

Etagebyggeri i træ

Fugt i træbyggeri – deformationer, vådrum og holdbarhed



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen



Foto Kasper Kristensen

Kursus 6. & 7. maj 2026

1

Træinformation Kasper Kristensen

TRÆ

1

Træ holder længe

Træinformation

TRÆ

2

2

1

Indhold

1. Myndighedskrav og noget om fugtmekanik
2. Trækonstruktioners dimensionsændringer
3. Holdbarhed og valg af træart (udleveres)
4. Vådtrum i fleretagers træbyggeri

3

Hvordan vil jeg undgå skadelig opfugtning ?

1. Anvend fugtstrategi og fugtberedskab
2. Anvend god opbevaring og interimsinddækning
3. Anvend simple skrå tage med udhæng
4. Anvend gode vådrumsløsninger og VVS-installationer
5. Beskyt endetræ, det suger meget vand hurtigt
6. Luk ikke vådt træ inde
7. Sæt tid af til udtørring

5

5

Myndighedskrav

Træinformation

TRÆ

6

Fugtkrav

- 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 opfuges i byggefasen eller at der indbygges materialer med synlig skimmelvækst. |

Træinformation

TRÆ

7

7

Fugtkrav

- BR 18 Vejledning

Ifølge BR18 (Vejledning til kapitel 7, Byggepladsen og udførelsen af byggearbejder, § 161 - § 165) kan fugtfølsomme materialer 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."

8

Træinformation

TRÆ

8

Fugtkrav

- 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 indbygningen bør træet tørres, således at dets fugtindhold så høje som muligt svarer til de klimatiske betingelser i den færdige konstruktion. Hvis virkningerne af svind ikke regnes vigtige, eller uacceptabelt beskadigede dele udskiftes, kan større fugtindhold accepteres under indbygningen, hvis det sikres, at træet kan tørre til det ønskede fugtindhold.

9

Træinformation

TRÆ

9

Skimmel

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



Udendørs 2,5 år, Teknologisk Institut:



Ask



Rødgran



Western red cedar (Thuja)



Trykimprægneret (Cu) fyr

10

10

Træinformation

TRÆ

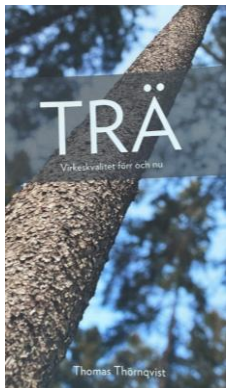
Skimmel

Eksempel – Gran

Hjerteved / Splintved

Splintved

Hjerteved



11

11

Træinformation

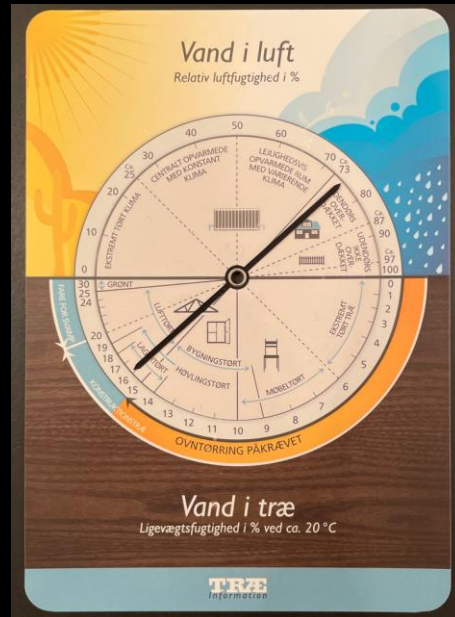
TRÆ

Forebyggelse af skimmelvækst

Vådt træ må ikke lukkes inde !

Træfugtindhold < 16 % ~ 75 % RF

- Ved lave temperaturer tillades lidt højere fugtighed se SBi-anvisning 277
- Træ til husbygning bør holdes tørt for at minimere risikoen for vækst af skimmelsvamp og trænedbrydende svampe



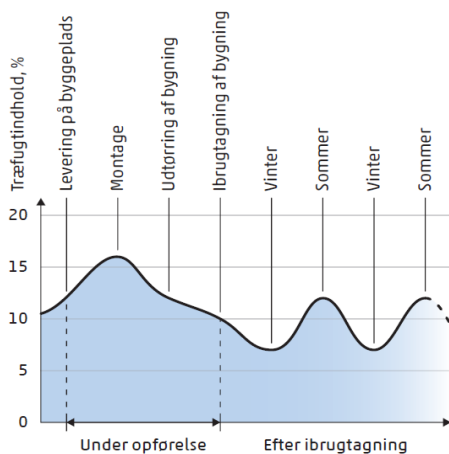
Træinformation

TRÆ

12

12

Byggeplads og årstidsvariation i træfugt



TRÆ 80

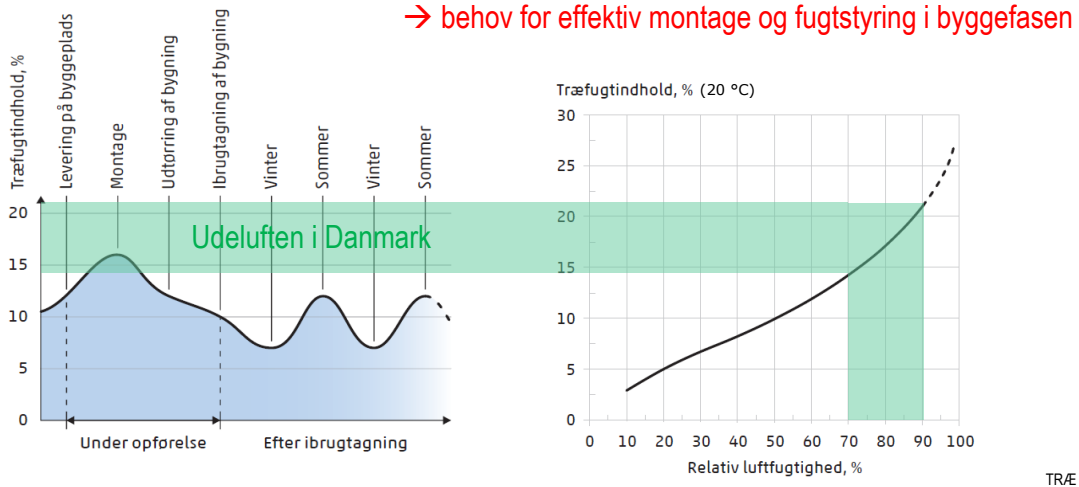
13

Træinformation

TRÆ

13

Byggeplads og årstidsvariation i træfugt



TRÆ 80

Træinformation

14

14

Fugtstyring og strategi

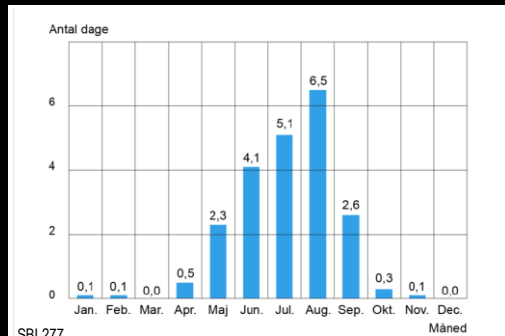
Træinformation

15

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



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

Træinformation

TRÆ

16

Fugtstrategi



foto Kasper Kristensen

- ✓ Hvordan vil jeg holde træet tørt ?
- ✓ Er der sat tilstrækkelig tid af til udtørring ?
- ✓ Kan detaljer optage fugtdeformationer ?

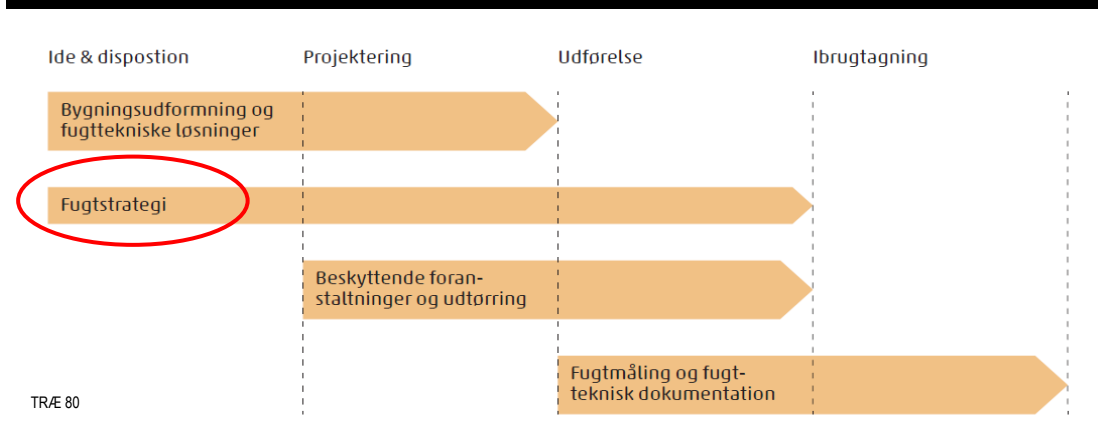
Træinformation

TRÆ

17

17

Fugtstrategi – starter i projekteringen



18

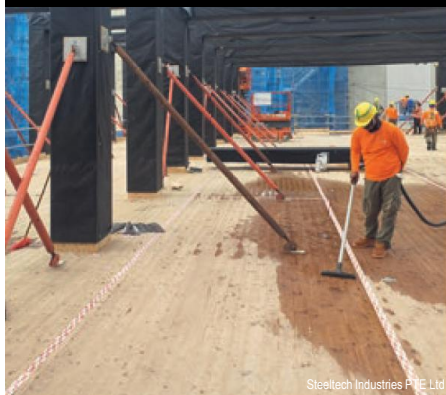
Træinformation

TRÆ

18

Fugtberedskab

Team / ansvarlige, der rykker ud i regnvejr, når andre rykker ind i skuret



Træinformation

TRÆ

19

Fugtberedskab

Team / ansvarlige, der rykker ud i regnvejr, når andre rykker ind i skuret



Fotos Kasper Kristensen



Træinformation

TRÆ

20

Fugtberedskab

- Skybrudssikring
- Vedligehold af beskyttende foranstaltninger og plan for svigt
- Sikker bortledning af regnvand
- Overvåger fugtalarmer



Foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

21

21

Fugtstrategi, fugtmåling og overdækningsmetoder



Træinformation

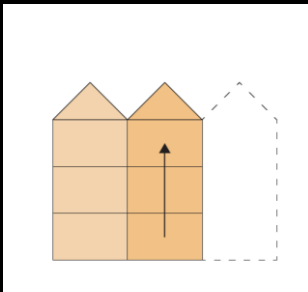
TRÆ

22

22

Midlertidigt tag

- Råhusafsnit lukkes fra terræn til tag
- Lodret byggetakt



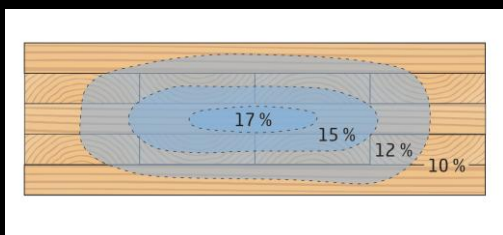
Træinformation

TRÆ

23

Dokumentation af træfugt

- Fugtindholdet kontrolleres både på overfladen og ca. 40 mm inde i træet



TRÆ 80



Foto BM TRADA

24

Træinformation

TRÆ

24

Dokumentation af træfugt

Måleprogram og fugtteknisk dokumentation

- ✓ 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?



