

# NulEnergie-gebouwen begrijpen

*Het Building Technologies Program van het U.S. Department of Energy (DOE) heeft als doel gesteld om voor 2025 goed in de markt liggende NulEnergie-gebouwen te realiseren [1]. Het principe van een NulEnergie-gebouw is dat de energiebehoefte dusdanig wordt gereduceerd dat met duurzame energie de resterende behoefte kan worden aangevuld. Dit roept onmiddellijk vragen op zoals: “Hebben we niet nog een lange weg te gaan, gezien ons huidige energiegebruik van gebouwen – is het zelfs wel mogelijk?”, en “Zijn er voorbeelden van gebouwen die zelfs maar in de buurt komen van deze doelstelling?”*

*Om een antwoord te kunnen geven op deze vragen is door het National Renewable Energy Laboratory (NREL) een onderzoek uitgevoerd in de utiliteitssector om de uitvoerbaarheid van NulEnergie te evalueren. Dit onderzoek is gebaseerd op de mogelijke technologische vooruitgang voor het jaar 2025. Door NREL is daarnaast ook de haalbaarheid van NulEnergie onderzocht aan de hand van een evaluatie van zeven energiezuinige utiliteitsgebouwen [2].*

*- door P.A. Torcellini\* en Drury B. Crawley\*\**

*Dit artikel is een vertaling gerelateerd aan afstudeerwerk bij de unit Building Physics & Systems van de TU/e door Christa F.M. de Vaan van “Understanding zero-energy buildings,” ASHRAE Journal, vol. 48, nr. 9, pag. 62 – 69.*

## **WAAROM NULENERGIE-GEBOUWEN?**

Waarom zijn NulEnergie-gebouwen belangrijk? Woningen en utiliteitsgebouwen gebruiken 40 % van de primaire energie en 71 % van de totale elektriciteit in de Verenigde Staten [3]. Dit vormt een grote belasting op het elektriciteitsnet, de energievoorraad, emissies en economische beschikbaarheid.

En tot overmaat van ramp, wordt er per jaar een groei verwacht van de commerciële sector in de V.S met 1,6 %; twee keer zo snel als in de woning-

bouw. Deze groei wordt veroorzaakt door economische groei en bevolkingsgroei, waardoor ieder jaar meer ruimte nodig is [4]. Energiebesparende maatregelen kunnen niet op tegen het snel groeiende energiegebruik van de gebouwde omgeving.

Maar hoe kunnen nieuwe utiliteitsgebouwen zo worden ontworpen dat ze in feite een NulEnergie-gebouw zijn? En hoe kunnen bestaande gebouwen worden aangepast, zodat zij milieuvriendelijk, comfortabel, economisch en energiezuinig zijn? Over het algemeen kan een ouder gebouw niet worden verbouwd tot een NulEnergiegebouw. Onderzoek heeft echter aangetoond dat met kleine energiebesparende maatregelen het energiegebruik en de energiekosten sterk kunnen worden teruggedrongen.[2 en 5]

## **DEFINITIE VAN NULENERGIE-GEBOUWEN**

Als energie doelstellingen worden gedefinieerd als besparingspercentages, dan wordt een energiereferentie aangenomen. De vraag is: “Besparing waarop?” Antwoorden worden gegeven in: “Savings from ANSI/ASHRAE/IESNA Standaard 90.1-2004, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Building.” Het andere eind van de schaal wordt op nul gesteld. Om naar NulEnergie toe te werken is 30 % energie besparing vanuit de Standaard 90.1-2004 als doel gesteld.

‘Nul’ is het omslagpunt tussen gebouwen die energie gebruiken en gebouwen die energie leveren. In principe wordt het gezien als het punt waarop de energievraag van gebouwen geen consequenties meer heeft.

De definitie “NulEnergie” staat in feite voor “Netto NulEnergie”. De som van de energiestromingen in en –uit zijn hierbij gelijk en tegenovergesteld. Dit wil niet zeggen dat er “nul” stroming is. Als het doel van een eigenaar van een gebouw is, om een NulEnergie-gebouw te realiseren, dan zal in eerste instantie door het ontwerpteam moeten worden gedefinieerd wat daarmee wordt bedoeld. Gezien deze term op meerdere manieren kan worden geïnterpreteerd. Wat bedoelen we met energie – bedoelen we het energiegebruik gezien vanaf de bron, het energiegebruik vanaf het terrein, de energie kosten of de emissies ten gevolge van energiegebruik? Vandaag de dag worden op zijn minst vier definities voor NulEnergie-gebouwen gebruikt [6]. Van deze definities wordt ten onrechte verondersteld dat ze hetzelfde inhouden. In dit artikel worden de volgende definities beschouwd:

\* National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado - senior onderzoeker

\*\* Office of Building Technologies, US Department of Energy, Washington, DC. - Programmaleider

- netto NulEnergie-gebouw vanaf de bron;
- netto NulEnergie-gebouw vanaf het terrein;
- netto NulEnergiekosten-gebouw;
- netto NulEnergie-emissie-gebouw.

