

rivm

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Ministerie van VROM
Directie Externe Veiligheid IPC 637
T.a.v. mevrouw drs. D. Kretz
Postbus 30945
2500 GX DEN HAAG

02012004/1

VROM / DEM
EV2006340649

Onderwerp

- Onderbouwing van effectiviteit van hittewerende coating
- Invloed coating op ligging van plaatsgebonden risicocontour

Geachte mevrouw Kretz,

Datum

20 december 2006

Ons kenmerk

452/06 CEV Mah/sij-1329

Blad

1/6

Behandeld door

ir. S. Mahesh

Tel (030) 274 4585

Fax (030) 274 4442

soedesh.mahesh@rivm.nl

Bijlagen

1

Kopie aan

ir. R. Plarina &

drs. S. Buitenkamp,

Ministerie van VROM

IPC 637

U verzoekt ons een notitie¹ te beoordelen die TNO in opdracht van de Vereniging Vloeibaar Gas (VVG) heeft opgesteld. Daarin is een nadere onderbouwing gegeven voor de reductie van de faalkans voor een warme BLEVE indien een hittewerende coating op een LPG tankauto in combinatie met een tijdige brandweerinzet effectief zal zijn. Ook is daarin aangegeven wat de invloed van de effectiviteit van het voornoemde systeem is op de ligging van de PR-contour van $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar ten opzichte van het LPG-vulpunt.

Onze beoordeling van voornoemde notitie leidt tot de volgende conclusies:

- Wij kunnen instemmen met de gegeven onderbouwing voor de effectiviteit van een hittewerend coatingmateriaal op een LPG tankauto in combinatie met een tijdige brandweerinzet. Daarbij merken wij aanvullend op dat het effect van het in te zetten blusmiddel op het coatingmateriaal een essentieel punt van aandacht is. Als blijkt dat het blusmiddel de integriteit van het coatingmateriaal aantast, zal dit direct negatieve gevolgen hebben voor de effectiviteit van het systeem en dus op de faalkans. Dit aspect zou ons inziens meegewogen moeten worden in het aanvalsplan van de brandweer.
- Het coaten van een LPG tankauto met een hittewerend materiaal heeft bij een lage LPG doorzet (tot circa $500 \text{ m}^3/\text{jaar}$) geen invloed op de ligging van het plaatsgebondenrisico van $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar (PR). In dat geval wordt het PR voornamelijk bepaald door de kans op het falen van de losslang.
- Als de effectiviteit van het systeem van een hittewerend coatingmateriaal en tijdige brandweerinzet hoger is dan 50% dan wordt de ligging van het PR niet meer bepaald door het scenario warme BLEVE. Dan wordt de ligging van het PR voornamelijk bepaald door een combinatie van het falen van de losslang (ca. 75%) en het optreden van een koude BLEVE (ca. 20%). Dat is het geval bij een LPG doorzet vanaf circa $800 \text{ m}^3/\text{jaar}$.

Los van voornoemde bevindingen bevelen wij additioneel aan om altijd een minimale afstand van 25 meter rondom een LPG vulpunt vrij te houden zodat hulpverleners de situatie van alle kanten goed kunnen waarnemen om de ernst ervan te kunnen beoordelen en de brand te kunnen bestrijden.

¹ d.d. 26 juni jl., 2006M&L/819/36563/MOL/gkw.

Datum

20 december 2006

Ons kenmerk

452/06 CEV Mah/sij-1329

Blad

2/6

Deze conclusies zullen wij hierna onderbouwen, waarbij wij eerst de nadere onderbouwing voor de effectiviteit bespreken en daarna ingaan op de invloed daarvan op de ligging van de PR-contour van $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

1. *Onderbouwing van effectiviteit van hittewerende coating*

Het uitgangspunt voor de onderbouwing is het scenario waarbij een LPG tankauto aanwezig is op een LPG-tankstation. Dat zal alleen het geval zijn tijdens het verladen van LPG. Daarbij neemt men aan dat bij een brandcalamiteit een LPG tankauto zal worden blootgesteld aan een brand. Daardoor zal de temperatuur van de wand aan de dampzijde van de LPG-tankauto oplopen. Ook zal de druk in de tank toenemen. Een combinatie van beide factoren zal leiden tot een verzwakking van de tankwand en uiteindelijk het bezwijken van de tank. Doorgaans zal dat gebeuren bij een kritische temperatuur van 400 tot 425 graden Celsius². Die temperatuur kan in de praktijk - afhankelijk van de vulgraad van de tank - binnen 15 tot 20 minuten worden bereikt. Door een tankauto van een hittewerend materiaal te voorzien, kan in beginsel voorkomen worden dat die kritische wandtemperatuur wordt gehaald. Daardoor kan het optreden van een warme BLEVE worden voorkomen danwel uitgesteld.

