

DK 624.012.3/.4

Foreløbige Normer

for

Beton- og Jernbetonkonstruktioner

Materialer, Beton, Kontrol og
tilladelige Spændinger

Marts 1943

1. Udgave

Udarbejdet og vedtaget af
Dansk Ingeniørforening

De foreløbige Normer forhandles af **Dansk Ingeniørforening**, Ingeniørhuset, København V
Eftertryk uden Tilladelse forbudt.

3. Oplag

Stykpris: 3,00 Kr.

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

Forord

Paa Grund af den for Tiden herskende Cementmangel har Dansk Ingeniørforening anset det for formaalstjenligt at medvirke til at indføre saadanne Ændringer i Beton- og Jernbetonkonstruktioners Udførelse og Beregning, at Besparelser i Cementforbruget kan opnaas i Forhold til hidtidig Praksis.

De Veje, man er gaaet, har været at angive en mere rationel Sammensætning af Grus- og Stenmaterialerne og en Begrænsning af Vandtilsætningen samt en højere tilladelig Bevirkning af Betonen.

Ved de første Foranstaltninger opnaas, at de samme Styrketal kan faas ved magrere Betonblandinger, ved den sidste, at Konstruktionerne kan udføres med mindre Betondimensioner.

Da de under Revision værende Jernbetonnormer ikke vil kunne færdigbehandles inden for den allernærmeste Fremtid, udgiver Dansk Ingeniørforening efter Aftale med Dansk Standardiseringsraad de til ovennævnte Formaal fornødne Afsnit som:

Foreløbige Normer for Beton- og Jernbetonkonstruktioner Materialer, Beton, Kontrol og tilladellge Spændinger

Indholdsfortegnelse

	Side
Definitioner	
§ 1	4
Bogstavssymboler	
§ 2	4
I. Almindelige Regler for Beton- og Jernbetonkonstruktioner	
A. Materialer	
§ 3. Armeringsstaa1	5
§ 4. Cement	5
§ 5. Tilslagsmaterialer	5
§ 6. Vand	8
B. Beton	
§ 7. Blandingsforhold og Blanding	9
§ 8. Konsistens og Støbelighed	10
§ 9. Prøvning af Beton	10
D. Kontrol af Materialer og Udførelse	
§ 16. Klasseinddeling af Kontrol	12
§ 17. Kontrol før Udførelsen	12
§ 18. Kontrol under Arbejdets Udførelse	13
§ 19. Kontrol efter Arbejdets Udførelse	13
E. Konstruktion og Beregning af Jernbeton	
2. Spændingsbestemmelse og Dimensionering	
§ 35. Tilladelige Spændinger	13
F. Konstruktion og Beregning af uarmeret Beton	
§ 44. Tilladelige Spændinger	15
II. Særlige Regler for Brokonstruktioner	
§ 46. Tilladelige Spændinger	15
III. Særlige Regler for Husbygningskonstruktioner	
§ 47. Tilladelige Spændinger	16
IV. Særlige Regler for Vandbygningskonstruktioner	
§ 48. Tilladelige Spændinger	16

Definitioner

§ 1. I disse Normer, der kun gælder bærende Konstruktioner, forstås:

ved **Beton**: en hærdnet Blanding af Cement, Tilslagsmaterialer og Vand;

ved **Jernbeton eller armeret Beton**: Beton, i hvilken der er indstøbt Jern, som medvirker til at optage Konstruktionens indre Spændinger;

ved **uarmet Beton**: Beton uden saadant Jernindlæg.

Bogstavsymboler

§ 2. Det anbefales at benytte nedenstaaende Betegnelser:

p .. bevægelig Belastning pr. Længde- eller Arealenhed

g .. hvilende

q .. total

l ... teoretisk Længde

M .. bøjende Moment

Q .. Transversalkraft

P .. Enkelkraft

N .. Normalkraft

σ_j .. Trækspænding i Jern

σ_j^c .. Trykspænding i Jern

σ_b .. Trykspænding i Beton

σ_T .. Betonens Trykstyrke, bestemt ved 20 cm Terninger (Terningstyrken)

σ^B .. Betonens Bøjningstrykstyrke, bestemt ved Prøvebjælker efter 28 Døgns Hærdning (Bjælkestyrken)

σ_F .. Staalets Flydespænding

τ_b .. Forskydningsspænding i Beton

r_j .. Tilladelig Spænding i Jern

r_b .. Tilladelig Bøjningstrykspænding i Beton

r_o .. Tilladelig Trykspænding i Beton

r_s .. Tilladelig Søjlepaavirkning

E_j .. Staalets Elasticitetskoefficient

E_b .. Betonens Elasticitetskoefficient

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 ... Bredde af et rektangulært Tværsnit eller nyttig Pladebredde i et T-Tværsnit

b_o .. Bredde af Ribben i et T-Tværsnit

t ... Pladetykkelsen i et T-Tværsnit

x ... Nulliniens Afstand fra den stærkest trykkede Kant

I ... Inertimoment

F_j .. Tværsnitsareal af strakt Jern

F_j^c .. Tværsnitsareal af trykket Jern

F_b .. Tværsnitsareal af Beton (uden Fradrag af Jern)

F_K .. Kærnetværsnit med beviklede Søjler = Betonarealet inden for Beviklingsjernet Midtlinie

d .. Diameter af Armeringsjern

φ .. Jernprocent

φ^c .. Trykjernsprocent for en bøjet Konstruktionsdel

V/C Vandcementtal

T .. Temperatur

I. Almindelige Regler for Beton- og Jernbetonkonstruktioner

A. Materialer

§ 3. Armeringsstaalet

Armeringsstaalet skal i Almindelighed være valset Staal, som Regel Rundjern, i visse Tilfælde andre valsede Profiler. Ved Afvigelse heraf skal Staalets Anvendelighed til Jernbeton godtgøres.

For Levering og Prøvning af Staal gælder, naar ikke andet er fastsat, Normalbetingelserne i det Land, hvor Staalet er fremstillet¹⁾.

Staalet bør leveres med Prøvningscertifikat fra Værket, og til supplerende Prøvning leveres eventuelt et passende Antal Stykker med Overlængde.

Naar Staalet købes fra Lager, bør dets Trækbrudgrænse, Flydegrænse og Brudforlængelse søges oplyst.

Naar Staalet købes fra Værk, og særlig naar det fremstilles til et bestemt Bygværk, træffes saa vidt muligt Aftale om en mindste Værdi for nedre Flydegrænse. Under alle Omstændigheder bør Prøvningen af Staalet foregaa saaledes, at nedre Flydegrænse bestemmes. Denne bør ikke være under 65 % af den konstaterede Trækbrudgrænse.

Det anvendte Staal skal have en jævnt fordelt Forlængelse (dvs. Forlængelsen ved σ_{\max} i Arbejdslinien) paa mindst 4 %. Ved Koldbøjeprovning skal det kunne taale at bøjes om en Stang, hvis Diameter er lig 2 Gange Prøvestangens mindste Tværmaal, uden at vise Revner i Træksiden.

