

Kursus: Tage og tagkonstruktioner

Tagform og konstruktiv træbeskyttelse



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen



4.- 5. marts 2026

Træinformation Kasper Kristensen

TRÆ

1

Indhold

1. Tagform - effektiv bortledning af tagvand
2. Krav til fugtindhold
3. Konstruktiv træbeskyttelse - eksempler
4. Tjekliste til tagudformning

Træinformation

TRÆ

2

Tagform

(del af strategi for tørt byggeri)

Træinformation

TRÆ

3

Taget skal beskytte bygningen og
effektivt bortlede regnvand

Træinformation

TRÆ

4

4



Hældningstage med tagudhæng
giver god beskyttelse mod nedbør

Træinformation

TRÆ

5

5

700 år

Ventileret og overdækket

Ældste bevarede træbyggeri i Danmark
Klokkehus, Kiplev Aabenrå, 1300 tallet



Træinformation

TRÆ

6

1.400 år

Ventileret og overdækket



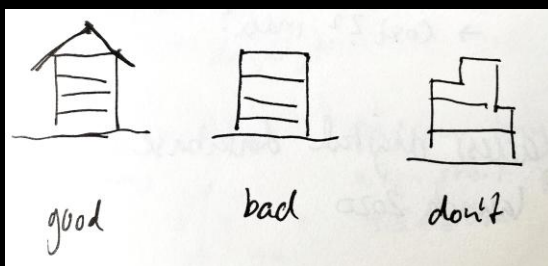
Tempel Hōryū-ji i Nara, Japan

Træinformation



7

7



Træinformation



8

8

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



Foto BMI

Træinformation

TRÆ

9

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



HLANNE

Træinformation

TRÆ

10



Hældningstage med tagudhæng
giver god beskyttelse mod nedbør

Træinformation

TRÆ

11

11

Myndighedskrav

Salen

Træinformation

TRÆ

12

Fugtkrav

- Bygningsreglementet, BR 18

§ 334 - § 338 Fugt

- | | |
|-------|--|
| § 334 | Bygninger skal projekteres, udføres og vedligeholdes, så vand og fugt ikke medfører risiko for personers sundhed eller skader på bygningen. |
| § 336 | Bygningskonstruktioner og –materialer må ikke have et fugtindhold, der ved indflytning medfører risiko for vækst af skimmelsvamp. |
| 1.2. | Det skal sikres, at konstruktionerne ved indbygning ikke har et fugtindhold, der medfører risiko for vækst af skimmelsvamp. Ligeledes skal det sikres, at konstruktionerne ikke opfugtes i byggefasen eller at der indbygges materialer med synlig skimmelvækst. |

13

Træinformation

TRÆ

13

Fugtkrav

- BR 18 Vejledning

Vejledning til kapitel 7, Byggepladsen og udførelsen af byggearbejder, § 161 - § 165

- "Fugtfølsomme materialer kan fx beskyttes ved, at der anvendes hensigtsmæssig opbevaring på byggepladsen og kvalitetssikringsprocedure, totalinddækning under opførelsen, og at der i tidsplaner afsættes tid til den nødvendige udtørring af byggematerialer."

14

Træinformation

TRÆ

14

Fugtkrav - Træfugtindhold ved levering og indbygning

DS/EN 1995-1-1, Eurocode 5: Trækonstruktioner:

10 Udførelse og kontrol

10.2 Materialer

(2) Træ og træbaserede bygningsdele må ikke unødigt udsættes for klimatiske forhold, der er værre end dem, der forventes i den færdige konstruktion.

(3) Før indbygning bør træet tørres, således at dets fugtindhold så nøje som muligt svarer til de klimatiske betingelser i den færdige konstruktion.

Træinformation

TRÆ

15

Fugtindhold

Træinformation

TRÆ

16

Dry wood is happy wood 

Træinformation

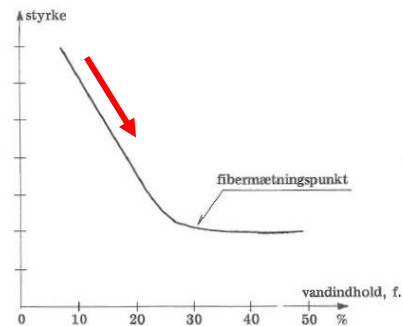
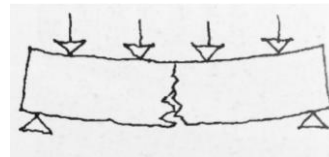
TRÆ

