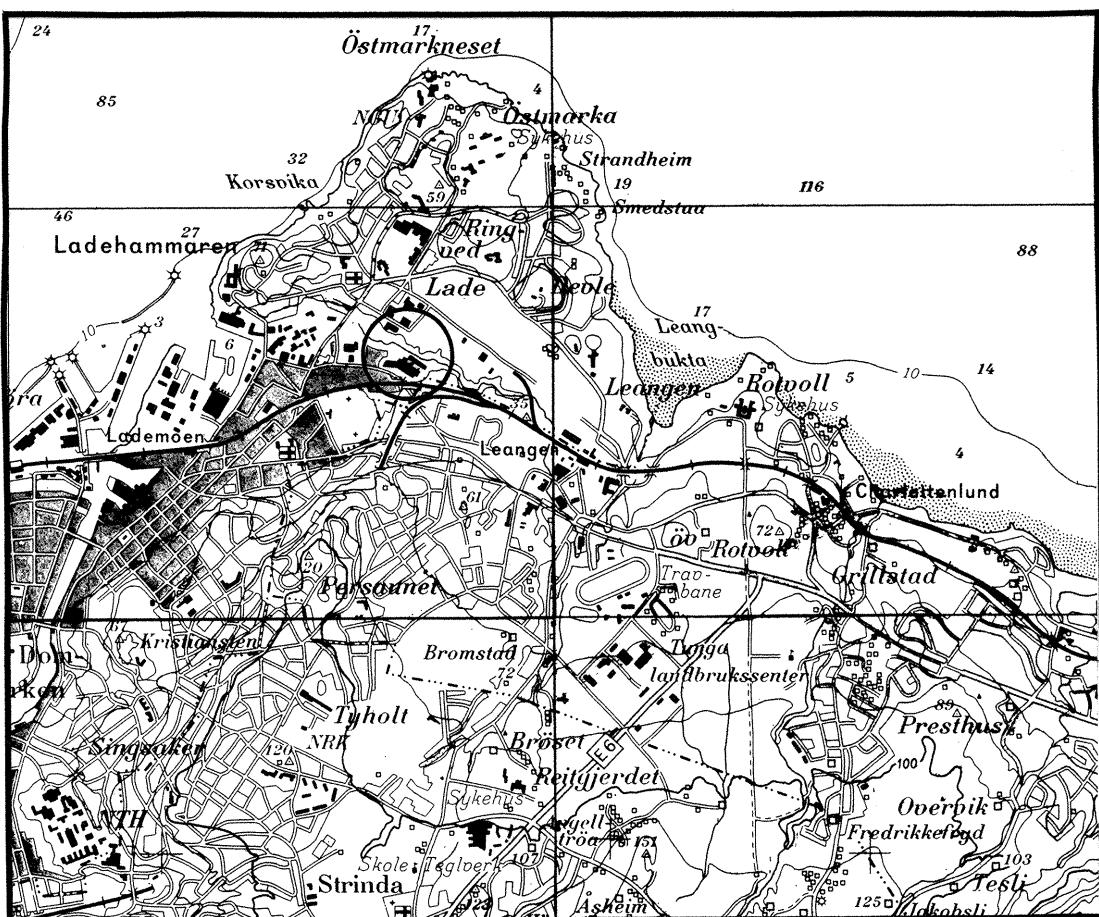


R.821-2 LADEDALEN KULVERT, OVERLØP VED NKL

GRUNNUNDERSØKELSER DATARAPPORT



16.06.92
TEKNISK SEKSJON
UTBYGGINGSKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE



TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK AVDELING
GEOTEKNIK SEKSJON
HOLTERMANNSV. 1, 7004 TRONDHEIM

Oppdragsgiver:
UTBYGGINGSKONTORET

Oppdrag v/:

Oppdrag: R. 821-2 LADEDALEN KULVERT
OVERLØP VED NKL

UTGLIDNING 04.12.91

Sted, dato: Trondheim 16.06.92

UTM- referanse: NR 721 359		Sted: Ladedalen		
Emneord:	RAS	SPUNT	GRØFT	LEIRE
Feltarbeid utført:	Antall tekstsider: Desember -91		5	Antall bilag: 14

Sammendrag:

Prosjektet omfatter overføring av avløpsvannet fra gamle Ladedalen kulvert til ny kulvert som går til Ladehammeren renseanlegg.

Den 04.12.91 gikk det et 25 meter bredt ras nordfra. Det fylte en 12 meter lang åpen grøft og skadet en spuntavstivet utgraving for overløpshuset.

Grunnen består av leire. Under 2 - 3 meter tørr-skorpeleire ligger tildels bløt leire. Raset førte til omrøring av massen og altså fasthetsreduksjon.

Ny beregning viste at spunten for overløpshuset måtte gjøres sterkere med hensyn til spunt dimensjon og stivere og pute. Det ble også foretrukket å avstive den videre grøftetraceen.

For å unngå et vanskelig parti mellom pel 780 og 820 ble den nye kulverten gjort 40 meter kortere. En reduserte derved kostnadene slik at ikke konsekvensene av raset ble så stort som en først fikk inntrykk av.

Seksjonsleder:

Saksbehandler: Kåre Sand

1. INNLEDNING.

Prosjekt	I forbindelse med arbeidet med å avskjære Ladedalens kulvert og få avløpsvannet inn i Ladehammeren renseanlegg har det vært utført omfattende grøftegravning i Ladedalen. Mellom Illa-Lilleby smelteverk og Obs/NKL er det bygd et overløp med tilhørende bygg. Før arbeidene startet var det utført en grunnundersøkelse med sonderinger for hver 35 - 50 meter. Tidligere utførte undersøkelser var også samlet og data presentert i rapport R.821 datert 29.04.91.
Situasjon	Gravingen for kulverten hadde startet vestfra, kfr. situasjonskartet i bilag 1. Fram til overløpshuset hadde alt gått som planlagt langs denne delen av traceen. Grøfta hadde vært gravd uavstivet fram til pr 720. For overløpshuset, hvor det skulle graves dypere enn grøften forøvrig, ble det benyttet tosidig stål spunt. Fra overløpshuset (pr 740) og østover mente man at det kunne graves uavstivet forutsatt seksjonsvis utgraving. Det viste seg underveis at det fra entreprenørens side var ønskelig med 12 meters seksjoner. Dette ble godtatt, med forbehold om ny vurdering når en hadde erfaring fra første seksjon (!!)
Skade	Den 03.12.91 var utgravingen for overløpshuset og første seksjon østover ferdig utgravd. Det var sterkt nedbør dette døgnet. Natten til den 04.12 gikk det et ras nordfra og ned i grøften slik som vist på situasjonskartet. Raset var ca 25 meter bredt og fylte den uavstivede grøftedelen og presset også inn det meste av spunten ved den avstivede delen. Glidningen hadde imidlertid ikke gått under spuntspissen.
Arsak	Rasårsaken ser ut til å ha vært en kombinasjon av flere uheldige omstendigheter. * Raset gikk mellom to av våre profil. Det aktuelle snittet er altså ikke vurdert.

* En er i ettertid blitt kjent med at det var fylt ut mere masse i dalskråningen enn kartet viste. Skråningen var altså brattere enn vi var klar over, og stabiliteten derfor dårligere enn antatt.

* En vannledning var omlagt først i anleggs-perioden og det var altså like før gravd en grøft mellom spunten og skråningsfoten. Dette svekket stabiliteten.

* Det var sterk nedbør umiddelbart før raset gikk. Dette kan ha gitt heving av grunnvannstanden, noe som fører til svekket stabilitet.

Tidligere rasvirksomhet I første halvdel av 60-tallet bygget man den Ladedalen kulvert som nå skulle avskjæres ved overløpet. Den 20.03.65 gikk det et 50 meter bredt ras ned i grøfta. Rasets utstrekning er vist på situasjonskartet. Rådgivende ingeniør Ottar Kummeneje ble engasjert for å avklare utbedring etter raset. Bedriften ga sin betenkning i rapport O.276 av 29.04.65. Boreresultatene fra denne undersøkelsen er tatt med i denne rapporten (profil 9).

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Feltarbeide Mellom profil 720 og 820 var det opprinnelig utført 3 dreiesonderinger og tatt opp 2 serier uforstyrrede 54mm prøver (punktene 6, 7 og 8). Fra Kummenejes undersøkelse i -65 hadde vi 3 vingeboringer og 2 stk 54mm prøveserier (punktene 1 - 5).

