

Resulteert het veranderen van het weer in een beperking op het ontwerpen van bijvoorbeeld hoge temperatuur koelsystemen?

Weersveranderingen en installatiekeuze

Bijna dagelijks kunnen we in de media iets vernemen over de mogelijke veranderingen van het weer. Ook voor de installatiebranche blijft dit niet zonder gevolgen. Zo zijn er al ingrijpende maatregelen genomen om de schade aan de ozonlaag door koelmiddelen te beperken.

Maar wordt het in ons land inderdaad warmer en is er wellicht sprake van een veranderingen in het vochtgehalte?

Reeds enkele jaren geleden is door het KT-bestuur een voorstel geformuleerd om na te gaan of de mogelijke weersveranderingen van invloed zijn op de keuze van het referentiejaar voor TO-berekeningen. Dit heeft geleid tot enig onderzoek en inmiddels tot publicaties in TVVL Magazine.

-door ir. M.A. Wolfert en ing. H.M. Bruggema**

In het voorliggend artikel wordt na een korte samenvatting van deze publicaties en andere literatuur ingegaan op een analyse van een drietal klimaatjaren, waarbij alleen de temperatuur, zonstraling en vochtinhoud gedurende het koelseizoen zijn onderzocht. Vervolgens wordt een aantal TO-berekeningen gepresenteerd om na te gaan welke effecten kunnen optreden door wijzigingen in het klimaatjaar. Hierbij wordt aandacht geschonken aan de invloed van de vochtinhoud van de lucht door rekening te houden met het condensatierisico bij watergekoelde systemen als koelplafonds of koelconvectoren. Aan het eind van het artikel worden enkele conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

LITERATUUR

In een recente publicatie in TVVL Magazine van Breuer [1] is onderzocht of het weer in Nederland de afgelopen decennia is veranderd. Vooral is onderzocht of de gemiddelde jaarlijkse temperatuur en zonbelasting zijn toe-

genomen. In het artikel wordt geconcludeerd dat de jaren 1989, 1990, 1992 en 1994 significant warmer zijn dan de periode 1931 t/m 1990. Het jaar 1995 ligt net tegen de bovengrens. Tevens wordt geconcludeerd dat de jaargemiddelde zonstraling niet is toegenomen.

In een ander onlangs verschenen artikel van Zeiler e.a. [2] wordt geconcludeerd dat de gemiddelde temperatuur in de periode 1990 t/m 1997 vooral in de maanden juni t/m augustus beduidend hoger is dan het thans gehanteerde klimaatjaar voor TO-berekeningen 1964. Tevens wordt geconcludeerd dat de relatieve vochtigheid en het daggemiddelde dauwpunt eveneens zijn toegenomen.

In een tweede artikel van Zeiler e.a. [3] wordt geconcludeerd dat het aantal TO-overschrijdingsuren van een natuurlijk geventileerd gebouw zonder koeling berekend met weergegevens van de jaren 1994 en 1995 aanmerkelijk hoger zijn dan indien de bereke-

ning wordt uitgevoerd voor 1964. In dit artikel is echter de vochtinhoud van de lucht niet meegenomen in de berekeningen.

In het nu uitgevoerde onderzoek, hetgeen deels voortborduurde op de aanzet van Zeiler [2,3], wordt de invloed van een stijgende buitentemperatuur en luchtvochtigheid in de jaren 1994 en 1995 vergeleken met het klimaatjaar 1964. Om enig inzicht te verkrijgen in de effecten van dergelijke weersveranderingen op bijvoorbeeld het ontwerpen van hoge temperatuurkoelsystemen zijn oriënterende TO-berekeningen uitgevoerd waarbij het aspect luchtvochtigheid in de berekeningen is meegenomen.

ANALYSE VAN HET WEER

Ook nu zijn de drie klimaatjaren 1964, 1994 en 1995 geanalyseerd. Het onderzoek is beperkt tot het analyseren van de buitentemperatuur, de zonstraling en het vochtgehalte. Maatgevend voor de vochtinvloed is de combinatie van temperatuur en relatieve vochtigheid. Aan de hand van deze twee grootheden is het dauwpunt berekend, de temperatuur waarbij het vocht in de lucht gaat condenseren.