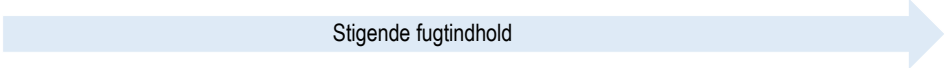
17

17

Træ mister styrke og stivhed ved opfugtning

- Styrken falder 30 % ved opfugtning med 10 % træfugtindhold
- Nedbøjninger pga reduceret stivhed



Stigende fugtindhold 

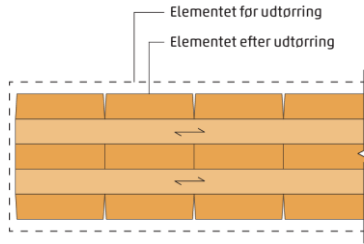
18

18

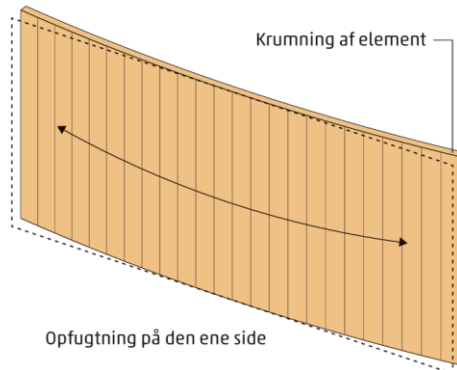
Træinformation

TRÆ

Træ udvider sig ved opfugtning



Figur 4.16 Princip for fugtbetingede dimensionsændringer



Figur 4.23 Énsidig opfugtning af CLT-elementer kan medføre krumning af elementer fx ved forkert opbevaring på byggeplads eller eksponering for nedbør.

19

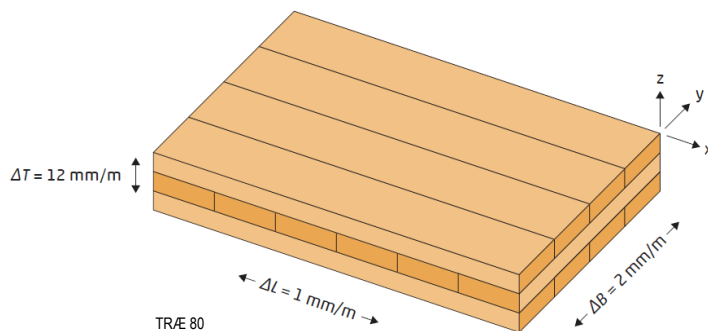
Træinformation

TRÆ

19

Træ udvider sig ved opfugtning

- Et 10 m langt CLT-element kan ved opfugtning fra 15 til 20 % træfugtindhold blive ca:
 $\Delta L \times 5 \text{ m} = 1 \text{ mm/m} \times 10 \text{ m} = 10 \text{ mm}$ længere



pr. m ved 5 % ændring i fugtindhold:

21

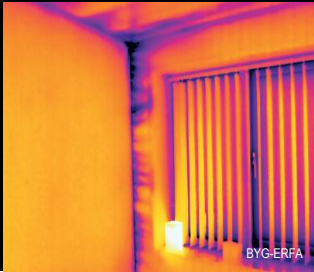
Træinformation

TRÆ

21

Samlinger skal optage udvidelse og tørresvind

- Stiller krav til lufttæthed
- Stiller krav til tolerancer

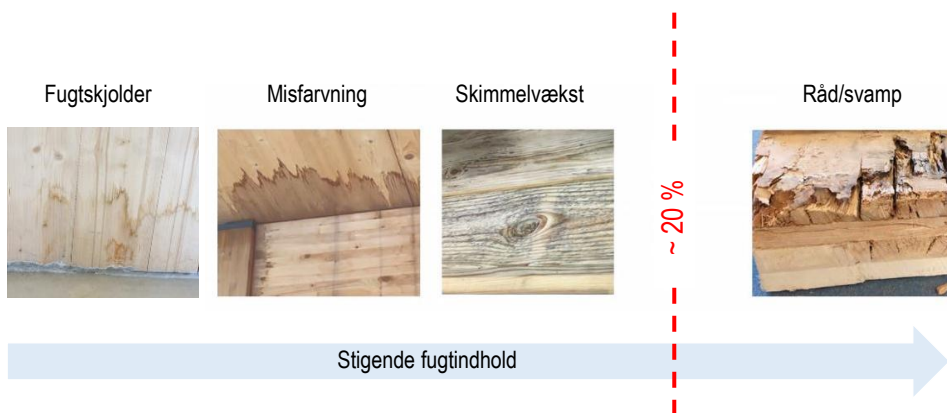


Træinformation

TRÆ

22

Træ kan nedbrydes ved opfugtning



Træinformation

TRÆ

23

23

Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



Foto Kasper Kristensen



Foto Ted Kesk / Rosemary Martin

24

Træinformation

TRÆ

24

Hold træet tørt

- Opnå lang levetid
- Undgå rådskader og skimmel



TRÆ 62



Foto Kasper Kristensen

25

Træinformation

TRÆ

25

Hold træet tørt

- Udbedring af fugtskade i CLT



Nick Clifford / TIAS(UK)

26

Træinformation

TRÆ

26

Hold træet tørt

- Udbedring af fugtskade i CLT



Nick Clifford / TIAS(UK)

27

Træinformation

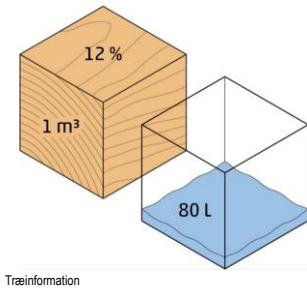
TRÆ

27

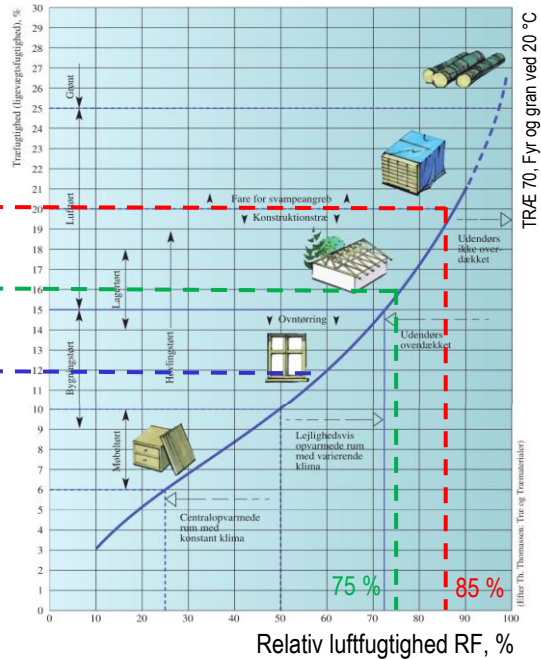
Forventeligt fugtindhold



Ligevægtsfugtindhold

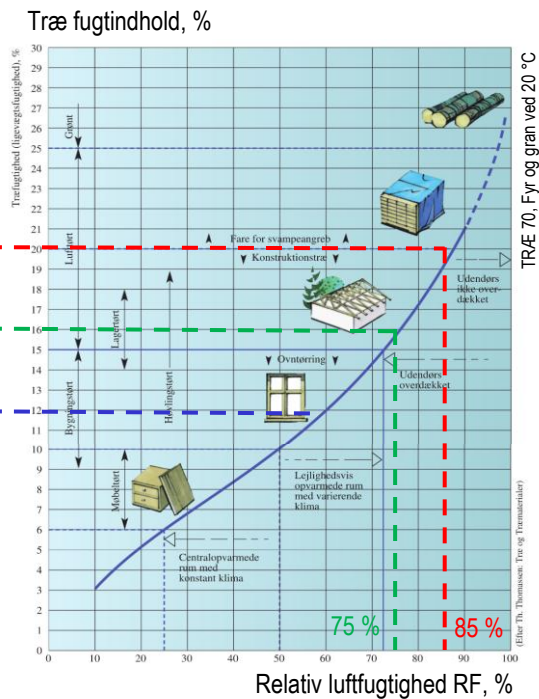


Træ fugtindhold, %



Ligevægtsfugtindhold

RF 85 % ; u = 20 %
RF 75 % ; u = 16 %
RF 65 % ; u = 12 %
RF 50 % ; u = 10 %
RF 25 % ; u = 6 %



30

Træinformation

TRÆ

30

Anbefalet maksimalt træfugtindhold

Tabel 4.2 Anbefalet maksimalt træfugtindhold i CLT ved anvendelse i bygningskonstruktioner. Træfugtindhold (vægt-%) ved 20 °C.