Foto BM TRADA

25

Træinformation

TRÆ

25

Dokumentation af træfugt

Træinformations fugtkursus d. 25. og 26. november 2026

 <p>Kursus i Glostrup</p>	<p>Glostrup: Fugt i træ og bygninger</p> <p>Fugt er en afgørende faktor i træbyggeri, hvor både materialevalg og konstruktion har stor betydning for holdbarhed og skadesforebyggelse. Dette kursus giver dig viden om træmateriales fugtegenskaber og hvordan du udfører fugtsikre løsninger til både lavt og fleretagers træbyggeri.</p> <p>DATO 25. november 2026 STED Glostrup Park Hotel PRIS Medlemspris: 3.900 kr. ARRANGØR Træinformation</p>
 <p>Kursus i Horsens</p>	<p>Horsens: Fugt i træ og bygninger</p> <p>Fugt er en afgørende faktor i træbyggeri, hvor både materialevalg og konstruktion har stor betydning for holdbarhed og skadesforebyggelse. Dette kursus giver dig viden om træmateriales fugtegenskaber og hvordan du udfører fugtsikre løsninger til både lavt og fleretagers træbyggeri.</p> <p>DATO 26. november 2026 STED Scandic Opus Horsens PRIS Medlemspris: 3.900 kr. ARRANGØR Træinformation</p>

26

Træinformation

TRÆ

26

Hvordan reagerer træ på fugt ?

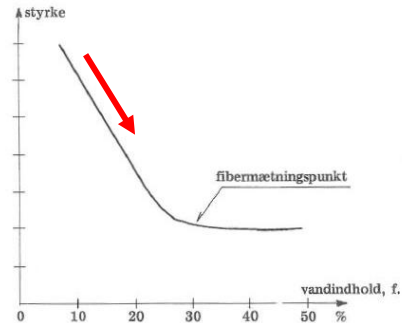
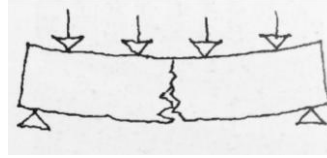
Træinformation

TRÆ

27

Træ mister styrke og stivhed ved opfugtning

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



Stigende fugtindhold

29

Træinformation

TRÆ

29

Træ udvider sig ved opfugtning

- Mister styrke og stivhed
- Deformerer, udvider/kvælder



Foto Erik Brandt



Rock splitting, Egypt / R.M. Rowell

Stigende fugtindhold

30

Træinformation

TRÆ

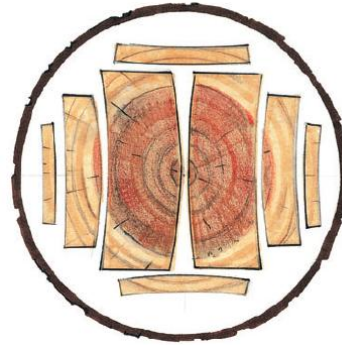
30

Træ svinder ved udtørring

- Mister styrke og stivhed
- Deformerer, svinder/revner



Foto Kasper Kristensen



31

Træinformation

TRÆ

31

Træ kan nedbrydes ved opfugtning

- Mister styrke og stivhed
- Deformerer, svinder/udvider/revner
- Nedbrydes biologisk

Fugtskjolder



Misfarvning



Skimmelvækst



Råd/svamp



~ 20 %

Stigende fugtindhold

32

Træinformation

TRÆ

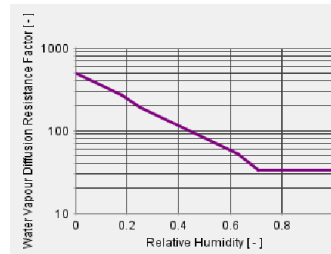
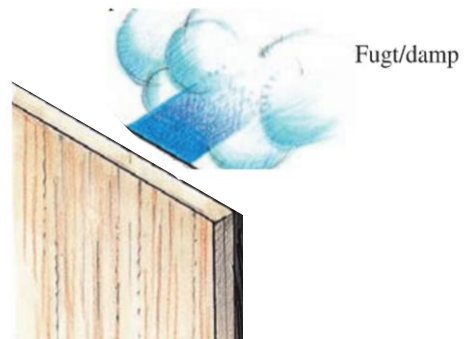
32

Z-værdien falder ved opfugtning

- Mister styrke og stivhed
- Deformerer, svinder/udvider/revner
- Nedbrydes biologisk
- Ændrer dampdiffusionsmodstand (Z-værdi)

Træ er fugtadaptivt ...

... bliver mere diffusionsåbent når det bliver fugtigt



Stigende fugtindhold

34

Træinformation

TRÆ

34

Forventeligt fugtindhold

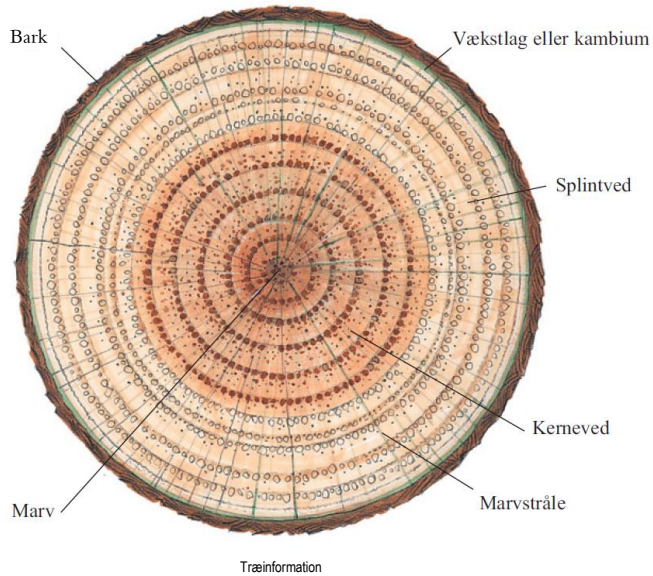
Træinformation

TRÆ

36

Hvad består træ af ?

Tværsnit i fyrretræ



37

Træinformation

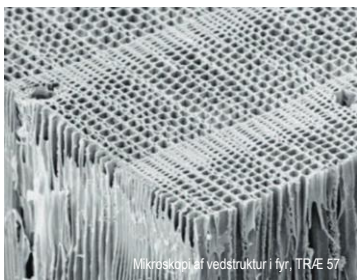
TRÆ

37

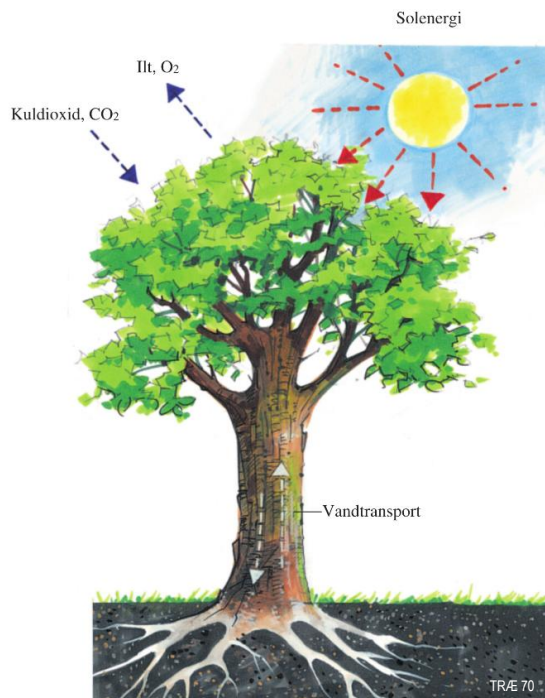
Hvad består træ af ?

50 % kulstof

50 % luft



Mange hulrum (høj porøsitet)
Kan derfor indeholde meget vand



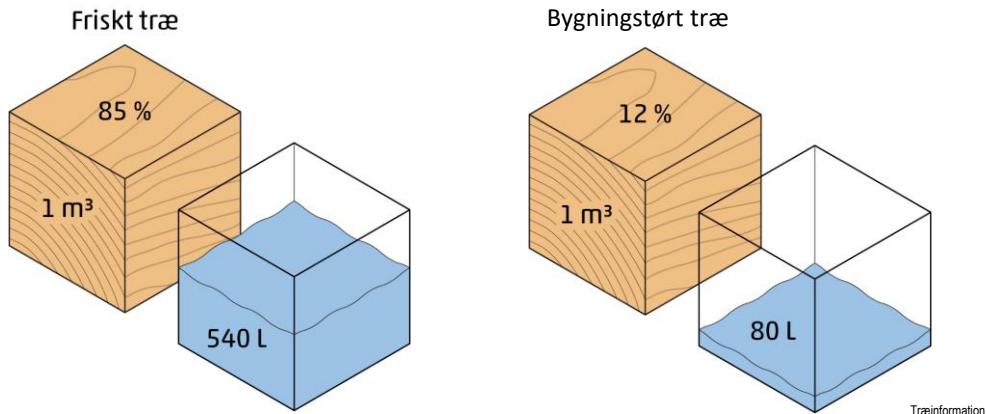
38

Træinformation

TRÆ

38

Hvor meget vand er der i træ ?



