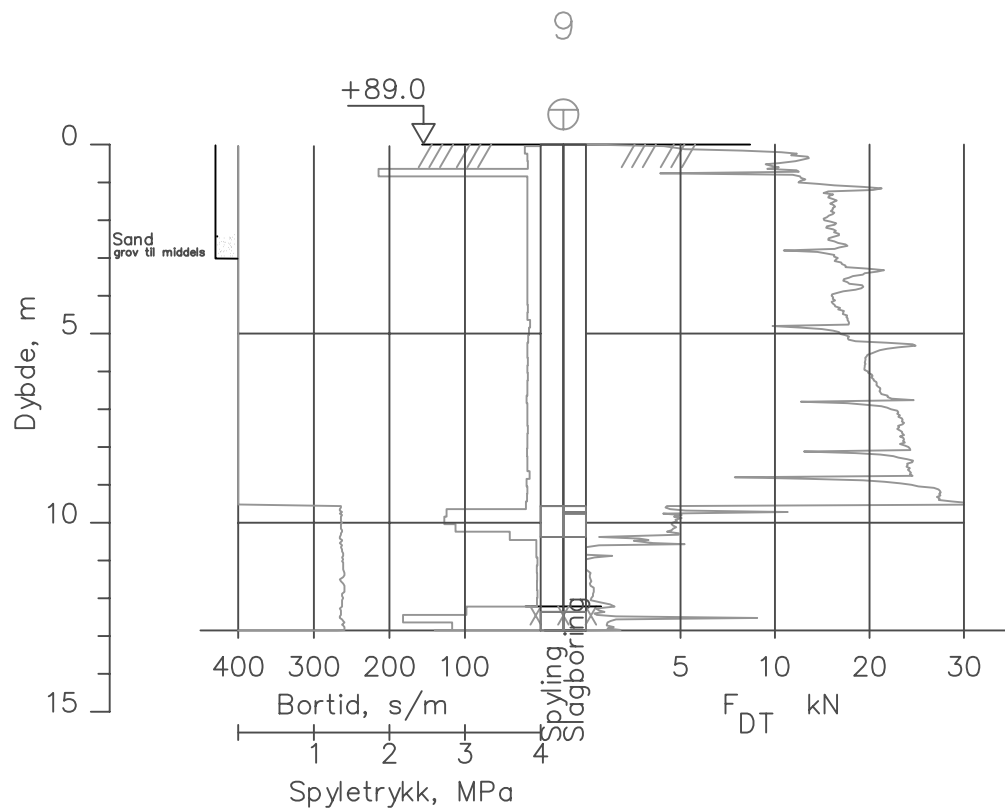
Tegner
TEH

Dato:

Borhull 8
Posisjon: X 6670124,6? Y 569675,3

Dato boret : 2006-08-10
Sonde nr. :

Kontrollert
OAH
Godkjent
OG



Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037-1A6

Tegner
TS

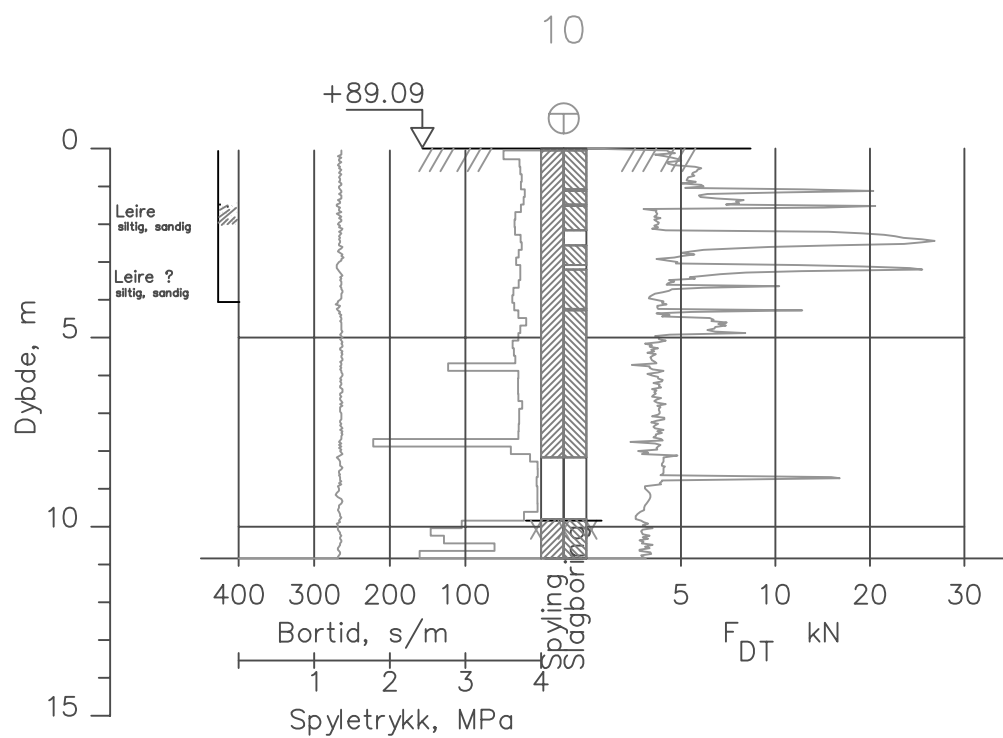
Dato:
30.08.06

Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-14
Borhull 9
X: 6670502,0 Y: 569537,7

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG





Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037-1A8

Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-14
Borhull 10
X: 6670662,4 Y: 569553,1

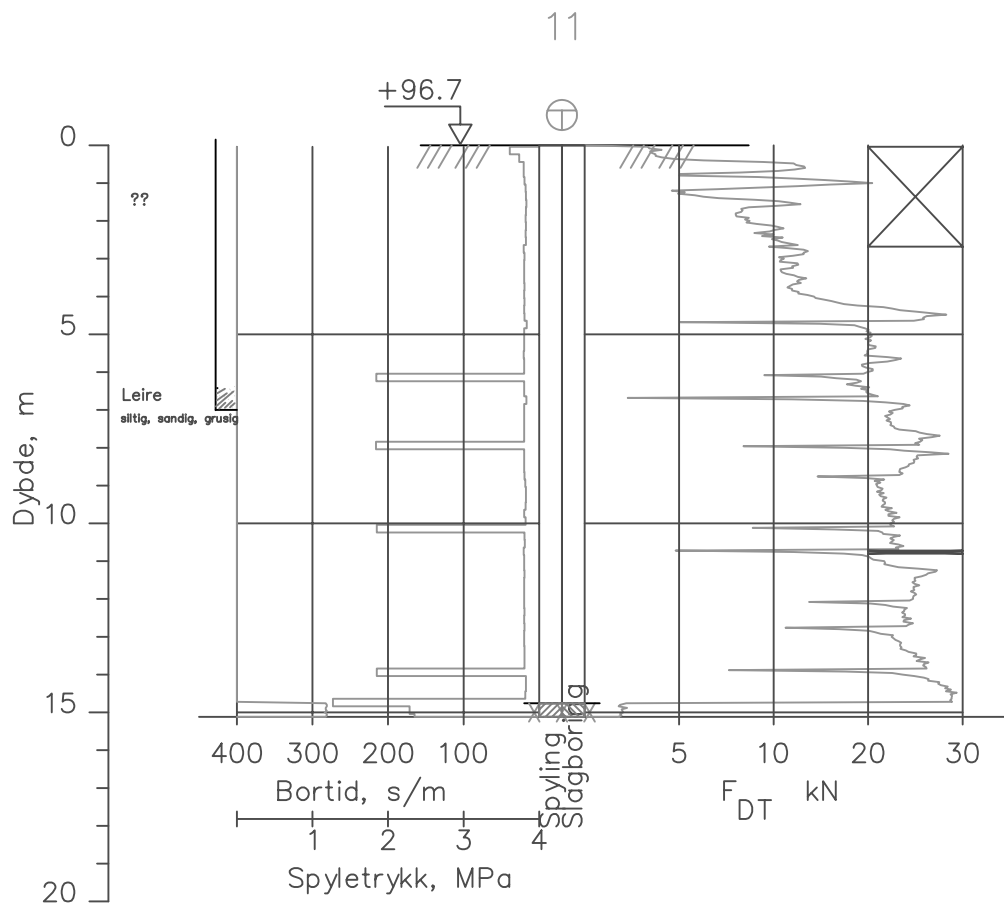
Tegner
TS

Dato:
30.08.06

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG





Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037-1A7

Figur nr.

Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-24
Borhull 11
X: 6670668,1 Y: 569524,2

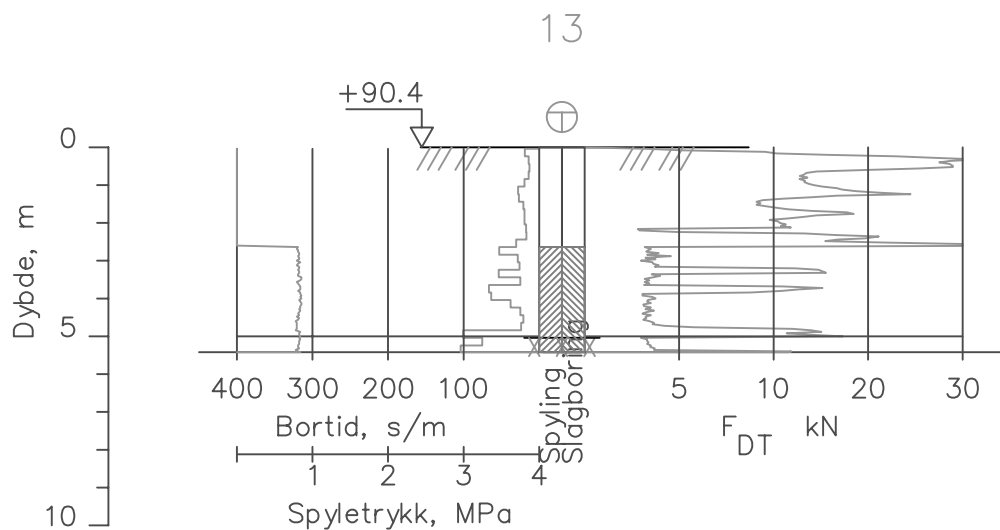
Tegner
TS

Dato:
30.08.06

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG





Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037

Figur nr.
-1A9

Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-14
Borhull 13
X: 6670907,5 Y: 569479,3

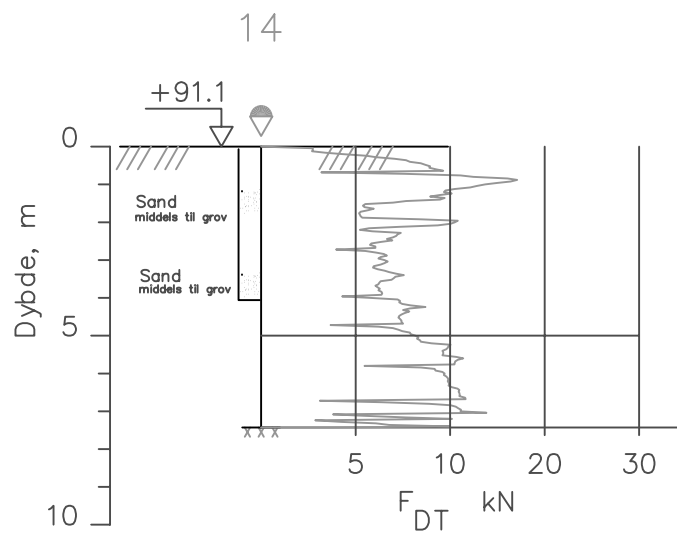
Tegner
TS

Dato:
30.08.06

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG





Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037

Figur nr.
1A10

Dreietrykksondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-14
Borhull 14
X: 6671074,408 Y: 569577,332

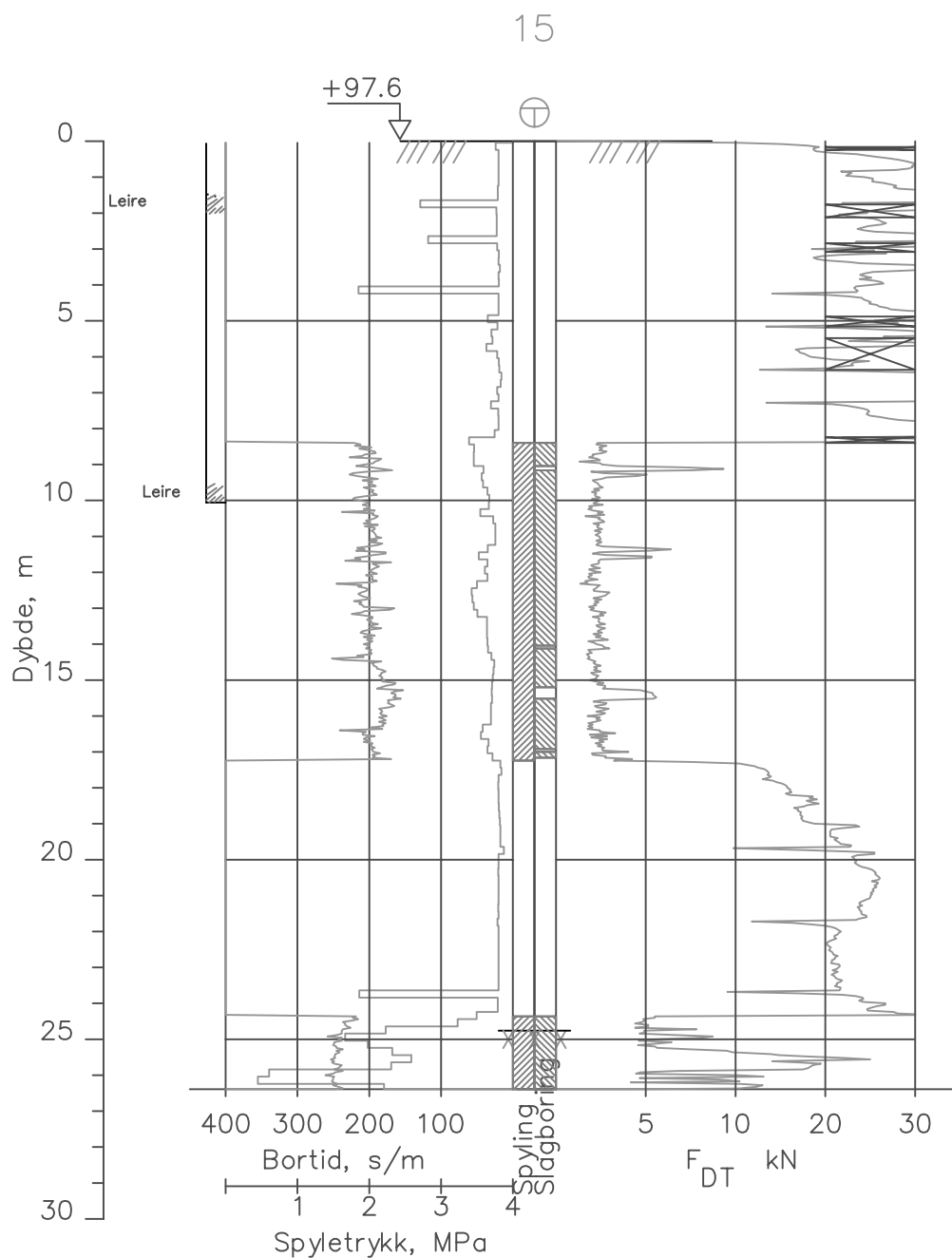
Tegner
TS

Dato:
30.08.06

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG





Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr.
20061037-1A11

Tegner
TS

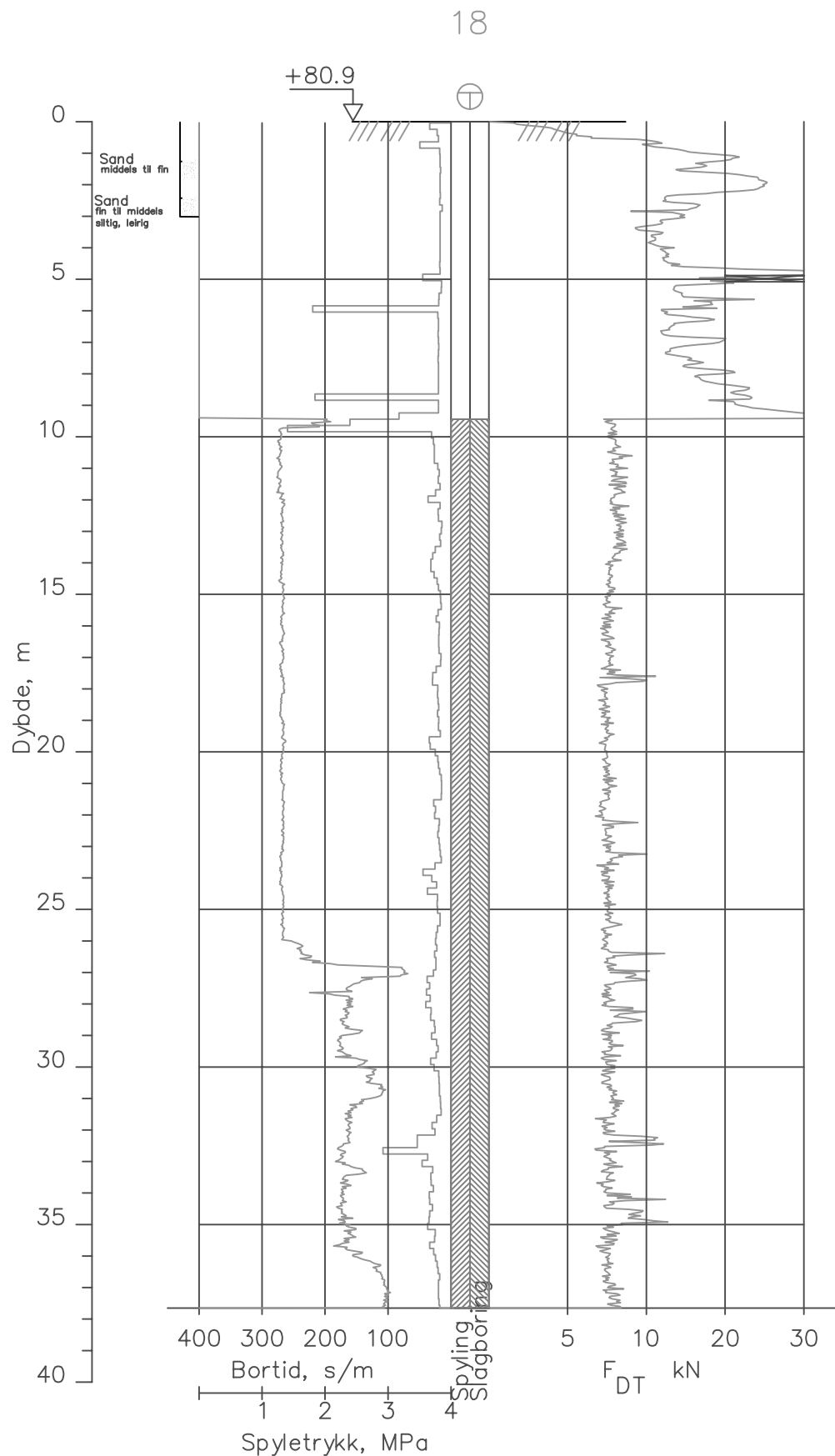
Dato:
30.08.06

Kontrollert
OAH

Godkjent
OG



Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-15
Borhull 15
X: 6671241,8 Y : 569843,3



Vestlinjen, Hønefoss

Rapport nr. 20061037-1A12

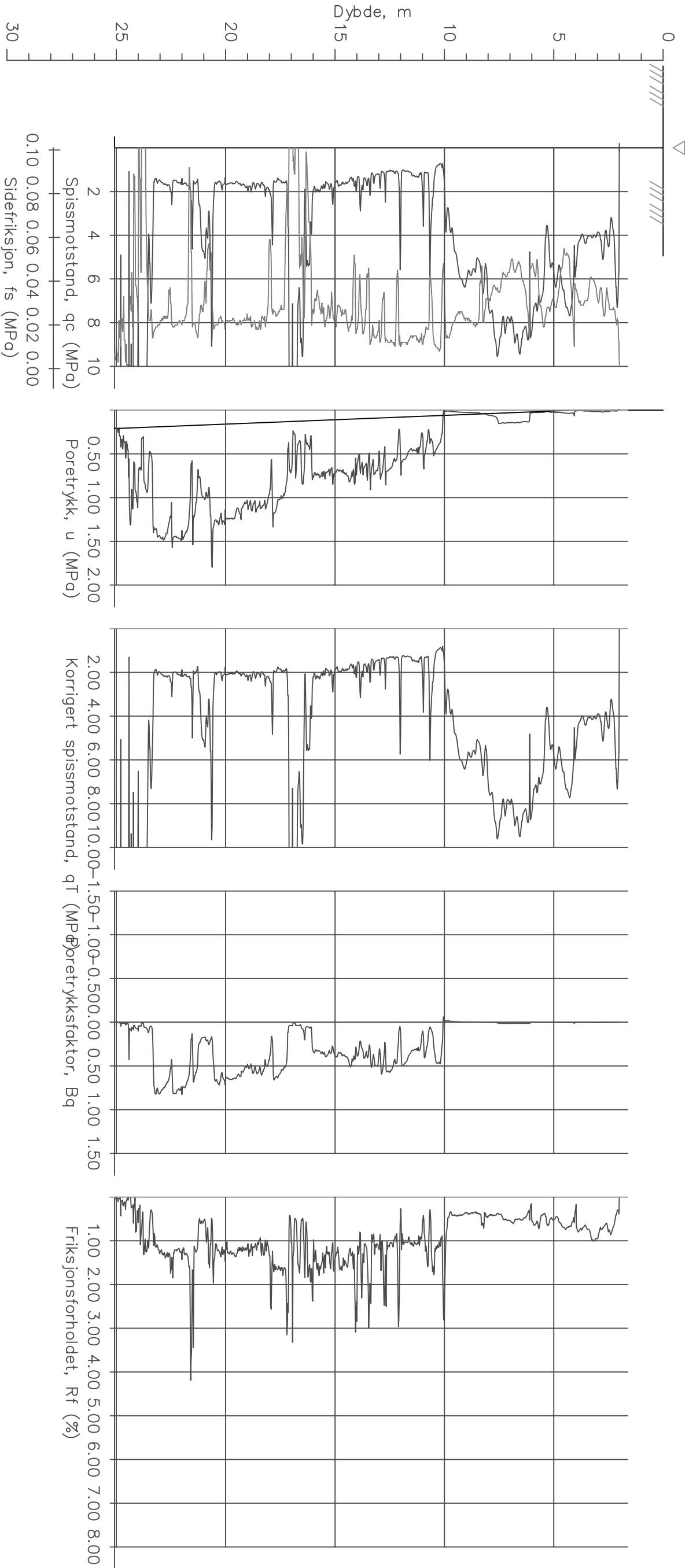
Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 2006-08-16
Borhull 18
X: 6671719,4 Y: 570300,2

Tegner TS
Dato: 30.08.06

Kontrollert
OAH
Godkjent
OG

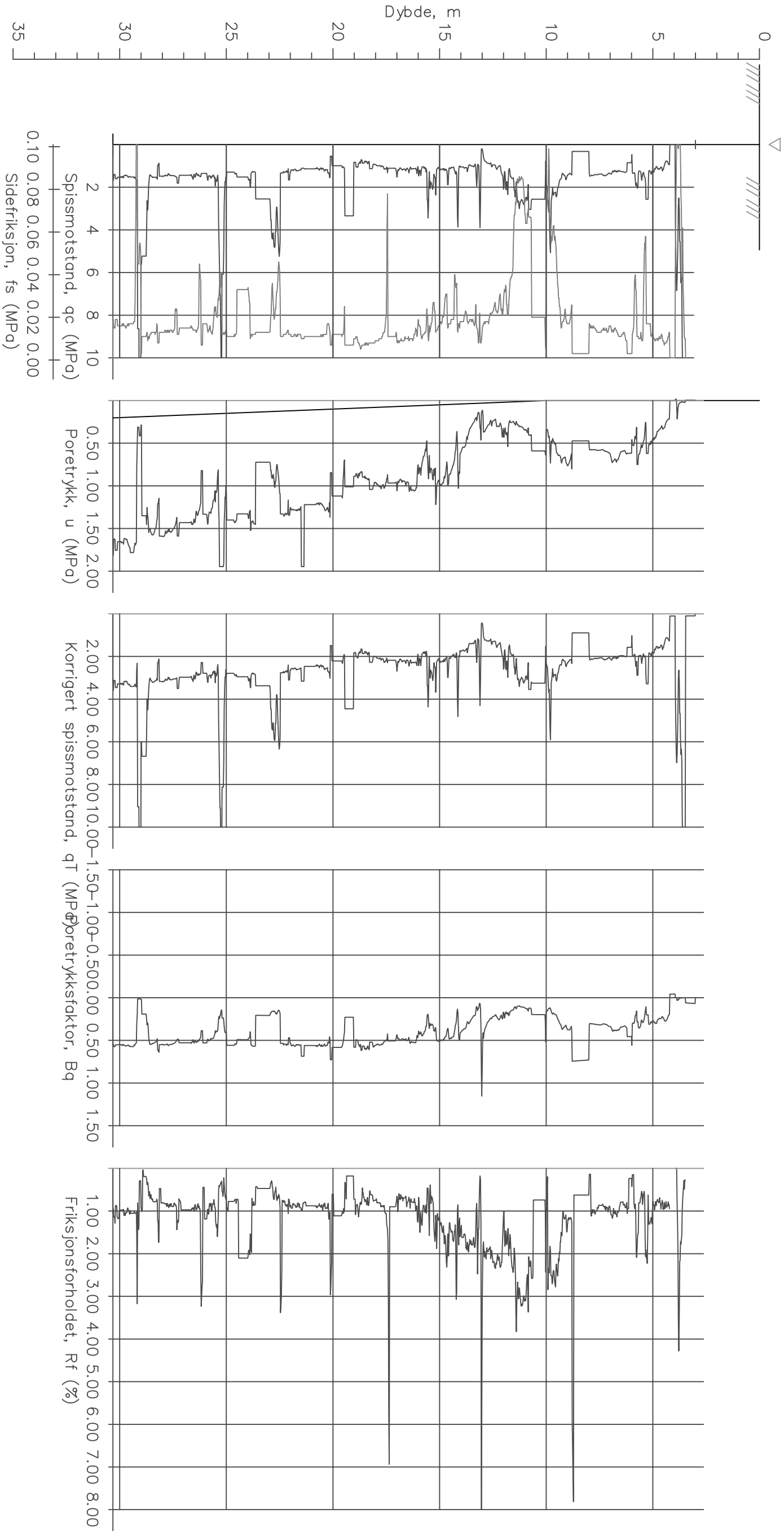


7



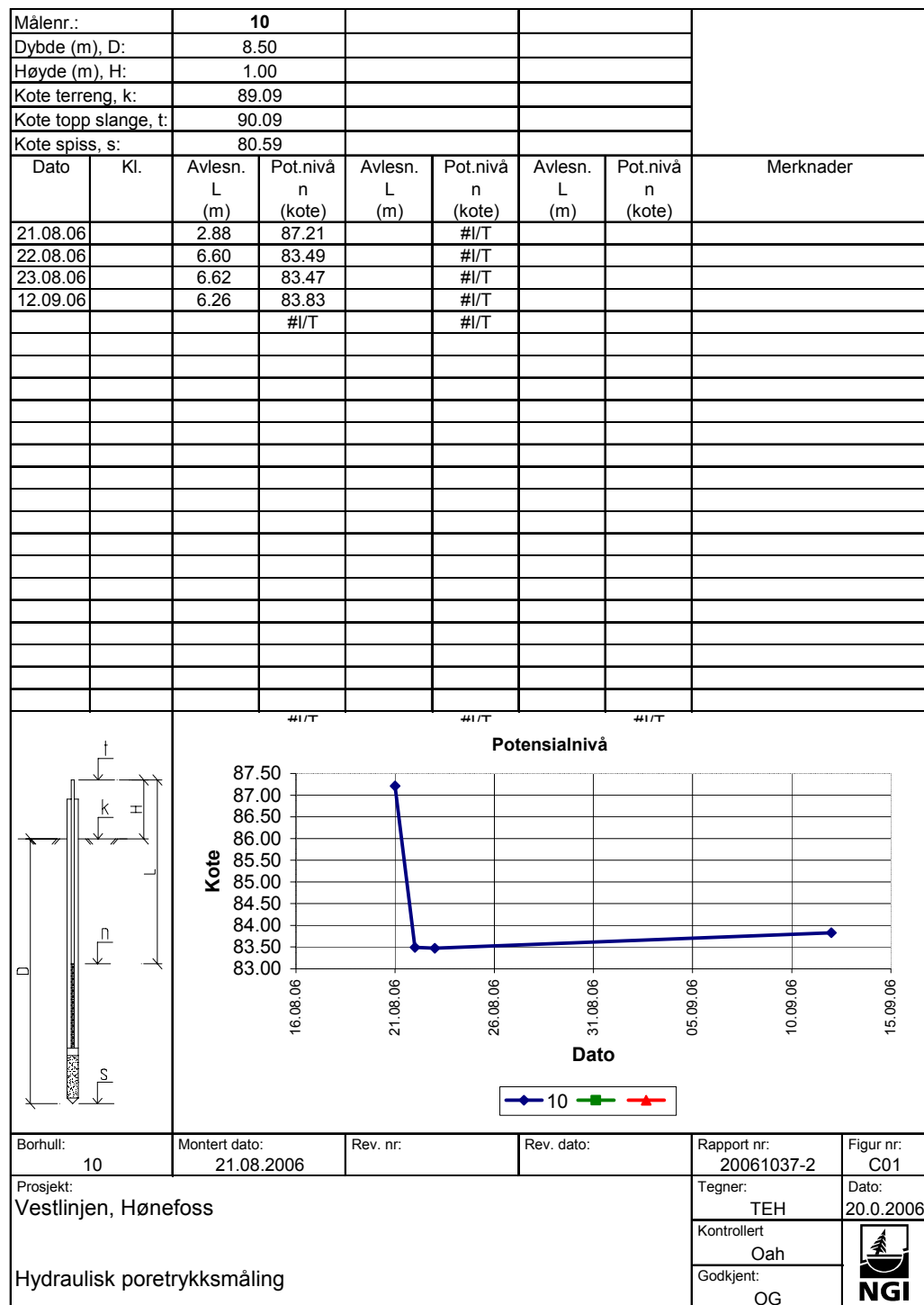
Vestlinjen, Hønefoss		Rapport nr. 20061037-1B1	Figur nr. 1B1
CPTU-sondering M = 1 : 200		Tegner TEH	Dato: 30.08.06
Borhull 7		Kontrollert OAH	
		Godkjent OG	

