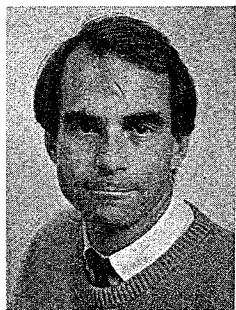


Energie in gebouwen: ontwerpbeslissingen verdienen computersimulatie

Energy in buildings: design decisions need computer simulation



Dr. ir. Jan Hensen*

Inleiding.

Men zou kunnen stellen dat de belangrijkste doelstelling van een gebouw is, het creëren van een omgeving die acceptabel is voor de gebruikers van het gebouw. Of het binnenklimaat al dan niet acceptabel is, hangt in het geval van utiliteitsbouw vooral samen met de taken die in het gebouw moeten worden verricht. In woningen hangt al dan niet acceptabel zijn meer samen met het verwachtingspatroon van de bewoners. Zoals aangegeven in Figuur 1 (uit [5]) wordt het binnenklimaat in een gebouw bepaald door een aantal bronnen die via verschillende warmte- en massatransportpaden gekoppeld zijn. De belangrijkste bronnen zijn:

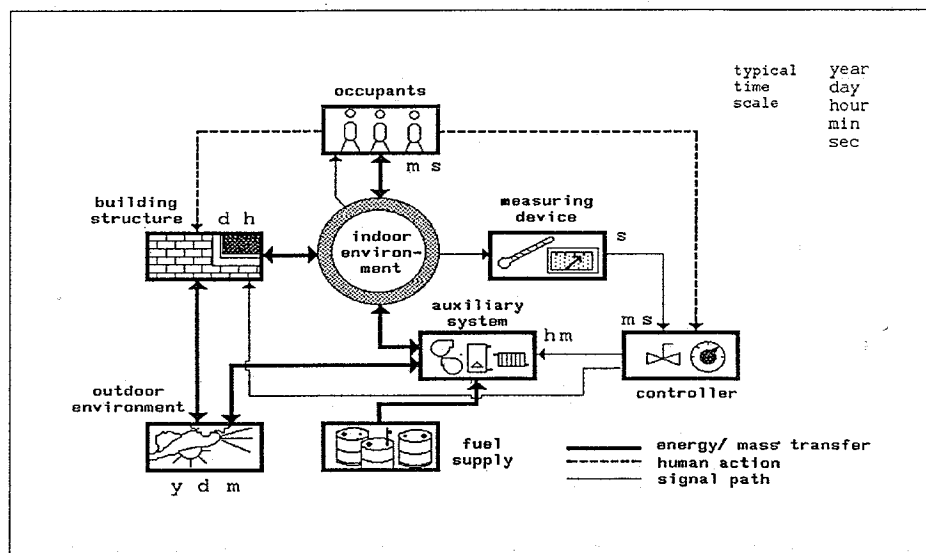
- buitenklimaat (luchttemperatuur, hemelkoepeltemperatuur, vochtigheid, zonnestraling, windsnelheid en -richting)
- gebruikers of bewoners die interne warmtelast veroorzaken door hun metabolisme, en door het gebruik van allerlei huishoudelijke en kantoorapparatuur, verlichting, etc.
- installaties die zorgen voor verwarming, koeling, en/ of ventilatie.

Samenvatting

Energiegebruik en binnenklimaat zijn in feite de resultante van complexe, dynamische, thermische interacties tussen buitenklimaat, bouwkundige constructies, klimaatregelinstanties en de gebruikers. Deze werkelijkheid is te gecompliceerd om te worden samengevat in eenvoudige relaties, simpele regels of grafieken. Na een kort, algemeen overzicht van energetische ontwerp hulpmiddelen wordt in dit artikel beschreven hoe en waarom computersimulaties gebruikt kunnen of moeten worden bij ontwerpbeslissingen die van invloed zijn op het toekomstig energiegebruik van een gebouw.

Summary

Building energy consumption and indoor climate result from complex dynamic thermal interactions between outdoor environment, building structure, environmental control systems, and occupants. This reality is too complicated to be casted in simple expressions, rules or graphs. After a general overview of building energy design tools, the paper describes how and why computer simulation systems can or should be used for design decision support related to building energy performance.



Figuur 1. Schematische representatie van gebouw en installaties

Deze bronnen zijn van invloed op het binnenklimaat via verschillende warmte- en massatransport processen:

- warmtegeleiding door de binnen- en buitenwanden;
- straling in de vorm van zoninstraling via de transparante delen van de gebouwschil, en in de vorm van langgolvlige stralingsuitwisseling tussen de verschillende binnenoppervlakken;
- convectieve warmteoverdracht tussen bijvoorbeeld een wand en de lucht, of

aan de binnenzijde van een installatie-component;

- stroming van lucht door de gebouwschil, binnen het gebouw, en in de klimaatregelinstantie;
- stroming van werkstoffen binnen installatiecomponenten.

*University of Strathclyde
Energy Systems Division, 75 Montrose Street
GLASGOW G1 1XJ, Schotland

Het binnenklimaat kan in principe via twee mechanismen door de bewoners worden geregeld:

- het veranderen van de gebouwschil of binnenwanden door bijvoorbeeld het openen van deuren, ramen of ventilatieroosters, of door het sluiten van gordijnen, zonwering, etc.;
- het wijzigen van de instelling van een of andere regeling die ingrijpt op de klimaatregelinstallatie of op het gebouw door het automatiseren van bovengenoemde acties.

