

# Afstivning af tagkonstruktioner

Karsten Musgaard  
Træinformation



# Afstivning af tagkonstruktioner

## Program

- 1 Hvorfor skal spær tværafstives og eksempler på skader
- 2 Lasttyper og principper for afstivning
- 3 Afstivningsmetoder for mindre spær
- 4 Afstivning med plader
- 5 Afstivningsmetoder for store spær, herunder:
  - spær med løs top
  - gavle
  - afvalmede gavle

# 1. Hvorfor skal spær tværafstives



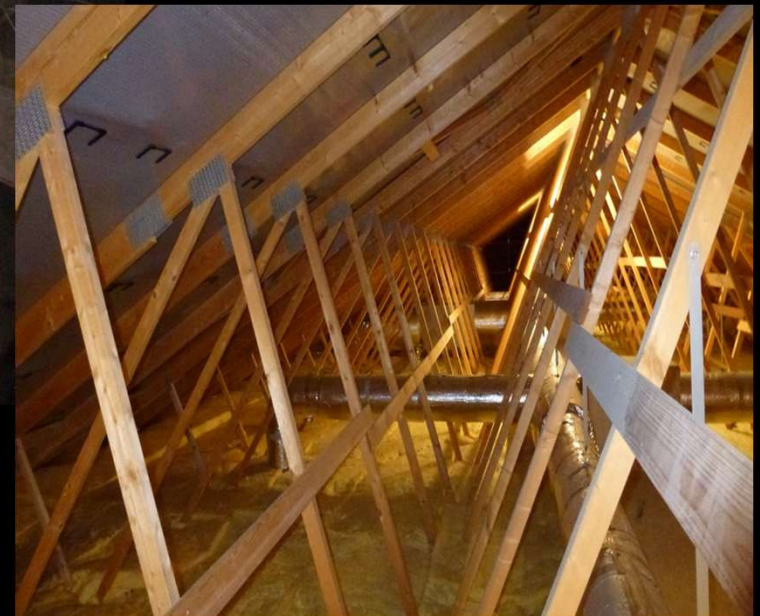
## Typiske svigt

- Sikre tegn på utilstrækkelig tværafstivning.
- Inspektion i tagrummet.



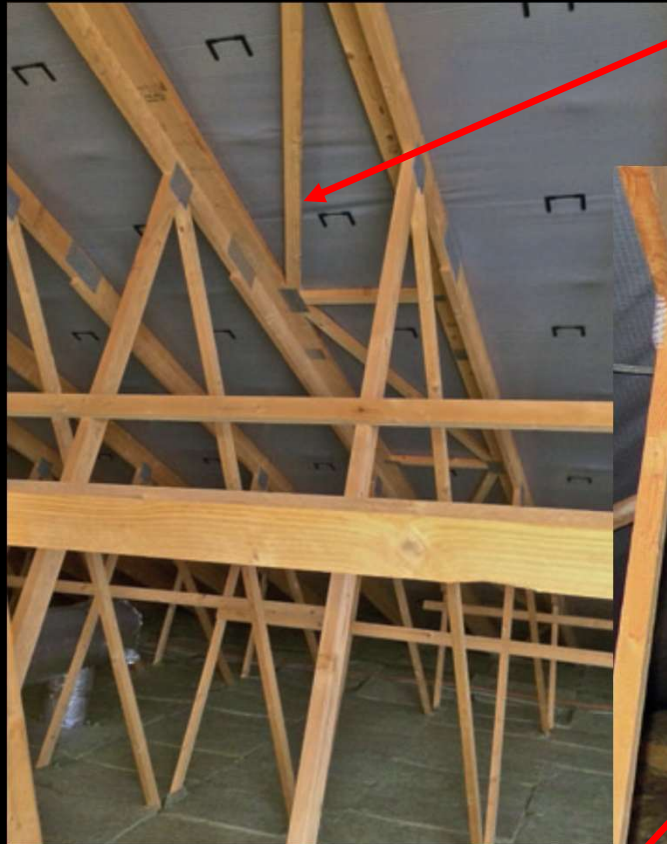
# Gitterstænger skal tværafstives

- Er gitterstænger i spærene afstivet?



# Spærhoveder skal fastholdes

- Er der anvendt afstivende elementer?



Gitterbjælke

Skråafstivning?



# Store spær med hanebånd

- Er hanebånd i spær med løs top fastholdt?
- Mangler det afstivende element?



# Vind og egenlaster under opsætning

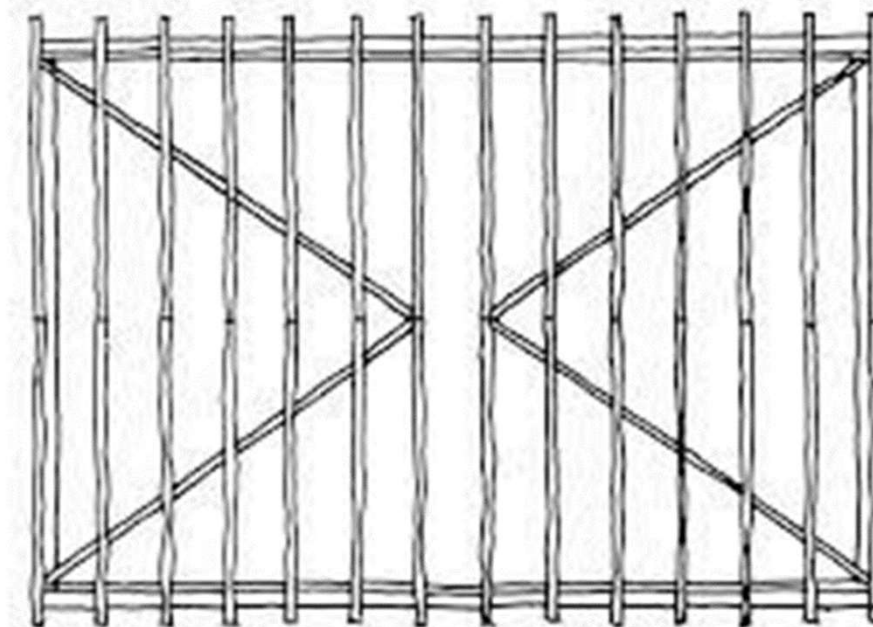
- Midlertidig afstivning under opførelse skal sikres.



## 2. Lasttyper og principper for afstivning

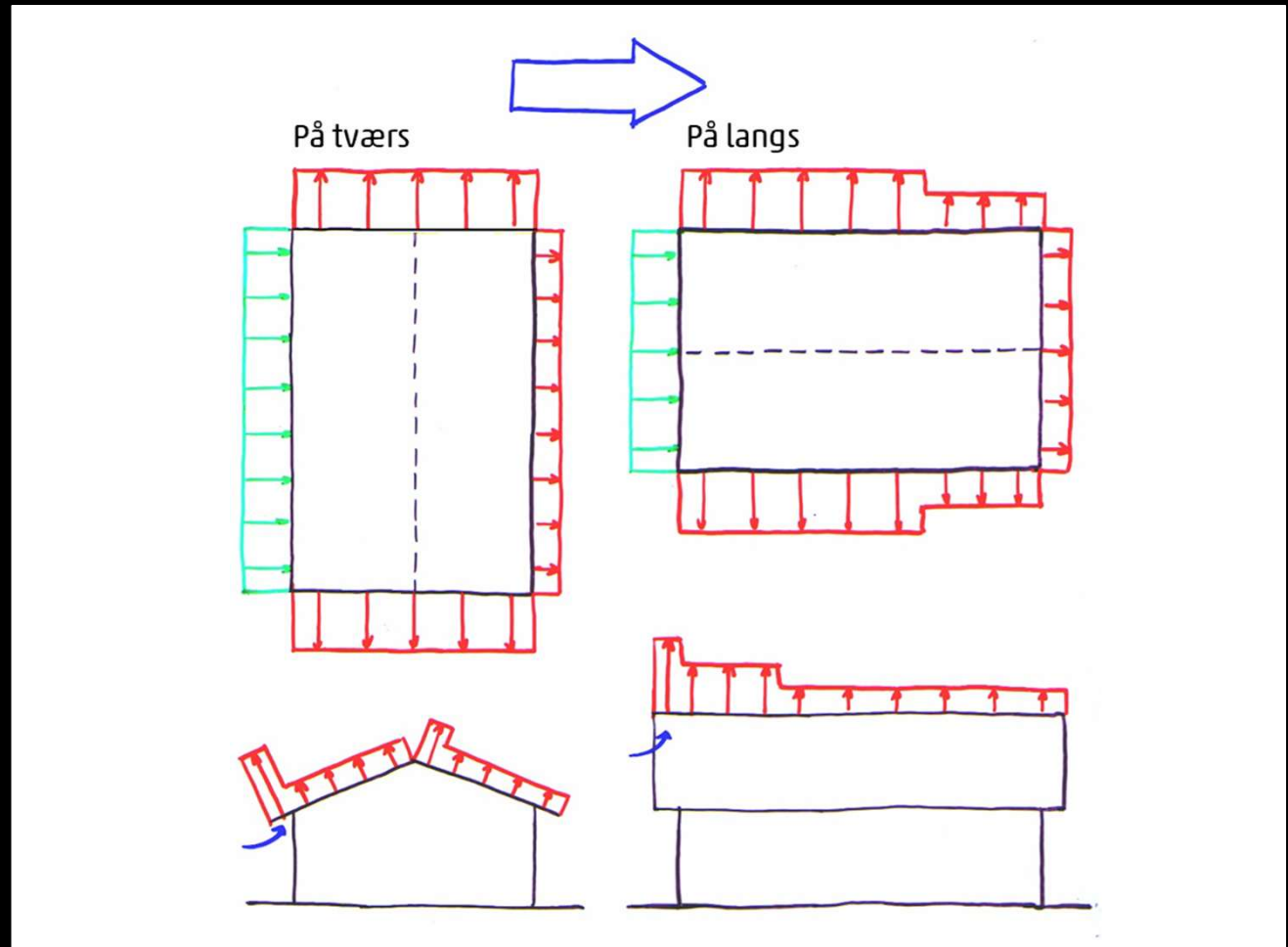
### ➤ Lasttyper på afstivningssystem.

1. Vind på færdig bygning.
2. Fastholdelse af delelementer.
3. Vind under opførelse.



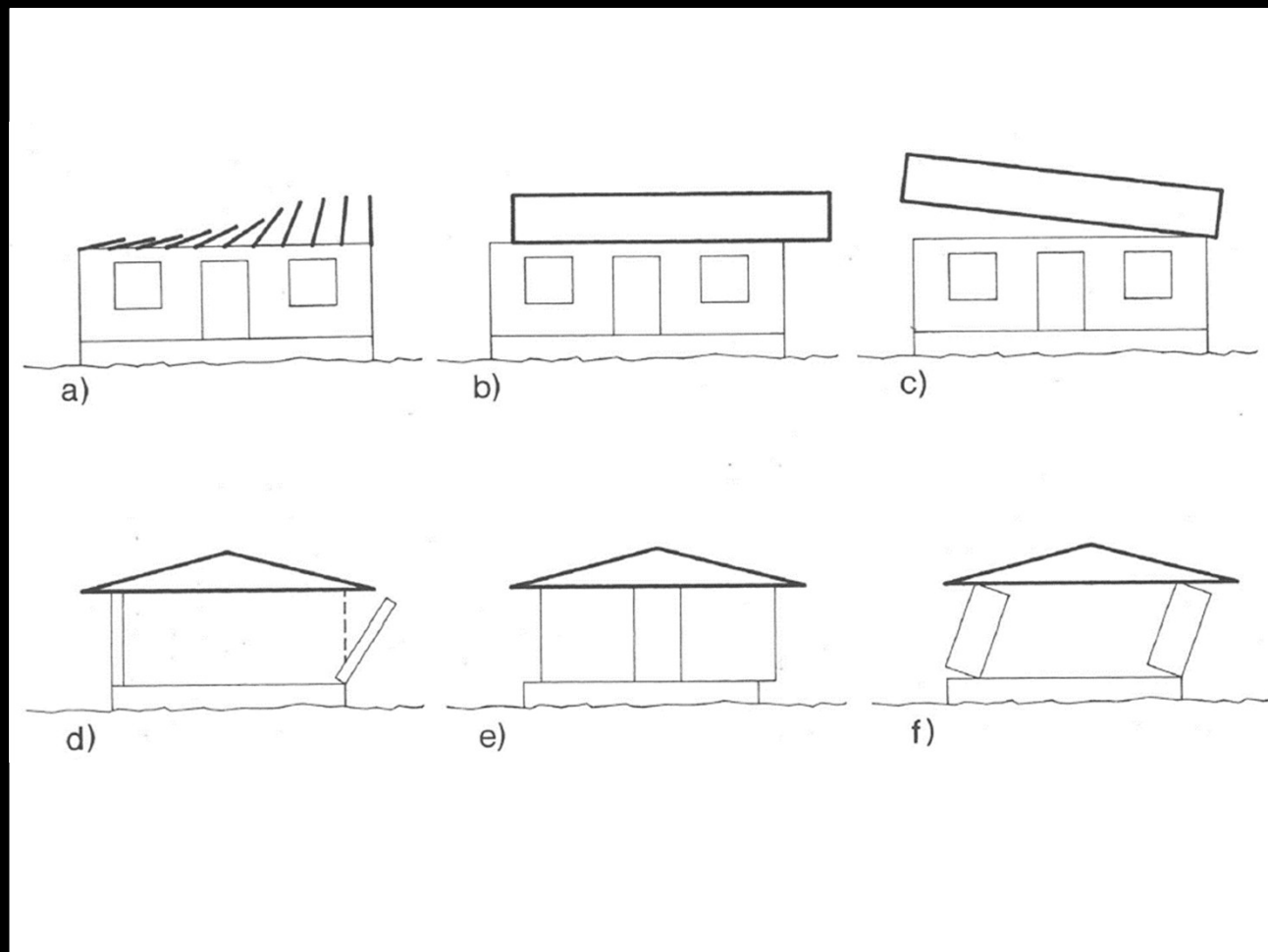
# Vindlast

- Vindlast bestemmes af Eurocode 1-1-4 og DK Nationalt Anneks.



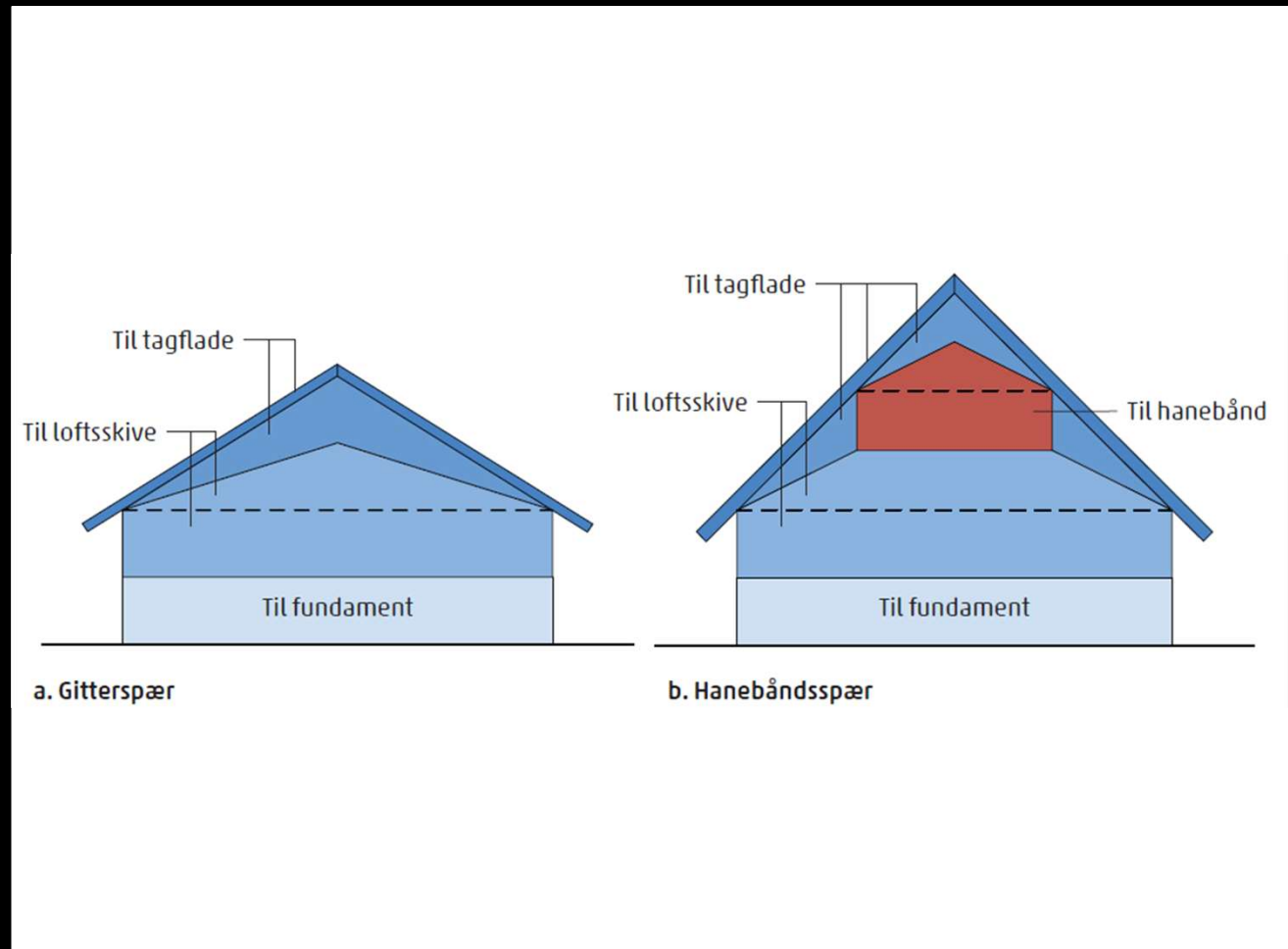
# Svigtmåder for tagkonstruktioner

- Svigtemåder for tag.
- Svigtemåder for vægge.



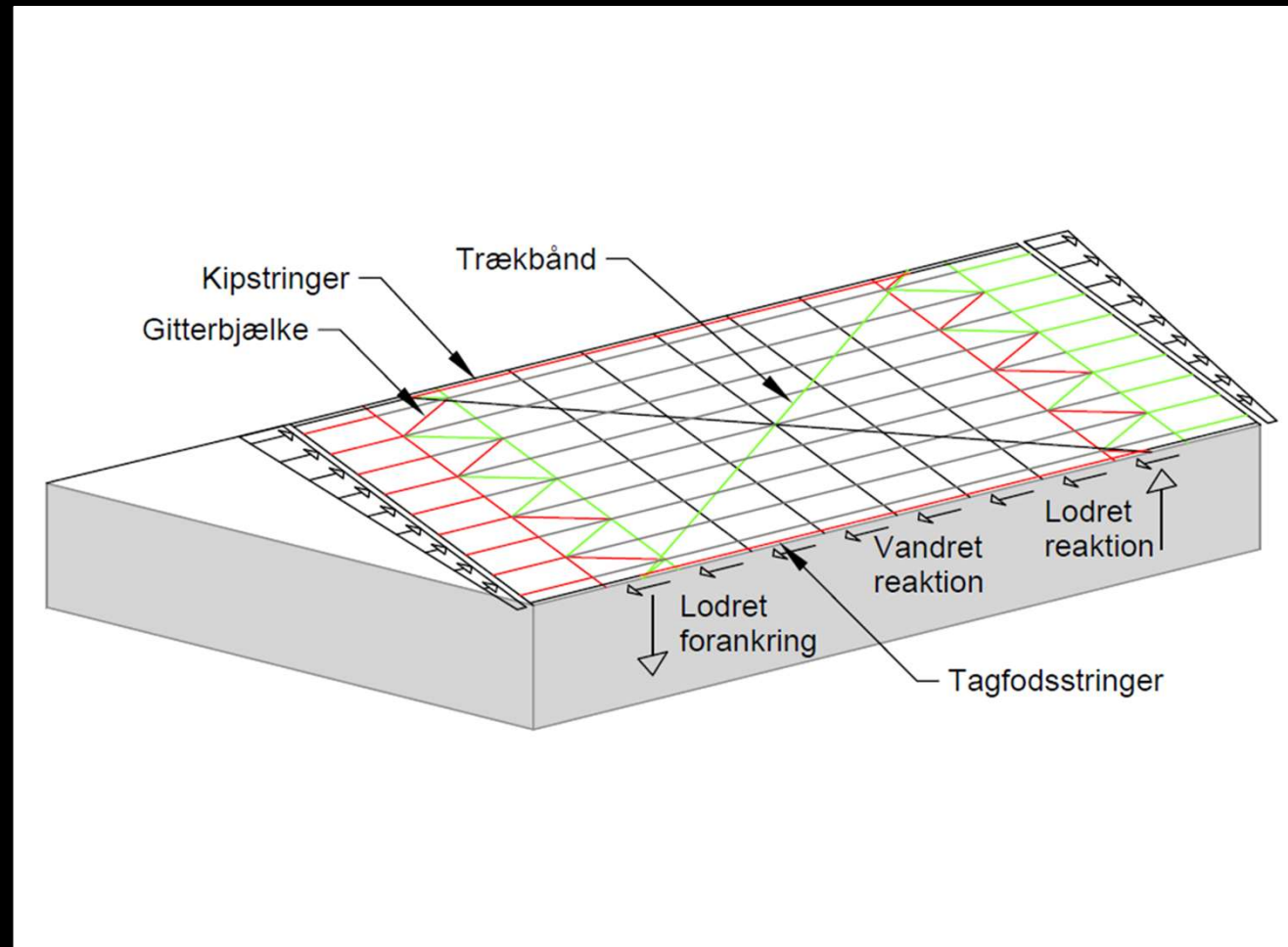
# Vind på gavl og gavltrekant- fordeling

- Vindlasten på gavlen skal fordeles.
- Vindlasten kan typisk fordeles til:
  - Tagflade.
  - Loftkonstruktion.
  - Fundament.