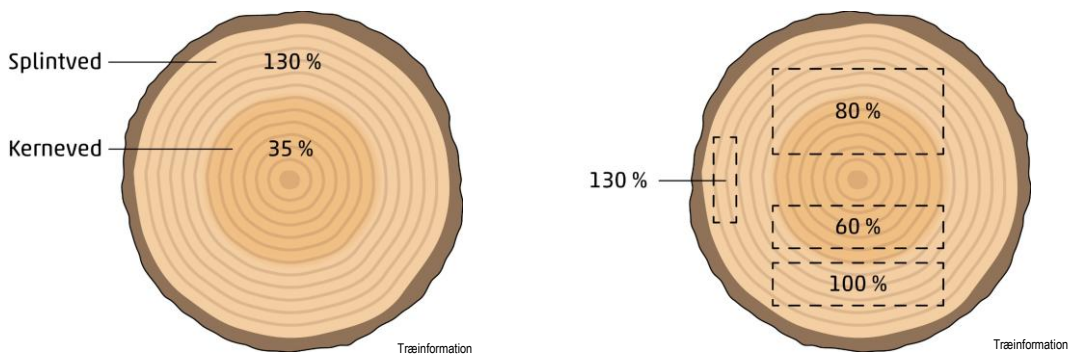
39

Træinformation

TRÆ

39

Hvor er vandet placeret i friskt træ ?



Splintved er aktivt med vandtransport
Kerneved er inaktivt med lukket cellestruktur

Fugtindhold i nyskårne planker og brædder
afhænger af placeringen i stammen

40

Træinformation

TRÆ

40

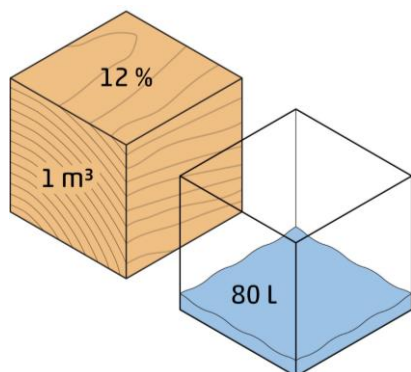
Træs fugtindhold, eksemplet fra før

Beregning af liter vand i 1 m³ træ

$$u = \frac{m_{\text{vand}}}{m_{\text{tør}}}$$

Eg, tørdensitet $\rho_{00} = 650 \text{ kg/m}^3$ jf. TRÆ 70

$$m_{\text{vand}} = 12 \% \times 650 \text{ kg/m}^3 = 80 \text{ kg vand pr. m}^3$$



41

Træinformation

TRÆ

41

Fugtindhold for træ i anvendelse

20% til 100%	Udendørs i jord
28% til 30%	Fibermætningspunkt
12% til 28%	Udendørs over jord, ubeskyttet
15% til 22%	Udendørs over jord, i fri luft under tag
20% -	Grænse for biologisk nedbrydning
16% - 18%	Grænse for skimmelvækst ved temp > 15 °C
12% til 16%	Uopvarmede bygninger
7% til 12%	Indendørs i opvarmede bygninger
6% til 10%	Centralt opvarmede rum med konstant temperatur
Under 7%	Meget tørt indeklima fx varmegenvinding

44

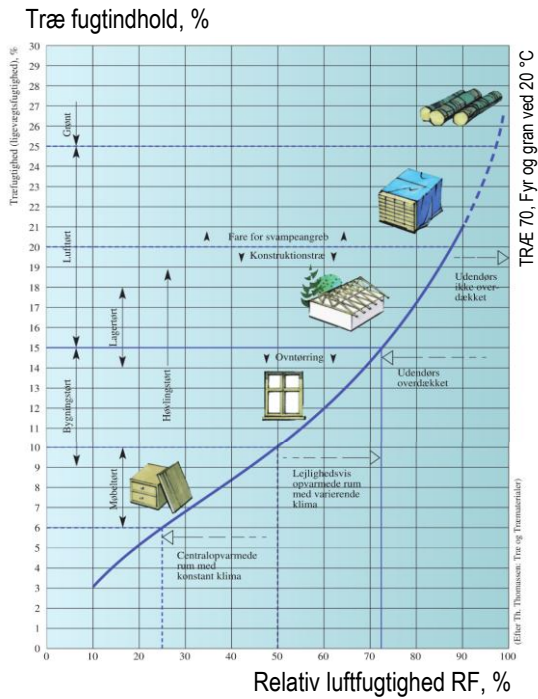
Træinformation

TRÆ

44

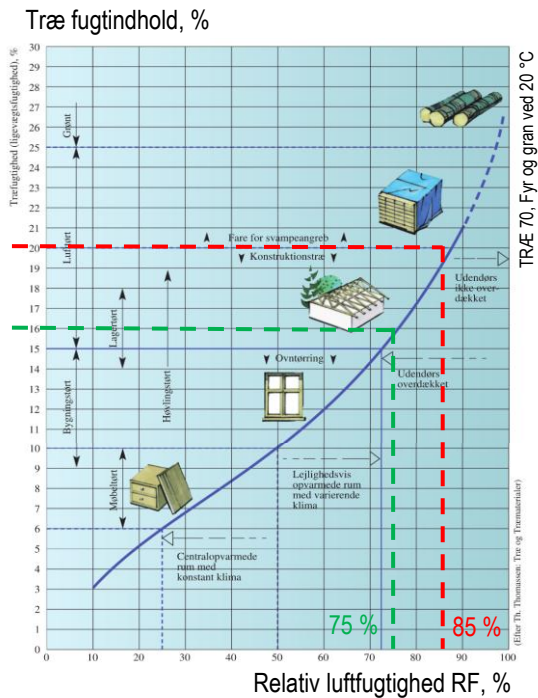
Ligevægtsfugtindhold

Træets fugtindhold afhænger af luftens relative fugtindhold



Ligevægtsfugtindhold

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

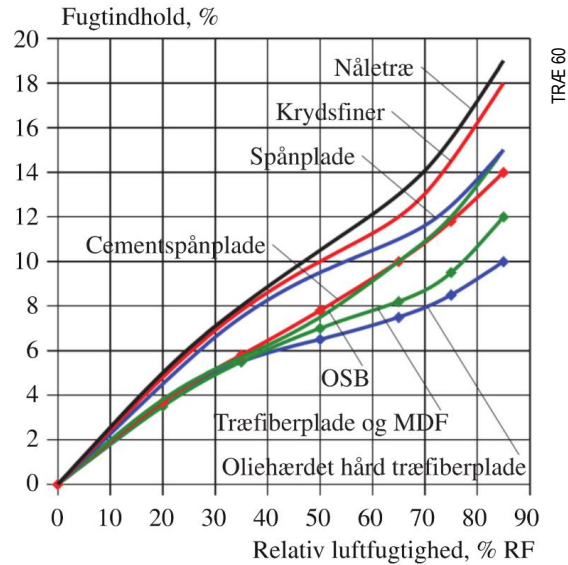


Fugtindhold i træplader

For træplader er ligevægtsfugtindholdet lavere end for massivt træ.

Især OSB, MDF og træfiberplader

- Varmebehandling, lim og voks reducerer træets fugtoptagelse
- Fugtmåler bør være kalibreret til pladetypen



47

Træinformation

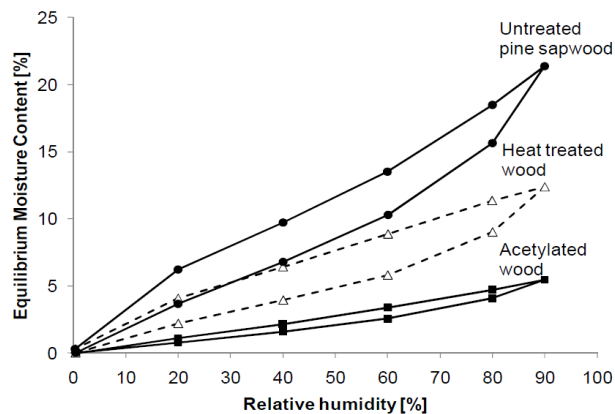
TRÆ

47

Fugtindhold i modificeret træ

Modificering sænker træets ligevægtsfugtindhold

- Varmebehandlet fyr
- Anhydridmodificeret fyr



Kilde: Teknologisk Institut

48

Træinformation

TRÆ

48

Fugtkrav - Træfugtindhold ved levering og indbygning

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

10 Udførelse og kontrol

10.2 Materialer

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

...

- For at minimere ulemperne ved fugtbetingede dimensionsændringer bør det altid tilstræbes at indbygge træ med et fugtindhold svarende til brugstilstanden.
- Tørresvind skal kunne optages uden skader.

49

Træinformation

TRÆ

49

Fugtkrav - Træfugtindhold ved levering og indbygning

Projektspecifikt iht. TRÆ 55, TRÆ 70, TRÆ 77, TRÆ 79, TRÆ 80 osv.

<p>4.7.2.2 Savskåret træ og beklædningsbrædder</p> <p>A1. Brædder med og uden profilering til ind- og udvendig beklædning skal være iht. <i>DS/EN 14915</i>.</p> <p>A2. Dimensioner og tilladelige afvigelser er iht. <i>DS 146</i>.</p> <p>A3. Træ til ikke-bærende skeletkonstruktioner skal være nåletræ, sorteringsklasse G4-3 iht. <i>DS/EN 1611-1</i>, T0 iht. <i>DS/INSTA 142</i>, C14 iht. <i>DS/EN 338</i> eller bedre og må ved indbygning maksimalt have et fugtindhold på 18 pct., dog maksimalt 16 pct. ved indbygning i lukkede konstruktioner fx under pladebeklædning, for at forebygge skimmelvækst, jf. <i>TRÆ 62, Skadet træværk</i>.</p> <p>A4. Lægter, brædder mv. til underlag for indvendig pladebeklædning skal være nåletræ, sorteringsklasse G4-3 iht. <i>DS/EN 1611-1</i>, T0 iht. <i>DS/INSTA 142</i>, C14 iht. <i>DS/EN 338</i> eller bedre med fugtindhold på 12 pct. ± 3 pct.</p> <p>A5. Brædder til indvendig beklædning skal ved indbygning have et fugtindhold på 8 pct. ± 2 pct.</p> <p>A6. Underlag, afstandslister mv. af træ til indvendig beklædning skal være nåletræ, sorteringsklasse G4-3 iht. <i>DS/EN 1611-1</i> eller bedre og skal ved indbygning have et fugtindhold på 10 pct. ± 2 pct.</p> <p>A7. Brædder uden profilering til udvendig beklædning skal ved indbygning have et fugtindhold på 16 pct. ± 5 pct.</p>	<p>4.7.2.3 Konstruktionstræ</p> <p>A1. Konstruktionstræ skal være iht. <i>DS/EN 14081-1</i>.</p> <p>A2. Dimensioner og tilladelige afvigelser er iht. <i>DS/EN 336</i>.</p> <p>A3. Styrkeklassen for konstruktionstræ til bærende konstruktioner skal være nåletræ, C14 iht. <i>DS/EN 338</i> eller <i>DS/EN 1912</i> eller bedre.</p> <p>A4. Fugtindholdet i konstruktionstræ bør ved indbygning svare til de klimatiske betingelser i den færdige konstruktion.</p> <p>A5. Konstruktionstræ må ved indbygning maksimalt have et fugtindhold på 18 pct.</p> <p>4.7.2.5 Limtræ</p> <p>A1. Limtræ skal være gran, styrkeklasse mindst som GL24 iht. <i>DS/EN 14080</i>.</p> <p>A2. Limtræ skal ved indbygning have et fugtindhold på 12 pct. ± 3 pct.</p>	<p>4.7.2.1 Generelt</p> <p>A1. Anvendelsesklasse er iht. <i>DS/EN 1995</i> punkt 2.3.1.3.</p> <p>A2. Egenskaber og kvaliteter ved træ og træbaserede plader er iht. <i>TRÆ 70 Træmaterialer</i> og <i>TRÆ 60 Træplader</i>.</p> <p>A3. Træ, der forbliver synligt i de færdige bygværk, skal emballeres med mellemlæg og kantbeskyttes, så mærker fra spændebånd og beskadigelse af fer og not undgås.</p> <p>A4. Træbaserede plader til anvendelsesklasse 1 skal ved indbygning have et fugtindhold på 8 pct. ± 2 pct.</p> <p>A6. Ved indbygning af plader skal pladerne fugtkonditioneres og have plads til fugtbetingede bevægelser som angivet i <i>TRÆ 60 Træplader</i>.</p>
---	--	--

