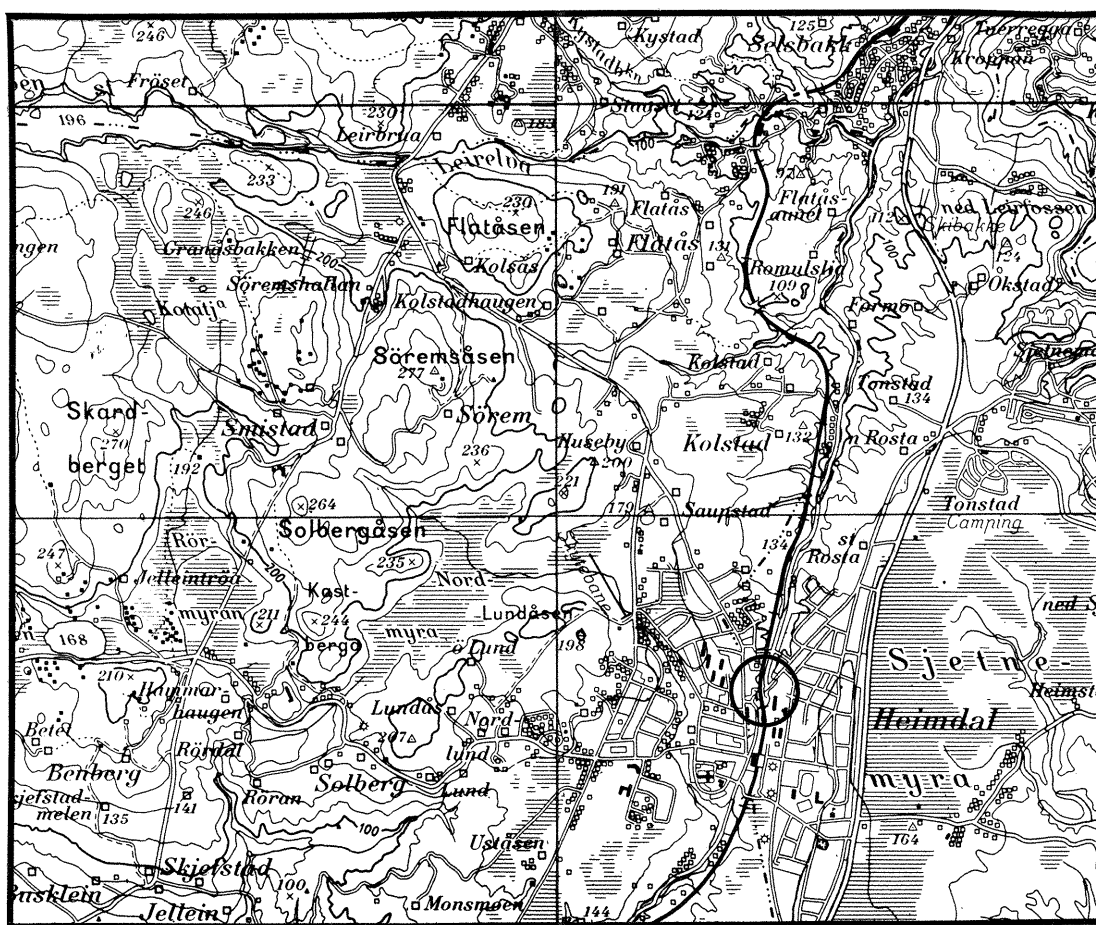


R.775-4 Ny jernbanebru HEIMDAL

GRUNNUNDERSØKELSER
GEOTEKNISK VURDERING



09. 09. 91

GEOTEKNISK SEKSJON
PLANKONTORET TRONDHEIM KOMMUNE



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

Oppdragsgiver: Kommunalteknisk seksjon		Oppdrag v/: Siv.ing. F.G. Mørch AS	
Oppdrag: R.775-4 NY BRU FOR JERNBANEN NORD FOR HEIMDAL STASJON. DOVREBANEN KM.541,745 Pelefundamentering av interimsbru			
Sted, dato: Trondheim, 06.09.91			
UTM- referanse: NR 680260		Sted: Heimdal	
Emneord:	Grunn-undersøkelse	Peler	
Feltarbeid utført: August 1991	Antall tekstsider: 5	Antall bilag: 12	
Sammendrag: <p>Den originale mineralske grunnen består hovedsaklig av vekslende lag med fast til meget fast siltig leire og leirig silt. Det er også registrert enkelte finsandlag.</p> <p>Nødvendig beregnet pelelengde (instalert pelelengde) er 9 meter for søndre endeopplegg, 8,5 meter for nordre endeopplegg og 12,5 meter for midtopplegg (ved søylefundament). Ved begge endeopplegg skal det benyttes stålrørspeler med diameter 600 mm. Ved midtopplegg skal det benyttes stålrørspeler med diameter 800 mm.</p> <p>Det forventes at eventuell terrengheving/sideforskyvning på sporet ikke vil føre til spesielle vanskeligheter for avvikling av togtrafikken. Forskyvningen av sporet på grunn av pelingen vil likevel kunne bli så stor at det blir nødvendig med oppretting av sporet etter hver peleramming.</p> <p>Det skal peles i tildels meget fast grunn, hovedsaklig bestående av siltige masser. Pelene bør normalt stå 2 - 3 uker før full belastning påføres.</p>			
Seksjonsleder: Kåre Sand		Saksbehandler: Rolf H. Røsand	

INNHold

1. INNLEDNING
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER
3. GRUNNFORHOLD
4. VURDERING

BILAG

1. Situasjonkart med borpunkt
2. - 3. Terrengprofil med boreresultat
4. Borprofil
5. - 7. Treaksialforsøk
8. - 12. Peleberegning
13. Lengdeprofil

VEDLEGG

- I Lastberegninger

1. INNLEDNING

Prosjekt Ny bru for Jernbanen nord for Heimdal stasjon, Dovrebanen km.541,745.

Selmer Nord AS har kommet med eget forslag til fundamenteringsløsning for interimbru. Brua ønskes fundamentert på stålrørspeler rammet ved siden av eksisterende spor.

Rapport Denne rapporten inneholder grunnundersøkelse for og vurdering av pelefundamentering for interimbru.

Lastberegning er samlet i eget vedlegg bakerst i rapporten.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Markarbeid Markarbeidet ble utført i tiden 14. - 26. august 1991.

Det er utført:

- Dreiesondering i 2 punkt.
- Prøvetaking i 1 punkt.

Plassering av borpunktene er vist på situasjonskartet. Resultatet fra sonderingene og prøvetakingene er fremstilt på terrengprofilene.

Terrengprofilene er tegnet på grunnlag av kart i målestokk 1:1000. Høyden i borpunktene er nivellert.

Laboratoriet Prøvene er rutineundersøkt i vårt laboratorium. Det er målt vanninnhold på samtlige prøver. Romvekt og udrenert skjærstyrke er målt på uforstyrrede prøver.

Leiras effektive styrkeparametre er undersøkt ved treksialforsøk på 6 prøver.

Resultatet fra laboratorieundersøkelsene er fremstilt på borprofilet.

3. GRUNNFORHOLD

Løsmasser Grunnen består av fyllmasse ned til ca. 1,5 meter. Videre er det et torvlag fra ca. 1,5 -

2,5 meters dybde. Under torvlaget er det vekslende lag av siltig leire og leirig silt. Det er også registrert enkelte finsandlag med inntil ca. 1 meters tykkelse.

