



Temporär stagning av stora träkonstruktioner

Roberto Crocetti

Kungliga Tekniska Högskolan

och

Novana AB

Innehållsförteckning

- Hur viktigt är det att stabilisera byggnader under montage?
- Några exempel på haverier som har skett under montage
- Allmänt om stabilisering
- Tumregler för stabilisering under montage

Innehållsförteckning

- **Hur viktigt är det att stabilisera byggnader under montage?**
- Några exempel på haverier som har skett under montage
- Allmänt om stabilisering
- Tumregler för stabilisering under montage



report

1. Introduction
2. Experiences from previous failure investigations
3. Present survey of failure cases - methodology
4. Results and interpretation of the information collected
5. How can we learn from previous failures
6. Summary and conclusions

Division of Structural Engineering
Lund Institute of Technology, Lund University

**Design of safe timber structures –
How can we learn from structural failures
in concrete, steel and timber?**

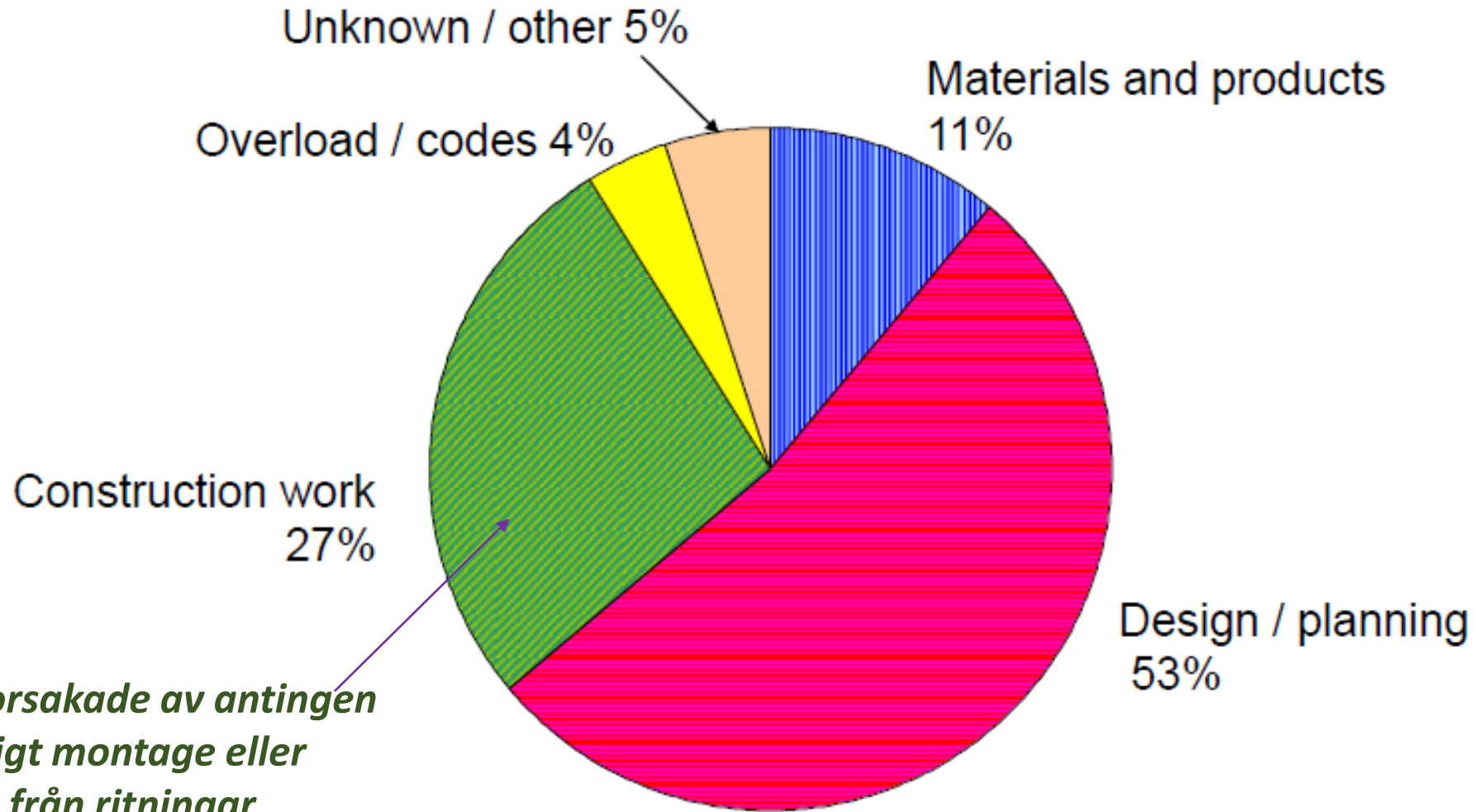


**Eva Frühwald
Erik Serrano
Tomi Toratti
Arne Emilsson
Sven Thelandersson**

Report TVBK-3053
Lund 2007



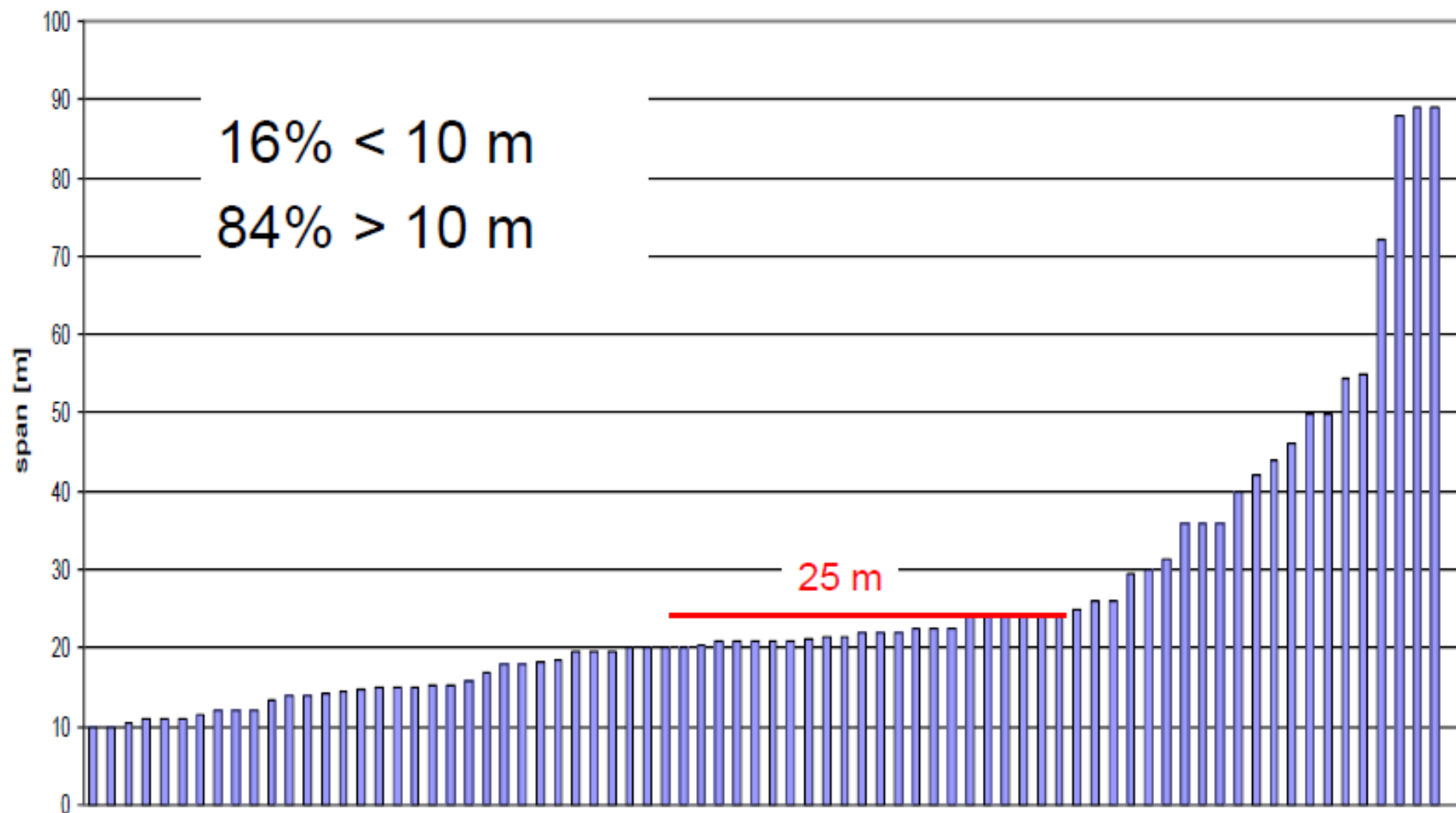
Failure cause (127 cases)



Haverier orsakade av antingen undermåligt montage eller avvikelser från ritningar

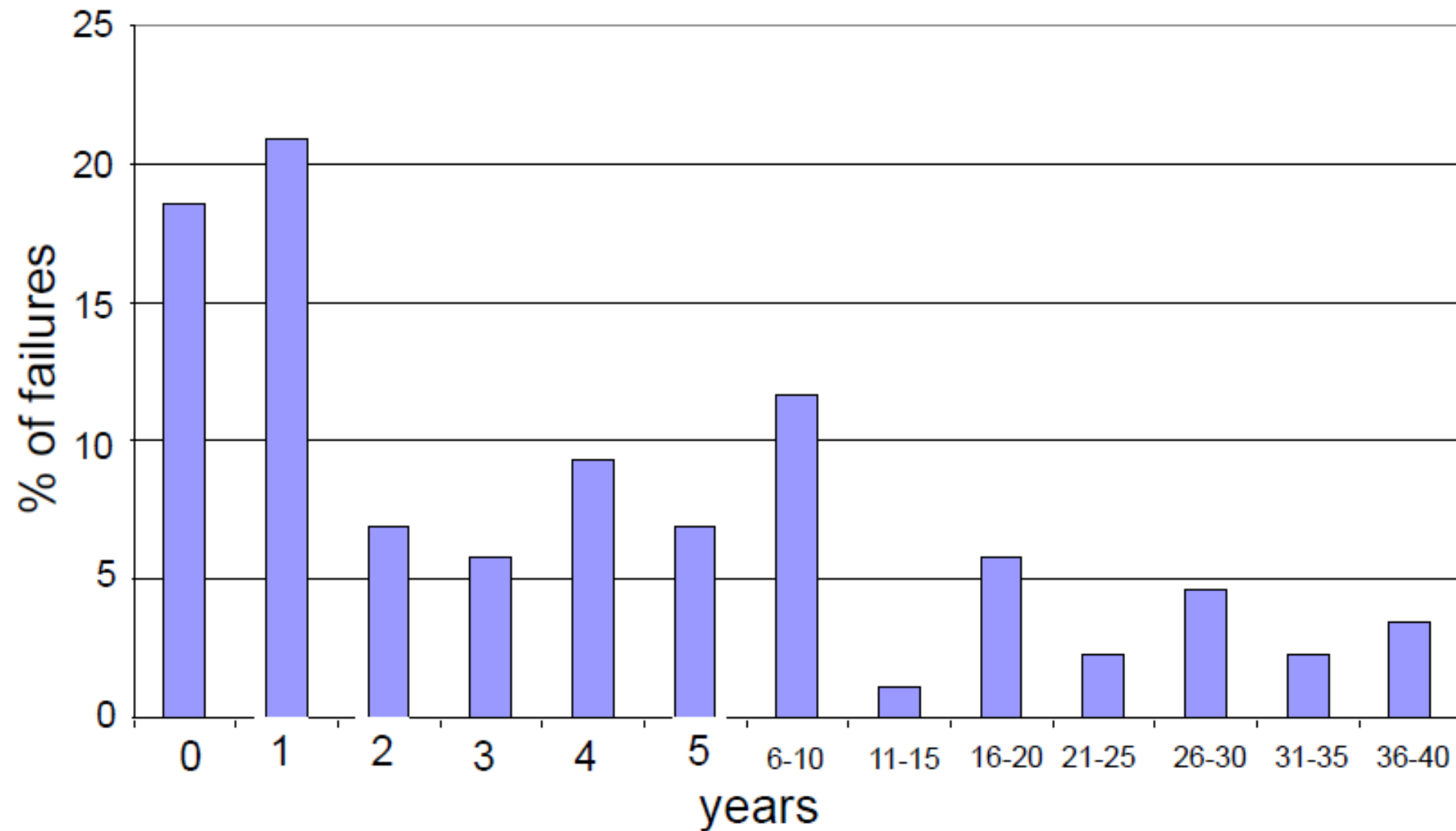


Span





Age at failure



Orsaker till haverier i träkonstruktioner enligt rapporten

	%
•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

Innehållsförteckning

- Hur viktigt är det att stabilisera byggnader under montage?
- **Några exempel på haverier som har skett under montage**
- Allmänt om stabilisering
- Tumregler för stabilisering under montage

