



Risicoanalyse  
Zonnepanelen Smartlog Europoort II  
Bedrijfshallen 1 t/m 4

---

Document nr. 02543-04-rap-01v1.0  
d.d. 21-12-2020

Betreft Risicoanalyse  
Zonnepanelen Smartlog Europoort II  
Bedrijfshallen 1 t/m 4

Document Document nr. 02543-04-rap-01v1.0  
d.d. 21-12-2020

In opdracht van Sunrock  
Anthony Fokkerweg 1  
1059 CM Amsterdam

Opgesteld door  
Gecontroleerd door

2E

ing. 2E 2E

Handtekening:

Incendio B.V.  
Postbus 1218  
3600 BE MAARSSEN  
info@incendio.nl  
www.incendio.nl



Dit rapport bevat vertrouwelijke informatie.  
Uitsluitend de opdrachtgever mag dit rapport vermenigvuldigen, openbaar maken en verspreiden  
zonder toestemming van Incendio B.V., doch uitsluitend in zijn geheel. Voorkomen moet worden  
dat delen van dit document uit hun verband worden gehaald en mogelijk anders geïnterpreteerd.

## Inhoud

Pagina

1	Algemeen .....	2
2	Omschrijving zonnepanelensysteem.....	4
3	Opzet risicoanalyse .....	7
4	Vaststelling ondergrens .....	8
5	Risicoanalyse .....	11
6	Instandhouding maatregelen.....	18
7	Ondertekening .....	19
A.	Uitgangspunten .....	20

### **Bijlagen:**

02543-01-tek-01, d.d. 25-06-2019 (Situatie tekening)  
02543-04-tek-01v0.1 (VoltaSolar Layout DC 1&2 d.d. 24-08-2020)  
02543-04-tek-02v0.1 (VoltaSolar Layout DC 3&4 d.d. 14-08-2020)  
02543-04-tek-03v0.1 (VoltaSolar Layout DC 5&6 d.d. 18-10-2020)  
02543-04-tek-04v0.1 (VoltaSolar Layout DC 7&8 d.d. 24-08-2020)

### **Andere relevante documenten (niet bijgevoegd, opvraagbaar)**

20190121 Generiek Programma van Eisen Zonnestroomprojecten v2.5\_Straightforward  
d.d. 05 november 2019  
Inspectiefrequentie NEN 3140  
Thermografische inspectie

---

Voor dit document is de procedure aangehouden die in het kwaliteitshandboek (NEN-EN ISO 9001:2015) van Incendio B.V. is vastgelegd. De opsteller van dit document verklaart dat hij op grond van aantoonbare theoretische en praktische kennis van brand, brandveiligheid, techniek en voorschriften voor brandbeveiligingssystemen, in staat is om zelfstandig een brandbeveiligingsconcept op te stellen dat past bij de opdracht van de opdrachtgever. De opsteller van dit document verklaart dat hij aantoonbaar beschikt, of voor het opstellen van dit document personen heeft ingeschakeld die aantoonbaar beschikken, over actuele kennis van normen, voorschriften en leveranciersinformatie en -instructies betreffende de bouwkundige voorzieningen en automatische brandbeveiligingsinstallatie(s) die in dit document zijn beschreven.

# 1 Algemeen

## 1.1 Inleiding

Dit document heeft betrekking op het zonnepanelensysteem bestaande uit zonnepanelen, omvormers, transformatoren en daarbij behorende bekabeling en schakelapparatuur zoals geleverd door Sunrock.

In onderliggende risico analyse wordt specifiek ingegaan op de brandveiligheidsrisico's ten aanzien van het zonnepanelensysteem op de bedrijfshallen 1 t/m 4 van Smartlog Europoort II. Ten aanzien van de brandveiligheid van de bedrijfshallen en de daarbij behorende voorzieningen zijn de volgende documenten van toepassing:

- Rapportage Brandveiligheid nrs. 02543-01-rap-01/02/03/04 inzake de brandveiligheid in respectievelijk bedrijfshallen 1 t/m 4.
- Uitgangspuntendocumenten nrs. 02997-01-upd-01/02/03/04/05 inzake de infrastructuur (upd-01) en de sprinkler-, brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie (upd-02 t/m 05) in respectievelijk bedrijfshallen 1 t/m 4.

Met nadruk wordt gesteld dat onderliggend onderzoek uitsluitend de brandveiligheidsrisico's in relatie tot het zonnepanelensysteem voor de genoemde bedrijfshallen beschouwd.

## 1.2 Doel document

De beschrijving in dit document geeft alle partijen die bij de bouw en het beheer van het zonnepanelensysteem zijn betrokken, inzicht in de werking van het systeem, de uitgevoerde risico analyse om de voorziene risico's te bepalen en welke maatregelen zijn bepaald om deze beheersbaar te maken. De beschrijving geeft weer voor welke maatregelen zijn gekozen en hoe deze worden gebruikt en beheerd.

Het doel van het document is tevens het informeren van de overheid en de verzekeraar hoe met het zonnepanelensysteem wordt omgegaan.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een omschrijving van het zonnepanelensysteem. In hoofdstuk 3 is de opzet van de risico analyse vastgelegd. De bepaalde ondergrens qua brandbeveiligingsmaatregelen is vastgelegd in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is de risicoanalyse vastgelegd.

In hoofdstuk 6 is vastgelegd hoe borging van de kwaliteit van de maatregelen is georganiseerd.

## 1.4 Betrokken partijen

Onderstaande partijen zijn betrokken (geweest) bij de totstandkoming van dit document.

Belanghebbende / Rol in het proces	Naam	Contactpersoon
Gebouweigenaar	Europoort development II B.V.	De <sup>2E</sup>
Bevoegd gezag	DCMR Milieudienst Rijnmond	De <sup>2E</sup>
Eigenaar/gebruiker zonnepanelen	Sunrock	De her <sup>2E</sup>
Opsteller document	Incendio B.V.	De <sup>2E</sup>

Tabel 1



## 1.5 Juridische status

Dit document is tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. Met dit document is beschreven op welke wijze voldaan wordt aan de brandbeveiligingseisen of de filosofie achter de eisen uit de wet- en regelgeving en de wensen van de eigenaar c.q. gebruiker en diens verzekeraar.

Dit document heeft bestuursrechtelijke status voor zover er in een door het bevoegd gezag afgegeven beschikking naar (delen van) dit document wordt verwezen, respectievelijk tekstdelen van dit document zijn overgenomen in een door het bevoegd gezag afgegeven beschikking.

## 1.6 Actualisatie en documentbeheer

Wanneer veranderingen optreden aan het systeem met zonnepanelen kan dit aanleiding zijn tot een gedeeltelijke of gehele herziening van dit document. DWG is verantwoordelijk voor het actueel houden van dit document. Hiertoe dienen eventuele wijzigingen herleidbaar te zijn en moet steeds kenbaar worden gemaakt welke versie van het document geldig is.

Versie	Datum	Status	Omschrijving
0.1	09-12-2020	Concept	- Concept ter bespreking met Sunrock
1.0	21-12-2020	Definitief	- Commentaar Sunrock verwerkt, bedrijfshallen 1, 3 en 4 toegevoegd - Ter goedkeur
<u>Opmerking</u> De wijzigingen ten opzichte van de voorgaande versie worden vanaf versie 0.2 door middel van streepjes in de kantlijn aangegeven.			

Tabel 2

## 2 Omschrijving zonnepanelensysteem

### 2.1 Algemeen

Het terrein van Europoort Development II in Rotterdam is ingericht met een viertal bouwwerken. De bedrijfshallen 1 t/m 4 zijn per hal ingedeeld in 2 distributiecentrums (DC 1 t/m 8). Bedrijfshallen 1, 2 (deels) en 4 worden gebruikt voor de op- en overslag van koopmansgoederen. De hallen 2 (deels) en 3 worden gebruikt voor de op- en overslag van hoofdzakelijk ADR-geclassificeerde goederen.

De situering van de bedrijfshallen (zie bijgevoegde situatietekening) alsmede de huisvestingskenmerken liggen vast in de rapportages Brandveiligheid. Gezien de relatie tussen de zonnepanelen en andere apparatuur op het dak is de materialisatie van de bedrijfshallen wel overgenomen.

