

Oriëntatie van zonnepanelen niet relevant

De energieprijzen stijgen, de kosten van zonnepanelen dalen en de overheid stelt steeds hogere eisen aan de energieprestatie van gebouwen. Kortom, zonnepanelen zullen een zeer belangrijke schakel gaan vormen in onze transitie naar een energieneutrale gebouwde omgeving. Dit artikel gaat in op de financiële haalbaarheid (nu en in de toekomst), de technologische ontwikkelingen en de zin en onzin van het al dan niet zuid-gericht plaatsen van zonnepanelen.

Ing. T.M.D. Janszen, specialist pv-panelen bij Merosch energieadvies

■ BELEID

De Nederlandse overheid en Europa hebben de doelstelling om alle gebouwen vanaf 2020 energieneutraal te realiseren. Dit maakt het gebruik van zonne-energie voor het toekomstige ontwerp van woningbouw tot een logische keuze. Bovendien zal tot 2020 de norm ten aanzien van de energieprestaties van gebouwen een aantal keren worden aangescherpt, om de doelstelling van energieneutraal bouwen in 2020 te halen. Voor een woning, waar alle haalbare maatregelen zoals warmtepompen, zonneboiler, dikke isolatie, driedubbelglas, etc. worden toegepast, betekent dit bijvoorbeeld dat ook 20 tot 30 m² aan

pv-panelen nodig zijn om dit doel te halen.

■ RENTABILITEIT

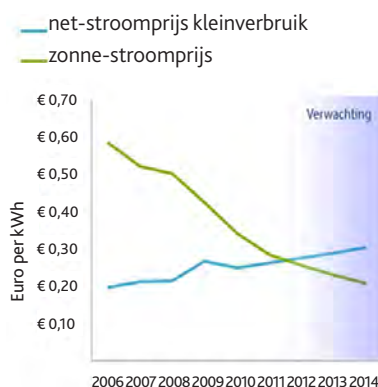
Nederland is een van de eerste landen waar zonne-energie-installaties voor kleine stroomverbruikers, zoals huishoudens, rendabel is geworden zonder vergoeding of subsidie. Echter, het gebruik van zonne-energie voor de stroomproductie is in vergelijking tot de ons omringende landen nog relatief gering.

Wetgeving in Duitsland en Spanje, gevolgd door vele andere landen, hebben gezorgd voor een positief investeringsklimaat voor zonne-energie, waardoor het aantal zonne-energiesystemen explosief is gestegen. Het jaarlijks geïnstalleerde vermogen is van 2005 tot 2010 vertienvoudigd in Europa. De prijs van pv-panelen is over dezelfde periode, mede door de explosieve aanwas van het geïnstalleerde vermogen, geslonken tot bijna een kwart van

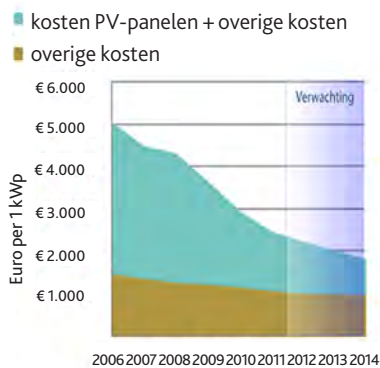
■ RENTABILITEIT ZONNEPANELEN

pv-panelen wekken stroom op uit zonlicht. Maar er is niet altijd genoeg zonlicht beschikbaar om het stroomverbruik te dekken. Eigenaren van kleine zonne-energiesystemen kunnen in Nederland optimaal gebruik maken van hun eigen opgewekte stroom door het recht van salderen. Het recht tot salderen betekent dat overproductie, uit bijvoorbeeld zonnestroom, tot 5.000 kWh per jaar op het elektriciteitsnet mag worden geparkeerd om later te gebruiken, zonder extra kosten. De overproductie die niet op een later tijdstip wordt gebruikt, bespaart geen energiebelasting en brengt daardoor veel minder op.

