

13 FEB. 1987  
ARKIVSÆT  
Byggesagsnr.

9710

STATISKE BEREGNINGER

VEDR.

BRYGGERTORVET  
GL. ØLSTYKKE

UDFØRT AF

INGENIØR M.A.I.  
ERIK HANSEN  
THYRASVEJ 19  
4173 FJENNESLEV  
TLF.: XXXXXXXXXX

Sag : Bryggertorvet, Gl. Ølstykke

Sag nr.: 8602-36

Dato : 15.12.86

Emne: Forudsætninger

Side : 1

---

DIF's norm for sikkerhedsbestemmelser for konstruktioner	DS 409
- - - last på konstruktioner	DS 410
- - - betonkonstruktioner	DS 411
- - - stålkonstruktioner	DS 412
- - - trækonstruktioner	DS 413
- - - murværkskonstruktioner	DS 414
- - - fundering	DS 415
- - - letbetonkonstruktioner	DS 420

Teknisk Ståbi (TS) seneste udgave

Konstruktionerne er henført til:

Lav sikkerhedsklasse  
Normal sikkerhedsklasse  
Høj sikkerhedsklasse

Lempet kontrolklasse/funderingsklasse  
Normal kontrolklasse/funderingsklasse  
Skarpet kontrolklasse/funderingsklasse

Passiv miljøklasse  
Moderat miljøklasse  
Aggressiv miljøklasse

Det understregede er gældende

Træ 28: Træspærfag

SBI-anvisning 110: Konstruktioner i beboelsesbygninger  
med indtil 2 etager

K.W.Johansen: Pladeformler

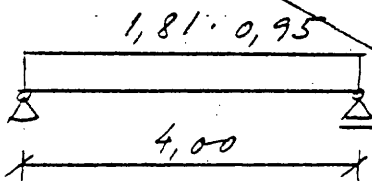
Geoteknisk rapport fra Franck Geoteknik

Vingeforsøg fra Fyns Jordbor

Belastning på tag

cement tagsten	0,55 kN/m <sup>2</sup>	
lægter	0,05	-
bjælker	0,05	-
isolering	0,05	-
loftbrædder	0,10	-
	0,80	: cos 15° = 0,83 kN/m <sup>2</sup>
sne	0,75 · 1,3	= 0,98 -
		1,81 kN/m <sup>2</sup>

Tagbjælker



Pr. 0,95 m

$M = \frac{1}{8} \cdot 1,81 \cdot 0,95 \cdot 4,0^2 = 3,44 \text{ kNm}$

k18, fugtklasse IV, lasttilf. P+L :  $f_{md} = 9,0 \text{ MPa}$

$W_{nødv.} = \frac{3,44 \cdot 10^6}{9,0} = 382 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

75 × 175 mm :  $W_y = 383 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 > W_{nødv.}$

Lægteunderstøtning

Pr. 0,90 m

Last = 0,60 + 0,75 · 1,3 = 1,58 kN/m<sup>2</sup>

$M = \frac{1}{10} \cdot 1,58 \cdot 0,9 \cdot 0,95^2 = 0,129 \text{ kNm}$

$W_{nødv.} = \frac{0,129 \cdot 10^6}{9,0} = 14 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

50 × 50 mm :  $W_y = 20,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 > W_{nødv.}$

Belastning på dæk

$$\text{betondæk} \quad 24 \cdot 0,16 = 3,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{gulvbelegning} \quad 24 \cdot 0,04 = 0,95 \quad -$$

$$\text{træuld beton} \quad 5 \cdot 0,05 = 0,25 \quad -$$

$$\text{lette skille rum} \quad \underline{1,00} \quad -$$

$$6,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{nyttelast} \quad 1,5 \cdot 1,3 = \underline{1,95} \quad -$$

$$7,99 \text{ kN/m}^2$$

Udføres som enkeltspændt Filigrandæk iht. katalog.

Belastning på bjælker i kelder

$$\text{egenvægt, tag} \quad = 0,83 \text{ kN/m}^2$$

$$- \quad \text{dæk} \quad 6,04 \cdot 2 = \underline{12,08} \quad -$$

$$12,91 \cdot 4,20 = 54,22 \text{ kN/m}$$

$$\text{hovedskillerum} \quad 24 \cdot 0,15 \cdot 2,65 \cdot 2 = 19,08 \quad -$$

$$\text{egenvægt} \quad 24 \cdot 0,32 \cdot 0,35 = \underline{2,69} \quad -$$

$$75,99 \text{ kN/m}$$

$$\text{nyttelast, tag} \quad 0,75 \cdot 0,5 = 0,38 \text{ kN/m}^2 \quad -$$

$$- \quad \text{1. sal} \quad 1,5 \cdot 0,5 = 0,75 \quad -$$

$$- \quad \text{stue} \quad 1,5 \cdot 1,3 = \underline{1,95} \quad -$$

$$3,08 \cdot 4,20 = \underline{12,94} \quad -$$

$$88,93 \text{ kN/m}$$

Udkraget bjælke (altangang)

murværk :  $1,9 \cdot 2,65 \cdot 2 = 10,07 \text{ kN/m}$

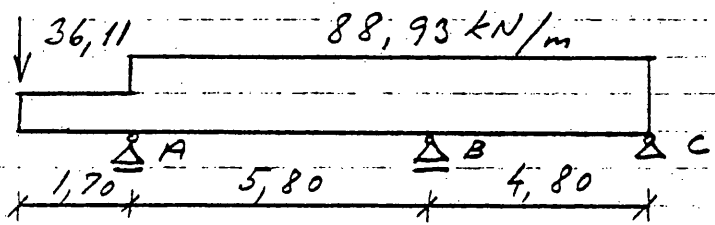
betondek :  $24 \cdot 0,15 \cdot 4,20 = 15,12 \text{ -}$

$25,19 \text{ kN/m}$

nytte last :  $2,0 \cdot 1,3 \cdot 4,20 = 10,92 \text{ -}$

$36,11 \text{ kN/m}$

4,2 kN x 1,3



Udkraget bjælke, pkt. A

$M_i^{max} = \frac{1}{2} \cdot 36,11 \cdot 1,7^2 + 4,2 \cdot 1,7 = 59,32 \text{ kNm}$

$M_i^{min} = \frac{1}{2} \cdot 25,19 \cdot 1,7^2 = 36,40 \text{ -}$

Midter fag A-B

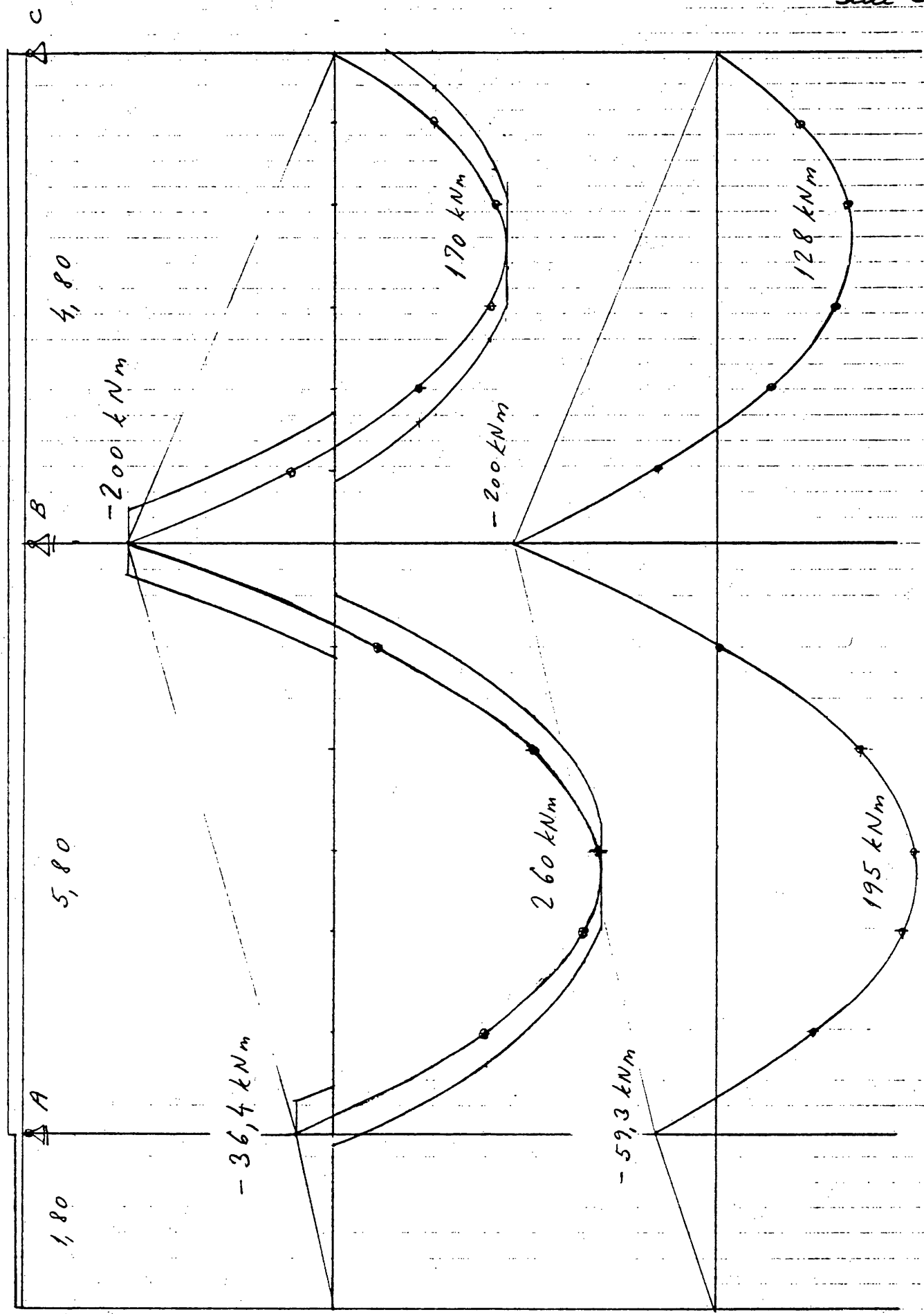
$M_0^{max} = \frac{1}{8} \cdot 88,93 \cdot 5,8^2 = 373,95 \text{ kNm}$

$M_0^{min} = \frac{1}{8} \cdot 75,99 \cdot 5,8^2 = 318,53 \text{ -}$

Endefag B-C

$M_0^{max} = \frac{1}{8} \cdot 88,93 \cdot 4,8^2 = 256,37 \text{ kNm}$

$M_0^{min} = \frac{1}{8} \cdot 75,99 \cdot 4,8^2 = 219,10 \text{ -}$



$M_{max}$

$M_{min}$

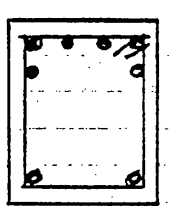
Beton tværsnit pkt. B

Beton: normal kontrol og sikkerhedsklasse

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 13,9 \text{ MPa}$$

Armering: KS 410  $f_{yd} = 293 \text{ MPa}$

6 ks 20



320

$$M = 200 \text{ kNm}$$

$$b = 25 \cdot 2 + 7 \cdot 2 + 20 \cdot 4 + 40 \cdot 3 = 264 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 510 - 25 - 7 - 10 - 18 = 450$$

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot h_{ef}^2 \cdot f_{cd}} = \frac{200 \cdot 10^6}{320 \cdot 450^2 \cdot 13,9} = 0,222$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,222} = 0,255$$

$$w_{min} = 0,58 \frac{f_{ctk}}{f_{ck}} = 0,58 \frac{1,6}{25} = 0,037$$

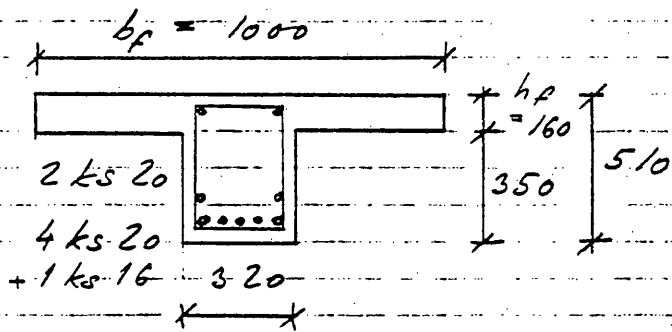
$$w_{bal} = \frac{2,80}{3,50 + \epsilon_{sy} \cdot 10^3} = \frac{2,80}{3,50 + 0,205 \cdot 10} = 0,505$$

altså  $w_{min} < w < w_{bal}$

$$A_s = w \frac{b \cdot h_{ef} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,255 \frac{320 \cdot 450 \cdot 13,9}{293}$$

$$= 1742 \text{ mm}^2 < \underline{6 \text{ ks } 20} = 1880 \text{ mm}^2$$

# Træsnit, bjælke A-B



$$M = 260 \text{ kNm}$$

$$b = 264 + 16 + 40 = 320 \text{ mm}$$

$$h_{eff} = 450 \text{ mm}$$

$$l_0 \approx 2 \text{ m}$$

$$b_f \leq \begin{cases} 320 + 16 \cdot 160 = 2880 \text{ mm} \\ 2000 \cdot 0,8 = 1600 \text{ mm} \end{cases}$$

$$b_f \geq b + 2 h_f = 320 + 2 \cdot 160 = 640 \text{ mm}$$

$$b_f \text{ sættes} = 1000 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{260 \cdot 10^6}{1000 \cdot 450^2 \cdot 13,9} = 0,092$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,092} = 0,097$$

$$w_{min}^t = k w_{min} = 0,42 \cdot 0,037 = 0,016$$

$$w_{bal} = 0,505$$

$$\text{dvs } w_{min}^t < w < w_{bal}$$

$$w h_{eff} = 0,097 \cdot 450 = 43,5 \text{ mm} < h_f = 160 \text{ mm}$$

$$A_s = w \frac{b_f \cdot h_{eff} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,097 \frac{1000 \cdot 450 \cdot 13,9}{293}$$

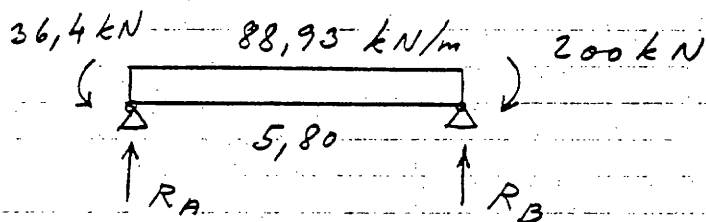
$$= 2004 \text{ mm}^2 < \underline{6 \text{ ks } 20 + 1 \text{ ks } 16} = 2080 \text{ mm}^2$$



