

Kursus: Tage og tagkonstruktioner

## Statiske muligheder og konstruktionsprincipper



Fotos Kasper Kristensen

4.- 5. marts 2026

Træinformation Kasper Kristensen

**TRÆ**

1

## Materialer og bærende konstruktion

Træinformation

**TRÆ**

3

## Indhold

1. Træmaterialer og bærende konstruktion
2. Konstruktive principper for tagkonstruktioner
  - Spændvidder, dimensioner og eksempler
3. Spørgsmål ?

Træinformation

**TRÆ**

2

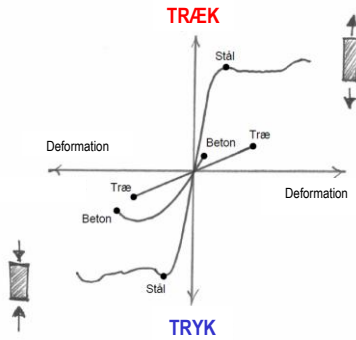
Træ har god træk og trykstyrke

Træinformation

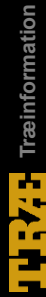
**TRÆ**

4

# Materialestyrker

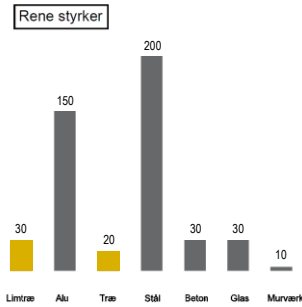


Kasper Kristensen

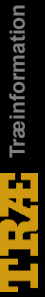


6

# Materialestyrker

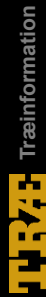


Kasper Kristensen



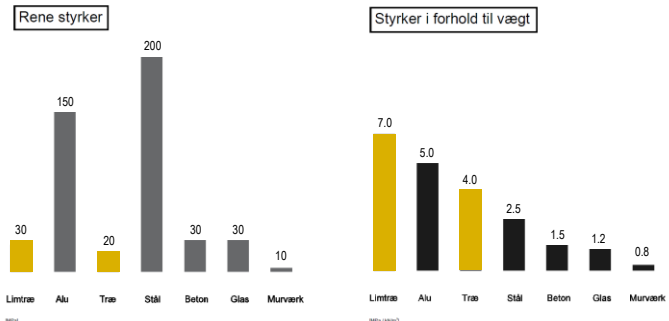
8

Fordel med høj styrke og lav vægt

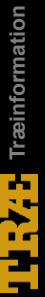


7

# Materialestyrker: Træ har høj styrke i forhold til sin vægt



Kasper Kristensen



9

## Træmaterialer og konstruktivt princip

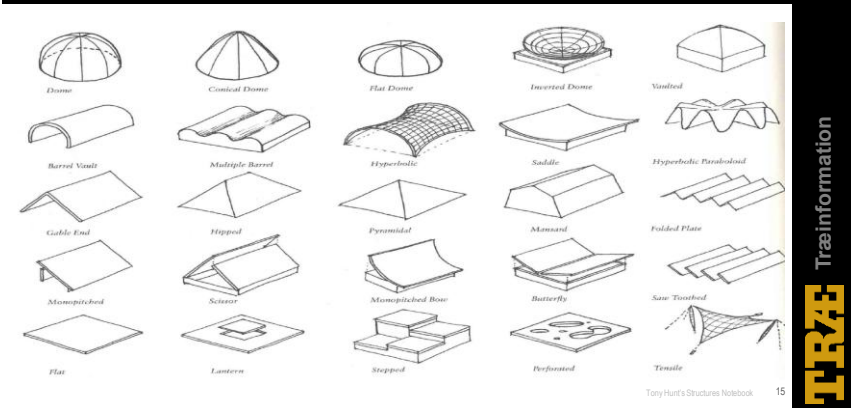
	Søjler	Bjælker	Skiver	Plader	Gitre	Rumgitre	Rammer	Trapper	Buer	Kupler	Hvælv
Træ – Savskåret træ	■	■			■			■		■	
Træ – GLT / Limtræ	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■
Træ – LVL	■	■	■	■	■	■	■	■			
Træ – CLT		■	■	■				■			