Een netto NulEnergie-gebouw vanaf de bron produceert zo veel energie als het gebruikt, gezien vanuit de energie-inhoud van de bron. De systeemgrens wordt gelegd rond het gebouw, het transmissiesysteem, de energiecentrale en de energie nodig om de brandstof naar de energiecentrale te transporteren. Het geeft een betere representatie van de totale energie-impact. Desondanks wordt het bemoeilijkt doordat gegevens over de locatie-bron-omzetting moeilijk zijn te verkrijgen en door de beperkingen van deze omzettingen. Vaste omzettingfactoren houden geen rekening met de toevoer van energie over de loop van de dag en de verandering in toevoer wanneer nieuwe gebouwen en energiecentrales voor de toelevering worden gebouwd. Deze definitie zal daardoor in sommige gevallen eerder afhankelijk zijn van de manier waarop het vermogen wordt ingekocht of geproduceerd, dan dat deze afhankelijk is van de energieprestatie van het gebouw. Een gebouw in een gebied met een groot percentage aan hydro-elektrische energie zal een lage energiebelasting hebben. Dit terwijl het mogelijk is dat door de bouw van dit gebouw op deze locatie het noodzakelijk wordt om energie op te wekken uit fossiele brandstoffen. Hierdoor zal het gebouw in feite een nieuwe ontstane capaciteit gebruiken; bijvoorbeeld kolen. Deze analyse is hierdoor erg ingewikkeld.

Een netto NulEnergie-gebouw vanaf het terrein, produceert, gezien vanaf het terrein, zoveel energie als het gebruikt. Deze definitie is als streven goed bruikbaar, omdat het kan worden geverifieerd door metingen op locatie. Het stimuleert energiebewust ontwerpen. Het maakt echter geen onderscheid tussen brandstoftypen en het houdt geen rekening met inefficiëntie in het centrale netwerk. Het "Terrein" moet ook worden gedefinieerd. Wordt hiermee alleen het gebouwoppervlak bedoeld, of het totale grondoppervlak? Wat als een parkeerterrein wordt overkapt met Fotovoltaïsche PV-panelen ter realisatie van een NulEnergie-gebouw, alleen zodat daar later nieuwe gebou-

wen kunnen worden ontwikkeld? Dit zou een hogere prioriteit geven aan een PV-systeem binnen het gebouwoppervlak, omdat dit altijd een onderdeel zal zijn van het gebouw.

Gebouweigenaren zijn over het algemeen het meest geïnteresseerd in netto NulEnergiekosten-gebouwen en hebben de neiging om energie efficiëntie en duurzame energie als een onderdeel voor hun ondernemingsplan te gebruiken. Deze definitie is, net als de definitie voor NulEnergie vanaf het terrein, gemakkelijk te verifiëren aan de hand van energierekeningen. Koopkrachten geven een goede balans tussen brandstoftypen gebaseerd op beschikbaarheid van brandstof. De kosten zijn over het algemeen inclusief de gevolgen voor de infrastructuur. Het kan moeilijk of zelfs onmogelijk zijn om NulEnergie te bereiken vanwege de constructie van energietarieven. In veel van deze constructies zal geld worden gegeven voor de aan het energienetwerk teruggeleverde energie, zij zullen echter nooit toestaan dat men jaarlijks meer geld ontvangt voor de teruglevering dan dat er wordt betaald aan energie. Dientengevolge is er geen enkele manier om de gemaakte energiekosten en vaste kosten terug te verdienen. Stelt u zich eens voor dat we op een dag uiteindelijk NulEnergie zouden bereiken, dan zouden de energieprijzen moeten worden bijgesteld om een betrouwbaar energienetwerk te behouden.

