

Omgaan met omgevingsrisico's CNG-bussen

projectnr. 266300
revisie 0.3
18 november 2014

auteur(s)

Wim Evers

Opdrachtgever

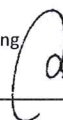
Stadsgewest Haaglanden
Postbus 66
2501 CB Den Haag

datum vrijgave
18 november 2014

beschrijving revisie 0.3 definitief rapport
verwerken eindcommentaar begeleidingsgroep

goedkeuring
BW

vrijgave
RE



Projectgroep bestaande uit:

Wim Evers
Bob Wiekema
Jelte Janzen
Astrid Ekas

Tekstbijdragen:**Fotografie:****Vormgeving:****Datum van uitgave:**

18 november 2014

Contactadres:

Mijnweg 3
6167 AC GELEEN
Postbus 17
6160 AA GELEEN

Copyright © 2014

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

Managementsamenvatting

Het Stadsgewest Haaglanden heeft Antea Group opdracht verstrekt voor een onderzoek naar de mogelijkheden voor het uitbreiden van veiligheidsverbeterende maatregelen aangaande het gebruik van CNG-bussen in het openbaar vervoer. CNG-bussen zijn bussen die gebruik maken van tot hoge druk gecomprimeerd (is samengeperst) aardgas als brandstof: compressed natural gas (CNG). In Nederland zijn CNG-bussen herkenbaar aan een dakopbouw waaronder zich een aantal cilinders bevinden met aardgas onder hoge druk (ongeveer 200 bar).

Aanleiding voor het gevraagde onderzoek is één van de vier aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) naar aanleiding van haar onderzoek van de brand op 29 oktober 2012 in een aardgasbus (CNG) van Veolia in Wassenaar, een gemeente binnen Het Stadsgewest Haaglanden. Het betreft aanbeveling 1 uit haar rapport 'Brand in een aardgasbus' gericht aan alle opdrachtgevers en vervoersbedrijven met CNG-bussen:

'Breng in kaart welke risico's voor de omgeving verbonden zijn aan gebruik, onderhoud en stalling van CNG-bussen en tref maatregelen om die risico's te beperken.'

Aansluitend bij OVV-aanbeveling 1 is het doel van het onderzoek tweeledig:

1. Inventariseren en analyseren van de omgevingsrisico's bij het huidige gebruik van CNG-bussen;
2. Het doen van aanbevelingen over te treffen maatregelen om deze omgevingsrisico's (verder) te beperken.

Het onderzoek is begeleid door een commissie die als volgt was samengesteld:

- De heer Harry Mol, Senior beleidsmedewerker OV Stadsgewest Haaglanden;
- Mevrouw Wendy Eygendaal, Bureauhoofd Externe Veiligheid, Stadsgewest Haaglanden;
- De heer Gerard van Kesteren, Projectmanager Verkeer en Vervoer, Kennisplatform CROW.

De hoofdelementen van het onderzoek zijn:

- Een systeembeschrijving vanuit veiligheidsperspectief (hoofdstuk 2);
- De resultaten van een enquête onder OV-autoriteiten, vervoersbedrijven, omgevingsdiensten/gemeenten en veiligheidsregio's: een beeld van de kennis over omgevingsrisico's van het gebruik van CNG-bussen en mogelijke veiligheidsmaatregelen (hoofdstuk 4);
- Aanbevelingen over te nemen 'bewezen', te ontwikkelen of verder te onderzoeken maatregelen en een aanzet voor een afwegingsmatrix 'veilig gebruik CNG-bussen' voor OV-autoriteiten en vervoersbedrijven op basis van door deze partijen te borgen maatregelen:

Criterium	Toelichting
Automatische brandblusinstallatie in motorcompartiment	Kosteneffectieve maatregel (ca. € 3.000 tot € 4.000 exclusief BTW per bus) om frequentie van volledige busbranden terug te dringen
Brandveiligheidsconcept interieur CNG-bus	Kosteneffectieve maatregel ter vergroting veiligheid passagiers, omgeving en hulpdiensten
Veiligheidsmanagementsysteem	Ter vergroting veiligheid personeel, passagiers, omgeving en hulpdiensten
Risico-inventarisatie busroutes (lijnvoering)	Ter vergroting veiligheid omgeving
Adequate noodprocedures en afstemming met veiligheidsregio's inclusief oefeningen	Ter vergroting veiligheid personeel, passagiers, omgeving en hulpdiensten

Inhoud

Blz.

Managementsamenvatting.....	1
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Onderzoeksvraag	5
1.3 Methode	6
1.4 Leeswijzer	6
2 Systeembeschrijving vanuit veiligheidsperspectief	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Beschrijving per deelsysteem	9
2.2.1 Productie/levering	10
2.2.2 Tanken	11
2.2.3 Exploitatie.....	12
2.2.4 Stallen.....	14
2.2.5 Onderhoud.....	16
3 Schadelijke effecten en omgevingsfactoren	18
3.1 Voornaamste ongevalsscenario's met effectafstanden	18
3.2 Risicoverhogende omgevingsfactoren.....	20
3.3 Internetinventarisatie buitenlandse kennisbronnen	21
4 Samenvatting resultaten enquête en locatiebezoeken	23
4.1 OV-autoriteit.....	24
4.2 Vervoersbedrijven.....	25
4.3 Omgevingsdiensten/gemeenten	26
4.4 Veiligheidsregio's	26
4.5 Conclusies uit enquête en locatiebezoeken.....	27
5 Conclusies, aanbevelingen verbetermaatregelen en beantwoording deelvragen..	30
5.1 Conclusies	30
5.2 Aanbevelingen	30
5.2.1 Aanbevelingen over implementeren en verder te onderzoeken maatregelen	32
5.3 Beantwoording drie deelvragen	36
6 Literatuur	38
Bijlage 1: Technische schets van CNG-installatie in bussen, vanuit veiligheidsperspectief ...	40
Bijlage 2: Overzicht effectafstanden.....	44
Bijlage 3: Internetinventarisatie.....	51
Bijlage 4: Enquêtevragen	58

Bijlage 5: Voorbeeldartikel 'Veiligheid' van een concessie	60
Bijlage 6: Voorbeeld noodplan 'chauffeur'	62
Bijlage 7: Voorbeelden 'Brandweerinformatiekaart' CNG-bus.....	63
Bijlage 8: Tunnels en CNG-bussen, verkenning veiligheid.....	67

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Stadsgewest Haaglanden heeft Antea Group opdracht verstrekt voor een onderzoek naar de mogelijkheden voor het uitbreiden van veiligheidsverbeterende maatregelen aangaande het gebruik van CNG-bussen in het openbaar vervoer. CNG-bussen zijn bussen die gebruik maken van tot hoge druk gecomprimeerd (is samengeperst) aardgas als brandstof: compressed natural gas (CNG). Ter illustratie laat figuur 1 een voorbeeld van een CNG-bus zien.



Figuur 1.1: Voorbeeld van een CNG-bus (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid, september 2013).

In Nederland zijn CNG-bussen herkenbaar aan een dakopbouw waaronder zich een aantal cilinders bevinden met aardgas onder hoge druk (ongeveer 200 bar). Een CNG-bus voert een ruitvormige groene sticker met het opschrift CNG (zie bijlage 8).

Aanleiding voor het gevraagde onderzoek is één van de vier aanbevelingen van de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) naar aanleiding van haar onderzoek van de brand op 29 oktober 2012 in een aardgasbus (CNG) van Veolia in Wassenaar, een gemeente binnen Het Stadsgewest Haaglanden. Het betreft aanbeveling 1 uit haar rapport 'Brand in een aardgasbus' gericht aan alle opdrachtgevers en vervoersbedrijven met CNG-bussen:

OVV-aanbeveling 1. Gericht aan aanbieders van openbaar vervoer en vervoersbedrijven, inventarisatie en analyse omgevingsrisico's bij huidige CNG-bussen:

'Breng in kaart welke risico's voor de omgeving verbonden zijn aan gebruik, onderhoud en stalling van CNG-bussen en tref maatregelen om die risico's te beperken.'

Op basis van voorliggende studie wil Het Stadsgewest Haaglanden de door de Onderzoeksraad voor Veiligheid met aanbeveling 1 gestelde opgave beantwoorden.

Ter informatie, de overige drie aanbevelingen luiden als volgt:

OVV-aanbeveling 2. Gericht aan de minister van Infrastructuur en Milieu , opstellen en aanscherpen van voertuigvoorschriften:

- a. *Bevorder zodanige aanscherping van het internationale voertuigvoorschrift voor CNG-systemen (VN-ECE reglement 110), dat de risico's voor de omgeving die zich bij afblazen van het gas voordoen worden beheerst.*
- b. *Zorg dat de RDW systematisch relevante informatie over ongevallen verzamelt en die kennis inbrengt bij de totstandkoming of aanpassing van de internationale voertuigvoorschriften.*

OVV-aanbeveling 3. Gericht aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu, veiligheidsverplichtingen voor OV-autoriteiten en vervoersbedrijven:

Neem in de Wet personenvervoer 2000 als eis op:

- *Dat busvervoerbedrijven de risico's van hun bedrijfsvoering systematisch beheersen door middel van een veiligheidsmanagementsysteem;*
- *Dat concessieverleners voor openbaar busvervoer eisen stellen aan de beheersing van de veiligheidsrisico's door het vervoersbedrijf.*

OVV-aanbeveling 4. Gericht aan het veiligheidsberaad, ontwikkeling van inzetprocedure voor de brandweer bij voertuigbranden:

Zorg voor centrale ontwikkeling van de inzetprocedure voor het bestrijden van branden bij voertuigen met niet-conventionele brandstof (zoals CNG en waterstof).

1.2 Onderzoeksvraag

Aansluitend bij OVV-aanbeveling 1 is het doel van het onderzoek tweeledig:

1. Inventariseren en analyseren van de omgevingsrisico's bij het huidige gebruik van CNG-bussen;
2. Het doen van aanbevelingen over te treffen maatregelen om deze omgevingsrisico's (verder) te beperken.

De studie dient er toe dat Het Stadsgewest Haaglanden meer inzicht krijgt in de omgevingsrisico's die verbonden zijn met het gebruik, onderhoud en stalling van CNG-bussen en in mogelijke maatregelen om deze risico's verder te beperken. De scope van het onderzoek betreft het vervoerssysteem bestaande uit: stalling, afvullen, onderhoud en exploitatie. Voor het onderzoek behelzen de omgevingsrisico's: de reizigers, het personeel (onderhouden, afvullen, en besturen), opstallen, overig verkeer en personen en opstallen langs de route die gereden wordt (bijvoorbeeld tunnels, viaducten, overbouwingen en gebouwen).

Het Stadsgewest Haaglanden hecht er aan dat de vraagstelling (mede) wordt beantwoord door het consulteren van opdrachtgevers en vervoersbedrijven (bijvoorbeeld Veolia voor Het Stadsgewest Haaglanden) en de hulpdiensten van de regio's (bijvoorbeeld de Veiligheidsregio Haaglanden) waar in het vervoerssysteem van opdrachtgevers en vervoersbedrijven gebruik wordt gemaakt van CNG-bussen. Dit om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van voornoemde omgevingsrisico's, bewezen maatregelen en ideeën die er bij hen bestaan om de omgevingsrisico's te beperken.

De volgende deelvragen staan in het onderzoek centraal:

1. *Risicoanalyse:* leiden verschillen in regio's, zoals infrastructuur en inzet, tot verschillen in omgevingsrisico's en daaruit voortvloeiend tot aanbevelingen voor de risicobeheersing?
2. *Ervaringen met soortgelijke incidenten en maatregelen elders:* zijn er aanvullend op het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag

belangwekkende ervaringen in relevante buitenlandse met CNG-bussen en eventuele incidenten daarmee en maatregelen die daar getroffen worden?

3. *Afwegingskader/risicomatrix*: gevraagd wordt om een afwegingskader c.q. een risicomatrix waarmee opdrachtgevers dan wel vervoersbedrijven maatregelen kunnen afwegen om omgevingsrisico's van CNG-bussen te beperken. Belangrijke aspecten van het afwegingskader zijn kosten, doelmatigheid en doeltreffendheid.

De resultaten van het onderzoek moeten direct bruikbaar zijn:

- Voor OV-autoriteiten (opdrachtgevers) en vervoerders (exploitanten) om hierop maatregelen te baseren;
- Voor het formuleren van proces- en producteisen ten behoeve van het beheersen van omgevingsrisico's, die kunnen worden opgenomen in toekomstige aanbestedingen waarbij de opdrachtgever/het vervoersbedrijf overweegt om diensten met CNG-bussen te laten verrichten;
- Voor de hulpdiensten binnen de veiligheidsregio Haaglanden om te benutten in hun verbeterprocessen.

1.3 Methode

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van:

- Literatuuronderzoek;
- Risicoberekeningen;
- Een enquête via e-mail;
- Locatiebezoeken;
- Een (beperkte) inventarisatie van internetbronnen om de informatie over buitenlandse incidenten uit het rapport van de Onderzoeksraad zo mogelijk aan te vullen;
- Commentaar op en besprekingen van conceptrapportages.

Ten behoeve van het onderzoekstraject is een begeleidingscommissie ingesteld met als taken:

- Beoordelen van het onderzoeksverloop;
- Bespreken van de conceptbevindingen en conceptmaatregelen;
- Presenteren van het eindrapport aan belanghebbenden.

De begeleidingscommissie was als volgt samengesteld:

- De heer Harry Mol, Senior beleidsmedewerker OV Stadsgewest Haaglanden;
- Mevrouw Wendy Eygendaal, Bureauhoofd Externe Veiligheid, Stadsgewest Haaglanden;
- De heer Gerard van Kesteren, Projectmanager Verkeer en Vervoer, Kennisplatform CROW.

1.4 Leeswijzer

De rapportage van het onderzoek is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 biedt een beschrijving vanuit veiligheidsperspectief van de verschillende systeemonderdelen in het gebruik van CNG-bussen;
- Hoofdstuk 3 behandelt in combinatie met bijlagen 2 en 3 de mogelijke schadelijke effecten van incidenten met CNG-bussen en omgevingsfactoren die hierbij van belang zijn;
- Hoofdstuk 4 behandelt de resultaten uit de enquête onder OV-autoriteiten, vervoersbedrijven, omgevingsdiensten/gemeenten en de veiligheidsregio's. Hieruit komt de kennis naar voren die binnen de vervoersketen aanwezig is over de omgevingsrisico's van CNG-bussen en veiligheidsmaatregelen;
- Slothoofdstuk 5 geeft aanbevelingen over te treffen maatregelen en verder te ontwikkelen/onderzoeken maatregelen en sluit af met een voorzet van een afwegingsmatrix voor OV-autoriteiten en vervoersbedrijven om te beoordelen of het gebruik van CNG-bussen verantwoord is vanuit veiligheid.

2 Systeembeschrijving vanuit veiligheidsperspectief

2.1 Inleiding

Het Stadsgewest Haaglanden heeft zuiver om milieuredenen het gebruik van CNG-bussen bij de verlening van de lopende concessie verplicht gesteld. CNG is gecomprimeerd aardgas dat als motorbrandstof wordt gebruikt in plaats van de gangbare brandstof diesel. Vanuit veiligheid bezien zijn belangrijke kenmerken van aardgas dat dit gas lichter is dan lucht, dat het zich niet verzamelt in putten etc. (maar wel in de hoogte onder plafonds met holtes), dat het kleurloos en geurloos is. Aan het aardgas voor huishoudelijke toepassing is een geurstof (bijvoorbeeld tetrahydrothiofeen, THT) toegevoegd. Ten behoeve van het tanken van CNG-bussen wordt binnen een tankstation vanuit het aardgasdistributienet aardgas door een compressor (werkt een druk op van circa 230 bar) onder hoge druk (circa 200 bar) gebracht (gecomprimeerd). Hierdoor bevat het aardgas als brandstof ook de geurstof die het gas in het distributienet bevat. Aardgas is niet giftig, maar uiteraard wel zuurstofverdringend bij vrijkomen (verstikkingsgevaar). Aardgas is brandbaar en kan explosieve mengsels¹ vormen bij het vrijkomen. Daarnaast moet bij een brand van een of meerdere bussen (met of zonder CNG) ondanks dat aardgas een schone verbranding kent, rekening worden gehouden met een grote hoeveelheid rook die vrijkomt bij het branden van het businterieur en de stralingsintensiteit van de brand.

Voor een traditionele dieselbus geldt dat door een brand er risico's naar de omgeving ontstaan. Bij CNG-bussen komen hier specifieke risico's in verband met het gebruik van aardgas bij. Aardgas heeft een hogere ontstekingskans dan diesel en vrijkomend gas kan zich over een groter gebied verspreiden dan diesel. Wanneer er brand uitbreekt in de CNG-bus (bijvoorbeeld motorcompartiment) en deze brand breidt zich uit naar de gehele bus, dan kunnen in principe de cilinders met aardgas onder hoge druk falen. Deze hoge druk alleen al (nog even afgezien van de chemische energie van de inhoud) vertegenwoordigt een grote hoeveelheid energie, die, wanneer deze instantaan vrijkomt, aanzienlijke schade in de omgeving kan veroorzaken. Deze schade ontstaat door:

- Drukgolven;
- Scherfwerking;
- En eventueel hittebelasting en extra drukgolven als gevolg van het ontsteken van het vrijgekomen gas.

Kortom: Het gebied dat aan gevaar wordt blootgesteld bij een explosie van een (of meer) cilinders is groot (circa 100 meter in doorsnede, zie hoofdstuk 3 tabel 3.1). **Daarom is het veiligheidsconcept met betrekking tot het gebruik van CNG-bussen er op gericht om het exploderen van cilinders bij brand in de omgeving van de cilinders te voorkomen.** Daarom worden er op de cilinders PRD (pressure relieve devices: drukaflaatsystemen) aangebracht: het zijn smeltveiligheden die bij een temperatuur van circa 110 °C open gaan en in een kort tijdsbestek (ongeveer een halve minuut) de inhoud van het systeem afblazen.

Een busbrand duurt van begin tot eind gemiddeld 20 tot 30 minuten². Om een volledige brand te ontwikkelen is circa 10 tot 15 minuten nodig. Het veiligheidsconcept is dat door het gebruik van PRD's met groot debiet (uitstroomsnelheid) aan **beide** ('kopse') zijanten van de cilinder, wordt geborgd dat de druk in het systeem voldoende laag is geworden voordat door thermische verzwakking de cilinders kunnen gaan openscheuren. Het gas dat vrijkomt wordt zeer waarschijnlijk door rechtstreeks

¹ Explosief mengsel: tussen 5,0% en 15,8% volume aardgas in lucht onder atmosferische omstandigheden (bron: Chemiekaarten online).

² Bron: "CNG busses fire Safety: learnings from recent accidents in France en Germany".

vlamcontact ontstoken³ omdat bij een volledige busbrand de vlammen meestal aan de zijkanten op de plaats van de ramen van de bus naar buiten slaan (bij de zijkanten van de cilinders). Indien het gas niet wordt ontstoken (dit is onwaarschijnlijk) kunnen zich twee scenario's ontwikkelen waarvan scenario 'b' 'ongewenst' is:

- a. Wanneer de gasvrijzetting niet wordt ontstoken bestaat de kans dat het gas door dispersie verdund wordt tot een concentratie onder de onderste explosie grens (LEL). In dat geval is er uitsluitend de brand van de CNG-bus en geen extra hittebelasting als gevolg van een explosie of gaswolkbrand.
- b. Bij een niet ontstoken gaswolk bestaat ook de mogelijkheid dat de drijvende gaswolk door ontstekingsbronnen in de omgeving wordt aangestoken: dan vindt er alsnog een explosie of gaswolkbrand plaats. Dit is ongewenst.

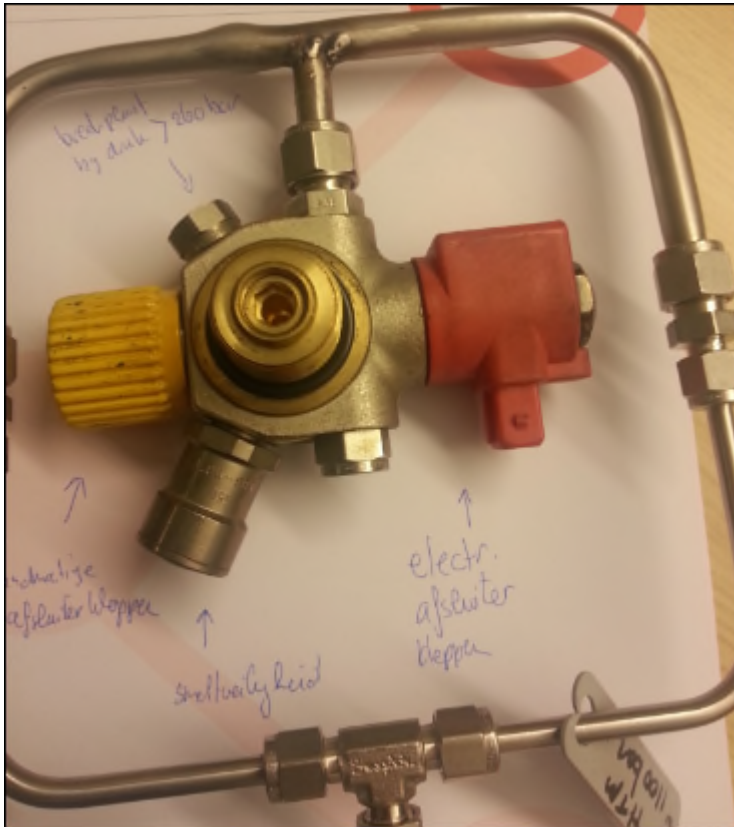
Door het openen van de smeltveiligheden zal in de meeste gevallen een steekvlam (zie figuur 2) ontstaan (naar schatting met een tijdsduur van ongeveer een halve minuut). Deze steekvlam is vanzelfsprekend risicovol, maar het risico is kleiner dan het risico van een exploderende cilinder.



Figuur 2.1: Steekvlam bij brand CNG-bus in Wassenaar op 29 oktober 2012 (bron: www.Regio15.nl).

Overigens beschikken de gascilinders in de appendage van het leidingwerk ook een overdrukaflaat in de vorm van een breekplaat die open gaat bij een druk in de cilinder van meer dan 260 bar. Deze beveiliging heeft geen directe relatie met brand in de omgeving. Figuur 2.2 illustreert de appendage met de breekplaat.

³ Voor ontsteking is rechtstreeks vlamcontact noodzakelijk omdat de ontstekingstemperatuur van aardgas relatief hoog is, namelijk ongeveer 620 °C.



Figuur 2.2: Appendage van een CNG-cilinder, met een diagonaal naar beneden gerichte smeltveiligheid (smelttemperatuur 110°C en een breekplaat met als grenswaarde 260 bar (foto verkregen van Veiligheidsregio Haaglanden, zie ook figuur B1.1 in bijlage 1).

2.2 Beschrijving per deelsysteem

Het vervoerssysteem is de gehele keten aan activiteiten en installaties om bussen op CNG te kunnen laten rijden. Voor een overzichtelijke beschrijving worden binnen dit vervoerssysteem de volgende vijf deelsystemen onderscheiden, namelijk:

1. Productie/levering van CNG-bussen;
2. Tanken;
3. Exploitatie⁴;
4. Stallen;
5. Onderhoud.

Deze paragraaf geeft een algemene beschrijving van de deelsystemen. De beschrijving van de deelsystemen is vooral geënt op de situatie in Het Stadsgebied Haaglanden. Per deelsysteem wordt (indien van toepassing) ingegaan op:

- Wettelijke aspecten;
- (Omgevings)risico's;
- Managementaspecten;
- Brandveiligheid.

De beschrijvingen per deelsysteem zijn zelfstandig leesbaar. In verband hiermee worden een aantal teksten herhaald.

⁴ Met exploitatie wordt bedoeld het gebruik van CNG-bussen dat in direct verband staat met de uitvoering van het vervoersplan (dienstregeling).

2.2.1 Productie/levering

Wettelijke aspecten

De fabrikant verzorgt de productie van de CNG-bussen waarbij samengewerkt wordt met toeleveranciers voor de productie van CNG-installaties. Voor CNG-installaties zijn ingevolge EU-regelgeving technische voorschriften van het VN/ECE-reglement 110⁵ van kracht. De voorschriften hebben onder meer betrekking op de botsbestendigheid van de CNG-tanks en het gedrag van de CNG-installatie bij brand, vooral het beperken van het explosierisico. Om een explosie van de CNG-tanks te voorkomen zijn smeltveiligheden verplicht gesteld. **Daarbij zijn ten aanzien van de richting en/of lengte van de steekvlammen en de vorming van een mogelijke gaswolk geen nadere eisen gesteld gericht op het vermijden of beperken van omgevingsrisico's.**

De huidige concessie van Het Stadsgewest Haaglanden stelt geen aanvullende eisen ten aanzien van de beperking van de omgevingsrisico's. De fabrikant/leverancier van de CNG-bussen stelt dat de bussen voldoen aan de wettelijke eisen en neemt (vooralsnog) geen aanvullende maatregelen [bron: Rapport 'Brand in een aardgasbus', Onderzoeksraad voor Veiligheid, september 2013].

