

**Notitie / Berekening warmtestraling  
lekkage waterstof tankstation**

**Project** 235387

**Datum** 28 juli 2023

**Auteur(s)**  
**Versie nr.**

1.0

**Opdrachtgever**

Vissers Energy Group BV

## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 Scenario's brandmuur berekeningen</b>	<b>5</b>
2.1 Locatie	5
2.2 Scenario	6
2.3 Rekenresultaat trailer-installatie	7
2.4 Rekenresultaat trailer-inrichtingsgrens	8
2.5 Rekenresultaat installatie-inrichtingsgrens	12
<b>3 Conclusie</b>	<b>14</b>

## 1 Inleiding

De richtlijn PGS 35 beschrijft de best beschikbare technieken voor de uitvoering van een waterstoftankstation [1]. De richtlijn geeft in paragraaf 7.8.2 een aantal interne veiligheidsafstanden. Deze zijn bedoeld om de escalatie van een incident naar een ander installatie onderdeel, bouwwerken, opslagen en mensen niet zijnde werkenden te voorkomen of te beperken.

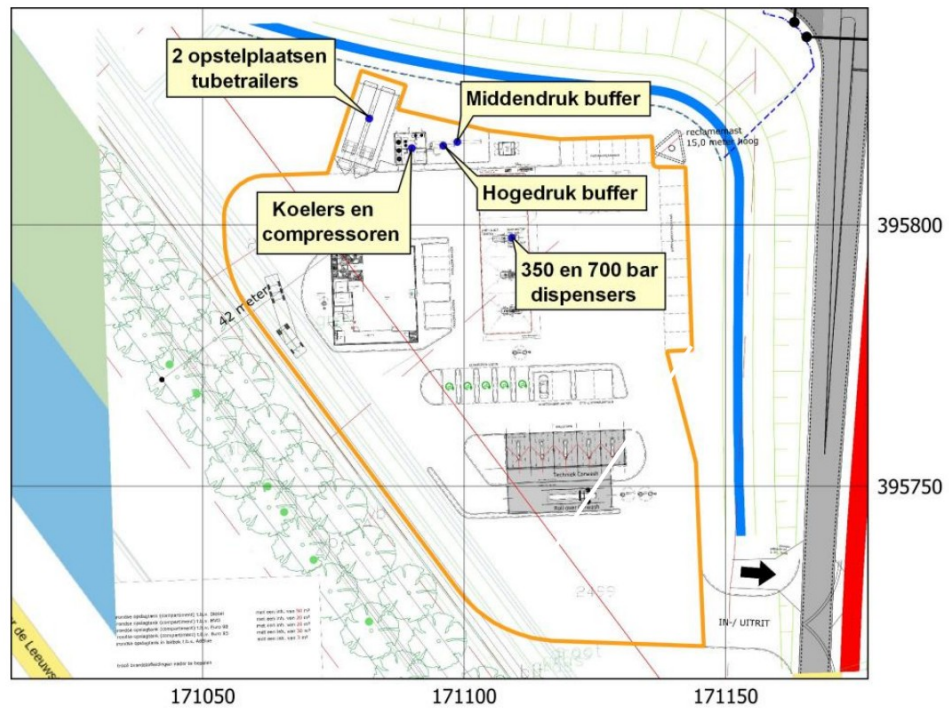
De afstanden zijn ontleend aan het document Internal safety distances for PGS 35 [2]. Dit document beschrijft de Loss of containment (LoC) scenario's waarop de afstanden zijn gebaseerd.

Maatregel 63 (M63) van de richtlijn geeft een afstand vanaf de begrenzing van de activiteit tot aan de opstelplaats van een batterijwagen waterstof op een druk van 500 bar van 8.5 m, op een druk van 200 bar van 5.5 m. Tussen de opstelplaats van een batterijwagen en de waterstofinstallatie geeft de richtlijn een afstand van 5 m voor 200 bar en 8 m voor 500 bar.

Het ontwerp van het waterstof tankstation Vissers Beek en Donk gelegen aan de Bosscheweg in Beek en Donk gaat uit van twee opstelplaatsen voor flessentrailers waterstof met een druk van 300 bar [3]. De locatie is aangeduid in figuur 1. Tussen de inrichtingsgrens en het aankoppelpunt van de flessentrailers wordt een brandmuur geplaatst. Ook is een brandmuur geplaatst tussen de installatie en de inrichtingsgrens.

