

Fugt i træ og bygninger

Tagkonstruktion – Form og konstruktiv træbeskyttelse



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen



Kursus d. 23. - 24. april 2025

1

Træinformation Kasper Kristensen

TRÆ

1

Fugt i træ og bygninger

Tagkonstruktion – Design for Durability



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen



Kursus d. 23. - 24. april 2025

2

Træinformation Kasper Kristensen

TRÆ

2

1. Tagform - effektiv bortledning af tagvand ?
2. Valg af konstruktivt princip for tage ?
3. Spændvidder og store tagflader
4. Tjekliste og anbefalinger til tagudformning

Tagform

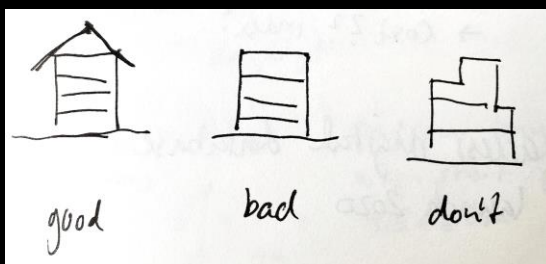
Hældningstage med tagudhæng giver god beskyttelse mod nedbør

Træinformation



5

5



Træinformation



6

6

700 år



Træinformation

TRÆ

7

700 år

Ventileret og overdækket

- Ældste bevarede træbyggeri i Danmark
- Klokkehus i Kipleve ved Aabenrå 1300 tallet



Træinformation

TRÆ

"Det danske træhus - en levende tradition"
Træbranchens oplysningsråd

8

Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



9

Træinformation

TRÆ

9

Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



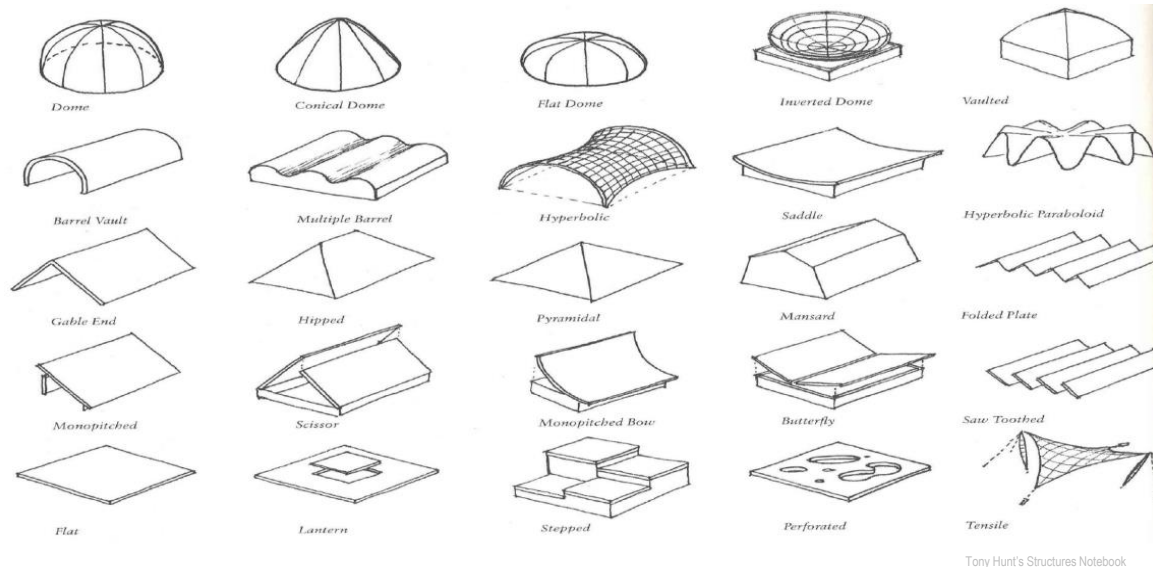
10

Træinformation

TRÆ

10

Typologi for tage



Træinformation

TRÆ

13

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



Træinformation

TRÆ

14

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng

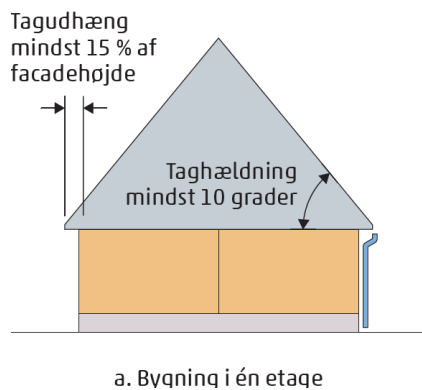


Træinformation

TRÆ

15

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



TRÆ 80

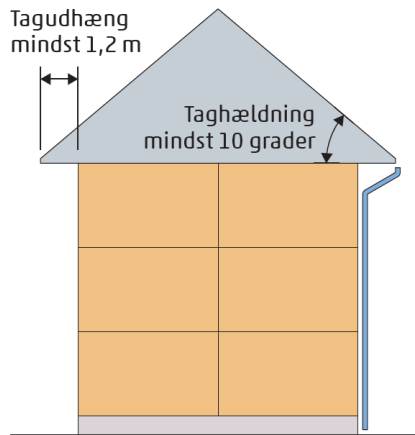
1. Taghældning mindst 10°
2. Tagudhæng mindst 15 % af facadehøjde
3. Regnvand på udvendig side af facade

Træinformation

TRÆ

16

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



TRÆ 80

b. Bygning i flere etager

1. Taghældning mindst 10°
2. Tagudhæng i etagebyggeri
fx 1,2 m både langs facader og gavle
3. Regnvand på udvendig side af facade