For å supplere dette grunnlaget foretok vi etter raset dreiesondring i 4 punkt og tok også opp 2 prøveserier (punktene 9 - 12).

Punktene plassering er vist på situasjonskartet i bilag 1.

Lab. arbeide Prøvene er undersøkt ved vårt geotekniske laboratorium. De er beskrevet og klassifisert ved åpningen, hvoretter de er rutineundersøkt med hensyn til romvekt og vanninnhold.

Udrenert skjærstyrke er bestemt ved konus-forsøk. Styrkeparametre på effektivspennings

basis er bestemt ved 6 treaksialforsøk.
Resultatene er vist i borprofilene i bilag 6 og
7, og treaksialforsøkene i bilag 8 - 10.

Data fra de tidligere utførte undersøkelsene er
vist i bilag 11 - 14.

3. GRUNNFORHOLD.

Terreng	Terrenget domineres av dalen som går i ca. øst - vest retning. På nordsiden ligger dalsiden med helning ca 1:2 til over 10 meter over dalbunnen. På sørsiden stiger terrenget ubetydelig.
Grunnen	Grunnen består, under et ubetydelig matjordlag, av leire. Øverst ligger 2 - 3 meter tørrskorpe- leire. Derunder er leira bløt.
	Det var karakteristisk at målte styrkeparametre var lavere ved denne supplerende undersøkelsen både ved total- og effektivspenningsanalyse.
	I dalbunnen er terrenget oppfylt ca 2 - 3 meter med mineralske masser av forskjellig kvalitet.
Grunnvann	Grunnvannstanden sto like under terreng ved dalbunnen og noe dypere enn terreng oppe i skråningen på nordsiden. Lokalt kom det imidlertid fram vann i terreng høyt oppe, kanskje en ledningslekkasje, men lokalt kan en altså ha høyere beliggende grunnvannstand.
Fjell	Det er ikke påvist fjell ved noen av sonderingene. Fjellet antas å ligge dypt og uten betydning for prosjektet.

4. KONSEKVENSER FOR PROSJEKTET.

Spunten ved overløpet	Raset førte til skade på spuntveggen, uten at spuntingen og utgravingen bak spunten var direkte årsak til raset. Det kan imidlertid se ut til at puta har vært noe underdimensjonert, hvilket kan ha hatt betydning for skadekonse- kvensene for spunten.
--------------------------	--

Ny utførelse av spunten ble beregnet og beskrevet. Da massene nå var omrørt ble det valgt nye, lave styrkeverdier som grunnlag for beregningene. Dette ga grovere dimensjoner og kraftigere pute og stivere enn første gang.

Videre grøft
østover

Grøften østover fra pel 740 måtte avstives med stålspunt der raset hadde gått. Opprinnelig hadde vi gått ut ifra at grøfta skulle kunne graves uavstivet seksjonsvis. Vi hadde, under tvil, akseptert 12 meters seksjoner.

Etter ny vurdering på grunnlag av supplerende undersøkelser, fant vi at sikkerheten var såvidt lav for så lange seksjoner som 12 meter (i praksis ville seksjonene bli ca 15 meter) at vi måtte tilrå at den videre grøftetetraceen i sin helhet ble avstivet med stålspunt.

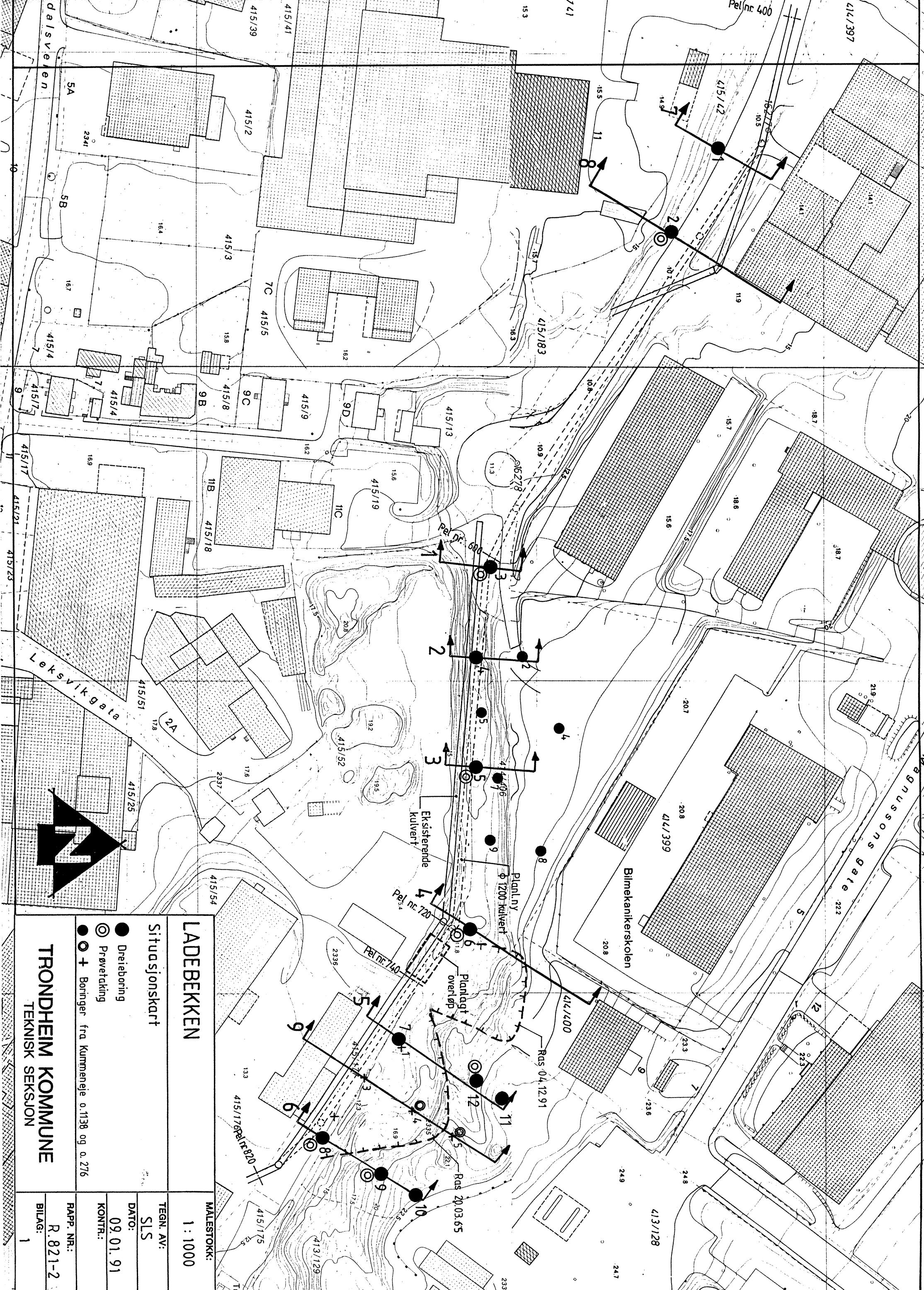
Planendring

Det vanskeligste partiet ville bli mellom pel 780 og 820. Skråningen på nordsiden var her brattest og høyest, ikke minst fordi NKL hadde fylt opp terrenget ved skråningstopp.