Het Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra heeft op basis van onderzoek in december 2005 aangegeven dat de brandweer in verreweg de meeste gevallen binnen 75 minuten inzet kan plegen voor het koelen van een LPG tankauto. In navolging van dat onderzoek is als criterium gesteld dat de brandwerendheid van het coatingmateriaal minimaal 75 minuten moet zijn waarbij gedurende die periode de wandtemperatuur beneden de 300 graden Celsius moet blijven. Deze waarde voor de temperatuur kan voor in Nederland gebruikte tanks als conservatief worden beschouwd en heeft een ruime veiligheidsmarge, omdat de temperatuur waarbij in Nederland gebruikte tanks bezwijken boven de 400 graden Celsius ligt³.

Of een warme BLEVE bij een tankstation kan worden voorkomen, hangt daarom af van twee factoren:

- de hittewerende coating moet effectief zijn zodat gedurende minimaal 75 minuten de wandtemperatuur beneden de 300 graden Celsius blijft én
- binnen 75 minuten moet de brandweer kunnen aanvangen met het koelen van de LPG-tankauto.

Een hittewerende coating is alleen effectief in het voorkomen danwel vertragen van een warme BLEVE bij een tankstation als aan beide voornoemde voorwaarden wordt voldaan. Dat brengt met zich mee dat de overall faalkans van de coating gelijk is aan de som van de afzonderlijke faalkansen, namelijk de kans op het falen van de coating (faalkans van de coating) en de kans dat de brandweer niet tijdig inzet kan plegen (faalkans van de tijdige inzet van de brandweer).

Faalkans van de coating: het gaat om een passieve bescherming, zodat bij het goed functioneren van het coatingmateriaal de faalkans verwaarloosbaar klein is. Als op grond van een Bonfire test de coating een brandwerendheid van 75 minuten heeft dan is het aannemelijk dat de faalkans tijdens het lossen bij een tankstation in principe nul zal zijn. Op basis van inmiddels uitgevoerde Bonfire testen blijkt dat aan de voornoemde brandwerendheidseis in ieder geval wordt voldaan⁴ voor een 3 m³ LPG-tank die voor

² A.M. Birk, J.D.J. Van der Steen. The effect of pressure relief valve blowdown and fire conditions on the thermohydraulics within a pressure vessel. Journal of Pressure Vessel Technology. August 2006, vol 128.

³ J.E.A. Reinders et al. Onderzoek naar de effectiviteit van maatregelen ter voorkoming van een warme BLEVE van een autogas tankauto. Concept TNO rapport. Oktober 2006.

⁴ S.J. Elbers, M. Molag. Bonfire test 3 m³ LPG tank voorzien van hittewerende bekleding. TNO-

Datum

20 december 2006

Ons kenmerk

452/06 CEV Mah/sij-1329

Blad

3/6

50% of 80% was gevuld met LPG en waarvan de tank was voorzien van een hittewerend materiaal (Chartec-7) met een dikte van 10 mm. Verder dient de coating periodiek te worden gecontroleerd zodat beschadiging van het coatingmateriaal tijdig kan worden opgespoord en hersteld.

Faalkans van de tijdige inzet van de brandweer: in het onderzoek naar de inzetijd van de brandweer is bepaald dat het maximaal 75 minuten duurt voordat de brandweer volledige capaciteit aan benodigd koelwater kan leveren bij een tankstation. Het is echter niet uit te sluiten dat die inzet in een enkel geval (incident in buitengebied, door slechte bereikbaarheid of door files op de weg) niet binnen 75 minuten zal lukken. TNO heeft op basis van een schatting conservatief aangenomen dat dit in 5% van de situaties het geval zal zijn (faalkans brandweer inzet).