#### 2.1.1 Materialisering

Onderdeel	Omschrijving	
Fundering	Beton	
Draagconstructie	Materiaal	Beton en staal
	Specifieke kenmerken	Betonnen en stalen kolommen en liggers in combinatie met betonnen vloerdelen.
Vloeren (maaiveldniveau)	Materiaal	Beton
	Specifieke kenmerken	Monoliet afgewerkte vloeren
Verdiepingsvloeren	Materiaal	Beton
Dak	Uitvoering	Magazijnen/kantoren: Betonnen kanaalplaten of stalen geprofileerde dakplaten, isolatie en kunststof dakbedekking ADR-ruimten: betonnen kanaalplaten, isolatie en kunststof dakbedekking
	Specifieke kenmerken	Het dak betreft een vlak dak (hellingshoek ca. 2,5%)
	Dakisolatie	PIR isolatiemateriaal
	Brandklasse isolatie	Brandklasse B (NEN-EN13501)
Gevels	Uitvoering	Betonnen plint met metalen sandwichpanelen met isolatie
	Gevelisolatie	PIR isolatiemateriaal
	Brandklasse isolatie	Brandklasse B (NEN-EN13501)
Verlaagde plafondconstructie	In de kantoorruimten zijn verlaagde plafondconstructies aanwezig waardoor loze ruimten ontstaan. De hoogte van deze ruimten varieert. Materiaal betreft minerale wol in een aluminium raster	
Verhoogde vloerconstructie	Niet aanwezig	
Lichtstraten en -koepels	Aanwezig (bedrijfshallen 1 en 4)	
Luifel	Stalen constructie ter hoogte van de kantoren met een diepte van ca. 1,5 m.	

Tabel 3

#### 2.1.2 (Brand)veiligheidsinstallaties

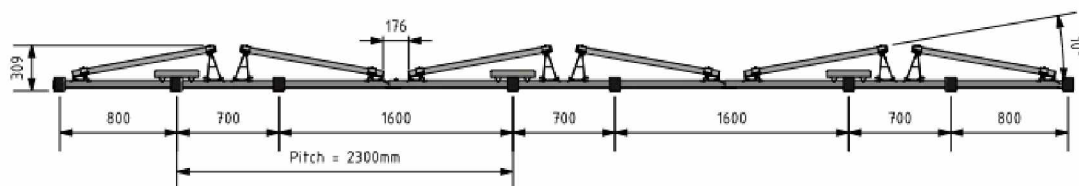
Daarnaast zijn in de bedrijfshallen de volgende (brand)veiligheidsinstallaties aanwezig. Deze (brand)veiligheidsinstallaties maken geen onderdeel uit van dit document tenzij deze een verduidelijking behoeven of hiervoor specifiek, in relatie tot de in dit document beschreven systemen eisen zijn geformuleerd.

Onderdeel	Omschrijving
Brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie en sprinklerinstallatie	De bedrijfshallen zijn voorzien van een sprinklerinstallatie en een brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie. De uitgangspunten met betrekking tot deze installaties zijn vastgelegd in de betreffende uitgangspuntendocument.
Blusgasinstallatie	De ADR-ruimten in bedrijfshallen 2 en 3 zijn voorzien van blusgasinstallaties. De uitgangspunten met betrekking tot deze installaties zijn vastgelegd in de betreffende uitgangspuntendocument.
Elektrische installaties	De bedrijfshallen zijn voorzien van noodverlichtingsinstallatie.
Brandslanghaspel(s)	De bedrijfshallen zijn voorzien van brandslanghaspels en/of haspelwagens die aangesloten zijn op de drinkwaterleiding of de watervoorziening van de sprinklerinstallatie.
Brandweerafnamepunten	In bedrijfshallen zijn brandweerafnamepunten aanwezig, aangesloten op de sprinklerinstallatie.

Tabel 4

## 2.2 Opzet zonnepanelen systeem

In algemene zin is het zonnepanelen systeem opgebouwd uit zonnepanelen, omvormers, verdeelinrichtingen en transformatoren en de daarbij behorende bekabeling en montage-materialen. De zonnepanelen staan daarbij op het dak van de bedrijfshallen (opdaksysteem) en worden middels ballast vastgezet. Hierbij geldt het volgende principe (detail dak/zonnepaneel):



Figuur 1: Zonnepanelen oost-west opstelling

Voor de aanleg en het beheer van het zonnepanelen systeem geldt "Generiek Programma van Eisen Zonnestroomprojecten" versie 2.5, d.d. 05 november 2019 zoals opgesteld door Straight Forward. Deze is als separate bijlage toegevoegd.

### 2.2.1 Zonnepanelen

De zonnepanelen worden geleverd door JA Solar (type JAMS10 390-410/PR) of een daaraan gelijkwaardige variant. De fabrikant garandeert dat over 25 jaar de zonnepanelen minimaal 80% van het oorspronkelijke vermogen leveren.

### 2.2.2 Bekabeling

De in de zonnepanelen opgewekte stroom wordt via bekabeling naar de omvormers getransporteerd. De basis principes qua aanleg en beveiliging zijn uitgewerkt in het document van Straight Forward.

### 2.2.3 Combiners

De combiners worden geleverd door Phoenix Contact (type SOL-SC-24ST-0-15F-00001130VS) en worden op het dak van de bedrijfshallen aangebracht. Onder de combiners wordt voorzien in een brandwerende laag.

### 2.2.4 Omvormers

De omvormers worden geleverd door SMA (<sup>2E</sup> 1) of een daaraan gelijkwaardige variant. Elke omvormer heeft een output van maximaal 75 kVA. De omvormers worden voor alle bedrijfshallen tegen de gevel (plint) gemonteerd. (Zie bijgevoegde layout tekeningen).

| 2.2.5 Transformatoren

Er worden 2000kVA olie gevulde trafo's (inhoud niet bekend) geplaatst met een 1600kVA aansluiting geplaatst (zie bijgevoegde layout tekeningen).

2.2.6 Elektriciteitsnet

De door de zonnepanelen opgewekte energie wordt terug geleverd aan het elektriciteitsnet. Er is geen directe verbinding met de in het gebouw aanwezige elektrische installaties.

| 2.2.7 Bereikbaarheid zonnepanelen

Ter hoogte van de kantoren van de hallen zijn dakluiken aanwezig waarbij toegang worden verkregen tot het dak. Langs de dakranden is aanlijn beveiliging aanwezig.

**2.3 Inrichting noodorganisatie**

De huurders beschikken over een bedrijfsnoodplan. In het bedrijfsnoodplan zijn alle procedures rondom de BHV organisatie, de noodplannen, ontruiming en dergelijke vastgelegd.



## 3 Opzet risicoanalyse

### 3.1 Context

Risicoanalyses kunnen voor een breed scala aan onderwerpen worden uitgevoerd. Daarnaast zijn er diverse manieren om risico analyses uit te voeren. In onderliggend document zijn de volgende stappen aangehouden (in lijn met bijvoorbeeld de NEN-ISO 31000).

#### 3.1.1 Vaststellen van de context

Het vaststellen van de context gaat hoofdzakelijk om het definiëren van de doelstellingen van de getroffen maatregelen. Binnen de scope van de analyse zoals vastgelegd in dit document gelden hierbij de volgende voorwaarden:

- De ondergrens is gelegd op het voldoen aan de vigerende wet- en regelgeving. Een niveau onder deze grens is onacceptabel.
- Per situatie wordt bekeken of aanvullende maatregelen vereist zijn. Dit vanuit de blikvelden:
  1. Gelijkwaardige veiligheid (bouwregelgeving).
  2. Bedrijfscontinuïteit, imago schade, milieu- en/of maatschappelijke schade (gebouweigenaar/gebruiker).

Belangrijke nuance op deze plek is de constatering dat punt 2 vooral gaat om de risico's die het bedrijf zelf wilt nemen, of niet (risc appetite). Hier is geen sprake van een wettelijk kader. Het zijn parameters die het bedrijf zelf bepaald, vaak in overleg met haar verzekeraar(s). In onderliggende analyse heeft het gesprek met de verzekeraar(s) (nog) niet plaatsgevonden, deze analyse is mede bedoeld om dat gesprek te faciliteren.

#### 3.1.2 Risicobeoordeling

Risicobeoordeling is het geheel van de risico-identificatie, risicoanalyse en risico-evaluatie.

#### 3.1.3 Risicobehandeling

In deze stap wordt beoordeeld of een risico acceptabel is of niet. Bij de acceptatie van een risico wordt gemotiveerd waarom dat besluit is genomen. Indien het risico niet acceptabel is, worden de risico reducerende maatregelen bepaald. In de analyse is aangehouden dat de genoemde maatregelen direct worden genomen.

#### 3.1.4 Monitoring en beoordeling

Uit de risicomatregelen volgen maatregelen welke worden getroffen teneinde de risico's voldoende te beperken, of idealiter geheel weg te nemen. Echter de doelmatigheid van deze maatregelen dient te worden geborgd. De daartoe getroffen maatregelen zijn vastgelegd in hoofdstuk 6.

## 4 Vaststelling ondergrens

### 4.1 Wet- en regelgeving

Zoals verwoord in paragraaf 3.1.1 wordt begonnen met de bepaling van de ondergrens qua niveau van maatregelen. Deze ondergrens betreft het wettelijk kader. Aanvullend aan het wettelijk kader wordt beoordeeld, of en eventueel welke aanvullende eisen Smartlog Europoort II en/of de klanten waarvoor zij de logistiek verzorgen zelf stellen ten aanzien van de beoogde brandveiligheid. Omdat het zonnepalen betreft welke op het dak van een gebouw worden voorzien is de Woningwet het referentiekader voor de ondergrens.

