

412

Dansk Ingeniørforenings
normer for bygningskonstruktioner

3. Stålkonstruktioner

(Foreløbige normer)



Udarbejdet af Dansk Ingeniørforening i samarbejde med
Dansk Selskab for Bygningsstatik

1. udgave 1941 - 11. oplag 1964

Eftertryk forbudt

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

NR. 15

PRIS: Kr. 9,75 i. o.

Dansk Ingeniørforenings
normer for bygningskonstruktioner

3. Stålkonstruktioner

(Foreløbige normer)



Udarbejdet af Dansk Ingeniørforening i samarbejde med
Dansk Selskab for Bygningsstatik

1. udgave 1941 - 11. oplag 1964

Eftertryk forbudt

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

INDHOLDSFORTEGNELSE

Normernes gyldighedsområde	7
I. Almindelige regler for nittede og boltede konstruktioner	7
<i>A. Materialer</i>	<i>7</i>
§ 1. Valset stål	7
§ 2. Smedegods, stålstøbegods, støbejern	8
§ 3. Nitter og bolte	9
<i>B. Arbejdets udførelse</i>	<i>10</i>
§ 4. Materialernes bearbejdning	10
§ 5. Samling, montering og maling	14
<i>C. Konstruktion og beregning</i>	<i>16</i>
§ 6. Almindelige konstruktionsregler	16
§ 7. Tilladelige påvirkninger	18
§ 8. Dimensionering af trækstænger og bjælker	20
§ 9. Dimensionering af trykstænger og søjler	20
§ 10. Beregning af nitteforbindelser	28
II. Almindelige regler for svejste konstruktioner	29
<i>A. Udførelse af og kontrol med svejsearbejder</i>	<i>29</i>
§ 11. Faglig indsigt og værktødsudstyr	} se Dansk Stan- dard DS 316
§ 12. Materialer	
§ 13. Arbejdets udførelse	
§ 14. Udførelse og prøvning af arbejdsprøver	
<i>B. Konstruktioner og beregning</i>	<i>30</i>
§ 15. Almindelige konstruktionsregler	30
§ 16. Tilladelige påvirkninger i selve konstruktionen	32
§ 17. Tilladelige påvirkninger i svejseforbindelser	32
§ 18. Beregning af svejseforbindelser	33
III. Særlige regler for brokonstruktioner	34
§ 19. Tilladelige påvirkninger	34
§ 20. Beregningsregler	36
§ 21. Specielle beregningsregler for indstøbte dragere	37
IV. Særlige regler for husbygningskonstruktioner	38
§ 22. Tilladelige påvirkninger	38
§ 23. Beregningsregler	40
§ 24. Særlige konstruktionsregler	42

Den polytekniske Lærestalt, Danmarks tekniske Højskole:	Professor, civilingeniør <i>E. Engelund</i> og professor, civilingeniør, dr. techn. <i>Chr. Nøkkentved.</i>
Foreningen af rådgivende ingeniører:	Civilingeniør <i>F. Sodemann.</i>
Jernkonstruktionsfabrikkerne:	Civilingeniør <i>Aage Christensen,</i> direktør, civilingeniør <i>H. P. Christensen</i> og direktør <i>L. C. Jensen.</i>
Københavns Havnevæsen:	Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>J. G. Rode.</i>
Københavns Magistrat:	Afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>A. Mønsted</i> og afdelingsingeniør, cand. polyt. <i>Alfred Taumose.</i>
Vandbygningsvæsenet:	Distriktsingeniør, cand. polyt. <i>Svend Svendsen.</i>

Udvalget fremsendte i juli 1940 til hovedbestyrelsen et forslag til „Normer for beregning og udførelse af stålkonstruktioner“.

Efter at dette forslag havde været fremlagt til kritik i tiden fra 7. september til 7. oktober 1940 og de herefter fremkomne bemærkninger behandlet i udvalget, vedtog hovedbestyrelsen i sit møde den 15. maj 1941 at udgive forslaget til „Normer for beregning og udførelse af stålkonstruktioner“.

Normernes gyldighedsområde

Disse normer tager særligt sigte på konstruktioner af stål og støbejern i husbygning, kraner og broer, men er også forudsat at kunne anvendes på andre områder, hvor der ikke foreligger særskilte bestemmelser.

For belastninger henvises til særlige forskrifter.

I. ALMINDELIGE REGLER FOR NITTEDE OG BOLTEDE KONSTRUKTIONER

A. Materialer.

§ 1. Valset stål.

For levering og prøvning af stål gælder, når andet ikke er fastsat, normalbetingelserne i det land, hvor stålet er fremstillet.

For tiden gælder for almindeligt bygningsstål:

i England: British Standard Specification for Structural Steel,
BSS 15 (stål 44)

i Tyskland: St 37.12, Normalgüte, (stål 37).

Det færdige stål skal være frit for revner, ridser og buler og skal have rene, lige kanter og en smuk, glat overflade samt den nøjagtige tværsnitform.

Tolerancer i vægt og dimensioner bestemmes efter normerne i det pågældende fabriktionsland.

Når stålet skal aftages ved værk, bør det ikke oplægges eller behandles sammen med stål til andre formål. Hver blok, hvert valsestykke osv. bør anbringes således, at vedkommende charge på ethvert efterfølgende fabrikationstrin kan identificeres under hele arbejdets forløb. Chargenummer bør stemples på materialet snarest efter valsen.

Stål til nitter og bolte kan bundtes chargevis med chargens nummer stemplet i en blikplade, der med ståltråd fastbindes til bundtet.

Det tilrådes at lade stålet aftage ved værk. Sker dette ikke, bør stålet leveres med prøvningscertifikat fra værket og med et tilstrækkeligt antal stykker leveret med overlængde til supplerende prøvning.

Når stålet købes fra lager, bør der foretages de sædvanlige prøvninger af stålets trækbrudstyrke, flydegrænse, brudforlængelse samt foretages bøjeprovning.

Når stålet købes fra værk, og særlig når det fremstilles til et bestemt bygværk, bør man søge at træffe aftale om en mindste værdi for nedre flydegrænse, f. eks. mindst 2400 kg/cm² for stål 37 og mindst 2800 kg/cm² for stål 44.

Under alle omstændigheder bør prøvningen af stålet foregå således, at nedre flydegrænse bestemmes.

Produktet af trækbrudgrænsen i kg/cm² og brudforlængelse i % på målelængde $11,3 \sqrt{F}$ skal mindst andrage 74.000 og brudforlængelsen mindst 10 %. Hvis disse fordringer undtagelsesvis ikke er opfyldt, må der træffes særlig bestemmelse i hvert enkelt tilfælde.

§ 2. Smedegods, stålstøbegods, støbejern.

a. Smedegods og stålstøbegods skal — når anden aftale ikke er truffet — have følgende kemiske og mekaniske egenskaber:

Kulstof	0,20—0,23 %	} Tilsammen dog < 0,10 %
Fosfor	< 0,06 %	
Svovl	< 0,06 %	

Trækbrudgrænse 4400—5200 kg/cm².

Nedre flydegrænse (bestemt ved trækforsøg) mindst 2800 kg/cm².

Brudforlængelse på målelængden $5,65 \sqrt{F}$ mindst 22 %.

Prøvestykkerne skal kunne bøjes koldt 120° om en dorn med diameter 2a (a = prøvestykkets tykkelse), uden at der fremkommer revner i træksiden. Brudfladen skal have et meget fintkornet eller silkeagtigt udseende.

Antal og beliggenhed af prøvelegemer vælges således, at man får sikkerhed for såvel ensartethed som kvalitet af godset.

Prøvestykkerne må ikke udskæres af godset, før udglødning har fundet sted.

b. Støbejernsdele skal udvise finkornet, lysegråt brud. Godset skal være let at bearbejde og må ikke udvise revner, blærer eller væsentlige afvigelser fra de foreskrevne dimensioner.

Det kan forlanges, at det ved afdrejede prøvestænger (af samme støbning som godset) eftervises, at trækbrudstyrken mindst andrager 1200 kg/cm².

c. Ved anvendelse af smedegods, stålstøbegods eller støbejern med andre egenskaber må det anbefales, at der foreskrives tilsvarende prøvninger og betingelser som ovenfor.

§ 3. Nitter og bolte.

For nittestålets kvalitet og for nitternes kvalitet og form gælder, hvor andet ikke er fastsat, normalbetingelserne i det land, hvorfra stålet leveres (for konstruktioner i stål 37 og 44 således nittemateriale af henholdsvis stål 34 og stål 39).

Af de fabrikerede nitter til konstruktioner i stål 37 og 44 udvælges et passende antal af hver størrelse, og disse bør bestå følgende prøvninger, uden at der fremkommer revner:

Nitteskafte bøjes i kold tilstand fladt sammen.

Nittehovedet fladhamres i varm tilstand, således at det kommer til at danne en skive af diameter 2,5 gange skaftets diameter.

Et prøvestykke, hvis længde er det dobbelte af dets diameter, stukkes i varm tilstand til det halve af den oprindelige længde.

For nitter til andre stålsorter må fordringerne fastlægges i hvert enkelt tilfælde.

Materialet til bolte skal i kvalitet mindst svare til stangmaterialet.

B. Arbejdets udførelse.

§ 4. Materialernes bearbejdning.

a. Valset og smedet materiale.

1. Afretning og tildannelse.

Hvert stykke valset stål skal rettes nøjagtig, før der foretages nogen bearbejdning af det. Afretning skal foretages således, at stålet anstreges det mindst mulige.