Op grond van het voorgaande zal volgens TNO in 5% van de incidenten een warme BLEVE dus niet kunnen worden voorkomen. Dat wil zeggen dat de effectiviteit van het systeem - hittewerende coating en tijdige brandweerinzet - (100-5) 95% is. Daarom mag worden aangenomen dat de kans op een warme BLEVE met 95% wordt gereduceerd ten opzichte van de faalkans zonder het treffen van warme BLEVE-reducerende maatregelen. Wij kunnen met deze motivering instemmen, omdat het ons waarschijnlijk lijkt dat in verreweg de meeste gevallen de brandweer binnen 75 minuten inzet kan plegen en door te koelen een warme BLEVE kan voorkomen. Het spreekt voor zich dat het goed functioneren van het coatingmateriaal goed wordt geborgd door het uitvoeren van periodieke keuringen en testen. Daarnaast zou het effect van het in te zetten blusmiddel op het coatingmateriaal onderzocht moeten worden. Dat is ons inziens een essentieel punt van zorg. Als blijkt dat het blusmiddel de integriteit van het coatingmateriaal aantast dan zal dat direct negatieve gevolgen hebben voor de effectiviteit van het systeem en dus op de faalkans. In het aanvalsplan zou ons inziens hieraan aandacht moeten worden besteed.

2. *Invloed hittewerende coating op ligging van de PR-contour van $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar*

De invloed van de effectiviteit van het systeem⁵ van de hittewerende coating en een tijdige brandweerinzet op de ligging van de PR-contour van $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar zijn wij nagegaan met het rekenpakket SAFETI-NL (versie 6.51). Daartoe hebben wij de volgende berekeningen uitgevoerd:

1. Wij gaan uit van een losslang met een standaard faalfrequentie voor breuk en variëren de effectiviteit van het systeem van de hittewerende coating en brandweerinzet (figuur 1 & 2 en tabel 1 & 2 van de bijlage);
2. Hier gaan wij uit van een 'verbeterde' losslang met een faalfrequentie voor breuk die een factor 10 lager is dan de waarde uit het Paarse Boek en vervolgens variëren wij de effectiviteit van de hittewerende coating in combinatie met de brandweerinzet (figuur 3 & 4 en tabel 3 & 4 van de bijlage).

Hieronder presenteren wij onze rekenresultaten.

rapport 2006-A-R0299/B. November 2006.

5

De effectiviteit van de coating wordt bepaald door het goed functioneren van het coatingmateriaal en de tijdige inzet van de brandweer.

