

Beschrijving van de koelinstallatie in het nieuwe gebouw voor informatica (UT) te Enschede (2)

Haalbaarheidsstudie

Installatiebeschrijving

Gebruikmakend van symmetrieën van het gebouw en clustering van te verwachten werkzaamheden is een gebouwmodel ontstaan dat bestaat uit 14 zones (vertrekken). De kelderstructuur bestaat uit een aparte zone die gekoppeld is met het gebouw.

Voor de zones is zo goed als mogelijk alle informatie gebruikt over oriëntatie, glaspercentage, raamposities, zonweringsysteem, fysische eigenschappen van de vloeren en wanden, interne belasting door personen, verlichting en apparatuur en natuurlijke ventilatie.

Buitenlucht wordt via de kelder van het gebouw door een kanaalsysteem naar de kanaalplaatvloeren geleid.

Onder, tussen en boven de te simuleren zones zijn kanaalzones aangebracht in het model die de warmte-uitwisseling tussen vertrek en kanaalplaat (vloer en plafond) verdisconteren.

In de berekeningen kan bijvoorbeeld het luchtdebiet door de kanaalzones worden gevarieerd. Afhankelijk van het luchtdebiet kan dan de temperatuuroverschrijding in de verschillende vertrekken worden bestudeerd.

Het simulatieprogramma berekent de convectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt aan de wanden als functie van het temperatuurverschil tussen wand en lucht. Voor vrije convectie geeft dat redelijke waarden maar in de onderhanden situatie in de kanalen is sprake van gedwongen convectie. Uit het luchtdebiet en een schatting van de kanaaldoorsnede volgt een schatting van de gemiddelde luchtsnelheid in de kanalen. Hieruit volgt dan een waarde voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt voor de gedwongen convectie aan de wanden van de



Door het Centrum Bouwonderzoek TNO-TUE is aan de hand van computersimulaties onderzocht of dit bijzondere koelsysteem voldoende koelvermogen heeft. In dit artikel zal een globaal beeld worden gegeven van deze studie. Voor de berekeningen is het nodig om van het gebouw een invoermodel te maken dat geschikt is voor het simulatie-

programma. Dit model dient een zo nauwkeurig mogelijke beschrijving te zijn van de werkelijkheid met inachtneming van de mogelijkheden en onmogelijkheden van het rekenprogramma. Voor de simulaties in het kader van deze studie is gebruik gemaakt van het simulatie pakket ESP-r (Aasem et al 1993). ESP-r is door de Europese Commissie tot ijkmodel gekozen voor wat betreft de simulatie van passieve zonneënergie in gebouwen.

- door ir. C.E.E. Pernot

kanalen. In deze studie is gebruik gemaakt van de relatie:

$$h_c = 5,8 + 4 \cdot v$$

hierin is:

h_c de warmteoverdrachtscoëfficiënt in $W/(m^2 \cdot K)$

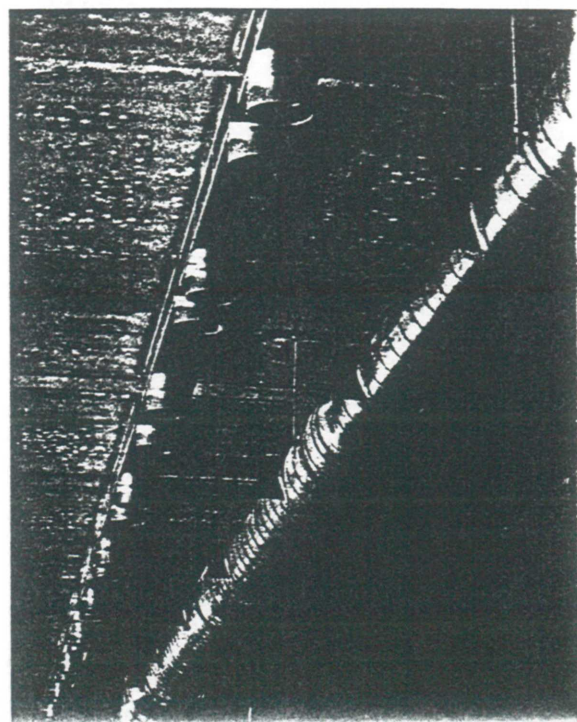
v de gemiddelde luchtsnelheid in m/s.

Deze relatie is geldig voor luchtsnelheden kleiner dan 5 m/s.

