

ENERGIENEUTRALE HOOGBOUW KAN NIET ZONDER WIND

# Turbines aan de top

Windenergie op gebouwen heeft een slechte naam gekregen. Toch is het de beste manier om hoogbouw energieneutraal te maken. Zonnepanelen bieden daar geen uitkomst; ook niet als je ze tegen de gevel plakt. Verticale windturbines op hoogbouw horen daarom thuis op de duurzaamheidsagenda, betoogt dr.ing. Benjamin Bronsema.

ALDUS

**E**nkele jaren geleden werd windenergie in de gebouwde omgeving beschouwd als een kansrijke technologie. De hiervoor ontwikkelde Urban Turbines zijn dan ook op tal van gebouwen geplaatst. Maar de sterk teleurstellende prestaties van deze turbines hebben de belangstelling ervoor sterk doen afnemen en enkele producenten zijn failliet gegaan. Waarom dan toch een hernieuwd pleidooi voor windenergie in de gebouwde omgeving? Omdat ze bij hoogbouw op een dak aanzienlijk meer energie kunnen opleveren dan zonnepanelen op datzelfde dak.

## Vraagtekens

Stroomopwekking met behulp van zonnepanelen is anno 2017 voor de gebouwde omgeving een wijdverbreide techniek. De jaarlijkse opbrengst is afhankelijk van de paneelkeuze en het legplan, en ligt per m<sup>2</sup> dakoppervlak rond 80 kWh. Bij een gebouw met één bouwlaag is dat een mooie opbrengst, maar bij tien verdiepingen is dit slechts een schrale 8 kWh per m<sup>2</sup> woonoppervlak. Om de prestatie te verbeteren, wordt soms dakoppervlak gehuurd op nabijgegebouwen, maar dit ontnemt die gebouwen de mogelijkheid om zelf energieneutraal te worden.

Omdat het geveleppervlak van een gebouw evenredig met de hoogte toeneemt, ligt het bij hoogbouw voor de hand om ook panelen op de door de zon beschenen gevels aan te brengen. De gevel is echter meer dan alleen een wand voor zonnepanelen. Om voldoende PV-paneeloppervlak te kunnen realiseren, komt het gewenste raamoppervlak onder druk te staan. Architectonisch kan dit tot een minder gewenst gevelbeeld

leiden. Bovendien brengen kleinere ramen voor de bewoners een verminderd uitzicht en dito beleving van de buitenwereld met zich mee.

Maar ook energetisch zijn bij deze aanpak vraagtekens te zetten. Afhankelijk van de oriëntatie van een raam is bij een goede thermische kwaliteit van het glas de energiewinst door zoninstraling in het stookseizoen groter dan het energieverlies. Bij gebruik van drievoudig glas is de netto energiewinst gedurende het stookseizoen van een raam op het zuiden circa 83 kWh per m<sup>2</sup> raam, bij HR++ glas 48 kWh. Een PV-paneel met dezelfde oriëntatie levert bij een rendement van 15% in de periode november tot en met maart circa 33 kWh/m<sup>2</sup>. Nu zijn warmte en elektriciteit niet hetzelfde, en uiteraard levert een PV-paneel vooral in de zomermaanden: circa 96 kWh per m<sup>2</sup>. Maar vast staat dat de directe zonnewarmte gratis is en de PV-energie een bepaalde prijs heeft. Vergroting van het PV-oppervlak ten koste van het raamoppervlak is dus in zekere zin het paard achter de wagen spannen. Voor kantoorgebouwen gelden soortgelijke overwegingen en speelt ook de verminderde daglichttoetreding bij kleinere ramen en het extra energiegebruik voor kunstverlichting een rol.

## Powerdak

In de bestaande hoogbouw is invulling van het geveleppervlak met zonnepanelen bovendien veelal onverenigbaar met de architectuur. En als het al mogelijk is, zijn vaak maatpanelen nodig, wat ze extra duur maakt. Het realiseren van energieneutraliteit in de bestaande hoogbouw met zonne-energie is dus een illusie.

**Dr.ing. Benjamin Bronsema**  
is raadgevend ingenieur en  
docent/onderzoeker bij de faculteit  
Bouwkunde van de TU Delft.





foto PJJ

Verticale-as-turbines op een kantoorgebouw in Mexico. Volgens Benjamin Bronsema moeten we windenergie zeker niet vergeten als we energieneutraal willen bouwen.

En windturbines dan? De meest geschikte turbines zijn de verticale-as-windturbines. Ze bieden zowel aerodynamisch, akoestisch als esthetisch voordelen boven de bekende horizontale-as-windturbines. Dankzij de kleinere diameter kunnen ze in een windpark op het dak van hoge gebouwen worden gegroepeerd. Door het ontbreken van masten zijn de aanlegkosten lager dan bij een windpark op land. En met behulp van een gekromd dak of dakspoilers kan de windsnelheid boven het dak worden opgevoerd met ongeveer een factor 1,2. Daardoor wordt de energieopbrengst in principe met circa 70 % vergroot.

## Zonnepanelen plaatsen ten koste van ramen is het paard achter de wagen spannen

Uiteraard geldt dat de energieprestaties van een zogeheten Powerdak met windturbines afhankelijk zijn van vele variabelen: het windsnelheidsgebied, het dakoppervlak, de kromming van het dakoppervlak, het aantal turbines op het dak, de configuratie van het windpark, de diameter en de hoogte van de rotoren en het rendement van de turbine. Op basis van door mij uitgevoerde verkenningen met conservatieve aannames kom ik voor het polderlaagland tot een jaarlijkse energieopbrengst van 300 tot 500 kWh per m<sup>2</sup> dakoppervlak voor gebouwhoogten oplopend van 40 tot 160 m en turbinehoogtes van 3 tot 5 meter. Vergeleken met de hiervoor genoemde opbrengst van 80 kWh per m<sup>2</sup> voor een zonnedak zijn dit superieure

waarden: een Powerdak kan, afhankelijk van de locatie en de hoogte, vier tot zes keer meer energie leveren dan een zonnedak. Overigens is het ook goed mogelijk tussen de windturbines zonnepanelen of -folie aan te brengen, waardoor de energieprestatie van het dak nog hoger wordt.

### Bredere context

Ondanks de tegenvallende prestaties van Urban Turbines in de afgelopen jaren moet windenergie in de gebouwde omgeving op de agenda van het duurzaamheidsdiscours blijven staan. Het gaat hierbij om meer dan de ontwikkeling van Urban Turbines. Ook de bredere context van architectuur, bouwtechniek en geluidsoverlast moeten we erbij betrekken. Optimalisering van dakvormen, de ontwikkeling van dakspoilers, de architecturale inpassing en uitstraling, de constructieve en bouwtechnische integratie, trillingen en akoestische aspecten: allemaal moeten we ze grondig bestuderen. Een niet onbelangrijke vraag is verder wat de bijdrage van windenergie in de gebouwde omgeving kan zijn en welke gebouwen zich hiervoor lenen. Wat is de minimumgebouwhoogte in de verschillende windsnelheidsgebieden waarin windenergie rendabel is op te wekken? Wat zijn de te verwachten kW-prijzen voor de verschillende configuraties? Het is daarom belangrijk om het onderzoek naar een rendabel Powerdak voor de Nederlandse situatie voort te zetten. |