

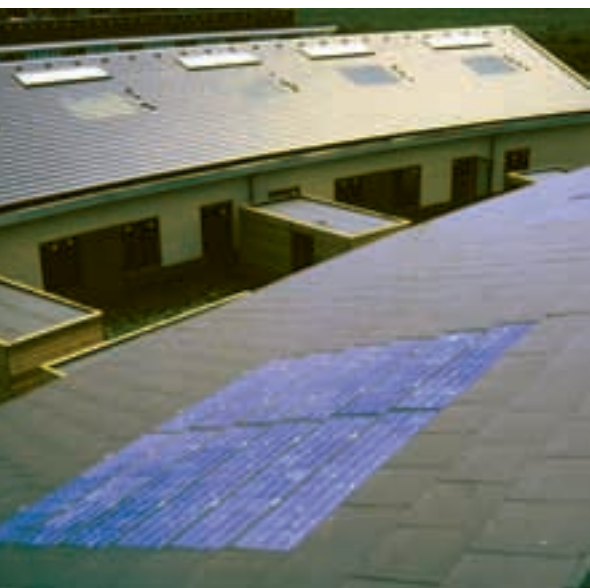
Lessen uit bouw- kundige schades met zonne-energie

De toepassing van zonne-energie aan gebouwen heeft sinds de jaren '90 een sterke opmars doorgemaakt. Deze groei is niet altijd zonder slag of stoot gegaan en uit deze ervaringen zijn veel lessen geleerd. Deze bijdrage gaat in op lessen die zijn geleerd uit constructieve schades en geeft aanbevelingen voor leveranciers en installateurs om deze schades zoveel mogelijk te voorkomen.

- door dr.ir. C.P.W. Geurts en ir. W.A. Borsboom**

Zonne-energiesystemen kunnen op verschillende manieren op of aan gebouwen worden geplaatst. Grofweg kunnen deze systemen in drie groepen worden onderverdeeld: op de gebouwschil, onderdeel van de gebouwschil of integraal onderdeel van de gebouwschil.

TYPERING VAN GEBOUWGEÏNTE- GREERDE ZONNE-ENERGIESYSTEMEN



Voorbeeld van geïntegreerd PV-systeem tussen de dakpannen.

- FIGUUR 1 -

De eerste groep betreft systemen die als component op of aan het gebouw worden bevestigd. Deze systemen zijn niet geïntegreerd in de gevel of het dak, en moeten met hulpconstructies worden bevestigd. Dergelijke systemen worden vaak gebruikt wanneer bestaande gebouwen worden voorzien van zonne-energie.

Het belangrijkste probleem met deze systemen is de gevoeligheid voor windbelastingen. Rekenregels waren er tot voor kort niet, en er is ook geen sprake van jarenlange ervaringen waarop oplossingen zijn gebaseerd. Dit ontwerp wordt verderop in dit stuk nader uitgewerkt.

De tweede groep betreft systemen die als onderdeel van de gebouwschil worden aangebracht. Dit kan in de gevel of op het dak zijn, waarbij de, vaak traditionele, gevel- of dakbedekking deels wordt vervangen door zonne-energiecomponenten. Dit kunnen speciaal voor dit doel ontwikkelde oplossingen zijn, zoals een schubvormig PV-daksysteem, dat past binnen de toegepaste dakpannen, of niet specifiek voor integratie ontworpen systemen, waarvoor speciale aansluitingen worden ontwikkeld, zoals bij veel zonneboilersystemen het geval is. Het belangrijkste thema bij dergelijke systemen is de waterdichtheid van de

aansluitingen. Dit heeft enerzijds een technische component, maar anderzijds heeft het ook te maken met de verantwoordelijkheid voor het dak. Is dit de dakdekker, of de installateur, en welke garanties geeft de systeemleverancier? Veelal kunnen problemen worden voorkomen door al in een vroegtijdig stadium tijdens het ontwerp deze partijen bij elkaar te brengen, om noodzakelijke aanpassingen te doen. De derde groep betreft systemen die integraal onderdeel zijn van de gevel of het dak. Dergelijke systemen zijn bijvoorbeeld opgenomen in glas, of op een flexibele dakbedekking gelijmd.

