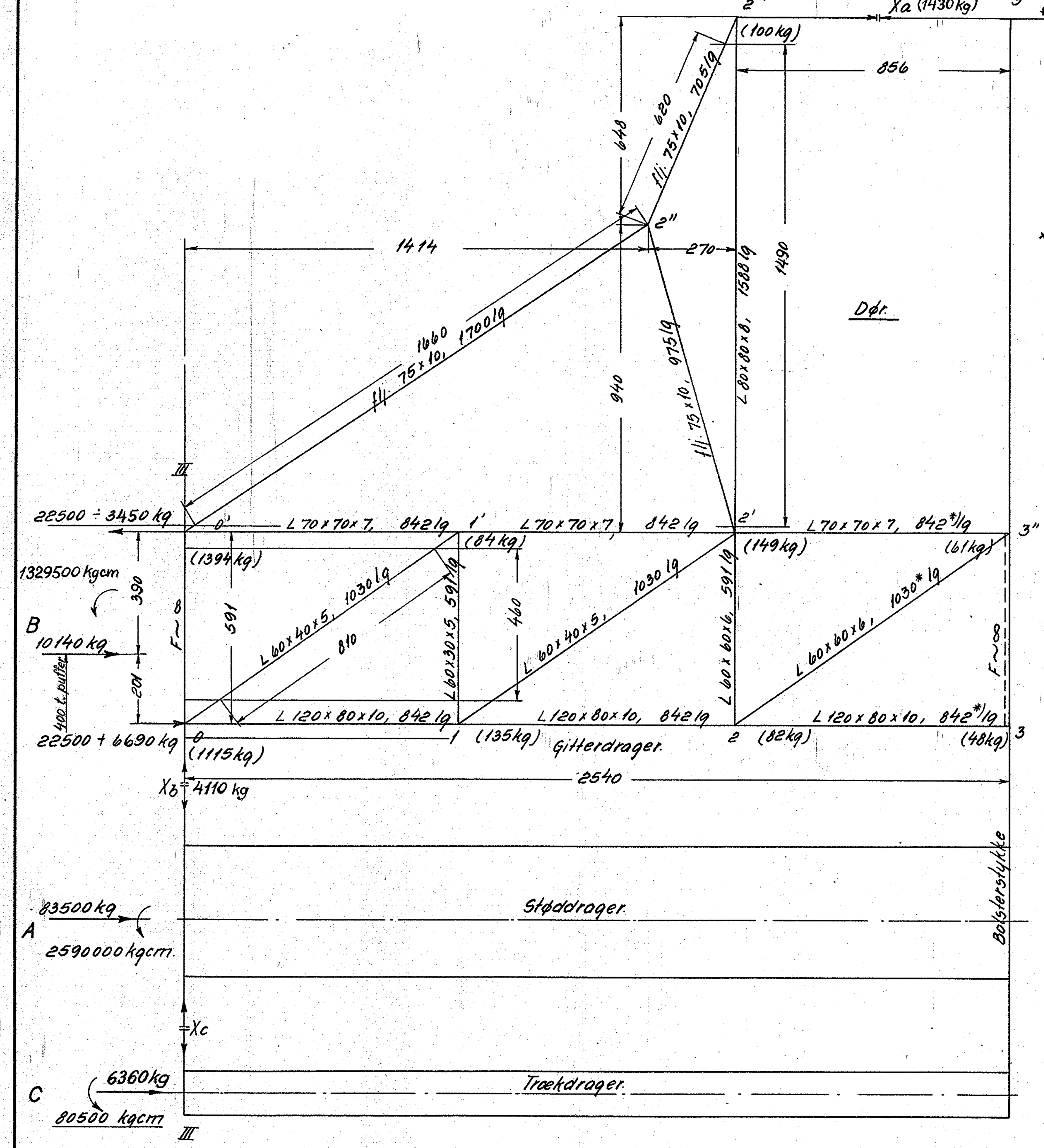


100 t pufferstød $r = 2500\ kg/cm^2$ — Beregn. nederst på spalten — Statisk belastning. $r = 800\ kg/cm^2$

