

CODEN: LUTVDG/(TVBK-5003)1-188 (1978)

# WIRE - WOOD

BALKAR OCH

VÄGGELEMENT

EXAMENSARBETE UTFÖRT 1978

VID BYGGNAOSTEKNIK II, LTH

GERT HANSSON

GÖRAN HEDENBLAD

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>SID</u>
1 SAMMANFATTNING	11
2 BAKGRUND	2
3 UTDRAGSFÖRSÖK	3
3.1 AVSIKTEN MED UTDRAGSFÖRSÖKEN	3
3.2 PROVNINGSANORDNINGEN OCH PROVNINGS- UTFÖRANDE	3
4 UNDERSÖKNING AV WIRE-WOOD BALKAR	9
4.1 SAMMANSTÄLLNING AV UTFÖRDA PROVNINGAR	9
4.2 PROVNINGSANORDNINGAR OCH UTFÖRANDE	10
4.3 RESULTATEN OCH DERAS BEARBETNING	12
4.4 FÖRSÖKSRESULTAT OCH UTVÄRDERING	13
4.5 UNDERSÖKNING AV FÖRSKJUTNINGS MODULEN	34
4.6 JÄMFÖRELSE UPPMÄTT OCH BERÄKNAD FÖRSKJUTNINGSMODUL	37
5 LÅNGTIDSFÖRSÖK	38
5.1 BALKARNAS UTFORMNING	38
5.2 PROVNINGSANORDNING OCH PROVNINGS- UTFÖRANDE	38
5.3 RESULTATEN OCH DERAS BEARBETNING	41
6 KNÄCKNINGSFÖRSÖK MED VÄGGELEMENT	52
6.1 VÄGGELEMENTENS UTFORMNING	52
6.2 PROVNINGSANORDNING OCH PROVNINGS- UTFÖRANDE	53
6.3 STATISTISK UTVÄRDERING AV PROVNING	57

	<u>SID</u>
6.4 BERÄKNINGSMETOD FÖR VÄGGELEMENTEN I KNÄCKNINGSFÖRSÖKEN	61
6.5 TILLÅTNA LASTER MED HÄNSYN TILL SYLLTRYCK ENLIGT SBN 75	66
6.6 JÄMFÖRELSE MELLAN TILLÅTNA LASTER ERHÅLLNA UR STATISTISK UTVÄRDERING, BERÄKNINGSMETOD OCH MED HÄNSYN TILL SYLLTRYCK	66
6.7 BRÄKNING AV UTBÖJNING DÄR $\delta$ ÄR KÄNT	67
BILAGA 4.1	70
BILAGA 4.3	86
BILAGA 4.4	98
BILAGA 4.5	122
BILAGA 5.2	135
BILAGA 5.3	143
BILAGA 6.3	149
BILAGA 6.4	180
BILAGA 6.7	187
LITTERATURFÖRTECKNING	188

## 1 SAMMANFATTNING

FÖRST UTFÖRDES ENKLA PROV MED ATT DRA UT STÅLTRÅDSINFÄSTNINGAR UR TRÅPROVKROPPAR MED TVÄRSNITTET 45x45 MM, VARVID KRAFT OCH DEFORMATION UPPMÄTTES. INFÄSTNINGENS UTFORMNING VARIERADES. DÄREFTER PROVADES BALKAR MED VARIERANDE UTFORMNING PÅ STÅLTRÅD OCH INFÄSTNING. BALKHÖJDEN VAR 0.200 M OCH BALKLÄNGDEN 2.40 M. EN VARIANT MED  $\phi$  8 MM STÅLTRÅD OCH MED STÅLTRÅDEN BOCKAD I SKARP VINKEL I INFÄSTNINGEN VALDES UT AV BESTÄLLAREN, OCH BALKAR MED OLIKA LÄNGD OCH HÖJD TILLVERKADES AV DENNE. BALKARNA PROVADES MED PUNKTLASTER I 1/4-DELS PUNKTERNA OCH MITTPUNKTEN. FÖRSKJUTNINGSMODULEN SAMT DRÄKNINGARNA BERÄKNADES UR MEDBÖJNINGEN. DÅ LIMNINGEN OFTA VAR DÅLIG OCH ANLIGGNINGEN MELLAN STÅLTRÅD-TRÅ EJ VAR MAXIMAL ERHÖLLES VÄRDEN PÅ MEDBÖJNINGARNA SOM INTE VAR ACCEPTABLA. TRE BALKAR, MED INFÄSTNINGEN I FORM AV EN TAPP MED 10 MM DIAM. OCH 30 MM LÄNGD, HAR LÅNGTID-PROVATS. STÖRRE KRYPNING ÄN FÖR HOMOGENT TRÅ ERHÖLLES. VÄGGELEMENTEN PROVADES DELS MED ENBART AXIALLAST OCH DELS MED AXIALLAST OCH HORIZONTALLAST. UTVÄRDERING AV BÄRFÖRMLIGEN HAR SKETT MED HJÄLP AV STATISTISKA METODER OCH DEN BEDÖMDES ACCEPTABEL.

## 2 BAKGRUND

BYGGNADSTEKNIK II HAR FÅTT I UPPDRAG  
ATT TA FRAM OCH PROVA BALKAR SAMT  
VÄGGELEMENT MED FLÄNSAR AV TRÄ  
OCH LIV AV STÅLTRÅD.

### 3 UTDRAGSFÖRSÖK

#### 3.1 AVSIKTEN MED UTDRAGSFÖRSÖKEN

AVSIKTEN MED UTDRAGSFÖRSÖKEN VAR ATT MAN PÅ ETT BILLIGT OCH ENKELT SÄTT SKULLE KUNNA FÅ FRAM DE INFÄSTNINGSFÖRSLAG SOM DET VAR LÖNT ATT GÖRA BALKPROV PÅ.

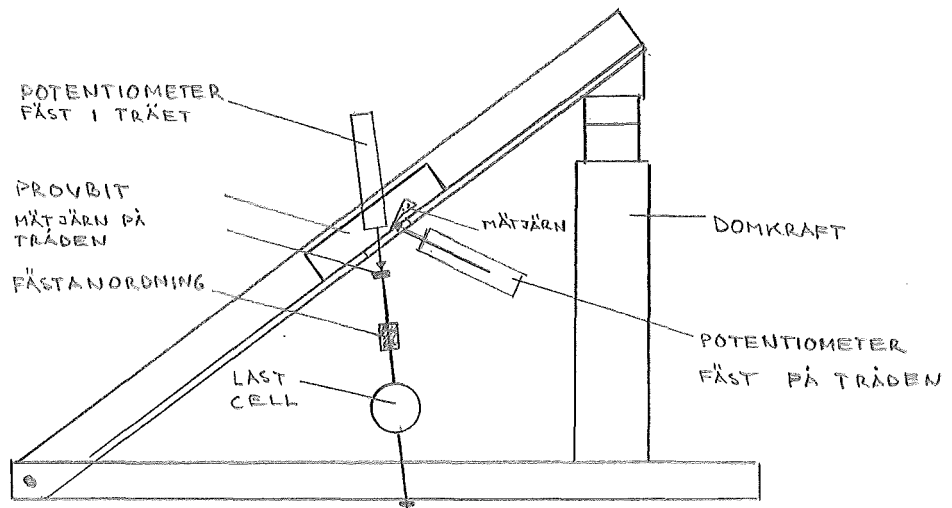
#### 3.2 PROVNINGSANORDNINGEN OCH PROVNINGS- UTFÖRANDE

MED PROVNINGSANORDNING UTFORMAD ENLIGT FIGUR 3.2.1 PROVADES TRÅDENS MOTSTÅND MOT UTDRAGNING.

LASTEN PÅFÖRDES MED EN HYDRALISK DOMKRAFT MÄTTES MED EN ELEKTRISK LASTCELL. TRÅDENS UTDRAGNING MÄTTES MED EN POTENTIOMETER OCH REGISTRERADES TILLSAMMANS MED LASTEN PÅ EN X-Y-SKRIVARE.

PÅ VISSA FÖRSÖK UTFÖRDES OCKSÅ MÄTNING AV MOTSTÅENDE TRÅDS INDRAGNING FÖR ATT MAN SKULLE FÅ EN UPPFATTNING AV OM DET VAR TRÄET KRING TRÅDEN SOM DEFORMERADES ELLER OM DET VAR TRÅDEN SOM DEFORMERADES GENOM ATT GLIDA RUNT I SPÅRET.

ÖNSKEMÅLET VAR EN INFÄSTNING UTFORMNING SOM TOG STOR LAST VID LITE DEFORMATION OCH ÄNDÅ LÅG INOM EKONOMINS OCH TILLVERKNINGS-



FIGUR 3.2.1

- |   |  |          |                               |                     |
|---|--|----------|-------------------------------|---------------------|
| 1 |  | TRÅD Ø 6 | KROK MED BANDJÄRN 0,5 x 16 mm | KORT KROK           |
| 2 |  | "        | " " "                         | 3 x 15 mm LÅNG KROK |
| 3 |  | "        | TYP WIRE-STUDS                |                     |
| 4 |  | "        | KROK MED HYLSA                | DUBBLA + SVETSÅDE   |
| 5 |  | "        | TRÅD ENL. FIGUR               |                     |
| 6 |  | "        | " " "                         |                     |
| 7 |  | "        | KROK + HYLSA                  |                     |
| 8 |  | TRÅD Ø 6 | ENL FIG.                      |                     |
| 9 |  | "        | " " "                         |                     |

FIGUR 3.2.2

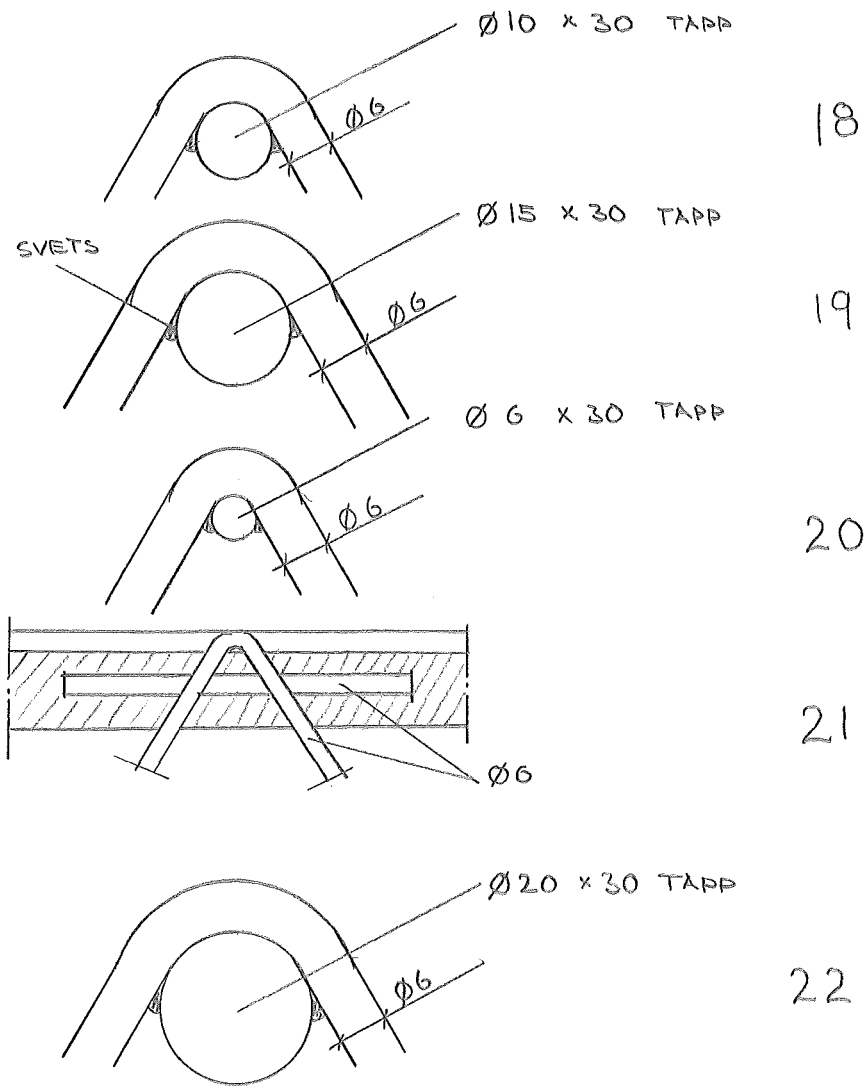
MÖJLIGHETERNAS RAM.

ÅTSKILLIGA FÖRSLAG UPPRITADES OCH SKICKADES TILL UPPDRAGSGIVAREN. DESSA ANSÅGS TROLIGEN SOM FÖR KOMPLICERADE OCH DYRA ATT TILLVERKA SÅ I STÄLLET ERHÖLL VI EN OMGÅNG TÄMLIGEN ENKLA VARIANTER ENLIGT FIGUR 3.2.2. LITTERA GÄLLER I FÖREKOMMANDE FALL BÅDE UTDRAGS OCH BALKFÖRSÖK. EFTER PROVNING I OVAN BESKRIVNA ANORDNING KUNDE SAMTLIGA, UTOM NR 3 DVS TYP WIRE-STUDS, FÖRKASTAS.

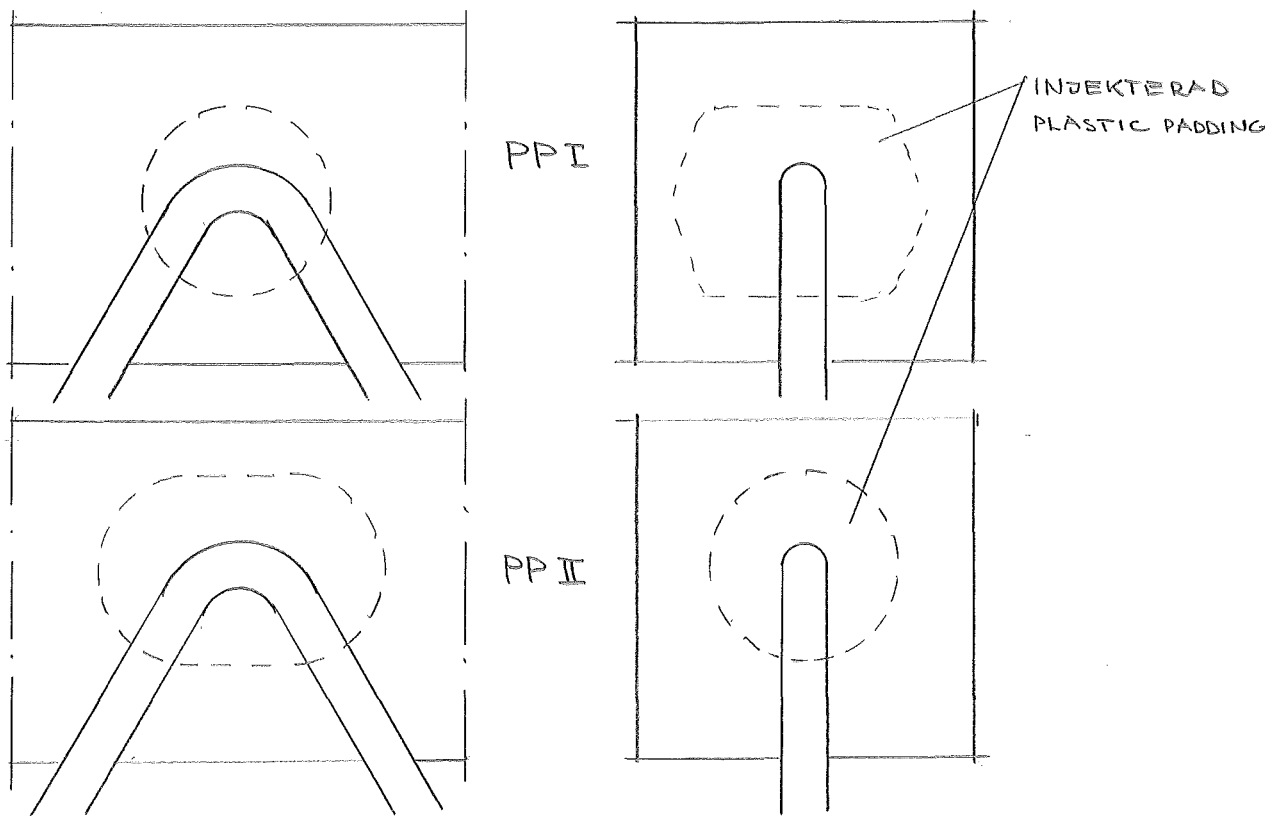
I NÄSTA OMGÅNG HADE INFÄSTNINGARNA DÄRFÖR FÖRSTÄRKT, ENLIGT OLIKA METODER, MED HJÄLP AV SVETSNING. TILL DENNA OMGÅNG HÖRDE OCKSÅ BALKAR, MED MOTSVARANDE INFÄSTNINGSGUTFORMNING, DELS TILL BALKFÖRSÖK OCH DELS TILL LÅNGTIDSFÖRSÖK, FIGUR 3.2.3 VISAR DESSA UTFORMNINGAR.

RESULTATEN AV DESSA UTDRAGSFÖRSÖK BEDÖMDES SOM TÄMLIGEN GYNNSAMMA OCH BALKFÖRSÖK VIDTOG HÄREFTER. PÅ EGET INITIATIV TILLVERKADE VI NU TVÅ PROVBITAR ENLIGT EN VARIANT FRÅN ETT AV VÅRA TIDIGT INSKICKADE FÖRSLAG. FIGUR 3.2.4 VISAR DETTA.





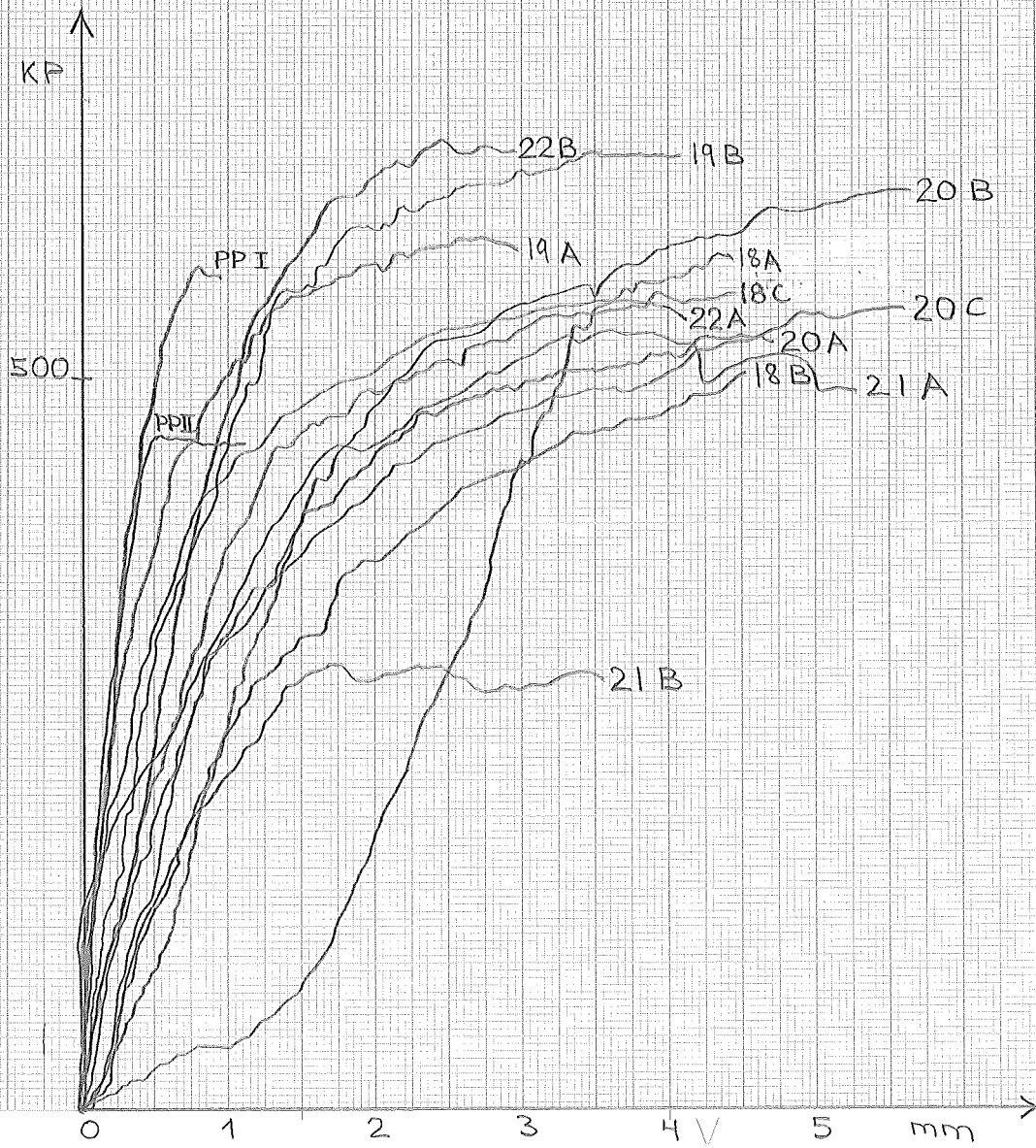
FIGUR 3.2.3



FIGUR 3.2.4

GENOM ATT PLASTIC PADDINGEN INJEKTERAS  
FÅR VI MYCKET GOD ANLIGGNING, OCH  
GENOM KULFORMEN FÅR VI MINIMALA SPÄNNINGS-  
KONCENTRATIONER I TRÄET.  
OM LAST-DEFORMATIONSKURVORNA FÖR PLASTIC  
PADDINGINFÄSTNINGEN JÄMFÖRES MED  
KURVORNA FÖR UTFORMNING 18-22, DIAGRAM  
3.2.5 SYNES P-P-UTFORMNINGEN VARA  
GYNSAMMARE. MAN SKALL OCKSÅ BETÄNKA  
ATT BROTTET SKEDDE GENOM BROTT I PLASTIC  
PADDINGEN OCH INTE GENOM DEFORMATION OCH  
BROTT I TRÄ SOM PÅ DE ANDRA UTFORMNINGARNA.  
DEN PLASTIC PADDING SOM ANVÄNDES HADE  
BETECKNINGEN "ELASTIC", ÄLLTSÅ BORDE  
BÅDE STARKARE OCH MINDRE ELASTISKA SORTER  
FINNAS. VISSA SORTER AV EPOXI ÄR ANTAGLIGEN  
OCKSÅ BÄTTRE ÄN PLASTIC PADDING.

UTDRAGSFÖRSÖK



## 4 UNDERSÖKNING AV WIRE-WOOD BALKAR.

### 4.1 SAMMANSTÄLLNING AV UTFÖRDA PROVNINGAR.

- 3 BALKAR NR 13-15 ANVÄNDES TILL LÅNGTIDSFÖRSÖK.  
BALKHÖJD 0.195 M, SPÄNNVIDDER 2.4, 3.6 OCH 4.2 M.  
I KNOTPUNKTERNA DIAGONALER-FLÄNS PÄNNS TVÄRTAPPAR  
MED DIMENSIONEN  $\phi$  10 MM LÄNGD 30 MM.
- 1 BALK NR 18 PROVAVDES MED LAST I 1/4-DELS PUNKTERNA  
BALKHÖJD 0.200 M, SPÄNNVIDD 2.4 M, TVÄRTAPPAR  
 $\phi$  10 MM LÄNGD 30 MM. NEDBÖJNINGAR OCH TÖJNINGAR  
MÄTTES MED POTENTIOMETRAR OCH TRÄDTÖJNINGSGIVARE.
- 1 BALK NR 20 PROVAVDES MED LAST I 1/2-DELS PUNKTEN.  
BALKHÖJD 0.200 M, SPÄNNVIDD 2.4 M, TVÄRTAPPAR  
 $\phi$  6 MM LÄNGD 30 MM. NEDBÖJNINGARNA MÄTTES MED  
MÄTKLOCKOR. EFTER PROVNING TILL ~600 KP TOGS PLYXWOOD-  
FÖRSTYVNINGARNA VID UPPLAGSÄNDARNA BORT OCH NY  
PROVBELASTNING UTFÖRDES.
- PÅ OYANSTRÄENDE BALKAR HAR E-MODULEN INTE  
UPPMÄTTES FÖRE PROVNINGARNA.
- FÖR NEDANSTRÄENDE BALKAR UPPMÄTTES E-MODULEN  
FÖRE PROVNINGARNA.
- 8 BALKAR NR 29-36 PROVAVDES MED LAST I 1/4- OCH DÄREFTER I  
1/2-DELS PUNKTERNA. BALKHÖJD 0.240 M, SPÄNNVIDD 3,4 M.  
NEDBÖJNINGARNA MÄTTES MED POTENTIOMETRAR
- 8 BALKAR NR 37-44 PROVAVDES MED LAST I 1/4- OCH DÄREFTER I  
1/2-DELS PUNKTERNA. BALKHÖJD 0.240 M, SPÄNNVIDD 4,0 M.  
NEDBÖJNINGARNA MÄTTES MED POTENTIOMETRAR.

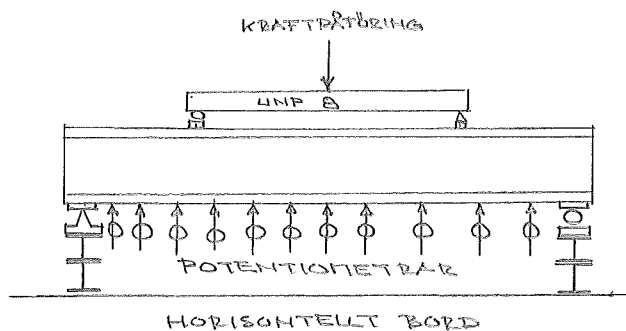
- 7 BALKAR NR 45-51 PROVAVDES MED LAST I  $L/4$ - OCH DÄREFTER I  $L/2$ -DELS PUNKTERNA. BALKHÖJD 0,270 M, SPÄNNVIDD 4,0 M. NEDBÖJNINGARNA MÄTTES MED POTENTIONETRAR.
- 8 BALKAR NR 52-59 PROVAVDES MED LAST I  $L/4$ - OCH DÄREFTER I  $L/2$ -DELS PUNKTERNA. BALKHÖJD 0,200 M, SPÄNNVIDD 3,4 M. NEDBÖJNINGEN MÄTTES MED POTENTIONETRAR.
- 16 BALKAR NR 1-5, 7-8, 10-12, 23-27 PROVAVDES MED LAST I  $L/4$ -DELPUNKTERNA. BALKHÖJD 0,200 M, SPÄNNVIDD 2,4 M. NEDBÖJN. MÄTTES MED POTENT. I HITTEN. REDOVISAS ENDAST I BILAGA 4.1.1 - 4.1.16

#### 4.2 PROVNINGSANORDNINGAR OCH UTFÖRANDE.

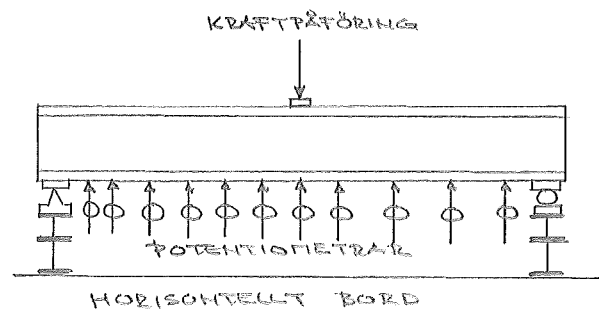
BALKARNA PROVAVDES UPPLAGDA PÅ DET SÄTT SOM FIGUR 4.2.1 OCH 4.2.2 REDOVISAR.

LASTEN ÅSTÄDKOMFIS MED EN HANDMANÖVRERAD HYDRAULISK TRYCKKRAFT. LASTEN UPPMÄTTES MED EN ELEKTRISK TRYCKMÄTARE. BALKARNAS DEFORMATIONER UPPMÄTTES MED NORMLT 11 ST POTENTIONETRAR PLACERADE LÄNGS BALKEN.

FÖR BALK 18 MÄTTES DESSUTOM TÖJNINGARNA I TRÄFLÄNSARNA OCH I STÅLTRÄDSDIAGONALERNA



FIGUR 4.2.1



FIGUR 4.2.2

VÄRDEN PÅ LASTER, DEFORMATIONER OCH TÖJNINGAR  
SAMLADES I EN DATA LOGG OCH SKREVS UT EFTER VARJE  
MÄTNING UNDER FÖRSÖKETS GÅNG. HÄLRENSA STANSADES  
EFTER VARJE MÄTSERIE.

VID FÖRSÖKEN ÖKADES LASTEN SUCCESIVT FRÅN 0  
I STEG OM NORMALT 500 NEWTON. TIDSUPPEHÅLLET  
MELLAN LASTSTEGEN VAR ENDAST SÅ LÅNGT ATT  
REGISTRERING AV MÄTVÄRDEN KANN SKA. NÅGON AV-  
LASTNING MELLAN LASTSTEGEN GJORDES EJ.

BALK 18 PROVAVES MED 3 LASTSERIER MED PUNKTLASTER  
I 1/4-DELS PUNKTERNA, DÄREFTER MED EN PUNKTLAST I  
1/2-DELS PUNKTEN UPP TILL BROTT.

BALK 20 PROVAVES MED 2 LASTSERIER MED PUNKTLASTER  
I 1/4-DELS PUNKTERNA, VARAV EN MED OCH EN UTAN  
PLYWOODFÖRETYVNING VID BALKÄNDARNA.

BALK 29-59 PROVAVES NORMALT FÖRST MED 2 LAST-  
SERIER MED PUNKTLASTER I 1/4-DELS PUNKTERNA UPP  
TILL DEN LAST SOM MOTSVARAR NYTTIG LAST + EGENVIKT,  
DÄREFTER MED 1 LASTSERIE MED PUNKTLAST I 1/2-DELS  
PUNKTEN UPP TILL BROTT. KVARVARANDE DEFORMATION  
UPPMÄTTES VID DE TVÅ FÖRSTA SERIERNA.

E-MODULEN UNDERÖKTES GENOM ATT BALKARNA  
BELLSTÅDES I VEKA RIKTNINGEN MED EN PUNKTLAST PÅ  
MITTEN OCH NEDBÖJNINGEN UPPMÄTTES FÖR BÅDA FLÄNSARNA.  
MEDELVÄRDET AV NEDBÖJNINGARNA LÅG TILL GRUND  
FÖR BESTÄMNING AV E-MODULEN.

### 4.3 RESULTATEN OCH DERAS BEARBETNING

BALK 18 HAR UTVÄRDERATS MED HJÄLP AV |1|.

E-MODULEN BERÄKNADES MED HJÄLP AV NEDBÖJNINGSSKILLNADEN MELLAN TVÅ PUNKTER. KRAFTERNA I DE OLIKA INFÄSTNINGSPUNKTERNA DIAGONALER-FLÄNS HAR JÄMFÖRTS MELLAN BERÄKNAT OCH UPPMÄTTA VÄRDE.

BALK 20 HAR UTVÄRDERATS MED HJÄLP AV |2|.

E-MODULEN BERÄKNADES MED HJÄLP AV NEDBÖJNINGSSKILLNADEN MELLAN TVÅ PUNKTER. FÖRSKJUTNINGSMODULEN K BERÄKNADES MED OCH UTAN PLYWOODFÖRST. VID BALKÄNDE

BALK 29-51, FÖR DESSA BALKAR VAR NEDBÖJNINGEN VID BRUKSLAST SÅ STOR ATT RESULTATEN INTE HAR BEARBETATS, SE BILAGA 4.3.1 OCH 4.3.2

BALK 52-59 HAR UTVÄRDERATS MED HJÄLP AV |2|

DÅ OSÄKERHET FÖRELÅG OM UPPMÄTT E-MODUL VAR RIKTIG STUDERADES FÖRST INVERKAN AV VARIATIONER I E-MODULEN FÖR BALK 52. DÄREFTER UNDERSÖKTES BALK 52 MED KONSTANT E-MODUL OCH OLIKA LAST OCH SLUTLIGEN UNDERSÖKTES BALK 52-59 MED UPPMÄTT E-MODUL OCH LASTER SOM GAV PÅKÄNNINGAR SOM HÖGET UPPGICK TILL TILLÅTNA.

DÄREFTER ANVÄNDES RESULTATET FRÅN FÖRÖKEN MED PUNKTLAST PÅ MITTEN OCH NEDBÖJNINGARNA FÖR LASTFALLET PUNKTLASTER I 1/4-DELS PUNKTERNA FÖR ATT BERÄKNA LASTFALLET JÄMNT UTBREDD LAST.

DATAPROGRAM HAR UTARBETATS FÖR FRANTAGNING AV BERÄKNINGSVARIABLERNA  $\delta$  OCH  $K$  UR UPPMÄTT NEDBÖJNING FÖR PUNKTLAST PÅ MITTEN ENL |2|, SÄMT UPPRITNING

AV SAMBANDET DEFORMATION - LAST, SÄTT DEFOR. LÄNGS BALKEN.  
 (SE BILAGA 4.3.3, 4.3.4 OCH 4.3.5)  
 UTVÄRDERING AV BÄRFÖRMÅGA HAR Dessutom SKETT FÖR  
 BALK 52-59 ENLIGT SBN 1975:4, HÅLLFÄKTHETSDIMENSIONERING  
 GENOM PROVNING.

#### 4.4 FÖRSÖKSRISULTAT OCH UTVÄRDERING

##### BALK 18

PLACERING AV TRÄDTÖJNINGSGIVARE OCH POTENTIALER  
 FRAMGÅR AV FIGUR 4.4.1.

TRÄ-TRÄDTÖJNINGSGIVARNA HAR TROLIGTVIS PLACERATS  
 ATT REG. FÖR ÖVERKANT FLÄNS AVSER UNDERKANT FLÄNS OCH  
 TVÄRTON.

STÅL-TRÄDTÖJNINGSGIVARNA HAR PLACERATS PÅ DIAGONALERNA  
 I BALKENS NEUTRALLAGER FÖR ATT EVENTUELL MOMENTPÅVERKAN  
 SKALL INFLUERA SÅ LITE SOM MÖJLIGT.

LAST-TÖJNINGSSAMBAND FÖR TRÄ-TRÄDTÖJNINGSGIVARE  
 FRAMGÅR AV BILAGA 4.4.1 - 4.4.9.

LAST-TÖJNINGSSAMBAND FÖR STÅL-TRÄDTÖJNINGSGIVARE  
 FRAMGÅR AV BILAGA 4.4.10 - 4.4.20.

LAST-NEDBÖJNINGSSAMBAND FRAMGÅR AV FIGUR 4.4.2.

UTVÄRDERING HAR SKETT FÖR LASTEN 309.3 KP,  
 VILKET ÄR NÄRMEST DIMENSIONERANDE LAST

$(50 + 150) * 0.6 * 2.4 = 288 \text{ KP}$  VID JÄMT UTBREDD LAST.

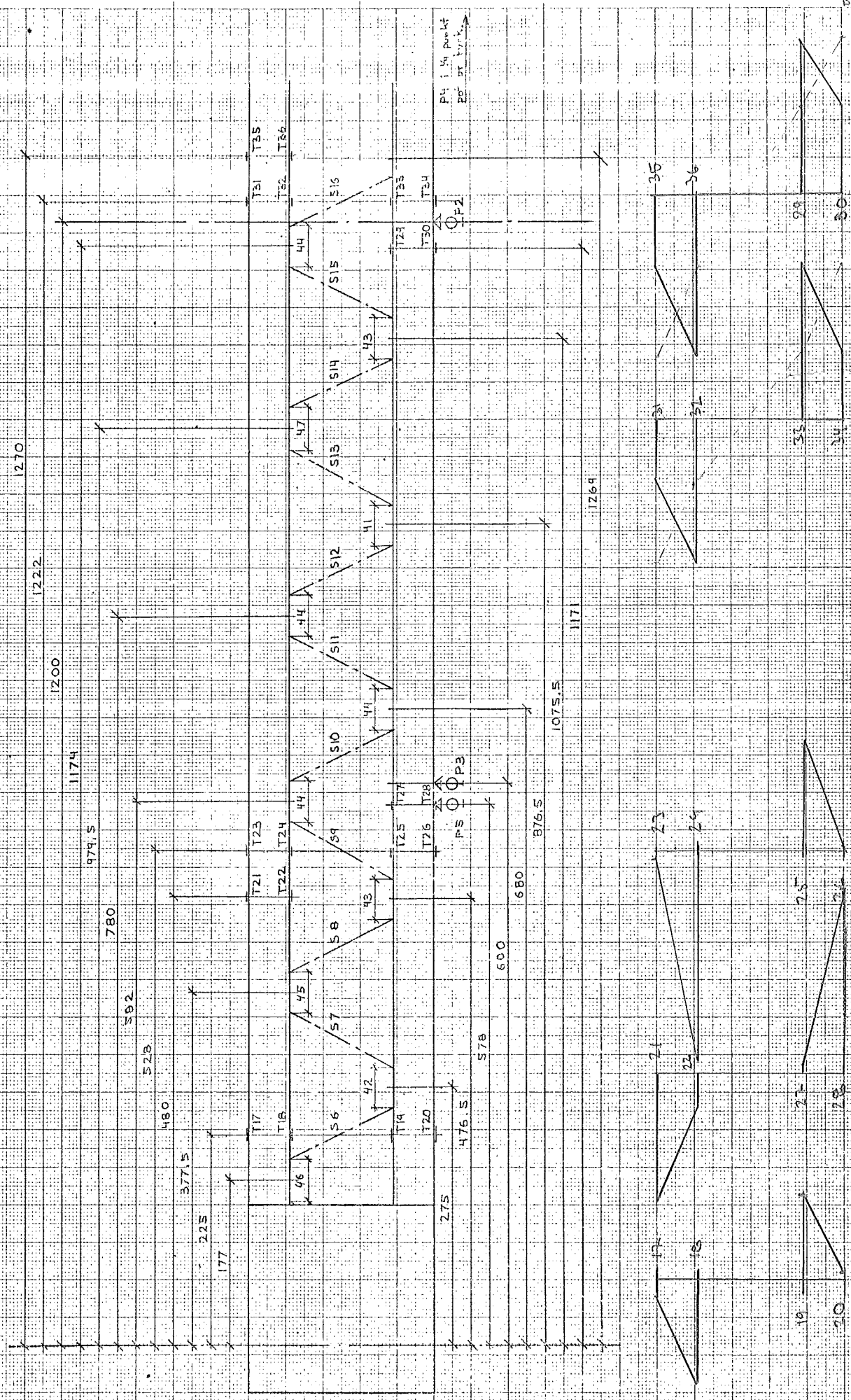
DÅ TÖJN. SATTES MED ABSOLUTBELOPP I PROVNINGSPROGRAMMET  
 FRAMGÅR EJ TÖJNINGENS RIKTHING,



BALK 18  
 GIV E 2 POT. METER PLACERING  
 KON. ROLL MÄTNING

PROV 1  
 L= 2400  
 78-03-06

FIGUR 4.41



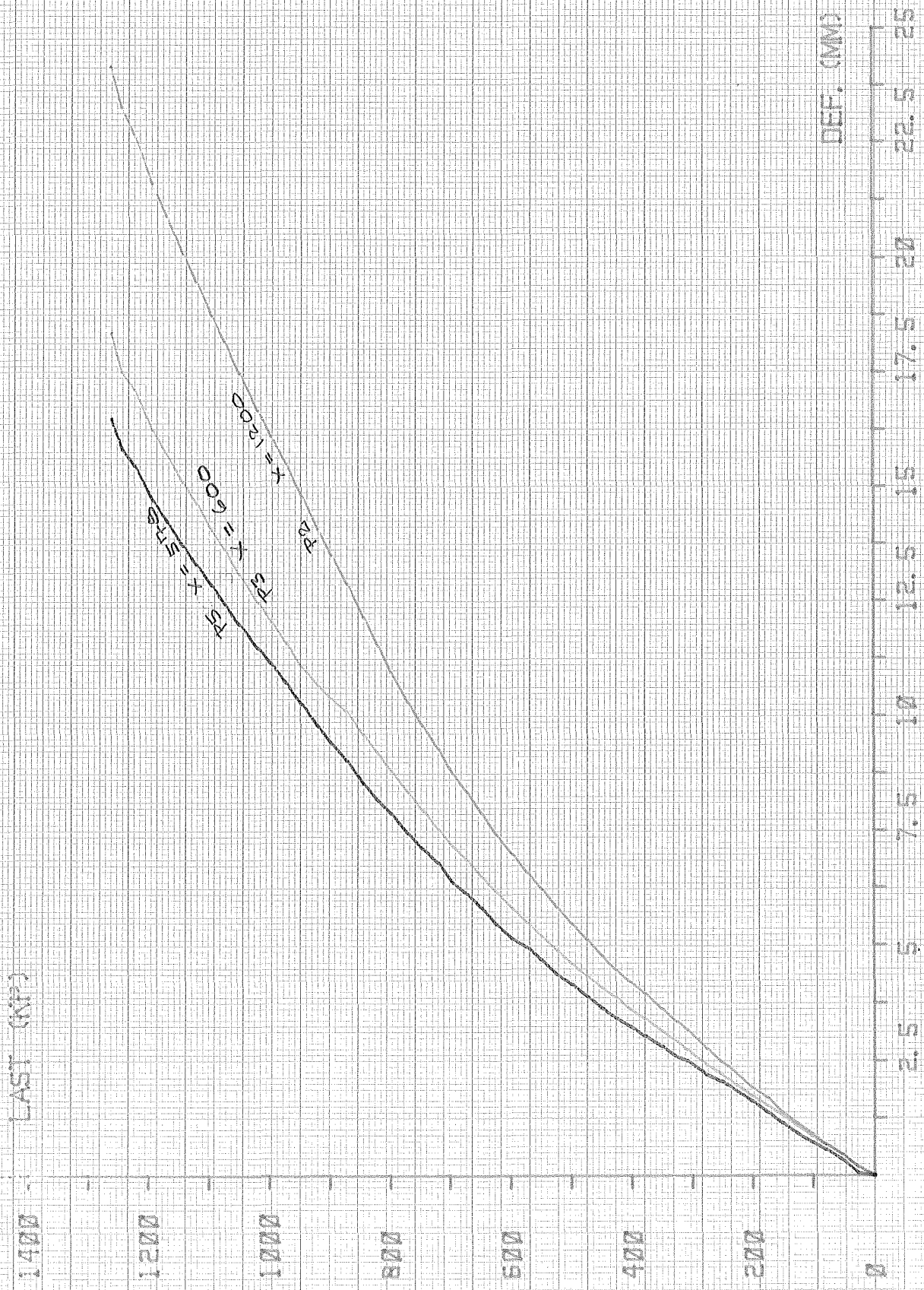
FIGUR 4.41

LTH  
BYGGNADSTEKNIK

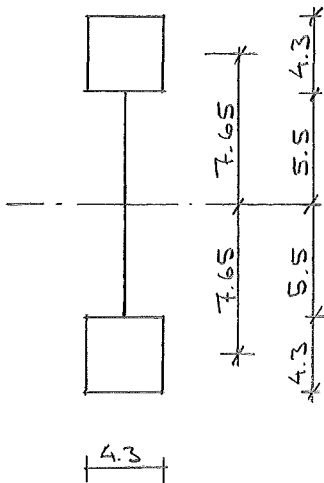
# WIRE-WOOD

BALK 18  
PROV 1  
NEDBÖJNING I  
P2, P3 & P5

FIGUR 4.4.2



## UTVÄRDERING AV E-MODUL



$$A = 4.3 \times 4.3 = 18.49 \text{ cm}^2$$

$$r = 7.65 \text{ cm}$$

$$I_0 = 4.3^4 / 12 = 28.49 \text{ cm}^4$$

$$I = 2 \times [28.49 + 18.49 \cdot 7.65^2] = 2221 \text{ cm}^4$$

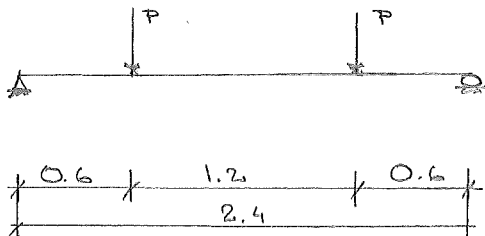
$$\alpha^2 = \frac{2Ar^2}{I} = \left(1 - \frac{\sum I_0}{I}\right) = (1 - \beta^2) = 0.974347$$

$$\beta^2 = 2 \cdot 28.49 / 2221 = 0.0256535$$

$$\alpha^2 = \frac{k \cdot b}{E \cdot A} = \frac{k}{\alpha E A}$$

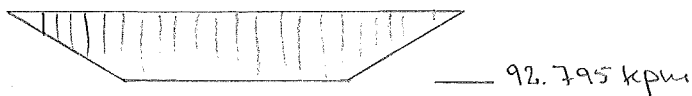
OM  $\alpha$  OCH  $EI$  ÄR KONSTANTA LÄNGS BALKEN KAN NEDBÖJNINGEN SKRIVAS.

$$y = y_0 + \pi / (\alpha^2 EI)$$



$$2P = 309.32 \text{ kp}$$

$y_0$  HAR BERÄKNATS SOM MOMENTET AV BELASTNINGEN  $\pi / EI$



$$x = 0.600 \text{ m}$$

$$y = \frac{2.0055 \cdot 10^6}{E} + \frac{92.795}{\alpha^2 E \cdot 2221 \cdot 10^{-8}} = 2.741 \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

$$x = 1.200 \text{ m}$$

$$y = \frac{2.7575 \cdot 10^6}{E} + \frac{92.795}{\alpha^2 E \cdot 2221 \cdot 10^{-8}} = 3.170 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

$$(2) - (1) \text{ GER } E = 1.753 \cdot 10^9 \text{ kp/m}^2 \quad \alpha \alpha^2 = 1.492$$

MED DESSA VÄRDEN PÅ  $\lambda$  OCH  $E$  BERÄKNAS NEDBÖJNINGEN  
MED HJÄLP AV TRIGONOMETRISKA SERIER

$$\eta = \frac{4 P \cdot L}{\pi^2} \cdot \sum \frac{1}{n^2} \cdot \sin \frac{n\pi a}{L} \cdot \cos \frac{n\pi c}{2L} \cdot \sin \frac{n\pi x}{L} \quad (5.7)$$

$\underbrace{\hspace{15em}}_{a_n}$

$a$  = LASTRESULTANTENS  
LÄGE FRÅN UPPLAGET  
 $c$  = AVST. MELLAN PUNKTLASTER

$$y = \frac{1}{EI} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cdot \sin \frac{n\pi x}{L} \quad (5.12)$$

$$b_n = a_n \cdot \left(\frac{1}{n\pi}\right)^2 \cdot \frac{1 + \left(\frac{\lambda L}{n\pi}\right)^2}{\beta^2 + \left(\frac{\lambda L}{n\pi}\right)^2} \quad 5.13$$

OM  $I \cdot \frac{\beta^2 + \left(\frac{\lambda L}{n\pi}\right)^2}{1 + \left(\frac{\lambda L}{n\pi}\right)^2}$  BETECKNAS MED  $Y_n$  KAN  $y$  SKRIVAS

$$y = \frac{4 P L^3}{\pi^2} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4 E Y_n} \cdot \sin \frac{n\pi a}{L} \cdot \cos \frac{n\pi c}{L} \cdot \sin \frac{n\pi x}{L}$$

OM  $n=1$  TILL 11 SÅ BLIR NEDBÖJNINGEN

$$x = 0.5L \Rightarrow y = 0.333 \quad (1.2\% \text{ FEL})$$

$$x = 0.25L \Rightarrow y = 0.2623 \quad (4.5\% \text{ FEL})$$

I DETTA FALL ÄR TYDLIGEN DEN FÖRENKLAD

BERÄKNINGSFORMELN OCH TRIG. SERIEUTVECKLING

LIKVÄRDIGA FÖR BER. AV NEDBÖJNINGEN

BERÄKNING AV DEN REDUCERADE TVÄRKRÄFTEN OCH  
DE UPPTREDDANDE "SPIKBELASTNINGARNA"

$$R = \sum a_n \cdot \left(\frac{n\pi}{L}\right) \cdot \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \quad (5.20)$$

$$\varphi = -\frac{r}{EI} \cdot \sum d_n \cdot \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \quad (5.21)$$

$R =$  TVÄRKRÄFT ;  $\varphi =$  FÖRSKJUTNING

$$d_n = a_n \cdot \frac{L}{n\pi} \cdot \frac{1}{\beta^2 + \left(\frac{\chi L}{n\pi}\right)^2} \quad (5.22)$$

$R$  BLIR MED  $a_n$  ENL. FÖRGAENDE SIDA INSATT I EKV. (5.20)

$$R = \frac{4P}{\pi} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \cdot \sin \frac{n\pi a}{L} \cdot \cos \frac{n\pi c}{L} \cdot \cos \frac{n\pi x}{L}$$

BELASTNINGEN PER SPIK ( $R$ ) TECKNAS

$$R = R_{red} \cdot s \cdot d \quad | \quad I \quad d = \text{"SPIKAVSTÅND"} \quad (8.7)$$

$$R_{red} = \sum \frac{\left(\frac{\chi L}{n\pi}\right)^2}{\beta^2 + \left(\frac{\chi L}{n\pi}\right)^2} \cdot a_n \cdot \frac{n\pi}{L} \cdot \cos \frac{n\pi x}{L} \quad (8.4)$$

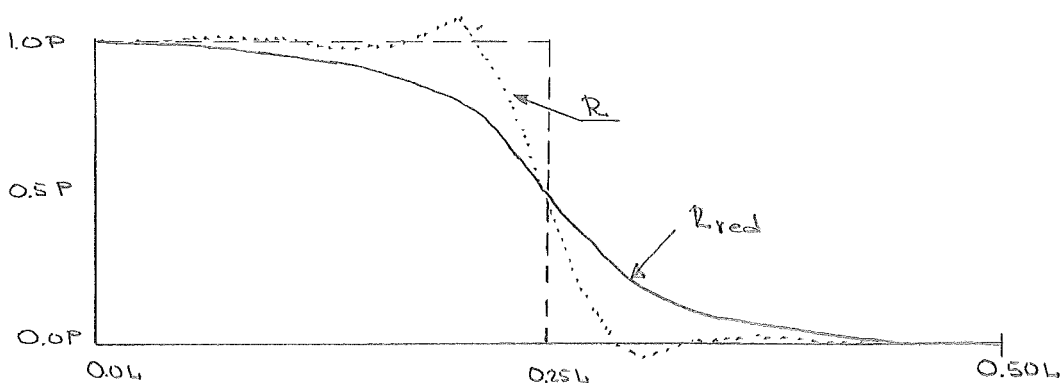
$$\varphi = \frac{\tilde{l}}{K} = R_{red} \cdot \frac{d^2}{2r \cdot b \cdot K} \quad (8.7)$$

DOCK BERÄKNAS EJ  $\varphi$ , DÅ DEN INTE HAR MÄTTES UPP,

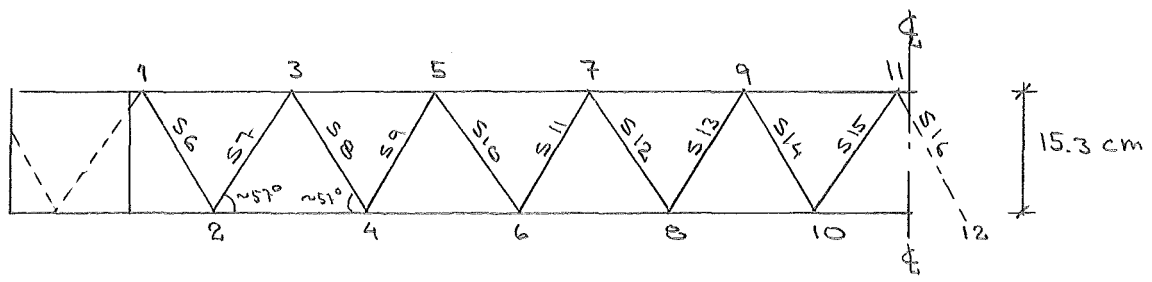
OCH Dessutom INTE KAN STÄMMA MED VERKLIG FÖRSKJUTNING

INVID UPPLÅGEN, P.G.A. PLYWOODFÖRSTYVNINGARNAS INVERKAN.

$R$  OCH  $R_{red}$  FÅR NEDAN VISKDE UTSEENDE DÅ  $n=1$  TILL 15



DE OLIKA KNUTPUNKTERNA NUMRERAS ENL. NEDAN



PUNKT 2 : BERÄKNAT B = 189 kP

$S_6 = 72 \text{ kP}$     $S_7 = 18 \text{ kP}$    ANTAG ENA TRYCKT ANDRA DRAGEN  
 "UPPMÄTT B" = 49 kP

PUNKT 3      BERÄKNAT B = 173 kP

$S_7 = 18 \text{ kP}$     $S_8 = 124 \text{ kP}$    , "UPPMÄTT B" = 77 kP

PUNKT 4 :      BERÄKNAT B = 155 kP

$S_8 = 124 \text{ kP}$     $S_9 = 108 \text{ kP}$    , "UPPMÄTT B" = 126 kP

PUNKT 5      BERÄKNAT B = 110 kP

$S_9 = 108 \text{ kP}$     $S_{10} = 57 \text{ kP}$    , "UPPMÄTT B" = 90 kP

PUNKT 6      | BERÄKNAT B = 65 kP

$S_{10} = 57 \text{ kP}$        $S_{11} = 13 \text{ kP}$    , "UPPMÄTT B" = 38 kP

PUNKT 7      BERÄKNAT B = 30 kP

$S_{11} = 13 \text{ kP}$        $S_{12} = 55 \text{ kP}$       "UPPMÄTT B" = 37 kP

PUNKT 8      BERÄKNAT B = 13 kP

$S_{12} = 55 \text{ kP}$        $S_{13} = 17 \text{ kP}$       "UPPMÄTT B" = 39 kP

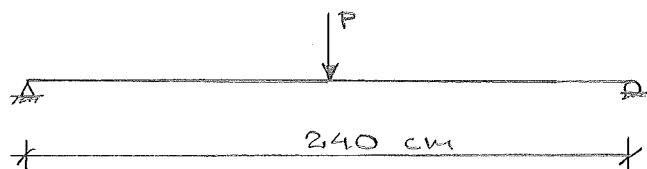
PUNKT 9-11      BERÄKNAT B = 0 kP

"UPPMÄTT B" = 30 kP

SOM SYNES ÄR ÖVERENSSTÄMMELSEN INTE SÄRSKILT GOD, SPECIELLT  
 DÅ INVID PLYVIDOPFÖRETYNINGARNA, DESSA FÅSTE TA STÖRRE  
 DELEN AV KRAFTEN.

BALK 20

INVERKAN AV PLYWOODFÖRSTYVNINGEN VID UPPLAGEN PÅ NEDBÖJNINGEN UNDERSÖKTES. NEDBÖJNINGARNA MÄTTES MED MÄTKLOCKOR I OLIKA PUNKTER LÄNGS BALKEN.



BALKHÖJD 19,6 CM

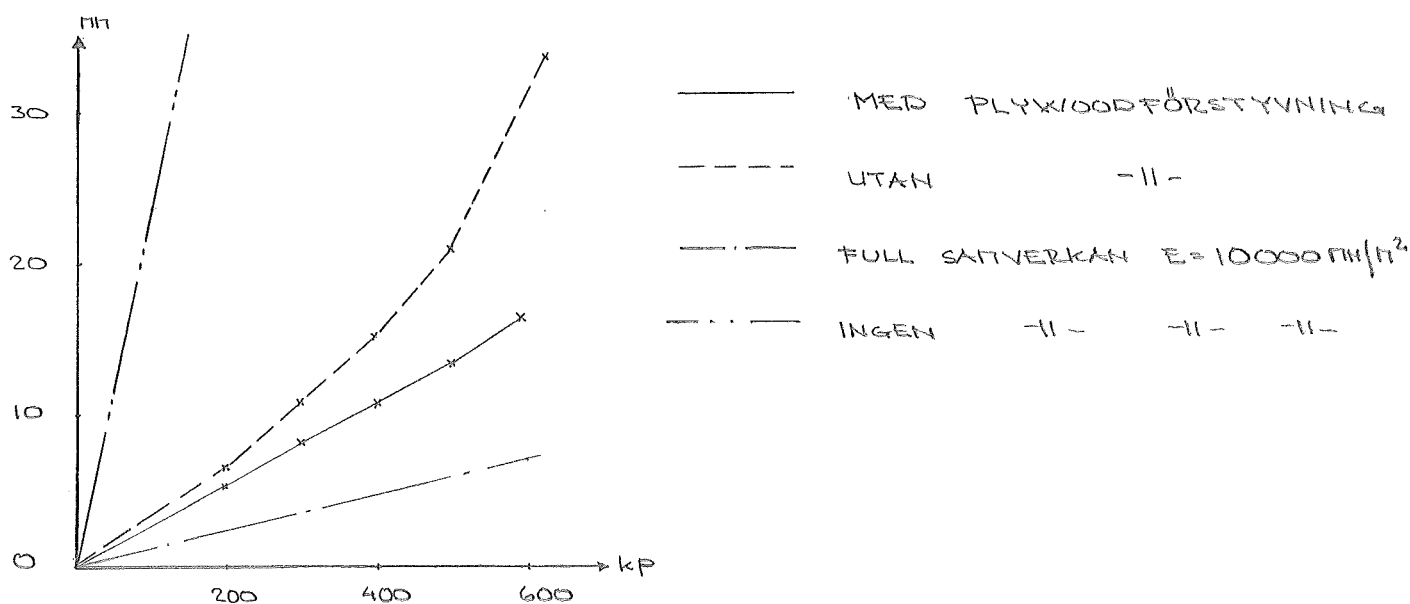
$I = 2450 \text{ cm}^4$

$2 \cdot I_0 = 61 \text{ cm}^4$

NEDBÖJNINGARNA FÖR BALK 18 MED PLYWOODFÖRSTYVNING REDOVISAS I FIGUR 4.4.4.

NEDBÖJNINGARNA FÖR BALK 18 UTAN PLYWOODFÖRSTYVNING REDOVISAS I FIGUR 4.4.5.

I NEDANSTÄENDE FIGUR REDOVISAS PITTPUNKTSHEDBÖJNINGARNA



FIGUR 4.4.3 PITTPUNKTSHEDBÖJN. FÖR BALK 20

AV FIGUR 4.4.3 FRÅNGÅR ATT PLYWOODFÖRSTYVNINGEN HAR EN VÄSENTLIG BETYDELSE FÖR STYVHETEN, SÄRSKILT VID STÖRRE LASTER.

OM BALK 20 ANALYSERAS MED BERÄKNINGSFORMLER

ENLIGT /2/ SÅ ERHÅLLES FÖR MITTSNITTET.

MED PLYWOODFÖRSTYVNING					UTAN PLYWOODFÖRSTYVNING				
LAST (N)	E=10000 MN/M <sup>2</sup>		E=11000 MN/M <sup>2</sup>		LAST (N)	E=10000 MN/M <sup>2</sup>		E=11000 MN/M <sup>2</sup>	
	$\alpha$	K (N/M <sup>3</sup> )	$\alpha$	K (N/M <sup>3</sup> )		$\alpha$	K (N/M <sup>3</sup> )	$\alpha$	K (N/M <sup>3</sup> )
1990	8.88	$1.40 \cdot 10^7$	8.13	$1.29 \cdot 10^7$	1980	7.11	$0.90 \cdot 10^7$	6.58	$0.85 \cdot 10^7$
3020	8.70	$1.35 \cdot 10^7$	7.98	$1.25 \cdot 10^7$	2980	6.73	$0.80 \cdot 10^7$	6.24	$0.76 \cdot 10^7$
4000	8.67	$1.34 \cdot 10^7$	7.95	$1.24 \cdot 10^7$	3960	6.40	$0.73 \cdot 10^7$	5.94	$0.69 \cdot 10^7$
4980	8.70	$1.35 \cdot 10^7$	7.98	$1.25 \cdot 10^7$	4950	5.98	$0.64 \cdot 10^7$	5.56	$0.60 \cdot 10^7$

$\alpha$  DEFINIERAS PÅ SIDAN 6 I /2/

K DEFINIERAS AV EKV (2) I /2/

DÅ E-MODULEN INTE HADE UPPMÄTTS FÖRE PROVNINGEN, UTAN UTVÄRDERADES

UR NEDBÖJNINGEN MELLAN TVÅ PUNKTER MED FÖRENKL. FORMLER ENL /1/

TILL  $10900 \text{ MN/M}^2$  OCH DETTA VÄRDE ÄR OSÄKERT REDOVISAS I TABELLEN

OVAN TVÅ OLIKA E-MODULER

VID DE SISTA LASTSTEGEN ÄR BERÄKNINGSSTÄLLET PÅ KLÄMMNINGEN

SÅ STORA ATT PLASTICERING AV VIRKET TROLIGTVIS HAR BÖRJAT SKE.

AV TABELLEN FRÅNGÅR ATT E-MODULEN FÖR FLÄNSARNA

BÖR UPPMÄTAS FÖRE PROVNINGEN, DÅ DEN HAR STOR INVERKAN

PÅ RESULTATET.

VID JÄMFÖRELSE MELLAN K ENL /1/ OCH K ENL /2/ OCH

OMVANDLING TILL SAMMA DIMENSION OCH SORT SÅ SKILJER

EN FAKTOR TVÅ VILKEN KOMMER AV ATT I /1/ ÄR FÖRSKJUTNINGEN

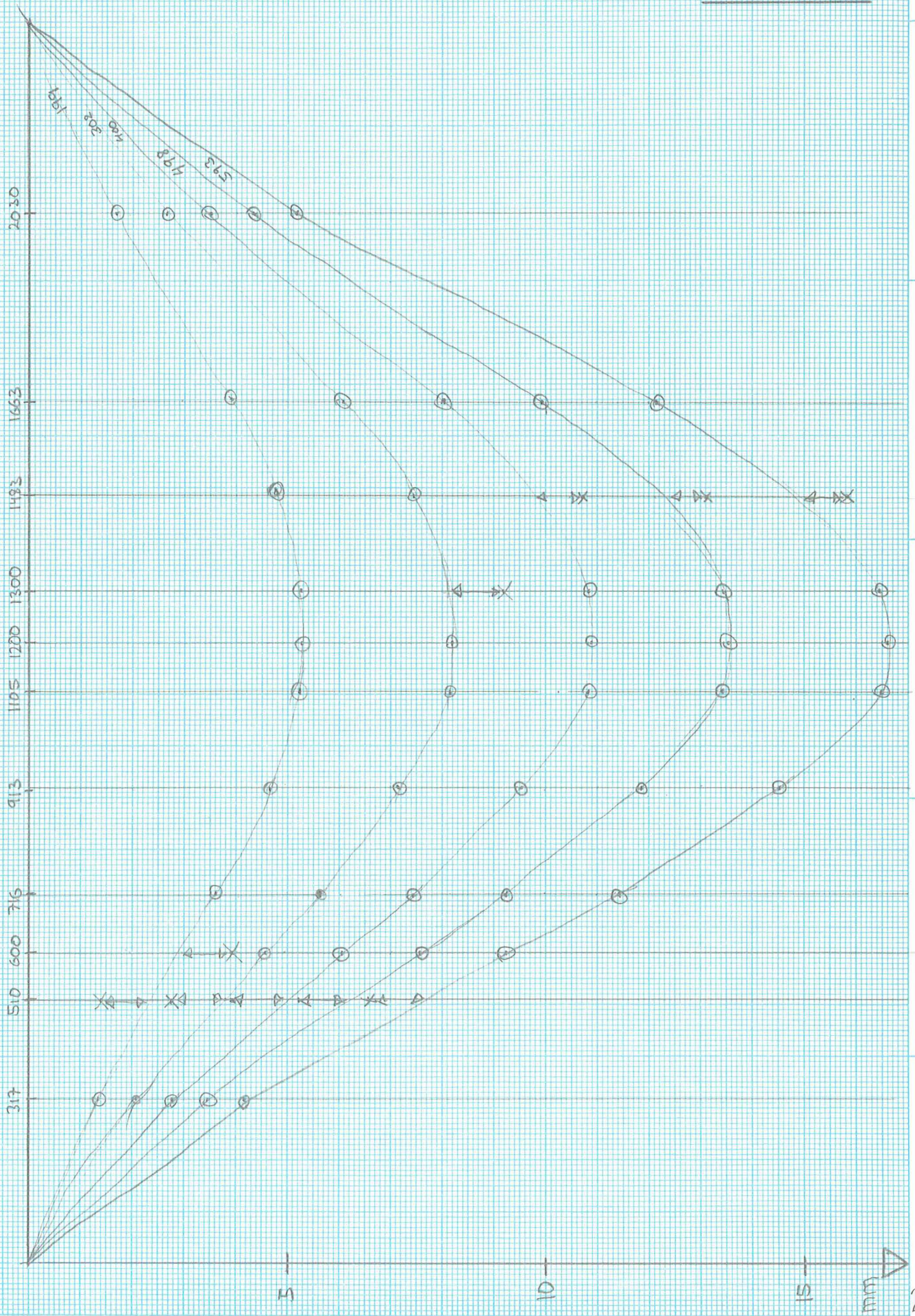
UPPDELAD MELLAN FLÄNS OCH "LIV" MEN I /2/ AVSES FÖRSKJUTNINGEN

MELLAN FLÄNSARNA.



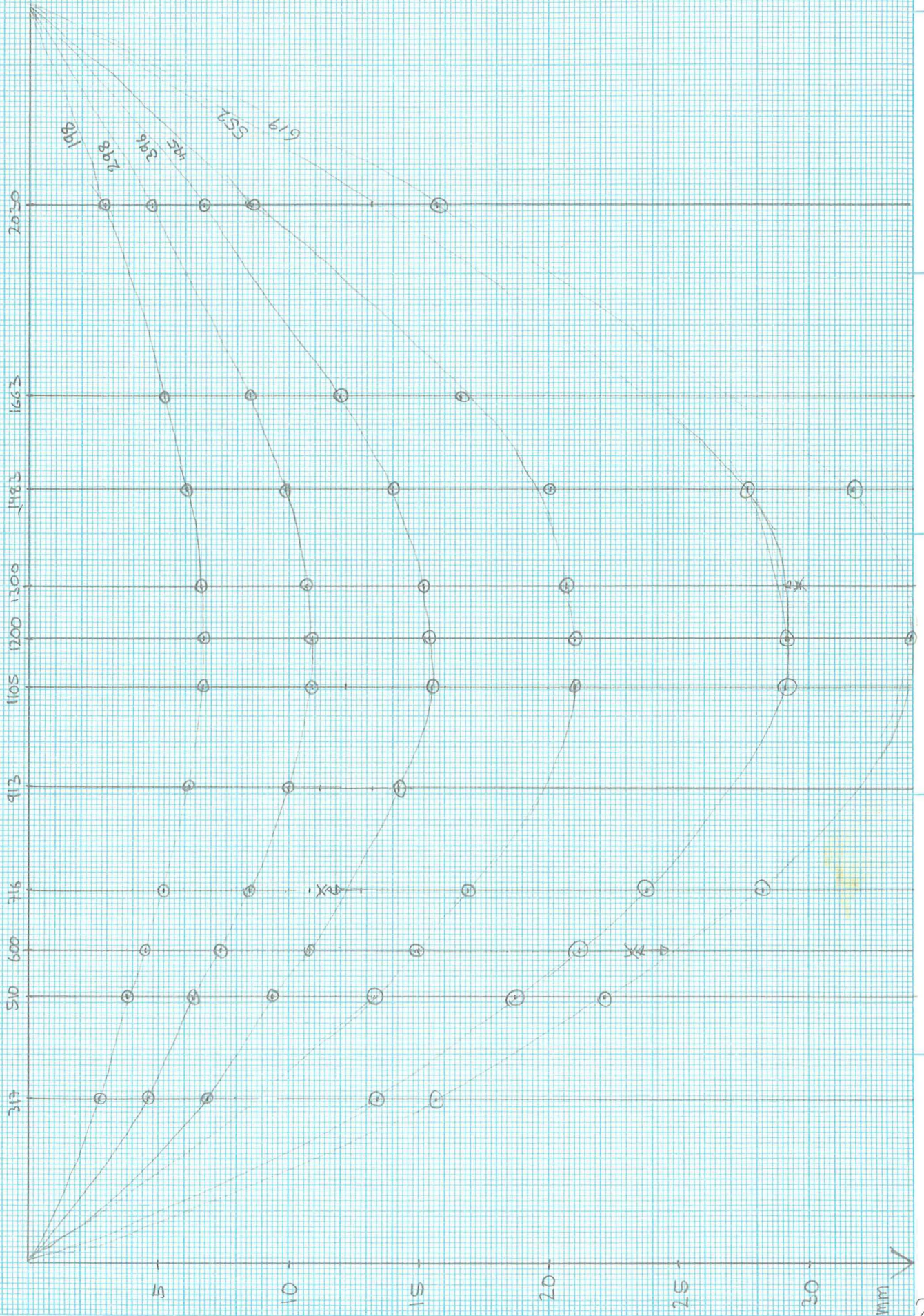
NEDBÖJNINGEN I OLIKA PUNKTER  
VID OLIKA LAST

BALK 20  
MED UPPLAGS  
FÖRSTÄRKNING  
78-04-08  
FIGUR 4.4.4



NEDBÖJNINGEN I OLIKA PUNKTER  
VID OLIKA LÄST.