Als eerste is de buitentemperatuur geanalyseerd. Hiervoor zijn de temperatuurverdelingen van de buitenlucht in figuur 1 weergegeven. Er is alleen gekeken naar het koelseizoen daar deze periode voor de TO-berekeningen van belang is. De maximale temperatuur in 1964 bedraagt ca. 31°C.

In de twee jaren 1994 en 1995 is te zien dat het aantal uren met een hoge

* Adviesbureau Peutz & Associés B.V., Mook

buitenluchttemperatuur is toegenomen. Ook is de maximale temperatuur met ca. 2°C toegenomen tot 33°C.

Dit is het beste waar te nemen door het aantal cumulatieve uren waarbij een bepaalde buitentemperatuur in 1994 en 1995 wordt overschreden te verminderen met die van 1964. De resultaten zijn weergegeven in figuur 2. Hierdoor wordt nog duidelijker dat 1994 en vooral 1995 aanmerkelijk warmer zijn dan 1964.

Een zelfde vergelijking is te maken met de zonstraling voor deze drie verschillende klimaatjaren. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de figuren 3 en 4. Vooral de uren met een hoge zonstraling zijn toegenomen. Tevens is ook de maximale zonstraling toegenomen.

Als laatste is de luchtvochtigheid bestudeerd. Hiervoor is het dauwpunt van de buitenlucht berekend. De resultaten zijn weergegeven in de figuren 5 en 6. Ook hiervoor geldt dat het aantal uren waarbij een bepaald dauwpunt wordt overschreden en ook het maximale dauwpunt in 1994 en 1995 zijn toegenomen.

Geconcludeerd wordt dat de twee geanalyseerde klimaatjaren 1994 en 1995 t.o.v. het referentieklimaatjaar 1964 beduidend warmer zijn. De zonstraling is eveneens toegenomen en ook de luchtvochtigheid is aanmerkelijk toegenomen.

GEVOLGEN VOOR HET ONTWERPEN VAN KOELINSTALLATIES

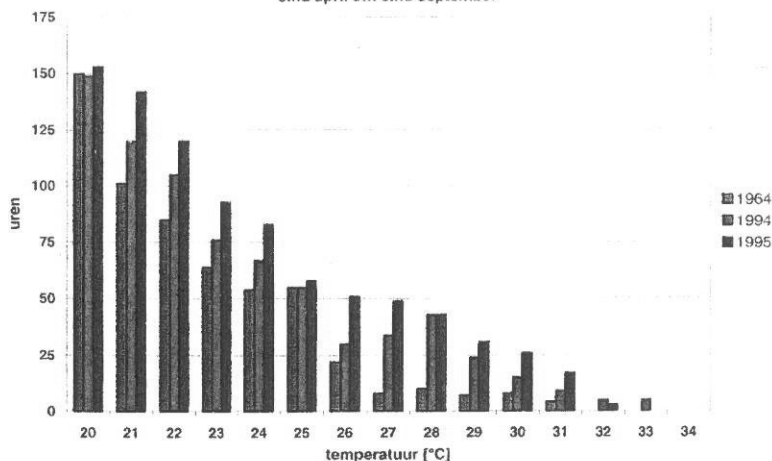
Als wordt aangenomen dat deze weersverandering structureel is, wat zijn hiervan dan de gevolgen op het ontwerpen van koelinstallaties?

Als eerste zorgt een hogere buitentemperatuur voor een hogere warmtebelasting als gevolg van infiltratie en transmissie. Ten tweede is meer energie nodig om de inblaasluft te koelen. Ook is nachtventilatie met buitenlucht bij een hogere nachttemperatuur minder effectief. Als laatste kan het ook mogelijke gevolgen hebben voor bodemopslag.

