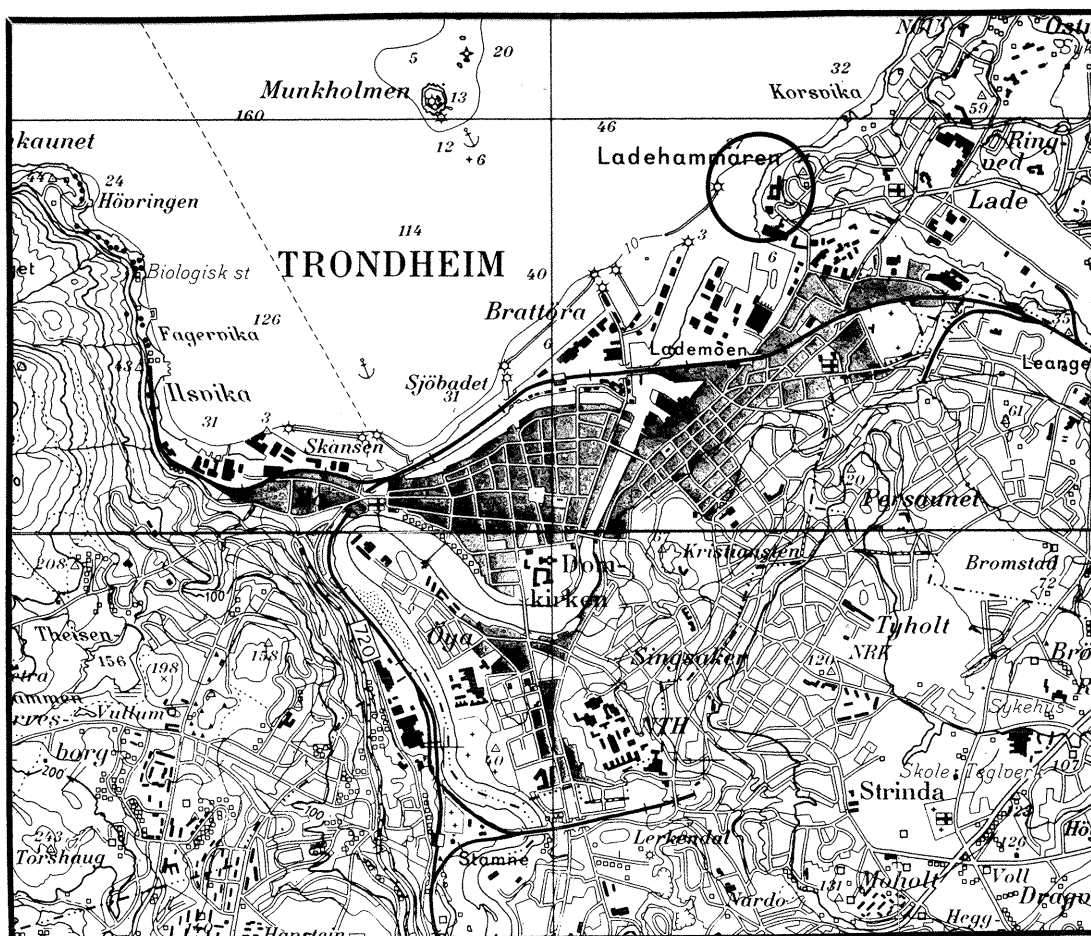


# R. 785 LADEHAMMEREN RENSEANLEGG

GRUNNUNDERSØKELSER  
GEOTEKNISK VURDERING



05. 02. 90

GEOTEKNISK SEKSJON  
PLANKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE  
TEKNISK AVDELING  
GEOTEKNISK SEKSJON  
HOLTERMANN SV. 1, 7004 TRONDHEIM

|   |                         |                                    |                     |
|---|-------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Oppdragsgiver:<br>Kommunalteknisk seksjon   |                         | Oppdrag v/:<br>Ellingson           |                     |
| Oppdrag: R. 785 LADEHAMMERN RENSEANLEGG<br>UTFYLLING LANGS ORMEN LANGES VEI<br>STABILITETSVURDERING   |                         |                                    |                     |
| Sted, dato: TRONDHEIM 05.02.90  |                         |                                    |                     |
| UTM- referanse:<br>NR 710 365   |                         | Sted:<br>Ladehammern               |                     |
| Emneord:<br>Stabilitet  |                         | Bølgeerosjon                       |                     |
| Feltarbeid utført:<br>desember -89  | Antall tekstsider:<br>4 |                                    | Antall bilag:<br>11 |
| Sammendrag:<br>Grunnen utenfor Ladehammeren består av sand.<br><br>Stabiliteten av de planlagte utfyllingene vil være tilfredstillende dersom en benytter skråningshelning 1:2.5 eller slakere over kote 0.<br><br>Fronten må erosjonsbeskyttes med stor stein eller gabioner, som beskrevet i rapporten. |                         |                                    |                     |
| Seksjonsleder:<br>Kåre Sand   |                         | Saksbehandler:<br><i>Kåre Sand</i> |                     |



TRONDHEIM KOMMUNE  
TEKNISK AVDELING  
GEOTEKNISK SEKSJON, VALØYA  
HOLTERMANN SV. 1, 7004 TRONDHEIM  
TLF. (07) 54 70 84, 54 70 88, 54 70 96

PLANKONTORET  
KOMMUNALTEKNISK SEKSJON

DERES REF.: Ellingson

VÅR REF.:

R.785 KS

TRONDHEIM,

05.02.90

LADHAMMERN RENSEANLEGG. UTFYLLING LANGS ORMEN LANGES VEI.

Vi viser til anmodning om geoteknisk bistand og oversender vedlagt 3 kopier av vår rapport R.785. Rapporten inneholder resultatene fra grunnundersøkelsene, en vurdering av stabilitetsforholdene og vurdering av faren for bølgeerosjon.

PLANKONTORET  
Geoteknisk Seksjon

Kåre Sand  
Seksjonsleder

Vedlegg:

Kopi av brev og rapport sendt:

Prosjektering AS  
v/Stein Heggstad  
Sluppenveien 5  
7037 TRONDHEIM

Trondheim Havnevesen  
Pir-senteret  
7010 TRONDHEIM

## 1. INNLEDNING

Etter anmodning av Kommunalteknisk seksjon har vi utført grunnundersøkelser for planlagt utfylling langs Ormen Langes vei ved Ladehammeren. Fyllingen skal legges ut med masser fra utspredning av fjellrom for nytt renseanlegg i Ladehammeren.

Det skal fylles ut på to områder. Den søndre delen går fra Ladebakkens utløp og ca 300 meter nordover til Sikkerhetsoppførings senteret. Den østre delen går fra Senteret og ca 200 meter nordøstover. Det er den sistnevnte delen som skal fylles ut først.

Begge områdene er vist på situasjonsplanen i bilag 1. Forventet fyllingsutslag på sjøbunnen er også vist på terrengprofilene.