Molio Beskrivelsesværktøj /
S212 Trækonstruktion, Basisbeskrivelse 2.0

50

Træinformation

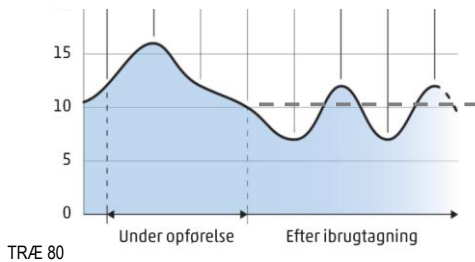
TRÆ

50

Hvad skal træfugten være ved levering og indbygning?

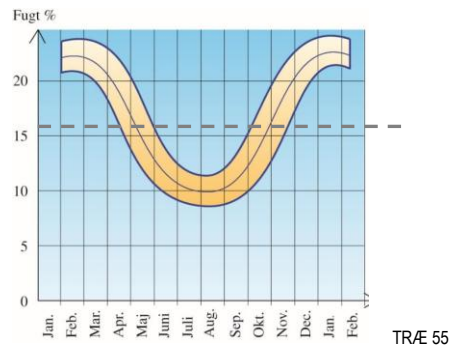
Indendørs

- Træplader og gulve: normalt 6-10 %
- Limtræ og CLT: 10-14 %
- Konstrukstræ: 14-18 %



Udendørs

- Beklædningsbrædder til facader: 16 %
middel træfugt, lagertørt 14-18 %
- Konstrukstræ: 16-20 %



51

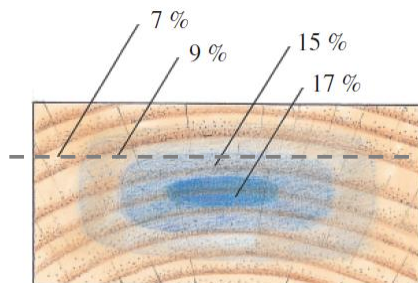
Træinformation

TRÆ

51

Tolerancer – Træfugtindhold

Fugtfordeling i tværsnit efter tørring til bygningstørt niveau 12 ± 2 % (10 – 14 %)



Gennemsnitsfugtindhold måles i
dybde $\sim 0,3$ x tykkelsen

(DS/EN 13183-2)

TRÆ 70

53

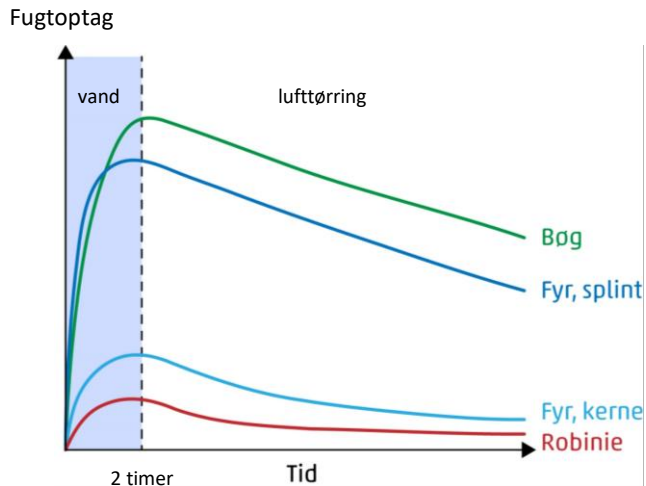
53

Træinformation

TRÆ

Hvor hurtigt opfugtes træ ?

Eksempel 1 – Endetræ i vand



- Opfugtning sker hurtigt, udtørring sker kun langsomt
- Kerneved optager mindre fugt pga. vandskyende kernestoffer

55

Træinformation

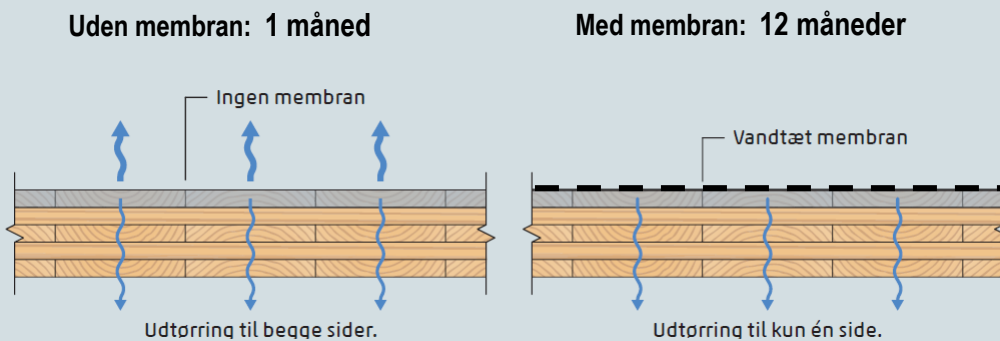
TRÆ

55

Hvor langsomt udtørres træ ?

Eksempel 3 – Udtørring af opfugtet CLT-element med / uden membran

Tørretid af øverste lamel fra fugtindhold 35 % → 20 %



BM TRADA / TRÆ 80

56

Træinformation

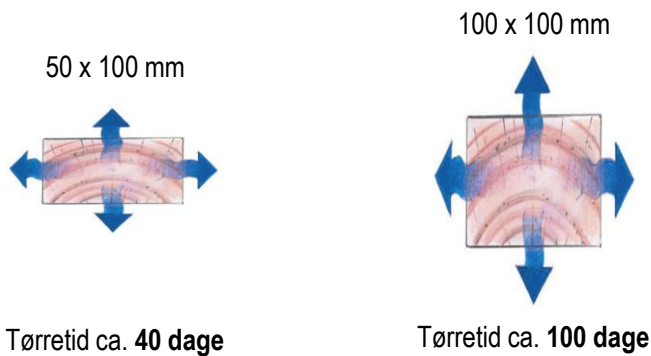
TRÆ

Hvad er tørretiden ?

Eksempel - Udtørring af granplanke og grantømmer

Træfugtindhold fra 18 % (lagertørt) → 8 % (møbeltørt)

Klima 50 % RF og 20 °C (centralopvarmet rum/værksted)



TRÆ 45

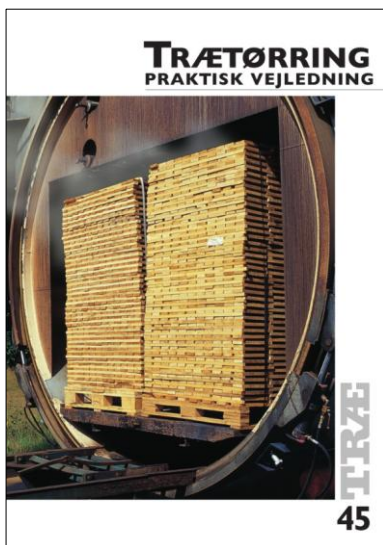
59

59

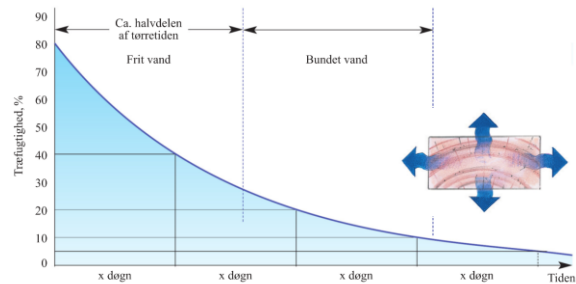
Træinformation

TRÆ

Læs mere i *TRÆ 45 Trætørring*



- Trætørringsmetoder og skemaer med orienterende tørretider



Figur 33 Træ tørrer naturligt efter halveringstidsreglen i et luftskiftesystem. Går der x døgn for at tørre fra 80% til 40%, går der også x døgn fra 40% til 20% osv. Cirka halvdelen af tørretiden fra frisk til møbeltørt

60

60

Træinformation

TRÆ

Opfugtning er hurtig → udtørring sker kun langsomt

Træinformation

TRÆ

61

61

Trækonstruktioners dimensionsændringer

Tæthed, koter, differensbevægelser,...

Træinformation

TRÆ

62

Fugtbetingede dimensionsændringer



foto Kasper Kristensen

Træinformation

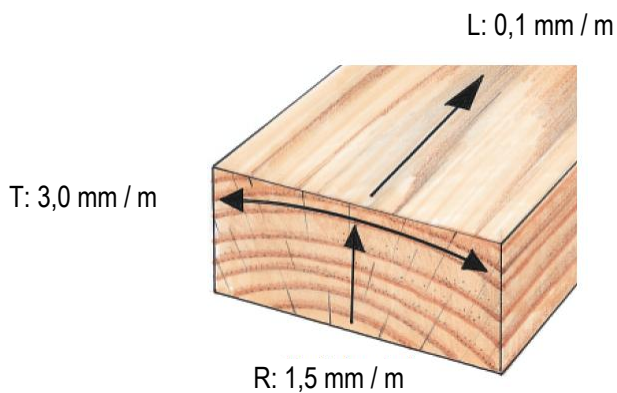
TRÆ

63

63

Hvor store fugtdeformationer ?