#### 4.1.1 Woningwet

Het wettelijk kader waaraan het bouwwerk (met daarop zonnepanelen) moet voldoen is beschreven in de Woningwet. De Woningwet bevat zelf geen inhoudelijke brandveiligheidsvoorschriften; hiervoor wordt alleen een wettelijke grondslag geboden. Het doel van de brandveiligheidsvoorschriften volgend uit de Woningwet is: *het voorkomen van slachtoffers (gewonden en doden) en het voorkomen dat een brand zich uitbreidt naar een ander perceel. Het behouden van het bouwwerk en het voorkomen van schade aan het milieu, monumenten of maatschappelijke voorzieningen of belangen zijn geen doelstellingen van dit besluit.*

Daarnaast is voor onderliggende analyse artikel 1a van de woningwet relevant. Artikel 1a stelt:

1. De eigenaar van een bouwwerk, open erf of terrein of degene die uit anderen hoofde bevoegd is tot het daaraan treffen van voorzieningen draagt er zorg voor dat als gevolg van de staat van dat bouwwerk, open erf of terrein geen gevaar voor de gezondheid of veiligheid ontstaat dan wel voortduurt.
2. Een ieder die een bouwwerk bouwt, gebruikt, laat gebruiken of sloopt, dan wel een open erf of terrein gebruikt of laat gebruiken, draagt er, voor zover dat in diens vermogen ligt, zorg voor dat als gevolg van dat bouwen, gebruik of slopen geen gevaar voor de gezondheid of veiligheid ontstaat dan wel voortduurt.
3. De eigenaar van een bouwwerk of degene die uit anderen hoofde bevoegd is tot het daaraan treffen van voorzieningen onderzoekt, of laat onderzoek uitvoeren naar, de staat van dat bouwwerk, voor zover dat bouwwerk behoort tot bij ministeriële regeling vast te stellen categorieën bouwwerken waarvan is vast komen te staan dat die een gevaar voor de gezondheid of de veiligheid kunnen opleveren. Bij ministeriële regeling worden voorschriften gegeven omtrent het onderzoek.

Voor de inhoudelijke eisen is de Algemene Maatregelen van Bestuur (AMvB), zijnde het "Bouwbesluit 2012" van toepassing.

De eisen in het kader van de Woningwet worden door het bevoegd gezag per inrichting vastgesteld in de omgevingsvergunning (onderdeel bouwen, voorheen bouwvergunning). In essentie kan worden gesteld dat in het bouwbesluit geen specifieke eisen voor zonnepanelen worden gegeven. Wel wordt in artikel 7.1 gesteld dat het gebruik van een bouwwerk zodanig moet zijn dat het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie en de ontwikkeling van brand moet worden voorkomen. In de onderliggende voorschriften in het bouwbesluit worden diverse voorschriften inzake het gebruik van bouwwerken, open erven en terreinen gegeven. Dit kapstok artikel is ook relevant voor het zonnepanelensysteem. De analyse in onderliggend document is mede bedoeld om aantoonbaar te maken dat de voorziene risico's zijn beheerst.

## 4.2 Wet milieubeheer (Wm)

In de Wet milieubeheer zijn voorschriften gegeven voor het voorkomen van nadelige gevolgen voor het milieu door bedrijfsmatige activiteiten. Evenals de Woningwet wordt voor de inhoudelijke eisen verwezen naar zogenaamde <sup>2E</sup> maatregelen van <sup>2E</sup> (AmvB). Voor de inhoudelijke eisen zijn de volgende AMvB's van toepassing:

- Besluit omgevingsrecht (Bor) en met de bijbehorende Ministeriële regeling omgevingsrecht (Mor);
- Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (Activiteitenbesluit).
- Besluit risico's zware ongevallen 2015 (BZRO '2015).
- Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi).

De eisen in het kader van de Wet milieubeheer worden door het bevoegd gezag per inrichting vastgesteld en vastgelegd in de omgevingsvergunning (onderdeel milieu). AWL beschikt over een omgevingsvergunning, in de vergunning wordt niet expliciet ingegaan op zonnepanelen. Derhalve is dit vastgelegd in onderliggende analyse.

### BRZO

Aangezien de bedrijfshallen 2 en 3 een BRZO locatie betreft is artikel 5 van het BRZO relevant. Hierin staat dat:

*De exploitant treft alle maatregelen die nodig zijn om zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen daarvan voor de menselijke gezondheid en het milieu te beperken.*

*De exploitant kan te allen tijde aantonen aan de aangewezen toezichthouders dat hij alle noodzakelijke maatregelen heeft getroffen.*

*Het is verboden de inrichting of een gedeelte daarvan in werking te hebben wanneer de bij of krachtens dit besluit te nemen maatregelen niet zijn getroffen of deze duidelijk onvoldoende zijn uitgevoerd.*

Onderliggende analyse is bedoeld om inzichtelijk te maken welke maatregelen zijn genomen om de risico's welke het zonnepanelsysteem introduceren te beheersen alsmede te onderhouden en beheren.

### PGS 15

De omvang van de brandbeveiligingsmaatregelen in relatie tot de Wet milieubeheer is gebaseerd op de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 15 "Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen" (PGS 15). In paragraaf 1.2 van de PGS 15 (2016) wordt gesteld dat: *In deze publicatie zijn de regels opgenomen voor de opslag van verpakte gevaarlijke stoffen en CMR-stoffen waarmee een aanvaardbaar beschermingsniveau voor mens en milieu wordt gerealiseerd.* Voor de bepaling van het vereiste beschermingsniveau is uitgegaan van de huidige stand der techniek die geldt voor de bouwkundige uitvoering van opslagvoorzieningen, brandbestrijdingssystemen en arbeidsmiddelen.

In de PGS 15 worden (nog) geen voorwaarden opgenomen voor zonnepanelen en de daarbij behorende equipment. Uitgangspunt in onderliggende analyse is daarmee de onderbouwing voor een aanvaardbaar beschermingsniveau.

## 4.3 Arbowet

De eisen in het kader van de Arbowet zijn door de huurders vastgesteld in een afzonderlijke Risico Inventarisatie en Evaluatie (RI&E).

#### **4.4 Aanvullende eisen opdrachtgever en verzekeraar**

Eventuele aanvullende eisen vanuit huurders en/of haar verzekeraar(s) zijn niet bekend.  
De gedane analyse is bedoeld om hun nader te informeren zodat beoordeeld kan worden of en eventueel welke aanvullende maatregelen wenselijk zouden zijn.

#### **4.5 Toegepaste literatuur en methodieken**

Zie bijlage A.



## 5 Risicoanalyse

### 5.1 Inleiding

De keuze voor de maatregelen ter beperking van de aanwezige risico's is gebaseerd op een risicoanalyse. De risicoanalyse beschrijft de maximale risico's en de noodzakelijke beveiligingsmaatregelen om de effecten van de risico's te beperken tot een aanvaardbaar niveau.

### 5.2 Risico-identificatie

In essentie kunnen de beoogde maatregelen worden opgedeeld in twee categorieën. Enerzijds kan er worden ingezet op voorkomen, anderzijds kunnen de gevolgen worden beperkt. Het zijn de linker en de rechterzijde van het vlinderdasmodel zoals gebruikt in diverse literatuur.

Complexiteit in deze stap is om een helder onderscheid te maken tussen enerzijds het wettelijk kader en anderzijds de wensen van de onderneming zelf. Zoals verwoord in hoofdstuk 4 zijn er verschillende doelen maar zijn er voor de beoogde situatie met zonnepanelen geen specifieke voorschriften. Vanwege deze complexiteit is in deze risico analyse geen onderscheid gemaakt tussen het wettelijk kader en eigen eisen. Er wordt een risico analyse gegeven om inzichtelijk te maken hoe met de voorziene risico's wordt omgegaan. Vervolgens wordt op basis van een risico analyse bepaald wat de consequenties zijn van een eventuele voorkomende brand en welke maatregelen daar eventueel tegenover zijn gezet.

Voor de zonnepanelen zijn de volgende risico's voorzien:

1. Dakbelasting.
2. Afvoer regenwater van het dak.
3. Brand.
4. Windbelasting.
5. Hagel / rondvliegende objecten.
6. Vandalisme en/of diefstal.
7. Bliksem/over-voltage.
8. Invloeden van buitenaf zoals windmolens en hoogspanningslijnen.

In onderstaande risico analyse is verder ingezoomd op het brandveiligheidsrisico.

### 5.3 Risico-analyse

Op basis van de bepaalde risico's zijn scenario's bepaald. Per scenario is bekeken welke risico's er optreden. Dit uitgaande van het scenario zonder risico reducerende c.q. mitigerende maatregelen.

