

73

112

1. UDGAVE AUG. 1967

DANSK INGENIØRFORENINGS
NORMER FOR
BYGNINGSKONSTRUKTIONER

3.1
BOLTEDE FRIKTIONSFORBINDELSER
I STÅLKONSTRUKTIONER

FORELØBIG NORM



TEKNISK FORLAG

DANSK INGENIØRFORENING
NORMER FOR
BYGNINGSKONSTRUKTIONER

3.1
BOLTEDE FRIKTIONSFORBINDELSER
I STÅLKONSTRUKTIONER

FORELØBIG NORM



EFTERTRYK FORBUDT

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

© DANSK INGENIØRFORENING 1967

INDHOLD

| | |
|--|--------|
| Forord | side 5 |
| 1. Indledning | 7 |
| 2. Gyldighedsområde | 8 |
| 3. Konstruktionsstål | 9 |
| 4. Skruer, møtrikker og underlagsskiver | 10 |
| 5. Konstruktion og beregning | 11 |
| 6. Sikkerhedsfastsættelser og stivhedskrav | 13 |
| 7. Udførelse | 14 |
| 8. Korrosionsbeskyttelse | 18 |
| 9. Kontrol | 19 |

FORORD

Dansk Ingeniørforenings hovedbestyrelse nedsatte i marts 1961 et permanent udvalg vedrørende stålkonstruktioner.

Udvalget fik følgende sammensætning:

Professor, dr. techn. *J. G. Hannemann* (formand).
Civilingeniør *Ib Mogensen*.
Direktør, civilingeniør *A. Friis Touborg*.
Lektor, civilingeniør *Hans Chr. Vinter*.

I 1962 afløstes lektor Hans Chr. Vinter af civilingeniør *Rikard K. Andersen*.

Forslaget til »Foreløbig norm for boltede friktionsforbindelser i stålkonstruktioner« er udarbejdet af det permanente udvalg og blev i juni 1962 fremsendt til hovedbestyrelsen, hvorpå det udsendtes til offentlig kritik. Efter gennemgang af kritikken blev forslaget fremsendt til et repræsentativt udvalg nedsat af hovedbestyrelsen i juni 1962 med følgende sammensætning:

Akademisk Arkitektforening: Arkitekt m.a.a. *Palle Rostock*.
Arbejdstilsynet: Civilingeniør *J. Bollerup*.
Bolidministeriet: Civilingeniør *Søren Rasmussen*.
Danmarks tekniske Højskole: Professor, dr. techn. *J. G. Hannemann*.
Dansk Ingeniørforening: Civilingeniør *Rikard K. Andersen*.
Professor, dr. techn. *J. G. Hannemann*
(formand).
Civilingeniør *Ib Mogensen*.
Direktør, civilingeniør *A. Friis Touborg*.

Dansk Ingeniørforenings
bygningsingeniørgruppe: Civilingeniør *Søren Rasmussen*.
Dansk Ingeniørforenings
entreprenørsammenslutning: Direktør, civilingeniør
Chr. Zimmer Christensen.

Dansk Metalprøvnings-
forbund: Afdelingsingeniør, cand. polyt.
P. Gert Sørensen.

Dansk Selskab for Bygnings-
statik: Civilingeniør *Georg Haas*.
Dansk Standardiseringsråd: Civilingeniør *A. Hassenkamm*.
Dansk Svejscentral: Civilingeniør *Rikard K. Andersen*.

| | |
|---|---|
| Danske Statsbaner: | Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>E. Lavbjerg Madsen.</i> |
| Foreningen af rådgivende Ingeniører: | Civilingeniør <i>M. Folmer Andersen.</i> |
| Københavns Havnevæsen: | Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>Svend Aa. Nielsen.</i> |
| Københavns Magistrat: | Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>Ernst Jensen.</i> |
| Vandbygningsvæsenet: | Distriktsingeniør, cand. polyt. <i>O. Elbro.</i> |
| Vejdirektoratet: | Civilingeniør <i>Aage Andersen.</i> |
| Sammenslutningen af arbejdsgivere inden for jern- og metalindustrien: | Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>Ove Steenberg.</i> |

Efter afdelingsingeniør, cand. polyt. Ernst Jensen's død i marts 1964 er der ikke af Københavns Magistrat udpeget nogen ny repræsentant.