Staalet skal 2 Millioner Gange kunne taale en Spændingsvariation mellem 0,9 σ_F og 0,5 σ_F .

§ 4. **Cementen** skal, naar ikke andet foreskrives, være almindelig Portland-Cement, der svarer til de af Dansk Ingeniørforening udgivne Normer (Bestemmelser for ensartet Levering og Undersøgelse af Portland-Cement). Brugen af andre Cementer er dog tilladt, naar disse i Kvalitet mindst svarer til almindelig Portland-Cement.

§ 5. **Tilslagsmaterialerne** er Betonsand eller Betongrus og Sten²⁾ eller med disse Materialer ligestillede Kunstprodukter, og for uarmeret Beton i visse Tilfælde Murstensskærver. De i det følgende omtalte Kornstørrelser refererer alle til Sigter med cirkulære Huller.

a. Betonsandet, med Kornstørrelser op til 5 mm, skal være af stærkt Materiale og maa ikke indeholde organiske Stoffer, Ler og andre Iblandinger i skadelig Mængde, saaledes at de indvirker væsentligt paa Betonens Afbinding, Styrke eller Bestandighed. Det kan enten være Natursand eller sønderdelte Materialer, men naturligt forekommende Materialer bør foretrækkes. Der gøres opmærksom paa, at Stenmel ofte har et meget stort Indhold af meget fint Materiale, som kan virke skadeligt.

¹⁾ Anvendes tysk Staal, følges saaledes de tyske Dinormer, der for det mest anvendte Staal, St 37.12 efter DIN 1612 kræver følgende: Trækbrudgrænsen skal være 3700—4500 kg/cm². Forlængelsen paa en Maalelængde 11,3 \sqrt{F} (lig 10 Gange Diameteren) skal være:

for $5 \leq d < 7$ mm, $\delta_{11,3} = 15$ %

for $7 \leq d < 8$ mm, $\delta_{11,3} = 18$ %

for $8 \leq d < 30$ mm, $\delta_{11,3} = 20$ %

Ved Koldbøjeprove skal det kunne taale at bøjes om en Stang, hvis Diameter er Halvdelen af Prøvestangens mindste Tværmaal, uden at vise Revner i Træksiden.

Flydegrænsen vil ligge mellem 55 % og 80 % af Trækbrudgrænsen, og man kan i Almindelighed paaregne en nedre Flydegrænse paa 2600 kg/cm², mindst 2400 kg/cm². Flydegrænsen garanteres dog ikke.

²⁾ Angaaende Benævnelser, se D. I. F.'s Normer for Sten- og Grusmaterialer til Vejbygning, Dansk Standard, DSE 401.

Betonsandet bør indeholde baade grove (2—5 mm), mellemfine (0,5—2 mm) og fine (under 0,5 mm) Korn, som nærmere angivet nedenfor.

Betonsandets Egnethed kan undersøges ved følgende Prøvninger:

1) Undersøgelse for organiske Forureninger (Humussyre).

I en klar Flaske fyldes Betonsand til ca. 7 cm Højde, hvorefter der paafyldes en 3 % Natriumhydroxyd-Opløsning (Natronlud) til ialt 12 cm Højde. Flasken proppes tæt til og rystes grundigt, hvorefter den henstilles i 24 Timer til Bundfældning. Er Vædsken derefter klar til lysegul, er Indholdet af skadelige, organiske Forureninger i Reglen betydningsløst; er Vædsken stærkt gul, er Betonsandet i Almindelighed brugbart, men man bør udvise Forsigtighed i Anvendelsen, eventuelt forhøje Cementindholdet. Er Vædsken brun til mørkebrun, er Betonsandet ubrugeligt. Det maa erindres, at Humus kan forekomme pletvis i en Grusgrav. Er Betonsandet meget kalkholdigt, kan Prøven være upaalidelig, og man bør da fremstille Prøvelegemer og prøve disse.

2) Undersøgelse for Ler og andre slembare Bestanddele.

Ved Undersøgelse 1 eller ved en tilsvarende Undersøgelse udført med Vand, kan man danne sig et Skøn over Lerindholdet ved at maale det Lag af helt fint Materiale, der samles oven paa Betonsandet. Hvis dette Lag udgør mere end 5 % af den samlede Højde (3,5 mm af 7 cm), skal der foretages en Slemmeanalyse, og Indholdet af Ler bestemmes i Vægtprocent efter en anerkendt Metode, ved hvilken der tillige angives det største tilladelige Lerindhold.

3) Undersøgelse for Kalkindhold.

En afvejet Prøve af Betonsandet overhældes med Saltsyre, udvaskes gennem Filtrepapir, tørres og vejes igen. Det herved konstaterede Kalkindhold bør ikke være over 20 %. Skønsmæssigt kan det bedømmes ved den Opbrusning, der sker, naar Saltsyren hældes over Betonsandet.

Porøse Kalkkorn svækker Betonen, og man bør ved Besigtigelse sikre sig, at saadanne ikke findes i for stor Udstrækning.

4) Korn sammensætningen fastsættes ved Sigtning paa saa mange forskellige Sigter, at en tydelig Kornkurve kan optegnes.

Betonsand bør have en Kornkurve, der i det væsentlige ligger inden for Omraaderne »godt« eller »brugeligt« i Fig. 1. Kurven kan ligge des lavere, jo bedre og mere intensivt Betonen bearbejdes. Jo lettere bearbejdelig Betonen skal være, desto højere bør Betonsandets Kornkurve ligge. For Korn under 2 mm bør Kurven ikke være stejlere end Linien A.