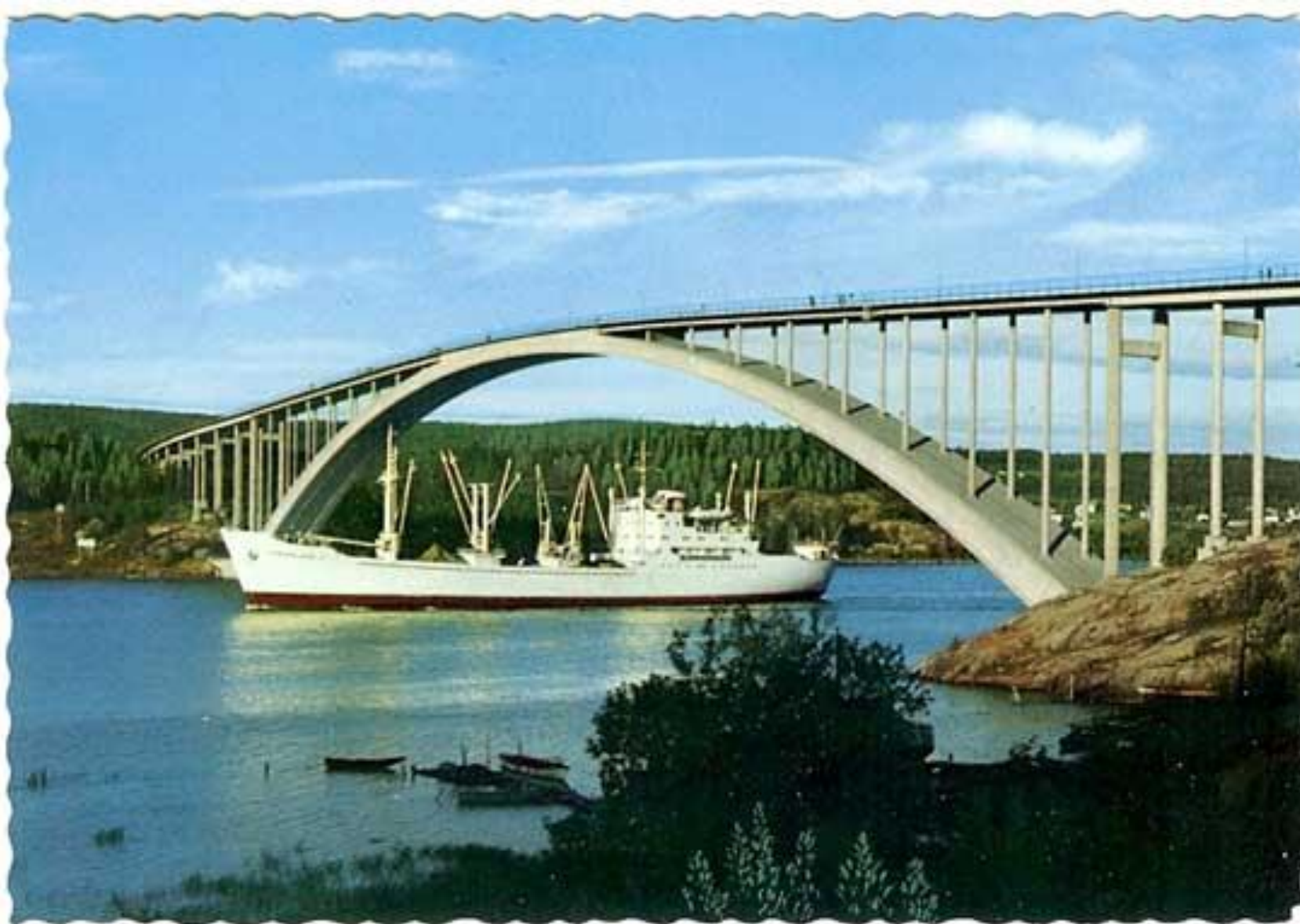
Learning from failures

“Education and training are the only effective ways to minimize failures.

The training of an engineer, architect or contractor should provide an understanding not only of the best solutions that may be adopted, but also of practices that should be avoided”

*(Design and construction failures: lessons from forensic investigations,
Kaminetzky, 1991)*

Sandöbron



- *Världens största spännvidd för en betong bro (år 1939): 250 m*

SANDÖBRO-KATASTROFEN.

Den under byggnad varande Sandö-bron över Angermanälven har drabbats av en stor katastrof, då det stora spannet, det längsta i världen, störtade samman och drog ett 40-tal arbetare i djupet.



Sättningar i bron dagarna före katastrofen.

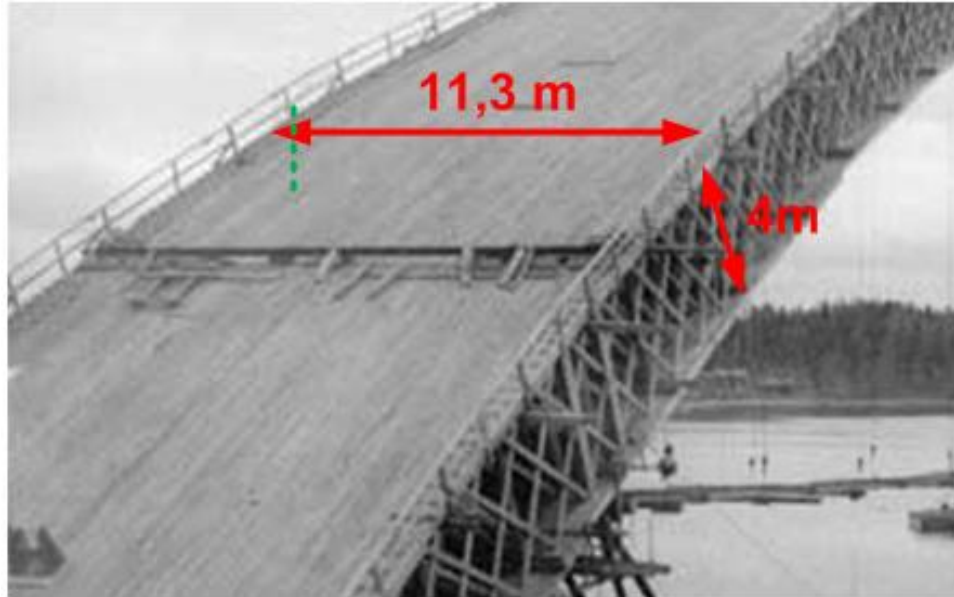
Teorin om att bruset i Sandö orsakats av ett jordkred har övergivits efter den polisutredning som nu företagits. En träarbetare säger, att han kvällen före katastrofen märkt en lindrig sättning i träspannet. Även tidigare skulle en sättning ha iakttagits. En annan

arbetare uppger, att han aldrig arbetat i något bygge, där man varit så noga med utförandet som här.

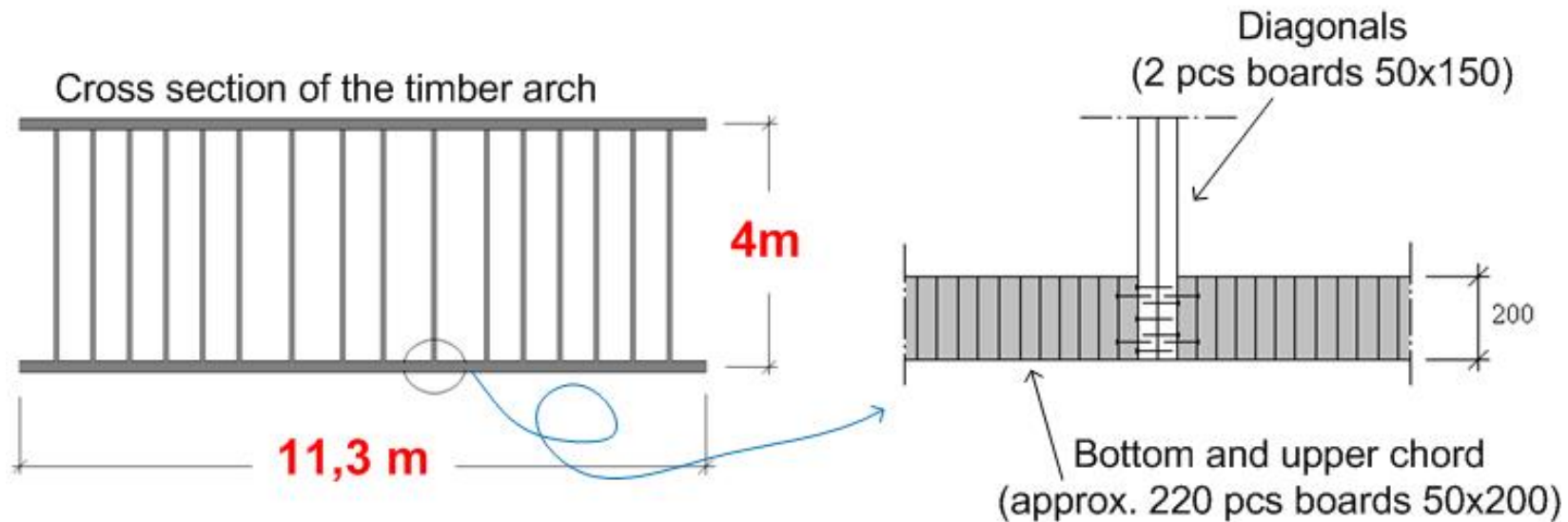
Brobygget kommer att fortsättas trots olyckan, upplyser arbetschefen på platsen, ingenjör J. Magnus. Om det blir spannet av exakt samma typ som det förra eller om man skall pröva någon ny typ är ännu icke avgjort.