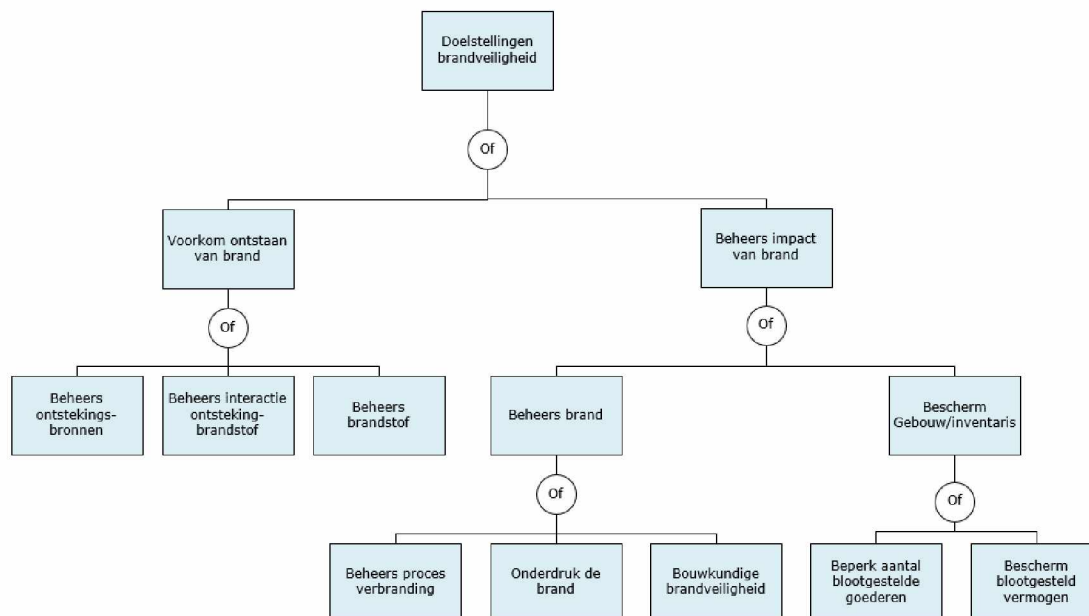
#### 5.3.1 Scenario 3 "brand"

Brand in de zonnepanelen, aansluitingen, bekabeling, omvormers of transformatoren kan leiden tot een brand in op het dak, in het dak of tegen de gevel. Voor de hier aanwezige situatie geldt dat de zonnepanelen op het dak staan. De omvormers zijn tegen de plinten van de betreffende hallen gemonteerd en de transformatoren staan naast het gebouw.

Zonder maatregelen kan een onbeheersbare brand op het dak ontstaan welke mogelijk doorslaat naar binnen. Gezien de geformuleerde doelstellingen in hoofdstuk 4 is dat een onacceptabel risico.

## 5.4 Risico evaluatie

Brand heeft een ongewenst effect op de beoogde doelstellingen, voornamelijk uitsluitend getoetst tegen het wettelijk kader. Het is daarmee een ongewenst risico. Evaluatie van dit risico kan op twee manieren plaatsvinden, deze zijn gevisualiseerd in afbeelding 1.



Afbeelding 1: beslisboom risicobehandeling. Vertaling van methode zoals gegeven in de NFPA 550 (bijlage A, bron 14).

Inzicht in mogelijke maatregelen tegen het voorkomen van brand vraagt om een analyse van de mogelijke oorzaken van brand. Omdat ondanks getroffen maatregelen brand altijd kan ontstaan wordt ook gekeken naar maatregelen welke het risico beperken mocht er ondanks de preventieve maatregelen toch brand ontstaan.

### 5.4.1 Voorkom ontstaan van brand

Op basis van de literatuur zoals genoemd in bijlage A zijn er 3 factoren bekend waardoor brand kan ontstaan zoals toegelicht in onderstaande tabel.

Factor	Toelichting		Bron nr. (zie bijlage A)
Technische factoren	Zonnepanelen	Bypass diode (schaduw op cel)	#1, paragraaf 4.1.3
		Cel-mismatch: Voor de in serie geschakelde zonnepanelen moet de stroom door alle cellen gelijk zijn. Mismatch kan ontstaan door bijvoorbeeld lokale vervuiling, vogelpoep, schaduwen e.d.	#1, paragraaf 4.1.4
		Te kleine afstand tussen dak en zonnepaneel	#1, paragraaf 4.1.6
		Onjuiste plaatsing zonnepanelen: Indien de zonnepanelen hun warmte niet goed kwijt kunnen, kan opwarmen van het paneel en/of het onderliggende dak plaatsvinden.	#1, paragraaf 4.3.1
	Connectoren	Gebruik onjuiste connectoren tussen zonnepaneel en bekabeling	#1, paragraaf 4.1.1
		Oververhitting connectoren zonnepaneel	#1, paragraaf 4.1.2
	Bekabeling	Onder dimensionering bekabeling	#1, paragraaf 4.1.5
	Aarding	DC Ground fault: Onbedoeld contact tussen stroom voerende delen en geaarde constructie	#10, paragraaf 3.3.1

Factor	Toelichting	Bron nr. (zie bijlage A)
	van het gebouw. Onderliggende oorzaken zijn onjuiste isolatie bekabeling, kapotte isolatie bekabeling als gevolg van 'bewegingen' (bijvoorbeeld tijdens de aanleg) kortsluitingen in bijvoorbeeld koppelboxen, aardingsproblemen in zonnepanelen, corrosieproblemen.	
	Foutieve aanleg blijkt een belangrijke oorzaak. Hetgeen ook door andere bronnen wordt onderkent ( <a href="https://www.risicoinspecties.nl/2019/07/checklist-ter-voorkoming-brand-door-zonnepanelen/">https://www.risicoinspecties.nl/2019/07/checklist-ter-voorkoming-brand-door-zonnepanelen/</a> ). Er dient aandacht te zijn voor knaagdieren, marters en dergelijke welke brand kunnen veroorzaken door het wegnagen van isolatiematerialen (kortsluiting en vlambogen als gevolg).	#15 en #16
Menselijke factoren	Verkeerd verbinden connectoren.	#1, paragraaf 4.2.1
	Ondeugdelijke verbindingen.	
	Verkeerd lussen kabels.	
	Omvormers plaatsen op locaties met onvoldoende ventilatie.	
	Te korte kabels, kabels blootstellen aan zonlicht.	
	Foute systeem strings maken.	
	Doorboren kabels met schroeven.	
	Niet opvolgen installatie voorschriften.	
	Onjuist gekwalificeerd personeel.	
	Montagefouten (onvoldoende voorbehandelde geleiders, slecht gemonterde zekeringen, niet aangedraaide connectoren en dergelijke).	
Gecombineerde factoren	TNO wijst ook op combinaties van factoren welke leiden tot brand. Dat betreffen in essentie combinatie van bovenstaande technische en menselijke factoren. Deze worden derhalve niet separaat benoemd in deze risicoanalyse.	#1, paragraaf 4.4

Tabel 7

#### Overige bekende gegevens

Ikea (Bijlage A, bron 12) geeft aan wereldwijd ca. 250 daken met zonnepanelen in gebruik te hebben waarbij ca. 175 GWh aan energie per jaar wordt opgewekt. Er zijn situaties bekend waarbij brand als gevolg van de zonnepanelen is ontstaan, met hoofdzakelijk schade aan het gebouw als gevolg.

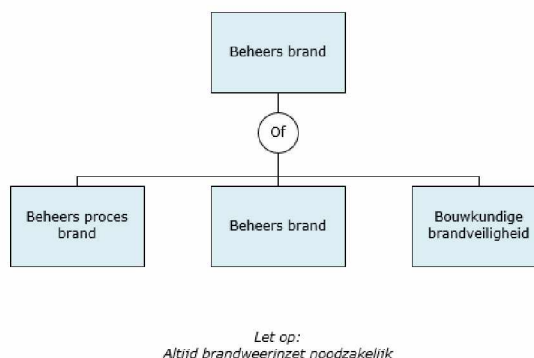
Ikea wijst op de volgende zaken:

- Leg de gehele aanleg, onderhoud en beheer in 1 hand. Dit wordt ook bevestigd in andere bronnen (Bijlage A, bron 17);
- Maak daken onbrandbaar, als dat niet mogelijk is, gebruik FM approved PIR in combinatie met PVC dakbedekking (bij voorkeur een FM approved dakopbouw).

#### 5.4.2 Beheers impact van brand

Als er brand ontstaat moet worden beoordeeld wat de mogelijke impact is op de gegeven doelstellingen. Zoals eerder aangegeven is dit risico zonder aanvullende maatregelen onacceptabel.

