



Mekaniske treforbindelser

NTF Produksjonskurs

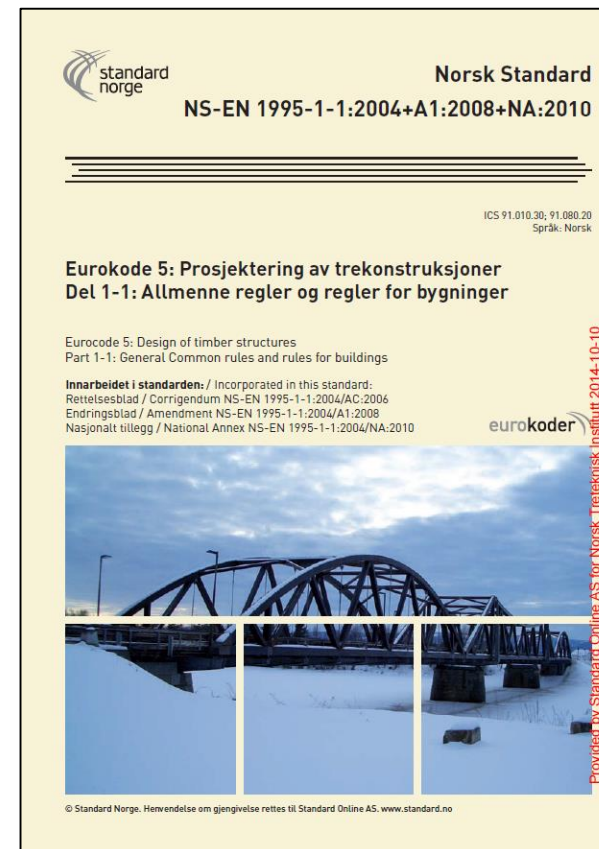
16. Januar 2019

Stine Lønbro Bertelsen

Rådgiver i Bygg og Marked, Treteknisk

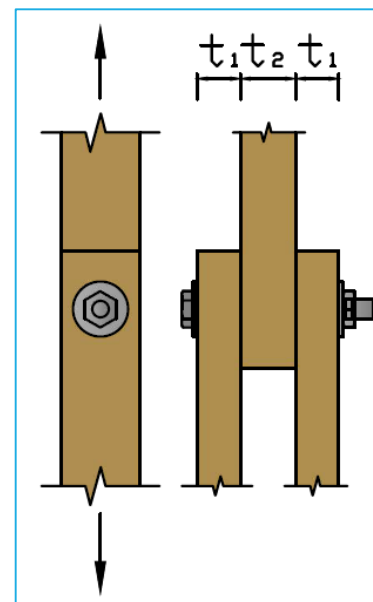
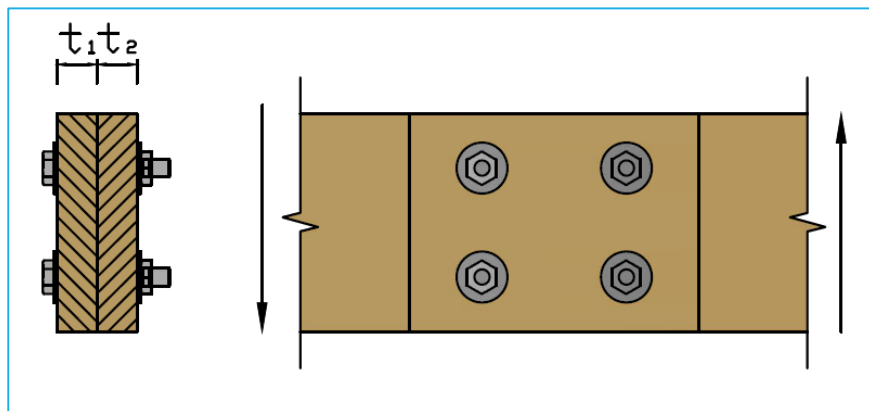
Generelt om forbindelsesmidler

- Finnes mange ulike og spesialiserte produkter på markedet.
- Beregning av forbindelsesmidler er angitt i **NS-EN 1995-1-1 kap. 8**.
- Med mindre det er gitt regler i NS-EN 1995-1-1 kap. 8, skal forbinderens kar. kap. og stivhet bestemmes ved prøving i samsvar med standard om festemidler av dybeltype (**NS-EN 14592**).



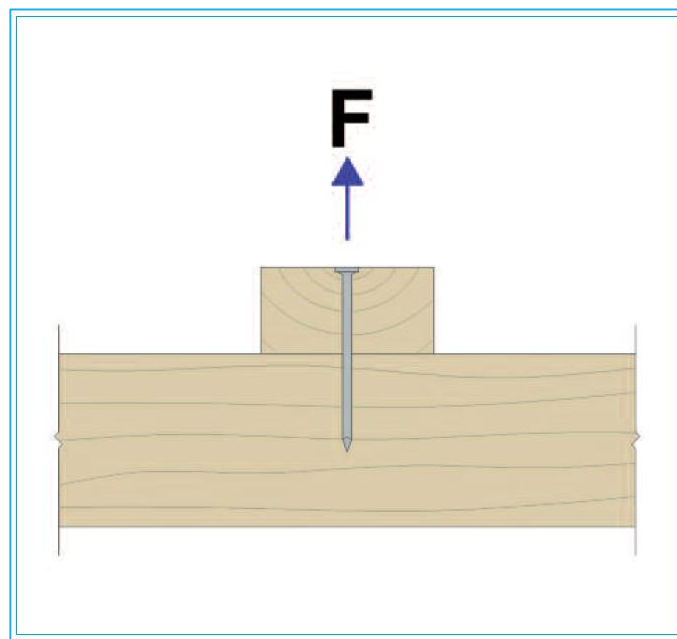
Belastning på forbinder

- En forbinder kan bli utsatt for
 - Tverrbelastning (belastning tvers på forbinders lengderetning)
 - Aksialbelastning (strekk eller trykk i lengderetning på forbinder)
 - Kombinasjon av disse



Belastning på forbinder

- En forbinder kan bli utsatt for
 - Tverrbelastning (belastning tvers på forbinders lengderetning)
 - Aksialbelastning (strekk eller trykk i lengderetning på forbinder)
 - Kombinasjon av disse