Ved ændring af træfugtindhold på 1 %:



Typiske værdier for fyr, gran og eg, se TRÆ 70

Træinformation

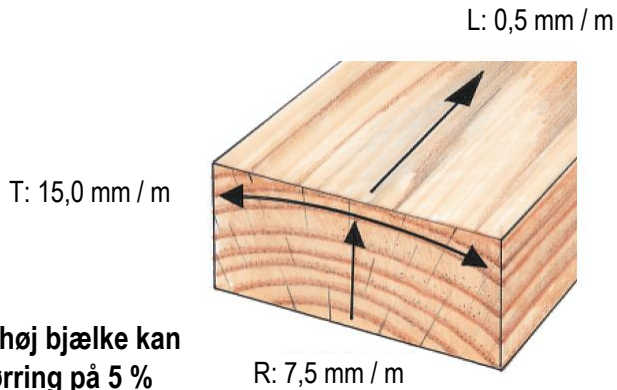
TRÆ

64

64

Hvor store formændringer ?

Fx ændring af træfugtindhold på 5 % i årsvariation, indendørs i opvarmede rum:



- 333 mm høj bjælke kan ved udtørring på 5 % fugtindhold blive 3 mm lavere.

- 20 m lang bjælke kan ved udtørring på 5 % fugtindhold blive 10 mm kortere

Svind skal kunne optages uden der opstår skader.

Samlinger fx fugebånd og membraner skal kunne optage fugtdeformationer.

65

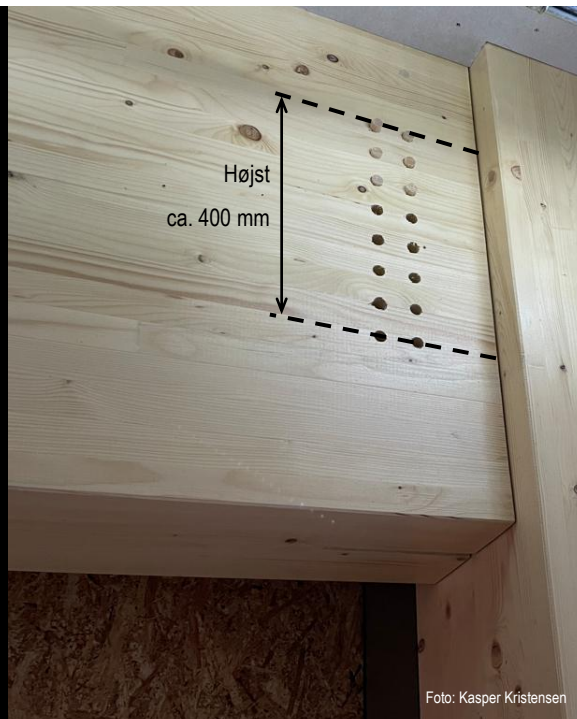
Træinformation

TRÆ

65

Tørresvind og detaljer

- Detaljer skal kunne optage bevægelser



66

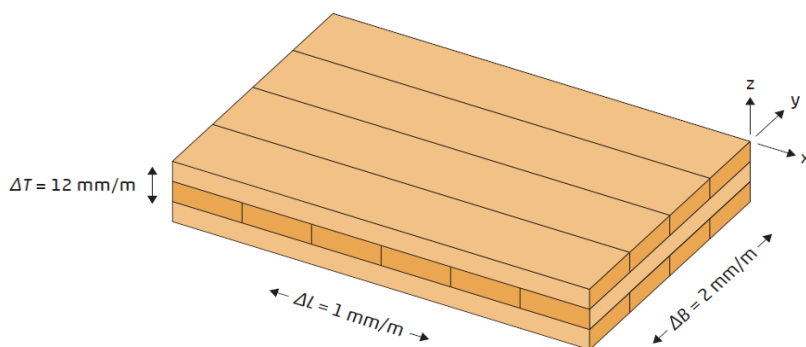
Træinformation

TRÆ

66

Dimensionsændring af CLT-elementer

pr. m ved 5 % ændring i fugtindhold:



- Et 5 m langt element kan efter indbygning og udtørring blive ca. $\Delta L \times 5 \text{ m} = 1 \text{ mm/m} \times 5 \text{ m} = 5 \text{ mm}$ kortere
- Er elementet 240 mm tykt, kan det blive ca. $\Delta T \times 0,24 \text{ m} = 12 \text{ mm/m} \times 0,24 \text{ m} = 3 \text{ mm}$ tyndere.

TRÆ 80

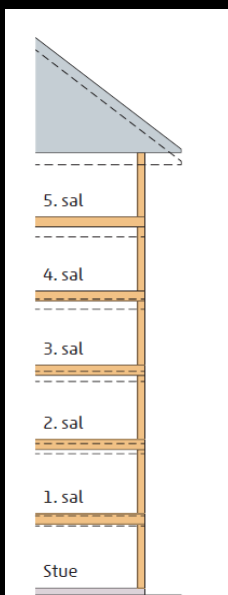
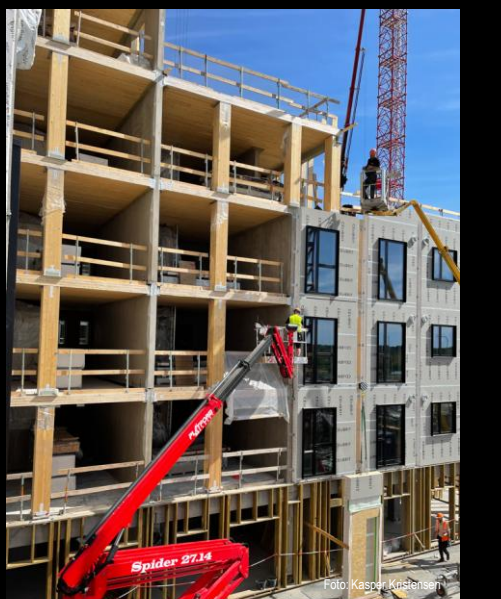
67

Træinformation

TRÆ

67

Lodrette deformationer i etagebyggeri



Etagebyggeri i træ kan typisk "sætte sig" 3-5 mm pr. etage efter udtørring



68

Træinformation

TRÆ

68

Eksempel

Lodret tørresvind i 4-etagers CLT-bygning

- CLT-elementerne monteres med et træfugtindhold på 12 % og forventes efter ibrugtagning at udtørre til 7 %

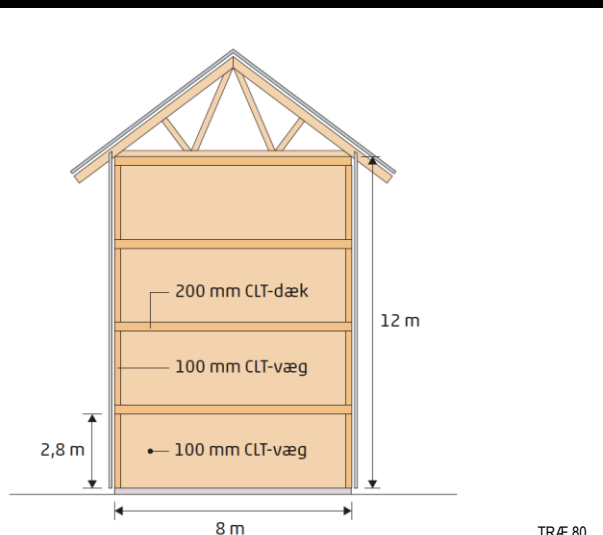
- 4-etagers bygning kan blive ca. 20 mm lavere efter udtørring:

$$= (12-7) \times 0,2 \text{ mm/m} \times 2,8 \text{ m} + (12-7) \times 2,4 \text{ mm/m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$= (2,8 \text{ mm} + 2,4 \text{ mm}) \times 4 \text{ etager}$$

$$= \text{ca. } 20 \text{ mm}$$

- øvre værdi - forudsætter ligevægtsfugt
- kan halveres med gennemgående søjler



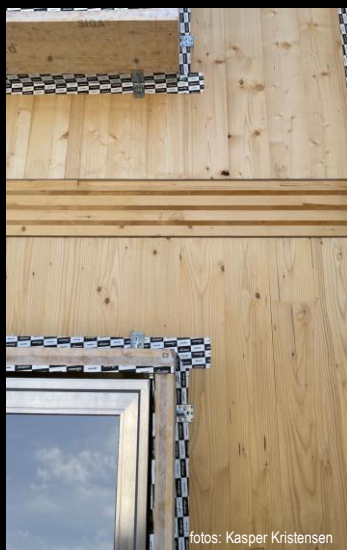
Træinformation

TRÆ

69

Tørresvind og tæthed af samlinger

- Stiller krav til samlinger forbliver tætte
- Løses med tætningsbånd og overlap i samlinger