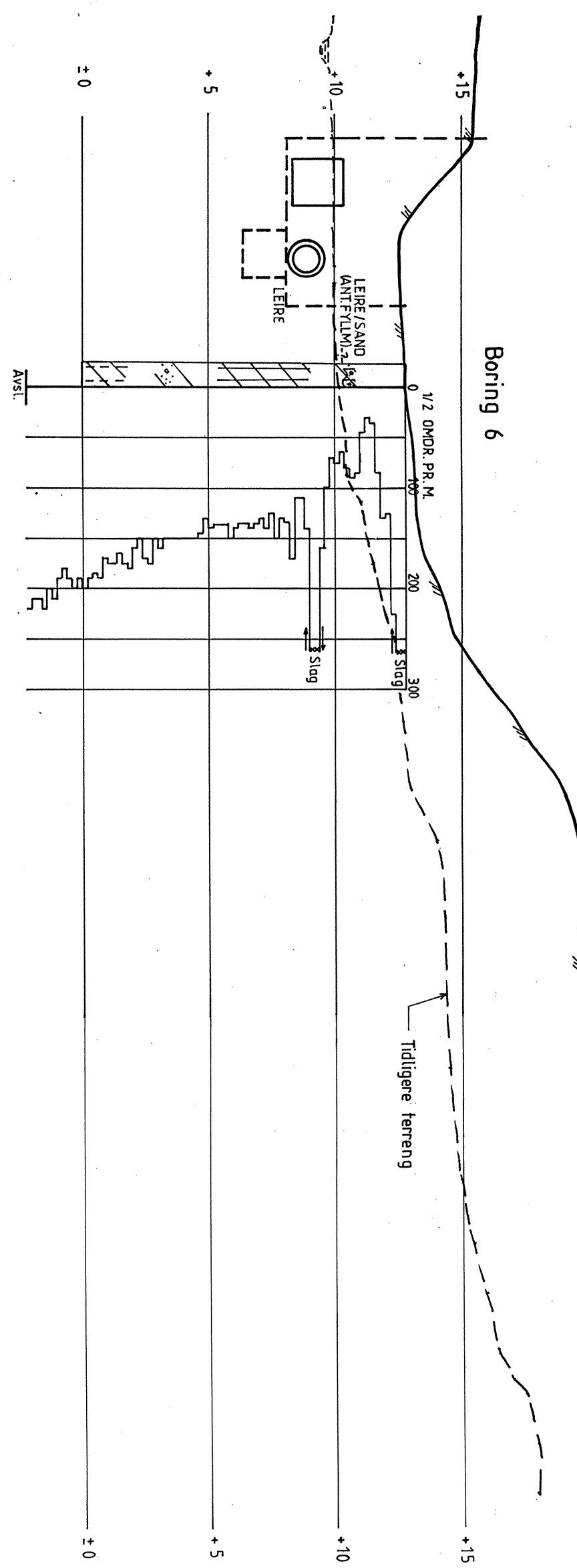
Vi foreslo derfor, og fikk gjennomført, at den nye kulverten ble gjort kortere, slik at påkoblingen ble foretatt ved pel 780. En unngikk derved det vanskeligste partiet, og en sparte inn 40 meter ny kulvert.

Slutt
kommentar

Når en ser bort ifra endel sig i de utraste massene forløp det videre arbeide uten uhell av betydning.



Profil 4

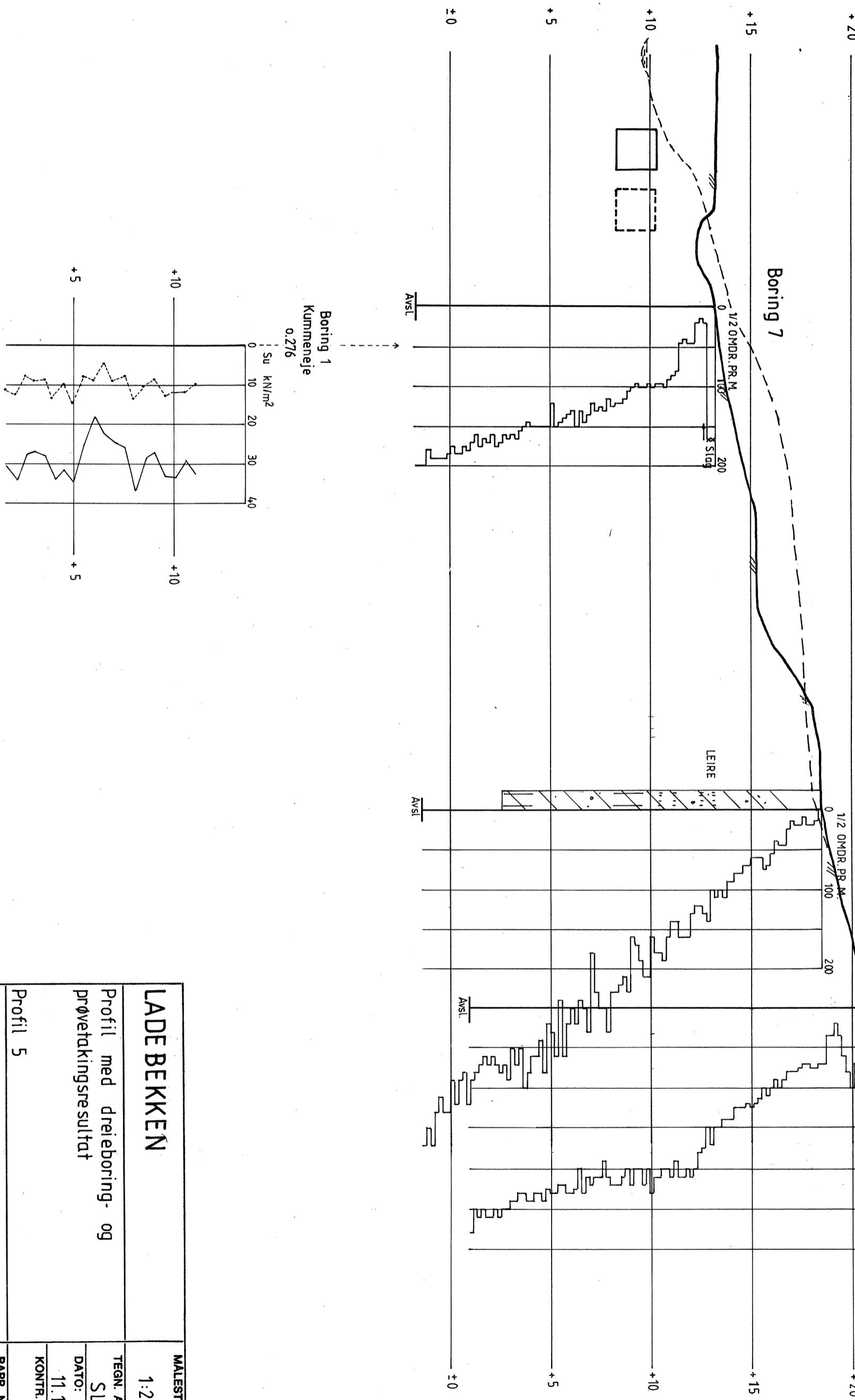


LADEBEKKEN		MALESTOKK:
Profil med dreieboring- og prøvetakningsresultat		1:200
Profil 4	TEGN. AV: SLS	DATO: 17.12.91
TRONDHEIM KOMMUNE TEKNISK SEKSJON	KONTR.:	RAPP. NR.: R.821-2 BILAG: 2

Boring 12
(frukket)

Boring 11
(frukket)

