

# Winstgevende CO<sub>2</sub>-emissiereductie

Het energiegebruik per m<sup>2</sup> in de gebouwde omgeving daalt door de integratie van installaties in gebouwen, mede door de toepassing van gebouwbeheersystemen. Nieuwbouw is al min of meer energieneutraal en het zal niet lang duren voordat de eerste energie leverende gebouwen zich aandienen. Bestaande kantoren zitten nu gemiddeld op 850 MJ/m<sup>2</sup>/jaar, een ziekenhuis bijvoorbeeld op 1.500 MJ/m<sup>2</sup>/jaar en een conventioneel woonhuis op 400 MJ/m<sup>2</sup>/jaar. In twintig jaar tijd zullen deze cijfers meer dan gehalveerd zijn! Dit artikel gaat over de gebruikers/leveranciers van warmte en koude aan een warmte/koudenetwerk, de E- en G-entiteiten in figuur 1.

G.J. (Gerd-Jan) Otten en J. (Jan) van den Berg, Carbon Matters

Dit artikel sluit tevens aan bij het artikel 'Transitie naar intelligente warmtenetten' uit TVVL Magazine juni 2013. Zonder dat het zo wordt genoemd is hierin sprake van een circulair, hybride warmte/koudenet met meerdere gebruikers en leveranciers. Met dit concept als einddoel zouden warmte/koudenetten moeten worden aangelegd; eerst in delen en na verloop van tijd onderling verbonden in een intelligent warmteringnet per stad of stadsregio. Bij elektriciteitsnetten noemen we

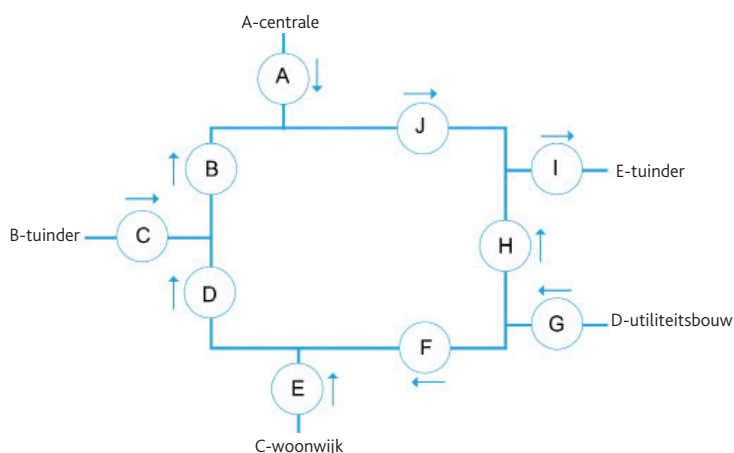
dat smart grids. De eventueel in het systeem opgenomen elektriciteitcentrale/wkk levert hoge temperatuurwarmte (90°C). Eenmaal afgekoeld naar 40°C is het in conventionele systemen onbruikbaar maar in combinatie met een warmtepomp en warmte/koudeopslag (wko) nog goed verder te benutten. Het uiteindelijke retourwater naar de centrale heeft dan een eindtemperatuur van minder dan 10 °C, ideaal dus. Een ontbrekende schakel in het model is bijvoorbeeld een wko, maar D en/

of H in figuur 1 kunnen die voorstellen.

## NATUURLIJK MONOPOLIE

Van belang is om vast te stellen dat een warmte/koudenet een zogenaamde 'natuurlijk monopolie' is en dat daar overheidsregulering behoort in de vorm van toegang voor derden tegen acceptabele condities. In het Verenigd Koninkrijk heet dat het 'Common Carrier'-principe. Van even groot belang is dat het eigendom van net en de energiebronnen gescheiden zijn om een gelijk speelveld voor energieleveranciers te creëren.