Stang	$F cm^2$	⊗ L cm	S_b	S_a	S_o kg	$S_o S_a$	$S_o S_b$	S_b^2	S_a^2	$S_a S_b$	$S_a X_a$	$S_b X_b$	S kg	σ kg/cm²	S_o kg	$S_o S_a$	$S_a X_a$	S kg	σ kg/cm²
3-2	19,1	84,2	÷4,275	÷2,69	÷29190	~78000	~124000	18,25	7,24	11,50	÷15800	17600	÷30990	÷1620	÷11880	32100	÷3850	÷8030	÷421
2-1	19,1	84,2	÷2,85	÷2,69	÷29190	~78000	~82700	8,11	7,24	7,67	÷15800	11700	÷25090	÷1315	÷7462	20100	÷3850	÷3612	÷189
1-0	19,1	84,2	÷1,425	÷1,345	÷29190	~39000	~41350	2,03	1,81	1,92	÷7900	5860	÷27150	÷1420	÷3570	4800	÷1925	÷1645	÷86
xxx) 3''-2'	9,4	84,2	2,85	3,69	19050	~69600	~53800	8,11	13,6	10,52	21700	÷11760	9110	975	7462	27500	5280	2182	232
xxx) 2'-1'	9,4	84,2	1,425	2,76	19050	~52100	~26900	2,03	7,60	3,93	16200	÷5860	8710	930	3570	9850	3950	÷380	÷40
xxx) 1'-0'	9,4	84,2	0	1,42	19050	~26800	0	0	2,01	0	8350	0	10700	1140	0	0	2030	÷2030	÷216
3''-2	6,91	103(81)	1,74	0	0			3,03	0	0	0	÷7150	7150	1030	5380	0	0	5380	780
2'-1	4,79	103(81)	1,74	1,64	0			3,03	2,69	2,85	9550	÷7150	÷2450	÷510	4750	7800	2345	2405	502
1'-0	4,79	103(81)	1,74	1,64	0			3,03	2,69	2,85	9550	÷7150	÷2450	÷510	4375	7175	2345	2030	424
3-3''	∞	59,1	÷1	0	0			1	0	0	0	4110	÷4110	~	÷3120	0	0	÷3120	~
2-2'	6,91	59,1(46)	÷1	0	0			1	0	0	0	4110	÷4110	÷595	÷2977	0	0	÷2977	÷430
1-1'	4,29	59,1(46)	÷1	÷0,943	0			1	0,89	0,94	÷5540	4110	1430	333	÷2593	2450	÷1350	÷1243	÷290
0-0'	∞	59,1	0	÷0,943	0			0	0,89	0	÷5540	0	5540	~	÷1394	1315	÷1350	÷44	~
xx) 2'-2''	7,5	97,5(95)	0	÷1,51	0			0	2,28	0	÷8880	0	8880	1185	0	0	÷2160	2160	288
xx) 0'-2''	7,5	170(166)	0	÷1,71	0			0	2,92	0	÷10050	0	10050	1340	0	0	÷2445	2445	326
xx) 2'''-2''	7,5	70,5(62)	0	÷2,61	0			0	6,80	0	÷15350	0	15350	2050	0	0	÷3730	3730	498
xx) 2'''-3'	30,1	85,6	0	÷1	0			0	1,00	0	÷5880	0	5880	196	0	0	÷1430	1430	48
2'-2'''	12,3	158,8(149)	0	2,40	0			0	5,76	0	14100	0	÷14100	÷1145	÷100	÷240	3430	÷3530	÷287

Drager	J_x cm⁴	L cm	M_o	M_a	M_b	M_b^2	$M_o M_a$	$M_o M_b$	$M_a M_b$
A	43732	254	÷2590000	0	~	~	0	~	0
C	1354	254	÷80500	0	~	~	0	~	0
A + C	45086	254	÷2670500	0	1·X	1·X²	0	÷2670500X	0

⊗ Til bestemmelse af X-kræfter benyttes frie længder, tal i (-). Geometriske længder benyttes til spændingsbestemmelser.