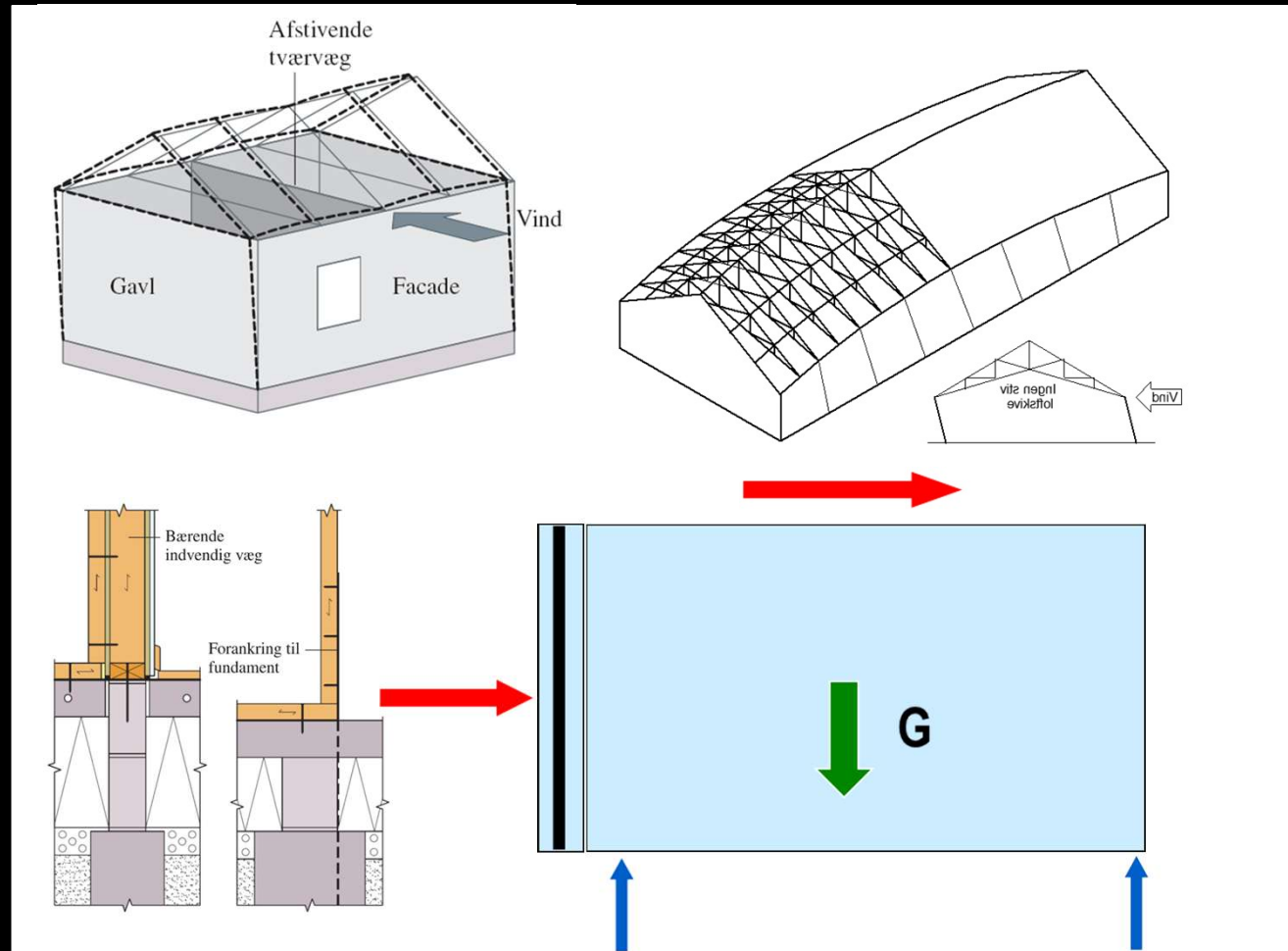
# Optage vandret vindlast, princip

- System for optagelse af vandrette vindlaster.



# Afstivning for vind på tværs

- Loftkonstruktion skal kunne føre vindlast til afstivende tværvægge.

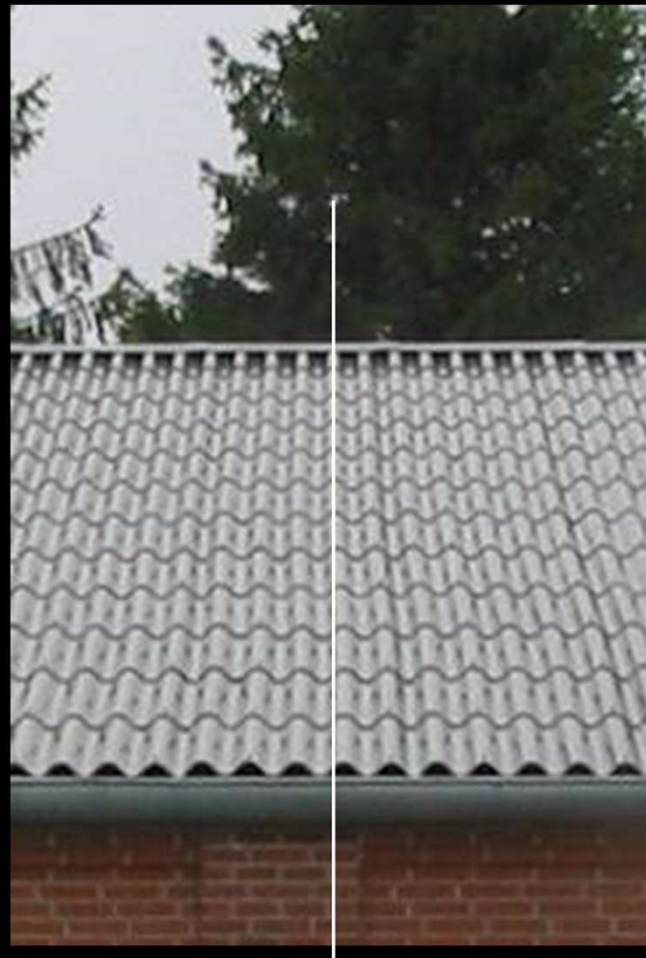


# Tre forankringsbehov for vindlaster

- Skråafstivning skal modsvare vindsug  
– afgørende er vind på langs
- Stabiliserende vægge  
– især for vind på tværs
- Forankring ved hjørner er 'altid' nødvendigt

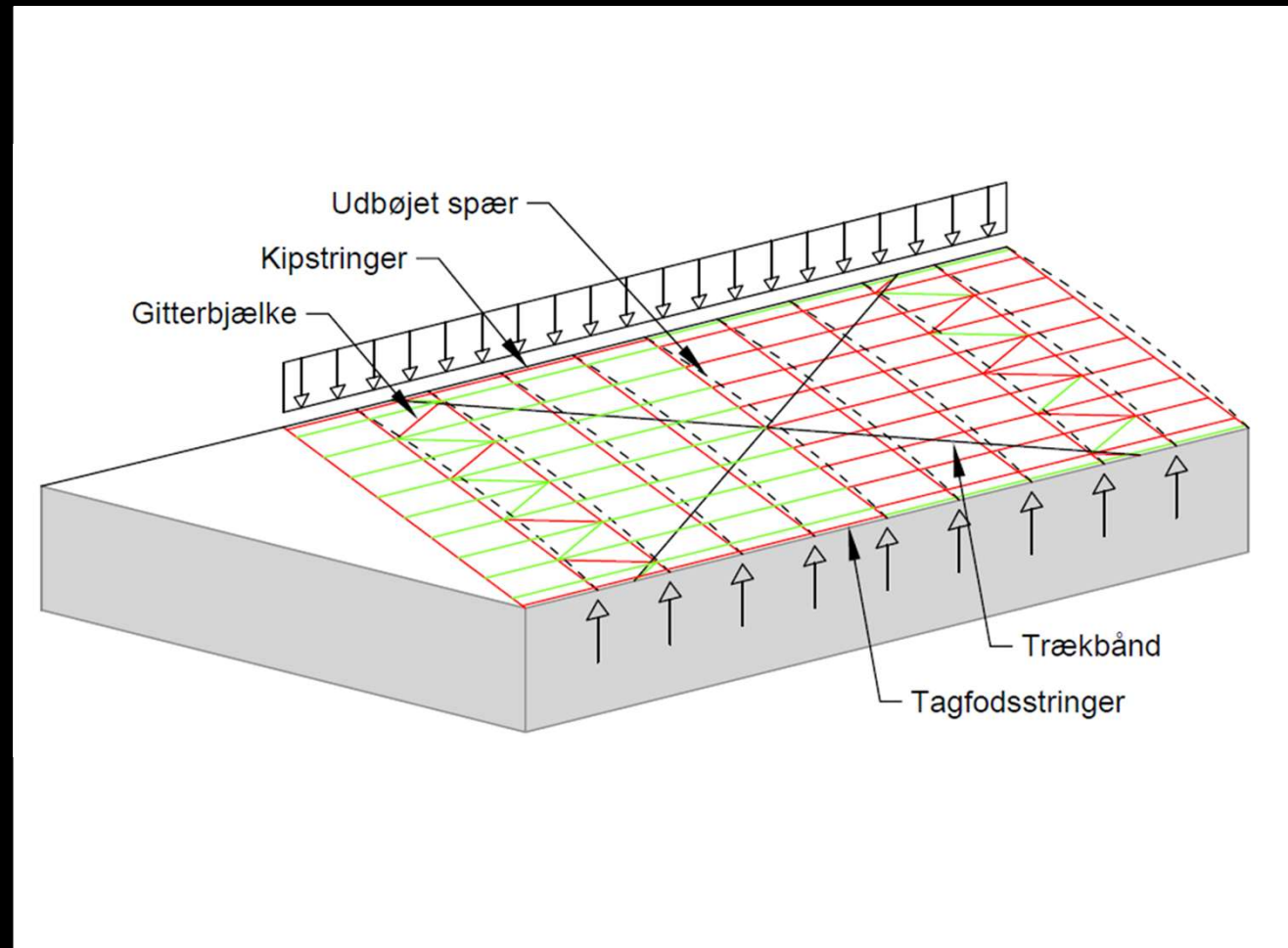
Forankringer kan være fælles for vind på langs og tværs.

## 2.2 Fastholde spærhoveder i svag retning for trykkraft (søjlevirkning)



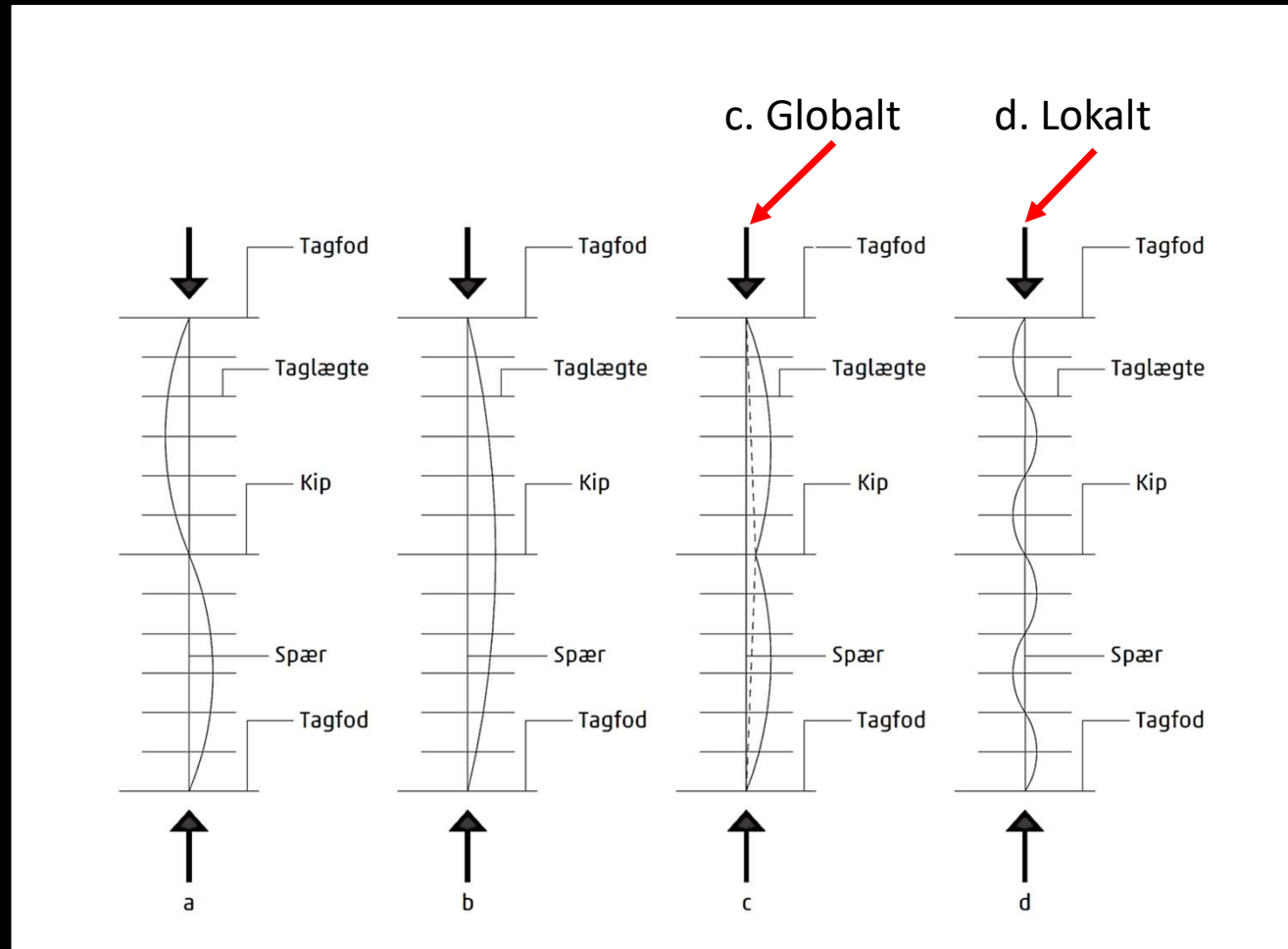
# Fastholde spærhoveder, princip

- Spærhoveders svigtformer skal forebygges.



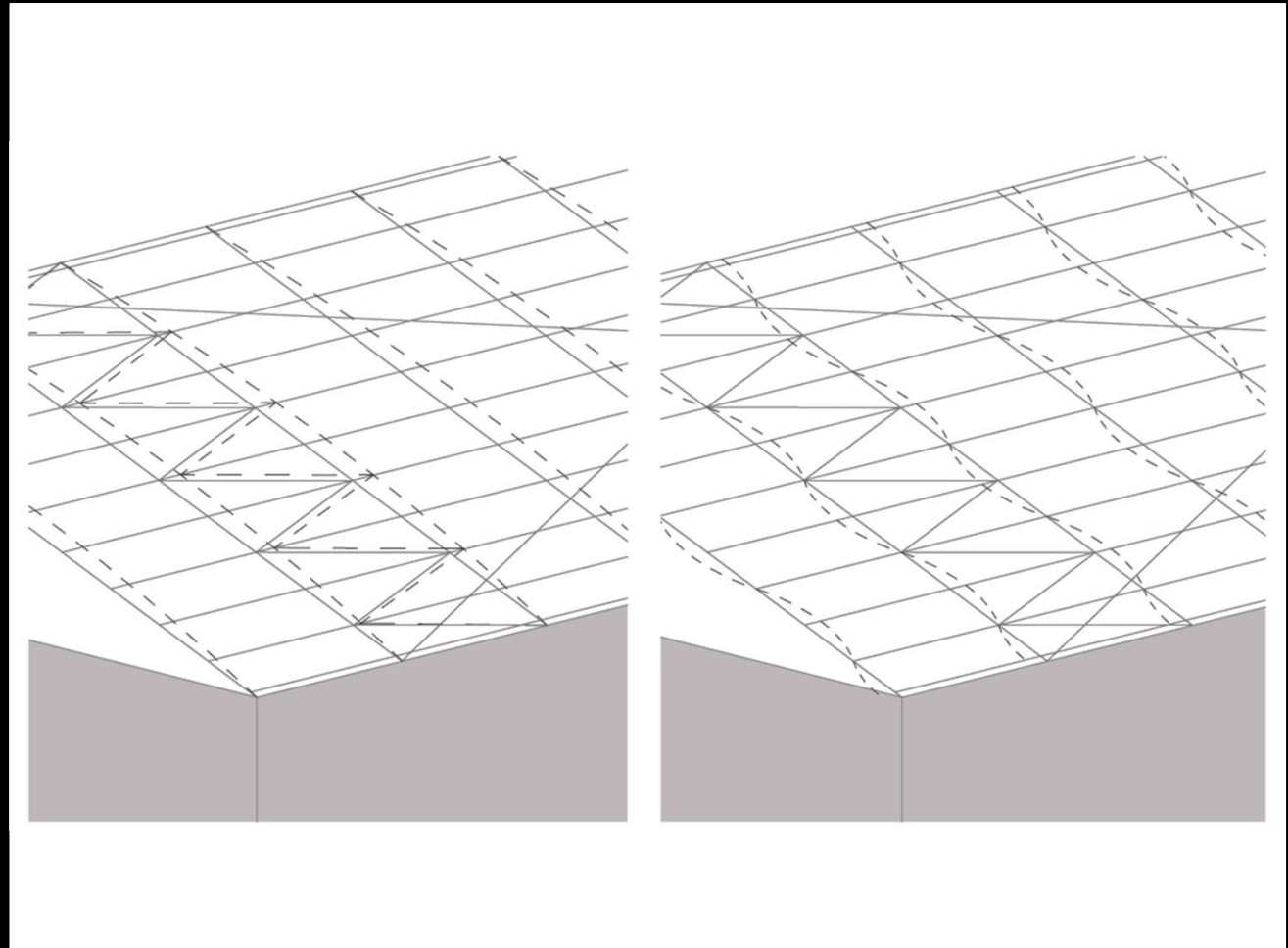
# Svigtformer, spærhoveder

- 4 principielle svigtformer.
- Kun c og d behøves undersøgt.



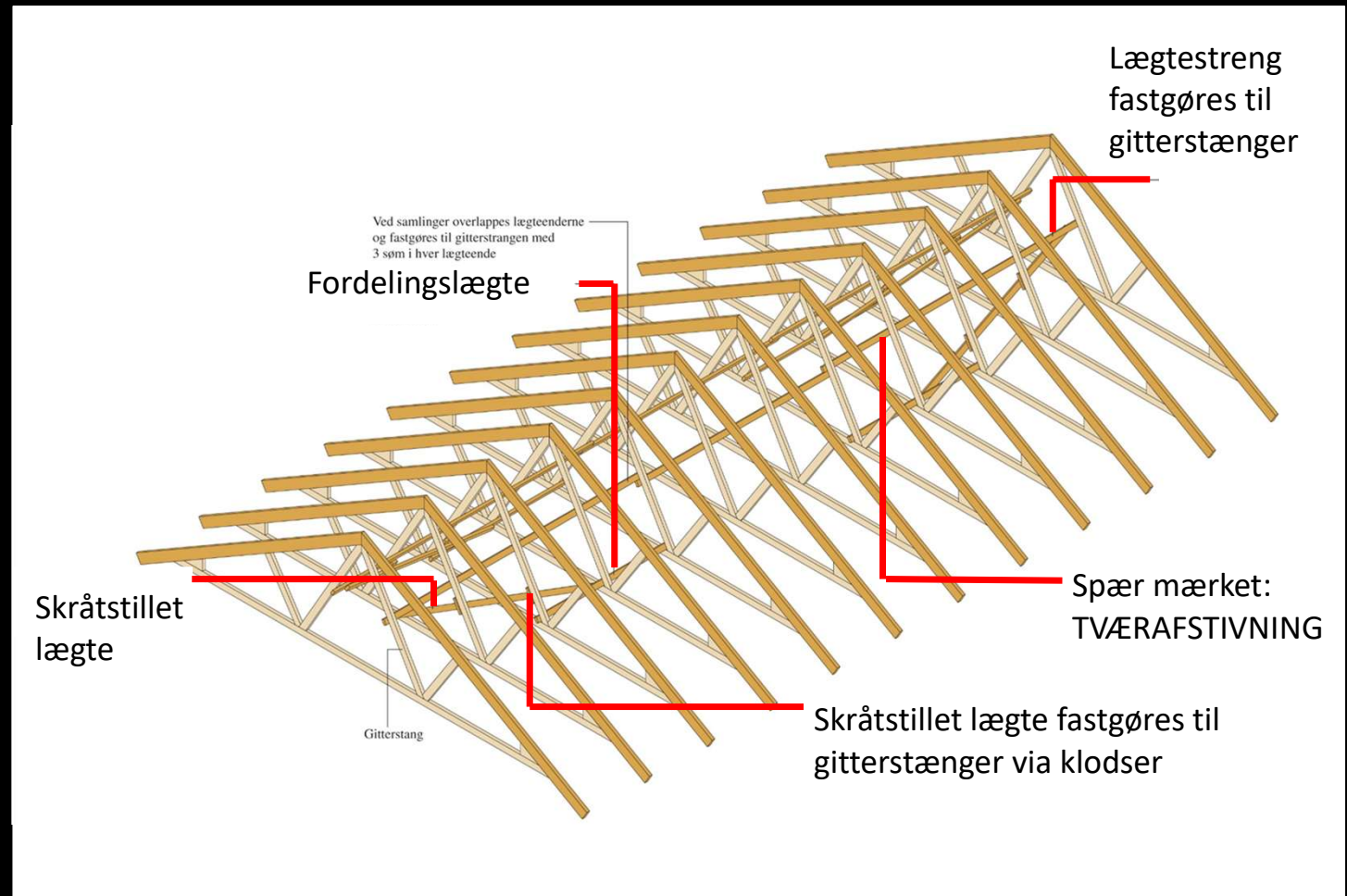
# Principielle svigtmåder for spærhoveder

- Ensidig udbøjning.
- S-formet udbøjning.



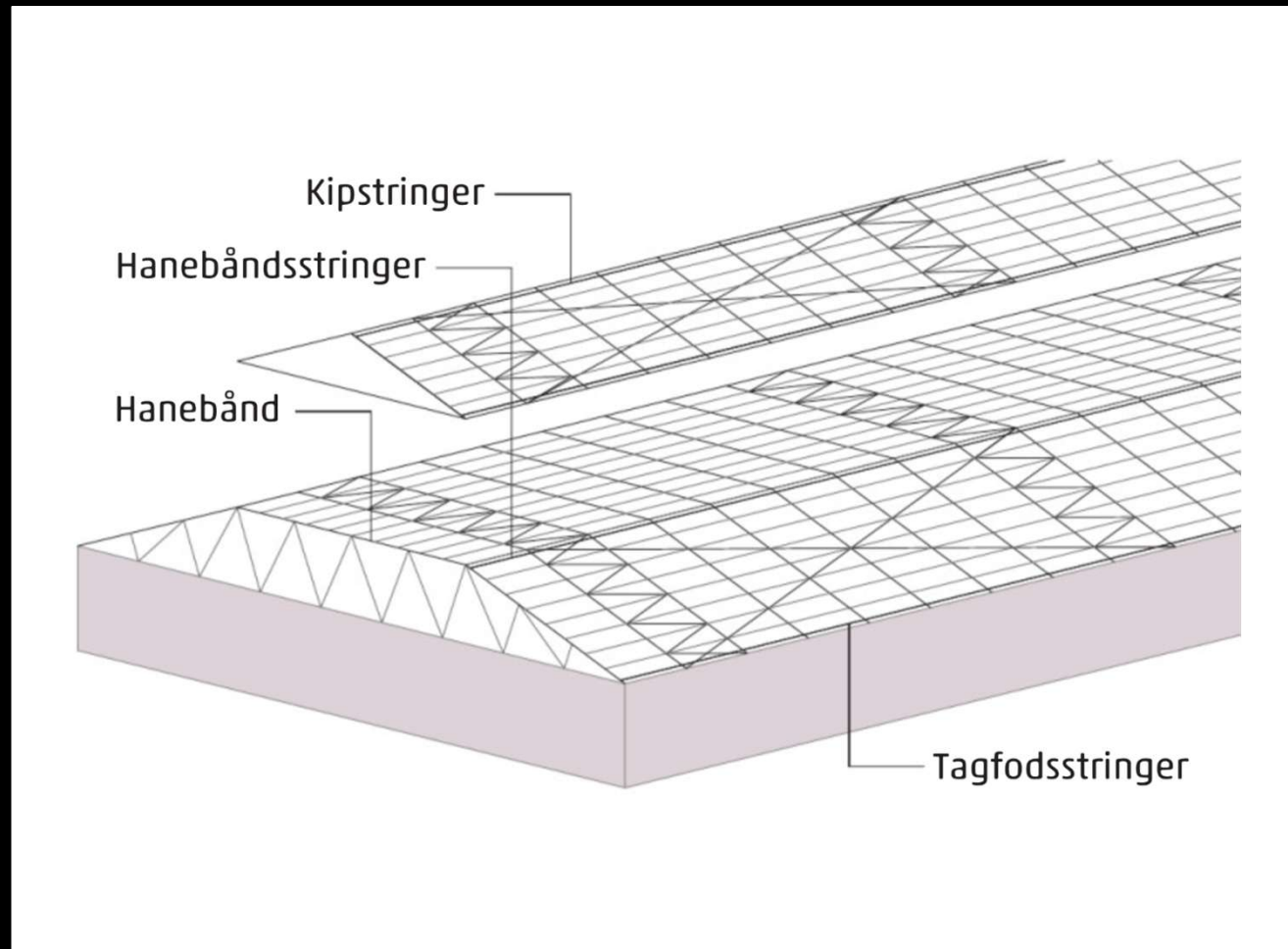
# Afstivning af gitterstænger

- Behov for tværafstivning.



