

# Comfortabel en energieuw regelen

Josco Kester, Bert van Elkhuizen,  
Ellie de Groot, René Kamphuis

Met het aanbrengen van verbeteringen in de regelingen is grote vooruitgang te boeken, op gebied van zowel het gebouwcomfort als het energiegebruik. Het betrekken van de gebruiker bij de regeling, via gebruikersadaptieve en -educatieve regelingen, is hiervoor essentieel. Uit het project 'Demand Side Management achter de meter' van ECN en TNO blijkt dat hiermee in Nederland een totale besparing van 190 PJ primair per jaar mogelijk is.

Het samenwerkingsverband Building Future van ECN en TNO wil het mogelijk maken dat de gehele gebouwde omgeving (inclusief bestaande bouw) in het midden van deze eeuw energieneutraal is. Dat wil zeggen dat op jaarbasis in de woning- en utiliteitsbouw evenveel energie wordt geproduceerd als wordt verbruikt. Hiermee is ook in de toekomst de beschikbaarheid en levering van energie zeker te stellen. Tegelijkertijd kunnen zo de gevolgen van klimaatverandering worden beperkt.

Om een energieneutrale, gebouwde omgeving te bereiken bij de huidige bouwprocessen, is binnen tien jaar een combinatie nodig van netto-energieproductie in de nieuwbouw, 75 procent vermindering van het primaire energieverbruik in de bestaande bouw, vermindering van het energieverbruik door huishoudelijke apparatuur en wijkgebonden opwekking van duurzame energie (bijvoorbeeld lokale biomassa).

Een belangrijke uitdaging vormt de vermindering van het primaire energieverbruik in de bestaande bouw. ECN en TNO hebben daarvoor gebouwconcepten samengesteld die bij renovatie 75 procent vermindering van het primaire energiegebruik kunnen bereiken, met een terugverdientijd van vijftien jaar. Belangrijke maatregelen in deze concepten liggen op het terrein van de gebouwschil (zoals verbeterde isolatie en lekdichtheid) en de installaties (zoals ventilatie, zonwering, lokale duurzame energieopwekking en energieopslag). De mate waarin de doelstelling van energieneutraliteit

halverwege deze eeuw kan worden bereikt, hangt sterk af van de snelheid waarmee de bestaande voorraad wordt gerenoveerd. Vanuit het oogpunt van comfort en energiegebruik valt er veel voor te zeggen om de frequentie van renovaties en de vernieuwing van de bouwvoorraad (nieuwbouw/sloop tempo) op te voeren. Uit berekeningen aan de bouwvoorraad blijkt dat indien het tempo van vernieuwing niet kan worden opgevoerd, de gemiddelde leeftijd van woningen zal stijgen van ongeveer veertig jaar nu, tot zestig jaar in 2050 [1].

Ook als de frequentie van renovatie wordt opgevoerd, zullen er situaties zijn waarin verbetering van de gebouwschil (nog) niet mogelijk of gewenst is. In die gevallen kan men het nodige bereiken op het gebied van comfort en energie door verbetering van de regelingen in gebouwen. Dit blijkt uit het project 'Demand Side Management achter de meter', dat ECN en TNO onlangs hebben afgerond. De afgelopen jaren richtte verbetering van de regelingen in gebouwen zich vooral op technische optimalisatie van de installatie en op aanpassing van de regeling aan de omgeving (bijvoorbeeld door stooklijnen). Er is nog een aanzienlijk potentieel voor verdere verbetering van comfort en energiegebruik, door de interactie tussen de gebruikers en de gebouwregeling te verbeteren. Hierbij zijn twee soorten aanpak mogelijk: gebruikersadaptief regelen en gebruikerseducatief regelen. In aanvulling hierop kan men, door vraagverschuiving toe te passen, de integratie van decentrale en duurzame opwekkers verbeteren (en daarmee het aandeel duurzaam vergroten). Door nieuwe ICT-ontwikkelingen, zoals RF-technieken en Zigbee, wordt op dit gebied steeds meer mogelijk.

## GEbruikersADAPTIEVE REGELING

Een gebruikersadaptieve regeling is een regeling die zich aanpast aan het gedrag van de gebruikers van het gebouw, zoals een bewoner, een werknemer of een gebouwbeheerder. Te denken valt aan het regelen van verwarming en ventilatie op aanwezigheid en voorkeuren, het regelen van verwarming op raamstand en het afschakelen van het standby-



1. Bij het Postbankgebouw in Amsterdam is optimalisatie toegepast van de luchtbehandelingskast.





4. wkk-installaties komen in aanmerking om te worden ingezet bij vraagrespons.

blijvend te kunnen volgen. Dit intelligent beheersysteem van installaties in gebouwen, i-BIG genaamd, blijft onafhankelijk van het gebouwbeheersysteem de prestaties van de installatie volgen. Bij geconstateerde afwijkingen in prestaties (comfort en energie) en bij procesmatige afwijkingen geeft het systeem een melding, wordt de oorzaak aangegeven en geeft het een suggestie voor de oplossing. TNO verwacht dat hiermee in kantoren niet alleen een vermindering van het aantal comfortklachten mogelijk is, maar ook een gemiddelde besparing op het energiegebruik van 25 procent (zie ook VV+ april 2006, 780-783).