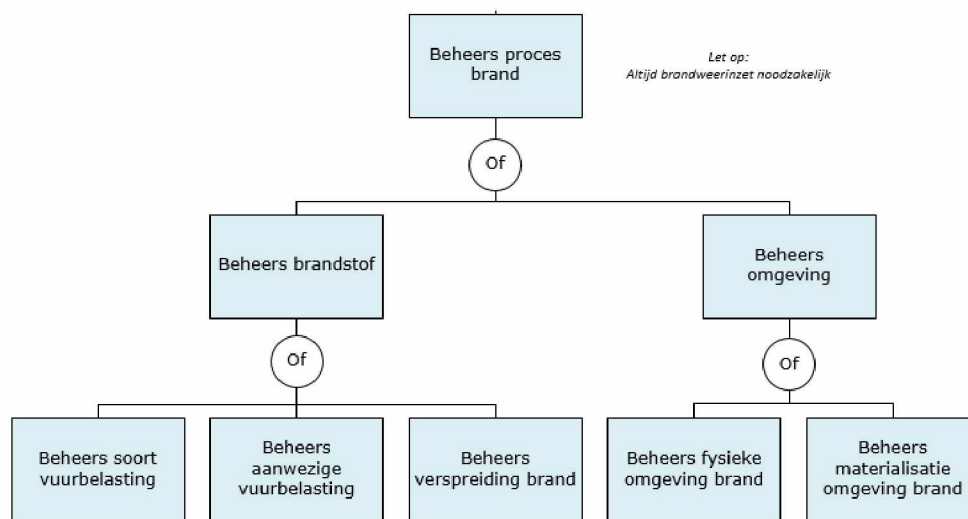
Het gebouw en de daarin aanwezige goederen moeten worden beschermd tegen de gevolgen van een brand. Maatregelen bedoeld om het blootgestelde vermogen (in Euro) of het aantal blootgestelde goederen te beperken resulteren in opslagrestricties in het gebouw. Deze zijn als onwenselijk beschouwd waardoor de keuze is gemaakt om op dat vlak geen beperkingen te willen hebben. Derhalve moet een eventueel ontstane brand worden beheerst. Om een brand te beheersen zijn er in basis drie handelingsperspectieven welke zijn weergegeven in afbeelding 2.



Afbeelding 2: Basisprincipes beheersing brand (Bron 16)

Per perspectief bekeken geeft dit het volgende overzicht:

#### 5.4.3 Beheers proces brand



Afbeelding 3: Basisprincipes proces brand (Bron 16)

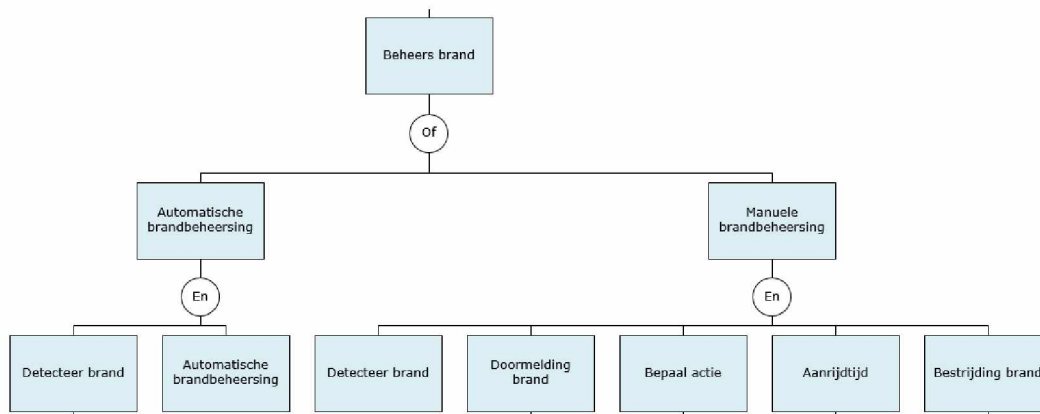
Om het brandproces te beheersen zijn de opties beschikbaar zoals weergegeven in afbeelding 3. Voor deze specifieke analyse geldt:

- Er kan vooral worden ingezet op de beperking van de brandbaarheid van het dak en de dakbedekking.
- De aanwezige vuurbelasting als gevolg van zonnepanelen en de daarbij behorende equipment kan worden beperkt. Met name het voorkomen van plastics in de achterkant van zonnepanelen wordt aanbevolen (Bijlage A, bron 17).
- Door het indelen in vakken van de zonnepanelen op het dak en het aanhouden van vrije ruimten kan de verspreiding van brand worden beperkt.
- Omvormers en transformatoren zodanig plaatsen dat deze bij brand van/in deze equipment weinig impact hebben op het gebouw.



#### 5.4.4 Beheers brand

Voor het beheersen van brand gelden in basis de volgende afwegingen:

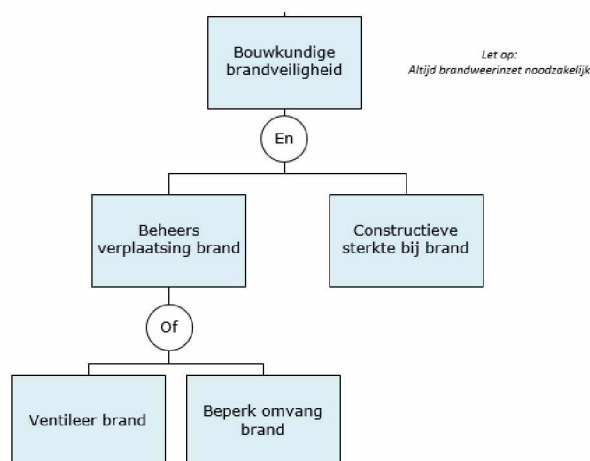


Afbeelding 4: Basisprincipes beheersing brand (Bijlage A Bron 14)

Er kan worden gekozen tussen het automatisch bestrijden van een brand of voor manuele brandbestrijding door de brandweer. In Nederland is het gebruikelijk om te kiezen voor de het laatste. Het handelingsperspectief van de brandweer moet in nader overleg worden uitgewerkt. Mede op basis van: <https://www.ifv.nl/kennisplein/brandweertechniek-tactiek/publicaties/zonnepanelen>. Daar dit een locatie specifiek advies samen met de brandweer is, moet dit samen met de brandweer worden uitgewerkt. Ook omdat verschillende regio's hier verschillend naar kijken.

#### 5.4.5 Bouwkundige brandveiligheid

Voor wat betreft deze risicoanalyse biedt deze stap geen aanvullende mogelijkheden. Alle equipment staat buiten opgesteld. Constructieve sterkte moet zijn geregeld conform de geldende eisen, brand heeft hierop geen voorzienbare impact welke vraagt om een verzwarende van de constructie. Deze eisen zitten vooral in de scenario's voor regen en wind. Dit wordt om deze reden niet verder beoordeeld in deze risicoanalyse.



Afbeelding 5: Basisprincipes bouwkundige brandveiligheid (Bijlage A, bron 14)

### 5.5 Risico behandeling

Het brandrisico welke zonnepanelen vormen wordt als onaanvaardbaar beschouwd. Dit bekeken zonder mitigerende maatregelen. Door de volgende maatregelen te treffen wordt het risico wel acceptabel beschouwd:

- Veruit de meeste branden ontstaan via de aanwezige elektrische installaties. Door elektrische installaties te laten voldoen aan de NEN 1010, te keuren conform de NEN3140 (bijlage A, bron 4), aangevuld met thermografisch onderzoek (bijlage A, bron 4 indien

- daar aanleiding toe is) is gesteld dat hier voldoende preventieve maatregelen voor zijn getroffen. Daarnaast wordt de bekabeling buitenlangs het gebouw gevoerd.
- Het geheel van ontwerp, aanleg, onderhoud en beheer wordt door een onafhankelijke derde bewaakt. Deze monitoring wordt uitgevoerd door Straightforward conform “Generiek Programma van Eisen Zonnestroomprojecten v2.5\_Straightforward”. Belangrijke punten daarin zijn:
    - De installatie moet voldoen aan de NTA 8220:2017 nl: methode voor het beoordelen van elektrisch materiaal op brandrisico;
    - De installatie dient te voldoen aan NEN-EN 50575:2014 en: Elektrische leidingen voor voeding en elektrische leidingen en glasvezelleidingen voor sturing of communicatie - Elektrische leidingen en glasvezelleidingen voor algemeen gebruik in bouwwerken waarvoor eisen voor het brandgedrag van toepassing zijn.
  - Heet werk vergunning: Er is een heet werk procedure ingevoerd en vastgelegd in de aanwezige veiligheidsinstructies.
  - De omvormers worden ter hoogte van de trafo’s op niveau begane grond tegen de plinten van de gevels geplaatst (zie bijgevoegde layout tekeningen). Mocht de omvormer in de brand raken dan biedt de gevel zelf voldoende weerstand om branddoorslag naar het gebouw te voorkomen.
  - De transformatoren worden in separate, buiten het gebouw gelegen transformatorruimten geplaatst.
  - De daken van de bedrijfshallen zijn opgebouwd uit betonnen kanaalplaten of stalen geprofileerde dakplaten met kunststof dakbedekking en PIR isolatie welke voldoet aan de vereiste specificaties.
  - De gevels zijn opgebouwd uit een betonnen plint met stalen geïsoleerde sandwich gevelelementen met PIR isolatie welke voldoet aan de vereiste specificaties.

