

*Memorandum***Van**

Koos Ham, Nils Rosmuller, Jerry Kamperveen, Mark Bolech, Sam van Goethem

Onderwerp

Vragen en antwoorden over LNG, CNG en waterstof als voertuigbrandstof vanuit perspectief van incidentbestrijding

Earth, Life & Social Sciences

Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Doorkiesnummer

+31 88 866 37 36

In dit memo is een opsomming gemaakt van de vragen die in 2014 geïnterviewd zijn in de werkgroep Overheidsdiensten - Veiligheid moderne voertuigen en Regiegroep Incidentbestrijding LNG¹. Het doel van dit memo is om zo compleet mogelijk antwoorden te formuleren op de vragen van hulpverleners en incidentmanagers. Daarbij is een opsplitsing gemaakt naar voertuigen met vloeibaar (cryogeen) gas (LNG) en gas onder druk (CNG en waterstof). Op sommige punten is het definitieve antwoord nog niet te formuleren. Op die punten zijn de vragen open gelaten en zou verder onderzoek, wanneer dat nodig wordt geacht, uitgevoerd moeten worden.

Voertuigen met waterstof en CNG zijn als één categorie beschouwd, omdat de gevaarzetting voor hulpverleners door een gashouder en -leidingen aan boord van het voertuig bijna onafhankelijk is van de soort brandbaar gas.

Inhoudsopgave

1	Vragen over CNG en waterstof	pagina 2
2	Vragen over LNG	pagina 7
3	Bronnen	pagina 11

¹ Deze Regiegroep heeft als doel zich bezig te houden met externe veiligheid, incidentmanagement en kennisoverdracht.

1 Vragen over CNG en waterstof

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

2/11

1. Welke aantallen en typen voertuigen (auto, minibus, bestelbus, vrachtwagen, passagiersbus) rijden met CNG en waterstof rond in Nederland in 2015?
Eind 2014 rijden in totaal 7.100 voertuigen op aardgas rond en een handvol op waterstof. Daarvan zijn er ongeveer 3.865 personenauto's, 2.620 bedrijfswagens en 690 bussen. Van de bedrijfswagens is 15% zwaarder dan 3.500 kg [2].
Momenteel bieden autofabrikanten als VAG (Audi, Seat, Skoda en Volkswagen) Fiat, Ford, Opel, VW en Mercedes af-fabriek CNG-uitvoeringen van hun huidige modellen aan. Cilinderinhouden variëren tussen 11 en 26 kg CNG, verdeeld over 2 tot 5 cilinders (200 bar werkdruk). Volvo heeft in het verleden wel CNG-uitvoeringen aangeboden, maar vooralsnog ontbreken deze bij de huidige modellen.
Dezelfde fabrikanten bieden ook bedrijfsvoertuigen (pick-up, minibus, bestelbus) in CNG-uitvoering samen met Iveco en DFM met cilinderinhouden tussen 13 en 40 kg, waarbij max. 7 cilinders geïnstalleerd kunnen zijn [5].
Voor het vrachtvervoer (of stadswerken e.d.) bieden Volvo, Scania, Iveco en Mercedes modellen aan met cilinderinhouden die variëren tussen 88 en 180 kg of tussen 480 en 1.140 l. Mercedes en M.A.N. bieden CNG-stadsbussen aan met een totale cilinderinhoud van max. 1.700 l, waarbij het aantal tanks op het dak kan variëren van 5 tot 8 stuks [5].
2. Welke wettelijke eisen gelden voor voertuigen met gas als brandstof?
De technische voorschriften voor CNG en waterstof-installaties op voertuigen zijn opgenomen in het VN/ECE-reglement nr. 110, opgesteld door de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties [3].
Fabrikanten hebben ook te maken met de standaard ISO 11439 voor brandstofcilinders.
3. Welke weerstand tegen mechanische impacts hebben de brandstoftanks?
De plaatsing en bevestiging van de gevulde cilinders moet zodanig zijn dat gespecificeerde versnellingen en vertragingen in de rijrichting en loodrecht daarop door de cilinders kunnen worden geabsorbeerd zonder het optreden van schade [3]. Hiervoor worden o.a. valtesten en penetratietesten uitgevoerd.
4. Welke weerstand tegen hitte hebben de brandstoftanks?
De cilinders mogen niet catastrofaal bezwijken bij blootstelling aan hitte (590°C en hoger). Het bezwijken moet worden voorkomen door de activering van de drukveiligheid op de cilinder [3].
5. Welke vulbeperkingen zijn er voor de brandstoftanks?
De cilinders worden gevuld op basis van de werkdruk van 200 bar bij 15°C of maximaal 260 bar direct na het vullen ongeacht de temperatuur [3]. Bij waterstof zijn er versies van 350 bar en 700 bar met overeenkomstige veiligheidsvoorzieningen. Overvulling wordt voorkomen door de drukveiligheid van het tankstation [4]. De aanwezigheid van een door druk geactiveerde veiligheid op de cilinder is geen verplichting. Cilinders worden ontworpen om 1.000 keer per bedrijfsjaar te worden gevuld.
6. Wat zijn de typische plaatsen van de brandstoftanks?
In personenauto's worden de cilinders af-fabriek meestal dwars na de achteras onder de laadvloer geplaatst [5]. Daarbij plaatst Fiat extra cilinder(s) in de lengterichting onder de vloer ter hoogte van de bestuurders- en passagiersstoelen. Ook bij bedrijfswagens is het gebruikelijk om cilinders in het midden van het voertuig te plaatsen. In geval van retro-fit worden de tanks in achterin in de bagageruimte geplaatst.