Forskydningsarmering7 mm lodrette bjælker ks 410  $f_{yd} = 293 \text{ MPa}$ 

$$A_{st} = 77 \text{ mm}^2$$

$$h_{int} = h_{ef} (1 - \frac{1}{2} w) = 450 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,097) = 428 \text{ mm}$$



$$R_A = \frac{1}{2} \cdot 88,93 \cdot 5,80 + \frac{36,4 - 200}{5,8} = 252,1 - 28,2 = 223,9 \text{ kN}$$

$$R_B = 252,1 + 28,2 = 280,3 \text{ kN}$$

$$\tau_{max} = \frac{R_B}{b \cdot h_{int}} = \frac{280,3 \cdot 10^3}{320 \cdot 428} = 2,05 \text{ MPa}$$

$$\text{Velges: } \beta = 90^\circ \quad \theta = 35^\circ \quad \cot \theta = 1,43 < 1,5$$

max skrå betontrykspænding:

$$\sigma_c = \frac{1 + \cot^2 \theta}{\cot \theta + \cot \beta} = k_1 \tau_{max} = 2,15 \cdot 2,05 = 4,40 \text{ MPa}$$

$$\gamma \cdot f_{cd} = 0,58 \cdot 13,9 = 8,06 \text{ MPa}$$

dvs  $\sigma_c < \gamma \cdot f_{cd}$ 

max delstrækning:

$$l \leq (\cot \theta + \cot \beta) h_{int} = k_4 \cdot h_{int} = 1,4 \cdot 428 = 600 \text{ mm}$$

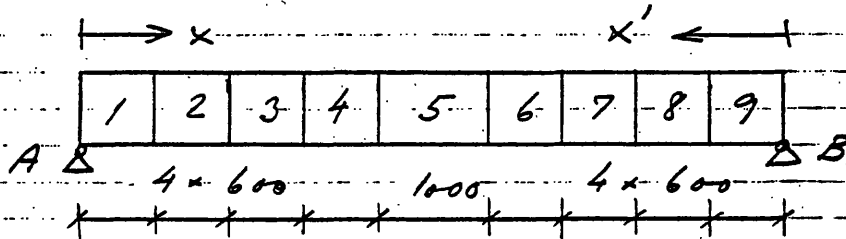
max bjæleafstand:

$$a_f = \left\{ \begin{array}{l} 0,7 \cdot h \cdot \cot \theta \\ 0,7 h \end{array} \right\} = k_3 h = 0,7 \cdot 510 = 357 \text{ mm}$$

bøjleafstand:

$$a_f = \frac{A_{st}}{t_b} f_{yd} \sin \beta (\cot \theta + \cot \beta) = k_2 \frac{A_{st}}{V} \text{ hint } f_{yd}$$

$$= 1,4 \frac{77}{V} \cdot 428 \cdot 293 = \frac{13.520}{V} \quad (V \text{ i kN})$$



delstrækning 1-4:  $V = R_A - p \cdot x = 223,9 - 88,93 \cdot x$

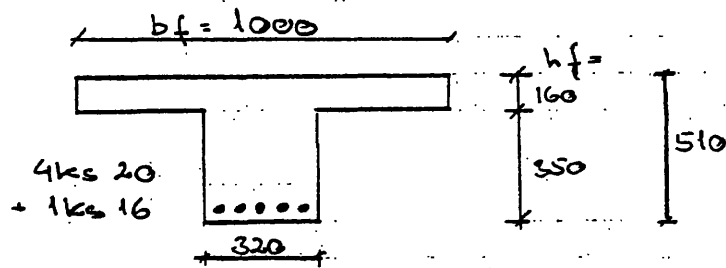
5-9:  $V = R_B - p \cdot x' = 280,3 - 88,93 \cdot x'$

del-strækn.	x (m)	V (kN)	$a_f$ (mm)	Bøjler
1	0,60	171,7	79	Dobbeltbøjler pr. 150 mm
2	1,20	119,6	113	- - 200 -
3	1,80	67,4	200	Enkelt bøjler - 200 -
4	2,40	15,3	885	- 350 -
5	3,00	19,5	693	- 350 -
6	2,40	71,7	189	- 150 -
7	1,80	123,8	109	Dobbeltbøjler - 200 -
8	1,20	176	77	- 150 -
9	0,60	228,1	59	- 100

max bøjleafstand ved forankring: 135 mm

Forskydning af bøjningsmomentkurve:

$$\frac{1}{2} \text{ hint } (\cot \theta - \cot \beta) = \frac{1}{2} \cdot 428 (1,43 - 0) = 306 \text{ mm}$$

Tværsnit, bjælke B-C

$$M = 170 \text{ kNm}$$

$$b_f = \text{sattes til } 1000 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 510 - 25 - 7 - 10 = 468 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{170 \cdot 10^6}{1000 \cdot 468^2 \cdot 13,9} = 0,056$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,056} = 0,057$$

$$\omega_{min} = 0,016 < \omega < \omega_{bal} = 0,505$$

$$A_s = \omega \cdot \frac{b_f \cdot h_{ef} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,057 \cdot \frac{1000 \cdot 468 \cdot 13,9}{293} = 1276 \Rightarrow$$

$$1276 \text{ mm}^2 < \underline{4 \text{ kes } 20 + 1 \text{ kes } 16} = 1461 \text{ mm}^2$$

Forskydningsarmering

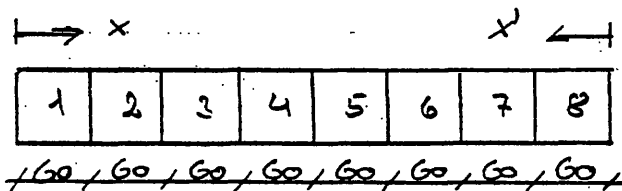
$$h_{int} = 468 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,057) = 455 \text{ mm}$$

$$R_B = \frac{1}{2} \cdot 88,93 \cdot 4,8 + \frac{200}{2,18} = 213,4 + 41,7 = 255,1 \text{ kN}$$

$$R_C = 213,4 - 41,7 = 171,7 \text{ kN}$$

max delstrækning  $l = 600 \text{ mm}$ ,

max bøjleafstand  $a_f = 357 \text{ mm}$ ,



$$\text{bøjleafstand} = a_f = k_2 \frac{A_{st}}{V} h_{int} f_{yd}$$

$$a_f = 1,4 \frac{77}{V} 455 \cdot 293 = \frac{14371}{V} \quad (V: \text{kN})$$

delstrækning 1-4:  $V = R_a - px = 255,1 - 88,93 \cdot x$

- 5-8:  $V = R_c - px' = 171,7 - 88,93 \cdot x'$

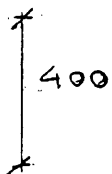
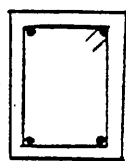
del-strækning	x (m)	V (kN)	a <sub>t</sub> (mm)	bøjler
1	0,6	201,7	71	dobbeltbøjler pr. 120 mm
2	1,2	148,4	97	- 150 mm
3	1,8	95,0	151	enkeltbøjler pr. 150 mm
4	2,4	41,7	345	- 300 mm
5	2,4	- 41,7		- 350 mm
6	1,8	11,6	1238	- 350 mm
7	1,2	65,8	221	- 200 mm
8	0,6	118,3	121	- 120 mm

forskydning af bøjningsmomentkurve:

$\frac{1}{2} \cdot 455 \cdot 1,43 = 325 \text{ mm}$

Udkræget bjælke

2ks 20



320

$M = 59,3 \text{ kNm}$

$R_A = 36,11 \cdot 1,7 = 61,4 \text{ kN}$

$h_{ef} = 400 - 25 - 7 - 10 = 358 \text{ mm}$

$$\mu = \frac{59,3 \cdot 10^6}{320 \cdot 358^2 \cdot 13,9} = 0,104$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,104} = 0,110$$

$$\omega_{min} = 0,037 < \omega < \omega_{bal} = 0,505$$

$$A_s = 0,110 \cdot \frac{320 \cdot 358 \cdot 13,9}{293} = 598 \text{ mm}^2$$

2 kg 20 : 628 mm<sup>2</sup>

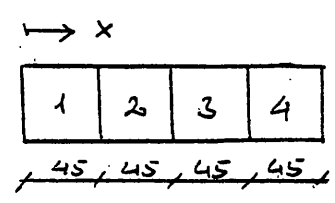
Forskydnings armering

$$h_{red} = 358 (1 - 1/2 \cdot 0,110) = 338 \text{ mm}$$

$$R_A = 61,4 \text{ kN}$$

$$\text{max delstrækning} \quad L \leq 1,4 \cdot 338 = 473 \text{ mm}$$

$$\text{max bøjleafstand} \quad a_t \leq 0,7 \cdot 400 = 280 \text{ mm}$$



$$\text{bøjleafstand} \quad a_t = 1,4 \cdot \frac{77}{V} \cdot 338 \cdot 293 = \frac{10.676}{V} \quad (V \text{ i kN})$$

$$V = R_A - p \cdot x = 61,4 - 36,11 \cdot x$$

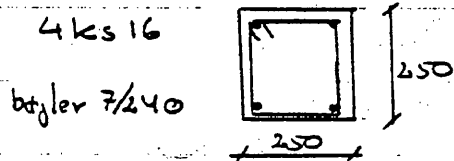
delstrækning	x (m)	V (kN)	a <sub>t</sub> (mm)	bøjler
1	0,45	45,2	236	enkelt bøjle pr : 200 mm
2	0,90	28,9	369	— : 250 mm
3	1,35			— : 250 mm
4				— : 250 mm

Støyle B:

$$N = R_{AB} + R_{BC} = 280,3 + 255,1 = 535,4 \text{ kN}$$

$$L_s = 2,40 \text{ m}$$

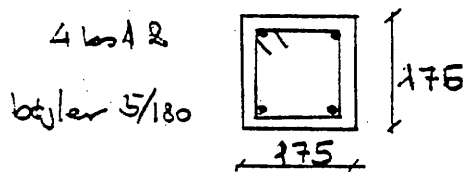
Teknisk støbe side 193:

Støyle A:

$$N = 223,9 - 61,4 = 285,3 \text{ kN}$$

$$L_s = 2,40 \text{ m}$$

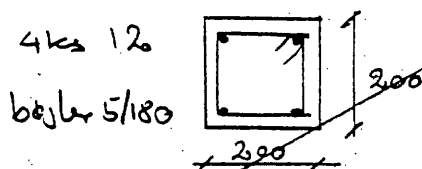
Teknisk støbe side 193:

Støyle C:

$$N = 171,7 \text{ kN}$$

$$L_s = 2,40 \text{ m}$$

Teknisk støbe side 193:



## LETJUGVEDSKEL

Last fra lag:

Egenvægt 3,44 kN/m

Suelast 3,15 -

Væg øverste etage 12,60 kN/m

Dæk

Egenvægt 26,02 kN/m

Nyttelast 6,30 -

Regningsmæssig last fra dæg og 1. sal  
på vægge i stueetage

Lydlykbehold:

$$q_d = (3,44 + 12,60 + 26,02) \cdot 1,0 + (3,15 + 6,30) \cdot 1,3$$

$$= 54,35 \text{ kN/m}$$

Gavle:

$$q_{gd} = (1,74 + 20,00 + 13,02) \cdot 1,0 + (1,58 + 3,15) \cdot 1,3$$

$$= 40,91 \text{ kN/m}$$

GAVLE

Last fra tag

$$\text{Egenvægt} : 0,83 \cdot 4,2 \cdot 0,5 = 1,74 \text{ kN/m}$$

$$\text{Smålast} : 0,75 \cdot 4,2 \cdot 0,5 = 1,58 \text{ -}$$

Vægge øverste etage

$$\text{Areal} : (4,2 + 2,8) : 2 \cdot 10,8 = 37,8 \text{ m}^2$$

$$15 \text{ cm betonvæg} : 37,8 \cdot 0,15 \cdot 24 : 10,8 = 12,60 \text{ kN/m}$$

$$11 \text{ - skalmur} : 37,8 \cdot 2,1 : 10,8 = 7,40 \text{ -}$$

---


$$20,00 \text{ -}$$

Dæk:

$$\text{Egenvægt m.m.} : 6,20 \cdot 4,2 \cdot 0,5 = 13,02 \text{ kN/m}$$

$$\text{Nyttelast} : 1,50 \cdot 4,2 \cdot 0,5 = 3,15 \text{ -}$$

Vægge stueetage

$$15 \text{ cm betonvæg} : 2,6 \cdot 0,15 \cdot 24 = 9,36 \text{ kN/m}$$

$$11 \text{ - skalmur} : 2,8 \cdot 2,1 = 5,88 \text{ -}$$

---


$$15,24 \text{ -}$$

Kældervæg

$$35 \text{ cm betonvæg} : 2,5 \cdot 0,35 \cdot 24 = 21,00 \text{ kN/m}$$



## Regningsmæssig last på gavl fundament

$$\text{Fra tag: } 1,74 \cdot 1,0 + 1,58 \cdot 1,3 = 3,79 \text{ kN/m}$$

$$- \text{ vægge: } 20,00 + 15,24 + 21,00 = 56,24 \text{ -}$$

$$- \text{ stager: } 2 \cdot 13,05 + (1,3 + 0,5) \cdot 3,15 = 31,77 \text{ -}$$

---


$$\text{Totalt} = 91,80 \text{ kN/m}$$

## Bæreevne af jord ved stråbefundament

$$c_d = 130 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow c_d = 72 \text{ kN/m}$$

$$\beta_c \approx \alpha_c = 1$$

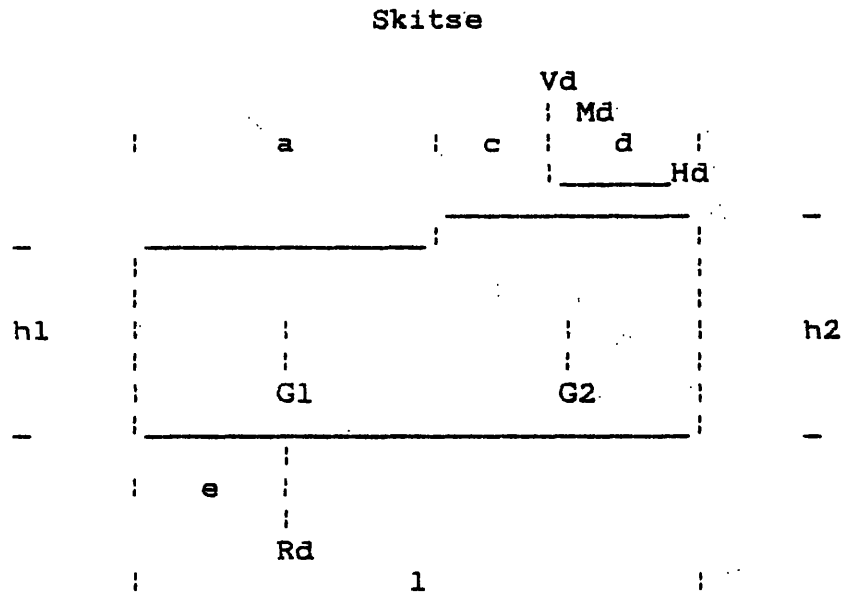
$$B_d = 5,14 \cdot 72 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 370 \text{ kN/m}^2$$

idet der ses bort fra  $q$ -ledet

$$b = 0,6 \text{ og } h = 0,4 \text{ få}$$

$$D_d = 91,80 + 0,6 \cdot 0,4 \cdot 24 = 97,6 \text{ kN/m}^2$$

$$D_d : A_c = 97,6 : 0,6 = \underline{\underline{162,6 \text{ kN/m}}} < B_d$$



$C_v = 130 \text{ kN/m}^2$  i.h.t. jorbundsundersøgelser

Fundamentets bredde er  $b$

$l = 1.20 \text{ m}$        $b = 1.20 \text{ m}$   
 $c = 0.00 \text{ m}$        $d = 0.60 \text{ m}$   
 $h_2 = 0.50 \text{ m}$   
 $a = 0.60 \text{ m}$   
 $h_1 = 0.50 \text{ m}$