Dit betekent dat de drukken, afstanden en beschermende voorzieningen afwijken van de in PGS35 paragraaf 7.8.2 veronderstelde uitvoering. In M67 biedt de richtlijn dan ook de mogelijkheid om af te wijken van M63 op basis van een warmtestralingsberekening. Dat is het doel van deze notitie. Voor de scheidingsafstand tussen de flessentrailer en de installatie is het stralingsniveau van 10 kW/m<sup>2</sup> het effectcriterium. Voor de scheidingsafstand tussen de installatie en de inrichtingsgrens is het stralingsniveau van 3 kW/m<sup>2</sup> het effectcriterium.

In deze notitie wordt niet ingegaan op en norm/normen waarop de brandmuur gebaseerd moet worden, noch worden constructieve eigenschappen van de brandmuur beschouwd.



Figuur 1. Ontwerp LPG H<sub>2</sub> tankstation Visser Beek en Donk



## 2.2 Scenario

De interne veiligheidsafstanden dienen om de kans op escalatie van een incident naar omliggende gebouwen of installaties of naar personen te verminderen. Zij betreffen niet de catastrofale scenario's, zoals de volledige breuk van een pijpleiding of een drukvat. Deze worden betrokken in de beoordeling van de veiligheid van personen in de omgeving van de inrichting, de externe veiligheid. Met behulp van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) worden het plaatsgebonden risico en het groepsrisico beoordeeld in het licht van de aanwezige kwetsbare objecten in de omgeving.

Interne veiligheidsafstanden worden gebaseerd op kleinere lekkagescenario's. Deze komen vaker voor, maar hebben een veel kleinere effectomvang dan de catastrofale scenario's. De gekozen scenario's voor de interne veiligheidsafstanden zijn toegelicht in een achtergronddocument [2]. Bij de flessentrailer gaat het om een slanglekkage en bij de installatie om een lek van de leiding na de compressor.

Als effectcriterium is gekozen voor een warmtestralingsniveau van  $3 \text{ kW/m}^2$  op de terreingrens [2]. Dit wordt een "aanvaardbare warmtestraling voor derden" genoemd [2]. In risicoanalyses wordt voor het overlijdensrisico een grens van  $10 \text{ kW/m}^2$  gebruikt. Bij 20 seconden blootstelling resulteert dit stralingsniveau in een kans op overlijden van 1%.

Voor de scheidingsafstand tussen de trailer en de waterstofinstallatie is het stralingsniveau van  $10 \text{ kW/m}^2$  het effectcriterium. Bij hogere stralingsniveaus zijn onbeschermde installatie onderdelen en kabels kwetsbaar. Wanneer het gaat om beschermde installatieonderdelen is  $35 \text{ kW/m}^2$  het maatgevende criterium.

De interne afstand tot de waterstofinstallatie wordt derhalve gebaseerd op het scenario slanglekkage. Het is een lekkage met een equivalente gatgrootte van 1.0 mm, 10% van de diameter van de slangverbinding. De lengte van de slangverbinding is 5 m.

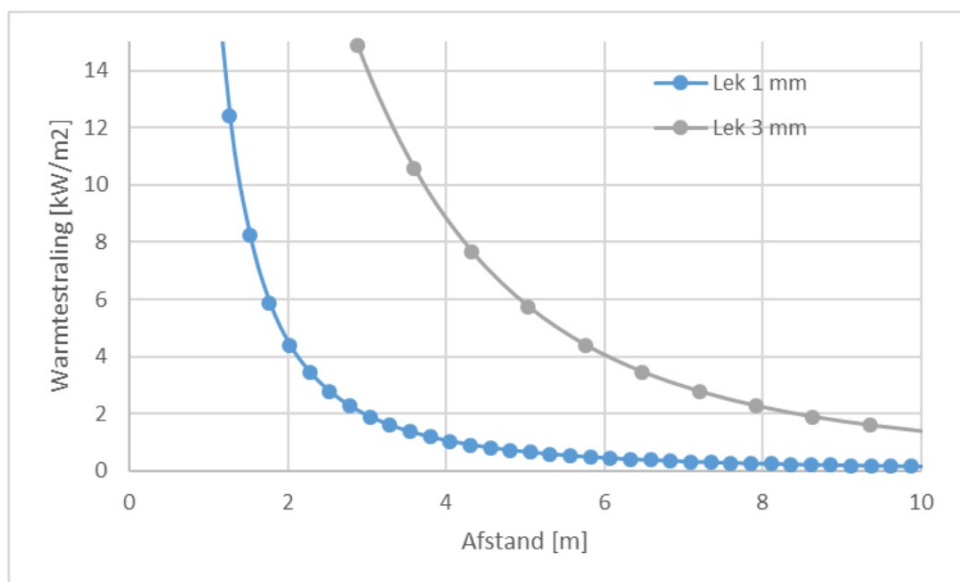
Het document Internal safety Distances [2] baseert de berekening op het zelfde scenario, een gatgrootte van 1 mm. Ook wordt echter een scenario gegeven met een gatgrootte van 3 mm, zijnde de diameter van de choke valve die bij slangbreuk in werking treedt. Omdat in dit ontwerp stadium de technische details van de gasleverancier nog niet allemaal bekend zijn, wordt hier ook dit scenario doorgerekend.