Een verhoogde zonstraling zorgt eveneens voor een hogere warmtebelasting. Een toename van de luchtvochtigheid bij een hoge buitentemperatuur resulteert in een hoger dauwpunt. Dit heeft

Aantal uren dat een buitentemperatuur voorkomt distributieve uren

eind april t/m eind september

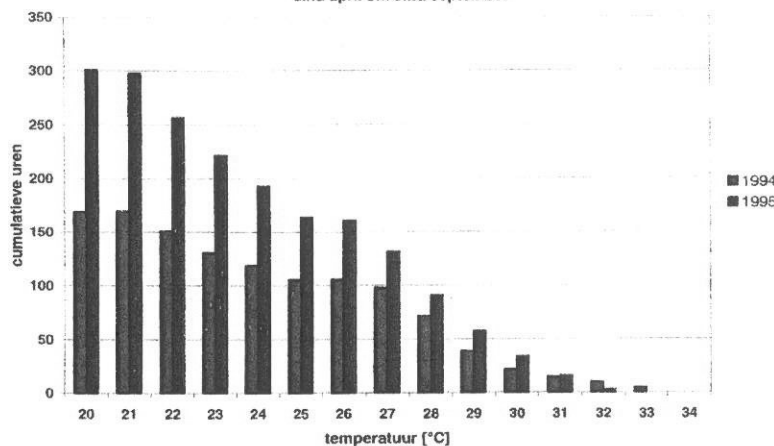


Analyse temperatuur - Verdeling buitentemperatuur

-FIGUUR 1-

Aantal uren dat een buitentemperatuur wordt overschreden verschil t.o.v. 1964 cumulatieve uren

eind april t/m eind september

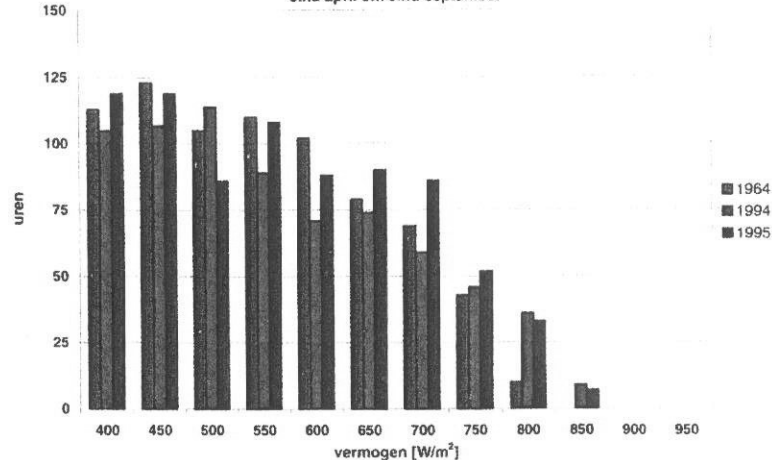


Analyse temperatuur - Overschrijdingsuren buitentemperatuur

-FIGUUR 2-

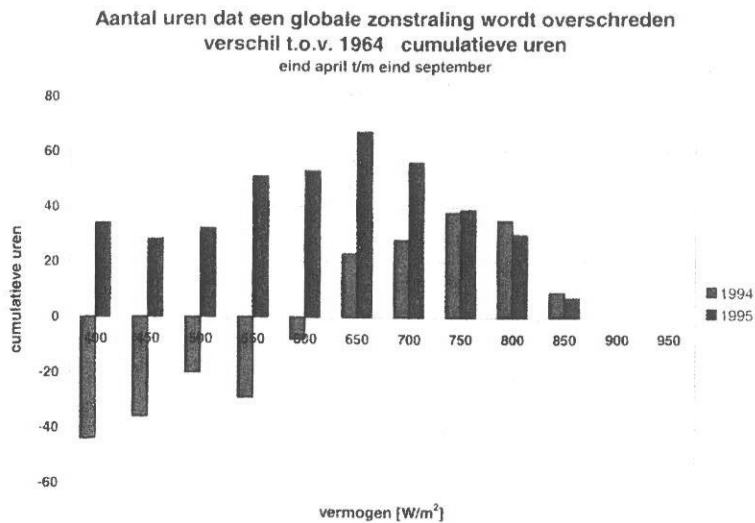
Aantal uren dat een globale zonstraling op een horizontaal vlak voorkomt distributieve uren

