

UIT EEN ONDERZOEK VAN DE EUROPESE COMMISSIE IN 2003 NAAR HET ENERGIEGEBRUIK VAN GEBOUWEN BLIJKT DAT DE FYSIEKE OMGEVING VERANTWOORDELIJK IS VOOR BIJNA 40% VAN HET ENERGIEGEBRUIK EN CO<sub>2</sub>-UITSTOOT IN DE EUROPESE UNIE. HET BELANG VAN HET VERBETEREN VAN DE ENERGIE-EFFICIËNTIE VAN GEBOUWEN STAAT DAARMEE BUITEN KIJK. TOT NU TOE Kiest men vrijwel altijd voor een eenzijdige aanpak van het probleem: het verbeteren, optimaliseren of vervangen van gebouwen- en technische installaties van gebouwen. Er wordt nog weinig nagedacht over de rol die gebruikers kunnen spelen bij het realiseren van energie-efficiënte gebouwen.



Foto: Marcomad

# Rol gebruiker onderschat bij energiebesparing gebouwen

Voor het Center for People and Buildings (CfPB) – een kennisstichting die onderzoek verricht naar de relatie tussen mens, werk en de werkomgeving – is dit aanleiding het onderzoek hiernaar te entameren. De Rijksgebouwendienst heeft een aantal energiebesparingpakketten geformuleerd en wil vooraf zicht hebben op de te verwachten effecten van de diverse pakketten. Dit geeft het CfPB de mogelijkheid om de effecten van gebruikersgedrag in relatie tot de

realisatie van energieambities te onderzoeken. In het onderzoek is uitgegaan van drie door de Rijksgebouwendienst (Rgd) geformuleerde maatregelpakketten (Minimaalpakket, Vervangingspakket en Renovatiepakket). Daarnaast zijn vier Rgd Scenario's geformuleerd om de effecten van ontwikkelingen zoals server-based werken en organisatiegericht huisvesten op het gemiddelde energiegebruik in kaart te brengen. Vanwege de hoofdzakelijk gebouw- en installa-

Energiebesparingpakketten van de Rijksgebouwendienst	
<b>Pakket 1 Minimaal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warmteterugwinning;</li> <li>• Afwezigheidsdetectie verlichting;</li> <li>• Scherp inregelen en functioneel controleren klimaatinstallatie.</li> </ul>
<b>Pakket 2: Vervanging</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregelen uit de Minimaalpakket;</li> <li>• Warmte- / koudeopslag;</li> <li>• Warmtepomp;</li> <li>• LED-verlichting.</li> </ul>
<b>Pakket 3: Renovatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatregelen uit de Vervangingspakket;</li> <li>• HR+ beglazing;</li> <li>• Verbeterde dak- en gevelisolatie;</li> <li>• Hoge temperatuurkoeling/ lage temperatuurverwarming.</li> </ul>

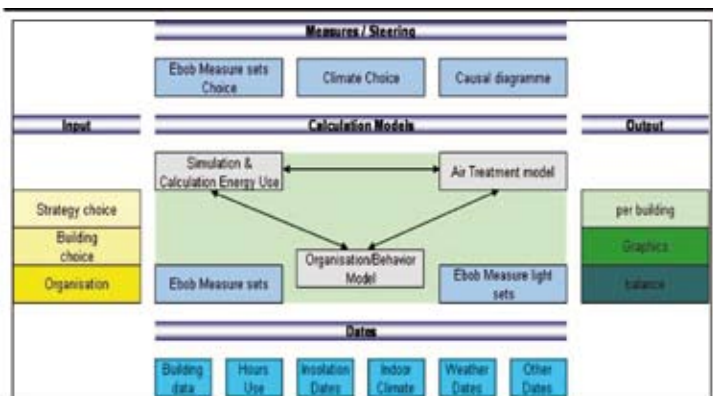
Scenario ontwikkelingen	
<b>Scenario 1</b>	Geen technische of gedragsbeïnvloedende maatregelen worden toegepast (Basisberekening).
<b>Scenario 2</b>	Toepassen organisatiegericht huisvesten op basis van 33% minder werkplekken en geen verandering in de te huisvesten fte van de organisatie.
<b>Scenario 3</b>	Server-based toepassingen en computers met laag energieverbruik.
<b>Scenario 4</b>	Een combinatie van scenario 2 en scenario 3.

