

DANSK INGENIØRFORENINGS
NORMER FOR
BYGNINGSKONSTRUKTIONER

4
TRÆKONSTRUKTIONER
NORM OG VEJLEDNING



DS 413

2. UDG. JULI 1968

DANSK INGENIØRFORENING
NORMER FOR
BYGNINGSKONSTRUKTIONER

4

TRÆKONSTRUKTIONER

NORM OG VEJLEDNING



EFTERTRYK FORBUDT

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

© DANSK INGENIØRFORENING 1968

Sat med Monophoto-Times Mathematic
hos Gerlach & Raffel, København
Trykt i Skandinavisk Bogtryk

INDHOLD

Forord	5
Overgangsbestemmelser	8
1. Gyldighedsområde	
1.0 Alment	9
1.1 Afvigelser fra normkrav	9
1.2 Fortolkning af normen	9
2. Bogstavsymboler	10
3. Materialer	
3.0 Alment	12
3.1 Træ	12
3.2 Lime	13
3.3 Limede konstruktioner og konstruktionsdele	14
3.4 Krydsfiner	16
3.5 Andre træprodukter	17
3.6 Mekaniske forbindelsesmidler	17
3.7 Prøvning af materialer	17
4. Styrker og partialkoefficienter	
4.1 Karakteristiske styrke- og stivhedstal	22
4.2 Partialkoefficienter	24
4.3 Nominelle værdier	25
5. Konstruktion og beregning	
5.0 Alment	32
5.1 Konstruktiv udformning	33
5.2 Beregning af konstruktionsdele	34
5.3 Mekaniske forbindelsesmidler	52
5.4 Prøvebelastning	68
6. Udførelse	
6.0 Alment	72
6.1 Materialer og konstruktionsdele	72
6.2 Tildannelse og samling	72
6.3 Indpresning af mellemlæg	73
Bilag 1	
Sorteringsregler for konstruktionstræ	75

Dansk Ingeniørforenings hovedbestyrelse vedtog på sit møde den 13. juni 1940 at nedsætte forskellige udvalg med den opgave at foretage en revision og supplerung af de af Dansk Ingeniørforening i tidens løb udgivne normer vedrørende bygningskonstruktioner og at samle disse i et enkelt sæt „Normer for bygningskonstruktioner“ med følgende hovedinddeling.

1. Belastningsforskrifter (DS 410).
2. Beton- og jernbetonkonstruktioner (DS 411).
3. Stålkonstruktioner (DS 412).
4. Trækonstruktioner (DS 413).
5. Murværk (DS 414).
6. Fundering (DS 415).
7. Hulstensdæk (DS 416).

1. udgave af 4. Trækonstruktioner udkom marts 1954.
2. udgave er i forhold til 1. udgave en fuldstændig ny norm.

FORORD

Nærværende norm med tilhørende vejledning er udarbejdet af Dansk Ingeniørforenings permanente udvalg vedrørende trækonstruktioner, som indledte dette arbejde i maj 1963.

Det permanente udvalgs sammensætning var ved forslaget's fremsendelse:

Civilingeniør *M. Folmer Andersen*
 Forstkandidat *C. Boye*
 Lektor, civilingeniør *Ole Glarbo*
 Civilingeniør *Marius Johansen*
 Docent, civilingeniør *H. J. Larsen*
 Professor, dr. techn. *B. J. Rambøll* (formand).

Professor, civilingeniør *Bent Erik Pedersen* var medlem af udvalget, til han ved udgangen af 1965 ønskede at trække sig tilbage.

Forstkandidat *M. V. Knudsen* har deltaget i en række møder, og distriktsingeniør, cand. polyt. *J. F. Petersen* har deltaget ved udarbejdelse af reglerne for tropisk træ og vandbygningskonstruktioner. *H. J. Larsen* og akademiingeniør *H. Albinus Jørgensen* har fungeret som tekniske sekretærer.

Udvalget har draget nytte af de resultater, der er fremkommet gennem samarbejde i Nordisk Komité for Bygningsbestemmers udvalg vedrørende trækonstruktioner.

Ud over de bevillinger, Dansk Ingeniørforening og Trærådet har ydet, har udvalget fået tildelt et beløb fra Træbranchens Oplysningsråd i 1965.

Efter indstilling fra det permanente udvalg nedsatte Dansk Ingeniørforenings fagråd den 8. december 1965 et repræsentativt normudvalg vedrørende trækonstruktioner. Udvalgets sammensætning blev følgende:

Boligministeriet:	Civilingeniør <i>Marius Johansen</i> .
Danmarks tekniske Højskole:	Docent, civilingeniør <i>H. J. Larsen</i> .
Dansk Brandværns-Komité:	Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>H. Lundsgaard</i> .
Dansk Bygningsinspektørforening:	Kommuneingeniør, cand. polyt. <i>O. Saxtorph Kofod</i> .
Dansk Ingeniørforening:	Professor, dr. techn. <i>B. J. Rambøll</i> (formand) Civilingeniør <i>M. Folmer Andersen</i> Forstkandidat <i>C. Boye</i> Lektor, civilingeniør <i>Ole Glarbo</i> Civilingeniør <i>Marius Johansen</i> Docent, civilingeniør <i>H. J. Larsen</i> .

- Dansk Selskab for Bygningsstatik:
Civilingeniør *Palle Hauch*.
- Dansk Standardiseringsråd: Arkitekt, m.a.a. *John Hagerup*.
- Danske Arkitekters Landsforbund:
Arkitekt m.a.a. *Gunnar Jensen*.
- Foreningen af Limtræfabrikanter i Danmark:
Civilingeniør *S. Brandt*.
- Foreningen af rådgivende ingeniører:
Civilingeniør *M. Folmer Andersen*.
- Træindustriens fællesrepræsentation:
Kontorchef, forstkandidat *O. Kring*.
- Generaldirektoratet for statsbanerne:
Afdelingsingeniør, cand. polyt. *N. W. Venge*.
- Grønlands Tekniske Organisation:
Sektionsingeniør, cand. polyt. *Harley Andersen*.
- Håndværksrådet: Tømrermester *Svend Storm*.
- Ingeniørsammenslutningen: Rådgivende ingeniør *O. Qvirin-Hansen*.
- Københavns Mægestrats 4. Afdeling:
Afdelingsingeniør, cand. polyt. *J. A. Jensen*.
- Stads- og Havneingeniørforeningen:
Stadsingeniør, cand. polyt. *H. Ursin Knudsen*.
- Statens Byggeforskningsinstitut:
Civilingeniør *Marius Johansen*.
- Trælashandlerunionen: Direktør *Knud Baagø*.
- Vandbygningsdirektoratet: Distriktsingeniør, cand. polyt. *J. F. Petersen*.
- Akademiingeniør *H. Albinus Jørgensen* (sekretær).

Efter behandling i det repræsentative udvalg blev et revideret forslag lagt frem til offentlig kritik.

På grundlag af den fremkomne kritik omarbejdede udvalget forslaget, som efter fornyet behandling i det repræsentative udvalg sluttelig af DIF's fagråd den 31. maj 1967 godkendtes som norm.

Normen er derefter den 24. august 1967 af Dansk Standardiseringsråd godkendt som ny udgave af DS 413.

Denne norm træder i kraft den 1. aug. 1968.

DANSK INGENIØRFORENING



Gunnar P. Rosendahl

formand



26-7-68

Norm . Vejledning

Normbestemmelser er angivet med denne skriftstørrelse.

Vejledningsstof er angivet med denne skriftstørrelse og er indrykket i forholdet til normstoffet.

I vejledningen gives eksempler på hvorledes normkrav kan påregnes opfyldt.

VEJLEDNINGSTOF ER IKKE AT BETRAGTE SOM NORMKRAV.

OVERGANGSBESTEMMELSER

Projekter, som er påbegyndt før nærværende norms ikrafttræden, kan fuldføres efter de tidligere normer for trækonstruktioner, DS 413 (1954) på betingelse af, at projekteringen, herunder evt. indsendelse til godkendelse, er afsluttet senest 12 måneder efter nærværende norms ikrafttræden. Hvor særlige forhold gør sig gældende, f.eks. ved omfattende projekter, kan der dog forhandles om yderligere udsættelse.

Et projekt skal gennemføres efter ét normsæt. En sammenblanding af de tidligere og den nye norm er ikke tilladt.

Når der er tale om fortsættelse af arbejder, hvor der foreligger beregninger efter de tidligere normer, kan det dog i visse tilfælde godtages, at der blot opstilles supplerende beregninger, der viser, at den nye norms krav er overholdt.

1. GYLDIGHEDSOMRÅDE

1.0 Alment

Denne norm er en samling bestemmelser, som tager sigte på at sikre en rimelig standard for trækonstruktioner, idet det forudsættes, at brugeren af normen har den fornødne tekniske indsigt, og at der altid foretages en vurdering af, om et aktuelt tilfælde er dækket af normen.

1.1 Afvigelser fra normkrav

Der kan afviges fra de i normen stillede krav, såfremt, det på et teknisk videnskabeligt grundlag kan dokumenteres, at afvigelsen er forsvarlig.

1.2 Fortolkning af normen

Problemer vedrørende normens fortolkning henvises til afgørelse i Dansk Ingeniørforenings permanente udvalg vedrørende trækonstruktioner.

2. BOGSTAVSYMBOLER

De i normen og vejledningen anvendte symboler følger i videst muligt omfang Dansk Standard DS 2001.

Det anbefales at benytte nedennævnte betegnelser og symboler, som er anvendt i det følgende. Anvendte symboler, som ikke optræder i fortegnelsen, er defineret, hvor de anvendes.

Lineære dimensioner

b	Bredde af rektangulært tværsnit.
d	Diameter af cirkulært tværsnit eller sidelinie af søm.
f	Bues pilhøjde.
h	Højde af rektangulært tværsnit.
i	Inertiradius.
l	Teoretisk spændvidde.
l_k	Fri søjlelængde.
r	Radius.
u	Nedbøjning.

Tværsnitkonstanter

A	Areal.
I	Inertimoment.
S	Statisk moment.
W	Modstandsmoment.

Index t på tværsnitkonstanter angiver, at de pågældende størrelser er beregnet for det transformerede tværsnit.

Kræfter og belastninger

M	Moment.
N	Normalkraft.
P	Enkeltkraft.
Q	Forskydningskraft.
R	Reaktion.
T	Forskydende kraft pr. længdeenhed.
g	Hvilende belastning pr. længde- eller arealenhed.
p	Bevægelig belastning pr. længde- eller arealenhed.
v	Vindbelastning pr. længde- eller arealenhed.

Spændinger

s	Normalspænding
s_N	Normalspænding fra normalkræfter.
s_M	Normalspænding fra momenter.
s_v	Normalspænding under vinkel v med fiberretningen (s_0 er spændinger i fiberretningen, s_{90} er spændinger vinkelret herpå).
t	Forskydningsspænding.

Index k markerer karakteristisk værdi, se pkt. 4.1.

Index n markerer nominel værdi, se pkt. 4.3.

Elasticitetskoefficienter

E	Elasticitetskoefficient for træk, tryk eller bøjning.
E_c	Valgt referenceelasticitetskoefficient.
G	Elasticitetskoefficient for forskydning.

Øvrige betegnelser

f	Partialkoefficient.
$m\{\}$	Middelværdi af den i $\{\}$ anførte størrelse.
$s\{\}$	Spredning af den i $\{\}$ anførte størrelse.

3. MATERIALER

3.0 Alment

De efterfølgende regler gælder, hvor de nævnte materialer anvendes i almindelige trækonstruktioner. I specielle tilfælde må der opstilles særlige regler.

Såfremt materialer og deres behandling er angivet i danske normer eller standardblade, er de der anførte regler gældende, medmindre der i nærværende normer er anført strengere krav.

3.1 Træ

For konstruktionstræ, d.v.s. træ til anvendelse i bærende konstruktioner, i hvilke en væsentlig del af træets styrke udnyttes, skal der foreligge styrkesorteringsregler, der sikrer, at træets styrke og øvrige egenskaber er tilfredsstillende. Styrkesorteringsregler skal være godkendt af Dansk Ingeniørforening.

De i denne norm angivne styrke- og stivhedstal forudsætter, at træet er sorteret efter de i bilag 1, angivne regler, der er baseret på en visuel sortering.

Andre visuelle sorteringsregler eller andre sorteringskriterier (f.eks. mekanisk eller optisk maskinsortering) kan anvendes, såfremt det ved forsøg fastlægges, hvilke karakteristiske styrker sorteringsreglerne sikrer, og såfremt træets egenskaber i øvrigt bliver tilfredsstillende.

Sorteringsreglerne indeholder kun krav, der vedrører styrken og træets anvendelighed i konstruktionerne, og må derfor i almindelighed suppleres med leveringsbetingelser, der regulerer forholdet mellem leverandør og køber.

Det bemærkes, at der i visse tilfælde må stilles skarpere krav end anført. For eksempel må der ofte stilles yderligere betingelser til træ, der skal anvendes i arbejdsstilladser eller i vandbygningskonstruktioner.

For tropisk træ vil det ofte være muligt at opfylde væsentlig strengere sorteringskrav end angivet i bilag 1, og der vil da kunne regnes med højere værdier end angivet i tabel 4.6.

3.2 Lime

Til trækonstruktioner må kun anvendes lime, som kan give forbindelser, der i hele konstruktionens påregnede levetid har en sådan styrke, at limfugen ikke medfører en svækkelse af konstruktionen.

Visse limtyper kan medføre beskadigelse af træet op mod limfugen; det gælder f.eks. for en del af de lime (bl.a. koldhærdende fenollim og urealim), hvor afhærdningen sker ved tilsætning af en syre eller et syredannende salt.

Der må kræves garanti for, at der ikke sker beskadigelse af træet. For syreskade kan afprøvningen f.eks. udføres efter den af K. Egner udviklede metode*.

Opmærksomheden henledes dog på, at langtidsbestandigheden kan være utilfredsstillende, selvom de nævnte krav opfyldes, og at der må kræves garanti for langtidsbestandigheden.

Til konstruktioner i fugtighedsklasse U (d.v.s. fugtindhold over 20%, jfr. pkt. 4.3.1.2) og til konstruktioner, der i længere tid udsættes for temperaturer over 40°C, skal anvendes syntetiske lime, der mindst opfylder kravene i British Standard BS 1204: Part 1:1964, type WBP.

Disse krav kan for øjeblikket opfyldes af en række lime af typerne fenol- og resorcinolformaldehyd.

Til konstruktioner i fugtighedsklasse I (d.v.s. fugtindhold højst 20%, jfr. pkt. 4.3.1.2) kan tillige anvendes syntetiske lime, der mindst opfylder kravene i British Standard BS 1204: Part 1: 1964, type MR.

Disse krav kan for øjeblikket opfyldes af en række lime af typerne melamin- og ureaformaldehyd. Opmærksomheden henledes dog på, at langtidsbestandigheden kan være utilfredsstillende, selvom de nævnte krav opfyldes, og at der må kræves garanti for langtidsbestandigheden.

Til konstruktioner anbragt indendørs i tørre lokaler kan tillige anvendes kaseinlime, som er tilsat 3% (af tørvægten) af et salt af pentaklorfenol eller en tilsvarende mængde af et andet toxid og som opfylder kravene i British Standard BS 1444: 1948, type A.

* K. Egner: „Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Beurteilung Faserschädigungen durch Leime“. Berichte aus der Bauforschung, heft 25: „Holzleimbau“, 1962, side 1-17.

3.3 Limede konstruktioner og konstruktionsdele

3.3.0 Alment

Limede konstruktioner og konstruktionsdele (limtræ) skal udføres således, at limfugerne i hele konstruktionens påregnede levetid ikke medfører en svækkelse af konstruktionen.

Ved endeskarret konstruktionstræ og i lamineret limtræ må dette krav regnes opfyldt, såfremt limfugerne ikke svækker konstruktionen mere end de iøvrigt tilladte fejl i det anvendte træmateriale.

Udførelsen af limtræ må kun betros virksomheder, som har hensigtsmæssigt udstyr, maskiner og lokaler til deres rådighed.

Fremstillingen af limtræ skal foregå under en af Dansk Ingeniørforening godkendt kontrol.

3.3.1 Skarret konstruktionstræ

Endesamlinger kan udføres som skråskarringer eller fingerskarringer.

Ved arbejdets udførelse skal der drages omsorg for, at der i skarringen ikke sker en ophobning af materialefejl. Ved udførelse af fingerskarringer skal der afkappes således, at der inden for en afstand fra træenden på 2,0 gange fingerlængden, dog mindst fingerlængden + 1,5 gange tværnitshøjden (for brædder: tykkelsen) ikke forekommer knaster, fiberforstyrrelser eller andre defekter, der kan nedsætte skarringens styrke.

Den karakteristiske styrke, jfr. pkt. 4.1, for endeskarret træ fastlægges ud fra en prøvning, der kan udføres som angivet i pkt. 3.7 for konstruktionstræ.

3.3.2 Lamineret limtræ

Ved lamineret limtræ forstås bærende træenheder, i hvilke ethvert tværsnit er opbygget af mindst fire lameller af massivt træ placeret med fiberretningen parallel med enhedens længderetning og ved limning sammenbygget til et emne, som statisk udgør en enhed.

Endeskaringer skal udføres forinden sammenlimningen af lamellerne og kan udføres som fingerskarringer eller skråskarringer.

Skarringernes karakteristiske trækstyrke skal mindst være lig med den krævede karakteristiske trækstyrke for træet.

Dette krav kan regnes opfyldt, såfremt skarringernes karakteristiske bøjningsstyrke, bestemt som angivet i pkt. 3.7.3, mindst er 1.3 gange træets karakteristiske bøjningsstyrke.

Afstanden i en lamel mellem to skarringer skal være mindst 2 m i ydre lameller, d.v.s. de lameller, der ligger i den øverste og nederste sjettedel af tværsnittet, og mindst 1 m i de øvrige lameller.

Sidesamlinger skal udføres limede i ydre lameller. I nabolameller skal ulimede sidesamlinger være forskudt mindst 40 mm i sideretningen.

Der skal anvendes træ sorteret som angivet i bilag 1, skema 2. Der må ikke anvendes lameltykkelser over 34 mm (høvlet mål).

Ved krumme emner skal lameltykkelsen h' i gran og fyr tilfredsstillende følgende krav:

$$h' \leq 0.01 \cdot r' \quad \text{for } r' \leq 1000 \text{ mm}$$

og

$$h' \leq 0.006 \cdot r' + 4 \text{ mm} \quad \text{for } r' \geq 1000 \text{ mm.}$$

r' er den pågældende lamels krumningsradius.

3.3.3 Sømlimede konstruktioner

Sømlimede konstruktioner, d.v.s. limtræ, hvor det nødvendige presstryk etableres ved sømning, må kun anvendes efter forsøg, der viser, at konstruktionen er tilfredsstillende.

Til mindre konstruktioner i fugtighedsklasse I (se pkt. 4.3.1.2) kan sømlimning dog uden særlig godkendelse anvendes efter følgende regler:

1. Limarbejdet skal udføres i lukkede lokaler, hvori temperaturen mindst er 15°C.
2. Træet skal udvælges således, at krumning, vindskævhed og tykkelsesvariation ikke giver anledning til manglende kontakt mellem limfladerne, og træet skal have et ensartet fugtindhold.

3. Der må ikke anvendes træ i større dimensioner end 40×180 mm.
4. De flader, der skal limes, skal være nyhøvlede (eller tilsvarende bearbejdede) og rene.
5. Der skal anbringes så mange søm, at disse kan optage belastningen med $f_g = f_p = f_v = f_m = 1$, se pkt. 4.2. Sømafstanden skal i fiberretningen ligge mellem $10 \cdot d$ og $20 \cdot d$ og på tværs af fiberretningen mellem $5 \cdot d$ og $15 \cdot d$, hvor d er sømtykkelsen.
Der bør anvendes kamsøm eller tilsvarende.
6. Det effektive limareal må pr. snit ikke regnes større end 500 cm^2 i gitterkonstruktioner og lignende, hvor der ved limfugens rand optræder store spændingsspidser.
7. Den nominelle forskydningsstyrke beregnet på det effektive areal må for belastningsgruppe A, se pkt. 4.3.1.1, ikke overstige 8 kp/cm^2 , hvor kraft- og fiberretning er sammenfaldende, og 4 kp/cm^2 , hvor kraftretningen er vinkelret på fiberretningen. For mellemliggende værdier interpoleres som for konstruktionstræ, se pkt. 4.3.2.1.
De nominelle værdier for højes for belastningsgruppe B og C, se pkt. 4.3.1.1, som for konstruktionstræ, se pkt. 4.3.2.1.
8. Der skal ved beregning af konstruktionen tages hensyn til den stive forbindelse, der opnås.

