



Forblad

Normalisering af jernbetonkonstruktioner

A.M. Poulsen

Tidsskrifter

Architekten 1923

1923

Betydningen af Spørgsmaalet: Er det muligt ved ændrede Metoder at gøre Jernbetons Anvendelse lettere tilgængelig, saa dette Materiale kan vinde stærk forøget Udbredelse, vil staa klart for enhver Bygningstekniker. Kan det besvares bekræftende, vil der herved være naaet en virkelig Vinding baade i teknisk og nationaløkonomisk Henseende.

For at komme til Bunds i Spørgsmaalet vil vi et Øjeblik se paa, hvorledes en Jernbetonkonstruktion almindeligvis bliver til.

Der skal i hvert Tilfælde udarbejdes et særligt Projekt (Beregning og Tegning), hvortil der kræves en specielt uddannet Tekniker. Dette Projekt skal indsendes til vedkommende Bygningsautoritet, der gennemgaar Tegninger og Beregninger, og som — ofte først efter en Del Genvordigheder og kortere eller længere Tids Forløb — faar Projektet bragt i Overensstemmelse med de gældende Fordringer. Derefter skal Arbejdet udføres, og i mange Tilfælde haves ikke for Haanden øvede Jernbetonfolk eller Redskaber til Jernindlæggets Tildannelse. Det kan derfor ikke undre, at mangen Architect eller Bygmester lader sig afskrække fra at gaa i Gang med et Jernbetonarbejde, og det saa meget mere som de omtalte Ulemper ikke sjældent gør Jernbetonkonstruktionen dyrere end f. Eks. en Træ- eller Jernkonstruktion med det langt større Forbrug af fremmede Materialier (Træ eller Jern).

Skal Jernbetonkonstruktionerne komme til deres Ret og vinde Udbredelse, hvor de ifølge deres kendte fremragende Egenskaber (store Bæreevne, Ildsikkerhed, Modstandsdygtighed mod Rystelser, Prisbillighed, store Levedygtighed m. v.) er de bedst egnede, maa hele Fremgangsmaaden ved deres Fremstilling simplificeres.

Jeg er ikke blind for, at en gennemført Normalisering af alle Slags Jernbetonkonstruktioner næppe lader sig udføre, idet de vanskeligere Tilfælde kan være af en saa sammensat Natur, at den specielt uddannede Ingeniørs Gennemarbejdelse af Konstruktionens Detailler er paakrævet. Hvor det drejer sig om dens Slags Tilfælde er Jernbetonmaterialet imidlertid som Regel andre Materialier ganske overlegen, saa man ganske simpelt ikke kan undgaa at bringe det i Anvendelse og derfor nødes til at overvinde de dermed følgende Vanskeligheder.

En Simplificering, eventuelt en Normalisering af Jernbetonkonstruktionerne har derfor ogsaa nærmest Interesse for de mest almindelige men til Gengæld hyppigst forekommende Tilfælde.

Jeg skal nu komme ind paa en mere detailleret Udvikling af Spørgsmaalet og som Eksempel omtale, hvorledes en simplificeret Fremgangsmaade allerede er bragt i Anvendelse. Vi vil her som Eksempel betragte en Etageadskillelse af en Plade- og Bjælkekonstruktion, som bekendt den mest almindelige Anvendelse af Jernbeton i Bygninger.

De førnævnte Vanskeligheder, som stiller sig hindrende i Vejen for Anvendelsen af Jernbeton, kan i det her betragtede Tilfælde fjernes paa følgende Maade:

1 Der udarbejdes Dimensioneringstabeller til Brug for de projekterende Architecter ved Udarbejdelse af Overslag, hvorved de omtrentlige Jern- og Betonmængder kan udfindes ved Tegningernes Fremstilling, saa Architecten kan danne sig et Skøn over Udgifterne.

