

NORMER

FOR

JÆRNBETON-KONSTRUK- TIONER

UDGIVET AF
DANSK INGENIØRFORENING

REVIDERET UDGAVE 1930

PRIS 50 ØRE

KØBENHAVN
TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO • IVAR JANTZEN
1930

MONBERG & THORSEN

NORMER

FOR

JÆRNBETON-KONSTRUK- TIONER

UDGIVET AF
DANSK INGENIØRFORENING

REVIDERET UDGAVE 1930

PRIS 50 ØRE

KØBENHAVN

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO • IVAR JANTZEN

INDHOLD

I. Normernes Gyldighedsomraade.	Side
1. Normernes Gyldighedsomraade.....	7
II. Statiske Beregninger og Dimensionering.	
A. Bogstavsymboler.	
2. Bogstavsymboler	7
B. Hvilende og bevægelig Last, Temperatur- og Svindkræfter.	
3. Almindelige Bestemmelser	9
4. Dynamisk virkende Kræfter.....	9
5. Temperatur- og Svindkræfter.....	9
C. Momenter, Spændvidder, Lejetryk, Inertimomenter m. m.	
6. De ydre Kræfter.....	10
7. Spændvidder.....	10
8. Lejetryk.....	11
9. Variabelt Inertimoment	11
10. Kontinuerlige Plader og Bjælker m. m.	11
11. Delvis Indspænding.....	12
12. Enkeltkræfter paa Plader	13
D. Spændingsbestemmelse og Dimensionering.	
13. Normal-, Forskydnings- og Hovedspændinger ...	14
14. Bøjler i Bjælker	15
15. Største Adhæsionsspænding	15
16. Krydsarmerede Plader	15
17. Paddehatkonstruktioner	17
18. T-Bjælker	23
19. Trykarmering i Bjælker	23
20. Almindelige Søjlers Armering og ideelle Tværsnit	24
21. Beviklede Søjlers Armering og ideelle Tværsnit.	25
22. Beviklede Stålsøjlers Armering	25

I. Normernes Gyldighedsomraade.

1. Følgende Normer gælder nærmest de Jærnbetonkonstruktioner, der forekommer i almindelig Hus- og Brobygning, men bør ogsaa med de af Sagens Natur følgende Modifikationer finde Anvendelse paa de fleste andre Omraader, hvor Jærnbeton benyttes. Angaaende Vandbygningen henvises til Dansk Ingeniørforenings foreløbige Regler for Beregning og Udførelse af Jærnbetonkonstruktioner i Vandbygning. Med passende Mellemløb — dog mindst hvert 5. Aar — vil Normerne blive reviderede under Hensyn til den stedfundne Udvikling.

II. Statiske Beregninger og Dimensionering.

A. Bogstavsymboler.

2. I det følgende benyttes nedenstaaende Betegnelser:

p ... bevægelig Last pr. Længde- eller Arealenhed,

g ... hvilende » » » » »

q ... total » » » » »

l ... teoretisk Længde,

M ... bøjende Moment,

Q ... Transversalkraft,

R ... Reaktion,

P ... Enkeltkraft,

N ... Normalkraft,

H ... Horisontalkraft,

- σ_b Trykspænding i Beton ved Bøjning,
 σ_b^c Trykspænding i Beton ved centralt Tryk,
 σ_b^t Trækspænding i Beton,
 σ_B Betonens Prøvebjælestyrke (§ 59),
 σ_F Jærnets Flydespænding,
 τ_b Forskydningsspænding i Beton,
 τ_j Forskydningsspænding i Jærn,
 τ_{bj} Adhæsionsspænding mellem Beton og Jærn,
 E_j Jærnets Elasticitetskoefficient,
 E_b Betonens Elasticitetskoefficient for Tryk,
 n $E_j : E_b$,
 h en Bjælkes eller Plades totale Højde,
 h_n en Bjælkes eller Plades nyttige Højde,
 h_t en Bjælkes eller Plades teoretiske Højde (= Afstanden mellem Resultanterne af Træk- og Trykspændingerne i et Tværsnit),
 b Bredder af et rektangulært Tværsnit eller af Pladen i et T-Tværsnit,
 b_o Bredder af Ribben i et T-Tværsnit,
 l Pladetykkelsen i et T-Tværsnit,
 x Nulliniens Afstand fra den stærkest trykkede Kant,
 I Inertimoment,
 W Modstandsmoment,
 F_j Tværsnitsareal af strakt Jærn,
 F_j^c Tværsnitsareal af trykket Jærn,
 F_b Tværsnitsareal af Beton (uden Fradrag af Jærn),
 F $F_b + nF_j + nF_j^c =$ Areal af hele Tværsnittet (med Jærnet omsat til Beton ved Multiplikation med n),
 d Diameter af Armeringsjærn,
 φ Jærnprocent,
 φ^c Trykjærnsprocent for en bøjet Konstruktionsdel (§ 19).

B. Hvilende og bevægelig Last, Temperatur- og Svindkræfter.

3. Almindelige Bestemmelser. Egenvægten af Jærnbeton, inkl. Jærnet, skal regnes til 2400 kg/m^3 , medmindre en anden Vægt eftervises.

Hvis Bygværket udbydes uden at være dimensioneret, skal der i de særlige Betingelser for Arbejdet opgives, hvor stor en bevægelig Last Konstruktionen skal beregnes for, og — specielt ved Etageadskillelser — desuden Materiale og Tykkelse af eventuelt Slidlag eller dets Vægt. Skal Konstruktionen yderligere bære Enkeltkræfter hidrørende fra Skillerum, Tagkonstruktioner el. lign., maa dette udtrykkeligt angives enten i Betingelserne eller paa Tegningerne.

4. Dynamisk virkende Kræfter. Ved almindelige Husbygningskonstruktioner, der ikke er udsatte for unormale Rystelser, behøver man ikke at regne med Kræfternes dynamiske Virkning.

Ved Broer og andre Konstruktioner udsatte for Hjultryk skal der tages Hensyn til disses lodrette, dynamiske Virkning derved, at de statiske Hjultryk forøges med $\alpha\%$.

Ved Jærnbanebroer, hvis Paafyldningshøjde regnet til Svellens Underside er mindst $0,25 \text{ m}$, og ved Vejbroer, hvis Paafyldningshøjde regnet til Slidlagets Overside er indtil $0,25 \text{ m}$, sættes $\alpha = 30$. Er den mindste Værdi af Paafyldningshøjden $h \text{ m}$ større end nys nævnt, sættes $\alpha = 30 - 5h$. Er $h \geq 6 \text{ m}$, sættes $\alpha = 0$.

5. Temperatur- og Svindkræfter. Ved statisk ubestemte Brokonstruktioner og Konstruktioner af lignende Betydning, men i Almindelighed ikke ved Husbygningskonstruktioner, tages der i Beregningen Hensyn til en

Ende dimensioneres som ved 4 Fag, og Resten som ved uendelig mange Fag.

Ved Buer, Rammer o. l., men ikke ved simple Husbygningskonstruktioner, skal det eftervises, at p kan forøges med 50 %, uden at Spændingerne noget Sted overstiger det dobbelte af den tilladelige Værdi (se § 30).

Se iøvrigt § 7—9, 11 og 13.

11. Delvis Indspænding. Ved Husbygnings- og lignende Konstruktioner kan Plader og Bjælker med Mellemlunderstøtninger enten beregnes som kontinuerlige eller som delvis indspændte (over hver Aabning for sig). I sidste Tilfælde bestemmes den simple Momentkurve for Totallast, medens der for de tilsvarende Indspændingsmomenter M_1 og M_2 indføres en efter den skønnede Indspændingsgrad afpasset Værdi beliggende mellem den, der svarer til fuld Indspænding, og Nul (se dog nedenfor). Derefter dimensioneres Pladen eller Bjælken for de til Slutlinien M_1M_2 svarende negative Momenter og de til Slutlinien $\frac{2}{3}M_1$ $\frac{1}{3}M_2$ svarende positive Momenter. Hvis Indspændingsmomenterne M_1 og M_2 hidrører fra Naboplader eller Nabobjælker, hvis Last kan variere fra g til $g + p$, skal disse dimensioneres for samme Indspændingsmomenter i Forbindelse med Lasten $g + \frac{2}{3}p$. En analog Beregningsmaade kan tillades i andre lignende Tilfælde, hvor en Konstruktions Understøtninger er i Stand til at optage Momenter.

Hvis Bjælker er støbte i eet med Søjler, og man ved Bjælkernes Beregning har taget Hensyn til et fra Søjlerne Stivhed hidrørende Indspændingsmoment, maa det paavises, at Søjlerne kan modstaa dette samme Moment.

Plader og Bjælker med Endeunderstøtning paa en Mur betragtes som simpelt understøttede paa denne, medmindre de er frit udkragede fra Muren som Konsoller; i saa Fald maa Stabiliteten eftervises.

Plader og Bjælker, der er kontinuerlige eller støbt i eet med Mellemlunderstøtningerne, skal nærmest disse dimensioneres for et Indspændingsmoment som er mindst $\frac{1}{2}$ af det største simple Moment i de tilstødende Fag, selv om der ved de positive Momenter Bestemmelse er regnet med en mindre Indspændingsgrad.