I borpunkt 1 viser prøvetakingen at leira-/silten er meget fast ned til ca. 8 meter under terreng. Fra ca. 3 til 8 meter var det pga. meget faste masser ikke mulig å få opp uforstyrrede prøver. Det er her tatt opp representative prøver. Videre fra 8 til 19 meter under terreng er det stort sett fast til meget fast leire og silt. Udrenert skjærstyrke varierer i området 60 - 150 kN/m².

Vanninnholdet ligger stort sett mellom 20 og 25%, og romvekten varierer fra 20,1 til 20.9 kN/m³.

I borpunkt 2 tyder sonderingen på at det er 2 meget faste lag h.h.v. fra ca. 1 til 4 meter og fra ca. 7 til 11 meter under terreng. Under 11 meter viser dreiesonderingen stort sett konstant dreiemotstand.

Treaksialforsøkene er tolket til attraksjon $a=0$ og friksjonsvinkel $\tan \phi = 0,7$.

For mer detaljerte opplysninger om grunnforholdene vises det til bilagene bak i rapporten. Det vises også til våre rapporter R.775 og R.775-3.

4. VURDERING

Generelt

I byggeperioden for brua skal togtrafikken føres over anleggsområdet ved at det bygges en interimsbru. Interimsbrua skal bygges med 3 spenn a 19 meter. Det er tenkt å fundamentere interimsbrua på stålpeler ved begge endeopplegg og ved nordre midtopplegg (ved permanent søylefundament).

Peler

Pelene skal rammes inntil eksisterende spor. Ved nordre midtopplegg skal pelene også fungere som søyler for interimsbrua etter utgraving. Ved endeoppleggene skal det kun graves ut for opplegg for interimsbru (ca. 1,5 meter). Ved peleberegningene er oppgitt pelelengde den delen av pelen som står permanent under bakken i hele anleggsperioden.

Pelene er dimensjonert på grunnlag av en belastning på 80% av belastningstoget av 1977.

Valgte styrkeparametere er $a=10 \text{ kN/m}^2$ og $\tan\phi = 0,53$ i jernbanefyllingen og $a=0$ og $\tan\phi = 0,7$ i original grunn.

Søndre endeopplegg:

Nødvendig beregnet pelelengde med pelediameter 600 mm er 7,8 meter. På grunn av usikkerhet med hensyn til massenes kvalitet i jernbanefyllingen er det valgt å øke pelelengden til 9 meter. Pelespissen vil da stå ca. på kote 130, dvs. i det meget faste laget øverst. Det er her forutsatt at peletoppen står ca. 1,5 meter under toppen av eksisterende jernbanefylling.

Nordre endeopplegg:

Nødvendig beregnet pelelengde med pelediameter 600 mm er 6,3 meter. Det er her valgt å øke pelelengden til 8,5 meter. Det er som nevnt ovenfor pga. usikkerhet med hesyn til massenes kvalitet i jernbanefyllingen, men her også for å avslutte pelen i det faste laget. Med en pelelengde på 8,5 meter vil pelespissen stå ca. på kote 130. Det er også her forutsatt at peletoppen står ca. 1,5 meter under toppen av eksisterende jernbanefylling.

Nordre midtopplegg (ved søylefundament):

Nødvendig beregnet pelelengde med pelediameter 800 mm er 12,5 meter. For å få en akseptabel pelelengde er det her valgt å øke pelediameteren til 800 mm. Total pelelengde vil bli ca. 20,5 meter.

Oppsummering

Opplegg	Pele-diameter	Instalert pelelengde	Total pelelengde
Søndre	600 mm	9,0 meter	10,5 meter
Nordre	600 mm	8,5 meter	10,0 meter
Midtre	800 mm	12,5 meter	20,5 meter

Total pelelengde er ca. verdier forutsatt ramming fra toppen av jernbanefyllingen.

Terrengheving Pelene vil oppta et relativt stort volum i bakken, og det må forventes en viss terreng-

heving rundt pelene. Vi har utført enkle overslag som grunnlag for å vurdere hvor stor terrengheving som kan forventes.

Med horisontalt terreng og like forhold kan det forventes gjennomsnittlig terrengheving på 5 - 10 cm pr. pel. Der det er kupert terreng, f.eks. ved jernbanefyllingen, vil det generelt bli størst terrengheving der terrenget er lavest. Ved pelerramming på toppen av fyllingen vil mye av volumutvidelsen også slå ut i fyllingsskråningen. Dette tilsier at terrenghevingen ved sporet vil bli noe mindre enn antydnet ovenfor.

Side-
forskyvning

Pelerramming inntil sporet kan også føre til en viss forskyvning av sporet sideveis. Det er vanskelig å si noe sikkert om hvor stor en eventuell forskyvning vil bli, men generelt vil forskyvningen være avhengig av avstanden mellom pelen og sporet.

Det vil være gunstig både for terrengheving og eventuell sideforskyvning at det forgraves, f.eks. ned til 1 - 1,5 meter, før pelingen starter.

Vi vil anta at terrengheving/sideforskyvning ikke vil føre til spesielle vanskeligheter for avvikling av togtrafikken, men det vil trolig bli nødvendig med oppretting av sporet etter ramming av hver enkelt pel.