## 2.3 Rekenresultaat trailer-installatie

### 2.3.1 Lekgrootte 1.0 mm

Het scenario slanglekkage bij 300 bar met een gatdiameter van 1.0 mm is doorgerekend met Safeti-NL 8.5. Figuur 3 geeft de warmtestraling wanneer geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de installatie (ca. 8.7 m vanaf het uitstroompunt) zou de warmtestraling dan ca. 0.2 kW/m<sup>2</sup> bedragen. De vlamlengte is ca 1.4 m. Van direct vlamcontact is dan geen sprake.



Figuur 3. Warmtestraling als functie van de afstand, verticale uitstroming

### 2.3.2 Lekgrootte 3 mm

Bij een lekgrootte van 3 mm is de vlamlengte 3.9 m. Wanneer de vlam horizontaal is gericht is de afstand tot de installatie groter dan de vlamlengte en is een stralingsniveau boven 10 kW/m<sup>2</sup> niet mogelijk.

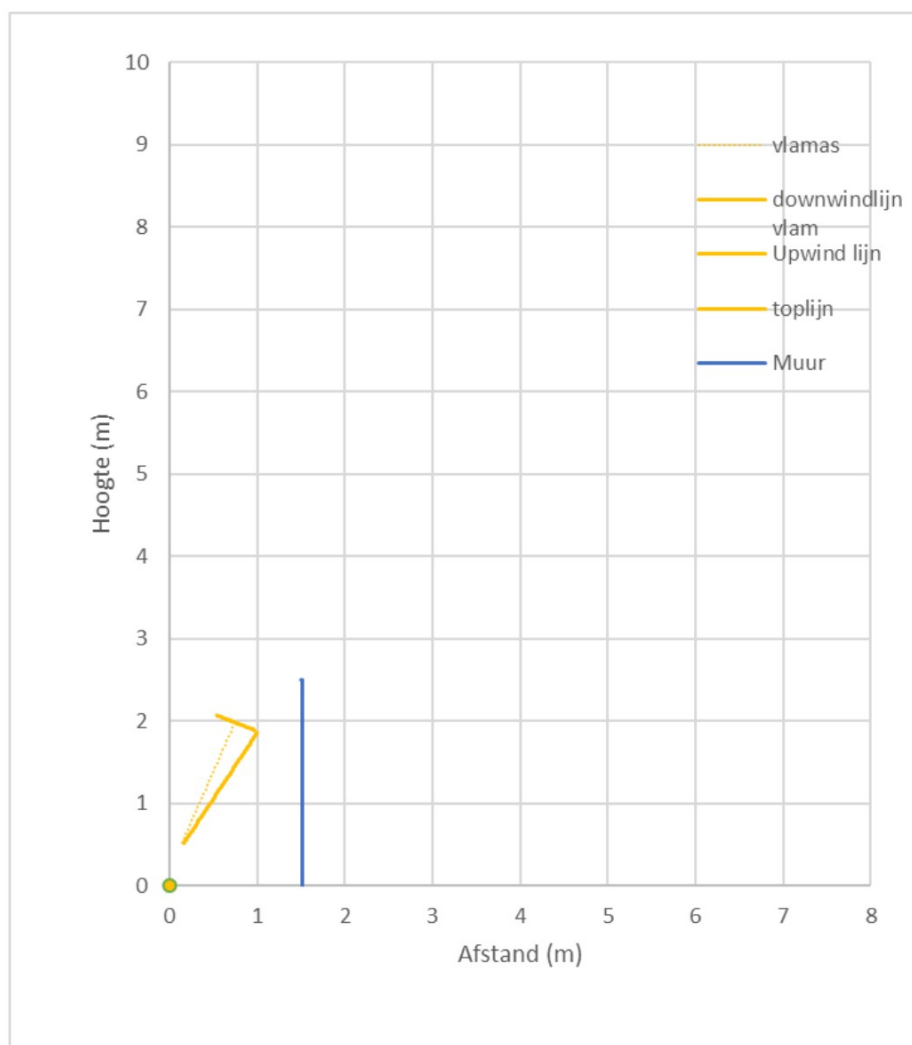
Figuur 3 toont de warmtestraling wanneer de uitstroming verticaal is gericht en geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de installatie (ca. 8.7 m vanaf het uitstroompunt) zou de warmtestraling dan ca. 1.9 kW/m<sup>2</sup> bedragen.

