

De werkzaamheden van de Afdeling Binnenklimaat¹⁾

The activities of the Indoor Climate Division

P. A. BOSSERS

Instituut voor Gezondheidstechniek TNO

Samenvatting

In dit overzicht wordt een opsomming gegeven van de werkzaamheden, die de afdeling Binnenklimaat van het Instituut voor Gezondheidstechniek kan verrichten en wordt een inzicht verstrekt in de onderlinge samenhang van het werk. Daarnaast wordt summier aangeduid welke instrumenten daarvoor ter beschikking staan.

Summary

In this review a summary is given of the activities performed by the Indoor Climate Division of the Research Institute for Public Health Engineering and a picture is presented regarding the mutual relation of this work. In addition a brief indication is given of the instruments developed to this end.

De afd. Binnenklimaat van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO houdt zich bezig, in ruime zin, met het klimaat in ruimten waarin mensen leven en werken. De factoren die de kwaliteit van het binnenklimaat bepalen zijn:

luchttemperatuur
luchtsnelheid
temperatuur v.d. omgevende wanden
relatieve vochtigheid.

Uit het volgende moge blijken hoe de lijnen, waarlangs gewerkt wordt in deze afdeling, een logische en op elkaar afgestemde aanpak vormen.

Een gebouw, of dit nu een kantoorgebouw, werkplaats of een verzameling woningen is, staat onder invloed van het buitenklimaat.

Dit manifesteert zich door:

zonbestraling,
buitentemperatuur en
windinvloed.

Op grond hiervan wordt een eerste scheiding gemaakt in de werklijn. De invloed van zon en buitenluchttemperatuur en daarnaast de windinvloed. De eerste factoren bepalen de grootte van de benodigde koeling en verwarming. Daarbij moet rekening worden gehouden met de warmte, die in de ruimte door daar aanwezige mensen, verlichting,

machines en eventuele andere warmtebronnen wordt ontwikkeld. De invloed van de buitenomstandigheden hangt uiteraard sterk af van de oriëntatie van het gebouw, de hoeveelheid glas in de gevels, de constructie van de buitenwanden en de uitvoering van de zonwering.

De belasting van het gebouw, of dit nu warmtebelasting of koudebelasting is, is in het algemeen niet constant in de tijd. De dagelijkse gang van de zon en van de luchttemperatuur veroorzaken het steeds verlopend karakter van de belasting. Dit heeft geen directe invloed op de binnenomstandigheden, aangezien de massa van het gebouw accumulerend werkt.

Dit samenspel tussen de wisselende belasting, accumulatie van het gebouw vermeerderd met de interne warmte-ontwikkeling, en de regeling van de klimatiseringsinstallatie is bijzonder moeilijk en ingewikkeld en zou uitgebreide berekeningen vergen. Het is echter mogelijk om alle grootheden in het samenspel voor te stellen door elektrische grootheden waarbij de spanning een temperatuurverschil weergeeft, de stroomsterkte een warmtestroom, weerstanden de warmteweerstand en condensatoren het accumulerend vermogen.

Deze wijze van werken vindt plaats in het *elektrisch warmteanalogon*. Hierin kunnen de problemen worden onderzocht en warmte- en koelbelastingen worden bepaald en de eisen waaraan de regeling van de klimatiseringsinstallatie moet voldoen.

De tijdbasis van het analogononderzoek is op een

¹⁾ Publikatie nr. 320 van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO.

schaal waarbij een dag wordt voorgesteld door 24 seconden. Op een x-y recorder vormt de tijdbasis de x-as en op de y-as kunnen de spanningen worden opgetekend die bijv. glastemperaturen, lucht- en wandtemperaturen voorstellen.

Met behulp van dit temperatuurverloop kan de maximale te verwachten luchttemperatuur in een bedrijfsgebouw worden berekend of bijv. de ongunstigste situatie in een kantoorvertrek t.a.v. de te verwachten luchtbeweging.

Als zijwaartse aansluiting bij dit onderzoek kan worden beschouwd de *keuring en de research aan verwarmingslichamen*, met name radiatoren en convectoren. De waterinhoud bijv. heeft invloed op de responsie van de regeling.

Voor de invloed van de wind op het gebouw beschikt de afdeling over de mogelijkheid modellen van gebouwen te onderzoeken in een *windtunnel*. In enkele opzichten wijkt de windtunnel af van de wind in de natuur. In de eerste plaats is, in tegenstelling met de werkelijkheid, de richting constant. In de werkelijkheid is bij constante windrichting de variatie altijd nog $\pm 30^\circ$. Voorts verloopt de windsnelheid met de hoogte, d.w.z. neemt naar de grond toe af.

Deze afname is afhankelijk van de bodemruwheid, de windsnelheid zelf en de temperatuuropbouw van de atmosfeer. Vergroting van de ruwheid betekent een vergroting van de afname, vergroting van de snelheid echter een verlaging van de afname door de toeneming van de turbulentie.

Convectiestromen vertonen deze invloed ook omdat dan de atmosfeer a.h.w. dooreen geroerd wordt waardoor lagen met lage snelheid vermengd worden met lagen van hoge snelheid.

Om goede modelproeven te kunnen doen is het noodzakelijk het verloop van de windsnelheid met de hoogte op dezelfde schaal als het model te imiteren in de windtunnel. Daartoe worden bijv. golfkarton, latjes van verschillende hoogte en dikte gebruikt en tevens kan het aantal latten moeten worden gevarieerd. Een exacte berekening hiervoor is niet te geven, proefondervindelijk moet de ruwheid worden vastgesteld.

De modelschaal wordt meestal gekozen op grond van de toelaatbare vermindering van de tunneldoorsnede die maximaal ca. 15% mag bedragen.