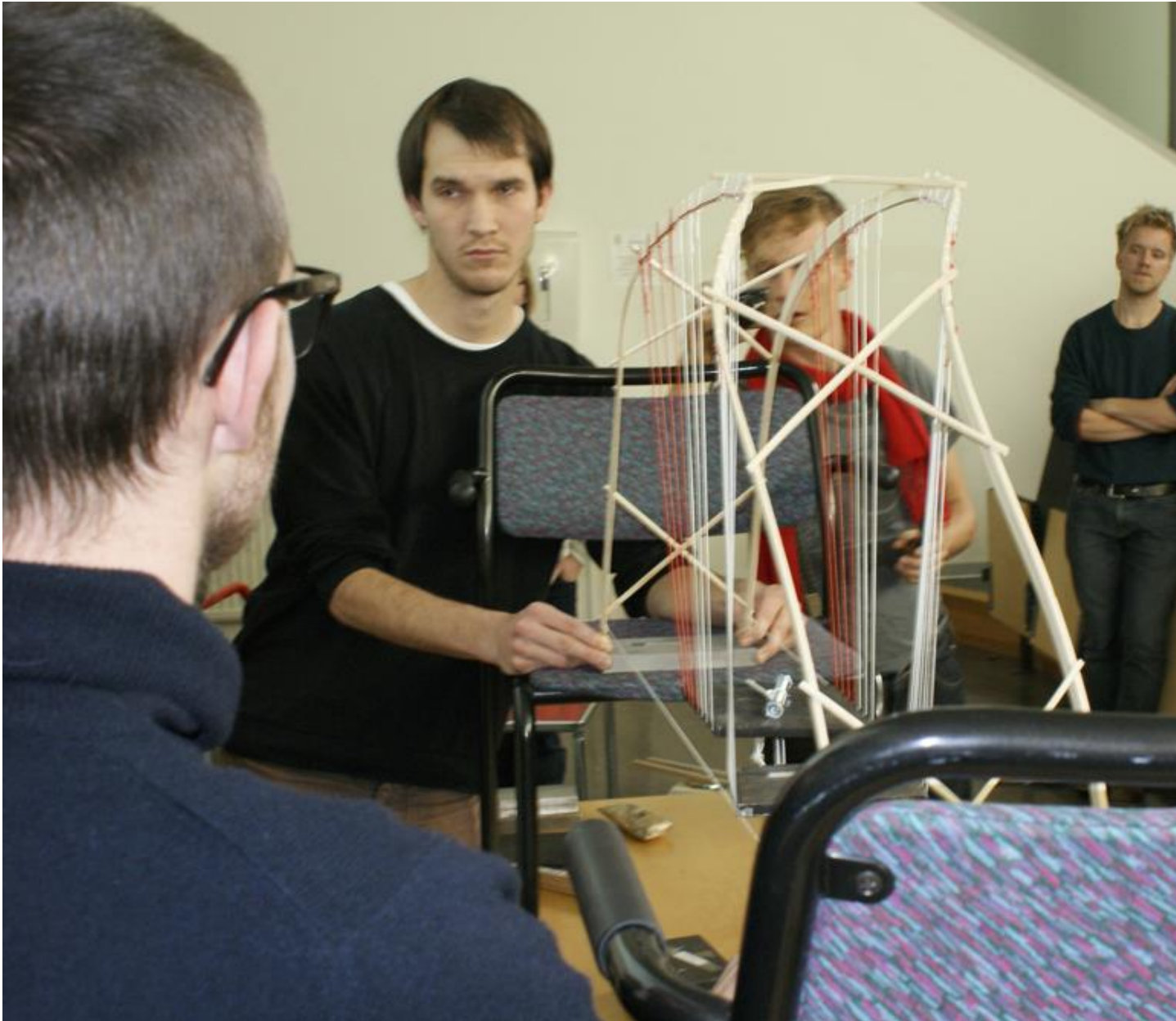
Socialministern utsåg på lördagen ledamöter i den expertkommission, som skall utreda Sandöolyckan. Ledamöterna blevo rektorn för Tekniska högskolan professor H. Kreuger, ordförande, rektorn för Chalmers tekniska högskola professor S. Hultin och byrådirektören i byggnadsstyrelsen N. T. Royen.

Gjutformens tvärsnitt



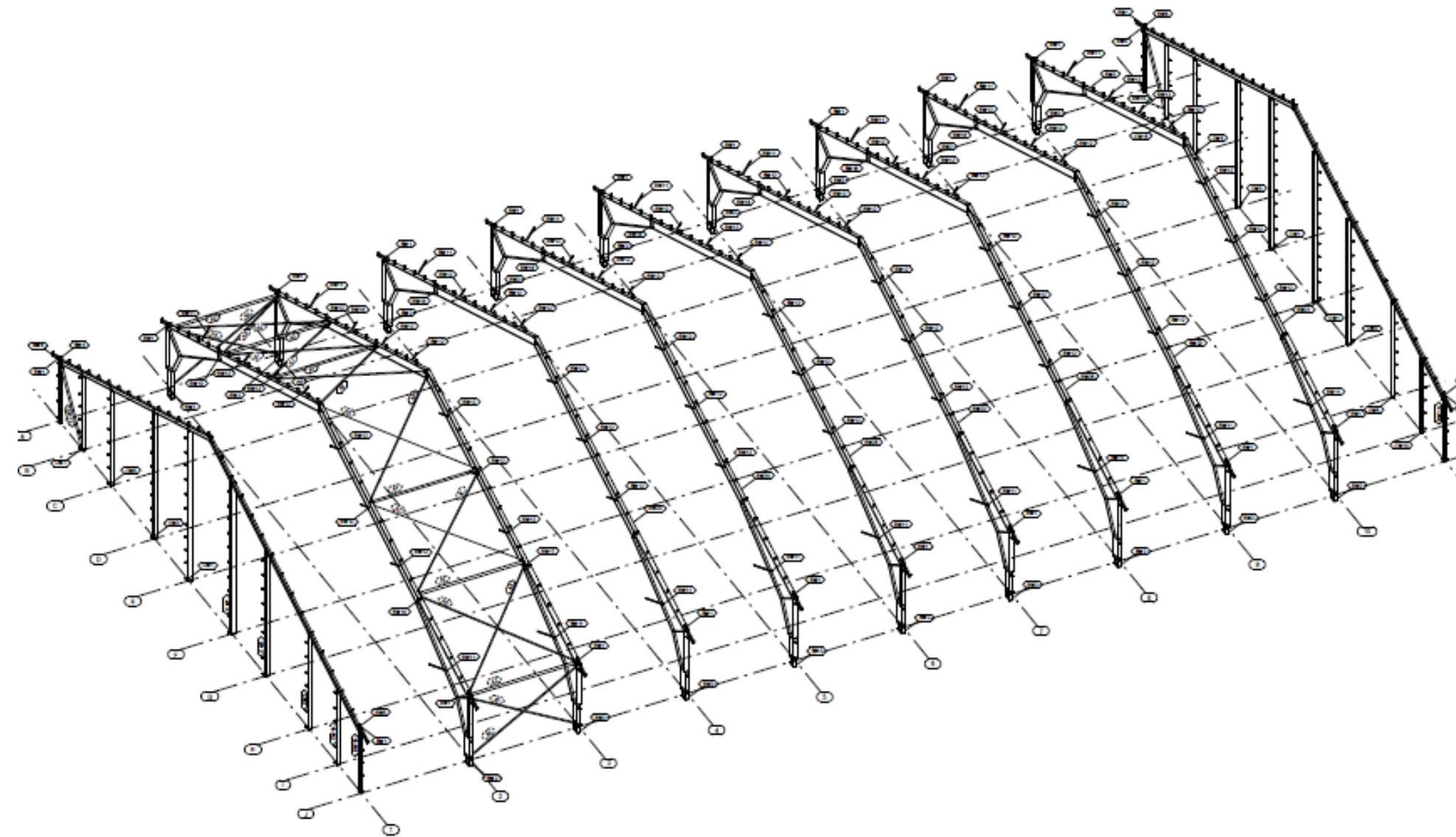
- *Orsaken till haveri: kollaps av gjutformen den 31 August 1939*
- *18st byggarbetare dog*





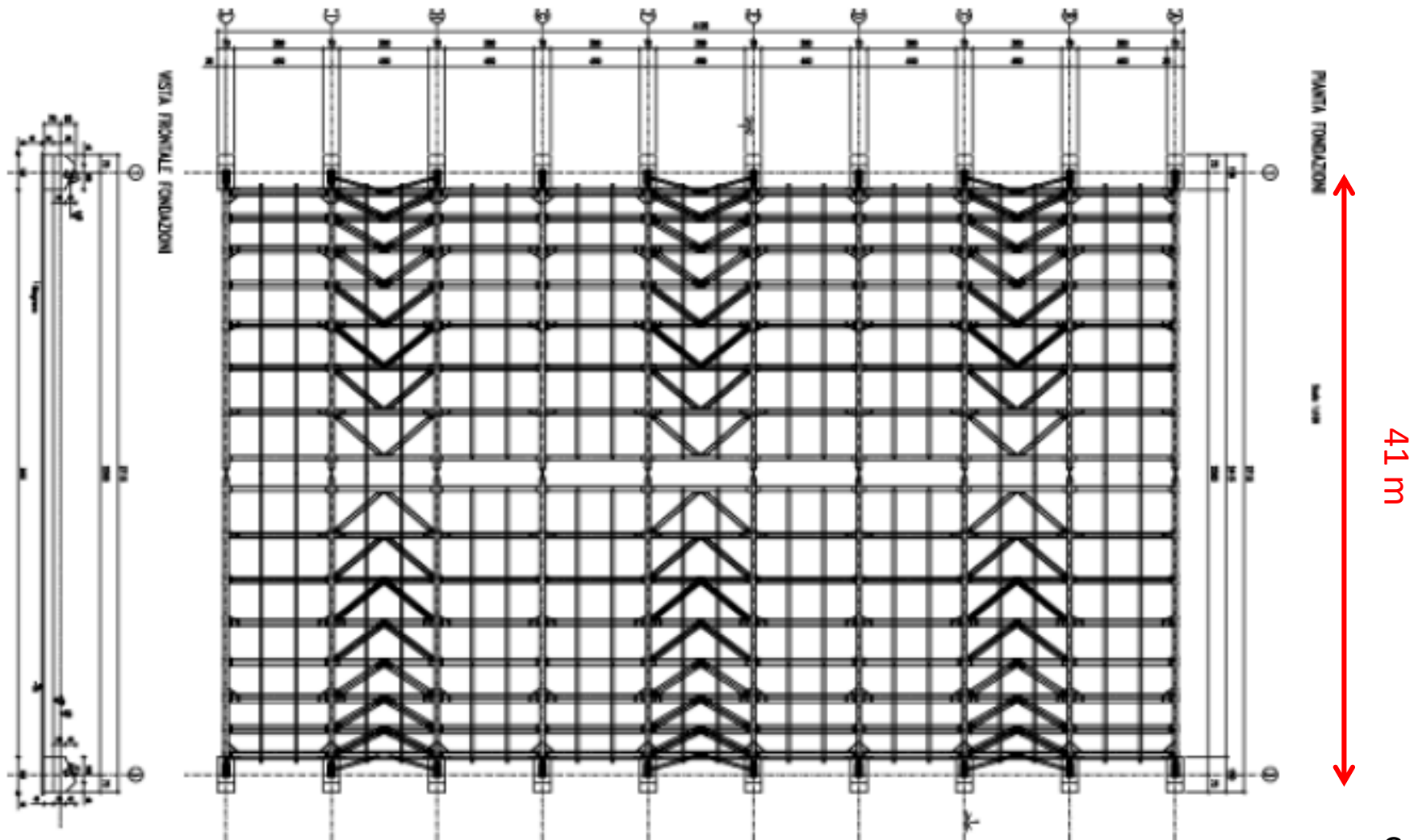
- *Orsaken till haveri: kollaps av gjutformen den 31 August 1939*
- *18 byggarbetare omkom*