De vierde definitie, netto NulEnergie-emissie-gebouw, behandelt de emissie die wordt geproduceerd door de energiebehoefte van een gebouw. Dit model is waarschijnlijk beter toepasbaar bij duurzame energiebronnen. Maar net als bij NulEnergie-gebouwen vanaf de bron is dit vaak moeilijk te berekenen. Waarom is dit belangrijk? Mensen gebruiken vaak definities om in hun eigen behoefte te voldoen. Om een doelstelling te kunnen formuleren zal het ontwerpteam moeten bepalen welke definitie het zal hanteren. Verderop zullen we deze definities vergelijken aan de hand van bestaande energiezuinige gebouwen. In het volgende deel wordt besproken hoe enkele van deze definities het ervan af brengen in daadwerkelijke gebouwprestatieberekeningen.

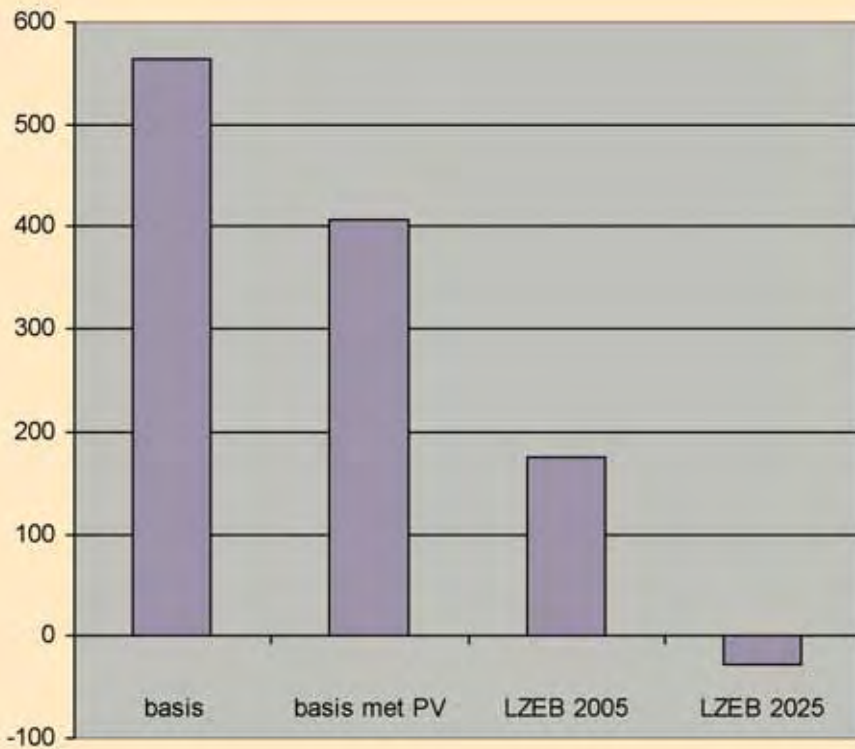
#### ALLE GEBOUWEN NULENERGIE?

Zijn NulEnergie-gebouwen mogelijk op grote schaal? In hun zoektocht naar

het antwoord op deze vraag onderzocht de NREL 5.375 gebouwen uit het publieke register (1999 Commercial Building Energy Consumption Survey (CBECS))<sup>7</sup>. Zij selecteerden de bouwparameters die de grootste invloed hebben op het energiegebruik en ontwierpen energie modellen waarmee de energieprestatie van de totale utiliteitssector kon worden gesimuleerd. Wij gebruikten de uitvoeringscriteria uit de Standaard 90.1-2004 als basis voor alle gebouwmodellen. Daarna werden er een aantal eenvoudige energie besparende maatregelen genomen en werd 50 % van ieder dak bedekt met PV-panelen [8].