Datum

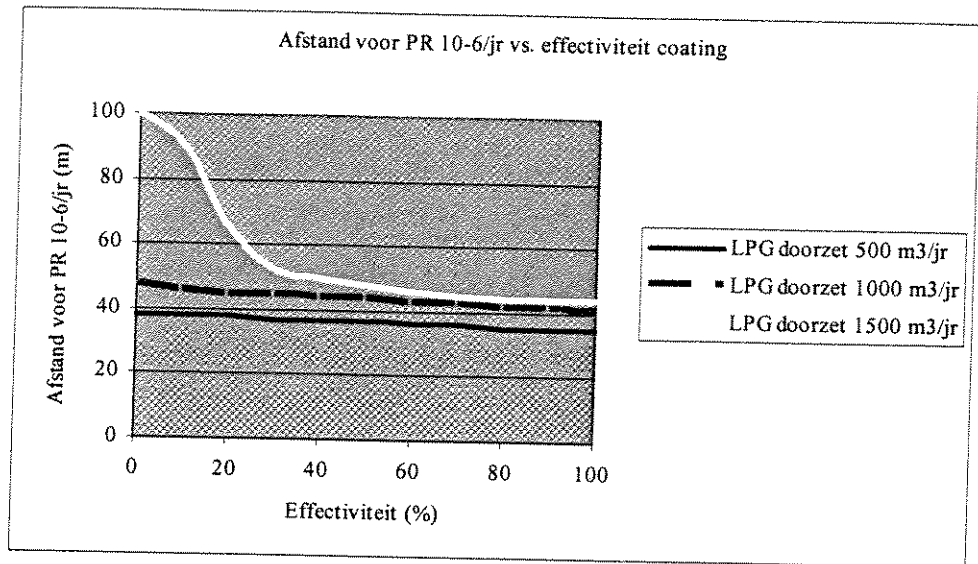
20 december 2006

Ons kenmerk

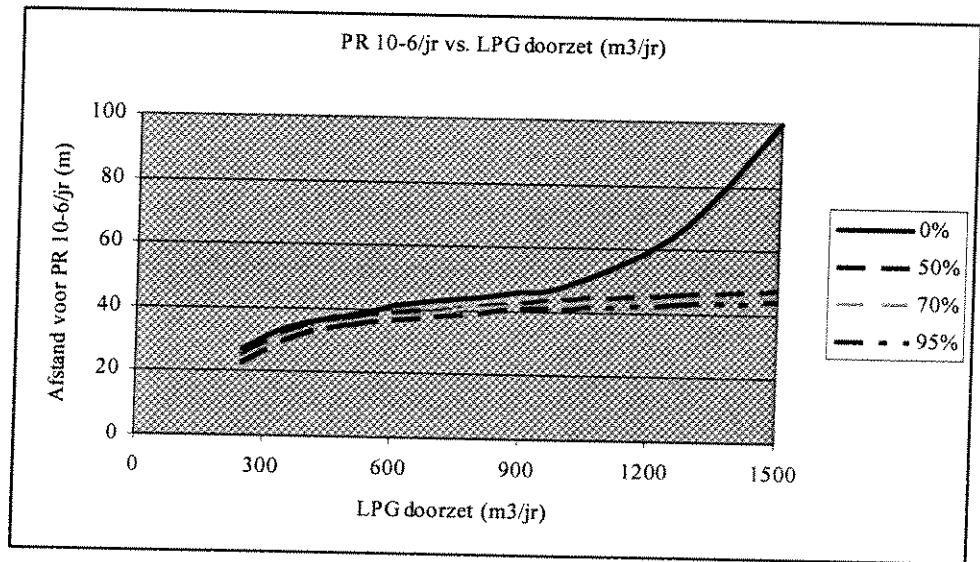
452/06 CEV Mah/sij-1329

Blad

4/6



Figuur 1. De afstand voor het PR van $1 \cdot 10^{-6}$ /jaar als functie van de effectiviteit van het hittewerende coatingmateriaal van de LPG tankauto in combinatie met een tijdige brandweerinzet voor drie LPG doorzetcategorieën en een losslang met een standaard faalfrequentie.



Figuur 2. De afstand voor het PR van $1 \cdot 10^{-6}$ /jaar als functie van de LPG doorzet. Gerekend is met een effectiviteit voor het systeem van hittewerend coatingmateriaal en tijdige brandweerinzet van 0%, 50%, 70% en 95% en met een losslang met een standaard faalfrequentie.