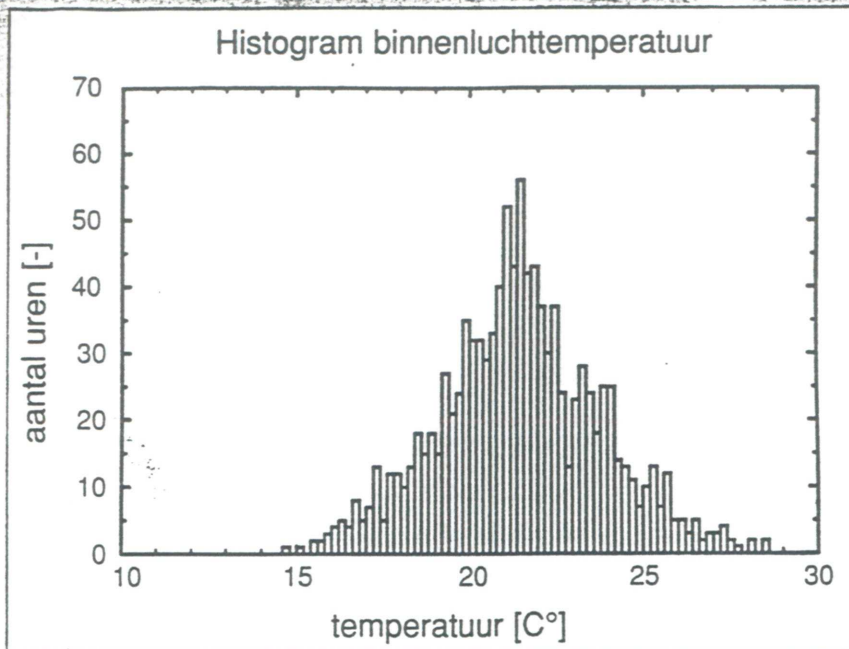
Als criterium voor de temperatuuroverschrijding is de richtlijn van de Rijksgebouwendienst uit 1979 gebruikt (RGD 1979). Deze stelt dat de maximaal aanvaardbare binnenluchttemperatuur bij relatief hoge buitenlucht temperaturen $25^\circ C$ is. Gedurende 5% van de arbeidstijd (dit is de werktijd gedurende een kalenderjaar, gesteld op 2000 uren) mag de binnenluchttemperatuur genoemde grens overschrijden. Gedurende 1 à 2% van de arbeidstijd mag de binnenluchttemperatuur de grens van $28^\circ C$ overschrijden, doch slechts zeer inci-

denteel en wel alleen als gevolg van het sporadisch voorkomen van zeer extreme buitencondities.

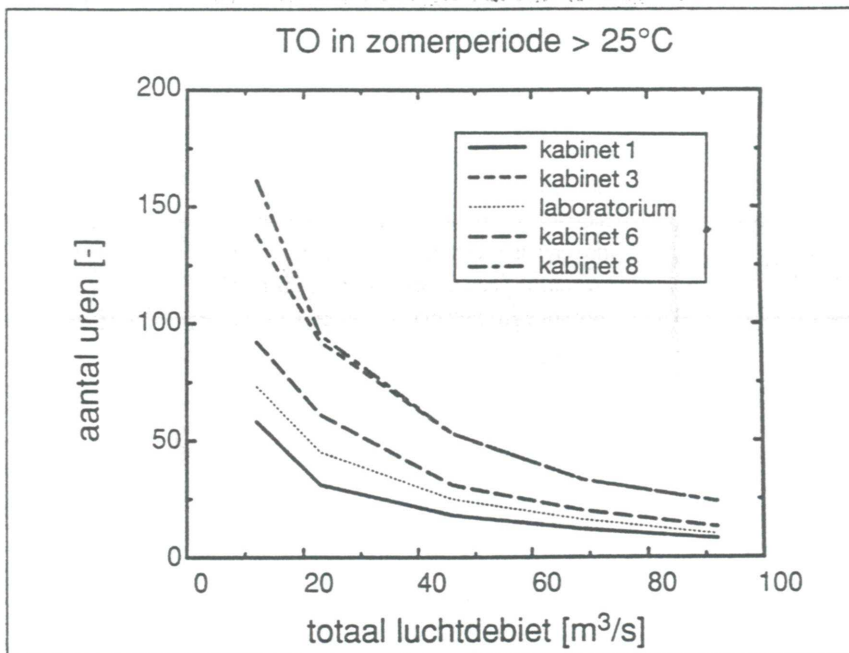
KANAALPLAATVLOER MET AANSLUITINGEN EN VERDEELKANAAL



* Centrum Bouwonderzoek TNO-TUE



HISTOGRAM OP BASIS VAN UURLIJKE TEMPERAATUURBEREKENINGEN
FIGUUR 2



RESULTATEN VAN DE TO BEREKENING VOOR VERSCHILLENDE ZONES
FIGUUR 3

Zone	berekeningsvariant (luchtdebiet) 23 m³/s		luchtdebiet 0 m³/s
	lucht ingeblazen via kelder	lucht ingeblazen direct in kanalen	
kabinet 1	31/0	135/28	1298/693
kabinet 3	92/5	261/58	1403/1040
laboratorium	45/0	165/30	1282/662
kabinet 6	61/2	173/38	1422/1167
kabinet 8	95/6	258/56	1449/1266