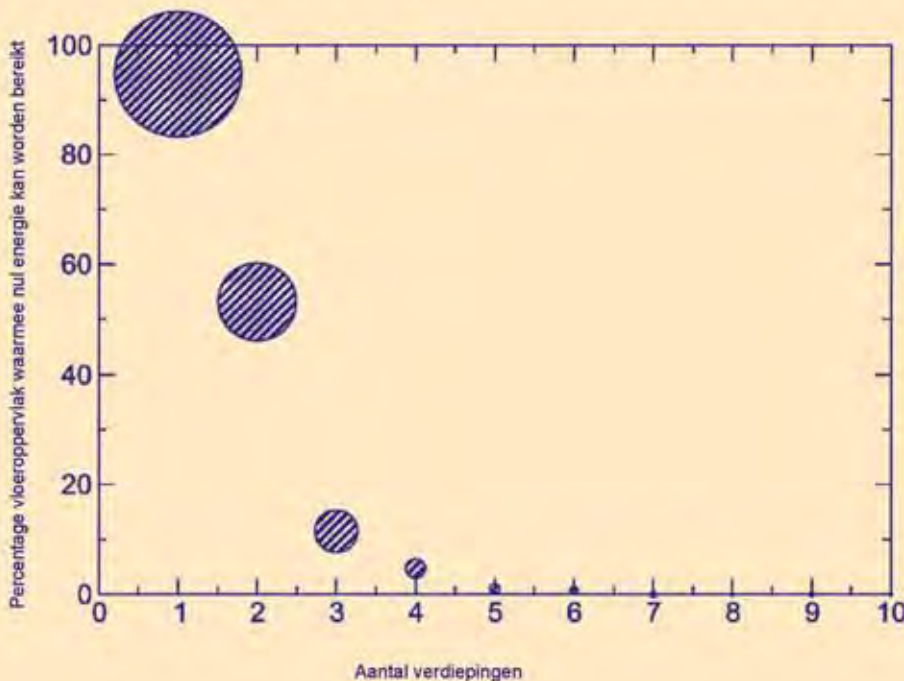
Het oppervlak van de PV-panelen, de enige aanvullende energiebron die werd geanalyseerd, was gelimiteerd aan het dakoppervlak. Andere bronnen werden overwogen, maar werden niet gebruikt voor de analyse. Omdat een grote variëteit aan gebouwen werd onderzocht was het van belang dat de technologieën konden worden toegepast in een groot aantal type gebouwen. Windenergie is bijvoorbeeld afhankelijk van het lokale windaanbod. Biobrandstoffen zoals houtsnippers, dienen eerst naar de locatie te worden getransporteerd en microturbines en brandstofcellen gebruiken zelf energie die ze omzetten in warmte en kracht. Hierdoor kunnen deze energiesystemen niet worden beschouwd zonder buiten de grenzen van het gedefinieerde systeem te treden. Om die rede zullen zij ondanks een eventuele positieve bijdrage aan de efficiëntie van het totaalstelsel buiten beschouwing worden gelaten. Micellen kunnen worden toegepast in praktisch ieder gebouw.

In Figuur 1 staan de resultaten van de analyse, met daarin het netto energiegebruik van het terrein, voor vier verschillende situaties. Het basisscenario laat de resultaten zien voor het geval dat alle gebouwen waren gebouwd volgens de richtlijnen uit de Standaard 90.1-2004. Het energiegebruik van dit scenario bedraagt 564 MJ/m<sup>2</sup>. Dit is een besparing van 41 % ten opzichte van het daadwerkelijke energiegebruik in 1999 (956 MJ/m<sup>2</sup>). Dit wil zeggen dat we een grote hoeveelheid energie zouden besparen wanneer we alle gebouwen opnieuw zouden bouwen volgens de huidige richtlijnen. Door toevoeging van PV-panelen op de gebouwen (figuur 1, basis met PV) daalt het



Energiegebruik van utiliteitsgebouwen voor vier scenario's

- FIGUUR 1-



Percentage utiliteits-vloeroppervlak waar NulEnergie zou kunnen worden bereikt in het LZEB 2005-scenario als functie van het aantal verdiepingen.

- FIGUUR 2-

totale energiegebruik tot 407 MJ/m<sup>2</sup>, dit betekent dat nog eens 28 % wordt bespaard. Vervolgens worden een aantal energiebesparende maatregelen toegepast waaronder het verlengen van het gebouw in de oost-west-as, het toepassen van daglichtstrategieën voor een lengte van minimaal 4,6 m vanaf het buitenoppervlak, het toevoegen van overstek

om de hoogstaande zomerzon te blokkeren, het reduceren van de verlichtingssterkte met 17 % en moderne aanpassingen aan de HVAC-efficiëntie. Dit levert een besparing op van 41 % ten opzichte van het basisscenario. Dit is scenario LZEB 2005. Tot slot werden aanvullende verbeteringen toegepast, gebaseerd op de door The U.S. Department of Energy's ge-