Belastning på forbinder

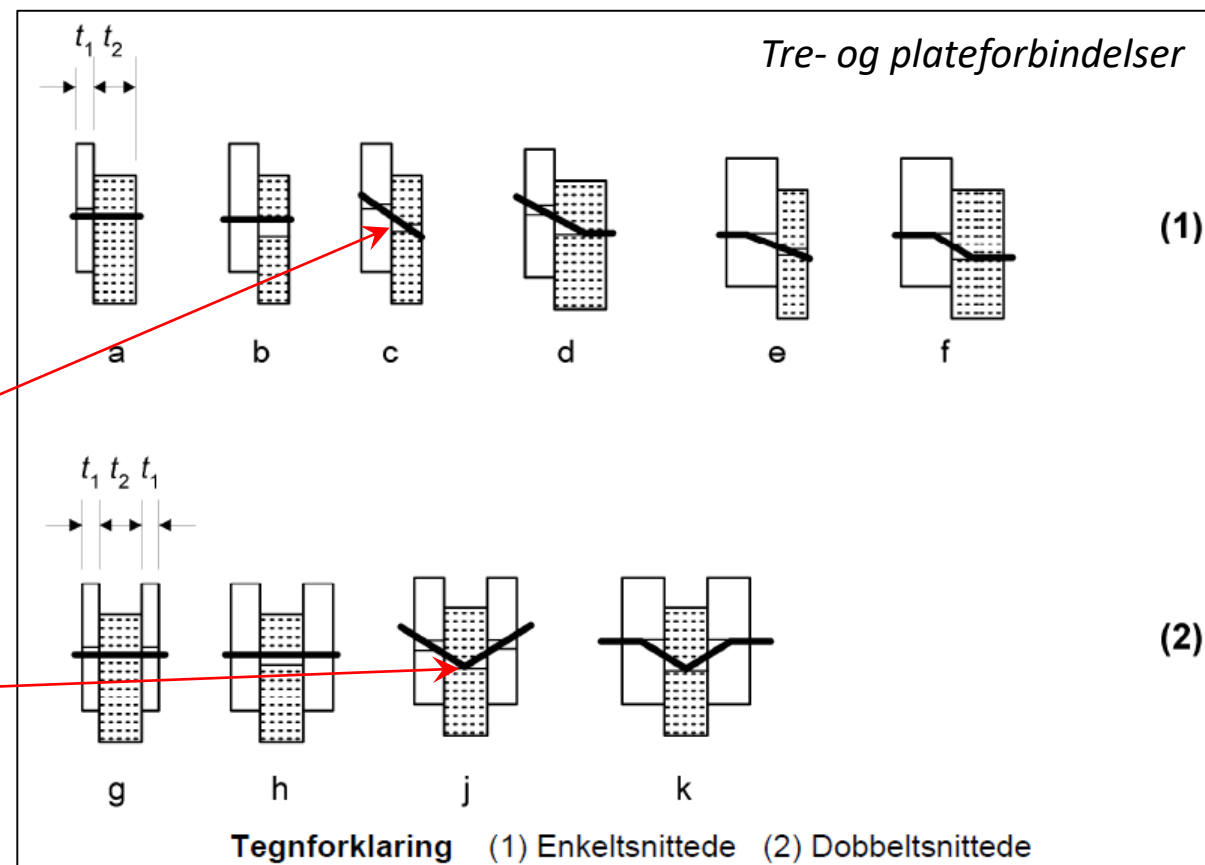
- En forbinder kan bli utsatt for
 - Tverrbelastning (belastning tvers på forbinders lengderetning)
 - Aksialbelastning (strekk eller trykk i lengderetning på forbinder)
 - Kombinasjon av disse

Tverrbelastning

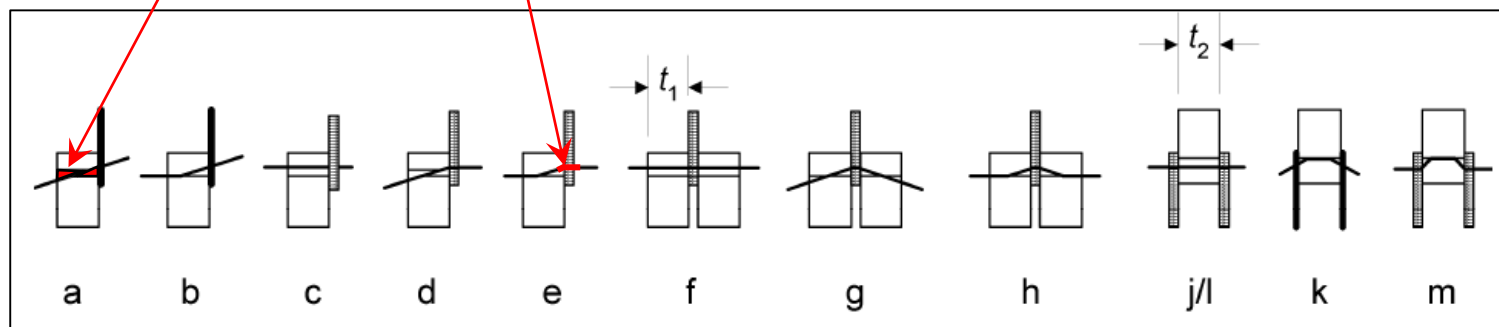
- Bruddfigurer

Hullkantfasthet i t_1 og t_2

Flytemoment i forbinder

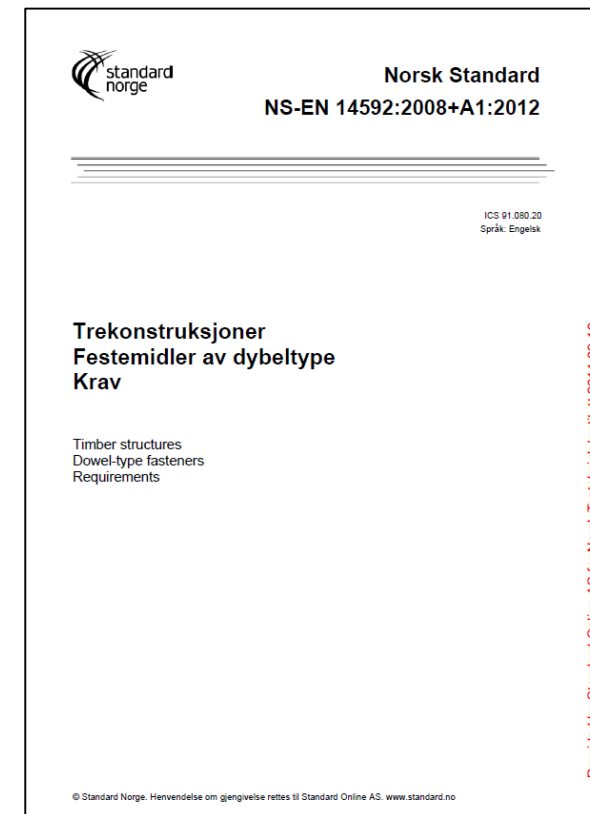


Stål-mot-tre forbindelser



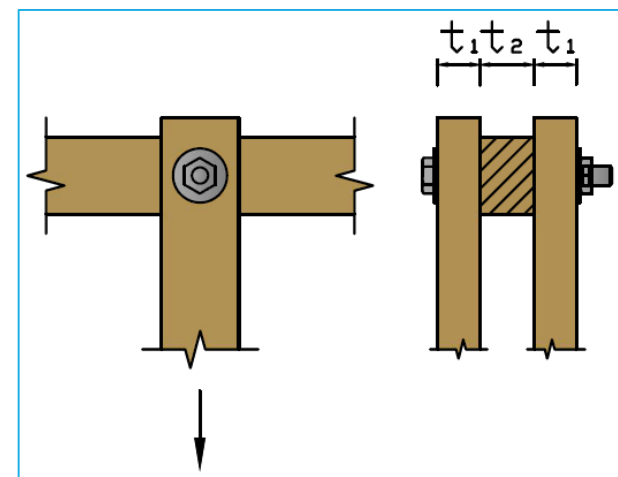
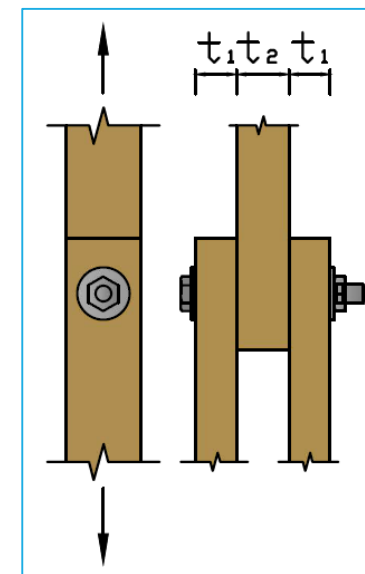
Tverrbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres? [NS-EN 14592, Annex ZA]
 - Strekkfasthet stål (stålkvalitet)
 - Flytemoment (evt. beregning basert på strekktest)