Binnen het totale beeld zoals geschetst in Figuur 1 kunnen verschillende subsystemen worden aangewezen met ieder hun eigen dynamische, thermische karakteristieken:

- de bewoners of gebruikers die ieder voor zich als een zeer gecompliceerd dynamisch, thermisch systeem kunnen worden beschouwd;
- de bouwkundige constructie die bestaat uit onderdelen met relatief grote tijdconstanten, alhoewel sommige bouwkundige elementen een vrij kleine tijdconstante hebben (bijvoorbeeld de vertrekklucht, meubilering, etc.);
- de klimaatregelinstallatie die onderdelen omvat waarvan de tijdconstanten enkele orden van grootte verschillen (vanaf enkele seconden tot vele uren in het geval van bijvoorbeeld een warmwater opslagtank).

De frequenties waarmee verstoringen van het systeem optreden zijn ook zeer divers. Dat gaat van iets in de orde van seconden voor de installaties, via zeg minuten in het geval van de bewoners, tot uren, dagen en een jaar voor het buitenklimaat.

Het in Figuur 1 geschetste systeem is uiteraard zeer vereenvoudigd. In werkelijkheid is het niet twee- maar driedimensionaal. Zoals hiervoor aangeduid is er dan nog de dimensie van tijd en bovendien de dimensie van de verschillende aspecten (vergelijkbare schema's kunnen worden opgesteld met in plaats van binnenklimaat: binnenlucht kwaliteit, verlichting, akoestiek, etc).

Andere complicerende factoren zijn:

- de warmte- en massatransportprocessen zijn niet-stationair, meestal niet-lineair, en sterk onderling afhankelijk;
- de gegevens die het systeem beschrijven zijn "onzeker" vanwege de onderliggende fysica, de invloed van de bewoners, en de stochastische aspecten van het ontwerp- en bouwproces;
- de oorzakelijke verbanden tussen

gebouwworm, -constructie, klimaatregelinstallatie en -regeling, in termen van samenhang tussen prestatie en ontwerpparameters behoren tot het domein van verschillende beroepsgroepen en worden daardoor niet altijd goed begrepen.

Het zal duidelijk zijn dat een gebouw inderdaad een zeer gecompliceerd, dynamisch systeem is. Met uitzondering van enkele triviale relaties, is deze realiteit gewoonweg te complex om in eenvoudige uitdrukkingen, regels of grafieken weergegeven te kunnen worden.

Ontwerphulpmiddelen voor energie in gebouwen

Een van de activiteiten in het bouwkundig ontwerpproces dat relatief veel aandacht kreeg (en krijgt), is gebouwprestatie evaluatie in termen van energiegebruik en andere milieuaspecten. Deze activiteiten hebben geleid tot een range van *ontwerphulpmiddelen voor energie in gebouwen*.

Aan het ene uiteinde van deze range bevinden zich de zogenaamde "correlatiemethoden". Deze zijn meestal gebaseerd op resultaten gegenereerd met meer geavanceerde technieken. Veelal maakt een dergelijke methode gebruik van correlatiegrafieken waarbij bijvoorbeeld het jaarlijks energiegebruik kan worden afgelezen voor een bepaalde onafhankelijke variabele (bijvoorbeeld glaspercentage van de gevel). Aangezien deze onafhankelijke variabele uiteraard maar een van de vele invloedsfactoren is, zijn er veel van dit soort grafieken nodig (om bijvoorbeeld rekening te kunnen houden met geveloriëntatie, thermische capaciteit van de constructie, type installatie, verlichtingsniveau, gebruik van het gebouw, etc). Een recent voorbeeld van een dergelijke methode is de LT Method 3.0 (waarbij LT staat voor Lighting and Thermal) die werd ontwikkeld door Baker en Steemers [3].

Het is duidelijk dat dit soort methoden, vanwege hun aard, een zeer beperkt toepassingsgebied hebben. Bij het ontwikkelen van de grafieken moet aan zeer veel parameters een geschatte waarde worden toegekend. Het is vervolgens aan de gebruiker om zich daar (en van de uitgangspunten van het model) bewust van te zijn, teneinde de toepasbaarheid en beperkingen van de methode te kennen. Behalve misschien voor experts op dit gebied, is dit uiteraard geen triviale zaak.