Plader, profiljern og universaljern skal rettes ved valsning eller ved presning. Retning skal ske koldt, med mindre andet udtrykkelig aftales.

Materiale, der inden retningen udviser grater, skarpe knæk, bøjninger eller vindskævhed skal kasseres.

Kanter af profiljern i dragere og stænger skal flugte og have den nøjagtige indbyrdes afstand.

Bøjninger og forkrypninger må ikke udvise vridninger, buler, ridser, forbrændte steder eller andre fejl og skal før samlingen uden tvang ligge nøjagtig an mod de tilsvarende flader. Formforandringen skal udføres i rødglødhede. Bearbejdning i blåvarme er ikke tilladt.

Skarpe forkrypninger må ikke findes. Forkrypninger skal forløbe på slanke kilepåforinger med hældning, der ikke er stejlere end 1 : 12.

Alle udskæringer i profiljern og plader skal fremstilles ved forboring af et hul helst med mindst 20 mm diameter, og således at hjørnet får den dertil svarende afrunding.

Af alle klippede kanter samt kanter, udført ved flammeskæring med håndføring, skal overalt fjernes mindst 2 mm ved høvling, fræsning, mejsling, filing eller slibning. Påforinger og udfyldningsstykker, hvis kanter ikke skal passe mod andre kanter, kan dog tilpasses ved klipning eller flammeskæring uden afhøvling. Grater og ujævnheder skal dog i alle tilfælde fjernes.

2. Hullernes fremstilling og delenes samling.

Huller skal i almindelighed fremstilles ved boring. Lokning kan dog tillades i materialer, hvis tykkelse er 16 mm eller mindre.

Fremstilles hullerne, før delene er samlede, skal lokkede huller som regel mindst have 3 mm mindre diameter end det færdige hul, borede huller mindst 1 à 2 mm efter opmærkningens nøjagtighed. Når delene er samlede, opbores hullerne til fuld størrelse. Udvidelse af hullerne med fil eller dorn er ikke tilladt.

Boring bør dog så vidt muligt foretages med alle de sammenhørende dele fast sammenspændt i indbyrdes rigtig stilling, og hullet kan i så tilfælde straks bores op til dets rigtige diameter.

Til sammenspænding af stykkerne under boring kan anvendes dorne og bolte for hvert fjerde nittehul. Disse huller skal efterhånden bores op til fuld størrelse.

Boring skal udføres med maskine og med boret styret vinkelret på stykkets plan, med mindre der udtrykkelig gives tilladelse til håndboring. Boret skal arbejde uden vibrationer, så hullet bliver fuldstændig cylindrisk og vinkelret på metalfladerne.

Borene skal holdes i god stand og bør kasseres, når de er nedslidt 0,4 mm.

Alle boregrater skal omhyggeligt fjernes. De færdige huller skal have et smukt, rent og glat udseende. Målelige fremspring af nogen hulkant må ikke forekomme. Ingen hulkant må vise ridser eller revner.

Bearbejdning af hulkanter til forsænkede nittehoveder må kun ske med fræsere eller forsænkere.

Såfremt stykkerne ikke skilles ad efter boringen, skal hver del for sig renses tørt ad mekanisk vej på alle de senere sammenliggende flader, og efter godkendelse skal disse grundes.

Såfremt stykkerne skilles ad efter boringen, skal rensningen og grundingen på de sammenliggende flader finde sted umiddelbart inden den endelige samling til nitning.

Ved samling forud for nitningen skal delene oplægges på et underlag, der sikrer den rigtige form af stangen eller bjælken uden at hindre en omhyggelig undersøgelse.

Samlingen foretages derefter med dorne og bolte, og der må ved

denne ikke udøves tvang på nogen af delene. De enkelte forbindelser skal kunne løsnes, uden at stykkerne fjedrer fra hinanden.

Den foreløbige samling med bolte og dorne skal være tilstrækkelig effektiv til at forhindre enhver indbyrdes forskydning af delene under nitningen.

3. Udførelse af nitning.

Såvel værksteds- som monteringsnitter skal opvarmes i en ovn eller esse, hvor den rette temperatur uden vanskelighed kan holdes, og således at nitterne ikke forbrændes.

Forinden nitningen påbegyndes, skal nittehullerne renses.

Før nitten sættes i hullet, skal glødeskal fjernes.

Ved nitningen skal den varme nitte ved et let tryk eller slag kunne bringes ind i nittehullet.

Nitningen kan foretages med nittepresser, og trykket skal vedligeholdes, indtil nittehovedet er blevet sort. Endvidere kan benyttes pneumatiske nittehamre i forbindelse med pneumatiske modholdere.

Nitteskafte skal efter stukningen helt udfylde nittehullet.

Ved betydelige konstruktioner eller ved særlig lange eller særlig vanskelige nitter bør der udføres forsøg, som viser, at nitterne på forsvarlig måde udfylder hullerne.

Knapmageren skal være af en model, der er godkendt af tilsynet. Den må ikke have skarpe kanter, der kan skære ind i overfladen. Modholderen skal være formet efter nittehovedet.

Eventuelt skæg skal fjernes fra nittehovederne. Efterstemning er ikke tilladt.

Nitter, der er løse, eller i anden henseende fremviser fejl som f. eks. ufuldstændig stukning, for lille hoved, skævtstående hoved, ikke tæt-sluttende hoved, forbrændt eller overanstrengt materiale m. m., skal kasseres. De skal straks fjernes og erstattes med gode nitter. Kasserede nitter kan forlanges fjernet ved udboring, og de ny nitter bør da eventuelt være af større diameter.

Rækkenitning skal begynde i midten af en stang og fortsættes ud mod begge ender, idet der højst tages 2 m lange afsnit ad gangen.

4. Udførelse af bolteforbindelser.

Hvor der i stedet for nitter er foreskrevet at anvende pasbolte, skal disse passe stramt i hullerne, og gevindet må ikke rage ned i hullet. Der anvendes mindst 6 mm tykke, om fornødent kileformede underlagsskiver, således at anlægsfladerne ligger an i hele deres udstrækning. Efter tilspændingen kan gevindet forlanges udhamret over møtrikken.

Uafdrejede bolte (rå bolte, sorte bolte) skal have bedst mulig indpasning i hullerne og bør kun anvendes i simple husbygningskonstruktioner (§ 24 a).

Gevind skæres efter Whitworth's skala. Møtrikkerne skal passe godt på boltegevindet; de må hverken have slør eller gå for stramt. Gevindet skal være fuldt og rent.

5. Udførelse af bolte til trækforbindelser.

Bolte, der påvirkes til træk, bør have afdrejede anlægsflader på boltehoved og møtrik. Såfremt der optræder dynamiske påvirkninger, bør overgangen mellem bolteskaft og -hoved udføres med afrunding, jf. DS 170.

b. Støbegods.

Støbegods skal fremstilles nøjagtig efter tegningerne og med jævne overflader. Hvor maskinel tildannelse er forudsat, skal fladerne tildannes med nøjagtige og glatte overflader, som forudsat på tegningerne.

Alle støbekerner skal omhyggeligt fjernes, og alle overflader renses fuldstændigt for støbesand.

Alle stålstøbegodsstykker skal udglødes og derefter afkøles på rigtig måde.

Hullerne skal bores og må ikke fremstilles ved støbningen.

Overfladen omkring hullet afrettes for at skaffe boltens hoved eller møtrik en jævn anlægsflade.

Lejedeles berøringsflader skal tildannes med størst mulig nøjagtighed og holdes beskyttede under monteringen.

§ 5. *Samling, montering og maling.*

Stålkonstruktioner skal, når andet ikke fastsættes før arbejdets påbegyndelse, samles på værkstedet, dog således at det kan tillades at samle i afsnit, idet den sidste del i hvert afsnit samles med den første del i det følgende afsnit.

Under samlingen må delene ikke tvinges i stilling på en sådan måde, at de deformeres eller får ekstra påvirkninger.

Stykker, der er sammenpassede på værkstedet, men først forbindes endeligt ved monteringen, skal mærkes således, at de ikke kan forbyttes.

På alle arbejdets stadier skal der ved flytning af materialet iagttages den størst mulige omhu. Ganske særligt gælder dette for ind- og udladning ved transporten til byggepladsen.

Materialet skal opbevares på betryggende måde og i det hele under sådanne forhold, at det let kan identificeres og ikke lider nogen skade. Det må navnlig intet sted hvile direkte på jorden. Pladejernsdragere og gitterbjælker skal, hvor andet ikke er aftalt, opbevares på højkant.

For større konstruktioner skal udarbejdes projekt for transport, montering og eventuelle hjælpekonstruktioner ledsaget af alle fornødne beregninger.

Stilladser skal udføres således, at der ikke opstår skadelige formforandringer under monteringen. Formforandringer som følge af sammentrykning i stilladser o. l. skal justeres ved dunkrafte eller kiler.

Der må særlig lægges vægt på en sikker fundering af stilladset, og over for brandfare må der træffes omhyggelige forholdsregler.

Den midlertidige forbindelse i stødene skal tilvejebringes ved et rigeligt antal bolte og dorne. Angående nitningen gælder det samme som for nitning i værkstedet, hvortil henvises. Ved delenes sammenpasning er lettere slag på dornene tilladt, hvorimod det er absolut utilladeligt at udvide hullerne ved slag på dornene.

