

ISSN 0166-6363

Uitgever Marco Pauw.

Redactie Paul van Deelen • Henk Orsel • Marco Pauw.

Medewerker Bertine Colsen • Hans Emeis.

Redactieraad W. Borgstein, Tata Steel Europe • ir. M.F.I. Braem, Croes • ir. Y. van Diermen, Pieters Bouwtechniek • R.S. Dursin, Zinkinfo Benelux • A. Hagoort, SNS • ir. M. Horikx, Hogeschool van Amsterdam • ing. K. Flierman, Construsoft • G.J. Kannekens, Severfield • ir. F. Maatje (voorzitter), Bouwen met Staal • ir. H.J. van Lint, Movares • ing. I.B. van der Meer, Bam Infraconsult • ir. K. Oosterman, ZJA • ing. J. Seinen, Rijkswaterstaat • ing. F.E. Vasquez, Dumebo | DWS • T.S. Wolvekamp MSc, SBE Nederland.

Redactie en administratie Bouwen met Staal • Louis Braillelaan 80 • 2719 EK • Zoetermeer • tel. (088) 353 12 12 • bms@bouwenmetstaal.nl.

Advertenties Advercom • Dijkzichtlaan 2, 2071 EZ Haarlem • tel. 023-737 07 96/06-24 68 52 25 • edejong@advercom.nl • www.advercom.nl.

Vormgeving Banee Design, Rotterdam • www.banee-design.nl.

Druk Veldhuis Media, Meppel • www.veldhuismedia.nl.

Vrijwaring Uitgever, redactie, auteurs en medewerkers verklaren dat de inhoud van dit vakblad zorgvuldig en naar beste weten is samengesteld. Zij aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, als gevolg van handelingen en/of beslissingen die zijn gebaseerd op de geboden informatie.

Abonnementen 2023 Binnenland € 78; buitenland € 103; studenten € 20 (via Staalkaarhouder); losse nummers € 25 (prijzen incl. btw). Annuleren voor 2024 is mogelijk tot 1 december 2023. Een abonnement is ook verkrijgbaar als onderdeel van een lidmaatschap van Bouwen met Staal met exclusieve toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad.

Lidmaatschap Bouwen met Staal Een lidmaatschap geeft recht op één of meer abonnementen op het vakblad *Bouwen met Staal* en gratis deelname aan avondsessies. Als (bedrijfs)lid ontvangt u ook korting op studiedagen, excursies en op andere producten en diensten van Bouwen met Staal (zoals publicaties, cursussen, opleidingen en de Nationale Staalbouwdag). Bovendien krijgt elk lid toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad (online bladermodule) en het archief (eveneens online) dat per artikel kan worden geraadpleegd via bijvoorbeeld auteur, onderwerp of een trefwoord. Annuleren voor 2024 is mogelijk tot 1 december 2023.

Meer informatie en aanmelding(en) www.vakbladbouwenmetstaal.nl.

Cover en p. 2 (villa, Berkel-Enschot) Studio de Nooyer • www.denooyer.nl.

Foto p. 3 (links, Pastorale, Delft) Gemeente Delft • www.delft.nl.

Foto p. 3 (rechts, pv-panelen) Esdec • www.eu.esdec.com.

Foto Aniek Aversch (p. 8) Suzan Alberts • www.suzanalberts.com.



© Bouwen met Staal 2023. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, in enigerlei vorm, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



- 04 HET NIEUWE VAL
- 06 DE GROENE SUBSIDIE-KRAAN
- 08 ANIEK #4
Kopgroep of kiloknallers
- 18 INTERVIEW BESTUUR KENNISPORTAAL
CONSTRUCTIEVE VEILIGHEID (2)
Portaal wordt platform
- 25 STAALSCHOOLPRIJS 2023
Beloning voor kritische houding
- 44 WONEN MET STAAL (95):
VILLA, BERKEL-ENSCHOT
Onbegrensde ruimten
P.F. van Deelen
- 50 BRANDWERENDHEID
Brandinfo geactualiseerd (2)
A.F. Hamerlinck en B. Verhoef

**10 | PROJECTEN**

- 10 WOONCOMPLEX DE PASTORALE, DELFT
(1): ONTWERPOVERWEGING
Wonen tussen hemel en aarde
- 14 (2): UITVOERING
Opgelegd detail
- 22 CONTAINERKRAAN BINNENVAART
BCTN-TERMINAL, ALBLASSERDAM
Schouders eronder

**54 | TECHNIEK**

- 36 NORMEN EN REGELGEVING:
DUURZAAM BOUWEN
Hergebruik constructiestaal: regels en
procedures NTA 8713
J-P. den Hollander
- 54 TOETSING ONTWERP GESCHOORDE HAL
(9): PV-PANELEN
Pv-panelen op het dak
M.B.J. van Odenhoven
- 60 VERMOEIING LISSERBRUG, LISSE
Overbrugging vaarseizoen met
breukmechanica
K. Wiersma