eind april t/m eind september



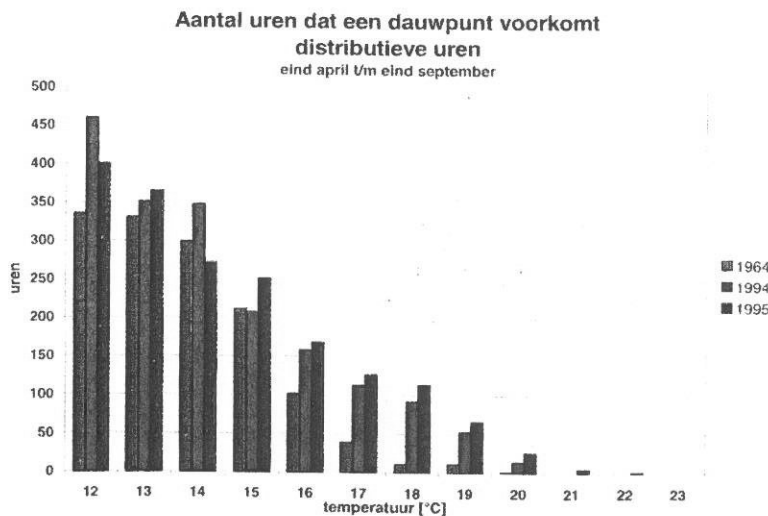
Analyse globale zonstraling - Verdeling globale zonstraling op een horizontaal vlak

-FIGUUR 3-



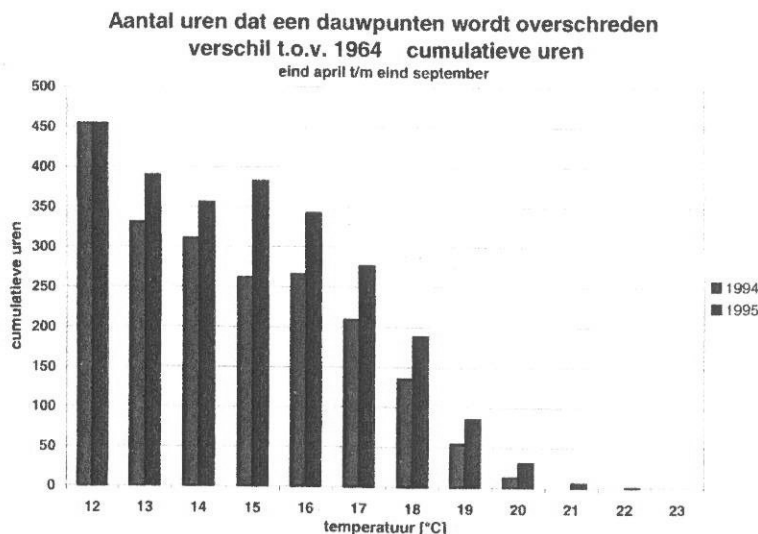
Analyse globale zonstraling - Overschrijdingsuren globale zonstraling op een horizontaal vlak

-FIGUUR 4-



Analyse dauwpunt - Verdeling dauwpunten

-FIGUUR 5-



Analyse dauwpunt - Overschrijdingsuren dauwpunten

-FIGUUR 6-

vooral tot gevolg dat bij een dauwpuntbeveiligd koelsysteem er minder koelvermogen beschikbaar komt. Als bijvoorbeeld voor een ruimte met koelplafonds de wateraanvoertemperatuur gelijk of lager is dan het dauwpunt van de ruimtelucht bestaat het risico dat zich op de plafonds en leidingen condens gaat vormen. In geval van een dergelijk condensrisico zal de wateraanvoertemperatuur worden verhoogd waarmee het koelvermogen afneemt. Om de inblaaslucht te koelen zal deze beneden het dauwpunt worden ontvochtigd hetgeen extra energie kost. Indien de luchtvochtigheid toeneemt zal dus meer vermogen nodig zijn om de inblaaslucht te ontvochtigen en dus minder vermogen beschikbaar blijven om te koelen. Als laatste kan een hogere luchtvochtigheid resulteren in hogere PMV-waarden.