I august 1965 afløstes direktør Chr. Zimmer Christensen af civilingeniør, dr. phil. & techn. Martin Jensen.

Dansk Ingeniørforening har stillet sekretær til rådighed for udvalgene. Efter behandling i såvel det permanente udvalg som i det repræsentative udvalg blev forslaget godkendt i september 1965 i det repræsentative udvalg, der derefter fremsendte forslaget til Dansk Ingeniørforenings fagråd, hvor forslaget blev endelig godkendt den 11. marts 1966.

Denne foreløbige norm er udarbejdet som et tillæg til Dansk Ingeniørforenings normer for bygningskonstruktioner, 3. Stålkonstruktioner, og følger derfor ikke Dansk Ingeniørforenings »Almindelige retningslinjer for normer inden for bygningsingeniørernes fagområde« (1965) og »Vejledning for fastlæggelse af partialkoefficienter inden for de forskellige normområder« (1964).

Når nye normer for stålkonstruktioner foreligger, vil nærværende foreløbige norm blive taget op til revision.

Nærværende foreløbige norm træder i kraft den 15. august 1967.

1. INDLEDNING

Denne norm er en samling bestemmelser, hvis overholdelse sikrer en rimelig byggestandard. Det er en forudsætning, at brugeren af normen har en vis teknisk indsigt, idet normens bestemmelser ikke kan dække alle specialtilfælde, og en vurdering af, om et aktuelt tilfælde er dækket af normen, skal altid foretages.

2. GYLDIGHEDSOMRÅDE

Denne foreløbige norm gælder for friktionsforbindelser, d. v. s. forbindelser, hvor kraftoverførelsen alene sker ved friktion mellem sammenpressede flader (disse flader betegnes i det følgende kontaktfladerne); sammenpresningen skal ske ved bolte med høj brudstyrke monteret i frie huller efter forudgående flammerensning eller sandblæsning af kontaktfladerne.

Normen tager sigte på stålkonstruktioner i husbygning, brobygning m. m.

Det er tilladt at afvige fra nærværende norms krav, såfremt man på et teknisk-videnskabeligt grundlag kan dokumentere, at afvigelsen er forsvarlig.

3. KONSTRUKTIONSTÅL

Som konstruktionsstål skal anvendes almindelige, varmtvalsede, svejselige konstruktionsstål samt stålstøbegods, der opfylder material- og prøvningsbestemmelserne efter gældende normer for stålkonstruktioner, udgivet af Dansk Ingeniørforening eller opfylder de i DS 12011, »Almindelige konstruktionsstål, materiale- og prøvningsbestemmelser« stillede krav.

4. SKRUER, MØTRIKKER OG UNDERLAGSSKIVER

4.1 Skruer, møtrikker og underlagsskiver

4.1.1

Skruer og møtrikkers styrkeegenskaber skal være i overensstemmelse med DS 990: Skruer og møtrikker af stål, kvalitetsklasser.

Skruerne skal være af kvalitetsklasse 80 eller 100.

Det er tilladt at anvende møtrikker een kvalitetsklasse lavere end skruernes.

Det er tilladt at anvende skruer og møtrikker efter udenlandske standards, såfremt skruerne og møtrikkerne efter disse i alle væsentlige henseender er underkastet mindst lige så krævende bestemmelser til material- og prøvningskrav som de skruer og møtrikker efter DS 990, de kommer nærmest, jfr. DS 990 stk. 4, der angiver et udvalg af udenlandske kvalitetsklasser med tilhørende DS-kvalitetsklasse.