STORMSCHADES

De meest in het oog springende schades treden op nadat er een storm is opgetreden. Deze schades treden vaak op bij systemen waarbij er geen rekening is gehouden met de belastingen die kunnen optreden tijdens een storm. Constructies moeten in Nederland worden berekend conform het Bouwbesluit. Een bevestiging van een PV-systeem, of een met ballast uitgerust consolesysteem moet daar ook aan voldoen. Helaas gaat het hier nog steeds mis, zie figuur 3.

Ook bij mechanisch bevestigde systemen kunnen problemen optreden door het onderschatten van de belasting. Dergelijke systemen worden vaak met schroeven op aluminium profielen bevestigd, die vervolgens weer aan de hoofdconstructie worden aangebracht. Hier geldt dat de ketting zo sterk is als de zwakste schakel. Als de profielen niet zijn berekend op de

* TNO Bouw en Ondergrond



Voorbeeld van een dakgeïntegreerde zonnecollector.

- FIGUUR 2 -



Voorbeeld van een stormschade door te weinig ballast.

- FIGUUR 3 -

door de wind optredende krachten, of als de schroeven in de verbindingen niet voldoende capaciteit hebben, kan dit ingrijpende gevolgen hebben voor de PV. Een voorbeeld is de schade, zoals getoond in figuur 4.

De wijze waarop met deze materie moet worden omgegaan is vastgelegd in de grondslagen bij ons Bouwbesluit. In het kort gezegd is daar een keuze gemaakt tussen voldoende veilig bouwen, en economisch verantwoord bouwen. Afhankelijk van het belang van een constructie zijn veiligheidsniveaus gedefinieerd. Nu rijst hier de vraag of het veiligheidsniveau van een PV-systeem dat deels als dakbedekking dient dezelfde moet zijn als die voor een dakpan. Immers, de gevolgen van bezwijken van een PV-systeem zijn veel groter dan wanneer een aantal dakpannen van het dak waait. Dit heeft enerzijds te maken met de economische waarde van het zonnestroom systeem en anderzijds van de gevolgschade die kan optreden aan de elektrische infrastructuur.

ONTWIKKELING VAN NORMEN EN RICHTLIJNEN

In Nederland is rond 2000 het initiatief genomen om regelgeving op te stellen om bovengenoemde problemen te voorkomen. Door NEN is inmiddels NVN 7250 [1] gepubliceerd, met daarin, ten opzicht van de bestaande regelgeving, aanvullende eisen en bepalingmethoden voor diverse knelpunten. In de meest recente versie, de uitgave van 2007, zijn in het bijzonder de methoden voor de berekening van de windbelasting in meer detail ingevuld. Recent onderzoek, onder meer in de windtunnel, ondersteund door SenterNovem, heeft daar een grote bijdrage aan geleverd. Op deze manier is een voor alle partijen gelijk referentiekader neergelegd. Dit voorkomt willekeur en onnodige discussies. Andere richtlijnen voor de installatie zijn onder meer door Holland Solar in samenwerking met ISSO opgesteld. De ISSO-publicatie 78. [2] geeft voor de installateur praktische aanwijzingen, die de kwaliteit van het eindproduct positief zullen beïnvloeden. Inmiddels zijn de regels voor de bere-

kening van de windbelasting op zonnepanelen uit NVN 7250 overgenomen in een Engelse richtlijn, en wordt nu gewerkt om in Europees verband iets dergelijks vast te stellen.