2 Der oprettes Fabrikker, der fremstiller Jernindlæggene — Rundjernsbjælkerne i samlet Tilstand, færdige til at nedlægges i Støbekasserne og Pladens Jern færdig tildannede — saa enhver Arbejder kan lægge Jernet paa Plads i Konstruktionen. Jernet fremstilles af Fabriken, enten efter en allerede udarbejdet Detailtegning eller efter Fabrikens eget Projekt. Fabriken ordner ogsaa eventuelle Tegninger og Beregninger til Bygningsautoriteterne og giver i det hele alle for Arbejdets Udførelse fornødne Oplysninger Konstruktionen vedrørende.

Dimensioneringstabeller som de under 1 nævnte har jeg udarbejdet efter Dansk Ingeniørforenings Normer for Jernbetonkonstruktioner og Københavns Bygningskommissions Fordringer, bl. a. med Hensyn til de forudsatte Nyttelaster som de anvendte tilladelige Paavirkninger (1200 kg/cm^2 for Jern og 40 kg/cm^2 for Beton).

Tabellerne findes nedenfor:

TABEL I.

Jernbetonbjælker i Etageadskillelser.

Nyttelast 200 kg/m².

Nedenstaaende Bjælkenumre bruges i følgende Tilfælde: i *Boliger, Kontorer*, mindre *Butikker* samt som Regel i *Tagetager* og paa *flade Tage*.

TABEL II.

Jernbetonbjælker i Etageadskillelser.

Nyttelast 300 kg/m².

Nedenstaaende Bjælkenumre bruges i følgende Tilfælde: I *Skoleværelser*, i *Gennemgange* og paa *Trapper til Boliger, Kontorer, mindre Butikker* og *Tagetager*.

(Bjælkernes Jernindlæg leveres tildannet og stivt sammenbundet, færdige til at anbringes i Støbeformen).

Angaaende Bjælkernes Dimensioner se Tabel VI.

TABEL I.			TABEL II.		
Bjælkens fri Spændvidde indtil m	Afstand mellem Bjælkemidterne		Bjælkens fri Spændvidde indtil m	Afstand mellem Bjælkemidterne	
	2,0 m	3,0 m		2,0 m	3,0 m
	Pladetykkelse			Pladetykkelse	
	8 cm	10 cm		8 cm	11 cm
3,5	„A.-P.“ 3a	„A.-P.“ 6b	3,5	„A.-P.“ 4c	„A.-P.“ 7d
4,0	— 5a	— 7b	4,0	— 6c	— 8d
4,5	— 6a	— 8b	4,5	— 7c	— 10d
5,0	— 7a	— 10b	5,0	— 8c	— 12d
5,5	— 8a	— 12b	5,5	— 9c	— 13d
6,0	— 9a	— 12b	6,0	— 10c	— 14d
6,5	— 10a	— 14b	6,5	— 12c	— 16d
7,0	— 12a	— 15b	7,0	— 13c	— 18d
7,5	— 13a		7,5	— 14c	
8,0	— 14a		8,0	— 16c	
8,5	— 15a		8,5	— 17c	
9,0	— 16a		9,0	— 18c	
Skal Etageadskillelsen bære lette Skillerum, benyttes Tabel II.			Skal Etageadskillelsen bære lette Skillerum, benyttes Tabel III.		

TABEL III.

Jernbetonbjælker i Etageadskillelser.

Nyttelast 400 kg/m².

Nedenstaaende Bjælkenumre bruges i følgende Tilfælde: I *Varehuse (Stormagasiner), Kirker, Teatre, Koncertsale* og *andre Forsamlingsale med faste Siddepladser* i *Gennemgange* og paa *Trapper* i *Skoler* og *Varehuse*, samt paa *Altaner*.

TABEL IV.

Jernbetonbjælker i Etageadskillelser.

Nyttelast 500 kg/m².

Nedenstaaende Bjælkenumre bruges i følgende Tilfælde: I *Foyerer, Gymnastik-, Bal- og Forsamlings-*

sale uden faste Siddepladser, i Gaarde uden Indkørsel samt i hævede Gaarde, paa Trappegange og Trapper til Forsamlingsale og paa flade Tage, der benyttes til Legepladser ell. lign.