Det er tidligere utført flere undersøkelser i området. Data fra disse som er av interesse for dette prosjekt er tatt med i denne rapporten, bl.a fra:

0.4396 Kummeneje -84 (for sikkerhetssenteret)  
Pollems -45 (Tyske boringer for kai)  
0.112 Kummeneje -62 (for cementsiloer)

Øst for sikkeroppførings-senteret er det plassert en fortøyningspuller i strandkanten. Denne ble bygd i forbindelse med innskiping av plattformen som utgjør senteret. Pulleren vil bli overfylt ved de framlagte planer. Det samme gjelder en tyskbygd pillar som står ute i sjøen rett utenfor påhugget for renseanlegget.

## 2. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

På den søndre delen er det utført 5 dreiesonderinger og tatt opp 3 prøveserier. Feltundersøkelsen er utført av innleide mannskaper fra Kummeneje AS. Dybdekotene er hentet fra kart utarbeidet av Fjellanger Widerøe i -85.

På den østre delen finnes tilstrekkelige data fra tidligere undersøkelser.

Borpunktene plassering framgår av situasjonskartet i bilag 1. Sonderingsresultatene er framstilt på terrengprofilene i bilag 2 til 6.

Prøvene er undersøkt ved seksjonens geotekniske laboratorium. De er rutinemessig beskrevet og klassifisert, og vanninnholdet er bestemt. Resultatene er sammenstilt i borprofilene i bilag 7. I tillegg er det utført kornfordelingsanalyse på 6 prøver. Resultatet er vist i bilag 8 og 9. Massens styrkeparametre på effektivspenningsbasis er undersøkt ved treaksialforsøk på 1 prøve. Resultatet er vist i bilag 10.

### 3. GRUNNFORHOLD.

TOPOGRAFIEN framgår av kartets koter. Veien ligger ca på kote 5 lengst sør, og stiger til kote 8 midt i den søndre delen. Videre østover ligger den mellom kote 7 og 8. Fra veien faller terrenget bratt mot ca middelvann nivå.

GRUNNEN består av sand. Den er grusig øverst og dertil steinrik nærmest land. Fra 1 til 2 meter under sjøbunnen blir den fin, ensgradert og tildels litt siltig. Romvekten kan tyde på relativ løs lagring, men treaksialforsøket ga høye styrkeparametre.

De tyske boringene har registrert noen rene siltlag, men de ser ikke ut til å være sammenhengende lag. Vi kjenner heller ikke til hvilken metode som er benyttet for opptak av prøvene.

Ved Norcems anlegg helt sør for fyllingen er det påvist leire i dybden.

FJELLET ligger i dagen langs Ormen Langes vei og flere steder langs strandlinjen. Det faller videre ca 1:1.5 utover.

### 4. STABILITETSFORHOLD.

Stabiliteten av de planlagte fyllingene er tilfredstillende. Den vil kunne være litt anstrengt der fyllingen har sitt største utslag (profil A), men dersom arbeidet utføres som beskrevet i de etterfølgende kapitler vil det ikke være fare for utglidning. Det er viktig at fyllingen ikke legges ut på tipp fra høyere nivå enn kote +2.

### 5. FRAMDRIFT I UTFYLLINGEN.

Steinfyllinger som legges ut på høy tipp får oftest en ustabil og bratt front. Største fyllingshøyde her kommer opp mot 8 meter. Det vil da kunne være forbundet med fare å trafikkere fyllingskanten, ikke minst fordi fyllingen legges ut i sjøen hvor bølger vil vaske i fyllmassen, og hvor sammenstyrtinger først kan komme når belastningen fra f.eks en dumper kommer på. Utlagt på tipp vil skråningen umiddelbart stå 1:1 eller brattere, men den vil raskt slakes ut til minst 1:1.25. Slakere skråninger må legges med maskin. Dette kan gjøres over middelvannsnivå, eller kanskje ned mot lavvann uten for store merkostnader, men under lavvann vil det (om mulig) være kostbart å forlange slakere helning enn 1:1.25.

Vi foreslår at en under kote 0 (midlere lavvann) tar sikte på skråningshelning 1:1.25.

Kvaliteten av fyllingen blir bedre jo flere lag en legger massen ut i. Vi foreslår at en, etter en eventuell utvidelse av anleggs-

området på nivå med Ormen Langes vei, legger ut fyllingen på kote +2, til 6 meter innenfor teoretisk 0 kote. Deretter legges blokkelaget som erosjonsbeskyttelse ut under kote 0. Laget må inspiseres av dykker. Dersom det er overheng og/eller hulrom i fronten må en sprengne ned slike. En kan med fordel legge opp stein til kote 2, da en slik oppnår en selvreparerende effekt.

En fortsetter så oppfyllingen til f.eks. kote 5, og deretter fullføres fyllingen til planlagt høyde.

Over kote 0 skal helningen være 1:2.5 eller slakere. En får her store arealer som skal erosjonsbeskyttes. Dersom en får underskudd på dekkstein kan en benytte Gabioner (se forøvrig neste kapittel).

## 6. BØLGE EROSIJON.

Fyllingen ligger utsatt til for bølger fra VNV til NNØ. Strøklengden bli da ca 15 km. Over denne strekningen genereres maksimal bølgehøyde i løpet av 1 til 3 timer avhengig av vindstyrke. I samråd med Meteorologisk Institutt's Klimaavdeling har vi antatt dimensjonerende vindhastighet i den nevnte sektor til 45 knop (styrke 9 - liten storm) med varighet minst 1.5 time.