# Spær med løs top

- Anvendes ved:
  - Stor spændvidde.
  - Stor taghældning.
  - Transporthensyn.
- Anvendelse af gitterbjælker og stringer.

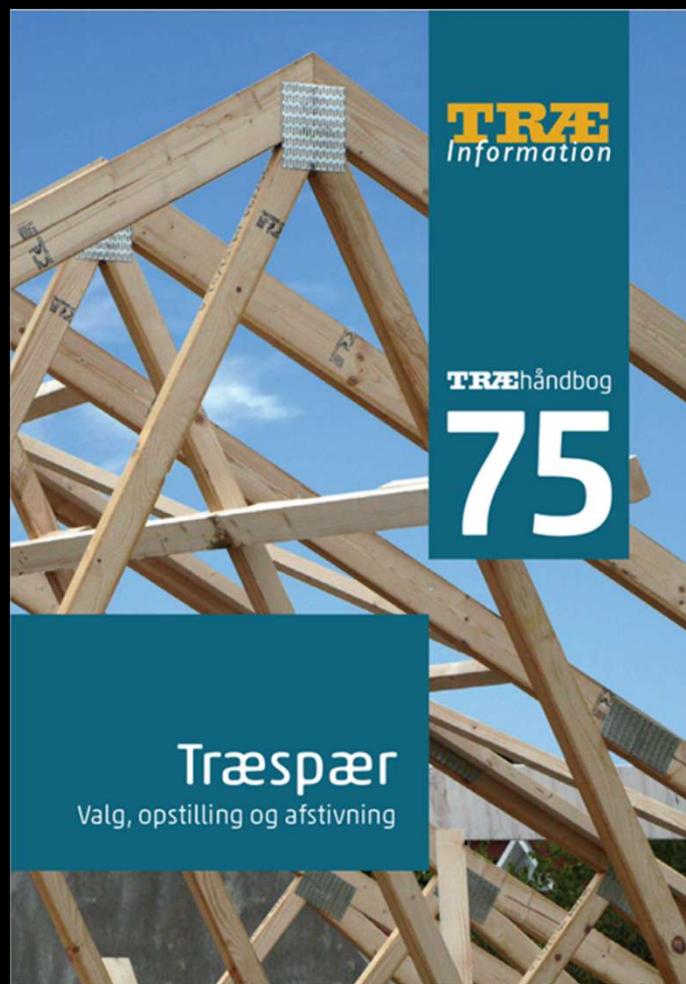


## 2.3 Vindlast under opførelse

- Vindlasten på uafdækkede spær kan blive betydelig.
- Sikre forankring og afstivende system under udførelse.



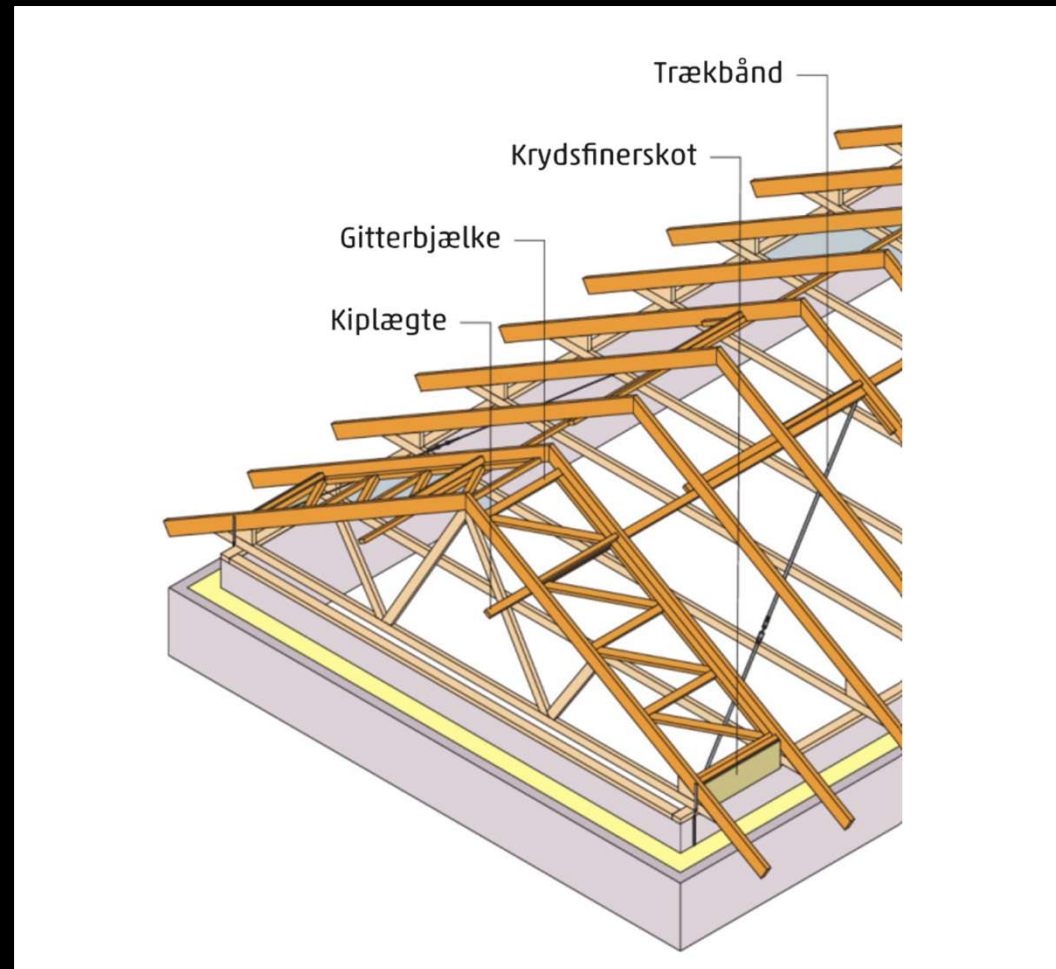
### 3. Afstivningsmetoder for mindre spær



# Det afstivende system

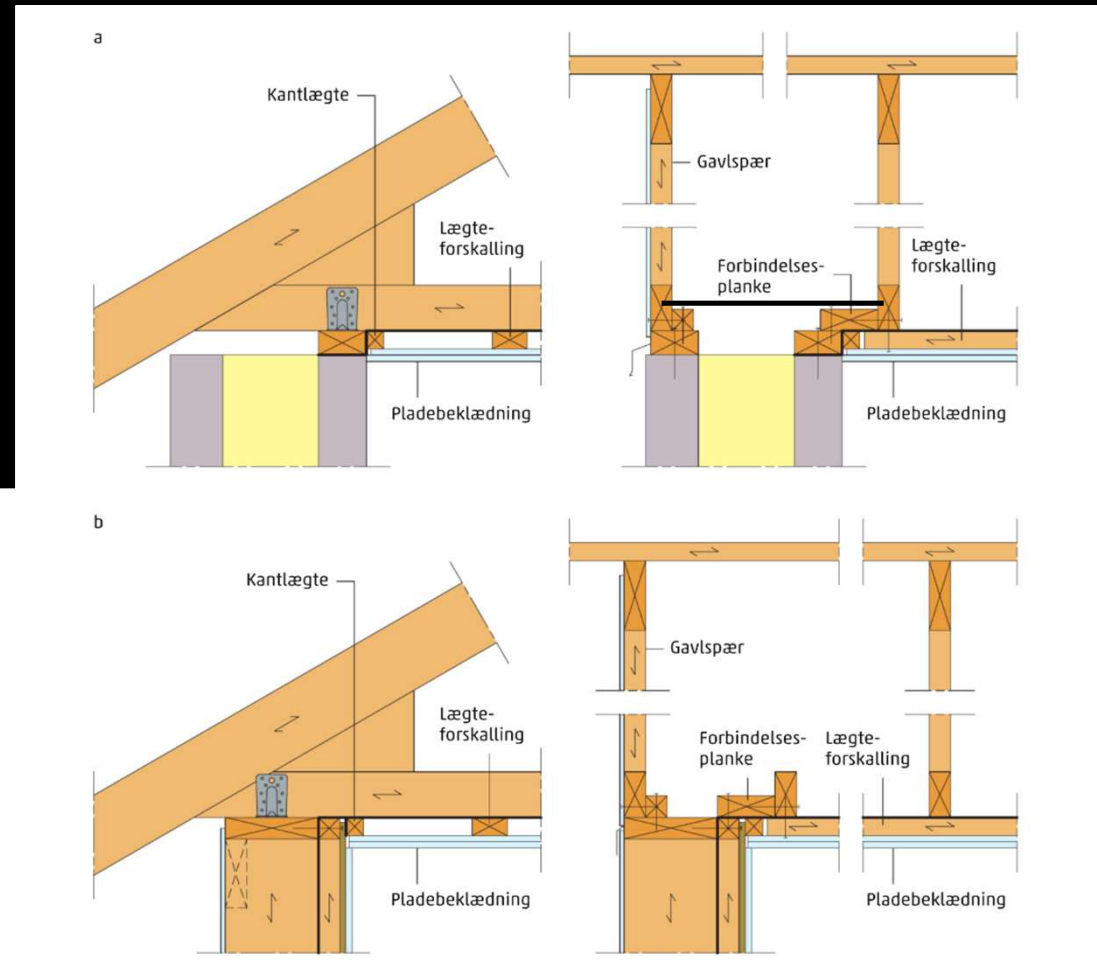
Består primært af:

- Gitterbjælke.
- Afstivning med trækbånd på underside af spærhoveder.
- Kiplægter.
- Spærhoveder, taglægter og lodrette forankringer.



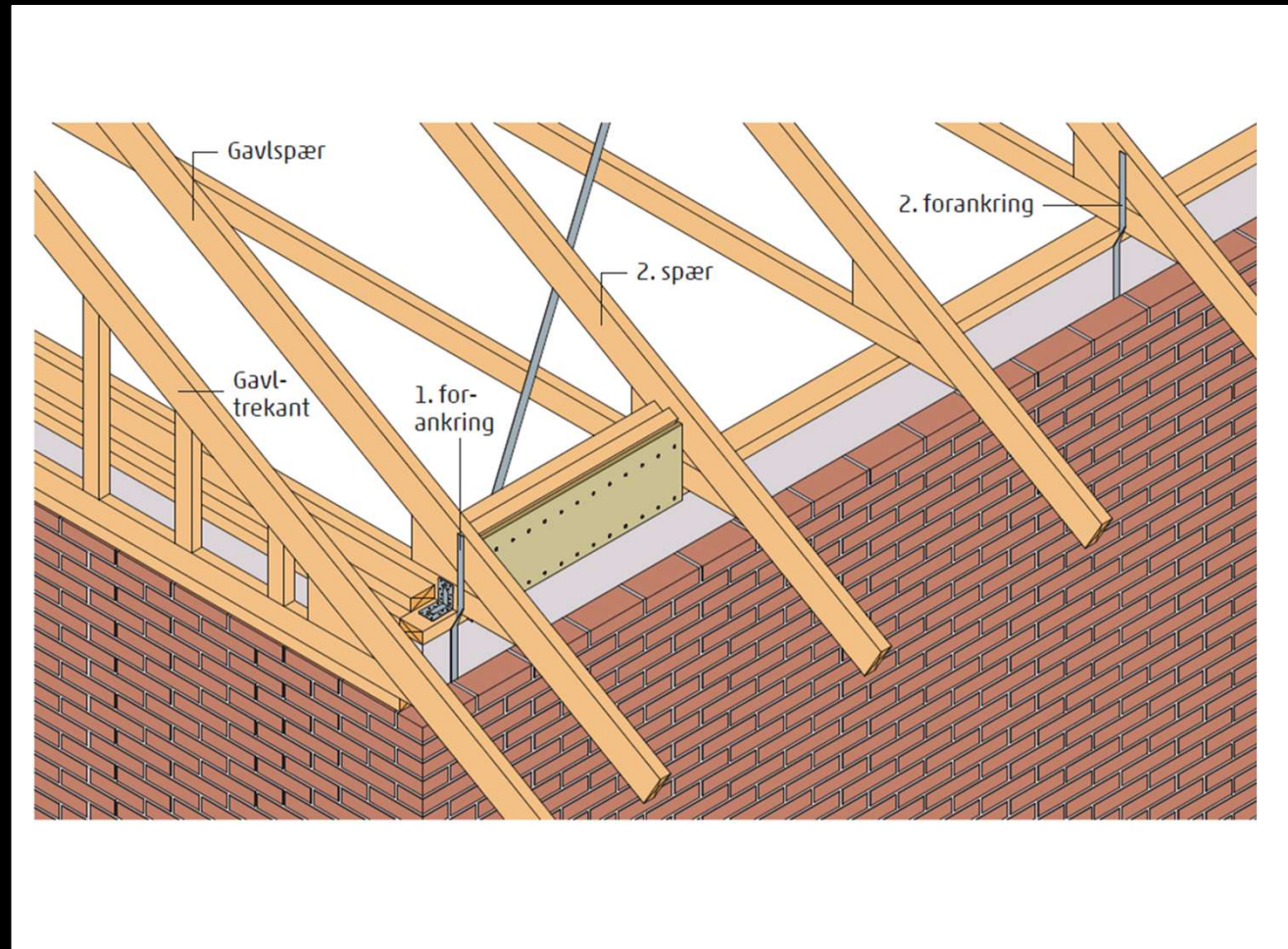
# Gavl til loft

- Gavl skal fastholdes til loft og væg.
- Gennemgående kantlægte.
- Forbindelsesplanke til spærfod.



# Lodret forankring

- Lodrette reaktioner ved skråafstivning.
- Vindsug på taget – især nær gavlen.
- Fastholdelse af stabiliserende vægge.



# Lodret forankring

## ➤ Afstivningstyper:

- A1
- A2

**Tabel 9** Regningsmæssig lodret reaktion  $F_{\text{skrå}}$  ved de spær, som skråafstivningen er fastgjort til, når hele skråafstivningens bæreevne udnyttes.

Afstivningstype	A1	A2	A3
<i>Taghældning</i>	Afstivningshældning $\nu = 35^\circ$		
15°	0,9 kN	1,3 kN	2,0 kN
20°	1,2 kN	1,7 kN	2,6 kN
25°	1,5 kN	2,1 kN	3,2 kN
30°	1,7 kN	2,5 kN	3,8 kN
35°	2,0 kN	2,9 kN	4,4 kN
40°	2,2 kN	3,2 kN	4,9 kN
45°	2,4 kN	3,6 kN	5,4 kN
50°	2,6 kN	3,9 kN	5,8 kN
<i>Taghældning</i>	Afstivningshældning $\nu = 42^\circ$ (bruges kun for hanebåndsspær)		
40°		3,8 kN	5,7 kN
45°		4,2 kN	6,3 kN
50°		4,5 kN	6,8 kN

# Lodret forankring

- Der er behov for at optage:
  - Lodret reaktion.
  - Vindsug.

**Tabel 10** Regningsmæssigt forankringsbehov  $F_{\text{sug}}$  i kN for vindsug på et 10 m bredt, let tag (25 kg/m<sup>2</sup>) med muret gavltrekant. Vindpåvirkningen afhænger af terrænkategorien og af kiphøjden  $h$ . Forstad, Land og Hede svarer til terrænkategorierne III, II og I. Desuden er angivet reduktion af forankringsbehov ved tungt tag og ved forankring nr. 1 ved let gavltrekant. Forankring nr. 1 er placeret ved 1. spær (gavlspæret), de følgende pr. højst 3,5 m. Kraften kan antages at være proportional med tagbredden.

Vindpåvirkning	Forstad: $h \leq 8$ m			Forstad: $h \leq 20$ m Land: $h \leq 8$ m			Land: $h \leq 16$ m Hede: $h \leq 8$ m			Land: $h \leq 20$ m Hede: $h \leq 12$ m		
	Forankring nr.	1	2	$\geq 3$	1	2	$\geq 3$	1	2	$\geq 3$	1	2
<i>Taghældning</i>												
15°	6,3	2,5	1,7	10,9	6,0	4,8	14,0	8,3	6,9	15,7	9,6	8,0
30°	7,0	3,8	1,2	12,0	7,9	4,3	15,4	10,7	6,4	17,3	12,2	7,5
45°	6,9	3,6	0,2	12,1	8,0	3,3	15,7	11,1	5,4	17,7	12,7	6,5
<b>Reduktion for: Tungt tag (40 kg/m<sup>2</sup>)</b>						<b>Let gavltrekant (kun forankring nr. 1)</b>						
Forankring nr.	1	2	$\geq 3$	Tagbredde			8 m	12 m	16 m			
<i>Taghældning</i>				<i>Taghældning</i>								
15°	2,6	3,6	3,6	15°			0,5	0,9	1,5			
30°	2,9	4,0	4,0	30°			0,8	1,6	2,7			
45°	3,5	4,9	4,9	45°			1,2	2,6	4,4			

# Afstivning af gitterspær

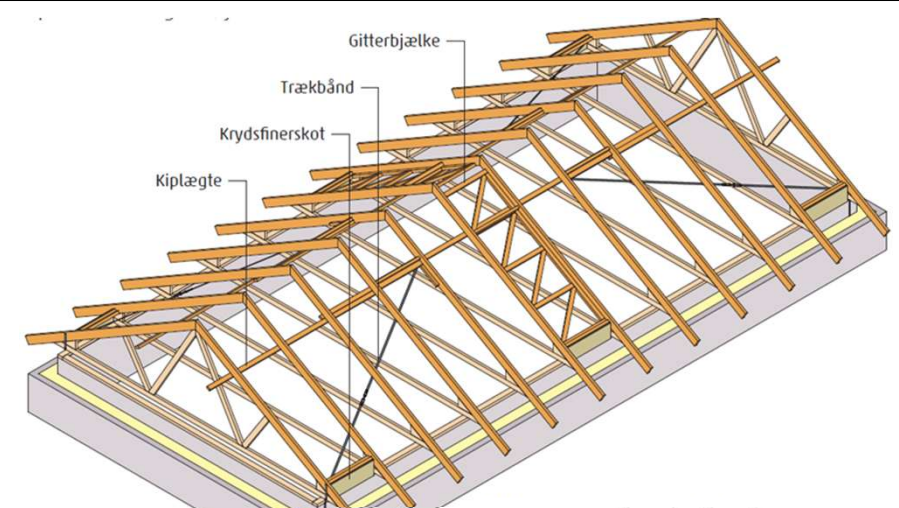
Mindre bygninger:

Bygningslængde max 16 m.

Spærhovedlængde max 6 m.

Største tagbredde i m.

- For mindre bygninger med bygningslængde på 16 m.
- Middelvinde under opførelse 12 m/s.

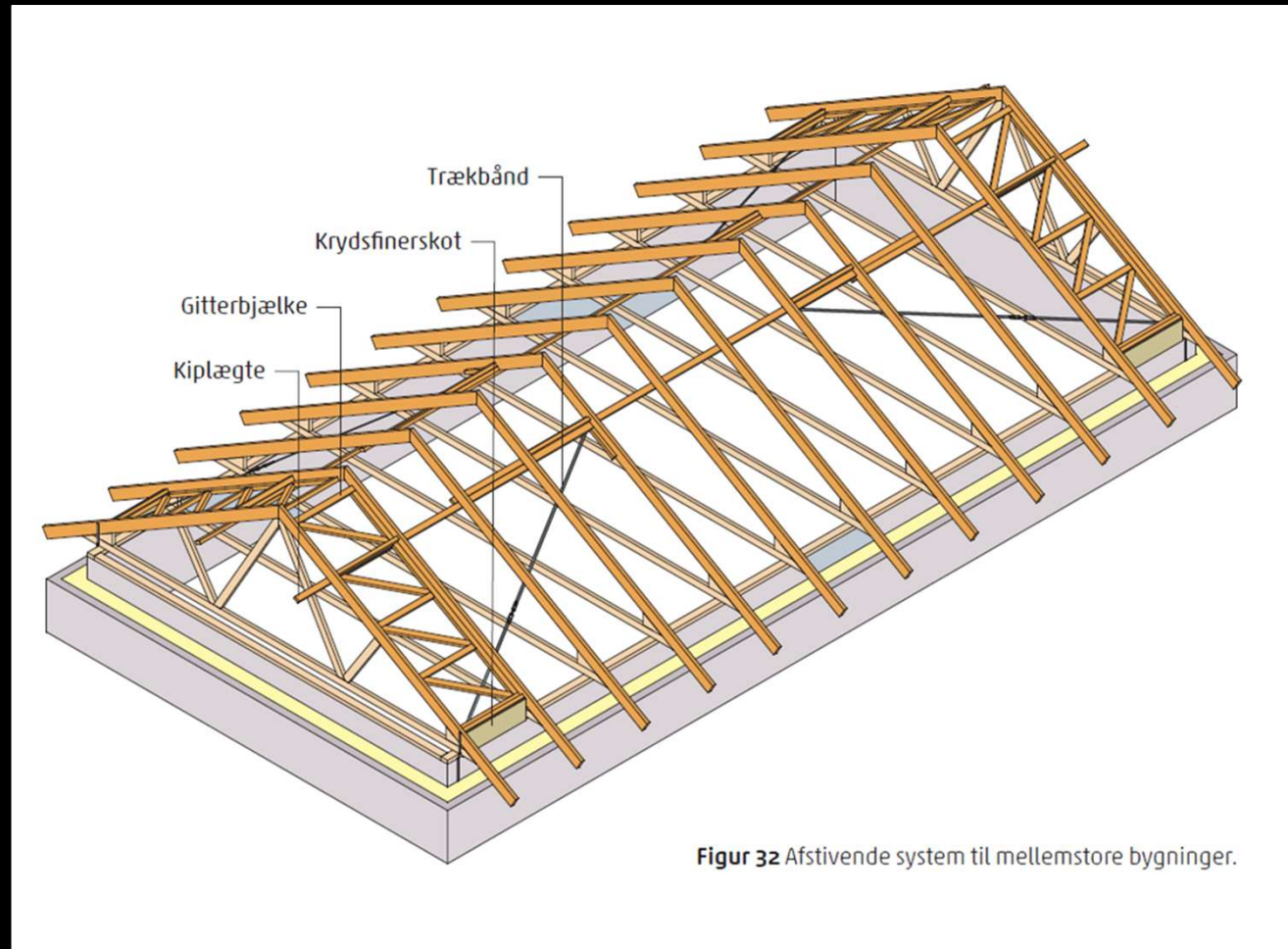


Største tagbredde i m								
Vindpåvirkning	Forstad: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 12$ m Land: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 16$ m Land: $h \leq 12$ m Hede: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 24$ m Land: $h \leq 16$ m Hede: $h \leq 12$ m	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
<i>Taghældning</i>								
15°	11,0	11,6	11,0	11,6	11,0	11,6	10,7	11,6
20°	10,9	11,3	10,9	11,3	10,9	11,3	10,9	11,3
25°	10,2	10,9	10,2	10,9	10,2	10,9	9,9	10,9
30°	9,8	10,4	9,8	10,4	9,8	10,4	9,8	10,4
35°	9,4	9,8	9,4	9,8	8,8	9,8	7,8	9,8
40°	9,2	9,2	9,1	9,2	7,8	9,2	7,1	9,2
45°	8,5	8,5	8,1	8,5	7,0	8,5	-	8,5

# Afstivningsprincipper - Gitterspær

Mellemstore bygninger:

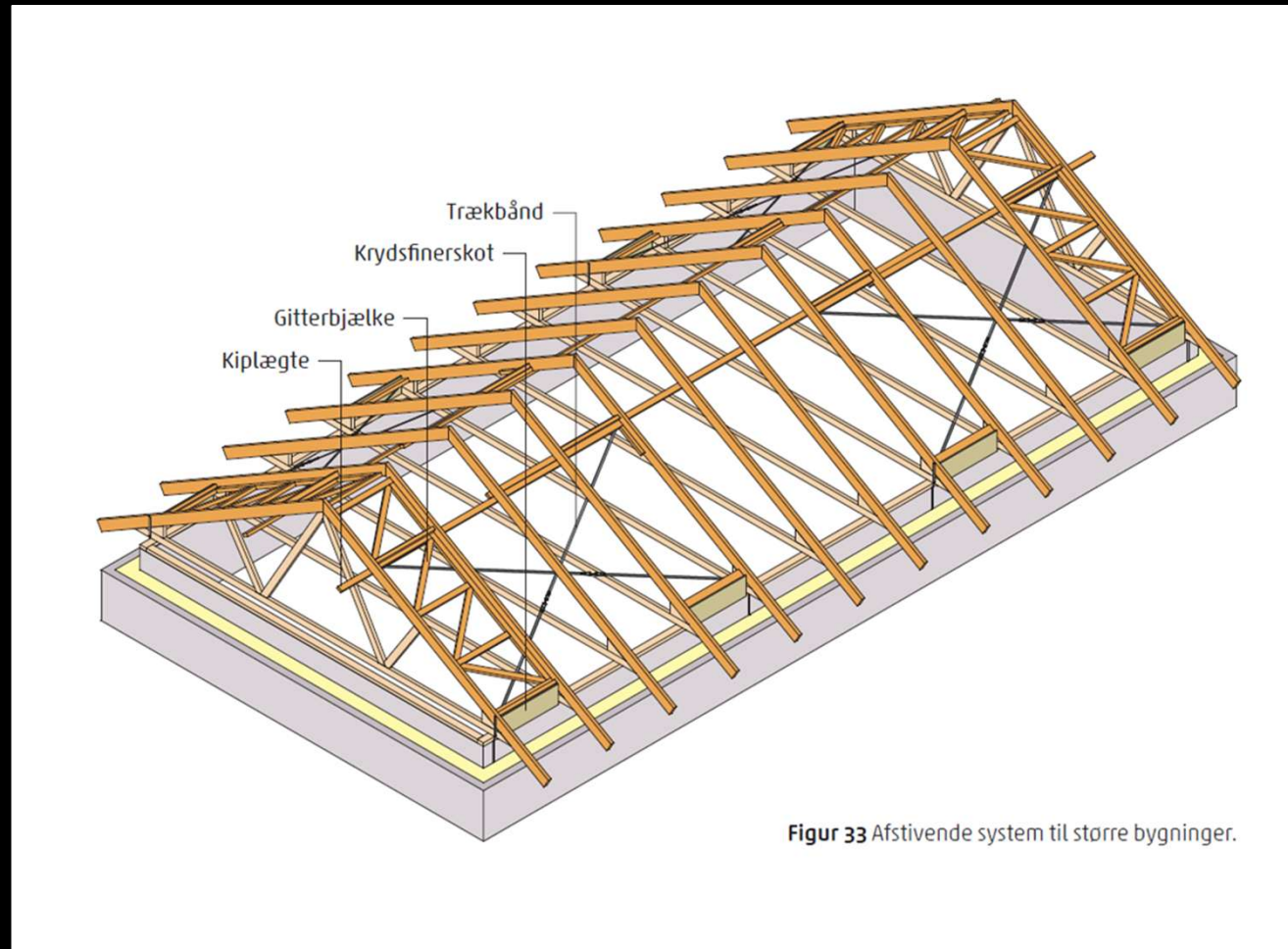
- Bygningslængde max 24 m.
- Spærhovedlængde max 8 m.



