

BEREGNING AF HUSBYGNINGS- KONSTRUKTIONER

UDGIVET AF
DANSK INGENIØRFORENING



REVIDERET UDGAVE 1930

7. OPLAG 1945

Pris 75 Øre

Eftertryk forbydes

KØBENHAVN
TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO.

NORMER

FOR

BEREGNING AF HUSBYGNINGS- KONSTRUKTIONER

UDGIVET AF

DANSK INGENIØRFORENING



REVIDERET UDGAVE 1930

7. OPLAG 1945

Pris 75 Øre

Eftertryk forbydes

KØBENHAVN

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO.

INDHOLD

I. Egenvægt og Last.	Side
1. Egenvægt af Byggematerialer og Fyldstoffer	5
2. Egenvægt af Mure og Vægge	7
3. Egenvægt af Etageadskillelser og Trapper	9
4. Egenvægt af Tage	9
5. Snetryk	10
6. Vindkræfter	11
7. Tabel over Sne- og Vindtryk	12
8. Jordtryk	13
9. Vægt af Stoffer, der lagres i Bygninger	14
10. Tilfældig Last paa Etageadskillelser, Trapper o. lign...	16
II. Tilladelige Spændinger.	
11. Byggegrund	17
12. Murværk	19
13. Natursten (Monolither)	21
14. Beton	21
15. Jærnbeton	22
16. Blødt Staal	22
17. Staalstøbegods og smedet eller valset haardt Staal....	25
18. Støbejern	25
19. Træ	25
III. Andre Bestemmelser.	
20. Overdækning af Muraabninger	28
21. Murbjælker i Skeletbygninger	29
22. Gesimser	29
23. Udfyldningsvægge af Jærnbeton i Skeletbygninger....	30
24. Vinddragere	30
25. Skorstene	30

I. Egenvægt og Last.

1. Egenvægt af Byggematerialer og Fyldstoffer.

Mørtel og Beton:	kg/m ³
Cementmørtel.....	2100
Kalkmørtel	1700
Gipskalkmørtel (Rabitz).....	1500
Jærnbeton	2400
Beton af Natursten	2300
Beton af Murstensskærver	2000
Slaggebeton	1500
Gipsstøbning, Slaggegipsplader.....	1000
Cocolithplader	850
Vægplader af Cement og Slaggesand	1200
Bygnings-Cellebeton	1200
Isolations-Cellebeton	300
Cellegipsplader	600
Murværk af:	
Basalt.....	3000
Granit, Marmor, tæt Kalksten.....	2700
Sandsten	2300
Kridtsten, Savonnière	2000
Klinker	1900
Fuldbrændte eller haardbrændte Mursten.....	1700
Molersten, massive.....	1200
Betonsten, massive.....	2300
Cementmursten	2100

	kg/m ³
Kalksandsten	1800
Rhinske Svømmesten	1000
Bygnings-Cellebeton	1200
Metaller	
Staal	7850
Svejsejærn	7800
Støbejærn	7250
Bly	11400
Kobber	8900
Bronze	8600
Tin	7400
Zink	7200
Træ, lufttørt:	
Europæisk Naaletræ	550
Eg, Bøg, Yellowpine (Pitchpine)	800
Korkvarer:	
Raakork	250
Raakorkkrummer	120
Letkorkkrummer	60
Asfaltkorkplader } til Varmeisolering	240
Harpikskorkplader }	110
Maskinisoleringsplader	340
Korkparketplader	580
Fyld, løs, tør:	
Jord, Ler, Sand, Grus, Singel, Naturstensskærver ...	1600
Jord, Ler, Sand, Grus, i vaad Tilstand	1900
Murstensskærver	1000
Slagger, Koksaske	800
Moler, lufttørret, knust	625
Slaggeuld	250
Kisalgur	200

	kg/m ³
Risskaller	160
Tørvesmuld	150
Kork (se Korkvarer).	

Forskelligt:

Asbestpap	1200
Skifer	2700
Glas	2600

Slidlag:

	kg/m ²
2 cm Cementpuds	42
2 - Terrazzo	44
2 - Lerfliser i Cementmørtel (i alt 3,5 cm)	72
6 - Ølandsfliser i Cementmørtel (i alt 11 cm)	260
2 - støbt Asfalt	30
5 - presset Asfalt	100
1,5 - Linotol, Magnesit, Papyrolith, Linoleum med Underlag	20
3 - Bræder paa 10×10 cm Strøer i 1 m Afstand ..	22
10 - Træbrolægning	110

2. Egenvægt af Mure og Vægge.

(Indbefattet Mørtel til Opsætning, eventuelt Jærindlæg, samt Pudslag paa begge Sider.)

Vægt af Mure i kg pr. m² af den lodrette Flade:

Murtykkelse	1/2 Sten	3/4 Sten	1 Sten	1 1/2 Sten	2 Sten	2 1/2 Sten
Klinker	240	335	470	695	925	1150
Fuldbrændte Mursten	215	300	420	625	830	1030
Molersten, massive ..	160	220	305	450	595	740
Cementmursten	260	365	515	765	1020	1270
Kalksandsten	230	320	445	660	875	1090

For hver Centimeter af den pudsede Vægs Tykkelse regnes for Vægge af:

Jærnbeton (herunder alle Vægge udførte af overvejende Cementmørtel med Jærnindlæg, saasom Monieret, Rabitznet, Strækmetal, Trussit etc.)	24
Beton af Natursten	23
Beton af Murstensskærver	20
Bygnings-Cellebeton	13
Isolations-Cellebeton	7
Cellegipsplader	9
Gipskalkmørtel (egentlige Rabitzvægge)	16
Slaggebeton (herunder sømfaste Cementskillevægge)	14
Slaggegipsplader (Gipsskillevægge)	12
Pimpstensplader	12
Cocolithplader (uden mineralske Fyldstoffer)	9

For den angivne Tykkelse af den pudsede Væg regnes for Vægge af:

5,5 cm tykke, massive, fuldbændte Sten med Jærnindlæg, i alt 8 cm	140
5,5 cm tykke porøse Sten med Jærnindlæg, i alt 8 cm	120
10 cm tykke, hule Molersten med Jærnindlæg, i alt 12,5 cm	135
6,5 cm tykke, hule Molersten med Jærnindlæg, i alt 9 cm	100
3 Lag Bræder (tilsammen 7,5 cm) med Puds, i alt 11,5 cm	95
2 Lag Bræder (tilsammen 5 cm) med Puds, i alt 9 cm	80

Andre Mures og Vægges Egenvægt maa beregnes for hvert enkelt Tilfælde.