Træinformation  
**TRÆ**

Kasper Kristensen 12

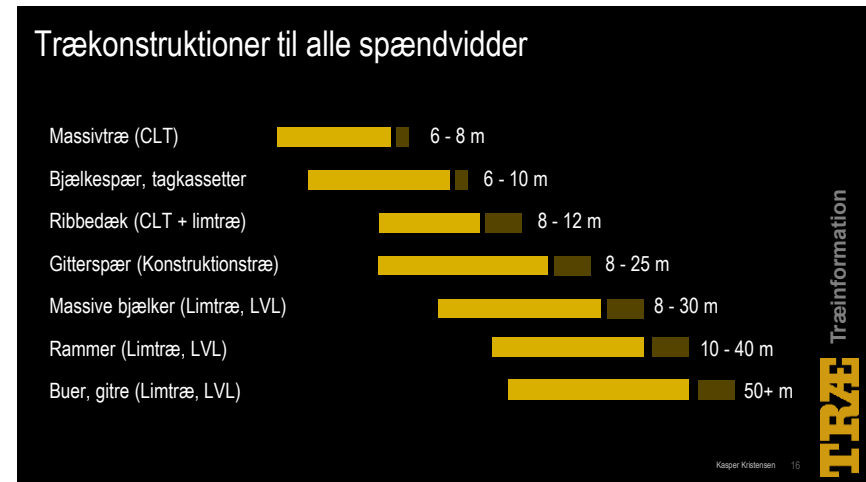
12

## Typologi for tage



15

## Konstruktive principper for tage

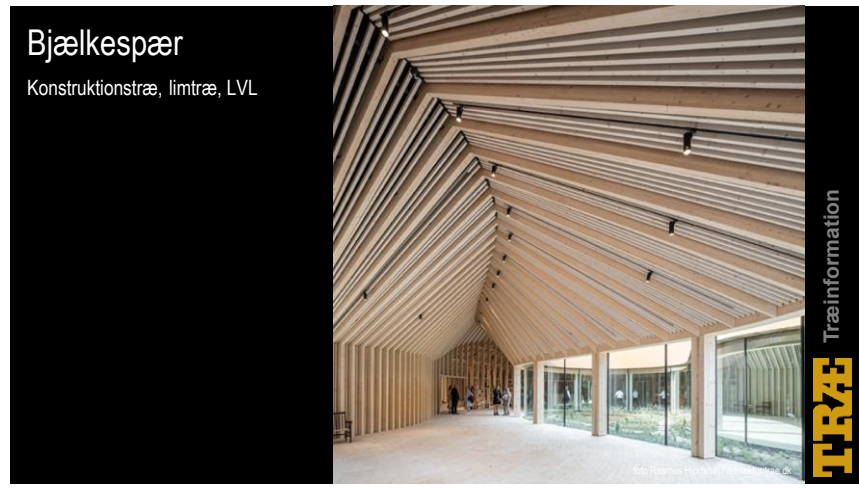


14

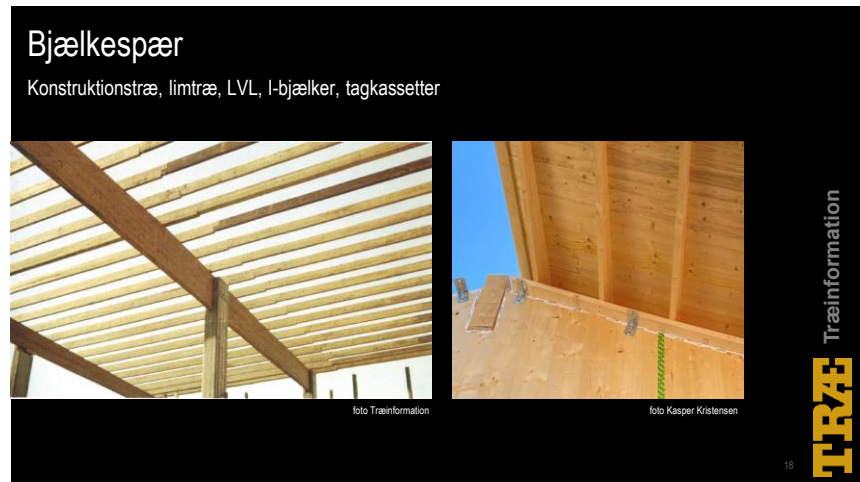
16



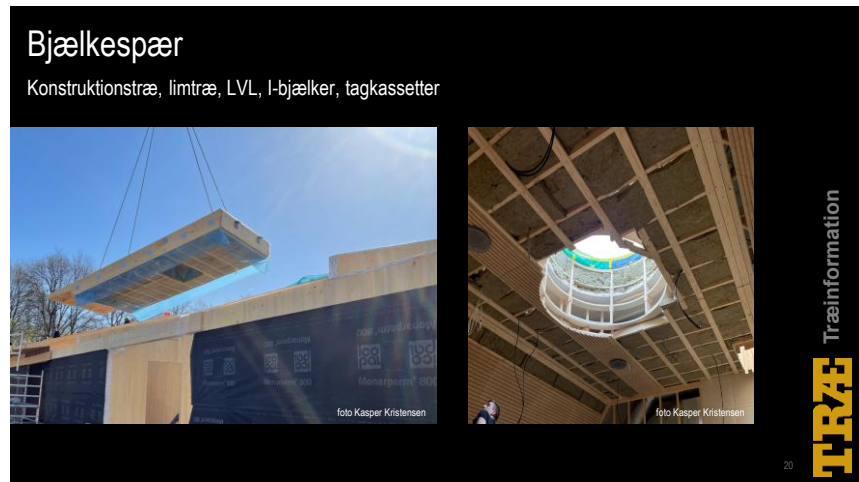
17



19



18



20

# Bjælkespær - spændvidder

Op til ca. 6 m ved bjælkehøjde 295 mm

Op til ca. 10 m med bjælkehøjde 433 mm

Konstruktionstræ

Limtræ / LVL



Foto: Kasper Kristensen



Foto: Kasper Kristensen

Træinformation



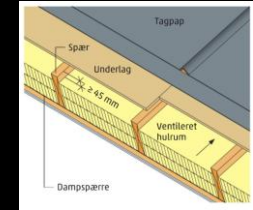
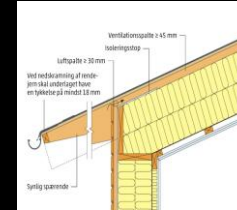
21

# Bjælkespær / Tagkassetter

Hurtig lukning med 1. lag tagpap af fabrik



foto Kasper Kristensen



TRÆ 75, TRÆ 77, TRÆ 56

Træinformation

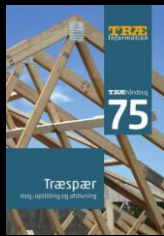


23

# Bjælkespær

Bæreevnetabeller

<https://traeinfo.dk/produkt/trae-75-traespaer-valg-opstilling-og-afstivning/>



## Træbjælker

Træbjælker anvendes ofte i tagkonstruktionen, både som bjælkespær, bjælkelag og som tværbjælker. I mange tilfælde kan bjælkerne dimensioneres med programmet Bæjværdi, udgangspunktet for Træinformation.