TO-BEREKENINGEN M.B.V. BFEP

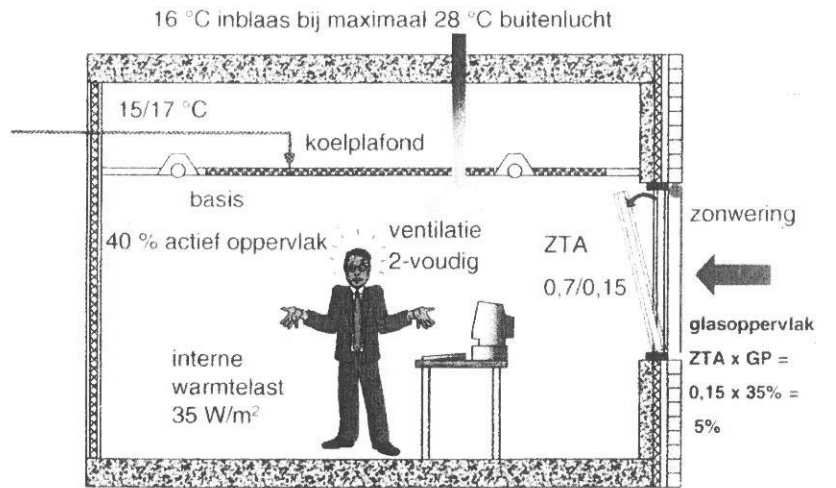
Om de invloed van de hier geschetste weersverandering te onderzoeken zijn temperatuur overschrijdingsberekeningen uitgevoerd met het programma BFEP. Dit eindige elementen computerprogramma berekend per tijdstap van zes minuten met de invoergegevens van de klimaatdata en de interne wamteproductie voor een opgegeven ruimte de ruimtetemperatuur. Hiervoor is een rekenmodel opgesteld van een standaard kantoorvertrek dat schematisch is weergegeven in figuur 7.

Het vertrek is als volgt opgebouwd:

De gevel met een Rc-waarde van 2,5 m².K/W bestaat voor 35% uit te openen ramen voorzien van HR-glas met buitenzonwering. Het product van het glaspercentage en de ZTA-waarde bedraagt 0,35 x 0,15 = 5% hetgeen als laag kan worden gekwalificeerd. In de ruimte is een interne warmtelast aanwezig van 35 W/m² in de vorm van apparatuur, personen en verlichting. De ruimte wordt 2-voudig geventileerd door gekoelde lucht van 16°C. Vanaf een buitentemperatuur van 28°C loopt de inblaasluchttemperatuur lineair met de buitenluchttemperatuur op. Verder wordt de ruimte gekoeld door een watergekoeld systeem. In de berekeningen is uitgegaan van een koelplafond met een waterzijdig koelvermogen van ca. 75 W/m² bij 25 °C ruimtetemperatuur en een actief plafondoppervlak van 40% in de basisvariant.

Er is gekozen voor een bescheiden warmtelast in de basisvariant zodat het koelsysteem voornamelijk is uitgelegd op de invloeden van buitenaf, zoals zonstraling, buitentemperatuur en luchtvochtigheid. Enige verandering hierin heeft direct invloed op de ruimtetemperatuur. In voorliggend artikel zijn juist deze invloeden van belang.

Om de klimaatinvloeden inzichtelijk te maken is getracht de overschrijdingsuren van de ruimtetemperatuur voor alle drie de klimaatjaren gelijk te maken door het koelvermogen aan te passen. Het aanpassen van dit vermogen is gerealiseerd door het plafondoppervlak te vergroten. De invloed van een weersverandering op het koelvermogen van de inblaaslucht is verder buiten beschouwing gelaten.



Temperatuur Overschrijdingsberekeningen

-FIGUUR 7-

RESULTATEN

Als eerste is alleen de invloed van een stijgende buitentemperatuur en zonstraling onderzocht. Dit noemen we de basisvariant. De resultaten van deze uitgangssituatie met 40% actief plafondoppervlak zijn in de figuren 8 en 9 weergegeven.