3. Egenvægt af Etageadskillelser og Trapper.

Hvis Egenvægten ikke specielt eftervises, regnes for Bjælkelag af Træ eller Jærn:

	kg/m ²
a. med Brædegulv	70
b. med Brædegulv, Forskalling og Loftspuds	100
c. med Gulv af to Lag Bræder med mellemliggende Tagpap	100
d. med Gulv som anført under c., Forskalling og Loftspuds	130
e. med Brædegulv, Indskud, Isolering (6 cm tykt Lerlag), Forskalling og Loftspuds	200

Bjælkelag af Jærn:

med 23 cm tyk Udstøbning af Beton af Murstensskærver ekskl. Slidlag o. lign. 500

Trapper af Træ:

(Vanger, Trin og Forskalling med Puds) pr. m² af Løbenes Horizontalprojektion 100

Andre Etageadskillelsers og Trappers Egenvægte maa beregnes for hvert enkelt Tilfælde.

4. Egenvægt af Tage.

(Vægt af Tækningsmateriale, Brædebeklædning eller Lægter samt Spær pr. m² af den skraa Tagflade — Vægten af Hovedspærfag og Aase ikke medregnet.)

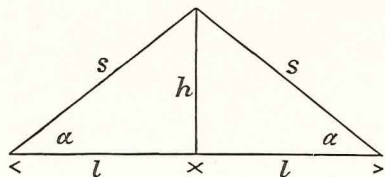
	kg/m ²
Teglsten paa Lægter	95
do. do. Brædebeklædning og Lister	110
Alm. Skifer og Asbestcement-Skifer paa Lægter	50
do. do. paa Brædebeklædning	65
Asbestcement-Bølgeplader paa Lægter	45
do. paa Brædebeklædning	60
Jærnblik paa Lægter	30
Kobber-, Zink- og Jærnblik paa Brædebeklædning	40
Bølgeblik paa Vinkeljærn	25

	kg/m ²
Enkelt Lag Tagpap paa Brædebeklædning	45
Dobbelt Lag Tagpap paa Brædebeklædning.....	55
Dobbelt Lag Tagpap paa Brædebeklædning med 7 cm Grus	185
6—7 mm Glas paa Jærnsprosser.....	30
Undervinduer i Ovenlys	15

Andre Tages Egenvægte maa beregnes for hvert enkelt Tilfælde; der kan da pr. m² af den skraa Tagflade regnes:

	kg/m ²
Spær	20
Lægter.....	5
Brædebeklædning.....	15
Teglsten	70
Alm. Skifer og Asbestcement-Skifer	25
Asbestcement-Bølgeplader.....	20
Enkelt Lag Tagpap	10
1 cm Grus.....	19

Snetryk.



Snetrykket pr. m² af Tagets Horisontalprojektion regnes til:

75 kg, naar $\frac{h}{s}$ er lig eller mindre end 0,35	
50 - , - - - - -	0,60
0 - , - - - - - større	0,85

For mellemliggende Værdier af $\frac{h}{s}$ interpoleres (se § 7).

Snetrykket skal behandles som en bevægelig Last, d. v. s. i alt Fald saaledes, at der tages Hensyn til Last paa kun den ene eller den anden Halvdel af Taget, naar dette er farligere end Totallast. Ved Shedtage og lignende Tage skal der regnes med Dannelse af Snesække.

6.

Vindkræfter.

Vindretningen antages overalt vandret, og Trykket regnes til:

For Skorstene, Taarne, Spir, Tag-skilte o. lign. 150 kg/m²

For runde Skorstene o. lign. sættes Vindfladen til $\frac{2}{3}$ af det lodrette Diametralsnit.

For 8-kantede Skorstene o. lign. sættes Vindfladen til $\frac{3}{4}$ af det største lodrette Diametralsnit, uafhængig af Vindretningen.

For rektangulære Skorstene o. lign. sættes Vindfladen lig den bredeste Sideflade.

For Tagværker, Tryk paa en vinkelret truffen Flade..... 100 kg/m²

For en Flade, der danner en Vinkel α med Vindretningen, regnes det vinkelret paa Fladen rettede Tryk til: $100 \sin \alpha = 100 \frac{h}{s}$ kg/m², se iøvrigt § 7*).

For Tagkonstruktioner over aabne Skure o. lign. regnes ogsaa med et lodret opad virkende (indvendigt) Tryk paa 50 kg pr. m² af Horisontalprojektion.

*) For at sikre Tagbeklædningen anbefales det ved tætte Tage at træffe passende Foranstaltninger mod Afrivning paa Grund af Sugning.

For Ydervægge i Vindsiden og for fritstaaende Vægge, Tryk paa lodret Flade	75 kg/m
For Ydervægge i Læsiden, Sugning paa lodret Flade	50 kg/m ²

De ovenfor angivne Værdier for Tryk og Sugning skal ikke regnes samtidigt virkende.

Hvis flere Tage, hørende til samme Konstruktion, ligger bag hinanden (f. Eks. Shedtage), skal hvert især beregnes for fuldt Vindtryk. Ved Beregningen af de Konstruktioner (Vinddragere, Søjler, Mure eller lign.), der skal optage det samlede Vindtryk paa hele Tagkonstruktionen, skal der ved lige høje Tage paa det første Tag regnes med fuldt Vindtryk og paa hvert af de efterfølgende Tage med $\frac{1}{2n-1}$ Vindtrykket, hvor n betegner Tagets Nummer i Rækkefølge.