$V_d = 540.00 \text{ kN}$   
 $H_d = 0.00 \text{ kN}$   
 $M_d = 0.0 \text{ kNm}$

$G_1 = 8.64 \text{ kN}$   
 $G_2 = 8.64 \text{ kN}$

$R_d = 557.28 \text{ kN}$

$e = 0.60 \text{ m}$

$A_e = 1.44 \text{ m}^2$

$C_d = 72.22 \text{ kN/m}^2$

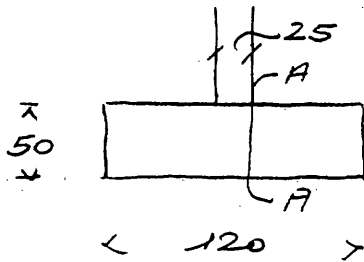
$s_c = 1.20, \quad i_c = 1.00$

$Q_n = 641.5 \text{ kN} > R_d$

$H_d < A_e \times C_d = 104.00 \text{ kN}$        $H_d : R_d = 0.00 < 0.4$

Fundamentet udføres af beton med  $f_{ck} = 15 \text{ MN/m}^2$

Fundament 120 x 120 x 50 med fæks arm.



$$q_{\text{top}} = (557,28 - 0,5 \cdot 1,2 \cdot 24) \cdot 1,2$$

$$= 450 \text{ kN/m}$$

SNIT A-A

$$M_d = 450 \cdot 0,475^2 \cdot 0,5 = 50,77 \text{ kNm}$$

$$V_d = 0,475 \cdot 450 = 213,75 -$$

$$h_{\text{eff}} \sim 400 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,033 \Rightarrow \omega = 0,033$$

$$\omega, \text{ min} = 0,046 \Rightarrow A_{\text{reqd}} = 482 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{6 \text{ K} 12 \text{ har } A_s = 679 \text{ mm}^2}}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{g, \text{max}} = 2,2 \text{ MPa}}}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{s, \text{max}} = 208,5 \text{ MPa}}}$$

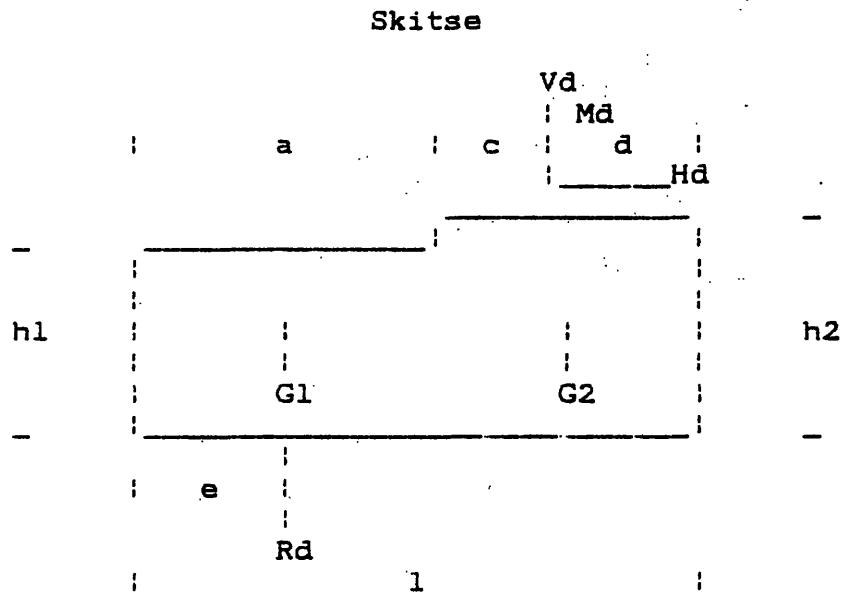
$$h_{\text{int}} = 400 \cdot 0,976 = 390 \text{ mm}$$

$$\tau = 213,75 \cdot 10^3 : (390 \cdot 1200)$$

$$= 0,46 \text{ MPa} < 0,7 \cdot f_{ctd} = 0,7 \cdot 0,67$$

$$= 0,47 \text{ MPa}$$

forskydningsarmering unødvendig.



$C_v = 130 \text{ kN/m}^2$  i.h.t. jorbundsundersøgelser

Fundamentets bredde er  $b$ .

$$l = 0.90 \text{ m} \quad b = 0.90 \text{ m}$$

$$c = 0.00 \text{ m} \quad d = 0.45 \text{ m}$$

$$h_2 = 0.60 \text{ m}$$

$$a = 0.45 \text{ m}$$

$$h_1 = 0.60 \text{ m}$$

$$V_d = 290.00 \text{ kN}$$

$$H_d = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_d = 0.0 \text{ kNm}$$

$$G_1 = 5.83 \text{ kN}$$

$$G_2 = 5.83 \text{ kN}$$

$$R_d = 301.66 \text{ kN}$$

$$e = 0.45 \text{ m}$$

$$A_e = 0.81 \text{ m}^2$$

$$C_d = 72.22 \text{ kN/m}^2$$

$$s_c = 1.20, \quad i_c = 1.00$$

$$Q_n = 360.8 \text{ kN} > R_d$$

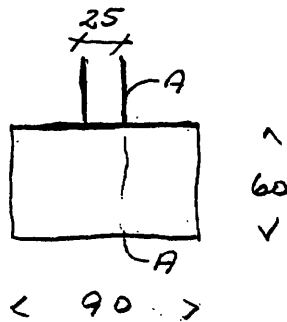
=====

$$H_d < A_e \times C_d = 58.50 \text{ kN} \quad H_d : R_d = 0.00 < 0.4$$

=====

Fundamentet udføres af beton med  $f_{ck} = 15 \text{ MN/m}^2$

Fundament  $90 \times 90 \times 60$  cm udgået uarm.



$$q_{op} = 290 : 0,81 = 358 \text{ kN/m}$$

$$M_d = 358 \cdot 0,325^2 \cdot 0,5 = 18,91 \text{ kNm}$$

$$V_d = 358 \cdot 0,325 = 116,35 \text{ kN}$$

$$W = \frac{1}{6} 900 \cdot 600^2 = 54 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$A_e = 600 \cdot 900 = 540 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{\sigma_c = 18,91 \cdot 10^6 : (54 \cdot 10^6) = \pm 0,35 \text{ MPa} < 2 \cdot f_{ctd}}}$$

$$= 0,96 \text{ MPa}$$

$$I = 54 \cdot 10^6 \cdot 300 = 162 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$S = 300 \cdot 900 \cdot 150 = 40,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau = 116,35 \cdot 10^6 \cdot 40,5 \cdot 10^6 : (900 \cdot 162 \cdot 10^8)$$

$$= 0,32 \text{ MPa} < f_{ctd} = 0,48 \text{ MPa}$$

Langsgående kælderydervæg i sydfløj

Udføres som 25 cm armeret betonvæg

Belastning er jordtryk samt last fra jkt-  
drager pr 4,2 m

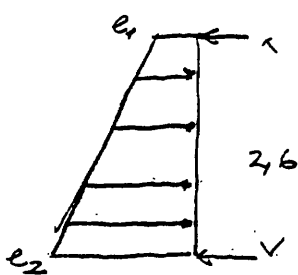
$$H = 2,6 \text{ m}$$

Der regnes med sandfyld på væggen  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

$$\text{Overflade last } p = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$p_d = 2,5 \cdot 1,3 = 3,25 \text{ kN/m}^2$$

$$k^0 = 0,5$$



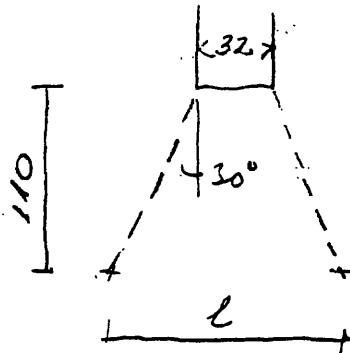
$$e_1 = 3,25 \cdot 0,5 = 1,63 \text{ kN/m}$$

$$e_2 = 1,63 + 18 \cdot 2,6 \cdot 0,5 = 25,03$$

$$M_{\max} \stackrel{N}{=} 0,064 \cdot (25,03 - 1,63) \cdot 2,6^2 + \frac{1}{8} \cdot 1,63 \cdot 2,6^2 = 11,5 \text{ kNm/m}$$

Last på væg fra drager  $\approx Q_d = 171,7 \text{ kN}$

Fordeler således



$$l = 32 + 2 \cdot 110 \cdot \tan 30^\circ$$

$$= 159 \text{ cm}$$

$$N_d = 171,7 : 1,59 + 1,55 \cdot 0,28 \cdot 2,5 = 123,77 \text{ kN/m}$$

$$\delta = 0, \quad h_{ef} \sim 150 \text{ mm} \quad f_{cd} = 8,3 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 161 \text{ -}$$

$$\mu = 11,5 \cdot 10^6 : (1000 \cdot 150^2 \cdot 8,3) = 0,06$$

$$\gamma = 123,77 \cdot 10^3 : (1000 \cdot 150 \cdot 8,3) = 0,1$$

$$\omega = 0,02$$

$$A_s = 0,02 \cdot 1000 \cdot 150 \cdot 8,3 : 161 = 155 \text{ mm}^2/\text{m}$$

R 10 pr 250 har  $A_s = 314 \text{ mm}^2$  lodret

R 8 - 250 vandret

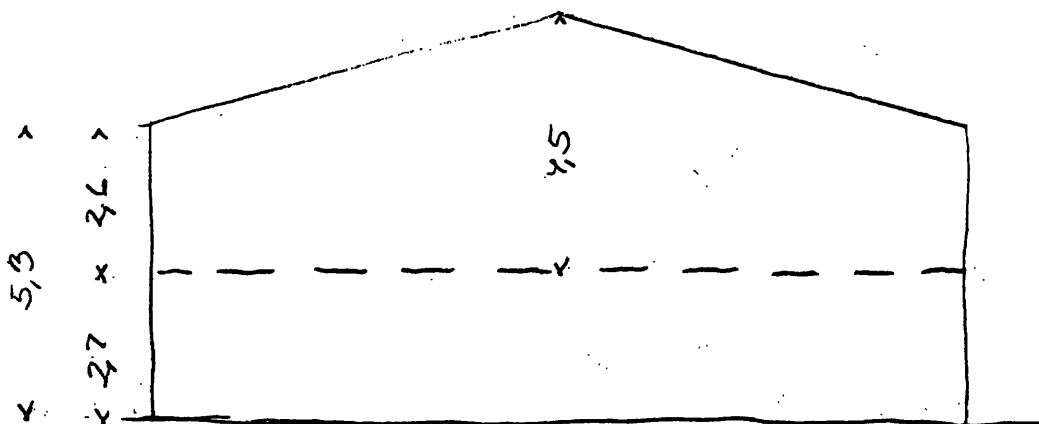
Totale lodrette last fra dag og 1. et.  
sydfløj

$$Q_d = 2 \cdot 13,80 \cdot 40,91 + 10 \cdot 13,80 \cdot 54,35 \\ = 8629 \text{ kN}$$

$$\text{Vandret masselast} = 0,015 \cdot 8629 = 129,4 \text{ kN}$$

Vind på gavl:

$$H = 7,5 \text{ og } z_0 = 0,05 \Rightarrow q_N = 0,71 \text{ kN/m}^2$$



Vind fra gavl der overføres til dagfløje

$$Q_{dg} = (4,5 + 2,6) \cdot 2 \cdot 13,80 \cdot 2 \cdot 0,71 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 27,1 \text{ kN}$$

Tangentielt vindlast

$$C_L = 0,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{150}{42000}} = 0,015$$

$$Q_{dt} = 14,4 \cdot 42 \cdot 0,71 \cdot 1,3 \cdot 0,015 = 8,4 \text{ kN}$$



Vindlast der overføres til etageadskillelsen

$$Q_{de} = 27,1 + 1,35 \cdot 13,80 \cdot 0,71 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 47,7$$

Samlet vindlast på lag og etageadskillelsen

$$Q_d = 8,4 + 27,1 + 47,7 = 83,2 \text{ kN}$$

Da masseløben er stort anvendes denne ved stabilitetsberegning, idet dagfladens afbøjning beregnes for vindlast

Samlet vindlast på dagfladen overføres til afstivende betonvæg med 3MF vindtrækband

$$Q_{max} = 27,1 + 8,4 = 35,5 \text{ kN}$$

Vindtrækband danner vinklen  $v$  med dagfladens længderetning

$$\tan v = \frac{10,8 \cdot \cos 15}{2 \cdot 2 \cdot 420} \Rightarrow v = 40,4^\circ$$

$$N_{max} \text{ træk} = 35,5 \cdot \cos 40,4 = 46,6 \text{ kN}$$

Dagfladen opdeles i 4 flader

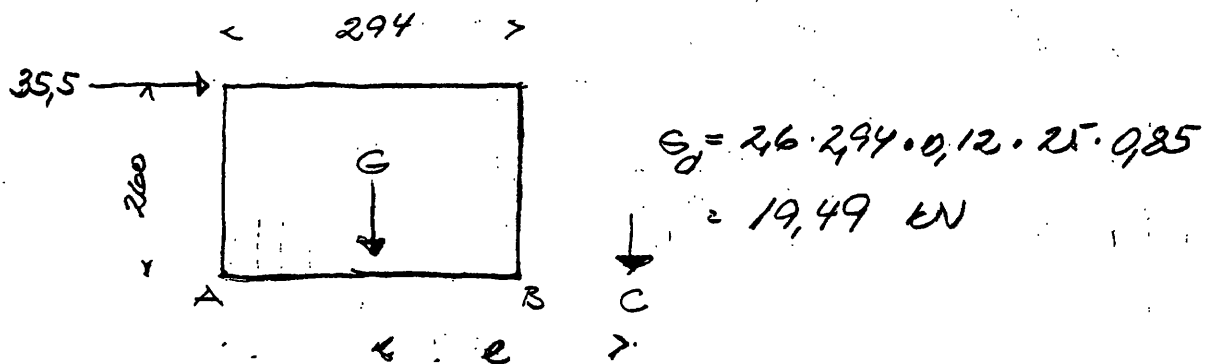
$$1. N = 46,6 \text{ kN} \Rightarrow 2 \text{ stk } 60 \times 2 + 1 \text{ stk } 40 \times 2$$

$$2. N = 35,0 - \Rightarrow 2 - 60 \times 2$$

$$3. N = 23,3 \text{ kN} \Rightarrow 2 - 40 \times 2$$

$$4. N = 17,5 - \Rightarrow 1 - 60 \times 2$$

Vindlast overføres til 12 cm betonvæg  
støbt på stedet



$$M = 26 \cdot 35,5 = 923 \text{ kNm}, N = G = 27,93 \text{ kN}$$

$$e = 923 : 27,93 = 4,74 \text{ m} \text{ trek over hele tværs}$$

$$\text{Med beton 15 fås } w_{\text{min}} = 0,046$$

Væg armeres med 0,5% lodret og  
0,25% vandret

$$A_{sl} = 120 \cdot 1000 \cdot 0,5 : 100 = 600 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sv} = 300 - / \text{m}$$

$$K 12 \text{ har } a = 185 \text{ mm} \text{ har } A_s = 611 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Væggen betragles som en bjælke

$$\text{hef } \Delta = 2940 - 2 \cdot 185 = 2570$$

$$A_{s\text{modv}} = 0,046 \cdot 120 \cdot 2570 \cdot 8,3 : 293 = 402 \text{ mm}^2$$

$$4 \text{ k } 12 \text{ har } A_s = 452 \text{ mm}^2$$

Nædv arm. til opdagelse af forskydning mellem  
væg og dæk =  $35,5 \cdot 10^3 : 293 = 121 \text{ mm}^2$