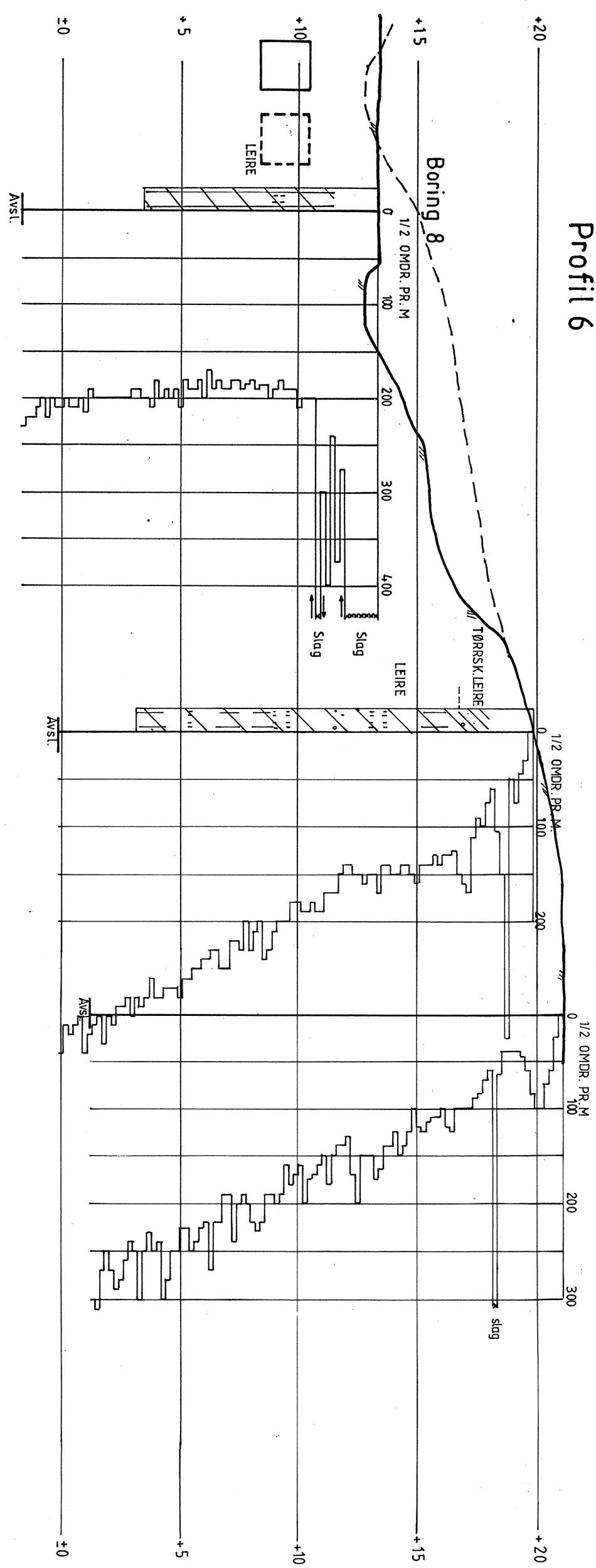
Profil 5



Profil 6

Boring 9

Boring 10



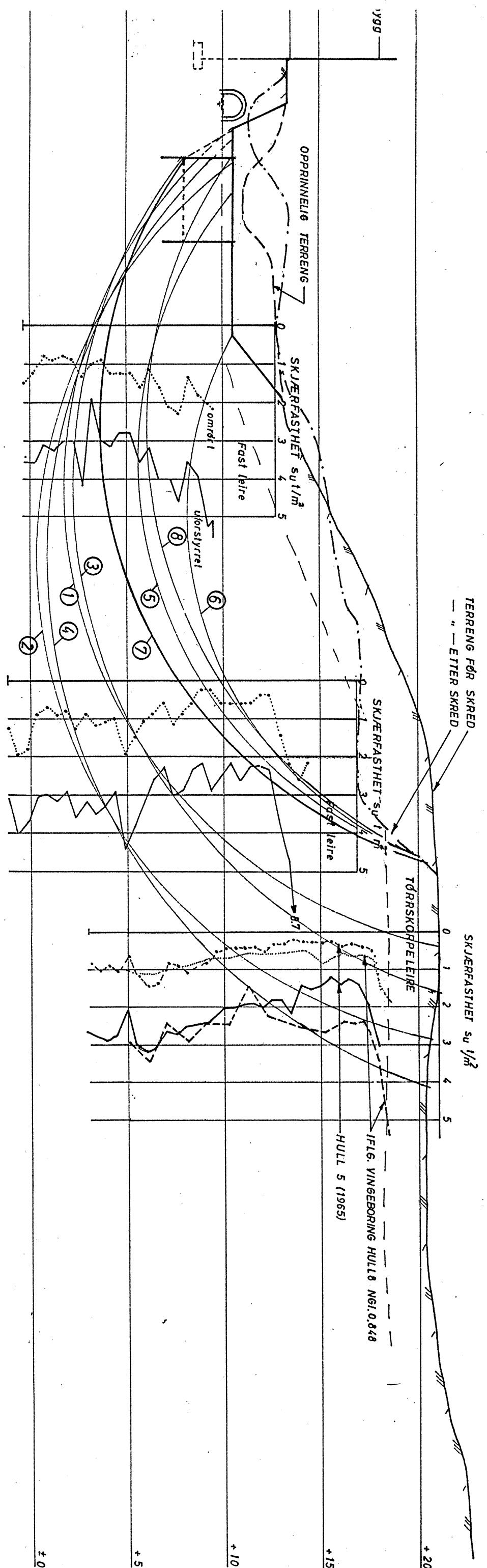
LADEBEKKEN	MALESTOKK: 1:200
Profil med dreieboring - og prøvetakningsresultat	TEGN. AV: SLS DATO: 11.12.91 KONTR.:
Profil 6	RAPP. NR.: R. 821-2 BILAG: 4

TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

Profil 7

BORING: 3 ⑦ ⑤ ⑥
 ① ⑥ ②
 4 ⑧ ③ ④

5



TILSTAND	SU i tørrsk.	BEREGNETE SIKKERHETSFAKTORER						
		GLIDEFLATE NR						
TØRRSKJØPPELERE	1	2	3	4	5	6	7	8
OPPRINNELIG TERRENG	0 m²		0,84			1,02	1,02	
ETTER AVLASTNING	5 "	0,77	0,79	0,73	0,84	0,94	0,93	0,83
ETTER UTGLIDNING	5 "	0 "	0,84	0,79	0,89	1,08	1,12	0,94

Profil 9

TRONDHEIM KOMMUNE

TEKNISK SEKSJON

RAPP. NR.:
R. 821-2

BILAG:

5

SKRED, KULVERT,
LADESEKKEN.

M = 1 : 200

PROFIL II
vingeboring
stabilitetsberegninger

Tegn.
april-65

Rådgiv. ing. O. KUMMENEJE
Sfiklestadv. 3 – Trondheim

O.m. 0,276
Bilag 5

TRONDHEIM KOMMUNE,
BORPROFIL

Sted: LADEBEKKEN

teknisk seksjon

BORING: 9

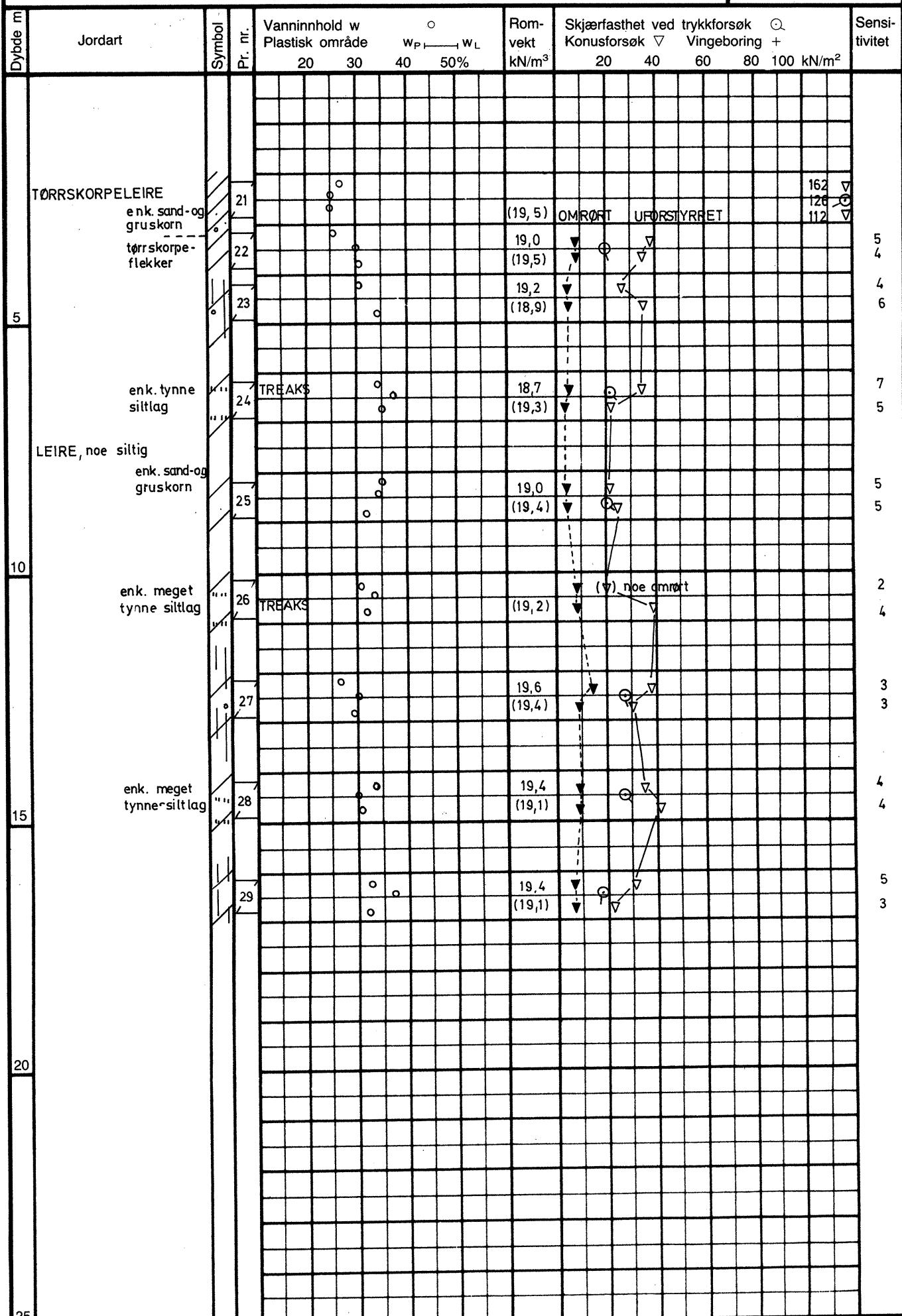
Nivå:

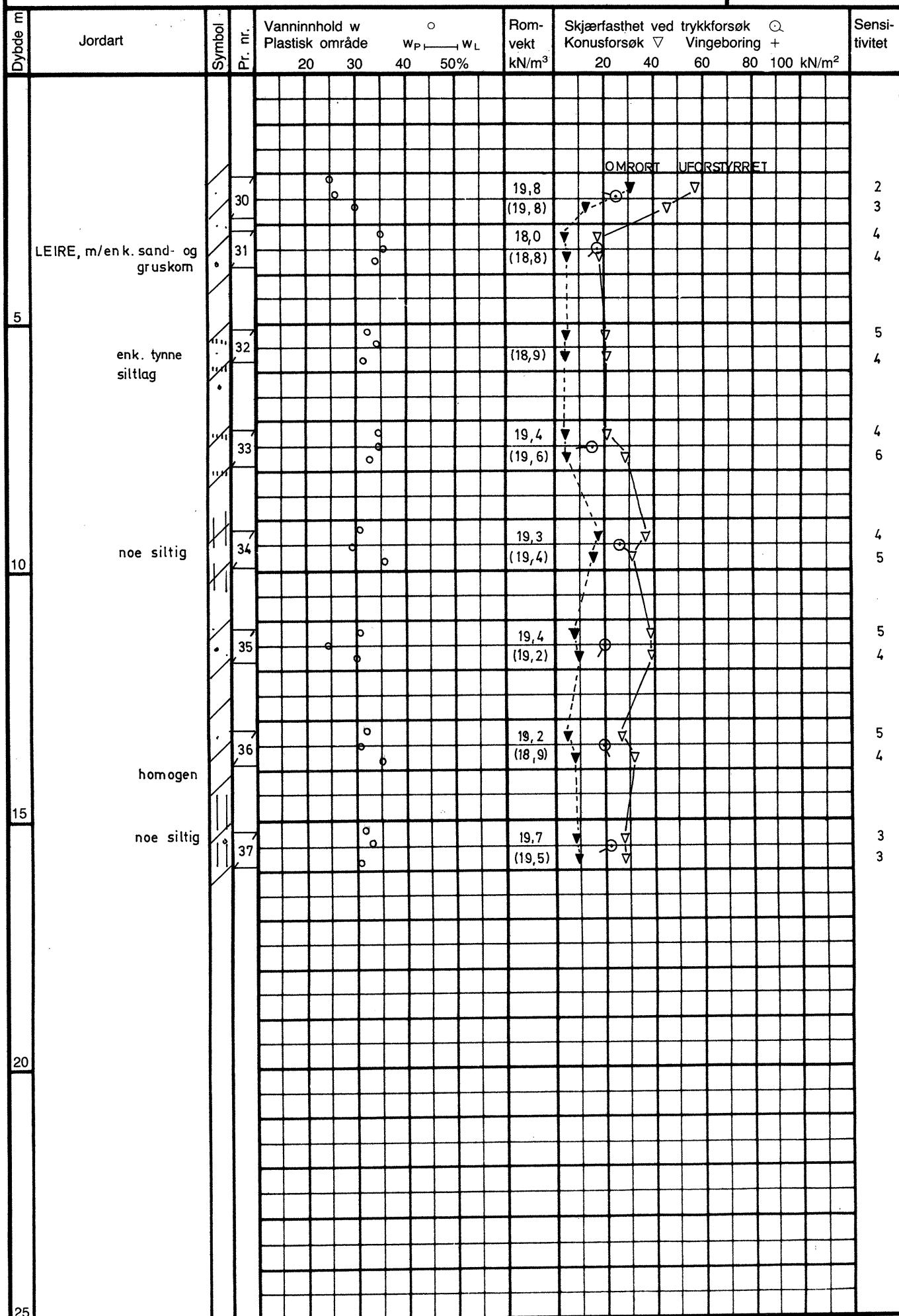
Prøvetaker: 54 mm

BILAG: 6

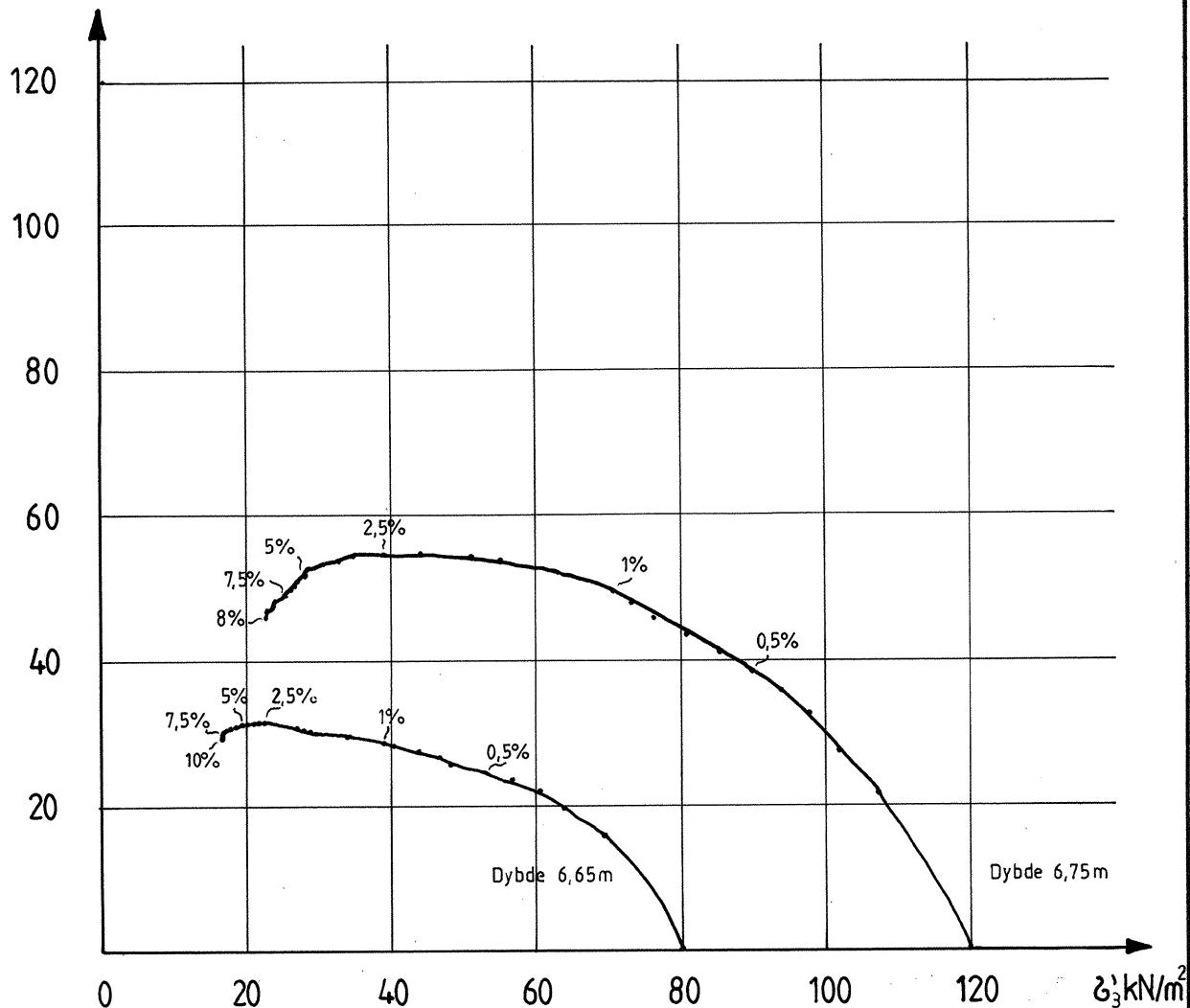
Oppdrag: R. 821-2

Dato: 12.12.91





$1/2(\zeta_1 - \zeta_3)$
kN/m²



TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

LADEBEKKEN

Treaksialforsøk
Boring 9, dybde 6,65 m og
6,75 m

MÅLESTOKK

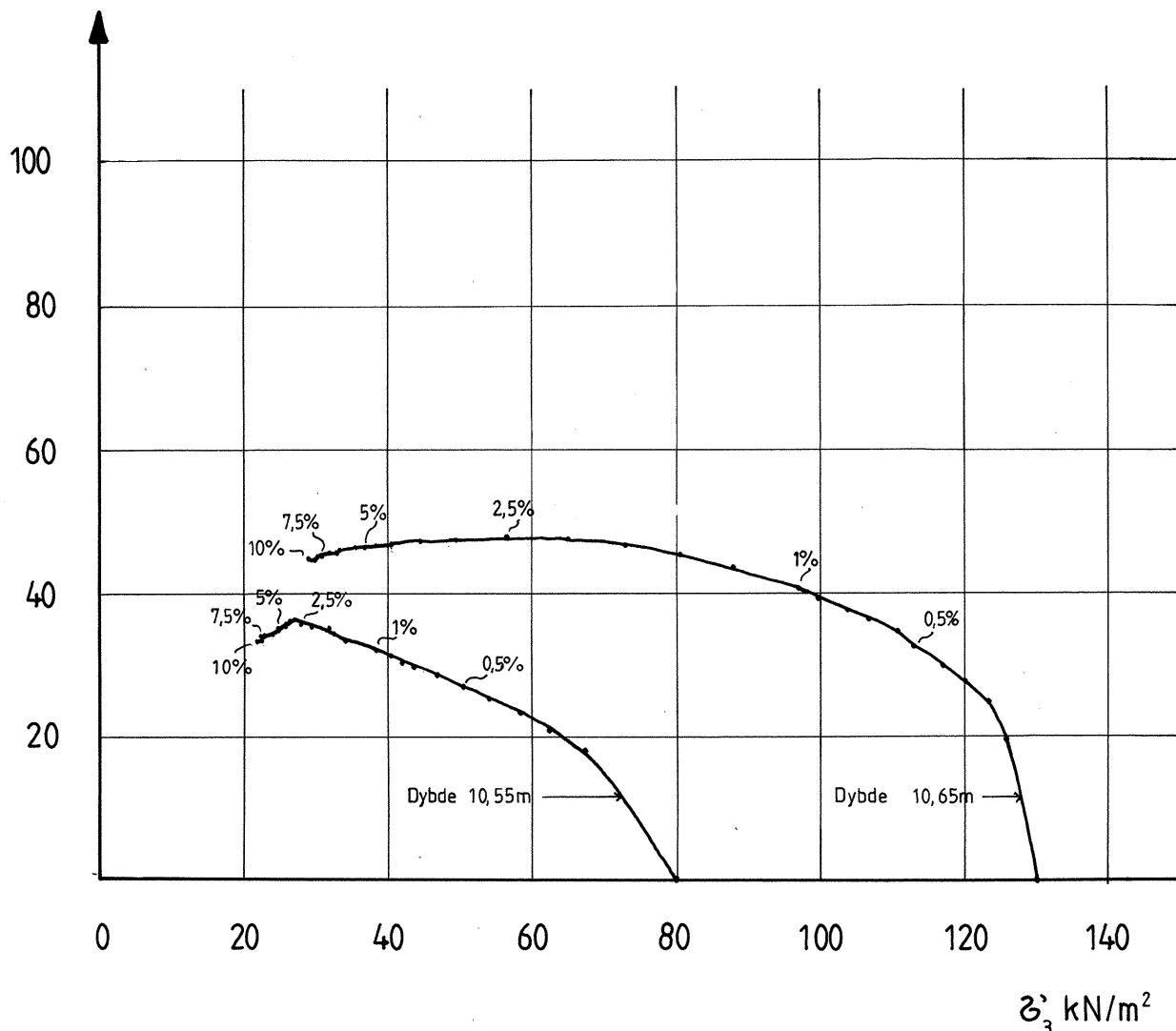
TEGNET AV
SLS

RAPP. NR.
R. 821-2

DATO
11.12.91

BILAG
8

$1/2(\zeta_1 - \zeta_3)$
kN/m²



TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

LADEBEKKEN