4.1.2

Skruerne og møtrikkerne skal have en udformning, der svarer til DIN 6914 og 6915; skruernes gevind skal være rullet og må således hverken helt eller delvis være fremstillet ved skæring.

4.1.3

Indtil dansk standard for prøvningsbestemmelser foreligger, skal skruer og møtrikker prøves efter DIN 267 eller tilsvarende standard.

4.1.4

Indtil dansk standard for underlagsskiver foreligger, skal disse udføres efter tysk standard DIN 6916, 6917, 6918 eller tilsvarende standards.

4.2 Supplerende leveringskrav

4.2.1

Skruer, møtrikker og underlagsskiver skal leveres let olierede samt helt fri for rust og andre urenheder.

4.2.2

Skruer, møtrikker og underlagsskiver skal være kvalitetsmærkede.

5. KONSTRUKTION OG BEREGNING

5.1 Konstruktion

5.1.1

Boltene skal placeres således, at spændingerne i de konstruktionsdele, som forbindes, bliver så jævnt fordelt som muligt.

5.1.2

I hver forbindelse skal normalt anvendes mindst 2 bolte.

5.1.3

På tegningerne skal angives, hvor der anvendes friktionsforbindelser, og boltenes karakteristiske data skal angives.

5.1.4

Stålkonstruktionerne skal i øvrigt udformes i overensstemmelse med gældende normer for stålkonstruktioner udgivet af Dansk Ingeniørforening. For center- og kantafstande gælder samme regler som for nittede konstruktioner.

5.2 Beregning

5.2.1

Kraften skal alene regnes overført gennem friktion i kontaktfladerne.

5.2.2

Den kraft T_{till} , det pr. bolt er tilladt at regne overført gennem to sammenliggende kontaktflader i en statisk påvirket konstruktion, beregnes af udtrykket:

$$T_{till} = \frac{1}{n} \mu N_f$$

hvor:

n er sikkerheden mod, at forbindelsen glider, jfr. 6.1.

μ er friktionskoefficienten mellem kontaktfladerne: $\mu = 0,45$ for St. 37, 42 og 44 samt for stålstøbegods, $\mu = 0,55$ for St. 50 og 52.

N_f er den enkelte bolts forspændingskraft, jfr. 7.3.3–7.3.5.

5.2.3

Sikkerhedsfaktoren n , jfr. 6.1, forudsætter, at boltehullets diameter højst er 1,0 mm større end skruens yderdiameter. Dersom hul diameteren er større end

skruens yderdiameter + 1,0 mm, skal sikkerhedsfaktoren n , jfr. 6.1, forøges med 30 %; huldiameteren må dog højst være 3,0 mm større end skruens yderdiameter.

5.2.4

En forspændt bolt må belastes med en ydre aksial trækraft N_a på højst 60 % af den ovenfor angivne forspændingskraft N_f . Er en forspændt bolt belastet med en ydre aksial trækraft N_a , skal der i udtrykket ovenfor regnes med et reduceret N_f :

$$N_{f, red} = N_f - N_a.$$

Dersom en friktionsforbindelse er påvirket af en ydre trykkraft vinkelret på kontaktfladerne, kan 70 % af denne trykkrafts minimale størrelse medregnes ved beregningen af friktionsforbindelsen, såfremt anlægsfladerne planafrettes (bearbejdningsgrad ∇) og under forudsætning af, at efterspænding finder sted, når nævnte trykkraft virker.

5.2.5

Er en konstruktion udsat for dynamisk påvirkning, skal $\mu \cdot N_f$ fastsættes gennem egnede, dynamiske forsøg.

5.2.6

Ved kombination af forskellige konstruktionsstål benyttes den mindste μ -værdi for disse stål.