Het bedrag dat per kWh voor stroom wordt betaald is in Nederland afhankelijk van de hoeveelheid stroom die jaarlijks wordt afgenomen. Midden tot grootverbruikers betalen minder voor de afgenomen stroom dan kleine afnemers. De voornaamste reden hiervoor is dat energiebelasting in schijven is opgebouwd. De eerste schijf gaat over een jaarlijkse stroomafname van 0 tot 10.000 kWh per jaar en wordt met €0,1121 per kWh belast. De volgende schijf van 10.000 tot 50.000 kWh wordt met €0,0408 per kWh belast. Na een afname van meer dan 50.000 kWh loopt de energiebelasting snel verder terug. De stroom die zelf wordt geproduceerd gaat eerst van de goedkoopste top af, waardoor zonne-energiesystemen voor grootverbruikers financieel weinig opleveren. Bovendien maakt het te salderen deel van 5.000 kWh nog maar een klein deel uit van de niet direct zelf gebruikte stroom bij grote energieproductie.



-Figuur 1- Kostprijs van zonnestroom ten opzichte van netstroom voor klein verbruik



-Figuur 2- Kostprijs pv-systemen

de aanvankelijke prijs. Zonne-energiesystemen verdienen zich terug doordat de stroom die ze produceren niet hoeft te worden ingekocht. Een dalende prijs van zonne-energiesystemen en een stijgende stroomprijs hebben het financiële rendement van zonne-energiesystemen sterk verbeterd en de verwachting is dat dit nog verder zal verbeteren. In figuur 1 wordt de kostprijs van zonnestroom ten opzichte van netstroom voor klein verbruik getoond. De prijs gaat uit van een afschrijving over 15 jaar, terwijl systemen meer dan 30 jaar mee gaan. Dit kan gezien worden als extra winst. Bij een jaarlijks stroomverbruik tot ongeveer 15.000 kWh per jaar zijn zonne-energiesystemen in Nederland financieel rendabel (zie voor uitleg kader). Een rendabele toepassing bestaat dan uit bijvoorbeeld vrijwel alle woningen, sportkantines, tankstations, kleine scholen en kleinere winkels. Nederlandse huishoudens gebruiken gemiddeld 3.400 kWh per jaar. Om deze hoeveelheid per jaar op te wekken is een zonnestroom installatie met een piekvermogen van 4.000 Watt nodig. Dat komt overeen met 25 tot 30 m² aan kristallijn pv-panelen. Met de huidige energieprijzen en de toekomstige energieprijzenstijging, is een zonnestroominstallatie die nu wordt geplaatst en het verbruik van een gemiddeld huishouden, in ongeveer twaalf jaar terugverdiend.

KOSTPRIJS ZONNE-ENERGIESYSTEEM

Tot voor kort werd de prijs van een gebouwgebonden zonne-energiesysteem grotendeels bepaald door de prijs van de pv-panelen. De overige kosten zoals: montage materiaal, elektronica, voorbereiding- en plaatsingskosten maakten maar een beperkt deel uit van de totale prijs (figuur 2). Inmiddels is de prijs voor pv-panelen gezakt tot gelijk aan of onder de prijs van de overige kosten, waardoor besparingen in de overige kosten belangrijker zijn geworden. De volgende uitdaging is om zonne-energie voor de eindgebruiker goedkoper te maken door intelligent ontwerpen.

TYPE PV-PANEEL

Het vermogen van pv-panelen wordt uitgedrukt in Watt Piek (Wp). In Nederland wekt een op het zuiden georiënteerd systeem ongeveer 900 kWh per jaar op per 1.000 Wp geïnstalleerd vermogen. De exacte hoeveelheid stroom wordt bepaald door de gebruikte techniek, schaduworiëntatie en geografische locatie.

In het merendeel van alle geproduceerde pv-panelen wordt silicium in de cellen gebruikt. Silicium panelen zijn in twee categorieën te onderscheiden. De eerste en de grootste categorie bestaat uit pv-panelen met mono- of polikristallijn siliciumcellen. De cellen zitten onder een glaslaag die in de meeste gevallen wordt omlijst. Het piekvermogen van deze techniek is de afgelopen jaren van ongeveer 120 Wp per m² naar gemiddeld 135 Wp per m² gestegen. Bij de tweede categorie, ongeveer 20% van de gefabriceerde pv-panelen, bestaan de cellen niet uit kristallen maar uit een dunne laag silicium. pv-panelen op basis van deze techniek worden dunne film panelen genoemd. De kosten van dit type zonnepaneel zijn doorgaans lager, hoewel het verschil in prijs minimaal is geworden, doordat kristallijn panelen op grotere schaal worden gefabriceerd. Het piekvermogen van dunne film is per m² veel lager. Panelen van dit type hebben doorgaans een piekvermogen van 70 Wp per m². Dit betekent dat er aanzienlijk meer oppervlakte nodig is om dezelfde hoeveelheid stroom op te wekken. Dunne filmpanelen zijn voor integratie in gebouwen om vier redenen interessant:

- het oppervlak van dunne film bestaat uit één kleur, waardoor ze minder opvallen;
- dunne film panelen presteren aanzienlijk beter bij indirect licht;
- de prestaties van dunne film panelen worden veel minder negatief beïnvloed door temperatuurstijging;
- dunne film cellen kunnen worden aangebracht aan buigbare en gebogen oppervlakten.

Doordat dunne film panelen beter presteren bij indirect licht en bij warmte, wordt er per jaar gemiddeld 7% meer energie opgewekt per geïnstalleerd vermogen dan met kristallijn panelen.

Afhankelijk van het beschikbaar dakoppervlak en de mogelijkheid om maatregelen te nemen voor de koeling van panelen, kan de keuze gemaakt worden tussen dunne film en kristallijn panelen.

WARMTE EN RENDEMENTSVERLIES

Warmteontwikkeling voor pv-panelen met cellen op basis van siliciumkristallijn is een serieus probleem. Een stijging van 10 graden Celsius in de cel betekent een afname van 3% in de opwekking. Indien de pv-panelen niet goed geventileerd worden geplaatst, kan de celtemperatuur tot boven 90 graden Celsius stijgen. Om temperatuurstijging bij kristallijn panelen te voorkomen wordt aangeraden de panelen zwevend te monteren met een minimale achterliggende spouw van 5 cm. Deze afstand is voldoende om de wind te laten koelen. Een zwevende constructie boven de dakbedekking kan afbreuk doen aan de architectuur. Dit kan worden opgelost door een verdiepte spouw, hogere dakrand of het gebruik van dunne film panelen. Temperatuur heeft namelijk nagenoeg geen effect op het rendement van dunne film. Dit maakt het mogelijk om dunne film direct als dakbedekking te gebruiken zonder extreme energieverliezen.

ORIËNTATIE

Door de dalende prijs van de pv-panelen is het minder belangrijk om de maximale hoeveelheid stroom op te wekken per geïnstalleerd vermogen. In sommige gevallen is het verstandig om meer panelen te plaatsen in plaats van alle panelen precies op het zuiden te richten, onder de optimale hellingshoek. Een goed voorbeeld hiervan is de veranderende toepassing van pv-panelen voor platte daken. Het aanbrengen van panelen onder een hellingshoek op een plat dak kost meer aan montage materiaal, arbeid en ruimte per geïnstalleerd vermogen dan bij een vlakke montage. Systemen vanaf 25 m² aan paneeloppervlak

kosten daardoor ongeveer 12% meer dan systemen waarbij de panelen met het dakvlak mee worden geplaatst. In Nederland wekken platgeplaatste panelen per jaar ongeveer 12% minder op dan bij een ideale oriëntatie. Een systeem dat in rijen wordt geplaatst gebruikt bij een optimale hellingshoek minder dan de helft van het beschikbare dakoppervlak. De rijen komen onderling op afstand te staan om schaduw van de voorliggende rij op de volgende rij te voorkomen. Met platte montage is de rijafstand niet nodig, waardoor een veel groter systeem kan worden gebouwd. Grotere installaties zijn relatief goedkoper en daardoor is platte montage voordeliger geworden. Dit

wordt alleen maar voordeliger naarmate de paneelprijs verder daalt en/of de energieprijs verder stijgt.