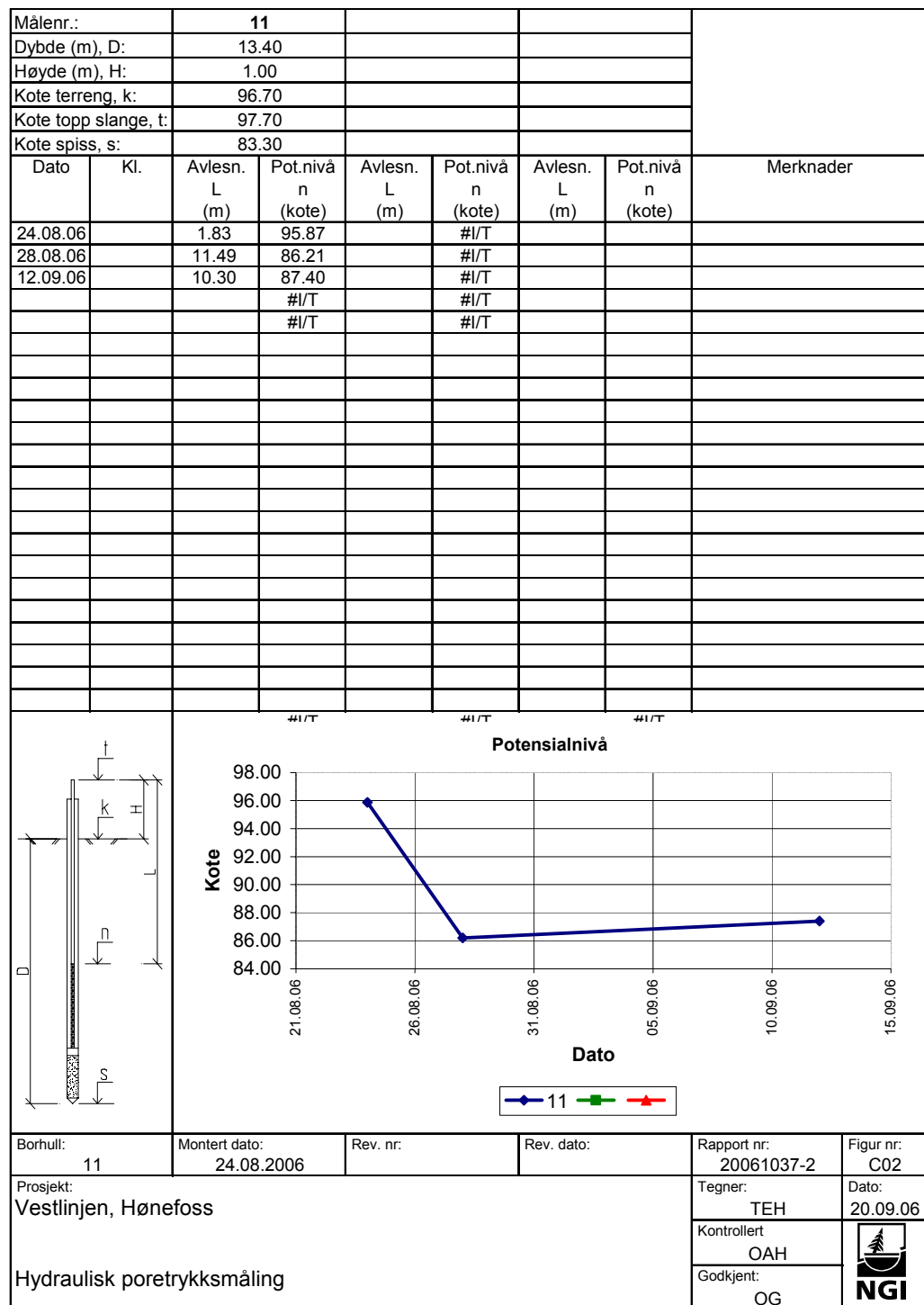
Vestlinjen, Hønefoss		Rapport nr. 20061037	Figur nr. 1B1
CPTU – sondering M = 1 : 200 Borhull 7	Tegner	Dato: 30.08.06	
	TEH		
	Kontrollert		
	OAH		
	Godkjent		
	OG		
			



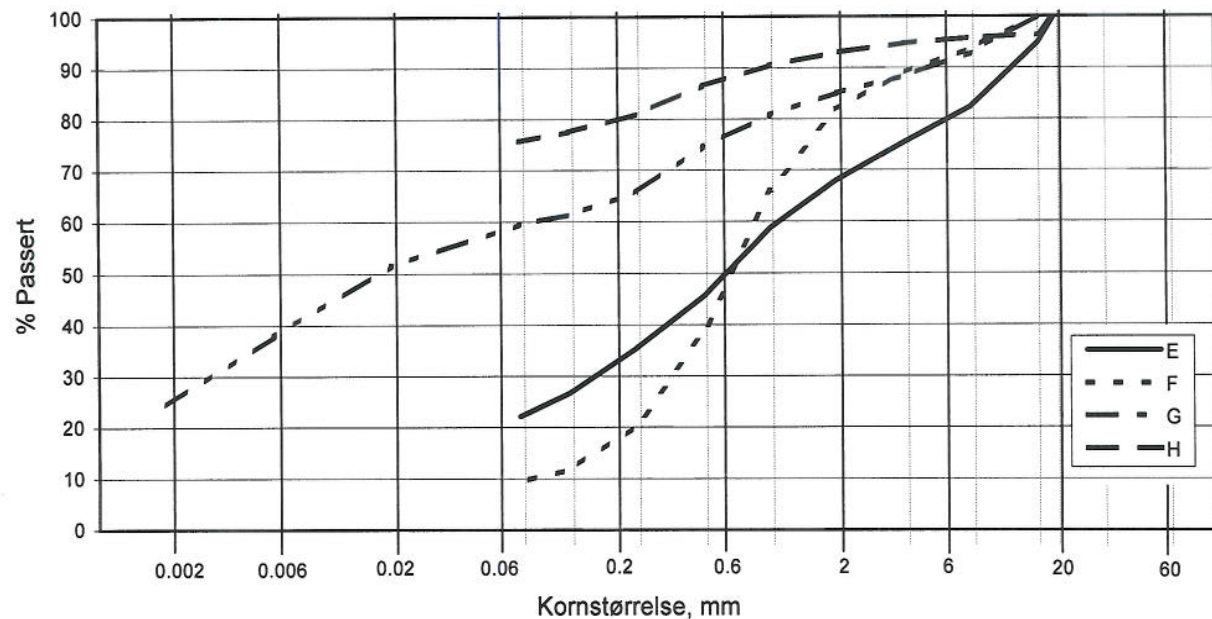
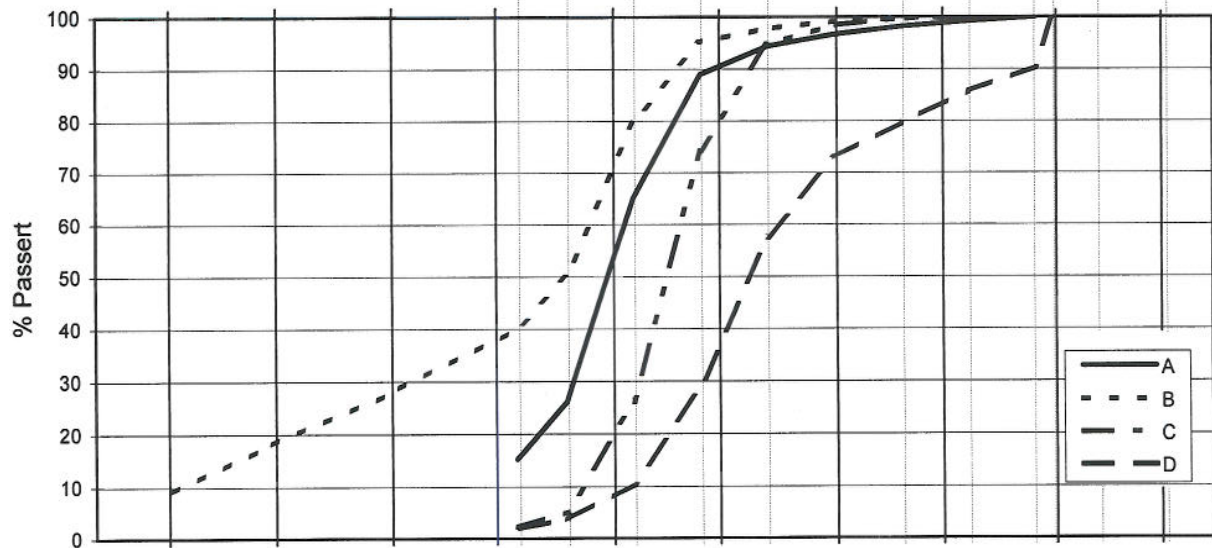
Vestlinjen, Hønefoss			Rapport nr. 20061037-1B3	Figur nr. 1B3
CPTU-sondering M = 1 : 200			Tegner TEH	Dato: 30.08.06
Borhull 8B			Kontrollert OAH	
Sonde nr. : 39956 Dato boret : 2006-08-17			Godkjent OG	

Vedlegg C - Poretrykksmålinger





L E I R	SILT			SAND			GRUS															
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov													
US Standard Sikt											200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"	
ISO Standard Sikt											.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	19	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C_u (d_{60} / d_{10})	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	18	2	1.5				SAND, middels til fin	Våt-sikt
B	18	3	2.5	66.8	T4	8.5	SAND, fin til middels, siltig, leirig	Våt/fall
C	2	2	1.5	2.8			SAND, middels til grov	Tørr-sikt
D	7	2	4.5	4.7			SAND, middels til grov, grusig	Tørr-sikt
E	8	1	2.5					Våt-sikt
F	9	1	2.5	10.3			SAND, grov til middels	Våt-sikt
G	10	2	1.5		T4	24.5	LEIRE, siltig, sandig	Våt/fall
H	10	4	3.5					Våt-sikt

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

H:\LABDATA\2006\20061037\Rutine\grain-n2.xls\Plott

Vestlinjen, Hønefoss

Prøve D: >19mm = 63.29g = 22.38% er frasiktet

Rapport nr.
20061037

Figur nr.

Tegnet av

Dato

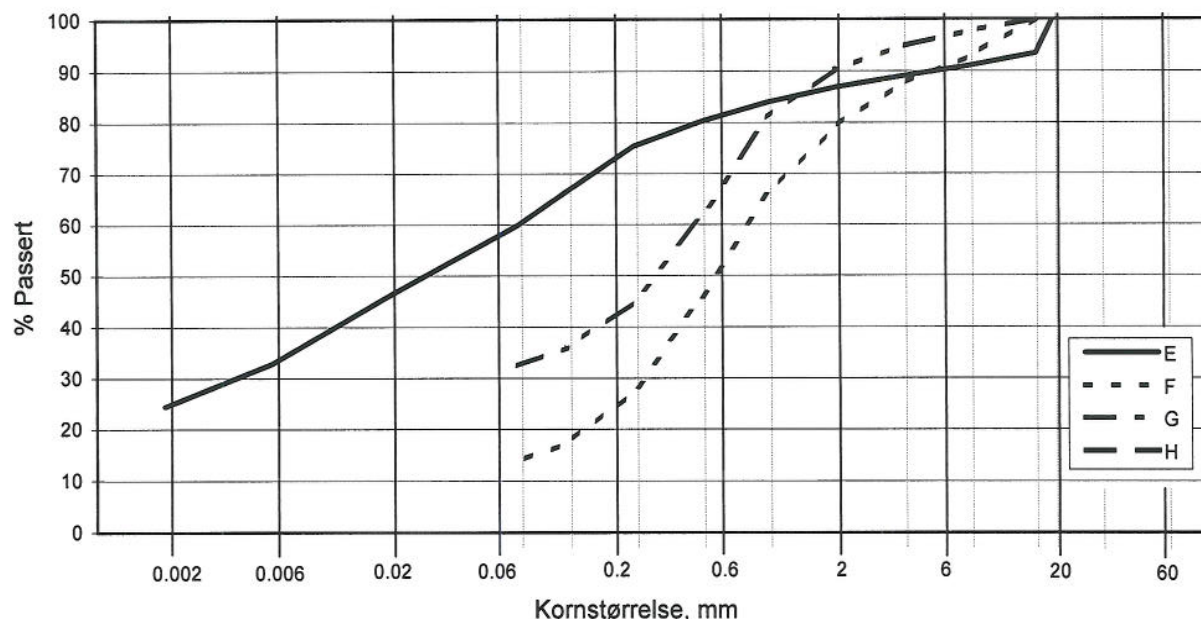
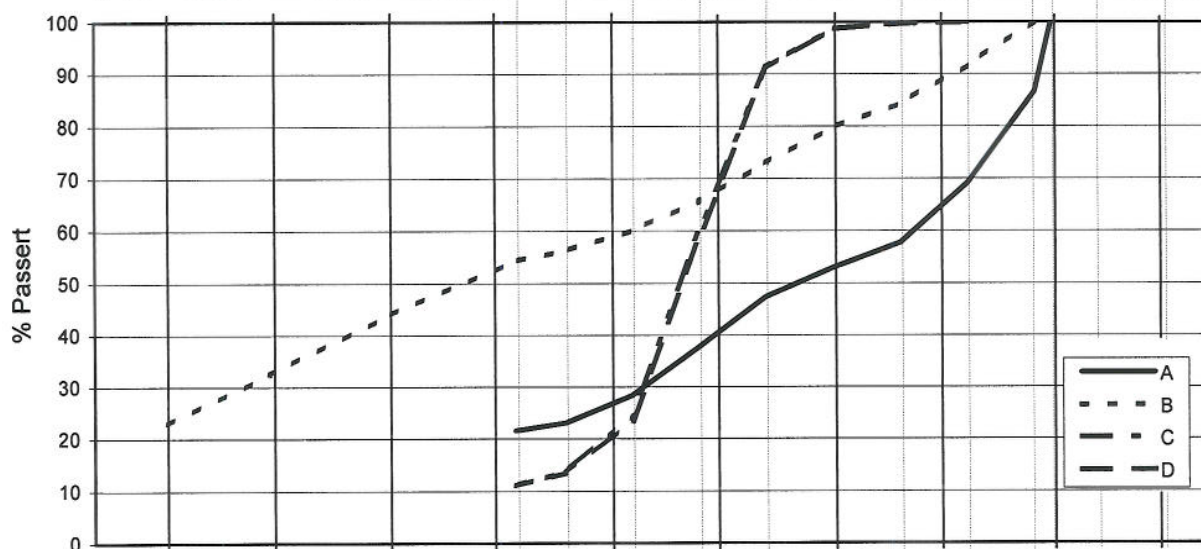
Kontrollert

2006-09-13

Godkjent



LEIR	SILT			SAND			GRUS								
	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov						
US Standard Sikt				200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1.5"	3"	
ISO Standard Sikt				.075	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	19	31.5	63



Kurve	Hull nr.	Prøve nr.	Dybde m	C_u (d_{60} / d_{10})	Tele gr.	Leir innh. %	Jordartsbetegnelse	Metode tørr/våt sikt
A	11	2	1.5					Våt-sikt
B	11	7	6.5		T4	22.6	LEIRE, siltig, sandig, grusig	Våt/fall
C	14	2	1.5				SAND, middels til grov	Våt-sikt
D	14	4	3.5				SAND, middels til grov	Våt-sikt
E	17	2	1.5		T4	24.4	LEIRE, siltig, sandig	Våt/fall
F	19	1	0.5				SAND, grov til middels, siltig	Våt-sikt
G	19	2	1.5				SAND, middels til grov	Våt-sikt
H								

Rev. NT-9 / Dato 2002-07-09 / Sign. KB/EB

H:\LABDATA\2006\20061037\Rutine\grain-n3.xls\Plott

Vestlinjen, Hønefoss

Prøve B: >19mm = 76.23g = 22.9% er frasiktet

Rapport nr.
20061037

Figur nr.

Tegnet av

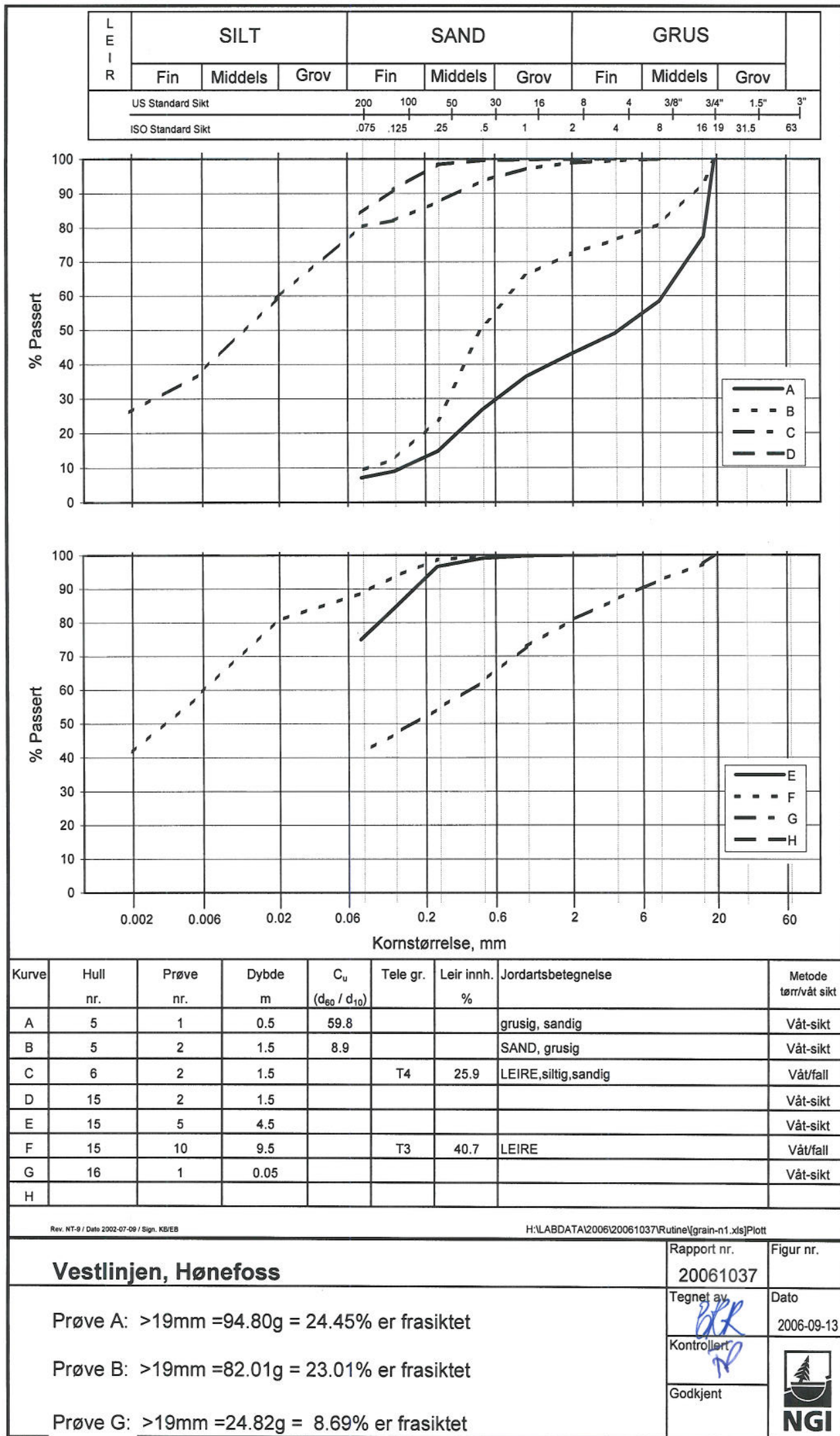
Dato

2006-09-13

Kontrollert

Godkjent





Vedlegg E - Skjærstyrkeprofiler fra CPTU

INNHold

E1 METODE	2
E2 INNGANGSPARAMETERE.....	3
E3 RESULTATER.....	4
E4 REFERANSER.....	6

E1 METODE

Udrenert aktiv skjærstyrke (s_{ua}) i leire er tolket på grunnlag av utførte CPTU-sonderinger.

NGI har gjennom mange år arbeidet med å etablere korrelasjoner mellom udrenert skjærstyrke (s_u) og resultater fra trykksonderinger (/1,2,3/). Gjennom de siste årene har vi forbedret disse korrelasjonene ved å sammenlikne trykksonderingsparametre mot udrenert styrke bestemt på nærmest perfekte blokkprøver (/4/).

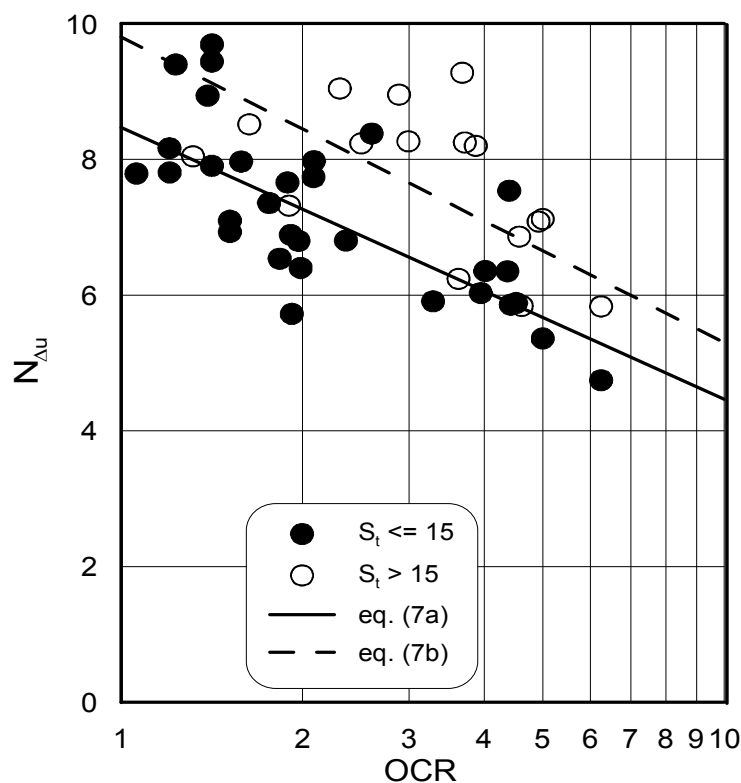
Udrenert aktiv styrke basert på poretrykksrespons Δu og korrigert spissmotstand q_T framkommer ved :

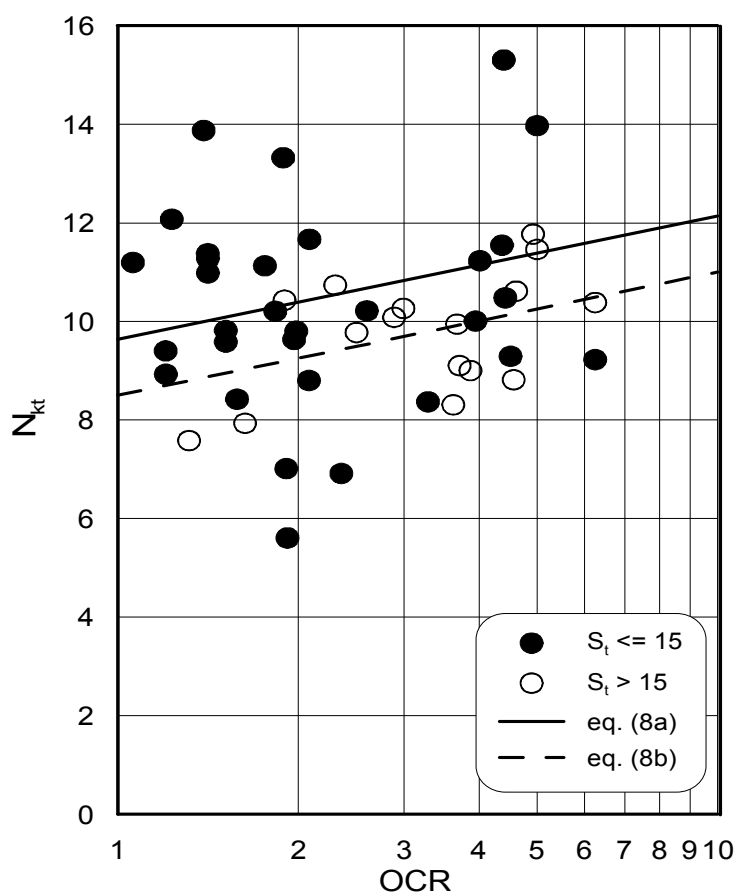
$$s_u^a = \Delta u / N_{\Delta u}$$

og

$$s_u^a = q_T - \sigma_{vo} / N_{KT}$$

Det er utarbeidet korrelasjoner (/4/) mellom $N_{\Delta u}$ og N_{KT} og overkonsolideringsgraden (OCR), plastisiteten (I_p) og sensitiviteten (S_t). Her medtas som eksempel diagrammer for $N_{\Delta u}$ og N_{KT} mot OCR.