I det følgende findes tabeller for bjælkespær og bjælkelag beregnet med Bæjværdi.

### Bjælkespær

Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær bestemmes som resultat af nedbørsmængde og  $l$  er 1/400 for egenlast, se figur 25, i tabel 3, 44 og 48 er for taghældningerne 15°, 30° og 45° angivet den spænde lysvidde  $l$ , som overholder

nedbørsmængden, samt den største lysvidde  $l$ , som alene overholder styrekvotienten til egenlast og tværbjælker eller punktlast. Den af de to lysvidder, der ikke er afgrænset, er såvel spændens af Træinformation.

Tabellerne gælder for henholdsvis let tag og tungt tag og bjælker i styrekvalitet C18. For andre styreklasser multipliceres lysvidden med faktorerne i tabel 2.

Kan der accepteres en større nedbørsmængde end  $u = 2.000$  mm, kan  $l$ , dog øges. Hvis man fx kan acceptere  $u = 2.500$  mm, kan lysvidden  $l$ , øges med 30 %, naturligvis forudsat at lysvidden er mindre end  $l$ .

Nedbørsmængde	C18	C24	C28	C30
$l$	0,92	1,08	1,27	1,38
$l$	0,88	1,04	1,21	1,29

$l$  = Bjælkelængde

$l$  = Spændvidde

Værdierne for bjælkespær med opskæning

$l$  = Bjælkelængde

$l$  = Spændvidde

Bjælkespær med hængning

Figur 25 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 26 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 27 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 28 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 29 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 30 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 31 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

Figur 32 Den tilladte lysvidde  $l$  for bjælkespær med hængning på mindst 2 ud af 3 hængningspunkter eller ved brug af tværbjælker i henhold til tabel 2 og 3. Hvis der anvendes tværbjælker, skal de være af samme kvalitet som bjælkespæret og skal være af samme længde som bjælkespæret.

34 SPÆR OG SPÆRBYGER TRÆ 75

Træinformation



22

22

# Bjælkespær / Tagkassetter

Hurtig lukning med 1. lag tagpap af fabrik



foto Kasper Kristensen

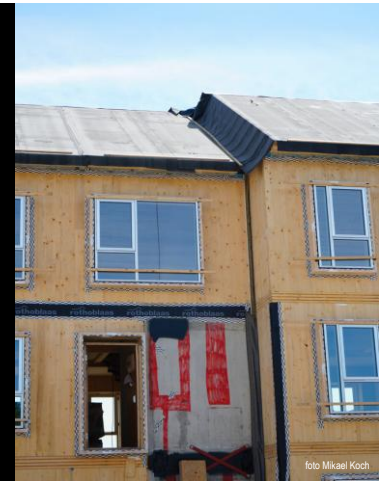
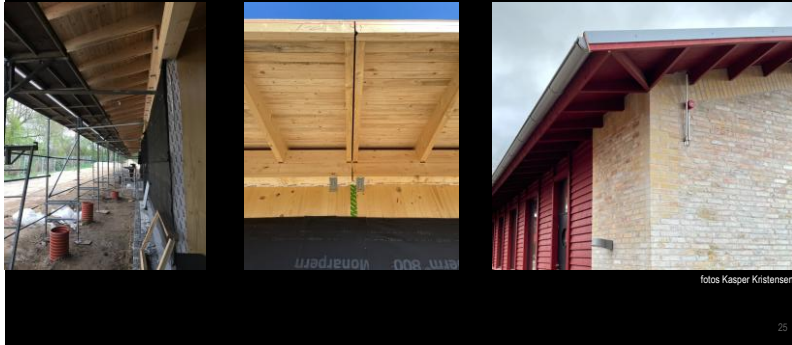