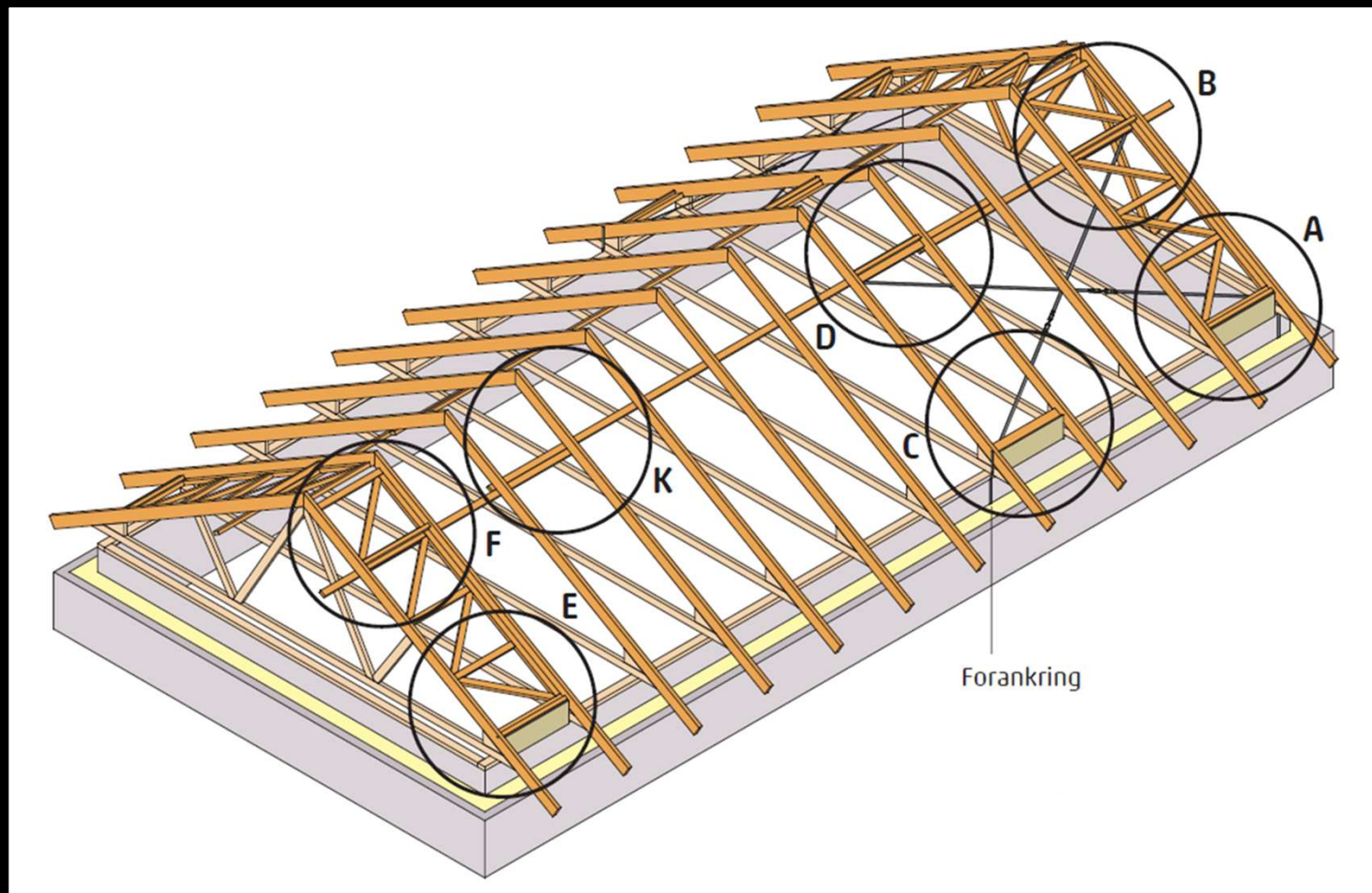
# Afstivningsprincipper - Gitterspær

Større bygninger:

- Bygningslængde max 24 m.
- Spærhovedlængde max 10 m.

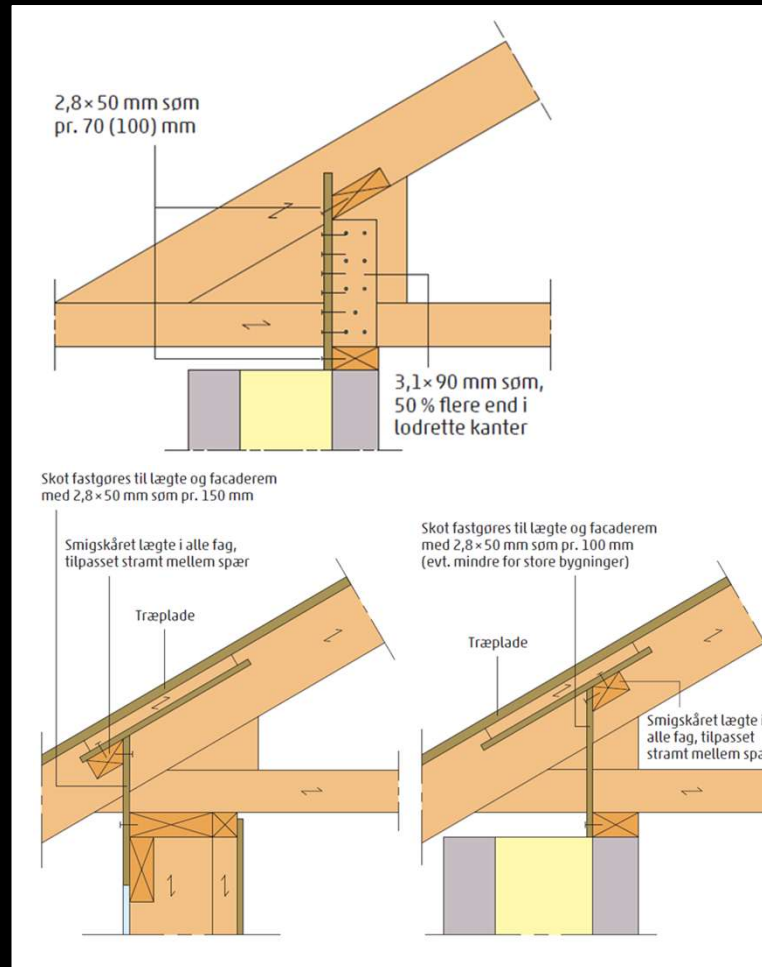


# Detaljer



# Detaljer

- Krydsfinerskot påvirkes af et moment der øges, jo højere skottet bliver.
- 2-sidet fastgørelse.
- 4-sidet fastgørelse.

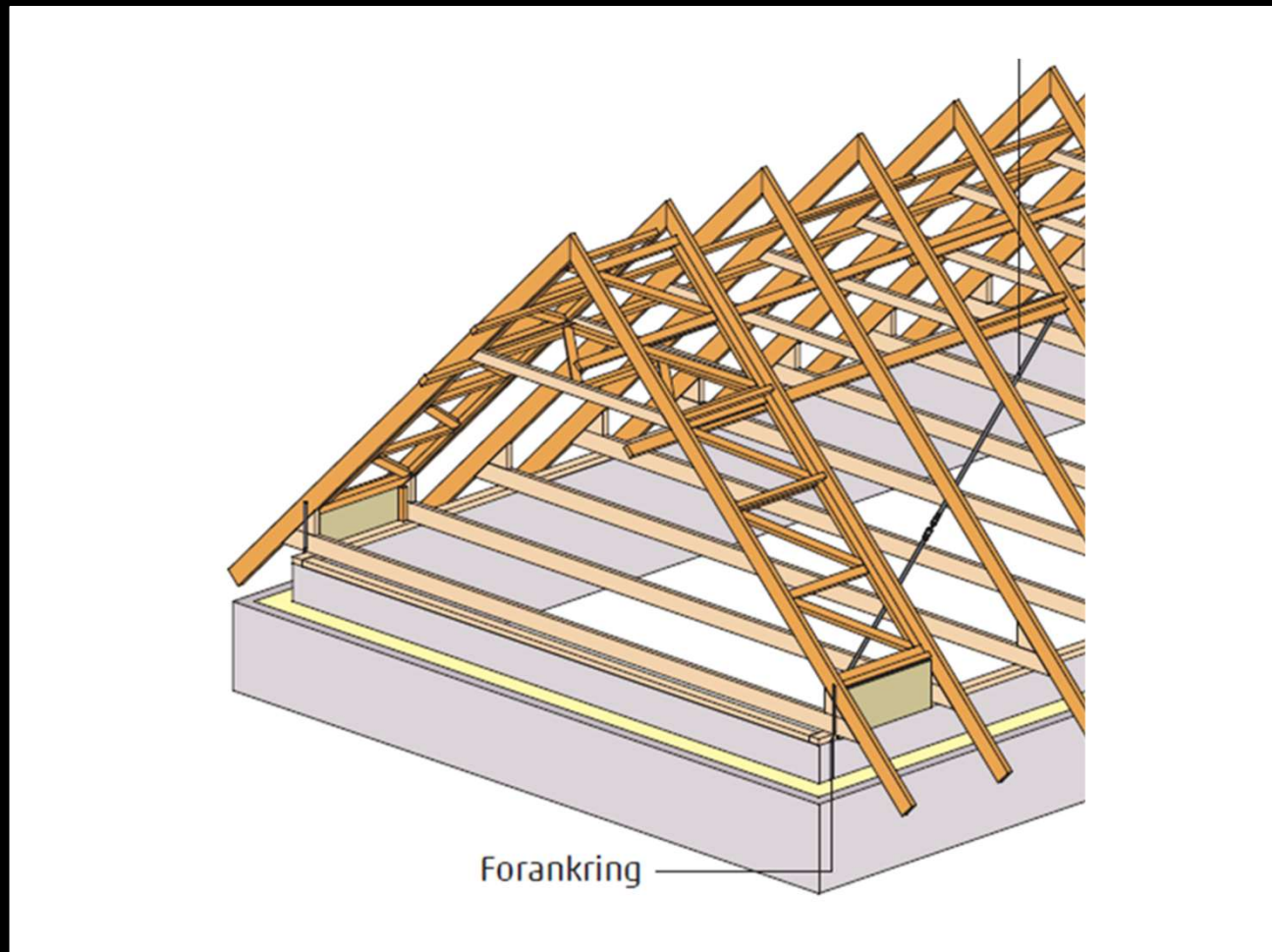


**Tabel 24** Skot fastgjort 2-sidet eller 4-sidet. Regningsmæssig bæreevne i kN for 0-last. Afhænger af spær afstand og søm afstand, for 2-sidet fastgørelse desuden af skothøjden.

Søm-afstand	2-sidet, skothøjde				4-sidet
	200 mm	300 mm	400 mm	500 mm	
Spær afstand 600 mm					
100 mm	2,5	1,9	1,4	1,1	4,2
75 mm	3,2	2,3	1,7	1,4	5,4
50 mm	4,4	3,1	2,3	1,8	7,7
40 mm	5,4	3,7	2,8	2,2	8,8
2×60 mm*	6,5	4,3	3,2	2,6	11,9
Spær afstand 800 mm					
150 mm	2,7	2,3	1,9	1,5	3,5
100 mm	3,8	3,2	2,5	2,0	4,9
75 mm	4,8	4,0	3,1	2,4	7,2
50 mm	6,9	5,6	4,2	3,4	12,2
40 mm	8,5	6,8	5,1	4,1	14,0
2×60 mm*	11,1	8,8	6,6	5,3	18,8
Spær afstand 1000 mm					
150 mm	3,6	3,2	2,7	2,3	4,9
100 mm	5,0	4,4	3,8	3,1	7,0
75 mm	6,5	5,7	4,8	3,8	9,1
50 mm	9,5	8,2	6,7	5,4	13,3
40 mm	11,7	10,1	8,2	6,5	16,8
2×60 mm*	15,3	13,2	10,6	8,5	21,7
Spær afstand 1200 mm					
150 mm	4,4	4,0	3,6	3,2	5,8
100 mm	6,3	5,7	5,0	4,4	8,4
75 mm	8,2	7,4	6,5	5,5	11,0
50 mm	12,0	10,7	9,5	7,8	15,4
40 mm	14,8	13,2	11,7	9,6	19,3

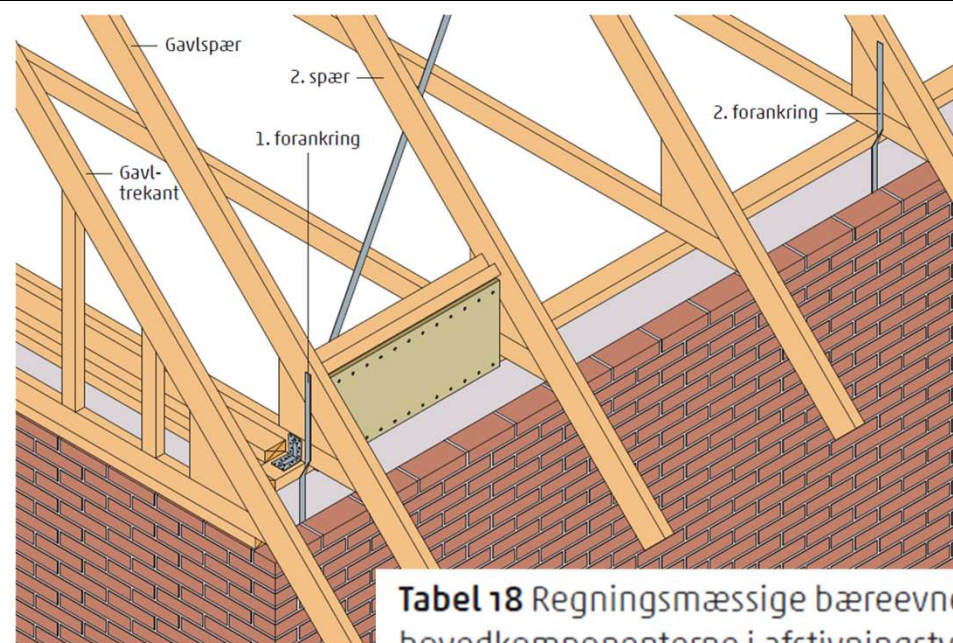
\* 2×60 mm betyder søm pr. 60 mm i to forskudte rækker med afstand min. 10 mm.

# Hanebåndsspær



# Lodret forankring - Afstivningstype

- Lodret forankring:
  - Som ved gitterspær.
- Afstivningstyper:
  - A1-A2: Mellemstore bygninger.
  - A2-A3: Større bygninger.



**Tabel 18** Regningsmæssige bæreevner for  $\emptyset$ -last for hovedkomponenterne i afstivningstyperne A1, A2 og A3.

Afstivningstype	A1	A2	A3
Skråafstivning	8,8 kN	13,2 kN	13,2 kN
Hanebåndsplanke	7,7 kN	8,8 kN	9,9 kN
Skot	7,5 kN	9,0 kN	12,0 kN

# Afstivning af hanebåndsspær

Mellemstore bygninger:

Bygningslængde max 24 m.

Spærhovedlængde max 8 m.

Største tagbredde i m:

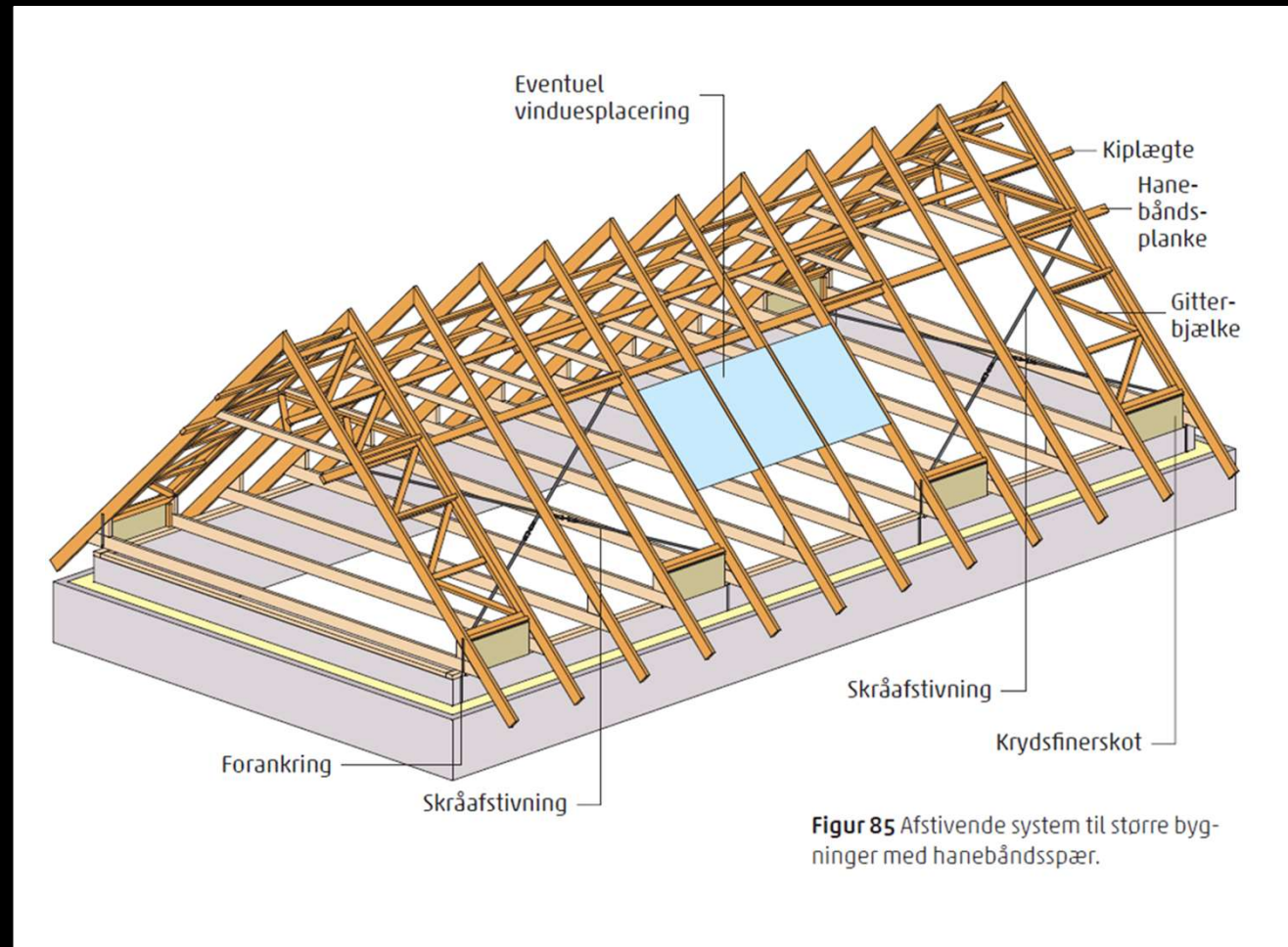
- For mellemstore bygninger med bygningslængde på 24 m.
- Middelvinde under opførelse 12 m/s.

