

B T G B A L K

DATORPROGRAM FÖR DIMENSIONERING AV  
KONTINUERLIGA BALKAR ENLIGT BBK79

Examensarbete

Utfört vid avd. för Bärande Konstruktioner  
vid Lunds Tekniska Högskola(LTH)

Kent Thorén V79

Jan Åblad V79

Lund augusti 1983

Vägarverket Bldg

-u-

Malmö, 040/147024 hem

eller 1/2 fyra

SCG fr.o.m. måndag 29/8

PREPAB

TVBK-5015

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
1. Introduktion	1
2. Förutsättningar och begränsningar	2
3. Beräkningsmetod	3
4. Teckenregler	4
5. Beräkningsexempel 1	5
6. Beräkningsexempel 2	14
7. Exempel på indatadel	30
8. Programmet i symbolkod	

1. I N T R O D U K T I O N

Programmet dimensionerar en kontinuerlig balk med godtyckligt valda laster, dock inte normallaster.

Balken har fältvis konstant sektion och är upplagd på fasta stöd. Utöver detta finns möjlighet att ange konsol i vänster resp höger balkände.

Dimensioneringen utförs enligt BBK 79 (BBK) och Betonghandboken (BHB) och omfattar följande:

- Dimensionering av erforderlig dragarmering och dess placering.
- Dimensionering av erforderlig skjuvarmering. Beräkningen utförs i intervall om den valda segmentbredden.
- Avkortning av dragarmeringen efter den förskjutna momentkurvan med hänsyn till förankringslängd.
- Utskrift av längsarmering sker för att underlätta överföringen till konstruktionsritning.

2. F Ö R U T S Ä T T N I N G A R O C H B E G R Ä N S N I N G A R

- Max 15 fält inklusive konsol vänster och höger.
- Max 15 segment per fält.
- Rektangulärt tvärsnitt.
- Fältvis konstant sektion.
- Inga normallaster.
- Max 5 laster av varje sort per fält.

-Belastningen i de olika fälten kan vara:

jämnt fördelad last med angivet läge i fältet.

triangellast med angivet läge i fältet.

punktlast med angivet läge i fältet.

punktmoment.

-Tvärkraftsreduktionen utförs enligt BBK kap 3.7.3.3

-Reducering av triangellast förenklas, där så är möjligt, till reduktion av jämnt utbredd last med intensiteten vid  $3x/d$ . Annars utförs ingen reduktion. Se fig 1.

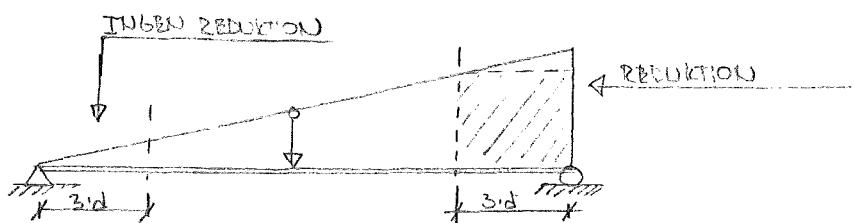


fig 1.

-Programmet utför endast enkelarmering av tvärsnitten. Vid överarmerad sektion erhålles endast dim snitt och dim moment. Antalet stänger, dess lagerplacering, samt avkortningsförslag presenteras inte för detta momentintervall.

-Finns det fler än 3 momentnollpunkter i ett fält så presenteras inte något avkortningsförslag för detta fält. Istället presenteras erforderligt böjarmeringsinnehåll i varje snitt, utan hänsyn till avkortning.

-2 eller 3 brytpunkter i ett momentintervall leder till momentjustering. Se fig 2. Vid fler brytpunkter presenteras inget avkortningsförslag.

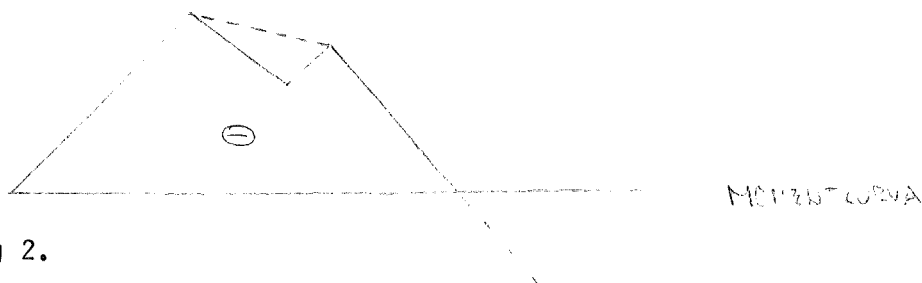


fig 2.

-Skulle livtryckbrött ske i något fält erhålles en kommentar om detta och hela programmet får köras om med ökad balkbredd i berörda fält.

### 3. BERÄKNINGSMETOD

Dimensioneringen utförs enligt BBK eller BHB. Följande avsnitt är aktuella.

-Tillåtna spänningar beräknas enligt BBK kap 2.3-4.

-Dimensionering av dragarmering utförs enligt BHB kap 3.6:43.

-Dimensionering av skjuvarmering utförs enligt BHB kap 3.7.

-Inläggning av armering utförs enligt BHB kap 3.9:5-6.

-Momentkurvan divideras inte med  $z$  utan förskjuts direkt enligt BHB kap 3.9:22 förenklad metod ekv 12. Som en ytterligare förenkling beräknar vi det maximala  $a_l$  för fältet ifråga, jämför detta med  $1.5x_d$  och väljer det minsta värdet av dessa. Momentkurvan förskjuts sedan med detta värde i alla snitt.

-Avkortning av armering följer principerna i BHB kap 3.9:21.

#### 4. TECKENREGLER

Yttre punktlaster och punktmoment definieras som positiva då de verkar nedåt respektive vrider moturs. Se fig. 3

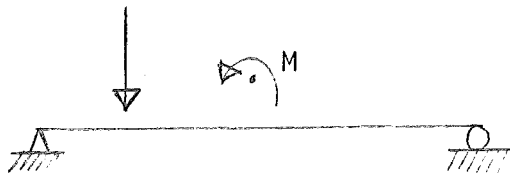


fig. 3

Utbredda laster är positiva då de verkar nedåt.

Snittstorheterna moment och tvärkraft definieras som positiva enligt fig. 4



fig. 4

## EXEMPEL 1

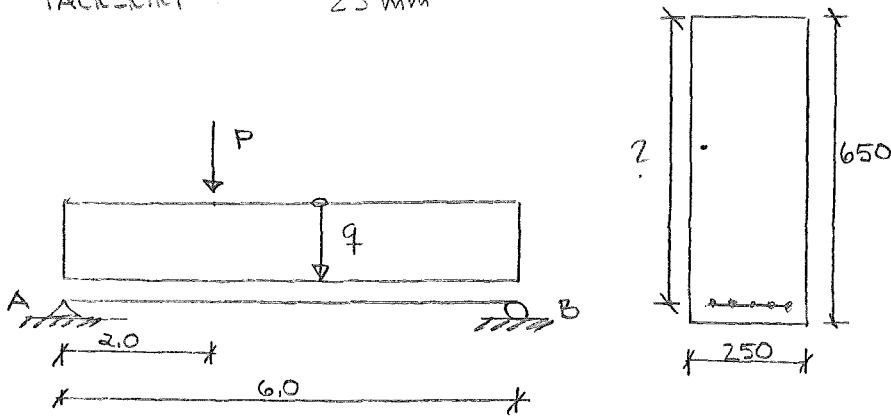
5

BETONGKVALITET: Ks30

LÄNGSARMERING: Ks600,  $\phi$  10 mmBYGGLARMERING: Ks400,  $\phi$  6 mm

SÄKERHETSKLASS: 2

TÄCKSKIKT: 25 mm



### LASTER:

$$q = 29,9 \text{ kN/m}$$

$$P = 30 \text{ kN}$$

### HÅLLFASTHETSVÄRDEN:

$$f_{cc} = 13,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ct} = 0,97 \text{ MPa}$$

$$\text{LÄNGSARMERING: } f_{st} = 496,0 \text{ MPa}$$

$$\text{BYGGLARMERING: } f_{st} = f_{sv} = 331,0 \text{ MPa}$$

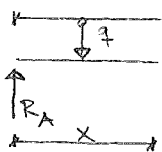
### LIFELAGSREAKTIONER:

$$\curvearrowright \quad 2P + 3 \cdot 6 \cdot q - 6R_B = 0 \Rightarrow R_B = (2P + 18q) / 6 = (2 \cdot 30 + 18 \cdot 29,9) / 6 = 99,7 \text{ kN}$$

$$\uparrow \quad R_A - 99,7 - 30 - 6 \cdot 29,9 = 0 \Rightarrow R_A = 109,7 \text{ kN}$$

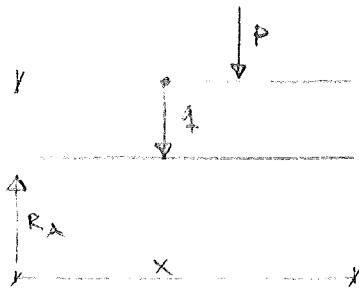
### TVÄRKRAFTSKURVANS SKÄRNINGSPUNKT:

PROVA NNAN P-LASTEN ANGRIPSPUNKT:



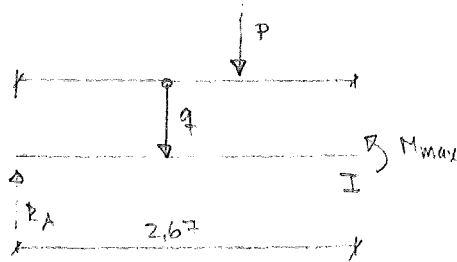
$$\uparrow \quad R_A - x \cdot q = 0 \Rightarrow x = \frac{R_A}{q} = \frac{109,7}{29,9} = 3,67 \text{ m} > \text{P-LASTENS ANGRIPSPUNKT, DVS}$$

SKÄRNINGEN SKER EFTER P-LASTEN.



$$\uparrow R_A - x \cdot q - P = 0 \Rightarrow x = \frac{R_A - P}{q} = \frac{109,7 - 30}{29,9} = 2,67 \text{ m} \quad 6$$

### DIMENSIONERANDE MOMENT:



$$\begin{aligned} \downarrow I \quad 2,67 R_A - \frac{2,67^2}{2} \cdot q - P \cdot 0,67 &= M_{\max} \Rightarrow \\ \Rightarrow M_{\max} &= 2,67 \cdot 109,7 - \frac{2,67^2}{2} \cdot 29,9 - 30 \cdot 0,67 = 166,22 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### LÄNGDSTRECKNING

VI BÖRLAR MED ATT SÄTTA UPP EN FORMEL FÖR HUR MÅNGA STÄNGER SOM FÅR PLATS I ETT LÅGER.

$$2 \cdot c + x \cdot \phi + (x-1) \cdot 2 \cdot \phi \leq b \Rightarrow 2 \cdot 25 + x \cdot 10 + (x-1) \cdot 2 \cdot 10 \leq 250 \Rightarrow 30x \leq 220 \Rightarrow$$

$\Rightarrow x \leq 7,3$  DVS DET FÅR PLATS MAX 7 ST STÄNGER I ETT LÅGER

VI AVVIK NU ATT BERÄKNA HUR MÅNGA STÄNGER VID DIMENSIONERANDE FÅR PLATS I ETT LÅGER.

$$d = 250 - 25 - 0,5 \cdot 10 = 220$$

$$\bar{m} = \frac{M_{\max}}{b d^2 \leq c} = \frac{166,22 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 0,22^2 \cdot 30 \cdot 10^6} = 0,182 < \bar{m}_{\text{bet}} = 0,23 \quad \text{DVS SMITET BLIR BETKLÄMDETT}$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,182} = 0,143$$

$$A_s = \frac{M_{\max}}{d f_{ct} \left(1 - \frac{w}{2}\right)} = \frac{166,22 \cdot 10^3}{0,22 \cdot 416 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - \frac{0,143}{2}\right)} = 522 \text{ mm}^2$$

DETTA GER OSS DÅ  $\frac{522}{\frac{10^2}{4}} = 7,4$  DVS 8 ST  $\phi 10$  MED TOTALT  $A_s = 628 \text{ mm}^2$

8 ST STÄNGER FÅR INTE PLATS I ETT LÅGER, DÄRFÖR MÅSTE VI NU

BEDÖMA ETT NYTT  $\beta$ .



VI LÄGGER 7 ST I FÖRSTA LAGRET OCH 1 I ANDRA LAGRET.

VI BERÄKNAR AVSTÅNDET FRÅN UNDERKANT TILL TYNBÖRNPUNKTSCENTRUM

$$x = \frac{30 \cdot 7 \frac{\pi \cdot 10^2}{4} + 55 \cdot \frac{\pi \cdot 10^2}{4}}{8 \cdot \frac{\pi \cdot 10^2}{4}} = 33,125$$

$$d = 650 - 33,125 = 616 \text{ mm}$$

$$\bar{m} = \frac{16622 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 0,6^2 \cdot 3 \cdot 0} = 0,125 < \bar{m}_{\text{bal}}$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,125} = 0,46$$

$$A_s = \frac{16622 \cdot 10^3}{0,616 \cdot 0,46 \cdot 0,6 \cdot \left(1 - \frac{0,46}{2}\right)} = 587 \text{ mm}^2$$

DETTA GÖR OSS  $\frac{587}{\frac{\pi \cdot 10^2}{4}} = 7,5$  DVS 8 ST  $\phi 10$  MED TOTALT  $A_s = 628 \text{ mm}^2$

### BYGGLÄMNINGAR:

VI BÖRJAR MED ATT RITA UPP TVÄRKRAFTSDIAGRAMMET. SE BILAGA 1 A

DIAGRAMMET DELAS IN I 10 LIKA STORA SEGMENT OM 650 mm. DIMENSIONERINGEN

UTFÖRS I VARJE SUITT.