5.2.7

Ved friktionsforbindelser i trykpåvirkede såvel som i trækpåvirkede konstruktionsdele skal der i statisk påvirkede konstruktioner ved beregning af et normalsnits areal og inertimoment fradrages for de huller, der falder i det betragtede normalsnit; endvidere skal der fradrages for de huller, hvis forbindelseslinje til nærmeste hul i normalsnittet med dette danner en vinkel, hvis tangens er mindre end 0,4; hvis hullerne ligger i forskellige planer, skal vinkelen måles i den udfoldning, der bringer hullerne i samme plan. Ved beregning af spændingerne i nævnte normalsnit er det tilladt at regne med, at 30 % af T_{III} for de bolte, hvis huller skæres af snittet, er overført inden snittet.

5.2.8

Der må ikke regnes med samvirken med nitter og bolte og normalt ikke med svejseømme.

5.2.9

Beregning af stålkonstruktionerne i øvrigt skal ske i overensstemmelse med gældende normer for stålkonstruktioner udgivet af Dansk Ingeniørforening.

6. SIKKERHEDSFASTSÆTTELSE OG STIVHEDSKRAV

6.1 Sikkerhedsfastsættelser

6.1.1

Sikkerhedsfastsættelsen forudsætter, at friktionsforbindelsen indgår i en korrekt sammensat og som sådan nøjagtigt beregnet stålkonstruktion.

Ved sikkerhedsfastsættelsen i 6.1.2 og 6.1.3 er det forudsat, at en glidning kun kan ske i begrænset omfang, før forbindelsen også virker som almindelig boltesamling. Dersom en større glidning kan ske, skal sikkerhedsfaktoren forøges, jfr. 5.2.3.

6.1.2

Sikkerhedsfastsættelser for husbygningskonstruktioner:

| | |
|---|------------|
| Belastningstilfælde 1 (hvilende belastning + bev. belastning eller hvilende belastning + vindbelastning) | $n = 1,35$ |
| Belastningstilfælde 2 (hvilende belastning + bev. belastning + vind- belastning) | $n = 1,20$ |

6.1.3

Sikkerhedsfastsættelser for brokonstruktioner:

| | |
|---|------------|
| Belastningstilfælde 1 (hvilende belastning + bev. belastning (herunder også centrifugalkræfter) + stødtillæg) | $n = 1,60$ |
| Belastningstilfælde 2 (som belastningstilfælde 1 + vindbelastning + bremsekræfter + friktionskræfter + temperaturvariation + eftergiven af understøtninger) | $n = 1,35$ |
| Belastningstilfælde 3, montering og stilladser. (I almindelighed hvilende belastning + bev. belastning (kraner) + vindbelastning) | $n = 1,25$ |

6.2 Stivhedskrav

Stålkonstruktionerne skal opfylde stivhedskravene i gældende normer for stålkonstruktioner udgivet af Dansk Ingeniørforening.

7. UDFØRELSE

7.1 Almindelige bestemmelser

7.1.1

Der skal anvendes underlagsskiver under såvel skruehoved som møtrik. Ved anlæg mod skrå flade skal anvendes kileformet underlagsskive eller på anden måde etableres fuldt anlæg, jfr. 4.1.4.

7.1.2

Underlagsskiverne skal placeres koncentrisk om boltene. Boltene skal monteres uden tvang i frie huller. Skruernes gevind må ikke gå væsentligt ind i konstruktionsmaterialets huller.

7.1.3

Huller skal bores, når godstykkelsen er 16 mm og derover. Ved mindre godstykkelser end 16 mm kan hullerne lokkes til en diameter, som er 3 mm mindre end de færdige huller, og opbores.

7.1.4

Stålkonstruktionerne skal i øvrigt udføres i overensstemmelse med gældende normer for stålkonstruktioner udgivet af Dansk Ingeniørforening.

7.2 Rensning m. v. af kontaktfladerne

7.2.1

Kontaktfladerne skal renses for valsehud, rust og lignende ved flammerensning eller sandblæsning; efter rensningen skal kontaktfladerne være jævne og plane.