Største tagbredde i m								
Vindpåvirkning	Forstad: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 12$ m Land: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 16$ m Land: $h \leq 12$ m Hede: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 24$ m Land: $h \leq 16$ m Hede: $h \leq 12$ m	
Afstivningstype	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Taghældning	Afstivningshældning 35°							
40°	9,6	10,6	9,5	10,6	8,7	10,2	8,1	9,3
45°	9,5	10,5	8,5	10,2	7,7	9,1	7,2	8,2
50°	8,7	9,6	7,5	9,1	-	8,0	-	7,4
	Afstivningshældning 42°							
40°	9,2	10,6	9,1	10,6	8,3	10,1	7,7	9,3
45°	9,1	10,5	8,1	9,9	7,3	9,1	-	8,2
50°	8,3	9,6	7,1	8,8	-	8,0	-	7,4

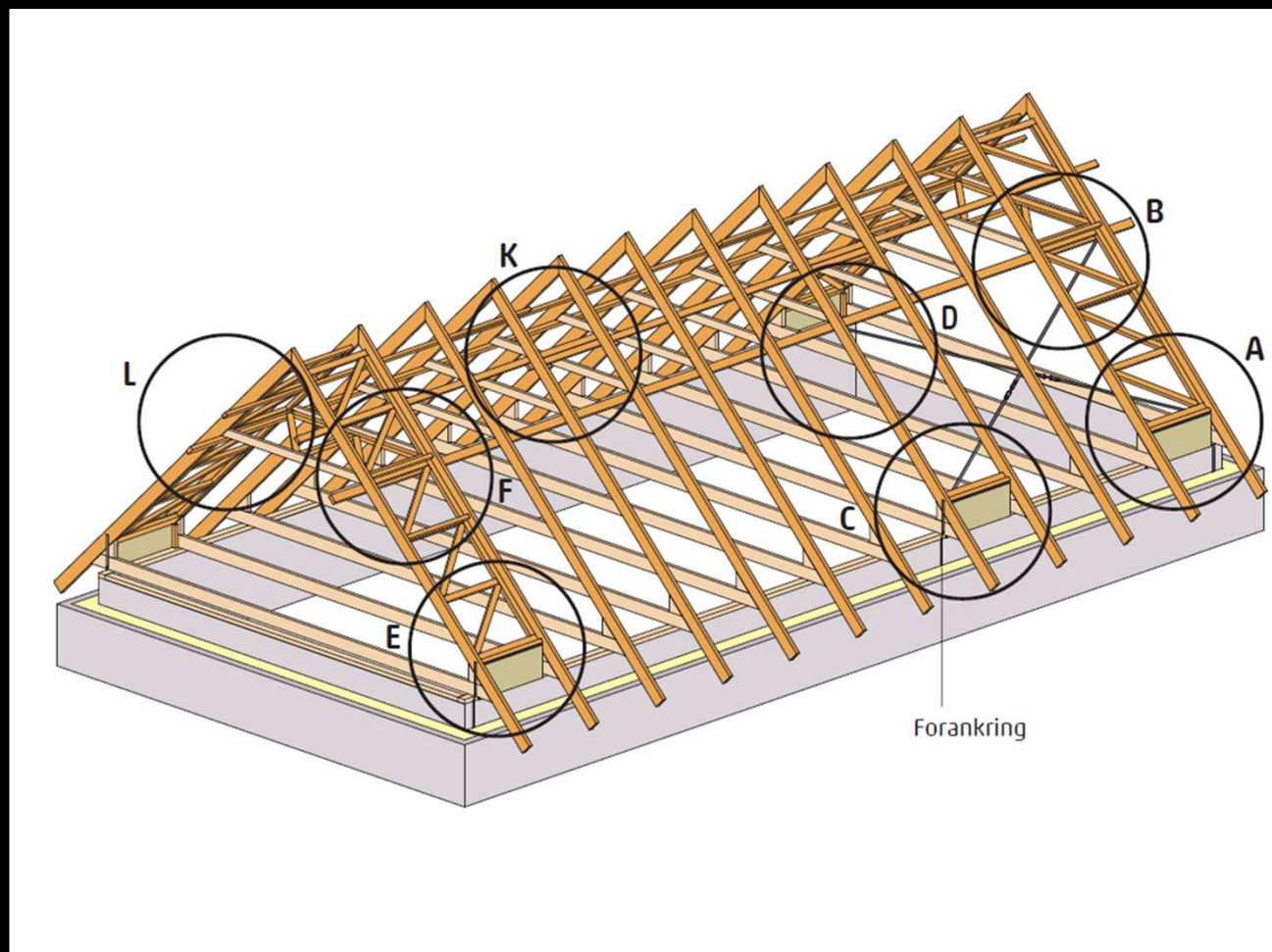
# Afstivningsprincipper - Hanebåndsspær

Større bygninger:

- Bygningslængde max 24 m.
- Spærhovedlængde max 10 m.

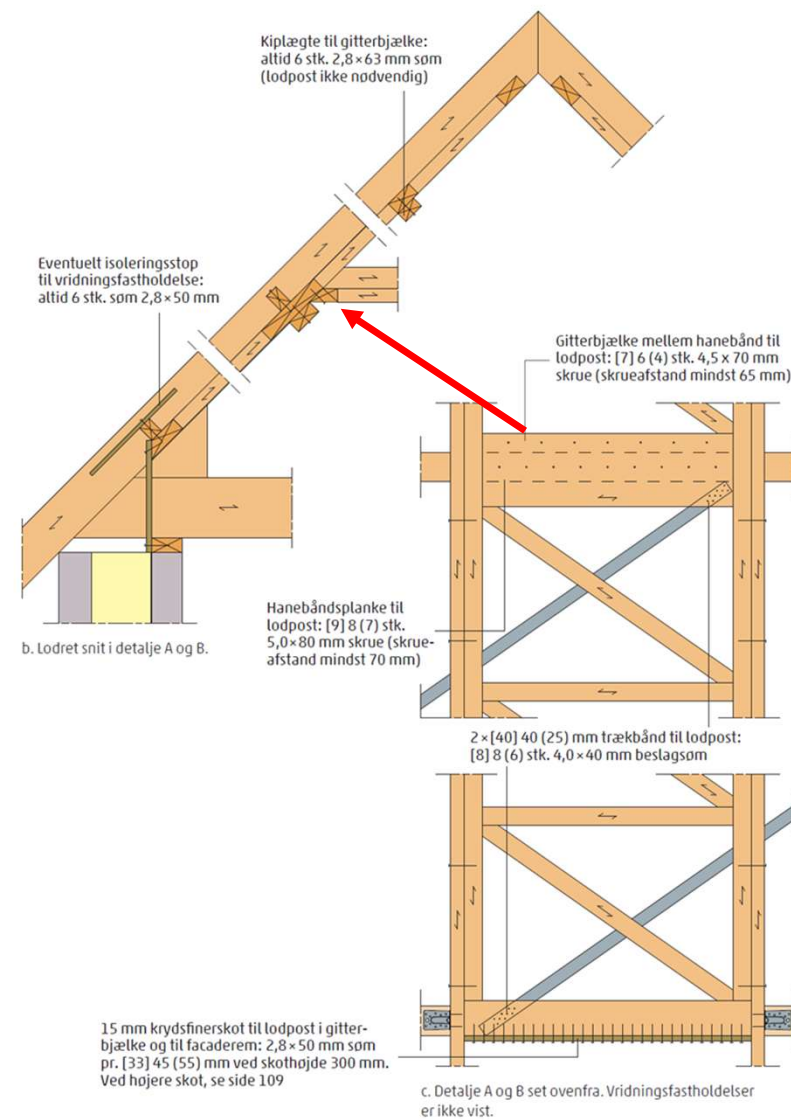


# Detaljer



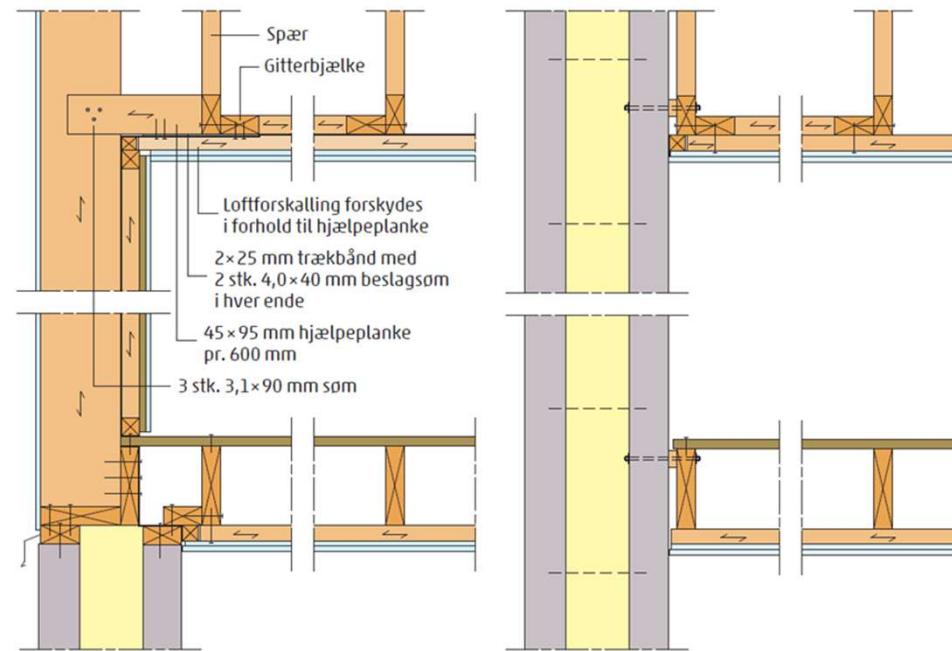
## Detalje A-B

- Kiplægte til gitterbjælke (lodpost ikke nødvendig).
- Gitterbjælke mellem hanebånd til lodpost.
- Hanebåndsplanke til lodpost.
- Trækbånd til lodpost.
- 15 mm krydsfinerskot til lodpost i gitterbjælke og facaderem.



## Detalje L

- Gavltrekant skal fastholdes til gitterbjælken.
- Let gavl.
  - Lasker og hjælpeplanker.
- Tung gavl.
  - Forbindelsesankre og evt. ekstra murbindere.



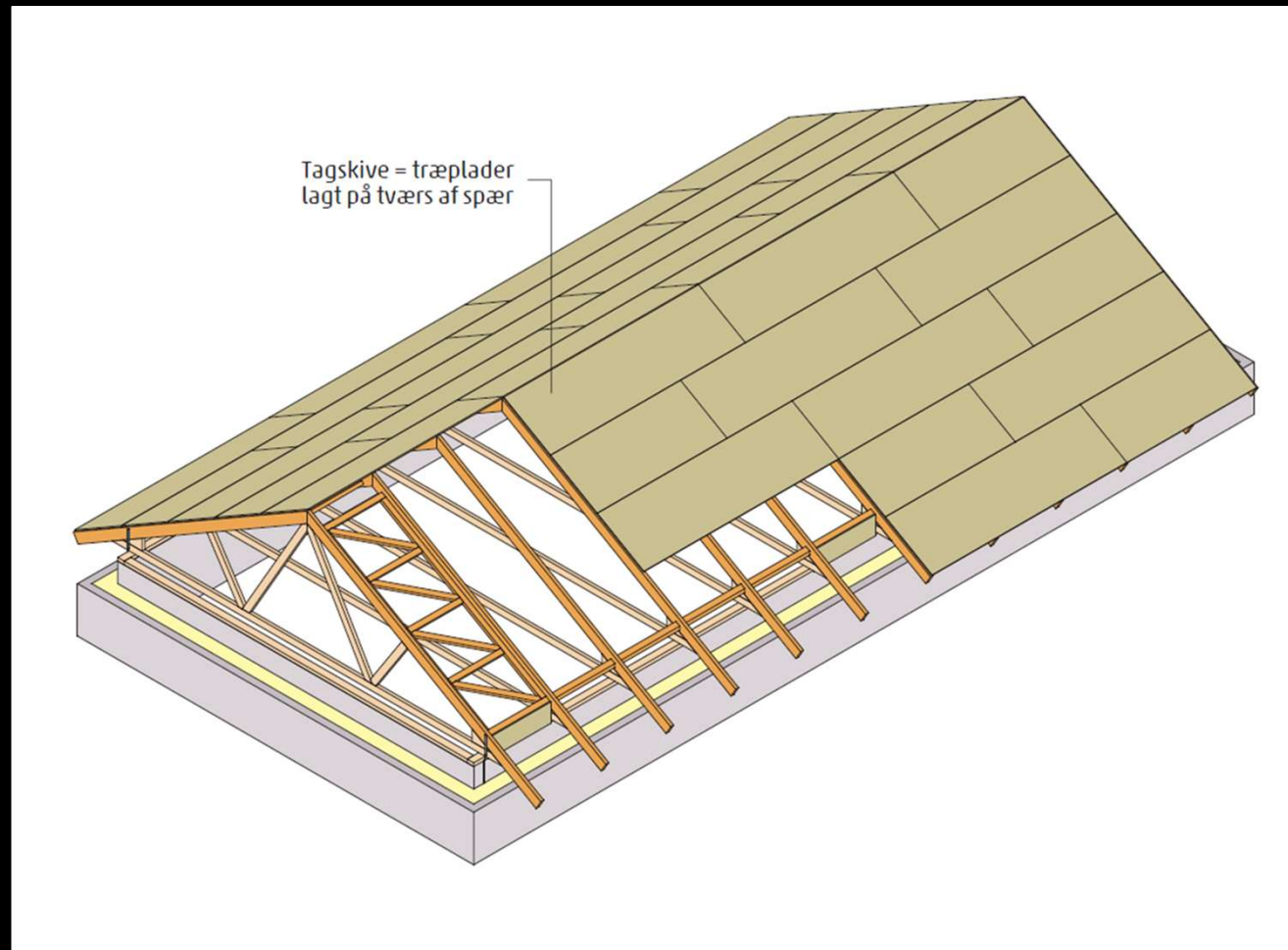
**Tabel 21** Regningsmæssig linjelast i kN/m på hanebånd bestemt som vist i *Bilag 1*, figur 116b. Lasten afhænger af tagbredde, taghældning, kiphøjde og terrænkategori (vindpåvirkning). Der kan interpoleres lineært for alle relevante tagbredder. Forstad, Land og Hede svarer til terrænkategorierne III, II og I.

Vindpåvirkning	Største tagbredde i m							
	Forstad: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 12$ m Land: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 16$ m Land: $h \leq 12$ m Hede: $h \leq 8$ m		Forstad: $h \leq 24$ m Land: $h \leq 16$ m Hede: $h \leq 12$ m	
Tagbredde	8 m	12 m	8 m	12 m	8 m	12 m	8 m	12 m
Taghældning								
40°	1,15	1,37	1,66	1,95	2,00	2,33	2,55	2,78
45°	1,29	1,55	1,86	2,19	2,21	2,61	2,81	3,11
50°	1,45	1,74	2,05	2,47	2,47	2,94	3,14	3,51

## 4. Afstivning med plader

Afstivningsprincipper.

- Anvendelse af
  - krydsfiner eller
  - OSB-plader
- Fastgjort til
  - spær eller lægter



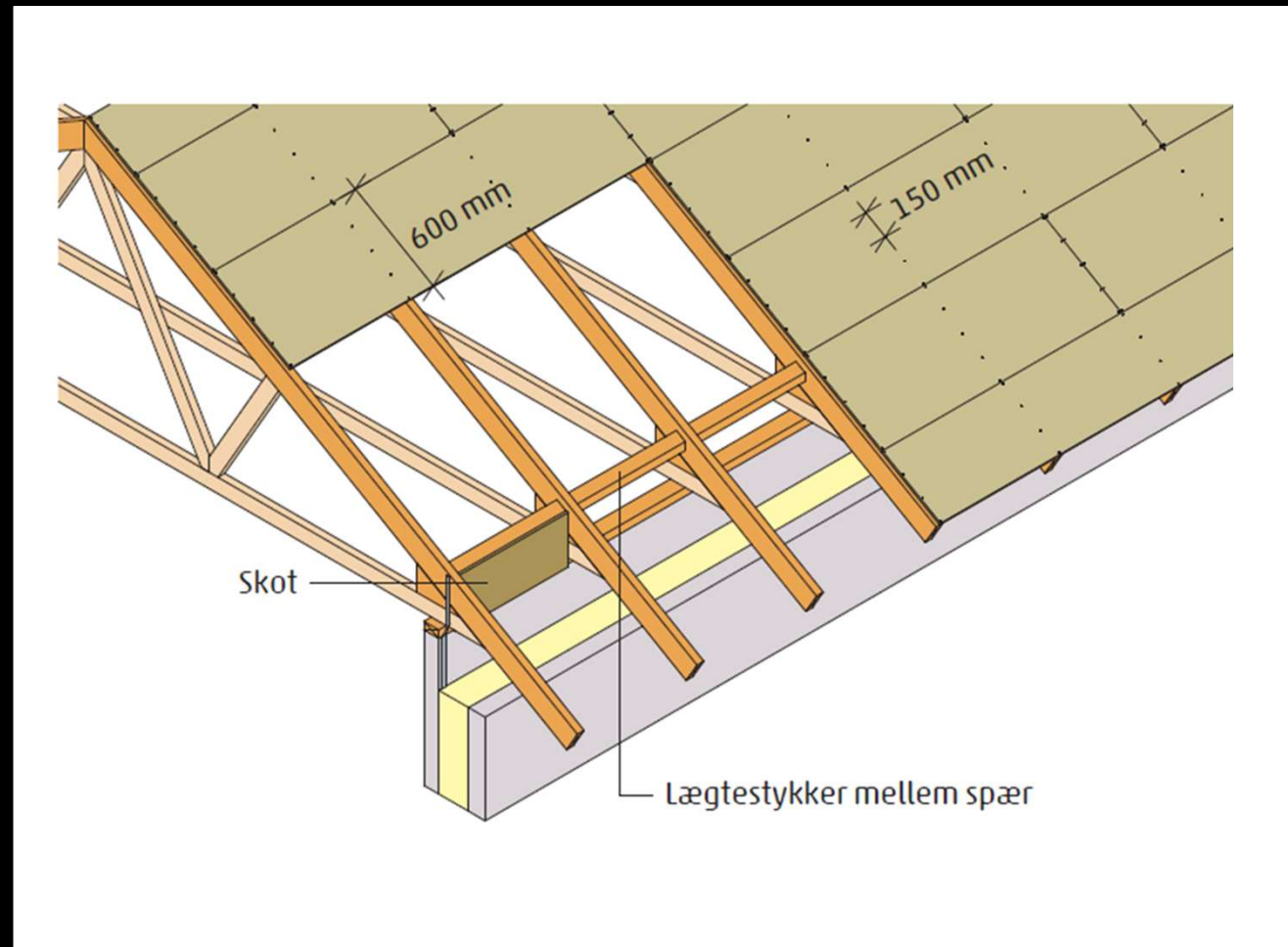
# Pladeafstivning mindre bygninger

Standardudførelse:

- 15-18 mm krydsfiner eller OSB-plader.
- Bredde på 600 mm med fer og not ved de lange kanter.
- Pladerne oplægges i forbandt på tværs af spærerne.

Større bygninger:

- Sikre ved beregning.

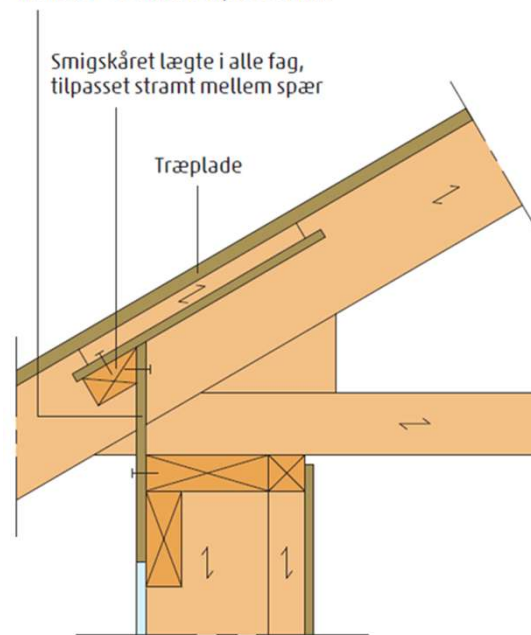


# Skot

Type A: Træskelethuse.

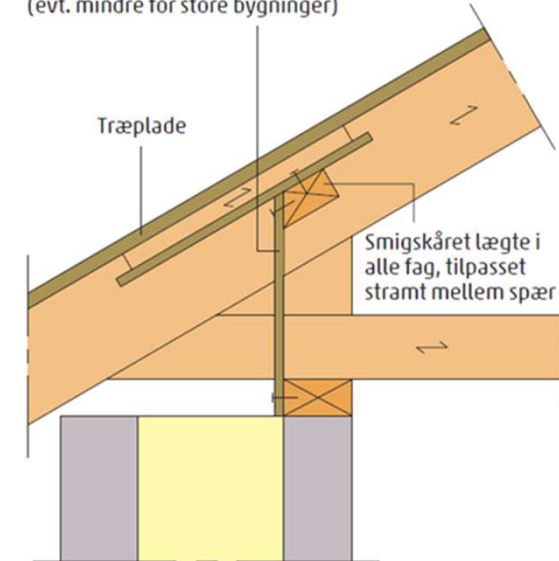
Type B: Tunge bygninger.

Skot fastgøres til lægte og facaderem med  $2,8 \times 50$  mm søm pr. 150 mm



**Figur 110** Skottype A til træskelethuse, anvendes i alle fag og er samtidig vindbræt.

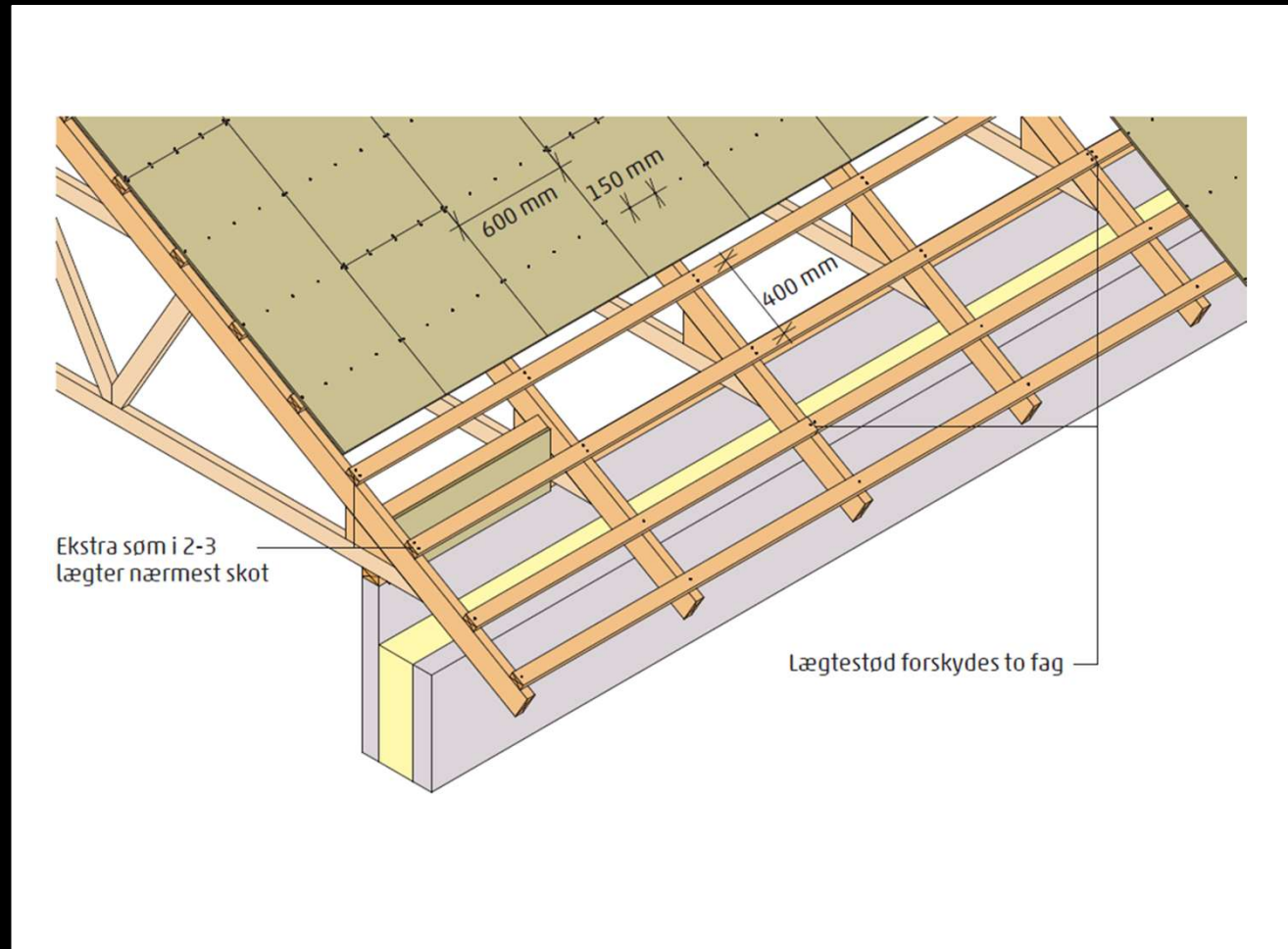
Skot fastgøres til lægte og facaderem med  $2,8 \times 50$  mm søm pr. 100 mm (evt. mindre for store bygninger)



**Figur 111** Skottype B til tunge ydervægge. Der indsættes skot efter behov, mindst pr. 8. fag.

# Plader lagt på taglægter

- Hvis spærafstand ikke passer til pladelængde.
- Plader skal altid ligge på tværs af underlaget.
- Korrekt fastgørelse af lægter (TRÆ 65 taglægter).
- Lægteafstand bør være 400 mm. af hensyn til nedstyrting.