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

3/11

Bij vrachtwagens worden de cilinders geplaatst op de plaats van de brandstoftank aan de zijkanten tussen voor- en achterwiel en/of tussen het chassis (als daar ruimte is).

Trailerfabrikant Kögel heeft ook een trailerconcept ontwikkeld, waarbij een cilindermodule onder de trailer is geplaatst. Bij bussen worden de tanks op het dak geplaatst.

7. Welke appendages zijn verbonden aan de brandstoftanks?
*De kop van elke cilinder staat in verbinding met de drukveiligheid (temperatuurafhankelijke smeltveiligheid), doorstroombegrenzer, automatische afsluiter en manuele afsluiter [3]. Deze appendages zijn veelal geïntegreerd in een enkele behuizing, welke aangesloten is op de hoge drukleiding waarop alle cilinders uitkomen. De hoge drukleiding eindigt bij de drukregelaar in het motorcompartiment. Ook de drukregelaar wordt uitgevoerd met een drukveiligheid.
De multifunctionele appendagebehuizing wordt omgeven door een plasteiken/rubberen gasdichte omhulling, waardoor uittredend gas via doorvoeren en slangen buiten het voertuig wordt afgevoerd. Doordat uit composiet vervaardigende cilinders een de lage temperatuurbestendigheid hebben, kunnen deze aan de andere kant ook worden voorzien van een smeltveiligheid. Sommige tanks kunnen voorzien zijn van een temperatuurafhankelijke smeltveiligheid én een drukafhankelijke breekplaat [5].*
8. Tegen welke mechanische impact zijn de appendages bestand?
Voor appendages zijn geen voorschriften in relatie tot bestendigheid tegen mechanische impact. Fabrikanten als Mercedes claimen dat door uitvoerig testen het samenstel van cilinders, drukleidingen, afsluiters, aansluitingen, e.d. bij botsingen een vergelijkbaar hoog veiligheidsniveau heeft als conventioneel aangedreven voertuigen. Een botsproef uitgevoerd door de ADAC toont aan dat de cilinders op hun plaats zitten en geen lekkages optreden.
9. Welke materialen worden toegepast in het brandstofleidingwerk?
De hogedrukleidingen zijn vervaardigd van roestvast staal of staal met een corrosieresistente coating. In het motorcompartiment na de reduceer kunnen flexibele slangen worden toegepast [3]. Voor waterstofleidingen worden speciale staallegeringen gebruikt.
10. Welke weerstand heeft het leidingwerk tegen mechanische impact en brand/hitte?
Voor leidingwerk zijn geen voorschriften in relatie tot bestendigheid tegen mechanische impact of brand/hitte.
11. Welke soorten van overdrukbeveiliging zijn aanwezig op brandstoftanks?
Temperatuurafhankelijke smeltveiligheid die geactiveerd wordt bij temperaturen van 110°C en hoger (verplicht). Drukafhankelijke drukveiligheid die geactiveerd wordt bij een ingestelde druk (optioneel) [3].
12. Welke eisen worden gesteld aan overdrukbeveiligingen?
*Het functioneren van de drukveiligheid wordt in samenhang met de cilinder en zijn appendages beproefd tijdens twee bonfire tests [3]. Daarbij dient te worden opgemerkt dat de bonfire tests worden uitgevoerd zonder de aanwezigheid van de gasdichte omhulling [5].
De smeltveiligheden worden op druk beproefd gedurende 24 uur bij een temperatuur hoger dan 95°C; hierbij mag geen lekkage optreden. Verder worden de drukveiligheden met cyclische belasting beproefd en proeven ter voorkoming van stresscorrosie [3].*
13. Hoe is de werking van de overdrukbeveiligingen?
Zie vraag 11.