## 5.6 Restrisico

Ondanks bovenstaande maatregelen is het mogelijk dat er brand ontstaat in de zonnepanelen, de bekabeling, de omvormers of de transformator. Het gelijktijdig ontstaan van brand om meerdere plekken tegelijkertijd is niet als geloofwaardig scenario beschouwd. Dit beschouwend geeft de volgende overwegingen.

### 5.6.1 Zonnepanelen

Brand in zonnepanelen zijn in het algemeen beperkt in brandvermogen (bijlage A, bron 2). Branden hebben voldoende vermogen om het dak en de daaronder gelegen isolatie te betrekken bij brand. PVC dakbedekking draagt echter niet bij aan de brandvoortplanting (zie tevens bijlage A, bron 12). De PIR isolatie verkoolt, maar levert in die zin geen bijdrage aan brandvoortplanting. Branden op het dak blijven op die wijze lokaal en leveren hoofdzakelijk schade aan het gebouw op. Brand kan echter onder de panelen doorlopen.

Om schade te beperken in het dak ingedeeld in “velden”.

De aanwezige gangpaden moeten brandoverslag van het ene veld naar het andere veld voorkomen of zodanig beperken dat de brand deze als stoplijn kan gebruiken. De breedte van de gangpaden liggen voor de bedrijfshallen tussen minimaal 1,5 m en maximaal ca 3 m. Een minimale afstand van 1,2 m vertaald in een brandwerendheid van 60 minuten (*Let op: geen wetenschap maar aannamen*). Deze afstand wordt ook aangehouden als minimale afstand t.o.v. lichtstraten en andere op het dak aanwezige equipment. De voorgestelde “velden” zijn weergegeven op de bijgevoegde layout tekeningen. Ten opzichte van de dakrand is voor alle bedrijfshallen een vrije ruimte van minimaal 5 meter aanwezig.

Voor de bedrijfshallen 1 t/m 4 zijn op de ‘layout tekeningen’ (zie bijlagen) de interne bouwkundige brandscheidingen aangegeven t.o.v. de projectering van de zonnepanelen velden.

De gangpaden tussen de velden zijn afgestemd op de interne brandscheidingen waardoor de minimale afstand wordt aanhouden tussen de velden en de aanwezige brandscheidingen.

#### 5.6.2 Bekabeling

Brand in de bekabeling zijn branden met zeer beperkte impact. Belangrijkste is dat de dakbedekking en eventueel de onderliggende isolatie kan worden beschadigd. Vanwege de PVC dakbedekking en de PIR dakisolatie zal de brand lokaal blijven en zich niet voort kunnen planten. Branddetectie kan plaatsvinden via de fouten die ontstaan in de elektrische installatie welke de monitoring van het systeem registreert. Aanvullende maatregelen worden hier niet noodzakelijk gesteld, behoudens het uitwerken van een handelingsperspectief voor de brandweer. Dit moet in nader overleg met Sunrock en de brandweer worden uitgewerkt.

Van belang zijn de volgende twee zaken:

- Het systeem kan spanningsloos worden gezet indien de omvormers dat zelf nog niet hebben gedaan. Hetzelfde geldt voor de transformatoren. De zonnepanelen blijven stroom opwekken.
- Blussen met water (lage druk) is mogelijk (Bron 17, bijlage A). Door de brandweer is aangegeven dat een meter of 10 als voldoende veilige afstand kan worden beschouwt. Bij de brandweerinzet moet niet alleen aandacht zijn voor de zonnepanelen maar zeker ook voor het dak onder de zonnepanelen.
- Bekabeling welke over brandscheidingen worden gevoerd moeten met dezelfde brandwerendheid worden afgewerkt als desbetreffende brandscheiding

#### 5.6.3 Omvormers

Brand in een omvormer heeft vanwege de beperkte hoeveelheid brandbaar materiaal altijd een relatief kleine omvang. Door de plaatsing op de begane grond tegen de betonnen borstwering (plint) wordt dit als voldoende beheersbaar beschouwd.

#### 5.6.4 Transformatoren

Brand in een transformator is vooral een scenario bij oliegevulde transformatoren. Bij droge transformatoren speelt dit scenario niet. Indien olie gevulde transformatoren worden toegepast worden deze in betonnen transformatorhuisjes geplaatst (op de begane grond). De deuren van deze huisjes worden van het gebouw af, of parallel aan de gevels geplaatst om te voorkomen dat vlammen uit de brand in het huisje richting het gebouw worden gewezen.

Tevens worden deze geplaatst op voldoende afstand (zie bijgevoegde layout tekeningen) en wordt als voldoende beheersbaar beschouwd.

### 5.7 **Conclusie**

Op basis van de analyse is gesteld dat aan de doelstellingen welke worden nagestreefd met wet- en regelgeving wordt voldaan. Belangrijkste probleem bij een eventuele brand is hoofdzakelijk schade aan het gebouw. Welke mate van schade aanvaardbaar is en of daar eventueel aanvullende eisen uit volgen moet in nader overleg met de verzekeraar van de huurder worden uitgewerkt. Gesteld is dat met de gedane analyse is voldaan aan de regelgeving zoals verwoord in hoofdstuk 3.

## **6 Instandhouding maatregelen**

### **6.1 Algemeen**

Uit de gehouden risico analyse zijn de getroffen brandbeveiligingsmaatregelen bepaald. Deze dienen echter in stand te worden gehouden teneinde de doelmatigheid te waarborgen. In dit hoofdstuk zijn de daarbij behorende eisen samenvattend vastgelegd.

### **6.2 Monitoring**

Het systeem wordt continu gemonitord zoals verwoord in het document van Straight forward.

### **6.3 Elektrische installaties**

Teneinde de elektrische installaties op correct functioneren te beoordelen zijn de volgende inspectieregime's vastgesteld:

- NEN 3140 keuringen;
- Thermografisch onderzoek.

### **6.4 Onderhoud en beheer**

Onderhoud en beheer wordt uitgevoerd conform de specificatie van de leverancier(s).



## 7 Ondertekening

Het document is tot stand gekomen in opdracht en met goedkeuring van:

<b>Eigenaar</b>		
Naam:	2E I B.V.	Datum:
Adres:	Maasboulevard 7	Handtekening:
Postcode / plaats:	3114 HB Schiedam	
Contactpersoon:		
<b>PVH</b>		
Naam:	2E	Datum:
Adres:	Anthony Fokkerweg 1	Handtekening:
Postcode / plaats:	1059 CM Amsterdam	
Contactpersoon:	de 2E	

Het document is geaccordeerd door (OPTIONEEL):

<b>OPTIONEEL: Veiligheidsregio</b>		
Naam:		Datum:
Adres:		Handtekening:
Postcode / plaats:		
Contactpersoon:		
<b>OPTIONEEL: Verzekeraar</b>		
Naam:		Datum:
Adres:		Handtekening:
Postcode / plaats:		
Contactpersoon:		