stelde doelstellingen voor de toekomstige technologie. De verwachting is dat er 20 jaar onderzoek nodig is om het maximale technologische toekomstscenario's te bereiken. Het gaat hierbij om verbeteringen in de HVAC-systemen en in de verlichtingstechnologie. Vanwege de lage energiebehoefte, leiden verbeteringen in de PV-technologie ertoe, dat de totale sector energie gaat exporteren. Het energiegebruik van dit laatste scenario bedraagt -28 MJ/m<sup>2</sup>. Het minteken geeft hierbij aan dat energie op jaarbasis wordt geëxporteerd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat, door ingrijpende energie besparende maatregelen en door het gebruik van het dak voor elektriciteitsproductie, de totale commerciële gebouwsector energie zou kunnen gaan produceren. Hierbij is technologische vooruitgang en daarmee samenhangende goed geïntegreerde regeling van de systemen een vereiste. Bij sommige gebouwen kan NulEnergie gemakkelijker worden bereikt dan bij andere. Warenhuizen hebben in dit opzicht grote potentie omdat dit over het algemeen eendaagse gebouwen zijn waarbij gemakkelijk gebruik kan worden gemaakt van daglicht en welke een lage energiebehoefte hebben. Zij kunnen vrij gemakkelijk meer energie produceren dan zij gebruiken, waardoor zij energie kunnen leveren aan energie-intensieve sectoren, zoals de voedselindustrie en gezondheidszorg [9]. Als voorbeeld van een meer gedetailleerde analyse kan worden gekeken naar het aantal verdiepingen. Figuur 2 laat voor het toekomstscenario het percentage commerciële vloeroppervlak dat NulEnergie kan bereiken, zien tegenover het aantal verdiepingen. Bij een toename van het aantal verdiepingen daalt de kans om NulEnergie te bereiken drastisch. Dit komt doordat daglichtbenutting moeilijker wordt en de energievraag per grondoppervlak toeneemt. Dit wordt verergerd door het feit dat het oppervlak van PV-panelen afhankelijk is van het gebouwoppervlak. De grote van de cirkels in figuur 2 geeft het relatieve aandeel aan van ieder type gebouw, gerepresenteerd door het aantal verdiepingen, ten opzichte van het totale aantal gebouwen. Hieruit blijkt dat in de VS overwegend gebouwen worden gebouwd bestaande uit één bouwlaag.

Gebouw	Aantal verdiepingen	Oppervlak	Locatie	Energiebesparing*	Gebruik daglicht
Oberlin	2	1.265 m <sup>2</sup>	Oberlin, Ohio	47 %	ja
Zion	1	Bezoekerscentrum: 820 m <sup>2</sup> Toiletruimten: 256 m <sup>2</sup>	Springdale, Utah	70 %	ja
Cambria	1	3.205 m <sup>2</sup>	Ebensburg, Pennsylvania	40 %	ja
CBF	2	2.900 m <sup>2</sup>	Annapolis, Maryland	24 %	ja
TTF	2	930 m <sup>2</sup>	Golden, Colorado	42 %	ja
BigHorn	1	Winkel oppervlak: 1.700 m <sup>2</sup> Warenhuis: 2.230 m <sup>2</sup>	Silverthorne, Colorado	54 %	ja
Science House	1	1.394 m <sup>2</sup>	St. Paul, Minnesota	> 100 %	ja

\* Vergeleken met een vergelijkbaar gebouw; inclusief PV bijdrage

#### Eigenschappen van een aantal energiezuinige gebouwen.

- TABEL 1 -

Gebouw en geïnstalleerd PV-systeem	Gebouw oppervlak (m <sup>2</sup> )	NULENERGIE-TERREIN dak oppervlak PV Vulfactor	NULENERGIE-BRON dak oppervlak PV Vulfactor	NULENERGIE-KOSTEN dak oppervlak PV Vulfactor	NULENERGIE-EMISSIE (Carbonaat equivalent) dak oppervlak PV Vulfactor
Oberlin-60 kW	790	1,27	1,27	4,70	1,27
Zion-7.2 kW	1.089	0,52	0,52	0,68	0,52
Cambria-17.2 kW	1.603	2,16	2,16	Niet beschikbaar	2,16
CBF-4.2 kW	1.440	1,65	1,65	3,12	1,65
TTF-No PV	929	0,56	0,40	0,78	0,41
BigHorn-8.9 kW	3.616	0,82	0,47	1,00	0,49
Science House-8.7 kW	127	0,73	0,73	Niet beschikbaar	0,73

#### Vergelijking van NulEnergie-definities aan de hand van de energieprestatie van zeven gebouwen.

- TABEL 2 -

#### WAT IS DE STAND VAN ZAKEN?

Om te zien wat de huidige stand van zaken is, werden zeven gebouwen met vergaande energie besparende doelstellingen geselecteerd [10]. Van deze gebouwen werd het energiegebruik geregistreerd. Op zes van deze gebouwen waren PV-panelen geïnstalleerd. De gebouwen hebben verschillende gebruiksdoeleinden en bevinden zich in verschillende klimatengebieden. Er werden veel vergelijkbare energiebe-

sparende maatregelen toegepast. Tabel 1 geeft een opsomming van de eigenschappen van de gebouwen. Aanvullende informatie over de gebouwen, inclusief een complete omschrijving, kan worden gevonden in de referenties; 2, 11-23. Tabel 2 geeft een overzicht van de daadwerkelijke energieprestatie van de gebouwen, inclusief de energieproductie door de PV-panelen. Slechts één van deze gebouwen viel onder de noemer NulEnergie.