## 2.4 Rekenresultaat trailer-inrichtingsgrens

### 2.4.1 Lekgrootte 1.0 mm

Het scenario slanglekkage bij 300 bar met een gatdiameter van 1.0 mm is doorgerekend met Safeti-nl 8.5. Figuur 7 op p. 11 geeft de warmtestraling wanneer geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de inrichtingsgrens (ca. 1.5 m vanaf het uitstroompunt) zou de warmtestraling dan ca. 8.2 kW/m<sup>2</sup> bedragen. De vlamlengte is ca 1.4 m. Van direct vlamcontact is dan geen sprake.

Wanneer wel een brandmuur is geplaatst geeft figuur 4 het resultaat voor de ongunstigste locatie en richting van de uitstroming, in de richting van de top van de brandmuur. De vlamlengte (1.4 m) is kleiner dan de afstand tussen het uitstroompunt en de bovenkant van de muur (2.9 m). Warmtestraling naar de inrichtingsgrens wordt derhalve volledig door de muur afgeschermd.

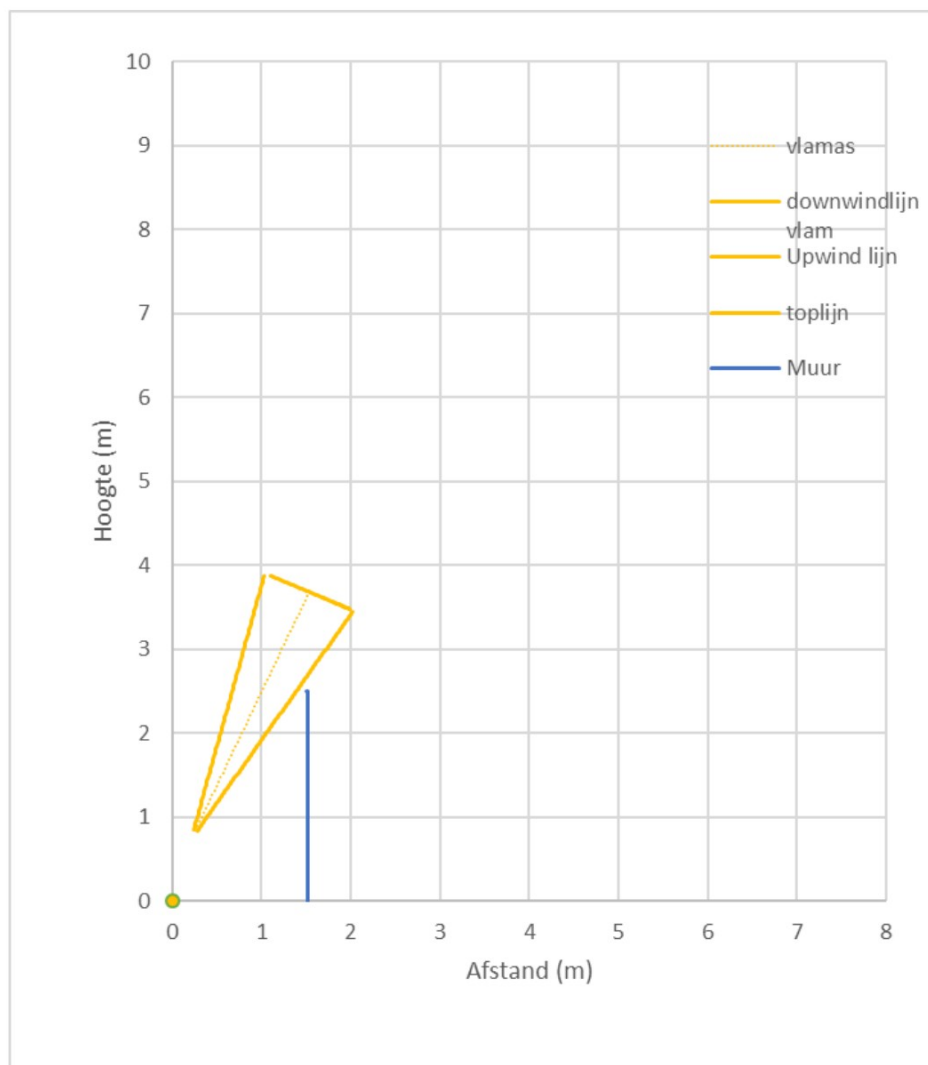


Figuur 4. Vlamafmeting bij slanglekkage 1.0 mm en brandmuur



### 2.4.2 Lekgrootte 3 mm

Bij een lek grootte van 3 mm is de vlamlengte 3.9 m. Wanneer de vlam verticaal is gericht komt de vlam boven de muur uit. Figuur 5 geeft de relatieve afmetingen.



Figuur 5. Vlamafmeting bij 3 mm lek en brandmuur

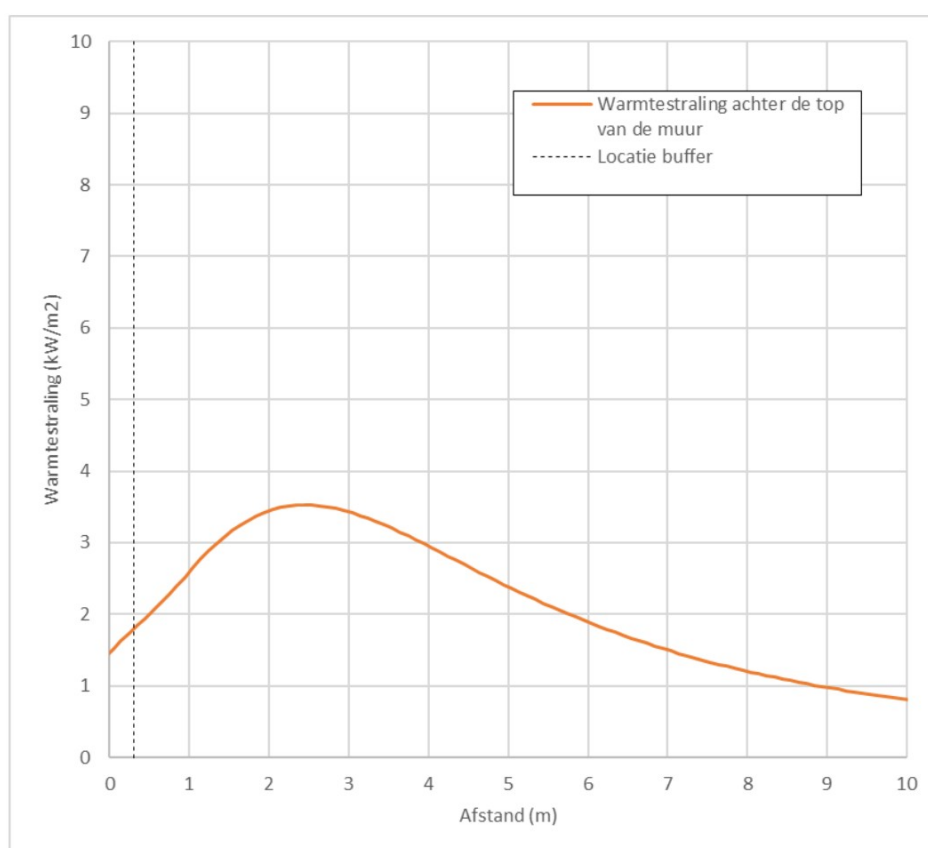
Figuur 5 laat zien dat de brandmuur de straling van het onderste gedeelte van de vlam blokkeert en daarmee de omgeving deels afschermt. De omgeving wordt alleen blootgesteld aan de straling van het bovenste gedeelte van de vlam. De stralingsintensiteit achter de muur hangt mede af van de locatie van het lek. Dit is verondersteld ter plaatse van de aansluiting op de installatie op 1.5 m van de brandmuur.