3.4 Krydsfiner

Krydsfiner til bærende konstruktioner skal være konstruktionskrydsfiner, d.v.s. krydsfiner, hvis styrke- og stivhedsegenskaber for de påvirkninger, den udsættes for i konstruktionen, er fastlagt ved forsøg. Vedr. prøvning henvises til pkt. 3.7.4.

Konstruktionskrydsfiners egenskaber skal løbende dokumenteres under en af Dansk Ingeniørforening godkendt kontrol.

Til konstruktionskrydsfiner skal anvendes syntetiske lime, der mindst opfylder kravene i British Standard BS 1203:1963 for type WBP, og krydsfineren skal mindst opfylde kravene til type WBP i British Standard BS 1455:1963.

Konstruktionskrydsfiner bør være opbygget af mindst 5 finerlag og være symmetrisk om midterplanet. Tykkelsen af den øverste og nederste finer bør være under 2,5 mm, tykkelsen af de øvrige under 3,7 mm.

Hvor vinklen mellem fiberretningen i to mod hinanden liggende finerlag er 90° , bør forholdet mellem de samlede tykkelser af finer i de to retninger være mellem 1 og 1,5.

Stød vinkelret på fibrene i det enkelte lag bør være skråskarringer udført inden oplimningen af krydsfineren.

3.5 Andre træprodukter

Til bærende konstruktioner kan anvendes pladematerialer og andre træprodukter, såfremt det er eftervist, at deres formstabilitet og fugtbestandighed m.v. er tilfredsstillende for formålet.

Styrke- og stivhedsegenskaberne skal for de påvirkninger, materialerne udsættes for i konstruktionerne, være fastlagt ved forsøg.

Materialernes egenskaber skal løbende dokumenteres under en af Dansk Ingeniørforening godkendt kontrol.

3.6 Mekaniske forbindelsesmidler

Såfremt der anvendes mekaniske forbindelsesmidler, skal de tilsvarende forbindelsers egenskaber være fastlagt ved forsøg, jfr. pkt. 3.7.2.

3.7 Prøvning af materialer

3.7.0 Alment

Forsøg til bestemmelse af materialers styrke og stivhed skal normalt udføres med samme dimensioner, som forekommer i konstruktionerne, og der skal udføres forsøg svarende til de påvirkningsarter (træk, tryk, forskydning m.v.), som kan optræde.

Forsøgene skal enten udføres med et fugtindhold og en belastningsvarighed svarende til forholdene i konstruktionen, eller også skal der ved fastsættelse af de karakteristiske styrker tages hensyn til, hvorledes afvigelserne influerer på styrken og stivheden. Hvor de nødvendige oplysninger herfor mangler, skal udføres supplerende forsøg. Ved disse skal prøvelegemerne fremstilles således, at de faktorer, hvis indflydelse ønskes undersøgt, varieres enkeltvis og systematisk inden for hvert sit prøvesæt.

Antallet af prøvelegemer skal være så stort, at der kan foretages en statistisk vurdering af prøveresultaterne.

3.7.1 Korttidsprøvning af træ

Ved prøvning af træ skal fugtindholdet normalt være ca. 15% ved prøvelegemernes fremstilling og prøvning. Fugtindholdet skal bestemmes umiddelbart efter forsøget, og prøveresultaterne henføres til 15% fugtindhold. Prøvningen skal udføres ved stuetemperatur.

Forsøg med træ skal tilstræbes udført med konstant deformationshastighed, og således at brud indtræffer tidligst 5 minutter efter forsøgets start.

Hvor der til fremskaffelse af referenceværdier foretages prøvning af små, fejlfrie prøvelegemer, skal den, indtil Dansk Standard foreligger, udføres efter British Standard BS 373: 1957 eller tilsvarende.

De styrketal, der findes ved prøvning af træ, afhænger i høj grad af trædimensionerne og fugtindholdet og også af temperaturen.

Styrken vil som regel aftage med voksende dimensioner, et forhold der kendes for alle materialer, men i særlig grad for træ. Der kræves derfor normalt (pkt. 3.7.0), at prøver udføres med samme dimensioner som i konstruktionerne. Kravet kan af praktiske grunde lempes ved meget store dimensioner (f.eks. over 150 × 250 mm), der bl.a. forekommer i vandbygningskonstruktioner.

For at få sammenlignelige styrketal må forsøgsresultaterne henføres til et fælles fugtindhold, hvor der i overensstemmelse med praksis i de fleste lande er valgt 15%. Også her indtager træ til vandbygningskonstruktioner en særstilling, idet man i dette tilfælde ofte må anbefale, at prøvningen udføres på vandmættede emner. Styrken ved langtidsbelastning kan da sættes til 60% af forsøgsværdierne.

3.7.2 Korttidsprøvning af mekaniske træforbindelser

Forsøg til fastlæggelse af forbindelsesmidlers styrke kan udføres som korttidsforsøg efter følgende regler:

1. Der skal ved udvælgelse af træmaterialet tilstræbes fejlfrit træ med 2-2,5 mm årringsbredde og med en prismestyrke s_p , der er lig den karakteristiske primestyrke s_{pr} for det konstruktionstræ, hvori forbindelsesmidlet skal anvendes. s_p og s_{pr} bestemmes ved 2 · 2 · 6 cm prizmer.

Der skal tilstræbes et fugtindhold på 15% ved prøvelegemernes

fremstilling og prøvning. Fugtindholdet skal bestemmes umiddelbart efter forsøget, og prøveresultaterne henføres til 15% fugtindhold.

For konstruktionstræ af gran og fyr kan regnes $s_{pr} = 350 \text{ kp/cm}^2$.

s_p kan evt. beregnes af formlen

$$s_p = 1000 \cdot r_{ou} \cdot \left(2 - \frac{u}{15}\right),$$

hvor

r_{ou} betegner træets rumvægt beregnet ud fra vægten i tør tilstand og voluminet ved fugtindholdet u .

Det bemærkes, at reglerne kun gælder ved forsøg til fastlæggelse af styrken i konstruktionstræ af gran og fyr.

- Der skal vælges planker eller brædder, som er opskåret således, at årringene tangeres af bredsiden i dennes midte. Trædimensioner og afstande til kanter og ender skal svare til de mindste dimensioner og afstande, som foreskrives for den pågældende forbindelse.
- Prøvningen skal udføres snarest muligt efter prøvelegemernes fremstilling, dog tidligst et døgn efter fremstillingen. Møtrikker løsnes umiddelbart før prøvningen svarende til et svind på 1% af den samlede trætykkelse.
- Indtil 70% af den forventede belastning P_{max} er nået, forøges belastningen konstant (eller i trin) med $0,1 \cdot P_{max}$ pr. 30 sekunder. Derefter belastes med konstant deformationshastighed, så belastningsforøgelsen fra $0,7 \cdot P_{max}$ til $0,9 \cdot P_{max}$ sker på 1-1,5 minutter. Belastningen fortsættes, indtil en total glidning på 15 mm er nået, hvis ikke brud indtræffer forinden. Belastning og deformation aflæses under hele prøvningen for hver 30 sekunder.

Korttidsprøvninger må for at give sammenlignelige resultater udelukke tidseffekten og derfor udføres med samme belastningstid (5-10 min.) for alle forbindelsestyper.

Til bestemmelse af den elastiske deformation under brugsbelastningen anbefales følgende fremgangsmåde:

Når belastningen har nået $0,4 \cdot P_{max}$ aflastes med samme hastighed ($0,1 \cdot P_{max}$ pr. 30 sek.), indtil belastningen er $0,1 \cdot P_{max}$ derefter fortsættes belastningsforøgelsen som før.

5. Brudlasten P fastsættes som den maksimale belastning ved en total glidning mindre end eller lig 15 mm.
6. Prismestyrken s_p af det anvendte træ i hvert enkelt prøvelegeme bestemmes, og for hvert enkelt prøvelegeme henføres brudlasten til prismestyrken s_{pr} ved formlen

$$P_r = P \left(\frac{s_{pr}}{s_p} \right)^c$$

hvor

P_r er brudlasten svarende til s_{pr} , og

- c kan have værdier fra 0 til 1, afhængigt af hvilken sammenhæng der er mellem trædelenes og forbindelsens styrke.

Hvis denne sammenhæng ikke er fundet, regnes $c = 0$, når $s_p < s_{pr}$, og $c = 1$, når $s_p > s_{pr}$.

Kortidsprøvningen kan anvendes til to formål:

- Bestemmelse af forskellige træforbindelsers styrke og stivhed under samme betingelser.
- Bestemmelse af forskellige faktorerers indflydelse på en træforbindels styrke og stivhed ved systematisk variation af disse faktorer enkeltvis, f.eks. indflydelsen af trædelenes og forbindelsesmidlets materialeegenskaber og dimensioner, forbindelsens udførelse, træets fugtindhold og belastningens størrelse og vinkel med fiberretningen.

Indflydelsen af langvarig eller dynamisk belastning må bestemmes ved andre prøvninger.

Prøverapporten bør omfatte følgende:

- Komplet beskrivelse af prøvelegemerne (materialer, dimensioner).
- Antal prøver.
- Belastningsmåden.
- Beskrivelse af belastnings- og måleudstyr.
- Beskrivelse af prøvningens forløb.
- Sammenhørende værdier af belastning og deformation.
- Trædelenes rumvægt og fugtindhold.
- Trædelenes trykstyrke parallelt med fiberretningen.
- Evt. andre af prøvedelenes afgørende styrkeegenskaber.

3.7.3 Bøjningsprøvning af skarret konstruktionstræ

Ved fastsættelse af en skarrings bøjningsstyrke, skal der anvendes prøvestykker med dimensioner svarende til det træ, hvori skarringen skal anvendes (evt. reduceret på grund af høvling). Skarringen skal ligge midt på prøvestykket, der oplægges på to understøtninger med afstanden 24 gange prøvestykkets højde og belastes med linielaster i trediedelspunkterne.

Vedr. belastningshastighed og fugtindhold henvises til pkt. 3.7.1.

3.7.4 Prøvning af krydsfiner

Prøvelegemerne skal udtages, så de er repræsentative for produktionen. Hvor der anvendes skarringer vinkelret på fibre, skal alle prøvelegemerne således indeholde skarringer i den ugunstigste kombination svarende til produktionsprocessen, og hvor der forekommer kantlimning af yderfineren, skal alle prøvelegemerne indeholde kantlimning, såfremt påvirkningen sker vinkelret på yderfinerens fiberretning.

Indtil Dansk Standard foreligger, skal prøvningen udføres efter amerikansk Standard ASTM D 805-63 eller tilsvarende.

3.7.5 Prøvning af spånplader

Indtil Dansk Standard foreligger, skal prøvningen udføres efter amerikansk Standard ASTM D 1037-64 eller tilsvarende.

Bemærk, at de i pkt. 4.3.2 givne værdier for styrkereduktion ved langtidsbelastning og højt fugtindhold ikke umiddelbart kan anvendes for spånplader.

4. STYRKER OG PARTIALKOEFFICIENTER

4.1 Karakteristiske styrke- og stivhedstal

Ud fra prøvningen af materialerne fastlægges de karakteristiske værdier. De karakteristiske værdier for styrke- og stivhedstal, der indgår i styrkeberegninger, er defineret ved, at 95% af samtlige mulige prøve-resultater ligger over disse værdier (5% fraktilen). For stivhedstal i øvrigt er de defineret som 30% fraktilen. I praksis vil grundlaget være et begrænset antal prøveresultater, og fastlæggelsen af de karakteristiske værdier skal da ske ved et konfidensniveau på 75%.*

Ved fastsættelsen af de karakteristiske styrker skal der tages hensyn til deres afhængighed af belastningens varighed og fugtindholdet i konstruktionen.

Antages prøveresultaterne for et antal repræsentative prøvestykker af et materialeparti at følge normalfordelingen, bestemmes de karakteristiske værdier som

$$m\{ \} - k \cdot s\{ \},$$

hvor k er en faktor, der afhænger af prøveantallet, den søgte fraktil og det ønskede konfidensniveau.

For de ovenfor angivne fraktiler på 5% og 30% og et konfidensniveau på 75%, varierer k med prøveantallet som angivet i tabel 4.1.

Tabel 4.1

Prøveantal	4	5	10	15	25	∞
k for materialekonstanter, der indgår i styrkeberegninger.	2,7	2,5	2,1	2,0	1,9	1,7
k for materialekonstanter, der alene indgår i deformationsberegninger.	0,95	0,89	0,77	0,72	0,67	0,52

* Vedr. de statistiske begreber henvises til f.eks. A. Hald: Statistiske Metoder, København 1948, eller A. Hald: Statistical Theory with Engineering Applications, 1952, John Wiley & Sons Inc., London.

Hvor mekaniske forbindelsesmidler er prøvet, som angivet i pkt. 3.7.2, findes forbindelsens karakteristiske korttidsstyrke som den karakteristiske værdi for P_r . De karakteristiske værdier må normalt ikke sættes højere end svarende til, at glidningen er 1 mm under brugslast.

Brugslasten kan regnes at være 40% af den karakteristiske last.

Det afhænger af konstruktionens art, hvor store deformationer, der kan tillades, jøvnfør pkt. 5.2.0. For konstruktioner, der er særlig følsomme overfor sætninger, må der foretages en nøjere vurdering af glidningerne. Tilsvarende vil forbindelser, hvis stivhed er uden betydning, i visse tilfælde kunne belastes væsentligt mere end efter de angivne formler.

Ved fastsættelsen af forbindelsers styrke må der ikke tages hensyn til friktionskræfters forøgelse af bæreevnen, medmindre der i hele belastningstiden er sikkerhed for, at de nødvendige normaltryk optræder, uden at konstruktionen får utilladelige deformationer. Tilsvarende gælder for andre sekundære fænomeners forøgelse af bæreevnen.

Friktionskræfter kan f.eks. tages i regning ved forsats og andre tilfælde, hvor de forskydende kræfter ikke kan optræde uden samtidige normalkræfter.

For savskårne træoverflader og ru betonoverflader kan for alle belastningsgrupper (se pkt. 4.3.1.1) og fugtighedsklasse I (se pkt. 4.3.1.2), regnes med nedenstående nominelle friktionskoefficienter, idet de karakteristiske værdier er divideret med partialkoefficienten 1.3.

Tabel 4.2

Nominelle friktionskoefficienter for fugtighedsklasse I.

Tilfælde	Friktionskoefficient
Endetræ mod endetræ	$0,5 - 0,004 \cdot s_N$
Endetræ mod sidetræ (glidning vinkelret på fiberretning)	$0,5 - 0,004 \cdot s_N$
Sidetræ mod sidetræ (fiberretning i de to dele vinkelret på hinanden)	$0,3 - 0,001 \cdot s_N$
Sidetræ mod beton (glidning parallel med fiberretning)	0,4
Sidetræ mod beton (glidning vinkelret på fiberretning)	$0,7 - 0,008 \cdot s_N$
Endetræ mod beton	$0,6 - 0,002 \cdot s_N$

s_N er normalspændingen (kp/cm²) i friktionsfladen.

For fugtighedsklasse U korrigeres som angivet for træ (se pkt. 4.3.2.1).

I søm- og bolteforbindelser, hvor normalkræfterne kun kan regnes at optræde efter betydelige glidninger, kan friktionskræfterne ikke tages i regning ved normale konstruktioner, medmindre man har taget særlige forholdsregler.

4.2 Partialkoefficienter

Ved styrkeberegninger (både styrke- og stivhedstal)

for normale belastningstilfælde $f_m = 1,3$,

for ekstraordinære belastningstilfælde $f_m = 1,17$.

Ved beregning for belastningstilfældet egenvægt og vind af tætliggende spær, åse eller bjælker (maksimal afstand 1,2 m) kan man for trædelene, men ikke for forbindelserne anvende $f_m = 1,0$.

Ved nedbøjningsundersøgelser $f_m = 1,0$.

For belastninger fastsættes partialkoefficienterne i henhold til Belastningsforskrifterne.

Ved ekstraordinære belastningstilfælde forstås tilfælde, hvor der foruden egenvægt samtidig virker flere af hinanden uafhængige ydre belastninger. Belastning på provisoriske konstruktioner kan betragtes som ekstraordinær.

Indtil nye belastningsforskrifter foreligger, kan anvendes følgende partialkoefficienter på belastninger:

For hvilende belastning, herunder belastning fra jord $f_g = 1,0$

For bevægelig belastning, medmindre andet er anført $f_p = 1,5$

For slidlag, lette skillevægge m.v. samt masse gods i siloer $f_p = 1,3$

For bevægelig belastning, der kan fastsættes med særlig nøjagtighed, f.eks. væske i beholdere, kan der foretages en reduktion af partialkoefficienten. f_p må dog ikke sættes lavere end $f_p = 1,2$

For vindbelastningen som eneste belastning ud over egenvægt og anden hvilende belastning $f_v = 1,5$

For vindbelastning virkende sammen med anden bevægelig belastning, som kan antage maksimalværdier uafhængigt af vindbelastningen $f_v = 1,0$

For vindbelastningen virkende sammen med anden bevægelig belastning, som må antages at optræde med store værdier i større eller mindre afhængighed af stor vindhastighed

$$f_v = 1,5 - 1,0$$

En konstruktion skal beregnes for en bevægelig belastning på mindst $\frac{1}{10}$ af egenvægten.

Som grundlag for beregningen anvendes de belastninger og øvrige påvirkninger, der er angivet i Dansk Ingeniørforenings „Normer for bygningskonstruktioner. 1. Belastningsforskrifter“, DS 410.

Hvor beregninger udført efter den tidligere norm (med tilladelige spændinger) skal sammenlignes med nærværende norm, f.eks. ved ombygningsarbejder, kan man regne med, at forholdet mellem nominelle og tilladelige værdier er 1,4.

4.3 Nominelle værdier

4.3.0 Alment

De karakteristiske værdier divideret med f_m betegnes nominelle værdier.

I det følgende er for en række materialer angivet nominelle værdier svarende til $f_m = 1,3$ (normale belastningstilfælde), idet det er forudsat, at belastningerne opdeles i belastningsgrupper som angivet i pkt. 4.3.1.1, at konstruktionerne opdeles efter fugtighed som angivet i pkt. 4.3.1.2 og at temperaturen i konstruktionerne normalt ikke er højere end 40°C.*)

Ved bestemmelse af spændingerne ud fra prøvewærdierne er regnet med den tekniske elasticitetsteoris formler, se pkt. 5.0.

4.3.1 Belastningsgrupper og fugtighedsklasser

4.3.1.1 Belastningsgrupper

I det følgende forudsættes, at belastningerne ud fra deres varighed henføres til en af følgende tre belastningsgrupper:

Belastningsgruppe A, langvarige belastninger.

Egenvægt, sne, samt anden hvilende og bevægelig last, medmindre andet er anført nedenfor.

* Vedr. reduktionen af styrken og stivheden ved forhøjede temperaturer henvises til f.eks. Wood Handbook, U.S. Department of Agriculture, Handbook no. 72, 1955, s. 89-93.

Belastningsgruppe B, kortvarige belastninger.

Tilfældig personlast (punktlast) på tage og lignende belastninger.

Bevægelig last på bygningsstilladser, betonforme og andre midlertidige konstruktioner.

Kræfter fra temperatur- og fugtighedspåvirkninger.

Fortøjningskræfter fra skibe.

Kajlast.

Bremse- og accelerationskræfter.

Bølge- og istryk.

Belastningsgruppe C, meget kortvarige belastninger.

Vindlast.

Stødkræfter, herunder stødtillæg.

4.3.1.2 Fugtighedsklasser

I det følgende forudsættes, at konstruktionerne ud fra det fugtindhold, de normalt vil have i brugstiden, henføres til fugtighedsklasse I (indendørs) eller fugtighedsklasse U (udendørs).

Konstruktioner, i hvilke fugtindholdet normalt ikke vil være højere end 20%, kan henføres til fugtighedsklasse I.

Konstruktioner, i hvilke fugtindholdet i længere perioder kan overstige 20%, skal henføres til fugtighedsklasse U.

Til klasse I kan regnes konstruktioner indendørs i tørre lokaler og udendørs konstruktioner, der ved overdækning eller afskærmning er beskyttede mod regn og andre former for vand og anbragt sådan, at luften har fri adgang til dem.