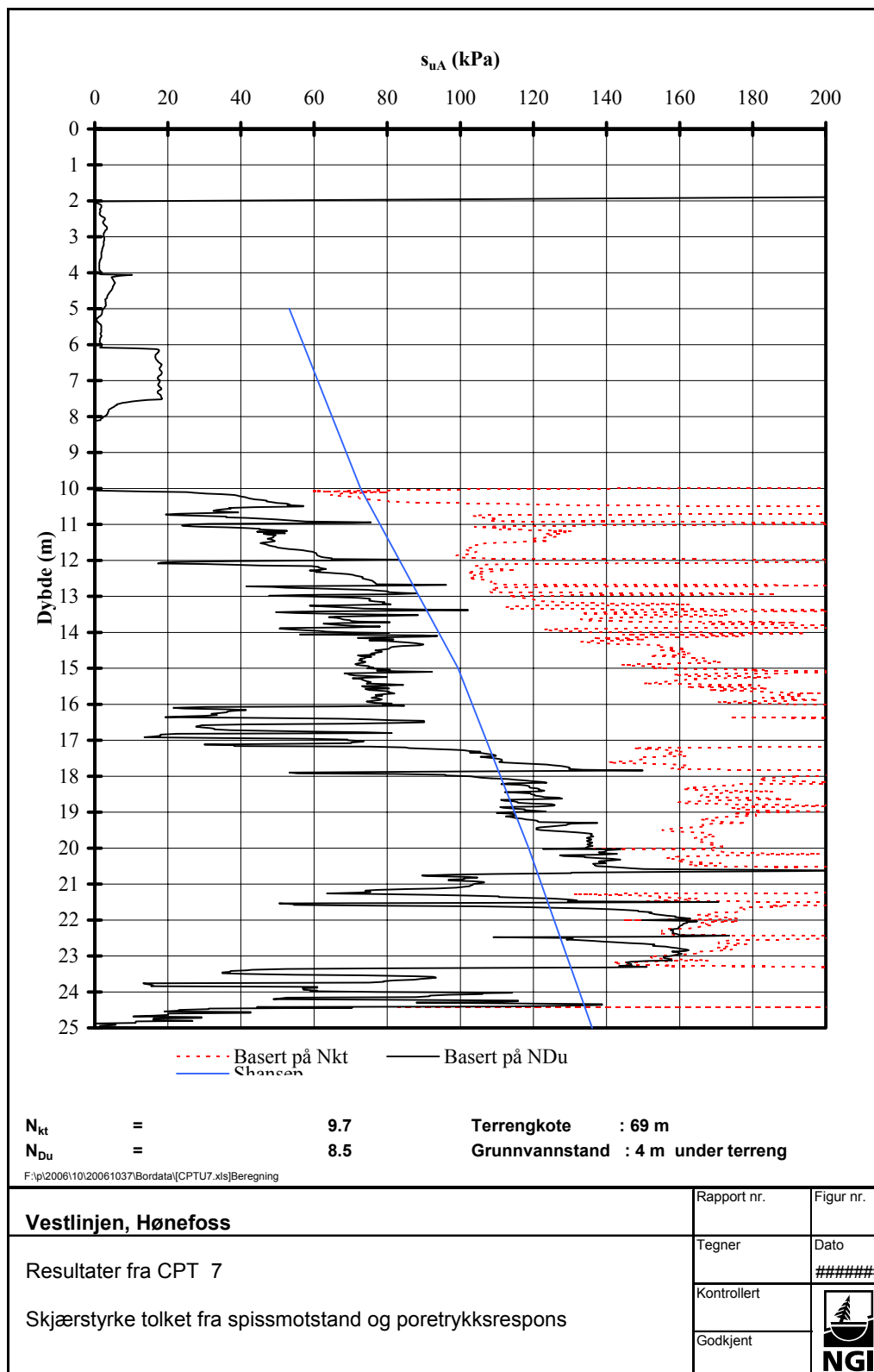
I de fleste tilfellene oppnås godt samsvar mellom styrker tolket ut fra poretrykk og spissmotstand. Erfaring synes å vise at gjennom tørrskorpe-/forvittrings-sonen, gir spissmotstanden mest representative resultater, mens poretrykk-responsen ser ut til å være mest pålitelig i den underliggende leira.

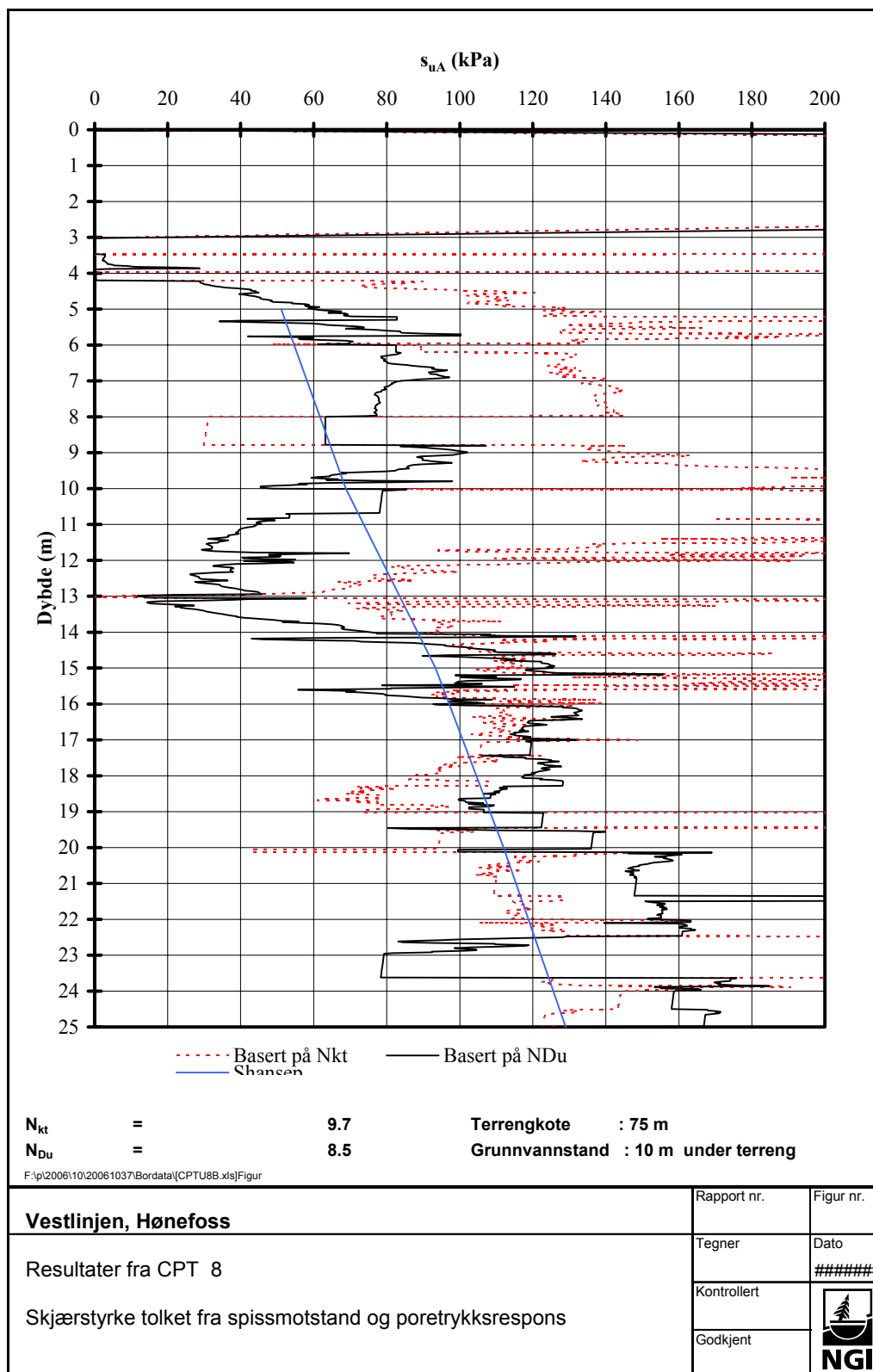
E2 INNGANGSPARAMETERE

Romvekt på 18 kN/m^3 ble benyttet i tolkingen.

Poretrykk er antatt hydrostatisk, fra 1 m over elvenivå.

E3 RESULTATER





E4 REFERANSER

- /1/ Karlsrud, K. (1995)
 Blokkprøvetaging i kombinasjon med CPTU gir nye muligheter.
 Geoteknikkdagen 1995.
- /2/ Karlsrud, K., T. Lunne, K. Brattlien (1996)
 Improved CPTU interpretations based on block samples. Nordisk
 Geoteknikermøte, Reykjavik, 1996.
- /3/ Lunne, T., P. K. Robertsen, J. J. M. Powell (1997)
 Cone Penetration Testing in Geotechnical Engineering. E & FN Spoon.
- /4/ Karlsrud, K. et. al. (2005)
 CPTU Correlations for Clays
 ICSMGE 2005 Osaka, Japan

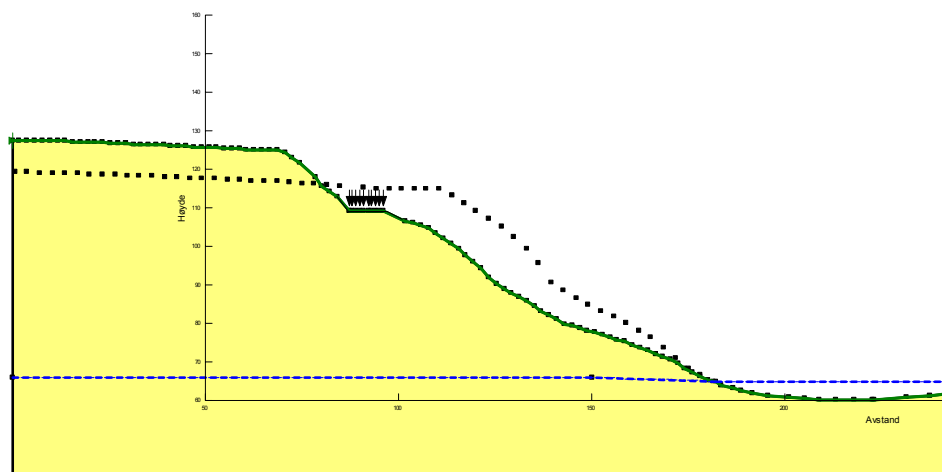
Vedlegg F - Koordinatliste

Koordinatliste er mottatt fra Ringerike kommune.
Koordinatene er i WGS 84, UTM sone 32N

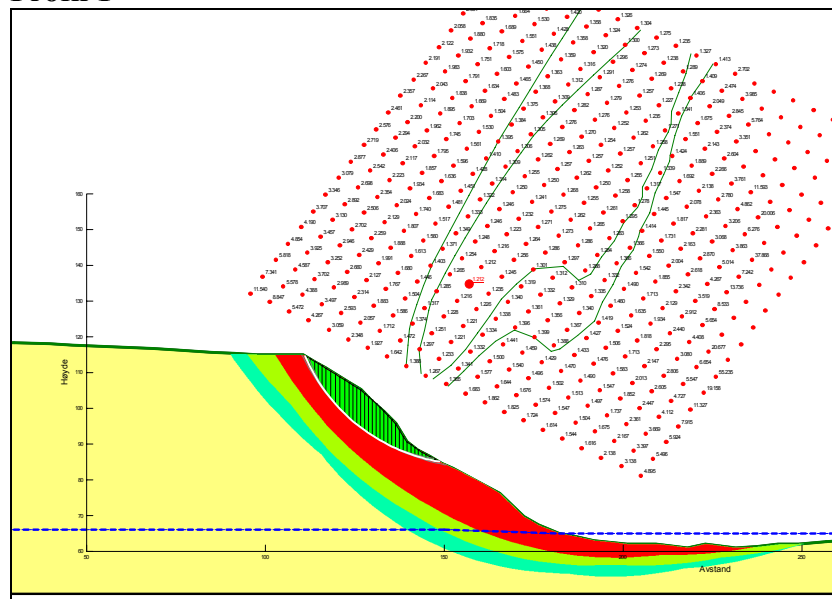
PunktID	N-koord.	Ø-koord.	Høyde
1	6668677.81	569419.65	114.69
2	6668792.67	569524.74	111.80
3	6668856.76	569614.53	128.62
4	6669098.47	569800.29	85.66
5	6669344.76	569741.29	81.02
6	6669621.27	569734.30	78.86
7	6669962.59	569713.29	70.79
8	6670124.64	569675.34	76.64
9	6670501.98	569537.75	88.95
10	6670662.43	569553.07	89.09
11	6670668.06	569524.15	96.70
13	6670907.48	569479.30	90.38
14	6671074.41	569577.33	91.08
15	6671241.76	569843.26	97.64
16	6671544.84	569797.57	87.01
17	6671698.00	570111.73	80.48
18	6671719.41	570300.23	80.90
19	6672014.78	570429.51	83.86
20	6672347.59	570565.76	88.98

Vedlegg G - Stabilitetsberegninger

Figur G1 sammenligner geometrien i profil 1 og 3. "Punktet" linje angir profil 1. Profil 1 har gjennomsnittlig helning på 36° fra topp av skråning til elvekant.

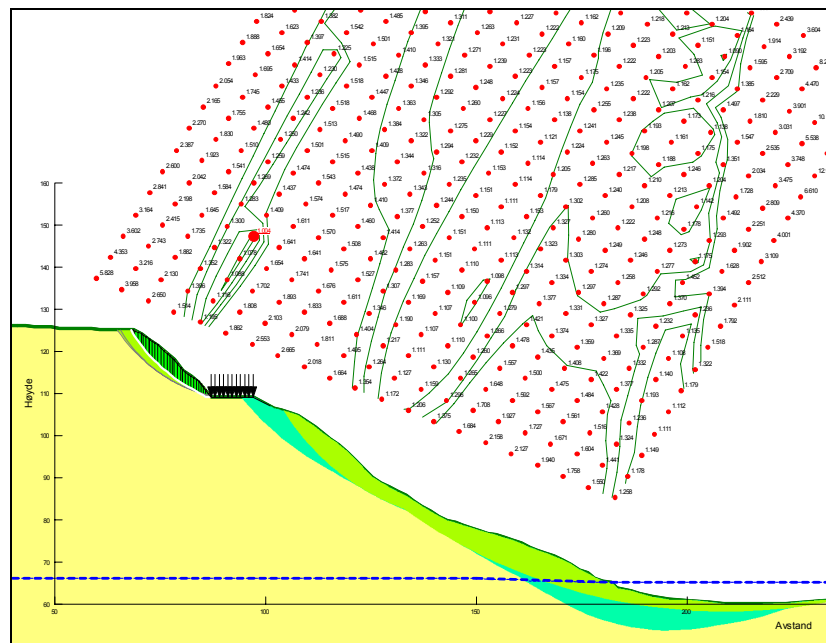


Figur G1. Sammenligning av profiler. Profil 1 er "punkt" linje, profil 3 er gul flate.

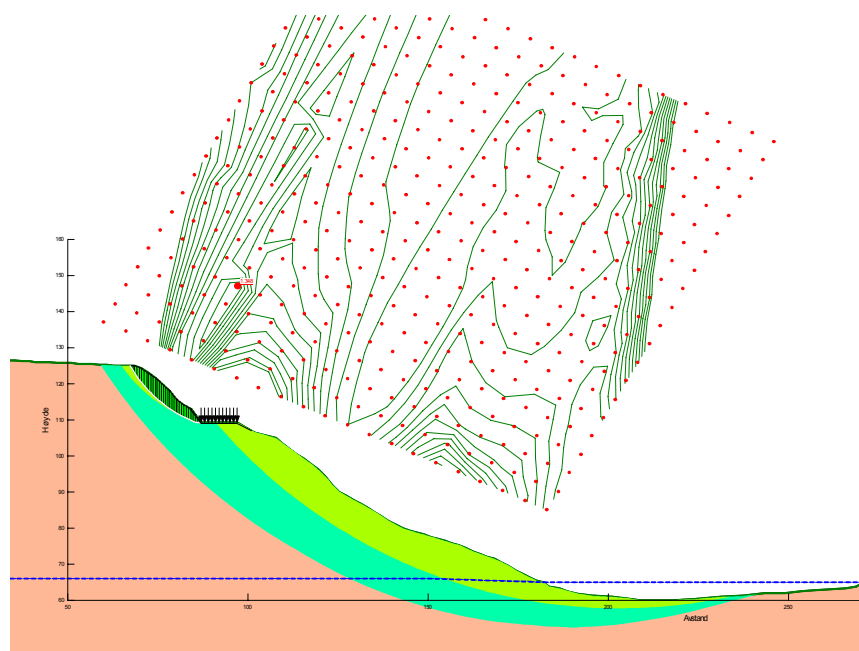
Profil 1

Figur G2. Stabilitet av profil 1 vurdert som fast sand. $F_{min}= 1,2$. Rød kontur= 1,25, lys grønn= 1,30, blå = 1,35.

Vurdert som middels fast sand er skråningen nær labil. Mest kritisk skjærflate i figur G1 har da sikkerhet under 1,05. Stabil løsning avhenger av at det er minimalt fall fra elvekanten og utover. Skråningen tåler ingen dypål. Massene er ikke stabile i mettet tilstand. Eksisterende eller ny veg endrer ikke totalstabiliteten av skråningen i profil 1.

Profil 3

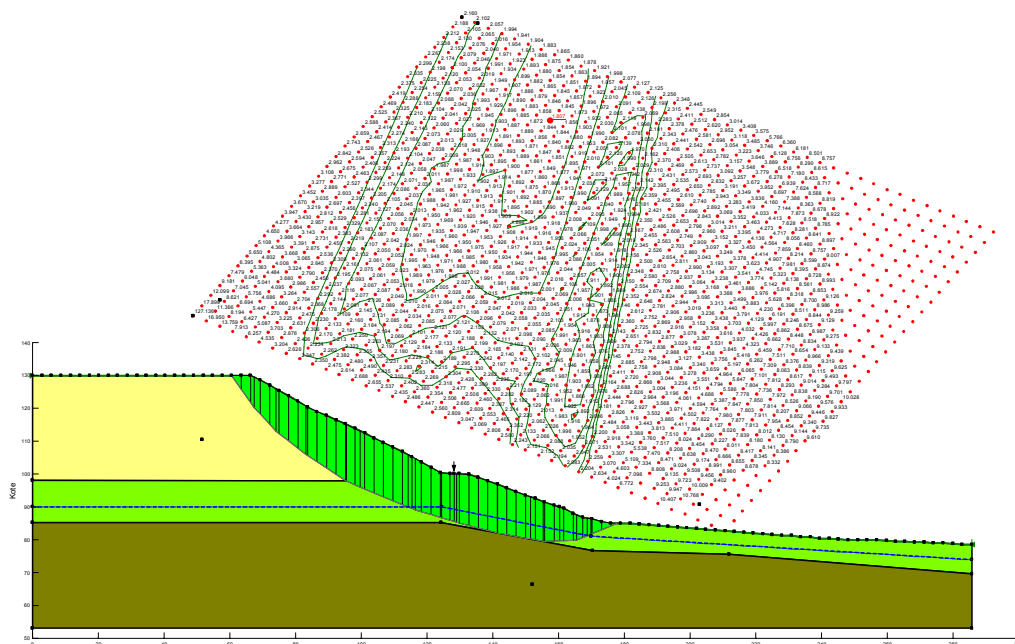
Figur G3. Profil 3 vurdert som middels sand. Beregnet stabilitet av profil 3. Øvre del av skåning har bergningsmessig sikkerhet 1,0, Nedre del av skåningen har sikkerhet 1,1. Konturene viser flater med $F=1,15$ og $1,2$.- Middels fast sand, friskjonsvinkel 31° , attraksjon 10.



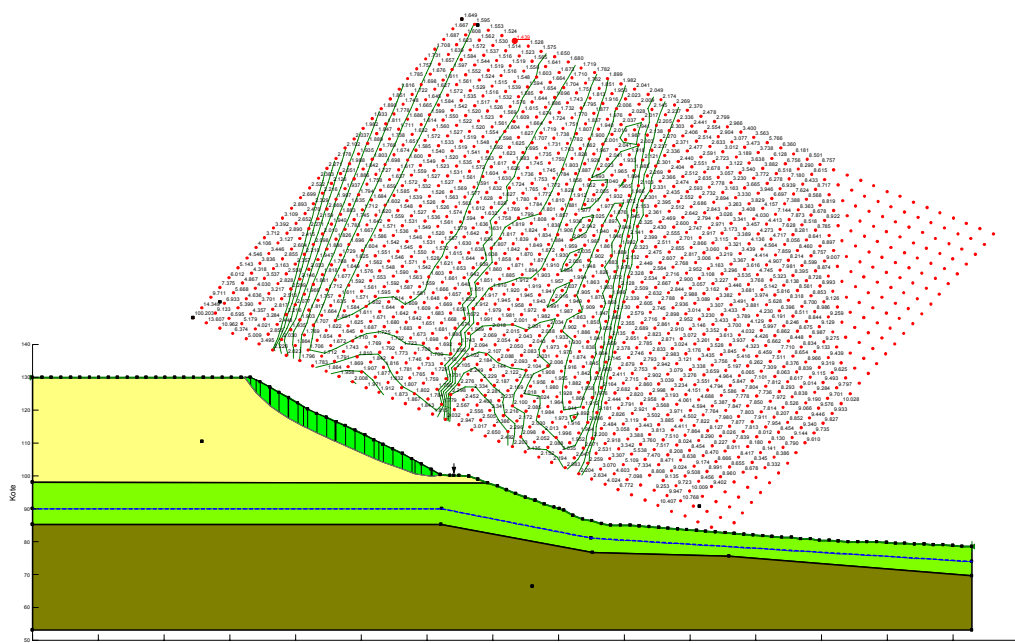
Figur G4. Profil 3 vurdert som fast sand. $F_{min}=1,35$, Konturer 1,4 og 1,5.

Profil 10

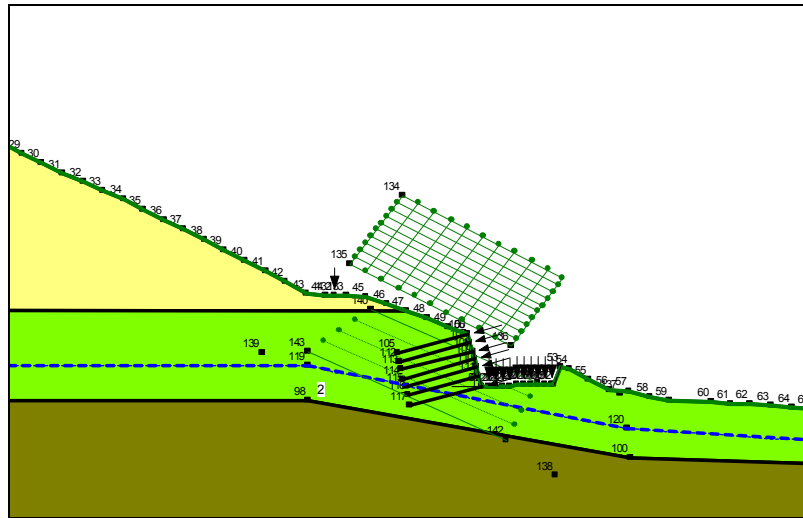
Øvre del av profil 10 har en helning på 35° mens skråningen nedenfor jernbanen er målt til 20°.



Figur G5. Totalstabilitet av skråning vurdert som fast sand. $F_{min}=1,8$



Figur G6. Stabilitet av profil 10, sanda vurdert som middels fast sand. $F_{min}=1,43$.



Figur G7. Eksempel på skjæring vurdert med jordnagling. Stabilitet kan ivaretas utmerket ved jordnagling.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Oppdragsgiver/Client Ringerike kommune		Dokument nr/Document No. 20061037-2
Kontraktsreferanse/ Contract reference Faks av 23 desember 2005		Dato/Date 20. september 2006
Dokumenttittel/Document title Vestlinjen, Hønefoss Prosjektleder/Project Manager Odd Gregersen Utarbeidet av/Prepared by Tonje Eide Helle og Øyvind Høydal		Distribusjon/Distribution ☐ Fri/Unlimited ☒ Begrenset/Limited ☐ Ingen/None
Emneord/Keywords foundation, road, stability		
Land, fylke/Country, County Norge, Buskerud Kommune/Municipality Ringerike Sted/Location Hønefoss Kartblad/Map 1815 III UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNM695705		Havområde/Offshore area Feltnavn/Field name Sted/Location Felt, blokknr./Field, Block No.

Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001							
Kon- trollert av/ Reviewed by	Kontrolltype/ Type of review	Dokument/Document		Revisjon 1/Revision 1		Revisjon 2/Revision 2	
		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed	
		Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.
OG	Helhetsvurdering/ General Evaluation *		20.09.06				
	Språk/Style						
	Teknisk/Technical - Skjønn/Intelligence						
	- Total/Extensive						
	- Tverrfaglig/ Interdisciplinary						
	Utforming/Layout						
OAH	Slutt/Final		20.09.06				
	Kopiering/Copy quality						
* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/ On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation							
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign.			

MARS 2021
OSLOVEIEN 23 AS

OSLOVEIEN 23, HØNEFOSS

GEOTEKNISK DATARAPPORT



COWI

MARS 2021
OSLOVEIEN 23 AS

OSLOVEIEN 23, HØNEFOSS

GEOTEKNISK DATARAPPORT

OPPDRAGSNR.

A224234

DOKUMENTNR.

A224234-RAP-RIG-001

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

26.03.2021

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

TOSD

KONTROLLERT

BOSN

GODKJENT

BOSN

INNHold

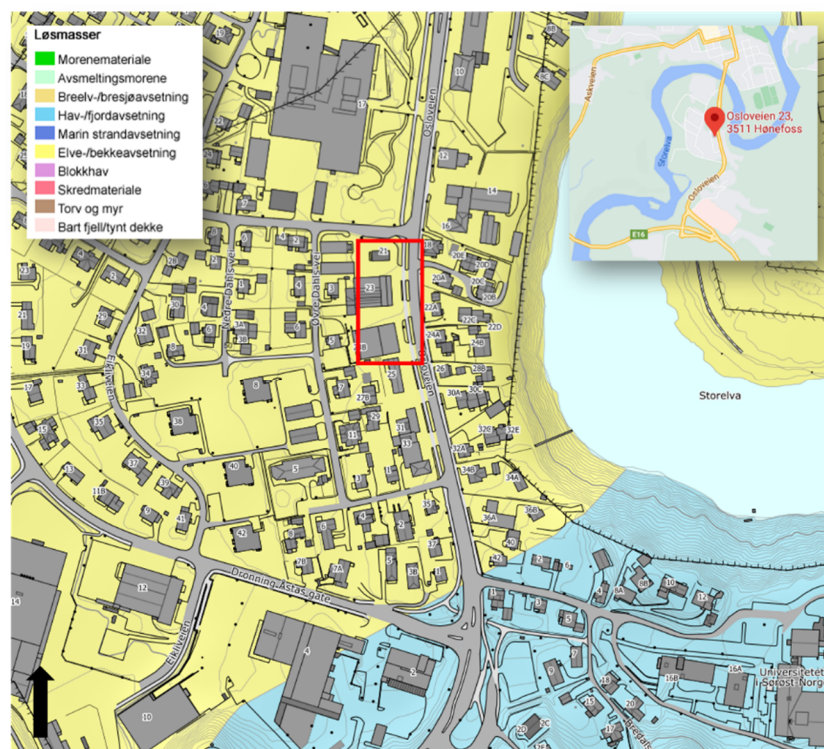
1	Innledning	7
1.1	Generell	7
1.2	Plannivå	8
2	Grunnundersøkelser	9
2.1	Feltarbeid	9
2.2	Laboratorieundersøkelser	9
2.3	Avvik	10
3	Undersøkelsesresultater	11
3.1	Presentasjon av resultater	11
3.2	Grunnforhold	12
3.3	Konklusjon	12
3.4	Kontroll av grunnundersøkelser	13
4	Dokumentinformasjon	14
4.1	Endringslogg	14
5	Tegning, vedlegg- og tilleggslister	15

1 Innledning

COWI AS er engasjert av Osloveien 23 AS for å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med videre evaluering og prosjektering av planlagte tiltak og inngrep i planområdet.

1.1 Generell

Ifølge løsmassekart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), består tiltaksområdet av elve og bekkeavsetning (fluviale avsetninger). Materialene har blitt transportert og avsatt av elver og bekker, og sand og grus dominerer. Materialene er stort sett sortert og rundet.



Figur 1: Løsmassekart fra NGU.no (Norges geologiske undersøkelser). Rød markering angir undersøkelsesområdet. Inneholder data under Norsk lisens for offentlig data (NLOD) tilgjengeliggjort av NGU.

1.2 Plannivå

Foreliggende rapport presenterer grunnundersøkelser utført for å danne nødvendig grunnlag for prosjektering av planlagte tiltak og inngrep i planområdet.