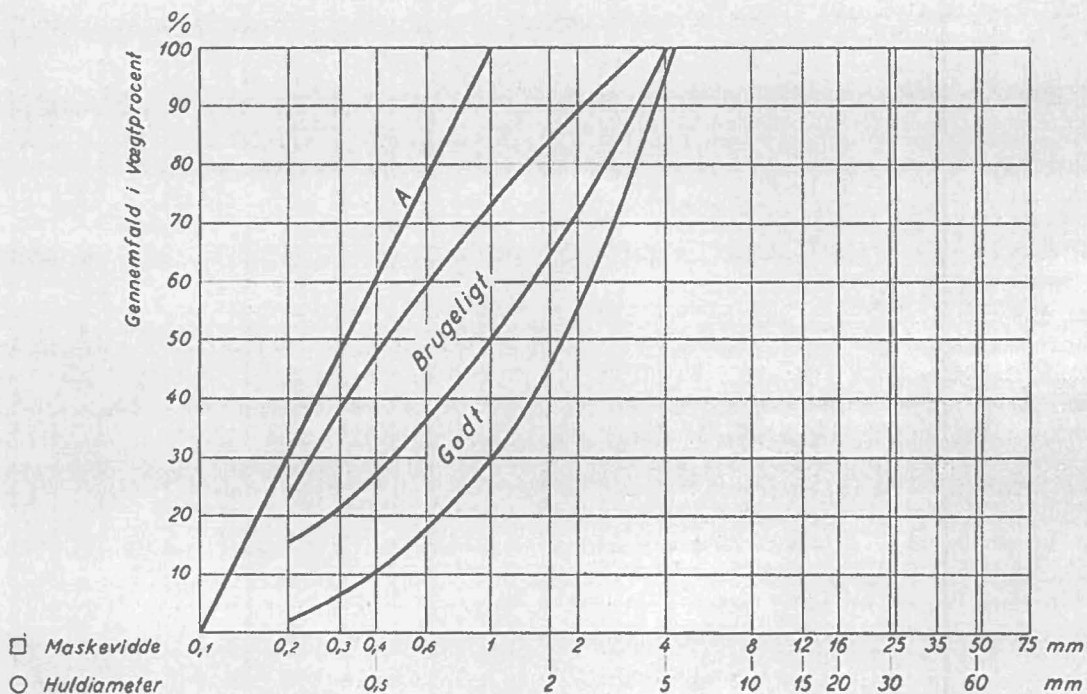


Fig. 1. Kornkurveomraader for Betonsand 0—5^a

b. Betongruset, med Kornstørrelser op til 15 mm, bør indeholde Korn af forskellige Størrelser i passende Fordeling, som angivet nedenfor, og ligesom Betonsandet være af stærkt Materiale.

Betongrusets Egnethed til Beton undersøges paa ganske tilsvarende Maade som Betonsandets. Ved Humussyre-Undersøgelsen sigtes dog Sten over 5 mm fra, med mindre disse er øjensynligt forurenede. For Indholdet af Ler og andre slembare Bestanddele i det fraslgtede Sand gælder det for Betonsand angivne. Betongruset undersøges endvidere for Indhold af Kalksten. Kalkindholdet i Betongruset bør ikke være større end 15 % efter Vægt. Kan Betonen blive udsat for Frost, og kan Overfladesprængninger ikke tolereres, bør porøse Kalkkorn over 5 mm ikke forekomme.

Kornkurven bør i det væsentlige ligge indenfor Omraaderne »godt« eller »brugeligt« i Fig. 2. Materialet skal være ensartet, saaledes at forskellige Prøver udviser nogenlunde samme Kornkurve. Jo mere intensivt Betonen skal bearbejdes, desto lavere kan Kurven ligge. Jo lettere bearbejdelig Betonen skal være, desto højere bør Grusets Kornkurve ligge. For Korn under 2 mm bør Kurven ikke være stejlere end Linien A.

Betongrusets Kornkurve kan eventuelt forbedres ved Tilsætning af egnet Sand eller Stenmateriale.

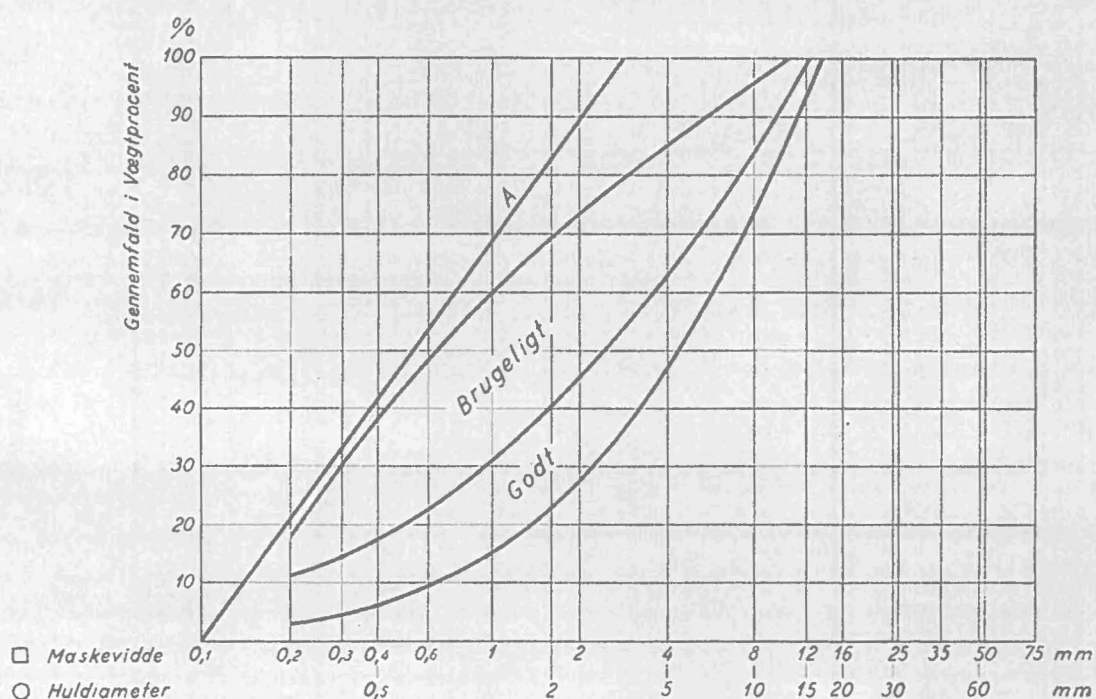


Fig 2: Kornkurveomraader for Betongrus 0-15^o

c. Stenene, hvorved forstaas Materialet over 5 mm, kan være naturligt eller sønderdelt Materiale og skal være af et tilstrækkeligt haardt Materiale til at give en Beton af fornøden Styrke, rene og fri for fremmede Iblandinger i skadelig Mængde. Forvitrede Sten maa ikke anvendes. Kan Betonen blive udsat for Frost, bør Stenene være frostfaste, og porøse Kalksten maa derfor ikke forekomme i skadelig Mængde. Kan Overfladesprængninger ikke tolereres, maa porøse Kalksten ikke forekomme. Stenene bør højst indeholde 5 % Sand.

Renheden undersøges ved Besigtigelse, og er Stenene forurenede, bør de vaskes inden Anvendelsen. Iøvrigt kan de undersøges paa lignende Maade som Sand og Grus.

Stenenes Kvalitet bedømmes ligeledes ved Besigtigelse, hvorved eventuelle Kalkstens Art og Mængde undersøges.

Største Stenstørrelse maa rette sig efter Konstruktionens Godstykkelse og Armeringsjernenes indbyrdes Belliggenhed. Den bør i Almindelighed ikke væsentligt overskride 30 mm for armeret Beton og 60 mm for uarmeret Beton, saaledes at større Sten kun kan anvendes i særlige Tilfælde.

Stenene bør være af varierende Kornstørrelse, men deres Kornfordeling er dog af mindre Betydning end Sandets.

d. Det samlede Tilslags Kornkurve bør i det væsentlige ligge inden for Omraaderne »godt« eller »brugeligt« i Fig. 3.

Ved Anvendelsen af Skærver bør Kornkurven, navnlig i Sandomraadet, forløbe relativt højere, end hvor Singels anvendes. Iøvrigt gælder ganske tilsvarende Regler for Kurvernes Beliggenhed som anført for Sand.

