

BEREGNING AF JERNDRAGERE

Gennemregnede Eksempler til Illustration af H.F.B.s Tabeller.

Beregning af en Drager med symmetrisk Belastning.

Eksemplet er dels gennemregnet nøjagtigt og dels efter anvendelig forenklet Metode.

I. Nøjagtig Beregning.

Drageren, som paa Figuren er betegnet med A—B, spænder over en Aabning paa 4,40 m, skal bære den skraverede Del af Facademuren og de til denne gennem Etageadskillelserne overførte Belastninger. Den lodrette Skravering angiver den ensformig fordelte Belastning; den

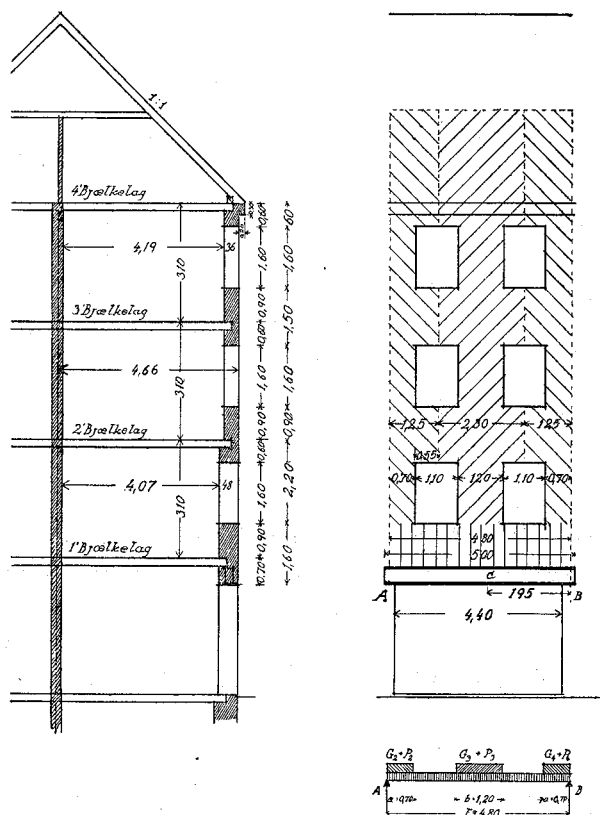


Fig. 1.

I den grafiske Gengivelse af Belastningen (forneden til højre) angiver den lodrette Skravering den ensformig fordelte Belastning $q_1 = g_1 + p_1$.

skraa Skravering, dels Belastningen over Dragerens midterste 1,20 m, dels Belastningen over de 0,70 m ved hver Ende af Drageren. Hvilende Belastning betegnes med g eller G , tilfældig Belastning med p eller P .