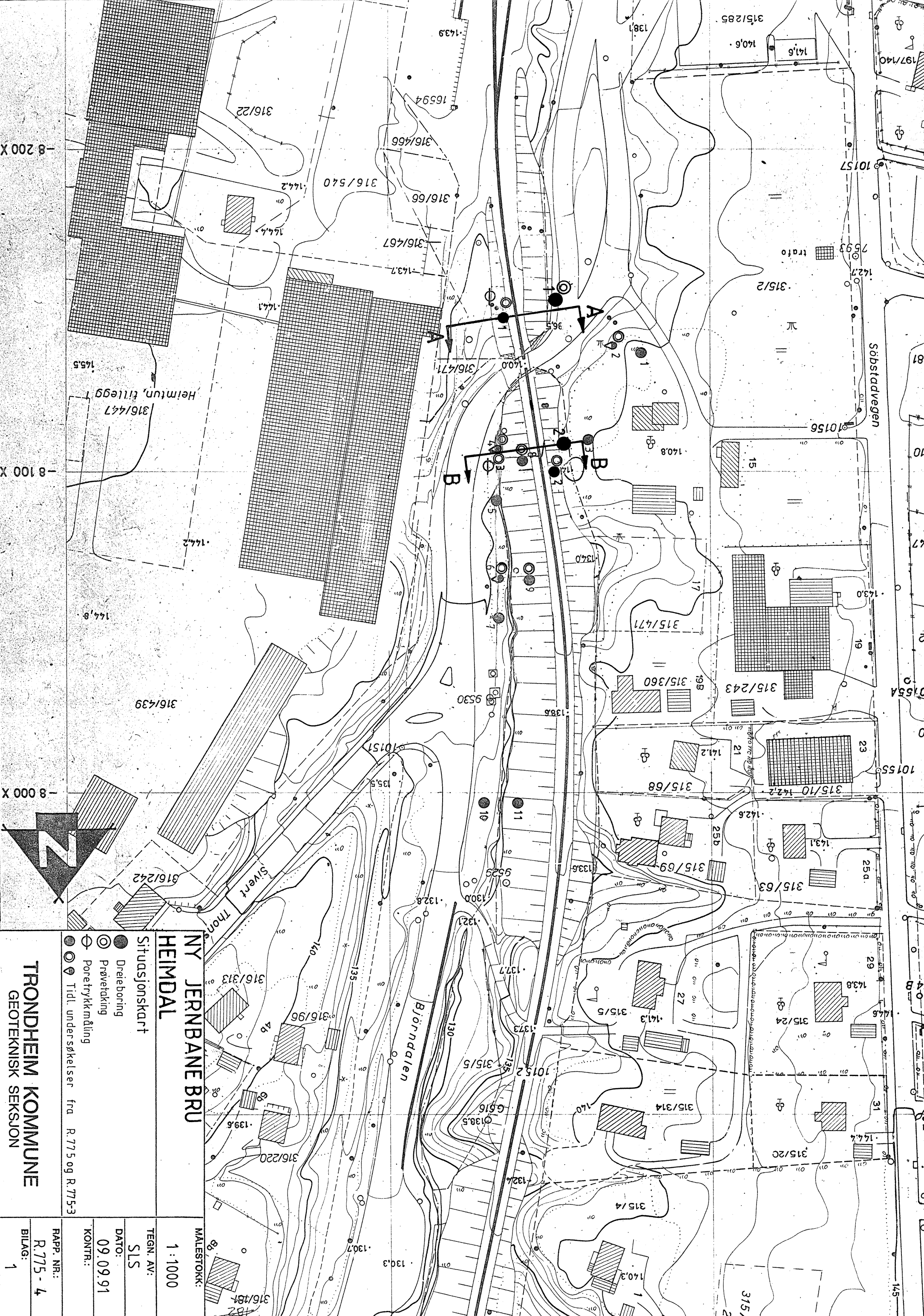
Rammeforhold

Grunnen det skal rammes i er tildels meget fast, og består mer eller mindre av siltige masser. Pelerramming i siltige masser kan føre til at det oppstår negativt poretrykk, såkalt "falsk stopp". I slike tilfeller må man vente en tid før rammingen starter igjen. Pelene bør normalt stå 2 - 3 uker, slik at massene inntil pelen rekonsolideres, før belastning påføres.

PLANKONTORET
Geoteknisk seksjon

Kåre Sand

Rolf H. Røsand
Rolf H. Røsand



-8 200 X

-8 100 X

-8 000 X

**NY JERNBANE BRU
HEIMDAL**

Situasjonskart

- Dreieboring
- Prøvetaking
- ⊙ Poretrykkmåling
- ⊗ Tidl. undersøkelser fra R.775 og R.775-3

**TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON**

MALESTOKK: 1:1000

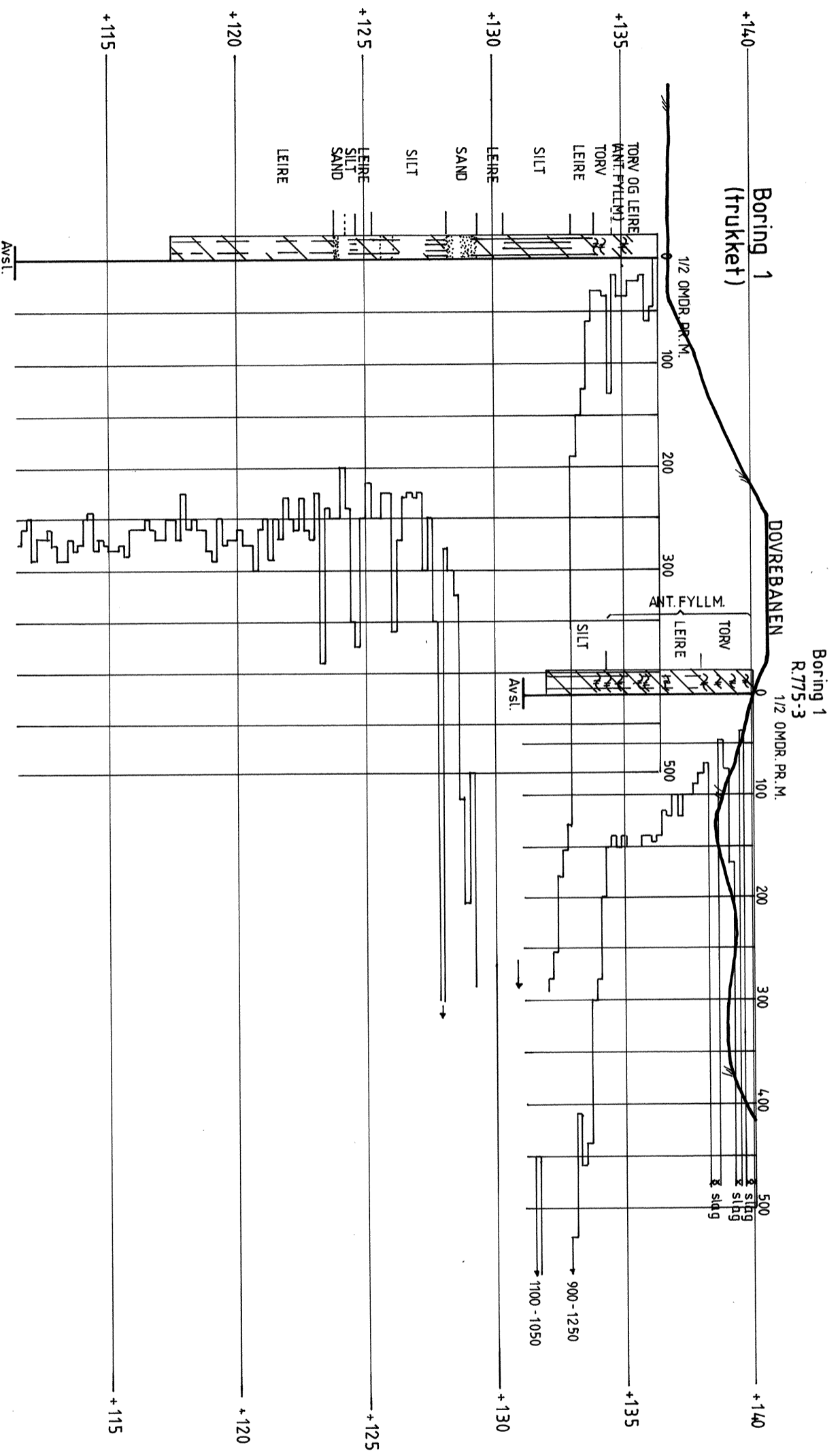
TEGN. AV: SLS

DATO: 09.09.91

KONTR.:

RAPP. NR.: R.775-4

BILAG: 1



**NY JERNBANE BRU
HEIMDAL**

Profil med dreieboring- og
prøvetakingsresultat

Profil A

MALESTOKK:

1 : 200

TEGN. AV:
SLS

DATO:
09.09.91

KONTR.:

RAPP. NR.:

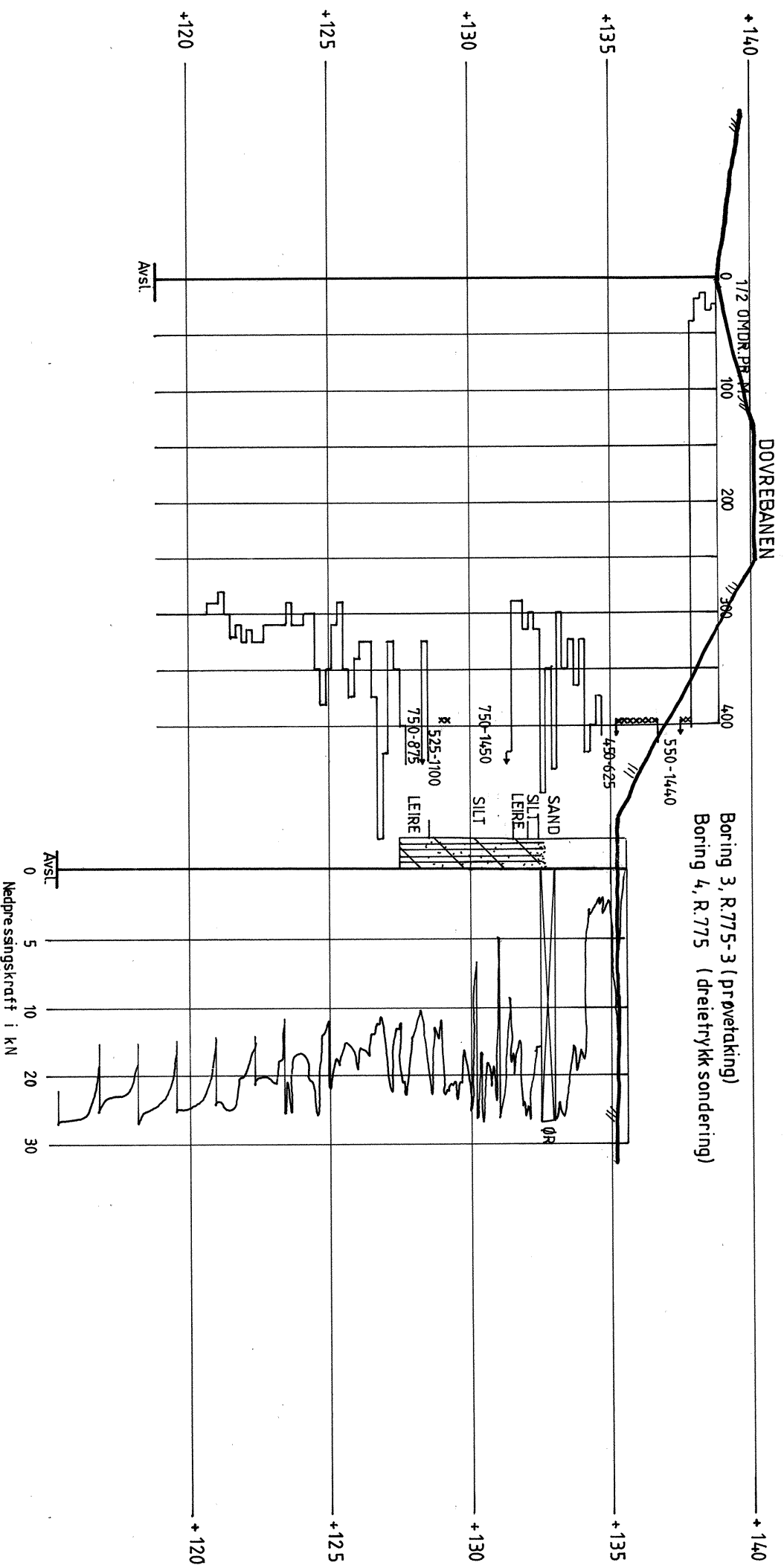
R.775-4

BILAG:

2

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

Boring 2



NY JERNBANE BRU HEIMDAL

Profil med dreieboring-,
dreiestrykksondering- og
prøvetakingsresultat

Profil B

MALESTOKK:

1 : 200

TEGN. AV:

SLS

DATO:

09.09.91

KONTR.:

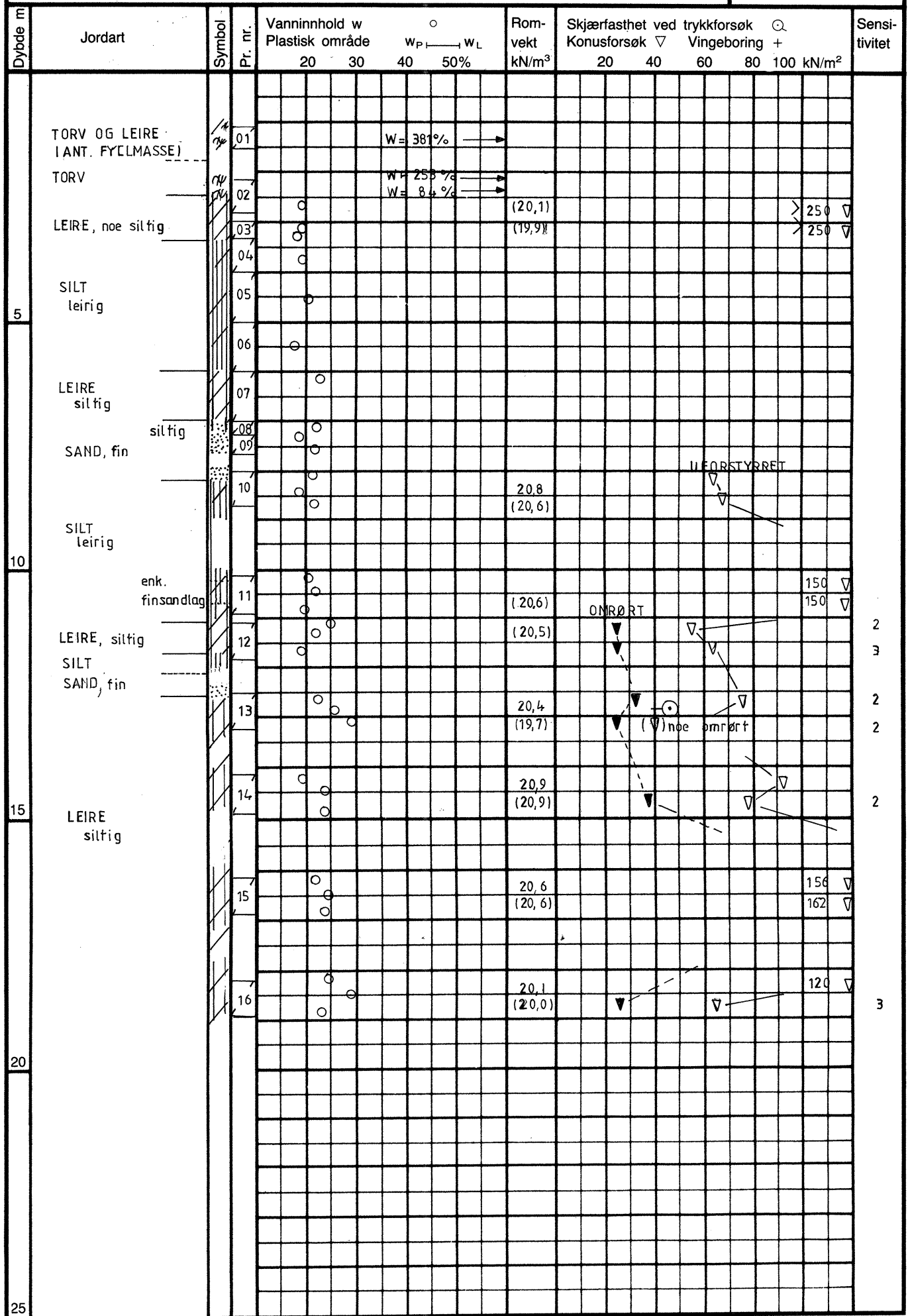
RAPP. NR.:

R.775-4

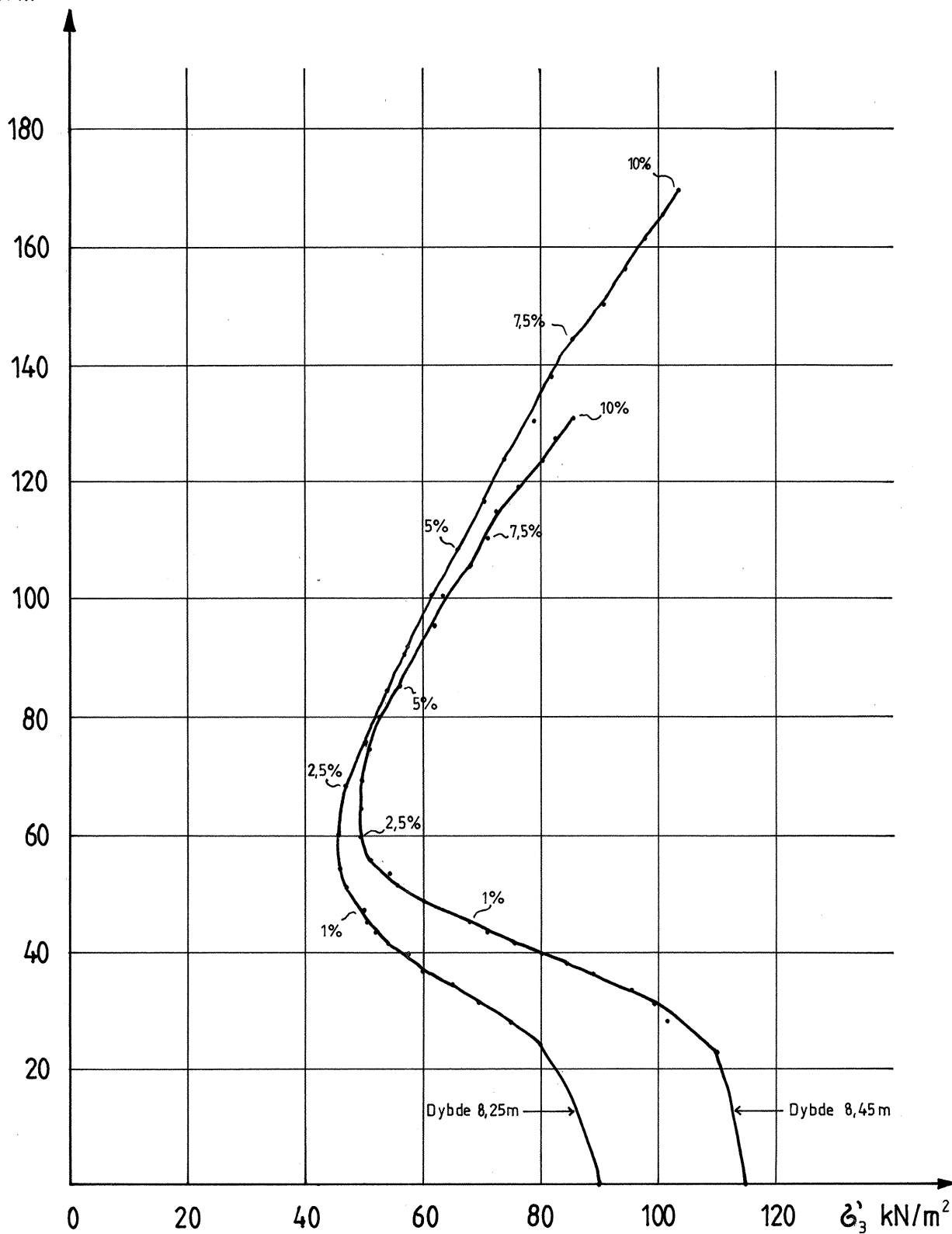
BILAG:

3

TRONDHEIM KOMMUNE
GEOTEKNISK SEKSJON

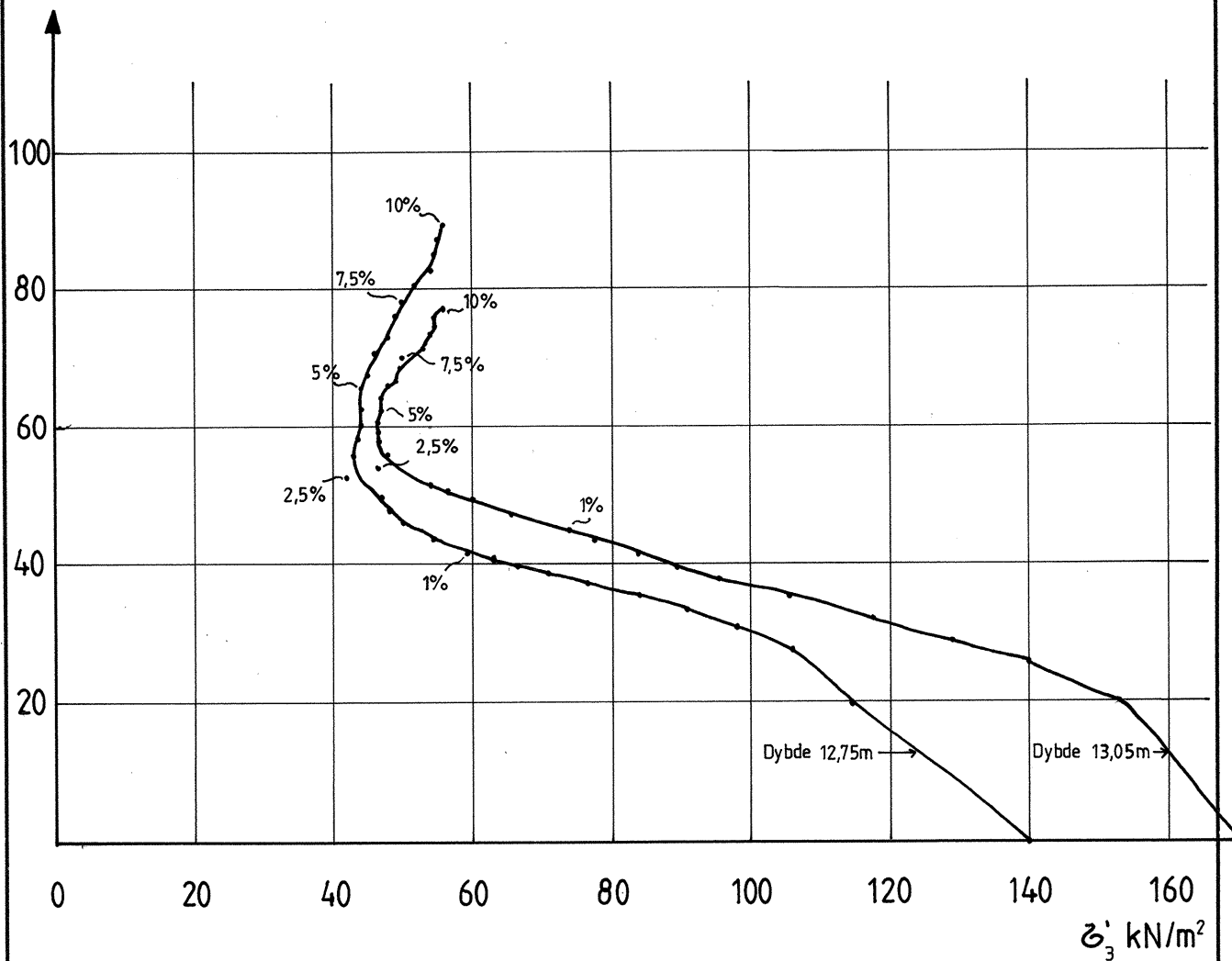


$1/2(\sigma_1 - \sigma_3)$
kN/m²

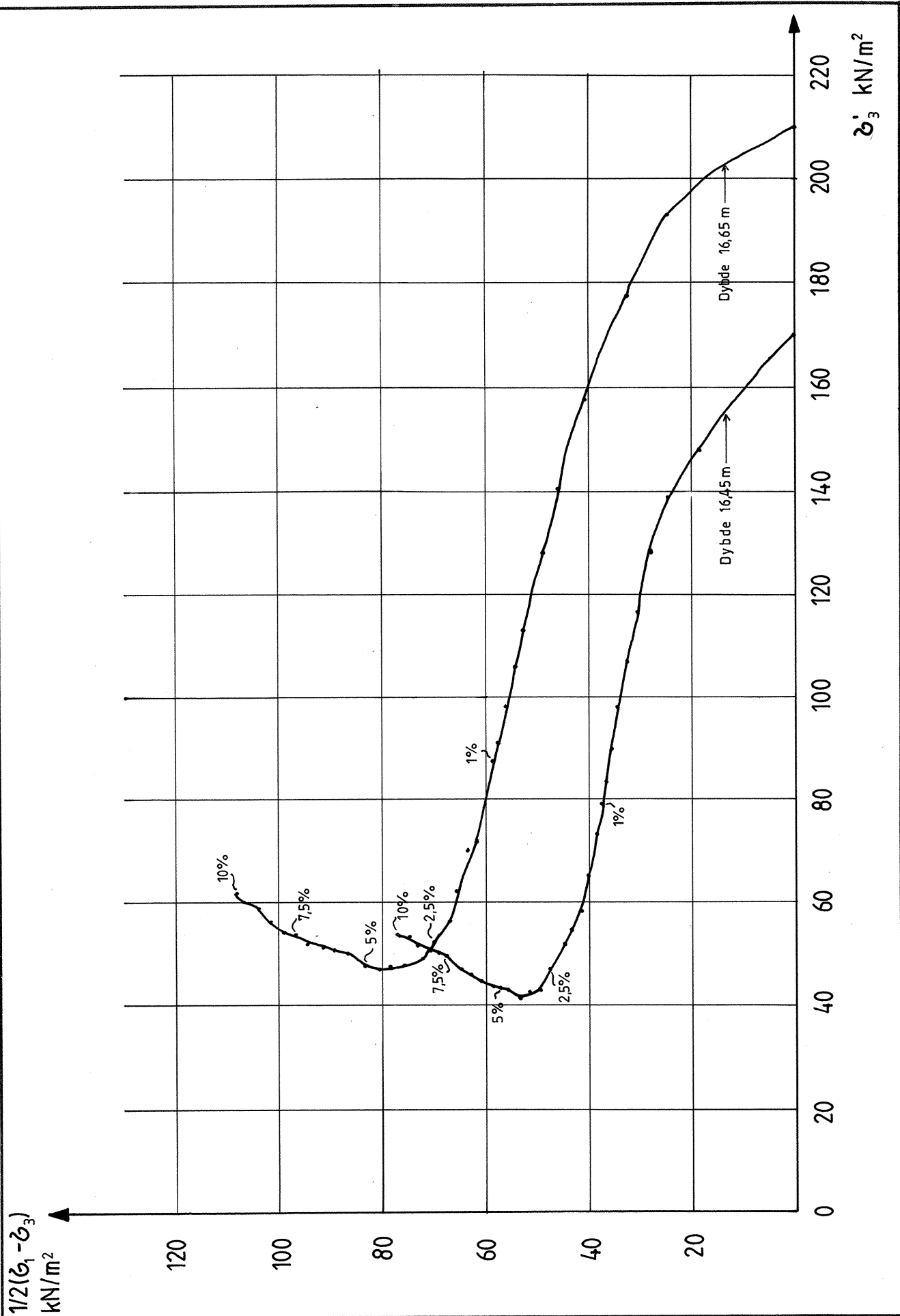


TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	Ny jernbanebru Heimdal	MÅLESTOKK	
	Treaksialforsøk	TEGNET AV SLS	RAPP NR. R.775-4
	Boring 1, dybde 8,25m og 8,45m	DATO 09.09.91	BILAG 5

$1/2(\sigma_1 - \sigma_3)$
kN/m²



TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	Ny jernbanebru Heimdal		MALESTOKK	
	Treaksialforsøk Boring 1, dybde 12,75m og 13,05m		TEGNET AV	RAPP NR.
			SLS	R.775-4
		DATO	BILAG	
		09.09.91	6	



TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	Ny jernbanebru Heimdal	MÅLESTOKK	
	Treaksialforsøk	TEGNET AV SLS	RAPP NR. R.775-4
	Boring 1, dybde 16,45m og 16,65m	DATO 09.09.91	BILAG 7

```

*****
*
* program SPEL
* bæreevne av svevende pel
*
*****
7. 9.1991 KL.17. 4

```

OPPDRAK R.775-4
PELEFUNDAMENTERING AV INTERIMSBRU. SØNDRE ENDEOPPLEGG

Diameter 0.600m Omkrets 1.88m Tverrsnitt 0.2827m²
Plastifiseringsvinkel 5. grader
Terrenglast 20.0kPa

Lag	Dybde m	Attraksjon/ su kPa	Tgfi/ fred	e.romvekt	Ruhet	Skjørtall kN	Qside
	0.0						
1		10.0	.53	19.0	0.90	0.28	93.5
	3.0						
2		10.0	.53	9.0	0.90	0.28	130.8
	5.5						
3		0.0	.70	10.5	0.80	0.24	117.4
	15.5						

Sum bæreevne fra sidefriksjon for	7.8m pel	341.6kN
Bæreevne av spiss for	7.8m pel	997.6kN

DIMENSJONERENDE BÆREEVNE AV 7.8m PEL: $1339.2/1.60 = 837.0\text{kN}$
Dimensjonerende last 837.0kN

NØDVENDIG PELELENGDE ER 7.8m

```

*****
*
* program SPEL
* bæreevne av svevende pel
*
*****
7. 9.1991 KL.17. 4

```

OPPDRAG R.775-4
PELEFUNDAMENTERING AV INTERIMSBRU. SØNDRE ENDEOPPLEGG

Diameter 0.600m Omkrets 1.88m Tverrsnitt 0.2827m²
 Plastifiseringsvinkel 5. grader
 Terrenglast 20.0kPa

Lag	Dybde m	Attraksjon/ su kPa	Tgfi/ fred	e.romvekt	Ruhet	Skjærtall kN	Qside
	0.0						
1		10.0	.53	19.0	0.90	0.28	93.5
	3.0						
2		10.0	.53	9.0	0.90	0.28	130.8
	5.5						
3		0.0	.70	10.5	0.80	0.24	185.1
	15.5						

Sum bæreevne fra sidefriksjon for	9.0m pel	409.4kN
Bæreevne av spiss for	9.0m pel	1095.5kN

DIMENSJONERENDE BÆREEVNE AV 9.0m PEL: $1504.9/1.60 = 940.6\text{kN}$

 *
 * program SPEL
 * bæreevne av svevende pel
 *

7. 9.1991 KL.17.19

OPPDRAK R.775-4
 PELEFUNDAMENTERING AV INTERIMSBRU. NORDRE ENDEOPPLEGG

Diameter 0.600m Omkrets 1.88m Tverrsnitt 0.2827m²
 Plastifiseringsvinkel 5. grader
 Terrenglast 20.0kPa

Lag	Dybde m	Attraksjon/ su kPa	Tgfi/ fred	e.romvekt	Ruhet	Skjærtall kN	Qside
	0.0						
1		10.0	.53	19.0	0.90	0.28	93.5
	3.0						
2		0.0	.70	20.5	0.90	0.30	111.4
	5.0						
3		0.0	.70	10.5	0.80	0.24	74.1
	15.0						

Sum bæreevne fra sidefriksjon for 6.3m pel 278.9kN

Bæreevne av spiss for 6.3m pel 1060.3kN

DIMENSJONERENDE BÆREEVNE AV 6.3m PEL: $1339.2/1.60 = 837.0\text{kN}$

Dimensjonerende last 837.0kN

NØDVENDIG PELELENGDE ER 6.3m

```

*****
*
* program SPEL
* bæreevne av svevende pel
*
*****
7. 9.1991 KL.17.19