En alldeles vanlig (stål)hall, Sverige



Planmått:
33,60 mx 60 m

Idrottshall i limträ, Italien

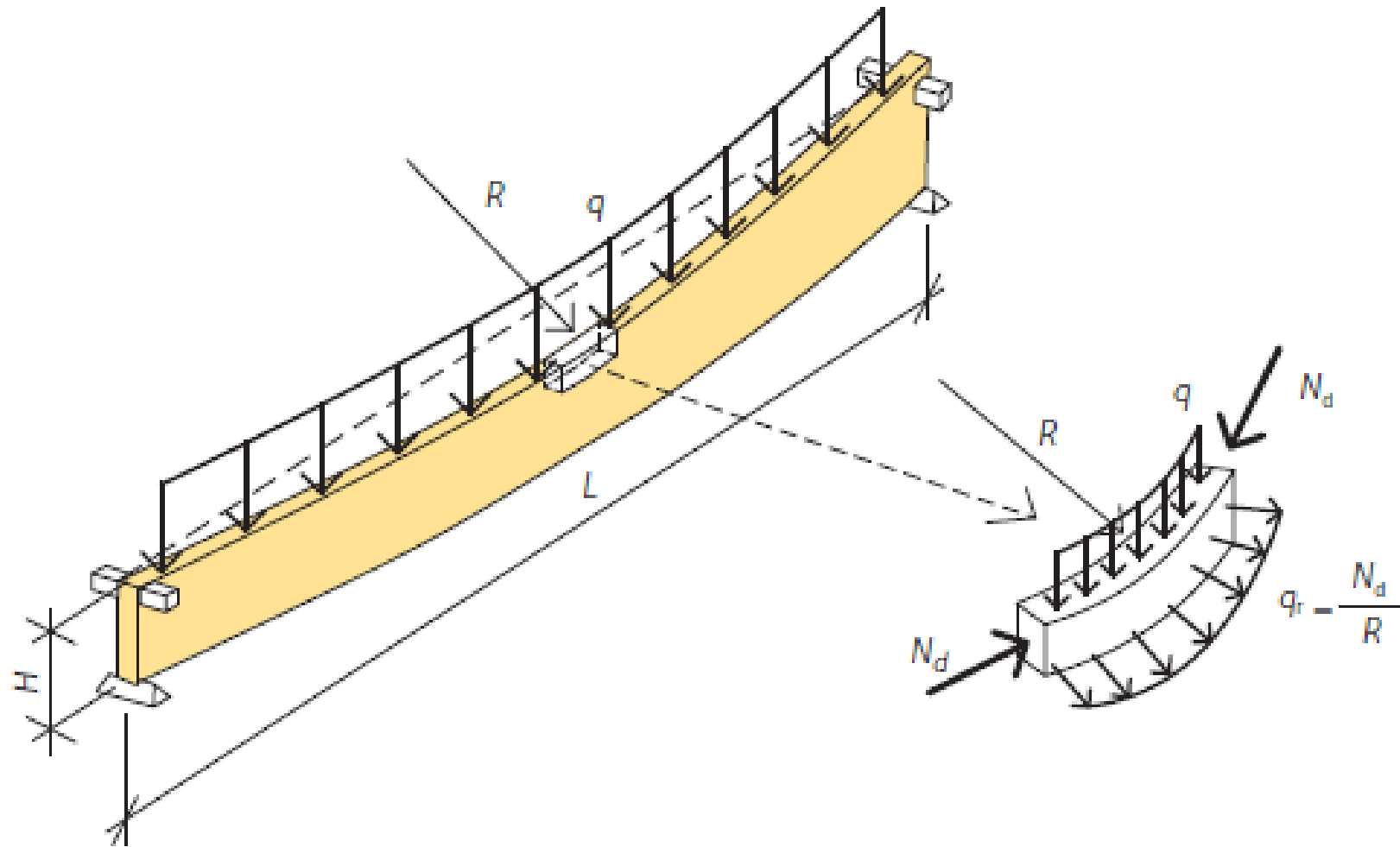


Courtesy: Rubner Holzbau

Strax före...



Andra ordningens effekter



...och strax efter kollapsen



- Orsak: undermålig temporär stagning

Vippning av brobalkar under montage



- Orsak: undermålig temporär stagning

102nd Ave. over Groat road Bridge, Canada, 2015

Järnvägsbron över Älandsfjärden 2008



- gjutformen gav vika
- 5 personer föll cirka 20 m
- 2 personer omkom
- 2 personer skadades svårt.
- Orsak: undermålig stagning av *tråknektarna*

Fackverkstakstolar med spikplåtsförband

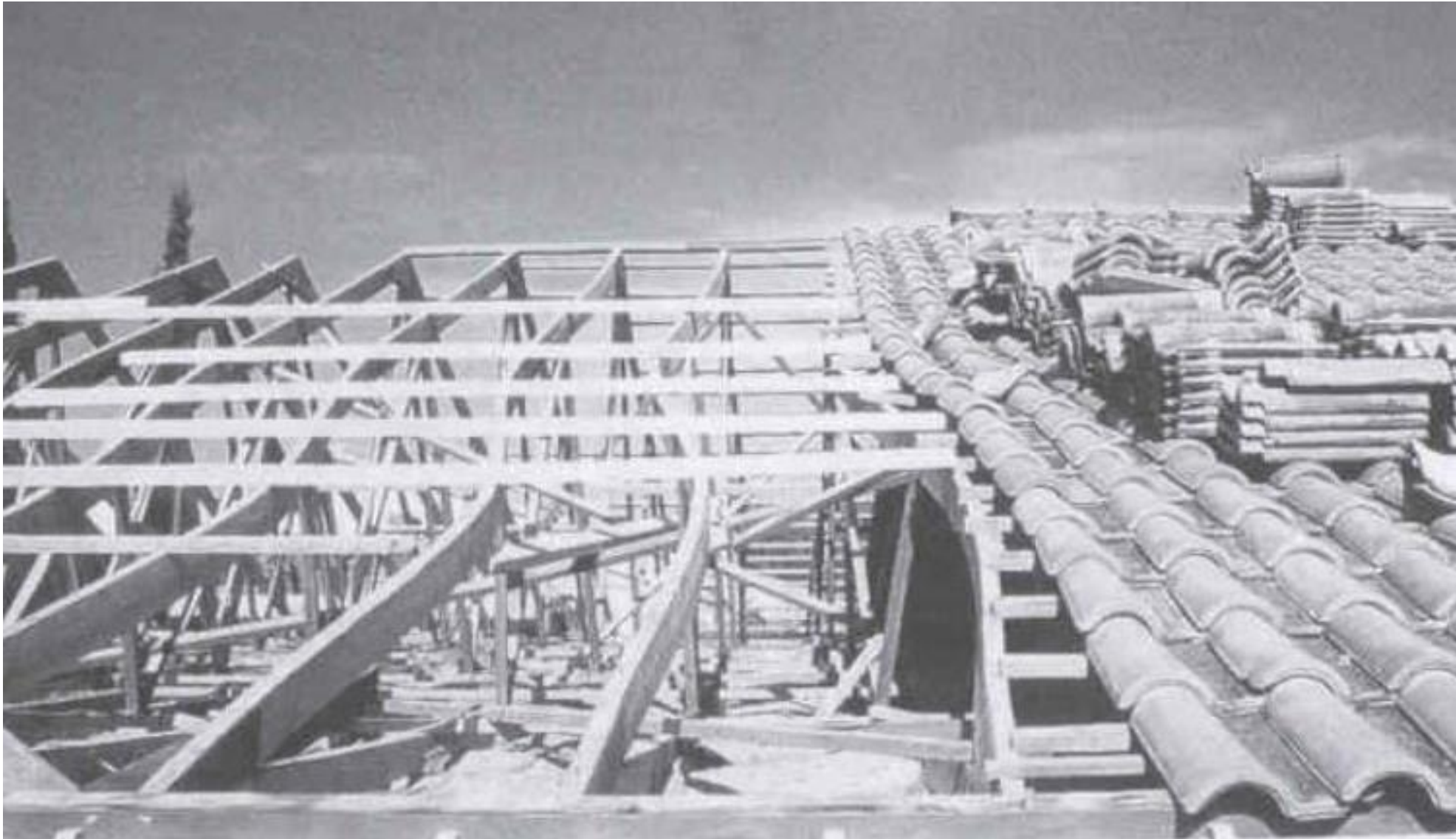


Mindre spännvidder

I ett småhus kan taket stabiliseras med underlagsspont eller träbaserade skivor.