Lign. 1 $\int M_o M_a \frac{ds}{EJ} + \sum S_o S_a \frac{s}{EF} \div X_a \left(\int M_a^2 \frac{ds}{EJ} + \sum S_a^2 \frac{s}{EF}\right) \div X_b \left(\int M_a M_b \frac{ds}{EJ} + \sum S_a S_b \frac{s}{EF}\right) = 0$

Lign. 2 $\int M_o M_b \frac{ds}{EJ} + \sum S_o S_b \frac{s}{EF} \div X_b \left(\int M_b^2 \frac{ds}{EJ} + \sum S_b^2 \frac{s}{EF}\right) \div X_a \left(\int M_a M_b \frac{ds}{EJ} + \sum S_a S_b \frac{s}{EF}\right) = 0$

$\int \frac{M_o M_a}{EJ} ds = 0 \quad \int \frac{M_a M_b}{EJ} ds = 0 \quad \int \frac{M_a^2}{EJ} ds = 0$

$\sum S_o S_a \frac{s}{F} = \frac{78000 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{78000 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{39000 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{69600 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{52100 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{26800 \cdot 84,2}{9,4} =$

$344000 + 344000 + 172000 + 623000 + 466000 + 240000 = \underline{2189000}$

$\sum S_a^2 \frac{s}{F} = \frac{7,24 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{7,24 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{1,81 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{13,6 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{7,60 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{2,01 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{2,69 \cdot 81}{4,79} + \frac{2,69 \cdot 81}{4,79} + \frac{0,89 \cdot 46}{4,29} + \frac{0,89 \cdot 59,1}{\infty} + \frac{2,28 \cdot 95}{7,5} + \frac{2,92 \cdot 166}{7,5} + \frac{6,80 \cdot 62}{7,5} + \frac{1 \cdot 85,6}{30,1} + \frac{5,76 \cdot 149}{12,3} =$

$31,9 + 31,9 + 7,97 + 121,9 + 68 + 18 + 45,5 + 45,5 + 9,55 + 28,9 + 64,6 + 56,2 + 2,83 + 69,7 = \underline{602,45}$

$\sum S_a S_b \frac{s}{F} = \frac{11,5 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{7,67 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{1,92 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{10,52 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{3,93 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{2,85 \cdot 81}{4,79} + \frac{2,85 \cdot 81}{4,79} + \frac{0,94 \cdot 46}{4,29} =$

$50,7 + 33,8 + 8,5 + 94,2 + 35,2 + 48,2 + 48,2 + 10,1 = \underline{328,9}$

$\sum S_o S_b \frac{s}{F} = \frac{124000 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{82700 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{41350 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{53800 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{26900 \cdot 84,2}{9,4} =$

$547000 + 364000 + 182000 + 482000 + 241000 = \underline{1816000}$

$\int M_b^2 \frac{ds}{J} = \int_0^{254} \frac{x^2}{45086} dx = \underline{121}$

$\sum S_b^2 \frac{s}{F} = \frac{18,25 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{8,11 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{2,03 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{8,11 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{2,03 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{3,03 \cdot 81}{6,91} + \frac{3,03 \cdot 81}{4,79} + \frac{3,03 \cdot 81}{4,79} + \frac{1 \cdot 46}{6,91} + \frac{1 \cdot 46}{4,29} =$

$80,4 + 35,7 + 8,9 + 72,6 + 18,2 + 35,5 + 102,5 + 6,7 + 10,7 = \underline{371,2}$

$\int M_b^2 \frac{ds}{J} + \sum S_b^2 \frac{s}{F} = 121 + 371,2 = \underline{492,2}$

$\int M_o M_b \frac{ds}{J} = \div \int_0^{254} \frac{2670500}{45086} x\, dx = \underline{\div 1910000}$