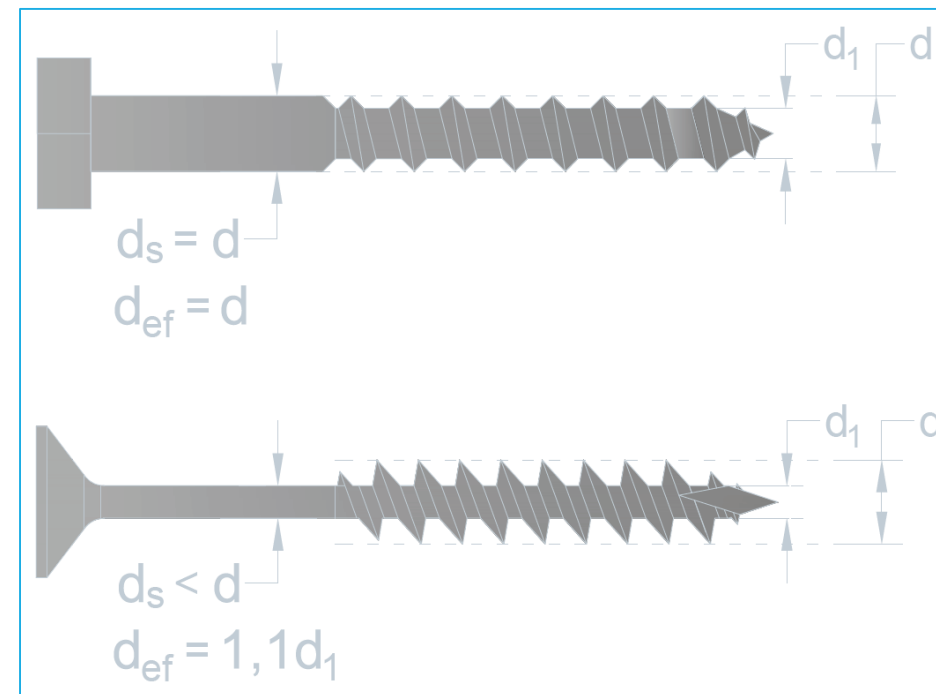
Tverrbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
 1. Trevirkets egenskaper
 2. Forbindelsesmidlets egenskaper



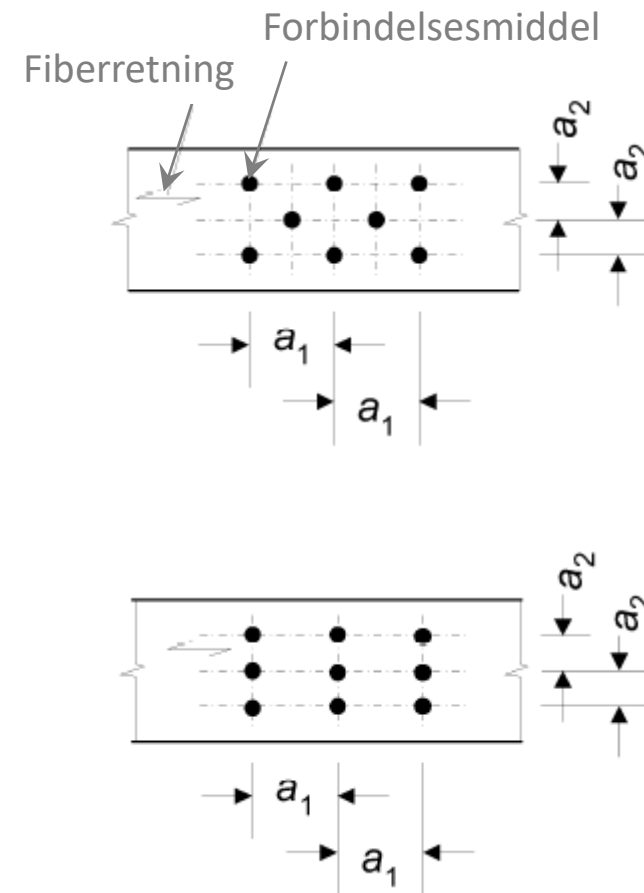
Tverrbelasting

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
 1. Trevirkets egenskaper
 2. Forbindelsesmidlets egenskaper



Tverrbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
- Minsteavstander MÅ overholdes!

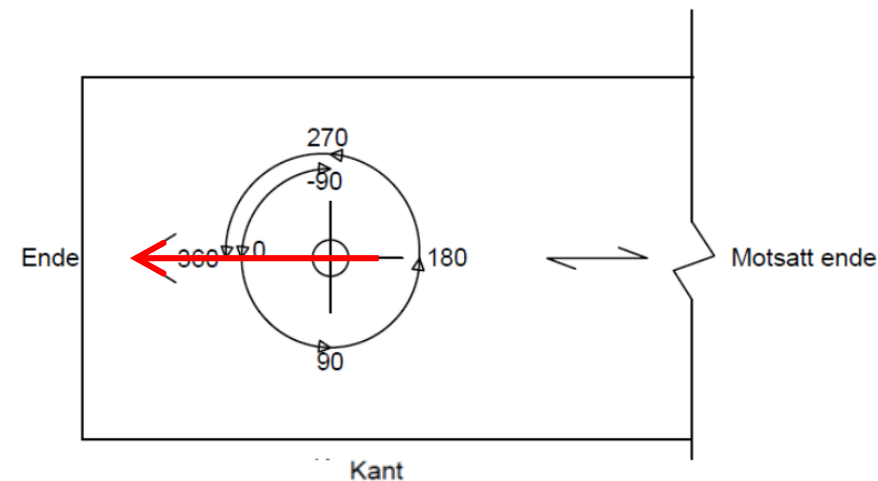


Tverrbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
- Minsteavstander MÅ overholdes!