Alle konstruktionsdele renses så effektivt, at rust, løs glødskaal o. l. fjernes. Stykkerne skal i renses tilstand forelægges tilsynet til godken-

delse. Det bør i hvert enkelt tilfælde aftales, om rensningen skal foretages med sandblæst eller med pneumatisk stålbørster og skraber eller på anden måde.

Al rensning og maling før sammennitning kan forlanges udført under tag.

Vanskeligt tilgængelige, men ikke sammenliggende flader bør renses, grundes og males færdig i værkstedet.

Umiddelbart efter rensningen skal konstruktionen grundes 1 gang på alle flader. Ved udendørs konstruktioner er det i reglen tilrådeligt at grunde 2 gange og dækmaale 2 gange. Om tidspunkterne for udførelsen af rensning og første grunding af konstruktionen samt for udførelsen af anden grunding og første og anden dækmaaling træffes særlig aftale, derunder også om malingen skal udføres på værkstedet. Såfremt monteringen udføres efter første grunding, renses alle beskadigede steder samt monteringsnitterne og behandles med grundingsfarve. Derefter behandles de som de øvrige flader.

Til grunding og dækmaaling skal anvendes godkendte materialer.

Alle strygninger (både grunding og dækstrygninger) skal udføres af øvede folk, og der må kun anvendes gode, langhårede pensler. Intet malerarbejde må udføres på fugtige flader eller i regntruende vejr eller frostvejr. Der bør normalt ikke hengå mindre end 48 timer mellem to strygninger.

Efter særlig aftale kan malingen påføres med pneumatisk malepistol.

Stålkonstruktioner, der senere skal indstøbes i beton, må ikke males. Umiddelbart før indstøbningen skal de renses, således at løs rust, løs glødskaal, olie, urenheder o. l. fjernes.

Fugen mellem lejepladen og lejet skal være fra 15 til 50 mm tyk efter lejepladens størrelse. Lejernes faststøbning kan foretages på følgende måde: Efter at ankerboltene er faststøbt med stærk cementmørtel, og lejeunderdelen er bragt på plads og nøjagtig indstillet på jernkiler, udstøbes fugen omkring lejets forsænkede tap eller ribbe med lind cementmørtel. Når denne mørtel er hærdnet, understoppes

resten af fugen med stiv cementmørtel. Når mørtelen er hærdnet, fjernes jernkilerne, og de derved frembragte huller udfyldes med mørtel. Ved mindre lejer kan hele fugen udløbes med lind mørtel.

C. Konstruktion og beregning.

§ 6. Almindelige konstruktionsregler.

Nitternes minimumsafstand er 3 d, undtagelsesvis 2,5 d.

Her og i det følgende betyder d diameteren af nittehullet.

Om nitternes maksimumsafstand gælder:

Ved sammennitning af stive profiler, og hvor der ligger stive profiler yderst på begge sider, er største afstand 8 d, ved zigzagnitning dog 14 d for nitter i samme række.

Ved sammennitning af plader eller fladjern og ved sammennitning af en plade eller et fladjern og et stift profil er største afstand 7 d, ved zigzagnitning dog 12 d for nitter i samme række. Er delene trykkede, må afstanden dog ikke overskride 14 δ , ved zigzagnitning ikke 26 δ for nitter i samme række, hvor δ er den mindste af de udvendige pladetykkelser. Minimumsafstanden i kraftens retning fra nittemidte til pladekant er 2 d; undtagelsesvis kan tillades 1,75 d. Minimumsafstanden vinkelret på kraftens retning er 1,5 d. Den mindste fri bredde af et vinkeljern eller et fladjern, i hvilket der skal nittes, er 3 d.

Afstanden fra nittemidte til pladekant skal i almindelighed være mindre end 3 d.

Alle detaljer skal udformes således, at ethvert punkt af konstruktionen er tilgængeligt for eftersyn, rensning og maling eller effektivt beskyttet ved overdækning med beton, asfalt eller anden egnet omstøbning. Vandsække skal undgås.

For pladejernsdragere og helvalsede bjælker gælder:

Den trykkede flange skal i nødvendigt omfang sikres mod udbøjning i sideretningen, og den statiske beregning skal indeholde fornøden redegørelse herfor.

Kropafstivninger skal anbringes overalt, hvor drageren understøtter en anden bjælke eller en søjle, samt ved dragerens egne understøtninger, og de bør være så kraftige, at de i forbindelse med kroppladen kan optage hele kraften.

For pladejernsdragere bør den indbyrdes afstand mellem kropafstivningerne normalt være omtrent lig kroppladehøjden og højst 1,5 m, med mindre der opstilles en beregning. Kroppladens tykkelse og kropafstivningernes afstand skal da fastsættes i forhold til hinanden og til krophøjden, således at der opnås den nødvendige sikkerhed mod foldning af pladen og mod overanstrengelse af kropafstivningen eller dennes forbindelse med kroppladen. Kropafstivninger bør normalt anbringes på fulde påføringer, men der kan dog også anvendes kilepåføringer med mindst to nitter (stigning på kilen $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{15}$). Skarpe forkrypninger må ikke anvendes. Kropafstivninger skal tildannes således, at de passer stramt mod flangerne eller forbindes med disse.

For helvalsede bjælker anordnes kropafstivninger efter lignende principper.

For gitterdragere gælder:

Stængernes tyngdepunktslinier skal så nøje som muligt skære hverandre i de matematiske knudepunkter. Gitterstænger i hoveddragere bør udformes med symmetrisk profil, således at ensidig tilslutning undgås. Gitterstænger i sekundære dragere kan tilsluttes ensidigt, når stængerne beregnes med hensyntagen til ekscentriciteten.

Trykstænger skal konstrueres således, at der er mindst samme sikkerhed mod lokal deformation (foldning af krop eller flige) som for stangen som helhed. Bredden af en udstående, trykket flig regnet til yderste nitterække bør ikke overstige 15 gange fligtykkelsen, med mindre en nærmere undersøgelse foretages.

Trykstænger med dobbelt krop bør i hoveddragere om muligt have en fuld, gennemgående plade i plan vinkelret på hoveddragerplanen, og tykkelsen af denne plade skal mindst være $\frac{1}{40}$ af pladens bredde, idet bredden regnes mellem de nærmeste nitterækker, der befæster pladen; se iøvrigt § 9.

Stødlasker og nitteforbindelser skal såvidt muligt arrangeres symmetrisk om vedkommende stangs akse. Knudepunktsforbindelser bør udformes så enkle og direkte, som forholdene tillader.

De sekundære forbindelser i sammensatte stænger (vinkeljernsgitter, fladjernsgitter, tværplader) skal så nær stangens ender som muligt afsluttes med tværplader af en bredde på mindst $\frac{3}{4}$ af afstanden mellem nitterækkerne. Alle andre tværpladers bredde skal mindst være halvdelen af afstanden mellem nitterækkerne.

§ 7. Tilladelige påvirkninger m. m.

a. Den tilladelige påvirkning r til træk og bøjning bestemmes for brobygning som angivet i § 19, for husbygning i § 22.

b. Den tilladelige påvirkning til tryk sættes til:

Udbøjning hindret: r
 Udbøjning ikke hindret: $r_0 = 0,8 r$.

Den tilladelige påvirkning til forskydning er

$r_f = 0,8 r$.

Den samme tilladelige forskydningspåvirkning gælder for nitter og pasbolte.

Den tilladelige påvirkning for tryk på hulrand for nitter og pasbolte er

$r_h = 2 r$.

Disse tilladelige påvirkninger på nitter gælder under forudsætning af, at nittestålet er af den til konstruktionsstålet svarende kvalitet; se § 3.

c. For jernbanebroer og for andre konstruktioner med lige så udpræget dynamisk belastning skal de tilladelige påvirkninger såvel i konstruktionsdelene som i forbindelserne nedsættes, hvor spændingerne optræder med vekslende fortegn.

Den tilladelige påvirkning til træk og de heraf udledede tilladelige påvirkninger skal for alle belastningstilfælde multipliceres med

$1-0,3 \frac{A}{B}$, hvor A og B er de numeriske værdier af grænsespændingerne svarende til belastningstilfælde 1, se § 19, og A er den numerisk mindste.

d. For lejer af stålstøbegods eller smedegods bestemmes den tilladelige påvirkning r til træk og bøjning efter §§ 19 og 22.

Som ovenfor under a og b sættes $r_0 = 0,8 r$, $r_f = 0,8 r$.

Det tilladelige fladetryk r_1 mellem lejedele, hvor der i ubelastet tilstand kun er berøring langs en enkelt linie (rullelejer) eller i et enkelt punkt (kugleflader), fremgår af nedenstående tabel.

Lejer med	r_1
1 à 2 ruller	6 r
Flere ruller	5 r
Kugleflader	7 r

Berøringsfladernes størrelse beregnes efter Hertz' formler.

Ved charnierbolte (og cylindriske lejetappe) udførte af stålstøbegods eller smedegods er de tilladelige påvirkninger:

Bøjning	1,5 r
Forskydning	0,8 r
Tryk på hulrand	1,3 r

e. For støbejern til lejer, søjler og lignende er de tilladelige påvirkninger:

Tryk	800 kg/cm ²
Bøjning { Tryk	800 "
{ Træk ...	400 "
Forskydning	400 "

f. Ved kontinuerlige bjælker og gerberdragere skal det undersøges, om der kan forekomme reaktioner, der kræver forankring, når den bevægelige belastning i farligste stilling (incl. stødtillæg) multipliceres med sikkerhedstallet 1,5. Eventuelle for-

ankringer skal da dimensioneres efter de således fundne kræfter med anvendelse af de sædvanlige tilladelige påvirkninger ligeledes multipliceret med 1,5.