Vindbevægelser langs en Tagflade regnes i Almindelighed at foregaa uden Friktion. Kun naar enkelte Konstruktionsdele ikke er udsat for andre og mere væsentlige Paavirkninger, skal de beregnes for en Friktion paa 15 kg pr. m² af den paagældende Del af Tagfladen.

7. Tabel over Sne- og Vindtryk.

Til Lettelse ved Beregning af Sne- og Vindtryk paa Tage er i efterfølgende Tabel indført sammenhørende Værdier af $\frac{h}{s}$, $\frac{h}{l}$, α , lodret Snetryk pr. m² af Tagets Horisontalprojektion, lodret Vindtryk pr. m² af Tagets Horisontalprojektion (= vandret Vindtryk pr. m² af Tagets Vertikalprojektion = Vindtryk normalt paa den skraa Tagflade pr. m² af denne) og lodret Sne- og Vindtryk pr. m² af Tagets Horisontalprojektion, alt i kg.

$\frac{h}{s}$	$\frac{h}{l}$	α	Sne	Vind	Sne+Vind
1,00	∞	90° 00'	0	100	100
0,95	3,05	71° 50'	0	95	95
0,90	2,07	64° 10'	0	90	90
0,85	1,61	58° 10'	0	85	85
0,80	1,34	53° 10'	10	80	90
0,75	1,14	48° 40'	20	75	95
0,70	0,98	44° 30'	30	70	100
0,65	0,85	40° 30'	40	65	105
0,60	0,75	36° 50'	50	60	110
0,55	0,66	33° 20'	55	55	110
0,50	0,58	30° 00'	60	50	110
0,45	0,51	26° 50'	65	45	110
0,40	0,43	23° 30'	70	40	110
0,35	0,37	20° 30'	75	35	110
0,30	0,32	17° 30'	75	30	105
0,25	0,26	14° 30'	75	25	100
0,20	0,20	11° 30'	75	20	95
0,15	0,15	8° 40'	75	15	90
0,10	0,10	5° 40'	75	10	85
0,05	0,05	2° 50'	75	5	80
0,00	0,00	0° 00'	75	0	75

For $\frac{h}{s} \geq 0,35$ kan man ved Tagværkers Dimensionering se bort fra Vindtrykkets vandrette Komposant og regne med det i 6. Spalte angivne Sne- og Vindtryk, der behandles paa samme Maade som Snetrvkket.

8. Jordtryk.

Under almindelige Forhold kan Trykket i kg pr. løb. vandret Meter af en plan, lodret Støttemur sættes til $\frac{1}{8} Vh^2$, hvor V er Jordens Vægt udtrykt i kg/m³, og h er Jordens

Højde over Murens Underside, udtrykt i Meter. Kraften regnes vandret virkende og fordelt saaledes over Højden h , at den er Nul foroven og $\frac{1}{4} Vh$ kg pr. m^2 forneden. V kan sættes til 2000 kg/m^3 indbefattet Vægten af eventuel Bro-lægning, Menneskelast, Hjultryk, der ikke overstiger $1,5 t$, el. lign. Hvis der findes større Laster paa Jorden i mindre Afstand fra Muren end $2h$, skal der regnes med det derved eventuelt forarsagede større Jordtryk.

9. Vægt af Stoffer, der lagres i Bygninger.

Oplagrede Stoffer maa ikke regnes at veje mindre end angivet i efterfølgende Tabel. Naar Stofferne lagres i Sække, kan der, saafremt en særlig Værdi ikke er angivet nedenfor, regnes med 80% af de angivne Vægte. Ved nogle af Stofferne er i Parentes tilføjet Vinklen, som den naturlige Skrænt danner med et vandret Plan.

Afgrøder.	kg/m ³		kg/m ³
Byg (30°)	700	Mel af Byg og Rug....	700
Bælgfrugter	850	Mel af Havre.....	600
Frø af Hør og Raps ...	650	Mel af Hvede.....	800
Gryn	650	Oliekager.....	1000
Græs og Kløver	350	Palmekærner.....	700
Halm og Hø, løst	100	Roer (35°).....	700
Halm og Hø, presset ..	350	Rug (30°).....	700
Havre (30°)	500	Sojabønner (30°).....	720
Hvede (30°).....	750	Ærter (30°).....	850
Jordnødder	400		
Kaffe lagret i Sække...	470	Andre organiske Stoffer.	
Kartofler	700	Bøger (se ogsaa Reo-	
Majs (30°)	725	ler).....	800
Malt (25°).....	550	Fejeskarn fra Huse....	660
Mel lagret i Sække	700	Kød	800

	kg/m ³		kg/m ³
Kødkonserves	500	Gødningsstoffer (se	
Puddersukker (35°)....	800	ovenfor)	
Papir.....	1100	Is (i Brudstykker).....	750
Reoler med Bøger, Ar-		Kalksten (Brudsten) til	
kivskabe	500	Cementbrænding (45°)	1800
Smør i Dritler	650	Kogsalt (45°).....	1250
Sukker (se Pudder-		Koksaske	800
sukker)		Melkalk	500
		Salt (se Kogsalt)	
		Sand (35°).....	1700
Brændselsstoffer.		Singel, Ærtesten (35°)..	1600
Brændselsvædske (se		Skærver af Mursten	
Vædske)		(45°).....	1000
Bøgebrænde i store		Skærver af Natursten	
Stykker	550	(45°).....	1600
Bøgebrænde i smaa			
Stykker	400		
Gaskul (45°).....	800	Vædske.	
Koks til Varmeovne (45°)	400	Alkohol	800
Kul til Varmeovne (45°)	700	Benzin	750
Trækul	200	Benzol	900
Tørv	600	Brændselsolie	900
		Glycerin.....	1100
		Kreosotolie.....	1100
Gødningsstoffer.		Kultjære (se Stenkuls-	
Chilisalpete.....	1300	tjære)	
Gødningskalk (30°)....	1250	Linolie.....	940
Raafosfat	1600	Mælk	1030
Staldgødning	850	Petroleum	850
Superfosfatmel (30°) ...	1000	Saltsyre (40°).....	1200
Thomasfosfatmel	2000	Smøreolie	900
		Stenkultjære.....	1275
Mineralske Stoffer.		Svovlsyre (87°).....	1800
Cement i Sække.....	1200	Terpentinolie	870
Cement i Silo (20°)	1500		