I Brobanekonstruktioner beregnes Plader og sekundære Længdebjælker i Mellemfagene for lige store positive og negative Momenter, henholdsvis midt i Aabningen og over Mellemlunderstøtningerne, lig $\frac{1}{4}$ af det positive Maksimumsmoment ved simpel Understøtning. I Yderfag, hvis ene Ende er simpelt understøttet, regnes det positive Moment midt i Faget lig $\frac{1}{10}$ af det positive Maksimumsmoment ved simpel Understøtning. I Bjælkerne bør en øvre Armering føres igennem over hele Længden.

12. Enkeltkræfter paa Plader. Naar en Jærnbetonplade belastes med en Enkeltkraft, bestemmes først Størrelsen af den Berøringsflade, hvorpaa Trykket direkte virker. For et Hjul med mindre Fælgbredde end 15 cm regnes denne Flade som et Kvadrat med Sidelinie lig Fælgbredden; ved større Fælgbredde og for Tromler regnes den som et Rektangel, hvis ene Side er 15 cm, medens den anden er lig Hjulets eller Tromlens Bredde. Anvendes fordelende Konstruktionsled (Skinner, Sveller, Plader el. lign.), benyttes som direkte Berøringsflade saa stort et Areal af disse, som Kraften kan fordeles ensformigt over, uden at Materialsplændingerne overskrider den tilladelige Værdi. Fra den saaledes bestemte Berøringsflade regnes med en Trykfordeling under 45° ned gennem det eventuelle Mellemlag (f. Eks. Slidlag, Ballast, Jordfyld) til Jærnbetonpladens Underside, hvorved man i denne Dybde kommer til et belastet Rektangel med Sidelinier a_1 og b_1 (b_1 parallel med Pladens Understøt-

Staar Enkeltkraften i Afstandene x og x' fra en Plades to parallelle Understøtninger ($x + x' =$ Spændvidden l), kan man, naar Forholdet mellem Jærnprocenten i Snittet parallelt med Spændvidden og Jærnprocenten i Snittet vinkelret paa Spændvidden kaldes α , til Optagelse af de fra Enkeltkraften stammende Momenter regne med en nyttig Del af Pladen af Form som et Trapez med Bredde $b_1 + 2\alpha x$ langs Understøtningen i Afstanden x fra Kraften og med Bredde $b_1 + 2\alpha x'$ langs Understøtningen i Afstanden x' . For Transversalkræfternes Vedkommende regnes med et lignende Trapez bestemt ved Størrelserne $b_1 + \alpha x$ og $b_1 + \alpha x'$. For α maa ikke indføres en højere Værdi end 1. Den nyttige Del af Pladen skal altid ligge symmetrisk om Aksen gennem Enkeltkraften vinkelret paa Understøtningerne.

Ved Pladens Undersøgelse for Gennemlokning skal de til Rektanglet $a_1 b_1$ svarende 4 lodrette Snit tilsammen kunne optage den forskydende Kraft.

D. Spændingsbestemmelse og Dimensionering.

13. Normal-, Forskydnings- og Hovedspændinger beregnes under Forudsætning af, at Normalspændingerne er proportionale med Afstandene fra Tværnittets neutrale Akse, og at Betonen ingen Normal-Trækspændinger kan optage. Forholdet mellem Elasticitetskoefficienterne for Jærn og Beton sættes lig 15 (se dog § 9).

I Plader og Bjælker med Konsoller kan Spændingerne beregnes efter de for konstant Højde gældende Formler, saafremt Konsollens Underside ikke stiger stærkere end 1 paa 3.

Ved Bestemmelse af τ_b og τ_{bj} i Bjælker og Plader i almindelige Husbygningskonstruktioner uden store, koncentrerede, bevægelige Laster behøver man som Regel

kun at regne med den til Totallast i samtlige Fag svarende Belastningstilstand.

14. Bøjler i Bjælker. Hvis Forskydningsarmeringen i Bjælker o. lign. helt eller delvis udføres med Bøjler, skal de Bøjler, der træffes af et under 45° med Nulfladen ført Snit, kunne optage den Del af Transversalkraften, som ikke optages paa anden Maade, hvorved der regnes med den almindelige tilladelige Jærntrækspænding (se § 30).

15. Største Adhæsionsspænding findes, idet man gaar ud fra de samme Forudsætninger som i § 13, altsaa regner den proportional med Transversalkraften. Den saaledes bestemte Spænding behøver dog ikke nødvendigvis at holdes under den i § 30 angivne Værdi, naar man ved Jærn uden Endekroge sørger for, at Jærntrækraften i et hvilket som helst Tværnit divideret med Jærnets indstøbte Overflade paa Strækningen fra Tværnittet til Jærnets Ende ikke overstiger den tilladelige Værdi af τ_{bj} . For Jærn med Endekroge kan regnes paa samme Maade, naar man som Afstand fra Tværnittet til Jærnets Ende indfører Afstanden til det yderste Punkt af Krogens Runding og tredobler den ellers tilladelige Værdi af τ_{bj} . Er heller ikke disse Betingelser opfyldte, skal en Glidning af Jærnet hindres ved en absolut sikker Forankring, der frembyder tilstrækkeligt Areal til at overføre hele Trækket i Jærnet til Betonen.

16. Krydsarmerede, rektangulære Plader, der er understøttede langs alle fire Sider og ensformigt belastede, kan, saafremt Beregningen ikke udføres efter en nøjagtigere Fremgangsmaade¹⁾, dimensioneres efter de neden-

1) F. Eks. for simpelt understøttede Plader ved Hjælp af Form-

$$\text{lerne: } M_b = \frac{1}{8} q b^2 \cdot \frac{1}{1 + \frac{b^2}{a^2}} \text{ og } M_a = \frac{1}{48} q b^2 \left(1 + \frac{b^2}{a^2} \right), \text{ der til}$$

for angivne Regler, hvor q er Totallasten pr. Arealen-
 enhed¹⁾.

A. *Lejetrykkene* beregnes ud fra den Forudsætning, at Forskydningskræfterne er Nul i Hjørnevinklernes Halveringssnit og i Pladens Midtersnit. Langs de korte Sider regnes Lejetrykket fordelt efter en Trekant, langs de lange Sider efter et Trapez med samme Højde som Trekanten. De Pladen bærende Bjælker dimensioneres i Overensstemmelse hermed.

B. I simpelt understøttede Plader med Spændvidder a og b ($a \geq b$) beregnes de bøjende Momenter ud fra den i Punkt A givne Reaktionsfordeling. Momenterne forudsættes jævnt fordelte over Snittene, hvorved Enhedsmomenterne for Spændvidderne b og a bliver:

$$M_b = \frac{1}{8} q b^2 \left(1 - \frac{2}{3} \frac{b}{a}\right),$$

$$M_a = \frac{1}{24} q b^2.$$

Det er dog tilladt for begge Retninger at regne med Middelenhedsmomentet

$$M = \frac{aM_b + bM_a}{a+b} = \frac{1}{24} q b^2 \frac{3a-b}{a+b}.$$

C. Er Pladen delvis indspændt, kan dens positive Enhedsmomenter beregnes efter Formlerne under B, idet a og b da ikke betyder de virkelige Spændvidder, men redu-

nærmelsesvis udtrykker Elasticitetsteoriens Resultater for Plader med absolut stive Understøtninger og med forankrede Hjørner, naar Poissons Forhold regnes lig Nul.

¹⁾ Hvis man vil sikre sig mod Revner i Hjørnerne, kan det positive Hjørnemoment i Hjørnets Halveringslinie og det negative Hjørnemoment vinkelret paa Hjørnets Halveringslinie regnes lig

$$M_d = \frac{1}{8} q b^2 \cdot \frac{1}{2 + \frac{b^3}{a^3}}.$$

cerede Spændvidder, hvis Størrelse vælges saaledes, at følgende Betingelser er opfyldte.

Kaldes de med a og b ($a \geq b$) parallelle virkelige Spændvidder henholdsvis a_1 og b_1 og de negative Enhedsmomenter over de med a_1 parallelle Lejer M_1 og M_3 , over de med b_1 parallelle Lejer M_2 og M_4 , skal man have:

$$M_b + \frac{1}{3} (M_1 + M_3) = M_b \cdot \left(\frac{b_1}{b}\right)^2,$$

$$M_a + \frac{1}{3} (M_2 + M_4) = M_a \cdot \left(\frac{a_1}{a}\right)^2,$$

$$M_1 \leq \frac{6}{5} M_b, \quad M_3 \leq \frac{6}{5} M_b, \quad M_2 \leq \frac{6}{5} M_a, \quad M_4 \leq \frac{6}{5} M_a.$$

Indspændingsmomenterne regnes at aftage retliniet til Nul i en Afstand af $\frac{1}{5}$ af Spændvidden fra Lejet.

17. **Paddehatkonstruktioner**, d. v. s. krydsarmerede, rektangulære Plader, stift forbundne med Søjler uden Bjælker som Mellemlid, kan, saafremt en nøjagtigere Metode ikke benyttes, og saafremt Lasten er jævnt fordelt, dimensioneres som beskrevet i det følgende, hvor (se Fig. 1):

l_x = Søjleakseafstandene i Retningen x ,

l_y = " " " " " " y ,

l_1 = et Felts største Sidelinie (Søjleakseafstand),

l_2 = " " mindste " " " "

Saafremt $l_1 \leq 1,1 l_2$, kan man regne Sidelinierne lige store og lig $\frac{1}{2} (l_1 + l_2)$.