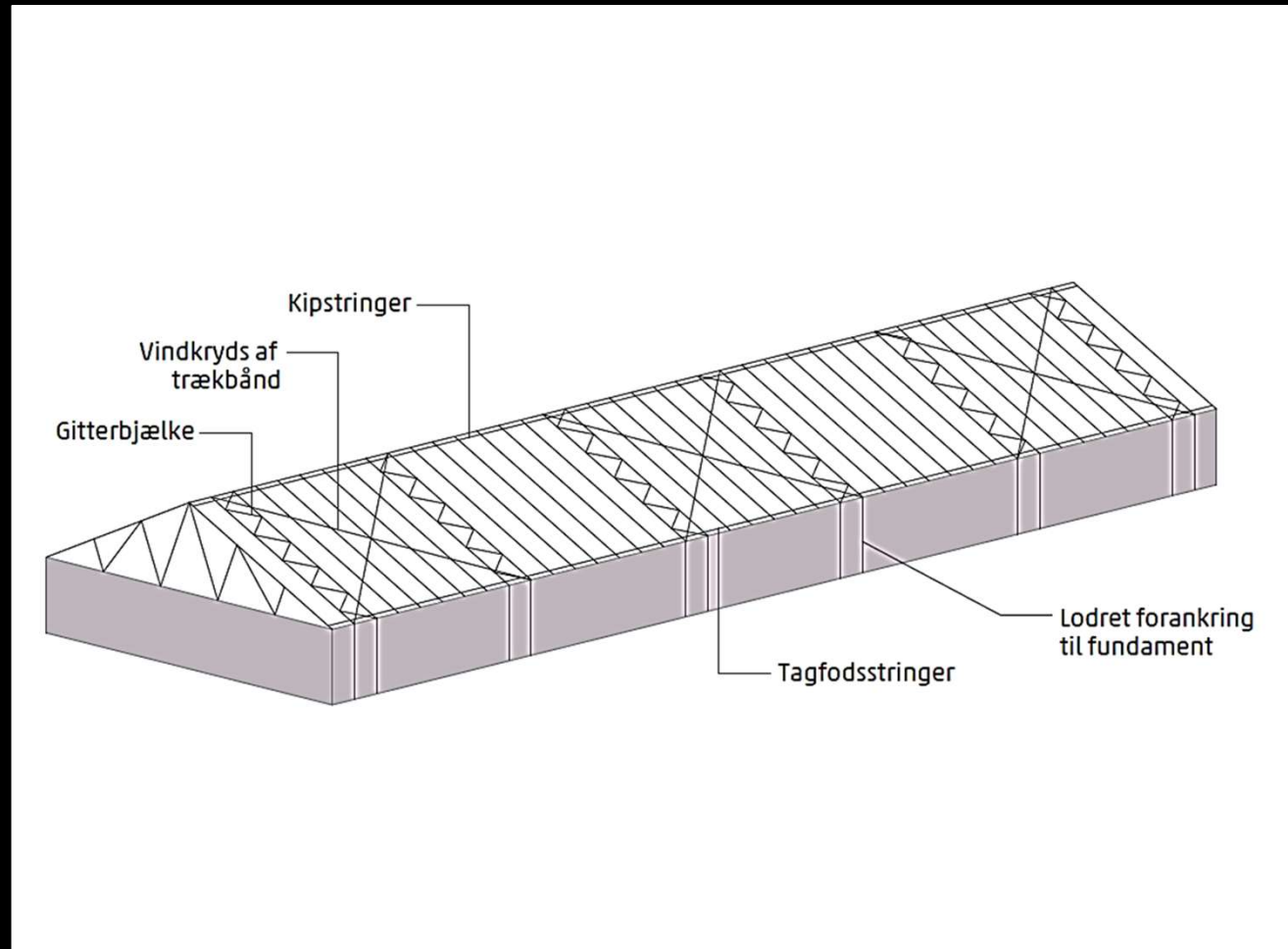


## 5. Afstivningsmetoder for store spær



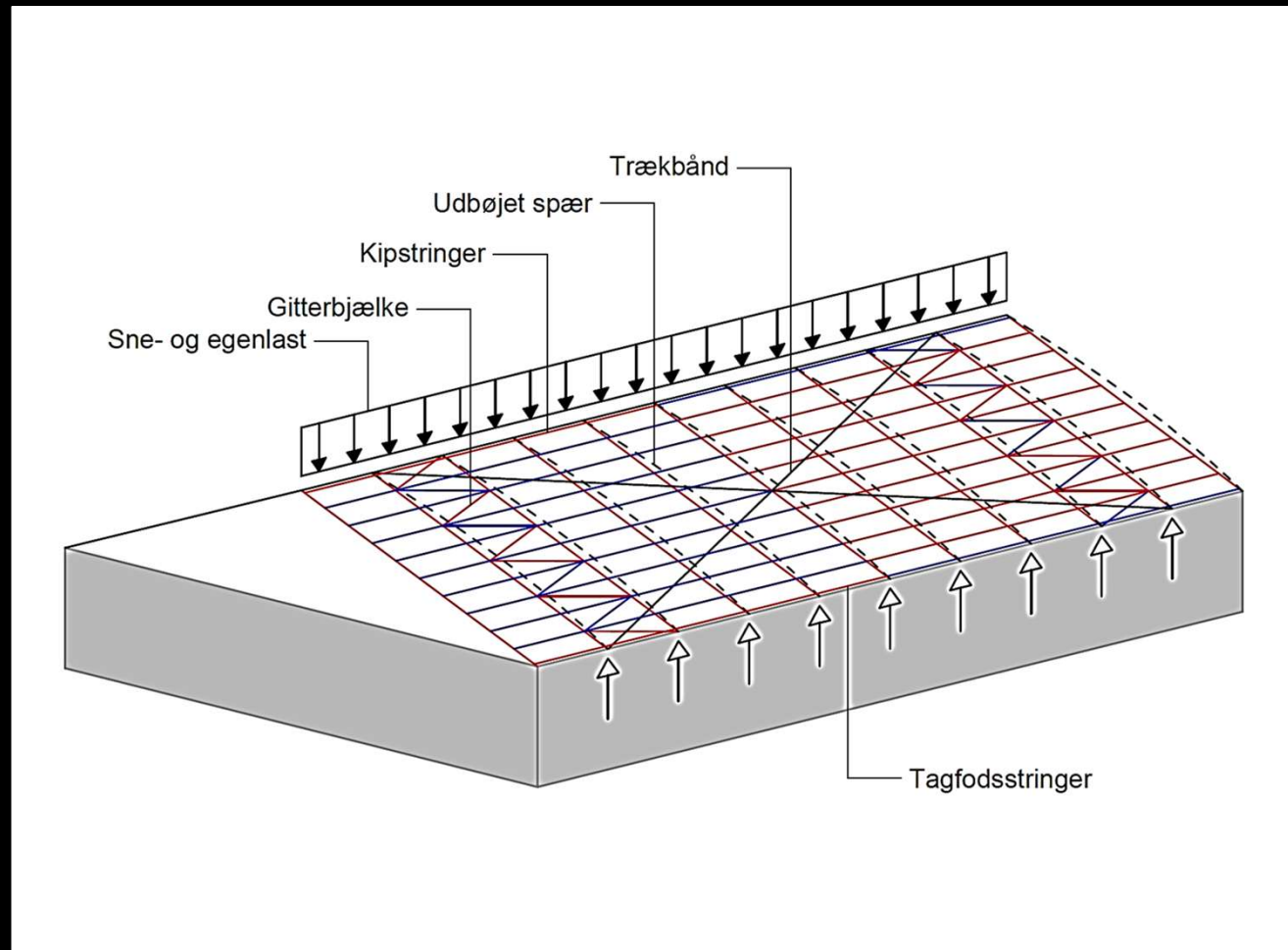
# Afstivende system for spærhoveder

- Afstivende elementer (gitterbjælke).
- Skråafstivning (vindkryds).
- Stringere ved tagfod og kip.
- Lodret forankring.



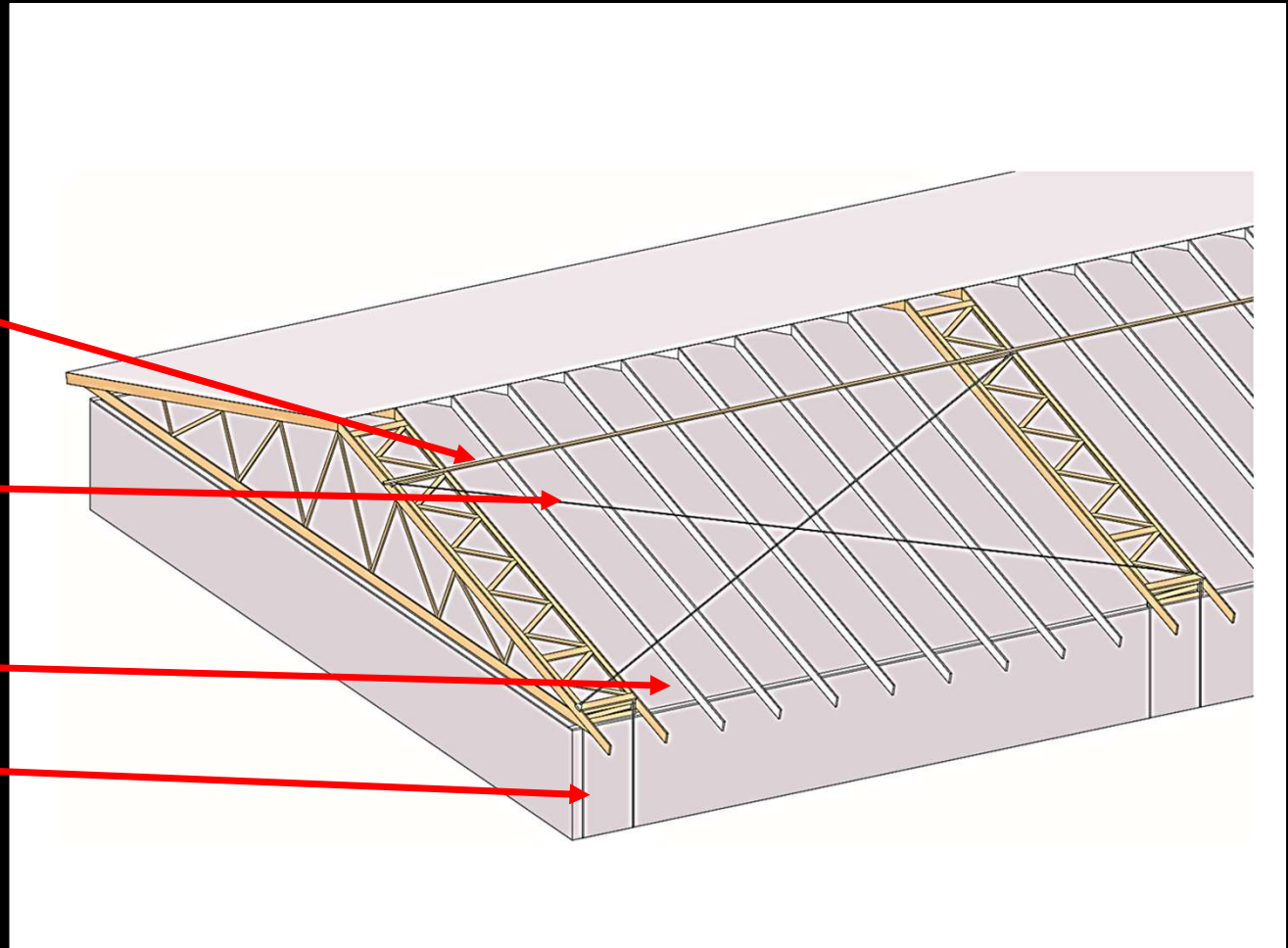
# Lodret last fra egenlast og sne

- rød = tryk, blå = træk
- Ingen kraft i vindkryds



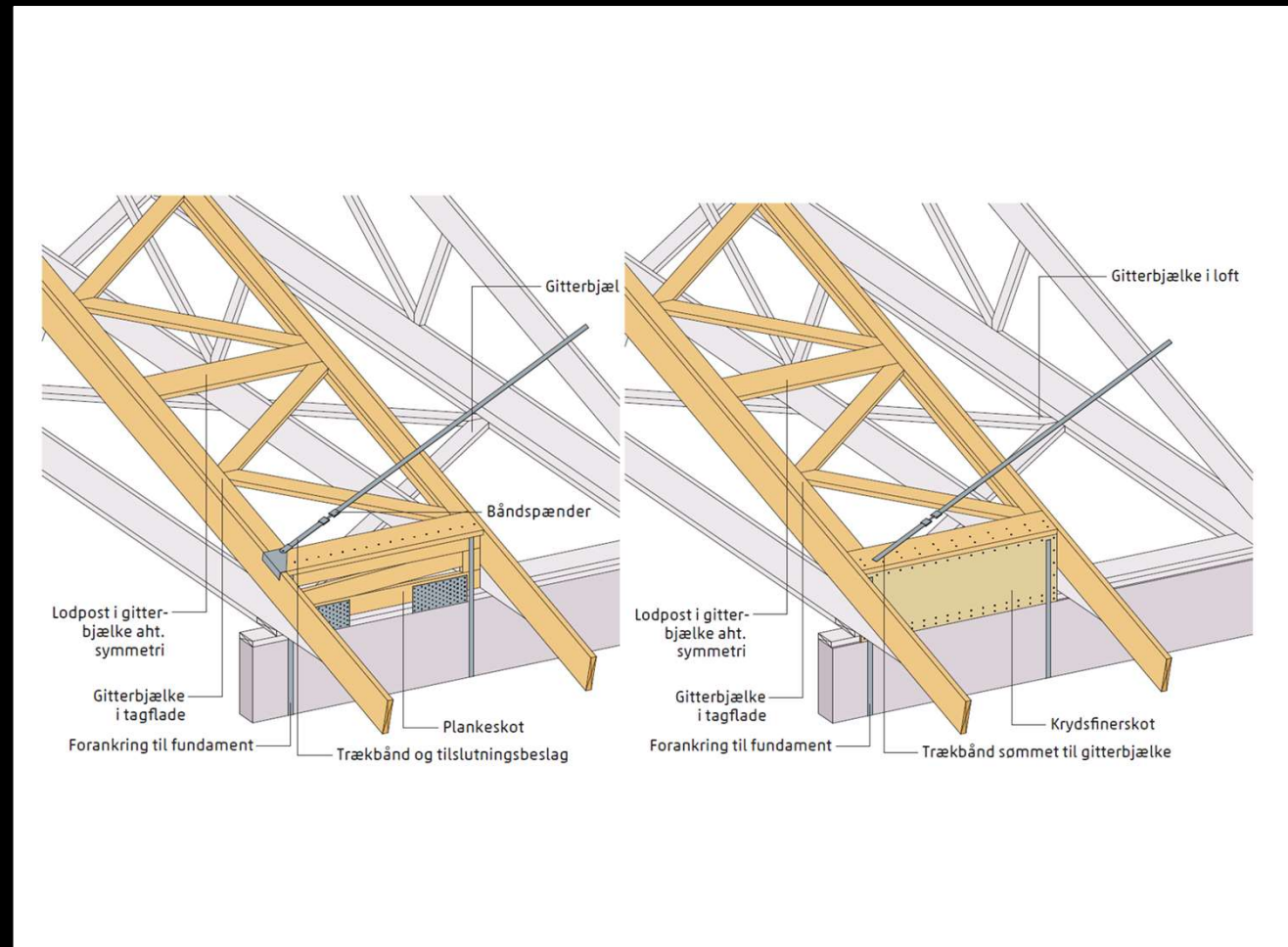
## System for store spær, basis

- Ingen hanebånd, med loftskive, afstivning på overside (~ ingen undertag).
- Kipstringer rykkes et stykke ned.
- Vindkryds mellem de to gitterbjælker.
- Også behov for Tagfodsstringer.
- Dobbelt lodret forankring.



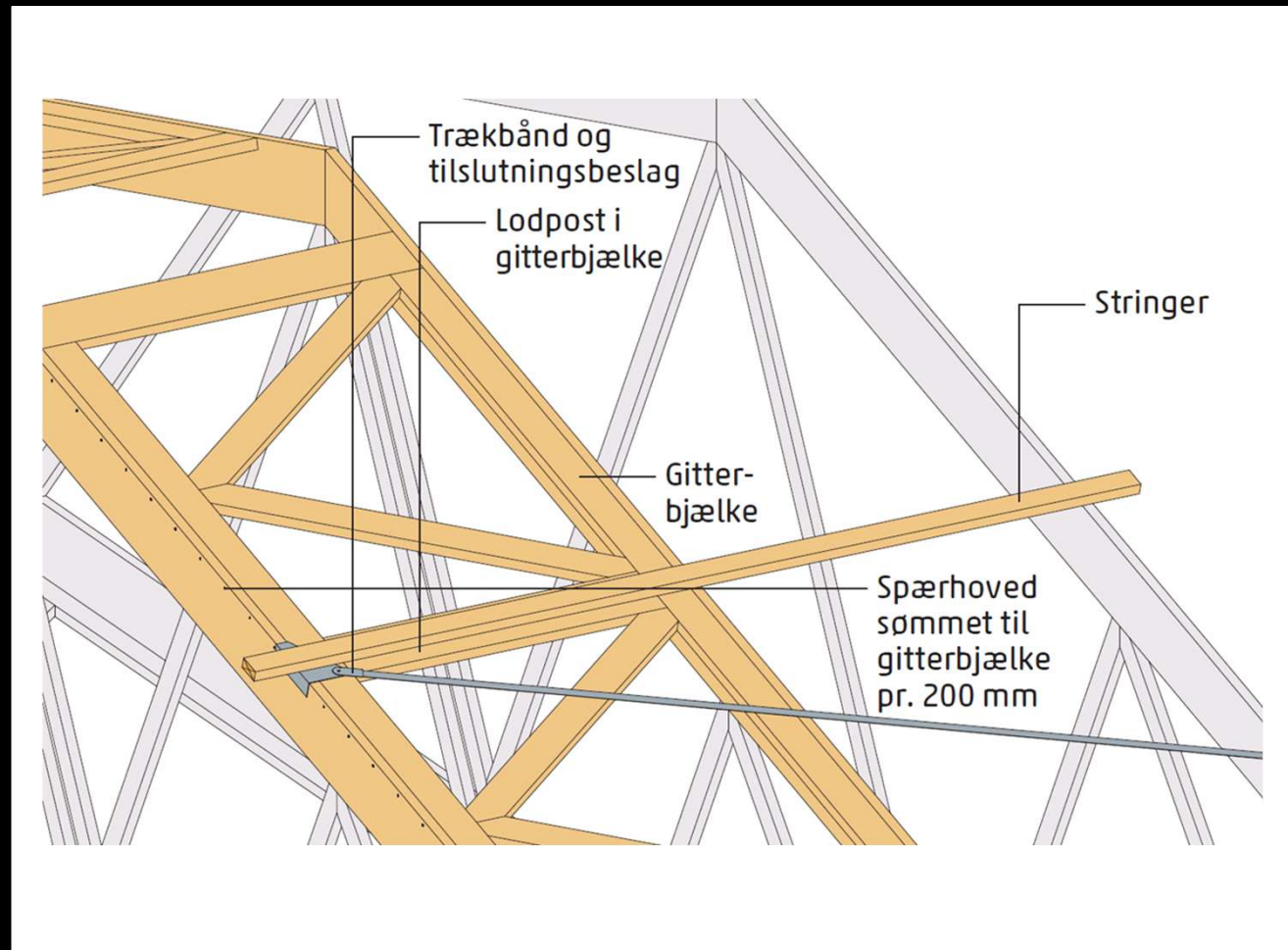
# Trækbånd og skot ved facade

- Skot skal overføre laster til facaden.
- 2 trækbånd ved hvert vindkryds.
- Bånd fastgøres med beslag eller sømmes til lodpost.
- Skot af planker eller krydsfiner, forankres til fundament.



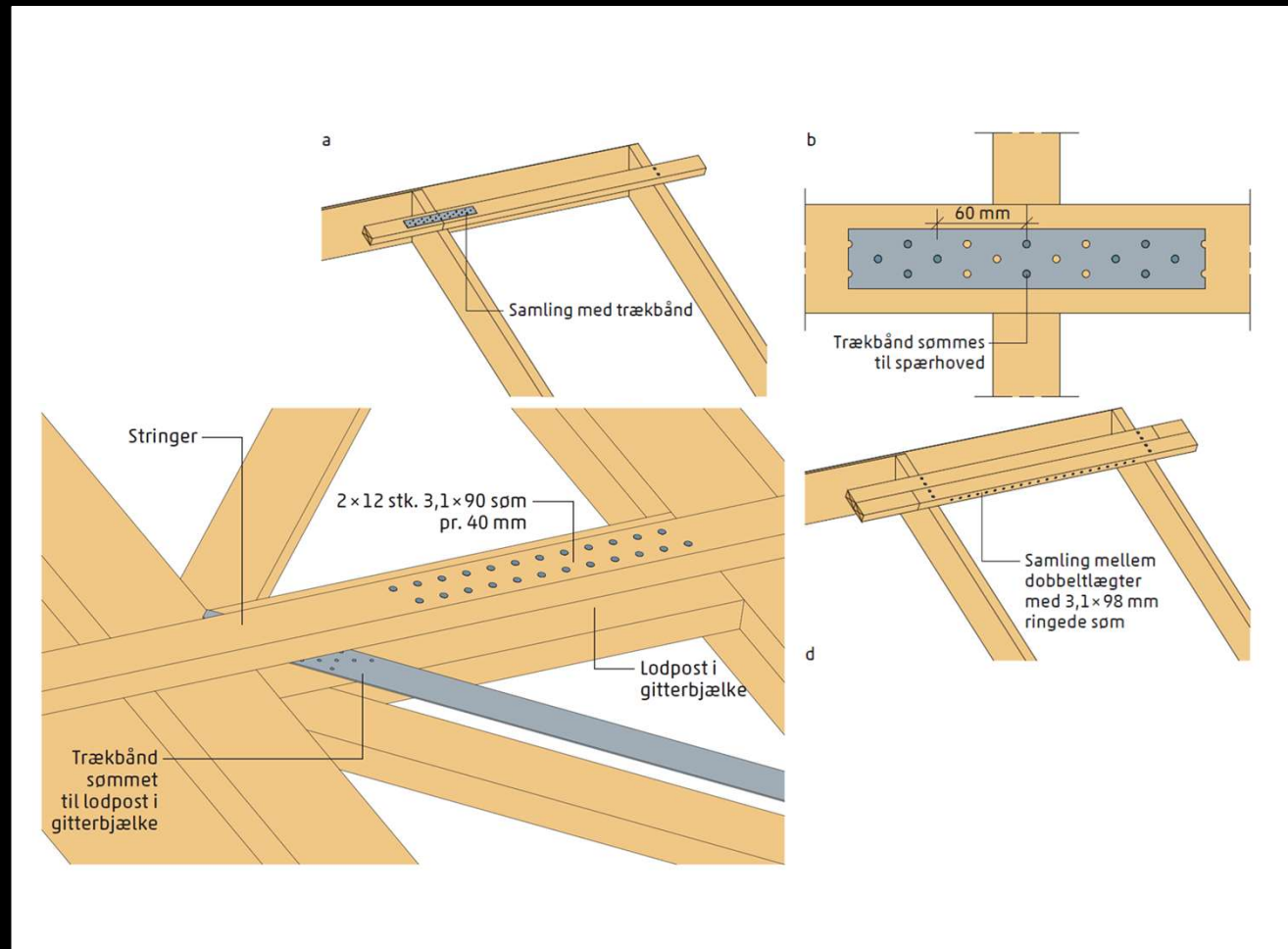
# Gitterbjælke og kipstringer

- Kipstringer placeres et stykke fra kippen.