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{Murværk (Egenvægt } 1700 \text{ kg/m}^3) \\ 0,48 \cdot 1,60 \cdot 1700 = 1306 \text{ kg/m} \\ \text{1. Bjælkelag (Egenv. } 200 \text{ kg/m}^2 \\ \text{efter Tabellen „Egenvægt af} \\ \text{Etageadskillelser“) } \frac{4,07}{2} \cdot 200 = 407 \text{ —} \\ \text{Egenvægten skønnes} = 180 \text{ —} \end{array} \right\} g_1 \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{Tilfældig Belastning paa 1. Bjælkelag} \\ \text{200 kg/m}^2 \text{ (Efter Tabellen „Tilf. Bel. paa} \\ \text{Etageadskillelser“) } \frac{4,07}{2} \cdot 200 = 407 \text{ —} \\ q_1 = g_1 + p_1 = 2300 \text{ kg/m} \end{array} \right\} P_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{Murværk} \\ [0,48 (0,70 \cdot 2,20 + 0,55 \cdot 0,60) + \\ 0,36 (0,70 \cdot 6,20 + 0,55 (0,90 + \\ 1,50 + 0,60))] + \\ 0,20 \cdot 1,25 \cdot 0,30] 1700 = 5319 \text{ kg} \\ \text{2. Bjælkelag } \frac{4,07}{2} \cdot 1,25 \cdot 200 = 509 \text{ —} \\ \text{3. og 4. Bjælkelag } 2 \cdot \frac{4,19}{2} \cdot 1,25 \cdot 200 = 1048 \text{ —} \\ \text{Tag (Egenvægt } 99 \text{ kg/m}^2 \text{ efter Ta-} \\ \text{bellen „Egenvægt af Tage“) } \\ \frac{4,66}{2} \cdot 1,25 \cdot 99 = 288 \text{ —} \end{array} \right\} G_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{Tilfældig Belastn. paa 2. Bjælkelag} \\ \frac{4,07}{2} \cdot 1,25 \cdot 200 = 509 \text{ —} \\ \text{Tilfældig Belastn. paa 3. Bjælkelag} \\ \frac{4,19}{2} \cdot 1,25 \cdot 200 = 524 \text{ —} \\ \text{Tilfældig Belastn. paa 4. Bjælkelag} \\ \frac{4,19}{2} \cdot 1,25 \cdot 100 = 262 \text{ —} \\ \text{Tilfældig Belastn. paa Tag } 100 \text{ kg/m}^2 \\ \text{(efter Tabellen for „Sne- og Vind-} \\ \text{tryk“) } \frac{4,66}{2} \cdot 1,25 \cdot 100 = 291 \text{ —} \\ Q_2 = G_2 + P_2 = 8750 \text{ kg} \end{array} \right\} P_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{Murværk} \\ [0,48 (1,20 \cdot 2,20 + 2 \cdot 0,55 \cdot 0,60) + \\ 0,36 (1,20 \cdot 6,20 + 2 \cdot 0,55 (0,90 \\ + 1,50 + 0,60))] + \\ 0,20 \cdot 2,30 \cdot 0,30] 1700 = 9493 \text{ kg} \\ \text{2. Bjælkelag } \frac{4,07}{2} \cdot 2,30 \cdot 200 = 936 \text{ —} \\ \text{3. og 4. Bjælkelag } 2 \cdot \frac{4,19}{2} \cdot 2,30 \cdot 200 = 1927 \text{ —} \\ \text{Tag } \frac{4,66}{2} \cdot 2,30 \cdot 99 = 531 \text{ —} \end{array} \right\} G_3 \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{Tilfældig Belastn. paa 2. Bjælkelag} \\ \frac{4,07}{2} \cdot 2,30 \cdot 200 = 936 \text{ —} \\ \text{Tilfældig Belastn. paa 3. Bjælkelag} \\ \frac{4,19}{2} \cdot 2,30 \cdot 200 = 964 \text{ —} \\ \text{Tilfældig Belastn. paa 4. Bjælkelag} \\ \frac{4,19}{2} \cdot 2,30 \cdot 100 = 482 \text{ —} \\ \text{Tilfældig Belastn. paa Tag} = \\ \frac{4,66}{2} \cdot 2,30 \cdot 100 = 536 \text{ —} \\ Q_3 = G_3 + P_3 = 15805 \text{ kg} \end{array} \right\} P_3
 \end{aligned}$$

$$G_4 + P_4 = G_2 + P_2 = Q_4 = 8750 \text{ kg}$$

Det største Moment (i Dragerens Midte) udledes af Formlerne under Afsnittet Statik.