BALK 20  
UTAN UPPLAGS-  
FÖRSTÄRKNING  
78-04-08  
FIGUR 4.4.5



## BALK 52-59

I TABELL 4.4.6 HAR BALK 52 MED PUNKTLAST PÅ MITTEN ANALYSERATS VID VARIERANDE E-MODUL. AV TABELLEN FRÅNGÅR ATT DET ÄR ENDAST ETT LITET OMRÅDE RUNT MITTSNITTET SOM BERÄKNINGSMÄSSIGT FÅR NÅGRA TILLÄGGSPRÄKÄNNINGAR. JÄMFÖRT MED FULL SAMVERKAN MELLAN BALKDELARNA. DESSUTOM FRÅNGÅR ATT  $\lambda$  OCH  $K$  ÄR RELATIVT KONSTANTA PÅ STÖRRE DELEN AV BALKEN MEN ÖKAR INVID UPPLÅGEN.

I TABELL 4.4.7 HAR BALK 52 MED PUNKTLAST PÅ MITTEN ANALYSERATS VID VARIERANDE BELASTNING. AV TABELLEN FRÅNGÅR ATT  $\lambda$  OCH  $K$  SJUNKER VID ÖKANDE BELASTNING, MEN INOM OMRÅDET MED FULLT UTNYTTJADE TILLÅTNA PRÄKÄNNINGAR FÖR ENBART FULL SAMVERKAN (2500-3500N) ÄR  $\lambda$  OCH  $K$  RELATIVT KONSTANTA. VID DE HÖGRE LASTSTEGEN HAR TROLIGTVIS TRÄET BÖRJAT PLASTICERAS.

I TABELL 4.4.8 HAR BALK 52-59 MED PUNKTLAST PÅ MITTEN ANALYSERATS. FÖR MITTSNITTET VID 3 LASTSTEG. IIR TABELLEN FRÅNGÅR ATT FÖRSTÖRINGSFAKTORN  $\psi$  ( $\psi * \text{FULL SAMVERK} = \text{TOTALT}$ ) FÖR NEDBÖJNINGARNA OCH KANTPRÄKÄNNINGARNA ÄR RELATIVT LIKA FÖR ALLA BALKARNA OM MAN TAR HÄNSYN TILL UPPLÅTT E-MODUL.  $K$  ÖKAR VID ÖKANDE E-MODUL.

I BILAGA 4.4.21 OCH 4.4.22 REDOVISAS NEDBÖJN. AV BALK 52 OCH 57 MED PUNKTLAST PÅ MITTEN OCH OLIKA LASTSTEG.

I BILAGA 4.4.23 FRÅNGÅR TYDLIGT E-MODULENS INVERKAN.

I BILAGA 4.4.24 REDOVISAS ETT EXEMPEL PÅ BALKNEDBÖJNINGEN VID PUNKTLASTER I 1/4-DELS PUNKTERNA.

BALK 52

LAST 2510N INVERKAN AV OLIKA E-MODUL . PUNKTLAST PÅ MITTEN

E-MODUL MN/M <sup>2</sup>	X=0.000 M	X=0.143 M	X=0.348 M	X=0.555 M	X=0.760 M	X=0.890 H	X=0.967 M	X=1.173 M	X=1.380 H
10 000	8.2 6.7 14.9 8.5 5.7 14.2 11.2 10.9		7.7 5.6 13.3 6.8 0.5 7.3 11.4 11.3		6.1 3.8 9.9 4.7 0.0 4.7 11.6 11.6			3.7 1.9 5.6 2.6 0.0 2.6 12.2 12.9	2.3 0.7 3.0 1.6 0.0 1.6 16.0 22.1
11 000	7.4 7.4 14.9 8.5 6.3 14.8 10.1 9.7	7.4 6.7 14.1 7.8 2.5 10.3 10.5 10.4	7.0 6.3 13.3 6.8 0.8 7.6 10.3 10.0	6.4 5.3 11.7 5.7 0.2 5.9 10.3 10.1	5.6 4.4 9.9 4.7 0.0 4.7 10.3 10.1	4.9 3.5 8.4 4.1 0.0 4.1 10.8 11.1	4.5 3.3 7.8 3.7 0.0 3.7 10.6 10.6	3.4 2.3 5.6 2.6 0.0 2.6 10.7 11.0	2.1 0.9 3.0 1.6 0.0 1.6 13.3 16.9
12 000	6.9 8.1 14.9 8.5 6.9 15.5 9.2 8.9		6.4 6.9 13.3 6.8 1.0 7.8 9.4 9.1		5.1 4.8 9.9 4.7 0.1 4.8 9.4 9.2			3.1 2.6 5.6 2.6 0.0 2.6 9.7 9.7	1.9 1.1 3.0 1.6 0.0 1.6 11.7 14.2
13 000	6.3 8.6 14.9 8.5 7.5 16.0 8.6 8.2		6.0 7.3 13.3 6.8 1.2 8.0 8.7 8.5		4.7 5.2 9.9 4.7 0.2 4.9 8.7 8.5			2.8 2.8 5.6 2.6 0.0 2.7 8.9 8.9	1.8 1.2 3.0 1.6 0.0 1.6 10.5 12.5
14 000	5.9 9.1 14.9 8.5 8.0 16.5 8.0 7.8		5.5 7.8 13.3 6.8 1.5 8.3 8.1 8.0		4.4 5.6 9.9 4.7 0.2 4.9 8.1 7.9			2.6 3.0 5.6 2.6 0.0 2.7 8.3 8.3	1.6 1.3 3.0 1.6 0.0 1.6 9.7 11.3
15 000	5.5 9.4 14.9 8.5 8.5 17.0 7.5 7.4		5.2 8.1 13.3 6.8 1.7 8.5 7.6 7.5		4.1 5.9 9.9 4.7 0.3 5.0 7.6 7.5			2.5 3.2 5.6 2.6 0.0 2.7 7.7 7.9	1.5 1.5 3.0 1.6 0.0 1.6 9.0 10.4

X RÄKNAS FRÅN

MITTEN

2) TABELL 4.4.6

1	2	3
4	5	6
7	8	

1. NEDBÖJN. VID FULL SAMVERKAN 1 MM
2. -||- FÖRSKJUTNINGSADEL 1 MM
3. -||- TOTAL 1 MM
4. MAX. KANTPRÄKNING VID FULL SAMVERKAN 1 MN/M<sup>2</sup>
5. -||- -||- FÖRSKJUTNINGSADEL 1 MN/M<sup>2</sup>
6. -||- -||- TOTALT 1 MN/M<sup>2</sup>
7. KONSTANTEN 22
8. FÖRSKJUTNINGSMODULEN k (#106)

1-1  
1-1  
1-1

BALK 52

E-MODUL 11000 MN/M<sup>2</sup>

PUNKTLAST PÅ MITTEN

LAST (N)	x=0.000 (M)			x=0.760 (M)			x=1.173 (M)		
1549	4.6	3.8	8.4	3.4	2.4	5.8	2.1	1.3	3.3
	5.3	3.5	8.8	2.9	0.0	2.9	1.6	0.0	1.6
	11.2	11.9		11.0	11.5		11.7	11.9	
1981	5.9	5.8	11.7	4.4	3.3	7.7	2.7	1.7	4.4
	6.7	4.9	11.7	3.7	0.0	3.8	2.1	0.0	2.1
	10.2	10.0		10.6	10.6		10.8	11.1	
2510	7.4	7.4	14.9	5.6	4.4	9.9	3.4	2.3	5.6
	8.5	6.3	14.8	4.7	0.0	4.7	2.6	0.0	2.6
	10.1	9.7		10.3	10.1		10.7	11.0	
2997	8.9	9.1	18.0						
	10.2	7.6	17.8						
	10.0	9.6							
3506	10.4	10.8	21.2						
	11.9	9.0	20.9						
	9.9	9.4							
3842	11.4	12.9	24.3						
	13.1	10.4	23.4						
	9.5	8.6							
4511	13.4	15.0	28.5						
	15.3	12.1	27.5						
	9.5	8.6							
4999	14.9	17.1	32.0						
	17.0	13.6	30.6						
	9.4	8.4							
5465	16.3	19.3	35.5						
	18.6	15.1	33.7						
	9.2	8.1							
5967	17.8	21.7	39.5						
	20.3	16.8	37.1						
	9.1	7.8							
6506	19.4	23.7	43.0						
	22.1	18.3	40.4						
	9.1	7.8							
6905	20.6	25.2	45.8						
	23.5	19.5	43.0						
	9.1	7.8							

INVERKAN AV OLIKA

LAST PÅ PÅKÄNNINGAR,

NEDBÖJNING OCH

X OCH K.

INNEHÅLLET I TAB

DEFIERAS PÅ

FÖREGÅENDE SIDA

TABELL 4.4.7

SAMMANSTÄLLNING BALK 52 - 59

MITTSNITT X=0.000 M

 $\Psi_1$  = FÖRSTÖRINGSFAKTOR NEDBÖJNING  
 $\Psi_2$  = -11- KANTRÄKNING

BALK (NR)	LAST (N)	HÖJD (M)	E-MODUL MN/M <sup>2</sup>	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\alpha$	K
52	1549	0.200	11000	1.8	1.7	11.2	11.9 * 10 <sup>6</sup>
	1981			2.0	1.7	10.2	10.0
	2510			2.0	1.7	10.1	9.7
53	1507	0.200	11000	2.1	1.8	9.7	8.9 * 10 <sup>6</sup>
	1982			2.1	1.8	9.7	8.9
	2502			2.1	1.8	9.6	8.7
54	1566	0.200	11000	1.9	1.7	10.6	10.7 * 10 <sup>6</sup>
	2022			1.9	1.7	10.5	10.5
	2458			1.9	1.7	10.5	10.4
	1566	0.205	11000	2.0	1.8	10.3	9.4 * 10 <sup>6</sup>
	2022			2.0	1.8	10.2	9.3
	2458			2.1	1.8	10.1	9.2
55	1479	0.200	11000	2.1	1.8	9.6	8.8 * 10 <sup>6</sup>
	1999			2.1	1.8	9.7	8.9
	2560			2.1	1.8	9.7	8.9
	1479	0.200	9320	1.8	1.6	11.6	10.8 * 10 <sup>6</sup>
	1999			1.8	1.6	11.6	10.9
	2560			1.8	1.6	11.6	10.9
56	1489	0.200	11000	2.0	1.7	10.1	9.7 * 10 <sup>6</sup>
	1999			2.0	1.8	9.9	9.2
	2487			2.1	1.8	9.8	9.1
	1489	0.200	10470	1.9	1.7	10.6	10.2 * 10 <sup>6</sup>
	1999			2.0	1.7	10.4	9.7
	2487			2.0	1.7	10.3	9.6
57	1490	0.200	11000	1.4	1.5	15.9	24.0 * 10 <sup>6</sup>
	1986			1.5	1.5	14.5	19.9
	2485			1.5	1.5	14.0	18.7
	1490	0.200	14800	1.9	1.7	10.6	14.4 * 10 <sup>6</sup>
	1986			2.0	1.8	10.0	12.7
	2485			2.1	1.8	9.8	12.2
58-59	1500	0.200	11000	1.5	1.5	15.2	22.1 * 10 <sup>6</sup>
	2000			1.5	1.5	14.8	20.9
	2500			1.5	1.5	14.5	20.0
	1500	0.200	15000	2.0	1.7	10.2	13.5 * 10 <sup>6</sup>
	2000			2.0	1.8	10.0	13.0
	2500			2.0	1.8	9.9	12.6

JÄMT UTBREDD LAST

BALK 52

BERÄKN. UTFÖRES FÖR MITTSNITTET ( $x=0$ ). FORMEL (25) OCH (28)I T. DEGERMANS HÄRLEDNINGAR ANVÄNDES.  $E = 11000 \text{ MN/M}^2$ 

FÖRST BERÄKN. NEDBÖJNINGAR OCH PÅKÄNNINGAR MED DET

 $\chi$  SOM FÖRSÖKEN MED PUNKTLAST I MITTEN HAR GIVIT.DESSA  $\chi$  GER STÖRRE NEDBÖJN. OCH PÅKÄNNINGAR ÄN SOM

VERKLIGEN ÄR FALLET, TY DE ÄR FRÅNTAGNA MED MAXIMAL

TVÄRKRÄFT PÅ HELA BALKLÄNGDEN

LAST N	$\chi$	$\psi^0$ MN	$\psi^{\text{FÖR}}$ MN	$\psi^{\text{TOT}}$ MN	$\psi_1$	$\sigma^0$ MN/M <sup>2</sup>	$\sigma^{\text{FÖR}}$ MN/M <sup>2</sup>	$\sigma^{\text{TOT}}$ MN/M <sup>2</sup>	$\psi_2$
2510	9.7	4.671	4.398	9.07	1.94	4.267	0.682	4.949	1.16
	10.0		4.143	8.81	1.89		0.641	4.908	1.15
	10.3		3.910	8.58	1.84		0.605	4.872	1.14
2997	9.7	5.577	5.251	10.83	1.94	5.095	0.814	5.909	1.16
	10.0		4.947	10.52	1.89		0.766	5.861	1.15
	10.3		4.668	10.25	1.84		0.722	5.817	1.14
3506	9.7	6.525	6.143	12.67	1.94	5.960	0.952	6.912	1.16
	10.0		5.787	12.31	1.89		0.896	6.856	1.15
	10.3		5.461	11.99	1.84		0.845	6.805	1.14
3842	9.7	7.150	6.731	13.88	1.94	6.531	1.044	7.575	1.16
	10.0		6.342	13.49	1.89		0.982	7.513	1.15
	10.3		5.985	13.13	1.84		0.926	7.457	1.14
4511	9.7	8.395	7.904	16.30	1.94	7.669	1.225	8.894	1.16
	10.0		7.446	15.84	1.89		1.153	8.822	1.15
	10.3		7.027	15.42	1.84		1.087	8.755	1.14
4999	9.7	9.303	8.759	18.06	1.94	8.498	1.358	9.856	1.16
	10.0		8.251	17.55	1.89		1.278	9.776	1.15
	10.3		7.789	17.09	1.84		1.204	9.702	1.14

TABELL 4.4.9

MED PUNKTLASTER I L/4-DELS PUNKTERNA UPPMÄTTES TOTALA  
NEDBÖJNINGEN OCH MED HJÄLP AV  $\psi_0$ , KAN  $\psi_{FÖR}$  OCH  $\psi_1$  BERÄKNAS  
FÖR MITTBETTET

LAST N	$\psi_{UPPM}$ MM	$\psi_0$ MM	$\psi_{FÖR}$ MM	$\psi_1$
1993	6.183	4.084	2.099	1.51
2566	8.443	5.258	3.185	1.61
3029	10.109	6.206	3.903	1.63
3533	11.875	7.239	4.636	1.64
3975	13.470	8.145	5.325	1.65

TABELL 4.4.10

FÖRHÅLLANDET MELLAN MITTPUNKTSNEDBÖJNINGARNA VID  
JÄMT UTBREDD LAST OCH PUNKTLAST I L/4 VID FULL SAMVERKAN ÄR  
0.908, DVS 10% SKILLNAD. OM UPPMÄTT NEDBÖJNING MED  
LAST I L/4 ANVÄNDES SOM TOTAL NEDBÖJNING VID JÄMT UTBREDD  
LAST FÖR MED HJÄLP AV  $\psi_0$

LAST N	$\psi_{UPPM}$ MM	$\psi_0$ MM	$\psi_{FÖR}$ MM	$\psi_1$
1993	6.183	3.709	2.474	1.67
2566	8.443	4.775	3.668	1.77
3029	10.109	5.637	4.472	1.79
3533	11.875	6.576	5.299	1.81
3975	13.470	7.398	6.072	1.82

TABELL 4.4.11



$\sigma_1$  & BERÄKNAS FÖR  $P = 3975 \text{ N}$  MED HJÄLP AV  $\psi_1$  PÅ FÖRGRÄNDE SIDA FÖR (OLIKA  $\lambda$  INSÄTTES I PROG. TILLS  $\psi_1$  ÖVERENSSTÄMMER)

LAST N	$\lambda$	$\psi_0$ mm	$\psi_{\text{FÖR}}$ mm	$\psi_{\text{TOT}}$ mm	$\psi_1$	$\sigma_0$ MN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{\text{FÖR}}$ MN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{\text{TOT}}$ MN/m <sup>2</sup>	$\psi_2$
3975	11.0	7.398	5.442	12.84	1.74	6.758	0.839	7.597	1.12
	10.5		5.963	13.36	1.81		0.9214	7.679	1.14
	10.4		6.076	13.47	1.82		0.939	7.697	1.14
3975	11.5	7.398	4.986	12.38	1.67	6.758	0.768	7.526	1.11
	11.6		4.902	12.30	1.66		0.755	7.512	1.11
	11.7		4.819	12.22	1.65		0.742	7.500	1.11

TABELL 4.4.12

UR OVANSTÄNDE TABELL FRÅNGÅR ATT  $\lambda$  BÖR VARA MINST

10.4 FÖR JÄMT UTBREDD LAST FÖR DENNA BALK

OM BALKARNA LIGGER C/C 0.60 m KAN MAN RÄKNA MED ATT

$$P = (50 + 150) * 0.6 * 3.40 = 408 \text{ kP} = 4080 \text{ N}$$

STÖRSTA TILLÄTNA NEDBÖJNING ÄR  $L/300 = 11.33 \text{ mm}$

BALKEN ÄR DÄRFÖR INTE TILLRÄCKLIGT STUV I NUVÄRANDE

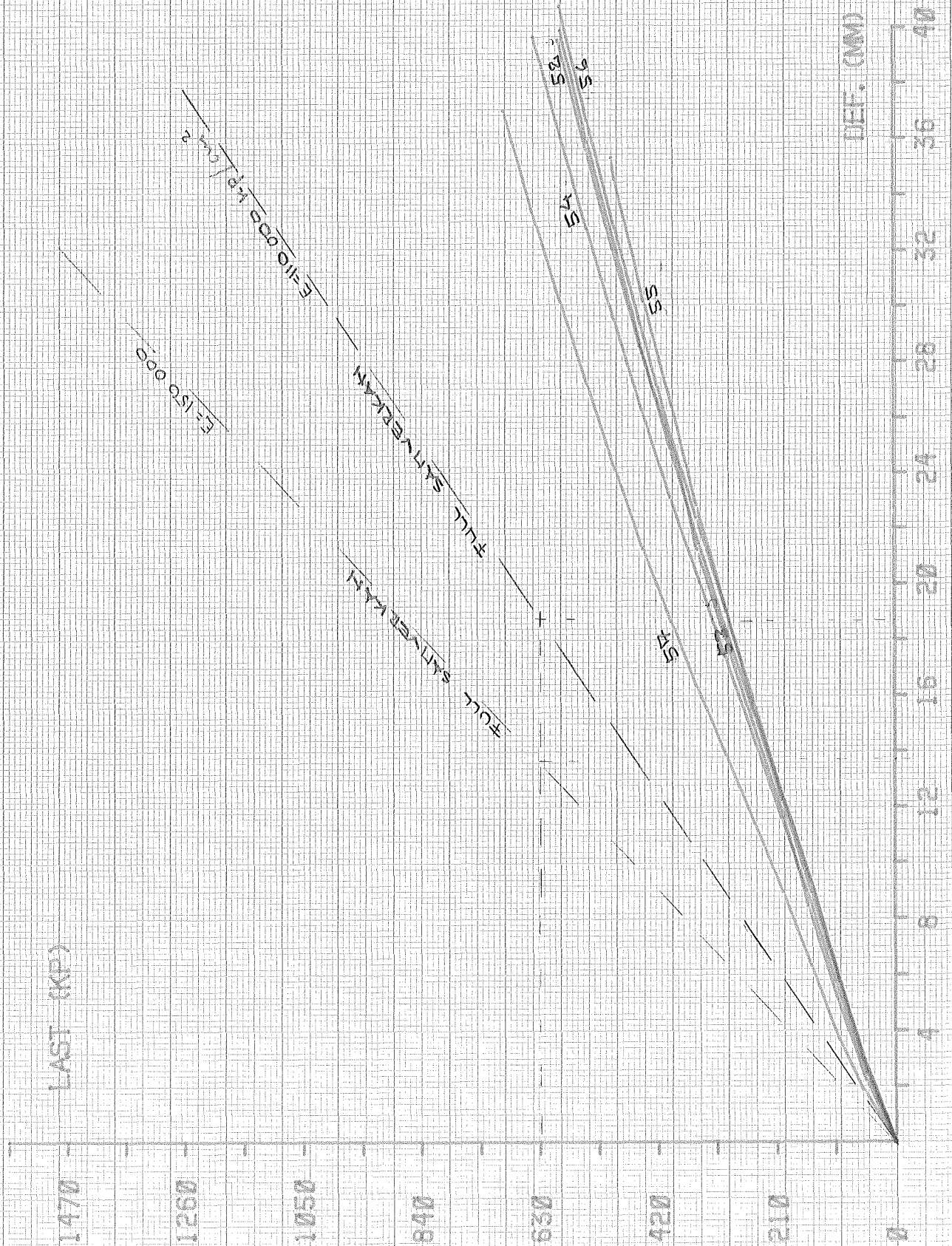
UTFÖRNING FÖR ATT KLARA NEDBÖJNINGSKRAVET. SAMTIDIGT

SOM TRÄETS TILLÄTNA HÅLLFASTHET INTE UTNYTTJAS TILL FULLU.

MITTPUNKTSNEDBÖJNINGARNA ÄR REDOVISADE FÖR

BALK 52-57 I DIAGRAM 4.4.13 OCH 4.4.14.

DIAGRAM 4.4.14 ÄR ENDAST EN UPPSKALNING AV 4.2.13

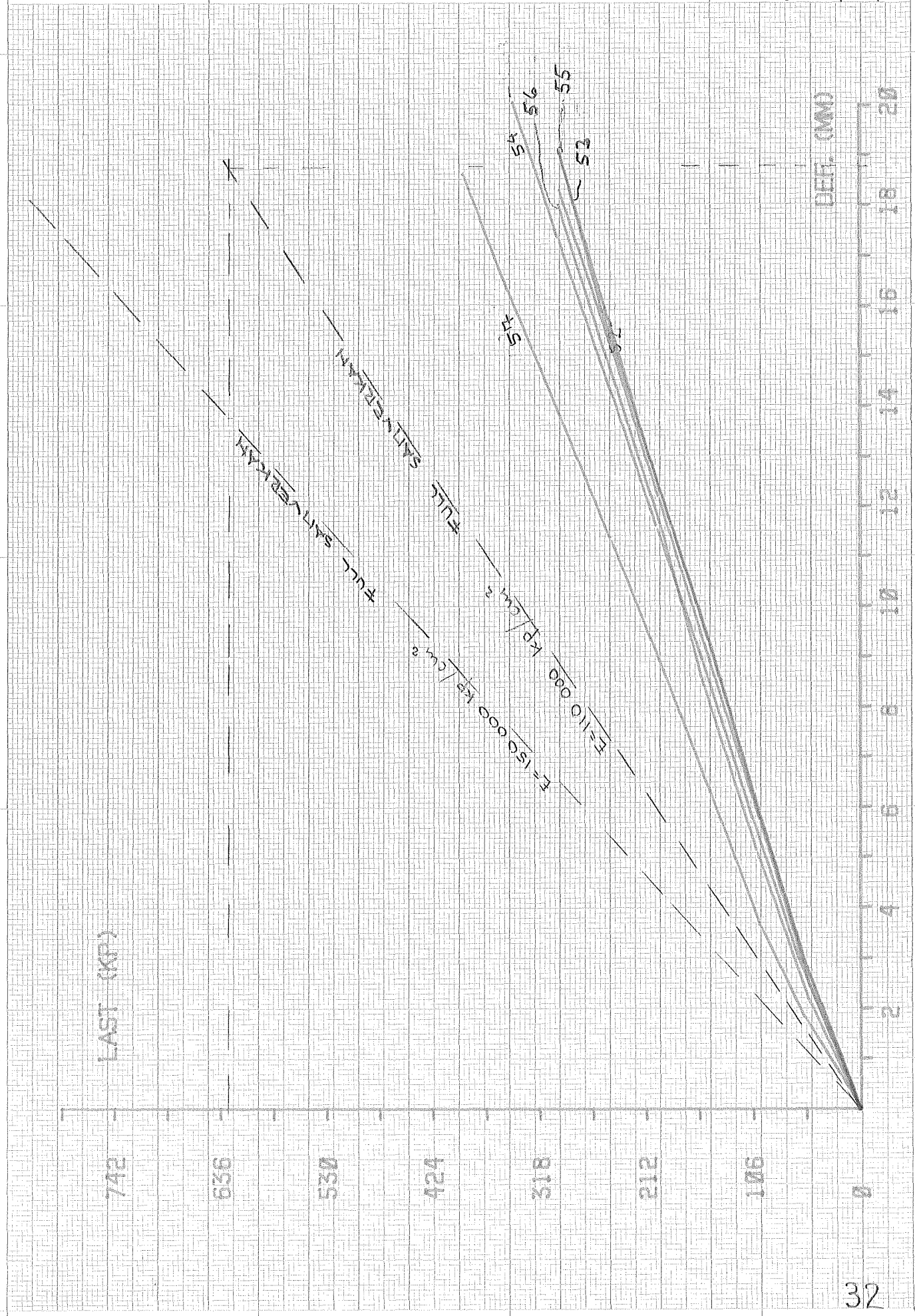


L T H  
BYGGNADSTEKNIK

WIRE-WOOD

BALK 52-57  
PROV 1

DIAGR 4.4.14



LTVÄRDERING ENL. SBM 1975:4Balk 52 - 59 exkl. 56 PUNKTLAST PÅ MITTEN

$$\text{BroHlast medelvärde } (F_M) = (3 \cdot 790 + 930 \cdot 2 + 2 \cdot 950) / 7 = 875.7 \text{ kp}$$

$$\text{standardavvikelsen } (s) = \left[ \frac{(790 - 875.7)^2 \cdot 3 + (930 - 875.7)^2 \cdot 2 + (950 - 875.7)^2 \cdot 2}{6} \right]^{1/2} = 80.6$$

$$\text{Variationskoefficienten } \delta = 80.6 / 875.7 = 0.09203$$

$$7 \text{ st balkar} \Rightarrow k_5 = 2.25 \quad (\text{INTERPOLERAT UR TABELL})$$

$$\text{karakteristiskt broHvärde } (F_5) = (1 - k_5 \cdot \delta) \cdot F_M$$

$$F_5 = (1 - 2.25 \cdot 0.09203) \cdot 875.7 = 694.4 \text{ kp}$$

karakteristisk bärformåga

$$F_5 \geq 1.8 \sum Q / (k \cdot m_t) + [1.8 / (k \cdot m_t) - 1] \cdot G$$

$$G = 0$$

$$\sum Q \leq F_5 \cdot k \cdot m_t / 1.8 \quad k = 1.0 \quad m_t = 0.60 \text{ för k-vitke}$$

$$\sum Q \leq 694.4 \cdot 1.0 \cdot 0.60 / 1.8 = 231.4 \text{ kp}$$

HÄNSYN HAR EJ TAGITS TILL EGENVIKTEN I OVANSTÄENDE  
BERÄKNING, VILKET GÖR ATT RESULTATET ÄR PÅ SÄKRA SIDAN  
OM I Q INRÄKNAS ALL LAST PÅ BALKEN

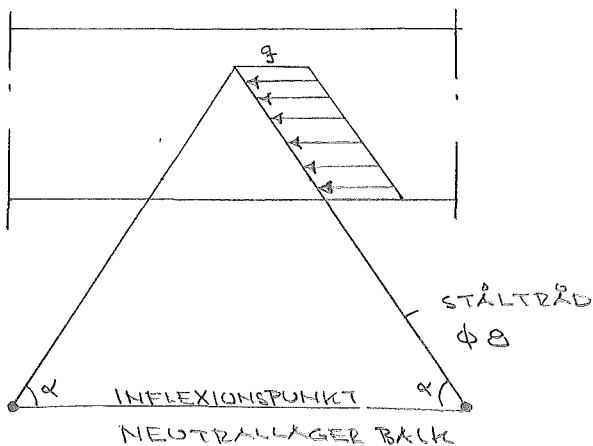
## 4.5 UNDERSÖKNING AV FÖRSKJUTNINGSMODULEN (K)

FÖRSKJ.-MODULEN DEFINIERAS TEX 1/2/ SOM  $Q = K \cdot \delta$ .

1/3/ ANGES ETT UTTRYCK FÖR  $K_{SPIK}$  VID ENSKÄRIGT TRÄFÖRBAND.

VID KONTROLL AV INFÄSTNING STÅLTRÅD-TRÄFLÄNS PÅ PROVADE BALKAR, VISADE DET SIG ATT DET VAR EN SKÄNKELE SOM HADE ÖVERFÖRT DEN MESTA KRAFTEN.

MAN FÅR DÅ FÖLJANDE MODELL FÖR INFÄSTNINGEN, SOM FÖRUTSÄTTER ATT INGEN INSPÄNNING SKER I TRÄFLÄNSEN AV STÅLTRÅDEN.



KRAFTEN FÖRUTSÄTTS UPPTAGEN SOM JÄMT FÖRDELAD LAST PÅ STÅLTRÅDEN.

FÖRST STUDERAS ENBART FÖRSKJUTNINGSMOD FÖR INFÄSTNINGEN (LILLA)  $k$ ,  
SÖR: KRAFT PER LÄNGDENHET. DÄREFTER OMRÄKNAS TILL  $K$ ,  
SÖR: KRAFT PER YTENHET.

FÖR FÖRSKJUTNINGEN P.G.A. DEF. I TRÄET TAS UTTRYCKET 1/3/

$$k = 340 \cdot d$$

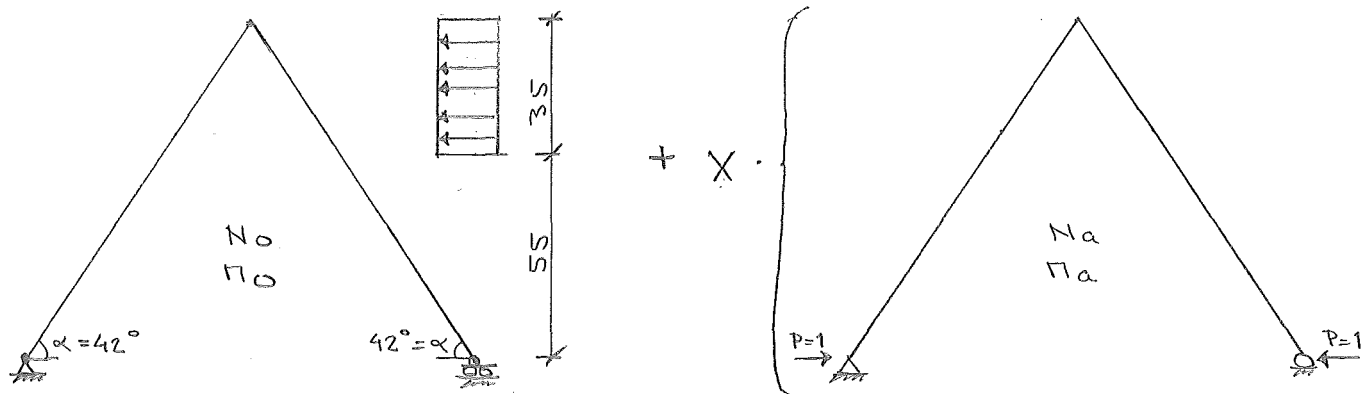
$$K = 340 \cdot 8 = 2720 \text{ N/mm}$$

$$\text{TILLÄTEN LAST } \ddot{A}R \approx 40/56 \cdot 1700 = 1200 \text{ N}$$

FÖR FÖRSKJUTNINGEN P.G.A. DEF. I STÅLTRÅDEN BERÄKNAS DESSA MED HJÄLP AV ARBETSEKVATIONER, VARVID HÄNSYN TAGES TILL NORMALKRAFTENS OCH MOMENTETS ARBETE.

DET EN-FALT STATISKT OBEST. SYSTEMET UPPDELS PÅ

FÖLJANDE SÄTT



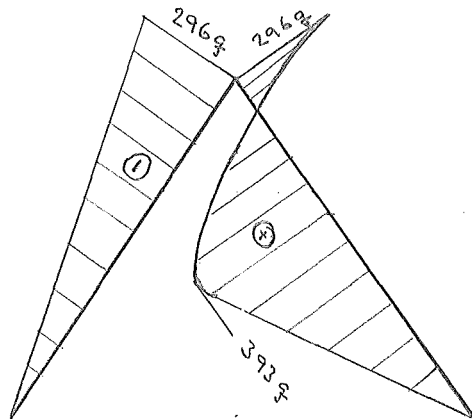
X beräknas UR 
$$X = \frac{\int \frac{N_a N_0 dx}{EJ_0} + \int \frac{N_a N_0 dx}{EA}}{\int \frac{N_a^2 dx}{EJ_0} + \int \frac{N_a^2 dx}{EA}}$$

X fås TILL  $-18.6944 \text{ g} / \sin \alpha$

RESULTERANDE MOMENT OCH NORMALKRAFT TECKNAS

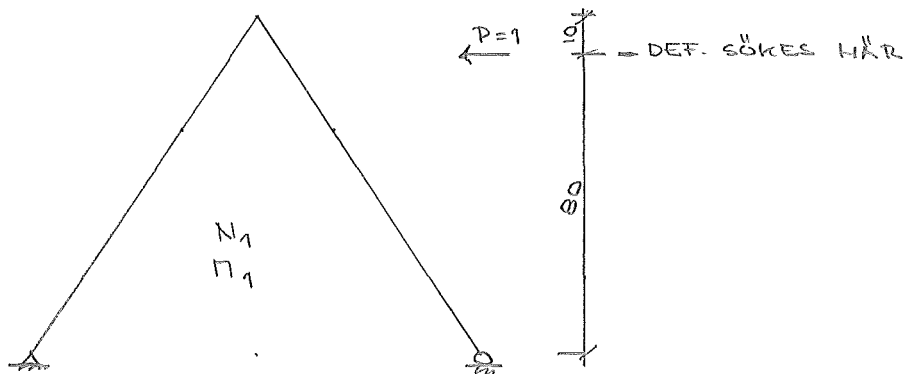
$M_p = M_0 + X \cdot M_a$        $N_p = N_0 + X \cdot N_a$

RESULTERANDE MOMENTDIAGR. BLIR



DEFORATIONEN SÖKS EJ I TOPPEN PÅ VINKELN UTAN EN RIT

NED FÖR ATT FÅ EN UNG. MEDEL DEF. FÖLJANDE ANVÄNDES



## DEFORMATIONEN &amp; TEKNIS

$$\delta = \int_L \frac{M_1 M_p}{EI} dx + \int_L \frac{N_1 N_p}{EA} dx$$

$$P = k \cdot \delta$$

k AV MOMENT BLIR 15336 N/mm

k AV NORMALKRAFT BLIR 53015 N/mm

k RESULT. FÖR STÅLTRÅD 11896 N/mm

RESULTERANDE FÖRSKJUTNINGSMODUL FÖR KNUTPUNKTEN BLIR

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{11896} + \frac{1}{2720} \Rightarrow k = 2213 \text{ N/mm}$$

FÖRSKJUTNINGSMODULEN 1/2/ AVSER TOTALA FÖRSKJUTNINGEN  
MELLAN FLÄNSARNA

$$K = k / (c/c \text{ INFÄSTH}) / 2 = 2213 / 200 / 2 = 5,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\underline{K = 0,55 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2}$$

BETR.-DETALJBERÄKNINGAR SE BILAGOR NUMRERADE

4.5.1 - 4.5.13

AV OVANSTÄENDE FRÅNGÅR ATT DET ÄR

DEFORMATIONERNA I TRÄET SOM ÄR DE DOMINERANDE,

VARFÖR EVENTUELLA ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRBÄTTRA INFÄSTNINGEN

BÖR GÅ UT PÅ ATT MINSKA DEF. I TRÄET.

k FÖR FÖRSKJUTH. I TRÄET AVSER 1/3/ ENSKÄRIGT FÖRHÅND

RED DEF. PÅ TVÅ STÄLLEN, VILKET INTE HAR BEAKTATS OVAN.

SOM SKÄL HÄRFÖR KAN ANGES ATT VI INTE HAR FÅTT FRÅN

BÄTTRE VÄRDE OCH ATT "SPIKLÄNGEN" I VÅRT FALL ÄR

I KRAFTRIKNINGEN  $\sim 40 \text{ mm}$  MOT  $\sim 12 \cdot d = 12 \cdot 8 = 96 \text{ mm}$

VID SPIKSPETSEN 1/3/

#### 4.6 JÄMFÖRELSE UPPMÄTT OCH BERÄKNAD FÖRSKJUTNINGSMODUL

BER. FÖRSKJUTNINGSMOD.  $0.55 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$

FÖR BALK 20 UTAN PLYWOODFÖRSTYVN. VID UPPLAGEN

UPPMÄTTES  $K$  TILL  $\approx 0.70 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ . INFÄSNINGEN BESTÅR

AV EN TAPP  $\phi 6 \text{ mm}$  30 mm LÅNG OCH STÅLTRÅDEN HAR DI  $\phi 6 \text{ mm}$

FÖR BALK 52 TILL 59 VARIERAR  $K$  MELLAN  $0.87 \cdot 10^6$  OCH

$1.44 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$  DÅ ÄVEN PLYWOODFÖRSTYVNINGEN VID UPPLAGEN

INGÅR. DE HÖGRE VÄRDENA PÅ  $K$  GÄLLER FÖR BALKAR

MEH HÖGRE E-MODUL ( $\approx 15000 \text{ MN/m}^2$ ), VILKET ANTYDER

ATT TRÄET ÄR HÄRARE OCH EJ DEFORMERAS SÅ LÄTT.

OM MÅN ANTAR ATT SAMMA FÖRHÅLLANDE GÄLLER FÖR BALK 52-59

MEH OCH UTAN PLYWOODFÖRSTYVN. VID UPPLAG SOM FÖR BALK 20.

DVS.  $1.25 / 0.70 \approx 1.80$ . MEH HÄNSYN TILL ATT

BALK 52-59 ÄR LÄNGRE ÄN BALK 20 OCH INVERKAN AV

PLYWOODFÖRSTYVN. DÄRFÖR BÖR FINSKA REDUCERAS 1.80 TILL 1.50.

$K$  ÄR I MEDELTA  $\approx 0.95 \cdot 10^7$  FÖR E-MODULEN  $11000 \text{ MN/m}^2$ .

DETTA VÄRDE DIVIDERAS MEH 1.5 ERHÅLLES  $0.63 \cdot 10^7$

-|| - || - || - || - 1.80 -|| -  $0.53 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$

ÄVEN OM FLERA ANTAGANDEN OCH APPROXIMATIONER HAR GJORT:

ÄR RESULTATEN MELLAN UPPMÄTT OCH BERÄKNAD

FÖRSKJUTNINGSMODUL AV SAMMA STORLEKSORDNING.



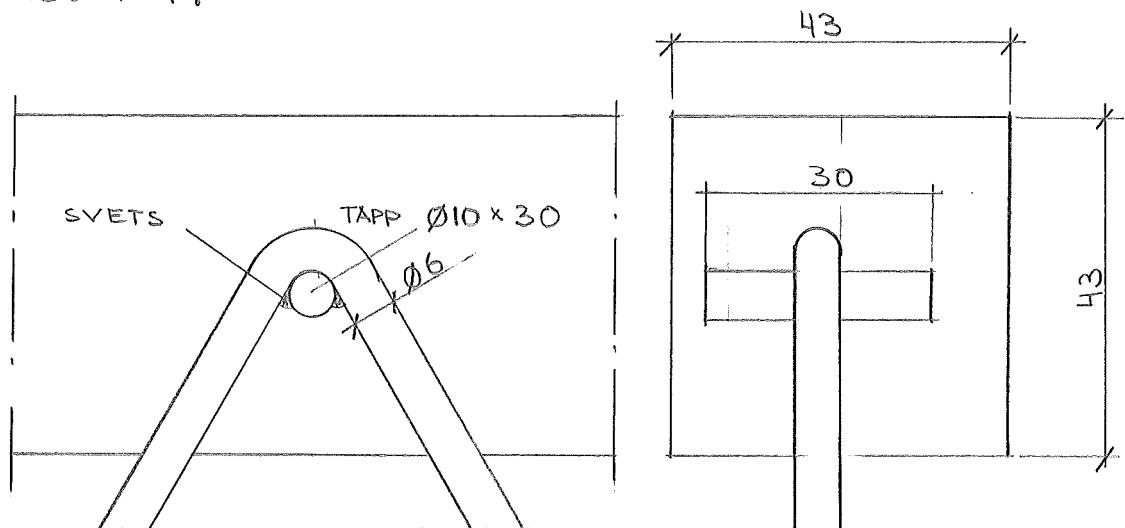
## 5 LÅNGTIDSFÖRSÖK

### 5.1 BALKARNAS UTFORMNING

TILL LÅNGTIDSFÖRSÖKEN TOGS BALKAR MED TRÅDINFÄSTNING OCH DIMENSIONER ENLIGT FIGUR 5.1.1.

TRE OLIKA SPÄNNVIDDER TESTADES, 2400 3600 OCH 4200 MM.

HÖJDEN VAR FÖR SAMTLIGA 195 MM OCH C/C -AVSTÅNDET MELLAN INFÄSTNINGARNA 150 MM.



FIGUR 5.1.1

### 5.2 PROVNINGSANORDNING OCH PROVNINGS - UTFÖRANDE

LÅNGTIDSFÖRSÖKEN GJORDES MED BALKEN UPPLAGD ENLIGT FIGUR 5.2.1.

LASTEN BESTOD AV HINKAR, INNEHÅLLANDE JÄRNKULOR, VILKA HÄNGDES MED HJÄLP AV KEDJOR I UNDERFLÄNSEN.

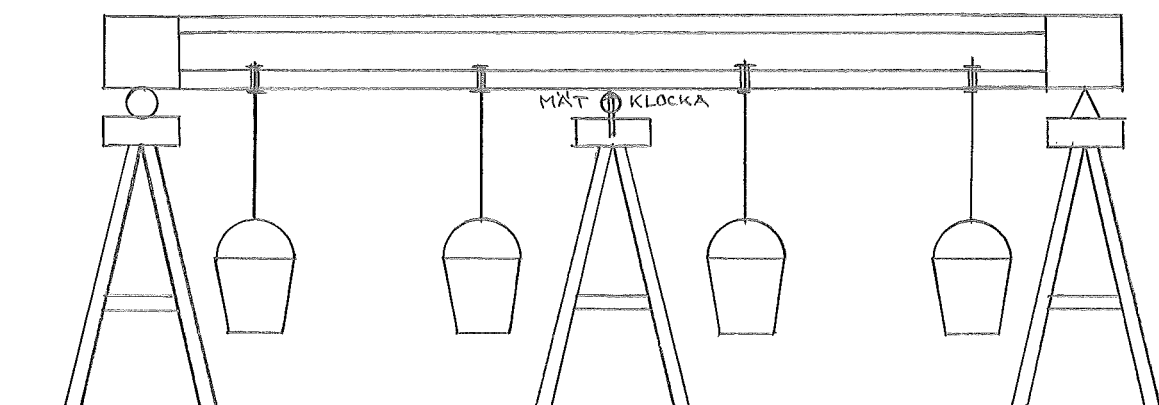
MITTPUNKTSNEDBÖJNINGARNA MÄTTES MED MÄTKLOCKA.

LUFTFUKTIGHETEN I PROVNINGSLOKALEN VAR UNGEFÄR 40% OCH VIRKETS FUKTKVOT VAR RUNT 10%.

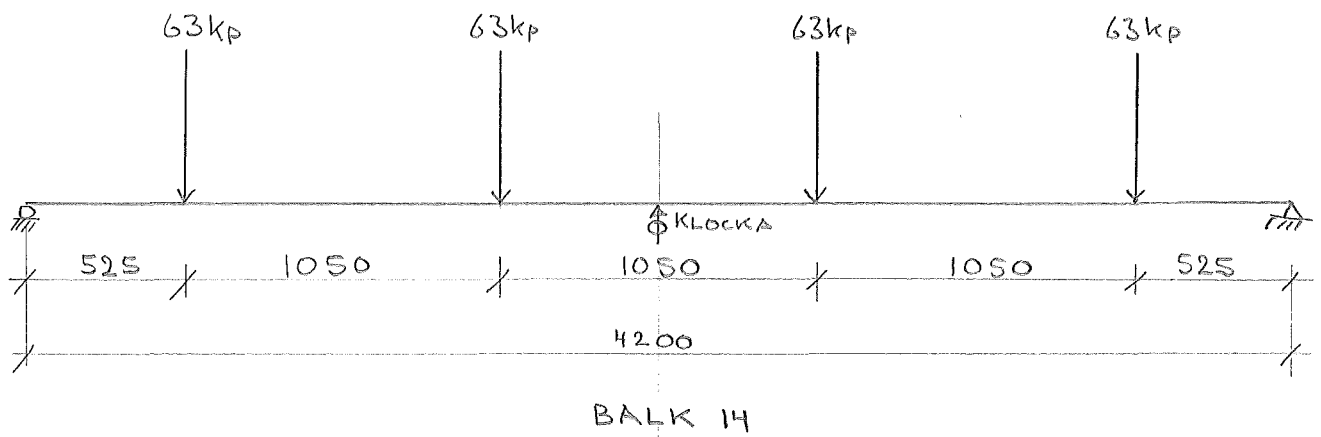
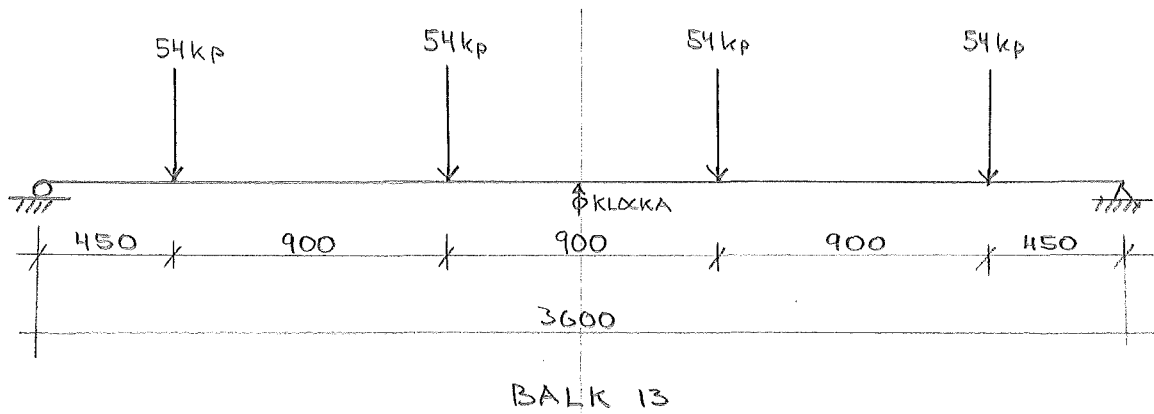
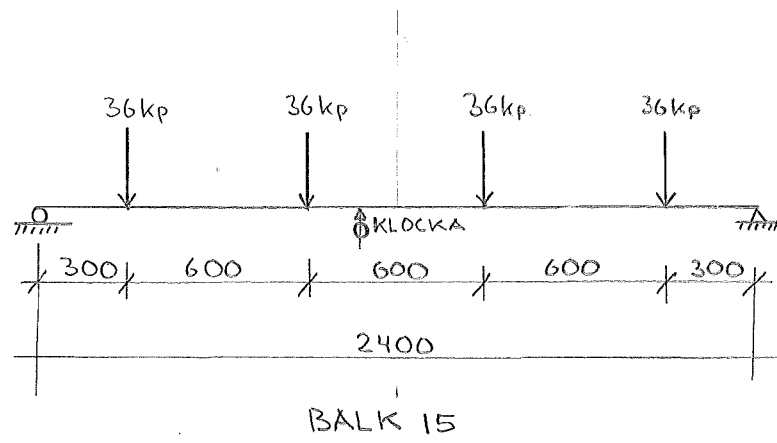
LASTEN SÄTTES TILL  $1,00 \text{ KN/m}^2$  BJÄKLAGSYTA VILKET UNGEFÄR MOTSVARAR EGENVIKT OCH VILANDE VÄNLIG LAST.

FÖR ATT VID PROVNINGEN FÅ EN MOMENTKURVA SOM SÅ VÄL SOM MÖJLIGT LIKNAR MOMENTKURVAN FÖR JÄMT UTBREDD LAST, OCH ÄNDÅ LIGGER PÅ SÄKRA SIDAN, GJORDES BERÄKNINGAR FÖR OLIKA LASTSTÄLLNINGAR VILKA REDOVISAS I BILAGA 5.2.1-8. HÄRVID ERHÖLLS LAST OCH LASTSTÄLLNING ENLIGT FIGUR 5.2.2.

NEDBÖJNINGARNA LÄSTES AV MER ELLER MINDRE REGELBUNDET, TÄTARE I BÖRJAN OCH OCH GLESARE I SLUTET, OCH INFÖRDES I TABELLER. PROVET PÅGICK I FYRA MÅNADER.



FIGUR  
5.2.1



FIGUR 5.2.2

### 5.3 RESULTATEN OCH DERAS BEARBETNING

UR DE UPPMÄTTA VÄRDENA PÅ MOMENTANDEBÖJNING OCH KRYPNINGSNEDBÖJNING KAN EN KRYPFAKTOR  $\emptyset$  BERÄKNAS SOM

$\emptyset = \text{KRYPDEFORMATIONEN} / \text{MOMENTANDEFORMATIONEN}$

UPPMÄTTA NEDBÖJNINGAR OCH BERÄKNADE KRYPFAKTORER FÖR DE TRE BALKARNA REDOVISAS I BILAGA 5.3.1-3.

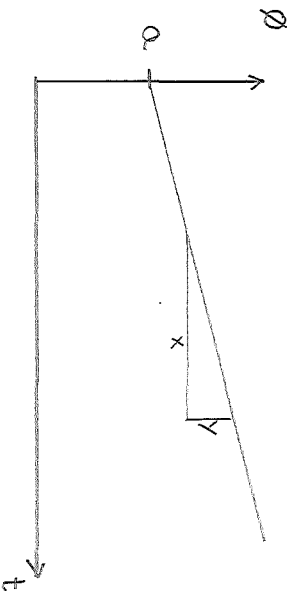
KRYPFAKTORENA ÄR OCKSÅ UPPRITADE I DIAGRAM 5.3.1-3 MED  $\log/\log$ -SKALA OCH DIAGRAM 5.3.4-6 MED LINJÄR SKALA.

UR DIAGRAM 5.3.1-3 KAN LÅNGTIDS-DEFORMATIONEN UTVÄRDERAS ENLIGT

$$\emptyset = a \cdot t^b$$

DÄR  $a$  LÄSES AV VID  $\log t = 1$  OCH

$$b = \frac{y}{x}$$



FÖR MASSIV TRÄBALK GÄLLER APPROXIMATIVT

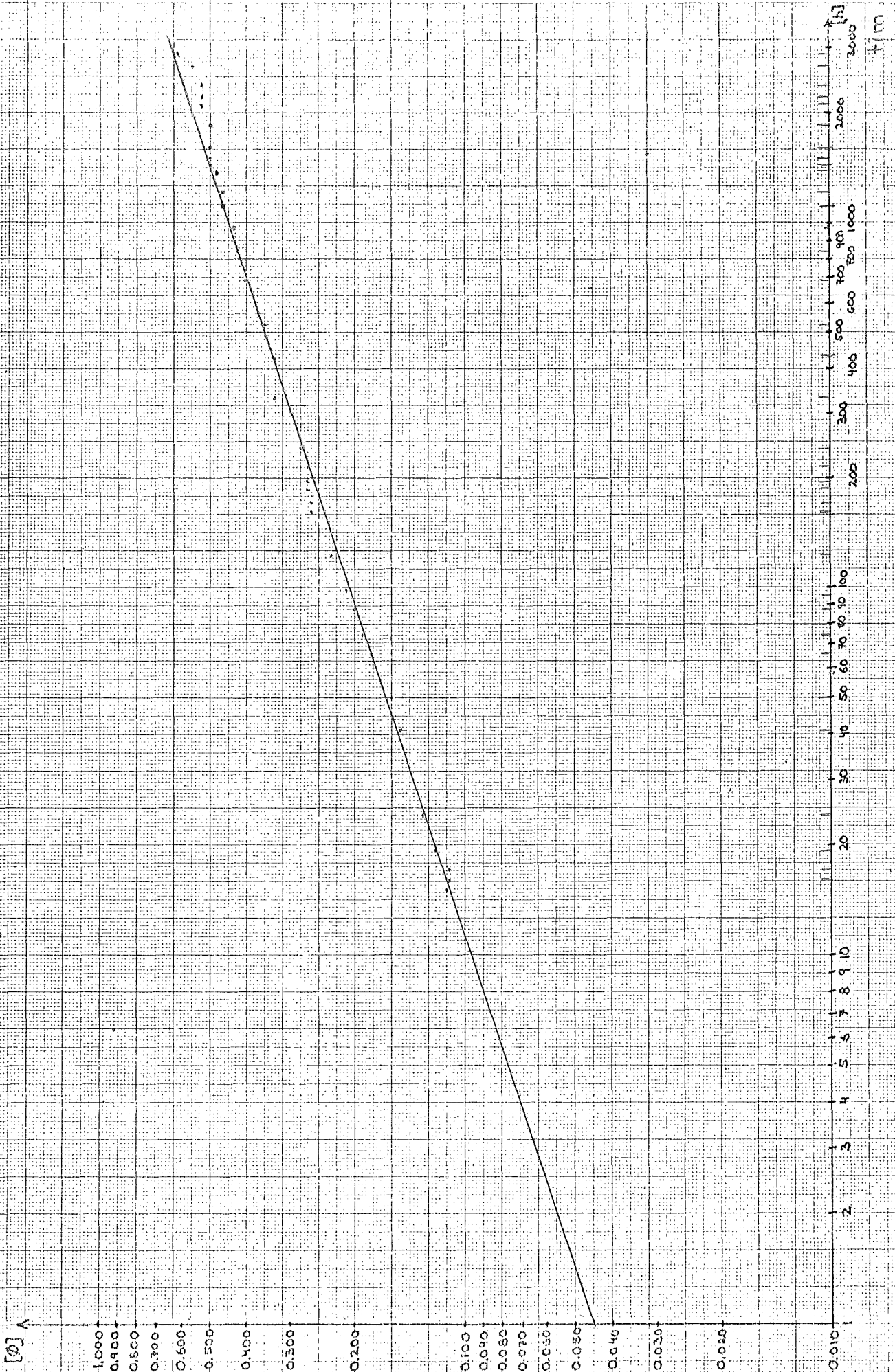
ENLIGT SVENSKA TRÄFORSKNINGSINSTITUTET

OCH NORÉN ATT  $a = 0,0224$  OCH

$b = 0,356$ . I TABELL 5.3.7 HAR DESSA

VÄRDEN JÄMFÖRTS MED FRAMTAGNA VÄRDEN FÖR WIRE-WOOD.

DIAGRAM 5.3.1



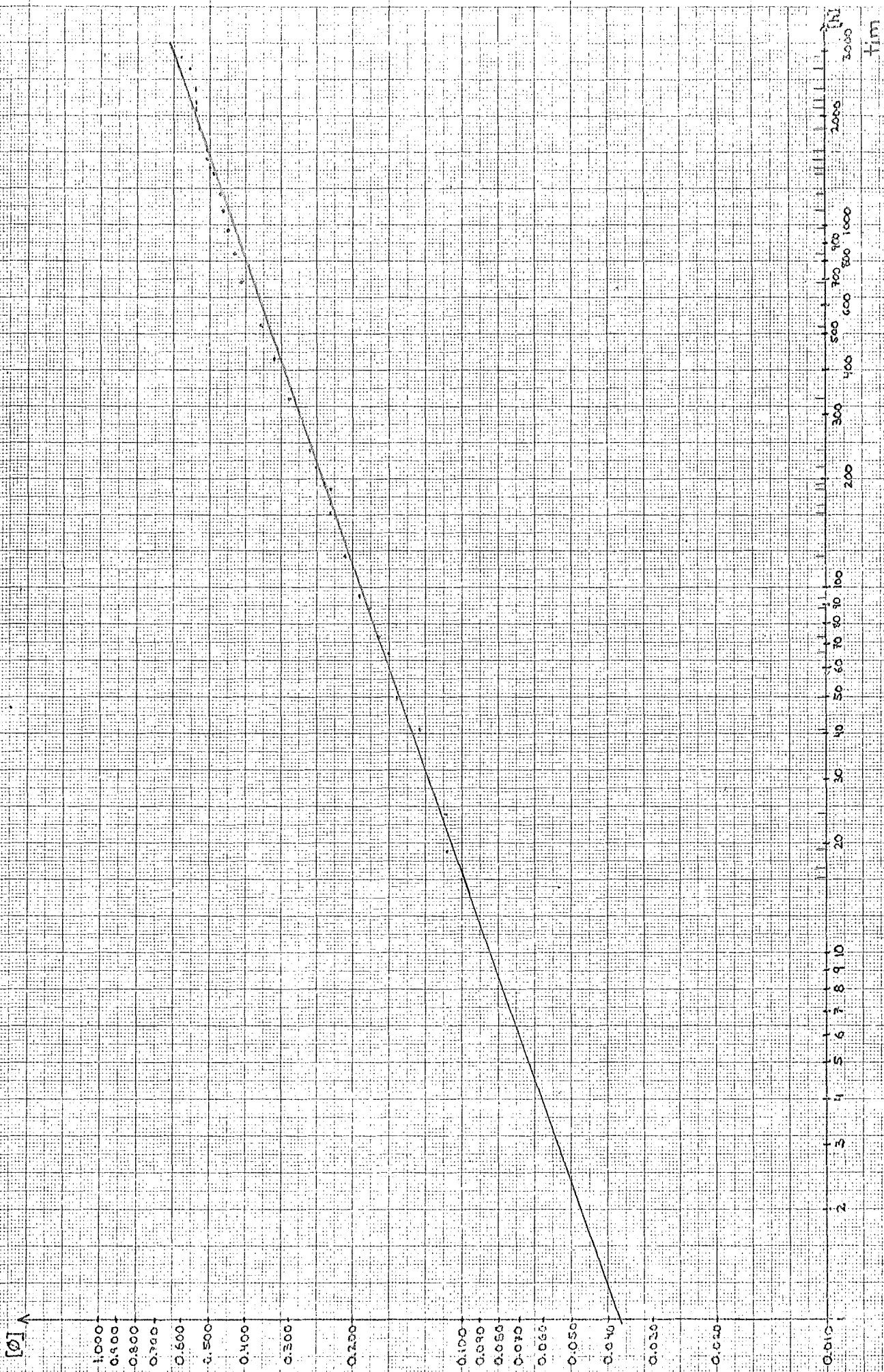


DIAGRAM 5.3.3

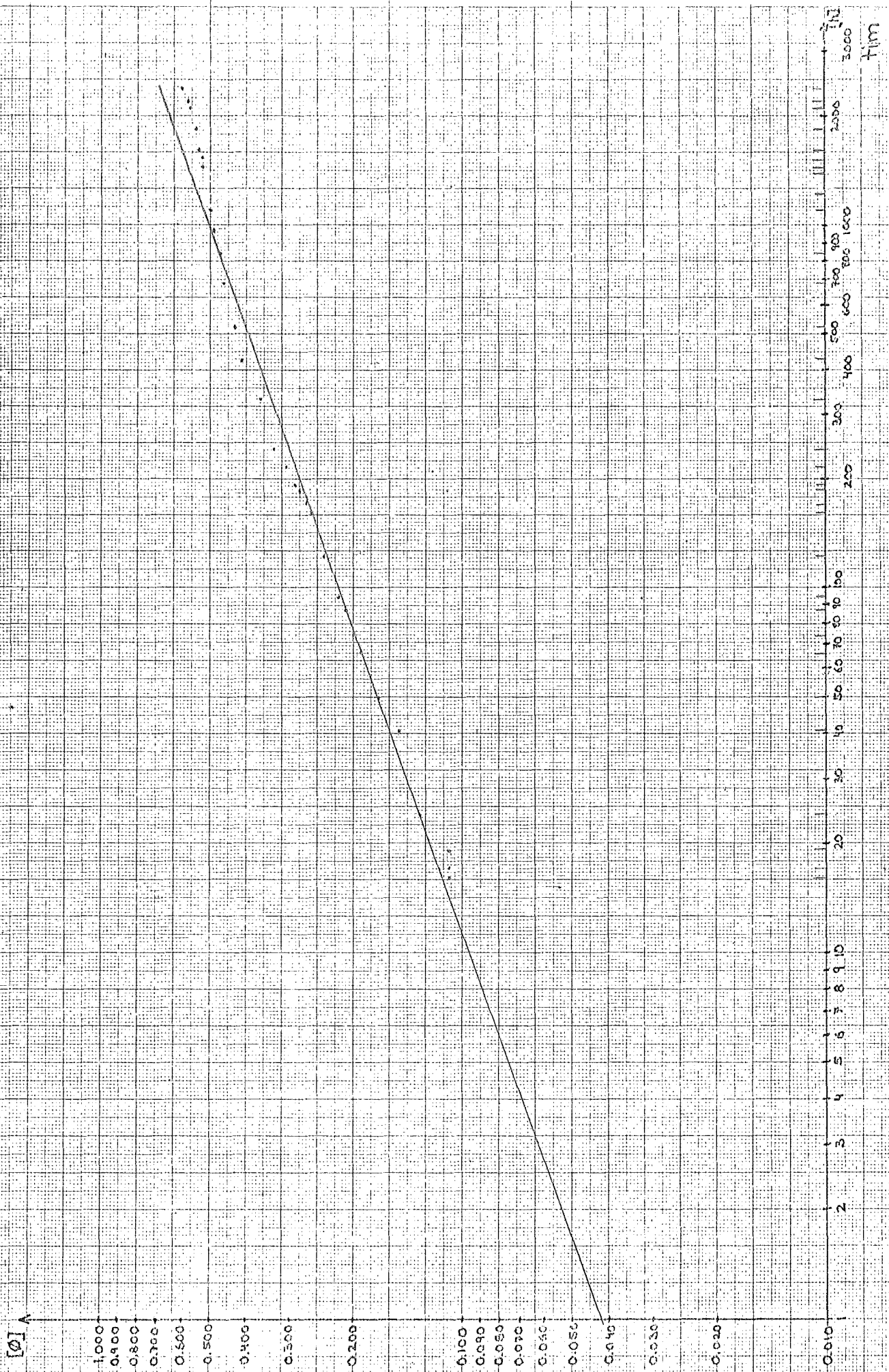


DIAGRAM 5.3.H

1954

mm

min

2000

2000

1000

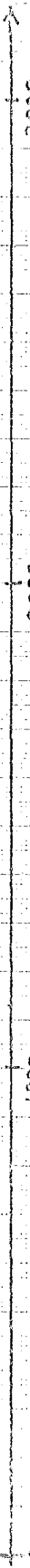




DIAGRAM 5.3.5

10

[ $\mu$ ]

mm

3000

2000

1000

0

time

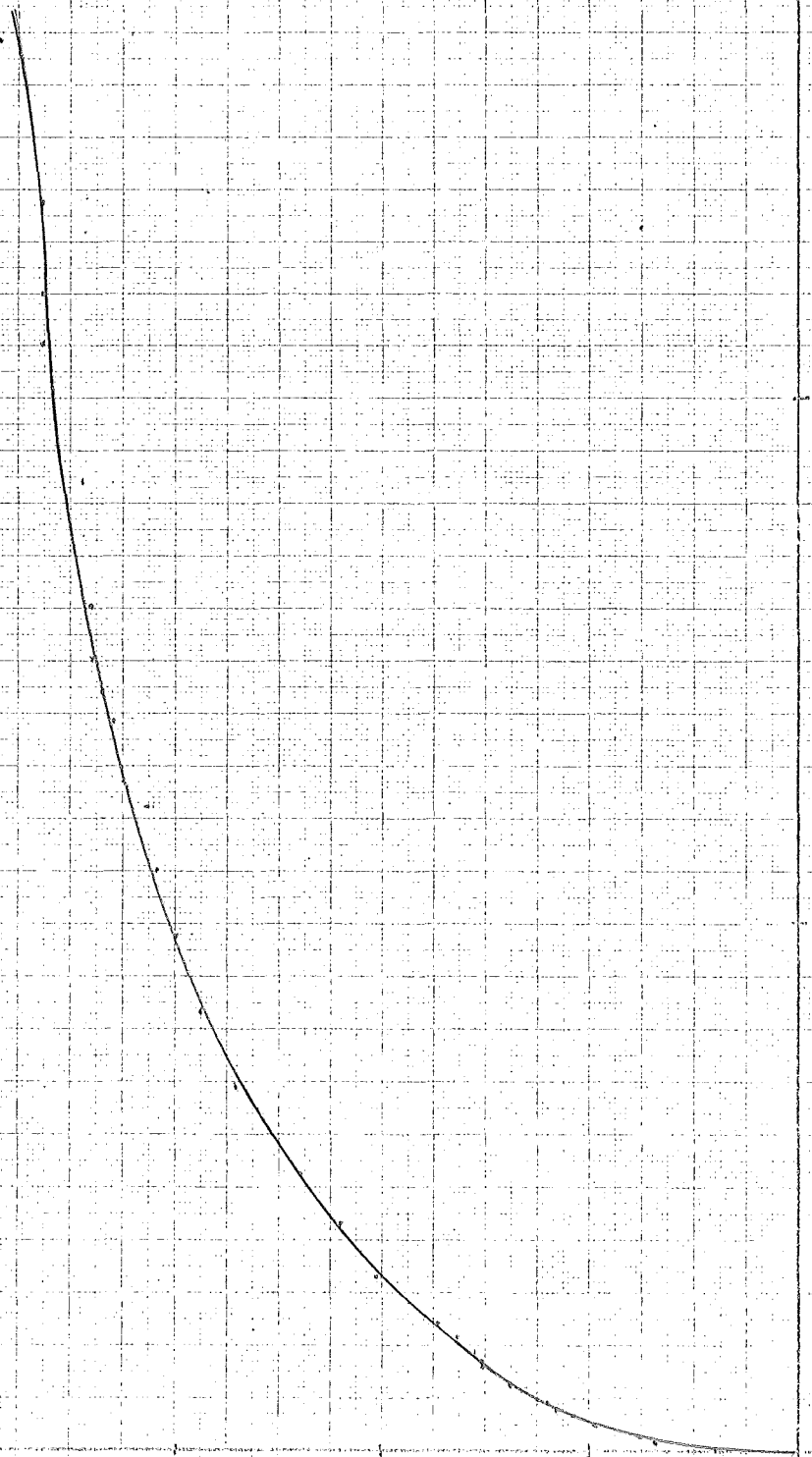
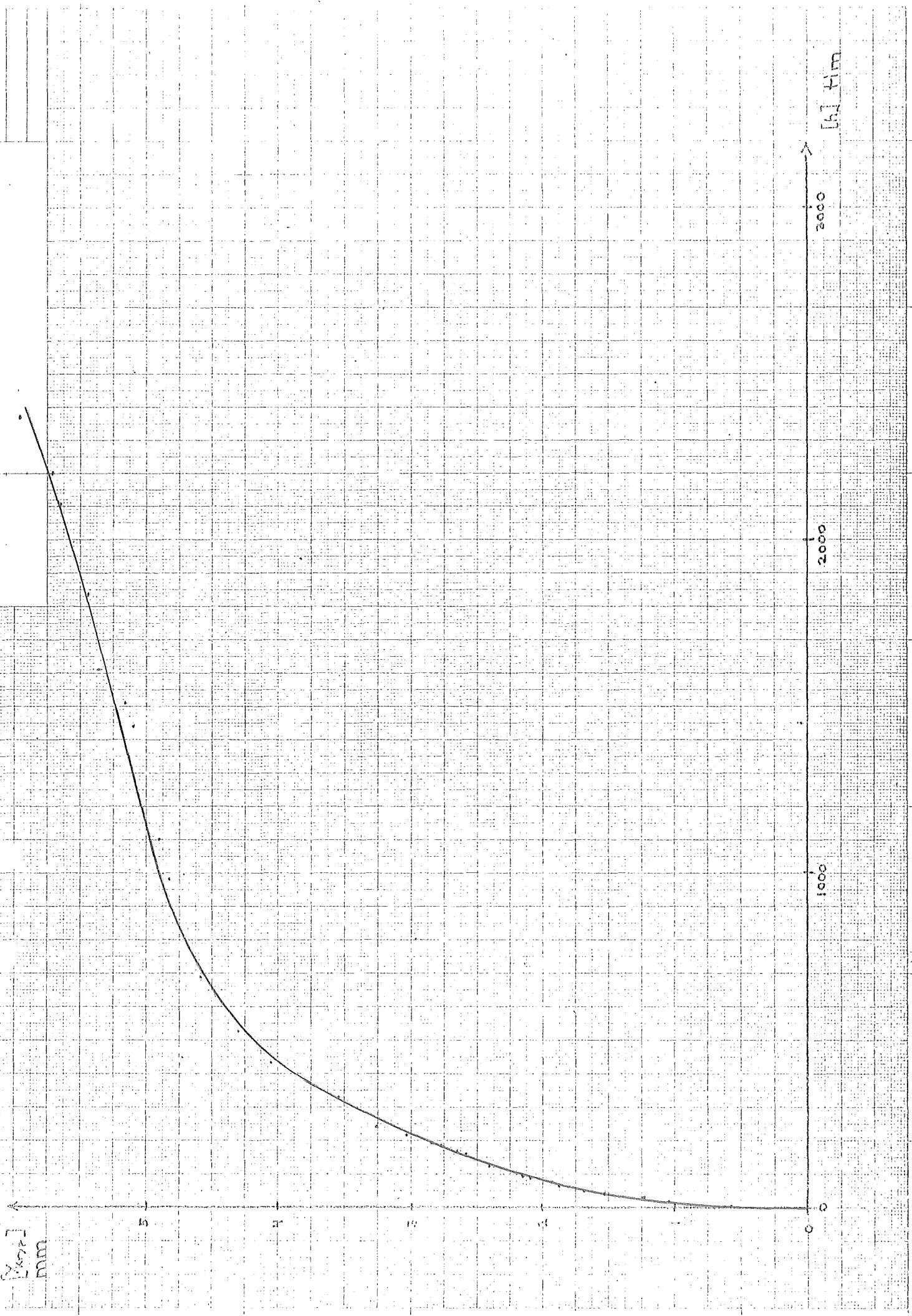


DIAGRAM. 5.3.6

0.0000



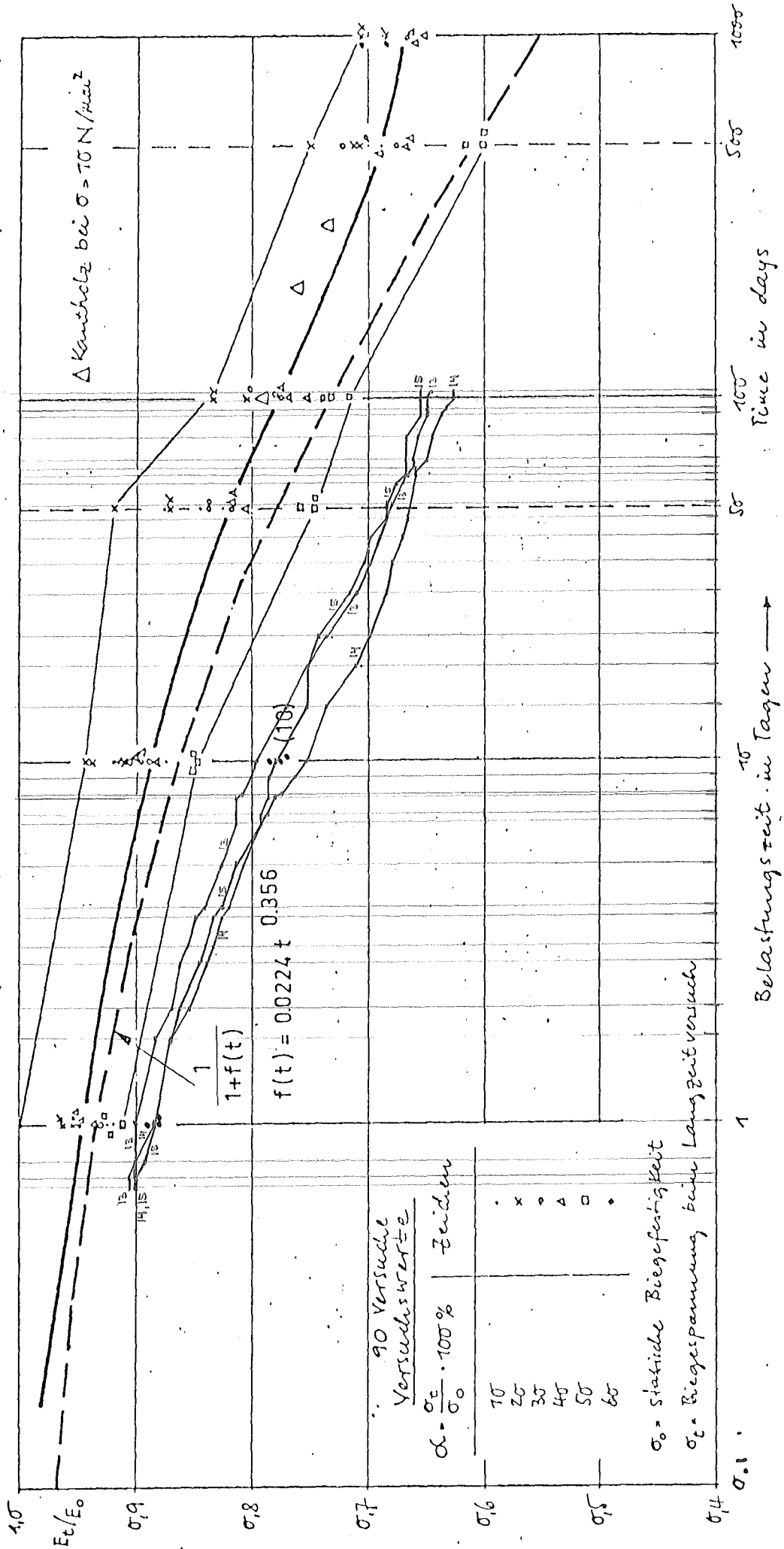
TABELL 5.3.7

	MOM. NEDBÖJN. mm	a	b	t tim	Ø <sup>50år</sup>	KRYP- NEOBÖJN. mm <sup>50år</sup>	TOT. NEDBÖJN. mm <sup>50år</sup>	L/400 mm	L/300 mm
MASSIV TRÄBALK		0,0224	0,356	438000	2,28				
BALK 15 L=2400	1,84	0,046	0,327	438000	3,22	5,92	7,76	6,00	8,00
BALK 13 L=3600	6,67	0,037	0,350	438000	3,49	23,28	29,95	9,00	12,00
BALK 14 L=4200	9,89	0,042	0,358	438000	4,39	43,42	53,31	10,50	14,00

UR TABELL 5.3.7. KAN UTLÄSAS DELS ATT KRYP-FAKTORN FÖR MASSIVT TRÄ ÄR MINDRE ÄN DEN FÖR WIRE-WOOD OCH DELS ATT KRYP-FAKTORN ÖKAR MED BALKLÄNGDEN. DET SENARE KAN BERO PÅ ÖKAD UTKNÄCKNING AV ÖVERFLÄNSEN OCH MINSKAD INVERKAN AV UPPLAGSFÖRSTYVNINGARNA SAMT AV DET ÖKADE ANTALET INFÄSTNINGAR PÅ EN LÄNGRE BALK.

