



# FUGT I BYGGEMATERIALER

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT  
København 1973 • I kommission hos Teknisk Forlag

## Fugt i byggematerialer

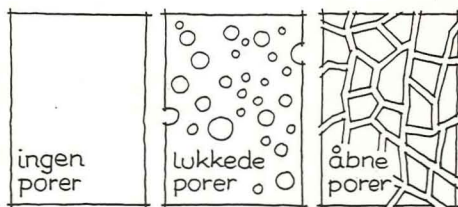
Hvis fugtindholdet i byggematerialer er større end ønskeligt, kan det give anledning til skadelige virkninger.

Således vil fugtige konstruktioner have nedsat varmeisoleringssevne, og der kan lettere opstå frostskafer, udblomstringer og korrosion.

Hvor det drejer sig om organiske materialer, som fx. træ, vil et for højt fugtindhold kunne give anledning til angreb af svamp og råd. Yderligere vil ændringer i fugtindholdet især i organiske materialer bevirke dimensionsændringer, som også kan være skadelige.

For at kunne udføre konstruktioner korrekt er det derfor nødvendigt at kende de fysiske love for, hvorledes byggematerialerne opsuger og afgiver fugt, enten direkte som vand eller i form af vanddamp.

Materialer helt uden eller med en helt lukket porestruktur kan ikke opsuge fug-



tighed. Eksempler er massivt metal, glas, skumglas med lukkede porer og de fleste stenarter.

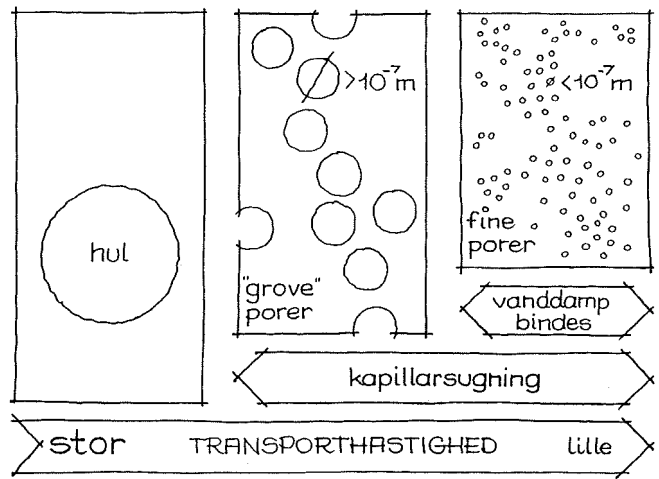
Enkelte specielt behandlede, helt grovporøse materialer opsuger heller ikke fugtighed, det gælder fx. mineraluld, der er gjort vandafvisende ved imprægnering.

For sådanne materialer spiller fugtpåvirkninger normalt en mindre rolle.

I pjecen beskrives hvordan de mange porøse byggematerialers fugtindhold afhænger af luftens relative fugtighed, hvordan udtørring sker – herunder udtørring af byggefugt – og begrebet sorptionskurve eller ligevægtsfugtcurve forklares.

### Fugttransport i porer eller kapillarer

Porøse materialer er gennemkrydsede af et pore- eller kapillarsystem. Kanalerne i dette system er så fine, at der optræder såkaldt kapillarsugning – fugt i form af vand kan suges langt ind i materialet. Desuden kan vanddamp vandre ind i materialet gennem det fineporede system. Både opsugning og udtørring sker desto hurtigere jo grovere materialets porer er. Eksempelvis opsuger eller afgiver tegl fugt væsentligt hurtigere end beton, fordi teglets porer er grovere end betonens.