Lign. 1 : $2189000 \div X_a\, 602,45 \div X_b \cdot 328,9 = 0$

Lign. 2 : $\div 1910000 + 1816000 \div X_a \cdot 328,9 \div X_b \cdot 492,2 = 0$

— 2 : $\div 94000 \div X_a \cdot 328,9 \div X_b \cdot 492,2 = 0$ multpl. m. $\frac{328,9}{492,2}$

— 2a: $\div 62700 \div X_a \cdot 219,45 \div X_b \cdot 328,9 = 0$ Lign. 1 ÷ lign. 2a:

$2251700 = X_a \cdot 383$ $X_a = \underline{5880\ kg}$

— 2 : $\div 940000 \div 1930000 = X_b \cdot 492,2$ $X_b = \div \underline{4110\ kg}$

<u>Trykstænger</u>: $r = 0,8 \cdot \sigma_F = 0,8 \cdot 2500 = 2000\ kg/cm^2$ $n_2 = \frac{3700}{2500} = 1,48$

<u>2-2'</u> $S = \div 4110\ kg.$ $F_0 = \frac{4110}{2000}$ $2,56\ cm^2$ $F_{nødv} = 2,56 + 1/3 \cdot 5,06 \cdot 0,46^2 = 2,56 + 0,36 = 2,92 < 6,91\ cm^2$

<u>3-2</u> $S = \div 30990\ kg$ $F_0 = \frac{30990}{2000} = 15,50\ cm^2$. L 120 x 80 x 10 $e_x = \frac{19,1^2}{276} = 1,32$

$F_{nødv} = 15,50 + 1/3 \cdot 1,32 \cdot 0,842^2 = 15,50 + 0,31 = 15,81 < 19,1\ cm^2$

<u>2'-1</u> $S = \div 2450\ kg$ $F_0 = \frac{2450}{2000} = 1,23\ cm^2$

$1/3\, e_x l^2 = 1/3 \cdot 6,56 \cdot 0,81^2 = 1,437 > 1,23$ d.v.s. Euler-formlen anv.

Bæreevne : $P_E' = \frac{2,2 \cdot 3,66}{0,81^2 \cdot 1,48} = 8,3\ t > 2500\ kg$

<u>2'-2'''</u> $S = \div 14100\ kg$ $F_0 = \frac{14100}{2000} = 7,05\ cm^2$ $F_{nødv} = 7,05 + 1/3 \cdot 2,09 \cdot 1,49^2 = 7,05 + 1,55 = 8,6 < 12,3\ cm^2$

Statisk belastning og dennes fordeling fremgår af tegn. 305L - 1.192
Regnes tværvæggen III stiv, kan kræfterne i III A og III C ligeså godt regnes virkende i 0 og 0', f. eks. med halvdelen hvert sted.

$P_0 = 99 + \frac{1757 + 276}{2} = \underline{1115\ kg}.$ $P_0' = 377 + \frac{1757 + 276}{2} = \underline{1394\ kg}$

Knudepunktstrykkene er tal i (-) på figuren, se også 305L - 1.192.
Forudsættes ingen indspænding af dragerne A og C, bliver der een overtallig: Xa

$\sum S_o S_a \frac{s}{EF} \div X_a \sum S_a^2 \frac{s}{EF} = 0$ $\sum S_a^2 \frac{s}{F} = 602,45$ iflg. spalte 2.

$\sum S_o S_a \frac{s}{F} = \frac{32\,00 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{20100 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{4800 \cdot 84,2}{19,1} + \frac{27500 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{9850 \cdot 84,2}{9,4} + \frac{7800 \cdot 81}{4,79} + \frac{7175 \cdot 81}{4,79} + \frac{2450 \cdot 46}{4,29} + \frac{1315 \cdot 59,1}{\infty} \div \frac{240 \cdot 149}{12,3} \sim \underline{862000}$

$862000 \div 602,45 \cdot X_a = 0$ $X_a = \frac{862000}{602,45} = \underline{1430\ kg}$