(Omgevings)risico's

Aanvullende voorzieningen/maatregelen gericht op het beheersen van (omgevings)risico's zouden door de 'koper' kunnen worden 'besteld' (tegen meerkosten). Denk hierbij aan branddetectie, een blussysteem tegen motorbrand en brandwerende materialen. Een goede communicatie tussen de 'koper'/gebruiker en de leverancier/fabrikant is hierbij van belang.

Managementaspecten

Bij voorkeur wordt er gezamenlijk door 'koper'/gebruiker en de leverancier/fabrikant gewerkt aan een veiligheidsgericht ontwerp van de bussen waarbij aandacht wordt besteed aan de specifieke gebruikssituatie van de bussen (maatwerk op basis van een gezamenlijke risico-inventarisatie). Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn: 'maatwerkvoorzieningen/maatregelen', gebruikers- en onderhoudshandleiding met daarin aandacht voor specifieke risico's vanwege CNG en instructie/opleiding van de gebruikers.

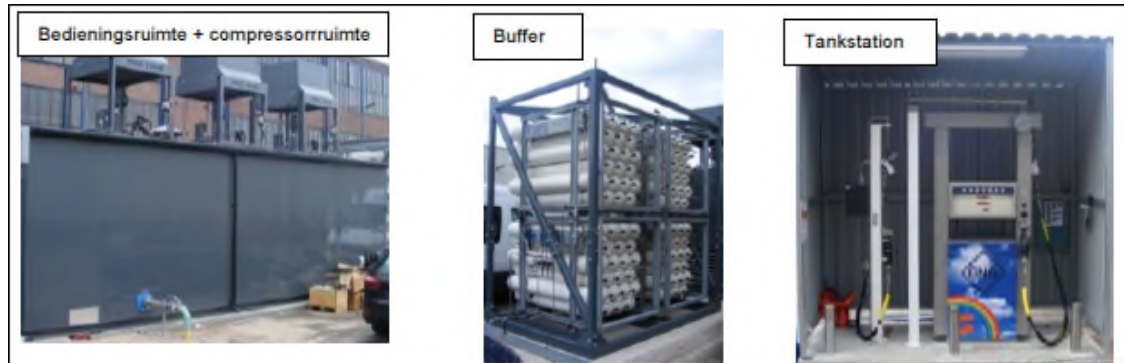
Brandveiligheid

Bussen zijn uitgerust met een brandblusser. Het veiligheidsrendement van deze handbediende brandblusser is waarschijnlijk voor branden die hun oorsprong vinden in het motorcompartiment (achter in de bus) niet erg hoog. Reden hiervoor is dat de chauffeur circa 15 meter van de brand verwijderd is en daardoor door eigen waarneming de brand maar moeilijk kan opmerken en veelal door passagiers in de bus of door medeweggebruikers op de brand opmerkzaam moet worden gemaakt. Door het toepassen van brandwerende materialen in de bus kan de kans op een effectieve blussing worden vergroot.

Het Stadsgewest Haaglanden heeft in overleg met Veolia het voornemen om haar MAN-bussen te gaan voorzien van een automatisch brandbestrijdingssysteem. Dit systeem wordt in het motorcompartiment van de reeds in gebruik zijnde bussen ingebouwd en heeft tot doel brand te detecteren en vervolgens automatisch te blussen. De verwachting is dat hierdoor het aantal volledige busbranden aanzienlijk zal dalen, omdat busbranden voor het overgrote deel beginnen in het motorcompartiment.

⁵ Reglement 110 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE), Publicatieblad van de Europese Unie, 14 maart 2008.

2.2.2 Tanken



Figuur 2.3: Onderdelen tankstation (bron: Veiligheidsregio Haaglanden).

Wettelijke aspecten

Voor het tanken van CNG is de richtlijn PGS⁶ 25 'Aardgas, afleverinstallaties voor motorvoertuigen' van toepassing, die in november 2012 voor het laatst is herzien. Voor bestaande installaties geldt dat deze pas bij renovatie of vernieuwing aan de nieuwe PGS 25 moeten voldoen. De PGS 25 is een handreiking met een wettelijke status op grond van bijlage 1 van de Regeling omgevingsrecht (MOR) waarin onder meer deze PGS is aangewezen als BBT-document (BBT = Best Beschikbare Techniek). De activiteiten met betrekking tot het afleveren van gecompriemd aardgas vallen onder het Activiteitenbesluit. Paragraaf 3.3.1 van het Activiteitenbesluit is van toepassing op het afleveren van CNG. Eventueel kunnen op basis van de zorgplicht uit het Activiteitenbesluit (Artikel 2.1, lid 4) nog aanvullende maatwerkvoorschriften worden opgelegd.

Voor CNG-tankstations is een internationale norm (ontwerp) uitgebracht: ISO/DIS 16923:2013 en.

Voor de brandstof gelden ook eisen. Het gaat niet alleen om het aardgas uit geologische velden. Aan het openbare leidingnet kan namelijk biomethaan worden toegevoegd. Ook kan CNG lokaal geproduceerd worden vanaf een LNG⁷-installatie.

De Europese normcommissie (Project Committee) CEN/PC 408 'Biomethane for use in transport and injection in natural gas pipelines' heeft in dat verband een norm opgesteld voor de bepaling van de kwaliteit, kwaliteitsborging en traceerbaarheid van biogas opgewerkt tot aardgaskwaliteit, ook wel biomethaan genoemd⁸. De Gasunie controleert de kwaliteit van het gas in het aardgasdistributienet.

(Omgevings)risico's

Mogelijke faalscenario's bij een CNG afleverinstallatie zijn:

- Falen van een compressor;
- Falen van de hogedrukleiding van de compressor naar het CNG opslagcilinder rack;
- Falen van een opslagcilinder gevolgd door het uitstromen van gas via een gat;
- Falen van de leiding van de opslagcilinders naar het aftankpunt;
- Breuk van de flexibele vulleiding.

Het Activiteitenbesluit (artikel 3.18) bevat veiligheidsafstanden die moeten worden aangehouden voor de relevante onderdelen van de CNG-afleverinstallatie ten opzichte van buiten de inrichting gelegen

⁶ PGS: Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen.

⁷ LNG = Liquefied Natural Gas.

⁸ Het betreft de norm NEN-EN 16723-1:2014 Ontw. en Aardgas en biomethaan voor gebruik in transport en biomethaan voor invoeding in het aardgasnetwerk - Deel 2: Specificaties voor brandstoffen voor wegvoertuigen.

kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten (zie kader). De veiligheidsafstanden zijn gebaseerd op RIVM-studies en zijn met name afhankelijk van doorzet en grootte van de bufferopslag. Deze veiligheidsafstanden dienen ook door de gemeente te worden toegepast in haar ruimtelijk beleid.

Artikel 3.18

1. De afleverzuil bij een aardgas-afleverstation voor het afleveren van gecombineerd aardgas aan motorvoertuigen voor het wegverkeer die aardgas als motorbrandstof gebruiken bevindt zich op een afstand van ten minste 10 meter van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Indien per etmaal meer dan 300 personenauto's worden gevuld, bedraagt deze afstand 15 meter. Indien per etmaal meer dan 100 autobussen worden gevuld, bedraagt deze afstand 20 meter. De bufferopslag bevindt zich op een afstand van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten zoals aangegeven in tabel 3.18.

Tabel 3.18

Waterinhoud bufferopslag	Afstand
Minder dan 3000 liter	10 meter
Vanaf 3000 tot 5000 liter	15 meter
Meer dan 5000 liter	20 meter

Kader 2.1: Veiligheidsafstanden uit Activiteitenbesluit voor afleverzuil en bufferopslag CNG.

Managementaspecten

De PGS 25 schrijft een noodplan voor, in het Activiteitenbesluit is dit voorschrift uit de PGS 25 verplicht gesteld voor afleverinstallaties van CNG. Overige belangrijke aandachtspunten ten aanzien van managementaspecten zijn: Incidentenregistratie, leren van incidenten, instructie/opleiding van medewerkers. Deze zijn echter niet wettelijk geborgd.

Ten aanzien van risico's op de werkplek schrijft de Arbeidsomstandighedenwet een risico-inventarisatie en –evaluatie voor (RI&E). Een RI&E kan (is niet verplicht) een onderdeel zijn van een veiligheidsmanagementsysteem (VMS).

Brandveiligheid

Op grond van het Bouwbesluit (hoofdstukken 6 en 7) gelden algemene brandveiligheidseisen, maar geen eisen die specifiek rekening houden met het brandgevaar vanwege CNG. Indien gebruik gemaakt wordt van een gelijkwaardigheid van de in hoofdstuk 6 of 7 gegeven voorschriften dan is het bouwwerk gebruiksmeldingsplichtig en in dat geval zal de gemeente de brandweer om advies vragen.

Voor het afleveren van CNG zijn in de PGS 25 voorschriften opgenomen met betrekking tot de aanwezigheid van voorzieningen voor brandbestrijding. Via het Activiteitenbesluit zijn deze voorschriften verplicht. Bij het overwegen en eventueel opleggen van maatwerkvoorschriften in het kader van het Activiteitenbesluit is het wenselijk om vooraf advies in te winnen bij de veiligheidsregio. De PGS 25 houdt geen rekening met brandscenario's met name bij het tanken in een besloten ruimte.

Bijlage 7 bevat een voorbeeld van een inzetprocedure van een veiligheidsregio voor CNG-tankstations. Afstemming en uitwisseling van ervaring tussen de verschillende regio's is wenselijk met dien verstande dat maatwerk noodzakelijk blijft. Een bijzonder aandachtspunt voor de brandveiligheid is de mogelijkheid van brandoverslag vanuit een naastliggend terrein of object (of andersom).

2.2.3 Exploitatie

Wettelijke aspecten

Exploitatie gebeurt door de concessienemer. Bij Het Stadsgebied Haaglanden zijn dit de vervoersbedrijven HTM en Veolia die gebruik maken van CNG-bussen van het merk MAN. De Wet personenvervoer 2000 (Wp2000) stelt eisen aan de concessie. In de concessie dienen een aantal voorwaarden te worden opgenomen. Zo dienen er ook voorwaarden te worden opgenomen voor 'het waarborgen van een verantwoorde mate van veiligheid ten behoeve van zowel de reizigers als het personeel binnen het openbaar vervoer'. Verder moeten buschauffeurs op grond van de Wp2000 ook aan bepaalde vakbekwaamheidseisen voldoen. De Inspectie Leefomgeving en Transport houdt toezicht op de naleving hiervan. Voor het overige bevat de Wp2000 geen bepalingen die toezien op de (fysieke)

veiligheid van het openbaar vervoer. De concessieverlener heeft wel de mogelijkheid om aanvullende eisen op te nemen in de concessie.

(Omgevings)risico's

Het belangrijkste scenario is een brand in het motorcompartiment van de bus welke zich uitbreidt tot een brand van de hele bus. Ook een brand met een ander beginpunt dan het motorcompartiment kan zich uitbreiden tot een volledige busbrand. Bij het uitbreiden van de brand is het de bedoeling dat op een gegeven moment de smeltveiligheden van de gascilinders zich openen en het gas wordt 'afgefakkeld' doordat het uitstromende gas ontsteekt. De vlam heeft een lengte van ongeveer 15 tot 20 meter, met een richting afhankelijk van de aflatopening van de smeltventielen, in de meeste gevallen in Nederland naar opzij of schuin naar beneden. De tijdsduur van de fakkel is kort (ongeveer een halve minuut) en onder meer afhankelijk van de vulgraad van de cilinder. Bij het optreden van een fakkel door het in werking treden van de smeltveiligheid ligt de 1% letaliteitafstand⁹ op circa 23 meter van de uitstroomopening met een breedte van ongeveer 1 meter. Indien de smeltveiligheden niet werken en een explosie volgt dan levert bijvoorbeeld een 214 liter cilinder met 200 bar aardgas een 1% letaliteitafstand op van circa 25 meter rondom de geëxplodeerde cilinder¹⁰ (de onderbouwing van deze afstanden en nadere informatie hierover is opgenomen in bijlage 2).

Bij de routing van CNG-bussen is het wenselijk rekening te houden met de mogelijke effectafstanden (zie hiervoor hoofdstuk 3 en bijlage 2). De belangrijkste omgevingsrisico's om rekening mee te houden zijn:

- Overig wegverkeer;
- Aanwezige personen vooral in de openlucht;
- (Kwetsbare) objecten in de omgeving van de route;
- Het onderscheid naar gevaarstelling binnen of buiten stedelijk gebied (buitengebied);
- Tunnels¹¹/overkappingen/luifels/uitsteeksels aan gebouwen (voorbeelden van incidenten: bij een uitwijkmanoeuvre vindt een botsing van de cilinders met een luifel plaats, bij een afwijkende route botst een CNG-bus met een voor de bus te lage tunnel);
- Kenmerken van de busplatforms;
- Mogelijkheid van secundaire branden.

Gemeenten kunnen bijdragen aan het beperken van omgevingsrisico's langs de busroutes door hiermee rekening te houden bij het ruimtelijk beleid en te sturen op het houden van afstand tot kwetsbare objecten.

Managementaspecten

De huidige aanbestedingsregels stellen geen eisen aan risicobeheersing door inschrijvende vervoersbedrijven. Door het opnemen van veiligheidseisen in de concessie-uitvraag kan er voor worden gezorgd dat de concessienemer de risico's ten aanzien van CNG-gerelateerde veiligheid en brandveiligheid systematisch in kaart brengt en haalbare en doelmatige maatregelen implementeert. Het invoeren van een veiligheidsmanagementsysteem door vervoersbedrijven is een middel om de omgevingsrisico's (en arbo-risico's) van de bedrijfsvoering systematisch te beheersen. Aandachtspunten hierbij zijn: Risico-inventarisatie van het vervoersplan, beheersmaatregelen, taken en verantwoordelijkheden, instructie/opleiding van chauffeurs en ander personeel, incidentenregistratie en leren van incidenten.

⁹ In het vakgebied van de externe veiligheid wordt gebruik gemaakt van het begrip 1% letaliteit om aan te geven tot aan welke afstand dodelijke slachtoffers kunnen vallen die meegenomen moeten worden in de risicoberekening.

¹⁰ Het is zeer onwaarschijnlijk dat meerdere cilinders tegelijkertijd exploderen.

¹¹ Zie bijlage 8 voor enige informatie over CNG-bussen en tunnels.

In het navolgende kader staat als voorbeeld de tekst inzake het veiligheidsmanagementsysteem zoals dat recent is opgenomen in het programma van eisen van de uitvraag voor de OV-concessie Haarlem-IJmond.

Veiligheidsmanagementsysteem

De Concessiehouder waarborgt de veiligheidszorg in een Veiligheidsmanagementsysteem (VMS). Het VMS bestaat in eerste instantie uit een Veiligheidsplan, waarin de Concessiehouder aangeeft welke maatregelen hij neemt ten behoeve van de fysieke veiligheid. De Concessiehouder maakt daarbij onderscheid tussen preventieve maatregelen (die te allen tijde worden getroffen) en aanvullende maatregelen. Tevens worden mitigerende maatregelen aangegeven welke de Concessiehouder zal nemen in geval van incidenten, ongevallen of doelbewuste acties. Ook worden in het Veiligheidsplan afspraken met derden (wegbeheerders, politie, overige vervoerders) vastgelegd.

Het Veiligheidsplan is gebaseerd op een risicoanalyse van het Concessiegebied. Daarbij speelt de gekozen aandrijftechniek (diesel, gas, waterstof, etc.) van het Materieel een belangrijke rol. De Concessiehouder werkt het VMS verder uit in diverse plannen en documenten.

Het VMS wordt door Concessiehouder jaarlijkse geactualiseerd en ter toetsing en evaluatie voorgelegd aan de provincie. Voorafgaand aan de toetsing vraagt de Concessiehouder de veiligheidsregio Kennemerland om schriftelijk advies. Een afschrift van het advies en de manier waarop de Concessiehouder hiermee om wenst te gaan, wordt tegelijkertijd met het verzoek om goedkeuring overlegd. Actualisatie vindt plaats op basis van ervaringen, de uitkomsten van

Kader 2.2: Eis over veiligheidsmanagementsysteem in een uitvraag voor een OV-concessie.

Ten aanzien van risico's op de werkplek schrijft de Arbeidsomstandighedenwet een risico-inventarisatie en –evaluatie voor (RI&E). Een RI&E kan een (niet verplicht) onderdeel zijn van een veiligheidsmanagementsysteem (VMS).

Brandveiligheid

Uit het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid blijkt dat de brandweerkorpsen in de veiligheidsregio Haaglanden bij de eerste inzet van CNG-bussen over het gebruik van CNG niet geïnformeerd waren. Hierdoor zijn de korpsen in dit gebied (maar ook elders) zich pas gaan voorbereiden op het bestrijden van een brand met een CNG-bus nadat die bussen al enige tijd operationeel waren. In het verlengde hiervan acht de Onderzoeksraad voor Veiligheid het wenselijk dat centraal kwalitatief hoogstaande inzetprotocollen worden ontwikkeld [zie: 'Brand in een aardgasbus' van de Onderzoeksraad voor Veiligheid]. Een voorbeeld hiervan is opgenomen in bijlage 7.

2.2.4 Stallen

Wettelijke aspecten

Met betrekking tot het stallen van CNG-bussen is de richtlijn PGS 26 'Gecomprimeerd aardgas, veilig stallen en repareren van motorvoertuigen' van toepassing. Het stallen van motorvoertuigen valt onder het Activiteitenbesluit, hierin zijn echter geen regels opgenomen ten aanzien van het stallen van voertuigen met een CNG-installatie. Het zorgplichtartikel uit het Activiteitenbesluit (Artikel 2.1, lid 4) geeft echter de mogelijkheid om aanvullende maatwerkvoorschriften te stellen. Een landelijk uniform beleid of een algemeen gedeelde visie ten aanzien van de veiligheidseisen waaraan stallingen voor CNG-bussen moeten voldoen ontbreekt echter.

Omgevingsrisico's

Een integrale inventarisatie van brandscenario's is nodig vooral in bestaande bouwwerken. Scenario's die minimaal moeten worden bekeken zijn:

- Lekkage van het CNG-systeem in een besloten stallingsruimte;
- Afblazen van een CNG-systeem in een besloten stallingsruimte;

- Brand ontstaan in een bus en met als gevolg het afblazen van de CNG-cilinders via de smeltveiligheden;
- De mogelijkheid van het exploderen van een CNG-cilinder en het weggeschoten worden hiervan ('rocketeren') in het geval dat de smeltveiligheden tijdens een brand niet werken zoals bedoeld.

Hierbij dient aandacht te worden besteed aan:

- Explosieveiligheid, gasdetectie en ventilatie (onder de explosiegrenzen blijven)¹²;
- Constructie van het bouwwerk;
- Opstelling van bussen in relatie tot de kans op brandoverslag en het kunnen weggrijden van bussen om deze op veilige afstand van de brand te brengen;
- Afstanden tot risicogeboeven en/of objecten, bijvoorbeeld een hoge druk gasleiding;
- Configuratie van de bus en CNG-installatie (richting smeltventielen), blussysteem in motorruimte enz.;
- (Blus) Installaties, sprinkler in relatie tot bijvoorbeeld smeltveiligheden;
- BHV-organisatie, opleiden personeel;
- Mogelijkheden en onmogelijkheden inzet brandweer:
 - Worstcase scenario (afbrandscenario) en de gevolgen daarvan (restrisico);
 - Aanrijdroutes en bereikbaarheid en bluswatervoorziening in de omgeving;
 - Rookontwikkeling, bijvoorbeeld rookpluim die woonwijken bedreigt bij het afbrandscenario.

Bovenstaande aandachtspunten gelden voor een deel ook voor een buitenstalling. Met bijvoorbeeld slimme terreinindelingen kan veiligheidswinst worden bereikt. Door bussen slim te plaatsen kan bijvoorbeeld tijdswinst worden gerealiseerd door het vertragen van brandoverslag naar andere bussen, een goede bereikbaarheid voor hulpdiensten en het kunnen weggrijden van bussen om ze op veilige afstand van de brandhaard te brengen. Met name als de bussen horizontaal afblazen en bussen dicht op elkaar staan gestald kunnen grote aantallen bussen voor een zeer grote brand zorgen die impact kan hebben op de omgeving en ontwrichting van de infrastructuur (bijvoorbeeld door rookhinder).

Een specifieke bron van mogelijke gaslekkage tijdens stalling is het gebruik van de standkachel. Wanneer de standkachel (die voor vertrek in de stalling en tijdens het rijden de bus verwarmt) gas vraagt moet het gassysteem gas leveren en dus moeten de magneetkleppen open staan. Meestal is dit pas in de orde grootte van 1 uur voor dat de bus vertrekt het geval. Het gasreduceerventiel (tevens magneetklep) kan soms weigeren, waarbij deze wel open gaat, maar de druk niet (of niet voldoende) reduceert. In dat geval is er een overdruk afluatklep aangebracht als veiligheid die de druk via een slang naar de bovenkant van de bus afluat. Op dat moment komt er dus een aanzienlijke hoeveelheid gas vrij. In principe zou dit ook kunnen gebeuren wanneer de bus in een overdekte stalling wordt gestart om weg te rijden. Bij stalling binnen geeft dit een risico op een gasexplosie. Het is noodzakelijk om (onder meer) hiertegen maatregelen te treffen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om gasdetectie en ventilatie (natuurlijke ventilatie of mechanische automatisch aangestuurde ventilatie).

Gemeenten kunnen bijdragen aan het beperken van omgevingsrisico's van de stalling door hiermee rekening te houden bij het ruimtelijk beleid. Gemeenten kunnen bevorderen dat voor het stallen van CNG-bussen gebruik wordt gemaakt van locaties waarop bedrijven van een hoge milieubelastingscategorie zijn toegestaan waarbij in het bestemmingsplan rekening is gehouden met een bepaalde risicogebruiksruimte en afstand tot kwetsbare objecten planologisch is geborgd.

¹² Dit betreffen maatregelen/voorzieningen die met de nodige specialistische kennis moeten worden ontworpen en beoordeeld op effectiviteit in relatie tot het ontwerp/constructie van het gebouw (bijvoorbeeld bij hoge onregelmatige plafonds). Extra aandacht moet worden gegeven aan ventilatie van dode hoeken en plaatselijke concentraties.

Managementaspecten

Managementaspecten ten aanzien van de veiligheid bij het stallen van CNG-bussen zijn in de huidige regelgeving niet opgenomen. Wel is er de mogelijkheid om maatwerkvoorschriften te stellen op grond van het Activiteitenbesluit. Belangrijke aandachtspunten hiervoor bij het stallen zijn: instructie/opleiding personeel, incidentenregistratie en leren van incidenten. Ten aanzien van risico's op de werkplek schrijft de Arbo-wet een risico-inventarisatie en –evaluatie voor (RI&E). Een RI&E kan een (niet verplicht) onderdeel zijn van een veiligheidsmanagementsysteem (VMS).

Brandveiligheid

Op grond van het Bouwbesluit (hoofdstukken 6 en 7) gelden algemene brandveiligheidseisen, maar geen eisen die specifiek rekening houden met het brandgevaar vanwege CNG. Indien gebruik gemaakt wordt gemaakt van een gelijkwaardigheid van de in hoofdstuk 6 of 7 gegeven voorschriften dan is het bouwwerk gebruiksmeldingsplichtig en in dat geval zal de gemeente de brandweer om advies vragen. In de PGS 26 is een instructie opgenomen waarin is aangegeven hoe er gehandeld moet worden bij een lekkage. De PGS 26 is in dit geval echter geen wettelijke verplichting aangezien deze niet via het Activiteitenbesluit expliciet is aangewezen als BBT. De PGS 26 beschouwt het aspect brand van bussen in een stalling niet en geeft geen verdere richtlijnen met betrekking tot brandbestrijding. Bij het overwegen en eventueel voorschrijven van maatwerkvoorschriften is het wenselijk om vooraf advies in te winnen bij de veiligheidsregio. Specifiek voor een stalling is dat een brand die midden tussen geparkeerde bussen ontstaat moeilijker te bereiken is voor de hulpdiensten. Verder is een bijzonder aandachtspunt voor de brandveiligheid de mogelijkheid van brandoverslag vanuit een naastliggend terrein of object (of andersom).

2.2.5 Onderhoud

Wettelijke aspecten

Voor het onderhoud van CNG-bussen is eveneens de richtlijn PGS 26 van toepassing. Het onderhoud aan motorvoertuigen valt onder het Activiteitenbesluit, hierin zijn echter geen specifieke regels opgenomen ten aanzien van het onderhoud aan voertuigen met een CNG-installatie. Het zorgplichtartikel uit het Activiteitenbesluit (Artikel 2.1, lid 4) geeft echter de mogelijkheid om aanvullende maatwerkvoorschriften te stellen.

Omgevingsrisico's

De belangrijkste specifieke ongevalsscenario's van de werkplaats zijn:

- Per abuis beschadigen van een CNG-leiding: de leiding is goed gemarkeerd (gevaar in de werkplaats bestaat voornamelijk uit druk: een leiding die gaat spuiten met 200 bar en een lichaamsdeel raakt, geeft een aanzienlijk letsel). Dit zijn risico's in verband met de arboveiligheid en hebben niet direct een relatie met de omgevingsrisico's.
- In de werkplaats zijn de bussen als regel goed bereikbaar (opgetild): mocht er brand uitbreken dan is dit in principe snel waargenomen en kunnen bluswerkzaamheden snel uitgevoerd zijn. Het gevaar van een volledige busbrand in een werkplaats is hiermee beperkt. Als gevolg hiervan zijn ook de vervolgmogelijkheden van een volledige (full) busbrand (met openen van de smeltveiligheid van de gascilinders) beperkt. Wel is er een voorval bekend waarbij een CNG-bus van de brug is gevallen (op z'n kant). In dit verband is het van belang dat rondom de brug geen scherpe uitsteeksels voorkomen die de cilinders of leidingen kunnen doorboren.