Falder Tilslagsmaterialernes Kornkurve væsentligt uden for de her angivne Kurveomraader, kan der dog i nogle Tilfælde fremstilles brugelig Beton med dem, men deres Anvendelighed maa eftervises ved Forsøg.

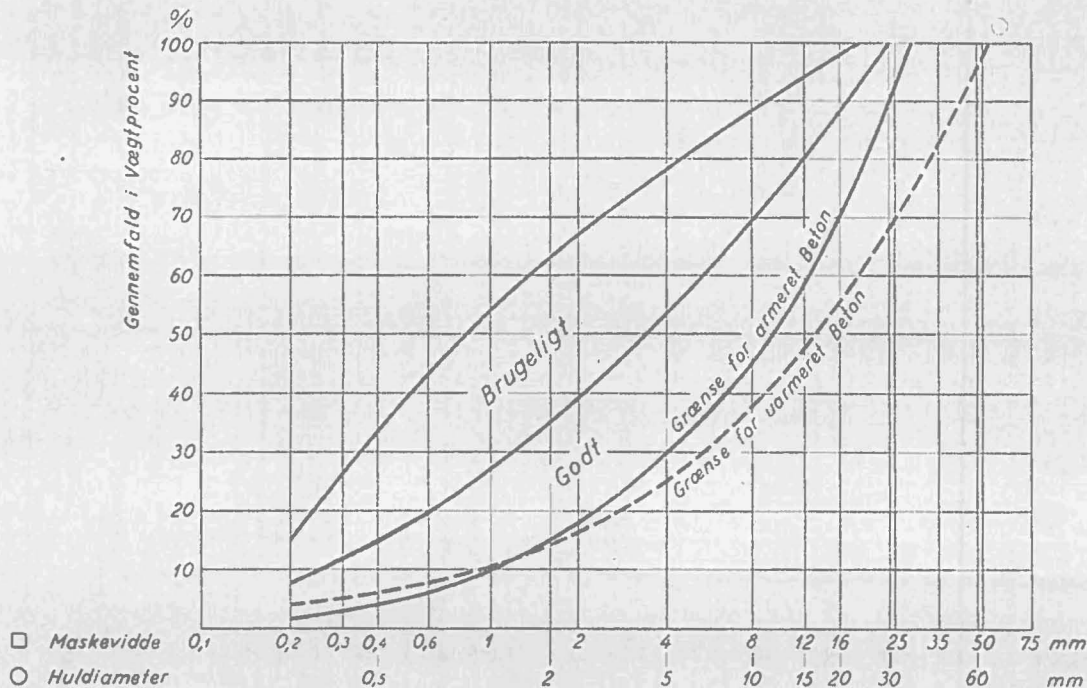


Fig. 3: Kornkurveomraader for samlet Tilslagsmateriale

e. Sparesten. I visse Tilfælde kan efter særlig Aftale større Sten, saakaldte Sparesten, anvendes. De skal være rene og af godt Materiale, ganske som de under c. omtalte Sten. De skal om nødvendigt vaskes og altid vandes, inden de lægges i Betonen. Der maa højst indlægges Sparesten svarende til 15% af Konstruktionens Volumen. Deres indbyrdes frie Afstand og Afstand til Jern, Forskalling eller hærdnet Betonoverflade skal mindst være 10 cm.

f. Murstensskærver skal være slaat af sunde, fuldbrændte, rene Mursten. De bør hovedsagelig kun finde Anvendelse til Fundamenter og lignende. Skærverne skal gennemvandes, før de anvendes.

§ 6. **Vandet** maa ikke indeholde Stoffer, der i væsentlig Grad er skadelige for Betonens Afbinding og Hærdning eller for Jernet, hvis Betonen armeres.

Uden forudgaaende Undersøgelse kan alt i Naturen forekommende fersk Vand anvendes, blot det ikke er forurenat. Drikkeligt Vand er altid brugeligt, klart Sø- og Mosevand i Reglen ogsaa.

Havvand er ligeledes brugeligt, men maa ikke anvendes, hvor der støbes med Aluminatcement. Til Jernbeton bør fersk Vand foretrækkes for Havvand, da Saltene kan give Anledning til Rustdannelse paa Armeringsjernene.

Efter forudgaaende Undersøgelse kan forurenat Vand undertiden bruges.

Vandet maa dog betragtes som ubrugeligt, hvis det i væsentlig Grad forsinker Afbindingen, eller hvis det nedsætter Styrken med mere end 15% i Forhold til den Styrke, der opnaas ved Anvendelse af rent Vand.

Ubrugeligt er Afløbsvand med Indhold af Olie, Fedt, Kalisalte eller Sukker. Til Støbning med Aluminatcement maa — som ovenfor nævnt — saltholdigt Vand ikke anvendes.

B. Beton

§ 7. Blandingsforhold og Blanding

Beton skal fremstilles af Materialer, der opfylder Betingelserne i Afsnit A.

Blandingsforholdet fastsættes for de Materialer, der skal anvendes, under Hensyntagen til den Styrke, der forlanges, og den Tæthed og Bearbejdelighed, man tilsigter. Styrken bestemmes ved de i § 9 angivne Prøvninger, som foretages med 6 Prøvelegemer.

Betonen bør fremstilles saaledes, at Kitmassen (Cement + Vand) med et passende Overskud udfylder Hulrummene i Tilslagsmaterialerne, idet Betonens ellers ikke kan blive ensartet ved Bearbejdning.

Dette Overskud skal for Beton til Jernbeton og vandtæt Beton mindst være:

- 5 % hvis Betonens vibreres,
- 10 % hvis Betonens maskinstampes,
- 20 % hvis Betonens haandstampedes.

For saadan Beton maa Kitmassen i sig selv være vandtæt, hvilket opnaas ved et Vandcementtal paa højst 0,65, naar der anvendes almindelig Portland-Cement, og 0,85, naar der anvendes hurtighærdende Cement.

Blandingsforholdet skal til Arbejdspladsen angives som: . . . kg Cement til . . . kg Tilslagsmaterialer (excl. Fugtighedsindhold) og med Angivelse af V/C.

Rumvægten regnes til 1360 kg/m³ for Portland Cement og til 1210 kg/m³ for hurtighærdende Cement. 100 kg Cement regnes at have et »fast« Volumen paa 32 l.

Blandingen bør udføres paa Maskine, som skal have en sikkert virkende og indstillelig Vandbeholder. De enkelte Betonblandinger bør baseres paa et helt Antal Poser Cement. De tilsvarende Mængder Tilslagsmaterialer afmaales bedst ved Vejning. Anvendes Maalekar, skal disse være saadan indrettede, at de altid fyldes paa ensartet Maade, og deres Indhold bør af og til kontrolleres ved Vejning.

Maa Haandblanding undtagelsesvis anvendes, skal 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 Maskin- som ved Haandblanding Stenene paa alle Sider vise sig indhyllet i en ensfarvet Mørtelmasse. Der maa kun blandes saadanne Mængder, som umiddelbart efter Tilberedelsen kan udstøbes.