<u>Trykstænger</u>: $r = 0,8 \cdot 800 = 640\ kg/cm^2$ $n_2 = \frac{3700}{800} = 4,64$

<u>3-2</u> $F_0 = \frac{8030}{640} = 12,6\ cm^2$ $F_{nødv} = 12,6 + 1/3 \cdot 1,32 \cdot 0,842^2 = 12,6 + 0,3 = 12,9 < 19,1\ cm^2$

<u>1'-0'</u> $F_0 = \frac{2030}{640} = 3,17\ cm^2$ $F_{nødv} = 3,17 + 1/3 \cdot 5,02 \cdot 0,842^2 = 3,17 + 1,18 = 4,35 < 9,4\ cm^2$

<u>2-2'</u> $F_0 = \frac{2977}{640} = 4,65\ cm^2$ $F_{nødv} = 4,65 + 1/3 \cdot 5,06 \cdot 0,46^2 = 4,65 + 0,35 = 5,00 < 6,91\ cm^2$

<u>1-1'</u> $F_0 = \frac{1243}{640} = 1,95\ cm^2$ $F_{nødv} = 1,95 + 1/3 \cdot 10,9 \cdot 0,46^2 = 1,95 + 0,77 = 2,72 < 4,29\ cm^2$

<u>2'-2'''</u> $F_0 = \frac{3530}{640} = 5,52\ cm^2$ $F_{nødv} = 5,52 + 1/3 \cdot 2,09 \cdot 1,49^2 = 5,52 + 1,25 = 7,07 < 12,3\ cm^2$

xxx) I stedet er anvendt L 80x80x8, $F = 12,3\ cm^2 > 9,4\ cm^2$. $J_x = 72,3 > 42,4\ cm^4$
xx) I stedet er anvendt L 50x65x7, $F = 7,6\ cm^2 > 7,5\ cm^2$

<u>Beregning af S_o for egenvægt.</u>

2-3, $S_o = \div\left(\frac{2509 \cdot 2540}{591} + \frac{219 \cdot 1698}{591} + \frac{331 \cdot 856}{591}\right) = \div\ 11800\ kg.$

2-1, $S_o = \div\left(\frac{2509 \cdot 1684}{591} + \frac{219 \cdot 842}{591}\right) = \div\ 7462\ kg.$ 0-1 $S_o = \div \frac{2509 \cdot 842}{591} = \div 3570\ kg$

3''-2', $S_o = \left(\frac{2509 \cdot 1684 + 219 \cdot 842}{591}\right) = 7462\ kg.$ 2'-1', $S_o = \frac{2509 \cdot 842}{591} = 3570\ kg$

3''-2 $S_o = \frac{3059 \cdot 1030}{591} \sim 538\ kg.$ 2'-1 $S_o = \frac{2728 \cdot 1030}{591} = 4750\ kg.$ 0-1' $S_o = \frac{2509 \cdot 1030}{591} = 4375\ kg$

3-3'' $S_o = \div(3059 + 61) = \div 3120\ kg.$ 2-2' $S_o = (3059 \div 82) = \div 2977\ kg.$ 1-1' $S_o = \div(2509 + 84) = \div 2593\ kg.$ 0-0' $S_o = \div 1394\ kg$

2'-2'' $S_o = \div 100\ kg$

<u>Overragende ende for 100 t pufferstød.</u> Tværsnit 305L-1.190.

Fordelingen af stødet som normalkraft, se tegn. 305L - 1.190. Kraftens excentricitet: 400 mm**
Moment : 100000 · 40 = 4000000 kgcm fordeles af dragerne i forhold til disses inertimoment, målt hvor dragerne har konstant tværsnit og kan deformeres uafhængigt. Fra pufferplanke til tværvæggen III 1160 mm derfra regnes med samme deformation af alle dragere, da de er stift forbundne.