Pv-panelen op het dak



Foto: SAB-profiel

Het boek *Hallen*^[1] bevat in hoofdstuk 7 een voorbeeld van het ontwerp van een geschoorde hal. Een uitgebreide toetsing van dat ontwerp met de rekenregels van de Eurocode is het onderwerp van *Technisch Dossier #6*^[4]. Dit artikel is een uitbreiding van het rekenvoorbeeld waarbij nagegaan wordt wat de consequenties zijn van het plaatsen van een zonne-energiesysteem op het dak van de geschoorde hal. Nieuwbouw blijft het uitgangspunt: wat zijn de gevolgen voor het ontwerp nu mét pv-panelen op het dak. Na een inleiding met uitgangspunten, ontwerpsituaties en belastingen wordt kort het huidige ontwerp samengevat wat vervolgens wordt getoetst op de invloed van pv-panelen.

ing. M.B.J. van Odenhoven

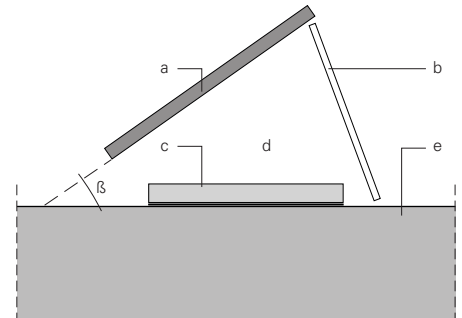
Marcel van Odenhoven is directeur/eigenaar van Staalbouwkundig Adviesburo Van Odenhoven in Heijningen en lid van de Technische Commissie 10 van Bouwen met Staal.

Om de situatie in te kaderen zijn uitgangspunten vastgesteld waarop het ontwerp van de hal met pv-panelen op het dak is gebaseerd. Vervolgens worden verschillende ontwerpsituaties beoordeeld en worden de aan te houden belastingen toegelicht.

Uitgangspunten

In de aanhef van dit artikel is al aangegeven dat het een nieuwbouwsituatie betreft. Het

plaatsen van pv-panelen op het dak volgt uit het Programma van Eisen. Dit artikel gaat wel uit van het reeds ontworpen en getoetste ontwerp maar beschouwt dit niet als een bestaande situatie; er is dus geen sprake van een eventuele versterkingsopgave. Zonne-energiesystemen zijn toepasbaar op hellende daken en zelfs op gevels. Hier is het uitgangspunt dat alleen het dak is aangewezen om zo'n systeem op aan te brengen.



1. Montagewijze 3. a. Zonne-element. b. Eventueel achterpaneel. c. Eventueel ballast. d. Ondersteuningsconstructie (open of gesloten). e. Onderliggende constructie.

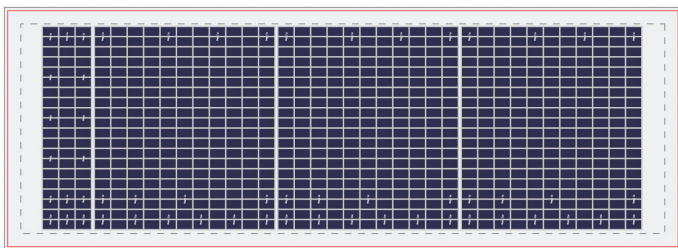


2. Meervoudig ondersteunde dragers (eu.esdec.com).

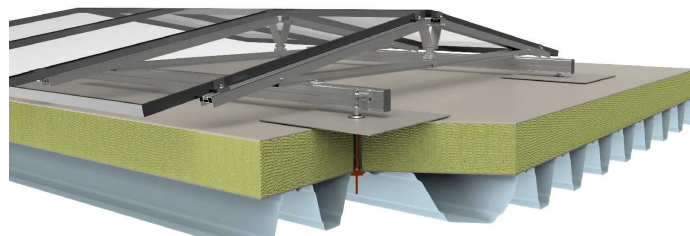


3. Plaatselijke frames (schletter-group.com).

Bouwkundige aspecten van zonne-energiesystemen op daken zijn vastgelegd in NEN 7250:2021. Deze norm geeft prestatie-eisen en verwijzingen naar beproevingsmethoden voor de bouwkundige aspecten van de zonne-energiesystemen. Daartoe behoren ook belastingen op de constructie van het gebouw. De manier waarop het zonne-element is bevestigd aan of geïntegreerd is met de uitwendige scheidsconstructie is



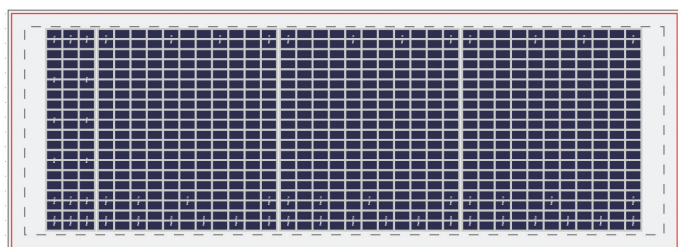
4. Indicatief voorbeeld haldak volledig belegd met pv-panelen.