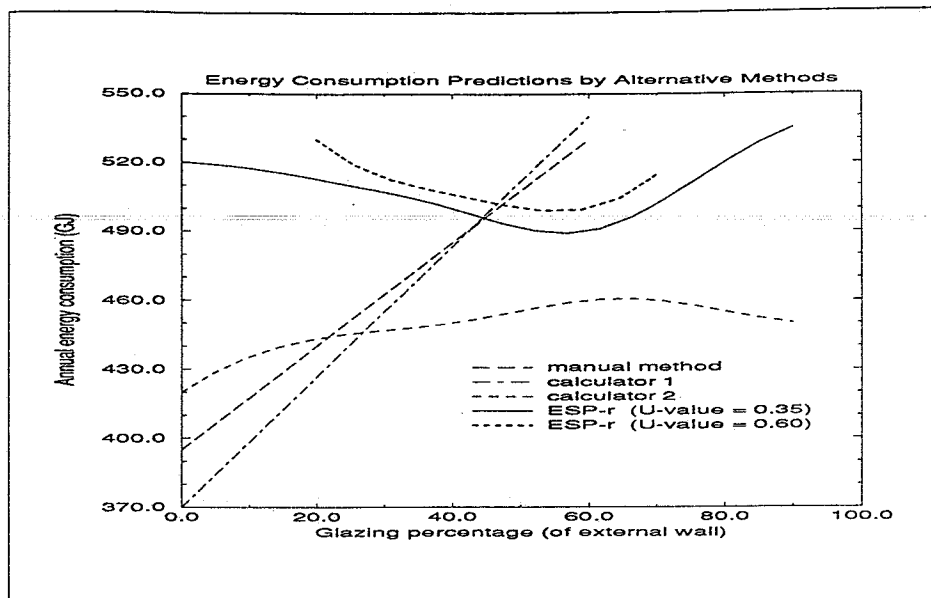
Een ander type ontwerphulpmiddel aan dit einde van de range is de "handbere-

keningsmethode". Deze is meestal gebaseerd op een analytische beschrijving van een vereenvoudigd model van de werkelijkheid (daarom wordt hier soms naar verwezen als "vereenvoudigde ontwerphulpmiddelen"). Veelal hebben deze methoden ook een element van correlatie in zich om factoren in rekening te kunnen brengen die moeilijk (of niet) analytisch te beschrijven zijn; bijvoorbeeld benuttingsfactor zoninstraling, nachtverlagingseffect, etc. Hierdoor hebben dit soort methoden dezelfde beperkingen met betrekking tot inhoud en toepasbaarheid zoals hiervoor aangeduid.

De benaming "handberekening" is misschien misleidend in de zin dat tegenwoordig dit soort methoden dikwijls gecomputeriseerd worden. Soms wordt dit gedaan door het in te bouwen in een of ander algemeen spread-sheet pakket, en soms wordt er een speciaal programma voor geschreven. Een recent voorbeeld van dit laatste is NORMA door Santamouris ([7]). Uiteindelijk blijven het echter gewoon handberekeningsmethoden met alle beperkingen van dien.

Aan het andere einde van de range van ontwerphulpmiddelen met betrekking tot energie in gebouwen, bevindt zich "computer modellering en simulatie". Binnen dit type hulpmiddelen is er weer een brede range van benaderingen. Er zijn gespecialiseerde programma's die op zich een bepaald (energie) aspect concentreren, zoals op luchtstromingen in het geval van numerieke stromingsleer programma's (Computational Fluid Dynamics) of op lichtaspecten in het geval van Visualisatie Modellen. Er is echter ook een categorie modellen die proberen om alle energie- en massastromen, zoals aangegeven in de Inleiding, in rekening te brengen. Binnen dit type simulatiebenaderingen is er (maar nu met een andere dwarsdoorsnede) weer een hele range: van vereenvoudigde (d.w.z. gebaseerd op een vereenvoudigd model van de werkelijkheid) tot uitgebreide modellen. De verschillen en overeenkomsten tussen deze modellen, in termen van toepasbaarheid, benodigde middelen en gebruik, komen in het navolgende aan de orde.

Maar misschien is het eerst interessant om Figuur 2 te beschouwen, waarin het voorspelde energiegebruik staat uitgezet als functie van het glaspercentage van de gevel. In dit geval betreft het geen "algemeen geldige" grafieken (zoals hiervoor bedoeld) maar zijn het



Figuur 2. Energiegebruik voorspeld met verschillende methoden [4]

rekenen voor een specifieke situatie (een kamer in een hoogbouw hotel) gegenereerd met verschillende berekeningsmethoden. De lijnen aangeduid met "ESP-r" zijn afkomstig van een uitgebreid gebouwsimulatieprogramma [1]. De lijnen aangeduid met "calculator" geven de resultaten weer van een gecomputeriseerde handberekeningsmethode.

Zonder verder in detail te treden over hoe en welke methoden precies zijn gebruikt, kan als belangrijkste conclusie aan Figuur 2 worden ontleend dat de absolute waarde van de verschillende voorspellingen "redelijk" dicht bij elkaar liggen (binnen een range +/- 20%), maar dat ontwerpbeslissingen gebaseerd op de trends zoals gesuggereerd door de handberekeningsmethoden duidelijk verkeerd zouden zijn; de trend suggereert dat een minimaal glaspercentage optimaal zou zijn, hetgeen in tegenspraak is met de resultaten van de meer uitgebreide methode.

Dit is misschien een beetje een overdreven voorbeeld, maar het geeft wel duidelijk het risico (in termen van ontwerpbeslissingen) aan dat samenhangt met het gebruik van vereenvoudigde methoden voor gevallen buiten of aan de rand van hun respectievelijke toepassingsgebied (waarvan, behalve misschien voor de auteurs van de methode zelf, de grenzen moeilijk vast te stellen zijn). Er moet ook worden opgemerkt dat, alhoewel het gebruik van (gecomputeriseerde) handberekeningsmethoden (nog) begrijpbaar is in de context van een architectuurprijsvraag, dit artikel juist wil beargumenteren dat dit niet het

geval is voor de professionele architectonische en bouwkundige ontwerppraktijk. In de professionele context, zou simulatie moeten worden toegepast bij het maken van energetische ontwerpbeslissingen.

