



## Statisk redegørelse vedr. merbelastning fra el-/hybrid biler

---

**Dato:** 2023-12-08

**Kunde:** Jeudan A/S

**Emne:** Merbelastning fra el-/hybrid biler

**Sags nr.:** 23-0383

**Byggepladsens adresse:**

Palægaragerne

Dronningens Tværgade 4, 1302 København K

## Indhold

Indhold .....	2
1 Formål .....	3
2 Sagsbeskrivelse .....	4
3 Vurdering .....	7
4 Konklusion .....	9
5 Bilag .....	10

Udarbejdet af:



---

Jonas Benjamin Marcussen  
Konstruktionsingeniør

Kontrolleret af:



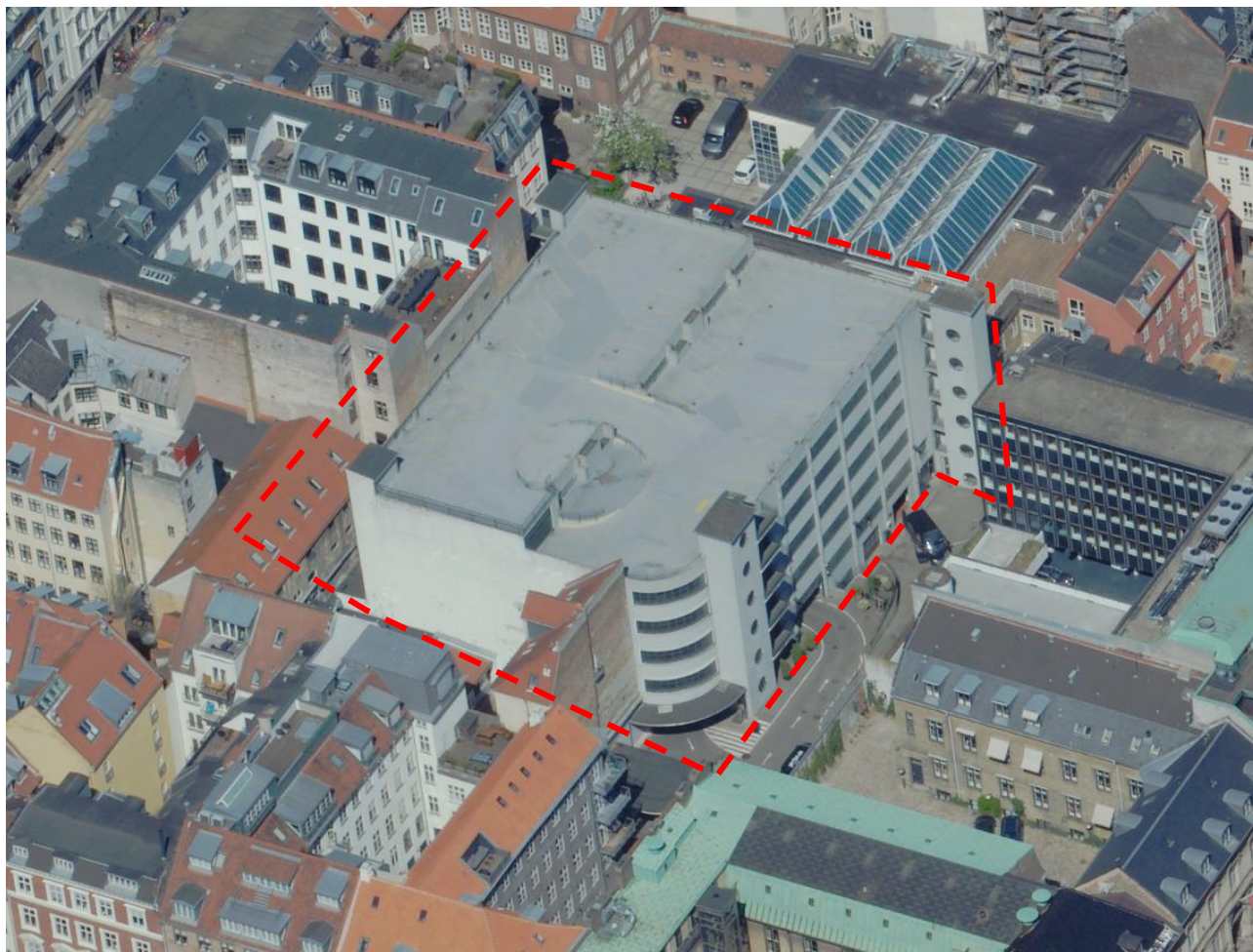
---

Nazer Hasen  
Konstruktionsingeniør

## 1 Formål

Nærværende statiske redegørelse er udarbejdet med henblik på at undersøge muligheden for at fremtidssikre etagedækket til brug af el/hybrid biler på Palægaragerne beliggende på Dronnings Tværgade 4, 1302 København K.