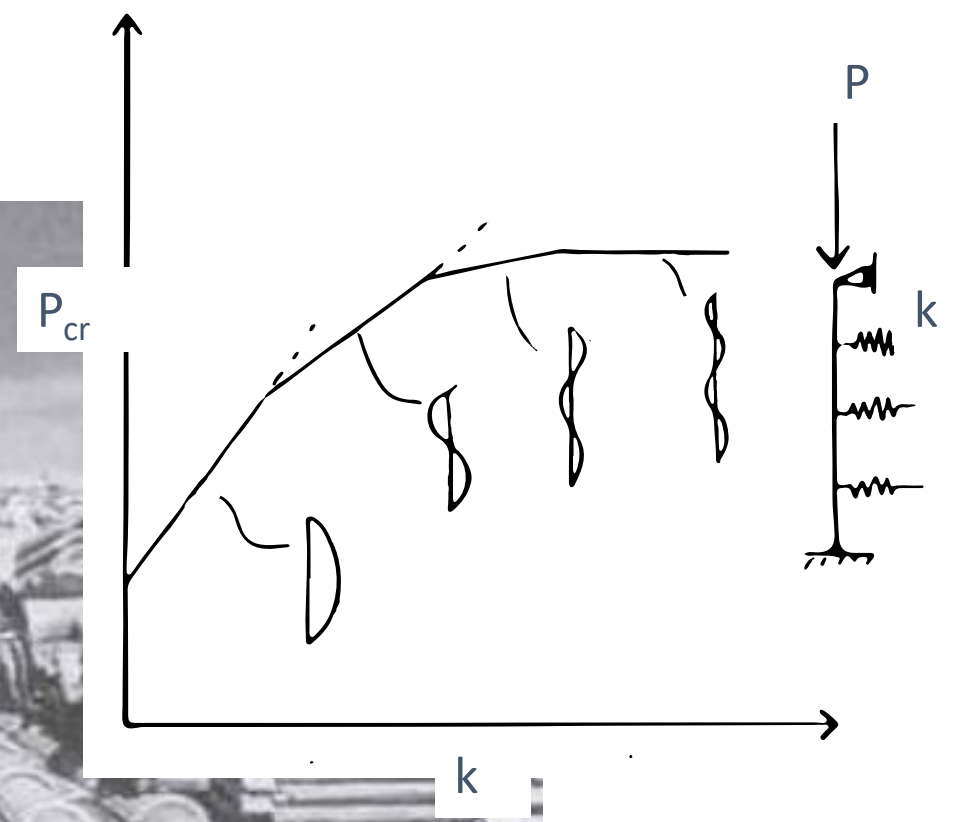


större spännvidder

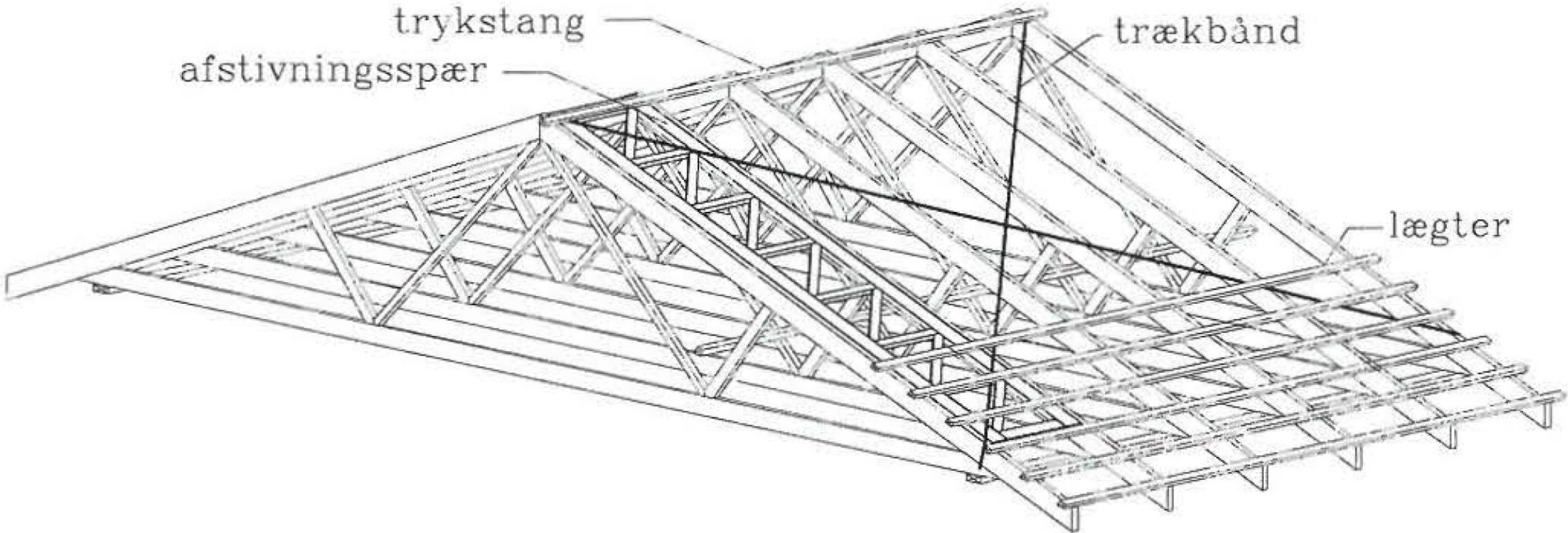


Knäckning av
takstolarnas
överram
orsakad av
undermålig
stabilisering

större spännvidder



Större spännvidder



Rosemont Horizon Stadium

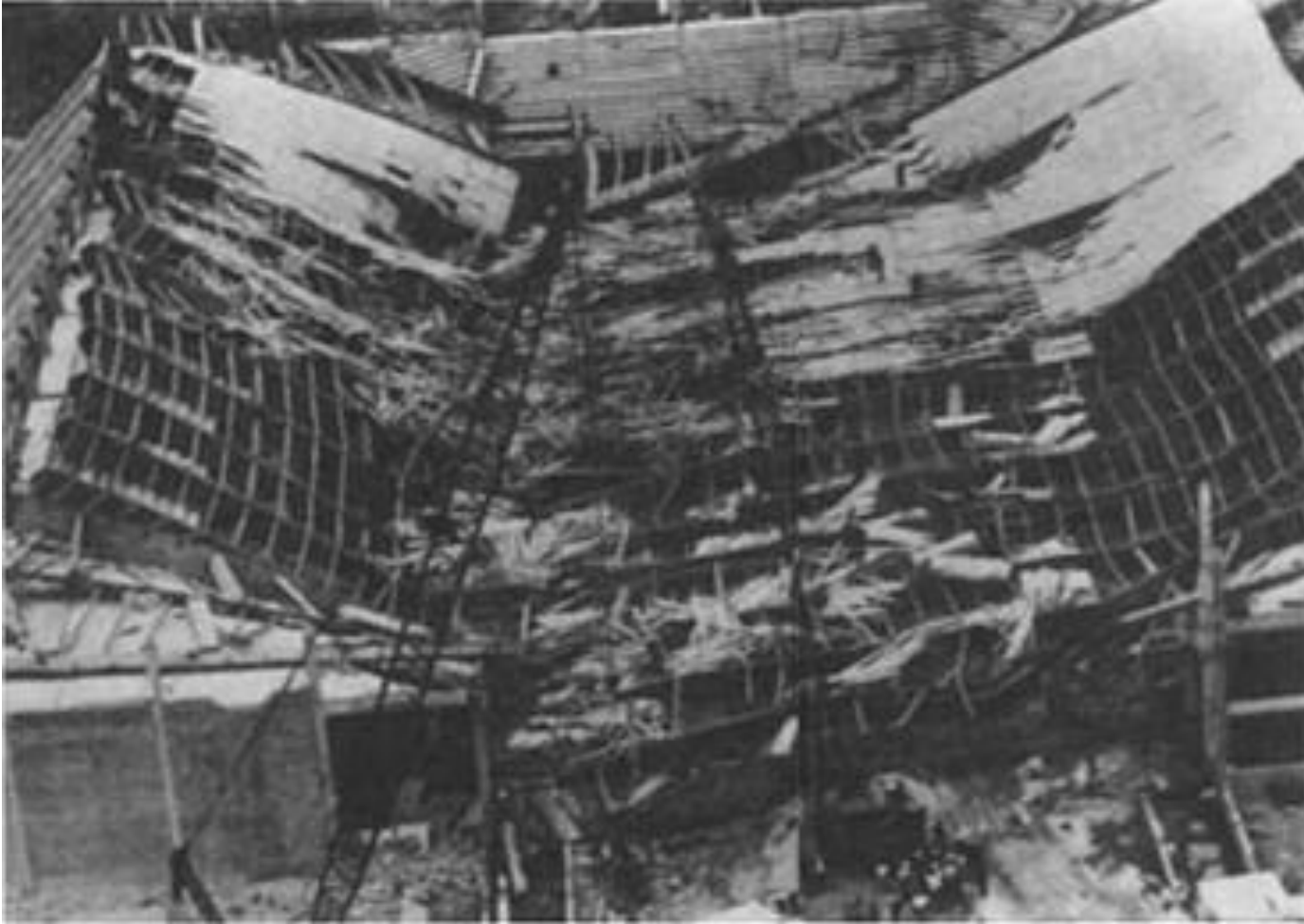


Var: nära Chicago, USA

När: 1979

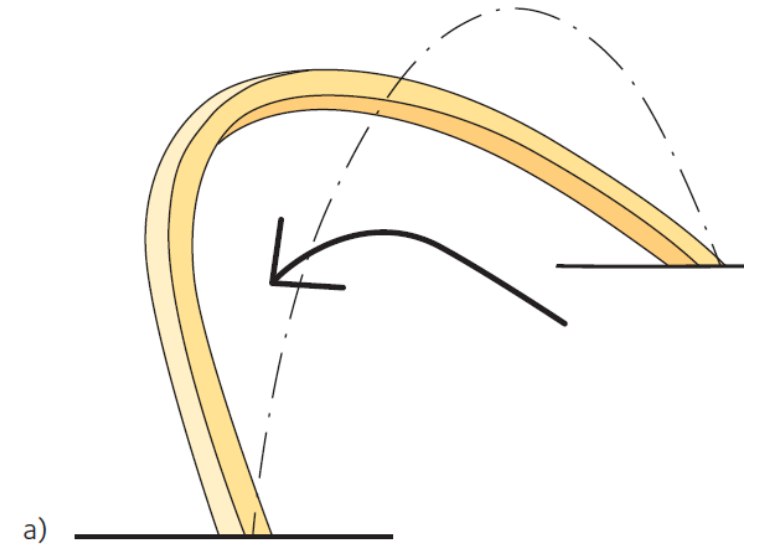
Konstruktion: Bågar, ca 90 m spännvidd

Rosemont Horizon Stadium



(17 arbetare dog vid kollapsen)

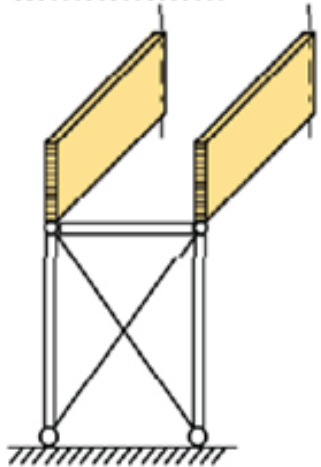
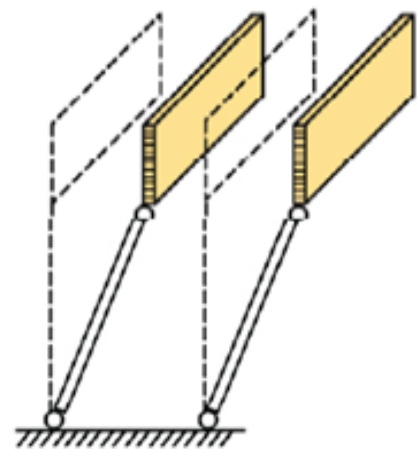
Orsak: dålig stabilisering under monteringsfasen



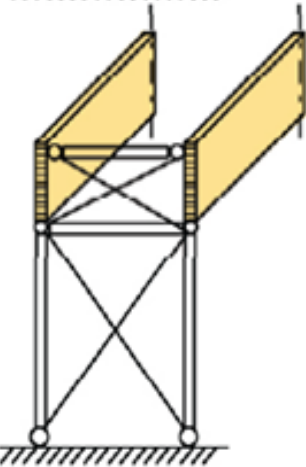
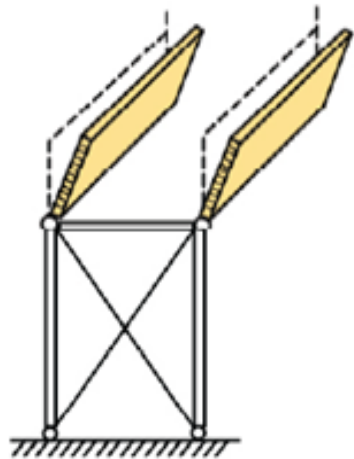
Innehållsförteckning

- Hur viktigt är det att stabilisera byggnader under montage?
- Några exempel på haverier som har skett under montage
- **Allmänt om stabilisering**
- Tumregler för stabilisering under montage

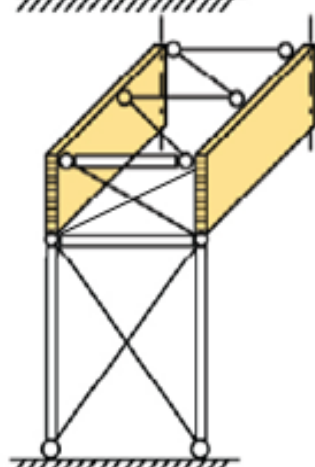
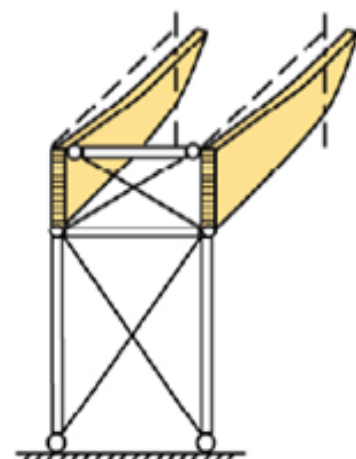
Globalstabilisering - principlösning



(a)



(b)

