

### Voorwoord

*Door verandering van het vochtgehalte zal hout gaan vervormen. Is dit gehalte vóór de bouw hoger dan dat in de uiteindelijke gebruikstoestand, dan zal het hout gaan krimpen. Bij gelijkde dragende houtconstructies kunnen hierdoor scheuren ontstaan in de lijmnaden, waardoor de draagkracht aanzienlijk kan afnemen. Ook bij constructies waarbij gebruik wordt gemaakt van verbindingen met kramplaten kan een zelfde tendentie worden verwacht. Voorts kunnen tengevolge van het gebruik van te nat hout optreden: rot, tocht bij deuren en ramen, bladderen van verflagen enz. Is het hout vóór het gebruik goed gedroogd, dan zullen deze schadegevallen niet of in veel mindere mate optreden.*

*Om te kunnen beoordelen tot welk vochtgehalte het hout dient te worden gedroogd, is het van belang het gehalte in de gebruikstoestand te kennen. Een indruk wordt verkregen uit een onderzoek dat door het Houtinstituut T.N.O. is verricht ten aanzien van vurehouten kozijnen, ramen en balkondeuren. Hoewel dit onderwerp enigszins buiten de opzet van dit orgaan valt, is toch tot plaatsing van het hiernavolgende artikel besloten omdat het onderzoek tevens belangrijke gegevens verschaft over het gewenste vochtgehalte van hout dat wordt toegepast in dragende constructies als b.v. bogen en spanten.*

*Hoewel aan stalen kozijnen, ramen en balkondeuren ook nadelen zijn verbonden, blijkt men indien de kosten dit toelaten hieraan steeds meer de voorkeur te geven boven vurehouten constructies waaraan belangrijke bezwaren worden toegeschreven.*

*In dit artikel van de hand van Ir. J. F. Rijdsdijk wordt een korte uiteenzetting gegeven van enige algemeen gehoorde bezwaren van vurehouten kozijn-, raam- en deurconstructies. Het vochtgehalte van het hout blijkt een grote rol te spelen bij al deze bezwaren. Om deze reden wordt door het Houtinstituut T.N.O. thans een onderzoek verricht naar de grootte en het verloop van het vochtgehalte in genoemde constructies onder verschillende omstandigheden. Hoewel dit onderzoek nog niet is beëindigd, worden reeds enkele voorlopige uitkomsten medegedeeld.*

### 1 Inleiding

Van vurehouten buitenkozijnen, ramen en balkondeuren zoals deze thans in het algemeen in ons land worden geleverd, kunnen de volgende bezwaren worden genoemd:

- a. ze geven dikwijls aanleiding tot klachten over tocht;
- b. de verflaag laat na 1 à 2 jaren op vele plaatsen los;
- c. het hout van de onderdorpels en van de onderste gedeelten van de stijlen is veelal na enkele jaren aan een rottingsproces onderhevig.

Voorts kan nog worden gesteld dat vele deuren, in het bijzonder binnen-deuren, scheluw trekken.

Dat een houtsoort die tot dergelijke bezwaren aanleiding geeft nog zoveel toepassing vindt, zal hoofdzakelijk het gevolg zijn van een verschil in prijs ten opzichte van andere materialen als staal en betere houtsoorten.

Een grootheid die bij alle genoemde nadelen een belangrijke rol speelt, is het vochtgehalte van het hout. Tengevolge van hygroscopische eigenschappen ontstaat een gehalte aan vocht dat verband houdt met de relatieve vochtigheid van de lucht. In de linker helft van fig. 1 is dit verband weergegeven bij een temperatuur van 22 °C voor europees vurehout. Tevens bestaat een betrekking tussen het vochtgehalte en het „werken” – het krimpen en het zwellen – van het hout (zie fig. 1, rechter helft). Als gevolg van de anisotropie van het materiaal bedraagt de mate van krimpen en zwellen in de radiale richting ongeveer de helft van die in tangentiale richting.

Bij een nadere beschouwing van de genoemde nadelen kan in het kort het onderstaande worden opgemerkt:

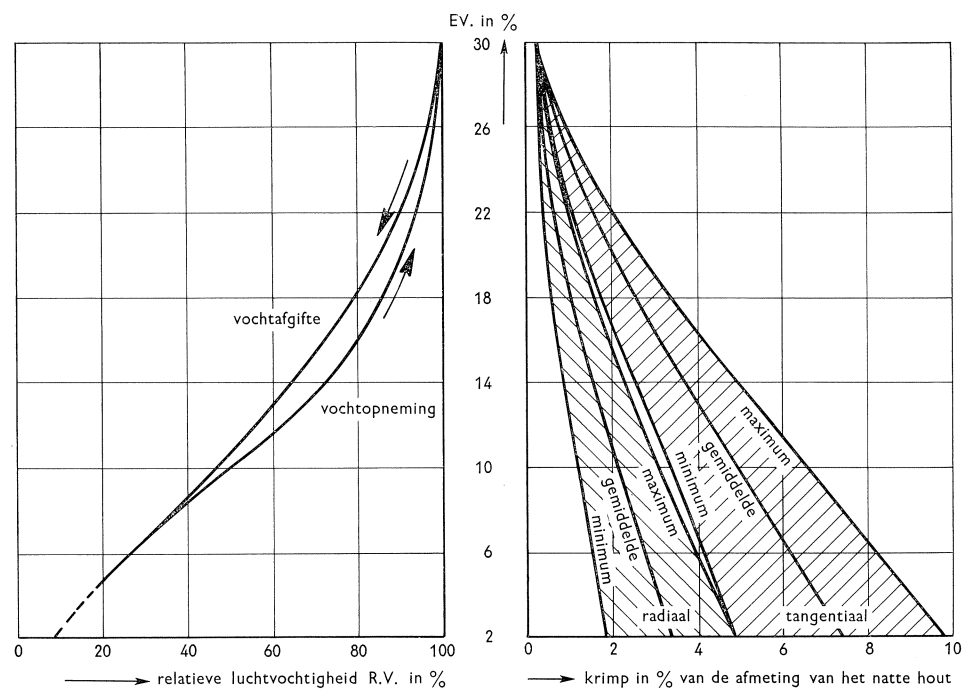


Fig. 1. Evenwichtsvochtgehalten (EV.) en krimp van europees vurehout bij ca. 22 °C.

ad a. Het optreden van tocht bij ramen en deuren kan een gevolg zijn van het niet zuiver passen in de sponningen. Was dit bij het afhangen wel het geval en treedt later desondanks tocht op, dan kan dit slechts veroorzaakt zijn door het krimpen van het hout na het afhangen. In dat geval is blijkbaar het vochtgehalte te hoog geweest op het ogenblik van afhangen.

ad b. Wanneer hout met een te hoog vochtgehalte wordt geschilderd, kan vorming van blaren optreden welke samenhangt met vochtverplaatsingen in en/of krimpen van het hout. Het is aannemelijk te onderstellen dat de verflaag op die plaatsen zal loslaten waar de geringste hechting aanwezig is; in bijna alle gevallen blijkt dit bij naalddhout op het zomerhout te zijn. De verflaag vertoont dan ter plaatse een langgerekte blaar die in het midden geknikt kan zijn volgens een lijn evenwijdig aan de lengte-richting. Dergelijke blaren worden bij het schilderwerk in de nieuwbouw dikwijls aangetroffen. De oppervlakte-oneffenheid van verflagen die op een oorspronkelijk gladde ondergrond strak zijn aangebracht is eveneens een gevolg van krimpen van het hout. In dit geval is de belangrijkste factor dat de mate van krimpen van het voorjaarshout kleiner is dan die van het zomerhout. Het gevolg is het optreden van de „tekening van het hout” in relief door de verflaag heen.

ad c. Het rotten van hout kan slechts optreden indien het vochtgehalte gedurende langere tijd hoog is. Een aantasting door schimmel kan zich

alleen in het hout uitbreiden als het vochtgehalte tenminste 20 % bedraagt, waarbij evenwel een aantal andere factoren optimaal moet zijn. Meestal zal het gehalte dus enigszins hoger dienen te zijn.

Tenslotte kan worden gesteld dat het scheluw trekken van oorspronkelijk vlakke deuren duidelijk een gevolg is van een te hoog vochtgehalte van het hout.

Als aanvulling op deze beschouwingen was het noodzakelijk door middel van een onderzoek een inzicht te verkrijgen in de grootte en in het verloop gedurende langere tijd van het vochtgehalte in buitenkozijnen, ramen en balkondeuren van gebouwen en woningen onder verschillende omstandigheden. Hoewel dit onderzoek nog niet is beëindigd, zullen in dit artikel reeds enige voorlopige uitkomsten worden vermeld.

## 2 Opzet van het onderzoek

Door middel van metingen wordt thans de grootte en het verloop van het vochtgehalte nagegaan:

1. in gestabiliseerde omstandigheden; dus in bestaande gebouwen en woningen. Voorts is nog onderscheid gemaakt tussen gebouwen met centrale verwarming en met kachelverwarming. Ten aanzien van de eerste categorie staan ter beschikking enkele T.N.O.-gebouwen en een woning, welke is voorzien van een domotherm-verwarming. Voor de tweede categorie kan worden beschikt over een ongeveer 10 jaar oude woning;
2. in niet-gestabiliseerde omstandigheden; dus tijdens en onmiddellijk na de bouw. Hiertoe staat een in aanbouw zijnde complex flatwoningen ter beschikking. In de flats zal kachelverwarming worden toegepast.

Te verwachten is dat het vochtgehalte over een dwarsdoorsnede van een stijl van een buitenkozijn niet constant is. Om deze reden wordt het vochtgehalte zowel aan de buitenzijde als enkele centimeters onder het buitenoppervlak en aan de binnenzijde van de kozijnen bepaald. Voorts is de oriëntering van de buitenkozijnen ten opzichte van de hemelstreek – de expositie – in het onderzoek betrokken. De metingen geschieden met behulp van een elektrische vochtmeter welke berust op het principe van weerstandsmeting.

## 3 Uitvoering van het onderzoek

Door het Houtinstituut T.N.O. is vooraf een groot aantal metingen verricht met behulp van geklimatiseerd vure- en grenenhout teneinde te bepalen met welke afwijkingen gerekend moet worden in de aanwijzingen van de elektrische vochtmeter ten opzichte van het werkelijk vochtgehalte bij deze houtsoorten. Voorts dient in verband met de spreiding in de meetresultaten bij gebruik van een elektrische vochtmeter nog gerekend te worden op afwijkingen die  $\pm 1,5$  % van de aldus gecorrigeerde waarden zullen bedragen. De kans

op negatieve en positieve afwijkingen is even groot zodat de gemiddelde waarden ongeveer juist zijn. Tevens is een correctie op de meetresultaten toegepast voor temperaturen beneden 15 °C. Hiervoor is gebruik gemaakt van het nomogram van DUNLAPP en BELL<sup>1)</sup> dat als algemeen geldend kan worden beschouwd voor metingen van vochtgehalten met meters die berusten op het principe van weerstandsmeting.

In het hout van de kozijnen enz. zijn vaste meetpunten aangebracht. Voor metingen onmiddellijk onder het houtoppervlak zijn kleine roodkoperen spijkertjes in het hout geslagen. Voor metingen op 2 cm onder het oppervlak zijn roodkoperen spijkers toegepast met een lengte van 2,5 cm. Deze spijkers zijn over een lengte van 2 cm van een isolatie voorzien terwijl de punt onbeschermd bleef. In het hout werd vooraf een gat geboord over een diepte ter lengte van de isolatie.

Het grootste aantal meetpunten is aangebracht aan de buitenzijden van de kozijnstijlen van de gebouwen en van de woningen. Voorts zijn in de gebouwen aan de binnenzijden van de stijlen eveneens meetpunten geplaatst. In de woningen is dit in beperkte mate gebeurd om bezwaren van huiseigenaren en bewoners te voorkomen en wel in een kozijnstijl van de woonkamer, van een slaapkamer, van de keuken en van de badkamer of douchecel. Tevens zijn, teneinde waarden te verkrijgen die niet direct worden beïnvloed door de weersgesteldheid, eveneens enkele meetpunten aangebracht in kozijnen van kasten. Tenslotte kan worden vermeld dat in de stijlen van de buitenkozijnen meetpunten zijn geplaatst ongeveer ter halver hoogte van de stijlen en ongeveer 5 cm boven de verbindingen met de onderdorpels.

De metingen worden éénmaal per maand verricht. Na een aantal maanden bleek dat enkele metingen op 2 cm onder het oppervlak als niet geheel betrouwbaar konden worden beschouwd. De resultaten van deze metingen zijn niet in de verwerking opgenomen. Hoewel om deze reden enkele meetpunten zijn uitgevallen, werden inmiddels reeds interessante gegevens verkregen waarover iets kan worden medegedeeld.

#### 4 Voorlopige resultaten

##### 4.1 Metingen ter halver hoogte van de stijlen

1° Gestabiliseerde omstandigheden. In woonkamers en in gebouwen met centrale verwarming is het vochtgehalte van het hout laag; in de wintermaanden bedraagt dit 8 tot 11 % terwijl het in de maanden augustus tot en met november oploopt tot 14 %. Deze waarden zijn ook gemeten aan de binnenzijden van buitenkozijnstijlen (zie de fig. 2a t/m c). Onmiddellijk onder het buitenoppervlak van deze stijlen is het vochtgehalte in hoge mate afhankelijk van de weersomstandigheden en van de expositie. In stijlen georiënteerd

<sup>1)</sup> DUNLAPP M. E. and E. R. BELL: Electrical moisture meters for wood, U.S. Dept. Agric. For. Prod., Report no. R 1660, Madison, nov. 1947.

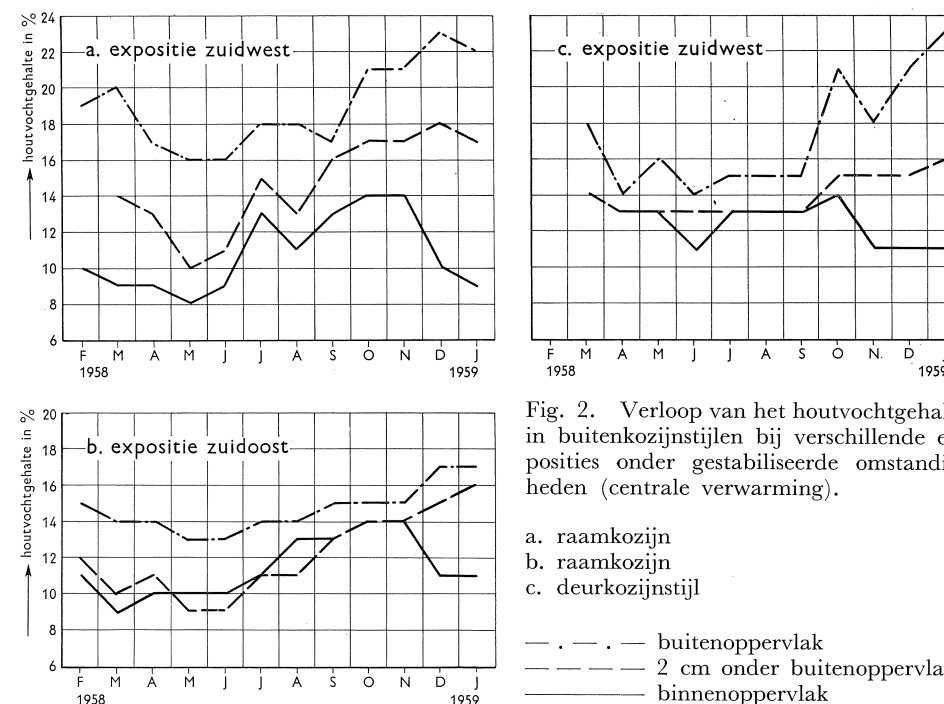


Fig. 2. Verloop van het houtvochtgehalte in buitenkozijnstijlen bij verschillende exposities onder gestabiliseerde omstandigheden (centrale verwarming).

a. raamkozijn  
b. raamkozijn  
c. deurkozijnstijl

· · · buitenoppervlak  
- - - 2 cm onder buitenoppervlak  
— binnenoppervlak

op het zuid-westen varieert het vochtgehalte van ongeveer 14 tot 23 %, maar op het zuid-oosten slechts van 13 tot 17 %. Voorts is in de fig. 2a t/m c te zien dat het vochtgehalte op 2 cm onder het buitenoppervlak reeds onder invloed staat van het binnenklimaat. Dit vochtgehalte varieert in stijlen op het zuid-westen van ongeveer 10 tot 18 % en in die op het zuid-oosten van ongeveer 9 tot 16 %.

In stijlen die slecht in de verf zitten worden in het algemeen aan de buitenzijden hogere vochtgehalten gemeten. Zo werden in een stijl op het zuid-westen aan het buitenoppervlak vochtgehalten gevonden variërend van 18 tot 29 % en op 2 cm onder het buitenoppervlak waarden van 17 tot 21 % (zie fig. 3).

In fig. 4 zijn de resultaten van acht verschillende redelijk geverfde stijlen in één grafiek samengebracht, ongeacht de expositie. Het blijkt dat het vochtgehalte in stijlen van buitenkozijnen in centraal verwarmde gebouwen en woningen van de binnenzijde tot ongeveer 2 cm onder het buitenoppervlak gedurende het gehele jaar globaal kan worden gesteld op 12 %. Slechts voor het buitenoppervlak dient het gehalte op ongeveer 18 % te worden gesteld. Het lijkt dus gerechtvaardigd het vochtgehalte in buitenkozijnen van centraal verwarmde gebouwen en woningen gelijk te stellen aan het vochtgehalte van het hout dat binnen is toegepast.

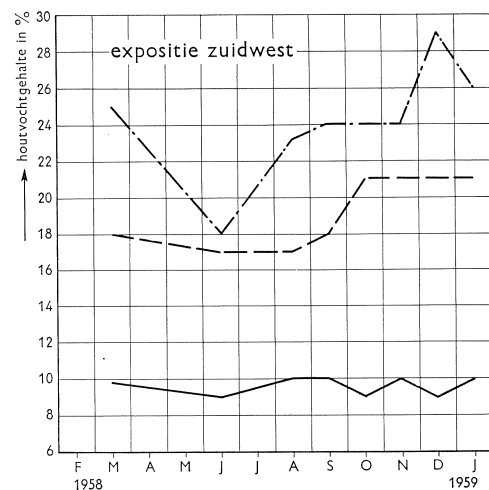


Fig. 3. Verloop van het houtvochtgehalte in een slecht geverfde raamkozijnstijl onder gestabiliseerde omstandigheden (centrale verwarming).

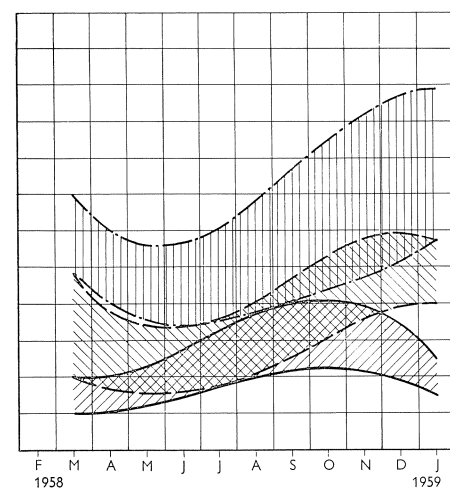


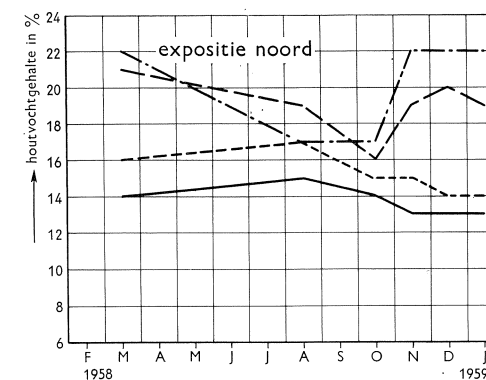
Fig. 4. Samenvatting van de meetresultaten van 8 redelijk geverfde stijlen onder gestabiliseerde omstandigheden (centrale verwarming).

Uit metingen verricht aan een stijl van een op het noorden georiënteerd buitenkozijn in een woonkamer van een ééngeswoning met als verwarmingsbron een kachel zou kunnen worden afgeleid dat het vochtgehalte van het hout in dergelijke woningen iets hoger is dan in die met centrale verwarming (zie fig. 5). Van de binnenzijde tot 2 cm onder het buitenoppervlak varieert het vochtgehalte van ongeveer 13 tot 17 %. (Vochtgehalten van 13 tot 15 % aan de binnenzijden van stijlen werden in januari 1959 ook gemeten in flatwoningen met kachelverwarming die in juni 1958 waren betrokken.) Voorts schommelt het vochtgehalte op 2 cm onder het buitenoppervlak tussen 16 en 21 % en onmiddellijk onder het buitenoppervlak tussen 17 en 22 %. Behalve ter plaatse van het buitenoppervlak varieert het vochtgehalte in deze stijl gedurende het grootste deel van het jaar van ongeveer 14 tot 18 %. Er dienen echter meer metingen te worden verricht aan kozijnen van op dergelijke wijze verwarmde woningen om tot een juist oordeel te kunnen komen.

2° Niet-gestabiliseerde omstandigheden. Om een indruk te verkrijgen van vochtgehalten in kozijnstijlen tijdens de bouw, zijn in fig. 6 de gehalten weergegeven welke zijn waargenomen in een flat van het ogenblik van het stellen van de kozijnen tot aan de oplevering in januari 1959. Enige invloed

Fig. 5. Verloop van het houtvochtgehalte in een raamkozijnstijl onder gestabiliseerde omstandigheden (kachelverwarming).

— . . . — buitenoppervlak  
 - - - - - 2 cm onder buitenoppervlak  
 - - - - - binnenoppervlak  
 ————— 2 cm onder binnenoppervlak



van de expositie is merkbaar. Tijdens het inbouwen bedroeg het vochtgehalte van het hout van de kozijnen 22 tot 26 %. Deze waarden komen overeen met die welke zijn bepaald aan zojuist op de bouwplaats aangevoerde en aan reeds langere tijd op het terrein opgeslagen kozijnen. Gedurende de zomermaanden daalt het vochtgehalte tot 14 à 21 % om in de herfst en winter weer te vermeerderen tot 22 à 28 %.

#### 4.2 Metingen op 5 cm boven de verbinding stijl-onderdorpel

Metingen aan de onderzijden van de stijlen tonen in het algemeen hoge vochtgehalten aan. Zowel aan het buitenoppervlak als op 2 cm in het hout is het gehalte meestal 5 tot 8 % hoger dan op de overeenkomstige plaatsen ter halver hoogte van de stijlen. Vochtgehalten hoger dan 30 % worden regelmatig aangetroffen. Een voorbeeld is gegeven in fig. 7. De metingen zijn afkomstig van de stijl, waarvan reeds resultaten zijn weergegeven in fig. 5.

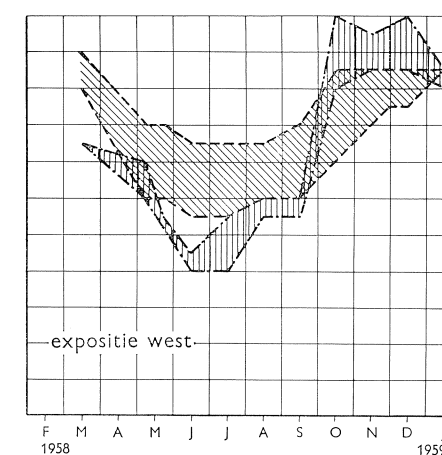
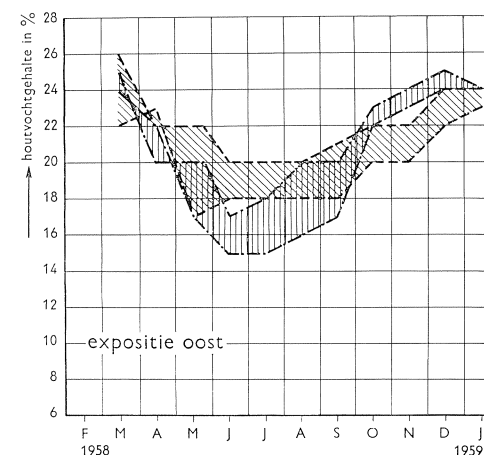
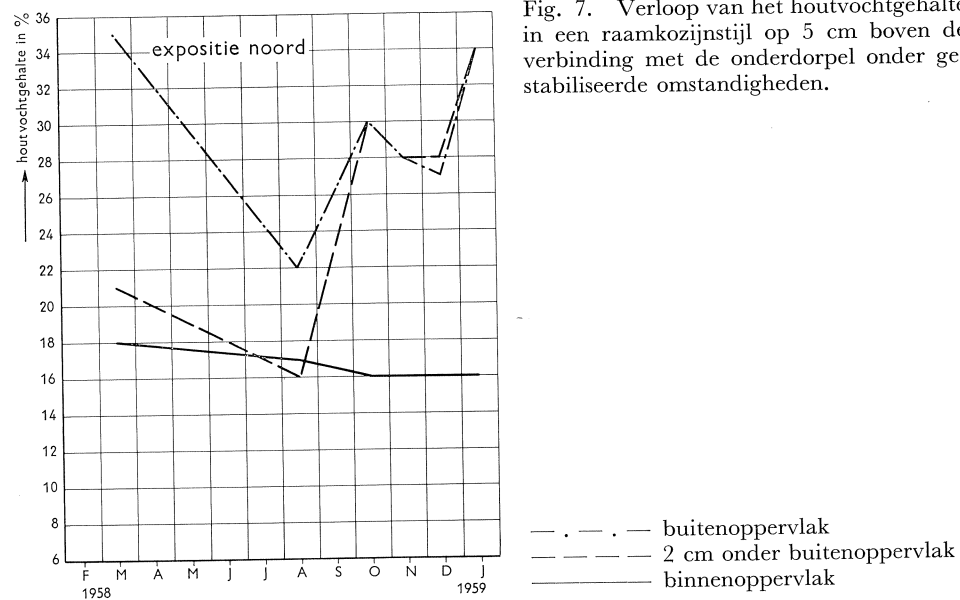


Fig. 6. Verloop van het vochtgehalte in kozijnstijlen bij verschillende exposities onder niet-gestabiliseerde omstandigheden.

▤ buitenoppervlak  
 ▨ 2 cm onder buitenoppervlak



## 5 Voorlopige conclusies

Aan de op blz. 8 gegeven beschouwingen kan thans het volgende worden toegevoegd:

ad a. Uitgaande van de gemeten vochtgehalten tijdens het inbouwen van vurehouten kozijnen (22–26 %) zal in centraal verwarmde gebouwen en woningen moeten worden gerekend met een daling van ongeveer 12 %, hetgeen overeen zal komen met een krimp van gemiddeld 2,5 %. Voor woningen met kachelverwarming bedraagt de daling ongeveer 8 % gepaard gaande met een krimp van gemiddeld 1,5 %.

Als voorbeeld wordt genomen een kozijn met zich daarin bevindende stolp-ramen, waarbij de totale houtbreedte van raam- en kozijnstijlen op 36 cm wordt gesteld. In centraal verwarmde gebouwen zal dus in de breedterichting een krimp van 9 mm optreden. Globaal kan worden gesteld dat de helft van deze krimp (4,5 mm) tot uiting zal komen in een spleetruimte, verdeeld over drie plaatsen t.w. tussen het kozijn en de ramen en tussen de beide ramen. Deze en de reeds aanwezige spleetruimte samen zullen in vele gevallen voldoende zijn om tocht tot gevolg te hebben. In geval van kachelverwarming zal voor het gegeven voorbeeld de bijkomende spleetruimte tengevolge van krimpen ruim 2,5 mm bedragen. Voor balkondeuren kunnen overeenkomstige gevolgtrekkingen worden gemaakt.

ad b. Indien het hout in de woningen wordt geschilderd bij een vochtgehalte dat na enige jaren wordt bereikt, zal vorming van blaren vrijwel niet voorkomen en de verflaag zal strak op het hout blijven zitten. Ook de „tekening van het hout” in relief door de verflaag heen zal achterwege blijven, mits eventueel aanwezige tekening door schuren en plamuren is weggewerkt.

ad c. In het voorbeeld gegeven in fig. 7 bestaat een situatie waarbij rotten van het hout op den duur zeker kan worden verwacht. Het vochtgehalte blijft gedurende een groot gedeelte van het jaar voldoende hoog. Voor de onderdorpel zal hetzelfde gelden. Het hoge vochtgehalte kan slechts worden toegeschreven aan water dat via de verbinding stijl – onderdorpel in het kopse einde van de stijl kan dringen. Ook het hout van de onderdorpel kan op deze plaats op den duur zeer vochtig worden.

Het scheluw trekken van oorspronkelijk rechte binnendeuren is onvermijdelijk, wanneer hout met een vochtgehalte van 22 % en meer wordt toegepast voor deuren die zijn bestemd voor centraal verwarmde gebouwen en woningen, zodat op den duur een gehalte van ongeveer 12 % wordt bereikt. Bovendien kunnen door de krimp de verbindingen opentrekken.

De vochtgehalten van hout in centraal verwarmde gebouwen en woningen, zoals deze zijn gemeten, blijken overeen te komen met de waarden die b.v. in Duitsland, Engeland en de U.S. worden opgegeven, nl. 10 tot 12 %. Het is noodzakelijk dat het vurehout voor kozijnen, ramen en balkondeuren bij een vochtgehalte wordt verwerkt dat veel lager is dan momenteel gebruikelijk is. Hoewel thans in het algemeen aanwijzingen zijn verkregen voor de vochtgehalten in verwarmde ruimten, dienen eerst de uitkomsten van in uitvoering zijnde metingen aan kozijnen in onverwarmde vertrekken te worden afgewacht alvorens een gemiddeld vochtgehalte ter sprake kan worden gebracht waarbij de vervaardiging van vurehouten kozijnen enz. dient te geschieden.

Tevens moeten nog enkele andere problemen worden opgelost o.a. op welke (goedkope) wijze het verkregen lage vochtgehalte tijdens het opslaan en de bouw kan worden gehandhaafd. Voorts dient te worden gezocht naar een goede en goedkope verbindingswijze tussen stijl en onderdorpel opdat geen regenwater tussen deze beide kan dringen. Voor de onderdorpel zijn reeds vele vormen bedacht om het indringen van condens- en regenwater te voorkomen. Een zorgvuldige vergelijking tussen deze vormen onderling en het op de juiste wijze overwegen van de omstandigheden waaronder het kozijn zal komen te verkeren, zal zeker kunnen leiden tot de keuze van één of enkele typen van onderdorpels waarbij het indringen van vocht in hoge mate kan worden beperkt, zodat de kans op het rotten van het hout tot een minimum kan worden teruggebracht.

Vermindering van het thans gebruikelijke vochtgehalte en beheersing van dit gehalte in vurehouten kozijnen, ramen en deuren maken het mogelijk de genoemde bezwaren in belangrijke mate op te heffen.