Til Brug ved smaa Arbejder skal det som Vejledning angives, at med gode Materialer og veludført Beton kan følgende Terningstyrker σ_T (20 cm Terninger) forventes efter 28 Døgn ved Anvendelse af Portland-Cement:

Tabel 1: Beton af Singels eller Naturstensskærver

Blandingsforhold		Største Størrelse mm	Terningstyrker σ_T i kg/cm ²	
Efter Vægt Cement : Samlet Tilslag	Efter Rumfang Cement : Sand : Sten		Plastisk til halvflydende Beton	Halvplastisk til plastisk Beton
1 : 4,5	1 : 2 : 2	15	350	400
1 : 5,7	1 : 2 : 3	30	290	350
1 : 6,8	1 : 2 ¹ / ₂ : 3 ¹ / ₂	30	240	300
1 : 9,1	1 : 3 : 5	30	150	210
1 : 12,5	1 : 4 : 7	60	90	140
1 : 14,7	1 : 5 : 8	60	70	100

Tilsvarende Styrker kan forventes med hurtighærdende Cement efter 7 Døgn, dersom samme Rumfangsforhold anvendes.

Bjælkestyrken σ_B faas, naar $\sigma_B \leq 400$ kg/cm², af ovenstaaende Terningstyrker σ_T ved Multiplikation med 1,25.

Anvendes der sunde, gennemvædede Murstensskærver af fuldbændte Mursten, kan man for Brudstyrken forvente det halve af de angivne Værdier.

§ 8. Konsistens og Støbelighed

Betonen skal have en efter Arbejdets Art passende Konsistens.

Bearbejdningen skal ske ved Stampning, Vibrering eller paa anden Maade, og Bearbejdningen skal fortsættes, til Formen er helt udfyldt, og eventuel Armering er fuldstændig omstøbt. Paa den anden Side maa Bearbejdningen ikke føres saa vidt, at Separation af Materlalerne indtræder.

Konsistensen kontrolleres ved Sætmaalskegle, Rystebord, V. B. Apparat eller paa anden almindelig anerkendt Maade.

Der skelnes i Almindelighed mellem Beton af følgende Konsistenser:

Jordfugtig Beton	:	0—5	cm Sætmaal
Halvplastisk Beton	:	5—10	— —
Plastisk Beton	:	10—15	— —
Halvflydende Beton	:	15—20	— —
Flydende Beton	:	20—25	— —

Sætmaalsprøven udføres med en Keglestub med følgende Dimensioner: $d = 10$ cm, $D = 20$ cm og $h = 30$ cm.

Følgende Tabel kan være vejledende ved Valg af Konsistens:

Tabel 2: Sætmaal i cm

	Ved Stampning	Ved Vibrering
Tynde, tætarmerede Konstruktionsdele, Hulstensdæk og lign.	15—20	5—10
Tykkere, mere aabent armerede Konstruktionsdele, Plader og lign.	10—15	3—5
Tykke, uarmerede Konstruktionsdele	8—15	2—5

Det maa stadig under Arbejdets Udførelse paases, at Konsistensen er passende. Hvis der samler sig Søer paa Betonens Overflade, er Vandtilsætningen for stor.

§ 9. Prøvning af Beton

a. Fremstilling af Prøvelegemer.

Betonens Styrke kontrolleres ved Prøvelegemer, hvoraf der under Arbejdets Udførelse bør støbes mindst 3 Stk. til hver Prøvning for hver paabegyndt 150 m³ armeret eller 300 m³ uarmeret Beton. For Konstruktioner af almindelig Portland-Cement skal der saaledes støbes mindst 3 Stk. til 7 Døgns Prøven og mindst 3 Stk. til 28 Døgns Prøven.

Beton til Prøvelegemer skal udtages af den almindelige Betonproduktion paa Arbejdsstedet og maa ikke tilberedes særskilt. Betonens Sammensætning, herunder ogsaa det anvendte V/C, skal noteres.

Bruges Terninger, skal disse helst støbes i hævlede Jernforme. Bruges Træforme, maa Prøvelegemerne afrettes, inden de prøves. Prøvejælker støbes i de Dimensioner, der svarer til den forventede Bøjningsstyrke, se nedenfor.

Formene skal være saaledes fremstillede, at Betonene ved Udstøbning og Bearbejdning ikke afgiver væsentlig mere eller mindre Vand, end Betonene i Bygværket.

Bearbejdningen skal saa vidt muligt svare til den Bearbejdning, Betonene faar i Bygværket, saaledes at Komprimeringen er den samme.

For Beton, der skal vibreres, skal Prøvelegemerne enten stemples, vibreres eller behandles paa Rystebord efter en anerkendt Fremgangsmaade.

Prøvelegemerne skal 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 Stuetemperatur. Prøvelegemerne til 7 Døgns og 28 Døgns Prøven holdes fugtige i henholdsvis 5 og 10 Døgn, hvis der anvendes Portland-Cement. Anvendes hurtighærdnende Cement, holdes Prøvelegemerne fugtige i 4 Døgn.

Den Tid, hvor Temperaturen er under 1°C , maa ikke medregnes i Tidsfristen for Prøverne. Ved Temperaturer fra 1° til 2° medregnes Tiden med $1/3$ og fra 2° til 6° med $1/2$.

Saafrømt Prøvelegemerne skal tjene til Bedømmelse af Tidspunktet for Afforskalling, skal de opbevares under samme Forhold, som gælder for Konstruktionen.

Prøvelegemerne bør forsynes med Dato for Støbning.

For Beton til armerede Vejbaner gælder for Fremstilling af Prøveterninger og Prøvebjælker de til enhver Tid i de gældende Retningslinier for Udførelse af Betonveje angivne Regler.

b. Prøvelegemernes Dimensioner.

Prøveterninger skal have 20 cm Sidelinie.

Prøvebjælker skal have saa rigelig en Armering, at Spændingen i denne i Brudøjeblikket ikke overstiger 2050 kg/cm^2 ; Forskydningsspændingen i Betonen maa ikke overstige 8 kg/cm^2 .

Hvis den tilstræbte Bøjningstrykstyrke $\sigma_B \leq 400\text{ kg/cm}^2$, kan man anvende Prøvebjælker, hvis Længde er 2,0 m, og som har rektangulært Tværsnit med Bredde 9 cm og Højde 6,5 cm. Disse Prøvebjælker armeres med:

$$\begin{aligned} 2 \text{ } \varnothing 12 \text{ mm for } \sigma_B \leq 300 \text{ kg/cm}^2, \\ 2 \text{ } \varnothing 14 \text{ mm for } 300 < \sigma_B \leq 400 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

Armeringsjernene skal være ombøjede ved Enderne og anbragt med en Afstand af 5 cm fra Midte af Jern til Overside af Bjælke.

For Beton med større Brudstyrke anvendes Prøvebjælker af større Dimensioner eller Prøveterninger.

c. Prøvningens Udførelse.