Verder spelen voor een werkplaats min of meer dezelfde aandachtspunten als hiervoor genoemd onder onderhoud.

Gemeenten kunnen bijdragen aan het beperken van omgevingsrisico's van de werkplaats door hiermee rekening te houden bij het ruimtelijk beleid. Gemeenten kunnen bevorderen dat voor het onderhoud

van CNG-bussen gebruik wordt gemaakt van locaties waarop bedrijven van een hoge milieubelastingscategorie zijn toegestaan waarbij in het bestemmingsplan rekening is gehouden met een bepaalde risicogebruiksruimte en afstand tot kwetsbare objecten planologisch is geborgd.

Managementaspecten

Managementaspecten ten aanzien van de veiligheid bij het onderhoud van CNG-bussen zijn niet in de huidige regelgeving opgenomen. Wel is er de mogelijkheid om maatwerkvoorschriften te stellen op grond van het Activiteitenbesluit. Belangrijke onderwerpen voor veilig onderhoud zijn: het onderscheid tussen onderhoud aan de CNG-installatie en overig onderhoud, instructie/opleiding personeel, incidentenregistratie en leren van incidenten. Ten aanzien van risico's op de werkplek schrijft de Arbeidsomstandighedenwet een risico-inventarisatie en –evaluatie voor (RI&E). Een RI&E kan een onderdeel zijn van een veiligheidsmanagementsysteem (VMS). Vanuit oogpunt van veiligheid heeft onderhoud door de leverancier in beginsel de voorkeur.

Brandveiligheid

Op grond van het Bouwbesluit (hoofdstukken 6 en 7) gelden algemene brandveiligheidseisen, maar geen eisen die specifiek rekening houden met het brandgevaar vanwege CNG. Indien gebruik gemaakt wordt gemaakt van een gelijkwaardigheid van de in hoofdstuk 6 of 7 gegeven voorschriften dan is het bouwwerk gebruiksmeldingsplichtig en in dat geval zal de gemeente de brandweer om advies vragen. In de PGS 26 is een instructie opgenomen waarin staat aangegeven hoe er gehandeld moet worden bij een lekkage. De PGS 26 is in dit geval echter geen wettelijke verplichting, aangezien deze niet via het Activiteitenbesluit expliciet is aangewezen als BBT. De PGS 26 geeft geen verdere richtlijnen met betrekking tot brandbestrijding. Bij het overwegen en eventueel voorschrijven van maatwerkvoorschriften is het wenselijk om vooraf advies in te winnen van de veiligheidsregio. Een van de punten die staan genoemd in de PGS 26 is het bewust afblazen van de CNG-installatie waardoor het risico bij reparaties vergaand kan worden beperkt. Wel dient het ontwerpen en borgen van een veilige afblaasmethode veel aandacht te krijgen.

3 Schadelijke effecten en omgevingsfactoren

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de mogelijke ongevalsscenario's met een inschatting van de afstand tot waar nadelige gezondheidseffecten in open terrein optreden. Deze beschrijving kan worden gebruikt bij het inrichten van noodprocedures, inzetprotocollen van de hulpdiensten en het beoordelen en vergelijken van omgevingsrisico's van verschillende route-opties. In paragraaf 3.2 worden risicoverhogende omgevingsfactoren toegelicht. In paragraaf 3.3 worden de opvallendste punten uit de internetinventarisatie van buitenlandse bronnen samengevat.

3.1 Voornaamste ongevalsscenario's met effectafstanden

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de ongevalsscenario's voor de verschillende systeemonderdelen in het gebruik van CNG-bussen en een indicatie van de afstanden tot nadelige gezondheidseffecten. Deze afstanden zijn gebaseerd op de afstand tot waar brandwonden worden verwacht¹³. Bijlage 2 geeft als extra informatie een overzicht van de resultaten van uitgevoerde modelberekeningen. Nadelige gevolgen van explosiedrukken reiken meestal minder ver. Wegschietende delen kunnen wel verder gezondheidsschade veroorzaken, maar de reikwijdte en trefkansen hiervan zijn lastig in te schatten.

¹³ Deze afstand is ingeschat met berekeningen van een bepaalde warmtecontour, namelijk de 3kW/m²-contour.

Systeemonderdelen, parameters	Ongevalsscenario's	Indicatie afstand tot waar nadelige gezondheidseffecten optreden
Tanken	- Falen opslagcilinder	120 meter
	- Falen flexibele slang om te tanken	60 meter
Exploitatie	- Busbrand waardoor smeltveiligheden openen -> fakkel.	30 meter
	- Busbrand waarbij een of meer smeltveiligheden niet openen met als gevolg falen cilinder(s)	100 meter <u>Opmerking:</u> wegschietende grote delen of scherven kunnen veel verder reiken, maar indicatief kan hiervoor ook worden uitgegaan van 100 meter.
Stallen (remise)	Brand in bus of naburige bus of brand in stalling Lekkage gas uit gassysteem CNG bus: fakkel, explosie. Onbeheersbare brand in stalling met veel rookontwikkeling Falen van de draagconstructie van het gebouw Brandoverslag naar omgeving	100 meter Grote rookontwikkeling waardoor afhankelijk van de weersomstandigheden in een meer of minder groot gebied direct ontruimen noodzakelijk is.
Onderhoud (werkplaats, garage)	Brand in bus of naburige bus of brand in werkplaats Lekkage gas uit gassysteem CNG bus Onbeheersbare brand in stalling met veel rookontwikkeling Brandoverslag naar omgeving Falen van de draagconstructie van het gebouw	100 meter Grote rookontwikkeling waardoor afhankelijk van de weersomstandigheden in een meer of minder groot gebied direct ontruimen noodzakelijk is.
	Beschadigen gasleiding tijdens onderhoudswerkzaamheden	Opmerking: gevaar voor werknemer, namelijk blootstelling aan hoge druk.

Tabel 3.1: Ongevalsscenario's en indicatie van de afstand tot nadelige gezondheidseffecten.

3.2 Risicoverhogende omgevingsfactoren

Er zijn drie benaderingen mogelijk:

1. Omstandigheden (omgevingsfactoren) die het falen van de CNG-bus kunnen bewerkstelligen;
2. Objecten die door een calamiteit met een CNG-bus getroffen kunnen worden en daardoor aanzienlijke schade kunnen oplopen waarbij mogelijk slachtoffers vallen;
3. Andere risicobronnen in de omgeving of objecten die door een calamiteit met een CNG-installatie getroffen kunnen worden en waarbij de schadelijke effecten worden verhevigd (escalatie en domino-effecten).

Ad 1

Het betreft hier blootstellingen aan hittestraling en vuur die er toe kunnen leiden dat de bus vlam vat of mechanische belasting waardoor gashouders of gasleidingen worden beschadigd.

Omgevingsfactoren die hier een rol kunnen spelen betreffen:

- Omgevingsbranden (gebouwen, bedrijven, andere voertuigen van medeweggebruikers). Tijdens het rijden is het niet waarschijnlijk dat een CNG-bus wordt blootgesteld aan hittebelasting die de bus doet ontvlammen. Enerzijds door de eigen snelheid van de bus (en de korte verblijftijd van de bus in de hete zone), anderzijds door het geringe aantal branden met hittestraling van voldoende intensiteit op de weg. Mogelijk dat in een file of in een tunnel grotere kans bestaat op een situatie waarbij de CNG-bus wordt blootgesteld aan hitte. Aanbevelingen die hieruit naar voren kunnen komen:
 - Instrueer de chauffeur om met de CNG-bus niet in de buurt van vuur te komen;
 - CNG-bussen dienen zo weinig mogelijk in de file te rijden (bijvoorbeeld door in de spits aparte busrijbanen te gebruiken die de file 'passeren');
 - CNG-bussen dienen zo weinig mogelijk in de file in een tunnel te staan. De wegbeheerder richt het stroomprofiel voor een tunnel meestal zo in dat een file nooit in de tunnel ontstaat, maar er voor.
- De verkeerssituatie kan aanleiding geven voor een verhoging van de kans op ongevallen: botsingen met verkeer (bijvoorbeeld gevaarlijke verkeerssituaties) of objecten langs de route (voorbeelden: viaducten, in nauwe straten in een stad (eenrichtingsstraten) hebben aanrijdingen met geveldelen plaatsgevonden).

Ad 2

Het gaat hier met name om gebouwen of verblijfsruimten met aanzienlijke bevolkingsconcentraties of een bezetting met extra kwetsbare personen (zeer jonge kinderen, ouderen, zieken, enz). Een belangrijk aandachtspunt is de gevaarstelling naar de omgeving wanneer de smeltveiligheden dreigen te openen. Waar mogelijk dient de route van de bus zo gekozen te worden dat daarin geen gebouwen of verblijfsruimten met grote aantallen mensen op korte afstand (circa 25 tot 35 meter) van de weg/opstelplaats voorkomen. Een aandachtspunt zijn ook de overige verkeersdeelnemers, bijvoorbeeld op een autosnelweg. Tevens is het van belang om bij het voorbereiden van noodprocedures en noodinstructies te bekijken op welke locaties een CNG-bus met een calamiteit zo mogelijk kan worden neergezet met zo min mogelijk gevaar voor personen in de omgeving. Figuur 3.1 geeft als voorbeeld de route van de bus tijdens het begin van het incident met de CNG-bus in Wassenaar op 29 oktober 2012.



Figuur 2: Route van de bus op CNG (blauwe lijn) in Wassenaar. Positie 1: chauffeur merkt een brandlucht op. Positie 2: grijze rook waameembaar in de spiegel. Positie 3: bus wordt aan de kant gezet bij de halte Beukenhorstlaan (Wittenburgerweg).

Figuur 3.1: Route CNG-bus tijdens begin incident in Wassenaar op 29 oktober 2012 (bron: Onderzoeksraad voor Veiligheid, september 2013).

Ad 3

Bijvoorbeeld: Een brandende CNG-bus die tot stilstand komt in een file, naast een vrachtwagen met een brandbare lading (of een andere CNG-bus), kan deze lading aanstralen, zodat die lading gaat branden, waardoor het falen van de CNG-cilinders op de CNG-bus sneller plaats vindt. De waarschijnlijkheid waarmee dit kan optreden is overigens uitzonderlijk laag.

3.3 Internetinventarisatie buitenlandse kennisbronnen

Er is een beperkte inventarisatie uitgevoerd van buitenlandse informatie op internet die van belang kan zijn voor de Nederlandse situatie, ter aanvulling van de informatie hierover in het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid. Bijlage 3 bevat een samenvatting van de internetinventarisatie. De opvallendste punten uit de inventarisatie zijn:

- Een busbrand is een reëel scenario om rekening mee te houden¹⁴. Busbranden zijn relatief 'gewoon'. De PRD (Pressure Release Device in dit geval wordt bedoeld een smeltveiligheid) van de cilinders is dan ook een noodzakelijke maatregel om het explosierisico te beheersen. Motorbrand is een belangrijke oorzaak van busbranden. Als oorzaak wordt regelmatig melding gemaakt van olie op hete motoronderdelen. Ook de brandwerendheid van het materiaal van de bus is een belangrijk aandachtspunt.
- De behoefte aan personeel (bijvoorbeeld chauffeurs) dat met noodsituaties kan omgaan. Hierop gerichte training en instructies zijn belangrijk.

¹⁴ De onderzoeksraad voor Veiligheid schat in het rapport over de brand in een aardgasbus in Wassenaar dat bij ongeveer 0,4% van de OV-bussen jaarlijks sprake is van brand. Daarbij wordt vermoed dat ongeveer 1/3 van de branden uitgroeien tot een grote brand.

- De verkeersleiding van de vervoerder heeft een belangrijke rol in het beheersen van incidenten.
- De hulpdiensten dienen over specifieke expertise inzake CNG en bussen in het algemeen te beschikken.
- Afwijkingen van de normale busroute zijn een risico (er wordt melding gemaakt van een incident waarbij een bus op een afwijkende route is gebotst met een viaduct waarbij de cilinders op het dak hebben gefaald).
- Vakbekwaam technisch personeel in werkplaatsen is noodzakelijk voor het in stand houden van veilige bussen. Opleiding speelt hierbij een belangrijke rol.
- Het technisch ontwerp en een goede staat van de installatieonderdelen is van wezenlijk belang voor de veiligheidsprestatie. Dit onderwerp is gereguleerd via een groot aantal internationale technische voorschriften.

4 Samenvatting resultaten enquête en locatiebezoeken

Met een schriftelijke enquête (per e-mail, juni 2014) is onderzocht hoe partijen, die verantwoordelijk zijn voor de inrichting en de uitvoering van het openbaar vervoer met CNG-bussen, de hiermee verbonden omgevingsrisico's beheersen. De informatie uit de enquête is aangevuld met informatie uit locatiebezoeken. De enquête en de locatiebezoeken zijn gebruikt voor het verkrijgen van aanwijzingen over te overwegen verbetermaatregelen.

In bijlage 4 zijn de enquêtevragen per type respondent opgenomen. De volgende tabel geeft een overzicht van de respons en de locatiebezoeken die zijn afgelegd. De informatie uit de enquête en locatiebezoeken is niet herleidbaar op de respondenten verwerkt.

De enquête is beantwoord door:
OV-autoriteit (opdrachtgever/concessieverlener)
De Stadsregio Arnhem Nijmegen
Provincie Friesland
Provincie Gelderland
Het Stadsgewest Haaglanden
Provincie Noord-Holland
Provincie Overijssel
Provincie Zeeland
Vervoersbedrijven
Arriva
Connexxion
HTMBuzz
Syntus
Veolia
Omgevingsdiensten/gemeenten
Omgevingsdienst Haaglanden
RUD Noord-Holland-Noord
RUD Zeeland (Kapelle, Middelburg)
Gemeente Zoetermeer
Gemeente Den Haag
Veiligheidsregio's
VR Fryslan
VR Gelderland Zuid
VR Haaglanden
VR Twente
VR Zeeland
De enquête is door 4 respondenten <u>niet</u> beantwoord: 3 omgevingsdiensten (50% van de aangeschreven omgevingsdiensten), 1 veiligheidsregio (17% van de aangeschreven veiligheidsregio's)
Locatiebezoeken
Buspartners Zoetermeer
Veiligheidsregio Haaglanden
Het Stadsgewest Haaglanden

Tabel 4.1: Respondenten enquête en locatiebezoeken.

Hierna worden per type respondent de belangrijkste resultaten samengevat.

4.1 OV-autoriteit

Volgens de enquête betreft het totale wagenpark van de concessies 654 CNG-bussen met naar schatting op basis van de enquête in totaal ongeveer 60 miljoen afgelegde kilometers in de lijndiensten per jaar (komt overeen met gemiddeld 90.000 km per jaar per CNG-bus). Volgens KpVV-CROW rijden er in het voorjaar van 2014, 4.962 bussen in het openbaar vervoer van Nederland (bron poster Milieu-prestatie OV-bussen 2014 van KpVV-CROW). Dit betekent dat hiervan ongeveer 13% rijdt op CNG. Volgens cijfers van de KpVV-CROW ziet de ontwikkeling van het aantal CNG- en groengasbussen over de afgelopen jaren als volgt uit.

CNG + groengasbussen						
Concessie	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Ameland	4	4	4	4	4	
Leeuwarden	20	20				
Zuidoost Fryslân	7	7	7	7	7	
Veluwe	46	46	46	7	7	7
Arnhem Nijmegen	218	218	75	75	75	
Haarlem/IJmond	82	82	83	85	85	85
Stadsdienst Den Haag	115	93	93	74	90	
Regiovervoer Haaglanden	127	127	128	128	135	
Midden Zeeland	47	47	45	45	43	46
Totaal	666	644	481	425	446	138

Tabel 4.2: Ontwikkeling CNG- en groengasbussen 2009 - 2014, bron: KpVV-CROW.

Tot nu toe hebben OV-autoriteiten geen specifieke veiligheidseisen gesteld voor het gebruik van CNG-bussen in de huidige concessies. Ook is het niet gebruikelijk dat OV-autoriteiten een veiligheidsmanagement/veiligheidsbeheersysteem in de concessie voorschrijven aan exploitanten.

De meeste OV-autoriteiten gaan er van uit dat de verantwoordelijkheid voor de veiligheid van voertuigen in het openbaar vervoer primair ligt bij de exploitant en de rijksoverheid die de voertuigen toelaat in Nederland en hierop toezicht houdt (de RDW is belast met de toelating van voertuigen en het toezicht op de technische staat ervan onder meer via een jaarlijkse APK en de RDW vertegenwoordigt Nederland bij het ontwikkelen en vaststellen van de internationale voertuigeisen).

Enkele OV-autoriteiten gaan in de nieuwe concessie-uitvraag specifieke eisen opnemen die gelden voor het CNG-deel van de ingezette bussen en/of het gebruik/onderhoud van de CNG-bussen. Genoemd worden:

- Het eisen van het inventariseren van de omgevingsrisico's en het treffen van maatregelen om deze te beperken;
- Het verlangen van een automatische brandblusinstallatie in het motorcompartiment (de kosten van een automatische brandblusinstallatie zijn ongeveer € 3.000 tot 4.000 exclusief BTW per bus);
- Het voorschrijven van overleg met de brandweer (Veiligheidsregio) om afspraken te maken over de stalling en over een draaiboek (noodplan) voor het geval dat er brand ontstaat in de bussen;
- Een uitgebreid artikel in de nieuwe concessie inzake veiligheid. De volledige tekst van dit artikel is als voorbeeld in bijlage 5 opgenomen. Dit artikel schrijft onder meer voor:
 - Een veiligheidsmanagementsysteem (VMS) dat voldoet aan NTA 8620 dat gebaseerd wordt op een risicoanalyse van het concessiegebied;

- o Een veiligheidsplan waarover de concessiehouder een advies vraagt aan de Veiligheidsregio;
- o Oefenen van de calamiteitenbestrijding.

Enkele OV-autoriteiten hebben in overleg met de exploitanten maatregelen doorgevoerd naar aanleiding van het incident met een CNG-bus in Wassenaar op 29 oktober 2012. Genoemd worden:

- (In een klein deel van de bestaande CNG-bussen) aanbrengen van automatische brandblussers in het motorcompartiment;
- Een extra inspectie van de voertuigen;
- Chauffeursinstructies met betrekking tot incidenten met CNG-bussen;
- Overleg met de vervoerder over maatregelen in dagelijkse operatie (lijndienst en stalling).

4.2 Vervoersbedrijven

De meeste CNG-bussen zijn in Nederland van het merk MAN en verder van het merk Mercedes Benz. In een enkel geval wordt melding gemaakt van Irisbussen van Iveco en van Franse Citeles bussen.

Voor CNG-bussen worden er drie losstaande onderhoudslocaties genoemd, 11 locaties waar onderhoud, tanken, stallen en vaak ook wassen worden gecombineerd, er worden 4 losstaande remises genoemd en 2 losstaande tankstations. Dit zijn in totaal 20 locaties waar bussen buiten de dienstregeling verblijven waaronder 15 locaties voor het stallen van bussen (dit komt neer op gemiddeld $654/15 = 44$ bussen per remise; het in de enquête genoemde maximum aantal bussen in een stalling is 106).

Het stallen vindt meestal uitpandig plaats. Er wordt slechts één locatie genoemd waar het stallen inpandig plaatsvindt (onder extra getroffen veiligheidsvoorzieningen). Op één locatie is het inpandig stallen gestaakt op last van de gemeente ondanks de eerder extra getroffen maatregelen. Een vervoerder geeft aan dat bewust is gekozen voor nimmer binnen stallen van de CNG-bussen.

De vervoersbedrijven noemen de volgende maatregelen ter beheersing van de omgevingsrisico's vanwege het gebruik van CNG-bussen:

- Veiligheidsmanagementsysteem;
- Een risicoanalyse van de leverancier, met name gericht op het vermijden of verkleinen van de steekvlam;
- Een risicoanalyse van de lijnvoering (samenstel van busroutes);
- Gezamenlijk oefenen en locatiebezoeken met hulpverleners van de Veiligheidsregio;
- Opstellen en bijhouden van noodplannen/aanvalsplannen en deze afstemmen met de Veiligheidsregio; een voorbeeld van een noodplan van een vervoerder is opgenomen in bijlage 6;
- Opstellen en oefenen in samenwerking met de Veiligheidsregio van procedures voor de Verkeersleiding voor het beheersen van incidenten met CNG-bussen;
- (Soms) Registratiesysteem incidenten/storingen waarbij verkeersleiding inzicht heeft in meldingen/codes op basis waarvan een CNG-bus mag doorrijden of moet worden stilgezet.
- Specifieke instructies van chauffeurs inzake CNG en voertuigkennis;
- Specifieke instructies en trainingen van monteurs;
- Speciale werkplek voor CNG-bussen in de werkplaats; gasafblaasfaciliteiten waarmee CNG-systemen in de CNG-bussen verantwoord en veilig afgeblazen worden om aan CNG-systemen te kunnen werken die zijn ontdaan van CNG;
- Werkplaats met gasdetectiesysteem, bij gasdetectie worden ontstekingsbronnen uitgezet en deuren geopend om te ventileren;
- Inpandig stallen (remise) met rook-gasluiken, sprinkler, rook-gasmelders, rechtstreekse melding van lekkages en brand naar de meldkamer van de brandweer;

- Inpandig stallen (remise) met gasdetectie, uitschakelen elektra bij detectie, mechanische nokventilatie in de lichtkoepels, opstellen werkinstructies en trainen van medewerkers;
- Uit veiligheidsoverwegingen niet buiten (!) stallen van CNG-bussen;
- Verwijdering dak van een remise (ten behoeve van ventilatie en vermijden instortingsgevaar);
- Op last van gemeente stallen van bussen buiten in plaats van in een beschikbare overdekte stalling;
- Specifieke instructie tanken;
- Specifieke instructie voor chauffeurs in noodplannen over het bepalen van een veilige locatie voor reizigers in relatie tot steekvlamrichting en -lengte.

Vervoerders noemen de volgende maatregelen naar aanleiding van incidenten met CNG-bussen (bijvoorbeeld het incident met een CNG-bus in Wassenaar op 29 oktober 2012):

- Verbeteren noodplanprocedure inzake afstandseisen en alertheid met betrekking tot de mogelijke steekvlam (zie voorbeeldnoodplan in bijlage 6: "rijd indien mogelijk een tunnel uit, bij gaslekage voertuig direct stilzetten en hoofdschakelaar, na afzetten motor en openen deuren, uitschakelen, laat passagiers en omstanders minimaal 50 meter afstand bewaren tot het gasvoertuig, wees alert dat de gastanks gaan afblazen bij grote brand (om explosie te voorkomen)");
- (Soms) installeren van een automatisch blussysteem voor blussen brand in motorcompartiment;
- Risicoanalyse van de lijnvoering (verkenning van de busroutes op omgevingsrisico's);
- Overleg met leveranciers;
- Reparaties: Herstel gasafsluiters, vervangen gasdrukregelaar en veiligheidsventiel, vervangen V-snaar, vervangen tankslang vanwege lekkage.

4.3 Omgevingsdiensten/gemeenten

De activiteiten stallen (remise), tanken, onderhoud en wassen vallen onder het Activiteitenbesluit milieubeheer (type B-inrichting), waarvoor door de exploitant een melding bij het bevoegd gezag moet worden ingediend. Soms is sprake van een vergunningplichtige inrichting (type C-inrichting). Bij de beantwoording van de enquête geven de exploitanten aan dat zij meldingen op grond van het Activiteitenbesluit milieubeheer doen. Uit de antwoorden volgt dat naar schatting in de helft van de gevallen geen additionele maatwerkvoorschriften (aanvullende voorwaarden) zijn gesteld door het bevoegd gezag. Door respondenten vermelde maatwerkvoorschriften zijn:

- Het opleggen van hoofdstuk 6, alsmede bijlage I en II, uit de richtlijn PGS 26;
- Het gedurende een gedeelte van de dag vrijhouden van een remisestroom van CNG-bussen ten behoeve van het beperken van gevaarstelling naar het naastliggend terrein/gebouw;
- Het bij de brandweer beschikbaar hebben van een telefoonnummer van de inrichting voor noodgevallen;
- Het waarschuwen en treffen van maatregelen ter bescherming van buurbedrijven bij incidenten.

Bij de beantwoording van de enquête zijn door de omgevingsdiensten geen afwijkingen van de voorwaarden op grond van controles gemeld.

