

Notitie / Berekening warmtestraling lekkage waterstof tankstation

Project	235264
Datum	29 maart 2023
Auteur(s)	ir. [REDACTED]
Review	ing. [REDACTED]
Versie nr.	1.0

Opdrachtgever ContrAll
Postbus 525
7300 AM Apeldoorn

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Slanglekkage flessentrailer	5
2.1	Locatie	5
2.2	Scenario	6
2.3	Rekenresultaat compressor	7
3	Conclusie	11

1 Inleiding

De richtlijn PGS 35 beschrijft de best beschikbare technieken voor de uitvoering van een waterstoftankstation [1]. De richtlijn geeft in paragraaf 7.9.2 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.

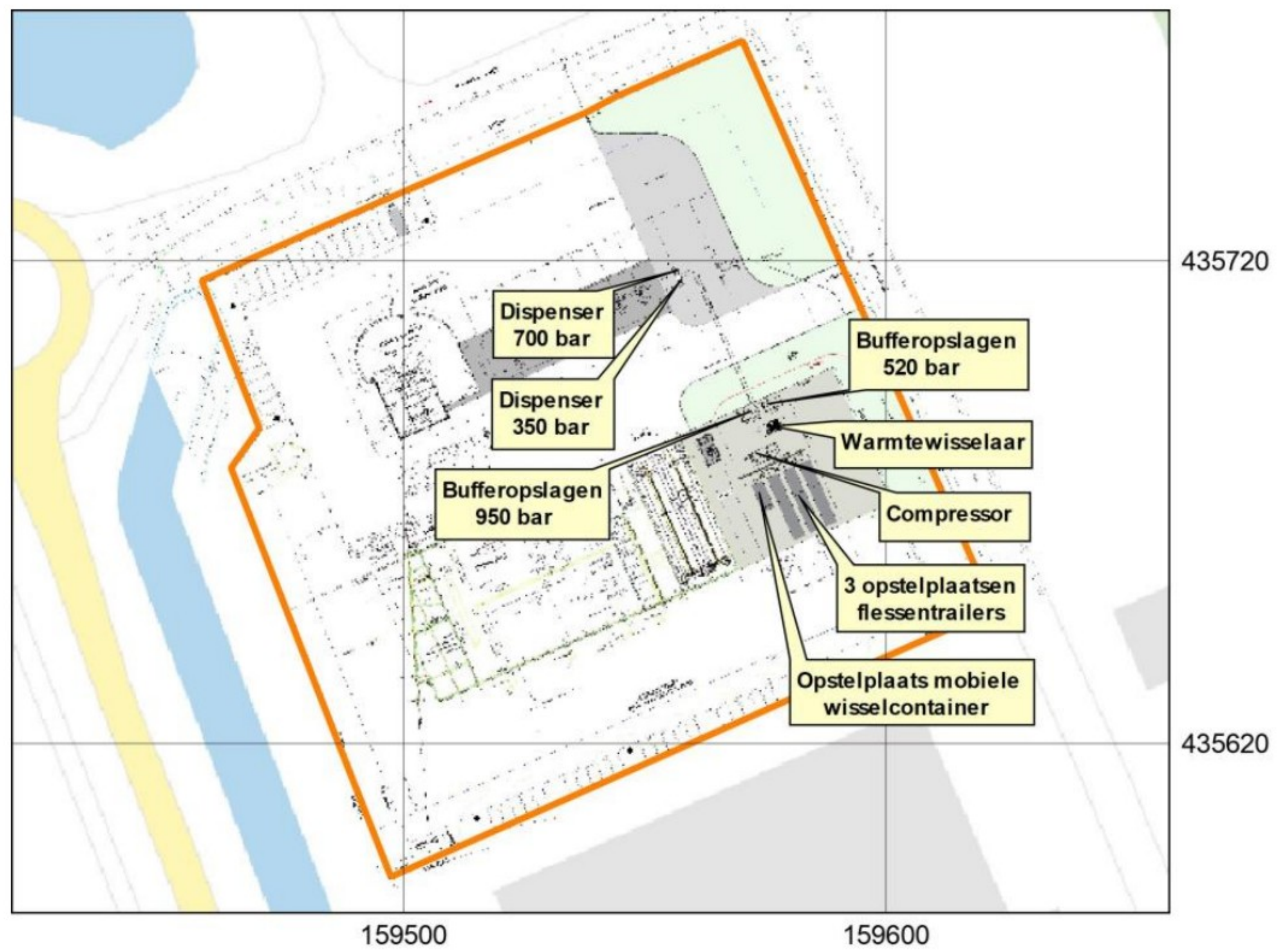
De afstanden zijn ontleend aan het document Internal safety distances for PGS 35 [2]. Dit document beschrijft de Loss of containment (LoC) scenario's waarop de afstanden zijn gebaseerd.