Pladetykkelsen for Etageadskillelser maa ikke være mindre end 15 cm og heller ikke mindre end den største Værdi af $\frac{1}{32} l_1$; for Tage er de tilsvarende Tal 12 cm og $\frac{1}{64} l_1$.

Pladen kan enten hvile direkte paa Søjlehovedet (Fig. 2-5) eller med en Pude som Mellemlid (Fig. 6-7).

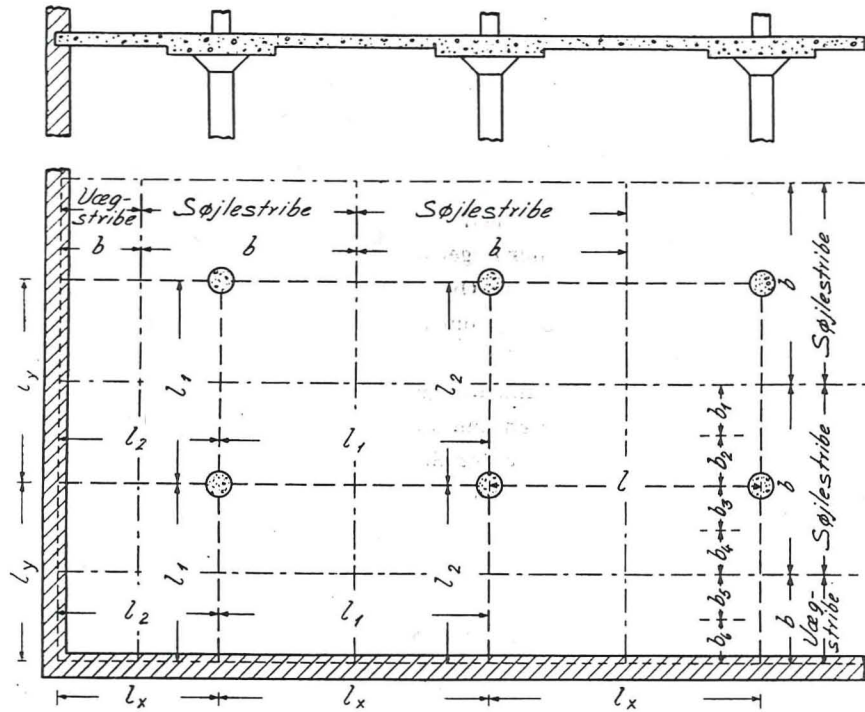


Fig. 1.

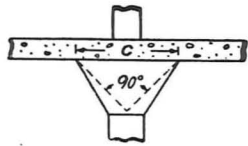


Fig. 2.

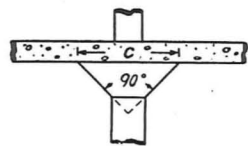


Fig. 3.

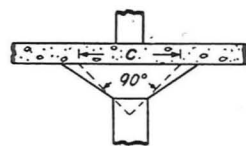


Fig. 4.

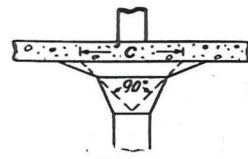


Fig. 5.

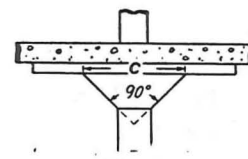


Fig. 6.

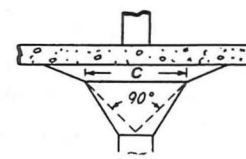


Fig. 7.

Søjlehovedet kan have en vilkaarlig Form, naar blot en indskreven retvinklet Kegle skærer Pladens eller Pudens Underside i en Cirkel, hvis Diameter c ikke mindre end $0,2l_1$. Selv om Pude forefindes, er det tilladt at maale c i Pladens Underside eller i et vilkaarligt valgt, lavere liggende vandret Plan, men hvad der ligger under dette Plan maa da ikke medregnes til Pudens Dimensioneringen, og hvad der ligger over maa ikke medregnes til Søjlehovedet. Det øvre Overgangsled i Fig. 5 og 7 er saaledes i Fig. 5 opfattet som en Del af Søjlehovedet, i Fig. 7 som en Pude.

Ved Søjlehovedets Rand forstaas i det følgende Cirklen med Diameter c eller en om denne omskrevet regulær Polygon, der falder indenfor Søjlehovedet.

Jærn, der danner Vinklen v med det paagældende Snits Normal, regnes at virke som normale Jærn med et Tværnsnit, der er $\cos v$ Gange det virkelige.

A. *Lejetryk og Transversalkræfter.* Ved Bestemmelse af Lejetrykkene regnes Transversalkraften i Pladefelternes Midtlinier og i de dermed parallelle Linier gennem Søjleakserne samt i Hjørnevinklernes Halveringslinier lig Nul. Den Last, der derved falder paa eventuelle Randbjælker eller Vægge, regnes jævnt fordelt i disses Længderetning. Den Last, der falder paa en Midtersøjle, en Ydersøjle eller en Hjørnesøjle, regnes centralt virkende, under samtidig Reduktion af den tilladelige Spænding i Overensstemmelse med § 24.

Ved Bestemmelse af Transversalkræfterne i et lodret Snit langs Søjlehovedets (henholdsvis Pudens) Rand, regnes Transversalkraften i Pladefelternes Midtlinier og i de dermed parallelle Linier gennem Søjleakserne samt i Hjørnevinklernes Halveringslinier lig Nul. Den saaledes for hver Oktant fundne Transversalkraft Q multipliceres med 1,25 og regnes til Gengæld jævnt fordelt over den

B. Pladens bøjende Momenter. Ved Bestemmelse af Pladens Momenter opstilles to Beregninger, en for Bæretningen L_x og en for Bæretningen L_y , og i begge Tilfælde for hele Lasten baaret i den paagældende Retning. Ved Dimensionering for Bæretningen L_x regnes Spændvidden lig $l_x - c$, ved Dimensionering for Bæretningen L_y regnes Spændvidden lig $l_y - c$. I Yderfag erstattes c med $\frac{c}{2}$, saafremt der ikke overføres bøjende Momenter fra Pladen til Søjlerne i Ydervæggen.

Ved hver af de to Beregninger deles Pladen i Søjlestriber, hvis Bredde b er lig Afstanden mellem to paa hinanden følgende Felters Midtlinier, og Vægstriber, hvis Bredde b er lig Afstanden fra Bygningens Ydervæg til nærmeste Feltmidte.

Desuden skal hver Oktant af det lodrette Snit langs Søjlehovedets Rand dimensioneres for et negativt Enhedsmoment virkende vinkelret paa Snittet og lig $\frac{1}{24} Q \cdot \frac{l_1 + l_2}{o}$, hvor Q er den gennem den paagældende Oktant af Snittet overførte Transversalkraft, og o er Snittets Længde i Oktanten.

Den eventuelle Pudes Underside maa fra dette Snit ikke stige stærkere udefter end 1:3, naar der gaas ud fra den nødvendige Højde i Snittet.

C. Søjlestriberne. De til en Søjlestribe hørende Fag dimensioneres hvert især for en Momentkurve sammenstykket af (1), (2) og (3), idet der regnes med de under B nævnte Spændvidder.

(1) Momentkurven for Totallast i alle Fag bestemt som for en kontinuerlig Plade med konstant Inertimoment. De saaledes fundne Lejemomenter kaldes M_1 .

(2) Momentkurven for Totallast i det paagældende Fag, naar dette regnes simpelt understøttet og i Lejetvær-

snittene paavirket af Indspændingsmomenter, hvis Størrelse M_2 skønnes, men dog ikke maa regnes større end M_1 . M_2 deles skønsomt i to Dele M_3 og M_4 , af hvilke M_3 skal kunne optages af Nabopladen, medens Søjlen over og Søjlen under Pladen tilsammen skal kunne optage

$$M_5 = M_4 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \left(q \cdot \left(l + \frac{c}{2} \right) - g \cdot \left(l' + \frac{c}{2} \right) \right),$$

hvor l og l' er de under B definerede Spændvidder for det paagældende Fag og Nabofaget.

(3) Momentkurven for hvilende Last i det paagældende Fag, naar dette regnes simpelt understøttet og i Lejetværsnittet paavirket af det M_3 , der er regnet med ved Optegning af Momentkurven (2) for Nabopladen.

Af Momentkurverne (1), (2) og (3) tages de største positive og negative Momenter i hvert enkelt Tværsnit, og for disse dimensioneres Striben udenfor Strækningen c . Paa Strækningen c maa Jærnarealet i Pladens Overside ikke være mindre end det nødvendige Jærnareal i Snittene ved Strækningens Ender.

Fordelingen af de fundne Momenter over Stribens Bredde sker efter følgende Regler, i hvilke l betegner Spændvidden (Søjleakseafstanden), b Bredden (Fig 1), der tænkes delt i 4 Dele, af hvilke $b_1 = b_2$ og $b_3 = b_4$.