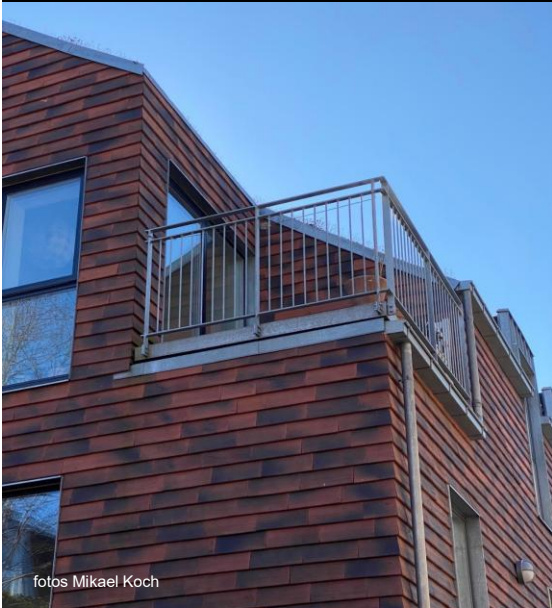


Træinformation

TRÆ

70

Tæthed af facader



Træinformation

TRÆ

71

Tørresvind og detaljer

- Facader og detaljer skal kunne optage bevægelserne



Træinformation

TRÆ

72

72

Trækonstruktioners dimensionsændringer

= Fugtdeformation + Statisk sammentrykning + Krybning

Træinformation

TRÆ

73

73

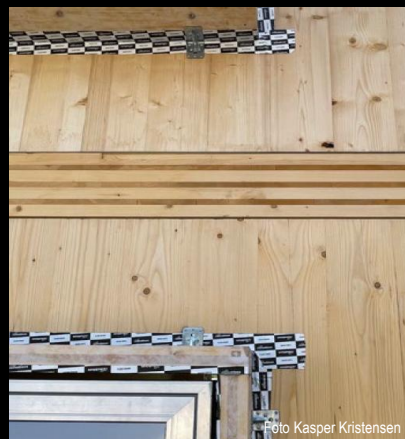
Lodret deformation

Tørresvind



+

Statisk sammentrykning



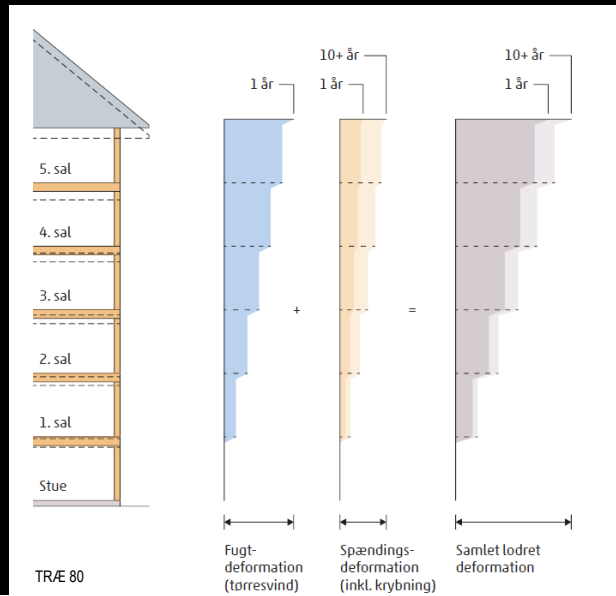
Træinformation

TRÆ

74

74

Lodret deformation: Tørresvind + Sammentrykning



- Tørresvind er normalt dominerende
- Krybning over tid

Træinformation

TRÆ

75

75

Deformation og detaljer i overgange mellem materialer

Løsningsprincipper

- Aptering når træfugt er så lavt som muligt
- Forsigtighed med fliser på vægge med CLT
- Overhøjde på elementer ved meget høje bygninger
- Gennemgående søjler



76

Holdbarhed og valg af træart ?

Salen

Træinformation

TRÆ

77

Krav til holdbarhed

DS/EN 1990, Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner:

2.4 Holdbarhed

(1)P Konstruktionen skal projekteres således, at nedbrydning over den forventede levetid ikke vil forringe konstruktionens ydeevne til under det tilsigtede niveau under passende hensyntagen til påvirkningerne og det forudsatte vedligeholdelsesniveau.

(3)P Klima- og miljøforholdene skal identificeres på projekteringsstadiet, således at deres betydning kan vurderes i forhold til holdbarhed, og således at der kan træffes passende foranstaltninger til beskyttelse af de materialer, der indgår i konstruktionen.

Træinformation

TRÆ

78

78

Klassificering af fugtforhold og holdbarhed

Anvendelsesklasse	Brugsklasse	Holdbarhedsklasse
Anvendelsesklasse 1-3	Brugsklasse 1-5	Holdbarhedsklasse 1-5
Bruges til beregninger. Relaterer sig til træfugt og tidsperiode.	Klassificerer risikoen for biologisk nedbrydning baseret på miljøpåvirkning og tilstedeværelse af Trænedbrydende svampe, biller, termitter og marine skadedyr.	Klassificerer holdbarheden overfor: <ul style="list-style-type: none"> • nedbrydende svampe • træborebiller • termitter • marine organismer
Eurocode 5 - DS/EN 1995	DS/EN 335	DS/EN 350

Træinformation



79

79

Hvad er holdbarheden ?

Naturlig holdbarhed overfor biologisk nedbrydning

Indendørs, tørt:	Flere hundrede år Tørt træ er næsten uforgængeligt
Udendørs:	mindst 20 - 120 år Afhængig af træart og kvalitet

Se mere: TRÆ 57, TRÆ 60, TRÆ 69, TRÆ 70, Teknologisk Institut, Norsk Institut for skov og landskab, BS/EN 350-2.

80

80

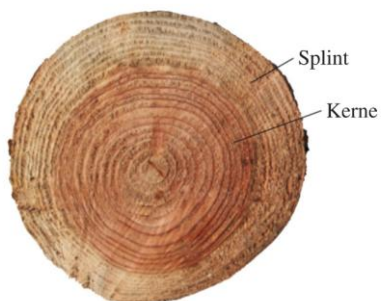
Træinformation



Holdbarhedsklasser gælder for kerneved

TRÆ 70

Splintved har generelt ringe holdbarhed (gælder for alle træarter)



Indholdsstoffer har betydning for varigheden, nedsætter hastigheden af svampeangreb

- Vandafvisende harpiks / olier
- Kernestoffer ("giftstoffer")

Skovfyr og lærk (billedet) har tydelig kerne

81

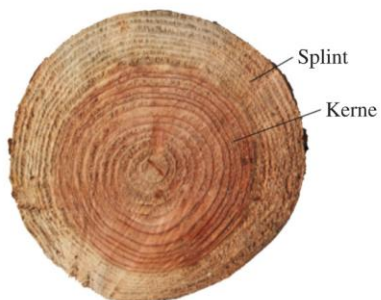
Træinformation

TRÆ

81

Holdbarhedsklasser gælder for kerneved

TRÆ 70



Skovfyr og lærk (billedet) har tydelig kerne



Rødgran har ikke aftegning mellem splint- og hjerteved

82

Træinformation

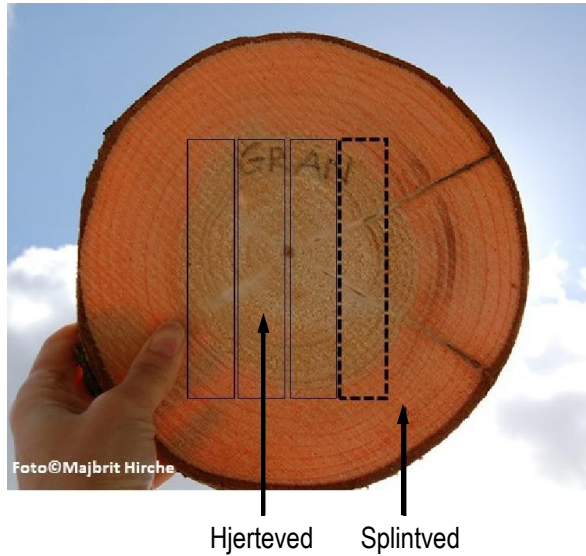
TRÆ

82

Holdbarhedsklasser gælder for kerneved

Udvælgelse ved opskæring

- Hjerteved i granbrædder til facadebeklædning
- Grans kerne (hjerneved) er ikke naturligt beskyttet som fyrs
- Til gengæld har gran lukkede porer, der gør vandoptag langsommere end i splintved af fyr.



83

Træinformation

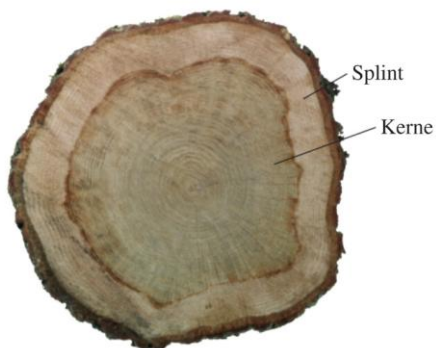
TRÆ

83

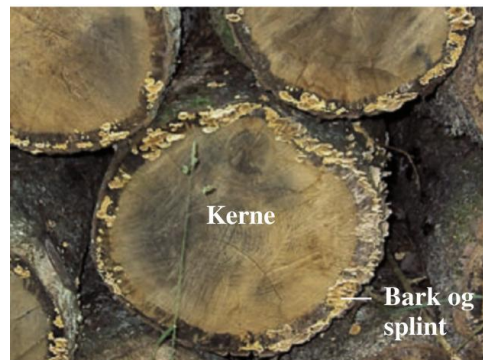
Holdbarhedsklasser gælder for kerneved

TRÆ 70

Splintved har generelt ringe holdbarhed



Eg med tydeligt kerne



84

Træinformation

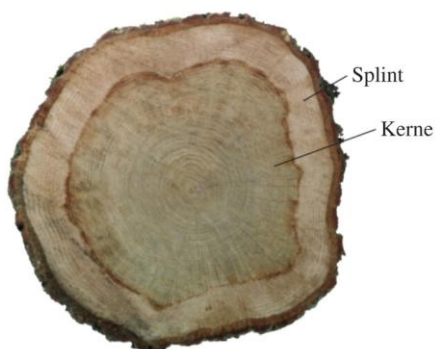
TRÆ

84

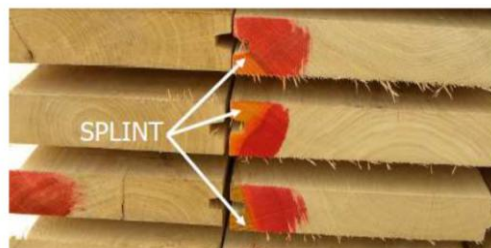
Holdbarhedsklasser gælder for kerneved

TRÆ 70

Splintved har generelt ringe holdbarhed



Eg med tydeligt kerne



85

Træinformation

TRÆ

85

Fugteksporering og valg af træmaterialer

Brugsklasser (DS/EN 335) og Holdbarhedsklasse for træ (DS/EN 350)

Brugsklasse	Fugteksporering
1 Indendørs, tørt	ingen
2 Over jord, afdækket	lejlighedsvis
3 Over jord, ikke afdækket	hyppigt
4 I jord eller ferskvand	konstant
5 I salt havvand	konstant

Holdbarhedsklasse	Levetid i jord
5 Ikke varig	0-5 år
4 Ringe varighed	5-10 år
3 Mindre varig	10-15 år
2 Varig	15-25 år
1 Meget varig	25+ år

86

Træinformation

TRÆ

86

Fugtekspønering og valg af træmaterialer

Brugsklasser (DS/EN 335) og Holdbarhedsklasse for træ (DS/EN 350)



Brugsklasse EN 335	Vejrpåvirkning
2	Træ, udendørs men overdækket. Mulighed for kortvarig opfugtning.
3	Træ, som er direkte påvirket af udendørs klimaet, men ikke i kontakt med jord. Højpig opfugtning.