Paradoxaal genoeg is, ondanks alle discussie over dit onderwerp, energie niet schaars, niet duur en CO<sub>2</sub> is geen gif. Er zit nog voor decennia en wellicht 100 jaar fossiele energie in de grond. Duur is energie niet; 50 tot 80% van de energieprijis die we betalen is belasting. Relatief betalen we dus wel veel. Bossen floreren en woestijnranden vergroenen door de hogere CO<sub>2</sub>-concentratie (nu 400 ppm). De economie gaat zich herstellen en dan vragen velen zich af waar we ons druk over maken? Met de aarde gaat er niets mis, die draait rustig door. Maar boven 1.000 ppm functioneren schoolkinderen niet optimaal in een klaslokaal



-Figuur 1- Conceptuele opzet van een warmtenet

en is rekenen niet goed mogelijk. Wanneer bereiken we 1.000 ppm? Vorig jaar was de concentratie 380 ppm dit jaar is die 20 ppm hoger. Juist het feit dat fossiele energie zo goedkoop is, is één van de oorzaken dat we deze energie zo hardnekkig blijven gebruiken. De kale prijs van elektriciteit is minder dan 5 eurocent/kWh. De elektriciteit maatschappij heeft dan al winst gemaakt. Bovendien is ruwweg de helft van de energie verdwenen als 'afvalwarmte'. Gas of kolen gebruiken voor elektriciteitsopwekking is dus nog goedkoper per energie-eenheid. Dat is niet verbazingwekkend als je bedenkt dat in 1956 gas is gevonden in ongekend grote hoeveelheden en na het installeren van een paar buizen en compressoren heel Nederland over energie kon beschikken. De rechtstreekse inkomsten voor de overheid zijn 12 tot 14 miljard euro per jaar en indirect via belastingen komt er nog meer binnen. Een factor om mee rekening te houden. De Nederlandse economie en welvaart heeft hiervan veel voordeel gehad. Let wel, het distributienet is met grote staatsinbreng geforceerd aangelegd. Een vergelijkbare inbreng voor de aanleg van warmte/koudenetten is goed verdedigbaar.

## PROBLEMEN BENOEMEN

Energieneutraal bouwen is de norm voor nieuwbouw in 2020. De langetermijnvisie van de overheid is dat we als Nederlandse economie nagenoeg 'fossielvrij' zijn in 2050. Voor wat betreft de gebouwde omgeving zit de uitdaging in de bestaande bouw. Deze omgeving is vele malen groter dan wat er tussen nu en 2050 aan nieuwbouw zal komen. CO<sub>2</sub> is een goede 'proxy' voor energiegebruik. Zo komt in Nederland 30% van de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van de gebouwde omgeving. Het overgrote deel daarvan heeft rechtstreeks te maken met het binnenklimaat in de vorm van verwarming, ventilatie en koeling. De mens functioneert het beste bij een temperatuur van 20 tot 22 °C met bijbehorende luchtvochtigheid, minder dan 800 ppm CO<sub>2</sub> en een hoge luchtverversingsratio. Traditioneel wordt het kantoorbinnenklimaat gerealiseerd met behulp van fossiele energie, wat leidt tot een consumptieniveau van 800 MJ/m<sup>2</sup>/jaar. Efficiëntere verwarming, koeling en isolatie maakt een niveau van 600 tot 700 MJ/m<sup>2</sup>/jaar goed mogelijk. Maar het kan nog veel beter. In Denemarken zijn cv-ketels nu al verboden voor nieuwbouw en wordt gas helemaal uitgebannen. Het merendeel van het gas moet worden geïmporteerd; een situatie die wij nog een aantal jaren voor ons uitschuiven, maar niet meer ver weg is. Als lezers van dit blad zien wij hiervoor graag harde technische oplossingen, maar dan moeten we wel eerst de problemen/

uitdagingen herkennen, benoemen en een maatschappelijke reden vinden om eraan te werken. Het energie-akkoord kan de maatschappelijke basis geven. De oplossingen zijn er al lang, maar toch gebeurt er weinig, het gaat erg langzaam.

