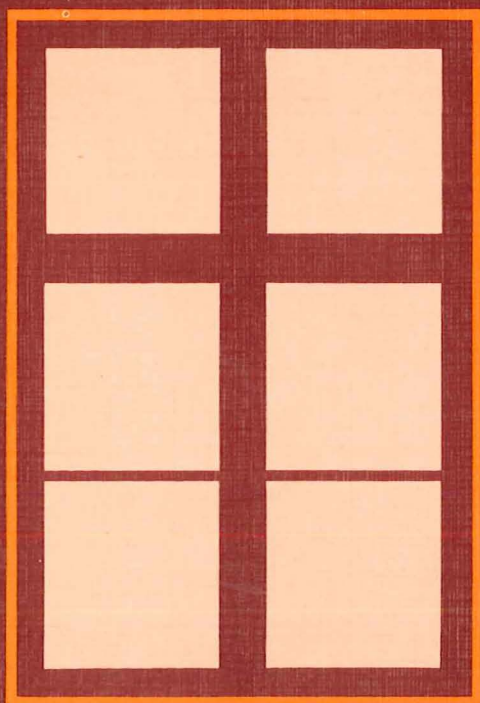


Laboratorieforsøg med fuger omkring trævinduer



Udvendigt anbragte fugemassers indflydelse
på fugtindhold i karmtræ

SBI-RAPPORT 176 · STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT 1986



LABORATORIEFORSØG
MED FUGER OMKRING TRÆVINDUER

Udvendigt anbragte fugemassers indflydelse
på fugtindhold i karmtræ

Uwe Lohse



SBI-rapporter er beretninger om afsluttede forskningsprojekter og afsluttede faser i fasedelte projekter samt beretninger fra visse konferencer og symposier.

SBI-publikationer. Statens Byggeforskningsinstituts publikationer findes i følgende serier: Anvisninger, Rapporter, Meddelelser, Byplanlægning, Landbrugsbyggeri, Pjecer, Ydeevnebeskrivelser, Beton, Nomogrammer og Særtryk. Salg sker gennem boghandelen eller direkte fra SBI. Instituttets årsberetning og publikationsliste er gratis og kan rekvireres fra SBI.

SBI-abonnement. Instituttets publikationer kan også fås ved at tegne et abonnement. Det sikrer samtidig løbende orientering om alle nye udgivelser. Information om abonnementernes omfang og vilkår fås hos SBI.

ISBN 87-563-0616-4.
ISSN 0573-9985.
Pris: Kr. 61,00 inkl. 22 pct. moms.
Oplag: 1000.
Tryk: Bjørvig Offset, Hvidovre.
Renskrivning: Mona L. Jantzen.
Tegninger: Annette Juul Muusfeldt.
Omslag: Henning Holmsted.

Statens Byggeforskningsinstitut:
Postboks 119, 2970 Hørsholm. Telefon 02-86 55 33.

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen:
SBI-rapport 176: Laboratorieforsøg med fuger omkring trævinduer. 1986.

 INDHOLD

	side
FORORD	4
INDLEDNING	5
APPARATUR OG FORSØGSVÆG	6
VÆSENTLIGE FAKTORER	8
MÅLEPRINCIP	10
FORSØGETS GENNEMFØRELSE	12
a. Placering af fugtfølere	12
b. Klimabetingelser	13
c. Fremgangsmåde	13
d. Vanddamppartialtrykforskelle i de enkelte forsøgsperioder	14
RESULTATER	15
KONKLUSION	24
LITTERATUR	25
SUMMARY	26

FORORD

Som et led i indsatsen for at opnå energibesparelser udskiftes i disse år mange mørtelfuger omkring trævinduer og døre for at opnå større lufttæthed i fugerne og dermed et mindre ufrivilligt luftskifte i bygningen. Af praktiske grunde udføres fugning ofte udefra med en fugemasse. De fugttechniske konsekvenser af at ændre fra en mørtelfuge til en fugemassefuge har ikke tidligere været undersøgt, og SBI har derfor fået stillet midler til rådighed gennem Energiministeriets forskningsprogram EFP 82 (R15-05) til en nærmere undersøgelse af dette forhold.

Undersøgelsen har fundet sted i SBI's laboratorium, hvor ude- og indeklimaforhold er simuleret svarende til, hvad der kan forventes at optræde under vinterforhold i Danmark. Sideløbende med dette projekt er der på Teknologisk Institut, Byggeteknik, gennemført undersøgelser af fugtforhold i tilsvarende fuger i beboede bygninger. De to undersøgelser har været koordineret med henblik på at opnå en så nuanceret vurdering af problemerne som muligt.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Afdelingen for bygningsfysik, januar 1986

Georg Christensen

INDLEDNING

Udskiftning af udvendigt anbragte ældre mørtelfuger med fugemasser har i de senere år fundet sted i stor udstrækning, uden at der er foretaget mere indgående fugttechniske overvejelser. Såvidt det vides er der også kun registreret ganske få fugtskader efter udskiftning. Der må imidlertid ud fra et teoretisk synspunkt næres nogen betænkelighed ved ændring af fugemateriale, fordi der normalt under vinterforhold vil være en fugttransport ved diffusion mod fugens kolde del, medmindre der i fugens varme del findes et diffusionstæt lag, fx i form af en fugemasse. Et sådant diffusionstæt lag findes normalt aldrig i ældre huse, da fugeafslutningen mod den varme side normalt udgøres af lysningspaneler, der ikke yder nogen større tæthed imod vanddamptransport ind i fugen.

Ved en traditionel udførelse med en diffusionsåben mørtel i fugens ydre del vil de fugtmængder, der diffunderer ud igennem fugen, let kunne transporteres videre til det fri. Endvidere vil luftgennemstrømning i en mørtelfuge gennem fx revner og fugeslip også medføre en udtørring.

Hvis der i stedet for en fugemørtel anvendes en fugemasse, der lukker fugen hele vinduet rundt, vil eventuel fugt, der diffunderer ud igennem fugen, kondensere på fugemassens bagside. Herfra vil den ikke kunne transporteres videre gennem fugemassen.

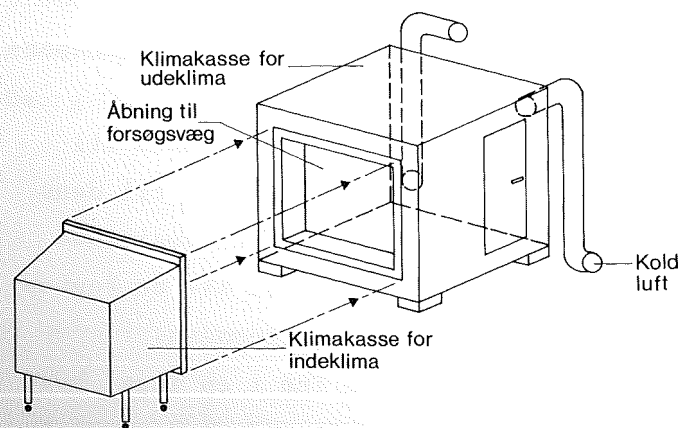
Traditionelle beregninger viser, at der i løbet af en vintersæson vil kunne strømme ca. 150 g vanddamp pr. m fuge fra fugens varme del til dens kolde del. Denne fugt må enten opsuges i karmtræet eller i den omgivende teglstensvæg. Ved undersøgelsen er det søgt målt, om der vil ske en fugtophobning i karmtræet i forbindelse med anvendelsen af en fugemasse.

Et andet problem er, at den slagregn, der kan trænge ind i en fuge, hvor der er opstået et fugeslip, nødvendigvis må fjernes igen ved vanddampdiffusion. En sådan diffusion kan foregå forholdsvis let gennem en fugemørtel, men ikke gennem en fugemasse. Hvorvidt fugten kan fjernes på anden måde er søgt afklaret ved de gennemførte undersøgelser.