87

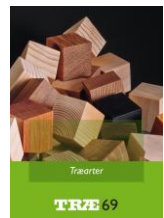
Træinformation



87

Valg af træart - brugsklasse

TRÆ 69 Træarter, tabel 2



TRÆ 69

Tabel 2 Fysiske egenskaber

Tabellens værdier er middelværdier. Afstanden fra mindste- til største-værdier kan meget vel være 50 % til begge sider for middelværdier. U = træfugtighed, i N/mm² = i MPa.

For de træarter, hvor stykstørrelse ikke er opgivet, henvises til omfalten af den enkelte træart, hvor styrkeegenskaberne er sat i forhold til mere kendte træarter.

Træart	Densitet ved U = 0 %	Densitet ved U = 12 %	Trækstyrke i fiberretning U = 12 %	Trykstyrke i fiberretning U = 12 %	Bøjningsstyrke U = 12 %	Elasticitetsmodul (nedbøjning)	Håndholdstål for endetræ U = 12 %	Håndholdstål for sidetræ U = 12 %	Svind fra frisk til absolut tør tilstand	Naturlig varighed overfor	Imprægnerbarhed	Brugsklasse				
	kg/m ³	kg/m ³	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	Janka N/mm ²	Janka N/mm ²	rad. lang. vol. %	Svampe	Termiter		Kræmtræ	Splinttræ		
Nåletræ, den nordlige halvkugle																
Skovfyr	490	500-520-540	104	55	100	12000	30	-	4.0	7.7	12.1	3-4	S	3-4	1	2-3
Rodgran	430	440-460-470	90	50	78	11000	27	18	3.6	7.8	11.9	4	S	3-4	3v	2
Sitkagran	420	400-440-450	78	39	72	11000	35	23	4.3	7.5	12.2	4-5	S	3	2-3	2
Ædelgran	410	440-460-480	84	47	73	11000	34	23	3.8	7.6	11.5	4	S	2-3	2v	1
Douglas, Amr.	470	510-530-550	105	55	79	12500	37	32	4.4	7.4	12.0	3	S	4	3	3
Lærk, europæisk	550	470-600-650	107	55	99	13800	38	35	3.3	7.8	11.4	3-4	S	4	2v	3
Lærk, sibirisk	640	650-700-755	125	65	111	14000	40	38	5.3	10.1	15.6	3	S	4	3v	3
WRC (Thuja)	340	330-370-390	50	35	54	7900	30	16	2.4	5.0	7.6	2	S	3-4	3	3
Pitch pine	620	650-660-670	105	42	76	10000	32	28	4.5	7.4	12.2	3	MSS	3-4	1	3
Redwood	390	450	77	37	58	7900	32	18	2.4	5.0	7.7	2	S	3	2v	3-4
Western hemlock	440	470-490-510	69	44	71	10500	43	24	4.3	7.9	12.4	4	S	3	1-2	2
Løvtræ, den nordlige halvkugle																
Bøg	680	690-710-750	135	62	123	16000	83	65	5.8	11.8	17.9	5	S	1	1	2
Eg	650	670-710-760	90	65	110	12500	69	53	4.0	7.8	12.2	2	M	4	1	3-(4)
Amr. hvidøg	640	670-730-770	-	52	111	12300	69	60	5.5	9.8	15.6	2-3	M	4	2	2
Ask	650	680-700-750	165	82	120	13400	74	50	4.8	8.2	13.4	5	S	2	2	1
Amr. hvidask	640	680	-	53	109	12000	59	50	5.0	7.8	13.1	-	-	-	-	1
Elm	640	630-650-680	80	46	89	11000	64	51	4.6	8.3	13.2	4	S	2-3	1	2
Åhorn (Ær)	590	610-640-680	98	58	112	9400	67	52	3.0	8.0	11.6	5	S	1	1	1
Fuglekirsbeber	570	630	98	50	95	11000	59	-	5.0	8.7	14.0	5	S	-	-	1
Amr. kirsbeber	545	580	-	49	85	10300	-	42	5.3	7.3	12.3	5	S	-	-	1
Birk	610	640-660-670	137	51	147	16500	59	-	5.3	7.8	13.7	5	S	1-2	1-2	1
Åsvnebøg (Hvidbøg)	760	750-800-850	135	82	160	16200	89	-	6.8	11.5	18.8	5	S	1	1	1
Rødel	510	500-530-550	94	55	97	9700	44	29	4.5	8.3	13.4	5	S	1	1	1
Skovlind	490	520-540-560	85	52	106	7400	31	-	5.5	9.1	14.9	5	S	1	1	1
Bævreasp (Poppel)	410	420-440-480	77	35	65	7800	32	29	5.2	8.3	13.8	5	S	3v	1v	1
Vålnød	640	630-670-680	100	72	147	12500	70	45	5.4	7.5	13.4	3	S	3	1	2
Amr. vålnød	570	550-620-660	-	52	101	12300	72	51	5.1	7.4	12.6	3	-	3-4	1	2
Robinie	720	720-740-800	136	73	136	11300	74	-	4.4	6.9	11.4	1-2	D	4	1	4

Kilder: Franz Kollmann, R. Wagenführ og Chr. Schreiber, J. B. Bontelje, R. Rydell, Cirad, Forest Products Laboratory og EN350-2.

Tabelforklaringer, se side 20-21.

88

Træinformation






88

Valg af træart - brugsklasse

Eksempler fra TRÆ 69 Træarter

Gælder for kernetræ

Brugsklasse 1	Brugsklasse 2	Brugsklasse 3	Brugsklasse 4	Brugsklasse 5
Ædelgran Ask Amr. Hvidask Ahorn Amr. Kirsebær Birk Avnbøg (Hvidbøg) Rødel Skovlind Bævreasp (Poppel) Gummitræ	Skovfyr Rødgran Sitkagran Western hemlock Bøg Amr. Hvideg Elm Valnød Amr. Valnød	Skovfyr Douglas Amr. Lærk, europæisk Lærk, sibirisk WRC (Thuja) Pitch Pine Redwood Eg Iroko Mahogni Jatoba (Courbaril)	Robinie Ibenholt	Teak (naturlig) Greenheart Azobé
				

Træarterne i kan også bruges i lavere klasser end dem de står under.

Fotos Træinformation

89

Træinformation

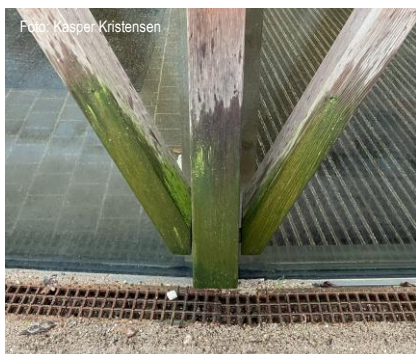
TRÆ

89

Udendørs konstruktioner

Anvendelsesklasse 3 iht. DS/EN 1995

- Limtræ og træplader skal være egnet iht. producent, se også TRÆ 30 og TRÆ 60
- Konstruktiv træbeskyttelse, skrå overflader, forsegling af endetræ og pladekanter
- Træbeskyttelse, superkritisk imprægnering eller modificering



Træinformation

TRÆ

91

Udendørs konstruktioner

Anvendelsesklasse 3 iht. DS/EN 1995

- Limtræ og træplader skal være egnet iht. producent, se også TRÆ 30 og TRÆ 60
- Konstruktiv træbeskyttelse, skrå overflader, forsegling af endetræ og pladekanter
- Træbeskyttelse, superkritisk imprægnering eller modificering



92

Træinformation

TRÆ

92

Ny TRÆ 81 på vej → Holdbarhed af facadebeklædning

Holdbarhedsklasser og tilhørende brugsklasser – for træplader se TRÆ 60



Limede plader på facade efter få år



Træfacade (Thuja) efter 35 år

93

Træinformation

TRÆ

93

Valg af træart baseret på holdbarhedsklasse og brugsklasser → se kompendium

Træinformation

TRÆ

94

94

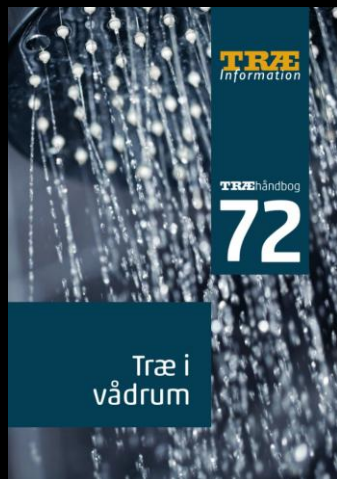
Vådtrum i etagebyggeri

Træinformation

TRÆ

95

Vådrum i træbyggeri



Træinformation

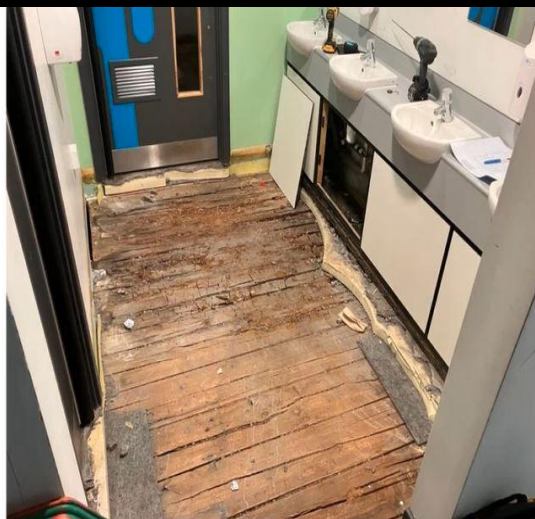
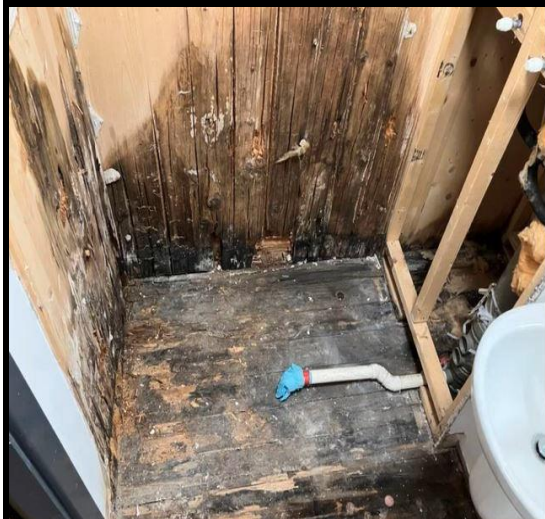
TRÆ

96

96

Engelske erfaringer

Varsling og mulighed for udbedring af fugtskader



Træinformation

TRÆ

97

97

Erfaringer



Fotos BM TRADA

Byggeskadefondens årsberetning 1992
om lette badeværelser:

”Består de bagvedliggende væg- og gulvmaterialer af gipsplader og/eller træmaterialer er der konstateret svigt i op mod 80% af de eftersete bebyggelser med denne type brusenicher.de bagved liggende konstruktioner er opfugtet i et efter fondens opfattelse uacceptabelt stort omfang.”