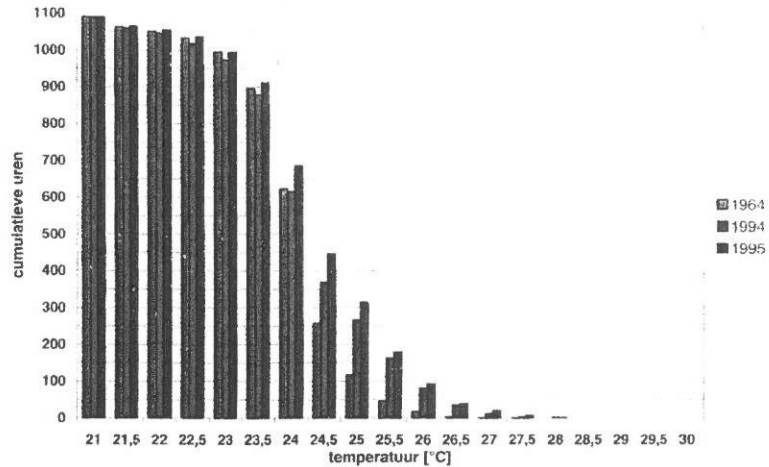
We zien hierbij dat het aantal overschrijdingsuren, bij een gelijkblijvend geïnstalleerd koelvermogen voor de drie klimaatjaren, in 1994 en 1995 aanzienlijk is toegenomen. Ook de maximale ruimtetemperatuur is in deze twee jaren gestegen.

Vervolgens is getracht het aantal overschrijdingsuren voor de drie klimaatjaren gelijk te maken door het actieve plafondoppervlak en dus het koelvermogen te vergroten. Het benodigde plafondoppervlak is in figuur 10 weergegeven.

Vervolgens is bij deze basisvariant een dauwpuntbeveiliging met een marge van 1°C op de binnenluchttemperatuur toegepast. Hierdoor wordt de wateraanvoertemperatuur altijd minimaal 1°C hoger ingesteld dan het dauwpunt. Vervolgens is een interne vochtproductie van 100 g/h aan de ruimtelucht toegevoerd en als laatste stap zijn te openen ramen toegepast. De resultaten zijn eveneens in figuur 10 weergegeven. We zien hierbij dat het benodigde koelvermogen aanzienlijk dient toe te nemen. In eerste instantie is uitgegaan van een dauwpuntbewaking op

Overschrijdingsuren ruimtetemperatuur

bij 40% actief plafondoppervlak

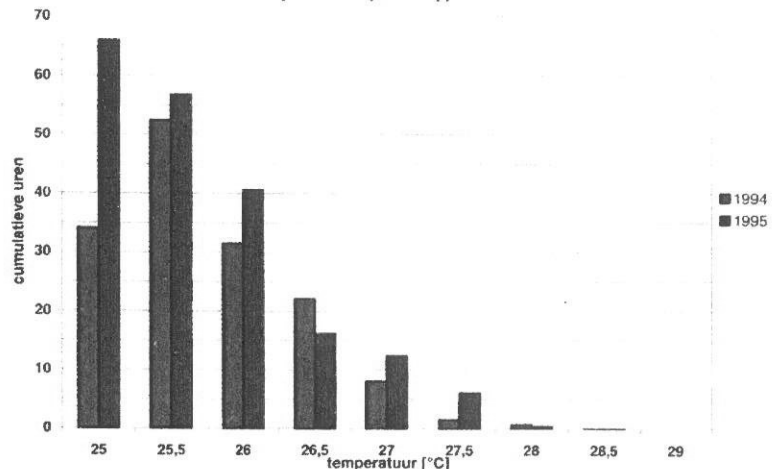


Resultaten TO berekeningen basis - Overschrijdingsuren ruimtetemperatuur

-FIGUUR 8-

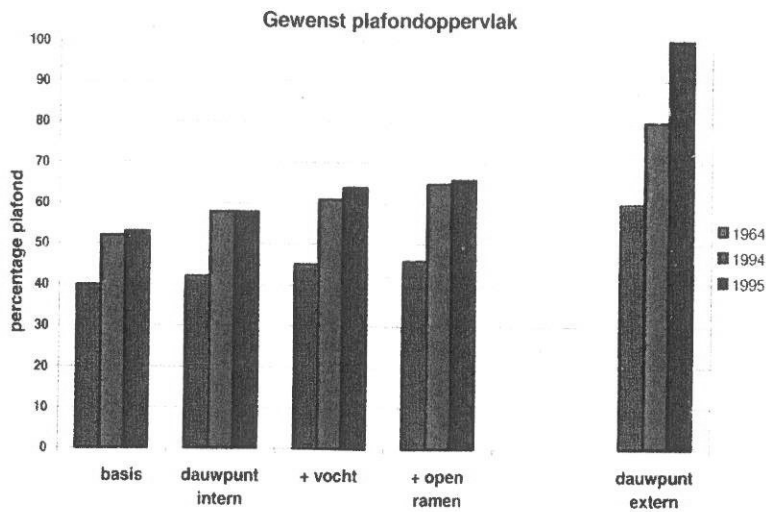
Overschrijdingsuren ruimtetemperatuur verschil t.o.v. 1964