2 Grunnundersøkelser

Feltarbeidet ble utført i uke 8, 2021, av borformann Nicolai Haugan. Undersøkelsene ble foretatt ved hjelp av geoteknisk borerigg av typen Geotech 605.

Feltundersøkelsene ble utført i henhold til NGF's meldinger samt Statens Vegvesen Håndbok R211 *Feltundersøkelser*.

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet omfattet:

- > 3 stk. totalsonderinger
- > 2 stk. prøveserier
- > 2 stk. trykksonderinger, CPTu
- > 1 stk. hydraulisk poretrykksmåler

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i laboratoriet hos Multiconsult med tanke på klassifisering og identifisering av jordart.

Følgende undersøkelser ble utført:

- > 4 stk. rutineundersøkelser poseprøver. Herunder inngår også 4 stk. vanninnhold og 2 stk omrørt konus på utvalgte prøver.
- > 6 stk. rutineundersøkelser på Ø54mm sylindre.
- > 3 stk. kornfordelingsanalyser på utvalgte prøver. Herunder 1 stk. kombinanalyse og 2 stk. våtsikt/slemming.
- > 2 stk. ødometerforsøk

2.3 Avvik

- > Bestilte konsistensgrenser (wp/wl) utgikk da det ikke ble funnet sprøbruddmateriale eller kvikkleire.

3 Undersøkelsesresultater

3.1 Presentasjon av resultater

Planområdet ligger i Osloveien 23 på Hønefoss. Lokasjon er vist på figur 1 og tegning 1.

Borpunktene plassering med boreddybder er vist på detaljert borplan, tegning 2. Det er benyttet kartdatum UTM sone 32 med høydereferanse NN2000.

Resultater fra feltundersøkelser er vist i vedlegg 1.

Resultater fra geoteknisk laboratorium er vist i vedlegg 2.

Koordinat- og borpunktliste er vist i vedlegg 3.

Undersøkelsesmetoder er forklart i tillegg 1, 3, 4 og 5.

3.2 Grunnforhold

Terreng

Terrengnivået for sonderingene ligger mellom kote +80,52 meter over havet (m.o.h.) ved borpunkt B2 og +81,35 m.o.h. ved borpunkt B3.

Berg

Det ble ikke boret ned til berg for noen av sonderingen.

Løsmasser

Materialene er beskrevet i henhold til NGF-melding nr. 2 utgitt i 1982, revidert i 2011 "Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, identifisering og klassifisering av jord".

Fra borloggen kan det leses at løsmassene stort sett består av stein, silt og sand.

De visuelle beskrivelsene fra laboratoriet viser at B1 består av leire fra prøvestart ved 2 m ned til prøveslutt på rundt 21 m dyp. Leiren er siltig og noe forvitret i topp, til noe sandig med enkelte sand og gruskorn fra de midtre ned til de dypeste prøvene.

Prøveserie B2 har prøvebeskrivelse fra ca. 12 m dyp ned til rundt 17,5 m dyp. Begge prøvene viser leire, noe siltig og sandig i topp, til siltig med enkelte siltsjikt i den nederste prøven.

Grunnvann

Det ble installert 1 stk. hydraulisk poretrykksmåler i borpunkt BP 3, 11 mars 2021, se tabell 2. Den ble registrert tørr ved avlesning 25 mars 21.

Tabell 2: Oversikt over den elektriske poretrykksmåleren

Borhull	Dato satt ned	Terrengkote (moh.)	Rør under terreng (m)	Spiss under terreng (m)	Spisskote (moh.)	Måling 25.03.21 fra terreng (m)	Vannkote 25.03.21 (moh.)
BP3	11.03.21	+81,33	7,70	8,70	+72,63		-

3.3 Konklusjon

Ytre forhold har ikke påvirket kvaliteten på feltarbeidet.

Prosedyrer og styringssystem er fulgt og det er ingen kvalitetsavvik.

3.4 Kontroll av grunnundersøkelser

Arbeidet tilknyttet dette prosjektet faller under geoteknisk kategori 2, som medfører krav til sidemannskontroll. COWIs interne kvalitetssikringssystem for feltarbeider er fullt og dokumentert, og resultater er løpende kvalitetssikret av geotekniker.

Utførelse og kvalitetssikring av rapporteringsarbeidet er utført i henhold til COWIs kvalitetssikringssystem.

4 Dokumentinformasjon

4.1 Endringslogg

Versjon	Dato	Utarbeider	Beskrivelse av endring
1.0	26.03.21	TOSD	Første utgave

5 Tegning, vedlegg- og tilleggslister

Tegning	Nummer
---------	--------

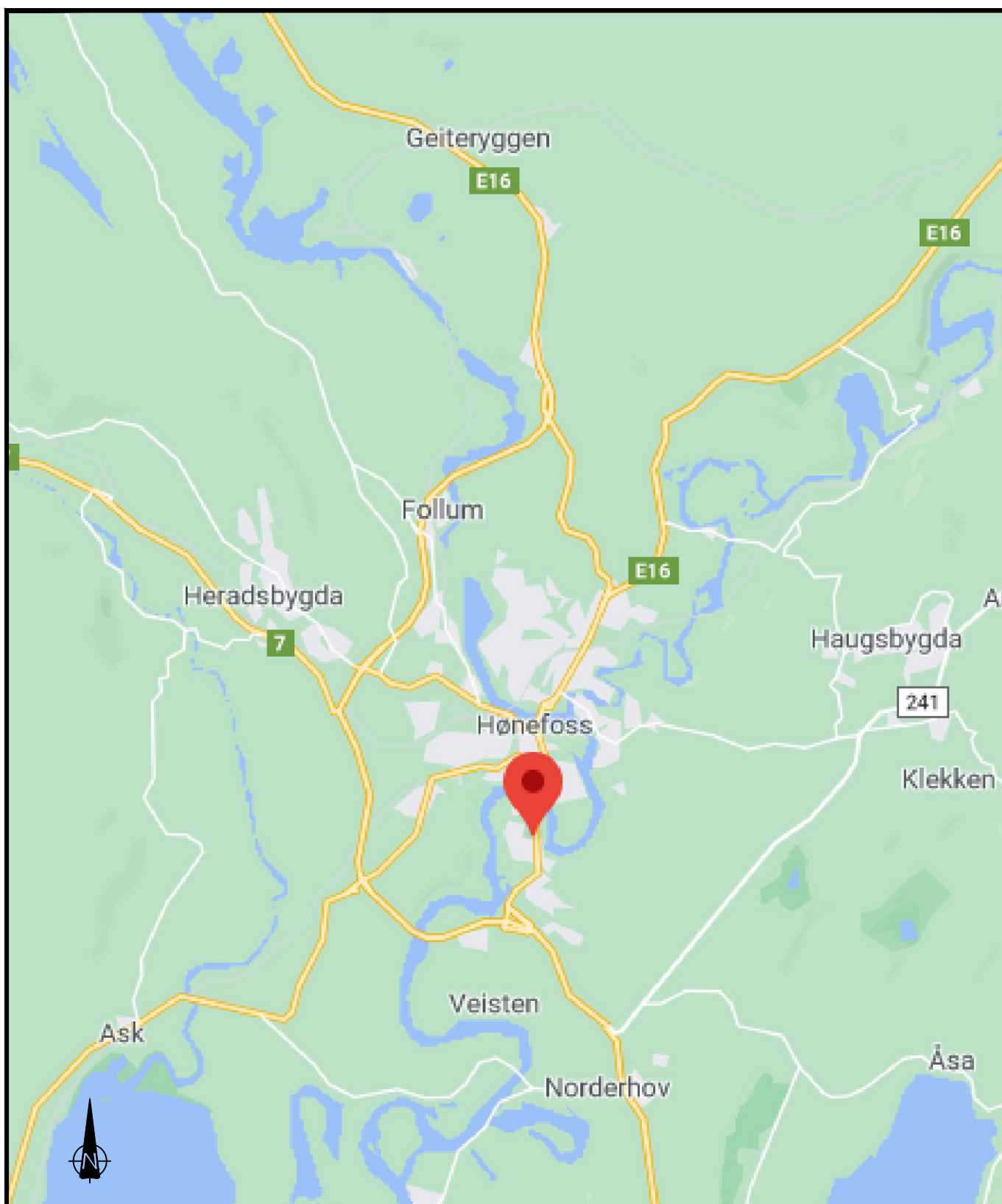
Oversiktskart	1
Detaljert borplan	2

Vedlegg	Nummer
---------	--------

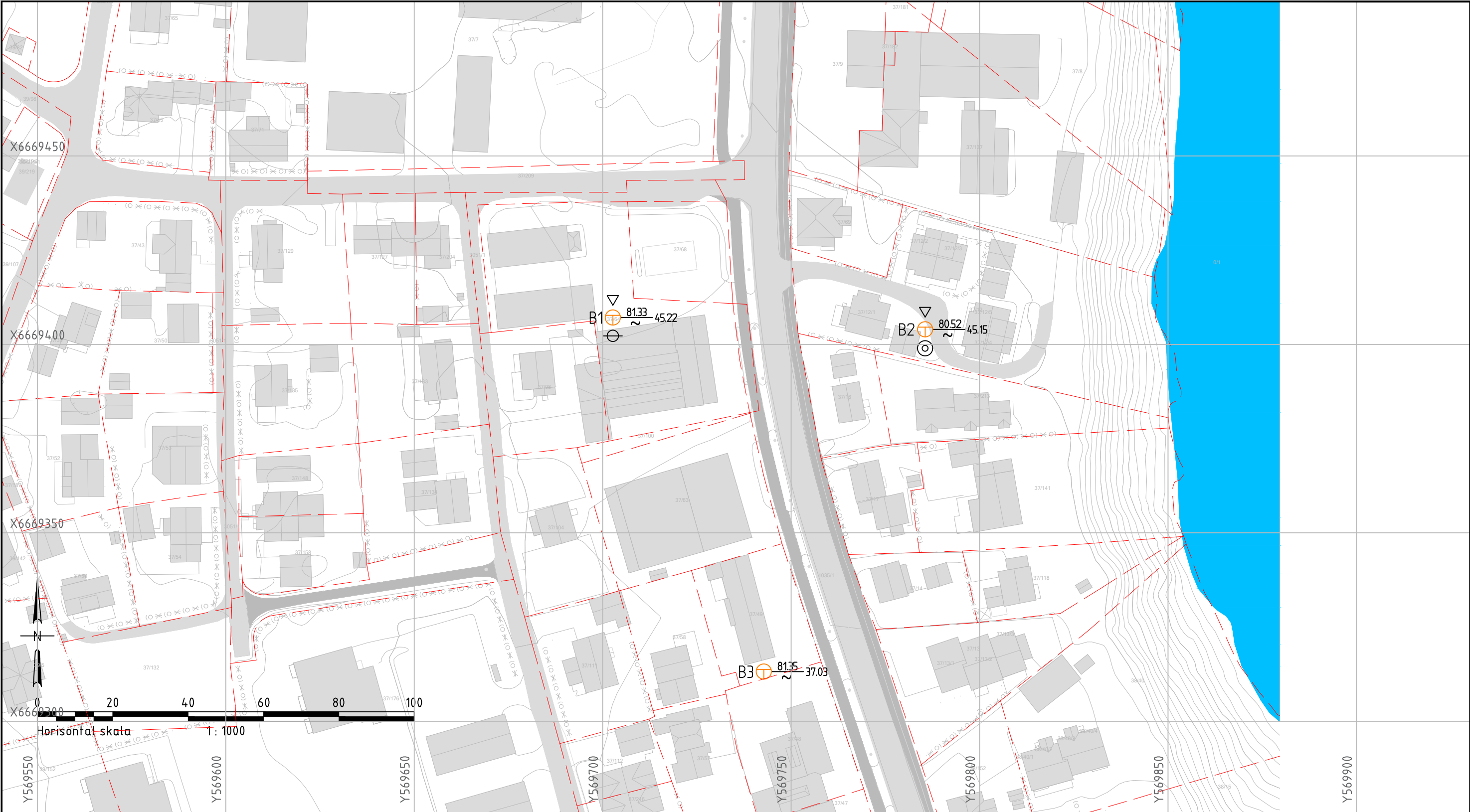
Resultater fra feltundersøkelsene	1
Resultater fra geoteknisk laboratorium	2
Koordinat- og borpunktliste	3
CPTu kalibreringsskjema	4

Tillegg	Nummer
---------	--------

Beskrivelse av Totalsonderinger	1
Beskrivelse av Trykksondering	3
Beskrivelse av Grunnvannstandsmåling	4
Beskrivelse av Løsmasseprofil	5



Rev.	Dato	Revideringen gjelder			Nr.	Saksb.	Sidem.k.	Oppdr.a.				
Osloveien 23 AS					Tegnet av		Saksbehandler					
					OKH		TOSD					
					Sidemannskontr.		Oppdragsansvarlig					
					HERK		TOSD					
Osloveien 23, GU					Fag		Målestokk					
					RIG		A4					
					Dato							
Oversiktskart Geotekniske grunnundersøkelser					26.03.2021							
					Oppdragsnr. A225851					Status		
										Tegning nr.		Rev.
										1		



TEGNFORKLARING

- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- TRYKKSONDERING
- PORETRYKKMÅLING
- Eiendomsgrense

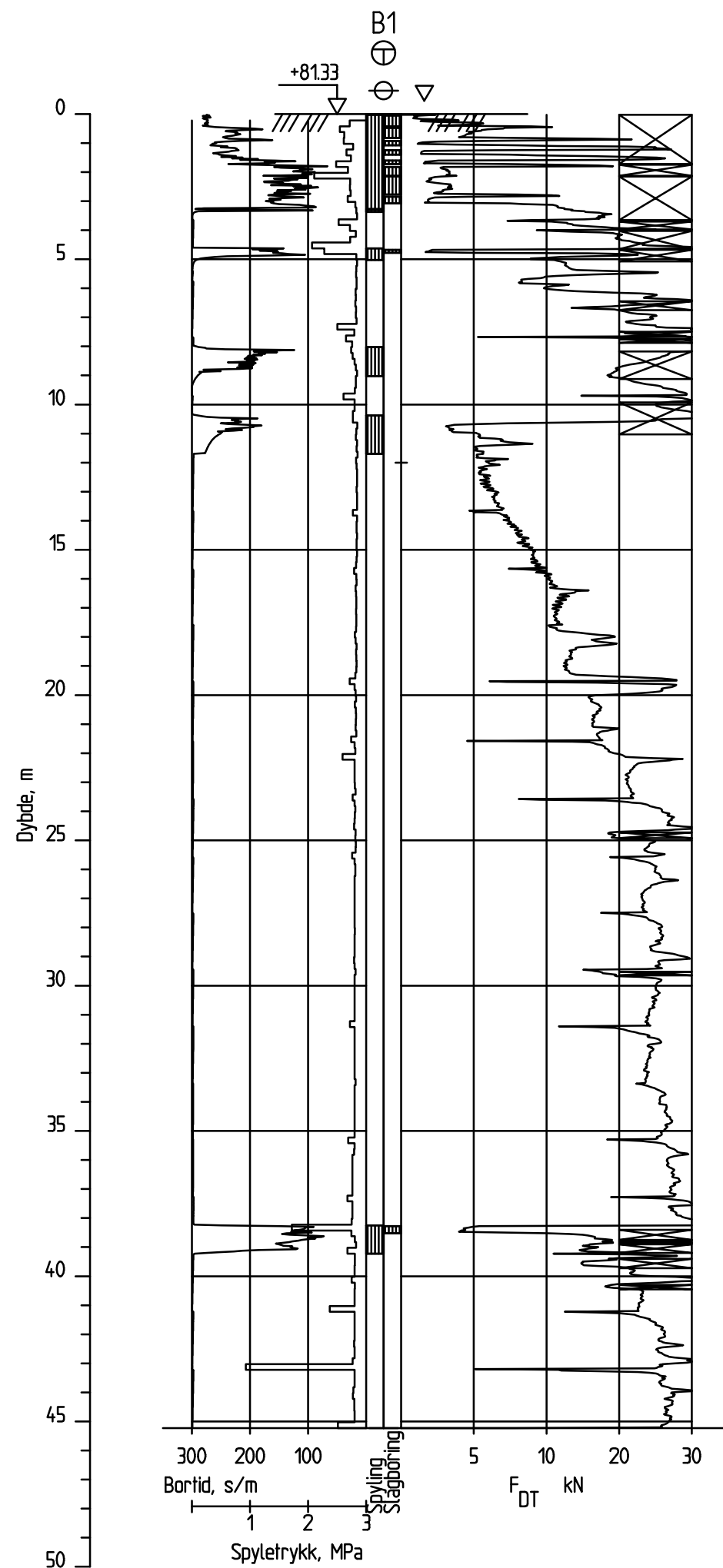
Koordinatsystem:
EUREF89 UTM Sone 32

Rev.	Dato	Revideringen gjelder			Nr.	Saksb.	Sidem.k. Oppdr.a.
Osloveien 23 AS Osloveien 23, GU Borplan Geotekniske grunnundersøkelser					Tegnet av OKH		Saksbehandler TOSD
					Sidemannskontr. HERK		Oppdragsansvarlig TOSD
					Fag RIG		Målestokk 1:1000 (A3)
					Dato 26.03.2021		
 					Oppdragsnr. A224234		
					Status		
					Tegning nr.		2 Rev.

Vedlegg 1

Sonderinger

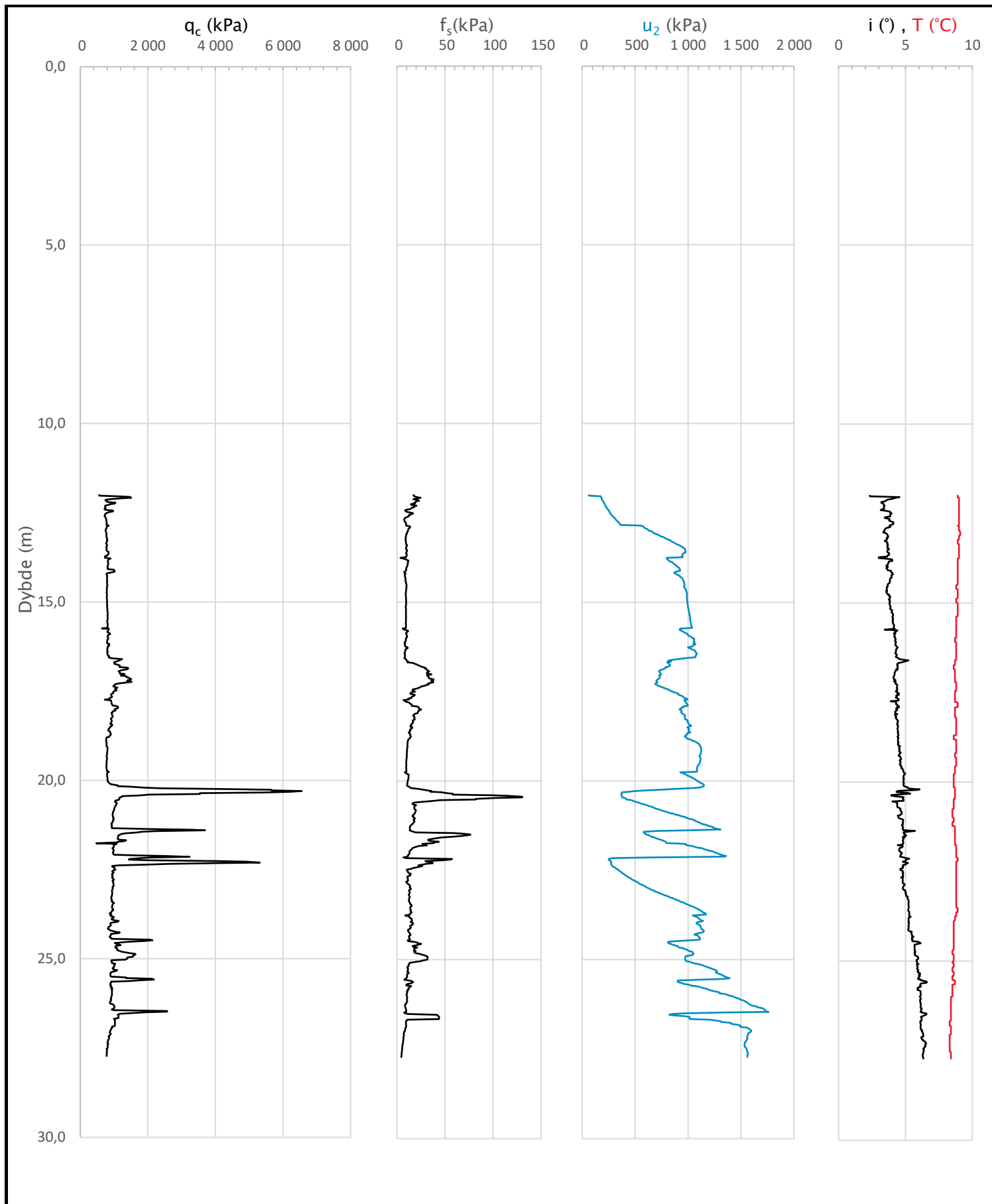




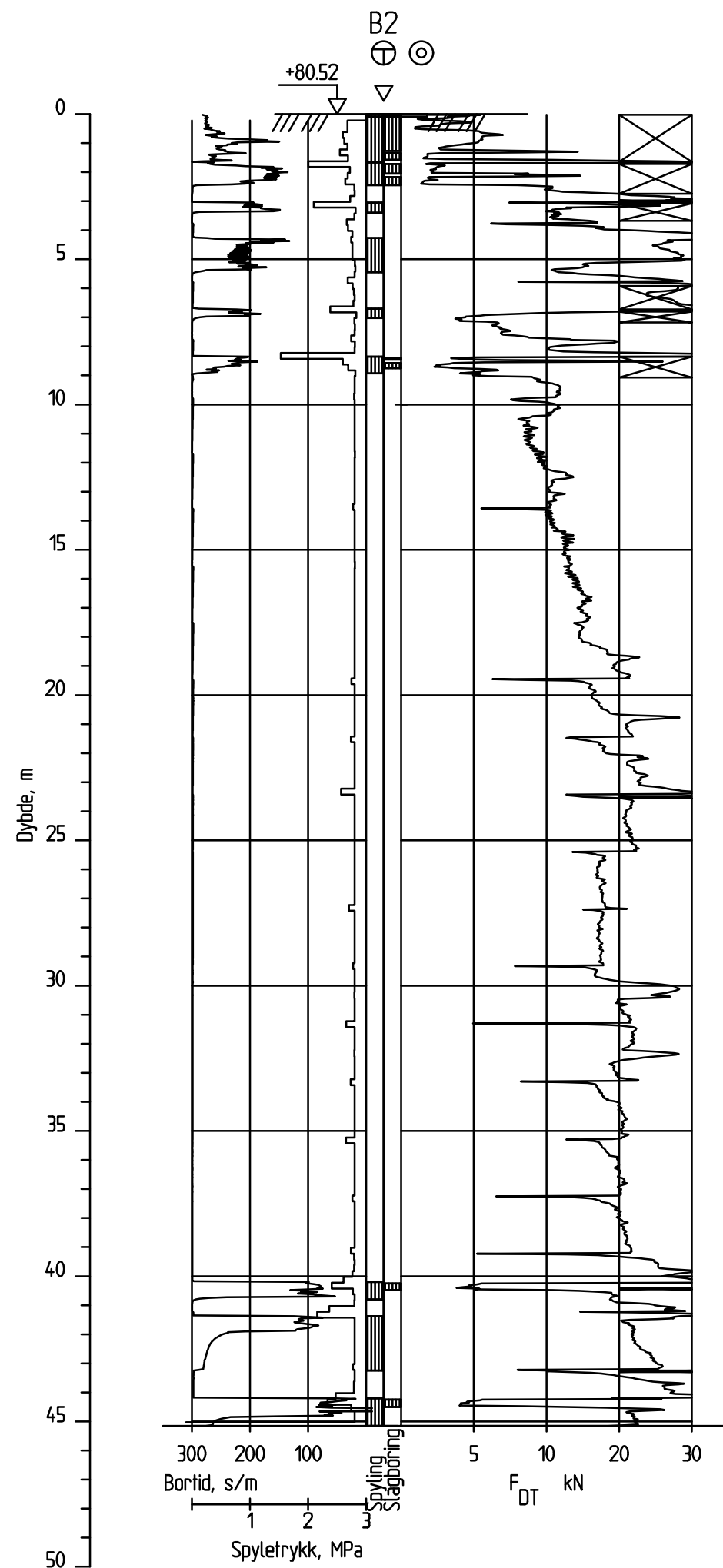
Dato boret :23.02.2021 Posisjon: X 6669407.09 Y 569702.69

Totalsondering, CPT-sondering, poretrykkmåling		Sonderingsnummer Borhull B1	
Osloveien 23, Hønefoss		Målestokk M = 1 : 200	Godkjent TOSD
		Fag RIG	Sidemanskontr. HERK
		Dato 26.03.2021	Format A3
		Oppdragsnr. A224234	Saksbehandler OKH
		Tegningsnr. Borhull B1	Rev.