Baade for 7 Døgn og 28 Døgn Prøverne skal der gives Tillæg til Prøveterningerne for kolde Dage som angivet foran.

Der bør prøves tre ens Prøvelegemer samtidigt, for hvilke man bestemmer Middelstyrken. Prøveterninger skal prøves paa anerkendt Maade.

Ved Prøvning af Prøvebjælker anbringes disse 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 tilstræbte Bøjningstrykstyrke $\sigma_B \leq 400\text{ kg/cm}^2$, skal Bjælkens Spændvidde være 1,80 m og nævnte Afstand 60 cm, se Fig. 4.

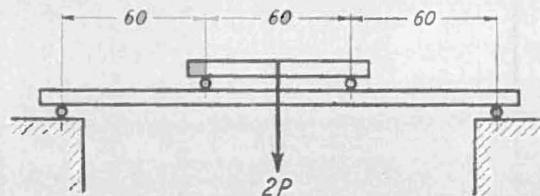


Fig. 4.

Før Forsøget maales Midter-Tværsnittets Højde og dets Bredde b foroven, og efter at Bruddet er indtraadt, maales Tykkelsen af Betonlaget under Jernet, hvorved Afstanden h_n fra Jernmidten til Bjælkens Overkant er bekendt. Af Brudmomentet for 28 Døgn Prøverne beregnes Bøjningstrykstyrken σ_B i Betonen.

Til Lettelse for Beregningen kan ved de ovenangivne Bjælker anvendes følgende Formel:

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

hvor de 10 kg/cm^2 fremkaldes af Egenvægt, og hvor:

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 - 0,37 (h_n - 5,0) - 0,1 (b - 9,0) \\ \alpha_0 &= 1,01 \text{ for } 2 \text{ } \varnothing 12 \text{ mm} \\ \alpha_0 &= 0,96 \text{ for } 2 \text{ } \varnothing 14 \text{ mm} \end{aligned}$$

2 P er den samlede Belastning paa Bjælken.

7 Døgns Prøven skal kun tjene til Orientering, medens den endelige Bedømmelse af Betons Kvalitet skal ske paa Grundlag af 28 Døgns Prøven.

Dog kan 28 Døgns Prøven udelades, hvis 80% af den tilstræbte Bøjningstrykstyrke er naaet ved 7 Døgns Prøven.

For flere samtidig støbte og prøvede Legemer af samme Art skal Middeltallet for Bøjningstrykstyrken af de fundne Styrketal være bestemmende. Hvis der mellem Prøvelegemerne findes saavel Bjælker som Terninger, multipliceres disse sidstes Styrketal med 1,25 (naar $\sigma_B \leq 400 \text{ kg/cm}^2$), inden Middeltallet udregnes. Dette skal mindst have den ved Konstruktionens Dimensionering forudsatte Værdi.

D. Kontrol af Materialer og Udførelse

§ 16. Klasseinddeling af Kontrol

For Betonkonstruktioner af særlig betydelig Art, eller hvor der regnes med høje tilladelige Spændinger, maa der føres en særlig streng Kontrol. Man skelner derfor mellem de nedennævnte tre Klasser af Kontrol.

Klasse I. Ekstra skærpet Kontrol

Betonmaterialerne maales efter Vægt, som angivet i § 7. Alle de i § 17 angivne Materialundersøgelser skal udføres, og de anvendte Tilslagsmaterialer (Betonsand eller Betongrus og Sten) skal have Kornkurver, beliggende i det væsentlige inden for Omraaderne »godt« eller »brugeligt«. Som nævnt i § 7 fastsættes Blandingsforholdet efter en Prøvning med 6 Prøvelegemer.

Under Arbejdets Udførelse skal de i § 18 angivne Bestemmelser nøje overholdes.

Kontrol af Betonmaterialet og Arbejdets Udførelse skal føres af en hertil særlig kvalificeret Betonkontrollant, som under Støbeperioderne altid er til Stede og da udelukkende beskæftiger sig med Betonkontrollen.

Det paases af et dertil egnet Tilsyn, at Armeringsjernene under Støbningen forbliver paa deres rigtige Plads.

De statiske Beregninger skal gennemføres med særlig Omsorg.

Klasse II. Skærpet Kontrol

Det tillades, at Tilslagsmaterialerne maales efter Rumfang, som angivet i § 7. Cementen tilsættes efter Vægt.

I Almindelighed kan den i § 17 anførte Prøvning for Cementen udelades, med mindre Cementen formenes gennem Lagring at være blevet forringet. De øvrige Undersøgelser, der er angivet i § 17, skal udføres.

løvrigt gælder det samme som angivet under Klasse I.

Klasse III. Sædvanlig Kontrol.

Betonmaterialerne maales efter Rumfang, som angivet i § 7.

Af de i §§ 17 og 18 nævnte Prøvninger kan kun Styrkeprøvningen af Betonen forlanges.

Det er ikke nødvendigt, at Betonstøbningen overvaages af en særlig Betonkontrollant; et kyndigt Tilsyn maa dog paa sædvanlig Maade føres med Arbejdets Udførelse.

§ 17. Kontrol før Udførelsen

a. Tegninger og Beregninger.

Forinden Udførelsen kan der forlanges indleveret Tegninger, der viser Hovedanordningen, den forlangte Betonstyrke, Kontrollens Art og alle nødvendige Detailler, herunder f. Eks. eventuelle Svejesteder, samt Beregninger, indeholdende Angivelser af Størrelsen af den forudsatte hvilende og bevægelige Belastning og af de tilladelige Spændinger samt Dimensionsbestemmelse eller Eftervisning af tilstrækkelig Bæreevne. Tegninger og Beregninger skal underskrives af den, som har Ansvaret for dem. Eventuelt kan tillige fordres nærmere Beskrivelse af vanskelige Konstruktioner, af Arbejdets Udførelse og lign.

Ved Konstruktioner, hvis Bæreevne ikke kan anses for at være udtømmende belyst gennem Beregninger, maa der ved Belastningsprøver af Forsøgsstykker eller af et helt Konstruktionsled skaffes Bevis for Konstruktionens Bæreevne.

b. Materialundersøgelser.

Der bør udtages Prøver af de forskellige enkelte Materialer til Undersøgelse af, om de i foranstaaende §§ 3—6 opstillede Fordringer er tilfredsstillet.

Paa Basis af de saaledes foretagne Undersøgelser af Cement, Betonsand eller Betongrus og Sten fastsættes Betonens Blandingsforhold, som angivet i § 7.

Til den fuldstændige Normprøve for et Parti Cement udtages af almindelig Portland-Cement eller Specialcement Smaaprøver paa 1 à 2 kg fra forskellige Poser, ialt 10 kg Portland-Cement eller 15 kg hurtighærdende Cement, og mindst fra 5 Poser. Disse Smaaprøver blandes omhyggeligt til en Gennemsnitsprøve. Til Prøvning alene af Cementens Trykstyrke (Normstyrke) udtages en 5 kg Prøve af enkelte Poser.