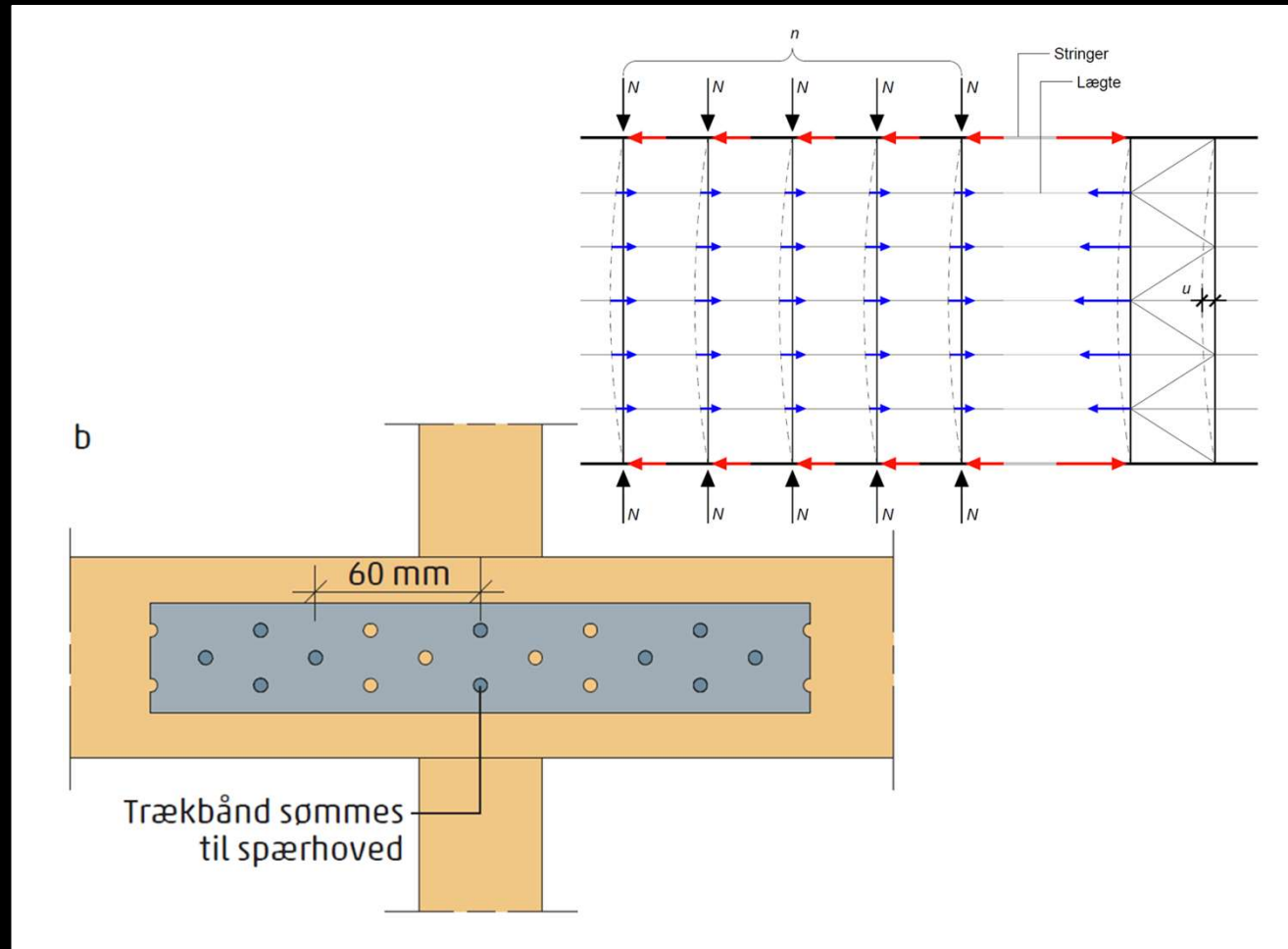
# Kipstringer - samling

- Med trækbånd eller overlap.
- Kipstringer fastgøres til alle spærhoveder.
- Kipstringer skal fastgøres til gitterbjælke.
- Trækbånd fastgøres til lodpost.



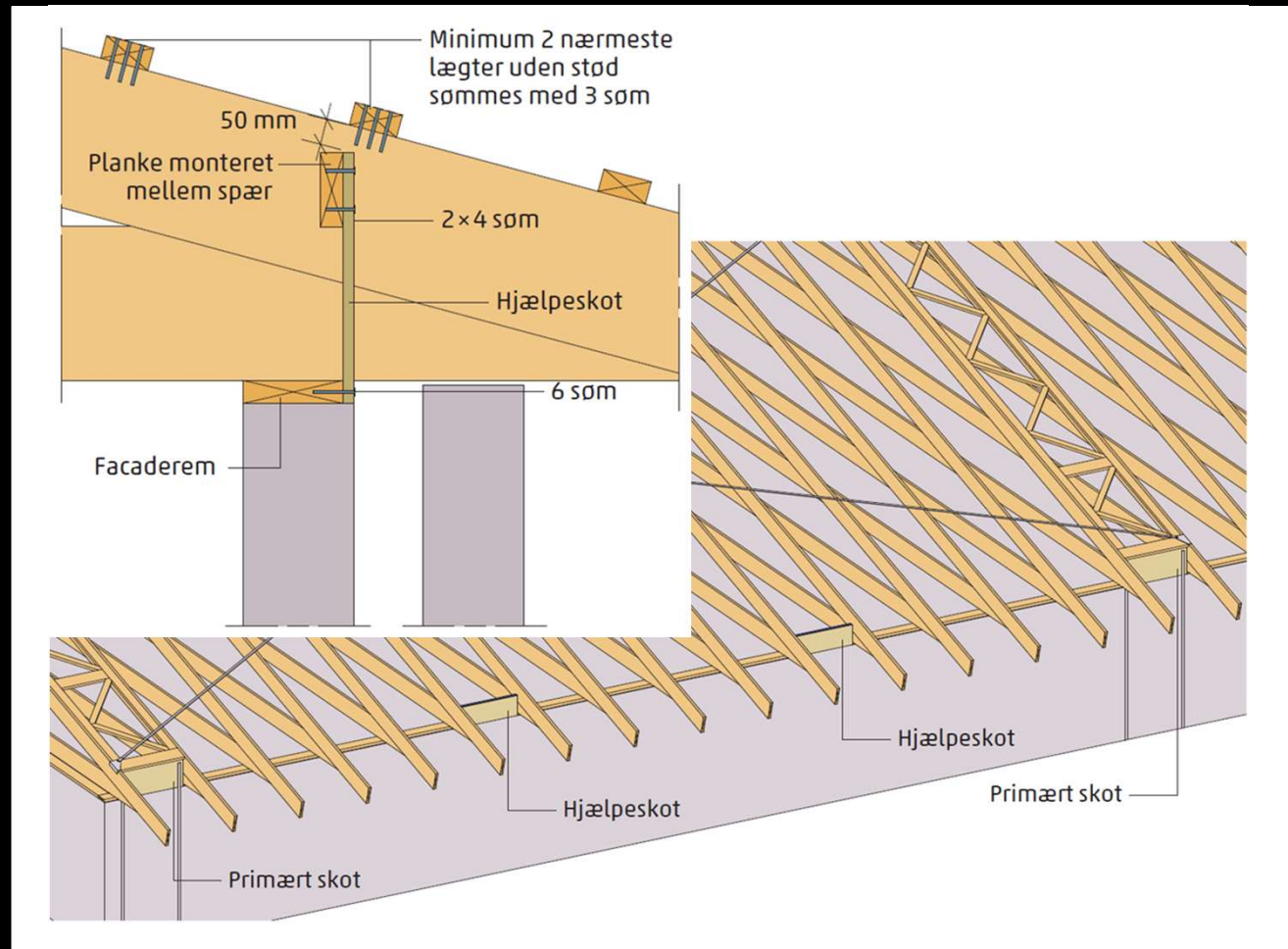
# Tagfodsstringer 1

- Også behov for stringer ved tagfod.
- Kan være taglægte med samlinger af stød, som ved kipstringer.



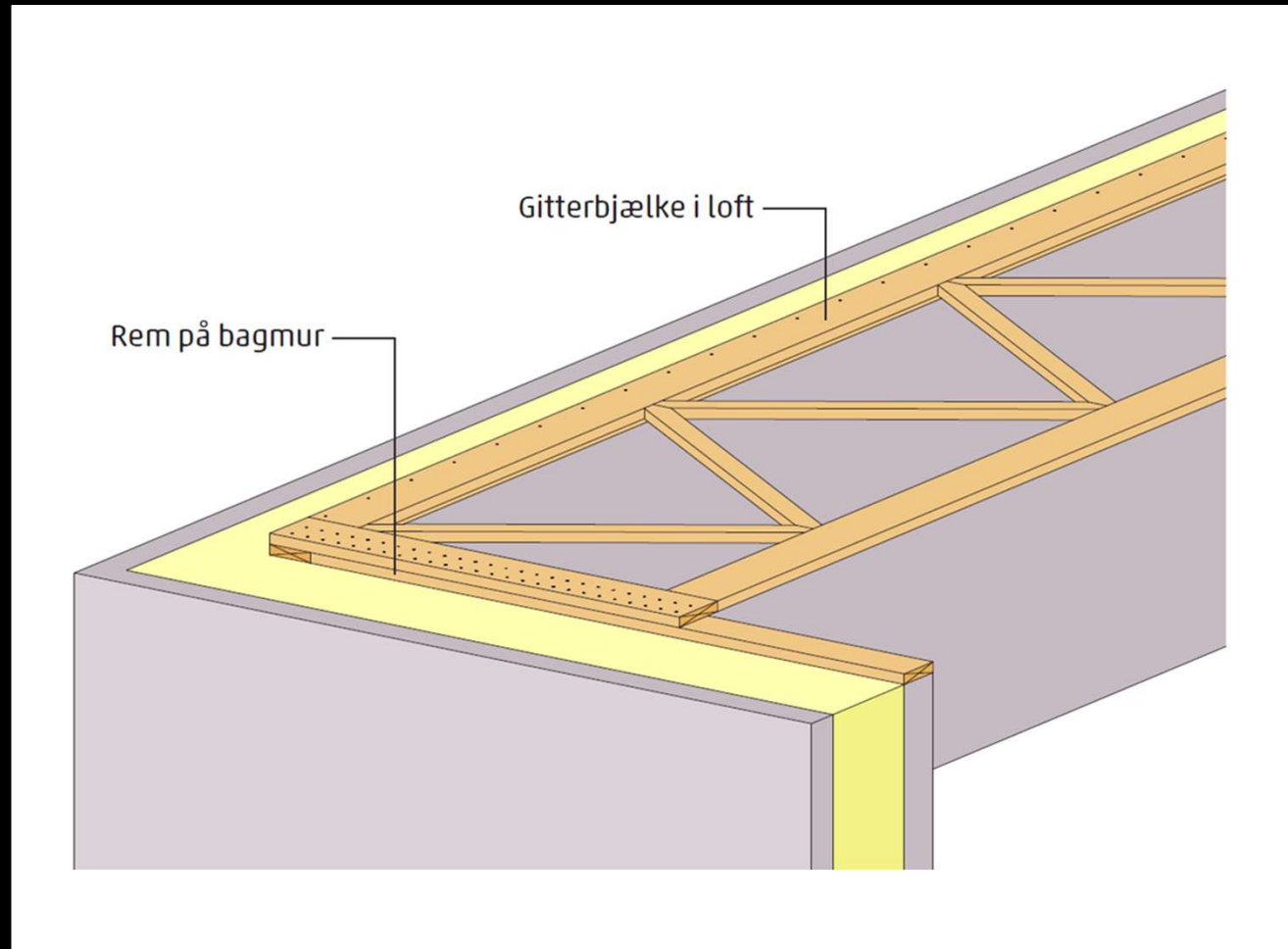
## Tagfodsstringer 2

- Alternativ: Facaderemmen er tagfodsstringer.
- Kræver der indsættes hjælpeskot.
- Nærmeste taglægter sømmes med 3 søm.



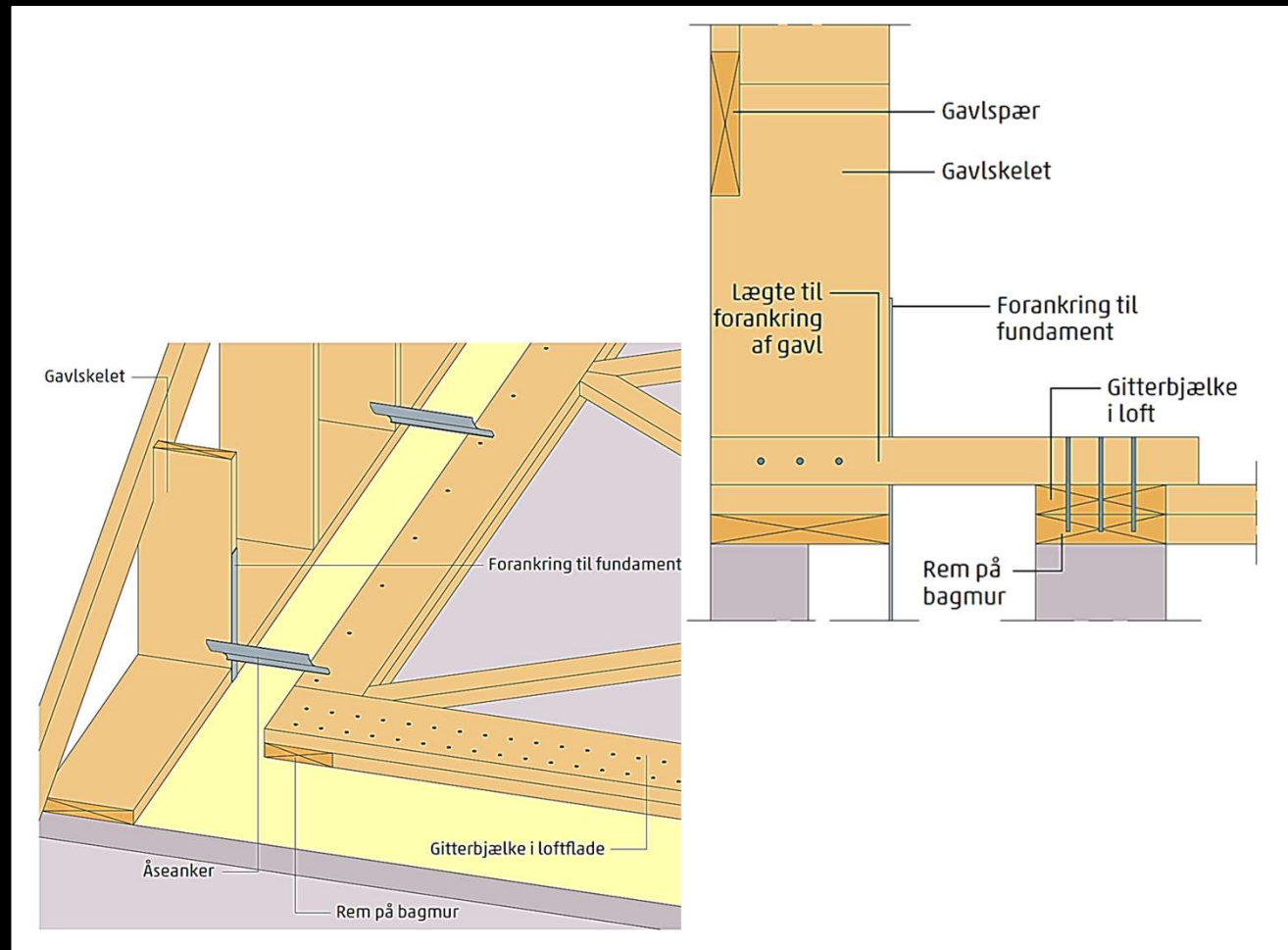
# Gavl og loftskive

- Last på loftskive kan optages af gitterbjælke langs gavl.



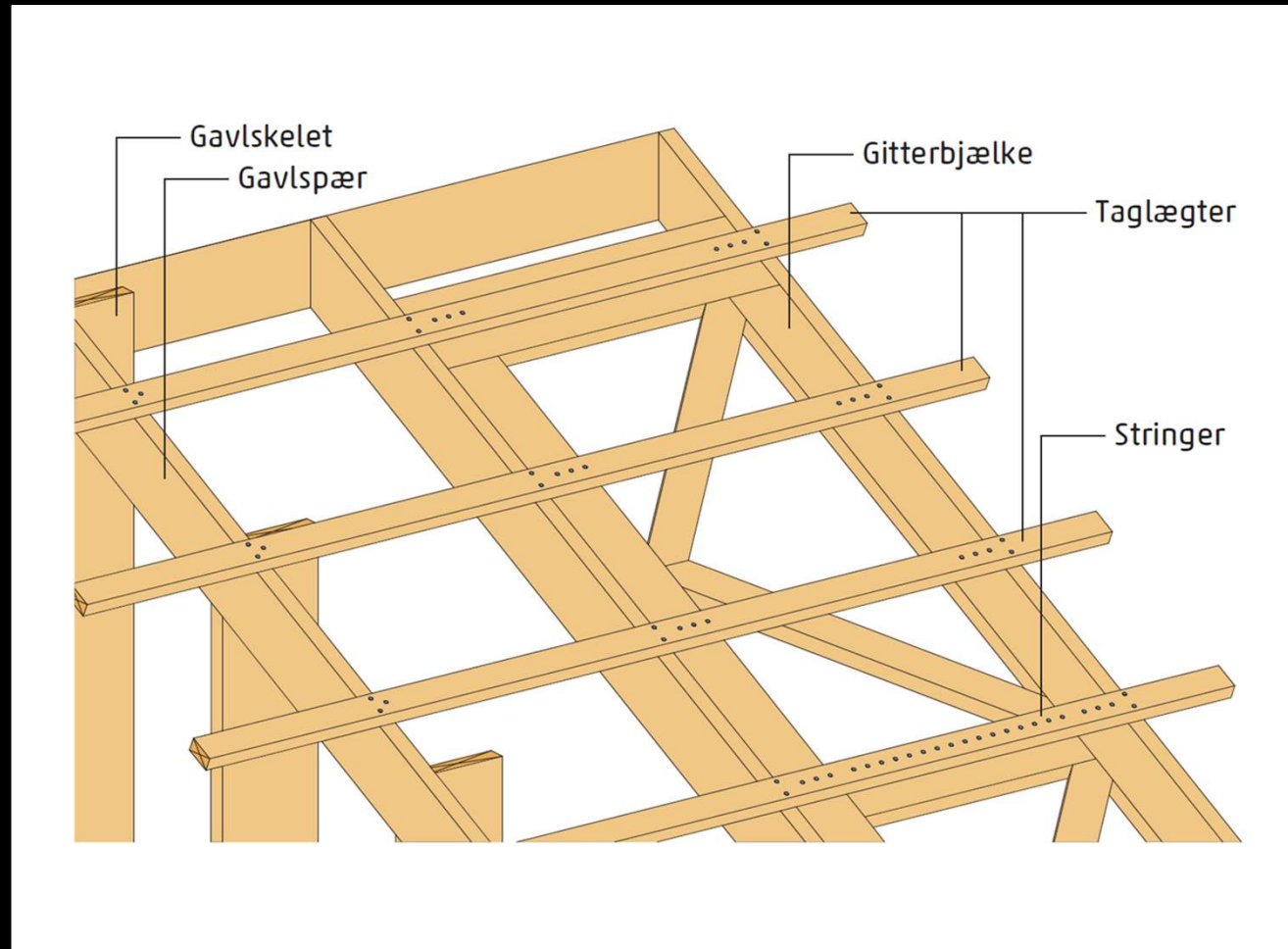
# Gavlkonstruktion, loft

- Gavlskelet fastholdes til gitterbjælke.
- Fx åseanker eller lægstestykke.



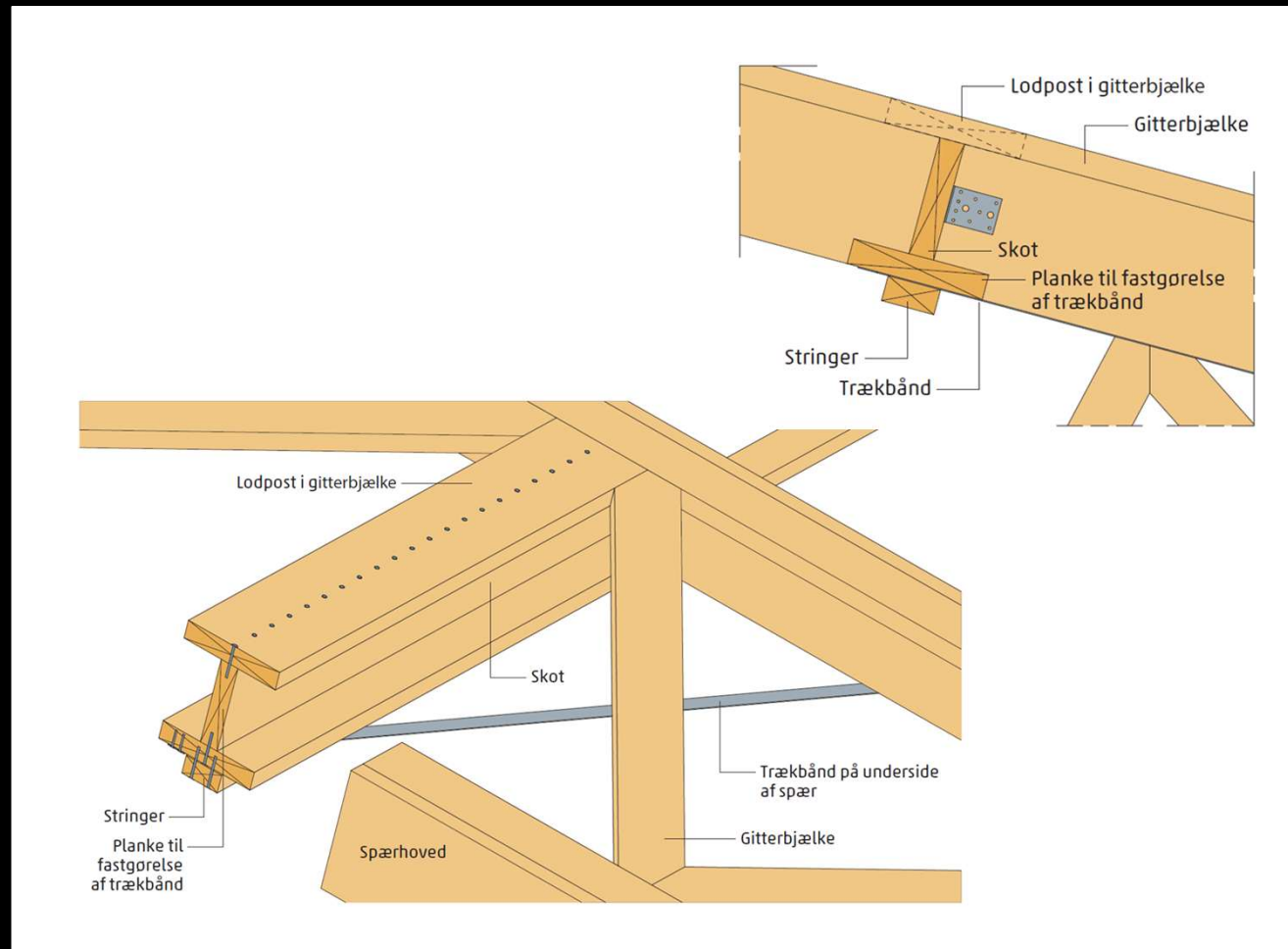
# Gavlkonstruktion, tagflade

- Gavlskelet fastholdes til gitterbjælke af taglægter.
- Evt. ekstra lægter til gitterbjælke.
- Gennemgående taglægter.