Treaksial forsøk
Boring 9, dybde 10,55m og
10,65 m

MÅLESTOKK

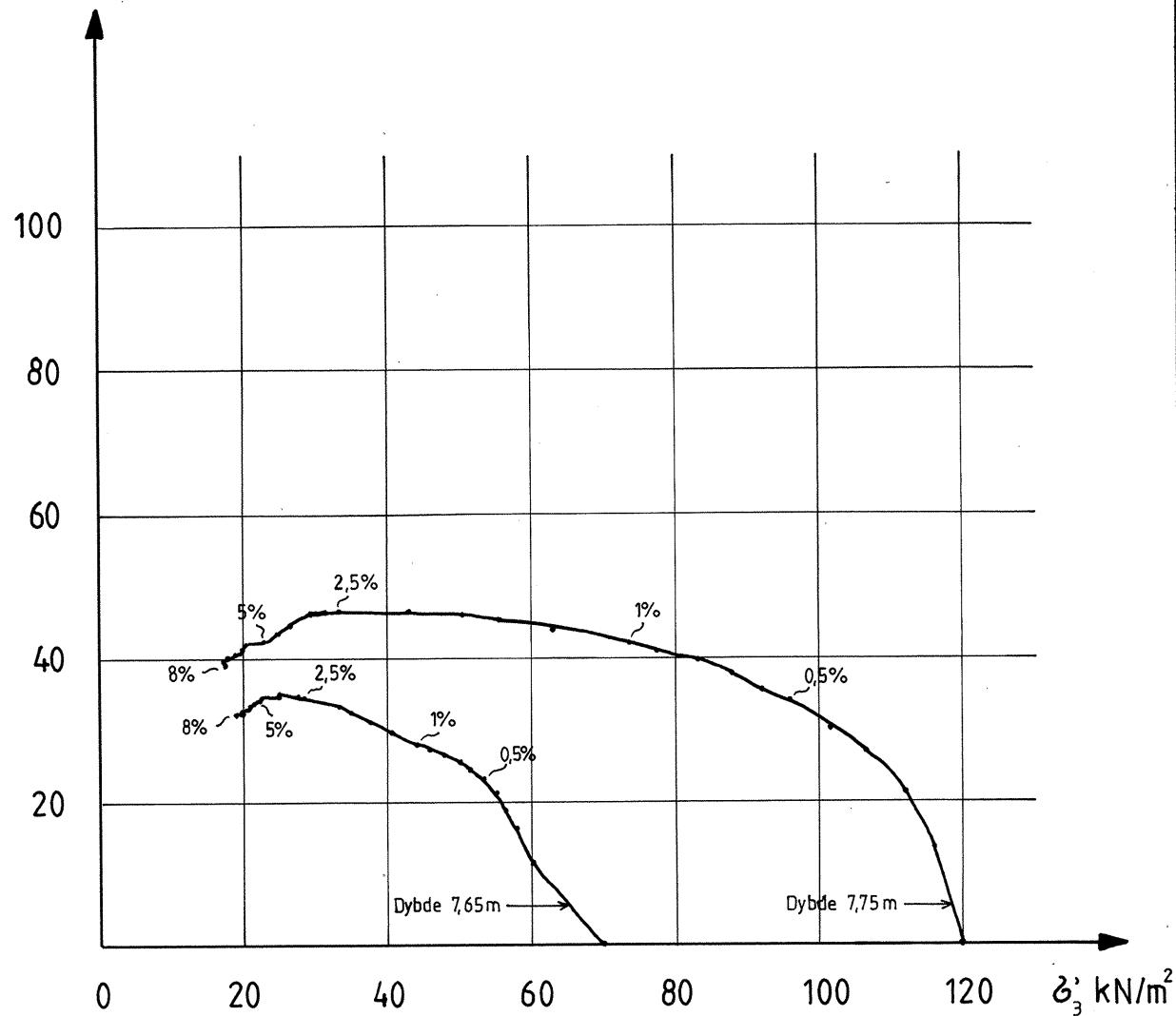
TEGNET AV
SLS

RAPP NR.
R.821-2

DATO
13.12.91

BILAG
9

$1/2(\delta_1 - \delta_3)$
kN/m²



TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

LADEBEKKEN

Treaksialforsøk
Boring 12, dybde 7,65m
og 7,75 m

MÅLESTOKK

TEGNET AV
SLS

RAPP NR.
R.821-2

DATO
13. 12. 91

BILAG
10

TRONDHEIM KOMMUNE,
BORPROFIL

teknisk seksjon

BORING: 8

BILAG: 11

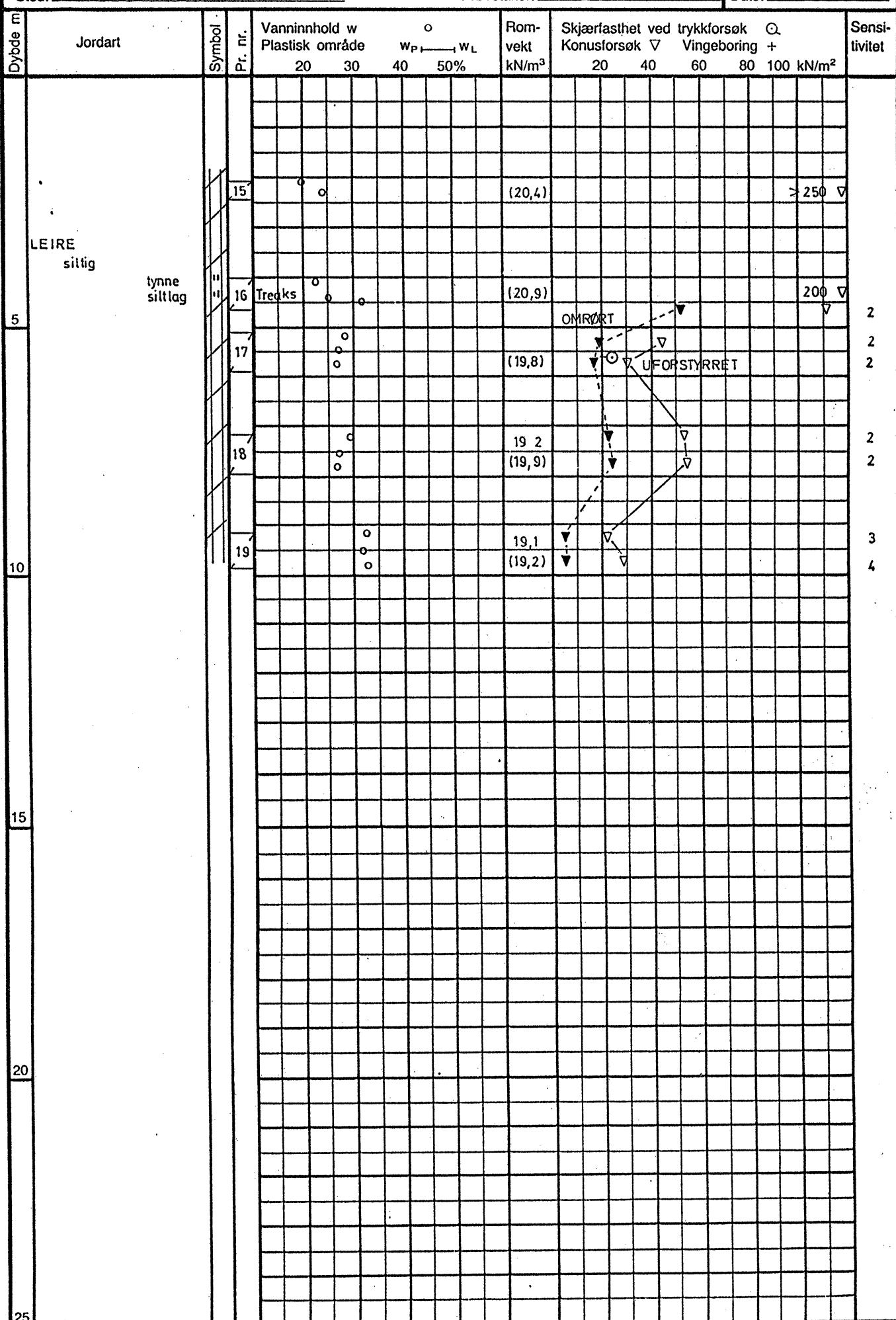
Sted: LADEBEKKEN

Nivå:

R 821-2

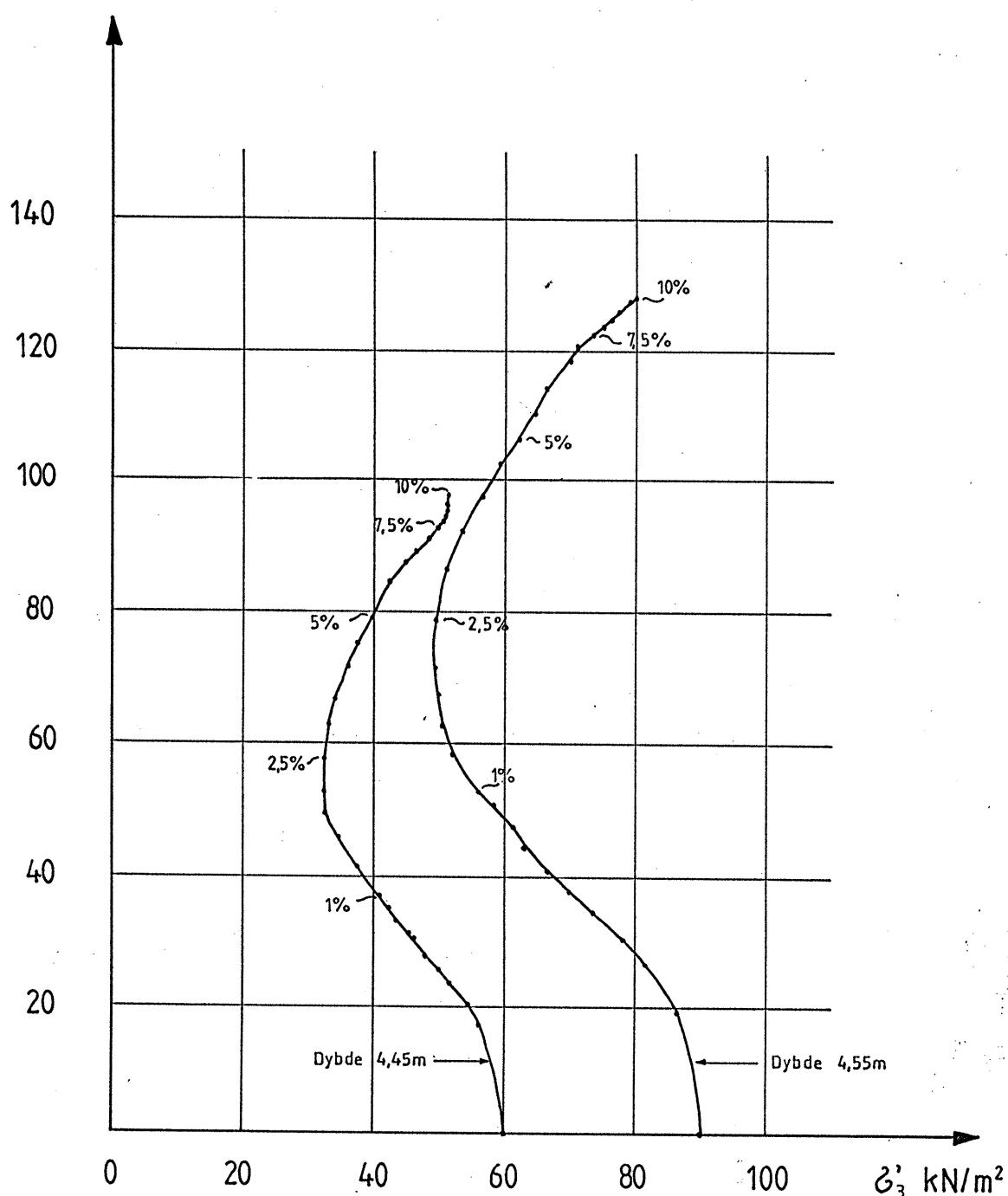
Prøvetaker: 54 m

Dato: 26.03.91



$1/2(\zeta_1 - \zeta_3)$

kN/m²



TRONDHEIM KOMMUNE
TEKNISK SEKSJON

LADEBEKKEN

Treaksialforsøk
Boring 8 dybde 4,45m og
4,55m

MALESTOKK

TEGNET AV
KT, SLS

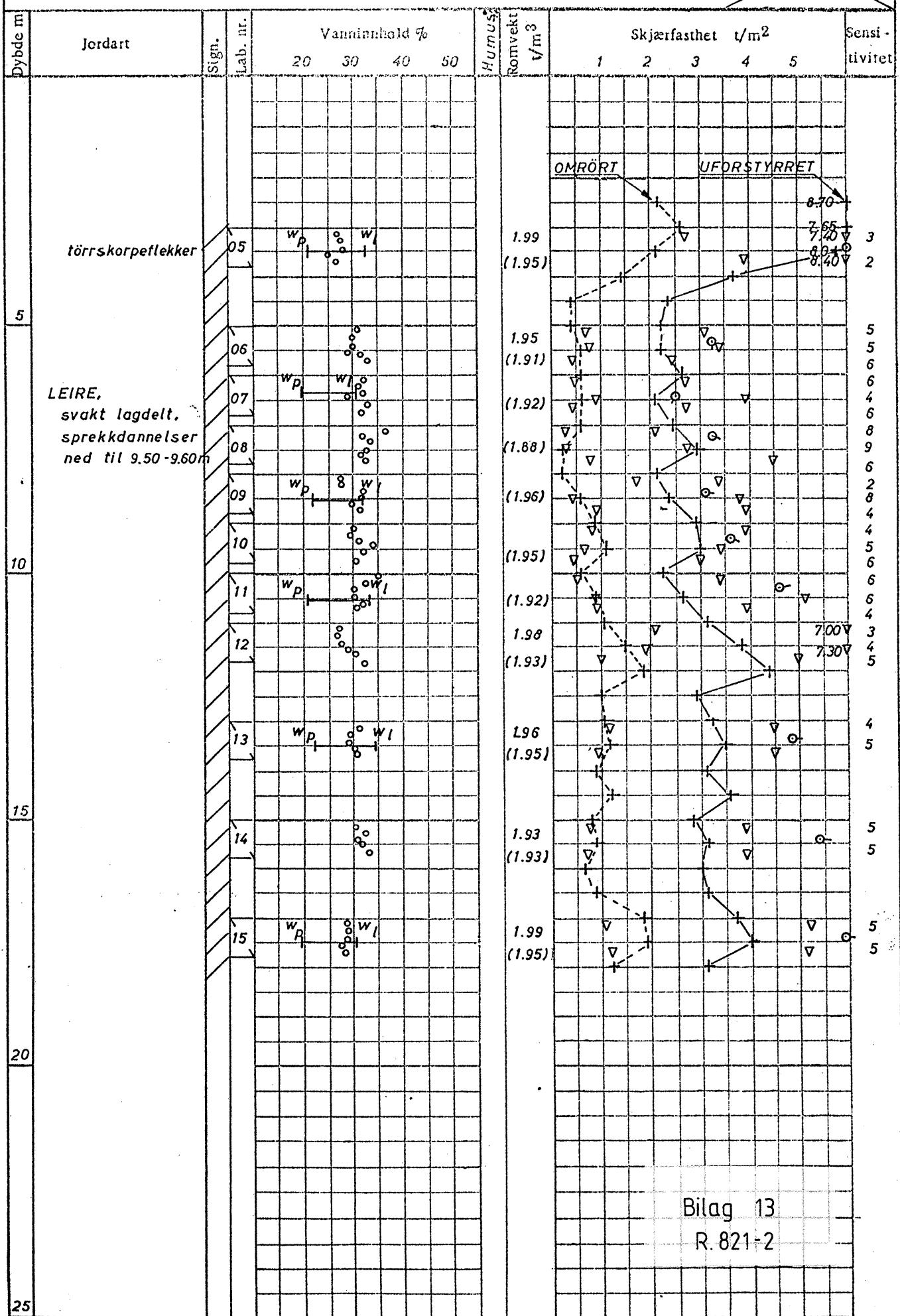
RAPP NR.

R. 821-2

DATO
05.04.91

BILAG

12