- Det er meget vanskeligt at udføre lette vådrum korrekt.
- Det er meget vanskeligt af udføre drift på lette vådrum i tilstrækkeligt omfang.
- Der må regnes med korte levetider.

Træinformation

TRÆ

98

Krav til vådrum

BR18

- Vådrum skal udføres efter kravene i Bygningsreglementet.
- Bygningsreglementets krav til vådrum kan ifølge vejledningen til BR18 overholdes ved at følge anvisningerne i SBI-252 Vådrum, men den behandler ikke konstruktioner med CLT

- I vådrum på terrændæk eller over utilgængelige rum, må der ikke anvendes træmaterialer i gulvkonstruktionen
- Ved brug af konstruktioner, der indeholder træ, skal der iht. BR18 anvendes et egnet vandtætningssystem (Kapitel 14, § 339, se også TRÆ 72 Træ i vådrum)
- Det skal sikres, at CLT-elementernes fugtbetingede bevægelser ikke beskadiger vådrummets vandtætningssystem eller beklædninger.

Træinformation

TRÆ

99

99

Krav til vådrum

- Etagedæk og vægge:
Se trafiklys-skemaer i SBI-252 og TRÆ 72 for egnede materialer i hhv. vådzone og fugtig zone
- Tagkonstruktion:
Se skema i TRÆ 77 og SBI-273 for egnede tagkonstruktioner i fugtbelastningsklasser
- SBI-252 omfatter ikke CLT-elementer

Tabel 6. Vægge i vådzone. Kombinationer af vægopbygning og vandtætningssystem. Der er for hver kombination angivet, i hvilken belastningsklasse en given kombination kan benyttes, fx kan en skeletvæg med gipsplader og PVC-bekledning anvendes i belastningsklasse L og M. Belastningsklasserne er forkortet nærmere i afsnit 1.6. Belastningsklasser. Kombinationer med grøn og gul farvermærkning kan anvendes, gul dog kun under nærmere angivne betingelser.

Vandtætning	MK-godkendt flisesystem med membran	PVC	Mindst 0,20 mm PE-folie eller 1 mm vådrumsmembran som underlag for pladebekledning eller brædder	Flisesystem uden membran/male-behandling. Kravene for at opna MK-godkendelse skal være opfyldt og kunne dokumenteres ¹⁾	Ingen, dvs. en vandvisende overflade af flisebekledning (malebehandling eller lignende ²⁾
Vægkonstruktion					
Beton in situ	L M D	L M D	L M D	L M D ¹⁾	L M D ¹⁾
Beton/letbeton-elementer/blokke	L M D	L M D	L M D	L M D ¹⁾	L M D ¹⁾
Tegl etc.	L M D	L M D ¹⁾	L M D	L M D ¹⁾	L M D ¹⁾
Skeletvæg med vandtætte plader ²⁾	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D
Skeletvæg med calciumsilikatplader	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D
Skeletvæg med cementbaserede plader	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D
Skeletvæg med vådrumsgipsplader	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D
Skeletvæg med fibergipsplader	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D
Skeletvæg med krydsfinersplader	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D
Skeletvæg med	L M D	L M D	L M D	L M D	L M D

100

Træinformation

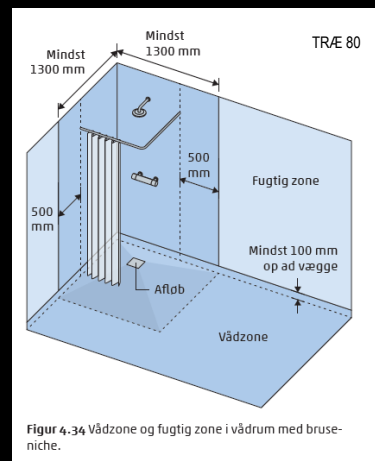
TRÆ

100

Træ i vådrum

Vådrumsklasse M (etageboliger):

- Vægge i vådzone fx træskeletvæg med flisesystem med vandtæt membran (SBI-252)
- Gulvkonstruktion i vådzone fx vandtætte plader eller udstøbning på bjælkelag med flisesystem med vandtæt membran (SBI-252)
- Nationalt krav til smørremembraner på 1 mm i tør tilstand.



Figur 4.34 Vådzone og fugtig zone i vådrum med bruse-niche.

101

Træinformation

TRÆ

101

Træ i vådrum

Vådruksklasse H:

fx fælles baderum i skoler og sportshaller, storkøkkener samt indendørs poolområder

Træmaterialer må generelt ikke anvendes i vådzone i vådrumsklasse H (Høj). I fugtig zone kan træ dog indgå i vægopbygning når der anvendes vandtætte plader i kombination med en vandtæt beklædning



102

Træinformation

TRÆ

102

Vådrum og CLT

- I TRÆ 80 er CLT placeret uden for vådzone
- Det skal sikres, at CLT-elementernes fugtdeformationer/tørresvind ikke beskadiger vådrummets vandtætningssystem eller beklædninger.

103

Træinformation

TRÆ

103

3 principper for vådrum i fleretagers træbyggeri



A. Præfabrikerede, støbte vådrumsmoduler, stablet ovenpå hinanden



B. Vådrum i støbte kerner ifbm trapper, elevator og teknikskakt



C. Lette vådrumskerner af skeletkonstruktioner med støbt gulv

Træinformation

TRÆ

104

104

A. Præfabrikerede, støbte vådrumsmoduler

- Præfab vådrumskerner og teknikskakt
- Badetårne kan bidrage statisk



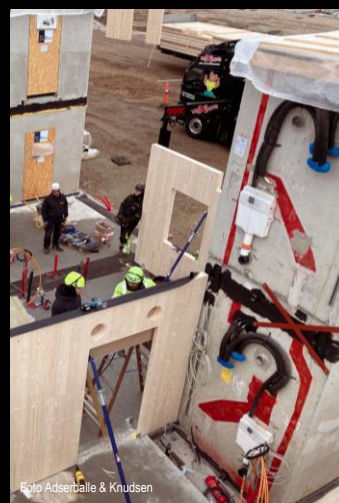
Træinformation

TRÆ

105

A. Præfabrikerede, støbte vådrumsmoduler

Stablet ovenpå hinanden



106

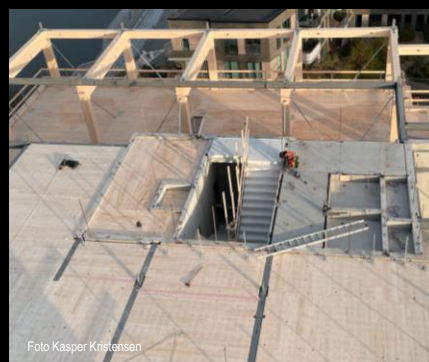
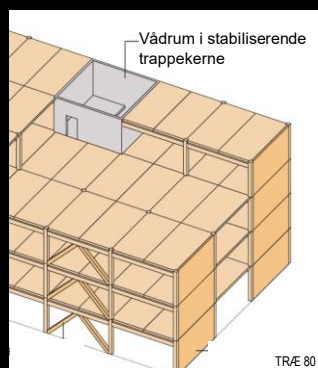
Træinformation

TRÆ

106

B. Vådrum i betonkerner

med trapper, elevator og teknikskakt



107

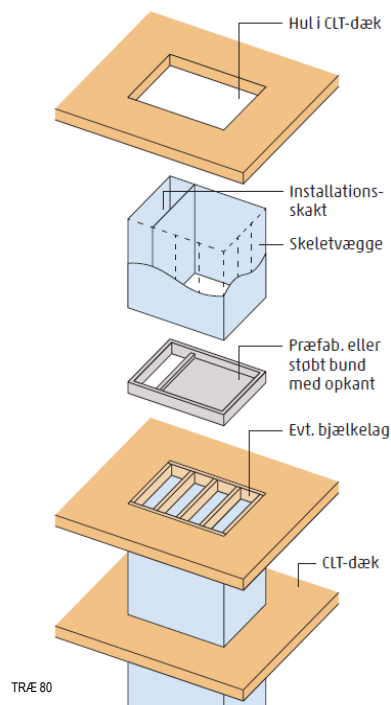
Træinformation

TRÆ

107

C. Lette vådrumskerner

Skeletkonstruktion med støbt bund



TRÆ 80

108

Træinformation

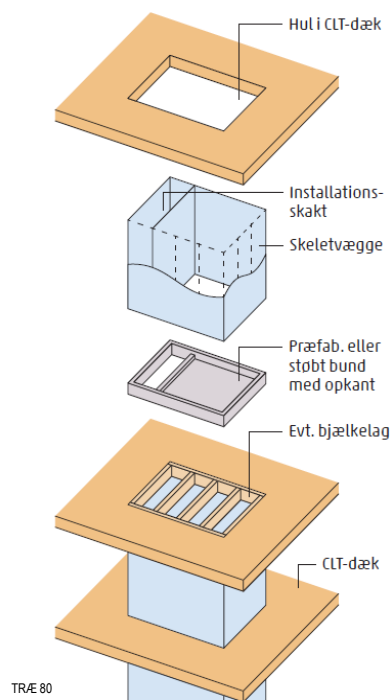
TRÆ

108

C. Lette vådrumskerner

Skeletkonstruktion med støbt bund

- Skeletkonstruktion og bjælkelag udført iht. *TRÆ 72 Træ i vådrum*
- Støbt bund med opkant
- Udskifteligt etagedæk
- Gulvkonstruktion tilgængelig nedefra (BR krav)



TRÆ 80

109

Træinformation

TRÆ

109

VVS-installationer

Ekstra sikkerhed mod rørbrud og lækage fra vandførende installationer

- Fugtovervågning i installationsskakte
- Rørsamlinger skal være synlige og udskiftelige
- To-trins sikring mod vandskader:
Rør-i-rør systemer + fugtovervågning
- Gulve i lukkede installationsrum, cisternerum mv. bør udføres med vandtætte membraner + melderør
- OBS ved test / ibrugtagning i byggeperioden

Se TRÆ 80 side 142



Foto Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

110

110

Tak for opmærksomheden

+45 2623 8672 / kk@traeinfo.dk



Kasper Kristensen

Træinformation

TRÆ

111

111