Vinkel kraft og fiberretning

$-90^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}$	Belastet ende
$90^{\circ} \leq \alpha \leq 270^{\circ}$	Ubelastet ende
$0^{\circ} \leq \alpha \leq 180^{\circ}$	Belastet kant
$180^{\circ} \leq \alpha \leq 360^{\circ}$	Ubelastet kant

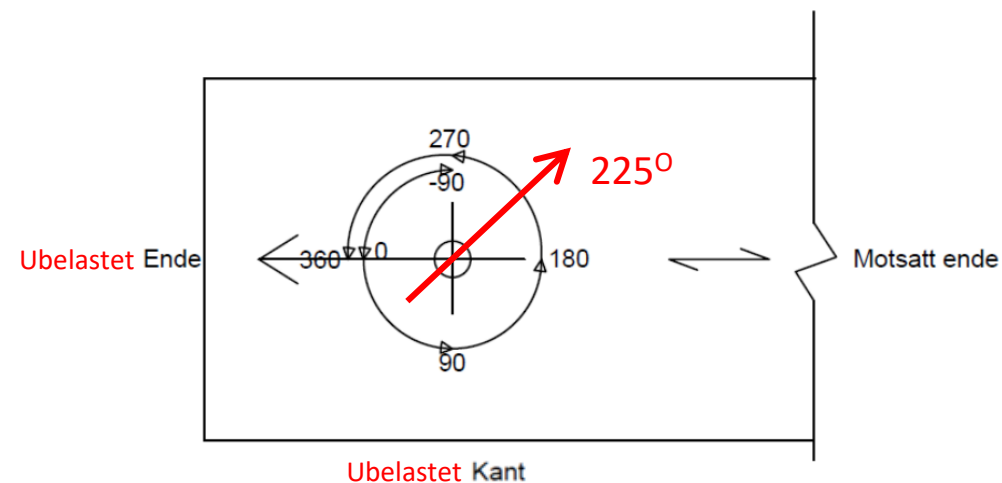


Tverrbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
- Minsteavstander MÅ overholdes!

Vinkel kraft og fiberretning

$-90^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}$	Belastet ende
$90^{\circ} \leq \alpha \leq 270^{\circ}$	Ubelastet ende
$0^{\circ} \leq \alpha \leq 180^{\circ}$	Belastet kant
$180^{\circ} \leq \alpha \leq 360^{\circ}$	Ubelastet kant

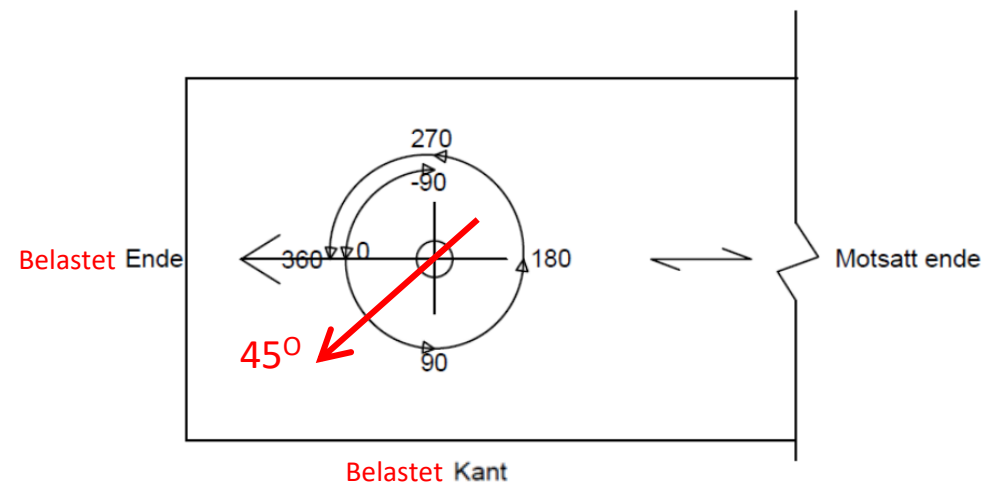


Tverrbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
- Minsteavstander MÅ overholdes!

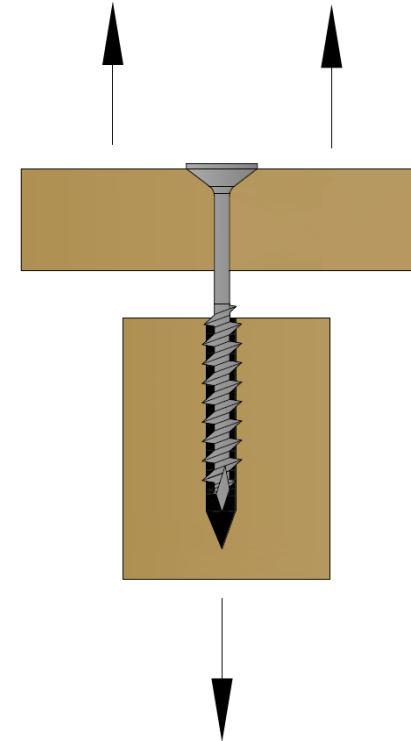
Vinkel kraft og fiberretning

$-90^{\circ} \leq \alpha \leq 90^{\circ}$	Belastet ende
$90^{\circ} \leq \alpha \leq 270^{\circ}$	Ubelastet ende
$0^{\circ} \leq \alpha \leq 180^{\circ}$	Belastet kant
$180^{\circ} \leq \alpha \leq 360^{\circ}$	Ubelastet kant



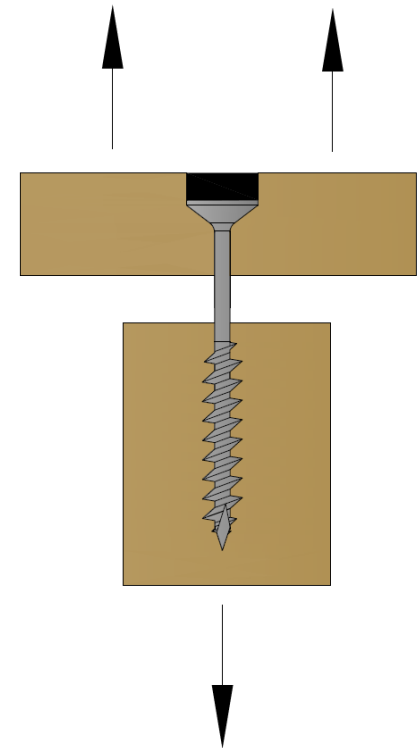
Aksialbelastning

- Bruddfigurer
 1. Uttrekkskapasitet
 2. Gjennomtrekking av hode
 3. Strekkstyrke (stålstyrke er sjelden dimensjonerende)



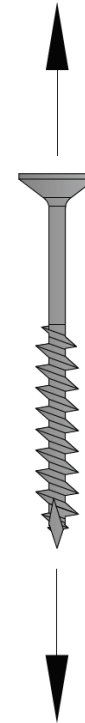
Aksialbelastning

- Bruddfigurer
 1. Uttrekkskapasitet
 2. Gjennomtrekking av hode
 3. Strekkstyrke (stålstyrke er sjelden dimensjonerende)