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. Tussen de opstelplaats van een batterijwagen en de waterstofinstallatie geeft de richtlijn een afstand van 8 m voor 500 bar.

Het ontwerp van het waterstof tankstation Medel gelegen aan de Prinsenhof in Tiel gaat uit van drie opstelplaatsen voor flessentrailers waterstof met een druk van 500 bar [3]. De locatie is aangeduid in figuur 1. Tussen de compressor en het aankoppelpunt van de flessentrailers is een brandmuur geprojecteerd.

Dit betekent dat de drukken, afstanden en beschermende voorzieningen afwijken van de in PGS35 paragraaf 7.9.2 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 flessentrailers en de compressor is het stralingsniveau van 10 kW/m^2 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.

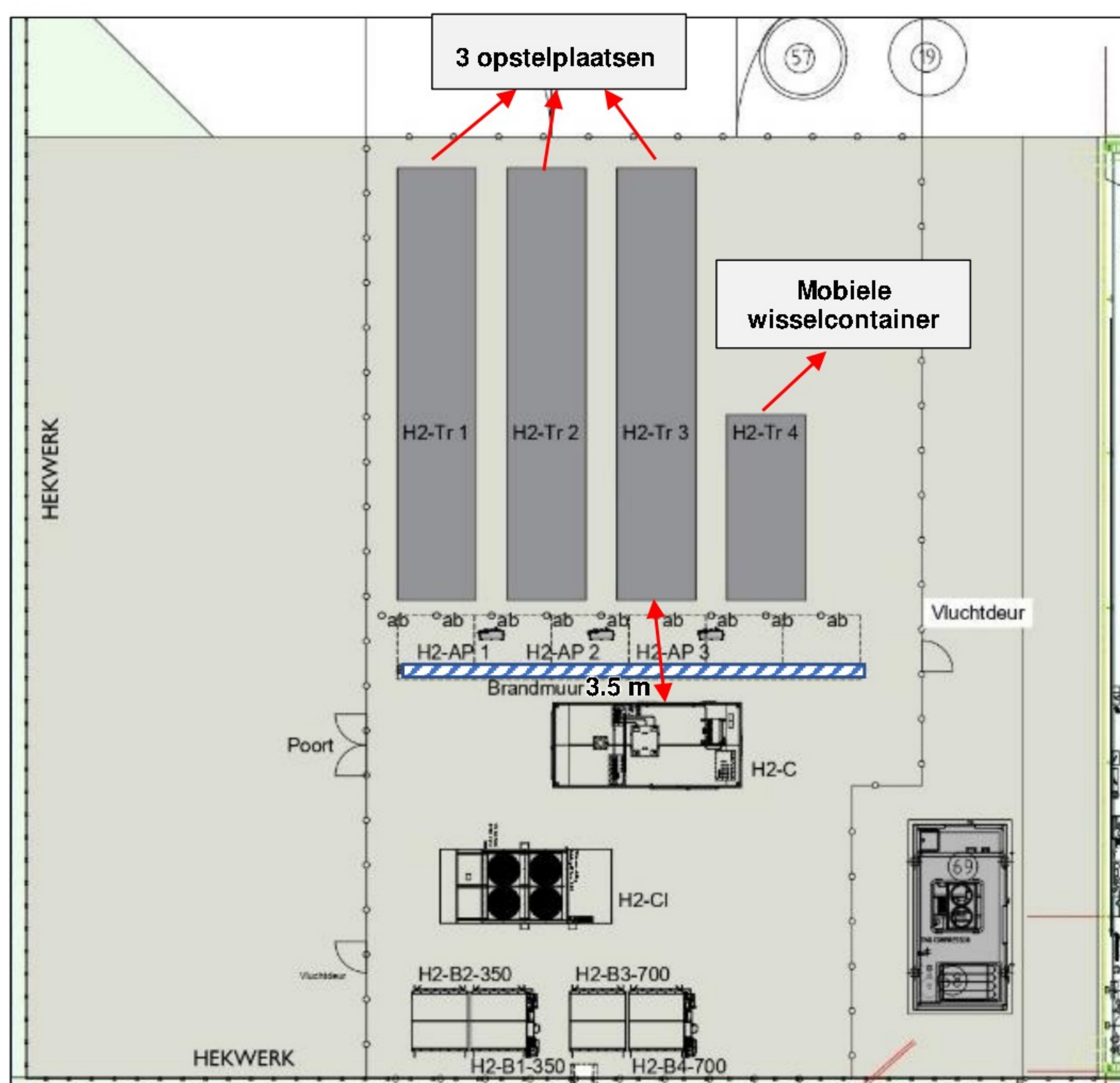


Figuur 1. Ontwerp H₂ tankstation Tiel

2 Slanglekkage flessentrailer

2.1 Locatie