INVLOED VAN DE Kelder EN TOTALE LUCHTDEBIET OP DE TEMPERAATUURVERSCHIJDING. DE GETALLEN IN DE TABEL STELLEN HET AANTAL uren OVERSCHIJDING VOOR VAN RESPECTIEVELIJK 25°C EN 28°C

TABEL 1

RESULTATEN VAN DE SIMULATIES

De berekeningen zijn uitgevoerd in tijdstappen van een uur. De uurlijkse gegevens van het buitenklimaat zijn genomen uit de zomer van 1964, gebaseerd op door het KNMI geregistreerde waarden. De uurlijkse berekeningen van de binnenluchttemperatuur van een zone kunnen op velerlei manieren worden gepresenteerd. In figuur 2 is dat gedaan in de vorm van een histogram. Uit een groot aantal berekeningen van de binnenluchttemperatuur waarbij voor elke berekening het luchtdebiet door de kanalen is gevarieerd, kan een overzicht worden verkregen van de temperatuuroverschrijding. In figuur 3 is dat gedaan voor een aantal zones. In kabinet 8 heerst de hoogste interne warmtebelasting, in kabinet 1 de laagste. De kabinetten liggen aan de ZZW gevel, de laboratoria zijn gelegen aan de NNO gevel.

Om een idee te krijgen welk vermogen kan worden afgevoerd via de kanaalplaatvloer zijn een aantal berekeningen uitgevoerd bij een totaal luchtdebiet van resp. 12, 23 en 46 m³/s. Op basis van het uurlijkse temperatuurverschil van de lucht die de kanaalplaten in- en uitstroomt is dan het afgevoerde vermogen te berekenen. In figuur 4 is een beeld gegeven van het koelvermogen voor elk uur van de dag gemiddeld over de berekeningsperiode (zomerperiode). Duidelijk is het afnemend vermogen waar te nemen als gedurende de ochtend de buitenluchttemperatuur en dus ook de aanvoertemperatuur van de kanaalplaatvloer toeneemt. Ook valt op dat 's nachts een groot koelvermogen beschikbaar is om de gebouwmassa af te koelen.

Naar aanleiding van de simulaties bleek een totaal luchtdebiet door de kanaalplaatvloeren van ca. 23 m³/s een acceptabel compromis. De argumenten hiervoor blijven in het kader van dit artikel verder onvermeld. Voor dit totale debiet zijn een aantal berekeningen uitgevoerd om de invloed van de kelder op de temperatuuroverschrijding duidelijk te maken. Hiertoe is in de simulaties de buitenlucht direct in de kanalen gebracht, zonder de kelder te gebruiken. In tabel 1 staan de resultaten van deze berekening weergegeven voor een aantal zones in het gebouw.

In tabel 1 is ook weergegeven wat het voorspelde aantal overschrijdingsuren zou zijn in het geval dat er geen luchtcirculatie door de kanaalplaten plaatsvindt. Opvallend is het forse effect van de geventileerde kanaalplaten. Indien de buitenlucht direct in de kanaalplaten zou worden gevoerd dan is het op basis van deze berekeningen onwaarschijnlijk dat met een redelijke hoeveelheid lucht door de kanalen een acceptabel thermisch binnenklimaat in de zomersituatie kan worden verwacht.

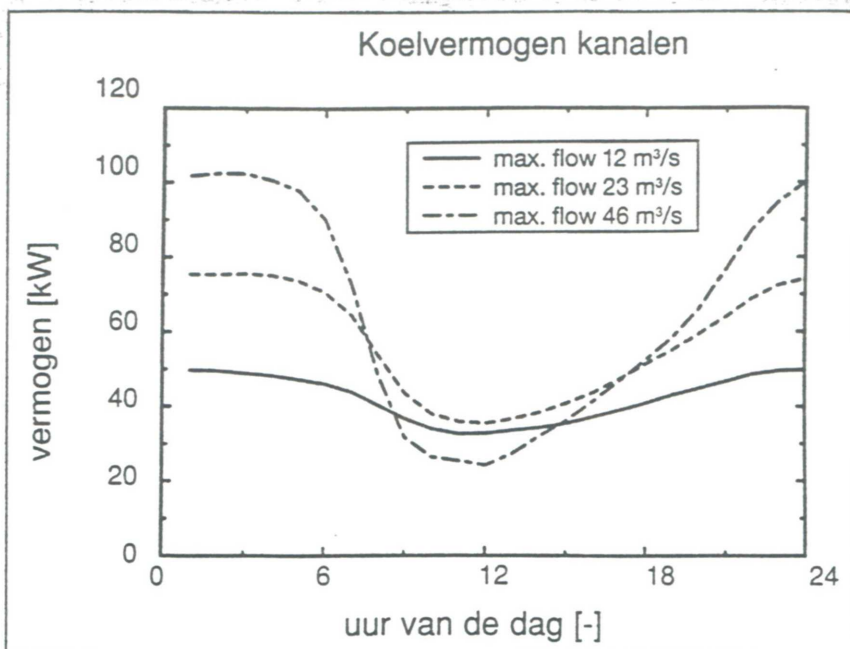
Het is interessant om te bekijken hoe het verloop is van de luchttemperatuur in de kelderruimte gedurende de zomerperiode. Het inblazen van de lucht in de kelder geschiedt op een dusdanige wijze dat er sprake is van gedwongen convectie aan de wanden en de vloer. Net als in de kanaalplaatvloeren is ook hier op grond van te verwachten luchtsnelheden een schatting gemaakt van de convectieve warmteoverdrachtscoëfficiënt. In figuur 5 is tenslotte het berekende verloop van de luchttemperatuur in de kelderruimte weergegeven over de zomerperiode. Duidelijk waarneembaar is de langzame opwarming gedurende de eerste helft van de periode en de langzame afkoeling in de tweede helft.

