

BMF beslag og SIMPSON beslag anvendes sammen med BMF kamsøm eller BMF beslagskruer til effektive og arbejdsbesparende forbindelser i bærende trækonstruktioner. En del beslag er udført med boltehuller, der muliggør fastgørelse til beton og murværk.

Det er af afgørende betydning, at både de projekterende og de udførende har kendskab til forudsætningerne for beslagforbindelserne. De projekterende konstruktører, arkitekter og ingeniører kan i dette afsnit finde en uddybende beskrivelse af beslagforbindelsernes beregningsforudsætninger. Håndværkere kan i vort håndværkerkatalog læse om udførelsen af beslagforbindelser.

Beslag, kamsøm og beslagskruer fremstilles industrielt. Hele produktionen er underlagt en løbende intern kvalitetssikring og -kontrol. En væsentlig del af produktionen er desuden underlagt en ekstern kvalitetskontrol.

Alle beslagene er mærket med BMFs eller Simpson Strong-Ties logo.

## Beregninger generelt

Dette katalog angiver bæreevner for en lang række af forbindelser med BMF og SIMPSON beslag. Bæreevnerne er baseret på prøvningsresultater og anerkendte teorier for beslagforbindelsernes statiske virkemåde. Sådanne teorier er beskrevet i /SBI-Anvisning 194, Trækonstruktioner, Forbindelser/.

Katalogets regningsmæssige bæreevner for beslagforbindelserne gælder under ganske bestemte forudsætninger som anført på beslagenes bæreevnesider. Forudsætningerne skal altid være opfyldte, for at bæreevnerne er gældende.

Ved udarbejdelsen af dette katalogs bæreevneangivelser har civ. ing. Hilmer Riberholt, adjungeret professor ved DTU medvirket som konsulent.

BMF kamsøm er omfattet af ETA-Danmarks MK-godkendelse nr. MK 5.50/0166, der angiver særligt høje bæreevner ved udtrækspåvirkning. Tilsvarende har BMF beslagskruer ved prøvninger fået dokumenteret særligt høje bæreevner ved brug af beslag. Derfor gælder:

**Alle bæreevner i dette katalog forudsætter anvendelse af BMF eller Simpson beslag og BMF kamsøm eller BMF beslagskruer. Bæreevnerne gælder hvor intet andet er anført kun for disse produkter, og kun når de anvendes sammen.**

Copyright: © SIMPSON STRONG-TIE-MC-DK-01-2007

Copyright: © SIMPSON STRONG-TIE-MC-DK-01-2007

## 14 Beregningsforudsætninger

Beslagforbindelsernes bæreevner er bestemt ud fra en af følgende metoder, der er beskrevet i /ETAG 015, Vejledning for Europæisk Teknisk Godkendelse af tredimensionale sømplader/ og med overholdelse af de heri anførte standarder for prøvning mv.

- Prøvninger alene,
- Beregningsmetoder kalibreret til prøvningsresultater eller
- Beregninger ud fra anerkendte teorier

Alle afprøvninger er foretaget på anerkendte laboratorier iht. gældende relevante standarder for prøvning af mekaniske forbindelsesmidler til trækonstruktioner.

### Normer

#### *Sikkerhed og last*

DS 409:1998: Norm for sikkerhedsbestemmelser for konstruktioner  
DS 410:1998: Norm for last på konstruktioner.

#### *Konstruktioner og beregninger.*

DS 412:1998: Norm for stålkonstruktioner  
DS 413:2003: Norm for trækonstruktioner  
DS 419:2001: Norm for aluminiumskonstruktioner  
DS 446:1999: Norm for tyndpladekonstruktioner.

### Materialer

#### Træ

Der er forudsat at der anvendes nåletræ styrkeklasse K14 eller bedre. Ved nogle beslag stilles der større krav til træets styrkeklasse. Dette er anført i bæreevnetabellerne eller forudsætningerne for disse.

#### Beslag

Generelt er der i produktbeskrivelsen for de enkelte beslag i dette katalog angivet materialekvalitet og korrosionsbeskyttelse af beslaget.

Trænormen angiver i afsnit 3.7.2 krav til korrosionsbeskyttelse af stål, der indgår i trækonstruktioner.

Nedenfor er beskrevet de mest anvendte materialekvaliteter og former for korrosionsbeskyttelse.

#### **a. Beslag fremstillet af varmforzinket stålplade.**

Generelt udføres standardbeslag af stålplade S 250 GD + Z 275 i.h.t. EN 10326:2004 med tolerancer i.h.t. EN 10143 for  $t \leq 3,0\text{mm}$  og EN 10051 for  $t > 3,0\text{mm}$ .

Dette stål har min. flydespænding =  $250\text{N/mm}^2$  og min. trækstyrke =  $330\text{N/mm}^2$

Stålmaterialet leveres varmforzinket fra værk med zinklagtykkelse på ca.  $20\ \mu\text{m}$ . Da beslagene fremstilles ved bearbejdning af dette plademateriale uden efterbehandling, er kanter og hulrande ikke forzinkede. Lang tids praksis har vist, at dette ikke giver korrosionsproblemer, når beslagene anvendes i anvendelsesklasse 1 eller 2 i henhold til trænormen.

Anvendes beslagene i anvendelsesklasse 3 eller stærkt korrosivt miljø, må der påregnes reduceret levetid for disse, hvis de ikke ekstrabeskyttes. Dette kan f.eks. ske ved ekstra overfladebehandling eller ved at beslagene udføres i rustfrit stål.