Armeringen er tilstrækkelig

momentet fordeles sig efter størrelserne  
i profiler

$$\text{over vindue: } I = \frac{1}{12} \cdot 120 \cdot 440^3 = 8,51 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\text{under - : } I = \frac{1}{12} \cdot 120 \cdot 1290^3 = 214,7 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

over vindue

$$M = 8,51 : (8,51 + 214,7) \cdot 91,2 = 3,48 \text{ kNm}$$

$$h_{\text{ref}} \approx 390 \text{ mm}$$

$$\mu = 3,48 \cdot 10^6 : (120 \cdot 390^2 \cdot 8,3) = 0,022$$

$$w = 0,022, \quad w, \text{ mm} \quad 0,046$$

$$D_{\text{mod}} = 0,046 \cdot 120 \cdot 390 \cdot 8,3 : 292,9$$

$$= 63 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{2 \text{ k } 10 \text{ har } A_s = 157 \text{ mm}^2}}$$

under vindue:

$$M = 91,2 - 3,48 = 87,72 \text{ kN}$$

$$h_{\text{ref}} \approx 1200 \text{ mm} =$$

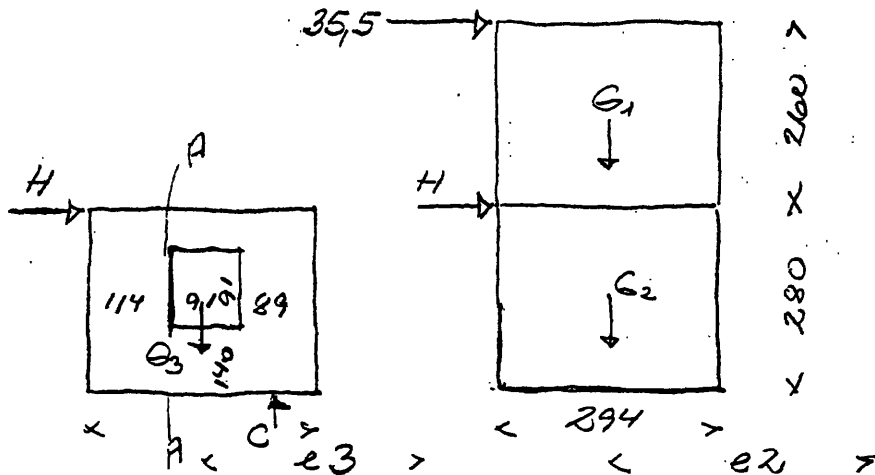
$$\mu = 87,72 \cdot 10^6 : (120 \cdot 1290^2 \cdot 8,3) = 0,058$$

$$w = 0,058$$

$$D_{\text{mod}} = 0,058 \cdot 120 \cdot 1200 \cdot 8,3 : 292,9$$

$$= 258 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{4 \text{ k } 10 \text{ har } A_s = 314 \text{ mm}^2}}$$



$$H_d = (129,4 - 35,5) : 2 \approx 47 \text{ kN}$$

Regningsmæssige egenvægte af stabiliserende vægge

$$G_1 = 19,49 \text{ kN}$$

$$G_2 = 28 \cdot 294 \cdot 0,12 \cdot 25 \cdot 0,85 = 20,99 \text{ kN}$$

$$G_3 = 20,99 - 0,91^2 \cdot 0,12 \cdot 25 \cdot 0,85 = 18,88 -$$

$$M_{d3} = 47 \cdot 28 = 131,6 \text{ kNm}$$

$$e_3 = 131,6 : 18,88 = 6,97 \text{ m}$$

tak over hele tværsnittet

$$\mu = 131,6 \cdot 10^6 : (120 \cdot 2570^2 \cdot 8,3) = 0,020$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,020} = 0,020$$

Endnu som foran ved G<sub>1</sub>

$$h_{\text{red}} = (1 - 0,023) \cdot 2570 = 2511 \text{ mm}$$

$$C = 131,6 : 251 = 52,4 \text{ kN}$$

$$M_{A-A} = 52,4 \times (0,91 + 0,89 - 906) = 91,2 \text{ kNm}$$

$$M_{D2} = 35,5 \cdot (2,8 + 2,6) + 131,6$$
$$= 323,3 \text{ kN}$$

$$e = 323,3 : (19,49 + 20,99) = 7,99 \text{ m}$$

træk over hele tværsnittet

$$\mu = 323,3 \cdot 10^3 : (120 \cdot 2680^2 \cdot 8,3) = 0,045$$

$$w = 0,046$$

$$A_{\text{træk}} = 0,046 \cdot 120 \cdot 2680 \cdot 8,3 = 1200 \text{ mm}^2$$

$$5 \text{ k } 12 \text{ har } A = 566 \text{ mm}^2$$

Remmering fra vægge forankres i kelder-  
vægge

Pirk Hansen

Lejlig hedssekkel

Last fra døj	$9 \cdot 1,0 = 3,48 \cdot 1,0$	=	3,48 kN/m
- - -	$8 \cdot 1,3 = 3,41 \cdot 1,3$	=	4,10 -
Væg øverste etage		=	12,60 -
- etage		=	9,36 -
Egenvægt dæk 2 etager	$2 \cdot 26,04$	=	52,08 -
Nyttelast - 2 -	$6,30(1,3+0,5)$	=	11,34 -
<hr/>			
gd på fundament eller kelder		=	92,96 kN/m
egenvægt fundamentsbjælke		=	9,63 -
<hr/>			
		gd =	102,59 kN/m

Fra altaner

$$\text{Bred af altan} \approx 1,6 \cdot 4,2 \approx 6,7 \text{ m}^2$$

Egenvægt med belægning	$\sim$	=	5,00 kN/m <sup>2</sup>
Nyttelast	$g_k$	=	2,00 -
Luftlast	$g_e$	=	1,00 kN/m
Muret pille	$0,23 \cdot 4,10$	=	0,94 kN/m
Muret væg	$1,0 \cdot 4,10$	=	4,10 kN/m <sup>2</sup>

Gavl i lue G

Last fra lag	$9 \cdot 1,0$	=	1,74 kN/m
-	$3 \cdot 1,3$	=	2,05 -
Gavlveg, øverste etage		=	20,00 -
--	2. etage	=	15,24 -
Egenvægt dæk 2 etager:	$2 \cdot 13,02$	=	26,02 -
Ny helard - 2 -	$3,15 \cdot (1,3 + 0,5)$	=	5,67 -
Egenvægt fundament:	$9,35 \cdot 1,1 \cdot 2,5$	=	9,63 -

---

Balt  $q_{cl} = 80,35 \text{ kN/m}$

$$l \approx 6,60 : 2 = 3,30$$

$$M_0 = \frac{1}{8} 80,35 \cdot 3,30^2 = 109,38 \text{ kNm}$$

$$V_d = 0,5 \cdot 80,35 \cdot 3,3 = 132,58 \text{ kN}$$

Væg fra lue @ W F

Væg $\sim 3 \cdot 4,8 \cdot 2$	=	16,80 kN/m
Fundament	=	9,63 -
+ 15% af $(16,80 + 9,63)$	=	3,96 -

---

Balt  $q_{cl} = 30,39 \text{ kN/m}$

$$M_{cl} = \frac{1}{8} 30,39 \cdot 4,2^2 = 67,0 \text{ kNm}$$

$$V_{cl} = 0,5 \cdot 30,39 \cdot 4,2 = 63,8 \text{ kN}$$

Altaner i indgangsside:

last fra muret pille på fundament

$$\text{Tag: } 0,5 \cdot 1,6 \cdot 4,2 \cdot 1,81 = 6,08 \text{ kN}$$

$$\text{Altanplader: } q = 0,5 \cdot 6,7 \cdot 5,00 = 16,75 -$$

$$p = 0,5 \cdot 6,7 \cdot 2 \cdot 1,3 = 8,71 -$$

$$\text{Murspiller: } 0,94 \cdot 5 = 4,70 -$$

---


$$\bar{Q}_d = 36,24 \text{ kN}$$

Altaner i tværside

last fra murværk på fundament

$$\text{Tag: } 4,2 \cdot 1,81 = 7,60 \text{ kN/m}$$

$$\text{Altanplader: } q = 4,2 \cdot 5,00 = 21,00 -$$

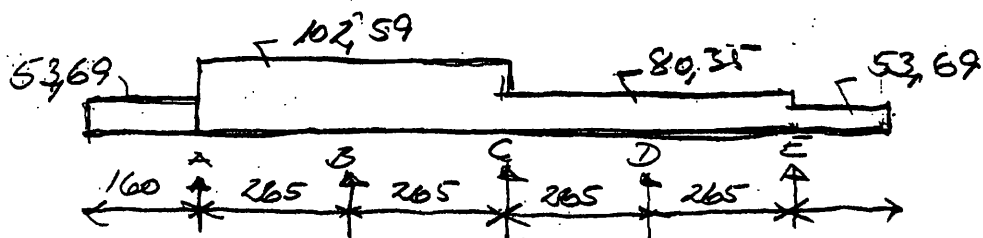
$$p = 4,2 \cdot 2 \cdot 1,3 = 10,92 -$$

$$\text{Murværk: } 4,10 \cdot 5 = 20,50 -$$

---


$$Q_d = 60,02 \text{ kN/m}$$

## Fundament i 1 linie F



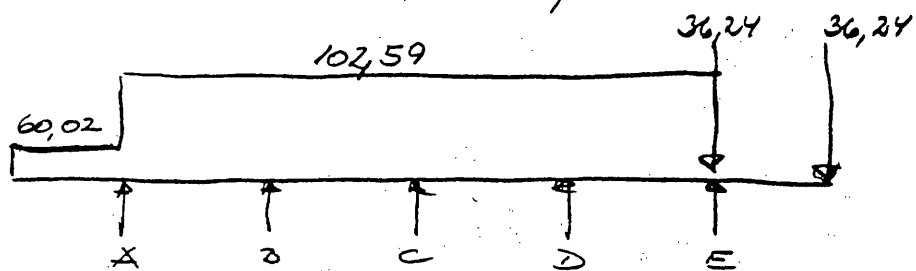
$$M_A = M_C = 0,5 \cdot 53,69 \cdot 1,6^2 = 68,72 \text{ kNm}$$

$$M_{A-B}^0 = M_{B-C}^0 = \frac{1}{8} \cdot 102,59 \cdot 265^2 = 90,05$$

$$M_{C-D}^0 = M_{D-E}^0 = \frac{1}{8} \cdot 80,31 \cdot 265^2 = 70,53$$



Fundament mellem E og F



$$M_A = 0,5 \cdot 60,02 \cdot 1,6^2 = 76,83 \text{ kNm}$$

$$M_E = 36,24 \times 1,6 = 57,98 \text{ -}$$

$$M^0 = 90,05 \text{ kNm}$$

Odbøjet inde

$$M_{\max} = 76,83 \text{ kNm}$$

$$h = 900 \text{ mm} \quad b = 300 \text{ mm}$$

$$\rightarrow h_{\text{ef}} = 835 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,016 \Rightarrow w = 0,027$$

$$w_{\text{min}} = 0,037$$

$$A_s = 0,037 \cdot 831 \cdot 300 \cdot 139 = 1929 = 440 \text{ mm}^2$$

$$3 \text{ k16 har } A_s = 603 \text{ mm}^2$$

Alle bjælker armeres med 3 k16  
 max momentet og 2 k16 for  
 negativt moment

$$M \approx \frac{1}{3} \cdot 76,83 \cdot 25,61 \text{ kNm}$$

$$\alpha = 0,284$$

$$M_{\max} = 0,79 \cdot 90,05 = 71,14 \text{ kNm}$$

$$V_{\max} = 0,5 \cdot 2,65 \cdot 102,59 = 136 \text{ kN}$$

$$h_{\text{unt}} = 835 \cdot 0,981 = 819 \text{ mm}$$

$$\Delta L \text{ valges} = h_{\text{unt}}$$

$$V = 136 - 102,59 \cdot 0,882 \approx 52 \text{ kN}$$

$$\sigma = 52 \cdot 10^3 : (300 \times 819) = 0,21 \text{ MPa}$$

$$\tau < 0,5 \cdot f_{td} = 0,5 \cdot 0,89 = 0,45 \text{ MPa}$$

2 smuts bygle k7

$$A_{st} = 77 \text{ mm}^2$$

$$a_t = 0,7 \cdot 900 = 630 \text{ mm}$$

el.

$$a_{st} = 5 \cdot 77 \cdot 4/10 : (300 \cdot 1,6) = 329 \text{ mm}$$

Der valges  $a_t = 320 \text{ mm}$

Sikringsrum

Lime E og D

Last på væg yvf side			97,96 kN/m
÷ nybelaet: 6,30 (1,3-0,5)	= +	5,50	-
førøgelse kaldetvægt: 0,04 · 28 · 21	=	2,10	-
Nedstøtningens last: 28 · 21	=	58,80	-

Ialt			148,36 kN/m
	gd	=	

Enkeltkræfter fra afstivende vægge:

Last af vægge ialt:

$$Q = ((27 + 3,6) \cdot 2 \cdot 4,05 + (27 + 3,8) \cdot 2,59) \cdot 0,15 \cdot 28$$

$$= 244 \text{ kN}$$

Fordelt på 4 punkter

Vægge om sikringsrum udføres som 25 cm armeret beton

$$q = 0,25 \cdot 25 \times 25 = 15,63 \text{ kN/m}$$

gd på Fundamentsbjælke			164,99 kN
------------------------	--	--	-----------

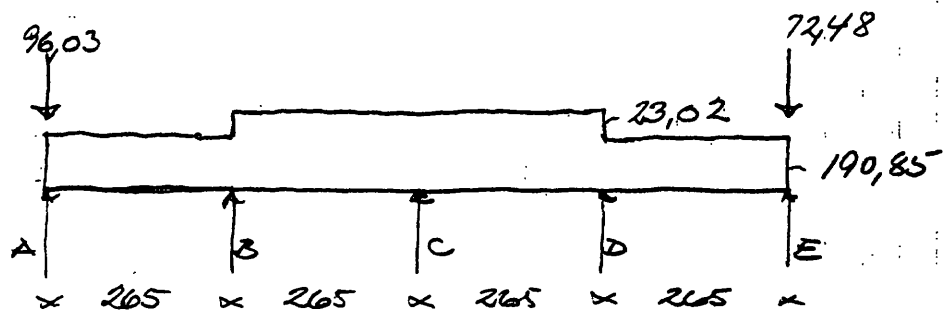
equivægt Fundamentsbjælke			9,63 -
---------------------------	--	--	--------