	kg/m ³		kg/m ³
Vand	1000	Æter	750
Vin	1000	Øl	1050

I Lagerbygninger bør den tilfældige Last, der lægges til Grund for Beregningen, til enhver Tid gøres bekendt for Brugeren ved tydelige Opslag paa synlige Steder i hver Etage.

Tilfældig Last paa Etageadskillelser, Trapper o. lign.

	kg/m ²
I Boliger, Kontorer, mindre Butiker, samt som Regel i Tagetager	200
- Gennemgange og paa Trapper til nævnte Lokaler...	300
Loftsrum, der paa Grund af ringe Højde eller Adgangsforholdene (f. Eks. Hanebjælkelofter uden Trappeadgang) eller Bygningens Anvendelse (f. Eks. Kirkelofter) kan paaregnes kun i ringe Grad belastede, mindst.....	100
- Skoleværelser	300
- Gennemgange og paa Trapper til Skoleværelser....	400
- Stormagasiner med tilhørende Gennemgange og Trapper	400
- Kirker, Teatre, Koncertsale.....	400
- Gennemgange og paa Trapper til nævnte Lokaler...	500
- Gymnastik-, Bal- og Forsamlingssale med tilhørende Gennemgange og Trapper.....	500
- Gaarde uden Indkørsel samt hævede Gaarde, mindst	500
- Porte og Gaarde med Indkørsel, for saa vidt Hjultryk paa mindst 1,5 t ikke er farligere, mindst...	800
Paa Altaner.....	400
- flade Tage, der benyttes til Legepladser el lign...	500
- flade Tage, der efter Adgangsforholdene maa antages at ville blive benyttede til Ophold for Mennesker, og som ikke falder ind under hævede Gaarde, Legepladser el. lign.	200

Lasten fra lette Skillerum (Maksimalvægt 100 kg/m²) kan enten føres i Regning ved, at Etageadskillelsens tilfældige Last forøges med 100 kg/m², eller maa gøres til Genstand for særlig Beregning.

I Beboelseshuse, Skoler, Stormagasiner og Forretningsbygninger kan ved Beregning af Dimensionerne for saadanne Konstruktionsdele, som er bestemt til at optage den tilfældige Last fra mere end 2 Etager, som f. Eks. Søjler, Dragere, Vægpillere, Fundamenter o. lign., en Formindskelse af Lasten finde Sted efter følgende Regel:

Den tilfældige Last paa Taget, øverste og næstøverste Etage indsættes med fuld Værdi; for de følgende Etagers Vedkommende kan den tilfældige Last (excl. Skillerum) formindskes med 10 % for den første, 20 % for den anden, 30 % for den tredje og 40 % for de følgende Etager.

Rækværker paa Altaner, Tage, Trapper o. lign. dimensioneres for en vandret Kraft af mindst 40 kg/m.

II. Tilladelige Spændinger.

11.

Byggegrund.

Hvor Trykfordelingen paa Fundamentets Underflade ikke er meget uensformig, kan det tilladelige Middeltryk ved Fundering i frostfri Dybde efter Grundens Beskaffenhed regnes til 2—4 kg/cm². Som Vejledning ved Fastsættelsen inden for de nævnte Grænser af det i hvert enkelt Tilfælde tilladelige Middeltryk kan man gaa ud fra følgende Værdier:

1. Meget god Byggegrund, f. Eks.:	kg/cm ²
Fastlejret, tørt eller middelfugtigt, groft Sand og Grus	} 4
Meget fast, rent Ler, der ikke er udsat for at ud-	
blødes.....	

2. God Byggegrund, f. Eks.: kg/cm²
- | | | |
|---|---|---|
| Fastlejret, meget fugtigt groft Sand og Grus..... | } | 3 |
| Fastlejret, ikke meget fugtigt Sand og Grus med indtil ca. 1/3 Ler..... | | |
| Fast, nogenlunde rent Ler, der ikke er udsat for at udblødes..... | | |
3. Temmelig god Byggegrund, f. Eks.:
- | | | |
|---|---|---|
| Finere, tørt Sand..... | } | 2 |
| Meget fugtigt Sand og Grus med indtil ca. 1/3 Ler | | |
| Fugtigt Sand og Grus med forholdsvis mere Ler | | |

I Tilfælde, hvor en korrekt Beregning af største Kanttryk gennemføres, f. Eks. ved Skorstene, Støttemure o. lign., kan den tilladelige Værdi af Kanttrykket regnes til 1½ Gange de ovenfor angivne Værdier.

Saafernt Funderingsdybden er større end 1 m, kan den tilladelige Paavirkning som Regel forøges med Vægten af den lodret over Fundamentets Grundflade afgravede Jord. En Overskridelse af de anførte Paavirkninger ved særlig fast Byggegrund eller ved særlig stor Funderingsdybde maa specielt motiveres.

Ved rammede Pæle maa der dels tages Hensyn til Grundens Bæreevne, dels til Pælens Styrke.