Figuur 2 geeft een overzicht van de opstellocaties en de aansluitpunten van de flessentrailers. Tussen de opstelplaatsen en de compressor is een brandmuur voorzien. Het ontwerp gaat uit van een hoogte van 4.0 m. Het aankoppelpunt is naast de brandmuur geprojecteerd. De afstand van het aankoppelpunt tot de aansluiting op de flessentrailer is ca. 1 m. De afstand tussen het aankoppelpunt van de installatie en de brandmuur is 0.8 m.



Figuur 2. Opstelplaatsen en vulpunten

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.

Als effectcriterium is gekozen voor een warmtestralingsniveau van 3 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 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 kW/m^2 het effectcriterium. Bij hogere stralingsniveaus zijn onbeschermd installatieonderdelen en kabels kwetsbaar. Wanneer het gaat om beschermde installatieonderdelen is 35 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. 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.

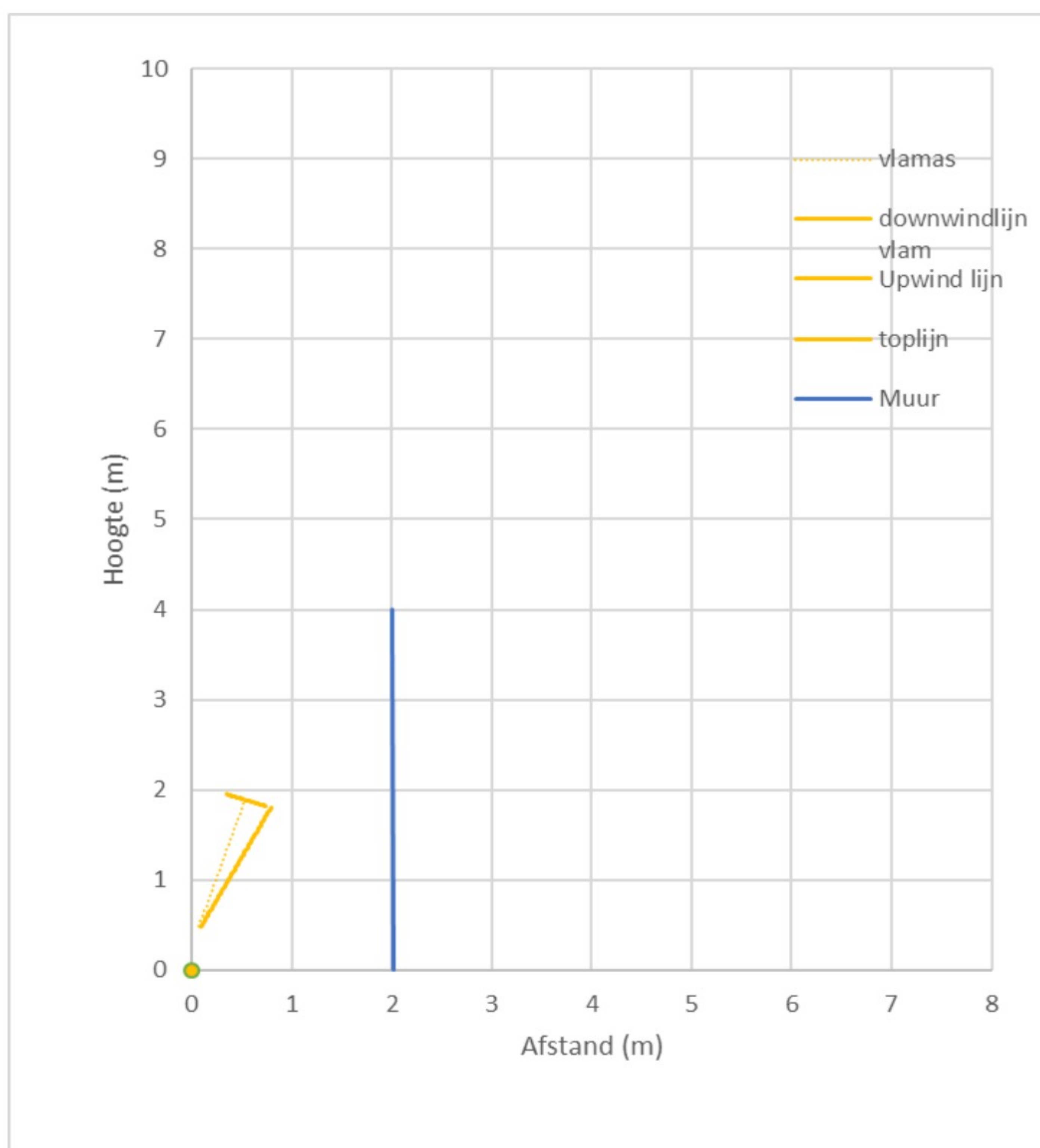
De hoogte van de compressor boven maaiveld is 4.0 m.