Alle gebouwen gebruiken innovatieve combinaties van de nieuwste energiezuinige technologieën om de energievraag te beperken en de milieubelasting te verkleinen. De kwaliteit van de thermische gebouwomhulling van alle gebouwen ligt boven de gestelde eisen. De gebouwen passen allen een aantal of alle van de volgende maatregelen toe; daglichtstrategieën, stralingsverwarming, natuurlijke ventilatie, verdampers voor de koeling, warmte-



PV arrays op het dak van het Lewis Center van Oberlin College in Oberlin, Ohio.

- FOTO 1 -

### DE BENUTTING VAN HET GEHELE ONTWERPTRAJECT.

Elk gebouw dat we hebben onderzocht, heeft een uniek doel en unieke functie en ze hebben allen overeenkomsten met elkaar. Deze gebouwen zijn succesvol omdat ze energiezuinig zijn. Zij hadden eigenaars die energiebesparing en duurzaamheid nastreefden en energie-efficiëntie als een onderdeel van het beslissingsproces zagen. De architecten en ingenieurs maakten een ontwerp vanuit deze visie. Hiervoor is het gehele ontwerptraject van belang.

In het ontwerpproces is het essentieel dat het team verantwoordelijk voor het gebouw-ontwerp bestaande uit de architect, de ingenieurs (verlichting, elektrotechnisch en mechanisch), energie adviseurs en overige adviseurs, de gebouw-eigenaar en de bewoners, samenwerken om energiedoelstellingen te definiëren en te begrijpen. Het doel van dit ontwerpproces is om gedurende deze periode interactie binnen het gehele ontwerp-team mogelijk te maken. Hierdoor wordt het voor het team mogelijk om de onderlinge afhankelijkheid van het systeem in te zien. Door een systematische analyse van deze onderlinge onafhankelijkheid kan een efficiënter en financieel-effectief gebouw worden gegarandeerd.

pompen, PV-panelen en passieve zonestrategieën. Zij gebruiken allemaal beduidend minder energie dan gebouwen die zijn gebouwd volgens de energierichtlijnen. In vergelijking met die richtlijnen werd een besparing van 25 % tot 70 % gevonden.

Met behulp van simulaties werd het oppervlak van de PV-panelen vergroot om voor elk van de definities Nul-Energie te bereiken. Het dakoppervlak is gelijkgesteld aan het grondoppervlak. Een dekkingsgraad van 1 wil zeggen dat het gehele dak is bedekt met PV-panelen. Een dekkingsgraad van een 0.5 wil zeggen dat de helft van het dak is bedekt en een dekkingsgraad groter dan 1 wil zeggen dat een groter oppervlak nodig is dan het gebouwoppervlak. Twee van de gebouwen (TTF en Big Horn) gebruiken biogas voor de verwarming. In dat geval is een minder groot PV-oppervlak nodig om bron-NulEnergie te bereiken, dan om terrein-NulEnergie te bereiken. De overige gebouwen zijn volledig uitgerust met elektrische installaties, wat betekent dat de locatie en brondefinitie hetzelfde resultaat geven.

Energie- en energieruglevertarieven zijn van belang om netto NulEnergiekosten te bereiken. In alle gevallen was het PV-oppervlak groter dan dat van een netto NulEnergie-gebouw. Er was een grote spreiding vanwege de lokale energietarieven. De netto NulEnergie-emissie was gebaseerd op een carbon equivalent [14] en is gemakkelijker te bereiken wanneer biogas wordt gebruikt voor de verwarming. De belasting van de gebouwen; TTF, Zion, BigHorn en Science house zijn klein genoeg, zodat een PV-systeem in de energievraag kan voldoen om netto NulEnergie vanaf de bron te bereiken. Voor Oberlin, een gebouw bestaande uit twee bouwlagen, is het dakoppervlak echter niet groot genoeg om aan de energievraag te kunnen voldoen. Gebouwen met slechts een bouwlaag hebben als voordeel dat voor het grootste deel van het gebruiksoppervlak gebruik kan worden gemaakt van daglicht. Bij meerlaagse gebouwen zijn de interne zones moeilijker te verlichten. Dit samen met de energievraag bepaalt het vermogen van een gebouw om NulEnergie te bereiken. De energievraag zal moeten worden verlaagd, wil men NulEnergie kunnen bereiken.