foto Mikael Koch

24

## Bjælkespær Tagudhæng og skrå tage



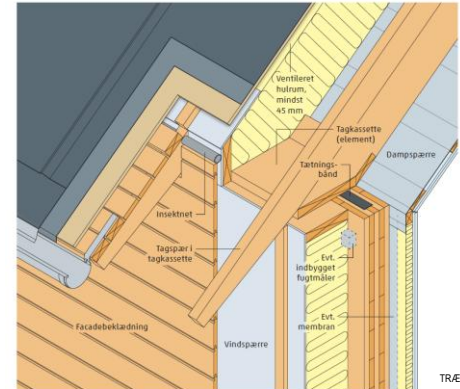
Træinformation  
**TRÆ**

fotos Kasper Kristensen

25

25

## Tagkassetter på CLT TRÆ 80, TAGFOD.04



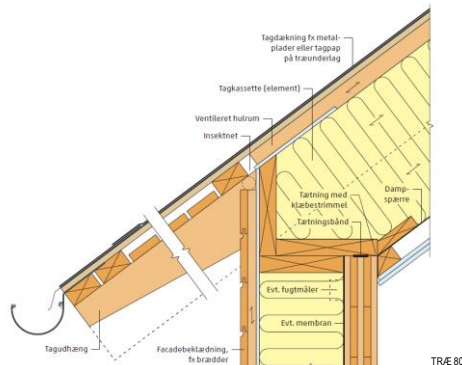
Figur 10.47

TRÆ 80

27

27

## Tagkassetter på CLT TRÆ 80, TAGFOD.03



Figur 10.45

TRÆ 80

26

26

## Hanebåndsspær

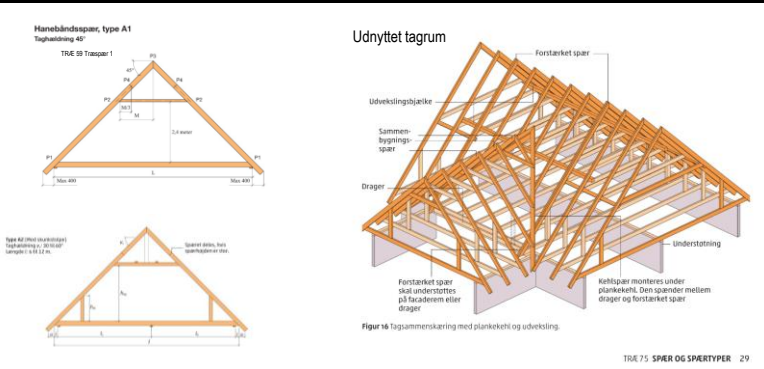
28

Træinformation  
**TRÆ**

Træinformation  
**TRÆ**

# Hanebåndsspær - spændvidder

Spændvidder typisk op til 10 m



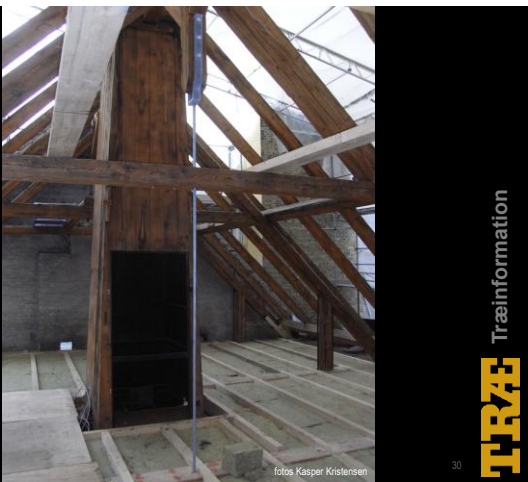
Træinformation  
**TRÆ**

29



31

Træinformation  
**TRÆ**



Træinformation  
**TRÆ**

30



32

Træinformation  
**TRÆ**

## Gitterspær - Taghældning normalt mellem 15° - 50°

- Skjult i tagkonstruktionen  
Konstrukstræ + tandplader  
Typisk c/c 1,0 m
- Synligt fritliggende i større rum  
Limtræ / LVL + dorne  
Typisk c/c 2,4 m

Træinformation



33

33

## Gitterspær Gitterbjælker i tagkassetter



foto TRÆfakta 17

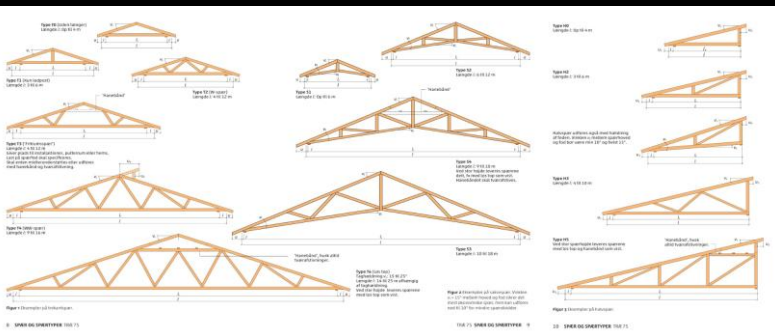
Træinformation



35

35

## Gitterspær Trekantspær, Saksespær, Halvspær



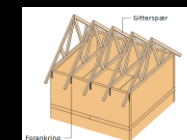
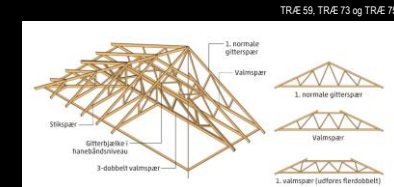
Træinformation



34

34

## Gitterspær → inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



Træinformation

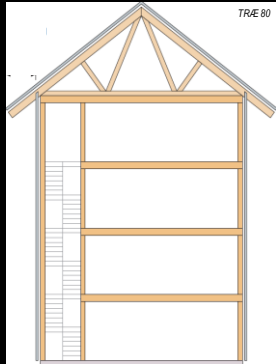


36

36

## Gitterspær på CLT-byggeri

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



Træinformation  
**TRÆ**

37

## Gitterspær på etagebyggeri

→ Plads til føringsveje og teknik



Træinformation  
**TRÆ**

39

## Gitterspær på CLT-byggeri

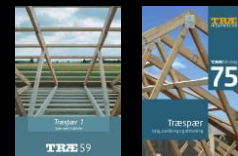
→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



Træinformation  
**TRÆ**

38

## Gitterspær - spændvidder



Typiske spændvidder: 4 – 14 m



Store spænd: 15 – 25+ m

Træinformation  
**TRÆ**

40

## Gitterspær

Store tagkonstruktioner og plads til installationer



Fotos: TRÆ 73 / Palsgaard Spær

- Oplys om ventilationskanaler og tunge maskiner i tagrum. Evt. mellemunderstøtninger