Lasten paa Pælene inkl. disses Egenvægt maa af Hensyn til Grundens Bæreevne i Almindelighed ikke overskride:

$$P = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{Q^2}{Q+q} \cdot \frac{h}{e} + Q + q \right),$$

hvor Q = Ramslagets Vægt i kg,

q = Pælens Vægt i kg,

h = Faldhøjden i cm,

e = Pælens Nedsynkning i cm for et Slag, og

n er Sikkerhedsgraden, der kan sættes til 4 under Forud-

sætning af, at $Q \geq q$. Hvis Ramklodsen ikke falder frit, forøges n til mindst 5.

Hvis Byggegrundens Karakter er ukendt, maa Bæreevnen helst bestemmes ved Belastningsforsøg. Naar saadanne foretages, kan Sikkerhedsgraden sættes til 3.

Af Hensyn til Pælens Styrke beregnes den tilladelige Paavirkning som for Søjler af det paagældende Materiale, idet r_0 sættes til 35 kg/cm² for Fyr eller Gran og for Jærnbeton til 5/6 af det r_0 , som gælder for Jærnbetonsøjler ifølge Dansk Ingeniørforenings Normer for Jærnbetonkonstruktioner.

Som Søjlelængde indsættes Pælens frie Længde i Vand og Luft, hvorimod Fyld og Jord, selv meget blød, regnes at give Pælen fuld Støtte mod Sideudbøjning.

Ved koniske Pæle regnes med Tværsnittet i Midten af Søjlelængden.

12.

Murværk.

Piller og Mure, hvis frie Højde (l) overskrider 35 Gange det mindste Tværmaal (b) — for ikke rektangulært Pille-tværsnit den mindste Side (b) i det smalleste omskrivelige Rektangel — bør i Almindelighed ikke regnes bærende, og det samme gælder, naar $l \geq 35 b$, hvis b saavel i absolut Maal som i Forhold til l ligger under de Grænser, som anerkendt Praksis sætter.

I andre Tilfælde kan der, naar $l \geq 12 b$, regnes med de nedennævnte Trykspændinger, og naar $l > 12 b$ med disse Værdier multipliceret med $\left(\frac{12b}{l}\right)^2$, forudsat at Pilleren el'er Muren er centralt belastet, ikke paavirket af Sidekræfter og iøvrigt ikke ved Belastningsmaade eller Afstivningsmaader afviger fra anerkendt Praksis. Ved Udregning af Trykspændingen skal Pillens eller Murens Egenvægt medregnes.

Trykspænding

Fuldbrændte Mursten, Molersten, Kalksandsten i Kalkmørtel	8 kg/cm ²
Fuldbrændte Mursten, Molersten, Kalksandsten i Bastardmørtel	12 —
Fuldbrændte Mursten, Molersten, Kalksandsten i Cementmørtel.....	16 —
Haardbrændte Mursten i Bastardmørtel	16 —
Mergelklinker og tilsvarende stærke Sten i Bastardmørtel.....	20 —
Mergelklinker og tilsvarende stærke Sten i Cementmørtel.....	28 —
Cellebetonblokke i Bastardmørtel.....	$\frac{1}{7}$ af Blokkenes Styrke
Kvadermurværk af Natursten i Cementmørtel	$\frac{2}{3}$ af den tilladte Spænding for Stenene (§ 13), dog højst 50 kg/cm ²

Skalmur af Natursten bagmuret med Mursten eller bagstøbt med Beton... den for Bagmuren eller Bagstøbningen tilladte Spænding.

Det forudsættes, at Stenenes Middelstyrke mindst har følgende Værdier:

Fuldbrændte Mursten, Molersten, Kalksandsten	150 kg/cm ²
Haardbrændte Mursten	225 —
Mergelklinker og tilsvarende stærke Sten	300 —

Hvis sidstnævnte Sten ikke er synligt klinkbrændte, skal deres Styrke undersøges.

Er Middelstyrken lavere end forudsat, formindskes den tilladte Spænding proportionalt.

Kalkmørtelen maa i tørret Tilstand ikke indeholde under $7\frac{1}{2}\%$ Kalkhydrat bestemt med Holmblads Mørtelprøveapparat, Cementmørtelen maa ikke være magrere end 1 : 3, Bastardmørtelen maa ikke være cementfattigere eller sandrigere end svarende til Blandingsforholdet 1 Maal Cement : 2 Maal Kalk : 10 Maal Sand.

13. Natursten (Monolither).

For Piller af Natursten gælder samme Regler som for Murværk (§ 12).

Er $l \geq 12 b$, maa følgende Spændinger ikke overskrides:

	Trykspænding
Granit	75 kg/cm ²
Basalt	60 —
Marmor og stærke Kalksten.....	30 —
Kridtsten.....	5 —
Stærke Sandsten	30 —
Svage Sandsten (Cotta).....	15 —
Natursten, hvis Trykstyrke undersøges..	$\frac{1}{15}$ af Trykstyrken.

14. Beton.

For Piller og Vægge af Beton gælder samme Regler som for Murværk (§ 12).

Er $l \geq 12 b$, maa følgende Spændinger ikke overskrides:

Beton af Singel eller Naturstensskærver:

Blandingsforhold	Trykspænding
1 : 2 : 4	30 kg/cm ²
1 : 3 : 5	22 —
1 : 3 : 6	20 —
1 : 4 : 6	16 —
1 : 4 : 7	15 —
1 : 4 : 8	14 —

Murstensskærvebeton i Fundamenter:

Blandingsforhold	Trykspænding
1 : 4 : 7	8 kg/cm ²
1 : 4 : 8	7 —

Beton, hvis Trykstyrke undersøges (ved mindst 20 cm Terninger):

$\frac{1}{7}$ af Terningstyrken
 efter 28 Døgn
 Hærdning, dog højst
 35 kg/cm²

Forskydningsspændingen maa ikke overskride $\frac{1}{10}$ af den tilladte Trykspænding.

15. Jærnbeton.

For dette Materiale gælder de i Dansk Ingeniørforenings Normer for Jærnbetonkonstruktioner fastsatte Spændinger.