Aan het model van het gebouw worden de door de wind veroorzaakte drukken gemeten. Bij de rapportering worden deze drukken meestal weergegeven als een percentage van de stuwdruk van wind op een bepaalde hoogte.

Deze drukken zijn een maat voor de infiltratie van buitenlucht in samenhang met de kieren van ramen en deuren. Bovendien verwekken zij bij gebouwen met natuurlijke ventilatie de noodzakelijke verversing van de binnenlucht en hebben daardoor grote invloed op de vochtinhouding in

het gebouw. Bij gebouwen met mechanische ventilatie oefenen de drukken via de aanvoer- en afvoeropeningen van het ventilatiesysteem invloed uit op de ventilatorkarakteristiek.

Vooral indien een luchtverplaatsing in een bepaalde richting vereist is zoals bijv. in bepaalde afdelingen van ziekenhuizen en laboratoria, waar met radioactief materiaal wordt gewerkt, is de drukverdeling van groot belang. Ook bij het behandelen van vocht- en condensatieproblemen is een inzicht in de grootte en richting van de luchtstromen noodzakelijk.

De luchtstroming door kieren staat in een exponentiële verhouding tot het drukverschil over de kier. De exponent ligt afhankelijk van de breedte van de spleet tussen 1 en 2. Evenals bij het warmtetransport is de berekening van het luchttransport moeilijk en tijdrovend. Daarom is ook voor deze problemen gebruik gemaakt van het analogonprincipe. Bij het voor dit doel gebouwde *elektrisch stromingsanalogon* wordt het drukverschil voorgesteld door een spanningsverschil, het transport door een stroomsterkte en de weerstand van kieren door een aantal serie- en parallelgeschakelde weerstanden waarbij o.a. voor deze weerstanden vacuumgloeilampen en gasgevulde gloeilampen worden gebruikt. Dit in verband met het niet lineaire verloop van de stroomsterkte tegen de spanning van deze lampen. Hiermede kan de exponent van de stroming bij kieren goed worden geïmiteerd.

De *windtunnel* wordt voorts nog gebruikt om de verspreiding van afvoergassen van bijv. ketelinstallaties of conditioneringsinstallaties na te gaan. Men wil voorkomen dat deze gassen in hinderlijke of gevaarlijke concentraties aangezogen worden door het ventilatiesysteem door terugstromen van afgevoerde gassen langs het gebouw. Deze mogelijkheid wordt o.m. bepaald door de vorm en ligging van het gebouw en de verhouding tussen uitblaas-snelheid en windsnelheid. Dit wordt in de tunnel geïmiteerd aan een model, waarbij de afgevoerde gassen worden zichtbaar gemaakt door een witte nevel bestaande uit zeer fijn verdeeld ammoniumchloride. De verspreiding van de gassen wordt gefotografeerd. Op deze manier hebben de adviseur van het ventilatiesysteem en de architect een basis om zo nodig maatregelen uit te werken om de te verwachten hinder te vermijden.

Het derde aspect van de wind ligt geheel in het buitenklimaat en betreft het gedrag van de wind in een stedelijke bebouwing. Bij de bouw van wooncomplexen, winkelcentra, enz. bestaat n.l. vaak de mogelijkheid dat door de onderlinge ligging van de bebouwing en het hoogteverschil van de gebouwen windsnelheden kunnen ontstaan, die hoger en soms veel hoger zijn dan op vergelijkbare hoogte in het vrije veld. Zonder modelproeven is het vaak zeer moeilijk aan te geven waar de moeilijkheden zullen optreden. Bovendien hebben mo-

delproeven het voordeel, dat de invloed van beschermende maatregelen snel kan worden beoordeeld. Achteraf is het aanbrengen van dergelijke beschermingen zeer kostbaar zo niet onmogelijk. De gegevens verkregen uit de beide analogons geven geen uitsluitsel over de temperatuurverdeling in een vertrek en evenmin uitslag over de optredende snelheden. Daarvoor is bij het IG-TNO een *proefkamer* in gebruik. Deze kamer heeft de afmetingen $6 \times 3,85 \times 3,15 \text{ m}^3$. De wanden van de kamer zijn goed geïsoleerd evenals de vloer en het plafond. Indien nodig kunnen de afmetingen worden aangepast aan een praktijkgeval. De raamzijde kan voor een wintersituatie worden gekoeld tot ca. -15°C en voor de zomersituatie (incl. de zonbelasting) tot ca. 50°C worden verwarmd. Bovendien kan in de kamer een zonwering worden opgehangen, die elektrisch wordt verwarmd. Het plafond is opgebouwd als stralingsplafond waardoor extra verwarming (bijv. dakverdieping)

stralingsverwarming of koeling kan worden toegepast.

In de kamer bevindt zich een statief dat volgens een in te stellen programma op een aantal doorsneden van de kamer snelheden en temperaturen kan meten. Bij een volledige meting kunnen deze waarnemingen op 16000 punten worden gedaan. De waarnemingen worden via functie-omvormers en een digitale voltmeter op een printer afgedrukt met vermelding van de plaats van de meting, datum en tijd. Parallel daaraan worden de waarnemingen in een ponsband gedrukt. Deze ponsband wordt met een programmaband aan de Afdeling Bewerking Waarnemingsuitkomsten TNO toegezonden. Deze afdeling verwerkt de ponsband met een computer en de resultaten daarvan zijn zodanig dat op één vel de waarnemingen in getalwaarde worden afgedrukt op de plaatsen waar ze zijn gedaan. Snelheid en temperatuur worden op afzonderlijke vellen vermeld.