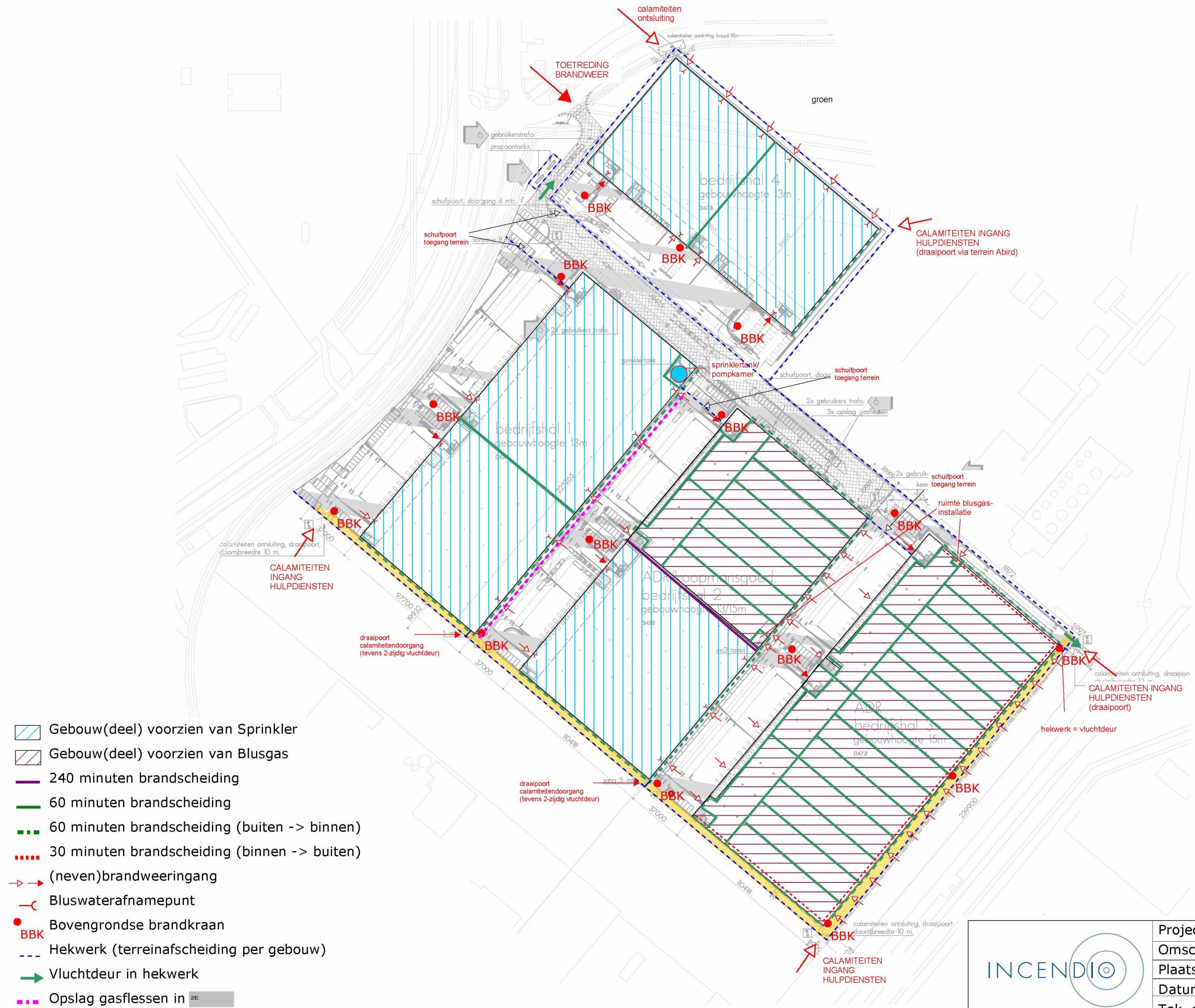
## A. Uitgangspunten

### Tekeningen en documenten

Voor dit document is gebruik gemaakt van de volgende tekeningen en/of documenten:

Nr.	Document	Omschrijving	Datum
1	TNO2019P10287	Brandincidenten met fotovoltaïsche (PV) systemen in Nederland	13 maart 2019
2	Masterthesis International Master of Science in Fire Safety Engineering	A Study of the Required Spacing for Preventing Fire spread Between Photovoltaic Arrays on Flat Roofs	30-04-2018
3	191021	Sunrock analyse eisen FM global (Datasheet FM 1-15)	--
4	Versie 2.5	Generiek Programma van Eisen Zonnestroomprojecten	05 november 2019
5	PV installations control items	Controle items zoals samengevat door straight forward	--
6	--	Transformatoren (2000kVA)	--
7	SMA (2E 1)	Datasheet omvormer SHP-75-10	--
8	JA Solar (type JAMS10 390-410/PR)	Datasheet zonnepanelen (JA Solar)	2020
9	--	Solarflex -X H1Z2Z2-K (gegeven toegepaste bekabeling)	--
10	FM datasheet 1-15	Roof Mounted Solar Photovoltaic Panels	February 2020
11	Brandweer 2E Brabant	Bow Tie zonnepanelen	--
12	--	Presentatie risico's zonnepanelen Ikea	08-10-2019
13	--	Preventiebrochure Zonnepanelen, Verbond van Verzekeraars	--
14	NFPA 550	Guide to the Fire Safety Concepts Tree	2017
15	Issue 92 (SFPE)	Fire concerns with roof-mounted solar panels	2014
16	Issue 99 (SFPE)	Fires in photovoltaic systems: Lessons learned from fire investigation in Italy	2015
17	--	Houd je hoofd koel in brandend zonnepark (brandweer Emmeloord)	--
18	AON: 20.098-01-richtlijnen-5-20200424	Zonnepanelen – richtlijnen-“platte dak”	V1.2 2020
19	Master thesis International Master of Science in Fire Safety Engineering	Flame Propagation Between flat Roofing and Photovoltaic Installations	2018-2019

Tabel 5



- Gebouw(deel) voorzien van Sprinkler
- Gebouw(deel) voorzien van Blusgas
- 240 minuten brandscheiding
- 60 minuten brandscheiding
- 60 minuten brandscheiding (buiten -> binnen)
- 30 minuten brandscheiding (binnen -> buiten)
- (neven)brandweeringang
- Bluswaterafnamepunt
- Bovengrondse brandkraan
- BBK
- Hekwerk (terreinafscheiding per gebouw)
- Vluchtdeur in hekwerk
- Opslag gasflessen in 2E

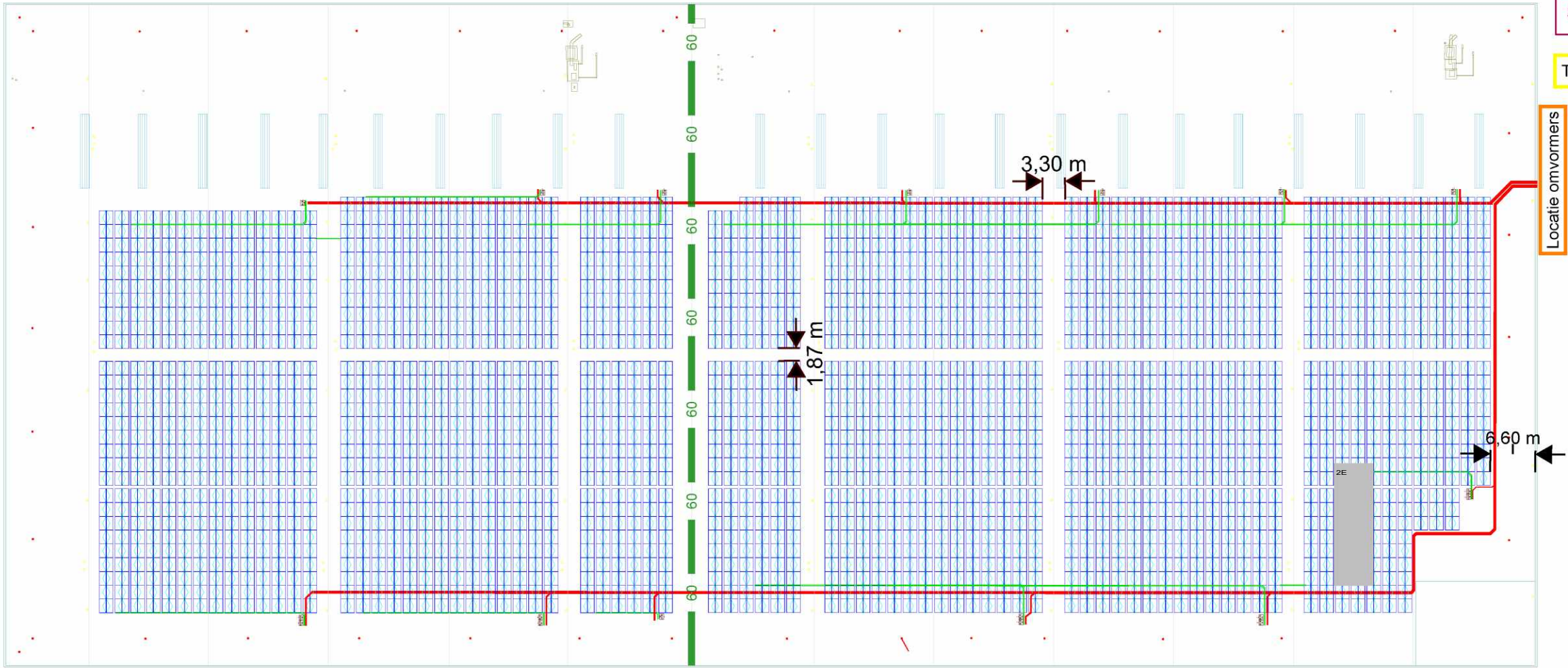




Project:	DHG Smartlog 2 Europoort
Omschrijving:	Situatie tek. Infrastructuur
Plaats:	Rotterdam (Europoort)
Datum:	25-06-2019
Tek. nummer:	02543-01-tek-01v1.3