Anvendelsesområde

Træfugtindhold i CLT ved levering

I henhold til DS/EN 16351 er referencefugtindholdet 12 %, hvilket svarer til højst forventelige træfugtindhold for konstruktioner i opvarmede rum.

Træfugtindhold i CLT ved opbevaring og indbygning

Af hensyn til forebyggelse af skimmelvækst, fx ved montage af isolering eller udvendig beklædninger. Fugtgrænsen svarer til træets fugtligevægt ved 75 % relativ luftfugtighed.

Træfugtindhold i CLT ved montage af indvendige beklædninger i opvarmede bygninger

Af hensyn til begrænsning af svindrevner i indvendige overflader relateret til CLT-elementets udtørring efter ibrugtagning af bygningen.

Træfugtindhold

12 ± 2 %

≤ 16 %

≤ 12 %

Iht. TRÆ 80, SBI-anvisning 277, DS/EN 16351 og DS/EN 1995-1-1

31

Træinformation

TRÆ

31

Skimmel

- Vil kunne forekomme på alt ikke-overfladebehandlet træ i udendørs miljø



Træinformation

TRÆ

Udendørs 2,5 år, Teknologisk Institut:



Ask



Rødgran



Western red cedar (Thuja)



Trykimprægneret (Cu) fyr

33

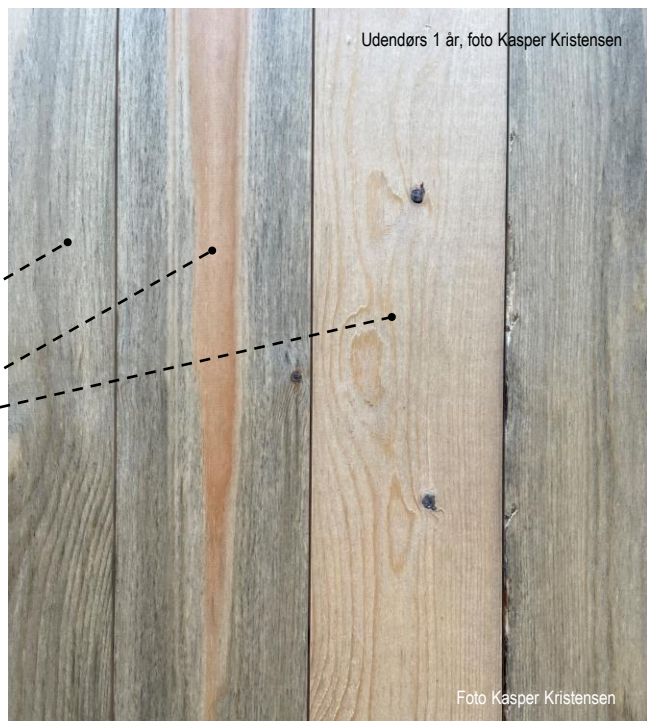
33

Skimmel

Eksempel – Udendørs efter 1 år

Største forekomst: Fyr splint

Mindste forekomst: Fyr kerne og Gran



Træinformation

TRÆ

34

Skimmel

Eksempel gran

Hjerteved / Splintved

Splintved

Hjerteved



35

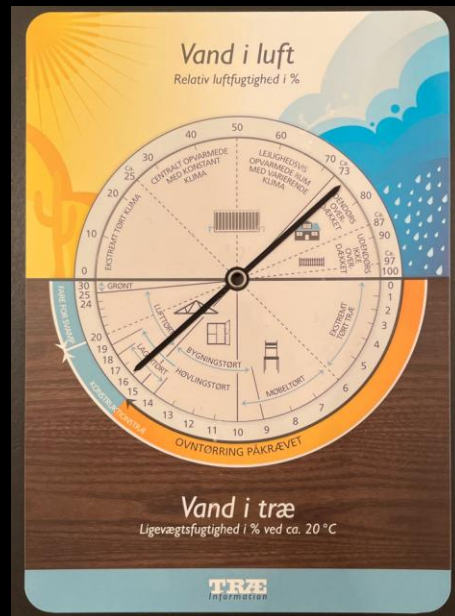
Træinformation

TRÆ

35

Forebyggelse af skimmelvækst

- Træfugtindhold < ca. 16 %
~ 75 % RF
- Ved lave temperaturer tillades højere fugtighed
se *SBI-anvisning 277*
- Se også *SBI-anvisning 274 og 281* om vurdering af omfanget af skimmelsvamp og udbedringsmetoder