16. Blødt Staal.

For de forskellige Jærn-Kvaliteter, der kan komme i Betragtning, fastsættes de tilladelige Paavirkninger i Almindelighed paa Grundlag af den Minimums-Trækbrudgrænse σ_{BT} , der foreskrives i det Lands Normalbetingelser, hvor Jærnet er fremstillet¹⁾, og som det altsaa skal svare til, naar intet andet foreligger oplyst. I Tilfælde, hvor der stilles betryggende Garanti for en afvigende Kvalitet, kan dog den hertil svarende Værdi af σ_{BT} lægges til Grund. Der sættes:

Tilladelig Paavirkning til

Træk eller Bøjning..... $r = \frac{1}{n} \sigma_{BT}$,
 Forskydning..... $r_f = 0,8 r$,

¹⁾ I Tyskland og Sverrig $\sigma_{BT} = 3700$ kg/cm², i England $\sigma_{BT} = 4400$ kg/cm².

Tryk (i Søjleformlerne nedenfor) $r_0 = 0,8r$
 Forskydn. for Nitter og afdrejede Skruebolte.. $0,8r$,
 Forskydning for uafdrejede Bolte $0,6r$,
 Tryk paa Hulranden for Nitter og afdrejede
 Skruebolte $1,6r$,
 Tryk paa Hulranden for uafdrejede Bolte $1,2r$.

Sikkerhedskoefficienten n sættes til ¹⁾	For Etage- adskillel- ser og Trap- per (Bjæl- ker, Dragere, Søjler)	For andre Jærnkons- truktioner (Tagværker, Jærnskelet- bygninger o.l.)
Naar Beregningen udføres saa nøjagtigt som muligt, d. v. s. for Bjælker og Dragere bl. a. med den virkelige teoretiske Længde (fra Midte til Midte af Understøtning) og den nøjagtige (eventuelt uensformige) Lastfordeling, for Søjler under Hensyn til den eventuelt optrædende Ekscentricitet, for Tagværker o. a. Konstruktioner med den farligste Kombination af Vindkræfter og Snetryk o. s. v.	$n = 3$	$n = 2,5$
Naar Beregningen gennemføres mindre nøjagtigt, d. v. s. for Bjælker f. Eks. med den frie Aabning i Stedet for den teoretiske Længde og uden Hensyn til en noget uensformig Fordeling af Lasten, for Søjler uden Hensyn til Ekscentriciteten, naar denne kun er tilfældig og lidet udpræget, for Hovedspærfag, hvor Vindtrykket ved en Hældning af Tagfladen $\frac{h}{s} \geq 0,35$ behandles som et Tillæg til Snelasten o. s. v.	$n = 3,5$	$n = 3$

¹⁾ Med disse Værdier af n bliver den tilladelige Paavirkning r i kg/cm² (noget afrundet) for Jærn, der svarer til de tyske og engelske Normalbetingelser.

(vend)

Søjler og Trykstænger dimensioneres efter Formlerne:

for mindre Længder (d. v. s. naar $\frac{1}{3}\zeta l^2 \leq F_0$)

$$F_0 = \frac{P}{r_0}$$

og

$$F_{\text{fuldt}} \geq F_0 + \frac{1}{3}\zeta l^2, \text{ hvis Nittesvækkelsen er } < 12\%,$$

$$F_{\text{nytt.}} \geq F_0 + \frac{1}{3}\zeta l^2, \text{ — — — — — } \geq 12\%,$$

for større Længder (d. v. s. naar $\frac{1}{3}\zeta l^2 > F_0$):

$$I_{\text{nodv.}} = \frac{n}{2100} Pl^2$$

og

$$I_{\text{fuldt}} \geq I_{\text{nodv.}}, \text{ hvis Nittesvækkelsen er } < 12\%,$$

$$I_{\text{nytt.}} \geq I_{\text{nodv.}}, \text{ — — — — — } \geq 12\%,$$

heri betegner:

P Trykket i kg,

l Søjle's frie Længde i m,

F_{fuldt} og $F_{\text{nytt.}}$ Søjle's fulde og nyttige Tværsnitsareal i cm^2 ,

I_{fuldt} og $I_{\text{nytt.}}$ — — — — — Inertimoment i cm^4

$$\zeta = \frac{(F_{\text{fuldt}})^2}{I_{\text{fuldt}}}$$

Koefficienten $\frac{1}{3}$ i ovenstaaende Søjleformler ($\frac{1}{3}\zeta l^2$) gælder dog kun for Jærn, der svarer til de tyske Normalbetingelser; for Jærn, svarende til de engelske Normalbetingelser, skal $\frac{1}{3}$ overalt erstattes med $\frac{2}{5}$.

(fortsat)

		For Etageadskillelser og Trapper (Bjælker, Dragere, Søjler)	For andre Jærnkonstruktioner (Tagværker, Jærnskeletbygninger o.l.)
Nøjagtig Beregning	{ tysk	Jærn 1200	1450
	{ engelsk	» 1450	1750
Mindre nøjagtig Beregning	{ tysk	Jærn 1050	1200
	{ engelsk	» 1250	1450

For Bjælker, der ikke er indstøbte i Beton, maa den beregnede Nedbøjning hidrørende fra den tilfældige Last ikke overstige $\frac{1}{400}$ af Spændvidden ($E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$).

Den frie Længde for Søjler regnes lig den virkelige Længde, medmindre en Afvigelse herfra særlig motiveres.

For Svejseljærn reduceres alle tilladelige Paavirkninger med 10%.

17. Staalstøbegods og smedet eller valset haardt Staal¹⁾.

Den tilladelige Paavirkning til Træk, Tryk og Bøjning regnes til1200 kg/cm^2

18. Støbejærn²⁾.

For Lejer o. lign. Konstruktionsdele:

Tilladelig Paavirkning til Tryk 700 kg/cm^2 ,

— — — — — Bøjning 250 —

— — — — — Forskydning 200 —

Søjler beregnes efter Formelen: $\frac{P}{F} = \frac{700}{1 + 7\left(\frac{l}{i}\right)^2}$,

hvor

P = Trykket i kg,

F = Tværsnitsareal i cm^2 ,

l = Fri Længde i m,

i = Mindste Inertiradius i cm.