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4816		Boreleder		NOHU	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0,8	
Kalibreringsdato	23.09.2020		Maks helning (°)		6,6	
Dato sondering	23.02.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2,5	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1598		3717		3596	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,4774		0,0103		0,0212	
Arealforhold	0,8490		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	98,294		0,42		1,908	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5860,9		127,1		255,8	
Registrert etter sondering (kPa)	40,1		-1,6		-0,5	
Avvik under sondering(kPa)	40,1		1,6		0,5	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,2		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	6552,8		130,3		1759,1	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	42,8	0,7	1,6	1,2	0,6	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Osloveien 23 GU					Prosjektnummer: A224234 Rapportnummer: A224234-RAP-RIG-001 Borhull Kote +81,33 B1	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4816	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	LAAN		TOSD		BOSN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Geo og felt		23.02.2021		26.03.2021		Figur
				Rev. dato		
					Anvend.klasse	
					1	
					B1-1	



Prosjekt		Prosjektnummer: A224234 Rapportnummer: A224234-RAP-RIG-001		Borhull	Kote +81,33
Osloveien 23 GU				B1	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4816	
COWI	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	LAAN	TOSD	BOSN	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Geo og felt		23.02.2021	26.03.2021	B1-2	
		Rev. dato			

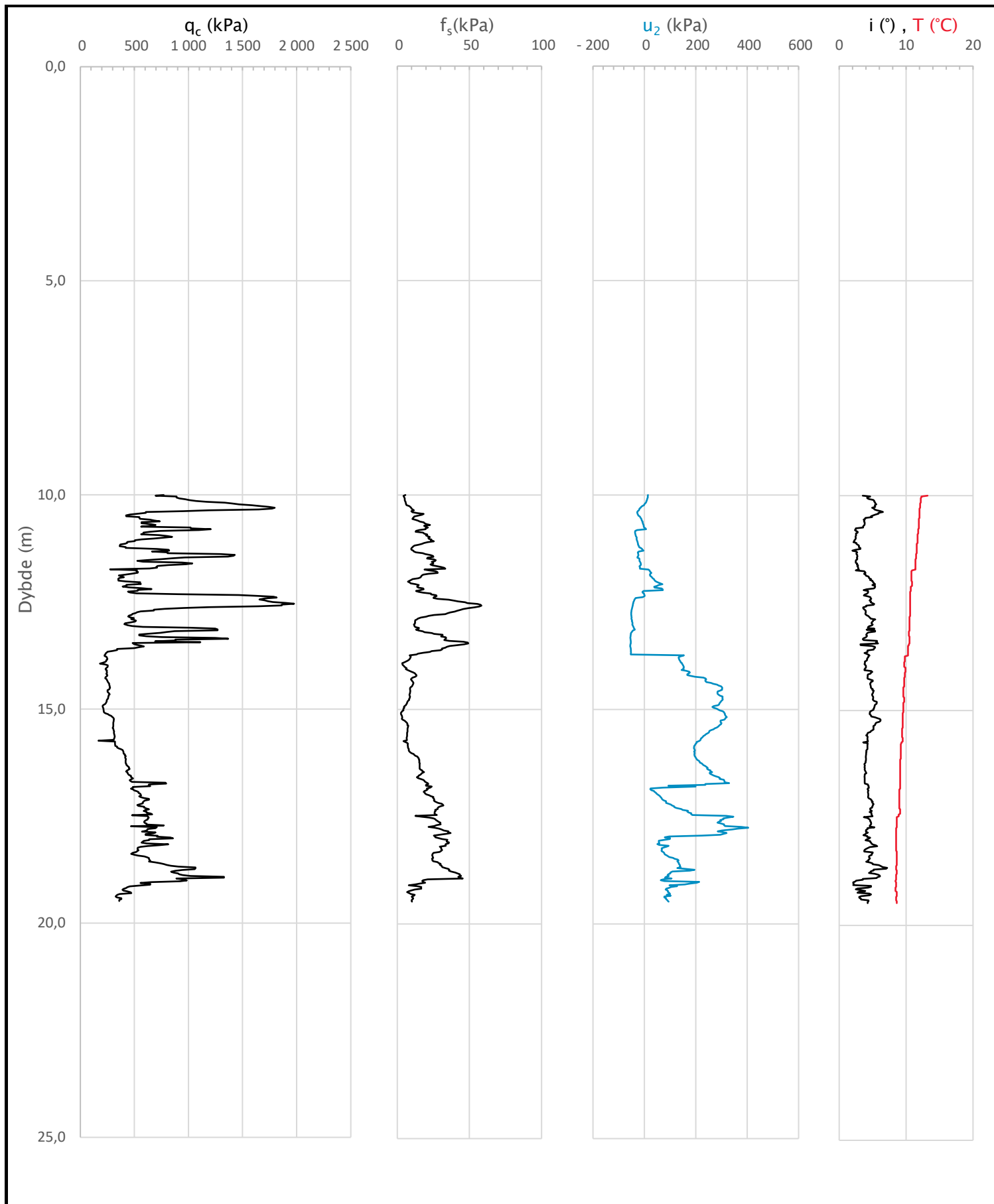


Dato boret :24.02.2021

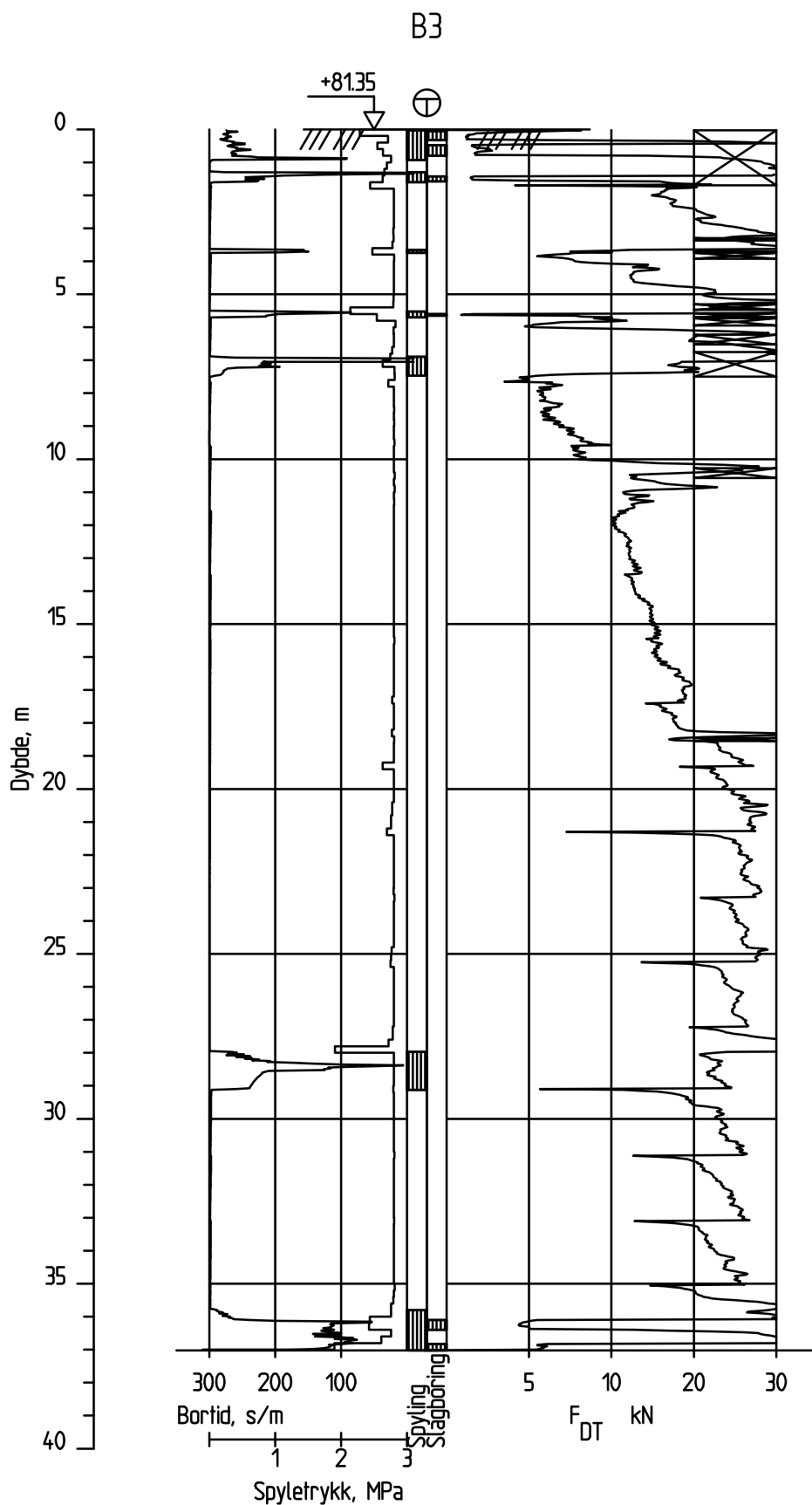
Posisjon: X 6669403.95 Y 569785.54

Totalsondering, CPT-sondering, poretrykkmåling		Sonderingsnummer Borhull B2	
Osloveien 23, Hønefoss		Målestokk M = 1 : 200	Godkjent TOSD
		Fag RIG	Sidemanskontr. HERK
		Dato 26.03.2021	Format A3
		Oppdragsnr. A224234	Saksbehandler OKH
		Tegningsnr. Borhull B2	Rev.

Sonde og utførelse						
Sondennummer	4816		Boreleder		NOHU	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		4,8	
Kalibreringsdato	23.09.2020		Maks helning (°)		7,2	
Dato sondering	24.02.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2,5	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1598		3717		3596	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,4774		0,0103		0,0212	
Arealforhold	0,8490		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	98,294		0,42		1,908	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5841,4		129,7		254,2	
Registrert etter sondering (kPa)	16,2		-1,8		0,8	
Avvik under sondering(kPa)	16,2		1,8		0,8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	13,5		0,1		0,3	
Maksverdi under sondering (kPa)	1976,4		58,3		403,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	30,2	1,5	1,9	3,2	1,1	0,3
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Osloveien 23 GU					Prosjektnummer: A224234 Rapportnummer: A224234-RAP-RIG-001 Borhull Kote +80,52 B2	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4816	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	LAAN		TOSD		BOSN	
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Geo og felt		24.02.2021		26.03.2021		Anvend.klasse 1 Figur B2-1
				Rev. dato		



Prosjekt			Prosjektnummer: A224234 Rapportnummer: A224234-RAP-RIG-001			Borhull	Kote +80,52
Osloveien 23 GU						B2	
Innhold						Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier						4816	
COWI	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	LAAN	TOSD	BOSN	1			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur			
	Geo og felt	24.02.2021	26.03.2021	B2-2			
			Rev. dato				



Dato boret :22.02.2021

Posisjon: X 6669313.15 Y 569742.75

Totalsondering		Sonderingsnummer Borhull B3	
Osloveien 23, Hønefoss		Målestokk M = 1 : 200	Godkjent TOSD
		Fag RIG	Sidemansktr. HERK
		Dato 26.03.2021	Format A4
		Oppdragsnr. A224234	Saksbehandler OKH
		Tegningsnr. Borhull B3	Rev.

Vedlegg 2

Resultater fra geoteknisk laboratorium



RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAAGSGIVER

COWI AS

OPPDRAAG

A224234 Osloveien 23 GU

DATO / REVISJON: 15. mars 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 10225077-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til.

RAPPORT

EMNE	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10225077-RIG-LAB-RAP
OPPDRAAG	A224234 Osloveien 23 GU	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	COWI AS	OPPDRAAGSLEDER	Anna Molnes
KONTAKTPERSON	Boris Sørensen	UTARBEIDET AV	Anna Molnes
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Ringerike		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av COWI AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av oppdragsgiver.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	15.03.2021	Første utsendelse av rapport	ANNM	GEO	ANNM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt B1	6
4.2	Borpunkt B2	6
5	Foto	7
5.1	Borpunkt B1 dybde 1,0-2,0m	7
5.2	Borpunkt B1 dybde 6,0-7,0m	7
5.3	Borpunkt B1 dybde 12,0-13,0m	8
5.4	Borpunkt B1 dybde 13,0-14,0m	8
5.5	Borpunkt B1 dybde 15,0-16,0m	9
5.6	Borpunkt B1 dybde 16,5-17,5m	9
5.7	Borpunkt B1 dybde 18,5-19,5m	10
5.8	Borpunkt B1 dybde 20,0-21,0m	11
5.9	Borpunkt B2 dybde 13,0-14,0m	12
5.10	Borpunkt B2 dybde 17,0-18,0m	13
6	Tegningsliste	14
7	Vedlegg	14
7.1	Geotekniske bilag	14

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra COWI AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag «A224234 Osloveien 23 GU». Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 25.02.2021 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av oppdragsgiver og prøvene ble levert til vårt laboratorium som poseprøver og 54 mm sylinderprøver den 24.02.2021. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 03.03-12.03.2021 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning + vanninnhold	Poser	4	+2 stk. omrørt konus
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	6	
Konsistensgrenser	wf/wp	-	Bestilte konsistensgrenser utgår da det ikke ble funnet sprøbruddmateriale eller kvikkleire.
Kornfordeling	Kombianalyse	1	
	Våtsikting + slemming	2	
Ødometerforsøk	CRS	2	

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt B1

Borpunkt															B1				
				Konus															
Beskrivelse	Dybde-intervall	Dybde	Vann-innhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brudd-tøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korn-densitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk				
	z	z	w	c _{ufc}	c _{urfc}	S _t	c _{uuc}	ε _f	w _p	w _l	O	ρ _s	ρ	n					
	m	m	%	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	%	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%					
LEIRE, siltig forvitret	1,0-2,0		20,1																
LEIRE, siltig, sandig		6,0-7,0		19,9															
LEIRE, siltig	12,0-13,0		12,2	20,4	64,1	16,02	4												
			12,4	20,5				60,7	6,4					2,14		KØ			
enk. sand- og gruskorn		12,6	19,8	79,1	12,26	6													
MATERIALE, siltig, sandig, leirig	13,0-14,0		17,5		6,36										K				
enk. gruskorn																			
LEIRE, siltig, sandig	15,0-16,0		18,6		6,36														
enk. gruskorn																			
LEIRE, siltig	16,5-17,5	16,7	25,9	74,3	12,90	6													
		16,9	24,4				75,3	7					1,99		Ø				
siltsjikt gjennom hele prøven		17,1	25,2	74,3	12,26	6													
LEIRE, siltig	18,5-19,5	18,7	27,9	60,6	16,02	4													
		18,9	28,6				79,7	6,6					2,01		K				
enk. gruskorn		19,1	25,9	87,2	16,02	5													
LEIRE, siltig	20,0-21,0	20,2	27,4	51,6	8,70	6													
		20,4	26,6				43,7	3,7					2,01						
sjikt av silt og sand		20,6	28,6	46,7	9,69	5													

4.2 Borpunkt B2

Borpunkt															B2				
				Konus															
Beskrivelse	Dybde-intervall	Dybde	Vanninnhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Bruddtøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korndensitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk				
	z	z	w	c_{ufc}	c_{urfc}	S_t	c_{uuc}	ϵ_f	w_p	w_l	O	ρ_s	ρ	n					
	m	m	%	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	%	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%					
LEIRE, siltig, sandig	13,0-14,0	13,2	20,6	87,2	16,02	5													
		13,4	19,6				90,1	6					2,13						
		13,6	18,9	51,6	7,85	7													
LEIRE, siltig	17,0-18,0	17,2	25,6	74,3	10,86	7													
		17,4	21,8				92,92	12,24					2,06						
siltsiikt		17,6	20,7	87,2	12,26	7													