$$\begin{aligned}
 & \text{Belastningen } q_1 \text{ giver Momentet} \\
 M_1 &= \frac{1}{8} q_1 l^2 = \frac{2300 \cdot 4,8^2}{8} = 6624 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Belastningen } Q_2 + Q_4 \text{ giver Momentet} \\
 M_2 &= \frac{(Q_2 + Q_4) 2a}{8} = \\
 & \frac{(8750 + 8750) \cdot 2 \cdot 0,70}{8} = 3060 \text{ —}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Belastningen } Q_3 \text{ giver Momentet} \\
 M_3 &= \frac{Q_3 \left(\frac{l}{2} - \frac{b}{4} \right)}{2} = \\
 & \frac{15805 \left(\frac{4,8}{2} - \frac{1,20}{4} \right)}{2} = 16595 \text{ —} \\
 M_{\max} &= 26279 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Det nødvendige Modstandsmoment udregnes efter Formlen $W_{\text{nodv}} = \frac{M_{\max}}{r}$, hvor r er den tilfældige Paavirkning. For Jern 1200 kg/cm^2 (Tabellen „Tilladelige Paavirkninger“)

$$W_{\text{nodv}} = \frac{2627900}{1200} = 2190 \text{ cm}^3$$

Man kan da vælge at lægge 1, 2 eller flere Dragere ved Siden af hinanden, blot maa de tilsammen mindst have det nødvendige Modstandsmoment, ligesom man maa sikre sig, at den skønnede Egenvægt passer med den virkelige. Til at udvalgte de passende Jerndragere benyttes en af de almindeligt forekommende „Jern-tabeller“.

I det her udregnede Eksempel kan f. Eks. anvendes 2 Stk. DIPEX Nr. 26, der hver har $W = 1149 \text{ cm}^3$ eller tilsammen 2298 cm^3 .

II. Forenklet Beregning.

Belastningen udregnes paa samme Maade som ovenfor, men fordeles ensformig over Drageren. Den samlede Belastning bliver:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= q_1 l = 2300 \cdot 4,8 = 11040 \text{ kg} \\
 Q_2 &= 8750 \text{ —} \\
 Q_3 &= 15805 \text{ —} \\
 Q_4 &= 8750 \text{ —} \\
 Q &= 44345 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Største Moment } \frac{1}{8} Q \cdot l = \frac{44345 \cdot 4,8}{8} = 26607 \text{ kg/m} \\
 & W_{\text{nodv}} = \frac{2660700}{1200} = 2217 \text{ cm}^3,
 \end{aligned}$$

hvilket viser, at man i Reglen kan bruge denne Tilnærmelse, thi ogsaa efter denne Beregning kan man vælge 2 Stk. DIPEX Nr. 26.

Beregning af en Drager med skæv Belastning.

Samme Drager beregnes under Forudsætning af, at den i Punkt C belastes med en Enkeltkraft (f. Eks. hidrørende fra et Skillerum, der bæres af en Drager, der atter hviler paa Drageren A—B). Denne Enkeltkraft antages at have Størrelsen $P = 13500 \text{ kg}$ og den øvrige Belastning regnes efter den ovenfor viste forenkledte Beregning ensformig fordelt. Dragerens Egenvægt maa skønnes noget større end ovenfor, hvorfor der sættes $Q = 44500 \text{ kg}$.

Dragerenes farligste Tværsnit vil enten være i Midten eller i Enkeltkraftens Angrebepunkt, hvorfor man maa udregne Momentet i begge disse Punkter og dimensionere Drageren efter det største af disse Momenter.

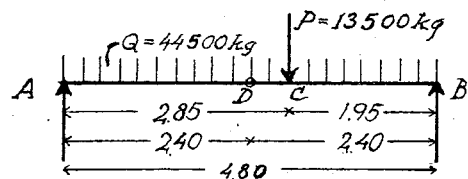


Fig. 2.