Træinformation

TRÆ

17

Tagudhæng

- Holder ydervægge tørre
- Forlænger facadens levetid



foto Kasper Kristensen

Brettstapel (kantstillede brædder) i udhæng



foto Kasper Kristensen

18

Tagudhæng



foto Kasper Kristensen

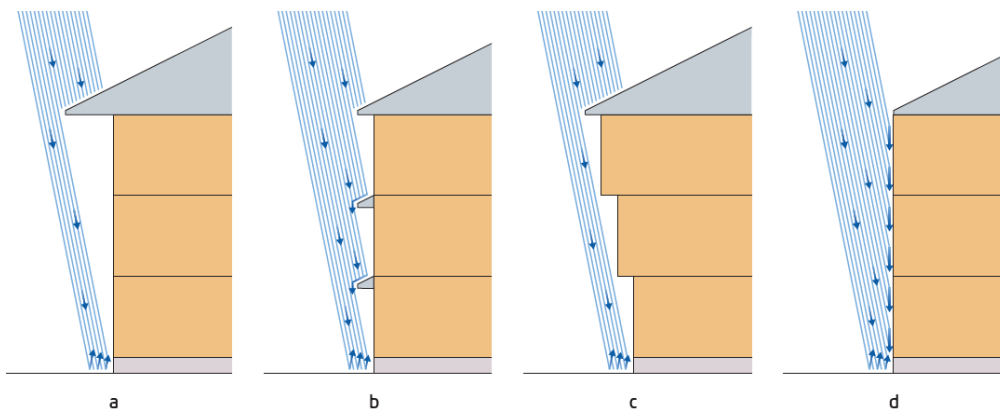
Træinformation

TRÆ

19

19

Tagudhæng holder træet tørt



TRÆ 80

20

Træinformation

TRÆ

20

Tagudhæng holder træet tørt

Illwerke Zentrum Montafon, Voralberg Østrig, 2019



Foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

21

1.400 år Ventileret og overdækket

Tempel Hōryū-ji i Nara, Japan



8:40 14/04/2012

Træinformation

TRÆ

22

22

Afvanding og gennemføringer

Træinformation

TRÆ

23

Keep it simple

- Led regnvand effektivt væk fra bygningen
- Undgå komplicerede sammenskæring og spring i tagfladen
- Antallet af gennemføringer i tagfladen bør reduceres til det mindst mulige

Se TRÆ 77 og TRÆ 80

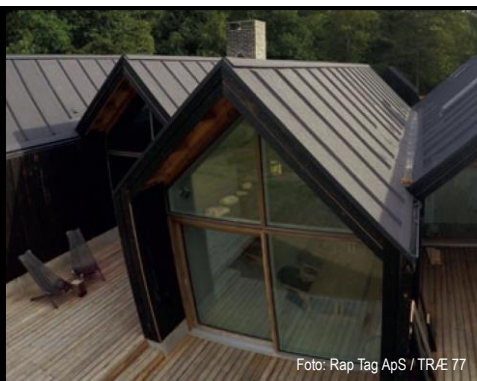


Foto: Rap Tag ApS / TRÆ 77



Foto: Tommy Bunch-Nielsen

24

Træinformation

TRÆ

24

Flade eller grønne tage

- $< 10^\circ$ eller sedum / græs
- Forsinker afledningen af vand fra tagfladen
- Mere sårbare overfor fugt pga. risiko for stående vand på taget
- Forsigtighed med grønne tage på trækonstruktioner

Se Byggeskadefondens vejledning
+ anvisninger i TRÆ 77, SBI-anvisning 273
og BYG-ERFA.



Foto: Rap Tag ApS / TRÆ 77



Foto: Tommy Bunch-Nielsen

Træinformation

TRÆ

25

25

Monsterregn

Det er voldsommere end skybrud

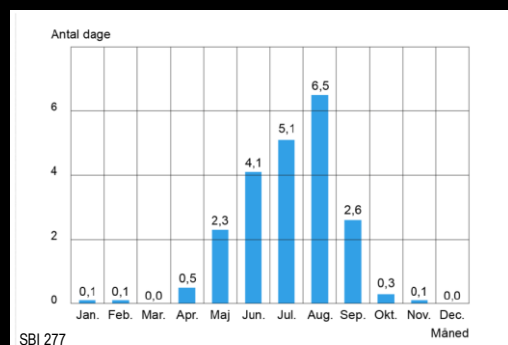
- Dimensionering af nødafløb for 10-årsregn, eller 100-årsregn med klimafaktor 1,4
- Risiko for skybrud størst om sommeren

Se vejledning fra Bolig og planstyrelsen og
anvisninger i DS 432, SBI 255 og SBI 273



VEJLEDNING
Haller og store tage
- forebyg skader fra sne og vand

Denne vejledning orienterer om forhold, der gør haller og andre bygninger med store tage særligt udsatte for overbelastning i forbindelse med isopsvulning og vindafblæsning.



SBI 277

FIGUR 5. Antal dage med skybrud i løbet af året. Risikoen for skybrud er størst i sommermånederne. I vinterhalvåret er skybrud sjældne.