bij 40% actief plafondoppervlak

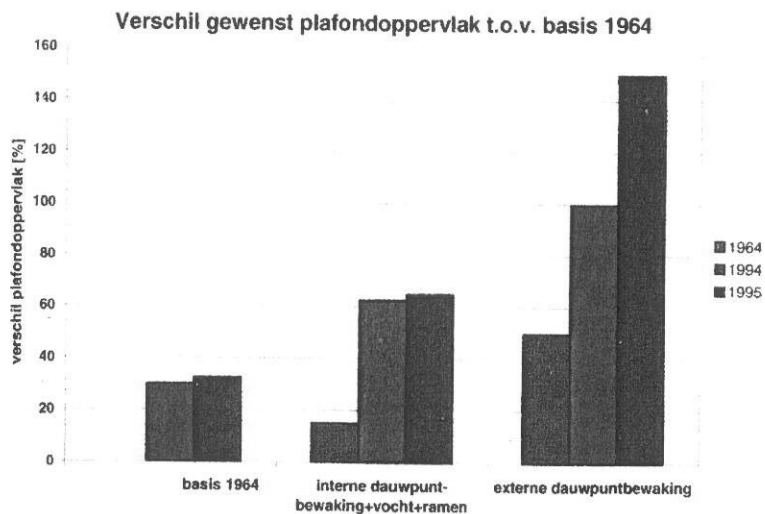


Resultaten TO berekeningen koelvermogen

-FIGUUR 9-

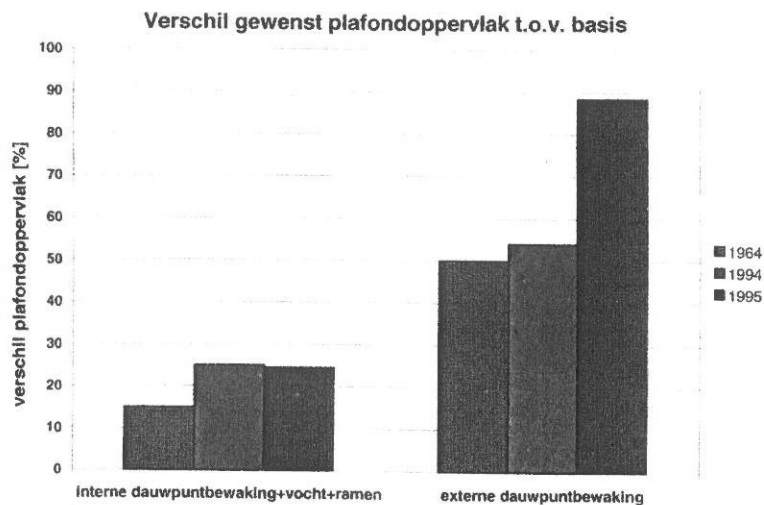


-FIGUUR 10-



Resultaten TO berekeningen toename koelvermogen

-FIGUUR 11-



Gewenste vermogenstoename

-FIGUUR 12-

basis van de ruimtelucht. Met gebruikmaking van te openen ramen is dit niet geheel realistisch zodat ook is gekeken naar een dauwpuntbewaking op basis van de buitenlucht. De benodigde koelvermogens zijn hierbij nog hoger.