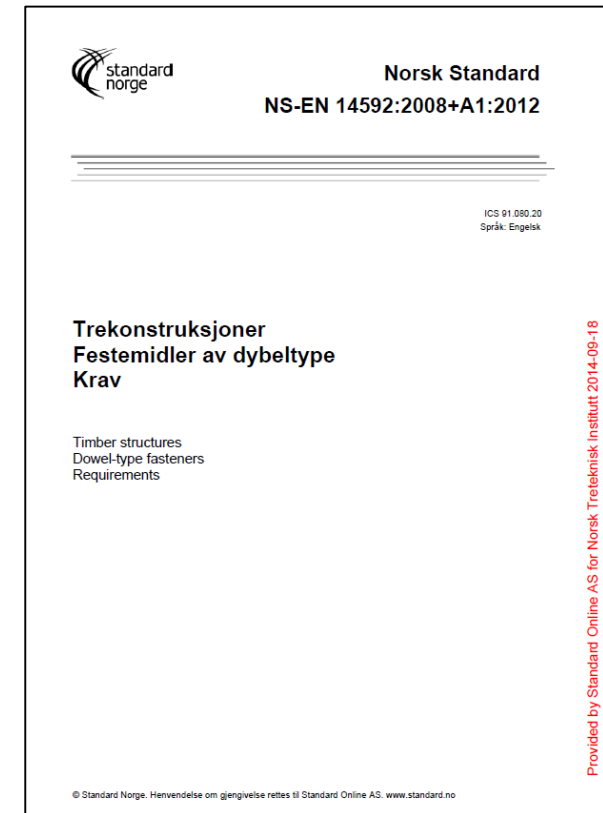
Aksialbelastning

- Bruddfigurer
 1. Uttrekkskapasitet
 2. Gjennomtrekking av hode
 3. Strekkstyrke (stålstyrke er sjelden dimensjonerende)



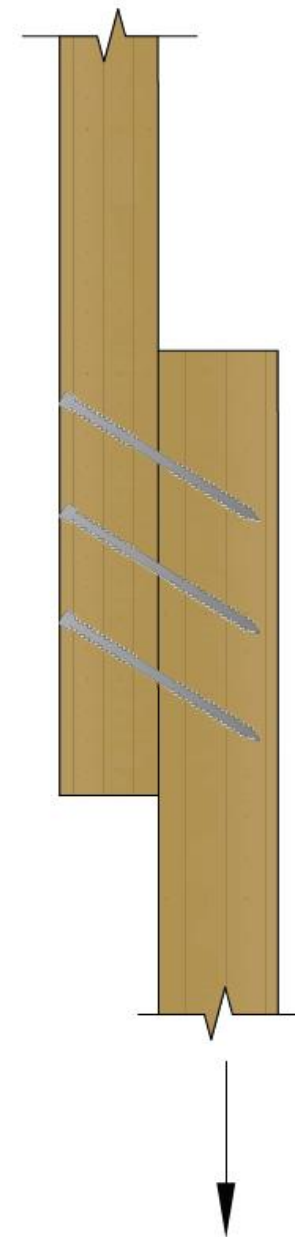
Aksialbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres? [NS-EN 14592, Annex ZA]
 - Uttrekksparemeter
 - Kapasitet ved gjennomtrekking av hode
 - Strekkfasthet stål (stålkvalitet)



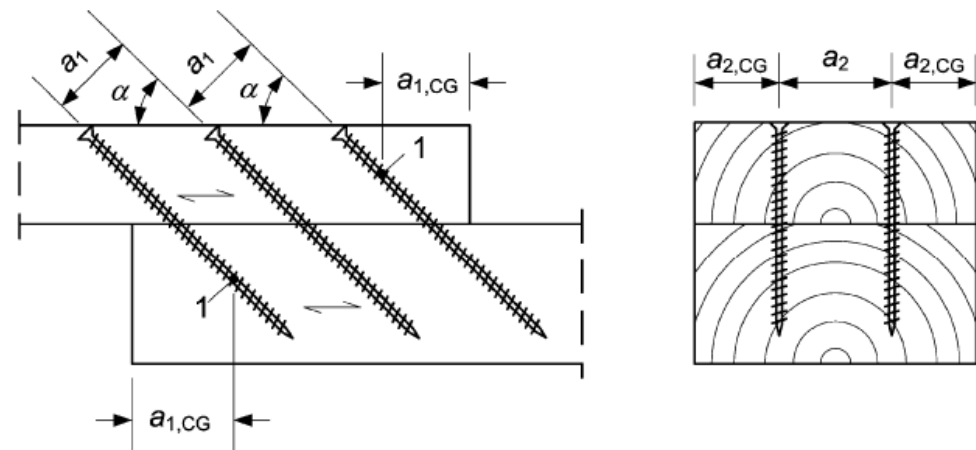
Aksialbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
 1. Trevirkets egenskaper
 2. Forbinders egenskaper



Aksialbelastning

- Bruddfigurer
- Hva skal dokumenteres?
- Hva har betydning for kapasiteten?
- Minsteavstander MÅ overholdes!



