

Etagebyggeri i træ

Bygningsdele - tag, vægge og etagedæk



Fotos Kasper Kristensen

Kursus 6. & 7. maj 2026

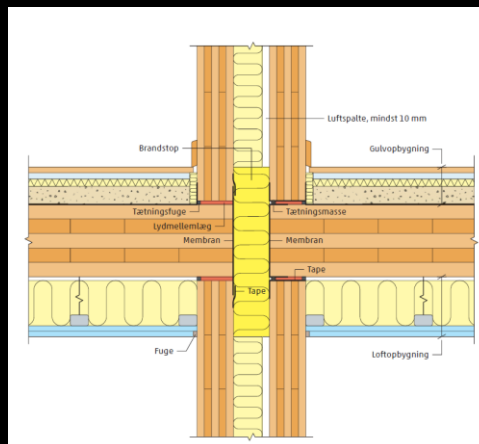
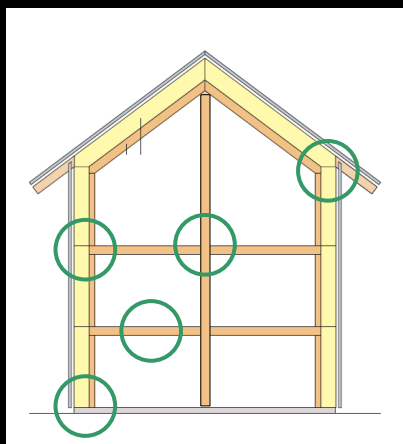
2

Træinformation Kasper Kristensen
TRÆ

2

Etagebyggeri i træ

Bygningsdele - tag, vægge og etagedæk



Kursus 6. & 7. maj 2026

3

Træinformation Kasper Kristensen
TRÆ

3

Indhold

1. Tagform – effektiv afledning af nedbør
2. Tag – opbygninger
3. Vægge – opbygninger
4. Etagedæk – opbygninger

Tagform

(del af strategi for tørt byggeri)



Skrå tage med tagudhæng
giver god beskyttelse mod nedbør

Træinformation

TRÆ

6

6

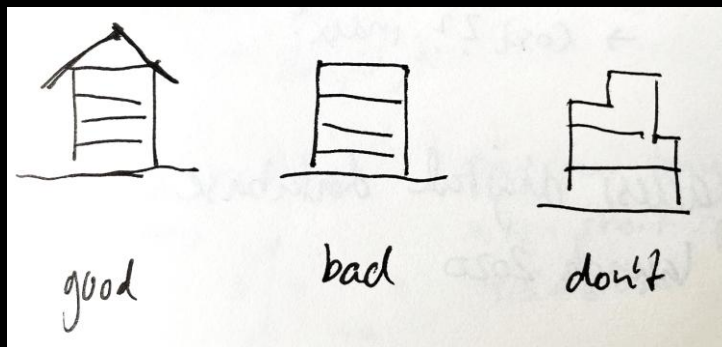
Taget skal beskytte bygningen og
effektivt bortlede regnvand

Træinformation

TRÆ

7

7



Træinformation

TRÆ

8

8

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



Træinformation

TRÆ

9

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



Træinformation

TRÆ

10

Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



Foto Kasper Kristensen



Foto Ted Késk / Rosemary Martin

11

Træinformation

TRÆ

11

Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



Træinformation

TRÆ

12

12

Hold træet tørt

- Udbedring af fugtskade



Træinformation

TRÆ

13

13

Hold træet tørt

- Udbedring af fugtskade



Mark Clifford / TIAS(UK)

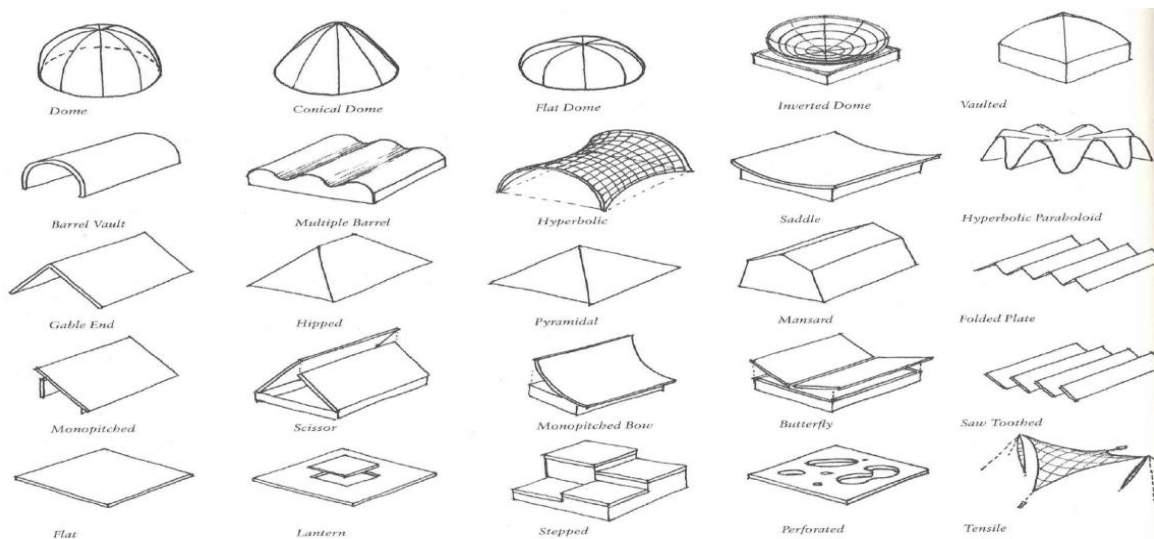
14

Træinformation

TRÆ

14

Tagform – de 6 V'er



Tony Hunt's Structures Notebook

15

Træinformation

TRÆ

15

Effektiv bortledning af nedbør

Flade og grønne tage tilbageholder vand på taget

Mere sårbare pga. stående vand på taget

Risikobehæftet med grønne tage på træunderlag

Byggeskadefonden, TRÆ 77, SBI-anvisning 273 og BYG-ERFA.



Foto: Tommy Bunch-Nielsen



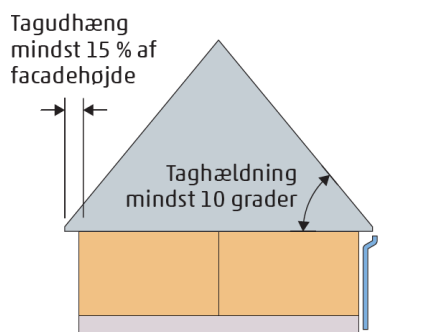
Foto: BYG-ERFA (27), 16.12.17

Træinformation

TRÆ

16

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



a. Bygning i én etage

TRÆ 80

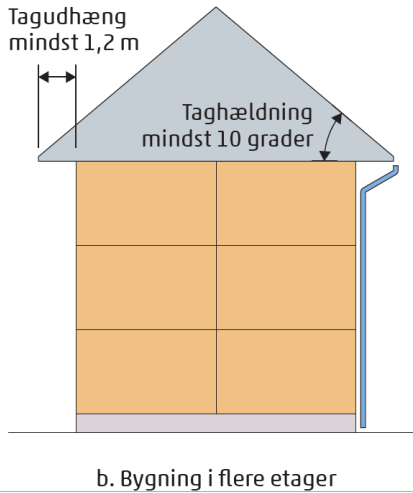
1. Fornuftig taghældning mindst 10°
2. Tagudhæng mindst 15 % af facadehøjde
3. Regnvand på udvendig side af facade

Træinformation

TRÆ

17

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



TRÆ 80

1. Fornuftig 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

18

Tagudhæng

- Holder ydervægge tørre
- Forlænger facadens levetid



Brettstapel (kantstillede brædder) i udhæng



19

Tagudhæng på byggepladsen



foto Kasper Kristensen

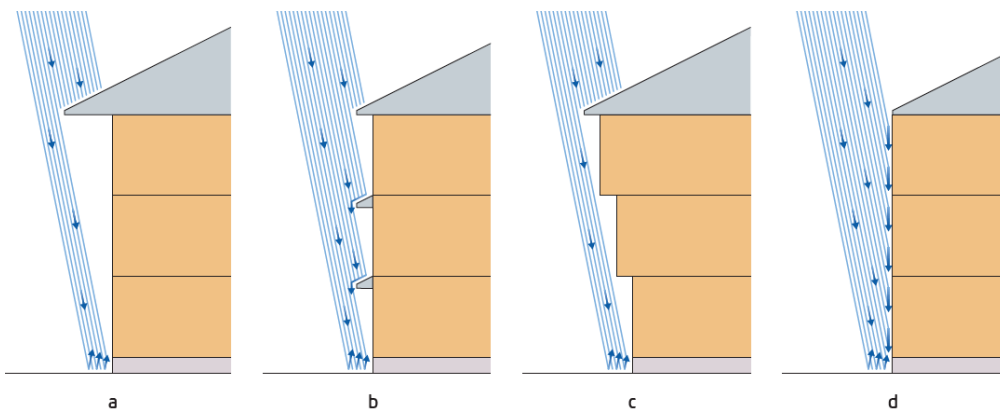
Træinformation

TRÆ

20

20

Tagudhæng holder træet tørt



TRÆ 80

21

Træinformation

TRÆ

21

Udhæng holder træet tørt

Tempel Hōryū-ji i Nara, Japan



Træinformation



22

Udhæng holder træet tørt

Illwerke Zentrum Montafon, Voralberg Østrig, 2019



Foto Kasper Kristensen

Træinformation



23

Udhæng i facader

Konstruktiv
brandbeskyttelse



24

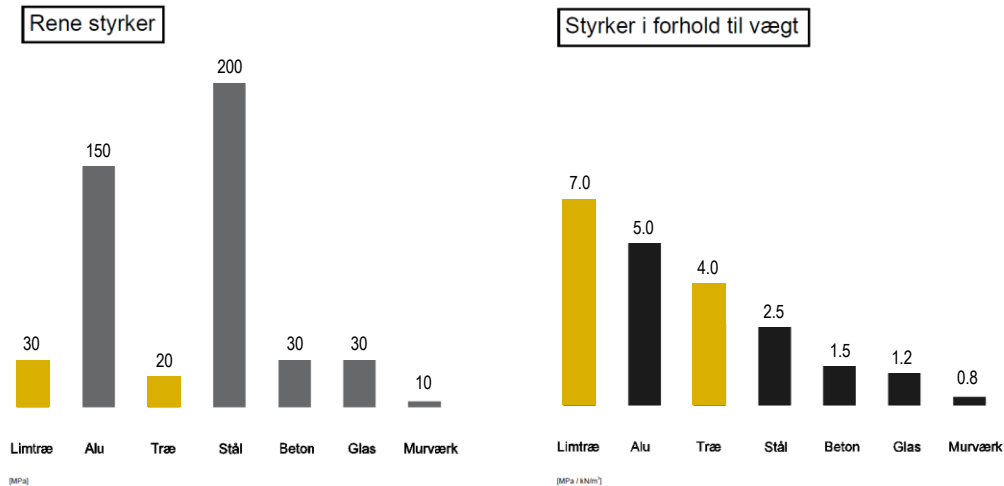
Tagopbygning

Træinformation

TRÆ

25

Træ har høj styrke i forhold til sin vægt



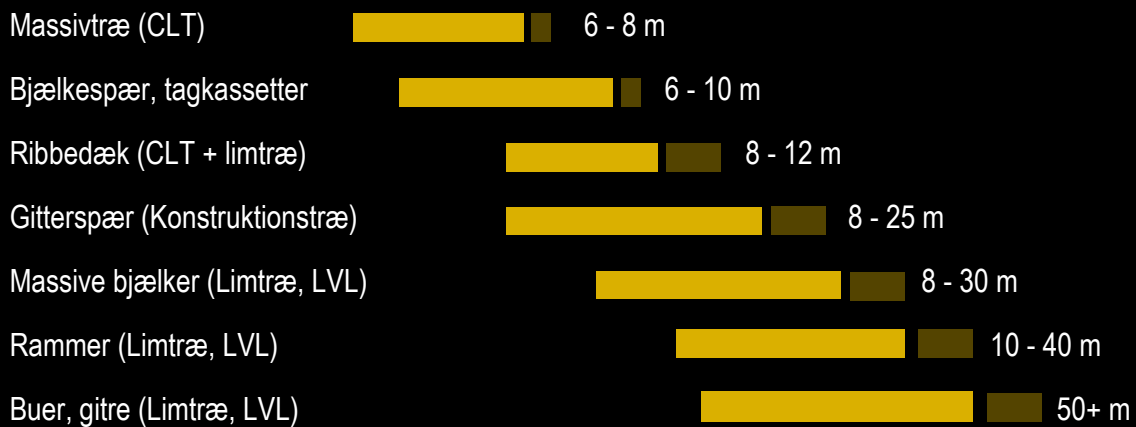
Kasper Kristensen 26

Træinformation

TRÆ

26

Trækonstruktioner til alle spændvidder



Kasper Kristensen 27

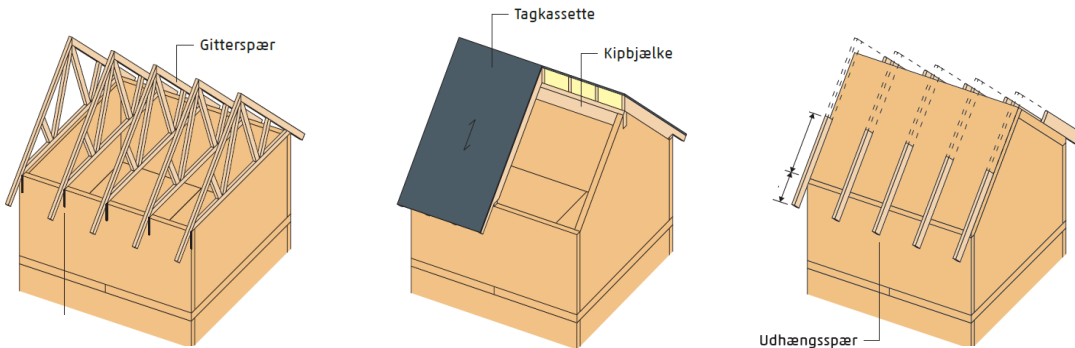
Træinformation

TRÆ

27

Tagkonstruktion – 3 principper

TRÆ 80



Gitterspær

Tagkassetter

CLT-elementer
med udhængsspær

28

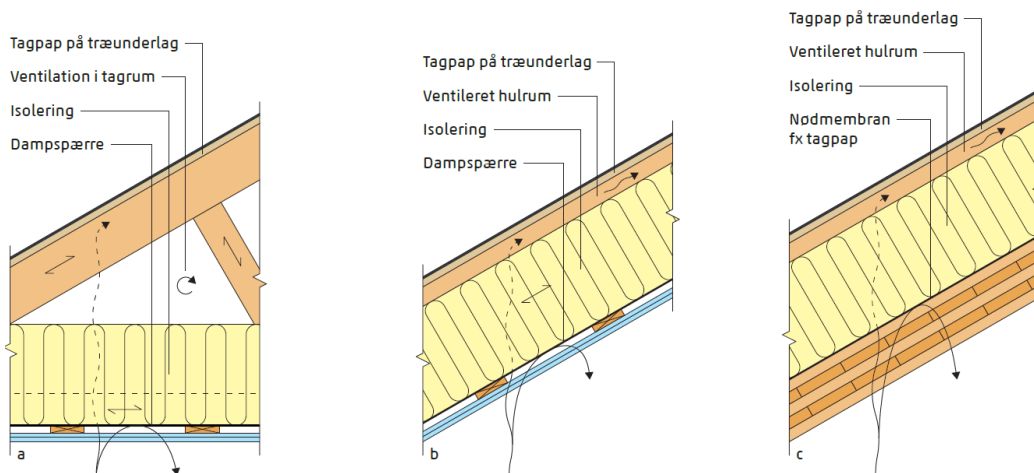
Træinformation

TRÆ

28

Tagkonstruktion – 3 principper

TRÆ 80



Gitterspær

Tagkassetter

CLT-tagdæk

29

Træinformation

TRÆ

29

Gitterspær

Træinformation

TRÆ

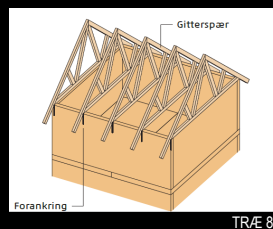
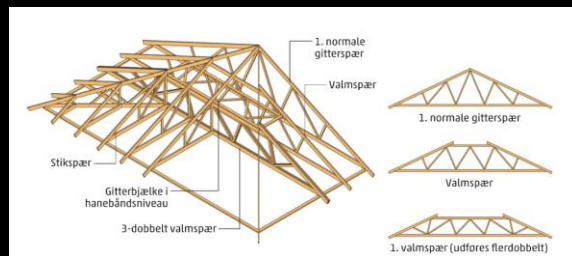
30

30

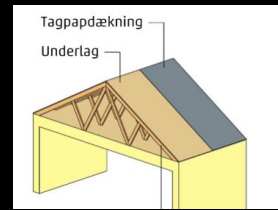
Gitterspær

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng

TRÆ 59, TRÆ 73 og TRÆ 75



TRÆ 80



TRÆ 77

31

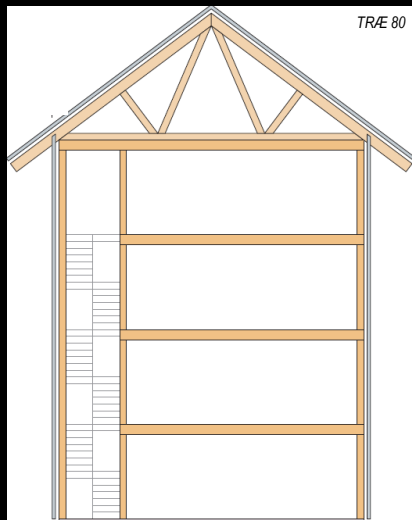
Træinformation

TRÆ

31

Gitterspær

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



32

Træinformation

TRÆ

32

Gitterspær på CLT-byggeri

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



33

Træinformation

TRÆ

33

Gitterspær på etagebyggeri

→ inspicérbar tagdækning og indbygget tagudhæng



foto Kasper Kristensen

34

Træinformation

TRÆ

34

Midlertidigt tag

- Gitterspær løftes af og på



foto Kasper Kristensen

35

Træinformation

TRÆ

35

Gitterspær



Typiske spændvidder: 4 – 14 m



Store spænd: 15 – 25+ m

Træinformation

TRÆ

36

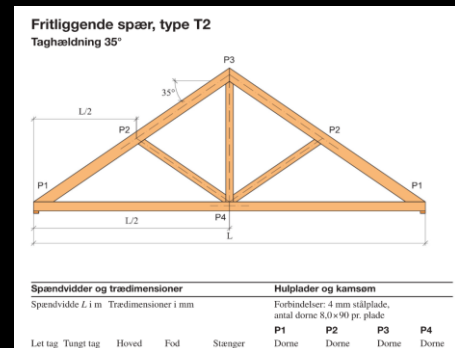
36

Gitterspær – søjlefrie arealer



Gubso Garage, foto: Mikael Koch

Spændvidde op til ca. 18 m



TR/E 59 Træspær 1

Træinformation

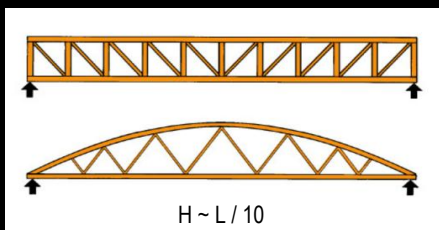
TRÆ

37

37

Gitterbjælker – søjlefrie arealer

Limtræ, LVL



Gitterbjælker: Spændvidde 20 – 80 m

- Plane eller rumlige gitre
- Kan være etagehøje



Foto: Arkitekt Knudsen & Østergaard A/S / Lilleheden

Træinformation

TRÆ

38

Tagkassetter

Træinformation

TRÆ

39

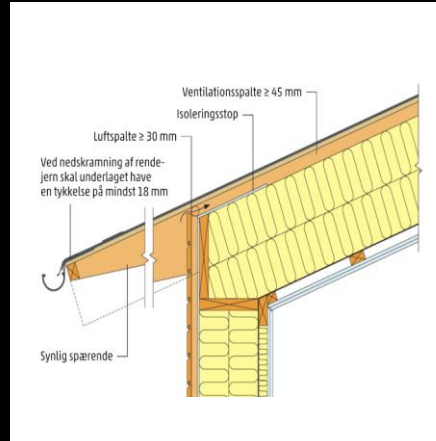
39

Tagkassetter

Hurtig lukning og indbygget tagudhæng



foto Kasper Kristensen



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

Træinformation

TRÆ

40

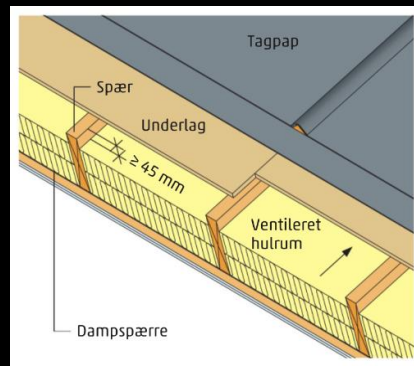
40

Tagkassetter

Hurtig lukning med 1. lag tagpap af fabrik (Fugtstrategi)



foto Kasper Kristensen



TRÆ 77 , TRÆ 56

Træinformation

TRÆ

41

41

Tagkassetter

Hurtig lukning med 1. lag tagpap af fabrik



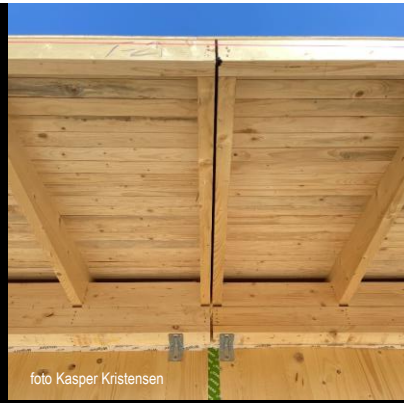
42

Tagkassetter

Kombination med limtræ og CLT

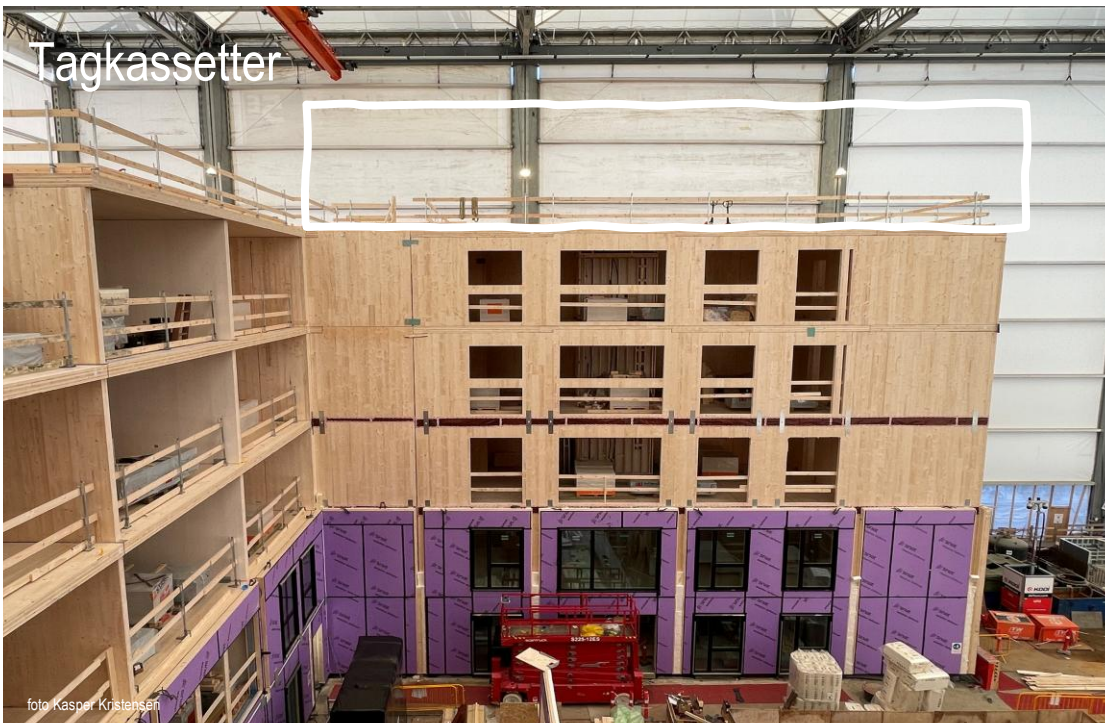


43



Træinformation

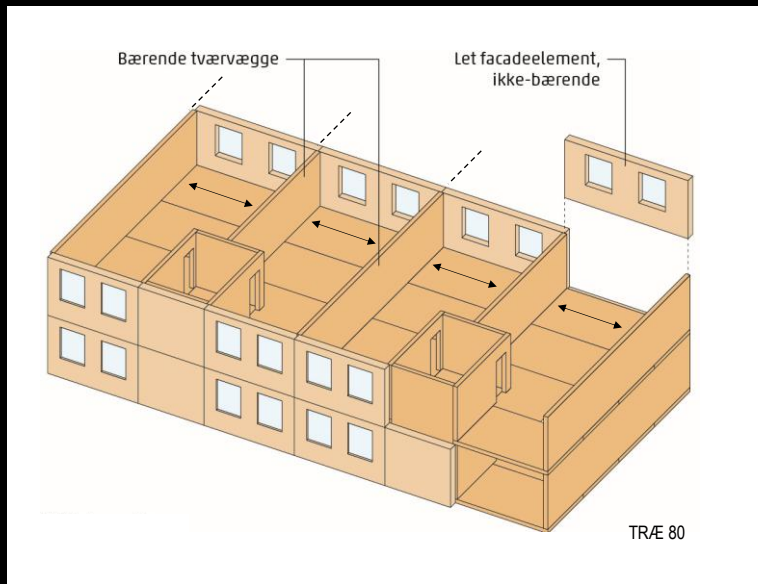
TRÆ



Træinformation

TRÆ

Spænd på langs kan være fordel



- Bærende tværskillevægge
- Ballast på stabiliserende tværskillevægge / lejlighedsskel
- Frihed i facader

Træinformation

TRÆ

46

46

Husk lukning



Træinformation

TRÆ

47

47

Husk lukning



48

Træinformation

TRÆ

48

Tagkassetter - spændvidder

Op til ca. 6 m

Konstrukstræ, bjælkehøjde 295 mm



Foto: Kasper Kristensen

Op til ca. 10 m

Limtræ / LVL, bjælkehøjde 433 mm



Foto: Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

49

Bæreevnetabeller i TRÆ 75

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



Foto: Kasper Kristensen

Træbjælker

Træbjælker anvendes ofte i tagkonstruktioner, både som bjælkespær, bjælkelag og som hværbjælker. I mange tilfælde kan bjælkerne dimensioneres med programmet BJÆLKEdim, udgivet af Træinformation.

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

Bjælkespær

Den tilladte lysvide l for bjælkespær bestemmes normalt af nedbøjningskravet $u/l \leq 1/400$ for egenlast, se figur 25. I tabel 3, 4A og 4B er for taghældningerne 15°, 30° og 45° angivet den største lysvide l_0 , som overholder

Forudsætninger, bjælkespær

Egenlast:

Bjælker, loft og isolering: 0,35 kN/m²
 Let tag inkl. lægter/tagunderlag: 0,25 kN/m²
 Tungt tag inkl. lægter/tagunderlag: 0,55 kN/m²

Nyttelast:

Normal snelast, uden opbobning
 Punktlast 1,5 kN

Nedbøjning:

Anvendelsesklasse 2.
 Langtidsnedbøjning for egenlast: $u \leq l/400$, hvor l er bjælkelængden.
 Når dette krav er opfyldt, bliver nedbøjningen for snelast ca. $l/600$ ved let tag og $l/900$ ved tungt tag.

Systemfaktor:

Der er anvendt $k_{sys} = 1,1$

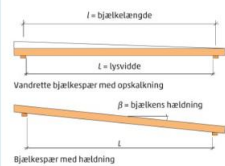
nedbøjningskravet, samt den største lysvide l_0 , som alene overholder styrkekravet til egenlast og snelast eller punktlast. Den af de to lysvidder, der ikke er afgrænset, er sat i parentes.

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

Kan der accepteres en større ned-bøjning end $u/l = 1/400$, kan l_0 dog øges. Hvis man fx kan acceptere $u/l = 1/300$, kan lysvidden l_0 øges med 10 %, naturligvis forudsat at lysvidden er mindre end l .

Tabel 2 Faktorer s_1 og s_2 som lysvidderne l_1 og l_2 i tabel 3, 3A og 3B skal multipliceres med, som funktion af styrkeklassen.

Styrkeklasse	C14	C18	C24	C30
s_1	0,92	1,00	1,07	1,10
s_2	0,88	1,00	1,15	1,29



Figur 25 Der skal sikres et fald på taget på mindst 1:40 enten ved opskalkning eller ved hældning af bjælkerne. Lysvidden l måles vandret mellem rømnene. Når bjælkelængden er l og hældningen er β bestemmes lysvidden som $l = l \cdot \cos \beta - 0,1$ m. l er længden fra midte til midte af bjælkeunderstøtningerne.

34 SPØR OG SPØRTYPER TRÆ 75

Træinformation

TRÆ

50

50

Ventileret

Ventileret (koldt tag)

- Tagbredde mindre end 16 m og simple tage
- Lave fugtbelastningsklasser

TRÆ 77

Tabel 2 Egnede tagkonstruktioner i relation til fugtbelastningsklasse iht. DS/EN ISO 13788 modificeret i overensstemmelse med danske erfaringer (2)

Tagtype	Koldt tag	Ventileret tagdækning med tagpap og tæt dampspærre	Varmt tag
Fugtbelastningsklasse iht. DS/EN ISO 13788 og SBI-anvisning 224			
1 Uopvarmede bygninger: tørre lagerhaller, idrætshaller uden tilskuere, industribygninger uden fugtproduktion			Uventileret med varmeisolerings over tagpap
2 Kontorer, forretninger, institutioner, boliger med normal beboelsestæthed og ventilation ⁽¹⁾			Isoleringsforhold over/under dampspærren 1/1
3 Boliger med ukendt beboelsestæthed ⁽¹⁾ , Idrætshaller med mange tilskuere		Beregning	Isoleringsforhold over/under dampspærren 1,5/1 ⁽¹⁾
4 Storkøkkener, kantiner, bade- og omklædningsrum	Anbefales ikke	Anbefales ikke	Isoleringsforhold over/under dampspærren 3/1
5 Specielle bygninger fx vaskerier, byggerier, svømmehaller	Anbefales ikke	Anbefales ikke	Isoleringsforhold over/under dampspærren 8/1

51

Træinformation

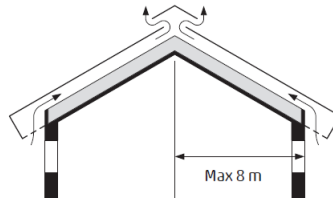
TRÆ

51

Ventileret

Ventileret (koldt tag)

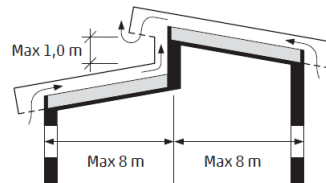
- Tagbredde mindre end 16 m og simple tage
- Lave fugtbelastningsklasser



Areal af ventilationsåbninger

Ved kip:
20/10 mm spalte med/uden insektnet

Ved tagfod:
30/15 mm spalte med/uden insektnet



Areal af ventilationsåbninger

Ved kip:
60/30 mm spalte med/uden insektnet

Ved begge tagfodder:
30/15 mm spalte med/uden insektnet

Bag lodret facadebeklædning:
30 mm uden insektnet

TRÆ 77

52

Træinformation

TRÆ

52

Uventileret

Ventileret (koldt tag)

- Tagbredde mindre end 16 m og simple tage
- Lave fugtbelastningsklasser

Uventileret (varmt tag)

- Store tage eller komplekse tagformer
- Høje fugtbelastningsklasser

Tabel 2 Egnede tagkonstruktioner i relation til fugtbelastningsklasse iht. DS/EN ISO 13788 modificeret i overensstemmelse med danske erfaringer.¹⁾

Tagtype	Koldt tag		Varmt tag
Fugtbelastningsklasse iht. DS/EN ISO 13788 og SBI-anvisning 224	Ventileret tagdækning med tagpap og tæt dampspærre	Uventileret tagdækning med tagpap og fugtadaptiv dampspærre ⁴⁾	Uventileret med varmeisolering over tagpap
1 Uopvarmede bygninger, tørre lagerhaller, idrætshaller uden tilskuere, industribygninger uden fugtproduktion			
2 Kontorer, forretninger, institutioner, boliger med normal beboelsestæthed og ventilation ²⁾			Isoleringsforhold over/under dampspærren 1/1
3 Boliger med ukendt beboelsestæthed ¹⁾ , idrætshaller med mange tilskuere		Beregning	Isoleringsforhold over/under dampspærren 1,5/1 ³⁾
4 Storkøkkener, kantiner, bade- og omklædningsrum	Anbefales ikke	Anbefales ikke	Isoleringsforhold over/under dampspærren 3/1
5 Specielle bygninger fx vaskerier, bryggerier, svømmehaller	Anbefales ikke	Anbefales ikke	Isoleringsforhold over/under dampspærren 8/1
			Beregning

TRÆ 77

53

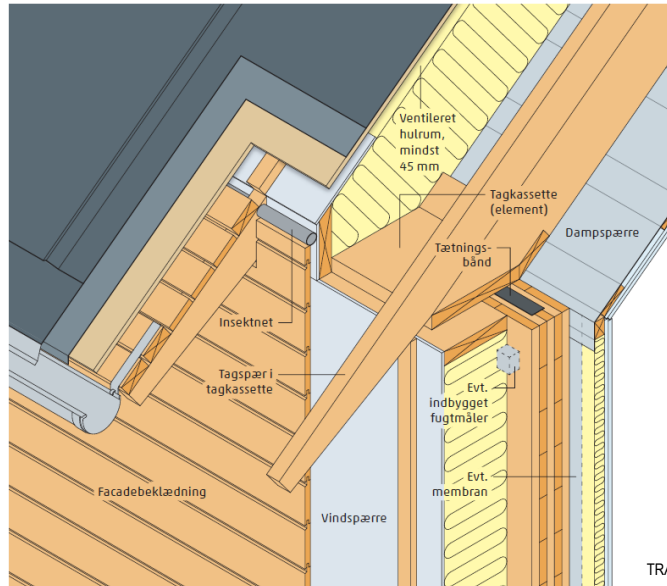
Træinformation

TRÆ

53

Tagkassetter - detaljer

TRÆ 80



Figur 10.47

TRÆ 80

54

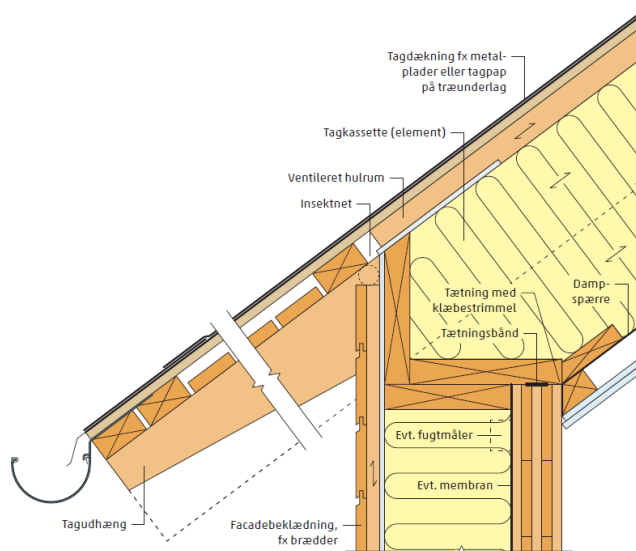
Træinformation

TRÆ

54

Tagkassetter – detaljer

TRÆ 80



Figur 10.45

TRÆ 80

55

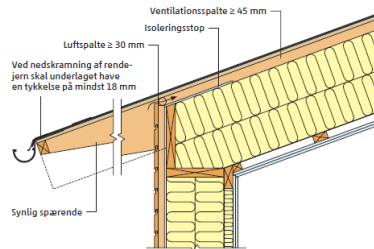
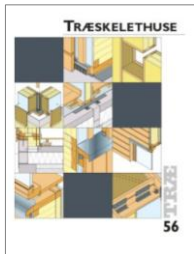
Træinformation

TRÆ

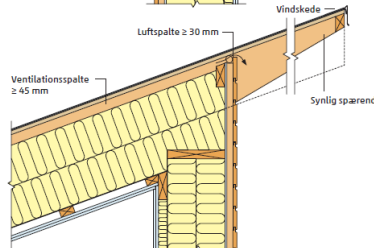
55

Tagkassetter - detaljer

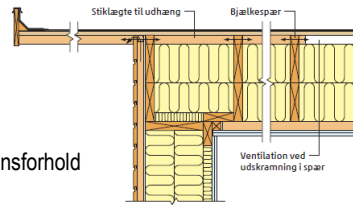
TRÆ 56, TRÆ 77 og TRÆfakta 17



Figur 88 Facadeudhæng med synlige spærende. Afslutning af tagpap ved tagfod, se figur 61.



Figur 89 Høj facade med synlige spærende. Afslutning af tagpap ved stem, se figur 83.



Figur 90 Gavluhæng med synlige spærende. Afslutning af tagpap ved vindskede, se figur 73-77.

Ventilationsforhold

56

Træinformation

TRÆ

56

Tagkassetter - detaljer

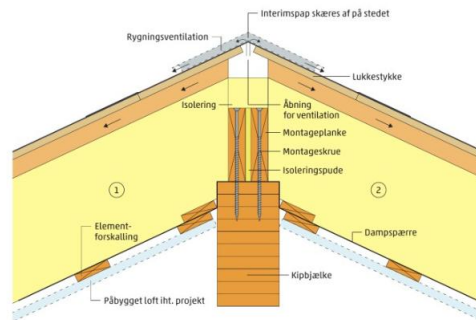
TRÆfakta 17



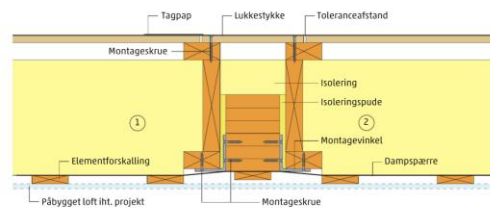
Montage, anhugning, rækkefølge, sikkerhed, afstivning og tætning af samlinger

Tjekliste til montør

Kvalitetssikring, grænsefladekontrol, udførelseskontrol



Figur 74 Kipsamling ved bærende facader og kipbjælke. De to tagelementer ligger af på kipbjælken med en isoleringspude mellem montageplankerne. Elementerne er fastgjort til kipbjælken med skruer. På oversiden afsluttes med lukkestykker fastgjort med skruer.



Figur 64 Tagelementer samlet omkring limtræsbjælke. På limtræsbjælken er der monteret to montagevinkler. Tag-

57

Træinformation

TRÆ

57

Tagkassetter - montagevideo

TRÆfakta 17



3D-film med montererækkefølge

Her er fire 3D-film, som viser montage af facade-, etagedæk- og tagelementer på et udvendigt hushjørne.

Den første film viser montererækkefølgen. De øvrige viser montagen trinvis ved henholdsvis sokkel, etagedæk og tag, og hvordan tætningen udføres ved samling af dampspærre og vindspærre.

Elementrækkefølge ved væg, etagedæk og tag

Se montererækkefølgen af rejsere, facade-, dæk- og tagelementer på et udvendigt hushjørne.

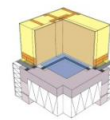
Klik for at se filmen



Samling af elementer ved sokkel

Se hvordan fugtspærre og rejsere monteres på soklen, og de to facadeelementer samles over hjørnet, samt hvordan der udføres en tæt samling af dampspærre og vindspærre med tilhørende lukkestykker.

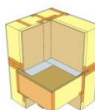
Klik for at se filmen



Samling af elementer ved etagedæk

Her vises, hvordan dampspærren foldes ud og klæbemiddel monteres for montage af dækelementet og de to facadeelementer på dækelementet. Desuden hvordan der udføres en tæt samling ved etagedækket af dampspærre og vindspærre med tilhørende lukkestykker.

Klik for at se filmen



Samling af elementer ved tag

Den sidste film viser montage af et tagelement til facadeelementer på et udvendigt hjørne. Indvendigt foldes dampspærren ud og samles klæbet og klemt med lofforskallingen, og udvendigt mellem facade- og tagelementer anvendes lukkestykker og tapede samlinger til tætning af vindspærren.

Klik for at se filmen



74 SAMLINGER TRÆFAKTA 17

Træinformation

TRÆ

58

Massivtræ

Træinformation

TRÆ

59

59

Massive dæk

CLT, LVL



- Effektiv skivevirkning
- Dobbeltspændte plader
- CLT normalt kun i anvendelsesklasse 1 og 2

(DS/EN 16351)

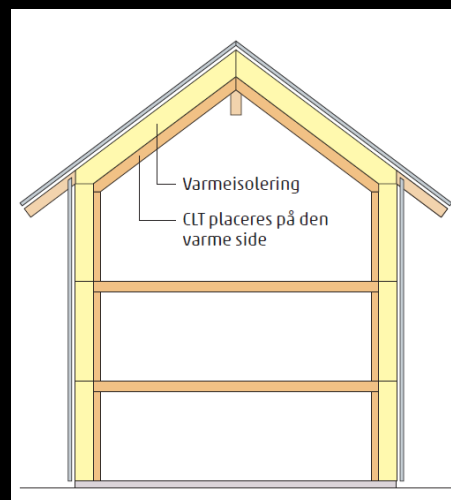


foto Kasper Kristensen

60

Anvendelse af CLT

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



TRÆ 80

61

Træinformation

TRÆ

Tabel 4.1 Anvendelsesklasser og fugtforhold for trækonstruktioner iht. Eurocode 5 og tilhørende dansk nationalt annek. **RF < 85%**

Anvendelsesklasse	Klimaforhold, hvor den relative luftfugtighed sjældent overstiger 65 % svarende til et fugtindhold i træet på maksimalt omkring 12 %. F.eks. konstr. i tørre områder under boliger, kontorer og forretninger, hvor der ikke sker særlig opfugtning af loftet.
Anvendelsesklasse 1	Klimaforhold, hvor den relative luftfugtighed sjældent overstiger 85 %, og hvor fugtindholdet i almindelig træ ikke overstiger 20 %. F.eks. konstr. i tempererede områder, herunder fritidshuse, usopvarmede garager og lagerrum samt ventilerede konstruktioner beskyttet mod nedbør f.eks. ventilerede tagkonstruktioner.
Anvendelsesklasse 2	Klimaforhold, hvor den relative luftfugtighed sjældent overstiger 85 %, og hvor fugtindholdet i almindelig træ ikke overstiger 20 %. F.eks. konstr. i tempererede områder, herunder fritidshuse, usopvarmede garager og lagerrum samt ventilerede konstruktioner beskyttet mod nedbør f.eks. ventilerede tagkonstruktioner.
Anvendelsesklasse 3	Klimaforhold, hvor den relative luftfugtighed sjældent overstiger 85 %, og hvor fugtindholdet i almindelig træ ikke overstiger 20 %. F.eks. konstr. i tempererede områder, herunder fritidshuse, usopvarmede garager og lagerrum samt ventilerede konstruktioner beskyttet mod nedbør f.eks. ventilerede tagkonstruktioner.

61

Massive dæk

Brettstapel



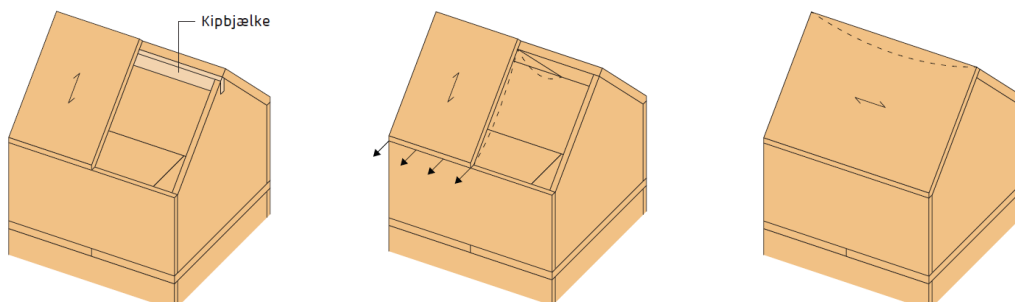
(kantstillede brædder)



62

CLT-dæk

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



TRÆ 80

Bæreevnetabeller i TRÆ 80

63

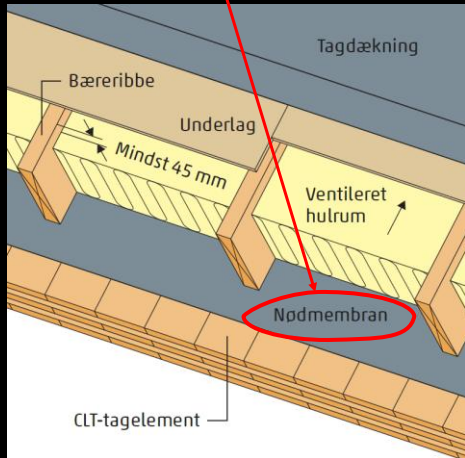
Træinformation

TRÆ

63

2- lags tætning

Tagdækning + "Nødmembran" på CLT



TRÆ 80

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

Træinformation

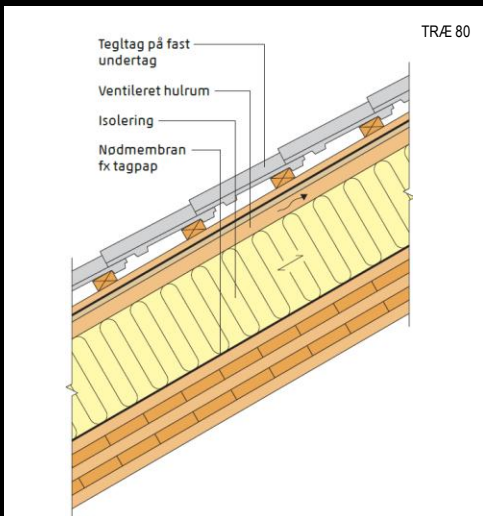
TRÆ

64

64

2- lags tætning

Tagdækning + "Nødmembran" på CLT



TRÆ 80

- Ventileret tagkonstruktion
- Fast undertag af tagpap på træunderlag

TRÆ 80 Træinformation, KL-træhandbok Svenskt Trä

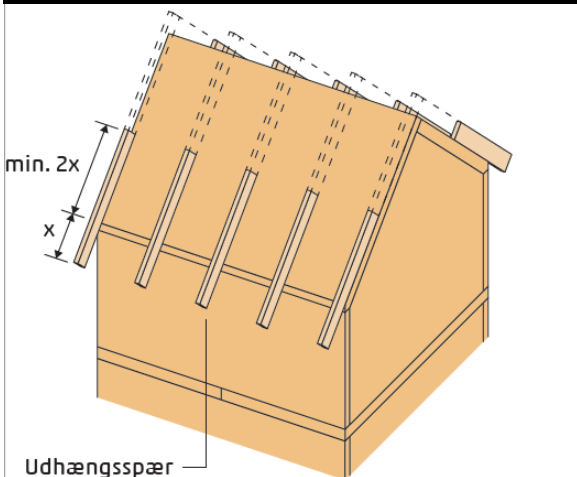
65

Træinformation

TRÆ

65

CLT-dæk m. udhængsspær



TRÆ 80



foto Kasper Kristensen



foto Kasper Kristensen

66

Træinformation

TRÆ

66

Fugtberedskab - en del af fugtstrategien

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



Foto Kasper Kristensen



foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

68

CLT-tagelementer

TRÆ 80, TAG.02

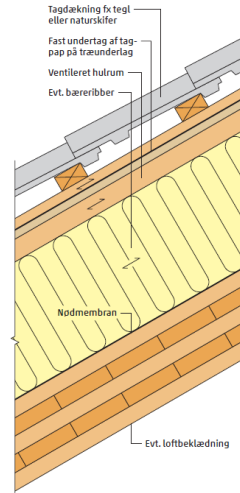
- Egenvægt og fri egenlast til bæreevnetabeller
- Tagdækning af fx tegl, naturskifer, tagpap eller metalplader på fast undertag

TAG.02
Tagopbygning med CLT-element og tungt tag
 Ventilert tag med tegl på fast undertag. Se Tagkonstruktion side 70-72 og Tagopbygning side 135-137.

Vægt

Fri egenlast:	$G_{n1} = 1,22 \text{ kN/m}^2$	■
heraf		
Tungt tag inkl. lægter og undertag:	0,55 kN/m ²	
Isoleringstag:	0,09 kN/m ²	
Bærebæbber pr. 0,8 m:	0,08 kN/m ²	
Installationer:	0,50 kN/m ²	

Tagopbygningens egenvægt inkl. 200 mm CLT er ca. 156 kg/m².



Figur 10.41

TRÆ 80 BYGNINGSDETALJER 293

70

Træinformation

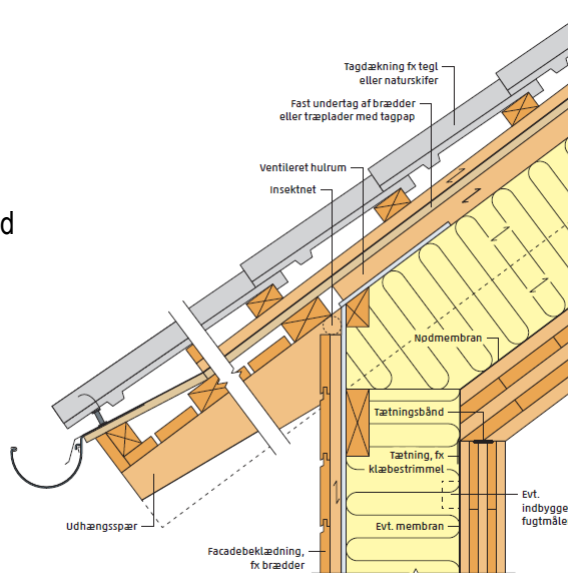
TRÆ

70

CLT-tagelementer

TRÆ 80, TAGFOD.02

- Udhængsspær
- Lufttæthed med tætningsbånd
- Membran på o.s. tagdæk



Figur 10.44

TRÆ 80

71

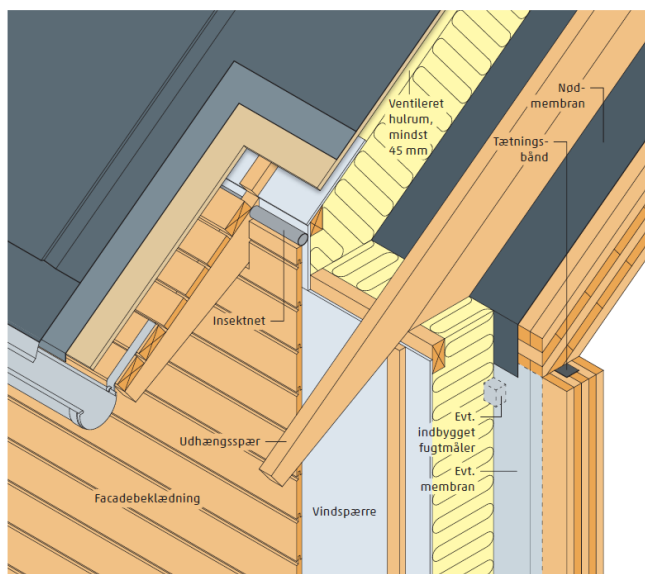
Træinformation

TRÆ

71

CLT-tagelementer

TRÆ 80, TAGFOD.01



Figur 10.43

TRÆ 80

72

Træinformation

TRÆ

72

Større spænd i tag

Træinformation

TRÆ

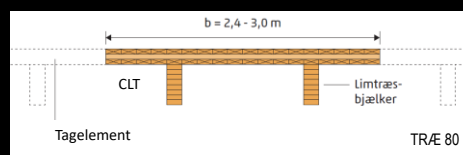
74

74

Ribbedæk

CLT-tagdæk + limtræsbjælker

Spændvidde ca. 8 – 12 m



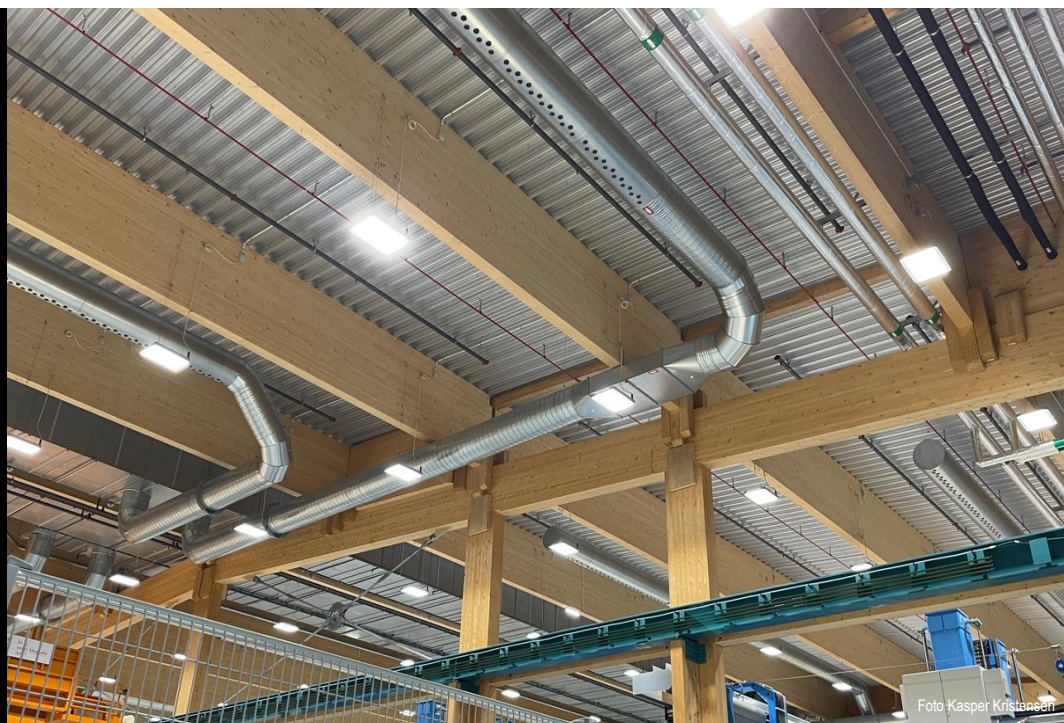
Træinformation

TRÆ

75

75

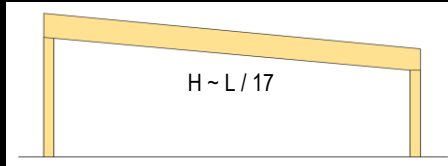
Massive bjælker



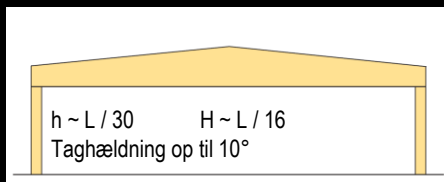
76

Massive bjælker

Limtræ, LVL



Rette bjælker: Spændvidde op til 30 m



Sadelbjælker: Spændvidde 10 - 20 m

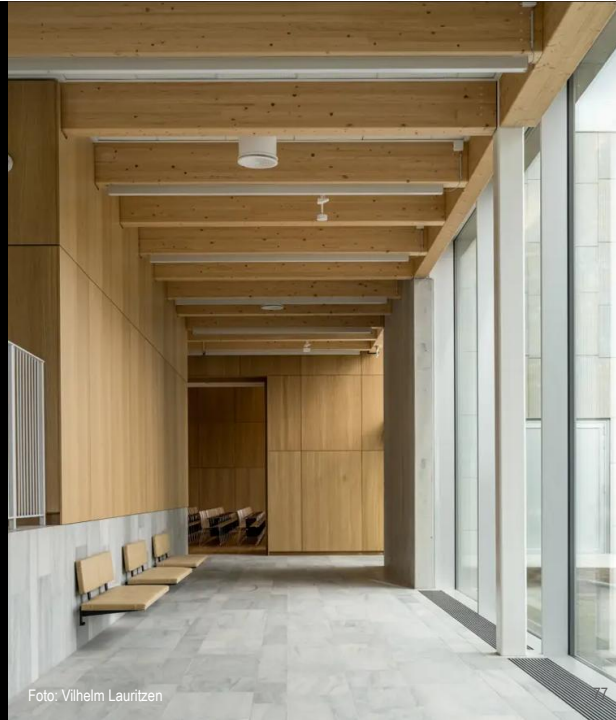


Foto: Vilhelm Lauritzen

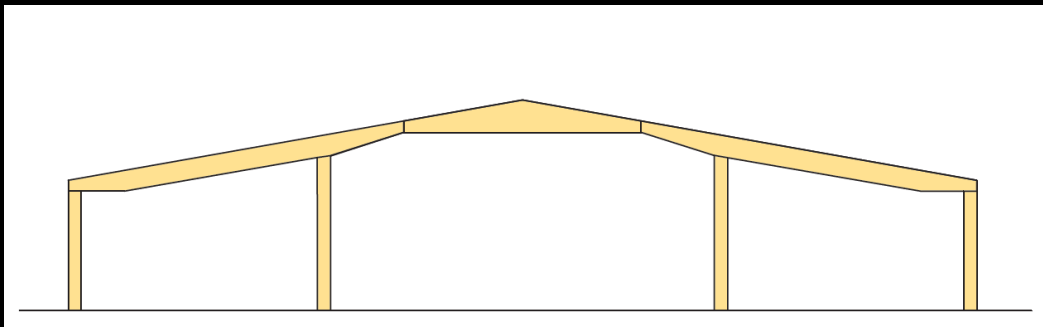
Træinformation

TRÆ

77

Massive bjælker – store tagflader

Limtræ, LVL



Optimerede bjælker - gerberdragere med ophængt sadelbjælke

Træinformation

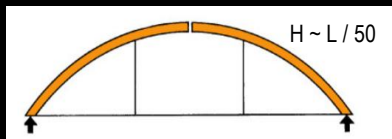
TRÆ

78

78

Buer

Limtræ



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



Foto: Kasper Kristensen

79

Etagekryds

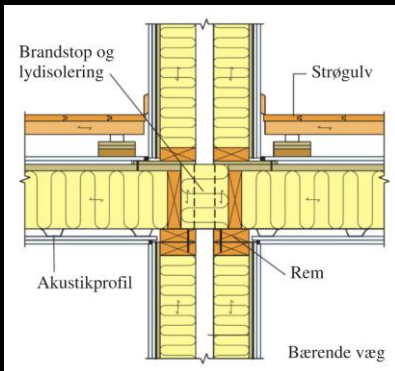
Træinformation

TRÆ

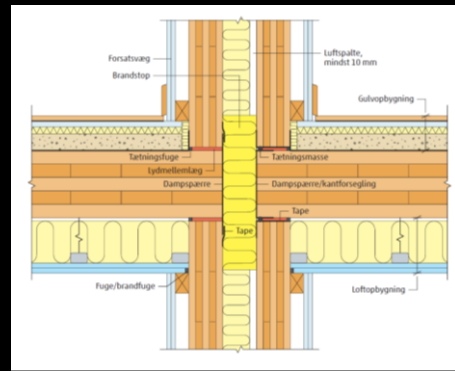
80

Boligadskillende etagekryds

- Detaljering koordineres tidligt med akustiker, statik og brandkrav
- Se www.traecad.dk og TRÆhåndbøger



TRÆ 56 og TRÆfakta 17 – Træskelethuse



TRÆ 80 – Træbyggeri med CLT

Træinformation

TRÆ

81

81

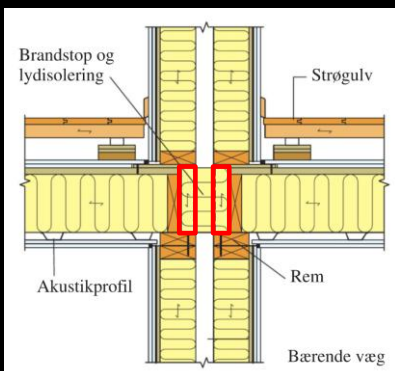
Statik

Forankring + kraftoverførsel

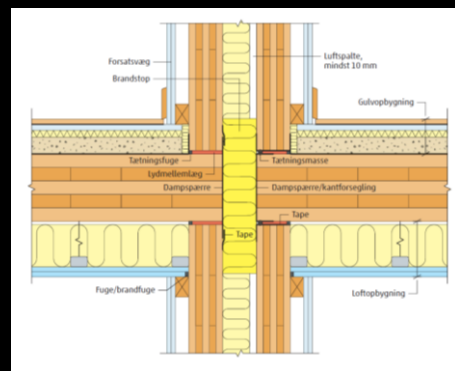
Lodrette plankestykker/fiberretning begrænser tværtryk og tørresvind.
Tørresvind ca. 3-5 mm pr. etage

Lydisolation

Dobbelt-konstruktion + afkobling med vibrationsdæmpende mellemlæg



TRÆ 56 og TRÆfakta 17 – Træskelethuse



TRÆ 80 – Træbyggeri med CLT

Træinformation

TRÆ

82

82

Statik

Forankring + kraftoverførsel

Lodrette plankestykker/fiberretning
begrænser tværtryk og tørresvind.
Tørresvind ca. 3-5 mm pr. etage

Lydisolation

Dobbelt-konstruktion +
afkobling med
vibrationsdæmpende mellemlæg

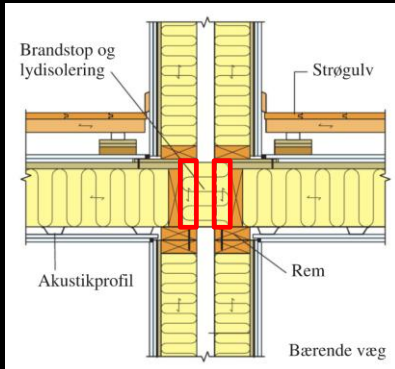
Brand

Brandstop + brandtætte
elementsamlinger

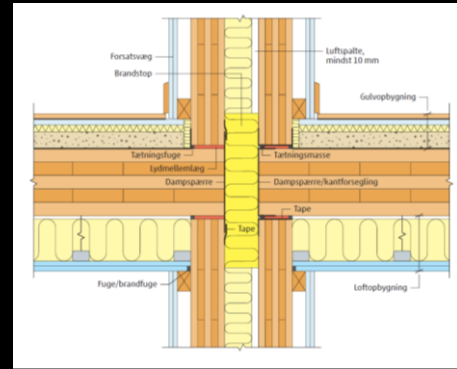
Akustikloft og forsatsvæg
som brandbeskyttelse

Lufttæthed

Af hensyn til lyd, lugt og varme.
Tætningsfuge + membran som
endetræsbeskyttelse



TRÆ 56 og TRÆfakta 17 – Træskelethuse



TRÆ 80 – Træbyggeri med CLT

Træinformation

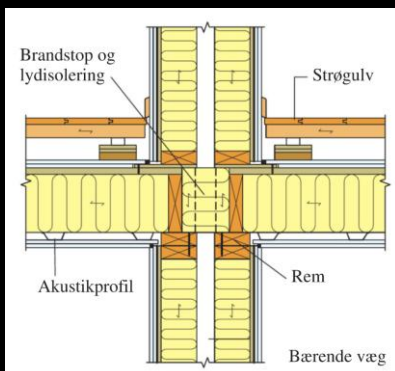
TRÆ

83

83

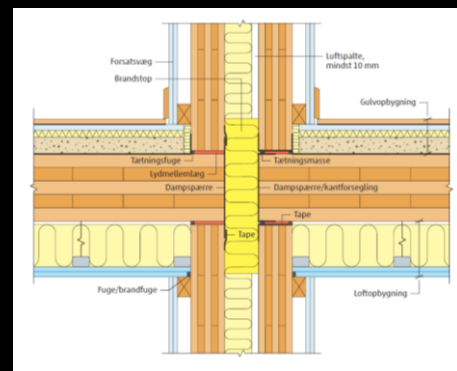
Tykkelse – bærende vægge og etageadskillelse

300 - 400 mm



TRÆ 56 og TRÆfakta 17 – Træskelethuse

300 - 400 mm



TRÆ 80 – Træbyggeri med CLT

400 - 550 mm

Træinformation

TRÆ

84

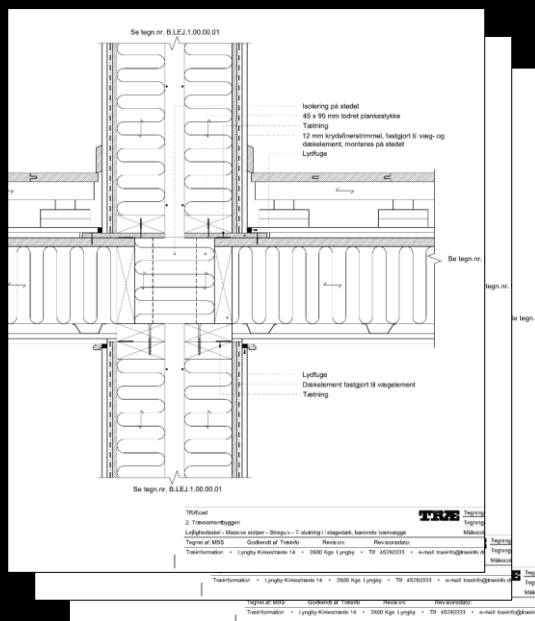
84

TRÆcad detaljer

TRÆcad indeholder over 375
tegninger af bygningsdetaljer

Vælg tegningskategori ›

www.TRAEcad.dk



Træinformation

TRÆ

85

85

Vægge

Træinformation

TRÆ

86

Vægge

Lydisolation
Brandmodstandsevne
Lufttæthed
Bæreevne og forankring

Træinformation

TRÆ

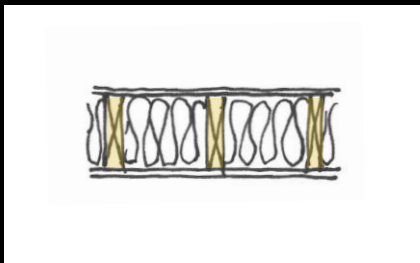
87

87

Vægge – 2 grundtyper

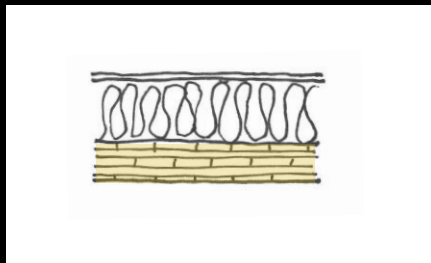
Træskelet

Isolering placeres mellem bærende stolper



Massivtræ

Isolering placeres uden på bærende væg



Træinformation

TRÆ

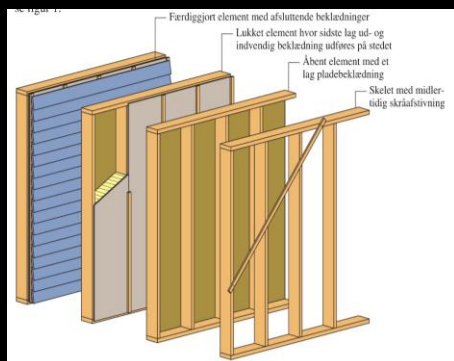
88

88

Vægge – 2 grundtyper

Træskelet

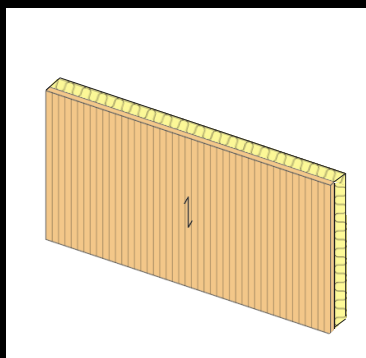
Isolering placeres mellem bærende stolper



TRÆ56 - Træskelethuse

Massivtræ

Isolering placeres mellem bærende stolper



Træinformation

Træinformation

TRÆ

89

89

Facadeelementer præfab

Træskelet



Foto Kasper Kristensen

CLT



Foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

90

90

Flade eller bokselementer



2D fladelementer



3D bokselementer

91

Træinformation

TRÆ

91

Statisk skive - udkragninger



Alberts Have, Albertslund / foto Mikael Koch



Signalgården 2012 / foto ONV Arkitekter

92

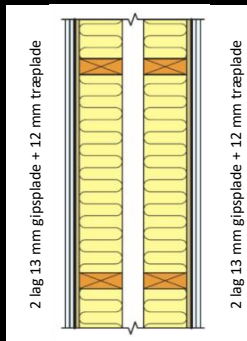
Træinformation

TRÆ

92

Vægge Træskelet

- Dobbeltkonstruktion i boligadskillede vægge



TRÆ 56 – Træskelethuse



Foto: Kasper Kristensen

93

Træinformation

TRÆ

93

Vægge Træskelet

- Elementstørrelse fx 3,0 m x 8,4 m
- Stolper fx 45 x 245 pr. max 600 mm
- Vægelementer leveres med huller til døre, vinduer og installationer
- Vinduer og døre kan monteres af fabrik

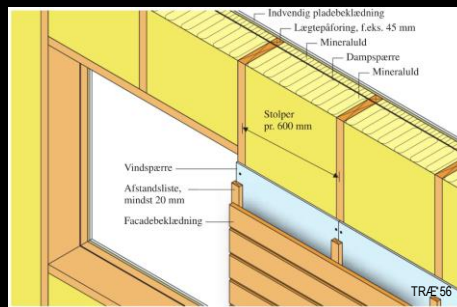


Foto: Kasper Kristensen

94

Træinformation

TRÆ

94

Vægge

Træskelet

- Præfab inkl. vindspærre, isolering, dampspærre, 1. lag beklædning
- Tomrør og elldåser monteret
- Eftermontering af regnskærm og indvendig beklædning



Foto: Kasper Kristensen

95

Træinformation

TRÆ

95

Træskelet facader på CLT / limtræ



Foto Taasinge Elementer

97

Træinformation

TRÆ

97

CLT vægge

Cross-Laminated Timber



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen

Træinformation



99

99

CLT vægge



Foto Kasper Kristensen

Træinformation Kasper Kristensen



100

100

CLT vægge



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen 01

Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

101

CLT vægge

Huller

- Vægelementer leveres med huller til døre, vinduer, skruer og installationer



Foto: Kasper Kristensen

102

Træinformation

TRÆ

102

CLT vægge

Huller

- Vægelementer leveres med huller til døre, vinduer, skruer og installationer



Foto: Kasper Kristensen



Foto: Kasper Kristensen

103

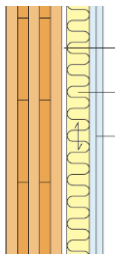
Træinformation

TRÆ

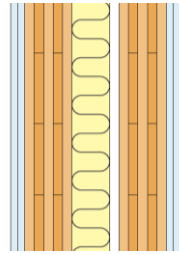
103

CLT vægge i lejlighedsskel

- Dobbeltkonstruktion eller Forsatsvægge
- Fugtstrategi for tørholdelse i byggeperioden



Forsatsvægge



Dobbeltkonstruktion



TRÆ 80

Foto Kasper Kristensen

104

Træinformation

TRÆ

104

CLT i ydervægge

- CLT tykkelse fx 100 mm, 120 mm, 140 mm, 160 mm ekskl. iso./beklædning
- Elementstørrelse fx 2,90 m x 9,6 m
- Typisk 5 lag lameller

TRÆ 80

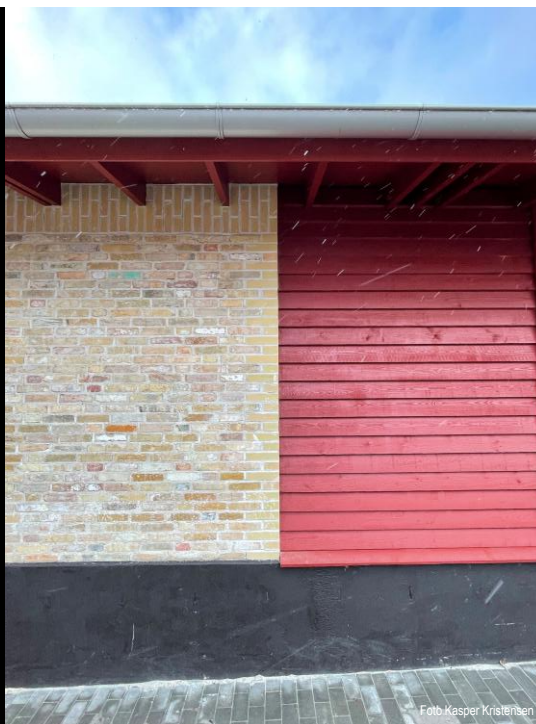
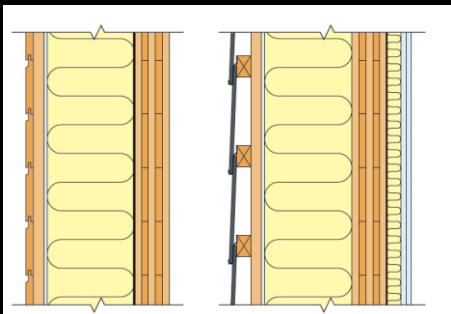


Foto Kasper Kristensen

105

Træinformation

TRÆ

105

Boliger – CLT



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

106

Boliger – CLT



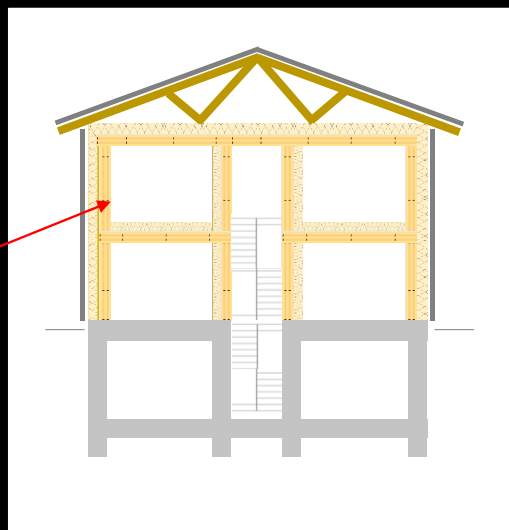
Træinformation

TRÆ

107

Anvendelse af CLT

- CLT anvendes, hvor det kan holdes tørt (anv. kl. 1 og 2)
- "på den varme side af isoleringen"



Principskitse – Eksempel på anvendelse af CLT som vægge og dæk / Træinformation

110

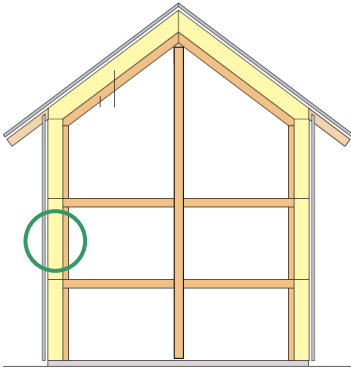
Træinformation

TRÆ

110

Ydervægge - detaljer

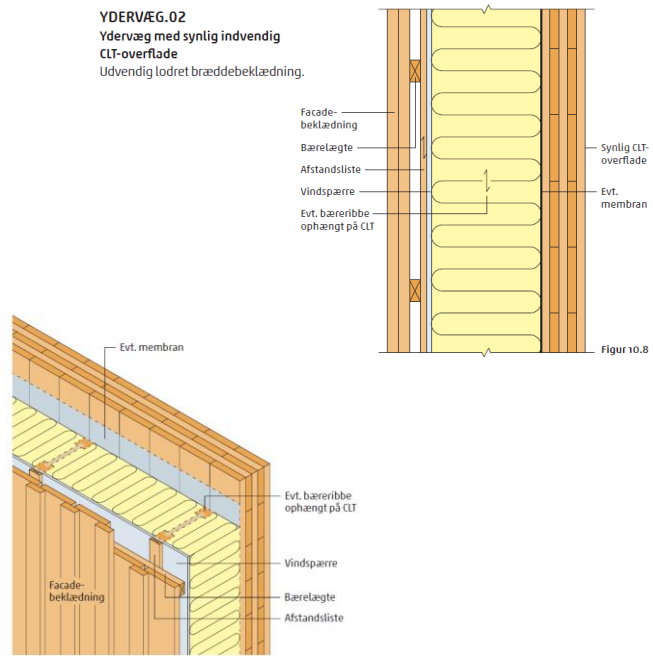
TRÆ 80



TRÆ 80

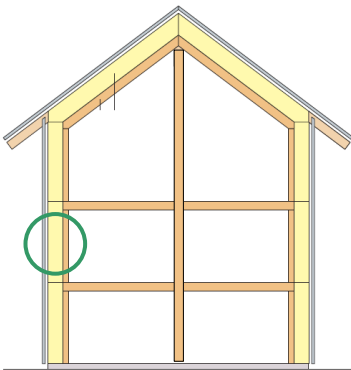
111

YDERVÆG.02
Ydervæg med synlig indvendig
CLT-overflade
Udvendig lodret brædebeklædning.



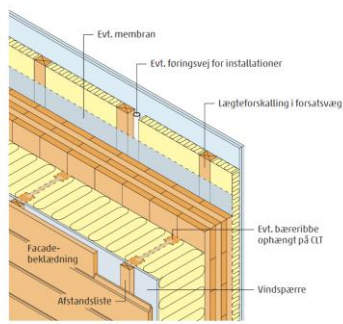
Figur 10.9

YDERVÆG.01
Ydervæg med indvendig beklædning
på forskalling
Udvendig vandret brædebeklædning.

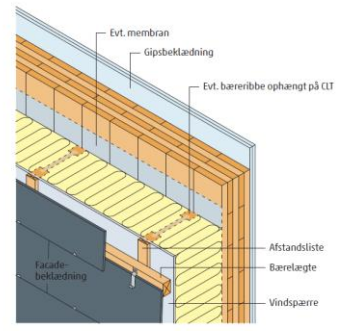


TRÆ 80

112



YDERVÆG.03
Ydervæg med indvendig beklædning
Udvendig beklædning med skifer.



Træinformation

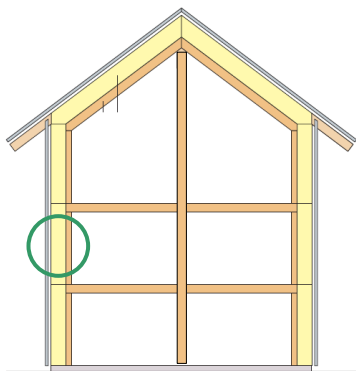
TRÆ

Træinformation

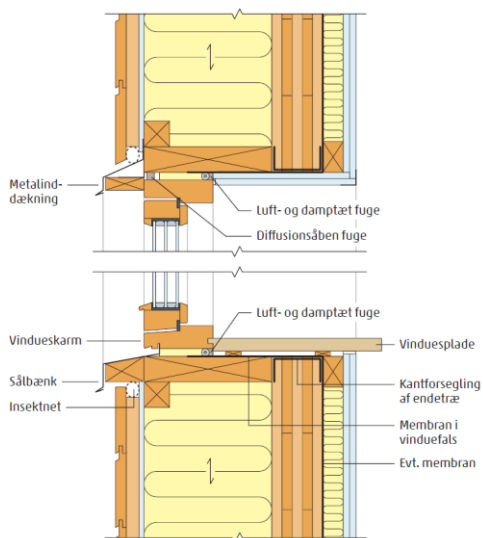
TRÆ

Ydervægge - detaljer

TRÆ 80



TRÆ 80



Figur 10.12

Træinformation

TRÆ

113

Etagedæk

Træinformation

TRÆ

116

Etagedæk - designkrav

Spændvidde, nedbøjninger, skivevirkning
Lydisolation
Brandmodstandsevne

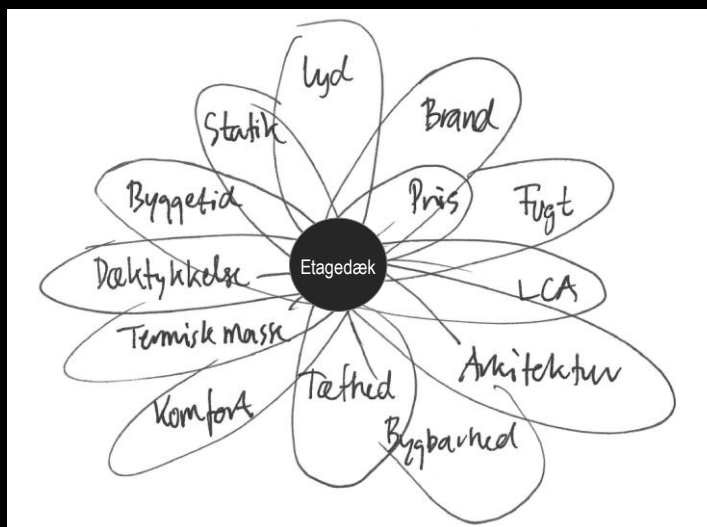
Træinformation

TRÆ

117

117

Etagedæk - designkrav



Træinformation

TRÆ

118

118

Etagedæk

Designkrav

Udførelse

- Hold træet tørt
- LCA
- Byggetid og økonomi
- Bygbarhed
- Transport
- ...

Anvendelse

- Komfortabelt at færdes på og under
- Lydisolation
- Nedbøjninger
- Svingninger
- Termisk masse
- Røgtæt
- Hold træet tørt
- Dæktykkelse
- ...

Ulykke

- Bæreevne
- Skivevirkning
- Robusthed
- Brand
- ...

Genanvendelse

- Skille ad
- Samle igen
- Transformation
- ...

119

Træinformation

TRÆ

119

Etagedæk - designkrav

Punktlast montage







120

Træinformation

TRÆ

120

Etagedæk – spændvidde forslag

Træskelet bjælkelag		4 - 5 m
Massivtræ dæk (fx CLT)		5 - 6 m
Hybrid dæk (CLT + beton)		6 - 7 m
Ribbedæk (CLT + limtræ)		7 - 9 m

Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

121

121

Etagedæk – forslag til spændvidde

Træskelet bjælkelag		4 - 5 m
Massivtræ dæk		5 - 6 m
Hybrid dæk (CLT + beton)		6 - 7 m
Ribbedæk (CLT + limtræ)		7 - 9 m

5-6 m er fornuftigt udgangspunkt

Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

122

122

Oversigt dækelementer

Træskelet	<ul style="list-style-type: none"> Bjælkelag savskåret træ / limtræ + undergulv fx krydsfiner
Massivtræ	<ul style="list-style-type: none"> Kantstillede brædder (fx Brettstapel) Krydslimede brædder (CLT) Krydslimede finerer (LVL)
Hybriddæk	<ul style="list-style-type: none"> Massivtræsdæk (fx CLT) + beton påstøbning Limtræsbjælker + prefab betonplade
Ribbedæk	<ul style="list-style-type: none"> Limtræsbjælker + CLT-plade
Kasseelementer	<ul style="list-style-type: none"> Limtræ T-bjælker + CLT-plade med åbne eller lukkede kanaler

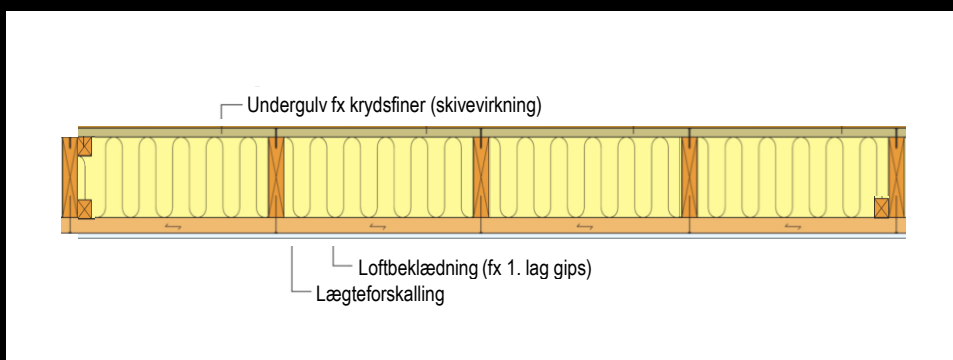
123

Træinformation

TRÆ

123

Træskelet dækelementer



Træinformation/TRÆ 56

- Elementbredde 2,4 m
- Bjælker pr. max 600 mm, bjælkehøjde mindst 300 mm
- Tykkelse fx 350 - 400 mm + gulvopbygning

124

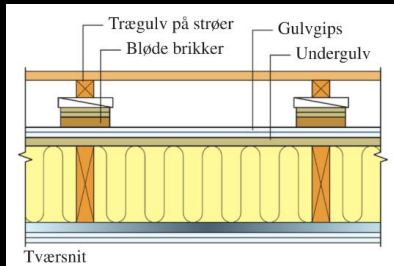
Træinformation

TRÆ

124

Træskelet dækelementer

Etageadskillelse



TRÆ 56 / figur 266

- Gulvopbygning, akustikloft og brandinddækning
- Akustisk dokumentation eller måling

125

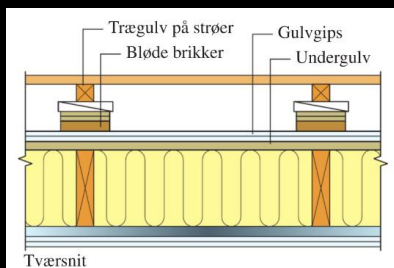
Træinformation

TRÆ

125

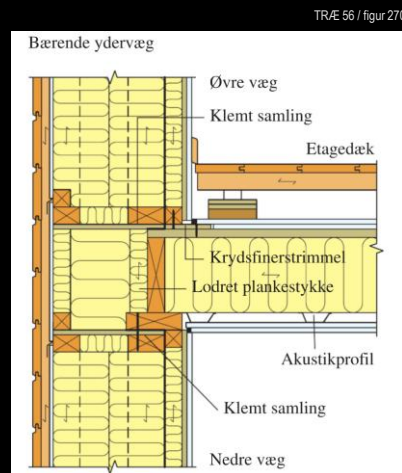
Træskelet dækelementer

Etageadskillelse TRÆ 56



TRÆ 56 / figur 266

- Gulvopbygning, akustikloft og brandinddækning
- Akustisk dokumentation eller måling



- Tæthed med klemte/tapede samlinger i vindspærre og dampspærreplan
- Lodret plankestykke begrænser tværtryk og tørresvind

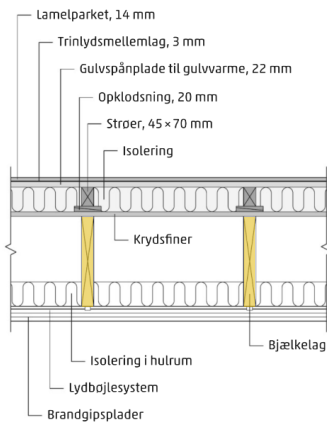
126

Træinformation

TRÆ

126

Træskelet - lydisolations af etagedæk



TRÆ 79 – Figur 58

Lydkrav i BR kan overholdes

- 300 mm høje bjælker
- Øget fladevægt
- Lydsolerende loft og gulv

129

Træinformation

TRÆ

129

Træskelet dæk på limtræ



Foto: taasingeelementer.dk

131

Træinformation

TRÆ

131

Træskelet dæk på limtræ



Foto: Metsä Wood

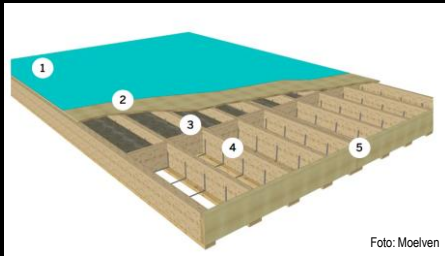


Foto: Moelven

Limtræ- og LVL-bjælker 66 x 360 mm
Topplade Kerto LVL Q-panel 33 mm / REI 90

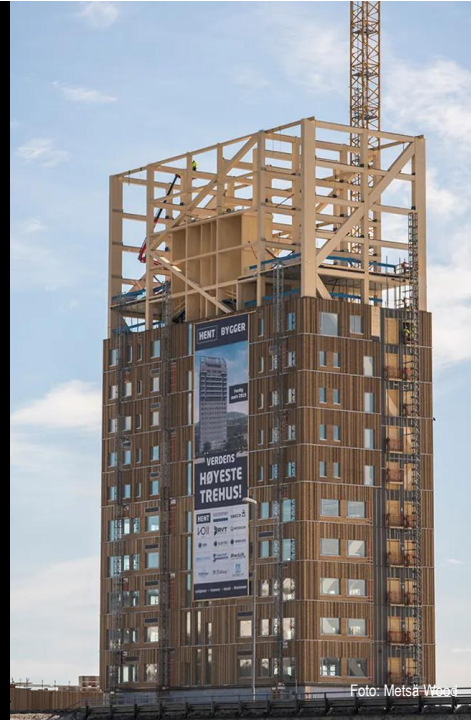


Foto: Metsä Wood

132

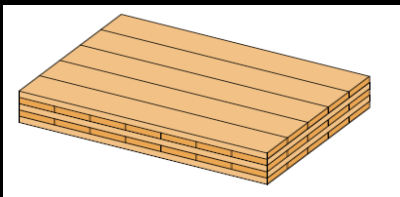
Træinformation

TRÆ

132

CLT dæk

Typisk 5 eller 7 lag lameller



Træinformation / Beregning af CLT-konstruktioner

- Bredde 2,4 - 3,5 m
(> 2,5 m er specialtransport)
- Længde op til 16 m
- Tykkelse se bæreevnetabeller i TRÆ 80
fx 160 mm, 200 mm, 240 mm, 280 mm



Foto Svenskt Træ

134

Træinformation

TRÆ

134

CLT – statiske og montage muligheder



foto Kasper Kristensen

135

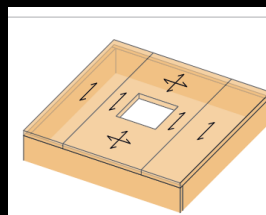
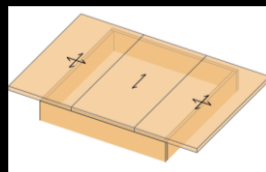
Træinformation

TRÆ

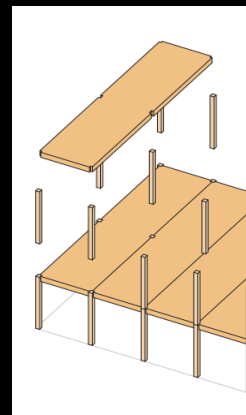
135

CLT – statiske og montage muligheder

- Dobbelt-spændte dæk
- Effektiv skivevirkning
- Kontinuerte dæk over flere fag - med eller uden bjælker



Træinformation, TR/E80



136

Træinformation

TRÆ

136

CLT – statiske og montage muligheder

- Dobbelt-spændte dæk
- Effektiv skivevirkning
- Kontinuerte dæk over flere fag - med eller uden bjælker



137

Træinformation

TRÆ

137

CLT dæk på CLT og limtræ



138

Træinformation

TRÆ

138

CLT dæk på skeletvægge

- CLT-elementer har større skivekapacitet i stabiliserende elementer og kerner



foto Kasper Kristensen

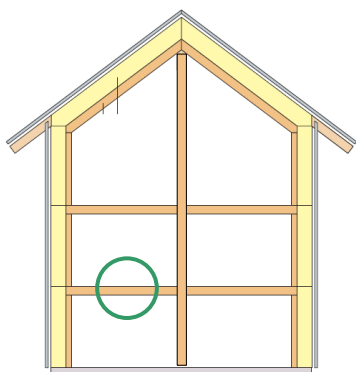
139

Træinformation

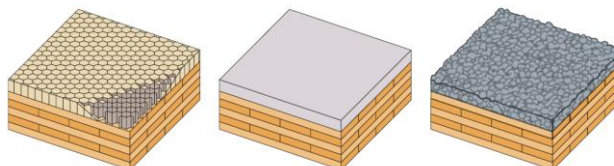
TRÆ

139

Lydisolation af etagedæk - CLT



Øget fladevægt fx sand, gipsplader, anhydrit eller stenmaterialer.



TRÆ 80 – Træbyggeri med CLT

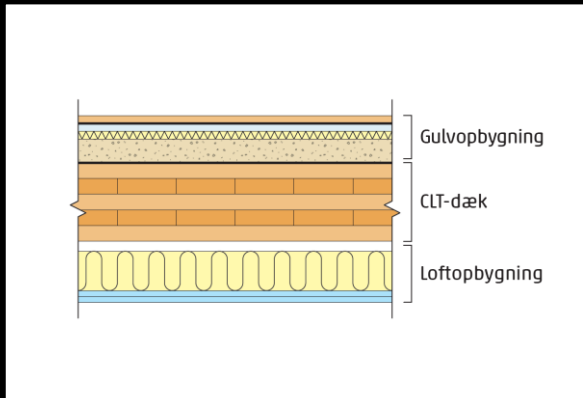
Træinformation

TRÆ

140

Etageadskillelse med CLT

Tør opbygning, Etagesnit.01



TRÆ 80

141

- GULV: Tunge materialer bidrager til lydisolering fx sand, skærver eller gipsplader
- LOFT: Akustikprofiler og brandinddækning
- Akustisk måling (specialistarbejde)

Trinlydsniveau BR18
L'n,w < 53 dB i boliger

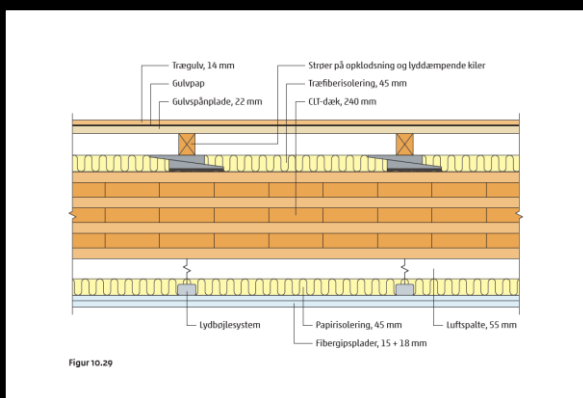
Træinformation

TRÆ

141

Etageadskillelse med CLT

Tør opbygning, Etagesnit.04



Figur 10.29

TRÆ 80

142

- GULV: Lydisolerende gulv, punktlejret strøgulv
- LOFT: Akustikprofiler og fibergips brandinddækning
- Akustisk måling (specialistarbejde)

Trinlydsniveau BR18
L'n,w < 53 dB i boliger

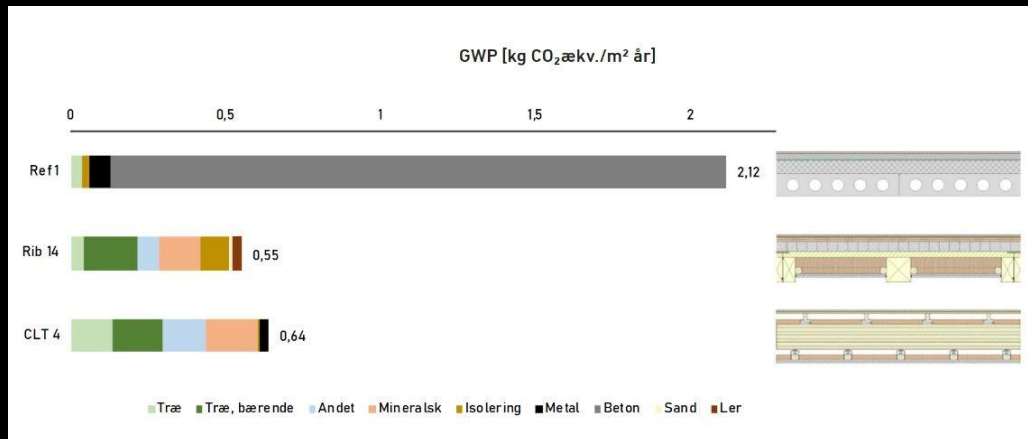
Træinformation

TRÆ

142

Etageadskillelse med CLT

Tør opbygning, LCA



Eksempel / Fremtidens Biobaserede Etagedæk, Artelia, Realdania m.fl. (April 2023)

143

Træinformation

TRÆ

143

Etageadskillelse med CLT

Våd opbygning

- Anhydrit støbes på trinlydsmåtte med fugtspærre
- Ingen statisk samvirken



Foto Kasper Kristensen

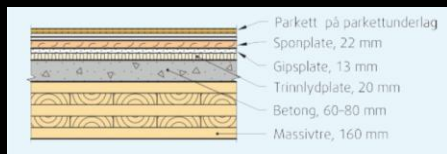
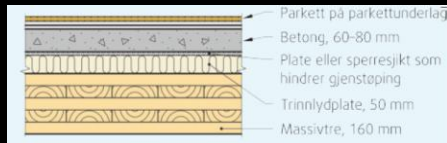
Træinformation

TRÆ

144

Etageadskillelse med CLT

Våd opbygning, fugtteknisk udfordrende



Byggforsk 522.891

- Lavt cementindhold når beton støbes ovenpå isolering
- Højt cementindhold når beton støbes direkte på CLT – men større spændvidder
- Fokus på tørretid og fugtspærre mellem træ og beton

145

Træinformation

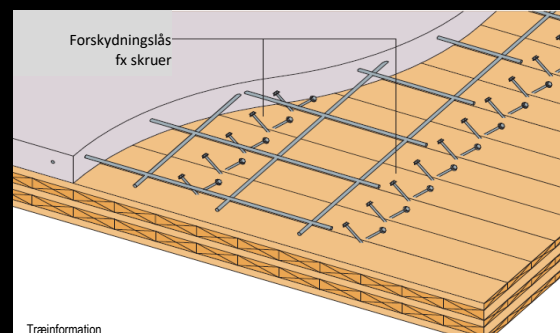
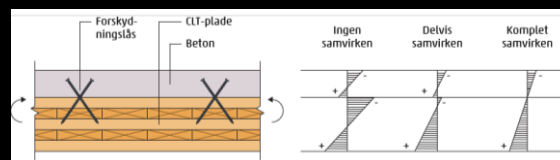
TRÆ

145

Kompositdæk

Type 1 in-situ støbning

- CLT + beton påstøbning
- Dækspænd fx 6-8 m
- Statisk samvirken mellem beton og træ.
- Kompositvirkning giver øget bæreevne
- Ekstra masse forbedrer lydisolation
- Udføres med fugtspærre



Træinformation

146

Træinformation

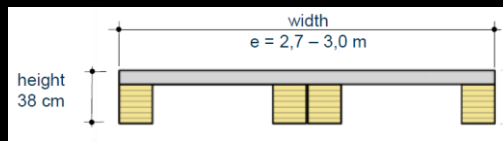
TRÆ

146

Kompositdæk

Type 2 prefab

- Limtræsbjælker + prefab betonplade
- Dækspænd fx. 6-8 m
- Påstøbning giver kompositvirkning
- Statisk samvirken mellem beton og træ giver og ekstra bæreevne



Fotos CREE

147

Træinformation

TRÆ

147

Hybriddæk (kompositdæk)

Type 2 prefab



- Søjleafstand 2,7 - 3,0 m

Foto: Kasper Kristensen



Foto: Kasper Kristensen

148

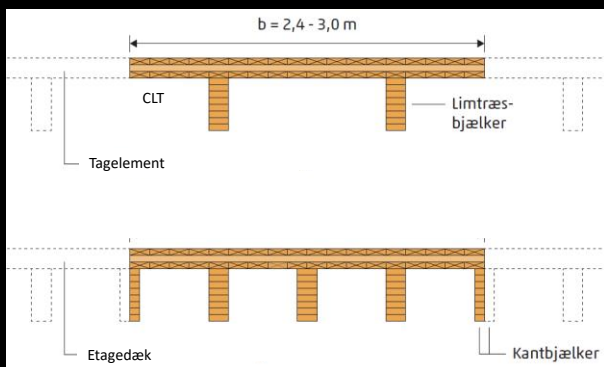
Træinformation

TRÆ

148

Ribbedæk

- Limtræsbjælker + CLT-dæk (statisk sammenkoblet)
- Spændvidde 6-10 m



150

Træinformation

TRÆ

150

Ribbedæk

Limtræsbjælker
+ CLT-dæk



151

Træinformation

TRÆ

151

Ribbedæk

Limtræsbjælker
+ CLT-dæk



Træinformation

TRÆ

152

Ribbedæk

Limtræsbjælker
+ CLT-dæk



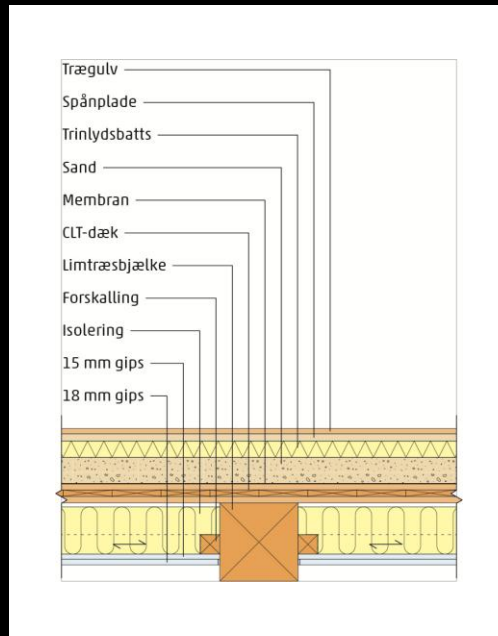
Træinformation

TRÆ

153

Ribbedæk

Tør opbygning



Eksempel / Realdania

154

Træinformation

TRÆ

154

Huldæk i træ

Type 1

- Kasseprofiler i limtræ med åbne kanaler
- Kanaler fyldes med stenmaterialer + 125 mm gulvopbygning
- Spændvidde 6-8 m



Foto Arne Elkjær

155

Træinformation

TRÆ

155

Huldæk i træ

Type 2

- Bjælker med tynde flanger (stressed skin elementer)
- Limtræ + OSB til 4-etagers kontor



Foto Mikael Koch

Træinformation

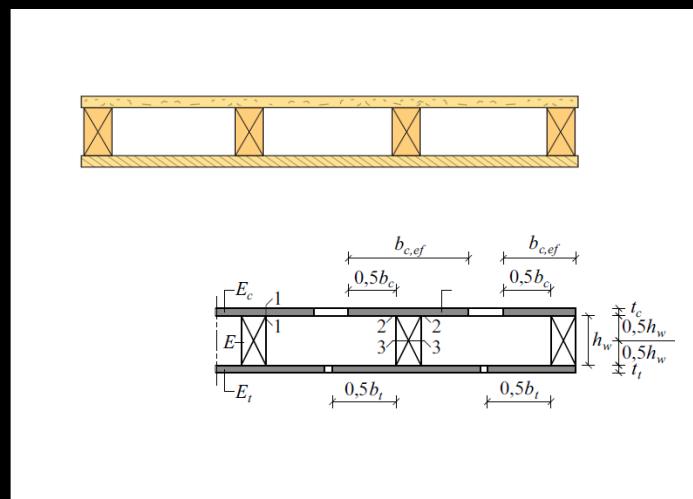
TRÆ

156

Huldæk i træ

Type 2

- Bjælker med tynde flanger
- Stressed skin-elementer



Træinformation – Beregning af trækonstruktioner

157

Træinformation

TRÆ

157

Huldæk i træ

Type 2

- Bjælker med tynde flanger (stressed skin elementer)
- Limtræ + OSB til 4-etagers kontor
- Huller til påfyldt af sand i kanaler i ønsket mængde kg/m²



Foto Mikael Koch

Træinformation

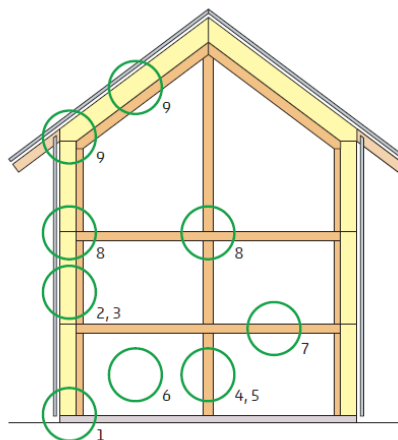
TRÆ

158

Oversigt

Principdetaljer TRÆ 80 s. 255 - 300

1. Fundament og sokkel, s. 257
2. Ydervægge, s. 260
3. Vinduer og døre osv., s. 264
4. Indvendige vægge, s.266
5. Boligadskillende vægge, s. 268
6. Vådtrum, s.292
7. Etageadskillelser, s. 278
8. Etagekryds, s. 278
9. Tage, s. 285



Figur 10.1 Oversigt over bygningsdele og knudepunkter.

TRÆ 80

160

Træinformation

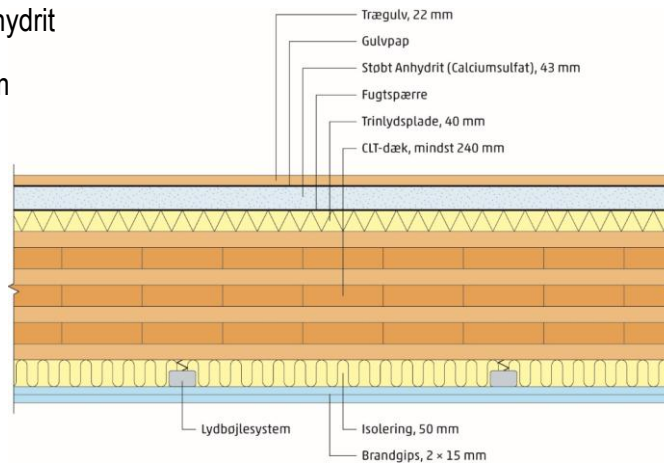
TRÆ

160

ETAGESNIT.01

Udstøbning med anhydrit

Tykkelse ca. 430 mm



Lydforhold

BR 18 anbefalinger til lydisolering for kontorer kan overholdes

TRÆ 80

Træinformation

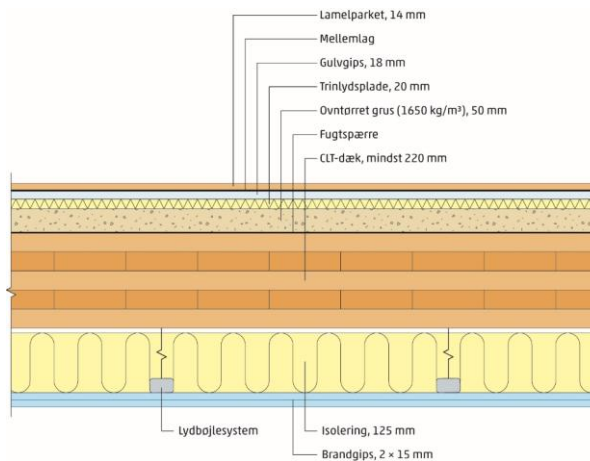
TRÆ

161

ETAGESNIT.02

Sand på oversiden

Tykkelse ca. 500 mm



Lydforhold

Trinlydniveau:

(Vægtede feltmålinger)

$L'_{n,w} = 45-50$ dB

BR 18 krav til lydklasse C for boliger kan overholdes

TRÆ 80

Træinformation

TRÆ

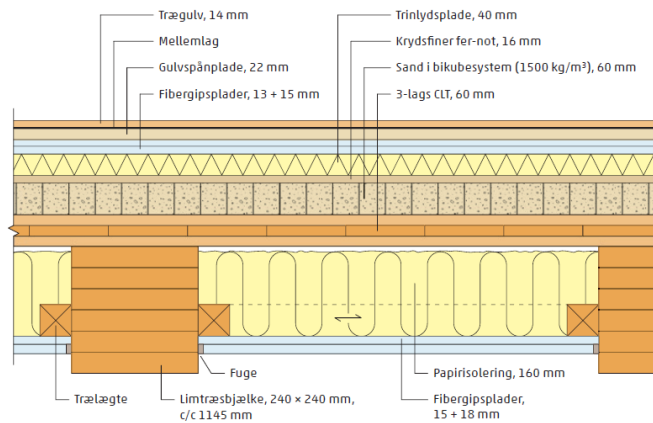
163

ETAGESNIT.03

TRÆ 80

Bjælkelag med sand

Tykkelse ca. 480 mm



Lydforhold (Vægtede feltmålinger)

Luftlydisolation: $R'w = 61$ dB

Trinlydniveau: $L'n,w = 50$ dB

BR 18 krav til lydklasse C for boliger kan overholdes (dog ikke anbefalinger til lavfrekvente trinlyd)

165

Træinformation

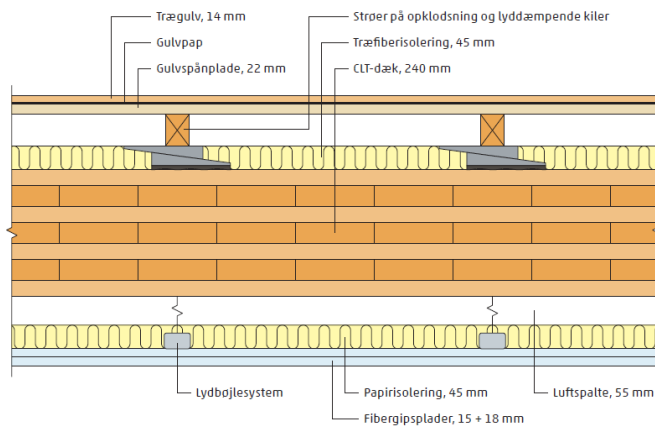
TRÆ

ETAGESNIT.04

TRÆ 80

Strørgulv

Tykkelse ca. 520 mm



Lydforhold (Laboratiemålinger)

Luftlydisolation: $Rw = 63$ dB > 55 dB (Lydklasse C)
 $Rw + C50-3150 = 60$ dB > 53 dB

Trinlydniveau: $L'n,w = 41$ dB < 53 dB
 $L'n,w + C_i,50-2500 = 49$ dB Anbefaling i lydklasse C for boliger er < 53 dB

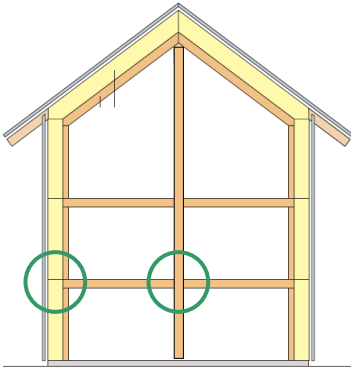
Laboratiemålinger viser at
BR 18 krav til lydklasse C for
boliger vil kunne overholdes

167

Træinformation

TRÆ

Etagekryds - boligadskillende



168

Træinformation

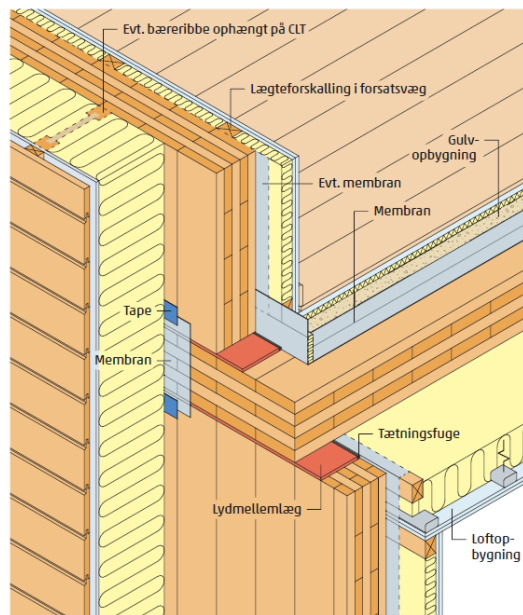
TRÆ

ETAGEKRYDS.02

TRÆ 80



169



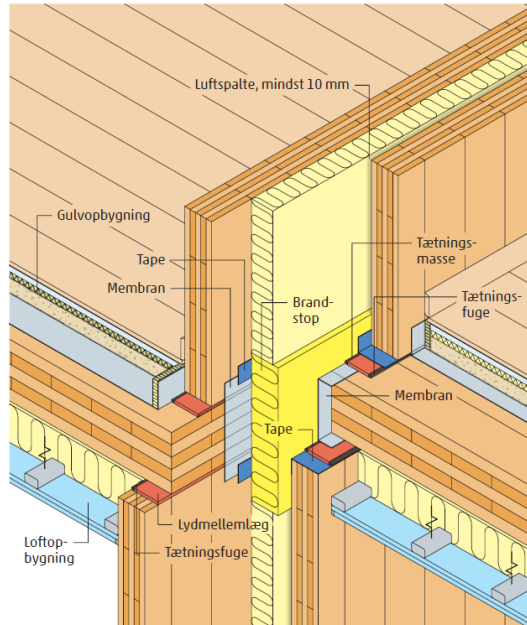
Figur 10.33

Træinformation

TRÆ

ETAGEKRYDS.03

TRÆ 80



Figur 10.35

171

Træinformation

TRÆ

Opsamling

1. Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng
2. Skrå tage med tagkassetter, gitter eller CLT
3. Modulgrid – bygningen skal vide det er en træbygning
4. Skelet-, gitter- og massivtræ kan kombineres
5. Krav til lydisolation, brand og lufttæthed styrer opbygning af vægge og dæk
6. Detaljer i TRÆhåndbøger, TRÆfakta og TRÆcad

174

Træinformation

TRÆ

Tak for opmærksomheden

+45 2623 8672 / kk@traeinfo.dk



Træinformation Kasper Kristensen



175