Om te kunnen concluderen wat de invloed is op het koelvermogen door het toepassen van de twee klimaatjaren 1994 en 1995 is een vergelijking gemaakt met het basisjaar 1964 hetgeen in figuur 11 is weergegeven. Als uitgangspunt is de basissituatie zonder dauwpuntbewaking gehanteerd. De vermogenstoename zijn voor de verschillende berekeningsstappen uitgedrukt in een percentage t.o.v. van het in die situatie gehanteerde 40% plafondoppervlak. Hieruit wordt geconcludeerd dat, indien wordt uitgegaan van het basisjaar 1964 zonder dauwpuntbewaking, in 1994 en 1995 als gevolg van de hogere temperatuur en zonstraling ca. 30% meer koelvermogen gewenst is. Indien rekening wordt gehouden met vochtproductie en te openen ramen met een interne dauwpuntbewaking dan dient in de hier gepresenteerde situatie het gewenste vermogen toe te nemen met in 1964 ca. 15%, in 1994 met ca. 62% en in 1995 met ca. 65%. Door het dauwpunt te bewaken op basis van de buitenlucht levert dit de volgende gewenste toename: in 1964 ca. 50%, in 1994 ca. 100% en in 1995 zelfs 150%.

Indien geen rekening wordt gehouden met een stijgende buitentemperatuur en zonstraling maar alleen met de luchtvochtigheid dan resulteert dit in de in figuur 12 weergegeven gewenste vermogenstoename. Geconcludeerd wordt dat rekening houdend met deze luchtvochtigheid de gewenste vermogens aanzienlijk dienen te worden vergroot. Geconcludeerd wordt dat bij dauwpuntbewaakte koelsystemen de luchtvochtigheid altijd moet worden meegenomen in de temperatuuroverschrijdingsberekeningen!

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In de genoemde literatuur wordt geconcludeerd dat de buitentemperatuur, de relatieve vochtigheid en het dauwpunt in het laatste decennium zijn toegenomen. Tevens wordt hierin geconcludeerd dat deze factoren gevol-

gen hebben op het berekende aantal overschrijdingsuren.

Ten aanzien van de geanalyseerde klimaatdata wordt geconcludeerd dat het weer in 1994 en 1995 t.o.v. 1964 is veranderd. De buitentemperatuur, de zonnestraling en het dauwpunt zijn alle drie toegenomen. Om echter een uitspraak te doen of het klimaat verandert is een nader, vooral statistisch onderzoek over een veel langere periode, dringend vereist. Hierbij dient tevens de winterperiode nader te worden geanalyseerd. Ook dient te worden geanalyseerd of de lengte en tijdstip van het koelseizoen verandert. Dit vooral voor de TO-berekeningen die niet alleen worden gebruikt voor het vergelijken van installatieconcepten, maar ook voor het dimensioneren van installaties. De analyse zou moeten resulteren in aanbevelingen voor een nieuw referentiejaar.

Over de resultaten van de TO-berekeningen wordt geconcludeerd dat een verandering in 1994 en 1995 van de buitentemperatuur hier een toename

van het koelvermogen vereist van ca. 30%.

Bij koelsystemen met een condensrisico is dauwpuntbewaking in de TO-berekeningen noodzakelijk. Rekenprogramma's dienen hiertoe geschikt te zijn of te worden gemaakt. In de berekende situaties leidt dit tot een benodigde capaciteitstoename van 15 tot zelfs 87% afhankelijk van het gehanteerde klimaatjaar.

Indien te openen ramen worden toegepast dient rekening te worden gehouden met een verhoogd condensrisico ter plaatse van de geopende ramen. Derhalve dient in de TO-berekeningen rekening te worden gehouden met een externe dauwpuntbewaking. Hier leidt dit tot een toename van het benodigde vermogen van 40 tot zelfs 65% eveneens afhankelijk van het gehanteerde klimaatjaar. 55/0711

LITERATUUR

1. *Verandering van het weer. In de jaren negentig merkbaar voor glastuinbouw?*
J.J.G. Breuer, TVVL Magazine, 02/2000

2. *Klimaatveranderingen kunnen meer overschrijdingsuren geven*

W. Zeiler, K.E.J. van Dongen en R.J. Mulder, TVVL Magazine, 7-8/2001

3. *Klimaatveranderingen geven meer overschrijdingsuren*, P. Groot,

H. Keijsper en W. Zeiler, TVVL Magazine 5/2002