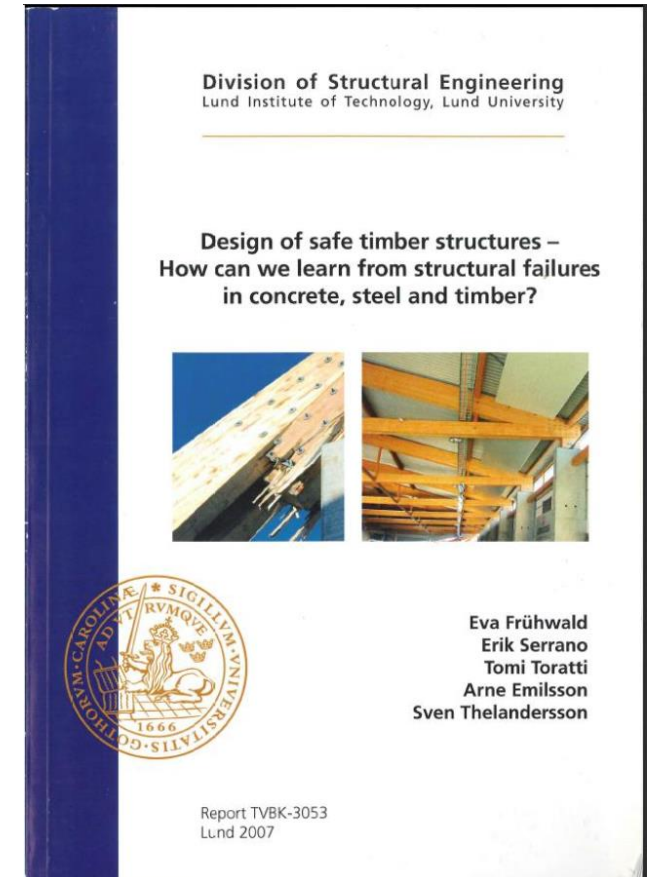


Eksempler på tremekaniske forbindelser



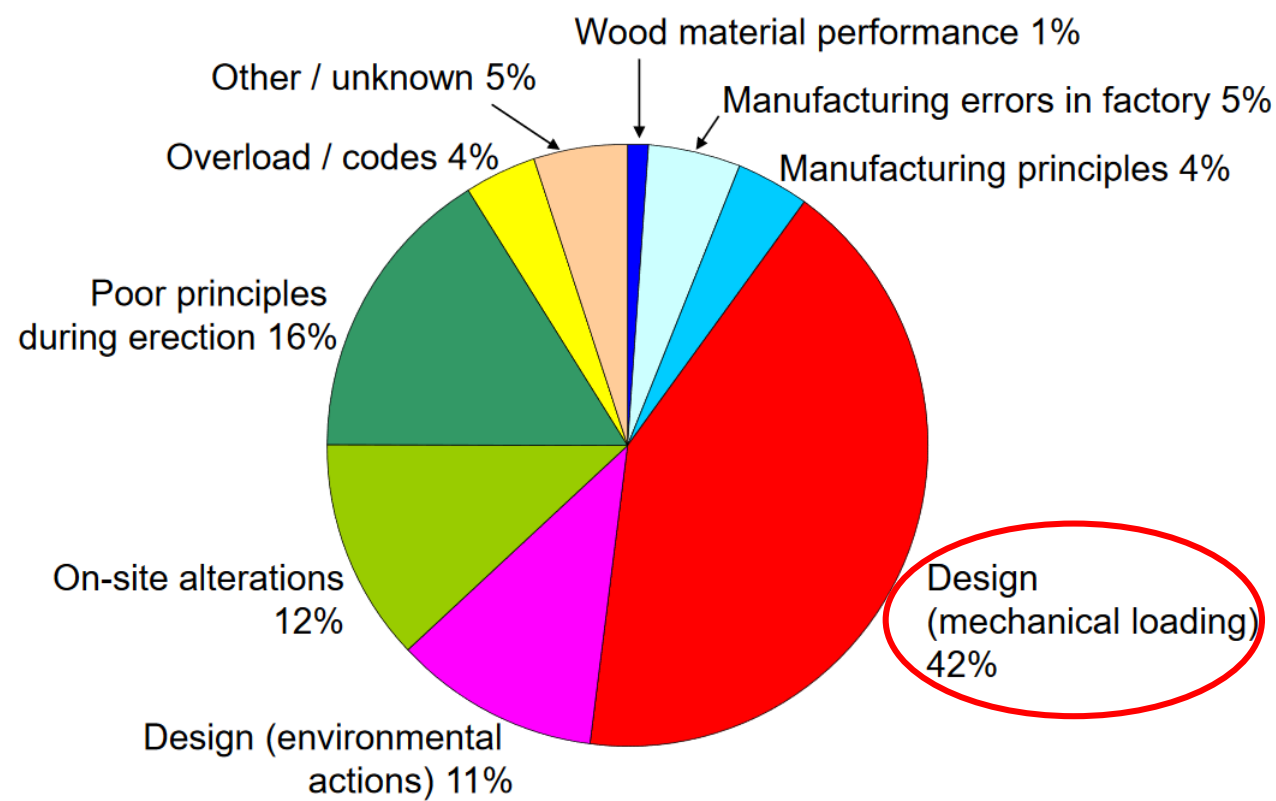
Svensk-finsk spørreundersøkelse av kollapset trekonstruksjoner (2005-2007)

- Undersøkelse utgitt av Lund Universitet
- Inkluderte 127 saker
- Forskningsspørsmål omhandlet:



Svensk-finsk spørreundersøkelse av kollapset trekonstruksjoner (2005-2007)

- Undersøkelse utgitt av Lund Universitet
- Inkluderte 127 saker
- Forskningsspørsmål omhandlet:
 1. Grunner til kollaps?



Svensk-finsk spørreundersøkelse av kollapset trekonstruksjoner (2005-2007)

- Undersøkelse utgitt av Lund Universitet
- Inkluderte 127 saker
- Forskningsspørsmål omhandlet:
 1. Grunner til kollaps?
 2. Hvilken type komponenter er mest utsatt for feil?

Type of structural elements that failed

in percentage of cases

beam	47	
truss	34	
bracing	29	
joint	23	
arch	8	
column	4	
frame	2	

dowel-type	57
punched metal plate	10
glued	7
other	27

Svensk-finsk spørreundersøkelse av kollapset trekonstruksjoner (2005-2007)

- Undersøkelse utgitt av Lund Universitet
- Inkluderte 127 saker
- Forskningsspørsmål omhandlet:
 1. Grunner til kollaps?
 2. Hvilken type komponenter er mest utsatt for feil?
 3. Hvilke feilmoduser er hyppigst?

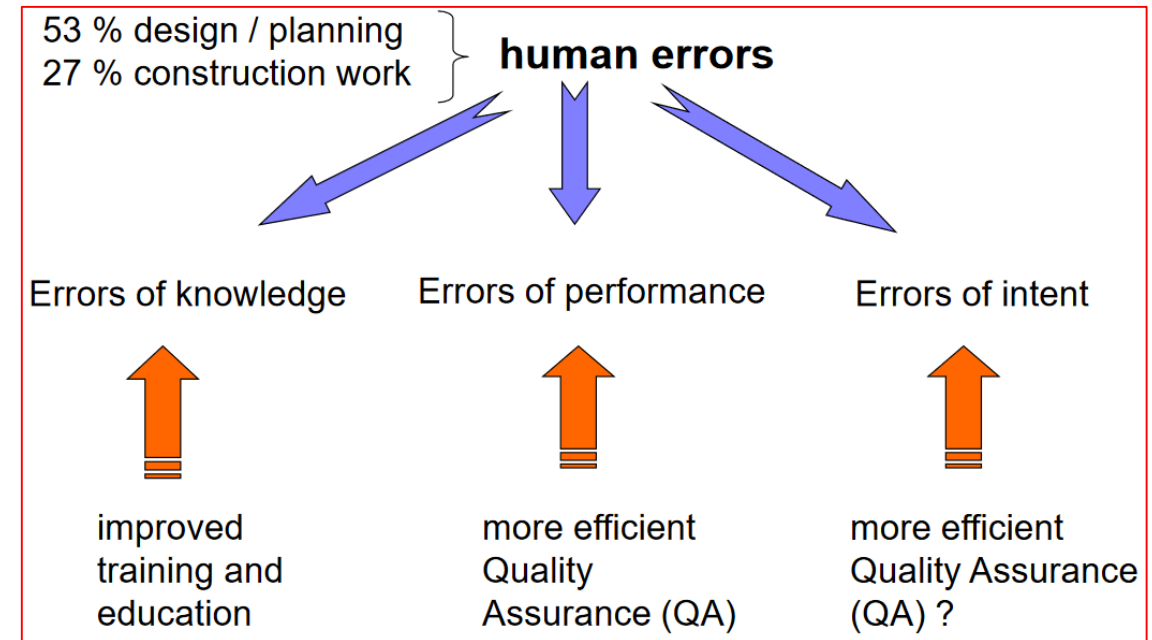
Failure modes

in percentage of cases

• instability	30
• bending failure	15
• tension failure perp. to grain	11
• shear failure	9
• drying cracks	9
• excessive deflection	7
• tension failure	5
• corrosion of fasteners / decay	4
• withdrawal of fasteners	3
• compression (buckling)	2
• other / unknown	21

Svensk-finsk spørreundersøkelse av kollapset trekonstruksjoner (2005-2007)

- Undersøkelse utgitt av Lund Universitet
- Inkluderte 127 saker
- Forskningsspørsmål omhandlet:
 1. Grunner til kollaps?
 2. Hvilken type komponenter er mest utsatt for feil?
 3. Hvilke feilmoduser er hyppigst?
 4. Hva kan gjøres for å unngå eller redusere feil?