Til klasse U skal regnes andre udendørs konstruktioner samt konstruktioner i fugtige lokaler.

4.3.2 Nominelle styrke- og stivhedstal**4.3.2.1 Konstruktionstræ**

For træ, der opfylder de i bilag 1 angivne krav, kan der for normale belastningstilfælde uden nærmere eftervisning regnes med de i tabel 4.5 og 4.6 angivne nominelle værdier, gældende for belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I.

De anførte værdier for grovsorteret konstruktionstræ forudsætter, at det ikke anvendes til særligt betydende eller store konstruktioner (spændvidde over ca. 10 m).

Ved fastsættelsen af tabelværdierne er der taget hensyn til, at de karakteristiske langtidsværdier udgør ca. 60% af de karakteristiske værdier bestemt ved korttidsforsøg, d.v.s. at de nominelle værdier er beregnet som $0,6 \cdot P_k/1,3$, hvor P_k er de karakteristiske korttidsværdier.

For konstruktioner i fugtighedsklasse U skal de i tabel 4.5 og 4.6 anførte værdier multipliceres med 0,75.

Hvor belastningen eller en del heraf er korttidsbelastning, kan de ovenfor bestemte nominelle værdier, når de indgår i styrkeberegninger, multipliceres med faktoren

$$\frac{s_A + 1,2 s_B + 1,4 s_C}{s_A + s_B + s_C},$$

hvor s_A , s_B og s_C , angiver spændingsbidragene fra belastninger, der tilhører belastningsgrupperne A, B, henholdsvis C. Kun spændinger, der har samme fortegn som den resulterende spænding, medtages.

Årsagen til, at de nominelle værdier for belastningsgruppe C kun øges med faktoren 1,4, medens der er regnet med en reduktionsfaktor på 0,6 ved fastsættelsen af langtidstyrken, er, at selv om den enkelte belastning er kortvarig, kan den tid, i hvilken konstruktionen udsættes for påvirkningen, blive betydelig.

For ekstraordinære belastningstilfælde kan de nominelle værdier øges med 10%, jævnfør pkt. 4.2.

Ved beregning af nedbøjninger fra egenvægt og anden last af tilsvarende karakter bør de anførte stivhedstal reduceres med 20%.

Såfremt kraftretningen danner en vinkel med fiberretningen, multipliceres den karakteristiske værdi, s_0 , for kraft i fiberretningen med faktoren

$$1 - \left(1 - \frac{s_{90}}{s_0}\right) \cdot \sin v,$$

hvor v er vinklen mellem kraft- og fiberretning, og hvor s_{90} og s_0 vælges svarende til belastningen (træk eller tryk, evt. endetræ mod endetræ, evt. med mellemlæg af jernblik).

Forudsat at afstanden a fra træenden til det nærmeste belastede punkt er mindst 7,5 cm og mindst $1,5 h$, og at der mindst er en ubelastet længde på 15 cm, se fig. 4.3, kan de ovenfor bestemte værdier for tryk vinkelret på fibrene multipliceres med den i tabel 4.4 angivne faktor.

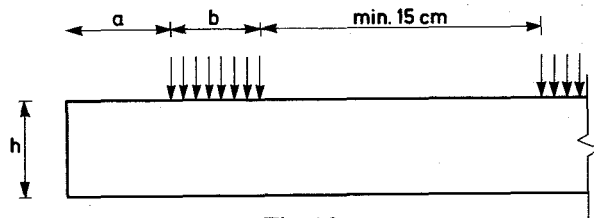


Fig. 4.3

Tabel 4.4

Styrkeforøgelse ved svullepåvirkning

Belastningslængde b i cm	$\leq 1,0$	3,0	5,0	≥ 10
Faktor	1,8	1,4	1,2	1,0

Hvor deformationerne hidrørende fra tryk på sidetræ er af betydning for konstruktionens virkemåde, skal der foretages en vurdering af deformationerne.*

4.3.2.2 Styrke- og stivhedstal for lamineret limtræ

For lamineret limtræ kan anvendes de for konstruktionstræ bestemte materialekonstanter multipliceret med de i tabel 4.7 anførte faktorer, under forudsætning af, at der findes mindst 2 sammenlimede lameller af den pågældende kvalitetsklasse.

For elementer påvirket overvejende til bøjning kan tværsnittet betragtes som homogent med yderlamellernes egenskaber, selv om der i de

* Se f.eks. G. Backsell: Experimental Investigations into Deformations Resulting from Stresses Perpendicular to Grain in Swedish Whitewood and Redwood. Rapport från Byggeforskningen, Stockholm, 12/66.

Tabel 4.5

Træ af nordisk oprindelse.

Nominelle værdier for belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I, normale belastningstilfælde.

Alle værdier er i kp/cm^2 .			Nordisk gran og fyr eller tilsvarende			Nordisk bøg, ask og eg, eller tilsvarende
			T400	T300 og rundtømmer	T200 og grovsorteret konstruktionstræ	
Værdier, der anvendes ved styrkeberegninger	Bøjning \neq fibre	S_{Mn}	180	145	110	150
	Tryk \neq fibre	S'_{0n}	150	125	100	160
	Tryk \perp fibre	S'_{90n}	28	28	28	45
	Tryk, endetræ mod endetræ		85	70	55	70
	Tryk, endetræ mod endetræ med mindst 2 mm jernblik imellem		105	90	70	95
	Træk \neq fibre	S_{0n}	165	125	85	125
	Træk \perp fibre	S_{90n}	4	4	4	4
	Forskydning \neq fibre	t_{0n}	14	14	14	14
	Forskydning \perp fibre	t_{90n}	7	7	7	7
	Elasticitetsmodul	E_{0n}	42.000	35.000	28.000	46.000
Værdier, der anvendes ved deformationsberegninger	Elasticitetsmodul \neq fibre	E_{0n}	105.000	90.000	70.000	120.000
	Elasticitetsmodul \perp fibre	E_{90n}	3.000	2.500	2.000	6.000
	Glidningsmodul \neq fibre	G_{0n}	6.000	6.000	6.000	
	Glidningsmodul \perp fibre	G_{90n}	400	400	400	

Tabel 4.6 *Træ af tropisk oprindelse.*

Nominelle værdier for belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I, normale belastningstilfælde.

Alle værdier er i kp/cm ² .			Azobé	Basra- locus	Green- heart	Wallaba
Værdier, der anvendes ved styrkeberegninger	Bøjning ≠ fibre	s_{Mn}	475	375	575	450
	Træk ≠ fibre	s_{0n}	450	350	525	425
	Tryk ≠ fibre	s'_{0n}	350	275	375	300
	Tryk ⊥ fibre	s'_{90n}	150	100	150	*)
	Forskydning ≠ fibre	t_{0n}	35	25	35	*)
	Elasticitetsmodul ≠ fibre	E_{0n}	80.000	55.000	85.000	65.000
Værdier, der anvendes ved deformationsberegninger	Elasticitetsmodul ≠ fibre	E_{0n}	200.000	140.000	210.000	160.000

* For Wallaba, der normalt kun anvendes som rundtømmer, foreligger ikke oplysninger om s_{90n} og t_{0n} .

Tabel 4.7

Forøgelse af styrke- og stivhedstal for lamineret limtræ.

	T-virke			Grov- sorteret træ
	T400	T300	T200	
Træk, tryk og bøjningsspændinger parallelt med fibre	1,2	1,3	1,4	1,4
Forskydningsspændinger	1,2	1,2	1,2	1,0
Stivhedstal	1,2	1,2	1,2	1,2

midterste $\frac{2}{3}$ af højden anvendes træ svarende til den nærmeste, lavere sorteringsklasse.

Der skal tages hensyn til, at krumme limtræelementer har mindre styrke end tilsvarende rette, ved at reducere styrketallene for rette elementer med en faktor C som angivet i tabel 4.8.

Tabel 4.8

Reduktionsfaktor for krumme limtræelementer.

h'/r'	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{125}$	$\frac{1}{150}$	$\frac{1}{200}$	$\leq \frac{1}{250}$
C	0,80	0,87	0,90	0,95	1,00

h' er lameltykkelsen, og r' krumningsradius til den lamel, der har mindst krumningsradius.

5. KONSTRUKTION OG BEREGNING

5.0 Alment

En konstruktion skal til enhver tid – både for konstruktionen som helhed og for de enkelte konstruktionsdele – have tilstrækkelig sikkerhed mod brud og opfyldte krav, der ud fra funktionelle synspunkter må stilles med hensyn til stivhed.

Eftervisning af disse kravs opfyldelse skal ske ved beregning evt. suppleret med forsøg, hvor en dyberegående beregningsmæssig undersøgelse ikke lader sig gennemføre, eller hvor simplificerede forudsætninger eller beregninger ikke kan forventes at give et fuldgyldigt billede af den fysiske tilstand.

Ved anvendelse af simplificerede beregningsmetoder eller forudsætninger for beregninger skal der foretages en vurdering af de anvendte tilnærmelser i relation til konstruktionens sikkerhed og stivhed.

De primære krav til konstruktionen vedrører dens sikkerhed mod brud – det være sig brud i materialer eller forbindelsesmidler eller stabilitetsbrud i form af væltning, glidning af konstruktionen som helhed, kipning, foldning eller udbøjning af enkelte konstruktionsdele.

Ved dynamisk påvirkede konstruktioner eller konstruktioner udsat for vindpåvirkning hører herunder krav til konstruktionens evne til at modstå de deraf følgende svingningspåvirkninger.

Sekundært må stilles krav til konstruktionens og dens enkelte deles stivhed – krav der i reglen er dikteret af brugsmæssige forhold.

Udover at kræve, at beregningerne skal gennemføres under anvendelse af partialkoefficientprincippet, se pkt. 5.2, tager normerne ikke stilling til, hvilke beregningsmetoder, der skal bringes i anvendelse for at opfylde normernes krav.

Opmærksomheden henledes dog på, at de i pkt. 4.3.2 angivne styrke- og stivhedstal forudsætter, at beregningerne sker efter elasticitetsteorien. Dette skyldes, at der for træmaterialets vedkommende ved denne norms udarbejdelse endnu mangler forsøg, som muliggør en fastlæggelse af arbejdslinjen mellem proportionalitetsgrænsen og brud. Ved udarbejdelsen af vejledningen for beregningernes udførelse og ved fastsættelse af materialernes styrke- og stivhedsværdier har man derfor foretrukket at basere sig på de hidtil anvendte beregningsprincipper og i en række tilfælde på de for materialerne hidtil gældende tilladelige spændinger.

Indtil bedre kendskab til arbejdsliniernes forløb foreligger, vil beregning af trækonstruktioner efter partialkoefficientprincippet således hovedsage-

ligt afvige fra beregning med tilladelige spændinger ved den ændrede vurdering af de forskellige belastningers indflydelse.

Normen angiver, at der ved anvendelse af simplificerede beregningsmetoder eller forudsætninger skal foretages en vurdering af tilladeligheden heraf i relation til konstruktionens sikkerhed. Denne vurdering kan udelades, hvor tilladeligheden er umiddelbart indlysende, eller hvor der er tale om almindeligt anerkendte simplifikationer.

5.1 Konstruktiv udformning

En konstruktion skal udformes, så den er rumligt stabil, d.v.s. at konstruktionen skal være opbygget i et rumligt stabilt system, hvor alle afstivende elementer er indbygget og fastgjort, så de kan overføre de kræfter, der kan optræde i konstruktionen.

Den konstruktive opbygning skal være så klar, at beregningsforudsætningerne kan fastlægges, eller at der i givet fald kan opstilles et forsøgsprogram til eftervisning af konstruktionens sikkerhed.

Der skal ved konstruktionens udformning være taget hensyn til de forandringer, som konstruktionen kan undergå under tidens indflydelse, bl.a. skal der tages hensyn til de deformationer, som optræder ved variationer i træets fugtindhold, såvel hvad angår de enkelte konstruktions-elementer som disses forbindelser.

Hvor forbindelsernes stivhed kan have særlig betydning for konstruktionens bæreevne og stivhed, skal der ved bolte- og skrueforbindelser være mulighed for efterspænding.

Der skal ved materialevalget og konstruktionens udformning drages omsorg for, at konstruktionselementerne ikke – udover det ved beregningerne forudsatte – forringes ved mekanisk slid eller overlast, og at der bliver mindst mulig risiko for destruerende angreb på materialerne fra f.eks. svamp, råd, insekter eller andre skadedyr, herunder pæleorm og -krebs.

I det omfang, det ved materialevalget og konstruktionens udformning ikke er muligt at sikre konstruktionen mod nævnte angreb, skal konstruktionselementerne beskyttes på hensigtsmæssig måde ved imprægnering, overfladebehandling eller lignende, jævnfør DS/R 1071.1.1, 1071.3.1, 1071.4.1, 1071.4.2 og 1071.6.1.

5.2 Beregning af konstruktionselementer

5.2.0 Alment

Beregningerne skal gennemføres under anvendelse af partialkoefficient-princippet og skal altid omfatte styrkeberegninger samt, hvor det er påkrævet, stabilitets- og stivhedsberegninger.

Ved beregningerne skal anvendes de dimensioner, der forekommer i konstruktionen. For træ, der opfylder de i bilag 1 anførte krav kan dog anvendes de nominelle dimensioner, bortset fra at skæringsundermålet for halvtømmer skal fradrages (2 mm).

Ved beregning af spændingerne og ved beregning af udbøjninger i forbindelse med styrkeberegning skal belastningerne være påført partialkoefficienter, og det eftervises, at spændingerne ikke for nogen belastningskombination overstiger materialernes nominelle styrke.

Ved rene deformations- og svingningsberegninger skal belastninger og elasticitetskoefficienter ikke påføres partialkoefficienter.

Vedr. beregning med partialkoefficienter henvises til Dansk Ingeniørforenings „Vejledning for fastsættelse af partialkoefficienter inden for forskellige normområder“ (gengivet i „Ingeniøren“ nr. 23, 1964).

Den betingelse, der skal opfyldes ved styrkeberegning, kan eksempelvis angives som

$$s(f_g \cdot g + f_p \cdot p + f_v \cdot v) \leq \frac{s_k}{f_m} = s_n,$$

hvor s er spændingen i konstruktionselementet beregnet ud fra belastningen med påførte partialkoefficienter, s_k er den karakteristiske styrke, f_m er partialkoefficienten på materialestyrken i henhold til pkt. 4.2, og s_n er den nominelle styrke.

For forbindelsesmidler og stabilitet kan betingelsen opstilles på tilsvarende måde.

De tilladelige nedbøjninger afhænger af konstruktionens anvendelse og udførelsen af tilstødende konstruktionsdele (tagdækning, loftsbeklædning og facadestruktur m.v.).

Som retningslinier kan følgende anføres:

Gitterdragere i hus- og brobygning bør ikke udvise en beregningsmæssig nedbøjning for bevægelig belastning større end $1/900$ af spændvidden, idet der herved kan regnes med de fulde stangtværsnit og uden hensyntagen til eftergivelse i forbindelse.

Ved massive bjælker i brobygning bør nedbøjningen tilsvarende ikke overstige $1/800$ af spændvidden.

Ved bjælkelag i etageadskillelser i husbygning kræver overholdelsen af stivhedskravene i Bygningsreglement for Købstæderne og Landet, 1966 (§ 5.6.2), at nedbøjningerne for bevægelig belastning exclusive lette skillevægge ikke overstiger $1/500$ af spændvidden ved anvendelse af 28 mm gulvbrætter og $1/625$ af spændvidden ved anvendelse af 22 mm gulvbrætter og krydsfinerundergulve.

Ved pudsede lofter bør massive loftsbjælkers nedbøjning ikke overstige $1/500$ af spændvidden for bevægelig belastning.

5.2.1 Bjælker og træelementer

5.2.1.0 Alment

Ved bjælker og træelementer forstås elementer beregnet til optagelse af bøjende momenter, forskydningskræfter og normaltrækkkræfter.

I det følgende er for en række simple konstruktioner og gængse belastningssituationer anvist metoder til opfyldelse af normens krav.

For mere komplicerede konstruktioner eller belastningssituationer henvises til faglitteraturen.

5.2.1.1 Massive konstruktionselementer

Til massive konstruktionselementer regnes elementer med massivt tværsnit og fremstillet af konstruktionstræ, lamineret limtræ, krydsfiner eller pladematerialer.

a. Rette elementer

Det skal eftervises, at der overalt gælder

$$\frac{s_N}{s_{0n}} + \frac{s_M}{s_{Mn}} \leq 1,$$

og

$$t \leq t_{0n}.$$

Desuden skal det eftervises, at væltning- og kipstabiliteten er tilfredsstillende.

Anvendes hovedakserne Y og Z for det transformerede tværsnit*, se fig. 5.1, findes spændingerne af:

$$s_N = \frac{E}{E_c} \cdot \frac{N}{A_t},$$

og

$$s_M = \frac{E}{E_c} \left(\frac{M_y \cdot z}{I_{yt}} - \frac{M_z \cdot y}{I_{zt}} \right).$$

* Se f.eks. Bent Erik Pedersen: Bjælkers Bøjning, Laboratoriet for Bygningsteknik, 1965.

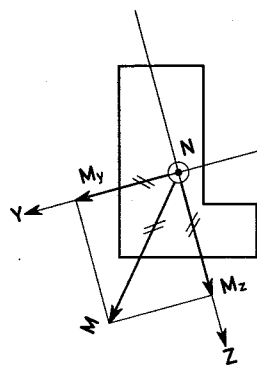


Fig. 5.1

Ved bestemmelse af forskydningsspændingerne kan man for et vilkårligt snit lagt parallelt med bjælkeaksen finde den forskydende kraft T pr. længdeenhed af

$$T = \frac{Q_z}{I_{zt}} \cdot S_{yt}^p + \frac{Q_y}{I_{yt}} \cdot S_{zt}^p,$$

hvor S_{yt}^p og S_{zt}^p er de statiske momenter for det transformerede tværsnit om de anførte tyngdepunktsakser for delen på den ene side af snittet.

I en række tilfælde kan man med rimelighed skønne forskydningsspændingernes fordeling over tværsnittet og således finde t .

For homogene, rektangulære bjælker påvirket til bøjning på højkant og kvadratiske bjælker påvirket til bøjning om diagonalen finder man således

$$\max t \sim \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{A},$$

og for cirkulære bjælker

$$\max t \sim \frac{4}{3} \cdot \frac{Q}{A}.$$

Såfremt der i en bjælke udskæres ved vederlaget (se fig. 5.2), skal der tages hensyn til kærsvirkningen og til den flækkende påvirkning, der udgår fra hjørnet. Dette kan, hvor en nærmere undersøgelse ikke foretages, gøres ved at multiplicere t beregnet på det reducerede areal (h_0) med faktoren $\frac{h}{h_0}$.

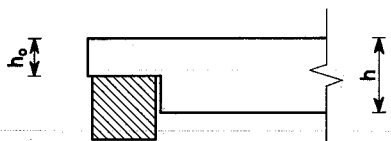


Fig. 5.2

For bjælker af rund-, hel- og halvtømmer korrekt indbygget i en konstruktion kan en undersøgelse af stabiliteten (kippingen) normalt udelades. En undersøgelse er derimod påkrævet ved bjælker med stor længde og slankhed, som eksempelvis forekommer ved limtrækonstruktioner.

For rektangulære bjælker kan der tages hensyn til kippingens fare ved at multiplicere s_{Mn} med faktoren c , hvor c er angivet i fig. 5.3 som funktion af slankhedstallet n , der er bestemt ved

$$n = \frac{k_1}{b} \sqrt{l \cdot h},$$

hvor k_1 er angivet i tabel 5.4.*

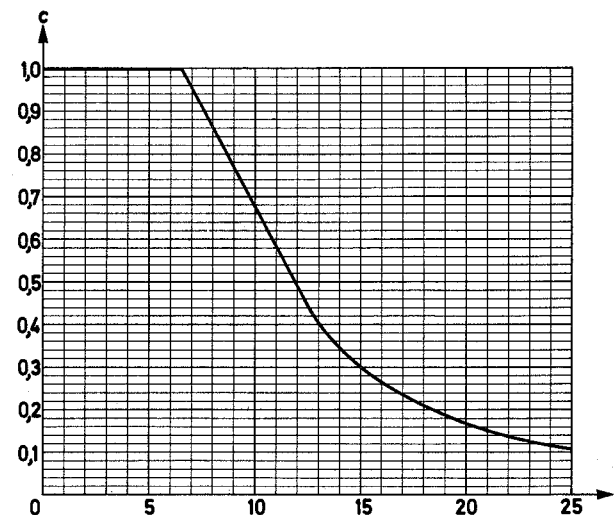

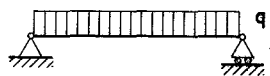
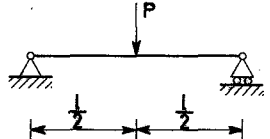
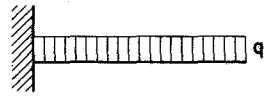
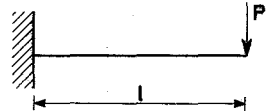
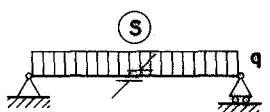
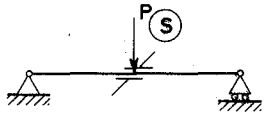


Fig. 5.3. Reduktionsfaktor c ved kippingundersøgelser som funktion af slankhedstallet n .