## ANDERE APPARATUUR

De bouw kan nagenoeg vrij van fossiele energie een goede woon- en werkomgeving bieden. In de eerste plaats is daarvoor andere apparatuur nodig dan we nu inzetten. De gebouwschil kan in samenspel met de klimaatinstallaties een essentiële rol spelen. Bij inzet van een warmtepomp is zon-thermische energie-opvang (warmte en koude) drie tot vier maal effectiever (>15.000 MJ/m<sup>2</sup>/jaar) per m<sup>2</sup> dan de toepassing van zon-pv-cellen voor elektriciteit (<500 MJ/m<sup>2</sup>/jaar). Warmte en koude zijn veel eenvoudiger lokaal op te slaan in wko's dan elektriciteit. Essentieel is op dit niveau ook een langetermijnvisie voor het betreffende gebouw te ontwikkelen en de schil van materialen te voorzien die a) beter isoleren en b) zonthermisch en of pv kunnen opwekken, naast het feit dat ze een natuurlijke bescherming bieden tegen wind en regen. Dat klinkt als een hele opgave maar is het niet. Bouwmaterialen kunnen veel meer functies verenigen dan ze nu doen. Een dak van glas met luchtsponw en geïntegreerde zonnecellen levert energie, isoleert, is wind- en waterdicht en verlaagt de verlichtingskosten eronder in de productiehhal, waaroverheen eerst een bitumen gedekt dak lag. Veel gebouwen hebben nog ronduit uiterst primitieve binnenklimaatssystemen. In de meeste gebouwen staat zowel een warmte- als een koudesysteem opgesteld terwijl een warmtepomp beide levert. Veel koelmachines moeten worden vervangen vanwege koudemiddelregelgeving. Dit biedt dé gelegenheid om een warmtepomp te installeren. Natuurlijk moet de warmte/koude nog wel worden opgeslagen in een wko en kan een intelligent warmtenet een belangrijke rol spelen om synergie te verkrijgen tussen aangesloten gebouwen/bedrijfsprocessen. Ook het afgiftesysteem moet niet zelden worden aangepast, hoewel het merendeel van de verwarming en koeling via ventilatielucht kan worden verzorgd zonder ingrijpende aanpassingen. De marktvooruitzichten voor installateurs waren zelden beter. Toch gebeurt er weinig, hoewel veel stimulerende voorbeelden laten zien hoe het ook anders kan. Wat zijn de blokkades en kunnen die worden opgeruimd?

## GEÏNTEGREERDE BENADERING

Voor gebouw gebonden investeringen ter ver-

betering van het duurzaamheidsprofiel van het betreffende gebouw (reductie energiegebruik en gerelateerde CO<sub>2</sub>-emissie) is het van groot belang te kijken naar de geïntegreerde effecten van onderscheiden maatregelen in plaats van naar alle maatregelen afzonderlijk. Een voor de hand liggend voorbeeld betreft de plaatsing van led-verlichting ter vervanging van conventionele verlichting. De totale investeringskosten kunnen aanzienlijk worden gereduceerd door de plaatsing van led-verlichting te combineren met daglichtschakeling en bewegingsensoren voor traditionele verlichting. In een recent onderzocht kantoorgebouw (8.000 m<sup>2</sup> bvo) konden zo de totale investeringskosten worden teruggebracht van 140.000 euro, voor een all led installatie, naar 100.000 euro. Dit met name door de kantoorruimten te voorzien van conventionele verlichting met bewegingsensoren en daglichtschakeling. Deze combinatie leverde een verbeterde business case op (uitgedrukt in netto contante waarde) en een CO<sub>2</sub>-besparingspotentieel van ongeveer 40.000 kg per jaar. Maar waar het werkelijk om gaat is de geïntegreerde benadering: de genoemde schakelingen en toepassing van led veroorzaken minder warmte waardoor de koellast wordt verlaagd.

Als tweede voorbeeld kan worden genoemd een project waarin een binnenhof van een kantoorgebouw wordt overkapt met een glazen dak. De energiebesparing als gevolg van het feit dat vier buitenmuren worden omgezet in vier binnenmuren levert een marginaal negatieve business case op, beschouwd op energiekosten alleen. Daar staat extra gebruiksvolume en gebruiksgemak tegenover. Toepassing van glazen dakpanelen met geïntegreerde pv-cellen (zie figuur 2a en b) resulteert in een significante bijdrage in de business case in de vorm van hernieuwbare elektriciteitsopwekking, wat resulteert in een 10 tot 15% verbetering van de business case.