26

Træinformation

TRÆ

26

Konstruktive principper for tage

Træinformation

TRÆ

27

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		■	■	■				■			
Træ – PSL	■	■			■		■				
Træ – NLT			■	■							
Hybrid – Træ / Beton		■	■	■							■

Kasper Kristensen

28

Træinformation

TRÆ

28

Tagkonstruktion – Overblik og 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

Kasper Kristensen 29

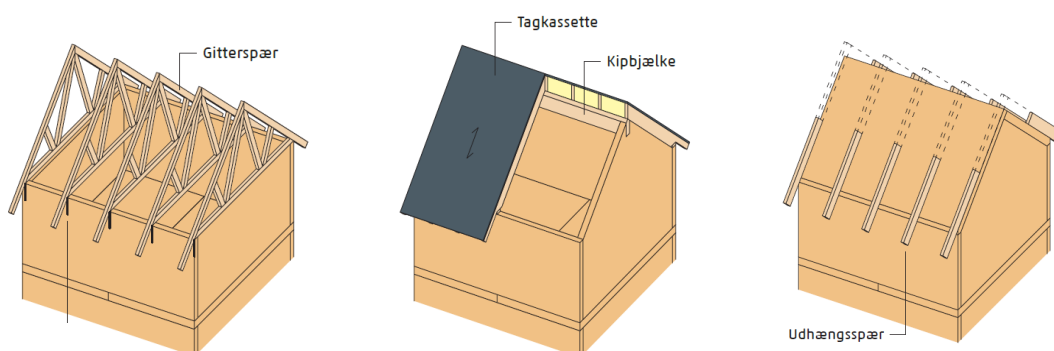
Træinformation

TRÆ

29

3 konstruktive principper

TRÆ 80



Gitterspær

Tagkassetter

CLT-elementer
med udhængsspær

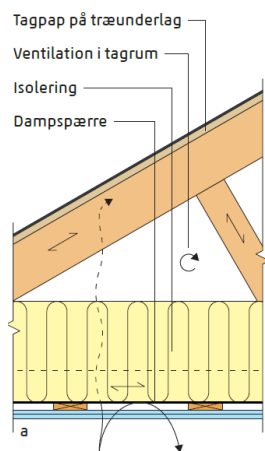
33

Træinformation

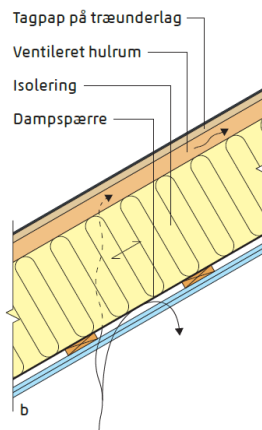
TRÆ

33

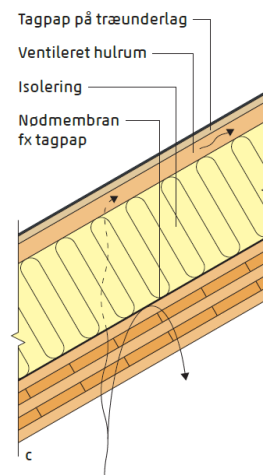
3 konstruktive principper



Gitterspær



Tagkassetter



CLT-tagdæk

TRÆ 80

34

Træinformation

TRÆ

Gitterspær

35

Træinformation

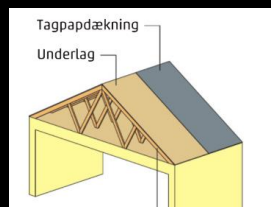
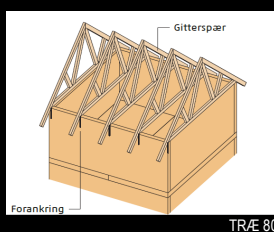
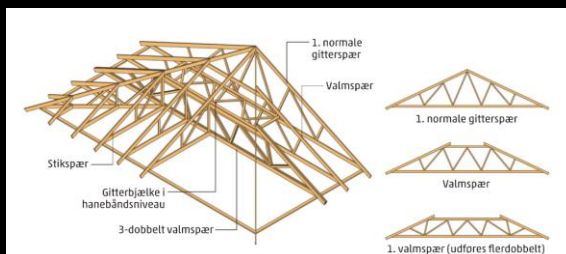
TRÆ

Gitterspær

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



TRÆ 59, TRÆ 73 og TRÆ 75



37

Træinformation

TRÆ

37

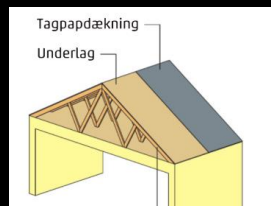
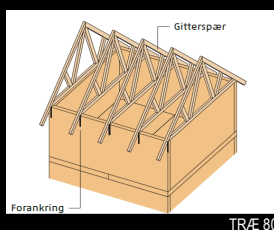
Gitterspær