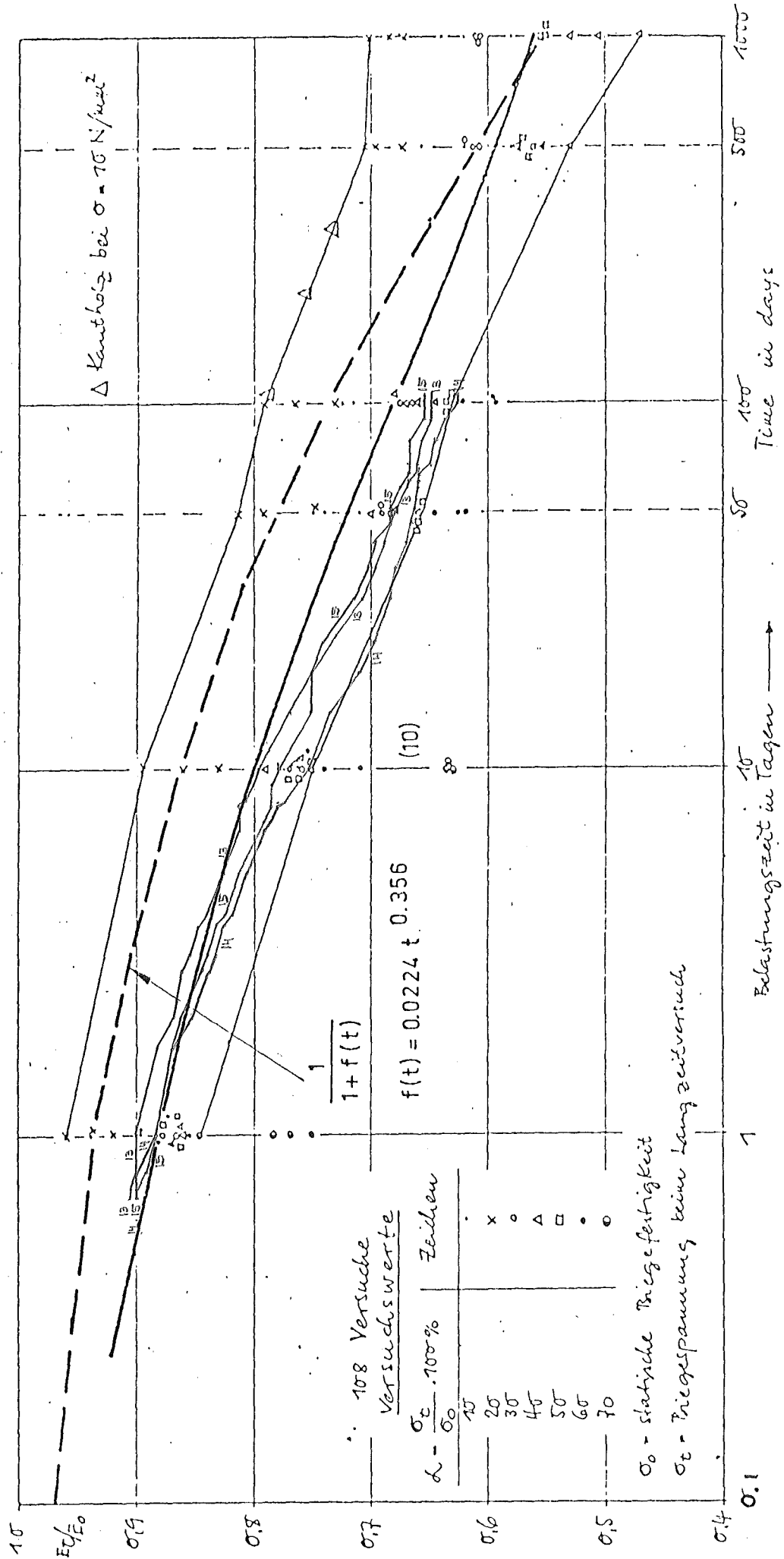
ETT ANNAT SÄTT ATT JÄMFÖRA WIRE-WOOD BALKEN MED BALK AV MASSIVT TRÄ ÄR ATT LÄGGA IN  $E_t/E_0 = \frac{1}{1+\phi}$  FÖR WIRE-WOOD BALKARNA I DIAGRAM 5.3.8 VILKET GÄLLER FÖR STÅENDE ÅRSRINGAR OCH DIAGRAM 5.3.9 VILKET GÄLLER FÖR LIGGANDE ÅRSRINGAR.

DIAGRAM 5.3.8



Biegeversuche  
 $E_t/E_0$  - Zeit - Abhängigkeit bei stehenden Fahrungen

DIAGRAM 5.3.9



108 Versuche

$\frac{\sigma_t}{\sigma_0} \cdot 100\%$	Zeichen
10	•
20	x
30	◦
40	△
50	◻
60	•
70	◦

$\sigma_0$  - statische Biegefestigkeit  
 $\sigma_t$  - Biegespannung beim Langzeitversuch

Biegeversuche  
 $E_t/E_0$  - Zeit - Abhängigkeit bei liegenden Fahrriegen

I DIAGRAMMEN FANNS INRITAT DELS KURVAN  
FÖR MASSIVT TRÄ,  $\frac{1}{1+f(t)}$  DÄR  $f(t) = \emptyset =$   
 $= 0,0224 \cdot t^{0,356}$ , VILKEN VI TIDIGARE HAR  
JÄMFÖRT MED OCH DELS PROVNINGSRESULTAT  
FRÅN PROVNINGAR GJORDA AV KARL MÖHLER,  
STUTGART MED OLIKA FÖRHÅLLANDEN  $\alpha$   
MELLAN  $\sigma_t$  OCH  $\sigma_0$ , DÄR  $\sigma_t =$  BÖJSPÄNNING  
VID LÅNGTIDSFÖRSÖK OCH  $\sigma_0 =$  STATISK BÖJ-  
HÅLLFASTHET.

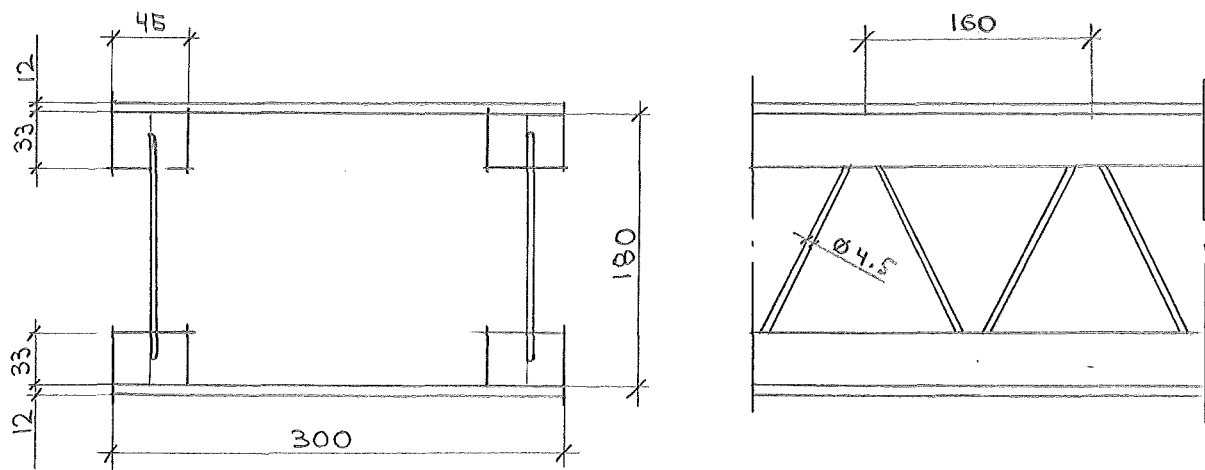
## 6 KNÄCKNINGSFÖRSÖK MED VÄGGELEMENT

### 6.1 VÄGGELEMENTENS UTFORMNING

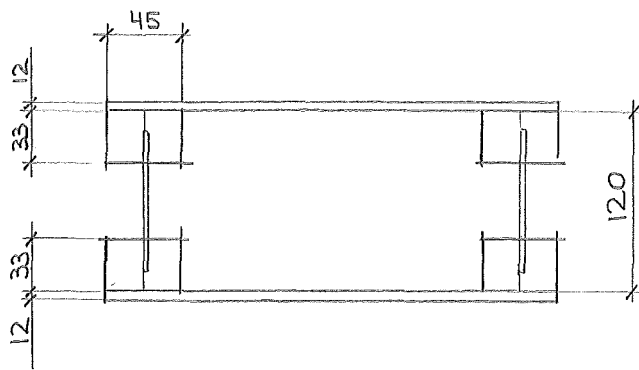
TRETTIO VÄGGELEMENT PROVAVES, LITTERERADE V1-V15, V20-V27, V40-V46 OCH MED UTFORMNING ENLIGT FIGUR 6.1.1 RESP. 6.1.2, ELEMENT V2 FÖLL IFRÅN PÅ GRUND AV ELEKTRISKT FEL I MÄTUTRUSTNINGEN.

LÄNGDEN PÅ SAMTLIGA ELEMENT VAR 2500 MM.

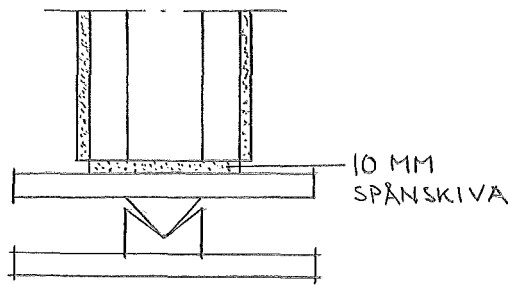
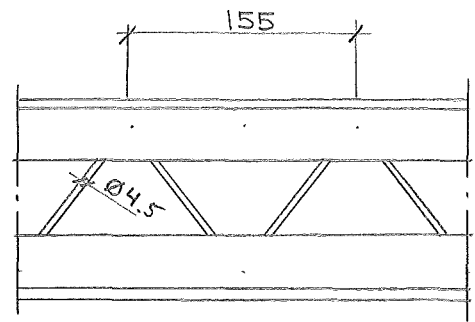
TVÅ OLIKA ÄNDUTFORMNINGAR PROVAVES, DELS ENLIGT FIGUR 6.1.3 DÄR VI HADE EN 10 MILLIMETERS SPÅNSKIVA PÅSPIKAD I ÄNDARNA OCH DELS ENLIGT FIGUR 6.1.4 MED VÄGGREGLARNA DIREKT MOT UPPLAGETS JÄRNPLATTA. DE OLIKA ELEMENTENS TJOCKLEK OCH UPPLAGSFÖRHÅLLANDEN SAMT VID PROVNINGEN ANBRINGAD HORIZONTALLAST FRAMGÅR AV TABELL 6.3.1.



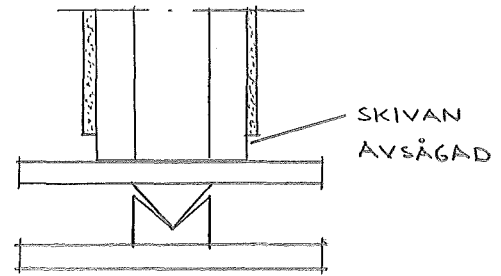
FIGUR 6.1.1



FIGUR 6.1.2.



FIGUR 6.1.3



FIGUR 6.1.4

## 6.2 PROVNINGSANORDNING OCH PROVNINGS- UTFÖRANDE

ELEMENTEN PROVAVES UPPSTÄLLDA ENLIGT FIGUR 6.2.1. DÄR DEN AXIELLA LASTEN ÅSTADKOMMES MED EN ELEKTRISKT DRIVEN HYDRALDOMKRAFT OCH MÄTES MED TVÅ ELEKTRISKA LASTCELLER PLACERADE MELLAN ELEMENTET OCH HYDRALENS TRYCKPLATTA. MITTPUNKTSUTBÖJNINGEN MÄTES MED POTENTIOMETER OCH REGISTRERAS KONTINUERLIGT TILLSAMMANS MED AXIALLASTEN PÅ EN X-Y-SKRIVARE. HORIZONTALASTEN ANBRINGAS VIA EN STAG-BALK-WIREANORDNING SÅ ATT MAN FÅR TVÅ LIKA LASTER I FJÄRDEDELSPUNKTERNA.



AXIALLASTEN PÅFÖRES KONTINUERLIGT MED EN HASTIGHET AV UNGEFÄR ETT TON PER TRE MINUTER. KONSTANTHÅLLNING AV LASTEN VISS TID, SAMT PÅ OCH AVLASTNINGAR AV HORIZONTAL RESP. AXIALLAST HAR UTFÖRTS ENLIGT TABELL 6.2.2. HORIZONTALLAST I FORM AV VINDLAST BESTÄMMES ENLIGT SBN 75 21:6

$$W = \mu \cdot q \cdot A$$

$$W = \text{VINDLAST}$$

$$\mu = \text{FORMFAKTOR}$$

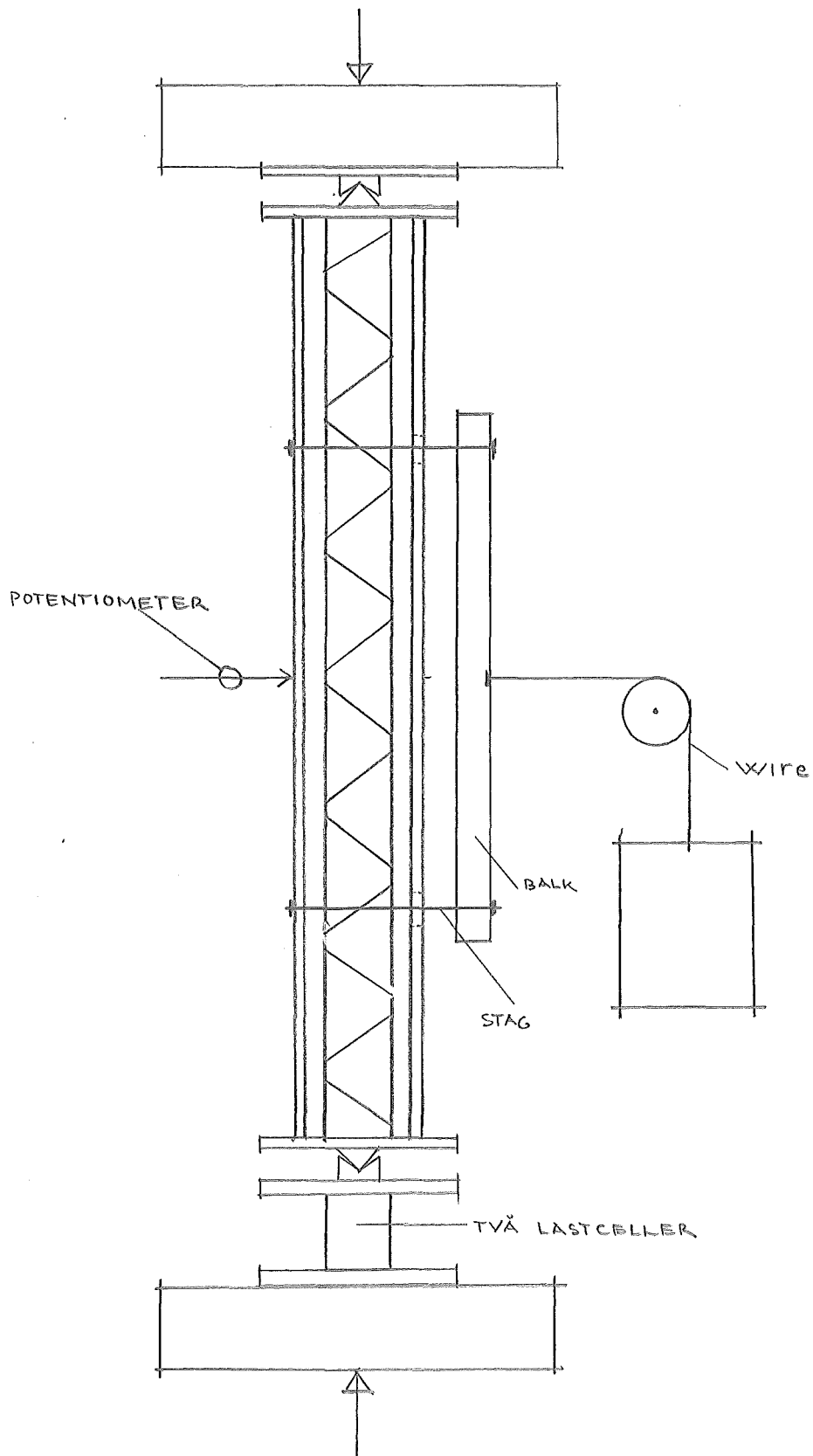
$$q = \text{HASTIGHETSTRYCK}$$

$$A = \text{YTANS STORLEK}$$

$$\text{YTTERVÄGG} \quad W = 3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,68 = 204 \text{ kp} \quad \text{SÄTT } 205 \text{ kp}$$

$$\text{INNERVÄGG} \quad W = 3,0 \cdot 0,4 \cdot 0,68 = 82 \text{ kp} \quad \text{SÄTT } 100 \text{ kp}$$

STATISTISK UTVÄRDERING OCH BERÄKNING AV TILLÅTNA LASTER UTFÖRES I DET FÖLJANDE FÖR HELT ELEMENT D.V.S. FÖR TVÅ REGLAR. SIST GÖRES EN SAMMANSTÄLLNING DÄR TILLÅTEN LAST PER REGEL FRÅN PROVNING RESP. BERÄKNING JÄMFÖRES MED TILLÅTEN LAST MED HÄNSYN TILL SYLLTRYCK.



FIGUR 6.2.1

TABELL 6.2.2.

ELEM.	KONSTANTHÅLLNING		PÅ OCH AVLASTNING				
	LASTNIVÅ MP	TID MIN	AXIALLAST		HORIZONTALAST		
			LAST	MP	ANTAL	LASTNIVÅ MP	ANTAL
V3			2		5		
V4			2		5		
V5			2		5		
V6	2	5					
V12			2		5		
V13							
V14	2	60	2		5		
V15						0,50	5
"						1,25	10
"						2,50	5
"						3,50	5
"						5,00	5
V21			2		5		
V22						1,25	10
"						2,50	7
"						3,00	7
"						3,75	5
"						4,50	5
"						6,50	5
"						7,25	2
V23			2,5		5		

### 6.3 STATISTISK UTVÄRDERING AV PROVNING ENLIGT SBN 75

KARAKTERISTISKT BROTTVÄRDE

$$F_5 = (1 - k_5 \cdot \delta) F_m \quad (1)$$

$$\delta = \frac{S}{F_m}$$

S = STANDARDAVVIKELSEN  $\sqrt{\frac{\sum (F - F_m)^2}{n - 1}}$

$F_m$  = MEDELVÄRDET AV MÄTVÄRDENA

$k_5$  = FAKTOR SOM BERÖR AV ANTAL MÄTVÄRDEN

$F_5$  = KARAKTERISTISKT BROTTVÄRDE

F = UPPNÅT BROTTVÄRDE

KARAKTERISTISK BÄRFÖRMÅGA

$$F_5 \geq \frac{1,8}{k \cdot m_t} \cdot \sum Q + \left( \frac{1,8}{k \cdot m_t} - 1 \right) \cdot G \quad (2)$$

G = DEN PROVADE KONSTRUKTIONENS EGENTYNGD  
SÄTTES LIKA MED NOLL VILKET ÄR  
PÅ SÄKRA SIDAN

$\sum Q$  = DEN ÖVRIGA BELASTNINGEN

$m_t$  = FAKTOR LIKA MED 0,60 FÖR KONSTR. VIRKE

k = FAKTOR LIKA MED 1,00 FÖR KONSTR. VIRKE  
OCH VANLIGT BELASTNINGSFALL SAMT 1,4  
FÖR EXCEPTIONELLT BELASTNINGSFALL

1 EKV. (1) OCH (2) GER

$$P_{TILL} = \sum Q \leq \frac{(1 - k_s \cdot \delta) F_m \cdot m_t \cdot k}{1,8}$$

OVAN BESKRIVNA UTVÄRDERINGSFÖRFARANDE REDOVISAS FÖR DE OLIKA ELEMENTGRUPPERNA I TABELL 6.3.1. TILL GRUND LIGGANDE PROVNINGSDIAGRAM FINNS I BILAGA 6.3.1-31 OM MAN BETRAKTAR VÄRDENA PÅ KNÄCKLASTEN I TABELL 6.3.1 SER MAN ATT SPÅNSKIVA I ÄNDARNA, D.V.S. UTFÖRANDE ENLIGT FIGUR 6.1.3, GER EN LÄGRE KNÄCKLAST FÖR ELEMENTEN JÄMFÖRT MED UTFÖRANDE ENLIGT FIGUR 6.1.4. DETTA BEROR TROLIGEN PÅ ATT SPÅNSKIVAN UNDERLÄTTAR VINKELÄNDRINGEN I ANLIGGNINGSYTORNA OCH DÄRMED OCKSÅ UT-KNÄCKNINGEN.  $P_{TILL}^1$  I TABELL 6.3.1 ÄR UTAN HÄNSYN TILL DESSA VARIATIONER OCH  $P_{TILL}^2$  ÄR MED HÄNSYN TILL DESSA D.V.S. VÄRDEN MED ANNORLUNDA UPPLAGSFÖRHÅLLANDEN ÄN ÖVRIGA I GRUPPEN HAR TAGITS BORT FÖRE DEN STATISTISKA UTVÄRDERINGEN. FÖR ATT RÄTT SPRIDNING SKALL ERHÅLLAS, DÅ SÅ FÅ ELEMENT I GRUPPEN V20 - V27 ÄR MED SPÅNSKIVA, V20 OCH V21, HAR EN APPROXIMATIV STATISTISK UTVÄRDERING FÖR DESSA GJORTS PÅ FÖLJANDE SÄTT.

MEDELVÄRDET  $F_m = 5,55$  FÖR V20, V21 OCH  
SPRIDNINGEN ANTAGES VARA SAMMA SOM  
FÖR V8 - V14 TY ENDAST ELEMENTENS  
TJOCKLEK SKILJER. DÅ FÅS

$$s = 0,33$$

$$n = 7 \text{ st} \quad \Rightarrow \quad k_s = 2,25$$

$$\delta = \frac{0,33}{5,55} = 0,059459$$

$$F_s = (1 - 2,25 \cdot 0,059459) 5,55 = 4,81 \text{ Mp}$$

$$P_{\text{TILL}} \leq \frac{4,81 \cdot 0,6 \cdot 1,4}{1,8} = 2,24 \text{ Mp} \text{ ATT JÄMFÖRA}$$

MED 2,59 FÖR V22 - V27. DETTA VISAR  
ATT UPPLAGETS DEFORMATIONSEGENSKAPER  
INVERKAR PÅ DEN TILLÅTNA AXIALLASTEN.  
VÄRDENA FÖR V22 - V27 RESP. V41 - V46  
FÅR ANSES SOM NÅGOT HÖGA DÅ MAN I  
NORMALFALLET STÄLLER ELEMENTEN PÅ EN  
SYLL AV TRÄ.

$$\frac{2,59 - 2,24}{2,59} \cdot 100 = 13\%$$

REDUCERAS VÄRDENA FÖR V22 - V27 RESP.  
V41 - V46 MED 13% FÅR MAN ISTÄLLET

$$P_{\text{TILL}}^3 = 2,25 \text{ RESP. } P_{\text{TILL}}^3 = 2,50.$$

INVERKAN AV KONSTANTHÅLLNING AV LASTEN,  
PÅ OCH AVLASTNINGAR AV HORIZONTAL OCH AXIAL-  
LASTEN HAR VID BETRÄKTANDE AV DIAGRAMMEN  
I BILAGA G.3.1 BEDÖMTS SOM RINGA.

TABELL 6.3.1

NR	SPÅNSKVA ÄNDARNA	HOR.- LAST	ELEM. TJOCK- LEK	KNÄCK- LAST	F <sub>m</sub>	S	ANTAL MÄT- VÄRDEN	K <sub>5</sub>	δ	F <sub>5</sub>	k	m <sub>t</sub>	P <sub>TILL.</sub> <sup>1</sup>	P <sub>TILL.</sub> <sup>2</sup>	P <sub>TILL.</sub> <sup>3</sup>	
	KP	MM	MP	MP	MP	MP				MP		MP	MP	MP	MP	MP
V1	NEG	100	120	6,10												
V3	JÄ	"	"	5,35												
V4	"	"	"	5,70												
V5	"	"	"	6,30	5,86	0,39	6	2,33	0,066553	4,95	1,4	0,60	2,31	V1 UNDAN- TAGEN 2,34		
V6	"	"	"	6,20												
V7	"	"	"	5,75												
V8	JÄ	205	120	4,85												
V9	"	"	"	4,80												
V10	"	"	"	4,55												
V11	"	"	"	4,75	4,96	0,47	8	2,18	0,094758	4,11	1,4	0,60	1,84	V15 UNDAN- TAGEN 1,91		
V12	"	"	"	4,40												
V13	"	"	"	5,40												
V14	"	"	"	5,05												
V15	NEG	"	"	5,85												
V20	JÄ	205	180	5,65												
V21	"	"	"	5,45												
V22	NEG	"	"	7,30												
V23	"	"	"	6,75	6,44	0,69	8	2,18	0,107143	4,94	1,4	0,60	2,30	V20, V21 UNDAN- TAGNA 2,59		2,25
V24	"	"	"	6,55												
V25	"	"	"	5,85												
V26	"	"	"	6,95												
V27	"	"	"	7,00												
V40	JÄ	0	180	8,60												
V41	NEG	"	"	9,65												
V42	"	"	"	9,20												
V43	"	"	"	9,60	9,19	0,37	7	2,25	0,040261	8,36	1,0	0,60	2,79	V40 UNDAN- TAGEN 2,87		2,50
V44	"	"	"	9,30												
V45	"	"	"	8,90												
V46	"	"	"	9,10												

## 6.4 BERÄKNINGSMETOD FÖR VÄGGELEMENTEN I KNÄCKNINGSFÖRSÖKEN

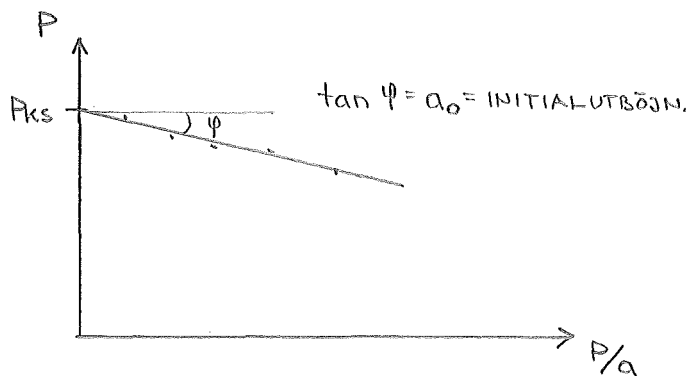
SBN 75 27:322. FÖR SAMMANSATT STÄNG,  
DÄR DELARNA ÄR INTERMITTENT SAMMANLIMMADE  
ELLER SPIKADE, GODTAS BESTÄMNING AV  
EFFEKTIVT SLANKHETSTAL ENLIGT KAP. 363  
I HANDBOKEN BYGG 3, 1969.

$$P_{Ks} = \frac{B^2 + \left(\frac{d \cdot L}{\pi}\right)^2}{1 + \left(\frac{d \cdot L}{\pi}\right)^2} = P_k \frac{I_e}{I} = \frac{P_k}{\psi} \quad \text{GER } \psi = \frac{P_k}{P_{Ks}}$$

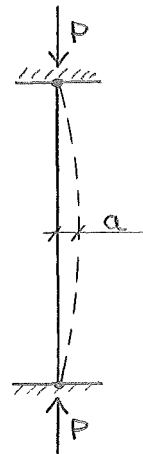
$$P_k = P_{\text{EULER}} = \frac{\pi^2 E I}{L^2}$$

$P_{Ks} = P_{\text{KRITISK}} = \text{KRITISKA KNÄCKLASTEN}$

$P_{Ks}$  KAN PÅ FÖLJANDE SÄTT BESTÄMMAS ENLIGT  
SOTHWELL



FIGUR 6.4.1



LAST RESP. UTBÖJNING AVLÄSES UR PROVNINGSKURVOR.

DÄREFTER PRICKAS  $P/a$  AV MOT  $P$  I ETT  
SOTHWELLDIAGRAM ENLIGT FIGUR 6.4.1.

TEORETISKT SKALL PUNKTERNA LIGGA PÅ EN RÄT  
LINJE OCH GENOM ATT DRA DENNA LINJE UT  
TILL LASTAXELN FÅR MAN  $P_{Ks}$ .



NU ÄR  $\psi$  KÄNT OCH BYGG GER DÅ ATT

$$\lambda_e = \lambda \sqrt{\psi}$$

$\lambda_e$  = EFFEKTIVA SLANKHETSTALET

$$\lambda = \frac{l_k}{I_{\min}} = \frac{l_k}{\sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}} = \text{SLANKHETSTALET VID FULL SAMVERKAN}$$

$$P_{Ks} = P_K \frac{\beta^2 + \left(\frac{eL}{\pi}\right)}{1 + \left(\frac{eL}{\pi}\right)^2} \Rightarrow eL = \sqrt{\left(\frac{\frac{P_{Ks}}{P_K} - \beta^2}{1 - \frac{P_{Ks}}{P_K}}\right) \frac{\pi^2}{L^2}}$$

$$\beta^2 = \frac{\sum \text{DELYTORNAS TRÖGHETSMOMENT}}{\text{TOTALA TRÖGHETSMOMENTET}}$$

DÅ  $\lambda_e$  ÄR KÄNT GÅR MAN IN I SBN TABELL 27:32  
OCH FÅR EN REDUKTIONSFAKTOR VID KNÄCKNING  $K_L$ .  
TILLÅTEN CENTRISK TRYCKKRAFT UTAN HORIZONTAL-  
LAST ERHÅLLS UR FORMELN

$$P_{TILL}^H = K_L \cdot \sigma_{na}^1 \cdot A$$

$\sigma_{na}^1$  = TILLÅTEN NORMALPÅKÄNNING VID VANLIGT LASTFALL  
MED HORIZONTALLAST FÅS ISTÄLLET ENLIGT SBN 75

$$\frac{\sigma_n}{\sigma_{na}^2} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{bya}} \leq 1$$

$\sigma_n$  = BERÄKNAD PÅKÄNNING AV NORMALKRAFT

$\sigma_{by}$  = " " " BÖJNING

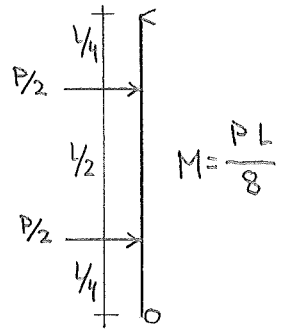
$\sigma_{na}^2$  = TILLÅTEN NORMALPÅKÄNNING VID EXCEP. LASTFALL

$\sigma_{bya}$  = " BÖJPÅKÄNNING " "

$$\sigma_n = \frac{P_{TILL}^5}{A}$$

$$P_{TILL}^5 \leq \left(1 - \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{bya}}\right) \sigma_{na} \cdot A$$

$$\sigma_{by} = \frac{P \cdot L \cdot Z}{8 \cdot I}$$



$$\sigma_{na}^2 = K_L \cdot 90 \cdot 1,4$$

$$\sigma_{bya} = 100 \cdot 1,4$$

FÖR T 300

$$\sigma_{na}^2 = K_L \cdot 70 \cdot 1,4$$

$$\sigma_{bya} = 70 \cdot 1,4$$

FÖR T 200

$$\sigma_{na}^2 = K_L \cdot 50 \cdot 1,4$$

$$\sigma_{bya} = 50 \cdot 1,4$$

FÖR Ö-VIRKE

OVAN BESKRIVNA BERÄKNINGSFÖRFARANDE

REDOVISAS FÖR DE OLIKA ELEMENTGRUPPERNA I

TABELL 6.4.2 OCH BESTÄMNING AV  $P_{KS}$

REDOVISAS I BILAGA 6.4.1-7.

DÅ VIRKESKVALITEN PÅ DE PROVDE ELEMENTEN

EJ ÄR KÄND GÖRES BERÄKNINGEN FÖR OLIKA

FÖREKOMMANDE KVALITETER.

PÅ GRUND AV VARIATIONER I  $P_{KS}$  ENLIGT BILAGA

6.4.17 HAR VI I TABELL 6.4.2 BERÄKNAT

$P_{TILL}^4$  OCH  $P_{TILL}^5$  FÖR  $P_{KS}$  LIKA MED 9,5 MP

10,0 MP SAMT 10,2 MP.

E-MODULEN BESTÄMDES GENOM BELASTNING PÅ

LÅGKANT AV ELEMENTENS REGLAR.

EN PUNKTLAST PÅ MITTEN GER

$$E = \frac{P \cdot L^3}{48 I \cdot Y_{MITT}}$$

$Y_{MITT}$  AVLÄSTES EFTER

20 MINUTER

$E_{MEDEL}$  BLEV FÖR V41-V46 125000  $KP/cm^2$

FÖR ATT KONTROLLERA DE LÄNGGÅEND SPÅN-  
SKIVORNAS INVERKA PÅ TRÖGHETSMOMENTET GJODES  
VISSA BERÄKNINGAR MED RESULTAT ENLIGT FÖLJANDE

$$E_{\text{TRÄ}} = 125000 \text{ kp/cm}^2$$

$$E_{\text{SPÅNSKIVA}} = 10000 \text{ kp/cm}^2$$

$$I_{\text{utan skiva}}^{h=180} = 3263 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{utan skiva}}^{h=120} = 1178 \text{ cm}^4$$

TILLSKOTT FRÅN SPÅNSKIVAN UTAN HÄNSYN TILL DE OLIKA

E-MODULERNA

$$I^{h=180} = 6644 \text{ cm}^4$$

$$I^{h=120} = 3145 \text{ cm}^4$$

TILLSKOTT FRÅN SPÅNSKIVAN MED HÄNSYN TILL DE OLIKA

E-MODULERNA

$$I^{h=180} = 6644 / 12,5 = 532 \text{ cm}^4$$

$$I^{h=120} = 3145 / 12,5 = 252 \text{ cm}^4$$

SPÅNSKIVORNAS UPPSTYVANDE INVERKAN I PROCENT

$$h=180 \quad \frac{532}{3262} \cdot 100 = 16\%$$

$$h=120 \quad \frac{252}{1178} \cdot 100 = 21\%$$

SPÅNSKIVANS INVERKAN KAN TYCKAS VARA STOR  
MEN PÅ GRUND AV OFULLSTÄNDIG SAMMVERKAN  
MELLAN SKIVA OCH REGLAR MINSKAR PROCENT-  
TALEN ANTAGLIGEN BETYDLIGT.

$$\beta_{h=180}^2 = 0,016520 \quad \text{OCH} \quad \beta_{h=120}^2 = 0,045760$$

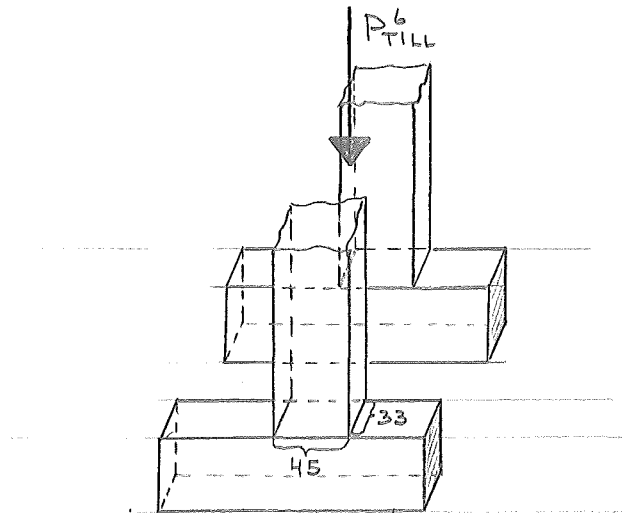
ENLIGT TIDIGARE ANGIVEN FORMEL.

TABELL 6.4.1

$P_{KS}$	$P_K =$	$\psi$	$dR$	$\lambda$	$\lambda_e$	$K_L$	$\sigma_{na}^1$	$P_{TILL}^4$	$\sigma_{na}^2$	$\sigma_{bys}$	$\sigma_{by}$	$P_{TILL}^5$
MP	MP							MP				MP
9,5	64,4	6,78	$4,9260 \cdot 10^{-3}$	33,7	87,8	0,37	90	1,98	46,62	140	17,67	2,42
							70	1,54	36,26	98		1,76
							50	1,10	25,90	70		1,15
10,0	64,4	6,44	$5,0931 \cdot 10^{-3}$	33,7	85,6	0,39	90	2,08	49,14	140		2,55
							70	1,62	38,22	98	17,67	1,86
							50	1,16	27,30	70		1,21
10,2	64,4	6,31	$5,1613 \cdot 10^{-3}$	33,7	84,7	0,40	90	2,14	50,40	140		2,62
							70	1,66	39,20	98	17,67	1,91
							50	1,19	28,00	70		1,24

I TABELL 6.4.2 BÖR OBSERVERAS ATT  $P_{TILL}^5$  (MED VINDLAST) BLIR STÖRRE ÄN  $P_{TILL}^4$  (UTAN VINDLAST) MED BERÄKNINGSMETODEN PÅ GRUND AV FAKTORN 1,4 VID EXCEP. BELASTNINGSFALL, PROVNING OCH STATISTISK UTVÄRDERING GER OMVÄNT FÖRHÅLLANDE,

### 6.5 TILLÅTNA LASTER MED HÄNSYN TILL SYLLTRYCK ENLIGT SBN 75



BELASTNINGSLÄNGD 45 mm GER FAKTOR  $K_s = 1,2$

$\sigma_{TILL} = 20 \text{ kP/cm}^2$  VINKELRÄTT FIBERNA

$$P_{TILL}^6 = 2 \cdot 3,3 \cdot 4,5 \cdot 20 \cdot 1,2 = 713 \text{ kP} = 0,71 \text{ MP}$$

### 6.6 JÄMFÖRELSE MELLAN TILLÅTNA LASTER ERHÅLLNA UR STATISTISK UTVÄRDERING, BERÄKNINGSMETOD OCH MED HÄNSYN TILL SYLLTRYCK

TIDIGAR BERÄKNADE VÄRDEN REDOVISAS I TABELL 6.6.1 OMRÄKNADE SÅ ATT DE GÄLLER PER REGEL ISTÄLLET FÖR PER ELEMENT.

TABELL 6.6.1

ELEM.	$P_{TILL}^1$	$P_{TILL}^2$	$P_{TILL}^3$	$P_{TILL}^4$ FÖR $P_{KS} = 10,0$			$P_{TILL}^6$
				T 300	T 200	Ö-VIRKE	
V40-V46	1,40	1,44	1,25	1,04	0,81	0,58	0,71
				$P_{TILL}^5$ FÖR $P_{KS} = 10,0$			
				T 300	T 200	Ö-VIRKE	
V20-V22	1,15	1,30	1,13	1,28	0,93	0,61	0,71

$P_{TILL}^1$	SE	SID	58
$P_{TILL}^2$	"		58
$P_{TILL}^3$	"		59
$P_{TILL}^4$	"		62
$P_{TILL}^5$	"		63
$P_{TILL}^6$	"		66

6.7 BERÄKNING AV UTBÖJNING DÅ  $\rho$  ÄR KÄNT  
 FÖR KÄNT  $\rho$  KAN UTBÖJNINGEN BERÄKNAS  
 MED TRIGONOMETRISKA SERIER OCH MED FORMEL  
 (23,6) 1 / 1/. PROGRAM FÖR DETTA FINNS  
 SOM BILAGA 6.7.1. MED  $\rho$  ENLIGT  
 TABELL 6.4.2 ERHÖLLS STRECKAD KURVA I  
 DIAGRAM 6.7.1. VILKEN HAR GOD ÖVERENS-  
 STÄMMELSE MED DEN ÖVRIGA KURVSKARAN  
 UPP TILL 6,5 MP. STRECKAD KURVA GÄLLER  
 FÖR CENTRISK TRYCKNING, VID PROVNING HAR  
 MAN ALLTID EN VISS EXCENTRISITET TILL EXEMPEL

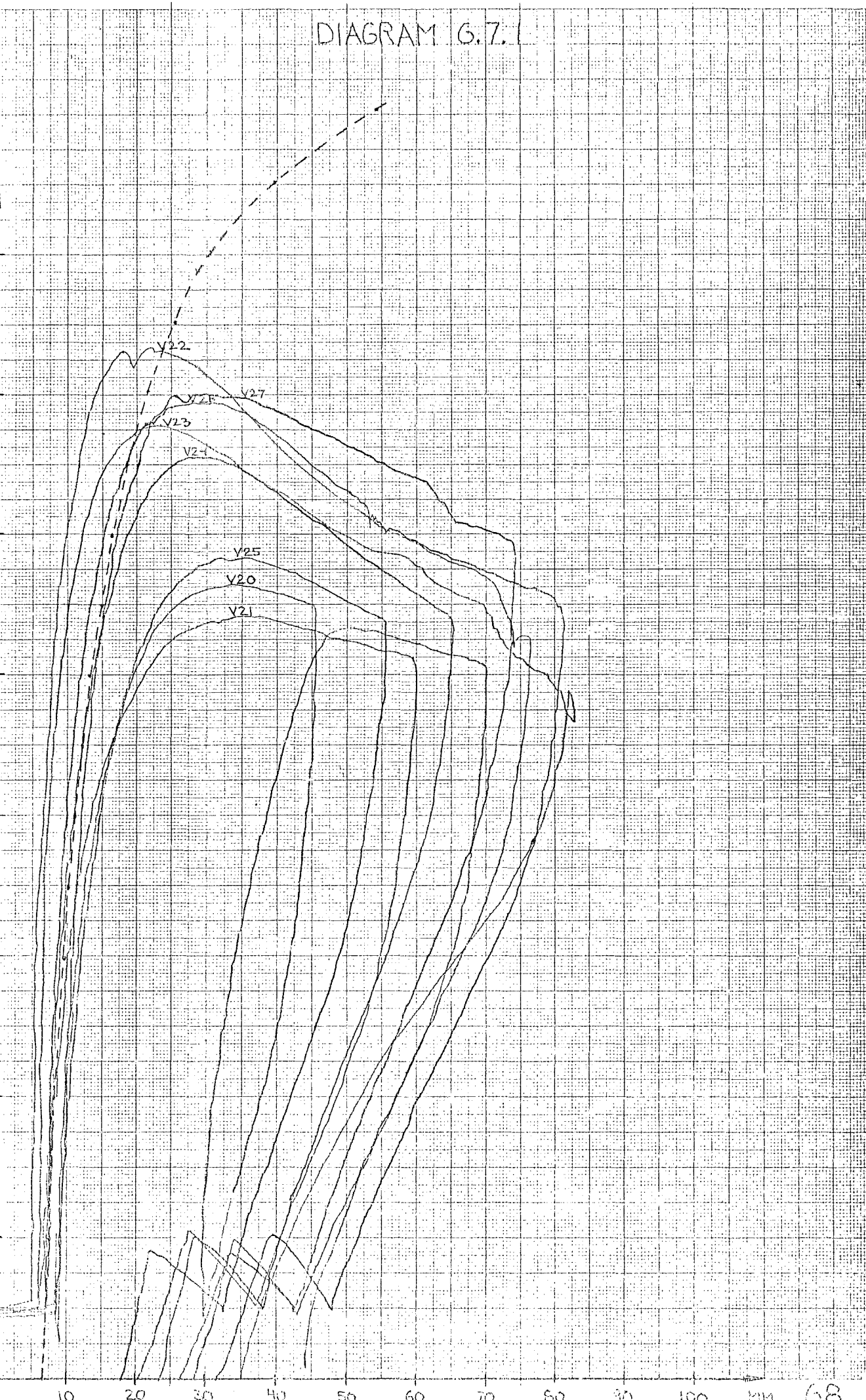
DIAGRAM G.7.1

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT 76-081  
E MENTTJOCKLEK 1180 MM  
HONISONTALLAST 205 KF  
LTH BJ II

X/IR -  
W/O

MP

80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0



PÅ GRUND AV PROVNINGSANORDNINGEN,  
INITIALKROKIGHET ELLER VARIATIONER I  
E-MODUL INOM TRÄET, DÄRFÖR KAN  
INTE LIKA HÖG KNÄCKLAST ERHÅLLAS VID  
PROVNING,



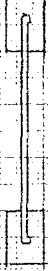
BILAGA 4.1.1

BALK 1

Tred 8/6

Krok med band i en C 2 x 5 m

Vort Krok



KP

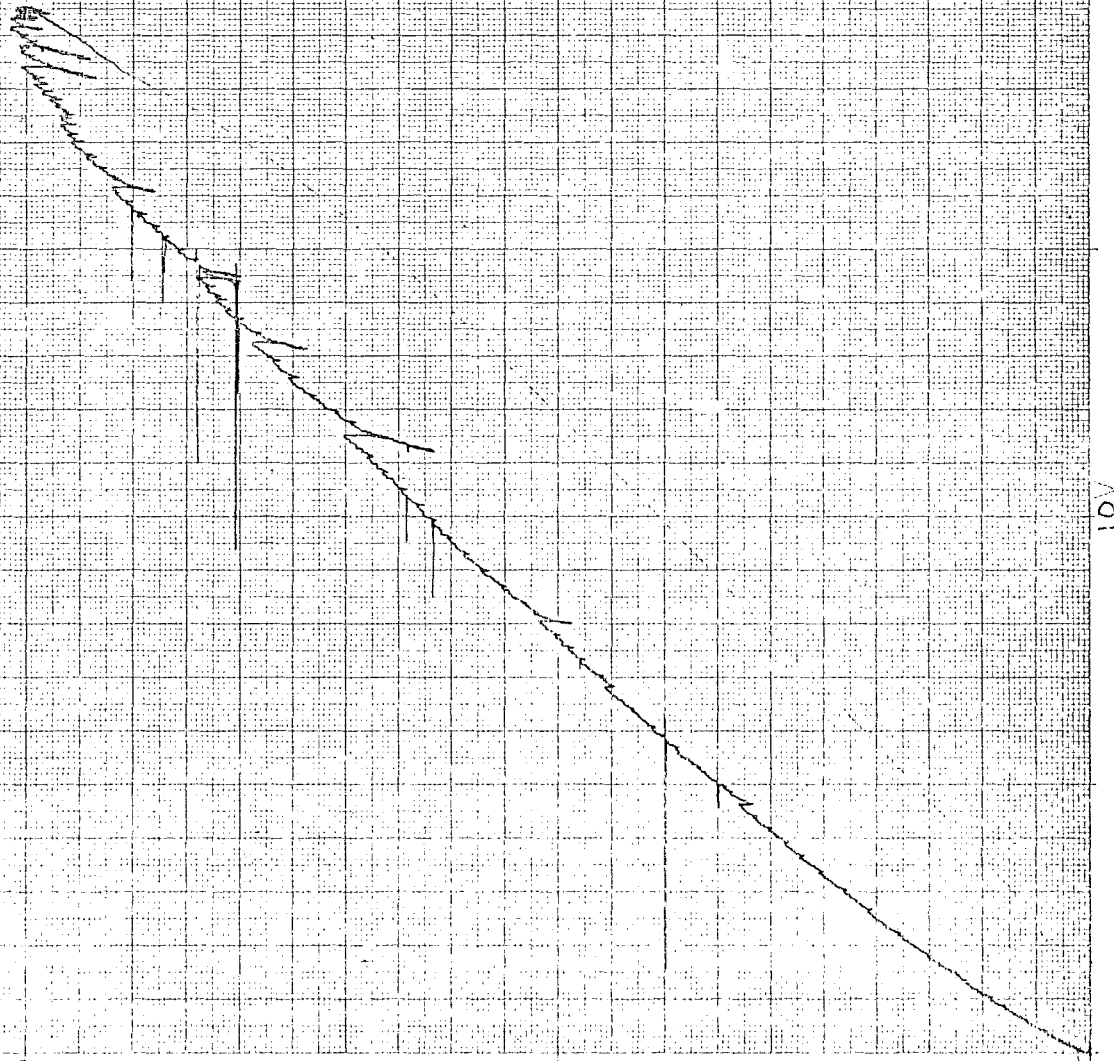
1000

750

500

250

70



MM

20

10V

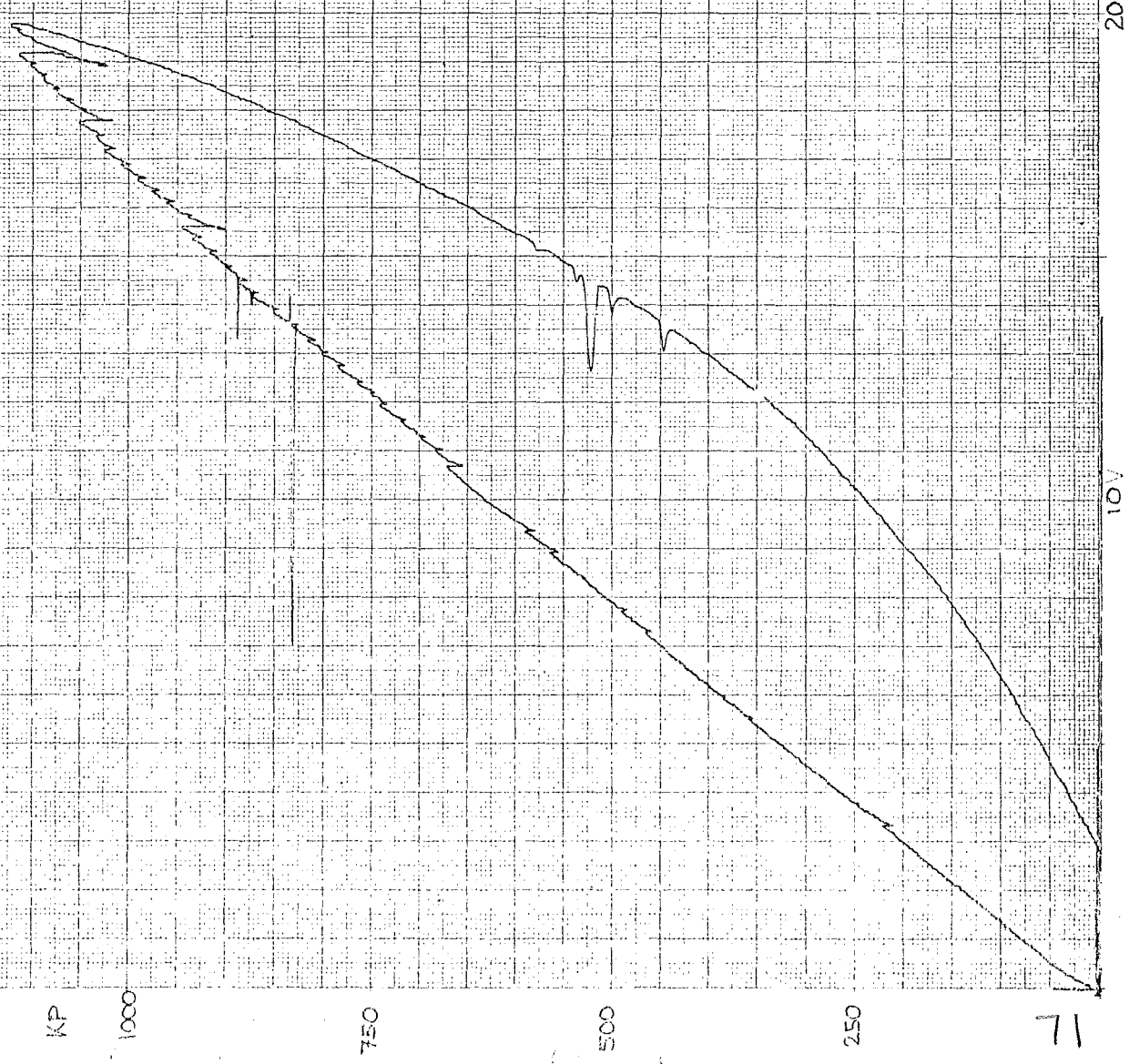
BILAGA 4.1.2

BALK 2

fräd  $\varnothing 6$

Krok med långjärn 3x15 mm

lång krok

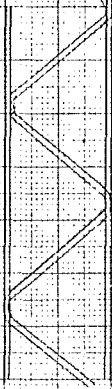


BALK 3a

BUSA 4.1.3

Typ wire-studs

Ø 6



RISK FÖR VÄNDRING  
LOKALA SLIDOR UNDER  
LAST PÅDRINGEN.

KP

1000

750

500

250

72

10 V

20 V

MM

BILAGA 4.1.4

BALK 3b

Typ. wire-studs

Ø6



1000

750

500

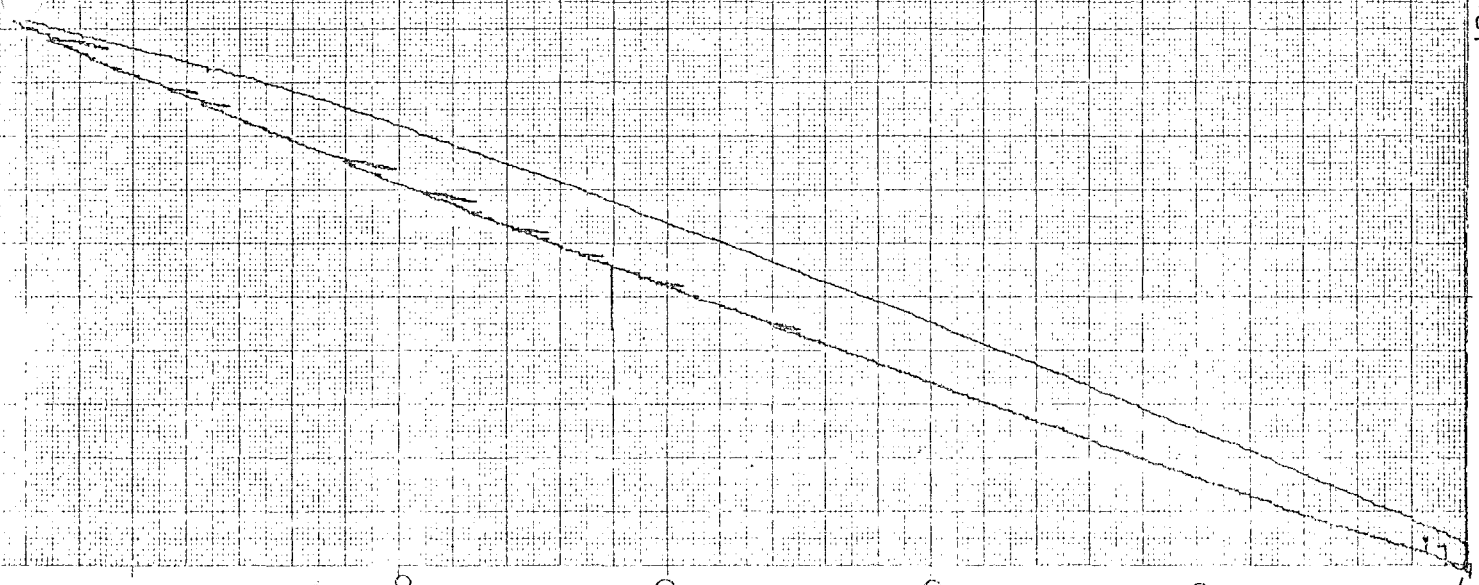
250

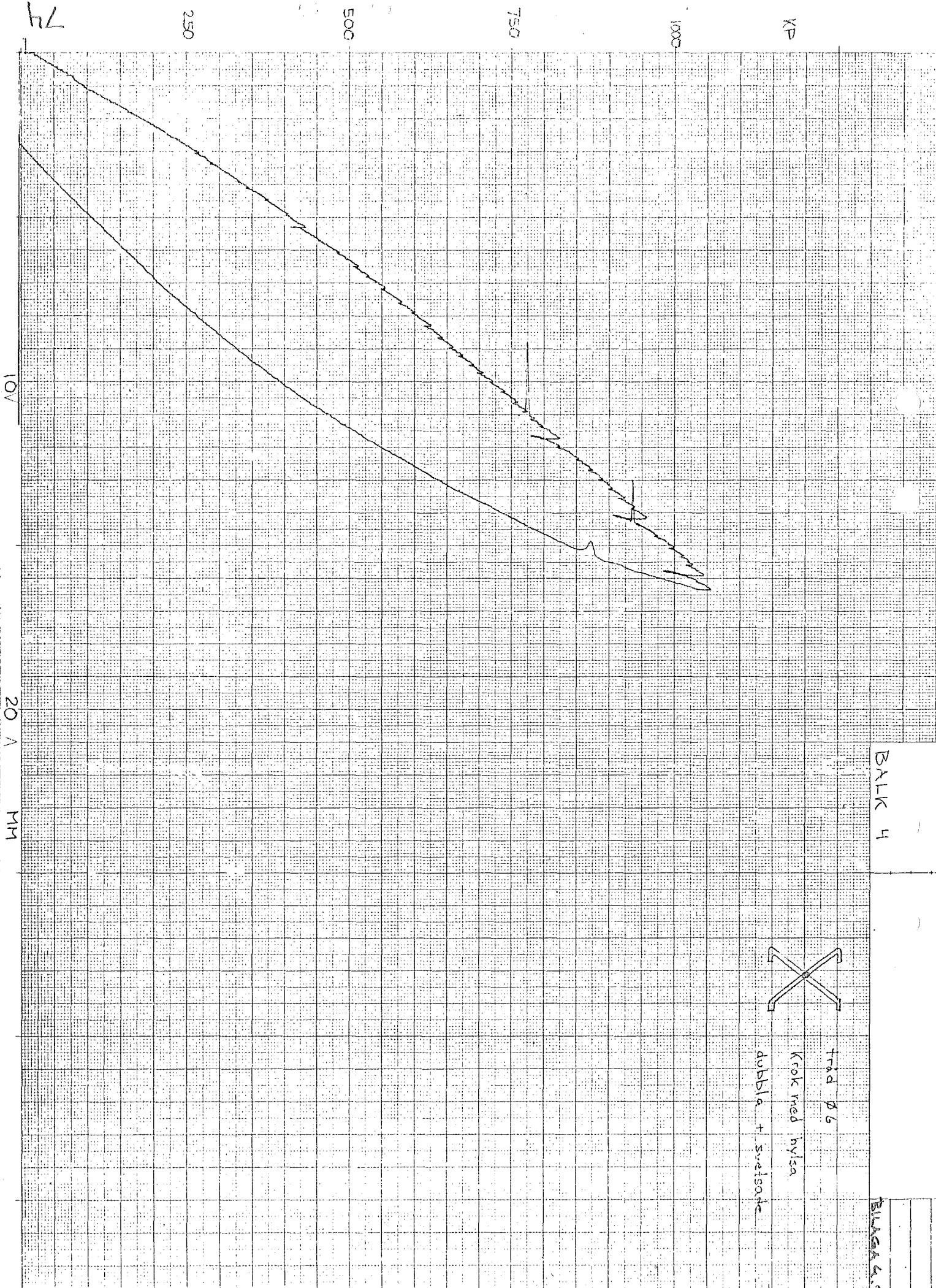
73

20 A

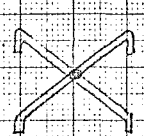
10V

MM





BALK 4



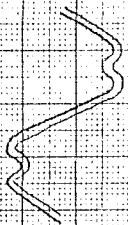
trid Ø 6  
 Krok med nyisa  
 dubbla + svejsade

BILAGA 4.1.5

BALK 5.1.6

tråd Ø 6

Bockad enl. Fig.



