

ØSTER VOLDGADE 10, KØBENHAVN; K.
TELF. BYEN 8533

NORMER

FOR

JÆRNBETON-KONSTRUK- TIONER

UDGIVET AF

DANSK INGENIØRFORENING



KØBENHAVN

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO. (M. A. HANNOVER)

1908

I.

Følgende Normer gælder nærmest de almindelige Jærnbeton-Konstruktioner, der forekommer i Husbygning, men bør ogsaa med de af Sagens Natur følgende Modifikationer finde Anvendelse paa de fleste andre Omraader, hvor Jærnbeton benyttes.

Af Hensyn til den stærke Udvikling paa Jærnbeton-Konstruktionernes Omraade bør en Revision af disse Normer paabegyndes senest tre Aar efter Vedtagelsen.

II.

Materialerne.

1. Jærnet skal, naar ikke andet udtrykkeligt forlanges eller tillades, være blødt Staal med en Træk-Brudgrænse af mindst 3700 og højst 4400 kg/cm² og en Brud-Forlængelse af mindst 20 % (paa Maalelængden $11,3 \sqrt{F}$, hvor F betyder Tværsnitsarealet); det skal, *baade* efter en Glødning med

paafølgende pludselig Afkøling ved Neddypning i Vand og uden forudgaaende Glødning, kunne bøjes 180° om en Dorn, af Diameter = Prøvestykkets Tykkelse, uden derved at faa Revner paa den strakte Side. Angaaende Enkelthederne ved Prøvernes Udførelse gælder Forskrifterne i „Dansk Ingeniørforenings Betingelser for Levering af Jern til Bygningsbrug“.

2. Cementen skal være Portland-Cement, der svarer til de af Dansk Ingeniørforening, Teknisk Forening og Akademisk Architectforening opstillede Normer. Den skal leveres i den oprindelige Pakning.
3. Sand og Grus skal være grovkornet, frit for organiske Stoffer, Ler og andre Indblandinger i skadelig Mængde, og i det hele egne sig til Betonstøbning.
4. Skærver og Singels skal være af et tilstrækkelig haardt Materiale til at give en stærk Beton, rene og fri for fremmede Indblandinger. Kornstørrelsen maa staa i Forhold til Afstanden mellem Jærnstængerne og til Konstruktionsdelens Godstykkelse, og den maa som Regel ikke overskride 25 mm.
5. Vandet skal være rent; Anvendelse af Saltvand maa ikke finde Sted uden Tilsynets Tilladelse.

Alle Materialers Oprindelse skal paa Forlangende opgives.

III.

Arbejdets Udførelse.

- A. Almindeligt. Til umiddelbart at forestaa Udførelsen maa kun anvendes saadanne Folk, som er fortrolige med Jærnbetonarbejder.
- B. Detailler vedrørende Konstruktionens enkelte Bestanddele.

a. Jærnet.

1. Før Indlæggelsen skal Jærnet renses for Snavs, Fedt, Maling og løs Rust.
2. Rundjærn, der paavirkes til Træk, bør ved de frie Ender (ogsaa ved Stødene) bøjes om eller spaltet op, saa der ikke udelukkende stoles paa Adhæsionen til at forhindre en Glidning. Dette gælder som Regel dog ikke Jærnindlæg i Plader.
3. Stød i Jærn, der paavirkes til Træk, undgaas saa vidt muligt og bør i ethvert Fald ikke lægges paa de stærkest paavirkede Punkter. Stød i Rundjærn dækkes sædvanlig ved at lade de to Ender naa en Længde af mindst 40 \bar{d} (\bar{d} = Diameteren af Rundjærnet) forbi hinanden, binde dem sammen paa nogle Punkter og indbetonere dem omhyggeligt; Svejsning bør kun anvendes undtagelsesvis og med Tilsynets Tilladelse for hvert enkelt Tilfælde. Anvendes Profiljærn, Fladjærn e. l., maa et Stød dækkes ved Lasker og Nitning.

4. Jærnet maa indlægges og under Betoneringen saa nøjagtigt som muligt fastholdes paa den i Tegningen eller Beregningerne angivne Plads, og der maa ved Betoneringen sørges for, at Jærnet bliver fuldstændig indhyllet af Betonen.

b. Betonen.

5. Blandingsforholdet, som skal opgives efter Rumfang, skal overholdes nøjagtigt, og Udmaalingen maa ske paa en saadan Maade, at Mængden af de enkelte Bestanddele til enhver Tid let kan kontrolleres.