2.3 Rekenresultaat compressor

2.3.1 Lekgrootte 1.0 mm

Het scenario slanglekkage bij 500 bar met een gatdiameter van 1.0 mm is doorgerekend met Safeti-nl 8.5. Figuur 6 op p. 10 geeft de warmtestraling wanneer geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de compressor (ca. 2.1 m vanaf het aansluitpunt) zou de warmtestraling dan meer dan 20 kW/m² bedragen. De vlamlengte is ca 2.9 m. Van direct vlamcontact kan dan sprake zijn.

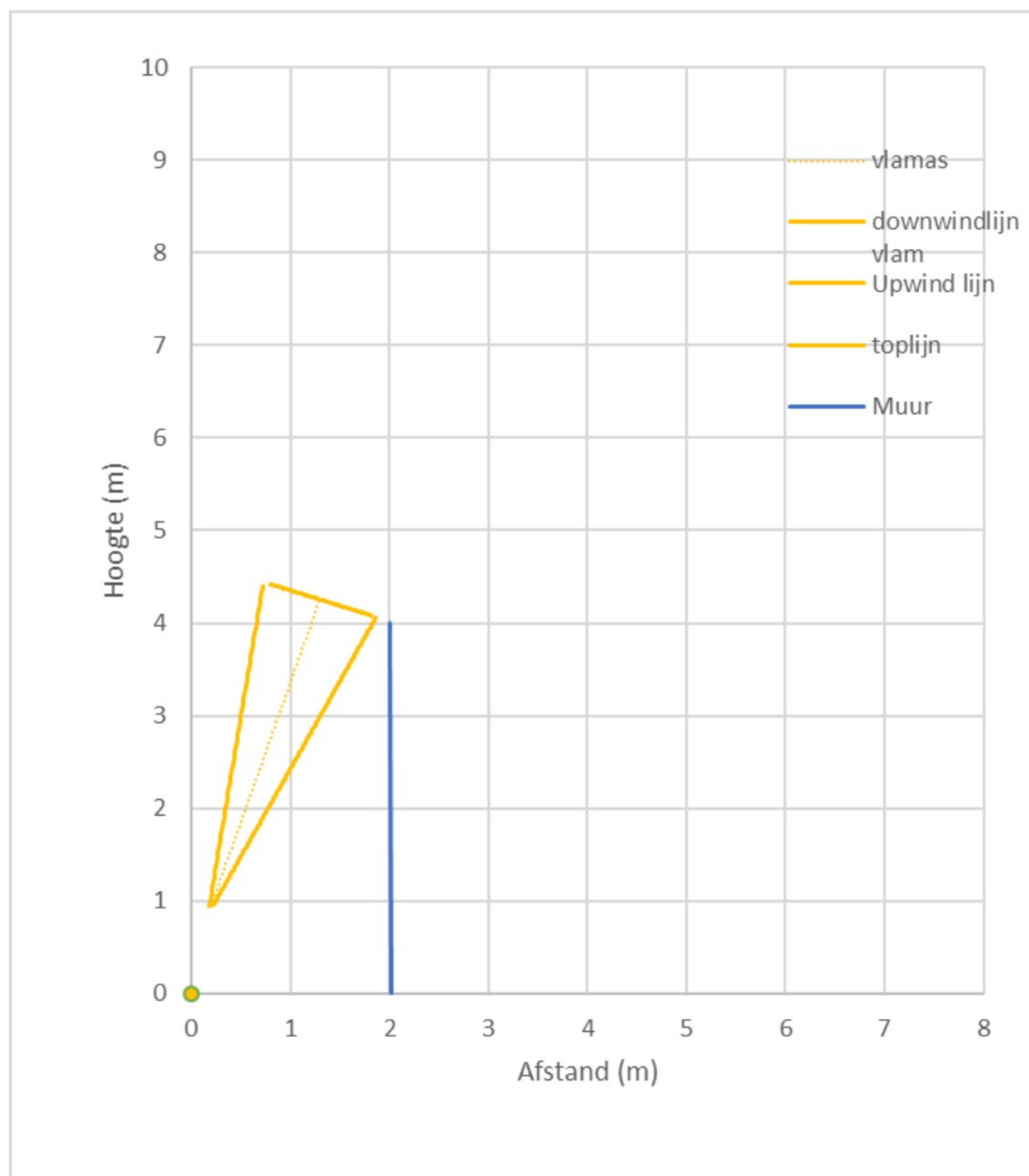
Wanneer wel een brandmuur is geplaatst geeft figuur 3 het resultaat voor de ongunstigste locatie en richting van de uitstroming, in de richting van de top van de brandmuur. De vlamlengte (2.0 m) is kleiner dan de afstand tussen het uitstroompunt en de bovenkant van de muur (4.5 m). Warmtestraling naar de compressor wordt derhalve volledig door de muur afgeschermd.