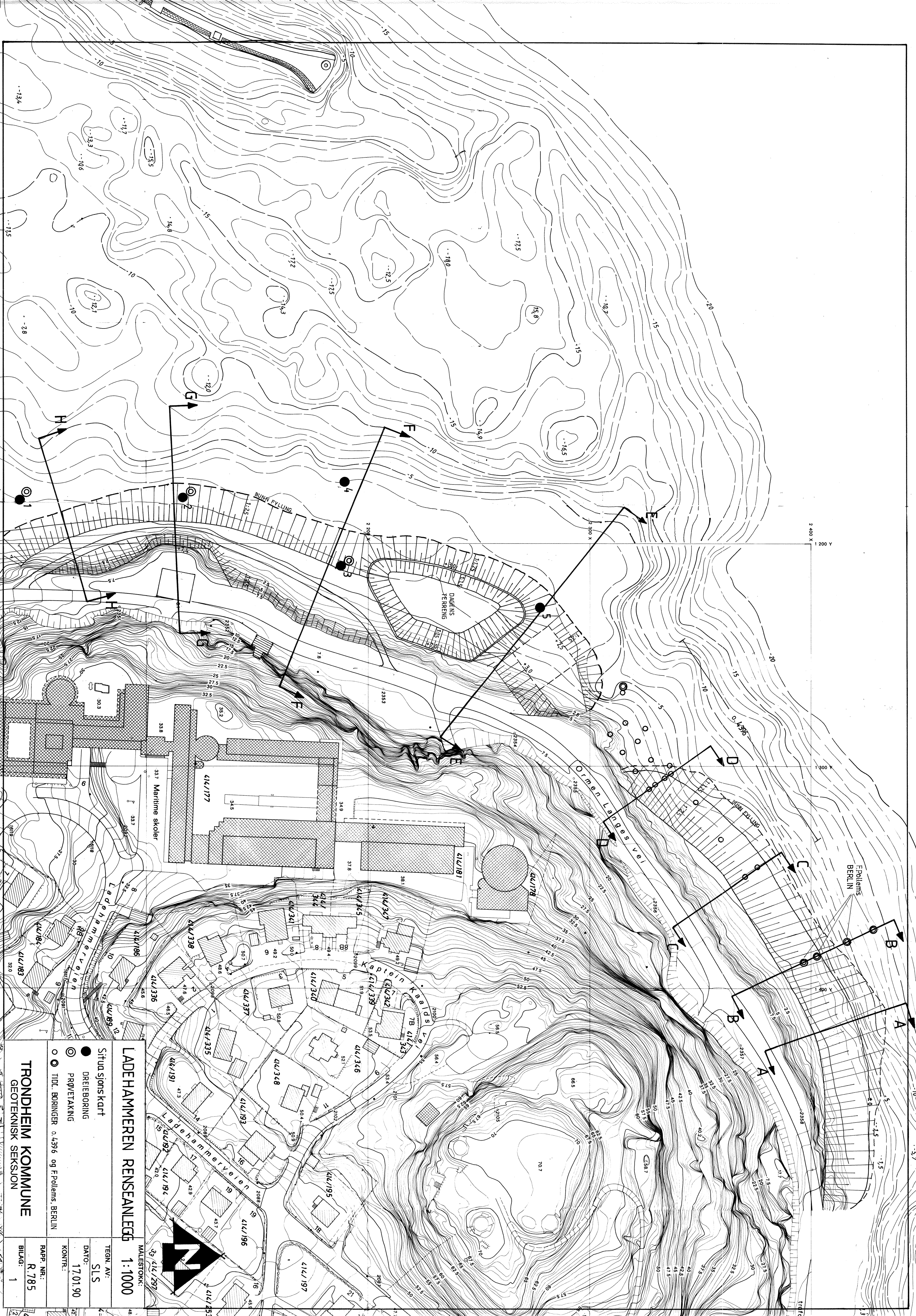
Karakteristisk bølgehøyde blir da 2.3 meter.

Ved hjelp av Hudsons formel har vi vurdert nødvendig steinstørrelse i dobbelt dekklag for de aktuelle skråningshelninger. For helning hhv. 1:1.25 og 1:2.5 må en ha stein av volum hhv. ca 2.75 og 1.35 m<sup>3</sup>, eller omregnet til kubisk form sidekant hhv. ca 1.4 og 1.1 meter.

Dersom det viser seg vanskelig å få nok dekkstein kan det benyttes en alternativ utførelse med gabioner på øvre del (høyere enn kote 0). Gabionkassene må utføres av galvanisert netting eller lysbestandig plast. Madrassene eller kassene må være over 50 cm tykke og fylles med størst mulig stein. Kassene bør bygges på stedet i størst mulig enheter.

Dersom en benytter gabioner er det mulig å feste vegetasjonsmatter til disse ned til f.eks. kote 5. En vil kunne få oppskylling over dette nivået.

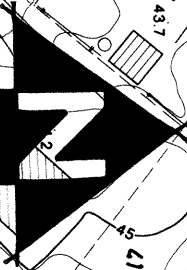




**LADEHAMMEREN RENSEANLEGG**  
 MALESTOKK: 1:1000

Situasjonskart  
 ● DREIEBORING  
 ⊙ PRØVETAKING  
 ○ TIDL. BORINGER o. 4396 og F.pollens, BERLIN

TEGN. AV: SLS  
 DATO: 17.01.90  
 KONTR.:  
 RAPP. NR.: R.785  
 BILAG: 1



2 400 X  
 1 200 X

1 900 X  
 1 400 X

F.pollens  
 BERLIN

337 Maritime skoler

DAGEFN  
 TERRENG

Ormen Lages veg

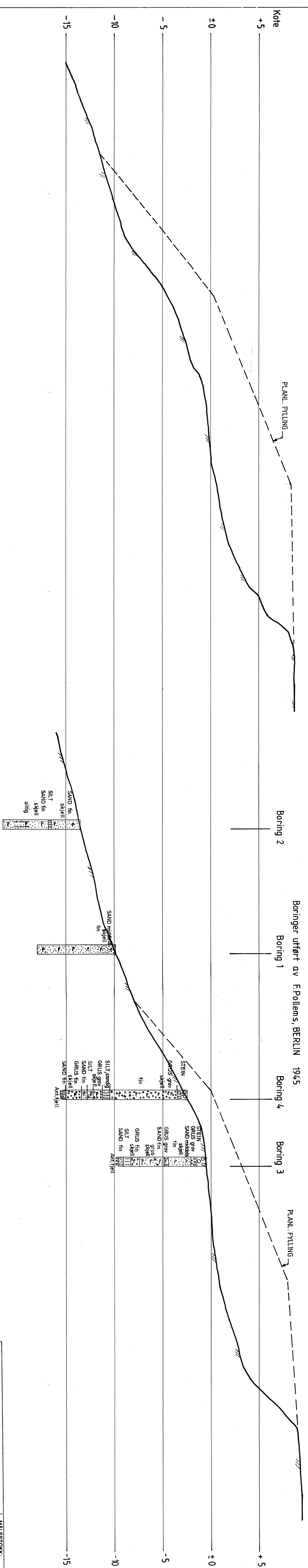
Ladehammerveg

Ladehammerveg

414/191  
 414/192  
 414/193  
 414/194  
 414/195  
 414/196  
 414/197  
 414/198  
 414/199  
 414/200  
 414/201  
 414/202  
 414/203  
 414/204  
 414/205  
 414/206  
 414/207  
 414/208  
 414/209  
 414/210  
 414/211  
 414/212  
 414/213  
 414/214  
 414/215  
 414/216  
 414/217  
 414/218  
 414/219  
 414/220  
 414/221  
 414/222  
 414/223  
 414/224  
 414/225  
 414/226  
 414/227  
 414/228  
 414/229  
 414/230  
 414/231  
 414/232  
 414/233  
 414/234  
 414/235  
 414/236  
 414/237  
 414/238  
 414/239  
 414/240  
 414/241  
 414/242  
 414/243  
 414/244  
 414/245  
 414/246  
 414/247  
 414/248  
 414/249  
 414/250

PROFIL A

PROFIL B



MALESTOKK: LADEHAMMEREN RENSEANLEGG 1:200

TEGN. AV: SLS  
 DATO: 17.01.90  
 KONTR.:

Profil med prøvetakingsresultat

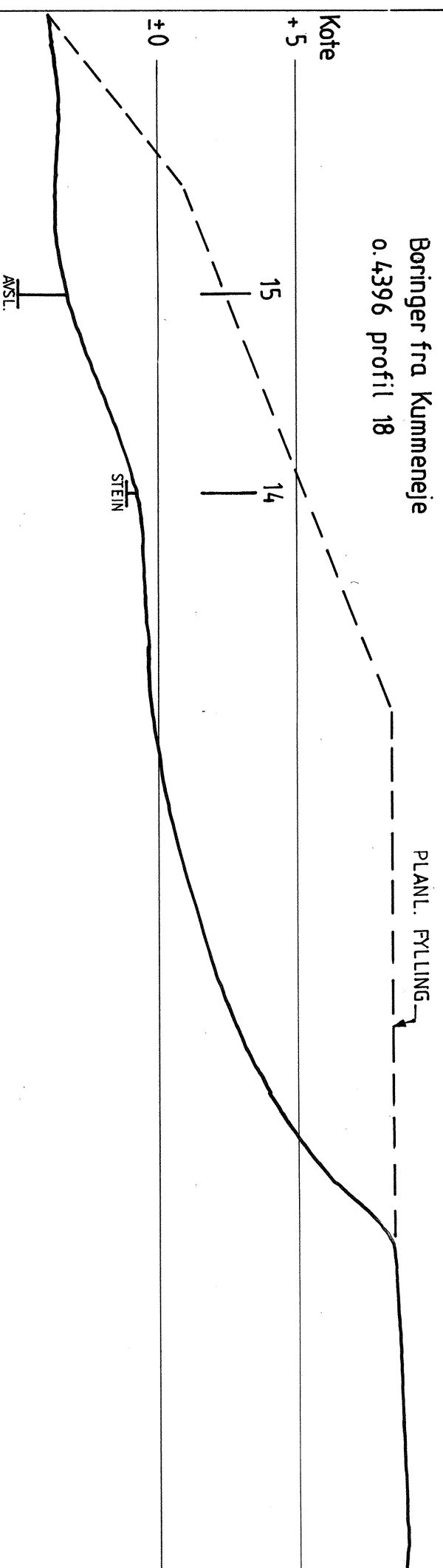
Profil A og B

TRONDHEIM KOMMUNE  
 GEOTEKNISK SEKSJON

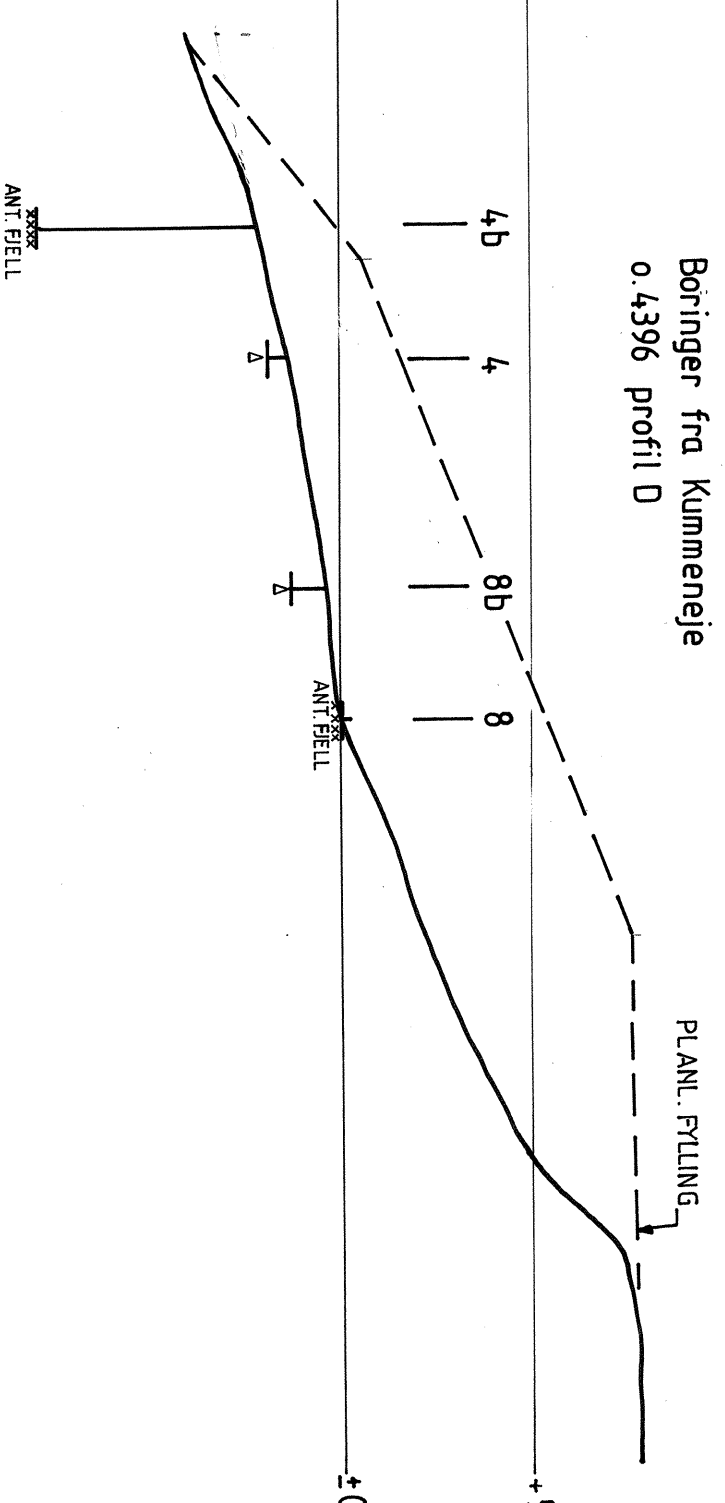
RAPP. NR.: R.785  
 BILAG: 2



### PROFIL C



### PROFIL D



#### LADHAMMEREN RENSEANLEGG

Profil med slagsonderingsresultat

Profil C og D

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

MALESTOKK:

1:200

TEGN. AV:

SLS

DATO:

18.01.90

KONTR.:

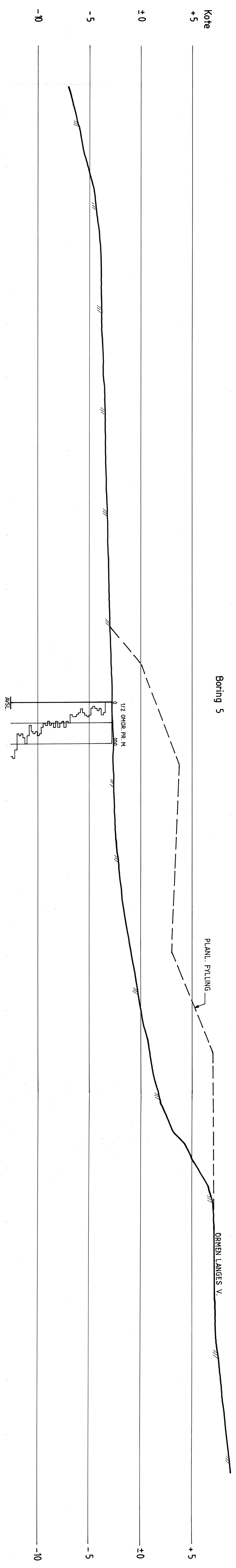
RAPP. NR.:

R. 785

BILAG:

3

# PROFIL E



MALESTOKK: **LADHAMMEREN RENSEANLEGG 1:200**

Profil med dreieboringsresultat

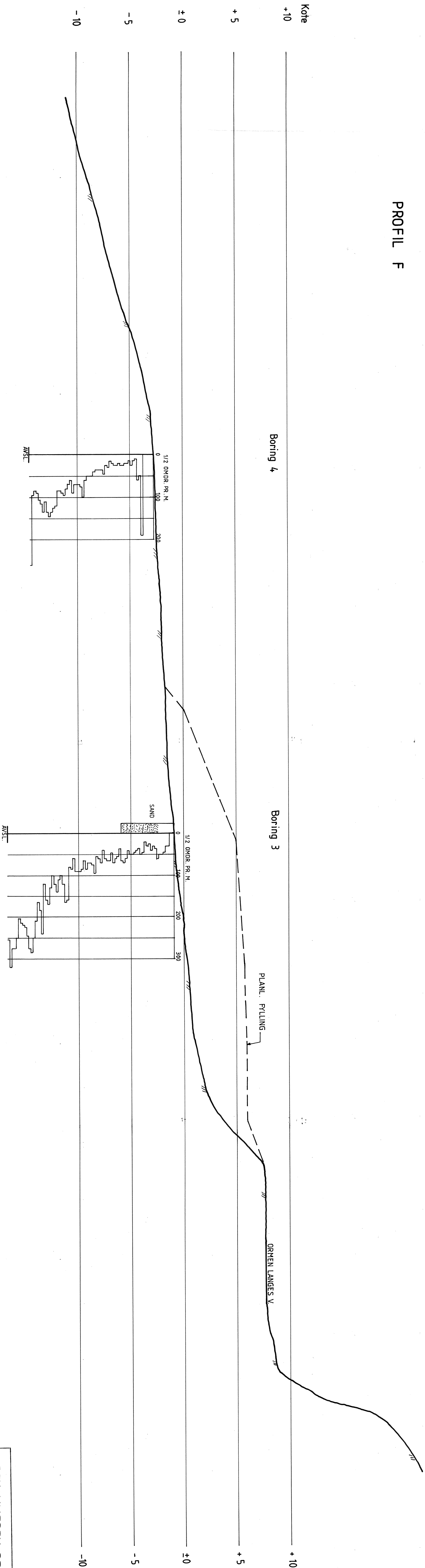
TEGN. AV: SLS  
DATO: 19.01.90  
KONTR.:

Profil E

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

RAPP. NR.: R. 785  
BILAG: 4

# PROFIL F



MALESTOKK: 1:200

LADHAMMEREN RENSEANLEGG

Profil med dreiebor- og prøvetakingsresultat

TEGN. AV: SLS  
 DATO: 19.01.90  
 KONTR.:  
 Profil F

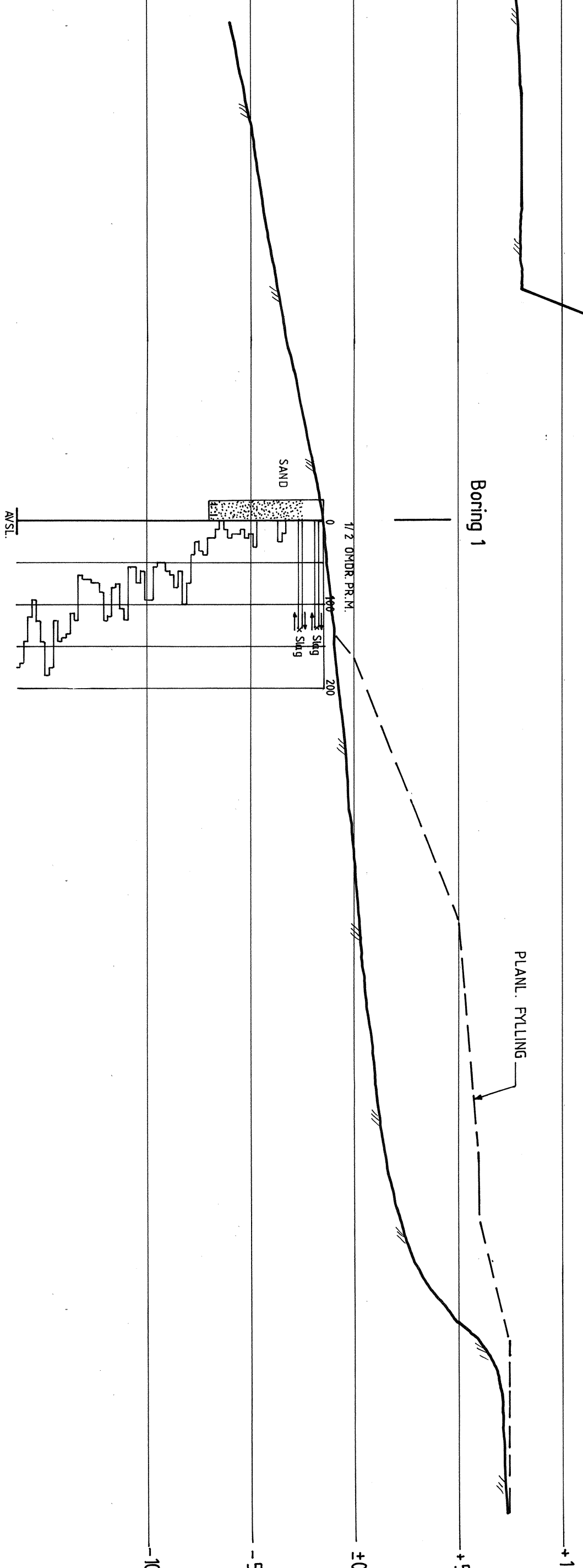
TRONDHEIM KOMMUNE  
 GEOTEKNISK SEKSJON

RAFP. NR.: R.785  
 BILAG: 5

PROFIL G



PROFIL H



LADEHAMMEREN RENSEANLEGG 1:200

Profil med dreiebor og prøvetakingsresultat

TEGN. AV: SLS  
 DATO: 22.01.90  
 KONTR.:  
 RAPP. NR.: R.785  
 BILAG: 6

TRONDHEIM KOMMUNE  
 GEOTEKNISK SEKSJON

| Dybde m | Jordart<br>Boring 1   | Symbol<br>Pr. nr.          | Vanninnhold w   |    |                                 |     | Rom-<br>vekt<br>kN/m <sup>3</sup> | Skjærfasthet ved trykkforsøk |    |              |     | Sensi-<br>tivitet |
|---------|---|----------------------------|-----------------|----|---------------------------------|-----|-----------------------------------|------------------------------|----|--------------|-----|-------------------|
|         |   |                            | Plastisk område |    | w <sub>p</sub> — w <sub>L</sub> |     |                                   | Konusforsøk ∇                |    | Vingeboing + |     |                   |
|         |   |                            | 20              | 30 | 40                              | 50% | 20                                | 40                           | 60 | 80           | 100 | kN/m <sup>2</sup> |
| 5       | SAND<br>fin<br><br>noe<br>siltig                            | 01<br>02<br>03<br>04       |                 |    |                                 |     |                                   |                              |    |              |     |                   |
| 0       | Boring 2  |                            |                 |    |                                 |     |                                   |                              |    |              |     |                   |
| 5       | SAND, grov-middels<br>noe grusig<br><br>SAND, fin<br>siltig | 01<br>02<br>03<br>04<br>05 |                 |    |                                 |     | 19,0<br>(19,3)                    |                              |    |              |     |                   |
| 0       | Boring 3  |                            |                 |    |                                 |     |                                   |                              |    |              |     |                   |
| 5       | SAND<br>fin   | 01<br>02<br>03<br>04       |                 |    |                                 |     |                                   |                              |    |              |     |                   |



