

Stralingsberekening

Nieuw aan te leggen zonnepark
aan de Hoeven ongn. Te Nederweert

Van Dun Advies BV

Dorpsstraat 54
5113 TE Ulicoten
T. 013 519 94 58

Postel 8
5711 ET Someren
T. 0493 745 015

KvK 180 61 619

E. info@vandunadvies.nl
I. www.vandunadvies.nl

Projectlocatie: Hoeven ongenummerd te Nederweert

Projectnummer: 18395-A007

Datum: 06-11-2019 (vooroverleg Veiligheidsregio)
12-12-2019 (definitief)

Opgesteld door: 

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
1.1 Doel	3
1.2 Uitgangspunten	3
1.3 Overleg veiligheidsregio	4
1.3.1 Mailverkeer 29-11-2019 (8.58u)	4
1.3.2 Mailverkeer 29-11-2019 (11.56u)	4
2. Brandoverslag	5
2.1 Rekenmethode	5
2.2 Berekening 1	6
2.3 Conclusie	6
2.4 Berekening 2	7
2.5 Conclusie	7
2.6 Berekening 3	7
2.7 Conclusie	7
2.8 Overige afstanden	7
2.9 Controle berekening 1 NEN 6060	8
2.10 Conclusie controle berekening 1	8
2.11 Controle berekening 2 NEN 6060	9
2.12 Conclusie controle berekening 2	9
3. Eindconclusie	10
3.1 Akkoord Veiligheidsregio Limburg-Noord	10
Bijlage A	11
3.2 Toeslag WBDBO	11
3.3 Bepaling brandwerendheid gevels	11
Bijlage B: 1^e aanvulling	14
Bijlage C: 2^e aanvulling	15
Bijlage D: Akkoord Veiligheidsregio	16

1. Inleiding

Ten behoeve van het nieuw aan te leggen zonnepark aan de Hoeven ongenummerd te Nederweert is de brandoverslag als gevolg van straling tussen zonnepanelen onderling en naar de omliggende perceelgrenzen berekend.

De volgende aspecten komen in dit onderzoek aan de orde:

- Brandoverslag d.m.v. straling volgens de NEN 6068.
- Controle berekeningen volgens de NEN 6060

1.1 Doel

Het doel van deze rapportage is om aan te tonen dat er geen brandoverslag door straling zal plaats vinden tussen 2 rijen zonnepanelen onderling of tussen de 2 groepen met 18 rijen zonnepanelen, hierbij rekening houdende met de aanwezige omvormers en trafohuisjes.

1.2 Uitgangspunten

Voor de bepaling van dit rapport zijn we uit gegaan van de door Van Dun Advies BV ingediende omgevingsvergunning activiteit "bouwen", projectnummer 18395-A006.

De zonneweide is opgedeeld in 2 groepen.

Een groep bestaat uit 18 rijen zonnepanelen v.z.v. 32 stellingen van 8x10,94 mtr

Op de korte zijde van iedere rij bevinden zich 2 omvormers.

Tussen de rijen is zit steeds 2 meter vrije ruimte.

Tussen de 2 groepen is zit 10 meter, ter plaatsen van de omvormers is dit nog 8 meter vrij ruimte.

Ten behoeve van de trafohuisjes worden zonnepanelen uitgespaard, zodat de vrije doorgang 8 meter blijft.

Aangezien de zonnepanelen op een open frame staan zijn we voor de stralingsberekening uitgegaan van denkbeeldige dichte gevels onder de zonnepanelen.

Hierdoor ontstaan de volgende denkbeeldige brongevels:

- Lengte van één rij zonnepanelen: 256 meter en 1,63 meter hoog
- Breedte van één rij zonnepanelen t.p.v. een trafohuisje: 10,94 meter en 2,5 meter hoog
- Breedte groep zonnepanelen: 231 meter en 1,69 meter hoog (gemiddelde hoogte)

Voor het brandgedrag van zonnepanelen hebben we contact opgenomen met Holland Solar, de belangenbehartiger van de Nederlandse zonne-energiesector.

Hier hebben we de volgende 2 vragen weg gelegd:

1. Hoe brandbaar is een zonnepaneel?
2. Kan een zonnepaneel door brand zoveel hitte/rook produceren dat er brandoverslag naar een naast liggend zonnepaneel plaats vindt?

Hierop kregen we de volgende reactie.

De onderdelen waar een zonnepaneel uit is opgebouwd zijn op zich niet brandgevaarlijk (een zonnepaneel zelf zal ook niet snel in de brand vliegen). Wel kunnen onderdelen van een zonnepaneel gaan branden/smelten als het paneel zich midden in een brandhaard bevindt (als bijvoorbeeld de onderconstructie in brand staat).

Brandoverslag kan op zich wel plaats vinden, maar dan via de onder constructie en niet via de zonnepanelen zelf (denk hierbij aan een geïsoleerd dakvlak).

1.3 Overleg veiligheidsregio

Naar aanleiding van de stralingsberekening die als vooroverleg naar de veiligheidsregio Limburg Noord is gestuurd heb ik diverse overleg gehad met dhr. R. Beeren en P. Ewalds.

1.3.1 Mailverkeer 29-11-2019 (8.58u)

Op verzoek van dhr. Ewalds is er nader onderzoek gedaan naar de bronstraling voor buiten branden en de vuurbelasting van de zonnepanelen.

Hier hebben we de formule van de berekening iets op aangepast:

- Er wordt gerekend met de werkelijke vuurbelasting,
- Er wordt er niet meer gerekend met de halve hoogte, maar met de volledige hoogte
- Warmtestralingsflux is verhoogt naar 45,2 kW/m².

Zie bijlage B voor de opbouw van een zonnepaneel en bijhorende vuurlastberekening incl. bijhorende toelichtingsmail.

1.3.2 Mailverkeer 29-11-2019 (11.56u)

Op verzoek van dhr. Ewalds hebben de berekening nog iets aangepast.

De omschrijving breedte/hoogte brongevel is vervangen door breedte object/vlam en vlamhoogte.

De bijhorende waardes zijn ook aangepast.

Zie bijlage C voor de aangepaste berekeningen en bijhorende toelichtingsmail.

2. Brandoverslag

Er mag geen brandoverslag plaats vinden van het brandcompartiment naar het naastgelegen brandcompartiment.

Indien bij vaststelling van de hoeveelheid straling op de doelgevel blijkt dat deze kleiner is dan 15 kW/m^2 , zal er geen brandoverslag plaatsvinden.