*) Den angivne metode er baseret på R. F. Hooley & B. Madsen: Lateral Stability of Glued Laminated Beams. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of Structural Division, Vol. 90 no. ST 3, Juni 1964, se også H. J. Larsen: Beregning af Trækonstruktioner, afsnit 9, Teknisk Forlag, 1967.

Tabel 5.4 Bestemmelse af faktoren k_i

Belastnings- og bjælketype	k_i
	0,60
	⊕ 0,58 Ⓜ 0,56 ⊙ 0,54
	⊕ 0,53 Ⓜ 0,51 ⊙ 0,49
	Ⓜ 0,41
	Ⓜ 0,52
	⊕ 0,37 Ⓜ 0,36 ⊙ 0,36
	Ⓜ 0,30

⊕ Belastningen virker på bjælkeoversiden.
 Ⓜ Belastningen virker i den neutrale akse.
 ⊙ Belastningen virker i bjælkeundersiden.
 Ⓢ Angiver, at bjælken er fastholdt i midten mod drejning og side-udbøjning, medens lodret udbøjning kan foregå frit.

De anførte værdier forudsætter, at bjælkens vridning er hindret ved vederlagene.

b. Krumme elementer

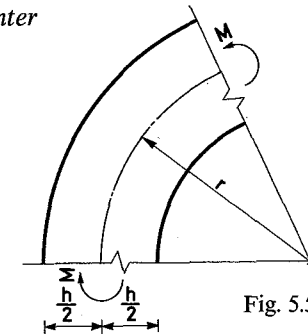


Fig. 5.5

For krumme elementer må der ved bestemmelsen af normalspændingerne fra det bøjende moment tages hensyn til krumningens indflydelse*.

For en rektangulær, homogen bjælke påvirket som vist på fig. 5.5 til bøjning i bjælkeplanen bliver spændingen i den inderste fiber.

$$s_{Mi} = k_i \cdot \frac{6 \cdot M}{b \cdot h^2},$$

og spændingen i den yderste fiber

$$s_{My} = -k_y \cdot \frac{6 \cdot M}{b \cdot h^2},$$

hvor k_i og k_y for forskellige værdier af forholdet $\frac{r}{h}$ er angivet i tabel 5.6.

Tabel 5.6

Korrektionsfaktorer for kantspændinger i plankrumme bjælker

$\frac{r}{h}$	k_i	k_y
2	1,20	0,85
3	1,12	0,90
4	1,09	0,92
5	1,07	0,94
6	1,06	—
7	1,05	—
8	—	0,96
9	—	—
10	1,03	0,97
≥ 15	1,00	1,00

* Der henvises f.eks. til K. W. Johansen: Forelæsninger over Elasticitets- og styrkelære, 1967.

Hvor en nærmere eftervisning ikke foretages, kan de angivne faktorer også anvendes for limtræ, hvor der i tværsnittet indgår lameller af forskellig sorteringsklasse, men af samme træsort.

Der skal tages hensyn til, at der, såfremt momentet søger at øge krumningsradius, vil optræde trækspændinger vinkelret på fibre. For rektangulært tværsnit med konstant højde er

$$s = \frac{3 \cdot M}{2 \cdot r \cdot b \cdot h},$$

der skal være mindre end s_{0n} .

5.2.1.2 Sammensatte, limede T-, I- og rørformede bjælker

Som eksempler på konstruktioner af denne type kan, jævnfør fig. 5.7, nævnes:

1. Dragere af lamineret limtræ med krop af parallelle brædder.
2. Dragere med massive flanger og krop(pe) af krydsfiner, pladematerialer eller krydsende brædder.
3. Dragere med krop(pe) af massivt træ og flange(r) af krydsfiner eller pladematerialer.

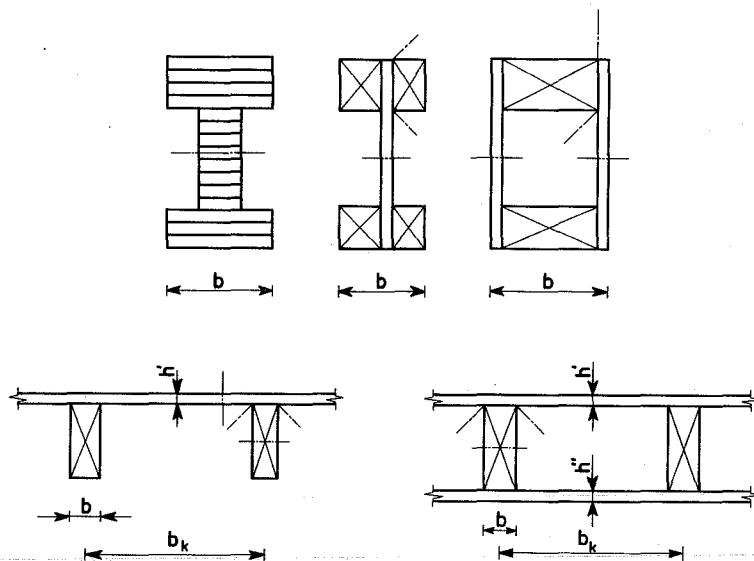


Fig. 5.7

Ved profiler af type 2 skal der ved vederlagene og under koncentrerede belastninger anbringes kropafstivninger, der fæstnes til kroppen og indpasses stramt mellem over- og underflange. Deres areal vælges således, at hele kraften kan overføres i kontaktfladen mellem flange og kropafstivning og gennem forbindelsen mellem afstivning og krop.

Spændingsundersøgelsen foregår som angivet for massive konstruktions-elementer (pkt. 5.2.1.1), idet det for type 1 og 2 desuden eftervises, at spændingerne i flangernes tyngdepunkt opfylder betingelsen:

$$|s| \leq s_{0n},$$

hvor s_{0n} vælges svarende til s (træk eller tryk).

For profiler af typen 3 skal der tages hensyn til, at den flangebredde b_e , der for hver krop kan regnes effektiv, ofte vil være mindre end afstanden b_k mellem kroppene. Hvor der ikke foretages en nærmere undersøgelse*, må b_e ikke regnes større end $\frac{l}{7} + b$, hvor l for simpelt understøttede elementer er spændvidden og for elementer over flere fag afstanden mellem momentnulpunkterne.

Med hensyn til forskydningspændingerne kan man for snit af de typer, der er markeret på figurerne, regne med, at den forskydende kraft fordeler sig jævnt over snitbredden.

Hvor der anvendes krydsfiner limet til massivt træ med fibre parallelle med yderfineren, kan man i snittet $a-a$, se fig. 5.8, anvende t_{0n} for massivt konstruktionstræ, og man må yderligere undersøge snittet $b-b$, hvor t svarer til forskydnings vinkelret på fibre.

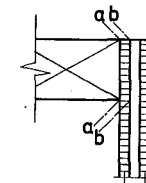


Fig. 5.8

Ved profiler af type 2 bemærkes, at der vil opstå vridningspåvirkninger, såfremt belastningen ikke går gennem tværsnittets forskydningscentrum**.

* Se f.eks. VDI-Zeitschrift, bd. 107, nr. 17, juni 1965.

** Herom henvises f.eks. til K. W. Johansen: Forelæsninger over Elasticitets- og styrkelære, 1967.

Det skal, såfremt trykflangen ikke er fastholdt, og såfremt tværsnitshøjden er større end $2 \cdot b$, eftervises, at kipsikkerheden er tilfredsstillende*.

Det skal eftervises, at foldningssikkerheden af kroppe og flangeskiver er tilstrækkelig*.

Såfremt kroppene ved type 2 udføres af konstruktionskrydsfiner med en tykkelse, der er større end $1/40$ af den frie afstand mellem flangerne, kan en foldningsundersøgelse udelades.

Såfremt flangerne ved type 3 udføres af krydsfiner med en tykkelse, der er større end $1/30$ af den frie afstand mellem kroppene, kan en foldningsundersøgelse udelades.

5.2.1.3 Sammensatte tværsnit med mekaniske forbindelsesmidler

Ved beregning af sammensatte konstruktionselementer med mekaniske forbindelsesmidler må der tages hensyn til den styrke- og stivhedsreduktion, der forårsages af eftergivigheden i forbindelsesmidlerne.

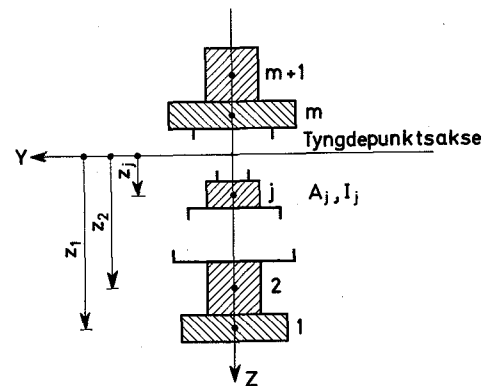


Fig. 5.9

Følgende betegnelser benyttes:

I er det samlede tværsnits inertimoment om tyngdepunktsaksen.

$$I = \Sigma I_j + \Sigma A_j \cdot z_j^2$$

I_e er det effektive inertimoment. $I_e = \Sigma I_j + C \cdot \Sigma A_j \cdot z_j^2$.

I_j er den j 'te lamels inertimoment om sin egen tyngdepunktsakse \neq Y-aksen.

* Se f.eks. H. J. Larsen: Beregning af Trækonstruktioner, Teknisk Forlag, 1967.

A_j er den j 'te lamels areal.

z_j er afstanden fra tyngdepunktsaksen til den j 'te lamels tyngdepunkt (regnet med fortegn).

$$C = \frac{1}{1 + \left(\frac{\pi}{D \cdot l}\right)^2}$$

$$D^2 = \frac{m \cdot k}{a \cdot E \cdot A_r}$$

m er antallet af fuger ($m + 1$ lameller).

E er træets elasticitetskoefficient.

k er et mål for det enkelte forbindelsesmiddels stivhed, idet $k = \frac{P}{e}$.

Her er P lasten på forbindelsesmidlet, når bjælkens bæreevne er udnyttet til brud, og e er den glidning, der optræder i forbindelsen ved denne last. For en række forbindelsesmidler anvendt i bjælker er $\frac{k}{E}$ angivet i tabel 5.10, idet det er antaget, at forbindelsesmidlernes nominelle bæreevne er udnyttet. For andre tilfælde henvises til forsøg.

a er afstanden mellem forbindelsesmidlerne, hvis de alle sad i samme række (er der n_1 rækker, hvori afstanden er a_1 , er $a = \frac{a_1}{n_1}$). Hvor a varierer jævnt i længderetningen, indsættes den største af værdierne a_{\min} og $\frac{2}{3} \cdot a_{\max}$.

$$A_r = \frac{A_1 \cdot z_1}{z_1 - z_2} + \frac{A_1 \cdot z_1 + A_2 \cdot z_2}{z_2 - z_3} + \dots + \frac{A_1 \cdot z_1 + A_2 \cdot z_2 + \dots + A_m \cdot z_m}{z_m - z_{m+1}}$$

For en række tværsnit er A_r (og m) angivet i fig. 5.11. og 5.12.

Tabel 5.10

Forbindelsesmidlernes stivhed givet ved $\frac{k}{E}$.

Tabellen angiver $\frac{k}{E}$ i cm d er sømtykkelsen i cm	Belastningsgruppe		
	A	B	C
søm $d \leq 0,6$ cm	0,012 · d	0,020 · d	0,027 · d
søm $d > 0,6$ cm og bolte	0,007	0,012	0,016
bolte med indpressede mellemlæg	0,15	0,25	0,35

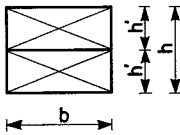
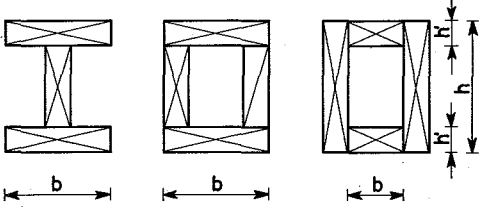
	m	A_r
	1	$b \cdot h'$
	2	$2 \cdot b \cdot h'$

Fig. 5.11. A_r og m for tværsnit jævnt forbundne over længden.

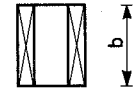

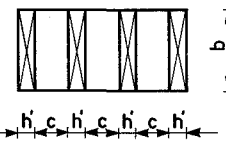

	m	A_r
	2	$2 \cdot b \cdot h'$
	4	$8 \cdot b \cdot h'$
	6	$20 \cdot b \cdot h'$
 angiver gennemgående lameller.		

Fig. 5.12. A_r og m for tværsnit forbundne med mellemklodser (udfyldningsstykker), tværplader eller gitter.**Sammensatte bjælker**

For en simpelt understøttet bjælke med spændvidde l og med et tværsnit som vist i fig. 5.9 påvirket til bøjning om Y -aksen findes nedbøjningerne som

$$u = \frac{I}{I_e} \cdot u_0,$$

og spændingerne i den j 'te lamel som

$$s_j = k_b \cdot \frac{M}{I} \cdot \left(z - z_j \cdot \frac{1 - \frac{1}{k_b}}{1 - B^2} \right),$$

hvor

u_0 er udbøjningen af en tilsvarende bjælke med massivt tværsnit og med ueftergivelige forbindelser.

$$B^2 = \frac{\Sigma I_j}{I}.$$

$k_b = 1 + \frac{2}{w^2} \cdot \left(\frac{1}{B^2} - 1 \right) \cdot \left(1 - \frac{1}{\cosh w} \right)$ for ensformig fordelt belastning, og

$k_b = 1 + \frac{1}{w} \cdot \left(\frac{1}{B^2} - 1 \right) \cdot \operatorname{tgh} w$ for en enkeltkraft på midten.

For andre belastninger kan k_b fastsættes ved sammenligning med ovenstående.

$$w = \frac{D \cdot l}{2 \cdot B}.$$

Forbindelsesmidlerne beregnes uden hensyntagen til eftergivigheden.

5.2.1.4 Gitterkonstruktioner

Gitterstængerne dimensioneres som angivet i afsnit 5.2.1.1 for trækstænger og i afsnit 5.2.2 for trykstænger.

Søjlelængden regnes lig med den teoretiske afstand mellem fastholdte knudepunkter, medmindre særlig undersøgelse foretages.

Ved sammensatte gitterstænger skal der ved enderne og med mellemrum indskydes velbefæstede udfyldninger for at undgå for store sekundære bøjningsspændinger. Hvor mere end 3 stænger samles på en fælles bolt, er det nødvendigt at foretage en eftervisning af, at de sekundære spændinger er tilladelige.

Hvor gitterstængerne ikke går gennem det teoretiske knudepunkt, skal det eftervises, at de opståede momenter og forskydningskræfter kan optages.

5.2.2 Søjler

5.2.2.0 Alment

I det følgende er for en række simple konstruktioner og gængse belastningssituationer anvist metoder til opfyldelse af normens krav. For mere komplicerede konstruktioner eller belastningssituationer henvises til faglitteraturen.

Søjlelængden l_k fastlægges svarende til fastholdelsen – herunder indspændingen af endepunkterne – i de tilstødende konstruktioner.

Ved beregningen af tværsnitsarealet A og inertimomentet I skal der tages hensyn til tværsnitssvækkelser, såfremt hullerne ikke udfyldes fuldstændigt, eller udfyldningsstoffet er lettere sammentrykkeligt end stangens træ (således f.eks. hvor fibrene i et indlæg af træ forløber vinkelret på trykstangens fibre).

5.2.2.1 Massive søjler

a. Centralt belastede søjler

For centralt belastede søjler skal eftervises, at

$$s_N \leq k_s \cdot s'_{0n},$$

hvor s'_{0n} vælges svarende til konstruktionens fugtighedsklasse og til belastningsgruppen, og hvor

$$k_s = \begin{cases} 1 - 0,25/k_E & \text{for } k_E \geq 0,5 \\ k_E & \text{for } k_E \leq 0,5, \end{cases}$$

idet

$$k_E = \frac{\pi^2 \cdot E_{0n}}{s'_{0n} \cdot \left(\frac{l_k}{i}\right)^2}.$$

Svarende til de i afsnit 4.3 anførte værdier er k_s optegnet i fig. 5.13. for gran, fyr og tilsvarende.

b. Tværbelastede søjler

For søjler, i hvilke der foruden normalkræfter virker momenter omkring den ene hovedakse, skal det eftervises, at

$$\frac{s_N}{s'_{0n}} + \frac{s_M}{s_{Mn}} \leq k_s \quad \text{for } \frac{s_N}{s'_{0n}} \geq 0,5$$

og

$$\frac{s_N}{s'_{0n}} + \frac{s_M}{s_{Mn}} \cdot \frac{k_E}{k_E - s_N/s'_{0n}} \leq 1 \quad \text{for } \frac{s_N}{s'_{0n}} \leq 0,5.$$

k_s og k_E er angivet i afsnit a.

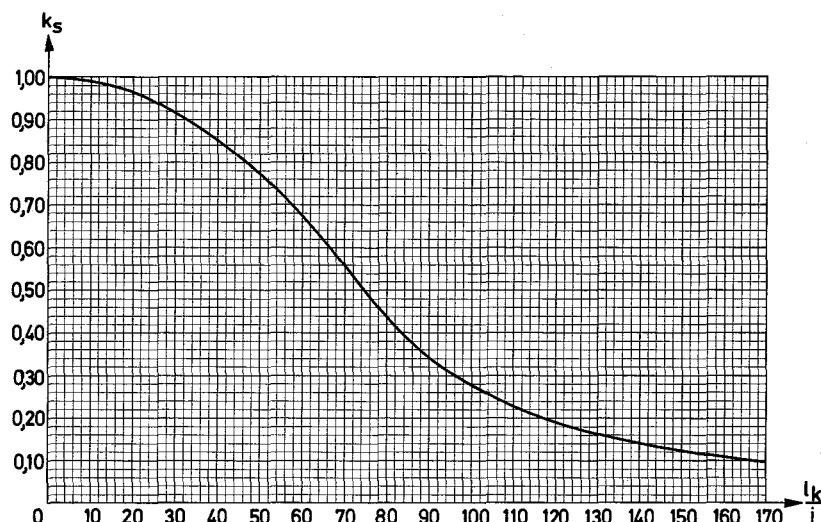


Fig. 5.13. k_s for gran og fyr som funktion af slankhedsstallet $\frac{l_k}{i}$.

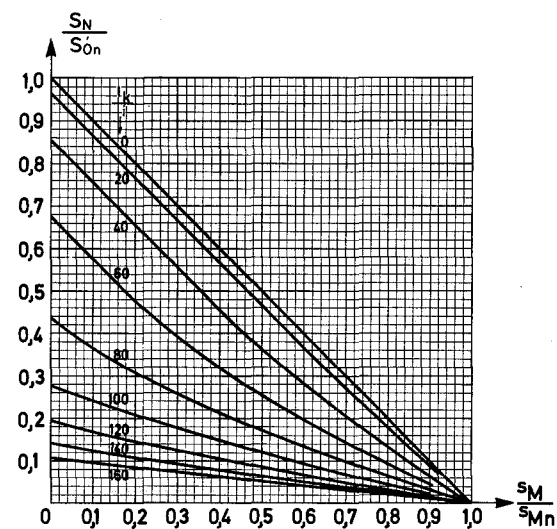


Fig. 5.14. Tilladelige kombinationer af $\frac{s_M}{s_{Mn}}$ og $\frac{s_N}{s'_{0n}}$.