Forankringer for vindtryk, centrifugalkraft o. a. beregnes ved alle konstruktioner på tilsvarende måde med samme sikkerhedsstal. Kontravægte skal svare til den kraft, som fås, når den bevægelige belastning incl. stødtillæg i farligste stilling multipliceres med mindst 1,3.

§ 8. Dimensionering af trækstænger og bjælker.

Ved trækstænger skal

$$F_{\text{nytt}} \geq F_{\text{nødv}} = \frac{S}{r}, \text{ hvor } S = \text{stangkraften.}$$

Ved bjælker skal

$$W_{\text{nytt}} = \frac{I_{\text{nytt}}}{e} \geq W_{\text{nødv}} = \frac{M}{r}, \text{ hvor } M = \text{bøjningsmoment.}$$

Det nyttige tværnsitsareal F_{nytt} (henholdsvis nyttigt inertimoment, I_{nytt}) beregnes som summen af de enkelte tværnsitsdeles nyttige arealer (henholdsvis inertimomenter). Ved beregning heraf skal der ikke alene gøres fradrag for de nittehuller, der falder i det betragtede normalsnit, men også for de huller, hvis forbindelseslinie til nærmeste hul i normalsnittet med dette danner en vinkel, hvis tangens er mindre end 0,4. Hvis nitterne ligger i forskellige planer, skal vinklen måles i den udfoldning af profiljernet, som bringer nitterne i samme plan. (Vinkel v i fig. 1).

§ 9. Dimensionering af trykstænger og søjler.

Trykstænger og søjler skal undersøges for farligste udbøjningsretning.

Trykstænger i dragere skal beregnes både for udbøjning i dragerplanen og vinkelret herpå. Når hovedakserne for trykstangens tværnsnit falder i de nævnte planer, er denne undersøgelse fyldestgørende.

Udfoldning

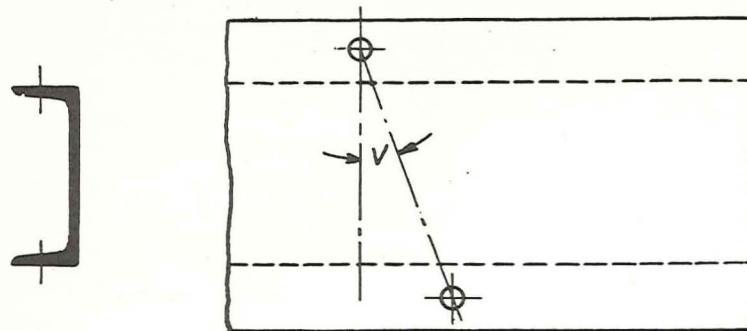


Fig. 1.

Hvis forbindelsen mellem et søjletværnsnits to halvdele er iværksat udelukkende ved sekundære gitre eller tværplader, må søjlen ved undersøgelsen for udbøjning i de sekundære forbindelsesplaner beregnes som gittersøjle; findes der derimod i den nævnte plan mindst een gennemgående plade (kropplade, lamel el.l.), benyttes formlerne for massive søjler.

Søjlers og trykstængers slankhedsforhold $\frac{l}{i}$ bør som regel ikke være større end 250. Afvigelse fra denne regel kræver særlig begrundelse.

a. Massive søjler.

1. Ostenfelds formel (Johnson-parablen)

$$F_{\text{nytt}} \geq F_{\text{nødv}} = F_0 + \kappa \zeta l^2, \text{ hvor } \kappa = \frac{10^4 \sigma_B}{4\pi^2 E}$$

F_{nytt} i cm^2 fremkommer af søjlens fulde tværnsitsareal F_{fuld} ved fradrag af det, som nittesvækkelsen overskrider 12 % af F_{fuld} . Nittesvækkelsen er det største areal af nittehuller, der findes i noget normalsnit ude på den fri stang.

$$F_0 = \frac{S}{r_0}; \quad \zeta = \frac{F^2}{I} = \frac{F}{i^2}$$

σ_B er materialets trykflydegrænse og sættes til $\sigma_B = 0,8 \sigma_T$, idet σ_T er mindste trækbrudgrænse i kg/cm^2 .

E er elasticitetskoefficienten i kg/cm^2 .

S er stangkraften i kg .

ζ bestemmes uden hensyntagen til nittesvækkelsen.

I er inertimomentet i cm^4 om den pågældende tyngdepunktsakse.

l er søjlens fri længde i m svarende til den betragtede udbøjningsretning.

For koefficienten κ kan for de forskellige stålsorter regnes med følgende tilnærmede værdier:

Stål	37	44
κ	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{5}$

Ostenfelds formel benyttes for alle søjler og trykstænger, når

$$\kappa \zeta l^2 \leq F_0$$

I modsat fald skal endeformlen nedenfor anvendes.

2. Eulers formel

$$I_{\text{fuld}} \geq I_{\text{nødv}} = n_2 \frac{10^7}{\pi^2 E} S l^2$$

hvilket tilnærmet kan skrives som $I_{\text{nødv}} = \frac{n_2}{2,2} S l^2$,

n_2 er sikkerhedstallet,

S stangkraften i t og

l søjlens fri længde i m for den betragtede udbøjningsretning.

Såfremt den største nittesvækkelse u i $\%$ af F_{fuld} ude på den fri stang er mindre end 12 $\%$, anvendes I_{fuld} , der er søjletværsnittets fulde inertimoment i cm^4 om den på udbøjningsretningen vinkelrette tyngdepunktsakse.

Er nittesvækkelsen derimod større end 12 $\%$, indføres

$$I_{\text{nytt}} = I_{\text{fuld}} \left(1,12 - \frac{u}{100} \right)$$

Søjlels brudspænding σ_K findes af udtrykkene:

$$\text{for parabelområdet: } \sigma_K = \sigma_B \left[1 - \kappa \left(\frac{l}{i} \right)^2 \right]$$

$$\text{for eulerområdet: } \sigma_K = \frac{\pi^2 E}{10^4 \left(\frac{l}{i} \right)^2}, \text{ tilnærmet } \sigma_K = \frac{2200}{\left(\frac{l}{i} \right)^2}$$

b. Gittersøjler.

For disse benyttes de samme formler, som er angivet for massive søjler, idet man dog for udbøjning om den hovedakse, der er vinkelret på de sekundære forbindelsers plan, dividerer søjlels fulde inertimoment med en koefficient γ , der for de forskellige former af gitterudfyldninger kan beregnes som angivet i nedenstående udtryk.

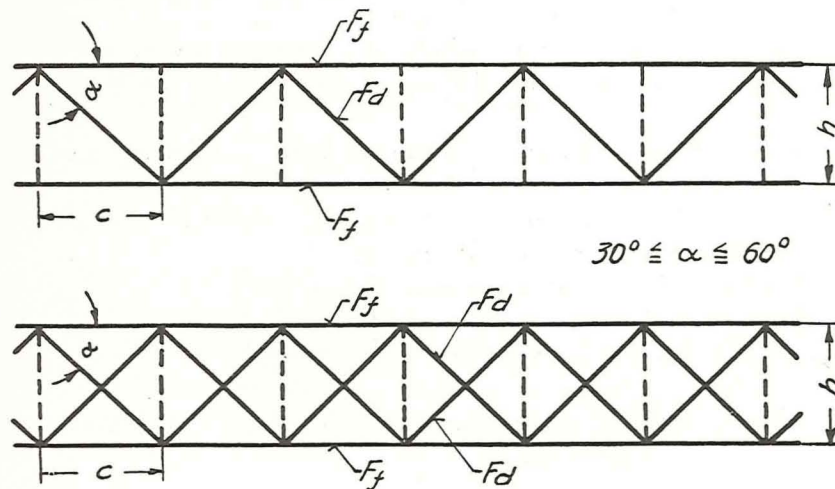


Fig. 2.

For begge gitterudfyldningerne i fig. 2 (V-gitter og dobbelt V-gitter) gælder med og uden de punkterede vertikaler

$$\gamma = 1 + \frac{2\sigma_K \sec \alpha F_f}{E \sin^2 \alpha F_d}$$

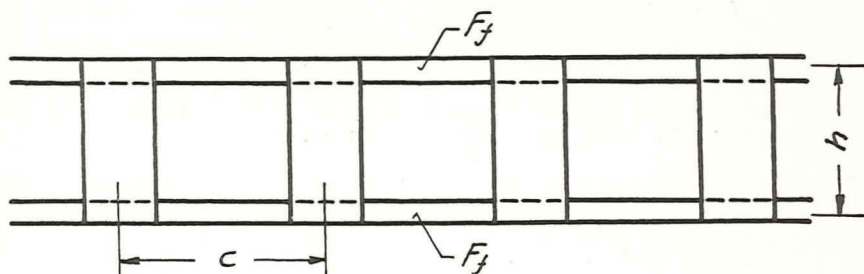


Fig. 3.

For anordningen med tværpladeforbindelser som i fig. 3 gælder

$$\gamma = 1,2 \left[1 + \frac{1}{2} \frac{I}{I_f} \left(\frac{c}{l} \right)^2 + \sigma_K \frac{F_f c h}{5 E I_t} \right]$$

E er elasticitetskoefficienten i kg/cm².