Datum

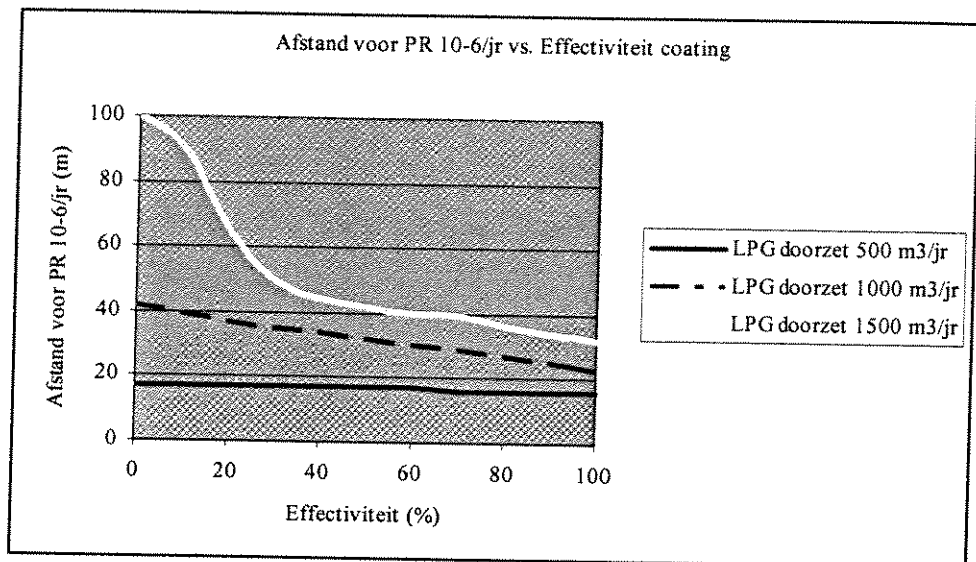
20 december 2006

Ons kenmerk

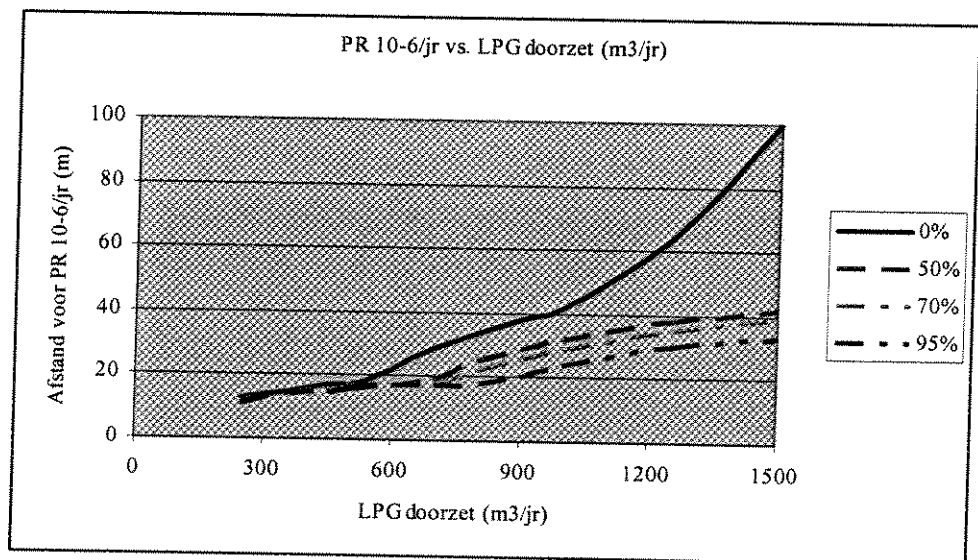
452/06 CEV Mah/sij-1329

Blad

5/6



Figuur 3. De afstand voor het PR van $1 \cdot 10^{-6}$ /jaar als functie van de effectiviteit van het hittewerende coatingmateriaal en tijdige brandweerinzet voor drie LPG doorzet-categorieën en een losslang met een faalfrequentie die 10 keer lager ligt dan de standaard faalfrequentie.



Figuur 4. De afstand voor het PR van $1 \cdot 10^{-6}$ /jaar als functie van de LPG doorzet. Gerekend is met effectiviteiten van het hittewerende coatingmateriaal in combinatie met een tijdige brandweerinzet van 0%, 50%, 70% en 95% en met een losslang met een faalfrequentie die 10 keer lager ligt dan de standaard faalfrequentie.

Uit een analyse van onze rekenresultaten leiden wij het volgende af.

- Uit de figuren 1 en 2 blijkt dat voor een lage LPG doorzet (tot circa 500 m³/jaar) het systeem van een hittewerende coating van de LPG-tankauto in combinatie met een tijdige brandweerinzet geen invloed heeft op de ligging van het plaatsgebondenrisico (PR). Dan wordt het PR voornamelijk bepaald door het falen van de losslang. Dat wordt duidelijk als de figuren 3 en 4 met elkaar worden vergeleken, omdat dan te zien is dat bij lage LPG doorzetten de ligging van het PR niet door de effectiviteit van het systeem wordt bepaald maar door het falen van een losslang.

Datum

20 december 2006

Ons kenmerk

452/06 CEV Mah/sij-1329

Blad

6/6

- Als de effectiviteit van het systeem van een hittewerend coatingmateriaal en een tijdige brandweerinzet hoger is dan 50% dan is het scenario warme BLEVE niet meer bepalend voor de ligging van het PR. Dan wordt de ligging van het PR voornamelijk bepaald door een combinatie van het falen van de losslang (ca. 75%) en het optreden van een koude BLEVE (ca. 20%). Zoals uit figuur 4 blijkt, is dat het geval bij een LPG doorzet vanaf circa 800 m³/jaar.

Los van het voorgaande brengen wij onder uw aandacht dat in geval van een mogelijke calamiteit tijdens de verlading van LPG de hulpverleners (brandweer) in staat moeten worden gesteld de situatie ter plaatse van alle kanten te kunnen beoordelen om brandweerinzet (voor het koelen van de tank) te kunnen uitvoeren. Daarom is het ons inziens noodzakelijk dat rondom het LPG vulpunt een bepaald gebied altijd wordt vrijgehouden. Wij bevelen daarvoor een gebied aan met een straal van 25 meter ten opzichte van het vulpunt.