Simulatie van energie in gebouwen

De meest krachtige techniek voor analyse en ontwerp van complexe systemen (zoals gebouwen) is momenteel computermodellering en simulatie. Modellering is de kunst om een model te ontwikkelen dat het complexe systeem natuurgetrouw representeert. Simulatie is het gebruik van het model om het gedrag van het werkelijke systeem te analyseren en te voorspellen. In die zin kan simulatie worden gebruikt om de toekomstige werkelijkheid na te bootsen. Modellering en simulatie zijn ondertussen onmisbare ingenieurstechnieken geworden op het gebied van ontwerp (bijvoorbeeld van gebouw- en installatieconfiguraties, en van onderdelen daarvan) en gebruik (systeemregeling, analyses, en interacties). Vooral met de opkomst van prestatiegerichte normering (in plaats van op voorschrift gebaseerde normering), is simulatie in beeld gekomen als een geschikt hulpmiddel voor bouwkundig en (binnen)milieu ontwerpen.

In de huidige context, wordt modellering en simulatie toegepast bij voorspellingen om ontwerpbeslissingen te kunnen onderbouwen op het gebied van gebouwen en de bijbehorende klimaatregelinstallaties. Het kan hierbij zowel gaan over een bestaand gebouw, een voorgestelde wijziging, als over een nieuw ontwerp.

Gebouw energiesimulatiemodellen variëren van vereenvoudigd tot uitgebreid. Vereenvoudigd betekent in dit verband dat bepaalde aannamen worden gedaan met betrekking tot het onderliggende thermische netwerk en/of de oplossingsmethode zodanig dat bepaalde energie- of massatransportmechanismen worden benaderd of zelfs weggelaten. Dit impliceert het "risico" dat bepaalde belangrijke aspecten buiten beschouwing worden gelaten.

Vereenvoudigde methoden hebben altijd een of andere "aanpassing" nodig om bepaalde aspecten in rekening te kunnen brengen. De thermische capaciteit van een wand is hiervan een goed voorbeeld. Afhankelijk van de frequentie van de temperatuurwisselingen grenzend aan de wand, zal een kleiner of groter gedeelte van de thermische capaciteit van de constructie feitelijk bijdragen aan het uitdempen van de temperatuurwisselingen. In het geval van zeer langzame fluctuaties zal, zelfs in het geval van zeer zware wanden, de gehele constructie een bijdrage leveren; dit is de reden waarom een "kathedraal" zo'n constante binnentemperatuur over het jaar te zien geeft. Steenachtige wanden van meer normale doorsnede volgen gewoon de jaarlijkse temperatuurschommelingen, maar voor snellere fluctuaties (zeg 24 uur variaties) hebben ze wel een dempend effect. Voor nog hogere frequenties (zeg binnen een uur; bijvoorbeeld ten gevolge van zoninstraling of bewonersgedrag) zal slechts een gedeelte (tot de zogenaamde penetratiediepte) van de constructie opwarmen en weer afkoelen.

Dit betekent dat de "effectieve dikte" van de wand in termen van thermische capaciteit, afhankelijk is van de frequentie van de temperatuurschommelingen. Deze "effectieve dikte" wordt in veel vereenvoudigde simulatieprogramma's toegepast; deze moeten daarom worden aangepast (of "afgesteld") voor een bepaalde frequentie. Meestal wordt uitgegaan van de "dominerende" 24 uur schommelingen. Dit betekent echter dat alle temperatuurfluctuaties met een hogere of lagere frequentie niet adequaat in rekening worden gebracht. Voor het voorspellen van de jaarlijkse energiebehoefte voor verwarming is dit waarschijnlijk niet zo belangrijk (vanwege het integrerende karakter van dit fenomeen), maar bij voorspellingen voor thermisch behaaglijkheid of voor koeling is dit een serieuze tekortkoming. Aan de andere kant proberen uitgebreide modellen de volledige complexiteit,

zoals aangegeven in de inleiding, in rekening te brengen. Voor wat betreft bovenstaand voorbeeld, kan een uitgebreid model wel alle temperatuurwisselingfrequenties representeren of in rekening brengen.

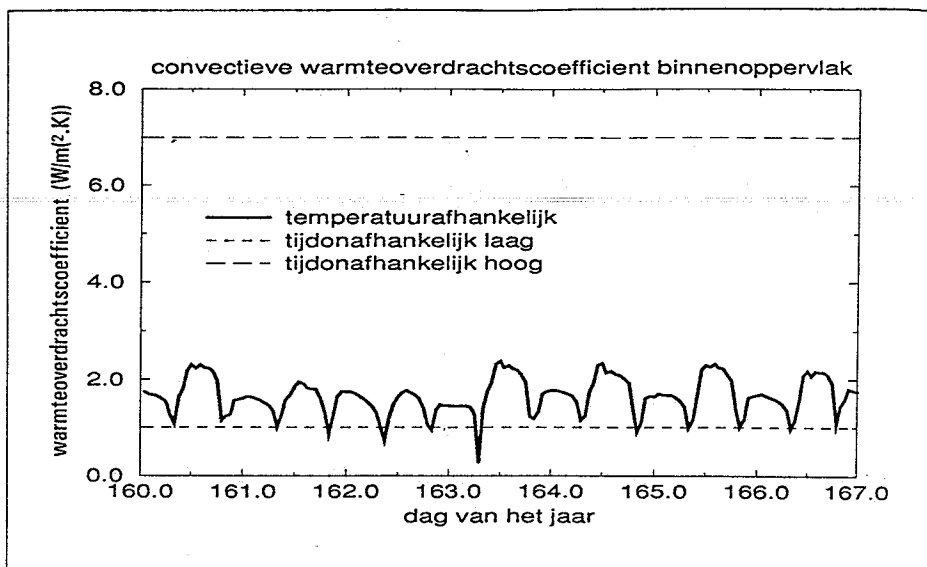
In het navolgende zal nader ingegaan worden op aspecten als toepasbaarheid, benodigde middelen, en gebruik van respectievelijk vereenvoudigde en uitgebreide modellen.