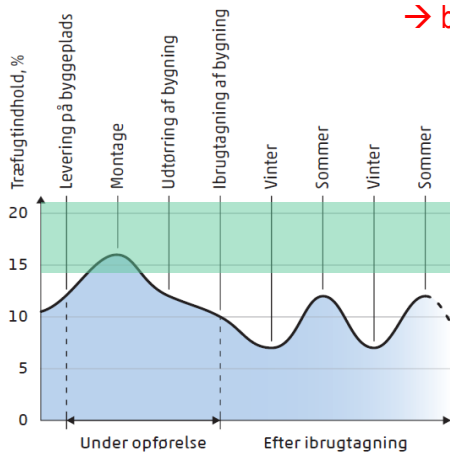
36

Træinformation

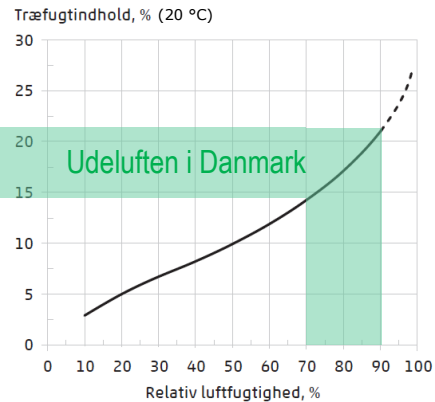
TRÆ

36

Byggeplads og årstidsvariation



→ behov for effektiv montage og fugtstyring i byggefasen



TRÆ 80

Træinformation

TRÆ

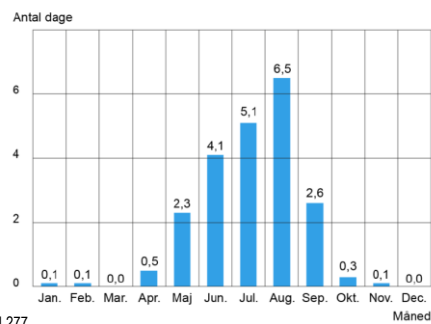
38

38

Flest skybrud om sommeren

”Monsterregn” er kraftigere end skybrud

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



SBI 277

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

39

Træinformation

TRÆ

39

Fugtstrategi

Måleprogram og fugtteknisk dokumentation

- Modtagekontrol, Udførelseskontrol, Mellemlagring og Slutkontrol
- ✓ Har der været kritisk høje fugtniveauer?
- ✓ Dokumentation af udbedringer og udtørring
- ✓ Er træet tørt ved overlevering og hvad er planen for at holde det tørt?



Træinformation

TRÆ

40

40

Fugtstrategi

Se s. 12-30 + s. 75

Træelement-
montage

TRÆ
Information

TRÆfakta
17

Se kapitel 4 og kapitel 9

TRÆ
Information

TRÆhåndbog

80

Træbyggeri
med CLT

Træinformation

TRÆ

41

41

Træ kan holde i mange hundrede år,
når det holdes tørt

Træinformation

TRÆ

42

42

Hvordan vil jeg holde træet tørt ?

Træinformation

TRÆ

43

43

Konstruktiv beskyttelse

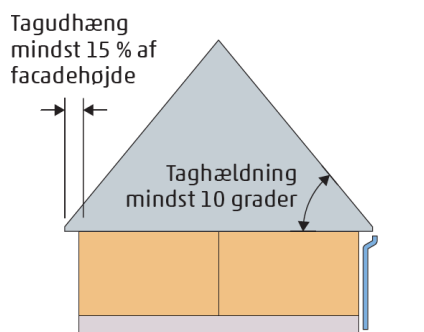
(De 6 V'er)