7.2.2

Flammerensning og sandblæsning er ligestillede rensningsmetoder i statisk påvirkede konstruktioner, og flammerenset kontaktflade kan således anvendes mod sandblæst kontaktflade. I dynamisk påvirkede konstruktioner må dog kun sandblæsning anvendes.

7.2.3

Andre metoder til rensning af kontaktfladerne f. eks. børstning med roterende stålbørste er ikke tilladt, da friktionen derved kan nedsættes.

7.2.4

Ved flammerensning af kontaktfladerne anvendes specielle acetylenoxygenbrændere med ca. 30 % oxygenoverskud. Efter flammerensning fjernes resterende løs valsehud, rust, forbrændingsrester og lignende ved manuel stålbørstning eller skrabning.

7.2.5

Ved sandblæsning af kontaktfladerne skal anvendes skarpkantet kvartssand eller stålsand med en maximal korndiameter på 1 mm.

7.2.6

Umiddelbart før samling skal det kontrolleres, at kontaktfladerne er fri for fugt, is, rust, olie, fedt, maling og lignende. Om fornødent skal fladerne efterrenses således, at de er fuldstændig fri for rust og andre urenheder; det tilrådes, at mindre mængder løs rust fjernes ved manuel stålbørstning eller skrabning. Blankbørstning eller blankskrabning må ikke finde sted.

7.2.7

Kontaktflader, der i tør tilstand sammenspændes endeligt umiddelbart efter rensning, skal straks beskyttes mod indtrængen af vand, olie etc. med egnet materiale.

7.2.8

Kontaktflader, der må henstå foreløbigt sammenspændt i kortere eller længere tidsrum efter rensningen, skal enten være beskyttet ved zinksprøjtning af tykkelse mindst 15 μ (0,015 mm) og højst 25 μ (0,025 mm) på sandblæst flade, eller alle fuger, også omkring dorne og foreløbigt tilspændte bolte, skal straks dækkes med egnet materiale f. eks. thixotrop blymønje; yderligere skal åbne huller dækkes udvendigt med selvklæbende plasticfolie eller lignende.

Såfremt opboring af understørelshuller foretages efter konstruktionens opstilling, skal samlingen være sammenspændt så effektivt, at kontaktfladerne ikke forurenes. Ved en sådan opboring er anvendelse af boreolie ikke tilladt.

Overfladebehandling ved neddykning i smeltet metal samt maling og lign. overfladebehandling af kontaktfladerne må ikke anvendes. Overfladebehandling ved zinksprøjtning med større tykkelse end overfor anført må kun anvendes, dersom forsvarligheden er eftervist gennem forsøg.

7.3 Udførelsen af forspændingen

7.3.1

Den endelige forspænding skal foretages med manuel eller maskinel momentnøgle.

7.3.2

Momentnøglen skal være forsynet med justeret måleur, der angiver forspændingsmomentet. Momentnøglen skal hver dag kontrolleres før og efter anvendelsen. Kontrollen skal ske gennem justering med særskilt justeringsanordning.

7.3.3

Bolte af kvalitetsklasse 100 efter DS 990 skal spændes i overensstemmelse med nedenstående tabeller:

UNC gevind.

| Yderdiameter d | | Forspændings- kraft N_f t | Forspændings- moment kgm |
|-------------------|------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Eng. tommer | mm | | |
| 1/2 | 12,7 | 5,9 | 14,4 |
| 5/8 | 15,9 | 9,3 | 28,5 |
| 3/4 | 19,1 | 13,7 | 50,5 |
| 7/8 | 22,2 | 19,0 | 81,4 |
| 1 | 25,4 | 24,9 | 122,1 |

Metrisk gevind.

| Yderdiameter d | | Forspændings- kraft N_f t | Forspændings- moment kgm |
|-------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| mm | | | |
| 12 | | 5,3 | 12,3 |
| 16 | | 9,9 | 30,6 |
| 20 | | 15,4 | 59,5 |
| 22 | | 19,1 | 81,0 |
| 24 | | 22,2 | 103,0 |
| 27 | | 28,9 | 150,6 |

7.3.4

For bolte af kvalitetsklasse 80 efter DS 990 bestemmes forspændingskraft og tilhørende forspændingsmoment som 70 % af værdierne i ovenstående tabel.