3.1. Toepasbaarheid

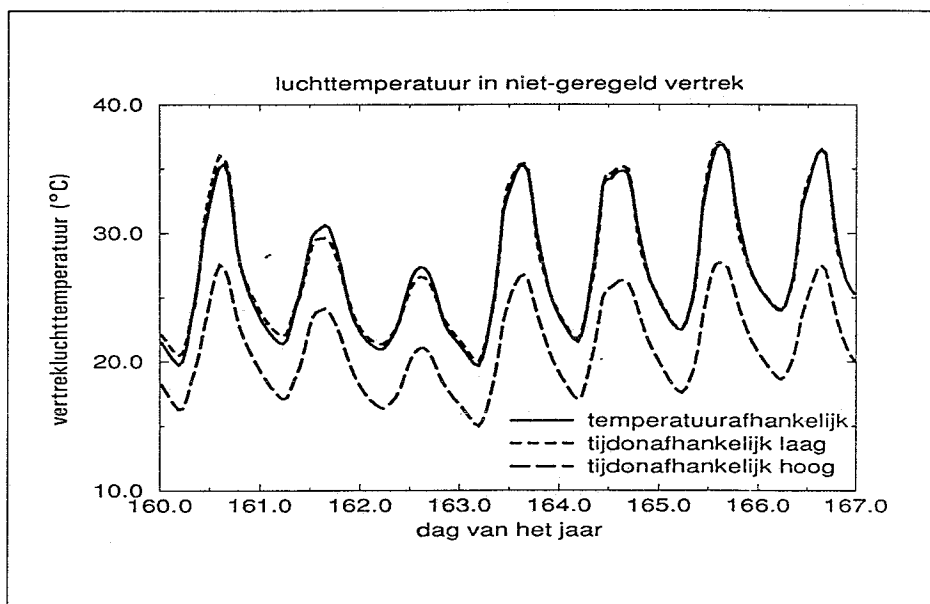
Een van de manieren om het verschil aan te geven tussen vereenvoudigde en uitgebreide modellen is door te stellen dat vereenvoudigde en traditionele (analytische) benaderingen (zoals hiervoor aangegeven) proberen om een exacte oplossing te genereren voor een benadering van het werkelijke probleem. Aan de andere kant proberen uitgebreide modellen juist een benaderende oplossing te vinden voor "exacte" representatie van het probleem. De laatstgenoemde benadering heeft ongetwijfeld veel meer potentiële mogelijkheden, zeker op langere termijn. In tegenstelling tot bij vereenvoudigde modellen met hun impliciete beperkingen, is het bij uitgebreide modellen slechts een kwestie van meer middelen en krachtiger computers om betere (nauwkeuriger en realistischer) resultaten te krijgen.

Als illustratief voorbeeld kan het gebruik van convectieve warmteoverdrachtscoëfficiënten aan binnenoppervlakken gelden. Deze coëfficiënten spelen een belangrijke rol in het geval van een "wand" met een lage thermische weerstand (bijvoorbeeld een raam), en in het geval van binnenluchttemperaturen in een niet-geregeld (dus koeling noch verwarming) vertrek. In vereenvoudigde modellen wordt veelal een constante waarde verondersteld voor deze coëfficiënten (omdat de variabelen waarvan ze afhankelijk zijn, onbekend zijn). In een uitgebreid model daarentegen is het mogelijk om deze coëfficiënten te evalueren als een (sterk niet-lineaire) functie van bijvoorbeeld het temperatuurverschil tussen oppervlak en de lucht.

Figuur 3 toont de tijdafhangelijkheid van deze warmteoverdrachtscoëfficiënten, zoals die wordt voorspeld door een uitgebreid model voor een buitenwand van een typisch kantoorvertrek gedurende een week in de zomer. In Figuur 3 is ook een hoge en een lage temperatuur, en daardoor ook tijdonafhankelijke, schatting aangegeven zoals die gebruikt zou kunnen worden in een vereenvoudigd model.