5 Foto

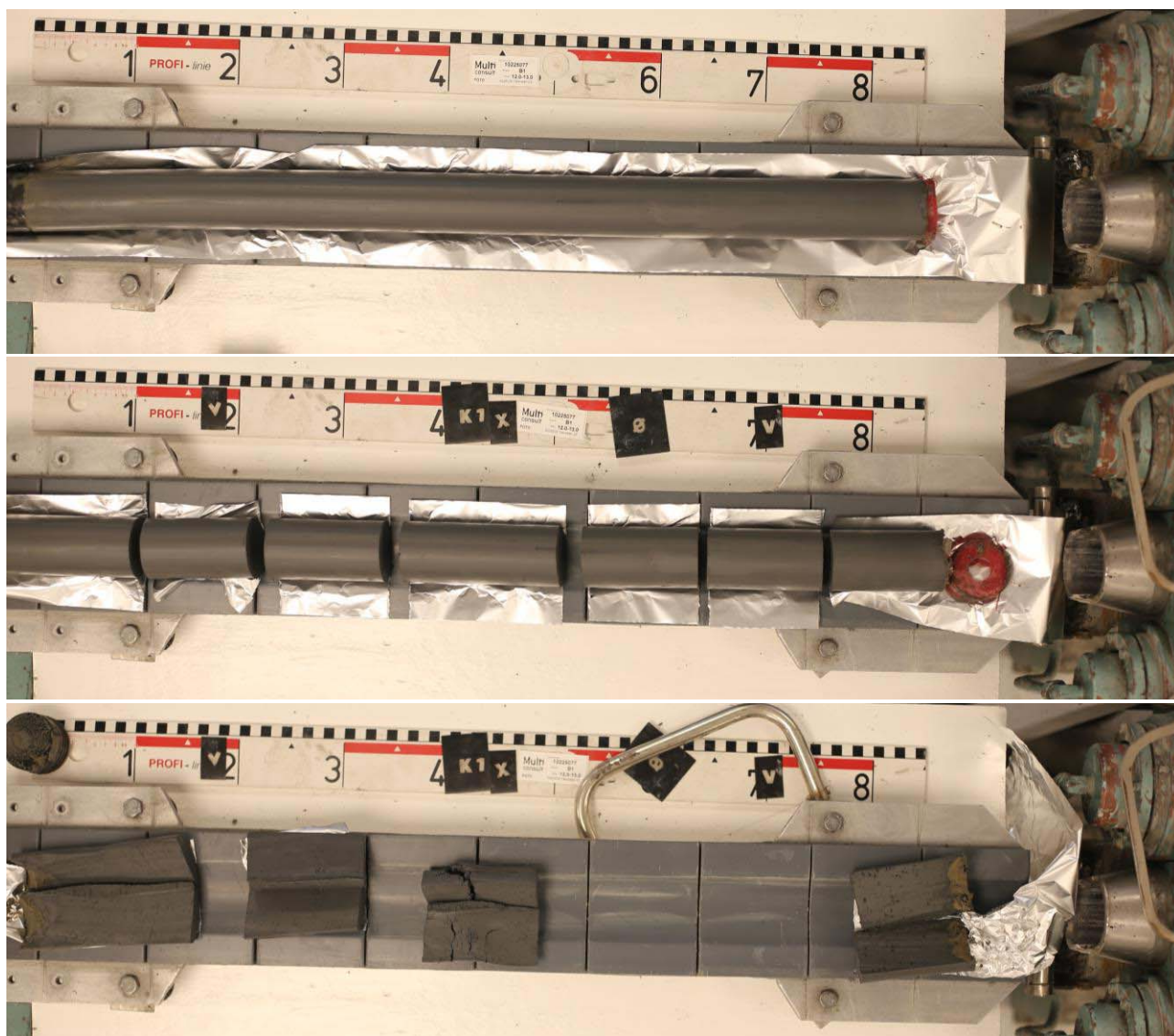
5.1 Borpunkt B1 dybde 1,0-2,0m



5.2 Borpunkt B1 dybde 6,0-7,0m



5.3 Borpunkt B1 dybde 12,0-13,0m



5.4 Borpunkt B1 dybde 13,0-14,0m

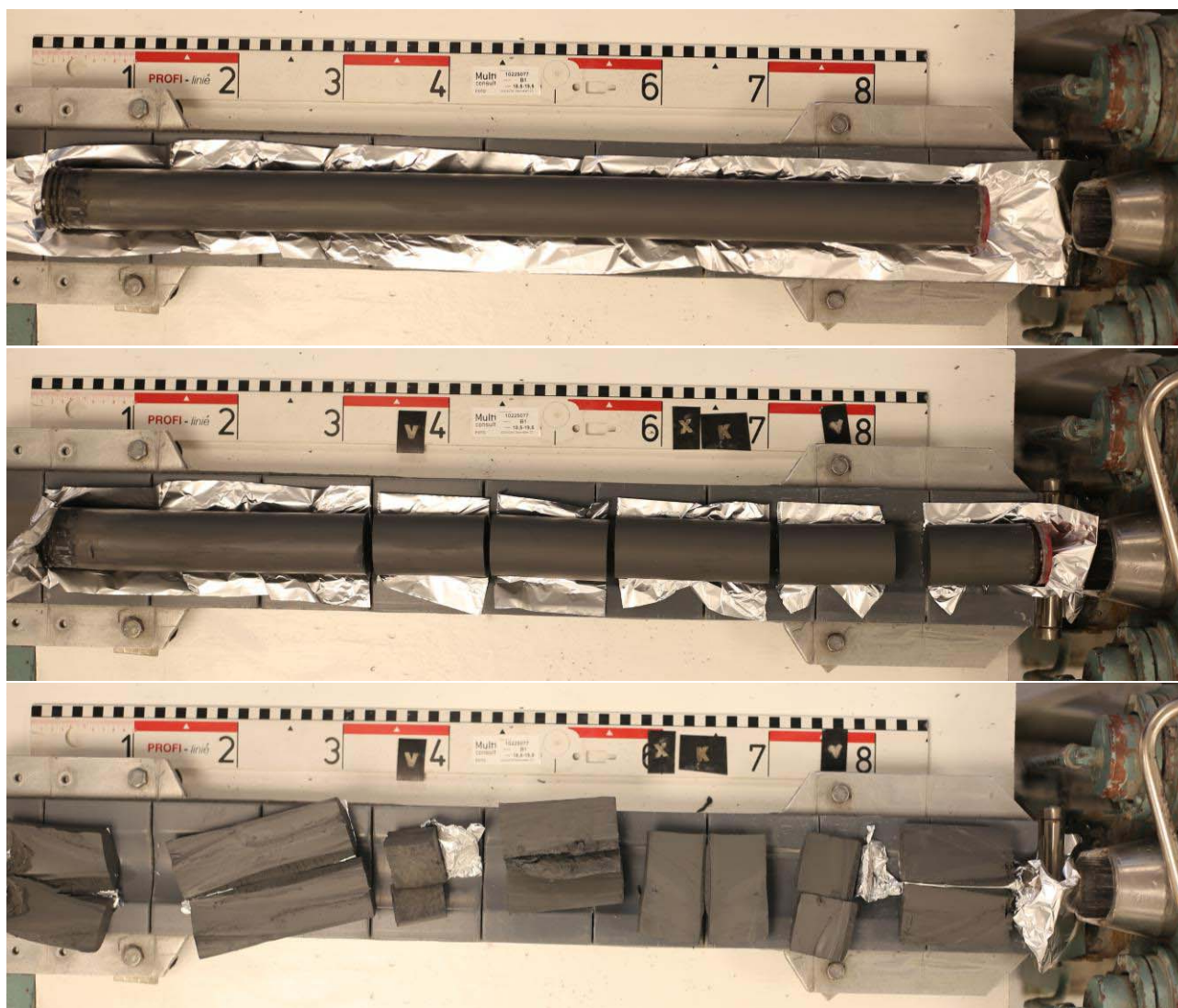


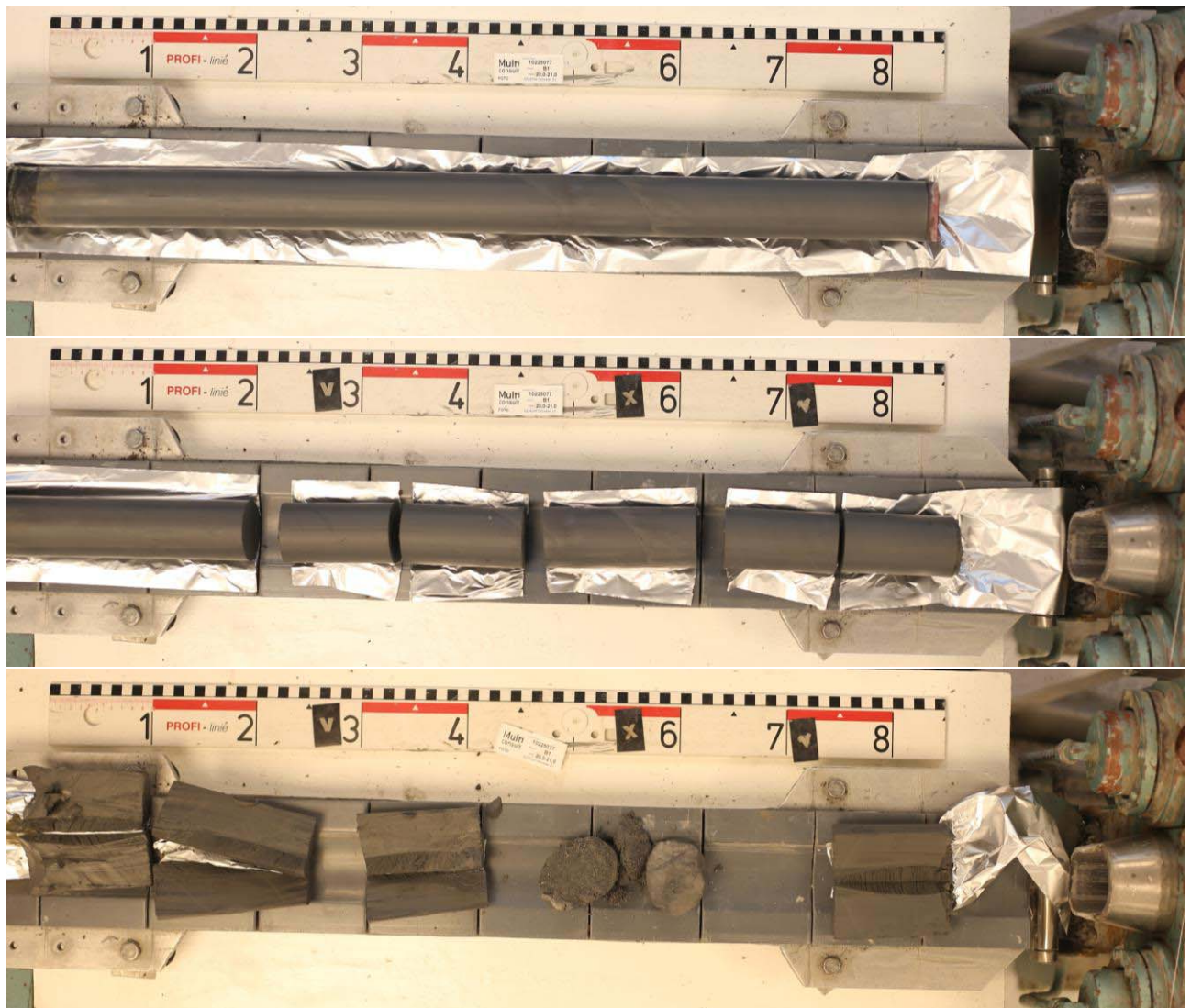
5.5 Borpunkt B1 dybde 15,0-16,0m

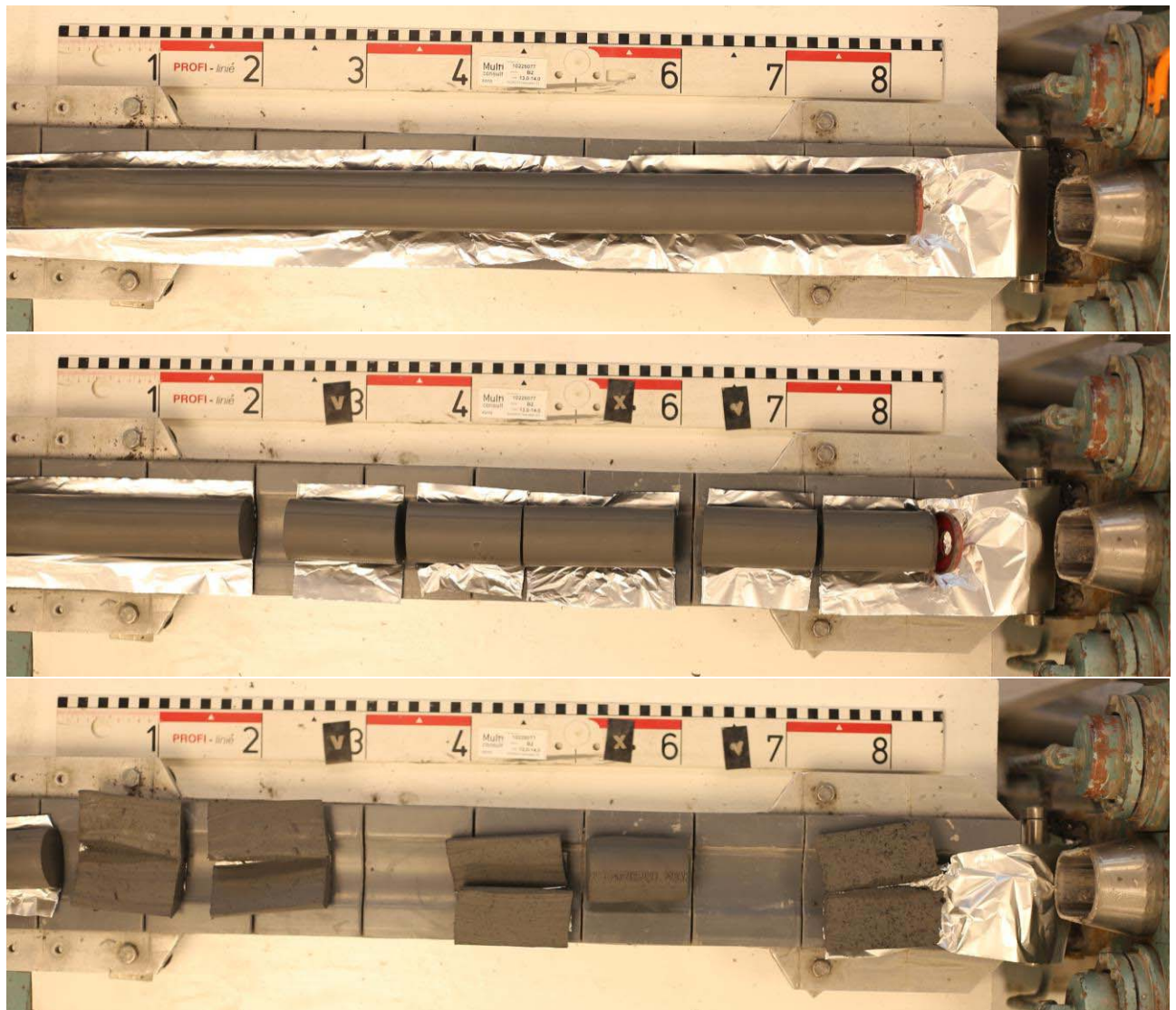


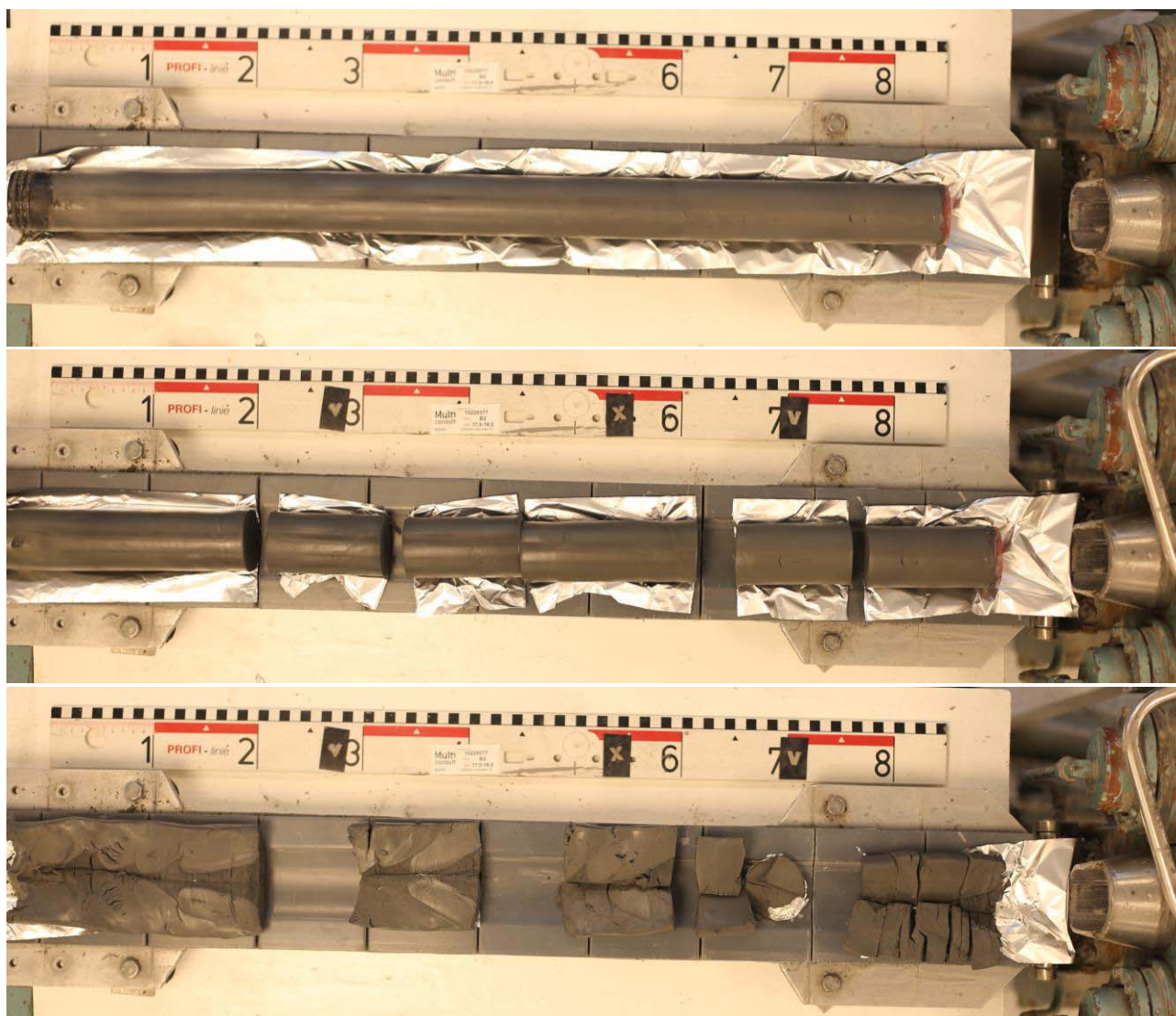
5.6 Borpunkt B1 dybde 16,5-17,5m



5.7 Borpunkt B1 dybde 18,5-19,5m

5.8 Borpunkt B1 dybde 20,0-21,0m

5.9 Borpunkt B2 dybde 13,0-14,0m

5.10 Borpunkt B2 dybde 17,0-18,0m

6 Tegningsliste

10225077-RIG-TEG-200.1-2	Geotekniske data, borpunkt B1
10225077-RIG-TEG-201	Geotekniske data, borpunkt B2
10225077-RIG-TEG-250.1-4	Enaksialforsøk, borpunkt B1
10225077-RIG-TEG-251.1-2	Enaksialforsøk, borpunkt B2
10225077-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt B1
10225077-RIG-TEG-400.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt B1, dybde = 12,55m
10225077-RIG-TEG-401.1-2	Ødometerforsøk, CRS, borpunkt B1, dybde = 17,0m

7 Vedlegg

7.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	LEIRE, siltig	forvitret			○												
10	LEIRE, siltig, sandig				○												
15	LEIRE, siltig	enk. sand- og gruskorn	KØ		○	○			2,14				▼			64V 61V 79V	4 6
	MATERIALE, siltig, sandig, leirig	enk. gruskorn	K		○							▼					
15	LEIRE, siltig, sandig	enk. gruskorn			○							▼					
	LEIRE, siltig	siltsjikt gjennom hele prøven	Ø		○	○			1,99			▼				74V 75V 74V	6 6
20	LEIRE, siltig	enk. gruskorn	K		○	○			2,01			▼				61V 80V 87V	4 5

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir akseil tøying (%) ved brudd)



Vanninnhold



Plastisitetindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017

▼ Omrørt konus

▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: COWI

PRØVESERIE

Borhull:

B1

COWI AS

A224234 Osloveien 23 GU

Dato:

2021-03-15

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

EIVSO

Oppdragsnummer:

10225077

Kontrollert:

ANNM

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200.1

Godkjent:

ANNM

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	LEIRE, siltig kt. sjikt av silt og sand					00			2,01			▼			00	6	
						00						▼			00	5	
25																	
30																	
35																	
40																	

Symboler:


Enaksialforsøk (strek angir aksial tøying (%) ved brudd)



Vanninnhold


 Plastisitetsindeks, I_p


Omrørt konus



Uomrørt konus

ISO 17892-6: 2017

 ρ = Densitet

 ρ_s = Korndensitet

 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

 $\emptyset$ = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: COWI

PRØVESERIE

Borhull:

B1

COWI AS

A224234 Osloveien 23 GU

Dato:

2021-03-15

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

EIVSO

Oppdragsnummer:

10225077

Kontrollert:

ANNM

Tegningsnr.:

RIG-TEG-200.2

Godkjent:

ANNM

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5																	
10																	
15	LEIRE, siltig, sandig								2,13								5 7
20	LEIRE, siltig	siltsjikt							2,06								7 7

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksuell tøyning (%) ved brudd)



Vanninnhold



Plastisitetindeks, I_p



ISO 17892-6: 2017

Omrørt konus



Uomrørt konus

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: COWI

PRØVESERIE

Borhull:

B2

COWI AS

A224234 Osloveien 23 GU

Dato:

2021-03-15

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

EIVSO

Kontrollert:

ANNM

Godkjent:

ANNM

Oppdragsnummer:

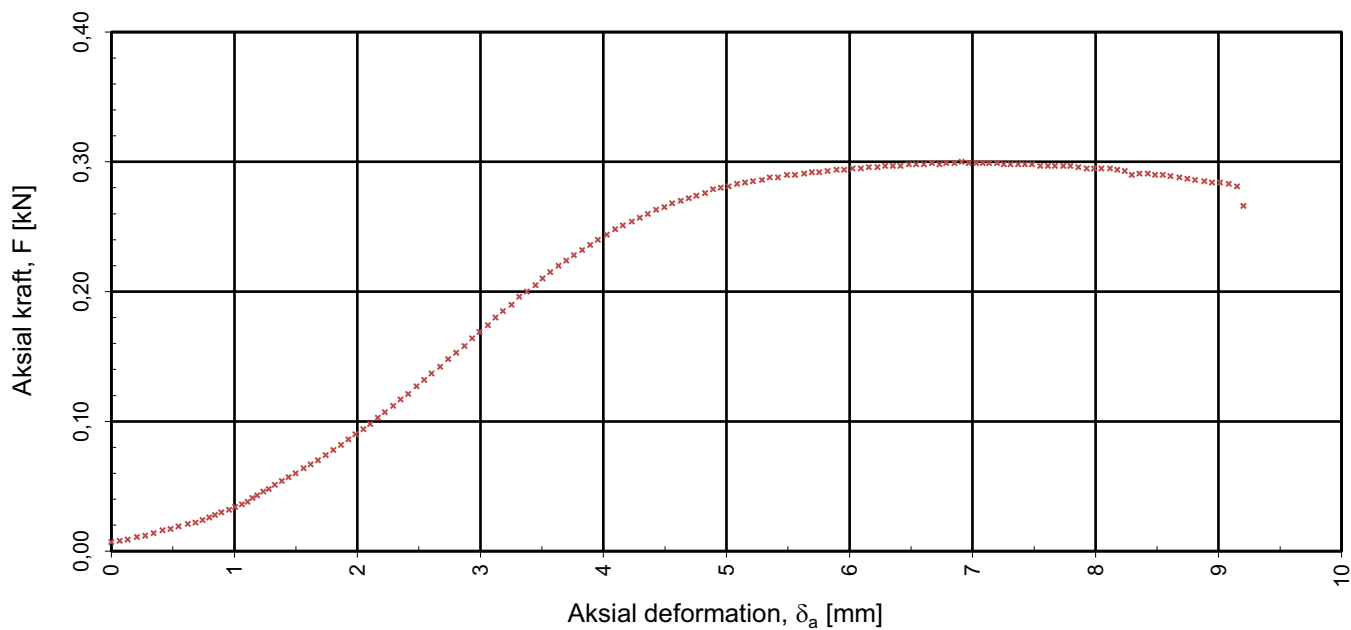
10225077

Tegningsnr.:

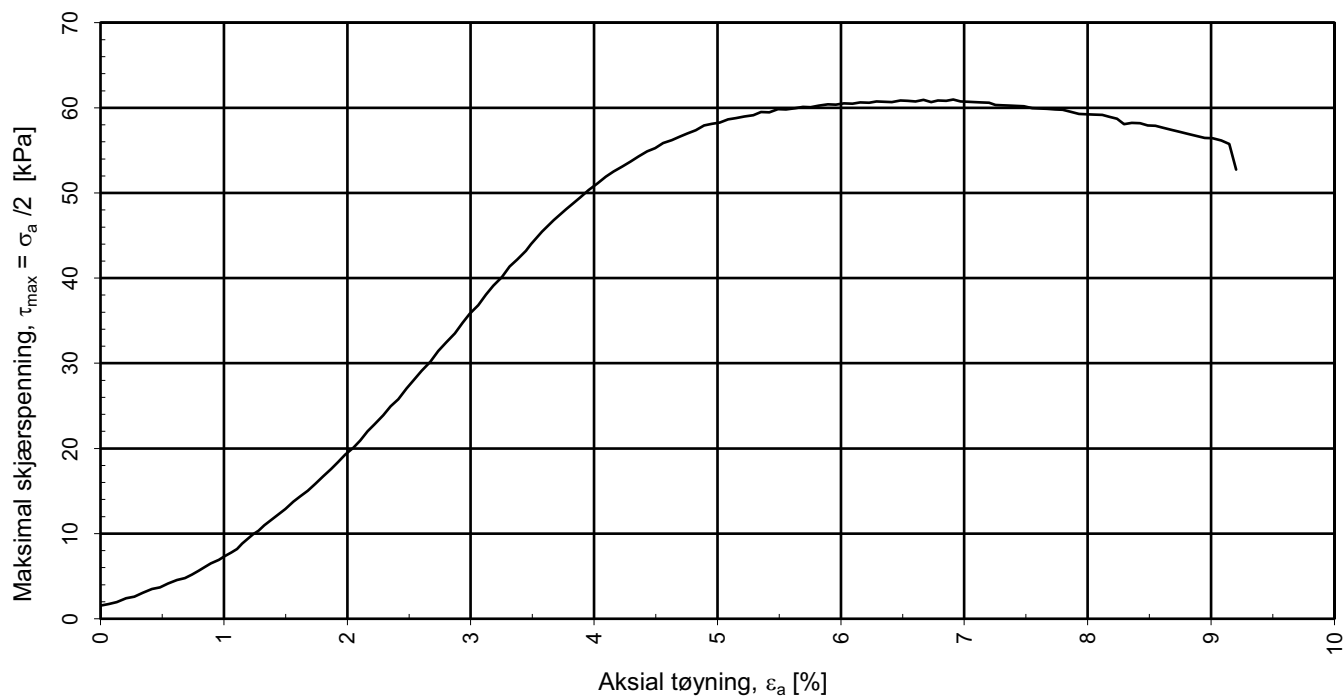
RIG-TEG-201

Rev. nr.:

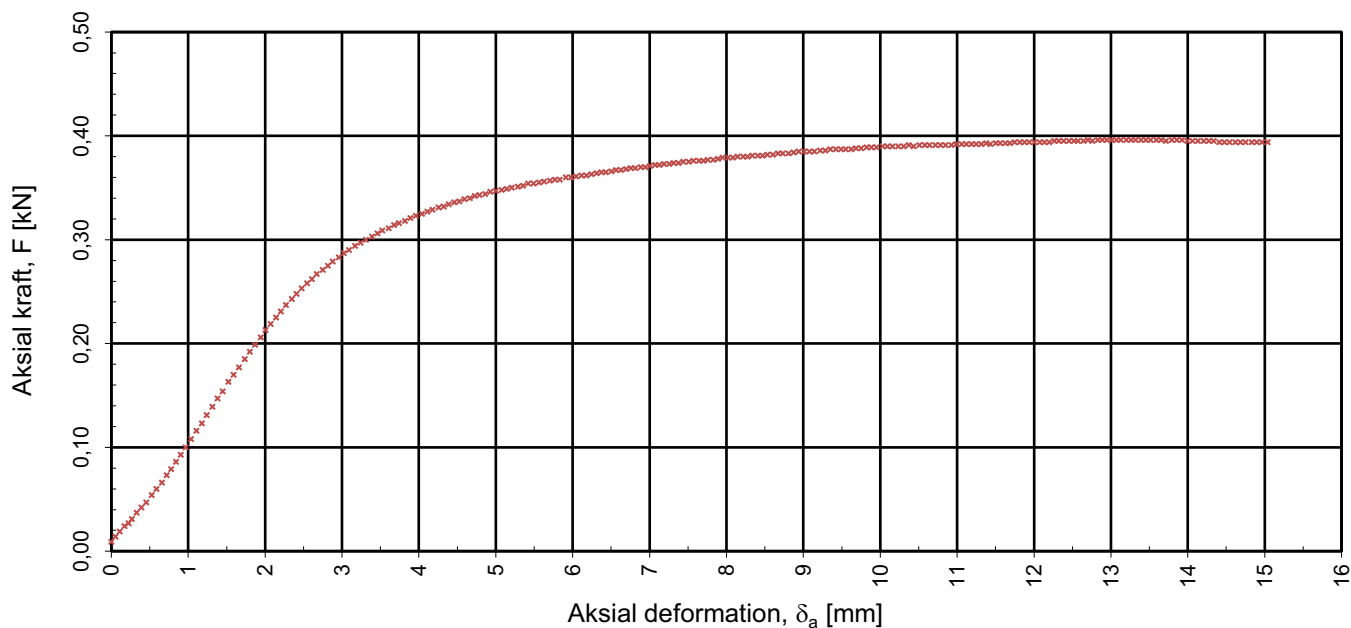
00



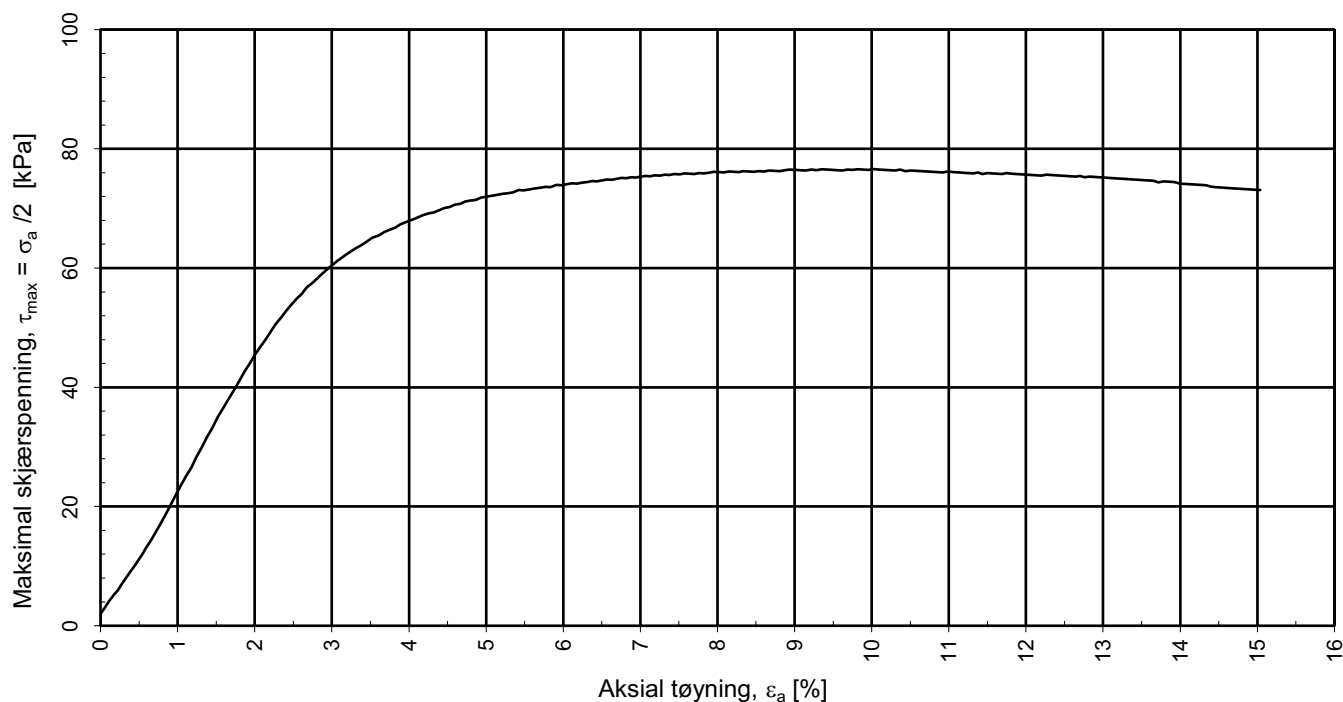
strain v av stress



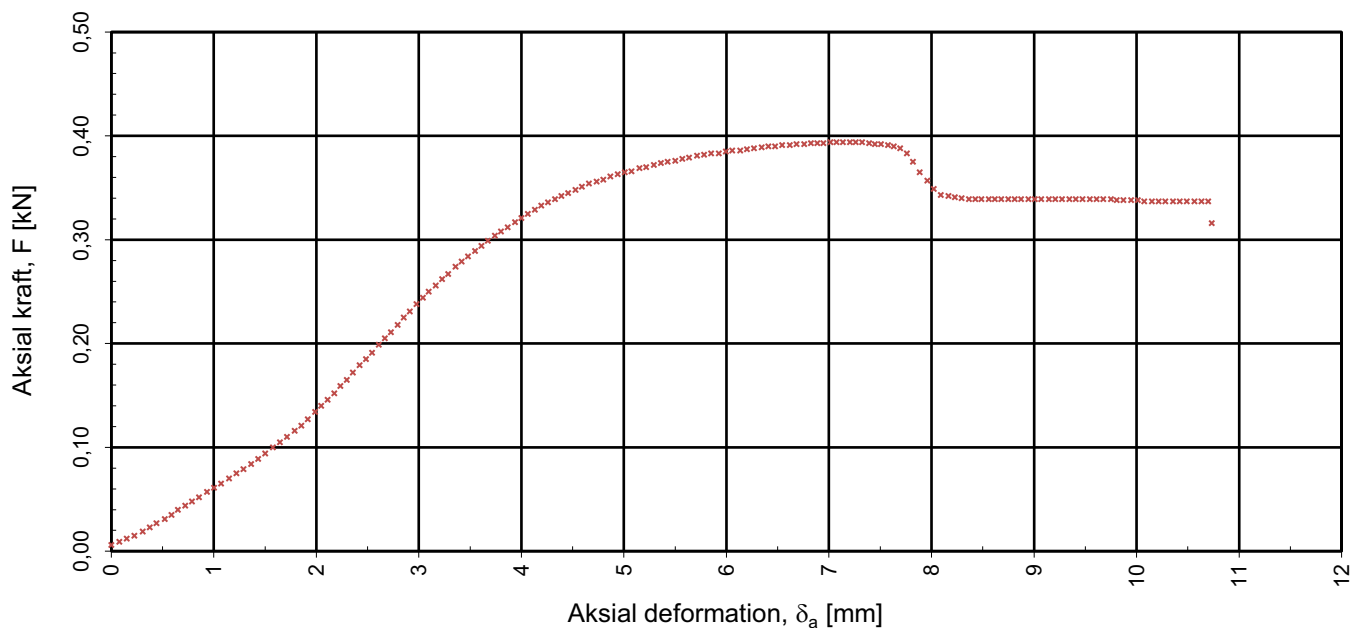
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	03.03.2021	12,4	B1	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	EIVSO	PERNW	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10225077	RIG-TEG-250.1	Enaks	00



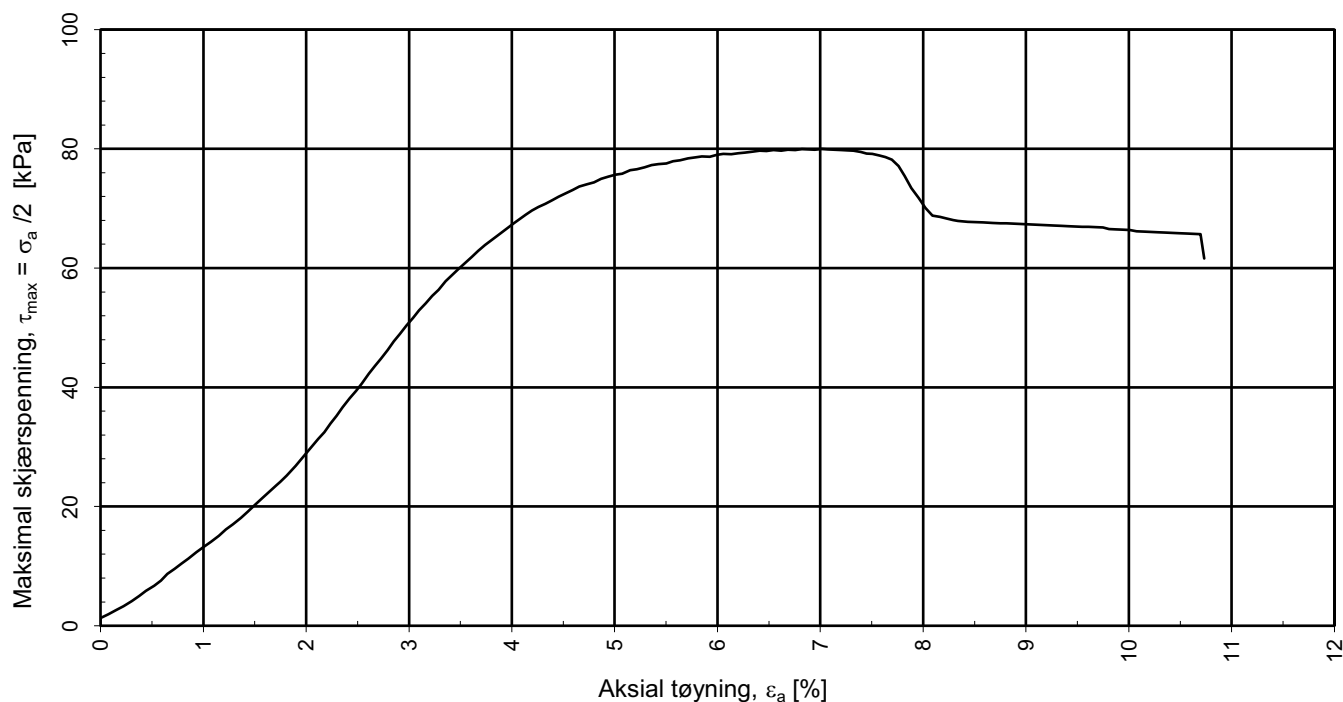
strain v av stress



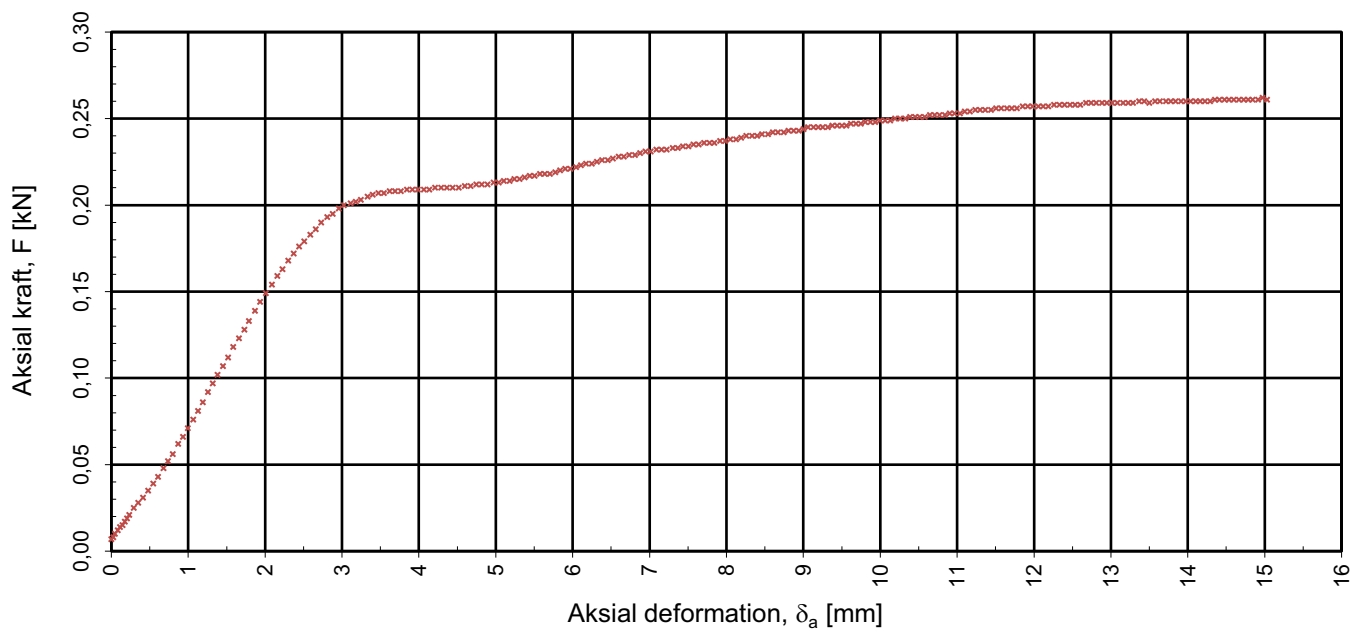
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	03.03.2021	16,9	B1	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	EIVSO	PERNW	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10225077	RIG-TEG-250.2	Enaks	00