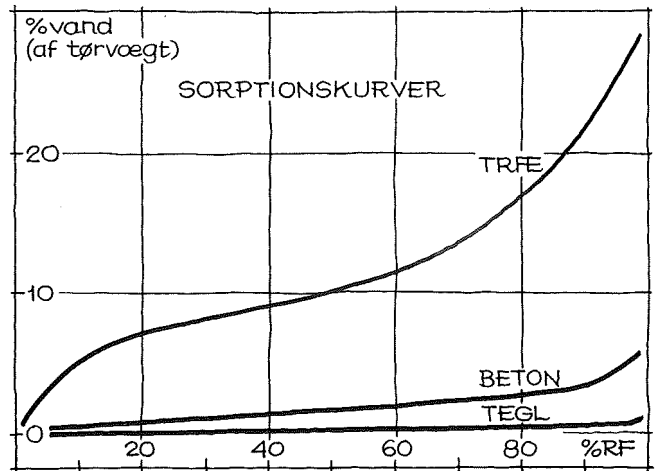


### Fugt i »tørre« materialer

Porøse materialer indeholder også vand, selv når de forekommer at være tørre. Dette vandindhold afhænger af den omgivende lufts relative fugtighed (RF) og af materialets porestruktur.

Fx. vil træ indeholde mere fugtighed end tegl ved en given relativ fugtighed. Det skyldes, at teglet i overvejende grad har grove porer, medens træet både har mange grove porer – cellerne i træet – og utallige fine porer i cellernes vægge, hvilket alt i alt giver en meget stor indre overflade, hvortil fugten kan bindes. Porøse materialer vil enten optage eller afgive fugtighed, indtil de har nået en ligevægtstilstand med den omgivende lufts fugtindhold. Kurver, der viser materialers fugtindhold i ligevægt med luft af forskellig relativ fugtighed, kaldes *sorptionskurver*.

Materialer, der kan binde luftens fugt, kaldes hygroskopiske.



### Udtørring

I mange tilfælde kommer materialer til at indeholde væsentligt mere vand, end hvis de var i en ligevægtstilstand med den omgivende lufts fugtindhold. Årsager kan være fx. nedbør og kondensation, eller at der tilføres vand i forbindelse med byggeprocessen.

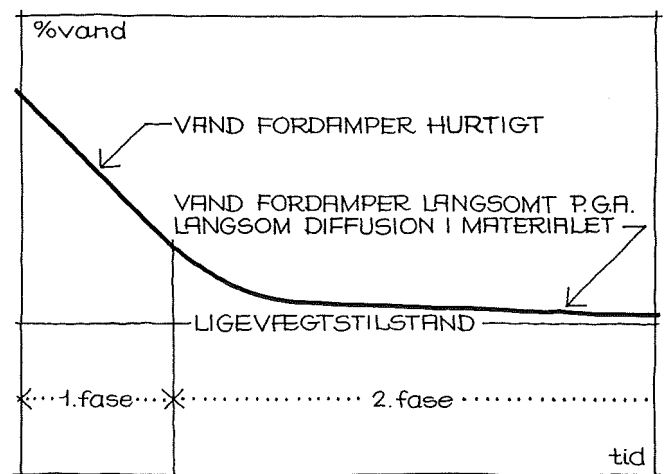
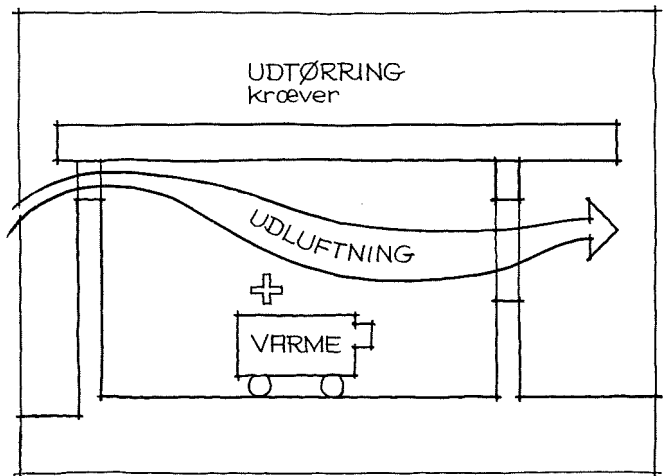
Den proces, der bringer vandindholdet ned til at være i ligevægtstilstand med den omgivende luft, kaldes for udtørring, og et materiale kan således godt efter udtørring have et betydeligt fugtindhold.