### CONCLUSIE


De beslissingen die we in ontwerpteams maken, zullen van invloed zijn op de toekomst. Wij hebben het vermogen om het energiegebruik van gebouwen voor de komende decennia te beïnvloeden, zodat uiteindelijk NulEnergiegebouwen kunnen worden gerealiseerd. Als professionals moeten we ons inzetten om dit doel te bewerkstelligen en proberen de keuze voor economisch verantwoord, milieubewust, esthetisch en comfortabel te vergemakkelijken. Om te beginnen moeten we streven naar energiezuinige gebouwen. Het is vandaag de dag mogelijk om gebouwen te construeren die goed in de markt liggen en beduidend minder energie gebruiken. Over het algemeen zijn hiervoor een goede planning en doordachte systemen van groot belang. Dit maakt een integrale aanpak in een vroeg stadium van het ontwerp noodzakelijk. Als ingenieur kan men opdrachtgevers aanmoedigen energiebewust te bouwen. Gebruik case studies van reeds gebouwde gebouwen. En volg de richtlijnen en aanbevelingen (bv. The Advanced Energy Design Guide series [5]). Zoek naar mogelijkheden om een goede isolatiewaarde te bereiken en let vooral

### LEREN VAN NULENERGIE-GEBOUWEN

Door het vastleggen van gebouwprestaties krijgt men meer inzicht in hoe ver onze huidige technologie af staat van het uiteindelijke doel, NulEnergie. Zelfs de utiliteitsinformatie op zich, is daarbij bruikbaar. Door ervaring kunnen technologieën sneller op de markt worden gebracht. Maar slechts enkele mensen willen dit "vuile werk" opknappen. Het bevordert echter industriële vooruitgang en geeft sturing aan het minimaliseren van de energiegevolgen. Er bestaan gestandaardiseerde methoden voor het vastleggen van de energieprestatie. Deze zijn beschikbaar via DOE. Daarnaast zijn richtlijnen verkrijgbaar via de ASHRAE-standaarden. DOE houdt ook een database in stand, zodat ervaringen en casestudy's van voornamelijk gebouwen kunnen worden gedeeld. ([www.eere.energy.gov/buildings/database/](http://www.eere.energy.gov/buildings/database/)). De database is opgesteld om ervaringen en energieprestaties in op te slaan. Anderen kunnen deze database gebruiken om inspiratie te krijgen en om te bekijken wat wel en niet werkt. Dit zal bijdragen aan een energiezuinigere gebouwde omgeving.

op koudebruggen in hoeken en rond stalen liggers. Gebruik daglicht met automatische regeling en dim de verlichting, of beter; schakel deze uit. Overweeg natuurlijke ventilatie en houdt rekening met de gereduceerde energiebehoefte bij het bepalen van de grootte van de HVAC. Energie zuinig bouwen kan tegen geringe kosten. Bovenal is het van belang de opdrachtgever te helpen bij het formuleren van strikte doelstellingen en het begeleiden bij het architectonische- en installatie-technische ontwerp.

Om NulEnergie-gebouwen te kunnen realiseren moeten we:

- concrete en meetbare doelstellingen formuleren voor alle bouwprojecten;
  - ernaar streven de gebouwworm en omhulling te gebruiken om deze doelstellingen te realiseren en om bewonerscomfort te garanderen;
  - de daadwerkelijke prestatie van gebouwen meten en rapporteren.
- Tot slot, deel gedachten, ervaringen, bedenkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek. Om NulEnergie-woningen te kunnen realiseren is onderzoek noodzakelijk voor de verbetering van systeemprestaties en ontwerpintegratie. Samen kunnen we de invloed, die gebouwen hebben op de toekomst, drastisch veranderen. 

#### DANKBETUIGING

Het U.S. Department of Energy's Office of Building Technologies heeft dit onderzoek geleid en gefinancierd. Naast de auteurs hebben de volgende werknemers van NREL energie analyses aangeleverd: Michael Deru, Brent Griffith, Shanti Pless en Nicholas Long.