Figuur 3. Convectieve warmteoverdrachtcoëfficiënt aan het binnenoppervlak; vaste waarde en voorspeld op basis van temperatuurverschil oppervlak en lucht



Figuur 4. Voorspelde binnenluchttemperatuur op basis van temperatuurafhankelijke respectievelijk -onafhankelijke convectieve warmteoverdrachtcoëfficiënten aan het binnenoppervlak

Figuur 4 toont de binnenluchttemperatuur zoals voorspeld met een uitgebreid model op basis van de warmteoverdrachtscoëfficiënten zoals hiervoor beschreven. De verschillen zullen duidelijk zijn. Er zijn echter nog twee andere interessante conclusies te ontleen aan Figuur 4:

- het is mogelijk om de coëfficiënten zodanig te "manipuleren" dat er (in een specifiek geval) een goede overeenkomst is tussen resultaten voor de verschillende benaderingen; het is echter niet zo dat simpelweg de over de tijd gemiddelde warmteoverdrachtscoëfficiënt als een constante waarde kan worden gebruikt (zie Figuur 3),
- het is zeer eenvoudig om met een uit-

gebreid model een vereenvoudigd model na te bootsen, andersom is echter onmogelijk.

Afgezien van andere vereenvoudigingen die nog meer beperkingen opleggen, betekent het feit dat de warmteoverdrachtscoëfficiënten een vaste waarde moeten hebben (dus constant in de tijd) dat dit type vereenvoudigde modellen geschikt kan zijn voor voorspellingen met betrekking tot:

- jaarlijkse warmtebehoefte voor gebouwen binnen het geldigheidsgebied van het model; maar dat ze zeker niet geschikt zijn voor voorspellingen van:
- jaarlijkse warmtebehoefte voor gebouwen buiten het geldigheidsgebied

- van het model;
- energiegebruik voor koeling van gebouwen;
- temperatuuroverschrijdingen in de zomer;
- thermische behaaglijkheid wanneer het gebouw noch verwarmd noch gekoeld wordt;
- invloed van de klimatiseringsinstallatie in termen van effectiviteit (brandstofgebruik) en bepaling van behaaglijkheid.

Benodigde Middelen

Computer modellering en simulatie van een reëel probleem bestaat in feite uit drie hoofdtaken:

- verzamelen van informatie en prepareren van de invoergegevens,
- het simuleren, en
- het analyseren van de resultaten.

Data preparatie is het omvormen van kennis over het probleem, eerst in informatie en vervolgens in geschikte invoergegevens voor het model. Simulatie is het genereren van "ruwe" resultaten. In de data-analyse fase moeten deze "ruwe" resultaten eerst worden getransformeerd naar informatie, en vervolgens naar kennis in termen van het oorspronkelijke probleem.

Vanuit de optiek van de gebruiker, zijn het verzamelen en prepareren van invoergegevens en het analyseren van de resultaten veruit de moeilijkste onderdelen die bovendien de meeste moeite en tijd kosten. In zijn algemeenheid zijn deze taken vrijwel identiek in het geval van vereenvoudigde en uitgebreide modellen. Soms heeft een vereenvoudigd model minder invoergegevens nodig (bijvoorbeeld alleen de U-waarde van de wand in plaats van de thermofysische eigenschappen van iedere afzonderlijke laag), maar dit verschil wordt gemakkelijk teniet gedaan door het dikwijls afwezig zijn van geprefabriceerde databases met constructiegegevens, bewonersgedrag patronen, optische eigenschappen, etc. Daardoor is in het algemeen de moeite en tijd voor het invoeren van gegevens vrijwel gelijk. Voor een gebruiker is het uitvoeren van de feitelijke simulaties niet meer dan een kwestie van "op de goede knoppen drukken". Dan is er nog de kwestie van computer "kosten", aangezien een uitgebreid model hogere eisen stelt dan een vereenvoudigd model. Dit is inderdaad waar, maar het is ook waar dat de huidige "kleine" computers in de professionele praktijk zeer waarschijnlijk voldoende krachtig zijn voor een uitgebreid model. Dit volgt uit de observatie van het feit dat de huidige eisen voor

een uitgebreid gebouwsimulatiemodel ongeveer gelijk moeten zijn aan de eisen die worden gesteld door CABD (Computer Aided Building Design) applicaties.

Gebruik

In termen van gebruik van simulatiemodellen is het belangrijk te realiseren dat simulatie geen doel op zich is, maar dat het een middel tot een doel (bijvoorbeeld gebouwwontwerp) is. Ook belangrijk is dat simulatie moet worden gebruikt, en niet misbruikt!

Als vereenvoudigde modellen worden vergeleken met uitgebreide modellen moet worden gerealiseerd dat het bij de laatst genoemden niet altijd nodig is om alle opties en mogelijkheden te gebruiken. Uitgebreide modellen zijn meestal in staat om te werken met invoergegevens variërend van "vereenvoudigd" tot "gedetailleerd" afhankelijk van de specifieke toepassing (door het voorzien in defaultwaarden in het geval van "vereenvoudigd").