### TVÄRKRAFTS KAPACITETENS GRUNDVÄRDE:

VID BERÄKNING AV BÖKLÄMNINGENS INNEHÅLLET TILLBLÄS ÅSÖ VÄRDET AV

$$(\text{TOTALA ANTALET STÅNDE})/4 = 628/4 = 157 \text{ mm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{s0}}{b \cdot d} = \frac{157 \cdot 10^3}{0,25 \cdot 0,6} = 1,019 \cdot 10^{-3}$$

$$\xi = 1,3 - 0,4d = 1,3 - 0,4 \cdot 0,616 = 1,054$$

DEN FÖRHÅLLA SKUVHÅLLFÄHETEN BLIR DÅ

$$f_v = \xi \left( (1 + 50\rho) \cdot 0,3 \cdot f_{ct} + 1,054 \left( (1 + 50 \cdot 1,019 \cdot 10^{-3}) \cdot 0,2 \cdot 0,47 \cdot 10^6 \right) \right) = 322,3 \text{ kPa}$$

GRUNDVÄRDET BLIR

$$V_L = b \cdot d \cdot f_v = 0,25 \cdot 0,616 \cdot 322,3 \cdot 10^3 = 49,6 \text{ kN}$$

## INVERKAN AV LASTANBRÄPP NÄRA UPPLAG:

8

LASTER NÄRMRE ÄN 3d FRÅN UPPLAG GER ETT FÖRHÖJT VÄRDE PÅ DEN FÖRHÅLLA SKSUVHÅLLPÅSTHETEN.

$$f_{vr} = \frac{V_{d0}}{V_{d(red)}} \cdot f_v$$

STÖD A:

$$f_{vr} = f_v \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1,85 \cdot 4}{2 \left(\frac{9,1}{2} + \frac{4}{6} p\right)}\right)} = 322,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1,85 \cdot 29,9 \cdot 10^3}{2 \left(\frac{29,9 \cdot 10^3 \cdot 6}{2} + \frac{4 \cdot 36 \cdot 10^3}{6}\right)}\right)} = 431,0 \text{ kPa}$$

STÖD B:

$$f_{vr} = f_v \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1,85 \cdot 4}{2 \left(\frac{9,1}{2} + \frac{2}{6} p\right)}\right)} = 322,3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{1,85 \cdot 29,9 \cdot 10^3}{2 \left(\frac{29,9 \cdot 10^3 \cdot 6}{2} + \frac{2 \cdot 36 \cdot 10^3}{6}\right)}\right)} = 446,0 \text{ kPa}$$

DETTA GER OSS NU ETT FÖRHÖJT VÄRDE PÅ TVÄRKRÄFTSKAPACITETEN

STÖD A:

$$V_{CR} = b \cdot d \cdot f_{vr} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 431,0 = 66,4 \text{ kN}$$

STÖD B:

$$V_{CR} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 446,0 = 68,7 \text{ kN}$$

VI RITAR IN  $V_C$  OCH  $V_{CR}$  I DIAGRAMMET I BILAGA 1 A.

## FORMLER OCH MINIMIKRAV VID DIMENSIONERINGEN:

FÖR ATT ARMERINGEN SKALL FÅ RÄKNAS STATISKT VERKSAM KRÄVS

$$V_s > V_{stat} = 0,2 \cdot b \cdot d \cdot f_{ct} = 0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,6 \cdot 0,17 \cdot 10^6 = 29,9 \text{ kN}$$

FÖR BERÄKNING AV  $s$ , DVS AVSTÅNDET MELLAN BYGLARNA ANVÄNDS FORMELN

$$V_s = A_{sv} \cdot f_{sv} \cdot 0,9 \cdot d \cdot (\sin \beta + \cos \beta) / s \Rightarrow s = A_{sv} \cdot f_{sv} \cdot 0,9 \cdot d \cdot (\sin \beta + \cos \beta) / V_s$$

VILKET I VÅRT FALL BLIR MED  $A_{sv} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} \cdot 2 = 56,55 \text{ mm}^2$ ,  $f_{sv} = 331 \text{ MPa}$ ,  $\beta = 90^\circ$ ,  $d = 0,6 \text{ m}$

$$s = 56,55 \cdot 10^{-6} \cdot 331 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \text{ m} / V_s = 1,0377 \cdot 10^4 / V_s$$

TILL DETTA KOMMER 3 ST MINIMIVILLKOR FÖR  $s$

①

$$s \leq s_1 = 4,5 \cdot f_{sv} \cdot A_{sv} \cdot (\sin \beta + \cos \beta) / (f_{ct} \cdot d) = 4,5 \cdot 331 \cdot 10^6 \cdot 56,55 \cdot 10^{-6} \cdot (\sin 90^\circ + \cos 90^\circ) / (0,17 \cdot 10^6 \cdot 0,6) = 0,347 \text{ m}$$

②

$$s \leq s_2 = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot^2 \alpha) = 0,75 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,462 \text{ m}$$

③

$$s \leq s_3 = 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 0,6 \text{ m} = 0,9 \text{ m}$$

AV DESSA VILKOR BLIR  $S_1$  DIMENSIONERANDE.

DESSUTOM PÅR INTR  $S$  BLI MINDRE ÄN 100 mm.

DIMENSIONERING:

SNITT: 0

$$V_S = 48,3 \text{ kN} > V_{stat}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 48,3 \cdot 10^3 = 240 \text{ mm}$$

$100 \leq 240 \leq S_1$  DVS  $S = 240 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR/BYSEL

SNITT: 600

$$V_S = 31,0 \text{ kN} > V_{stat}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 31,0 \cdot 10^3 = 335 \text{ mm}$$

$100 \leq 335 \leq S_1$  DVS  $S = 335 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR/BYSEL

SNITT: 1200

$$V_S = 18,0 \text{ kN} < V_{stat} \Rightarrow V_S = 29,9 \text{ kN}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 29,9 \cdot 10^3 = 347 \text{ mm}$$

$100 \leq 347 \leq S_1$  DVS  $S = 347 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR, BYSEL

SNITT: 1800

$$V_S = 5,0 \text{ kN} < V_{stat} \Rightarrow V_S = 29,9 \text{ kN}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 29,9 \cdot 10^3 = 347 \text{ mm}$$

$100 \leq 347 \leq S_1$  DVS  $S = 347 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR/BYSEL

SNITT: 2400 - 4200

BEHÖVER INSEN SKJUVAEMER:UG

SNITT: 4800

$$V_S = 8,0 \text{ kN} < V_{stat} \Rightarrow V_S = 29,9 \text{ kN}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 29,9 \cdot 10^3 = 347 \text{ mm}$$

$100 \leq 347 \leq S_1$  DVS  $S = 347 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR/BYSEL

SNITT: 5400

$$V_S = 30,0 \text{ kN} > V_{stat}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 30,0 \cdot 10^3 = 346 \text{ mm}$$

$100 \leq 346 \leq S_1$  DVS  $S = 346 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR/BYBEL

SNITT: 6000

$$V_S = 31,0 \text{ kN} > V_{stat}$$

$$S = 1,0377 \cdot 10^4 / 31,0 \cdot 10^3 = 335 \text{ mm}$$

$100 \leq 335 \leq S_1$  DVS  $S = 335 \text{ mm}$ , 2 ST SKÄR/BYBEL

AVKORTNING:

VI BÖRLAR MED ATT RITA UPP MOMENTDIAGRAMMET, SE BILAGA 1 B.

DETTA LIGGER SEDAN TILL GRUND FÖR AVKORTNINGEN, DIVISIONEN MED Z (IVER HÄVARMBEN) UTFÖRS INTR.

FÖRESKRIVNING AV KURVAN:

BHB 3.9:22 FÖRENKLAD METOD

VI FÖRESKRIVER KURVAN  $a_L = \frac{V_d S}{2 \cdot A_{sv} \cdot f_{sv}}$  DOCK EJ STÖRRE ÄN  $15 \cdot d$

VID VERTIKALA BYGLAR MÅSTE  $a_L \geq 0,5 \cdot d$

$a_L$  RÄKNAS UT FÖR VARJE SNITT

SNITT mm	$a_L$ mm	VI GÖR EN YTTRELLIGARE FÖRBINDNING SCH VÄLJER MAXIMALA $a_L = 892 \text{ mm}$ FÖR HJÄLA BALIKEN
0	703	
500	821	
1200	884	KONTROLLERA VILLKOREN
1800	918	
2400	-	$15 \cdot 2,616 = 924 \text{ mm} > a_L$
3000	-	
3600	-	$0,5 \cdot 0,616 = 308 \text{ mm} < a_L$
4200	-	
4800	542	DVS VI FÖRESKRIVER KURVAN $a_L = 892 \text{ mm}$
5400	756	
6000	892	

BERÄKNING AV FÖRANKRINGSLÄNGD:

$$L_b = \frac{f_{st} \cdot \phi}{f_b} \cdot \frac{\phi}{4}$$

$$f_b = \eta \cdot \eta_1 \cdot \frac{1}{3} \left(1 + \frac{2c}{\beta}\right) f_{ct}$$

$$c = \text{TÄCKSKIKT} = 25 \text{ mm}$$

$$\eta \text{ (KAMSTÄNS)} = 1,4$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$f_b = 1,4 \cdot 1,0 \cdot \frac{1}{3} \left(1 + \frac{2 \cdot 25}{10}\right) \cdot 0,97 \cdot 10^6 = 2,716 \cdot 10^6$$

$f_b$  BEGRÄNSAS TILL HÖGST  $3 \cdot f_{ct}$

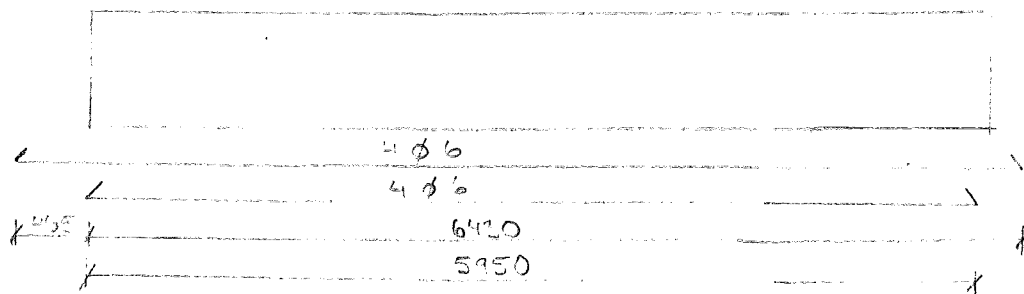
$$3 \cdot f_{ct} = 3 \cdot 0,97 \cdot 10^6 = 2,91 \cdot 10^6 > f_b \quad \text{DVS } f_b = 2,716 \cdot 10^6$$

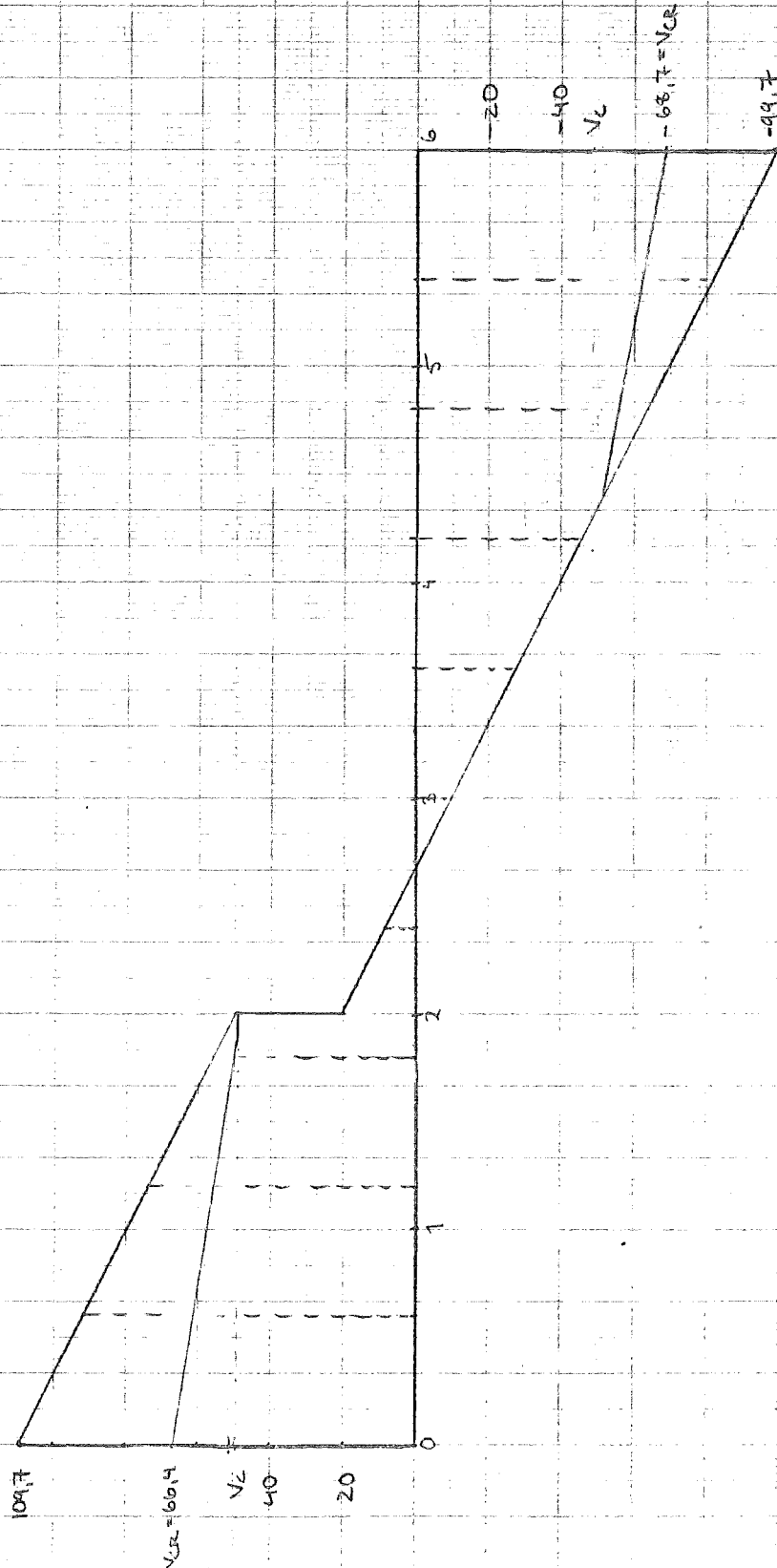
$$L_b = \frac{496}{2,716} \cdot \frac{10}{4} = 4560 \text{ mm}$$