■ Schema 1.

tietechnische aard van de maatregelpakketten, hebben de onderzoekers van het Center for People and Buildings (CfPB) een verder reikend perspectief aan de vraagstelling toegevoegd: Wat is de invloed van de gebruiker op de energie-efficiëntie van een gebouw?

## Onderzoeksmethode

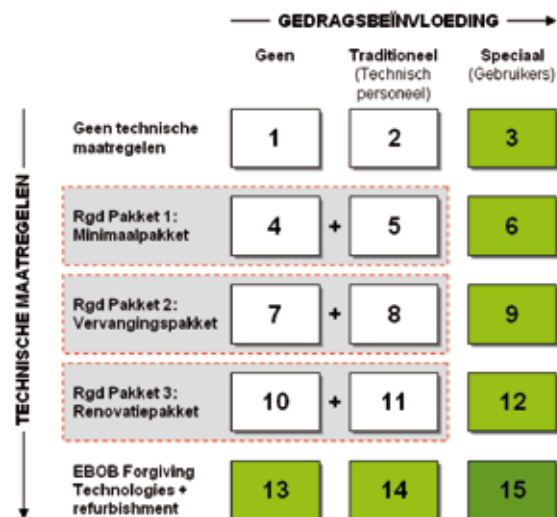
Voor het uitvoeren van het onderzoek naar de effecten van gebruikers en gebruikersgedrag, is een referentiegebouw berekend op basis van gegevens van 19 gebouwen in de vastgoed portefeuille van het Rgd. Alle 19 gebouwen zijn thans in gebruik bij de Belastingdienst. Omdat het gedrag van gebruikers en technisch personeel een belangrijke invalshoek is bij het onderzoek is ervoor gekozen om voor de doorrekening van het referentiegebouw op basis van de drie Rgd Pakketten en de vier Rgd Scenario's gebruik te maken van (een uitgebreide aangepaste versie van) het EBOB-simulatiemodel. Het EBOB simulatiemodel is een complex model dat bestaat uit verschillende met elkaar samenhangende rekenmodellen. Het model biedt de mogelijkheid gedragsbeïnvloedende maatregelen in te voeren. In figuur 1 zijn deze rekenmodellen in relatie tot elkaar aangegeven. Links in het schema in figuur 1 zien we onder 'Input' de strategie-



■ Figuur 1. Samenhangende rekenmodellen van het EBOB simulatiemodel.

keuze, de gebouwkeuze en de mogelijkheid gegevens over de organisatie in te vullen. Deze strategiekeuze betreft de samenstelling van een combinatie van gedrags- respectievelijk technische maatregelen en is sterk aangepast aan de eisen die daarvoor vanuit deze studie nodig waren. De strategiekeuze kan het best worden toegelicht op basis van het invoermodel (figuur 2).

In dit schema dienen de 15 strategieën als invoermogelijkheden op basis van keuzecombinaties uit technische maatregelen (van boven naar beneden) en maatregelen voor de gedragsbeïnvloeding van kantoor- en technische personeel (van links naar rechts). Een strategie is op te vatten als een consistente combinatie van technische maatregelen en maatregelen voor gedragsbeïnvloeding. Strategieën in de kolom genaamd 'Geen' geven aan dat er geen maatregelen voor gedragsbeïnvloeding zijn genomen. Er is in het voor dit onderzoek aangepaste model voor gekozen het instrueren en opleiden van het technische personeel in het optimaal beheren van de technische maatregelen, mee te nemen in de middelste kolom (Traditioneel). In



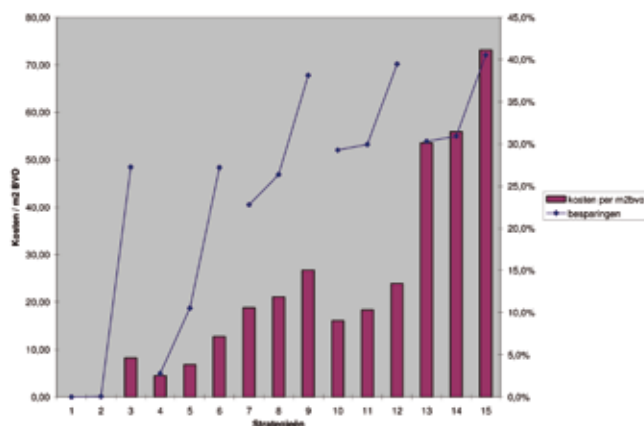
■ Figuur 2. EBOB invoermodel met 15 strategieën op basis van keuzecombinaties uit technische maatregelen en maatregelen voor de gedragsbeïnvloeding van kantoor- en technisch personeel.

de rechterkolom wordt het gedrag van gebruikers beïnvloed. Denk daarbij aan zaken als power management op de computer en op de monitor, het uitdoen van de lichten als er voldoende daglicht is en het gesloten houden van ramen.