I er det fulde inertimoment af hele søjletværsnittet om den pågældende tyngdepunktsakse vinkelret på de sekundære forbindelsers plan.

I_f er det fulde inertimoment af den ene flange om dennes tyngdepunktsakse (parallel med ovennævnte akse).

I_t er det fulde inertimoment af tværpladernes tværsnit om en tyngdepunktsakse vinkelret på pladernes plan.

F_f er det fulde tværsnitsareal af en flange.

F_d er det fulde tværsnitsareal af en diagonal.

α, c og h har de i figurene angivne betydninger.

σ_K er brudspændingen for en massiv søjle, der har samme længde, inertimoment og tværsnitsareal som gittersøjlen (uden hensyn tagen til nittesvækkelse).

Slankhedsforholdet $\frac{c}{l}$ for søjlens enkelte tværsnitsdele (i er mind-

ste inertiradius for den pågældende tværsnitsdel) må ikke være større end slankhedsforholdet $\frac{1}{1}$ for hele søjlen og ikke større end 40.

Sekundære gitter samt tværplader skal beregnes for en konstant forskydningskraft lig 2,5 % af den største trykkraft S i stangen, hvortil kommer den eventuelle forskydningskraft fra stangens egenvægt eller andre tværkræfter.

For de sekundære forbindelser regnes med de samme tilladelige påvirkninger r og r₀ som for selve stangen, idet der tillige tages hensyn til den sædvanlig noget ekscentriske påvirkning af de sekundære gitterstænger.

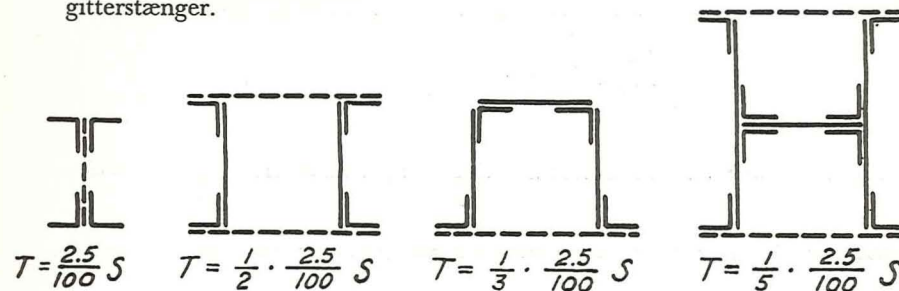


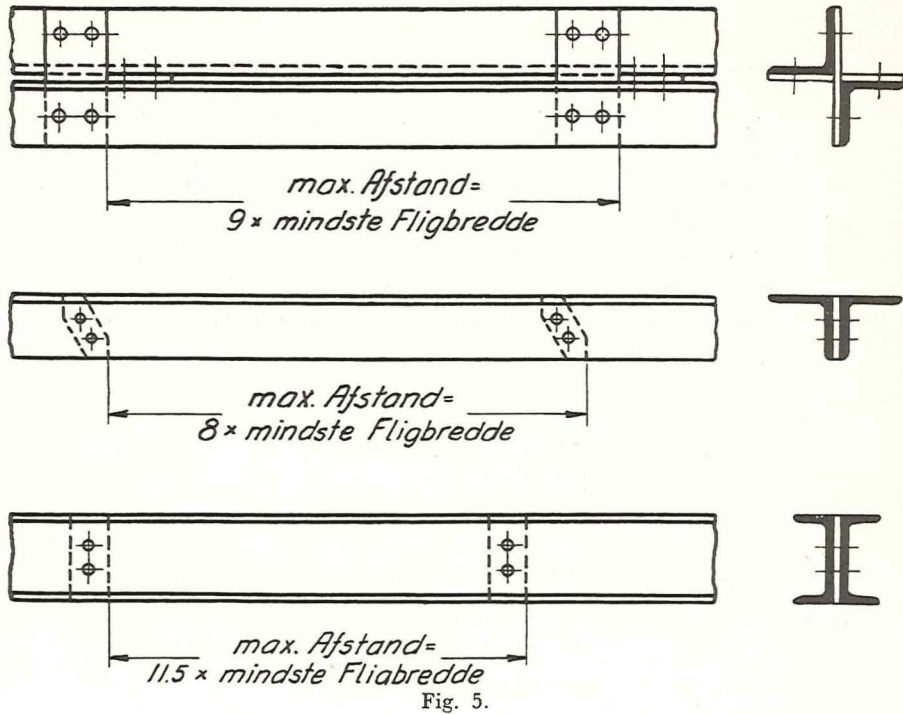
Fig. 4.

For de i fig. 4 viste tværsnit (hvor en punkteret linie angiver en sekundær gitter- eller tværpladeforbindelse), beregnes hver af disse sekundære forbindelser for en konstant forskydningskraft, der i det mindste er af den i figuren angivne størrelse.

For en trykstang bestående af 2 vinkeljern eller u-jern, se fig. 5, kan beregningen foretages som for en massiv søjle, når der sættes udfyldninger (med mindst to nitter i hver række eller tilsvarende god svejsning) med en afstand som angivet i figuren.

c. Trykstænger påvirkede til bøjning.

Simpelt understøttede søjler, der påvirkes til bøjning i en hovedplan som følge af, at stangkraften virker ekscentrisk, eller fordi stangen foruden trykket er påvirket af tværkræfter som f. eks. egenvægt



eller vindtryk, skal beregnes under hensyn hertil samt under hensyn til sideudbøjning.

Når en nøjagtigere beregning ikke findes påkrævet, kan efterfølgende løseligere beregningsmåde benyttes.

Såfremt det største bøjende moment optræder i eller i nærheden af stangmidten, dimensioneres trykstangen først med sikkerhedstallet n_2 for trykkraften regnet centralt virkende. De fundne dimensioner skal derefter om fornødent forøges således, at nedenstående fordring er opfyldt.

$$\sigma + 0,8 \frac{M}{W} \frac{\sigma_K}{\sigma_K - \sigma} \leq \sigma_B, \text{ hvor } \sigma = \frac{N}{F}$$

Da formelen svarer til brudstadiet (flydning), betegner N og M

henholdsvis normalkraft og moment multipliceret med passende sikkerhedstal.

Søjler, der indgår i rammer og portaler og påvirkes til bøjning gennem stive hjørneforbindelser foroven og/eller forneden, kan undersøges på samme måde, idet søjlens fri længde l bestemmes som eksempelvis angivet i fig. 6 (fig. 6 a ubevægelig, fig. 6 b bevægelig knudepunktsfigur). For M indføres det moment, der optræder midt på den således bestemte fri længde, der ligeledes tjener til bestemmelse af σ_K .

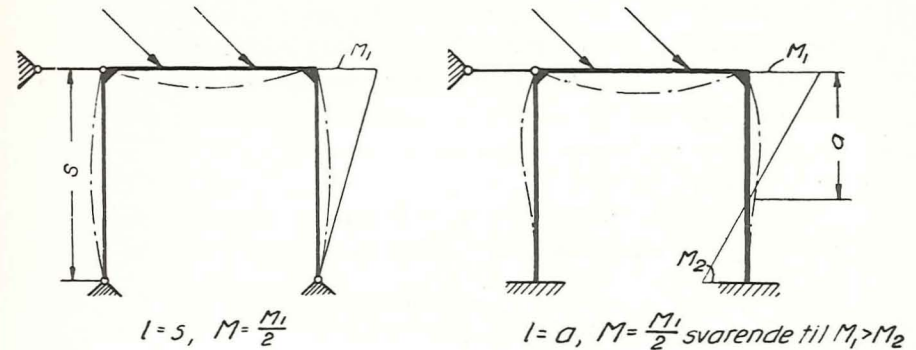


Fig. 6 a.

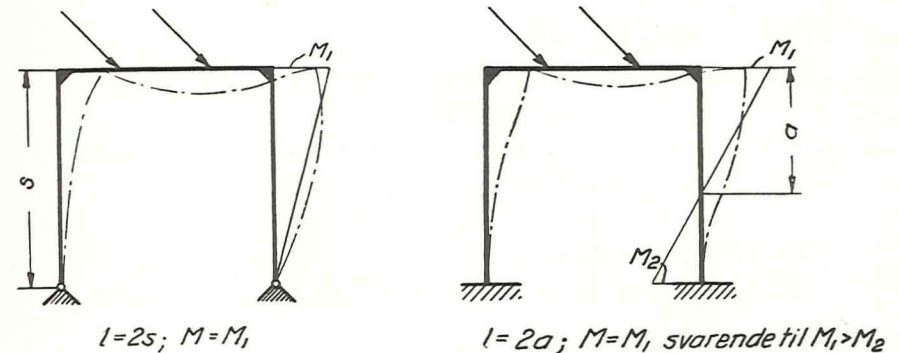


Fig. 6 b.

Ved bøjning uden for en hovedplan skal der foretages en særlig undersøgelse.

d. Søjler af støbejern.

Den tilladelige påvirkning kan for det i § 2 omhandlede støbejern sættes til

$$\frac{800}{1 + 7 \left(\frac{l}{i}\right)^2},$$

hvor l indføres i m og i i cm. Den fri længde l kan efter understøtningernes art regnes til 0,75 à 1,0 gange den virkelige længde.

§ 10. Beregning af nitteforbindelser.

Antal af nitter ved knudepunktsforbindelser og stød beregnes som nedenfor angivet.

a. Trækstænger.