Af det positive Moment M i et vilkaarligt Snit fordeles $\frac{5l+b}{10l+b} \cdot M$ jævnt over $b_2 + b_3$, medens Resten fordeles jævnt over $b_1 + b_4$; l er her Fagets Søjleakseafstand. Af det negative Moment M i et vilkaarligt Snit fordeles $\frac{0,5l+b}{l+b} \cdot M$ jævnt over $b_2 + b_3$, medens Resten fordeles jævnt over $b_1 + b_4$; l er her Middelværdien af Søjleakseafstandene i de to Fag, som Søjlen adskiller. Til Optagelse af de negative Momenter paa $b_2 + b_3$ maa den eventuelle

Hvis en Søjlestribe Ende i Yderfaget regnes paavirket af et Indspændingsmoment, skal dette kunne optages paa den Bredde af Striben, der er direkte sammenstøbt med det momentgivende Leje.

D. *Vægstriberne* kan enten være understøttede som Søjlestriberne, altsaa (1) alene af Søjler, eller (2) af Søjler med mellemliggende Bjælker, eller (3) af en gennemgaaende Væg. I Tilfælde (1) udføres b_5 (se Fig. 1, hvor $b_5 = b_6$) som b_4 , og b_6 som b_8 . Hvis der udenfor b_6 er en smal belastet eller ubelastet Strimmel b_7 , kan $b_6 + b_7$ dimensioneres under eet for de paa $b_6 + b_7$ optrædende Momenter.

I Tilfælde (2) og (3) udføres b_5 som b_4 . b_6 udføres som b_4 , blot med halvt saa meget Jærn pr. lb. m.

E. *Søjlerne Dimensionering*. Søjlerne dimensioneres for saavel de eventuelle Momenter, der stammer fra Bæretningen l_x , som for de eventuelle Momenter, der stammer fra Bæretningen l_y ; men Virkningen af disse Momenter adderes ikke. Af de Momenter, der er regnet overførte til Søjlels Hoved og Fod, tages det numerisk største (M_5), hvorefter Søjlen i den fulde Etagehøjde dimensioneres for dette i Forbindelse med saavel den største som den mindste samtidigt optrædende Centralkraft (se under A), hvorved M_5 regnes saavel højre- som venstredrejende, og idet der gaas frem efter § 28. For de nævnte Centralkræfter er det tilladt at indføre de Værdier, der svarer til henholdsvis Totallast og hvilende Last paa alle Pladelag.

Desuden skal Søjlen dimensioneres for Centralkraften alene som under A nævnt.

Hvis der ved en eventuel Randbjælkes Dimensionering er regnet med et fra Søjlen stammende Indspændingsmoment, behandles dette analogt med de fra Pladen stammende Momenter.

18. *T-Bjælker*. Ved T-formede Bjælker maa der som Bredde af Hovedet til hver Side, maalt fra Kanten af Kroppen, højst regnes med den mindste af følgende Værdier: $\frac{1}{4}$ af Bjælkelængden eller 8 Gange Pladens Middeltykkelse paa den medregnede Bredde eller Afstanden til Nabobjælkens Hoved. Er Bjælken kontinuerlig, indspændt eller delvis indspændt, regnes Bjælkelængden lig Afstanden mellem Momentnulpunkterne, hvorved det er tilladt at forudsætte disse liggende i Afstanden $\frac{1}{4} l$ fra Mellemlejerne. Ved Kragbjælker regnes Bjælkelængden dobbelt saa stor som den virkelige.

19. *Trykarmering i Bjælker*. Indlægges der Længdejærn F_j^c som Armering af den trykkede Side i en Bjælke (Plade), og udgør denne Armering φ^c % af Arealet $F_b = b \cdot h$ (ved T-Tværsnit $b_0 \cdot h$, se Betegnelserne i Paragraf 2), maa man for $\varphi^c \leq 1,5$ regne hele Jærntværsnittet, for $\varphi^c > 1,5$ kun $1,5 + \frac{1}{3} \cdot (\varphi^c - 1,5)$ % nyttigt. Længdejærnene skal sikres mod Udbøjning i Punkter, hvis Afstand hverken overskrider 15 Gange Diameteren af Rundjærn (60 Gange mindste Inertiradius for andre Profiler) eller Bjælkehovedets Bredde.

Tværarmeringen kan regnes ækvivalent med et Betontværsnit lig $15 \cdot \frac{1,5}{1 + 2\alpha} \cdot F_j^{c'}$, hvor α er Forholdet mellem Bøjleafstanden og den mindste af Størrelserne b , t og x (se § 2), medens $F_j^{c'}$ er Arealet af en tænkt Længdearmering med samme Volumen som den Del af Tværarmeringen, der ligger i Trykzonen. $F_j^{c'}$ regnes ensformigt fordelt over den Del af Betonens Trykzone, der ligger indenfor Tværarmeringen, og F_j^c skal mindst være lig $\frac{1}{3} F_j^{c'}$. Kantspændingen, beregnet under Forudsætningen $F_j^c = F_j^{c'} = 0$, maa aldrig overstige 2 Gange den tilladelige Spænding. Den frie Afstand mellem Tværarmerings-

22. Beviklede Støbejernssøjlers Armering og ideelle Tværsnit. Ved hule Støbejernsindlæg maa Betonen i Hulrummet ikke medregnes i F_k og F_b . Støbejernet skal være dækket af mindst 8 cm Beton. For F_j^c og for Beviklingen gælder samme Regler som for almindelige beviklede Søjler.

Ved Beregning af centralt belastede Søjlers Bæreevne kan man erstatte det virkelige Tværsnit med et tænkt Betontværsnit lig den mindste af Størrelserne:

$$F = F_k + 15F_j^c + 45F_j^{c'} + 30F_s \quad \text{og} \quad F = 2F_b + 30F_s,$$

idet man samtidig skal have

$$30F_s \leq F_k + 15F_j^c + 45F_j^{c'}.$$

Ved Brug af haardt Staal gælder sidste Stykke i § 21.

23. Centralt paavirkede Søjlers Dimensionering. I centralt paavirkede Søjler er den tilladelige Betontrykspænding:

$$r_E = \frac{r_0}{1 + 0,0001 \cdot \frac{F}{I} \cdot l^2},$$

idet F = det ideelle Tværsnit (§ 20—22).

I = Tværsnittets Inertimoment i Udbøjningsretningen beregnet uden Hensyn til Tværarmering og Bevikling.

l = Søjls virkelige Højde, der, hvis Søjlen bærer en Drager med Konsol eller har Hoved (§ 17), regnes til Konsollens eller Hovedets Underside.

24. Ekscentrisk paavirkede Søjlers Dimensionering. Ekscentrisk paavirkede Søjler skal dels dimensioneres for Trykkraften N virkende centralt i Overensstemmelse med § 23, dels for N virkende ekscentrisk. Ved den sidstnævnte Undersøgelse beregnes Spændingerne:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b \\ \sigma_b^t \end{array} \right\} = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{W}$$

under Medregning af det fulde Betontværsnit og med $n = 15$. Findes σ_b^t at være en Trykspænding eller en saa lille Trækspænding, at $\sigma_b^t \leq \frac{1}{5} \sigma_b$, skal det paavises, at:

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

Findes σ_b^t at være en saa stor Trækspænding, at $\sigma_b^t > \frac{1}{5} \sigma_b$, maa der ikke regnes med Betonens Trækspændinger, og Dimensioneringen gennemføres da paa almindelig Maade med de for ren Bøjning gældende tilladelige Spændinger.

Den fulde Tværarmering og Bevikling maa kun regnes virksomme til Optagelse af det centrale Tryk. Ved Beregning af Bøjningsspændingen gaas frem efter § 19.

Søjler, der understøtter Dragere, som ikke er støbte i eet med Søjlerne, skal undersøges baade for største Tryk med den samtidige Ekscentricitet og for største Ekscentricitet med det samtidige Tryk.

Ved Søjler, der er støbte i eet med Dragere, skal det betragtes som fyldestgørende, hvis man enten paaviser, at Søjlen ikke er svagere, end den vilde blive, hvis Dragere var overskaaret midt over Søjlen, og Trykket paa denne derfor ved forskellig Belastning i de tilstødende Fag kom til at virke ekscentrisk, eller hvis man regner med centralt Tryk og til Gengæld en tilladelig Spænding paa kun 60%, 75% eller 90% af den i § 23 angivne Værdi, eftersom Søjlen befinder sig i et fremspringende Hjørne, i en udvendig eller i en indvendig Søjlerække (smlgn. desuden § 11). En indvendig Søjle, paa hvilken der kun løber 3 Bjælker ind, behandles i Analogi hermed, som om den hørte til en udvendig Søjlerække.

25. Fundamenter og Lejekvadere. Naar Fundamenter, Lejekvadere o. lign. er centralt paavirkede, men saaledes, at Kraften er jævnt fordelt over hele den ene Lejeflade F og kun over en Del F_1 af den modstaaende,

maa Spændingen $\frac{P}{F_1}$ ikke overstige $r_0 \cdot \sqrt[3]{\frac{F}{F_1}}$.