(Bjælkernes Jernindlæg leveres tildannet og stivt sammenbundet, færdige til at anbringe i Støbeformen).

Angaaende Bjælkernes Dimensioner se Tabel VI.

TABEL III.				TABEL IV.			
Bjælkens fri Spændvidde indtil m	Afstand mellem Bjælkemidterne		Bjælkens fri Spændvidde indtil m	Afstand mellem Bjælkemidterne			
	2,0 m	3,0 m		2,0 m	3,0 m		
	Pladetykkelse			Pladetykkelse			
	9 cm	12 cm		10 cm	13 cm		
3,5	„A.-P.“ 6e	„A.-P.“ 8f	3,5	„A.-P.“ 6g	„A.-P.“ 9h		
4,0	— 7c	— 9f	4,0	— 8g	— 11h		
4,5	— 8e	— 12f	4,5	— 9g	— 13h		
5,0	— 9e	— 13f	5,0	— 11g	— 15h		
5,5	— 11e	— 15f	5,5	— 12g	— 16h		
6,0	— 12e	— 16f	6,0	— 13g	— 18h		
6,5	— 13e	— 18f	6,5	— 15g	— 19h		
7,0	— 15e	— 19f	7,0	— 16g	— 21h		
7,5	— 16e	— 21f	7,5	— 18g			
8,0	— 18e		8,0	— 19g			
8,5	— 19e		8,5	— 20g			
9,0	— 20e		9,0	— 21g			
Skal Etageadskillelsen bære lette Skillerum, benyttes Tabel IV.							

TABEL V.

Jernbetonbjælker i Etageadskillelser.

Nyttelast 800 kg/m².

Nedenstaaende Bjælkenumre bruges i følgende Tilfælde: Porte og Gaarde med Indkørsel.*

(Bjælkernes Jernindlæg leveres tildannet og stivt sammenbundet, færdige til at anbringes i Støbeformen).

Bjælkens fri Spændvidde indtil m	Afstand mellem Bjælkemidter
	2,0 m
	Pladetykkelse 12 cm
3,5	„A.-P.“ 9i
4,0	— 11i
4,0	— 12i
5,5	— 14i
5,0	— 16i
6,5	— 18i
6,0	— 19i
7,5	— 21i

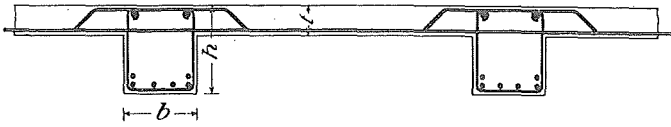
Angaaende Bjælkernes Dimensioner se Tabel VI.

Angaaende Pladens Jernindlæg se Tabel VII.

*Der er regnet med et Slidlag af Vægt 150 kg/m².

TABEL VI.

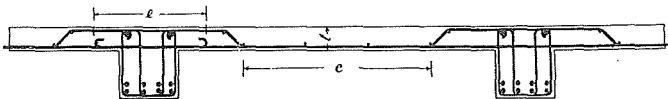
Bjælkernes Dimensioner m. v.
(Simpelt understøttede.)



Bjælkenumre Profil	Bjælkens Højde h cm	Bjælkens Bredde b cm	Bjælkens omtrentlige Jernvægt pr. m kg	Bærejern i Bjælkens Midtersnit (Underside)		Bjælkens Bredde i Muren cm
				Antal Bærejern Dimension	Jernareal cm ²	
„A.-P.“ 3	25	20	8	4a 15 mm	7,07	20
— 4	30	20	8	4a 15 mm	7,07	20
— 5	30	20	10	4a 16 mm	8,04	20
— 6	30	20	11	4a 18 mm	10,18	20
— 7	35	20	11	4a 18 mm	10,18	25
— 8	35	20	13	4a 20 mm	12,57	25
— 9	35	25	15	4a 22 mm	15,21	30
— 10	35	25	17	4a 23 mm	16,62	30
— 11	35	25	18	4a 24 mm	18,10	35
— 12	40	25	20	4a 25 mm	19,63	35
— 13	40	25	23	6a 22 mm	22,81	40
— 14	40	25	25	6a 23 mm	24,93	40
— 15	40	25	27	6a 24 mm	27,14	45
— 16	45	25	27	6a 24 mm	27,14	45
— 17	45	25	29	6a 25 mm	29,45	50
— 18	45	25	32	8a 23 mm	33,24	50
— 19	50	25	32	8a 23 mm	33,24	55
— 20	50	25	34	8a 24 mm	36,19	55
— 21	50	25	36	8a 25 mm	39,27	60