Eksempler på feil i design av tremekaniske forbindelser

- Brukollaps over E6 i Gudbrandsdalen (2016)



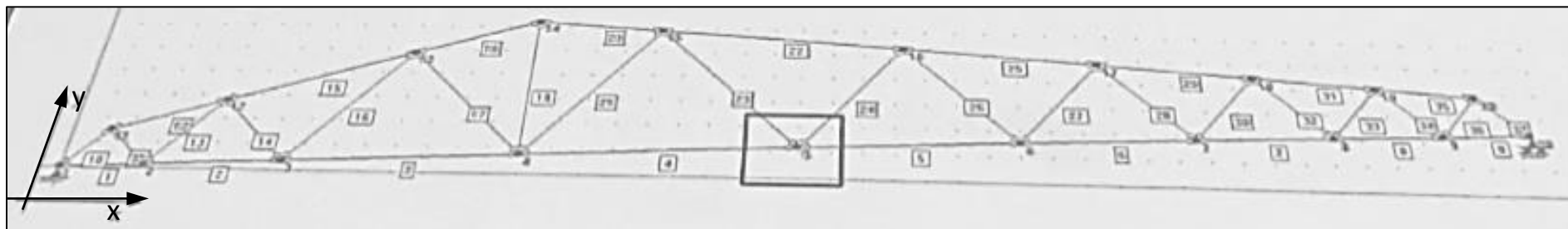
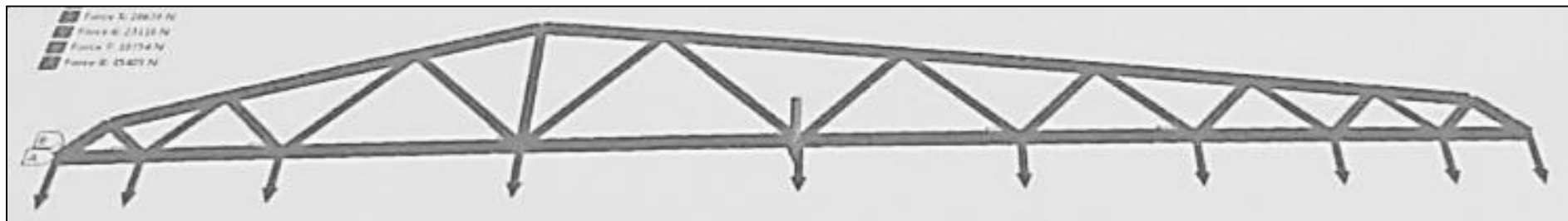
Kilde: Statens vegvesen



Kilde: TV 2

Eksempler på feil i design av tremekaniske forbindelser

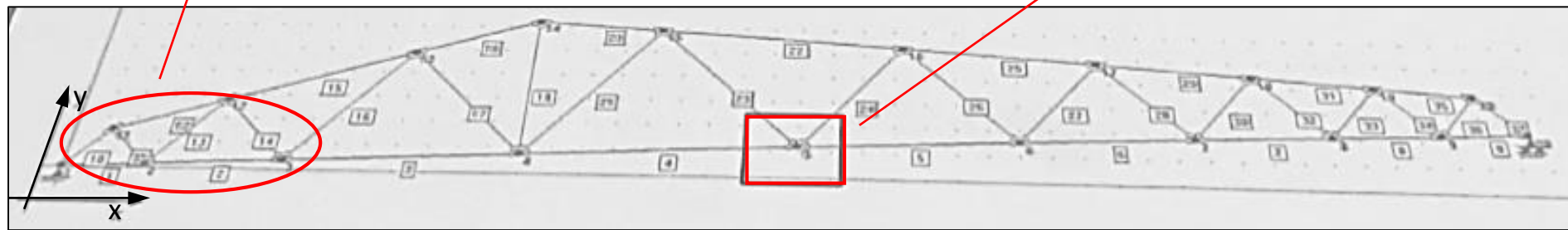
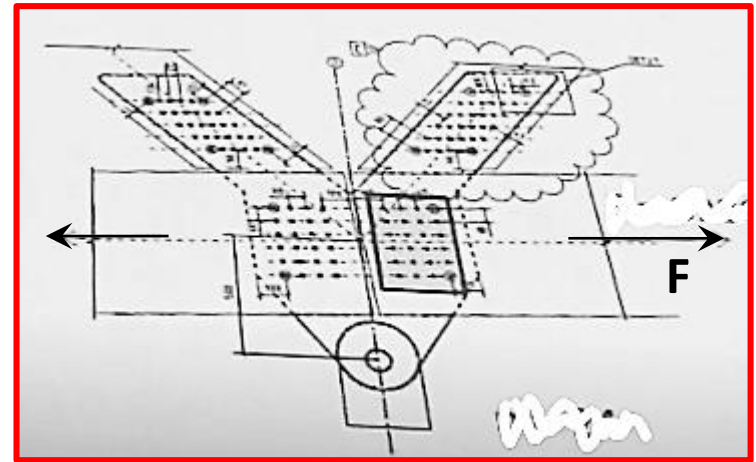
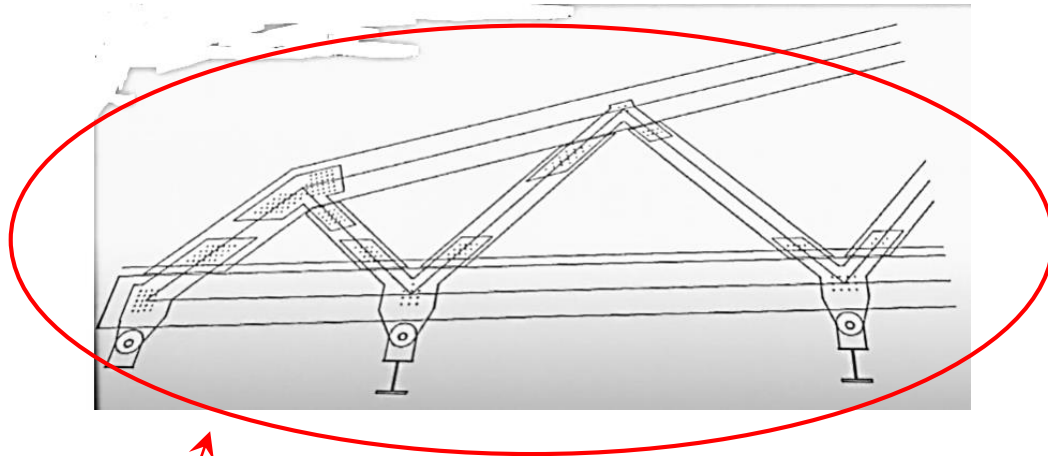
- Brukollaps over E6 i Gudbrandsdalen (2016)



Kilde: Aftenposten

Eksempler på feil i design av tremekaniske forbindelser

- Brukollaps over E6 i Gudbrandsdalen (2016)



Kilde: Aftenposten

Eksempler på feil i design av tremekaniske forbindelser

- Ballerup sykkelarena, Danmark (2003)