Den frie Længde kan efter Omstændighederne regnes til 0,75 à 1,0 Gange den virkelige Længde.

19. Træ.

Ved Omsætning af Trædimensioner regnes 1 Tomme = 2,5 cm uden Hensyn til Tømmens Nationalitet.

¹⁾ Svarende til de tyske Normalbetingelser.

²⁾ — — — — —

De i det følgende angivne tilladelige Spændinger gælder under Forudsætning af, at der regnes med den farligste Stilling af Lasten.

Hvis Træet styrkeprøves ved Leveringen, fastsættes Sikkerhedsgraden til 4 for Tryk og Bøjning og 6 for Træk og Forskydning, hvorved der vil være at tage Hensyn til Træets Fugtighedsgrad.

Hvis Træet ikke styrkeprøves, kan der, under Forudsætning af, at Træet er af god Kvalitet, og at der ikke i Trækstænger eller i Bjælkers Træside forekommer store eller talrige Knaster, regnes med følgende tilladelige Spændinger og Konstanter:

	Fyr, Gran	Ask, Bøg, Eg	Pitch- pine
Træk (r), Bøjning (r_b) \neq Fibrene	90	110	110
Tryk \neq Fibrene (r_0)	60	80	80
do. Endetræ mod Endetræ	40	60	60
do. do. do., med mindst 1 mm tykt Blik- indlæg	50	70	70
do. \perp Fibrene	15	35	25
Forskydning $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kraften } \neq \text{ Fibrene} \dots\dots \\ \text{— } \perp \text{ — } \dots\dots \end{array} \right.$	10	12	10
	30	35	30
Sikkerhedsgraden n i Søjleformlerne	5	5	5
Konstanten α i Søjleformlerne	$\frac{3}{4}$	1	1

For ubearbejdet Rundtømmer kan den tilladelige Bøjningsspænding forøges 25%.

Ved Tryk \perp Fibrene formindskes den tilladelige Spænding med 20%, saafremt Trykfladens Afstand fra Træstykkets Ende maalt i Fiberretningen er mindre end Træstykkets Tykkelse maalt i Trykretningen.

Ved Bøjning med Normaltryk uden Søjlevirkning kræves:

$$\frac{N}{F} \cdot \frac{r_b}{r_0} + \frac{M}{W} \leq r_b.$$

Ved Bøjning med Normaltræk kræves

$$\frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq r.$$

Naar m Stykker Tømmer samles til en enkelt Bjælke ved Fortanding eller Fordybning, skal den tilladelige Bøjningsspænding multipliceres med $0,8^{m-1}$.

Ved Bolteforbindelser skal Boltene beregnes for Bøjning, med mindre man ved særlige Forholdsregler udelukker Bøjningsspændinger. Skal Kraften P overføres fra eet Stykke Træ til to symmetrisk om dette og tæt paa dette liggende Lasker, kan det bøjende Moment i Bolten sættes til $\frac{1}{8}P \cdot a$, hvor a er Afstanden mellem Laskernes Midter.

Centralt paavirkede Søjler og Trykstænger beregnes efter Formlerne:

$$F = F_0 + \alpha \cdot \zeta \cdot l^2 \text{ saalænge } F \leq 2F_0 \text{ og}$$

$$I_{\text{nødv.}} = \frac{n \cdot P \cdot l^2}{\pi^2 \cdot E} \cdot 10^4 \text{ for } F > 2F_0$$

$$\text{For } n = 5 \text{ og } E = 100\,000 \text{ kan sættes } I_{\text{nødv.}} = \frac{1}{20} \cdot P \cdot l^2$$

P = Trykket i kg.

l = Søjle's fri Længde i m.

F = det nødvendige Tværsnit i cm^2 .

$F_0 = P : r_0$.

I = Inertimomentet i cm^4 .

$$\alpha = \frac{\sigma_c}{4 \pi^2 \cdot E} \cdot 10^4.$$

$$\zeta = \frac{F^2}{I}.$$

σ_c = Trykbrudstyrken i kg/cm^2 .

For l skal som Regel indføres Afstanden mellem de nærmeste fastholdte Knudepunkter. Gaar Stolpen eller Trykstangen uden Afbrydelse gennem fastholdte Knudepunkter, kan l regnes lig med 0,9 Gange Knudepunktsafstanden.

For Stilladser maa de tilladelige Spændinger afpasses efter Forholdene.

For Træ, der anvendes under Vand, skal Spændinger og

beregnete Bæreevner formindskes 40 %. For Funderingspæle regnes med de i § 11 angivne tilladelige Spændinger.

Naar Træ fra ældre Konstruktioner anvendes paany, skal de tilladelige Spændinger fastsættes i Overensstemmelse med Træets Tilstand.

For Bjælker maa den beregnede Nedbøjning hidrørende fra den tilfældige Last ikke overstige $\frac{1}{400}$ af Spændvidden. Elasticitetskoefficienten i aksial Retning ved Træk, Tryk og Bøjning regnes lig 100 000 kg/cm², med mindre en anden Værdi er paavist i Forbindelse med de ovenfor nævnte Styrkeprøver.