Det nødvendige antal 1-snits nitter bestemmes (når forskydningspåvirkninger er afgørende og $r_f = 0,8 r$) ved

$$\frac{1,25 F_{nytt}}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

Det nødvendige antal 2-snits nitter bestemmes (når tryk på hulranden er afgørende og $r_h = 2 r$) ved

$$\frac{F_{nytt}}{2d\delta}$$

d er huldiameteren, δ pladetykkelsen. Ved knudepunktsforbindelser kan sættes $F_{n\delta dv}$ i stedet for F_{nytt} .

b. Trykstænger.

Findes der intet væsentligt stivhedstillæg, beregnes antallet af 1-snits nitter ved

$$\frac{F_{fuld}}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

og antallet af 2-snits nitter ved

$$\frac{0,8 F_{fuld}}{2d\delta}$$

For trykstænger med væsentligt stivhedstillæg (som f. eks. de fleste gitterstænger) kan i ovenstående udtryk sættes F_0 i stedet for F_{fuld} ved beregning af nitteantal ved knudepunktsforbindelser og i stød beliggende umiddelbart ved et knudepunkt.

c. Pladejernsdragere.

Hvis den ene flange er direkte belastet, skal der tages hensyn hertil ved bestemmelsen af de vandrette nitter (halsnitterne) i denne flange. I tilfælde, hvor jernbanesveller hviler direkte på dragerhovedet, kan trykket fra en svelle regnes ensformig fordelt over en længde på 65 cm.

d. Indirekte nitning.

Hvis det til en direkte kraftoverføring nødvendige nitteantal er n , og der er m mellemliggende plader, skal der mindst sættes $\left(\frac{m}{2} + 1\right) \cdot n$ nitter, forudsat at det overalt bliver nitternes modstand mod forskydning, der er afgørende.

To eller flere knudeplader, der er sammennittede med et passende antal ikke kraftoverførende nitter, kan betragtes som een plade.

II. ALMINDELIGE REGLER FOR SVEJSTE KONSTRUKTIONER

A. Udførelse af og kontrol med svejsearbejder.

§ 11. Faglig indsigt og værkstedsudstyr

§ 12. Materialer

§ 13. Arbejdets udførelse

§ 14. Udførelse og prøvning af arbejdsprøver

se Dansk
Standard DS 316

For svejste konstruktioner gælder iøvrigt alle de i afsnit I anførte bestemmelser og anvisninger i det omfang, i hvilket de kan finde anvendelse.

B. Konstruktion og beregning.

§ 15. Almindelige konstruktionsregler.

De her anførte regler tager sigte på svejsning af husbygningskonstruktioner, kraner, vejbroer og endvidere jernbanebroer i massiv udførelse.

Svejsning af bærende konstruktionsdele forudsættes udført som elektrisk lysbuesvejsning eller som gassvejsning.

Ved konstruktionen skal bjælketværsnit, stangtværsnit og knudepunkter anordnes konstruktivt rigtigt med bekvemme svejseforbindelser, der udformes så centralt som muligt såvel i som vinkelret på dragerplanen.

Stødforbindelser skal om muligt holdes i afstand fra de stærkest påvirkede dele. Udførelsen af svejseforbindelser bør foretages i den gunstigst mulige rækkefølge, således at den færdige konstruktion får så små krympspændinger som muligt. Til opnåelse heraf bør der sørges for, at svejseforbindelserne udføres i en bestemt på tegningerne angivet rækkefølge, f. eks. i pilgrimsskridt, at svejsningen sker samtidig fra modsatte sider, at konstruktionen drejes, så svejsningen vekselvis sker ved over- og underside, at der indføres sådanne opspændinger (uskadelige formforandringer), at konstruktionen efter den indtrådte kastning får den rigtige form, o. s. fr.

Ved planlæggelsen må det tilstræbes om muligt at undgå montagesvejsninger. Sådanne skal afmærkes særskilt på tegningerne og lægges således, at udførelsen bliver bekvem. Såfremt der benyttes montagebolte, må disse ikke anbringes i stærkt påvirkede tværsnit og ikke gennem svejseforbindelser.

Underopsvejsninger og andre tilsvarende ubekvemme svejsninger bør så vidt muligt undgås.

Ophobning af svejse sømme skal undgås.

Ved stumpsømme skal svejsefladerne tildannes og/eller afstanden mellem delene afpasses således, at der kan opnås fuldstændig indsmeltning også i bunden af fugen. Ved I-, J-, U- og V-sømme skal der, overalt hvor det er muligt, afrenses, opmejsles og eftersvejses på bagsiden eller svejses mod underlag. Ved X-, K-, dobbelt-U- og

dobbelt-J-sømme må der ligeledes inden svejsning fra bagsiden afrenses og opmejsles omhyggeligt.

Kantsømmes regningsmæssige tykkelse a i halssnittet bestemmes som angivet i fig. 7 og må i almindelighed ikke være større end 0,7 gange mindste pladetykkelse i forbindelsen og ikke mindre end 4 mm. En kraftoverførende kantsøm må ved en stangtilslutning ikke regnes effektiv med større længde end $40a$ og må ikke have mindre længde end $7a$. Til den beregnede længde af en svejse søm skal tillægges mindst $2a$. Kantsømme kan udføres i udslidsning, når slidbredden $\geq 3a$ og tillige $\geq 1,5t$. Mellemløbet c mellem to slidser skal være $\geq 3t$, hvor t angiver pladetykkelsen. Kantsømmes fri overflade bør være plane eller hule, og pladens kant skal stå skarp.

Der må særlig ved tværsømme foretages opmejsling og omhyggelig eftersvejsning, hvis der ved overgangene til svejse sømmen findes fordybninger eller slagge (sidekærv).

I bjælker skal stød i tværsnit delene forsættes for hinanden og henlægges til de gunstigste steder. En lamel kan først regnes fuldt medvirkende på det sted, hvor dens tværsnit er helt tilsluttet ved hjælp af svejse sømme.

Specielt for jernbanebroer og konstruktioner med tilsvarende dynamisk belastning gælder følgende:

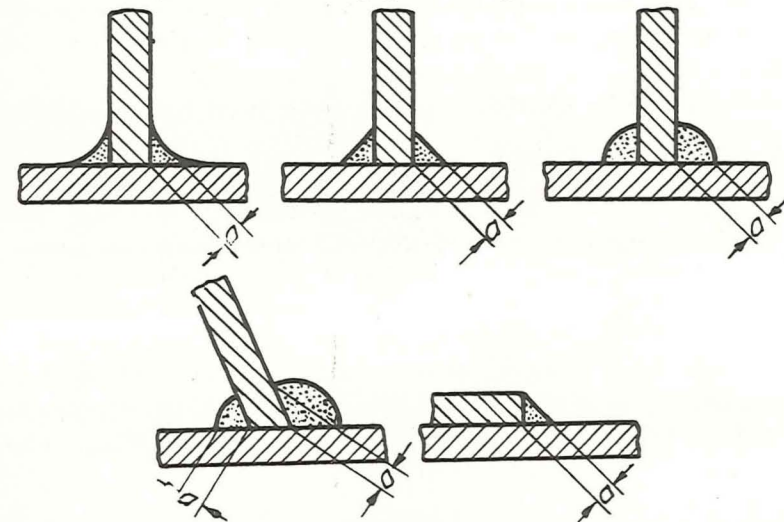


Fig. 7.

Underopsvejsning kan ikke tillades; alle svejsninger skal så vidt muligt udføres ovenned.

Stumpsømme skal efterbearbejdes således, at overgangen bliver plan. Bearbejdningen skal ske i stangens længderetning. Stumpsømme i strakte lameller og lignende tværnsnitsele bør lægges under 45° med længderetningen.

Kantsømme vinkelret på stænger eller bjælker (tværnsømme) bør undgås i strakte led. Kantsømme skal være fortløbende. Lameller, der ikke føres helt igennem, bør for enderne aftage i tykkelse og i bredde (afhøvles) og tilsluttes med omhyggeligt bearbejdede kantsømme. I det hele må enhver kærnvirkning så vidt muligt undgås, og tværnsnitvariationer og stød udformes således, at alle overgange foregår jævnt.

Ved forbindelse mellem krop og flange i svejste bjælker kan med fordel anvendes næseprofiler, eller forbindelsen kan udføres som stumpsøm ved skærpning af kroppladen og anvendelse af flangeplade med særligt profil.

§ 16. Tilladelige påvirkninger i selve konstruktionen.

Der anvendes de i §§ 19 og 22 angivne tilladelige påvirkninger.

For jernbanebroer og andre konstruktioner med lige så udpræget dynamisk belastning skal de tilladelige påvirkninger dog nedsættes, hvor spændingerne optræder med vekslende fortegn.

Den tilladelige påvirkning til træk og de heraf udledede tilladelige påvirkninger multipliceres med $1 - 0,4 \frac{A}{B}$ hvor A og B er de numeriske værdier for grænse-spændingerne det pågældende sted (for belastningstilfælde 1, se § 19), og A er den numerisk mindste.

§ 17. Tilladelige påvirkninger i svejseforbindelser.

Under forudsætning af, at der anvendes elektroder til samlings-svejsning, klasse A efter DS 317 eller svejsetråd til samlingssvejsning efter DS 318, hvis trækstyrke svarer til nedre grænse for det anvendte

grundmateriales trækstyrke, regnes med følgende tilladelige påvirkninger i en svejsesøm.

