

Eindrapport Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV

TNO 2024 R11326 – 14 november 2024

Eindrapport Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV

Auteurs	TNO: Lenneke Sloof-Hoek, Nico Dekker, Gertjan de Graaf, Koen de Groot NIPV: R. van den Dikkenberg, M. Duyvis, V. Jansen, M. Leene en J. Veeneklaas NEN: Chris van der Meijden en Roy Weghorst
Rubricering rapport	TNO Publiek
Titel	Eindrapport Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV
Aantal pagina's	74 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	4
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV
Projectnummer	060.47964

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	5
2 Opzet van het project	6
3 WP1.1 Opzetten van een landelijke database	8
Inleiding	10
3.1 Onderzoeksmethode	12
3.1.1 Dataverzameling.....	12
3.1.2 Database gebouwbranden met zonnepanelen.....	15
3.2 Resultaten.....	17
3.2.1 Aantal branden	17
3.2.2 Gebouw	18
3.2.3 Brand	18
3.2.4 PV-installatie.....	20
3.2.5 Brandbestrijding.....	29
3.3 Conclusie.....	30
3.4 Beschouwing.....	31
4 WP 1.2 Onderzoek naar oorzaken bij branden met betrokkenheid van zonne-energiesystemen	32
4.1 Resultaten	33
4.1.1 Historische branden.....	33
4.1.2 Nieuwe branden.....	35
4.1.3 Onderzoek op locatie.....	39
4.1.4 Overig onderzoek.....	43
5 WP2 Ontwikkeling van test- en beoordelingsmethodes.....	45
5.1 Inleiding.....	47
5.2 Uitwerking van de aanpak	48
5.2.1 Uitgangspunt.....	48
5.2.2 Vlieg vuur.....	48
5.2.3 Doorvoeren.....	51
5.2.4 Eisen aan kabels en kabelgoten.....	52
5.2.5 Brand van binnen.....	53
5.3 Verdere uitwerking beoordelingsaspecten	54
5.4 Vervolgtraject PV in en op de gebouwschil.....	55
6 Disseminatie	57
7 Overzicht informatie brandrisico zonnepanelen	58
8 Conclusies.....	59
Bijlage B	67
Bijlage C	68
Bijlage D	70

1 Inleiding

Door de sterke toename in gebouw gebonden PV systemen neemt de kans toe dat bij brand ook PV systemen beschadigd raken. De laatste jaren is er dan ook een toename te zien in het aantal gebouwbranden waarbij PV systemen betrokken zijn. Het is op dit moment echter lastig vast te stellen bij welke branden het PV systeem ook werkelijke de oorzaak is geweest van de brand en welke condities hebben geleid tot het ontstaan van de brand. Dit heeft ertoe geleid dat verzekeraars, maar ook potentiële gebruikers terughoudender zijn geworden in het toepassen van zonne-energiesystemen.

Naast dat het vanzelfsprekend van belang is dat alle maatregelen worden genomen om zonne-energiesystemen zo veilig mogelijk te maken en om persoonlijke- en materiële schade te voorkomen. Het is van groot belang te voorkomen dat het ontbreken van kennis rondom de brandrisico's van zonne-energiesystemen een remmende werking gaat hebben op de energietransitie. Hoewel ontwikkelaars, beheerders en installateurs zich inspannen om de installaties zo veilig mogelijk te maken, zien we een toenemende mate aan terughoudendheid bij verzekeraars en gebruikers voor het aanbrengen van zonne-energiesystemen.

Om deze impasse te doorbreken is het noodzakelijk om de kennispositie rondom de oorzaken van branden met betrokkenheid van zonne-energiesystemen flink te verbeteren. Dit kan worden gedaan door verbeterde monitoring en analyse van (bijna) branden en het uitbreiden en ontwikkelen van test- en beoordelingsmethodes om de brandveiligheid van zonnestroomsystemen te verbeteren.

2 Opzet van het project

Aanleiding

Naar aanleiding van de discussies omtrent de verzekerbaarheid van grotere zon-op-dak systemen, heeft TKI Urban Energy in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat een onderzoek laten uitvoeren naar de factoren die van invloed zijn op de brandveiligheid van zonnestroomsystemen op bedrijfspanden. Uit dit onderzoek komt naar voren dat op basis van de beschikbare data zonne-energiesystemen zelden als oorzaak van branden bij bedrijfspanden worden aangemerkt, maar dat het moeilijk vast te stellen is in welke mate zonne-energiesystemen bijdragen aan een verhoogd brandrisico.

Doel van het project

Het hoofddoel van het project is het vergroten van de kennis over de brandveiligheid van zonnestroomsystemen op bedrijfsgebouwen en het verzamelen van statistische gegevens met als doel het risico in kaart te brengen.

Scope van het project

- Database en analyse van alle branden met gebouwgebonden zonnestroomsystemen
- Test- en beoordelingsmethode voor alle gebouwgebonden zonnestroomsystemen
- Risico analyse van branden ontstaan in gebouwgebonden zonnestroomsystemen en depositie van schadelijke stoffen uit de zonnestroomsystemen
- Toepassen van bovenstaande om de kennis over de brandveiligheid van zonnestroomsystemen op bedrijfsgebouwen te vergroten

Korte omschrijving van de activiteiten

Vergroten van de kennis over de brandveiligheid van zonnestroomsystemen op bedrijfsgebouwen dmv:

WP1.1:

- Opzetten van een landelijke database en methodiek om gegevens van individuele branden systematisch vast te leggen (NIPV)
- Monitoren van branden volgens ontwikkelde methodiek gedurende looptijd van het project; analyse van gevulde database en rapportage (NIPV)

WP1.2:

- Analyse en onderzoek om de oorzaken van branden met betrokkenheid van zonne-energiesystemen in kaart te brengen (TNO)

WP2:

- Ontwikkeling van test- en beoordelingsmethodes voor de brandveiligheid van zonnestroomsystemen en toewerken naar borging middels een beoordelingsmethode in normen (NEN)

Beoogd Resultaat

Structurele monitoring en verbetering van de kennis van de brandrisico's van gebouwgebonden zonne-energiesystemen, waarmee de kans op branden veroorzaakt door zonne-energiesystemen verder kunnen worden gereduceerd, evenals de kans dat een brand in het gebouw zich via het zonne-energiesysteem uitbreidt buiten het brandcompartiment. Verbeterde kwantificering van de risico's waarmee overwogen beslissingen tot het inzetten van mitigerende maatregelen kunnen worden genomen.

Structurele monitoring en analyse van brandincidenten waarbij gebouwgebonden zonne-energiesystemen betrokken zijn en het vastleggen van relevante gegevens in een landelijke database. Toepassen van test- en beoordelingsmethodes om de brandveiligheid van zonnestroomsystemen te borgen.

3 WP1.1 Opzetten van een landelijke database

De resultaten van dit werkpakket worden beschreven in het NIPV rapport "Gebouwbranden met zonnepanelen". Dit rapport is hieronder ingevoegd.



Gebouwbranden met zonnepanelen

Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2024

Het onderzoek dat beschreven wordt in dit rapport, is (als deelproject) verricht in het kader van het project 'Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uitgevoerd door een consortium van TNO, NEN en NIPV.

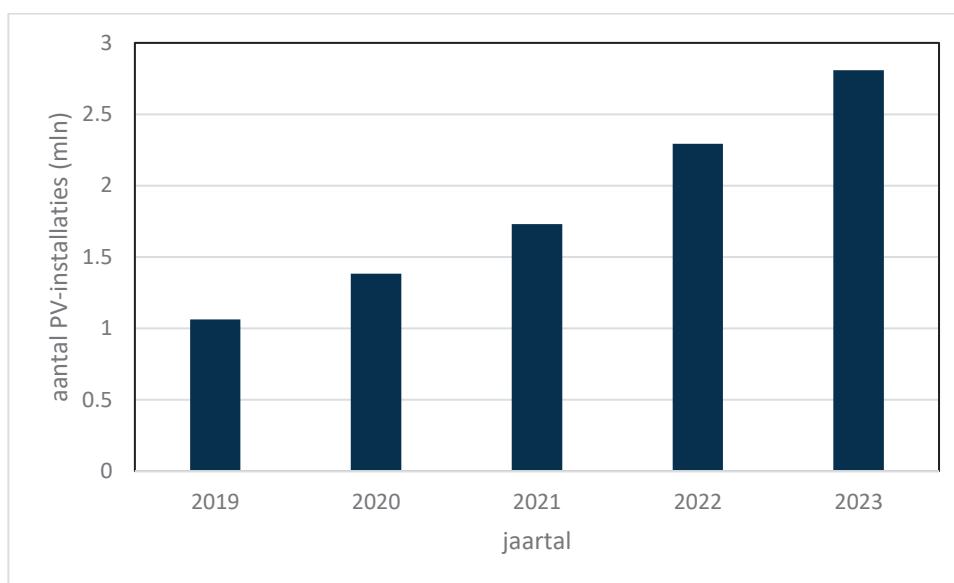
Auteurs	R.. van den Dikkenberg, M. Duyvis, V. Jansen, M. Leene en J . Veeneklaas
Contactpersoon	M. Duyvis
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Datum	12 juli 2024
Foto cover	Team brandonderzoek brandweer Gelderland-Midden

Inhoud

Inleiding	10
3.1 Onderzoeksmethode	12
3.1.1 Dataverzameling	12
3.1.2 Database gebouwbranden met zonnepanelen	15
3.2 Resultaten	17
3.2.1 Aantal branden	17
3.2.2 Gebouw	18
3.2.3 Brand	18
3.2.4 PV-installatie	20
2.5 Brandbestrijding	29
3.3 Conclusie	30
3.4 Beschouwing	31

Inleiding

In de afgelopen jaren is het aantal zonnepaneleninstallaties (ook wel PV-installaties genoemd, van het Engelse *photo voltaic*)¹ in Nederland sterk toegenomen, zie figuur I.1. Daarmee is ook de kans toegenomen op gebouwbranden waarbij PV-installaties betrokken zijn. Tot 2023 werden deze branden niet structureel geregistreerd. Het is dan ook niet bekend hoe vaak PV-installaties de oorzaak zijn van gebouwbranden en of - en zo ja hoe - PV-installaties bijdragen aan het verloop van gebouwbranden.



Figuur I.1 Aantal PV-installaties in Nederland (woningen plus bedrijven; installaties op velden en water niet meegerekend). Bron: CBS²

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) verzamelt al enkele jaren data over diverse aspecten van branden, bijvoorbeeld het aantal keer dat de brandweer moest uitrukken, het aantal branden en woningbranden (NIPV, [Kerncijfers Incidenten](#)) en het aantal fatale woningbranden (NIPV, [Kerncijfers Fatale woningbranden](#)). Dankzij subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft het NIPV nu ook een landelijke database opgezet voor gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, en daarin gedurende een jaar data over dit soort branden verzameld.

Dit onderzoek is verricht in het kader van het project 'Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV' van het ministerie van EZK, uitgevoerd door een consortium van TNO, NEN en NIPV, elk met eigen deelprojecten. TNO heeft onderzoek verricht naar oorzaken van gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, en de NEN heeft een test- en beoordelingsmethode uitgewerkt voor gebouwgebonden PV-installaties op

¹ In de praktijk worden verschillende termen gebruikt om het geheel van zonnepanelen, omvormer, connectoren en kabels aan te duiden, zoals: PV-installatie, PV-systeem, zonnepaneleninstallatie, zonnestroomsysteem. In dit rapport wordt de term 'PV-installatie' gebruikt.

² Bron: CBS, <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85005NED/table?ts=1713952970828>.

platte daken. Het project 'Verbeteren monitoring en voorschriften brandveiligheid (BI)PV' is gericht op verbetering van de kennis over brandveiligheid en brandrisico's van gebouwgebonden PV-installaties.

In dit rapport worden de resultaten van het deelproject van het NIPV beschreven: de database gebouwbranden met zonnepanelen, de wijze waarop de data zijn verzameld en de resultaten van analyse van de data uit de periode 1 november 2022 t/m 31 oktober 2023.

Doel

Het doel van dit onderzoek (het deelproject van het NIPV) is om door structurele monitoring van gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, meer inzicht te verkrijgen in de mogelijke rol van PV-installaties bij het ontstaan en het verloop van gebouwbranden.

Afbakening

- > Dit onderzoek betreft gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was in de periode van 1 november 2022 tot en met 31 oktober 2023.
- > Het onderzoek heeft betrekking op gebouwbranden met PV-installaties in Nederland, ongeacht de oorzaak van de brand (met uitzondering van brandstichting), waarvoor het volgende geldt:
 - de zonnepanelen bevonden zich op of aan het gebouw
 - de PV-installatie was ten tijde van de brand geïnstalleerd en in bedrijf, en
 - zonnepanelen en/of andere onderdelen van de PV-installatie hebben gebrand.
- > Buiten de reikwijdte van dit onderzoek vallen:
 - branden met niet-gebouwgebonden PV-installaties, zoals branden in zonneparken
 - gebouwbranden waarbij (alleen) een of meer zonnecollectoren betrokken waren
 - gebouwbranden waarbij (alleen) onderdelen van de PV-installatie betrokken waren, die niet geïnstalleerd en in bedrijf waren (bijvoorbeeld zonnepanelen in opslag)
 - gebouwbranden veroorzaakt door brandstichting.
- > Onder een gebouw wordt op grond van artikel 1, eerste lid, onder c, van de Woningwet verstaan: elk bouwwerk dat een voor mensen toegankelijke overdekte geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten ruimte vormt ([Integrale Nota van Toelichting van Bouwbesluit 2012](#)).

Een correcte benaming voor de database zou zijn: 'database gebouwbranden waarbij onderdelen van een PV-installatie betrokken waren'. Voor het gemak wordt de database in dit rapport 'database gebouwbranden met zonnepanelen' genoemd. De database omvat dus meer dan gebouwbranden waarbij alleen zonnepanelen betrokken waren: ook gebouwbranden waarbij (alleen) andere onderdelen van de PV-installatie betrokken waren, zijn erin opgenomen.

Leeswijzer

Hoofdstuk 1 van dit rapport behandelt de database gebouwbranden met zonnepanelen en de onderzoeksmethode. In hoofdstuk 2 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd en geanalyseerd. In hoofdstuk 3 worden conclusies getrokken. In hoofdstuk 4 wordt een korte beschouwing op het onderzoek gegeven.

3.1 Onderzoeksmethode

In dit hoofdstuk worden de wijze waarop de data verzameld zijn en de database gebouwbranden met zonnepanelen besproken.

3.1.1 Dataverzameling

Omdat er voor gebouwbranden met zonnepanelen nog geen landelijke database bestond, moest er allereerst een methode voor dataverzameling worden opgezet.

De data worden verzameld met behulp van verschillende bronnen, die zowel actief als passief gemonitord worden op branden die (mogelijk) kunnen worden opgenomen in de database.

Om zoveel mogelijk gedetailleerde informatie van branden te kunnen verzamelen, werkt het NIPV hierbij samen met de Teams Brandonderzoek (TBO) van de veiligheidsregio's. Sinds 2009 verrichten de TBO's onderzoek naar branden in hun regio, met het doel om van deze branden te leren. Er wordt bijvoorbeeld informatie verzameld over de oorzaken van branden, het brandverloop en de brandweerinzet. Niet alle branden worden door een TBO onderzocht.

De gegevens uit de brandonderzoeken worden vastgelegd in een landelijk TBO-dataregistratiesysteem dat door het NIPV wordt beheerd. Om dit op systematische wijze te doen, wordt gebruikgemaakt van een gestandaardiseerde vragenlijst die door brandonderzoekers ingevuld kan worden: de TBO-vragenlijst.

De landelijke TBO-database is ontwikkeld voor de veiligheidsregio's, maar is ook nuttig voor het NIPV dat in het kader van verschillende lopende landelijke onderzoeken gebruikmaakt van de informatie uit de database. Voor het voorliggende onderzoek naar gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, zijn aan de bestaande TBO-vragenlijst specifieke vragen toegevoegd (zie bijlage A).

Omdat niet elke brand door een TBO onderzocht wordt maar het wel van belang is dat de database zo compleet mogelijk is, worden voor de overige branden waarbij een PV-installatie betrokken is, de betrokken bevelvoerders of officieren van dienst actief benaderd om een overeenkomstige vragenlijst in te vullen (zie hieronder voor de manier van verzamelen).

3.1.1.1 Signaleren van branden

De gebruikte onderzoeksmethode voor het signaleren van relevante branden kan uitgelegd worden aan de hand van signaaldetectietheorie.³ Hierbij wordt een afweging gemaakt tussen de baten van een correcte detectie van het signaal (een gebouwbrand waarbij een PV-

³ Signaaldetectietheorie: W.P. Tanner & J.A. Swets 1954 - cfr.: Swets, J. A., Tanner, W. P., Jr., & Birdsall, T. G. (1961). Decision processes in Perception, *Psychological Review*, 68(5), 301-340.

installatie betrokken was) en de kosten van een incorrecte detectie (vals alarm) of gemiste detectie. Zie tabel 1.1.

Tabel 1.1 Signaaldetectietheorie bij gebouwbranden waarbij PV-installatie betrokken

	Gebouwbrand met PV-installatie	Geen gebouwbrand met PV-installatie
Gesignaleerd	Correct gesignaleerd	Vals alarm / voldoet niet aan definitie
Niet gesignaleerd / Uitgesloten	Gemist, niet gesignaleerd in de gebruikte bronnen	Correct uitgesloten

In dit onderzoek is ervoor gekozen om meerdere databronnen te gebruiken, zodat er zoveel mogelijk branden gesignaleerd worden. Per bron zijn de zoekcriteria daarom ook ruim opgezet (zie bijlage B voor de gebruikte zoektermen). Dit resulteert in meer gesignaleerde branden, maar ook in meer valse alarmen. Dit was een bewuste keuze om er voor te zorgen dat het aantal relevante branden dat niet gesignaleerd wordt, tot een minimum beperkt wordt. Deze keuze betekent dat er na de beoordeling van de gesignaleerde branden door de onderzoekers van NIPV en TBO relatief veel gesignaleerde branden worden uitgesloten, omdat die branden niet aan de definitie blijken te voldoen. Naar verwachting resulteert deze werkwijze in een zo compleet mogelijke en relevante signaleringslijst.

3.1.1.2 Bronnen voor het signaleren van branden

Gebouwbranden met zonnepanelen zijn in dit onderzoek door middel van een of meer van de volgende bronnen gesignaleerd:

LiveOp (TBO-vragenlijst)

LiveOp is de tool waarmee een onderzoeker van TBO de TBO-vragenlijst kan invullen in het kader van landelijk brandonderzoek. Deze bron bevat de meest betrouwbare informatie, omdat de brandonderzoekers zelf aangeven wanneer er bij een brand een PV-installatie betrokken was.

Geïntegreerd Meldkamer Systeem (GMS)

Het NIPV heeft toegang tot brandweerincidenten in het Geïntegreerd Meldkamer Systeem. Dit systeem wordt landelijk door de meldkamers gebruikt voor het aansturen van de hulpdiensten. Hierin kan door de centralist ook aangegeven worden wanneer het een incident met zonnepanelen betreft, bijvoorbeeld "BR Woning (met zonnepanelen)". Voordelen van deze bron zijn dat er makkelijk een geautomatiseerd proces voor gemaakt kan worden om gebouwbranden met PV-installaties te identificeren, en dat er landelijk gemonitord kan worden. Een nadeel is dat het GMS-systeem met name informatie bevat over de initiële melding. Er is dus enige verificatie nodig of er bij een incident daadwerkelijk sprake was van een gebouwbrand en/of een betrokken PV-installatie. Zie Bijlage B voor de in dit onderzoek gebruikte GMS-filters.