De ongunstigste uitstroomrichting van het lek is als de vlam de muur net raakt. Figuur 6 geeft de warmtestraling achter de brandmuur als functie van de afstand

tot de muur. Het maximum niveau hangt af van de hoogte van de brandmuur. Omdat vanuit de inrichtingsgrens gezien de vlam “op hoogte” is, doorloopt de curve van het warmtestralingsniveau met de afstand tot de muur een maximum.

Bij een muurhoogte van 2.5 m ligt het maximale stralingsniveau ter hoogte van de inrichtingsgrens op ca.  $1.8 \text{ kW/m}^2$ . Dit is lager dan de  $3 \text{ kW/m}^2$  waaraan wordt getoetst.

Overigens zal door het aanspreken van het ESD systeem de uitstroming zeer kort zijn, in de orde van enkele seconden.



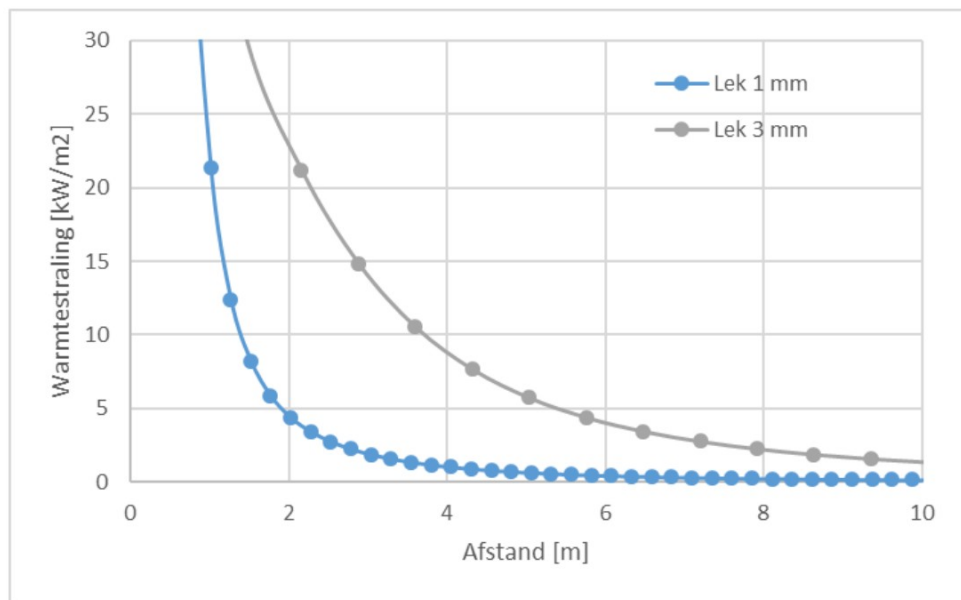
Figuur 6. Warmtestraling op inrichtingsgrens ( $H=0 \text{ m}$ )

#### Toelichting op de berekening

Objecten die warmtestraling afschermen zijn geen standaard onderdeel in Safeti-nl. Het vlamgedeelte boven de muur is daarom benaderd als een “tilted cilinder” op hoogte met dezelfde stralingssterkte als de jetfire. De warmtestraling is dan per punt berekend, rekening houdend met de vlamlengte en hoogte van de vlam die vanuit dat punt zichtbaar zijn.

Wanneer geen brandmuur is geplaatst, is de afstand tot de erfgrans kleiner dan de vlamlengte en kan een stralingsniveau boven  $3 \text{ kW/m}^2$  mogelijk zijn.

Figuur 7 toont de warmtestraling wanneer de uitstroming verticaal is gericht en geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de inrichtingsgrens (ca. 1.8 m vanaf het uitstroompunt) zou de warmtestraling dan ca.  $25 \text{ kW/m}^2$  bedragen.