Figuur 3. Vlamafmeting bij slanglekkage 1.0 mm en brandmuur

2.3.2 Lekgrootte 3 mm

Bij een lekgrootte van 3 mm is de vlamlengte 4.4 m. Wanneer de vlam verticaal is gericht komt de vlam boven de muur uit. Figuur 4 geeft de relatieve afmetingen.



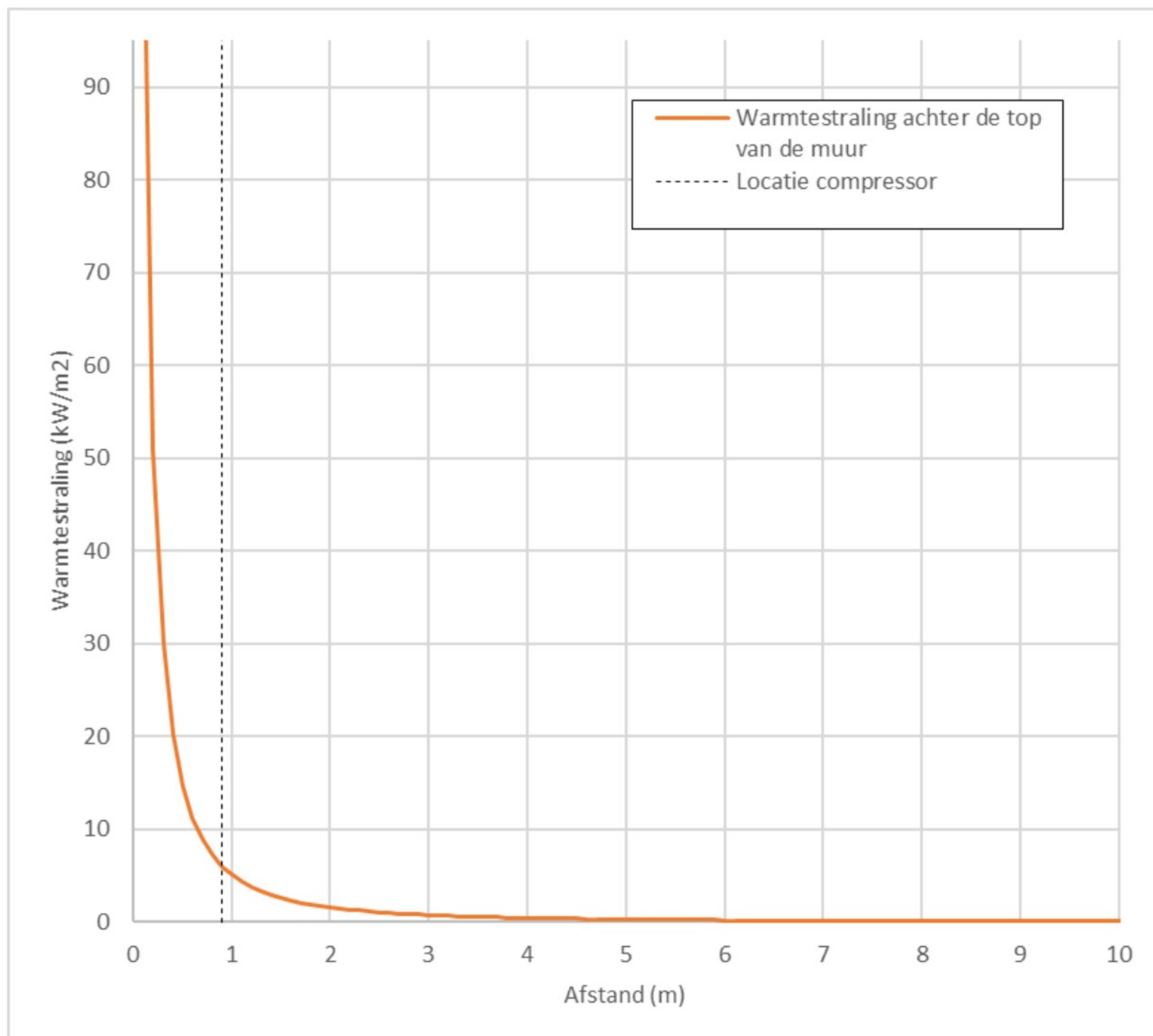
Figuur 4. Vlamafmeting bij 3 mm lek en brandmuur

Figuur 4 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 het aankoppelpunt op de trailer op 2.0 m van de brandmuur.

De ongunstigste uitstroomrichting van het lek is als de vlam de muur net raakt. Figuur 5 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 buffers gezien de vlam “op hoogte” is, doorloopt de curve van het warmtestralingsniveau met de afstand tot de muur een maximum.

Bij een muurhoogte van 4.0 m ligt het maximale stralingsniveau ter hoogte van de compressor op ca. 6 kW/m². Dit is lager dan de 10 kW/m² waaraan wordt getoetst.