Ved beregning af M anvendes den største af de værdier, der får en væsentlig forøgelse ved søjlens udbøjning – for simpelt understøttede søjler det største moment på den midterste trediedel – idet det desuden eftervises, at det største moment kan optages sammen med normalkraften ($l_k/i = 0$).

For gran og fyr og tilsvarende er de tilladelige kombinationer af s_N/s_{0n} og s_M/s_{Mn} givet i fig. 5.14 som funktion af slankhedstallet l_k/i .

c. Søjler som elementer i rammekonstruktioner

For søjler, der indgår i rammekonstruktioner, kan snitkræfterne fastlægges ved gennemregning efter elasticitetsteorien, idet der – under hensyntagen til normalspændingernes størrelse – indføres en passende lav elasticitetskoefficient. Tværsnittenes styrke eftervises ved de for massive bjælker anførte udtryk.

5.2.2.2 Limede T-, I- og rørformede søjler

Beregnes efter de i 5.2.1.2 og 5.2.2.1 angivne regler.

5.2.2.3 Sammensatte søjler

Ved sammensatte søjler forstås:

- søjler af lameller forbundne jævnt over længden, se fig. 5.11 og
- søjler af lameller forbundne med mellemklodser, se fig. 5.12 og 5.15, eller tværplader, se fig. 5.12 og 5.16.

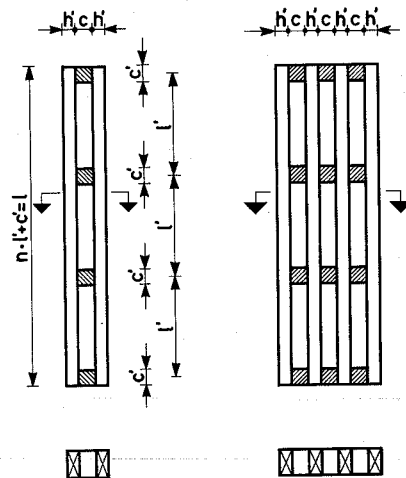


Fig. 5.15

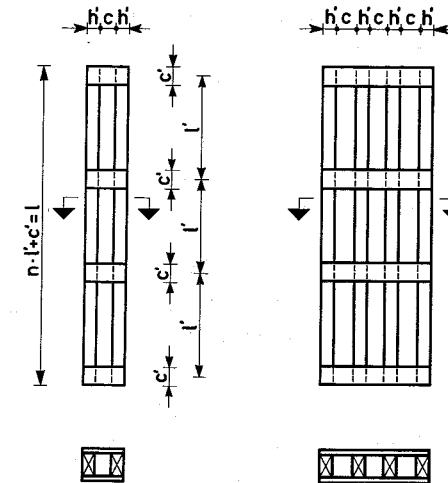


Fig. 5.16

I det følgende forudsættes:

- at tværsnittet er opbygget af 2, 3 eller 4 ens lameller.
- at feltantallet n er mindst 3.
- at lamelafstanden c højst er 5 gange lameltykkelsen h .
- at lamellernes egen stabilitet (søjlelængde = l) er tilfredsstillende.
- at forbindelsen i tilfælde *a* udføres med søm eller bolte med indpressede mellemlæg. (Anvendes limning, betragtes søjlen som massiv).
- at mellemklodser har fiberretning sammenfaldende med lamellerne, at deres længde $c' \geq 1,5 \cdot c$, at forbindelsen sker med søm, bolte med indpressede mellemlæg eller lim, at afstanden mellem de yderste søm i en mellemklods mindst er $1,2 \cdot c$ og at sømtallet i hver klods mindst er $\frac{l}{50 \cdot d}$.
- at tværplader udføres af konstruktionskrydsfiner med $c' \geq 2c$, og at forbindelsen sker ved limning.

Beregningen af sammensatte søjler foretages efter de for massive søjler gældende regler, idet der for udbøjning i planen indeholdende lamellerne regnes med det effektive inertimoment I_e defineret i pkt. 5.2.1.3, og idet de værdier for $\frac{k}{E}$ og a , der skal anvendes, fastlægges som angivet nedenfor under *a*, *b1* og *b2*.

Ved beregning af forbindelsesmidlerne skal søjlen regnes påvirket af en konstant forskydningskraft

$$Q = \frac{N}{60 \cdot k_s}$$

hvor

N er søjlekraften, og

k_s er givet i pkt. 5.2.2.1.a.

Ved bestemmelsen af de herfra hidrørende påvirkninger på forbindelsesmidlerne ses bort fra eftergiveligheden.

a. Lamellerne forbundne jævnt over længden

For $\frac{k}{E}$ kan ved beregning af I_e anvendes 1,5 gange de i tabel 5.10 anførte værdier. a bestemmes som angivet i pkt. 5.2.1.3.

b1. Lamellerne forbundne med limede mellemklodser eller tværplader

Der anvendes ved beregning af I_e

$$\frac{k}{a \cdot E} = \frac{48 \cdot I_1}{(c + h')^2 \cdot (l')^2},$$

hvor I_1 er en lamels inertimoment om egen tyngdepunktsakse parallel med Y-aksen. c , h' og l' er angivet på fig. 5.15 og 5.16.

b2. Lamellerne forbundne med mellemklodser med mekaniske forbindelsesmidler

Der indsættes $\frac{k}{a \cdot E}$ bestemt ved

$$\frac{1}{\frac{k}{a \cdot E}} = \frac{1}{\frac{n' \cdot k'}{l' \cdot E}} + \frac{1}{\frac{48 \cdot I_1}{(c + h')^2 \cdot (l')^2}},$$

hvor

I_1 , h' og l' er angivet i b1.

n' er antallet af søm eller bolte i hvert snit ved klodserne (ved bestemmelse af n' må ikke tages hensyn til, at der efter god praksis normalt anbringes ekstra forbindelsesmidler i klodserne ved enderne).

$\frac{k'}{E}$ er 1,5 gange de i tabel 5.10 anførte værdier.

5.2.2.4 Gittersøjler

Beregning af gittersøjler foretages ved de for massive søjler gældende regler, idet der for udbøjning i gitterets plan regnes med det effektive inertimoment I_e defineret i pkt. 5.2.1.3.

Såfremt diagonalerne befastes med mekaniske forbindelsesmidler, indsættes ved beregning af I_e

$$\frac{k}{a \cdot E} = \frac{2 \cdot \cos^2 v \cdot n' \cdot k'}{l' \cdot E},$$

hvor

v er diagonalhældningen, se fig. 5.17.

l' er faglængden, se fig. 5.17.

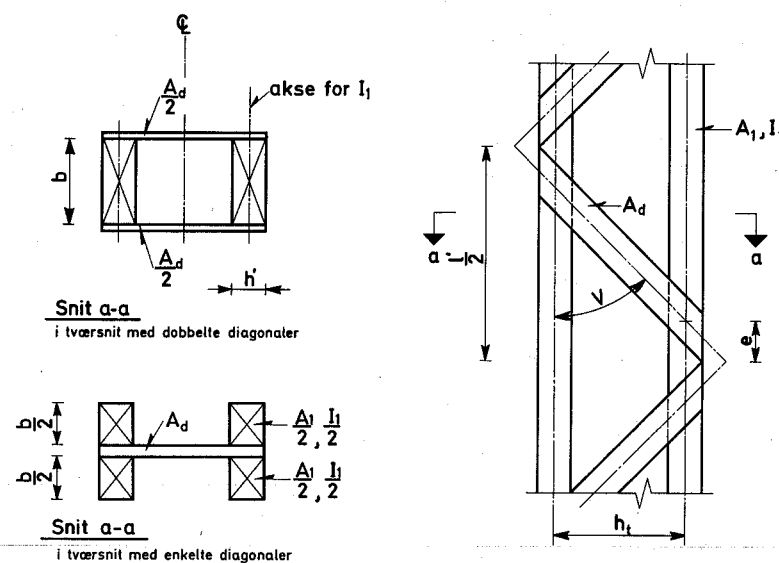


Fig. 5.17

n' er antallet af forbindelsesmidler i hver diagonalende. (Udføres diagonalen dobbelt eller flerdobbelt, er n' summen af antallet i alle snittene), og

$\frac{k'}{E}$ er 1,5 gange de i tabel 5,10 anførte værdier.

Såfremt diagonalerne befestnes med lim, indsættes ved beregning af I_e

$$\frac{k}{a \cdot E} = \frac{2 \cdot \cos^2 v}{l \cdot \left(\frac{h_t}{2 \cdot A_d \cdot \sin v} + \frac{e^2 \cdot l'}{6 \cdot I_1} \cdot \sin^2 v \right)},$$

hvor

A_d er diagonalens areal (ved diagonaler bestående af flere lameller summen af disses arealer).

h_t er tværnitshøjden målt fra lamelmidte til lamelmidte.

I_1 er en flanges inertimoment om egen tyngdepunktsakse og

e er diagonalernes ekscentricitet.

Søjlen skal undersøges for en konstant forskydningskraft, som angivet i 5.2.2.3.

5.3 Mekaniske forbindelsesmidler

5.3.0 Almindelige bestemmelser

Hvor der anvendes usymmetriske forbindelser, eller hvor belastningen indføres med excentricitet, skal der tages hensyn hertil – også ved bestemmelsen af forbindelsesmidlets bæreevne.

Hvor der i en forbindelse anvendes flere ens mekaniske forbindelsesmidler, kan belastningen regnes jævnt fordelt over disse, idet bæreevnen dog ved større antal formindskes efter forholdene i hvert enkelt tilfælde.

Hele belastningen i en forbindelse skal normalt optages af én type forbindelsesmidler. Under hensyn til forholdene kan der dog anvendes to typer forbindelsesmidler, når disse har samme eller næsten samme stivhedsegenskaber.

Lim og mekaniske forbindelsesmidler har meget forskellige stivhedsegenskaber og kan altså aldrig regnes virkende samtidigt.

Opmærksomheden henledes på, at visse forbindelsesmidler, bl.a. søm og bolte uden mellemlæg eller med mellemlæg i udføringer, har ringe styrke og udviser store glidninger, såfremt de udsættes for større påvirkninger med ofte vekslende fortegn eller på anden måde for svingende belastning.

Træforbindelsernes anordning og forbindelsesmidlernes størrelse, afstande indbyrdes og til ende eller kant af træstykkerne skal vælges

således, at de påregnede styrker kan opnås uden utilladelig flækning eller anden beskadigelse af trædelene. Ved forbindelserne tillades ikke vankant, knaster eller andre fejl i et sådant omfang, at forbindelsernes bæreevne mindskes.

Hvor forbindelsesmidler i permanente konstruktioner kan blive udsat for korrosion, skal de på effektiv måde være beskyttede herimod.

5.3.1 Sømforbindelser

5.3.1.1 Tværbelastede søm

a. Beregning

Den nominelle bæreevne* af trukne søm i træ, der mindst svarer til Grovsorteret, er angivet i tabel 5.18.

Tabel 5.18

Nominal bæreevne af kvadratiske søm. Belastningsgruppe A. Fugtighedsklasse I

Sømdimension tykkelsen i tiendedele mm / længden i mm	P_n pr. snit kp	Min. trætykkelse mm
18/ 35	20	15
20/ 40	25	16
22/ 45	30	18
25/ 55	35	20
28/ 65	43	23
31/ 80	50	25
34/ 90	60	27
38/100	75	31
46/130	100	37
55/160	130	44
60/180	150	48
70/210	180	56

* Vedr. udledelsen af tabelværdierne henvises til H. J. Larsen: Trækonstruktioner, hæfte 2a, Forbindelsesmidler, 1966.

Tabellens værdier gælder for belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I under forudsætning af, at konstruktionsreglerne i pkt. b overholdes. For belastningsgruppe B og C og for fugtighedsklasse U ændres P_n , som angivet for træ i pkt. 4.3.2.1.

For søm, der fastholder ståldele til træ, kan P_n multipliceres med 1,25.

For runde søm skal regnes med 0,8 gange værdierne for kvadratiske søm.

Søm i fiberretningen må normalt ikke regnes kraftoverførende.

Ved sømning i bøg, eg og tilsvarende hårde træarter skal der forbores, og P_n kan øges med 50%.

b. Konstruktionsregler

- I en forbindelse, hvor det beregnede nødvendige sømantal er mindre end 3, skal der tilføjes mindst 1 søm udover det beregnede antal.
- I forbindelser med mange søm i hver række skal der tages hensyn til, at belastningen kan være ujævnt fordelt på sømmene. I forbindelser med mere end 10 søm i hver række i kraftretningen må der kun regnes med $\frac{2}{3}$ af bæreevnen af de overskydende søm.
- Den tyndeste trædel i forbindelsen skal have en tykkelse h på mindst 5 gange sømtykkelsen d . Anvendes tyndere trædele end $8 \cdot d$, skal P_n multipliceres med $\frac{h}{8 \cdot d}$.

Konstruktionskrydsfiner af birk og bøg kan dog anvendes med tykkelsen $3 \cdot d$ uden reduktion af P_n .

- Sømmenes forankringslængde l' , d.v.s. længden af sømmet i den trædel, der indeholder sømspidsen, skal mindst være følgende:

- I forbindelser med 1-snitssøm (fig. 5.19) eller med 2-snitssøm fra én side (fig. 5.20): $l' \geq 8 \cdot d$.

Hvis $l' < 12 \cdot d$, skal P_n multipliceres med $\frac{l'}{12 \cdot d}$.

- I forbindelser med 2-snitssøm fra begge sider (fig. 5.21): $l' \geq 4 \cdot d$.

Hvis $l' < 8 \cdot d$, skal P_n multipliceres med $\frac{l'}{8 \cdot d}$.

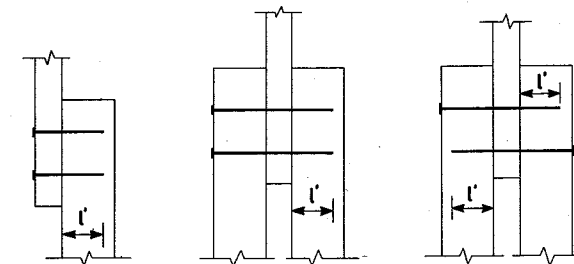


Fig. 5.19

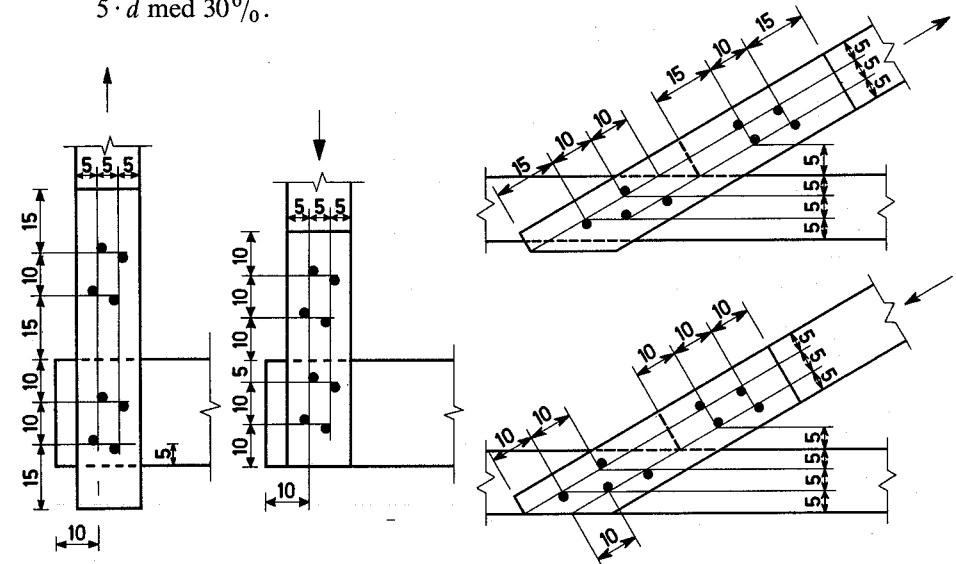
Fig. 5.20

Fig. 5.21

- I 1-snitforbindelser (se fig. 5.19) må forankringslængden (l') ikke være mindre end 0,5 gange sømlængden.

For at hindre udtrækning af sømmene ved sekundære påvirkninger, f.eks. fra vridning af trædelene eller fugtvariationer, bør l' for 1-snitssøm som regel ikke være mindre end $\frac{2}{3}$ af sømlængden.

- Mindste sømafstande for konstrukstræ er vist i fig. 5.22 svarende til en mindste trætykkelse på $8 \cdot d$. Hvis en trædels tykkelse er mindre end $8 \cdot d$, skal de angivne sømafstande forøges; ved en trætykkelse på $5 \cdot d$ med 30%.

Fig. 5.22. Mindste sømafstande er de angivne tal gange sømtykkelsen d .

For krydsfinér kan afstandene reduceres med 20%.

Sømmene forsættes bedst muligt, f.eks. som vist i fig. 5.22 ca. en sømtykkelse i forhold til systemlinierne.

Hvis midterstykkets tykkelse $h_2 \geq l' + 3 \cdot d$, kan det tillades, at sømene fra de to sider berører hinanden i midterstykket, se fig. 5.23.

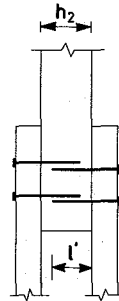


Fig. 5.23

5.3.1.2 Aksialt trækbælastede søm

For søm i træ, der mindst svarer til Grovsorteret, er den nominelle udtrækningsmodstand angivet i tabel 5.24.

Tabel 5.24

Søms nominelle udtrækningsmodstand. Belastningsgruppe A. Fugtighedsklasse I og U.

Sømtype	P_n i kp
runde glatte søm	$7 \cdot d \cdot l'$
kvadratiske glatte søm	$9 \cdot d \cdot l'$
kvadratiske glatte søm, snoede	$9 \cdot d \cdot l'$
skruesøm	$21 \cdot d \cdot l'$
kamsøm	$28 \cdot d \cdot l'$

d er sømtykkelsen i cm.
 l' er sømmets forankringslængde i cm, idet der ses bort fra den tilspidsede del (ca. $1,5 \cdot d$) og for kam- og skruesøm fra det glatte skaft.

Værdierne gælder for belastningsgruppe A og for begge fugtighedsklasser under forudsætning af, at træets fugtprocent efter sømningen ikke reduceres mere end 5. Ved større udtøringer reduceres bæreevnen for de glatte søm; ved en ændring i fugtprocenten på 15 og derover til halvdelen af de anførte værdier.

For belastningsgruppe B og C forøges udtrækningsmodstanden som angivet for træ i pkt. 4.3.2.1.

De anførte værdier af P_n gælder både ved sømning vinkelret på fibrene og ved almindelig stiksømning, når sømmet danner en vinkel større end 45° med fiberretningen.

Søm i fiberretningen må ikke regnes kraftoverførende.

5.3.2 Træskruerforbindelser

5.3.2.1 Tværbælastede træskruer

a. Beregning

Den nominelle bæreevne for 1-snitsskruer af stål med flydespænding mindst 2400 kp/cm^2 skruet i træ, der mindst opfylder kravene til Grovsorteret, bestemmes som den mindste af de værdier, der fremgår af:

$$P_n = \begin{cases} 120 \cdot h_1 \cdot d \cdot k \\ 25 \cdot h_1 \cdot d \cdot k + 90 \cdot d^2 \\ 200 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{2}} \end{cases}$$

hvor

h_1 er tykkelsen af den befæstede trædel, målt i cm.

d er skruens diameter i cm, målt på den glatte del.

k , k_1 og k_2 er faktorer, der fås af tabel 5.25 og som tager hensyn til vinklen mellem kraft- og fiberretningen i de to trædele.

Når den befæstede del er en stållaske, kan der regnes med

$$P_n = 210 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{1+k}{2}}$$

Såfremt det glatte skrueskæft når mindst $4 \cdot d$ ind i den trædel, der indeholder skruespidsen, kan der regnes med samme bæreevne som for bolte (se pkt. 5.3.3).

Ovennævnte værdier gælder for gran og fyr for belastningsgruppe *A* og fugtighedsklasse *I* under forudsætning af, at nedennævnte konstruktionsregler overholdes. For belastningsgrupper *B* og *C* og for fugtighedsklasse *U* ændres P_n som angivet for træ i pkt. 4.3.2.1.

For skruer fastholdt i bøg, eg og ask kan k multipliceres med 1,5.

b. Konstruktionsregler

Længden af skruens glatte skæft skal være større end eller lig den befæstede dels tykkelse.

Skruer i fiberretningen må ikke regnes kraftoverførende.

Skruens længde l i den trædel, der modtager skruespidsen, skal mindst være $5 \cdot d$.

For l mindre end $8 \cdot d$ skal ovennævnte værdier for P_n multipliceres med $\frac{l}{8 \cdot d}$.

De for bolte anførte minimumsafstande skal overholdes.

Der skal forbores i skruens fulde længde. For skæftet forbores med diameter lig d , og for gevindlængden med diameter 0,9-1,0 gange kærnediameteren.

5.3.2.2 Aksialt trækbelastede skruer

a. Beregning

Den nominelle udtrækningsmodstand for skruer af stål med flydespænding mindst 2400 kp/cm^2 skrues i træ, der mindst opfylder kravene til Grovsorteret, bestemmes af

$$P_n = (14 + 55 \cdot d) \cdot (l_g - d) \quad \text{for } d \geq 0,3 \text{ cm.}$$

Her er

d = skruens diameter i cm målt på det glatte skæft.

l_g = gevindlængden i cm i den trædel, hvori skruen fastholdes.

De nævnte værdier gælder for gran og fyr for belastningsgruppe *A* og fugtighedsklasse *I* under forudsætning af, at nedennævnte konstruktions-

regler overholdes. For belastningsgruppe *B* og *C* og fugtighedsklasse *U* ændres P_n som angivet for træ i pkt. 4.3.2.

For skruer i bøg, eg og ask kan P_n multipliceres med 1,5.

Skruer i fiberretningen må ikke regnes kraftoverførende.

b. Konstruktionsregler

De for bolte anførte minimumsafstande skal overholdes.

Der skal forbores i skruens fulde længde. For skæftet forbores med diameter lig d , og for gevindlængden med diameter 0,9-1,0 gange kærnediameteren.

5.3.3 Bolteforbindelser

a. Beregning

Den nominelle bæreevne for bolte af stål med flydespænding mindst 2400 kp/cm^2 i træ, der mindst svarer til Grovsorteret, bestemmes som den mindste værdi, der fremgår af:*

For 1-snitsforbindelser,

$$P_n = \begin{cases} 30 \cdot (k_1 \cdot h_1 + k_2 \cdot h_2) \cdot d \\ 120 \cdot k_1 \cdot h_1 \cdot d \\ 20 \cdot k_1 \cdot h_1 \cdot d + 110 \cdot d^2 \\ 210 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{2}} \cdot \sqrt{\frac{s_F}{2400}} \end{cases}$$

For 2-snitsforbindelser, pr. snit,

$$P_n = \begin{cases} 60 \cdot k_2 \cdot h_2 \cdot d \\ 120 \cdot k_1 \cdot h_1 \cdot d \\ 20 \cdot k_1 \cdot h_1 \cdot d + 110 \cdot d^2 \\ 210 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{2}} \cdot \sqrt{\frac{s_F}{2400}} \end{cases}$$

* Se Aktuelt från Byggnadsstyrelsen 1965:2. Kungl. Byggnadsstyrelsens Publikationer, Stockholm.

hvor

h_1 er tykkelsen i cm af tyndeste træstykker i 1-snitsforbindelser eller tyndeste sidestykker i 2-snitsforbindelser.

h_2 er tykkelsen i cm af tykkeste træstykker i 1-snitsforbindelser eller mellemstykket i 2-snitsforbindelser.

d er boltediameteren i cm.

s_F er boltematerialets flydespænding i kp/cm^2 .

k_1 og k_2 er faktorer der fås af tabel 5.25 og som tager hensyn til vinklen mellem kraft- og fiberretninger i træstykkerne med tykkelse h_1 henholdsvis h_2 .

Tabel 5.25

Faktoren k (k_1 eller k_2) ved beregning af boltes og skruers bæreevne

Vinkel mellem kraft- og fiberretning	k ved boltediameter:					
	$\leq 0,6$ cm	1,0 cm	1,2 cm	1,6 cm	2,0 cm	2,5 cm og større
0°	1	1	1	1	1	1
30°	1	0,92	0,89	0,86	0,82	0,80
45°	1	0,84	0,80	0,75	0,70	0,67
60°	1	0,78	0,72	0,67	0,61	0,57
90°	1	0,73	0,66	0,59	0,54	0,50

For bolte i bøg, eg og birk samt krydsfiner af disse træarter kan k multipliceres med 1,5.

Ovennævnte værdier gælder for gran og fyr for belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I under forudsætning af, at nedennævnte konstruktionsregler overholdes. For belastningsgrupper B og C og for fugtighedsklasse U ændres P_n , som angivet for træ i pkt. 4.3.2.1.

For flersnitsforbindelser kan bæreevnen beregnes på følgende måde:

Bæreevnen af bolte i det yderste snit i hver side beregnes, som om den yderste lamel var sidestykke i en 2-snitsforbindelse. Bæreevnen af boltene

i de øvrige snit beregnes ved at opdele konstruktionen i en række to-snitsforbindelser.

Hvor sidestykkerne er af stålplader, kan ovenstående formler anvendes, idet h_1 sættes lig h_2 lig trædelens tykkelse.

Hvor midterstykket er af stålplade, udgår den første formel i udtrykket for 2-snitsforbindelser, og værdierne af de 2 sidste kan multipliceres med 1,4.

b. Konstruktionsregler

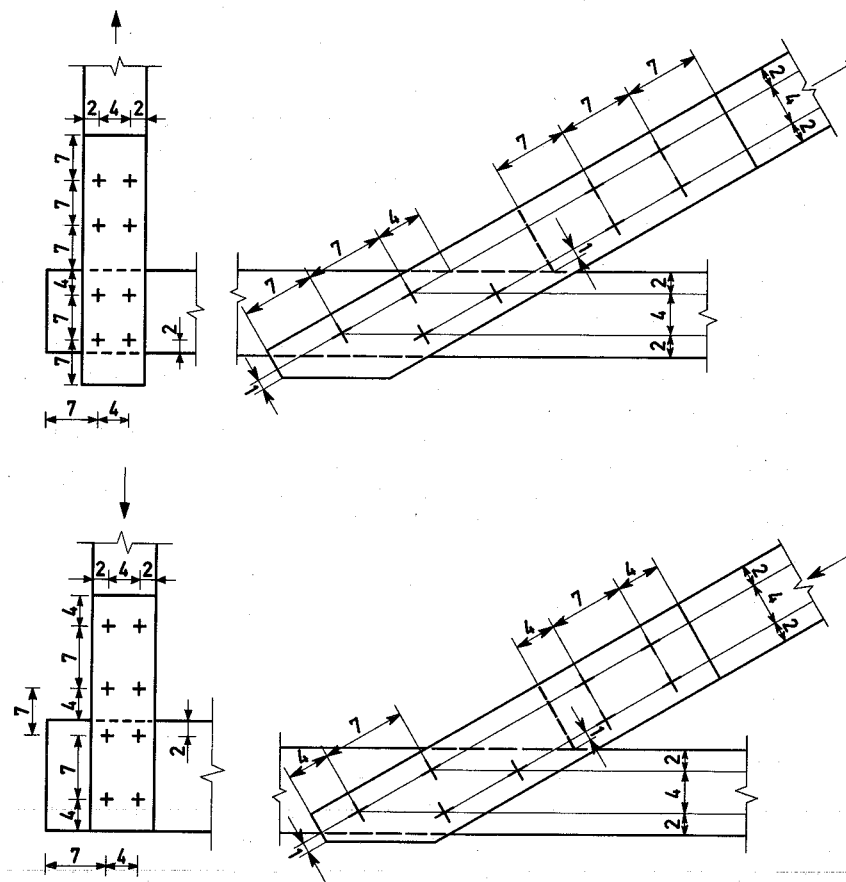


Fig. 5.26. Mindste bolteafstande er de angivne tal gange boltediameteren d .

Boltene skal passe stramt i hullerne.

Boltene skal mindst være 12,7 mm, for tømmer tykkelse under 7,5 cm kan 9,5 mm bolte dog anvendes i sekundære forbindelser.

Under hoved og møtrik skal anvendes underlagsplader med sidelængde mindst $3 \cdot d$ og tykkelse mindst $0,3 \cdot d$.

Boltene skal tilspændes, så delene slutter tæt sammen.

Mindste bolteafstande er vist i fig. 5.26.

For trækstænger med en enkelt bolt kan afstanden a fra bolt til belastet ende nedsættes indtil $4 \cdot d$, såfremt kraften pr. snit $\leq \frac{a}{7 \cdot d} \cdot P_n$, og kraften i stangen $\leq \frac{4}{3} \cdot t_{0n} \cdot h \cdot a$, hvor h er trækstangens tykkelse.

Den i figur 5.26 angivne afstand til belastet sidekant er ikke i alle tilfælde tilstrækkelig til at hindre flækning. Når kraften danner en vinkel med fiberretningen, må det derfor eftervises, at kraften kan optages uden at fremkalde flækning. Dette kan, hvor en nærmere undersøgelse ikke foretages, gøres ved at vise, at $\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot h \cdot b_e} \leq t_{0n}$, hvor h er trædelens tykkelse, og b_e er afstanden fra den belastede sidekant til den fjerneste bolts centrum.

I tabel 5.27 er angivet den nominelle bæreevne af 1- og 2-snits forbindelser med de almindeligste bolte- og trædimensioner svarende til ovenstående formler for bolte med flydespænding 2400 kp/cm^2 . Tabelværdierne svarer til belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I.

Da træets svind ofte vil bevirke, at træk i boltene og deraf følgende moment i boltene ved underlagspladerne og friktion mellem trædelene først får betydning efter en væsentlig glidning i forbindelsen, er der i normens formler set bort fra virkningen af en evt. normalkraft i boltene. Forbindelser, hvis stivhed er uden betydning, kan belastes væsentlig mere end efter de angivne formler, når bolteafstandene samtidig forøges. Ligeledes kan der for konstruktioner, hvor forspændingen i boltene sikres, opnås større bæreevne.

5.3.4 Bolteforbindelser med mellemlæg

a. Beregning

Ved bolteforbindelser med mellemlæg skal der for hver enkelt type og størrelse af mellemlæg, der ønskes anvendt, mindst udføres forsøg som angivet i pkt. 3.7.2 til bestemmelse af mellemlæggets bidrag til forbindelsens styrke og stivhed.

Tabel 5.27

Tværbelastede boltes nominelle bæreevne P_B i kp pr. snit (jfr. pkt. 5.3.3)

Belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I.

Træ-tykkelse	Bolt										
		h_2 mm	h_1 mm	d mm	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 90^\circ$	$v_1 = 90^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 90^\circ$	$v_1 = 90^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	
25	25	12,7		12,7	190	160	160	190	130	190	
		15,9		15,9	240	190	190	240	140	240	
37	25	12,7		12,7	240	190	210	240	490	220	
		15,9		15,9	300	230	250	360	210	280	
	37	37	12,7		12,7	270	240	240	270	190	240
			15,9		15,9	350	280	280	360	210	350
			19,0		19,0	420	330	330	420	230	420
50	25	12,7		12,7	240	220	220	240	240	220	
		15,9		15,9	360	260	310	360	280	280	
	37	37	12,7		12,7	270	260	240	270	250	240
			15,9		15,9	400	320	340	400	280	350
			19,0		19,0	500	370	400	540	320	480
50	50	12,7		12,7	310	260	260	310	250	260	
		15,9		15,9	440	370	370	440	280	370	
		19,0		19,0	570	440	440	570	320	500	
		22,2		22,2	670	510	510	670	350	660	
		25,4		25,4	760	570	570	770	380	770	
62	37	12,7		12,7	270	270	240	270	270	240	
		15,9		15,9	400	350	350	400	350	350	
		19,0		19,0	540	410	470	540	390	470	

(Tabellen fortsættes)

For en vinkel v_1 eller v_2 mellem kraft og fiberretning kan regnes

$$P_v = P_0 - (P_0 - P_{90}) \cdot \sin v$$

(Tabellen fortsat)

Træ-tykkelse	Bolt													
	h_2 mm	h_1 mm	d mm	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 90^\circ$	$v_1 = 90^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 0^\circ$	$v_1 = 0^\circ$ $v_2 = 90^\circ$	$v_1 = 90^\circ$ $v_2 = 0^\circ$					
62	50	12,7	12,7	310	280	260	310	310	260					
		15,9	15,9	440	400	370	440	350	370					
		19,0	19,0	590	480	500	590	390	500					
		22,2	22,2	750	550	590	760	430	660					
		25,4	25,4	850	620	660	950	470	770					
	62	12,7	340	280	280	340	310	280						
		15,9	480	400	400	480	350	400						
		19,0	630	530	530	630	390	530						
		22,2	820	630	630	820	430	680						
		25,4	950	710	710	950	470	870						
75	37	15,9	400	390	350	400	400	350						
		19,0	540	450	470	540	470	470						
		22,2	710	510	520	710	520	520						
		25,4	850	570	570	900	570	570						
		50	15,9	440	420	370	440	420	370					
	19,0		590	520	500	590	470	500						
	22,2		760	600	660	760	520	660						
	25,4		950	670	760	970	570	770						
	62		15,9	480	420	400	480	420	400					
		19,0	630	550	530	630	470	530						
		22,2	820	670	680	820	520	680						
		25,4	1030	760	810	1030	570	870						
		75	15,9	520	420	420	520	420	420					
	19,0		680	550	550	680	470	550						
	22,2		880	720	720	880	520	720						
	25,4		1090	860	860	1090	570	900						

For en vinkel v_1 eller v_2 mellem kraft og fiberretning kan regnes

$$P_v = P_0 - (P_0 - P_{90}) \cdot \sin v$$

Ønskes en mellemlægsstørrelse anvendt sammen med flere boltestørrelser, skal der i det mindste udføres forsøg med mellemlægget sammen med mindste og største bolt, som ønskes anvendt.

Den nominelle bæreevne P_M for mellemlægget bestemmes som den nominelle bæreevne P_{B+M} for bolt og mellemlæg minus den nominelle bæreevne P_B for boltene alene. For forbindelser med større trædimensioner end de ved prøvningen anvendte kan den i pkt. 5.3.3 angivne nominelle bæreevne for bolte da i almindelighed forøges med P_M for hvert snit, i hvilket der findes et mellemlæg.

I tabellerne 5.30-5.32 er for mellemlæg af typerne Bulldog, Stjerne, Split-Ring og Shear-Plate angivet den nominelle bæreevne P_M for mellemlæg samt mellemlæggenes dimensioner, tilhørende boltedimensioner, mindste trædimensioner og afstande. Endvidere er angivet den nominelle bæreevne P_{B+M} for bolt og mellemlæg, når kraften danner vinklen 0° og 90° med trædelene, og der anvendes de i tabellen angivne dimensioner og afstande.

b. Konstruktionsregler

Indpressede mellemlæg må ikke anvendes i løvtræ.

Gennem hvert mellemlægs centrum skal anbringes en bolt forsynet med underlagsplader med mindste sidelængde 4 gange boltediameteren d og tykkelse $0,4 d$.

Boltehuller såvel som udfræsninger for mellemlæg skal passe stramt.

De enkelte trædeles tykkelse skal for mellemstykker i to- og flersnitsforbindelser mindst være 4 gange mellemlæggets tandhøjde eller udfræsningens dybde og for sidestykker mindst 3 gange tandhøjden eller udfræsningsdybden.

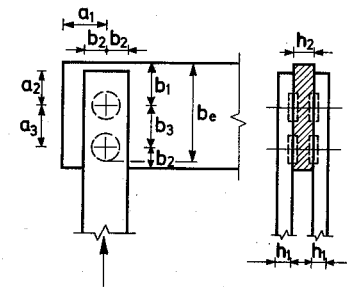


Fig. 5.28

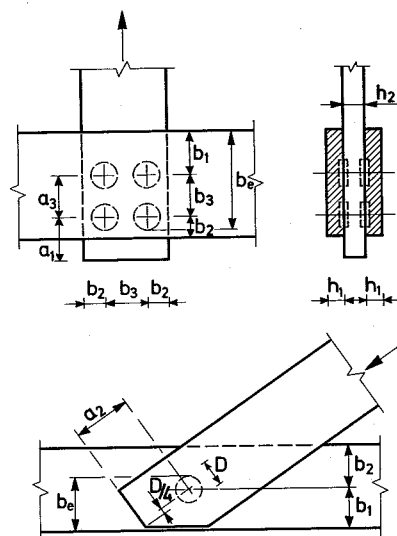


fig. 5.28

I almindelighed kan benyttes de i tabel 5.29 angivne mindste afstande, målt ved mellemlæggets sidelinie eller diameter D , idet de for bolte gældende afstande også skal overholdes.

Tabel 5.29

Mindste afstande, se fig. 5.28	For indpressede mellemlæg	For indlagte mellemlæg
<i>i fiberretningen:</i>		
til belastet ende a_1	$1,6 \cdot D$	$2,0 \cdot D$
til ubelastet ende a_2	$1,2 \cdot D$	$1,5 \cdot D$
mellem bolte a_3	$1,4 \cdot D$	$2,0 \cdot D$
<i>på tværs af fiberretningen:</i>		
til belastet sidekant b_1	$0,5 \cdot D + 25 \text{ mm}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot D + 35 \text{ mm for } \\ D \leq 100 \text{ mm} \\ 0,5 \cdot D + 40 \text{ mm for } \\ D > 100 \text{ mm} \end{array} \right.$
til ubelastet sidekant b_2	$0,5 \cdot D + 12 \text{ mm}$	
mellem bolte b_3	$1,2 \cdot D$	$1,3 \cdot D$

Den ovenfor angivne afstand b_1 til belastet sidekant er ikke i alle tilfælde tilstrækkelig til at hindre flækning. Når kraften danner en vinkel med fiberretningen, må det derfor eftervises, at kraften kan optages uden at fremkalde flækning. Dette kan, hvor en nærmere undersøgelse ikke foretages, gøres ved at vise, at $\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot h \cdot b_e} \leq t_{0n}$, hvor h er trædelens tykkelse, og b_e er afstanden fra den belastede sidekant til den fjerneste kant af mellemlæggenes, se fig. 5.28. Når kraften virker i fiberretningen, kan afstanden a fra mellemlæggets centrum til stangende nedsættes indtil $1,2 \cdot D$, såfremt det eftervises, at

$$P \leq P_n \cdot \frac{a}{a_1} \text{ for trækstænger med indpressede mellemlæg,}$$

$$P \leq \frac{4}{3} \cdot t_{0n} \cdot a \cdot (h + 0,6 \cdot D - d) \text{ for trækstænger med 1 bolt og 2 indlagte mellemlæg,}$$

$$P \leq \frac{2}{3} \cdot t_{0n} \cdot a \cdot (2 \cdot h + 0,6 \cdot D - d) \text{ for trækstænger med 1 bolt og 1 indlagt mellemlæg, og}$$

$$P \leq P_n \cdot \frac{a}{a_2} \text{ for trykstænger.}$$

Tabel 5.30-5.32 Bolteforbindelser med mellemlæg

For hvert snit, i hvilket der anbringes et mellemlæg, kan der regnes med summen af nominel bæreevne P_B for tværbelastet bolt efter 5.3.3 og nominel bæreevne P_M for mellemlæg som angivet i nedenstående tabeller.

Tabelværdierne svarer til belastningsgruppe A og fugtighedsklasse I. For belastningsgruppe B og C og for fugtighedsklasse U ændres P_M som angivet for træ i pkt. 4.3.2.1.

De nederst i tabellerne angivne nominelle bæreevner P_{B+M} for bolt og mellemlæg gælder for to- og flersnitsforbindelser med de anførte dimensioner og afstande.

5.4 Prøvebelastning

Hvor der udføres prøvebelastning for at eftervise, at styrken og stivheden af en eksisterende konstruktion eller konstruktionsdel er tilstrækkelig, skal belastningen mindst svare til den nominelle belastning, idet der skal tages hensyn til belastningens varighed og dens evt. dynamiske eller svingende karakter.

Tabel 5.30 Bulldog, indpresset:

Belastningsgruppe A, fugtighedsklasse I.

Dimension D, cm	Ø 4,8	Ø 6,2	Ø 7,5	Ø 9,5	Oval 7 · 13	Ø 11,7	10 · 10	13 · 13
P_M pr. snit, kp	300	420	560	700	760	1100	1000	1400
Antal tænder i hver side	12	12	12	12	14	18	28	28
Tandhøjde, mm	6	8	9	11	13	14	7	9
Pladetykkelse, mm	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5
Bolt, d mm	12,7 15,9	12,7 15,9	12,7 15,9	15,9 19,0	19,0 25,4	19,0 25,4	19,0 25,4	19,0 25,4
Min. trædimensioner								
b , mm	75	87	100	125	175	150	125	175
h_1 , mm	25 31	25 31	25 31	37 37	50 50	50 50	37 50	37 50
h_2 , mm	37 37	50 50	50 50	50 50	62 62	62 62	62 75	62 75
Endeafstande								
Trækstænger a_1 , mm	90 110	100 110	120 120	150 150	210 210	190 190	160 180	210 210
Trykstænger a_2 , mm	60 65	75 75	90 90	110 110	160 160	140 140	120 120	160 160
P_{B+M} pr. snit								
≠ fiberretning, kp	540 640	660 800	800 940	1100 1240	1340 1700	1680 2040	1540 1960	1940 2360
⊥ sidestykke, kp	520 620	640 760	780 900	1040 1160	1260 1520	1600 1860	1460 1760	1860 2160
⊥ mellemstykke, kp	480 500	660 700	800 840	980 1020	1140 1220	1480 1560	1380 1560	1780 1960

Ovenstående værdier af P_M gælder for nåletræ og for alle vinkler mellem kraft- og fiberretning.

Hvis firkantede mellemlæg placeres med en diagonal i kraftretningen, skal P_M multipliceres med 0,8.

Belastningsgruppe A, fugtighedsklasse I.

Dimension D, cm	5·5		6·6		Ø 7,5		Ø 9,5		8·8		Ø 11,5		10·10		12·12	
	P_M pr. snit, kp	Antal tænder i hver side	Tandhøjde, mm	Pladetykkelse, mm	Bolt, d, mm	Min. trædimensioner b, mm h ₁ , mm h ₂ , mm	Endeafstande Trækstænger a ₁ , mm Trykstænger a ₂ , mm	P_{B+M} pr. snit ≠ fiberretning, kp ⊥ sidestykke, kp ⊥ mellemstykke, kp								
460	16	7,5	1,3	12,7 15,9	75 87	25 31 37 37	90 110 60 65	700 800 680 800 640 660	500	16	7,5	1,3	12,7 15,9	95 110 70 70	740 880 720 820 740 780	700 800 680 800 640 660
620	20	7,5	1,3	15,9 19,0	100	25 31 50 50	120 120 90 90	740 880 720 820 740 780	760	24	7,5	1,3	15,9 19,0	110 110 95 100	1140 1300 1080 1220 1040 1080	1140 1300 1080 1220 1040 1080
860	36	7,5	1,3	19,0 25,4	125 150	31 37 50 50	150 150 110 110	1180 1320 1120 1240 1060 1100	780	24	7,5	1,3	19,0 25,4	130 150 95 100	1180 1320 1120 1240 1060 1100	1180 1320 1120 1240 1060 1100
1060	40	7,5	1,3	25,4 19,0	125 150	37 37 50 62	160 180 120 120	1600 2020 1520 1820 1440 1620	1060	40	7,5	1,3	25,4 19,0	160 180 120 120	1600 2020 1520 1820 1440 1620	1600 2020 1520 1820 1440 1620
1260	56	7,5	1,3	19,0 25,4	150 180	37 50 50 75	180 190 140 140	1800 2220 1720 2020 1640 1820	1260	56	7,5	1,3	19,0 25,4	180 190 140 140	1800 2220 1720 2020 1640 1820	1800 2220 1720 2020 1640 1820

Ovenstående værdier af P_M gælder for nåletræ og for alle vinkler mellem kraft- og fiberretning.

Tabel 5.32

Mellemlæg indlagt i udfræsning

Belastningsgruppe A.
Fugtighedsklasse I.

	Split-Ring		Shear-Plate	
	2½"	4"	2½"	4"
Nominal dimension	2½"	4"	2½"	4"
Udv. diameter, mm	72	112	67	102
P_M pr. snit, kp	800	1600	600	1200
Højde, mm	19	25	11	16
Tykkelse, mm	4	5		
Bolt, d mm	12,7	19,0	19,0	19,0
Min. trædimensioner				
b, mm	125	150	125	150
h ₁ , mm	37	50	37	50
h ₂ , mm	50	62	62	62
Endeafstande				
Trækstænger a ₁ , mm	150	220	150	220
Trykstænger a ₂ , mm	110	170	110	170
P_{B+M} pr. snit				
≠ fiberretning, kp	1060	2140	1140	1740
⊥ sidestykke, kp	720	1420	820	1180
⊥ mellemstykke, kp	720	1340	680	1100

Ovenstående værdier af P_M gælder for nåletræ. For bøg og eg kan multipliceres med 1,5.

For en vinkel v mellem kraft- og fiberretning regnes $P_v = P_M(1 - 0,4 \sin v)$.

Der må regnes med en begyndelsesglidning på mindst 0,5 mm for Split-Ring og mindst 1,5 mm for Shear-Plate. Disse mellemlæg er derfor ikke egnede, hvor spændingerne kan skifte fortegn, eller til sammensatte bjælker og søjler.

6. UDFØRELSE

6.0 Alment

Enhver trækonstruktion skal udføres således, at den færdige konstruktion er overensstemmende med grundlaget for konstruktionens dimensionering og udformning.

6.1 Materialer og konstruktionsdele

Fugtindholdet i det anvendte træ skal være afpasset efter de klimatiske påvirkninger, som konstruktionen udsættes for, idet der især skal tages hensyn til forholdene i den færdige konstruktion.

Træ skal opbevares hensigtsmæssigt, beskyttet således mod fugtændringer og beskadigelser, at træet stadig overholder kravene til den foreskrevne sorteringsklasse. Træ, der lokalt er knust eller på anden måde overbelastet under transport, må ikke anvendes.

Der skal drages omsorg for, at konstruktionerne under opbevaring, transport og montage ikke udsættes for spændinger eller deformationer større end forudsat. Hvis konstruktionen påvirkes eller understøttes på anden måde end i det endelige bygværk, skal der foreligge en eftervisning af, at dette er tilladeligt, idet der tages hensyn til den eventuelt dynamiske karakter af påvirkningerne.

6.2 Tildannelse og samling

Boltehuller skal bores med den foreskrevne retning og størrelse. Hvor der i en samling skal anvendes flere huller, må hullerne først bores, efter at delene er fæstnet til hinanden i den endelige og indbyrdes rigtige stilling, medmindre hullernes nøjagtige placering sikres ved anvendelse af en borelære el. lign.

Hvor der anbringes boltehuller nær træenden, skal træet udvælges således, at det er revnefrit ved boltehullerne.

Underlagsplader skal have fuld trykflade. Udstemninger for underlagsplader må kun foretages, såfremt der i styrkeberegningerne tages hensyn til det reducerede tværsnit.

Ved anvendelse af mekaniske forbindelsesmidler skal træet tildannes således, at forbindelsens styrke og stivhed bliver bedst mulig. Revner må ikke forekomme i træet ved forbindelserne.

Såfremt tildannelsen af imprægneret eller overfladebehandlet træ blot lægger ubeskyttede partier, skal disse behandles med beskyttelsesmiddel.

De enkelte konstruktionsdele skal samles på en sådan måde, at der ikke opstår utilsigtede spændinger. Dele, der ikke passer i forbindelserne, har trukket sig betydeligt vindskæve eller er revnede, skal udskiftes.

Bolte- og skrueforbindelser skal efterspændes i et sådant omfang, at den påregnede styrke og stivhed til stadighed er til stede.

Konstruktionerne bør udføres med en overhøjde svarende til deformationerne i brugstilstanden. Ved bestemmelse af overhøjden bør der tages hensyn til glidning i evt. forbindelser.

6.3 Indpresning af mellemlæg

Ved indpressede mellemlæg skal tænderne være fuldstændigt indpressede i træet.

Ved mindre og lettere konstruktioner kan bolten, såfremt den mindst er 15,9 mm, tillades anvendt til indpresningen. Underlagspladen skal da mindst have samme sidemål som mellemlægget, og tykkelsen skal mindst være 0,1 gange sidemålet. Det skal nøje kontrolleres, at bolten ikke er beskadiget ved tilspændingen.

Indpresning må normalt regnes at skulle foretages med særligt presværktøj eller med specielle spændebolte med så store og stive underlagsplader, at træet ikke beskadiges.

BILAG 1

**Sorteringsregler for
konstruktionstræ**

1. DEFINITIONER* OG MÅLEREGLER

1.1 Betegnelser

1.1.1 Rundtømmer

Rundtømmer fremkommer af stammen ved kapning på længde og afhugning af grene og eventuel afbarkning. Topdiameteren skal være mindst 7,5 cm.

Tværsnittets dimensioner angives ved diameteren, d . Er tværsnittet ikke cirkulært, tages middeltallet af største (d_{max}) og mindste (d_{min}) tværmål samme sted.

1.1.2 Heltømmer

Heltømmer fremkommer af rundtømmer ved skæring til kvadratisk eller næsten kvadratisk tværsnit (afvigelse mellem sidemålene maksimalt 2,5 cm), således at marven ligger nogenlunde midt i tømmeret, se fig. 1. Sidemålet skal være mindst 7,5 cm.

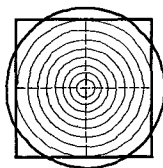


Fig. 1. Udkæring af heltømmer.
Punkteret er vist udkæring af krydstømmer.

1.1.3 Halvtømmer

Halvtømmer fremkommer af heltømmer ved gennemskæring midt i en side og vinkelret på denne.

Som følge af gennemskæringen må der regnes med et undermål på 2 mm på den korteste side.

I disse regler er bestemmelserne for halvtømmer og planker ens, medmindre andet udtrykkeligt er anført.

* De angivne definitioner er i overensstemmelse med et forslag til DS-rekommandation, som for tiden er under udarbejdelse og hvori, der kan ske ændringer.

1.1.4 Krydstømmer

Krydstømmer fremkommer ved gennemskæring af halvtømmer midt i den største side og vinkelret på denne.

Krydstømmer omfattes ikke af sorteringsreglerne, idet dets svindforhold samt muligheden for ugunstig knastplacering normalt gør det uegnet til bærende konstruktioner.

1.1.5 Planker

Planker er skåret træ med rektangulært tværsnit. Tykkelsen skal være mindst 5 cm og bredden mindst 7,5 cm.

De nedenfor angivne måle- og sorteringsregler for knaster forudsætter, at plankerne er udskåret sådan, at marven ligger nogenlunde midt i en bredside.

Reglerne kan dog også anvendes for planker skåret længere væk fra marven, såfremt bredsideknaster måles som angivet for brædder.

Planker udskåret sådan, at marven ligger i nærheden af en kant, kan ikke sorteres efter disse regler.

1.1.6 Brædder

Brædder er skåret træ med rektangulært tværsnit med tykkelse større end eller lig med 9 mm og mindre end 5 cm og med bredde større end eller lig med 7,5 cm.

1.1.7 Bredside og smalside

For planker og brædder skelnes mellem bred- og smalsider. Der kan evt. yderligere skelnes mellem marv- og splintside.

1.2 Fugtindhold

Ved træets fugtindhold forstås den i træet indeholdte fugt, d.v.s. vand, vanddamp og is. Fugtindholdet angives i procent af træets tørvægt.

1.3 Årringsbredde

Årringsbredden er tykkelsen af en årstilvækst. Årringsbredden måles på et normalsnit af stammen langs en radius i topenden og udregnes som

middelbredden af de årringe, som forekommer langs den længste radius, regnet 25 mm fra marven og udefter, se fig. 2.

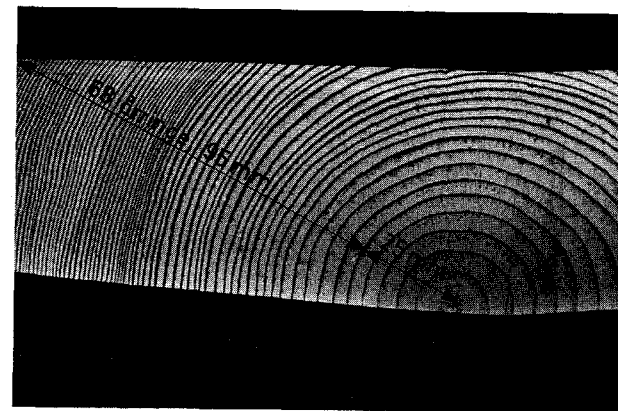


Fig. 2. Måling af årringsbredde. Årringsbredden er $95/68 = 1,4$ mm.

1.4 Fiberhældning

Ved fiberhældning forstås afvigelsen mellem træstykkets fiberretning og længderetning.

Fiberhældningen angives ved forholdet $1/n$, se fig. 3, og måles på splint-siderne (såvel bred- som smalsider). Der ses her bort fra mindre, lokale

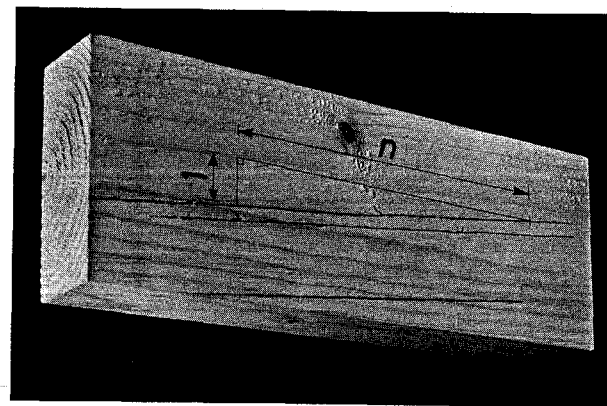


Fig. 3. Fiberhældning.

fiberforstyrrelser, jfr. pkt. 1.14 (tværvæd). Ofte kan fiberretningen ses langs svindrevner. Hvor fiberretningen ikke fremtræder tydeligt, bør den bestemmes ved hjælp af et ridseværktøj, som angivet på fig. 4.

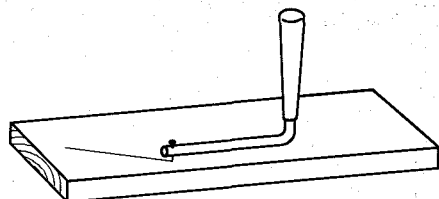


Fig. 4. Ridseværktøj bestående af et vinkelformet rundjern, som i den ene ende er forsynet med et let drejeligt håndtag og i den anden ende har en kort, tynd stålstift. Denne stift trykkes ned i træet og vil følge fiberretningen, når værktøjet trækkes i træstykkets længderetning.

1.5 Afsmalning

For rundtømmer betegnes diameterændringen pr. længdeenhed som afsmalningen.

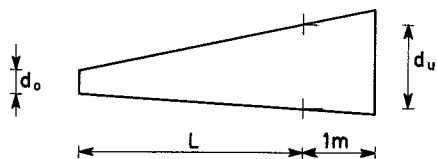


Fig. 5. Snit gennem træstammen. Bestemmelse af afsmalningen.

Idet d_u måles 1 m fra rodenden og d_0 ved topenden (se fig. 5), beregnes afsmalningen som forholdet.

$$\frac{d_u - d_0}{L}$$

1.6 Vankantforhold

Et vankantet træemne er et savskåret stykke træ, hvor kanten mangler på et større eller mindre stykke, således at træstammens oprindelige form er synlig på disse steder.

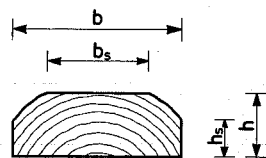


Fig. 6. Vankant

Hos emner med vankant bliver den savskårne side mindre end sidens tilstræbte dimension. Vankantforholdet angives ved det største af forholdene $(b - b_s)/b$ henholdsvis $(h - h_s)/h$, se fig. 6.

1.7 Krumning

Ved krumningen af træstykket forstås længdeaksens krumning, der angives ved den største pilhøjde, på fig. 7 betegnet f , over en længde på 3 m. Krumningen skal måles på det ugunstigste sted.

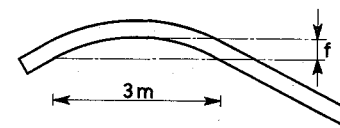


Fig. 7. Krumning.

For savskåret tømmer måles krumningen vinkelret på bred- eller smalsiden, og krumningen betegnes bredside- henholdsvis smalsidekrumning.

1.8 Vindskævhed

Vindskævhed angiver, at et firskåret træemne er vredet om sin længdeakse.

Vindskævhed måles som vinkelafvigelsen på en strækning af 3 m mellem to linjer, som ligger i samme bredside, og som står vinkelret på træstykkets længdeakse. Vindskævheden angives ved forholdet $1/k$, se fig. 8.

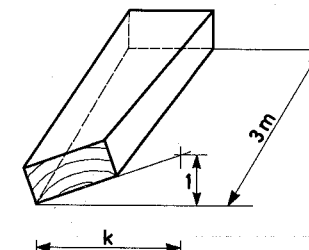


Fig. 8. Vindskævhed.

1.9 Revner

For radiært fortløbende revner måles revnens dybde d , se fig. 9, med en afrundet søger med tværsnit $6 \times 0,4$ mm, se fig. 10. Revnen angives ved forholdet mellem den største målte dybde og træstykkets tykkelse.



Fig. 9. Radiær revne.

Hvis der i planker eller brædder findes modstående revner, måles summen af de modstående revners dybde. Ved heltømmer og rundtømmer måles modstående revners dybde hver for sig.



Fig. 10. Revnesøger.

For ringrevner d.v.s. revner langs årringene, er ikke angivet måle-regler.

1.10 Knaster

1.10.0 Alment

Der skal ikke tages hensyn til, om en knast er fastvokset eller løs. Knasthul betragtes som knast.

En knasts størrelse måles vinkelret på træstykkets længderetning. Eventuel barkring om en knast regnes med i dens mål. Er fiberforstyrrelsen omkring to eller flere knaster ikke tydeligt adskilt, regnes knasterne som én.

I firskåret træ angives en knast ved forholdet mellem knastens mål og bredden af den side, hvortil knasten regnes (se nedenfor). I rundtømmer angives knasten ved forholdet mellem knastens mål og stammens diameter det pågældende sted.

Knaster med mål mindre end 8 mm og bladknaster måles ikke. En bladknast er en overfladisk knast, som ligger helt på en marvside, og som ikke går ud til en smalside, se fig. 11.

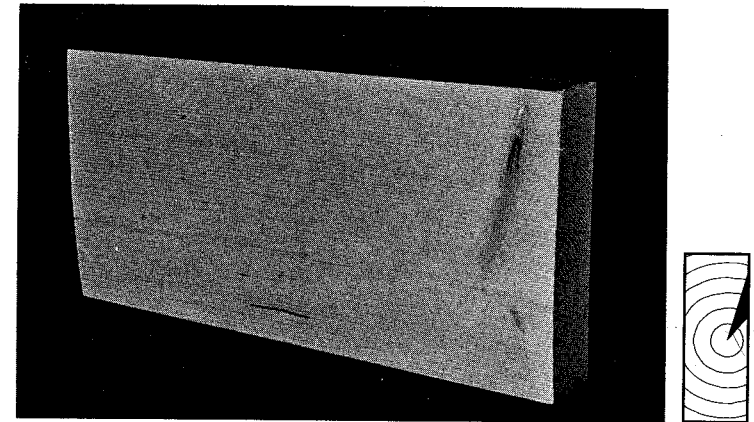


Fig. 11. Bladknast. Måles ikke.

1.10.1 Knaster i heltømmer

Kantknasters størrelse er summen af målene på de to sider, se fig. 12. Knaster i vankant måles direkte på vankanten, se fig. 12. De nævnte knaster regnes ved ikke-kvadratisk tværsnit at ligge på den smalleste side.

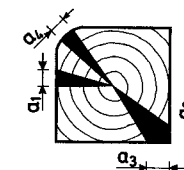


Fig. 12. Knaster i heltømmer. Knastmålene er a_1 , $(a_2 + a_3)$ eller a_4 .

1.10.2 Knaster i planker

Knaster, som ligger helt på marvsiden, måles ikke.

Kantknaster på marvsiden, se fig. 13, betragtes som smalsideknaster med størrelse lig smalsidemålet.