BALK 5

KP

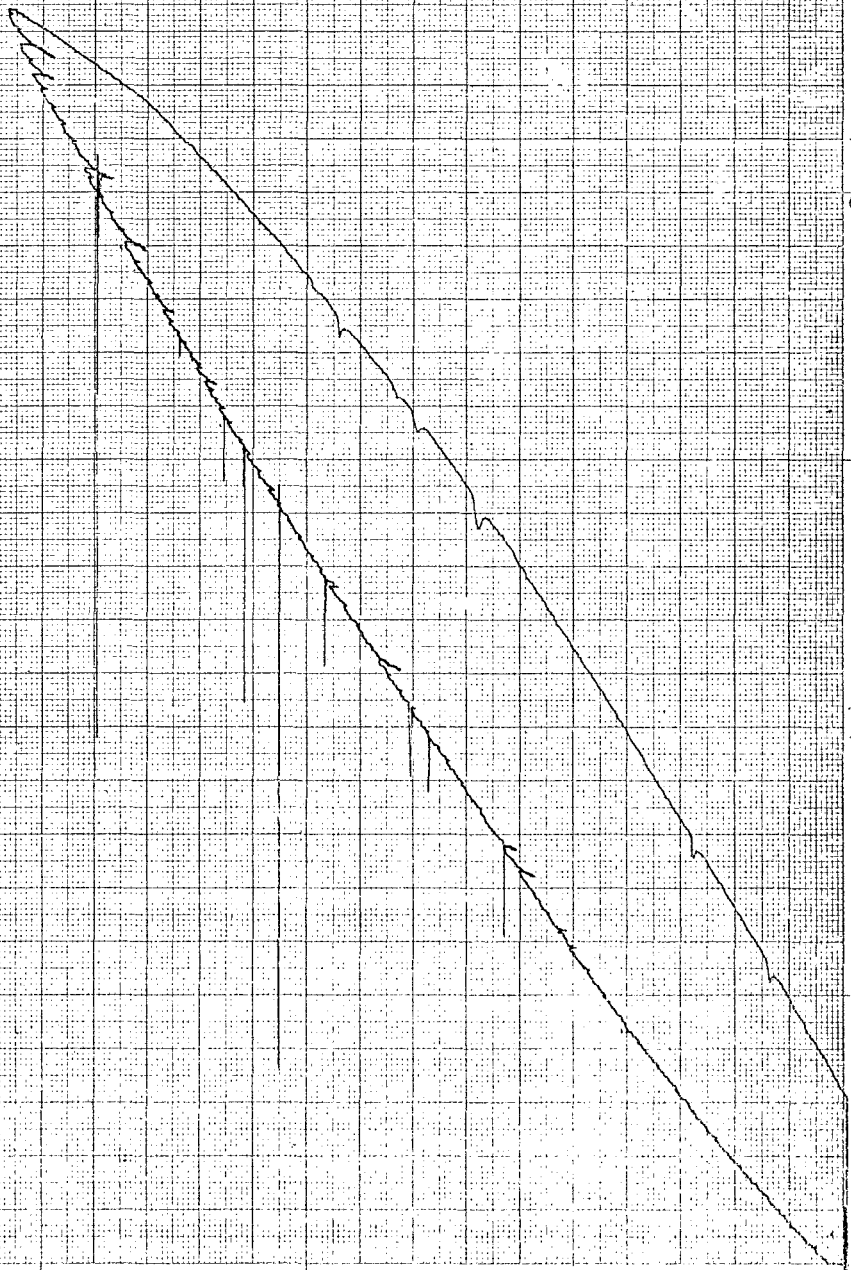
1000

750

500

250

75



MM

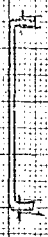
20 A

10V

BILAGA 4.1.7

BALK 7

träd Ø 6  
Krok + hylsa



KP

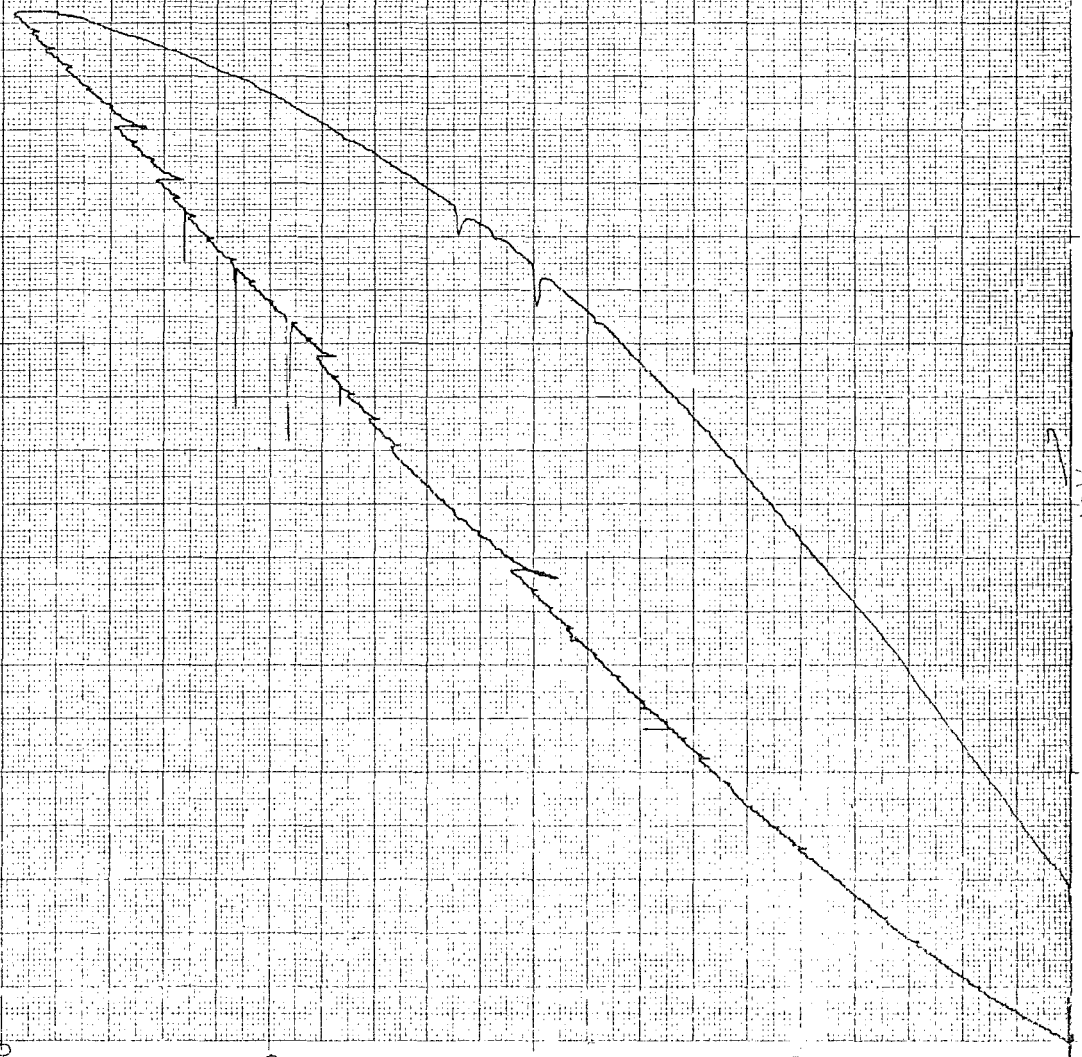
1000

750

500

250

76



20 A

10V

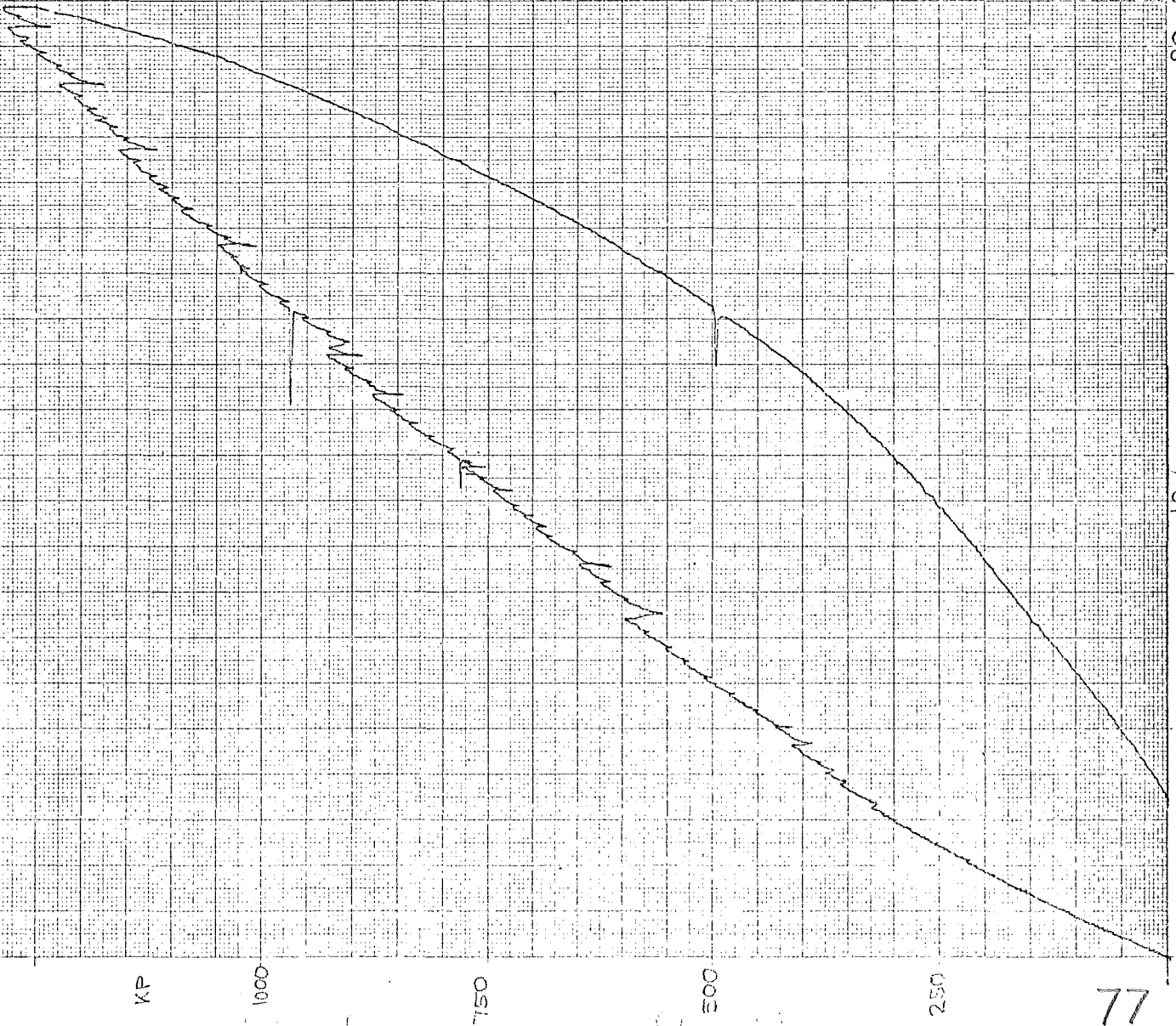
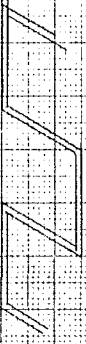
MM

BILAGA 4.18

BALK 8

tröd Ø 6

Bockad ent. fig.



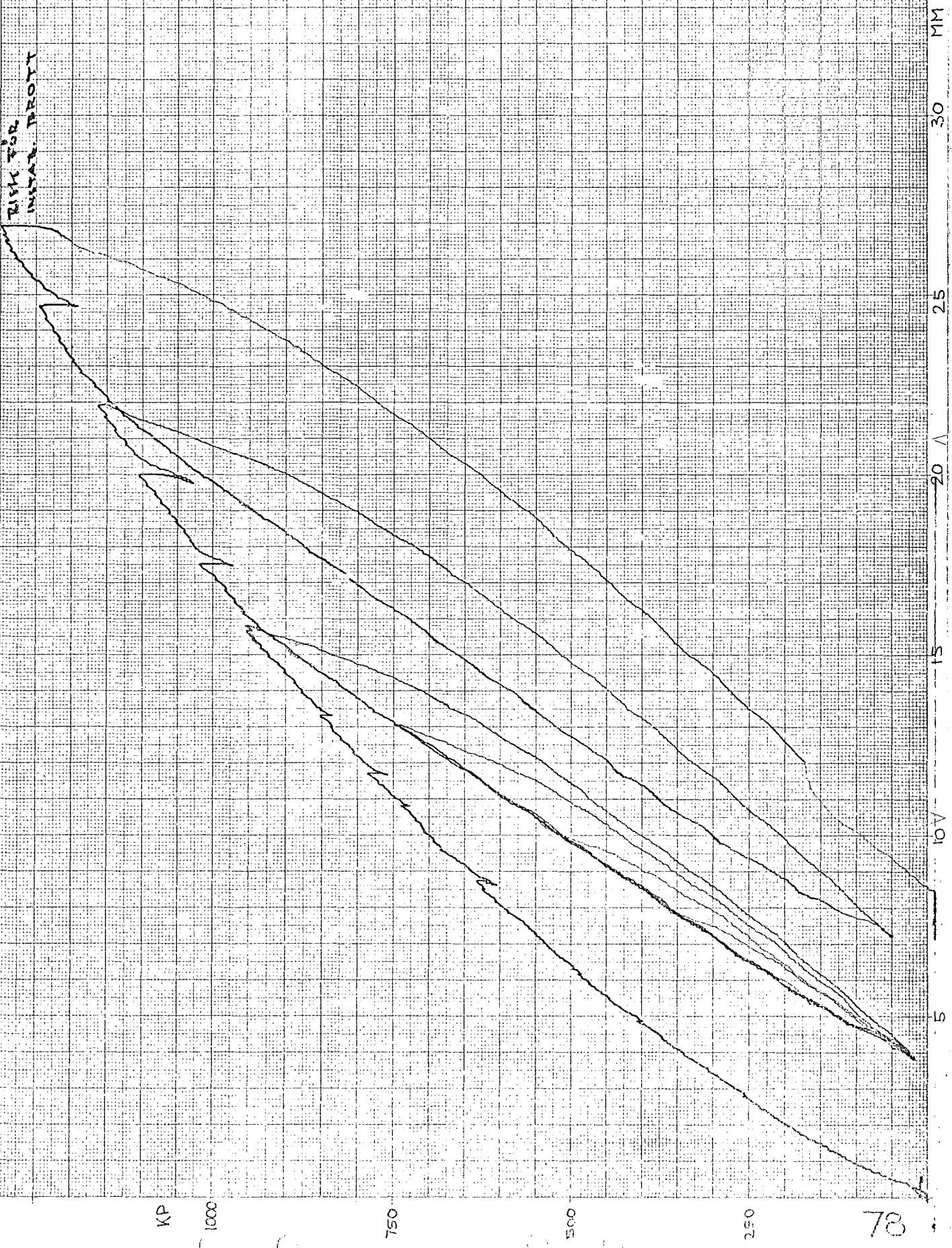
77





BALK 10

RISK FÖR  
INITIÄL PROT



KP

1000

750

500

250

78

MM

30

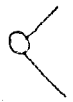
25

20

15

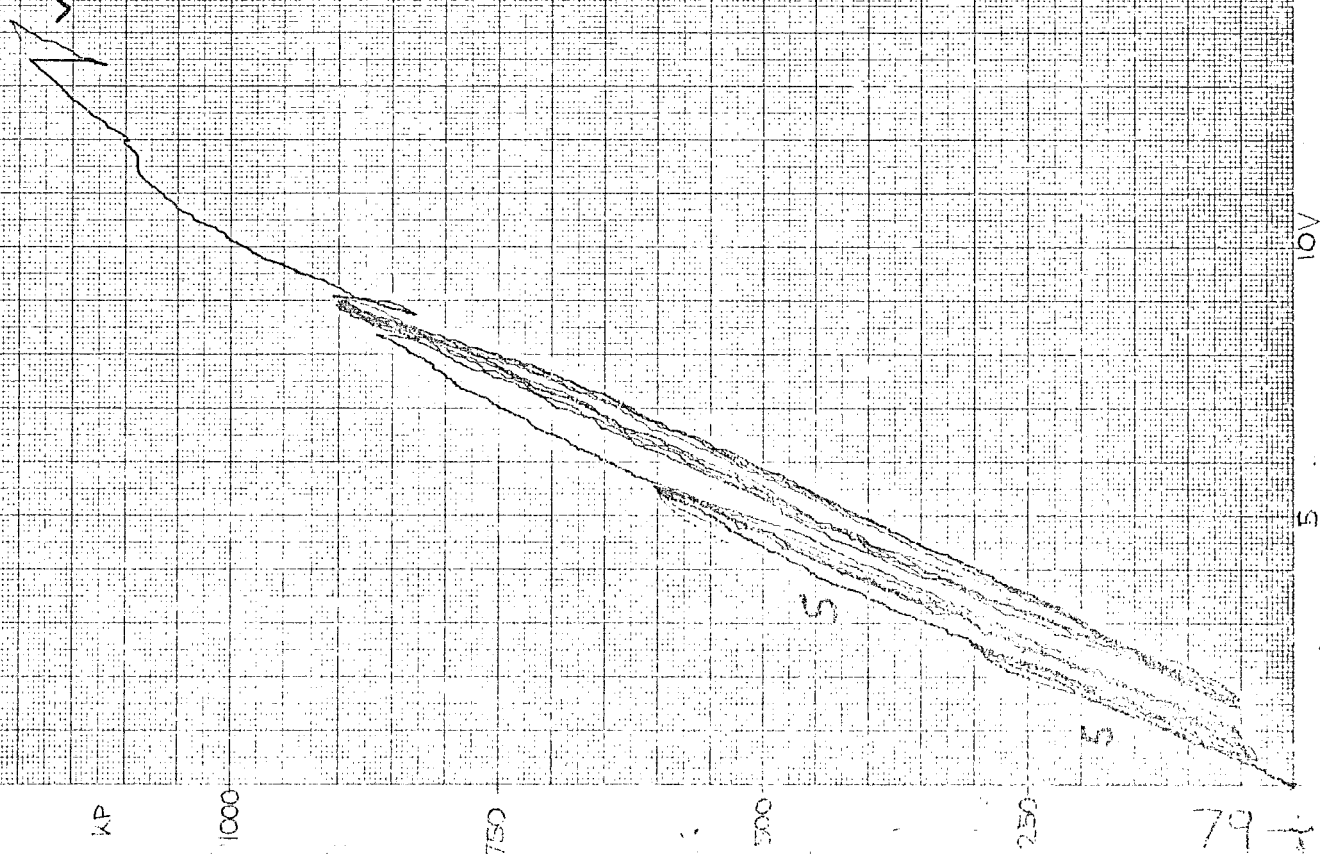
10

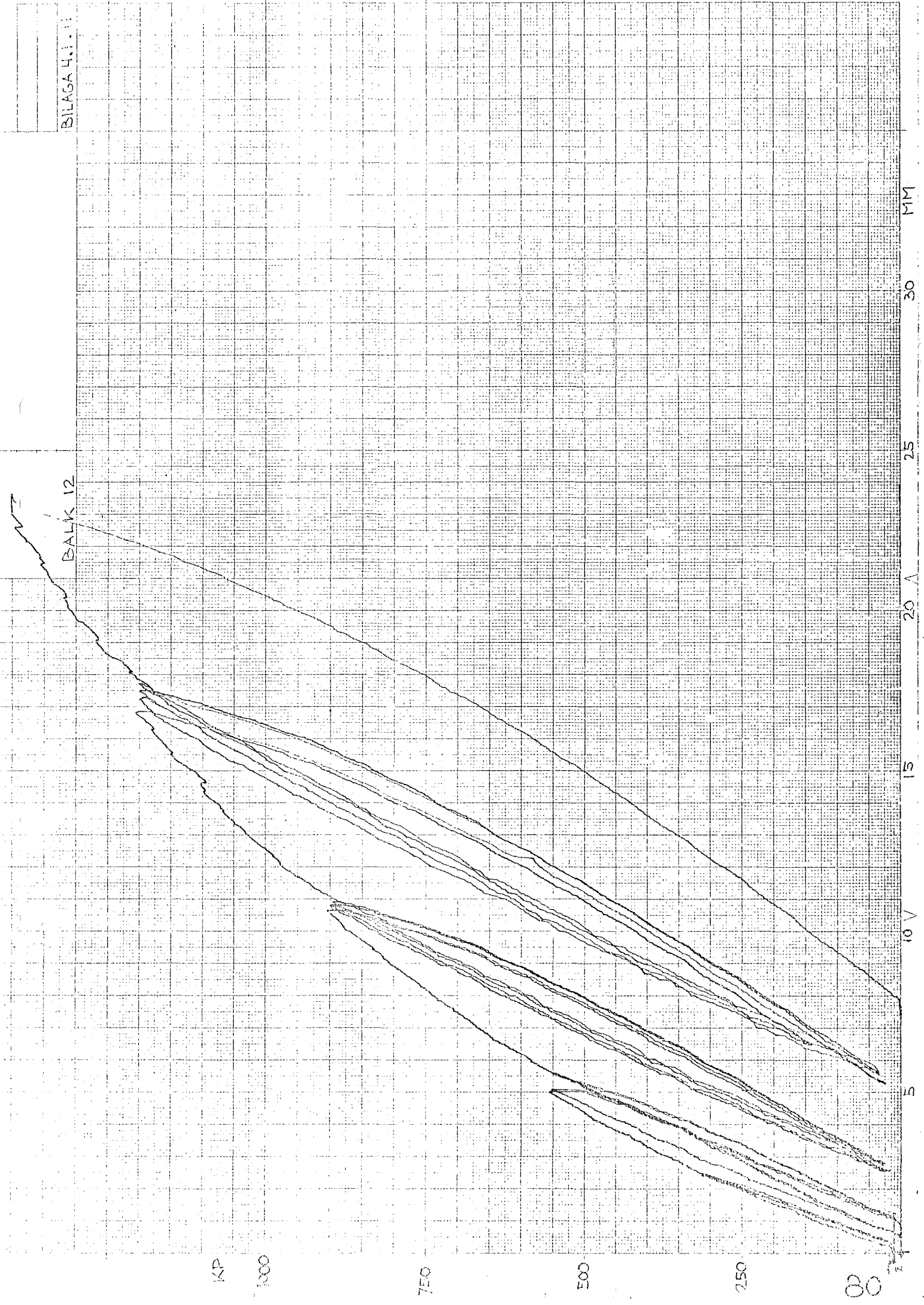
5



BALK II

VIPSNING





73002113

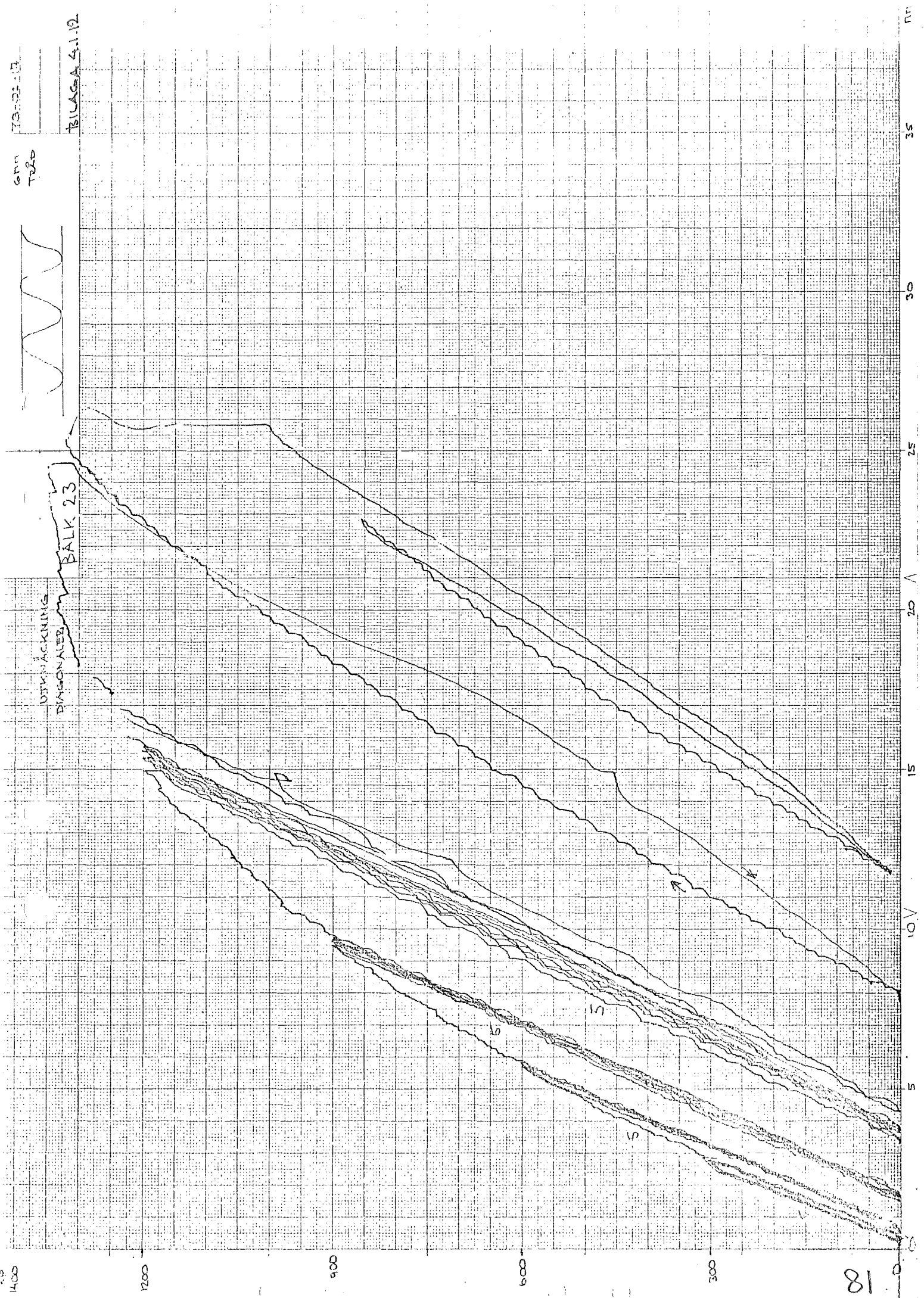
GPH  
T20

BILAGA 4.1.12



BALK 23

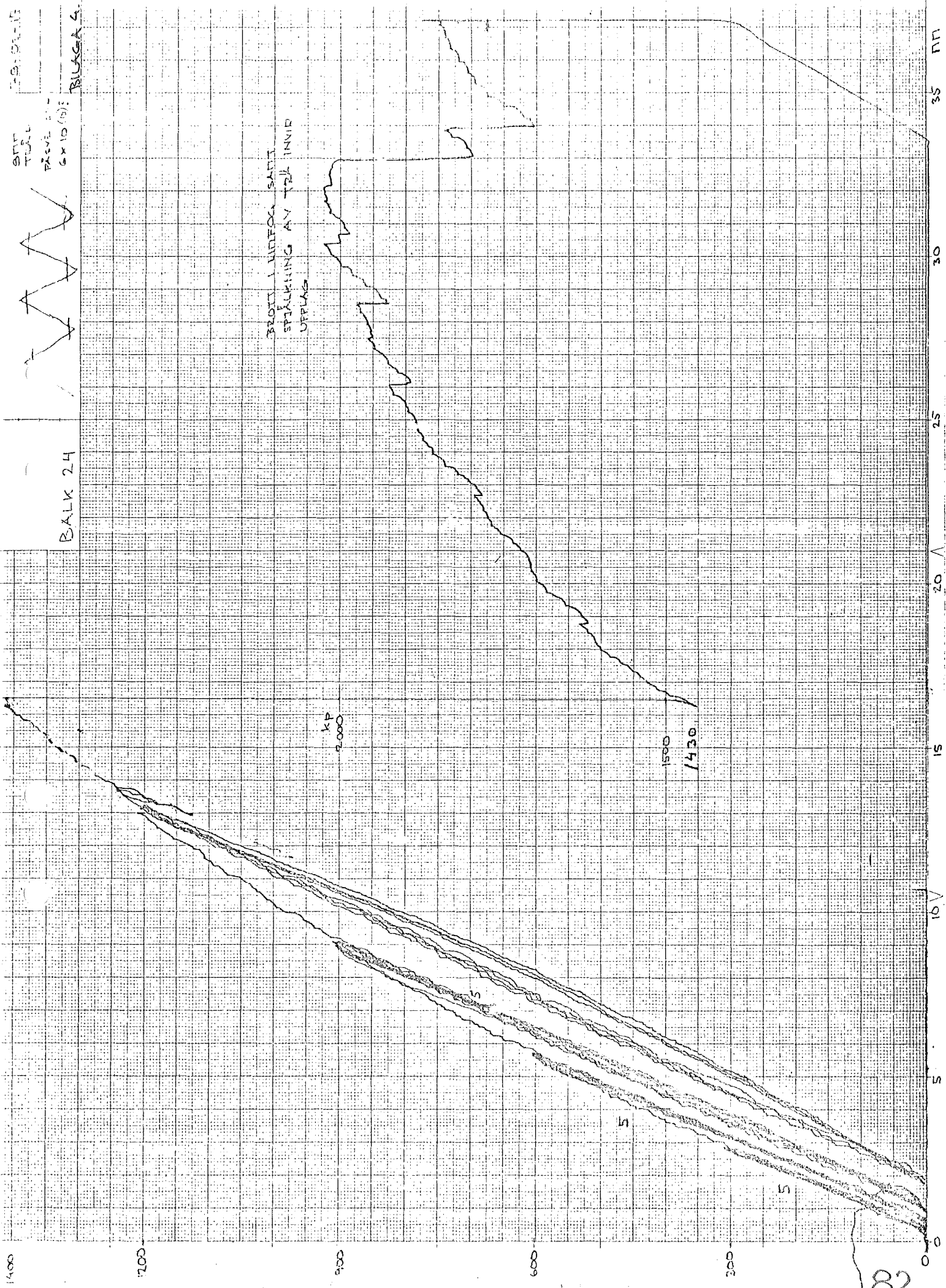
UTMÄCKNING  
DIAGONAL



DATE: 10/21/51  
TIME: 10:00 AM  
PROJECT: 6 x 10 (10)  
BALKS: 5.1.13



BALK 24



BLOTT LINE FOR SARTI  
SPARKING BY TRK IN MID  
OFFPLAG

kP  
2000

1500  
/ 430

5

5

ENN TÄRÖ  
MED 6 12 MM  
GENOMGÅENDE  
DUBB

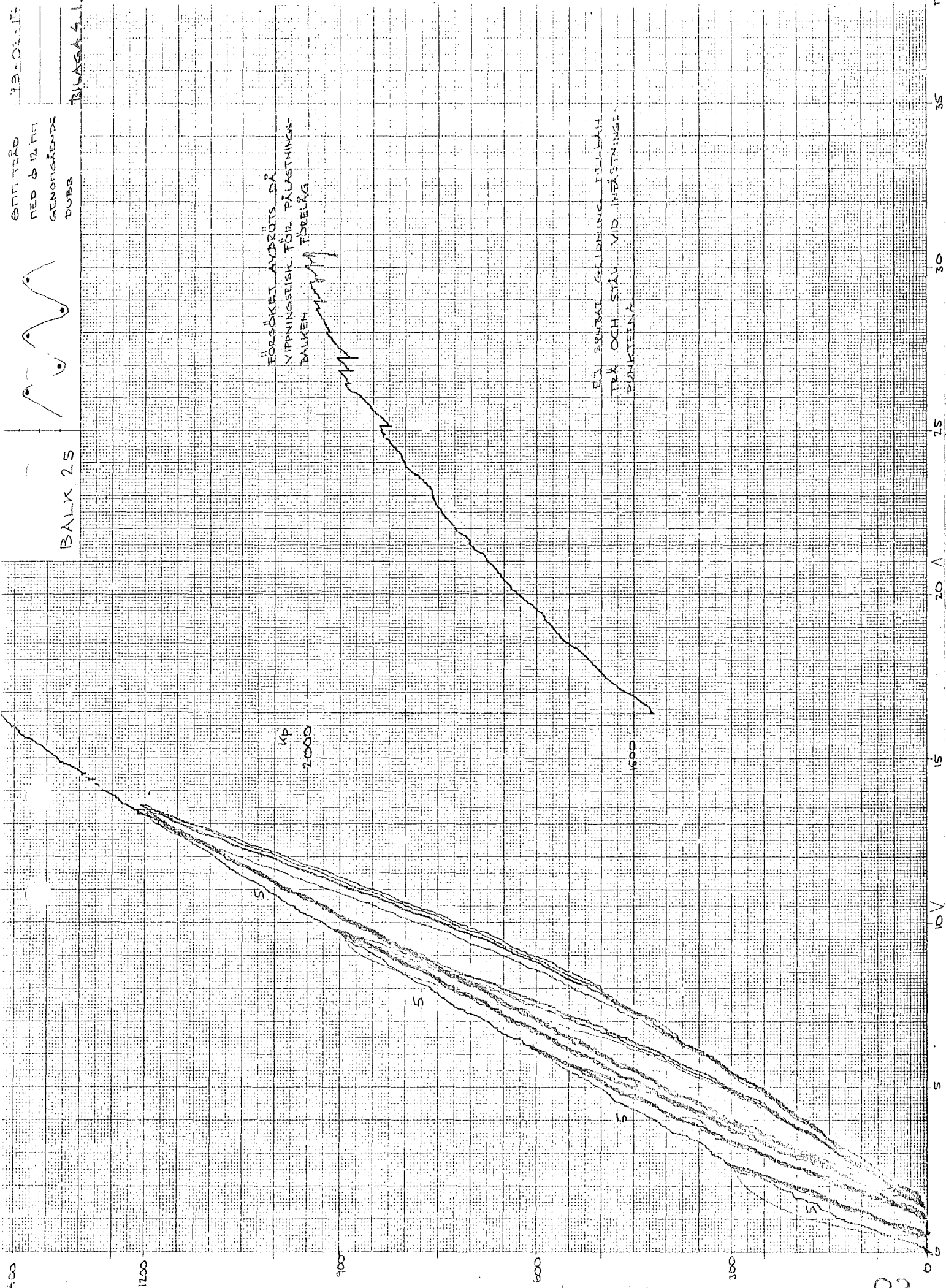
BILAGA 5.1.14

BALK 25



FÖRSÖKET AVBRÖTS DÅ  
NIPPINGSREISK FÖR PÅLASTNINGEN  
BALKEN FÖRELAG

EN SVARAL GÄLDMING ILLUSTRERAR  
TRÄ OCH STÅL VID INFÄSTNINGSPUNKTENA



KP  
2000

1600

19-02-17

БМН ТРЛО  
СПЕЦИО БОЈ

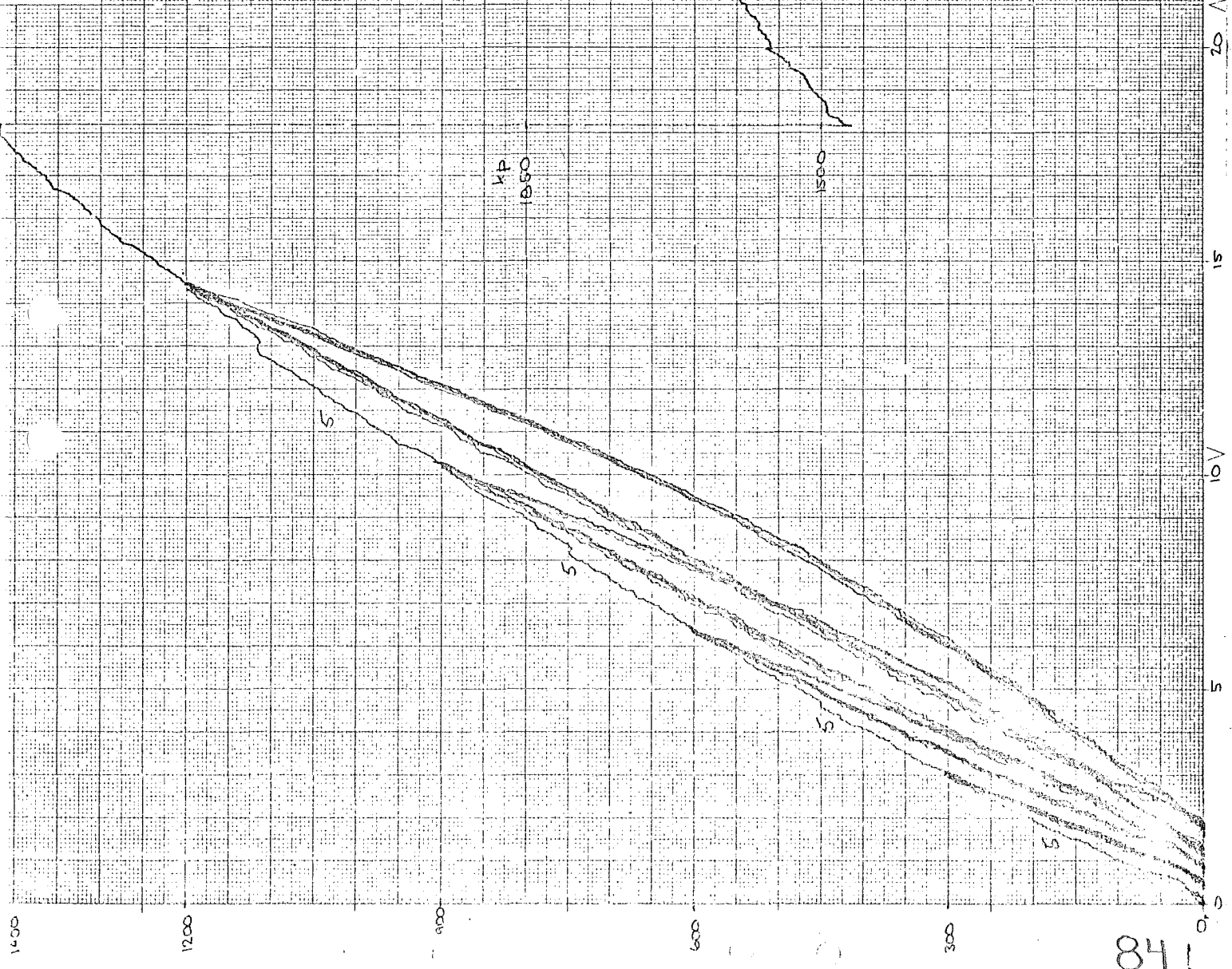
БЛАНК 4.1.15

W

БЛАНК 26

БЕЛЫЙ МЕЛКИЙ ПИЛОВОД С ОЦЕПКАМИ

ТАБЛИЦА 1.2



кп  
1890

1500

5

5

5

5

84

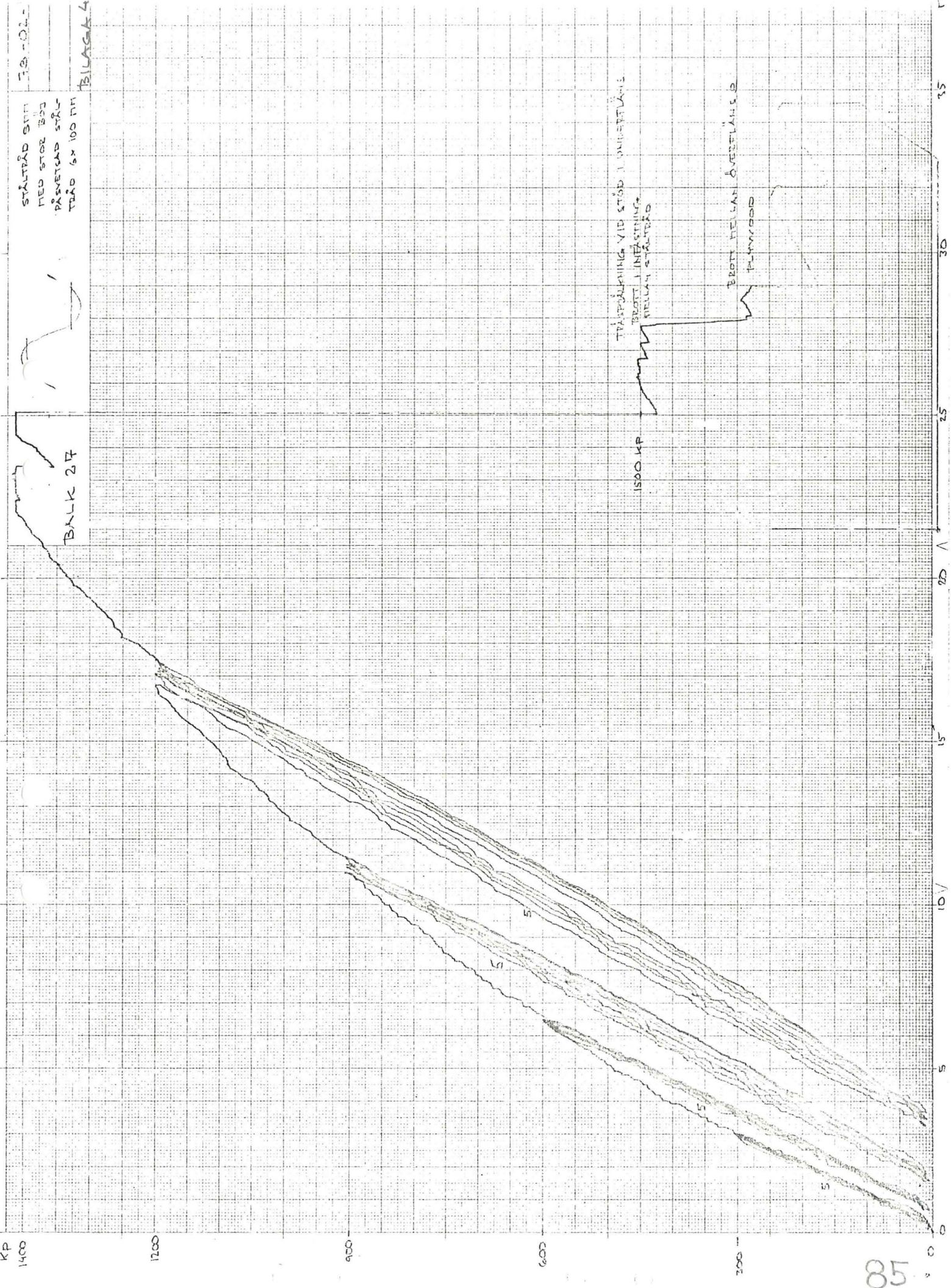
1400  
1200  
1000  
800  
600  
400  
200  
0

0  
5  
10  
15  
20  
25  
30  
35

STÄLLTÅD 8711  
MED STOR BOJ  
PÅNÄRIGT STÅL  
TÅD 6x 100 MM  
BILAGA 4.1.16



BALK 27





Balk nr	Längd m	Höjd cm	Överfläns hxb		Underfläns hxb		E-modul kp/cm <sup>2</sup>	Nedböjn. P <sub>tot</sub> ≈ 400kp		Brottlast kp	Iakttagelser
			h mm	b mm	h mm	b mm		P/2 i 1/4	P i L/2		
29	3.40	24.0	44.9	44.6	44.2	44.6	112 700	9.47	20.62	1000	Brott i knutpunkter
30	3.40	24.2	45.0	44.0	44.1	44.7	118 300	9.03	19.43	750	+1- -11-
31	3.40	24.1	44.3	44.5	45.1	44.6	120 700	9.19	18.58	830	Dragbrott i underfläns p.g.a. knast
32	3.40	24.2	45.7	44.9	44.5	44.3	122 500	8.77	16.55	915	stukbrott i överfläns vid punktlast
33	3.40	24.0	43.3	45.1	43.7	44.8	114 000	9.34	18.53	780	Brott i knutpunkt invid last, del. limf
34	3.40	24.0	43.8	44.6	44.4	44.8	122 200	9.54	18.83	790	Brott i underfläns vid knast
35	3.40	24.0	43.5	44.0	44.0	45.0	111 200	8.70	17.52	1700/2	Balk 35 & 36 sammanspikade med spänskiva i över-och underfläns
36	3.40	23.7	43	45.0	43.5	45.0	111 700				P <sub>tot</sub> ≈ 500kp
37	4.00	24.0	43.5	44.5	45.0	44.5	113 300	15.96	31.74	740	Utknäcken. i sidled
38	4.00	24.1	43.5	45.0	44.0	45.0	135 500	15.47	29.38	800	Brott i knutpunkter
39	4.00	24.0	43.5	44.5	44.0	45.0	Ej provad	15.28	-	2545/2	Balk 39 & 40 sammanspikade med spänskiva i över-och underfläns
40	4.00	24.1	43.0	43.0	44.0	43.5	Ej provad				
41	4.00	24.0	45.0	44.0	43.5	43.0	121 000	15.54	30.51	1740/2	Brott i knutpunkt
42	4.00	24.0	45.0	44.5	44.5	44.5	119 100	16.66	31.37	840	
43	4.00	24.0	45.0	44.0	44.0	44.5	127.600	se balk	41	Balk 41 & 43 sammanspikade med spänskiva. (H=23.5-24.5)	
44	4.00	24.1	44.0	43.5	43.5	44.0	130.000	Ej provad	29.22	790	Brott i limfog. Utknäkning i sidled

BILAGA 4.3.2

Balk nr	Längd m	Höjd cm	Överfläns h x b		Underfläns h x b		E-modul kp/cm <sup>2</sup>	Med böjning P <sub>tot</sub> =500kp		Broff last kp	Iakttagelser
			h mm	b mm	h mm	b mm		P <sub>2</sub> i L/4	P <sub>1</sub> i L/2		
45											
46	4.00	26.8	44.5	44.0	44.5	44.0	143 900	Ej provat	22.19	1090	Balk med knutplatta i 1/4. Uttäckning
47	4.00	27.0	44.5	43.5	44.0	43.0	121 515	12.67	23.76	1050	Broff i knutplatt vid knutplatta i 1/4
48	4.00	26.8	44.5	44.0	45.0	43.5	117 200	16.82	29.40	600	Broff vid knut i halva underflänsen
49	4.00	26.7	43.5	43.5	44.0	43.0	Ej provat	Ej provat	29.22	790	Vid 700 kp uttäckn. av överfläns
50	4.00	26.9							28.76	1670/2	Broff i knutpunkt
51	4.00	26.7	44.5	43.5	44.0	43.5	118 200	13.22	23.72	920	
								se balk 50. Balk	50. Balk	50 och	sammanspikade med spånskiva
52	3.40	20.0	44.0	44.0	43.0	45.0	109 900	P <sub>tot</sub> ≈ 400 kp 13.47	24.34	790	
53	3.40	20.0	44.0	43.0	44.0	44.0	109 200	13.79	25.49	790	stokbroff i överfläns vid knaster
54	3.40	20.5	44.0	45.0	45.0	44.0	137 600	12.57	23.10	930	stokbroff i överfläns vid punktlast
55	3.40	20.0	44.0	44.0	44.0	44.0	93 200	13.07	26.36	790	stokbroff + uttäckning av överfl.
56	3.40	20.0	45.0	43.0	44.0	44.0	104 700	13.46	24.84		Avlastn. vid 950 kp 17mm kvarv. def.
57	3.40	20.0	44.0	45.0	44.0	45.0	148 000	10.21	18.61	930	Dragbroff i underfläns vid punktlast
58	3.40	20.2	43.0	45.0	43.0	45.0	143 700	9.40	18.75	1900/2	Elem. S8 & S9 sammanspikade med spånskiva i över- och underfläns
59	3.40	20.1	44.0	44.0	43.0	44.0	151 900				Broff i underfläns (vid knast A70)

READY

```

5  REM *****
10 REM * DETTA PROGR. BERAKNAR NEDBOJNINGEN SAMT KONSTANTEN K      *
20 REM * SAMT MAX PAKANNINGAR FOR W-W BALK MED PUNKTLAST PA MITTEN *
30 REM * FORMEL (17) OCH (19) I HARLEDN. FOR SAMMANSATT BALK AV    *
35 REM * TRYGGVE DEGERMAN BT 2/LTH.                                *
40 REM *****
50 REM INLASNING AV VARIABLER
60 PRINT "BALKLAGD I M "
70 INPUT L
74 PRINT "BALKHOJD I M "
76 INPUT H
100 PRINT "TROGHETSMOMENT I M**4 "
110 INPUT I
120 PRINT "FLANSHOJD I M"
122 INPUT H1
124 PRINT "FLANSBREDD I M"
126 INPUT B
128 LET A=(H-H1)/H1
131 GOTO 140
132 PRINT "*****"
133 PRINT "*****"
134 PRINT "*****"
135 PRINT
136 PRINT
137 PRINT "          ** NYTT X-AVSTAND ** "
138 PRINT
139 PRINT "*****"
140 PRINT "SNITTETS AVSTAND FRAN MITTEN I M "
150 INPUT X
190 PRINT "E-MODUL I MN/M**2 "
200 INPUT E
210 LET E=E*1.00000E+06
212 PRINT "LAST I N"
214 INPUT P
216 PRINT "UPPMATT NEDBOJNING I MM"
217 INPUT Y4
218 LET Y4=Y4*1.00000E-03
220 PRINT "OM NYTT X PRINT 1 ANNARS 0 "
230 INPUT Q
240 IF Q=1 THEN 132
250 PRINT " OM NYTT K1 PRINT 1 ANNNARS 0 "
260 INPUT K2
270 IF K2=0 THEN 300
280 PRINT "NYTT K1 "
290 INPUT K1
300 LET Y1=(L*L*L+4*X*X*X-6*X*X*L)*P/(48*E*I)
310 LET S=1.00000E-02
320 FOR K=K1 TO K1+100 STEP S
330 LET Z1=3*A*A*L*L/(4*K*K*K)
340 LET Z2=K*(1-2*X/L)
350 LET Z3=((EXP(Z2)-EXP(-Z2))/(EXP(K)+EXP(-K)))
360 LET Z4=Z1*(-Z3+K-2*K*X/L)
370 LET Y2=P*L*Z4/(4*E*I)
380 LET Y3=Y1+Y2
400 IF Y3<Y4 THEN 420
410 NEXT K
420 PRINT "NEDBOJN. FULL SAMV. , FORSKJ-ANDEL, TOTALT, OCH K "
425 PRINT
430 PRINT Y1, Y2, Y3, K
440 LET O1=Z3/(K*(1-2*X/L))
480 PRINT
500 LET S1=P*L*H*(1-2*X/L)/(8*I)
510 LET S2=(3*A-1)/(1+1/A)*O1
520 LET S3=S1+S2

```

```
530 LET S4=S1+S3
540 PRINT "PAKANNING FULL SAMV. , FORSKJ-ANDEL, TOTALT "
550 PRINT
560 PRINT S1, S3, S4
562 PRINT
563 LET C=K*K*2*B*H1*E/L/L/(1+3*A*A)
564 PRINT "FORSKJUTNINGSMODULEN I EKV (2) ", C
565 PRINT
566 PRINT "*****"
570 GOTO 212
580 END
```

READY

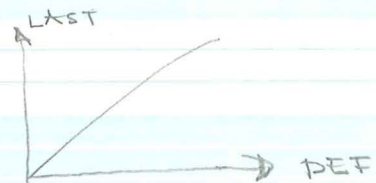
```

100 DIM A(20,100), T(100)
102 PRINT "*** STANG AV LASAREN OCH TRYCK PA RUN ***"
103 LET X8=0
104 CALL (7)
106 PRINT " FORSOK NR ";
108 INPUT D
110 REM K=ANTAL KANALER
112 REM N=ANTAL SCAN
114 PRINT " ANTAL KANALER ";
116 INPUT K
160 PRINT " INLASNING AV MATREMSA "
175 LET N=0
180 PRINT "ANTAL SCAN PA REMSAN "
182 INPUT N2
183 PRINT " SATT PA LASAREN OCH TRYCK PA RUN "
184 CALL (7)
185 LET N1=N+1
186 LET N=N2+N1-1
188 FOR I=1 TO K
190 FOR J=N1 TO N
192 LET T(I,J)=J
194 INPUT A1
196 LET A(I,J)=A1
198 NEXT J
200 NEXT I
202 PRINT " *** STANG AV LASAREN OCH TRYCK PA RUN *** "
203 CALL (7)
204 PRINT " FOM FLER REMSOR PRINT 1 ANNARS 0 "
206 INPUT Q
208 IF Q=1 THEN 180
500 PRINT " UTSKRIFT TIDPUNKTSVIS=0 KANALVIS=1 BADA=2 INGEN=3 "
505 INPUT N1
510 IF N1=3 THEN 2000
515 IF N1=1 THEN 1070
520 PRINT " FR. O. M. KANAL OCH SCAN T. O. M. KANAL OCH SCAN "
525 INPUT I0, J0, I3, J3
530 FOR J=J0 TO J3
1000 PRINT
1005 PRINT
1010 PRINT " MATNING NR "; J; " TID "; T(I,J)
1015 PRINT
1020 FOR I1=(I0+5) TO 100 STEP 6
1025 FOR I2=1 TO 6
1030 LET I=I1-6+I2
1035 IF I>I3 THEN 1060
1040 LET A(I,J)=INT(A(I,J))
1045 PRINT I; TAB(12*10-8); A(I,J); TAB(10*I2);
1050 NEXT I2
1055 PRINT
1060 NEXT I1
1065 NEXT J
1070 PRINT
1075 PRINT
1080 IF N1=0 THEN 1300
1200 PRINT
1205 PRINT " FR. O. M. KANAL OCH SCAN T. O. M. KANAL OCH SCAN "
1210 INPUT I0, J0, I3, J3
1215 PRINT
1220 PRINT
1225 FOR I=I0 TO I3
1230 PRINT
1235 PRINT
1240 PRINT " KANAL NR "; I
1245 PRINT
1250 FOR I1=(J0+4) TO 100 STEP 5
1255 FOR I2=1 TO 5
1260 LET I=I1-5+I2

```

BITAR UPP LAST-DEF

FÖR EN PUNKT. SE FIG. 4.4.2



```

1265 IF J>J3 THEN 1290
1270 LET A(I, J)=INT(A(I, J))
1275 PRINT TAB(15*I2-15); TLJ; TAB(15*I2-9); A(I, J);
1280 NEXT I2
1285 PRINT
1290 NEXT I1
1295 NEXT I
1300 PRINT
1301 GOTO 500
1305 PRINT
1310 PRINT
2000 PRINT " X/CM "
2005 INPUT F1
2010 PRINT " Y/CM OCH Y-MIN "
2015 INPUT F2, F3
2020 PRINT "END=0 PAGE=1 CURVE=2 CHANGE X=3 SCALE=4"
2025 INPUT N1
2030 IF N1 >= 4 THEN 2000
2035 GOSUB 3500
2040 IF N1=0 THEN 9999
2045 IF N1=1 THEN 3000
2050 IF N1=2 THEN 3005
2055 GOSUB 7000
2056 GOTO 2020
3000 GOSUB 4000
3005 PRINT " KAN ";
3010 INPUT I
3015 IF I>K THEN 500
3020 PRINT " SCAN ";
3022 INPUT S
3025 IF S>N THEN 500
3035 REM ** WRITE **
3040 LET R1=9999/Y1/F2
3045 LET Q1=9999/X1/F1
3055 CALL (5, -1, 1, 00+TL(I, J)*Q1, R0+(A(I, J)-F3)*R1)
3060 FOR I1=2 TO 5
3065 CALL (5, 1, 1, 00+TL(I1, J)*Q1, R0+(A(I, I1, J)-F3)*R1)
3070 NEXT I1
3075 CALL (5, -1, 1, 00, R0)
3080 GOTO 2020
3500 REM ** PLOTT **
3505 LET X1=28.4922
3510 LET Y1=17
3515 LET X2=4
3520 LET Y2=1
3525 LET Q1=9999/X1
3530 LET R1=9999/Y1
3535 LET X0=Q1
3540 LET Y0=R1
3545 LET Q2=.3*Q1
3550 LET R2=.3*R1
3555 LET Q0=Q1*X2
3560 LET R0=R1*Y2
3565 RETURN
4000 CALL (5, -1, 1, 00, R0)
4005 FOR I1=1 TO 15
4010 CALL (5, 1, 1, 00, I1*R1+R0)
4015 CALL (5, 1, -1, -.2*Q1, 0)
4020 CALL (5, 1, -1, .2*Q1, 0)
4025 NEXT I1
4031 CALL (5, -1, 1, 00-7*Q2, R0-R2/2)
4032 CALL (6, 02, 0, 0, R2)
4033 PRINT F3
4035 FOR I1=2 TO 15 STEP 2
4040 CALL (5, -1, 1, 00-7*Q2, R0-R2/2+I1*R1)
4055 LET I2=I1*F2+F3
4060 CALL (6, 02, 0, 0, R2)
4065 PRINT I2
4070 NEXT I1
4075 CALL (5, -1, 1, 5*Q1, 15*R1)

```

```

4080 CALL (6, Q2, 0, 0, R2)
4085 PRINT "LAST (KP)"
4090 CALL (5, -1, 1, 00, R0)
4095 FOR I1=1 TO 20
4100 CALL (5, 1, 1, 00+I1*01*1, R0)
4105 CALL (5, 1, -1, 0, - 2*R1)
4110 CALL (5, 1, -1, 0, + 2*R1)
4115 NEXT I1
4120 CALL (5, -1, 1, 00-, 499878*01, R0-, 7*R1)
4125 FOR I1=2 TO 20 STEP 2
4130 CALL (5, -1, 1, 00-, 5*01+I1*1*01, R0-, 7*R1)
4135 LET I2=F1*I1
4140 CALL (6, Q2, 0, 0, R2)
4145 PRINT I2
4150 NEXT I1
4155 CALL (5, -1, 1, 22*01, 1. 5*R1)
4160 CALL (6, Q2, 0, 0, R2)
4165 PRINT "DEF. (MM)"
4170 CALL (5, -1, 1, 00+18*01, R0+13*R1)
4175 CALL (6, Q2, 0, 0, R2)
4180 GOSUB 8000
4185 RETURN
6500 REM ** TID TILL MINUTER **
6515 LET T2=INT(TI J1)
6520 LET TI J1=T2
6521 PRINT TI J1
6530 RETURN
7000 IF X8=0 THEN 7040
7005 LET N9=0
7010 FOR J=1 TO N
7015 LET T2=TI J1
7020 LET TI J1=AC(X8, J)
7025 LET AC(X8, J)=T2
7030 NEXT J
7035 IF N9=1 THEN 7060
7040 PRINT "X-KANAL";
7045 INPUT X8
7047 IF X8=0 THEN 7060
7050 LET N9=1
7055 GOTO 7010
7060 RETURN
8000 REM ** SPECIELLA UTSKRIFTER **
8010 CALL (5, -1, 1, 9999-01, 9999-, 5*R1)
8020 GOSUB 8200
8030 PRINT " L T H ";
8040 CALL (5, -1, 1, 9999-2*01, 9999-, 1*R1)
8050 CALL (6, 1, -1, 49976*02, . 749902*R2, 1)
8060 PRINT "BYGGNADSTEKNIK"
8070 CALL (5, -1, 1, 9999-01, 9999-5*R1)
8080 GOSUB 8200
8090 PRINT "WIRE-WOOD"
8100 CALL (5, -1, 1, 9999-1. 2*01, 2. 49951*R1)
8110 CALL (6, 1, -1, 49976*02, . 749902*R2, 1)
8120 PRINT " PROV "; D
8130 RETURN
8200 CALL (6, 1, -2, 49951*02, 1. 2*R2, 1)
8210 RETURN
9999 END

```

READY

READY

\*\*\* STANG AV LASAREN OCH TRYCK PÅ RUN \*\*\*

FORSOK NR ? 57 (olika)

TOTALA ANTALET KANALER

? ~~20~~ 13 (fast)

LATHUND TILL PROGRAM

INLASNING AV MATREMSA

ANTAL SCAN PÅ REMSAN

? 20 (olika)

SATT PÅ LASAREN OCH TRYCK PÅ RUN

\*\*\* STANG AV LASAREN OCH TRYCK PÅ RUN \*\*\*

FOM FLER REMSOR PRINT 1 ANNARS 0

? 0 (fast)

INLASNING AV POT. LAGE

1		olika
? 1	0	
2		
? 2	23.0	
3		
? 3	42.6	
4		
? 4	-62.4	
5		
? 5		
6		
? 6		
7		
? 7		
8		
? 8		
9		
? 9		
10		
? 10		
11		
? 11		
12		
? 12	340.0	

PROGR. ÄR GJORT FÖR DESSA MÄTH. SOM VI UTFÖRDE, B.L.A. VAR EN KANAL INTE INKOPPLAD, MEN GAV VÄRDE TILL DATALOGGEN. MED STÄRRE OMFÄNDR. KAN DET BEG. TILL ANDRA UPPRITN.

UTSKRIFT TIDPUNKTSVIS=0 KANALVIS=1 BADA=2 INGEN=3

? 3 (fast)

X/CM

? 20 (olika)

Y/CM OCH Y-MIN

? 2.0, 0 (olika)

END=0 PAGE=1 CURVE=2 CHANGE X=3 SCALE=4

? 3 (fast)

X-KANAL?

? 1 (fast)

END=0 PAGE=1 CURVE=2 CHANGE X=3 SCALE=4

? 1 (fast)

KAN ? tee. 5 (olika)

SCAN ? 12 (olika)

END=0 PAGE=1 CURVE=2 CHANGE X=3 SCALE=4

? 2 (fast)

KAN ? tee. 6 (olika)

SCAN ? 12 (olika)

END=0 PAGE=1 CURVE=2 CHANGE X=3 SCALE=4

? STOP

OSU.