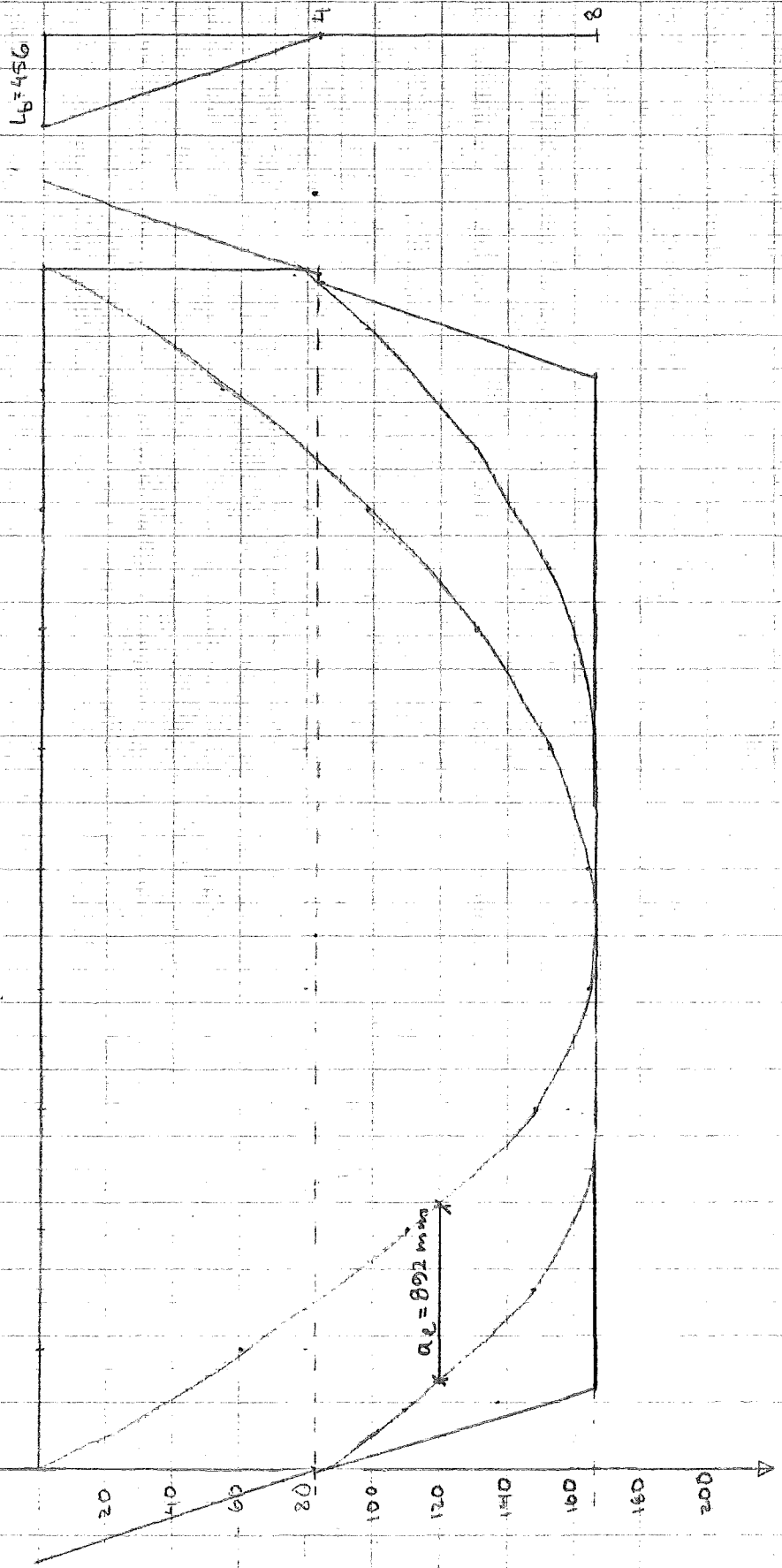
11 AVLOPPAR STÄNGERNA . 2 OMSÄNSAR . 4+4

$$4 \text{ ST STÄNSER TÄR UPP KRAFTEN } \frac{166,22 \cdot 10^3}{2} = 83,11 \text{ KN}$$

NEJANSTÄNSER FIGUR VISAR RESULTATET AV AVLOPPNINGEN







## KÖRNING PÅ TERMINAL BILDESKÄRM

• LOGGA IN SOM VANLIGT PÅ UNIVACEN

• GÅ IN I CTS:EN

→ A F JANKxSUB12

→ X&T TEST

-----  
\*\*\* VÄLKOMMEN TILL BTG BAC \*\*\*

-----  
SLOT PÅ INDATADELEN

=====

GE NAMN PÅ RESULTATFILEN (MAX 6 TECKEN):

> STURE2

för att få utskrift på PÅRISTERN på VDC gör  
följande:

→ OLD STURE2.

→ SITE

HDG? >

RTN? >

COPY? > 1

SITE? > PRV0V

resultat utskriften finns nu att titta på på VDC





## EXEMPEL 2

14

BETONG KVALITET: K25

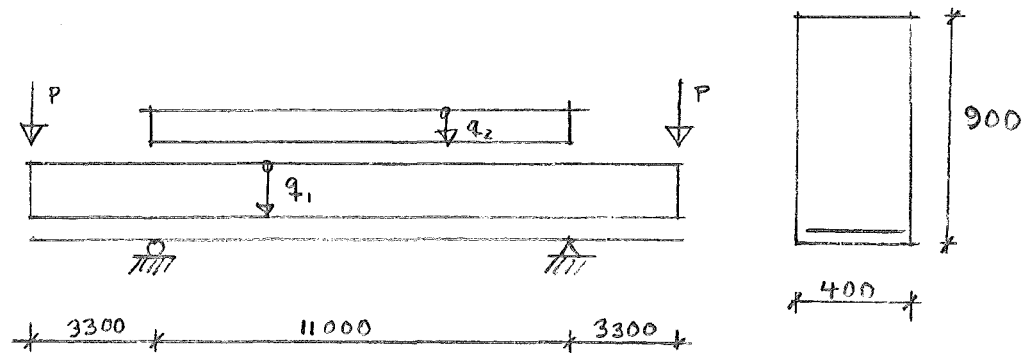
LÅNGSARMERING: Ks 400,  $\phi$  16 mm

BYGELARMERING: Ks 400,  $\phi$  8 mm

SÄKERHETSKLASS: 3

TÄCKSKIKT ÖVERKANT: 25 mm

TÄCKSKIKT UNDERKANT: 25 mm



LASTER:

$$q_1 = 39.3 \text{ kN/m} \quad q_2 = 11.2 \text{ kN/m}$$

$$P = 1.75 \text{ kN}$$

HÅLLFASTHETSVÄRDEN:

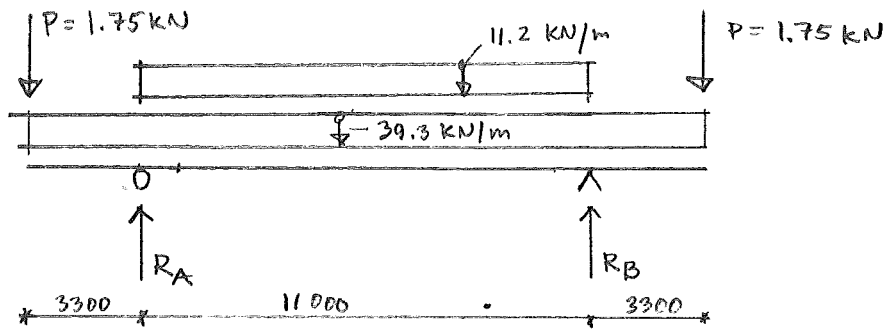
$$f_{cc} = 10.0 \text{ MPa}$$

$$\text{LÅNGSARMERING: } f_{st} = 303 \text{ MPa}$$

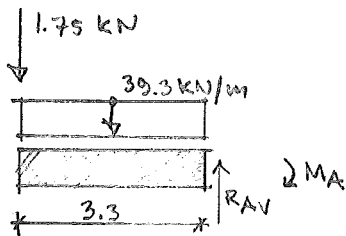
$$f_{ct} = 0.78 \text{ MPa}$$

$$\text{BYGELARMERING: } f_{st} = f_{sv} = 303 \text{ MPa}$$

# BERÄKNING AV MOMENT OCH TVÄRKRÄFTER

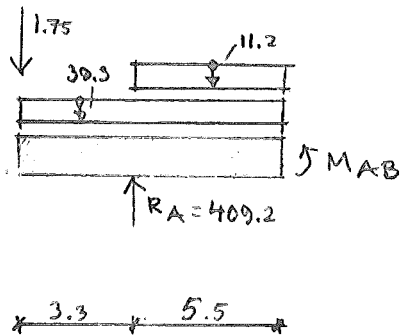


$$R_A = R_B = \frac{1.75 + 1.75 + 39.3 \times (3.300 + 11.0 + 3.3) + 11.2 \times 11.0}{2} = 409.2 \text{ kN}$$



$$M_A = M_B = 3.3 \times 1.75 + 39.3 \cdot \frac{3.3^2}{2} = 219.8 \text{ kNm}$$

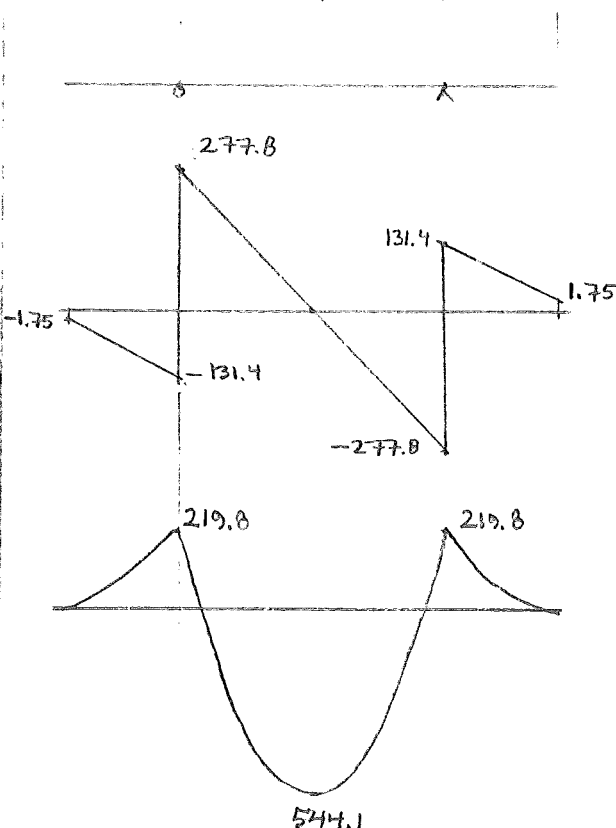
$$M_{AB} = 409.2 \times 5.5 - 11.2 \cdot \frac{5.5^2}{2} - 39.3 \cdot \frac{8.8^2}{2} - 1.75 \cdot 8.8$$



$$M_{AB} = 544.1 \text{ kNm}$$

$$R_{A,V} = -(39.3 \cdot 3.3 + 1.75) = -131.4 \text{ kN}$$

$$R_{A,H} = -131.4 + 409.2 = 277.8 \text{ kN}$$

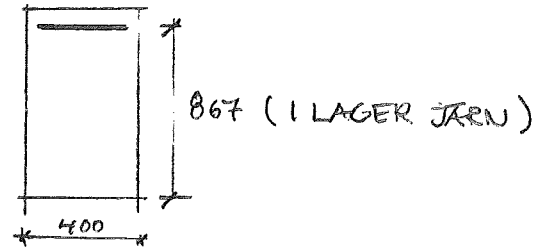


STÖD A: (OCH STÖD B)

DIM. MOMENT =  $-219.8 \text{ kNm}$

$D = 0.9 - 0.025 - 0.5 \cdot 0.016 = 0.867$

$\bar{m}_{bal} = 0.384$  (BHB SID 221)



$\bar{m}_{rel} = \frac{M}{bd^2 f_{cc}} = \frac{219.8 \cdot 10^{-3}}{0.4 \cdot 0.867^2 \cdot 10.0}$

$\bar{m}_{rel} = 0.0731 < \bar{m}_{bal} \Rightarrow OK$

$w = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.0731} = 0.0760$

$A_s = \frac{M}{f_{st} \cdot d (1 - w/2)} = \frac{219.8 \cdot 10^{-3}}{303 \cdot 0.867 (1 - 0.0760/2)} = 870 \text{ mm}^2$

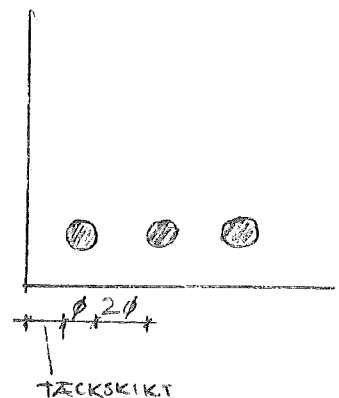
$\phi = 16 \text{ mm} \Rightarrow A_{\phi} = \pi \cdot \frac{16^2}{4} = 201 \text{ mm}^2$

$N_{ERF} = 870 / 201 = 5 \text{ ST } \phi 16$

$b = 3\phi (n-2) + 2(2\phi + TACKSK)$

$b = 3 \cdot 16 (5-2) + 2(2 \cdot 16 + 25)$

$b = 258 \text{ mm} \Rightarrow OK$

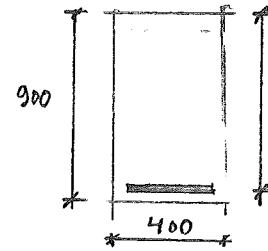


5  $\phi$  16 | ETT LAGER

# DIMENSIONERING BÖJARMERING

FÄLT AB:

DIM. MOMENT = +544.1 kNm



FÖRSÖK ETT LAGER:  $D = 0.900 - 0.025 - 0.016/2$

$$D = 0.867 \text{ m}$$

$$\bar{m}_{bal} = 0.384 \text{ (BHB s 221)}$$

$$\bar{m}_{rel} = \frac{M}{bd^2 f_{cc}} = \frac{544.1 \cdot 10^{-3}}{0.4 \cdot 0.867^2 \cdot 10.0} = 0.1810 < \bar{m}_{bal} \Rightarrow \text{OK}$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.1810} = 0.2013$$

$$A_s = \frac{M}{f_{st} \cdot d (1 - w/2)} = \frac{544.1 \cdot 10^{-3}}{303 \cdot 0.867 (1 - 0.2013/2)} = 2303 \text{ mm}^2$$

$$N_{EFF} = 2303 / 201 = 12 \text{ st } \phi 16$$

$$b = 3\phi (n-2) + 2(2\phi + TACKSK)$$

$$b = 3 \cdot 16 (12-2) + 2(2 \cdot 16 + 25) = 594 \text{ mm} \Rightarrow \text{PLACERA JÄRNET I TVÅ LAGER?}$$

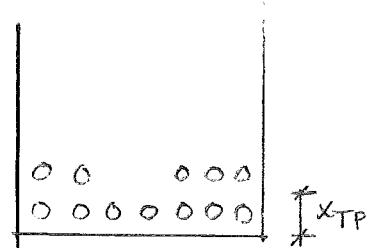
$$N_{LAGER} = \frac{1}{3\phi} (b - 4\phi - 2 \cdot TACKSK) + 2$$

$$N_{LAGER} = \frac{1}{3 \cdot 16} (400 - 4 \cdot 16 - 2 \cdot 25) + 2 = 7 \text{ st PER LAGER}$$