Momentet M_D i Midten (Punkt D):

$$\text{fra den ensf. ford. Bel.} = \frac{1}{8} Ql$$

$$= \frac{1}{8} 44500 \cdot 4,80 = 26700 \text{ kg/m}$$

$$\text{fra Enkeltkraften} = \frac{P \cdot c \cdot x}{l}$$

$$= \frac{13500 \cdot 1,95 \cdot 2,40}{4,80} = 13150$$

$$M_D = 39850 \text{ kg/m}$$

Momentet M_C i Punkt C:

$$\text{fra den ensf. ford. Bel.} = \frac{Qx}{2} \left(1 - \frac{x}{l}\right)$$

$$= \frac{44500 \cdot 2,85}{2} \left(1 - \frac{2,85}{4,80}\right) = 25500 \text{ kg/m}$$

$$\text{fra Enkeltkraften} = \frac{Pcc_1}{l}$$

$$= \frac{13500 \cdot 2,85 \cdot 1,95}{4,80} = 15700$$

$$M_C = 41200 \text{ kg/m}$$

Det nødvendige Modstandsmoment bestemmes

$$\text{altsaa } W_{\text{nedv}} = \frac{4120000}{1200} = 3440 \text{ cm}^3.$$

Der kan f. Eks. anvendes 2 Stk. \square NP 42 $\frac{1}{2}$, hvilke har $W = 2 \cdot 1740 = 3480 \text{ cm}^3$.

Beregning af Altandragere.

En Altan bæres af Dragerne $A-A_1$, $B-B_1$ og A_1-B_1 . Belastningen skal efter Tabellen "Tilfældig Belastning paa Etageadskillelser" være 400 kg/m². Ved Hjælp af Tabellen "Eks. paa Jernbetonplader" (enkeltarmeret) skønnes Altanpladen at være 8 cm tyk.

Belastningen paa Drageren A_1-B_1 bliver:
Jernbetonpladen (Egenv. 2400 kg/m³)

$$0,8 \frac{1,10}{2} 2400 = 106 \text{ kg/m}$$

$$\text{Tilfældig Belastning } \frac{1,10}{2} \cdot 400 = 220$$

$$\text{Rækværk + Drg. Egenvægt skønnes} = 20$$

$$q = 346 \text{ kg/m}$$

Drageren beregnes for Momentet:

$$M = \frac{1}{8} ql^2 = \frac{1}{8} 346 \cdot 3,00^2 = 389 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{nedv}} = \frac{38900}{1200} = 32 \text{ cm}^3.$$

\square NP 10 har $W = 34,2 \text{ cm}^3$, eller \square NP 10 har $W = 41,2 \text{ cm}^3$.

Reaktionerne A_1 og B_1 bliver $\frac{1}{2} ql = \frac{1}{2} 346 \cdot 3,00 = 499 \text{ kg}$.

Drageren $A-A_1$ beregnes som indspændt i den ene Ende og fri i den anden og i den frie Ende belastet med en Enkeltkraft 499 kg samt Egenvægten ensf. fordelt.

Det største Moment i Indspændingstværsnittet:

$$\text{fra Enkeltkraften} = P \cdot l = 499 \cdot 1,10 = 549 \text{ kg/m}$$

$$\text{fra Egenvægten (skønnes 16 kg)}$$

$$= \frac{Gl}{2} = \frac{16 \cdot 1,10}{2} = 9$$

$$M = 558 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{nedv}} = \frac{55800}{1200} = 46 \text{ cm}^3.$$

\square NP 12 har $W = 54,7 \text{ cm}^3$, eller \square NP 12 har $W = 60,7 \text{ cm}^3$.

Indspændingen for Drageren $A-A_1$ (og paa samme Maade for $B-B_1$) tænkes tilvejebragt paa den paa Figur 3 viste Maade, idet Drageren boltes paa en mindst 3 Alen = 1,88 m lang Strækning til en Bjælke i Bjælkelaget. Det tænkes, at Belastningen paa Altanen frembringer Reaktionerne C og D. (C er egentlig ensf. fordelt paa de 1,88 m).