1 Normaltønde Cement regnes at indeholde $0,12 \text{ m}^3$ i løst Maal.

Der maa kun blandes saadanne Mængder, som umiddelbart efter Tilberedelsen kan indbringes i Konstruktionen.

6. Blandingen skal være saa plastisk, at en fuldstændig Indhylling af Jærnlægget med Sikkerhed kan naas, og der sørges for — ved Stampning eller paa anden Maade — at Formen udfyldes saaledes, at alle Hulheder undgaas.

Betoneringen 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.

7. Ved Indbringelsen — efter en Arbejdspause — af et nyt Betonlag ovenpaa eller i Berøring

med et tidligere lagt, men endnu ikke hærdnet Lag skal dettes Overflade mod det nye Lag først renses med rent Vand og en Børste eller Kost, til det øverste Lag Slam er fjærnet, og derefter vandes med Cementvælling.

Er det tidligere lagte Lag allerede hærdnet, skal der hakkes op i Berøringsfladen mod det nye Lag, det ophakkede fejes bort, og Laget vandes med Cementvælling.

8. I Frostvejr maa der ikke (uden Tilsynets særlige Tilladelse) arbejdes med Betonering, med mindre Arbejdsstedet er beskyttet mod skadelig Indvirkning af Frosten.

9. Indtil Hærdningen er tilstrækkelig fremskreden, skal Betonen beskyttes mod Beskadigelser hidrørende fra f. Eks. uforsigtig Belastning, Rystelser, Udtørring eller Indvirkning af Frost.

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 for Rørledninger o. l. paa Punkter, hvor der herved kan bevirkes en utilladelig Svækkelse.

c. Formene.

10. Forskallinger, Forme og deres Understøtninger maa være saa stive, at de ikke deformeres

kendeligt under Betoneringen, og maa kunne taale de med Stampningen forbundne Rystelser. Fjernelsen af Forskallingen maa kunne foregaa uden skadelig Deformering eller Rystelser af Betonén.

For saa vidt der ikke i de særlige Betingelser for Arbejdet er fastsat bestemte Regler for Beskaffenheden af de Flader, mod hvilke Betonen skal støbes, kan ru Bræder anvendes.

11. Tidsfristen mellem Betoneringens Tilendebning og Formenes Fjernelse afhænger af Vejrliget samt af Konstruktionens Spændvidde og Egenvægt. Følgende Tidsangivelser gælder derfor kun som vejledende, og det maa i hvert Tilfælde undersøges, om Hærdningen er tilstrækkelig fremskreden.

Forme for Siderne af Bjælker, for Plader med indtil 1,5 m Spændvidde o. l. bør som Regel først fjernes efter 3 Dages Forløb; Formene for Søjler og de bærende Forme for Bjælker og Plader med indtil 3 m Spændvidde efter 10 Dages, for Bjælker o. l. med indtil 6 m Spændvidde efter 20 Dages, og for større Spændvidder først efter 30 Dages Forløb.

Indtræder der Frost under Hærdningen, bør Tiden forlænges med Antallet af Frostdage.

IV.

Kontrollering.

- A. 1. Førend Udførelsen tillades, kan der forlanges indleveret:
- Tegninger, der viser Hovedanordningen samt alle ikke ganske dagligdags Detailler;
 - Beregninger, indeholdende Angivelser af Størrelsen af den forudsatte hvilende og tilfældige Belastning, af Grænserne for de tilladelige Paavirkninger samt af Dimensionsbestemmelse eller Eftervisning af tilstrækkelig Bæreevne. Tegninger og Beregninger skal underskrives saavel af den, som har udført dem, som af den, der har Ansvar for Konstruktionens Udførelse;
- eventuelt tillige
- Nærmere Beskrivelse af vanskeligere Konstruktioner, af Arbejdets Udførelse o. l.;
 - og endelig
 - Opgivelse af Betonens Blandingsforhold og Erklæring fra den, der bærer Ansvar for Udførelsen, om, at han forpligter sig til gennem den nedenfor omtalte Kvalitetsprøve for Jærnbetonen at dokumentere, at de i Beregningerne forudsatte Paavirkninger ikke er for høje.
2. Ved nye Konstruktionsformer, som ikke tidligere har været anvendt her i Landet, kan Byggetilladelsen gøres afhængig af Udfaldet af en

Brud-Belastningsprøve med et helt Konstruktionsled.

- B. 3. Under Udførelsen bør det paases, at Former og Forskallinger tildannes omhyggeligt og understøttes forsvarligt, at Jærnets Dimensioner og Plads svarer til de i Tegningerne eller Beregningerne angivne, og at Betonen faar den rette Tykkelse, at der anvendes den rigtige (opgivne) Blanding, og at Jærnet bliver fuldstændigt indhyllet.
4. Endvidere kan der udtages Prøver af de forskellige enkelte Materialer til Undersøgelse af, om de under II opstillede Fordringer er tilfredsstillende.