BERÄKNA EN NY EFFEKTIV HÖJD:

$$x_{TP} = \frac{x_1 A_1 + x_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

$$x_{TP} = \frac{(0.025 + 0.016/2) \cdot 7 \cdot 201 + (0.025 + 0.016/2 + 2.5 \cdot 0.016) \cdot 524}{12 \cdot 201}$$



$$x_{TP} = 0.050$$

$$D = 0.900 - 0.050 = 0.850$$

$$\bar{m}_{rel} = \frac{M}{bd^2 f_{cc}} = \frac{544.1 \cdot 10^{-3}}{0.400 \cdot 0.850^2 \cdot 10.0} = 0.1883 < \bar{m}_{bal} \Rightarrow \text{OK}$$

forts FÄLT AB:

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.1083} = 0.21044$$

$$A_s = \frac{M}{f_{st} \cdot d (1 - w/2)} = \frac{544 \cdot 10^{-3}}{303 \cdot 0.850 (1 - 0.21044/2)} = 2361 \text{ mm}^2$$

$$N_{ERF} = 2361/201 = 12 \text{ st } \phi 16$$

12 $\phi$ 16	1 TVÄR LAGER
LAGER 1 = 7 ST	
LAGER 2 = 5 ST	

### BYGELARMERING:

VI BÖRJAR MED ATT RITA UPP TVÄRKRÄFTS DIAGRAMMET. SE BILAGA 2A  
 VARJE FACK INDELAS I 10 OLIKA SEGMENT. DIMENSIONERINGEN UTFÖRS  
 I VARJE SNITT (11 ST PER FACK)

### KONSOL VÄNSTER:

TVÄRKRÄFTSKAPACITETENS GRUNDVÄRDE:

VID BERÄKNING AV BÖJARMERINGSINNEHÅLLET TILLEDAS  $A_{s0}$

VÄRDET AV: (TOTALA ANTALET STÄNGER VID STÖDA)/4  $\Rightarrow$

$$5/4 \Rightarrow 2 \text{ ST } \phi 16 \quad A_{s0} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{16^2}{4} = 402 \text{ mm}^2$$

(BHB s 233)

$$\rho = \frac{A_{s0}}{b \cdot d} = \frac{402 \cdot 10^{-6}}{0.400 \cdot 0.867} = 1.159 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho = 1.3 - 0.4 \cdot d = 1.3 - 0.4 \cdot 0.867 = 0.953 < 1.0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = 1.0 \quad (\text{BHB s 245})$$

DEN FÖRMELLA SKJUVHÅLLFASTHETEN BLIR DÅ

19

$$f_v = \{ (1 + 50g) \cdot 0.3 \cdot f_{ct} = 1.0, (1 + 50 \cdot 1.159 \cdot 10^{-3}) \cdot 0.3 \cdot 0.78 \cdot 10^6$$

$$f_v = 247.5 \text{ kPa}$$

GRUNDVÄRDET BLIR

$$V_c = b \cdot d \cdot f_v = 0.400 \cdot 0.867 \cdot 247.5 = 85.8$$

INVERKAN AV LASTANGREPP NÄRA UPPLAG:

LASTER NÄRMARE ÄN 3d FRÅN UPPLAG GER ETT FÖRHÖJT VÄRDE PÅ DEN FÖRMELLA SKJUVHÅLLFASTHETEN,

$$f_{vr} = \frac{V_{do}}{V_{d(red)}} \cdot f_v = \frac{1}{\left(1 - \frac{V_b}{V_{do}}\right)} \cdot f_v$$

STÖD A (VÄNSTER):

$$V_b = V_{dort} = 3 \cdot d \cdot q_1 / 2 = 3 \cdot 0.867 \cdot 39.3 / 2 = 51.11 \text{ kN}$$

$$f_{vr} = \frac{1}{\left(1 - \frac{51.11}{131.4}\right)} \cdot 247.5 = 405.1 \text{ kPa}$$

DETTA GER OSS NU ETT FÖRHÖJT VÄRDE PÅ TVÄRKRAFTSKAPACITETEN

VID STÖD A (VÄNSTER)

$$V_{CR} = b \cdot d \cdot f_{vr} = 0.400 \cdot 0.867 \cdot 405.1 = 140.4 \text{ kN}$$

$$3 \cdot d = 3 \cdot 0.867 = 2.601$$

VI RITAR NU IN  $V_c$  OCH  $V_{CR}$  I DIAGRAMMET I BILAGA 2A

∴ INGEN SKJUVMÄRNING ERFÖRDRAS I VÄNSTERKONSOLEN.

DEN SYMMETRISKA LASTBILDEN MEDFÖR ATT DET EJ HELLER

BEHOVS NÅGON SKJUVMÄRNING PÅ HÖGERKONSOLEN.

TVÄRSKRAFTSKAPACITETENS GRUNDVÄRDE:

$$A_{SO} : (\text{TOTALA ANTALET STÄNGER I FÄLT})/4 \Rightarrow$$

$$A_{SO} = 12/4 \cdot \pi \cdot 16^2/4 = 603 \text{ mm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{SO}}{b \cdot d} = \frac{603 \cdot 10^{-6}}{0.400 \cdot 0.850} = 1.774 \cdot 10^{-3}$$

$$\xi = 1.3 - 0.4 \cdot d = 1.3 - 0.4 \cdot 0.850 = 0.96 < 1.0 \Rightarrow \xi = 1.0 \text{ (BHB s 245)}$$

DEN FORMELLA SKJUVHÅLLFASTHETEN BLIR DR:

$$f_v = \xi (1 + 50 \rho) \cdot 0.3 \cdot f_{ct} = 1.0 (1 + 50 \cdot 1.774 \cdot 10^{-3}) \cdot 0.3 \cdot 0.78 \cdot 10^6$$

$$f_v = 254.8 \text{ kPa}$$

GRUNDVÄRDET BLIR

$$V_c = b \cdot d \cdot f_v = 0.400 \cdot 0.850 \cdot 254.8 = 86.6 \text{ kN}$$

INVERKAN AV LASTANGREPP NÄRA UPPLAG:

$$f_{vr} = \frac{V_{do}}{V_{dred,1}} \cdot f_v = \frac{1}{\left(1 - \frac{V_b}{V_{do}}\right)} \cdot f_v$$

STÖD A HÖGER:

$$V_b = V_{bort} = 3 \cdot d \cdot \left(a_1/2 + a_2/2\right) = 3 \cdot 0.850 \left(39.3/2 + 11.2/2\right) = 64.4 \text{ kN}$$

$$f_{vr} = \frac{1}{\left(1 - \frac{64.4}{277.8}\right)} \cdot 254.8 = 331.7 \text{ kPa}$$

$$V_{cr} = b \cdot d \cdot f_{vr} = 0.400 \cdot 0.850 \cdot 331.7 = 112.78 \text{ kN}$$

RITA IN  $V_c$  OCH  $V_{cr}$  I DIAGRAMMET I BILAGA 2A

$$3d = 3 \cdot 0.850 = 2.55 \text{ m}$$



VILLKOR:  $V_S > V_{STAT} = 0.2 \cdot b \cdot d \cdot f_{ct} = 0.2 \cdot 0.400 \cdot 0.050 \cdot 0.78 = 53.0 \text{ kN}$

S BERÄKNAS ENLIGT FORMELN:

$$V_S = A_{sv} \cdot f_{sv} \cdot 0.9 \cdot d (\sin \beta + \cot \beta) / S \Rightarrow$$

$$S = A_{sv} \cdot f_{sv} \cdot 0.9 \cdot d (\sin \beta + \cot \beta) / V_S$$

)  $A_{sv} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 100.53 \text{ mm}^2$  ;  $f_{sv} = 303 \text{ MPa}$

)  $\beta = 90^\circ$  ;  $d = 0.050$

$$\Rightarrow S = 100.53 \cdot 10^{-6} \cdot 303 \cdot 10^6 \cdot 0.9 \cdot 0.050 (\sin 90^\circ + \cot 90^\circ) / V_S$$

$$S = 2.3302 \cdot 10^4 / V_S$$

TILL DETTA KOMMER 3 ST MINIMI VILLKOR FÖR S.

①  $S \leq S_1 = 4.5 \cdot f_{sv} \cdot A_{sv} (\sin \beta + \cot \beta) / f_{ct} \cdot b = 4.5 \cdot 303 \cdot 100.53 (\sin 90^\circ) / 0.78 \cdot 400$

$$S \leq S_1 = 439 \text{ mm}$$

②  $S \leq S_2 = 0.75 \cdot d (1 + \cot \beta) = 0.75 \cdot 0.050 (1 + \cot 90^\circ) = 0.038 \text{ m}$

③  $S \leq S_3 = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 0.050 = 0.075 \text{ m}$

\(\therefore\) AV DESSA VILLKOR BLIR  $S_1$  DIMENSIONERANDE  $\Rightarrow S \leq 439 \text{ mm}$

DESSUTOM FÄR INTE S UNDERSTIGA 100 mm

SNITT: 0

$$V_S = 277.0 - V_{CR} = 277.0 - 112.78 = 165.02 > V_{stat}$$

$$S = 2.3302 \cdot 10^4 / 165.02 \cdot 10^3 = 0.141 < 439 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow S = 141 \text{ mm}$$

SNITT: 1100

$$V_S = 121.0 \text{ kN}$$

$$S = 2.3302 \cdot 10^4 / 121.0 \cdot 10^3 = 192 < 439$$

$$\Rightarrow S = 192 \text{ mm}$$

SNITT: 2200

$$V_S = 77.0 \text{ kN}$$

$$S = 2.3302 \cdot 10^4 / 77.0 \cdot 10^3 = 302 < 439 \Rightarrow S = 302 \text{ mm}$$

SNITT: 3300

22

$$V_S = 29.0 \text{ kN} < V_{\text{STAT}} \Rightarrow \text{DIM FÖR } V_{\text{STAT}} = 53.0 \text{ kN}$$

$$S = 2.3302 \cdot 10^4 / 53.0 \cdot 10^3$$

$$S = 439 \leq 439 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow S = 439 \text{ mm}$$

SNITT: 4400, 5500, 6600

HÄR BEHÖVS INGEN SKJUVARMERING

SNITT: 7700

$$\Rightarrow S = 439 \text{ mm}$$

SNITT: 8800

$$\Rightarrow S = 302 \text{ mm}$$

SNITT: 9900

$$\Rightarrow S = 192 \text{ mm}$$

SNITT: 11000

$$\Rightarrow S = 141 \text{ mm}$$

### AVKORTNING:

VI BÖRJAR MED ATT RITA UPP MOMENTDIAGRAMMET

SE BILAGA 2B

DIVISION MED  $z$  (= INRE HÅJARMEN) UTFÖRS INTE

### FÖRSKJUTNING AV KURVAN:

BHB 3.9:22 FÖRENKLAD METOD

VI FÖRSKJUTER KURVAN  $a_L = \frac{V_d \cdot S}{2 A_{sv} \cdot f_{sv}}$  DOCK EJ STÖRRE ÄN  $1.5 \cdot d$

VID VERTIKALA BYGLAR MÅSTE  $a_L \geq 0.5 \cdot d$

VID KONSOLLERNA SOM INTE ÄR TVÄRKRAFTSARMERADE

FÖRSKJUTS MOMENTKURVAN  $1.5 \cdot d$

VÄNSTER KONSOL, HÖGER KONSOL:

23

$$a_l = 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 0.867 = 1.30 \text{ m}$$

BERÄKNING AV FÖRANKRINGSLÄNGD (BHB 3.9:123)

$$l_b = \frac{f_{st}}{f_b} \cdot \frac{\phi}{4}$$

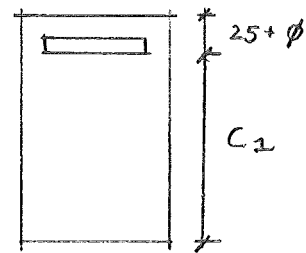
$$f_b = \eta \cdot \eta_1 \cdot \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{2c}{\phi} \right) \cdot f_{ct} \quad ; \text{ SÄTT } c \text{ TILL: } c = \text{TÄCKSKIKT}$$

$$\eta \text{ (KAMSTÄNG)} = 1.4$$

$$c_1 = 0.900 - 0.025 - 0.016 = 0.859$$

$$\Rightarrow \eta_1 = 0.7$$

$$f_{ct} = 0.78 \text{ MPa}$$



$$\therefore f_b = 1.4 \cdot 1.0 \cdot 0.7 \cdot \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{2 \cdot 25}{16} \right) \cdot 0.78$$

$$f_b = 1.05 \text{ MPa} < 3.0 \cdot f_{ct} = 3.0 \cdot 0.78 = 2.34 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$$

$$l_b = \frac{303}{1.05} \cdot \frac{16}{4} = 1154 \text{ mm}$$

$$; f_{st} = 303 \text{ MPa}$$

ANMÄRKNINGSFIGUR FÖR KONSOL VÄNSTER PRESENTERAS I BILAGA 2B

BHB 3.9:22

VI FÖRSKJUTER KURVAN  $a_l = \frac{V_d \cdot s}{2 \cdot A_{sv} \cdot f_{sv}}$  DOCK EJ STÖRRE ÄN  $1.5 \cdot d$

VID VERTIKALA BYGLAR MÅSTE  $a_l \geq 0.5 \cdot d$

$a_l$  RÄKNAS UT FÖR VÄRDE SNITT ;  $a_l = \frac{V_d \cdot s}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} \cdot 303 \cdot 10^3} = 1.641 \cdot 10^{-5} V_d \cdot s$

SNITT mm	$V_d$ kN	$s$ mm	$a_l$ mm
0	278.0	141	643
1100	222.0	102	699
2200	167.0	302	828 *
3300	111.0	439	800
4400	56.0	-	-
5500	0.0	-	-
6600	-56.0	-	-
7700	-111.0	439	800
8800	-167.0	302	828 *
9900	-222.0	102	699
11000	-278.0	141	643

VI FÖRSKJUTER MOMENTKURVAN MED  $a_{l \text{ MAX}} = \underline{828 \text{ mm}}$  I

HELA MITTFACKET

KOLL:  $a_l = 828 < 1.5 \cdot d = 1.5 \cdot 0.850 = 1.275$  }  $\Rightarrow OK$   
 $a_l > 0.5 \cdot 0.850 = 0.425$

FÖRSKJUTNINGEN AV MOMENTKURVAN INRITAS I BILAGA 2B

ÖVERKANT:  $l_b = 1154 \text{ mm}$

UNDERKANT:

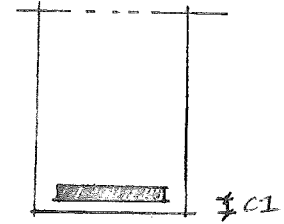
$$f_b = \eta \cdot \eta_1 \cdot \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{2c}{\phi} \right) \cdot f_{ct}$$

$$c_1 = 0.250 \Rightarrow \eta_1 = 1.0$$

$$f_b = 1.4 \cdot 1.0 \cdot \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{2 \cdot 25}{16} \right) \cdot 0.78$$

$$f_b = \underline{1.50} \text{ MPa} < 3.0 \cdot f_{ct} = 3.0 \cdot 0.78 = 2.34 \Rightarrow \text{OK}$$

$$l_b = \frac{f_{st} \cdot \phi}{f_b \cdot 4} = \frac{303 \cdot 16}{1.50 \cdot 4} = 808 \text{ mm}$$



SAMMANSTÄLLNING SKJUVARMERINGEN

26

VÄNSTER KONSOL: INGEN SKJUVARMERING ERFORDRAS

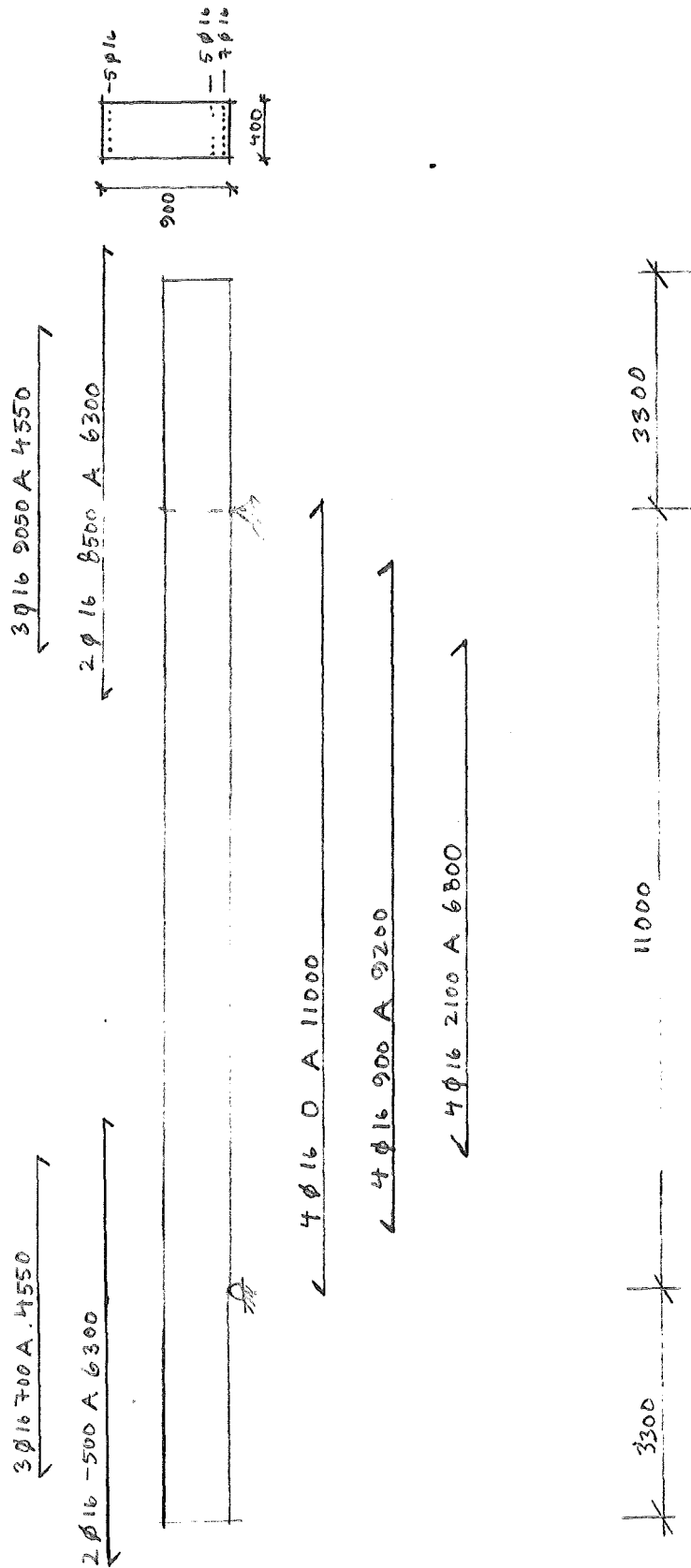
FÄLT: NUMMER 2:

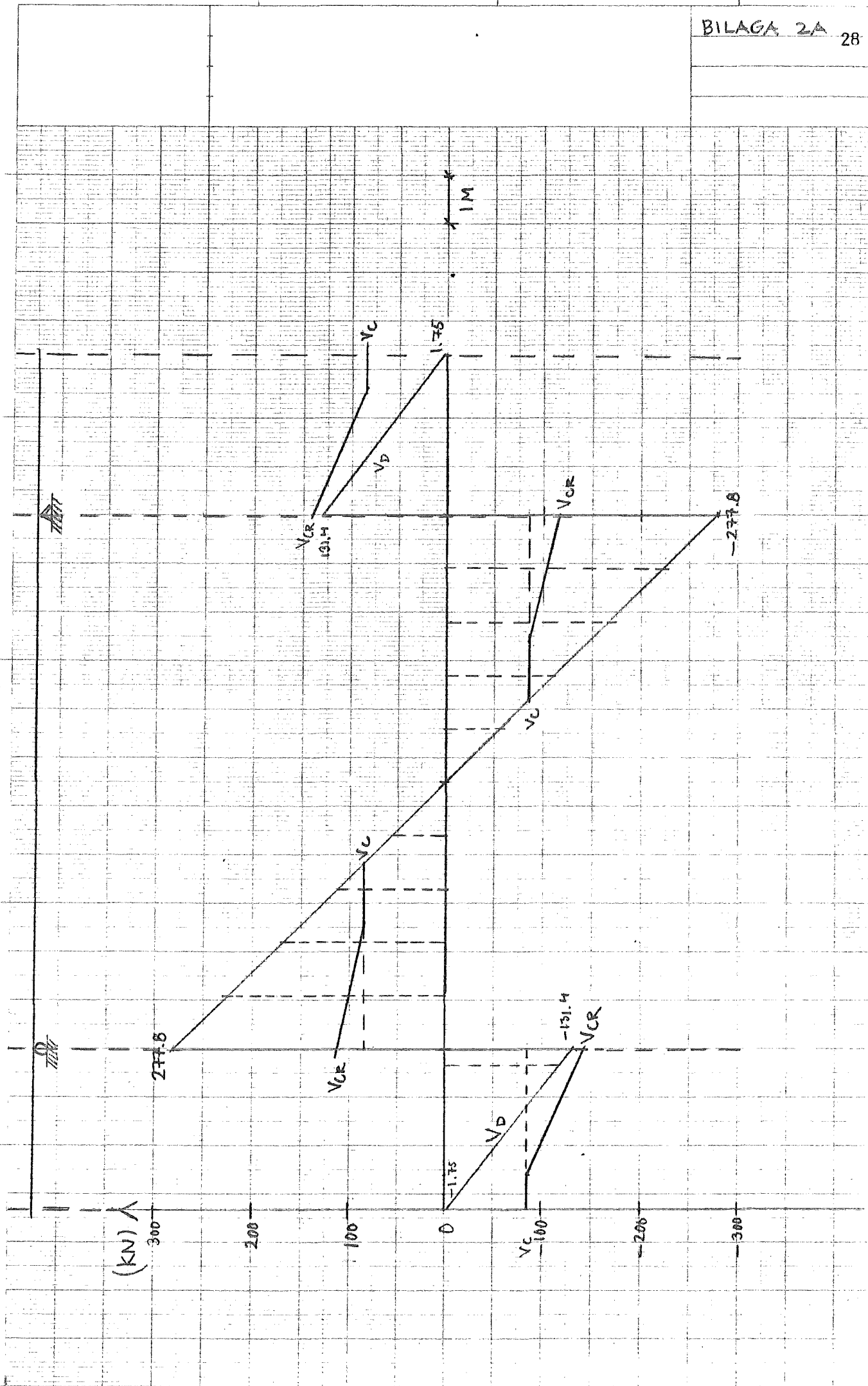
SNITT MM	$V_D$ KN	$V_C$ KN	$V_S$ KN	S. MM	SKÄR ST
0	278.0	113.0	165.0	141	2
1100	222.0	101.0	121.0	192	2
2200	167.0	90.0	77.0	302	2
3300	111.0	86.6	53.0	439	2
4400	56.0	86.6	0.0	-	-
5500	0.0	86.6	0.0	-	-
6600	-56.0	86.6	0.0	-	-
7700	-111.0	86.6	53.0	439	2
8800	-167.0	90.0	77.0	302	2
9900	-222.0	101.0	121.0	192	2
11000	-278.0	113.0	165.0	141	2

HÖGER KONSOL: INGEN SKJUVARMERING ERFORDRAS

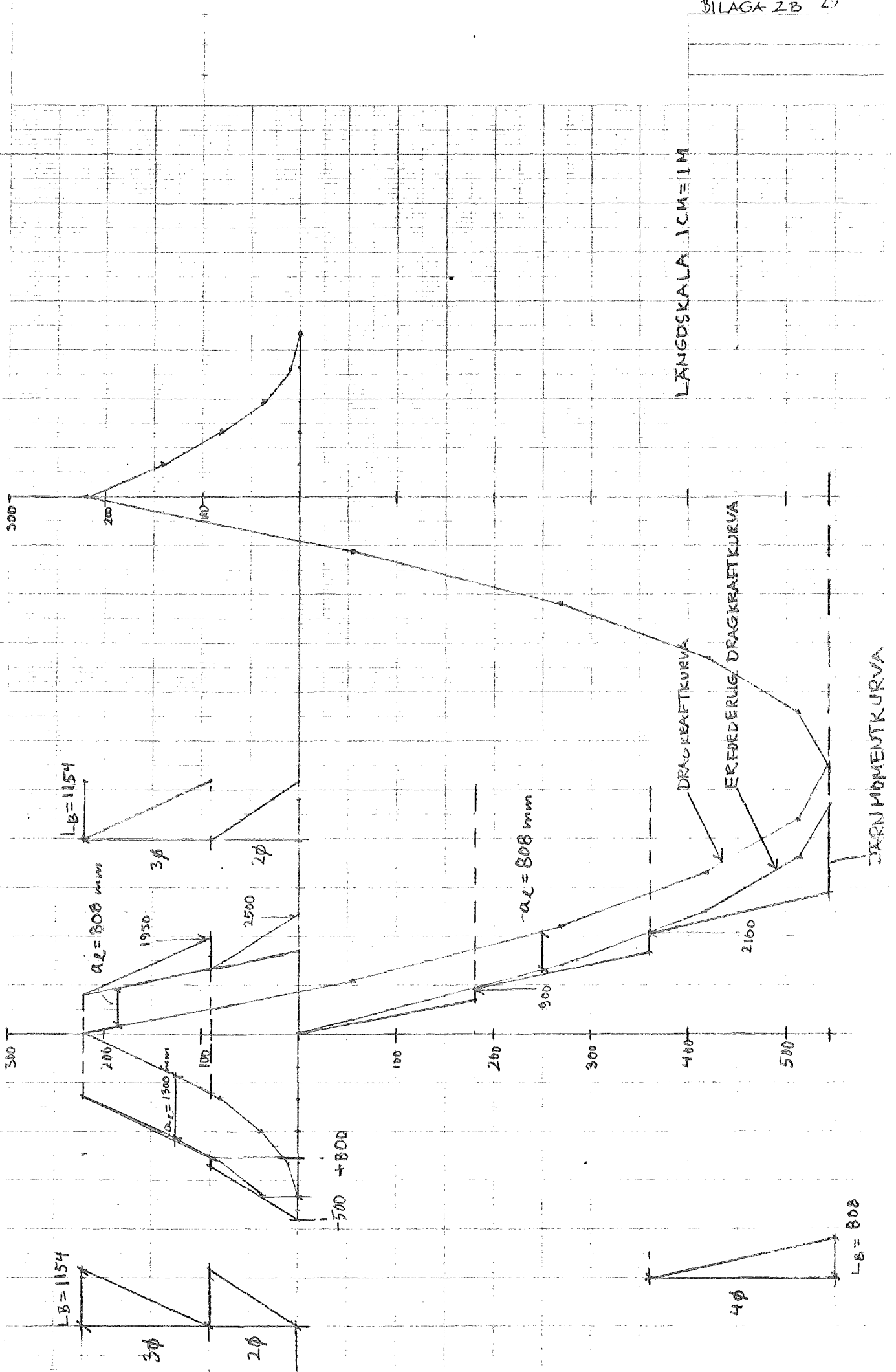
# ELEVATION OCH SEKTION AV BALK MED ARMERING

ARM. LÅNGDERNA ERHÅLLES FRÅN AVKORTNINGSGIFUR SE BILAGA 2B









< Lund University Network V-Node >  
< Choose computer ( Type ? for help ) > U  
LOGON AS //SON SLUN53  
ENTER USERID/PASSWORD:  
>BT2/

\*UNIVAC 1100 OPERATING SYSTEM LEV. LDC-37R2C-35(RSI)\*

LAST RUN 19:43 THURSDAY 4 AUG 83  
NOW IS 20:11 THURSDAY 4 AUG 83  
SYSTEM UNATTENDED

>@CTS

CTS BR1 04 AUG 83 AT 20:12:18

If you need help, type CALL HELP

->A F JANK\*SUB12

->XQT TEST

-----  
\*\*\* VELKOMMEN TILL BTGBAL \*\*\*

PROGRAM F\ R DIMENSIONERING AV KONTINUERLIGA BALKAR  
ENLIGT BBK79

-----  
NU F\ LJER INDATA:

ANGE SIKERHETSKLASS(EX 1):

>2

2

ANGE BETONGENS HJLLFASTHETSKLASS(EX K40):

>K30

K30

ANGE TICKSKIKT \VERKANT I HELA MM(EX 33):

>25

25

ANGE TICKSKIKT UNDERKANT I HELA MM(EX 35):

>25

25

ANGE LUTNINGEN P\ BYGLARNA I HELA GRADER(EX 90):

>0

ANGE STJLKVALITEN F\R B\JARMERINGEN(EX KS400):

>KS600

KS600

ANGE STJLKVALITEN F\R SKJUVARMERINGEN(EX KS600):

>KS400

KS400

ANGE DIAMETERN P\ B\JARMERINGEN I MM(EX 16.0):