-Figuur 2a- Geïntegreerd glazen dak met pv



-Figuur 2b- Wand en zonthermische collector in één

## HINDERNISSEN EN WEERSTANDEN

In de klassieke opzet en ontwikkeling van een bouwproject speelt de aannemer of architect de hoofdrol. De installateur wordt er pas bijgehaald als het bestek klaarligt en de architect naar de achtergrond schuift. Niemand is verantwoordelijk voor het energetisch eindresultaat en de kennis bij de gebruiker is vaak te beperkt om de klimaatregeling te kunnen bedienen. Productkennis, met name op het gebied van energetische aspecten van een gebouw, is bij architecten niet zelden beperkt. De investering moet worden gedaan door de eigenaar en het voordeel zit over het algemeen bij de gebruiker. Oude structuren en processen zitten een doorbraak danig in de weg. De eerste banken analyseren de energieprestatie van de (industriële) leningnemers en rekenen een rentepremie voor het verhoogde risico dat bedrijven met een lage energie-efficiëntie hebben. Energy Service Companies (Esco's) proberen het gat te dichten, maar de stroomversnelling blijft ook daar vooralsnog uit.

## GEBOUW EN BEDRIJFSPROCES

Het bedrijfsgebouw is geen losse entiteit. Wanneer je het gebouw als onderdeel van het bedrijfsproces ziet dan is de bedrijfs- of projectleider hoofd van het bouwteam, gaat de installateur de langetermijnrelatie met de bedrijfsleider/opdrachtgever aan en wordt een architect uitgezocht via een procurement proces dat de energieprestatie van gebouw op ten minste hetzelfde niveau plaatst als esthetiek. Esthetiek is prima, kan functioneel zijn maar is niet leidend. Esthetiek moet bovendien in dienst van het bedrijfsproces gesteld worden. En een EPA-label of Breeam-certificaat dan? Wat zegt een label? Een dikke jas heeft een hoge isolatiewaarde maar alleen als ik hem dicht doe. Energiegebruik in MJ en CO<sub>2</sub>-emissie per m<sup>2</sup> bvo/vvo zegt veel meer. Breeam betreft de gebruiker wel in de certificering. De opdrachtgever stelt zich de vraag "Waar staan wij met onze bedrijfsgebouwen nu in onze sector (ziekenhuizen/kantoren/winkelcentra) ten opzichte van de benchmark? Zijn we 'first, second or third quartile'? Wat is 'best in class', top 10%? En waar willen wij op termijn naar toe? Hoe verschillen wij van 'best in class'?"

## PRAKTIJKVOORBEELDEN

Hierna volgen drie uiteenlopende praktijkvoorbeelden, te weten uit de visindustrie, vliegtuigindustrie en kantorenmarkt. In een recente studie heeft Carbon Matters een bedrijf in de visindustrie tegen het licht gehouden. Binnen de gebouwen is in het bedrijfsproces nagenoeg tegelijkertijd behoefte aan



-Figuur 3- Gelijktijdige koude- en warmtebehoefte in de visindustrie



-Figuur 4- Hoe krijg je een vliegtuighangar energieneutraal?



-Figuur 5- De Tempel in Den Haag

koude voor productbescherming en warmte van hoge temperatuur voor reiniging van materialen en gebouw. Restwarmte uit de koelinstallaties gaat de buitenlucht in en het speelwater wordt geloosd. In een combinatie van restwarmte, hergebruik en inzet van het dak voor een combinatie van zonthermische energie- en pv-opwekking in symbiose is een bedrijfsprocesontwerp gemaakt dat 60 tot 75% minder fossiele energie gebruikt. De terugverdientijd is zeer acceptabel. In de vliegtuigindustrie stond de volgende vraag centraal: hoe krijg je een metalen doos/

vliegtuighangar energieneutraal? De bovenste 60% van de ruimte is voor 99% permanent ongebruikt (alleen voor de staart van de vliegtuigen). Bovendien gaat een hele zijwand regelmatig open zodra er iets nuttigs gebeurt. Het antwoord is: met moeite maar het kan. Dit project is onder studie/in uitvoering. Een voorbeeld van enige jaren geleden is het kantoorgebouw De Tempel in Den Haag, daterend uit 1913. Dit is een fraai voorbeeld van een nieuw leven voor een Rijksmonument. De Tempel deed jaren dienst als discotheek. De buitenkant was ongeschonden maar het interi-