## Conclusies

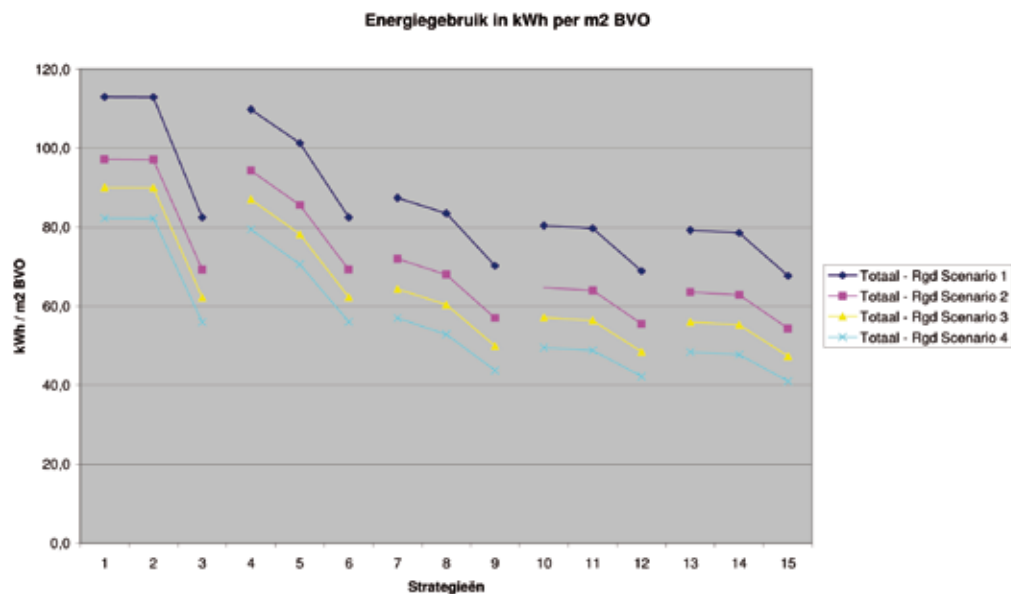
Uitkomsten van dit onderzoek dragen bij aan het beantwoorden van de door de Rgd gestelde vraag naar de verwachte effecten van verschillende maatregelen op het reduceren van het energiegebruik van overheidsgebouwen. De berekeningen met het EBOB Simulatiemodel zijn uitgevoerd voor de 19 gebouwen met de eerder besproken 15 EBOB Strategieën voor gecombineerde Rgd Pakketten en de vier Rgd Scenario's voor server-based werken en voor organisatiegericht huisvesten met minder werkplekken. Er zijn dus 1181 gevallen berekend. Doorrekening van het referentiegebouw levert relevante conclusies op over de totale theoretische energiebesparing (kWh/m<sup>2</sup> BVO) van de Rgd Pakketten en Scenario's:

- De te bereiken besparingen in deze 19 gebouwen variëren van 10% tot maximaal 63% afhankelijk van de gekozen maatregelen.
- Van alle maatregelen levert training en gedragsverandering van de technische medewerkers en de kantoorwerkers met 27% (verreweg) de grootste energiebesparing op.



■ Figuur 4. Samenvatting van conclusies met betrekking tot de kosten van de verschillende maatregelen per EBOB strategie.

■ **Figuur 3.** Gemiddeld totale energiegebruik in kWh per m<sup>2</sup> BVO voor alle gebouwen op basis van de 15 EBOB strategieën. Strategieën 1-3 komen overeen met de vertreksituatie waar alleen de kundigheid van gebruikers (strategie 3) verbeterd wordt. Strategieën 4-12 zijn afgestemd op de drie Rgd Pakketten. Daarbinnen komen strategieën 4-5 overeen met Rgd Pakket 1 (Minimaalpakket), strategieën 7-8 met Rgd Pakket 2 (Vervangingspakket) en strategieën 10-11 met Rgd Pakket 3 (Renovatiepakket). Strategieën 13-15 zijn in de EBOB simulatiemodel aangeduid als 'Forgiving Technologies' (figuur 2). Hierbij gaat het om optimaal gebruik van ict, slimme beheerssystemen en gebruikersinterfaces.