```

OPPDRAG R.775-4
PELEFUNDAMENTERING AV INTERIMSBRU. NORDRE ENDEOPPLEGG

Diameter 0.600m Omkrets 1.88m Tverrsnitt 0.2827m²
Plastifiseringsvinkel 5. grader
Terrenglast 20.0kPa

Lag	Dybde m	Attraksjon/ su kPa	Tgfi/ fred	e.romvekt	Ruhet	Skjørtall kN	Qside
	0.0						
1		10.0	.53	19.0	0.90	0.28	93.5
	3.0						
2		0.0	.70	20.5	0.90	0.30	111.4
	5.0						
3		0.0	.70	10.5	0.80	0.24	214.2
	15.0						

Sum bæreevne fra sidefriksjon for	8.5m pel	419.0kN
Bæreevne av spiss for	8.5m pel	1244.3kN

DIMENSJONERENDE BÆREEVNE AV 8.5m PEL: $1663.3/1.60 = 1039.6\text{kN}$

```

*****
*
* program SPEL
* bæreevne av svevende pel
*
*****
5. 9.1991 KL.12.57

```

OPPDAG R.775-4
PELEFUNDAMENTERING AV INTERIMSBRU. SØYLEFUNDAMENT

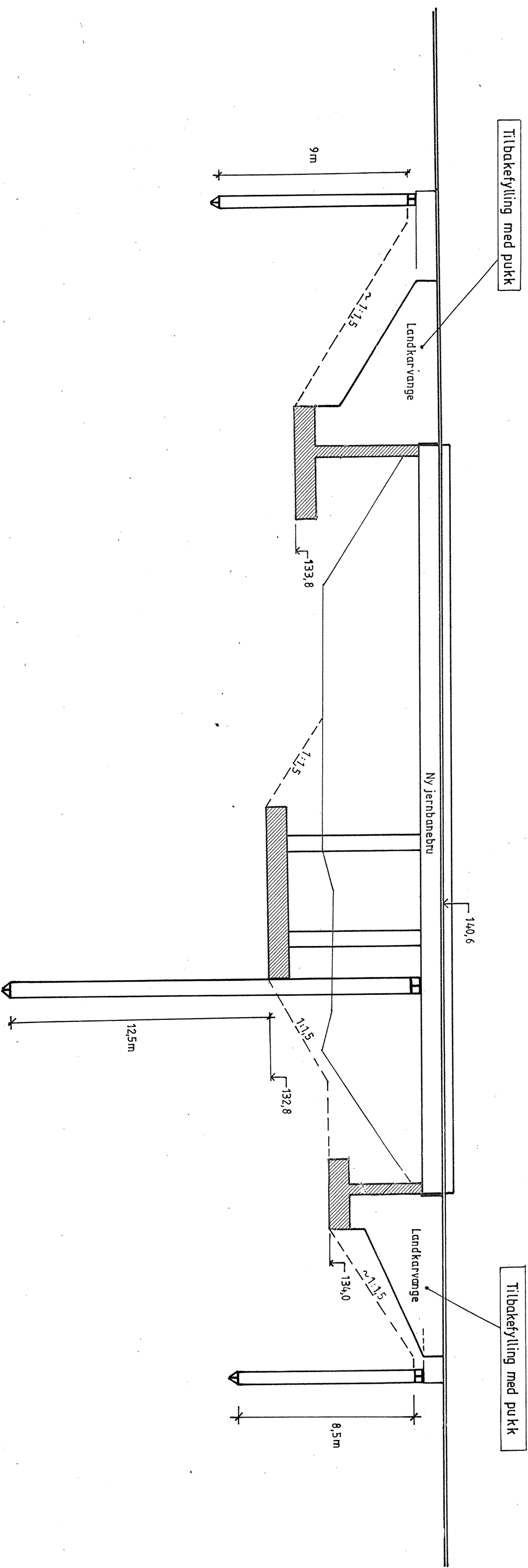
Diameter 0.800m Omkrets 2.51m Tverrsnitt 0.5027m²
Plastifiseringsvinkel 5. grader

Lag	Dybde m	Attraksjon/ su kPa	Tgfi/ fred	e.romvekt	Ruhet	Skjærtall kN	Qside
	0.0						
1		0.0	.70	10.5	0.90	0.30	99.9
	5.0						
2		0.0	.70	10.5	0.80	0.24	235.6
	10.0						
3		0.0	.70	10.5	0.70	0.19	140.1
	15.0						

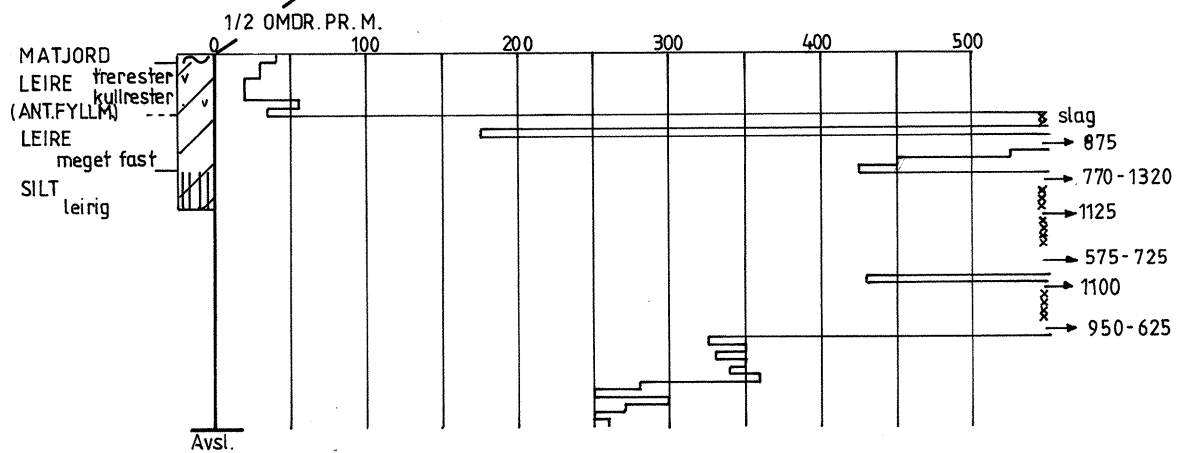
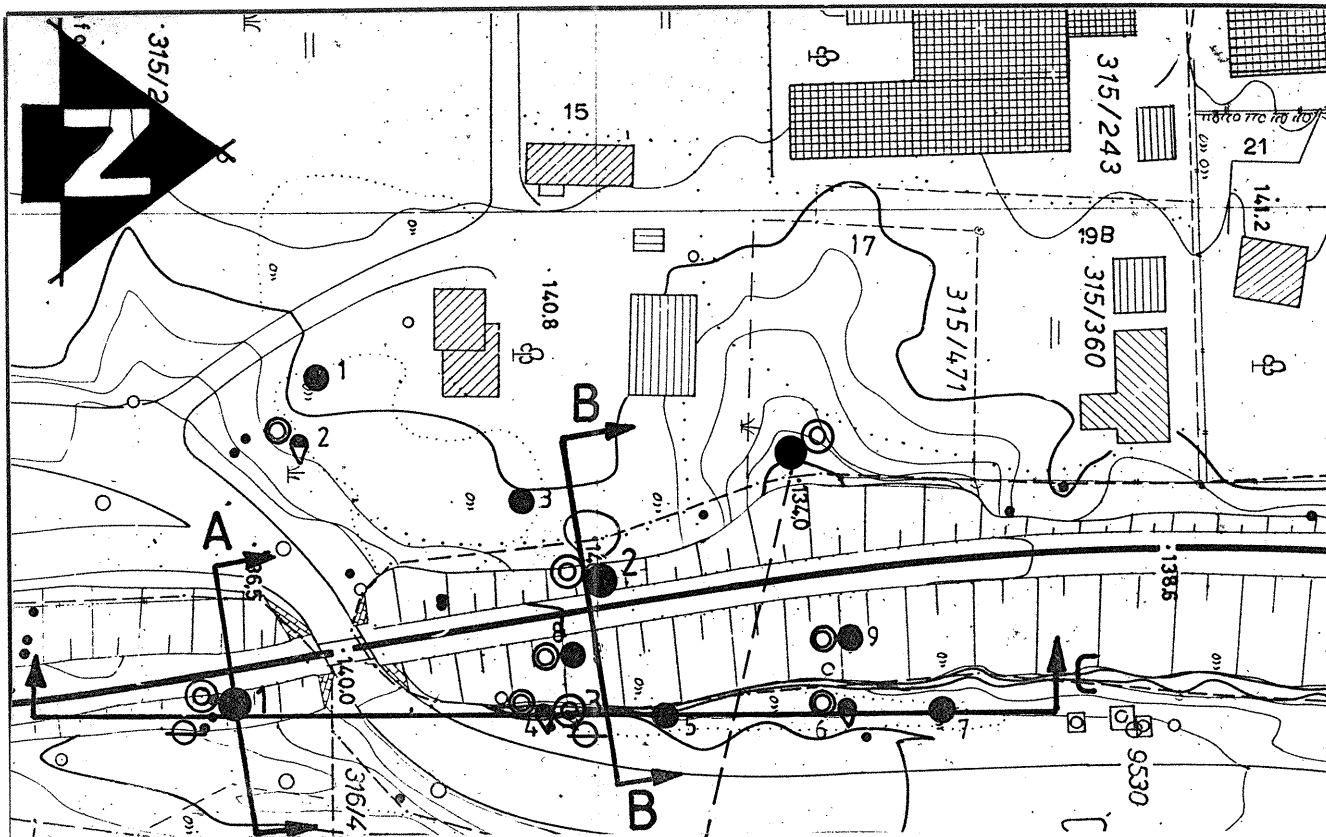
Sum bæreevne fra sidefriksjon for 12.5m pel 475.6kN
Bæreevne av spiss for 12.5m pel 1873.2kN