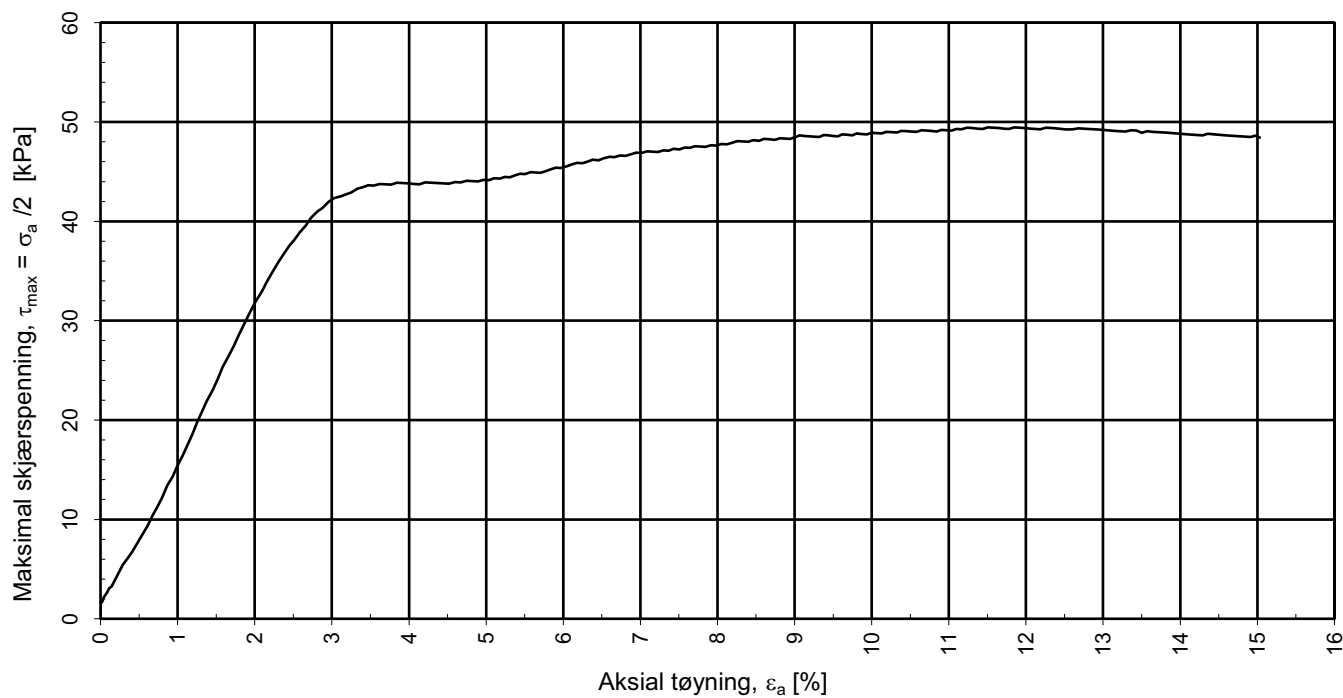
strain v av stress



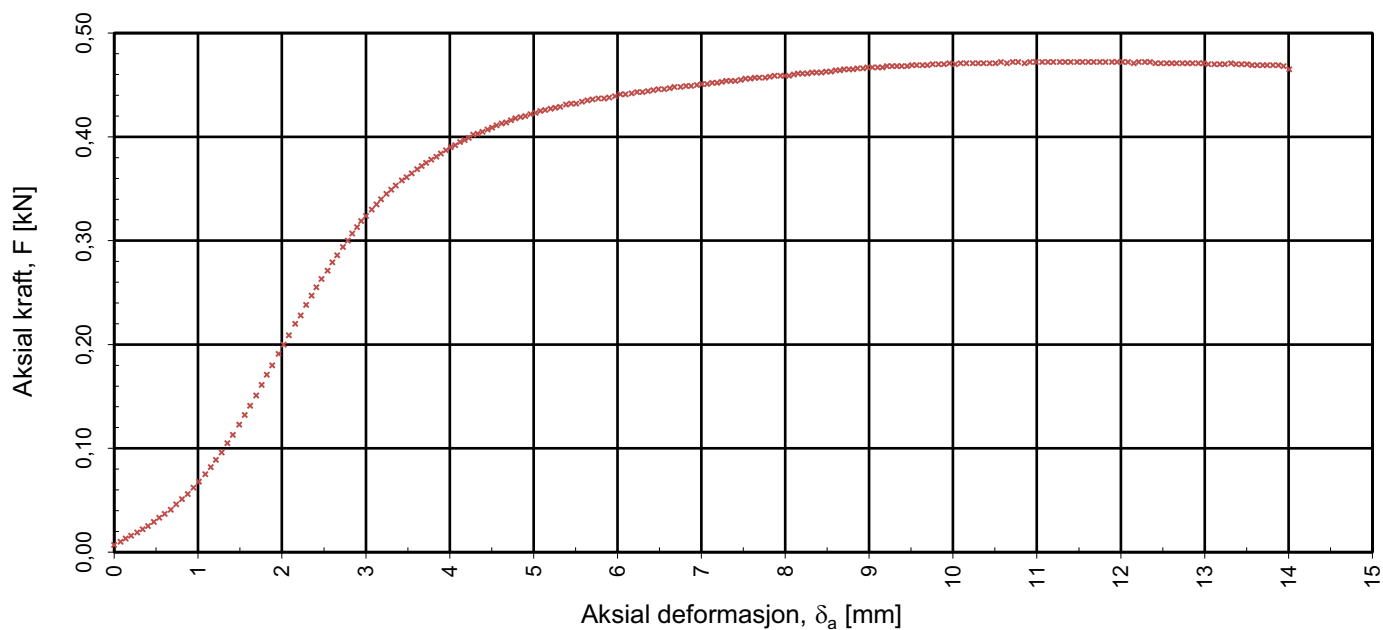
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	08.03.2021	19,00	B1	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	EIVSO	MARS	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10225077	RIG-TEG-250.3	Enaks	00



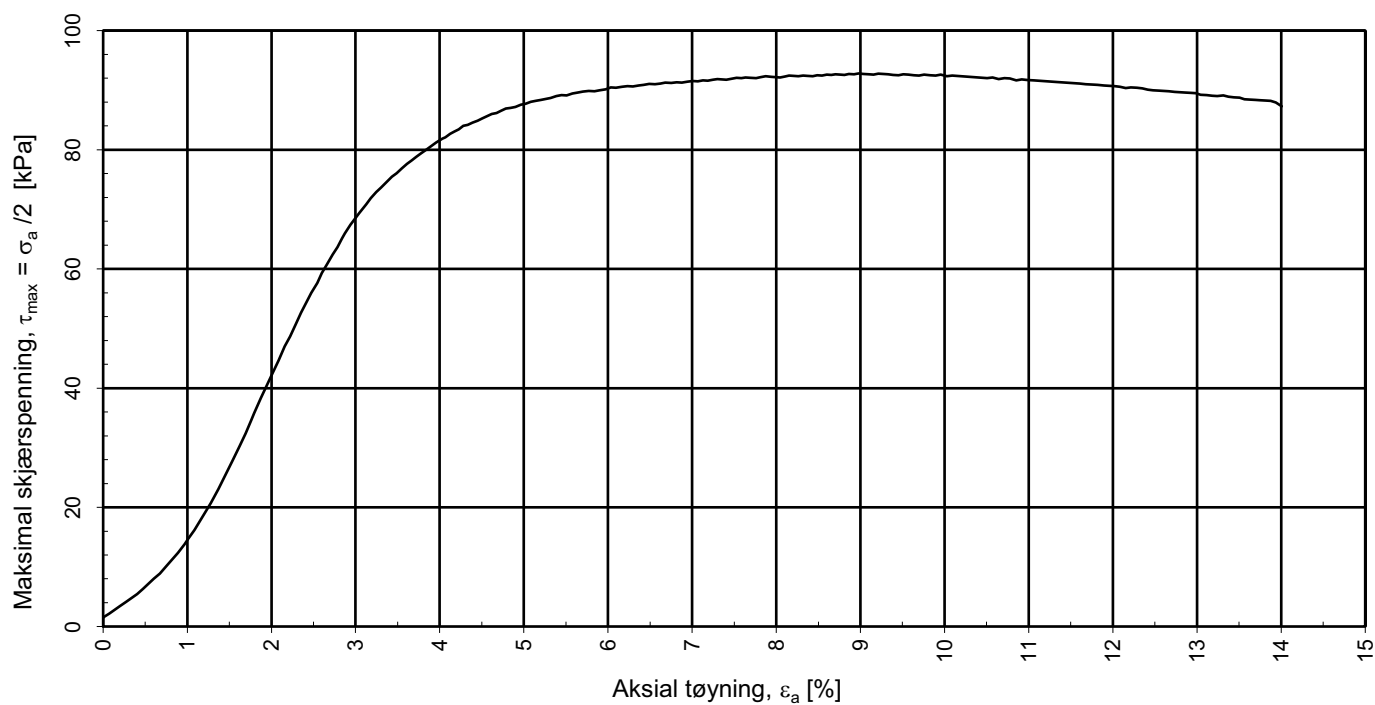
strain v av stress



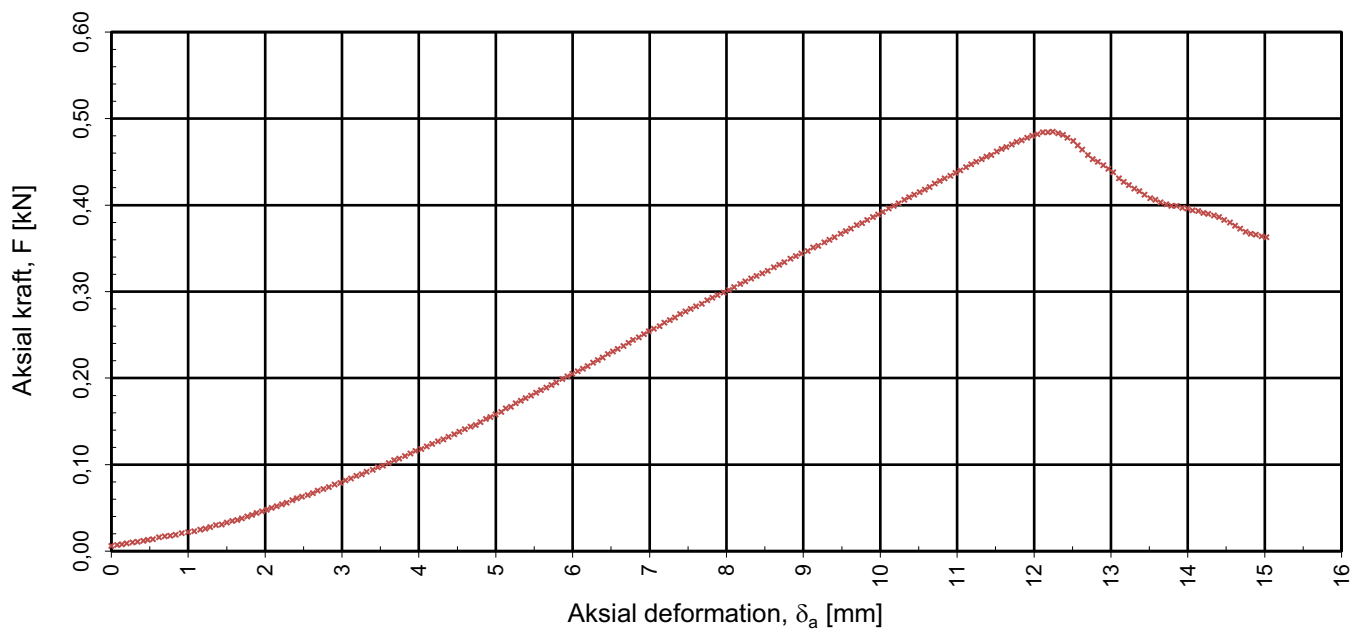
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	08.03.2021	20,50	B1	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	EIVSO	MARS	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10225077	RIG-TEG-250.4	Enaks	00



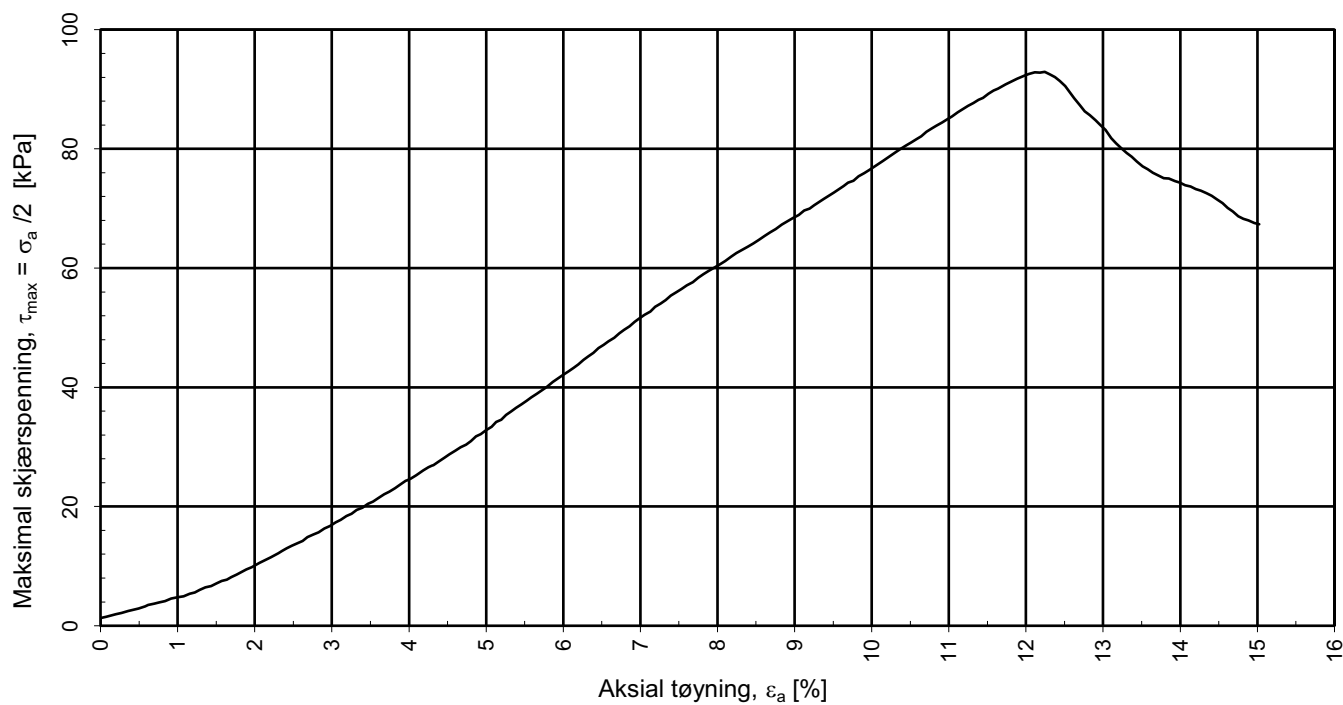
Tøyning mot skjærspenning



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	08.03.2021	13,40	B2	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	EIVSO	MARS	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10225077	RIG-TEG-251.1	Enaks	00

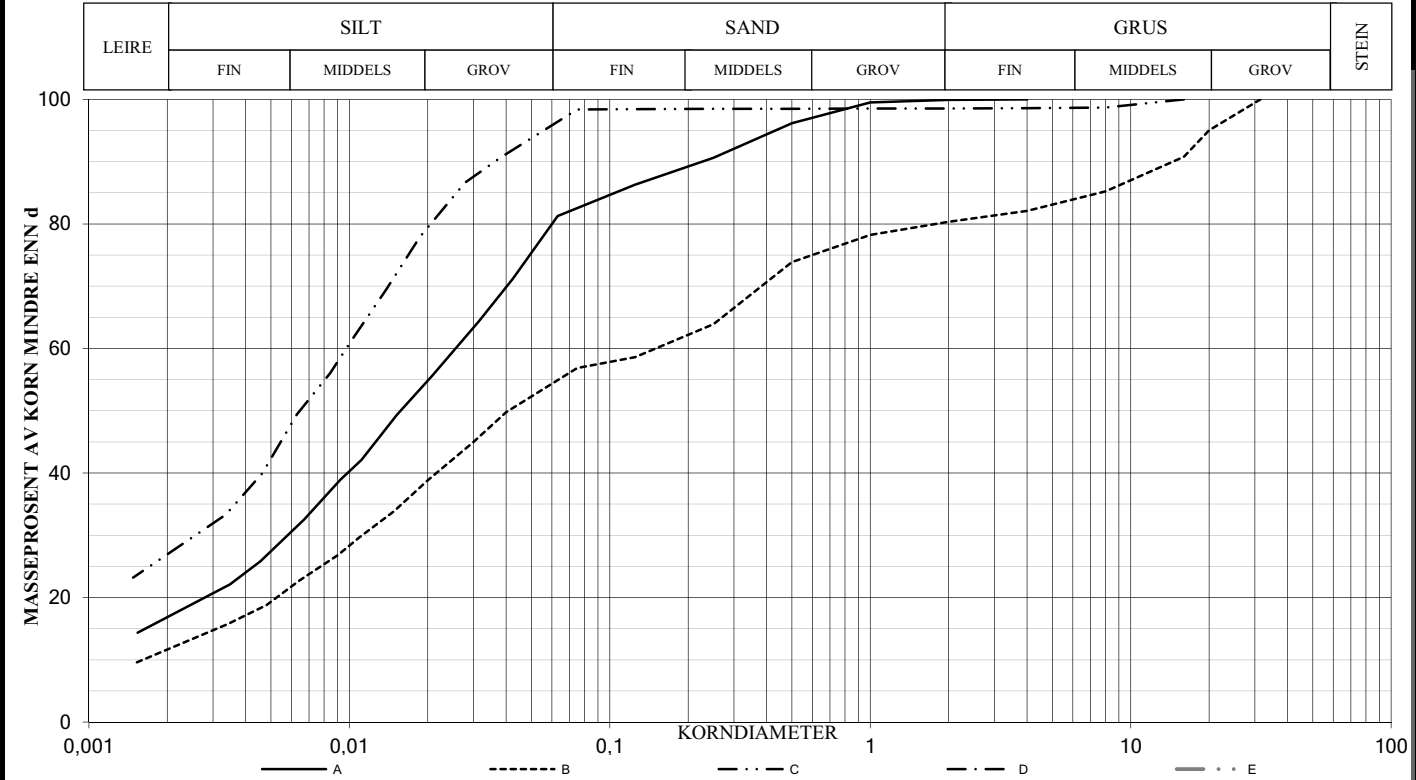


strain v av stress



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
	08.03.2021	17,50	B2	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	1	EIVSO	MARS	ANNM
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
	10225077	RIG-TEG-251.2	Enaks	00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	B1	12,0-13,0	LEIRE, siltig			X	X
B	B1	13,0-14,0	MATERIALE, siltig, sandig, leirig			X	X
C	B1	18,5-19,5	LEIRE, siltig			X	X
D							
E							



SYMBOL:
 Ogl. = Glødetap (%)
 Ona. = Humusinnhold (%)
 Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

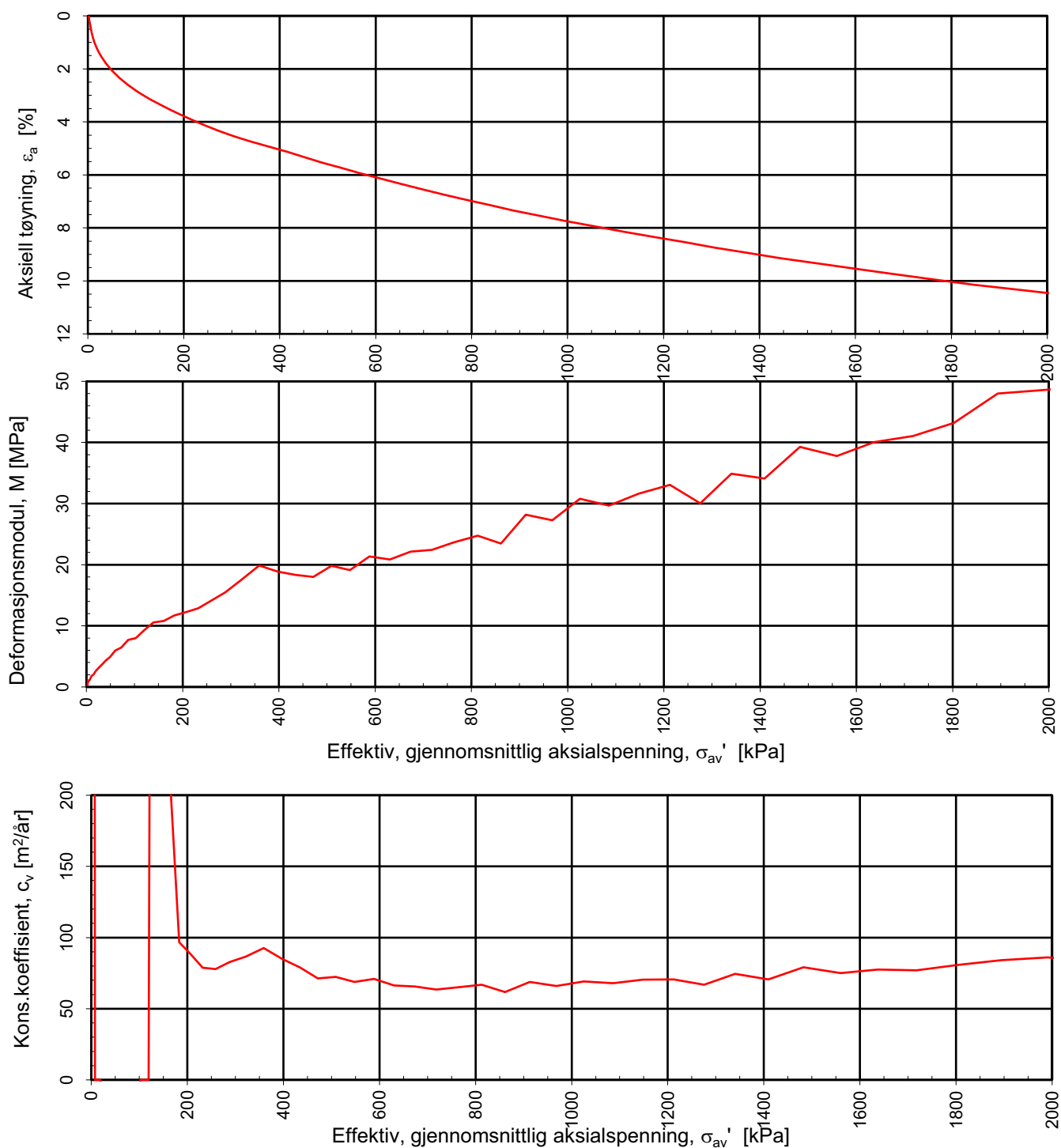
METODE:
 TS = Tørr sikt
 VS = Våt sikt
 HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A											0,0059	0,0158	0,0261
B										0,0017	0,0113	0,0411	0,1581
C											0,0027	0,0065	0,0098
D													
E													

KORNGRADERING

COWI AS A224234 Osloveien 23 GU										Konstr./Tegnet EIVSO	Kontrollert ANNM
										Godkjent ANNM	Dato 15.03.21
Multiconsult www.multiconsult.no					OPPDRAK NR. 10225077			TEGN. NR. RIG-TEG-300			REV. 00

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm^3): **2,10**
 Vanninnhold w (%): **18,86**

COWI AS
A224234 Osloveien 23 GU

Rapportdato:

12.03.2021

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
 N-0213 OSLO
 Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:

03.03.2021

Dybde, z (m):

12,55

Borpunkt nr.:

B1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

RHS

Kontrollert:

ANNM

Oppdrag nr.:

10225077

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.1

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

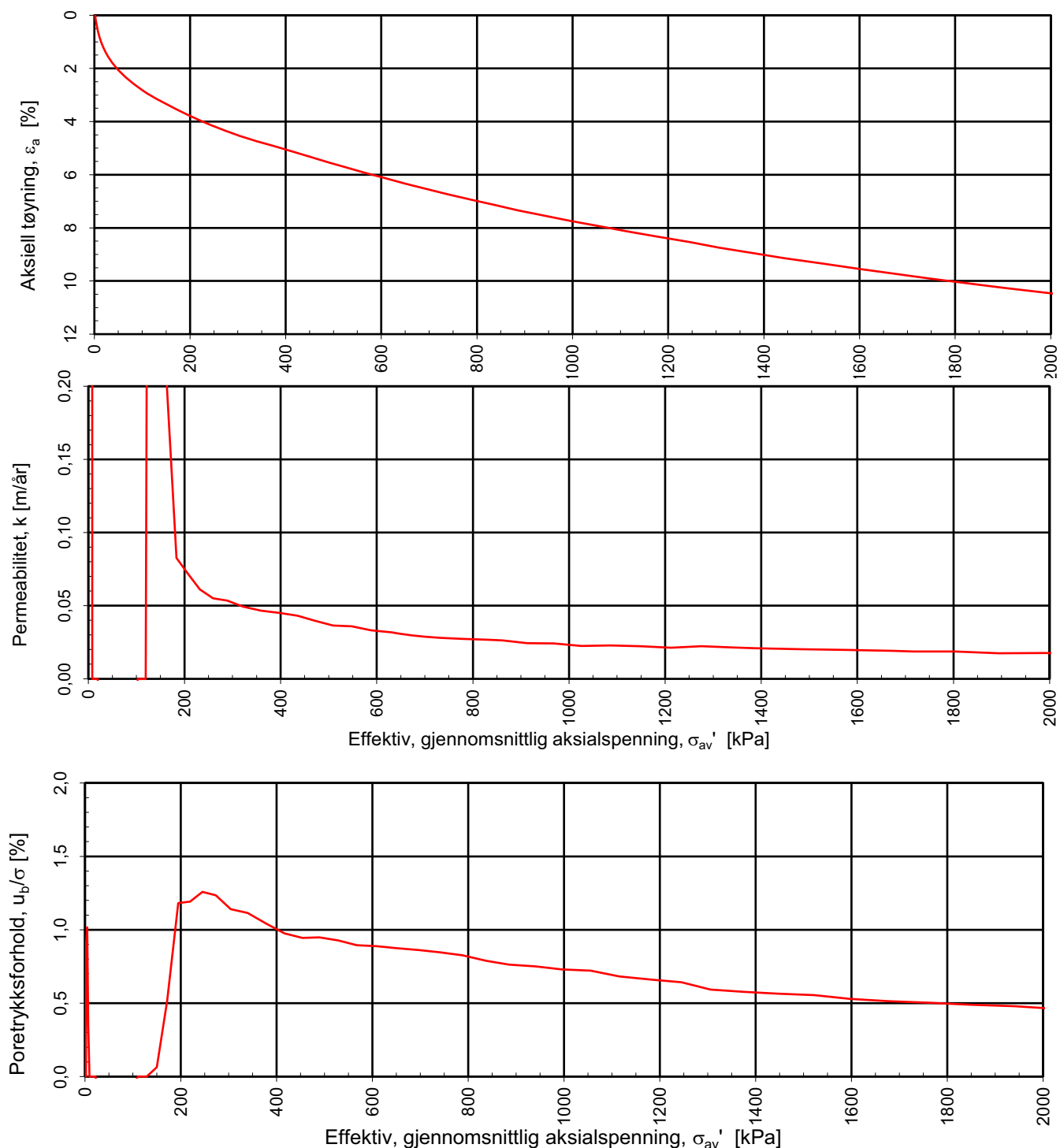
ANNM

Programrevisjon:

13.09.2020

Multi
consult

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): 2,10

Vanninnhold w (%): 18,86

COWI AS

A224234 Osloveien 23 GU

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, k og u_b/σ .