#### REFERENTIES

1. U.S. Department of Energy. 2005. "Building Technologies Program Research, Development, Regulatory and Market Introduction Plan: Planned activities for 2006-2011." [www.eere.energy.gov/buildings/about/mypp.html](http://www.eere.energy.gov/buildings/about/mypp.html).
2. Torcellini, P., et al. 2006. "Lessons Learned from Case Studies of six High-performance Buildings." National Renewable Energy Laboratory Report No. TP-550-37542. [www.nrel.gov/docs/fy06osti/37542.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/37542.pdf).
3. U.S. Department of Energy. 2005. *Building Energy Data Book*.
4. Energy Information Administration. 2006. *Annual Energy Outlook 2006*. [www.eia.doe.gov/iaof.aeo.index.html](http://www.eia.doe.gov/iaof.aeo.index.html)
5. ASHRAE. 2004. *Advanced Energy Design Guide for Small Office Buildings*. Atlanta: ASHRAE.
6. Torcellini, P., et al. 2006. "Zero energy buildings: a critical look at the definition." Proceedings of the 2006 ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. [www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf)
7. Energy Information Administration. 2002. 1999 *Commercial Buildings Energy Consumption Survey*. [www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/contents.html](http://www.eia.doe.gov/emeu/cbecs/contents.html).
8. Griffith, B., et al. 2006. "Assessment of the technical potential for achieving zero-energy commercial buildings." Proceedings of the 2006 ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings..
9. Griffith, B., et al. 2006. *Assessment of the Technical Potential for Achieving Zero Energy Commercial Buildings: Preprint*. [www.nrel.gov/docs/fy06osti/39830.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39830.pdf).
10. Deru, M., and P. Torcellini. 2004. "Improving Sustainability of buildings through a Performance-Based Design Approach: Preprint" National Renewable Energy Laboratory Report No. CP-550-36276. World Renewable Energy Congress VIII. [www.nrel.gov/docs/fy04osti/36276.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/36276.pdf)
11. Torcellini, P., R. Judkoff, D. Crawley. 2004. "Lessons learned, high-performance buildings." ASHRAE journal 46(9): S4-S11.
12. U.S. Department of Energy. 2006. *Science House at the Science Museum of Minnesota*, High Performance Building Database. [www.eere.energy.gov/buildings/database/overview.cfm?ProjectID=284](http://www.eere.energy.gov/buildings/database/overview.cfm?ProjectID=284). Accessed July 15, 2006
13. Science Museum of Minnesota. [www.smm.org/sciencehouse/](http://www.smm.org/sciencehouse/). Accessed Aug. 4, 2006
14. Deru, M., and P. Torcellini. 2006. "Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings," National Renewable Energy Laboratory Report No. CP-550-38617. [www.nrel.gov/docs/fy06osti/38617.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/38617.pdf)

## KOPER/ZILVER-IONISATIE

Op 21 februari 2007 heeft staatssecretaris Van Geel besloten dat koper/zilver-ionisatie toegepast mag worden om Legionella te voorkomen in complexe leidingwater-systemen, zoals in ziekenhuizen en in hotels/conferentieoorden. Hatenboer-Water, specialist in (drink)water sinds 1906, biedt het LiquiTech koper/zilver-beheersconcept aan als totaalpakket om Legionella te voorkomen. Bij meer dan 800 professionele organisaties – zowel in Noord-Amerika als in Europa – wordt dit concept inmiddels toegepast.



## SYSTEMAIR WIL BEURSNOTERING

Het ventilatiebedrijf Systemair heeft de intentie om beursgenoteerd te worden op de OMX Nordic list in Stockholm in 2007. Het afgelopen jaar heeft het bedrijf een groei laten zien van ongeveer 16 procent. De omzetgroei voor dit fiscale jaar is naar verwachting in lijn met de voorgaande jaren, met toenemende winstgevendheid.

## NUON WARMTE: "KOUDENET VEREIST"

Wil Nederland de Kyoto-doelstellingen halen en voorkomen dat zij in de toekomst torenhoge energieprijzen betaalt, dan is de aanleg van een koudenet in gemeenten noodzakelijk. Dit stelt Roelof Potters, Manager Businessmanagement bij Nuon Warmte. Volgens Potters moet Brussel bij de formulering van de energieregelgeving een voorbeeld nemen aan Stockholm. Deze stad loopt met haar koudenet voorop. Ook in Parijs zijn de bewoners en bedrijven verplicht zich op het koudenet aan te sluiten.