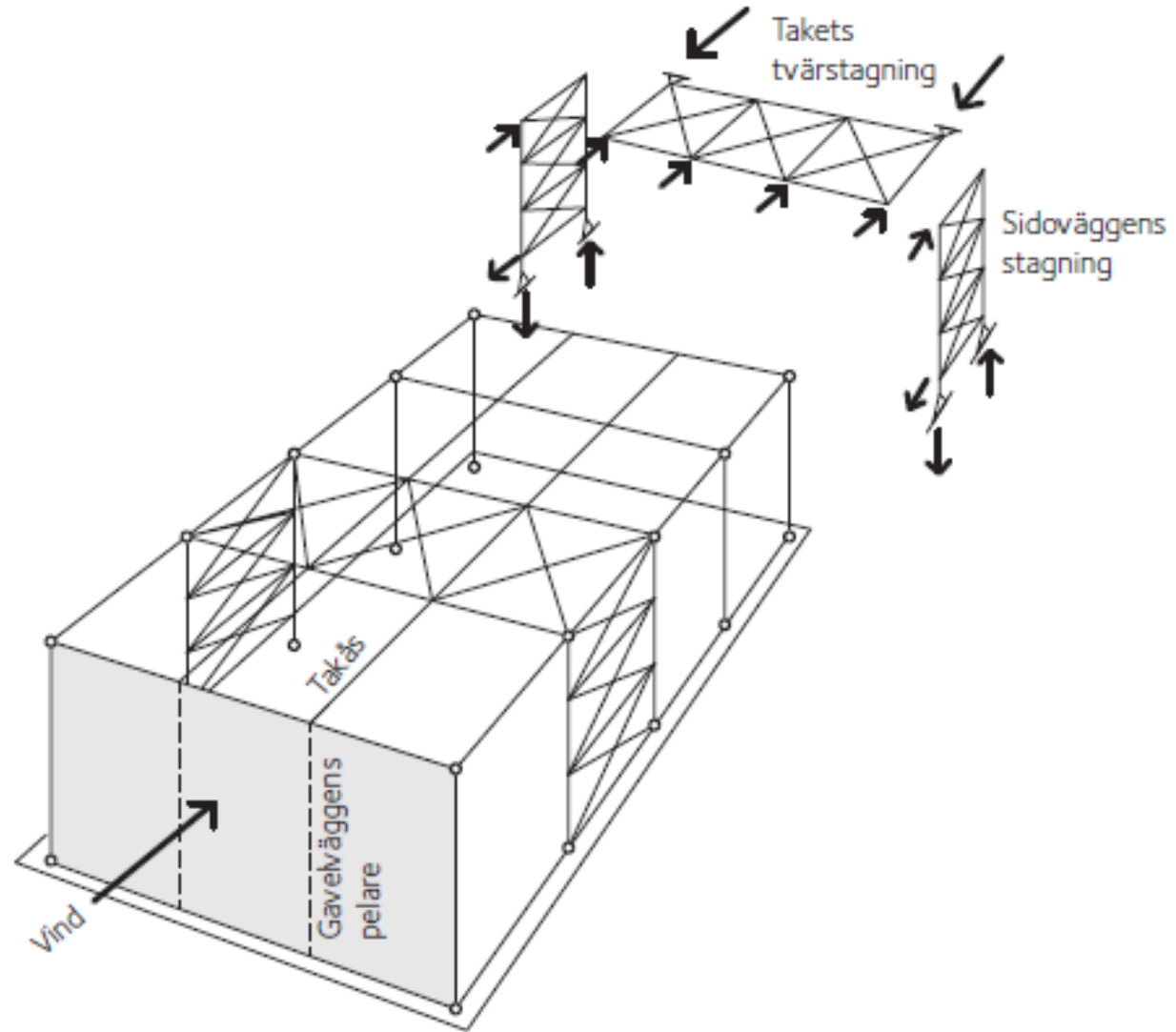


(c)

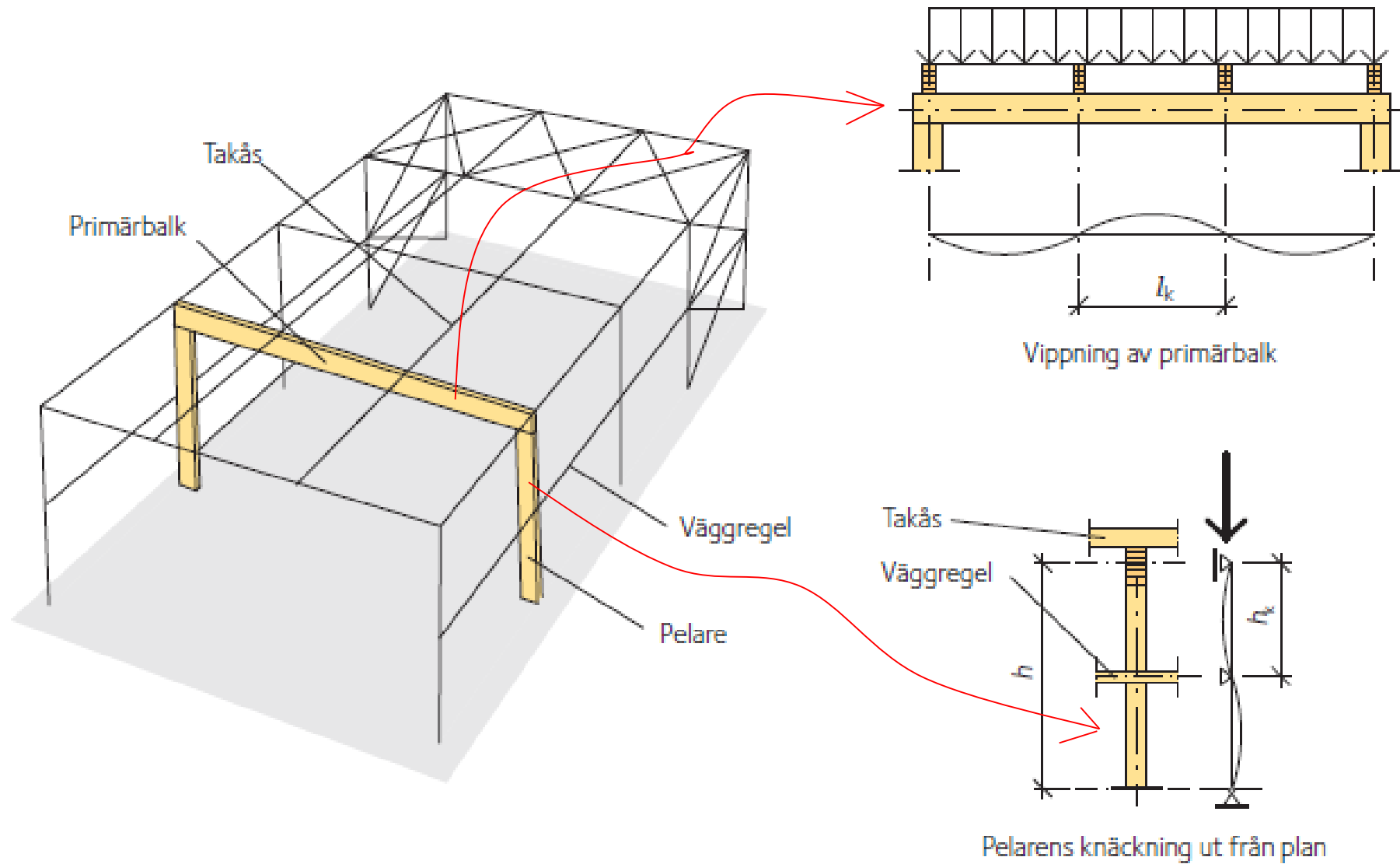
Stabiliseringssystemets huvuduppgifter

- Att ta hand om horisontella laster, t.ex. vindlaster och imperfektionslaster
- Att staga mot instabilitet (d.v.s. förhindra knäckning eller vippning)

Lastöverföring av horisontallast



Stagning mot instabilitet



Innehållsförteckning

- Hur viktigt är det att stabilisera byggnader under montage?
- Några exempel på haverier som har skett under montage
- Allmänt om stabilisering
- **Tumregler för stabilisering under montage**

Temporära stagningens huvuduppgifter

- Stagningen ska underlätta för enskilda element att dessa fixeras rätt
- Stagningen ska klara de laster som byggnaden utsätts för under uppförandefasen
- Stagningen ska utföras så att den inte försvårar montaget av stomkompletteringar



Temporära stagningens huvudelement

- *Montagestöd* (används till att staga vertikala element): klarar en axialkraft på cirka 5 – 10 kN vid längder om 3 – 5 m.
- *Stållina, vajer eller spännband* (används till att staga horisontella element, t.ex. balkar, takstolar, etc.)- klarar upp till 100 kN

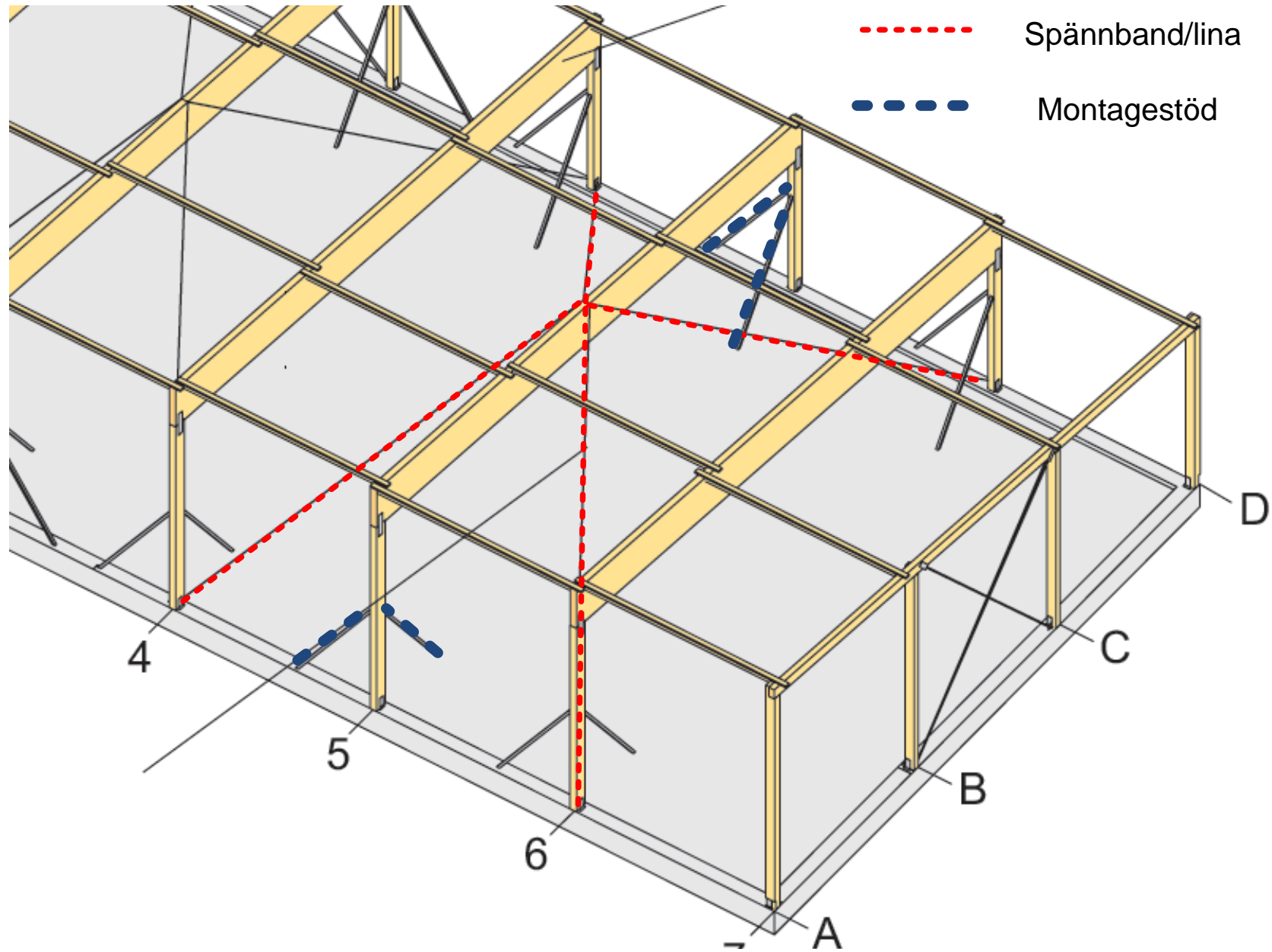


Montagestöd



Spännband

Exempel på användning av montagestöd och spännband



Dimensionerande laster under uppförandefasen

De primära laster som ska beaktas i uppförandefasen av ett bärverk är:

- Permanent last, G , det vill säga limträstommens egenvikt
- Variabel last, Q , det vill säga huvudsakligen vindlast.