+ vingeboring Ø enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_P = utrullingsgrense

Bilag 13

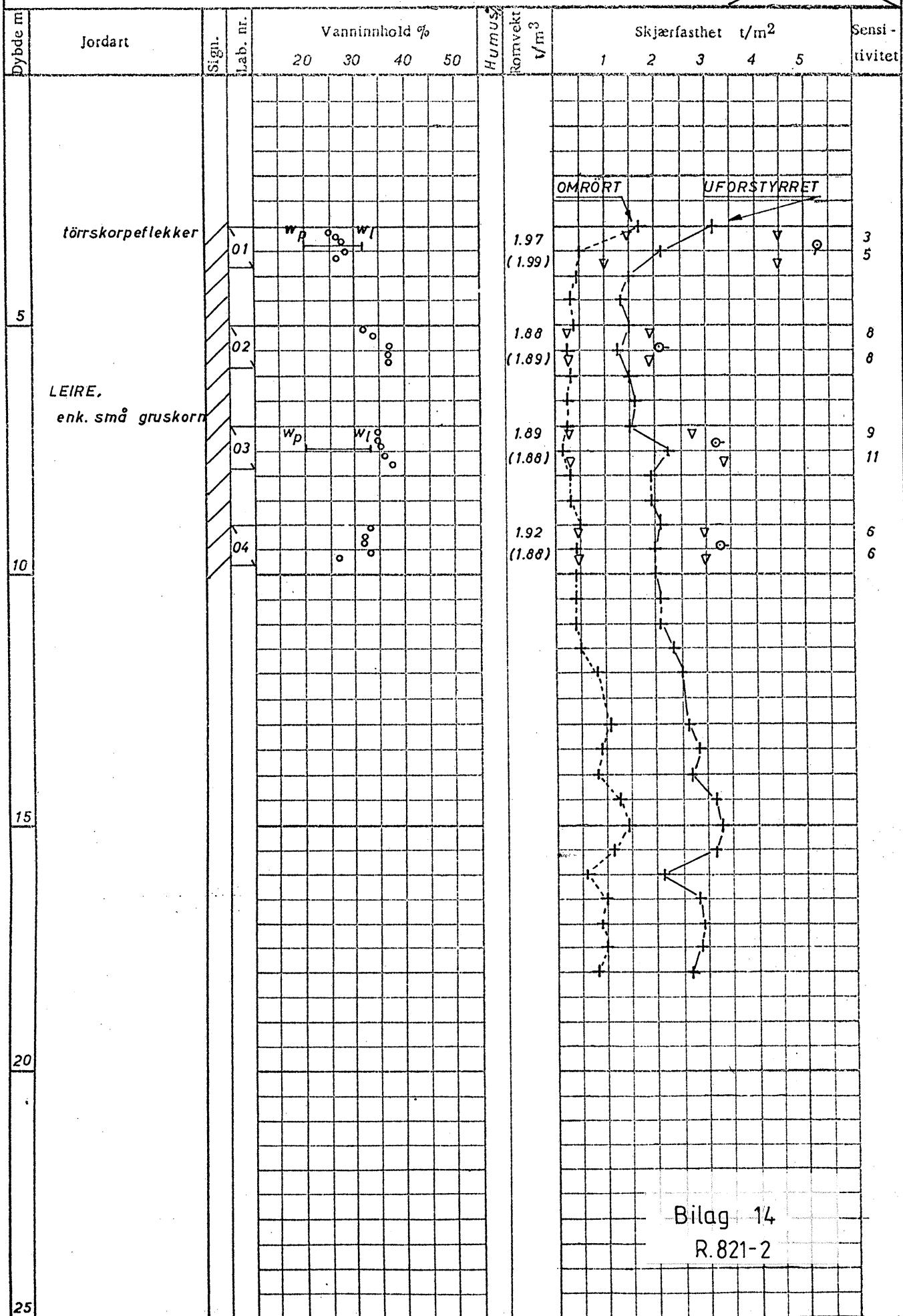
R. 821-2

RÅDGIY. ING. O.KUMMENEJE

BØR PROFIL

Sted KULVERT, LADE

Hull 5 Bilag 9
 Nivå Oppdrag 0.276
 Prøve ϕ 54 mm Dato April-65



+ vingeboring O enkelt trykkforsøk V konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense