

U.D.C. 551.5:697.911:697.97

PROBLEMEN BIJ HET SAMENSTELLEN VAN PAKKETTEN IN KLIMAATVARIABLEN
VOOR DE STANDAARDBEREKENING VAN HET BINNENKLIMAAT IN GEBOUWEN

R.S. Soeleman

I N H O U D

1. INLEIDING
2. BEPALING VAN DE INVLOED VAN KLIMAAT- EN GEBOUWPARAMETERS OP DE BINNENTEMPERATUUR
 - 2.1. Invloed van de thermische eigenschappen van het bouw materiaal (gebouwparameter)
 - 2.2. Invloed van de dikte van het materiaal van de wanden, enz. (gebouwparameter)
 - 2.3. Invloed van de warmte-overdrachtscoëfficiënt (klimaatparameter)
 - 2.4. Invloed van de oriëntatie van het venster (klimaatparameter)
 - 2.5. Invloed van de aangenomen begintemperaturen op het resultaat van de berekening
 - 2.6. Invloed van de ventilatie op de relatie uitwendig klimaat - binnentemperatuur
 - 2.7. Conclusie
3. HET GROEPEREN VAN METEOROLOGISCHE GEGEVENS
4. HET VORMEN VAN ETMAALREEKSEN VAN HELDERE DAGEN

5. TOELICHTING

6. GEBRUIKTE SYMBOLEN

7. LITERATUUR

SAMENVATTING

Met behulp van analoge simulatie is de invloed bestudeerd van veranderingen van klimatologische condities op de temperatuur in 4 gebouwen die uit verschillend materiaal zijn samengesteld. Ook is de reactie van de binnentemperatuur bepaald na een verandering van gebouwparameters bij een vaste uitwendige klimatologische belasting.

De resultaten van dit onderzoek hebben een aanwijzing gegeven voor het groeperen van meteorologische gegevens, die in de bouw- en klimaattechniek een belangrijke rol spelen.

Als eerste aanloop is een bepaalde wijze van groeperen uitgewerkt.

1. INLEIDING

Meteorologische gegevens worden in de bouw- en klimaattechniek toegepast voor het schatten van:

- a. de investeringskosten voor het gebouw in verband met te stellen binnenklimaatteisen;
- b. de investeringskosten voor de benodigde installaties voor klimaatconditionering;
- c. de gemiddelde jaarlijkse verbruikskosten van de installatie.

Bij het opstellen van een begroting wordt gestreefd naar een zodanige kostenverdeling, dat voor het beschouwde projekt een zeker optimum in het ontwerp wordt benaderd.

Het warmte-accumulatievermogen van de bouwmasa van een gebouw beïnvloedt in belangrijke mate het temperatuurgedrag in gunstige zin. Dit kan een besparing geven op de installatiekosten.

Het optimaal benutten van een gebouw stelt aan tenminste de luchttemperatuur in de werkruimten de eis, dat deze binnen zekere voorgeschreven grenzen wordt gehouden. De voorspellingen die men aan een gebouwonwerp kan maken ten aanzien van het temperatuurgedrag, berusten op gecompliceerde berekeningen. Deze worden veelal met een computer of analogon uitgevoerd.

Welke methode men ook aanwendt om het temperatuurgedrag in een gebouw te bepalen, er dient een gemotiveerde keuze te worden gemaakt ten aanzien van de klimatologische condities, waarvoor de berekening wordt gedaan.

Het resultaat van de berekening wordt namelijk in belangrijke mate beïnvloed door:

- a. de klimatologische ingangsgegevens;
- b. de aangenomen begintemperaturen voor de diverse delen van het gebouw en de binnenlucht op het moment dat de berekening wordt gestart;
- c. de keuze van de warmte-overdrachtscoëfficiënt aan de buitenzijde van het gebouw.

2. BEPALING VAN DE INVLOED VAN KLIMAAT- EN GEBOUWPARAMETERS OP DE BINNENTEMPERATUUR

Uit een door ons verrichte parameterstudie m.b.v. een analogen zijn enkele resultaten geselecteerd, die nader zullen worden beschouwd.

Het temperatuurgedrag van 4 gebouwen die verschillende warmte-accumulatie-eigenschappen bezitten is in relatie gebracht met veranderingen van klimaattoestand buiten het gebouw. Als model is beschouwd een ruimte van 4 m breed, 4 m diep en 3 m hoog op een tussenverdieping met één gevelzijde. Verder is aangenomen dat de omliggende ruimten precies hetzelfde temperatuurverloop bezitten als dat van de onderzochte ruimte. Het glasoppervlak bedraagt $33 \frac{1}{3}\%$ van het totale geveloppervlak; er is een enkelvoudige glaslaag verondersteld met warmte-absorberende eigenschappen. Alle niet terzake dienende details, zoals in het gebouw aanwezige warmtebronnen en dergelijke zijn weggelaten. Het ging dus zuiver om een bepaling van de energie-uitwisseling tussen de omsloten ruimte van het gebouw en de omgevingscondities buiten het gebouw.

De bepaling van het temperatuurgedrag is uitgevoerd voor een gesimuleerde klimaatbelasting van een aaneengesloten reeks van 5 zonnige dagen in juni en een belastingsverloop van één etmaal met aangenomen begintemperaturen voor het model.

In tabel I zijn de parameters opgenomen die voor het onderzoek in aanmerking kwamen, met vermelding van de waarden.

Wanddikte d (m)	0,5	0,10	0,15	0,20	0,30
Kenmerk bouw- materiaal a (m^2/h)	$10 \cdot 10^{-4}$	$12 \cdot 10^{-4}$	$16 \cdot 10^{-4}$	$25 \cdot 10^{-4}$	
Geveloriëntatie	0	Z	W		
Ventilatievoud (1/h)	0	5	10		
Warmte-overdr.coëff. α_0 (kcal/h.m ² .°C)	10	30			

Tabel I

2.1. Invloed van de thermische eigenschappen van het bouw materiaal
(gebouwparameter)

Figuur 1

Er is een duidelijk verschil te constateren tussen het temperatuurgedrag in een "licht" gebouw van een materiaalsoort met een temperatuurvereffeningscoëfficiënt $a = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$ en dat in een "zwaar" gebouw met $a = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$. Dit materiaal bezit een grote warmtecapaciteit en een grote warmtegeleiding, waardoor de massa slechts weinig in temperatuur stijgt en dus ook de ruimtelucht. De maximale- en de eindwaarde die de binnenluchttemperatuur bereikt in een etmaalperiode, liggen voor het "lichte" gebouw hoger.

2.2. Invloed van de dikte van het materiaal van de wanden, enz.
(gebouwparameter)

Figuur 2

De dikte van het materiaal beïnvloedt zowel de maximale waarde van de temperatuur van de binnenlucht als het tijdstip waarop dit maximum wordt bereikt. Vanaf een zekere dikte die door de a -waarde van het materiaal en de verhouding $\frac{\alpha_i}{\lambda}$ wordt bepaald, zal bij vergroting van de dikte praktisch geen verdere verlaging van de maximumtemperatuur van de lucht meer optreden.

Het periodiek wisselende verloop van de stralingswarmte van de zon verhindert het verder doordringen van de warmtegolf in het materiaal. De meest effectieve dikte ligt bij de onderzochte materialen tussen 0,10 en 0,20 m.

Figuur 3

Het verband tussen de momentele waarden van de temperaturen van resp. de binnenlucht T_L , het oppervlak van de binnenwand T_O en de adiabatisch veronderstelde middenlaag van de wand T_M .

Uit de waardenverhoudingen van de 3 temperaturen op elk tijdstip en rekening houdend met de afstand vanaf het wandoppervlak tot de middenlaag is de voortplanting van de warmtegolf te reconstrueren.

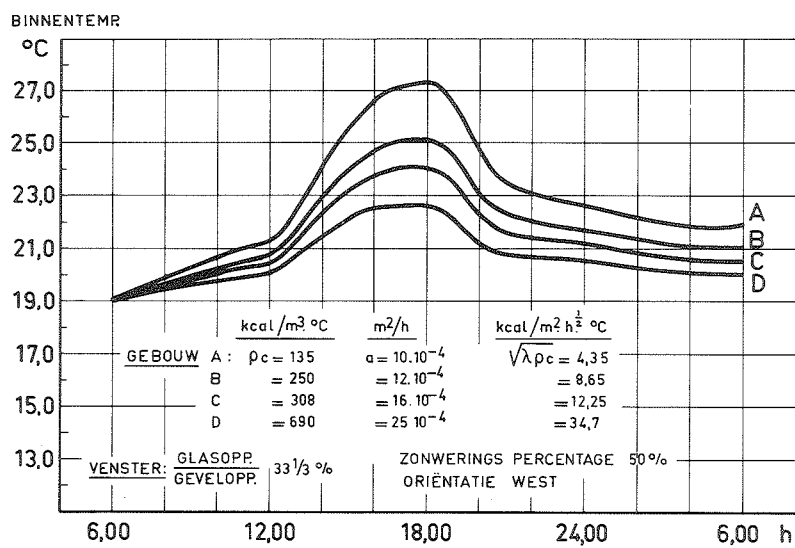


FIG.1

DE INVLOED VAN HET VERSCHIL IN ACCUMULATIE EIGENSCHAPPEN VAN DE BOUWMASSA OP HET ETMAAL TEMPERATUURVERLOOP VAN DE BINNENLUCHT IN 4 GEBOUWEN MET VERSCHILLENDE BOUWMASSA.

KLIMAATBELASTING: BUITENTEMP T_{max} 25,0°C (14,00 h)
 T_{min} 13,0°C (4,00 h)

MAX. TOTAAL STRALING OP VENSTER 623 $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}$ MAAND JUNI

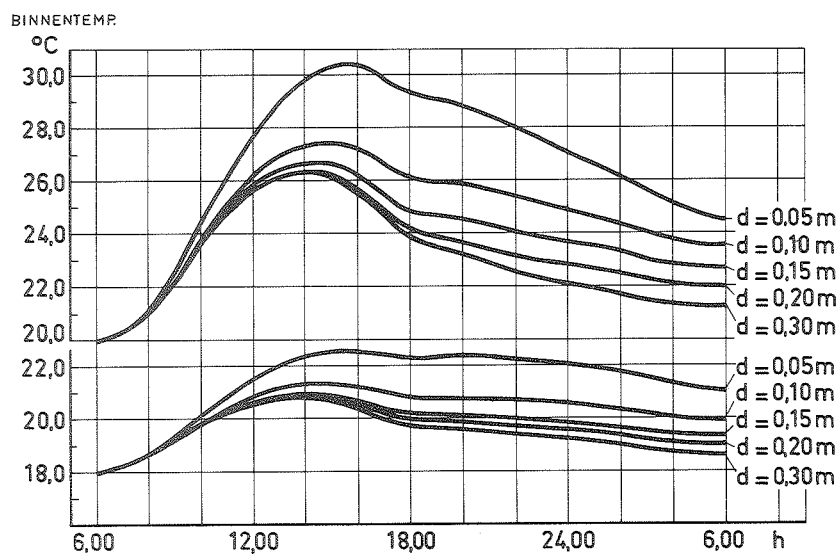


FIG. 2

DE INVLOED VAN DE DIKTE VAN DE WANDCONSTRUCTIE BIJ EEN LICHT E EN ZWARE BOUWWUZE
OP HET ETMAAL TEMPERATUURVERLOOP VAN DE BINNENLUCHT.

BOVENSTE TEMP. LUNEN BUNDEL : $\alpha = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$

$$\sqrt{\lambda \rho c} = 4,35 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}^{\frac{1}{2}} \cdot ^\circ\text{C}$$

VENSTERORIËNTATIE : ZUID

KLIMAATBELASTING : JUNI

ONDERSTE TEMP. LUNEN BUNDEL : $\alpha = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$

$$\sqrt{\lambda \rho c} = 34,7 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}^{\frac{1}{2}} \cdot ^\circ\text{C}$$

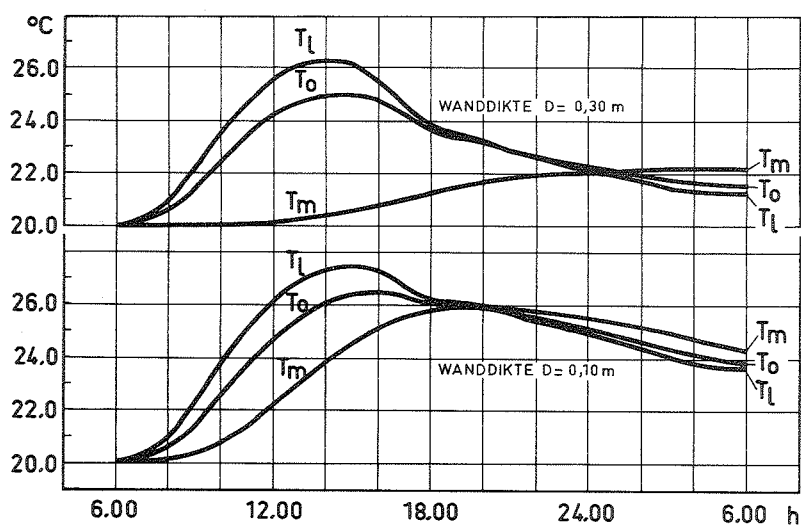


FIG. 3

DE MOMENTELE WAARDEN VAN DE TEMPERatuur VAN RESP

T_L = VERTREKLUCHT

T_O = OPPERVLAKTE LAAG VAN EEN BINNENWAND

T_M = ADIABATISCHE MIDDENLAAG VAN DE BINNENWAND

BIJ HET BINNENDRINGEN VAN EEN WARMTEGOLF MET EEN PERIODE VAN 24 h IN LICHT
BOUWMATERIAAL.

2.3. Invloed van de warmte-overdrachtscoëfficiënt (klimaatparameter)

Figuur 4

De invloed van de windsnelheid langs het oppervlak van de gevel aan de buitenzijde van het gebouw is significant. Het effect van een verandering in windsnelheid komt overeen met het veranderen van de waarde van de warmte-overdrachtscoëfficiënt aan de buitenzijde. Het resultaat toont dat een verandering van windsnelheid van $v < 2,5$ m/s waarvoor $\alpha_0 = 10$ naar $v = 8$ à 10 m/s waarvoor $\alpha_0 = 30$, een invloed heeft op de temperatuur van de binnenlucht in ongeveer dezelfde orde van grootte als een verschil in materiaalsoort.

2.4. Invloed van de oriëntatie van het venster (klimaatparameter)

Figuur 5

De invloed is nagegaan aan de hand van de uitkomsten van een berekening van de binnentemperatuur voor resp. een oost-, zuid- en westgevel. De intensiteitsverdeling van de zonnestraling over de tijdstippen van de dag is voor de genoemde gevels verschillend. Het verloop van de buitenluchttemperatuur is echter gelijk verondersteld. Aan het verloop van de binnentemperatuur is duidelijk de vorm van de intensiteitsverdeling van de zonnestraling te herkennen, die op de bewuste gevel werkzaam is. Met andere woorden de intensiteit van de totale atmosferische straling (zgn. globale straling) kan de centrale faktor zijn in de voorstellingswijze van een klimaatbelasting.

2.5. Invloed van de aangenomen begintemperaturen op het resultaat van de berekening

Figuur 6

Afhankelijk van de tijdsduur waarin men de berekening laat voortduren, zullen in de aanlooperperiode verschillende absolute temperatuurwaarden van de binnenlucht worden verkregen. Dit is af te leiden uit het resultaat van de berekening met 5 aaneengesloten etmalen van zonnige dagen. Hierbij is voor de beginconditie van het

eerste etmaal verondersteld: een stationaire toestand van 16°C voor het gehele systeem van gebouwmassa en binnenlucht.

Een merkwaardige eigenschap is hierbij, dat de som van de absolute waarden van de temperatuurstijging en -daling in ieder etmaal praktisch constant is. De somwaarde is slechts afhankelijk van de materiaalsoort.

2.6. Invloed van de ventilatie op de relatie uitwendig klimaat - binnentemperatuur

Figuur 7

Ventilatie vergroot de koppeling tussen de klimaattoestanden buiten het gebouw en die in het gebouw. Hoe groter het ventilatievoud is, hoe sneller de invloed van de begincondities is uitgewist.

Dat wil zeggen dat de begincondities niet meer merkbaar zijn in de uitkomst. Bij een "licht" gebouw zal met een ventilatievoud van 10 reeds na 2 etmalen deze toestand zijn bereikt; de maximum binnenluchttemperatuur wordt niet meer hoger.

Figuur 8

Bij een "zwaar" gebouw zal het effect van de warmte-accumulatie in de massa van het gebouw langer nawerken, waardoor de aanlooperperiode pas na 5 etmalen is overbrugd bij een ventilatievoud van 10 h^{-1} .

2.7. Conclusie

Uit het parameteronderzoek van de invloed van uitwendige klimatologische condities op het temperatuurverloop van de binnenlucht in een gebouw volgt, dat:

- de momentele waarden van de binnenluchttemperatuur niet recht evenredig zijn met de momentele waarden van de uitwendige klimatologische belasting;
- het etmaalverloop van de binnenluchttemperatuur ontstaat uit het etmaalverloop van de uitwendige klimatologische belasting en dat van de geaccumuleerde warmtehoeveelheid in de bouwmasa van het gebouw.

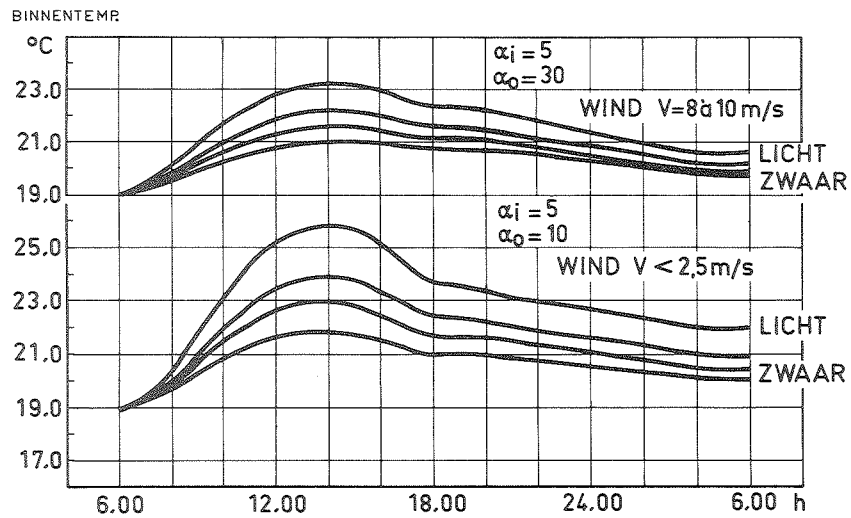


FIG. 4

DE INVLOED VAN DE WINDSNELHEID LANGS DE BUITENZUDE VAN DE GEVEL OP HET MAXIMUM
IN HET ETMAAL VERLOOP VAN DE BINNENTEMPERATUUR IN DE 4 ONDERZOCHE GEBOUWEN
MET VERSCHILLENDE BOUWMASSA.

VENSTERORIËNTATIE : ZUID

KLIMAATBELASTING : JUNI

BUITENTEMP. $T_{\max} = 25.0^\circ\text{C}$

MAX. TOTAAL STRALING OP VENSTER $495 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$

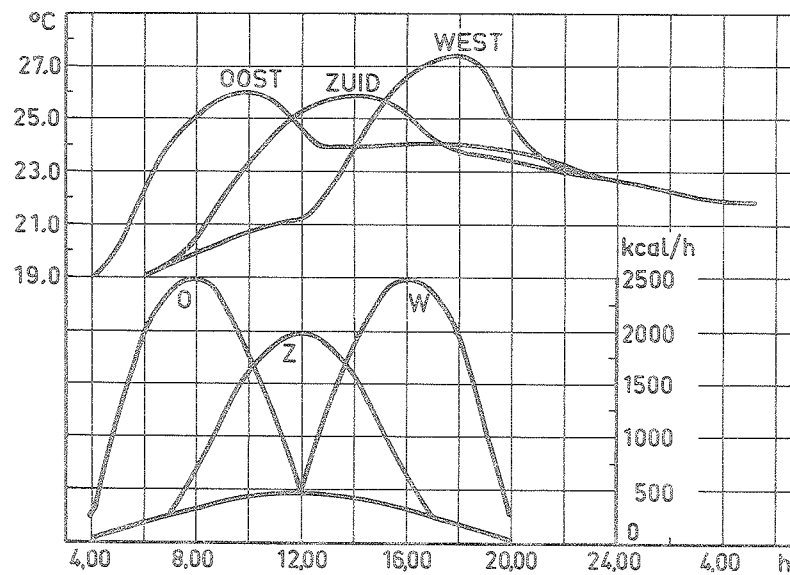


FIG.5

DE INVLOED VAN DE INTENSITEITSVERDELING VAN DE TOTAALSTRALING OP HET VENSTER GEDURENDE DE DAG OP HET TEMP VERLOOP IN EEN GEBOUW MET EEN LICHT E BOUWWUZE. HET TIJDSTIP VAN HET MAXIMUM WORDT HOOFDZAKELIJK DOOR DE UITWENDIGE STRALING BEPAALD. KLIMAATBELASTING : JUNI

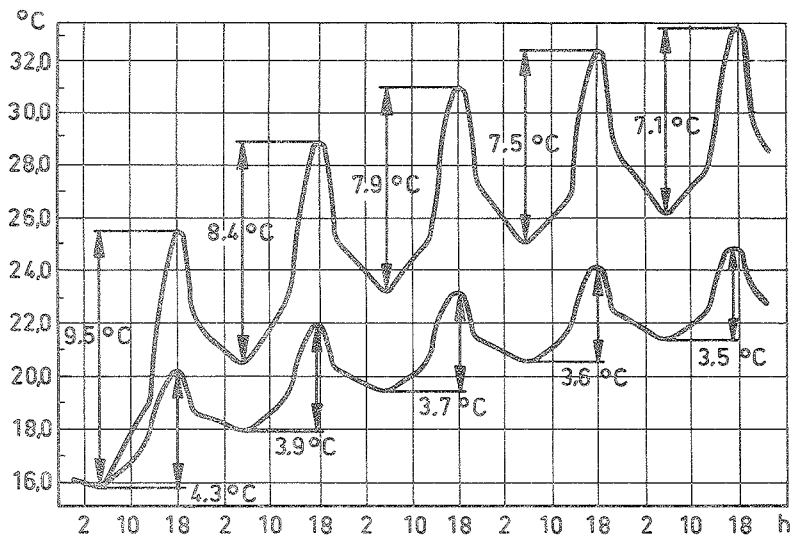


FIG. 6

HET TEMP. VERLOOP GEDURENDE 5 ACHTEREENVOLGENDE ETMALEN IN GEBOUWEN MET EEN LICHT EEN EN EEN ZWARE BOUWWIJZE MET VENSTERORIENTATIE WEST EN KLIMAAT-BELASTING JUNI. DE INVLOED VAN DE BEGINTEMP. OP DE MAX. WAARDE VAN BINNENTEMP. IN EEN ETMAAL IS SIGNIFICANT.

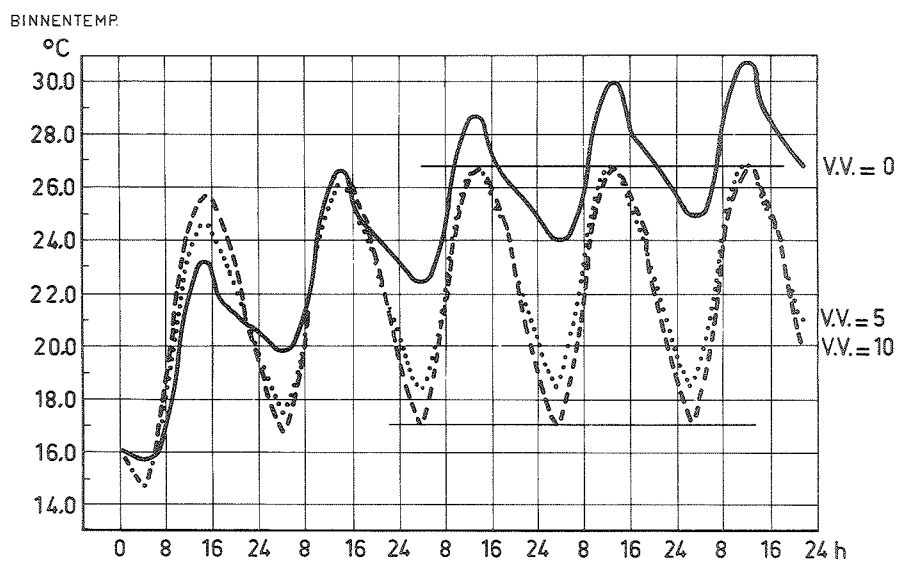


FIG. 7

DE INVLOED VAN VENTILATIE MET BUITENLUCHT OP DE TIJDSDUUR WAARIN DE TEMP. SCHOMMELING VAN DE BINNENLUCHT ZICH INSTELT OP DE NIEWE WAARDE BIJ EEN VERANDERING VAN DE UITWENDIGE KLIMAATTOESTAND.

BOUWWIJZE : LICHT
VENSTERORIËNTATIE : ZUID
KLIMAATBELASTING : JUNI

BUITENTEMP. $T_{max} = 25.0^{\circ}\text{C}$
MAX. TOTAAL STRALING OP VENSTER $495 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$

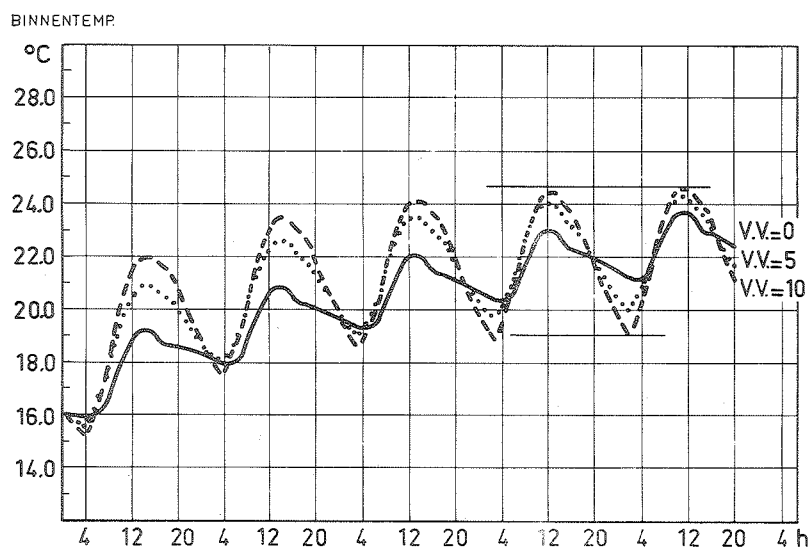


FIG. 8

DE INVLOED VAN VENTILATIE MET BUITENLUCHT OP DE TIJDSDUUR WAARIN DE TEMP. SCHOMMELING VAN DE BINNENLUCHT ZICH INSTELT OP DE NIEUWE WAARDE BIJ EEN VERANDERING VAN UITWENDIGE KLIMAATTOESTAND.

BOUWWUZE : ZWAAR
VENSTERORIËNTATIE: ZUID
KLIMAATBELASTING : JUNI

BUITENTEMP. $t_{max} = 25.0^{\circ}\text{C}$
MAX. TOTAAL STRALING OP VENSTER $495 \text{ kcat/m}^2\text{h}$

Het samenstellen van groepen meteorologische gegevens moet dus zeker niet worden gebaseerd op fragmenten (b.v. uurwaarden) uit het verloop van klimaattoestanden van verschillende etmalen.

Het temperatuurverloop in een gebouw wordt namelijk tot stand gebracht door de werkelijke aaneengesloten reeks van uurwaarden van de klimaatbelasting uit eenzelfde etmaal en niet door een willekeurige aaneenschakeling van uurwaarden uit verschillende etmalen, waarmee een vals etmaalverloop kan worden samengesteld.

3. HET GROEPEREN VAN METEOROLOGISCHE GEGEVENS

De gegevens die van de klimaatgrootheden beschikbaar zijn worden nog in de klassieke vorm gepresenteerd. Dat wil zeggen van elke grootheid wordt een afzonderlijke verzameling van waarden gemaakt.

Deze voorstellingswijze is zonder meer ongeschikt om er de informatie uit te halen die men nodig heeft voor het maken van voorspellingen aan een ontwerp. Door de afzonderlijke verzamelingen is de samenhang tussen het gelijktijdig optreden van de waarden van de grootheden verloren gegaan. In werkelijkheid zullen de grootheden gedurende een etmaalperiode niet in allerlei willekeurige waardenverhoudingen in een klimaattoestand vertegenwoordigd zijn. Met andere woorden er bestaat een bepaalde correlatie tussen de diverse klimaatgrootheden betrokken op een zekere beschouwingsduur van bijvoorbeeld een etmaal. Er zou anders een valse waardering aan de klimatologische toestanden kunnen worden toegekend. Zo zou men een extreem waardenverloop van de buitenluchttemperatuur kunnen laten samengaan met een extreme atmosferische stralingstoestand en eventueel nog aangevuld met een extreme windsnelheid. Een dergelijke combinatie van waarden is in het nederlandse klimaat althans niet te verwachten.

Een doelgerichte beschrijving van klimatologische toestanden dient naar ons inzicht dan ook te worden gebaseerd op:

- A. een gelijktijdige opgave van de bij elkaar horende waarden of kenmerken van de diverse klimaatgrootheden voor ieder tijdstip en op een zodanige wijze, dat de chronologische volgorde van de tijdstippen niet is verloren gegaan.

Voor elke grootheid ontstaat dan een aaneengesloten reeks, een zgn. tijdserie, terwijl de reeksen samengenomen als het ware een pakket vormen. Dergelijke pakketten beschrijven het verloop van klimaattoestanden gedurende de beschouwingsperiode.

- B. een opgave van de karakteristieke eigenschappen of waarden uit iedere tijdserie (bijvoorbeeld een etmaal).
- C. een opgave van de frequentie van voorkomen van karakteristieke pakketten van twee of meer belangrijke (invloedrijke) klimaatgrootheden.

Het uitvoeren van een dergelijke bewerking vergt zeer veel tijd en is nog slechts in beperkte mate gelukt.

Er bestaat - zover ons bekend is - ook nog geen computerprogramma voor.

Om de beschikbare meteorologische gegevens in ieder geval voor praktische toepassing geschikt te maken, zijn door ons pakketten samengesteld als een eerste aanloop. Het parameteronderzoek met ons analogon heeft duidelijk aangetoond, dat de intensiteit en de duur van de totale atmosferische straling en de verdeling hiervan over een dagperiode het verloop van de binnenluchttemperatuur beheerst. Voor het vastleggen van de correlatie tussen temperatuur en zonnestraling is door ons de dagsomwaarde van de globale straling op een horizontaal vlak (= totale atmosferische straling) centraal gesteld. De dagsom bestrijkt gedurende een jaarperiode een gebied van waarden van heel weinig tot ruim 700 cal/cm^2 . Van een tijdserie van temperatuurwaarden van de buitenlucht zijn slechts 3 waarden genoteerd: het etmaal gemiddelde, het maximum en het minimum.

Het etmaal gemiddelde is onze karakteristieke waarde voor de temperatuur; het opgeven van de beide andere waarden dient slechts ter reconstructie van het temperatuurverloop voor simulatiedoeleinden. Door het chaotische karakter van elke klimaatvariabele zijn niet alle combinaties van temperatuur en straling beschouwd, maar enkele bijzondere gevallen, die voor praktische toepassingen direkt bruikbaar zijn.

De dagsomwaarden van de globale straling zijn allereerst in 8 stralingsklassen ingedeeld, steeds oplopend met 100 cal/cm^2 .

Klasse I betekent dus dagsomwaarden van $0 - 100 \text{ cal/cm}^2$, klasse VIII dagsomwaarden van $700 - 800 \text{ cal/cm}^2$.

DE BILT 1960 t/m 1969

	0-100 cal/cm ²	100-200 cal/cm ²	200-300 cal/cm ²	300-400 cal/cm ²	400-500 cal/cm ²	500-600 cal/cm ²	600-700 cal/cm ²	700-800 cal/cm ²
MAART	31	23,5	13,2	4,3	0,1			
APRIL	30	26,9	21,8	15	7,7	1,8		
MEI	31	30,3	27	21,3	14,9	7,3	1,7	
JUNI	30	29,7	26,9	22,9	17,2	11,9	5,3	0,4
JULI	31	30,5	26,8	21,1	14,3	6,7	1,4	
AUGUSTUS	31	30,2	25,7	18,2	9,3	1,6		
SEPTEMBER	30	27,3	19,8	9,3	1			
OKTOBER	31	20,1	6,8	0,2				

TABEL II

CUMULATIEVE FREKWENTIE VERDELING VAN HET GEMIDDELTE AANTAL DAGEN PER JAAR MET DAGSOMWAARDEN VAN DE GLOBALE STRALING OP EEN HORIZONTAAL VLAK GEGROEPEERD VOLGENS STRALINGSKLASSEN MET EEN BREEDTE VAN 100 cal/cm².

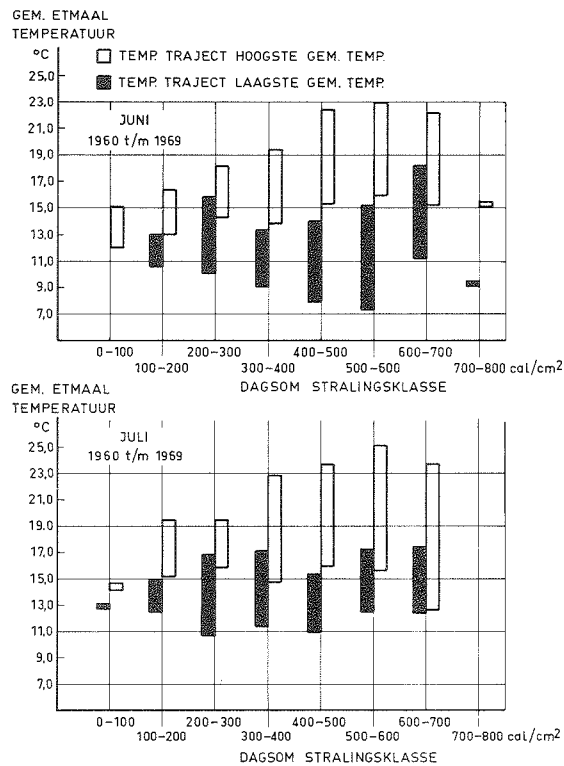


FIG. 9

TEMPERATUURTRAJECTEN VAN DE HOOGSTE EN DE LAAGSTE WAARDEN
VAN DE GEMIDDELTE ETMAALTEMPERATUUR VOOR DE BILT IN DE MAAN-
DEN JUNI EN JULI 1960 T/M 1969. DE TEMP. TRAJECTEN ZUN PER STRA-
LINGSKLASSE BEPAALD.