Ved maling af rustfrit stål skal anvendes dertil egnet malingstype og malingsfabrikantens anvisninger ang. afrensning m.v. skal nøje følges.

## b. Beslag fremstillet af stålplade, der efterfølgende varmforzinkes.

Generelt udføres standardbeslag af stålplade S-235 JR i.h.t. EN 10025 med tolerance i.h.t. 10051.

Dette stål har min. flydespænding =  $235 \text{ N/mm}^2$  og min. trækstyrke  $340 \text{ N/mm}^2$

Beslagene varmforzinkes efter bearbejdning i.h.t. EN/ISO 1461 med zinklagtykkelse på ca.  $55 \mu\text{m}$ .

Disse beslag kan anvendes i trænormens anvendelsesklasse 3, dvs. udendørs.

## c. Beslag fremstillet af rustfrit stål

Et begrænset sortiment af beslag leveres i kvalitet 1.4401 i.h.t. EN 10088 svarende til AISI 316 (rustfri og syrefast)

Dette stål har min. flydespænding =  $240 \text{ N/mm}^2$  og min. trækstyrke =  $530 \text{ N/mm}^2$ .

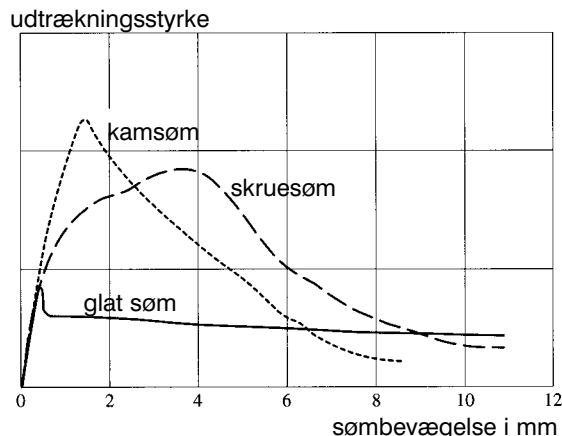
Rustfri beslag anvendes i korrosivt miljø bl.a. i forbindelse med imprægneret træ.

## d. Beslag fremstillet af aluminium.

Materialespecifikation og befæstigelsesmidler er anført under de enkelte beslag.

## Kamsøm

BMF kamsøm er runde specialsøm med forkamning på en del af længden. Udtrækningskapaciteten beregnes ud fra den forkammede længde og den er typisk 4 gange større end for et glat søm med samme dimensioner og forankringslængde. Der henvises til MK godkendelse nr. 5.50/0166, se afsnit 13 samt figur 1. Denne figur viser, at kamsøms arbejdskurve har en udpræget spids ved maksimum kraft, hvorefter den aksiale kraft aftager hurtigt med voksende udtrækning. Denne sprøde brudform skal der tages hensyn til i de statiske beregninger.



Figur 1. Arbejdskurver ved udtrækning af glatte firkantsøm, kamsøm og skruesøm med samme kantlængde/diameter og samme forankringslængde. Sømbevægelsen angiver hovedets flytning i forhold til overfladen. Efter (Feldborg & Johansen. 1972)

Copyright: © SIMPSON STRONG-TIE-MC-DK-01-2007

Copyright: © SIMPSON STRONG-TIE-MC-DK-01-2007

BMF kamsøm har et konisk skaft lige under hovedet. Dette medfører, at sømmet "bider sig fast" i beslaget, når det slås i. Herved opnås en forøgelse af tværbæreevnen.

Der skal ikke forbores for kamsøm i nåletræ, der er nævnt i trænormen. Der skal forbores for kamsøm i hårde løvtræer med en diameter på  $0,8 \times$  sømdiameter. BMF kamsøm er fremstillet af trådkvalitet 005 (dog kvalitet 008 for  $d=6 \text{ mm}$ ) i.h.t. EN 10016. Tråden har min. karakteristisk trækstyrke  $600 \text{ N/mm}^2$ .

I standardudførelse er BMF kamsøm elforzinket Fe/Zn 12c, hvilket opfylder trænormens krav til korrosionsbeskyttelse i anvendelsesklasse 1 og 2.

Enkelte dimensioner kan leveres varmforzinket med en lagtykkelse på ca.  $50 \mu\text{m}$ , hvilket opfylder trænormens krav til korrosionsbeskyttelse i anvendelsesklasse 3. Bemærk at for varmforzinkede kamsøm skal udtræksstyrken reduceres med 10%. Rustfri BMF kamsøm fremstilles af rustfri og syrefast ståltråd kvalitet 1.4401 i.h.t. EN 10088 svarende til AISI 316. Tråden har min. karakteristisk trækstyrke  $750 \text{ N/mm}^2$ .

Rustfri kamsøm anvendes i korrosivt miljø bl.a. i trykimprægneret træ.

## BMF beslagskruer

BMF beslagskruer er hærdede stålskruer fremstillet af kulstofstål C17B.

Sammenlignende forsøg har vist at omsætningstabel mellem BMF kamsøm og BMF beslagskruer på side 13.10.2 kan anvendes på den sikre side.

I standardudførelse er BMF beslagskruer elforzinket Fe/Zn 12c, hvilket opfylder trænormens krav til korrosionsbeskyttelse i anvendelsesklasse 1 og 2.

Rustfri BMF beslagskruer fremstilles af rustfri ståltråd kvalitet 1.4301 i.h.t. EN 10088 svarende til AISI 304. Rustfri beslagskruer anvendes i anvendelsesklasse 3 (udendørs).

## BMF lægtesøm

BMF lægtesøm har forkamning som kamsøm. Det er fladt under hovedet og derfor velegnet til træ/træsamlinger.

BMF lægtesøm er fremstillet af tråd kvalitet 005 i.h.t. EN 10016. Tråden har min. karakteristisk trækstyrke  $600 \text{ N/mm}^2$ .

BMF lægtesøm er varmforzinket med en lagtykkelse på ca.  $50 \mu\text{m}$ , hvilket opfylder trænormens krav til korrosionsbeskyttelse i anvendelsesklasse 3 (udendørs). På grund af varmforzinkingen skal udtræksparameteren i.h.t. MK-godkendelse for kamsøm reduceres med 10% for lægtesøm.

## BMF ståldorne

BMF ståldorne er fremstillet af S235 JR i.h.t. EN 10025. Dette stål har min. flydespænding =  $235 \text{ N/mm}^2$  og min. trækstyrke  $340 \text{ N/mm}^2$ .

Elforzinkede ståldorne med zinklagtykkelse  $5 - 12 \mu\text{m}$  i.h.t. DIN 50961 kan anvendes i anvendelsesklasse 1 og 2, medens varmforzinkede ståldorne med en zinklagtykkelse på ca.  $55 \mu\text{m}$  kan anvendes i anvendelsesklasse 3.

## Imprægneret træ

Det forånnævnte gælder for korrosionsbeskyttelse, når beslagene anvendes sammen med ubehandlet træ, dvs. fersk træ.

Ved anvendelse sammen med imprægneret træ i fugtigt miljø er korrosionsrisikoen større. Derfor anbefales det at anvende rustfri beslag og befæstigelsesmidler eller beslag varmforzinket efter bearbejdning og varmforzinkede befæstigelsesmidler.

## Anvendelsesklasser

Trænormen henfører trækonstruktioner til tre anvendelsesklasser, idet fugtpåvirkningerne har indflydelse på træ og træforbindelsers bæreevne.

Anvendelsesklasse	Beskrivelse:
1	Indendørs tørre opvarmede rum
2	Konstruktioner i ventilerede ikke-permanent opvarmede bygninger, f.eks. fritidshuse, uopvarmede garager og lagerbygninger. Ventilerede konstruktioner beskyttet mod nedbør, f.eks. ventilede tagkonstruktioner.
3	Konstruktioner i fugtige rum. Konstruktioner udsat for nedbør eller vand i øvrigt, herunder betonforme og udendørs stilladser. Underlag for tagpaptage, hvis disse ikke udformes, så de kan henføres til anvendelsesklasse 2.

## Lastgrupper

Trænormen henfører laster til 5 lastgrupper idet trækonstruktioners styrke afhænger af lastvarigheden.

lastgruppe	størrelsesorden for samlet varighed af karakteristisk last
<b>P-last:</b> Permanent last	over 10 år
<b>L-last:</b> Lang last	6 mdr. - 10 år
<b>M-last:</b> Mellemlang last	1 uge - 6 mdr.
<b>K-last:</b> Korttidslast	under 1 uge
<b>Ø-last:</b> Øjeblikkelig last	

### Eksempler på

- **P-last:** egenlast
- **L-last:** silolast  
oplagrede varer, se lastnorm
- **M-last:** variable laster, som ikke er nævnt i øvrigt
- **K-last:** snelast  
variabel last på betonforme
- **Ø-last:**
  - ulykkeslast
  - vindlast
  - stødkræfter, herunder stødtillæg
  - tilfældig personlast (punktlast) på tage og lignende laster
  - variabel last på bygningsstilladser og andre midlertidige konstruktioner
  - kortvarige kræfter fra temperatur- og fugtpåvirkninger
  - forløjningskræfter fra skibe
  - kortvarig kajlast
  - bremse- og accelerationskræfter
  - bølge- og istryk.

## Bæreevnetabeller i dette katalog.

Bæreevnetabellerne angiver regningsmæssig bæreevne pr. samling i kN for anvendelsesklasse 1 og 2 og normal sikkerhedsklasse.

Der er regnet med følgende materialepartialkoefficienter for normal sikkerhedsklasse:

Træ, kamsøm og beslagskruer i.h.t. DS 413:  $\gamma_m = 1,64$

Stål, flydning i.h.t. DS 412:  $\gamma_m = 1,17$

Stål, trækstyrke i.h.t. DS 412:  $\gamma_m = 1,43$

Tabelværdierne skal divideres med 0,9 i lav sikkerhedsklasse og med 1,1 i høj sikkerhedsklasse.

Tabellerne angiver bæreevner for de i trænormen definerede lastgrupper: P, L, M, K og Ø eller for relevante lastgrupper suppleret med en korrektionsfaktor for øvrige lastgrupper.

Anvendes beslagene i anvendelsesklasse 3, dvs. udendørs, skal kamsømmenes og beslagskruernes bæreevne reduceres med 20%. Desuden skal beslagene og kamsømmene eller beslagskruerne have tilstrækkelig korrosionsmodstand.

## Placering af kamsøm og beslagskruer i beslag.

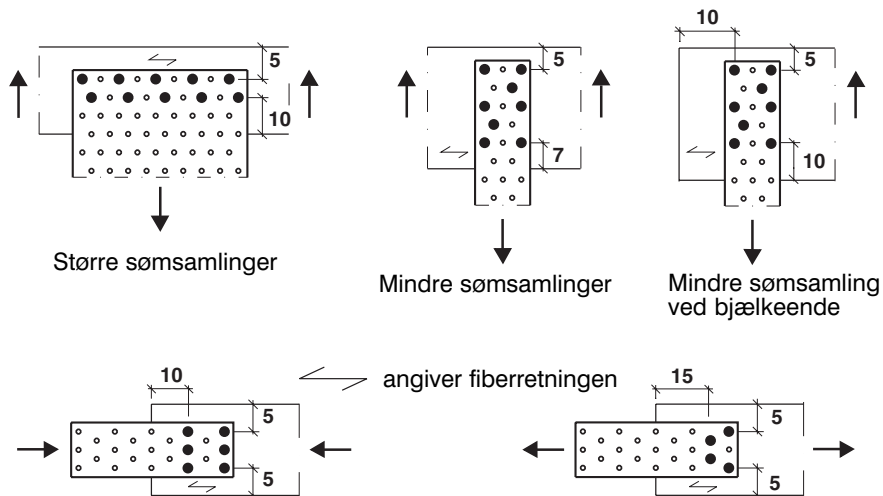
Det nedenfor anførte for kamsøm gælder også for BMF beslagskruer.

Trænormens mindstekrav til indbyrdes afstande mellem søm samt til kant- og endefastande skal overholdes.

Trænormen tillader, at for søm i stål mod træ kan afstandene mellem sømmene (men ikke til kant og endetræ) reduceres med 30%.

Ved afprøvning af visse beslag er det fundet, at der kan anvendes en tættere udsømning end tilladt i.h.t. trænormen. Endvidere er der i Søvsø Hansen, Riberholt og Stæhr-Jørgensens rapport /Reinforcement effect of steel plates for nailed timber joint/ anført på basis af afprøvninger af mindre sømforbindelser, at afstanden til belastet kant kan reduceres til 7d, når forbindelsen ikke er placeret ved enden af et stykke træ.

Figur 2 viser trænormens mindstekrav til søms kantafstande samt lempelserne for kantafstande for mindre sømgrupper.



Figur 2. Kantafstande. De sorte runde mærker markerer, hvor der er anbragt søm. Mindste kantafstand bestemmes ved at multiplicere de anførte tal med sømdiameteren. Mindre sømsamlinger: Op til 8 søm hvoraf højst 2 stk. må sidde placeret på linie nærmest den belastede kant.

Beslagenes placering i forhold til fiberretningen er af betydning for, hvor mange søm, der kan placeres, når trænormens mindstekrav skal opfyldes. De sømplaceringer, der er vist på bæreevnesiderne, kan derfor godt være utilledelige, hvis beslagene drejes i forhold til fiberretningen, så den afviger fra, hvad der er angivet på bæreevnesiderne.

Trænormens krav til mindste trætykkelse i relation til de anvendte kamsøms dimensioner skal overholdes. Kamsøms forankringslængde skal mindst være 8d. Dette betyder at f.eks kamsøm 4,0x35 kan anvendes ved pladetykkelse op til 3 mm.

## Flækning

Hvor beslagene skal overføre en kraft med en større komponent vinkelret på træets fiberretning, er der risiko for, at træet flækker. Denne brudform kan modvirkes ved, at lade beslaget tage fat i træet så langt væk fra den belastede kant som muligt.

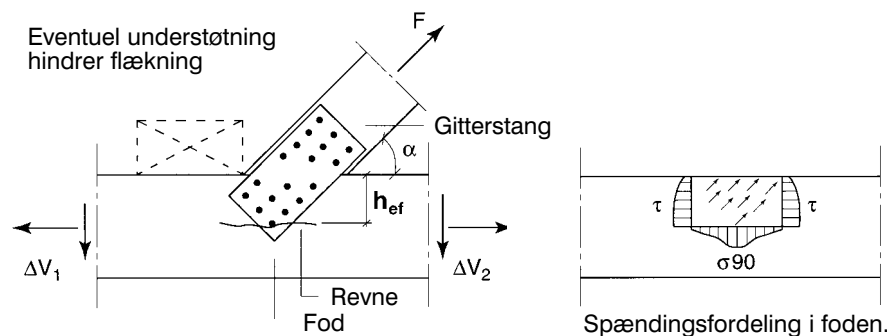
Efterfølgende er gengivet et afsnit fra /SBI-anvisning 193. Trækonstruktioner, Beregning/ omhandlende trænormens metode til styrkeeftersvisning ved flækning.

## Flækning

Der er risiko for flækning, når en træbjælke via mekaniske forbindelsesmidler påvirkes med en kraft med en komponent vinkelret på fibre. Det er som oftest den meget lave tværtrækstyrke, der overskrides; men det kan også tænkes, at forskydningsstyrken overskrides.

Figur 4.9 giver således et typisk eksempel, hvor der er risiko for flækning. Samlingen tænkes at være en del af et gitterspær.

Forsøg har vist, at hvor forbindelsesmidlerne sidder samlet i en gruppe, vil flækning hovedsagelig ske ved det forbindelsesmiddel, der sidder længst væk fra den belastede kant, som vist i figur 4.9 a. Figur 4.9 b viser kvalitativt det lokale kraftforløb ved samlingen.



Figur 4.9. Flækning ved laskesamling påvirket af trækraften  $F$  med definition af  $h_{ef}$  og  $\Delta V$ .

Beskrivelsen af træets styrke over for flækning kan endnu ikke baseres på et gennemarbejdet grundlag. For eksempel er flækningsstyrken meget afhængig af, om der er knaster i nærheden, da de virker som en slags tværarmering. I stedet anvendes empiriske metoder.

Trænormen indeholder nedenstående simple regler til eftersvisning af, at kraften kan optages uden at fremkalde flækning. Flækningsstyrken sættes i relation til træets forskydningsstyrke, idet det forlanges, at  $\tau$  beregnet over den effektive højde  $h_{ef}$  er mindre end  $f_v$ . Trænormen formulerer det som:

$$\Delta V \leq \frac{2}{3} \cdot b \cdot h_{ef} \cdot f_v \quad (4.14)$$

hvor

$\Delta V$  er den af forbindelsen frembragte maksimale forskydningskraft i den belastede trædel,

$b$  er denne trædels tykkelse,

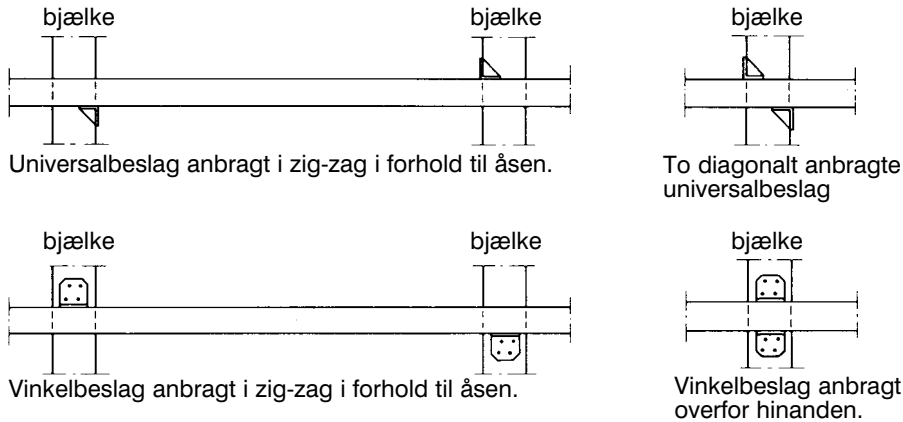
$h_{ef}$  er den effektive højde, se figur 4.9.  $h_{ef}$  er defineret som afstanden til det fjerneste forbindelsesmiddels eller mellemlægs bagkant.

Forskydningskraften  $V$  i formel (4.14) er den største numeriske værdi af  $V_1$  og  $V_2$ . Disse kan ifølge figur 4.9 bestemmes ud fra resultanten  $F_{90}$  vinkelret på træstykket af den overførte kraft.

$$F_{90} = F \sin \alpha = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

## Statisk virkemåde af beslagforbindelser

Som hovedregel kan beslagene ikke overføre momenter. Beslagforbindelserne vil derfor virke som charnierer med kraften placeret lige omkring beslaget. Den nøjere kraftplacering afhænger af beslagets udformning samt dets placering i forhold til træemnerne. Figur 3 viser nogle eksempler, hvor beslagene er placeret på hver sin side af en ås, hvorved beslagene påvirkes af en kraft placeret gunstigt i forhold til disse. Herved opnås, at beslagene ikke påvirkes ekscentrisk og dermed fås størst mulig bæreevne af beslagforbindelsen.



Figur 3. Placering af beslag på hver sin side af en ås, så de løftende kræfter i beslagforbindelsen placeres gunstigt uden ekscentriciteter, hvorved beslagforbindelsens bæreevne bliver størst mulig.

Copyright: © SIMPSON STRONG-TIE-MC-DK-01-2007

Angående teorier for statisk virkemåde og beregning af plane forbindelser, f.eks. forbindelser udført med hulplader og kamsøm, henvises der til afsnit 9.1 til 9.4 i /SBI-anvisning 194/. Her er det beskrevet, hvordan man kan foretage statiske beregninger af sømmede hulplader, der skal overføre moment, evt. kombineret med normalkraft og forskydningskraft.

I afsnit 9.5 i /SBI-anvisning 194/ er der en beskrivelse af teori og principper for statisk beregning af beslagforbindelser. Afsnittet er gengivet efterfølgende.

## 9.5. Forbindelser med beslag

I det følgende vil der blive givet principper for og eksempler på beregning af forbindelser udført med beslag. I [Riberholt, 1975] er emnet givet en mere dybtgående behandling. Fremstillingen koncentrerer sig om forbindelsen mellem beslagene og trædelene; en nøjere beskrivelse af beregning af selve beslagene kan findes i fx [Thomsen, 1974].

Beslagene fremstilles ofte industrielt. Især gælder det beslag og sømbeslag til enkle sømmede forbindelser.

For de industrielt fremstillede beslag udsender fabrikanterne normalt bæreevnetabeller; specielt for sømbeslag er der udsendt omfattende kataloger. Ved anvendelsen af disse skal man nøje følge katalogernes forskrifter bl.a. vedrørende sømplaceringen, idet der i mange af sømbeslagene er langt flere huller, end der kan udnyttes, når Trænormens regler for sømafstande skal overholdes. Endvidere må det nøje overvejes, om de statiske forhold i det undersøgte tilfælde svarer til, hvad der er forudsat i kataloget.

Den mest effektive kraftoverførsel opnås, hvis den sker ved skivevirkning i beslagene, kontaktryk mellem trædelene og tværlast på forbindelsesmidlerne. I praksis optræder dog ofte bøjning af beslagets plader og aksial påvirkning (udtrækning) af forbindelsesmidlerne. Eventuelt påvirkes forbindelsesmidlerne samtidigt aksialt og på tværs.

Virkemåden af en vilkårlig samling med beslag er ofte kompleks. Foruden at den er afhængig af samlingens udformning, er den også afhængig af den øvrige konstruktions udformning og stivhed. Det gælder fx forbindelserne i konstruktionen vist på figur 9.12. Ved at udforme samlingerne, så de får plastiske egenskaber, opnås dels at forbindelserne ikke sprænges af påtvungne deformationer, dels at forbindelsernes styrke bliver mere uafhængig af den øvrige konstruktion, hvilket i øvrigt også letter beregningen af forbindelserne. Hvor der er risiko for sprødt brud, må man enten udføre



forsøg eller basere beregningerne på skøn ud fra forsøg med tilsvarende forbindelser.

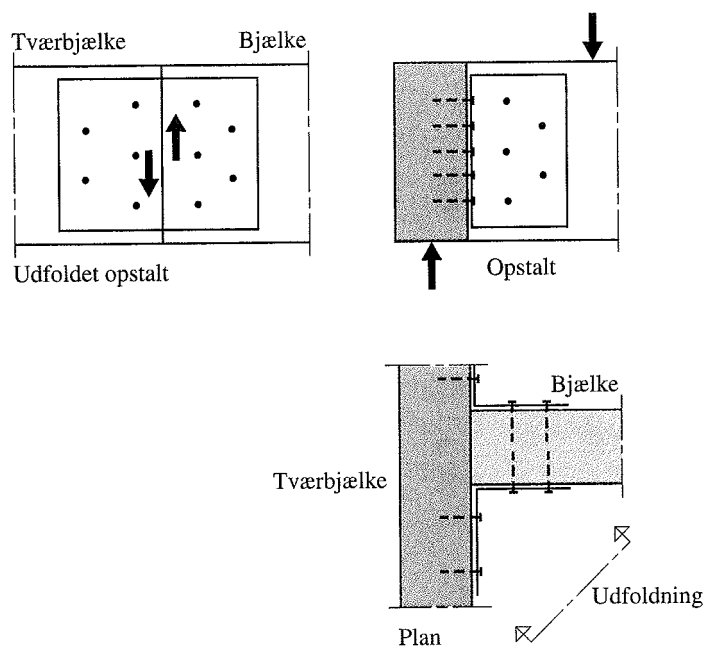
I det følgende er nogle af de grundlæggende principper for beregning af forbindelser med beslag belyst ved typiske eksempler.

### Udveksling

Da der normalt vil være et gab mellem de to bjælker i udvekslingen vist i figur 9.11, skal bjælkens reaktion  $R$  alene overføres af vinkelbeslagene.

I en sådan forbindelse bør man vælge vinkelbeslagets godstykkelse så lille, at det får en lille stivhed og flydestyrke over for både vridning og pladepåvirkninger. Herved sikres, at påvirkningen på en flig af beslaget bliver en forskydningskraft tæt ved hjørnet: Tænkes kraften placeret andetsteds, overskrides fx vridningsflydestyrken, beslaget giver sig, og kraften ender inde i hjørnet. De to grupper af søm eller skruer kan da beregnes uafhængigt af hinanden som excentrisk påvirkede grupper, hvori deres seje tværbæreevne udnyttes.

Hvis vinkelbeslaget gives stor godstykkelse og dermed stor vridningsstivhed og -styrke, vil der være risiko for udtrækning af skruerne og dermed for et fremadskridende brud (lynlåsbud).



Figur 9.11. Udveksling. Samling med to vinkelbeslag og søm eller skruer.

### Ås med tagåskanke

I dette eksempel, vist på figur 9.12, undersøges en ås fastgjort til de underliggende bjælker med tagåskanke. Det illustreres, hvorledes konstruktionens udformning har indflydelse på påvirkningen på beslagene. Det antages, at den resulterende kraft fra lasttilfældet "sug på tag" angriber i midten af åsen. Der ses altså bort fra tagdækningens evne til eventuelt at flytte resultatanten af vindsuget, hvilket må anses for rimeligt for fx bølgeplader med skruer i midten af åsen.

Som i eksemplet foran, må det antages, at kraftoverførslen i beslaget svarer til en forskydningskraft i beslagets hjørne.

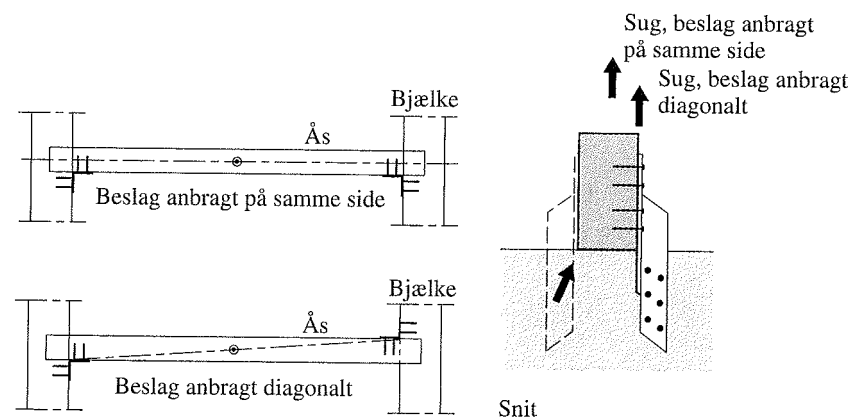
Hvis beslagene er anbragt på samme side af åsen, se figur 9.12 øverst, kræver opfyldelse af ligevægt, at sømgruppen i bjælken skal kunne optage excentricitetsmomentet hidrørende fra, at kraften er placeret i åsens midte.

Anbringes beslagene diagonalt i forhold til åsen, se figur 9.12 nederst, vil excentricitetsmomentet kunne formindskes kraftigt, men åsen påvirkes til gengæld til vridning, hvilket dog normalt ikke giver problemer.