Equivægt kaldetvægt: 0,20 · 21 · 25			9,40 -
-------------------------------------	--	--	--------

Nybelaet - - : 2,5 · 21 · 1,3			6,83 -
-------------------------------	--	--	--------

Ialt			190,85 -
	gd	=	

Last fra enkelkræfter fordeles på  
 $2 \times 2,74 = 5,48$  m søkkes til  $5,30$  m  
 $q_d = (244,2) : 5,30 = 23,02$  kN/m



$$M_0^{A-B} = M_0^{D-E} = \frac{1}{8} \cdot 190,85 \cdot 2,65^2 = 167,53 \text{ kN}$$

$$M_0^{B-C} = M_0^{C-D} = \frac{1}{8} \cdot 213,87 \cdot 2,65^2 = 187,74$$

$$l_A = l_E = 0$$

$$l_B = l_C = l_D = 0,5$$

$$M_{\max}^{A-B} = 0,21 \cdot 167,53 = 135,7 \text{ kNm} = M_{\max}^{D-E}$$

$$M_{\max}^{B-C} = 0,67 \cdot 187,74 = 125,8 = M_{\max}^{C-D}$$

$$M_B = 0,5 \cdot 135,7 = 67,9$$

$$V_A = 0,5 \cdot 2,65 \cdot 190,85 - 67,9 : 2,65 = 227,25 \text{ kN}$$

$$V_B^y = 0,5 \cdot 2,65 \cdot 190,85 + 67,9 : 2,65 = 278,50$$

$$V_B^H = 0,5 \cdot 2,65 \cdot (190,85 + 23,02) = 283,38$$

$$R_B = 278,50 + 283,38 = 561,88 \text{ kN}$$

Bjælke  $h = 900$  mm,  $b = 300$  mm

arm kametål 410  $f_{yd} = 293$  MPa

beton 25  $E_{cl} = 13,9$

$$h_{ef} = 835 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,047 \Rightarrow w = 0,048$$

$$w_{min} = 0,037 \text{ og } w_{bal} = 0,505$$

$$A_{tr\ddot{a}d} = 572 \text{ mm}^2$$

$$4 \text{ K } 16 \text{ S } A_s = 805 \text{ mm}^2$$

Der anvendes 2 K 16 S i bop

$$\underline{\underline{\sigma_{c,max} = 4,8 \text{ MPa}}}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{s,max} = 224,7 \text{ MPa}}}$$

$$h_{int} = 835 \cdot 0,976 = 815 \text{ mm}$$

$$\cot \theta = 1,5 \text{ og } \beta = 90^\circ \Rightarrow \cot \beta = 0$$

$$\Delta l = 815 \cdot 1,5 = 1222 \text{ mm}$$

$$V = 283,38 - (190,85 + 23,02) \cdot 1,222 = 22,03 \text{ el.}$$

$$V = 278,25 - 190,85 \cdot 1,222 = 45,03 \text{ kN}$$

$$\tau = 43,03 \cdot 10^3 : (300 \cdot 815) = 0,18 \text{ MPa}$$

forskydningsarmering under

max trykafledning at

$$a_t = 0,7 \cdot h = 630 \text{ mm el.}$$

$$2 \text{ smitsøjler K } 7 \Rightarrow a_{st} = 77 \text{ mm}^2$$

$$a_t = 5 \cdot 77 \cdot 410 : (300 \cdot 1,6) = 329 \text{ mm}$$

at vælges 320 mm

$$N_{sd} = \frac{1}{2} \cdot 227,25 \cdot 1,5 = 170,44 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = 170,44 \cdot 10^3 : 805 = 211,7 \text{ MPa}$$

Forankringslængden  $l$  med  $\xi = 0,8$

$$l = 38 \cdot 16 \frac{211,7}{293} = 440 \text{ mm}$$

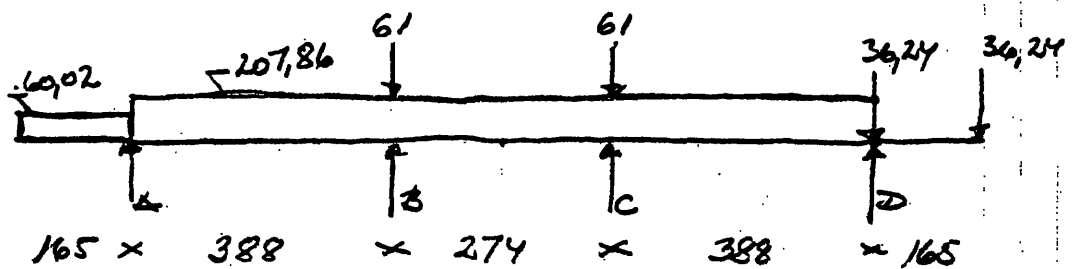
$$\text{bjælle afstand } a_t = 168 \text{ mm}$$

### Drager i sikringsrum

$$\text{Last : } 148,36 + 58,80 + 2,1 - 5,50 = 203,76 \text{ kN/m}$$

$$\text{Æquivalent bjælke : } 0,41 \cdot 0,4 \cdot 25 = 4,10 -$$

$$q_{ol} = 207,86 \text{ kN/m}$$



$$M_A^- = 0,5 \cdot 60,02 \cdot 1,65^2 = 81,70 \text{ kNm}$$

$$M_B^- = 36,24 \cdot 1,65 = 59,80 -$$

$$M_{AB}^0 = \frac{1}{8} \cdot 207,86 \cdot 3,88^2 = 391,15 \text{ kNm} = M_{CD}^0$$

$$M_{BC}^0 = \frac{1}{8} \cdot 207,86 \cdot 2,74^2 = 195,07 -$$

$$M_A^- : M_{A-B}^0 = 0,21 \text{ og } \zeta_B = 0,5 \Rightarrow$$

$$M_{max} = M_0 = 0,72, M_{max}^{A-B} = 281,63 \text{ kNm}$$

$$M_B^- = 140,81 -$$

$$M_D^- : M_{C-D}^0 = 0,15 \cdot 0,9 \quad \alpha_C = 0,5 \Rightarrow$$

$$M_{max}^{C-D} = 0,74 \cdot 391,15 = 289,45 \text{ kNm}$$

$$M_C^- = 144,73 -$$

$$M_{max}^{B-C} = 195,07 - (140,81 + 144,73) : 2$$

$$= 52,3 \text{ kNm}$$

$$V_A^V = 1,61 \cdot 60,02 = 99,03 \text{ kN}$$

$$V_A^H = 0,5 \cdot 3,88 \cdot 207,86 + \frac{81,70}{3,88} - \frac{140,81}{3,88} = 388,01 -$$

$$V_B^V = 403,25 - 21,06 + 36,29 = 418,48 -$$

$$V_B^H = 0,5 \cdot 2,74 \cdot 207,86 - 3,92 \cdot 2,74 = 283,34 -$$

$$V_C^V = = 286,20 -$$

$$V_C^H = 403,25 + (144,73 - 59,80) : 3,88 = 425,14 -$$

$$V_D^V = 403,25 - 21,89 = 381,36 -$$

$$V_D^H = = 36,24 -$$

Max negative moment

$$M = 144,73 \text{ kNm}$$

$$h = 610 \text{ mm}, \quad b = 400$$

$$h_{ef} \approx 560 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,082 \Rightarrow \omega = 0,085$$

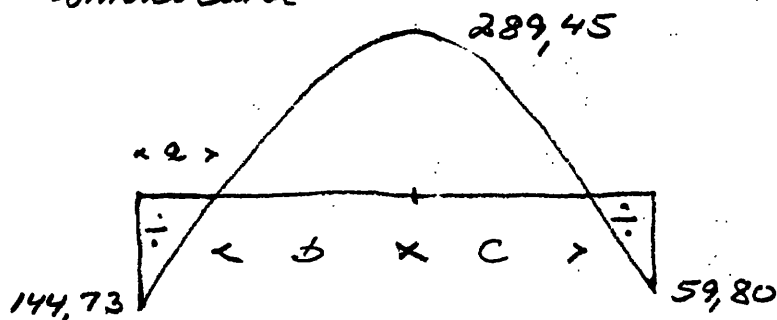
$$A_{s, \text{max}} = 923 \text{ mm}^2$$

$$4 \text{ ks } 20 \text{ s } \text{ har } A_s = 1257 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_c, \text{max} = 6,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s, \text{max} = 233,1 \text{ MPa}$$

Streckung C-D  
Momentenkurve



$$V_x = 425,14 - 207,86x = 0 \Rightarrow x = a+b = 2,04$$

$$M_x = 425,14 \cdot x - 207,86 \frac{x^2}{2} - 144,73$$

$$= -103,93x^2 + 425,14x - 144,73$$

$$M_x = 0 \Rightarrow$$

$$x = \begin{cases} 0,37 \text{ m} \\ 3,72 \text{ -} \end{cases}$$

$$a = 0,37 \Rightarrow b = 1,67 \text{ m}$$

$$c = 3,72 - 2,04 = 1,68 \text{ -}$$

$$h_p = 200 \text{ mm}$$

$$b_p = 2 \cdot 8 \cdot 200 + 400 = 3600 \text{ mm el.}$$

$$b_f = 2 \cdot 1670 \cdot 0,40 + 400 = 1736 \text{ mm}$$

$$h_{ef} \approx 540 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{289,45 \cdot 10^6}{1736 \cdot 540^2 \cdot 13,9} = 0,041 \Rightarrow$$

$$\omega = 0,042$$

$$R_{s,modv} = 0,041 \cdot 1736 \cdot 540 \cdot 13,9 = 293$$

$$= 18213$$



$$7 \text{ KS } 20 \text{ S } \text{ har } A_s = 2200 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{\sigma_{c, \max} = 4,5 \text{ MPa} < 1,25 \cdot f_{cd}}}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{s, \max} = 262,2 \text{ MPa} < f_{yd}}}$$

$$h_{ef} = 550 \text{ mm}$$

$$h_{nut} = 550 \cdot 0,979 = 538 \text{ mm}$$

$$\cot \theta = 1,5, \beta = 20^\circ \Rightarrow \sin \beta = 1$$

$$\cot \beta = 0$$

$$z_1 = 538 \cdot 1,5 = 807 \text{ mm}$$

$$V_1 = 425,14 - 207,86 \cdot 0,807 = 257,7 \text{ kN}$$

$$V_2 = 425,14 - 207,86 \cdot 0,807 \cdot 2 = 89,7 \text{ kN}$$

$$\tau_1 = 257,7 \cdot 10^3 : (538 \cdot 400) = 1,20 \text{ MPa}$$

$$\tau_2 = 89,7 \cdot 10^3 : (538 \cdot 400) = 0,42 \text{ MPa}$$

Forskydningsarmering kun nødv. på  
1. delstreking

$$\text{I snittstørrelse } b \cdot h \text{ } A_{st} = 157 \text{ mm}^2$$

$$a_t = 157 \cdot 293 \cdot 1,5 : (1,2 \cdot 400) = 144 \text{ mm}$$

$$a_t = 140 \text{ mm}$$

max  $a_t$

$$a_t = 0,7 \cdot b \cdot h = 427 \text{ mm el.}$$

$$a_t = 5 \cdot 157 \cdot 410 : (400 \cdot 1,6) = 503 \text{ mm}$$

$$a_t \text{ velges} = 400 \text{ mm}$$

Søjlelaster:

$$P_1 = 418,48 + 283,34 + 61,0 = 762,82 \text{ kN}$$

$$P_2 = 425,14 + 222,20 + 61,0 = 708,34$$

Søjle  $300 \times 300$  mm med 4 R 25

Søjle længde 3 m har  $N_d = 1207 \text{ kN} > P_2 \cdot 1,5$

$$q = 0,3^2 \cdot 25 \cdot 2,5 = 5,63 \text{ kN}$$

Fundament under sikringsrumsdæk og søjler

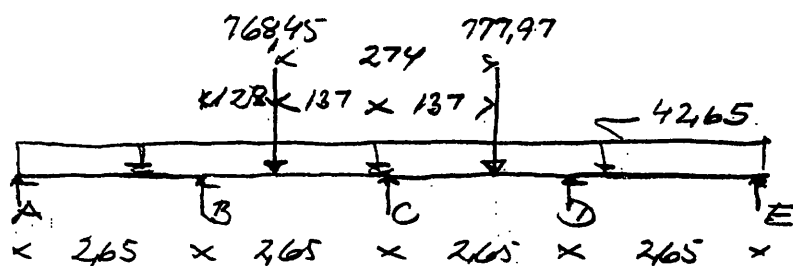
Belastninger:

$$\text{Dæk med pudslag: } 0,20 \cdot 25 \cdot 4,2 \cdot 1,0 = 21,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Nyttelast: } 2,5 \cdot 4,2 \cdot 1,3 = 13,65 \text{ kN/m}$$

$$\text{Egenvægt fundamentbjælke} \quad \approx \quad 8,00$$

$$q_d = 42,65 \text{ kN/m}$$



$$M_0^{A-B} = \frac{1}{8} 42,65 \cdot 2,65^2 = 37,44 \text{ kNm} = M_0^{D-E}$$

$$\begin{aligned} M_0^{B-C} &\approx 37,44 + 768,45 \cdot 1,28 \cdot 1,37 : 2,65 \\ &= 545,96 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_0^{C-D} &= 37,44 + 777,97 \cdot 1,28 \cdot 1,37 : 2,65 \\ &= 552,25 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{max}^{\bar{}} = \frac{1}{3} \cdot M_{max} = 184,08 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow M_{max}^{a-b} = 37,44 - \frac{1}{2} \cdot 184,08 = -54,60 \text{ kNm}$$

$$M_{max}^{c-d} = 552,25 - 184,08 = 368,17 \text{ kNm}$$

$$V_E^V = 0,5 \cdot 4265 \cdot 2,65 - 184,08 \cdot 2,65 = -12,95$$

$$V_D^H = 56,51 + 69,46 = 125,97 \text{ kN}$$

$$V_D^V = 777,97 \cdot 1,37 : 2,65 + 56,51 = 458,71 -$$

$$V_G^H = 777,97 \cdot 1,28 : 2,65 + 56,51 = 432,28 -$$

$$h = 900 \text{ mm} \quad b = 350 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 813 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,115 \Rightarrow \omega = 0,122$$

$$A_{mod,v} = 1677 \text{ mm}^2$$

$$6 \text{ k } 20 \text{ S bar } A_s = 1886 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{\sigma_{c,max} = 9,1 \text{ MPa} < 1,2i \cdot f_{cd}}}$$

$$\sigma_{s,max} = 277,6 \text{ MPa} < f_{yd}$$

$$M = 184,08 \text{ kNm}$$

$$h_{ef} = 855 \text{ mm}$$

$$\mu = 0,052 \Rightarrow \omega = 0,053$$

$$A_{mod} = 779 \text{ mm}^2$$

$$3 \text{ k } 20 \text{ S bar } A_s = 942 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{\sigma_{c,max} = 5,3 \text{ MPa}}}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{s,max} = 253,8 \text{ MPa}}}$$