4.4 Veiligheidsregio's

Door de respondenten van de veiligheidsregio's worden de volgende producten en diensten genoemd met betrekking tot het beheersen en bestrijden van incidenten in verband met het gebruik van CNG-bussen:

- Adviseren van bevoegd gezag (omgevingsdiensten) en vervoersbedrijven inzake preventieve maatregelen/voorzieningen of eisen en noodplannen, vooral met betrekking tot inrichtingen voor stallen (remise), tanken, onderhoud en wassen van CNG-bussen;

- Inventariseren specifieke gevaren bij de bestrijding van incidenten met CNG-voertuigen;
- Specifieke inzetprocedures, bijvoorbeeld instructie voor brand in een stalling/onderhoudsplaats van CNG-bussen;
- Oefenen met exploitanten op locatie;
- Informatiekaart inzake CNG-bussen voor brandweermedewerkers (hiervan is een voorbeeld opgenomen in bijlage 7);
- Bereikbaarheidskaart welke de hulpdiensten kunnen raadplegen, aanrijdend naar een incident met een CNG-bus in het verkeer, in een remise of op een tank- of onderhoudslocatie;
- Opleiden en trainen inzake CNG-voertuigen (lesprogramma CNG-voertuigen);
- Ambtelijk bestuurlijke checklist (checklists voor de crisisstaf).

Een bijzonder aandachtspunt voor de brandweer is de richtlijn van het niet blussen (koelen) van de gascilinders, omdat dit de werking van de veiligheidssmeltventielen kan verhinderen met een ongewenste extreem gevaarlijke explosie tot gevolg.

Door een veiligheidsregio wordt gewezen op het moeizaam op gang komen van samenwerking tussen een vervoerder en de veiligheidsregio. Met name het (te) laat betrokken raken van de veiligheidsregio bij een voornemen om met CNG-bussen te gaan rijden wordt gemeld. Door deze veiligheidsregio wordt naar voren gebracht dat deskundigheid, ervaring en referenties op het gebied van de veiligheid van het gebruik van CNG-bussen de afgelopen jaren niet eenvoudig voor handen waren en dat deze voor een belangrijk deel ontwikkeld moesten worden en wordt ervaren dat deze momenteel nog niet voldoende op niveau zijn. Als hiaten in deskundigheid en ervaring worden genoemd:

- Dat de hulpdiensten niet zijn betrokken bij ontwerp/aanschaf/productie van de CNG-bussen en daarmee ook geen informatie hebben over bijvoorbeeld brandverloop in een CNG-bus, geen invloed hebben gehad op de kwalificaties van de bussen als het gaat om brandbaarheid of weerstand tegen brand van de gebruikte materialen, de mate van rookproductie door de gebruikte materialen, het gedrag van de bus bij brand, de effecten die de rook en hitte hebben op de omgeving etc.
- Veiligheidsaspecten van het stallen, repareren en tanken in bestaande bouwwerken;
- De integrale samenhang in het veiligheidsbeleid van de veiligheidsregio;
- De kwaliteit van de risico-inventarisatie;
- Onderdelen van de regelgeving, bijvoorbeeld in de PGS 25 (inzake tanken) en 26 (inzake stallen) wordt onvoldoende rekening gehouden met brandscenario's;
- Tegenstrijdigheden tussen preventieve voorzieningen en veiligheden in het CNG-systeem (bijvoorbeeld: de combinatie van een sprinklerinstallatie en de smeltveiligheden van de tanks op de bussen).

4.5 Conclusies uit enquête en locatiebezoeken

Met het gebruik van CNG zijn bijzondere veiligheidsrisico's verbonden voor de omgeving, passagiers en voor het personeel. Het beheersen van deze risico's vergt specifieke maatregelen en voorzieningen. Hiervoor zijn verschillende partijen in de vervoersketen verantwoordelijk. Uit de enquête blijkt dat vertrouwd wordt op de internationale technische eisen die specifiek voor de CNG-voertuigen gelden, de nationale eisen die gelden voor het tanken, stallen, onderhouden en de vakbekwaamheid van onderhoudspersoneel en buschauffeurs. Bovendien wordt vertrouwd op het toezicht op de naleving van de voorschriften, met name door de RDW. Daartegenover blijkt ook uit de enquête dat mede naar aanleiding van het incident te Wassenaar een noodzaak wordt gezien voor het treffen van extra maatregelen of voorzieningen. De volgende extra maatregelen zijn sindsdien op beperkte schaal getroffen:

- Het aanbrengen van een automatische brandblusinstallatie in het motorcompartiment;
- Nieuwe chauffeursinstructies ter voorbereiding op incidenten met CNG en het verbeteren van noodplannen, beiden vooral in verband met de lengte en richting van een mogelijke steekvlam;

- Afstemmen met de Veiligheidsregio inzake veiligheidsvoorzieningen, aanvalsplannen en oefenen op locatie;
- Risicoanalyse van de lijnvoering (samenstel busroutes);
- Informatiekaart, bereikbaarheidskaart van de lijnvoering en lesprogramma inzake CNG-bussen voor personeel van hulpdiensten;
- In een enkel geval het staken van inpandig stallen;
- In een enkel geval (busvervoer in landelijk gebied) de aanschaf van een CNG-bus met een verticaal gericht smeltventiel.

Inzake het verder verbeteren van met name het beheersen van de omgevingsrisico's komen uit de enquête en de locatiebezoeken de volgende aandachtspunten, knelpunten, verbeterpunten en vragen naar voren:

- Sinds het incident in Wassenaar bestaat bij verschillende betrokkenen de indruk dat verticaal omhoog gerichte smeltventielen veiliger zijn. Het lijkt er op dat bij het opstellen van de internationale eisen de richting van het afblazen in relatie tot mogelijke omgevingsrisico's geen onderwerp is geweest, **maar definitief uitsluitel hierover is tijdens het onderzoek niet gevonden**. Aan de richting van de ventielen wordt alleen als eis gesteld dat deze geen extra gevaar met zich mee mag brengen voor de passagiers en het personeel in de bus en dat het gas ongehinderd vrij moet kunnen komen. In de praktijk worden verschillende afblaasrichtingen toegepast. Dit kan onduidelijkheid geven bij het optreden bij incidenten. Het is aanbevelenswaardig om bij de configuratie van de smeltveiligheden zoveel mogelijk uniformiteit op één bus te betrachten zodat voor chauffeurs en noodprocedures het duidelijker is met welke richting van een eventuele steekvlam rekening moet worden gehouden. Verder is het aannemelijk dat met een verticaal gerichte steekvlam minder omgevingsrisico's zijn verbonden, echter hierover is geen grondige studie aangetroffen waarmee dit wetenschappelijk is aangetoond. Voordat tot het aanbevelen of voorschrijven van verticaal gerichte smeltventielen kan worden overgegaan zijn er een aantal vragen die moeten worden beantwoord:
 - o Waarom worden in de praktijk vooral horizontaal en diagonaal naar beneden gerichte smeltventielen toegepast?
 - o Is er bij verticaal gerichte smeltventielen een verhoogde kans op het vrijkomen van een niet ontstoken gaswolk die verderop vertraagd tot ontsteking kan komen?
 - o Is er een verhoogde kans op het falen van verticaal gerichte smeltventielen ten opzichte van de meer gangbare richtingen (horizontaal/schuin naar beneden)?
 - o Waarom zit per cilinder 1 van beide smeltventielen in een 'ventieblok'?
 - o Zijn er voorbeelden bekend dat de schuin naar beneden gerichte smeltventielen zijn aangesproken en wat zijn hier de gevaaraspecten van?
 - o Is er sprake van verhoogde risico's in tunnels bij het gebruik van verticaal gerichte ventielen?

Er bestaat behoefte aan onderzoek waarmee getoetst wordt of verticaal gerichte ventielen uit oogpunt van veiligheid de voorkeur verdienen. Dit onderzoek kan bestaan uit nader onderzoek bij producenten over de achtergronden van de keuzes die in de praktijk worden gemaakt over de richting van de smeltventielen en uit een brandproef met een CNG-bus (proef op systeemniveau). Vervolgens dient te worden bekeken of op basis van de uitkomsten uit het onderzoek de internationale technische voertuigeisen moeten worden aangepast.

- Indien CNG-bussen inpandig worden gestald zijn veiligheidsvoorzieningen in de remise vereist, die relatief grote investeringen vergen. In een geval heeft het bevoegd gezag ondanks aangebrachte kostbare voorzieningen het inpandig stallen verboden om veiligheidsredenen. Er bestaat geen rechtszekerheid over de condities waaronder het inpandig stallen is toegestaan. Bij de vervoersbedrijven bestaat behoefte aan het verkrijgen van rechtszekerheid hierover.
- Vervoersbedrijven wensen dat veiligheidseisen eenduidig, uniform en zo volledig als dat doelmatig wordt geacht, worden gesteld in de concessie-uitvraag zodat door een lager

veiligheidsniveau geen kostenvoordeel bij de concurrentie om de gunning is te behalen. In het verlengde hiervan hebben de vervoersbedrijven behoefte aan landelijk geldende uniforme veiligheidseisen.

- Beter overleg/communicatie tussen vervoersbedrijven en producenten/leveranciers van bussen wordt herhaaldelijk als verbeterpunt genoemd;
- Er bestaat onduidelijkheid over mogelijke extra risico's van alternatieve brandstoffen zoals CNG, waterstof en LNG in tunnels en de wijze waarop hiermee rekening moet worden gehouden.
- Er bestaat onduidelijkheid over de rol/verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat inzake de bestrijding van calamiteiten met CNG-bussen op rijkswegen.
- Vooral internationale vervoersbedrijven hebben eigen veiligheidsmanagementsystemen ontwikkeld. Vervoersbedrijven hebben bezwaren tegen het certificeren of koppelen aan een norm van veiligheidsmanagementsystemen zoals de NTA 8620 (zie voorbeeld artikel 'Veiligheid' in bijlage 5), omdat er geen maatwerknorm beschikbaar is voor vervoersbedrijven;
- Het nog van kracht zijn van verouderde PGS-richtlijnen;
- De veiligheid van medeweggebruikers op met name autosnelwegen indien zich hierop een incident met een CNG-bus voordoet (de snelweg moet dan aan beide zijden stilgelegd worden).

5 Conclusies, aanbevelingen verbetermaatregelen en beantwoording deelvragen

5.1 Conclusies

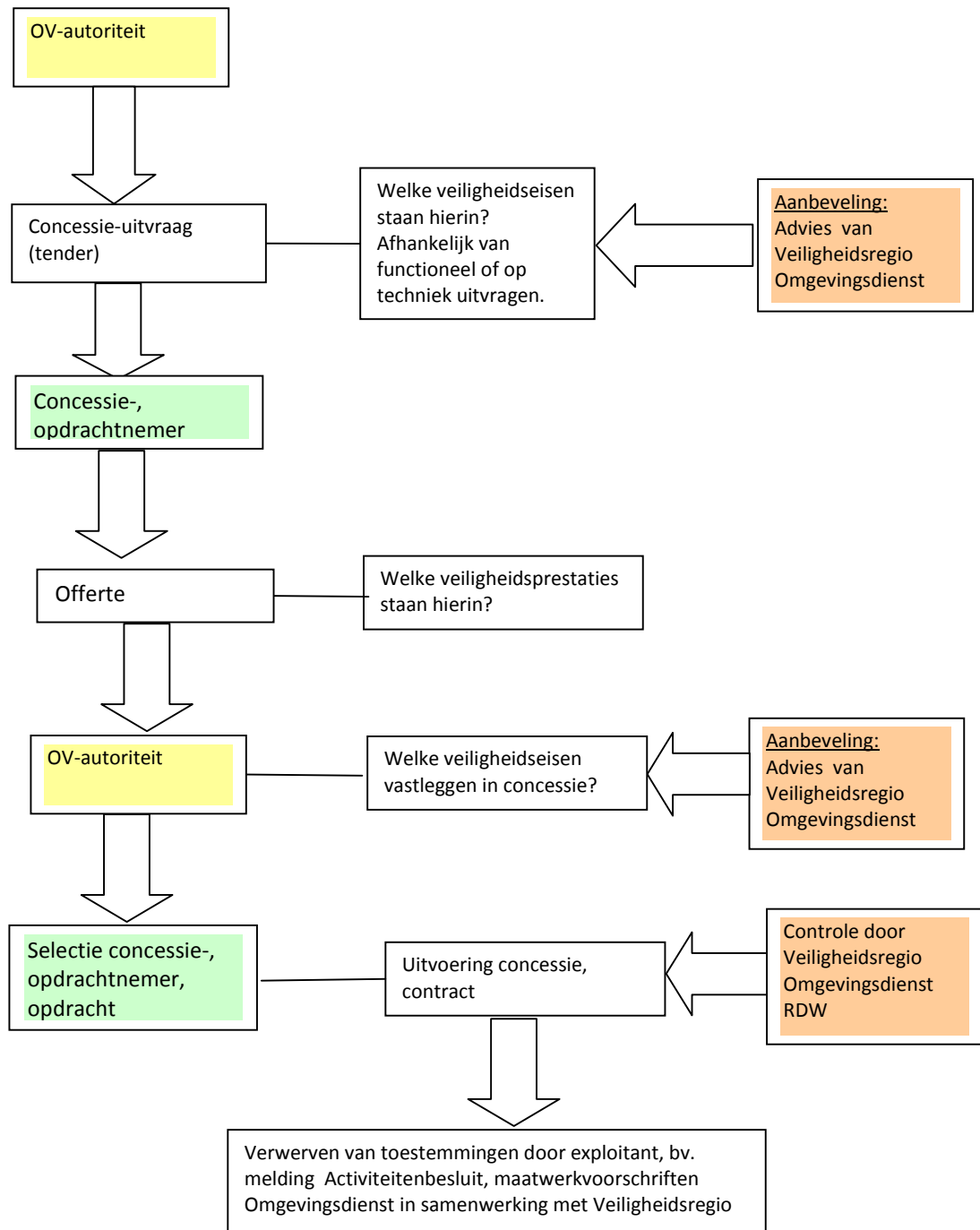
Uit voorgaande hoofdstukken volgt dat aan het gebruik van CNG-bussen specifieke bijzondere risico's zijn verbonden die vragen om specifieke beheersmaatregelen. Uit het onderzoek blijkt dat:

- De wettelijke verplichte maatregelen niet toereikend zijn voor het verantwoorden van de restryrisico's;
- Er verdere kennis- en beleidsontwikkeling noodzakelijk is. Het gebruik van CNG-bussen is een nieuwe ontwikkeling die zich de afgelopen jaren op landelijke schaal heeft gemanifesteerd. De ontwikkeling van kennis en beleid op het gebied van het beheersen van de bijbehorende omgevingsrisico's heeft hiermee geen gelijke tred gehouden;
- Er meer samenwerking en kennisuitwisseling gewenst is tussen betrokken partijen in de vervoersketen. Hiervoor kan de oprichting van een platform of een programmatische aanpak een nuttige bijdrage leveren.

In dit licht worden hierna voorstellen gedaan voor extra maatregelen bovenop de bestaande wettelijk verplichte eisen. Deze maatregelen worden gerelateerd aan het concessieproces en aan de taken en verantwoordelijkheden van de partijen in de vervoersketen.

5.2 Aanbevelingen

Navolgend schema illustreert de positie van veiligheidseisen in het concessieproces. In het schema is de aanbeveling opgenomen om in een vroegtijdig stadium de Veiligheidsregio en de regionale omgevingsdienst te betrekken bij het formuleren van de veiligheidseisen.



Figuur 5.1: Veiligheidseisen in het concessieproces.

In veel gevallen vragen OV-autoriteiten het in te zetten materieel functioneel uit, bijv. minimaal EEV of Euro 6 als milieuprestatie-eisen. In die gevallen past het niet om specifieke veiligheidseisen of risico-inventarisatie voor te schrijven inzake CNG-bussen. Veiligheidseisen dienen dan techniek onafhankelijk te zijn, bijvoorbeeld door te eisen dat vervoersbedrijven een veiligheidsmanagementsysteem moeten kunnen overleggen binnen een bepaalde tijd en dat zij een risico-inventarisatie maken en aangeven hoe ze de risico's denken te gaan beheersen. Indien overheden juist wel op techniek, bijvoorbeeld specifiek het gebruik van CNG-bussen uitvragen, dan kunnen wel specifiek eisen worden gesteld aan bijvoorbeeld

CNG-vulpunten, inzetbaarheid, exploitatie, automatische brandblussystemen etc. In dat geval zou de veiligheidsregio vooraf aan tafel moeten zitten. In de andere gevallen is het wenselijk dat de veiligheidsregio tijdens de fase van definitieve contractvorming wordt geconsulteerd omdat dan bekend is van welke specifieke techniek gebruik gemaakt gaat worden.

In het concessieproces moet overigens worden vermeden dat veiligheid onderdeel wordt van de marktwerking, bijvoorbeeld door meer punten toe te kennen als een inschrijvende vervoerder meer aan veiligheid zegt te gaan doen dan wettelijk is bepaald; veiligheid is de basis van het ov-systeem en moet daarom altijd zo goed mogelijk zijn geregeld!

5.2.1 Aanbevelingen over implementeren en verder te onderzoeken maatregelen

In relatie tot het concessieproces en de taken en verantwoordelijkheden van de partijen in de vervoersketen worden de volgende aanbevelingen gedaan met onderscheid naar te implementeren 'bewezen' maatregelen en te onderzoeken/verder te ontwikkelen maatregelen.

Aanbevolen maatregelen	
Te implementeren 'bewezen' maatregelen	
Maatregel	Door
I1. Automatische brandblusinstallatie in motorcompartiment <u>Opmerking 1:</u> Door vervoerder/exploitant dient in overleg met producent/leverancier van de bussen uitgezocht te worden welke combinatie van detectie en blusmiddel het beste is. Bij voorkeur wordt een systeem toegepast dat ook werkzaam is tijdens de stalling van bussen. <u>Opmerking 2:</u> Er moet een melding zijn van brand in het motorcompartiment naar de bestuurder en een bijbehorende noodprocedure. <u>Opmerking 3:</u> Bij automatische blussing moet de koelventilator van de bus automatisch worden uitgeschakeld. <u>Doel:</u> Verminderen kans op een volledige busbrand	OV-autoriteit in concessie-uitvraag en contract Vervoerder/exploitant
I2. Het eisen van materialen van een bepaalde brandvoortplantingsklasse voor het businterieur en een bepaalde brandwerendheid van de wand tussen motor- en passagiersruimte en het vermijden van openingen/zwakke plekken in het dak vanaf waar de cilinders aan de zijkant kunnen worden aangestraald bij brand. <u>Doel:</u> Verlengen van de tijd voor het veilig evacueren van de bus en het verminderen van de kans op te grote hittebelasting van de CNG-cilinders op de bus	OV-autoriteit in concessie-uitvraag en contract Concreet te bepalen door vervoerder/exploitant in overleg met producent/leverancier van de bussen onder advies van de veiligheidsregio
I3. Een brandwerende en warmte-isolerende laag tussen de passagiersruimte en de tanks op het dak <u>Doel:</u> De kans verminderen op te grote hittebelasting van de CNG-tanks	OV-autoriteit in concessie-uitvraag en contract Vervoerder/exploitant
I4. Veiligheidsmanagementsysteem, zie voorbeeld in bijlage 5, inclusief een registratie van incidenten/storingen om hiervan te leren <u>Doel:</u> Systematisch inventariseren van risico's, het implementeren en onderhouden van beheersmaatregelen en voortdurend leren om de risicobeheersing verder te verbeteren	OV-autoriteit in concessie-uitvraag en contract Vervoerder/exploitant

Aanbevolen maatregelen	
Te implementeren 'bewezen' maatregelen	
Maatregel	Door
15. Inventariseren van omgevingsrisico's van de lijnvoering (busroutes) met als doel om de vermijdbare omgevingsrisico's te elimineren ¹⁵ . Hierbij ook nog niet gerealiseerde bestemmingen meenemen (bestemmingsplan capaciteit) <i>Doel: Een omgeving van de busroutes die zoveel mogelijk bestand is tegen een incident met een CNG-bus</i>	OV-autoriteit in concessie-uitvraag en contract Vervoerder/exploitant in overleg met omgevingdienst en veiligheidsregio
16. Nieuwe ruimtelijke plannen beoordelen op veiligheid in relatie tot de CNG-busroutes, stallingen, werkplaatsen en tankstations voor CNG-bussen. <i>Doel: Een omgeving die zoveel mogelijk bestand is tegen een incident met een CNG-bus</i>	Gemeenten
17. Sturen op het gebruiken van locaties voor het stallen, onderhouden en tanken van CNG-bussen waarbij in de planologie rekening is gehouden met een risicogebruiksruimte (bijvoorbeeld locaties bestemd voor bedrijven van een hoge milieucategorie) <i>Doel: Een omgeving die zoveel mogelijk bestand is tegen een incident met een CNG-bus met een goede bereikbaarheid voor de hulpdiensten en blusvoorzieningen</i>	Gemeenten
18. Intensiever en bewuster toepassen van maatwerkvoorschriften in relatie tot het toepassen van de standardeisen uit de PGS-richtlijnen 25 en 26 <i>Voorbeeld: bij in pandig stallen van CNG-bus mag de standkachel niet automatisch worden ingeschakeld</i> <i>Doel: Een kleinere kans op incidenten met CNG en goede brandbestrijdingsvoorzieningen</i>	Omgevingsdienst, onder vooraf advies inwinnen bij de Veiligheidsregio
19. In noodprocedures opnemen dat publiek op (minimaal) 100 meter afstand wordt gehouden in plaats van op 50 meter afstand in verband met het mogelijk exploderen van cilinders of het ontstaan van een gaswolkbrand. <i>Doel: Veiligheid van passagiers en omstanders</i>	Veiligheidsregio en vervoersbedrijven
110. Meer oefenen/trainen inzake incidenten met CNG-bussen <i>Doel: Voorbereid zijn van de hulpdiensten en samenwerking tussen hulpdiensten en personeel van de vervoerder of andere betrokken bedrijven</i>	Veiligheidsregio
111. Fileregeling bij tunnels zodat zoveel mogelijk	Wegbeheerder

¹⁵ Om informatie overzichtelijk te houden, te analyseren, in de context te bezien en te communiceren, is het gebruik maken van een Webgis-applicatie te adviseren (bij vergelijkbare opgaven maakt Antea Group gebruik van een door haar ontwikkelde applicatie, genaamd GRIS). Een voordeel van een Webgis-applicatie is dat meerdere partijen (desgewenst gelijktijdig) informatie ontsluiten en voor meerdere doeleinden gebruiken (bijvoorbeeld de veiligheidsregio bij de operationele inzet van hulpdiensten).

Aanbevolen maatregelen	
Te implementeren 'bewezen' maatregelen	
Maatregel	Door
wordt vermeden dat een CNG-bus in een tunnel in een file komt te staan <i>Doel: Beperken kans op een incident met een CNG-bus in een tunnel</i>	

Tabel 5.1: Aanbevolen bewezen maatregelen.

Aanbevolen maatregelen	
Te onderzoeken/ontwikkelen maatregelen	
Maatregel	Door
O1. Onderzoek naar verticaal afblazende smeltventielen om te bepalen of deze de voorkeur dienen te hebben. <i>Doel: Toetsen van de aanname dat verticaal afblazende smeltventielen veiliger zijn</i>	Een samenwerking van vervoersbedrijven en leveranciers in afstemming met RDW
O2. Onderzoek naar een ander ontwerp van de smeltventielen waardoor de steekvlam kleiner is (bijvoorbeeld door het verkleinen van de uitblaasopening; het duurt dan wel langer voordat de tank leeg is; of afblaas verdelen over meerdere punten waardoor meer, maar kleinere vlammen ontstaan). <i>Opmerking:</i> het wordt aanbevolen om hierbij ook nut en noodzaak te onderzoeken van het verbinden van de voorste en achterste tank in combinatie met het monteren van een extra smeltveiligheid ter hoogte van het midden van de tanks ¹⁶ en van het vervangen van de kunststoffen afsluiting van de smeltveiligheid door een glazen afsluiting (zoals bij een sprinkler) ¹⁷ . <i>Doel: Een veiliger werking van de smeltventielen</i>	Een samenwerking van vervoersbedrijven en leveranciers in afstemming met RDW
O3. Onderzoek naar normen voor brandwerendheid van materialen van het businterieur <i>Doel: Eenduidigheid over de brandwerendheid van het businterieur en een minimaal vereist niveau hiervan</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RDW
O4. Wettelijke eisen inpandig stallen <i>Doel: Vermijden van desinvesteringen door helderheid over de condities waaronder inpandig stallen is toe te staan</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RIVM
O5. Landelijk uniform beleid inzake veiligheidseisen tanken, stallen en onderhoud <i>Doel: Helderheid en voorspelbaarheid voor de exploitanten over de eisen</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RIVM
O6. Methodiek voor het inventariseren en	Vervoersbedrijven in samenwerking met

¹⁶ Bronvermelding: Roland Demke, 2003.

¹⁷ Bronvermelding Roland Demke, 2003.