Udgifterne ved disse Undersøgelser, ligesom ved den løbende Kontrol overhovedet, bæres af Bygherren.

Det anbefales at opbevare Prøver af den anvendte Cement, Sand og Grus, indtil Arbejdet er endeligt fuldført.

5. Endelig kan der i Tilsynets Overværelse til enhver Tid under Betoneringen forlanges støbt indtil ialt 3 af de nedenfor nærmere beskrevne Prøvebjælker, og ved større Arbejder indtil ialt 2 Stk. for hver 10 000 Kr. (eller paabegyndte 10 000 Kr.), hvorpaa Tilbudet paa Udførelsen af Arbejdet lyder.

De nævnte Prøvebjælker skal have 2,0 m Længde og rektangulært Tværsnit med Bredde

9 cm, Højde 6 cm, og Jærnindlægget skal bestaa af 2 Stk. 7 mm Rundjærn, ombojede ved Enderne og anbragte med en Afstand af 1 cm fra Midten af Jærnet til Undersiden af Bjælken. Naar Bjælkerne 28 Dage efter Støbningen anbringes paa to Understøtninger i 1,80 m fri Afstand og belastes med en jævnt voksende Enkeltkraft P paa Midten, maa Bruddet først indtræde for P (kg) = σ_B , hvor σ betegner det Antal kg/cm², man ved Konstruktionens Dimensionering har regnet med som Tryk-Brudgrænse (ved Bøjning) for Betonen.

Efter at en Bjælke er brudt, bør man maale Afstanden fra Midten af Jærnindlægget til Oversiden af Bjælken. For hver Millimeter denne Afstand muligvis er større eller mindre end den ovenfor angivne (50 mm), kan man regne σ_B 3½ % mindre eller større end den maalte Brudbelastning.

For flere samtidig støbte Prøvebjælker er P = Middeltallet af de enkelte Bjælkens Brudbelastning.

Udgifterne ved disse Prøvebjælkens Fremstilling og ved Prøvebelastningen bæres af Entreprenøren.

- C. 6. Efter Arbejdets Tilendebringelse bør det paases, at Hærdningen er tilstrækkelig fremskreden, inden Forskallingerne slaas fra (se III, 11), og naar dette er sket, bør det undersøges, om Formene overalt har været fuldt udstøbte,

eller om de Ufuldkommenheder, der mulig viser sig, er af væsentlig Betydning.

7. Endvidere kan der, om det anses for nødvendigt, anstilles Belastningsprøver. Den herved anvendte Belastning bør, naar ikke særlige Belastningsbetingelser er foreskrevne, som Regel ikke overskride 1,5 Gange den i Beregningen indførte tilfældige Belastning. En saadan Prøvebelastning bør ikke foretages før 45 Dage efter Betoneringens Tilendebringelse.

I Tilfælde, hvor der foreligger begrundet Formodning om, at Konstruktionen eller en Del af samme som Følge af Overlast, Udførelsesfejl e. l. har en mindre Bæreevne end stipuleret, eller hvor de i Pkt. 5 omhandlede Prøvebjælker har givet mindre Bæreevne end forudsat, kan man gaa op indtil 3 Gange den i Beregningen indførte tilfældige Belastning. Denne Prøvebelastning bør dog ikke foretages før 2 Maaneder efter Betoneringens Tilendebringelse.

Belastningen bør altid 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 Prøvebelastning kan betragtes som tilfredsstillende, naar der i den sidste Tredjedel af de nævnte 24 Timer ikke har vist sig nogen Tilvækst til Nedbøjningerne, og naar

der i det hele ikke er fremkommen nogen væsentlig blivende Formforandring; i Tvivlstilfælde bør Prøvebelastningen gentages, og der maa da ikke vise sig nogen Forøgelse af de blivende Formforandringer.

Under Prøvebelastningen bør de elastiske Formforandringer maales saa nøjagtigt som muligt.

Det maa angives i de „særlige Betingelser“ for vedkommende Arbejde, hvem der skal bære Omkostningerne ved de eventuelle Prøvebelastninger.

V.

Projektering og Beregning.