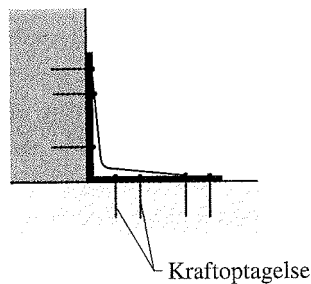
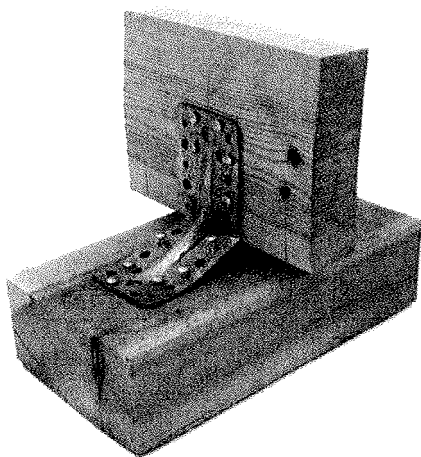
Hvis der benyttes to tagåskanke pr. samling, er det – som vist på det punkterede beslag i snittet på figur 9.12 – muligt at få ligevægt ved skråstillede kræfter i sømmene i bjælken. Herved opnås, at sømgruppen i bjælken påvirkes centralt, uden at der opstår store udtrækningskræfter i sømmene i åsen.

### Ås med vinkelbeslag

I dette eksempel undersøges en ås påvirket til løftning og fastgjort til de underliggende bjælker med vinkelbeslag. Fotoet i figur 9.13 illustrerer virkemåden af beslaget og forbindelsesmidlerne, der påvirkes til udtrækning.



Figur 9.12. Forankring af ås ved hjælp af tagåskanke og søm.

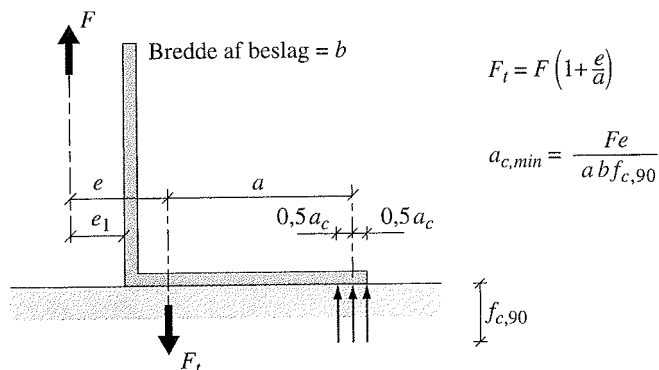


Figur 9.13. Brud i samling med vinkelbeslag og kamsøm til løftning. Kun de inderste kamsøm, der successivt er trukket ud, har været virksomme.

Det er kun de inderste kamsøm, som har været virksomme; de yderste er ikke blevet påvirket til udtrækning, idet der i stedet er dannet flydeled i beslagets tynde flige. (Der findes dog stivere og stærkere vinkelbeslag, hvor flere søm samtidigt påvirkes til udtrækning.)

Et udtrækningspåvirket beslag påvirket som vist på figur 9.14 optager påvirkningen ved træk i forbindelsesmidlerne nær ved den lodrette flig og ved kontaktryk nær den vandrette fligs frie rand.

De nødvendige udtryk til bestemmelse af udtrækningskraften er givet på figur 9.14. Excentriciteten  $e$  er givet ud fra lastens angrebspunkt, og  $a_c$  er en lille størrelse.



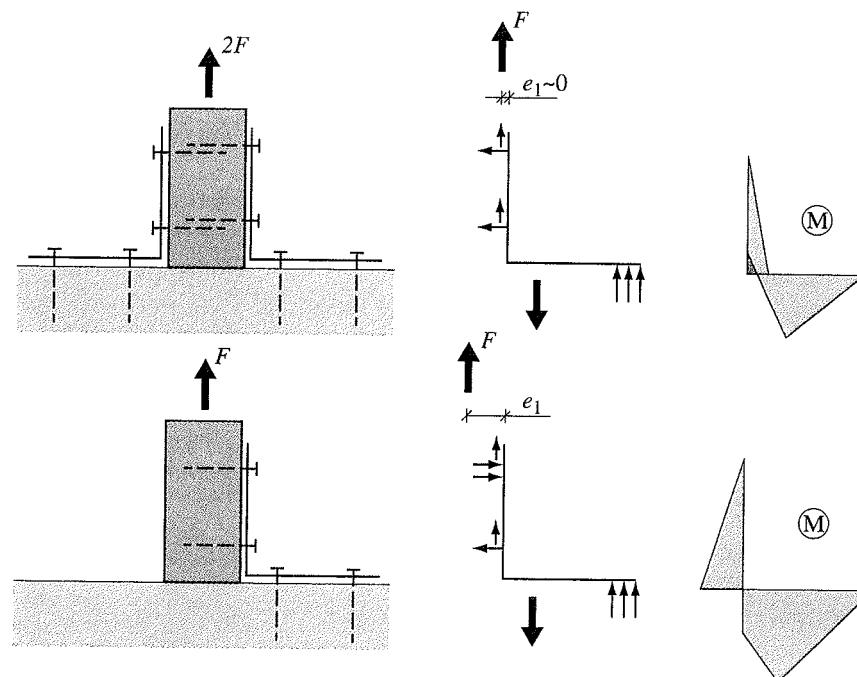
Figur 9.14. Udtrækningspåvirket beslag. Udtrækningskraften findes lettest af de angivne udtryk ved at skønne  $a_c$ , der er en lille størrelse.