Uitgangspunten

De uitgangspunten voor deze berekening komen voort uit de NEN 6068. Het gaat hierbij om een vereenvoudigde berekening voor industrie functies zoals beschreven in hoofdstuk 6.7 en bijlage E.3.4 van de NEN 6068.

- De gebruiksoppervlakte van het brandcompartiment is voor 75% of meer bestemd voor industrie functie of lichte industrie functie
- De inwendige hoogte van de beschouwde brandruimte bedraagt maximaal 15 meter
- Boven de beschouwde brandruimte waarin een industrie functie is gelegen, is geen andere brandruimte of een ander brandcompartiment aanwezig
- De horizontale afstand tussen enig punt van een gevelopening van de ruimte van waaruit de weerstand tegen brandoverslag wordt bepaald, loodrecht op deze gevelopening, tot enig punt van een gevelopening van een andere ruimte, mag niet minder bedragen dan 5 meter, indien de normalen op de gevels onder een hoek tussen 90° en 270° staan.
- De Van alle buitengevels van de brandruimte waarvan delen minder dan 30 min. brandwerend zijn uitgevoerd, moet de onderste helft over de gehele breedte als gevelopening worden geschouwd van waaruit de weerstand tegen brandoverslag wordt bepaald
- De temperatuur in de brandruimte van het brandcompartiment van het gebouw van waaruit de weerstand tegen brandoverslag wordt bepaald, bedraagt 944 K (overeenkomend met een bronstraling van 45 kW/m^2)
- Er treden geen uitslaande vlammen op

2.1 Rekenmethode

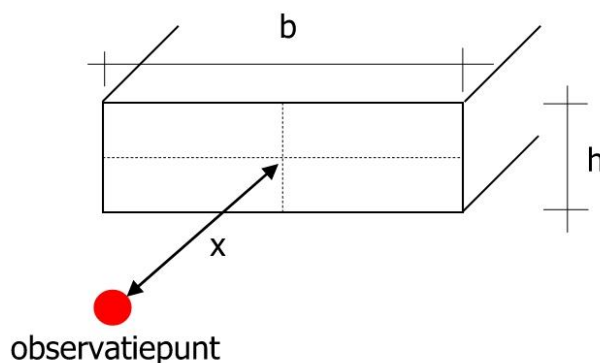
Rekenmethode voor warmtestralingsflux

Deze berekening wordt gemaakt met de volgende onderdelen in beschouwing:

x = de afstand van de bron tot het observatiepunt

b = de breedte van het bronobject

h = de hoogte van het bronobject



Om de warmtestralingsflux (φ) op een observatiepunt, afkomstig van de gevel van de brandruimte, te berekenen kan je onderstaande formule gebruiken:

$$\varphi = \frac{4}{2\pi} * \left(\frac{h_{1/2}}{b_{1/2}} * A * \arctan A + \frac{b_{1/2}}{h_{1/2}} * B * \arctan B \right) * 45000$$

Waarin:

$$A = \frac{b_{1/2}}{\sqrt{h_{1/2}^2 + x^2}}$$

$$B = \frac{h_{1/2}}{\sqrt{b_{1/2}^2 + x^2}}$$

Waarin:

- φ = de totale warmtestralingsflux in het observatiepunt [kW/m²]
- A = de hulpfactor
- B = de hulpfactor
- $h_{1/2}$ = de kwart van de hoogte van de beschouwde gevel [m]
- $b_{1/2}$ = de halve breedte van de beschouwde gevel [m]
- x = de horizontale afstand tussen het beschouwde observatiepunt en de verticale stralende gevel, gemeten loodrecht op de gevel [m]
- 45000 = 45000 W/m² = 45 kW/m² (bronstraling)

2.2 Berekening 1

Straling tussen 2 rijen zonnepanelen (langsijde), waar bij gerekend wordt met de hoogste van de 2 denkbeeldige gevels.

h	=	1,63	m		$h_{1/2}$	=	0,41	m	
b	=	256,0	m		$b_{1/2}$	=	128,00	m	
x	=	2,0	m						
A	=	62,71							
B	=	0,00							
Phi	=	8984	W/m ²		Phi	=	8,98	kW/m ²	

2.3 Conclusie

Uit bovenstaande berekening blijkt dat, er ondanks de een onderlinge afstand van minder dan 5 meter, er geen brandoverslag plaats zal vinden door straling, i.v.m. de lage doelstraling van **8,98 kW/m²**.

2.4 Berekening 2

Straling tussen 2 rijen zonnepanelen (korte zijde, gemeten tussen de omvormers in), waarbij gerekend is met de hoogte van het trafohuisje.

h	=	2,50	m		h _{1/2}	=	0,63	m	
b	=	10,9	m		b _{1/2}	=	5,47	m	
x	=	8,0	m						
A	=	0,68							
B	=	0,06							
Phi	=	2376	W/m ²		Phi	=	2,38	kW/m ²	

2.5 Conclusie

Uit bovenstaande berekening blijkt dat er geen brandoverslag plaats zal vinden door straling, i.v.m. de lage doelstraling van **2,38 kW/m²**.

Aangezien bovenstaande situatie de meest ongunstigste is, zal er ook geen brandoverslag door straling plaats vinden tussen 2 rijen zonnepanelen waar geen trafohuisje in verwerkt is.

2.6 Berekening 3

Straling tussen 2 groepen met ieder 18 rijen zonnepanelen (gemeten tussen de omvormers in). Voor de hoogte hebben we hier gerekend met de gemiddelde hoogte van de zonnepanelen en het trafohuisje.

h	=	1,69	m		h _{1/2}	=	0,42	m	
b	=	232,0	m		b _{1/2}	=	116,00	m	
x	=	8,00	m						
A	=	14,48							
B	=	0,00							
Phi	=	2373	W/m ²		Phi	=	2,37	kW/m ²	

2.7 Conclusie

Uit bovenstaande berekening blijkt dat er geen brandoverslag plaats zal vinden door straling, i.v.m. de lage doelstraling van **2,37 kW/m²**.

2.8 Overige afstanden

De overige afstanden tot omliggende gebouwen en of perceelgrenzen zijn groter dan dat hiervoor berekend zijn, dus zal ook hier geen brandoverslag door straling plaats vinden.

2.9 Controle berekening 1 NEN 6060

Aangezien de onderlinge afstand tussen de rijen met zonnepanelen kleiner is dan 5 meter hebben we voor deze situatie extra controle berekeningen gemaakt op basis van de NEN 6060.

Voor deze controle berekening zijn we uitgegaan van de zelfde uitgangspunten als bij 2.2 berekening 1.

Aangezien de NEN 6060 ook rekening houdt met de aanwezige vuurlast hebben we hier gerekend met een vuurlast van 60 kg vh/m², zie ook bijlage A.

INVOERGEGEVEN									
Maatgevende vuurbelasting	=			q_m	=			60,00 kg vh/m²	
afstand tot andere rij	=		2 m						
afstand tot perceelsgrens	=								
				x	=			2 m	
breedte van brongewel	=			b	=			256 m	
hoogte van brongewel	=			h	=			1,63 m	
oppervlakte brandcompartiment	=			A	=			2801 m²	
warmtestraling uit compartiment	=			φ_{bron}	=			45 kW/m²	
BEREKENINGEN									
h_v	=		1,10 m				(industriefunctie)		
h_r	=		0,00	F_A	=		61,72		
x_r	=		0,02	F_B	=		0,00		
F_v	=		0,265						
φ_{doel}	=		11,91 kW/m²						
C_a	=		108 minuten						

2.10 Conclusie controle berekening 1

Uit bovenstaande berekening blijkt dat er geen brandoverslag plaats zal vinden door straling, i.v.m. de lage doelstraling van **11,91 kW/m²** wat een afstandsbijdrage geeft van **108 minuten**.

2.11 Controle berekening 2 NEN 6060

Gezien de grote oppervlakte van het brandcompartiment 18 rijen zonnepanelen hebben we ook voor deze situatie een controle berekening gemaakt.

Voor deze controle berekening zijn we uitgegaan van de zelfde uitgangspunten als bij 2.6 berekening 3, daarbij hebben we ook weer gerekend met een vuurlast van 60 kg vh/m².

INVOERGEGEVENS									
Maatgevende vuurbelasting	=			q_m	=			60,00 kg vh/m²	
afstand tot andere rij	=		8 m						
afstand tot perceelsgrens	=		m						
				x	=			8 m	
breedte van brongevel	=			b	=			232 m	
hoogte van brongevel	=			h	=			1,69 m	
oppervlakte brandcompartiment	=			A	=			82176 m²	
warmtestraling uit compartiment	=			φ_{bron}	=			45 kW/m²	
BEREKENINGEN									
h_v	=		5,62 m	(industriefunctie)					
h_r	=		0,02	F_A	=			13,68	
x_r	=		0,07	F_B	=			0,02	
F_v	=		0,331						
φ_{doel}	=		14,90 kW/m²						
C_a	=		60 minuten						

2.12 Conclusie controle berekening 2

Uit bovenstaande berekening blijkt dat er geen brandoverslag plaats zal vinden door straling, i.v.m. de lage doelstraling van **14,90 kW/m²** wat een afstandsbijdrage geeft van **60 minuten**.

3. Eindconclusie

Zoals in hoofdstuk 1.1 aangegeven is hebben we voor deze locatie 2 scenario's bekeken.

1. Brandoverslag tussen de rijen met zonnepanelen onderling
2. Brandoverslag tussen de groepen met rijen zonnepanelen.

Uit de gemaakte stralingsberekeningen blijkt dat er, ondanks de geringe afstand van 2 meter, geen brandoverslag zal plaats vinden de rijen zonnepanelen onderling.

Ook voor scenario 2 geldt dat uit gemaakte stralingsberekeningen dat er geen brandoverslag door straling plaats zal vinden.

Met de gemaakte controle berekeningen hebben we aangetoond dat de gehaalde afstandsbijdrage hoger is dan de minimaal benodigde WBDBO eis van 60 minuten (uit bijlag A).

De voorgestelde opzet voor het aanleggen van een zonnepark aan de Hoeven ongenummerd te Nederweert levert zoals aangetoond middels deze rapportage geen gevaar op voor brandoverslag door straling.

3.1 Akkoord Veiligheidsregio Limburg-Noord

Dhr. R. Beeren heeft 5 december per mail laten weten dat er voldoende is aangetoond dat het maximale brandscenario bestaat uit een vak (rij) van aaneengesloten zonnepanelen.

Zie bijlage D voor de betreffende mail.

Bijlage A

Er mag geen brandoverslag plaats vinden van het brandcompartiment naar de naastgelegen gebouwen/brandcompartimenten. Om de brandwerendheid te bepalen die gehaald moet worden wordt er in de NEN 6060 gebruik gemaakt van de verschillende formules.

3.2 Toeslag WBDBO

Ten eerste wordt gekeken wat de aan te houden WBDBO aarde in minuten moet worden. Dit wordt bekeken aan de hand van de volgende formule: $W_e = q_m + W_t$

W_e = WBDBO-eis van scheidingsconstructie in minuten met ondergrens: 60 minuten en bovengrens 240 minuten

q_m = de maatgevende vuurbelasting in kg vh/m² als indicatie van de brandduur in minuten

W_t = is de toeslag voor de scheidingsconstructie in minuten met ondergrens 0 minuten en bovengrens 60 minuten

Scenario 1:

De toeslag (W_t) wordt bepaald aan de hand van figuur 8 op blz. 33 van de NEN 6060. Bij een geveleppervlakte van 244 m² is W_t gelijk aan 0. De maatgevende vuurbelasting is bepaald op 60 kg vh/m². Bij het invullen van deze getallen in bovenstaande formule geeft het volgende:

$$W_e = q_m + W_t = 60 + 0 = \mathbf{60 \text{ minuten}}$$

Scenario 2:

De toeslag (W_t) wordt bepaald aan de hand van figuur 8 op blz. 33 van de NEN 6060. Indien er meer dan 5 meter ruimte vrije ruimte tegenover de uitwendige scheidingsconstructie aanwezig is de waarde 0 aanhouden voor W_t . De maatgevende vuurbelasting is bepaald op **60 kg vh/m²**. Bij het invullen van deze getallen in bovenstaande formule geeft het volgende:

$$W_e = q_m + W_t = 60 + 0 = \mathbf{60 \text{ minuten}}$$

3.3 Bepaling brandwerendheid gevels

Voor inwendige scheidingsconstructies vertaald de waarde uit paragraaf 3.1 zich direct in een vereiste brandwerendheid van het NEN 6060 brandcompartiment naar het naastgelegen brandcompartiment.

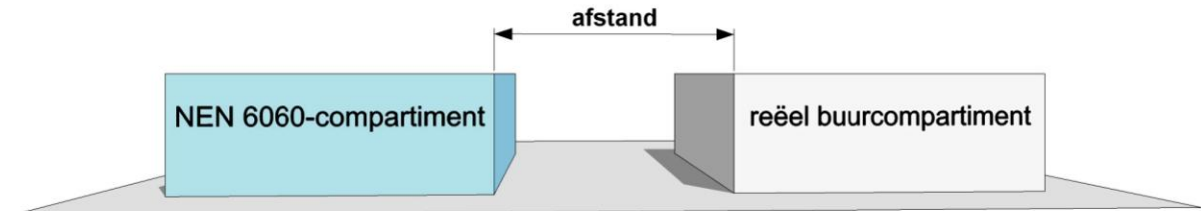
Voor een uitwendige scheidingsconstructie geldt dit niet. De afstand tussen de uitwendige scheidingconstructie en de gevel van het naastgelegen brandcompartiment levert ook een bijdrage aan het voorkomen van uitbreiding van brand. De bepaling van de afstandsbijsdrage wordt berekend met een stralingsberekening. Indien bij vaststelling van de hoeveelheid straling op de doelgevel blijkt dat deze kleiner is dan 15 kW/m², zal er geen brandoverslag plaatsvinden.

De onderstaande berekeningen zijn gemaakt volgens hoofdstuk 8 van de NEN 6060.

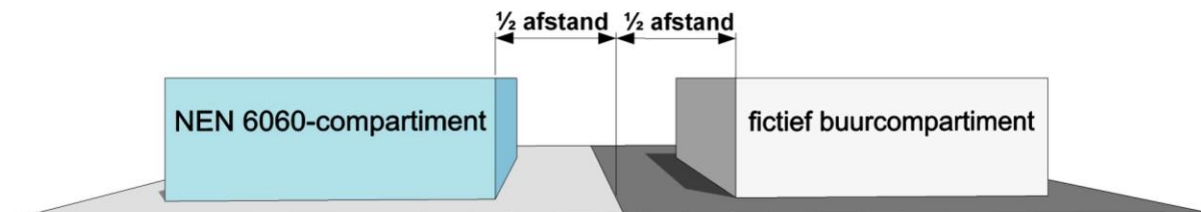
De volgende onderdelen moeten worden bepaald om de brandwerendheid van de betreffende gevel te kunnen berekenen:

- De afstand "x" tussen de uitwendige scheidingsconstructie en de tegenoverliggende gevel in meters
- De brandwerendheid van de tegenoverliggende gevel (C_b) in minuten
- De afstandsbijsdrage (C_a) in minuten m.b.v.
 - o De warmtestralingsflux bij de brongevel (φ_{bron})
 - o De vlamhoogte (h_v)
 - o De verticale zichtfactor (F_v)
 - o De warmtestralingsflux bij de overliggende gevel (φ_{doel})
 - o Afstandsbijsdrage (C_a)

De afstand "x" is de afstand tussen de uitwendige scheidingsconstructies (gevels) van de betreffende brandcompartimenten. Wanneer er een buurcompartiment op hetzelfde perceel is gelegen wordt de werkelijke afstand bepaald tussen de brandcompartimenten zoals afgebeeld op onderstaande afbeelding:



Wanneer het NEN 6060 compartiment is gelegen naast een perceelgrens wordt de afstand gemeten tot aan de perceelgrens en die afstand wordt x2 vermenigvuldigd. Zoals te zien is op onderstaande afbeelding. Er wordt een fictief brandcompartiment gespiegeld t.o.v. de perceelgrens geprojecteerd.



(Bron: NEN 6060, Nederlands Normalisatie Instituut)

Daarna wordt er gekeken wat de brandwerendheid is van de tegenoverliggende gevel, oftewel de brandwerendheid van het buurcompartiment. Deze wordt alleen bepaald wanneer deze werkelijk aanwezig is, en dan alleen de brandwerendheid van buiten naar binnen (het buurcompartiment). Bij een fictief buurcompartiment (perceelgrens) mag geen brandwerendheid van het buurcompartiment worden meegenomen en blijft deze waarde dus 0.

φ_{bron} wordt aangehouden op 45 kW/m² volgens artikel 8.5.1 van de NEN 6060

De vlamhoogte (h_v) in meter kan worden bepaald met onderstaande formules:

Voor de gebruiksfunctie industriefunctie:

$$h_v = \frac{h}{2} \times \left(1 + \sqrt{\frac{A}{2500} - 1} \right) \times \left(1 + \sqrt{\frac{q_m}{60} - 1} \right) \text{ met een maximale waarde van } 10$$

Voor de overige gebruiksfuncties:

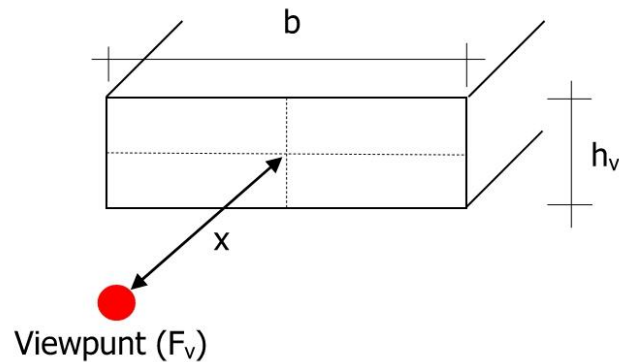
$$h_v = \frac{h}{2} \times \left(1 + \sqrt{\frac{A}{1000} - 1} \right) \times \left(1 + \sqrt{\frac{q_m}{60} - 1} \right) \text{ met een maximale waarde van } 10$$

A = de gebruiksoppervlakte in m² van het NEN 6060 compartiment met minimale waarde van 2500 m² bij een industriefunctie en een minimale waarde van 1000 m² bij de overige gebruiksfuncties.

q_m = de maatgevende vuurbelasting van het NEN 6060 compartiment in kg vh/m² met een minimale waarde van 60 kg vh/m²

h = de hoogte van de gevel van het NEN 6060 compartiment in meter.

De verticale zichtfactor (F_v) geeft aan hoe groot de warmtestralingsflux is in een verticaal vlak op afstand "x" midden voor de stralingsbron en evenwijdig daaraan, als fractie van de bronstraling. De verticale zichtfactor (F_v) kan worden bepaald met onderstaande afbeelding en formules:



$$F_v = \frac{4}{2\pi} \times \left(h_r \times F_A \times \tan^{-1}(F_A) + \left(\frac{F_B}{h_r} \right) \tan^{-1}(F_B) \right)$$

met:

$$h_r = \frac{1}{2} \times \frac{h_v}{b_{1/2}}$$

$$F_A = \frac{1}{\sqrt{h_r^2 + x_r^2}}$$

$$F_B = \frac{h_r}{\sqrt{1 + x_r^2}}$$

$$x_r = \frac{x}{b_{1/2}}$$

Deze formules kunnen ingevuld worden met de volgende invoergegevens:

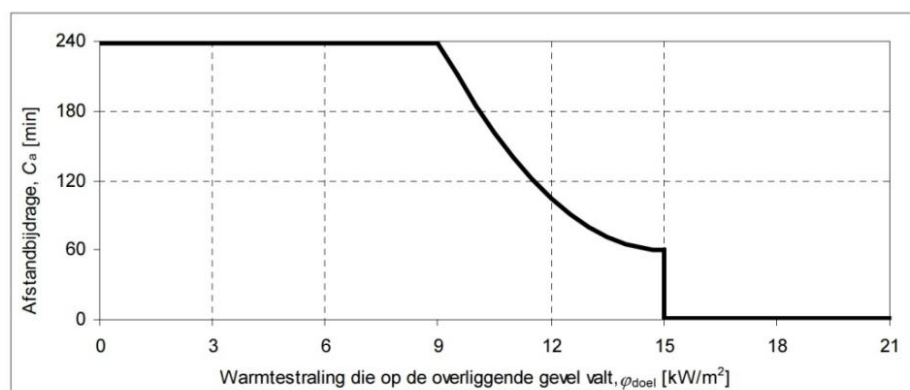
- x = de afstand tussen de brongevel en de overliggende (ontvangende) gevel in meter
- b = de breedte van het bronobject dat vanuit het doelobject gezien vrijwel vlak zou moeten zijn
- $b_{1/2}$ = de halve breedte van het bronobject in meter
- h_v = de vlamhoogte in meter

De warmtestraling die op de overliggende gevel valt (φ_{doel}) uitgedrukt in kW/m² kan worden bepaald met de volgende formule:

$$\varphi_{\text{doel}} = \varphi_{\text{bron}} \times F_v$$

Daarna kan de afstandsbijdrage worden afgelezen uit de figuur hiernaast:

(Bron: NEN 6060, Nederlands Normalisatie Instituut)



Bijlage B: 1^e aanvulling

[REDACTED]

Van: [REDACTED]
Verzonden: vrijdag 29 november 2019 08:58
Aan: [REDACTED]
CC: [REDACTED]
Onderwerp: aanvullende gegevens brandoverslag zonnepark Nederweert
Bijlagen: opbouw zonnepaneel.jpg; 19395-007 straling buiten variant 1.pdf; 19395-007 straling buiten variant 2.pdf; 19395-007 straling buiten variant 3.pdf; 19395-007 vuurlast NEN 6060.pdf

eSynDocSavedToSynergy: -1

Geachte heer [REDACTED]

N.a.v. ons telefonisch overleg heb ik nog wat zaken betreffende brandoverslag door straling nader bekeken.

U heeft aangegeven dat de stralingsberekeningen volgens de NEN 6068 en NEN 6060 eigenlijk alleen bedoeld zijn voor binnenbrande en dat voor buitenbranden een ander bronstaling mogelijk is. Tevens heeft u aangegeven dat u nadere/meer informatie wil van de door ons opgegeven vuurbelasting van 60 kg vh/m².

Buitenopslag:

Via het kenniscentrum InfoMil heb ik een bepalingmethode warmtestralingsbelasting voor buiten opslag gevonden. Met deze methode kan de warmte straling van een houtopslag (buiten) berekend worden. Aangezien de onderlinge afstand voor deze berekening minimaal 5 meter moet zijn, kunnen we deze niet gebruiken. Wel heb in n.a.v. de berekening de warmtestralingsflux voor een buitenbrand kunnen bepalen. Ik heb diverse test berekeningen gemaakt met verschillende afmetingen en afstanden, waarbij de warmtestralingsflux steeds op een vaste waarde van 46,2 kW/m² uitkomt.

Daarnaast heb ik op uw verzoek onze stralingsberekening aangepast.

Hierbij heb ik gebruik gemaakt van dezelfde formule, maar heb ik deze op een aantal punten aangepast en ben ik uit gegaan van de feitelijke waarden.

De volgende onderdelen heb ik aangepast in de nieuwe stralingsberekening:

- Er wordt gerekend met de werkelijke vuurbelasting (van één rij met zonnepanelen),
- Er wordt niet meer gerekend met de halve gevel hoogte, maar met de volledige hoogte,
- De warmtestralingsflux is verhoogt van 45 naar 46,2 kW/m² (op basis van bovenstaande informatie/gegevens)
- De reste van de formule is wel het zelfde gebleven.

Bijgaand ontvangt u 3 berekeningen.

In de eerste berekening heb ik gerekend met alleen de hoogte van de zonnepanelen, dus exclusief de stelling.

In de tweede berekening heb ik gerekend met de volledige hoogte, dus inclusief de stellingen.

Dan heb ik nog een variant van de 1^e berekening toegevoegd, waarbij ik de warmtestralingsflux voor buitenopslag heb verhoogd tot 90 kW/m².

In alle drie de gevallen blijft de doelstraling ruim onder de kritieke 15 kW/m² met steeds een afstandsbijdrage van 240 minuten.

Vuurlastberekening:

Bijgaand ontvangt u de opbouw van een zonnepaneel en de bijhorende globale vuurlastberekening van een rij met zonnepanelen.

In de berekening hebben we de materialen die niet branden als n.v.t. aangegeven.

Uit de gemaakte berekening blijkt dat de gemiddelde en in dit geval ook maatgevende vuurbelasting op 2,98 kg vh/m² uitkomt.

Deze waarde kan per leverancier iets afwijken, maar is zoals verwacht en telefonisch ook aangegeven aanzienlijk lager dan de 60 kg v/h/m² waar we in eerste instantie mee hebben gerekend.

Conclusie:

Uit bovenstaande gegevens kunnen we het volgende concluderen.

Volgens onze aangepaste stralingsberekening v.z.v. warmtestralingsbelasting voor een buitenbrand (hout) vindt er ook geen brandoverslag door straling plaats gezien de lage warmtestraling van circa 4,21 tot 8,2 kW/m².

De warmtestraling uit de reeds aangeleverde berekeningen wijkt niet noemenswaardig af van de warmtestraling voor een buitenopslag.

Daar integen ligt de werkelijke vuurbelasting van een rij zonnepanelen velen malen lager dan waar we in eerste instantie mee gerekend hebben.

Graag uw reactie of dat we met deze nieuwe inzichten/berekeningen voldoende hebben aangetoond dat er geen brandoverslag kan plaats vinden tussen de rijen met zonnepanelen.

Met vriendelijke groet,

[Redacted signature]

Van Dun Advies BV

Dorpsstraat 54

5113 TE ULICOTEN

T: 013 - 519 94 58

F: 013 - 519 97 27

E: robdeleeuw@vandunadvies.nl

I : www.vandunadvies.nl

KvK 18061619



-----DISCLAIMER-----

De informatie in deze e-mail is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking aan derden is niet toegestaan en bovendien onrechtmatig. Indien u niet de geadresseerde bent, wordt u er bij deze op gewezen, dat u geen recht heeft kennis te nemen van de rest van de e-mail, deze te kopiëren of te verstrekken aan andere personen dan de geadresseerde. Indien u deze e-mail abusievelijk heeft ontvangen brengt u dan de afzender op de hoogte, en vernietigt u het originele bericht. Van Dun Advies BV is niet verantwoordelijk en wijst iedere aansprakelijkheid af voor enige vorm van directe of indirecte schade veroorzaakt door elektronische berichtgeving.

Stralingsberekening 1 (buiten)

Stralingsberekening tussen 2 rijen met zonnepanelen (netto hoogte= 1,22 excl. stelling)

INVOERGEGEVENS

Maatgevende vuurbelasting	=		q_m	=	2,98 kg vh/m²
afstand tot andere rij	=	2	m		
afstand tot perceelsgrens	=		m	x	= 2 m
breedte van brongevel	=		b	=	256 m
hoogte van brongevel	=		h	=	1,22 m
oppervlakte één rij zonnepanelen	=		A	=	2801 m²
warmtestralingsflux buiten opslag	=		φ_{bron}	=	46,2 kW/m²

BEREKENINGEN

h_v	=	0,37 m	(buitenopslag)		
h_r	=	0,00	F_A	=	63,73
x_r	=	0,02	F_B	=	0,00
F_v	=	0,091			
φ_{doel}	=	4,21 kW/m²			
C_a	=	240 minuten			

Stralingsberekening 2 (buiten)

Stralingsberekening tussen 2 rijen met zonnepanelen (netto hoogte= 2,27 incl. stelling)

INVOERGEGEVENS

Maatgevende vuurbelasting	=		q_m	=	2,98 kg vh/m²
afstand tot andere rij	=	2	m		
afstand tot perceelsgrens	=		m	x	= 2 m
breedte van brongevel	=		b	=	256 m
hoogte van brongevel	=		h	=	2,27 m
oppervlakte één rij zonnepanelen	=		A	=	2801 m²
warmtestralingsflux buiten opslag	=		φ_{bron}	=	46,2 kW/m²

BEREKENINGEN

h_v	=	0,68 m	(buitenopslag)		
h_r	=	0,00	F_A	=	63,09
x_r	=	0,02	F_B	=	0,00
F_v	=	0,168			
φ_{doel}	=	7,75 kW/m²			
C_a	=	240 minuten			

Stralingsberekening 3 (buiten)

Stralingsberekening tussen 2 rijen met zonnepanelen (netto hoogte= 1,22 excl. stelling)

INVOERGEGEVENS

Maatgevende vuurbelasting	=		q_m	=	2,98 kg vh/m²
afstand tot andere rij	=	2	m		
afstand tot perceelsgrens	=		m		
			x	=	2 m
breedte van brongevel	=		b	=	256 m
hoogte van brongevel	=		h	=	1,22 m
oppervlakte één rij zonnepanelen	=		A	=	2801 m²
warmtestralingsflux zuivere rook	=		φ_{bron}	=	90 kW/m²

BEREKENINGEN

h_v	=	0,37 m	(buitenopslag)		
h_r	=	0,00	F_A	=	63,73
x_r	=	0,02	F_B	=	0,00
F_v	=	0,091			
φ_{doel}	=	8,20 kW/m²			
C_a	=	240 minuten			

Berekening vuurlast volgens NEN 6060

zonnepaneel (48x 1000x1680 mm)

PERMANENTE VUURLAST

materiaal (omschrijving)	hoeveelheid stuks/m²/m³/kg/ton/ltr	soortelijke massa kg/(eenheid)	m _i (eenheid)	h _i MJ/(eenheid)	vuurlast MJ	vuurlast kg vh
aluminium kader	n.v.t.				0	0
gehard glas	n.v.t.				0	0
EVA-folie o.g.	0,01 m³	1300 kg/m³	19 kg	46 MJ/kg	855	45
zonnecellen (Silicium)	n.v.t.				0	0
EVA-folie o.g.	0,01 m³	1300 kg/m³	19 kg	46 MJ/kg	855	45
Tediar folie	0,03 m³	1300 kg/m³	37 kg	46 MJ/kg	1709	90
aluminium onderplaat	n.v.t.				0	0
stalen/aluminium frame	n.v.t.				0	0
stelpost/onvoorzien	80,6 m²	1	81 m²	19 MJ/m²	1532	81

TOTALE PERMANENTE VUURLAST

261

Maximaal aanwezige vuurlast

De maximaal aanwezige vuurlast in zonnepaneel =
aantal zonnepanelen in één rij =

261 kg vurenhout
32 stuks +

De maximaal aanwezige vuurlast in brandcompartiment =

8338 kg vurenhout

Gemiddelde vuurbelasting

De gemiddelde vuurbelasting (q) in het NEN 6060 compartiment wordt uitgedrukt in kg vh/m² en berekend met de volgende formule: $q = L/A$

L = de totale vuurlast in het NEN 6060 brandcompartiment in kg vh

A = de gebruiksooppervlakte van het NEN 6060 brandcompartiment in m² volgens de NEN 2580 (32x 78,7 m²)

8338 / 2800,6 = **2,98** kg vh / m²

Maatgevende vuurbelasting

tabblad kopiëren en bovenstaande tabel/getallen aanpassen op de maatgevende 1000 m² bruto vloeroppervlakte
uitkomst bij gemiddelde vuurbelasting (hierboven) is dan de uitkomst van de maatgevende vuurbelasting

Bijlage C: 2^e aanvulling

[REDACTED]

Van: [REDACTED]
Verzonden: vrijdag 29 november 2019 11:56
Aan: [REDACTED]
CC: [REDACTED]
Onderwerp: RE: aanvullende gegevens brandoverslag zonnepark Nederweert
Bijlagen: 18395-A007 bepaling vlamhoogte.pdf; 18395-A007 straling buiten variant 1 incl. vlamhoogte.pdf; 18395-A007 straling buiten variant 2 incl. vlamhoogte.pdf

eSynDocSavedToSynergy: -1

Beste [REDACTED]

Ik heb de berekening nog iets aangepast.

In deze nieuwe/aangepaste opzet heb ik de omschrijving breedte/hoogte brongevel vervangen door breedte object/vlam en vlamhoogte.

De bijhorende waardes heb ik uiteraard ook aangepast.

Net als bij het bepalen van de warmtefluxstraling heb ik voor de vlamhoogte ook gebruik gemaakt van de berekeningsmethode warmtestralingsbelasting (buiten) opslag.

Met deze berekening wordt de vlamhoogte van een buiten hout opslag bepaald, aangezien de vuurlast van de zonnepanelen aanzienlijk lager ligt dan die van een hout opslag lijkt mij dit een redelijk veilig uitgangspunt.

In bijgevoegde aangepaste stralingsberekening (in- en exclusief de stelling hoogte) heb ik de vlamhoogte aangegeven conform de eveneens bijgevoegde rekenresultaten t.b.v hout opslag.

Alhoewel de berekeningsmethode voor houtopslag maar met maximaal 35 meter van de stapel/gevel rekend hebben wij in onze berekening bij de breedte van het object/vlam de volledige breedte ingevuld.

De berekende doelstraling is met deze nieuwe opzet wel wat toegenomen, maar is nog steeds minder dan de maximaal toegestande 15 kW/m².

Graag deze aanpassingen mee nemen in uw beoordeling of dat er zo voldoende is aangetoond dat er geen brandoverslag door straling plaats zal vinden.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]
Van Dun Advies BV

Dorpsstraat 54

5113 TE ULICOTEN

T: 013 - 519 94 58

F: 013 - 519 97 27

E: robdeleeuw@vandunadvies.nl

I : www.vandunadvies.nl

KvK 18061619



-----DISCLAIMER-----

De informatie in deze e-mail is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking aan derden is niet toegestaan en bovendien onrechtmatig. Indien u niet de geadresseerde bent, wordt u er bij deze op gewezen, dat u geen recht heeft kennis te nemen van de rest van de e-mail, deze te kopiëren of te verstrekken aan andere personen

dan de geadresseerde. Indien u deze e-mail abusievelijk heeft ontvangen brengt u dan de afzender op de hoogte, en vernietigt u het originele bericht. Van Dun Advies BV is niet verantwoordelijk en wijst iedere aansprakelijkheid af voor enige vorm van directe of indirecte schade veroorzaakt door elektronische berichtgeving.

Van: [REDACTED]
Verzonden: vrijdag 29 november 2019 10:53
Aan: [REDACTED]
CC: [REDACTED]
Onderwerp: RE: aanvullende gegevens brandoverslag zonnepark Nederweert

Beste [REDACTED]

Bedankt voor de aanvullende gegevens. Ik heb deze nog niet volledige doorgenomen en beoordeeld maar ik wil alvast opmerken dat ik mijn opmerking over de 'stralende hoogte' mis. Tijdens ons telefoongesprek heb ik aangegeven dat mijn grootste bezwaar tegen het toepassen van de NEN normen zit in het gebruiken van gevelhoogtes voor bepaling van de stralende hoogte. In de huidige situatie is immers geen sprake van een gevel. Vlammen zullen een bepaalde hoogte (en daarmee vlamoppervlak) behalen, en deze zal niet gelijk zijn aan de maximale hoogte van de montage van de zonnepanelen. Daar wordt nu echter wel mee gerekend. Er zal gerekend moeten worden met juiste uitgangspunten voor de totale bronstraling in relatie tot het brandend (stralend) oppervlak; dwz duidelijk zal moeten zijn wat de bronstraling is (dat hebt u nu aangeleverd) en wat de vlamgeometrie is (vlamhoogte en breedte).

Ik wacht nog even op aanvullende gegevens voordat ik de volledige beoordeling van de berekening uitvoer.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]
Specialist IBGS (Pg FSE)

Adviseur Gevaarlijke Stoffen



Werkdagen	Maandag t/m Vrijdag	T	+31 (0)88 11 90 568
Bezoekadres	Nijmeegseweg 42	M	+31 (0)6 543 62 534
	5916 PT Venlo	E	p.ewalds@vrln.nl
Postadres	Postbus 11	W	brandweerln.nl
	5900 AA Venlo		



De informatie in dit bericht kan vertrouwelijk zijn en is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde. Indien u dit bericht onterecht ontvangt, wordt u verzocht de inhoud niet te gebruiken en de afzender direct te informeren door het bericht te retourneren. Wij zijn niet verantwoordelijk voor onjuiste, onvolledige of vertraagde verzending en ontvangst van dit bericht.

Berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de bepalingmethode warmtestralingsbelasting opslag hout, opgesteld in het kader van de 8.40 AmvB Bouw- en houtbedrijven milieubeheer en de daarbij behorende berekeningsmethode:

- bijlage II: Beschrijving berekeningsmethode buitenopslag hout
- bijlage III: Beschrijving berekeningsmethode binnenopslag hout

Invoergegevens

De berekening wordt uitgevoerd voor een buitenopslag.

De breedte van de opslag bedraagt 35 m.

De diepte van de opslag bedraagt 10,94 m.

De hoogte van de opslag bedraagt 1,22 m.

Het beoordelingspunt is gelegen op 17,5 m vanaf de zijde van de opslag (verplaatsing parallel aan de gevel).

Het beoordelingspunt is gelegen op 5 m van de opslag (verplaatsing loodrecht op de gevel).

De berekening wordt uitgevoerd voor compact gestapeld hout.

Er is geen afscherming aanwezig.

Tussenresultaten

Van de gehele gevel is 35 m in rekening gebracht.

De berekende vlamhoogte bedraagt 1,83 m vanaf de onderzijde van de stapel.

De warmtestralingsflux vanuit de stapel bedraagt 46,2 kW per m², boven de stapel neemt de warmtestralingsflux af.

De berekende transmissie bedraagt 93,44%.

Berekeningsresultaten

Beoordelingspunt	Beoordelingshoogte (m)	Warmtestralingsniveau (kW per m ²)
Beoordelingspunt 1	1,05	6,97
Beoordelingspunt 2	2,27	6,24
Beoordelingspunt 3	5	3,22
Beoordelingspunt 4	7,5	1,51
Beoordelingspunt 5	10	0,75

Berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de bepalingmethode warmtestralingsbelasting opslag hout, opgesteld in het kader van de 8.40 AmvB Bouw- en houtbedrijven milieubeheer en de daarbij behorende berekeningsmethode:

- bijlage II: Beschrijving berekeningsmethode buitenopslag hout
- bijlage III: Beschrijving berekeningsmethode binnenopslag hout

Invoergegevens

De berekening wordt uitgevoerd voor een buitenopslag.

De breedte van de opslag bedraagt 35 m.

De diepte van de opslag bedraagt 10,94 m.

De hoogte van de opslag bedraagt 2,27 m.

Het beoordelingspunt is gelegen op 17,5 m vanaf de zijde van de opslag (verplaatsing parallel aan de gevel).

Het beoordelingspunt is gelegen op 5 m van de opslag (verplaatsing loodrecht op de gevel).

De berekening wordt uitgevoerd voor compact gestapeld hout.

Er is geen afscherming aanwezig.

Tussenresultaten

Van de gehele gevel is 35 m in rekening gebracht.

De berekende vlamhoogte bedraagt 3,41 m vanaf de onderzijde van de stapel.

De warmtestralingsflux vanuit de stapel bedraagt 46,2 kW per m², boven de stapel neemt de warmtestralingsflux af.

De berekende transmissie bedraagt 93,44%.

Berekeningsresultaten

Beoordelingspunt	Beoordelingshoogte (m)	Warmtestralingsniveau (kW per m ²)
Beoordelingspunt 1	1	12,36
Beoordelingspunt 2	2,27	12,24
Beoordelingspunt 3	5	7,48
Beoordelingspunt 4	7,5	3,6
Beoordelingspunt 5	10	1,74

Stralingsberekening 1 (buiten)

Stralingsberekening tussen 2 rijen met zonnepanelen (netto hoogte= 1,22 excl. stelling)

INVOERGEGEVENS

Maatgevende vuurbelasting	=		q_m	=	2,98 kg vh/m²
afstand tot andere rij	=	2	m		
afstand tot perceelsgrens	=		m	x	= 2 m
breedte van het object/vlam	=		b	=	256 m
vlamhoogte incl. zonnepaneel	=		h	=	1,83 m
oppervlakte één rij zonnepanelen	=		A	=	2801 m²
warmtestralingsflux buiten opslag	=		φ_{bron}	=	46,2 kW/m²

BEREKENINGEN

h_v	=	0,55 m	(buitenopslag)		
h_r	=	0,00	F_A	=	63,41
x_r	=	0,02	F_B	=	0,00
F_v	=	0,136			
φ_{doel}	=	6,28 kW/m²			
C_a	=	240 minuten			

Stralingsberekening 2 (buiten)

Stralingsberekening tussen 2 rijen met zonnepanelen (netto hoogte= 2,27 incl. stelling)

INVOERGEGEVENS

Maatgevende vuurbelasting	=		q_m	=	2,98 kg vh/m²
afstand tot andere rij	=	2	m		
afstand tot perceelsgrens	=		m	x	= 2 m
breedte van het object/vlam	=		b	=	256 m
vlamhoogte incl. zonnepaneel/steling	=		h	=	3,41 m
oppervlakte één rij zonnepanelen	=		A	=	2801 m²
warmtestralingsflux buiten opslag	=		φ_{bron}	=	46,2 kW/m²

BEREKENINGEN

h_v	=	1,02 m	(buitenopslag)		
h_r	=	0,00	F_A	=	62,00
x_r	=	0,02	F_B	=	0,00
F_v	=	0,248			
φ_{doel}	=	11,45 kW/m²			
C_a	=	123 minuten			

Bijlage D: Akkoord Veiligheidsregio

[REDACTED]

Van: [REDACTED]
Verzonden: donderdag 5 december 2019 12:28
Aan: [REDACTED]
CC: [REDACTED]
Onderwerp: RE: aanvullende gegevens brandoverslag zonnepark Nederweert

Beste [REDACTED]

De ontvangen stukken ten aanzien van de brandoverslag zijn beoordeeld en we komen tot de volgende conclusie:

- De toegepaste normen en berekeningsmethoden zijn niet specifiek gericht op berekeningen voor zonnepanelen. Deze zijn ook niet beschikbaar. Wel is de berekeningssystematiek te gebruiken; dit zijn 'standaard' empirische formules die in de FSE gebruikt worden.
- Omdat de standaard normen en berekeningsmethode gebruikt zijn, hebben wij de belangrijkste uitgangsgeschiedenis zoals de vuurbelasting, vlamhoogte en warmtestralingsflux van de bron gecontroleerd. Dit is gedaan door gebruik te maken van enkele wetenschappelijke artikelen. We komen tot de conclusie dat deze uitgangspunten aannemelijk zijn.
- We trekken daarmee de conclusie dat een overslag van het ene zonnenveld naar het andere, door scheiding van een vrij 'onbrandbaar' pad van 2 meter, niet te verwachten is.
- Deze conclusie wordt ook ondersteund door handreikingen van de UK en Duitsland waarbij bij de plaatsing van zonnepaneelvelden op daken er een vrije ruimte van 1 meter van elk veld naar de brandwerende scheiding wordt aangehouden. Dit komt ook overeen met 2 meter om overslag van het ene veld naar het andere te voorkomen.

Vanuit deze conclusie is het maximale uitbrandscenario waar rekening mee gehouden moet worden één vak van aaneengesloten zonnepanelen.

Ik ga er vanuit je hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. Mochten er nog vragen zijn dan hoor ik het graag.

Met vriendelijke groet,

[REDACTED]
Specialist Risicobeheersing
Officier van Dienst



Bezoekadres	Nijmeegseweg 42	M	+31 (0)6 20031266
	5916 PT Venlo	T	
Postadres	Postbus 11	E	r.beeren@vrln.nl
	5900 AA Venlo	W	www.vrln.nl
Werkdagen	Maandag t/m woensdag, vrijdag		



www.vandunadvies.nl