TEN SLOTTE

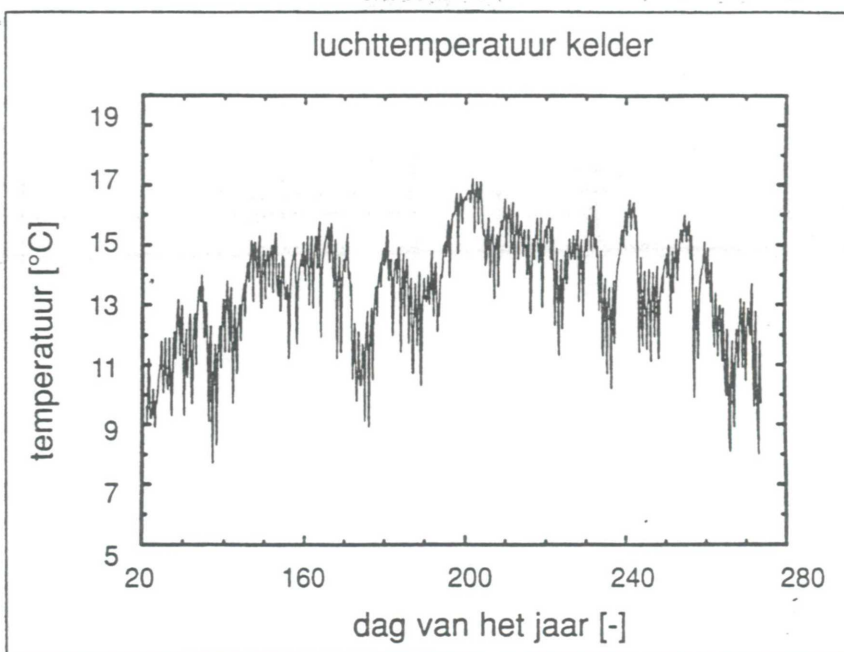
Uit de resultaten van de simulatieberekeningen is af te leiden dat de onderzochte klimatiseringswijze kan leiden tot een acceptabel aantal overschrijdingen van de binnenluchttemperatuur in de zomersituatie. In de haalbaarheidsstudie is de regeling en een eventuele optimalisatie hiervan geen onderwerp van onderzoek geweest. Uiteraard dient hier ook aandacht aan te worden gegeven bij de implementatie van het systeem.

Zaken die een rol dienen te spelen bij de regeling zijn:

- het niet te ver laten zakken van de binnenluchttemperatuur, dat wil zeggen het op tijd uitschakelen van de ventilatoren,
- het niet te ver laten afkoelen van de vloer waardoor het temperatuurverschil tussen hoofd en enkels onacceptabele waarden gaat aannemen en comfortklachten ontstaan,
- het voorkomen van condensatie zowel in de kanalen en kanaalplaten als ook op de plafonds of vloeren van de vertrekken.



KOELVERMAGEN VAN HET KANAALPLAATSYSTEEM OVER DE ZOMERPERIODE
-FIGUUR 4-



BEREKENDE LUCHTTEMPERATUUR IN DE KELDER VAN HET GEBOUW
-FIGUUR 5-

REFERENTIES

Aasem Essam, Joe Clarke, Jon Hand, Jan Hensen, Cor Pernot, Paul Strachan. "ESP-r, a Program for Building Energy Simulation". ESRU Manual U93/1. University of Strathclyde, Glasgow, February 1993.

RGD 1979. Rijksgebouwendienst, januari 1979. "Binnenklimaatcondities in kantoorruimten van nieuwe gebouwen". Rapport Hoofdafdeling Bouw, Afdeling Warmte- en Luchttechniek.