Af Sand og Sten udtages Smaaprøver paa 3 à 5 kg foroven, i Midten og forneden paa forskellige Steder af Partiet, ialt 30 kg, hvilke Smaaprøver blandes omhyggeligt til en Gennemsnitsprøve.

Saafrømt Staalet forlanges undersøgt efter Levering paa Byggeplads, udtages Prøver efter følgende Regler:

Af Rundjern med Diameter $7 \text{ mm} \leq d < 16 \text{ mm}$ skal normalt udtages mindst et Prøvestykke for hver 150 Stænger og af Rundjern med Diameter $d \geq 16 \text{ mm}$ mindst et Prøvestykke for hver 100 Stænger. Der skal dog udtages mindst to Prøvestykker af hver Dimension $d \geq 7 \text{ mm}$ af hvert leveret Parti. Prøvestykkernes Længde skal være 1 m.

Af Vandet udtages om fornødent 1 l.

§ 18. Kontrol under Arbejdets Udførelse

Materialundersøgelser under Arbejdets Udførelse foretages i Overensstemmelse med § 17 b; specielt føres der Kontrol med Sandet, der ved nye Leveringer kan variere baade i Kornkurve og Fugtighedsindhold.

Under Udførelsen maa det paases, at Bestemmelserne i §§ 7—9 nøje overholdes.

Betonens Styrke kontrolleres som angivet i § 9.

Angaaende Prøvelegemernes Fremstilling, Dimensioner og Undersøgelse henvises til § 9.

§ 19. Kontrol efter Arbejdets Udførelse

Saafrømt der foreligger grundet Formodning om, at en Konstruktion eller en Del af samme har for ringe Bæreevne, bør der, forinden Bygværket tages i Brug, foretages en nærmere Undersøgelse af den eventuelle Skades Betydning.

Hvis saaledes Betonprøvelegemerne har udvist for ringe Styrke, eller der er sket en Svækelse af Betonen som Følge af Frost, for tidlig Udtørring, stærk Opvarmning el. lign., bør man foretage en Udhugning af Prøvelegemer af Betonen i det færdige Bygværk. Har man Formodning om, at Jernenes Placering ikke er rigtig, bør man foretage en Udhugning for at konstatere Jernenes virkelige Beliggenhed, eller foretage en Røntgenfotografering. Endelig kan man, hvis man ikke paa anden Maade kan konstatere den fornødne Sikkerhed, foretage en Belastningsprøve af den paagældende Del af Bygværket.

Prøvens Art og Belastningens Størrelse og Anbringelse maa fastsættes i hvert enkelt Tilfælde under Hensyn til Konstruktionens Art og til det, man ønsker undersøgt. Prøven skal vise, at Konstruktionen har mindst 1,5 Gange Sikkerhed.

Disse Belastningsprøver bør ved Brug af almindelig Portland-Cement ikke foretages før 45 Døgn, ved Broer 60 Døgn efter Støbningens Afslutning med Tillæg for kolde Døgn efter Reglerne i § 9 a.

E. Konstruktion og Beregning af Jernbeton

2. Spændingsbestemmelse og Dimensionering

§ 35. Tilladelige Spændinger

Ved Beregning af bærende Konstruktioner bør der tages Hensyn til Sandsynligheden for de forskellige mulige Belastningskombinationer.

I Almindelighed vil det være tilstrækkeligt at tage de i de følgende Afsnit II—IV (§§ 46, 47 og 48) angivne Belastningskombinationer i Betragtning.

Under normale Belastningsforhold, saaledes som disse er fastlagt i de nævnte Afsnit, kan der regnes med nedennævnte tilladelige Spændinger, der dog kun gælder for Staalets Vedkommende, naar Temperaturen er under 300° C, og for Betonens Vedkommende, naar Temperaturen er under 100° C, for Beton af Aluminatcement dog under ca. 35° C.

Armeringsstaalet

Den tilladelige Trækspænding kan, saafremt σ_F er garanteret eller paavist for det paagældende Materiale, sættes til:

$$r_j = \frac{1}{2} \sigma_F \quad \text{for } \sigma_F \leq 3600 \text{ kg/cm}^2$$

og

$$r_j = 1800 + \frac{1}{4} (\sigma_F - 3600) \quad \text{for } \sigma_F > 3600 \text{ kg/cm}^2.$$

For almindeligt blødt Staal af Normalkvalitet (Trækbrudgrænse ca. 3700 kg/cm²) kan man sætte:

$$r_j = 1300 \text{ kg/cm}^2.$$

Ved Svejsning af Rundjern skal i Almindelighed Dansk Ingeniørforenings Normer for Beregning og Udførelse af Staaikonstruktioner følges, og tilladelig Trækspænding i Svejsesømmen sættes til 0,8 r_j .

Hvor Paavirkningen i det væsentlige er statisk, dvs. $\frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} \geq \frac{2}{3}$, kan man sætte tilladelig Trækspænding i Svejsesømmen til r_j under Forudsætning af, at man foruden sædvanlig Kontrol efter EDS 316 foretager et tilstrækkeligt Antal Prøvninger (Styrkeprøvninger, Røntgenundersøgelser el. lign.) af Stødene.

Til vigtigere Konstruktioner bør anvendes Staal med garanteret eller paavist Flydegrænse.

For udendørs Konstruktioner og Konstruktioner, der er særlig udsat for Fugtighed og lign., bør der, saafremt der bruges Staal med $r_j > 1300 \text{ kg/cm}^2$, foretages særlig Undersøgelse og eventuelt træffes praktiske Foranstaltninger for at sikre mod skadelig Revnedannelse.

Betonen

For Betonen sættes:

$$\begin{aligned} r_b &= 0.25 \sigma_B & \text{for } \sigma_B \leq 300 \text{ kg/cm}^2 \\ r_b &= 75 + 0.18 (\sigma_B - 300) & \text{» } \sigma_B > 300 \text{ »} \\ r_o &= 0.8 r_b. \end{aligned}$$

Hvis man ved mindre Arbejder regner med de i § 7 angivne omtrentlige Terningstyrker for forskellige Blandingsforhold, kan man sætte $r_b = \frac{1}{5} \sigma_T$.

Naar $r_b \leq 75 \text{ kg/cm}^2$, behøver man kun at føre Kontrol med Arbejdet efter Klasse III, se § 16. For særlige Arbejder, hvor der føres Kontrol efter Klasse II eller Klasse I, kan de tilladelige Spændinger forøges med henholdsvis 5 % og 10 %, eller de foreskrevne Betonstyrker formindskes tilsvarende. Den saaledes forøgede Spænding maa dog ikke overstige 75 kg/cm².

Naar $75 \text{ kg/cm}^2 < r_b \leq 90 \text{ kg/cm}^2$, skal der føres Kontrol mindst efter Klasse II.

Naar $r_b > 90 \text{ kg/cm}^2$, skal der føres Kontrol efter Klasse I.