41

Træinformation



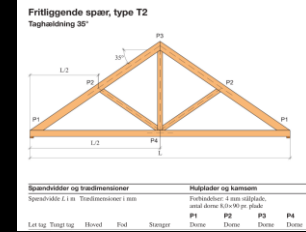
## Gitterspær

Fritliggende synligt i større rum

Spændvidde op til ca. 18 m



Gubse Garage, foto: Mikael Koch



Træinformation



43

## Gitterspær

Fritliggende synligt i større rum



Gubse Garage, foto: Mikael Koch



Café Halvgødt, foto: Mikael Koch

42

## Gitterspær

Fritliggende synligt i større rum



Træinformation



44

44

Massive dæk


Træinformation



45

Massive dæk

CLT, LVL



- Effektiv skivevirkning
- Dobbeltspændte plader
- CLT kan normalt kun anvendes i anvendelses klasse 1 og 2 (DS/EN 16351)




foto Kasper Kristensen

47

Massive dæk




foto Kasper Kristensen

46

Massive dæk

Brettstapel



(kantstillede brædder)

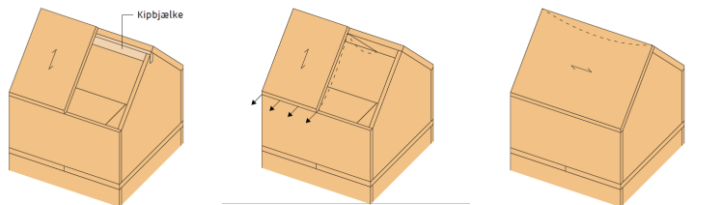



foto Kasper Kristensen

48

## Massive dæk

Spændvidde ca. 6 – 8 m ved tykkelse 200 – 260 mm

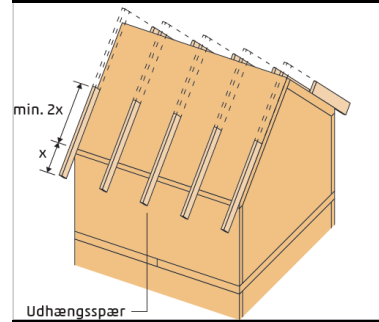


TRÆ 80

49

Træinformation  
**TRÆ**

## CLT-tagelementer Udhængsspær



TRÆ 80

51



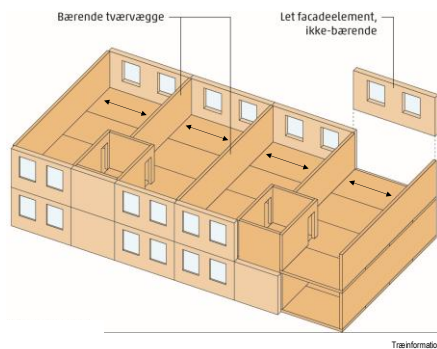
foto Kasper Kristensen



foto Kasper Kristensen

Træinformation  
**TRÆ**

## Bærende tværskillevægge



Træinformation

- Etagedæk og tagelementer spænder på langs
- Ballast på stabiliserende tværskillevægge (lejlighedsskel)
- Frihed i facader

50

Træinformation  
**TRÆ**

## Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



foto Kasper Kristensen



foto Ted Kroll / Prosser & Mann

Træinformation  
**TRÆ**

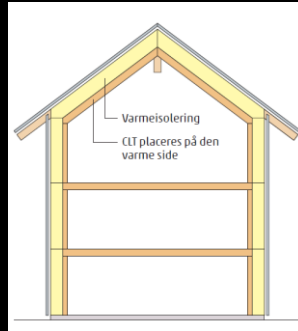
52

50

52

## Anvendelse af CLT

- CLT kan anvendes, hvor det kan "holdes tørt", dvs. i anvendelsesklasse 1 og 2
- CLT er normalt ikke egnet til brug i anvendelsesklasse 3



Tabell 2.1. Anvendelsesklasser og fugtindhold for trækonstruktioner til bygade 5 og 6 ifølge dansk national standard.

**Anvendelsesklasse 1** Indendørs tørre forhold, hvor den relative fugtugtighed spænder overalt 65 % svarende til et fugtindhold i atmosfæriske konstruktioner på omkring 12 %.

**Anvendelsesklasse 2** Klimaforhold, hvor den relative fugtugtighed overalt overstiger 65 % og hvor fugtindholdet i atmosfæriske konstruktioner overstiger 12 %.

**Anvendelsesklasse 3** Klimaforhold, hvor der er risiko for kondensering af vand i atmosfæriske konstruktioner, herunder i tilfælde af vandindtrængning og fugtugtninger, samt atmosfæriske konstruktioner beskyttet mod nedbør fra vindfældende tagkonstruktioner.

**Anvendelsesklasse 4** Klimaforhold, der kan føre til højere fugtindhold end i anvendelsesklasse 2.

For konstruktioner i fugtugt-nul eller konstruktioner udsat for nedbør eller vand i øvrigt.