STRALINGSKLASSE 500-600 cal/cm²

MAAND JUNI

	BUBE - HORENDE Tmin	HOOGSTE WAARDEN Tgem	BUBE - HORENDE Tmax	BUBE - HORENDE Tmin	LAAGSTE WAARDEN Tgem	BUBE - HORENDE Tmax
1960	15,0	21,0	27,5	10,0	13,0	17,0
1961	13,9	19,7	25,0	2,1	12,2	19,0
1962	9,9	19,2	26,8	3,3	7,4	11,5
1963	16,2	20,9	27,4	9,2	14,1	18,1
1964	15,1	23,1	31,5	13,1	15,3	18,2
1965	12,0	16,0	18,9	4,9	13,5	20,6
1966	16,4	22,9	30,9	7,0	13,4	18,2
1967	9,1	16,9	22,6	4,9	11,2	16,2
1968	13,7	20,3	25,7	6,0	12,0	16,4
1969	13,1	19,8	26,2	6,6	11,5	16,3

STRALINGSKLASSE 600-700 cal/cm²

MAAND JUNI

	BUBE - HORENDE Tmin	HOOGSTE WAARDEN Tgem	BUBE - HORENDE Tmax	BUBE - HORENDE Tmin	LAAGSTE WAARDEN Tgem	BUBE - HORENDE Tmax
1960	14,0	22,0	27,5	6,0	13,0	18,0
1961	13,3	21,5	28,4	7,5	13,6	18,6
1962	9,6	18,7	26,0	4,0	11,4	16,5
1963	14,9	20,9	26,3	8,5	15,2	20,3
1964	13,0	19,4	25,0	4,2	13,5	21,1
1965	12,4	18,3	25,4	6,5	12,8	18,7
1966	14,0	22,3	28,5	10,7	18,4	24,3
1967	10,9	15,3	20,1	6,6	13,3	19,2
1968	10,0	19,0	25,3	9,1	15,8	21,5
1969	12,1	18,5	24,8	7,5	15,4	21,2

TABEL III

KARAKTERISTIEKE WAARDEN VAN HET ETMAALVERLOOP VAN DE BUITENLUCHT TEMPERATUUR OP DAGEN MET EEN TOTALE DAGSTRALING VALLENDE IN DE AANGEGEVEN STRALINGSKLASSEN VOOR DE MAAND JUNI.

Er bestaat een verband tussen de dagsomstraling en de relatieve zonneschijnduur, wat voor ons doel een voldoende aanwijzing is om deze grootheid als maat te hanteren om een atmosferische gesteldheid vast te leggen. Tabel II is een cumulatieve frequentieverdeling van het aantal dagen met dagsomstralingswaarden vallende in elk van de 8 stralingsklassen.

Deze tabel is samengesteld met gegevens van De Bilt uit de 10-jarige periode 1960 t/m 1969.

Bij iedere stralingsklasse zal een temperatuurtraject bestaan voor de waarden die de gemiddelde etmaaltemperatuur kan aannemen.

De spreiding van waarden uit zo'n temperatuurtraject blijkt zo groot te zijn, dat wij het totale traject moesten onderverdelen in een traject voor de hoogste waarden en een voor de laagste waarden. Figuur 9 geeft het resultaat van zo'n uitwerking weer voor de maanden juni en juli.

Uit de plaats van de bovengrenstemperaturen van de trajekten voor de hoogste waarden kan men afleiden, dat de hoogste stralingswaarden niet samengaan met de hoogste gemiddelde etmaaltemperaturen.

Om het totale temperatuurverloop te reconstrueren dient men de beide andere temperatuurwaarden, het maximum en het minimum, uit tabel III af te lezen. Tabel III is een voorbeeld van een verzameling van kenmerkende waarden van temperatuurverlopen met de hoogste en laagste waarden voor de gemiddelde etmaaltemperatuur, gerangschikt naar stralingsklasse en maand. Een bepaalde stralingsklasse en de 3 kenmerkende temperatuurwaarden vormen een eerste begin voor een pakket. Hier zou eigenlijk nog de gemiddelde windsnelheid aan toegevoegd moeten worden.

4. HET VORMEN VAN ETMAALREEKSEN VAN HELDERE DAGEN

Uit onze parameterstudie met het analogon is komen vast te staan, dat de hoogste binnenluchttemperatuur, die in één etmaalperiode wordt aangetroffen, sterk afhankelijk is van de begintemperaturen van binnenlucht en gebouwmassa aan het begin van de beschouwde etmaalperiode.

ΣQ	6500	5800	5700	6000	5800			
Tmax.	18,0	23,0	25,0	26,0	27,5			
Tgem.	13,0	17,0	19,0	20,0	22,0			
Tmin.	6,0	8,0	12,0	13,0	15,0			
B	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3			
ΣQ	6280	7000	7030	7350	6990			
Tmax.	16,5	20,1	20,7	21,2	22,4			
Tgem.	11,4	14,9	15,4	15,1	14,6			
Tmin.	4,0	7,4	8,3	7,3	3,9			
B	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1			
ΣQ	6070	6630	6170	6060				
Tmax.	21,1	21,8	24,1	25,0				
Tgem.	13,5	16,3	19,0	19,4				
Tmin.	4,2	7,8	11,9	13,0				
B	0,5	0,1	0,1	0,2				
ΣQ	6710	6950	6760	6160	6570	5280	5620	5670
Tmax.	22,6	21,2	24,3	24,8	23,1	27,0	26,2	26,5
Tgem.	16,0	15,4	18,3	18,5	17,3	19,7	19,8	19,7
Tmin.	8,8	7,5	10,7	12,1	10,9	11,6	13,1	13,4
B	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4

TABEL IV

KARAKTERISTIEKE WAARDEN VAN HET ETMAALVERLOOP VAN DE BUITENLUCHT
TEMPERATUUR Tmax Tgem Tmin, DE BIJBEHOORENDE TOTALE DAGSTRALING
 ΣQ EN BEWOLKING B UIT AANEENGESLOTEN ETMAALREEKSEN HELDER
WEER. DE REEKSEN ZIJN VOORAFGEGAAN EN GEVOLGD DOOR DAGEN MET
B > 0,5.