>10

10.0

ANGE DIAMETERN P\ SKJUVARMERINGEN I MM(EX 8.0):

>6

6.0

ANGE OM B\JARMERINGEN ER KAN- EL PROF.STENGER:

1=KANSTENGER/2=PROFILERADE

>1

1

\*\*\*\*\*

NEDAN F\LJER INDATA SOM NORMALT ERHJLLES FRJN

K\RNING AV ETT BALKPROGRAM

ANGE OM VENSTERKONSOL FINNS:

1=JA/0=NEJ

>0

0

ANGE OM H\GERKONSOL FINNS:

1=JA/0=NEJ

>0

0

ANGE ANTAL FACK P\ BALKEN(EX 7):

>1

1

ANGE TVERSNITTSBREDDEN FACKVIS I MM(EX 400 500 500)

>250

250

ANGE TVERSNIITTS\JDEN FACKVIS I MM(EX 550 600 600):

>650

650

ANGE ANTAL SEGMENT PER FACK,FACKVIS(12 14 16):

>10

10

ANGE FACKL\NGBERNA FACKVIS(EX 4000 5000 5000):

>6000

6000

-----  
FACK 1:

\*\*\*\*\*

ANGE MOM. I VARJE SNIIT F\R FACK 1MOMENTEN

ANGES I KN(EX 129.0 140.8 155.9):

>0. 60.44 110.11 149.02 165.17 1.55 153. 131.02 98.11 54.44 0.  
.0 60.4 110.1 149.0 165.2 164.5 153.2  
131.0 98.1 54.4 .0

ANGE TVERKRAFTEN I VARJE SNIIT F\R FACK 1TVR

KRAFTEN ANGES I KN(EX 35.8 34.0 32.0):

>109.7 91.76 73.82 55.88 7.94 -10. -27.94 -45.88 -63.82 -81.76 -99.7  
109.7 91.8 73.8 55.9 7.9 -10.0 -27.9  
-45.9 -63.8 -81.8 -99.7

PUNKTLASTER:

ANTAL PUNKTLASTER I FACK 1:

>1

1

INTENSITET(KN)-LOKAL XKORDINAT(EX 13.5 5000):

>30 2000

30.00

2000

LINJELASTER

ANTAL LINJELASTER I FACK 1:

>1

1

INTENSITET(KN),XSTART,XSLUT(EX 13.5 0 6000):

>29.9 0 6000

29.90

0

6000

TRIANGELLASTER:

ANTAL TRIANGELLASTER I FACK 1:

>0

0

PUNKTMOMENT:

ANTAL PUNKTMOMENT I FACK 1:

>0

0

-----  
SLUT P\J INDATADELEN

=====

GE NAMN P\J RESULTATFILEN(MAX 6 TECKEN):

>STURE2



<----- FELT NUMMER 1 ----->

SEKTION LINGSARMERING

DIM.SNITT= 2400 MM  
DIM.MOMENT= 165.2 KNM  
DBER= 616 MM

AS= 583 MM<sup>2</sup>  
N= 8 ST

LAGER1= 7 ST  
LAGER2= 1 ST  
LAGER3= 0 ST  
LAGER4= 0 ST  
LAGER5= 0 ST  
LAGER6= 0 ST  
ASV= 628 MM<sup>2</sup>

=====

ELEVATION LINGSARMERING

SKALA: -----(5 TECKEN)=1M

FI: 10.0 MM

\*\*\*\*\*  
\* \*  
\* \*  
\* \*  
\*\*\*\*\*

<===== 6000 =====>

4 -456 A 6871

-----  
4 -8 A 5908  
-----

SKJUVARMERING

BYGLAR: LUTNING= 90 DIAM= 6.0 MM

SNITT	VD	VC	VS	AREA	S SKER
MM	KN	KN	KN	MM <sup>2</sup> /M	MM ST
0	109.70	66.31	43.39	237	238 2
100	81.74	40.88	20.88	148	175 2

2400	7.94	49.61	.00	0	0	0
3000	-10.00	49.61	.00	0	0	0
3600	-27.94	49.61	.00	0	0	0
4200	-45.88	50.10	.00	0	0	0
4800	-63.82	56.28	29.87	162	347	2
5400	-81.76	62.45	29.87	162	347	2
6000	-99.70	68.62	31.08	169	333	2

->

< Lund University Network V-Node >  
< Choose computer ( Type ? for help ) > U  
LOGON AS SLDC44  
ENTER USERID/PASSWORD:  
>BT2/

\*UNIVAC 1100 OPERATING SYSTEM LEV. LDC-37R2C-35(RSI)\*

LAST RUN 19:36 THURSDAY 4 AUG 83  
NOW IS 19:43 THURSDAY 4 AUG 83  
SYSTEM UNATTENDED

>@CTS

CTS BR1 04 AUG 83 AT 19:44:10

If you need help, type CALL HELP

->A F JANK\*SUB12

->XQT TEST

-----  
\*\*\* VELKOMMEN TILL BTGBAL \*\*\*

PROGRAM FÖR DIMENSIONERING AV KONTINUERLIGA BALKAR  
ENLIGT BDK79

-----  
NU FÖLJER INDATA:

-----  
ANGE SÄKERHETSKLASS(EX 1):

>3

3

ANGE BETONGENS HJLLFASTHETSKLASS(EX K40):

>K25

K25

ANGE TICKSKIKT \VERKANT I HELA MM(EX 33):

>25

25

ANGE TECKSKIKT UNDERKANT I HELA MM(EX 35):

>25

25

ANGE LUTNINGEN PÅ BYGLARNA I HELA GRADER(EX 90):

>0



ANGE STJLKVALITEN F\ R B\JARNERINGEN(EX K5400):

>K5400

K5400

ANGE STJLKVALITEN F\ R SKJUVARNERINGEN(EX K5600):

>K5400

K5400

ANGE DIAMETERN P1 B\JARNERINGEN I MM(EX 16.0):

>16.

16.0

ANGE DIAMETERN P1 SKJUVARNERINGEN I MM(EX 8.0):

>8.

8.0

ANGE OM B\JARNERINGEN ER KAM- EL PROF.STENGER:

1=KAMSTENGER/2=PROFILERADE

>1

1

\*\*\*\*\*

NEDAN F\JER INDATA SOM NORMALT ERHJLLES FRJN

K\RNING AV ETT BALKPROGRAM

ANGE OM VENSTERKONSOL FINNS:

1=JA/0=NEJ

>1

1

ANGE OM H\GERKONSOL FINNS:

1=JA/0=NEJ

>1

1

ANGE ANTAL FACK P1 BALKEN(EX 7):

>3

3

ANGE TVERSNITTSBREDDEN FACKVIS I MM(EX 400 500 500)

>400 400 400

400 400 400

ANGE TVERSNIITTSH\JDEN FACKVIS I MM(EX 550 600 600):

>900 900 900

900 900 900

ANGE ANTAL SEGMENT PER FACK,FACKVIS(12 14 16):

>10 10 10

10 10 10

ANGE FACKL\NGDERNA FACKVIS(EX 4000 5000 5000):

>3300 11000 3300

3300 11000 3300

FACK 1:

\*\*\*\*\*



ANGE MOM. I VARJE SNIIT FÖR FACK 1MOMENTEN

ANGES I KN(EX 129.0 140.8 155.9):

>0. -2.7 -10. -21. -37. -56. -81. -109. -137. -178. -220.  
.0 -2.7 -10.0 -21.0 -37.0 -56.0 -81.0  
-109.0 -142.0 -178.0 -220.0

ANGE TVIRKRAFTEN I VARJE SNIIT FÖR FACK 1TVIR

KRAFTEN ANGES I KN(EX 35.8 34.0 32.0):

>-2. -15. -27. -41. -54. -67. -79. -92. -105. -118. -131.  
-2.0 -15.0 -27.0 -41.0 -54.0 -67.0 -79.0  
-92.0 -105.0 -118.0 -131.0

PUNKTLASTER:

ANTAL PUNKTLASTER I FACK 1:

>1

1

INTENSITET(KN)-LOKAL XKOORDINAT(EX 13.5 5000):

>1.75 0

1.75

0

LINJELASTER

ANTAL LINJELASTER I FACK 1:

>1

1

INTENSITET(KN),XSTART,XSLUT(EX 13.5 0 6000):

>39.28 0 3300

39.28

0

3300

TRIANGELLASTER:

ANTAL TRIANGELLASTER I FACK 1:

>0

0

PUNKTMOMENT:

ANTAL PUNKTMOMENT I FACK 1:

>0

0

FACK 2:

\*\*\*\*\*

>-220. 55. 269. 421. 513. 544. 513. 421. 269. 55. -220.  
-220.0 55.0 269.0 421.0 513.0 544.0 513.0  
421.0 269.0 55.0 -220.0

ANGE TVERKRAFTEN I VARJE SNIIT F\OR FACK 2TVER  
KRAFTEN ANGES I KN(EX 35.8 34.0 32.0):

>278. 222. 167. 111. 56. 0. -55. -111. -167. -222. -278.  
278.0 222.0 167.0 111.0 56.0 .0 -55.0  
-111.0 -167.0 -222.0 -278.0

PUNKTLASTER:

ANTAL PUNKTLASTER I FACK 2:

>0  
0

LINJELASTER

ANTAL LINJELASTER I FACK 2:

>1  
1

INTENSITET(KN),XSTART,XSLUT(EX 13.5 0 6000):

>50.5 0 11000  
50.50 0 11000

TRIANGELLASTER:

ANTAL TRIANGELLASTER I FACK 2:

>0  
0

PUNKTMOMENT:

ANTAL PUNKTMOMENT I FACK 2:

>0  
0

FACK 3:

\*\*\*\*\*

ANGE MOM. I VARJE SNIIT F\OR FACK 3MOMENTEN

ANGES I KNM(EX 129.0 140.8 155.9):

>-220. -178. -142. -109. -81. -56. -37. -21. -10. -2.7 0.  
-220.0 -178.0 -142.0 -109.0 -81.0 -56.0 -37.0  
-21.0 -10.0 -2.7 .0

KRAFTEN ANGES I KN(EX 35.8 34.0 32.0):  
>131. 118. 105. 92. 79. 67. 54. 41. 27. 15. 2.  
131.0 118.0 105.0 92.0 79.0 67.0 54.0  
41.0 27.0 15.0 2.0

PUNKTLASTER:

ANTAL PUNKTLASTER I FACK 3:

>1

INTENSITET(KN)-LOKAL XKOORDINAT(EX 13.5 5000):

>1.75 3300

1.75 3300

LINJELASTER

ANTAL LINJELASTER I FACK 3:

>1

INTENSITET(KN),XSTART,XSLUT(EX 13.5 0 6000):

>39.3 0 3300

39.30 0 3300

TRIANGELLASTER:

ANTAL TRIANGELLASTER I FACK 3:

>0

0

PUNKTMOMENT:

ANTAL PUNKTMOMENT I FACK 3:

>0

0

-----  
SLUT P1 INDATADELEN

=====

GE NAHN P1 RESULTATFILEN(MAX 6 TECKEN):

>STURE

<----- V I N S T E R K O N S O L ----->

SEKTION LINGSARMERING

DIM.MOMENT= -220.0 KNM  
DBER= 867 MM

AS= 871 MM2  
N= 5 ST

LAGER1= 5 ST  
LAGER2= 0 ST  
LAGER3= 0 ST  
LAGER4= 0 ST  
LAGER5= 0 ST  
LAGER6= 0 ST  
ASV= 1005 MM2

=====

ELEVATION LINGSARMERING

SKALA: -----(5 TECKEN)=1M

FI: 16.0 MM

3 762 A 2538

2 -473 A 3773

\*\*\*\*\*  
\* \*  
\* \*  
\* \*  
\*\*\*\*\*  
<=== 3300 ===>

SKJUVARMERING

BYGLAR: LUTNING= 90 DIAM= 8.0 MM

SNITT	VD	VC	VS	AREA	S	SKER
MM	KN	KN	KN	MM2/M	MM	ST
0	-2.00	83.26	.00	0	0	0
330	-15.00	83.26	.00	0	0	0
660	-27.00	83.26	.00	0	0	0
990	-41.00	89.19	.00	0	0	0
1320	-54.00	95.91	.00	0	0	0
1650	-67.00	102.63	.00	0	0	0
1980	-79.00	109.36	.00	0	0	0
2310	-92.00	116.08	.00	0	0	0
2640	-105.00	122.80	.00	0	0	0
2970	-118.00	129.52	.00	0	0	0



<----- FCLT NUMMER 2 ----->

SEKTION LINGSARNERING

DIM.SNITT= 0 MM  
DIM.MOMENT= -220.0 KNM  
DBER= 867 MM

AS= 871 MM<sup>2</sup>  
N= 5 ST

LAGER1= 5 ST  
LAGER2= 0 ST  
LAGER3= 0 ST  
LAGER4= 0 ST  
LAGER5= 0 ST  
LAGER6= 0 ST  
ASV= 1005 MM<sup>2</sup>

=====

DIM.SNITT= 5500 MM  
DIM.MOMENT= 544.0 KNM  
DBER= 850 MM

AS= 2361 MM<sup>2</sup>  
N=12 ST

LAGER1= 7 ST  
LAGER2= 5 ST  
LAGER3= 0 ST  
LAGER4= 0 ST  
LAGER5= 0 ST  
LAGER6= 0 ST  
ASV= 2412 MM<sup>2</sup>

=====

DIM.SNITT=11000 MM  
DIM.MOMENT= -220.0 KNM  
DBER= 867 MM

AS= 871 MM<sup>2</sup>  
N= 5 ST

LAGER1= 5 ST

LAGER3= 0 ST  
LAGER4= 0 ST  
LAGER5= 0 ST  
LAGER6= 0 ST  
ASV= 1005 MM2

ELEVATION LINGSARNERING

SKALA: -----(5 TECKEN)=1M

FI: 16.0 MM

3 0 A 1982 3 9016 A 1984

2 0 A 2510 2 8488 A 2512

\*\*\*\*\*  
\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*  
\*\*\*\*\*  
<=====11000 =====>

4 27 A 10945

4 922 A 9155

4 2050 A 6899

SKJUVARNERING

BYGLAR: LUTNING= 90 DIAM= 8.0 MM

SNITT	VD	VC	VS	AREA	S SKER	
MM	KN	KN	KN	MM2/M	MM	ST
0	278.00	112.43	165.57	718	140	2
1100	222.00	101.19	120.81	523	192	2
2200	167.00	89.95	77.05	332	302	2
3300	111.00	86.37	52.89	228	440	2
4400	56.00	86.37	.00	0	0	0
5500	.00	86.37	.00	0	0	0
6600	-55.00	86.37	.00	0	0	0
7700	-111.00	86.37	52.89	228	440	2
8800	-167.00	89.95	77.05	332	302	2
9900	-222.00	101.19	120.81	523	192	2
11000	-278.00	112.43	165.57	718	140	2

SEKTION L E N G S A R N E R I N G

DIM.SNITT= 0 MM  
DIM.MOMENT= -220.0 KNM  
DBER= 867 MM

AS= 871 MM2  
N= 5 ST

LAGER1= 5 ST  
LAGER2= 0 ST  
LAGER3= 0 ST  
LAGER4= 0 ST  
LAGER5= 0 ST  
LAGER6= 0 ST  
ASV= 1005 MM2

=====

E L E V A T I O N L E N G S A R N E R I N G

SKALA: -----(5 TECKEN)=1M

FI: 16.0 MM

3 0 A 2537

-----  
2 0 A 3773

\*\*\*\*\*

\* \*

\* \*

\* \*

\*\*\*\*\*

<=== 3300 ===>

S K J U V A R N E R I N G

BYGLAR: LUTNING= 90 DIAM= 8.0 MM

SNITT	VD	VC	VS	AREA	S SKER
MM	KN	KN	KN	MM2/M	MM ST
0	131.00	136.24	.00	0	0 0
330	118.00	128.52	.00	0	0 0

660	105.00	122.80	.00	0	0	0
990	92.00	116.08	.00	0	0	0
1320	79.00	109.36	.00	0	0	0
1650	67.00	102.63	.00	0	0	0
1980	54.00	95.91	.00	0	0	0
2310	41.00	89.19	.00	0	0	0
2640	27.00	83.26	.00	0	0	0
2970	15.00	83.26	.00	0	0	0
3300	2.00	83.26	.00	0	0	0

->



Datorprogram för dimensionering av fritt upplagd rektangulär  
betongbalk enligt BBK 79

Programbeskrivning

Geometriska indata är balkdimensioner, bredd och höjd samt spännvidd och effektiv höjd. Det förutsätts att eventuell punktlast är placerad närmast vänstra stödet.