OBI4WAN (mediaberichten)

OBI4WAN is een tool waarmee (sociale) media gescand kunnen worden met behulp van specifieke zoektermen (zie bijlage B). Elk mediabericht dat deze zoektermen bevat, wordt weergegeven in OBI4WAN. De mediaberichten bevatten vaak informatie over de datum en

locatie van de brand (zonder huisnummer) en een (summiere) beschrijving van de brand, dikwijls ondersteund met beeldmateriaal. Een onzekere factor bij deze bron is dat de foto's en teksten uit mediaberichten vaak wel informatie geven over de aanwezigheid van een PV-installatie, maar lang niet altijd duidelijkheid geven over de betrokkenheid van een PV-installatie.

Stichting Salvage

Het NIPV wisselt data uit met Stichting Salvage (<https://stichtingsalvage.nl/>) die bij de nazorg van branden ook registreert of de PV-installatie de (vermoedelijke) oorzaak was (zie bijlage B).

Overig

Het komt voor dat collega's en anderen uit het netwerk van het NIPV contact opnemen met de onderzoekers en hen wijzen op een brand die voor het onderzoek van belang kan zijn. Meestal gebeurt dit via telefoon, WhatsApp of e-mail.

3.1.1.3 Na het signaleren

Veel van de branden in dit onderzoek zijn via meer dan één van deze vijf methoden gesignaleerd. Zo kwam het bijvoorbeeld vaak voor dat een brand die in GMS was geregistreerd, ook via de media (OBI4WAN) was gesignaleerd. Een combinatie van meerdere bronnen verhoogt de betrouwbaarheid van de signalering.

De branden die met behulp van bovengenoemde bronnen worden gesignaleerd en die mogelijk voor het onderzoek van belang zijn, worden in de zogeheten 'signaleringslijst' geplaatst. Dit is een Excel-lijst waarin onder andere de datum en locatie van de brand worden geregistreerd, evenals een beknopte beschrijving van de brand en de bron waarmee de brand is gesignaleerd.

Na signalering van een brand wordt via berichten in de media en/of Google Maps beoordeeld of het waarschijnlijk is dat bij de brand een PV-installatie betrokken was. Door contact op te nemen met de betreffende veiligheidsregio (bijvoorbeeld de betrokken TBO'er, bevelvoerder of officier van dienst) wordt hier zo nodig meer duidelijkheid over verkregen. Als hieruit blijkt dat bij een brand toch geen PV-installatie betrokken was, wordt deze brand uit de signaleringslijst gehaald en verplaatst naar de lijst met uitgesloten branden. Deze uitgesloten branden worden ook bijgehouden om dubbeltellingen te voorkomen.

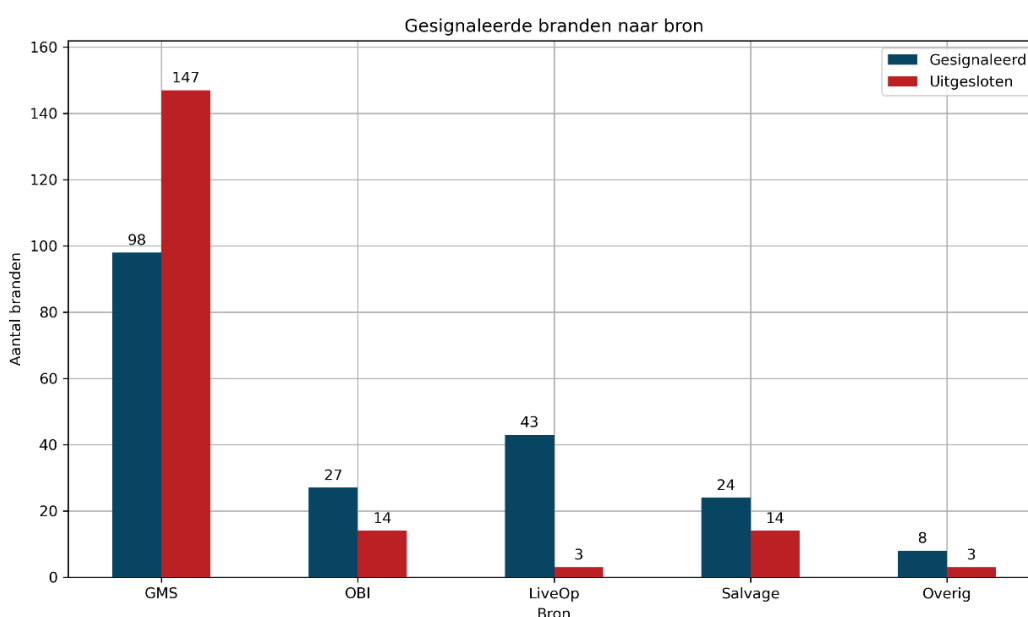
3.1.1.4 Aantal signaleringen in de onderzoeksperiode

De dataverzameling liep van 1 november 2022 t/m 31 oktober 2023. In deze tijd zijn er in totaal 327 gebouwbranden met zonnepanelen gesignaleerd. Hiervan voldeden er 152 aan de criteria voor opname in de database (zie Afbakening in de Inleiding, p.5); de overige 175 branden zijn uitgesloten.

In figuur 1.1 is per signaleringsbron weergegeven hoeveel branden zijn gesignaleerd die voldeden aan de criteria, en hoeveel branden zijn uitgesloten omdat ze niet aan de criteria bleken te voldoen. Hierbij wordt opgemerkt dat:

- > verscheidene branden via meer dan één bron zijn gesignaleerd en zodoende meer dan eenmaal in deze grafiek zijn opgenomen (er is dus overlap, waardoor het totaal aantal branden in deze grafiek hoger is dan het werkelijke aantal),

- > de branden in deze grafiek die via 'overige' bronnen zijn gesignaleerd, niet ook via een van de andere bronnen zijn gesignaleerd,
- > de 3 uitgesloten branden waarvoor een TBO-vragenlijst is ingevuld, branden betroffen die toch niet aan de criteria voor dit onderzoek bleken te voldoen (zie Afbakening in de Inleiding, p.5), namelijk:
 - de zonnepanelen bevonden zich niet op of aan het gebouw; en/of
 - de PV-installatie was ten tijde van de brand niet geïnstalleerd en in bedrijf, en/of
 - zonnepanelen en/of andere onderdelen van de PV-installatie hebben niet gebrand.



Figuur 1.1 Gesignaleerde branden per signaleringsbron

3.1.1.5 Aanvullende gegevens verzamelen over branden

Voor alle branden die op de hierboven beschreven wijze zijn gesignaleerd, wordt vervolgens gecontroleerd of er al een TBO-vragenlijst voor is ingevuld. Voor de branden waarvoor dat nog niet is gebeurd, neemt een onderzoeker van het NIPV contact op met de (coördinator van de) brandonderzoekers in de desbetreffende veiligheidsregio met het verzoek om de TBO-vragenlijst over die brand in te vullen of in te laten vullen. In de signaleringslijst wordt per brand geregistreerd of de TBO-vragenlijst is ingevuld of niet.

De TBO-vragenlijst kan door verschillende functionarissen worden ingevuld: door een lid van het Team Brandonderzoek (TBO) maar ook door een brandweermedewerker die aanwezig was bij de inzet (meestal de bevelvoerder of officier van dienst).

Zie bijlage A voor de inhoud van de TBO-database.

3.1.2 Database gebouwbranden met zonnepanelen

De database gebouwbranden met zonnepanelen is opgenomen in het landelijke Datawarehouse (DWH) van het NIPV. In tabel 1.2 zijn de belangrijkste onderwerpen van de database gebouwbranden met zonnepanelen weergegeven. In bijlage A is de volledige inhoud van de database opgenomen.

Tabel 1.2 Overzicht inhoud database gebouwbranden met zonnepanelen

Onderwerp	Informatie o.a.
Algemene informatie	Datum, tijd, locatie
Gebouw	Gebruiksfunctie
Brand	Oorzaak, object waarin brand is ontstaan
Inzet	Veiligstellen PV-installatie
PV-installatie	Aangetaste onderdelen PV-installatie, locatie zonnepanelen

3.2 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. In paragraaf 2.1 wordt het aantal gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, beschreven. Paragraaf 2.2 behandelt de gebruiksfunctie van het gebouw. Paragraaf 2.3 beschrijft enkele kenmerken van de brand. Paragraaf 2.4 behandelt diverse aspecten van de PV-installatie die bij de brand betrokken was, alsmede de eventuele verspreiding van resten van zonnecellen in de omgeving als gevolg van de brand. Paragraaf 2.5 gaat in op enkele aspecten van de brandbestrijding. Waar mogelijk wordt aan het eind van deze paragrafen onderlinge verbanden tussen verschillende aspecten van de branden nader geanalyseerd.

3.2.1 Aantal branden

In de periode 1 november 2022 t/m 31 oktober 2023 voldeden er 152 branden aan de criteria voor opname in de database gebouwbranden met zonnepanelen (zie Afbakening in de Inleiding, p.5):

- > de zonnepanelen bevonden zich op of aan het gebouw
- > de PV-installatie was ten tijde van de brand geïnstalleerd en in bedrijf, en
- > zonnepanelen en/of andere onderdelen van de PV-installatie hebben gebrand.

Uit de dataverzameling *Kerncijfers Incidenten*⁴ blijkt dat er in de onderzoeksperiode in Nederland ruim 7.000 gemelde woningbranden waren en ruim 3.000 gemelde overige gebouwbranden. Voor zowel woningbranden als overige gebouwbranden was het aandeel branden met een betrokken PV-installatie ongeveer 1%. Het CBS meldt dat er in 2023 in totaal 2.807.590 PV-installaties in Nederland waren (exclusief PV-installaties op velden en water).⁵ Dit betekent dat in de onderzoeksperiode bij benadering ca 0,005% van de PV-installaties op/aan gebouwen betrokken was bij een gebouwbrand. Hierbij wordt opgemerkt dat de onderzoeksperiode één jaar betreft en dat de uitkomsten niet gezien kunnen worden als gemiddeld en algemeen geldend voor meerdere jaren. Ook is het denkbaar dat in de komende jaren het aandeel van branden waarbij een PV-installatie betrokken is, zal stijgen, bijvoorbeeld als gevolg van veroudering van bestaande PV-installaties.

Voor 70 van de 152 branden die voldeden aan de criteria, is de vragenlijst ingevuld (de respons bedroeg dus 46%). Deze 70 branden zijn opgenomen in de database gebouwbranden met zonnepanelen en zijn in de navolgende rapportage verwerkt.

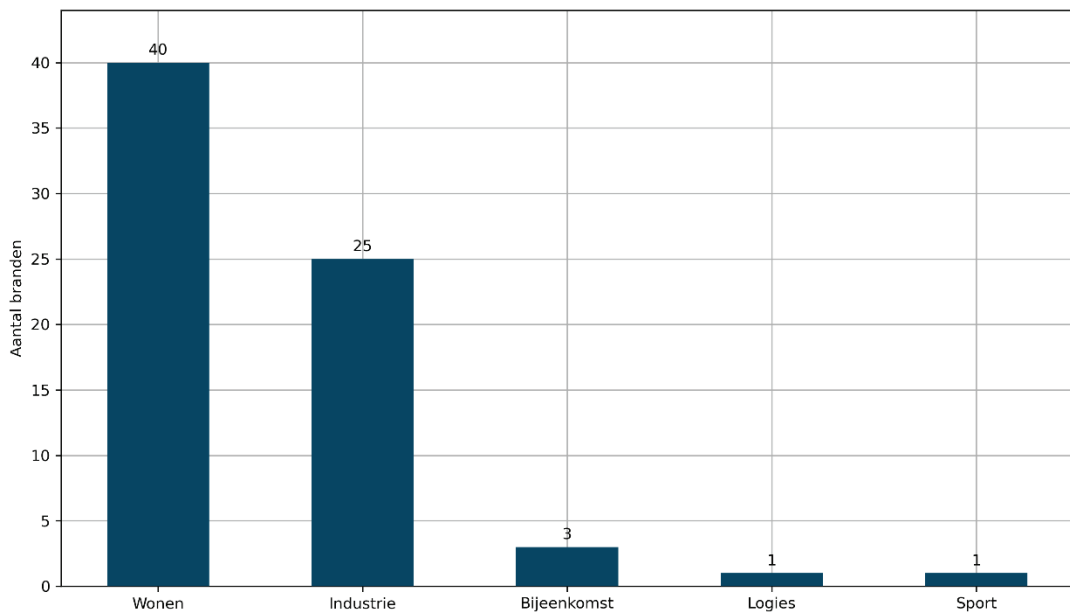
⁴ NIPV Kerncijfers Veiligheidsregio's, Kerncijfers incidenten: <https://kerncijfers.nipv.nl/mosaic/kerncijfers-veiligheidsregio-s/kerncijfers-incidenten-2>.

⁵ Bron: CBS, <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85005NED/table?ts=1713952970828>.

3.2.2 Gebouw

Voor de gebruiksfunctie van de gebouwen is uitgegaan van de functies in de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG).⁶ Meer dan de helft van de 70 branden in de database 'gebouwbranden met zonnepanelen' betrof de gebruiksfunctie 'wonen' (57%). Zie figuur 2.1. De gebouwbrand met de functie 'sport' betrof een brand in een voetbalclubhuis met zonnepanelen op het dak.

Dat de meeste van de 70 branden woningbranden waren, is in lijn met de verwachting op basis van de bovengenoemde *Kerncijfers Incidenten*⁴, waaruit blijkt dat in de onderzoeksperiode ca 70% van alle gebouwbranden woningbranden waren.

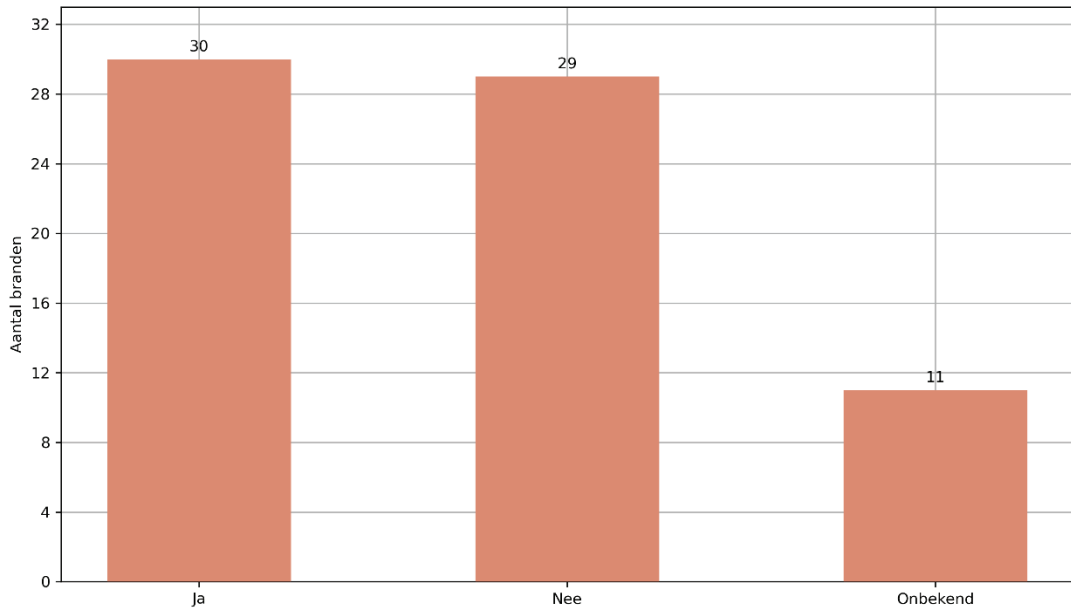


Figuur 2.1 Aantal branden met betrokken PV-installatie per gebruiksfunctie

3.2.3 Brand

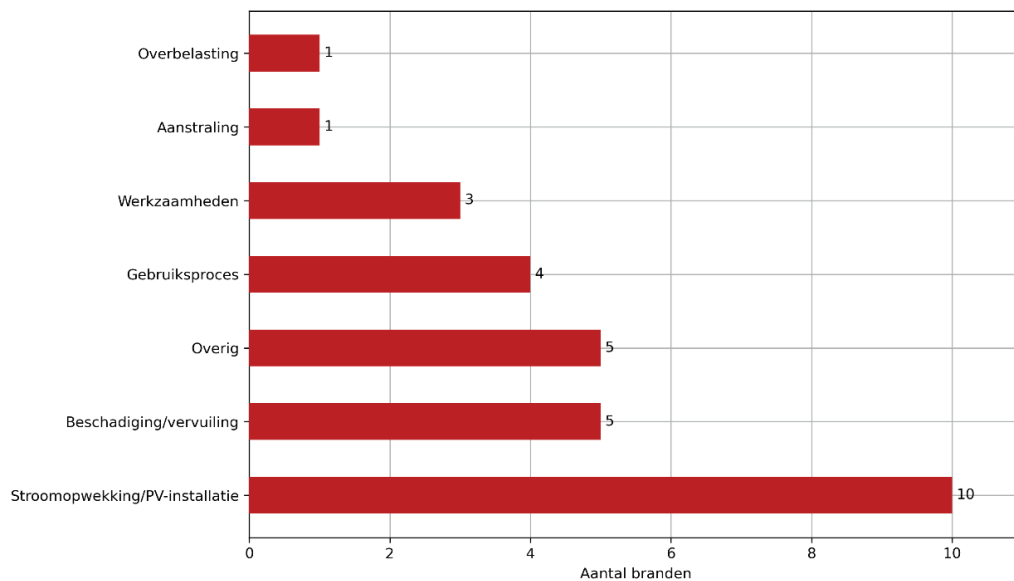
In figuur 2.2 is weergegeven in welk object de brand is ontstaan. Van de 70 branden zijn er 30 ontstaan in (een onderdeel van) de PV-installatie. In 29 gevallen ontstond de brand in een ander brandobject. Van 11 van de 70 branden is onbekend of de brand in de PV-installatie is ontstaan.

⁶ <https://www.kadaster.nl/zakelijk/registraties/basisregistraties/bag>.



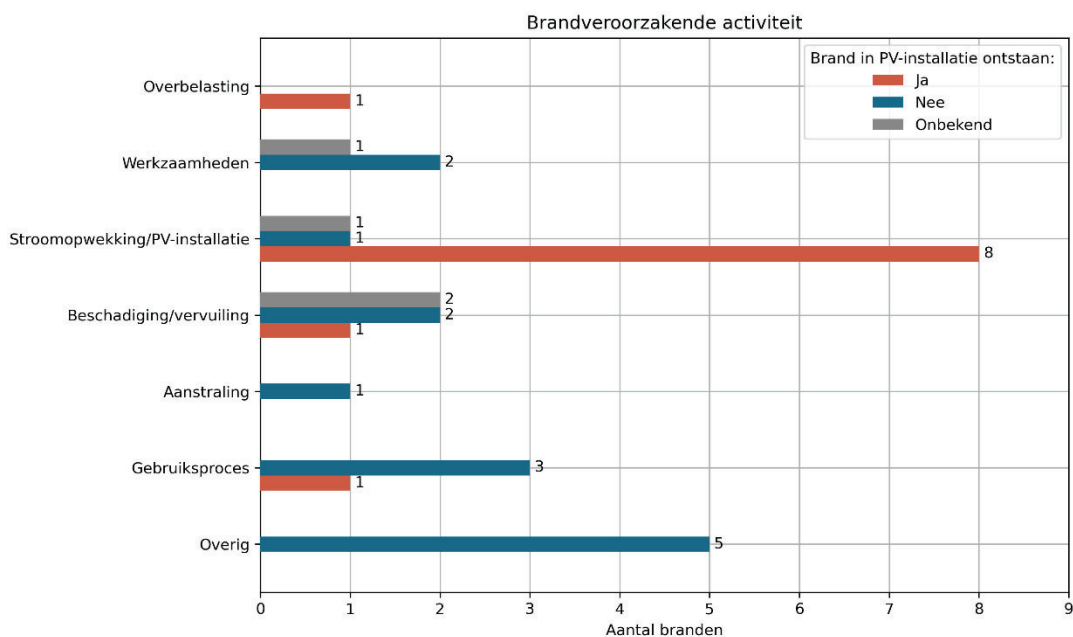
Figuur 2.2 Object waarin de brand is ontstaan: de PV-installatie ('ja') of een ander object ('nee')

In figuur 2.3 is, voor zover bekend, het proces weergegeven dat direct heeft geleid tot het ontstaan van de brand, in dit rapport de 'brandveroorzakende activiteit' genoemd. Voor 41 van de 70 (56%) branden kon geen brandveroorzakende activiteit worden vastgesteld.