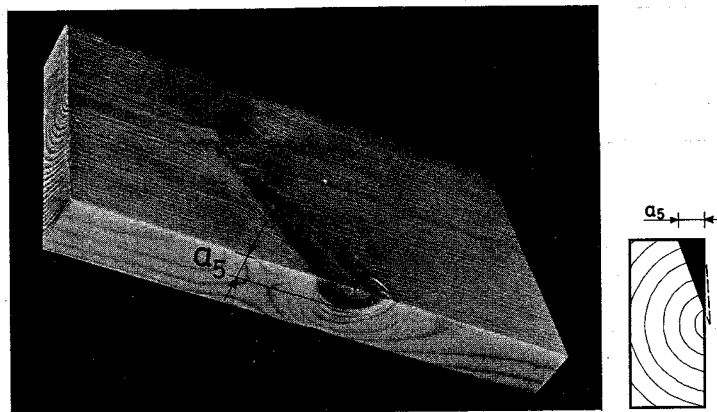


Fig. 13. Kantknast på marvsiden. Knastmålet er a_5 .

Kantknaster på splintsiden, se fig. 14, betragtes som smalsideknaster med størrelse som hele smalsidemålet plus halvdelen af bredsidemålet.

Knaster i vankant, se fig. 14, betragtes som smalsideknaster og måles direkte på vankanten.

Øvrige knaster på smalsiden måles alene på smalsiden, selv om de er gennemgående fra marvsiden, se fig. 15.

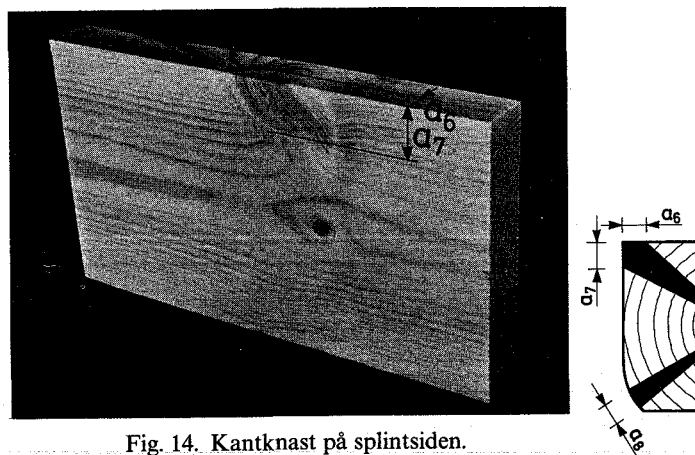


Fig. 14. Kantknast på splintsiden.

Knastmålet er $a_6 + \frac{a_7}{2}$ eller a_8 .

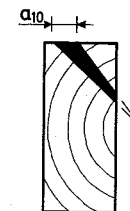


Fig. 15. Smalsideknast, der er gennemgående til marvsiden. Knastmålet er a_{10} .

1.10.3 Knaster i brædder, der ikke anvendes til limtræ

Knaster, der er gennemgående fra bredside til bredside, regnes som en knast med størrelse lig summen af målene på de to bredsider, se fig. 16.

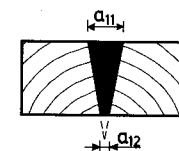


Fig. 16. Gennemgående bredsideknast i bræt. Knastmålet er $(a_{11} + a_{12})$, medmindre brættet anvendes til limtræ; da er knastmålet a_{11} .

Såfremt afstanden på marvsiden fra kanten til knasten er mindre end knastdiameteren, regnes knasten som smalsideknast med størrelse lig målet på splintsiden, se fig. 17.

Øvrige knaster måles som angivet for planker.

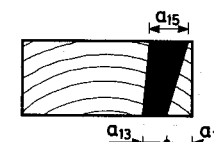


Fig. 17. Såfremt a_{14} er mindre end a_{13} , regnes knasten som en smalsideknast med knastmålet a_{15} .

1.10.4 Knaster i brædder til limtræ

Der tages ikke hensyn til knastmålene på marvsiden, heller ikke for knaster gennemgående fra bredside til bredside, se fig. 16.

Knaster, der ligger helt i de yderste femtedele af tværsnitbredden, regnes som smalsideknaster med størrelse som målet på splintsiden, se fig. 18.

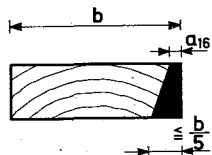


Fig. 18. Knast der ligger helt i yderste femtedele. Knastmålet er a_{16} .

1.11 Knastgrupper

1.11.0 Alment

Med knastgruppe betegnes, at to eller flere knaster forekommer på en længde svarende til træstykkets bredde (for rundtømmer diameteren) eller maksimalt 15 cm.

Knaster, som overlapper hinanden, se fig. 19, måles for det overlappende stykkes vedkommende kun én gang.

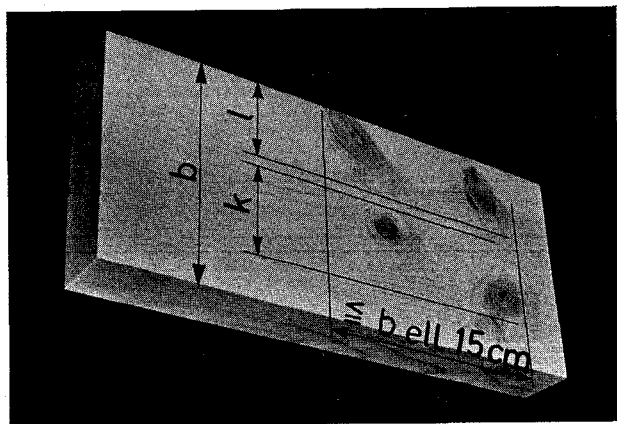


Fig. 19. Knastgruppe. Knastsum = $l + k$.

1.11.1 Knastgrupper i heltømmer og rundtømmer

Knastgruppen karakteriseres ved summen af knasterne langs hele omkredsen.

1.11.2 Knastgrupper i planker og brædder

Knastgruppen karakteriseres ved summen af målene for alle enkeltknaster på begge smalsiderne og på dårligste bredside. Målingen af enkeltknasterne udføres som angivet i pkt. 1.10.

1.12 Reaktionsved

Hvis det voksende træ i længere tid har været udsat for ensidige påvirkninger, sker der ændringer i vedets struktur i de hårdest påvirkede områder. Sådant ved kaldes reaktionsved (træk- eller trykved). Det vil hos nåletræ fremtræde mørkere end det omgivende ved, og hos løvtræ vil savsnit fremtræde mere lådne. Reaktionsved har betydeligt større længdesvind end normalt udviklet ved.

1.13 Tværvæd

Tværvæd betegner, at der lokalt optræder store forstyrrelser i fiberforløbet. Tværvæd kan optræde omkring store knaster og i øvrigt bl.a. som masret ved eller i forbindelse med topforstyrrelser.

I masret ved forløber fibrene i ubestemte retninger, se fig. 20. Topforstyrrelser (topbrud) angiver forstyrrelser af fiberforløbet som følge af skader på det voksende træs topskud, se fig. 21.



Fig. 20. Masret ved.

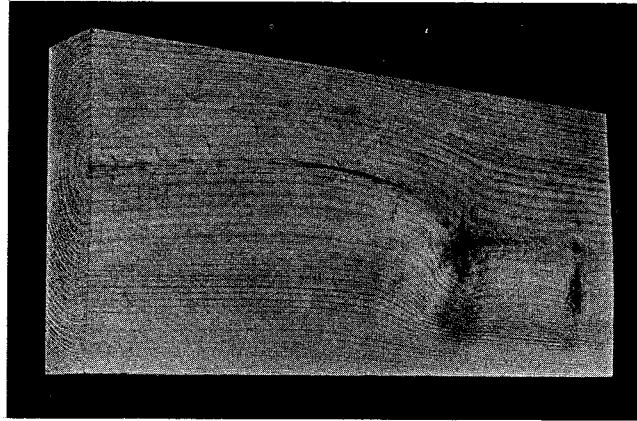


Fig. 21. Topforstyrrelse.

1.14 Blåsplint

Blåsplint angiver blå- eller mørkfarvning af splinten på grund af angreb af blåsplintsvampe.

1.15 Overvoksning

Overvoksning, se fig. 22, er forstyrrelser af årringsforløbet som følge af overvoksning af grenrester eller beskadiget bark (barkslag). Ofte vil veddet i overvoksningen indeholde barkflager, harpiks og svampegrebne partier.



Fig. 22. Overvoksning.

1.16 Harpikslommer

Harpikslommer, se fig. 23, er klart afgrænsede åbninger i veddet mellem to årringe. Åbningerne indeholder sædvanligvis harpiks.

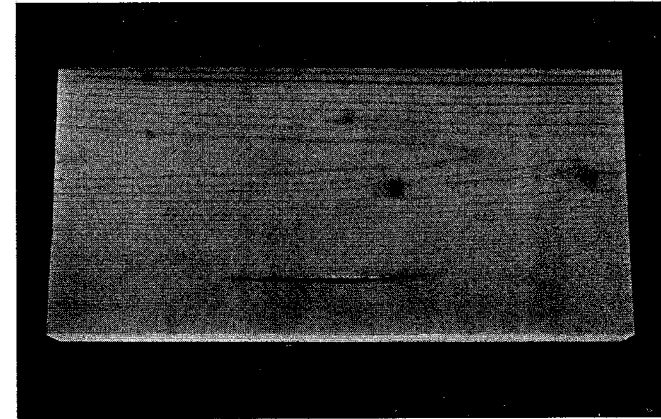


Fig. 23. Harpikslomme.

1.17 Råd

Råddent ved er ved nedbrudt som følge af angreb af veddestruerende svampe.

1.18 Insektskader

Insektskader kan være forårsaget af egentlig veddestruerende insekter (f.eks. træhveps og borebille) eller være huller eller furer forårsaget af insekter, der angriber uafbarket træ (f.eks. træbuk og barkbille).

1.19 Indre brud

Indre brud kan forekomme i stående træer som følge af overbelastninger, f.eks. fra vind.

Hos rundtømmer kan indre brud være ledsaget af foldninger på stammens overflade.

Hos firskåret træ fremtræder det som en uregelmæssig foldelinie på tværs af fiberretningen.

1.20 Skør kærne

Skør kærne betegner, at veddet omkring marven fremtræder løst og trevlet, og veddet er unormalt skørt. Skør kærne optræder oftest hos overmodent træ af tropisk oprindelse.

2. DIMENSIONSKRAV

2.1 Firskåret træ

Træet skal være afbarket og skåret eller høvlet med retvinklet tværsnit og med jævn tykkelse og bredde over hele længden.

De virkelige tværsnitdimensioner skal ved 20% træfugtighed svare til de tilstræbte med følgende tolerancer:

- ± 1 mm for mål til og med 3,0 cm,
- ± 2 mm for mål over 3,0 cm, til og med 11 cm,
- ± 3 mm for mål over 11 cm, til og med 20 cm,
- ± 1,5% for mål over 20 cm.

For halvtømmer tillades yderligere et undermål på 2 mm på den korteste side af hensyn til gennemskæringen.

Hvor fugtindholdet afviger fra 20%, henføres de målte dimensioner til dette fugtindhold, idet der kan regnes med, at en ændring i fugtindholdet på 1% medfører en ændring i tværsnitdimensionerne på 0,2% (for bøg 0,3%) inden for området 10-30%.

2.2 Rundtømmer

Tømmerets dimension angives ved den tilstræbte middeldiameter midt på stammen målt under evt. bark, se pkt. 1.1.1.

Den virkelige dimension midt på stammen skal svare til den tilstræbte med en tolerance på ± 8%, dog højst ± 2,0 cm.

3. KVALITETSKRAV

3.0 Alment

Firskåret konstruktionstræ af nordisk gran, fyr og træarter med tilsvarende egenskaber deles i fire kvalitetsklasser, der betegnes T400, T300, T200* og Grovsorteret konstruktionstræ. Træ i de første tre kvalitetsklasser betegnes T-virke.

For firskåret træ af andre træarter og for rundtømmer og lægter er kun opstillet ét sæt kvalitetsregler svarende til Grovsorteret konstruktionstræ af gran og fyr.

Detaillerede sorteringsregler eller kvalitetskrav er angivet i tabel 1 og 2.

Ved sortering skal fugtindholdet være mindre end 24⁰%. Træ, som efter sortering kantskæres eller kløves, skal sorteres påny.

3.1 T-virke

Reglerne kan anvendes for nåletræ af nordisk oprindelse eller tilsvarende.

Sortering til T-virke skal foretages af sorterere autoriseret af Dansk Ingeniørforening godkendt instans.

T-virke skal forsynes med tydelige mærker, som angiver træets tykkelse og kvalitet samt leverandørens og sorterersens kode. Eventuelle dele af træet, som ikke tilfredsstiller kravene til den pågældende kvalitetsklasse, skal skæres fra før mærkningen.

3.2 Firskåret grovsorteret konstruktionstræ og rundtømmer af nordisk oprindelse

Reglerne kan anvendes for de i pkt. 3.1 nævnte træarter og desuden – undtagen for træ til lamineret limtræ – for Bøg, Eg, Ask og Elm.

* Tallene svarer afrundet til de karakteristiske bøjningsbrudstyrker i kp/cm² ved korttidssforsøg. (De korrekte værdier er 390, 315, henholdsvis 240 kp/cm²).

3.3 Firskåret (firhugget) konstruktionstræ af tropisk oprindelse

Reglerne kan anvendes for heltømmer af bl.a. Azobé, Basralocus og Demerara Greenheart.

3.4 Rundtømmer af tropisk oprindelse

Reglerne kan anvendes for bl.a. Demerara Greenheart og Wallaba.

Tabel 1 Kvalitetskrav og sorteringsregler for konstruktionstræ.

Vedrørende træ til lamineret limtræ henvises til tabel 2.

		Træ af nordisk oprindelse				Træ af tropisk oprindelse				
		T-virke (nåletræ)			Grovsorteret træ (nåletræ og løvtræ)					
		T 400	T 300	T 200				Rundtømmer	Firskåret (firhugget) tømmer	Rundtømmer
		Firskåret træ				Rundtømmer	Firskåret (firhugget) tømmer	Rundtømmer		
Årringsbredde	max. min.	3 mm 0,5 mm	4,5 mm 0,5 mm	— 0,5 mm	— for eg og ask: 3 mm	— —	— —	— —		
Fiberhældning	max.	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{14}$		
Vankantforhold	max.	$\frac{1}{3}$ *	$\frac{1}{2}$ *		$\frac{3}{4}$ *	—	—	—		
Bredsidekrumning for brædder	max.	1 gange tykkelsen				—	—	—		
planker	max.	$\frac{1}{4}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{3}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{2}$ gange tykkelsen		—	—	—		
Smalsidekrumning for planker og krumning for heltømmer og rundtømmer	max.	5 mm	10 mm	15 mm		20 mm	15 mm	20 mm		

Vindskævhed for brædder	max.	$\frac{1}{12}$				—	—	—
planker og heltømmer	max.	$\frac{1}{25}$				—	$\frac{1}{25}$	—
Radiære revner for brædder og planker	max.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$		—	—	—
heltømmer	max.	$\frac{1}{2}$				—	—	—
Ringrevner		Ikke tilladt						
Knast i smalside af brædder og planker	max.	$\frac{1}{4}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{3}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{2}$ gange tykkelsen	$\frac{2}{3}$ gange tykkelsen	—	—	—
	max.	25 mm	35 mm	45 mm	55 mm	—	—	—
Knast i bredside af brædder og planker	max.	$\frac{1}{6}$ gange bredden	$\frac{1}{5}$ gange bredden	10 mm + $\frac{1}{3}$ gange bredden	$\frac{1}{2}$ gange bredden	—	—	—
	max.	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	—	—	—
Knast i hel- og rundtømmer	max.	$\frac{1}{6}$ gange bredden	$\frac{1}{4}$ gange bredden	5 mm + $\frac{1}{4}$ gange bredden	$\frac{1}{2}$ gange bredden	$\frac{1}{3}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{4}$ gange bredden	$\frac{1}{6}$ gange tykkelsen
	max.	30 mm	40 mm	45 mm	60 mm	50 mm	60 mm	60 mm

(Tabellen fortsættes)

* Disse vankantforhold er fastsat ud fra styrkehensyn og sikrer ikke, at forbindelser eller tilslutning af andre konstruktionsdele (f.eks. beklædninger) kan udføres tilfredsstillende.

Tabel 1 (fortsat)

		Træ af nordisk oprindelse				Træ af tropisk oprindelse			
		T-virke (nåletræ)			Grovsorteret træ (nåletræ og løvtræ)				
		T 400	T 300	T 200	Firskåret træ		Rundtømmer	Firskåret (firhugget) tømmer	Rundtømmer
Knastgrupper brædder og planker	max.	Tilladt smalsideknast + tilladt bredsideknast					-	-	
	max.	3 gange største tilladte knast				$\frac{3}{4}$ gange tykkelsen	Knasters indbyrdes afstand i længderetningen skal mindst være 35 cm		
Reaktionsved		Ikke tilladt	Ikke tilladt i nævneværdig grad	Tilladt lokalt	Tilladt lokalt	-	-	-	
Topbrud		Ikke tilladt	Tilladt hvis fiberforstyrrelsen er indenfor den midterste halvdel af bredden			-	-	-	
Masret ved og tværvæd bortset fra topbrud		Ikke tilladt							

96

Bilag 1

Blåsplint		Svagt blå tilladt			-	-	-	-
Harpikslommer		Tilladt i begrænset mængde			-	-	-	-
Overvoksning: tilladt længde		1,0 gange bredden	2,0 gange bredden	3,0 gange bredden	-			
	tilladt dybde	$\frac{1}{4}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{3}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{3}$ gange tykkelsen	-	-	-	-
	tilladt bredde	$\frac{1}{3}$ gange bredden			-			
Råd		Ikke tilladt						
Angreb af veddestruerende insekter		Ikke tilladt						
Afsmalning	max.	-	-	-	-	Nåletræ: $\frac{1}{80}$ Løvtræ: $\frac{1}{60}$	-	$\frac{1}{120}$
Indre brud		Ikke tilladt						
Skør kærne		Ikke tilladt						
Diverse		-	-	-	-	***	**	***

Bilag 1

97

** Tværsnittet må kun indeholde marven, såfremt dets dimensioner er over 25 · 35 cm². Marven må ikke forekomme i de behugede flader.

*** Stammerne skal være afgrenede og afbarkede.

Tabel 2

Kvalitetskrav og sorteringsregler for brædder af nåletræ til lamineret limtræ.

		T-virke			Grovsorteret træ
		T400	T300	T200	
Årringsbredde	max. min.	3 mm 0,5 mm	5 mm 0,5 mm	8 mm 0,5 mm	—
Fiberhældning	max.	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$
Radiære revner	max.	Længden af ikke gennemgående revner er ikke begrænset. Længden af gennemgående revner må højst være 0,5 m pr. 3 m lamellængde. Vinklen mellem revnen og fladsiden skal være $\geq 45^\circ$.			
Ringrevner		Ikke tilladt			
Knast i smalside af brædder med bredsidemål < 90 mm	max.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$
Knast i smalside af brædder med bredsidemål ≥ 90 mm	max.	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1
Knast i bredside	max. max.	$\frac{1}{5}$ 30 mm	$\frac{1}{4}$ 50 mm	$\frac{1}{3}$ 60 mm	$\frac{1}{2}$ 75 mm
Knastgrupper	max.	Tilladt smalsideknast + tilladt bredsideknast*			
Reaktionsved		Ikke tilladt	Ikke tilladt i nævneværdig grad	Tilladt lokalt	

* Knaster som går fra smalside til smalside er ikke tilladt i T400 og T300. For T200 og grovsorteret må sådanne knaster højst være halvt så store som de i øvrigt tilladte smalsideknaster.

(Tabellen fortsættes)

Tabel 2 (fortsat)

		T-virke			Grovsorteret træ
		T400	T300	T200	
Topbrud		Ikke tilladt		Tilladt hvis fiberforstyrrelsen er indenfor den midterste halvdel af bredden; dog ikke tilladt i smallere dimensioner end 10 cm	
Masret ved og tværvæd bortset fra topbrud		Ikke tilladt			
Blåsplint		Svagt blå tilladt			
Overvoksning: tilladt længde	max.	1,0 gange bredden	2,0 gange bredden	3,0 gange bredden	
tilladt dybde	max.	$\frac{1}{4}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{3}$ gange tykkelsen	$\frac{1}{2}$ gange tykkelsen	
tilladt bredde	max.	$\frac{1}{5}$ gange bredden			
Råd		Ikke tilladt			
Angreb af veddestruerende insekter		Ikke tilladt			
Indre brud		Ikke tilladt			