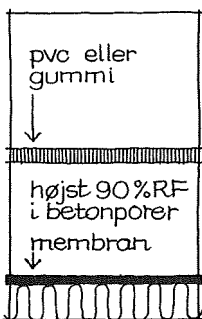
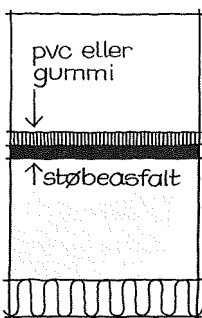
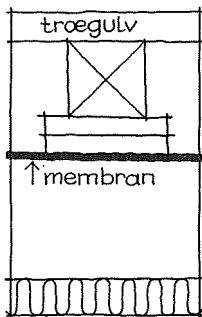
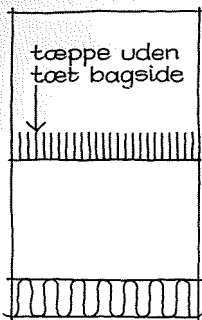
Den hastighed, hvormed udtørringen kan ske, vil afhænge af den omgivende lufts temperatur og fugtindhold samt af udluftningen.

Varm, tør luft kan optage ganske store vandmængder fra våde materialer. Bortskaffes denne luft derefter ved ventilation og erstattes af ny, varm og tør luft, vil udtørringen blive fremskyndet. Dette betyder, at der til udtørring af byggefugt ikke alene behøves varme, men i lige så høj grad udluftning.

Både ved naturlig og ved kunstig udtørring vil det overskydende vand i fugtige materialer forsvinde hurtigst til at begynde med. På et givet tidspunkt nås imidlertid en grænse, hvor de yderste lag i materialet er tørret så meget ned, at vandet ikke mere kan suges frem til overfladen ved kapillarvirkning (ex.: »hvidtør« beton).

Fortsat udtørring må herefter foregå ved, at vandet fordampes inde i materialet og vandrer (diffunderer) ud gennem porerne i form af vanddamp. Denne sidste del af udtøringsprocessen sker langsomt – for visse materialer over et åremål.





### Fugt i beton

Beton er et af de materialer, hvor udtørring sker langsomt. Det kan under både sommer- og vinterforhold tage over et halvt år, inden blot halvdelen af det overskydende vandindhold er tørret bort. Udtørring af den resterende vandmængde – til der er nået ligevægtstilstand med den omgivende luft – kan tage flere år.

I mange tilfælde behøver betonen imidlertid ikke at være udtørret så ligevægtstilstanden er nået, før byggeprocessen fortsætter eller en nybygning tages i brug, blot udtørningsprocessen kan fortsætte.

Det skal blot tilsikres, at der ikke anvendes materialer, som skades af fugt i beton, eller at der imellem beton og eventuelle fugtfølsomme materialer anbringes et diffusionstæt og ikke-fugtfølsomt materialelag.

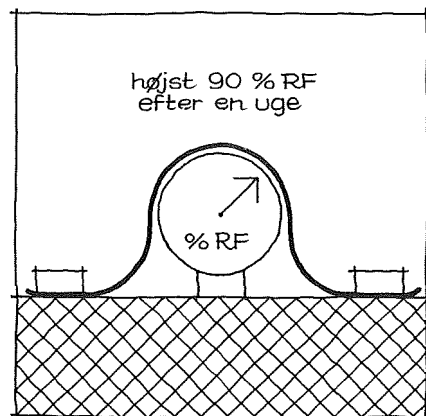
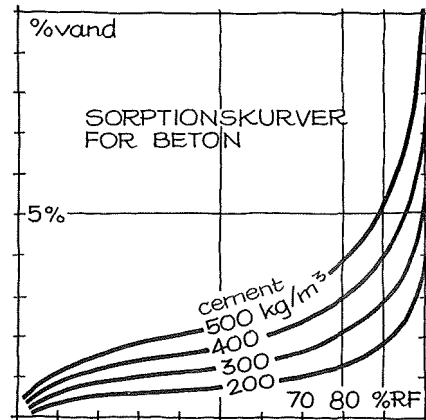
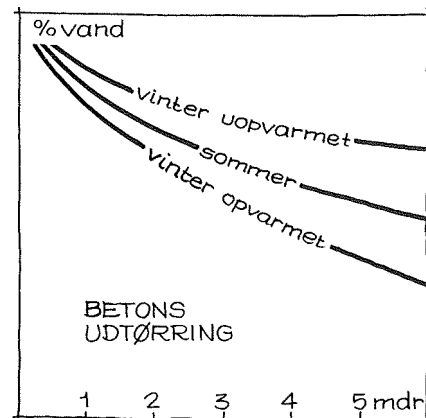
Dette forhold er især vigtigt, når gulve i nybyggeri lægges på beton udstøbt på stedet.