Der er fundet en række tegninger og statiske beregninger i byggesagsarkivet for bygværket og der har været fysisk tilsyn af bygningen. Dette danner grundlag for denne statiske redegørelse.



Figur 1 Oversigtsplan over bygværk.

Som udgangspunkt skal en bygning vurderes på om ændringen er statisk væsentlig eller uvæsentlig. Idet vi har med en evt. lastforøgelse at gøre anses det generelt som en væsentlig ændring, med mindre at lastforøgelsen er 5% eller mindre, så kan den vurderes til at være under bagatelgrænsen og dermed uvæsentlig.

Denne indledende vurdering tager udgangspunkt i de oprindelige statiske beregninger på tidspunktet den eksisterende konstruktion blev opført.

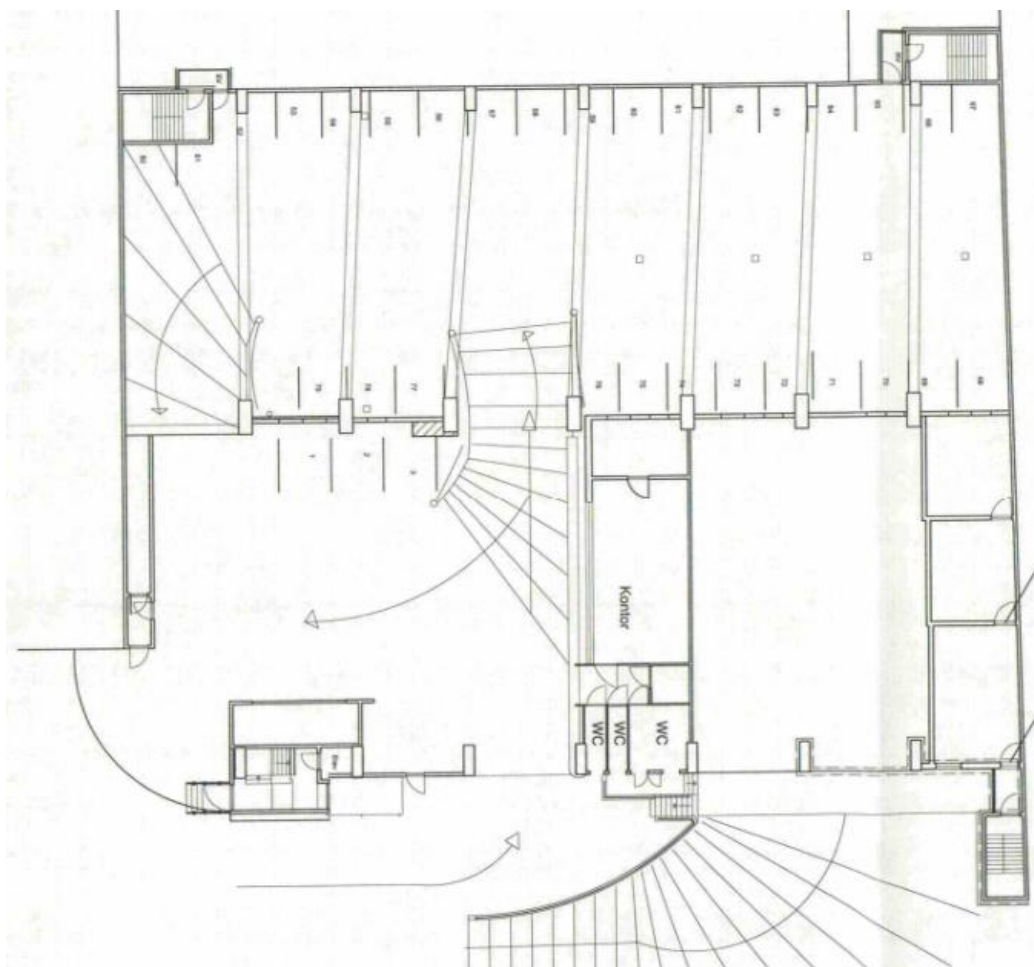
## 2 Sagsbeskrivelse

Bygværket er placeret på Dronnings Tværgade 4, 1320 København K. Bygværket er opført i 1932 i 3 etager, senere udvidet med 2 yderligere etager i 1937. Bygværket har et bebygget areal på 1183 m<sup>2</sup> jf. BBR-oplysninger.