RF < 85 %

Træinformation

TRÆ

54

## Fugtberedskab - en del af fugtstrategien

- Byggepladsmembran
- Sikre bortledning af regnvand
- Vedligehold og kontrol af beskyttende foranstaltninger



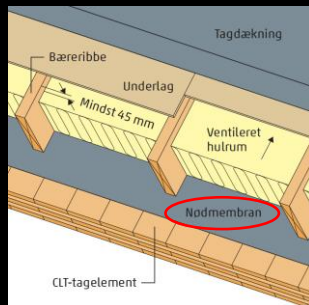
Træinformation

TRÆ

56

## Fugt teknisk robusthed

### 2-lags tætning med vandtæt "nødmembran" på CLT



- Skrå tage > 10°
- Ventileret tagkonstruktion
- Nødmembran som sikkerhed i tilfælde af utæt tagdækning
- Nødmembran kan fungere som byggepladsmembran og som dampspærre i tagkonstruktionen
- Træfugt max 16 % ved montage

Træinformation

TRÆ

55

## Fugtberedskab - en del af fugtstrategien

- Byggepladsmembran
- Sikre bortledning af regnvand
- Vedligehold og kontrol af beskyttende foranstaltninger



Træinformation

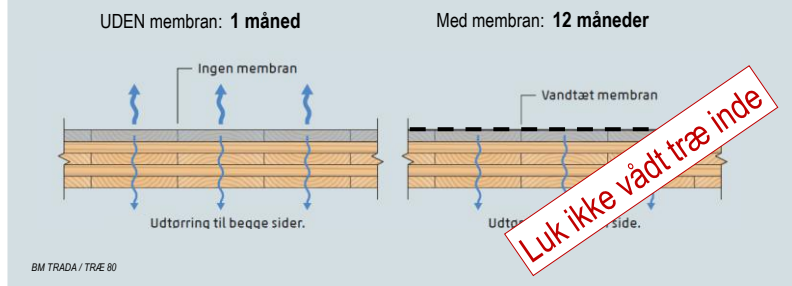
TRÆ

57

## Hvad er tørretiden ?

Eksempel – Udtørring af opfugtet CLT-element med / uden membran

Tørretid af øverste lamel fra fugtindhold 35 % → 20 %

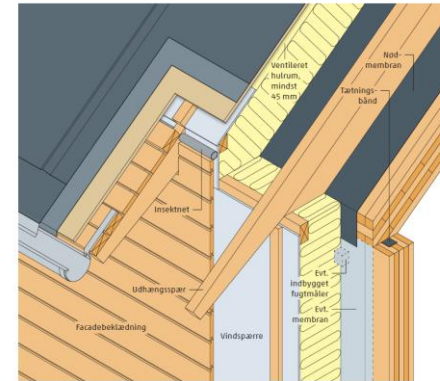


58

Træinformation  
TRÆ

## CLT-tagelementer

TRÆ 80, TAGFOD.01



Figur 10.43

TRÆ 80

61

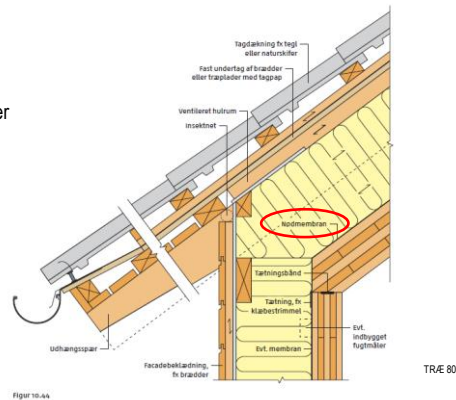
Træinformation  
TRÆ

61

## CLT-tagelementer

TRÆ 80, TAGFOD.02

- Tegl, naturskifer, tagpap eller metalplader
- Fast undertag af tagpap på brædder eller træplader



Figur 10.44

TRÆ 80

60

Træinformation  
TRÆ

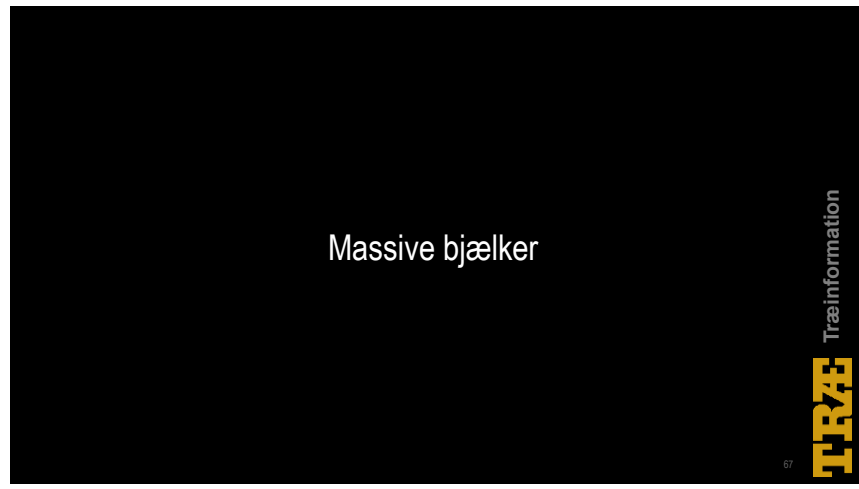
Tagkonstruktioner  
med større spænd

Træinformation  
TRÆ

62

62

60



64

68

## Massive bjælker



Limtræsdragere og -bjælker



Træinformation

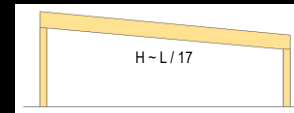
TRÆ

69

69

## Massive bjælker

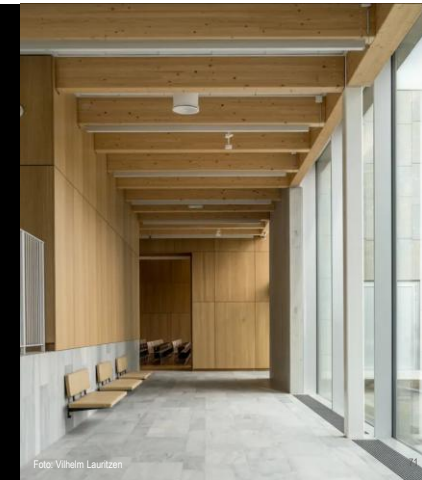
Limtræ, LVL



Rette bjælker: Spændvidde op til 30 m  
( ~ 1,75 høj bjælke )