$J_{xA} + J_{xB} + J_{xC} = \underline{67464\ cm^4}$ $M_o A = \frac{4000000 \cdot 43732}{67464} = 2590000\ kgcm.$

$J_x A = 43732\ cm^4$

$J_x B = 22378\ cm^4$ $M_o B = \frac{4000000 \cdot 22.378}{67464} = 1329500\ kgcm.$ I hoved og fod: $\pm \frac{1329500}{591} = \underline{\pm 22500\ kg}$

$J_x C = 1354\ cm^4$ $M_o C = \frac{4000000 \cdot 1354}{67464} = 80500\ kgcm$ I hoved ialt: $22500 \div \frac{10140 \cdot 201}{591} = \underline{19050\ kg}$

I fod ialt: $\div 22500 \div \frac{10140 \cdot 201}{591} = \underline{\div 29190\ kg}$

Figuren viser dragerne anbragt under hverandre, forbundet med en stiv stang, som erstatter den stive tværvæg III. Systemet er statisk ubestemt. Som overtallige indføres trækket i stangen over døren: Xa og trykket fra dragerne B og C : Xb. B og C regnes som een drager med $J_x = 43732 + 1354 = \underline{45086\ cm^4}$. X_c beregnes af forholdet mellem J_{xA} og J_{xC}.

<u>Stangkræfter S_a</u>: <u>3'-2'''</u>, <u>$S_a = \div 1$</u>. <u>2'-2'''</u>, $S_a = \frac{648}{270} = \underline{2,40}$

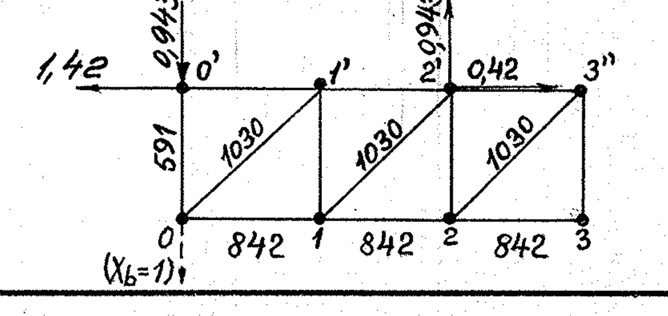
<u>2'''-2''</u>, $S_a = \div \frac{705}{270} = \div \underline{2,61}$, lodret komp: $S_l = \div 2,40$, vandret komp. $S_v = \div 1$.

<u>0'-2''</u>, $S_v = \frac{1414}{940} \cdot S_l = 1,505 \cdot S_l$. Moment om 2': $\div 1 \cdot 158,8 = S_l \cdot 27 + 1,505 \cdot 94 \cdot S_l$

$S_l = \div \frac{158,8}{168,4} = \div 0,943$ $S_v = \div 0,943 \cdot 1,505 = \div 1,42.$ $S_a = \div 0,943 \cdot \frac{1700}{940} = \div \underline{1,71}$

<u>2''-2'</u>, $S_l = S_l(2''\text{-}2''') \div S_l(0'\text{-}2'') = \div 2,40 + 0,943 = \div 1,457.$ $S_v = \div 1,457 \cdot \frac{270}{940} = \div 0,42.$ $S_a = \div 1,457 \cdot \frac{975}{940} = \div \underline{1,51}$

Stangkræfter S_a i gitteret findes af denne figur:
Stangkræfter S_b i gitteret fås ved anbringelse af kraften 1 <u>nedad</u> i 0.



*) <u>tilnærmet</u>.

**) Se 305L - 1.193, nøjagtig beregning.

Stk.	Betegnelse	Pos.	Materiale kvalitet	Model nr. eller materiale størrelse	rå / færdig Vægt/stk.

Tegn. 9/10-54 EH · Rev. · Afd. · Kalk. · Norm. · Dato · Dato · Rettelse · Indeks

Målestok:

FRICHS

Anvendelse: 1500-2400 hk. diesel-el. lokomotiv.

Stykliste nr.

Tegningens benævnelse: Beregning af overragende ender.

Tegningens nummer: 305L - 1.191

Indeks:

FRICHS nr. 147