READY



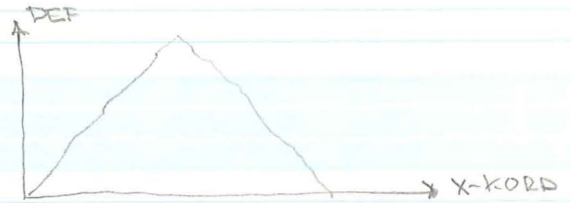
READY

```

100 DIM A(40, 40), T(40)
102 PRINT "*** STANG AV LASAREN OCH TRYCK PA RUN ***"
103 LET X8=0
104 CALL (7)
106 PRINT " FORSOK NR ";
108 INPUT D
110 REM K=ANTAL KANALER
112 REM N=ANTAL SCAN
114 PRINT "TOTALA ANTALET KANALER"
116 INPUT K
160 PRINT " INLASNING AV MATREMSA "
175 LET N=0
180 PRINT "ANTAL SCAN PA REMSAN "
182 INPUT N2
183 PRINT " SATT PA LASAREN OCH TRYCK PA RUN "
184 CALL (7)
185 LET N1=N+1
186 LET N=N2+N1-1
187 FOR I=1 TO 1
188 FOR J=N1 TO N
189 LET T(I,J)=J
190 INPUT A1
191 LET A(J+1, 13)=A1
192 NEXT J
193 NEXT I
194 FOR I=2 TO K-2
195 FOR J=N1 TO N
196 LET T(I,J)=J
197 INPUT A1
198 LET A(J+1, I)=A1
199 NEXT J
200 NEXT I
202 PRINT " *** STANG AV LASAREN OCH TRYCK PA RUN *** "
203 CALL (7)
204 PRINT " FOM FLER REMSOR PRINT 1 ANNARS 0 "
206 INPUT Q
208 IF Q=1 THEN 180
211 FOR J=N1 TO N
212 LET T(I,J)=J
213 LET A(J+1, 1)=0
214 LET A(J+1, 12)=0
215 NEXT J
220 LET R1=0
222 PRINT "INLASNING AV POT. LAGE"
224 PRINT
226 FOR I=1 TO 12
228 PRINT I
230 INPUT A(1, I)
232 LET R1=R1+A(1, I)
234 NEXT I
236 PRINT
238 PRINT
500 PRINT " UTSKRIFT TIDPUNKTSVIS=0 KANALVIS=1 BADA=2 INGEN=3 "
505 INPUT N1
510 IF N1=3 THEN 2000
515 IF N1=1 THEN 1070
520 PRINT " FR. O. M. KANAL OCH SCAN T. O. M. KANAL OCH SCAN "
525 INPUT I0, J0, I3, J3
530 FOR J=J0 TO J3
1000 PRINT
1005 PRINT
1010 PRINT " MATNING NR "; J; " TID "; T(I,J)
1015 PRINT
1020 FOR I1=(I0+5) TO 100 STEP 6
1025 FOR I2=1 TO 6

```

LIPPRITNING AV DEF. LANGS  
BALKEN. SE RITH.



```

1030 LET I=I1-6+I2
1035 IF I>I3 THEN 1060
1040 LET AC I, J1=INT(AC I, J1)
1045 PRINT I; TAB(I2*10-8); AC I, J1; TAB(10*I2);
1050 NEXT I2
1055 PRINT
1060 NEXT I1
1065 NEXT J
1070 PRINT
1075 PRINT
1080 IF N1=0 THEN 1300
1200 PRINT
1205 PRINT " FR. O. M. KANAL OCH SCAN T. O. M. KANAL OCH SCAN "
1210 INPUT I0, J0, I3, J3
1215 PRINT
1220 PRINT
1225 FOR I=I0 TO I3
1230 PRINT
1235 PRINT
1240 PRINT " KANAL NR "; I
1245 PRINT
1250 FOR I1=(J0+4) TO 100 STEP 5
1255 FOR I2=1 TO 5
1260 LET J=I1-5+I2
1265 IF J>J3 THEN 1290
1270 LET AC I, J1=INT(AC I, J1)
1275 PRINT TAB(15*I2-15); TC J1; TAB(15*I2-9); AC I, J1;
1280 NEXT I2
1285 PRINT
1290 NEXT I1
1295 NEXT I
1300 PRINT
1301 GOTO 500
1305 PRINT
1310 PRINT
2000 PRINT " X/CM "
2005 INPUT F1
2010 PRINT " Y/CM OCH Y-MIN "
2015 INPUT F2, F3
2020 PRINT "END=0 PAGE=1 CURVE=2 CHANGE X=3 SCALE=4"
2025 INPUT N1
2030 IF N1 >= 4 THEN 2000
2035 GOSUB 3500
2040 IF N1=0 THEN 9999
2045 IF N1=1 THEN 3000
2050 IF N1=2 THEN 3005
2055 GOSUB 7000
2056 GOTO 2020
3000 GOSUB 4000
3005 PRINT " KAN ";
3010 INPUT I
3015 IF I>N THEN 500
3020 PRINT " SCAN ";
3022 INPUT S
3025 IF S>N THEN 500
3035 REM ** WRITE **
3040 LET R1=9999/Y1/F2
3045 LET Q1=9999/X1/F1
3055 CALL (5, -1, 1, 00+TC I1)*Q1, R0+(AC I, I1)-F3)*R1)
3060 FOR I1=2 TO 5
3065 CALL (5, 1, 1, 00+TC I1)*Q1, R0+(AC I, I1)-F3)*R1)
3070 NEXT I1
3075 CALL (5, -1, 1, 00, R0)
3080 GOTO 2020
3500 REM ** PLOTT **
3505 LET X1=28.4922
3510 LET Y1=17
3515 LET X2=4
3520 LET Y2=1
3525 LET Q1=9999/X1

```

3525 LET Q1=9999/X1

```

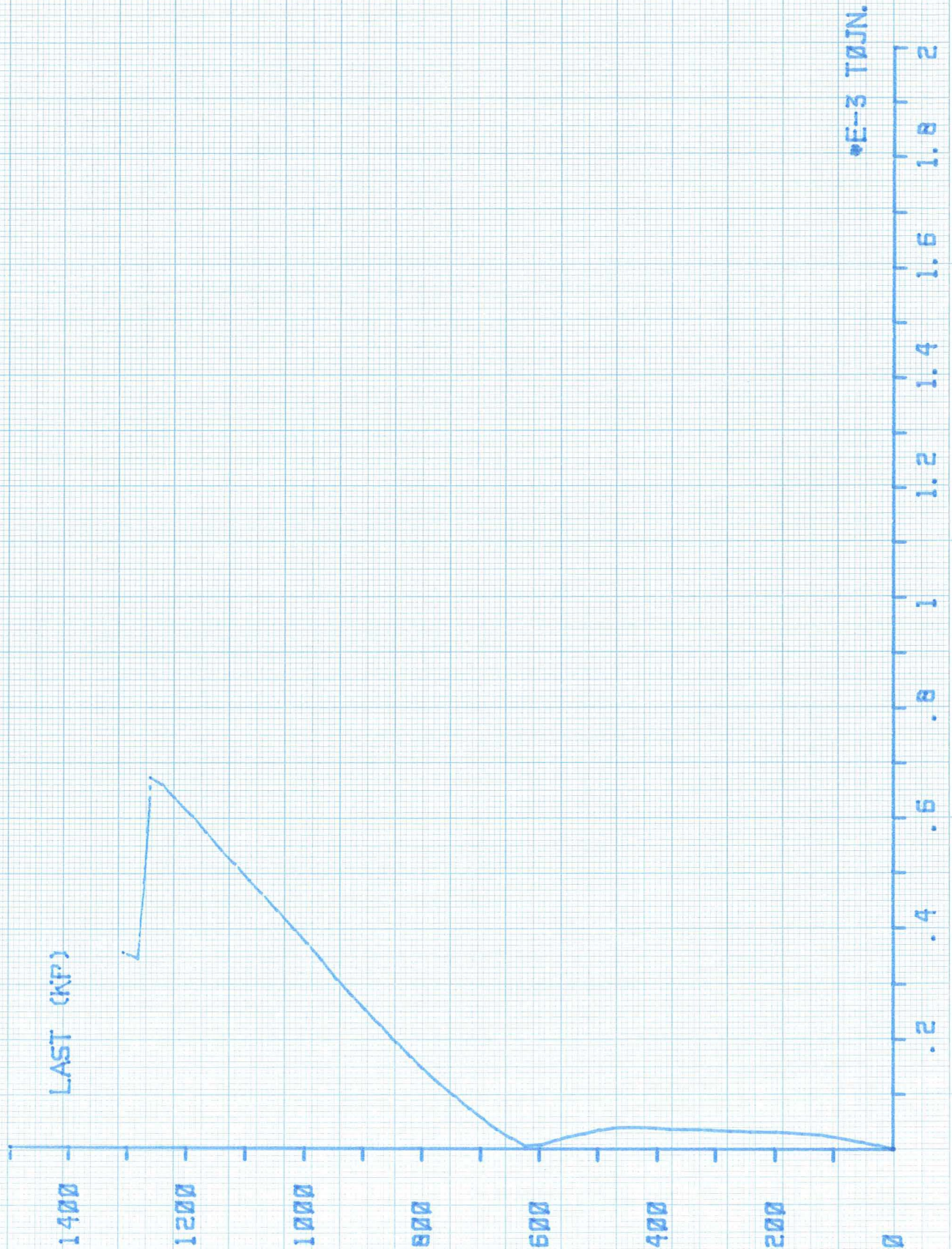
3530 LET R1=9999/Y1
3535 LET X0=Q1
3540 LET Y0=R1
3545 LET Q2=.3*Q1
3550 LET R2=.3*R1
3555 LET Q0=Q1*X2
3560 LET R0=R1*Y2
3565 RETURN
4000 CALL (5,-1,1,Q0,R0)
4005 FOR I1=1 TO 15
4010 CALL (5,1,1,Q0,I1*R1+R0)
4015 CALL (5,1,-1,-2*Q1,0)
4020 CALL (5,1,-1,+2*Q1,0)
4025 NEXT I1
4031 CALL (5,-1,1,Q0-7*Q2,R0-R2/2)
4032 CALL (6,Q2,0,0,R2)
4033 PRINT F3
4035 FOR I1=2 TO 15 STEP 2
4040 CALL (5,-1,1,Q0-7*Q2,R0-R2/2+I1*R1)
4055 LET I2=I1*F2+F3
4060 CALL (6,Q2,0,0,R2)
4065 PRINT I2
4070 NEXT I1
4075 CALL (5,-1,1,5*Q1,15*R1)
4080 CALL (6,Q2,0,0,R2)
4085 PRINT "DEF. (MM)"
4090 CALL (5,-1,1,Q0,R0)
4095 FOR I1=1 TO 20
4100 CALL (5,1,1,Q0+I1*Q1*1,R0)
4105 CALL (5,1,-1,0,-2*R1)
4110 CALL (5,1,-1,0,+2*R1)
4115 NEXT I1
4120 CALL (5,-1,1,Q0-.499878*Q1,R0-.7*R1)
4125 FOR I1=2 TO 20 STEP 2
4130 CALL (5,-1,1,Q0-.5*Q1+I1*1*Q1,R0-.7*R1)
4135 LET I2=F1*I1
4140 CALL (6,Q2,0,0,R2)
4145 PRINT I2
4150 NEXT I1
4155 CALL (5,-1,1,22*Q1,1.5*R1)
4160 CALL (6,Q2,0,0,R2)
4165 PRINT "X-KORD. (CM)"
4170 CALL (5,-1,1,Q0+18*Q1,R0+13*R1)
4175 CALL (6,Q2,0,0,R2)
4180 GOSUB 8000
4185 RETURN
6500 REM ** TID TILL MINUTER **
6515 LET T2=INT(TLJJ)
6520 LET TLJJ=T2
6521 PRINT TLJJ
6530 RETURN
7000 IF X8=0 THEN 7040
7005 LET N9=0
7010 FOR J=1 TO K-1
7015 LET T2=TLJJ
7020 LET TLJJ=ACX8,JJ
7025 LET ACX8,JJ=T2
7030 NEXT J
7035 IF N9=1 THEN 7060
7040 PRINT "X-KANAL";
7045 INPUT X8
7047 IF X8=0 THEN 7060
7050 LET N9=1
7055 GOTO 7010
7060 RETURN
8000 REM ** SPECIELLA UTSKRIFTER **
8010 CALL (5,-1,1,9999-Q1,9999-.5*R1)
8020 GOSUB 8200
8030 PRINT " L T H ";

```

✓(5,-1,1,9999-2\*Q1,9999-1\*R1) 96

```
8050 CALL (6, 1, -1, 49976*Q2, .749902*R2, 1)
8060 PRINT "BYGGNADSTEKNIK"
8070 CALL (5, -1, 1, 9999-Q1, 9999-5*R1)
8080 GOSUB 8200
8090 PRINT "WIRE-WOOD"
8100 CALL (5, -1, 1, 9999-1.2*Q1, 2.49951*R1)
8110 CALL (6, 1, -1, 49976*Q2, .749902*R2, 1)
8120 PRINT " PROV "; D
8130 RETURN
8200 CALL (6, 1, -2, 49951*Q2, 1.2*R2, 1)
8210 RETURN
9999 END
```

READY



T2

L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BALK 18  
 PROV 1  
 TÖJN 1 T 18  
 BILAGA 4.4.2

LAST (kN)

1400

1200

1000

800

600

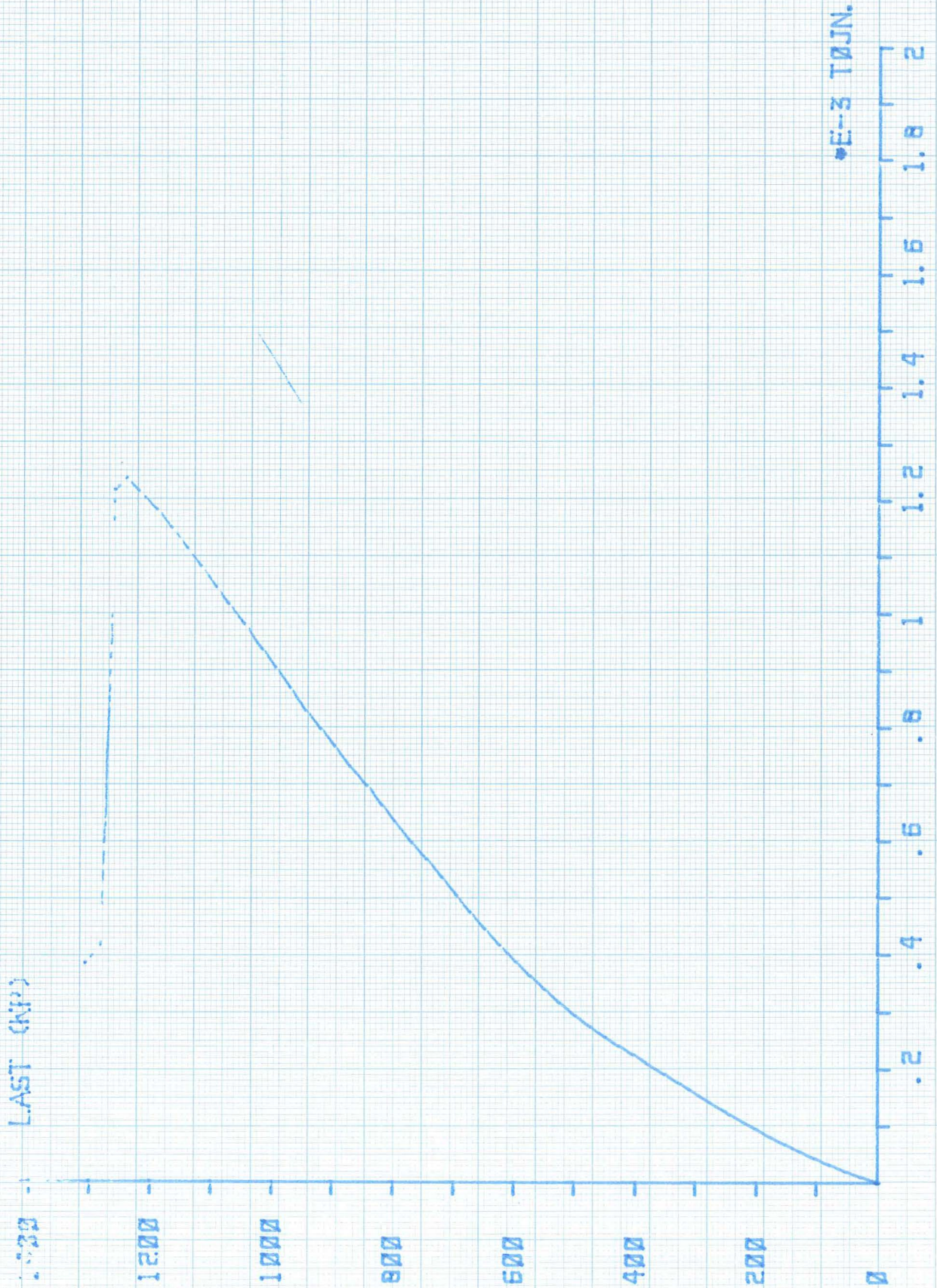
400

200

0

•E-3 TÖJN.

2  
1.8  
1.6  
1.4  
1.2  
1  
.8  
.6  
.4  
.2



T4

L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BACK 10

PROV 1

TØJN 1 T20

BILAGA 4.4.4

LAST (kP)

1400  
1200  
1000  
800  
600  
400  
200  
0

\*E-3 TØJN.

2  
1.8  
1.6  
1.4  
1.2  
1  
.8  
.6  
.4  
.2



TS

L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BACK 18

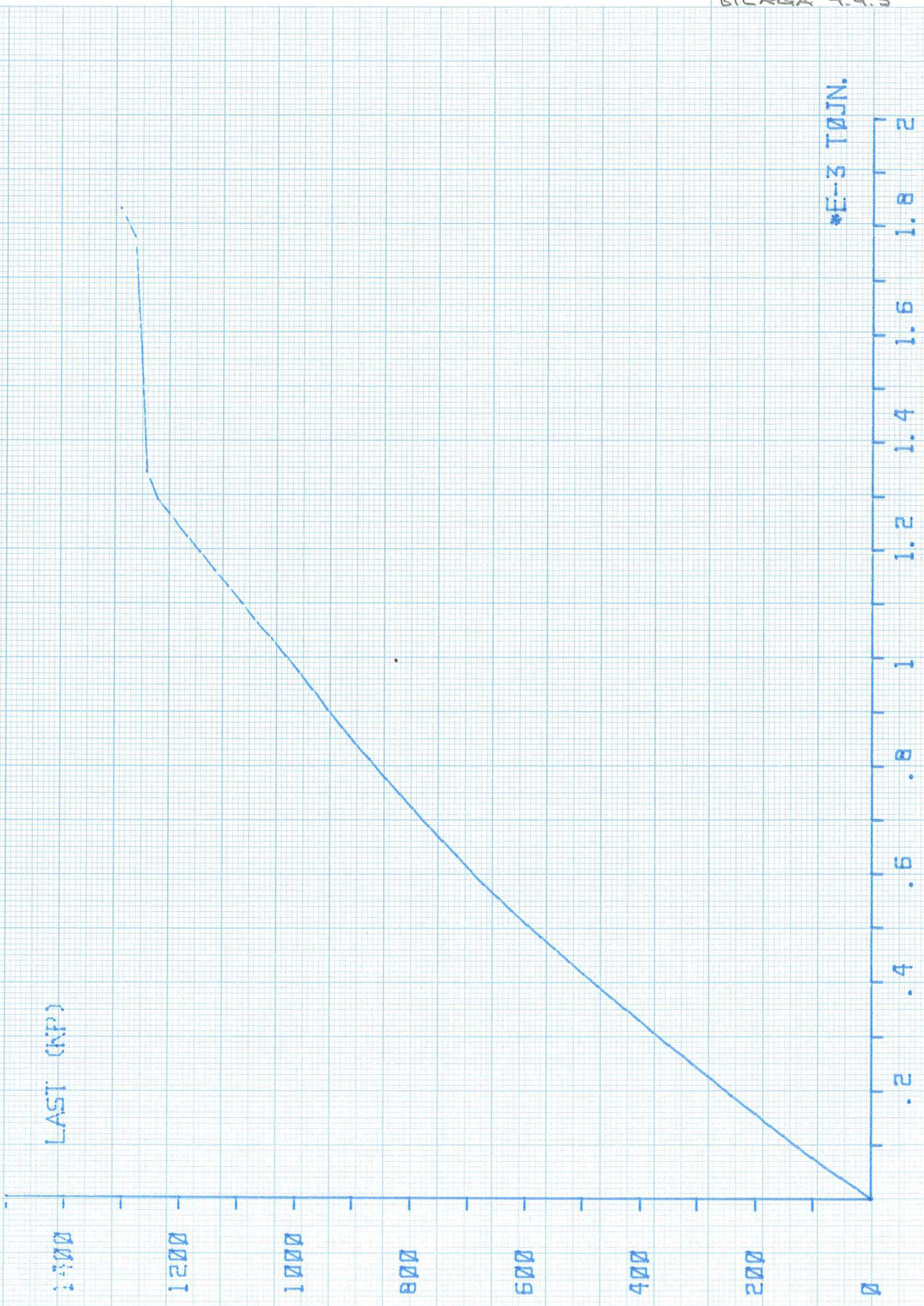
PROV 1

TÖJN 1 T21

BILAGA 4.4.5

LAST (NP)

\*E-3 TÖJN.



T6

L T H

WIRE-WOOD

BYGGMÅSTERNIK

BALK 18  
PROV J

TÖJN 1 T22

BILAGA 4.4.6



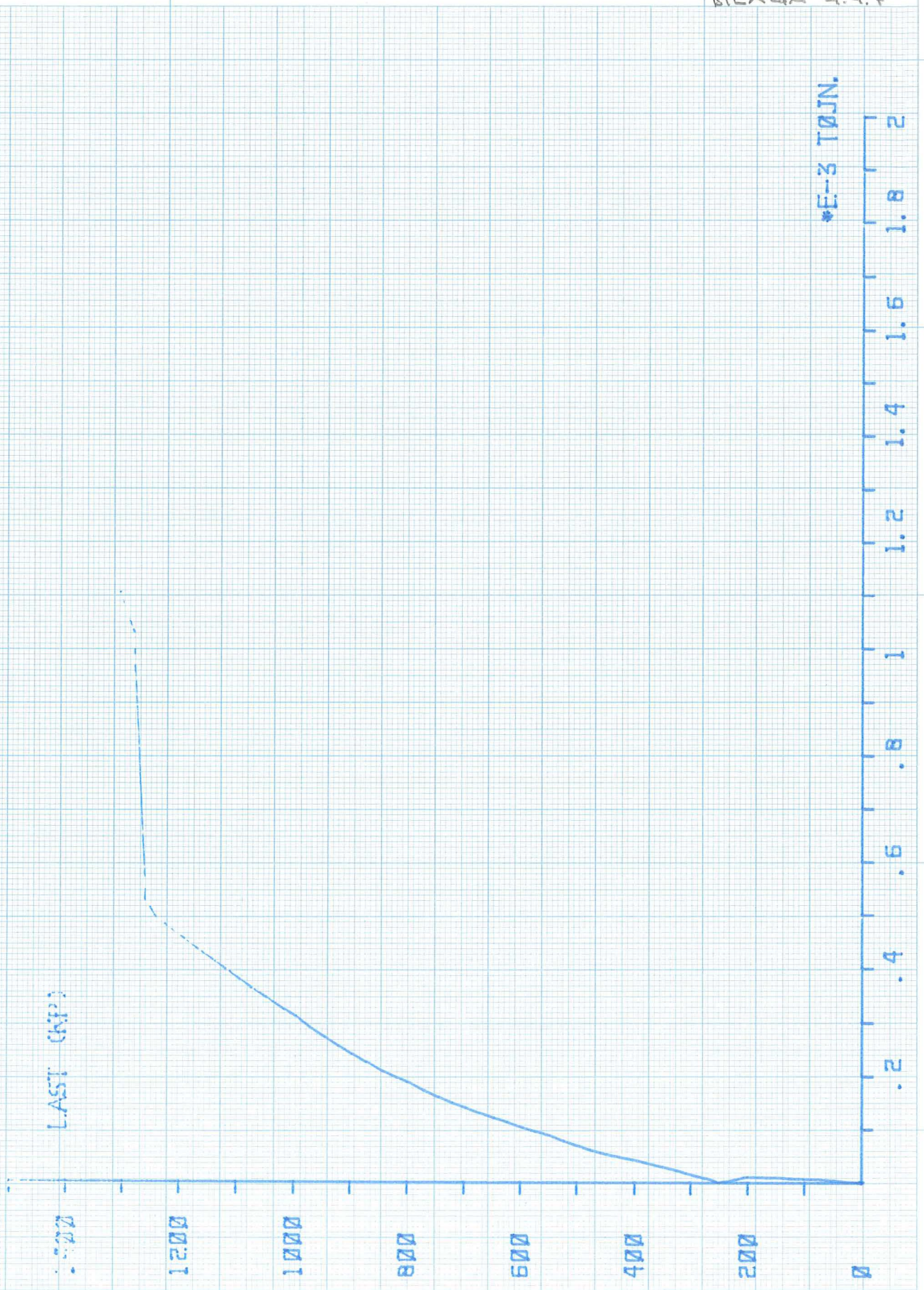
77

L T H

WIRE-WOOD

BYGGERÅDSTEKNIK

BACK 10  
PROV 1  
TØJN 1 T 23  
BILAGA 4.4.7



\*E-3 TØJN.

T8

LTH

WIRE-WOOD

NYBENADSTERNIN

BACK 18

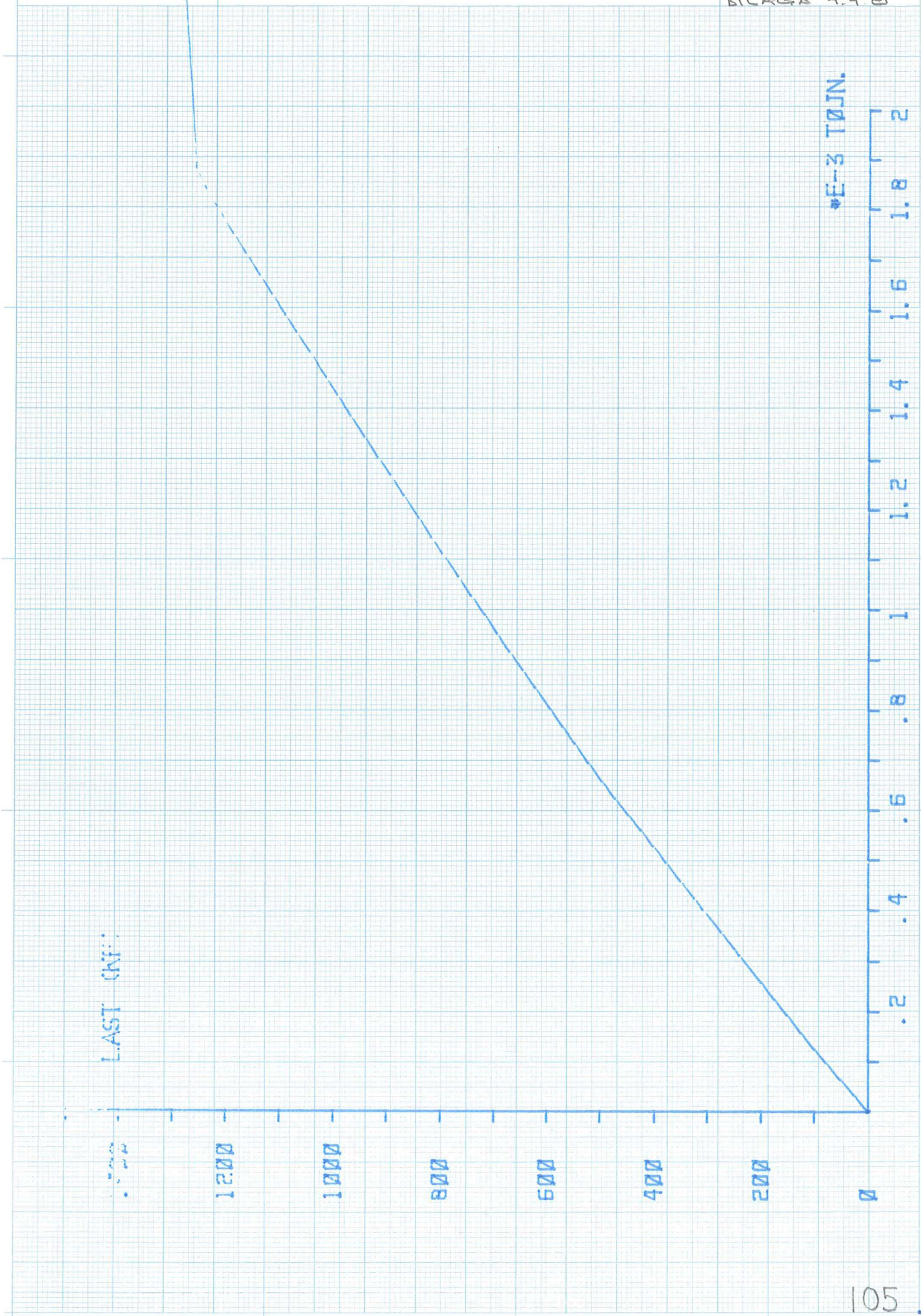
PROV 1

TØJN 1 T24

BILAG 4.4 B

LAST (NPF)

→E-3 TØJN.



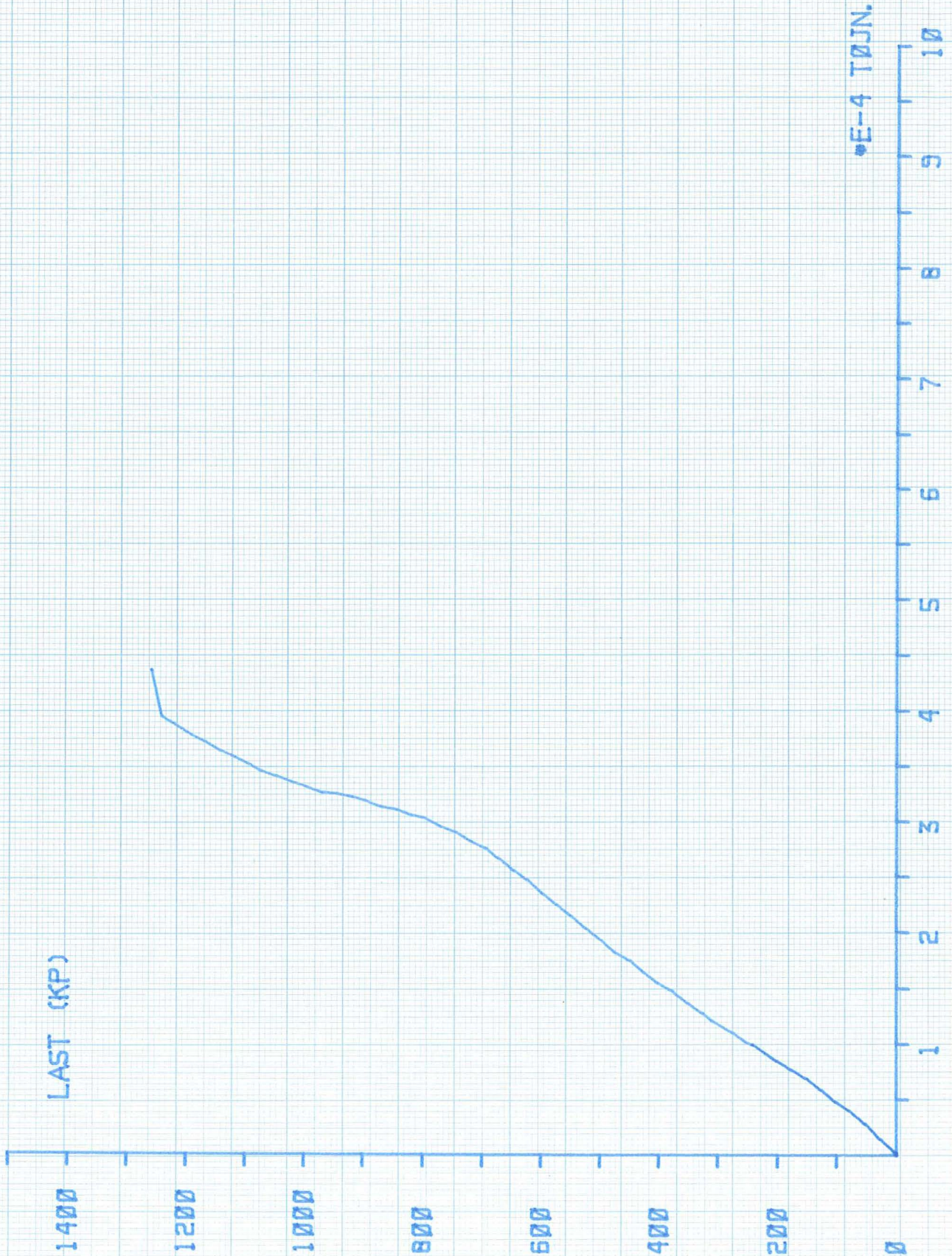


L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BALK 18  
PROV 1  
TÖJNING I  
SG  
BILAGA 4.4.10



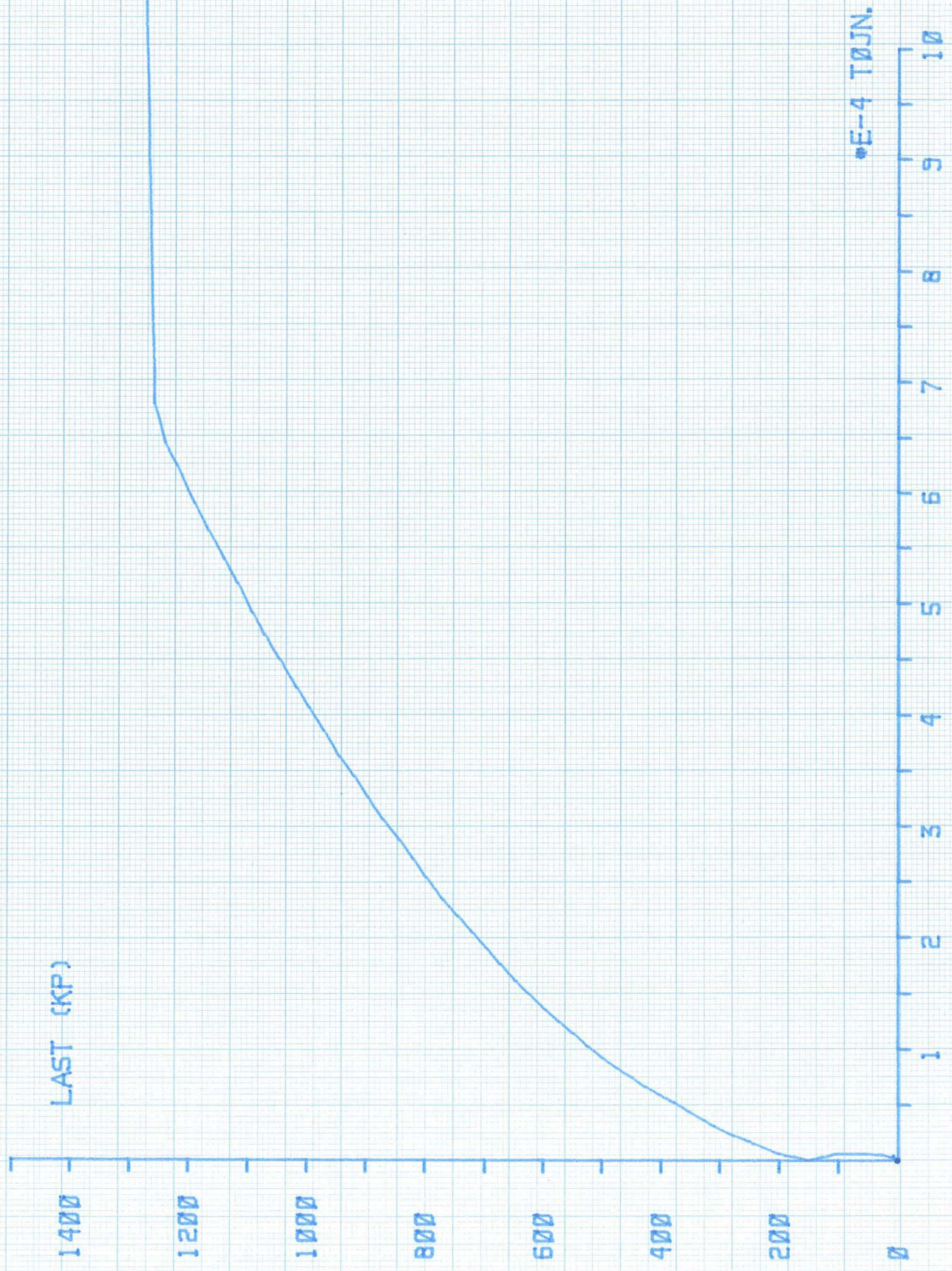
732501 - SFT AF - 1 x 1 mm

ESSELTE 4441

L T H  
BYGGNADSTEKNIK

WIRE-WOOD

BALK 18  
PROV 1  
TÖJNING I  
S7  
BILAGA 4.4.11



L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BALK 1B

PROV 1

TÖJNING 1

S 8

BILAGA 4.4.12





L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

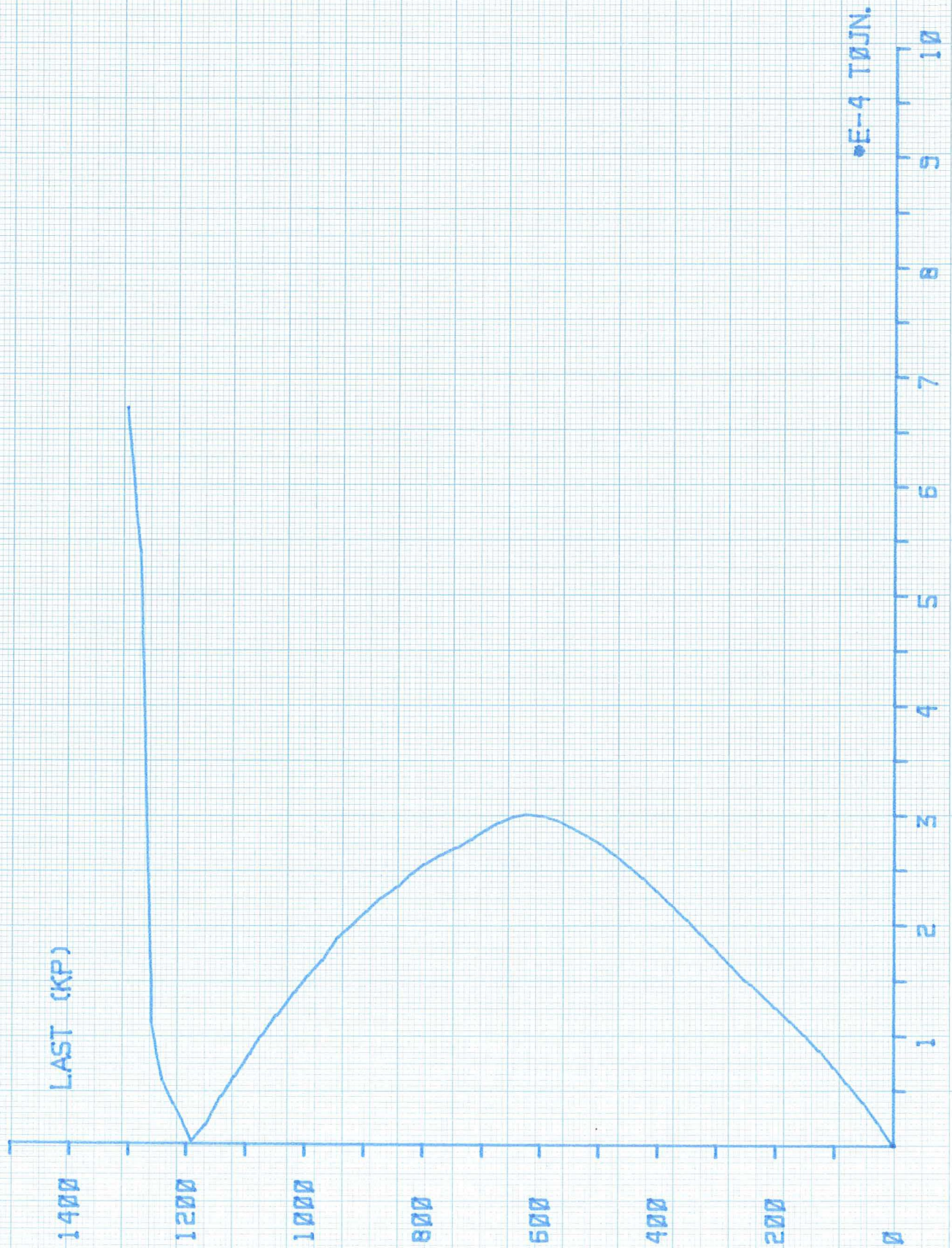
BALK 18

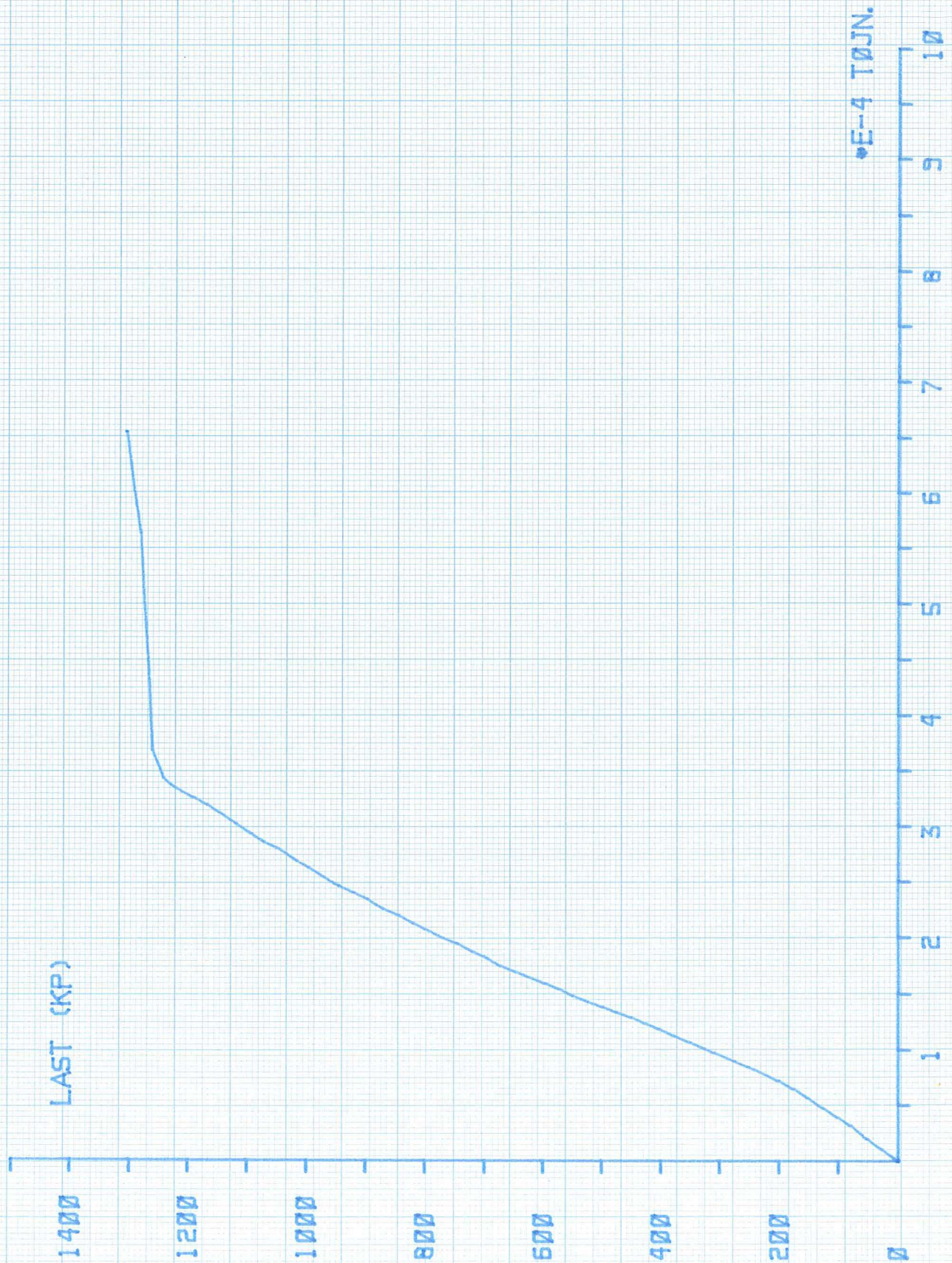
PROV 1

TÖJNING I

S9

BILAGA 4.4.13





L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

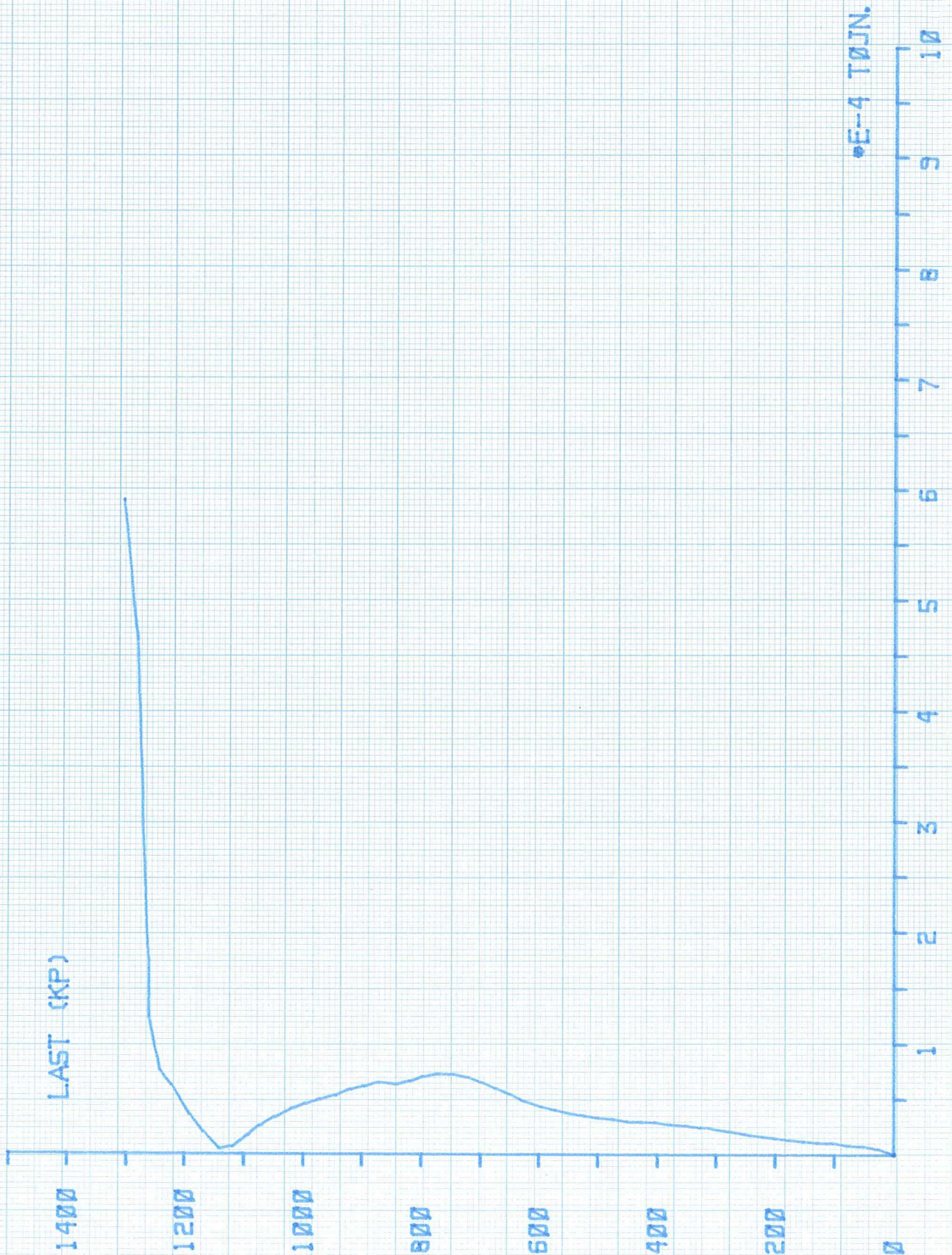
BALK 18

PROV 1

TÖJNING 1

S11

BILAGA 4.4.15



L T H

WIRE-WOOD

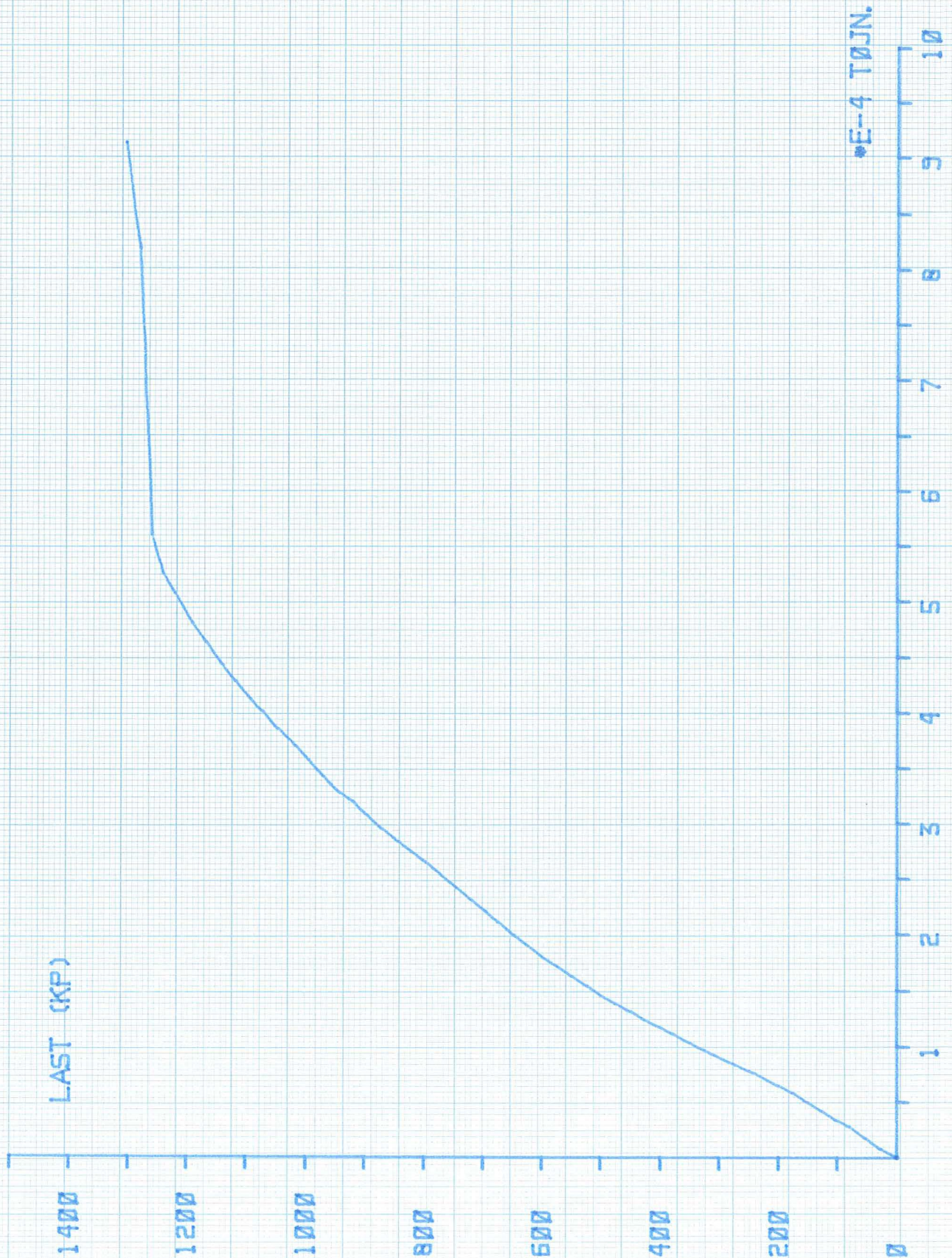
BYGGNADSTEKNIK

BALK 18  
PROV 1

TØJNING 1

S 12

BILAGA 4.4.16



#E-4 TØJN.

LAST (KP)

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

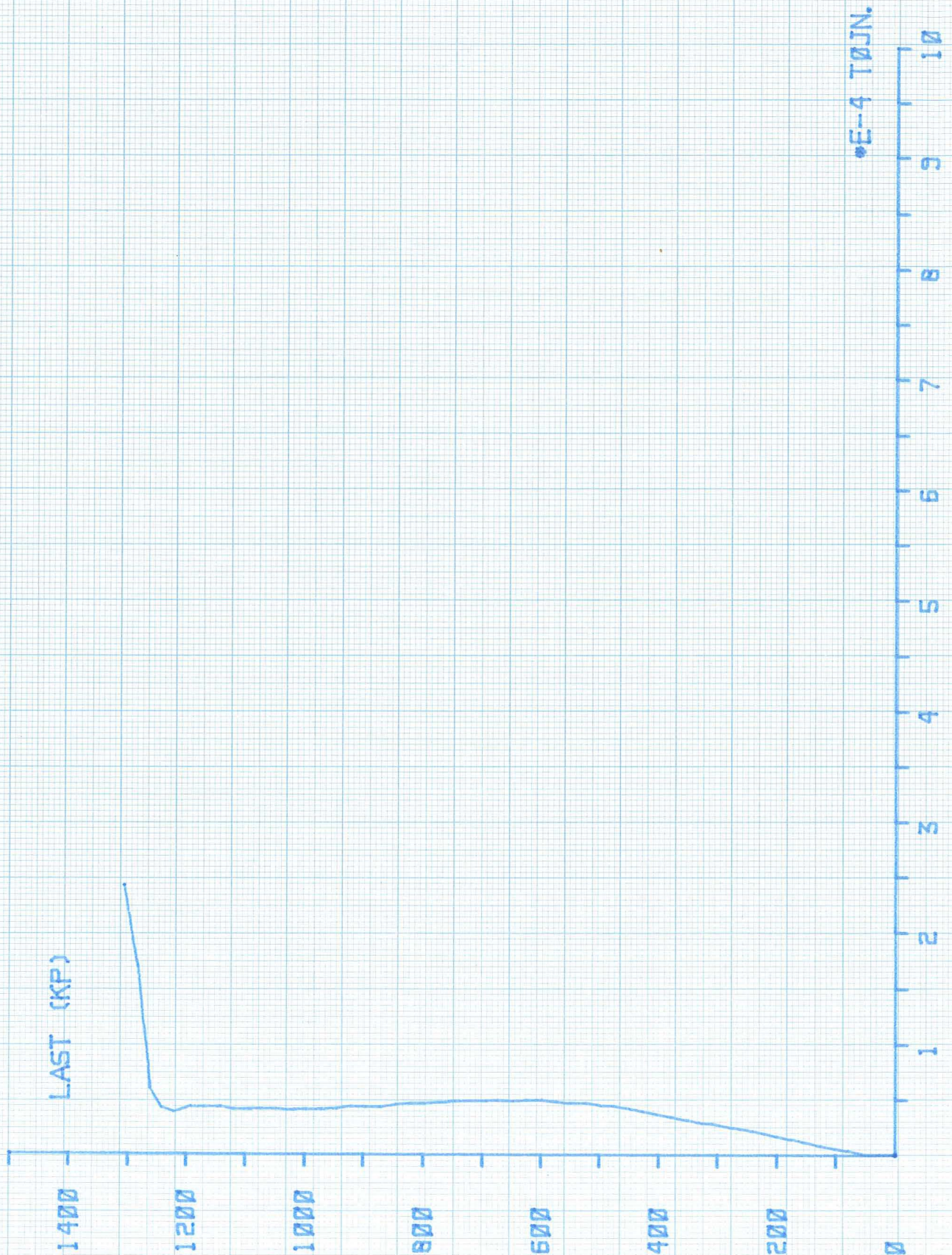
BALK 18

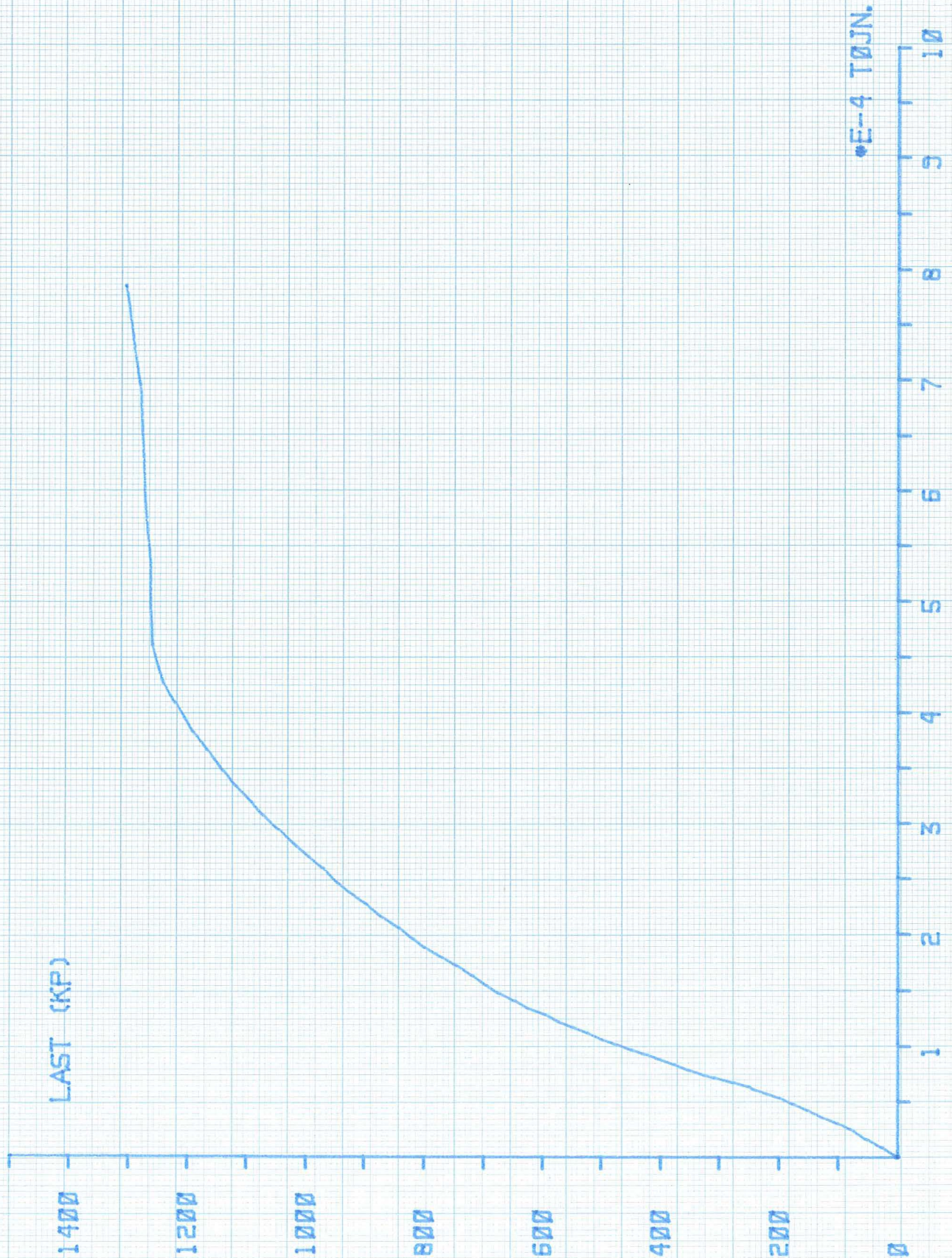
PROV 1

TÖJNING 1

S 13

BILAGA 4.4.17





L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

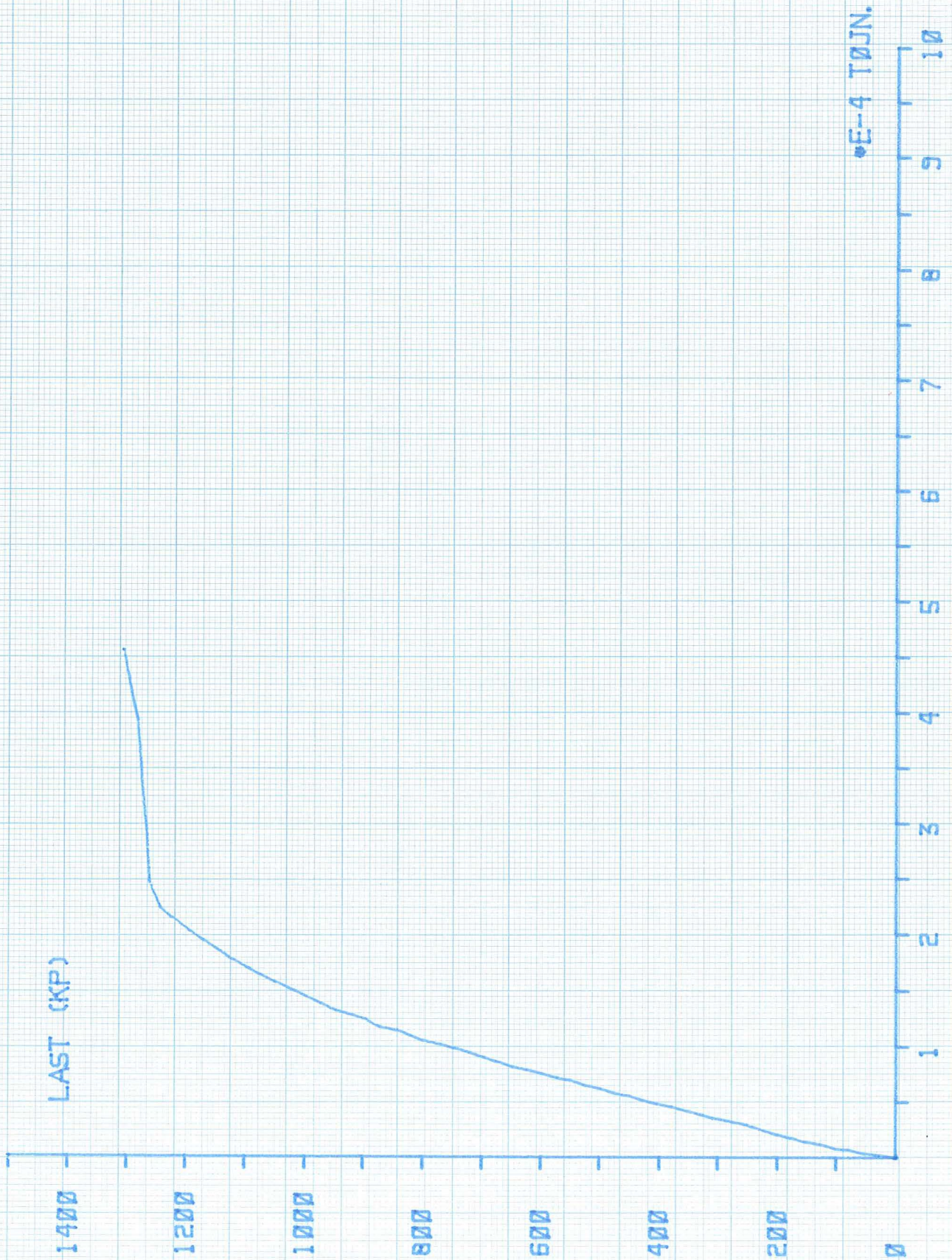
BALK 18

PROV 1

TØJNING 1

S 15

BILAGA 4.4.19



3/5 73 25 01 - 514 A1 - 1 X 1 mm

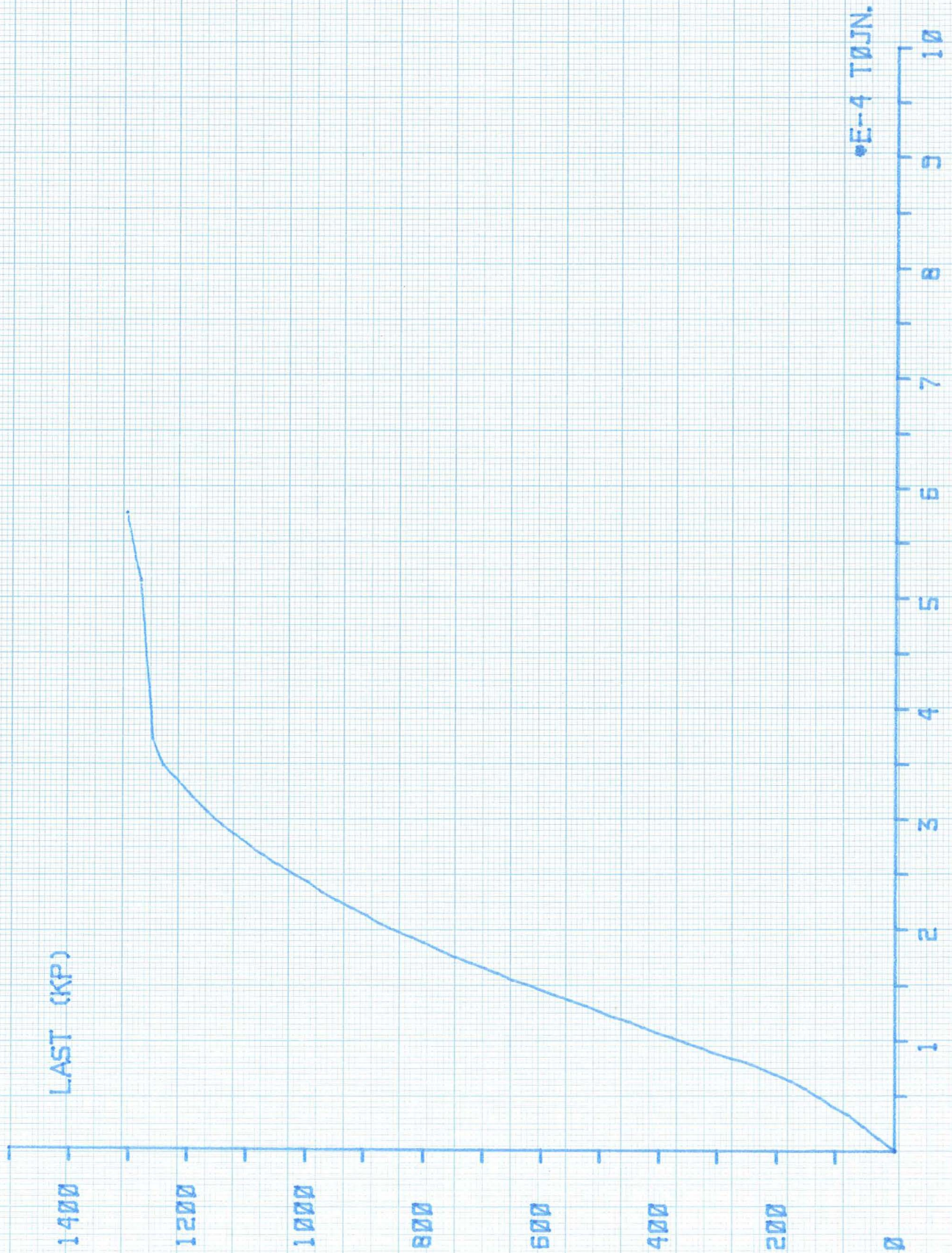
ESSELTE 4441

L T H

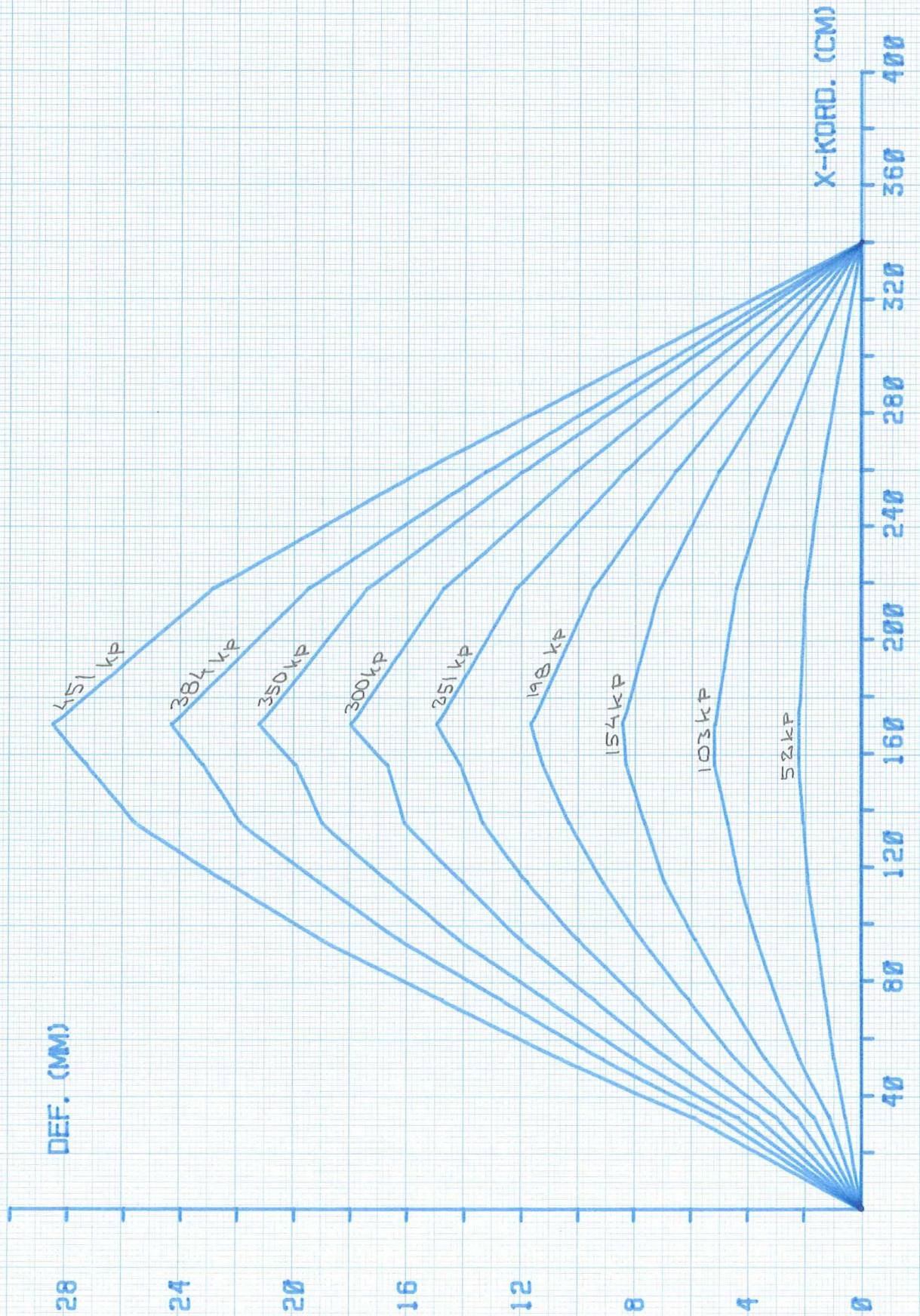
WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BALK 18  
PROV 1  
TÖJNING 1  
SIG  
BILAGA 4.4.20







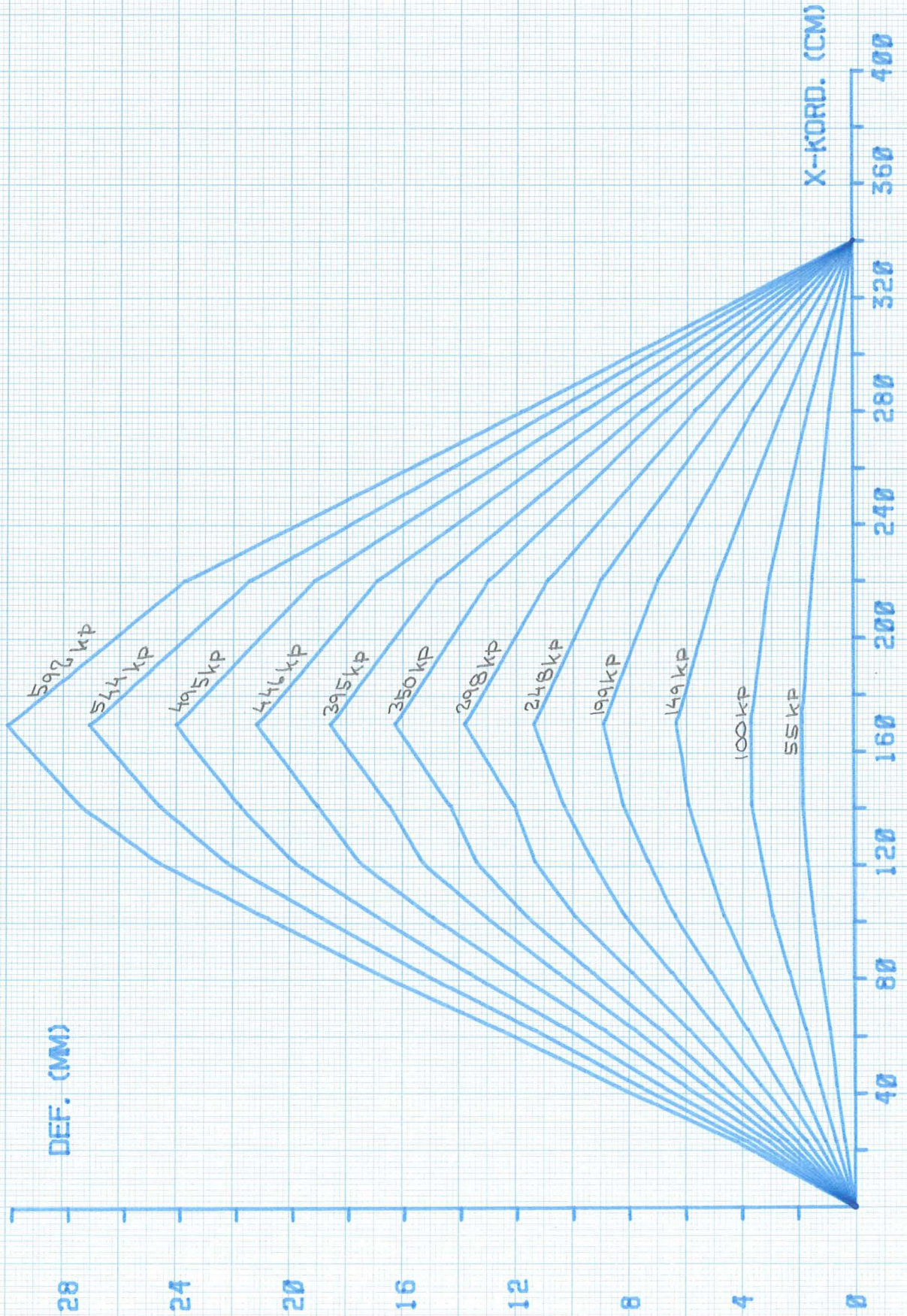
L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BALK 57  
PROV 57

BILAGA 4.4.22



L T H

WIRE-WOOD

BYGGNADSTEKNIK

BALK 52 & 57  
PROV 57,52

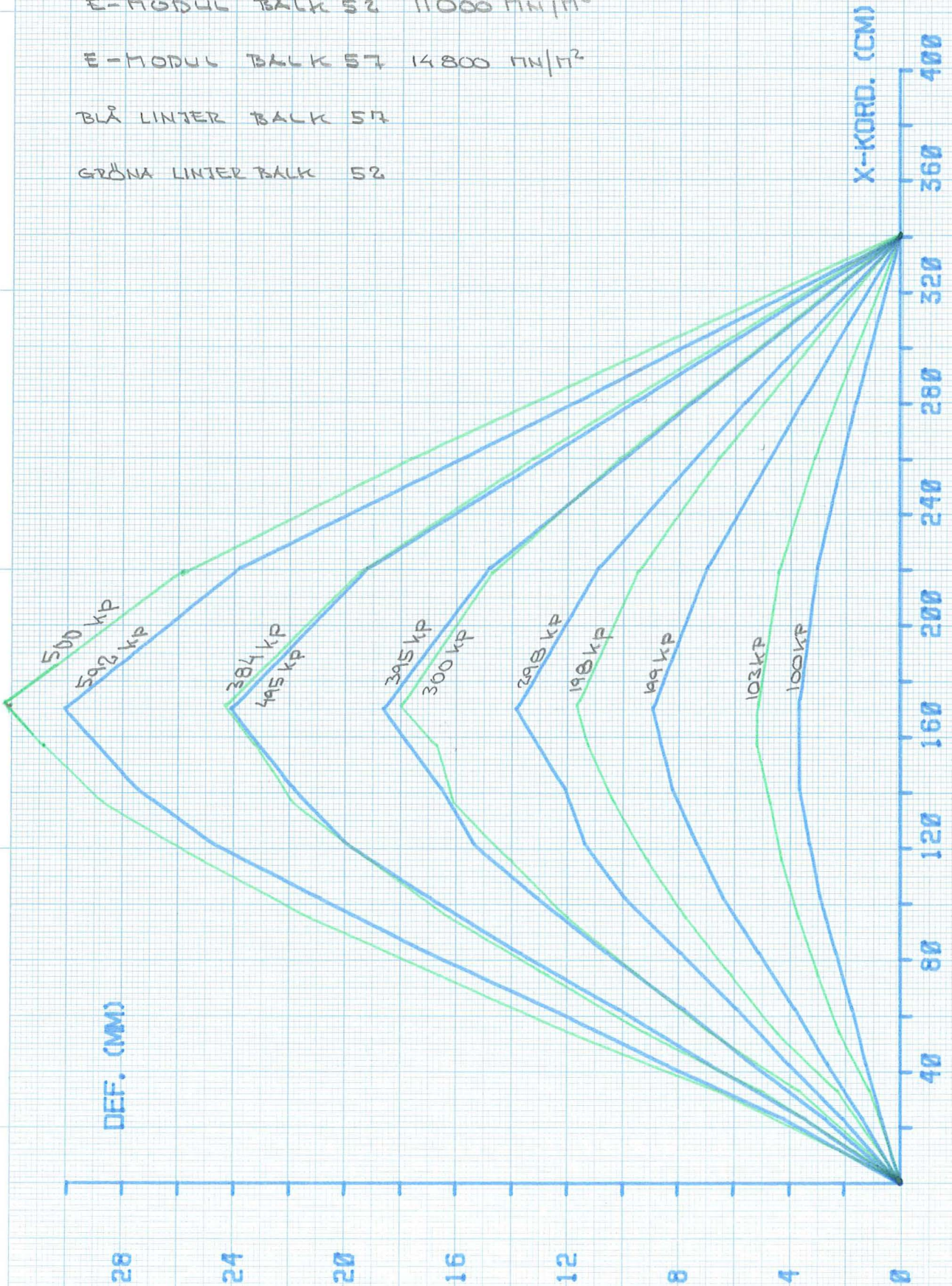
BILAGA 4.4.23.