14. Welke faalkansen hebben de overdrukbeveiligingen?
De kans op falen van een drukveiligheid is niet bekend. Recent TNO-onderzoek toont een sterke aanwijzing dat uit composiet vervaardigende cilinders vaak betrokken bij voertuigbranden, waarbij cilinders zijn bezweken [5]. Tijdens bonfiretesten worden de smeltveiligheden circa binnen een 10-20 seconden geactiveerd na het vlamcontact. Tijdens de busbrand bij Wassenaar werden de veiligheden bij volledige vlamomhulling pas na enkele minuten geactiveerd [6]. Tevens werden de veiligheden maar aan één zijde geactiveerd, terwijl de smeltveiligheden aan de andere zijde aan de zelfde temperaturen werden blootgesteld. Mogelijk spelen de afscherming van de cilinders en/of toepassing van gasdichte behuizingen hierin een rol [5].
15. Werken de beveiligingssystemen ongeacht de positie van het voertuig na een ongeval? (op de kant of op de kop)?
De automatische afsluiters zijn elektromagnetische solenoïdes ('fail-to-close') die ook niet zullen worden gehinderd door de positie van het voertuig. De drukveiligheden worden in principe ontworpen en getest om gas af te blazen. De opslag van CNG en waterstof is altijd gasvormig, waardoor de werking niet zal worden gehinderd door de positie van het voertuig of de plaatsing van de cilinder. Bij CNG en waterstof heeft de veiligheid tot doel om de inhoud van de cilinder zo snel mogelijk naar buiten af te voeren, voordat de druk in de cilinder te hoog oploopt en gevaar voor explosie wordt geweken [5].
16. Worden beveiligingssystemen aangestuurd door de botssensor?
Volgens voorschriften dienen de automatische afsluiters bij de cilinder en bij de drukregelaar te sluiten bij het uitschakelen van het contact of motor of wanneer de motor alleen op conventionele brandstof loopt [3]. De meeste fabrikanten gebruiken het signaal van de botssensor om de automatische afsluiters te sluiten [5].
17. Zijn de brandstofsysteemen in te blokken/ veilig te stellen/ af te sluiten?
Het CNG-systeem wordt op twee plaatsen automatisch ingeblokt (zie vraag 16). Elke cilinder is voorzien van een manuele afsluiter om de gastoevoer handmatig af te sluiten bij service of calamiteiten. Zie de emergency response instructies van de fabrikanten [5].
18. Wat is de positie van de uitstroomopeningen van de overdrukbeveiligingen op brandstoftanks van de genoemde voertuigtypen?
De uitstroomopeningen van drukbeveiligingen zitten op de kop van de cilinders. De gasdichte omhulling bij personenauto's zorgt er voor dat het gas in geval van lekkages of activering buiten het voertuig wordt afgevoerd, meestal naar de onderzijde, achterzijde of bovenzijde. Echter, kunststoffen of rubberen omhullingen zijn niet bestand tegen hitte, waardoor het afblazen bij brand in elke richting kan plaatsvinden [5].