Strækning C-D

Bojler  $\phi 10$  2 suits  $A_{st} = 157 \text{ mm}^2$

$$\cot \Theta = 1,5 \quad \beta = 90^\circ \Rightarrow \sin \beta = 1$$

$$\cot \beta = 0$$

$$h_{int} = 813 \cdot 0,935 = 760 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 1,5 \cdot 760 = 1140 \text{ mm}$$

$$V = 458,71 - 42,65 \cdot 1,14 = 410,09 \text{ kN}$$

$$\sigma = 410,09 \cdot 10^3 : (760 \cdot 350) = 1,54 \text{ MPa}$$

$$a_t = 157 \cdot 293 \cdot 1,5 : (1,54 \cdot 350) = 128 \text{ mm}$$

$$a_t = 125 \text{ mm}$$

Strækning D-E

$$h_{int} = 855 \cdot 0,973 = 832 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 1,5 \cdot 832 = 1,248 \text{ m}$$

$$V = 125,97 - 42,65 \cdot 1,248 = 72,74 \text{ kN}$$

$$\sigma = 72,74 : (832 \cdot 350) = 0,25 \text{ MPa}$$

Forskydningsarmering undværende

$$a_t = 0,7 \cdot 900 = 630 \text{ mm el.}$$

$$a_t = 5 \cdot 157 \cdot 410 : (350 \cdot 1,6) = 574 \text{ mm}$$

$a_t$  vælges til 550 mm

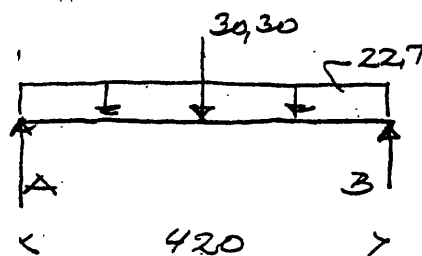
Betondjælle for afstivende vægge:

Last fra vægge

$$\text{mellemvæg} : 2,59 \cdot (3,8 + 2,7) \cdot 0,15 \cdot 24 = 60,6 \text{ kN}$$

fodelses til hver side med 30,3 kN

$$\text{langsgående vægge} : (2,7 + 3,6) \cdot 0,15 \cdot 24 = 22,7 \text{ kN/m}$$



$$b = 250 \text{ mm}, h = 400 \text{ mm}$$

$$b_f = 250 \cdot 16 \cdot 200 = 3450 \text{ mm}^2$$

$$b_f = 250 + 2100 \cdot 0,4 = 1090$$

$$\text{egenvægt bjælke} : 0,25 \cdot 0,5 \cdot 25 = 3,13 \text{ kN/m}$$

$$q_d = (22,7 + 3,13) \cdot 1,15 = 29,7 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 30,30 \cdot 1,15 = 34,85 \text{ kN}$$

$$M_d = \frac{1}{8} 29,7 \cdot 4,2^2 + \frac{1}{4} 34,85 \cdot 4,2 = 102,08 \text{ kNm}$$

$$V_d = 0,5 \cdot (29,7 \cdot 4,2 + 34,85) = 79,79 \text{ kN}$$

$$h_{ef} \approx 450 \text{ mm}$$

$$\mu = \frac{102,08 \cdot 10^6}{450^2 \cdot 1090 \cdot 13,9} = 0,033 \Rightarrow \omega = 0,034$$

$$b_f = 250 + 2 \cdot 200 = 650 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} b_f/b &= 650 : 250 = 2,6 \\ h_f/h &= 200 : 500 = 0,4 \end{aligned} \right\} \Rightarrow k_{\omega} = 0,766$$

$$\omega_{min}^T = 0,037 \cdot 0,766 = 0,028 < \omega$$

$$A_s = 0,034 \cdot 450 \cdot 1090 \cdot 139 = 2929 = 791 \text{ mm}^2$$

$$\underline{\underline{3 \text{ K20 S har } A_s = 943 \text{ mm}^2}}$$

$$h_{ef} = 500 - 25 - 7 - 0,5 \cdot 20 = 458 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c, \max} = 3,9 \text{ MPa} < 1,25 f_{cd}$$

$$\sigma_{s, \max} = 253,3 < \sigma_{yk}$$

$$h_{int} = 458 \cdot 0,983 = 450 \text{ mm}$$

$$\cot \theta = 1,5 \quad \beta = 90^\circ \Rightarrow \sin \beta = 1,0$$

$$\cot \beta = 0$$

$$\Delta l = 450 \cdot 1,5 = 675 \text{ mm}$$

$$V_1 = 79,79 - 0,675 \cdot 29,7 = 59,74 \text{ kN}$$

$$V_2 = 79,79 - 2 \cdot 0,675 \cdot 29,7 = 39,70$$

$$\tau_1 = 59,74 : (450 \cdot 250) = 0,53 \text{ MPa}$$

$$\tau_2 = 39,70 : (450 \cdot 250) = 0,35 < 0,5 f_{ctd}$$

$$2 \text{ stuts } K7 \text{ har } A_{st} = 77 \text{ mm}^2$$

$$a_t = 77 \cdot 2929 \cdot 1,15 : (0,53 \cdot 250) = 255 \text{ mm}$$

min  $a_t$ :

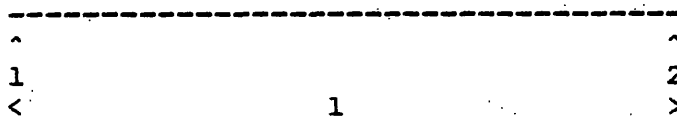
$$a_t = 0,7 \cdot 500 = 350 \text{ mm el.}$$

$$a_t = 5 \cdot 77 \cdot 410 : (250 \cdot 1,6) = 395 \text{ mm}$$

$$N_{sd} = \frac{1}{2} 79,79 \cdot 1,5 = 59,84 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = 59,84 \cdot 10^3 : 943 = 63,5 \text{ MPa}$$

$$\text{Forankingslengde} : 38 \cdot 20 : 63,5 : 2929 = 165 \text{ mm}$$



$l = 3.90 \text{ m}$   
 $i_1 = 0.00$   
 $i_2 = 0.00$

Egenvægt jernbetonplade	3.75 kN/m <sup>2</sup>
Lette gulve incl. isolering	0.30 -
Lette skillevægge	1.00 -

---

Belastning fra egenvægt ialt 5.05 kN/m<sup>2</sup>

Nyttelast 1.50 kN/m<sup>2</sup>

$q_d = 7.00 \text{ kN/m}^2$   
 $m_d = 13.31 \text{ kNm}$   
 $r_1 = 13.65 \text{ kN/m}$   
 $r_2 = 13.65 \text{ kN/m}$

Pladetykkelse = 150 mm ==> hef = 95 mm (skøn)

Der anvendes beton 25 ==>  $f_{cd} = 13.9 \text{ MN/m}^2$

Der anvendes Tentorstål T 550 ==>  $f_{yd} = 392.9 \text{ MN/m}^2$

$\mu = 0.106$  ==>  $\omega = 0.113$

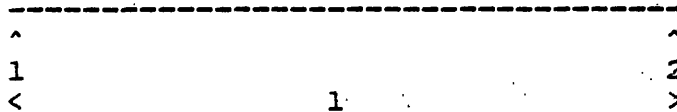
Anødv. = 378 mm<sup>2</sup>/m

10 mm Tentorstål T 550 pr. 200 mm har  $A_a = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$

Fordelingsarmering:

Anødv. = 76 mm<sup>2</sup>/m

5 mm rundjern pr. 250 mm har  $A_a = 79 \text{ mm}^2/\text{m}$



$l = 3.90 \text{ m}$   
 $l_1 = 0.00$   
 $l_2 = 0.00$

Egenvægt jernbetonplade	4.00 kN/m <sup>2</sup>
Pudslag incl. evt. belagning	1.00 -
Lette skillevejge	0.50 -

-----

Belastning fra egenvægt ialt	5.50 kN/m <sup>2</sup>
------------------------------	------------------------

Nyttelast	2.50 kN/m <sup>2</sup>
-----------	------------------------

$q_d = 8.75 \text{ kN/m}^2$   
 $m_d = 16.64 \text{ kNm}$   
 $r_1 = 17.06 \text{ kN/m}$   
 $r_2 = 17.06 \text{ kN/m}$

Pladetykkelse = 160 mm ==> hef = 105 mm (skøn)

Der anvendes beton 25 ==>  $f_{cd} = 13.9 \text{ MN/m}^2$

Der anvendes Tentorstål T 550 ==>  $f_{yd} = 392.9 \text{ MN/m}^2$

$\mu = 0.109$  ==>  $w = 0.115$

Anødv. = 428 mm<sup>2</sup>/m

10 mm Tentorstål T 550 pr. 180 mm har  $A_a = 436 \text{ mm}^2/\text{m}$

=====

Fordelingsarmering:

Anødv. = 86 mm<sup>2</sup>/m

5 mm rundjern pr. 200 mm har  $A_a = 98 \text{ mm}^2/\text{m}$

=====



Fløjen påvirkes kun af vindbygt el vindsug på gavl + indu over el undertryk

Vind fra gavl der overføres til tagflade

$$Q_{dg} = 27,1 \cdot 1,2 \cdot (0,7 + 0,3) = 22,6 \text{ kN}$$

længde af tag  $\approx 31,5 \text{ m}$

$$c_e = 0,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{150}{21500}} = 0,017$$

$$Q_{dl} = 14,4 \cdot 31,5 \cdot 0,71 \cdot 1,3 \cdot 0,017 = 7,1 \text{ kN}$$

Vind der overføres til tagfladen, der afstøves med BHF vindtrækbånd.

$$Q_d = 22,6 + 7,1 = 29,7 \text{ kN}$$

der benyttes til ledigen beregning, idet vindlasten overføres til 15 cm afstøvede betonvægge.

$$\text{Hver tagflade opdager } 29,7 : 2 = 14,85 \text{ kN}$$

$$\text{træk i bånd } \max N = 14,85 \cdot \cos 40,4^\circ$$

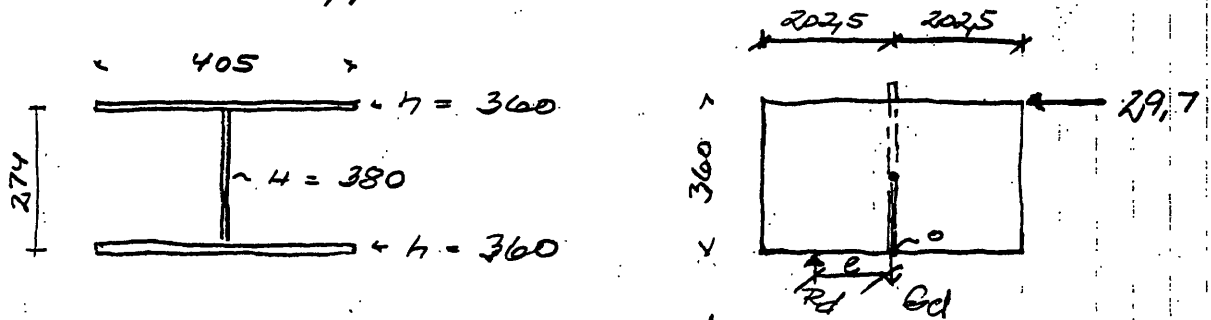
$$= 11,5 \text{ kN}$$

$$2 \text{ stk } 40 \times 2 \text{ opdager } 2 \cdot 11,7 = 23,2 \text{ kN} > N$$

$$1 - 40 \times 2 - 11,7 - > N/2$$

i h. t. BHF katalog

Afstrøende vægge danner et H



Regningsmæssig ækvivalent af vægge

$$G_d = (2 \cdot 4,05 \cdot 3,60 + 2,59 \cdot 3,8) \cdot 0,15 \cdot 24 \cdot 0,85 \\ = 117,94 \text{ kN}$$

$$\text{Moment om } O: R_d \cdot e = 29,7 \cdot 3,6 \quad R_d = G_d \\ e = 0,91 \text{ m}$$

$$l_e = (2025 - 0,91) \cdot 2 = 2,23 \text{ m}$$

$$A_e = 2 \cdot 150 \cdot 2230 + 150 \cdot 2590 = 1,06 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$\tau = 29,7 \cdot 10^3 : (1,06 \cdot 10^6) = 0,028 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 117,94 \times 10^3 : A_e = 0,112$$

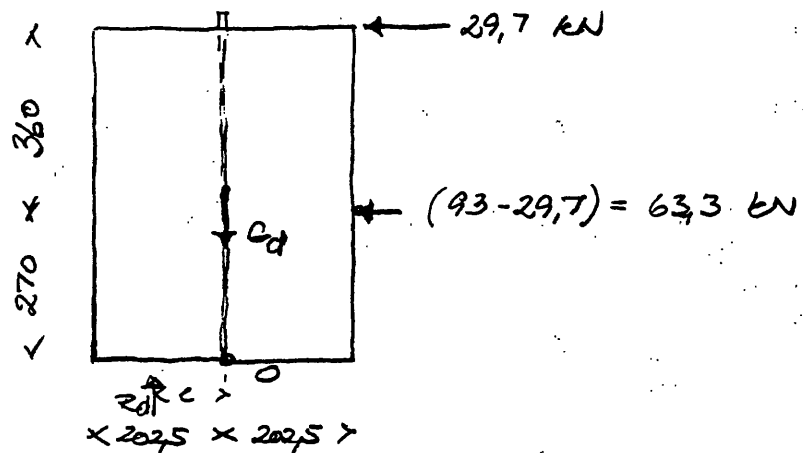
Fraktionskoefficient  $\mu = 0,5$

$$\tau < 0,5 \cdot \sigma_c = 0,056$$

Stabiliteten er i orden

Vandret masse last der skal anvendes ved stabilitet i sneedage:

$$Q_{dv} = (13,8 \cdot 4991 + 7,5 \cdot 13,8 \cdot 54,34) \cdot 0,015 \\ \approx 93 \text{ kN}$$



$$G_d = 117,94 + (2 \cdot 4,05 + 259) \cdot 27 \cdot 0,15 \cdot 24 \cdot 0,85$$

$$= 206,3 \text{ kN} = R_{cd}$$

$$\text{Moment om } O : 206,3 \cdot e = 29,7 \cdot 63 + 63,3 \cdot 27$$

$$e = 1,735 \text{ m}$$

$$l_e = (2025 - 1,735) \cdot 2 = 0,58 \text{ m}$$

$$A_e = 2 \cdot 150 \cdot 580 = 1,74 \cdot 10^5 \text{ mm}^2$$

$$\tau = 93 \cdot 10^3 : A_e = 0,534 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 206,3 \cdot 10^3 : A_e = 1,186 - < 1,25 \cdot f_{cd}$$

$$\underline{\underline{\sigma_c \cdot \mu = 1,186 \cdot 0,5 = 0,593 \text{ MPa} > \tau}}$$

Stabiliteten er i orden uden yderligere forankring og forskydningsarmering.