		Tilladelig påvirkning
Stumpsøm	Ved træk	0,8 r
	Ved tryk $\left\{ \begin{array}{l} \text{udbøjning hindret} \\ \text{udbøjning ikke hindret} \end{array} \right.$	r $r_0 = 0,8 r$
	Ved forskydning	0,65 r
Kantsøm (halssnittet)	Ved alle påvirkninger	0,65 r

De i tabellen angivne værdier gælder kun, når stumpsømmene bliver eftersejst fra bagsiden eller svejst mod underlag. Hvor dette ikke bliver gjort, er det kun tilladt at regne med $\frac{3}{4}$ af de angivne værdier.

r betegner den tilladelige trækpåvirkning i grundmaterialet for vedkommende konstruktion.

For jernbanebroer og for andre konstruktioner med lige så udpræget dynamisk belastning reduceres de tilladelige påvirkninger som angivet i § 16.

§ 18. Beregning af svejseforbindelser.

a. Stumpsømme.

Ved stumpsømme, der udelukkende tjener til overførelse af centrale træk- eller trykkæfter, regnes kraften jævnt fordelt over stump-sømmen, hvis tykkelse regnes lig tykkelsen af de ved sømmen forbundne plader. Hvor disse tykkelser er forskellige, skal som sømmens tykkelse sættes den mindste pladetykkelse. Det eftervises, at påvirkningen i stumpsømmen ikke overstiger 0,8 r (ved tryk med hindret udbøjning ikke overstiger r).

Ved stumpsømme, der udelukkende tjener til overførelse af en forskydningskraft, f. eks. ved forbindelsen mellem flange og krop i en bjælke, må det eftervises, at påvirkningen i stumpsømmen intet sted overstiger 0,65 r.

Ved stumpsømme, der tjener til overførelse af et moment og/eller normalkraft samt en forskydningskraft, bestemmes normal- og forskydningsspændingerne efter de sædvanlige formler, og det eftervises, at største spænding (hovedspænding) ikke overstiger 0,8 r, og at største forskydningsspænding for sig ikke overstiger 0,65 r.

b. Kantsømme.

Ved kantsømme, der tjener til overførelse af træk- eller trykkræfter (knudepunktsforbindelser, stød i stænger, lameller o. l.), regnes kraften jævnt fordelt over halssnittet, hvis højde sættes lig højden a i den i svejsesømmens tværsnit indskrevne største lige-benede trekant (med benene langs svejsefladerne), se fig. 7. Det eftervises, at påvirkningen på halssnittet ikke overstiger 0,65 r.

Ved kantsømme, der tjener til overførelse af en forskydningskraft, f. eks. ved forbindelsen mellem flange og krop i en bjælke, må det eftervises, at påvirkningen på halssnittet intet sted overstiger 0,65 r.

Ved kantsømme, der tjener til overførelse af moment og/eller normalkraft samt en forskydningskraft (f. eks. en I-bjælke, der for enden forbindes med understøtningen ved en kantsvejsning langs hele tværsnitkonturen), tænkes halssnittet drejet ned i endeplanen. Normal- og forskydningsspændingerne regnes fordelt over det samlede fremkomne areal efter de sædvanlige formler, og det eftervises, at den resulterende spænding $\sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$ er mindre end 0,65 r.

Hvor en tværsnitsdel tilsluttes ved to eller flere kantsømme, bør sømmenes tyngdepunkt falde på tværsnitsdelens tyngdepunktslinie. Er en mindre ekscentricitet uundgåelig, må forbindelsen tillige dimensioneres for det hertil svarende moment.

III. SÆRLIGE REGLER FOR BROKONSTRUKTIONER

§ 19. Tilladelige påvirkninger.

Den tilladelige påvirkning r til træk og bøjning udledes af mindste, nedre trækflydegrænse ved division med tallet n_1 , såfremt denne

grænse er fastlagt for det pågældende materiale. Er derimod kun mindste trækbrudgrænse fastlagt, udledes r af denne ved division med tallet n_2 . I sidste tilfælde gælder nedennævnte værdier af r for stål 37 og 44 efter henholdsvis tyske og engelske normalbetingelser.

a. Hoveddragere og brobane-		Stål 37	Stål 44
bjælker:		r	r

Belastningstilfælde 1:

Hvilende belastning + bev. belastning (herunder også centrifugalkræfter) + stødtillæg	$n_1 = 1,85$		
	$n_2 = 2,85$	1300	1540

Belastningstilfælde 2:

Som 1 + vindbelastning + bremsekræfter + friktionskræfter + temperaturvariation + eftergiven af understøtninger	$n_1 = 1,55$		
	$n_2 = 2,4$	1550	1850

Belastningstilfælde 3 (montering og stilladser):

I almindelighed: Hvilende belastning + bev. belastning (kraner) + vindbelastning	$n_1 = 1,45$		
	$n_2 = 2,25$	1640	1950

b. Stænger eller bjælker, der kun indgår i vinddragere, tværaftivninger og bremsedragere	$n_1 = 1,85$		
	$n_2 = 2,85$	1300	1540

c. Lejer og charnierer af stålstøbegods eller smedegods:			
Belastningstilfælde 1	$n_1 = 2,0$		
Belastningstilfælde 2	$n_1 = 1,8$		

d. Bolte, alene påvirket til træk: (tværsnit gennem bund af gevind)			
Belastningstilfælde 1	$n_2 = 4,1$	900	1050
Belastningstilfælde 2	$n_2 = 3,3$	1100	1350

§ 20. Beregningsregler.

Kontinuerlige længdedragere i brobanekonstruktioner kan i mellemfagene beregnes for lige store positive og negative momenter henholdsvis midt i åbningerne og over understøtningerne lig 0,8 af det positive maksimumsmoment ved simpel understøtning. I yderfag, hvis ene ende er simpelt understøttet, kan største positive moment i faget sættes til 0,9 af det positive maksimumsmoment ved simpel understøtning. Lamellængder kan bestemmes af momentkurven ved indlægelse af de tilsvarende slutlinier.

Den fri længde for trykstænger kan, hvor nøjagtigere værdier ikke påvises, indføres med nedennævnte værdier i forhold til den teoretiske længde s .

a. Udbøjning i dragerplanen.

Flanger	s
Gitterstænger	0,85 s
Gitterstænger i endefag og nærmest charnier	s
Krydsende diagonaler med solide knudeplader ved krydsningen	
i mellemfag	0,4 s
i endefag	0,5 s

b. Udbøjning vinkelret på dragerplanen.

1. Lukket bro.

Flanger	s
Diagonaler	s
Krydsende, stive diagonaler med solide knuder ved krydsningen	0,6 s à 0,7 s
Vertikaler, mere eller mindre stift forbundet med mere eller mindre stive stænger vinkelret på broen	0,85 s à 1,0 s

2. Åben bro.

For diagonaler regnes som ved lukket bro.

Den nødvendige stivhed for de af tværbjælkerne og vertikalerne tilsammen dannede halvrammer skal eftervises.

Ved styrkeberegning for vertikalen og dens tilslutning til tværbjælken bør der regnes, at vertikalen påvirkes af en vandret sidekraft fra trykflangen af en størrelse, der bringer spændingerne i en vertikal med den for trykflangens fastholdelse nødvendige stivhed op til den tilladelige grænse.

Konstruktionernes nedbøjning bør beregnes, og der skal drages omsorg for, at største beregnede nedbøjning for bevægelig belastning alene (uden stødtillæg) ikke overskrider en passende værdi. For simpelt understøttede hoveddragere kan denne maksimale værdi af nedbøjningen sættes til $\frac{1}{800}$ af spændvidden.

Broer bør udføres med overhøjder, der mindst modsvarer nedbøjningerne fra belastningen $g + p$.

Mod kæntring skal en brokonstruktion under ugunstigste balastning frembyde en sikkerhed på mindst 1,5.

§ 21. Specielle beregningsregler for indstøbte dragere.

Når en brokonstruktion med dragere indstøbt i beton dimensioneres for den totale belastning uden hensyn til betonens medvirken, og når udførelsen sker således, at betonen ingen spændinger får fra sin egen vægt, skal dimensionsbestemmelsen foretages efter de i nærværende forskrifter for stålkonstruktioner givne regler (stødtillæg, tilladelige påvirkninger m. v.).

Ved detaillering skal der lægges vægt på, at der opnås en god kraftfordeling i tværetningen og en god sammenhæng mellem stål og beton. Dette tilstræbes f. eks. ved umiddelbart over og under dragerne at gennemføre en rundjernsarmering vinkelret på dragerne. De to net forbindes med bøjler. Ved større dimensioner lægges om muligt en del af armeringen med opbøjninger over dragerne.

Når konstruktionen detailleres som ovenfor angivet, kan man, hvis en nærmere undersøgelse ikke foretages, gå ud fra, at den bevægelige belastning fordeler sig i broens tværetning under 45° ned til undersiden af dragerne.

Den beregnede nedbøjning for bevægelig belastning (uden stødtillæg) bør ikke overskride $\frac{1}{700}$ af spændvidden.

Dersom man ved dimensionering af profiljern indstøbt i beton tager hensyn til samvirken mellem jern og beton til optagelse af de indre spændinger, skal konstruktionen behandles som en jernbetonkonstruktion.

IV. SÆRLIGE REGLER FOR HUSBYGNINGSKONSTRUKTIONER

§ 22. Tilladelige påvirkninger.