σ_B er Bøjningstrykstyrken, bestemt ved Prøvebjælker efter 28 Døgns Hærdning; σ_B kan, naar $\sigma_B \leq 400 \text{ kg/cm}^2$, sættes lig $1.25 \sigma_T$, hvor σ_T er Betonens Trykstyrke, bestemt ved 20 cm Terninger.

Rene Forskydningsspændinger og de skraa Hovedtrækspændinger i Bjælker maa aldrig overstige:

$$0.3 r_b, \text{ maximalt } 27 \text{ kg/cm}^2.$$

F. Konstruktion og Beregning af uarmeret Beton

§ 44. Tilladelige Spændinger

Ved Beregning af bærende Konstruktioner bør der tages Hensyn til Sandsynligheden for de forskellige mulige Belastningskombinationer.

I Almindelighed vil det være tilstrækkeligt at tage de i de følgende Afsnit II—IV (§§ 46, 47 og 48) angivne Belastningskombinationer i Betragtning.

Under normale Belastningsforhold, saaledes som disse er fastlagt i de nævnte Afsnit, kan man regne med nedennævnte tilladelige Spændinger, der dog kun gælder, naar Temperaturen i Betonen er under 100° C, for Beton af Aluminatcement dog under ca. 35° C.

Tilladelig Trykspænding $r_o = \frac{1}{7} \sigma_T$, hvor σ_T er den konstaterede Terningstyrke. Tilladelig Bøjningstrykspænding $r_b = 1,25 r_o$. Hvis man regner med de i § 7 angivne omtrentlige Terningstyrker for forskellige Blandingsforhold, kan man sætte $r_o = \frac{1}{10} \sigma_T$.

I Almindelighed kan der ikke regnes med Trækspændinger; dog kan der for særlige Konstruktioner, saasom Fundamenter, Kældermure, Hvælvinger og lign., regnes med Bøjningstrækspændinger, naar disse ikke overstiger $\frac{1}{5} r_b$, højst 6 kg/cm². I Støbefuger maa der ikke regnes med Trækspændinger.

Tilladelig Forskydningsspænding kan sættes til $\frac{1}{10} r_b$.

Naar $r_b \leq 30$ kg/cm², behøver man kun at føre Kontrol med Arbejdet efter Klasse III, se § 16. For særlige Arbejder, hvor der føres Kontrol efter Klasse II eller Klasse I, kan de tilladelige Spændinger forøges med henholdsvis 5 % og 10 %, eller de foreskrevne Betonstyrker formindskes tilsvarende. Den saaledes forøgede Spænding maa dog ikke overstige 30 kg/cm².

Naar $30 \text{ kg/cm}^2 < r_b \leq 40 \text{ kg/cm}^2$, skal der føres Kontrol mindst efter Klasse II.

Naar $r_b > 40 \text{ kg/cm}^2$, skal der føres Kontrol efter Klasse I.

II. Særlige Regler for Brokonstruktioner

§ 46. Tilladelige Spændinger

Der regnes med følgende Belastningstilfælde:

a. Normal Belastning:

Hvilende Belastning + bevægelig Belastning incl. Stødtillæg og Centrifugalkræfter.

b. Normal Belastning + Vindbelastning + Bremskræfter.

c. b + alle betydende Ekstrapaavirkninger.

For Belastning a gælder de i §§ 35 og 44 angivne tilladelige Spændinger.

For Belastning b kan de tilladelige Spændinger forøges med 15 %, for Belastning c med 30 %.

Spændingerne maa ikke i nogen Konstruktion overstige de i §§ 35 og 44 angivne tilladelige Spændinger med mere end 80 %, naar den bevægelige Belastning (herunder eventuelt ogsaa Vindbelastning) i den farligste Stilling forøges med 50 %.

I Buer og Hvælvinger af uarmeret Beton maa Spændingerne ikke overstige de i § 44 angivne tilladelige Spændinger med mere end 200 %, naar der ses bort fra Trækspændingerne, og den bevægelige Belastning i den farligste Stilling forøges med 100 %.

III. Særlige Regler for Husbygningskonstruktioner

§ 47. Tilladelige Spændinger

Der regnes med følgende Belastningstilfælde:

- a. Normal Belastning:
Hvilende Belastning + bevægelig Belastning eller
Hvilende Belastning + Vindbelastning.
- b. Hvilende Belastning + bevægelig Belastning + Vindbelastning.

For Belastning a gælder de i §§ 35 og 44 angivne tilladelige Spændinger¹⁾.

For Belastning b kan de i §§ 35 og 44 angivne tilladelige Spændinger forøges med 25 %.

Ved almindelige Husbygningskonstruktioner vil det som Regel være tilladt at se bort fra Temperatur- og andre Ekstrapaavirkninger i Beregningen. Hvor det findes paakrævet at medtage disse Paavirkninger, skal det paavises, at den tilladelige Spænding for Belastning a ikke overskrides med mere end 40 %.

Spændingerne maa ikke i nogen Konstruktion overstige de i §§ 35 og 44 angivne tilladelige Spændinger med mere end 80 %, naar den bevægelige Belastning (herunder eventuelt ogsaa Vindbelastning) i den farligste Stilling forøges med 50 %.

I Buer og Hvælvinger af uarmeret Beton maa Spændingerne ikke overstige de i § 44 angivne tilladelige Spændinger med mere end 200 %, naar der ses bort fra Trækspændingerne, og den bevægelige Belastning i den farligste Stilling forøges med 100 %.

IV. Særlige Regler for Vandbygningskonstruktioner

§ 48. Tilladelige Spændinger

Der skelnes mellem følgende Belastningstilfælde:

- a. Normal Belastning:
Belastningen er af en saadan Art (f. Eks. Krantryk, Vægt af Jord, Kajbelastning, Vandtryk), at dens Størrelse kan bestemmes med samme Sikkerhed, som ved de i Almindelighed forekommende Belastninger.
- b. Belastningen er Jordtryk, som angivet i § 11 i Normer for Vandbygningskonstruktioner.
- c. Belastningen er en Kombination af de under a og b nævnte Tilfælde. De tilladelige Spændinger bestemmes ved Interpolation mellem de for a og b gældende Værdier.

For Belastning a gælder de i §§ 35 og 44 angivne tilladelige Spændinger.

For Belastning b kan de tilladelige Spændinger forøges med 25 %.

For Belastninger, der er af rent midlertidig Karakter, f. Eks. saadanne, der kun optræder under Arbejdets Udførelse, kan de tilladelige Spændinger forøges med 25 %.

I Buer og Hvælvinger af uarmeret Beton maa Spændingerne ikke overstige de i § 44 angivne tilladelige Spændinger med mere end 200 %, naar der ses bort fra Trækspændingerne, og den bevægelige Belastning i den farligste Stilling forøges med 100 %.

¹⁾ Indtil videre kan man for Staal af Normalkvalitet (Trækbrudgrænse ca. 3700 kg/cm²) forøge den i § 35 angivne tilladelige Spænding med 8 % for Belastning a, ligesom den i § 35 nævnte Undersøgelse for Revnefare først skal foretages, naar den her angivne forøgede, tilladelige Paavirkning overskrides.