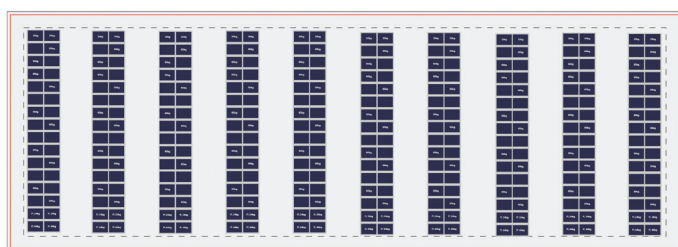
6. Draagsysteem zonder ballast (techna.nl).



5. Verschillende configuraties velden met pv-panelen.



7. Indicatief verschil groot en klein systeemoppervlak. Links: eigengewicht $12,1 \text{ kg/m}^2$, totale hoeveelheid ballast 740 kg . Rechts: eigengewicht $23,1 \text{ kg/m}^2$, totale hoeveelheid ballast 7000 kg (eu.esdec.com).



onderverdeeld in vijf montagewijzen. Montagewijze 3 heeft betrekking op zonne-energiesystemen die los op een plat dak geplaatst zijn en al dan niet met ballast op hun plaats worden gehouden (afb. 1).

Ontwerpsituaties

De belasting uit zonne-energiesystemen kan op het dak worden uitgeoefend als een gelijkmatig verdeelde belasting of als een patroon van geconcentreerde belastingen. Over het algemeen worden op lichte daken systemen toegepast met een groot aantal lastpunten die, zeker voor de hoofdliggers, geschematiseerd kunnen worden tot een verdeelde belasting (afb. 2). De dragers van de pv-panelen kunnen ook op frames bevestigd worden (afb. 3). De kolommen van deze frames geven lokaal geconcentreerde lasten waardoor dit systeem minder geschikt is voor lichte stalen haldaken.

De pv-panelen kunnen over een gedeelte van het dak of over het hele dak aangebracht worden, al naar gelang de vraag. Ook als het hele dak vol is gelegd, kan er een sprake zijn van afzonderlijke velden (systeemoppervlakken) om rekening te houden met paden voor inspectie en onderhoud. Dit heeft dan effect op de verdeling van eventueel noodzakelijke ballast. In de Vakrichtlijn^[9] wordt geadviseerd om binnen een afstand van 4 m van de

dakrand geen pv-panelen te plaatsen. Wordt een permanente voorziening tegen valgevaar aangebracht dan mag deze afstand verkleind worden tot 2 m. Voor het ontwerp en de berekening van de staalconstructie is in dit artikel ervan uitgegaan dat het gehele dakvlak wordt belast met pv-panelen.

De derde ontwerpsituatie die te allen tijde beschouwd moet worden is het dak zonder pv-panelen. Het kan altijd voorkomen dat een zonne-energiesysteem later of in delen aangebracht wordt. Ook bij vervanging hoeft niet direct een nieuw systeem te worden geplaatst. Er moet rekening worden gehouden met de afwezigheid van het gunstig effect van de extra neerwaartse belasting door de pv-panelen op de kipstabiliteit van de onderflens van de hoofdligger bij windzuiging op het dak en overdruk in de hal. Dit geldt ook voor de kolomankers. Voor deze onderdelen is de situatie zonder pv-panelen op het dak maatgevend voor de dimensionering.

Belastingen

NEN 7250 is een algemene norm waarbij verschillende aspecten zijn geregeld, waaronder bijvoorbeeld windbelasting op de systemen. Momenteel zijn belastingen op het gebouw nog niet uitgewerkt in deze norm. NEN 7250 is geen onderdeel van het Bouwbesluit. Bij voorkeur zouden voor sneeuw-

en windbelasting op de achter- of onderliggende gebouwconstructie Eurocodes moeten worden geraadpleegd, zodat dit aspect wetelijk verankerd is. In de tweede generatie Eurocodes, die momenteel ontwikkeld worden, zijn nu in de prEN-versies alleen voor sneeuwbelasting rekenregels opgenomen voor daken met pv-panelen^[6]. Ten aanzien van windbelasting staan in prEN 1991-1-4 geen paragrafen over het effect van windbelasting op een gebouwconstructie met een zonne-energiesysteem. De kans bestaat dat dit voor Nederland geregeld gaat worden in de National Bijlage. Tot die tijd kan NEN 7250 gezien worden als hulpmiddel. De belastingen die in beschouwing genomen moeten worden zijn:

- het eigengewicht van het zonne-energiesysteem (met of zonder ballast);
- sneeuwbelasting en -ophoping;
- regenwaterbelasting door wateraccumulatie;
- windbelasting.

Eigengewicht

Zonder ballast is het noodzakelijk om de draagliggers van het systeem constructief aan het onderliggende dak te bevestigen (afb. 6). De consequentie is dat het dak op een groot aantal plaatsen moet worden geperforeerd en dat die doorbrekingen waterdicht moeten worden afgewerkt. Bij wijziging of