Fundament i linie D

Last på væg :	=	92,96 kN/m
Fordøjet dækkelykkelu : $0,04 \cdot 21 \cdot 25$	=	2,10 -
Egenvægt væg	=	15,63 -
Fra koldergule i sikringsrum	=	17,06 -
Egenvægt fundament : $0,5 \cdot 0,9 \cdot 24$	=	12,96 -

---


$$\text{Ialt } q_d = 140,71 \text{ kN/m}$$

$$\text{med } c_w = 130 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{fås } B_d = 370 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{pr m} = 370 \cdot 0,6 = 222 \text{ kN/m} > q_d$$

Fundamenter i mellem linierne D og E

Last på dører med medst	207,86 kN/m
÷ nedstyrtning $2 \cdot 58,80$	= ÷ 117,60 -

$$q_d \text{ på bjælker i sikringsrum : } 90,26 \text{ kN/m}$$

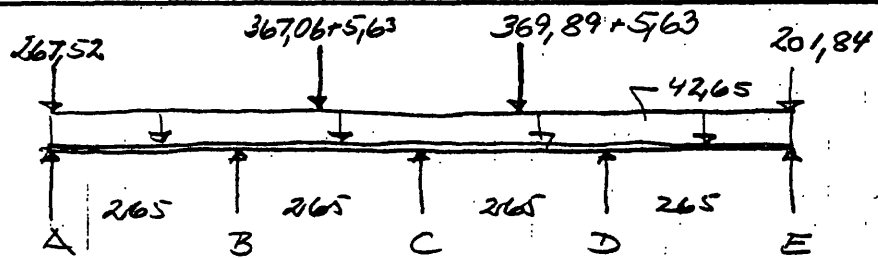
Reaktioner :

$$R_A = \frac{90,26}{207,86} \cdot 388,01 + 99,03 = 267,52 \text{ kN}$$

$$R_B = \frac{90,26}{207,86} \cdot (418,48 + 286,34) + 61 = 367,06 -$$

$$R_C = \frac{90,26}{207,86} \cdot (286,20 + 425,14) + 61 = 369,89 -$$

$$R_D = \frac{90,26}{207,86} \cdot 381,36 + 36,24 = 201,84 -$$



Last fra tværgående vægge:  $4,2 \cdot 15,63 = 65,65 \text{ kN}$   
 - - - Fund.:  $4,2 \cdot 6,75 = 28,35 -$

---

94,0 kN

$$R_A = 0,5 \cdot 2,65 \cdot 42,65 + 267,52 + 94 = 418,03 \text{ kN}$$

$$R_B = 2,65 \cdot 42,65 + 372,62 \cdot 1,37 \cdot 2,65 = 305,70 -$$

$$R_C = 2,65 \cdot 42,65 + (372,62 + 375,89) \cdot 1,28 \cdot 2,65 = 474,57 -$$

$$R_D = \sim 307 -$$

$$R_E = 0,5 \cdot 2,65 \cdot 42,65 + 201,84 + 94 = 352,35 -$$

$c_v$ -værdi i borede huller for  $\phi$  100 punkt-fundamenter er målt af Fagus jordbor på min.  $200 \text{ kN/m}^2$

Beregne af jøret:

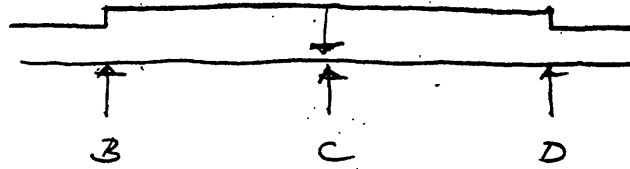
$$B_d = 200 \cdot 1,8 \cdot 5,14 \cdot 1,2 \cdot \frac{1^2 \cdot \pi}{4} = 538 \text{ kN}$$

Equivægt fundament ved  $R_c$ ,  $h = \text{max } 2 \text{ m}$

$$G = \frac{1^2 \cdot \pi}{4} \cdot 2 \cdot 24 \hat{=} 38 \text{ kN}$$

$$Q_d = 38 + 475 = 513 \text{ kN} < B_d$$

Linie E



$$q_{d,max} = 90,26 + 15,63 + 23,02 \cong 129 \text{ kN}$$

$$F_c = 2,65 \cdot 129 = 342 \text{ kN}$$

Fundament er ok.

Mellem linie E og F

$$\text{Max. } R_{cl} = 102,59 \cdot 2,65 \cong 272 \text{ kN}$$

equivant fundament ved C,  $h = \text{max } 5 \text{ m}$ 

$$G = \frac{12 \cdot \pi}{4} \cdot 5 \cdot 24 \cong 95 \text{ kN}$$

$$D_d = 272 + 95 = 367 \text{ kN} < B_d$$

$$N_d = 36.24 \text{ kN}$$

$$M_d = 0.27 \text{ kNm} = 0,29 \cdot 0,71 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 26^2 : 8 \text{ (vindlast)}$$

$$l_s = 2.60 \text{ m}$$

Søjlen bøjer ud om x-aksen

Der vælges følgende profil: RHS 60 x 60 x 4.0 - Fe 430

$$I = 461676 \text{ mm}^4$$

$$W = 15389 \text{ mm}^3$$

$$A = 886 \text{ mm}^2$$

$$i = 22.8 \text{ mm}$$

Søjlen henføres til søjletilfælde a

$$l_s : i = 114 < 200$$

$$N_{el} = 91 \text{ kN}$$

$$e = 4.6 \text{ mm}$$

$$f_{yd} = 215 \text{ N/mm}^2$$

$$N_d : A + (N_{el} : (N_{el} - N_d)) \cdot ((M_d + N_d \cdot e) : W) = 88.0 \text{ N/mm}^2 < f_{yd}$$

=====





$$\text{Byelker} : h = 610 \text{ mm}$$

$$b = 400 -$$

$$d_f = 16 \cdot 200 + 400 = 3600 \text{ mm el}$$

$$d_r = (4700 - 530) : 2 \cdot 0,8 + 400 = 2068 \text{ mm}$$

Kametal Es 410 Beton 25

$$h_{ef} = 565 \text{ mm}$$

$$\mu = 141,78 \cdot 10^6 : (2068 \cdot 565^2 \cdot 13,9) = 0,015$$

$$\Rightarrow \omega = 0,015$$

$$d_f^+ = 400 + 2 \cdot 200 = 800$$

$$d_f : b = 2 \quad h_f / h = 0,33 \Rightarrow k_{\eta} = 0,588$$

$$\omega_{min}^T = 0,037 \cdot 0,588 = 0,022$$

$$\begin{aligned} I_{mod} &= 0,022 \cdot 2068 \cdot 565 \cdot 13,9 : 292,9 \\ &= 1220 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$4 \text{ K } 20 \text{ har } A_s = 1260 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,max} = 2,4 \text{ MPa} < 125 \cdot f_{cd}$$

$$\sigma_{s,max} = 213,1 - < f_{yd}$$

Udteraget ende som tidligere

Forskydning

$$h_{int} = 565 \cdot 0,989 = 559 \text{ mm}$$

$$\cot \theta = 1,5 \quad \text{og} \quad \beta = 90^\circ$$

$$\Delta L = 1,5 \cdot 559 = 838 \text{ mm}$$

$$V = 173,03 - 66,14 \cdot 0,838 = 117,6 \text{ kN}$$

$$\tau = 117,6 \cdot 10^3 : (400 \cdot 559) = 0,526 \text{ MPa}$$

2 ræts bøjle K10 har  $A_{st} = 157 \text{ mm}^2$

$$a_t = 157 \cdot 2929 \cdot 1,5 : (0,526 \cdot 400) = 328 \text{ mm}$$

min  $a_t$

$$a_t = 0,7 \cdot 610 = 427 \text{ mm} \quad \text{el.}$$

$$a_t = 5 \cdot 157 \cdot 410 : (400 \cdot 1,6) = 503 \text{ mm}$$

Egenvægt tagdækning	:	0.50 kN/m <sup>2</sup>
Egenvægt åse	:	0.10 -
Egenvægt isolering	:	0.08 -
Egenvægt loftbeklædning	:	0.10 -

-----

Egenvægt ialt	:	0.78 kN/m <sup>2</sup>
---------------	---	------------------------

Snelast	:	0.75 kN/m <sup>2</sup>
---------	---	------------------------

Spændvidde ås, l	:	4.05 m
------------------	---	--------

Aseafstand, a	:	0.99 m
---------------	---	--------

Taghældning, grader	:	15.00
---------------------	---	-------

$$qd = (g * 1.0 + s * 1.3) * a = 1.74 \text{ kN/m}$$

$$Md = 0.125 * qd * l^2 = 3.56 \text{ kNm}$$

Åsen udføres simpel understøttet.

Der vælges 100 \* 200 mm - K18 - Fugtklasse IU

$$W_x = 666667 \text{ mm}^3$$

$$W_y = 333333 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = Md * \cos(\nu) : W_x + Md * \sin(\nu) : W_y = 7.93 \text{ MPa} < f_m = 9.0 \text{ MPa}$$

=====

*P. H. Hansen*

## Belastninger og snitkræfter:

M1 ( \_\_\_\_\_ ) M2  
 ^ ^  
 < a1 > < a2 >  
 < 1 >

Egenvægt jernbetonbjælke	1.50 kN/m
Hvilende last fra tilstødende dæk m.m.	25.11 -
Last fra overliggende vægge	16.04 -

Hvilende last ialt	42.65 kN/m
--------------------	------------

Nyttelast pr. etage	6.08 kN/m
Nyttelast fra tag	3.15 -

l = 3.90 m

gk = 42.65 kN/m  
 pk = 9.23 kN/m  
 qd = 52.13 kN/m

Mo = 99.11 kNm

M1 = 0.00 kNm ==> i1 = M1 : Md = 0.00  
 M2 = 0.00 kNm ==> i2 = M2 : Md = 0.00  
 Md = 99.11 kNm

V1 = 101.65 kN  
 V2 = 101.65 kN

Afstandene til momentnulpunkterne er a1 og a2

a1 = 0.00 m  
 a2 = 0.00 m

$$M_d = 99.11 \text{ kNm}$$

$$h = 420 \text{ mm}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$h_f = 160 \text{ mm}$$

$$b_{f,max} = b + 16 * h_f = 2710 \text{ mm}$$

bf vælges til 1000 mm

$$h_{ef} = 356 \text{ mm}$$

Der anvendes beton 25 ==>  $f_{cd} = 13.9 \text{ MPa}$

Der anvendes Tentorstål T 550 ==>  $f_{yd} = 392.9 \text{ MPa}$

$$\mu = M_d : (b_f * h_{ef}^2 * f_{cd}) = 0.056 \quad ==>$$

$$w = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 0.058$$

$$h_f : h = 0.381 \text{ og } (b + 2 * h_f) : b = 3.133 \quad ==> \quad k_n = 0.411$$

$$w_{T,min} = k * w_{,min} = 0.015 \quad \text{og} \quad w_{,bal} = 0.448$$

$$A_{n\ddot{o}dv.} = w * b_f * h_{ef} * f_{cd} : f_{yd} = 701 \text{ mm}^2$$

Armeringen anbringes i 2 lag

Der anbringes 2 stk jern i øverste lag

Der anvendes 4 stk 16 mm Tentorstål T 550,  $A_s = 804 \text{ mm}^2$

=====

$$\sigma_{c,max} = 6.5 \text{ MPa} < 1.25 * f_{cd}$$

$$\sigma_{s,max} = 379.3 \text{ MPa} < f_{yd}$$

=====

Dimensionering af forskydning og forankring i jernbetonbjælke

---

$$V_d = 101.65 \text{ kN}$$

$$\text{hint} = \text{hef} * (1 - 0.5 * w) = 346 \text{ mm}$$

$$\cot \theta = 2.0$$

$$\text{Bøjlernes vinkel med længderetningen } \beta = 90$$

$$\text{Der anvendes Tentorstål T 550 } \Rightarrow \text{fyd} = 392.9 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Der anvendes bøjler med diameter, } d_t = 7 \text{ mm } \Rightarrow$$

$$\text{2-snitsbøjle har } A_{st} = 77 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bjælken opdeles i dellængder på } \delta l = \text{hint} * (\cot \theta - \sin \beta) = 691 \text{ mm}$$

$$\text{Afstand til dellængderne er } x = \delta l * n$$

$$V = V_d - q_d * x$$

$$\tau = V : (b * \text{hint})$$

$$\sigma_c = (1 + \cot^2 \theta) * \tau : (\cot \theta + \cot \beta)$$

$$a_t = A_{st} * \text{fyd} * \sin \beta * (\cot \theta + \cot \beta) : (\tau * b)$$

Resultaterne er udregnet i nedenstående skema:

x(m)	V(kN)	$\tau$ (MPa)	$\sigma_c$ (MPa)	$a_t$ (mm)
0.69	65.56	1.264	3.161	319
1.38	29.46	0.568	1.421	710

$$\sigma_c < v * f_{cd} = 7.986 \text{ MPa}$$

Max. bøjleafstand  $a_t$  er:

$$a_t = 0.7 * h : \sin \beta = 294 \text{ mm eller}$$

$$a_t = 5 * A_{st} * \text{fyk} : (b * f_{tk}) = 892 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{max. } a_t = 294 \text{ mm}$$

Ovennævnte bøjleafstand er baseret på 2-snitsbøjler i den ovenfor anførte dimension og stål kvalitet.

Afstanden kan ændres ved ændring af dimensionen eller antallet af snit.

$$N_{sd} = 0.5 * V_d * (\cot \theta - \cot \beta) = 101.65 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = N_{sd} : A_s = 126.39 \text{ MPa}$$

Forankringslængden  $l_f = 626 \text{ mm}$ , som ved vederlag kan reduceres til:

$$l = l_f * \sigma_s : \text{fyd} = 201 \text{ mm}$$

$$\text{Bøjleafstand ved forankring: } a_t = 168 \text{ mm}$$

$$\text{Forskydning af momentkurve} = 0.5 * \text{hint} * (\cot \theta - \cot \beta) = 346 \text{ mm}$$

Ordre nr.:	Initialer:	Dato:	Side:
Rød 20	MM	1987-01-14	62
Sag/emne: Bryggertorvet G1. Østfløje			

Dimensionering halvbjælker

Beregningsforudsætninger som beskrevet i  
beregningsvejledning for filignudek AUG 1984

Belastning på dæk:Sikringsrum: Lk 3

egenlast dæk	: $0.2 \times 24$	=	4.8 $\text{kg/m}^2$
nedstyrtninglast	: $1.0 \times 28$	=	28.0 "
var. last	: $0.5 \times 2.5$	=	1.3 "
gulv + lette vægge	: $1.0 \times 2.0$	=	2.0 "
$P_d$			<u>36.1 <math>\text{kg/m}^2</math></u>

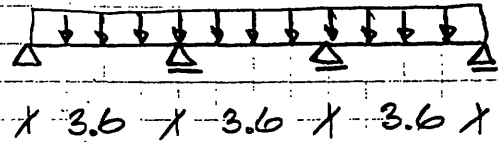
Alm. hælderdæk + etagedæk  $t = 16 \text{ cm}$  Lk 2

egenlast dæk	: $0.16 \times 24$	=	3.9 $\text{kg/m}^2$
var. last	: $1.3 \times 2.5$	=	3.3 "
gulv + lette vægge	: $1.0 \times 2.0$	=	2.0 "
$P_d$		=	<u>9.2 <math>\text{kg/m}^2</math></u>