Figuur 2.3 Brandveroorzakende activiteit

Als meest voorkomende brandveroorzakende activiteit is 'stroomopwekking' opgegeven. 'Beschadiging/vervuiling' kan bijvoorbeeld beschadiging, een slecht contact of stofophoping in een apparaat of elektrische installatie zijn; 'gebruiksproces' houdt verkeerd gebruik van een apparaat of elektrische installatie in.



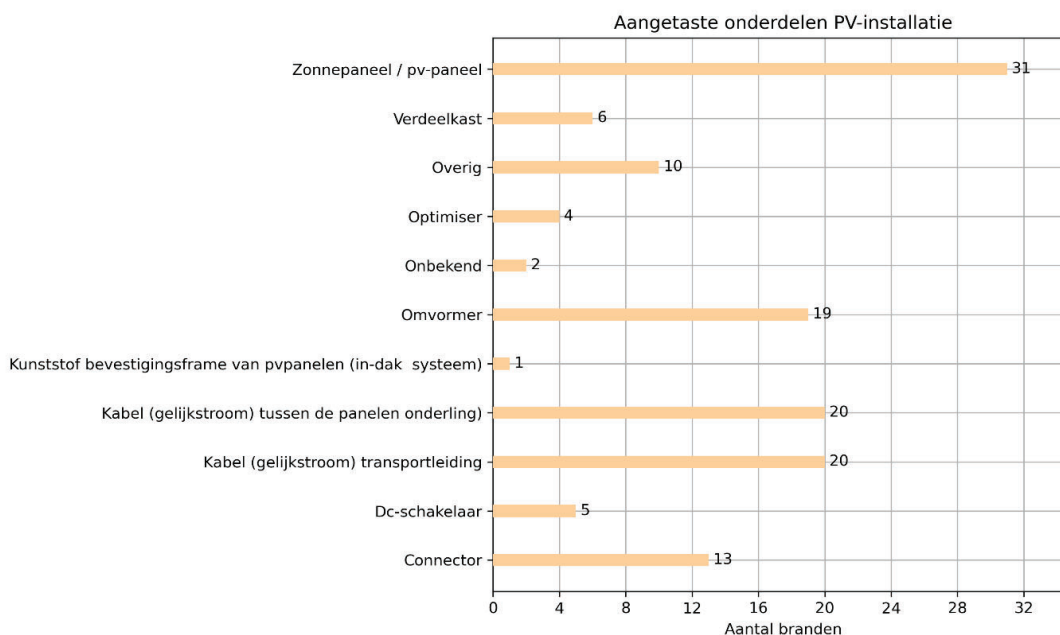
Figuur 2.4 Brandveroorzakende activiteit gecategoriseerd naar object waarin de brand is ontstaan

In figuur 2.4 is de brandveroorzakende activiteit gerelateerd aan het object waarin de brand is ontstaan (in de PV-installatie / niet in de PV-installatie / onbekend). Uit de figuur blijkt dat dat het merendeel van de branden waarvoor was ingevuld dat deze door ‘stroomopwekking / PV-installatie’ waren veroorzaakt, in de PV-installatie is ontstaan. Verder komt geen relatie naar voren tussen de brandveroorzakende activiteit en het object waarin de brand is ontstaan.

3.2.4 PV-installatie

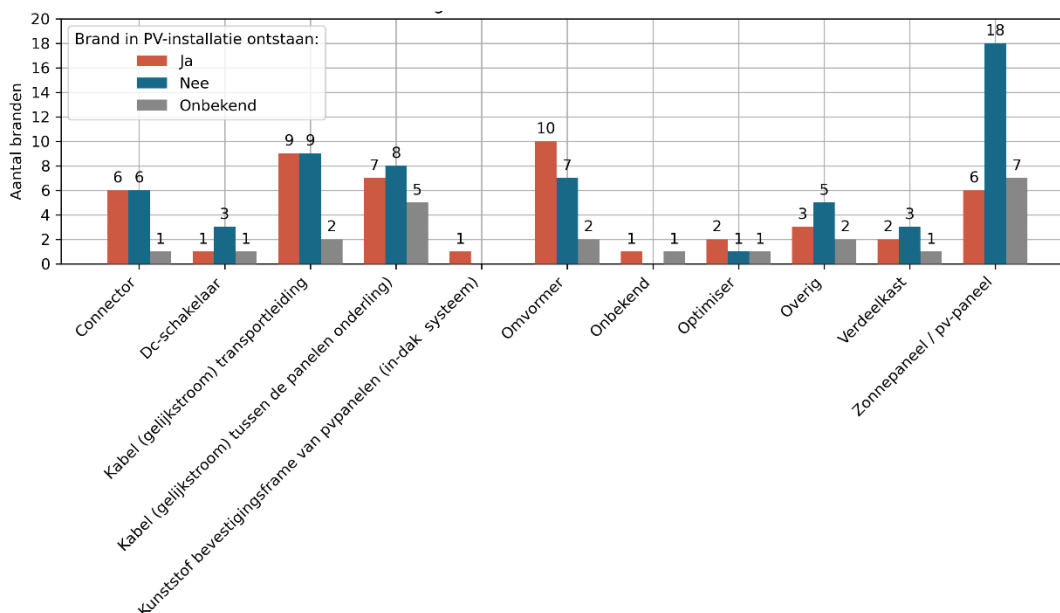
Aangetaste onderdelen van de PV-installatie

In figuur 2.5 is te zien welke onderdelen van de PV-installatie door de brand waren aangetast. Per brand konden meerdere onderdelen aangetast zijn, waardoor het totaal in de figuur 2.5 meer dan 70 branden bedraagt. In de figuur is te zien dat voor 31 van de branden ingevuld is dat hierbij de zonnepanelen waren aangetast.



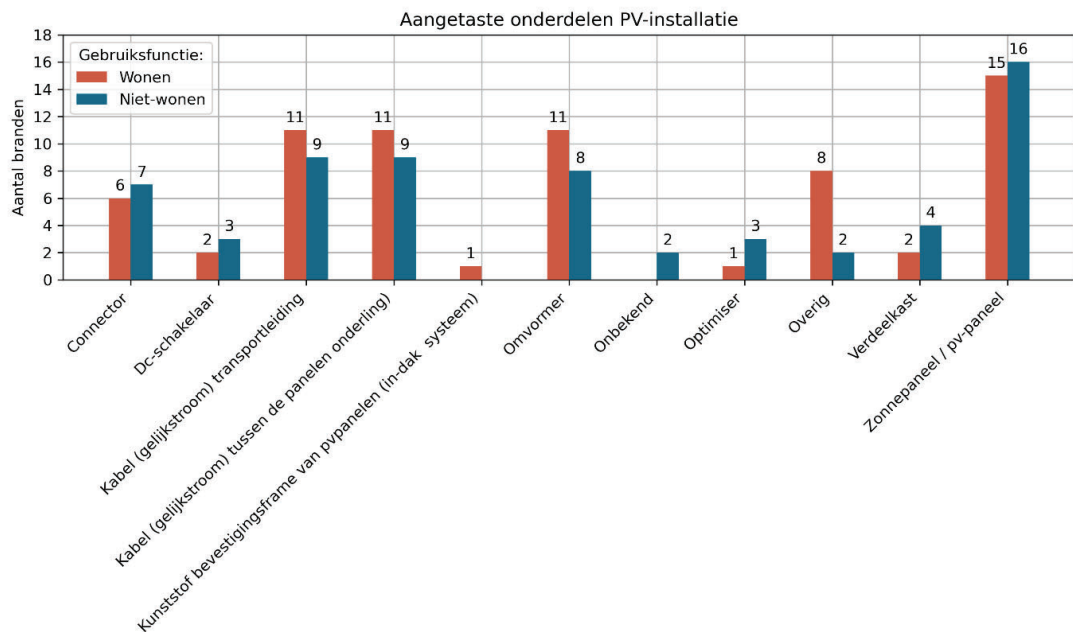
Figuur 2.5 Door de brand aangetaste onderdelen van de PV-installatie

In figuur 2.6 zijn de onderdelen van de PV-installatie die door de brand waren aangetast, gerelateerd aan het object waarin de brand was ontstaan (in de PV-installatie / niet in de PV installatie / onbekend). Uit deze figuur komt geen relatie naar voren tussen het object waarin de brand is ontstaan en de onderdelen van de PV-installatie die door de brand waren aangetast. Wel kan worden opgemerkt dat branden waarbij de zonnepanelen waren aangetast, relatief vaak niet in de PV-installatie zijn ontstaan.



Figuur 2.6 Door de brand aangetaste onderdelen van de PV-installatie, gecategoriseerd naar object waarin de brand is ontstaan

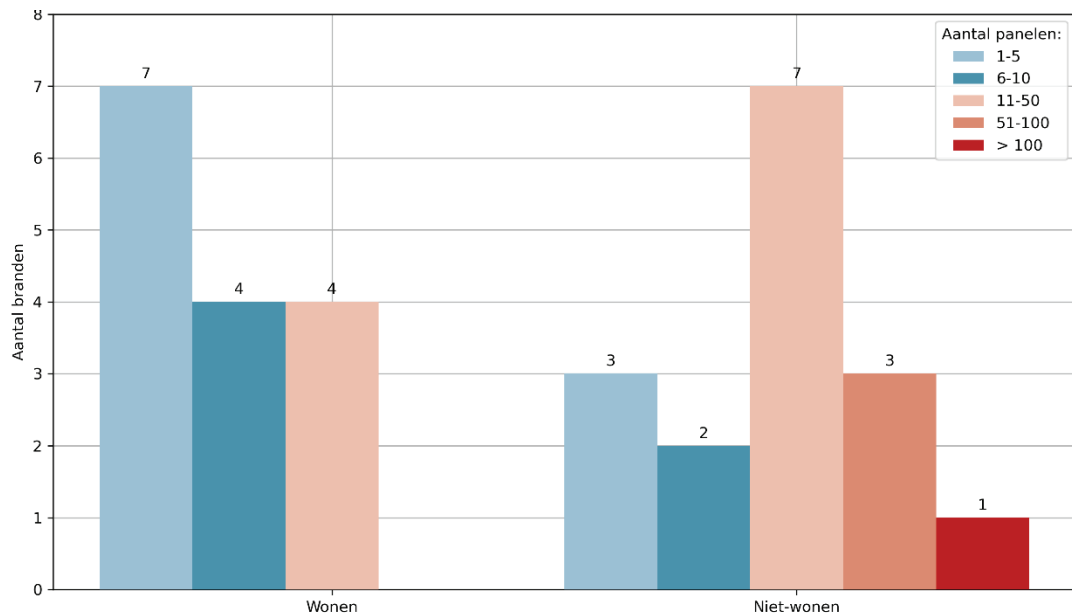
In figuur 2.7 zijn de door brand aangetaste onderdelen van de PV-installatie gerelateerd aan de gebruiksfunctie van het gebouw (wonen / niet-wonen). Uit deze figuur is geen relatie af te leiden tussen de gebruiksfunctie van het gebouw en de onderdelen van de PV-installatie die door de brand werden aangetast.



Figuur 2.7 Door de brand aangetaste onderdelen van de PV-installatie, gecategoriseerd naar de gebruiksfunctie van het gebouw

Aangetaste zonnepanelen

Zoals in figuur 2.5 is te zien, waren er 31 branden waarbij de zonnepanelen door de brand waren aangetast. In figuur 2.8 is weergegeven hoeveel zonnepanelen door de brand werden aangetast, uitgesplitst naar de gebruiksfunctie van het gebouw: wonen (ingevuld voor 15 van de 40 branden) en niet-wonen (ingevuld voor 16 van de 30 branden).



Figuur 2.8 Aantal branden gecategoriseerd naar het aantal aangetaste panelen en de gebruiksfunctie van het gebouw

De vraag welk type (of merk) zonnepanelen door de brand was aangetast, is in totaal 18 maal beantwoord. In 15 van deze 18 gevallen was onbekend om welk type zonnepanelen het ging, in 3 gevallen ging het om kristallijne zonnepanelen (van verschillende merken).

Locatie van door brand aangetaste zonnepanelen

In tabel 2.1 is weergegeven waar de door de brand aangetaste zonnepanelen zich bevonden, in relatie tot de vraag of de brand in de PV-installatie was ontstaan of niet. Hierin is te zien dat in alle gevallen de zonnepanelen op het dak waren geplaatst of waren geïntegreerd in de dakconstructie. Bij geen van de branden ging het om zonnepanelen die tegen de gevel waren geïnstalleerd of in de gevel waren geïntegreerd.

Tabel 2.1 Locatie van de door brand aangetaste zonnepanelen

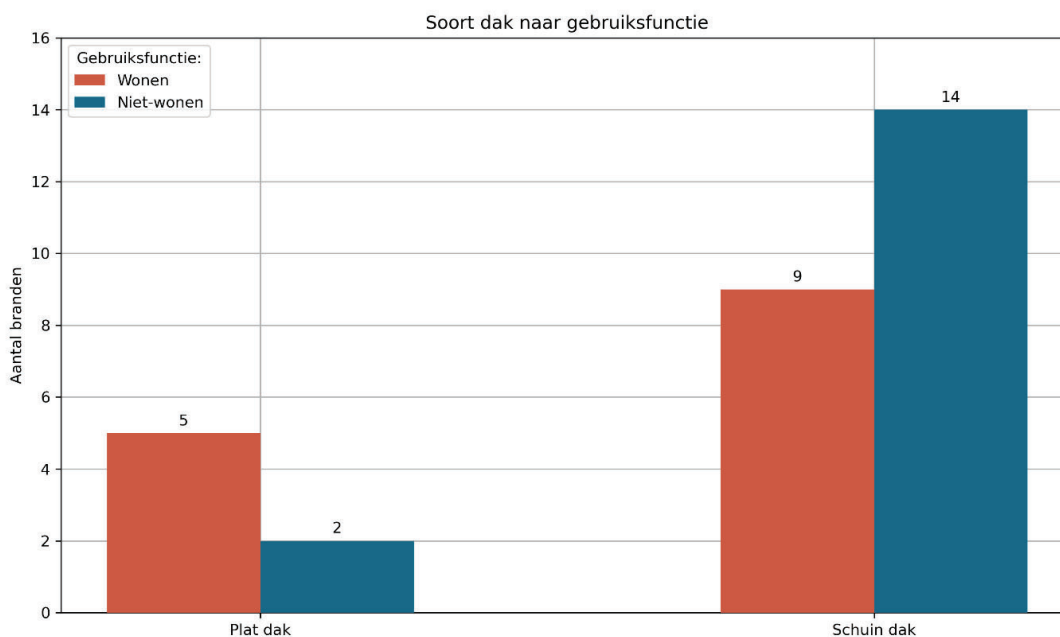
Locatie aangetaste zonnepanelen	Op dak geplaatst	Geïntegreerd in dakconstructie	Tegen gevel geplaatst	Geïntegreerd in gevelconstructie
Brand ontstaan in PV-installatie	3	3	0	0
Brand niet ontstaan in PV-installatie	18	0	0	0
Onbekend of brand in PV-installatie is ontstaan	7	0	0	0
<i>Totaal</i>	<i>28</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

In tabel 2.2 is weergegeven of de door brand aangetaste zonnepanelen op een plat of op een hellend dak waren geplaatst (voor 1 brand was deze vraag niet ingevuld); hierbij is tevens aangegeven of de zonnepanelen op het dak geplaatst waren of in de dakconstructie waren geïntegreerd.

Tabel 2.2 Helling van dak met door brand aangetaste zonnepanelen

Soort dak	Aantal branden	Waarvan Op dak geplaatst	Waarvan geïntegreerd in dakconstructie
Schuin dak	23	21	2
Plat dak	7	7	0

In figuur 2.9 is de helling van het dak waarop of waarin de zonnepanelen waren geplaatst, gerelateerd aan de gebruiksfunctie van het gebouw. Hieruit is geen relatie af te leiden tussen de helling van het dak waarop de door brand aangetaste zonnepanelen waren geplaatst, en de gebruiksfunctie van het gebouw.

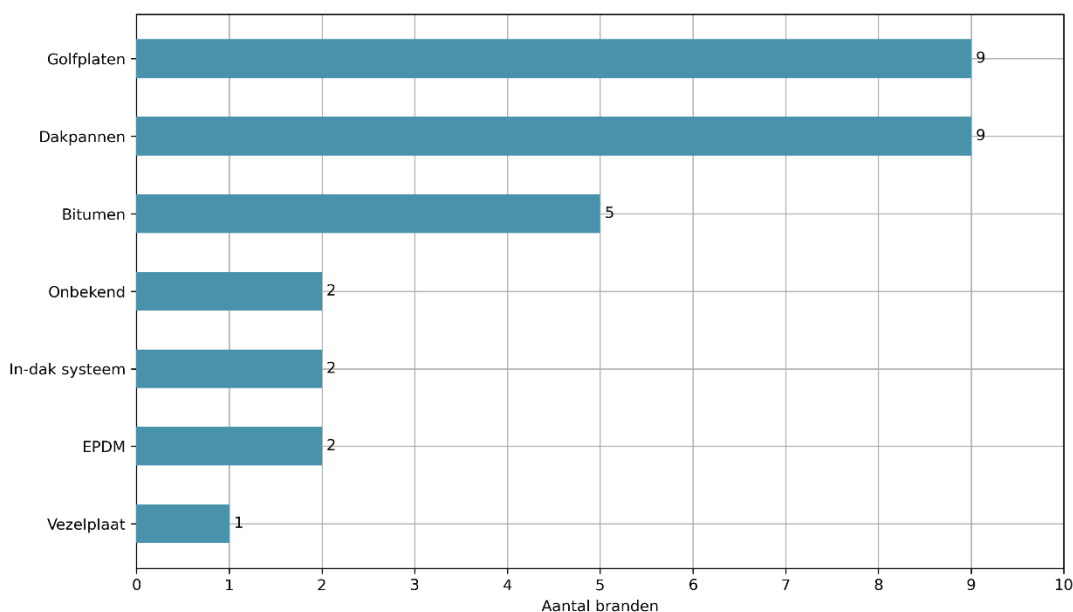


Figuur 2.9 Helling van het dak gecategoriseerd naar gebruiksfunctie van gebouw met door brand aangetaste zonnepanelen

Dakbedekking en dakisolatie van gebouwen met door brand aangetaste zonnepanelen

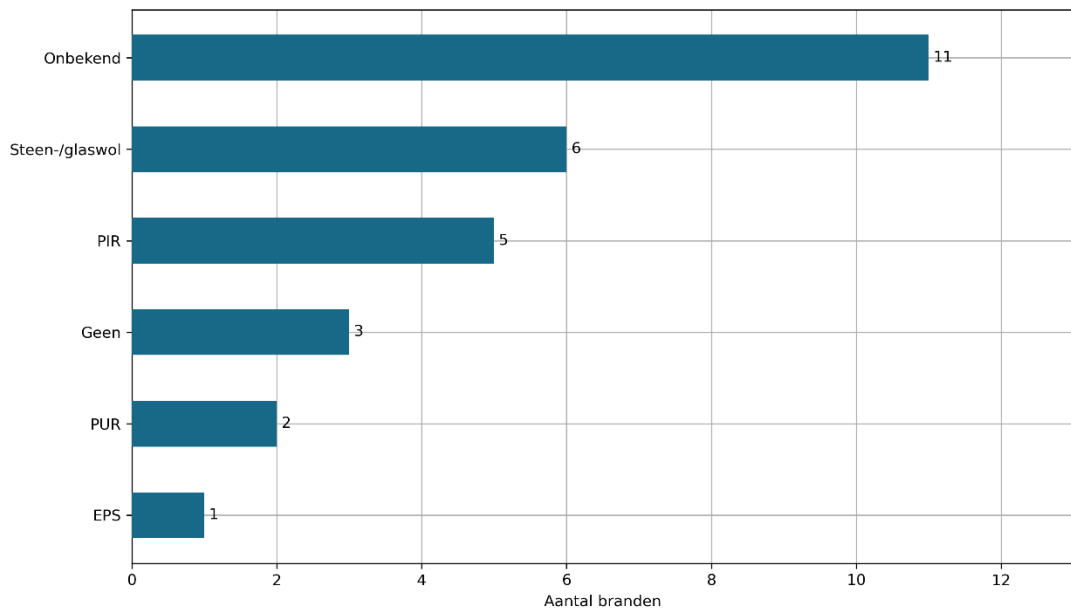
Voor de 31 branden waarbij zonnepanelen door de brand waren aangetast (alle op of in het dak geplaatst), is gevraagd naar de dakbedekking en de dakisolatie.

Zoals in figuur 2.10 te zien is, bestond de dakbedekking veelal uit dakpannen, golfplaten of bitumen. In 2 gevallen was er sprake van een in-dak PV-installatie. Voor 1 brand was deze vraag niet ingevuld.



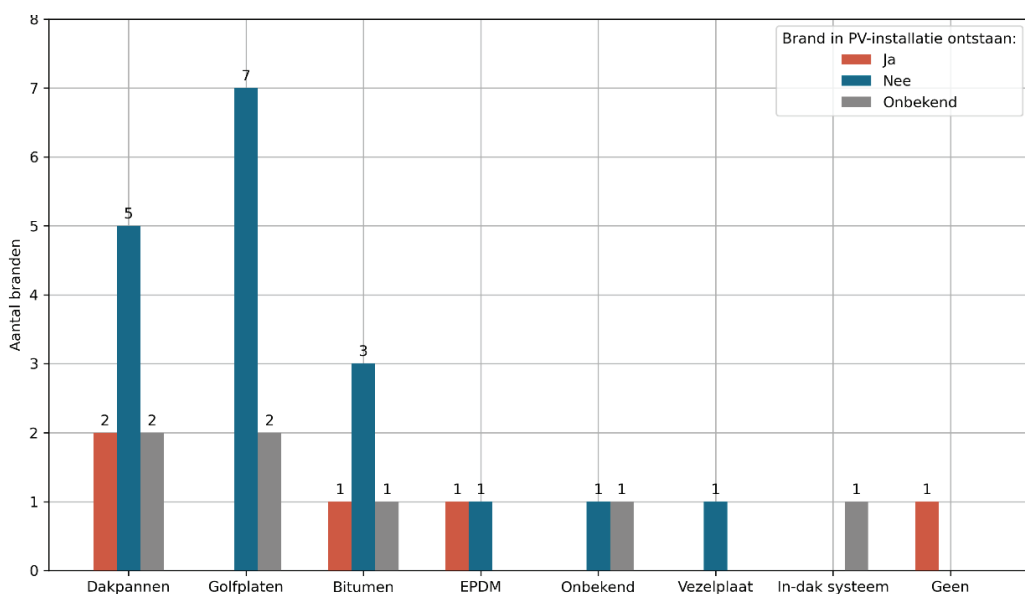
Figuur 2.10 Aantal branden met aangetaste zonnepanelen gecategoriseerd naar soort dakbedekking

Het soort dakisolatie was bij 11 branden onbekend. Voor 3 branden was deze vraag niet ingevuld. Zie figuur 2.11.



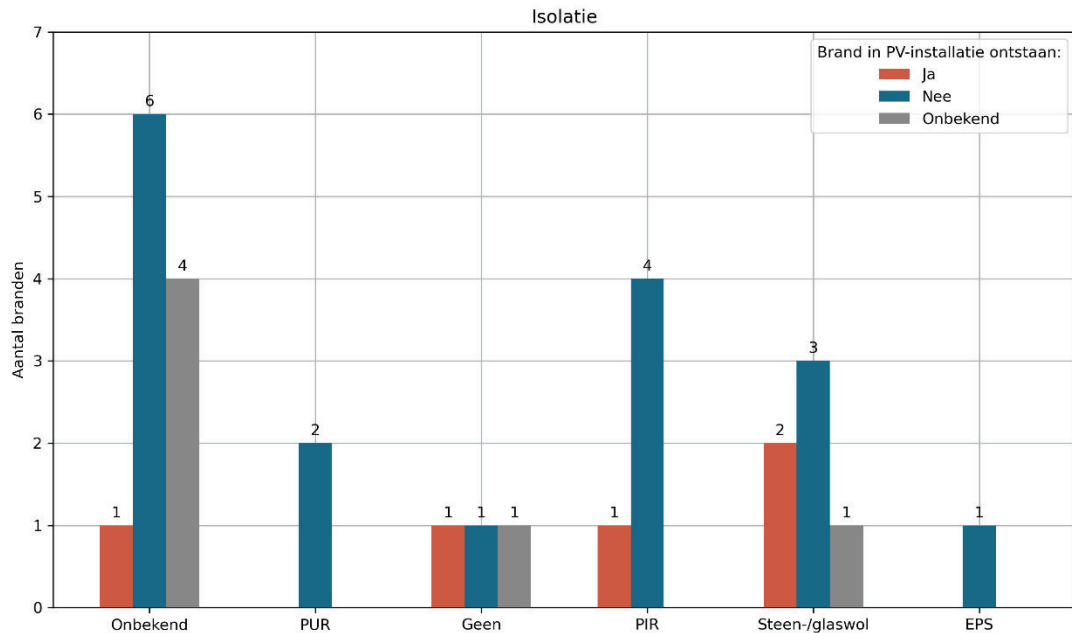
Figuur 2.11 Aantal branden met aangetaste zonnepanelen gecategoriseerd naar soort dakisolatie

In figuur 2.12 is voor de 31 branden waarbij de zonnepanelen zijn aangetast, de dakbedekking van het gebouw gerelateerd aan het object waar in de brand was ontstaan (in de PV-installatie / niet in de PV installatie / onbekend). Voor 1 brand is deze vraag niet ingevuld. Bij de branden die in de PV-installatie zijn ontstaan, bestond de dakbedekking voor zover bekend uit dakpannen (2), bitumen (1) of EPDM (1). Uit deze figuur is geen relatie af te leiden tussen de dakbedekking en het object waarin de brand is ontstaan.



Figuur 2.12 Dakbedekking bij branden met aangetaste zonnepanelen, gecategoriseerd naar object waarin de brand is ontstaan

In figuur 2.13 is voor de branden waarbij de zonnepanelen waren aangetast, de dakisolatie van het gebouw gerelateerd aan het object waar in de brand was ontstaan (in de PV-installatie / niet in de PV-installatie / onbekend). Uit deze figuur blijkt geen relatie tussen de dakisolatie en het object waarin de brand is ontstaan.



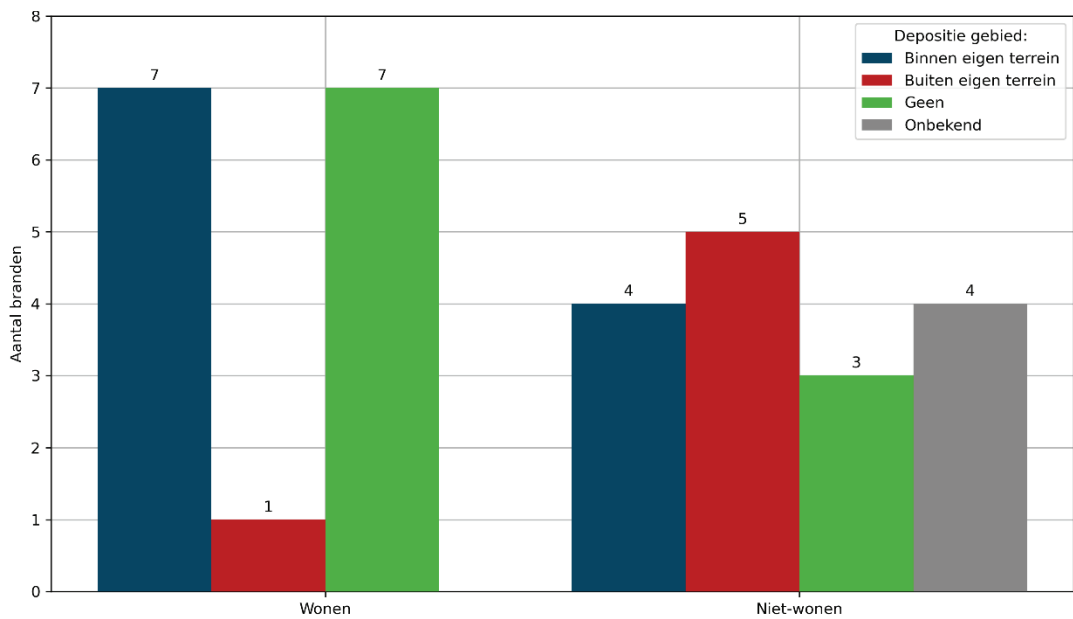
Figuur 2.13 Dakisolatie bij branden met aangetaste zonnepanelen, gecategoriseerd naar object waarin de brand is ontstaan

3.2.4.1 Depositie bij branden met zonnepanelen

Bij branden waarbij zonnepanelen betrokken zijn, kunnen verbrande en onverbrande resten van de zonnepanelen door grote warmteontwikkeling ver in de omgeving verspreid worden.⁷ Dit wordt depositie genoemd. In figuur 2.14 is weergegeven of (en in welke mate) er depositie van resten van zonnepanelen had plaatsgevonden bij de 31 branden waarbij de zonnepanelen waren aangetast. Er is onderscheid gemaakt tussen branden van woningen en niet-woningen.

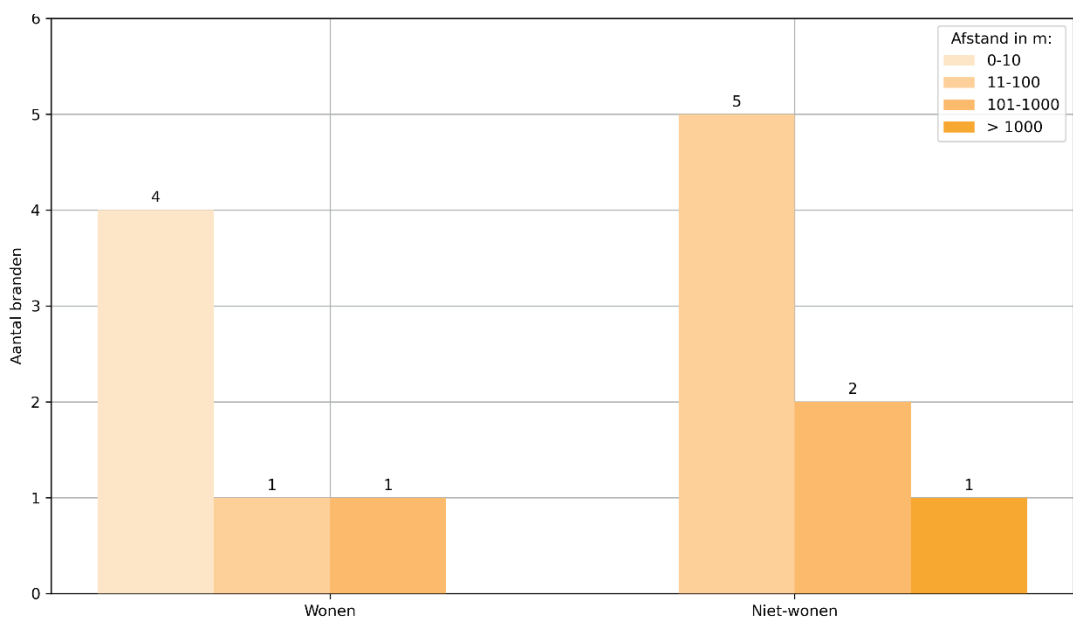
Bij 17 branden heeft er depositie van resten van zonnepanelen plaatsgevonden, waarvan 6 keer depositie buiten het eigen terrein. Dat laatste gebeurde 1 maal bij een brand met de gebruiksfunctie 'wonen' en 5 maal bij 'niet-wonen'. Hierbij moet worden opgemerkt dat 'eigen terrein' zeer verschillend van afmeting kan zijn, afhankelijk van het perceel en het soort gebouw.

⁷ NIPV (2020) [Vooronderzoek](#) depositie bij branden met zonnepanelen; NIPV (2021) [Depositie bij branden met zonnepanelen](#); NIPV (2023) [Factsheet depositie bij branden met zonnepanelen](#).



Figuur 2.14 Depositie bij branden met aangetaste zonnepanelen, gecategoriseerd naar gebruiksfunctie en locatie van de depositie

Voor de 17 branden waarbij depositie was waargenomen, is gevraagd naar de geschatte afstand waarover de resten van zonnepanelen waren aangetroffen; dit is weergegeven in figuur 2.15. In 3 gevallen kon geen schatting gemaakt worden van de depositieafstand.



Figuur 2.15 Geschatte afstand van depositie bij branden met aangetaste zonnepanelen, naar gebruiksfunctie ingedeeld

3.2.5 Brandbestrijding

Invloed van zonnepanelen op brandbestrijding of brandverloop

Bij 6 branden is vermeld dat de PV-installatie een negatieve invloed had op het brandverloop of de brandbestrijding. Bij 2 van deze branden bemoeilijkten de zonnepanelen de bereikbaarheid van de brandhaard; bij 2 andere branden moesten enkele zonnepanelen verwijderd worden, wat de inzet lastiger maakte.

Daarnaast zagen de brandweermensen het gevaar in van mogelijke spanning op de zonnepanelen. Daarover werd het volgende gezegd:

“Het was onbekend of de panelen, ondanks afschakelen, nog steeds actief waren. De bekabeling lag bloot dus er was mogelijk nog een potentieel gevaar. Om dit uit te sluiten hebben we een installateur ter plaatse gevraagd”.

“Door het blijven leveren van vermogen door de panelen, bleef de verdeelinrichting warm.”

Bij 33 branden hadden de zonnepanelen geen invloed op het brandverloop of de brandbestrijding; bij de overige branden was dit onbekend of niet ingevuld.

Na de brand: maatregelen om de PV-installatie veilig te stellen

Om de PV-installatie veilig te stellen na de brand zijn in 30 van de 70 inzetten aanvullende maatregelen genomen. De brandweer heeft onder andere 18 keer (onderdelen van) de PV-installatie spanningsloos gemaakt door het verwijderen van een of meerdere zonnepanelen (5 keer), de hulp van een installateur of monteur in te roepen (8 keer), kabels door te knippen of los te koppelen (10 keer) en de omvormer uit te schakelen (2 keer).

3.3 Conclusie

Het NIPV heeft een landelijke database opgezet voor gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was. In deze 'database gebouwbranden met zonnepanelen' zijn gedurende één jaar (1 november 2022 tot en met 31 oktober 2023) diverse gegevens verzameld over 70 van de 152 gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was. Dit was mogelijk dankzij nauwe samenwerking met de onderzoekers van de Teams Brandonderzoek en andere brandweerfunctionarissen van de betreffende veiligheidsregio's.

- > In de onderzoeksperiode bedroeg het aantal gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, ca 1% van het totale aantal gebouwbranden; dit geldt zowel voor woningbranden als voor overige gebouwbranden.⁸ In de onderzoeksperiode was ca 0,005% van de PV-installaties op/aan gebouwen bij een gebouwbrand betrokken.⁹

Over de 70 branden in de database gebouwbranden met zonnepanelen kan het volgende opgemerkt worden.

- > Meer dan de helft van deze gebouwbranden (57%) betrof branden in woningen; dit is in lijn met de *Kerncijfers Incidenten*⁹ waaruit blijkt dat in de onderzoeksperiode meer dan de helft (ca 70%) van alle gebouwbranden woningbranden waren.
- > De 70 gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, ontstonden voor zover bekend ongeveer even vaak wel, als niet in de PV-installatie.
- > Bij deze branden werden diverse onderdelen van de PV-installatie aangetast door de brand. In alle gevallen waarbij zonnepanelen door de brand waren aangetast (31), waren de zonnepanelen op het dak geplaatst (28) of in het dak geïntegreerd (3).
- > Bij 9% van de 70 gebouwbranden ondervond de brandweer bij de brandbestrijding hinder van de aanwezigheid van zonnepanelen.
- > Bij 43% de 70 gebouwbranden heeft de brandweer specifieke maatregelen getroffen om de PV-installatie veilig te stellen na de brand.
- > Bij 13% van de gebouwbranden waarbij zonnepanelen waren aangetast (31), zijn resten van zonnepanelen verder dan 100 m in de omgeving verspreid (depositie).

Het doel van de database en het structureel verzamelen van data over gebouwbranden met PV-installaties is meer inzicht te verkrijgen in de rol die PV-installaties (mogelijk) spelen bij het ontstaan en het verloop van gebouwbranden. Hierover zijn op basis van dit onderzoek nog geen conclusies te trekken, aangezien de dataverzameling een korte periode betreft en een beperkt aantal branden. De conclusies die hierboven over de 70 branden in de onderzoeksperiode van één jaar getrokken zijn, hebben dus geen algemene geldigheid.

Om wel algemene conclusies over de rol van PV-installaties in het ontstaan en verloop van gebouwbranden te kunnen trekken, is het noodzakelijk de dataverzameling gedurende enkele jaren vol te houden.

⁸ Gebaseerd op de Kerncijfers incidenten, zie NIPV: <https://kerncijfers.nipv.nl/mosaic/kerncijfers-veiligheidsregio-s/kerncijfers-incidenten-2>.

⁹ Gebaseerd op data van het CBS: <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85005NED/table?ts=1713952970828>.

3.4 Beschouwing

Dit soort onderzoek staat of valt met de registratie. Als een brand niet juist of niet herkenbaar wordt geregistreerd en geclassificeerd, werkt dat door in de signalering en de kwaliteit van de data.

Met de in dit onderzoek gebruikte methode worden zoveel mogelijk van alle gebouwbranden waarbij een PV-installatie betrokken was, gesignaleerd. Een volledige dekking wordt hiermee echter niet gegarandeerd omdat de signalering onvermijdelijk beperkingen heeft. Denk hierbij aan het volgende:

- > GMS is bedoeld om eenheden van de hulpdiensten aan te sturen en bevat dus alleen branden waarbij de brandweer is gealarmeerd. Daarnaast bevat GMS met name initiële en op dat moment van belang zijnde informatie over een incident. Het kan voorkomen dat er zonnepanelen of andere onderdelen van een PV-installatie betrokken zijn geweest bij een brand maar dat dat niet geregistreerd is, of vice versa. Het NIPV heeft toegang tot een beperkt deel van het GMS-systeem, waardoor relevantie informatie mogelijk niet inzichtelijk is.
- > Lang niet alle gebouwbranden met PV-installaties worden in de (sociale) media vermeld. Naar verwachting zullen met name kleinere branden niet in de media terechtkomen en dus ook niet worden opgenomen in OBI4WAN.
- > Salvage registreert de betrokkenheid van een PV-installatie alleen als een vermoedelijke brandoorzaak; deze hoeft niet hetzelfde te zijn als de brandoorzaak volgens het TBO dat de brand heeft onderzocht. Algemene betrokkenheid van de PV-installatie wordt op dit moment niet als zodanig gemeld.
- > Niet alle branden worden door een TBO onderzocht.

Voor de data over de gebouwbranden met PV-installaties is het NIPV afhankelijk van de gegevens die de brandonderzoekers van de TBO's, betrokken bevelvoerders of officieren van dienst via de TBO-vragenlijst verstrekken. Zij vormen de belangrijkste bron van informatie over de betreffende branden, gebouwen en PV-installaties. Het NIPV hecht hier veel waarde aan en beschouwt de door hen verstrekte gegevens als onmisbaar. Het invullen van de TBO-vragenlijst kost echter de nodige tijd en uitzoekwerk, wat het invullen gezien de beperkte capaciteit van de TBO-leden niet altijd haalbaar maakt.

4 WP 1.2 Onderzoek naar oorzaken bij branden met betrokkenheid van zonne-energiesystemen

Voor die branden waarbij er een vermoeden is dat het zonne-energiesysteem een rol speelde bij het ontstaan van de brand is tot nu toe slechts zeer beperkt vastgesteld wat de precieze brandoorzaak is geweest. Voldoende detail ontbreekt om een gedetailleerde analyse te maken van welk onderdeel in het PV systeem de brand heeft veroorzaakt en welke omstandigheden hebben geleid tot de ontsteking. Deze kennis is van essentieel belang om te begrijpen welke mitigerende maatregelen moeten worden genomen om branden te voorkomen.

Door in de afhandeling van branden hier extra onderzoek naar te doen zijn waarschijnlijk waardevolle inzichten te verkrijgen. Welke essentiële gegevens er nodig zijn voor een nuttige analyse zal ook onderdeel zijn van het onderzoek.

Gedacht kan worden aan het verzamelen van algemene systeem en gebouweigenschappen zoals:

- indak/opdak systeem, type panelen, type omvormer, configuratie panelen, type dakbedekking, schaduw op panelen, etc...
- Specifieker onderzoeken van de periode voorafgaand aan de brand en de brand zelf
- monitoringsdata van het PV-systeem, weersomstandigheden, beeldmateriaal dat tijdens de brand is gemaakt, interview met gebouweigenaar/installateur PV systeem, etc...
- Inspectie- en reparatie historie

In eerste instantie zijn historische branden onderzocht. Hierbij werden de rapporten van TNO en NIPV als basis gebruikt en aangevuld met relevante gegevens van de betreffende branden.

Activiteiten door TNO binnen dit project:

1. Verzamelen gegevens (internet, contact met instanties, gebruiker, verzekeraar)
2. Modelleren van de schaduw situatie, waar relevant
3. Gegevens omvormers downloaden en verwerken, waar mogelijk en interpretatie
4. Onderzoek op locatie
5. Overall analyse en interpretatie
6. Rapportage van de onderzoeksresultaten

Voorafgaand aan het project werd ingeschat dat:

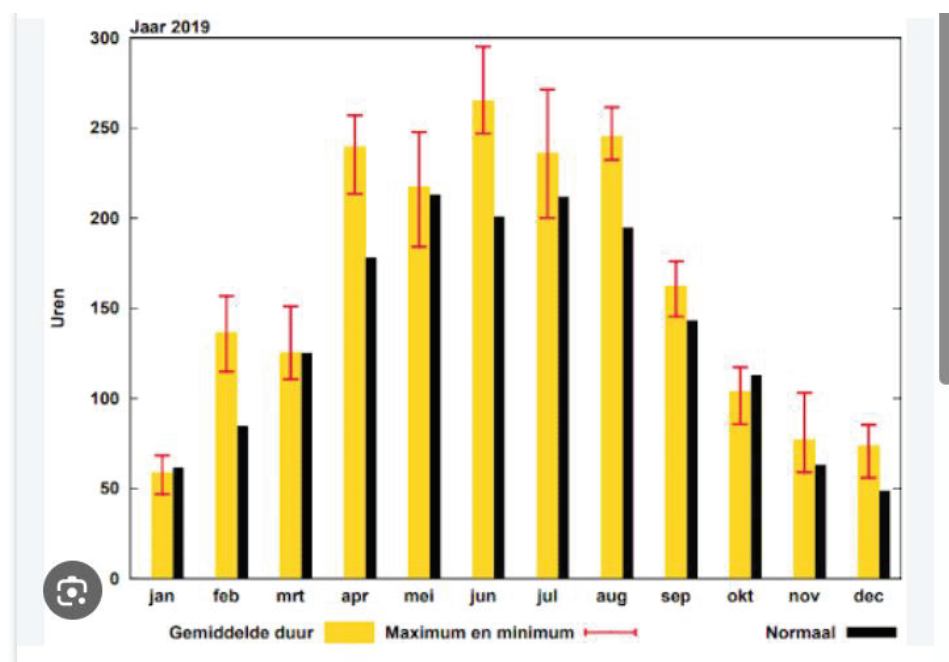
- Er 30 historische branden konden worden onderzocht en 4 nieuwe gedurende de looptijd van het project
- In 1/3 van de situaties een complexe schaduw had opgetreden waarvoor voor de analyse modellering nodig is
- Er 5 historische locaties waren waar nog gegevens van omvormer terug te halen zijn
- 4 locaties ter plekke zouden worden geschouwd

4.1 Resultaten

4.1.1 Historische branden

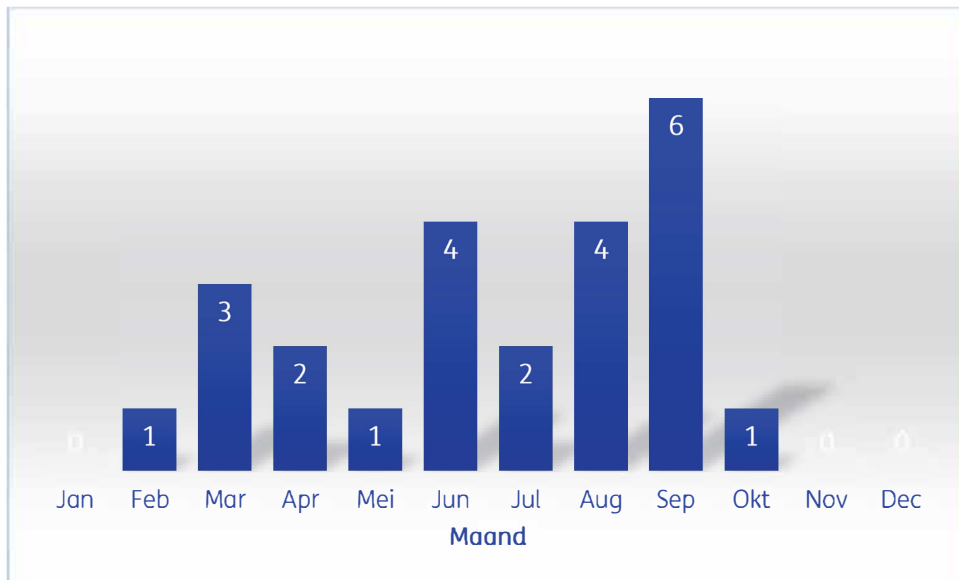
Op basis van gegevens van internet zijn 24 branden gevonden waarbij zonnepanelen aanwezig waren. Deze branden vonden plaats tussen 5 september 2020 en 4 oktober 2022.

Eerst is gekeken naar de verdeling van de branden over het jaar. De verwachting is dat het aantal branden schaalst met de instraling omdat bij hogere instraling de zonnepanelen meer energie leveren en dus de energie in bijvoorbeeld vlambogen hoger is en daarmee de kans op brand toeneemt. De instraling per maand voor Nederland is gegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Verdeling van de zoninstraling per maand. (data van KNMI; grafiek van PolderPV)

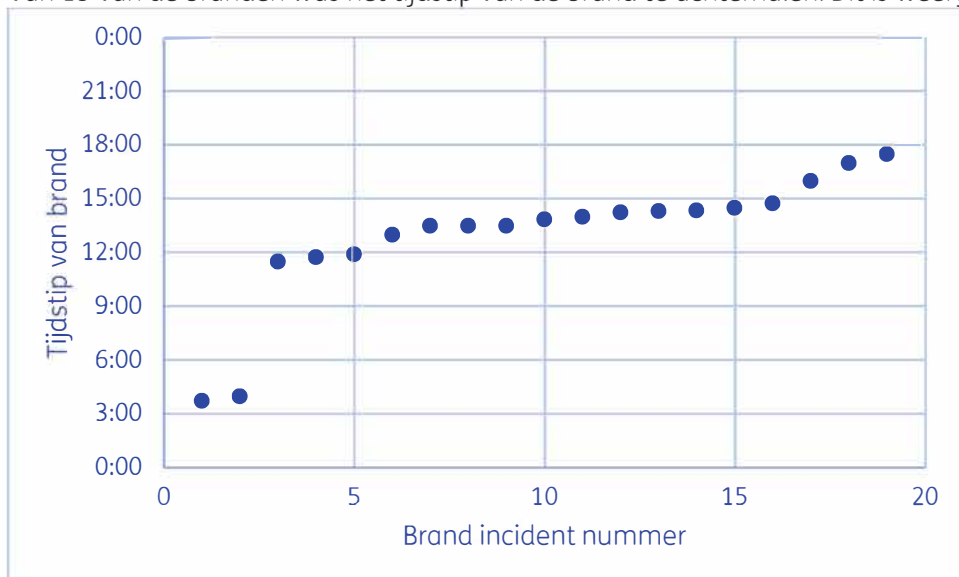
De verdeling van de branden over het jaar is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Verdeling van de historische branden over het jaar.

Hoewel dus verwacht zou kunnen worden dat de meeste branden plaatsvinden in de zomermaanden als de instraling het hoogste is, is er niet een directe relatie met de instraling te zien. Wel zijn er in totaal in de maanden juni-sep meer branden dan in de andere maanden samen. Dit kan komen door de beperkte statistiek in de data. Daarnaast betreft het hier alle branden waar zonnepanelen bij betrokken waren, dus ook branden waarbij het zonnepanelen systeem niet de oorzaak was. Dit kon slechts in een beperkt aantal gevallen uit de informatie worden gehaald en was daarnaast niet door een expert bevestigd. Deze informatie is dan ook niet meegenomen in de analyse. Wat wel te zien is is dat er in de winter eigenlijk geen branden geweest zijn. Echter is ook hier de statistiek beperkt en kunnen geen eenduidige conclusies worden getrokken. Hiervoor is meer data nodig.

Van 19 van de branden was het tijdstip van de brand te achterhalen. Dit is weergegeven in



Figuur 3: Verdeling van het tijdstip van de branden over de dag.

Hier is ondanks de beperkte data wel een duidelijke trend zichtbaar. De meeste branden vinden plaats tussen 12 uur en 18 uur, als de instraling en temperatuur hoog zijn.

Op basis van deze gegevens kunnen er verder geen conclusies worden getrokken. Door het ontbreken van adresgegevens kon er geen contact worden opgenomen met de betrokken partijen en kon er geen aanvullende informatie achterhaald worden.

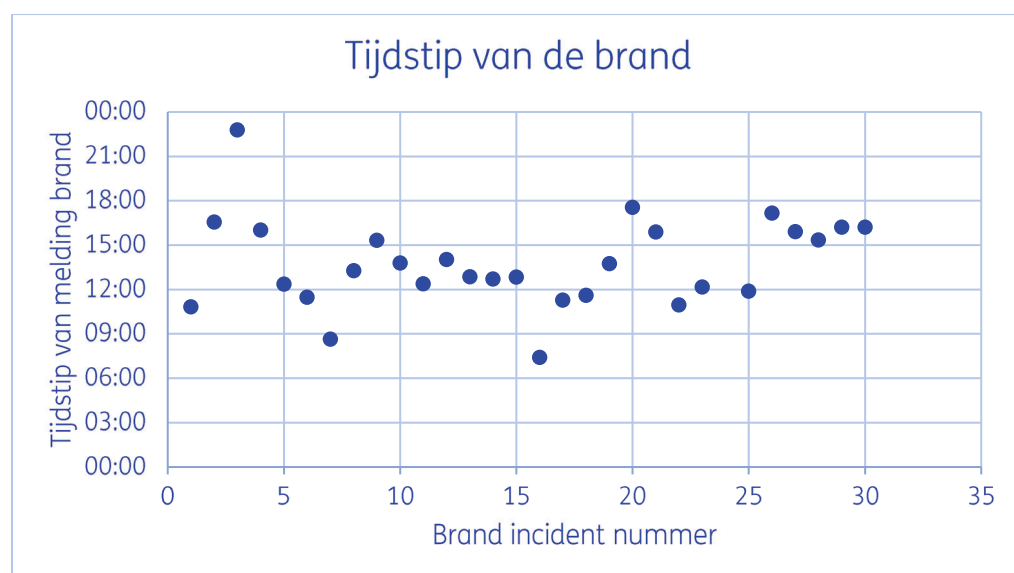
Een overzicht van de branden met links naar de informatie is te vinden in Bijlage C.

4.1.2 Nieuwe branden

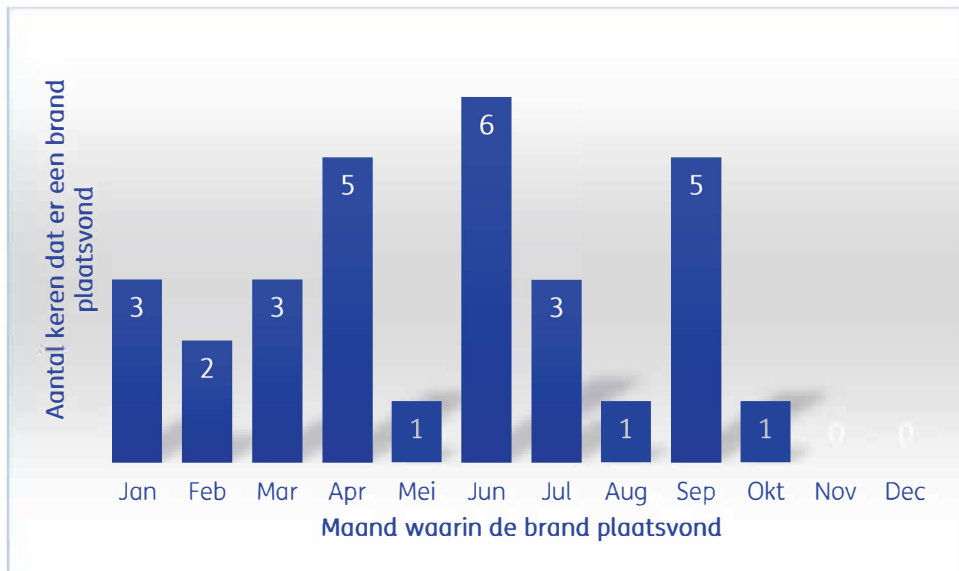
Van de branden uit de database zoals opgezet door NIPV (zie paragraaf 3.1), is gekeken van welke branden er meer informatie te achterhalen is. Dit is gedaan door te kijken naar filmpjes en foto's op internet. Daarnaast zijn via het KNMI de weerscondities op het tijdstip van de brand verzameld.

4.1.2.1 Moment van de branden

Van de branden waarbij is vastgesteld dat ze in het PV systeem ontstaan zijn is gekeken op welk tijdstip van de dag de branden plaatsvonden, zie figuur 4. Net als bij de historische branden is ook bij deze branden te zien dat de meeste branden tussen 12 en 18 uur plaatsvonden. Dit is in lijn met de verwachting dat er in ieder geval instraling op de panelen moet zijn om een brandrisico te hebben. Daarnaast is het te verwachten dat het risico groter is naarmate de hoeveelheid instraling toeneemt. Voor zuid georiënteerde systemen zal dit midden op de dag zijn. Bij Oost-West georiënteerde systemen in de ochtend en in de middag. Er lijken wat meer branden later in de middag te zijn dan in de ochtend, maar door de beperkte hoeveelheid data is dit niet meer dan een eerste indicatie.



Figuur 4: Tijdstip waarop de branden plaatsvonden.

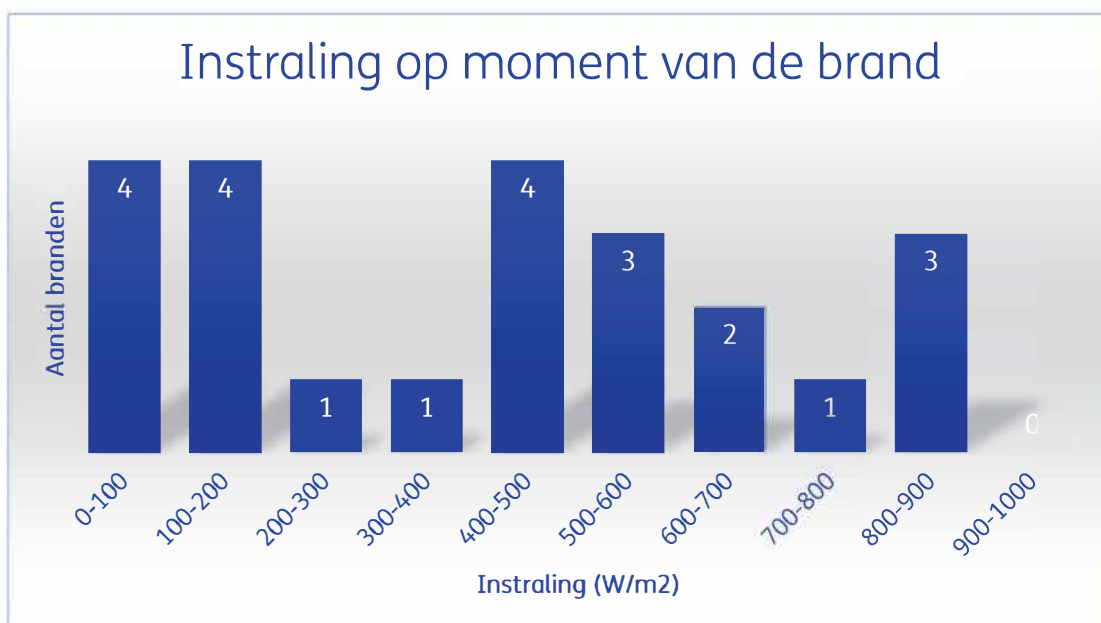


Figuur 5: verdeling van de branden over het jaar.

Als het brandrisico schaalt met de hoeveelheid instraling zouden er in de zomer meer branden moeten plaatsvinden dan in de winter. Hoewel er in juni relatief veel branden plaats hebben gevonden is er niet een eenduidige trend te zien. In november en december zijn er geen branden geregistreerd.

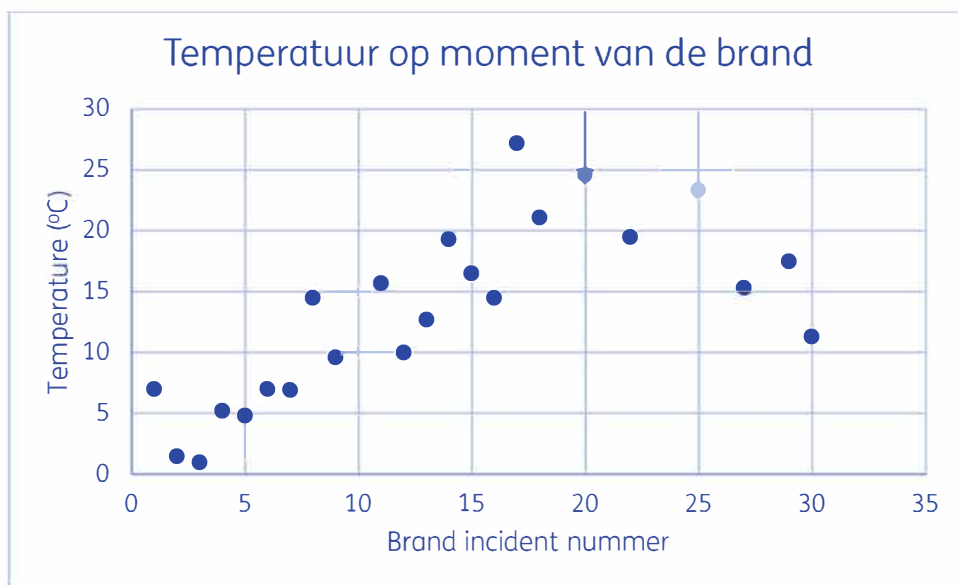
4.1.2.2 Weerscondities

Van 22 branden uit de database periode 1 november 2022 t/m 31 oktober 2023 waarvan is aangegeven dat ze veroorzaakt zijn door het PV systeem zelf is gekeken naar de weerdata van een nabijgelegen meteo station. Voor de andere 8 branden waar het PV systeem als oorzaak werd genoemd was geen meteo station in de buurt en die branden zijn niet in onderstaande analyse opgenomen.



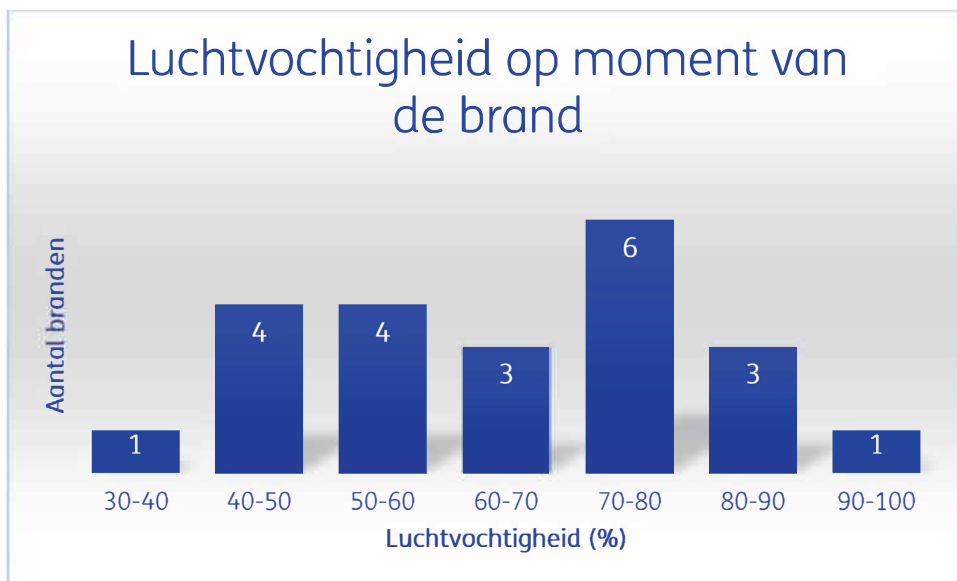
Figuur 6: verdeling van het aantal branden over de instraling op het moment van de brand.

Figuur 6 geeft het aantal branden per instralingsinterval op het moment van de brand. Voor een instraling tussen 0 en 100 W/m² waren er 4 branden die geclassificeerd zijn als veroorzaakt door het PV systeem. Ook in het gebied tussen 100 en 200, en 400-500 W/m² waren 4 branden geregistreerd met een oorzaak in het PV systeem. In de overige intervallen zijn minder dan 3 branden geregistreerd. Uit deze verdeling is niet op te maken dat de branden vooral plaatsvinden bij hoge instralingsniveaus.



Figuur 7: Temperatuur op het moment van de brand.

Figuur 5 blijkt al dat er het hele jaar door branden plaatsvinden en dus zal de omgevingstemperatuur op het moment van de brand ook over een breed gebied variëren. Dit is te zien in figuur 7, waar de omgevingstemperatuur loopt van net boven het vriespunt tot circa 25 graden Celsius. Er lijkt dus ook geen trend te zijn dat er meer branden plaatsvinden op warme dagen.



Figuur 8: Luchtvochtigheid op het moment van de brand.

Luchtvochtigheid kan een rol spelen bij het ontstaan van vlambogen die weer kunnen leiden tot het ontstaan van brand. Van de branden met het PV als oorzaak is de luchtvochtigheid weergegeven in figuur 8. Het aantal branden bij een luchtvochtigheid van 70-80 % is wat hoger dan in de andere intervallen, maar er kan nog niet geconcludeerd worden dat dit significant hoger is. Daarnaast zijn de aantal voor de hogere luchtvochtigheid intervallen weer lager.



Figuur 9: Regen in mm gedurende de 4 dagen voorafgaand aan de brand.

Door veelvuldige regenval voorafgaand aan de brand kunnen er mogelijk plassen op het dak staan waar bekabeling en connectoren in kunnen liggen. Vandaar dat er ook gekeken is naar de cumulatieve hoeveelheid neerslag in de 4 dagen voorafgaand aan de brand. Deze data is weergegeven in figuur 9. Hierin is te zien dat er voorafgaand aan een aantal branden aanzienlijk wat regen gevallen was, maar er is geen trend te zien dat na veel regenval er meer branden geweest zijn.

4.1.3 Onderzoek op locatie

Via Team Brandonderzoek

Om onderzoek op locatie te kunnen doen is er via het NIPV een verzoek uitgegaan naar de verschillende veiligheidsregio's en de Team Brand Onderzoek (TBO) in die regio's met het verzoek om contact op te nemen met TNO in geval er een brand onderzocht zou worden waar zonnepanelen bij betrokken waren. Van belang hierbij was dat er snel contact zou worden opgenomen zodat TNO ter plaatste zou kunnen kijken voordat er opruim- en herstelwerkzaamheden zouden worden verricht. Daarnaast zou TNO van het TBO ter plaatse mogelijk nog aanvullende informatie kunnen krijgen en zou TNO het TBO kunnen helpen bij het opsporen van de mogelijke oorzaak als deze zich in het PV systeem zou bevinden. Ook zou een vroege betrokkenheid de mogelijkheid geven om eventueel beschikbare omvormer data veilig te stellen voor verder onderzoek. In totaal is TNO 4 keer benaderd door een TBO. In 3 van de gevallen betrof het een brand die 's nacht had plaatsgevonden, waardoor het onwaarschijnlijk is dat de oorzaak in het PV systeem zou zitten en in 1 geval betrof het een drijvend zonnepark, dat buiten de scope van dit onderzoek valt.

Via Stichting Salvage

Stichting Salvage wordt in veel gevallen ingeschakeld bij het opruimen van de brandlocatie. Ook dit zou een mogelijkheid bieden voor TNO om de brandlocaties te bezoeken en onderzoek te doen naar de oorzaak van de branden. Via NIPV heeft TNO contact gezocht met Salvage. Helaas waren ze niet bereid aan dit onderzoek mee te werken, maar Salvage heeft wel een contact doorgegeven bij een toedrachtsonderzoekbureau dat veel onderzoek doet voor verzekeraars.

Via toedrachtsonderzoekbureau

Er is contact gezocht met een toedrachtsonderzoekbureau dat veel onderzoek doet voor verzekeraars. De contactpersoon heeft het verzoek binnen de Technisch Onderzoekers Particuliere Sector – kortweg TOPS, besproken. Daaruit is gebleken dat de brandonderzoekers van de particuliere onderzoeksbureaus best willen meewerken aan het onderzoek. Echter niet zonder toestemming van onze opdrachtgevers.

Dit betrof dan medewerking met betrekking tot het opzoeken van oude branden waar PV bij betrokken is dan wel het onderzoek doen op locatie. TNO heeft toen meer informatie gestuurd, maar ondanks herhaalde verzoeken om reactie is er helaas geen reactie meer geweest.

Via een enquête

Hoewel de database adresgegevens van de branden bevat mogen die wettelijk gezien niet gebruikt worden om meer informatie over de branden te krijgen. TNO heeft daarom gekeken naar branden die via (social) media gevonden konden worden. Uiteindelijk zijn 17 branden gevonden waar het adres achterhaald kon worden door video's en foto's van (social) media te bekijken, samen met de genoemde plaats en straatnaam in de berichtgeving en te vergelijken met Google Streetview.

Vervolgens is er een online enquête opgezet en zijn er brieven naar de adressen gestuurd met de vraag mee te werken aan het onderzoek. De vragen uit de enquête zijn te vinden in Appendix B.

7 van de 17 geadresseerden heeft gereageerd op het verzoek om medewerking. Bij 1 van de branden bleek de brand niet in het PV systeem te zijn ontstaan en bij 1 brand was dit onduidelijk.

Eén van de vragen betrof de vraag waar de brand was ontstaan. Hiervoor waren 9 antwoorden mogelijk:

1. zonnepanelen
2. omvormer
3. bekabeling op het dak/gevel
4. bekabeling overig
5. aansluiting in de meterkast
6. micro-omvormer
7. optimiser
8. onbekend
9. Andere

Bij 4 van de 5 branden zat de oorzaak in de bekabeling en bij 1 brand in de zonnepanelen zelf. Daarbij werden de volgende opmerkingen geplaatst:

- Systeem lag er net 3 dagen. Er zat een snee in één van de kabels.
- Er was een aansluiting met lasdoppen. Hier is de brand ontstaan.
- Mogelijk wespennest onder de panelen

Twee plat dak branden van woningbedrijf.

Bij 2 branden heeft TNO contact gehad met het woningbedrijf dat eigenaar is van de panden.

Op basis van de beschikbare foto's en informatie heeft TNO gekeken naar de installatie en of daar opvallende zaken waren. De conclusie is dat de installatie niet voldoet aan de vereiste NEN1010 norm. Enkele constatering:

- Bekabeling is niet gedaan met speciale PV kabels
- Bekabeling is niet vastgezet wat kans op beschadiging vergroot
- Er zijn verschillende type connectoren gebruikt. Dit vergroot de kans op vlambogen.

Ander aandachtspunt bij dit systeem is de manier waarop het systeem is opgebouwd. Hoewel het legplan van de modules lang niet altijd klopte met de ontwerptekening, kon de indeling van het systeem toch grotendeels achterhaald worden.

Het systeem bestaat uit oost en west georiënteerde strings die elk een eigen omvormer hebben. Hierdoor kunnen er in een string verschillende oriëntaties met elkaar in serie komen te staan. Van het paneel met afwijkende oriëntatie tov de rest van de string gaan alle bypassdioden in geleiding waarbij de temperatuur van de bypassdioden toeneemt.

Bypassdioden beveiligen substrings binnen een PV module in geval van beschaduwing. Schaduw op PV panelen heeft in principe een tijdelijk karakter. Bij correct ontwerp komen de bypassdioden dus maar een relatief korte tijd in geleiding. Door foutieve installatie kan een continue schaduw op een paneel ontstaan waarmee de bypassdiode geleiding ook permanent wordt. Dit was ook het geval in bij dit systeem, waarbij de zonnepanelen nagenoeg tegen een ventilatiepijp waren geplaatst wat voor een bijna permanente schaduw op het

paneel zorgt. Zoals hierboven al aangegeven zal de bypass diode dan warm worden. Dit kan op den duur mogelijk een ontstekingsbron worden.



Figuur 10: Voorbeeld van een uitlaatpijp die te dicht op de panelen is geplaatst en daardoor de bypass diode langdurig in geleiding zet met warmteontwikkeling tot gevolg.

Het betrof hier 2 systemen waarvan er nog meer, identieke systemen, op andere panden liggen. Om risico's te beperken bij die systemen hebben ze een Scope 12 keuring laten doen na de branden.

Ook uit de Sope12 keuring kwamen verschillende aandachtspunten naar voren. Een aantal betrof punten die mogelijk tot brand kunnen leiden:

- DC Connectoren zijn mogelijk niet goed dicht geklikt.
- Er ligt veel materiaal onder de zonnepanelen. Dit is makkelijker ontvlambaar materiaal.
- DC connectoren zijn zonder gebruikt van een speciale tool los te koppelen.
- Er zijn zonnepanelen aanwezig met een aanzienlijke schaduw door een object.
- de stekker-contrastekker verbinding mogelijk niet compatibel.
- De DC kabel is in een onjuiste buigradius aangebracht. De DC kabel is tevens niet rechtstandig in de connector wartel ingevoerd conform instructies van de fabrikant. Mogelijk IP Waarde niet behaald

Bij deze installaties zijn dus duidelijke tekortkomingen geconstateerd die op den duur mogelijk een risico kunnen vormen voor de brandveiligheid.

Schuin dak brand

Tot slot is er nog contact gezocht met de bewoners van de locatie waar werd aangegeven dat de brand mogelijk ontstaan is door een wespennest onder de panelen. Een wespennest vat niet zo maar vlam, dus mogelijk is hier wel degelijk een ontsteking in het PV systeem de oorzaak geweest. Op een Google streetview afbeelding van de locatie uit 2021 zie hieronder, is het dak met de zonnepanelen te zien. Daarop is te zien dat het linker paneel van de onderste rij panelen rechts op het dak, schaduw krijgt van de dakuitbouw.



Figuur 11: Voorbeeld dak van één van de brandlocaties voor de brand. Google Streetview 2021

Op de foto van de situatie ten tijde van de brand, zie Figuur 12 Figuur 11, is te zien dat de 2 panelen naast de dak uitbouw ook bij de brand betrokken waren. De oriëntatie van het dak is nagenoeg pal Zuid. Dit betekent dat de panelen die strak tegen de dak uitbouw aanliggen al snel na de middag schaduw zullen hebben. Met name het onderste paneel. In dit paneel zullen de bypass diodes dan veelvuldig in geleiding staan en warm worden. Dit kan voor versnelde veroudering van de materialen in het paneel zorgen met mogelijke verhoogde kans op kortsluiting. Gezien de positie van de verbrande panelen, en het feit dat een brand zich in de meeste gevallen naar boven toe uitbreid als gevolg van het schoorsteen effect, zou de brand begonnen kunnen zijn in de onderste twee panelen. Dit is echter niet bevestigd. Als de brand wel in die panelen begonnen is, dan zou bovenstaande verklaring de mogelijke oorzaak kunnen zijn, maar ook hier is meer onderzoek voor nodig.



Figuur 12: Voorbeeld: foto van de situatie ten tijde van de brand.

Helaas is van geen van de locaties omvormer data beschikbaar voor nader onderzoek.

4.1.4 Overig onderzoek

TNO heeft 4 panelen gekregen uit een systeem waar brand was ontstaan. TNO heeft deze modules nauwkeurig onderzocht.

Bij 3 van de panelen was er glasbreuk te zien ter plaatse van de junction box in het paneel. Vermoedelijk ontstaan door hoge temperaturen ter plaatse van de diodes. Van die 3 modules was er bij 2 sprake van afgebrande aansluitkabels ter plaatse van één van de junction boxen. Bij het derde paneel zat de glas breuk ter plaatse van de middelste junction box. Bij nader onderzoek bleek in deze junction box een losse aansluiting. Onder normale omstandigheden heeft zo'n losse aansluiting in de middelste junction box geen gevolgen voor de werking van het paneel. Als dit echter het geval is in één van de buitenste junction boxen zal dit een vlamboog geven en kan de kabel afbranden. Dit is waarschijnlijk het geval geweest in de andere twee junction boxen. Het gaat hier dus om een productiefout in het paneel.

Hotcel metingen aan één van de panelen laat bij een 30% beschaduwing van 1 cel een temperatuur van 177 °C zien. Dit kan mogelijk op den duur leiden tot schade. Deze temperaturen treden op onder volle zon bij beperkte schaduw. Ook aan de diodes zijn temperatuur metingen gedaan bij een stroom sterkte van 10A en omgevingstemperatuur van 20 graden. De temperatuur loopt ook in de dicke op tot boven de 100 graden. De middelste diode is 10 graden warmer dan de buitenste diodes. De metingen waren gedaan aan diodes waar het vulmateriaal in de junction box was verwijderd. In de praktijk zal de temperatuur dan ook nog hoger zijn.

5 WP2 Ontwikkeling van test- en beoordelingsmethodes

Brandveiligheid PV-panelen in en op de gebouwschil

Sub-werkgroep platte daken

Datum: 15 mei 2024

Betreft: Status beoordelingsmethode PV-panelen in en op de Gebouwschil

Auteur: Chris van der Meijden en Roy Weghorst

Inhoud

5.1 Inleiding	47
5.2 Uitwerking van de aanpak	48
5.2.1 Uitgangspunt	48
5.2.2 Vlieg vuur	48
5.2.2.1 Vlieg vuur, geen opsluiting mogelijk	48
5.2.2.2 Vlieg vuur, opsluiting mogelijk	49
5.2.2.3 Brand van buiten ($Q > 2 \text{ KW/m}^2$)	49
5.2.2.4 PV-installatie als ontstekingsbron	49
5.2.2.5 Concept rapport PV-installatie als ontstekingsbron	50
5.2.2.6 Concept testmethode opgesteld en oriënterende testen zijn uitgevoerd.	51
5.2.3 Doorvoeren	51
5.2.3.1 Kabeldoorvoeren van PV-installatie	51
5.2.3.2 Overige doorvoeren	52
5.2.3.3 Concept rapport Doorvoeren	52
5.2.4 Eisen aan kabels en kabelgoten	52
5.2.4.1 Brandrisico's van kabel en kabelgoten in relatie tot PV-panelen	52
5.2.4.2 Concept rapport deelonderzoek kabels en kabelgoten	52
5.2.5 Brand van binnen	53
5.2.5.1 Brand in een compartiment en de invloed van PV-panelen	53
5.2.5.2 Doel van het onderzoek en de afbakening	53
5.2.5.3 Concept rapport deelonderzoek brand van binnen	53
5.3 Verdere uitwerking beoordelingsaspecten	54
5.4 Vervolgtraject PV in en op de gebouwschil	55

5.1. Inleiding

In dit rapport wordt de hoofdstructuur uitgewerkt om te komen tot een beoordelingsmethode inzake brandveiligheid PV-panelen op platte daken. Daarnaast is hierin opgenomen welke stappen reeds ondernomen zijn en welke vervolgstappen er gepland zijn.

Als basis voor dit rapport geldt document N 47-2022-04-08 subwerkgroep brandveiligheid PV-panelen op platte daken en het uitgewerkte projectplan. In document N 47 is in het discussiestuk opgenomen:

- montagewijze 2 – opbouw plat dak;
- montagewijze 3 – opbouw plat dak;
- montagewijze 4 – PV-modules/panelen gekleefd op bovenzijde dak.

De belangrijkste toepassing op platte daken is momenteel montagewijze 2 en 3 – opbouw systeem.

Binnen de werkgroep is besloten om de uitwerking nu eerst te vereenvoudigen tot platte daken opbouw (montagewijze 2 en 3).

De uitwerking van de gebruikte hoofdstructuur heeft plaatsgevonden onder begeleiding van het projectteam, bestaande uit:

- Roy Weghorst
- Remco Vroegop
- Peter van Leur
- Nico Scholten
- Chris van der Meijden

5.2. Uitwerking van de aanpak

5.2.1. Uitgangspunt

Bij de verdere uitwerking zijn gedurende de vergaderingen van de subwerkgroep platte daken diverse mogelijke aspecten besproken. Hieruit werden de volgende te beoordelen aspecten benoemd:

1. vliegvuur;
2. brand van buiten;
3. PV-installatie als ontstekingsbron;
4. doorvoeren;
5. kabels en kabelgoten;
6. brand van binnen;
7. brandklasse bij opbouwsystemen.

Onderstaand worden deze aspecten separaat behandeld.

5.2.2. Vliegvuur

Er wordt onderscheid gemaakt in:

- a. vliegvuur, geen opsluiting mogelijk; voor de situaties waarin de ontstekingsbron niet terecht kan komen in een deels beschutte ruimte tussen het dakoppervlak en een PV-paneel daar vlak boven;
- b. vliegvuur, opsluiting mogelijk; voor die situaties dat de ontstekingsbron onder het PV-paneel kan komen.

5.2.2.1. Vliegvuur, geen opsluiting mogelijk

Er moet een uitwerking worden gemaakt inzake de testmethode en beoordelingscriteria, waarbij dit zal worden gebaseerd op het beginsel van CENELEC TR/50670, met als uitgangspunt een ontstekingsbron van 15 KW. In TR 50670 wordt de 15 KW gedurende 10 minuten gebruikt; deze is daar bepaald als het equivalent van de houtwol korf uit de CEN TS 1187 Broof T die in Nederland ook volgt uit de NEN 6063. Inzake de positionering van de ontstekingsbron aan de buitenzijde van de PV-panelen en het montagesysteem zullen ook de aanwijzingen uit de huidige NEN 7250 worden meegenomen.

Uit te werken onderdelen:

- opstellen criteria waarbij de ontstekingsbron niet terecht kan komen in een deels beschutte ruimte tussen het dakoppervlak en een PV-paneel daar vlak boven;
- beschrijving model;
- ontstekingsbron, inclusief positionering;
- duur van de proef (10 minuten?);
- beoordelingsaspecten;
- classificatie.

5.2.2.2. Vliegvluur, opsluiting mogelijk

Er moet een uitwerking worden gemaakt inzake de testmethode en beoordelingscriteria, waarbij dit zal worden gebaseerd op het beginsel van CENELEC TR/50670, met als uitgangspunt een ontstekingsbron van 15 KW. Inzake de positionering van de ontstekingsbron aan de buiten- en onderzijde van de PV-panelen en beide zijden van het montagesysteem zullen de ook aanwijzingen uit de huidige NEN 7250 worden meegenomen.

Uit te werken onderdelen:

- beschrijving model;
- ontstekingsbron, inclusief positionering;
- duur van de proef;
- beoordelingsaspecten;
- classificatie.

Uitwerking matrix beoordeling:

De resultaten uit de kleinschalige test moeten kunnen worden beoordeeld binnen een nader uit te werken matrix beoordelingssystematiek(dit geldt ook bij onderdeel 2.4).

5.2.2.3. Brand van buiten ($Q > 2 \text{ KW/m}^2$)

Bij dit onderdeel moet de PV-installatie worden beoordeeld op het aspect straling van buitenaf. Dit kan worden uitgevoerd volgens de beginselen zoals beschreven bij vliegvluur (2.2), geen opsluiting mogelijk. Dit vormt dan de basis voor een verder te ontwikkelen methode.

5.2.2.4. PV-installatie als ontstekingsbron

NEN

Postbus 5059, 2600 GB • Vlinderweg 6, 2623 AX Delft
Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut

Door DGMR is een analyse gedaan inzake de te hanteren ontstekingsbron bij dit beoordelingsaspect, inclusief duur dat deze ontsteking kan optreden.

In eerdere indicatieve testen waarmee ervaring binnen de werkgroep brandveiligheid PV-panelen in en op de gebouwschil is opgedaan, is uitgegaan van een ontstekingsbron van 15 KW. Deze testen zijn uitgevoerd door Kiwa BDA in opdracht van diverse leden van de subwerkgroep platte daken die deze testen hebben ingebracht.

Voorgesteld is om een vergelijkbare indicatieve test te doen maar dan met de ontstekingsbron van 6 KW. Op basis van deze informatie kan verder invulling worden gegeven aan een nadere uitwerking van dit beoordelingsaspect. Het uitgangspunt is om uiteindelijk via een kleinschalige test dit aspect te kunnen beoordelen in de eerder benoemde matrix beoordeling. Hiervoor moet het volgende nader worden uitgewerkt.

Kleinschalige test:

- beschrijving model;
- beschrijving ontstekingsbron, inclusief duur;
- beoordelingsaspecten;
- classificatie.

5.2.2.5. Concept rapport PV-installatie als ontstekingsbron

Een rapport over de PV-installatie als ontstekingsbron (op grote industriële platte daken) is opgesteld door DGMR. Deze rapportage is besproken en becommentarieerd in de subwerkgroep platte daken en verder uitgewerkt.

De voorlopig definitieve uitwerking is terug te vinden in het deelrapport B.2020.0756.N001 d.d. 10 april 2024

Uitwerking matrix beoordeling:

De resultaten uit de kleinschalige test moeten kunnen worden beoordeeld binnen een nader uit te werken matrix beoordelingssystematiek (dit geldt ook bij onderdeel 2.2).

5.2.2.6. Concept testmethode opgesteld en oriënterende testen zijn uitgevoerd.

Inmiddels zijn de eerste oriënterende testen uitgevoerd bij Kiwa BDA.

Het doel van deze oriënterende testen is om een testmethode te ontwikkelen inzake de brandveiligheid van platte daken in combinatie met PV systemen.

Om tot een testmethode te komen zijn in eerste instantie de volgende drie onderzoeken uitgevoerd:

- het inregelen en kalibreren van de windsnelheid over een vlak proefstuk en daarbij de bepalen wat de invloed is van het plaatsen van een PV systeem;
- het uitvoeren van negen oriënterende testen met een tweetal verschillende PV montage systemen en verschillende posities van de brander om inzicht te verkrijgen in het brandgedrag van daken inclusief een PV systeem bij verschillende positioneringen van de brandhaard en bij open en gesloten PV systemen;
- het uitvoeren van drie vergelijkende testen waarvan twee met een brander en één met een korf gevuld met houtwol om inzicht te verkrijgen in het verschil van brandgedrag bij het gebruik van een brander i.p.v. een korf gevuld met houtwol en het verschil van wel en geen wind.

De uitwerking van deze testen is terug te vinden in het deelrapport 22L0446-2 d.d. 13 maart 2024.

Deze testen zijn uitgebreid besproken in de subwerkgroep platte daken en heeft geleid tot een volgende serie uit te voeren testen die momenteel verder uitgewerkt worden.

5.2.3. Doorvoeren

5.2.3.1. Kabeldoorvoeren van PV-installatie

Voor het doorvoeren van kabels van de PV-installatie door het dak kunnen algemene beschrijvende eisen worden opgesteld. Doorvoeren die voldoen aan deze uitgangspunten behoeven geen verdere beoordeling of test.

Voor de doorvoeren van de kabels vanuit de PV-installatie die niet aantoonbaar voldoen aan die eisen of uitgangspunten zal een testmethode worden uitgewerkt, die zal zijn gebaseerd op een elektrische bron van 2 KW.

In basis kan voor deze testopstelling worden uitgegaan van de nader uit te werken test inzake vliegvuur, geen opsluiting mogelijk.

5.2.3.2. Overige doorvoeren

Onder of direct naast de PV-installatie kunnen dak doorvoeren (bijvoorbeeld afvoeren) gepositioneerd zijn. Hiervoor moet een uitwerking worden gemaakt zoals aangegeven bij 2.5.1.

5.2.3.3. Concept rapport Doorvoeren

Een rapport voor doorvoeren (in platte daken) die voldoen aan de uitgangspunten en geen verdere beoordeling behoeven is gedaan door DGMR. Deze rapportage is besproken en becommentarieerd in de subwerkgroep platte daken.

De concept uitwerking is terug te vinden in het deelrapport B.2020.0756.04.R0012 d.d. 17 november 2022

5.2.4. Eisen aan kabels en kabelgoten

5.2.4.1. Brandrisico's van kabel en kabelgoten in relatie tot PV-panelen

De brandrisico's zijn onder te verdelen in twee categorieën, het ontstaan van een brand en de brand voortplanten. Om dit beter in beeld te krijgen is er door DGMR een literatuurstudie uitgevoerd; in deze literatuur is gezocht naar brandrisico's rondom de kabels en kabelgoten. Daarnaast is in deze studie gekeken naar branden waar de kabels en of kabelgoten een rol hebben gespeeld. Tot slot is in deze deelstudie gekeken naar de huidige testmethode en de regelgeving rond kabels.

5.2.4.2. Concept rapport deelonderzoek kabels en kabelgoten

Een rapport over "kabels en kabelgoten" op platte daken is besproken en becommentarieerd in de subwerkgroep platte daken. Verdere uitwerking en afronding van dit deelonderzoek zal plaats vinden in Q2 en Q3 van 2024.

De concept uitwerking is terug te vinden in het deelrapport B.2020.0756.05.R001 d.d. 31 augustus 2022

5.2.5. Brand van binnen

5.2.5.1. Brand in een compartiment en de invloed van PV-panelen

Dit deelonderzoek richt zich op platte daken, en daarin op het onderdeel 'brand binnen'. Het heeft als onderwerp de vraag in hoeverre een brand die niet in de PV installatie ontstaat, maar in het compartiment onder het dak, een rol moet spelen in de beoordeling van de brandveiligheid van de PV installatie.

5.2.5.2. Doel van het onderzoek en de afbakening

De deelstudie 'brand binnen' gaat over branden die niet ontstaan in de PV-installatie zelf, maar in het gebouw onder het dak of achter de gevel met de PV installatie, en waar de PV installatie mogelijk een belangrijke rol heeft in de gevolgen van de brand. De brand begint dus in het brandcompartiment onder het dak/achter de gevel¹. We onderscheiden drie situaties waarin de PV installatie aan de buitenzijde van het gebouw bij de brand betrokken raakt:

- De brand slaat door openingen in het dak (dakraam, dakkapel) of door openingen hoog in een gevel, en ontsteekt de PV installatie door straling uit de openingen, eventueel geholpen door brandvoortplanting over het dakoppervlak;
- De brand bereikt de PV installatie via doorvoeringen van leidingen;
- De brand bereikt de PV installatie via doorslag door de dakconstructie.

5.2.5.3. Concept rapport deelonderzoek brand van binnen

Het deelonderzoek "brand van binnen" op platte daken is besproken en becommentarieerd in de subwerkgroep platte daken. Verdere uitwerking en afronding van dit deelonderzoek zal plaats vinden in Q2 en Q3 van 2024.

De concept uitwerking is terug te vinden in het deelrapport B.2020.0756.06.R001 d.d. 20 maart 2024

5.3. Verdere uitwerking beoordelingsaspecten

De verschillende beoordelingsaspecten benoemd in hoofdstuk 2 van dit projectplan zijn deels uitgewerkt onder begeleiding van het projectteam en de subwerkgroep platte daken. Binnen de werkgroep brandveiligheid PV-panelen in en op de gebouwschil is afgesproken en bepaald wie deze verschillende beoordelingsaspecten verder uit zou werken.

De uitwerking van de betreffende beoordelingsaspecten en de huidige status is terug te vinden in Hoofdstuk 2. Tijdens het uitwerken en de indicatieve testen zijn er verdere vragen naar boven gekomen die verder uitgewerkt zullen moeten worden. Het verder uitwerken zal worden uitgevoerd onder begeleiding van het projectteam.

Onder andere zijn er extra testen benodigd om een beter gevoel te krijgen van de uitwerking van een mogelijke beoordelingsmethode. KIWA BDA heeft hiervoor een vervolgtraject uitgewerkt met een testschema die besproken zal worden in de subwerkgroep platte daken op 31 mei 2024.

De industrie zal gevraagd worden om materialen te leveren voor deze testen.

5.4. Vervolgtraject PV in en op de gebouwschil

De vraag over de impact van PV-installaties gat uiteraard verder dan alleen de installaties op platte daken. Binnen de NEN commissie “3530590002 Brandveiligheid PV Panelen in en op de Bouwschil” is besloten de eerste focus te leggen op platte daken omdat hier de grootste vraag open staat.

Nu er een verdere uitwerking is binnen de subwerkgroep “Platte daken” heeft de NEN commissie besloten om ook de volgende subwerkgroepen op te starten:

- PV-installaties op Hellende daken
- PV-installaties op Gevels

Deze subwerkgroepen zullen soms gebruik kunnen maken van de deelonderzoeken uitgevoerd door de subwerkgroep platte daken maar zullen ook bepaalde aspecten moeten heroverwegen om aan te sluiten bij het risico passend bij hellende daken dan wel gevels.

Bezoekadres

Vlinderweg 6
2623 AX Delft

Postadres

Postbus 5059
2600 GB Delft



6 Disseminatie

De resultaten van dit onderzoek zijn in verschillende bijeenkomsten gedeeld met belanghebbenden.

- Op 22 mei is zijn de resultaten teruggekoppeld aan de ministeries van EZK en BZK.
- Op 30 mei was er een klankbordgroep bijeenkomst in Utrecht, waarbij het verbond van verzekeraars, Holland Solar, RVO en NPRES de resultaten te zien hebben gekregen. Ondanks de beperkte statistiek en het feit dat er nog geen conclusies getrokken kunnen worden was iedereen wel blij met het onderzoek omdat er nu een begin is gemaakt met het verzamelen van onderbouwde data.
- Op 13 juni heeft het consortium de resultaten gepresenteerd in de Community of Practise (COP) zonnepanelen bijeenkomst waarbij de aanwezigen afkomstig zijn van veiligheidsregio's, omgevingsdiensten, overheidsinstellingen, commerciële partijen, netbeheerders en infraproviders.

7 Overzicht informatie brandrisico zonnepanelen

Doordat TNO als gevolg van de beperkte toegang tot brandlocaties minder werk heeft kunnen uitvoeren is in overleg met het ministerie van EZK afgesproken om een deel van het overgebleven budget te besteden aan het verzamelen van informatie uit relevante onderzoeken, gedragscodes en handreikingen. Dit is gezamenlijk met DGMR opgepakt. Het roadmap document geeft eerst een aantal onderzoeksvragen die de basis vormen voor een goed onderbouwde risico analyse en mogelijke oplossingsrichtingen. Daarna volgt een overzicht van allerlei informatiebronnen en de conclusies daaruit. Op basis hiervan wordt vervolgens gekeken welke vragen er beantwoord zijn en waar nog meer onderzoek nodig is. Tot slot worden suggesties voor vervolgonderzoek gedaan.

De eerste versie van de roadmap is nog in concept fase. Daarom wordt hier nog geen inhoud of conclusie weergegeven. Meer informatie kan worden verkregen via TNO o.v.v. projectnummer 060.47964.

8 Conclusies

In dit werk is nieuwe kennis opgedaan op het gebied van PV branden. Er is een eerste, goede basis gelegd met onderbouwde data op het gebied van PV gerelateerde branden. Echter is de hoeveelheid data nog onvoldoende om conclusies te kunnen trekken. Daarvoor zal meerdere jaren gemonitord moeten worden.

De data is niet volledig. De branden die in de database worden opgenomen zijn de branden die via het geïntegreerd meldkamer systeem binnenkomen, via team brandonderzoek, sociale media en stichting Salvage. Dit zijn branden waarbij de brandweer gealarmeerd is. Branden waarvoor de brandweer niet gealarmeerd was, zullen hierdoor vrijwel niet geregistreerd worden. We kunnen echter wel concluderen dat de echt grote branden waarbij PV betrokken was beperkt is tot 152, ofwel 1% van het totaal aantal gebouwbranden van 10.000 in diezelfde periode. Van de 152 branden met PV systemen is van 30 vastgesteld dat ze ontstaan zijn in het PV systeem. Van 29 staat vast dat ze niet ontstaan zijn in het PV systeem en van 11 branden is onbekend of ze ontstaan zijn in het PV systeem.

Daarnaast kunnen we concluderen dat het zeer lastig is om een volledig overzicht te krijgen van de PV gerelateerde branden. Team brandonderzoek heeft slechts beperkte capaciteit om de vragenlijsten in te vullen en de capaciteit verschilt ook per regio. Ze hebben vaak ook beperkte kennis van PV systemen en kunnen daardoor mogelijk niet altijd de oorzaak achterhalen. Daarnaast is het nagenoeg onmogelijk om via Verzekeraars, toedrachtsbureaus of andere instanties meer informatie te krijgen.

Tot slot zijn er trends en andere zaken die de komende jaren de resultaten kunnen beïnvloeden:

- De eerste generaties panelen komen nu aan het einde van hun levensduur.
- Oudere generaties zonnepanelen voldeden destijds aan de toen geldende normen maar voldoen niet altijd aan de nu geldende normen en zijn daardoor mogelijk minder veilig.
- Sommige nieuwe, hoog vermogen, panelen lijken gevoeliger voor hot spots onder bepaalde schaduwwerking, wat mogelijk leidt tot een verhoogd brandrisico.
- Door de enorme toename in de vraag naar PV systemen in de particuliere sector zijn er veel nieuwe installatie bedrijven op de markt gekomen die in sommige gevallen niet volledig volgens de normen installeren.

Aanbevelingen:

- Maak middelen vrij om TBO's vragenlijsten voor alle PV gerelateerde branden in te vullen.
- Leid per veiligheidsregio 1 of 2 personen op zodat er een betere inhoudelijke kennis van PV systemen is en laat deze personen het brandonderzoek doen.
- Continuering van het vullen van de database gedurende ten minste 4 jaar om de effecten van bovengenoemde trends mee te kunnen nemen.

Bijlage A

Inhoud database gebouwbranden met zonnepanelen

Het NIPV heeft een database gebouwd om structureel data te verzamelen over branden in gebouwen, waarbij een PV-installatie betrokken was (zie hoofdstuk 1). In de volgende paragrafen is de inhoud van deze database weergegeven. De indeling is geen weergave van de afhankelijkheid tussen gegevens of de volgorde van vraagstelling.

Algemene gegevens

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
Vragenlijsttype		Zonnepanelen
Vragenlijstversie		2023.01.24
INC_NMR	Voer hier het incidentnummer in	Getal
IncidentId	N.v.t.	Getal
IncidentStartDatum	N.v.t.	Datumtijd
STR	Straatnaam	Vrije tekst
HUISN HUISN_TOEV	Huisnummer Toevoeging huisnummer	Vrije tekst Vrije tekst
POSTC	Postcode	Vrije tekst
PLTS	Plaats	Vrije tekst
VR	In welke veiligheidsregio was de brand?	Amsterdam-Amstelland Brabant-Noord Brabant-Zuidoost Drenthe Flevoland Friesland Gelderland Midden Gelderland Zuid Gooi- en Vechtstreek Groningen Haaglanden Hollands Midden Jsselland Kennemerland Limburg-Noord Midden- en West-Brabant Noord- en Oost-Gelderland Noord-Holland Noord Rotterdam-Rijnmond

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
		Twente Utrecht Zaanstreek-Waterland Zeeland Zuid-Holland Zuid Zuid-Limburg
BESCHR_INC	Geef in een paar regels een korte beschrijving van het incident	Vrije tekst
TER_PLAATSE	Is er brandonderzoek ter plaatse uitgevoerd door een brandonderzoeker?	Ja Nee
WAARNEMING	Waarnemingen en feiten ten behoeve van het brandonderzoek	Vrije tekst
HYPOTHESES	Analyse / hypothese(s)	Vrije tekst
OMGEVINGSKEN- MERKEN	Welke omgevingskenmerken hebben invloed gehad op het verloop van het incident?	Vrije tekst

Gebouwgegevens

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
FUNCTIE_GEB	Wat is de maatgevende gebruiksfunctie van het gebouwdeel waar de brand heeft plaatsgevonden?	Wonen Gezondheidszorg Logies Bijeenkomst Industrie Industrie dierenverblijf (stal bedrijfsmatig) Kantoor Winkel Sport Onderwijs Cel Stallen van motorvoertuigen Overige gebruiksfunctie / bouwwerk geen gebouw
PV_ONDERDELEN PV_ONDERDELEN_A	Welke onderdelen van de PV-installatie zijn door de brand aangetast? Anders, namelijk	Onbekend Connector DC-schakelaar Kabel (gelijkstroom) tussen de panelen onderling) Kabel (gelijkstroom) transportleiding Omvormer Optimiser Verdeelkast Zonnepaneel / PV-paneel Anders, namelijk Vrije tekst
PV_AANGETAST PV_AANGETAST_A	Geef aan op welke locatie(s) PV-installatie onderdelen door de brand zijn aangetast Anders, namelijk	Op het dak Op of tegen de gevel In de gebouwconstructie (in wanden, vloer, dak, etc.) Binnen het gebouw (in een ruimte, schacht, etc.) Anders, namelijk Vrije tekst

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
PV_LOCATIE PV_LOCATIE_A	Op welke locatie(s) zitten de zonnepanelen van de PV-installatie die bij de brand is/zijn betrokken? Anders, namelijk	Tegen de gevel geplaatst Op het dak geplaatst Geïntegreerd in de gevelconstructie Geïntegreerd in de dakconstructie Op de grond Geluidsscherm (constructie) Op het water Anders, namelijk Onbekend
PV_TYPE	Type / merk	Vrije tekst
PV_AANTAL	Hoeveel panelen zijn er aangetast door de brand?	0 1-5 6-10 11-50 51-100 > 100 Onbekend
PV_DAK	Op wat voor dak lagen de panelen?	Plat dak Schuin dak
PV_DAKBEDEKKING	Wat voor dakbedekking was aanwezig onder de PV-panelen?	Vrije tekst
PV_ISOLATIE	Wat voor isolatie lag er onder de dakbedekking?	Vrije tekst

Brandgegevens

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
PV_BR_ONTST	Is de brand ontstaan in een onderdeel van de PV-installatie?	Ja Nee Onbekend
BO_BRON	Wat is de energiebron die de brand heeft ingeleid?	Open vuur / vlam Vonkvorming Warmte(ontwikkeling) Onbekend
BO_ACT BO_ACT_A	Wat was de brandveroorzakende 'activiteit'? Anders, namelijk	Aanstraling / warmteoverdracht vanuit hittebron (bijv. pyrofoor worden) Afsteken vuurwerk Beschadiging (reeds aanwezige) Brandstichting Direct contact met hittebron (geen open vlam) Direct vlamcontact Gasuitstroom Gebruik apparaat Huisdier (omgooien, stoten, laten vallen, activeren, aanzetten) Klussen Koken (vlam in pan) Koken overig Laden / opladen Machine in bedrijf Natuur (blikseminslag, wind, regen) Omstoten / botsen tegen door mens Ontwerpfout Opslag

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
		Oxidatie (door aantasting: water, gassen etc.) Overbelasting Pyrolyse / pyrofoor worden materiaal (bijv. hout) Productieproces Productieproces drugs Roken (de activiteit) Roken: weggooid / weggelegde rookwaren na gebruik Slecht contact / verbinding Slecht contact / verbinding door installatiefout Spelen (met vuur of..) Spiegel / brandglaswerking Stoken (kachel / haard) Stroomopwekking (zoals PV-installatie) Stroomverbruik (bijv. door leiding of door apparaat) Technisch defect (vastgesteld) Verkeerd gebruik machine / apparaat / elektrisch component Vervuiling (bijv. stofophoping / creosoot op / afvaltegen / in) Voertuig / transportmiddel in bedrijf Werkzaamheden Overig, namelijk Vrije tekst
VRWP	In welk voorwerp is de brand ontstaan?	Apparaat (elektrisch) Gebouwconstructie (inclusief schoorsteenkanaal) Gebouwinstallatie Kleding / textiel / vloerbedekking etc. Meubilair Pan (koken) Vervoersmiddel Onbekend Anders
ANT_BRANDDOOR- ZAAK	Beantwoording onderzoeksvraag brandonderzoek	Vrije tekst
ANT_BRANDVERLOOP	Beantwoording onderzoeksvraag brandverloop	Vrije tekst

Inzetgegevens

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
BRAND_NA_BESTRIJD	Wat was de maximale uitbreiding van de brand?	Het voorwerp waarin de brand ontstond. Binnen de ruimte waarin de brand ontstond. Buiten de ruimte van ontstaan, maar beperkt tot één verdieping. Over meerdere verdiepingen en/of binnen het brandcompartiment. Over of doorgeslagen naar aangrenzend of nabij gelegen brandcompartiment.

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
BUITEN_UITBREIDING	In welke mate heeft er branduitbreiding plaatsgevonden vanaf de buitenzijde van het gebouw?	De branduitbreiding is beperkt gebleven tot aantasting van de buitenzijde van het gebouw (zoals buitenzijde gevel of dak). Er heeft branduitbreiding plaatsgevonden naar de binnenzijde van een constructieonderdeel (zoals dak-, wand-, vloerconstructie). Er heeft branduitbreiding plaatsgevonden naar de binnenzijde van het gebouw (een ruimte).
CONSTRUCTIE_UITBREIDING	In welke mate heeft er branduitbreiding plaatsgevonden vanuit de gebouwconstructie?	De branduitbreiding is beperkt gebleven tot de gebouwconstructie. Er heeft branduitbreiding plaatsgevonden naar een ruimte in het gebouw. Er heeft branduitbreiding plaatsgevonden naar de buitenzijde van het gebouw. Er heeft branduitbreiding plaatsgevonden naar zowel de binnen- als de buitenzijde van het gebouw.
KWADRANTKEUZE	Welke kwadrantkeuze is gemaakt o.b.v. de eerste verkenning?	Defensief buiten Offensief buiten Defensief binnen Offensief binnen Onbekend
BLUSMIDDEL BLUSMIDDEL_A BLUSMIDDEL_TOEL	Welk blusmiddel is toegepast door de brandweer? Anders, namelijk Eventuele toelichting op het blusmiddel.	HD LD Traditioneel LD (O'bundels, snelle lijn, e.d.) Fognail Drukluchtschuim (DLS) Coldcutter Straatwaterkanon Torenstraal Klein blusmiddel (poeder, CO ₂ , schuim) Brandslanghaspel Onbekend Anders, namelijk Vrije tekst Vrije tekst
PV_AFSTAND	Waar is er depositie (restanten van verbrande zonnepanelen) aangetroffen?	Geen Beperkt tot het perceel / eigen terrein Buiten het perceel / eigen terrein Onbekend
PV_METER	Tot op welke afstand van de verbrande zonnepanelen is er depositie aangetroffen (in meters)?	Getal
PV_INVL PV_INVL_BESCHR	Hebben onderdelen van de PV-installatie een 'negatieve' invloed gehad op het brandverloop of de brandbestrijding? Omschrijf op welke wijze de PV-installatie een negatieve invloed	Ja Nee Onbekend Vrije tekst

Vraagcodering	Vraagtekst	Antwoordcategorieën
	hebben gehad op het brandverloop of de brandbestrijding.	
PV_ACTIES PV_ACTIES_BESCHR	Zijn er aanvullende acties uitgevoerd om de aangetaste PV-installatie veilig te stellen na de brand? Omschrijf de acties die uitgevoerd zijn om de aangetaste PV-installatie veilig te stellen na de brand.	Ja Nee Onbekend Vrije tekst

Bijlage B

Zoektermen en filters voor signaleren van branden

Voor het signaleren van gebouwbranden waarbij PV-installaties betrokken waren, zijn voor de verschillende bronnen de volgende zoektermen en filters gehanteerd.

LiveOp

In de vragenlijst van LiveOp (TBO-vragenlijst) worden gebouwbranden met zonnepanelen gesignaleerd wanneer de vraag "Zijn er zonnepanelen / PV installaties bij het incident betrokken?" met "ja" wordt beantwoord.

GMS

In GMS wordt een incident gesignaleerd als de karakteristiek "Zonnepanelen Aanw" de waarde "Ja" bevat. Er zijn geen overige filters ingesteld om de signalisatie zo breed mogelijk te houden. Hierdoor worden er relatief veel gesignaleerde incidenten uit GMS uitgesloten (bijvoorbeeld stormschade met zonnepanelen).

Salvage

In de data van Salvage worden incidenten met zonnepanelen gesignaleerd wanneer is aangegeven dat de subOorzaak "Zonnepanelen" betrof.

OBI4WAN

De gebruikte zoektermen zijn: (brand OR vuur OR explosie OR kortsluiting OR ontbrand* OR vlam OR depositie OR glasdeeltjes OR glasscherven OR roet OR verbrand*) AND (zonnepanelen OR zonnepaneel* OR "pv-systeem" OR "pv-systemen" OR "pv-paneel" OR "pv-panelen" OR "pv-installatie" OR omvormer OR bekabel* OR connector*) NOT (rt OR lang:EN OR lang:ES OR site:www.hln.be OR site:www.demorgen.be OR "de positie" OR @HLN_BE OR bronsoort:twitter)

Bijlage C

index nr case	datum	Tijd	locatie
24	zaterdag 5 september 2020 ?		Waalre
5	dinsdag 30 maart 2021 17:00		Zoeterwoude
1	zaterdag 1 mei 2021 14:00		Dordrecht
7	dinsdag 1 juni 2021 14:20		Helmond
9	dinsdag 1 juni 2021 14:22		Helmond
3	vrijdag 4 juni 2021 13:52		Gassel
8	donderdag 22 juli 2021 16:00		Haarlem
2a	zaterdag 14 augustus 2021 11:45		Delft
6	zondag 5 september 2021 11:30		Hoofddorp
22	zondag 5 september 2021 ?		Hoofddorp
22b	zondag 5 september 2021 4:00		Hoofddorp
22c	dinsdag 7 september 2021 ?		Hoofddorp
4	woensdag 15 september 2021 14:30		Enter
2b	vrijdag 24 september 2021 17:30		Delft
2c	dinsdag 28 september 2021		Delft
19	zaterdag 26 februari 2022 13:30		Netersel
18	woensdag 9 maart 2022 13:00		Schijndel
11	zaterdag 19 maart 2022 14:45		Giessenburg
10	maandag 25 april 2022 11:55		Asten-Heusden
23	dinsdag 26 april 2022 13:30		Nijmegen
10b	dinsdag 26 april 2022		Asten-Heusden

[Brand door montagefout: Dura Vermeer sluit zonnepanelen van 35 woningen in Waalre af | Valkenswaard, Waalre | ed.nl](#)

[Dakbrand op pas opgeleverde nieuwbouwwoning in Zoeterwoude, ... - Leidsch Dagblad](#)

[Zonnepanelenbrand op dak flat Dordrecht](#)

[Zonnepanelen op dak van woningen in Helmond vatten vlam | Helmond | ed.nl](#)

[Brand in zonnepanelen van woningen, Hasselbeemden Helmond \(hardnieuws.nl\)](#)

[Zonnepanelen veroorzaken grote woningbrand in Gassel \(foto-update\) | Arenalokaal.nl](#)

[Video: veel rook bij woningbrand Pladellastraat \(rodi.nl\)](#)

[Zonnepanelen op dak van Delftse woning vliegen in brand - Omroep West](#)

[\[VIDEO\] Hulpdiensten rukken massaal uit voor brand Hoofddorp: 4 woningen betrokken \(rodi.nl\)](#)

[Brand op het dak van meerdere woningen in Hoofddorp, brandweer heeft vuur onder controle | Haarlems Dagblad](#)

[Grote brand legt loods in Hoofddorp in de as, naastgelegen woning blijft gespaard voor de vlammen \[video\] | Haarlems Dagblad](#)

[Brandweer onderzoekt relatie kortsluiting zonnepanelen en brandend dak in Hoofddorp | Noordhollands Dagblad](#)

[Brand in omvormer zonnepanelen, Stationsweg Enter \(hardnieuws.nl\)](#)

[Opnieuw brand op dak met zonnepanelen in Delft - Omroep West](#)

[Bewoners al maand uit huis na branden in zonnepanelen nieuwbouwhuizen Delft - Omroep West](#)

[Delen van zonnepanelen verspreid in omgeving na grote brand in Netersel: 'Haal dieren weg uit weilanden' | 112 en misdaad | ed.nl](#)

[Veel schade aan dak vrijstaand huis bij zonnepaneelbrand in Schijndel | 112 | bd.nl](#)

[Brand in zonnepanelen van boerderij in Giessenburg | Rivierenland | AD.nl](#)

[43.000 kippen dood bij uitslaande brand in stal in Astén-Heusden | Brabant | bd.nl](#)

[Brandweer blust brandende zonnepanelen aan Laan van Oost-Indië | Nieuws uit Nijmegen](#)

[Solar Magazine - Trenduizenden kippen sterven bij brand Astén, resten zonnepanelen op golfbaan](#)

15	vrijdag 10 juni 2022 ?	Heerenveen	Burgemeester na brand Heerenveen: "Verspreiding scherven zonnepanelen beperkt" - Omrop Fryslân (omropfryslan.nl)
12	woensdag 6 juli 2022 13:30	Moerkapelle	Brand in zonnepanelen houdt brandweer urenlang bezig - Omroep West
12b	woensdag 6 juli 2022	Moerkapelle	Moerkapelle: brand in dak met zonnepanelen (+video) Gouwe Jissel Nieuws
16	woensdag 10 augustus 2022 ?	Hoofddorp	Zonnepanelen zetten schuur in Hoofddorp in lichterlaaie, woning van vuurzee gered - NH Nieuws
17	zondag 14 augustus 2022 ?	Delft	Flinke brand op dak vol zonnepanelen: brandweer redt hond uit huis Delft AD.nl
13	donderdag 25 augustus 2022 ?	Zeewolde	Brand in Zeewolde op dak met zonnepanelen Zeewolde destentor.nl
21	dinsdag 27 september 2022 3:45	Doorn	Grote brand in Doorn / Zonnepanelen krijgen de schuld Findinet
14	vrijdag 30 september 2022 14:15	Hulst	Weer brand onder zonnepanelen in Oude Polderstraat in Hulst Zeeuws-Vlaanderen pzc.nl
20	dinsdag 4 oktober 2022 ?	Dongen	Grote brand zonnepanelenveld in Dongen ontstaan door overspanning - Omroep Brabant

Bijlage D

Vragenlijst voor bewoners

Onderzoek naar oorzaak en risico's van branden met zonne-energie systemen.

Beste,

Hartelijk dank dat U mee wilt doen aan het onderzoek naar de oorzaak en risico's van branden met zonne-energie systemen.

Hieronder volgt een vragenlijst. We willen u vragen deze zo uitgebreid mogelijk in te vullen. Bij een aantal vragen kunt u aangeven of u eventueel nog meer informatie met ons zou willen delen. Dit betreft bijvoorbeeld foto's van het systeem en/of informatie over de opbrengst van het systeem. In dat geval verzoeken we u ook een naam en telefoonnummer of emailadres van een contactpersoon in te vullen. Deze informatie geeft ons nog veel meer inzicht en we hopen dan ook dat u hier mee in wilt stemmen.

Namens het onderzoeksteam van TNO, NIPV en NEN aIvast hartelijk dank!

Met vriendelijke groet,

Lenneke Slooff-Hoek
Projectleider

* Vereist

1. Om uw antwoorden te kunnen relateren aan mogelijk andere informatie die we over de branden hebben vragen we u om hieronder de adres gegevens in te vullen van de locatie van de brand. In de rapportage zullen deze weggelaten worden zodat ze niet aan u of uw adres gekoppeld zijn. *
2. Wat was de datum waarop de brand heeft plaatsgevonden? *
3. Op welk tijdstip is de brand geweest? *

4. Wat voor soort gebouw betrof het? *

- woonhuis
- appartement kantoor
- bedrijfspand
- Andere

5. Is de brand in het zonne-energie systeem begonnen? Bijvoorbeeld in de panelen, omvormer of een ander onderdeel van het systeem. *

- Ja
- Nee
- Onbekend

5. U heeft aangegeven dat de brand niet in het zonne-energie systeem is begonnen. Kunt u aangeven waar de brand dan begonnen is? *

6. In welk onderdeel is de brand begonnen? *

- zonnepanelen
- omvormer
- bekabeling op het dak/gevel
- bekabeling overig
- aansluiting in de meterkast
- micro-omvormer
- optimiser
- onbekend
- Andere

8. Waren het standaard (rechthoekige panelen) of waren het speciale panelen? *

- Standaard
- Speciale

9. Hoeveel panelen waren er door de brand aangetast? *

10. Wat voor dak type is het dak? *

- Plat dak
- Schuin dak
- Gevel
- Andere

7. U gaf aan dat het om een systeem op een plat dak gaat. Hoe zag dat systeem er uit? Was het een open systeem, of lagen de panelen op afgesloten bakken? *
8. U gaf aan dat het om een systeem op een schuin dak gaat. Hoe zag dat systeem er uit? Was het bevestigd op drager profielen op het dak of was het geïntegreerd in het dak? *
9. U gaf aan dat het om een systeem op een gevel gaat. Hoe zag dat systeem er uit? Was het systeem op dragers bevestigd, of waren de panelen geïntegreerd in de gevel? *
10. Van wat voor materiaal is de buitenste laag van het dak/gevel gemaakt? *
 - dakpannen
 - bitumen
 - tegels
 - grind
 - bakstenen
 - gevelplaten
 - stucwerk
 - Andere
15. Weet u welk materiaal er onder de buitenste laag zit en welk materiaal is dat? *
11. Uit hoeveel zonnepanelen bestond het systeem? *
12. Kunt u aangeven welk merk en type zonnepanelen het betrof? *
13. Wat was het vermogen per paneel? *
14. Had het systeem een *
 - Centrale omvormer
 - Micro-omvormers Optimizers
 - Weet ik niet
20. Weet u het merk en type van de centrale omvormer, micro-omvormers of optimizers? *
21. Wat was bij benadering de oriëntatie van de panelen? Meerdere antwoorden mogelijk. *
 - Noord
 - Noord-Oost
 - Oost
 - Zuid-Oost
 - Zuid

- Zuid-West
 - West
 - Noord-West
22. Was er sprake van schaduw op een of meerdere panelen door bijvoorbeeld een schoorsteen, dakkapel, airco unit of bomen? Graag in uw antwoord aangeven door welk object de schaduw veroorzaakt werd. *
15. In welk jaar en maand is het zonne-energie systeem geplaatst? *
16. Door wie is het systeem aangelegd?
17. Is het later nog uitgebreid en zo ja wanneer? *
18. Is er sinds de installatie onderhoud of inspectie aan het systeem gedaan? Zo ja, wanneer? *
19. Wat is er toen gedaan/geconstateerd? *
20. Indien het een grate installatie betrof, is er een Scope 12 inspectie gedaan? *
- Ja, Scope 12 eerste inspectie na installatie (EBI)
 - Ja, Scope 12 vervolgininspectie (PI)
 - Ja, zowel Scope 12 EBI als PI
 - Nee
29. Zou u de inspectie rapportage(s) willen delen? *
- Ja
 - Nee
30. Heeft u foto's of video's van het systeem voor, tijdens en/of na de brand die u zou willen delen? *
- Ja
 - Nee
31. Heeft u via een app of online toegang tot de opbrengst gegevens (bijvoorbeeld de hoeveelheid opgewekte energie) van uw systeem en zou u die willen delen? *
- Ja
 - Nee

21. Zijn er verder nog zaken in relatie tot de brand die mogelijk interessant zijn voor ons onderzoek en die u zou willen delen? *
22. Voor sommige van uw antwoorden is het noodzakelijk om contact met u op te nemen zodat u ons de aanvullende informatie kunt toesturen. Zou u hieronder uw contactgegevens (naam en emailadres) kunnen achterlaten? *
23. Hartelijk dank voor uw medewerking aan ons onderzoek. Indien u uw contactgegevens hebt gedeeld zullen wij binnenkort contact met u opnemen voor meer informatie.
Macht u verder nog opmerkingen hebben dan kunt u die hieronder invullen.
24. Hartelijk dank voor uw medewerking aan ons onderzoek. U gaf aan dat de brand niet in het zonne-energie systeem begonnen is of dater niet bekend is waar de brand begonnen is. Omdat wij specifiek op zoek zijn naar branden die in het systeem begonnen zijn hebben wij verder geen vragen meer.
Macht u verder nog opmerkingen hebben dan kunt u die hieronder invullen.

Energy & Materials Transition

Westerduinweg 3
1755 LE Petten
www.tno.nl

TNO innovation
for life