Vindlast- årstidssfaktorn c_{season}

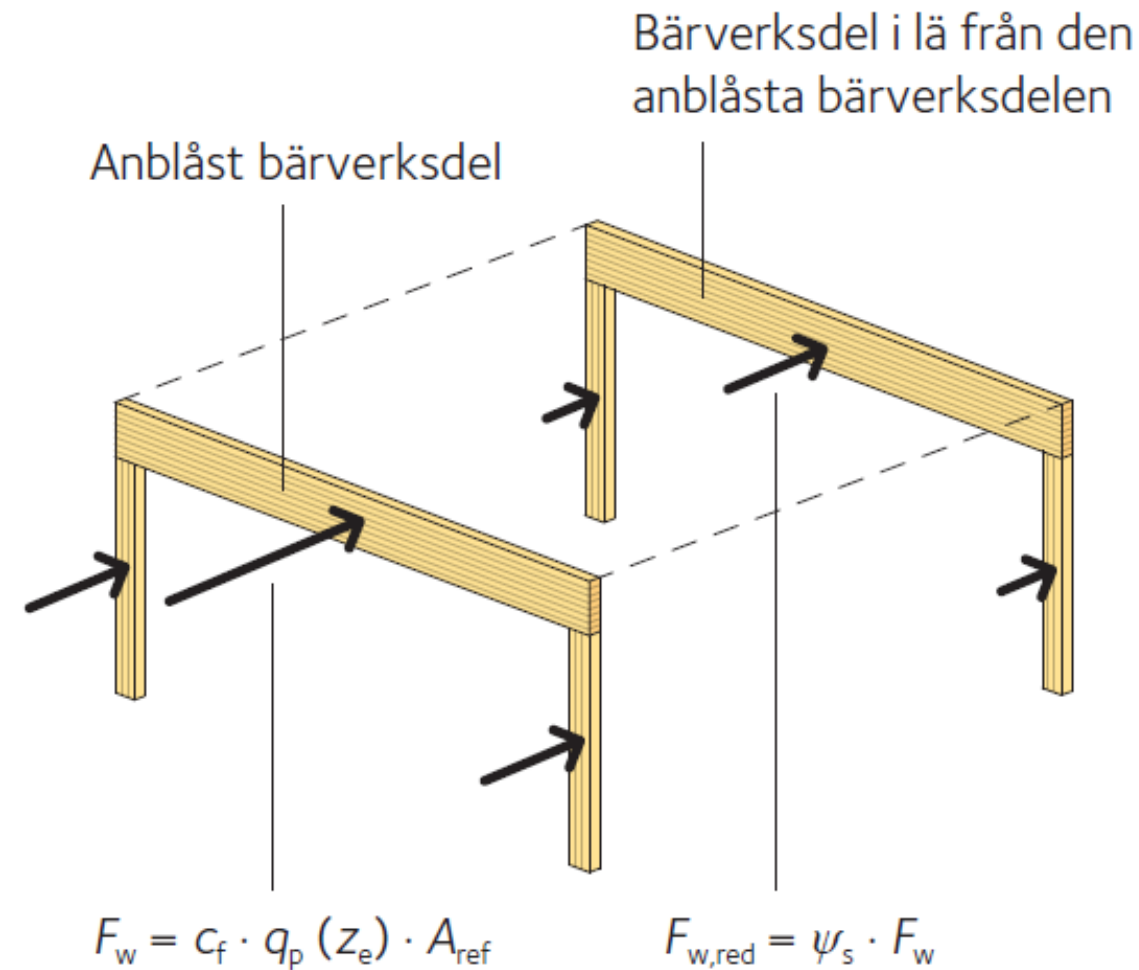
Tabell 3.1 Årstidssfaktorn c_{season} för årets månader.
Löper montage över flera månader gäller det högsta värdet.

En månad årligen	c_{season}
Januari	1,00
Februari	0,83
Mars	0,82
April	0,75
Maj	0,69
Juni	0,66
Juli	0,62
Augusti	0,71
September	0,82
Oktober	0,82
November	0,90
December	1,00

Man kan reducera vindhastigheten något,
beronde på månaden där man planerar bygga

$$V_b = C_{season} \cdot V_{b,0}$$

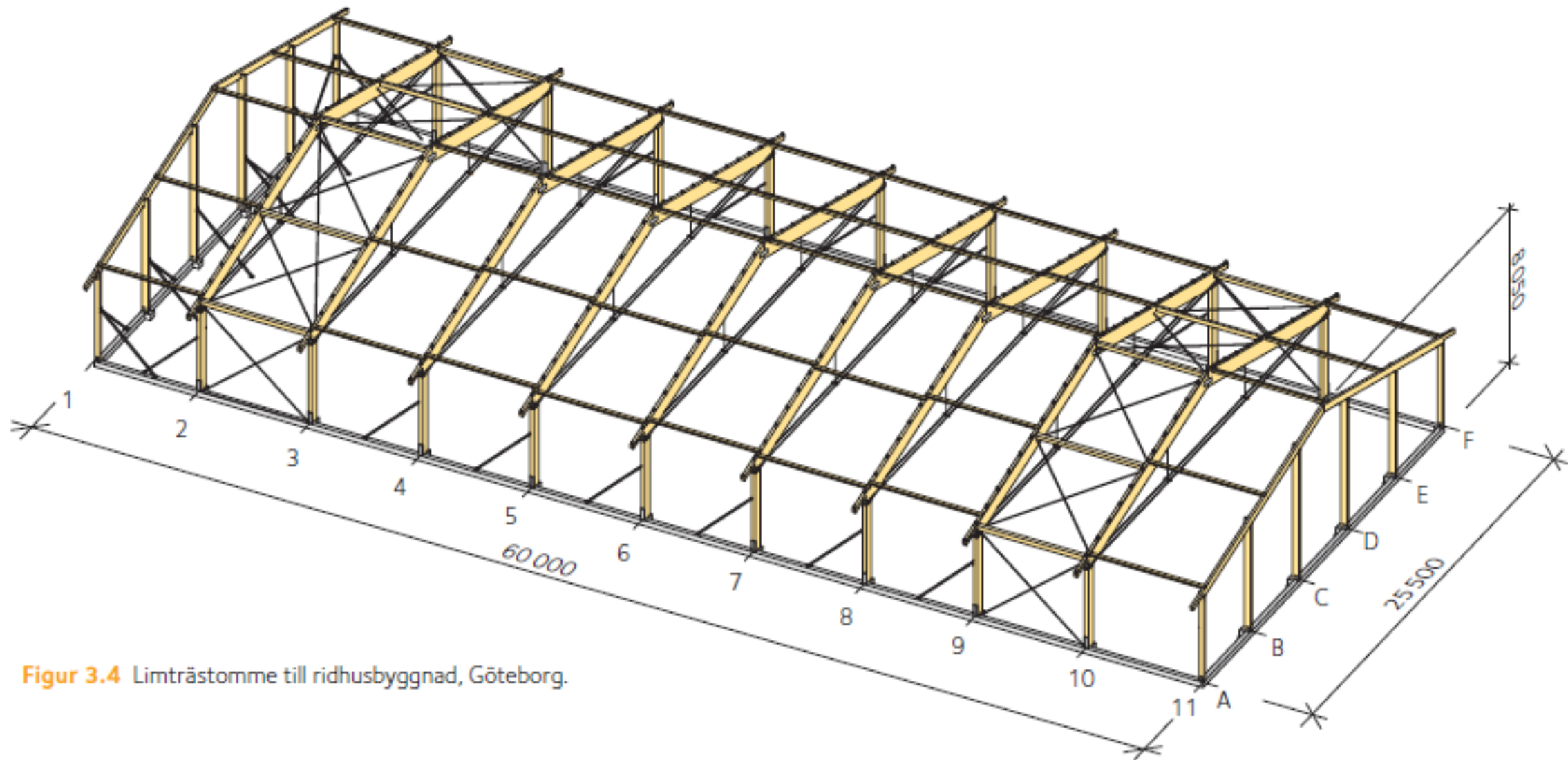
Vindlast – läfaktor ψ_s



om den anblåsta bärverksdelen är lika hög eller högre än den bärverksdelen som ligger i lä, kan man anta :

$$\psi_s = 0,3$$

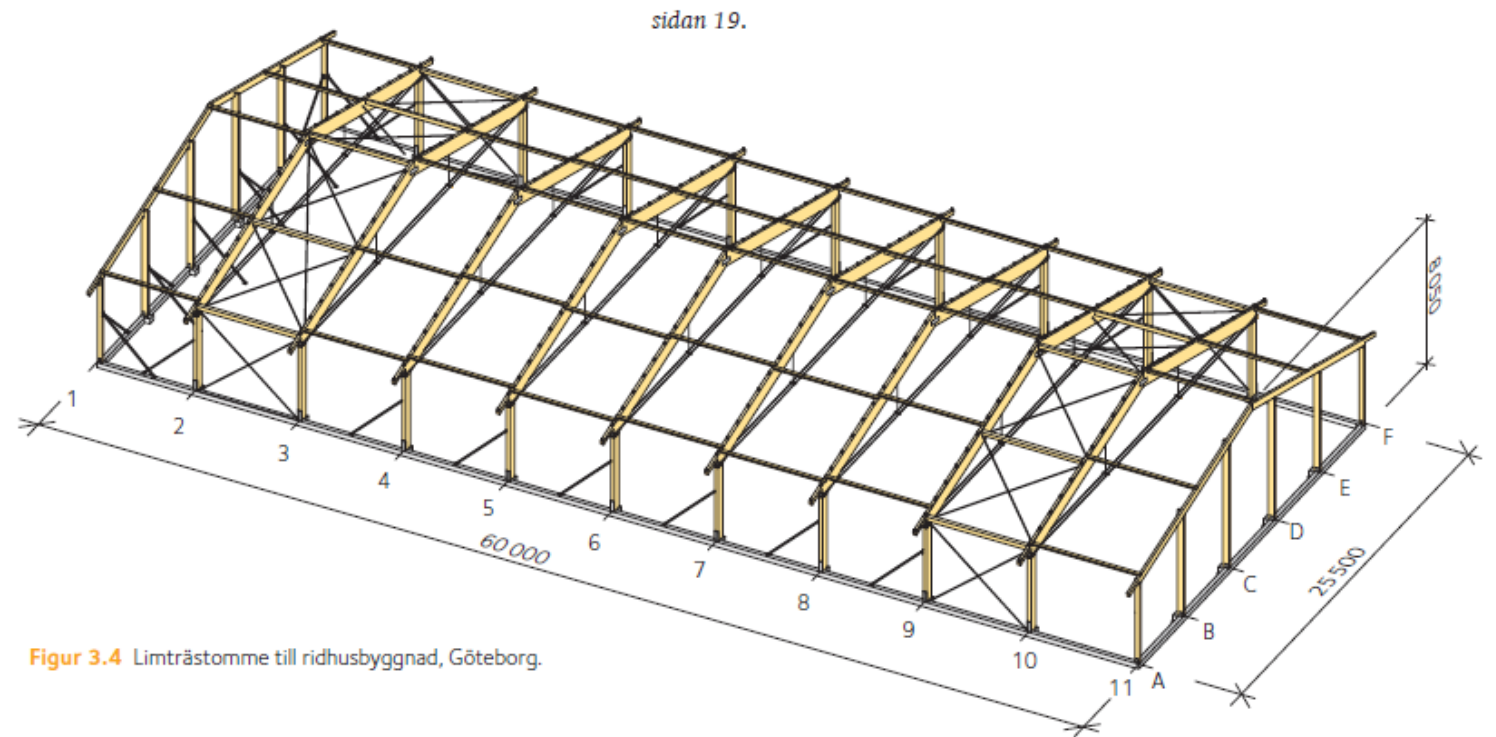
Exempel i Limträhandbok Del 4



Figur 3.4 Limträstomme till ridhusbyggnad, Göteborg.