TABEL VII.

Pladens Jernindlæg.
a. Bjælkeafstand 2 m.



Plade- tykkelse t cm	Bærejern (hvert andet opadbojet)			Fordelingsjern			Pladejerne- nes omtrent- lige Vægt pr. m ² Plade kg
	Antal Rundjern pr. m og Dimension	c cm	Overlæg e cm	Dimension mm	Største indbyrdes Afstand cm	Overlæg cm	
8	9 Stk. 7 mm	105	42	7	25	42	4
9	10 - 7 -	105	42	7	25	42	4.5
10	8 - 9 -	105	54	7	25	42	6.0
12	8 - 9 -	105	54	7	25	42	6.0

b. Bjælkeafstand 3 m.

Plade- tykkelse t em	Bærejern (hvert andet opadbojet)			Fordelingsjern			Pladejerne- nes omtrent- lige Vægt pr. m ² Plade kg.
	Antal Rundjern pr. m og Dimension	c cm	Overlæg e cm	Dimension mm	Største indbyrdes Afstand cm	Overlæg cm	
10	8 Stk. 9 mm	165	54	7	25	42	5.5
11	9 - 9 -	165	54	7	25	42	6.0
12	10 - 9 -	165	54	7	25	42	6.5
13	10 - 9 -	165	54	7	25	42	6.5

Pladens Jern leveres tildannet færdige til Oplægning. Ved Bestilling bedes opgivet Længde og Bredde af det Rum, der skal overdækkes.

TABEL VIII.

Murbjælker (Mb-Bjælker).

Højde af tilstø- dende A.-P.- Bjælke i Etage- adskillelsen	Muraabningens fri Spændvidde			
	indtil 1,5 m	indtil 2,0 m	indtil 2,5 m	indtil 3,0 m
25	Mb. 1 m	Mb. 1 n	Mb. 1 o	Mb. 1 p
30	- 2 m	- 2 n	- 2 o	- 2 p
35	- 3 m	- 3 n	- 3 o	- 3 p
40	- 4 m	- 4 n	- 4 o	- 4 p
45	- 5 m	- 5 n	- 5 o	- 5 p
50	- 6 m	- 6 n	- 6 o	- 6 p

Murbjælkerne Bredde er = 1 Sten = 24 cm.

Højde er for de 2 første Kolonner (undtagen Mb. 4 n) lig Højden af de tilstødende „A. P.“-Bjælker i Etageadskillelsen. Alle de øvrige Bjælker er 5 cm højere end de tilstødende „A. P.“-Bjælker i Etageadskillelsen.

Murbjælkerne Jernindlæg vejer fra ca. 6 til ca. 20 kg pr. m.

Bjælkerne er regnet belastet med 1½ Stens Murblænding af 1½ m Højde samt Etagebjælken.

Huller i Jernbetonpladen.

Hvis der skal udspares Huller i Pladen, f. Eks. for Trapper eller Elevatorer uden bærende Skillerum, anbefales det at vælge 3 m Bjælkeafstand og at anbringe Hullet midt mellem 2 Bjælker. Kan det ikke undgaas, at saadanne Huller kommer til at ligge i en mindre Afstand end 0,5 m fra en Bjælkeside, bør denne Bjælke gøres lidt højere, end Tabellerne angiver. Nærmere Oplysning kan i saadanne Tilfælde faas ved Henvendelse til Fabrikken.