eur was toe aan een totale vernieuwing: een ideale uitgangspositie. Geen spouw, enkel glas, stalen kozijnen een nachtmerrie voor energie management? Met volledig behoud van alle beeldbepalende architectonische elementen, zowel binnen als buiten, is dit gebouw nu nagenoeg energieneutraal. Een warmtepomp, wko en nieuw warmteafgiftesysteem verzorgen het binnenklimaat. De gemeentelijke archeologische dienst is er ingetrokken met een lange-termijnhuurcontract.

## ■ KOPLOPERS

Koplopers werken al veel langer met deze opties voor kosten- en risicoreductie. In de sport laat men zich graag voorstaan als koploper of iemand die voor het peloton uit fietst. In een onderneming laten we minder graag zien hoe goed we zijn. Ons relatief (energie) voordeel buiten we zo lang mogelijk ongezien uit. Met wie moet de bedrijfsleiding in zee om het beste resultaat te boeken? De energieleverancier, het installatiebedrijf? De gebouweigenaar doet de investering en zou daarvoor ook de return on investment moeten krijgen, zodat hij een versnelling kan bereiken. Als de gebruiker ook eigenaar is gaat dat relatief eenvoudig. Bedrijfspannen verhuren inclusief binnenklimaat lijkt in veel andere gevallen het antwoord. Dit is het best uitvoerbaar door de afgesproken condities te monitoren en te sturen op de afgesproken waarden voor het binnenklimaat. De installateur biedt deze service via remote sensing & control; kosten en baten komen dan voor rekening van één en dezelfde partij.

## ■ LOKALE CO<sub>2</sub>-OFFSETS

Er zijn in Nederland 300 tot 500 organisaties die een laag energiegebruik onvoldoende vinden en energie/CO<sub>2</sub>-neutraal willen opereren. Dat kan door CO<sub>2</sub>-emissiecertificaten te kopen van Uzbekistan, India of andere landen die daar de route voor hebben gevonden. Er is een marktplaats in voorbereiding waar lokale Nederlandse emissiereductiecertificaten verhandeld gaan worden, zonder dat er een handelaar tussen zit. Aangetoonde, ex-post, en gecertificeerde emissiereductie uit Nederlandse projecten gaan rechtstreeks van verkoper naar koper op een elektronische marktplaats. Er komt dus een extra incentive voor energiegebruikreductie die boven de benchmark uitgaat, gecertificeerd wordt en gekocht wordt door genoemde en in aantal groeiende organisaties. De extra inkomsten komen ten goede aan de eigenaar van de installaties die deze emissiereductie veroorzaken. Dit is geen subsidie maar inspelen op een bestaande directe markt vraag van partijen die daar nu ook geld aan uitgeven en willen over-

schakelen naar certificaten van aanwijsbare, lokale laag risico projecten.

## ■ ZONNE-ENERGIE

Alle beschikbare energie op aarde is direct of indirect gebaseerd op de zon. Die gaat voor niets op, iedere dag weer en precies op de afgesproken tijd. We hebben nog enige tijd Nederlands gas en restwarmte om als achtervang te dienen maar als de gebouwde omgeving (nagenoeg) vrij van fossiele energie kan functioneren dan is het zinnig ons daar nu reeds op in te stellen. Zelfs (adsorptie)koeling op basis van zonnecollectoren/restwarmte is mogelijk en wordt al, zei het beperkt, toegepast in Nederland.

Hernieuwbaar gas bestaat niet. Biogas wordt hernieuwbaar genoemd en wordt gemaakt uit bijvoorbeeld voedselresten. Door vergisting kunnen we afval nuttig aanwenden maar op termijn moet er helemaal geen afval meer geproduceerd worden waaruit gas gemaakt wordt. Er komt een verschuiving naar elektriciteit voor alle gebouw gebonden energiegebruik. Het energiegebruik wordt eerst met 50 tot 70% verminderd en daarna voorzien via zonthermie/zon-pv en wellicht geothermie op termijn, alles verbonden door al genoemde smart grids voor elektriciteit en warmte. Daar kan vooral de installatiebranche nu reeds op voorsorteren.