Het gebruik van simulatie (in plaats van traditionele op voorschriften gebaseerde methoden) vereist een andere aanpak en training. Bij traditionele methoden moest de gebruiker (ontwerper) vooral technieken kennen. Bij simulatie moet de gebruiker echter enerzijds een goede basiskennis van bijvoorbeeld thermische processen hebben en anderzijds begrip hebben voor de complexiteit (de interacties) van het geheel. Voor de gebruiker is het niet nodig om (vereenvoudigde) oplossingsmethoden te leren of om zich daar op te concentreren; dat is de taak van de machine (computer plus model). De gebruiker moet echter wel een "intuïtief" gevoel (c.q. portie gezond verstand) hebben voor wat er aan de hand is; zou bijna in staat moeten zijn om thermische processen in het gebouw "te zien", zoals zoninstraling, langgolvlige stralingsuitwisseling, etc. Een gebruiker (architect, bouwkundig ontwerper, binnenmilieudeskundige, etc.) heeft dit intuïtieve gevoel nodig om de resultaten te kunnen "waarderen", om te kunnen beslissen welke ontwerp-alternatieven geëvalueerd moeten worden, om om te kunnen gaan met de complexiteit van het probleem, maar vooral om te kunnen komen tot een "optimale" oplossing van het probleem. Deze "intuïtie" kan worden ontwikkeld door studie (leren met de nadruk op fundamentele processen en begrip, in plaats van op technieken) en training (projectmatig en door het analyseren van "best-practice" voorbeelden uit de praktijk).

Zoals eerder beschreven [6], wordt computersimulatie tot nu toe alleen indirect als ontwerphulpmiddel gebruikt; de kracht van simulatie wordt feitelijk niet erg efficiënt overgedragen aan de ontwerppraktijk. Er is echter een groeiende interesse in onderzoek dat erop gericht is om dit te verbeteren door het ontwikkelen van "intelligent front ends" die de kloof moeten overbruggen tussen geavanceerde computersimulatie en de ontwerppraktijk, en door het ontwikkelen van "raamwerken" die het mogelijk moeten maken om energiesimulatie te koppelen met andere CABD applicaties. Dit laatste gebeurt bijvoorbeeld in het COMBINE (Computer Models for the Building Industry in Europe) onderzoekprogramma van de EU, DG XII [2].

Conclusies

Een gebouw is een zeer gecompliceerd dynamisch energiesysteem. In verband met het "risico" dat bepaalde belangrijke aspecten buiten beschouwing blijven bij het gebruik van vereenvoudigde computersimulatiemodellen, plus het feit dat uitgebreide modellen meer algemeen toepasbaar zijn, wordt sterk aanbevolen om uitgebreide energiesimulatiemodellen te gebruiken als ontwerphulpmiddel voor gebouwen en bijbehorende installaties.

Het argument dat vereenvoudigde modellen eenvoudiger te gebruiken zijn en daardoor beter geschikt zouden zijn als ontwerphulpmiddel is duidelijk niet steekhoudend! Als dat al noodzakelijk wordt geacht, zijn er diverse technieken beschikbaar die (indien geactiveerd) voor de gebruiker volledig verbergen of hij/zij een vereenvoudigd dan wel een uitgebreid simulatiemodel gebruikt. De resultaten (in termen van ontwerpondersteuning) van een uitgebreid model zijn echter veruit superieur.

Teneinde goed gebruik te kunnen maken van computersimulatie van energie in gebouwen (in plaats van de traditionele op voorschriften gebaseerde methoden), moet de gebruiker "energie-intuïtie" hebben. Dit kan worden verkregen door studie (met nadruk op fundamentele kennis en begrip in plaats van op technieken) en training (bijvoorbeeld analyse van "best-practice" voorbeelden uit de praktijk). Alleen op deze manier is het mogelijk om om te kunnen gaan met de complexiteit van het probleem en om tot een "optimale" oplossing van het probleem te komen. Dus: ontwerpondersteuning (of -systemen) zou gebruik moeten maken van uitgebreide simulatiemodellen voor energie in gebouwen, de ontwerper zou

in staat moeten zijn om energiestromen in ontwerpalternatieven "te zien", en de machine zou het werk moeten doen !

Literatuur

- [1] Aasem, E.O., J.A. Clarke, J.W. Hand, J.L.M. Hensen, C.E.E. Pernot, and P. Strachan 1993. "ESP-r A program for Building Energy Simulation; Version 8 Series," Energy Simulation Research Unit, ESRU Manual U93/1, University of Strathclyde, Glasgow.
- [2] Augenbroe, G.L.M. 1991. "COMBI-NE: een Europees projekt op weg naar geïntegreerde gebouwwontwerpsystemen," *Verwarming en Ventilatie*,

vol. 48, no. 11, pp. 813-820.

- [3] Baker, N.V. and K. Steemers 1993. *The LT Method 3.0. An energy design tool for buildings in Southern Europe*, Commission of the European Communities, Brussels. Prepared for ZEPHYR, an architectural ideas competition for the innovative use of passive cooling in buildings
- [4] Clarke, J.A. 1985. *Energy simulation in building design*, Adam Hilger Ltd, Bristol (UK).
- [5] Hensen, J.L.M. 1991. "On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system,"

Doctoral dissertation Eindhoven University of Technology (FAGO).

- [6] Hensen, J.L.M. 1993. "Design support via simulation of building and plant thermal interaction," in *Design and Decision Support Systems in Architecture*, ed. H. Timmermans, pp. 227-238, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. (NL).
- [7] Santamouris, M. 1993. NORMA, Commission of the European Communities, Brussels. Prepared for ZEPHYR, an architectural ideas competition for the innovative use of passive cooling in buildings.

BERICHTEN

De redactie streeft naar de objectiviteit en de juistheid van de ingezonden berichten, doch wijst erop dat de verantwoording voor de inhoud berust bij de inzenders.