Det sikreste er at anvende gulve med diffusionsåbne belægninger, fx. teglgulve eller tæppebelægninger uden tæt bagside.

Trægulve bør altid beskyttes mod byggefugt med en dampstæt membran imellem betondækket og gulvkonstruktionen.

Hvis der ønskes anvendt en diffusionstæt gulvbelægning, fx. af PVC eller gummi, skal der enten først anbringes en effektiv fugtmembran på betonen – som fx. støbeasfalt – eller også må gulvbelægningen først udlægges, når betonen er udtørret tilstrækkeligt.

I det sidste tilfælde er det vanskeligt generelt at angive, hvornår betonen er tør nok, fordi en betons ligevægtskurve (sorptionsskurve) vil variere stærkt med betonens cementindhold, vandcementtal og hydratationsgrad. En rimelig sikker metode til at bedømme, hvornår et betondæk er tilstrækkeligt udtørret, består i at afdække et stykke af betondækket med et diffusionstæt materiale, hvorunder der anbringes et måleapparat, som viser relativ fugtighed. Hvis den relative fugtighed efter en uge er under 90 %, kan en diffusionstæt gulvbelægning normalt anvendes uden risiko for fugtskader.



### Byggefugt – nyt byggeri

(vægt %)

Materiale	I nyt byggeri	Bindes kemisk	Fugtindhold ved 50 % RF	Byggefugt som skal udtørre
Beton, normal husbygning	10	3	2	5
Letbeton autoklaveret	15–25	–	3	12–22
Kalkmørtel	17	–2	1	18
Bastardmørtel, KC 11	17	1	2	14
Tegl	1	–	1	0
Teglmurværk	7	–	1	6
Træ	10–30	–	10	0–20

### Fugtindhold i træ ved forskellige anvendelser

(vægt %)

Placering	Fugtindhold i vægt %
Træ udendørs, beskyttet imod direkte nedbør	14 –18
Træ udendørs, med nogen overfladebeskyttelse	12 –15
Træ indendørs, i huse uden permanent opvarmning	9 –14
Træ indendørs, i huse med permanent opvarmning	6 – 8,5
Træ i møbler samt krydsfinér i huse med permanent opvarmning	4,5– 7

## Fugt i træ

Bygningstræ er et af de gængse materialer, der kan indeholde mest fugt. Helt op til et vandindhold på to gange træets tørvægt. Til gengæld når træ forholdsvis hurtigt sin ligevægtstilstand med den omgivende luft, og korrekt anvendt kan træ holde længe, selv om det er et organisk materiale, når blot det gives mulighed for udtørring. Meget uimprægneret træ – især det, der anvendes til tømmerkonstruktioner – udsættes for nedbør under byggeprocessen. Herved kan det få et meget højt vandindhold, men under normale forhold vil udtørring bringe vandindholdet ned til ca. 20 %, blot udeluften har fri adgang. Kan vandindholdet holdes under 20 %, er der ikke fare for svampeangreb.

Er uimprægneret træ konstant udsat for en relativ fugtighed på over 85 %, for kondensvand eller nedbør (indirekte fra utætheder i tag, nedløbsrør, vandør osv.) vil dets vandindhold komme over 20 %, og træet vil rådne.

Svingninger i træets vandindhold vil bevirke, at det svinder eller kvælder mærkbart.

I et vinteropvarmet hus vil den relative fugtighed inden-døre kunne variere fra 30-60 % i årets løb. De svingninger i træets vandindhold, der følger heraf, kan bevirke, at træet udvider sig ca. 1 % om sommeren og svinder tilsvarende om vinteren.