Træinformation

TRÆ

44

Træbyggeri = hældningstage og tagudhæng



TRÆ 80

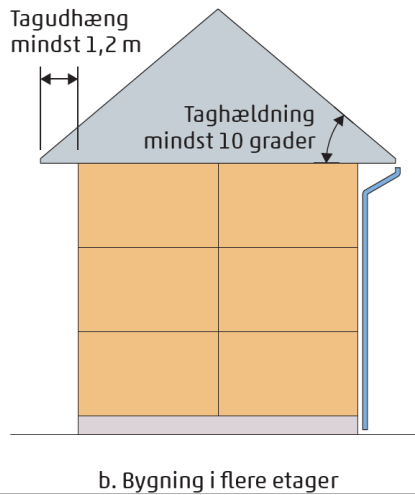
1. Fornuftig taghældning mindst 10°
2. Tagudhæng mindst 15 % af facadehøjde
3. Regnvand på udvendig side af facade

Træinformation

TRÆ

45

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

46

Tagudhæng

- Holder ydervægge tørre
- Forlænger facadens levetid



Brettstapel (kantstillede brædder) i udhæng



47

Tagudhæng



Foto Kasper Kristensen



Foto Mikael Kock

Træinformation



Tagudhæng



foto Kasper Kristensen

Træinformation



Midlertidige tagelementer

- Gitterspær løftes af og på



foto Kasper Kristensen

50

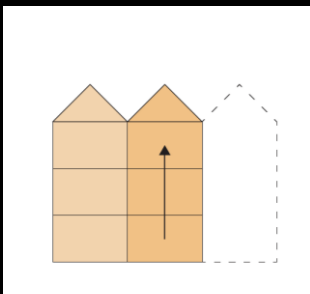
Træinformation

TRÆ

50

Midlertidigt tag - flytbart tag kører på stillads

- Råhusafsnit lukkes fra terræn til tag
- Lodret byggetakt

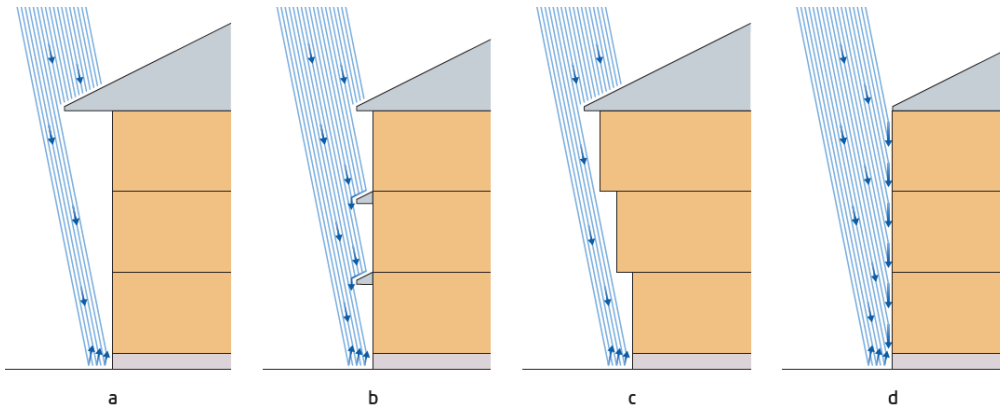
foto Tommy Bunch-Nielsen⁵¹

Træinformation

TRÆ

51

Tagudhæng holder træet tørt



TRÆ 80

52

Træinformation

TRÆ

52

Udhæng holder træet tørt



Tempel Hōryū-ji i Nara, Japan

8:40 14/03/2012

53

Træinformation

TRÆ

53

Udhæng holder træet tørt

Illwerke Zentrum Montafon, Voralberg Østrig, 2019



Foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

54

Facader

Etagevis udhæng

+

Konstruktiv
brandbeskyttelse



Foto Mikael Koch



Foto Helene H Mikkelsen

55

Flade eller grønne tage

Tilbageholder vand på taget

Mere sårbare overfor fugt pga.
stående vand på taget

Risikobehæftet forhold med grønne tage på
træunderlag

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



Foto: Tommy Bunch-Nielsen



Foto: BYG-ERFA (27), 16.12.17

56

Træinformation

TRÆ

56

Opsamling

Træinformation

TRÆ

57

Tagets udformning



- ✓ Hældningstage med tagudhæng er at foretrække
- er der fornuftig hældning på taget, så regnvand effektivt ledes væk?
- ✓ Tagnedløb på udvendig side af facaden er at foretrække
- undgå komplicerede sammenskæringer, spring i tagfladen og minimér antallet af gennemføringer
- ✓ Hold træet tørt
- anvend en fugtstrategi i byggefasen

Træinformation

TRÆ

58

Tak for opmærksomheden

+45 2623 8672 / kk@traeinfo.dk



Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

59

59