Een prototype van het systeem, met beperkte functionaliteit, wordt op dit moment op locatie getest voor twee typen luchtbehandelingkasten in een zwembad en een ziekenhuis. Het systeem zal ook functionaliteit krijgen om te analyseren in hoeverre de stooklijnen van lucht nog optimaal staan ingesteld (zie Postbank-gebouw Amsterdam). Het totale energiebesparingspotentieel van gebruikerseducatieve regelingen in de utiliteitsbouw wordt geraamd op 14 tot 25 procent, afhankelijk van het soort gebouw.

### POSTBANKGEBOUW AMSTERDAM

Veel utiliteitsgebouwen beschikken over een luchtbehandelinginstallatie, waarbij via de luchtbehandelingkast ventilatielucht in het gebouw wordt toe- en afgevoerd. Deze lucht wordt voorverwarmd in de winterperiode en draagt daarmee bij aan het verwarmen van het gebouw. De voorverwarming heeft plaats met een regeling die de ventilatielucht conditioneert op een vaste temperatuur (bijvoorbeeld 18 °C) of afhankelijk van de buitentemperatuur (via een stook-koellijn van de luchtbehandeling). Verder bestaat in de vertrekken een thermostatische naregeling (verwarmen en koelen) om de gewenste vertrektemperaturen te realiseren. Veelal werken de centrale regeling van de luchtbehandeling en de lokale regeling autonoom. Potentieel gevaar hierbij is dat de centrale luchtbehandeling en lokale naregeling tegen elkaar in werken.

Een duidelijk voorbeeld is de luchtbehandelingskast die in de verwarmingsmode staat om een bepaalde ingestelde inblaas temperatuur te realiseren, terwijl tegelijkertijd de koe-

ling op vertrekniveau is ingeschakeld om de overtollige warmte weg te koelen. Deze situatie treedt voornamelijk op in het overgangsseizoen tussen zomer en winter.

De oplossing hier is optimalisatie of koppeling van de regelingen. De optimalisatie (goed toe te passen in bestaande gebouwen) is geen standaardinstelling van de luchtbehandeling, maar een specifieke instelling die goed is afgestemd op organisatie- en gebouweigenschappen. De richtlijn voor deze optimalisatie is Isso-publicatie 68. Een pilotproject waarin de methode is gedemonstreerd, is het Postbankgebouw in Amsterdam. Nieuwe instellingen voor de luchtbehandeling hebben hier concreet geleid tot een energiebesparing van 10 procent (voor zowel verwarmen als koelen) en een forse afname van het aantal klimaatklachten van de gebruikers.

### VRAAGRESPONS

Na terugdringing van het energiegebruik is het – als tweede stap in de Trias Energetica – belangrijk het resterende energieverbruik zoveel mogelijk uit duurzame bronnen te dekken. Hieraan kan de geautomatiseerde vraagresponsregeling een bijdrage leveren. Vraagrespons is een regeling die de energievraag van een apparaat of proces op een bepaald moment vanaf de kant van de gebruiker afstemt op de hoeveelheid (of prijs van) energie die op dat moment beschikbaar is. Men kan vraagrespons inzetten om de energievraag zo veel mogelijk uit eigen opwekking te dekken, maar ook om een groter aandeel duurzame opwekking in het totale elektriciteitssysteem mogelijk te maken. In theorie is het bijvoorbeeld mogelijk de opbrengst van een zonneboiler te verhogen door al het warmtapwatergebruik naar het einde van de dag te verschuiven. Dit zou circa 10 procent meer opbrengst van de zonneboiler opleveren. Praktisch is dit echter niet, want het zou betekenen dat men uitsluitend aan het einde van de dag kan douchen.

Op het gebied van elektrische energie is met vraagrespons meer mogelijk. Uit gegevens van het Basisonderzoek Elektriciteitsverbruik Kleinverbruikers (BEK) uit 2000, blijkt dat 42 procent van het elektriciteitsverbruik in woningen het gevolg is van slechts vijf apparaten, waarvan het gebruik binnen bepaalde marges is te verschuiven: de koelkast, de wasdroger, de wasmachine, de diepvriezer en de elektrische boiler. Met deze apparaten zou in het jaar 2000 gemiddeld per huishouden 1.350 kWh aan stuurbare elektriciteitsvraag beschikbaar zijn. In woningen met een elektrische warmtepomp komt hier nog eens 2.500 kWh bij voor de elektrische warmtepomp.

In de utiliteitsbouw is op vergelijkbare wijze vraagresponstoe toe te passen. Hier komt in het bijzonder de volgende apparatuur in aanmerking voor de inzet van vraagresponst:

- koelinstallaties;
- (bio-)wkk-installaties
- elektrische warmtepompen voor ruimteverwarming;
- noodstroomaggregaten.