7 det efterfølgende betegner:

| | | |
|-----|---|---------------------------------------|
| p | = | tilfældig Belastning pr. Længdeenhed, |
| g | = | hvilende do. pr. do. |
| q | = | total do. pr. do. |
| l | = | teoretisk Længde. |

- A. 1. Egenvægten af Jærnbeton, inkl. Jærnet, skal regnes til 2400 kg/m³, med mindre en anden Vægt eftervises.
2. Der skal i de særlige Betingelser for Arbejdet opgives, hvor stor en bevægelig Belastning Konstruktionen skal beregnes for, og — specielt ved Etageadskillelser — desuden Materiale og Tykkelse af eventuelt Slidlag eller dettes Vægt. Skal

Konstruktionen yderligere bære koncentrerede Enkeltkræfter, f. Eks. Skillerum, Tagkonstruktioners Vægt el. lign., maa dette udtrykkeligt angives.

- B. 3. De ydre Kræfter for et Tværsnit beregnes som for et homogent Materiale efter de almindelige Regler og Metoder fra Statikken og Elasticitetslæren.

Specielt for de nedenfor nævnte, almindelig i Etageadskillelser o. l. forekommende Konstruktioner gælder desuden følgende:

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

Den teoretiske Længde sættes for Plader lig Aabningen, for Bjælker lig Afstanden mellem Midterne af de teoretisk nødvendige Understøtningsflader.

5. Plader, der understøttes paa og er støbte i eet med Bjælker, betragtes som delvis indspændte. For Mellemfag regnes Momentet ved Midten lig $\frac{1}{10} ql^2$, ved Understøtningen lig $\frac{1}{18} ql^2$, hvor l betyder den frie Aabning mellem Bjælkerne.
6. For kontinuerlige Bjælker med ikke meget forskellige Faglængder kan Momentet midt i en

Aabning tilnærmelsesvis regnes lig $\frac{1}{10} ql^2$ (l = Afstanden mellem Midterne af Understøtningerne, der begrænser vedkommende Aabning), Momentet over en Mellemunderstøtning lig $\frac{1}{8} ql^2$ (l = Middeltallet af de teoretiske Længder for de to til Understøtningen grænsende Bjælker). Hvis der af en eller anden Grund ikke kan skaffes tilstrækkelig store Dimensioner ved Understøtningen til at modstaa et større Moment end $\frac{1}{8} ql^2 - X$, maa Momentet midt i Aabningen sættes lig $\frac{1}{10} ql^2 + \frac{1}{4} X$.

For kontinuerlige Bjælker anbefales det dog at gennemføre den nøjagtige Beregning og bestemme Dimensionerne derefter.

7. Plader med buet Underside maa kun betragtes 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.
8. Plader (rektangulære), der er understøttede langs alle 4 Sider og armerede i begge Retninger, og hvis teoretiske Sidelængder (se V, 4 & 5) kaldes a og b ($a \geq b$), beregnes for:

$$\left. \begin{aligned} \text{Mom.} &= \frac{1}{8} qb^2 \frac{1}{\left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right)^2} \text{ for Spændvidden } b, \\ \text{Mom.} &= \frac{1}{8} qa^2 \frac{1}{\left(1 + \frac{a^2}{b^2}\right)^2} \text{ for Spændvidden } a, \end{aligned} \right\} \text{ for } a=b: \text{ Mom.} = \frac{1}{24} qb^2$$

ved Understøtning paa Mur (simpel Understøtning). Naar Pladen er støbt i eet med Bjælker og derved delvis indspændt, sættes Momentet $= \frac{2}{3}$ af de ovenfor angivne Værdier; i sidste Tilfælde skal der sørges for, at der over Understøtningerne findes fornødent Jærindlæg, f. Eks. ved at de $\frac{2}{3}$ af Stængerne bøjes op til Oversiden hen mod Understøtningerne.

Af Pladens Understøtninger regnes de langs med Kanterne „b“ at bære hver $\frac{1}{4}qb^2$, virkende som Trekantbelastning, de langs med Kanterne „a“ at bære hver $\frac{1}{2}qab - \frac{1}{4}qb^2$, virkende som Trapezbelastning.

9. Ved T-formede Bjælker maa der ikke i Beregningen indføres mere end $\frac{1}{3}$ af Bjælkelængden som Bredde af Pladen fra Bjælkemidten til hver Side, og i intet Tilfælde mere end den halve Afstand til Nabobjælken.
10. Ved Søjler, der understøtter Dragere, som ikke er støbte i eet med Søjlerne, skal der tages Hensyn til en eventuel Ekscentricitet af Trykket (Søjlen maa 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, bør der tages Hensyn til den Bøjning af Søjlen, der fremkommer paa Grund af Dragerens Nedbøjning. For saa vidt man ikke foretrækker at gennemføre en korrekttere Beregning, bør man

f. Eks. ikke gøre Søjlen svagere, end den vilde blive, hvis Drageren var overskaaren over Søjlen, og Trykket paa denne derfor ved forskellig Belastning i de tilstødende Fag kom til at virke ekscentrisk. Er Forbindelsen mellem Drager og Søjle forstærket ved Konsoller, regnes disse som hørende til Drageren og ikke til Søjlen.