	Rgd Scenario 1: Basisberekening	Rgd Scenario 2: OGH	Rgd Scenario 3: Server-based	Rgd Scenario 4: OGH + server-basi
Alleen gebruikersinvloed:	27%	39%	45%	51%
Rgd Pakket 1 incl. training technici (EBOB strategieën 5):	10%	24%	31%	38%
Rgd Pakket 1 met gebruikers (EBOB strategie 6):	27%	39%	45%	51%
Rgd Pakket 2 incl. training technici (EBOB strategie 8):	26%	40%	47%	53%
Rgd Pakket 2 met gebruikers (EBOB strategie 9):	38%	50%	56%	61%
Rgd Pakket 3 incl. training technici (EBOB strategie 11):	29%	43%	50%	57%
Rgd Pakket 3 met gebruikers (EBOB strategie 12):	39%	51%	57%	63%

■ **Tabel 1.** Samenvatting van conclusies met betrekking tot de berekende energiebesparingen die mogelijk zijn.

- Werkplekdeling levert op het eerste oog ook een forse energiebesparing op door het verminderen van het aantal werkplekken bij een gelijkblijvend aantal medewerkers. Als echter alle consequenties van het intensievere gebruik van het gebouw worden gezien, blijken de besparingen per fte tegen te vallen (Tabel 1).
- Voor elk van de Rgd Pakketten levert de gedragsbeïnvloeding van gebruikers een grotere energiebesparing op dan de toepassing van alleen gebouw- en installatietechnische maatregelen;
- Belangrijk is dat bij de berekening van de uitkomsten het positieve effect van de participatie van de gebruikers ingesteld kan worden tussen 0% en 100%. Bij de resultaten voor de Rgd Pakketten is de participatiegraad steeds op 100% gesteld. In werkelijkheid zal de maximale positieve deelname van de gebruikers lager zijn. Dat betekent dat ook de werkelijke energiebesparing lager zal zijn;
- Bij toepassen van de EBOB strategieën waar de zogenaamde 'Forgiving Technologies' ter sprake komen (strategieën 14 en 15) zijn er extra hulpmiddelen in de vorm van technologieën aanwezig om gebruikers te ondersteunen en zodoende het totale gebruikersparticipatie wel in de richting van 100% te brengen;
- Indien de ingrepen steeds samenvallen met natuurlijke ingreepmomenten zijn de kosten van de strategieën en maatregelen bescheiden. In figuur 4 zijn de extra kosten in euro's per m<sup>2</sup> BVO uitgezet tegenover de besparingen in procenten. De extra kosten van strategieën 13, 14 en 15 zijn vooral de geavanceerde meet- en

regeltechnieken en computerprogramma's die het samen met de trainingen mogelijk moeten maken dat de extra besparingen ten gevolgen van gebruikersgedrag gerealiseerd kunnen worden (figuur 4).

De bevindingen laten zien dat het op korte termijn starten van campagnes en trainingen voor gebruikersbeïnvloeding al een aanzienlijke energiebesparing kan opleveren. Daardoor wordt tevens het klimaat rijp gemaakt voor het uitvoeren van de Rgd Pakketten 1, 2 en 3 als die aan de orde zijn. Verder is het van belang de ingrepen zoals voorgesteld in de Rgd Pakketten (Minimaalpakket, Vervangingspakket en Renovatiepakket) samen te laten vallen met natuurlijke momenten in de levensloop van gebouwen. ■



**Peter le Roux**

werkt als senior onderzoeker bij Stichting Kenniscentrum Center for People and Buildings in Delft. Hij is afgestudeerd in bouwkunde in Zuid-Afrika en daarna in Japan gepromoveerd in werkplek Facility Management met als thema van de promotie 'Proactieve Werkplek FM op basis van gebruikerdiversiteit'. Daarnaast werkten aan het artikel mee W.R. Pullen, K.H. Dekker en J.C. Hanekamp.