26. Rampæle. For Rampæle gælder Reglerne i § 20 med følgende Ændringer:

Afstanden mellem Tværarmeringsjærnene i Kroppen maa hverken overstige 10 d, Pælens mindste Tværsnitsdimension, eller 20 cm og i Hoved og Fod hverken 5 d eller 10 cm.

Hvis Tværarmeringen bestaar af Rundjærnsbøjler omsluttende alle Længdejærnene, maa Diameteren ikke være under 5 mm, medmindre Afstanden formindskes i samme Forhold som Jærnarealet.

Hvis Tværarmeringen bestaar af (stramt sammensnoede) Traadbindinger omsluttende Længdejærnene to og to, skal der bruges mindst 3 mm Jærntraad. I hver af Kroppens Bindinger skal der være mindst to Traadtværnsnit. I Hoved og Fod skal hver Binding indeholde 3 eller 4 Traadtværnsnit, eftersom Pælens mindste Sidelinie er ≤ 25 cm eller > 25 cm, og i sidste Tilfælde skal der i Hovedet desuden anbringes tilsvarende Diagonalbindinger.

Ved Dimensioneringen skal samtlige tilladelige Beton- og Adhæsionsspændinger (§ 30) multipliceres med $\frac{1}{5}$. Iøvrigt henvises til Husbygningssnormerne.

27. Vægge. Jærnbetønvægge, der bærer som Søjler, skal være mindst 10 cm tykke. De dimensioneres og armeres som Søjler. Saafremt Væggens Bredde, maalt mellem de eventuelle Aabninger, mindst er 10 Gange Væggens Tykkelse, kan Jærnarealet i et vandret Snit ned-

sættes til $\frac{1}{2}\%$ af samme Snits nødvendige Betonareal, idet Tykkelsen dog ikke maa regnes mindre end 10 cm. De lodrette Jærns Akseafstand maa ikke overstige 25 cm. Er endvidere Jærndiameteren i den lodrette Armering mindre end eller lig med 10 mm, kan den almindelige Tværarmering udelades og erstattes af en vandret Længdearmering, hvis lodrette Tværnsnitsareal mindst skal være $\frac{1}{4}\%$ af Betonarealet i samme Snit, idet der regnes med Væggens nødvendige Tykkelse (mindst 10 cm).

Ved Belastning med Enkeltkræfter bestemmes Spændingen i det vandrette Plan, der halverer Væggens frie Højde, idet Fordelingsvinklen sættes til højst 45° til hver Side. Fordelingsbredden maa dog ikke overstige Afstanden mellem Enkeltkræfterne, eller Væggens virkelige Bredde.

28. Buer og Hvælvinger. Plader med buet Underside maa kun beregnes som Hvælvinger (med Sidetryk), naar Sidetrykket kan optages af en anden armeret Betonkonstruktion, af Mure vinkelret paa Hvælvingernes Akseretning, eller naar dets Optagelse sikres paa anden Maade.

Større Buer skal armeres i baade Over- og Underside, og Jærnarealet hvert Sted skal, naar der regnes med de under E anførte tilladelige Spændinger, som Regel mindst udgøre $\frac{1}{5}\%$ af det fulde Betonareal ved rektangulære Tværnsnit og af det fulde Kropareal ved T-formede Tværnsnit.

Ved Buer, Hvælvinger og lignende Konstruktioner, der paavirkedes baade af et centralt Tryk og et Moment, og ved hvis Beregning der ikke tages Hensyn til Udbøjningsfare, beregnes Spændingerne:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_b \\ \sigma'_b \end{array} \right\} = \frac{N}{F} \pm \frac{M}{W}$$

under Medregning af det fulde Betontværsnit og med $n=15$. Findes σ_b^t at være en Trykspænding [eller en saa lille Trækspænding, at $\sigma_b^t \leq \frac{1}{5} \sigma_b$, skal det paavises, at:

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \leq r_b.$$

Findes σ_b^t at være en saa stor Trækspænding, at $\sigma_b^t > \frac{1}{5} \sigma_b$, maa der ikke regnes med Betonens Trækspændinger, og Dimensioneringen gennemføres da paa almindelig Maade med de for ren Bøjning gældende tilladelige Spændinger.

E. Tilladelige Spændinger.

29. Normale og specielle Belastningsforhold. Ved normale Belastningsforhold forstaas saadanne Lastkombinationer, som ofte kan forekomme, f. Eks. for:

Etageskillelser: Egenvægt + hvilende Last + bevægelig lodret Last.

Tage: Egenvægt + hvilende Last + bevægelig lodret Last + Vindkraft + Snetryk.

Gade- og Vejbroer: Egenvægt + hvilende Last + bevægelig lodret Last incl. dynamiske Tillæg.

Jærnbanebroer: Egenvægt + hvilende Last + bevægelig lodret Last incl. dynamiske Tillæg + Centrifugalkraft.

Enhver Konstruktion skal undersøges for normale Belastningsforhold, og for disse gælder de i § 30 angivne tilladelige Spændinger, som dog for Tage, hvis bevægelige Last kun bestaar af Sne og Vind, kan forøges med 20 %.

Almindelige Husbygningskonstruktioner behøver som Regel kun at undersøges for normale Belastningsforhold.

Ved Broer o. lign. skal der tages Hensyn til mulige Ekstra-Belastninger hidrørende fra Bræmskræfter, Vind-

tryk, Temperaturændringer, Hærdningssvind, Fundamentsbevægelser m. m. Naar de normale Belastninger kombineres med de i Betragtning kommende Ekstra-Belastninger, maa Spændingerne ikke overstige de for normale Belastningsforhold tilladte Spændinger med mere end 30 %.

30. Tilladelige Spændinger under normale Belastningsforhold.

Jærnet. For Jærn med garanteret mindste Trækstyrke 3700 kg/cm² tillades følgende Spændinger:

$$\begin{aligned} \text{Trækspænding} & r_j = 1200 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Forskydningsspænding (se § 14)} & \tau_j = 960 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

For Jærn med garanteret Flydespænding (se § 33) tillades:

$$\begin{aligned} \text{Trækspænding} & r_j = 24,5 \cdot \sqrt{\sigma_F} \\ \text{Forskydningsspænding (se § 14)} & \tau_j = 0,8 \cdot r_j. \end{aligned}$$

Betonen. Eftersom Betonens Bjælkestyrke σ_B efter 28 Døgn Hærdning (se § 59) er mindre eller større end 300 kg/cm², tillades følgende:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Trykspænding} \\ \text{ved Bøjning} \end{array} \right\} r_b = \begin{cases} 0,22 \sigma_B \text{ naar } \sigma_B \leq 300 \\ 3,8/\sigma_B \text{ naar } \sigma_B \geq 300. \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{Trykspænding ved centralt Tryk} & r_0 = 0,8 \cdot r_b, \\ \text{Adhæsionsspænding (se § 15)} & \tau_{bj} = 0,1 \cdot r_b. \end{aligned}$$

De skraa Hovedtrækspændinger i Bjælker og andre Konstruktioner maa ikke overstige $0,3 \cdot r_b$. Hvis de overstiger $0,1 \cdot r_b$, skal de kunne optages alene af Jærnet.

31. Konstruktioner med Egenspændinger. Saafremt enkelte Dele af en Jærnbetonkonstruktion indstøbes i belastet Tilstand, eller saafremt en ældre Jærnbetonkonstruktions Tværsnit forøges ved Omstøbning, Tilstøb-

ning eller lignende, og dette sker, mens Konstruktionen er belastet, og paa en saadan Maade at det forstærkede Tværnsnit kan regnes at forblive plant ved de Deformationer, som en senere paaført Last medfører, behøver Spændingerne i den forud belastede Konstruktionsdel ikke at begrænses til de ellers tilladte, men den samlede Konstruktion skal have normal Sikkerhed overfor Brud.

III. Arbejdets Udførelse.

A. Almindelige Bestemmelser.

32. Til umiddelbart at forestaa Udførelsen maa kun anvendes saadanne Folk, som er fortrolige med Jærnbetonarbejder. Hvis Støbningen udføres i Akkord, er en særlig effektiv Kontrol at anbefale.

Alle Materialers Oprindelse skal paa Forlangende opgives.

B. Jærnet og Jærnarbejdet.

33. **Jærnets Kvalitet.** Jærnet skal, naar ikke andet forlanges eller tillades, være blødt Staal, der svarer til Normalbetingelserne i det Land, hvor det er fremstillet. Ønskes der brugt en anden Jærnsort, maa der, forinden Tilladelse gives, opgives og garanteres Minimumsværdier ikke blot af Brudspænding og Brudforlængelse, men ogsaa af Flydespænding. Produktet af Brudspænding (i kg/cm^2) og Brudforlængelse (i %) skal mindst være 74 000 og Brudforlængelsen mindst 10 %. Prøvestængerne maa ikke være afdrejede, men skal have deres naturlige Overflade.

34. **Jærndimensioner.** Det anbefales kun at gøre Brug af Jærn med følgende Tværmaal¹⁾:

¹⁾ Se Dansk Ingeniørforenings Normalmaal for Betonjærn

Rundjærn med Diameter: 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 mm.

Baandjærn med Tværmaal: 20·1½, 30·2, 40·3 mm.

Bindetraad med Diameter: 1, 1½, 2, 3, 4 mm.