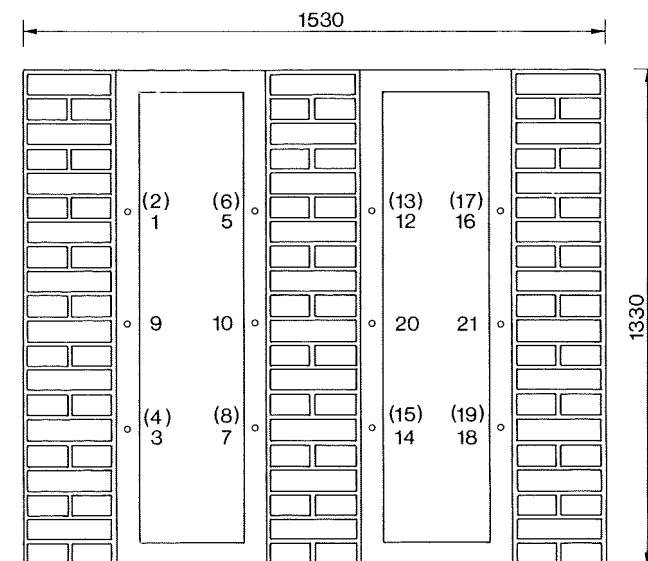
 APPARATUR OG FORSØGSVÆG

I laboratoriet blev opbygget en forsøgs væg på 1,33 x 1,53 m, som var anbragt imellem et koldt og varmt rum, hvori der simuleredes henholdsvis udeklima og indeklima. Princippet i forsøgsapparatet er vist på figur 1. I væggen, der adskiller de to rum, er der en ramme, hvori dele af ydervægge kan indbygges. I dette forsøg er som forsøgs væg anvendt 3 murpiller, som skal forestille større massive vægpartier, og imellem disse murpiller er indbygget 2 "vinduer" af træ. Vinduesglasset blev dog erstattet af et lag 16 mm krydsfiner, som har nogenlunde samme isoleringsevne som to lag glas. Anvendelsen af de to "vinduer" giver mulighed for, at der kan undersøges 4 fuger, idet de to lodrette fuger omkring samme vindue antages at kunne udføres forskelligt, uden at fugtforholdene i fugerne vil have indflydelse på hinanden.

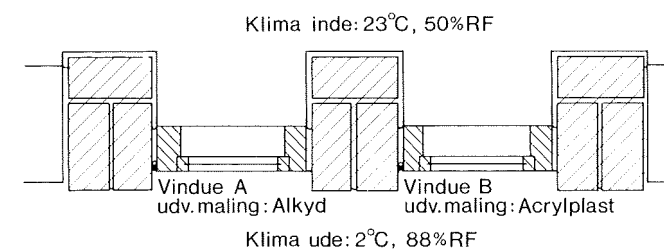
Murpillerne er på den indvendige side pudset op imod fugen, hvilket er den normalt forekommende situation i praksis. Forsøgs væggen er vist på figur 2.



Figur 1. Tegning af SBI-forsøgsapparatet til etablering af inde- og udeklima på de to sider af en væg. Forsøgs væggenes dimension er 1,33 m x 1,53 m. (Under forsøget anbringes de to kasser tæt på hver side af forsøgs væggen).



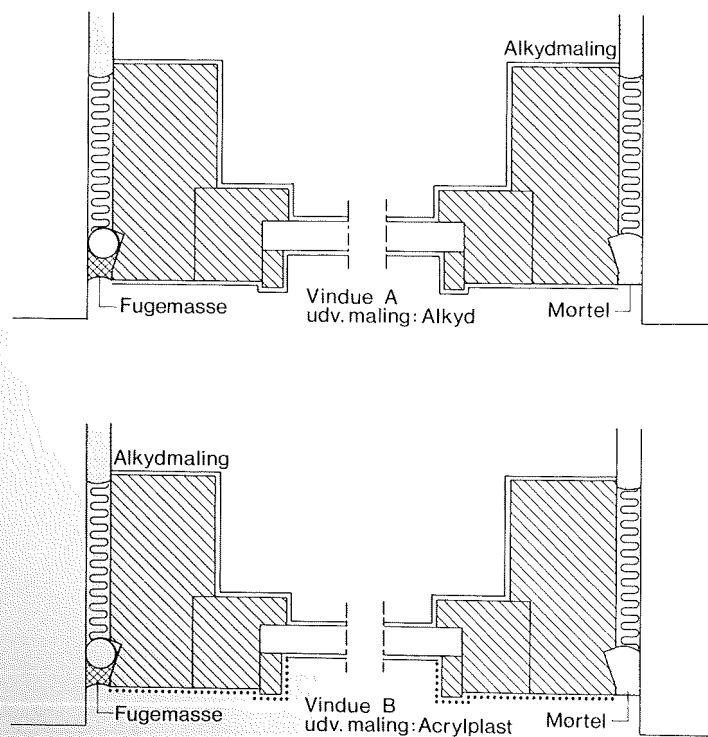
Numre i parentes angiver målepunkter på væggenes varme side, ellers den kolde side.



Figur 2. Opstalt og vandret snit af forsøgs væggen.

 VÆSENTLIGE FAKTORER

Udskiftning af fugemørtel med en fugemasse må anses for en væsentlig ændring i fugtteknisk henseende, idet et diffusionsåbent materiale erstattes med et diffusionstæt. Også den udvendige overfladebehandling af karmtræet anses dog for væsentlig. Derfor er den udvendige overfladebehandling på de to vinduer forskellig, idet karmtræet på det ene vindue er malet med en diffusionstæt maling, mens der på det andet er malet med en diffusionsåben maling. Disse to gange to væsentlige faktorer giver de fire forsøgstilfælde, som er vist på figur 3. Indvendigt er til begge vinduers karmtræ



Figur 3. Vandret snit i forsøgsvæg med angivelse af fugematerialer i ydre del af fugen samt overfladebehandlingen på det udvendige karmtræ. Der er i begge tilfælde anvendt en alkydmaling på alle flader på den indvendige side.

anvendt den samme diffusionstætte maling, som er anvendt udvendig på det ene vindue. I det følgende vil vinduet mod den diffusionstætte maling på ydersiden blive benævnt med betegnelsen A, medens vinduet med den diffusionsåbne maling vil blive benævnt B.

Vindue A: Som diffusionstæt maling blev anvendt en alkydmaling, der er påført på følgende måde: Grunding med alkydmaling fortyndet med 15 pct. terpentin. Herefter er alkydmaling påført to gange med et døgns mellemrum.

Vindue B: Som diffusionsåben maling blev anvendt acrylplastmaling. Her er ikke grundet, men acrylplastmalingen er påført to gange med et døgns mellemrum.

Det skal bemærkes, at der på de to karme ikke blev malet på den del af karmtræet, der vendte mod muren. Dette er især ved ældre vinduer en hyppigt forekommende situation i praksis, og herved opnås i øvrigt også de bedste betingelser for en eventuel fugtoptagelse i karmtræet fra fugen.

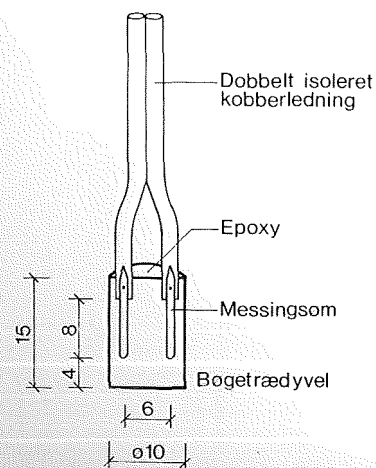
Som fugemasse blev anvendt en siliconefugemasse af typen elasticon SK 4, Fabrikat åffa, og som bagstopningsprofil et skumplastprofil med lukkede celler. Som mørtelfuge blev anvendt en mørtel med sammensætningen KC 50/50/750, og fugerne blev stoppet med værk.

MÅLEPRINCIP

Den mest nøjagtige metode til bestemmelse af fugtindhold i træ er den såkaldte tørre-veje metode. Den er imidlertid baseret på, at der udskæres mindre stykker af træet, hvilket er meget uhensigtsmæssigt, når fugtmålinger skal ske mange gange over meget lang tid.

Derfor blev der der til måling af fugtindholdet i karmtræet benyttet en såkaldt fugtmåledyvel, der er en videreudvikling af en tidligere af SBI udviklet fugtmålerondel (1). Fugtmåledyveln består af et cylinderformet stykke bøgetræ med en diameter på 10 mm og en længde på 15 mm. Heri er anbragt to messingstifter, imellem hvilke træets elektriske ledningsevne kan bestemmes. En fugtmåledyvel er vist på figur 4.

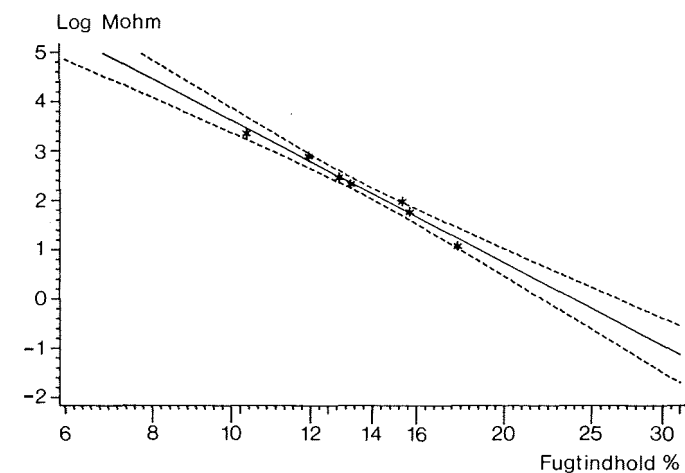
Måledyvelerne er kalibreret i SBI's klimarum, således at den elektriske modstand er et mål for fugtindholdet i det karmtræ af fyr, der omgiver bøgetrædyveln.



Figur 4. Skitse af fugtmåledyvel. Alle mål er i mm.

Da det er nødvendigt at foretage en mindre korrektion af målingerne i afhængighed af temperaturen, målt temperaturen på karmtræets overflader i forbindelse med modstandsmålingen med Cu-Cn termoelementer (Type T). Det instrument, der blev brugt til at måle modstanden med, er fremstillet af H. Blichfeldt Electronic. Måleområdet går fra 10 kohm til 100 Gohm. Instrumentet viser imidlertid logaritmen til den elektriske modstand i Mohm, hvorfor det digitale måleområde går fra -2,00 til +5,00. På figur 5 er vist omsætningen imellem den målte modstand (temperaturkorrigeret) og fugtindholdet i træet.

En række kalibreringsmålinger viste, at der kun var meget beskedne forskelle mellem fugtindholdet i bøgetræet i fugtmåledyveln og fyrretræet i karmen, og at disse var størst ved lavt fugtniveau omkring 12 pct. Det var derfor ikke nødvendigt at korrigere fra bøgetræs fugtindhold til fugtindhold i fyrretræ. Dette bekræftes også af litteraturen på området (2).

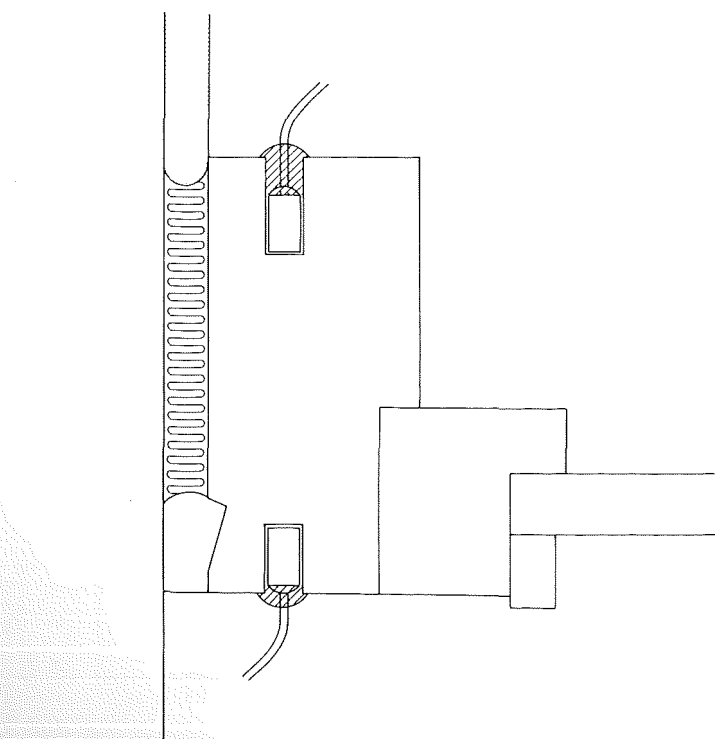


Figur 5. Grafisk afbildning af sammenhæng mellem elektrisk modstand (Log Mohm) og fugtindhold (procentvægt) for bøgetræ. Punkteret er indtegnet 95 pct. konfidensinterval.

 FORSØGETS GENNEMFØRELSE

a. Placering af fugtfølere

Fugtmåledyvlene blev anbragt i tre positioner i den yderste del af de lodrette karmstykker (se figur 6). Den overvejende del blev anbragt mod den kolde side. I et enkelt tilfælde blev der i hver af de lodrette karmstykker målt elektrisk modstand mellem to specialsøm, der var slået ind i træet. Disse specialsøm blev anvendt til at overvåge de nyudviklede bøgtræsdyvler og til kontrol af eventuelle ukendte langtidseffekter hos disse. Sømmene er 50 mm lange og har en diameter på 2 mm. De er isoleret på overfladen, således at der kun er metalkontakt med træet i spidserne. Søm og dele af karmtræ blev kalibreret i SBI's klimarum på samme måde som dyvlerne.



Figur 6. Placering af fugtmåledyvel i henholdsvis den kolde og den varme del af karmtræ. Snit gennem dyvel.

b. Klimabetingelser

Indeklimaet blev fastsat til 23 °C og en relativ luftfugtighed på 50 pct. svarende til almindeligt indendørsklima. Dette indeklima blev opretholdt i den varme kasse med en nøjagtighed på $\pm 0,5$ °C og ± 1 pct. RF ved hjælp af en termostat og en hygrostat. Fugt til rumluften i den varme kasse blev tilført med en vandfordamper. De tilførte vandmængder blev målt jævnlige, således at det var muligt at vurdere, om stationære forhold var indtrådt. På den kolde side blev klimaet fastsat til 2 °C. Den relative luftfugtighed var ikke styret, men lå meget konstant på 88 pct. RF. Ved valg af disse klimabetingelser skulle der kunne optræde kondens på de ydre fugematerialers bagside. Temperaturer og relative luftfugtigheder blev gennem hele forsøget registreret med en termohygrograf, der jævnlige blev kontrolleret ved hjælp af et psykrometer.

c. Fremgangsmåde

Forsøget blev startet med karmtræ, der var normalt tørt, dvs. havde et fugtindhold på ca. 10 vægtprocent. Ved de ovenfor omtalte klimabetingelser forløb først 115 dage. Som det ses på figur 7-20, var der i alle målepunkter indtrådt en ligevægtstilstand, hvor træet havde et fugtindhold på omkring 15 vægtprocent, dvs. klart under faregrænsen på 20 vægtprocent.

Det blev derfor besluttet at simulere, at slagregn trængte ind i fugerne i forbindelse med fugeslip. Et sådant forhold må forudses at kunne indtræffe både for mørtelfuger og fugemassefuger. Ved hjælp af en kanyle blev der i hver af de fire fuger injiceret 150 ml vand, der blev tilført i tre højder i to omgange med tre dages mellemrum. Fugtmålingerne viste, at en stor del af dette vand som forventet blev opsugt i karmtræet, og formålet var at se, om udtørringen af fugt i karmtræet ville finde sted hurtigere ved mørtelfuger end ved fuger med fugemasse. Efter injiceringen på dag 115 fortsattes forsøget med det tidligere beskrevne klima indtil dag 293. Da der på dette tidspunkt igen var indtrådt en ligevægtstilstand, blev det besluttet at skærpe betingelserne ved at øge vanddamppartialtrykket inde svarende til en temperatur på 27 °C og en relativ luftfugtighed på 67 pct. Formålet var at sammenligne fugtindholdet i de forskellige målepunkter ved højt fugtniveau. Dette klima blev opretholdt indtil dag 356, hvor der igen forekom stationære tilstande, hvorfor forsøget blev afsluttet.

I denne sidste fase dannede sig kondensvand i dråbeform på "vinduerne". Dette kondensvand løb nedad og opfugtede den underste karm, men det skønnes ikke at have haft indflydelse på måleresultaterne.

d. Vanddamppartialtrykforskelle i de enkelte forsøgsperioder

Vanddampransport ind i fugen finder sted, når vanddamppartialtrykket på den varme side er større end på den kolde side. I nedenstående tabel er vist partialdamptryk og partialtrykforskelle ved de anvendte klimaforhold.

		inde	ude	Δp
Peri- ode 1	Temperatur	23 °C	2 °C	
	Relativ fugtighed	50 pct. RF	88 pct. RF	
	Partialdamptryk	1405 Pa	620 Pa	785 Pa
Peri- ode 2	Temperatur	27 °C	2 °C	
	Relativ fugtighed	67 pct. RF	88 pct. RF	
	Partialdamptryk	1769 Pa	620 Pa	1149 Pa

Tabel 1: Klimaforhold inde og ude samt resulterende partialdamptryk.

Den samlede påvirkning som følge af diffusion igennem de første 115 dage har været $115 \cdot 785 = 90275 \text{ Pa} \cdot \text{døgn}$. Inden indeklimaet blev ændret til 27 °C og 67 pct. RF, gik der yderligere 178 døgn, hvilket betød en yderligere påvirkning på $178 \cdot 785 = 139730 \text{ Pa} \cdot \text{døgn}$. I denne periode er der dog yderligere injiceret vand i fugen, således at påvirkningen er overlejet med en væsentlig direkte vandtilførsel. De her givne tal kan sammenlignes med en normal dansk vinter, der udregnet efter referenceåret har $166000 \text{ Pa} \cdot \text{døgn}$. Efter ændringen af indeklimaet til 27 °C og 66 pct. RF gik der inden forsøgets afslutning endnu 63 døgn, der gav en påvirkning på $63 \cdot 1149 = 111459 \text{ Pa} \cdot \text{døgn}$.

RESULTATER

Resultaterne fra hele forsøgsperioden er gengivet i kurveform i figur 7-20. Markeringerne på kurverne viser ændringerne foretaget på dag 115 og dag 293. På abcissen er der overalt angivet antallet af dage fra forsøgets starttidspunkt, medens ordinaten overalt er fugtindholdet i karmtræ målt i vægtprocent. Der er foretaget sammenligninger imellem:

1. Vinduer med mørtelfuger og fugemasser (figur 7-12) og
2. vinduer med diffusionstæt og diffusionsåben udvendig overfladebehandling (figur 13-18).

Desuden er der vist, hvordan fugtindholdet varierer mellem den kolde og varme side af vinduet (figur 19 og 20).

På figur 7, 8 og 9 er for vindue A vist de målte fugtindhold i tre højder i vinduet, og på hver figur ses måleresultater henholdsvis for mørtelfugen og fugemassefugen. Det ses, at i de to øvre punkter er fugtindholdet størst ved fugemassefugen (som det kunne forventes), medens der i den nedre del af fugen ikke er forskel på de to tilfælde.

På figur 10, 11 og 12 ses de tilsvarende forhold for vindue B. I det øverste målepunkt er fugtindholdet størst ved fugemassefugen, medens det omvendte er tilfældet i den nedre del af vinduet. Ved det midterste målepunkt er der stort set ingen forskel.

På figur 13, 14 og 15 er optegnet de samme måleresultater for fugemassefuge for henholdsvis den diffusionsåbne og den diffusionstætte maling. Det ses, at fugtindholdet i de to nederste punkter i karmtræet er størst bag den tætte maling (som det kunne forventes), medens det modsatte er tilfældet i det øverste målepunkt.

På figur 16, 17 og 18 er resultater optegnet for en mørtelfuge for henholdsvis den diffusionsåbne og diffusionstætte maling. Det ses, at der i de to nederste punkter ingen forskel er i fugtindhold, medens fugtindholdet er størst bag den diffusionsåbne maling i det øverste punkt.

På figur 19 og 20 er fugtmålingerne i den varme og den kolde side af karmtræet sammenlignet for at se, hvordan fugt eventuelt skulle fordele sig karmtræet. Det ses, at fugtindholdet på den varme side i alle tilfælde er meget lavt, og at det ikke er muligt at se indflydelsen af hverken udvendig overfladebehandling eller fugemateriale.

De følgende tabeller viser hovedresultaterne for måleperioden.

I tabel 4 vises gennemsnit og spredning for alle 4 grupper målt ved 3 faser i forsøgsperioden.

vindue	måle- punkt	start døgn 1	efter døgn 115	efter døgn 293	efter døgn 356
	1	9,8	13,0	19,0	27,3
tæt	9	-	17,0	21,1	26,7
maling	11	-	15,8	18,1	20,7
A	3	9,6	12,7	17,9	23,7
åben	12	9,1	14,9	22,5	30,7
maling	20	-	15,4	18,1	20,5
B	14	8,9	11,1	13,1	16,9

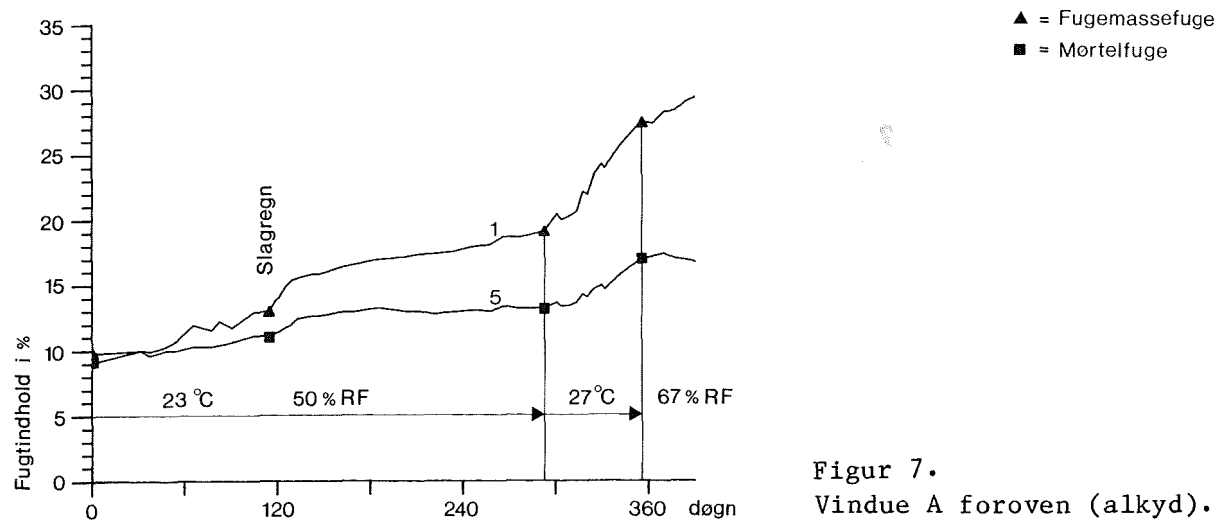
Tabel 2. Vindue med fugemassefuge. Fugtindhold i vægtprocent. I pkt. 9, 11 og 20 er der målt ved hjælp af specialsøm i fyrretræ.

vindue	måle- punkt	start døgn 1	efter døgn 115	efter døgn 293	efter døgn 356
tæt	5	9,1	11,0	13,1	16,9
maling	10	-	14,8	17,5	21,5
A	7	9,4	12,2	17,7	27,8
åben	16	9,3	14,0	18,2	29,7
maling	21	-	15,1	17,6	22,1
B	18	9,2	14,6	18,1	27,6

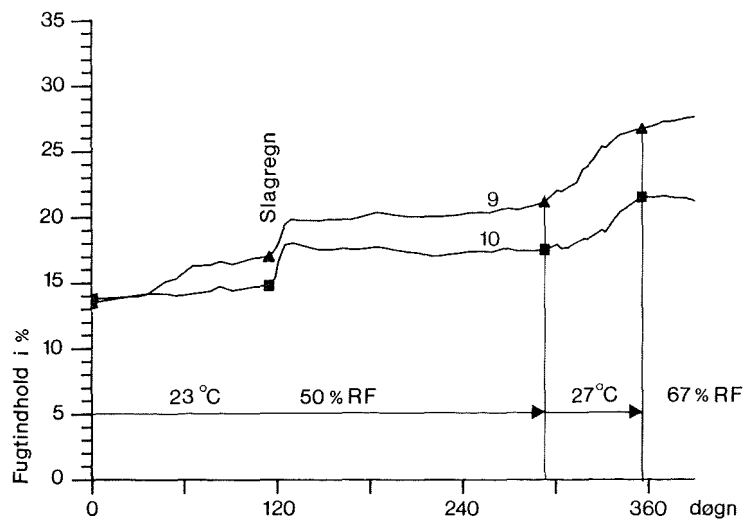
Tabel 3. Vindue med mørtelfuge. Fugtindhold i vægtprocent. I pkt. 10 og 21 er målt ved hjælp af specialsøm i fyrretræ.

	efter døgn 115		efter døgn 293		efter døgn 356	
	fugemasse- fuge	mørtel- fuge	fugemasse- fuge	mørtel- fuge	fugemasse- fuge	mørtel- fuge
A: diffusionstæt maling						
gns	14,63	12,67	19,03	16,10	24,60	22,07
s	2,11	1,94	1,46	2,60	3,04	5,47
δ	0,14	0,15	0,08	0,16	0,12	0,25
B: diffusionsåben maling						
gns	13,80	14,57	17,90	17,97	22,70	26,47
s	2,35	0,55	4,70	0,32	7,16	3,92
δ	0,17	0,04	0,26	0,02	0,32	0,15

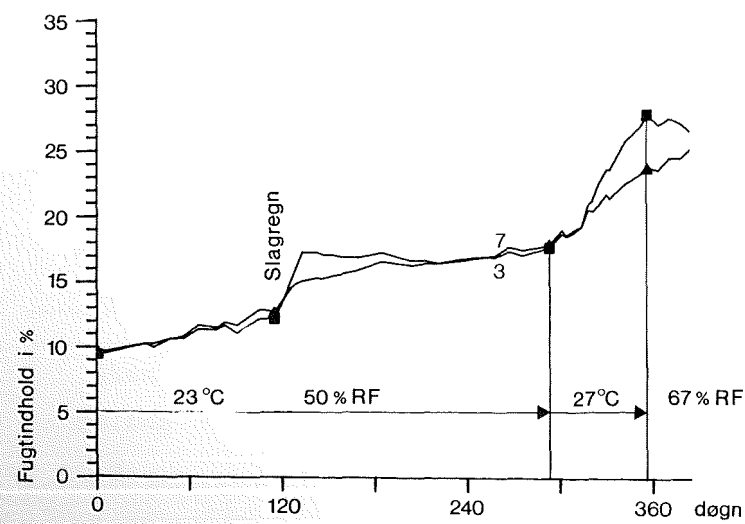
Tabel 4. Fugtindhold i karmtræ i vægtprocent. Gennemsnit, spredning og variationskoefficient af måleresultater angivet i tabel 2 og 3.



Figur 7.
Vindue A foroven (alkyd).

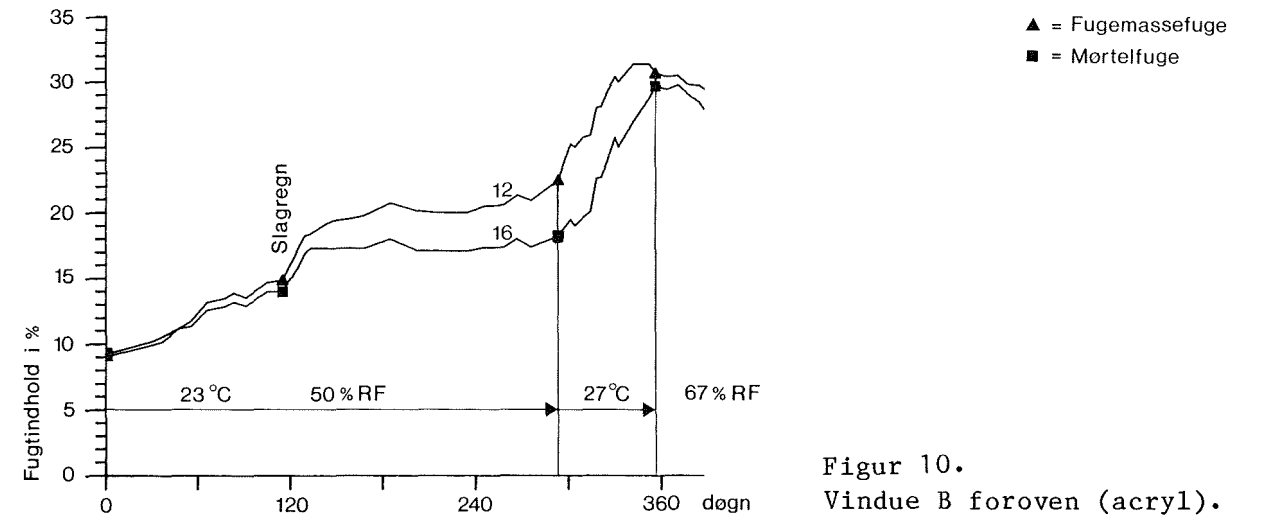


Figur 8.
Vindue A midte (alkyd)

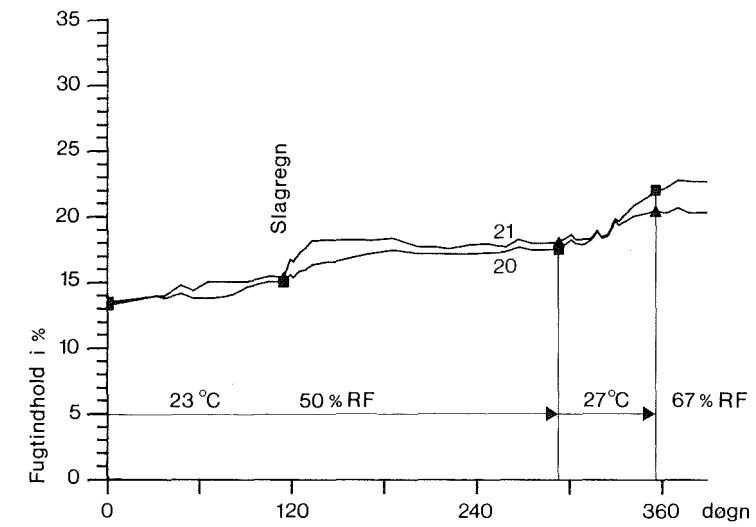


Figur 9.
Vindue A fornedet (alkyd).

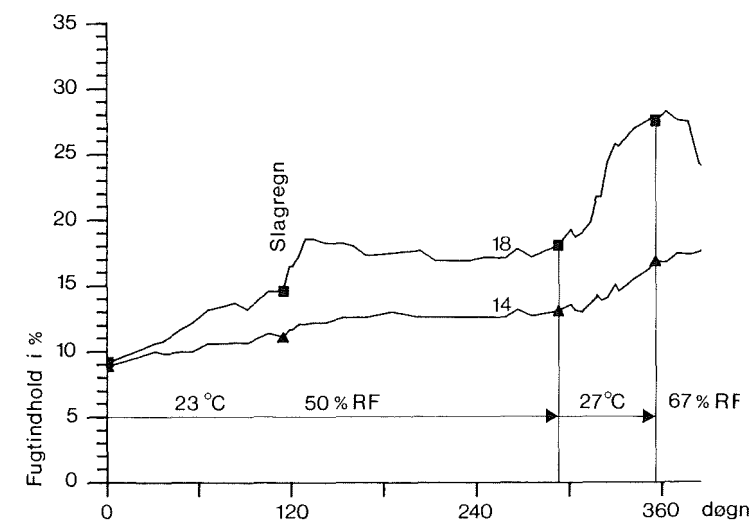
Fugtindhold i karmtræ, når fuger er tætnet med fugemasse eller mørtelfuge (kold side). Vindue malet udvendig med alkydmaling. Tal på kurver angiver målepunkter iht. figur 2.



Figur 10.
Vindue B foroven (acryl).

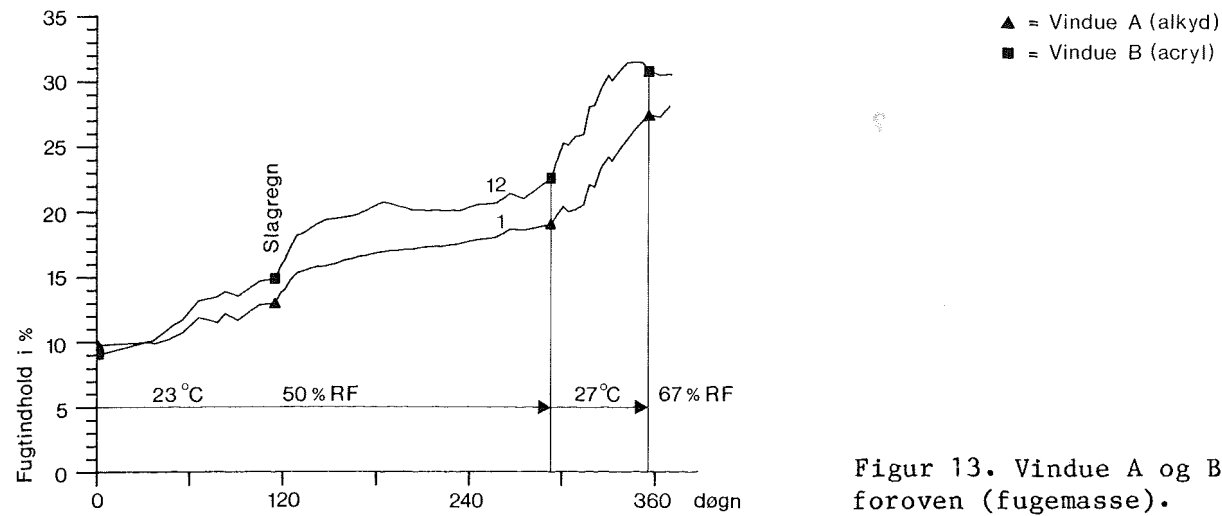


Figur 11.
Vindue B midte (acryl).

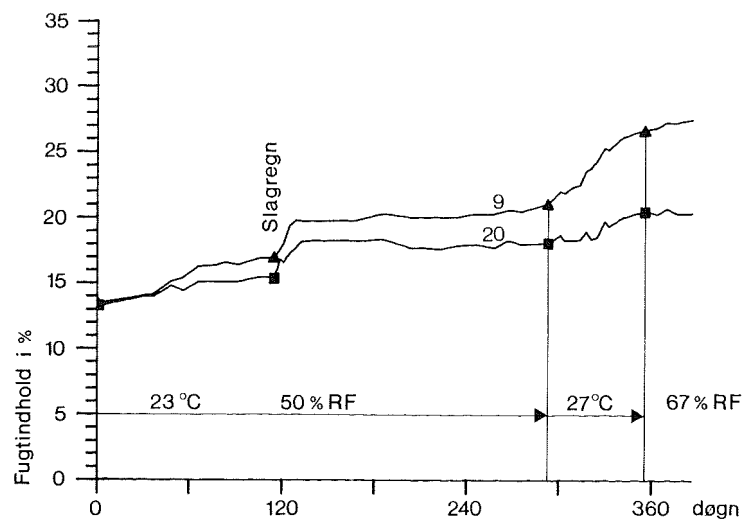


Figur 12.
Vindue B fornedet (acryl).

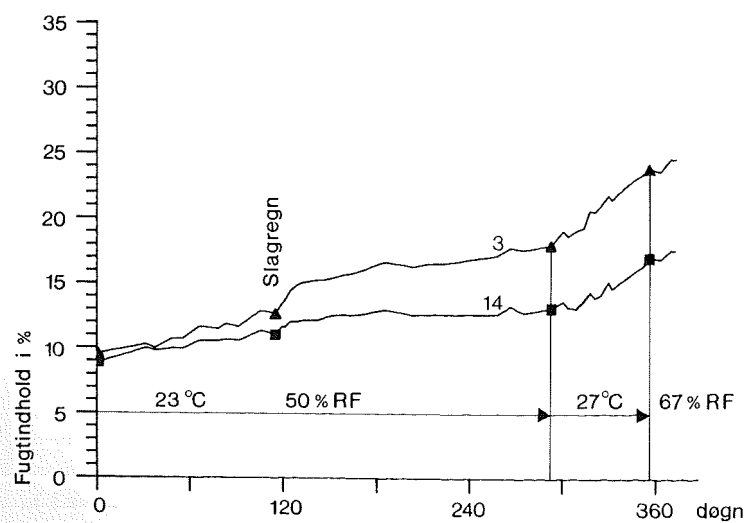
Fugtindhold i karmtræ, når fugen er tætnet med fugemasse eller mørtelfuge. Vinduet malet udvendig med acrylmaling. Tal på kurven angiver målepunkter iht. figur 2.



Figur 13. Vindue A og B foroven (fugemasse).

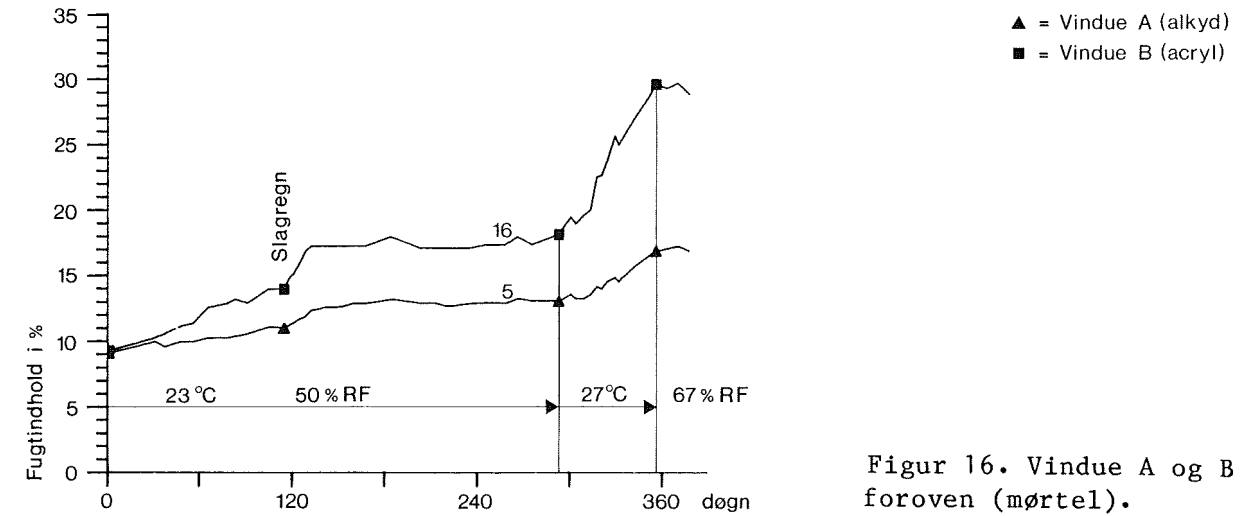


Figur 14. Vindue A og B midte (fugemasse).

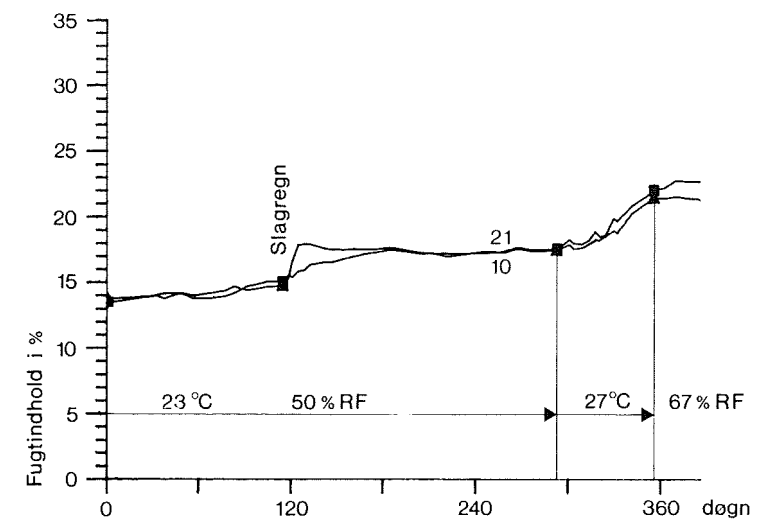


Figur 15. Vindue A og B forneden (fugemasse).

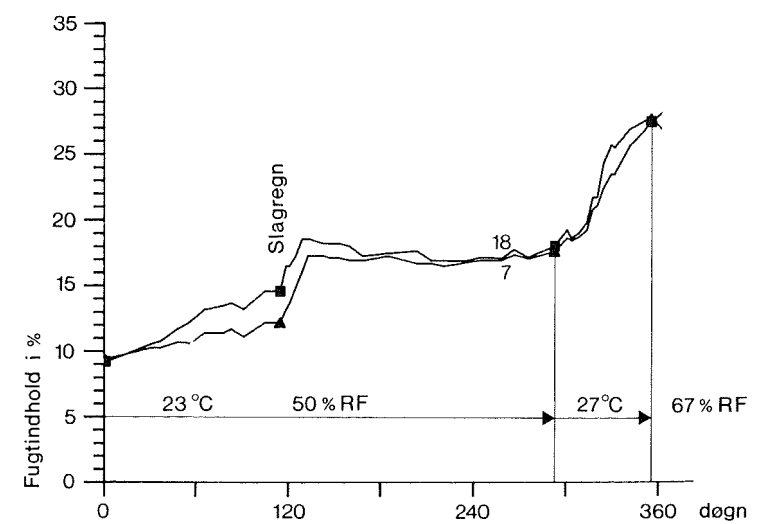
Fugtindhold i karmtræ i vindue A malet udvendig med alkydmaling og i vindue B malet udvendig med acrylmaling. Fuge tætnet med fugemasse. Tal på kurver angiver målepunkter iht. figur 2.



Figur 16. Vindue A og B foroven (mørtel).

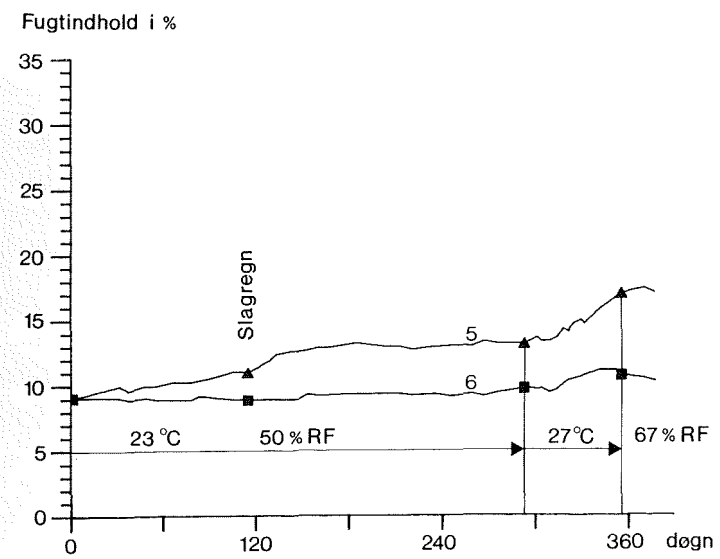


Figur 17. Vindue A og B midte (mørtel).

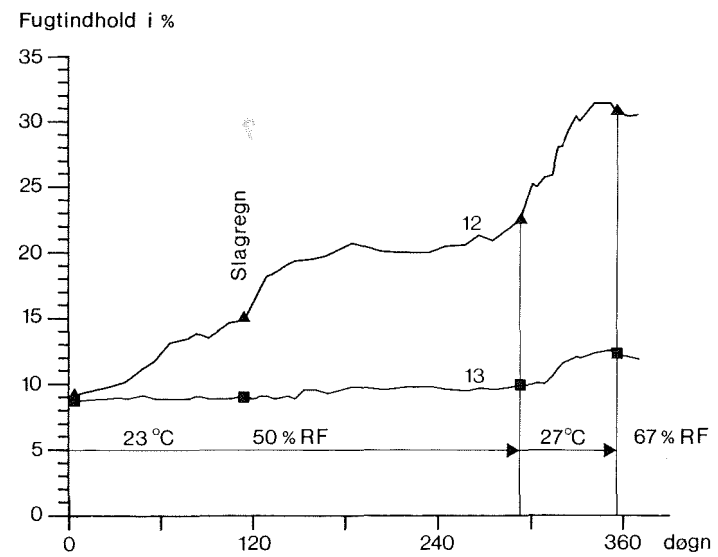


Figur 18. Vindue A og B forneden (mørtel).

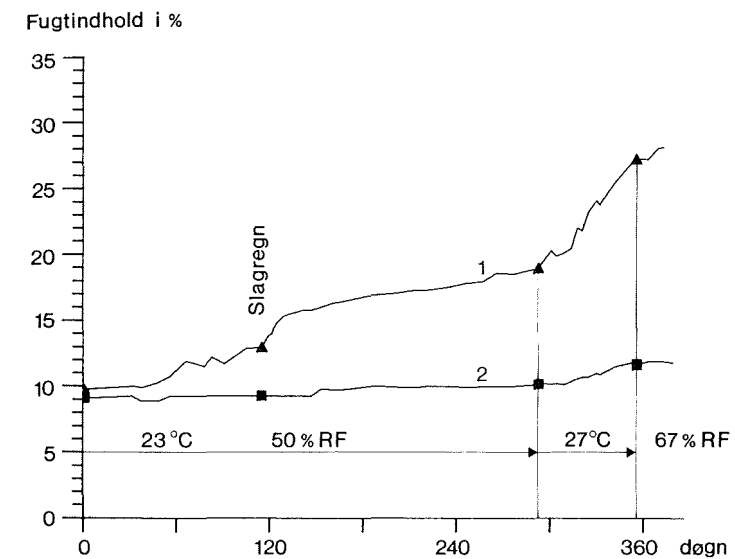
Fugtindhold i karmtræ i vindue A malet udvendig med alkydmaling og i vindue B malet udvendig med acrylmaling. Fuge tætnet med mørtel. Tal på kurver angiver målepunkter iht. figur 2.



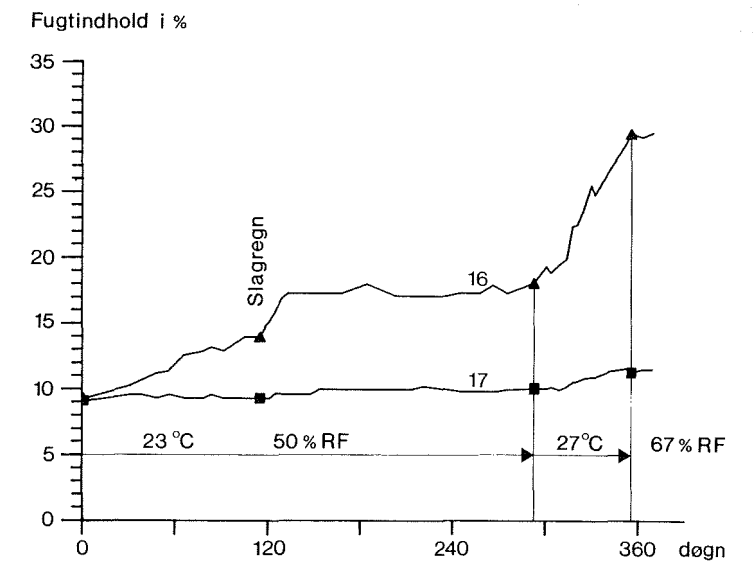
Vindue A foroven.
Mørtelfuge - alkydmaling.



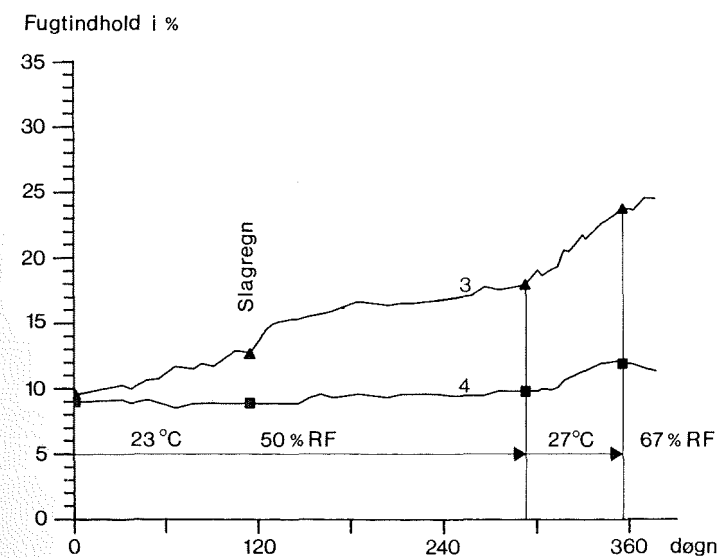
Vindue B foroven.
Fugemassefuge - acrylmaling.



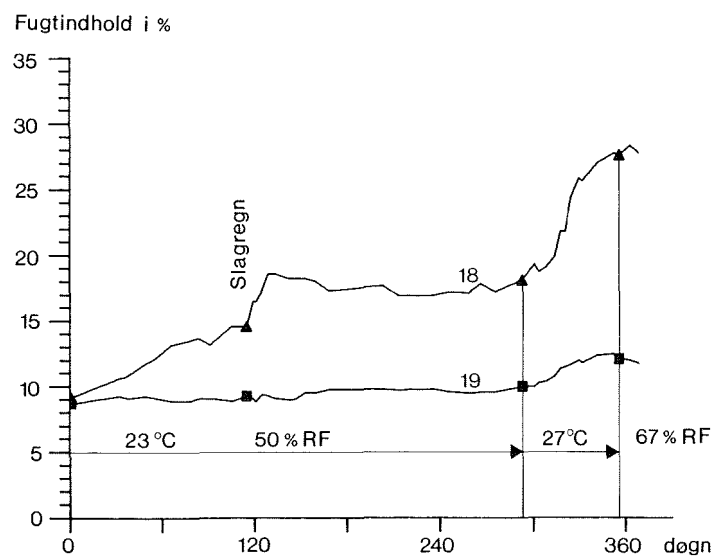
Vindue A foroven.
Fugemassefuge - alkydmaling.



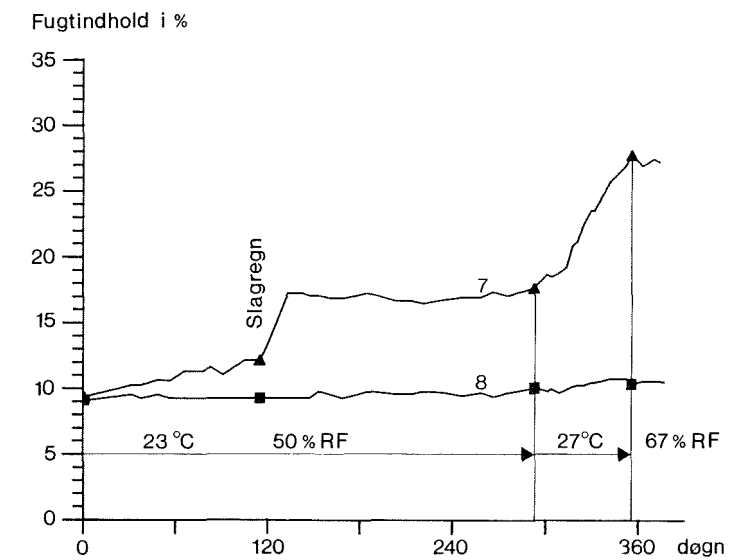
Vindue B foroven.
Mørtelfuge - acrylmaling.



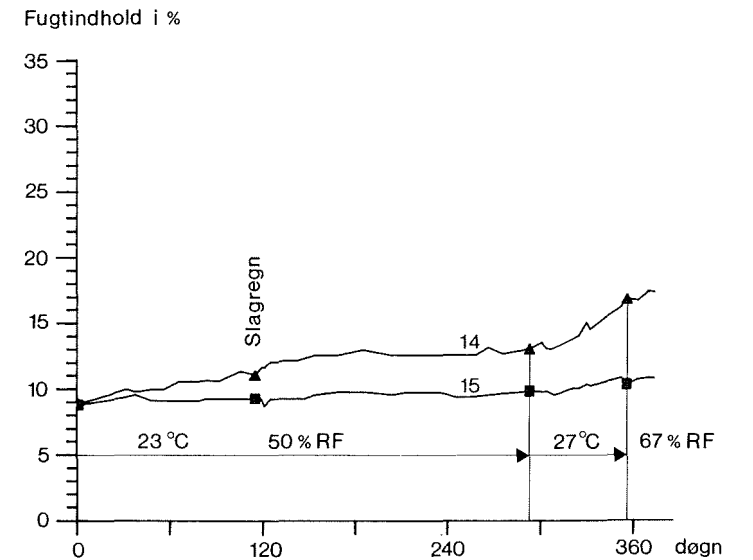
Vindue A forned.
Fugemassefuge - alkydmaling.



Vindue B forned.
Mørtelfuge - acrylmaling.



Vindue A forned.
Mørtelfuge - alkydmaling.



Vindue B forned.
Fugemassefuge - acrylmaling.

▲ = Kold side
■ = Varm side

Figur 19. Fugtindhold i kold og varm side af karmtræ. Tal på kurver angiver målepunkter iht. figur 2.

▲ = Kold side
■ = Varm side

Figur 20. Fugtindhold i kold og varm side af karmtræ. Tal på kurver angiver målepunkter iht. figur 2.

 KONKLUSION

På baggrund af beregning baseret på éndimensional varme- og fugttransport igennem fugen var det forventet, at der ville kunne konstateres et forøget fugtindhold i karmtræ, når der blev anvendt en fugemasse i stedet for mørtel i den ydre del af fugen, og at dette forhold ville blive yderligere udpræget, når vinduerne var forsynet med en diffusionstæt maling udvendig. Disse hypoteser har ikke kunnet bekræftes ved de her udførte forsøg.

Forklaringen formodes at være, at der i virkeligheden, som ved dette forsøg, må forventes en to- eller tredimensional varme- og fugttransport.

I det her undersøgte tilfælde, hvor der anvendes en fugemasse, vil temperaturen på teglvæggen helt op mod den ydre del af fugen være lavere end såvel fugemassens som det nærliggende karmtræs temperatur. Dette forhold skyldes, at teglmurværks varmeledningsevne er større end både fugemassens og karmtræets. Dette betyder igen, at indtrængende vanddamp i fugen primært vil kondensere på teglmurværket, som er det koldeste sted, dvs. at fugten kun delvis kommer i kontakt med karmtræet. Når fugten kondenserer på teglmurværket, vil det ved kapillarsugning blive fordelt i dette og til slut blive transporteret til det fri.

Det betyder, at teglmurværket skal kunne opsuge fugten og atter videretransportere den til det fri. Selv om det ikke er eftervist ved de her gennemførte laboratorieforsøg, må det derfor formodentlig være væsentligt, at teglmurværket er i god stand, dvs. har gode kapillarsugende egenskaber, ikke er frostskaadet og ikke forsynet med en tæt udvendig overfladebehandling. Når disse forhold er opfyldt, må det antages, at den kondenserede fugt ikke vil kunne give anledning til problemer i murværket. Det kan afslutningsvis bemærkes, at dette synspunkt på nuværende tidspunkt synes at ville blive bekræftet af de undersøgelser af fugtforhold i fuger omkring trævinduer i beboede huse, der er gennemført af Teknologisk Institut, afdeling Byggeteknik.

 LITTERATUR

- (1) Merisolering af flade tage. COWI-rapport 418, 1981.
- (2) Fuktfixering i porösa byggnadsmaterial, Tekniska Högskolan i Lund, Report 36, 1972.

SUMMARY

SBI-Report 176: Laboratory tests concerning joints around wooden windows -
The influence of externally applied mastics on moisture content of frame.

This report deals with laboratory measurements of moisture content in window frames placed in solid masonry with a one-stage joint executed either as a traditional mortar joint or a mastic joint in the exterior part of the joint between the window and the wall.

By placing the windows between a warm and a cold room the windows have been exposed to a moisture gradient simulating Danish winter conditions. The aim was to study if condensation took place behind mastic joints with a high diffusion resistance and if any water caused by condensation would be absorbed by the wooden frame as this would create a risk for rot and decay in the window frames. Rain penetration in the joint has been simulated by injecting water into the joint in order to study how the following drying out took place.

The window surfaces towards the exterior were painted with either an acrylic paint (low diffusion resistance) or an oil paint (high diffusion resistance) in order to see if this difference had an effect on the moisture content of the frame.

The laboratory experiments have not shown any signs of moisture problems due to water vapour diffusion regardless of the type of joint used. The drying effect did not seem to be affected by the type of paint. The conclusion is that it has not in connection with the laboratory experiments been possible to detect any detrimental effects caused by the mastics used as one-stage joints in solid (old) masonry walls.

Denne SBI-rapport beskriver laboratorieundersøgelser af fugtforhold i vinduestrækarme indsat i massivt murværk, og hvor fugetætning imellem trækarm og murværk er udført enten traditionelt med en fugemørtel eller med en fugemasse i fugens ydre del. Fugtindhold er målt i karmtræet først som følge af fugt, der indefra diffunderer ud mod vinduets kolde del, dernæst som følge af, at regnvand er trængt forbi enten fugemørtelen eller fugemassen og ind i fugen. Målingerne er gennemført såvel med en diffusionsåben som en diffusionstæt udvendig malebehandling af træværket. Laboratorieundersøgelserne viste ikke tegn på fugtproblemer forårsaget af vanddampdiffusion hverken som følge af fugetætningsmateriale eller malingsstype.