Pilhøjde:

- Projektspecifikt
- Fx 100 mm for 30 m bjælke



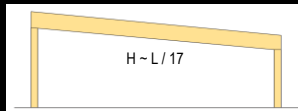
Træinformation

TRÆ

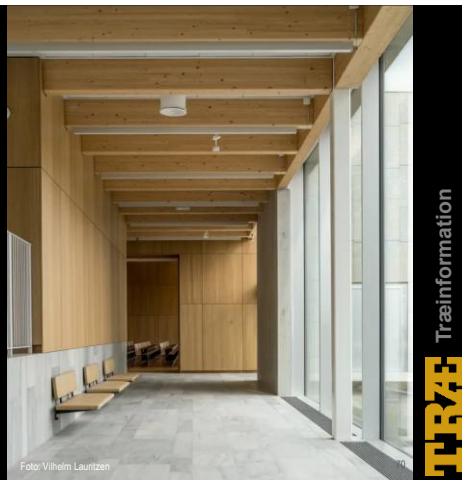
71

## Massive bjælker

Limtræ, LVL



Rette bjælker: Spændvidde op til 30 m  
( ~ 1,75 høj bjælke )



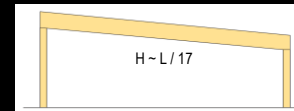
Træinformation

TRÆ

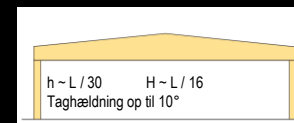
70

## Massive bjælker

Limtræ, LVL



Rette bjælker: Spændvidde op til 30 m



Sadelbjælker: Spændvidde 10 - 20 m



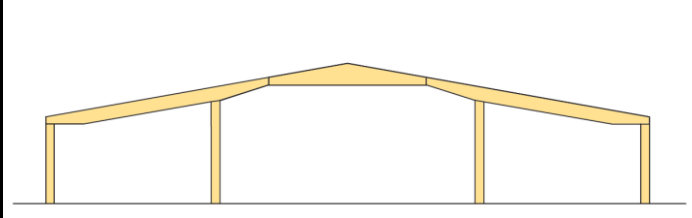
Træinformation

TRÆ

72

## Massive bjælker – store tagflader

Limtræ, LVL



Optimerede bjælker som gerberdragere med ophængt sadelbjælke

Træinformation



73

73

## Gitterbjælker



Søjlefri arealer

Træinformation



75

75

## Gitterbjælker

Træinformation

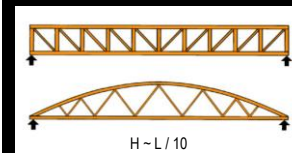


74

74

## Gitterbjælker

Limtræ, LVL



Gitterbjælker: Spændvidde 20 – 80 m

- Plane eller rumlige gitre
- Kan være etagehøje



Foto: Arkitekt Knudsen & Østergaard A/S / Lilleheden

Træinformation





76

76

## Gitterbjælker

LVL

Fotos: Vgrimelo GmbH & Co. Polimeer.com

Høje styrker med LVL i bøg

Træinformation  
**TRÆ**

77

## Rammer

Limtræ, LVL



Ramme med krumt hjørne:  
Spændvidde 15 – 40 m



Ramme med skarpt hjørne:  
Spændvidde 10 – 25 m

Momentstive rammehjørner

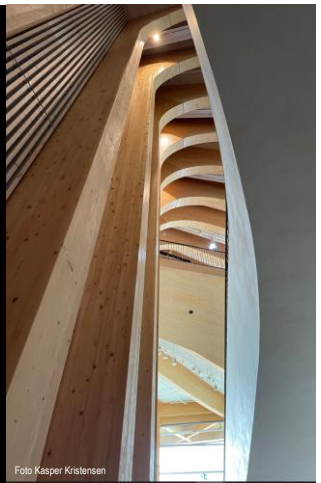


Foto Kasper Kristensen

79

## Rammer

Træinformation  
**TRÆ**

78

## Rammer / Konsoller

Limtræ, LVL

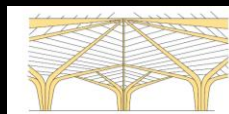




Foto Kasper Kristensen

Træinformation  
**TRÆ**

80

## Rammer

LVL

Momentstive rammer



Træinformation

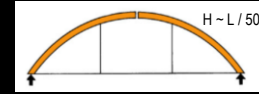
**TRÆ**

Fotos Profile

81

## Buer

Limtræ



Buer med synligt trækbånd:  
Spændvidde fra ca. 20 til 60 m



Foto Svenskt Trä

83

## Buer og kupler

Træinformation

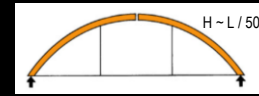
**TRÆ**

82

82

## Buer

Limtræ



Buer med synligt trækbånd:  
Spændvidde fra ca. 20 til 60 m

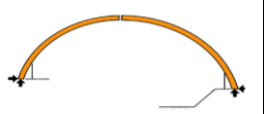


Foto: Kasper Kristensen

84

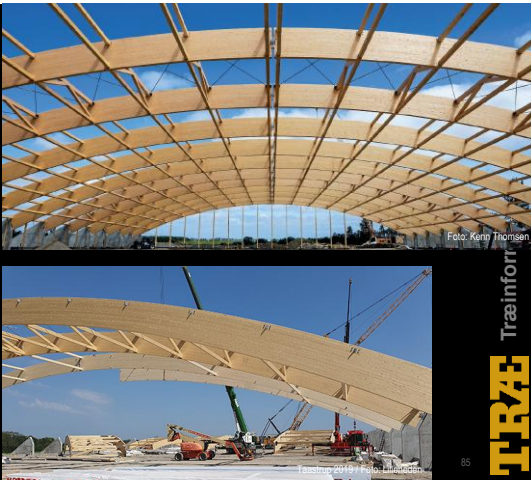
## Buer

Limtræ



Buer uden synligt trækband:  
Spændvidde op til 100 m

Trækband indstøbt i gulvet



Træinformation  
**TRÆ**

85

## Trækonstruktioner til alle spændvidder

Massivtræ (CLT)	6 - 8 m
Bjælkespær, tagkassetter	6 - 10 m