Karakteristiska hållfasthetsvärden hämtas från BBK 79, 2.3, tabell 2-1, 2-2 och 2-3 samt 2.4

Uppgift om kryptaλ finns i avsnitt 2.3.7.

Karakteristiska lastvärden och lastreduceringsfaktorer bestäms enligt SBN 80, avd 2 A, kap. 22 A och säkerhetsklass enligt avsnitt 21 A:12.

Endast nyttolaster behöver anges. Egentyngd beräknas och adderas av programmet. Programmet bestämmer också vilken av lasterna, jämnt utbredd last eller punktlast, som ska räknas som huvudlast och dimensionerande laster bestäms enligt SBN 80, avsnitt 21 A:523, tabell 5232 a och b samt 5232 f. Huvudlaster bestäms av maximalt moment och om tillhörande tvärkraft inte är störst, förstoras denna med en faktor som svarar mot skillnad i upplagsreaktion vid vänster stöd för de två lastfallen.

Utskrift sker av indata samt av armeringsbehovet i 10 olika snitt. Det gäller såväl längsarmering som bygelarmering om sådan erfordras. Vid beräkning av tvärkraftskapacitet räknas med ett förhöjt värde enligt de regler som anges i BBK 79, avsnitt 3.7.3.3. Kapaciteten förstoras med faktorn  $V_{d0}/V_{d,red}$

för de snitt som ligger närmare upplaget än  $3d$  ( $d$  är effektiv höjd). På säkra sidan beaktas ej förstoring orsakade av punktlaster placerade nära upplag. Dessutom sätts armeringsprocenten  $\rho$  enligt BBK 79, avsnitt 3.7.3.2, till sitt minimivärde  $\rho_{\max}/4$  enligt avsnitt 6.2.6.1. Är spännvidden mindre än 6 ggr effektiva höjden, sätts faktorn  $V_{d0}/V_{d,red}$  till 2 oberoende av att högre värde kan påräknas.

Vad avslutning av längsarmering beträffar, ger utskriften erforderlig armeringsarea i varje snitt. Armeringen dras förbi detta snitt med dels längden  $a_\rho$  bestämd enligt BBK 79, 3.9.2, dels med förankringslängden  $l_b$ , som ges i Betonghandbok Tabell IX i diagrambilagan.

Under vissa betingelser givna i BBK 79, avsnitt 3.9.2 får  $a_\rho$  sättas lika med noll. För att avgöra var, utnyttjas uppgift om sprickmoment som beräknats så att påkänning i underkant blir lika med dimensionerande draghållfasthet ( $f_{ct}$ ).  $\xi = 1$

För eventuell tvärkraftsarmering ges utskrift av storheten  $A_s * f_{st}/s$  där

$A_s$  är bygelarmeringens tvärsnittsarea (2 ytor)

$f_{st}$  är bygelarmeringens dimensioneringsvärde, som ges av Tabell XIII i Betonghandbokens diagrambilaga.

$s$  är bygelavståndet.

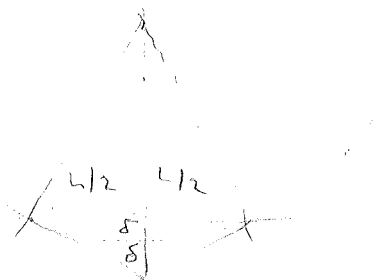
Vid givet värde på  $f_{st}$  i MPa erhålles ett värde på  $A_s/s$ . FIG 15 i Betonghandboken, avsnitt 3.7:431 ger därefter bygelavstånd för olika val av bygeldiameter.

Deformationer beräknas enligt Betonghandboken, avsnitt 4.6:23 med hänsyn till krypning vid ständig last, men utan hänsyn till krympning.

Konstruktionen räknas helt sprucken och för jämnt utbredd last med armering som avslutats efter momentkurvan, Vinkeländringen vid stöd blir då beräkningsmässigt 50 % större

$$\left(\frac{q L^3}{16 EI}\right) \text{ istället för } \frac{q L^3}{24 EI} \quad \text{konst } \frac{1}{r}$$

För att inte få alltför stora beräkningsmässiga deformationer, räknas dock deformation av eventuell punktlast med konstant styvhet längs balken.



konst styvhet

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{EI} = \frac{q L^2}{8 EI}$$

$$\delta = \frac{1}{r} \frac{L^2}{8} = \frac{q L^4}{64 EI}$$

$$\frac{2\delta}{L/2} = \frac{4\delta}{L} = \frac{q L^3}{16 EI}$$

Exempel

Dimensionera balken i FIG 1.

Betongkvalitet K 30

Längsarmering Ks 600  $\phi \leq 16$  mm

Bygelarmering Ks 400

Säkerhetsklass 2

Krypta 2

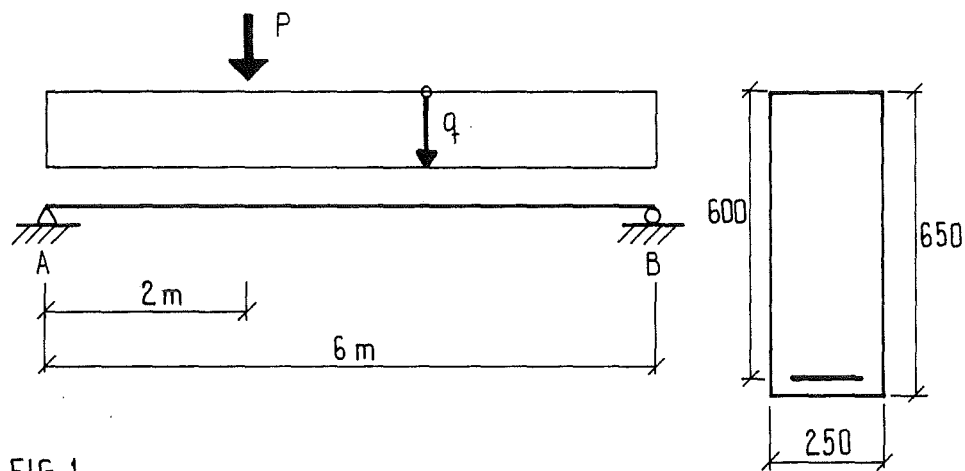


FIG 1

Karakteristiska lastvärden:

$$q_{\text{långtid}} = 5 \text{ kN/m} \quad \psi_q = 1$$

$$q_{\text{korttid}} = 15 \text{ kN/m} \quad \psi_q = 0.2$$

$$P_{\text{långtid}} = 20 \text{ kN} \quad \psi_p = 1$$

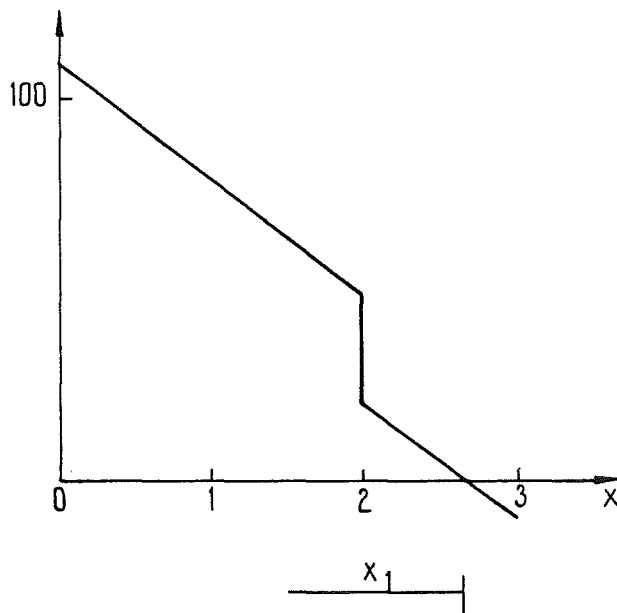
$$P_{\text{korttid}} = 20 \text{ kN} \quad \psi_p = 0.5$$

I q är huvudlast

$$g = 0.25 * 0.65 * 24 = 3.9 \text{ kN/m}$$

$$R_A = (3.9 + 1.3 * 20) * 3 + (20 + 20 * 0.5) * 4/6$$

$$R_A = 109.7 \text{ kN}$$



$$x_1 = \frac{109.7 - 30}{29.9} = 2.67 \text{ m}$$

$$M_{\max} = 109.7 * 2.67 - 29.9 * 2.67^2/2 - 30 * 0.67 = 166.22 \text{ kNm}$$

II P är huvudlast

$$R_A = (3.9 + 5 + 15 * 0.2) * 3 + 40 * 1.3 * 4/6$$

$$R_A = 70.37$$

$$X_1 = \frac{70.37 - 52}{11.9} = 1.54 < 2$$

$$X_1 = 2 \text{ m} \rightarrow T = 70.37 - 11.9 * 2 - 52 = -5.43 < 0 \quad \text{OK!}$$

$$M_{\max} = 70.37 * 2 - 11.9 * 2^2/2 = 116.94 \text{ kNm}$$

∴ Fall I dimensionerar

$$q_d = 29.9 \text{ kNm}$$

$$P_d = 30 \text{ kN}$$

$$R_A = 109.7$$

Hållfasthetsvärden

$$f_{st} = \frac{600}{1.1 * 1.1} = 496 \text{ MPa} \quad f_{cc} = \frac{21.5}{1.5 * 1.1} = 13 \text{ MPa}$$

$$f_{ct} = \frac{1.6}{1.5 * 1.1} = 0.97 \text{ MPa} \quad E_{ck} = 30 \text{ GPa}$$

Snitt (m)	Moment (kNm)	$\bar{m}$	$\omega$	$A_{s2}$ cm <sup>2</sup>
0	0	0	0	0
0.6	60.44	0.052	0.053	2.09
1.2	110.11	0.094	0.099	3.89
1.8	149.02	0.127	0.136	5.38
2.4	165.17	0.141	0.153	6.01
3.0	164.55	0.141	0.152	5.98
3.6	153.17	0.131	0.141	5.54
4.2	131.02	0.111	0.119	4.68
4.8	98.11	0.084	0.088	3.45
5.4	54.44	0.047	0.048	1.87
6.0	0	0	0	0

$$\bar{m} = \frac{M_u * 10^{-3}}{0.25 * 0.6^2 * 13} = 8.55 M_u * 10^{-4}$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}}$$

$$A_s = \frac{M_u * 10^{-3}}{0.6 * 496 * (1 - \frac{\omega}{2})} * 10^4 \text{ cm}^2$$

$$M_{\max} = 166.22 \text{ kNm} \rightarrow A_s^{\max} = 6.05 \text{ cm}^2$$

Snitt (m)	Tvärkraft (kN)	$V_c$ (kN)	$V_s$ (kN)	$A_s f_{st}/S$ (MN/m)
0	109.70	69.3	40.4	0.0748
0.6	91.76	62.4	29.4	0.0544
1.2	73.82	55.5	29.1	0.0539
1.8	55.88	48.5	29.1	0.0539
2.4	7.94	48.5	0	0
3.0	- 10.00	48.5	0	0
3.6	- 27.94	48.5	0	0
4.2	- 45.88	48.5	0	0
4.8	- 63.82	55.5	29.1	0.0539
5.4	- 81.76	62.4	29.1	0.0539
6.0	- 99.70	69.3	30.4	0.0563

$$\zeta = 1.3 - 0.4 * 0.6 = 1.06$$

$$\rho_{\min} = \frac{\rho_{\max}}{4} = \frac{5.85 * 10^{-4}}{4 * 0.25 * 0.6} = 9.75 * 10^{-4}$$

$$f_V = 1.06 * 1.0488 * 0.3 * 970 = 323.5 \text{ kPa}$$

$$f_{VR} = 323.5 * \frac{1}{1 - \frac{1.8}{6}} = 462.1 \text{ kPa}$$

$$V_C = 0.25 * 0.6 * 323.5 = 48.5 \text{ kN}$$

$$V_{C_R} = 0.25 * 0.6 * 462.1 = 69.3 \text{ kN vid stöd}$$

$$x = 0.6 \frac{V_{d0}}{V_{d,\text{red}}} = 1.286$$



$$x = 1.2 \frac{V_{d0}}{V_{d,red}} = 1.143$$

$$V_S^{\min} = 0.2 * 0.25 * 0.6 * 970 = 29.1 \text{ kN}$$

### Deformationer

$$\text{Utbredd last} \quad \theta = \frac{q L^3}{16 EI}$$

$$\text{Punktlast} \quad \theta = \frac{P (L - L_1) \times L_1}{L EI} \left( \frac{L}{3} - \frac{L_1}{6} \right)$$

där  $L_1$  är avstånd från stöd A till punktlasten

Långtidslast:  $\phi = 2$

$$\alpha = \frac{200}{30} (1 + 2) = 20$$

$$\rho = \frac{5.85 * 10^{-4}}{0.25 * 0.6} = 0.0039$$

$$\zeta = \rho \alpha \left( \sqrt{1 + \frac{2}{\rho \alpha}} - 1 \right)$$

$$\rho \alpha = 0.078$$

$$\zeta = 0.325$$

$$x = 0.325 * 0.6 = 0.195 \text{ m}$$

$$EI = 200\,000 * 5.85 * 10^{-4} (0.6 - 0.195) (0.6 - 0.195/3)$$

$$EI = 25.351 \text{ MN m}^2$$

Vinkeländringar vid stöd A av långtidslast

$$\text{Av egentyngd } \theta = \frac{3.9 * 6^3 * 10^{-3}}{16 * 25.351} = 0.00208$$

$$\text{utbredd last } \theta = \frac{5 * 6^3 * 10^{-3}}{16 * 25.351} = 0.00266$$

$$\text{punktlast } \theta = \frac{20 * 4 * 2 * 10^{-3}}{6 * 25.351} = (2 - \frac{2}{6}) = 0.00175$$