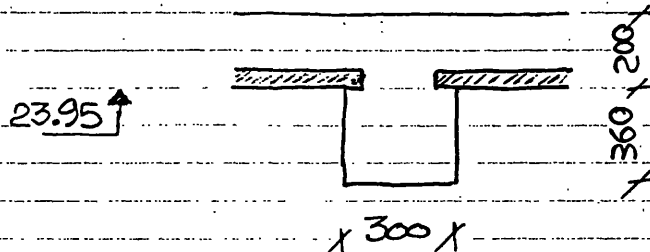
Ordre nr.: Rød 20	Initialer: MM	Dato: 1987-01-14	Side: 263
Sag/emne: Bryggertorvet Gl. Ø/stykke			

Bjælker sikringsrum

Statisk system:



tværsnit:

Last på bjælke:

fra dæk : $2 \times 4,075 \times 36,1 \times \frac{1}{2}$	=	147,1 kN/m
ekstra last : $0,3 \times 36,1$	=	10,9 "
egetlast : $0,3 \times 0,36 \times 24$	=	2,6 "
Pa	=	160,6 kN/m

$$M_{max} \sim \frac{1}{12} 160,6 \times 3,6^2 = 173,5 \text{ kNm}$$

 $b_f \sim 700 \text{ mm}$  og  $h_{ef} \sim 500 \text{ mm} \Rightarrow$ 

$$\mu = \frac{173,5 \times 10^6}{700 \times 500^2 \times 20} = 0,050$$

$$\phi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,050} = 0,051$$

$$A_e > \frac{0,051 \times 700 \times 500 \times 20}{550} = 648 \text{ mm}^2$$

$$4Y16 \sim 804 \text{ mm}^2$$

neg moment :  $b = 300$   $h_{ef} \sim 520 \text{ mm}$ 

$$\mu = \frac{173,5 \times 10^6}{300 \times 520^2 \times 20} = 0,107 \Rightarrow \phi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,107} = 0,113$$

$$A_e > \frac{0,113 \times 300 \times 520 \times 20}{550} = 644 \text{ mm}^2$$

$$4Y16 \sim 804 \text{ mm}^2$$



Forskydning:

$$h_c = \left(1 - \frac{0.051}{2}\right) 500 = 487 \text{ mm}$$

$$V_{x=h_c} = 160.6 \left(\frac{3.6}{2} - 0.487\right) + 173.5 \frac{3.6 - 0.487}{3.6^2} = 253 \text{ kN}$$

bredde af støbekegel:  $b_0 = 300 - 2 \times 50 = 200 \text{ mm} \Rightarrow$

$$\tau_s = \frac{253 \cdot 10^3}{200 \cdot 487} = 2.60 \text{ MPa}$$

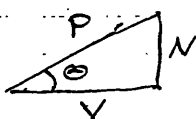
$$\cot \theta = 1.5 \Rightarrow$$

$$\sigma_c = 2.6 \left(1.5 + \frac{1}{1.5}\right) = 5.63 \text{ MPa}$$

Der ses på planudsnittet  $b = b_0$  og  $l = h_c \cot \theta \Rightarrow$

$$V = 2.6 \cdot 0.2 \cdot 0.487 \cdot 1.5 \cdot 10^3 = 380 \text{ kN}$$

$$P = 5.63 \cdot 0.2 \cdot 0.487 \cdot 1.5 \cdot \sin \theta \cdot 10^3 = 456 \text{ kN}$$



$$N = 380 \frac{1}{1.5} = 253 \text{ kN} \sim \sigma_0 = \frac{253 \cdot 10^3}{200 \cdot 487 \cdot 1.5} = 1.73 \text{ MPa}$$

på afstanden  $h_c \cot \theta$  kan R10 bjl pr 150 optage

$$\frac{0.487 \cdot 1.5}{0.15} \cdot 235 \cdot 524 \cdot 10^{-3} = 600 \text{ kN}$$

$$N = 253 \text{ kN} \Rightarrow \text{udnyttelse } \alpha = \frac{253}{600} = 0.42$$

Støbekeglets forskydningsberegning:

$$V_d = 0.06 \cdot 20 + 0.7 \cdot \frac{524}{200 \cdot 150} \cdot 235 (1 - 0.42) = 2.86 \text{ MPa} > \tau_c$$

Ordre nr.: Rød 20	Initialer: MM	Dato: 1987-01-14	Side: 65
Sag/emne: Brugsertorvet 61. Ølstykke			

forankring endevederlag:

$$R = 160.6 \left( \frac{3.6}{2} \right) = 173.5 \frac{1}{3.6} = 241 \text{ kN}$$

forankringslængde for Y16:

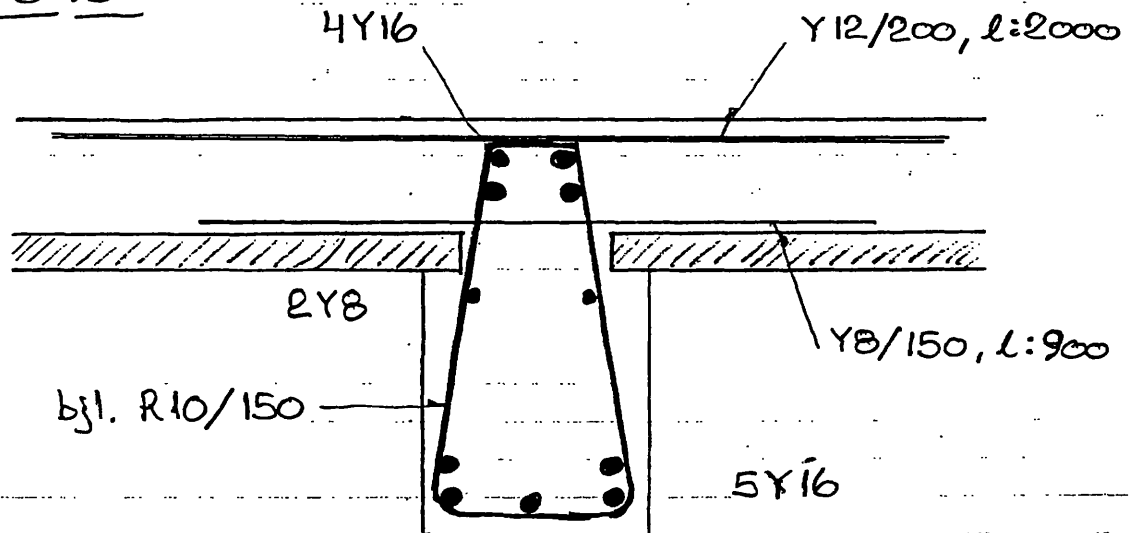
$$l = \frac{0.09}{0.8} \cdot 16 \cdot \frac{550}{\sqrt{3}} = 572 \text{ mm}$$

med en forankringslængde på 320 mm kan

4 Y16 optage en kraft på

$$4 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 16^2 \cdot 550 \frac{320}{572} \cdot 10^{-3} = 247 \text{ kN} > R$$

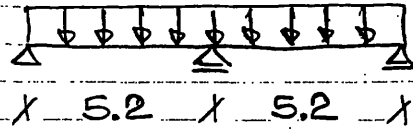
TVÆRSNIT:



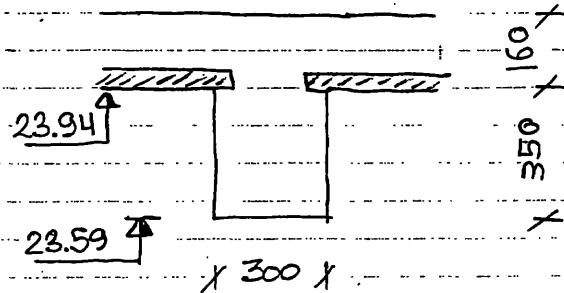
Ordre nr.: Rød 20	Initialer: MM	Dato: 1987-01-14	Side: 56
Sag/emne: Bryggertorvet Gl. Ølstyleke			

Bjælker Alm. kælder

Statisk system:



Tversnit:

Last på bjælke:

fra dæk	: $2 \times \frac{1}{2} \times 4.075 \times 9.2 + 2 \times \frac{1}{2} \times 9.2 \times 4.075 \times \frac{1}{4.075}$	=	43.8 kN/m
elektra last	: $0.3 \times 9.2$	=	2.8 "
egeplast	: $0.35 \times 0.3 \times 24$	=	2.6 "
Pd	:		<u>49.2 kN/m</u>

$$M_{\max} \sim \frac{1}{12} 49.2 \cdot 5.2^2 = 110.9 \text{ kNm}$$

$$b_p \sim 700 \text{ mm} \text{ og } h_{ef} \sim 450 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{110.9 \cdot 10^6}{700 \cdot 450^2 \cdot 20/1.8} = 0.070$$

$$\phi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.070} = 0.073$$

$$A_s > \frac{0.073 \cdot 700 \cdot 450 \cdot 20/1.8}{550/1.4} = 652 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 16 \sim 804 \text{ mm}^2$$

neg moment:  $b = 300$   $h_{ef} \sim 470 \text{ mm}$ 

$$\mu = \frac{110.9 \cdot 10^6}{300 \cdot 470^2 \cdot 20/1.8} = 0.151 \Rightarrow \phi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.151} = 0.164$$

$$A_s > \frac{0.164 \cdot 300 \cdot 470 \cdot 20/1.8}{550/1.4} = 655 \text{ mm}^2$$

$$4 \times 16 \sim 804 \text{ mm}^2$$

Ordre nr.: Rød 20	Initialer: MM	Dato: 1987-01-14	Side: 67
Sag/emne: Bryggeritorvet Gl. Ø/stykke			

Forskydning:

$$\left. \begin{aligned} h_{i1} &= \left(1 - \frac{0.073}{2}\right) 450 = 433 \text{ mm} \\ h_{i2} &= \left(1 - \frac{0.164}{2}\right) 470 = 431 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_i \sim 431 \text{ mm}$$

$$V_{x=h_i} = 49.2 \left(\frac{5.2}{2} - 0.431\right) + 110.9 \frac{5.2 - 0.431}{5.2^2} = 126.3 \text{ kN}$$

bredde af støbebekk :  $b_s = 300 - 2 \cdot 50 = 200 \text{ mm} \Rightarrow$

$$\tau_s = \frac{126.3 \cdot 10^3}{200 \cdot 431} = 1.47 \text{ MPa/m}^2$$

$\cot \theta = 1.5 \Rightarrow$

$$\sigma_c = 1.47 \left(1.5 + \frac{1}{1.5}\right) = 3.18 \text{ MPa/m}^2$$

Der ses på planudsnittet  $b = b_s$  og  $l = h_i \cdot \cot \theta$

$$V = 1.47 \cdot 0.2 \cdot 0.431 \cdot 1.5 \cdot 10^3 = 190.1 \text{ kN}$$

$$P = 3.18 \cdot 0.2 \cdot 0.431 \cdot 1.5 \cdot 5100 \cdot 10^3 = 228.1 \text{ kN}$$



$$N = 190.1 \frac{1}{1.5} = 126.7 \text{ kN} \sim \sigma_0 = \frac{126.7 \cdot 10^3}{200 \cdot 431 \cdot 1.5} = 0.98$$

på afstanden  $h_i \cdot \cot \theta$  kan R10 bjæl per 150 optage

$$\frac{0.431 \cdot 1.5}{0.15} \cdot 235/1.4 \cdot 524 \cdot 10^{-3} = 428.5 \text{ kN}$$

$$N = 126.7 \text{ kN} \Rightarrow \text{udnyttelse } \alpha = \frac{126.7}{428.5} = 0.30$$

Støbebekkets forskydningsberegning:

$$\begin{aligned} V_d &= 0.06 \cdot 20/1.8 + 0.7 \frac{524}{200 \cdot 150} \cdot 235/1.4 (1 - 0.3) \\ &= 2.10 \text{ MPa/m}^2 > \tau_s \end{aligned}$$

Ordre nr.: Rød 20	Initialer: mm	Dato: 198 7-01-14	Side: 68
Sag/emne: Bruggertorvet Gl. Ø/stykke			

forankrings endevederlag:

$$R = 49.2 \frac{5.2}{2} - 110.9 \frac{1}{5.2} = 106.6 \text{ kN}$$

forankringslængde  $Y16 = 572 \text{ mm}$

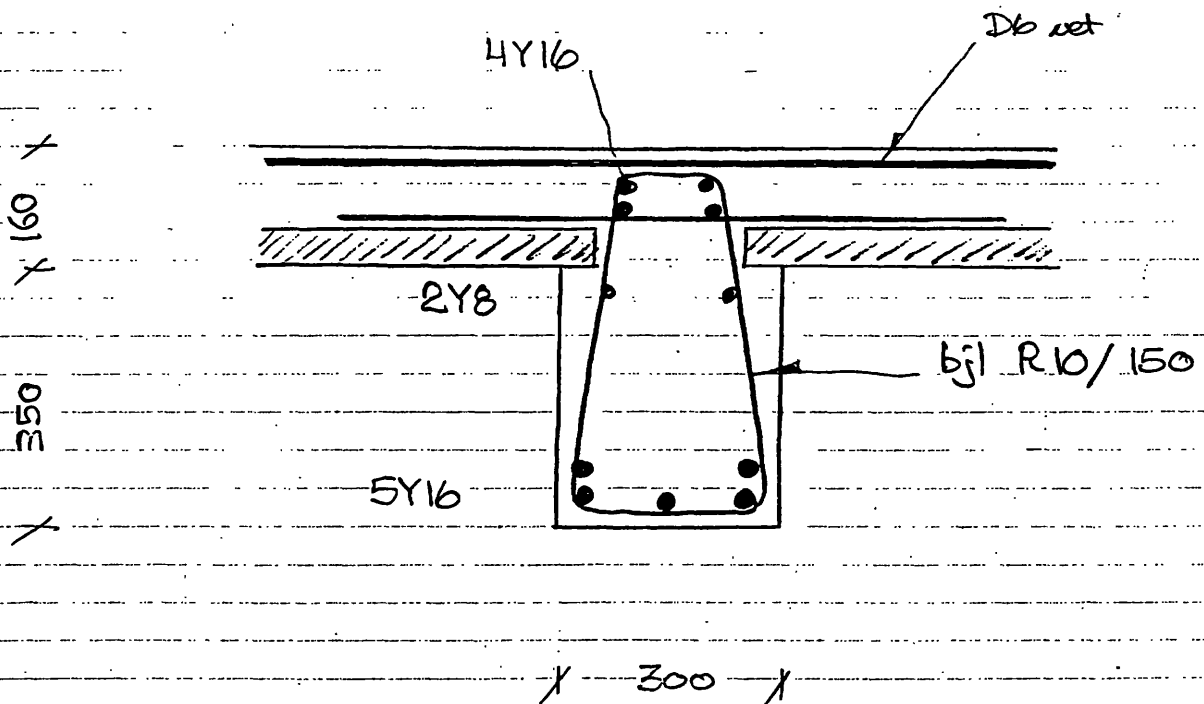
vedv. forankringslængde:  $l$

$$4 \times \frac{\pi}{4} \times 16 \times 550 / 1.4 \frac{l}{572} \times 10^{-3} = 106.6 \Rightarrow$$

$$l > \frac{106.6 \times 572}{10^{-3} \times 4 \times \frac{\pi}{4} \times 16^2 \times 550 / 1.4} = 193 \text{ mm}$$

Der benyttes forankringslængde 200 mm

Tværsnit:



*[Handwritten signature]*

MADS MADSEN