Ribbedæk (CLT + limtræ)	8 - 12 m
Gitterspær (Konstruktionstræ)	8 - 25 m
Massive bjælker (Limtræ, LVL)	8 - 30 m
Rammer (Limtræ, LVL)	10 - 40 m
Buer, gitre (Limtræ, LVL)	50+ m

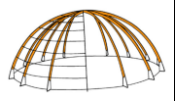
Træinformation  
**TRÆ**

87

## Kupler

CLT

LVL



Limtræ




Foto: Mikael Olsson, arkitekturtræe.dk

Træinformation  
**TRÆ**

86

## Dimensionering og TRÆhåndbøger

Træinformation  
**TRÆ**

88

## Beregningssystemer

### Beregn bjælkedimensioner med gratis app

TRÆbjælker er en app til dimensionering af bjælkelag, tværbjælker, bjælkespær, vinduesoverligger og kipbjælker i enfamiliehuse, sommerhuse og rækkehuse.

Download gratis i App Store - søg på "træbjælker"



### TRÆdim - beregningsprogrammer

TRÆdim er en serie af programmer til beregning af trækonstruktioner. Abonnement tegnes hos Træinformation.

**BJÆLKEdim** er et pc-program der, udover hvad appen TRÆbjælker kan, også giver mulighed for at vælge andre trækvaliteter og andre laster end de normale for enfamiliehuse. Desuden kan du specificere nedbojningskrav og se udnyttelsesgraden for de forskellige lastkombinationer, der er undersøgt.

**LÆGTEdim** er til pc og bruges til dimensionering af taglægte, somforbindelser og udhæng på alle former for bygger. Programmet er knyttet til TRÆ 65 Taglægte.

**ÅSEdim** er til pc og beregner åse af både konstruktionstræ og limtræ på haller og klarer de forskellige beregninger af gerbersamlinger, så valget af beslag bliver en leg.

**SOMdim** er til pc og beregner bæreevnen af som, skruer, bolte og dome i henhold til Eurocode 5. Adgang til programmet findes i bogen *Beregning af forbindelser*.

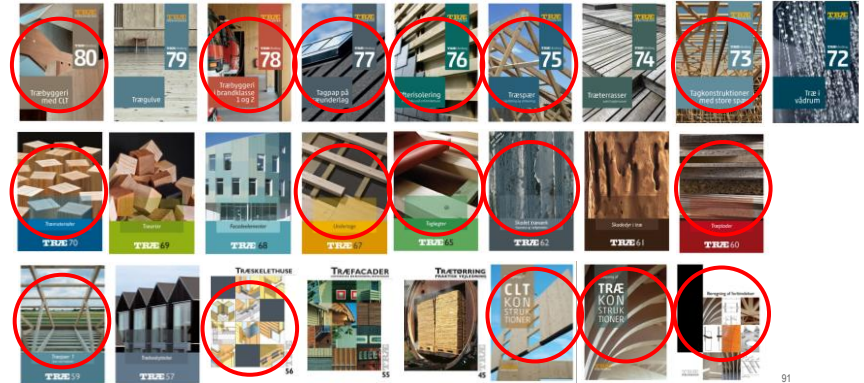


Træinformation

89

89

## TRÆhåndbøger og lærebøger på [www.traeinfo.dk](http://www.traeinfo.dk)



91

91

## TRÆhåndbøger og lærebøger på [www.traeinfo.dk](http://www.traeinfo.dk)



90

90

## Opsamling

Træinformation



92

## Tagets statik og konstruktion



- ✓ Træ er let materiale med høj styrke  
- fordel i tagkonstruktioner
- ✓ Er valgte opbygning fugtteknisk robust til at klare utætheder i tagdækningen ?
- ✓ Trækonstruktioner til alle spændvidder

Træinformation  
**TRÆ**

93

## Tak for opmærksomheden

+45 2623 8672 / [kk@traeinfo.dk](mailto:kk@traeinfo.dk)



Træinformation Kasper Kristensen  
**TRÆ**

94