DIMENSJONERENDE BÆREEVNE AV 12.5m PEL: $2348.8/1.60 = 1468.0\text{kN}$
Dimensjonerende last 1468.0kN

NØDVENDIG PELELENGDE ER 12.5m



NY JERNBANEBRU		MALESTOKK:
HEIMDAL		1 : 200
Lengdeprofil		TEGN. AV: RHR, SLS
		DATO: 09.09.91
		KONTR.:
		RAPP. NR.:
TRONDHEIM KOMMUNE		R. 775 - 4
GEOTEKNISK SEKSJON		BILAG:
		13



TRONDHEIM KOMMUNE GEOTEKNISK SEKSJON	SØBSTADVEGEN 17	MÅLESTOKK 1:1000, 1:200	
	Situasjonskart, dreieboring og prøvetakings- resultat	TEGNET AV SLS	RAPP NR.
		DATO 28.08.91	BILAG

VEDLEGG TIL RAPPORT R. 775 - 4

NY BRU FOR JERNBANEN NORD FOR HEIMDAL STASJON.

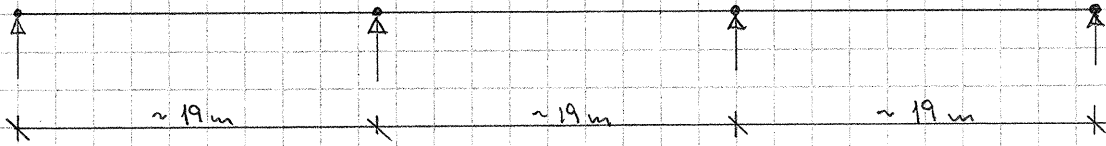
DOYREBANEN KM. 541, 745

R. 775-3 Bru - NSB HEIMDAL

FUNDAMENTERING AV INTERIMSBRU

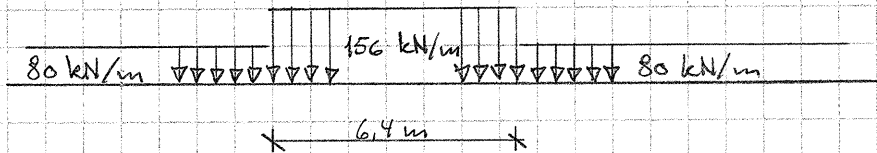
Lastberegning:

Statisk system:



Belasting: Pelelast regnes som 80% av belastningen fra belastningstoget av 1977.

Nyttelast:

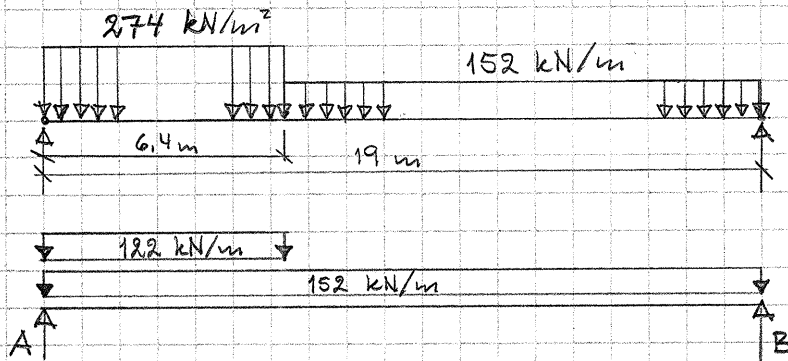


Egenlast: 20 kN/m

Lastfaktorer = nyttelast $\gamma_f = 1,6$
 egenlast $\gamma_f = 1,2$

Opplagerkrefter:

Endeopplegg:



$$A_1 = \frac{qL}{2} = \frac{152 \cdot 19}{2} = 1444 \text{ kN}$$

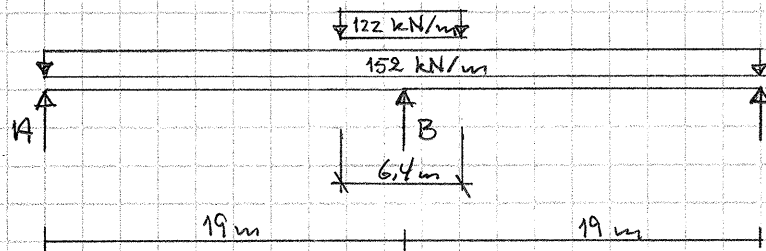
$$\sum M_B = 0 \Rightarrow A_2 = \frac{122 \cdot 6,4 \cdot (19 - 3,2)}{19} = 649 \text{ kN}$$

$$\text{Opplagerkraft } A = 1444 + 649 = \underline{2093 \text{ kN}}$$

Opplagerkraften fordeles på 2 peler:

$$\text{Pelelast } Q_E = \frac{0,8 \cdot 2093 \text{ kN}}{2} = \underline{837 \text{ kN}}$$

Midtopplegg:



$$B = 122 \cdot 6,4 + 152 \cdot 19 = \underline{3669 \text{ kN}}$$

$$\text{Pelelast } Q_M = \frac{0,8 \cdot 3669 \text{ kN}}{2} = \underline{1468 \text{ kN}}$$

Jordartsparementere:

Original grunn: leire / silt $\tan \varphi = 0,7$

$$a = 0$$

$$\gamma' = 20,5 \text{ kN/m}^3$$

Jernbanefylling:

$$\tan \varphi = 0,53$$

$$a = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$$