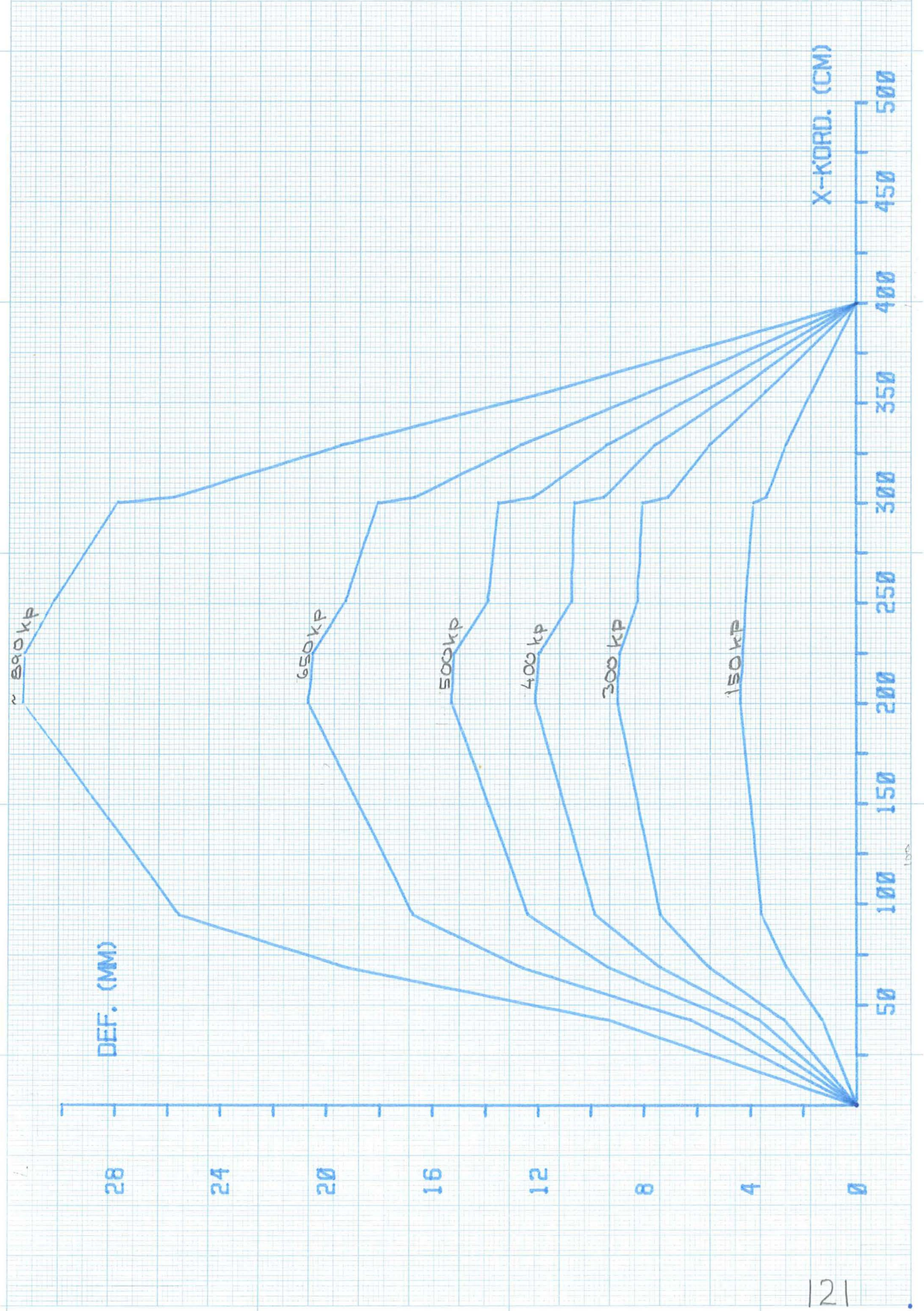
E-MODUL BALK 52 11000 MN/M<sup>2</sup>

E-MODUL BALK 57 14800 MN/M<sup>2</sup>

BLÅ LINTER BALK 57

GRÖNA LINTER BALK 52

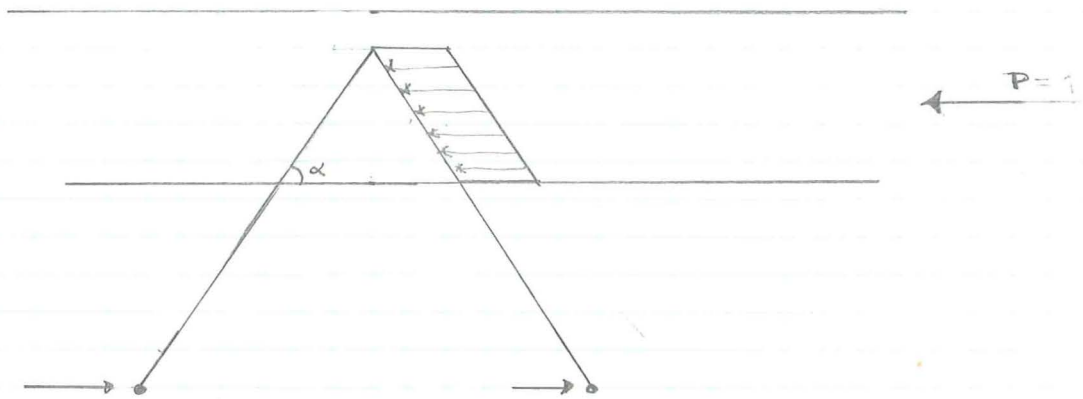




$$\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{k}$$

$$P = k \cdot \delta$$

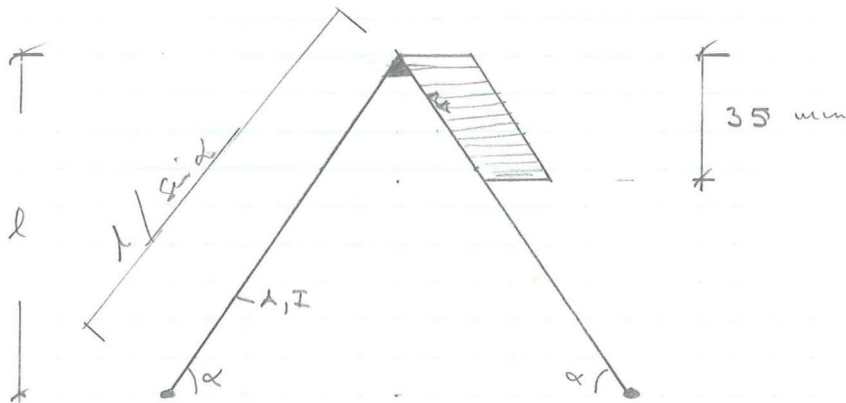
BILAGA 4.5.1



$$k_{\text{spik}} = 340 \cdot d$$

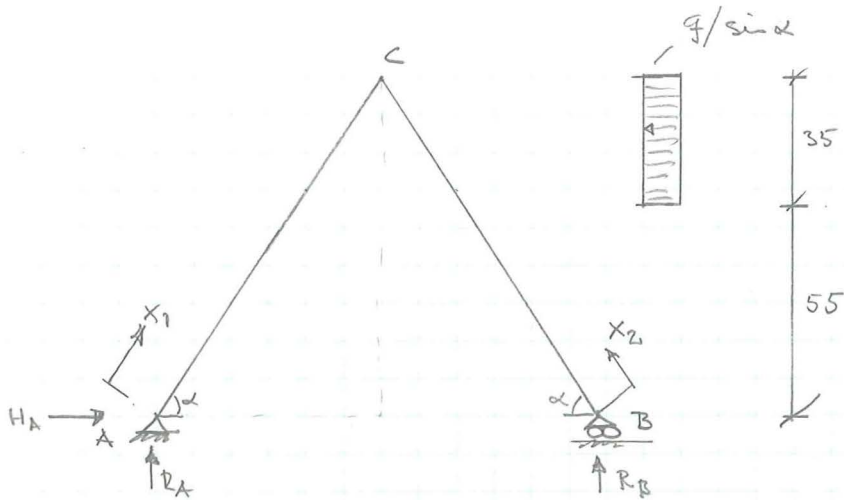
$$k_{\text{spik}} = 340 \cdot 8 = 2720 \text{ N/mm}$$

$$P_{\text{tu}} \approx 40/56 \cdot 1700 = 1200 \text{ N}$$



$$A = \pi \cdot 0.008^2 / 4 = 50.27 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 50.27 \text{ mm}^2$$

$$I = \pi \cdot 0.008^4 / 64 = 2.00 \cdot 10^{-10} \text{ m}^4 = 201.06 \text{ mm}^4$$



$$A = \pi \cdot 8^2 / 4 = 50.27 \text{ m}^2$$

$$I = \pi \cdot 8^4 / 64 = 201.06 \text{ m}^4$$

$$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

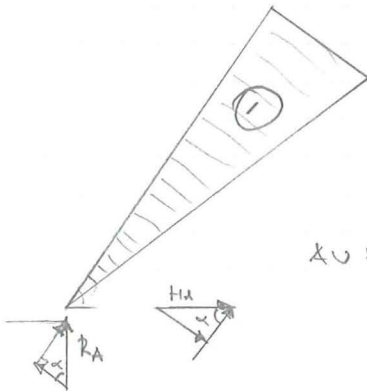
$$\overset{\curvearrowright}{A} - \frac{q}{\sin \alpha} \cdot 35 \cdot (55 + 35/2) - R_B \cdot 2 \cdot \frac{90}{\tan \alpha} = 0$$

$$- q \cdot 2537.5 / \sin \alpha - 180 R_B / \tan \alpha = 0$$

$$R_B = - 14.097 q \cdot \tan \alpha = - \frac{14.097 q}{\cos \alpha}$$

$$\uparrow R_A + R_B = 0 \Rightarrow R_A = 14.097 q / \cos \alpha$$

DEL A - C



$$\begin{cases} N_0 = R_A \cdot \sin \alpha = 14.097 q / \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 14.097 q \cdot \tan \alpha \\ M_0 = R_A \cdot \cos \alpha \cdot X_1 = 14.097 q \cdot X_1 \\ N_0^c = 14.097 q \cdot 90 / \sin \alpha = 1268.73 q / \sin \alpha \end{cases}$$

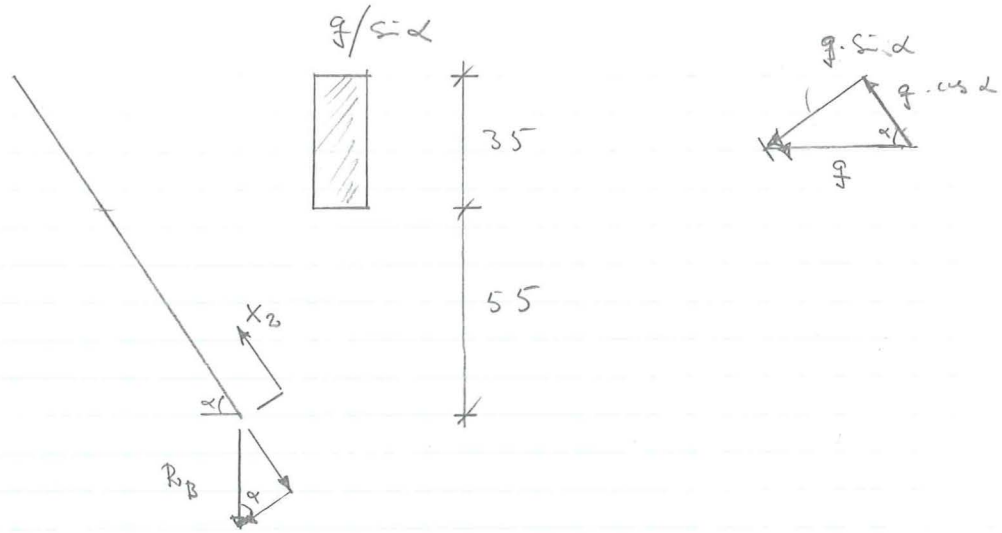
$$\begin{cases} H_A = q \cdot 35 / \sin \alpha \\ N_0 = H_A \cdot \cos \alpha \Rightarrow 35 q / \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 35 q \cdot \cot \alpha \\ M_0 = -H_A \cdot \sin \alpha \cdot X_1 = -35 q / \sin \alpha \cdot \sin \alpha \cdot X_1 = -35 q \cdot X_1 \end{cases}$$

$$\text{total } N_0 = -(14.097 q \cdot \tan \alpha + 35 q \cdot \cot \alpha) = -q (14.097 \tan \alpha + 35 \cot \alpha) \quad 1$$

$$M_0 = (14.097 - 35) q X_1 = -20.903 q X_1 \quad 2$$

$$N_0^c = -20.903 \cdot 90 q / \sin \alpha = -1881.27 q / \sin \alpha$$

DEL B-C



$$N_0 = +R_B \cdot \sin \alpha = +14.097 g \cdot \tan \alpha \quad 0 < X_2 \leq 55 / \cos \alpha \quad R$$

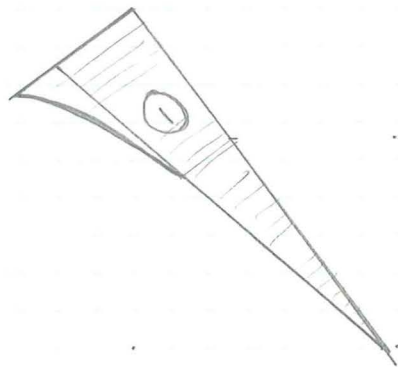
$$N_0 = +R_B \cdot \sin \alpha - q \cdot \cos \alpha (X_2 - 55 / \sin \alpha) \quad 55 / \cos \alpha \leq X_2 \leq 90 / \cos \alpha \quad R$$

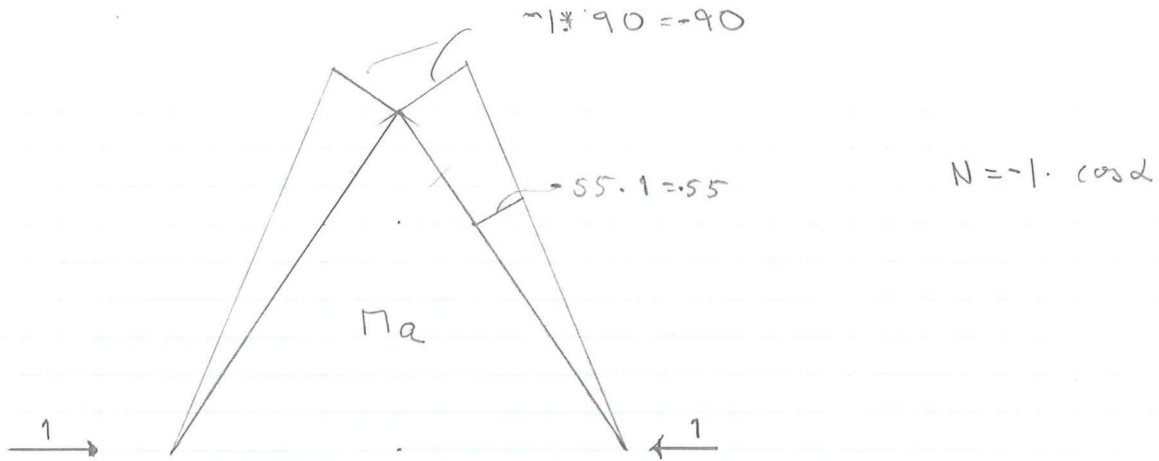
$$M_0 = -R_B \cdot \cos \alpha \cdot X_2 = -14.097 g / \cos \alpha \cdot \cos \alpha \cdot X_2 = -14.097 g X_2 \quad 0 < X_2 \leq 55 / \cos \alpha \quad R$$

$$M_0 = -14.097 g X_2 - q \cdot \sin \alpha (X_2 - 55 / \sin \alpha)^2 / 2 \quad \frac{55}{\cos \alpha} < X_2 \leq \frac{90}{\cos \alpha} \quad R$$

$$M_0^c = -14.097 g \cdot 90 / \sin \alpha - q \sin \alpha \left( \frac{90 - 55}{\sin \alpha} \right)^2 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= - \frac{(1268.73 + 612.50) g}{\sin \alpha} = - \frac{1881.23 g}{\sin \alpha} \quad \text{ok}$$





$$X = \frac{\int_L \frac{M_a M_0 dx}{EI_0}}{\int_L \frac{M_a^2 dx}{EI_0}}$$

$$\int_L \frac{M_a^2 dx}{EI_0} = 2 \cdot \frac{1}{EI_0} \cdot \frac{1}{3} \cdot 90 \cdot 90 \cdot \frac{90}{\sin \alpha} = \frac{90^3 \cdot 2}{3 \cdot EI_0 \cdot \sin \alpha} = \frac{0.486 \cdot 10^6}{EI \cdot \sin \alpha}$$

$$\int_L \frac{M_a M_0 dx}{EI_0} = \frac{1}{EI_0} \left[ \frac{1}{3} \cdot \frac{1881.279}{\sin \alpha} \cdot 90 \cdot \frac{90}{\sin \alpha} \right] + \frac{1}{EI_0} \left[ \frac{1}{3} \cdot \frac{1268.73 \cdot 55^2}{90 \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{55}{\sin \alpha} \right] +$$

$$+ \frac{1}{EI_0} \cdot \int_{\frac{55}{\sin \alpha}}^{90/\sin \alpha} \left( 14.0979 x_2^2 + 9 \cdot \sin \alpha (x_2 - 55/\sin \alpha) \right) \cdot (1 \cdot \sin \alpha \cdot x_2) dx$$

$$\int_L \frac{M_a M_0 dx}{EI_0} = \frac{1}{EI_0} \left[ 5.0794 \cdot 10^6 / \sin^2 \alpha + 0.7818 \cdot 10^6 / \sin^2 \alpha \right] +$$

$$+ \frac{1}{EI_0} \left[ \frac{14.0979}{3} x_2^3 \cdot \sin \alpha + \frac{9 \cdot x_2^4 \cdot \sin^2 \alpha}{4 \cdot 2} - \frac{9 \cdot \sin^2 \alpha \cdot 55 x_2^3}{3 \sin \alpha} + \frac{55^2 \cdot x_2^2}{2 \cdot 2} \right] \frac{90/\sin \alpha}{55/\sin \alpha}$$

$$\frac{1}{EI_0} \cdot 9 \left[ \frac{14.097 \cdot 90^3 \cdot \sin \alpha}{3 \cdot \sin^3 \alpha} + \frac{90^4 \cdot \sin^2 \alpha}{8 \cdot \sin^4 \alpha} - \frac{55 \cdot 90^3 \cdot \sin^2 \alpha}{3 \cdot \sin^4 \alpha} + \frac{55^2 \cdot 90^2}{4 \cdot \sin^2 \alpha} \right] -$$

$$- \frac{9}{EI_0} \left[ \frac{14.097 \cdot 55^3}{3 \cdot \sin^2 \alpha} + \frac{55^4}{8 \cdot \sin^2 \alpha} - \frac{55 \cdot 55^3}{3 \sin^2 \alpha} + \frac{55^2 \cdot 55^2}{4 \sin^2 \alpha} \right] = -2.288 \cdot 10^6$$

$$= \frac{1}{EI_0} \left[ \frac{3.4255 \cdot 10^6 + 3.201 \cdot 10^6 - 13.36 \cdot 10^6 + 6.1256 \cdot 10^6 - 0.7818 \cdot 10^6 - 1.143 \cdot 10^6 + 3.05 \cdot 10^6}{\sin^2 \alpha} \right]$$

$$= \frac{1}{EI_0} \cdot \frac{3.2248 \cdot 10^6}{\sin^2 \alpha}$$

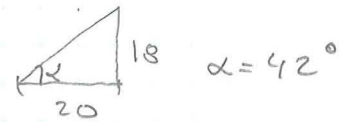
$$EI_0 = 2.1 \cdot 10^5 \cdot 201.06 = 42.222 \cdot 10^6$$



$$X = - \frac{\frac{1 \cdot 10^6 \text{ g}}{EI_0 \sin^2 \alpha} [5.0794 + 0.7818 + 3.2243]}{0.486 \cdot 10^6 / EI_0 \cdot \sin \alpha} = - \frac{18.6944 \cdot \text{g}}{\sin \alpha}$$

$$\Pi_P = \Pi_0 + X \cdot \Pi_a$$

$$\Pi_P = \Pi_0 - \frac{18.6944 \text{ g}}{\sin \alpha} \Pi_a$$



med  $\alpha = 42^\circ$  för

DEL A-C

$$M_P^C = -1881.27 \cdot \frac{\text{g}}{\sin 42} + \frac{18.6944 \text{ g} \cdot 90}{\sin 42} = - \frac{198.77}{\sin 42} = -296.65 \text{ g Nm}$$

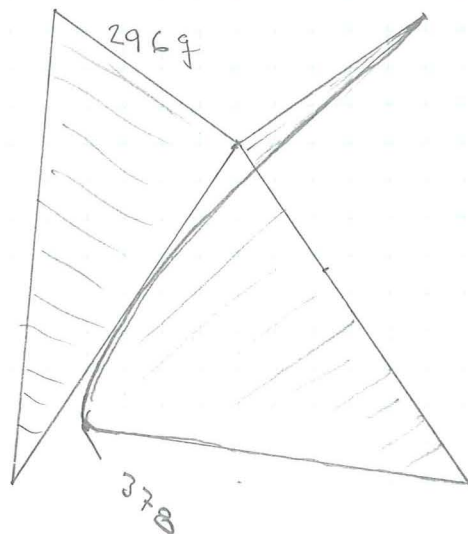
DEL B-C

$$0 \leq x_2 \leq 55 / \text{c} \cdot \alpha$$

$$\Pi_P^{55/\text{c} \cdot \alpha} = - \frac{14.097 \text{ g} \cdot 55}{\sin \alpha} - \frac{18.6944 \text{ g} \cdot (-55)}{\sin \alpha} = \frac{+252.86 \text{ g}}{\text{c} \cdot \alpha} = +377.88 \text{ g Nm}$$

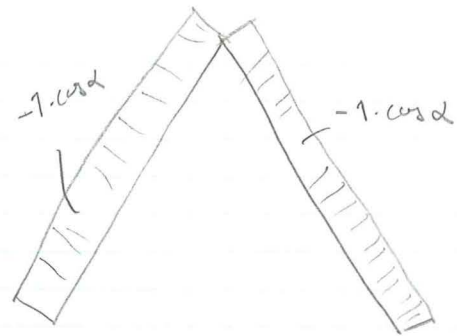
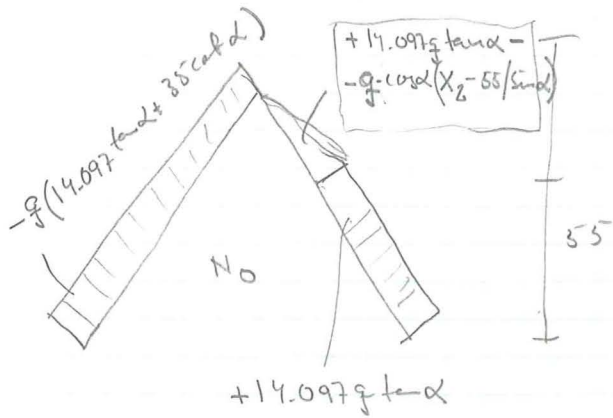
$$55 / \text{c} \cdot \alpha \leq x_2 \leq 90 / \text{c} \cdot \alpha$$

$$\Pi_P^{90/\text{c} \cdot \alpha} = - \frac{1881.27 \text{ g}}{\text{c} \cdot \alpha} - \frac{18.6944 \text{ g} \cdot (-90)}{\text{c} \cdot \alpha} = -296.65 \text{ g Nm}$$



SE ÄVEN BILAGA 4.5.10

Normaltrahing inverkan



$$\int \frac{N_a \cdot N_0 \cdot dx}{EA} = \frac{90}{\sin \alpha} \frac{-g(14.097 \cdot \tan \alpha + 35 \cdot \cot \alpha) \cdot (-1) \cdot \cos \alpha}{EA} +$$

$$+ \frac{90}{\sin \alpha} \frac{g \cdot 14.097 \cdot \tan \alpha \cdot (-1) \cdot \cos \alpha}{EA} - \int_{55/\sin \alpha}^{90/\sin \alpha} \frac{(-g) \cdot \cos \alpha (X_2 - 55/\sin \alpha) \cdot (-1) \cdot \cos \alpha}{EA} dx$$

$$= \frac{90}{EA} \cdot g \left[ 14.097 + 35 \cdot \cot^2 \alpha \right] - \frac{90}{EA} \cdot g \cdot 14.097 + \frac{g \cdot \cos^2 \alpha}{EA} \left[ \frac{X_2^2}{2} - \frac{55 X_2}{\sin \alpha} \right]_{55/\sin \alpha}^{90/\sin \alpha}$$

$$= \frac{90}{EA} \cdot g \left[ 14.097 + 35 \cot^2 \alpha - 14.097 \right] + \frac{g \cdot \cos^2 \alpha}{EA} \left[ \frac{90^2}{2 \cdot \sin^2 \alpha} - \frac{55 \cdot 90}{\sin \alpha} + \frac{55^2}{2 \sin^2 \alpha} - \frac{55^2}{\sin^2 \alpha} \right]$$

$$= \frac{g}{EA} \left[ 3150 \cdot \cot^2 \alpha - 2412.5 \cdot \cot^2 \alpha \right] = \frac{737.5 g \cdot \cot^2 \alpha}{EA}$$

$$\int \frac{N_a^2 dx}{EA} = 2 \cdot \frac{90}{\sin \alpha} \cdot (-1)^2 \cos^2 \alpha = \frac{180 \cos^2 \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\alpha = 42^\circ \Rightarrow \int \frac{N_a N_0 dx}{EA_0} = \frac{737.5 g \cdot 1.23346}{EA_0} = \frac{909.677 g}{EA_0}$$

$$\int \frac{N_a^2 dx}{EA_0} = \frac{180 \cdot 0.82534}{EA_0} = \frac{148.56}{EA_0}$$

$$E \cdot A_0 = 2.1 \cdot 10^5 \cdot 50.27 = 10.557 \cdot 10^6$$

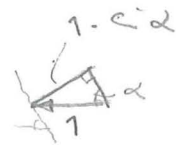
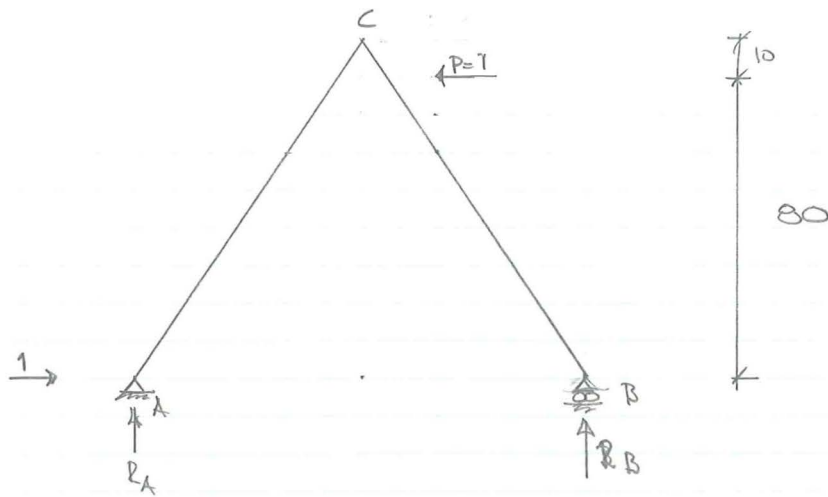
$$\int \frac{N_a N_0 dx}{EA_0} = 8.617 \cdot 10^5 g$$

$$\int \frac{N_a^2 dx}{EA_0} = 1.407 \cdot 10^5$$

$$\begin{aligned} E &= 22 \cdot 10^{10} \text{ H/m}^2 = \\ &= 22 \cdot 10^{-6} \text{ H/mm}^2 \\ &= 2.2 \cdot 10^5 \text{ H/mm}^2 \end{aligned}$$

$$X = \frac{\int \frac{N_a N_0 dx}{EI_0} + \int \frac{N_a N_0 dx}{EA}}{\int \frac{N_a^2 dx}{EI} + \int \frac{N_a^2 dx}{EA}}$$

$$X = \frac{\frac{9 \cdot 10^6 \cdot 9.0855}{42.222 \cdot 10^6 \cdot \text{Si}^2} + 8.615 \cdot 10^{-5} \text{ g}}{\frac{0.486 \cdot 10^6}{42.222 \cdot 10^6 \cdot \text{Si}^2} + 1.407 \cdot 10^{-5}} = \frac{[0.4806 + 8.615 \cdot 10^{-5}] \text{ g}}{0.017202 + 1.407 \cdot 10^{-5}} = 27.94 \text{ g}$$

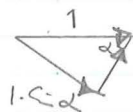
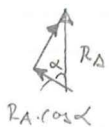


$$\sum M_A = -1 \cdot 80 - R_B \cdot 2 \cdot 90 / \tan \alpha \Rightarrow R_B = -\frac{80}{180} \cdot \tan \alpha = -\frac{4}{9} \cdot \tan \alpha$$

$$\uparrow R_A = +\frac{4}{9} \cdot \tan \alpha$$

DEL A-C

$$N = -R_A \cdot \sin \alpha + 1 \cdot \cos \alpha = -\left(\frac{4}{9} \tan \alpha \cdot \sin \alpha + \cos \alpha\right)$$



$$M_C = -1 \cdot \sin \alpha \cdot 90 / \sin \alpha + \frac{4}{9} \cdot \tan \alpha \cdot \cos \alpha \cdot 90 / \cos \alpha$$

$$M_C = -90 + \frac{4}{9} \cdot 90 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} = -90 + 40 = -50$$

Nmm

DEL B-C



$$R_B \cdot \cos \alpha = \frac{4}{9} \cdot \tan \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$0 < X_2 \leq 80 / \cos \alpha$$

$$M = +\frac{4}{9} \cdot \tan \alpha \cdot \cos \alpha \cdot X_2 = +\frac{4}{9} \cdot X_2 \cdot \cos \alpha \quad R$$

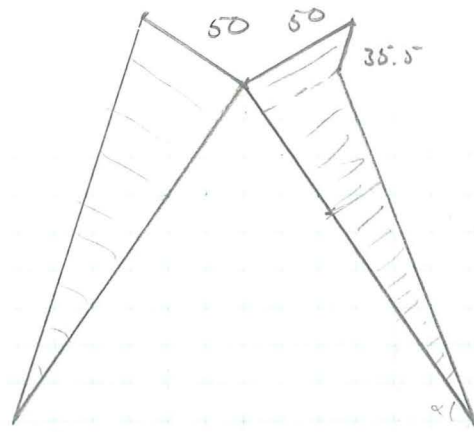
$$X_2 = \frac{80}{\cos \alpha} \Rightarrow M = -\frac{4}{9} \cdot \frac{80}{\cos \alpha} \cdot \cos \alpha = -\frac{4}{9} \cdot 80 = -35.555 \text{ Nm}$$

$$80 / \cos \alpha < X_2 \leq 90 / \cos \alpha$$

$$M = -\frac{4}{9} \cdot X_2 \cdot \cos \alpha - 1 \cdot \sin \alpha (X_2 - 80 / \cos \alpha) = -$$

$$X_2 = 90 / \cos \alpha$$

$$M = -\frac{4}{9} \cdot 90 - \cos \alpha \left(\frac{90}{\cos \alpha} - \frac{80}{\cos \alpha}\right) = -40 - 10 = -50 \text{ Nm}$$



$$c \cdot \alpha = \frac{a}{\frac{x}{2}} \Rightarrow$$

$$a = x \cdot \sin \alpha$$

$$\int \frac{\Pi_1 \Pi p dx}{EI_0} = \frac{1}{3} \cdot \frac{90}{c \cdot \alpha} \cdot 296 \cdot g \cdot 50 + \frac{1}{3} \cdot \frac{55}{c \cdot \alpha} \cdot 378 g \cdot \frac{35.5 \cdot 55}{80} +$$

$$+ \int_{\frac{55}{c \cdot \alpha}}^{\frac{90}{c \cdot \alpha}} \left[ -14.097 g X_2 + g \cdot c \cdot \alpha \left( X_2 - \frac{55}{c \cdot \alpha} \right)^2 / 2 - \frac{18.6944 \cdot g \cdot (-X_2) \cdot c \cdot \alpha}{c \cdot \alpha} \cdot \left( -\frac{4}{9} \cdot X_2 \cdot c \cdot \alpha \right) \right] dx$$

$$\left[ \frac{4g \sin \alpha}{9} \left[ 14.097 X_2^2 + \sin \alpha \left[ \frac{X_2^3}{2} - \frac{2 \cdot 55 \cdot X_2^2}{2 \cdot \sin \alpha} + \frac{55^2 \cdot X_2}{2 \cdot \sin^2 \alpha} \right] - 18.6944 X_2^2 \right] \right]_{\frac{55}{c \cdot \alpha}}^{\frac{90}{c \cdot \alpha}}$$

$$= \frac{4g \sin \alpha}{9} \left[ \frac{14.097 X_2^3}{3} + \sin \alpha \left[ \frac{X^4}{2 \cdot 4} - \frac{55 X^3}{3 \sin \alpha} + \frac{55^2 \cdot X^2}{4 \cdot \sin^2 \alpha} \right] - \frac{18.6944 \cdot X^3}{3} \right]_{\frac{55}{c \cdot \alpha}}^{\frac{90}{c \cdot \alpha}}$$

$$= \frac{4g \sin \alpha}{9} \left[ \frac{-1.1171 \cdot 10^6}{\sin^3 \alpha} + \sin \alpha \left[ \frac{8.201 \cdot 10^6}{\sin^4 \alpha} - \frac{13.366 \cdot 10^6}{\sin^3 \alpha} + \frac{6.125 \cdot 10^6}{\sin^4 \alpha} \right] \right]$$

$$- \left[ \frac{-0.255 \cdot 10^6}{\sin^3 \alpha} + \sin \alpha \left[ \frac{1.1439 \cdot 10^6}{\sin^4 \alpha} - \frac{3.650 \cdot 10^6}{\sin^3 \alpha} + \frac{2.288 \cdot 10^6}{\sin^4 \alpha} \right] \right] = -\frac{0.284 \cdot 4 g \cdot 10^6}{9 \cdot \sin^2 \alpha}$$

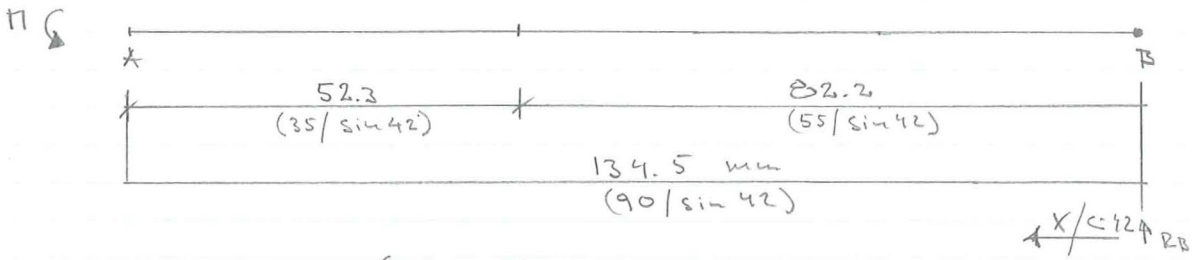
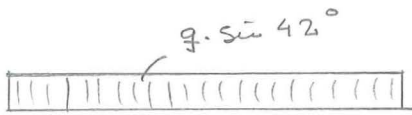
$$\int \frac{\Pi_1 \Pi p dx}{EI_0} = \frac{0.663 \cdot 10^6 g}{EI_0} + \frac{0.2527 \cdot 10^6 g}{EI_0} + \frac{0.2819 \cdot 10^6 g}{EI_0} = \frac{1.1976 \cdot g \cdot 10^6}{EI_0} ?$$

$$\delta v = \frac{1.1976 \cdot g \cdot 10^6}{EI_0} = \frac{1.1976 g \cdot 10^6}{2.1 \cdot 10^8 \cdot 201} = 2.837 \cdot 10^{-2} g = 0.02837 g \text{ mm}$$

$$g = \frac{P \cdot c \cdot \alpha}{35} \Rightarrow \frac{P \cdot \sin \alpha}{35} = 0.01911 P$$

$$P = 1 \Rightarrow \delta v = 0.02837 \cdot 0.01911 = 0.000542 \text{ mm}$$

$$P = k \cdot \delta \Rightarrow k = \frac{1}{0.0005422} = 1844 \text{ N/mm}$$



$$M = -296.65 q \text{ (N mm)}$$

$$\sum \overset{\curvearrowright}{M} = q \cdot \sin 42 \cdot (35/\sin 42)^2 \cdot 0.5 - 296.65 q - R_B \cdot 90/\sin 42 = 0$$

$$\frac{q \cdot 612.5}{\sin 42} - \frac{198.77 q}{\sin 42} - \frac{90 R_B}{\sin 42} = 0$$

$$R_B = \frac{q(612.5 - 198.77)}{90} = 413.73/90 q = 4.597 q$$

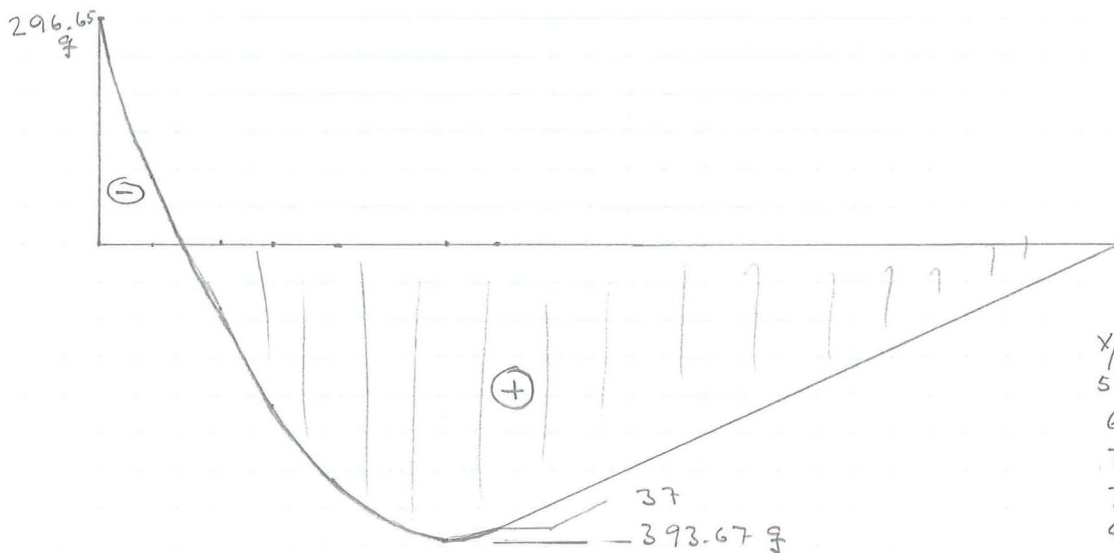
$$\sum \overset{\curvearrowright}{M}_x = 0 \Rightarrow 4.597 q \cdot x - q \cdot \sin 42 \cdot \left( \frac{x}{\sin 42} - \frac{55}{\sin 42} \right)^2 / 2 = 0$$

$$4.597 q - q(x - 55) = 0 \Rightarrow$$

$$x = 59.597 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$M_{\text{max fall}} = 4.597 q \cdot 59.60/\sin 42 - q \cdot \sin 42 \cdot (4.597)^2 / \sin^2 42 / 2 =$$

$$-11 - = 263.41/\sin 42 q = \underline{393.67 q}$$



$x/\sin 42$	$M$
59.60	393.6
65	371.8
70	312.8
75	216.7
80	82
82	18.6
83	-15.6
85	-88.6
87	-167.5
90	-297.1

$P = k \cdot \delta \Rightarrow k = 15336$

$P = 1 \Rightarrow \delta v = 0.01911 \cdot 3.412 \cdot 10^{-3} = 6.52 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

$q = \frac{P \cdot s \cdot \alpha}{35} \Rightarrow \frac{P \cdot s \cdot 42}{35} = 0.01911 P$

$= \frac{1.44 \cdot 10^5 q}{2.1 \cdot 10^5 \cdot 201} = 3.412 q \cdot 10^{-3}$

$\delta v = \int \eta_1 \eta_2 p dx = \frac{EI}{q} [6.64 - 2.53 - 3.35 + 0.68] \cdot 10^5 = \frac{EI}{q}$

$q \cdot s \cdot \alpha = 1.01 \cdot 10^5 = 0.68 \cdot 10^5 q$

numerisch integrieren

④  $\int q \cdot s \cdot \alpha \cdot \left[ \int \left( -14.097 X - \frac{11}{55} \alpha \cdot 0.5 X^2 - \frac{55 X \cdot 2}{2} + \frac{55^2 X^2}{2} + 18.6944 X \right) \cdot \left[ -\frac{9}{4} X_2 - (X_2 - \frac{80}{80}) \right] \right] dx$

$= \frac{q}{4} \cdot s \cdot \alpha \cdot (-1.126 \cdot 10^5) = -0.335 \cdot 10^5 q = -3.35 \cdot 10^5 q$

$\left[ \frac{q}{4} \cdot s \cdot \alpha \cdot \left[ 8.03 \cdot 10^5 + 1.93 \cdot 10^5 - 10.65 \cdot 10^5 - 2.609 \cdot 10^5 - 1.27 \cdot 10^5 + 3.46 \cdot 10^5 \right] \right]$

$+ \frac{q}{4} \cdot s \cdot \alpha \cdot \left[ \frac{14.097 X^3}{3} + 0.5 \cdot s \cdot \alpha \cdot \left( \frac{X^4}{4} - \frac{110 X^3}{3} + \frac{55 X^2}{2} \right) - 18.6944 X^3 \right] \frac{80}{s \cdot \alpha}$

③  $\left( \frac{14.097 X^2}{2} + 0.5 \cdot s \cdot \alpha \cdot \left( X^3 - \frac{2 \cdot 55 X^2}{2} + \frac{55^2 X^2}{2} \right) - 18.6944 \cdot X^2 \right) dx$

②  $= -1.69 \cdot 10^5 q / s \cdot \alpha = -2.53 \cdot 10^5 q$

①  $= 6.64 \cdot 10^5 / s \cdot \alpha = 6.64 \cdot 10^5 q$

④  $\left\{ \int \left[ (-14.097 q X_2 - q \cdot s \cdot \alpha (X_2 - 55 / s \cdot \alpha)^2 \cdot 0.5) - 18.6944 q \right] \cdot \left[ -\frac{9}{4} \cdot s \cdot \alpha \cdot X_2 \right] + \int \left[ (-14.097 q X_2 - q \cdot s \cdot \alpha (X_2 - 55 / s \cdot \alpha)^2 \cdot 0.5) - 18.6944 q \right] \cdot \left[ -\frac{9}{4} \cdot s \cdot \alpha \cdot X_2 \right] dx \right\}$

③  $\left\{ \int \left[ (-14.097 q X_2 - q \cdot s \cdot \alpha (X_2 - 55 / s \cdot \alpha)^2 \cdot 0.5) - 18.6944 q \right] \cdot \left[ -\frac{9}{4} \cdot s \cdot \alpha \cdot X_2 \right] dx \right\}$

$EI_0 \cdot \int \eta_1 \eta_2 p dx = \frac{1}{3} \cdot \frac{90}{s \cdot \alpha} \cdot (-296 q) \cdot (-50) + \frac{1}{3} \cdot \frac{55}{s \cdot \alpha} \cdot (377.9 q) \cdot (-35.5 \cdot 55)$

Kontrolle au TB-06-08-6

Normalkrafter i verk

$$EA * \int \frac{N_1 \cdot N_p dx}{EA} =$$

$$\int_0^{90/c^\circ} \left[ -q \left( 14.097 \cdot \tan \alpha + 35 / \tan \alpha \right) - \frac{18.6944 q}{\sin \alpha} (-\cos \alpha) \right] \cdot \left[ -\left( \frac{4}{9} \tan \alpha \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \right) \right] dx$$

$$= q \left( -(51.56 + 20.76) (-1.01) \right) \cdot \left[ X \right]_0^{90/c^\circ} = 9.824 \cdot 10^3 q$$

$$\int_0^{55/c^\circ} \left[ +q \cdot 14.097 \cdot \tan \alpha - \frac{18.6944 q}{\sin \alpha} (-\cos \alpha) \right] * \left[ \frac{4}{9} \tan \alpha \cdot \cos \alpha \right] dx$$

$$= q \left( 12.69 + 20.76 \right) \left( 0.2973 \right) \left[ X \right]_0^{55/c^\circ} = 817.6 q = 0.818 q \cdot 10^3$$

$$\int_{55}^{90/c^\circ} q \left[ \overset{\textcircled{10}}{14.097 \cdot \tan \alpha} - \overset{\textcircled{11}}{\cos \alpha \cdot \left( X_2 - \frac{55}{\sin \alpha} \right)} - \frac{18.6944}{\sin \alpha} (-\cos \alpha) \right] * \left( -\frac{4}{9} \tan \alpha \cdot \cos \alpha \right) dx$$

$$q * (-218) = -0.218 \cdot 10^3 q$$

$$\frac{1}{EA} \int N_1 N_p dx = \frac{q \cdot 10^3}{EA} [9.82 + 0.82 - 0.22] = \frac{10.42 \cdot 10^3 q}{EA}$$

$$\frac{10.42 \cdot 10^3 q}{2.1 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 0.27} = 9.87 \cdot 10^{-4} q$$

$$P=1 \Rightarrow \delta = 0.01911 \cdot 9.87 \cdot 10^{-4} = 1.886 \cdot 10^{-5} \text{ mm}$$

$$k = 53.015$$

$$\delta_{tot} = 1.886 \cdot 10^{-5} + 6.52 \cdot 10^{-5} = 8.406 \cdot 10^{-5} \text{ mm}$$

$$\underline{k_{res} = 11.896} \quad \text{för stål tråda}$$



$$\frac{1}{k} = \frac{1}{2720} + \frac{1}{11896} \Rightarrow k = 2213 \text{ N/mm}$$

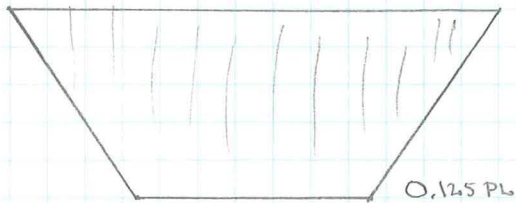
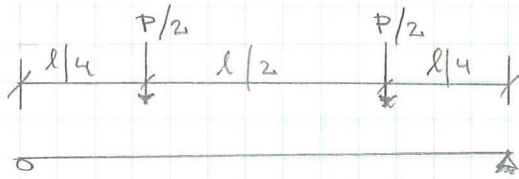
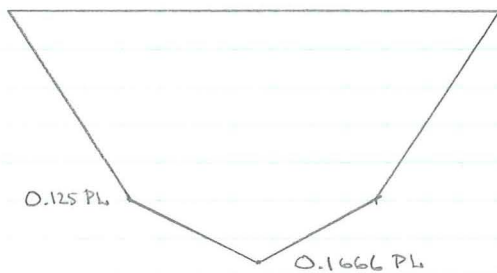
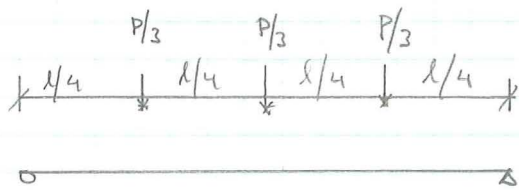
$$\frac{K \cdot b}{EA} = \frac{k}{dEA} \Rightarrow K = \frac{k \cdot d}{b} = \frac{2213}{200 \cdot 44} = 0.2514 \text{ N/mm}^3$$

hasil

$$C = \frac{2213 \cdot 1}{200} = 11.065 \text{ N/mm}^2$$

$$= 11.065 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 =$$

$$C = \frac{11.065 \cdot 10^6}{2} = 5.53 \cdot 10^6 = \boxed{0.55 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2}$$

MOMENTDIAGRAM FÖR OLIKA ANTAL PUNKTLASTER2 Punktlaster i 1/4-dels punkterna3 Punktlaster i 1/4-dels & mittpunkternaMoment för jämt utbredd last

$$M = q \cdot l/2 \cdot x - \frac{q}{2} x^2 \quad P = q \cdot l$$

$$x = 0.1 l \Rightarrow M = 0.045 q l^2 = 0.045 P l$$

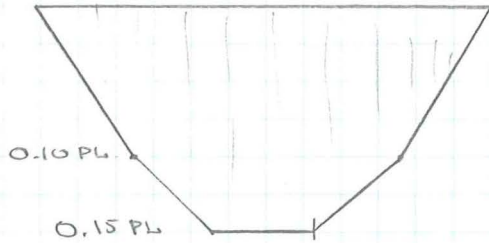
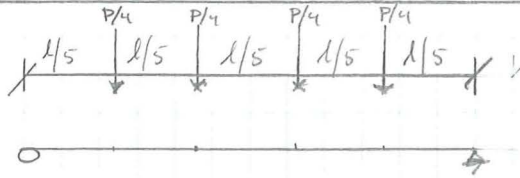
$$x = 0.2 l \Rightarrow M = 0.080 q l^2 = 0.080 P l$$

$$x = 0.3 l \Rightarrow M = 0.105 q l^2 = 0.105 P l$$

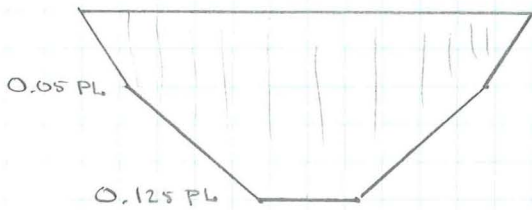
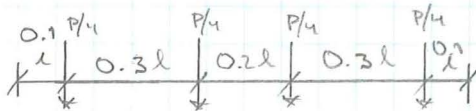
$$x = 0.4 l \Rightarrow M = 0.120 q l^2 = 0.120 P l$$

$$x = 0.5 l \Rightarrow M = 0.125 q l^2 = 0.125 P l$$

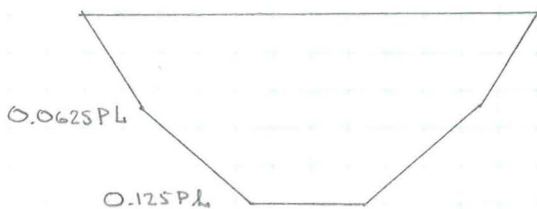
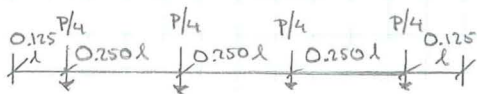
### 4 Punktlaster i 1/5-dels punkterna



### 4 Punktlaster i 1/10-delspunkt 4/10-delspunkt



### 4 Punktlaster i 0.125-dels och 0.375-dels punkterna



PRAKTISKA LÅNGTIDSFÖRSÖK

Följande spännvidder användes 2,4 m, 3,6 m & 4,2 m.

Lasten sättes till 100 kN/m<sup>2</sup> bjälklagsyta vilket ungefär motsvarar Egenvikt + vilande vanligt last.

c/c - avstånd för balkar = 0,60 m

A. 2,4 meters spännvidd

Momentdiagram för jämt utbredd last och

(A1) punktlasten i 1/10-dels och 4/10-dels punkterna

(A3) Punktlasten i 0,125-dels och 0,375-dels punkterna, se ritning A

$$P = 100 \cdot 0,60 \cdot 2,4 = 1,44 \text{ kN} = 144 \text{ kp} \quad P/2 = 72 \text{ kp} \quad P/4 = 36 \text{ kp}$$

$$M_{0,1l} = 15,55 \text{ kpm}$$

$$M_{0,2l} = 27,648 \text{ kpm}$$

$$M_{0,3l} = 36,288 \text{ kpm}$$

$$M_{0,4l} = 41,472 \text{ kpm}$$

$$M_{0,5l} = 43,200 \text{ kpm}$$

Jämt  
utbredd  
last

$$M_{0,1l} = 17,28 \text{ kpm}$$

$$M_{0,4l} = 43,200 \text{ kpm}$$

Moment för A1

$$M_{0,1l} = 17,28 \text{ kpm}$$

$$M_{0,4l} = 43,20 \text{ kpm}$$

Moment för A3

$$M_{0,125l} = 21,60 \text{ kpm}$$

$$0,125l = 0,300 \text{ m}$$

$$M_{0,375l} = 43,20 \text{ kpm}$$

$$0,375l = 0,900 \text{ m}$$

Enligt ritning A ligger kurva A3 utanför momentkurvan för den jämt utbredda lasten  
Välj A3.

B. 3.6 meters spännvidd

Momentdiagram för jämt utbredd last och

(B1) punktlaster i  $1/10$ -dels och  $4/10$ -dels punkterna

(B2) punktlaster i  $1/4$ -dels punkterna

(B3) punktlaster i  $0.125$ -dels och  $0.375$ -dels punkterna, se ritning B

$$P = 1.00 \cdot 0.60 \cdot 3.6 = 2.16 \text{ kN} = 216 \text{ kp}$$

$$P/4 = 0.54 \text{ kN} = 54 \text{ kp}$$

$$P/2 = 1.08 \text{ kN} = 108 \text{ kp}$$

Moment för jämt utbredd last

$$M_{0.1l} = 34.99 \text{ kpm}$$

$$M_{0.2l} = 62.21 \text{ --}$$

$$M_{0.3l} = 81.65 \text{ --}$$

$$M_{0.4l} = 93.31 \text{ --}$$

$$M_{0.5l} = 97.20 \text{ --}$$

Moment för B1

$$M_{0.1l} = 38.88$$

$$M_{0.4l} = 97.20$$

Moment för B2

$$M_{0.25l} = 97.20$$

Moment för B3

$$M_{0.125l} = 48.60$$

$$0.125l = 0.450$$

$$M_{0.375l} = 97.20$$

$$0.375l = 1.350$$

Enligt ritning B ligger kurva B2 och B3 utanför momentkurvan för den jämnt utbredda lasten.

Välj B3 ty den ansluter bäst till den för jämt utbredd last.

C. 4.2 meters spännvidd

Momentdiagram för jämt utbredd last och

- (1) punktlast i  $1/10$ -dels och  $4/10$ -dels punkterna,  
 (2) punktlast i  $1/4$ -dels punkterna  
 (3) punktlast i  $0.125$ -dels och  $0.375$ -dels punkterna, se ritning C

$$P = 1.00 \cdot 0.60 \cdot 4.2 = 2.52 \text{ kN} = 252 \text{ kp}$$

$$P/4 = 0.63 \text{ kN} = 63 \text{ kp}$$

$$P/2 = 1.26 \text{ kN} = 126 \text{ kp}$$

Moment för jämt utbredd last

$$M_{0.1l} = 47.63 \text{ kpm}$$

$$M_{0.2l} = 84.67 \text{ kpm}$$

$$M_{0.3l} = 111.13 \text{ kpm}$$

$$M_{0.4l} = 127.01 \text{ kpm}$$

$$M_{0.5l} = 132.30 \text{ kpm}$$

Moment för C1

$$M_{0.1l} = 52.92 \text{ kpm}$$

$$M_{0.4l} = 132.30 \text{ kpm}$$

Moment för C2

$$M_{0.25l} = 132.30 \text{ kpm}$$

Moment för C3

$$M_{0.125l} = 66.15 \text{ kpm} \quad 0.125 \cdot l = 0.525$$

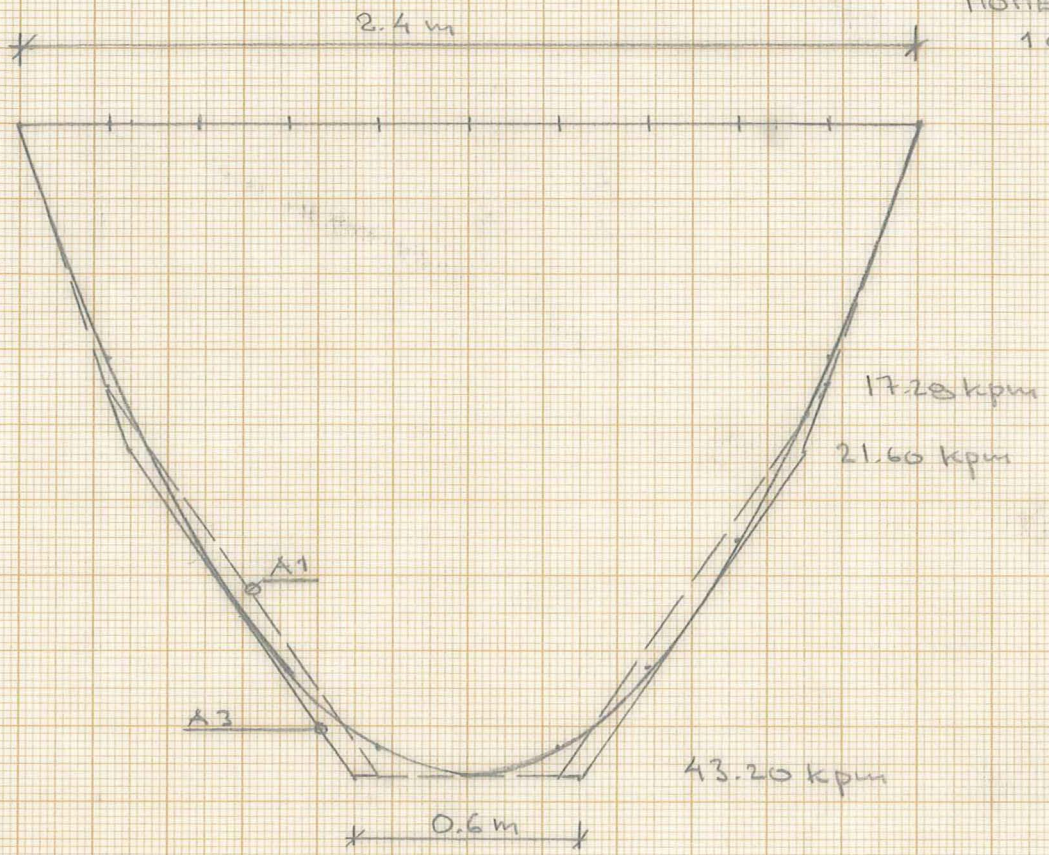
$$M_{0.375l} = 132.30 \text{ kpm} \quad 0.375 \cdot l = 1.575$$

Enligt ritning C ligger kurva C2 o C3 utan för

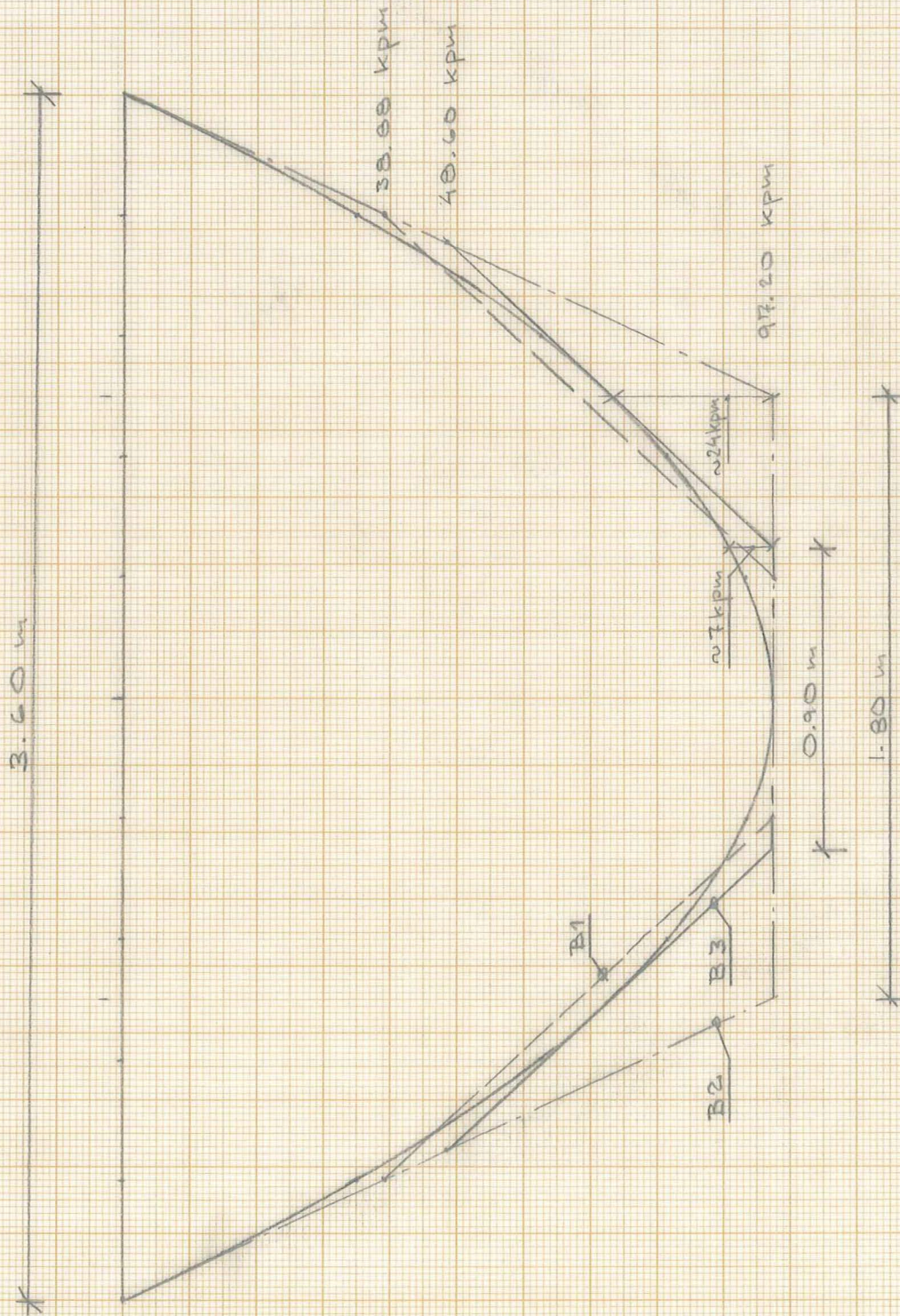
momentkurvan för den jämt utbredda lasten

Välj C3 ty den ansluter bäst till den för jämt utbredd last.