Aanbevolen maatregelen	
Te onderzoeken/ontwikkelen maatregelen	
Maatregel	Door
evalueren van omgevingsrisico's van de busroutes (lijnvoering); een onderdeel hiervan kan zijn een onderzoek naar de verhouding van de omgevingsrisico's tot de externe veiligheidsnormen <i>Doel: Bevorderen kwaliteit van de inventarisatie</i>	Omgevingsdiensten en veiligheidsregio's
O7. Het ontwikkelen van een rekenprotocol voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico van CNG-busroutes <i>Doel: De omgevingsrisico's van CNG-busroutes relateren aan de externe veiligheidsnormen</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RIVM
O8. Verbeteren PGS-richtlijnen 25 en 26, zodat ook het aspect brand wordt meegenomen in de scenario's en de maatregelen <i>Opmerking: PGS 25 en 26 staan voor actualisatie gepland in 2015</i> <i>Doel: Verbeteren brandveiligheid tanken, onderhoud en stalling</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RIVM
O9. Verbeteren inzicht in voorzieningen/maatregelen in tunnels waarmee rekening kan worden gehouden met gevaaraspecten van CNG-bussen (en andere nieuwe brandstoffen in voertuigen) <i>Doel: Helderheid over gevaaraspecten van CNG-bussen in tunnels</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RIVM
O10. Afstemmen maatregelen rondom CNG met maatregelen rondom andere nieuwe brandstoffen (bijvoorbeeld LNG, waterstof) <i>Doel: Helderheid over gevaaraspecten van nieuwe brandstoffen en vermijden van conflicterende maatregelen</i>	Ministerie van Infrastructuur en Milieu , RIVM

Tabel 5.2: Aanbevolen te ontwikkelen/onderzoeken maatregelen.

Ter verheldering van de verantwoordelijkheden bij het doorvoeren en onderzoeken van maatregelen geeft onderstaande tabel een overzicht van de verantwoordelijke partijen voor benoemde maatregelen.

Verantwoordelijkheid voor maatregelen	
Partij	Maatregelen
OV-autoriteit (concessieverlener/opdrachtgever)	Automatische brandblusinstallatie motorcompartiment (I1) Brandwerendheid van materialen van businterieur (I2, I3) Veiligheidsmanagementsysteem (I4) Risico-inventarisatie busroutes (I5)
Vervoerder/exploitant	Automatische brandblusinstallatie motorcompartiment (I1) Brandwerendheid van materialen van businterieur (I2, I3) Veiligheidsmanagementsysteem (I4) Risico-inventarisatie busroutes (I5)

Verantwoordelijkheid voor maatregelen	
Partij	Maatregelen
	Verbeteren noodprocedures (I9) Onderzoek naar verticaal afblazende smeltventielen en andere mogelijke veiligheidsverbeteringen van de smeltventielen (O1, O2) Ontwikkelen methodiek voor het inventariseren en evalueren van omgevingsroutes van de busroutes (O6)
Producent/Leverancier CNG-bussen	Automatische brandblusinstallatie motorcompartiment (I1) Brandwerendheid van materialen van businterieur (I2, I3) Onderzoek naar verticaal afblazende smeltventielen en andere mogelijke veiligheidsverbeteringen van de smeltventielen (O1, O2)
Veiligheidsregio	Verbeteren noodprocedures (I9) Meer oefenen/trainen inzake incidenten met CNG-bussen (I10) Adviseren in proces van concessieverlening (figuur 5.1)
Omgevingsdienst	Intensiever en bewuster toepassen van maatwerkvoorschriften in relatie tot het toepassen van de standardeisen uit de PGS-richtlijnen 25 en 26 (I8) Adviseren in proces van concessieverlening (figuur 5.1)
Ministerie van Infrastructuur (RIVM, RDW)	Onderzoek naar normen voor brandwerendheid van het businterieur (O3) Wettelijke eisen in pandig stallen (O4) Landelijk uniform beleid inzake veiligheidseisen tanken, stallen en onderhoud (O5) Het ontwikkelen van een rekenprotocol voor het berekenen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico van CNG-busroutes (O7) Verbeteren PGS-richtlijnen, zodat ook het aspect brand wordt meegenomen in de scenario's en de maatregelen (O8) Verbeteren inzicht in voorzieningen/maatregelen in tunnels waarmee rekening kan worden gehouden met gevaaraspecten van CNG-bussen (O9)
Gemeenten	Nieuwe ruimtelijke plannen beoordelen op veiligheid in relatie tot de CNG-busroutes, stallingen, werkplaatsen en tankstations voor CNG-bussen (I6) Sturen op het gebruiken van locaties voor het stallen, onderhouden en tanken van CNG-bussen waarbij in de planologie rekening is gehouden met een risicogebruiksruimte (I7)
Wegbeheerders (Rijkswaterstaat, provincies, gemeenten)	Fileregeling bij tunnels zodat zoveel mogelijk wordt vermeden dat een CNG in een tunnel in een file komt te staan

Tabel 5.3: Verantwoordelijkheid voor maatregelen.

5.3 Beantwoording drie deelvragen

Bij de start van het onderzoek zijn drie deelvragen geformuleerd. Deze deelvragen worden hierna beantwoord op basis van de uitkomsten van het onderzoek.

1. *Risicoanalyse*: leiden verschillen in regio's, zoals infrastructuur en inzet, tot verschillen in omgevingsrisico's en daaruit voortvloeiend tot aanbevelingen voor de risicobeheersing?
Antwoord: Uit het onderzoek zijn geen concrete risico-inventarisaties van CNG-busroutes naar voren gekomen die geschikt waren voor een vergelijking tussen verschillende regio's. Met het in de toekomst beschikbaar komen van inventarisaties van omgevingsrisico's van de lijnvoering (busroutes, zie aanbevolen maatregel I5) zal er naar verwachting informatie ter beschikking komen waarmee een vergelijking tussen regio's kan worden uitgevoerd.
2. *Ervaringen met soortgelijke incidenten en maatregelen elders*: zijn er aanvullend op het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag belangwekkende ervaringen in relevante buitenland met CNG-bussen en eventuele incidenten daarmee en maatregelen die daar getroffen worden?
Antwoord: De inventarisatie van bronnen op internet heeft nuttige aanvullende informatie opgeleverd over incidenten in het buitenland en suggesties voor maatregelen (zie paragraaf 3.3 en bijlage 3).
3. *Afwegingskader/risicomatrix*: gevraagd wordt om een afwegingskader c.q. een risicomatrix waarmee opdrachtgevers dan wel vervoersbedrijven maatregelen kunnen afwegen om omgevingsrisico's van CNG-bussen te beperken. Belangrijke aspecten van het afwegingskader zijn kosten, doelmatigheid en doeltreffendheid.
Antwoord: Het onderzoek heeft niet de informatie opgeleverd om een volwaardig afwegingskader op te stellen. Duidelijke criteria op basis van risico's, kosten, doelmatigheid en doeltreffendheid kunnen nog niet worden geformuleerd. Hiervoor is meer kennisontwikkeling noodzakelijk. Hierna wordt als eerste aanzet voor een afwegingskader een voorzet gedaan in de vorm van een controlepuntenlijst die door OV-autoriteiten en vervoersbedrijven kan worden gebruikt voor het beoordelen of het gebruik van CNG-bussen voldoende is verantwoord vanuit het oogpunt van de omgevingsveiligheid. Deze controlelijst is gebaseerd op de aanbevolen maatregelen.

Criterium	Toelichting
Automatische brandblusinstallatie in motorcompartiment	Kosteneffectieve maatregel (ca. € 3.000 tot € 4.000 exclusief BTW per bus) om frequentie van volledige busbranden terug te dringen
Brandveiligheidsconcept interieur CNG-bus	Kosteneffectieve maatregel ter vergroting veiligheid passagiers, omgeving en hulpdiensten
Veiligheidsmanagementsysteem	Ter vergroting veiligheid personeel, passagiers, omgeving en hulpdiensten
Risico-inventarisatie busroutes (lijnvoering)	Ter vergroting veiligheid omgeving
Adequate noodprocedures en afstemming met veiligheidsregio's inclusief oefeningen	Ter vergroting veiligheid personeel, passagiers, omgeving en hulpdiensten

Tabel 5.4: Aanzet afwegingsmatrix veilig gebruik CNG-bussen voor OV-autoriteiten en vervoersbedrijven.

6 Literatuur

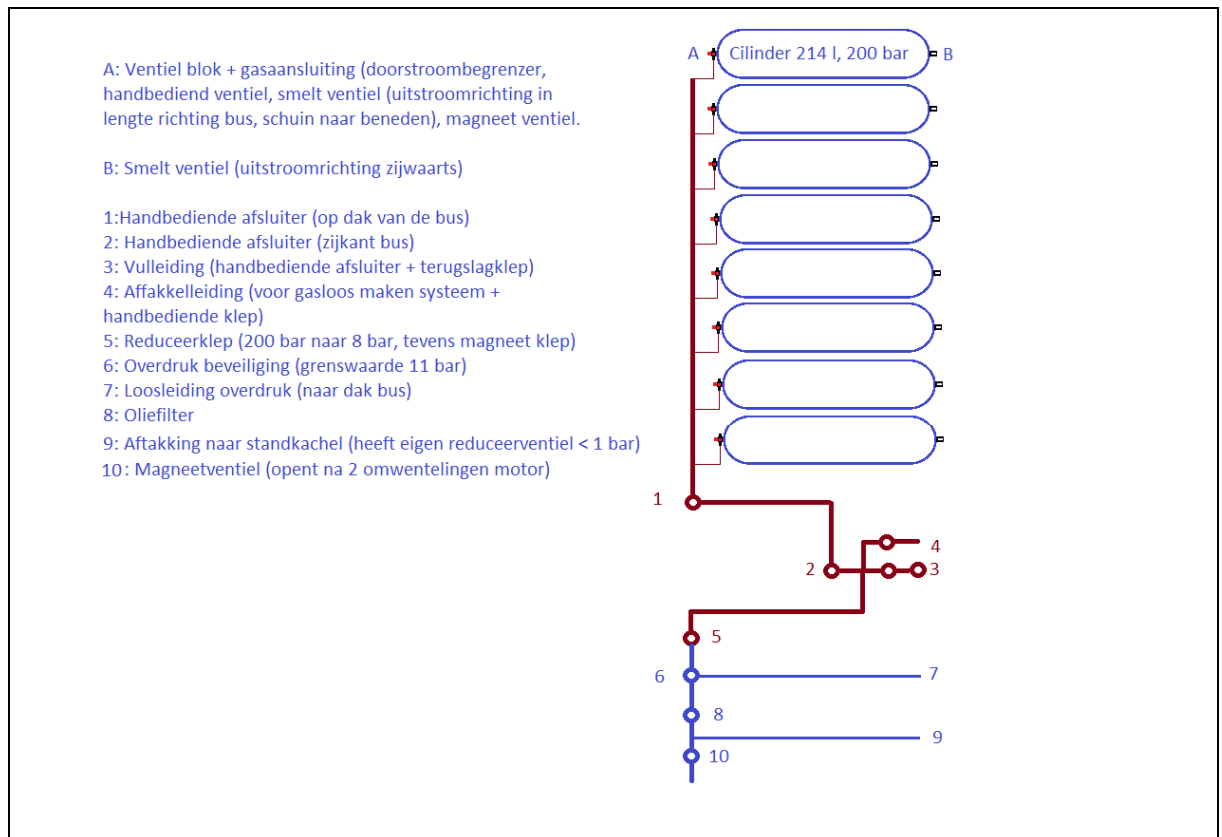
1. Chemiekaarten online.
2. CROW, 2014. Poster Milieuprestatie ov-bussen 2014.
3. Gerard van Kesteren, e-mailbericht van 8 augustus 2014. Overzicht CNG-bussen 2009 - 2014.
4. Onderzoeksraad voor Veiligheid, september 2013. Brand in een aardgasbus Wassenaar, 29 oktober 2012. Den Haag.
5. Perrette L., Wiedemann H.K., 2007. CNG buses fire safety: learnings from recent accidents in France and Germany. Gepubliceerd in "Society of automotive engineer world Congres 2007, United States.
6. PGS 1 Deel 1A: 'Effecten van brand op personen'. www.Publikatiereeksgevaarlijkestoffen.nl.
7. PGS 25: 2009 versie 1.2, november 2012. 'Aardgas, afleverinstallaties voor motorvoertuigen'. www.Publikatiereeksgevaarlijkestoffen.nl.
8. PGS 26, 1998 eerste druk. 'Gecomprimeerd aardgas, veilig stallen en repareren van motorvoertuigen'. www.Publikatiereeksgevaarlijkestoffen.nl.
9. Publicatieblad van de Europese Unie, 14 maart 2008. Reglement 110 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE). Uniforme voorschriften voor de goedkeuring van:
 - I. Specifieke onderdelen van motorvoertuigen die gecombineerd aardgas (CNG) als brandstof gebruiken;
 - II. Voertuigen met betrekking tot de installatie van specifieke onderdelen van een goedgekeurd type voor het gebruik van gecombineerd aardgas (CNG) als brandstof.
10. Roland Demke, 2003. Brände von Erdgasbussen, Grossbrand in Saarbrücken. Brandschutz Deutsche Feuerwehr Zeitung 12/2003 blz. 893 - 903.
11. SP Technical Research Institute of Sweden, 2008. Bus Fire Safety.

Bijlage 1: Technische schets van CNG-installatie in bussen, vanuit veiligheidsperspectief

De gasinstallatie

Bekeken is de A21 gasinstallatie geplaatst op een bus van het merk MAN.

Betreft: 8 CNG cilinders: beproevingsdruk 300 bar: aluminium binnenmantel, glasvezel hars versterkte buitenkant: inhoud 214 liter, met houdbaarheidsdatum (in dit geval 12/2028).



Elke cilinder is voorzien van:

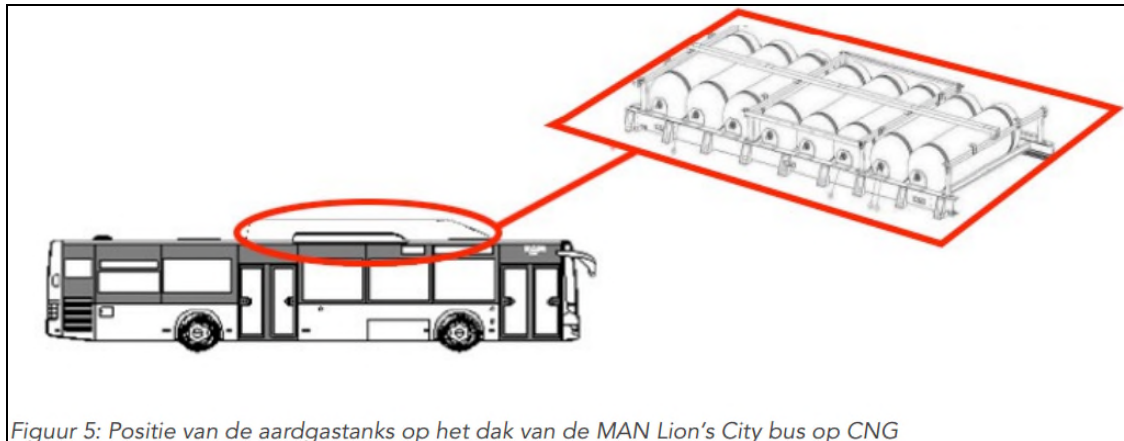
- linkerkant van de bus (bestuurderszijde): smeltveiligheid welke afgaat bij 110 °C en de inhoud zijwaarts wegblaast (B in navolgende figuur). Overkapping van polyesterkap is daarbij niet relevant (wordt weggeblazen). De bus van achteren naar voren gezien heeft deze smeltveiligheid aan de linkerzijde van de bus: bij het afgaan van deze smeltveiligheid wordt dus een vlam naar links geworpen. Bij het busincident in Wassenaar was de vlamlengte circa 15 tot 20 m.

- rechterkant van de bus: aan deze kant van de cilinder zit (op elke cilinder) een blok (A in navolgende figuur) met de volgende functies:

- => handbediende afsluiter (kraan)
- => overflow ventiel (sluit bij te grote flow)
- => magneet ventiel (elektrisch bediend)
- => smeltveiligheid
- => connectie met de afvoerende leiding.

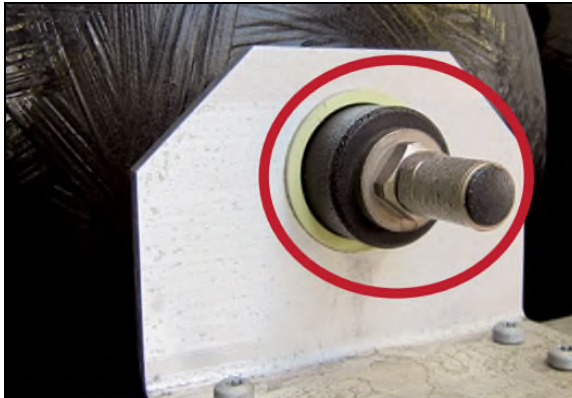
(merk op: geen overdruk ventiel aan de cilinders!).

De smeltveiligheid in dit blok is gericht in de lengte richting van de bus (naar achter) en vermoedelijk zijwaarts naar beneden.



Figuur 5: Positie van de aardgastanks op het dak van de MAN Lion's City bus op CNG

B: Smeltventiel



A: Ventielblok



Figuur 6: De linker foto toont (rood omcirkeld) het temperatuurgevoelige afblaasventiel aan de linker zijde van de gastanks (met horizontale afblaasrichting). De rechter foto toont de gecombineerde unit aan de rechterzijde van de tanks, met (rood omkaderd) het afblaasventiel met uitstroomrichting onder een hoek van 45 graden naar beneden.

Figuur B1.1: Figuur 5 en 6: overgenomen uit het rapport van de Onderzoeksraad voor de Veiligheid: "Brand in een aardgasbus".

Het magneetventiel sluit 100% af wanneer dicht. Deze magneetventiel is een geavanceerde klep met drukvereffening.

De cilinders worden gevuld op circa 200 bar. Wanneer de druk gedaald is tot 30 bar moet er weer getankt worden: tot 30 bar wordt gegarandeerd dat de systemen werken. Het komt wel eens voor dat bussen met minder dan 30 bar aankomen op het tankstation.

Wanneer de bus rijdt betreft hij gas uit alle 8 cilinders tegelijk. De druk wordt dus in alle 8 cilinders tegelijkertijd lager.

Diameter van de leiding (verzamelleiding van cilinders tot aan zijkant bus: vulaansluiting): 16 mm buiten diameter, 12 mm binnendiameter: circa 10 m lengte.

Nadat er getankt is (bij inlaat) wordt de leiding 12 mm buitendiameter, 8 mm binnendiameter: circa 12 m tot aan het reduceerventiel in het motorcompartiment.

De leiding gaat een stukje over het dak en in een koofje naar beneden, daar:

- een afsluiter (handbediend) om de gasaansluiting naar de motor af te sluiten
- een afsluiter met aansluitend het vulpunt: vulpunt bevat een terugslagklep. Deze kan door vuil wel eens wat lekken: maar daarom zit er ook een handbediende afsluiter voor.
- een afsluiter met de mogelijkheid om een aansluiting op een affakkelpunt (bij onderhoud) aan te brengen.

Vanaf de verzamelleiding van de cilinders tot aan dit punt is de leiding 16 mm buitendiameter en 12 mm binnendiameter.

Vanaf dit punt tot aan de motor is de leiding 12 mm buitendiameter, 8 mm binnendiameter.

Leiding loopt nu vanaf de zijkant naar het midden van de bus en vervolgens onder de bus naar de achterkant waar de motorruimte zich bevindt. In de motorruimte is in de leiding opgenomen:

- een reduceerklep, tevens magneetklep: brengt de druk terug naar 8 bar.
- na de reduceerklep zit een aftakking naar de standkachel (Webasto). Deze standkachel heeft nog een eigen reduceerklep en magneetkleppen.
- Overdrukbeveiliging (opent bij 11 bar met een leiding om vrijkomend gas te lozen op het dak)
- oliefilter (Bij compressie van gas in het compressorstation, onderdeel van het tankstation, komt er olie mee: dit wordt in dit filter afgevangen)
- net voor de motor is er nog een magneetklep opgenomen die pas opent wanneer de motor 2 omwentelingen heeft gedaan. Vervolgens wordt het gas gebruikt.

Algemene punten:

=> Het reduceerventiel/magneetventiel, cq de ventielen op de cilinders gaan open als gevolg van een van beide acties:

- de bus wordt gestart of
- de standkachel¹⁸ vraagt gas.

Deze instellingen zijn standaardinstellingen.

Bij het aanzetten van de bus gaan de magneetventielen op de cilinders, het magneetventiel in de motorruimte (ook reduceerventiel) open. Wanneer de motor twee omwentelingen heeft gemaakt, gaat ook het laatste magneetventiel open en wordt het gas gebruikt. Er zijn dus 8 (op de cilinders) + 2 magneetventielen actief op de gaslijn voordat het gas in de motor komt.

=> in de zijkant van de bus, bij de accu's zit een hoofdschakelaar: een chauffeur kan eventueel in geval van nood deze noodschakelaar uit zetten zodat alle hiervoor genoemde magneetventielen dichtslaan.

=> connecties tussen ventielen en leidingen worden uitgevoerd met een geavanceerd type knelkoppeling. De monteurs zijn opgeleid om deze op de juiste wijze aan te brengen. Ze hebben testkoppelingen gemaakt die vervolgens onder druk werden gezet: bij circa 1.100 bar bezweek de leiding, niet de koppeling.

=> alle monteurs/technici dienen over specifieke diploma's te beschikken om aan een CNG-installatie werkzaamheden te verrichten (niet de leerlingmonteurs).

=> vanuit arbeidsveiligheid is het grootste risico het blootgesteld worden aan 200 bar op een lichaamsdeel (bijvoorbeeld hand).

=> het aftanken van de bussen wordt door een schoonmaak/tankploeg gedaan. Deze mensen hebben hiervoor specifieke instructies gekregen

=> een stadsbus rijdt per jaar circa 80.000 tot 100.000 km. Zowel diesel als CNG bussen hebben een standaard onderhoudsinterval van 30.000 km. Bussen moeten 1 x per jaar APK gekeurd worden onder toezicht van RDW.

¹⁸ De standkachel kan de bus verwarmen voorafgaand aan het gebruik. Daarnaast kan de standkachel de bus verwarmen tijdens gebruik.

=> als je een stadsbus vergelijkt met een vrachtwagen heeft een stadsbus aanzienlijk meer onderhoud nodig. Dit is deels te verklaren doordat een stadsbus complexer is (audio/video systeem, luchtdruk bediende deuren, airco en verwarming in de gehele bus, verlichting in de gehele bus etc.) maar ook doordat een stadsbusmotor geen uren achtereen een constant toerental draait, maar optrekt, even rijdt, afremt en weer optrekt, bochten doet etc. Gebruik van een stadsbus is dus vele malen intensiever dan een vrachtwagen.

=> Het motorcompartiment is geventileerd en geïsoleerd (om hitte en geluid tegen te houden). Er zijn geen metalen schotten tussen passagiersruimte en de motorruimte. Het betreft veelal hout.

=> de buschauffeur heeft een brandblusser tot zijn beschikking. Daar kan hij niet veel mee uitrichten: alleen bij een beginnende brand, wanneer hij door omstanders of passagiers op tijd is gewaarschuwd en het motorcompartiment open kan krijgen, kan hij 30 seconden spuiten. Als het daarna niet geblust is, kan hij niets meer doen. Er is standaard geen branddetectie en automatisch brandblussysteem.

=> Brand begint in bijna alle gevallen in het motorcompartiment.

=> onderhoud aan de bussen houdt ook in (bij groot onderhoud) het schoonmaken van de motor: zorgen dat aankloeking van olie en zand en dergelijke worden verwijderd.

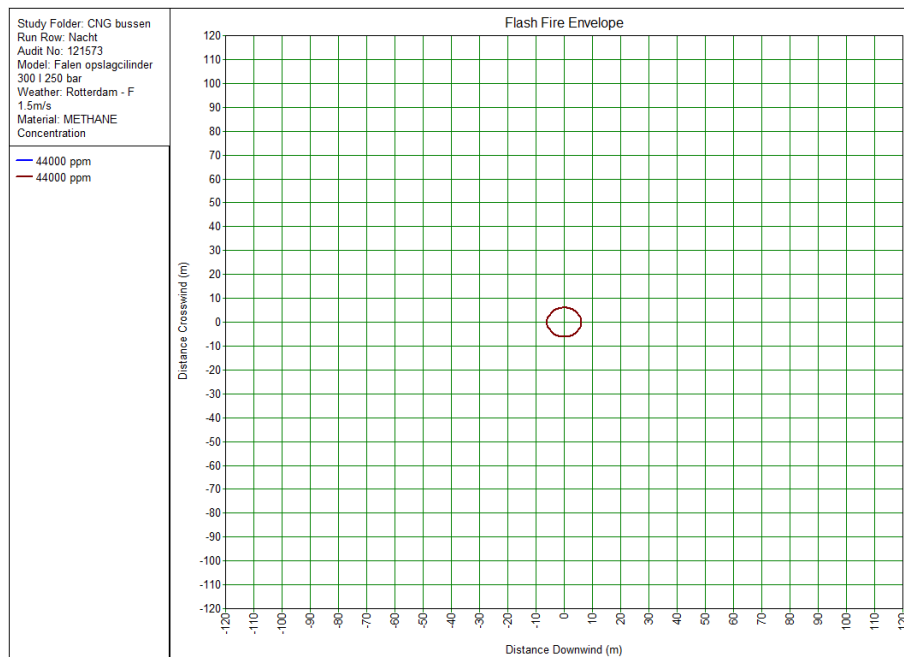
Bijlage 2: Overzicht effectafstanden

De effectafstanden¹⁹ zijn als volgt berekend:

Berekening van de effectafstand van stationair opgestelde tanks: in de berekening is uitgegaan van generieke getallen: een opslagcilinder van 300 l van staal, met een maximale druk van 250 bar. De berekening is uitgevoerd met Safeti-NL.