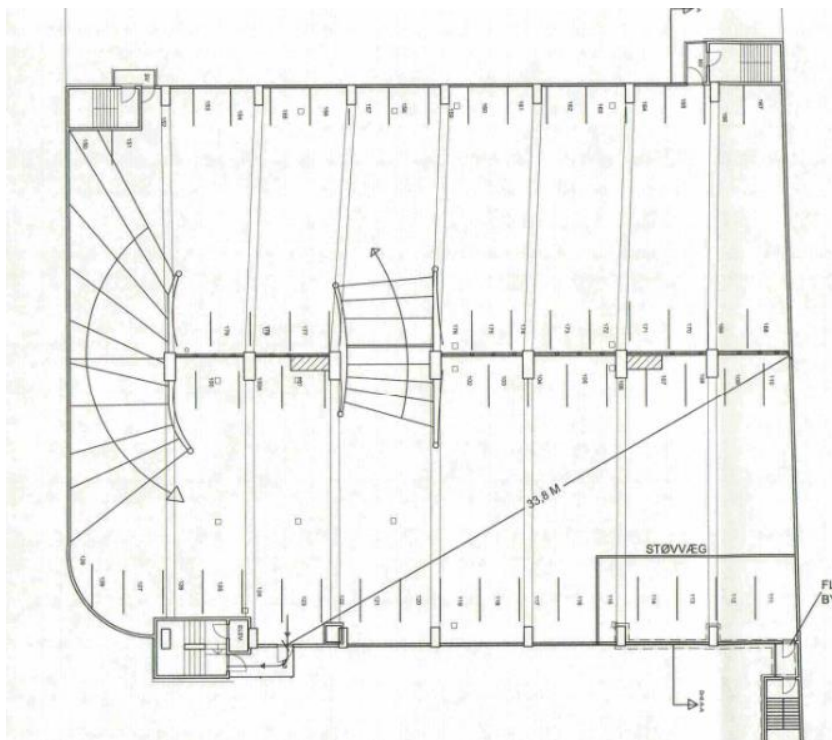
Bygværket anvendes til parkeringsanlæg. Parkeringshuset er benævnt Palægaragerne, som er det oprindelige navn.

Palægaragerne er opbygget af søjle-bjælke system af in-situ beton med betondæk som spænder imellem. Ydermurene er ligeledes opført af beton.

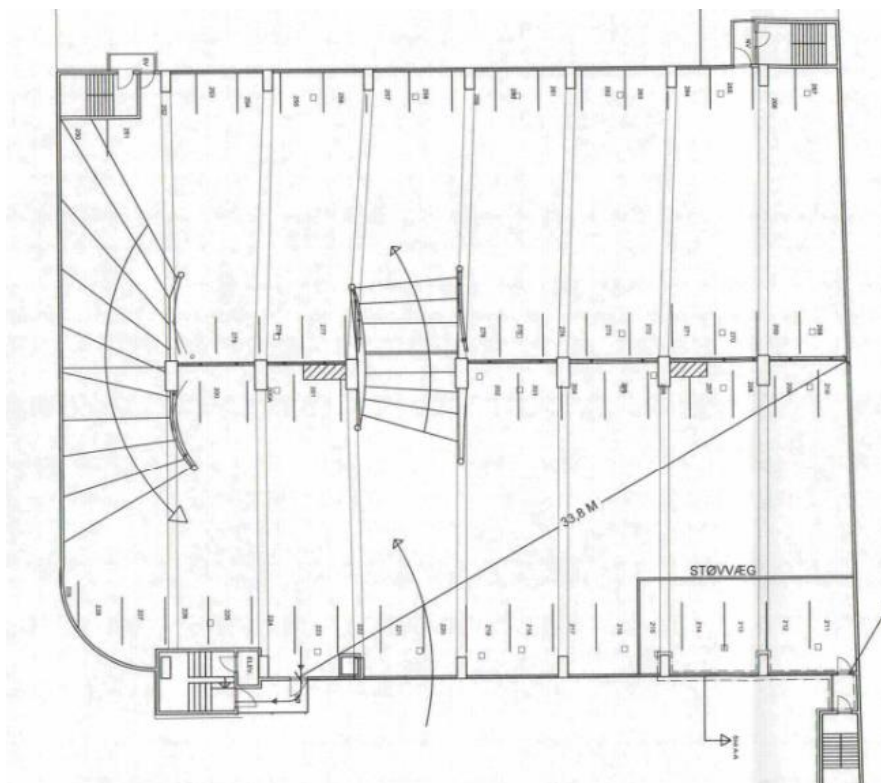
Bygherre ønsker at kunne benytte Palægaragerne til brug af el og hybrid biler.  
Bemærk, at nærværende notat ikke omhandler kælder eller tag dækket.