Ik vertrouw erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor vragen kunt u contact opnemen met de heer S. Mahesh, telefoonnummer 030 – 274 4585.

Met vriendelijke groet,



ir. C.M. van Luijk
Hoofd Centrum Externe Veiligheid

Invloed hittewerende coatingmateriaal van LPG tankauto op de ligging van de plaatsgebonden risicocontour

Opdrachtgever: mevr. drs. D. Kretz, Ministerie van VROM, directie Externe Veiligheid
 Datum: 20 december 2006
 Briefnummer: 452/06 CEV Mah/sij-1329.
 Uitvoerder: ir. S. Mahesh, Centrum Externe Veiligheid

Het Centrum Externe Veiligheid (CEV) heeft onderzoek gedaan naar de invloed van de effectiviteit van een hittewerend coatingmateriaal van een LPG tankauto in combinatie met een tijdige brandweerinzet op de ligging van de plaatsgebonden risicocontour. Daarbij is gebruik gemaakt van het rekenprogramma SAFETI-NL (versie 6.51). De rekenresultaten zijn in de tabellen 1 tot en met 4 gegeven.

Tabel 1. Het plaatsgebonden risico voor verschillende waarden van de effectiviteit van een hittewerend coatingmateriaal in combinatie met een tijdige brandweerinzet voor drie doorzetcategorieën en een losslang met een *standaard* faalfrequentie voor breuk.

Effectiviteit coating (%)	LPG doorzet (m ³ /jaar)		
	500	1000	1500
	Afstand in meter van vulpunt tot PR van 1·10 ⁻⁶ per jaar		
0	38	48	100
10	38	46	90
20	38	45	65
30	37	45	52
40	37	44	50
50	37	44	48
60	36	43	46
70	36	43	45
80	35	42	44
90	35	42	44
95	35	41	44
100	35	41	44

Tabel 2. Het plaatsgebonden risico voor verschillende waarden van een LPG doorzet bij een effectiviteit van een hittewerend coatingmateriaal in combinatie met een tijdige brandweerinzet van 0%, 50%, 70% en 95% en een losslang met een standaard faalfrequentie.

LPG doorzet (m ³ /jaar)	Afstand in meter van vulpunt tot PR van 1·10 ⁻⁶ per jaar			
	Effectiviteit van de hittewerende coating van de LPG tankauto			
	0%	50%	70%	95%
250	27	25	24	23
350	34	32	31	30
450	37	36	35	34
500	38	37	36	35
600	41	39	38	37
700	43	40	39	38
800	44	42	41	39
900	46	43	42	41
1000	48	44	43	41
1250	64	46	44	43
1500	100	48	45	44

Tabel 3. Het plaatsgebonden risico voor verschillende waarden van de effectiviteit van een hittewerend coatingmateriaal in combinatie met een tijdige brandweerinzet voor drie doorzet-categorieën en een losslang waarvan de faalfrequentie voor breuk 10 keer lager is dan de waarde uit het Paarse Boek.

Effectiviteit coating (%)	LPG doorzet (m ³ /jaar)		
	500	1000	1500
	Afstand in meter van vulpunt tot PR van 1·10 ⁻⁶ per jaar		
0	17	42	100
10	17	39	90
20	17	37	65
30	17	35	50
40	17	34	44
50	17	32	42
60	17	30	40
70	16	29	39
80	16	27	36
90	16	25	34
95	16	24	33
100	16	23	32

Tabel 4. Het plaatsgebonden risico voor verschillende waarden van een LPG doorzet bij een effectiviteit van een hittewerend coatingmateriaal in combinatie met een tijdige brandweerinzet van 0%, 50%, 70% en 95% en een losslang waarvan de faalfrequentie voor breuk 10 keer lager is dan de waarde uit het Paarse Boek.

LPG doorzet (m ³ /jaar)	Afstand in meter van vulpunt tot PR van 1·10 ⁻⁶ per jaar			
	Effectiviteit van de hittewerende coating van de LPG tankauto			
	0%	50%	70%	95%
250	13	12	12	11
350	15	15	14	14
450	17	16	16	15
500	17	17	16	16
600	22	17	17	17
700	29	19	18	17
800	34	25	22	18
900	38	29	26	20
1000	42	32	29	24
1250	64	38	35	30
1500	100	42	39	33