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

4/11

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

5/11

19. In welke richting blazen de overdrukbeveiligingen af, uitgaande van de normale positie van het voertuig, in het bijzonder bij brandende passagiersbussen?
Zie vraag 18. De huidige regelgeving voorziet niet in veiligheidseisen die integraal op het voertuig van toepassing zijn; enkel op component of deelsysteemniveau. Naar aanleiding van het OVV-onderzoek [6] naar de brand van de CNG-bus bij Wassenaar – en daaruit voortvloeiende aanbevelingen – zijn voorstellen gedaan tot aanpassing van VN/ECE-reglement nr. 110, namelijk [7]:
- *De beperking van de afblaasrichting moet gebaseerd worden op de eisen die gelden voor waterstofvoertuigen:*
 - o *Niet richting elektrische componenten of andere ontstekingsbronnen;*
 - o *Niet in of richting het passagierscompartiment en de bagageruimte;*
 - o *Niet richting een klasse 0 (hoge druk) component;*
 - o *Niet richting de voorkant, de zijkanten of de achterkant van het voertuig (oftewel: alleen naar de grond of naar de lucht).*
 - *Het afblazen in een atmosferische uitloop die buiten het voertuig aflaat, ingeval de cilinders binnen het voertuig zijn geplaatst.*
20. Zijn er verschillen in de gevaaraspecten ten gevolge van brand gekoppeld aan de vullingsgraad van de brandstoftank?
Niet van toepassing voor gasvormig en comprimeerbaar CNG, zie ook vraag 5.
21. Is er beeldmateriaal van uitgevoerde testen voor opleidingsdoeleinden beschikbaar die de gevaaraspecten ten gevolge van brand kunnen illustreren?
Voor CNG is het mogelijk om vanuit TNO een video van een bonfire test beschikbaar te maken voor opleidingsdoeleinden.
22. Welke specifieke gevaaraspecten zijn denkbaar bij het vullen van de brandstoftank?
Bij voertuigen die af-fabriek worden geleverd, wordt de vulopening voor CNG direct naast de vulopening voor conventionele brandstof geplaatst [5]. Het voornaamste gevaaraspect zal lekkage van één van de brandstoffen zijn. Waterstof voertuigen hebben alleen een vulopening voor waterstof en mogelijk ook een laadaansluiting om de aanwezige batterij op te laden. De vulopening voor waterstof zit vaak op dezelfde positie als de vulopening van een conventioneel brandstofvoertuig [5].
23. Welke uiterlijke kenmerken op het voertuig zijn waarneembaar voor een type gas?
*Behalve de dubbele vulopeningen achter de tankklep zijn er geen eenduidige uiterlijke kenmerken die duiden op CNG of waterstof als brandstof. Indien het voertuig op zijn kant ligt, zouden de gascilinders aan de onderzijde zichtbaar moeten zijn.
Voor CNG en waterstof hebben voertuigen zwaarder dan 3,5 ton en voertuigen met meer dan 8 passagiers een groene ruitvormige stickermarkering op de tank of bij de vulaansluiting [3]. Een fabrikant als Mercedes brengt groene CNG-labels aan in buurt bij de tankklep, voor voertuigen zwaarder dan 3.5 ton.*
24. Zijn er richtlijnen voor het (zichtbaar) op het voertuig vermelden van het type brandstof en (maximale) inhoudsindicatie?
Alleen op de tank staat de (maximale) inhoudsindicatie aangegeven.

25. Wat is de maximale hoeveelheid brandstof welke opgeslagen mag worden in het voertuig?
Volgens ADR 1.1.3.3 mag voor vloeibare brandstoffen de totale inhoud van de vaste brandstofreservoirs niet meer bedragen dan 1.500 liter. Voor gassen wordt in ADR 1.1.3.2 de maximale hoeveelheid niet gemaximeerd. Daardoor zal de beschikbare ruimte op het voertuig en/of aanhanger limiterend zijn. Voor het vervoer van brandbare gassen in stukgoed geldt de zogenaamde 1.000-punten regeling van Inspectie L&T (max. 1.000 l) [5].
26. Is gelect CNG dusdanig zwaar dat het in riolen kan zakken?
CNG staat bekend als een licht/neutraal gas en zal bij vrijkomen in de buitenlucht opstijgen en mengen met de omringende lucht [5].
27. Heeft de werkdruk i.c.m. het aantal handelingen per tijdseenheid bij een tankstation een negatieve invloed op de integriteit van de brandstoftank ('slijtage')?
CNG-cilinders worden ontworpen om minimaal 15.000 maal gevuld te kunnen worden gedurende de levensduur (20 jaar), waarbij de cilinders per jaar 1.000 maal worden gevuld [3].