Figur 2 – Stueplan

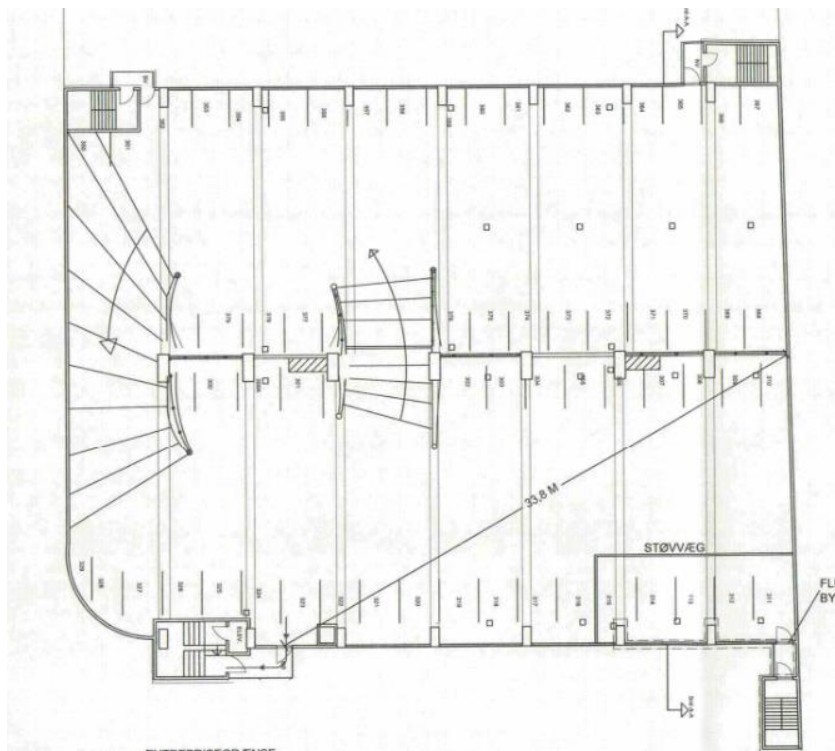


Figur 3 - 1.sal

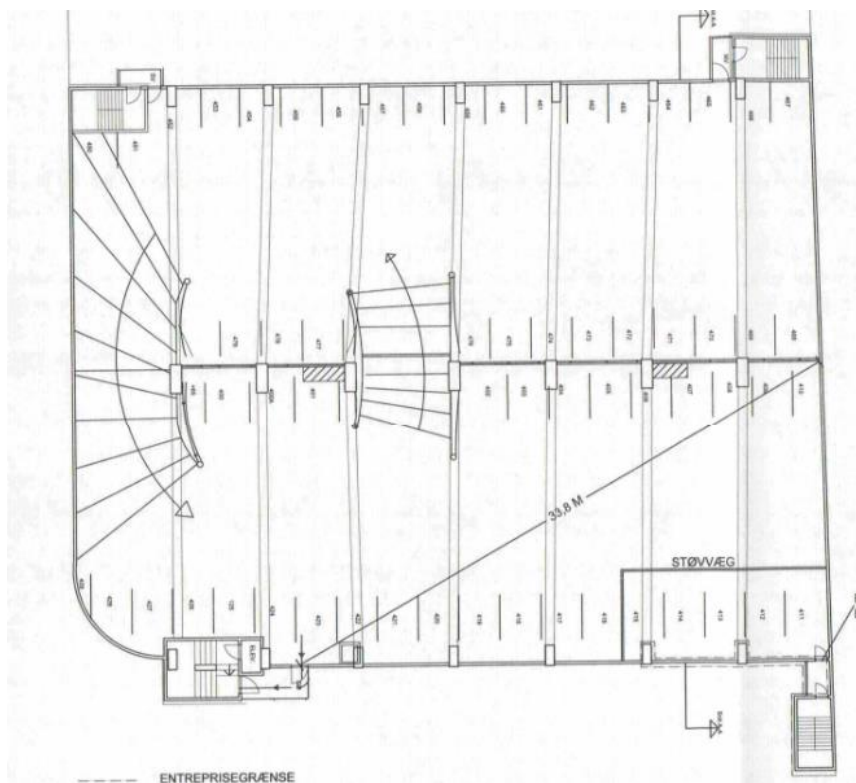


Figur 4 - 2.sal





Figur 5 - 3.sal



Figur 6 - 4.sal

### 3 Vurdering

Jf. SBI271 afsnit 1.4.6 skal konstruktioners sikkerhed kun dokumenteres på ny, hvis en af følgende betingelser sker ved ændring:

- Udskiftning eller ændring af eksisterende bærende konstruktionsdele, fx udskiftning af nedbrudt konstruktionsdel eller hulsikring for installationer eller adgang.
- Ændring af de eksisterende konstruktioners virkemåde, fx ændrede kraftveje som følge af ændringer i bærende vægge.
- Ændring af lasters størrelse og fordeling, fx ændret anvendelse fra bolig til erhverv eller indbygning/påbygning af nye arealer.

Eftersom nærværende statisk redegørelse omhandler belastning af el og hybrid biler anses dette som en væsentlig ændring.

Der vil i det følgende blive kigget på de eksisterende statiske beregninger og fremtidig belastning.

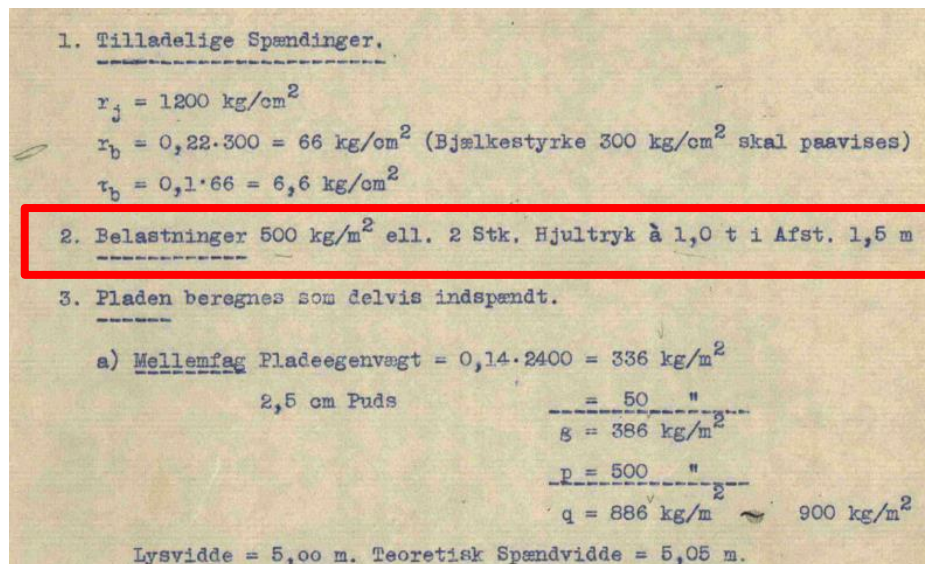
#### Eksisterende belastning:

Af nedenstående kan det ses at der benyttes en belastning fra biler på  $500 \text{ kg/m}^2$  svarende til  $5,0 \text{ kN/m}^2$  og et akseltryk på 2 stk. á  $1,0 \text{ t}$  svarende til  $20 \text{ kN}$  i de eksisterende beregninger.

Altså:

Eksisterende trafikbelastning,  $Q_{k,eksis}$ :  $\underline{= 5,0 \text{ kN/m}^2}$   
 Eksisterende Akseltryk,  $Q_{k,eksis}$ :  $\underline{= 20 \text{ kN}}$

Uddrag af eksisterende statiske beregninger er vedlagt som bilag til denne statiske redegørelse.



### Fremtidige belastning:

jf. DS/EN 1991-1-1 FU:2015 trafik og parkeringsarealer i bygninger kan indledes i to kategorier efter tilgængeligheden for køretøjer.