Idet Tabellerne formentlig vil forstås uden Forklaring skal jeg angaaende disse kun meddele nogle Oplysninger med Hensyn til Brugen.

Med Tabellerne er gjort Forsøg paa en Normalisering, idet der er valgt 19 Numre af Bjælker, betegnede „A. P. Nr. 3“—„A. P. Nr. 21“, med hvilke Numre man vil kunne klare sig i de almindelig forekommende Tilfælde, hvor Bjælkerne er simpelt understøttede (bærende frit fra Mur til Mur). Tabellerne I—IV ere beregnede for en Bjælkeafstand af 2 m, henholdsvis 3 m, i Tabel V, hvor der er Tale om en temmelig høj Belastning, er Bjælkeafstanden 2 m. Til Overslagsbrug vil man, hvis en anden Bjælkeafstand ønskes, med tilstrækkelig Nøjagtighed skønne sig til den rigtige Dimension. For hver af de 2 nævnte Bjælkeafstande er i Tabellerne I—V opgivet den tilsvarende Pladetykkelse, og Pladens Jernindlæg, svarende til

de forskellige Pladetykkelser faas nu af Tabel VII. Nærmere Oplysninger om de forskellige *Bjælkenumres Dimensioner*, *Jernvægte m. v.* tages fra Tabel VI. Ved at betragte denne Tabel lidt nøjere vil det ses, at jeg har tilstræbt en vis Ensartethed i Dimensioner, idet alle mindre Bjælker er givet samme Bredde paa 20 cm og alle større Bjælker en Bredde paa 25 cm. Bjælkernes Højder varierer med 5 cm Spring. Hensigten med denne Ensartethed i Bjælke dimensionerne har været at gøre det muligt at undgaa Spild i Forskalling, idet en Normalisering som den foreliggende muliggør Anvendelse af en Forskalling adskillige Gange. At en Bjælkebredde ved denne Foranstaltning mulig kan blive et Par Centimeter større end strængt teoretisk nødvendig har ingen praktisk Betydning i økonomisk Henseende.

Med Hensyn til Bjælkernes Jernvægte ses det (Tabel VI), at to paa hinanden følgende Bjælkenumre kun er ca. 2 kg forskellige i Jernvægt pr. løb. Meter af Bjælken.

For Murbjælkerne i Tabel VIII er Forholdet knap saa simpelt som for selve Etageadskillelsens Bjælker, hvorfor Normaliseringen her ikke er saa gennemført som for disse sidste.

Er der Tale om Bjælker med Mellemunderstøtninger (kontinuerlige Bjælker) kan de ovenfor givne Tabeller ikke direkte benyttes til Dimensionering af Bjælkerne. Man vil imidlertid ikke begaa nogen videre Fejl ved i Overslagsberegningen at anvende Tabellerne, som om Bjælkerne vare simpelt understøttede. Selvfølgelig giver den nøjagtige Beregning af Bjælken med Mellemunderstøtninger et mindre Bjælkenummer end for Bjælker uden Mellemunderstøtning, men Besparelsen vil kun andrage faa Procent af hele Etageadskillelsens Pris, saa Betydningen af denne Besparelse næppe kan siges at være af Interesse paa det første Overslagsstadium. Dette gælder i særlig Grad, naar der ikke anvendes Konsoller over Mellemunderstøtningerne. Naar Konsoller anvendes, kan Bjælke dimensionen formindskes mere; men til Gengæld er disse Konsollers Udførelse forbundet med en Del Besværligheder og Ekstraudgift til den vanskeligere Forskalling samt de i Konsollerne indgaaede Materialier, saaledes at man heller ikke her begaar nogen Fejl af Betydning for den samlede Overslagspris ved at regne med Tabellens Dimensioner for de simpelt understøttede Bjælker.