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

6/11

2 Vragen over LNG

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

7/11

28. Welke aantallen en typen voertuigen (auto, minibus, bestelbus, vrachtwagen, passagiersbus) rijden met de verschillende brandstoftypen rond in Nederland in 2015 en 2020?

LNG als brandstof is o.a. door de grootte van de tank nog alleen van toepassing voor grotere voertuigen als vrachtwagens en bussen. Het Nationaal Platform LNG heeft als doelstelling om in 2015 minstens 500 trucks op LNG te laten rijden [1]. Eind 2014 rijden er Nederland 170 vrachtwagens en 17 niet nader geclassificeerde voertuigen rond [2]. In de regio Eindhoven rijdt een tweetal MAN diesel bussen omgebouwd naar LNG.

Momenteel worden door IVECO, Mercedes-Benz, Scania en Volvo LNG Trucks aangeboden. Tankfabrikant Chart levert in de voornaamste range van 245 l (105 kg) tot 668 l (278 kg) tankcapaciteit.

29. Welke wettelijke eisen gelden voor voertuigen met gas als brandstof?
De technische voorschriften voor LNG-installaties op voertuigen zijn met de aanpassing van VN/ECE-reglement nr. 110, beschreven in dat reglement [3]. Dit reglement beschrijft zowel de voorschriften voor CNG als LNG-installaties. Voor de afleverinstallaties van (LNG) voor motorvoertuigen is de Publicatierreeks PGS 33-1 van toepassing [4].
30. Welke weerstand tegen mechanische impacts hebben de brandstoftanks?
De plaatsing en bevestiging van de gevulde tanks moet zodanig zijn dat de gespecificeerde versnellingen en vertragingen in de rijrichting en loodrecht daarop door de cilinders kunnen worden geabsorbeerd zonder het optreden van schade. Hiervoor worden o.a. valtesten en penetratietesten uitgevoerd [3].
31. Welke weerstand tegen hitte hebben de brandstoftanks?
De tanks mogen niet catastrofaal bezwijken bij blootstelling aan hitte (590°C en hoger). Het bezwijken moet worden voorkomen door activering van de secundaire drukafhankelijke drukveiligheid op de tank [3]. Verder moeten bij LNG de impact eigenschappen van het gelaste staal voldoen aan EN 1251-2:2000 en EN 10045-1:1990 [3].
32. Welke vulbeperkingen zijn er voor de brandstoftanks?
Momenteel zijn er twee verschillende werkdrukken in omloop: 9 en 18 bar. Volgens [3] moet de tank zijn voorzien van een systeem die overvulling van de tank voorkomt. Op de tank zelf kan een niveau-indicatie zijn aangebracht. In de [4] staat dat de dispenser direct moet afslaan, wanneer de voertuigtank volledig is gevuld (bijvoorbeeld op basis van maximale druk of minimale flow). De afleverinstallatie moet zijn uitgerust met een voorziening die controleert of de ingestelde afleverdruk niet hoger is dan de ontwerpdruk van het aangekoppelde voertuig.
33. Wat zijn de typische plaatsen van de brandstoftanks?
Aan de zijkant tussen de voor en achteras van de vrachtwagentrekker, met de aansluitingen naar de achterzijde gericht [5].
34. Welke appendages zijn verbonden aan de brandstoftanks?
Een LNG tank zal tenminste verbonden zijn aan een warmtewisselaar/verdamp(er), twee drukafhankelijke drukveiligheden, ontluchtingssysteem, doorstroombegrenzer, manuele afsluiters aan vloeistof- en gaszijdes, en druk- of vulgraadindicator [3], [5]. In de brandstoftoevoerleiding zit bij elke tank een automatische afsluiter. Optioneel kan het systeem voorzien zijn van een drukregelaar, een druk- of temperatuursensor, een pomp [3]. Indien noodzakelijk geacht, kan de tank worden voorzien van een gasdichte omhulling (of een gasdetector bij bussen) [3].