**Tabel 6.7 – Trafik- og parkeringsarealer i bygninger**

Kategori	Konkret brug	Eksempel
F	Trafik- og parkeringsarealer for lette køretøjer ( $\leq 30$ kN bruttovægt og $\leq 8$ sæder eksklusive chauffør)	garager, parkeringsarealer, parkeringshuse
G	Trafik- og parkeringsarealer for mellemstore køretøjer ( $> 30$ kN, $\leq 160$ kN bruttovægt på to aksler)	tilkørselsveje, leveringsområder, områder tilgængelige for brandbiler ( $\leq 160$ kN bruttovægt)
NOTE 1 – Adgangen til arealer beregnet for kategori F bør begrænses ved fysiske begrænsninger, der er indbygget i konstruktionen.		
NOTE 2 – Arealer beregnet for kategori F og G forsynes med advarselsskilte.		

Dette er udgangspunktet for trafikbelastningen, der vil være fra el og hybrid biler.

Hvis parkeringsarealet projekteres til køretøjer op til 30 kN, benyttes en fremtidig fladelast på 2,5 kN/m<sup>2</sup> og et akseltryk på 20 kN jf. DS/EN 1991-1-1.

Ifølge DS/EN 1990 anvendes sikkerhedsfaktor 1,5 på fladelaster.

Altså:

$$\begin{aligned}
 \text{Fremtidig trafikbelastning, } q_{k,\text{frem.}} &= 1,5 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 &= 3,75 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Fremtidig Akseltryk, } Q_{k,\text{frem.}} & &= 20 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Det ses her, at den fremtidige belastning vil være mindre end det der er regnet med i de oprindelige beregninger.

$$\text{Procent} \quad 3,75 \text{ kN/m}^2 / 5,0 \text{ kN/m}^2 \quad 0,75 < 1 \text{ OK!}$$



## 4 Konklusion

Ud fra ovenstående kan det konkluderes, at parkeringsanlægget kan belastes med en trafikbelastning på **3000 kg (30 kN eller 3,0 t)** svarende til **2,5 kN/m<sup>2</sup>** fra almindelige personkøretøjer og mindre last/varebiler i fremtidige forhold eftersom der i de eksisterende beregninger er beregnet med en fladebelastning på 500kg/m<sup>2</sup> (5,0kN/m<sup>2</sup>)

Eftersom belastningen henvises til en kategori F i DS/EN 1991-1-1 skal arealet forsynes med advarselsskilte, og bør begrænses ved fysiske begrænsninger, der er indbygget i konstruktionen.

En fysisk foranstaltning indbygget i konstruktionen kan fx være i form af højdebom eller begrænset frihøjde.

På besigtigelse foretaget af ABC kunne det ses, at der er indført begrænset frihøjde på 2,10 m.

Dog kunne et advarselsskilt ikke findes. Der skal derfor etableres et advarselsskilt på max 3,0 t.



Figur 7 - Foto af indgang til parkeringsanlæg

## 5 Bilag



HØJGAARD & SCHULTZ <sup>4/8</sup>  
TELF. CENTR. 7242 - TELGR. - ADR. CONTRACTOR  
EVALDSGADE 9 - KØBENHAVN N

21869  
København, den 24. Februar 1932.

VEDRØRER SVAR  
AF 27. APR. 1933 FRA  
BYGNINGSINSPEKTORAT

Garageanlæg, Dr. Tværgade 4.

Lb. No. 796.

Statisk Beregning No. 1.

Hertil Tegningerne No. 8, 9, 10 og 11.

B.K. 1576/32 30 PAGES

B. K. Ing.  $\frac{45}{1932}$  4/4.



# Indholdsfortegnelse.

---

1. <u>Tilladelige Spændinger</u>	S. 1
2. <u>Belastninger.</u>	" 1
3. <u>Pladen.</u>	" 1
a) Mellemfag	" 1
b) Yderfag	" 2
c) Undersøgelse for Hjultryksbelastning	" 2
4. <u>Dragerne.</u>	" 3
a) Inertimomenter	" 4
b) Bestemmelse af Inflexionspunkternes Beliggenhed	" 4
c) Bestemmelse af Slutlinjen for Bjælkemomenter	" 7
d) Spændingsbestemmelse.	" 8
5. <u>Søjlerne.</u>	" 9
a) Ydersøjlerne	" 9
b) Mellemsøjlerne	" 17
6. <u>Fundamenter.</u>	" 24
a) Ydersøjler $S_1$	" 24
b)       " $S_3$	" 24
c) Mellemsøjler $S_2$	" 24
d) Gavlvægge	" 25
7. <u>Overdækning af Kælderetage.</u>	" 26
a) Plade	" 26
b) Kantribbe under Ovenlys	" 26
c) Tagbjælke	" 27
d) Støttemure	" 28
8. <u>Afstivningsvægge.</u>	" 29
a) Afstivningsvægge imellem Ydersøjler	" 29
b)       "       "       Mellemsøjler	" 29
9. <u>Trapper.</u>	" 29
a) Hovedtrappe	" 29
b) Bagtrappe	" 30