Examen vakbekwaamheid voor het koeltechnisch bedrijf 1995

Eind juni/begin juli 1995 zal de NVKL weer het jaarlijkse examen 'Vakbekwaamheid voor het koeltechnisch bedrijf' (het installateurs-examen) afnemen.

Tijdens het examen worden de kandidaten getest op zowel theoretische als praktische kennis van het koeltechnische vak. Het examenreglement is in 1993 reeds aangepast aan de wettelijke regels, zodat de kandidaten ook getest worden op hun kennis over de milieu-eisen.

De data voor het examen zijn door de examencommissie van de NVKL vastgesteld op: **schriftelijk examen (theorie)** maandag 26 juni 1995 van 9.30 uur tot 11.30 uur in de Jaarbeurs te Utrecht.

mondeling examen (theorie en praktijk) per kandidaat op 4 of 5 juli 1995 bij de IPC Plant te Ede.

De kosten voor het examen bedragen f 425,- (excl. BTW).

Inschrijfformulieren en het examenreglement kunt u tijdens kantooruren aanvragen bij de NVKL, tel. 079-531259. De inschrijving sluit op 1 mei 1995.

Opriscursus

Voor de kandidaten die vorig jaar gezakt zijn voor het examen of willen meedoen aan het examen zonder dat zij de NVKL-opleiding hebben gevolgd, organiseert de NVKL in samenwerking met de IPC Plant een drie-daagse opriscursus. Het volgen van deze cursus - zo is vorig jaar gebleken - zal de kans op slagen dit jaar zeker verhogen! De opriscursus vindt plaats bij de IPC Plant te Ede op 30 mei, 6 juni en 13 juni 1995 en kost f 425,- inclusief lunches. Een aanmeldingsformulier kunt u aanvragen bij de NVKL. *Voor meer informatie: tel. 079-531259.*

ISS Warmtemeter gaat verder onder nieuwe vlag

In de loop van 1994 is de ISS Clorius Groep, waarvan ISS Warmtemeter onderdeel uitmaakt, overgenomen door Ista GmbH in Duitsland. Op zijn beurt maakt Ista deel uit van de Duitse multinational Raab Karcher A.G.

Als gevolg van deze overname wordt per 1 januari 1995 de naam Raab Karcher Warmtemeter B.V. gevoerd. Ista is één van de bedrijven op

het gebied van warmtemeting en kostenverdeling. Het produkt-aanbod is uitgebreid met een range aan meetapparatuur uit het Ista-assortiment.

Raab Karcher Warmtemeter B.V. stapt vol vertrouwen met zijn nieuwe naam, nieuwe produkten en nieuwe uitdagingen het nieuwe jaar in.

Voor informatie: Raab Karcher Warmtemeter B.V., Tel. 010 - 4620100.

Trane verhuist naar nieuwe lokatie

De twee jaar geleden opgerichte Trane Compact Airconditioning divisie heeft onlangs een nieuw pand betrokken aan de Koningsweg in Soest.

Aanvankelijk zou deze jongste Trane divisie voorlopig in het hoofdkantoor van Trane aan de Koningsweg 4 te Soest gehuisvest blijven, maar de gestage groei heeft een versnelde aanpassing van het 'huisvestings-scenario' noodzakelijk gemaakt. De personeelsomvang van Trane is in anderhalf jaar tijd verdubbeld, hetgeen de belangrijkste oorzaak vormde voor de optredende huisvestingsproblemen. Mede gezien het feit dat Trane Compact onlangs het inmiddels

door verschillende organisaties bekroonde AquaStream airconditioningsysteem heeft geïntroduceerd, luidt de verwachting dat de groei de komende jaren onverminderd zal doorzetten. Het nieuwe pand van Trane Compact Airconditioning is gevestigd aan de Koningsweg 29 te Soest, vlakbij het Trane hoofdkantoor en omvat een kantoorgedeelte plus een opslag- en distributiecentrum. Hierin is ook de servicedienst ondergebracht. Het volledige nieuwe adres luidt: Trane Compact Airconditioning, Koningsweg 29, 3762 EA Soest. Telefoon: 02155-31501, Fax: 02155-12109.

Certificaten

BS-Service is het zelfstandige, landelijk opererende Beheer- en Onderhoudsbedrijf van Installatiegroep Van Buuren- van Swaay b.v.

Het bedrijf is gespecialiseerd in onderhoud, technisch beheer en 24-uurs-service voor werktuigkundige- en elektrotechnische installaties in de utiliteit, industrie en gezondheidszorg.

BS-Service is erin geslaagd om een geïntegreerd zorgsysteem te ontwikkelen. Het systeem waarborgt procedures voor kwaliteit, Arbo en milieu.

In het begin van dit jaar werd de definitieve STEK erkenning behaald voor het onderhoud

aan koeltechnische installaties, onder nummer B 0365, waarmee de vakbekwaamheid werd erkend ten behoeve van de behandeling van CFK's.

Halverwege het jaar werd door Bureau Veritas Quality International het kwaliteitscertificaat ISO 9002, nummer 7313, uitgereikt.

Als laatste werd op 19, 20 en 22 september 1994 vastgesteld, dat BS-Service voldoet aan de veiligheidseisen van de Arboret en de veiligheidschecklist voor aannemers, toen eveneens door BVQI de audit werd afgenomen voor het VCA** certificaat nummer V 1082.