- C. 11. De indre Kræfter i et Tværsnit beregnes under Forudsætning af, at Spændingerne er proportionale med Afstandene fra Tværsnittets neutrale Akse, og at Jærnet alene skal optage Trækspændingerne.

Forholdet mellem Elasticitetskoefficienterne for Jærn og Beton sættes lig 15.

Anbringes der Jærn i den trykkede Side tæt ved Overfladen, maa det sikres mod Udbøjning i Punkter, hvis Afstand ikke overskrider 15 Gange Diameteren af Rundjærn (eller 60 Gange mindste Inertiradius for andre Profiler).

12. Forskydningsspændingerne paa langs og Adhæsionsspændingerne beregnes, under Forudsætning af at Betonen ikke kan optage Trækspændinger, (hvorved Forskydningsspændingen bliver konstant paa Strækningen mellem den neutrale Akse og det strakte Jærn).
- D. Tilladelige Paavirkninger.
13. Tilladelig Trækpaavirkning for Jærnet (den i II,1 definerede Kvalitet forudsat) sættes regningsmæssigt til $r_1 = \frac{g+p}{g+4p} \cdot 3500 \text{ kg/cm}^2$, dog ikke over 1200 kg/cm^2 .

Tilladelig Trykpaavirkning for Betonen sættes regningsmæssigt til $r_b = \frac{g+p}{g+6p} \cdot \sigma_B$, dog ikke over $\frac{2}{3} \sigma_B$, hvor σ_B betyder den Brudspænding for Betonen, som kan udledes af de under IV,5 omtalte Bøjningsforsøg med Prøvebjælker. Tallet σ_B maa vælges af Entreprenøren efter den anvendte Sammensætning af Betonen, og Entreprenøren maa dernæst underkaste sig den under IV,5 omtalte Kontrol.

14. Den tilladelige Værdi af Adhæsions- og Forskydningsspændingerne (i Betonen) regnes til $\frac{1}{8} r_b$. Overskrider Forskydningsspændingen i Betonen denne Størrelse, maa der skaffes Sikkerhed mod Forskydning ved Anvendelse af passende Jærnindlæg (lodrette eller skraa Bøjler, Opadbøjning af det strakte Jærn o. l.), og dettes Dimensioner maa bestemmes saaledes, at det alene — uden Betonens Medvirkning — kan optage den forskydende Kraft paa den Strækning, hvor Betonen alene ikke er tilstrækkelig. Den tilladelige Forskydningsspænding for Jærnet regnes lig 0,8 r_i .

15. Den tilladelige Trykpaavirkning i en centralt paavirket Søjle af den almindelige Jærnbetonkonstruktion (ikke beviklet Beton) regnes til

$$\frac{r_b}{1 + 0,0001 \left(\frac{l}{i}\right)^2}; \quad l \text{ betegner her hele Søjleens}$$

virkelige Høide og i Tværsnittets mindste Inerti-radius.

Den tilladelige Trykpaavirkning for en ekscentrisk paavirket Søjle regnes til

$$\frac{r_b}{1 + \frac{f_0}{k} + 0,0001 \left(\frac{l}{i}\right)^2};$$

hvor f_0 er Trykkets Ekscentricitet, k Tværsnittets Kærneradius.

Arealet af Jærnet paalangs i Søjlen skal ligge mellem 0,75 og 2 % af Søjleens Tværsnitsareal, og Jærnstængerne skal forbindes med Bøjler af Baand-, Rundjærn e. l. i Punkter, hvis Afstand hverken overskrider 15 Gange Jærnstangens Diameter eller Søjletværsnittets mindste Tværsnitsdimension.

Det af Dansk Ingeniørforening nedsatte Udvalg til Udarbejdelse af Normer for Jærnbeton-Konstruktioner.

Som Delegerede for Dansk Ingeniørforening:

† *Sophus M. Andersen.* *R. Christiani.* *T. Grut.*
A. Lütken. *A. Ostenfeld.*

Som Delegerede for Københavns Magistrat:

P. Bønecke. *J. J. Voigt.*

Vedtagne paa Dansk Ingeniørforenings Møde den 6te Maj 1908 og approberet af Bestyrelsen den 22de Maj 1908.