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



- Fugtindhold i tagrum: Anvendelsesklasse 2

RF kan overstige 85 % kortere perioder om vinteren



38

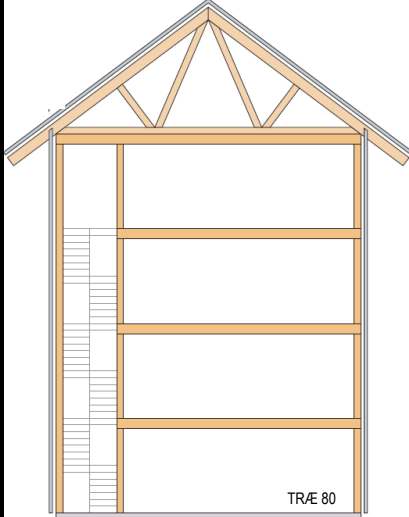
Træinformation

TRÆ

38

Gitterspær på etagebyggeri

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



39

Træinformation

TRÆ

39

Gitterspær på CLT-byggeri

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



40

Træinformation

TRÆ

40

Gitterspær på CLT-byggeri

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



foto Kasper Kristensen

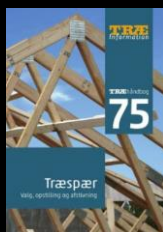
41

Træinformation

TRÆ

41

Gitterspær



Typiske spændvidder: 4 – 14 m



Store spænd: 15 – 25+ m

42

Træinformation

TRÆ

42

Gitterspær

Store tagkonstruktioner og plads til installationer



Fotos: TRÆ 73 / Palsgaard Spær

Træinformation

TRÆ

43

43

Gitterspær

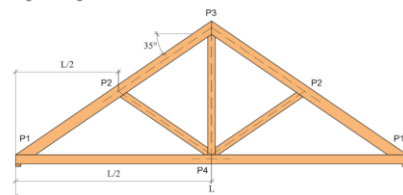
Fritliggende synligt i større rum

Spændvidde op til ca. 18 m



Gubso Garage, foto: Mikael Koch

Fritliggende spær, type T2
Taghældning 35°



Spændvidder og trædimensioner				Hulplader og kantsøm			
Spændvidde L i m				Trædimensioner i mm			
				Forbindelser: 4 mm stålplade, antal dorne 8,0x90 pr. plade			
P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Løt tag	Tungt tag	Hoved	Fod	Støtter	Dorne	Dorne	Dorne

TRÆ 59 Træspær 1

Træinformation

TRÆ

44

44

Gitterspær

Fritliggende synligt i større rum



Træinformation

TRÆ

45

45

Bjælkespær

Træinformation

TRÆ

46

46

Bjælkespær

Konstruktionstræ, limtræ, LVL, I-bjælker, tagkassetter



foto Træinformation



foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

47

47

Bjælkespær

Konstruktionstræ, limtræ, LVL



foto Rasmus Hjortshøj, arkitekturtræe.dk

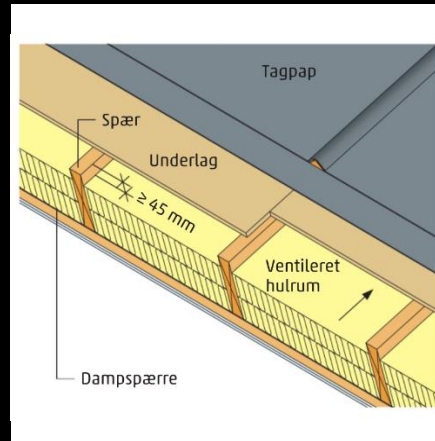
Træinformation

TRÆ

48

Tagkassetter

→ hurtig lukning med 1. lag tagpap af fabrik



TRÆ 56, TRÆ 77, TRÆfakta 17 og TRÆcad.dk

Træinformation

TRÆ

49

49

Tagkassetter

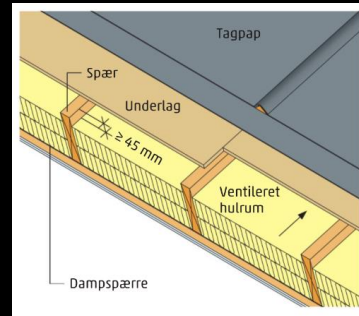
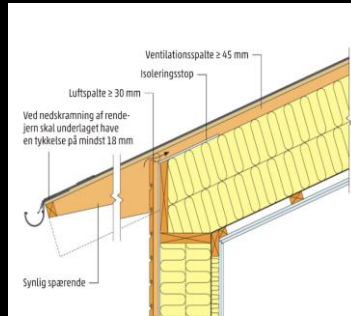
→ hurtig lukning med 1. lag tagpap af fabrik



50

Bjælkespær / Tagkassetter

→ Indbygget tagudhæng



TRÆ 75, TRÆ 77, TRÆ 56

Træinformation

TRÆ

51

51

Bjælkespær

Tagudhæng og skrå tage



fotos Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

52

52

Tagkassetter i kombination med limtræ og CLT



Træinformation

TRÆ

53

53

Tagkassetter - spændvidder

Op til ca. 6 m ved bjælkehøjde 295 mm

Konstruktionstræ



Op til ca. 10 m med bjælkehøjde 433 mm

Limtræ / LVL



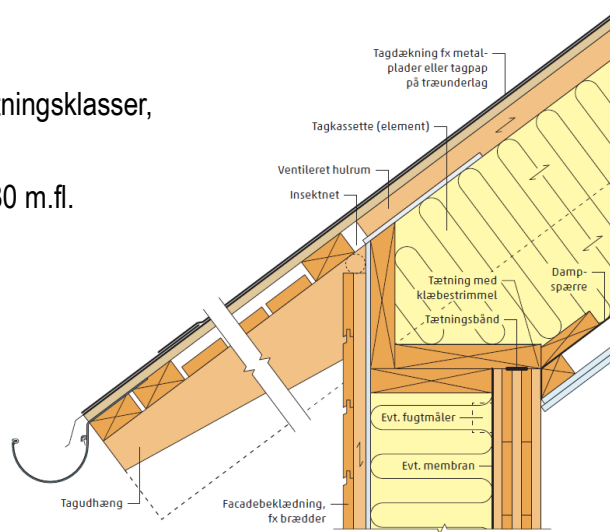
Træinformation

TRÆ

54

Tagkassetter

- Ventilationsforhold, fugtbelastningsklasser, ovenlys og gennemføringer.
- Se TRÆ 56, TRÆ 77, TRÆ 80 m.fl.



Figur 10.45

TRÆ 80

55

Træinformation

TRÆ

55

Massive dæk

Træinformation

TRÆ

56

56

CLT tagelementer

- CLT kan normalt kun anvendes i anvendelsesklasse 1 og 2 (DS/EN 16351)



57

Udhæng

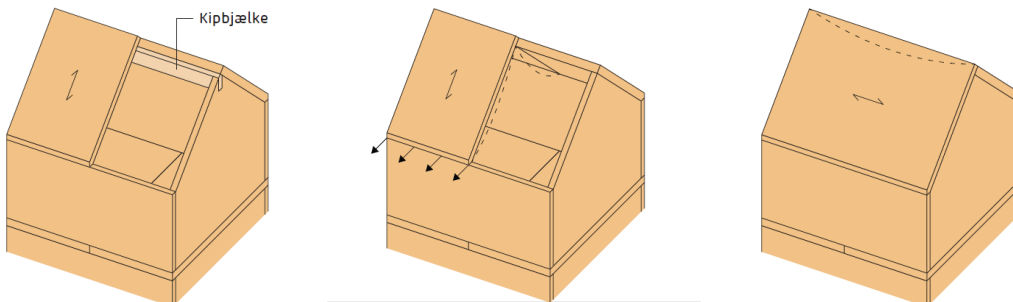
Brettstapel / kantstillede brædder i udhæng

(ikke CLT)



58

CLT tagelementer



TRÆ 80

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

59

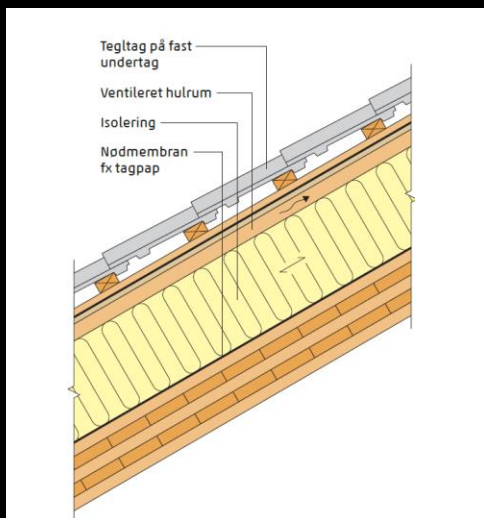
Træinformation

TRÆ

59

CLT tagelementer

2-lags tætning med vandtæt "nødmembran"



TRÆ 80

- Ventileret tagkonstruktion
- Fx tagdækning af tegl, naturskifer, tagpap eller metalplader
- Fast undertag af tagpap på brædder eller træplader

60

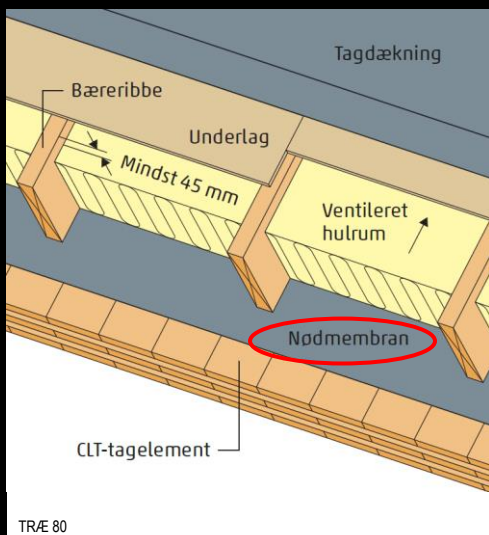
Træinformation

TRÆ

60

CLT tagelementer

2-lags tætning med vandtæt "nødmembran"



- Nødmembran som sikkerhed i tilfælde af utæt tagdækning
- Nødmembran kan fungere som byggepladsmembran og som dampspærre i tagkonstruktionen

Træinformation

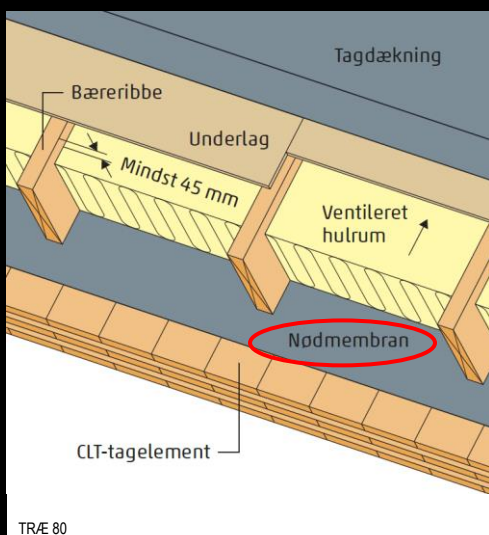


61

61

CLT tagelementer

2-lags tætning med vandtæt "nødmembran"



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

Træinformation

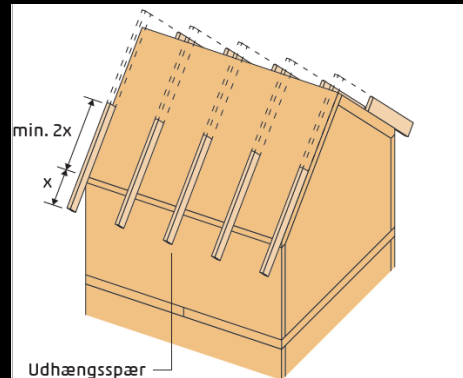


62

62

CLT tagelementer

Udhængsspær og afstandsribber



TRÆ 80

63

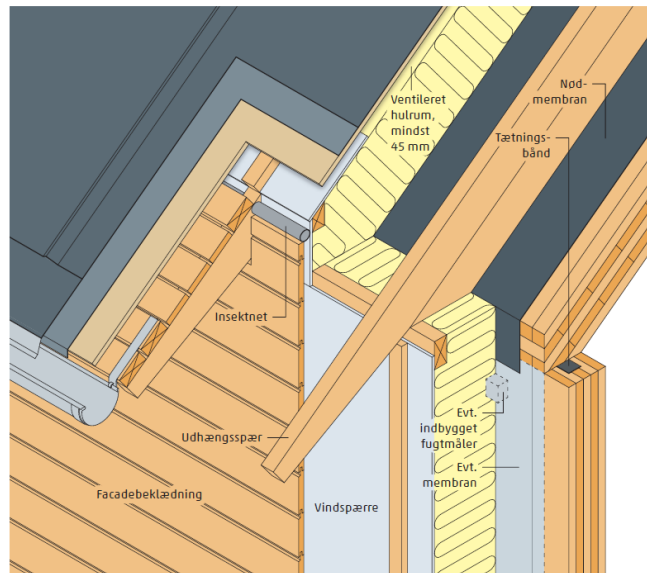
Træinformation

TRÆ

63

CLT-tagelementer

TRÆ 80, TAGFOD.01



Figur 10.43

TRÆ 80

64

Træinformation

TRÆ

64

Tagkonstruktioner med større spænd (inspiration)

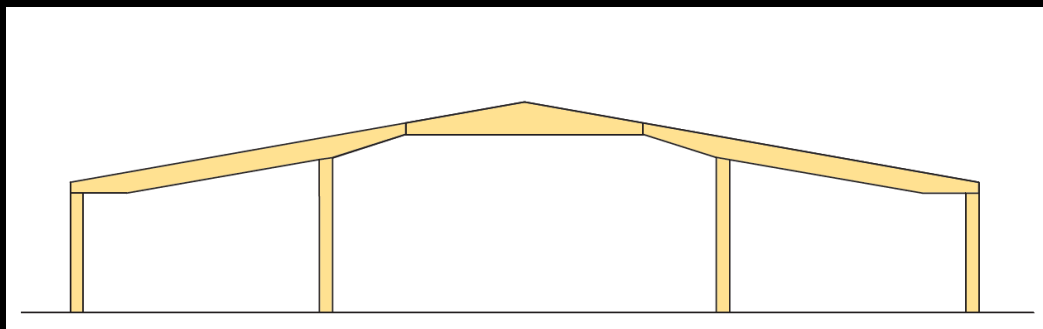
Træinformation

TRÆ

67

Store tagflader med hældning

Limtræ, LVL + Tagkassetter (varmt tag)



Optimerede bjælker som gerberdragere
med ophængt sadelbjælke

Træinformation

TRÆ

68

68

Massive bjælker

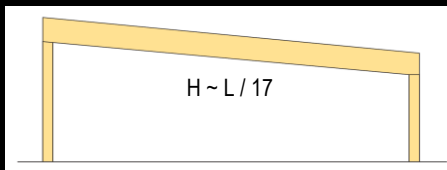


Foto Kasper Kristensen

69

Massive bjælker

Limtræ, LVL



Rette bjælker: Spændvidde op til 30 m

Pilhøjde iht. projekt

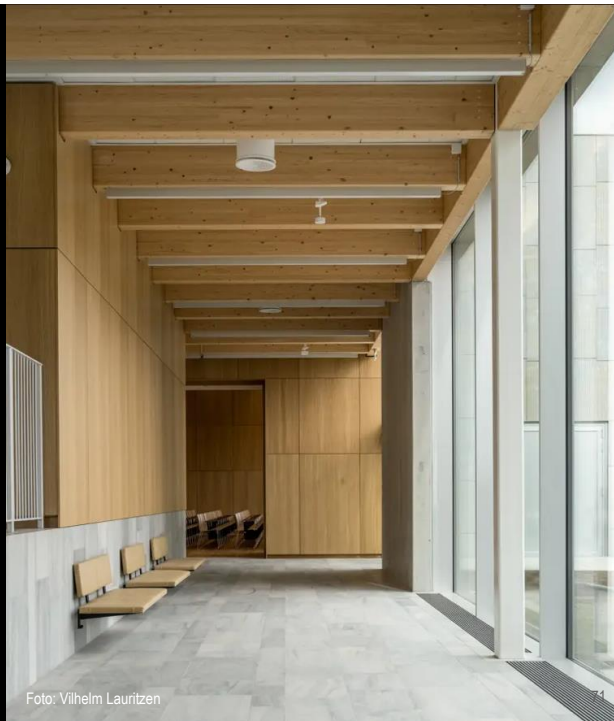


Foto: Vilhelm Lauritzen

Træinformation

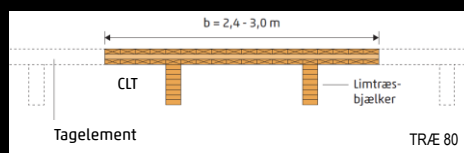
TRÆ

71

Ribbedæk

CLT-tagdæk + limtræsbjælker

Spændvidde ca. 8 – 12 m



72

Træinformation

TRÆ

Rammer

LVL

Momentstive rammer



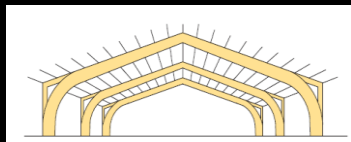
Træinformation

TRÆ

73

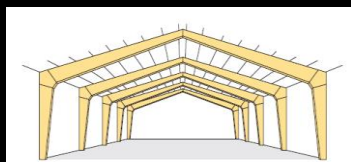
Rammer

Limtræ, LVL



Ramme med krumt hjørne:

Spændvidde 15 – 40 m



Ramme med skarpt hjørne:

Spændvidde 10 – 25 m

Momentstive rammehjørner



Foto Kasper Kristensen

74

Rammer / Konsoller

Limtræ, LVL

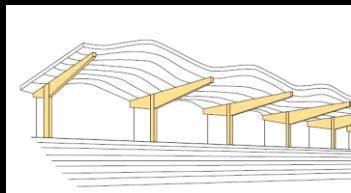
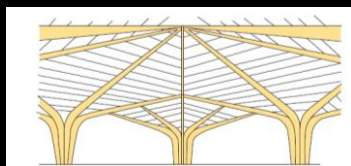


Foto Kasper Kristensen

75

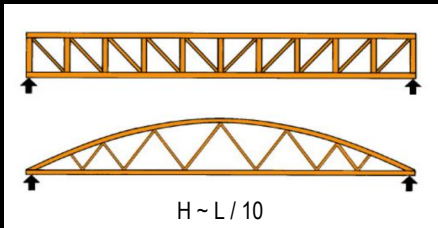
Træinformation

TRÆ

75

Gitterbjælker

Limtræ, LVL



Gitterbjælker: Spændvidde 20 – 80 m

- Kan være etagehøje



Foto: Arkitekt Knudsen & Østergaard A/S / Lilleheden

Træinformation

TRÆ

76

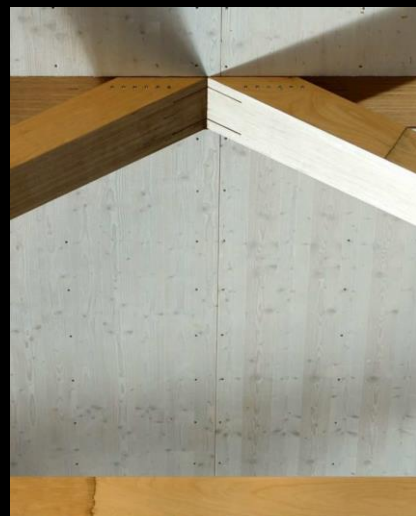
Gitterbjælker

LVL



Fotos: Vgrimelo GmbH & Co, Pollmeier.com

Høje styrker med LVL i bøg



Træinformation

TRÆ

77

Rumgitter



Søjlefrie arealer

Træinformation

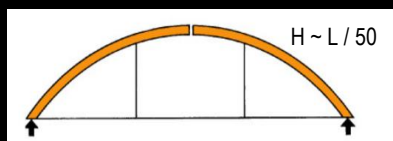
TRÆ

78

78

Buer

Limtræ



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

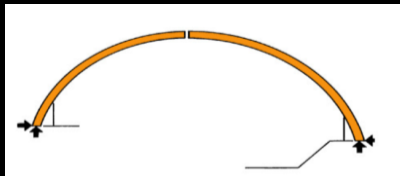


Foto: Kasper Kristensen

79

Buer

Limtræ



Buer uden synligt trækbånd:
Spændvidde op til 100 m

Trækbånd indstøbt i gulvet



Foto: Kenn Thomsen



Taastrup 2019 / Foto: Lillénheden

Træinfo

TRÆ

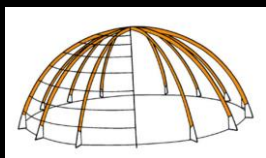
80

80

Kupler

CLT

LVL



Limtræ

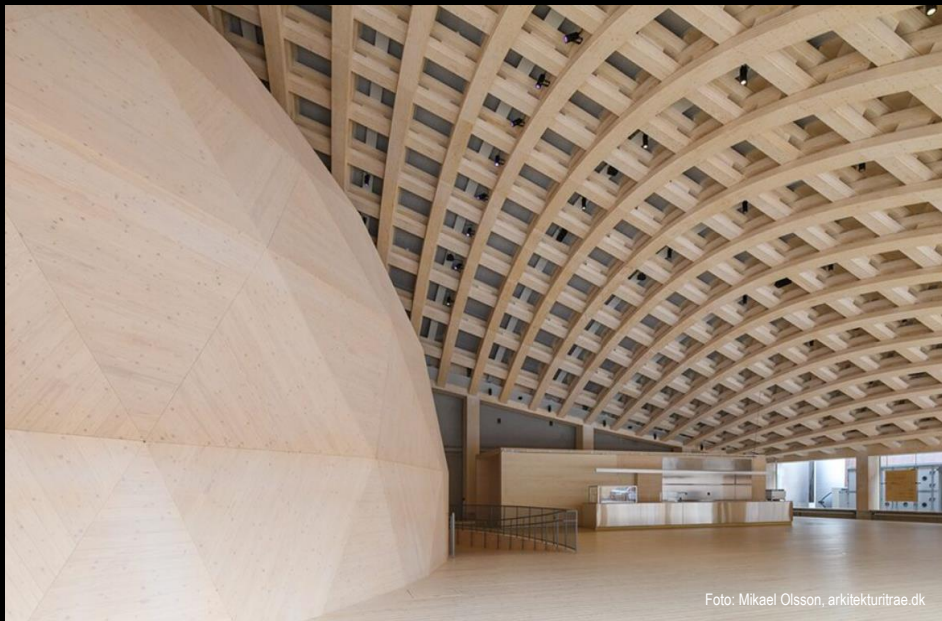


Foto: Mikael Olsson, arkitekturtrae.dk

81

Tagkonstruktion – Overblik og 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

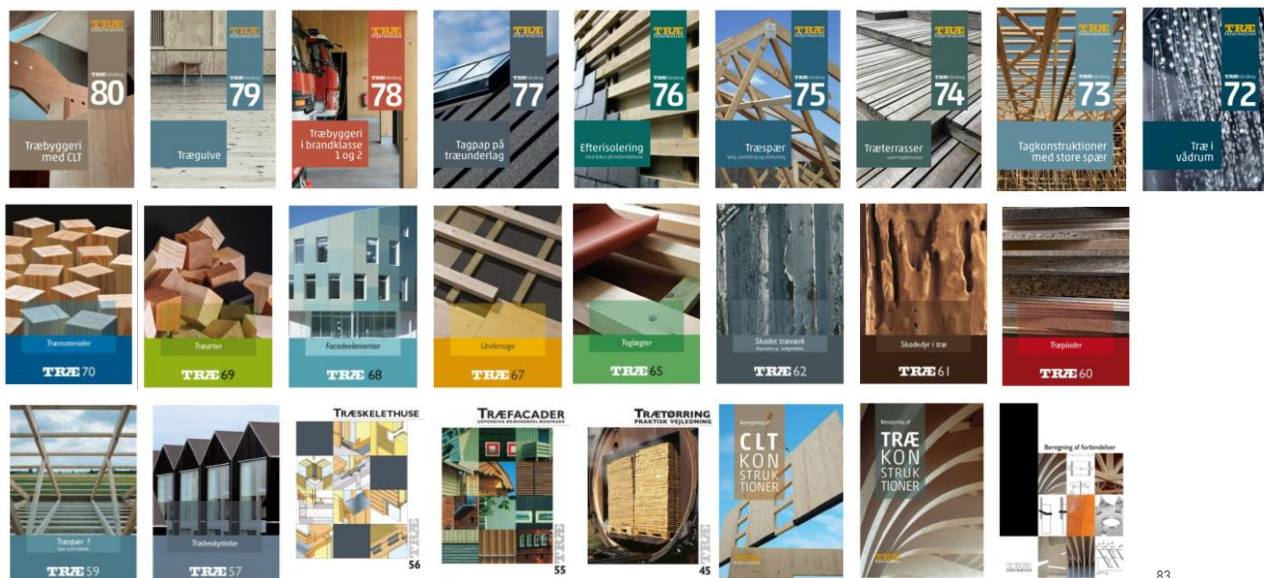
Træinformation

TRÆ

Kasper Kristensen 82

82

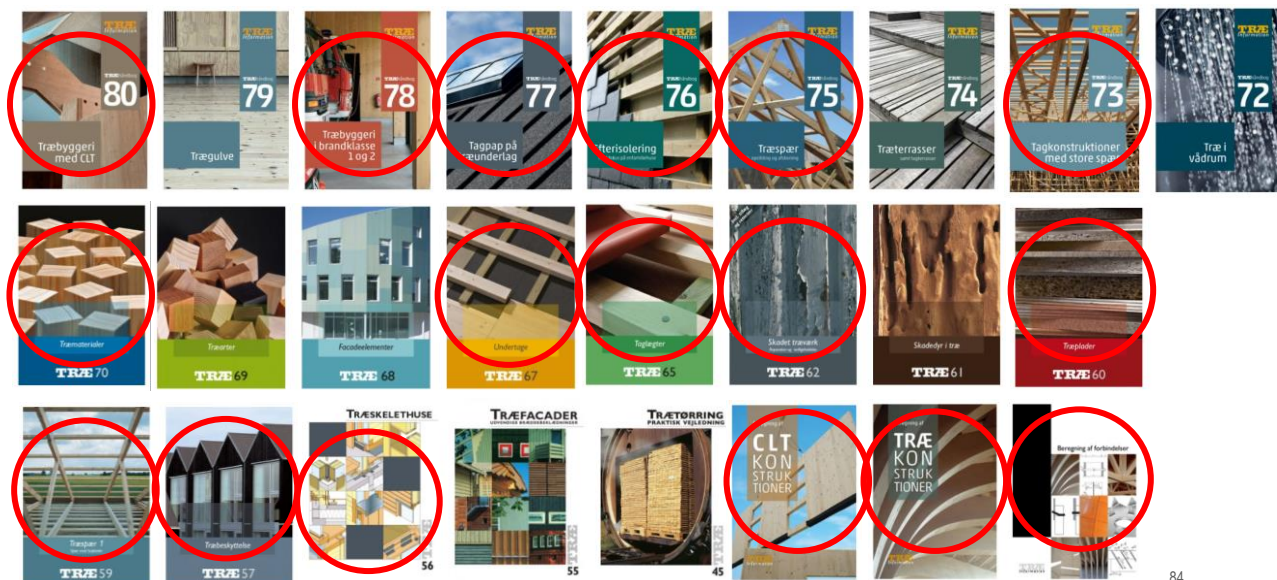
TRÆhåndbøger og lærebøger på www.traeinfo.dk



83

83

TRÆhåndbøger og lærebøger på www.traeinfo.dk



84

84

Tjekliste

Træinformation

TRÆ

85

Fugt i træ og bygninger

Anbefalinger til tagudformning

- ✓ Hældningstage med tagudhæng er at foretrække
- ✓ Effektiv afledning af store regnmængder - tagnedløb på udvendige side af facaden
- ✓ Undgå komplicerede sammenskæringer, spring i tagfladen og minimér antallet af gennemføringer
- ✓ Konstruktionsprincipper til alle spændvidder
- ✓ Anvend en fugtstrategi i byggefasen.

Træinformation

TRÆ

86

Tak for opmærksomheden

+45 2623 8672 / kk@traeinfo.dk



Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

87

87