

FUGTSVINGNINGER I VINDUESKARME AF TRÆ

Artikel af dr. J. van der Kooi, Delft, i "Verfkroniek", 49/1976.
Oversat af Peter Svane.

INDLEDNING

Denne laboratorieundersøgelse er foretaget for at opnå større indsigt i fugtsvingningerne i vindueskarne af træ under praksisnære omstændigheder. Undersøgelsen sigter særlig mod at besvare spørgsmålet om påføring af damptæt eller dampgennemtrængelig maling på vinduets inder- eller yderside. Formålet er i sidste instans hindre et fugtindhold - specielt i fyrretrævinduer - på over 21% w/w, fordi risikoen for svampeangreb herved øges betragteligt.

I modsætning til tidligere undersøgelse,⁽¹⁾ hvor der anvendtes blisterboxe eller -huse med ekstrem høj fugtighed (ca. 100%) er de her beskrevne laboratorieforsøg udført under klimatiske betingelser, som ligner de i praksis forekommende omstændigheder.

UDFØRELSE AF UNDERSØGELSEN

Undersøgelsen blev udført ved hjælp af to klimakamre, hvert med dimensionerne ca. 1x1x1 m. I det ene rum simuleredes indeklimaet, i det andet udeklimaet. Rummene var adskilt af en perspex-plade, forsynet med et isolationslag på den kolde side (se fig. 1). I denne skilleflade blev der udskåret åbninger af 5x5 cm's størrelse. Heri placeredes så klodser af fyrretræ med dimensionerne 5x5x12 cm på en sådan måde, at halvdelen af træklodsen befandt sig i udeklimaet og den anden halvdel i indeklimaet.

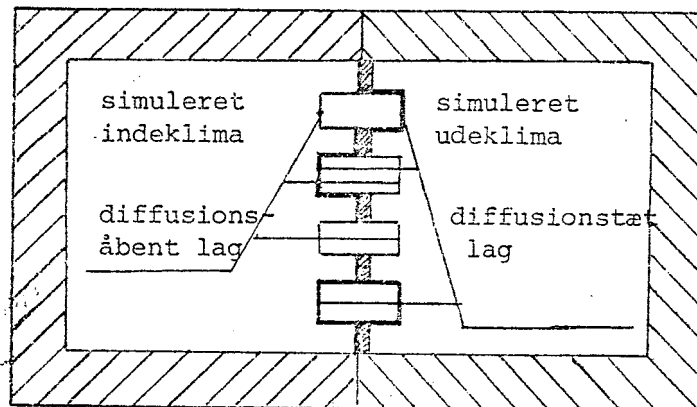


fig. 1. skematisk tegning af forsøgsopstillingen

Træklodserne er udformet med vækstreningen vinkelret på længderetningen, således at fugttransporten i vindueskarne - vinkelret på vækstreningen illuderes bedst muligt.

Ialt anbragtes 40 måleklodser som - efter anbringelse af diffusionshæmmende belægning - opdelt i 4 måleserier à 10 klodser:

serie_a)

Diffusionshæmmende lag på ydersiden,
åben (ubehandlet) på indersiden.

serie_b)

Diffusionshæmmende lag på indersiden, åben på ydersiden.

Klodserne udsattes for klimaforsøgene ca. 1 år, og der foretoges fugtighedsmålinger hver måned. Ude- og indeklimaet holdtes i overensstemmelse med de i praksis forekommende temperaturer og fugtigheder.

Udeklimaet indrettedes efter oplysninger fra INMI De Bilt (Meteorologisk Institut). Indeklimaet bestemtes efter egne målinger foretaget i forskellige bygninger (2), dog er de valgte fugtigheder sat 10% højere med henblik på en vis sikkerhedsmargin.

De valgte klimakonditioner er gengivet i tabel 1.

Tabel 1: Middeltal for månedligt inde- og udeklima.

| Måned | Indeklima | | Udeklima | |
|-----------|-----------|-----|----------|-----|
| januar | 19°C | 51% | 2,3°C | 88% |
| februar | 19°C | 51% | 2,5°C | 84% |
| marts | 20°C | 52% | 4,9°C | 78% |
| april | 21°C | 54% | 7,8°C | 73% |
| maj | 23°C | 58% | 12,4°C | 70% |
| juni | 23°C | 61% | 14,8°C | 70% |
| juli | 23°C | 63% | 16,6°C | 73% |
| august | 23°C | 62% | 16,0°C | 76% |
| september | 23°C | 59% | 13,6°C | 80% |
| oktober | 22°C | 54% | 9,6°C | 85% |
| november | 20°C | 52% | 5,0°C | 87% |
| december | 20°C | 52% | 2,9°C | 89% |

Som tidligere nævnt bestod hver måleserie af 10 klodser. For at fastslå betydningen af prøveemnernes udgangsfugtighed blev der valgt klodser med forskellig træfugtighed varierende fra 10 til 30% w/w. Ved konditioneringen af prøveemnerne blev der sørget for et ensartet fugtindhold i klodsernes længderetning. Prøvernes fugtighedsindhold fulgtes ved vejning og ved kontrol af de pågældende emner ved forsøgets afslutning. På dette tidspunkt kan det rette fugtindhold bestemmes ved tørre - veje - metoden. For halvdelen af prøveemnernes vedkommende (5 af hver serie) afsluttedes forsøget efter 10 måneder, for den anden halvdel efter 12 måneders forløb.

Måleresultater

For de nævnte 4 kategorier træklodser (måleserie a, b, c og d) er måleresultaterne vist i fig. 2, 3, 4 og 5. Forløbet af gennemsnitsfugtigheden i de forskellige klodser er angivet begyndende den 1. april (klimabetingelser for april) og sluttende henholdsvis 1. februar og 1. april næste år, - altså ved klimabetingelser for henholdsvis februar og april. Desuden er fugtighedsfordelingen i klodserne angivet ved afslutningen af afprøvningen, altså henholdsvis 1. februar og 1. april, d.v.s. 10 og 12 måneder efter forsøgets start.

Serie a)

Diffusionshæmmende lag på ydersiden, åben på indersiden (se fig. 2).

Klodserne med høj begyndelsesfugtighed ses at holde dette niveau nogenlunde hen gemmen forsøgsforløbet. Derimod ses det, at klodserne med lav begyndelsesfugtighed under forsøget får øget deres fugtindhold stærkt.

Dette er i overensstemmelse med forventningerne. På grund af temperaturgradienten i emnerne foregår der en fugttransport fra den varme inderside til den kolde yderside, hvorfra fugten dog ikke kan undvige på grund af det diffusionshæmmende lag. Ved klodserne med høj begyndelsesfugt undviger dog nogen fugt indad i forsøgets start, således at disse klodser holder deres gennemsnitlige fugtniveau nogenlunde konstant igennem forsøget. De emner, som begynder med lav fugtighed modtager så megen fugt fra indersiden, at det totale fugtindhold stiger. Omkring 1. december bliver måleresultaterne noget uregelmæssige og derfor mindre troværdige. Årsagen er sandsynligvis kondensvand, som uønsket har slået sig ned på perspex-pladens inderside og derfra er suget ind i måleemnerne.

YDERSIDE: DIFFUSIONSHÆMMET

INDERSIDE: ÅBEN

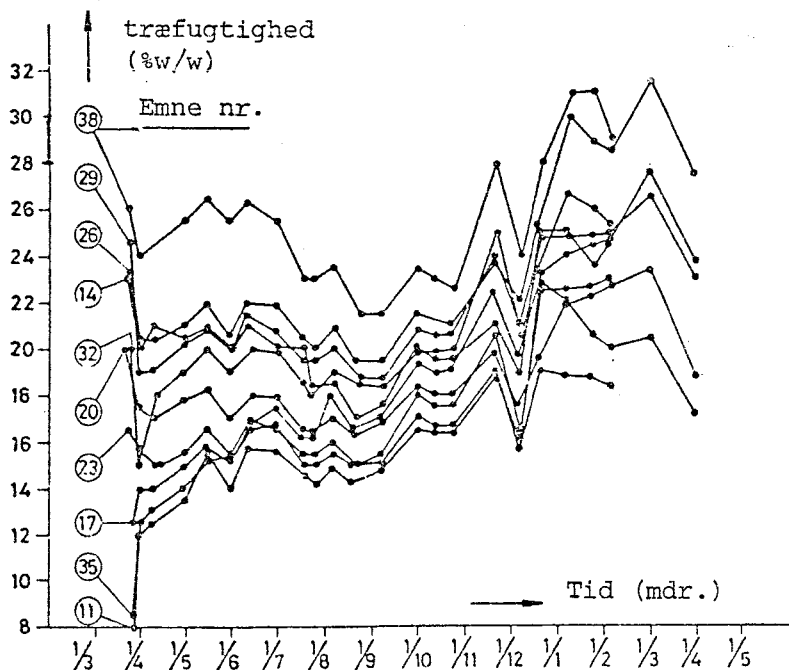


fig. 2a. Fugtindholdet i klodserne

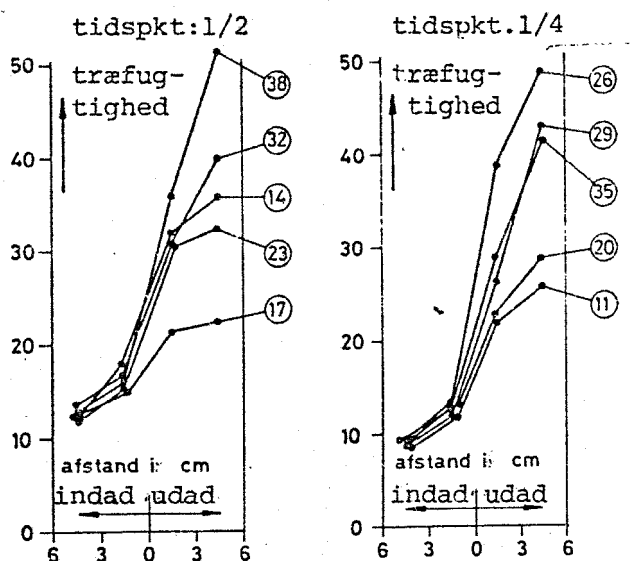


fig. 2b. Fugtfordelingen i klodserne.

Efter de 10 og 12 måneder fandtes middelfugtigheden for de to sæt à 5 prøver at andrage henholdsvis 23,8% (w/w) og 21,9% (w/w). Fugtighedsfordelingen i klodserne viste sig at være meget inhomogen: på den varme side var fugtigheden ca. 10% (w/w) medens fugtigheden på den kolde side varierede mellem 20 og 50% (w/w).

Serie b)

Diffusionshæmmende lag på indersiden, åben på ydersiden (se fig. 3).

For de således behandlede klodser sås det, at fugtigheden for emner med høj udgangsfugtighed meget hurtigt aftog medens de emner, som fra starten havde særlig lav fugtighed optog nogen fugtighed. Denne regulering af fugtindholdet fandt sted meget hurtigt, således at ligevægtstilstanden (bortset fra de ekstremt tørre eller ekstremt våde emner) indstilledes allerede efter få måneder. Det er tydeligt, at fugtmekanismen i disse emner er gunstigere end ved serie a. De målte fugtigheder (middeltal for 5 måleemner) andrager efter 10 måneder 15,4% (w/w) og efter 12 måneder 14,4%.

Fugtfordelingen i klodserne ses at forløbe betydeligt mindre stejlt end for emnerne i serie a. På indersiden andrager fugtigheden 8-10%, på ydersiden 18-21%.



YDERSIDE: ÅBEN
INDERSIDE: DIFFUSIONSHÆMMET

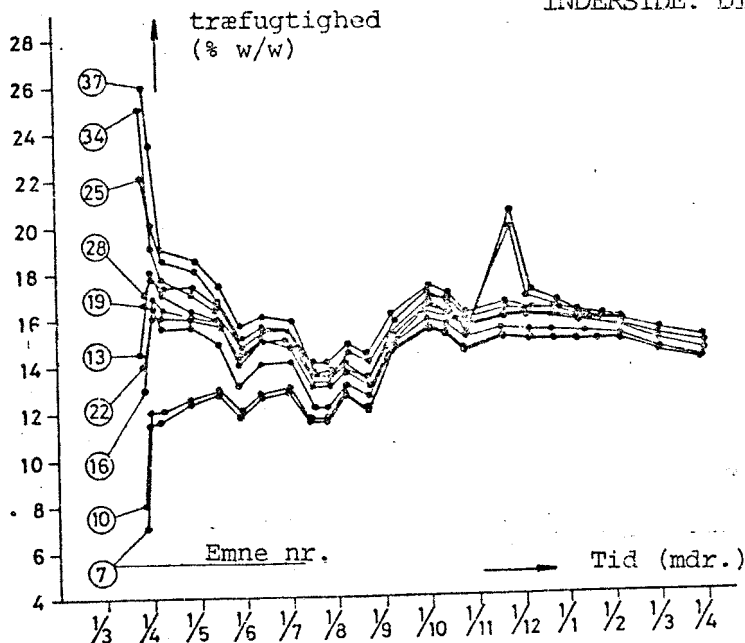


fig. 3a. Fugtindholdet i klodserne

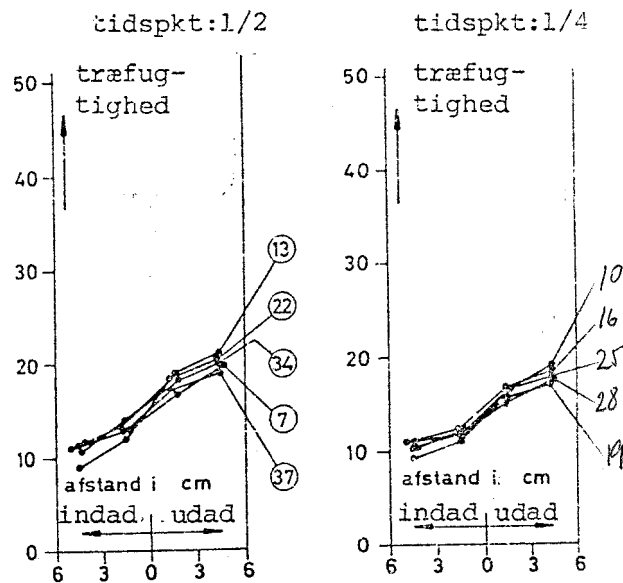


fig. 3b. Fugtfordelingen i klodserne

Serie c)

Inder- og yderside diffusionsåbne (se fig. 4).

I denne serie ses det, at nedtørringen af de særligt våde prøver og opfugtningen af de særligt tørre prøver foregår endnu hurtigere end i serie b. Allerede efter 2-3 mdr. er der ingen indflydelse at spore fra emnernes oprindelige fugtighed. Efter 10 og 12 måneder ses fugtindholdene (gennemsnit for 5 klodser) at andrage henholdsvis 17,0 og 14,0%, idet det dog må bemærkes, at disse værdier kan være for høje, hvis der - som ved serie a - har fundet indtrængning af kondensvand sted. Værdierne afviger ikke synderligt fra resultaterne i serie b. Fugtfordelingen er ligeledes sammenlignelig med serie b, nemlig med 8-12% træfugtighed på indersiden og 17-23% på ydersiden, hvor de høje værdier svarer til målingerne efter 10 måneder og de lave værdier til målingerne efter 12 mdr.



YDERSIDE: ÅBEN
 INDERSIDE: ÅBEN

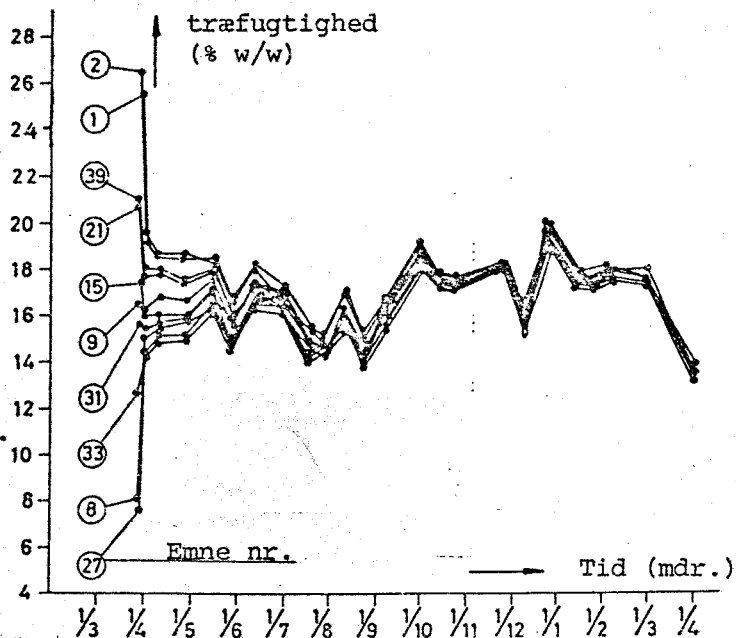


fig. 4a. Fugtindholdet i klodserne

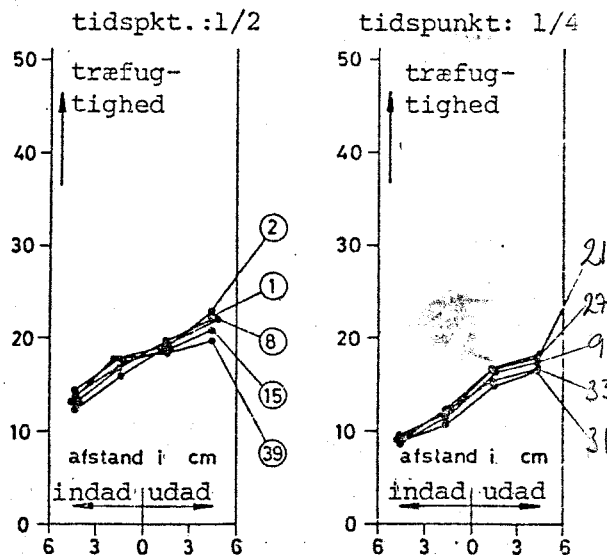


fig. 4b. Fugtfordelingen i klodserne

Serie d)

Diffusionshæmmende lag på både inder- og yderside (se fig. 5).

Som man kunne forvente giver forløbet af klodsernes gennemsnitlige fugtighed kun lidt information. Den diffusionshæmmende hinde hindrer praktisk taget enhver fugtgennemgang, således at klodsernes gennemsnitlige fugtighed stort set ikke ændres. Af denne grund er kurveforløbet ikke gengivet. Fig. 5 viser fugtfordelingen ved forsøgsperiodens afslutning. Det ses heraf, at der her forekommer meget stærke fugtgradienter, og at træfugtigheden ved den kolde side kan løbe helt op til ca. 80%.

YDERSIDE: DIFFUSIONSHÆMMET
 INDERSIDE: DIFFUSIONSHÆMMET

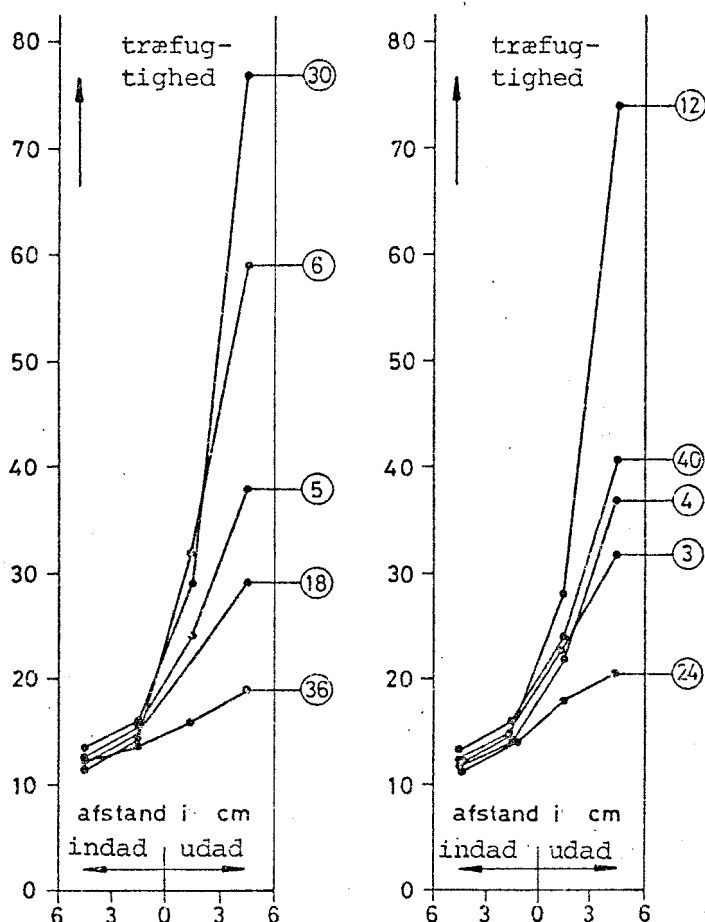


fig. 5. Fugtfordelingen i klodserne

Overføring af måleresultaterne til praksis

Ved en vurdering af måleresultaterne må man erindre sig, at undersøgelsen lider af den mangel i forhold til praksis, at indflydelsen af solbestråling og regnpåvirkning ikke er medtaget.

Ved solbestråling stiger således temperaturen på ydersiden af en vindueskarm, hvorved man - ved et diffusionsåbent malingsystem - må forvente en hurtigere udtørring. Imidlertid vil en for hurtig nedtørring også kunne medføre revnedannelser i træet.

Ved regnpåvirkning vil der ved diffusionsåbne malingsystemer og, specielt, hvis der forekommer sprækker, blive tale om meget hurtige stigninger i fugtighed. Disse omstændigheder må tages med i betragtning, når forsøgsresultaterne overføres til praksis.

Af måleresultaterne fremgår det, at vinduer forsynet med et diffusionstæt lag på begge sider udgør den dårligste mulighed. Dersom fugt af én eller anden grund (revnedannelse) først trænger ind i konstruktionen har den meget vanskeligt ved atter at slippe ud. Vinduer med et diffusionstæt malingsystem på ydersiden og et åbent system på indersiden frembyder ligeledes et slet eksempel, idet fugtigheden vandrer indefra og ud og ikke kan undvige herfra på

grund af temperaturgradienten.

Hvis man påfører et diffusionsåbent system på ydersiden og et tæt system på indersiden er resultatet i fugtighedsmæssig hen- seende betydelig bedre. Tørt karmtræ forbliver tørt, og vådt træ bliver ret hurtigt sit høje vandindhold kvit på grund af den uhindrede fordampning fra træets yderside. I praksis fore- kommer der imidlertid en del revnedannelse, når ydersiden er påført et altfor diffusionsåbent system, fordi der opstår for hurtig variation i træets fugtighed. Altså må systemet på yder- siden dels være så åbent, at fugtighed indefra let kan slippe ud, dels så tæt, at revnedannelser forårsaget af hurtige fugt- ighedssvingninger (vejrpåvirkning/solbestråling) modvirkes. De værdier for diffusionstæthed som er passende for vindueskon- struktioner må bestemmes ved fortsatte forsøg under praksisnære omstændigheder.

Karmtræ med et diffusionsåbent system på både inder- og yderside synes fugtighedsmæssigt at opføre sig endnu bedre. Hvis der er fugt til stede i træet, har denne mulighed for at undslippe til begge sider. Herved indstiller ligevægtsfugtigheden sig endnu hurtigere end i tilfældet med diffusionsspærren på indersiden. Den intrinsiske ligevægtsfugtighed er nogenlunde ens i disse til- fælde.

Også her gælder det formentligt, at et diffusionsåbent system må være så pas tæt, at revnedannelser undgås. Det må bemærkes, at det foregående kun gælder for lokaler med normal fugtighed. I ekstremt fugtige rum må løsningen med en diffusionstæt behandling på indersiden foretrækkes.

KONKLUSIONER:

Af undersøgelsen ses det, at i rum med et lignende klima som i forsøget må det foretrækkes at påføre et diffusionsåbent system på begge vinduets sider. Under disse omstændigheder kan tilste- deværende fugt i træet undvige såvel indad som udad. Det valgte system må imidlertid yde nogen diffusionsmodstand for at modvirke revnedannelser i træet som følge af hurtige fugtssvingninger (regn- solpåvirkning). Kvantitative krav til et sådant system må bestem- mes ved fortsatte forsøg under praktiske betingelser.

I fugtige rum må det anbefales, at påføre et diffusionstæt lag på indersiden og et diffusionsåbent på ydersiden.

LITTERATUR

- (1) Moree, J.C., Dooper, R. - Verfkroniek 41, september 1968 pag. 321-326. Berekening over het vochttransport door geschilderd hout.
- (2) SBR-publikatie nr. 33. Het vochtgedrag in niet-geventileerde daken van cellenbeton. Samson, Alphen a/d Rijn, 1971.

EFTERSKRIFT AF REDAKTIONEN

Om fugtmekanismen i malede vindueskarme har dr. ing. J. van Leoon publiceret regelmæssigt i årene 1960-65. I artiklerne er begrebet "Relativ Fugtspærring" introduceret, d.v.s. at emnet på indersiden males med en tættere maling end på ydersiden på en sådan måde, at de to behandlings tæthed afpasses med henblik på at undgå ophobning af fugt i træmaterialet. Disse udsagn er baseret på forsøg, hvor der er anvendt et indeklima med relativ høj luftfugtighed. Senere har man på TNO beregnet sig til, at påføringen af det diffusionsåbne lag på indersiden er af mindre betydning ved indeklimaer med relativ lav luftfugtighed sådan som tilfældet f.eks. er i centralfyrede ejendomme. Det ovenstående arbejde af dr. J. van der Kooi bekræfter denne formodning. Det gælder således stadig, at karmtræ og lign. på ydersiden skal males med et diffusionsåbent system.