SKALOR  
LÅNGD 1:20  
MOMENT  
1 CM = 5 kpm



SKALOR  
LÅNGD 1:20  
MOMENT  
1001 = 10 kpm

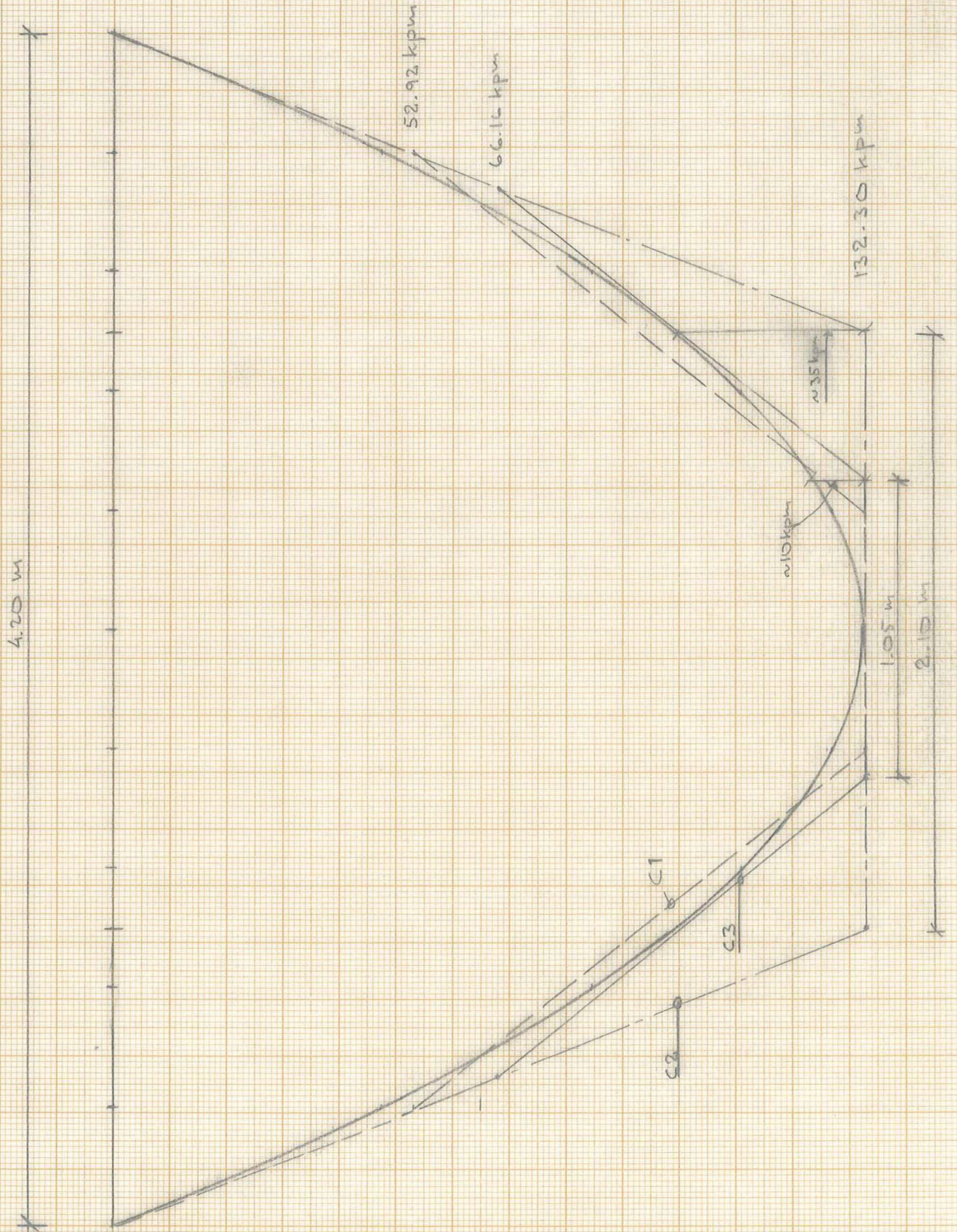




SKALOR

LÅNGD 1:20

MOMENT 1CM = 10kpm



BALK 15

L = 2400

BILAGA 5.3.1

PÅLASTNING

78-01-30

KL 16 46

TID		AVLÄSN.	$\Delta$ nedböjn.	$\Sigma$ nedböjn.	$\Sigma$ nedböjn.	$\emptyset = \frac{\text{kryp def.}}{\text{mom. def.}}$	
min	tim	dygn	mm	mm	mm		
0	obelastad		31.49		-1,84	0	
0	belastad		33.33	1,84	0	1,84	
5	0,08		33.39	0,06	0,06	1,90	
10	0,17		33.39	0,00	0,06	1,90	
15	0,25		33.40	0,01	0,07	1,91	
20	0,33		33.40	0,00	0,07	1,91	
25	0,42		33.42	0,02	0,09	1,93	
30	0,50		33.42	0,00	0,09	1,93	
35	0,58		33.42	0,00	0,09	1,93	
45	0,75		33.42	0,00	0,09	1,93	
60	1,00		33.42	0,01	0,09	1,93	
75	1,25		33.43	0,01	0,10	1,94	
90	1,50		33.44	0,01	0,11	1,95	
105	1,75		33.44	0,00	0,11	1,95	
120	2		33.44	0,00	0,11	1,95	
	16	0,67	33.53	0,09	0,20	2,04	0,11
	17	0,71	33.54	0,01	0,21	2,05	0,11
	19	0,79	33.55	0,01	0,22	2,06	0,12
	24	1,00	33.57	0,02	0,24	2,08	0,13
	41	1,71	33.61	0,04	0,28	2,12	0,15
	50	2,08	33.63	0,02	0,30	2,14	0,16
	66	2,75	33.66	0,03	0,33	2,17	0,18
	73	3,04	33.68	0,02	0,35	2,19	0,19
	88	3,67	33.70	0,02	0,37	2,21	0,20
				0,01			

0.61	2.97	1.13	0.10	34.46	121	2901
0.56	2.87	1.03	0.06	34.36	112	2685
0.53	2.81	0.97	0	34.30	103	2469
0.53	2.81	0.97	0	34.30	99	2373
0.53	2.81	0.97	0	34.30	92	2200
0.53	2.81	0.97	0.05	34.30	88	2105
0.50	2.76	0.92	0	34.25	77	1839
0.50	2.76	0.92	0	34.25	67	1606
0.50	2.76	0.92	0	34.25	63	1507
0.50	2.76	0.92	0.04	34.25	60	1439
0.48	2.72	0.88	0.04	34.21	58	1383
0.46	2.68	0.84	0.00	34.17	51	1220
0.46	2.68	0.84	0.04	34.17	46	1102
0.43	2.64	0.80	0.02	34.13	41	977
0.42	2.62	0.78	0.05	34.11	35	832
0.40	2.57	0.73	0.09	34.06	29	687
0.35	2.48	0.64	0.03	33.97	22	523
0.33	2.45	0.61	0.01	33.94	18	430
0.33	2.44	0.60	0.09	33.93	14	333
0.28	2.35	0.51	0.01	33.84	10	240
0.27	2.34	0.50	0.01	33.83	9	215
0.27	2.33	0.49	0.00	33.82	8	193
0.27	2.33	0.49	0.01	33.82	7.75	186
0.26	2.32	0.48	0.01	33.81	7.04	169
0.26	2.31	0.47	0.05	33.80	6.67	160
0.23	2.26	0.42	0.04	33.75	5.08	122
0.21	2.22	0.38	0.04	33.71	3.92	94

BALK 13

L=3600

PÅLASTNING

78-01-30

KL 16.46

TID		AVLÄSN.	$\Delta$ nedböjn.	$\Sigma$ nedböjn	$\Sigma$ nedböjn.	$\emptyset =$ $\frac{\text{kryp.def.}}{\text{mom.def.}}$	
min.	tim.	dygn	mm	mm	mm		
0		obelastad	49.02		-6,67	0	
0		belastad	05.69	6,67	0	6,67	
5		0,08	05.86	0,17	0,17	6,84	
10		0,17	05.89	0,03	0,20	6,87	
15		0,25	05.92	0,03	0,23	6,90	
20		0,33	05.94	0,02	0,25	6,92	
25		0,42	05.96	0,02	0,27	6,94	
30		0,50	05.98	0,02	0,29	6,96	
35		0,58	05.98	0,00	0,29	6,96	
45		0,75	06.00	0,02	0,31	6,98	
60		1,00	06.03	0,03	0,34	7,01	
75		1,25	06.04	0,01	0,35	7,02	
90		1,50	06.06	0,02	0,37	7,04	
105		1,75	06.08	0,02	0,39	7,06	
120		2	06.09	0,01	0,40	7,07	
	16	0,67	06.37	0,28	0,68	7,35	0,10
	17	0,71	06.38	0,01	0,69	7,36	0,10
	19	0,79	06.40	0,02	0,71	7,38	0,11
	24	1,00	06.45	0,05	0,76	7,43	0,11
	41	1,71	06.59	0,14	0,90	7,57	0,13
	50	2,08	06.66	0,07	0,97	7,64	0,15
	66	2,75	06.76	0,10	1,07	7,74	0,16
	73	3,04	06.82	0,06	1,13	7,80	0,17
	88	3,67	06.90	0,08	1,21	7,88	0,18
				0,03			145

2901 121  
 2685 112  
 2469 103  
 2273 99  
 2200 92  
 2105 88  
 1839 77  
 1606 67  
 1507 63  
 1439 60  
 1383 58  
 1220 51  
 1102 46  
 977 41  
 832 35  
 687 29  
 523 22  
 430 18  
 333 14  
 240 10  
 215 9  
 193 8  
 186 7.75  
 169 7.04  
 160 6.67  
 122 5.08  
 94 3.92

09.70  
 09.52  
 09.33  
 09.32  
 09.32  
 09.32  
 09.13  
 09.07  
 09.07  
 09.04  
 08.98  
 08.82  
 08.78  
 08.68  
 08.57  
 08.40  
 08.09  
 07.89  
 07.72  
 07.42  
 07.33  
 07.27  
 07.24  
 07.21  
 07.20  
 07.07  
 06.93

0.18  
 0.19  
 0.01  
 0  
 0  
 0.19  
 0.06  
 0  
 0.03  
 0.06  
 0.16  
 0.04  
 0.10  
 0.11  
 0.17  
 0.31  
 0.20  
 0.17  
 0.30  
 0.09  
 0.06  
 0.03  
 0.03  
 0.01  
 0.13  
 0.14

4.01  
 3.83  
 3.64  
 3.63  
 3.63  
 3.63  
 3.44  
 3.38  
 3.38  
 3.35  
 3.29  
 3.13  
 3.09  
 2.99  
 2.88  
 2.71  
 2.40  
 2.20  
 2.03  
 1.73  
 1.64  
 1.58  
 1.55  
 1.52  
 1.51  
 1.38  
 1.24

10.68  
 10.50  
 10.31  
 10.30  
 10.30  
 10.30  
 10.11  
 10.05  
 10.05  
 10.02  
 9.96  
 9.80  
 9.76  
 9.66  
 9.55  
 9.38  
 9.07  
 8.87  
 8.70  
 8.40  
 8.31  
 8.25  
 8.22  
 8.19  
 8.18  
 8.05  
 7.91

0.60  
 0.57  
 0.55  
 0.54  
 0.54  
 0.54  
 0.52  
 0.51  
 0.51  
 0.50  
 0.49  
 0.47  
 0.46  
 0.45  
 0.43  
 0.41  
 0.36  
 0.33  
 0.30  
 0.26  
 0.25  
 0.24  
 0.23  
 0.23  
 0.23  
 0.21  
 0.19

BALK 14

L = 4200

PÅLASTNING

78-01-30

KL 16.46

TID			AVLÄSN.	$\Delta$ nedböjn	$\Sigma$ nedböjn.	$\Sigma$ nedböjn.	$\phi = \frac{\text{kryp. def}}{\text{mom. def}}$
min	tim	dygn	mm	mm	mm	mm	
0	obelastad		42,01		-9,89	0	
0	belastad		01,90	9,89	0	9,89	
5	0,08		02,11	0,21	0,21	10,10	
10	0,17		02,16	0,05	0,26	10,15	
15	0,25		02,20	0,04	0,30	10,19	
20	0,33		02,23	0,03	0,33	10,22	
25	0,42		02,25	0,02	0,35	10,24	
30	0,50		02,28	0,03	0,38	10,27	
35	0,58		02,30	0,02	0,40	10,29	
45	0,75		02,32	0,02	0,42	10,31	
60	1,0		02,37	0,05	0,47	10,36	
75	1,25		02,40	0,03	0,50	10,39	
90	1,5		02,43	0,03	0,53	10,42	
105	1,75		02,45	0,02	0,55	10,44	
120	2		02,47	0,02	0,57	10,46	
	16	0,67	02,95	0,48	1,05	10,94	0,11
	17	0,71	02,97	0,02	1,07	10,96	0,11
	19	0,79	03,01	0,04	1,11	11,00	0,11
	24	1,00	03,14	0,13	1,24	11,13	0,13
	41	1,71	03,43	0,29	1,53	11,42	0,15
	50	2,08	03,58	0,15	1,68	11,57	0,17
	66	2,75	03,77	0,19	1,87	11,76	0,19
	73	3,04	03,85	0,08	1,95	11,84	0,20
	88	3,67	03,99	0,14	2,09	11,98	0,21
				0,07			

						balk 14
94	3,92	04.06		2,16	12,05	0,22
122	5,08	04.27	0,21	2,37	12,26	0,24
160	6,67	04.48	0,21	2,58	12,47	0,26
169	7,04	04.56	0,08	2,66	12,55	0,27
186	7,75	04.67	0,11	2,77	12,66	0,28
193	8	04.74	0,07	2,84	12,73	0,29
215	9	04.93	0,19	3,03	12,92	0,31
240	10	05,16	0,23	3,26	13,15	0,33
333	14	05,46	0,30	3,56	13,45	0,36
430	18	05,95	0,49	4,05	13,94	0,41
523	22	06,20	0,25	4,30	14,19	0,43
687	29	06,48	0,28	4,58	14,47	0,46
832	35	06,57	0,09	4,67	14,56	0,47
977	41	06,73	0,16	4,83	14,72	0,49
1102	46	06,80	0,07	4,90	14,79	0,50
1220	51	(07,15)*				
1383	58	(07,10)*	(0,30)	(5,20)	(15,09)	(0,53)
1439	60	07,00		5,10	14,99	0,52
1507	63	07,06	0,06	5,16	15,05	0,52
1606	67	07,27	0,21	5,37	15,26	0,54
1839	77	07,34	0,07	5,44	15,33	0,55
2105	88	07,55	0,21	5,65	15,54	0,57
2200	92	07,61	0,06	5,71	15,60	0,58
2373	99	07,80	0,19	5,90	15,79	0,60
2469	103	07,84	0,04	5,94	15,83	0,60
2685	112	(07,75)*				
2901	121	(07,75)*				

\* YHrc starning ?

WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENTTJOCKLEK  $h = 120$  MM

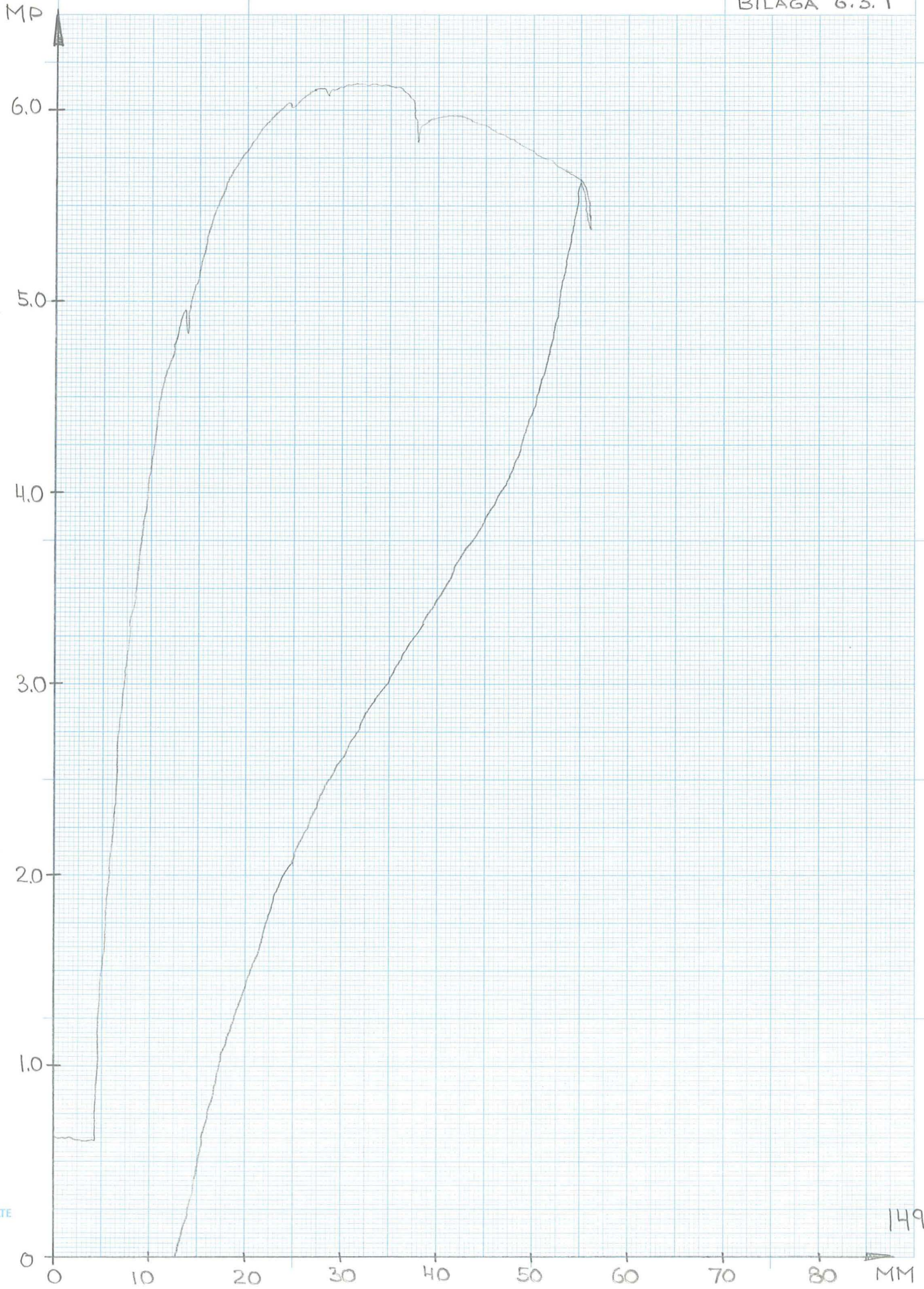
HORISONTALLAST 100 KP

78-04-14

ELEM. V1

LTH BT II

BILAGA 6.3.1



SIS 73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE 4411



WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENTTJOCKLEK h=120 MM

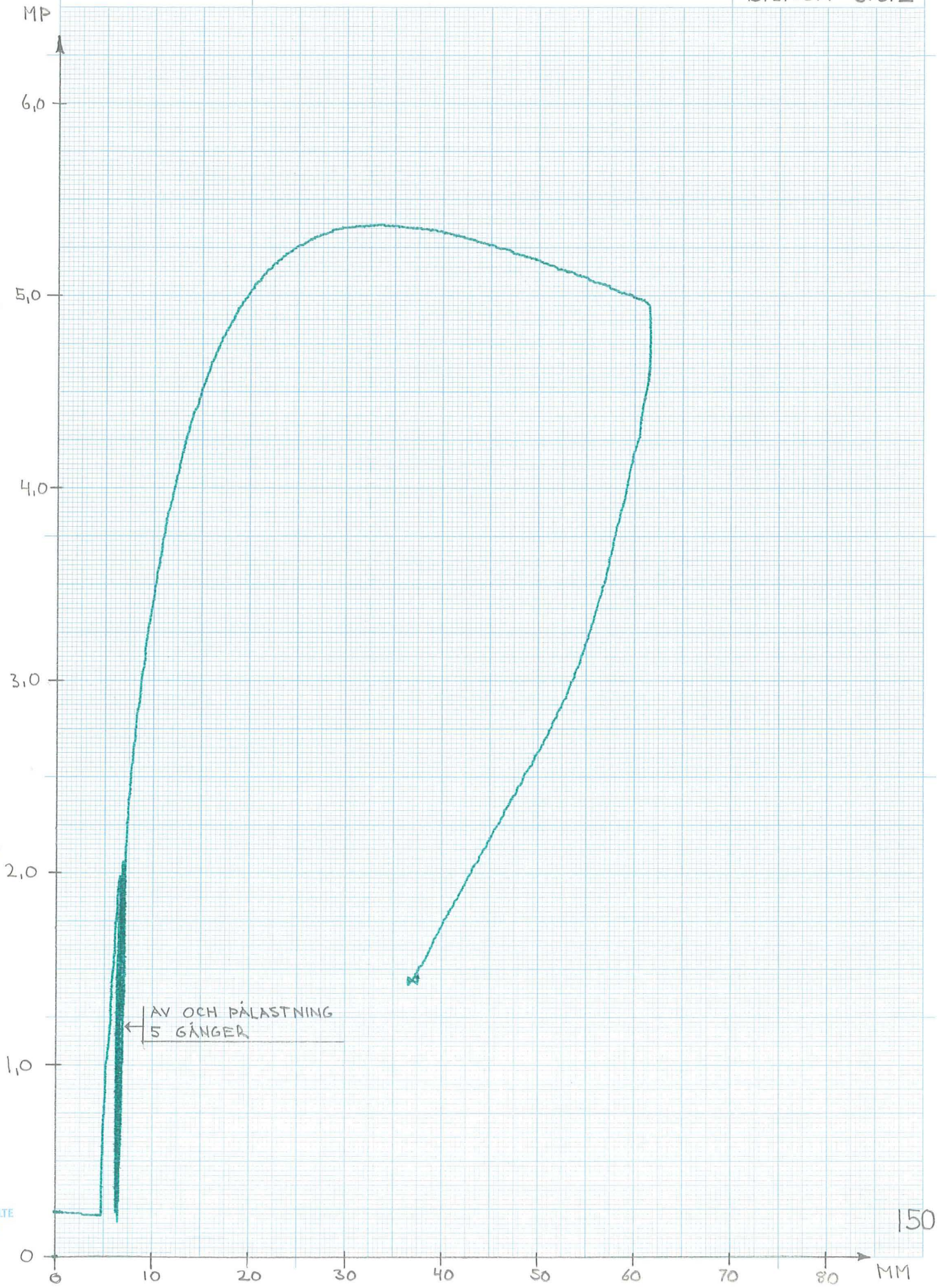
HORISONTALLAST 100 KP

78-04-15

ELEM. V3

LTH BT II

BILAGA 6.3.2



73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE  
4441

WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENTTJÖCKLEK h=120 MM

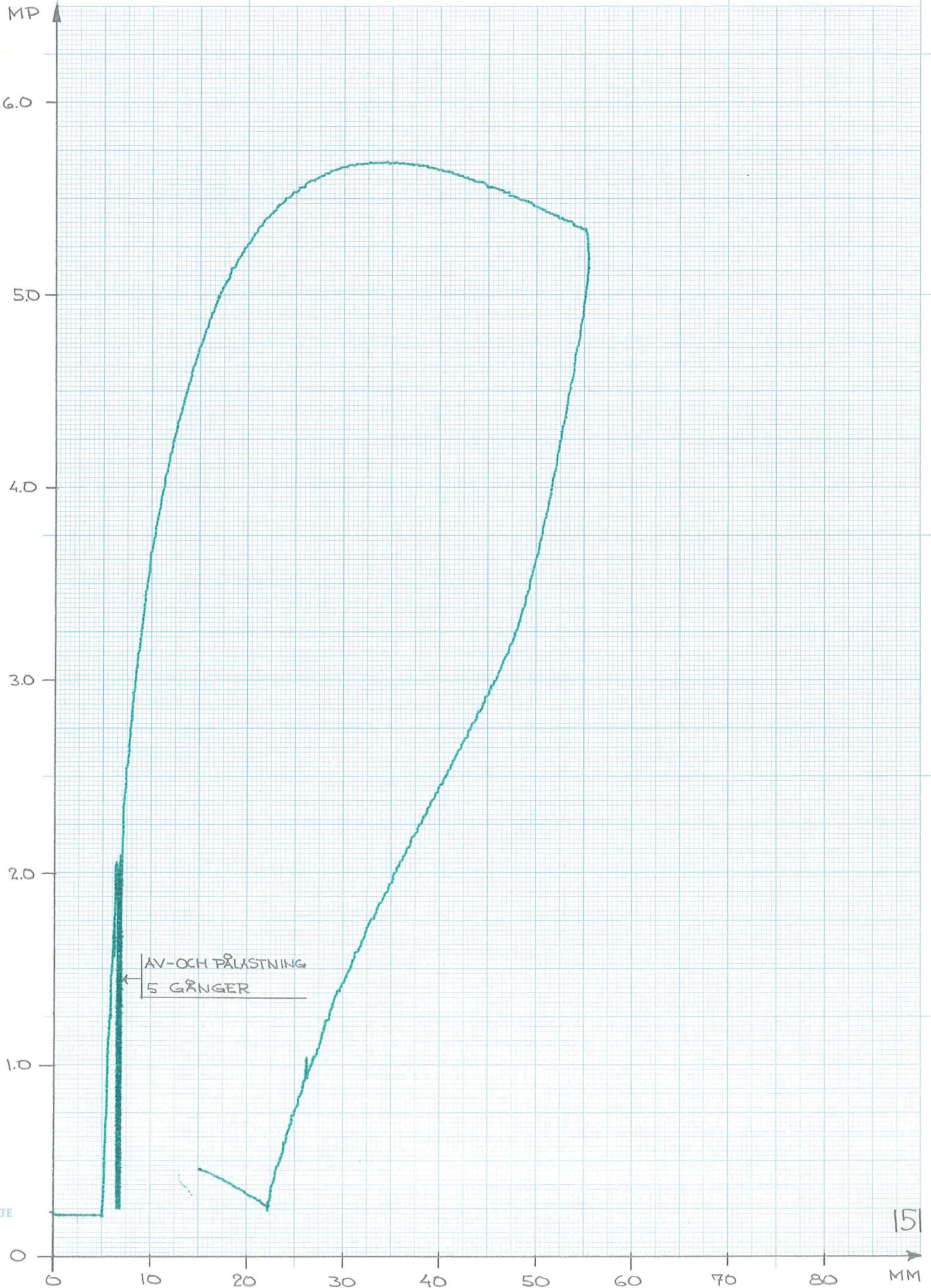
HORISONTALLAST 100 KP

78-04-15

ELEM. V4

LTH BT II

BILAGA 6.3.3



WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

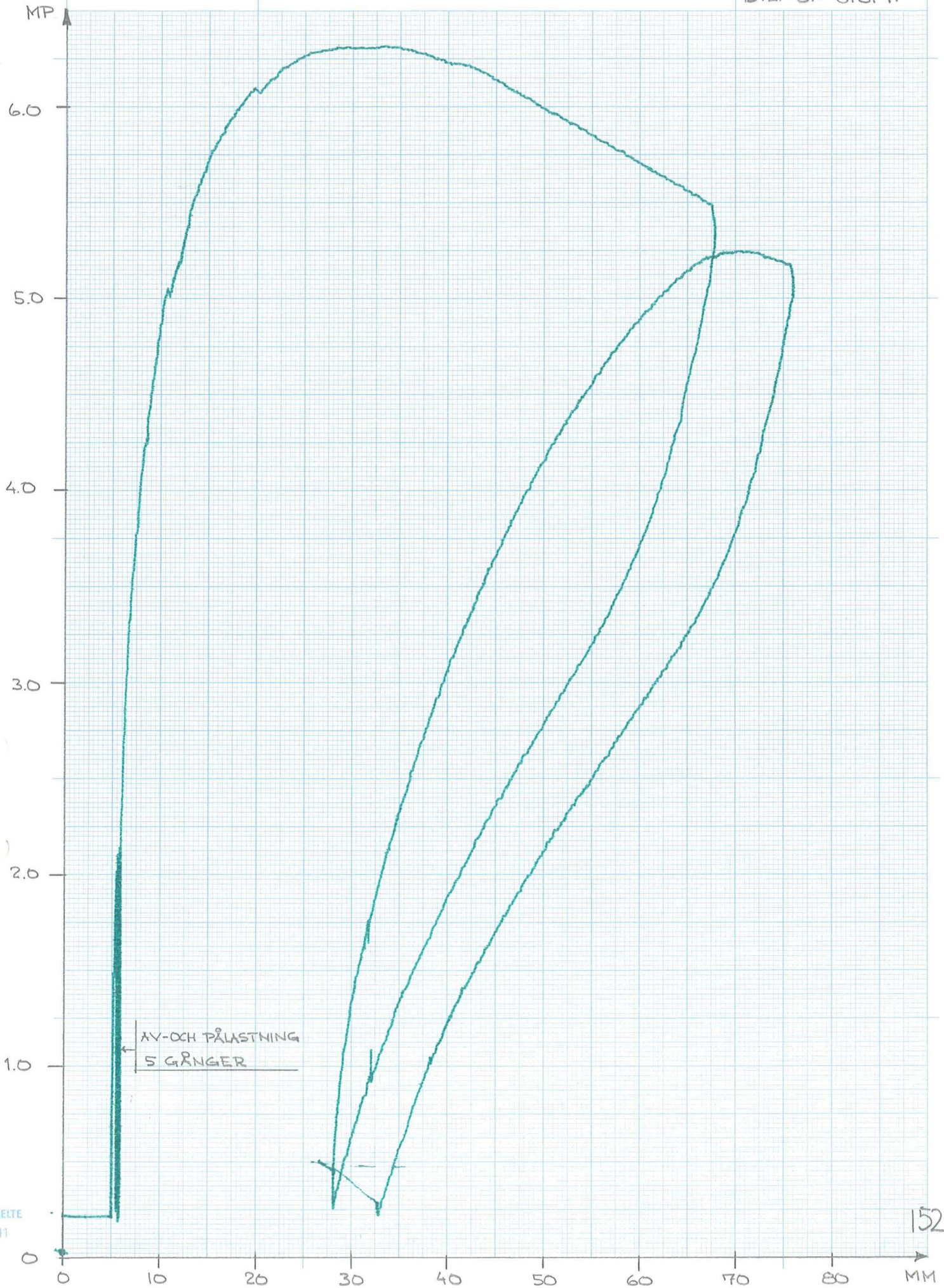
ELEMENTTJOCKLEK h=120 MM

HORISONTALLAST 100 KP

78-04-15

ELEM. V5

LTH BT II  
BILAGA G.3.4.



AV-OCH PÅLASTNING  
5 GÅNGER

SIS /325 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSEITE  
4411

WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENTTJOCKLEK h=120 MM

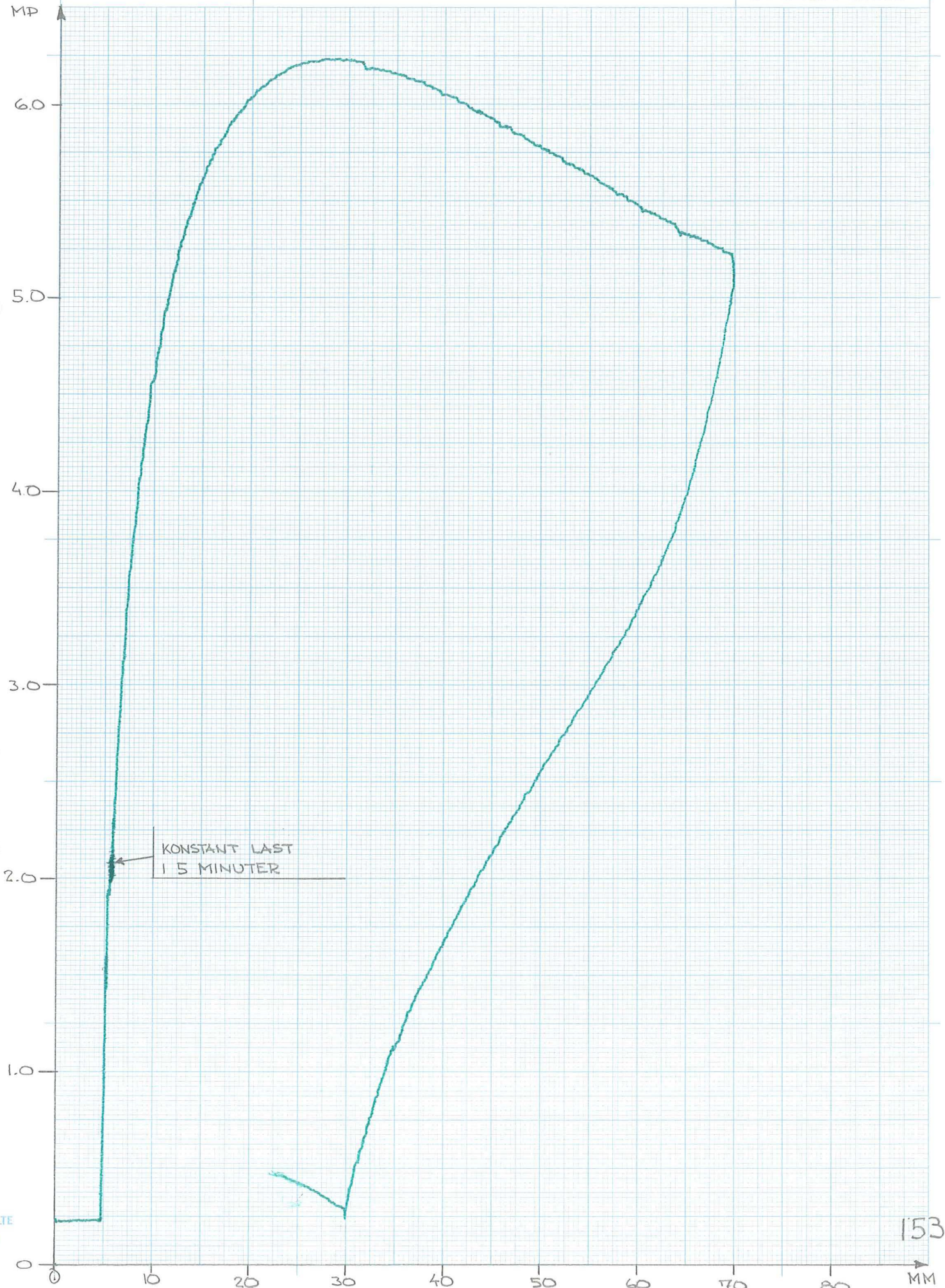
HORISONTALLAST 100 KP

78-04-15

ELEM. V 6

LTH BT II

BILAGA 6.3.5



SIS 73.25.01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE 4411

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENTTJOCKLEK  $h = 120$  MM

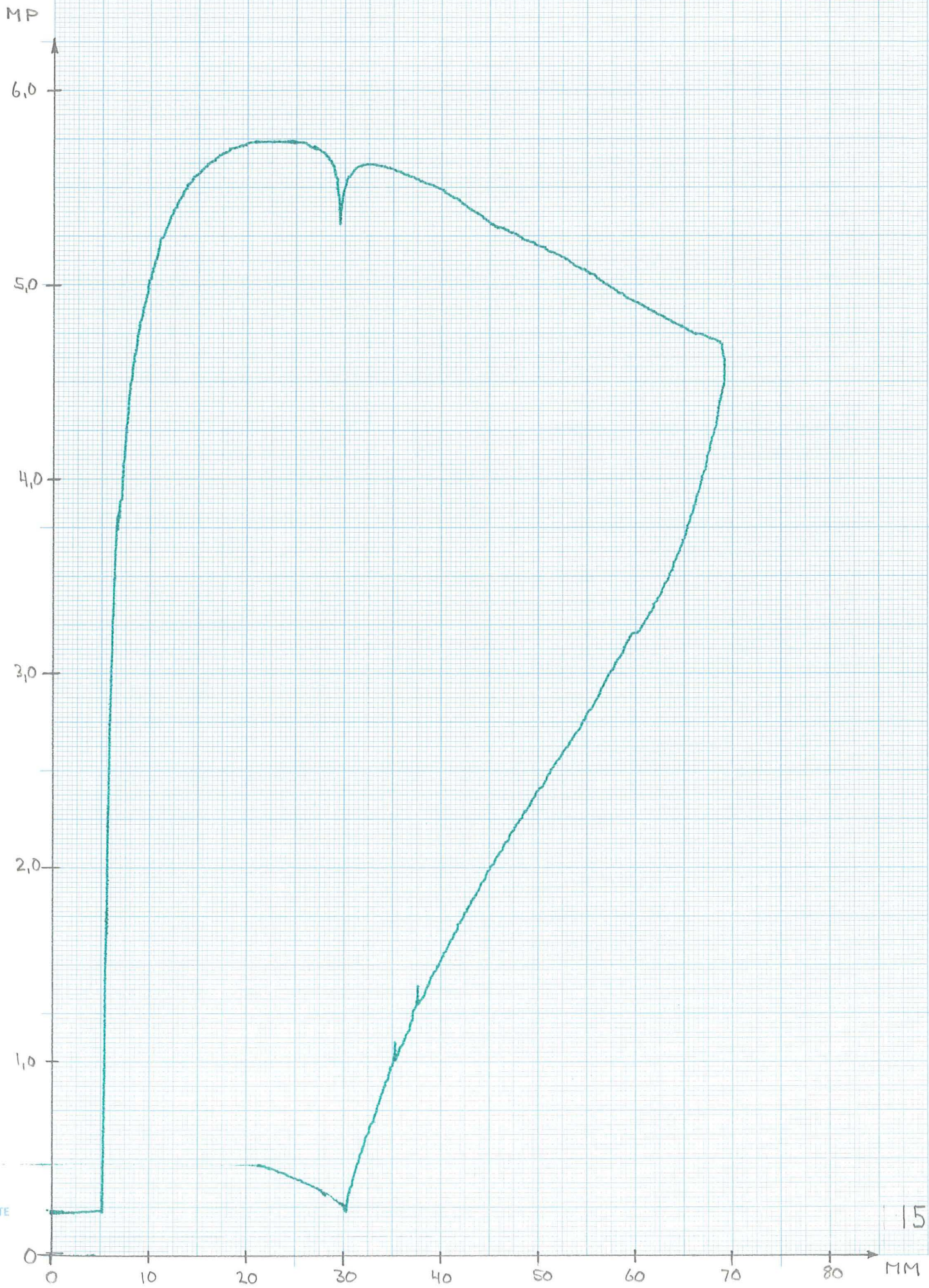
HORISONTALLAST 100 KP

78-04-15

ELEM. V17

LTH BT. II

BILAGA 6.3.6



73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE  
4441

154

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

78-04-15

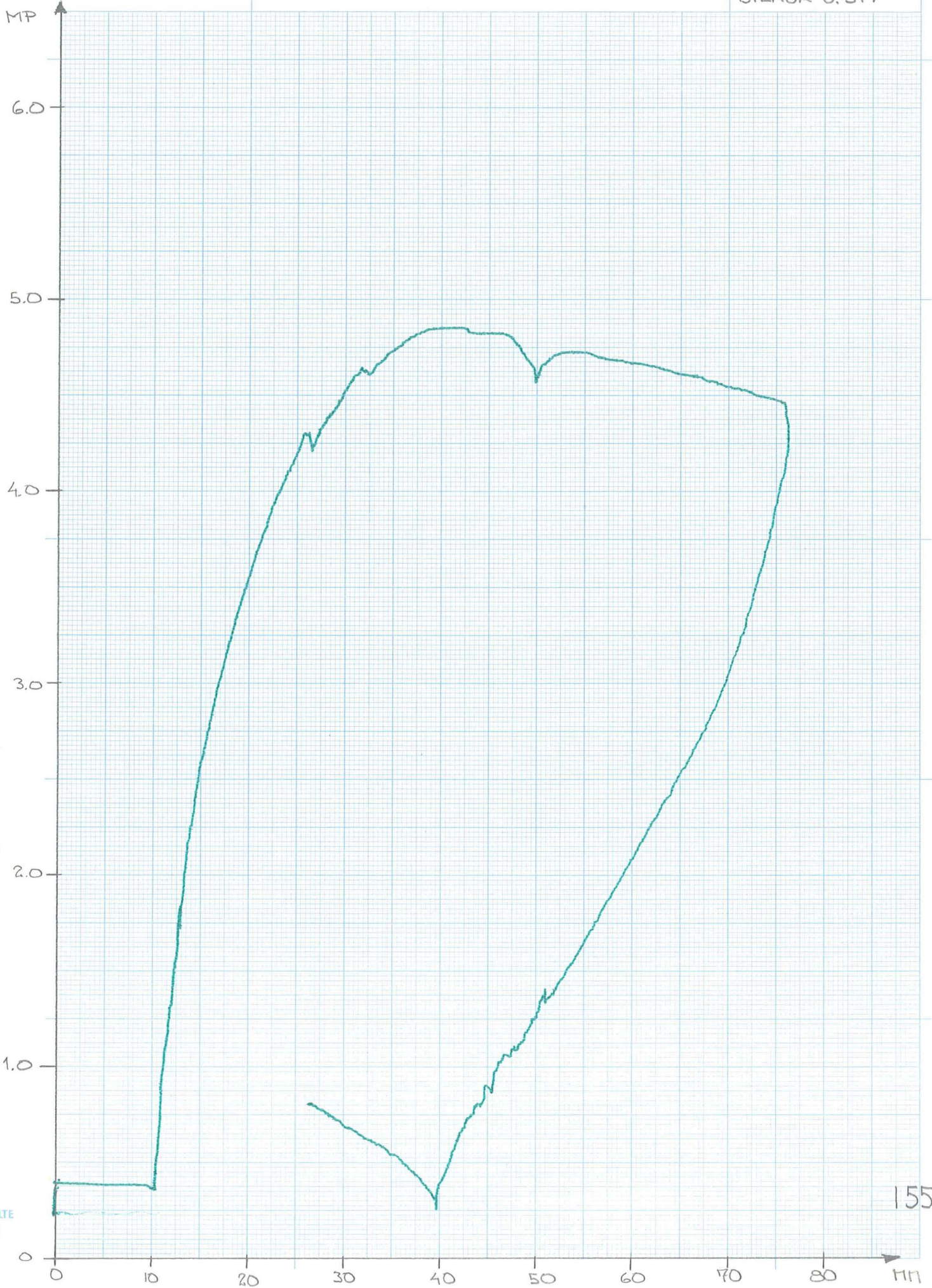
ELEMENTTJOCKLEK  $h=120$  MM

ELEM. VS

HÖRISONTALLAST 205 KP

LTH BT II

BILAGA 6.3.7



SIS 73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE 4441

WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=120$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-19  
ELEM. V9  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.8



SIS 73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSEITE  
4411

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h = 120$  MM  
HORIZONTALAST 205 KP

78-04-19  
ELEM V10  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.9



SIS 73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE  
4441



WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=120$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

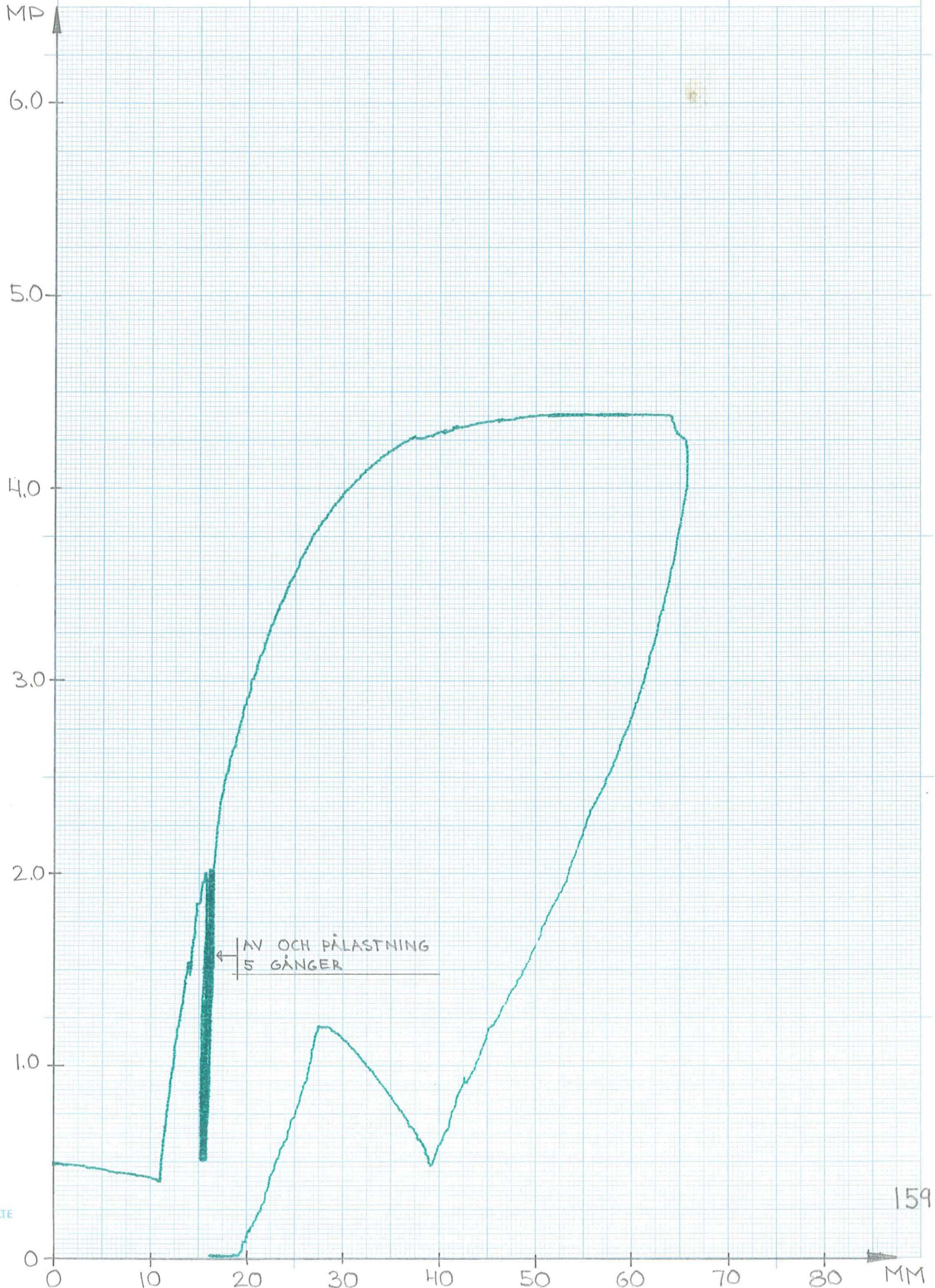
78-04-19  
ELEM. VII  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.10



WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK h=120 MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-19  
ELEM. V12  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.11



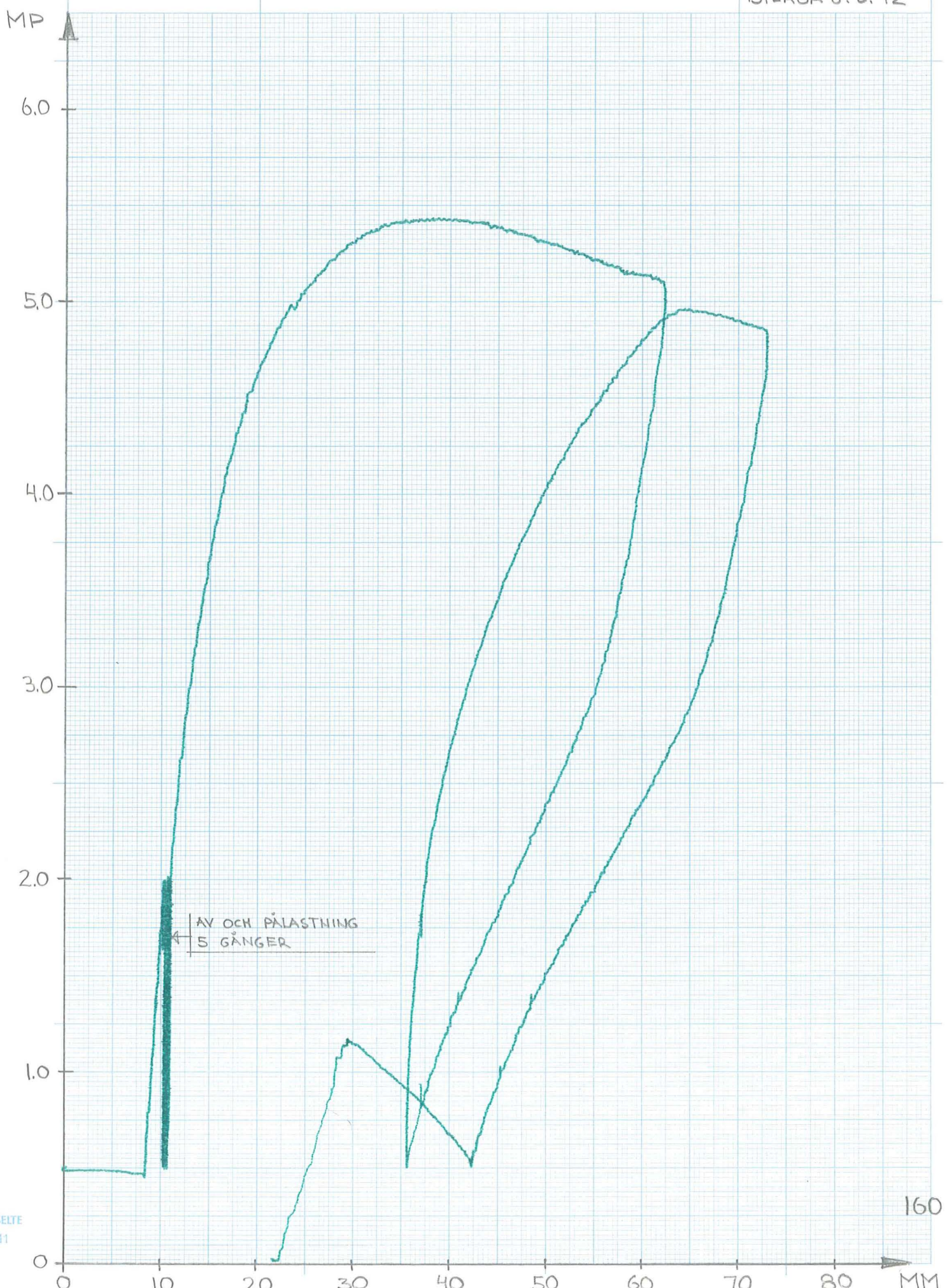
SIS 7325 01 - 514 A1 - 1 x 1 mm

ESSELTE  
4441

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK h=120 MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

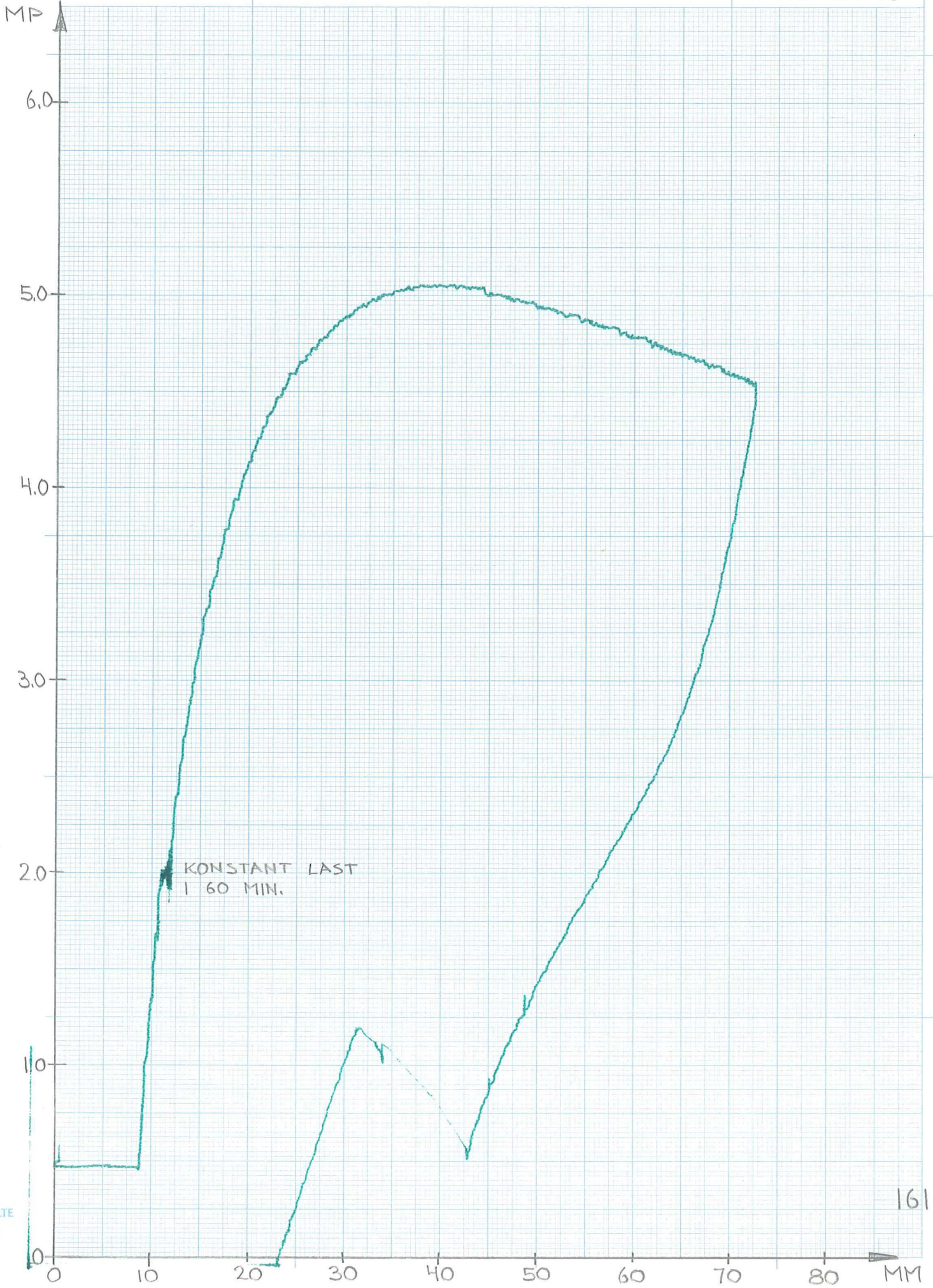
78-04-19  
ELEM. V13  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.12



WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=120$  MM  
HÖRISONTALLAST 205 KP

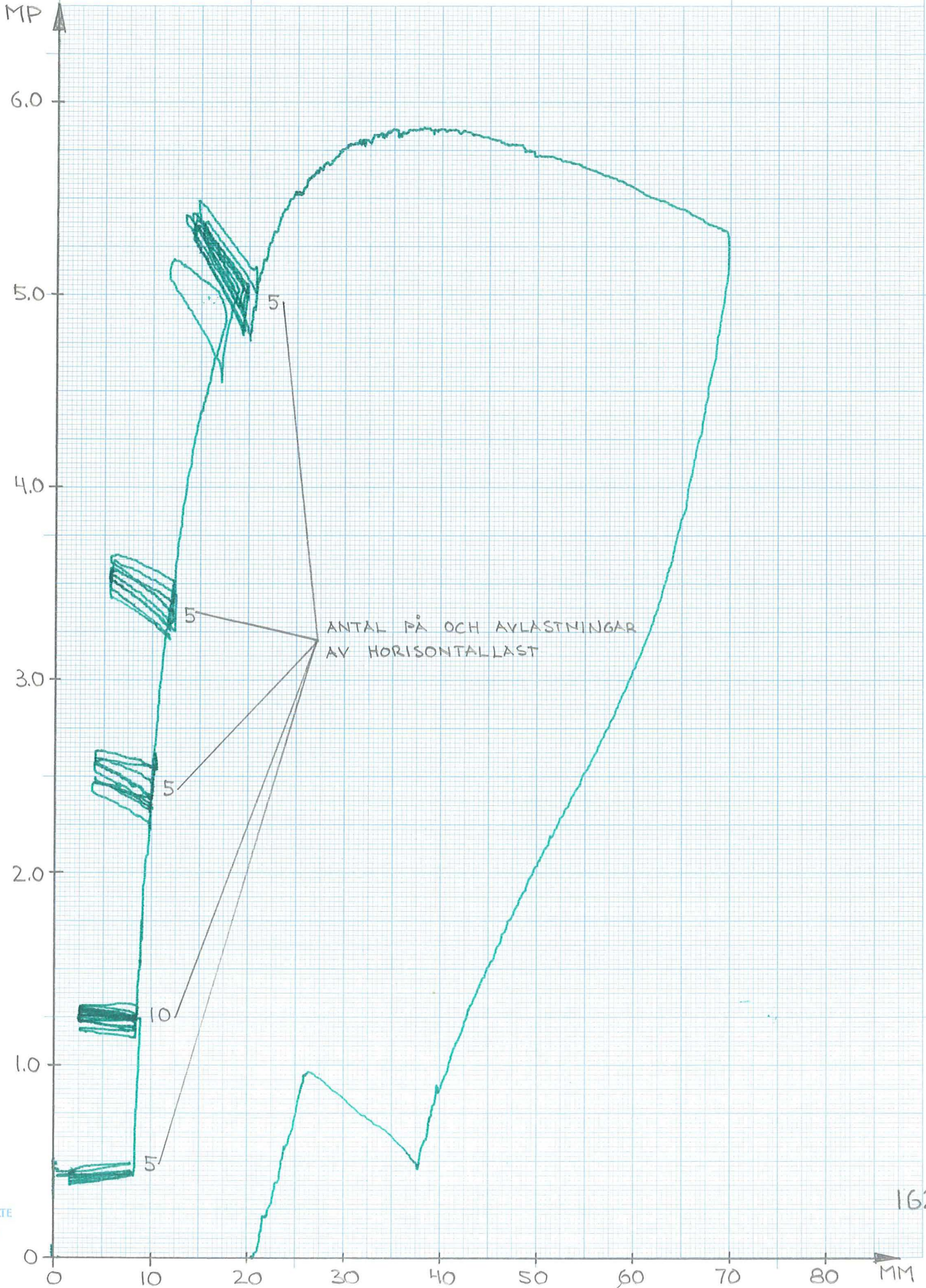
78-04-19  
ELEM. VI4  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.13



WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h = 120$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

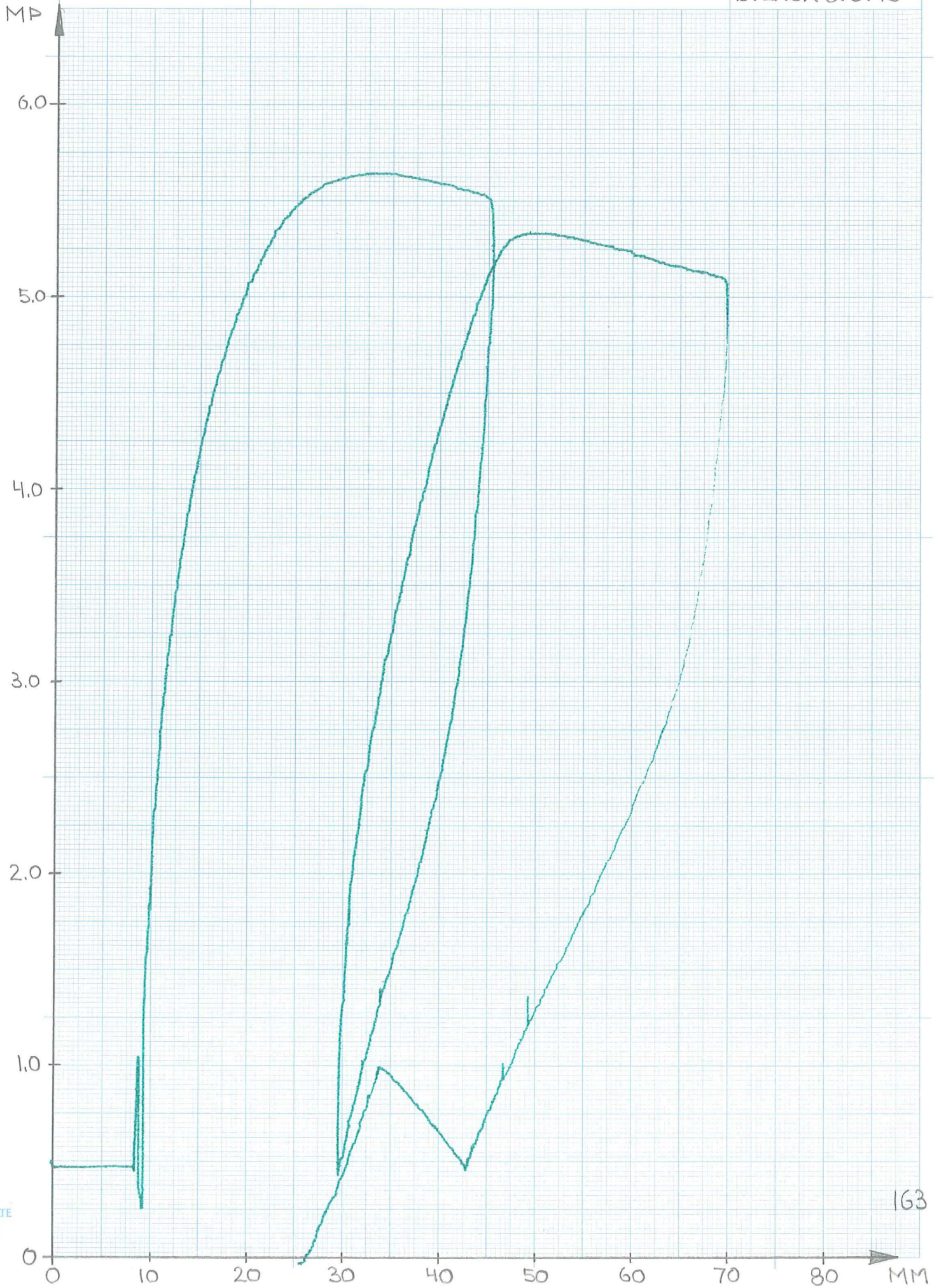
78-04-22  
ELEM V15  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.14



WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=180$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

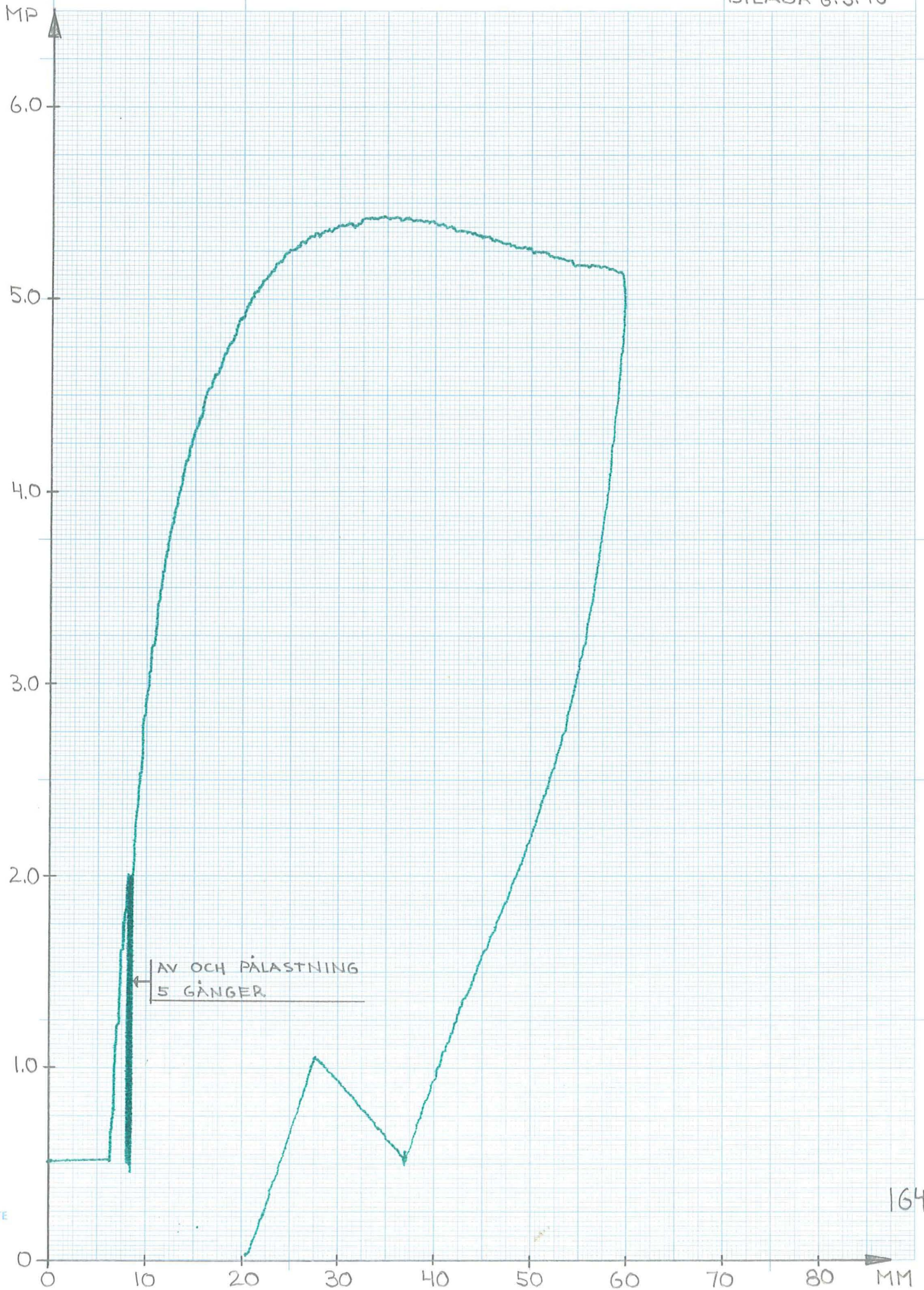
78-04-19  
ELEM. V20  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.15



WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK h=180 MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

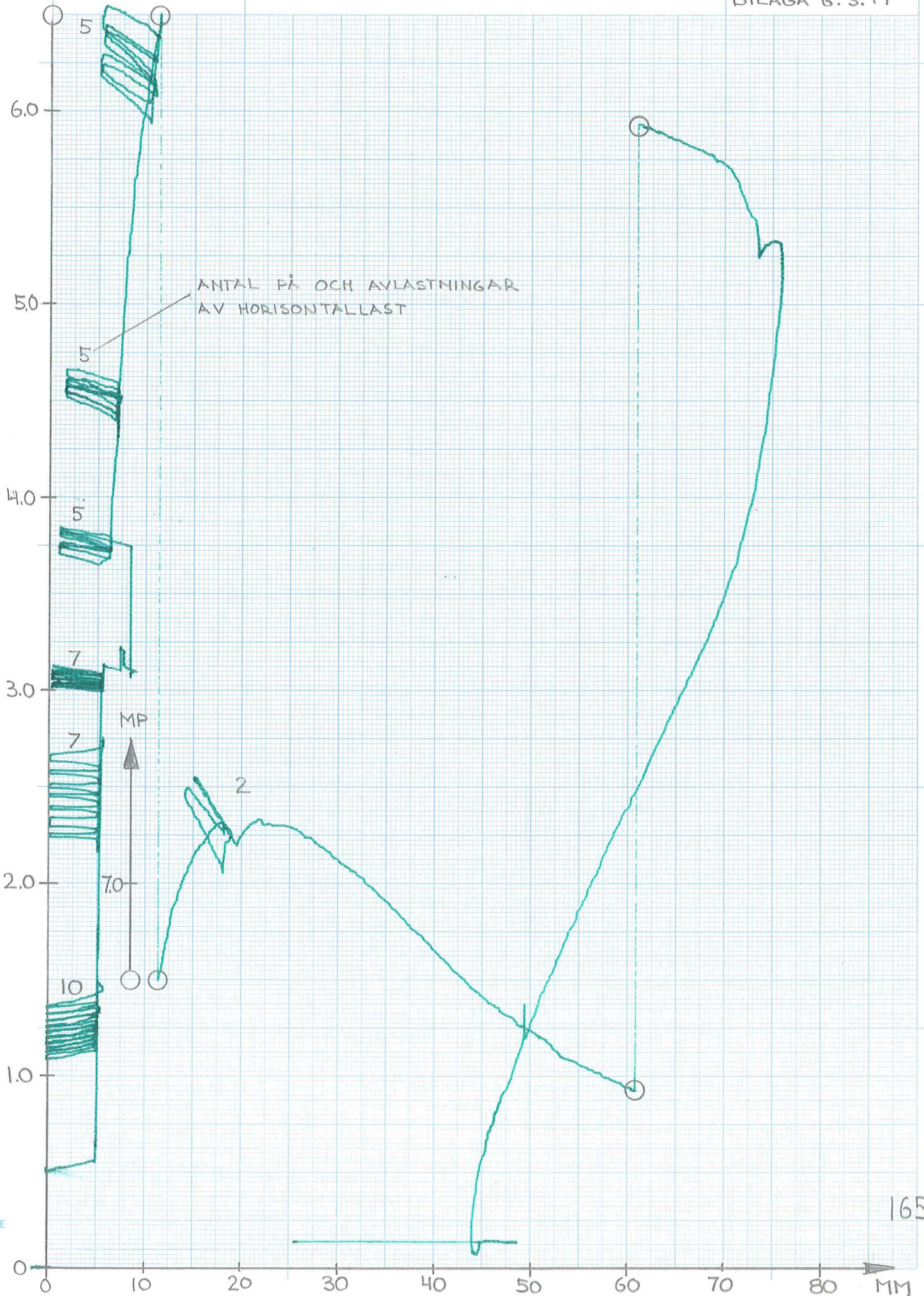
78-04-20  
ELEM. V21  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.16



WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK h=180 MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-27  
ELEM. V22  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.17





WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENTTJOCKLEK  $h=180$  MM

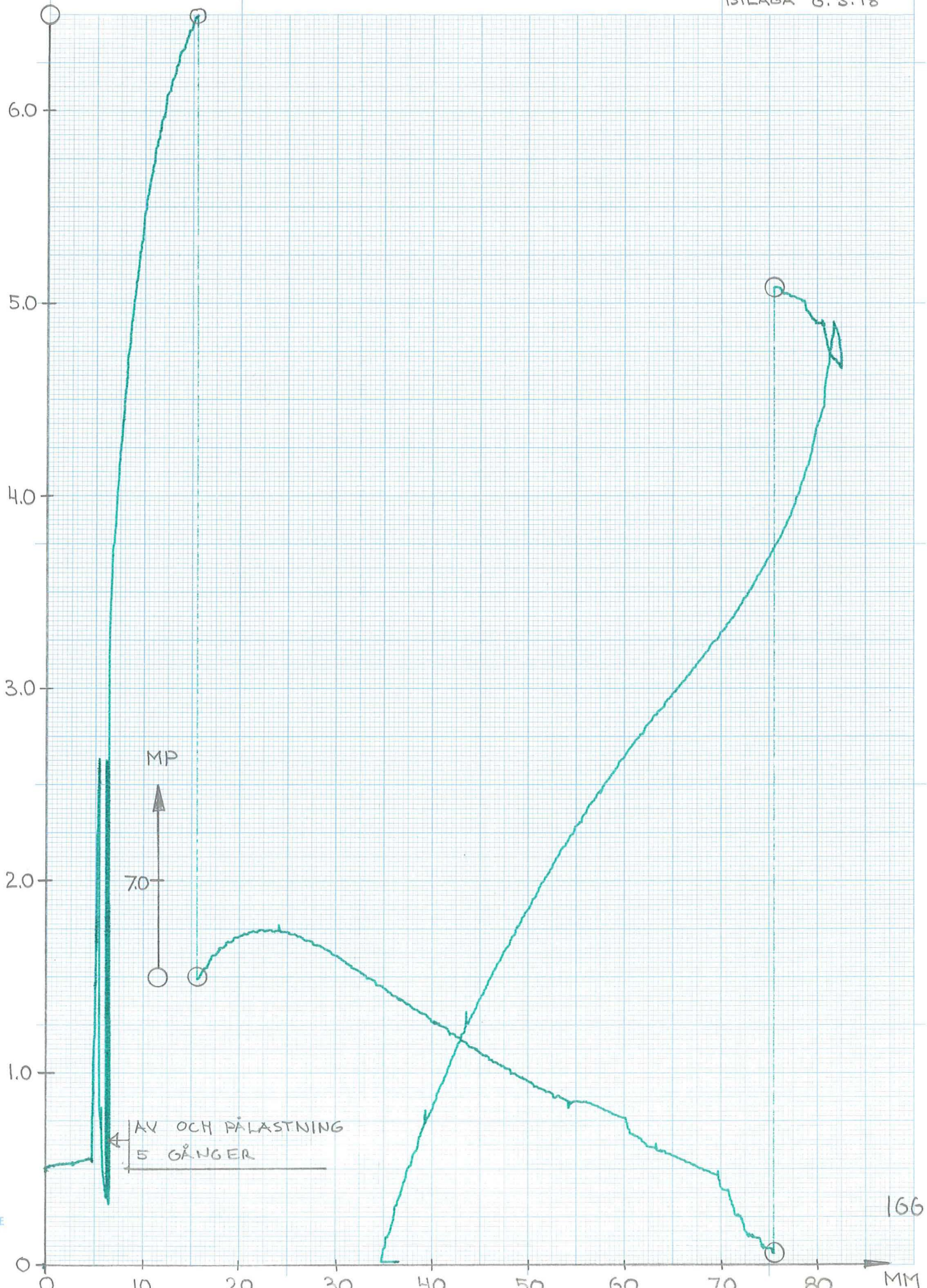
HORISONTALLAST 205 KP

78-04-27

ELEM. V 23

LTH BT II

BILAGA 6.3.18



73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE  
4411

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=180$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-27  
ELEM. V24  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.19



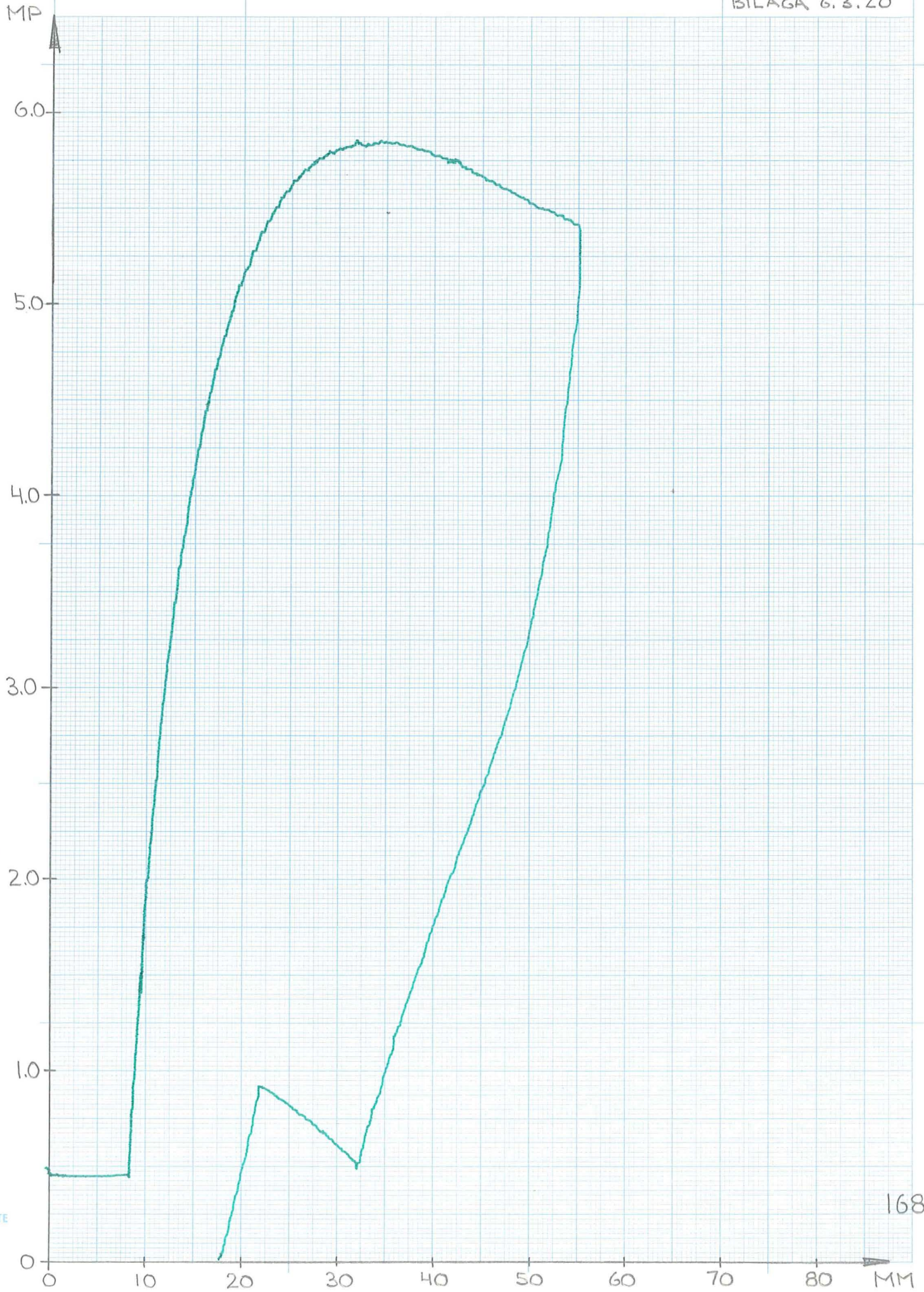
SOS 7325 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE 4411

WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=180$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-27  
ELEM. V 25  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.20



SIS 73 25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSEITE  
4441

WIRE -  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT

ELEMENT TJOCKLEK  $h=180$  MM

HÖRISONTALLAST 205 KP

78-04-27

ELEM. V 26

LTH BT II

BILAGA 6.3.21



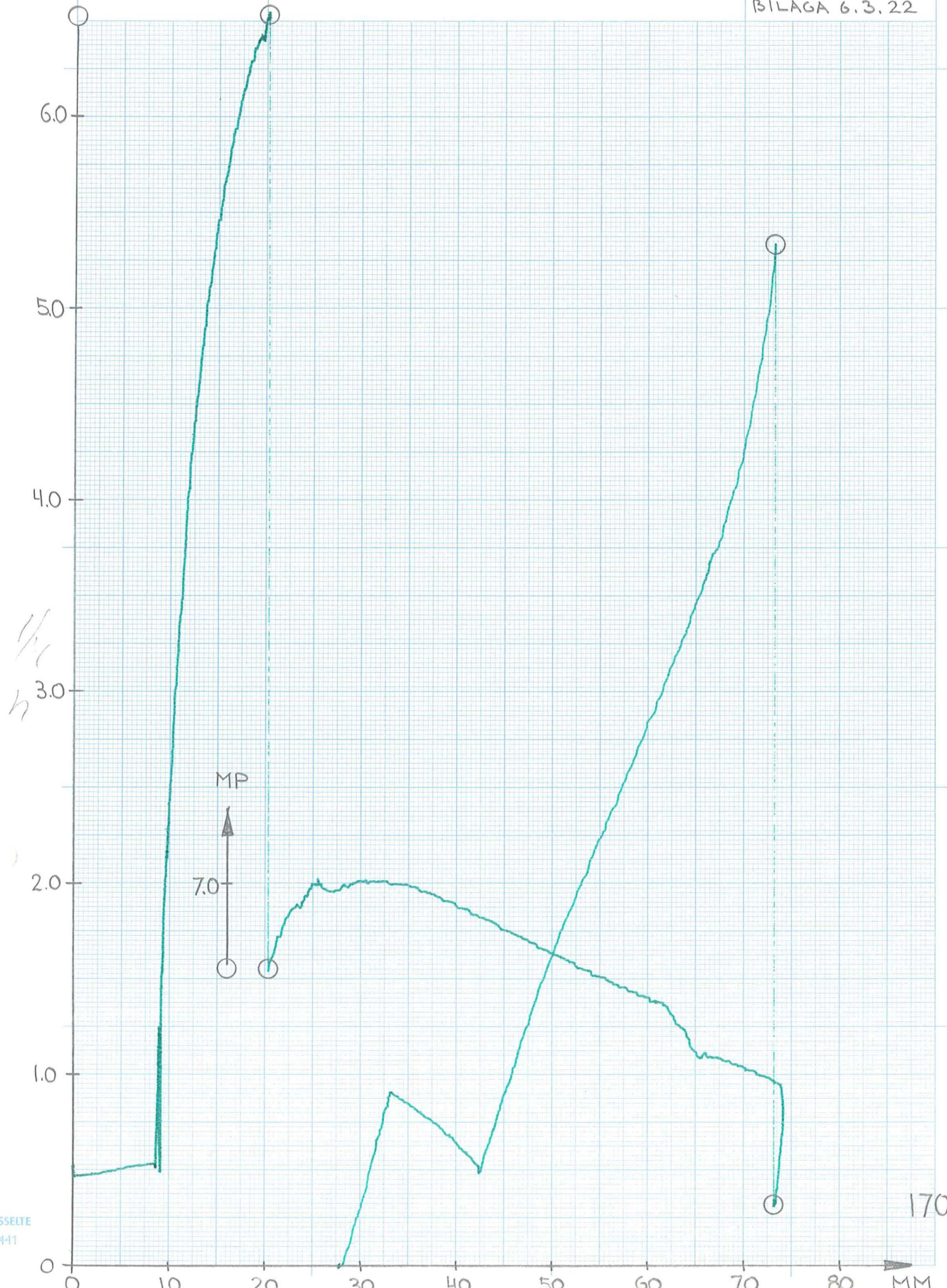
73.25.01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE  
4441

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=180$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-27  
ELEM. V27  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.22



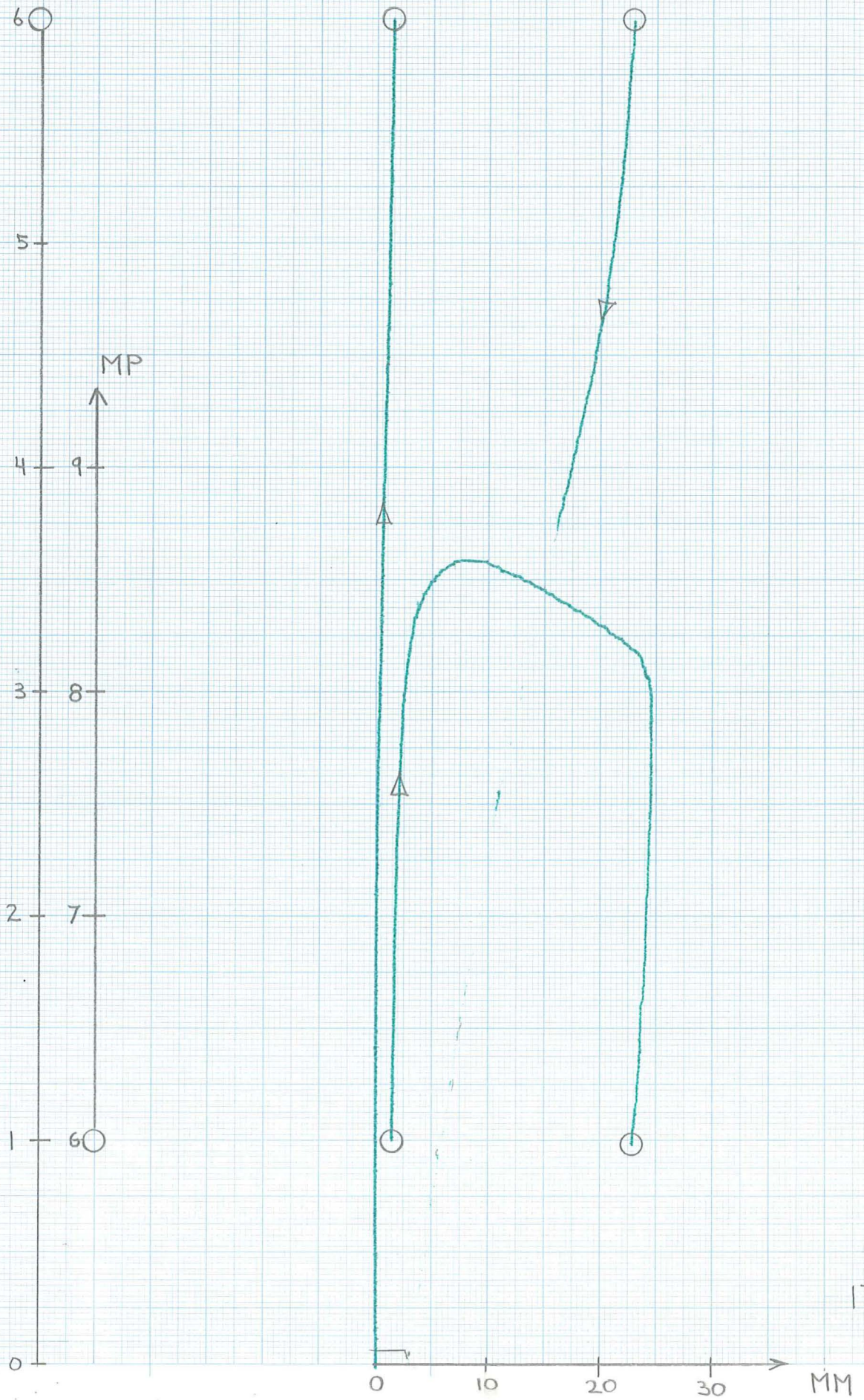
SUS 7/25 01 - 514 A4 - 1 x 1 mm

ESSELTE 4441

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $h=180$  MM  
HORIZONTALLAST O KP

78-04-20  
ELEM. V40  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.23

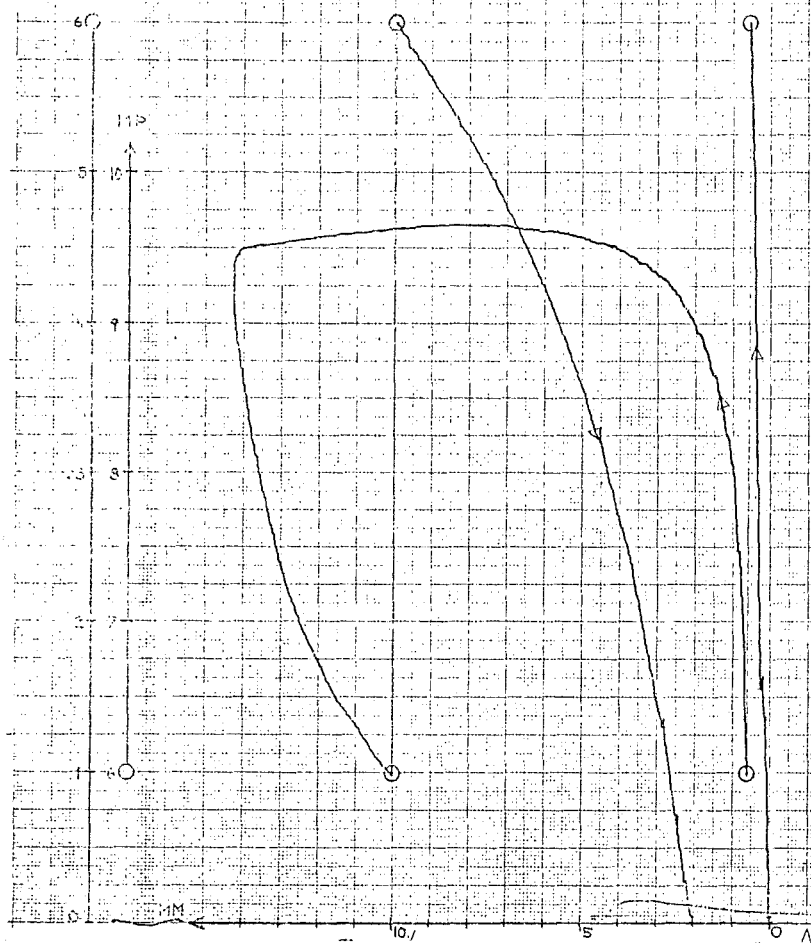


BILAGA 6.3.24

WIRE-  
WOOD

KNACKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK 180 MM  
HORIZONTALLAST

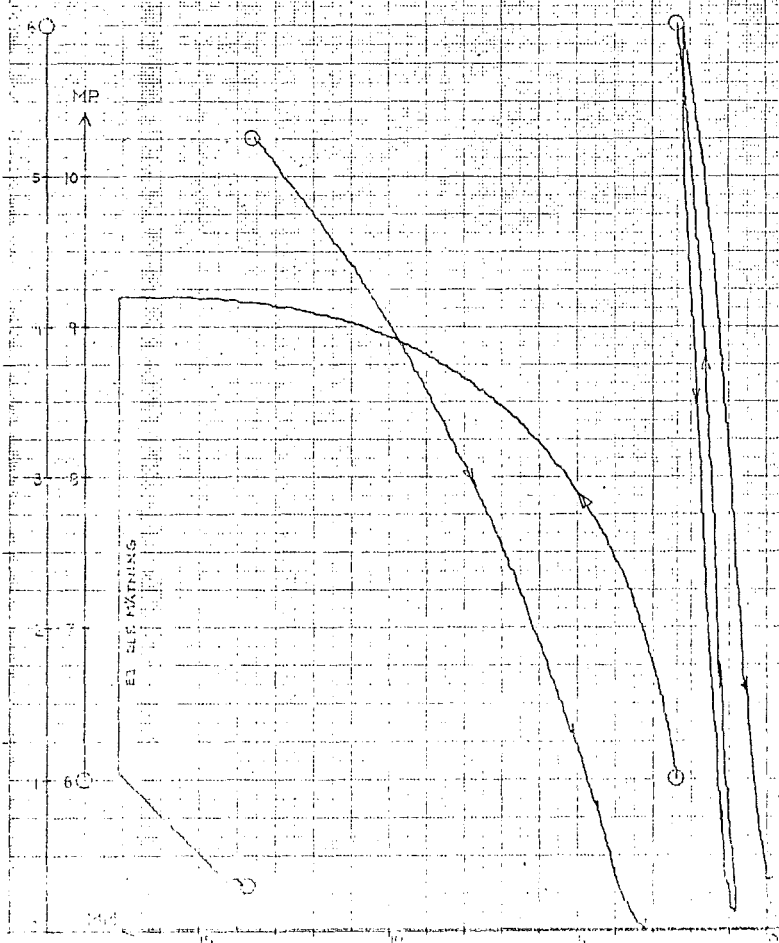
78-08-20  
ELEM. 102  
LTH. BTZ



WIRE-  
WOOD

KNACKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK 180 MM  
HORIZONTALLAST

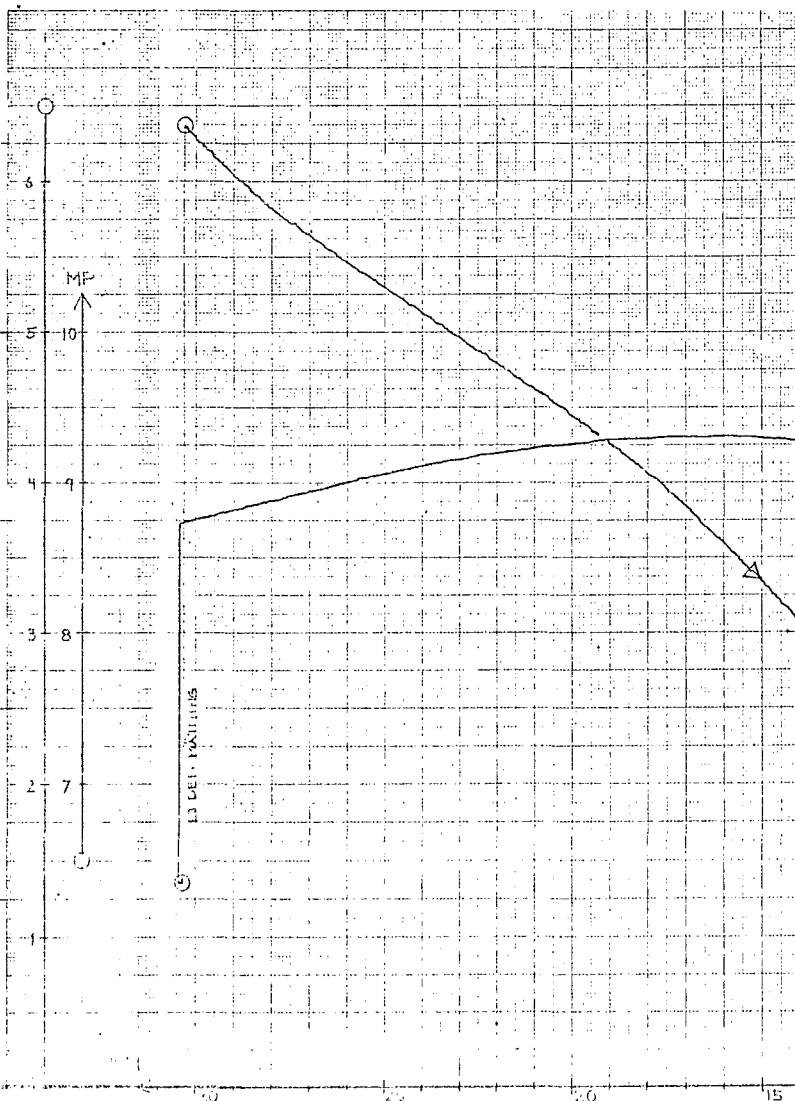
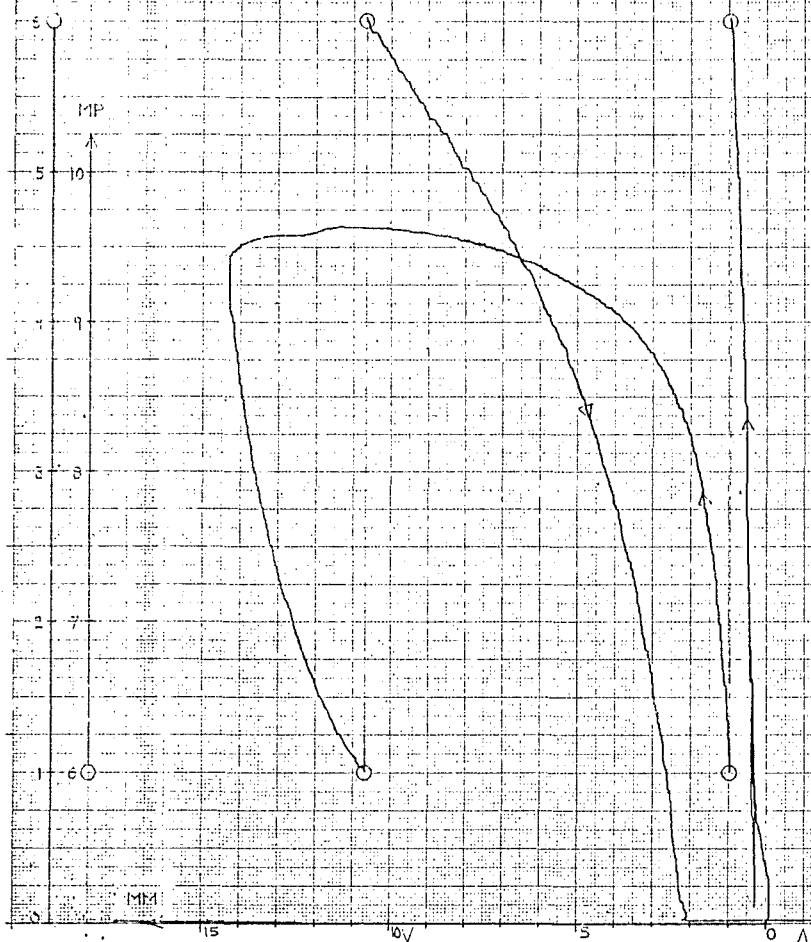
78-08-20  
ELEM. 102  
LTH. BTZ



BILAGA 6.3.25

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT 78-04-20  
ELEMENTTJOCKLEK 150 MM ELEM. V.H.  
HORIZONTALLAST 0 KP LTH. & T



WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT 78-04-27  
ELEMENTTJOCKLEK 150 MM ELEM. V.H.  
HORIZONTALLAST 0 KP LTH. & T

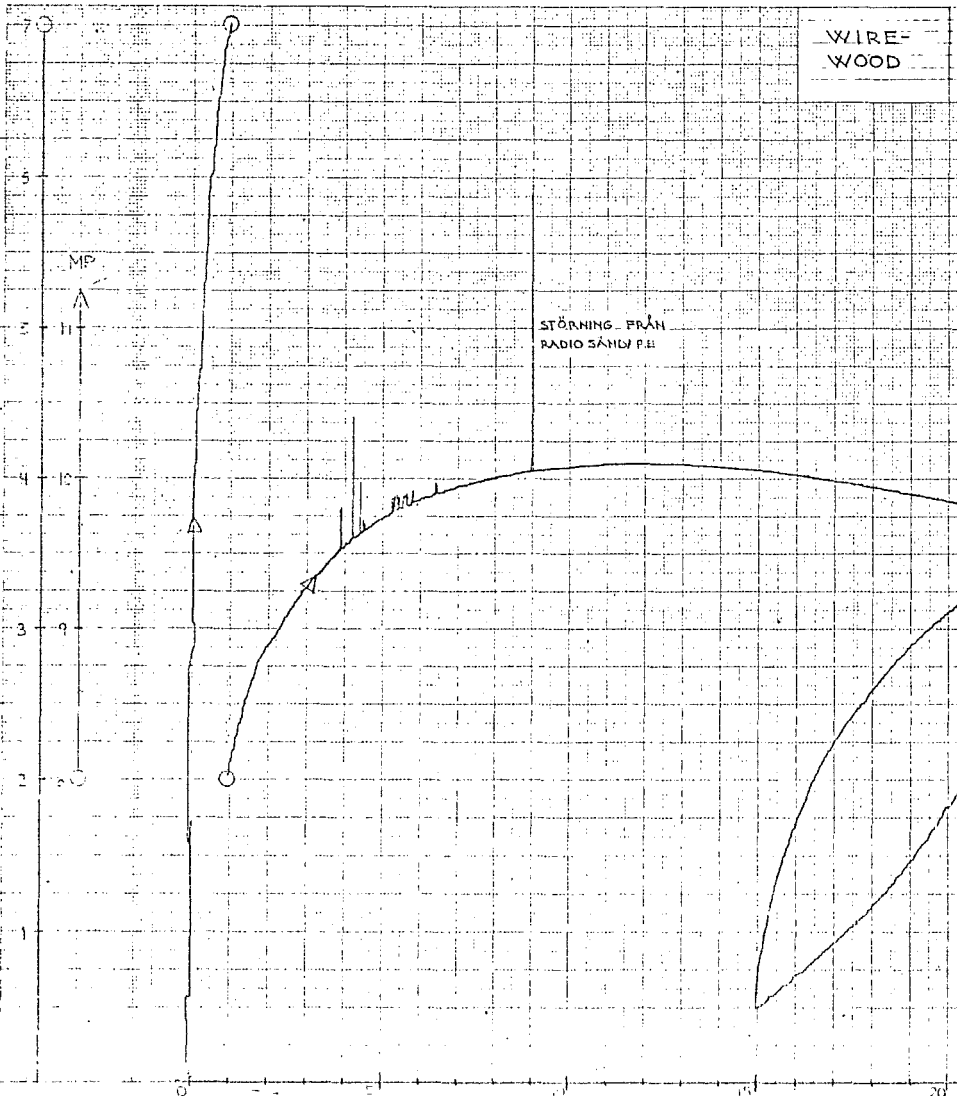
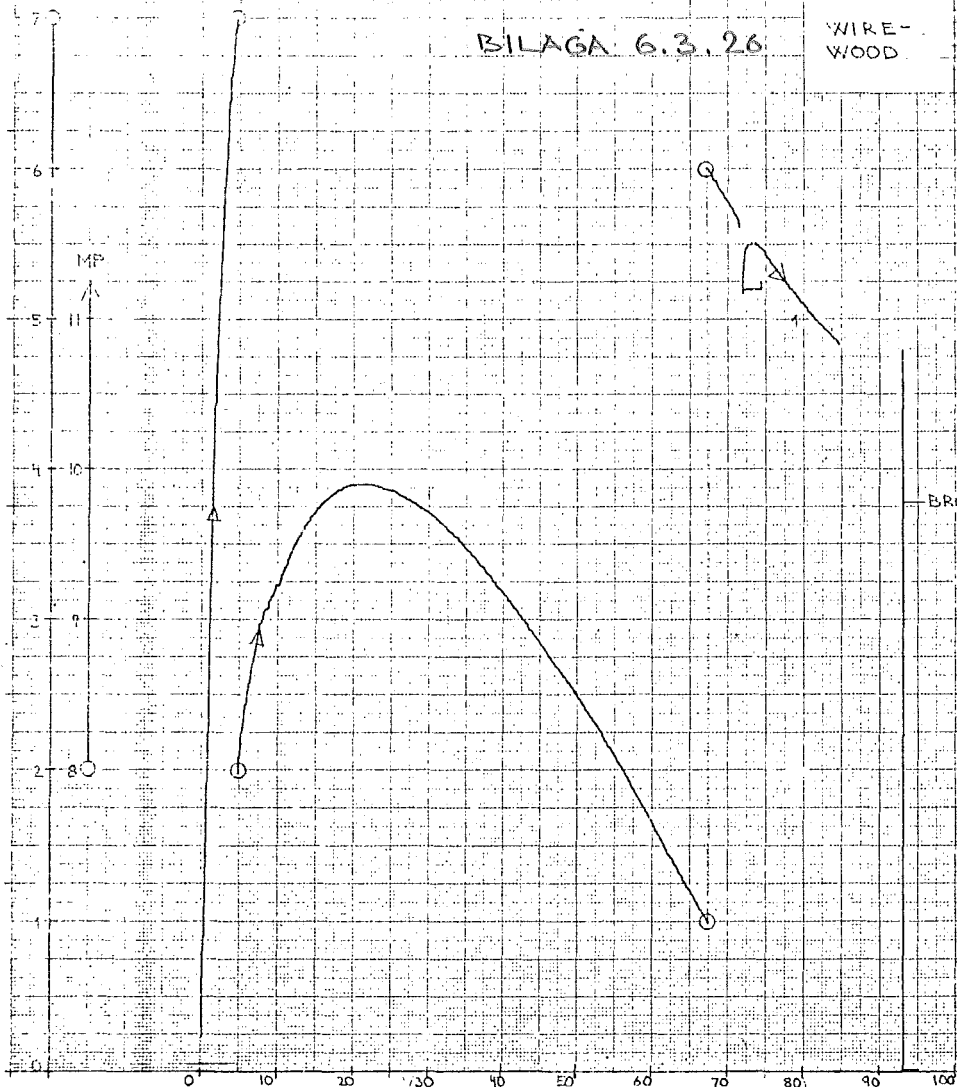


BILAGA 6.3.26

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK 180 MM  
HORIZONTALLAST 0 KP

78-04-27  
ELEM. 180  
LTH. BT II



WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK 180 MM  
HORIZONTALLAST 0 KP

78-04-27  
ELEM. 180  
LTH. BT II

STÖRNING FRÅN  
RADIO SÄND P. 22

WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK h=120 MM  
HORIZONTALLAST 100 KP

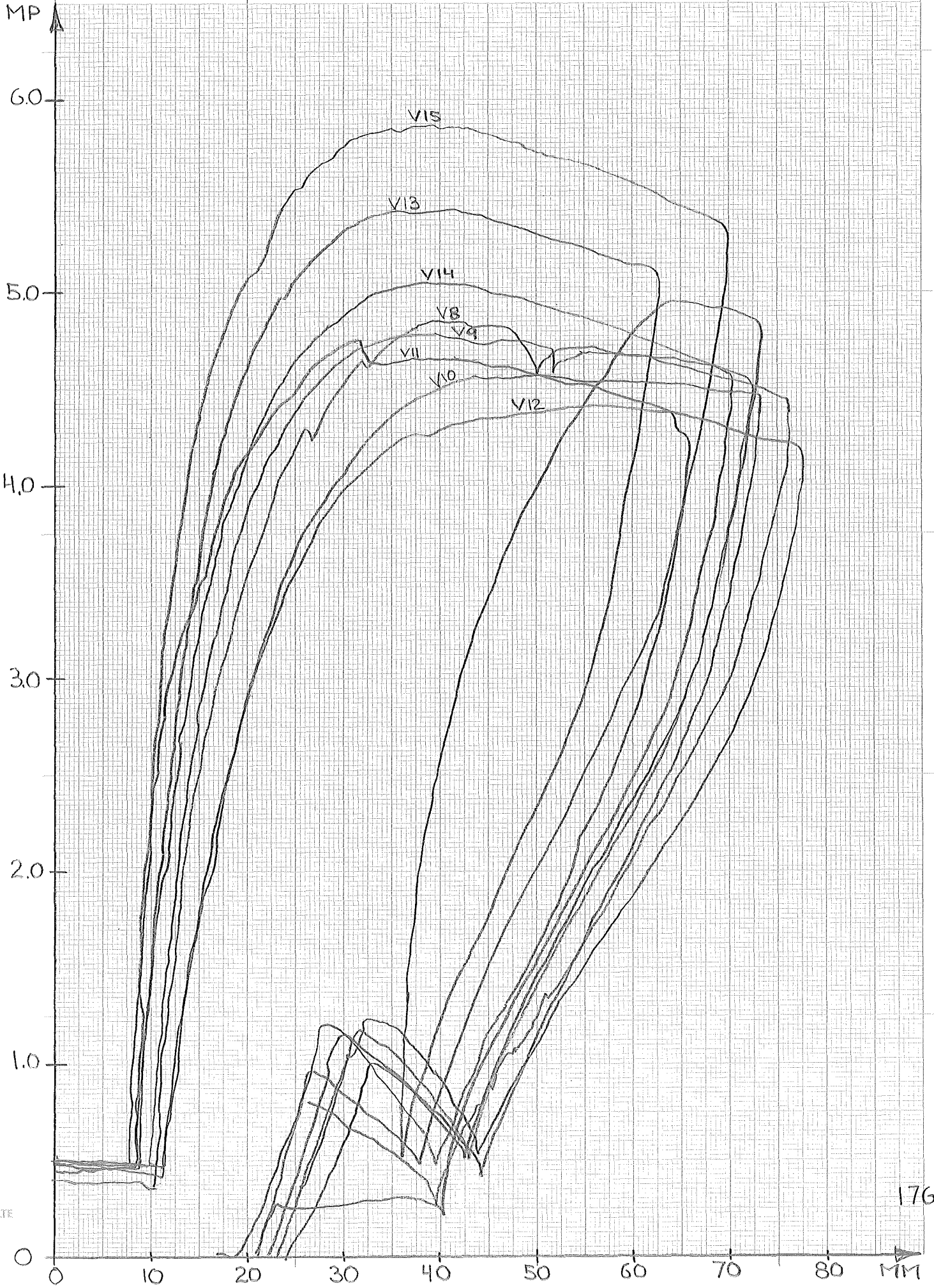
78-04-  
ELEM V1-V7  
LTH BT II  
BILAGA G.3.27



WIRE-  
WOOD

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK  $b=120$  MM  
HORIZONTALLAST 205 KP

78-04-  
ELEM. V8-V15  
LTH BT II  
BILAGA 6.3.28



Skala: 1:40 (1:20 vid 0-10 mm)

78-04-  
ELEM. V20-V27  
HTH BT II

KNÄCKNING AV VÄGGELEMENT  
E1 TENTTJOCKLEK h=180 MM  
HORIZONTALLAST 205 Kp

WIRP  
W001

MF

8.0

7.0

6.0

5.0

4.0

3.0

2.0

1.0

0

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

MM

177



KÄCKNING AV VÄGSELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK h=180 MM  
HORIZONTALLAST O.K.P.

WI I-  
WOOD

MP

90

80

70

60

50

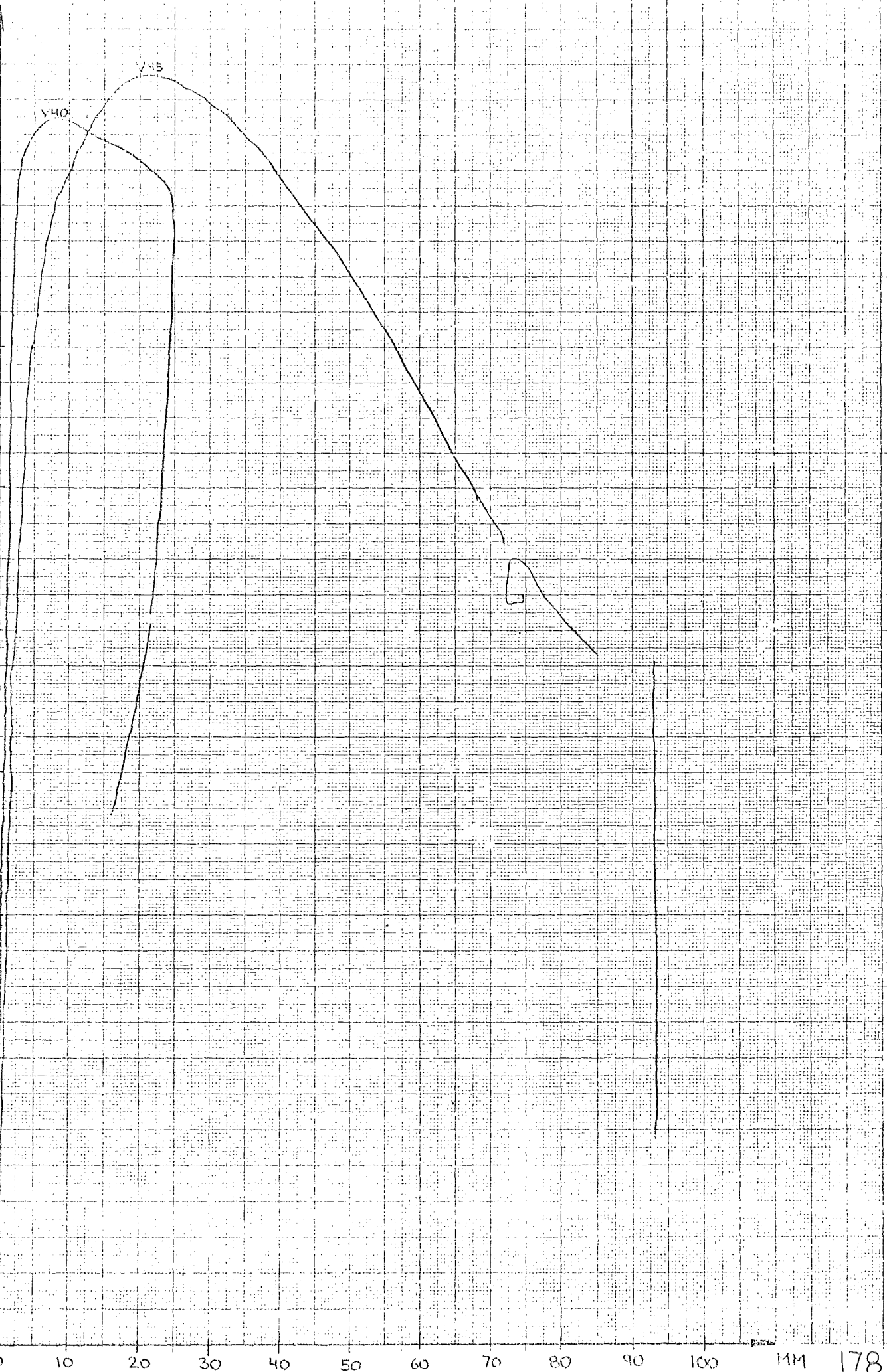
40

30

20

10

0



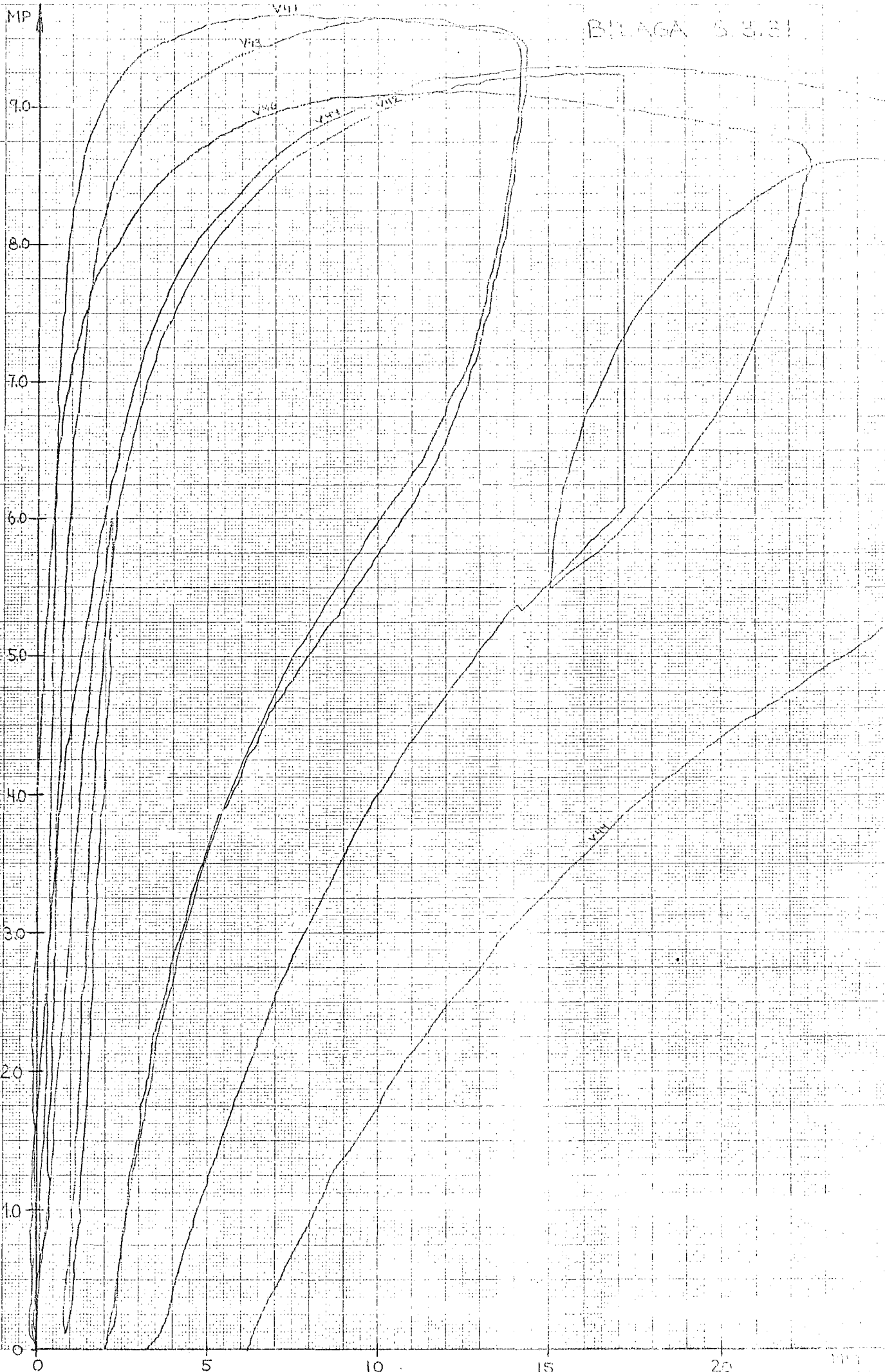
ZB-04-  
ELEM.VIII-VII,VII  
LTH BT.II

KNJ SNING AV YÄGGELEMENT  
ELEMENTTJOCKLEK H=180 MM  
HORIZONTALLAST O KP

WIRE  
WOOD

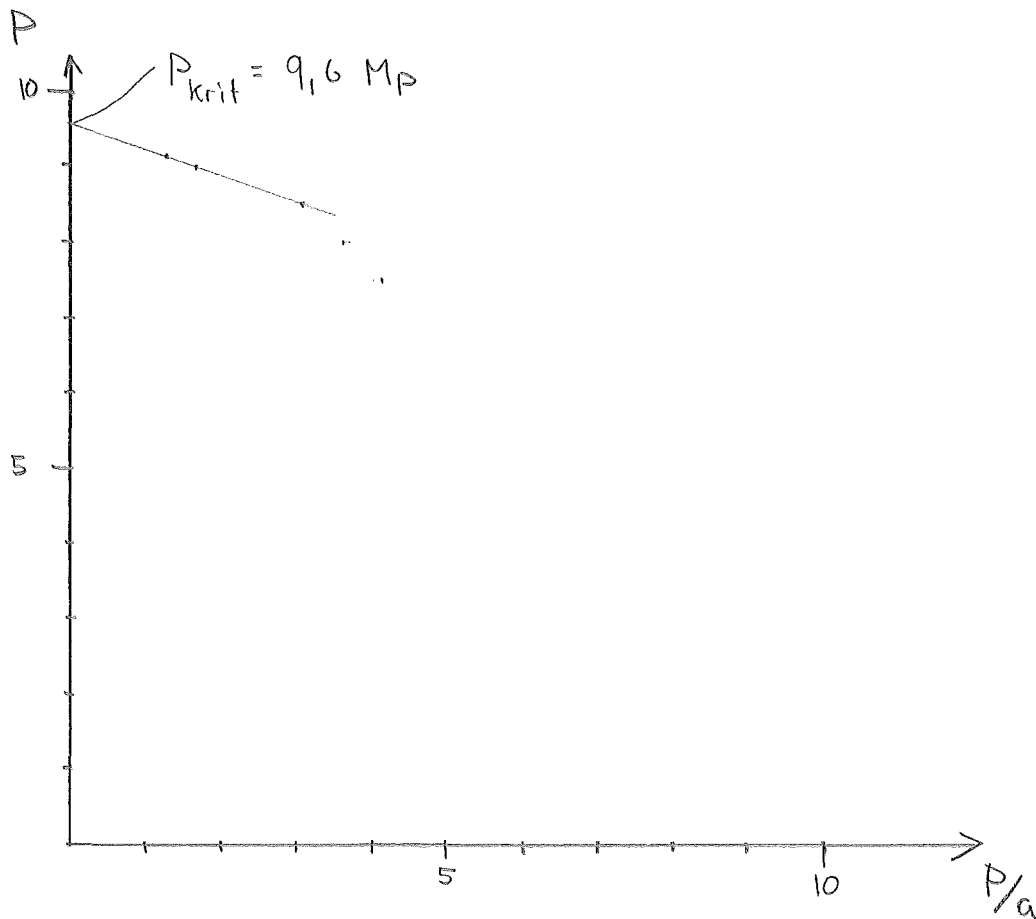
MP  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0

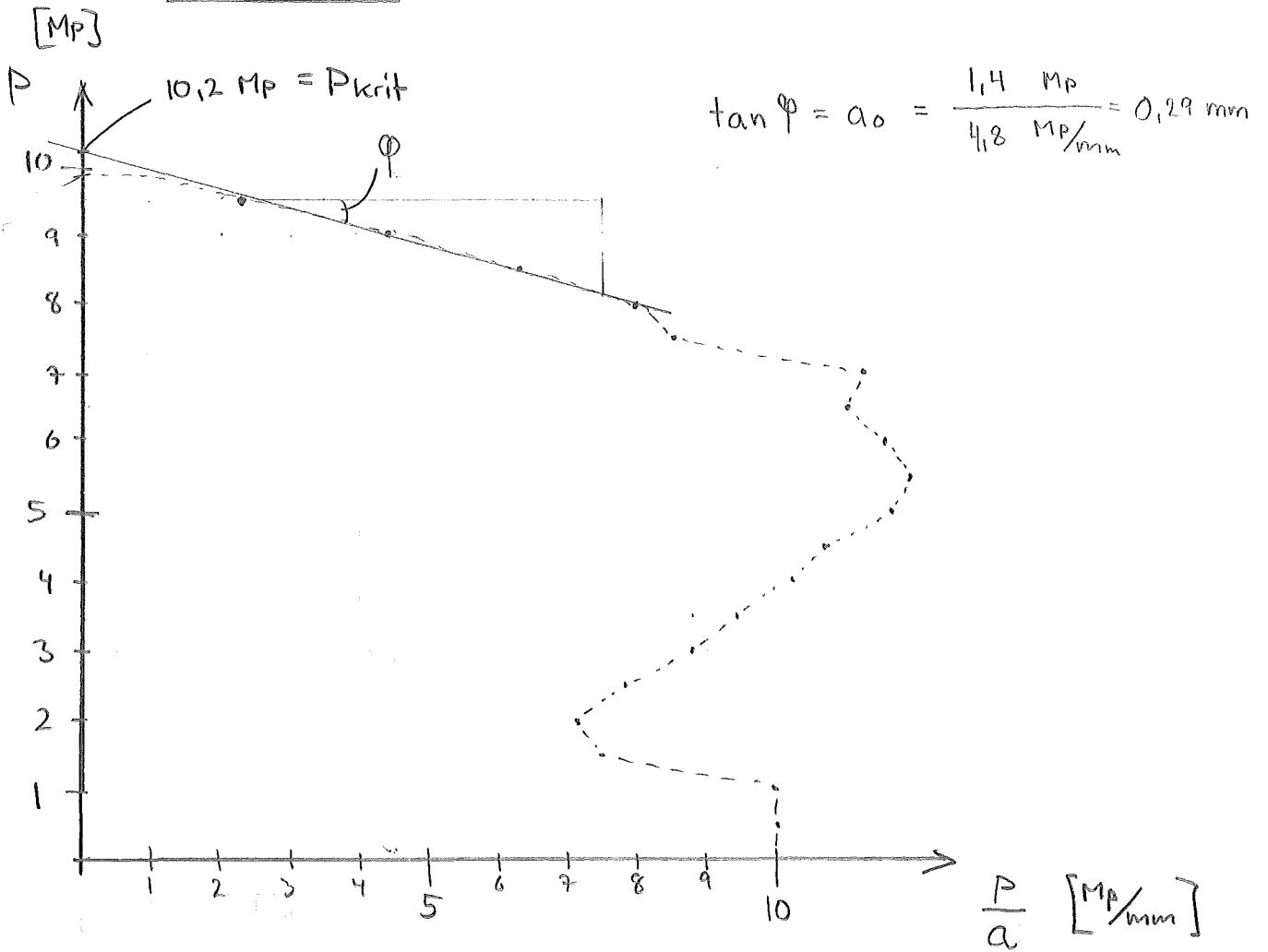
BRAGA 3.3.31



178

$P$ [MP]	$a$ [mm]	$P/a$ [MP/mm]
8,65	7,0	1,24
8,5	5,1	1,67
8,0	2,6	3,08
7,5	2,1	3,57
7,0	1,7	4,12
6,5	1,6	4,06
6,0	1,5	4,00

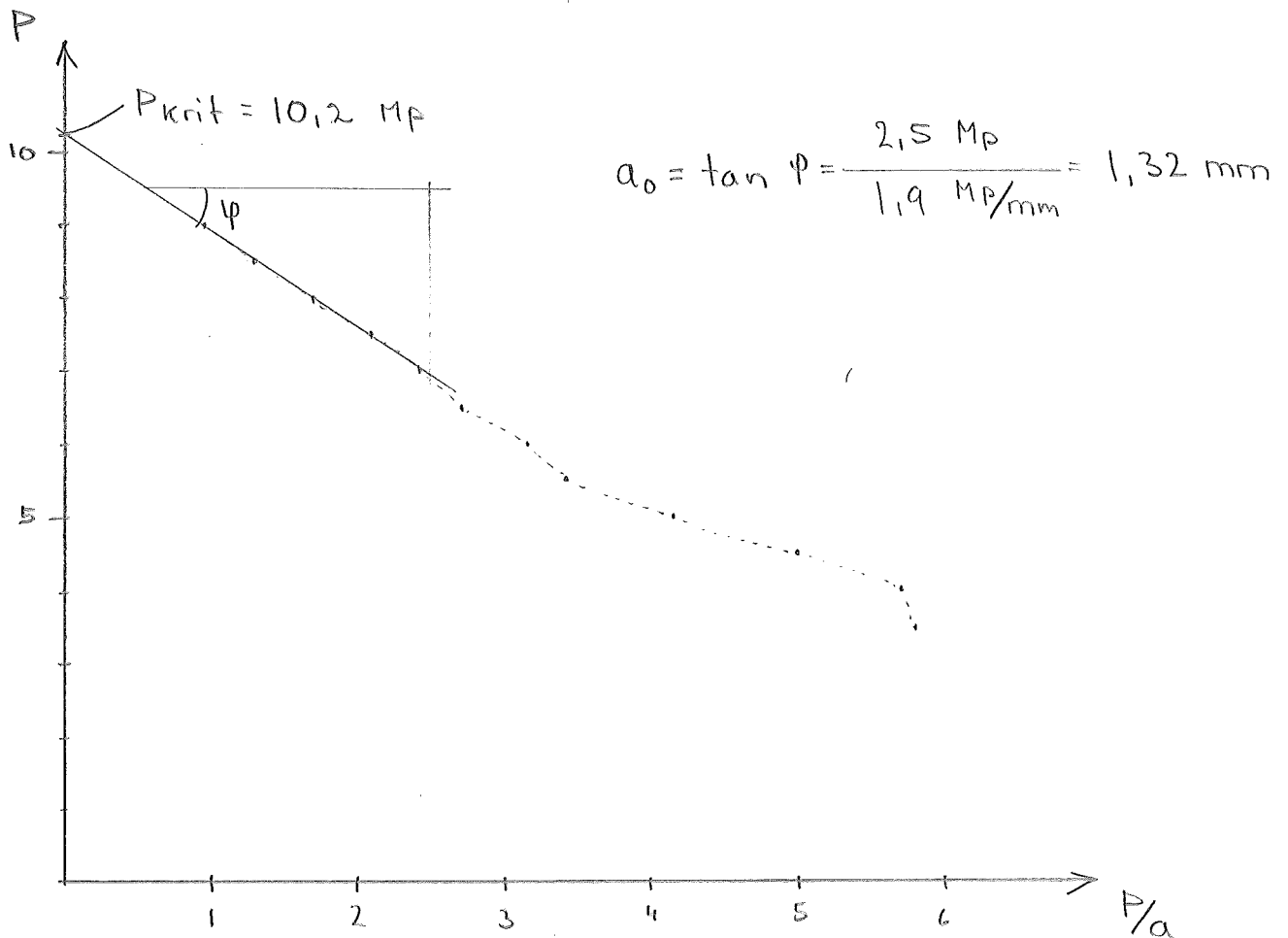




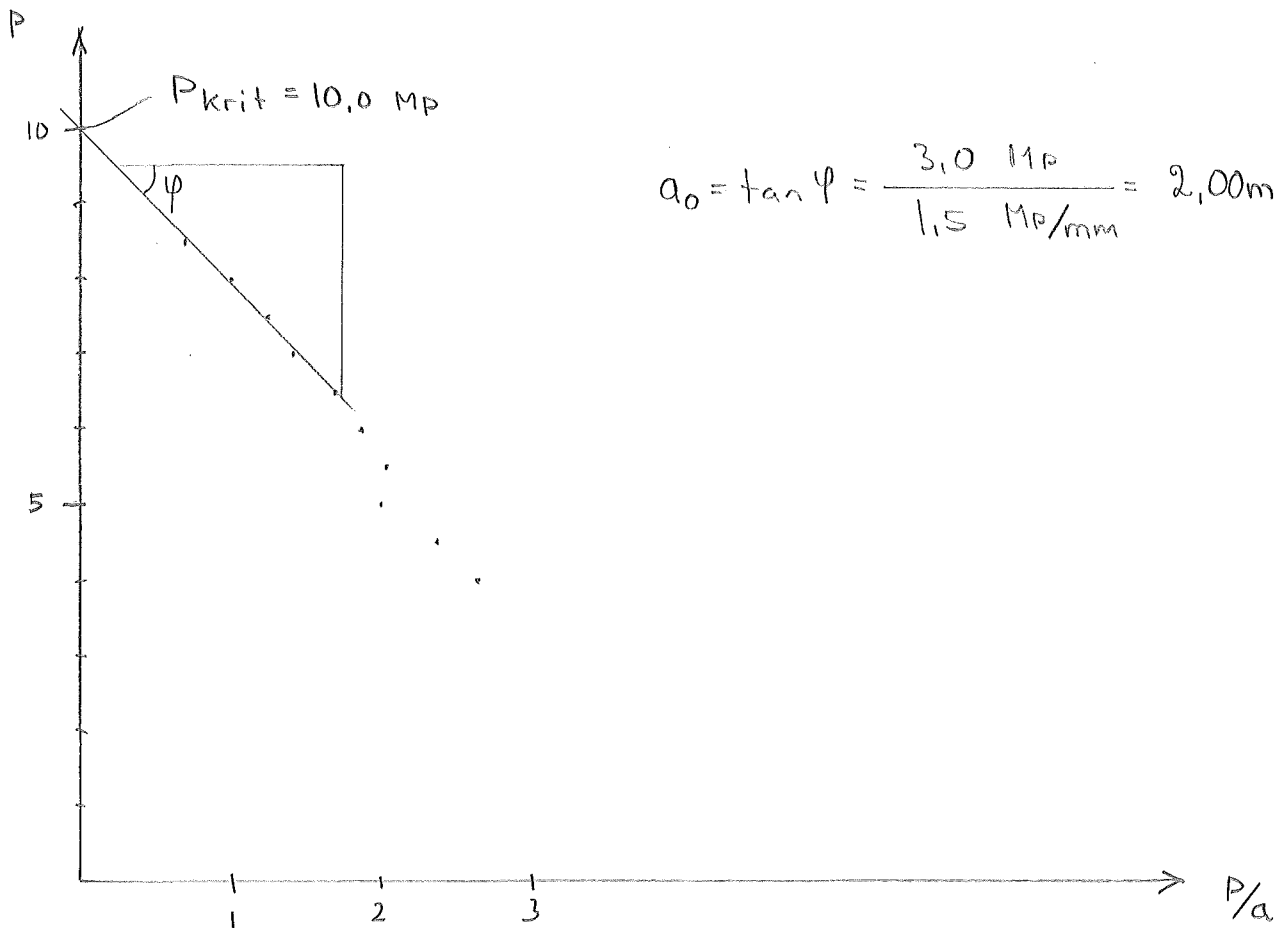
P (MP)	a (mm)	P/a (MP/mm)
9,5	4,10	2,32
9,0	2,03	4,43
8,5	1,35	6,30
8,0	1,00	8,00
7,5	0,88	8,52
7,0	0,62	11,29
6,5	0,59	11,02
6,0	0,52	11,54
5,5	0,46	11,96
5,0	0,43	11,63



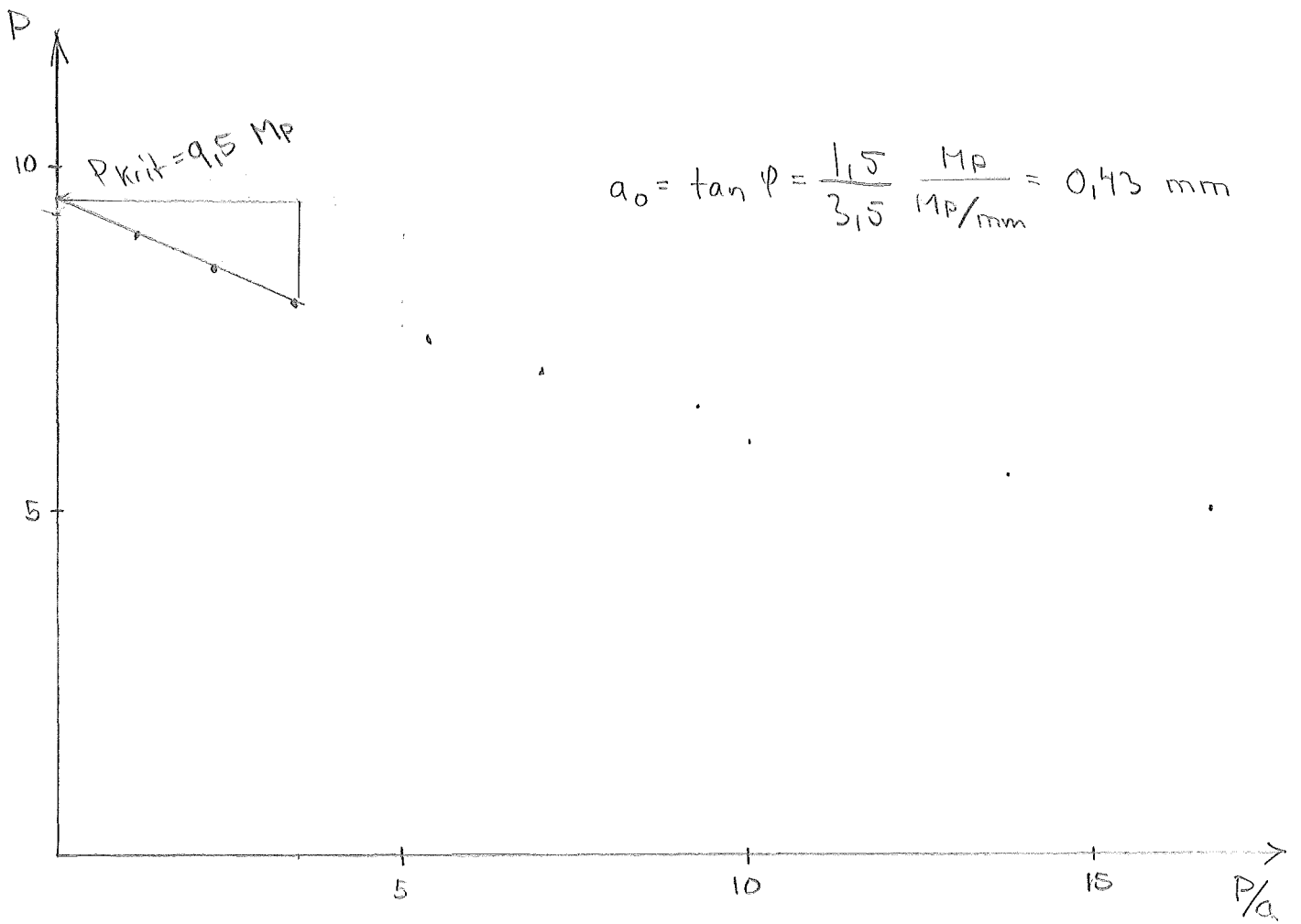
P [MP]	a [mm]	P/a [MP/mm]
9,0	9,3	0,97
8,5	6,4	1,33
8,0	4,7	1,70
7,5	3,6	2,08
7,0	2,9	2,41
6,5	2,4	2,71
6,0	1,9	3,16
5,5	1,6	3,44
5,0	1,2	4,17
4,5	0,9	5,00
4,0	0,7	5,71
3,5	0,6	5,83



P [MP]	a [mm]	P/a [MP/mm]
8,5	12,5	0,68
8,0	8,0	1,00
7,5	6,0	1,25
7,0	5,0	1,40
6,5	3,8	1,71
6,0	3,2	1,88
5,5	2,7	2,04
5,0	2,5	2,00
4,5	1,9	2,37
4,0	1,5	2,67



P [MP]	a [mm]	P/a [MP/mm]
9,0	7,7	1,17
8,5	3,8	2,24
8,0	2,3	3,48
7,5	1,4	5,36
7,0	1,0	7,00
6,5	0,7	9,29
6,0	0,6	10,00
5,5	0,4	13,75
5,0	0,3	16,67



## BILAGA 6.7.1

```

10 REM *****
20 REM * BESTAMNING AV UTBOJNING OCH KNACKLAST, MED ANVANDANDE *
30 REM * AV TRIGONOMETRISK SERIEUTVECKLING, FOR W-W PELARE *
40 REM * BELASTAD AV PUNKTLASTER I L/4 *
45 REM *****
50 PRINT "PELARLANGD ICM "
60 INPUT L
70 PRINT "TROGHETSMOMENT I CM**4"
80 INPUT I
90 PRINT "KONSTANTEN B"
100 INPUT B
110 PRINT "E-MODUL I CM**2"
120 INPUT E
130 PRINT "KONSTANTEN K"
135 INPUT K
140 PRINT "TOTAL PUNKTLAST I L/4 "
150 INPUT P1
155 LET P1=P1/2
160 PRINT "AXIALLAST I KP "
170 INPUT P
180 LET N=0
182 LET Y3=0
184 LET Y5=0
190 LET F=3.14159
200 FOR J=1 TO 10 STEP 1
210 LET N=N+1
220 LET Z1=K*K*L*L/(N*N*F*F)
230 LET Z=(B*B+Z1)/(1+Z1)
240 LET V=N*N*F*F*E*I*Z/(P*L*L)
250 LET C1=4*P1*L/(F*F)
255 LET C3=N*F*.5
256 LET C4=N*F*.25
260 LET C2=1/N/N*SIN(C3)
261 LET C2=C2*COS(C4)
270 LET C=C1*C2
280 LET D=C*L*L/(N*N*F*F*E*I*Z)
290 LET Y1=D*SIN(C3)
300 LET Y2=D*V/(V-1)*SIN(C3)
330 LET Y3=Y3+Y1
340 LET Y5=Y5+Y2
350 NEXT J
355 PRINT
356 PRINT
360 PRINT "TOT. UTBOJNING ", Y5
365 PRINT "INITIALUTBOJNING AV PUNKTLAST ", Y3
366 PRINT
367 PRINT
368 PRINT "*****"
370 GOTO 160
380 END

```

READY

## LITTRATURFÖRTECKNING

|1| OM SAMMANSÄTTA BALKAR OCH PELARE MED SÄRSKILD  
HÄNSYN TILL SPIKADE TRÄKONSTRUKTIONER.

AV HJALMAR GRANHOLT

CTH-HANDLINGAR NR 88 1949

|2| HÄRLEDNINGAR FÖR SAMMANSÄTT BALK

AV TRYGGVE DEGERMAN

BYGGNADSTEKNIK II, LTH 1978

|3| BÄRANDE KONSTRUKTIONER FK I; DEL 2

AV STURE ÅKERLUND

BYGGNADSTEKNIK II, LTH 1977