Elasticitetskoefficienten ved Tværtryk regnes at være for

Eg.....	10 000 kg/cm ²
Pitchpine.....	6 000 —
Fyr og Gran.....	1 500 —

III. Andre Bestemmelser.

20. Overdækning af Muraabninger.

Muraabninger skal efter Forholdene overdækkes med muret Stik, Murbue, Træplanke, Jærndrager, Jærnbetondrager el. lign. Har en Muraabning større Bredde end 1,75 m, eller virker der over Aabningen større Enkeltkræfter, skal Overdækningens Bæreevne eftervises. Herved kan en Drager eller Murbue, der overdækker en Aabning i en fortløbende Mur, beregnes saaledes, at den kan bære en Højde af Muren lig Aabningens halve Vidde, foruden de Tryk fra Etageadskillelser o. lign., der overføres til Muren indenfor en Højde lig Aabningens hele Vidde over Aabningens Overkant, dog at en Betingelse for, at denne Regel skal kunne komme til Anvendelse, er, at andre Gennembrydninger eller Blendinger i samme Mur eller Enderne af Muren befinder sig i en Afstand, der mindst er lig den overdækkede Aabnings Vidde, fra denne Aabnings Sider eller Overkant; er

denne Betingelse derimod ikke opfyldt, maa hvert Tilfælde undersøges for sig.

21. Murbjælker i Skeletbygninger.

Murbjælker skal i Almindelighed dimensioneres for saavel Udfyldningsmurværkets Egenvægt som de andre Kræfter — lodrette og vandrette — de kan blive paavirket af.

Vandrette Murbjælker af Jærn, som ikke er for stive i lodret Retning, saaledes at de kan bøje sig tilstrækkeligt ned for Egenvægten af det overliggende Felts Udfyldningsmurværk, og som ikke skal bære anden lodret Last, kan dog dimensioneres uden Hensyntagen til Murlasten, saafremt det underliggende Murværk, der forudsættes udført med ren Cementmørtel, passer stramt under Bjælkerne og kan taale Lasten fra det overliggende, eller, hvis der findes Aabninger i det underliggende Murværk, over hvilke Bjælkerne skal være bærende, dimensioneres for de til selve Muraabningerne svarende Spændvidder og Egenvægten af Udfyldningsmurværket i det overliggende Felts Højde, saafremt Murværket ved Aabningernes Sider er tilstrækkelig stærkt.

I alle Tilfælde skal Forbindelserne mellem Søjler og Bjælker dimensioneres for Murlast svarende til Egenvægten af det over de vandrette Bjælker liggende Felts Udfyldningsmurværk og Søjlerne selv for Murlasten fra de betragtede Bjælker og opefter i hele Bygningens Højde.

22. Gesimser.

Ved Dimensionering af Gesimser maa disse ikke regnes støttede af Tagkonstruktionen, saafremt denne Støtte kan svigte under en Brand.

Gesimsen skal være i anerkendt forsvarlig Forbindelse med en saa stor Del af Bagmuren, at Sikkerheden mod Vipning er mindst 1,5, naar Vipningen regnes at ske om

en Linie, der ligger 3 cm indenfor den upudsede Murflade under den betragtede Del af Gesimsen. Den lodrette Trykspænding i denne Linie maa højst være 25 % større end den for centralt Tryk tilladelige Værdi, naar den Del af Muren, der ligger udenfor nævnte Linie regnes uvirksom.

23. Udfyldningsvægge af Jærnbeton i Skeletbygninger.

Ydervægge skal som Regel udføres med mindst 10 cm Tykkelse.

Brandvægge maa ikke være tyndere end 15 cm (foruden de mulige Pudslag) og skal krydsarmeres i begge Sider med mindst 7 Stkr. 7 mm Rundjærn pr. m i begge Retninger i hvert Net. Maskevidden maa ikke forøges, selv om der bruges sværere Jærn, og Jærnmængden maa ikke forringes, selv om der bruges spinklere Jærn. Alle Jærn skal kroges i Enderne og skal sammenbindes i alle Krydsningspunkter med Jærntraad.

24. Vinddragere.

Hvis en Tagkonstruktions Understøtninger ikke direkte er i Stand til at optage de vandrette Paavirkninger fra Vindkræfterne, skal disse Paavirkninger paa anden Maade kunne overføres til andre Dele af Bygningen, der er i Stand dertil. Særskilt Vinddrager kan udelades i saadanne Tilfælde, hvor selve Tagbeklædningen kan fungere som Vinddrager.

25. Skorstene.

Skorstene o.l. skal, selv om de er sammenbyggede med eller ligger i Læ af andre Bygninger, beregnes for den i § 6 angivne Vindkraft virkende i hele Højden.

For murede Skorstene maa største Trykspænding, naar

der ved Beregningen ses bort fra Trækspændingen, ikke overskride 12 kg/cm² (som i § 12 angivet), naar der anvendes fuldblændte Sten i Bastardmørtel, eller 16 kg/cm², naar der anvendes haardbrændte Sten i Bastardmørtel, og desuden maa, under samme Beregningsforudsætning, ingen Fuge aabne sig længere ind end til Skorstenens Akse.

For Jærnbetonskorstene maa, saalænge der ikke er vedtaget særlige Normer for disse, Trykspændingen i Betonen ikke overskride 30 kg/cm², Trækspændingen i Jærnet ikke overskride 900 kg/cm².

Normernes Revision er foretaget af et af Dansk Ingeniørenings Bestyrelse i Aaret 1927 nedsat Udvalg bestaaende af Repræsentanter for:

Dansk Ingeniørforening:

Professor *P. M. Frandsen*,
Ingeniør *K. Højgaard*,
Ingeniør *A. J. Moe*,
Fhv. Borgmester *H. C. V. Møller*,
Professor *E. Suenson* (Formand).

Akademisk Arkitektforening:

Afdelingsarkitekt *A. S. K. Lauritzen*.

Dansk Arkitektforening:

Bygningsinspektør *Heinrich Hansen*.

Foreningen af raadgivende Ingeniører:

Ingeniør *J. Møllmann*.

Stads- og Havneingeniørforeningen:
Stadsingeniør *A. T. Jørgensen*.

Københavns Bygningskommission:
Stadsbygmester *Axel Møller*,
Afdelingsingeniør *Vilh. Rasmussen*

og tiltraadt af Dansk Ingeniørforenings Bestyrelse den
28de August 1930.