10. Hjørne ved Indkørsel.

S. 32

a) Tagudhæng

" 32

b) Cirkulær Gulvplade

" 32

c) Krum Brystningsmur

" 32

d) Søjler for krumme Brystningsmure

" 33

11. Afstivningsmure mellem Rampebjælker.

" 33

----- ooOoo -----



1. Tilladelige Spændinger.

$$r_j = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$r_b = 0,22 \cdot 300 = 66 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Bjælkestyrke } 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ skal paavises)}$$

$$\tau_b = 0,1 \cdot 66 = 6,6 \text{ kg/cm}^2$$

2. Belastninger  $500 \text{ kg/m}^2$  ell. 2 Stk. Hjultryk à  $1,0 \text{ t}$  i Afst.  $1,5 \text{ m}$

3. Pladen beregnes som delvis indspændt.

a) Mellemfag Pladeegenvægt =  $0,14 \cdot 2400 = 336 \text{ kg/m}^2$

2,5 cm Puds

$$g = \frac{50}{2} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$p = \frac{500}{2} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 886 \text{ kg/m}^2 \quad 900 \text{ kg/m}^2$$

Lysvidde =  $5,00 \text{ m}$ . Teoretisk Spændvidde =  $5,05 \text{ m}$ .

$$M_0 = \frac{1}{8} 900 \cdot 5,05^2 = 2870 \text{ kgm.}$$

Indspændingsmoment svarende til fuldstændig Indspænding =

$$\frac{1}{12} 900 \cdot 5,05^2 = 1920 \text{ kgm.}$$

Der regnes med  $M_1 = M_2 = 1760 \text{ kgm.}$

$$\max M_{\text{pas}} = 2870 + \frac{2}{3} 1760 = 1700 \text{ kgm.}$$

$$h = 14 \text{ cm. } h_n = 12,2 \text{ cm} = c_1 \sqrt{1700} = 41,2 c_1. \quad c_1 = 0,295.$$

$$\sigma_j = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_j = \emptyset 16-A = 15 = 13,4 \text{ cm}^2 = c_2 \sqrt{1700} = 41,2 c_2. \quad c_2 = 0,325.$$

$$\sigma_b = 60 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\max M_u = 1760 \text{ kgm}$$

$$h = 17 \text{ cm. } h_n = 15,2 \text{ cm} = c_1 \sqrt{1760} = 42 c_1. \quad c_1 = 0,362.$$

$$\sigma_j = 1150 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_j = \frac{2}{3} 13,4 + \emptyset 16-A = 90 = 11,1 \text{ cm}^2 = c_2 \sqrt{1760} = 42 c_2. \quad c_2 = 0,265.$$

$$\sigma_b = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Belastningen } g + \frac{3}{5} p = 400 + \frac{3}{5} 500 = 700 \text{ kg/m}^2.$$

Idet der regnes med de samme Indspændingsmomenter som ovenfor

faas Momentnulpunkterne i Afst.  $x$  fra U.støtningerne (se Fig. 1)

hvor  $x$  er bestemt ved Ligningen:



$1760 = \frac{1}{2} 700 \cdot x(5,05 - x)$  hvoraf  $x = 1,35$   
 $\frac{1}{3}(\emptyset 16-A = 15)$  opbøjes i Afst. 65 og 130 cm.  
 Ekstrajernene  $\emptyset 16 - A = 90$  føres igennem i O.s.

b) Yderfag. Pladeegenvægt  $0,17 \cdot 2400 = 410 \text{ kg/m}^2$   
 2,5 cm Puds

$$\begin{array}{rcl}
 & = & 50 \text{ " } \\
 \hline
 g & = & 460 \text{ kg/m}^2 \\
 p & = & 500 \text{ " } \\
 \hline
 q & = & 960 \text{ kg/m}^2
 \end{array}$$

max Lysvidde = 5,00 m. Teoretisk Spændvidde = 5,05 m.