35. **Jærnets Rensning og Bøjning.** Før Indlæggelsen skal Jærnet renses for Snavs, Fedt, Maling og løs Rust.

Rundjærn, der paavirkes til Træk, bør ved de frie Ender (ogsaa ved Stødene) forsynes med Hager eller Kroge, saa der ikke udelukkende stoles paa Adhæsionen til at forhindre en Glidning; dette gælder dog som Regel ikke Jærndindlæg i Plader, hvor Jærndiameteren er 12 mm eller derunder. Ved Bøjninger og Kroge bør i Regelen ikke anvendes en mindre Bøjningsradius (maalt til Jærnets Midtlinie) end 3 Gange Jærndiameteren.

36. **Stød i Trækjærn.** Stød i Rundjærn, der paavirkes til Træk, dækkes sædvanligt ved at forsyne Jærnerne med Kroge af den i Fig. 8 viste eller en lige saa god Form, lade dem overdække hinanden og indstøbe dem i en stærk Beton. Overdækningslængden l (se Fig. 8) bør

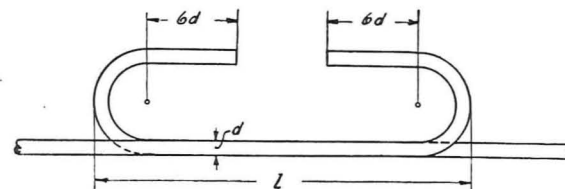


Fig. 8.

i Almindelighed ikke være mindre end $10 + 30d$ (l og d i cm). Naar Rundjærn med $d \geq 1,2$ cm stødes i Plader uden Brug af Kroge, skal Stødlængden være mindst 50 d , og det skal paavises, at Adhæsionsspændingen ikke overstiger den tilladte Værdi. I Buer bør højst indtil Halv-

delen, i Bjælker højst indtil en Trediedel af Jærnene stødes indenfor samme Overdækningslængde, og man bør saavidt muligt lægge Stødene paa Steder, hvor Jærns্পændingen er lav.

Betondimensionerne paa Stødlængden skal være saa rigelige, at hele Trækraften i de stødte Jærn kan overføres som en Trykkraft fra Krog til Krog, uden at den tilladelige Betontryks্পænding overstiges, undtagen umiddelbart ved Krogene.

Ved Overdækningsstød i Bjælker, samt hvor svære Rundjærn stødes i Plader, Vægge eller andre tynde Konstruktioner, anbefales det paa Stødlængden at anbringe en Tværarmring med Tværnsnitsareal lig det stødte Jærns.

For at undgaa Ekscentriciteter bør Overdækningsstød saavidt muligt arrangeres symmetrisk om Tværnsnittets Midte.

Undtagelsesvis kan der ved Overdækningsstød med Kroge anvendes kortere Stødlængder end efter den ovenfor nævnte Regel, dog maa det i saa Fald eftervises, at den benyttede Stødlængde ikke er mindre end $\frac{T}{a \cdot \tau_b}$ cm,

hvor T er den Kraft, der gennem Betonen skal overføres fra det stødte Rundjærn, a Tværmaalet af den Betonflade, gennem hvilken den forskydende Kraft T passerer, og τ_b lig den tilladelige Hovedtræks্পænding for Betonen. a maa aldrig regnes større end Kroghøjden (normalt 7 d).

Stød i Fladjærn og Profiljærn skal iværksættes ved Lasker og Nitter eller Bolte. Stød i Rundjærn kan udføres ved Skruemuffer. De nævnte Forbindelsesmidler skal kunne overføre Kraften med sædvanlig Sikkerhed. Samling af strakte Jærn ved Svejsning bør kun ske undtagelsesvis og med Tilsynets Tilladelse i hvert enkelt Tilfælde.

37. Stød i Trykjærn kan udføres uden Brug af Kroge og med Overdækningslængden $l \geq 30d$. Gøres l mindre, skal det paavises, at den tilladelige Adhæsionss্পænding ikke overskrides.

38. Jærnets Indstøbning. Jærnet skal indlægges og under Støbningen saa nøjagtigt som muligt fastholdes paa den i Tegningen eller Beregningen angivne Plads, og der skal ved Støbningen sørges for, at Jærnet bliver fuldstændig indhyllet af Betonen. Hvis Jærnet ikke er udsat for særlige kemiske Angreb, skal det dækkes af et Betonlag, hvis Tykkelse ikke maa være mindre end:

1 cm i Konstruktioner, hvis Flader ikke er udsatte for Vejrlig eller stærk Fugtighed.

2 cm i Konstruktioner, hvis Flader er udsatte for Vejrlig eller stærk Fugtighed.

3 cm i udendørs Brobjælker, Brobuer, Brosøjler og Kranskinne dragere.

Den frie Afstand mellem Jærn i samme Lag skal udenfor Stødene mindst være lig 1,5 Gange Jærndiameteren, dog ikke under 3 cm, medmindre særlig smaa Sten anvendes. Afstanden mellem de enkelte Jærnlag skal mindst være 1 cm.

C. Betonmaterialerne.

39. Cementen skal, naar ikke andet forlanges eller tillades, være Portlandcement, der svarer til de af Dansk Ingeniørforening, Teknisk Forening og Akademisk Arkitektforening opstillede Normer. Brug af andre Cemente kan dog tillades, saafremt disse er almindelig anerkendte Produkter, der ved nøje Prøvelse har vist sig mindst jævnbyrdige med Portlandcement.

40. Sandet (0—5 mm) maa ikke indeholde organiske Stoffer, Ler og andre Iblandinger i skadelig Mængde og

skal i det hele egne sig til Betonstøbning. Sandets Styrkeindeks

$$\alpha = 3g + 2m + 1,4f,$$

hvor g , m og f er Vægtmængderne af grove (5—2 mm), middelfine (2— $\frac{1}{2}$ mm) og fine ($\frac{1}{2}$ —0 mm) Korn udtrykt i % af $g + m + f$, bør saa vidt muligt ikke være mindre end 200, og Mørteltærninger fremstillede med Sandet bør ikke have ringere Styrke end ved Brug af Normalsand.

41. Stenene skal være af et tilstrækkelig haardt Materiale til at give en Beton af fornøden Styrke, rene og fri for fremmede Iblandinger. Kan Betonen blive udsat for Frost, skal Stenene være frostfaste. Størrelsen maa staa i passende Forhold til Afstanden mellem Jærnene og til Konstruktionsdelens Godstykkelse. Stenstørrelsen, bestemt ved Pladesigter med cirkulære Huller, skal som Regel være følgende:

større end 40 mm	0	Vægtprocent,
» » 30 »	højst 10	»
mindre » 5 »	» 5	»

42. Gruset (Blanding af Sand og Sten) skal opfylde de i § 40 og 41 opstillede Krav.

43. Vandet skal være rent; det maa ikke indeholde Bestanddele, som øver skadelig Indflydelse paa Betonen eller Jærnet. I Tvivlstilfælde skal Vandets Brugbarhed forud fastslaaes ved Forsøg.

D. Betonen.

44. Blandingsforhold og Blanding. Vægtforholdet mellem tørt Sand og Cement maa ikke overstige 2 ved udendørs og $2\frac{1}{2}$ ved indendørs Konstruktioner; Cementmængden pr. m^3 hærdnet Beton skal være mindst 300 kg ved

udendørs og mindst 270 kg ved indendørs Konstruktioner. Der bør være tilstrækkeligt Overskud af Mørtel til at give en tæt Beton; Mørtelens Rumfang bør være mindst 10 % større end Rumfanget af Stenenes Hulrum.

Betonens forskellige Bestanddele skal nøje afmaales eller afvejes. Ved Maaling skal Maalekarrene fyldes paa ensartet Maade, saa der altid opnaas samme Lejrings-tæthed, og denne skal for Portlandcement svare til Rumvægten $1360 \text{ kg}/m^3$, saaledes at 1 m^3 Portlandcement i løst Maal rummer 8 Normaltønder à 170 kg. Ved Omregning af Maalforhold til Vægtforhold skal der ligeledes regnes med denne Rumvægt.

Blandingen bør helst udføres paa Maskine. Naar Haandblanding anvendes, maa den foretages paa et tæt og rent Underlag, og Tørblandingen skal fortsættes, indtil Cement og Grus danner en ensfarvet Masse. I den færdigblandede Beton skal, saavel ved Haand- som ved Maskinblanding, Stenene paa alle Sider vise sig indhyllede i en ensfarvet Mørtelmasse. Der maa kun blandes saadanne Mængder, som umiddelbart efter Tilberedelsen kan udstøbes.

45. Konsistens og Udstøbning. Betonen skal have en saadan Konsistens, at en fuldstændig Indhylling af Jærnindlægget med Sikkerhed kan naas, og der skal sørges for — ved Stampning og lignende Bearbejdning — at Formen udfyldes saaledes, at alle Hulheder undgaas. Det anbefales at kontrollere Konsistensen f. Eks. ved Sænkningen af en Betonkegle. Vandtilsætningen maa ikke være saa stor, at der samler sig Søer paa Betonens Overflade. Formene bør være vaade forud for Støbningen. Under Støbningen, og navnlig efter en Arbejdspavse, bør eventuelt dannet Slam fjernes.