En deze begintemperaturen zijn weer een gevolg van de klimaatbelastingen in de voorafgegangene etmaalperioden.

Aan de hand van de figuren 7 en 8 kan het volgende worden aangetoond:

indien men een voorspelling van het warmtegedrag in een gebouw wil doen en men zou dat op de uitkomst van één etmaal willen baseren, dan hangt het van de aangenomen begincondities af hoe de temperatuurlijn verder zal verlopen, inclusief hoe hoog het maximum zal zijn.

Hieruit volgt dat ook inzicht nodig is in het klimaatverloop in reeksen van een aantal op elkaar volgende etmalen met helder en zonnig weer.

Op dezelfde wijze als voor de één etmalige vorm is gedaan, zijn per etmaal de 3 temperatuurwaarden opgegeven met de daarbij behorende dagsomwaarde van de straling. Tabel IV is een voorbeeld van de presentatievorm, die voor het beoogde doel goed bruikbaar is. Met de etmaalreeksen worden dus opeenvolgende klimaattoestanden beschreven, waaraan bepaalde voorwaarden zijn verbonden.

Deze zijn:

1. de reeks moet minstens 3 etmalen bevatten
2. de bewolkingsgraad mag ten hoogste 5-tiende delen bedragen.

De genoemde voorwaarden berusten op de volgende overwegingen:

- ad. 1. een relatief lichte bouwwijze samengesteld uit materiaal met een waarde voor $a = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{h}$, heeft bij een ventilatievoud 5 met buitenlucht en onder een steeds terugkerende identieke klimaatbelasting minstens 2 etmalen nodig, voordat in het derde etmaal de binnentemperatuur de blijvende periodieke eindtoestand heeft bereikt.
- ad. 2. bij een bewolkingsgraad van ten hoogste 5-tiende delen is men verzekerd van een goede doorlaatbaarheid van de atmosfeer voor zonnestraling, waardoor het hanteren van de dagsomwaarde van de globale straling op een horizontaal vlak als maat voor de stralingsbelasting op verticale vlakken geoorloofd is.

Afhankelijk van het doel, waarvoor de weergegevens worden toegepast, zal de één etmalige vorm of de reeksvorm de voorkeur verdienen.

5. TOELICHTING

Voor koellastberekeningen kan met vrucht worden gebruik gemaakt van de één etmalige beschrijving. Gedurende de bedrijfstijd van de koelinstallatie zal de temperatuur in het gebouw dagelijks een min of meer constante waarde hebben, waardoor het effect van de warmte-accumulatie in de gebouwmassa voor een deel verloren gaat. Hierdoor wordt de invloed van de aangenomen begincondities op de uitkomst van de berekening veel geringer.

Worden de ruimten in een gebouw daarentegen slechts met buitenlucht geventileerd zonder extra koeling en men zou een schatting willen maken van het temperatuurgedrag in het gebouw, dan verdient de beschrijving van de uitwendige klimaattoestand door middel van aaneengesloten etmaalreeksen de voorkeur.

In dit geval is de accumulerende werking van de gebouwmassa essentieel en een opgave van de aanhoudingsduur en de herhalingsstijd van diverse reeksen is noodzakelijk. Het zou namelijk niet reëel zijn als men uit de één etmalige beschrijving het verloop van een klimaattoestand koos en dit zelfde belastingsverloop gedurende lange tijd op het gebouw zou plaatsen.

6. GEBRUIKTE SYMBOLEN

α_0 kcal/m².h.°C warmte-overdrachtscoëfficiënt aan de buitenzijde

α_i kcal/m².h.°C warmte-overdrachtscoëfficiënt aan de binnenzijde

λ kcal/m.h.°C warmte-geleidingscoëfficiënt

ρ kg/m³ soortelijke massa

c kcal/kg.°C soortelijke warmte

d m dikte van een wand

a m²/h temperatuurvereffeningscoëfficiënt

v m/s luchtsnelheid

T_L °C temperatuur van de binnenlucht

T_0 °C temperatuur van het oppervlak van een binnenwand

T_M °C temperatuur van de laag op de halve dikte van de binnenwand

7. LITERATUUR

- Groszmann, W. Berechnung des Temperaturverlaufs
gelüfteter Räume unter Berücksichtigung der
Wärmespeicherung.
Luft- und Kältetechnik, no. 2/71, april 1971

- Knabe, G. Optimales Speichervermögen von Wänden.
Luft- und Kältetechnik, no. 2/71, april 1971

- Petzold, K. Der Tagesgang der Raumlufitemperatur in
Produktionsbauten.
Luft- und Kältetechnik, no. 6/70, dec. 1970

- Gerhart, K. Modellversuche über die Verteilung des
Konvektiven Wärmeüberganges an Gebäudefassaden.
Kältetechnik-Klimatisierung, Heft 5, 1967

- Grandjean, K. Sonnenschutz und Raumklima-Ergebnisse
Rhiner, A. wohnungsphysiologischer Untersuchungen.
Gesundheits-Ingenieur, Heft 7, 1969

- Maandelijks overzicht der weersgesteldheid, 1960 t/m 1969.
Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Jaargangen 57 t/m 66, uitgave no. 94a

- Soeleman, R.S. Gegevens en tabellen voor zonnestralings-
Van den Berg, W.R. berekeningen voor Nederlandse omstandigheden
(52°N.B.).
Werkrapport C 217, 1967, Instituut voor
Gezondheidstechniek TNO