Hvor forbindelsesmidlerne sidder i flere rækker, er man henvist til ud fra forsøg at skønne, i hvilken udstrækning forbindelsesmidlerne arbejder sammen. Herunder må der tages hensyn til afstanden mellem forbindelsesmidlerne, beslagets stivhed og eventuel dannelsen af flydeled. For samlingen vist på figur 9.13 viser forsøg, at man ikke kan regne med, at mere end to tætsiddende rækker kamsøm i fællesskab optager lasten ved aksial udtrækning.

På figur 9.15 er vist to samlinger med vinkelbeslag, hvor det er muligt at finde et skøn for kraftpåvirkningerne, som ligger tæt ved de virkelige.

I begge tilfælde fordeles den lodrette last jævnt over forbindelsesmidlerne i den lodrette flig.

For tilfældet med to vinkelbeslag (eller diagonalt anbragte, jf. foregående eksempel) kan der ved beregning af udtrækningspåvirkningen på den vandrette flig regnes med  $e_1 \sim 0$ . Flytningen af  $F$  giver – som antydnet på diagrammerne over kræfter og momentfordeling – et moment i den lodrette flig, men i praksis kan der ses bort fra det.



Figur 9.15. Forbindelse med dobbelt og enkelt vinkelbeslag. Kræfter og momentfordeling i beslaget.

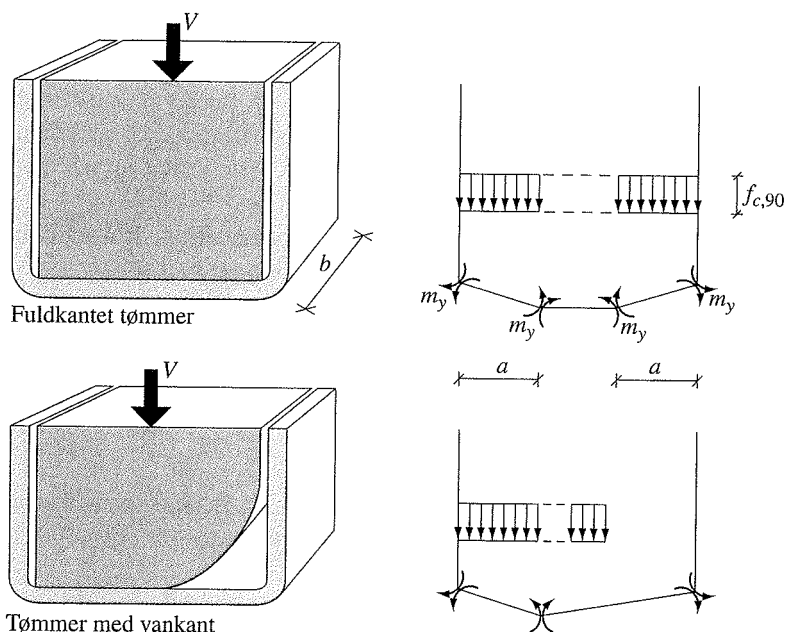
Bruges der kun ét vinkelbeslag, må der regnes med en værdi af  $e_1$ , som svarer til den halve bredde af åsen (medmindre der er sikkerhed for, at tagbeklædningen kan flytte lasten). I den lodrette flig skal forbindelsesmidlerne kunne optage momentet  $F e_1$  sammen med tværlasten  $F$ .

### Kraftoverførsel ved kontaktryk

Kraftoverførsel ved kontaktryk mellem beslag og træ medfører altid (plade-)bøjning i beslaget, hvilket bedst beskrives ved plasticitetsteorien.

Der kan opnås et godt (og sikkert) skøn for bæreevnen ved at antage, at kontaktrykket er lig med træets trykstyrke vinkelret på fibre  $f_{c,90}$ , og at det er placeret gunstigt muligt for den givne geometri. Trykstyrken  $f_{c,90}$  for den relativt begrænsede kontaktflade kan forøges jf. side 107 i Trækonstruktioners Beregning.

For bjælkeskoen med fuldkantet tømmer i figur 9.16 findes belastningsbredden  $a$  ved momentligevægt, idet flydemomentet for beslagets plader er  $m_y$  (pr. længdeenhed).



Figur 9.16. Kontaktryk i bunden af en bjælkesko.

$$2m_y = \frac{1}{2} f_{c,90} a^2$$

$$a = 2\sqrt{m_y / f_{c,90}}$$

hvorefter projektion giver flydebæreevnen

$$V = 2ab f_{c,90} = 4b\sqrt{m_y f_{c,90}} \quad (9.30)$$

Det er forudsat, at flydemoment er ens i beslagets bund og side, samt at disse har samme bredde  $b$ . Hvor dette ikke er tilfældet, fx hvor der anvendes forskellige pladetykkelser i et opsvejst beslag, er det enkelt at tage i regning.

Såfremt det ikke sikres, at træet er fuldkantet ved understøtningen, medfører det en anden (ugunstigere) lastfordeling, jf. figur 9.16.

### REFERENCER

- Feldborg & Johansen. Forsøg med søms udtræksstyrke. SBI rapport 118. 1972.
- SBI-anvisning 193. Trækonstruktioner, Beregning. 2000. H.J.Larsen og H. Riberholt.
- SBI-anvisning 194. Trækonstruktioner, Forbindelser. 1999 H. J. Larsen og H. Riberholt.
- Søvsø Hansen/Riberholt/Stæhr-Jørgensen. Reinforcement effect of steel plates for nailed timber joints. 2001.