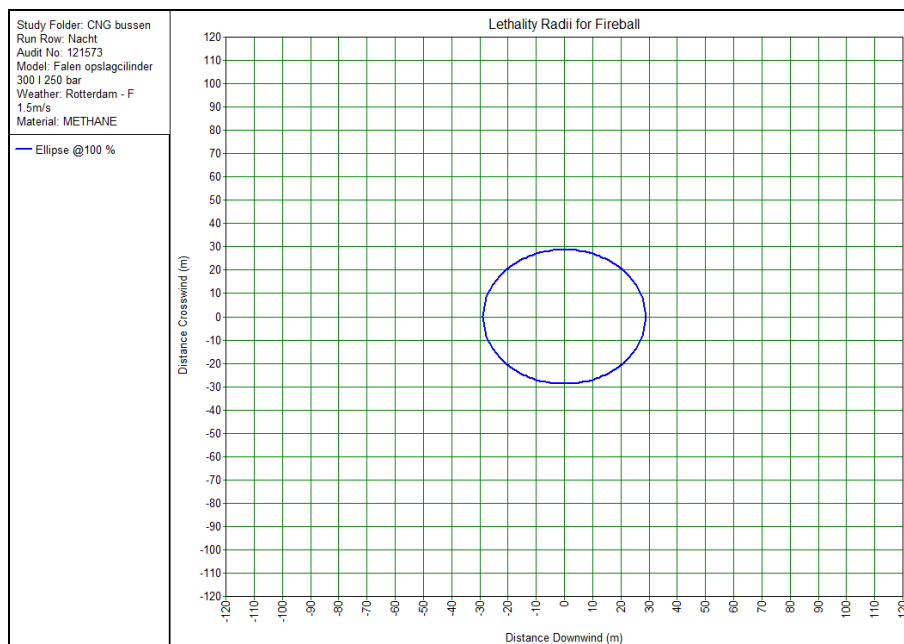
Berekening van de effectafstand van de fakkels afkomstig uit de cilinders op de bus. De smeltveiligheid bestaat uit een labirint met daarin een stof die smelt bij circa 110 °C. Dit labirint is niet simpel te vertalen naar een diameter van de uitstroomopening. Daarom is de effectieve uitstroom opening bepaald door aan te nemen dat de vlamlengte circa 20 m bedraagt (deze lengte is afkomstig uit het rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid). Tevens is verondersteld dat de cilinder is opgewarmd tot 80 graden. Een 100% gevulde cilinder met een druk van 200 bar bij circa 10 graden welke vervolgens wordt opgewarmd tot een temperatuur van 80 graden zal een druk hebben van circa 310 bar. De uitstroomopening die bij deze getallen (310 bar, 80 graden) een vlam van 20 m veroorzaakt is circa 20 mm. Vervolgens zijn de effecten bepaald. Opgemerkt wordt dat de effecten zijn bepaald bij het openen van een PRD. Bij meer dan een PRD zullen de contouren groter worden.

¹⁹ In het vakgebied van de externe veiligheid wordt gebruik gemaakt van het begrip 1% letaliteit om aan te geven tot aan welke afstand dodelijke slachtoffers kunnen vallen die meegenomen moeten worden in de risicoberekening. Op een afstand die behoort bij een 1% letaliteitseffect komt 1% van de blootgestelde personen om het leven: het is dus niet voor iedereen veilig. Sterker nog: het is waarschijnlijk dat de 99% personen die niet om het leven komen wel gewond raken. Als eerste schatting van het effect van een scenario kan een 1% letaliteitscriterium goede diensten bewijzen: het markeert echter geenszins een veilige afstand! In de PGS 1 deel 1A: effect van brand op personen is aangegeven dat de hoogste stralingsbelasting die een huid (onbedekt) onbeperkte tijd kan weerstaan zonder dat er pijn wordt gevoeld circa 1 kW/m² bedraagt. Daarnaast kan ook een 3 kW/m² stralingscontour worden gebruikt om het veilige gebied aan te geven, met de opmerking dat personen uit dit gebied zullen vluchten omdat de straling pijn doet, en de personen ook nog beschermd worden door kleding. Tenslotte wordt opgemerkt dat de schade door thermische belasting altijd een combinatie is van blootstellingsduur en hoogte van de thermische belasting. Naarmate de blootstellingsduur korter is, kan de stralingsbelasting hoger zijn, voordat letsel optreedt.



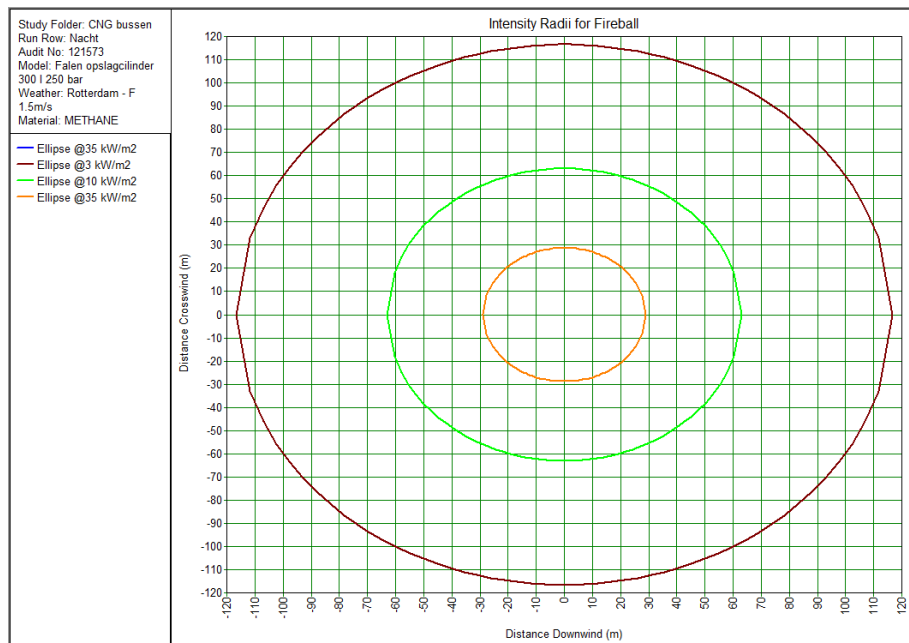
Figuur B2.1: Tanken: falen opslagcilinder 300 l, 250 bar

Wolkbrand: een wolkbrand ontstaat bij een uitdijende gaswolk. Verondersteld wordt dat deze gaswolk bij de grootste omvang ontsteekt (waarbij deze nog net brandbaar is). Deze grootte wordt gemarkeerd door de LEL (lower explosion limit): deze bedraagt voor methaan 44.000 ppm. Verondersteld wordt dat binnen deze contour 100% van de mensen om het leven komt. Buiten deze contour blijven ze in leven (door deze definitie vallen de 1% en de 100% letaliteit dus samen).

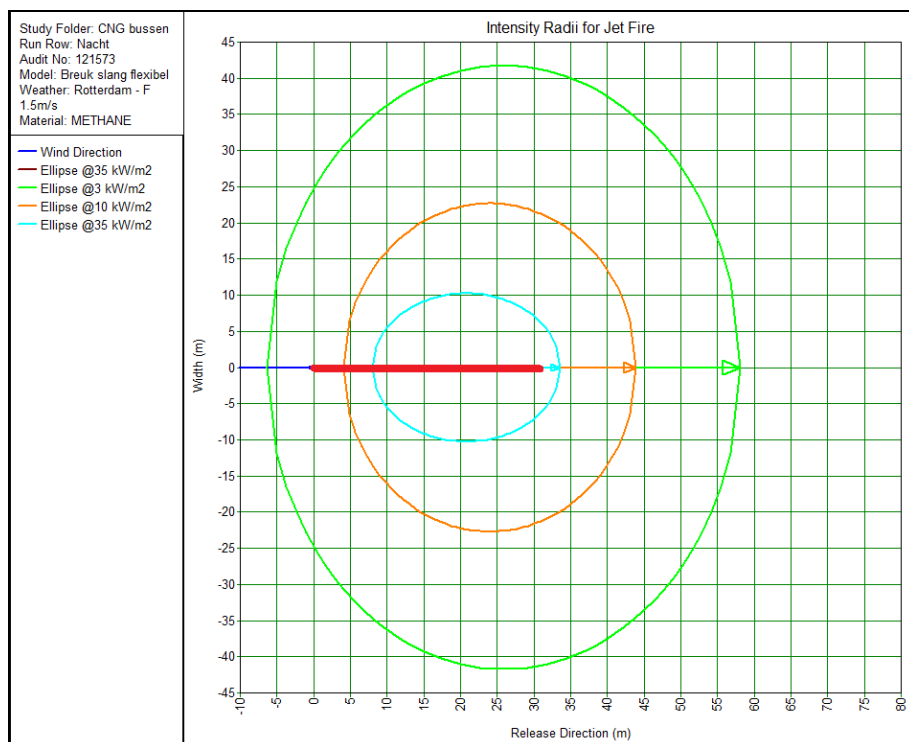


Figuur B2.2: Tanken: falen opslagcilinder: 300 l, 250 bar:

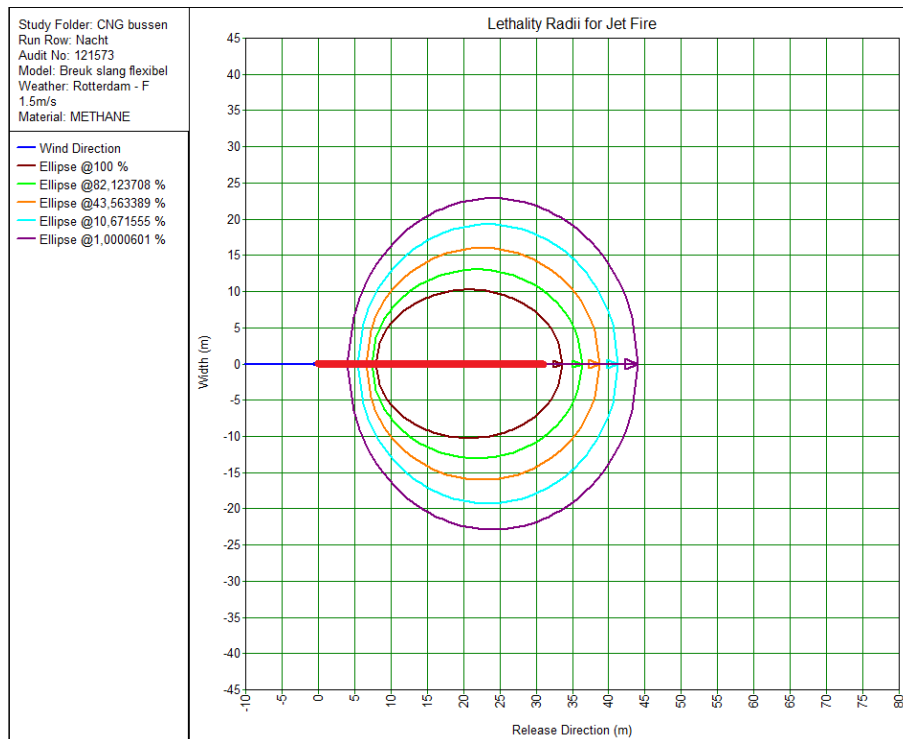
Vuurbal: getoond effect: 100% letaliteit.



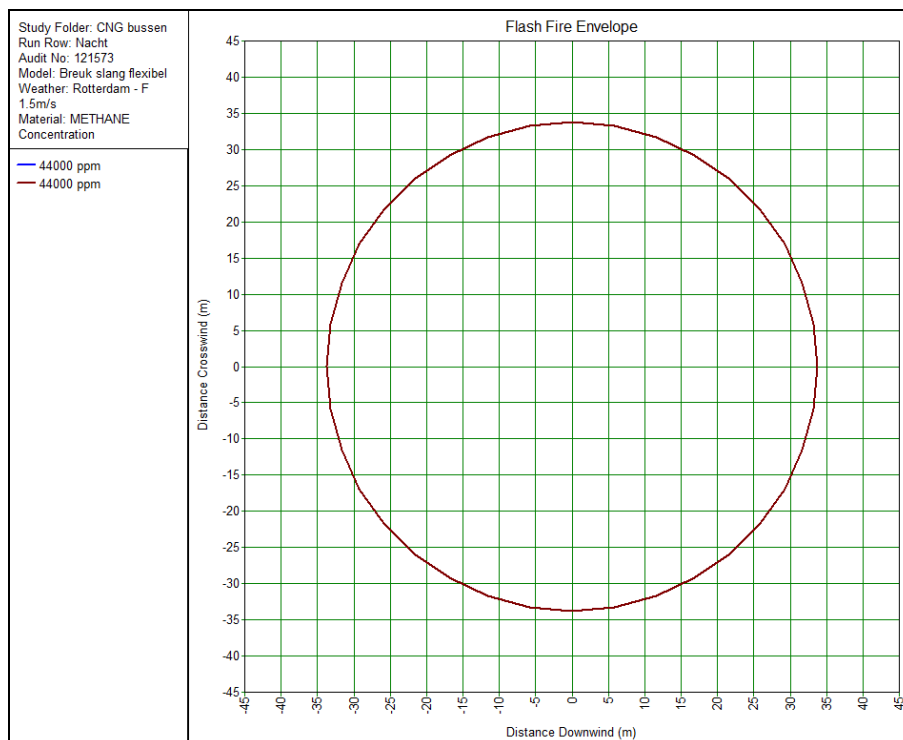
Figuur B2.3: Tanken: falen opslagcilinder: 300 l, 250 bar:
Vuurbal: getoond effect: stralingscontouren 35, 10 en 3 kW/m².



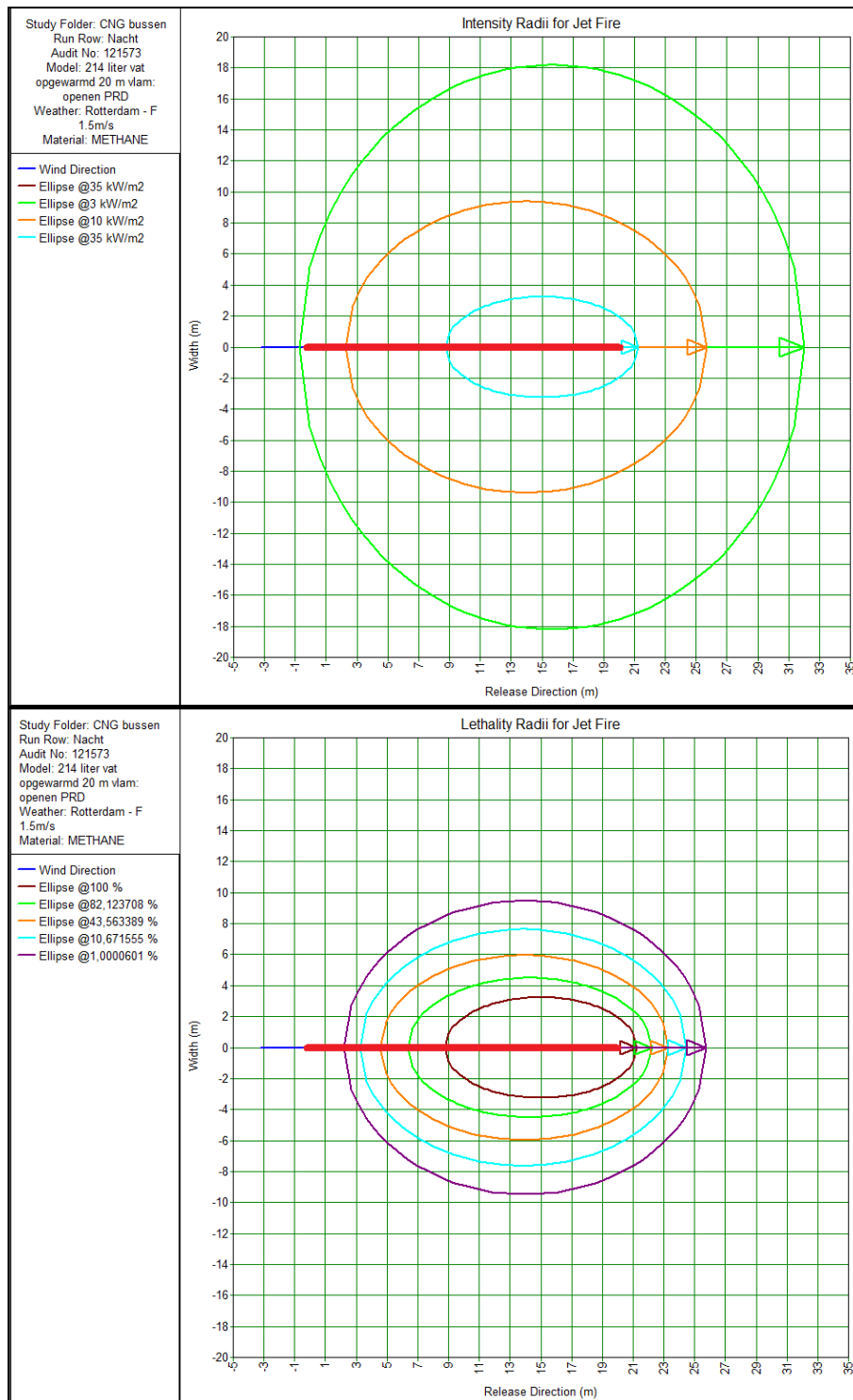
Figuur B2.4 Tanken: breuk flexibele slang: Fakkel: (rode streep is vlam).
Stralingsbelastingen in kW/m².



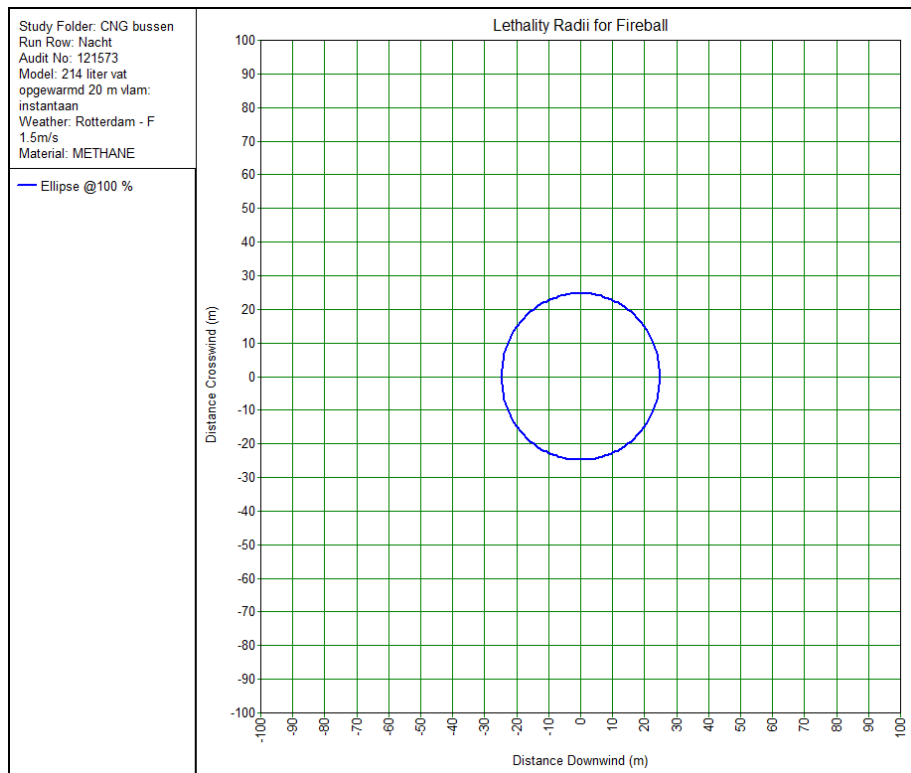
Figuur B2.5: Tanken: breuk flexibele slang: Fakkel: (rode streep is vlam), de resulterende letaliteitcontouren van de fakkel.



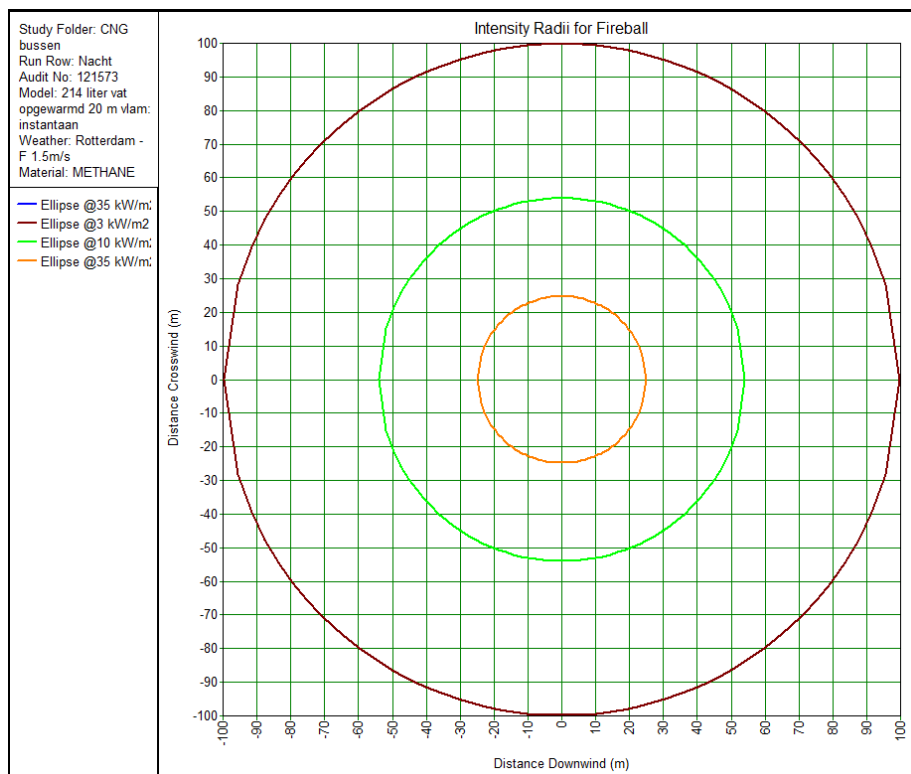
Figuur B2.6: Tanken: breuk flexibele slang: Wolkbrand
Letaliteitsafstanden: 44.000 ppm representeert een 100% en 1% letaliteitsafstand (de wolk dijt eerst uit tot zijn maximale grootte en ontsteekt op deze grootte. Alle mensen binnen de contour komen om het leven, alle mensen buiten de contour blijven leven.



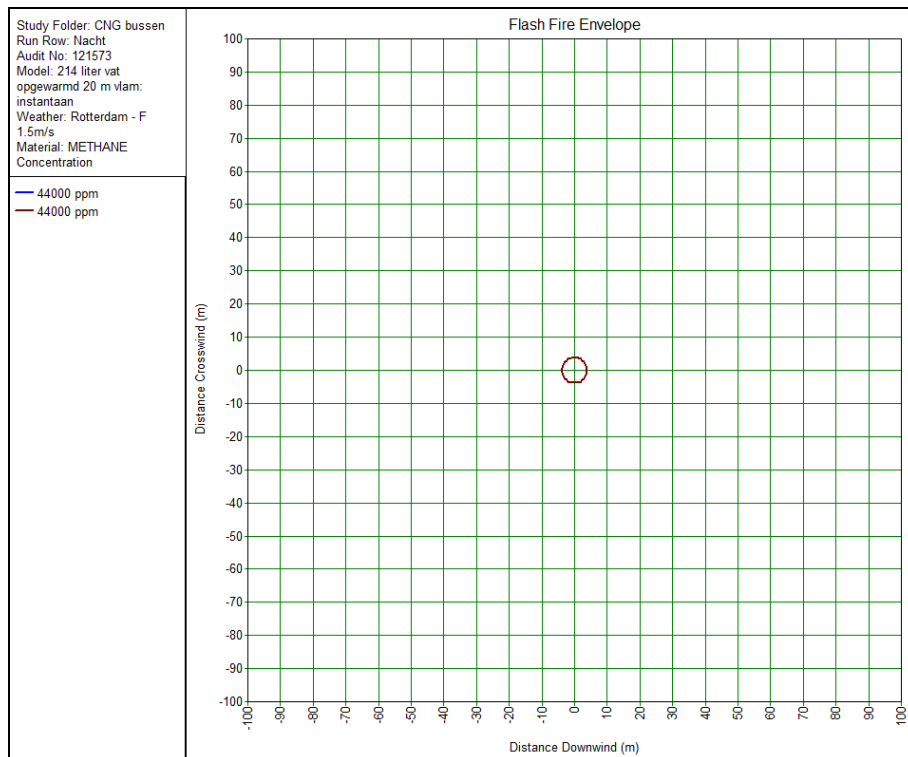
Figuur B2.7 (dubbelfiguur): Exploitatie: busbrand: fakkel (openen van een PRD: smeltveiligheid). Lengte van de vlam: 20 m: hoogte 3,5 m, horizontaal gericht.



Figuur B2.8: Falen cilinder: boven warmtecontouren vuurbal, onder letaliteitcontour.



Figuur B2.9: Falen cilinder: vuurbal: stralingscontouren.