**GEOTEKNISK SEKSJON  
TRONDHEIM KOMMUNE**

STED:  
**LADEHAMMEREN RENSEANLEGG**  
**Boring 2**

Oppdragsgiver:

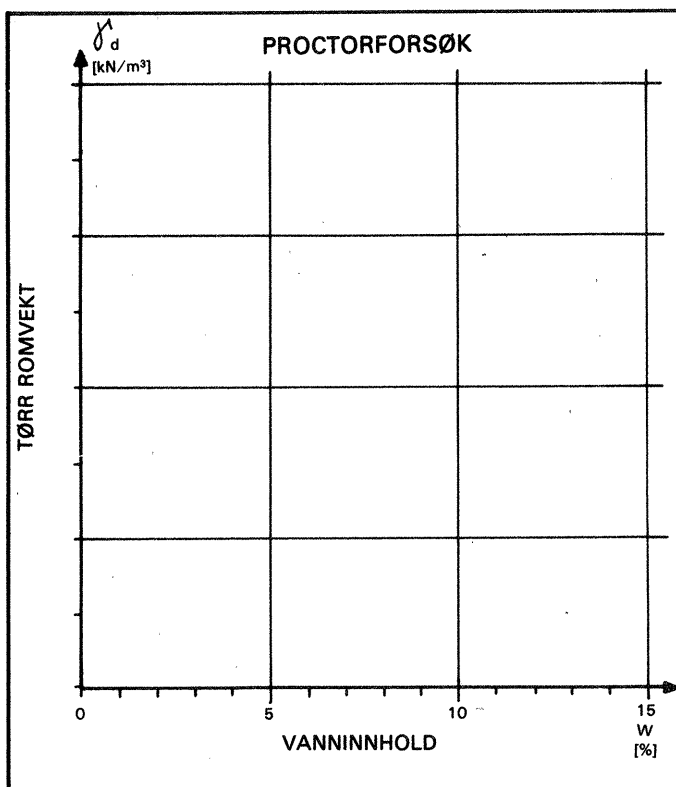
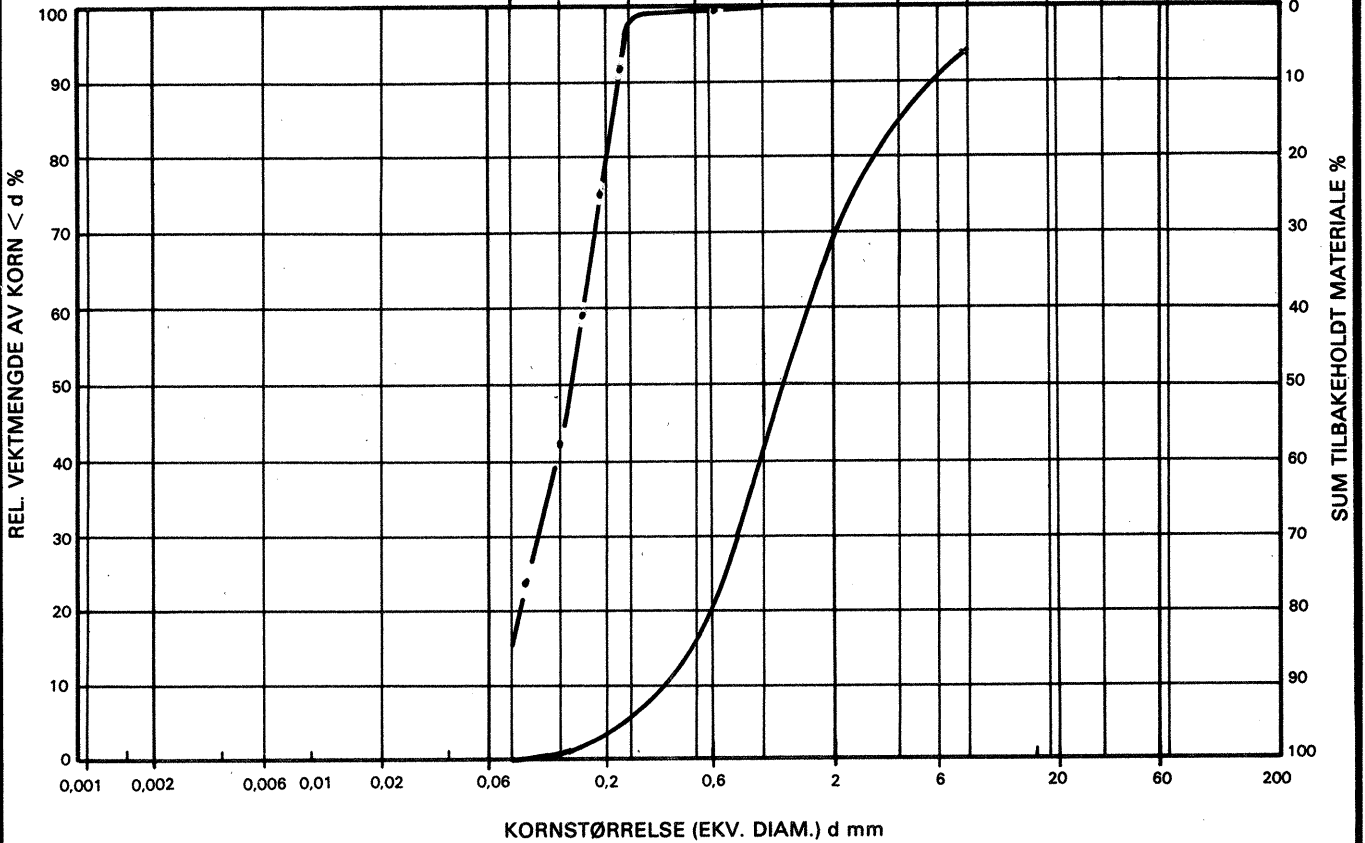
Dato: **01.02.90**

Rapport nr.: **R.785**

Sign.: **K.T., SLS**

Bilag: **8**

| LEIR |         |      | SILT |         |      | SAND  |         |      | GRUS |         |      | STEIN |     |    |      |     |    |
|------|---------|------|------|---------|------|-------|---------|------|------|---------|------|-------|-----|----|------|-----|----|
| Fin  | Middels | Grov | Fin  | Middels | Grov | Fin   | Middels | Grov | Fin  | Middels | Grov |       |     |    |      |     |    |
|      |         |      |      |         |      | 0,075 | 0,125   | 0,25 | 0,5  | 1,0     | 2,0  | 4,0   | 8,0 | 19 | 31,5 | 6,3 | mm |



| SYMBOL | PRØVE            | C <sub>u</sub> |
|--------|------------------|----------------|
| —      | Dybde 1,15-1,30m |                |
| —●—    | Dybde 1,50-1,60m |                |
| —○—    |                  |                |
| —x—    |                  |                |