Særlig omtanke må udvises i forbindelse med tagkonstruktioner af træ og med trægulve.

Hvis en tagkonstruktion af træ – der som nævnt under uheldige omstændigheder kan indeholde meget vand ved monteringen – »indespærres« mellem et nystøbt beton-tagdæk og en tæt tagbeklædning, vil den kunne rådne på et år.

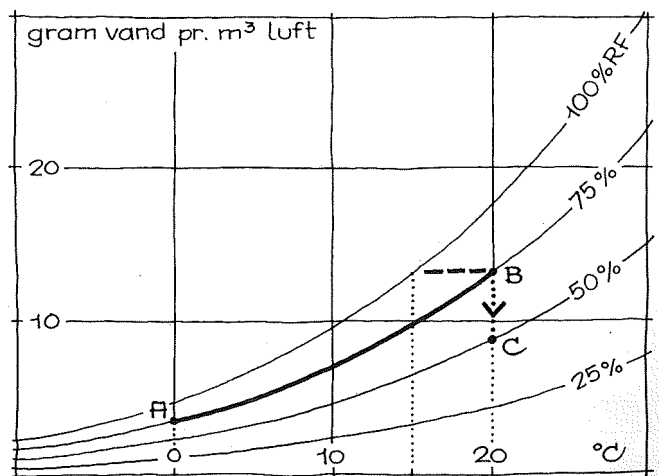
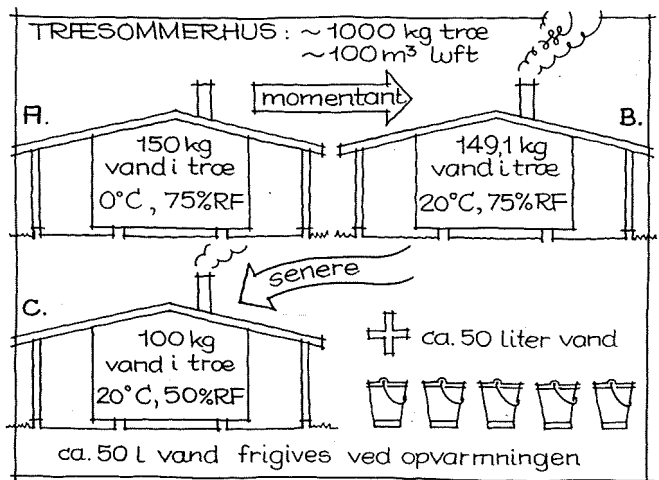
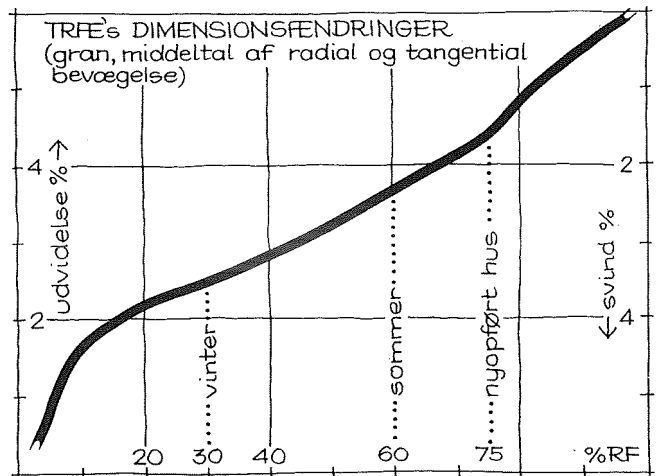
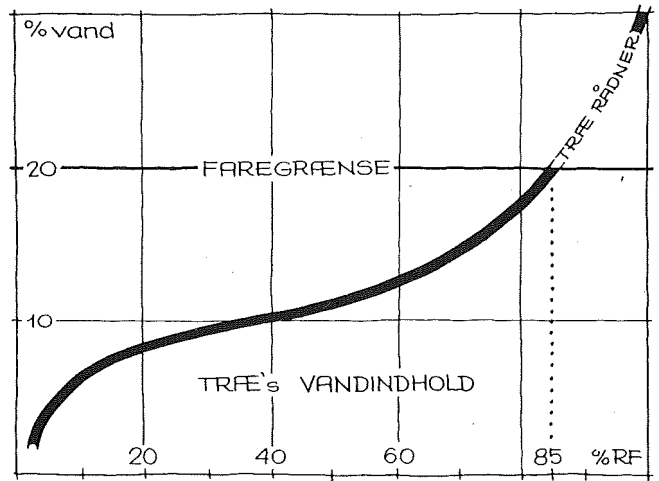
Hvis et trægulv lægges for tidligt i et nybygget hus, hvor den relative fugtighed kan være 75 %, kan træet udvide sig så stærkt, at det enten buler op eller skader tilstødende bygningsdele.