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

8/11

35. Tegen welke mechanische impact zijn de appendages bestand?
Voor appendages specifiek, zijn geen voorschriften tegen mechanische impact [3], [5]. Koppelingen dienen een impulstest conform ISO 1436 te doorstaan. Appendages waar LNG vloeibaar mee in contact komt, dienen getest te worden als klasse 5 materiaal, waar een vibratie test onder valt [3].
36. Welke materialen worden toegepast in het brandstofleidingwerk?
Vaste LNG leidingen dienen gemaakt te zijn van koper of austenitisch roestvast staal (naadloos of gelast). Voor flexibele leidingen worden geen specifieke materialen voorgeschreven, enkel prestatie-eisen [3], [5].
37. Welke weerstand heeft het leidingwerk tegen mechanische impact en brand/hitte?
Voor het leidingwerk zijn geen voorschriften opgenomen m.b.t. mechanische impact en brand/hitte [5]. Wel worden deze onderworpen aan een vibratietest (versnelling 1.5g) [3]
38. Welke soorten van overdrukbeveiliging zijn aanwezig op brandstoftanks?
Er is een primaire en secundaire overdrukbeveiliging [3].
39. Welke eisen worden gesteld aan overdrukbeveiligingen?
De overdrukbeveiligingen mogen niet afblazen op besloten ruimtes, andere voertuigen, extern bevestigde systemen voor luchtinlaat of verbrandingsgasuitlaat [3].
40. Hoe is de werking van de overdrukbeveiligingen?
*De primaire overdrukbeveiliging is aangesloten op een open pijp om het afgeblazen gas op hoog niveau te laten vrijkomen, waarbij maatregelen zijn genomen om blokkeren en bevriezen van deze pijp te voorkomen. De primaire overdrukbeveiliging is bedoeld om LNG af te blazen wanneer de maximaal toegestane werkdruk wordt overschreden [3].
De secundaire overdrukbeveiliging mag direct afblazen, rekening houdend met binnendringen van water en schade. De secundaire overdrukbeveiliging mag niet zijn aangesloten op de afblaaspijp van de primaire beveiliging. De secundaire overdrukbeveiliging heeft als taak om catastrofaal bezwijken van de tank tegen te gaan, als de primaire overdrukbeveiliging of de daarop aangesloten pijp faalt of onvoldoende is [3].*
41. Welke faalkansen hebben de overdrukbeveiligingen?
De kans op het falen van een drukveiligheid is niet bekend [5].
42. Werken de beveiligingssystemen ongeacht de positie van het voertuig na een ongeval? (op de kant of op de kop)?
*De automatische afsluiters zijn elektromagnetische solenoïdes ('fail-to-close') die ook niet zullen worden gehinderd door de positie van het voertuig [5].
De drukveiligheden worden in principe ontworpen en getest om gas af te blazen. Bij LNG heeft de veiligheid tot doel om:*
- *de inhoud van de tank zo snel mogelijk naar buiten af te voeren, voordat de druk in de tank te hoog oploopt;*
 - *om vloeistof in de tank te verdampen door het naar buiten af te voeren van gas, waardoor de vloeistof afgekoeld en druk in de tank niet of minder snel zal stijgen.*
- Indien het voertuig op de kant of op de kop ligt, zal met name vloeistof worden afgevoerd. Hierdoor zal de tank eerder leeg raken, maar zal de druk in de tank blijven oplopen omdat geen vloeistof wordt verdampt [5].*
43. Worden beveiligingssystemen aangestuurd door de botssensor?
Op elke tank, op de brandstofaanvoer, moet een automatische afsluiter zitten die dicht gaat zodra de motor uitstaat [3]. Een tweede automatische afsluiter bevindt zich vlak achter de verdamper. Na de verdamper is het LNG-systeem hetzelfde als het CNG-systeem. De meeste fabrikanten gebruiken het signaal van de botssensor om de automatische afsluiters te sluiten [5].