Som nævnt er Tabellerne beregnet paa Grundlag af Københavns Bygningskommissions Fordringer. Hvor der ikke stilles saa store Krav med Hensyn til Sikkerheder, kan man formindskes Dimensionerne efter Omstændighederne. For Bjælkernes Vedkommende kan saaledes, naar Højden lades uforandret, den fornødne Jernvægt med tilstrækkelig Tilnærmelse findes ved at multiplicere den i Tabellen fundne Jernvægt med Forholdet mellem 1200 og den tilladte Jernspænding i kg/cm^2 . Den samme Proportionalisering kan foretages for Pladens Bærejern, naar Pladetykkelsen lades uforandret.

Af ovenstaaende vil fremgaa, at Tabellerne kun er tænkt anvendt til Brug ved Udarbejdelse af Overslag. Den nærmere Konstruktion af Bjælkernes Jernindlæg, bl. a. disses Opadbøjning ved Understøtningerne og Bøjleindlægget forudsættes udført af Jernfabriken, idet Tabellerne paa Grund af Sagens Vanskelighed ikke giver Oplysning i saa Henseende.

Jeg kommer nu til det andet under Punkt 2 omtalte Middel til at fjerne Vanskelighederne ved Fremstilling af Jernbetonkonstruktioner, og jeg kan da meddele, at ogsaa dette Punkt har fundet sin praktiske Løsning, idet der som det formentlig vil være adskillige af Læserne bekendt alt i nogen Tid i København og Randers har eksisteret en Fabrik for færdige Jernindlæg i Jernbetonkonstruktioner, og flere ude i Provinsen vil følge efter. De nævnte Fabrikker har allerede leveret færdige Rundjernsindlæg til adskillige Bygninger, dels efter udleveret Detailprojekt og dels efter Fabrikens eget Projekt, og det kan uden Overdrivelse siges, at Virksomheden har haft Held til at virke til almindelig Tilfredshed hos de interesserede Parter.

De præsterede Leverancer har mest drejet sig om Etageadskillelser til Bygninger. Rundjernene til Bjælkerne ere leverede sammenbundne til en stiv Konstruktion, som da kun skal lægges ned i Støbekasserne og omstøbes. Rundjernsbjælkerne fremstilles efter et af mig udtaget Patent, gaaende ud paa uden Brug af Ekstrajern at samle Bærejern og Bøjler til en *stiv Gitterkonstruktion*, der kan taale enhver fornøden Transport uden at deformeres. Pladejernene leveres færdig tildannede, saa enhver Arbejder kan lægge dem paa Plads.

Efter disse Meddelelser gaar jeg ud fra, at Læserne vil give mig Ret i, at Spørgsmaalet over denne Artikel kan besvares bekræftende, og det forekommer mig, at man ved at anvende det beskrevne System (kaldet „A.-P.“ *Systemet*) kan opnaa følgende Fordele:

1 Systemet fjerner de med Jernbetonens Fremstilling forbundne Vanskeligheder for Architekt og Bygmester, saa Jernbetonkonstruktionerne fremtidig kan blive brugt i betydelig større Omfang end hidtil.

2 Systemet byder en meget betydelig forøget Sikkerhed for, at Jernbetonarbejder kan blive udført paa rette Maade.

3 Systemet medvirker derfor paa dobbelt Maade til en *Forbedring af vort Lands økonomiske Ballance*, hvad der er af særlig Interesse i vore Tider, bl. a. under Hensyn til, at Jernbeton med Rundjernsindlæg i Modsætning til andre tilsvarende Konstruktioner hovedsagelig fremstilles af hjemlige Materialier. Det eneste som skal indføres er Jernet samt Træ til Forskalling; men det er en bekendt Sag, at Anskaffelsen af Rundjernene i Jernbeton kun repræsenterer en forholdsvis ringe Part af hele Konstruktionens Anlægsudgift, ligesom Træanskaffelsen kan reduceres til en forholdsvis ringe Udgift ved en Normalisering som den nævnte, hvorved en Forskalling vil kunne bruges adskillige Gange.

A. M. POULSEN