Figuur B2.10: Falen cilinder: wolkbrand: Letaliteitsafstanden: 44.000 ppm representeert een 100% en 1% letaliteitafstand (de wolk dijt eerst uit tot zijn maximale grootte en ontsteekt op deze grootte. Alle mensen binnen de contour komen om het leven, alle mensen buiten de contour blijven leven.

Bijlage 3: Internetinventarisatie

Gevonden document:

Rapport titel: BUS SAFETY INVESTIGATION REPORT: FIRE INVOLVING STA BUS MO4878

Auteur: Office of Transport Safety Investigations:

Nadere kenmerken: Investigation Reference 04520, HILLSDALE NSW (New South Wales: Australia)

Datum: 29 JULY 2011

Korte weergave van de inhoud: op 29 juli 2011 brak er brand uit in een Mercedes bus met CNG. De vermoedelijke oorzaak is een leiding met koelmiddel die gesprongen is, en koelmiddel op hete delen van de motor morste. Vervolgens is het water verdampt en de glycol ontvlamd. De brand baande zich een weg door de schilden (**van hout**) die de motor ruimte van de passagiersruimte scheidden. De CNG cilinders waren op het dak gesitueerd. Circa 19 minuten na het uitbreken van de brand brak de hogedruk gasaansluiting in de motorruimte, die daardoor een fakkel in de motorruimte veroorzaakte. Geen van de smeltzekerheden of overdrukveiligheden op de cilinders zijn uiteindelijk geopend geweest. Vermoedelijk kon de druk via de gesprongen hogedruk gasaansluiting voldoende snel worden afgelaten. De chauffeur heeft bij het verlaten van de bus de gasdruk niet van de motor gehaald (zoals wel had moeten). De poederblusser was niet effectief. Geconstateerd werd dat er tekortkomingen waren in de training (en het op peil houden van de in deze training opgedane vaardigheden) van het personeel (bus personeel) in de omgang met brand in deze specifieke bus. Geconstateerd werd ook dat Network Control Personel (Personeel van de nooddiensten 112) een bijdrage had kunnen leveren door de chauffeur er aan te herinneren de gasvoeding naar de motor uit te zetten. Bovendien hadden ze de hulpdiensten die toen reeds onderweg waren kunnen voorlichten over extra gevaarzetting die ze ter plaatse konden aantreffen.

Gevonden document:

Rapport titel: Compressed Natural Gas (CNG): Transit Bus Experience Survey

Auteur: National Renewable Energy Laboratory

Nadere kenmerken:

Datum: september 2010

Korte weergave van de inhoud:

Dit rapport betreft een onderzoek naar de bevindingen van CNG bus gebruikers in de periode 2009-2010 in de VS bij een aantal busmaatschappijen (agentschappen).

Incidenten - Bus

Er zijn een aantal bus branden in de ondervraagde agentschappen geweest. Het merendeel van de agentschappen hebben deze branden beoordeeld als zijnde een normaal verschijnsel: hun ervaring wees op een vergelijkbaar percentage van branden in dieselbussen.

Branden met aardgasbussen zijn veroorzaakt door (in min of meer dalende volgorde van frequentie) :

- Hydraulische slangen die falen: met als gevolg olie op hete motoronderdelen: vervolgens ontbranding van de olie;
- Turbo die faalt: met als gevolg oliekkage die een brand tot gevolg heeft
- Warmte uit het uitlaatsysteem waardoor aangrenzende materialen in brand worden gezet
- Roof top gemonteerde cilinders die beschadigd raken omdat de bus een niet-goedgekeurde route gebruikt waarin viaduct voorkwam die te laag was (en de cilinder beschadigd).
- vuur als gevolg van remmen, dat de bus in vlam zette .

In elk van deze branden hebben de PRD (overdruk ventielen) gepresteerd zoals ontworpen: geen van de cilinders zijn geëxplodeerd.

De bus incidenten in dit onderzoek hebben niet geleid tot een ernstig letsel of overlijden. Echter, een agentschap merkte op dat het snel evacueren van een bus op een snelweg of een drukke straat voor de passagiers aanzienlijke risico's met zich mee brengt.

Het belangrijkste niet- brand incident onder de respondenten betrof de breuk van twee Type 4 cilinders die onder de bus waren gemonteerd, met vrijwel geen bescherming tegen straatvuil . De cilinders hebben gefaald tijdens het tanken vermoedelijk als gevolg van schade door straatvuil. Er was geen persoonlijk letsel.

In latere busontwerpen is gebruik gemaakt van op het dak gemonteerde cilinders: daarmee is dit gevaar afgewend. Deze incidenten onderstrepen de behoefte aan personeel dat met deze noodsituaties kan omgaan.

Aanbevelingen:

- in de VS is slechts één aanbieder van CNG bussen. Volgens de respondenten is er voor de ene aanbieder geen drijfveer om betere bussen te leveren. De kwaliteit van de nieuwste bussen is zelfs lager dan oudere bussen gezien naar falen van diverse onderdelen (dit heeft mogelijk invloed op brandgevaar).

- diverse respondenten beschouwen de compressorolie die met het CNG meekomt nog steeds als een probleem. De aanbeveling is dan ook om een overgedimensioneerd oliefilter in de leiding naar de motor op te nemen.

- de respondenten herkennen de noodzaak om technisch personeel een adequate opleiding te geven, zodat ze meer kunnen dan alleen maar het vervangen van onderdelen.

- enkele respondenten brengen te berde dat de uitlaatgassystemen en wellicht andere **motoronderdelen** van CNG-bussen aanzienlijk **heter** worden dan bij diesel bussen (het rendement van een CNG bus is ook lager): aanbevolen wordt dan ook in het **busontwerp** hier terdege mee rekening te houden. [Een dieselbus ombouwen naar CNG zonder hier rekening mee te houden is dus een gevaar].

- de levensduur van de cilinders is 15 jaar, terwijl enkele respondenten de bussen graag 20 jaar zouden willen laten functioneren. Er zijn nog geen manieren om de levensduur van de cilinders te verlengen. Om de investeringskosten in nieuwe cilinders beter op te kunnen vangen zouden de respondenten graag een soort van statiegeldsysteem zien: waarbij een deel van de investeringskosten voor nieuwe cilinders wordt verkregen uit het statiegeld [Wellicht een typische VS oplossing].

Gevonden document:

Rapport titel: Powerpoint presentatie : Fundamentals and practice of CNG Safety : NGV 2010: 8-10 juni 2010 conferentie in Rome

Auteur: door Hien Ly van CFS international,/NGV Consulting, Sydney Australia

Nadere kenmerken:

Datum: 8-10 juni 2010

Korte weergave van de inhoud:

Bespreking van diverse aspecten van de veiligheid van CNG gebruik in voertuigen.

Conclusies:

- > diverse studies hebben aangetoond dat CNG aangedreven voertuigen minstens net zo veilig zijn als diesel aangedreven voertuigen

- > CNG voertuig incidenten hebben een disproportionele aandacht gekregen omdat het nieuwe en afwijkende systemen zijn

- > industriële inspanningen om continu de veiligheid te verbeteren door middel van standaarden, producten en diensten heeft de veiligheidsprestatie verbeterd.

-> industriële kennis met betrekking tot veiligheid is substantieel en zou moeten worden aangewend om incidenten te voorkomen en te onderzoeken.

Hoe CNG voertuig veiligheid te borgen:

- > compliance met standaarden en wetgeving is een minimale vereiste.
- > adequate training en informatie voor een ieder die betrokken is bij CNG projecten
- > correcte bediening en onderhoud
- > continu leren van veld observaties en incidenten, zowel lokaal als wereldwijd.

Gevonden document:

Rapport titel: Bus Fire Safety

Auteur: SP Technical Research Institute of Sweden

Nadere kenmerken: SP report 2008:41

Datum: 8-10 juni 2010

Korte weergave van de inhoud:

Het doel van dit onderzoek: hoe kan het aantal incidenten en de gevolgen van brand in bussen verlaagd worden.

Er worden uitsluitend technische aanbevelingen gedaan (hier niet gereproduceerd).

Gevonden document:

Rapport titel: Natural Gas Systems: Suggested Changes to Truck and Motorcoach Regulations and Inspection Procedures

Auteur: US department of Transportation: Federal Motor Carrier Safety Administration

Nadere kenmerken:

Datum: maart 2013

Korte weergave van de inhoud:

Het doel van dit onderzoek: het up to date brengen van de in de VS gehanteerde wetgeving en standaarden met betrekking tot NGV (=CNG) en LNG om daarmee het gebruik van CNG en LNG te accommoderen en te faciliteren.

Bevat Technische maatregelen, labeling vereisten, eisen met betrekking tot opleiding en training van onderhoudspersoneel, meldings- en inspectieplicht voor incidenten, vereisten bij een conversie naar CNG, vereisten met betrekking tot het vastleggen van gegevens door de chauffeur bij einde shift, en welke onderdelen bij een inspectie beoordeeld dienen te worden.

Onderstaande is een voorbeeld technisch maatregel inzake de overdrukbeveiliging van de gascilinders.

- Each PRD installed on a commercial vehicle shall be vented to the outside of any compartment capable of accumulating a combustible mixture of gas. PRD vents shall be secured to the vehicle and shall be located such that venting gas will not enter a wheel well, the engine compartment, the passenger compartment, or the cargo compartment of the vehicle, and shall not be directed toward the engine exhaust or components that are normally hot during vehicle use, or toward any other ignition source. PRD vents shall be constructed in a manner to prevent entry of water or dirt into the vent or PRD, and to drain any water that enters so it cannot accumulate. Vent lines shall not be loose, crimped, or broken [NFPA 52 6.4].

Gevonden document:

Rapport titel: CNG and Hydrogen Vehicle Fuel Tank Failure Incidents, Testing, and Preventive Measures

Auteur: Robert Zalosh, Firexplo, Wellesley, MA, bzalosh@firexplo.com

Nadere kenmerken:

Datum: ??

Korte weergave van de inhoud:

Een technische verhandeling over veiligheid van CNG en waterstof tanks. Bevat technische aanbevelingen (hier niet gereproduceerd).

Gevonden document:

Rapport titel: Challenges related to new energy carriers in underground facilities and tunnels – With focus on buses

Auteur: Anders Lönnermark, SP Fire Research, Sweden, Adjunct Prof. at Mälardalen University

Nadere kenmerken:

Datum: Marseille, March 11, 2014

Korte weergave van de inhoud:

General experiences from investigations of bus fires

- The bus is driven despite warning signals
- The manuals and recommendations from the manufacturer are not followed, sometimes because they do not reach the workshop
- Deficient repair
- Need for routines how to report defects, damages, etc.
- Need for traceability of actions taken, by whom, of spare parts, etc.

Gevonden document:

Rapport titel: Five critical safety factors for using natural gas in transit fleets

Auteur: National Gas Vehicle Institute

Nadere kenmerken:

Datum:

Korte weergave van de inhoud:

1. Gebruik tankstations met een professionele grootte, professioneel ontworpen en professioneel gebouwd.
2. Ontwikkel en gebruik een al om vattend CNG tankstation gebaseerd op producenten en industriële best practices
3. Verzeker je er van dat de CNG voertuig onderhoudsfaciliteiten overeenkomst de eisen zijn gebouwd of aangepast volgens alle relevante eisen
4. Verkrijg expert brandstofsysteem inspectie training voor monteurs en andere technici
5. Verkrijg expert veiligheidstraining voor chauffeurs, onderhoudstechnici and brandstofvullers.

Gevonden document:

Rapport titel: What You Need to Know About Facility Improvements for CNG, LNG Buses

Auteur: by Steve Hirano

Nadere kenmerken: <http://www.metro-magazine.com/article/story/2001/06/what-you-need-to-know-about-facility-improvements-for-cng-lng-buses.aspx>

Datum: June 2001

Korte weergave van de inhoud:

Training is essential: Especially when CNG or LNG is being introduced at a transit facility, it's important that staff members are given a clear understanding of the inherent dangers—and relative safety—of natural gas fuel. At OCTA, staff training both for the maintenance of the buses and the facility is a top priority. "Employee safety is always the first thing you need to consider," says Kramer. "There's always a hesitancy with the introduction of any new fuel." In reports on the use of CNG and LNG at transit operations (see sidebar, "Guidelines Are Available"), the Federal Transit Administration recommends that staff training include drivers, driver trainers, fuelers, dispatchers, mechanics, site maintenance workers and supervisors. Outside agencies, such as police and fire departments, should also be included in the training. Mechanics need instruction in the fundamentals of CNG/LNG systems as well as specific training on safe procedures in dealing with natural-gas fuels, leak detection and response to a leak. Fueling specialists should be taught not only how to fuel the bus, but also how to respond to an emergency, such as an accidental spill. Bus driver training should focus on the properties of CNG/LNG and how to respond to an on-the-road emergency. The latter training component should include passenger evacuation skills specific to a natural-gas emergency. For example, use of the wheelchair lift, which contains sparking equipment, might not be a wise choice during a CNG emergency. **Manufacturers of LNG tanks and engines and methane detection systems generally provide training to support their products.** A contractual agreement for technical support and training is a good idea. A proper training program, Eikanas says, requires the commitment of executive and administrators of transit properties. "Training is the key to a successful

operation," he says. "Management needs to ensure that the facility is clean and safe and that personnel understand their roles and responsibilities." The final piece to the education program involves the public. Because there have been rare, but highly publicized, instances of CNG-related accidents, some riders may be uneasy about the fuel's safety. A driver who understands the properties of CNG and the safety features built into the fueling system should be able to address any concerns

Gevonden document:

Rapport titel: CNG buses fire safety: learnings from recent accidents in France and Germany

Auteur: Lionel Perrette (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques: France; Helmut Wiederman TUV Saarland Holding Germany)

Nadere kenmerken:

Datum: 2007

Korte weergave van de inhoud:

Behandeling van een drietal incidenten met CNG bussen waarbij cilinders zijn geëxplodeerd.

Door mechanische impact (voornamelijk verkeersongevallen) of thermische impact (voornamelijk brand in de bus zelf of brand in de nabijheid van de bus) kan aanleiding geven tot calamiteiten met het CNG-systeem van de bus. Deze calamiteiten kunnen inhouden:

- barsten van een of meer cilinders met CNG (explosie). : effecten: drukgolf, scherfwerking (projectielen tot op 150 m.) en thermische effecten (vuurbal)
- fakkel (Thermische effecten: hittestraling).

Gezien de grote hoeveelheid mechanische en chemische energie in een cilinder is het instantaan vrijkomen (exploderen/barsten) van een cilinder het meest erge scenario: het is dit scenario dat voorkomen moet worden. In een standaard bonfire test (waarin een cilinder wordt bloot gesteld aan een vuur) faalt de cilinder binnen enkele minuten (wanneer de pressure relieve devices PRD de druk voordien niet hebben afgelaten). Een standaard brandduur voor een bus bedraagt circa 20 tot 30 minuten. Een cilinder faalt doordat de hitte de mechanische sterkte van de cilinder aantast en doordat door de hitte de druk in de cilinder toeneemt.

Deze bussen voldeden niet aan de norm ECE UN R110. Evenwel zijn de bevindingen wel relevant om de beperkingen van deze norm boven water te brengen.

Incident 1: Saarbrücken

Geparkeerde bus 1 raakt in brand: deze bus brand vanaf achter (motorruimte naar voren). Deze bus zet ook de nabij geparkeerde bus nr 2 in brand: deze bus brand van voor naar achter. In deze tweede bus explodeert de eerste (gezien vanaf de voorkant van de bus) cilinder: de explosie is zo krachtig dat deze cilinder delen door een betonnen muur gerocketeerd worden en een muur 25 meter verderop beschadigen. Hoe kon het dat de cilinder explodeerde:

-cilinder nr 1 lag direct naast een dakraam: het dakraam opende door kortsluiting: door dit dakraam hebben de vlammen van het inwendige van de bus zeer lokaal cilinder 1 in het midden kunnen verhitten, zonder dat de PRD's aan de uiteinden van de cilinder navenant in temperatuur zijn gestegen. Ook de aanwezigheid van een kunststof beschermkap over de cilinders en PRD's heeft een openen van de PRD's in dit geval vertraagd.

Leerpunten incident 1:

- De veiligheidsfilosofie van deze bussen (en ook norm ECE UN R110) is dat gevaar van explosie afgewend wordt door PRD's. Maar dit werkt dus niet bij zeer locale verhitting van de cilinders. Een zogenaamde bonfire test is dus niet alleszeggend !. Daarnaast is het gebruik van veilige componenten (ECE UN R110 is een componentennorm, geen systeemnorm) niet in alle gevallen voldoende omdat in dit geval het ontwerp van de bus een dakraam omvatten: dit dakraam is tot een grote hoogte direct de oorzaak van de explosie. Dit is dus een argument voor een systeem norm in plaats van een componenten norm.
- De al genoemde bonfire test is niet alles zeggend: er is een geavanceerdere bonfire test nodig.
- Geen openingen in de directe omgeving van de cilinders

- PRD prestaties nader onderzoeken in relatie met de locatie en afscherming/freezing²⁰.

Incident 2: Mont Beliard: France

Bus die tijdens het rijden in het motorcompartiment brand ontwikkelt. Uiteindelijk explodeert de voorste cilinder (Fragmenten komen tot 150 m). Een aantal cruciale onderdelen kon niet worden teruggevonden, waardoor enige onzekerheid omtrent de oorzaak blijft bestaan.

Redenen:

- De PRD's waren (vreemd genoeg) uitgelegd op het legen van de cilinders in 25 tot 30 minuten als gevolg van een oude Franse richtlijn betrekking hebbend op tunnels. Dit is gezien de huidige inzichten veel te langzaam: lozing moet binnen een paar minuten voltooid zijn.
- Mogelijk stond cilinder 1 handmatig afgekoppeld van het systeem (mogelijk voor backup) en werd de druk in cilinder 1 dus niet verlaagd door het inwerking treden van de PRD's op de andere cilinders.
- Ook hier was een dakraam aanwezig welke de voorste cilinder (nr 1) zeer lokaal (in het midden van de cilinder) aan grote hitte blootstelde (net als in Saarbrücken).
- Ook werden er horizontale steekvlammen gezien: wellicht dat de gasafleiders (verticaal gericht) gedraaid waren of tijdens de calamiteit zelf nog gedraaid zijn: waarbij de onderkant van de cilinder 1 zeer lokaal verhit werd.

Leerpunten incident 2:

- Geen dakopeningen in de nabijheid van de cilinders aanbrengen.
- Lozen van de cilinders in 25-30 minuten is veel te langzaam: moet in enkele minuten.
- uitstroomopening van de PRD moet zo ontworpen worden dat die ten allen tijde (ook extreme calamiteiten) zijn initiële richting behoudt.
- First responder acties zijn in veel gevallen niet effectief: daarom is een branddetectie/automatisch of handmatig brandblussysteem aanbevelenswaardig.

Incident 3: Bordeaux: France

Vandalen gooien een molotov cocktail in een bus. Het vuur greep zeer snel om zich heen. Nog voor de brandweer gearriveerd was, was de eerste cilinder al geëxplodeerd. Ook hier was een dakraam aanwezig waardoor het de eerste cilinder was die explodeerde.

Algemene leerpunten (van alle drie incidenten):

- Brandpreventie door beperken, en controle van de temperatuur van de motor, beperken van brandbare stoffen in de motorruimte, en door het reinigen van olie resten en andere brandbare vuilnis.
- Branddetectie inclusief periodiek onderhoud van het branddetectie systeem
- Brandblussing (automatisch of handmatig inschakelend via knop bijvoorbeeld)
- Vuuruitbreiding controle door een brandscheiding aan te brengen tussen motorcompartiment en passagiersruimte en passagiersruimte en CNG-opslagcilinders met minstens een 0,5 uur brandvertraging
- CNG-cilinders uitrusten met een thermische coating of thermische deken of 0,5 uur warmte bestendig dak
- Uitgebreid testen van PRD, op beide uiteinden van de CNG-cilinder, voorzieningen treffen die borgen dat de richting van de gasuitstroom niet kan veranderen (bijvoorbeeld richting naastgelegen tank),

²⁰ Freezing is het effect dat de warmte toevoer naar een PRD moet concurreren met het koelende effect van een expanderend gas: wanneer een of twee PRD open gaan kan de rest gesloten blijven omdat de cilinders en ook de PRD's koud worden omdat de druk plotseling sterk daalt en deze expansie het gas zeer doet afkoelen. Bij sommige configuraties van de PRD kan een al geopend PRD zelfs weer sluiten. Met een polymeer labirynth PRD lijkt dit sluiten niet realistisch.

- Discussie moet plaats vinden betreffende de wenselijkheid van een korte respons tijd van een RPD in besloten omgevingen (dit zou namelijk tot explosies kunnen leiden). De auteurs stellen zich nu op het standpunt dat een snelle opening in hun ogen wenselijk is.
- Een met een thermische coating of thermische deken uitgeruste cilinder zou een grote brand circa 15 minuten moeten kunnen overleven. Dit zou moeten worden aangetoond in een aangepaste Bonfire test.
- De norm ECE R110 is nu een component test: geadviseerd wordt er een systeem test van te maken

Gevonden document:

Rapport titel: Brände von Erdgasbussen: Grossbrand in Saarbrücken

Nadere kenmerken: auteur Roland Demke: Brandschutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung

Datum: 2003/12

Korte weergave van de inhoud:

Dit is een uitgebreide beschrijving door een brandweer voor andere brandweer mensen van de brand in een remise met daarin uiteindelijk 2 brandende CNG bussen: de tekst bevat veel beschrijvingen van de omgeving, de locatie en op welke wijze inzet is gepleegd. Over de oorzaak en de maatregelen worden weinig woorden gewijdt: ook hier wordt geconcludeerd dat een extra PRD mogelijk wenselijk is voor de eerste (frontale) cilinder en de laatste cilinder (laatste) op een locatie in het midden van de cilinders. Deze oplossing zou in Frankrijk standaard zijn.

Gevonden document:

Rapport titel: Enhancing CNG vehicle fire safety

Nadere kenmerken: auteur Hien Ly van het Clean Fuels Services International

Datum: 2011/12/11

Korte weergave van de inhoud:

Het artikel is een opsomming van een aantal veiligheidsverbeterende maatregelen. Genoemd worden:

- Ook in dit artikel wordt gesteld dat het explosief falen van een cilinder moet worden voorkomen, onder andere door het installeren van PRD: de goede werking moet zijn aangetoond in een standaard bonfire test.
- PRD's moeten zo geïnstalleerd worden dat ze niet worden afgedekt voor de van toepassing zijnde scenario's. Uitstroomopening moeten zo gericht zijn dat ze geen mensen of vehikels mogen raken.
- Nu is als regel de in de bus aanwezige brandblusser van een dusdanige beperkte capaciteit dat de buschauffeur er weinig mee kan uitrichten. Er moet zorgvuldig over nagedacht worden wat een optimale capaciteit van de brandblusser moet zijn en op welke wijze de chauffeurs hiermee moeten trainen.
- Chauffeurs kunnen vanaf hun zitplaats vaak een shut off valve van het CNG-systeem bedienen: het gebruik hiervan bij calamiteiten dient benadrukt te worden.
- De aanwezigheid van een automatisch branddetectie en brandblussysteem in de motorruimte moet niet leiden tot het verslappen of afzien van brandpreventie/bestrijding etc technieken aangezien branden in de motorruimte wel in veel maar niet in alle gevallen verantwoordelijk is voor het ontstaan en ontwikkelen van brand.
- Bij onderhoud moet speciale aandacht geschonken worden aan de onderdelen van een CNG-bus die aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van brand (remmen, banden, turbocharges, vloeistoffen, slangen, overall reinheid etc.).
- Op welke wijze brandweer een brandende CNG-bus moet benaderen en een brand moet bestrijden is beschreven in de Australische Richtlijn: AS 2746. Hoewel deze richtlijn geschreven is voor CNG-garages/repairatie locaties is het ook geschikt voor alleen staande CNG-bussen.
- Training van diverse betrokkenen.

Bijlage 4: Enquêtevragen

Vragen voor opdrachtgever/concessieverlener openbaar vervoer waarvan CNG-bussen deel uitmaken

1. Wordt onder de concessie van 'opdrachtgever' voor het busvervoer CNG-bussen ingezet? Zo ja, dan graag deze inzet typeren aan de hand van de volgende kenmerken:
 - a. omvang van het CNG-wagenpark;
 - b. de routes (aantal routekilometers, aantal buskilometers, welke trajecten).
2. Bevat de concessie of nieuwe concessie-uitvraag, veiligheidseisen die specifiek gelden voor het CNG-deel van de ingezette CNG-bussen en/of het gebruik/onderhoud van de CNG-bussen? Zo ja, welke?
3. Schrijft de concessie of nieuwe concessie-uitvraag het hebben van een veiligheidsmanagement/beheerssysteem voor aan het vervoersbedrijf? Zo ja, aan welke eisen moet dit veiligheidsmanagement/beheerssysteem (bv. een iso-norm) voldoen?
4. Bevat de concessie of nieuwe concessie-uitvraag eisen over de veiligheidscultuur binnen het vervoersbedrijf?
5. Bevat de concessie of nieuwe concessie-uitvraag eisen over samenwerking tussen opdrachtgever/concessieverlener en vervoersbedrijf op het gebied van veiligheid?
6. Beschikt u als opdrachtgever/concessieverlener over een veiligheidsmanagement/beheerssysteem? Zo ja, welke eisen/normen zijn op het veiligheidsmanagement/beheerssysteem (bv. een iso-norm) van toepassing? Bevat het veiligheidsmanagement/beheerssysteem onderdelen die specifieke informatie over de inzet van CNG-bussen bevatten? Zo ja, welke informatie?
7. Heeft de brand in een CNG-bus in de regio Haaglanden op 29 oktober 2012 (of een ander incident) aanleiding gegeven voor het uitvoeren van verbeteracties door de opdrachtgever/concessieverlener om de omgevingsrisico's van de inzet van CNG-bussen te verminderen? Zo ja, om welke concrete acties gaat het?
8. Kunt u op basis van uw praktijkervaringen/kennis, concrete aanbevelingen doen voor het beheersen/omgaan met omgevingsrisico's vanwege CNG-bussen? Zo ja, welke?