BESKRIVELSE AV MATERIALET

MERKNAD





**GEOTEKNISK SEKSJON  
TRONDHEIM KOMMUNE**

STED: LADEHAMMEREN RENSEANLEGG  
Boring 2

Oppdragsgiver:

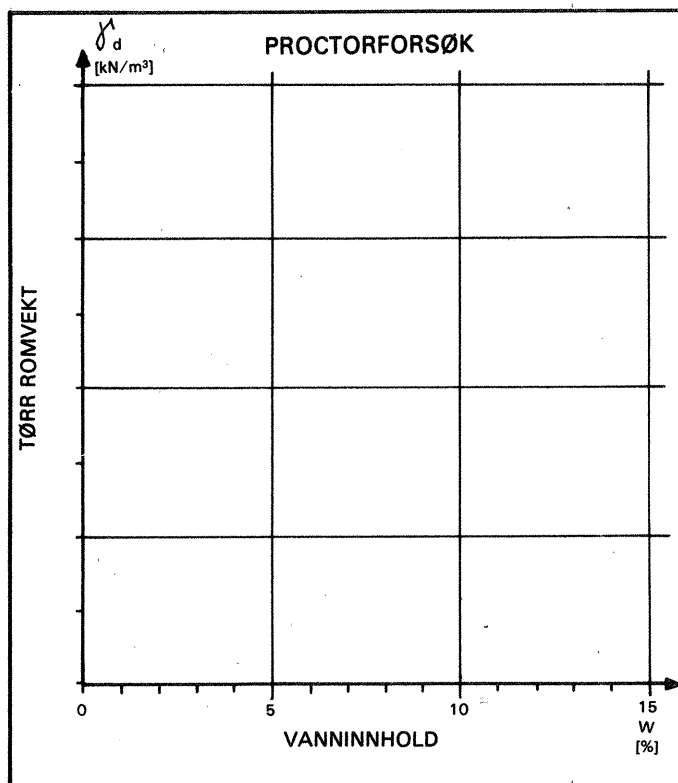
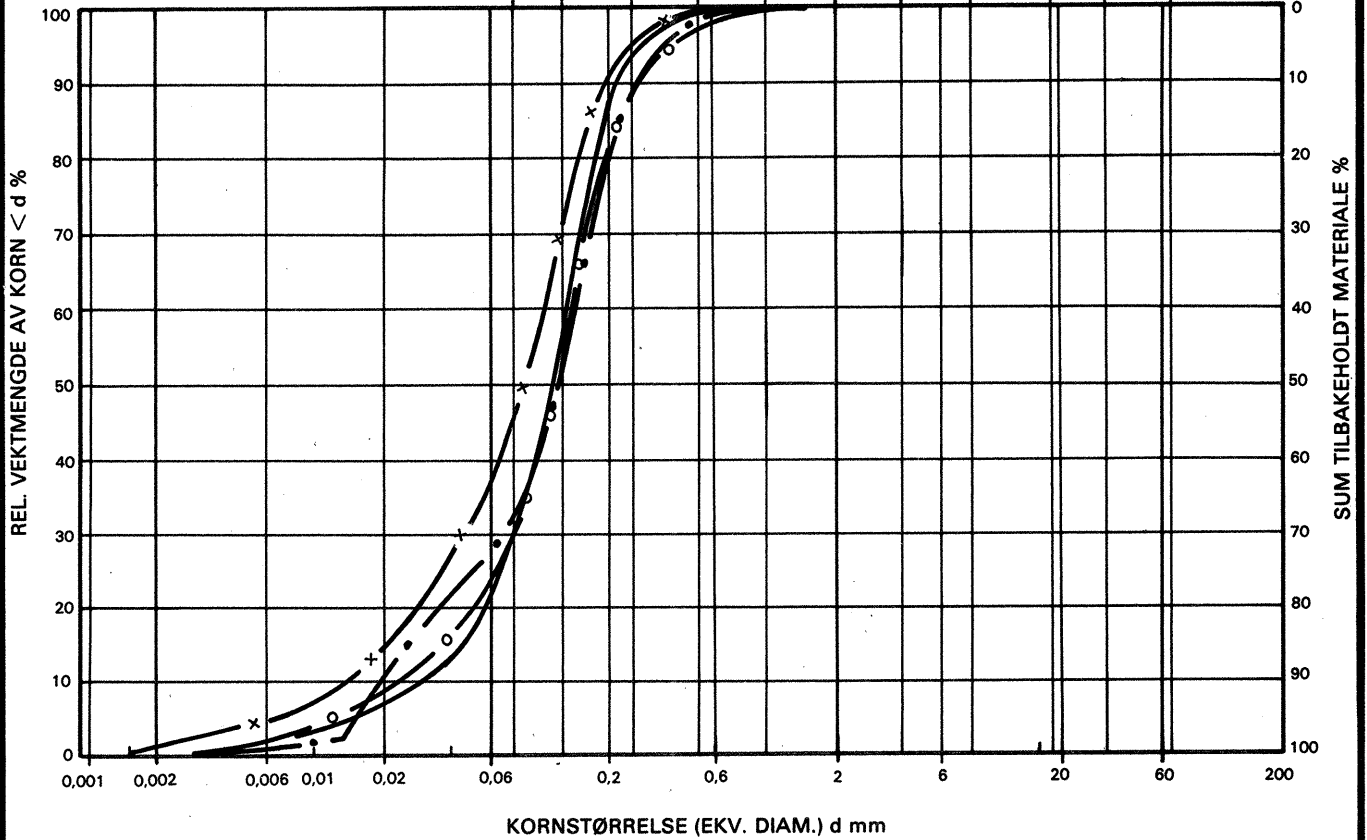
Dato: 01.02.90