## ■ TERUGVERDIENTIJD

Winstgevende CO<sub>2</sub>-reductie suggereert dat investeringen in energie efficiency en hernieuwbare energie lonend zijn. Dat kunnen ze zeker zijn maar de vraag suggereert wel een één-dimensionale benadering van degene die de vraag stelt. Hitachi datasystems bijvoorbeeld motiveerde haar aankoop van zonnepanelen op basis van de vaste en daarmee bekende inkoopprijs voor energie over de komende 30 jaar.

In een interne concurrentiestrijd om beschikbaar kapitaal verliest energie efficiency/opwekken van hernieuwbare energie het vaak van nieuwe productieapparatuur of extra sales en marketing. Als het gebouw als onderdeel van het productieproces wordt gezien en een bijdrage kan leveren, gaan deuren open die tot nu toe gesloten waren.

## ■ GEBOUW VAN DE TOEKOMST

Volgens sommigen, Post NL is er daar één van, is het 'nieuwe werken' al weer op z'n retour. Mensen moeten samen kunnen zitten en de beste ideeën worden op kantoor bij de koffiemachine geboren. Er is geen enkele reden om 's morgens om 07.30 uur in de file te gaan staan/de stad in rijden als je thuis je e-mail kunt lezen en daarna een afspraak hebt buiten

kantoor. De elektrische auto (EV) wordt thuis en op kantoor opgeladen met zon-pv en ook 's nachts draaien de windturbines waarvoor grootschalige inzet van EV's een ideale aanvulling is als opslag. Een auto gebruikt net zo veel als een heel gezin op jaarbasis. Op kantoor ontmoet ik mijn collegae/vrienden en weet ik precies welk binnen klimaat ik kan verwachten. We zijn overgeschakeld op topkoeling, waardoor het binnen 2 tot maximaal 4 °C koeler is dan buiten. Skype- en videoconferenties zijn goed georganiseerd en 'fun'. Ik hoef dus niet zondag naar Schiphol voor mijn vlucht naar elders.

## ■ CONCLUSIE

Energie neutrale gebouw gebonden woon- en werkomgeving is heel goed mogelijk, zeker ingepland voor de komende 30 jaar. Het beste kunnen energie efficiëntie maatregelen worden toegepast in samenhang met zowel het bedrijfsproces als geplande verbouwingen en renovaties.

Er zijn drie elementen van wezenlijk belang:

1. de gebouwschil gaat drie tot vier functies tegelijkertijd vervullen;
2. de benodigde apparatuur/installaties moeten daarop aansluiten;
3. intelligente netwerken voor warmte/koude en elektriciteit plus wko gaat gebouw gebonden energievraag op stadsregioniveau optimaliseren.

De installatiebranche speelt een cruciale rol in dit proces. Nagenoeg alle binnenklimaatinstallaties, vooral in de utiliteitsbouw, moeten worden vervangen door nieuwe systemen. De (lokale) overheid heeft een specifieke taak te vervullen om via smart grids/intelligente warmte/koudenetten en opslagsystemen deze transitie te ondersteunen. Gereguleerde toegang voor leveranciers en gebruikers tegen vastgestelde en redelijke condities tot deze netwerken is van cruciaal belang. De lokale economie wordt erdoor versterkt dus kan daar ook alle medewerking worden verwacht: winstgevende CO<sub>2</sub>-reductie, het kan.

## ■ REFERENTIES

1. Transitie naar 'intelligente warmtenetten', ir J.M.E. Pronk en ir J.J. Buitenhuis TVVL nr. 6, 2013
2. Diverse nummers Warmte Netwerk Magazine, specifiek nr. 16 lente 2013
3. Green Office, Financieel Dagblad, Financiële voordelen door duurzaamheid, nummer 2 April 2013
4. Rapportage Energiemonitoring De Duurzame Tempel Den Haag, ir M.H.W de Gier, stichting Warm Bouwen, KBNG architecten