$$M_o = \frac{1}{8} 960 \cdot 5,05^2 = 3060 \text{ kgm. } \max M_{pos.} = 3060 + \frac{1}{3} 1760 = 2470 \text{ kgm}$$

$$h = 17 \text{ cm. } h_n = 15,2 = c_1 \sqrt{2470} = 49,8 \text{ cm. } c_1 = 0,305$$

$$\sigma_j = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_j = \left. \begin{array}{l} \emptyset 16-A = 15 \\ + \emptyset 16-A = 90 \end{array} \right\} = 18,6 \text{ cm}^2 = c_2 \sqrt{2470} = 49,8 \text{ cm. } c_2 \cdot c_2 = 0,314$$

$$\sigma = 58 \text{ kg/cm}^2.$$

### c) Undersøgelse for Hjultryksbelastning.

Idet der regnes med en Berøringsflade mellem Hjul og Plade  
 paa 15 x 15 cm faas i Pladens Underside et belastet Kvadrat  
 med Sidelinje  $b_1 = 15 + 2 \cdot 17 = 49 \text{ cm.}$  (se Fig. 2).

$$\left. \begin{array}{l} \text{Fordelingsjern} = \emptyset 7-A = 20 = 1,9 \text{ cm}^2 \\ \text{Hovedarmering} = \emptyset 16-A = 15 = 13,4 \text{ " } \end{array} \right\} \propto = \frac{1,9}{13,4} = 0,15.$$

For den viste Stilling af Hjultrykkene, der giver max  $M_{pos}$   
 i Plademidten faas, idet der foreløbig regnes med fuld

Indspænding:

$$\text{for } P_1 : M_A = \frac{1000 \cdot 1,40 \cdot 3,65^2}{5,05^2} = 730 \text{ kgm fordelt paa}$$

$$49 + 2 \cdot 0,15 \cdot 140 = 91 \text{ cm.}$$

$$M_B = \frac{1000 \cdot 1,40^2 \cdot 3,65}{5,05^2} = 280 \text{ kgm fordelt paa}$$

$$49 + 2 \cdot 0,15 \cdot 365 = 159 \text{ cm.}$$

$$\text{for } P_2 : M_A = \frac{1000 \cdot 2,90 \cdot 2,15^2}{5,05^2} = 530 \text{ kgm fordelt paa}$$

$$49 + 2 \cdot 0,15 \cdot 290 = 136 \text{ cm}$$

$$M_B = \frac{1000 \cdot 2,90^2 \cdot 2,15}{5,05^2} = 710 \text{ kgm fordelt paa}$$

$$49 + 2 \cdot 0,15 \cdot 215 = 114 \text{ cm}$$



$$\text{Ialt faas altsaa pr. lb.m. } M_A = \frac{730}{0,91} + \frac{530}{1,36} = 1200 \text{ kgm} = \frac{1260}{1,05}$$

$$\text{Egenvægtsmoment} = \frac{1}{12} 400 \cdot 5,05^2 = 850 \text{ "}$$


---


$$2050 \text{ kgm}$$

$$M_B = \frac{280}{1,59} + \frac{710}{1,14} = 800 \text{ kgm} = \frac{1000}{1,25}$$

$$\text{Egv.moment} = 850 \text{ "}$$


---


$$11650 \text{ kgm}$$

Der regnes med Momentet 1760 kgm ved begge Understøtninger.

$$M_0 = (1000 \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{40 \cdot 2,15}{5,05} + 1000 \cdot \frac{290 \cdot 2,15}{5,05}) : 1,15 + \frac{1}{8} 400 \cdot 5,05^2 = 2860 \text{ kgm.}$$

$$\max M_{\text{pos}} = 2860 + \frac{2}{3} (1760 = 1690 \text{ kgm.})$$

Det ses heraf, at Hjultryksbelastningen giver samme Paavirkning paa Pladen som den ensformigt fordelte Belastning.

4

#### 4. Dragerne

Belastning:	hvilende:	fra Plader $5,4 \cdot 386 =$	$\overset{\vee}{2090}$ kg/m
		Egenvægt	$\overset{\vee}{=} 660$ "
			----- $\overset{\vee}{}$ -----
			2750 kg/m
	tilfældig:	$5,4 \cdot 500$	$\overset{\vee}{=} 2700$ "
			----- $\overset{\vee}{}$ -----
		Total	5450 kg/m
			----- $\overset{\vee}{}$ -----

900

Den bærende Hovedkonstruktion beregnes som Rammekonstruktion, idet Momentinfleksionspunkterne findes ved Benyttelse af de i A. Strassner: Neuere Methoden zur Statik der Rahmenträger und der elastischen Bogenträger 1. Bind ( Berlin 1921 ) angivne Formler. De fundne Infleksionspunkter benyttes paa sædvanlig Maade til Bestemmelse af Momentslutlinierne.