44. Zijn de brandstofsysteemen in te blokken/ veilig te stellen/ af te sluiten?
Het LNG-systeem wordt op twee plaatsen automatisch ingeblokt (zie vraag 42). Elke cilinder is voorzien van een bereikbare manuele afsluiter om de gastoevoer handmatig af te sluiten bij service of calamiteiten [5].
45. Wat is de positie van de uitstroomopeningen van de overdrukbeveiligingen op brandstoftanks van de genoemde voertuigtypen?
Zie vragen 38 en 39.
46. In welke richting blazen de overdrukbeveiligingen af, uitgaande van de normale positie van het voertuig, in het bijzonder bij brandende passagiersbussen?
Zie vragen 38 en 39. De maatregelen die kunnen worden genomen om blokkeren en bevriezen van de afblaaspijp te voorkomen, sluiten een zijwaartse afblaasrichting niet uit. In de regelgeving zijn geen voorschriften opgenomen m.b.t. de afblaasrichting van veiligheids [5]
47. Zijn er verschillen in de gevaaraspecten ten gevolge van brand gekoppeld aan de vullingsgraad van de brandstoftank? *De vullingsgraad is gekoppeld aan het blootgestelde oppervlak van de tank dat gekoeld wordt door de gasfase en de vloeistoffase. Het door de gasfase gekoelde deel is meer vatbaar voor materiaalverzwakking als gevolg van blootstelling aan brand [5].*
48. Is er beeldmateriaal van uitgevoerde testen voor opleidingsdoeleinden beschikbaar die de gevaaraspecten ten gevolge van brand kunnen illustreren?
Niet vanuit TNO.
49. Welke specifieke gevaaraspecten zijn denkbaar bij het vullen van de brandstoftank?
Voorafgaand aan het vullen met LNG dienen de koppelstukken aan de vulslang en tank zoveel mogelijk te worden gedroogd met stikstof. Dit om bevriezing van water en daardoor lekkage te voorkomen [5].
50. Welke uiterlijke kenmerken op het voertuig zijn waarneembaar voor een type gas?
Voor LNG hebben voertuigen zwaarder dan 3,5 ton en voertuigen met meer dan 8 passagiers een groene ruitvormige stickermarkering op de tank of bij de vulaansluiting [3].
51. Zijn er richtlijnen voor het (zichtbaar) op het voertuig vermelden van het type brandstof en (maximale) inhoudsindicatie?
Alleen op de tank staat de (maximale) inhoudsindicatie aangegeven [5].
52. Wat is de maximale hoeveelheid brandstof welke opgeslagen mag worden in het voertuig?
Volgens ADR 1.1.3.3 mag voor vloeibare brandstoffen de totale inhoud van de vaste brandstofreservoirs mag niet meer bedragen dan 1.500 liter. Het is onduidelijk of vloeibare LNG binnen ADR geclassificeerd is als vloeibare brandstof.
53. Wat gebeurt er bij een leidingbreuk in het systeem (zeg maar het gedeelte tussen de brandstoftank en de motor)?
Zolang de motor niet is uitgeschakeld (en de automatische afsluiters niet gesloten worden) zal LNG blijven uitstromen. De cryogene eigenschap van LNG kan er toe leiden dat (kleine) openingen dichtvriezen [5].
54. Worden overdrukbeveiligingen op alle systemen toegepast? Of is er ook warmtebeveiliging (smeltveiligheid) (voorbeeld uit de praktijk: CNG tanks waar alleen een smeltveiligheid op zit en geen overdrukbeveiliging)
In de voorschriften worden alleen de primaire en secundaire drukbeveiligingen voorgeschreven [3]. Een temperatuurafhankelijke smeltveiligheid in cryogene omstandigheden zou de werking nadelig beïnvloeden.