Korttidslast:

$$\alpha = \frac{200}{30} = 6.67$$

$$\rho \alpha = 0.026$$

$$\zeta = 0.204$$

$$x = 0.122 \text{ m}$$

$$EI = 200\,000 * 5.85 * 10^{-4} (0.6 - 0.122) (0.6 - 0.122/3)$$

$$EI = 31.279$$

Vinkeländring vid stöd A av korttidslast

$$\text{Utbredd last } \theta = \frac{0.2 * 15 * 6^3 * 10^{-3}}{16 * 31.279} = 0.00130$$

$$\text{Punktlast } \theta = \frac{0.5 * 20 * 4 * 2 * 10^{-3}}{6 * 31.279} \left(2 - \frac{2}{6}\right) = 0.000711$$

$$\text{Totalt } \theta = 0.00850 < 0.01$$

$$\text{Sprickmoment } M_o = \frac{970 * 0.25 * 0.6^2}{6} = 14.55 \text{ kNm}$$

#### Anordning av armering

Längsarmering  $\phi$  10 Ks 600

$$8 \phi 10 \rightarrow A_S = 6.28 \text{ cm}^2$$

$$c/\phi = 2 \rightarrow \ell_b = 55 * 10 = 550 \text{ mm}$$

$$a_\rho = 1.5 * 600 = 900 \text{ mm}$$

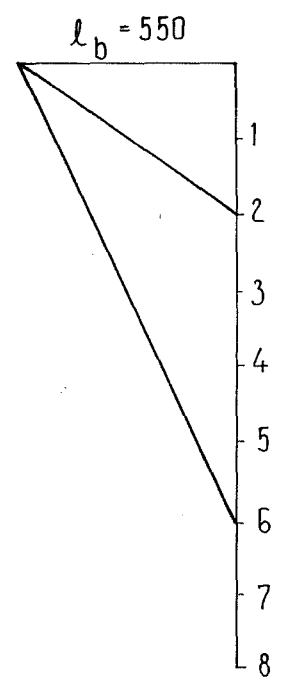
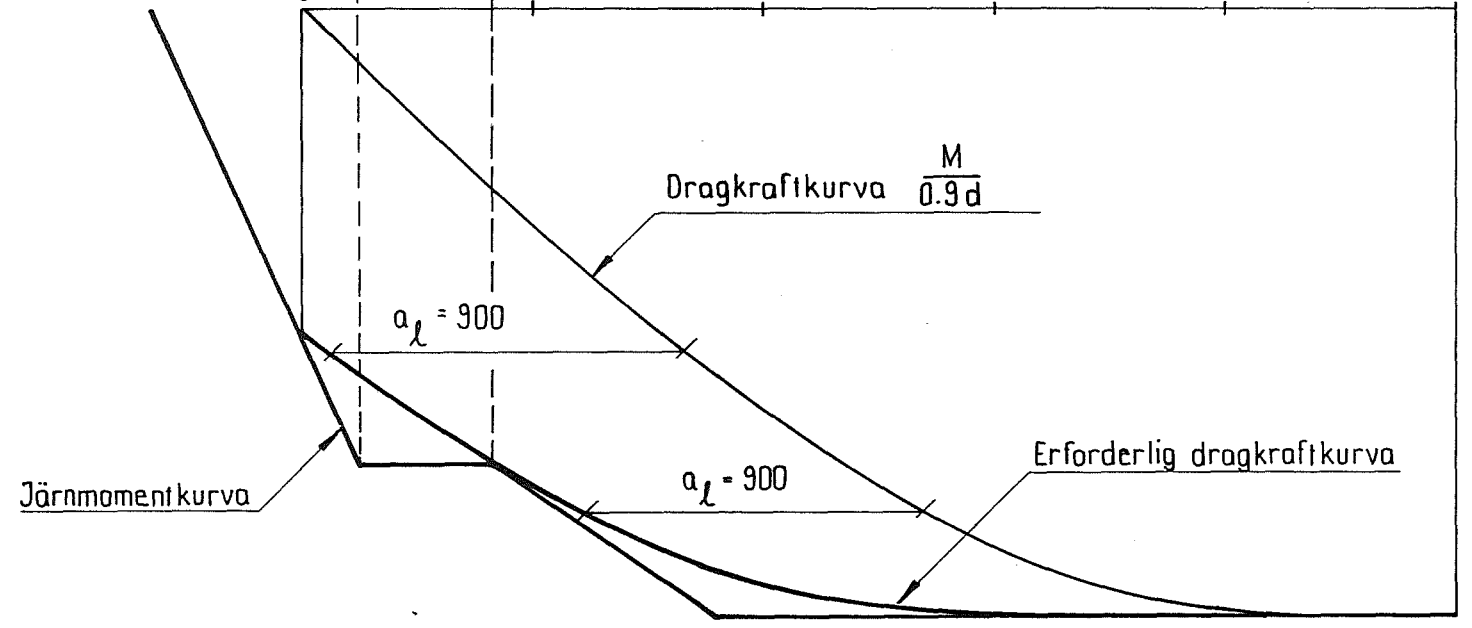
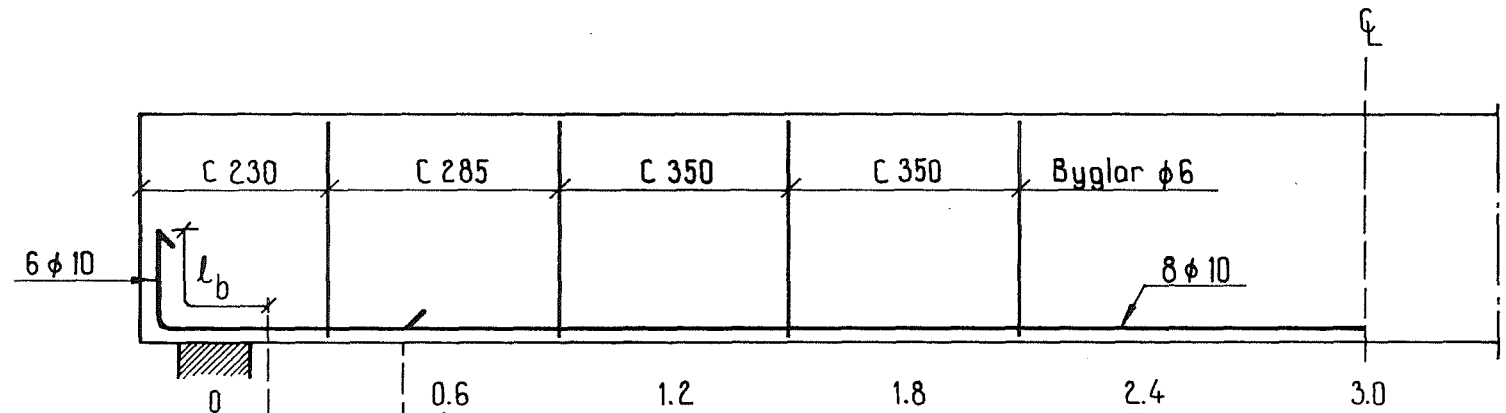
Bygelarmering  $\phi$  6 Ks 400

$$f_{st} = 331 \text{ MPa} \rightarrow$$

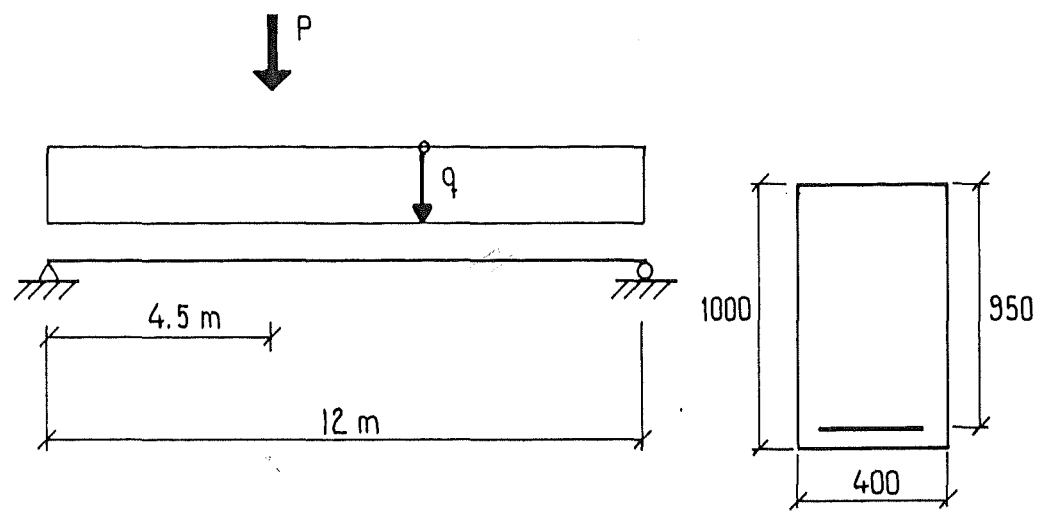
Snitt (m)	$A_S/S * 10^4$	c/c byglar (mm)
0	2.26	230
0.6	2.00	285
1.2	1.63	350
1.8	1.63	350

$$c/c \text{ min} = 0.75 * 600 = 450 \text{ mm}$$

Armering i  
vänstra balkhalvan



Exempel

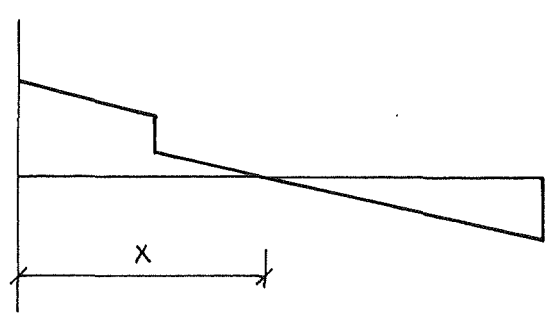


Betong K 30  
 Armering Ks 400  
 Säkerhetsklass 2

- $g = 9.6 \text{ kN/m}$
- I  $q = 10 \text{ kN/m}$                        $\psi_q = 0.5$
- $P = 5 \text{ kN}$                                $\psi_P = 0.5$
- II  $q = 10 \text{ kN/m}$
- $P = 50 \text{ kN}$

I (1)  $R_A = 9.6 * 6 + 13 * 6 + 2.5 * \frac{7.5}{12}$

$R_A = 137.2 \text{ kN}$



$$x = \frac{137.2 - 2.5}{22.6} = 5.96 \text{ m}$$

$$M_d = 136.5 * 6.04 - 22.6 * \frac{6.04^2}{2} = 412.2 \text{ kNm}$$

$$\textcircled{2} \quad R_A = 9.6 * 6 + 5 * 6 + 6.5 * \frac{7.5}{12} = 91.7 \text{ kN}$$

$$x = \frac{91.7 - 6.5}{14.6} = 5.84 \text{ m}$$

$$M_d = 90 * 6.16 - 14.6 * \frac{6.16^2}{2} = 277.4 \text{ kNm}$$

① dimensionerar

$$\bar{m} = \frac{0.4122}{0.4 * 0.95^2 * 13} = 0.0878$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \bar{m}} = 0.0921$$

$$A_s = \frac{0.4122 * 10^4}{0.95 * 331 * 0.954} = 13.7 \text{ cm}^2$$

$$\rho/4 = \frac{13.7}{4 * 40 * 95} = 9.01 * 10^{-4}$$

$$\zeta = 1.3 - 0.4 * 0.95 = 0.92$$

$$f_v = 0.92 * 1.0451 * 0.3 * 0.97 = 0.280$$

$$V_c = 0.4 * 0.95 * 0.28 = 0.106 \text{ MN}$$

$$V_{do} = 137.2$$

$$V_{d \text{ red}} = 137.2 - 22.6 * 3 * 0.95/2 * 105.0$$

$$V_c = 0.106 * \frac{137.2}{105.0} = 0.1385 \text{ MN} > R_A$$

$$\text{II } \textcircled{1} R_A = 9.6 * 6 + 13 * 6 + 25 * \frac{7.5}{12} = 151.23$$

$$x = \frac{151.23 - 25}{22.6} = 5.58 \text{ m}$$

$$M_d = 144.97 * 6.42 - 22.6 * 6.42^2/2$$

$$M_d = 464.96 \text{ kNm}$$

$$\textcircled{2} R_A = 9.6 * 6 + 5 * 6 + 50 * 1.3 * 7.5/12$$

$$R_A = 128.23 \text{ kN}$$

$$x = \frac{128.23 - 65}{14.6} = 4.33 \Rightarrow$$

$$x = 4.5 \text{ m}$$

$$M_d = 111.97 * 7.5 - 14.6 * 7.5^2/2$$

$$M_d = 429.15 \text{ kNm}$$

① dimensionerar

$$\bar{m} = \frac{0.46496}{0.4 * 0.95^2 * 13} = 0.0991$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\bar{m}} = 0.105$$

$$A_s = \frac{0.46496 * 10^4}{0.95 * 331 * 0.948} = 15.6 \text{ cm}^2$$

$$V_c = 138.5 \text{ kN}$$

$$V_d - V_c = 12.73 \text{ kN}$$

$$\frac{A_s f_{st}}{S} = \frac{12.73 * 10^{-4}}{0.9 * 0.95} = 14.89 * 10^{-4}$$

$$V_s^{\min} = 0.2 * 0.4 * 0.95 * 0.97 * 10^3 = 73.72$$

$$\frac{A_s f_{st}}{S} = \frac{73.72}{12.73} * 14.89 * 10^{-4} = 86.23 * 10^{-4}$$

$$V_{1.2} = 151.23 - 22.6 * 1.2 = 124.11 < V_c = 124.5$$