Den tilladelige påvirkning r til træk og bøjning udledes af mindste, nedre trækflydegrænse ved division med tallet n_1 , såfremt denne grænse er fastlagt for det pågældende materiale. Er derimod kun mindste trækbrudgrænse fastlagt, udledes r af denne ved division med tallet n_2 . I sidste tilfælde gælder nedennævnte værdier af r for stål 37 og 44 efter henholdsvis tyske og engelske normalbetingelser. Sikkerhedstallene n_1 og n_2 er fastsat under forudsætning af god og omhyggelig udførelse, svarende til det i afsnit I og II anførte.

a. Bjælker og dragere i almindelige etageadskillelser, murbjælker, søjler o. l. samt konstruktioner, der vel indgår som led i korrekte sammensatte stålkonstruktioner, men hvis beregning kun udføres efter mindre nøjagtige tilnærmelsesmetoder. Dog skal bjælker og dragere altid beregnes med en spændvidde svarende til lysvidden med tillæg af den nødvendige vederlagsdybde, og der skal altid regnes med de i belastningsforskrifterne angivne etagebelastninger, skillevægge, slidlag m. m.	Stål 37	Stål 44		
	r	r		
	$n_1 = 1,85$			
	$n_2 = 2,85$	1300	1540	

Søjler, ved hvilke der ikke er draget særlig omsorg for central påvirkning, således at der optræder en kun uvæsentlig ekcentricitet, kan beregnes uden hensyn til denne, når den tilladelige påvirkning reduceres med 10 %. Ellers må beregningen gennemføres efter § 9 c.

Stål 37	Stål 44
r	r

b. Konstruktioner, der indgår som led i en korrekt sammensat og som sådan nøjagtig beregnet stålkonstruktion (f. eks. stålskeletbygninger)

Belastningstilfælde 1.

Hvilende belastning + bev. belastning eller

hvilende belastning + vindbelastning	$n_1 = 1,66$		
	$n_2 = 2,55$	1450	1730

Belastningstilfælde 2.

Hvilende belastning + bev. belastning + vindbelastning

	$n_1 = 1,5$		
	$n_2 = 2,32$	1600	1900

Ved almindelige husbygningskonstruktioner vil det som regel være tilladt at se bort fra temperatur- og andre ekstrapåvirkninger i beregningen. Hvor det findes påkrævet at medtage disse påvirkninger i beregningen, skal det påvises, at den tilladelige påvirkning i belastningstilfælde 2 ikke overskrides med mere end 5 %.

c. Lejer og charnierer af stålstøbegods eller smedegods

$n_1 = 2,0$

- d. Bolte, alene påvirket til træk (tværsnit gennem bund og gevind). Den tilladelige påvirkning sættes til 0,75 r.
- e. Uafdrejede bolte (jf. § 24a). Hvor sådanne tillades anvendt, gælder for disse:

$$r_t = 0,6 r \text{ og } r_h = 1,2 r$$

§ 23. Beregningsregler.

a. Kontinuerlige bjælker.

Kontinuerlige bjælker kan beregnes som delvis indspændte over hver åbning for sig, idet der for indspændingsmomenterne M_1 og M_2 indføres en efter den skønnede indspændingsgrad afpasset værdi, beliggende mellem $\frac{1}{5}$ af det største simple moment i faget og det moment, der findes efter elasticitetsteorien med belastningen $p + g$ i det betragtede fag og belastningen g i nabofagene.

Bjælken dimensioneres derefter for følgende to momentkurver:

Positive momenter: Fuld belastning i faget sammen med en slutlinie, der svarer til $\frac{2}{3}$ af de skønnede indspændingsmomenter.

Negative momenter: Hvilende belastning + $\frac{3}{5}$ bevægelig belastning i faget sammen med en slutlinie, der svarer til den fulde værdi af de skønnede indspændingsmomenter.

Lejetrykkene beregnes ud fra de skønnede understøtningsmomenter.

b. Trykstænger og søjler.

I spærfag og andre gitterdragere kan den fri længde af trykstænger i almindelighed regnes lig den teoretiske stanglængde, forudsat at endepunkterne er fastholdt. Såfremt en trykflanges knudepunkter ikke alle er fastholdte i retning vinkelret på dragerplanen, kan der som fri længde regnes med afstanden mellem de fastholdte knudepunkter. For søjler regnes som fri længde normalt lysafstanden mellem den over- og underliggende drager.

c. Nitter.

I alle husbygningskonstruktioner er det ved nitteberegning tilladt at regne med $F_{nødv}$ i stedet for F_{nytt} .

I forbindelser med uafdrejede bolte skal man ved beregningen af de nyttige tværsnitsarealer og inertimomenter tage hensyn til hele svækkelsen ved boltehuller.

d. Stålskeletbygninger.

Ved stålskeletbygninger med udfyldningsmurværk skal bjælkelag og søjler (rammerne) dimensioneres for hele den lodrette belastning indbefattet murværket samt for vindbelastningen.

Vandrette murbjælker, som ikke er for stive i lodret retning, således at de kan bøje sig tilstrækkeligt ned for egenvægten af det overliggende felts udfyldningsmurværk, og som ikke skal bære anden lodret belastning, kan dimensioneres uden hensyntagen til murvægten, såfremt det underliggende murværk, der forudsættes udført med ren cementmørtel, passer stramt under bjælkerne og kan tåle vægten fra det overliggende. Dog skal forbindelserne mellem bjælke og søjle (samt selve søjlen) dimensioneres for vægten af det over bjælken liggende felts udfyldningsmurværk. Såfremt der findes en åbning i det underliggende murværk, dimensioneres bjælken for den til selve muråbningen svarende spændvidde og egenvægten af udfyldningsmurværket i det overliggende felts højde.

Vindåg i stålskeletbygninger kan beregnes under forudsætning af momentnulpunkt i midten af alle søjler, med de i § 22 under a angivne sikkerhedstal.

Gennemgående jernbetongulve kan normalt udnyttes som vinddragere mellem tværafstivningerne.

Jernbetonvægge, der mindst er 12 cm tykke, kan normalt udnyttes som tværafstivninger.

e. Nedbøjninger.

For konstruktioner, der ikke er indstøbte i beton, må den beregnede nedbøjning hidrørende fra den bevægelige belastning ikke overstige $\frac{1}{500}$ af spændvidden.

Særlig betydningsfulde konstruktioner udføres med en passende overhøjde f. eks. svarende til nedbøjningen for $g + \frac{1}{2} p$.

f. Sikkerhed mod væltning.

For enhver konstruktion skal sikkerheden mod væltning være mindst 1,5. Denne sikkerhed kan forlanges forøget, hvis det findes påkrævet.

g. Svingninger.

For tårne, slanke reklamestativer og lignende, påvirkede af vindbelastning, skal det eftervises, at egensvingningstiden er mindre end 2,5 sek.

§ 24. Særlige konstruktionsregler.

a. Forbindelser med uafdrejede bolte.

I simple husbygningskonstruktioner kan det tillades, at hullerne fremstilles ved boring eller lokning, og at forbindelserne udføres med uafdrejede bolte med bedst mulig indpasning. Hullerne skal være nøjagtigt cylindriske, og alle grater skal fjernes. Boltegevindtet må ikke ræge ned i hullet. I den samlede konstruktion må hullerne i de sammenliggende stykker højst have en forskydning på $\frac{1}{2}$ mm i forhold til hinanden. De enkelte konstruktionsdele kan tilpasses ved klipning eller flammeskæring uden afhøvling undtagen ved berøringsstød. Grater skal dog i alle tilfælde fjernes.

b. Bjælker med knækpunkter.

Dersom en bjælkekonstruktion udføres med skarpe knæk, f. eks. trappevanger, må flangerne ikke regnes nyttige til optagelse af moment med større bredde end kropstykkelsen med tillæg til hver side af radius i afrundingscirklen plus flangens tykkelse. Dersom knækpunktet forstærkes, f. eks. med påsvejste tværplader, kan der regnes med større bredde.

c. Underlagsplader og lignende.

Underlagsplader for profiljernsdragere beregnes for momentet i snit på langs gennem centrum for afrundingscirklen ved dragerens krop.

På analog måde undersøges bøjningspåvirkningen på dragerflanger, hvor en drager med eller uden mellemlade hviler på en anden drager eller søjle. I alle sådanne og analoge tilfælde bør det eftervises, at der ikke optræder påvirkninger udover det tilladelige; om fornødent anvendes centrerende pladestrimler, afstivninger af krop og flanger o. a. l.

d. Søjler.

Søjler skal ved fodplader, topplader og berøringsstød afrettes nøjagtigt plant og vinkelret på søjleaksen og ved anbringelsen slutte til pladerne eller det andet søjleprofil uden kendelige mellemrum.

Berøringsstød i søjler er i almindelighed ikke tilladt i punkter, hvor der er udbøjningsfare.

Fodplader og topplader skal forbindes med søjlen ved styrende vinkellasker. Såfremt søjletrykket regnes overført til pladen udelukkende ved berøring, må pladen alene være stærk nok til at optage bøjningen i de farligste snit. Overføres søjletrykket derimod helt eller delvis ved vifteplader, vinkellasker o. l., kan disse dele medregnes som afstivninger på pladen.

Ved en søjle- og dragerkonstruktion i flere etager bør søjlerne normalt være gennemgåede. Dragerne kan, hvis de ikke forbindes stift med søjlerne, tilsluttes med vinkellasker. Reaktionen regnes da overført i planen mellem vinkellasker og søjle. Nitterne (boltene) gennem dragerens krop beregnes såvel for reaktionen som for momentet svarende til afstanden mellem nitterne (boltene) og den nævnte plan.