46. Støbeskel. Støbningen af de enkelte Dele af Konstruktionen, der til Slut skal danne et sammenhængende Hele, maa udføres i en saadan Orden, at en god Forbindelse opnaas. Ved Støbning mod Beton, hvis Overflade allerede er størknet, skal denne renses omhyggeligt for Slam og andre Urenheder og afskylles med rent Vand. Hvis der forlanges Overstrygning med Cementvælling eller -mørtel, bør den foretages umiddelbart før Støbningen. Ligger Støbeskellet vandret, skal der først udlægges et mindst 2 cm tykt Lag Mørtel. Støbeskel skal som Regel lægges vinkelret paa Trykspændingernes Retning.

47. Vanding. Betonen skal holdes vaad i 1—6 Uger. Jo mere udsat Bygværket er for hurtig Udtørring, og jo vigtigere det er at undgaa Svind, des længere Tid bør det holdes vaadt.

48. Beskyttelse. Indtil Hærdningen er tilstrækkelig fremskreden, skal Betonen beskyttes mod uforsigtig Belastning, skadelige Rystelser, Regnskyl, Indvirkning af Frost og lignende. Ogsaa senere, efter at Konstruktionen har naaet en tilstrækkelig Grad af Bæreevne, maa der sørges for, at den ikke beskadiges ved ukyndig Behandling, navnlig ved Udstemning af Huller eller Riller for Ledninger o. lign. paa Punkter, hvor der herved kan bevirkes en utilladelig Svækkelse. Saadanne Udstemninger bør man undgaa ved at bestemme Ledningernes Plads inden Støbningen. Der maa drages Omsorg for, at Betonstøbegods, specielt Pæle, ikke overanstrenges under Transporten.

49. Støbning i Frost. Ved stærkere Frost paa Arbejdsstedet end -2°C maa der ikke uden særlig Tilladelse arbejdes med Betonstøbning. Frosne Bestanddele

støbes mod frosne Konstruktionsdele. Beton, der er i Færd med at størkne, skal særlig omhyggeligt beskyttes mod Frostens skadelige Virkning. Ved Støbning i Frost maa Betonens Temperatur ved Udstøbningen aldrig være lavere end $+4^{\circ}$ og helst ligge mellem $+15^{\circ}$ og $+40^{\circ}$. Se ogsaa § 50, sidste Sætning.

E. Formene.

50. Materiale og Opstilling. Formene skal være tilstrækkelig tætte og saa stive, at de ikke deformeres kendeligt under Støbningen, og de maa kunne taale de med Stampningen forbundne Rystelser. Forsaavidt der ikke i de særlige Betingelser for Arbejdet er fastsat bestemte Regler for Beskaffenheden af de Flader, mod hvilke Betonen skal støbes, kan ru Brædder anvendes. Det anbefales at anvende ru Brædder, hvis Overfladen senere skal pudses. Forme for Søjler maa være saaledes indrettede, at Udstøbning og Stampning kan foretages i ikke for tykke Lag. Stolperne skal være saa stive, at de ikke deformeres kendeligt, og skal stilles paa et fast, ikke eftergivende Underlag. Ved Opstilling paa Jord maa Frostens Indvirkning paa denne tages i Betragtning ved Vinterarbejder.

51. Afformningen maa kunne foregaa let og uden skadelige Følger for Konstruktionen.

Tiden mellem Støbningens Tilendebning og Formenes Fjernelse bør afhænge af Vejrliget, af Konstruktionens Spændvidde og Egenvægt samt af Formdelenes nærmere Bestemmelse, og det maa i hvert Tilfælde undersøges, om Hærdningen er tilstrækkelig fremskreden.

Afformningstidspunktet vælges i alle Tilfælde bedst paa Grundlag af Styrkeforsøg (se § 57) med Prøvelegemer, hvis Lagringsforhold nøje svarer til Bygværkets.

} X

Under almindelige Forhold og ved Brug af almindelig Portlandcement bør Formdele, der kun fungerer som Begrænsning, i Regelen først fjernes efter 3 Døgn Forløb, Formdele, der tillige tjener til Understøtning, i Regelen først efter $4 + 3l$ Døgn Forløb, idet l betegner vedkommende Konstruktionsdels Spændvidde i m; for $l > 8$ m indføres i Formelen $l = 8$ m. For Søjleforme, der ikke benyttes som Understøtninger, kan regnes med det halve Antal Døgn af det, der findes efter Formelen ovenfor, naar man lader l heri betegne Søjleens Højde i m.

Naar der bruges hurtig hærdnende Specialcement, vil Afformningen kunne finde Sted hurtigere, svarende til vedkommende Cements Egenskaber.

Den Tid, i hvilken Temperaturen (i Skyggen) er under 0°C , maa ikke medregnes, og den Tid, i hvilken Temperaturen er mellem 0° og $+4^{\circ}\text{C}$, maa kun delvis medregnes.

Ved Brug af Specialcementer, der hærdner langsomt i lave Temperaturer, bør særlig Forsigtighed udvises.

IV. Kontrol med Arbejdet.

A. Før Udførelsen.

52. Tegninger og Beregninger. Forinden Udførelsen kan der forlanges indleveret Tegninger, der viser Hovedanordningen Betonens Blandingsforhold samt alle ikke ganske dagligdags Detailler, samt Beregninger, indeholdende Angivelser af Størrelsen af den forudsatte hvilende og bevægelige Last og af Grænserne for de tilladelige Spændinger samt Dimensionsbestemmelse eller Eftervisning af tilstrækkelig Bæreevne. Tegninger og Beregninger skal underskrives af den, som har Ansvar for dem. Eventuelt kan tillige fordres nærmere Beskrivelse af vanskelige Konstruktioner, af Arbejdets Udførelse o. lign.

53. Nye Konstruktionsformer. Ved nye Konstruk-

i Landet, og for hvilke der ikke kan opstilles nogen tilfredsstillende Beregning, kan Byggetilladelsen gøres afhængig af Udfaldet af en Brud-Belastningsprøve med et helt Konstruktionsled.

54. Materialundersøgelser. Der bør udtages Prøver af de forskellige enkelte Materialer til Undersøgelse af, om de i § 33 og 39—43 opstillede Fordringer er tilfredsstillende. Naar disse Undersøgelser foretages af specielle Prøveanstalter, skal Bygherren betale Prøver, der falder tilfredsstillende ud, medens utilfredsstillende Prøver betales af Entreprenøren. Det anbefales at opbevare Prøver af den anvendte Cement samt af Sand, Grus og Sten, indtil Arbejdet er endelig udført.

B. Under Udførelsen.

55. Tilsyn. Under Udførelsen bør det paases, at Formene tildannes omhyggeligt og understøttes forsvarligt, at Jærnets Dimensioner og Plads svarer til de i Tegnningerne eller Beregningerne angivne, og at Betonen faar den rette Tykkelse, at der anvendes den rigtige (opgivne) Blanding, og at Jærnet bliver fuldstændig indhyllet.

56. Materialundersøgelser under Arbejdets Udførelse foretages i Overensstemmelse med § 54.

57. Fremstilling af Betonprøvelegemer. Endelig bør der under Arbejdets Udførelse og i Tilsynets Overværelse støbes mindst 8 Prøvelegemer og ved større Arbejder 4 Stkr. for hver 150 m^3 (eller paabegyndte 150 m^3) Jærnbeton. Betonen i Prøvelegemerne skal blandes af de samme Materialer og stemples paa samme Maade som Betonen i Bygværket. Legemerne holdes fugtige de første 7 Døgn efter Støbningen og opbevares paa et mod Sol, Vind og Regn beskyttet Sted indtil Prøvningen; det

er tilladt at opbevare Prøvelegemerne i et opvarmet Rum, hvis Temperatur ikke overstiger Stuevarme. Hvor ikke andet er aftalt — eller som Følge af specielle Kontraktforhold naturligt — afholder Entreprenøren Udgifterne ved disse Legemers Fremstilling og Prøvning, men Bygherren har Ret til at kræve flere Legemer støbt og prøvet, naar han selv afholder Udgifterne herved.

58. Prøvelegemernes Dimensioner. Bruges Tærninger, skal disse have 20 cm Sidelinie og helst støbes i Jærnforme.

Bruges Bjælker, skal disse, saafremt den garanterede Brudstyrke er lig eller mindre end 300 kg/cm^2 , have 2,0 m Længde og rektangulært Tværnsnit med Bredde 9 cm, Højde 6,5 cm, og Jærnindlægget skal bestaa af 2 Stkr. 12 mm Rundjærn, ombøjede ved Enderne og anbragte med en Afstand af 5 cm fra Midten af Jærnet til Oversiden af Bjælken (9 mm fra Bjælkens Underside til Underkanten af Jærnet).

Er den garanterede Brudstyrke σ_B større end 300 kg/cm^2 , skal Prøvebjælkerne ændres saaledes, at følgende Forordninger er tilfredsstillende:

- 1) Bredden skal være mindst 9 cm.
- 2) Afstanden fra Bjælkens Overside til Jærnets Overside skal være mindst 5 cm.
- 3) Jærns্পændingen i Brudøjeblikket maa ikke overstige 2050 kg/cm^2 .
- 4) τ_b og τ_{bj} maa ikke overstige 8 kg/cm^2 .
- 5) Afstanden mellem Enkeltkræfterne (se § 59) skal være mindst 60 cm.