Vragen voor vervoersbedrijf

1. Zet het 'vervoersbedrijf' voor de uitvoering van de concessie CNG-bussen in? Zo ja, dan graag deze inzet typeren aan de hand van de volgende kenmerken:
 - a. omvang van het CNG-wagenpark;
 - b. merk bussen;
 - c. de routes (aantal routekilometers, aantal buskilometers, welke trajecten);
 - d. aantal en adressen van de onderhoudslocaties;
 - e. aantal en adressen van de stalling/remises met vermelding van het aantal CNG-bussen dat hier geparkeerd kan staan;
 - f. aantal en adressen van de CNG-tankstations die door de CNG-bussen worden gebruikt.
2. Heeft het 'vervoersbedrijf' een inventarisatie uitgevoerd van de omgevingsrisico's verbonden met de inzet van CNG-bussen? Zo ja, welke omgevingsrisico's zijn onderkend?
3. Heeft het 'vervoersbedrijf' specifieke maatregelen/voorzieningen getroffen voor het beheersen van de omgevingsrisico's van de inzet van CNG-bussen en zo ja welke specifieke maatregelen/voorzieningen:
 - a. bij de selectie/aanschaf/lease van CNG-bussen;
 - b. met betrekking tot de dienstregeling en routekenmerken;
 - c. met betrekking tot het onderhoud;
 - d. met betrekking tot stalling/remises;
 - e. met betrekking tot het tanken.
4. Heeft het 'vervoersbedrijf' de chauffeurs geïnstrueerd over de gevaren van CNG en hoe bij een incident rekening te houden met de gevaren van CNG? Zo ja, op welke wijze worden de chauffeurs geïnstrueerd en is deze instructie geborgd (bijvoorbeeld in een veiligheidsmanagement/beheerssysteem)?

5. Beschikt het '*vervoersbedrijf*' over een veiligheidsmanagement/beheerssysteem? Zo ja, welke eisen zijn op het veiligheidsmanagement/beheerssysteem (bv. een iso-norm) van toepassing? Bevat het veiligheidsmanagement/beheerssysteem onderdelen die specifieke informatie over de inzet van CNG-bussen bevatten? Zo ja, welke informatie?
6. Heeft het '*vervoersbedrijf*' ervaring met storingen aan het CNG-deel van de CNG-bussen? Zo ja welke?
7. Beschikt het '*vervoersbedrijf*' over een registratie van incidenten met CNG-bussen? Zo ja, bevat dit register incidenten die hebben geleid tot maatregelen/voorzieningen die specifiek van belang zijn voor het beheersen van de omgevingsrisico's vanwege CNG? Zo ja, om welke combinatie van incidenten en maatregelen/voorzieningen gaat het?
8. Heeft de brand in een CNG-bus in de regio Haaglanden op 29 oktober (of een ander incident) aanleiding gegeven voor het uitvoeren van verbeteracties om de omgevingsrisico's van de inzet van CNG-bussen te verminderen? Zo ja, om welke concrete acties gaat het?
9. Kunt u op basis van uw praktijkervaringen/kennis, concrete aanbevelingen doen voor het beheersen/omgaan met omgevingsrisico's vanwege CNG-bussen? Zo ja, welke?

Vragen bevoegd gezag (omgevingsdienst) inzake omgevingsvergunning 'milieu' / Activiteitenbesluit

1. Heeft het '*bevoegd gezag*' specifieke voorschriften gericht op het beheersen van de omgevingsrisico's van CNG gesteld aan de activiteiten 'stallen/parkeren', 'onderhoud' of 'tanken' van CNG-bussen? Zo ja, welke?
2. Heeft het '*bevoegd gezag*' bij toezicht en handhaving ervaring met 'afwijkingen' of aandachtspunten inzake activiteiten met CNG-bussen, die van belang worden geacht voor de veiligheid? Zo ja, welke?

Vragen Veiligheidsregio

1. Heeft de '*Veiligheidsregio*' ervaring met omgevingsrisico's vanwege CNG-bussen?
2. Heeft de '*Veiligheidsregio*' specifieke voorbereidingen getroffen voor het bestrijden van incidenten met CNG-bussen, zo ja, welke?
 - a. op welke maatscenario's hebben de voorbereidingen betrekking?
 - b. welke extra repressieve maatregelen/voorzieningen zijn getroffen met betrekking tot incidenten met CNG-bussen?
 - c. zijn er maatregelen in het kader van proactie/preventie getroffen met betrekking tot incidenten met CNG-bussen (bijvoorbeeld met betrekking tot stallingen, werkplaatsen, busplatforms)?
3. Kunt u op basis van uw praktijkervaringen/kennis, concrete aanbevelingen doen voor het beheersen/omgaan met omgevingsrisico's vanwege CNG-bussen? Zo ja, welke?

Bijlage 5: Voorbeeldartikel 'Veiligheid' van een concessie

Artikel XX Veiligheid (fysiek)

1. De Concessiehouder draagt er zorg voor dat hij te allen tijde voldoet aan de toepasselijke wettelijke eisen aangaande veiligheid in, op en/of rond de Haltes, het Materieel en de infrastructuur.
2. De Concessiehouder draagt er zorg voor dat het Rijdend Personeel op de hoogte is van toepasselijke ontruimingsmaatregelen die gelden voor tunnels en andere infrastructuur in het Concessiegebied.
3. De Concessiehouder verleent te allen tijde medewerking aan door de betrokken en/of verantwoordelijke autoriteiten geïnitieerde oefeningen ten behoeve van de veiligheid, waaronder begrepen maar niet uitsluitend oefeningen en praktijkproeven ter beheersing en verbetering van calamiteiten- en terrorismebestrijding.
4. De **Concessiehouder** waarborgt de veiligheidszorg in een Veiligheidsmanagementsysteem (VMS). Het VMS voldoet aan de eisen van NTA 8620 en bestaat in eerste instantie uit een Veiligheidsplan, waarin concessiehouder aangeeft welke preventieve maatregelen hij neemt ten behoeve van de fysieke veiligheid. Het VMS is gebaseerd op een risicoanalyse van het Concessiegebied. Daarbij speelt de gekozen aandrijftechniek (diesel, gas, waterstof etc.) een belangrijke rol.
5. De **Concessiehouder** stelt een Veiligheidsplan op waarin hij aangeeft welke preventieve maatregelen hij neemt ten behoeve van de veiligheid. De Concessiehouder maakt daarbij onderscheid tussen preventieve maatregelen die hij te allen tijde zal treffen en aanvullende maatregelen die hij zal treffen ter preventie van Calamiteiten of Terrorisme. Tevens geeft de Concessiehouder in het Veiligheidsplan aan welke mitigerende maatregelen hij zal nemen wanneer zich, al dan niet als gevolg van doelbewuste acties van Derden, Incidenten of ongevallen voordoen.
6. Het Veiligheidsplan als bedoeld in lid 5 omvat in ieder geval de volgende onderwerpen:
 - a. een risicoanalyse voor de in te zetten voertuigen, waarbij specifiek wordt ingegaan op de aandrijftechniek (diesel, gas, waterstof etc.) en de energieopslag in het voertuig en bij de stalling.
 - b. een risicoanalyse voor de relevante infrastructuur binnen het Concessiegebied waar het Veiligheidsplan van toepassing op is;
 - c. een inventarisatie van locaties in het Concessiegebied waarvoor specifieke ontruimingsmaatregelen gelden, in overleg met de Gemeenten;
 - d. organisatie en verantwoordelijkheden van de Concessiehouder ten aanzien van Veiligheid, waaronder begrepen de bestrijding van Calamiteiten en Terrorisme;
 - e. maatregelen ter preventie en mitigatie van (bijna) Incidenten, Calamiteiten en Terrorisme, inclusief gedetailleerde beschrijving hoe gehoor gegeven wordt aan meldingen via het Alerteringssysteem Terrorismebestrijding (Atb);
 - f. samenwerking met andere bij calamiteiten- en terrorismebestrijding betrokken partijen;
 - g. afstemming van de organisatie en maatregelen met het crisisbeheersingsplan van het bevoegde gezag, de Gemeenten en nood- en hulpdiensten; en
 - h. de wijze waarop de Concessiehouder ten aanzien van de onder sub b t/m sub g genoemde onderwerpen zal handelen in geval van werkzaamheden.

De Concessiehouder is verplicht het Veiligheidsplan uit te voeren. De Concessiehouder volgt eventuele nadere eisen van de onder sub g genoemde partijen ten aanzien van de opzet en inhoud van het Veiligheidsplan nauwgezet en adequaat op.

7. De Concessiehouder draagt er zorg voor dat de procedures en maatregelen zoals vastgelegd in het Veiligheidsplan jaarlijks worden geactualiseerd, onder meer op basis van de ervaringen met en uitkomsten van oefeningen als bedoeld in lid 3.
8. De Concessiehouder legt jaarlijks, of zoveel vaker als op grond van tussentijdse veranderingen noodzakelijk is, een ontwerp Veiligheidsplan voorzien van een overzicht van de onderdelen van het Veiligheidsplan die zijn geactualiseerd ten opzichte van het geldende Veiligheidsplan ter toetsing aan de Concessieverlener voor en neemt daarbij de bepalingen zoals opgenomen in de procedure voor goedkeuring/toetsing van plannen, voorstellen en procedures zoals beschreven in Bijlage G (Procedure goedkeuring/toetsing plannen en voorstellen) in acht.
9. Voordat de Concessiehouder het ontwerp Veiligheidsplan inclusief het in lid 8 bedoelde overzicht voor toetsing aan de Concessieverlener voorlegt, vraagt de Concessiehouder de veiligheidsregio om schriftelijk advies. Een afschrift van het advies en de manier waarop de Concessiehouder hiermee om wenst te gaan, wordt tegelijk met het verzoek om goedkeuring overgelegd.
10. De Concessiehouder draagt zorg voor de correcte, volledige en controleerbare tenuitvoerlegging van alle activiteiten en maatregelen opgenomen in het vastgestelde Veiligheidsplan.
11. De Concessiehouder verleent te allen tijde zijn medewerking aan (i) de uitvoering van een crisisorganisatie van de in lid 9 bedoelde partijen en (ii) veiligheidsanalyses, risicoanalyses en verzoeken van de Concessieverlener die de veiligheid dienen.

Bijlage 6: Voorbeeld noodplan 'chauffeur'

Hierna als voorbeeld een noodplan van een vervoerder ter voorbereiding op een incident met een cng-bus tijdens de uitvoering van de lijndienst.

Brand onderweg	
RESPONS	
Chauffeur, trambestuurder, beheerder Parkshuttle	- Meld de brand via de noodoproep aan het ROV, Centrale, Vestiging/rayon, Planning met een korte omschrijving van plaats voertuig. Geef aan of de inzet hulpdiensten vereist is. Geef in geval van brand gasbus aan dat het een CNG/H2/LPG voertuig betreft. - Zet de alarmlichten van het voertuig aan. - Breng, indien mogelijk, binnen 30 seconden, het voertuig op een veilige plaats tot stilstand. Bij een tram indien mogelijk op eerstvolgende halte. - Rijd, indien mogelijk, een tunnel uit. - Zet de motor af en laat de (eventuele) sleutel in het contact zitten. - Schakel de hoofdschakelaar pas uit nadat de deuren zijn ontlucht. - Evacueer de passagier(s) en controleer of allen het voer- of vaartuig of treinstel hebben verlaten. - Informeer passagiers over de vluchtwegmogelijkheden. Let bij de uitstap op de eigen veiligheid en veiligheid van passagiers. Zorg dat hulpbehoevenden, ouderen en kleine kinderen worden geholpen. Begeleid passagier(s) in een tunnel naar vluchtroutes, nooduitgangen of schuilplaatsen. - Laat de passagier(s) een veilige afstand tot het voertuig bewaren. Indien brand gasvoertuig: laat passagiers en omstanders <u>minimaal 50 meter</u> afstand bewaren tot het gasvoertuig. - Wees bij brand in motorruimte alert op mogelijk oploeiend vuur bij openen luik. - Start voorzichtig met bestrijding beginnende brand, houd rekening met eigen veiligheid. - Indien brand gas voertuig; beoordeel situatie: Brand gasvoertuig geblust door handblusser - Ga op min. 50 meter van de bus staan. - Informeer bij aankomst brandweer (Bevelvoerder) of Calamiteitendienst dat het een gasvoertuig betreft en dat handblusser gebruikt is. - Wacht nadere orders van Bevelvoerder of calamiteitendienst af. Brand gasvoertuig <u>niet</u> geblust - Ga op min. 50 meter van de bus staan. - Laat niemand binnen een straal van min. 50 meter van het voertuig komen, anders dan hulpdiensten. - Informeer bij aankomst brandweer (Bevelvoerder) of Calamiteitendienst dat het een gasvoertuig betreft. - Wees alert dat de gastanks gaan afblazen bij grote brand (om explosie te voorkomen). - Wees alert op rookontwikkeling (bevat giftige bestanddelen). - Meld eventueel gebruik van brandblusser aan het vestiging/rayonmanagement.

Bijlage 7: Voorbeelden 'Brandweerinformatiekaart' CNG-bus

Aardgasbus (CNG)	
TAKTIEK *Benader bovenwinds *Expl./CO-meter aanzetten in veilig gebied *Ontruim het directe gevaarsgebied: <u>kubus</u> *Verwijder ontstekingsbronnen *Schakel, indien mogelijk, contact af. Daarmee wordt toevoer gas afgesloten *Niet inzetten in gebied boven 10% LEL *Indien toch nodig: aantal eenheden beperken *Evt. wolk verdunnen met water (sproei-, nevelstraal) *Bij gasbrand cilinder: NIET BLUSSEN cilinder fakkelt zelf af	GEVAREN *Op dak bus 8 cilinders aardgas (à 214 ltr) *Cilinders voorzien van 2 veiligheidsventielen en 2 smeltveiligheden (110 gr.C) *Cilinders zijn van kunststof *Bij leidinglekage sluiten de cilinders automatisch via veiligheidsventiel *Bij brand zal via smeltveiligheid gas afblazen (aan bestuurderszijde) *Explosiegrenzen 5 - 15,8 (volume% lucht) 
MIDDELEN *Expl./CO-meter *Ademlucht *ERIC kaart 2-10 *medewerker [redacted] *Regiocentrum Openbaar Vervoer: [redacted]	OVERIG *Expl./CO meter heeft een reactietijd van 20 sec. *Aardgas in gasvormige toestand (CNG) (82% CH4 methaan)
Versie datum: 14-01-2015 [redacted]	

TACTIEK	
Algemeen aardgasbus - Aardgasbus is herkenbaar aan bijzondere dakopbouw en de ruitvormige sticker CNG. - Aardgas onder 200 bar druk in cilinders. 8 cilinders à 214 liter aardgas totaal 1712 liter. - Bij drukval door lekkage sluiten de afsluiters op cilinders, maar de cilinders zullen nog steeds leeg blijven lopen.	
Scenario 1: Gaslekkage aardgasbus - Bovenwinds aanrijden en opstellen op 25 meter afstand. - Draag ademlucht en explosiegevaarmeter. - Evacueer passagiers en zet omgeving af. - Schakel hoofdschakelaar (1) uit in cabine. - Bij stroomonderbreking wordt automatisch de gastoevoer afgesloten. - Bij lekkage aan de zilverkleurige hoge druk aardgasleiding onder de bus, afsluiter 1A sluiten en de hoofdschakelaar uitschakelen.	
Scenario 2: Brand in of bij aardgasbus - Evacueer passagiers en zet omgeving ruim af. - Bij uitlaande brand; bus altijd via de voor- en achterzijde benaderen. - Schakel hoofdschakelaar (1) uit in cabine. - Accu uitschakelen (rechterzijde in luik achter het voorwiel). - Scheren aardgasbus af van de omgeving. - Indien brand in bus; blussen als 'gewone' autobrand. - Indien brand uitlaand; dakopbouw niet koelen vanwege risico koelen smeltveiligheid. - Indien gascilinder brandt; niet blussen, maar gascilinders leeg laten branden en defensief optreden.	
ACHTERGRONDINFORMATIE	
Stofeigenschappen Aardgas (CNG: Compressed Natural Gas) - Eric-kaart-2-10 / GEVI: 23 / UN-nummer 1971 / CH₄ - Kleurloos gas met typerende geur - Explosiegrens 5 - 15,8% - Lichter dan lucht, let dus op met meten Aardgascilinder - Geen BLEVE mogelijk; vanwege gasvorm - Cilinders zijn van kunststof	

Algemeen vulstation

- Vulstation en wasstraat zijn overdekt (let op gasophoping)
- Bestaat uit een bedieningsruimte, compressorruimte, buffer en tankstation.
- Cilinders zijn voorzien van smeltveiligheid (blaast zelf af bij hoge temperatuur) en van overdrukventielen.
- Gasdetectie aanwezig in vulstation. Indien gas wordt gedetecteerd: installatie schakelt direct uit.
- Aardgas komt met 8 tot 40 bar vanaf distributienet bij tankinstallatie binnen.
- 3 compressors vullen de buffer tot 250 bar.
- De buffer bestaat uit 4x27 cilinders = 108 x 80 liter = 8640 liter.
- Diverse automatische noodstoppen aanwezig, maar ook handmatig te bedienen:
 - wordt het vulstation spanningsloos (mechanische explosieveilige ventilator uitgezonderd).
 - wordt het transport van aardgas door de installatie geblokkeerd.
 - wordt de toevoer van aardgas aan een bus, aan het begin van de slang, geblokkeerd.

Bedieningsruimte + compressorruimte



Buffer



Tankstation



Algemene tactiek

- Bovenwinds aanrijden en opstellen op 50 meter afstand
- Draag uitrusting volledig en gesloten inclusief adembescherming, aangevuld met explosiegevaarmeter.
- Gebruik de BBK van object
- Betreed de gevaarzone met zo weinig mogelijk mensen
- Verwijder alle ontstekingsbronnen (rookverbod)
- Gebruik vonkarm gereedschap

Scenario 1: brand in aardgasbusstalling

1. Evacueer personeel naar verzamelplaatsen (zie BBK) en zet omgeving af.
2. Vraag of er een bluspoging is gedaan door personeel (BHV)
3. Scherm brandende aardgasbus af van de omgeving.
4. Indien brand in bus; blussen als 'gewone' autobrand → kwadrantenmodel offensief binnen.
5. Indien brand uitslaand; dakopbouw niet koelen vanwege risico koelen smeltveiligheid → kwadrantenmodel defensief buiten.

Scenario 2: Explosie in aardgasbusstalling

Kwadrantenmodel: **defensief buiten** (tijdens/na affakken tanks):

1. Direct opschalen
2. Opstellen op ongeveer 100 meter afstand.
3. Overweeg evacuatie tot 300 meter, vanwege explosie/hittestraaling/vliegend glas/secundaire branden
4. Leg GWT en onbemande waterkanonnen aan om overslag te voorkomen

Let op! Specifieke risico's: exploderende en lancerende aardgastanks

Scenario 3: Gaslekkage vulstation

- Druk noodstop (1) in en draai hoofdgasafsluiter in straat dicht (zie bbk).
- Indien veilig kan ook de gasafsluiter gesloten worden bij vulstation zelf (zie bbk).
- Gas wat nog in vulstation aanwezig is wordt afgevoerd via mechanische ventilator. Deze blijft altijd in werking, ook na het indrukken van de noodknop.
- Volg de 'IP 101 Gasprocedure', ook bij gaslekkage anders dan scenario gaslekkage vulstation.

Scenario 4: Brand in of bij vulstation

- Druk noodknop (1) in en draai hoofdgasafsluiter (zie bbk) dicht.
- Indien veilig kan ook de gasafsluiter gesloten worden bij vulstation zelf (zie bbk).
- Cilinders welke eventueel in brand staan: leeg laten branden.
- Scherm vulinstallatie af indien er brand in een naastgelegen object is.



ACHTERGRONDINFORMATIE

Stofeigenschappen Aardgas (CNG: Compressed Natural Gas)

- Eric-kaart-2-10 / GEVI: 23 / UN-nummer 1971 / CH₄
- Kleurloos gas met typerende geur / explosiegrens 5 - 15,8% / lichter dan lucht, let dus op met meten.

Bijlage 8: Tunnels en CNG-bussen, verkenning veiligheid

Voor tunnels geldt dat deze ontworpen zijn om hittebelastingen te kunnen weerstaan als gevolg van brand van onder andere bussen en vrachtwagens met lading. Door Rijkswaterstaat wordt een zwaardere brandcurve toegepast dan in het Bouwbesluit is voorgeschreven. Met name vrachtwagens kunnen een veel grotere hittebelasting veroorzaken dan bij het falen van een CNG-installatie vrijkomt (>100 MW versus 10 tot 20 MW, bron Bus Fire Safety, SP Technical Research Institute of Sweden, 2008). Indicatief: als 8 cilinders van 214 l met 200 bar methaan in 5 minuten leegstromen geeft dit een vlam van circa 50 MW (bij optimale verbranding: wat in een tunnel niet het geval zal zijn). De stralingsbelasting naar de tunnel toe is dan relatief gezien niet bijzonder hoog: namelijk 20 MW van de bus plus 50 MW van de vlam: 70 MW: nog steeds lager dan van een vrachtwagen. Punt van nuancering is dat een deel van de warmte wel geconcentreerd vrijkomt en tot zeer hoge temperaturen aanleiding kan geven. Dit zou tot beschadiging van de tunnel kunnen leiden. Deze stralingsbelasting is wel maar relatief kortdurend. Een vrachtwagen die in een tunnel brandt kan langer dan een half uur meer dan 100 MW aan hitte veroorzaken. Wellicht dat dergelijke scenario's voor de tunnel veel schadelijker zijn.

Een tunneldak is met hittewerende schilden/isolatiemateriaal uitgerust, tot en met 1 meter onder het plafond. Dit isolatiemateriaal is in bepaalde mate bestand tegen hittebelasting: dit ter bescherming van het beton en de bewapening hiervan. Een zijwaarts geblazen gasfakkel op een meter of 3,5 hoog (bushoogte) zou in een tunnel met een hoogte van circa 5 m hoogte het beton en wellicht een deel van de verticale hitteschilden raken. Het is de vraag of de kracht van de straal (200 bar!) de schilden intact laat. Daarover bestaat onzekerheid.

Een naar boven gerichte uitstroom zal in de tunnel waarschijnlijk ook de isolatiepanelen beschadigen (omdat er maar 1 tot 1,5 meter ruimte tussen uitstroming en beplating bestaat en de uitstroming plaats kan vinden bij 200 bar (max). Bovendien zou de vlam af kunnen ketsen waardoor de cilinders van boven (waar geen smeltventielen zitten) plots in een vlam staan met als gevolg gevaar voor explosie. Dit zou er toe kunnen leiden dat het gevaar van exploderen van een of meer cilinders niet denkbeeldig is²¹. Door de kracht van de uitstroom van gas (met of zonder steekvlam) kan bij een incident schade aan de tunnel ontstaan, is het mogelijk lastiger om in een tunnel passagiers te evacueren en kan er extra gevaar voor de overige verkeersdeelnemers ontstaan. Bij een busbrand (met of zonder betrokkenheid van CNG) levert de rookproductie een extra gevaarstelling, met name in tunnels (en overigens ook onder overkappingen en in (meer of minder gesloten) stallingen/werkplaatsen. Overigens zijn er tijdens het onderzoek geen aanwijzingen gevonden dat in CNG-bussen frequenter branden ontstaan dan in dieselmotoren.

Wanneer een CNG-bus betrokken raakt bij een ongeval waarbij brand uitbreekt of zelf brandend tot stilstand komt in een tunnel is het waarschijnlijk dat minstens 5 tot 10 minuten verstrijken voordat de bus geheel in brand staat en gevaar bestaat voor het openen van de smeltveiligheden. In die tijd kunnen omstanders gevlucht zijn. Eventuele gewonden die niet op eigen kracht de tunnel hebben kunnen verlaten hebben, afhankelijk van hun positie ten opzichte van de brand en de heersende luchtstroming in de tunnel mogelijk te maken van een grote blootstelling aan rook.

²¹ Mocht een verticale uitstroming gewenst zijn dan is het voor bussen die in tunnels rijden wellicht aanbevelenswaardig de CNG-cilinders van een hittewerende coating of hittewerende deken te voorzien (zo stevig dat die zelfs onder veel geweld blijft zitten).