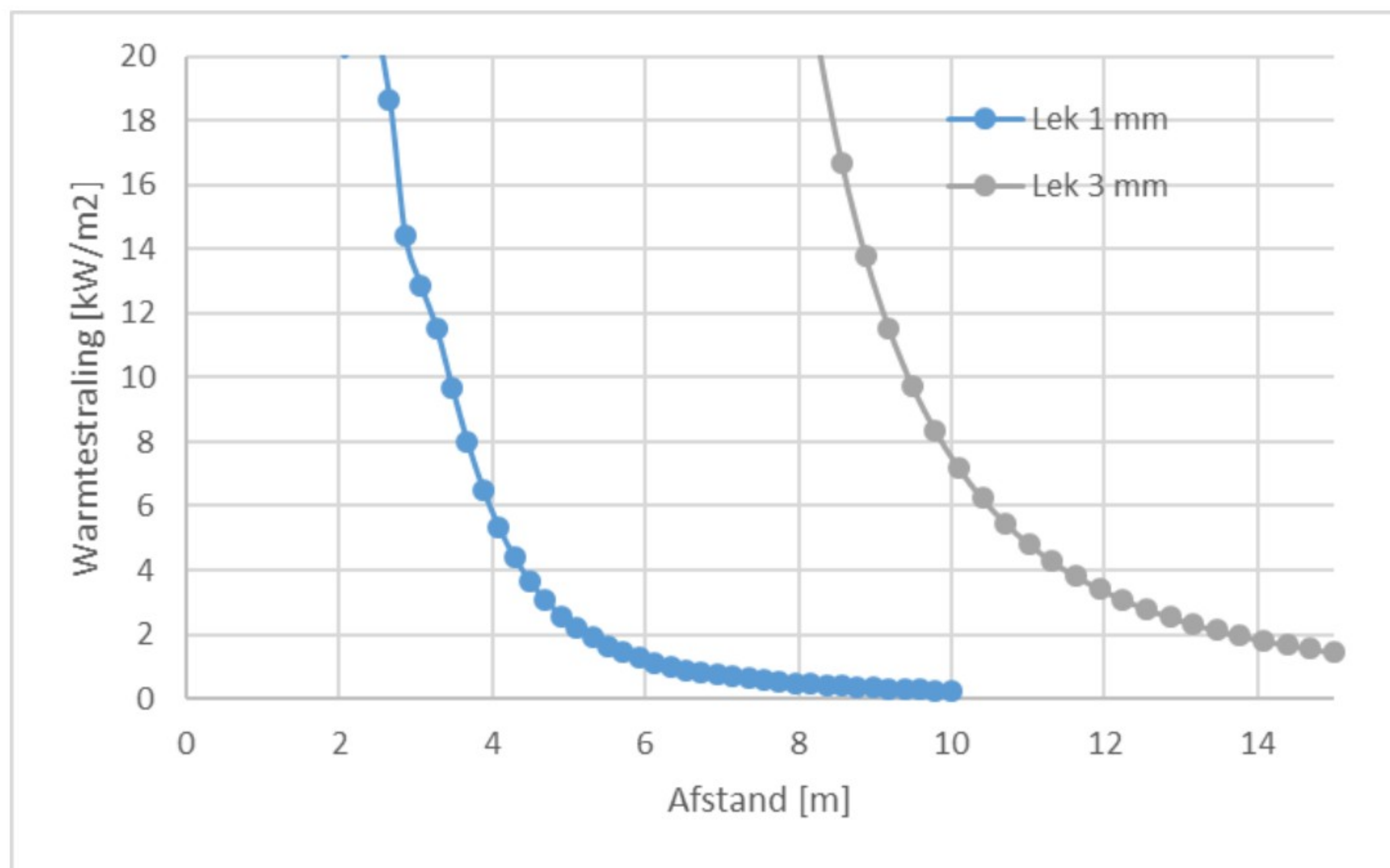
Figuur 5. Warmtestraling op bovenzijde compressor (H=4.0 m)

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 compressor kleiner dan de vlamlengte en kan een stralingsniveau boven 10 kW/m² mogelijk zijn.

Figuur 6 toont de warmtestraling wanneer de uitstroming horizontaal is gericht en geen brandmuur is geplaatst. Ter plaatse van de compressor (ca. 2.1 m vanaf het aansluitpunt van de installatie) zou de warmtestraling dan ruim boven 10 kW/m² bedragen.



Figuur 6. Warmtestraling als functie van de afstand, horizontale uitstroming

3 Conclusie

1. Zonder de brandmuur is het warmtestralingsniveau bij ontsteking van een slanglekkage met een diameter van zowel 1 mm als 3 mm tussen het aansluitpunt en de installatie is ter plaatse van de compressor groter dan 10 kW/m^2 . De vlamlengte is groter dan de afstand tussen uitstromingspunt en de compressor. Zonder de brandmuur zou direct vlamcontact mogelijk zijn.
2. Bij een lekgrootte van 3 mm en de muurhoogte van 4.0 meter zal het warmtestralingsniveau op de compressor circa 6 kW/m^2 bedragen. De brandmuur biedt daarmee voldoende bescherming voor de installatie.
3. In tabel 1 worden overige relevante interne veiligheidsafstanden getoond.

Onderdeel	Afstand tot...	Interne veiligheidsafstand [m]	Werkelijke afstand [m]	Voldoet?
Trailers en MWC 500 bar	Inrichtingsgrens	8.5	22	Ja
	Shop of kwetsbaar object	8	60	Ja
H2-installatie	Inrichtingsgrens	4	23	Ja
	Shop of kwetsbaar object	3.5	47	Ja

Tabel 1. Interne veiligheidsafstanden conform PGS 35

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 Van Dijkhuizen Tiel
Projectnummer 235264
Datum 22 maart 2023 |