Alleen al de elektrische warmtepompen in de utiliteitsbouw leveren een potentieel van 270 GWhe aan stuurbare elektriciteitsvraag.

Een traditionele manier om de vraag en het aanbod van elektriciteit op elkaar af te stemmen is het afschakelen van belastingen door het energiebedrijf (zoals bijvoorbeeld elektrische boilers in huishoudens). Het nadeel van deze aanpak is dat de klant geen invloed heeft op het moment van afschakelen. Op dit moment zijn uiteenlopende, moderne regelmechanismen voor vraagresponst in ontwikkeling die uitgaan van de comfortwensen van de klant. Eén van die regelmechanismen is de PowerMatcher-techniek van ECN. Hiermee is het mogelijk op allerlei schaalniveaus (van landelijk tot op woningniveau) energieproductie en -consumptie van verschillende apparaten op elkaar af te stemmen (kader Smart).

## VERVOLGONDERZOEK

Om de potentie van gebruikersadaptief en gebruikerseducatief regelen en vraagresponst beter te kunnen benutten, is het van belang dat er verdere technologieontwikkeling plaats heeft, in combinatie met praktijktesten. ECN werkt momenteel aan de ontwikkeling van een prototype voor een gebruikersperceptie gecentreerd, omgevingsgeïntegreerd, lerend comfortregelsysteem voor woningen. Dergelijke regelingen kunnen het comfort en energiegebruik van gebouwen meer robuust maken ten aanzien van gebruikersgedrag en daarmee ook comfortklachten helpen voorkomen.

### Referenties

- [1] Opstelten, I.J., Bakker, E.J., Boer, B.J. de, Kaan, H.F., Paauw, J., Borsboom, W., *Building Concepts for a mid-century energy-neutral society*, SET 2006, 5th International Conference on Sustainable Energy Technologies, Vicenza, Italy, 2006 ([www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-M-06-105](http://www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-M-06-105)).
- [2] Kester, J.C.P., Zondag, H.A., *Demand Side Management achter de meter, raming verduurzamingspotentiëlen*, ECN, Petten, 2006 ([www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-E-06-037](http://www.ecn.nl/publicaties/default.aspx?nr=ECN-E-06-037)).
- [3] Zonneveldt, L., In *Broad Daylight - Palace of Justice*, 's Hertogenbosch, Netherlands, *International Lighting Review* 011, pp. 28-33, 2001.



5. Eén van de tests met het Smart-systeem heeft plaatsgehad in een kantoor op het ECN-terrein.

## Smart voor intelligent gebouwbeheer

Gebruikers van kantoorgebouwen hebben minder comfortklachten als ze meer invloed kunnen uitoefenen op het binnenklimaat op hun werkplek. Tegelijkertijd is er 10 tot 30 procent energiebesparing mogelijk door de regeling van het comfort af te stemmen op individuele comfortwensen en op meteorologische variabelen, zoals de (voorspelde) buitentemperatuur en zoninstraling. Hiervoor heeft ECN de Smart-technologie voor intelligent gebouwbeheer ontwikkeld. Met deze geïntegreerde gebouwregeling is het mogelijk op uiteenlopende niveaus energiebesparing te behalen.

- Op gebruikersniveau: met Smart wordt per gebruiker een comfortprofiel opgebouwd, dat als basis dient voor energetische optimalisatie.
- Tevens is het in één van de gebruikersinterfacevarianten mogelijk de gebruiker te confronteren met de gevolgen van zijn instellingen.
- Bij de dosering van de ventilatie: hier kan men de balans tussen de centrale en lokale ventilatiemogelijkheden verbeteren.
- Op het centrale installatieniveau: door de thermische respons van het gebouw over een bepaalde tijdsduur door te rekenen, kan de installatie economisch en comforttechnisch beter worden ingezet.
- Door externe informatie te betrekken: hier wordt specifiek gekeken naar het benutten van het moment van duurzaam aanbod, naar energieprijzen en naar weersinvloeden op het gebouw.

Er zijn tot nu toe twee praktijktesten met het systeem uitgevoerd: één korte test in een kantoorgebouw van ECN in 2003 en een uitgebreidere test in 2004 en 2005 in een kantoorgebouw van Kropman in Nijmegen. Hieruit bleek dat het systeem een aantal voordelen heeft ten opzichte van een conventioneel gebouwbeheersysteem. Wel bleek dat de dimensionering van de naregeling van vertrekken voldoende ruim moet zijn ten opzichte van de centrale gebouwregeling om daadwerkelijk baat te hebben van individuele comfortregeling. Hierdoor kon in deze tests de bijdrage van Smart aan het bewonerscomfort en aan energiebesparing nog niet worden vastgesteld.

### Auteurs

Josco Kester en René Kamphuis, ECN Energie in de gebouwde omgeving en netten.

Bert van Elkhuizen en Ellie de Groot, TNO Bouw en Ondergrond.