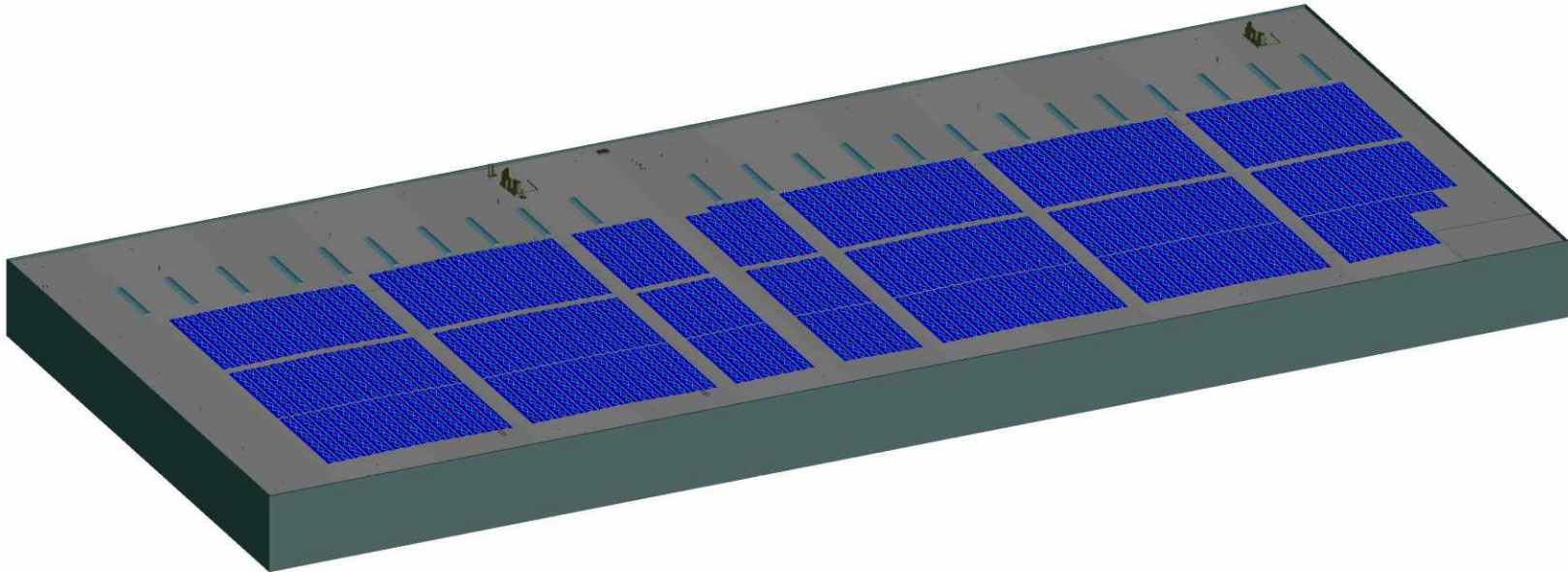


legenda:	
Hoofd kabeltracé	
50mm draadgoot	
String combiner box	

DC/AC Ratio inverters:			
#	Strings	Modules	Ratio
1	14	252	1,34
2	14	252	1,34
3	12	216	1,14
4	14	252	1,34
5	14	252	1,34
6	14	252	1,34
7	14	252	1,34
8	12	216	1,14
9	14	252	1,34
10	14	252	1,34
11	14	252	1,34
12	14	252	1,34
13	14	252	1,34
14	14	252	1,34
15	14	252	1,34
16	14	252	1,34
17	16	288	1,53
18	16	288	1,53




 60  60 minuten brandscheiding



Panel	JA Solar JAM72S10 395-400Wp
Dimensions panel	2015 x 996 x 40
Number of panels	4.536
Power	1.803,06 kWp
Inverters	18x SMA SHP75-10 Peak1
Tilt angle	10°

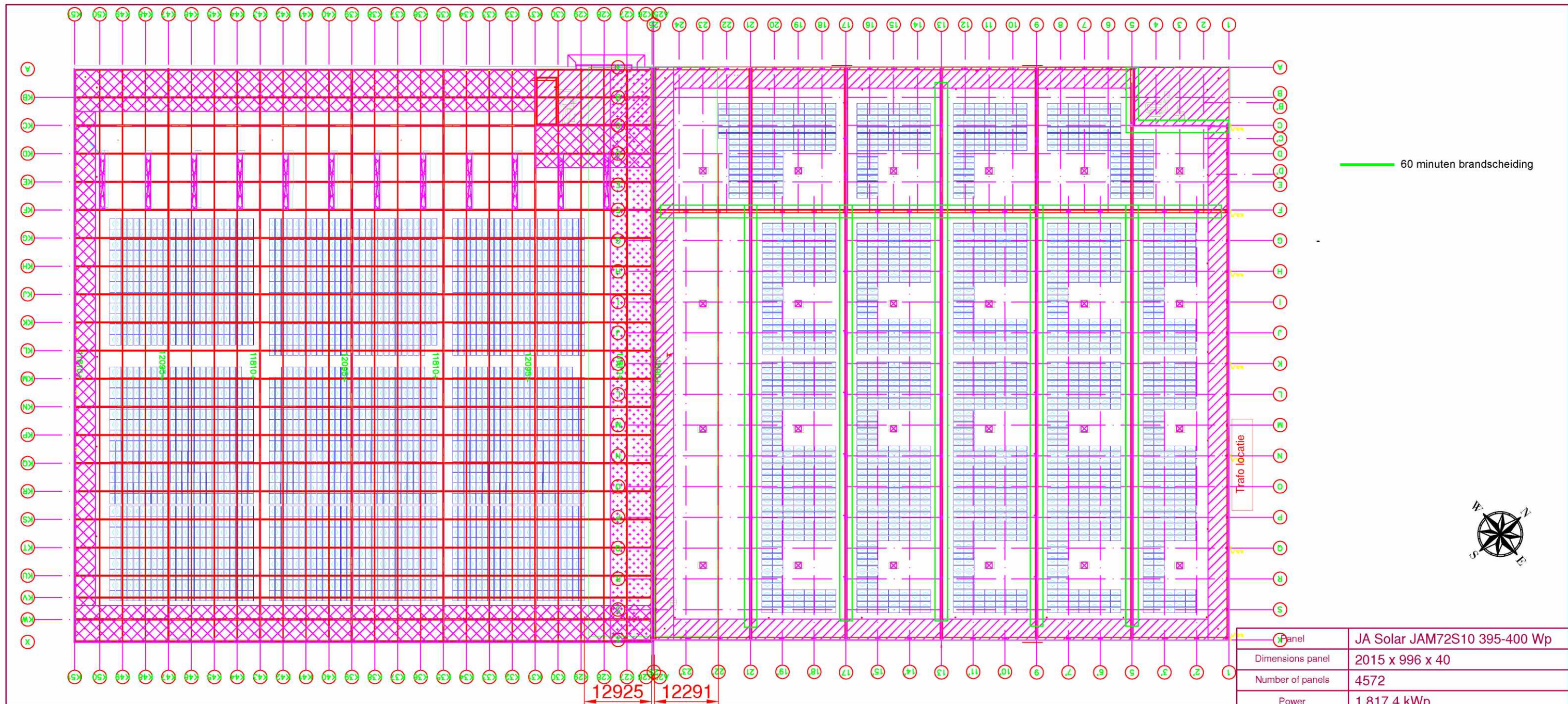
04	Omvormers toegevoegd	MS	24-08-20	
03	Legplan aangepast	MS	14-08-20	
02	Aanpassing Layout	MS	20-05-20	
01	Preliminary Design	MS	17-03-20	
Rev.	Changes in the Design	Name	Date	Checked
<input checked="" type="checkbox"/> Preliminary		<input type="checkbox"/> Concept	<input type="checkbox"/> Execution	<input type="checkbox"/> As Built

Scale:	1:750	mm	A3	
--------	-------	----	----	---------------------------------------------------------------------------------------

Layout	
Description: DC1 & 2 Wolgaweg 3 3198 LH, Europoort Rotterdam	Volta Solar vof Eisterweg 6 6422 PN Heerlen T +31 (0) 88 23 74 88 E <a href="mailto:ze@voltasolar.nl">ze@voltasolar.nl</a>

This drawing may not be duplicated to third parties without written permission of Volta Solar vof.





Panel	JA Solar JAM72S10 395-400 Wp
Dimensions panel	2015 x 996 x 40
Number of panels	4572
Power	1.817,4 kWp
Inverters	N.t.b.
Tilt angle	10°

04	Brandscheidingen toegevoegd	MS	01-10-20	
04	Stringverdeling aangepast	MS	24-08-20	
03	Legplan aangepast	MS	14-08-20	
02	Panels turned 90°	MS	20-05-20	
01	Preliminary Design	MS	17-03-20	
Rev.	Changes in the Design	Name	Date	Checked

☒ Preliminary ☐ Concept ☐ Execution ☐ As Built

Scale: 1:750 mm A3 **VoltaSolar**

**Layout**  
**Description:**  
DC3 & 4  
Wolgaweg 7  
3198 LR, Europoort Rotterdam  
Volta Solar vof  
Eisterweg 6  
6422 PN Heerlen  
T +31 (0) 88 23 74 88  
E [ze@voltasolar.nl](mailto:ze@voltasolar.nl)

This drawing may not be duplicated to third parties without written permission of Volta Solar vof.