Rapportdato:

12.03.2021

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:

03.03.2021

Dybde, z (m):

12,55

Borpunkt nr.:

B1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

RHS

Kontrollert:

ANNM

Oppdrag nr.:

10225077

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

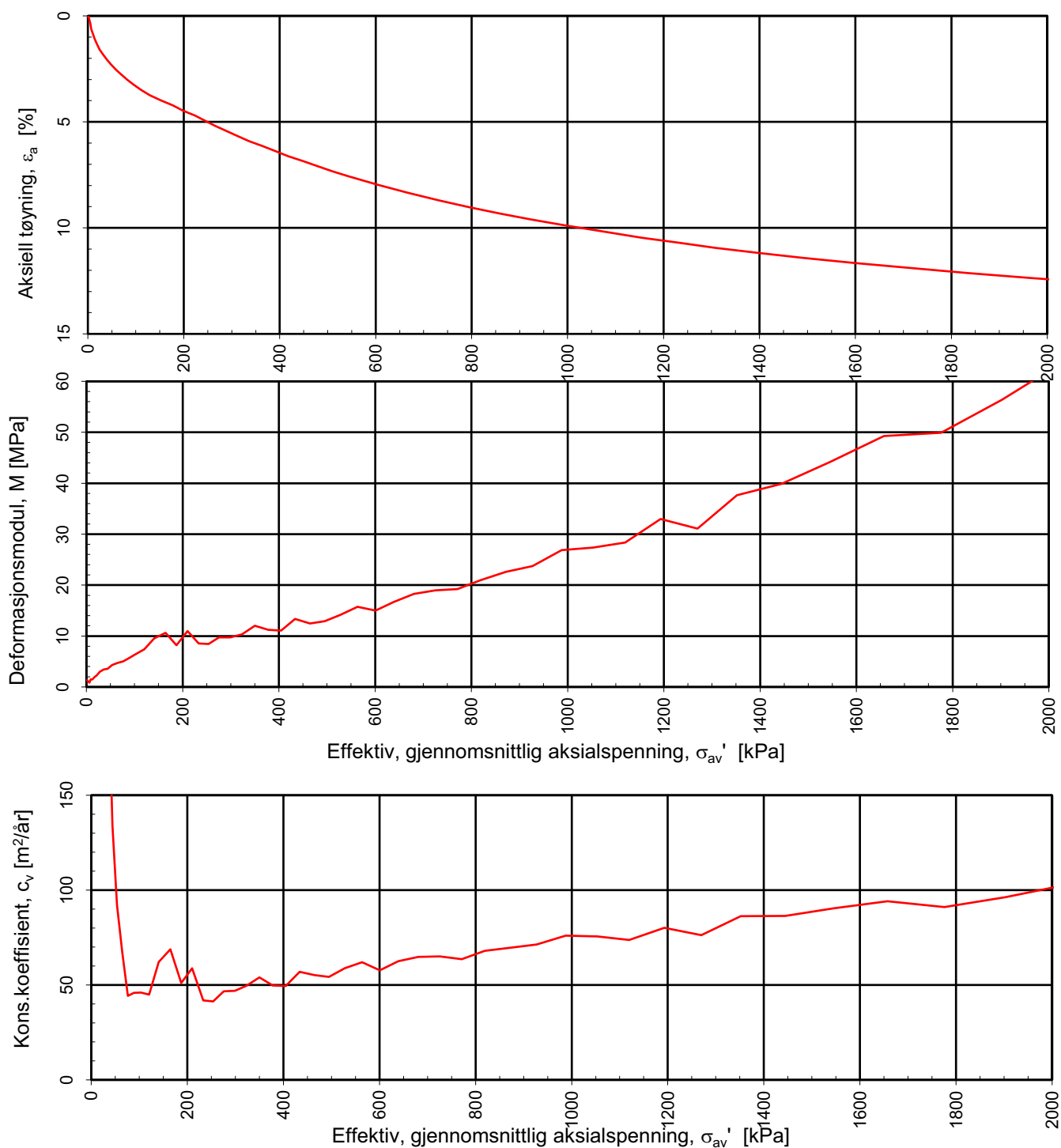
ANNM

Programrevisjon:

13.09.2020

Multi
consult

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): **2,01**
 Vanninnhold w (%): **24,19**

COWI AS
A224234 Osloveien 23 GU

Rapportdato:

12.03.2021

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
 N-0213 OSLO
 Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:

03.03.2021

Dybde, z (m):

17,00

Borpunkt nr.:

B1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

RHS

Kontrollert:

ANNM

Oppdrag nr.:

10225077

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.1

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

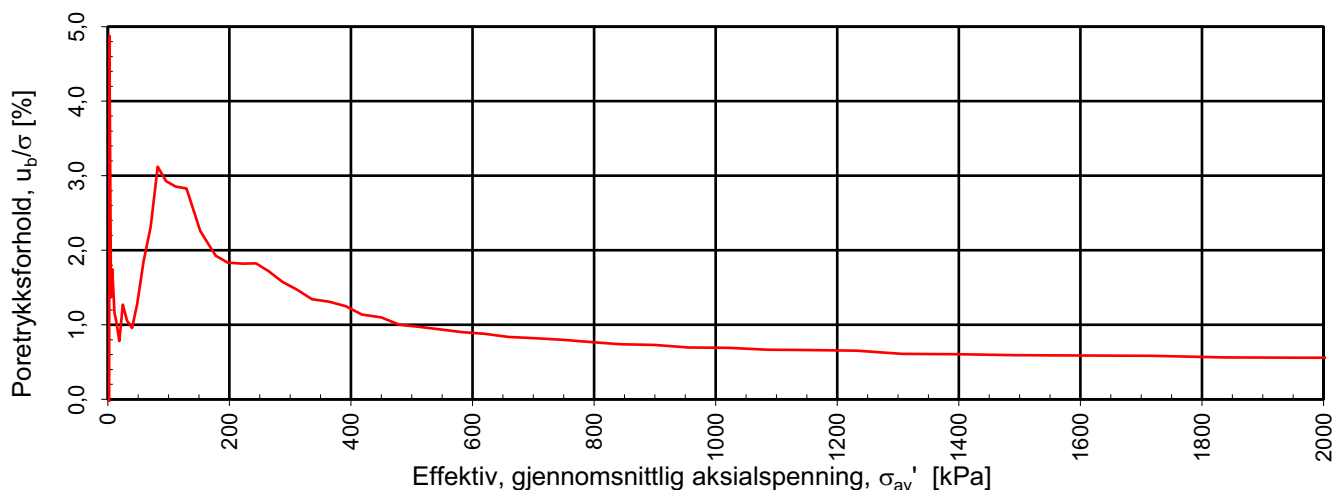
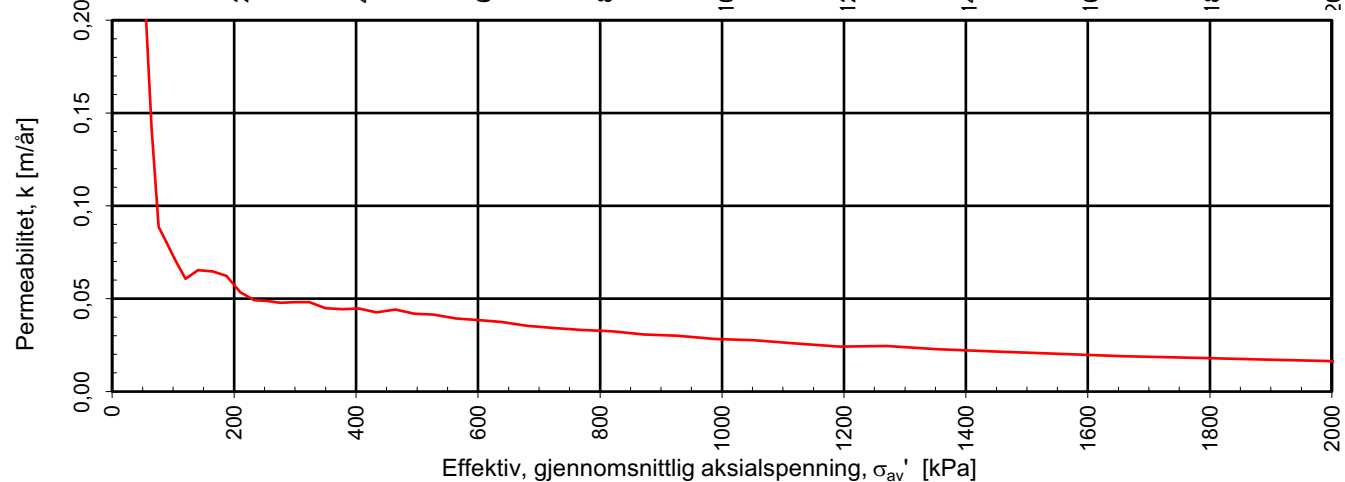
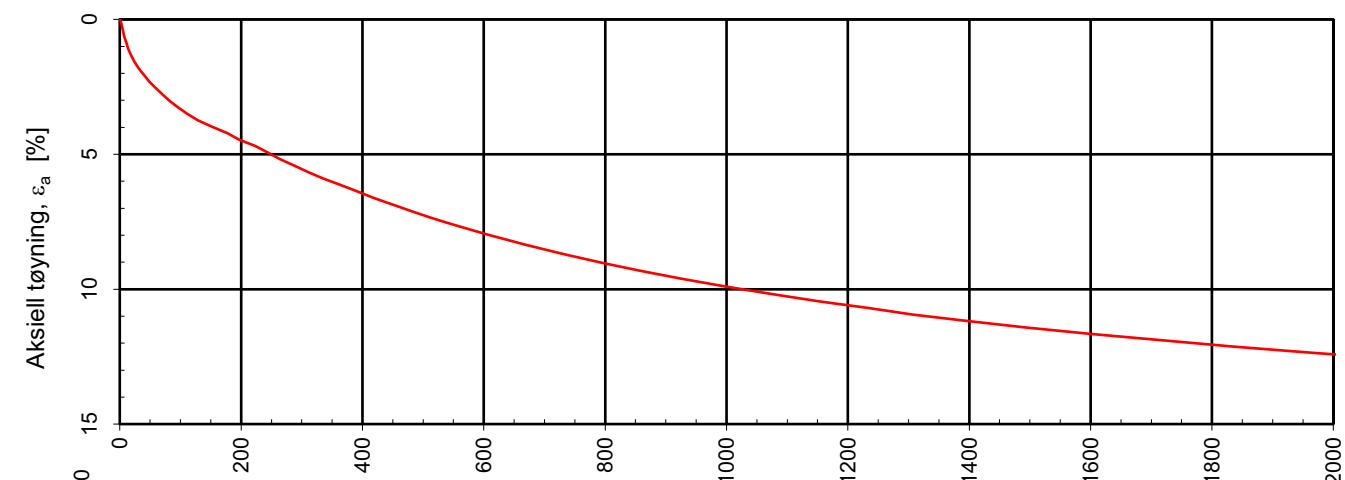
ANNM

Programrevisjon:

13.09.2020

Multi
 consult

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): 2,01
Vanninnhold w (%): 24,19

COWI AS

A224234 Osloveien 23 GU

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Rapportdato:

12.03.2021

MULTICONSULT AS

Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:

03.03.2021

Dybde, z (m):

17,00

Borpunkt nr.:

B1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

RHS

Kontrollert:

ANNM

Oppdrag nr.:

10225077

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.2

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

ANNM

Programrevisjon:

13.09.2020

Multi
consult

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

ORGANISKE JORDARTER

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

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

KORNFORDELINGSANALYSER

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

VANNINNHold

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

KONSISTENSGRENSER

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

HUMUSINNHold

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

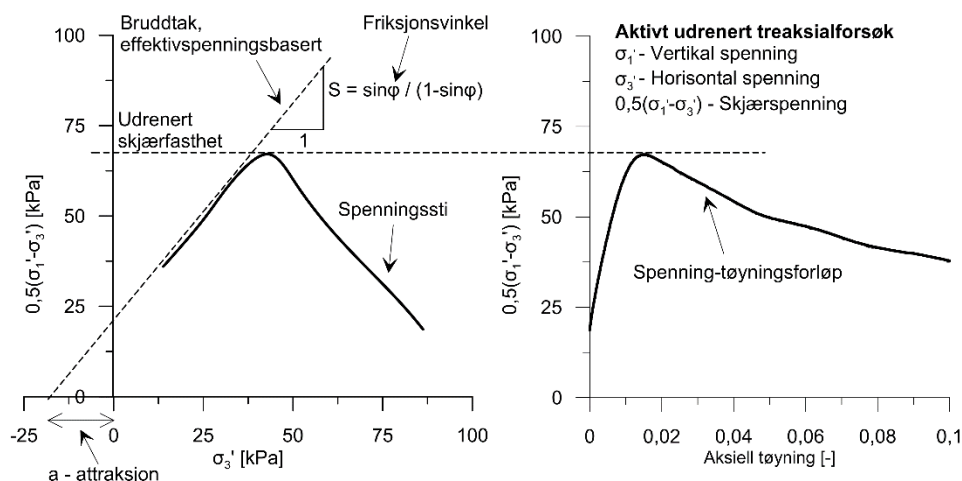
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

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

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

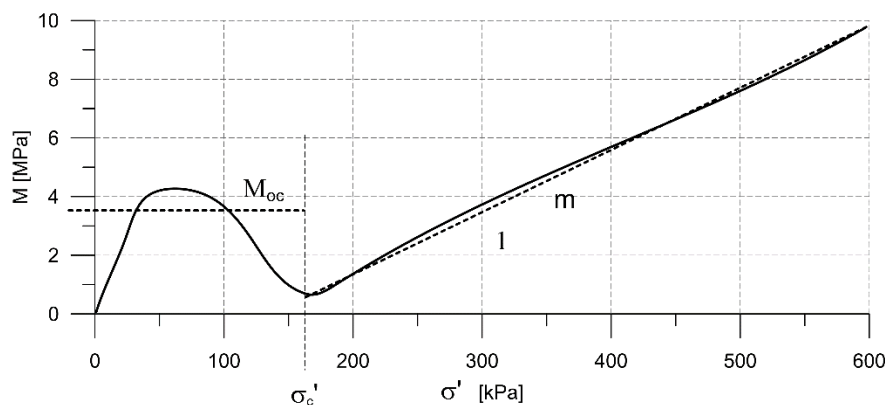
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc}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

**SENSITIVITET**

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

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

**TELEFARLIGHET**

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

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

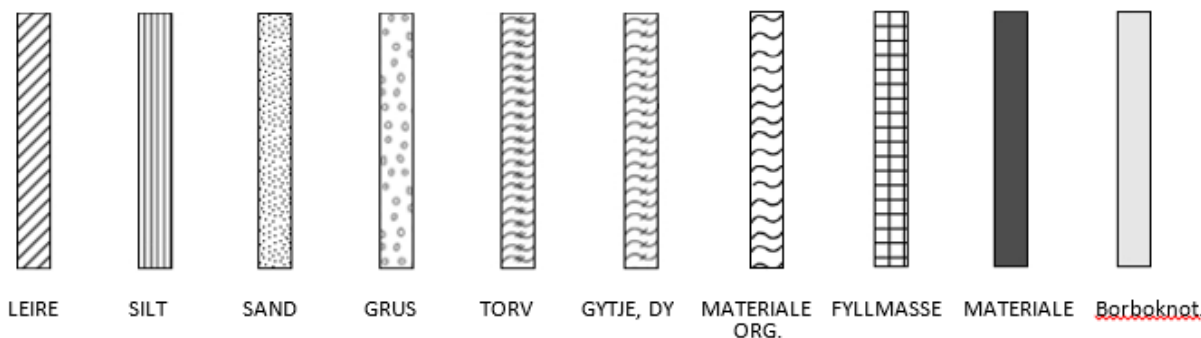
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



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

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

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

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

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

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

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

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

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksial trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001, NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Vedlegg 3

Koordinat- og borpunktsliste



Vedlegg 3
A224234 Osloveien 23 GU
Koordinat- og borpunktliste

Borpunkt	Dato boret	Metode	Koordinater (EUREF89 UTM sone 32, NN2000)			Bergkote (m.o.h.)	Boret i (m)		
			X	Y	Z		Løsmasser	Berg	Total
B1	23.02.2021	Total Cpt Prøve PZ	6669407,09	569702,70	+81,33	-	45,22	-	45,22
B2	24.02.2021	Total Cpt Prøve	6669403,95	569785,54	+80,52	-	45,15	-	45,15
B3	22.02.2021	Total	6669313,15	569742,75	+81,35	-	37,03	-	37,03

Vedlegg 4

CPTu Kvalibreringsskjema



CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4816

Göteborg: 2020-09-23

Probe No 4816
 Date of Calibration 2020-09-23
 Calibrated by Alexander Dahlin *Alexander Dahlin*
 Run No 1446
 Test Class: ISO 1

Point Resistance Tip Area 10cm²

Maximum Load 50 MPa
 Range 50 MPa
 Scaling Factor 1598
 Resolution 0,4774 kPa
 Area factor (a) 0,849

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 98,294 kPa
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

Local Friction Sleeve Area 150cm²

Maximum Load 0,5 MPa
 Range 0,5 MPa
 Scaling Factor 3717
 Resolution 0,0103 kPa
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,42 kPa
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load 2,5 MPa
 Range 2 MPa
 Scaling Factor 3596
 Resolution 0,0212 kPa

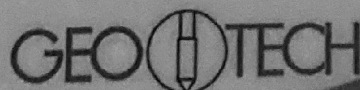
ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,908 kPa
 Temperature range 5 -40 deg. Celsius.

Tilt Angle. Scaling Factor: 0,92

Range 0 - 40 Deg.

Backup memory
 Temperature sensor



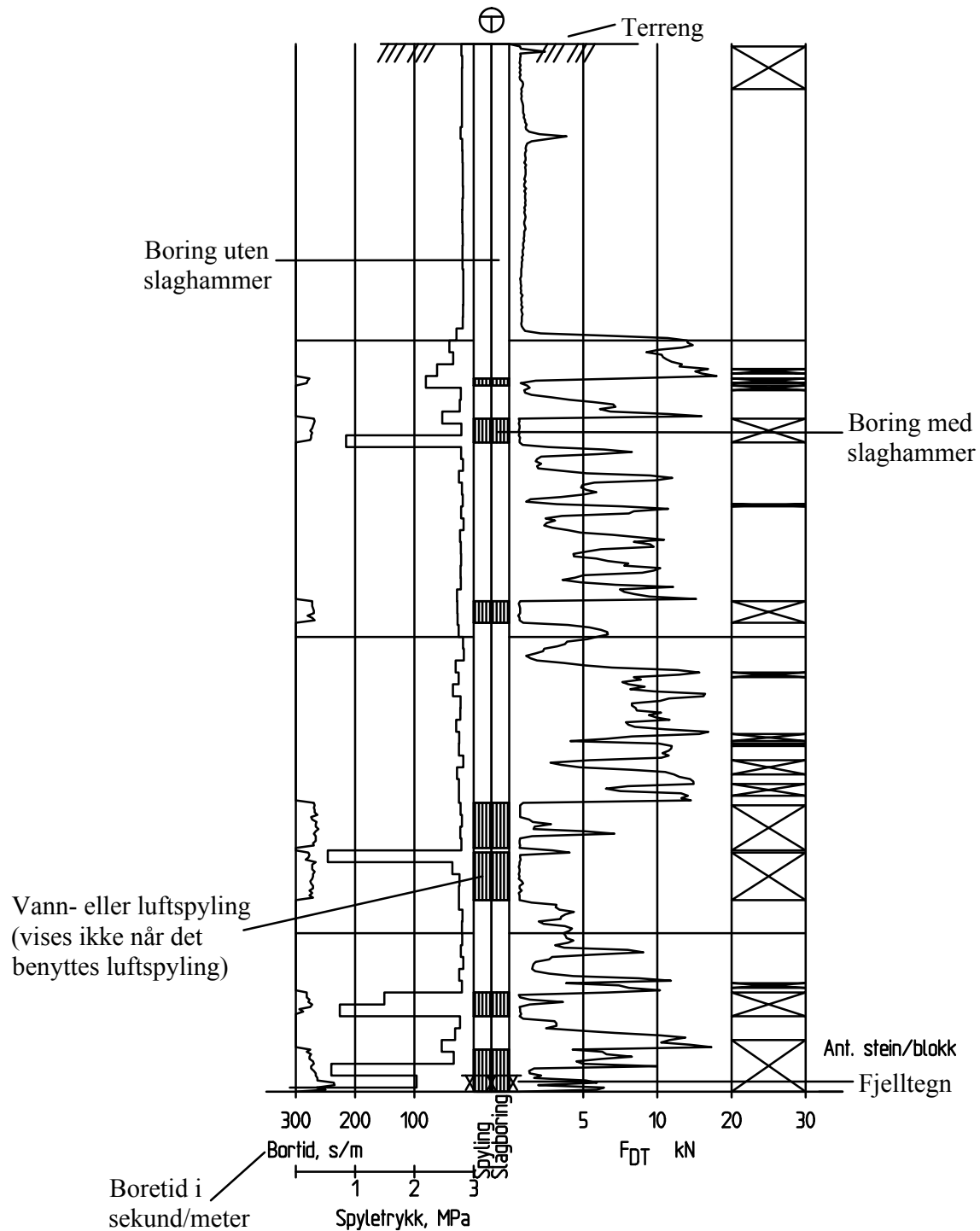
Specialists in
 Geotechnical
 Field Equipment

Tillegg

Beskrivelse av totalsondering



Eksempel på totalsondering med forklaring



Tillegg

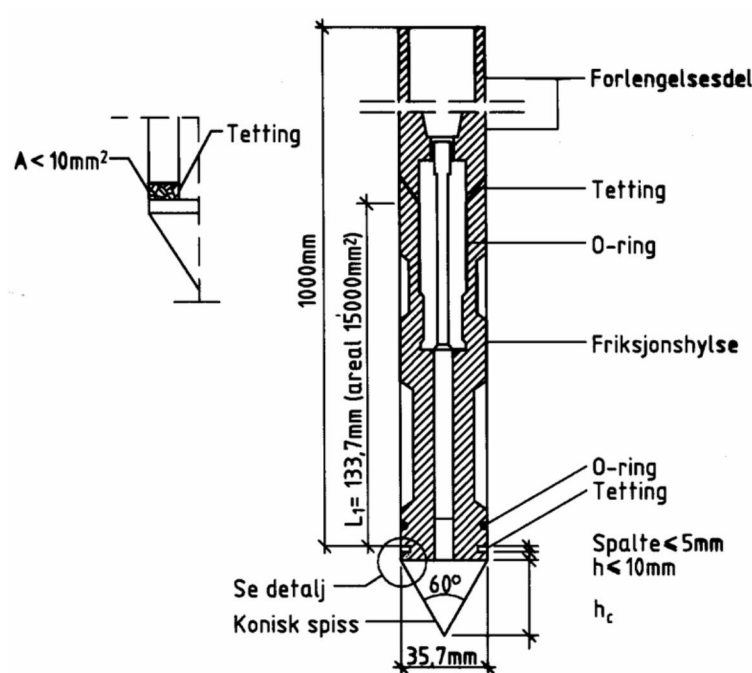
Beskrivelse av trykksondering



Forklaring av trykksondering (CPTU)

Prinsipp

Trykksondering, CPT (cone penetration test), med poretrykksmåling blir gjerne forkortet CPTU. Sonderingen utføres ved at en sylindrisk sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot den koniske spissen, poretrykket like bak spissen og sidefriksjon mot en friksjonshylse på den sylindriske delen.



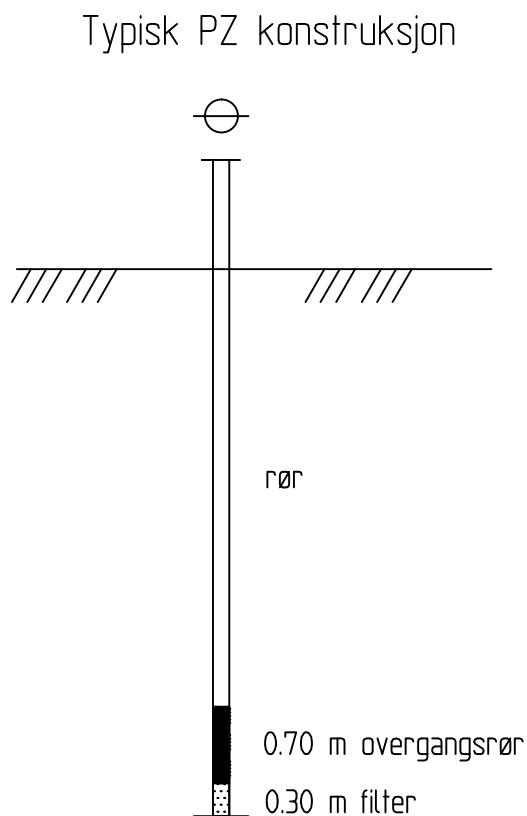
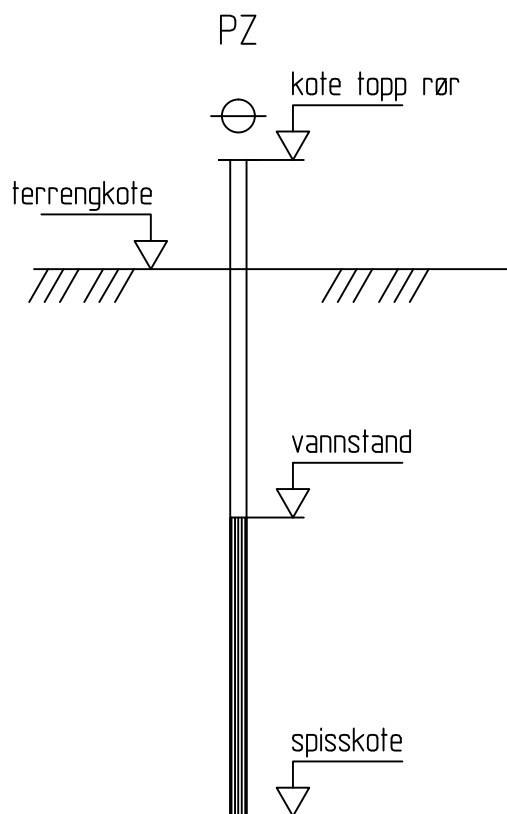
Målingene skjer ved elektronisk eller akustisk signaloverføring.

Tillegg

Beskrivelse av grunnvannstandsmåling



Forklaring av grunnvannstandsmåling



VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerede vannstand
LRV	Laveste regulerede vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

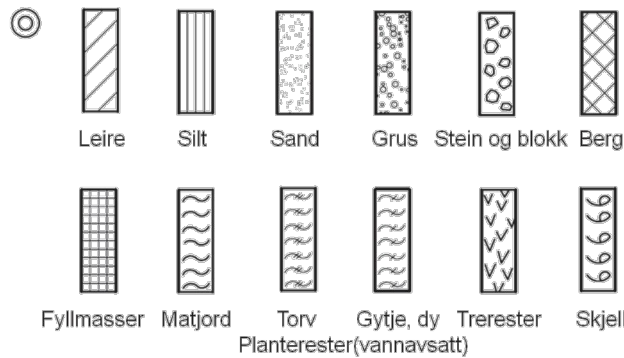
Tillegg

Beskrivelse av løsmasseprofil



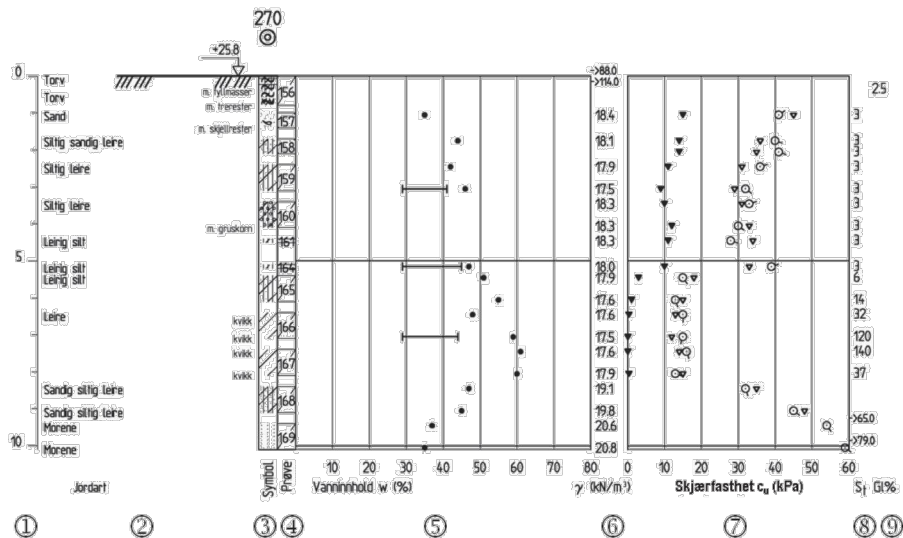
Forklaring av løsmasseprofil

Prøveserie, materialsymboler.



Ved blandingsjordarter som for eksempel morene kombineres symboler.

Framstilling av laboratoriedata.



- (1) Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn eller sjøbunn.
- (2) Jordartsbeskrivelse. Grunnvannsstanden kan angis.
- (3) Materialsymboler.
- (4) Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, eventuelt påføres prøvenummer.
- (5) Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil. I sand kan angis både feltverdier og beregnede verdier tilsvarende vannmettet materiale.
- (6) Tyngdetetthet γ i kN/m^3 , alternativt densitet ρ i kg/m^3 . Eventuelt kan i sand også angis beregnet verdi tilsvarende vannmettet materiale.
- (7) Skjærfasthet c_u angis i kPa
- (8) Sensitivitet S_t angis i hele tall.
- (9) Glødetap angis i %.