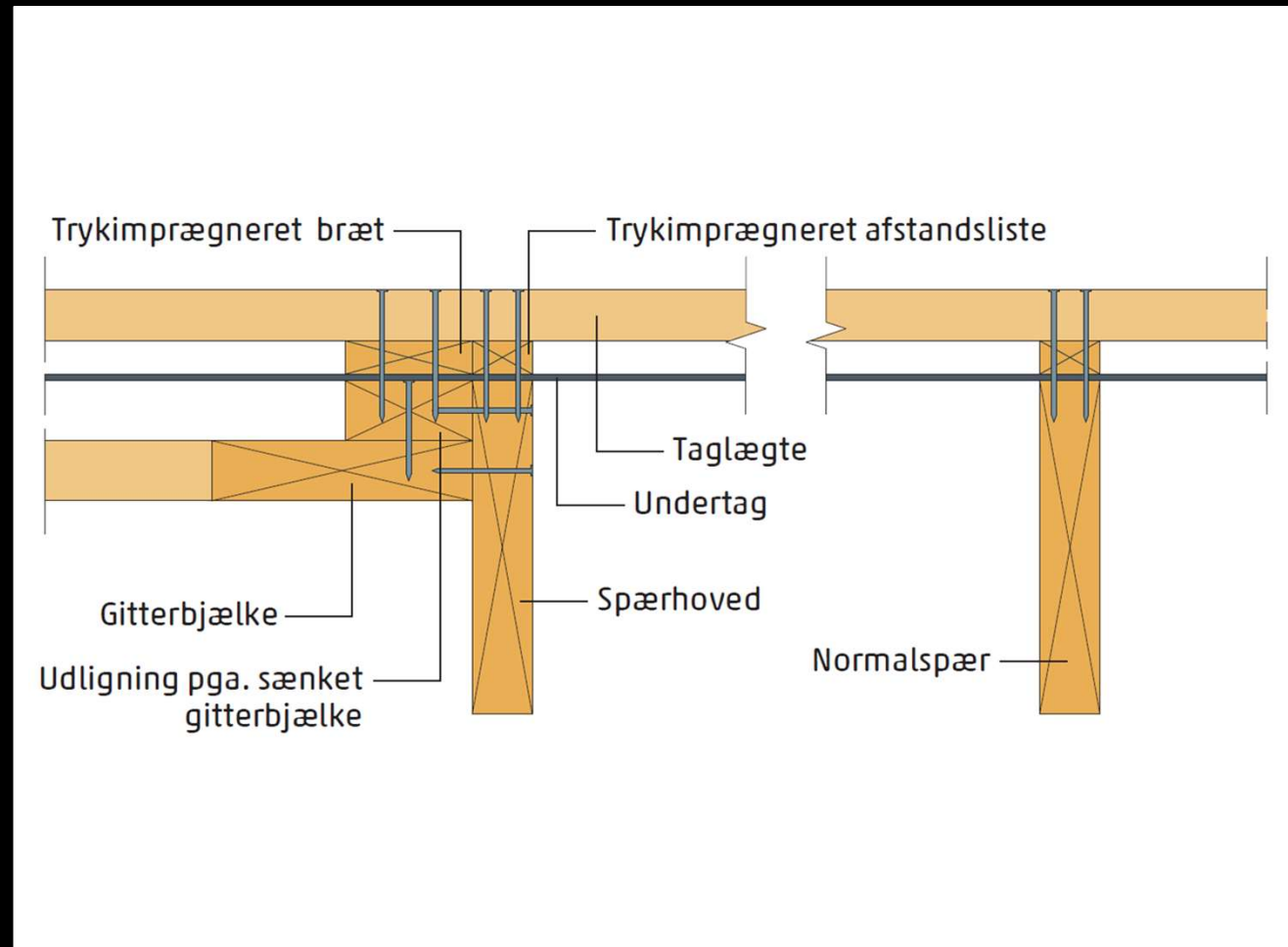
# Undersideafstivning

- Hensigtsmæssig ved undertag.
- Skot fører last fra gitterbjælke til stringer og skråafstivning.
- Gitterbjælke bør placeres i nærheden af spærverside.



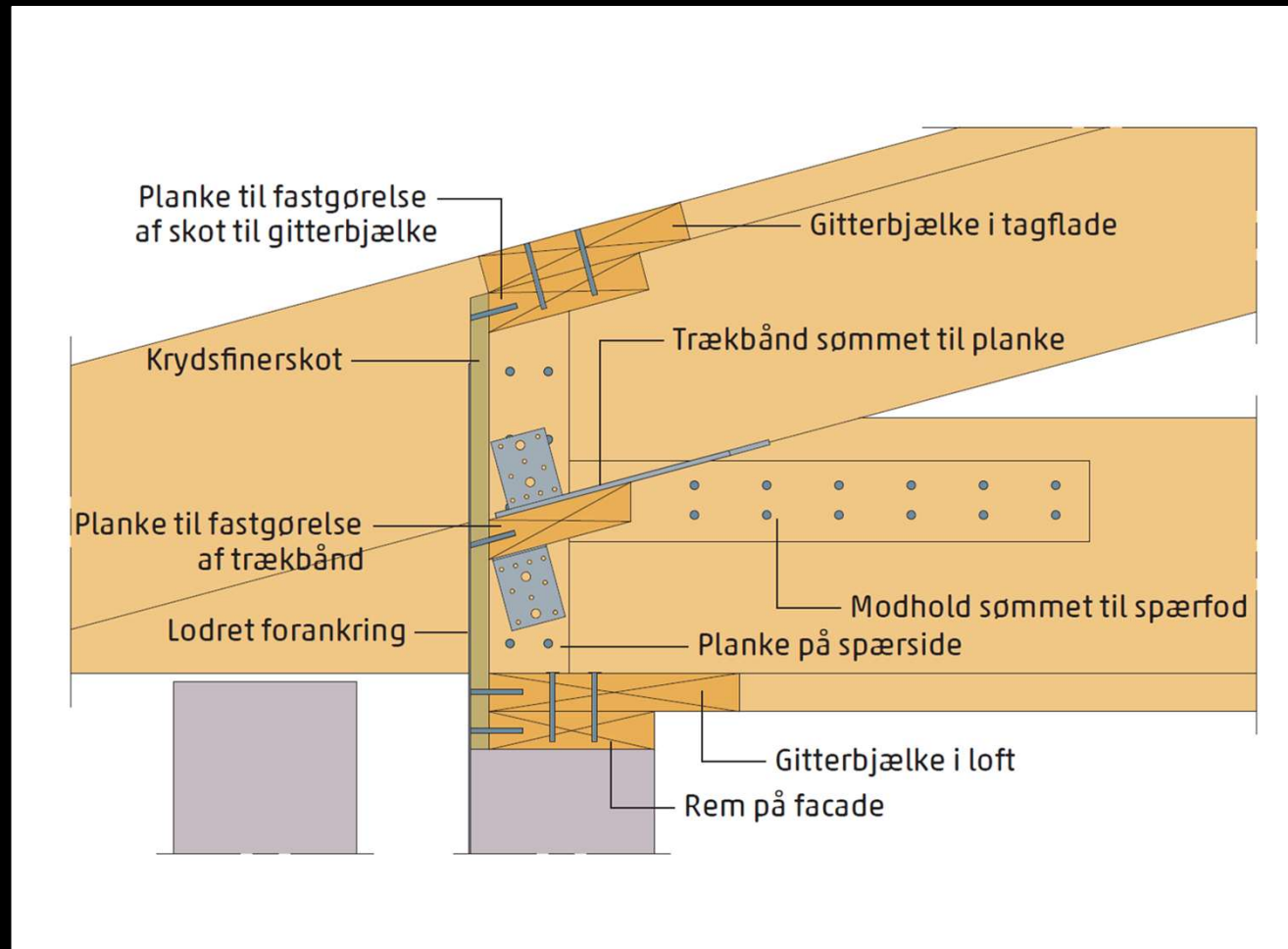
# Undersideafstivning, lægte

- Lægter sømmet gennem afstandslister har reduceret bæreevne, ned til 50 %.
- Ekstra afstandsliste (bræt) ved gitterbjælke.
- Gitterbjælke kan sænkes fx 45 mm aht. Undertag.



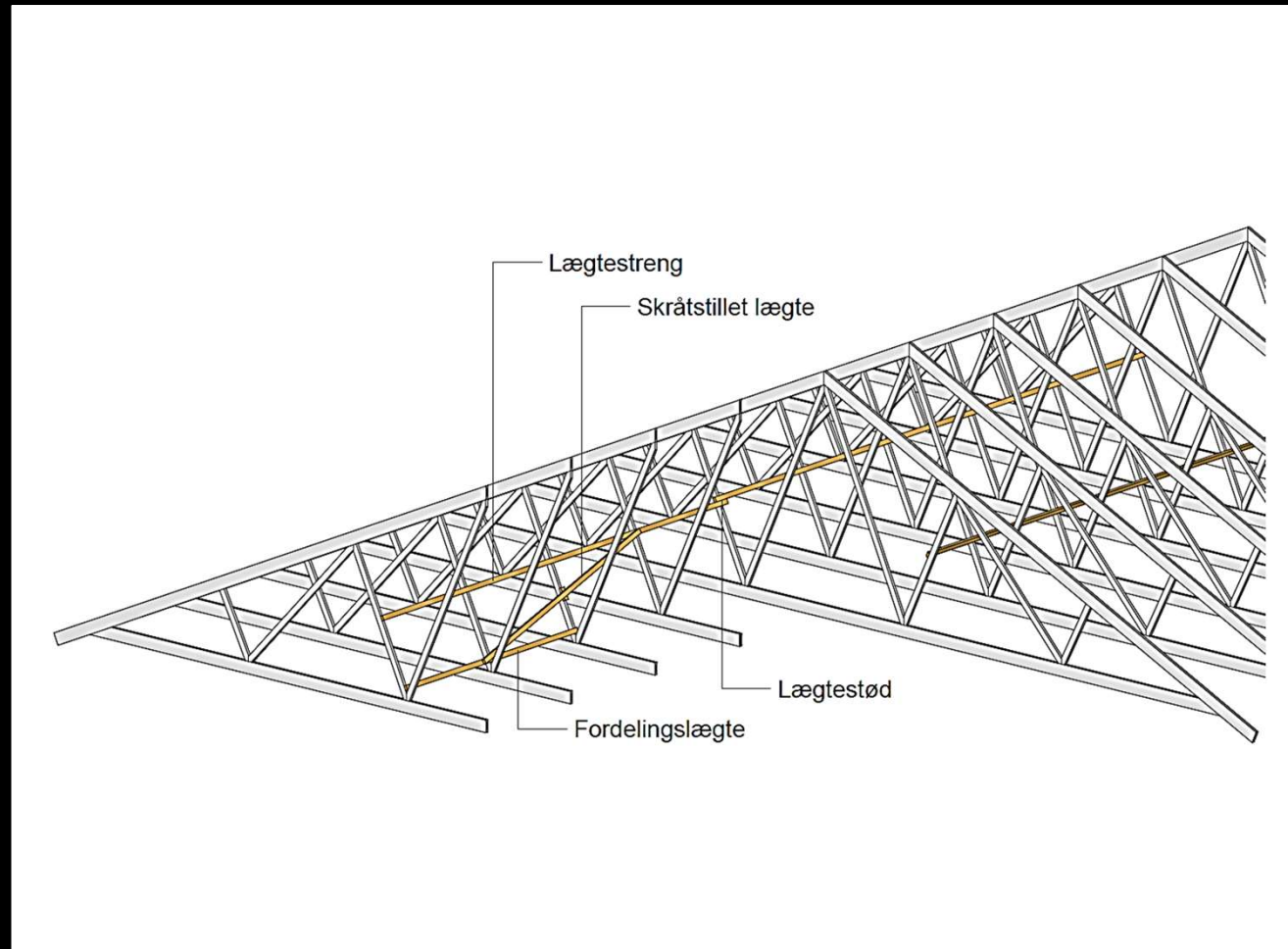
# Undersideafstivning, tagfod

- Skot med krydsfiner suppleres med planke til trækbånd.
- Planke støttes af modhold.



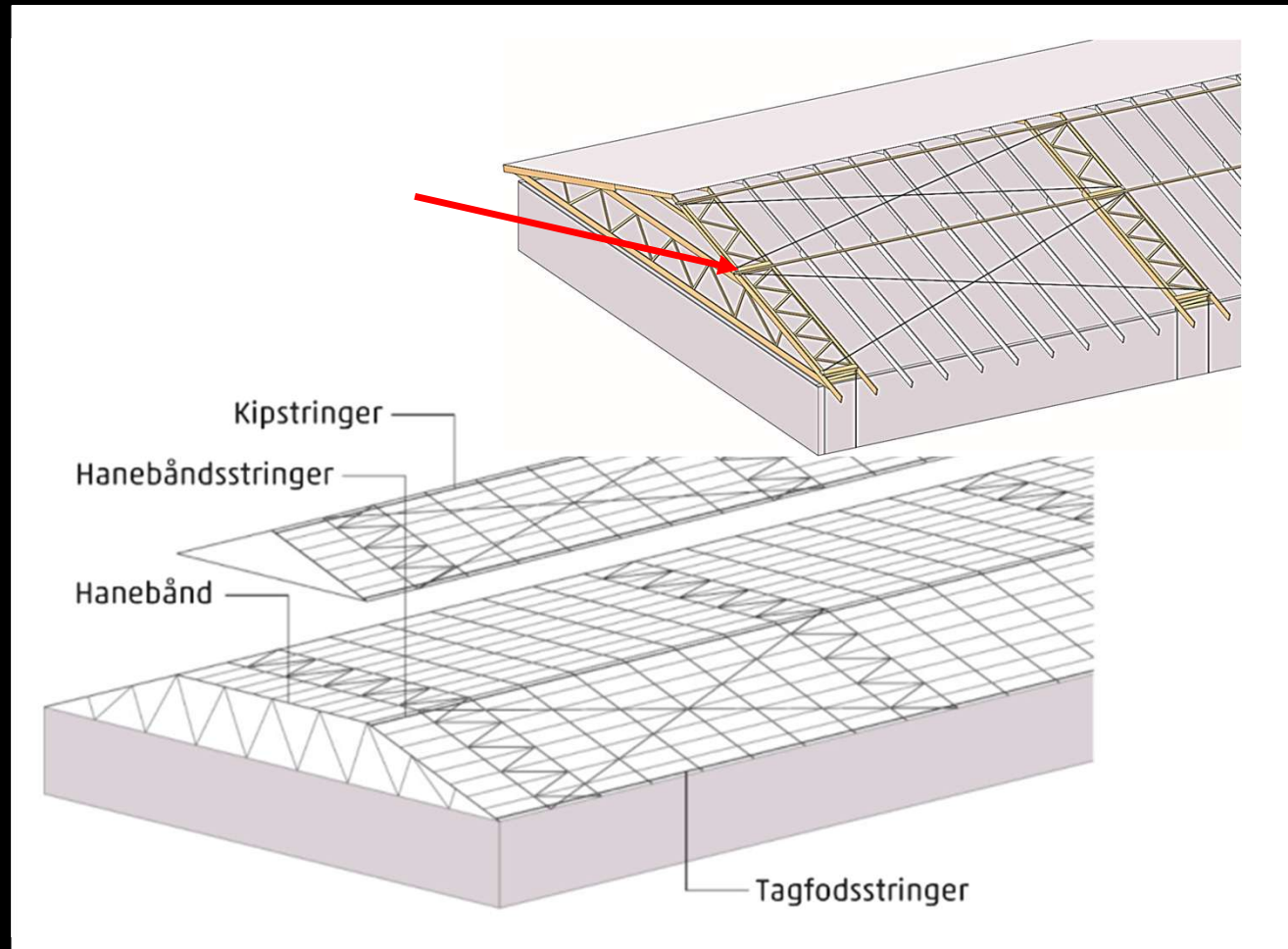
# Lokal fastholdelse af gitterstænger

- Trykpåvirkede dele omfatter gitterstænger.
- Undgå svigt ved gitterstænger.
- Skråafstivning for hver 10-12 m.
- Gitterstænger vil være mærket **TVÆRAFSTIVNING**.



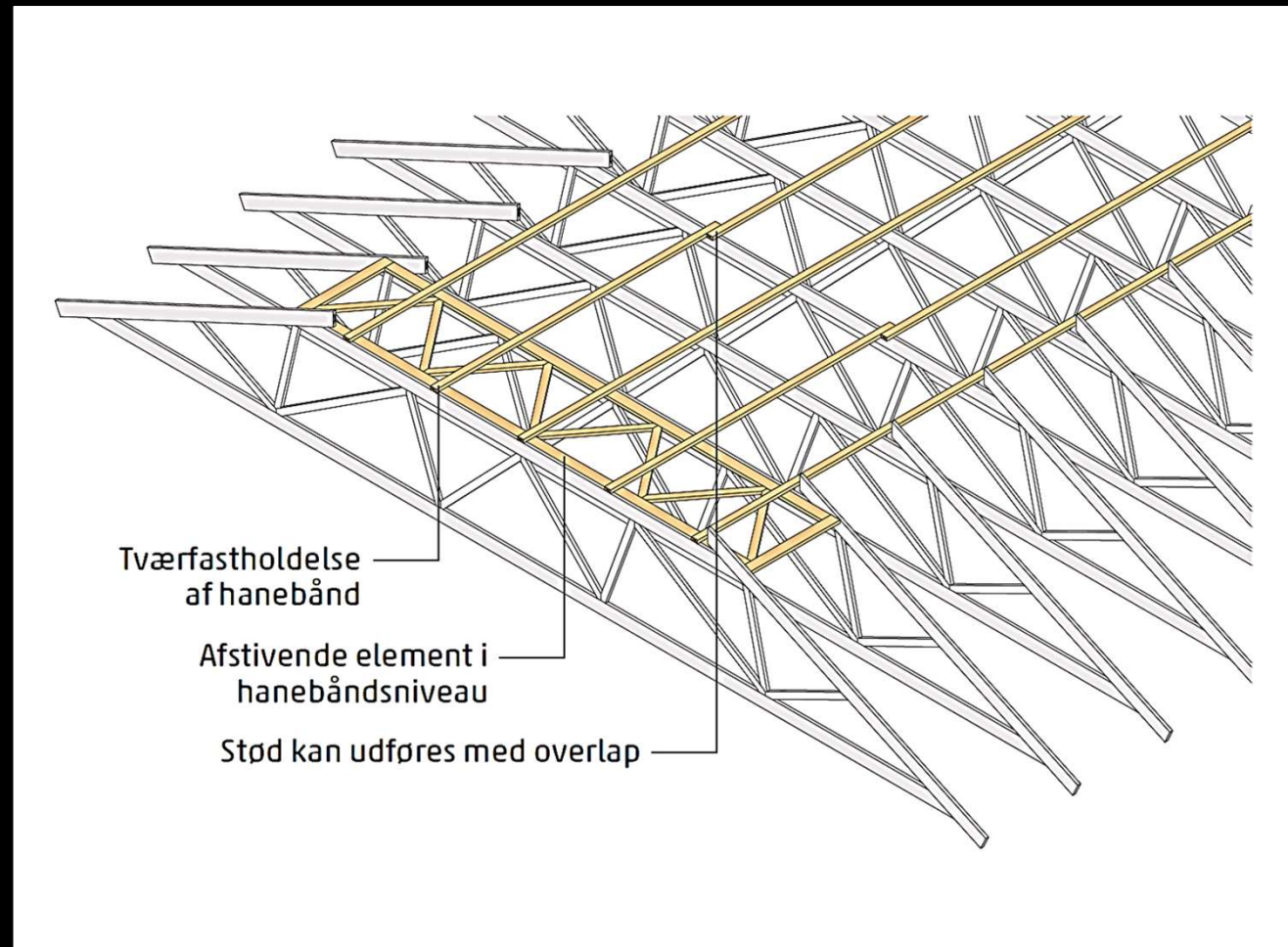
# Spær med løs top

- Gitterbjælke mellem hanebånd.
- Forbindes til gavl og hanebåndsstringer.



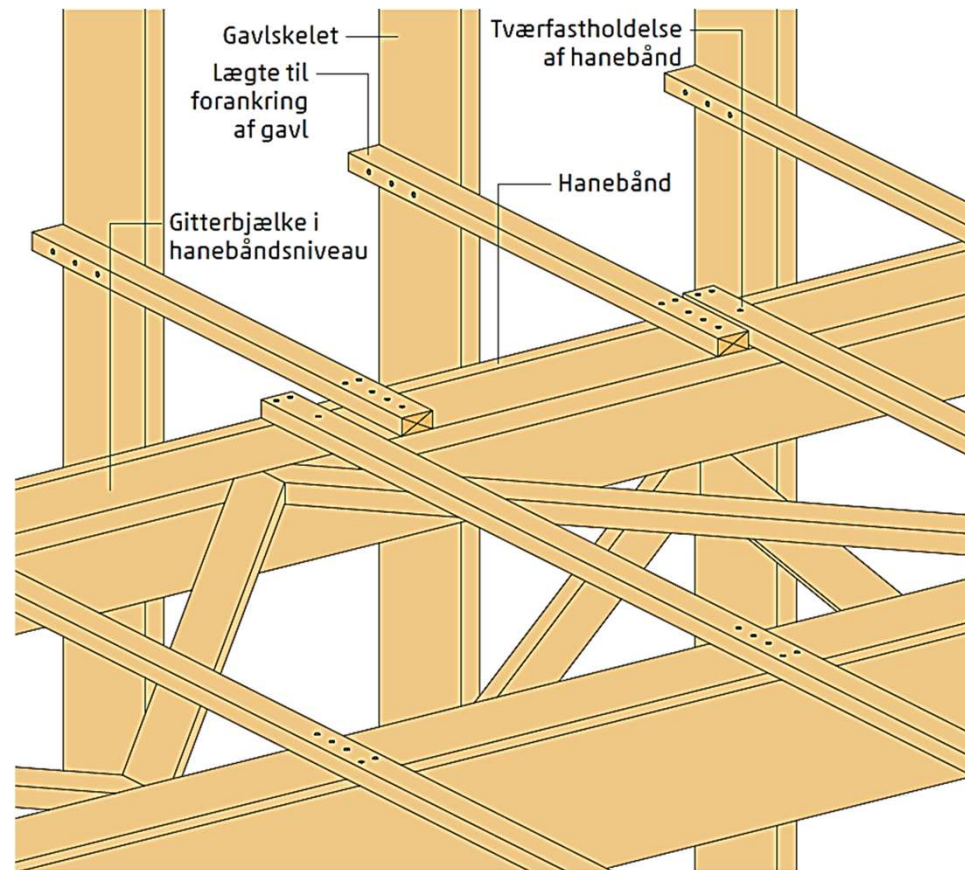
# Hanebåndsniveau

- Hanebånd fastholdes til gitterbjælke.
- Stød kan udføres.
- Tværfastholdelse forskydes.



# Forbindelse til gavlskelet

- Gavltrekant fastholdes til gitterbjælke.



# Spørgsmål