EURACTIVE ROOFER PROJECT

Een volgende stap betreft het integreren van de kennis en ervaringen in Nederland, maar ook in andere landen, op Europese schaal. Om dit te bereiken is in 2005 met de internationale federatie van dakdekkers (IFD) het EUR ACTIVE ROOFER project gestart. Nederlandse partijen binnen dit project zijn TNO, als projectcoördinator, de faculteit Bouwkunde van de TU Eindhoven, Branchevereniging Het Hellende Dak, en Solarvolta BV. Doel van dit project is om kennis te ontwikkelen om meer toegevoegde waarde voor de dakdekkersector te kunnen creëren. Een belangrijke fase betreft kennisoverdracht. Daartoe worden de resultaten van het onderzoek opgenomen in enerzijds concept vóórnormen en praktijkrichtlijnen, maar anderzijds ook in concrete trainingsprogramma's. De programma's



Voorbeeld van een schade als gevolg van te weinig sterkte in de dragende constructie.

- FIGUUR 4 -



Opstelling voor het meten van winddrukken aan zonnepanelen.

- FIGUUR 5 -



De Zonnegoot, ontworpen om zo min mogelijk windbelasting te dragen.

- FIGUUR 6 -

zullen de basis vormen om op nationaal niveau invulling te kunnen geven aan de opleiding van dakdekkers en installateurs voor de inpassing van zonne-energie op daken.

Dit project is onderverdeeld in negen werkpakketten. In vijf werkpakketten wordt een bepaald onderwerp uitgediept (respectievelijk wind/aardbevingsbelasting, waterdichtheid, sneeuw en ijs, condensatie en veiligheid/onderhoud). De andere werkpakketten gebruiken deze kennis om enerzijds nieuwe principes te ontwikkelen, en anderzijds normen en richtlijnen op te stellen. In het kader van het werkpakket wind/aardbevingen wordt momenteel een test op ware grootte uitgevoerd, waarin de drukverdelingen over zonne-energiesystemen die evenwijdig aan een pannendak worden aangebracht, worden gemeten. Deze test moet nieuwe kennis opleveren die direct vertaald gaat worden naar rekenregels voor dergelijke systemen en hun bevestigingen.

Het EUR Active Rooferproject loopt tot medio 2008, en wordt in Amsterdam afgesloten. Daarna is het de bedoeling om op nationaal niveau de kennis te gaan implementeren. Dit betekent in Nederland zeker dat de NVN 7250 wordt aangepast, maar ook andere normen en richtlijnen kunnen een update maken.


LESSEN

De lessen uit eerdere schades zijn dus opgenomen in normen en richtlijnen. Intussen zijn diverse ontwerpers en systeemleveranciers met deze kennis aan de slag gegaan. Er zijn dus veel goede voorbeelden in de praktijk gerealiseerd. Een voorbeeld is de Zonnegoot (zie figuur 6), waarbij een minimalisatie van de hoeveelheid ballast kon worden bereikt door de hellingshoek aan te passen, de systemen te koppelen, en de uiteinden zo uit te voeren dat de wind minder grip heeft op de systemen. Door kennis opgedaan in windtunneltesten konden deze ontwerpaanpassingen worden gekwantificeerd in reductie van ballast.

SLOT

De kennis om bouwkundige schades aan zonne-energiesystemen te voorkomen is de laatste jaren sterk toegenomen. Deze kennis vindt zijn weerslag in normen en richtlijnen. Bij correcte toepassing van deze normen en richtlijnen door alle betrokken partijen wordt de kans dat er schade optreedt tot een aanvaardbaar minimum beperkt.

De nu bestaande en in ontwikkeling zijnde eenduidige richtlijnen en de vóórnorm NVN 7250 geven de mogelijkheid economisch acceptabel, en

voldoende veilig te bouwen met gebouwgeïntegreerde zonne-energie. Waardoor deze duurzame energie niet alleen CO₂-uitstoot voorkomt maar ook veilig kan worden toegepast in de gebouwde omgeving. 

LITERATUUR

1. NVN 7250, Zonne-Energie Systemen _Integratie in Daken en Gevels_ Bouwkundige aspecten, 2007.
2. ISSO-publicatie 78, Handleiding zonnestroom voor de ontwerper en installateur.
3. EN 1991-1-4
4. www.euractiveroofer.org