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

9/11

55. Zijn de brandstoftanks te bereiken voor eventuele koeling bij brand (voorbeeld uit de praktijk: CNG in auto's flessen niet direct bereikbaar)?
Bij vrachtwagens zijn de LNG-tanks aan de zijkant tussen de assen zijn geplaatst en daardoor te bereiken van buitenaf [5].
56. Hoe kan het brandstofsysteem, met name de tank veilig worden leeggemaakt indien gewenst? Bijvoorbeeld overpompen, leeg laten lopen e.d.?
Servicevoorzieningen om de tank leeg te maken, worden niet voorgeschreven [3].
57. Worden de brandstoftanks in het algemeen en die voor cryogene stoffen in het bijzonder periodiek gekeurd (om de hoeveel jaar dan wel aantal vullingen)?
Tenminste elke 120 maanden dienen de LNG tanks visueel op externe schade en aantasting te worden geïnspecteerd [3].
58. Welke werkdrukken worden toegepast (autobedrijf afhankelijk bijv. Mercedes, Iveco, Scania etc.)?
In de voorschriften wordt een maximale werkdruk van 26 bar toegestaan. De primaire drukveiligheid dient afgesteld te zijn op de maximale toegestane werkdruk. Fabrikanten IVECO en Volvo (dual fuel, i.e. gelijktijdig met diesel) hanteren een werkdruk van 9 bar, terwijl fabrikanten als Mercedes en Scania een werkdruk van 18 bar toepassen [5].
59. Heeft de werkdruk i.c.m. het aantal handelingen per tijdseenheid bij een tankstation een negatieve invloed op de integriteit van de brandstoftank ('slijtage')?
Testen met een drukcyclus zijn alleen van toepassing voor CNG-cilinders en niet voor LNG-tanks.
60. In hoeverre heeft RDW met garagehouders gecommuniceerd over het fenomeen cryogene brandstoftanks en dan vooral over de specifieke gevaren die het product LNG met zich meebrengt bij maintenance?
Niet bekend.
61. In hoeverre heeft RDW branchevereniging BOVAG betrokken bij het implementatietraject van LNG?
Niet bekend.
62. Worden ervaringen met cryogene brandstoftanks gedeeld tijdens overleg tussen RDW en equivalente organisaties in Scandinavië, Verenigd Koninkrijk en Duitsland?
Niet bekend.
63. Welke effectafstanden kunnen optreden als de brandstoftank om wat voor reden dan ook wordt doorboord?
Niet bekend.
64. Welke afstanden (in relatie tot mogelijke warmtecontouren) moeten de hulpverleners bijvoorbeeld op een autoweg of een straat op een industrieterrein in acht nemen om veilig te kunnen meten, ontruimen, defensief op te treden etc.?
Niet bekend.
65. Wordt er een noodbediening of noodstop op een voertuig geïnstalleerd?
Behalve de verplichte afsluiting bij uitgeschakelde motor (zie vraag 42), zijn er geen centraal te bedienen noodvoorzieningen geïnstalleerd [5].
66. Zijn er eisen voor de brandwerendheid van de constructie rondom de brandstoftank?
De tank mag niet catastrofaal bezwijken tijdens een omringende brand. Een LNG-tank zal door de vacuïmisolatie en dubbelwandige uitvoering beter bestand tegen brand zijn dan een enkelwandige tank [5].

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

10/11

67. Is gelect LNG dusdanig zwaar dat het in riolen kan zakken?

Alle vrijkomende LNG zal uiteindelijk verdampen tot gas dat zich in de atmosfeer verspreid. Het koude gas is in eerste instantie zwaarder dan lucht en zal zich laag over de grond verplaatsen, maar door opwarming zal het gas vervolgens geleidelijk lichter dan lucht worden en opstijgen (boven -112°C). Het koude gas kan dus in riolen zakken [5].

Datum

6 februari 2015

Onze referentie

2015-TM-MEM-0100282348

Blad

11/11

3 Bronnenlijst

- [1] www.nationaalngplatform.nl/
- [2] <http://klimaatmonitor.databank.nl/>;
- [3] [ECE Regulation No.110](#)
- [4] PGS 33-1 Afleverinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor motorvoertuigen;
www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/PGS33-1.html
- [5] TNO expert judgement o.a. op basis van reddingskaarten, handboeken en video's door fabrikanten gemaakt voor hulpverleners en reddingsteams.
- [6] Brand in een aardgasbus, 29 oktober 2012;
www.onderzoeksraad.nl/nl/onderzoek/1421/brand-in-een-aardgasbus-29-oktober-2012
- [7] UN Regulation No. 110 – CNG/LNG vehicles; Informal document GRSG-106-07; 22 April 2014.