Kilde: ing.dk



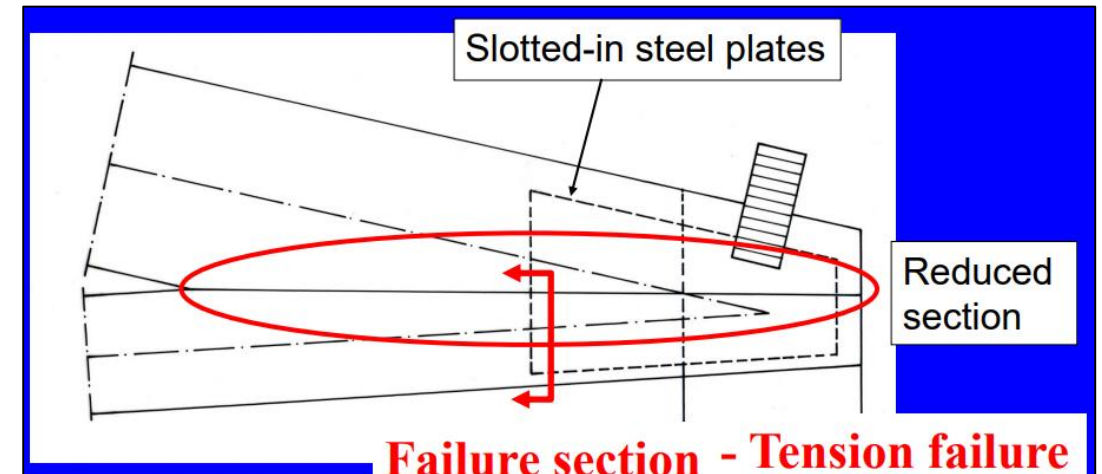
Kilde: Politiken.dk

Eksempler på feil i design av tremekaniske forbindelser

- Ballerup sykkelarena, Danmark (2003)

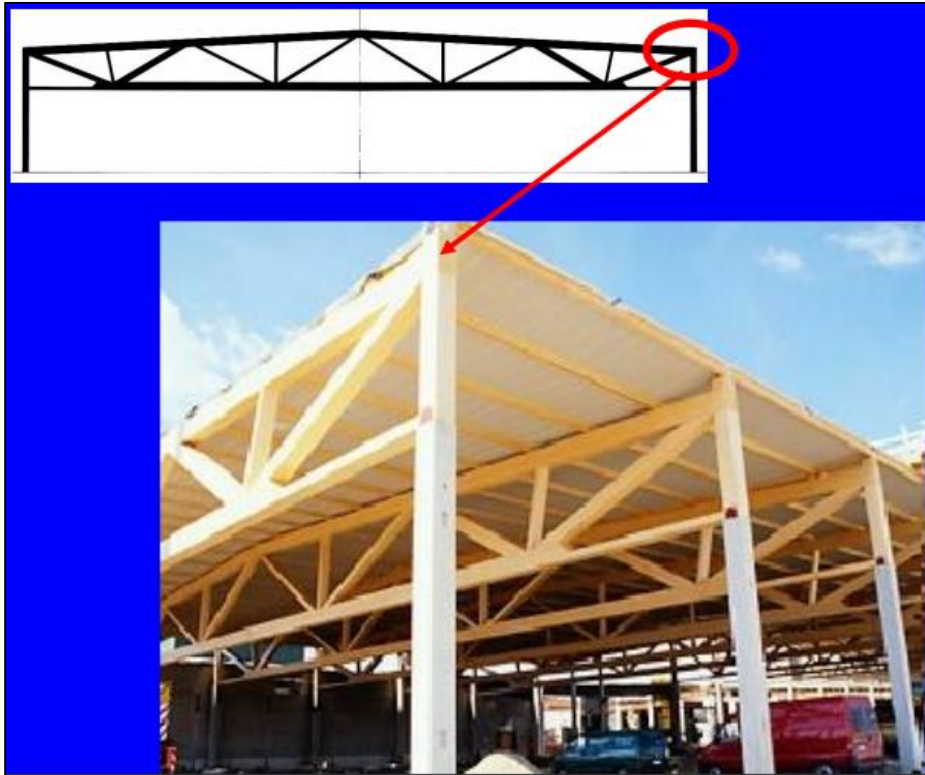


Kilde: Lund Universitet

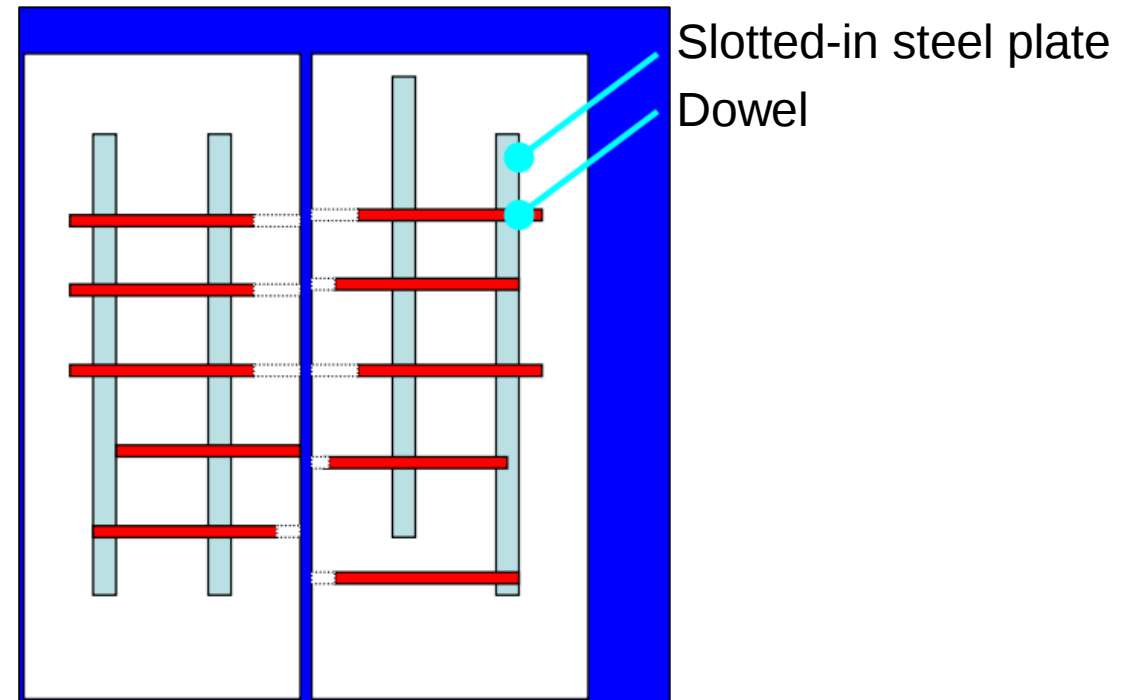


Eksempler på feil i design av tremekaniske forbindelser

- Jyväskylä utstillingshall, Finland (2003)



Kilde: Lund Universitet



Så husk...!

- feildimensjonering i mekaniske forbindelser kan bli dyrt!
- minsteavstander, korrekt forboring mm. er vesentlig for å sikre full kapasitet!
- å sikre du har korrekte egenskaper/verdier for forbindelsesmidlet!
- vi må generelt bli bedre på dette, øke vår kunnskap!



Kilde: eventyraasen



Mekaniske treforbindelser

Takk for meg!

Stine Lønbro Bertelsen

Rådgiver i Bygg og Marked, Treteknisk