## Træ som fugtstøpude

Træ og andre materialer med højt ligevægtsfugtindhold (fx. uld og bomuld) virker som stødpude til at opretholde en konstant relativ luftfugtighed. Dette kan være en fordel, hvis der midlertidigt fordamper en større mængde vand i et lokale (tøj hænges til tørre, mange mennesker forsamles). Stigningen i luftfugtigheden dæmpes, fordi træværk m.m. straks begynder at optage fugt efter ligevægtskurven, og man undgår herved kondens på kolde overflader, som ville have været en følge af høj luftfugtighed.

Omvendt kan stødpudevirkningen være en gene i et sommerhus. I et koldt sommerhus vil træværket have optaget fugt svarende til måske 75 % RF, svarende til 15 % vand i træet (A). Varmes huset pludseligt op til 20°C, vil luftens fugtindhold stige fra 4 til 13 g/m<sup>3</sup>, idet træet vil søge at opretholde 75 % RF i rumluften (B).

En så høj relativ fugtighed om vinteren vil give kondens på vinduer etc. (dugpunkt 15°C), og dette vil fortsætte, til træværket er tørret ned til 10 % vandindhold, hvilket kan vare flere uger (C). Der må altså luftes kraftigt ud ved et vinterbesøg i sommerhuset.



*Denne pjeceserie bringer  
ny og gammel viden om fugt,  
til understregning af  
at det ikke betaler sig  
at gøre vold på  
bygningssfysiske principper.*

**Fugt 2:**  
**FUGT I BYGGEMATERIALER**  
Fugttransport i porøse materialer  
Fugt i »tørre« materialer  
Sorptionskurver, udtørring, ligevægtstilstand  
Fugt i beton og træ

**Fugt 1: FUGT I LUFT**

**Fugt 2: FUGT I BYGGEMATERIALER**

**Fugt 3: FUGT OG KONDENSATION** (oktober 1973)

**Fugt 4: FUGT OG KÆLDRE** (november 1973)

**Fugt 5: FUGT OG KRYBEKÆLDRE** (november 1973)

**Fugt 6: FUGT OG TERRÆNDÆK** (december 1973)

**Fugt 7: FUGT OG YDERVÆGGE** (januar 1974)

**Fugt 8: FUGT OG TAGE** (januar 1974)

Til undervisningsbrug er illustrationerne i denne pjece fremstillet på lysbilledbånd, som gratis kan rekvireres hos Kontaktafdelingen, Statens Byggeforskningsinstitut, Forskningscentret, 2970 Hørsholm, tlf.: (01) 86 55 33.

### **Fugt i byggematerialer**

De kan læse mere om emnet i:

- 1) Fukt; byggnadstekniska fuktproblem. Bo Adamson, Lennart Ahlgren, Sven G. Bergström, Lars Erik Nevander. SRB programskrift nr. 12, Stockholm 1970 (Fugtteori)
- 2) Træets Teknologi; Chr. Boye, Teknisk Forlag 1966
- 3) Byggnadsmaterialforskningen vid LTH; S. G. Bergström, Særtryk af Cement och Betong 71:2, 71:4 og 72:1, Lund 1972  
(Om fugt i beton)

Forfattere: Nils E. Andersen  
Klaus Blach  
Georg Christensen

Redaktion: Preben Ankerstjerne  
Tegninger: Henning Holmsted  
Tryk: Dyva Bogtryk

ISBN 87 563 0127 8