7.3.5

De i omstående tabel angivne forspændingskræfter svarer til en normalspænding beregnet ud fra skruens spændingsareal (jfr. DS 977 og DS 976.2) på 70 % af skruematerialets strækgrænse. Anvendes bolte efter udenlandske standards, må disse maksimalt forspændes tilsvarende, og de dertil hørende forspændingsmomenter skal bestemmes ud fra boltens kvalitetsklasse, gevindtype samt friktionsforholdene under tilspændingen.

7.3.6

I den enkelte forbindelse spændes først samtlige bolte til 80 % af fuld forspænding, idet der begyndes fra midten af forbindelsen. Derefter udføres den resterende forspænding i samme rækkefølge.

7.3.7

Kontaktflader, skruer, møtrikker og underlagsskiver skal efter forspændingen ligge fuldt an.

7.3.8

Normalt må forspænding ikke ske ved lavere temperatur end -5° . Dersom en forspænding undtagelsesvis sker under denne temperatur, må forspændingen kun ske til 80 % af fuld forspænding, og de resterende 20 % skal ske, når temperaturen er over -5° .

7.3.9

Ved større forbindelser skal der udarbejdes detaljeret instruks om rækkefølgen af boltene forspænding.

7.3.10

Det er tilladt at spænde på skruetopet i stedet for på møtrikken, når konstruktionens udformning nødvendiggør dette.

7.3.11

Der kræves ingen sikring af møtrikken efter forspændingen.

7.3.12

Efter at forspændingen er afsluttet, sætter den, der har udført forspændingen, sit mærke på forbindelsen.

8. KORROSIONSBESKYTTELSE

Udover korrosionsbeskyttelse af kontaktfladerne skal korrosionsbeskyttelsen af stålkonstruktioner i øvrigt ske i overensstemmelse med gældende normer for stålkonstruktioner udgivet af Dansk Ingeniørforening.

9. KONTROL

9.1 Kontrol før monteringen

9.1.1

Skruer, møtrikker og underlagsskiver skal kontrolleres i overensstemmelse med de standards, efter hvilke leverancen er aftaget.

9.1.2

Det skal kontrolleres, at kontaktfladerne er behandlet som foreskrevet, og at de anvendte skruer, møtrikker og underlagsskiver er let olierede samt fri for rust, urenheder og andre mangler.

9.1.3

Det skal ved mindst 5–10 % stikprøver kontrolleres, at hullerne er borede til de foreskrevne størrelser.

9.1.4

Det skal kontrolleres, at samtlige momentnøgler er rigtigt justerede, jfr. 7.3.2.

9.2 Kontrol efter monteringen

9.2.1

Det skal kontrolleres, at kontaktflader, skruer, møtrikker og underlagsskiver ligger fuldt an.

9.2.2

Boltenes forspændinger skal kontrolleres ved mindst 5–10 % stikprøver. Ved større konstruktioner bør i hver forbindelse mindst een bolts forspænding kontrolleres. Ved kontrollen efterspændes boltene yderligere en lille vinkel (højest 10°) med en justeret momentnøgle. Efter overvindelse af hvilefriktionen skal det aflæste moment være lidt større end det fordrede moment. Hvis en bolt ikke opfylder fordringen, skal den efterspændes eller eventuelt udskiftes, hvorefter samtlige bolte i forbindelsen inddrages under kontrollen.

9.2.3

Der skal føres protokol over kontrollen af forspændingen med angivelse af hvilke bolte, der er blevet kontrolleret, samt de aflæste forspændingsmomenter.