Bij verdere daling van de kostprijs van pv-systemen wordt de gevel een bruikbaar oppervlak voor zonne-energie. Tot 2013 verwachten zonnepaneelfabrikanten een verdere daling van de prijs van zonne-energiesystemen van minimaal 20%, waardoor 30% minder

zoninstraling nog steeds als winstgevend kan worden beschouwd. De gekleurde oppervlakten in figuur 4 laten zien welke oppervlakten geschikt zijn voor pv-panelen bij acceptatie van 30% minder instraling. In de figuur zijn drie identieke woningen geschetst, met als enige verschil de oriëntatie ten opzichte van het zuiden. De situatie waar de woning het dakvlak (met rood aangegeven) haaks op het zuiden staat georiënteerd heeft het minste beschikbare oppervlak en er kan het minst mee opgewekt worden. De woning met het dakvlak oost-west georiënteerd heeft het meest beschikbare dakoppervlak en er kan in totaal het meeste mee worden opgewekt, zelfs wanneer alleen de dakvlakken worden gebruikt. Oriëntatie daartussen geeft het meest beschikbare geveloppervlak. De keuze betreffende de oriëntatie van het gebouw kan aan de hand van twee overwegingen worden gemaakt. Allereerst hoeveel stroom wil ik opwekken en welk oppervlak wil ik daarvoor benutten.

als bouwkundige toevoeging en anderzijds voor energieproductie. Een stijf oppervlak met mogelijkheid tot verankering of verkleining maakt montage materiaal overbodig en het ontwerp slanker. Het goede voorbeeld is gegeven in de vorm van zonwering, gevelbekleding of carports. Het zonne-energiesysteem wordt dan niet ingepast, maar toegepast als een functionele toevoeging aan een ontwerp.

CONCLUSIE

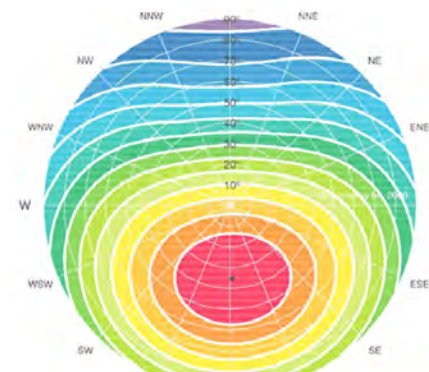
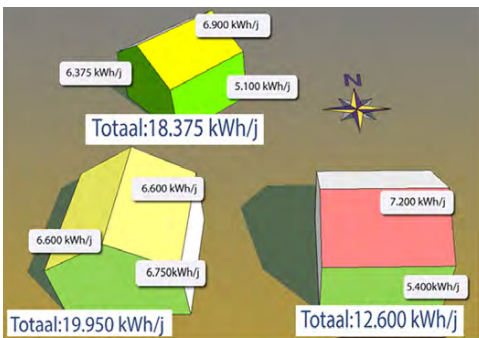
Meer vrijheid in de oriëntatie van pv-panelen als gevolg van kostendaling, verruimt het toepassingsgebied van zonnepanelen. Dit biedt op zijn beurt meer ontwerp vrijheid voor gebouwen met pv-panelen. Een goed voorbeeld hiervan is het momenteel in aanbouw zijnde centraal station in Rotterdam. Het oorspronkelijke ontwerp van het station werd als veel te kostbaar geacht en bevatte geen pv-panelen. Het huidige ontwerp is veel goedkoper en heeft op een intelligente manier gebruik gemaakt van pv-panelen. De perronoverkapping bevat 3.000 pv-panelen naar het oosten en westen georiënteerd, waarbij de panelen functioneren als overkapping en zonwering. Door te kiezen voor de juiste materialen en functioneel gebruik van panelen, kan een zonne-energiesysteem 'slanker' en daarmee goedkoper en vaak mooier worden toegepast.

SLANKERE SYSTEMEN

De vorm van zonne-energiesystemen is aan het veranderen door de toenemende eisen aan kostenbesparing en inpassing in het ontwerp van gebouwen. Zonne-energiesystemen kunnen een dubbele functie dienen, enerzijds



-Figuur 3- pv-panelen op een plat dak, vroeger (boven) en nu



-Figuur 4- Schematische weergave oriëntatie. Hoeveel stroom kan worden opgewekt met zonnepanelen. Kleuren huisjes komen overeen met instralingsschijf met bijbehorend rendement



-Figuur 5- Slim ontwerpen met zonne-energie: parkeerterrein overdekt met zonnepanelen



-Figuur 6- Onthulling zonnecellen centraal station Rotterdam