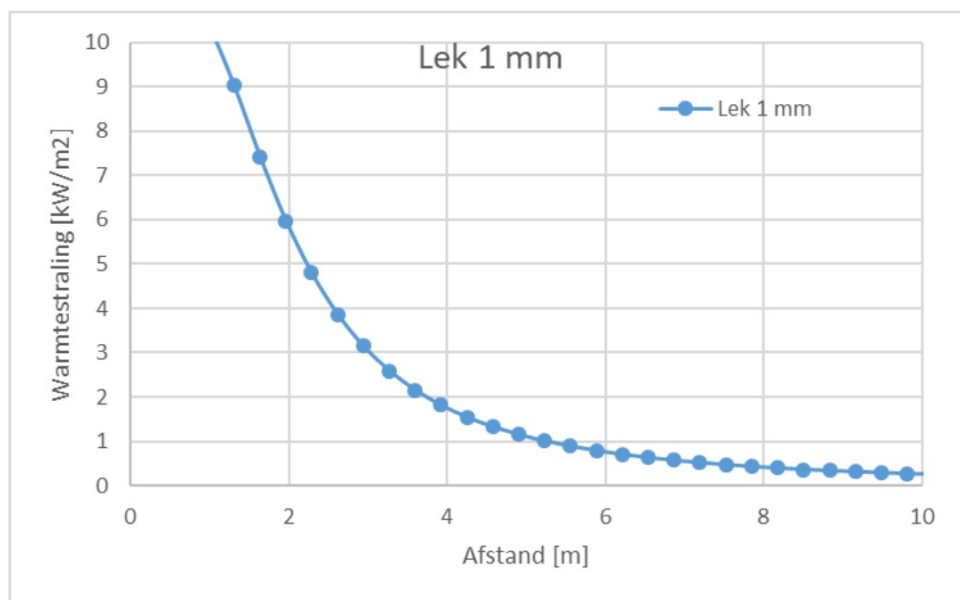


Figuur 7. Warmtestraling als functie van de afstand, verticale uitstroming

## 2.5 Rekenresultaat installatie-inrichtingsgrens

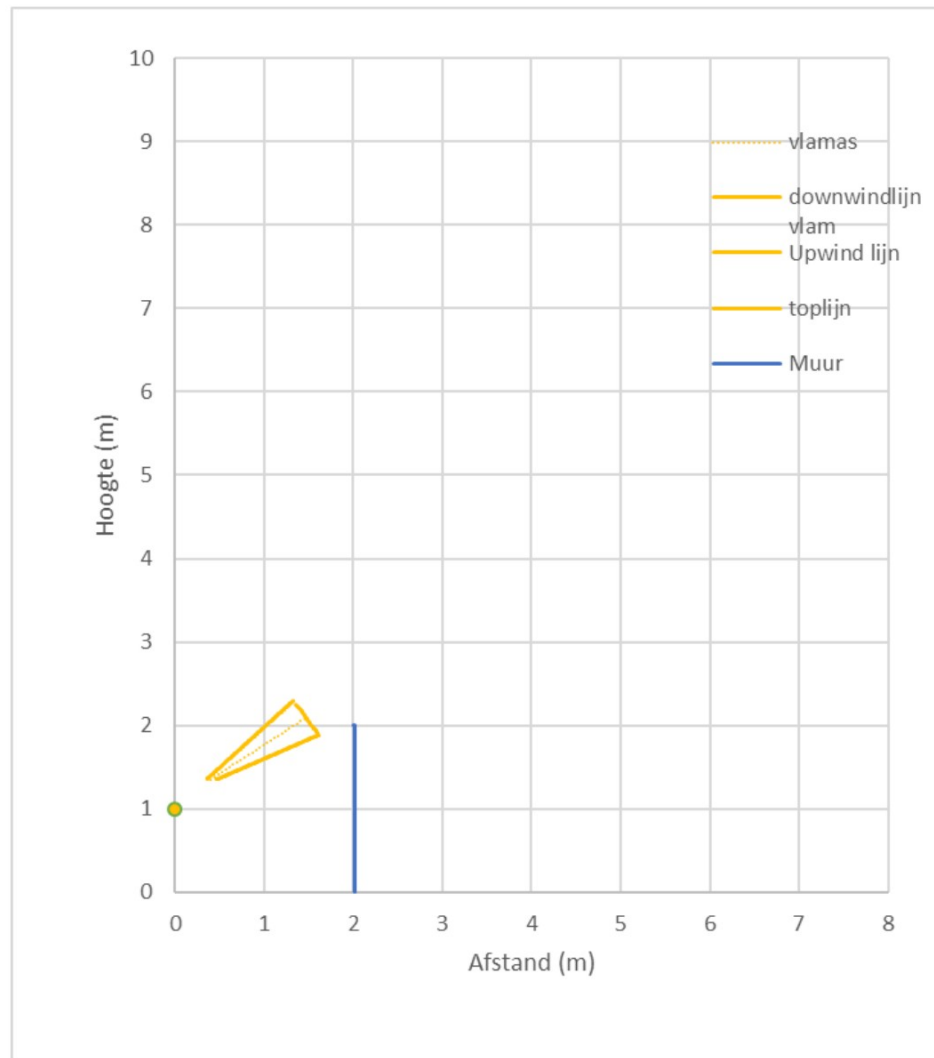
### 2.5.1 Lekgrootte 1.0 mm

Het scenario leidinglekkage bij 950 bar met een gatdiameter van 1.0 mm is doorgerekend met Safeti-nl 8.5. Figuur 8 op p. 11 geeft de warmtestraling wanneer geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de erfgrens (ca. 2.0 m vanaf het uitstroompunt) zou de warmtestraling dan ca. 6 kW/m<sup>2</sup> bedragen. De vlamlengte is ca 1.8 m. Van direct vlamcontact is dan geen sprake.



Figuur 8. Warmtestraling als functie van de afstand, verticale uitstroming

Wanneer wel een brandmuur is geplaatst geeft figuur 9 het resultaat voor de ongunstigste locatie en richting van de uitstroming, in de richting van de top van de brandmuur. De vlamlengte (1.8 m) is kleiner dan de afstand tussen het uitstroompunt en de bovenkant van de muur (2.2 m). Warmtestraling van de buffer naar de inrichtingsgrens wordt derhalve volledig door de muur afgeschermd.



Figuur 9. Vlamafmeting bij bufferlekkage 1.0 mm en brandmuur

### 3 Conclusie

1. Het warmtestralingsniveau bij ontsteking van een slanglekkage met een diameter van 10% van de interne diameter van de slang tussen de flessentrailer en de installatie is ter plaatse van de installatie kleiner dan  $10 \text{ kW/m}^2$ . Dit is ook zonder de aanwezigheid van een brandmuur het geval. De vlamlengte is kleiner dan de afstand tussen uitstromingspunt en de buffers, zodat direct vlamcontact niet mogelijk is.