59. Prøvningens Udførelse. Det halve Antal Legemer prøves 7 Døgn gamle, Resten 28 Døgn gamle, dog i begge Tilfælde med Tillæg af den Tid, Temperaturen paa Op-

Der bør prøves mindst to ens Prøvelegemer samtidigt, for hvilke man da bestemmer Middelstyrken.

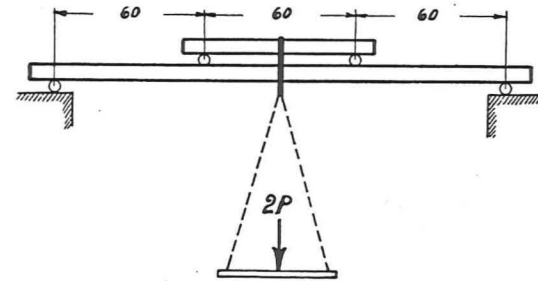


Fig. 9.

Ved Prøvningen anbringes Bjælken paa to Lejer og belastes med to lige store, jævnt og langsomt voksende Kræfter P , der virker i en Afstand af mindst 60 cm fra Lejerne. Er Betonens garanterede Styrke $\sigma_B \geq 300 \text{ kg/cm}^2$, skal Bjælkens Spændvidde være 1,80 m og nævnte Afstand 60 cm; er σ_B garanteret større end 300 kg/cm^2 , skal Spændvidden mindst være 1,80 m.

Før Forsøget maales Midter-Tværsnittets Højde og dets Brede b foroven, og efter at Bruddet er indtraadt, maales Tykkelsen af Betonlaget under Jærnet, hvorved altsaa Afstanden h_r fra Jærn-Midten til Bjælkens Overkant er bekendt. Af Brudmomentet for 28 Døgns Prøverne beregnes Trykspændingen σ_B i Betonen, og denne Størrelse skal da mindst have den ved Konstruktionens Dimensionering forudsatte Værdi.

Til Lettelse for Beregningen ved de almindelige Bjælker (Spændvidde 1,8 m) meddeles følgende Tabel over Værdierne af α i Udtrykket

$$\sigma_B = \alpha P + 10 \text{ kg/cm}^2,$$

hvor de 10 kg/cm^2 betyder den af Egenvægten bevirkede Spænding, der nøjagtigt nok kan regnes konstant:

$\alpha =$	b (cm) =						
	8,5	8,7	8,9	9,0	9,1	9,3	9,5
h_n (cm) = 4,5	1,28	1,26	1,23	1,22	1,21	1,19	1,17
» = 4,7	1,18	1,16	1,14	1,13	1,12	1,10	1,08
» = 4,9	1,10	1,08	1,06	1,05	1,04	1,02	1,00
» = 5,0	1,06	1,04	1,02	1,01	1,00	0,98	0,96
» = 5,1	1,02	1,00	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93
» = 5,3	0,95	0,93	0,91	0,91	0,90	0,88	0,87
» = 5,5	0,89	0,87	0,85	0,85	0,84	0,82	0,81

60. Prøveresultaternes Betydning. 7 Døgn Prøven skal kun tjene til Orientering, medens den endelige Bedømmelse af Betonens Kvalitet skal ske paa Grundlag af 28 Døgn Prøven, med mindre Entreprenøren ønsker Prøven udført tidligere, og i Overensstemmelse med efterfølgende Regler.

For flere samtidig støbte og prøvede Legemer af samme Art skal Middeltallet af de fundne Styrketal være bestemmende. Hvis der mellem Prøvelegemerne findes saavel Bjælker som Tærninger, multipliceres de sidstes Styrketal med 1,25, inden Middeltallet dannes. Saafremt en eller flere Grupper af samtidig støbte Prøvelegemer viser sig for svage, kan man gaa frem efter § 62. For det Tilfældes Skyld, at Bygherren vil foretage en Afkortning i Entreprenørens Betaling, bør Reglerne for en saadan fastsættes i Kontrakten¹⁾.

¹⁾ Denne Afkortning kan f. Eks. for hver Procent, Middeltstyrken af samtlige Prøvelegemer er for ringe, ansættes til 1 à 3 $\frac{0}{100}$ af Tilbudssummen for Jærnbetonkonstruktionen, under

C. Efter Udførelsen.

61. Eftersyn. Efter Arbejdets Tilendebringelse bør det paases, at Hærdningen er tilstrækkelig fremskreden, inden Afformningen foretages (se § 51), og naar denne er sket, bør det undersøges, om Formene overalt har været fuldt udstøbte, eller om de Ufuldkommenheder, der mulig viser sig, er af væsentlig Betydning.

62. Belastningsprøver bør i Almindelighed ikke være saa strenge, at de skader Bygværket.

Saa'fremt man, som Følge af, at Prøvelegemerne ikke har naaet den forudsatte Styrke eller af andre Grunde, anser en Belastningsprøve for ønskelig uden dog at nære Tvivl om Bygværkets Soliditet, bør Prøvelasten ved Etageadskillelser og lignende indendørs Konstruktioner ikke overstige den største af de nedenfor nævnte Værdier, og ved Broer og lignende udendørs Konstruktioner ikke overstige den Last, Konstruktionen er dimensioneret for. Disse Belastningsprøver bør ved Brug af almindelig Portlandcement ikke foretages før 45 Døgn, ved Broer 60 Døgn efter Støbningens Afslutning med Tillæg for kolde Døgn efter Reglerne i § 51.

Saa'fremt der foreligger grundet Formodning om, at Konstruktionen eller en Del af samme har for ringe Bæreevne — paa Grund af ringe Styrke hos Prøvelegemerne, Overlast, Udførelsesfejl, eller en saadan Svækkelse af Betonen som Følge af Frost, for tidlig Udtørring, stærk Opvarmning eller lignende, at man kan befrygte, at Konstruktionens eventuelle Brud sker pludseligt — uden at man dog har fundet Anledning til at kassere

større end det ovenfor fastsatte. Er Antallet mindre, bør Afkortningen formindskes i samme Forhold, som det foreliggende Antal Prøvelegemer er mindre end det krævede Antal.

Konstruktionen — bør man, forinden Bygværket tages i Brug, foretage en tilstrækkelig omfattende Prøvning af den paagældende Del af Bygværket med en Last, der mindst bør overskride den i Beregningerne indførte med den største af Værdierne $0,2(g + p)$ og $0,5p$, hvor g er Egenvægten incl. Slidlag, Udfyldningsmateriale o. lign., p den øvrige Del af Lasten. Disse Belastningsprøver bør ved Brug af almindelig Portlandcement ikke foretages før to (ved Broer tre) Maaneder efter Støbningens Afslutning med Tillæg for kolde Døgn efter Reglerne i § 51.

Lasten bør anbringes med rimelig Forsigtighed, men fordeles paa den Maade, der medfører størst Paavirkning af den Konstruktionsdel, hvis Bæreevne tilsigtes undersøgt, og den bør forblive 24 Timer paa Konstruktionen.

Resultatet af en Belastningsprøve kan betragtes som tilfredsstillende, naar Bygværket ikke har lidt synlig Skade, og naar der i den sidste Trediedel af de nævnte 24 Timer ikke har vist sig nogen Tilvækst til Formforandringerne, samt naar den blivende Formforandring efter mindst 12 Timers Aflastning højst udgør 25% af den totale Formforandring. I Tvivlstilfælde bør Prøven gentages, og der maa da ikke vise sig nogen Forøgelse af de blivende Formforandringer. Formforandringerne bør maales saa nøjagtigt som muligt.

Hvor intet andet er forudsat, bæres Udgifterne ved disse Prøver af Bygherren, medmindre de skyldes Aarsager, som kan lægges Entreprenøren til Last.

Foranstaaende Normer er udarbejdede af et af Dansk Ingeniørforenings Bestyrelse den 14. Januar 1926 nedsat Udvalg bestaaende af Repræsentanter for:

Dansk Ingeniørforening:

Ingeniør *K. F. W. Askøe*,
 Ingeniør *H. Forchhammer*,
 Professor *P. M. Frandsen*,
 Ingeniør *Ax. M. Knudsen*,
 Professor *E. Suenson* (Formand).

Akademisk Arkitektforening:

Arkitekt *G. Laage*.

De danske Statsbaner:

Professor *A. Engelund*,
 Baneingeniør *Fr. Nielsen*.

Entreprenørforeningen:

Ingeniør *K. Højgaard*.
 Ingeniør *O. Kierulff*.

Københavns Magistrat:

Stadsingeniør *A. C. Karsten*,
 Afdelingsingeniør *A. E. Lund*

(indtraadt som Medlem af Udvalget i Stedet for Stadsingeniør *Karsten* ved dennes Fratræden som Stadsingeniør)

med Ingeniør *A. J. Moe* som Stedfortræder,
 Stadsbygmester *Ax. Møller*,
 Afdelingsingeniør *Vilh. Rasmussen*

og tiltraadt af

Dansk Ingeniørforenings Bestyrelse
 den 24. Januar 1930.