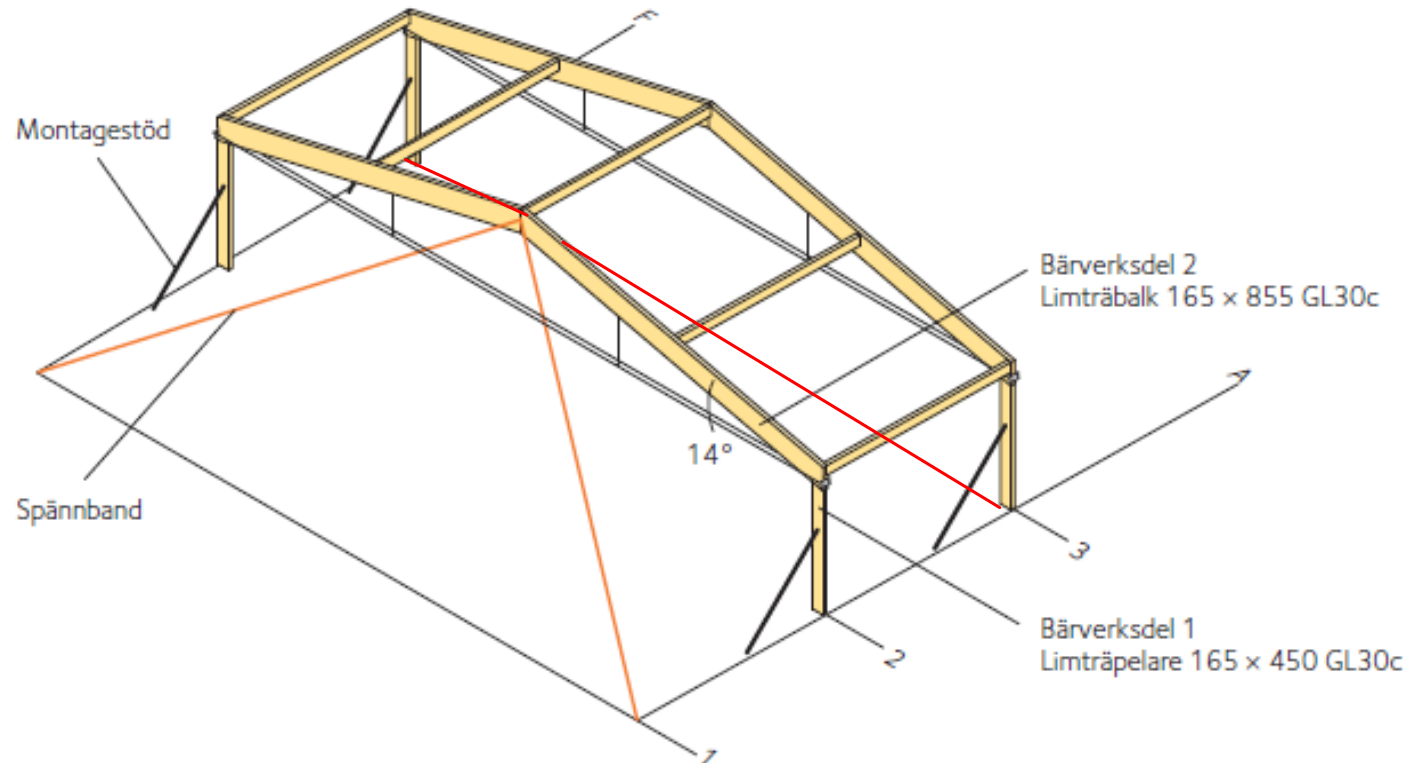
Exempel i Limträhandbok Del 4

Det känsligaste momentet vid montaget inträffar i det ögonblick takstolarna i linje 2 och 3 respektive har rests upp och de permanenta vindkryssen mellan dessa ännu inte monterats



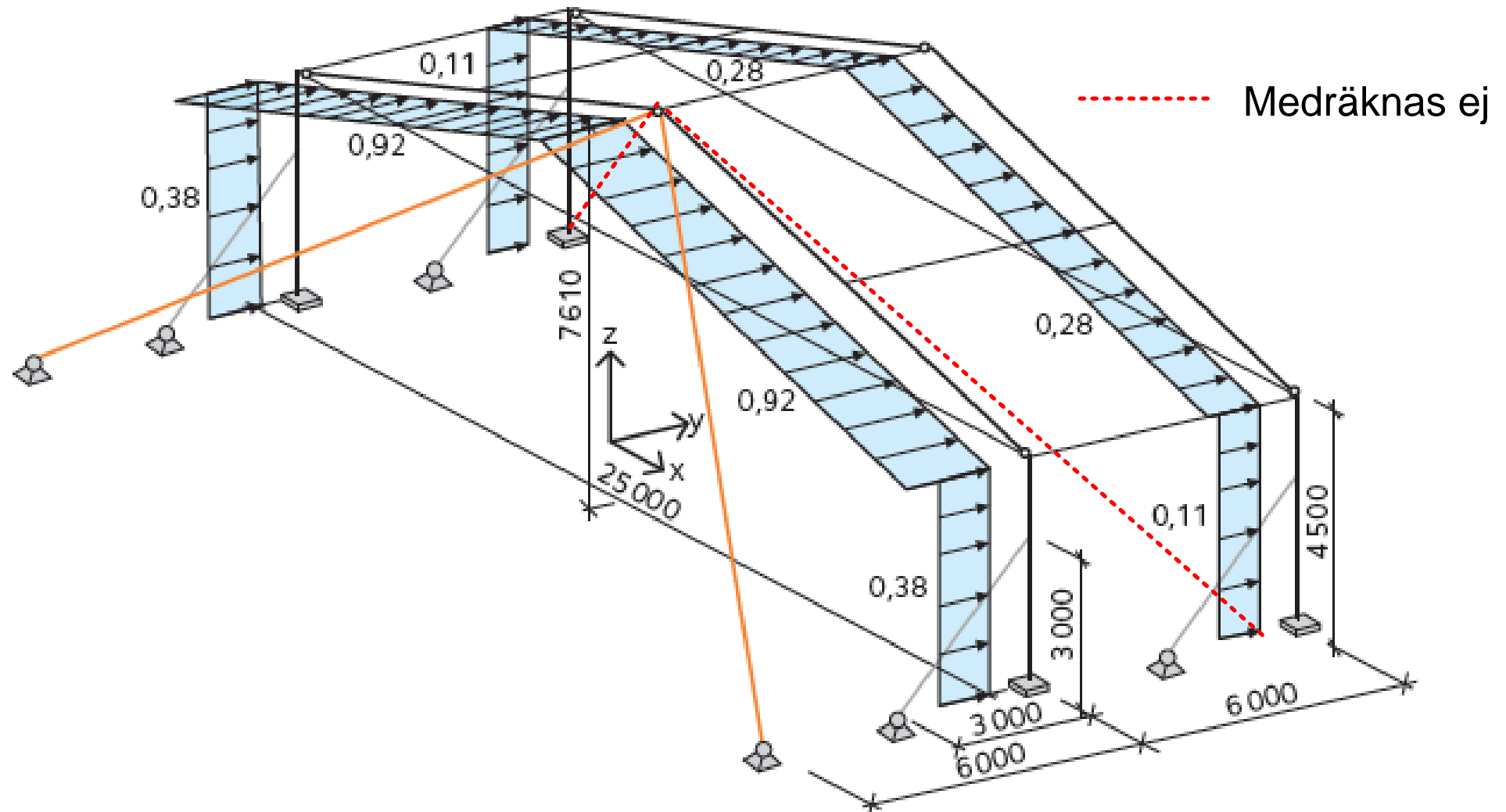
Exempel i Limträhandbok Del 4

Det känsligaste momentet vid montaget inträffar i det ögonblick takstolarna i linje 2 och 3 respektive har rests upp och de permanenta vindkryssen mellan dessa ännu inte monterats



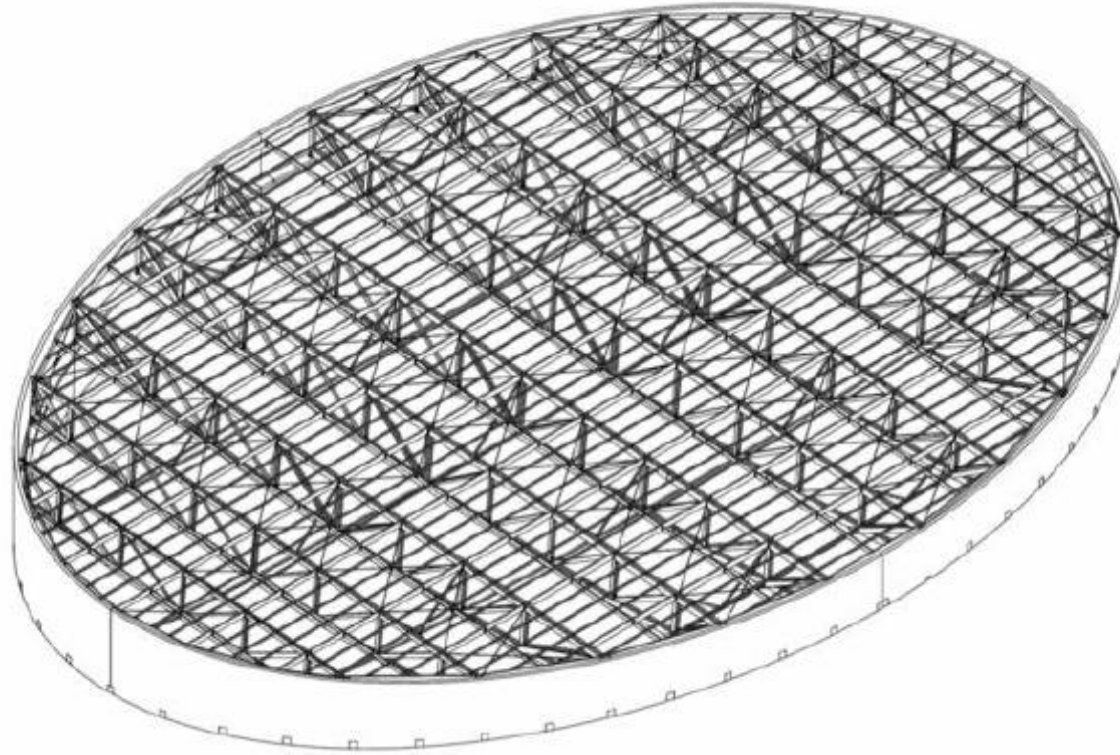
Exempel i Limträhandbok Del 4

Vindlaster



Några exempel på montage av större träkonstruktioner

Cykelarena i limträ, Portugal (2009)



- Fackverkslängd: uppemot 79 m



Courtesy, Rubner Holzbau

Stagning av fackverken



Courtesy, Rubner Holzbau

Stabilisering medels trapetsprofilerad plåt



Stabilisering medels trapetsprofilerad plåt



Bandyhall i Nässjö (spännvidd: 75m)



Courtesy, Limträteknik AB



Courtesy, Limträteknik AB

Tack för tålamodet!