Rapport nr.: R.785

Sign.: K.T., SLS

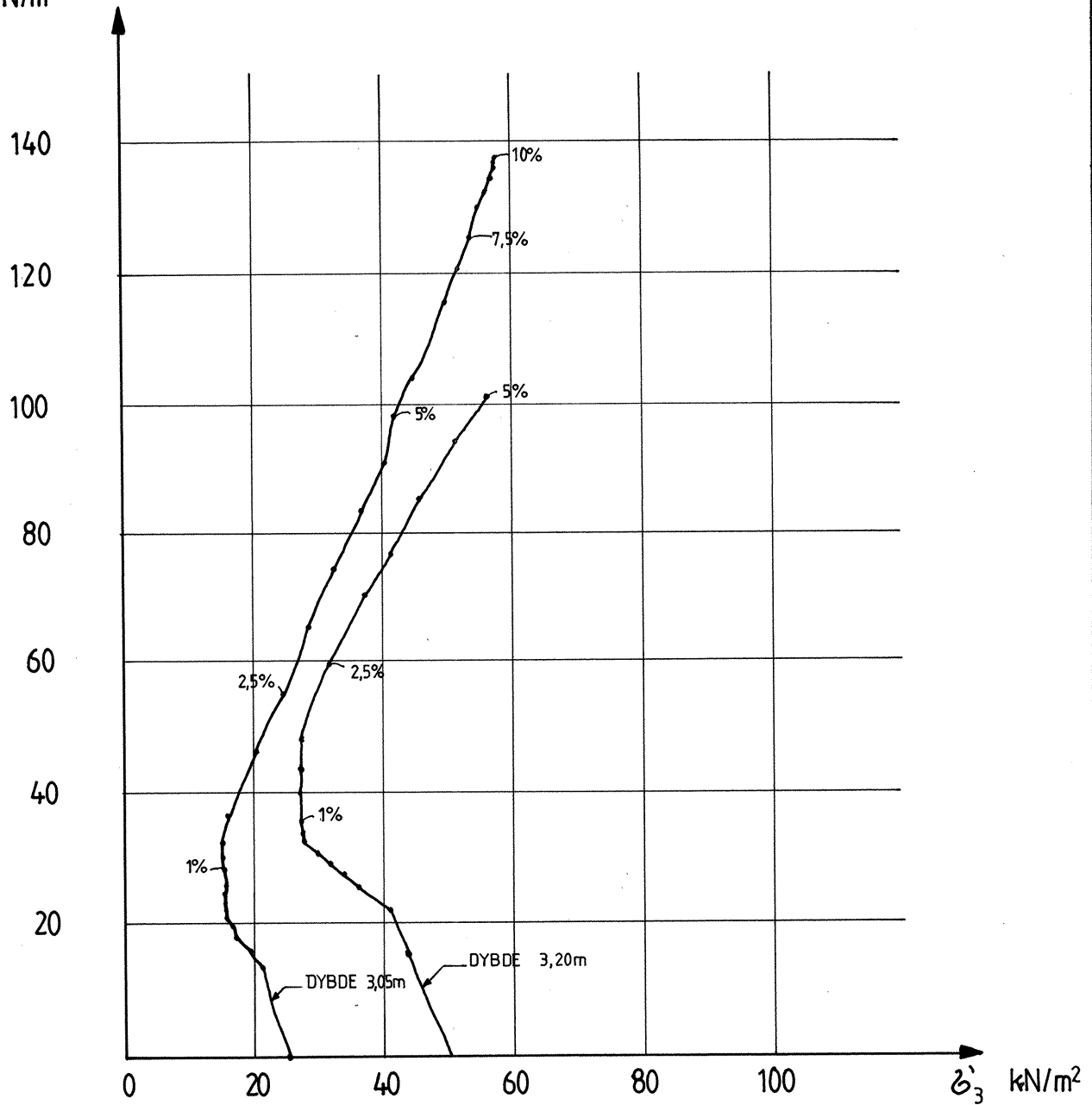
Bilag: 9

|      |     |         |      |       |         |      |     |         |      |     |     |       |      |     |    |
|------|-----|---------|------|-------|---------|------|-----|---------|------|-----|-----|-------|------|-----|----|
| LEIR |     |         | SILT |       |         | SAND |     |         | GRUS |     |     | STEIN |      |     |    |
|      | Fin | Middels | Grov | Fin   | Middels | Grov | Fin | Middels | Grov |     |     |       |      |     |    |
|      |     |         |      | 0,075 | 0,125   | 0,25 | 0,5 | 1,0     | 2,0  | 4,0 | 8,0 | 19    | 31,5 | 6,3 | mm |



| SYMBOL                    | PRØVE              | $C_u$ |
|---------------------------|--------------------|-------|
| —                         | Dybde 2,15 - 2,30m |       |
| —●—                       | Dybde 2,7 - 2,8m   |       |
| —○—                       | Dybde 4,5 - 5,0m   |       |
| —x—                       | Dybde 6,0 - 6,5m   |       |
| BESKRIVELSE AV MATERIALET |                    |       |
| MERKNAD                   |                    |       |

$1/2(\sigma_1 - \sigma_3)$   
kN/m<sup>2</sup>



**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

LADEHAMMEREN RENSEANL.

Treaksialforsøk  
Boring 2, dybde 3,05m  
og 3,20m

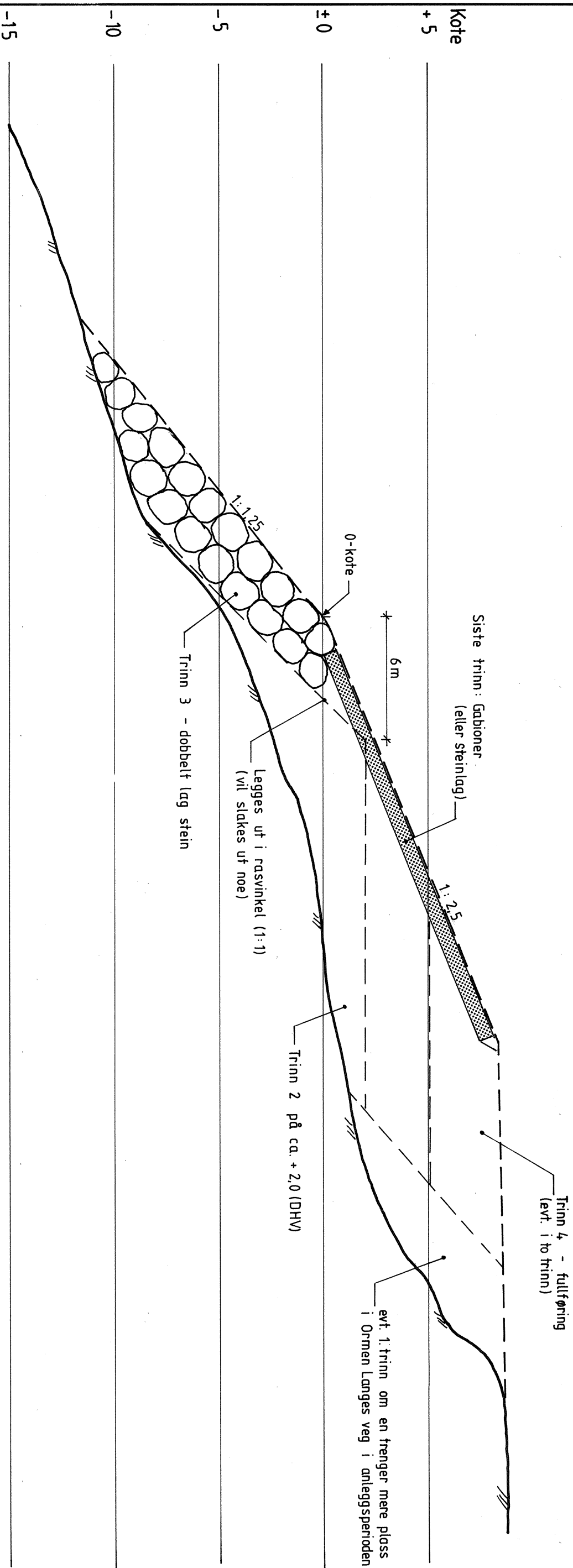
MÅLESTOKK

TEGNET AV  
K.T., SLS

DATO  
01.02.90

RAPP NR.  
R.785

BILAG  
10



**LADEHAMMEREN RENSEANL.**

MALESTOKK:  
**1:200**

TEGN. AV:  
SLS

DATO:  
02.02.90

KONTR.:

Forslag til utfyllingsframdrift

**TRONDHEIM KOMMUNE**  
GEOTEKNISK SEKSJON

RAPP. NR.:  
R. 785

BILAG:  
11