2. Bij een lekgrootte van 3 mm zal het warmtestralingsniveau op de installatie minder dan  $10 \text{ kW/m}^2$  bedragen. Dit is ook zonder de aanwezigheid van een brandmuur het geval. De vlamlengte is kleiner dan de afstand tussen uitstromingspunt en de buffers, zodat direct vlamcontact niet mogelijk is.
3. Het warmtestralingsniveau bij ontsteking van een slanglekkage met een diameter van 10% van de interne diameter van de slang tussen de flessentrailer en de installatie is ter plaatse van de inrichtingsgrens groter dan  $3 \text{ kW/m}^2$ . Zonder een brandmuur is direct vlamcontact niet mogelijk. Bij een muurhoogte van 2.5 meter is de maximale vlamlengte kleiner dan de afstand tussen het uitstroompunt en de bovenkant van de muur.
4. Bij een lekgrootte van 3 mm zal het warmtestralingsniveau op de inrichtingsgrens meer dan  $3 \text{ kW/m}^2$  bedragen. Zonder een brandmuur is direct vlamcontact mogelijk. Bij een muurhoogte van 2.5 meter zal het stralingsniveau op de buffers maximaal ca.  $1.8 \text{ kW/m}^2$  bedragen.
5. Het warmtestralingsniveau bij ontsteking van een leidinglekkage bij de buffers met een diameter van 10% van de interne diameter is ter plaatse van de erfgrans groter dan  $3 \text{ kW/m}^2$ . Dit is met de aanwezigheid van een brandmuur niet het geval. De vlamlengte is kleiner dan de afstand tussen de buffers en de inrichtingsgrens, zodat direct vlamcontact niet mogelijk is.



## Referenties

- |    |      |      |  |
|----|------|------|--|
| 1. | PGS  | 2020 | PGS 35: Waterstofinstallaties voor het afleveren van waterstof aan voertuigen en werktuigen,, versie 0.2, april 2020 |
| 2. | PGS  | 2015 | Internal safety distances for PGS 35, versie 1.0   |
| 3. | AVIV | 2023 | Risicoanalyse / H2-tankstation Vissers Beek en Donk<br>Projectnummer 235287<br>Datum 19 juni 2023                    |