Trykket paa Muren fordeles ved Hjælp af Underlagspladen D. Ved at tage Momentet om Punkt C findes Størrelsen af Reaktionen D.

$$1,37 \cdot D = 2,52 \cdot 499$$

$$D = \frac{2,52 \cdot 499}{13,7} = 920 \text{ kg}.$$

Det tilladelige Tryk paa alm. Murværk (findes i Tabellen "Tilladelige Paavirkninger") er 8 kg/cm².

Underlagspladens Størrelse skal være $\frac{920}{8} = 115 \text{ cm}^2$. En 15 x 10 cm Plade har Arealet

150 cm². En 15 x 10 cm Plade har Arealet

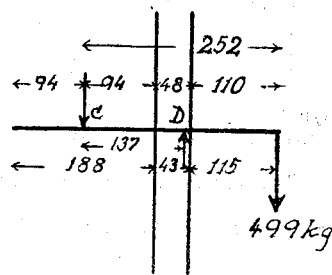
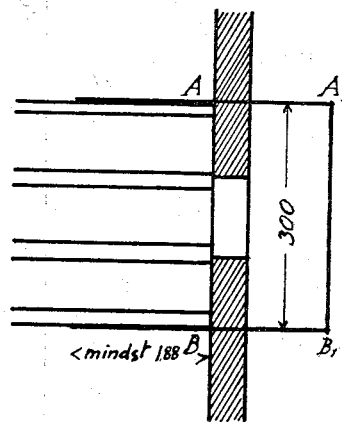
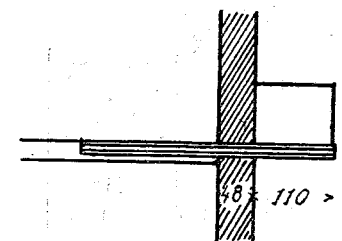


Fig. 3.

JERNBJÆLKELAG fra Sophus Berendsen A/S' Katalog bearbejdet for H.F.B. af Firmaet.

Bjælkelagets Benyttelse	Bjælkelagets Konstruktion	Gulvbelastning i kg pr. 1 Meter	Staalets Belastning i kg pr. 1 mm	Ved en Indbyrdes Bjælkestand at én Meter kan ved de angivne Fritliggende anvendes følgende I-Profiler: (Np = Normalprofil, Dm = DIMIN, Dx = DIPEX, Dp = DIP, 7/8 = 76 x 76 mm, 10/8 = 102 x 76 mm)																							
				2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,2 m	4,4 m	4,6 m	4,8 m	5,0 m	5,2 m	5,4 m	5,5 m	5,8 m	6,0 m	6,5 m	7,0 m	8,0 m	9,0 m	10 m	11 m	12 m			
Almindelig Beboelse	Staalbjælker m. Indskud og Gulvbædder	Tilfældig Belastning: 200 kg Egenvægt: 200 kg Ialt 400 kg	10,5 uden Hensyn til Nedbøjning	10 Np	11 Np	12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np			
				10 Np	11 Np	12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	
				10 Np	11 Np	12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np
				10 Np	11 Np	12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np
Forsamlingslokaler, Banklokaler, Bankkøber, Trapper etc.	Staalbjælker m. Indskud og Gulvbædder	Tilfældig Belastning: 400 kg Egenvægt: 200 kg Ialt 600 kg	10,5 uden Hensyn til Nedbøjning	12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np			
				12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np		
				12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np	34 Np	
				12 Np	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np	34 Np	
Fakhuuse, Gaarde og Porte etc.	Staalbjælker med Plankgulv	Tilfældig Belastning: 800 kg Egenvægt: 100 kg Ialt 900 kg	10,5 uden Hensyn til Nedbøjning	13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np			
				13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np	34 Np		
				13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np	34 Np	35 Np	
				13 Np	14 Np	15 Np	16 Np	17 Np	18 Np	19 Np	20 Np	21 Np	22 Np	23 Np	24 Np	25 Np	26 Np	27 Np	28 Np	29 Np	30 Np	31 Np	32 Np	33 Np	34 Np	35 Np	