

# HyDelta

## **WP1B – Gasstations**

### D1B.2 – Veiligheid bij werkzaamheden aan waterstofgasstations

Status: final

Dit project is medegefinancierd door TKI Nieuw Gas | Topsector Energie uit de PPS-toeslag onder referentienummer TKI2020-HyDelta.

## Document samenvatting

### Corresponderende auteur

Corresponderende auteur	Rob van Aerde
Verbonden aan	Kiwa Technology BV
Email adres	Rob.van.aerde@kiwa.com

### Document historie

Versie	Datum	Auteur	Verbonden aan	Samenvatting van de wijzigingen
1	15-dec-21	Rob van Aerde	Kiwa Technology BV	Eerste versie; concept
2	26-jan-22	Rob van Aerde	Kiwa Technology BV	Tweede versie; verwerking commentaar
3	28-feb-22	Rob van Aerde	Kiwa Technology BV	Derde versie; verwerking commentaar

### Verspreidingsniveau

Verspreidingsniveau		
<b>PU</b>	Public	X
<b>R1</b>	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> <li>Partners inclusief Expert Assessment Group</li> <li>Andere deelnemers aan het project inclusief Sounding Board</li> <li>Externe entiteit gespecificeerd door het consortium (please specify)</li> </ul>	
<b>R2</b>	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> <li>Partners inclusief Expert Assessment Group</li> <li>Andere deelnemers aan het project inclusief Sounding Board</li> </ul>	
<b>R3</b>	Beperkt tot <ul style="list-style-type: none"> <li>Partners inclusief Expert Assessment Group</li> </ul>	

### Document beoordeling

Partner	Naam
Kiwa Technology BV	Sander van Woudenberg/ Michiel van der Laan
Enexis	Raymond van Hooijdonk/ John Voogt
Rendo	Johan Jonkman
Alliander	Peter Verstegen
Stedin	Ricardo Verhoeve

## Executive summary

In the context of the national research program HyDelta, research has been carried out into the necessary mitigating measures for the commissioning and decommissioning of (hydrogen) gas stations.

During the commissioning and decommissioning of gas stations, there are situations in which gas is released. There are mitigating measures for the distribution of natural gas that must prevent damage and/or injury from occurring or limit the damage and/or injury. The question is whether in the case of hydrogen distribution it is necessary to adapt or supplement the mitigating measures for natural gas distribution stations.

In the HyDelta work package 1B “Gas stations” this concerns the following questions;

208 – Which mitigating measures (VWIs) are necessary for the commissioning and decommissioning of (hydrogen) gas stations?

209 – Can the pressure be relieved safely if a safety risk has arisen?

On the basis of discussions with the network operators, an inventory has been made of the various situations in which gas is released. The amount of hydrogen that is released was then determined by means of calculations.

Based on the calculations and previous research, the following has been concluded;  
For a safe commissioning and decommissioning (including pressure relief after a safety interference) the following mitigating measures are necessary;

Use the mitigating measures described in VWI’s G-51, G-52, G-53 and G-54. Use suitable hydrogen gas detection equipment and suitable anti-static clothing.

In addition to the requirements for vent/flare installations, as described in NEN 7244-7, implement the following measures:

- Use a hydrogen flame arrester when flaring and when venting.
- Make sure that there are no obstacles in the immediate vicinity of the flare or venting point.
- Maintain a distance between the outlet point and possible ignition sources of 2 to 3 greater than with natural gas. (indicative 7 meters, field research is necessary to verify).

Avoid gas outflows directly on the installation, use a vent/ flare installation when depressurizing the gas control installation completely.

## Samenvatting

In het kader van het nationale onderzoeksprogramma HyDelta is er onderzoek gedaan naar de noodzakelijke beheersmaatregelen voor het in- en uit bedrijf nemen van (waterstof) gasstations.

Tijdens het in- en uit bedrijf nemen van gasstations en tijdens inspecties zijn er situaties waarbij er gas vrijkomt. Voor de distributie van aardgas zijn er beheersmaatregelen die moeten voorkomen dat er schade en/of letsel ontstaat of de schade en/of letsel beperken. De vraag is of het in het geval van waterstofdistributie noodzakelijk is om de huidige beheersmaatregelen bij werkzaamheden aan aardgasdistributie stations aan te passen of aan te vullen.

In het HyDelta werkpakket 1B “Gasstations” betreft dit de volgende vragen ;

208 – Welke beheersmaatregelen (VWI’s) zijn noodzakelijk om een station in- en uit bedrijf te nemen?

209 – Kan op een veilige manier de druk vereffend worden indien een veiligheidsrisico is ontstaan?

Aan de hand van gesprekken met de netbeheerders zijn de verschillende situaties in kaart gebracht waarbij tijdens het uitvoeren van werkzaamheden aan aardgasstations aardgas vrijkomt. Door middel van berekening is vervolgens bepaald wat de hoeveelheid waterstof is die vrijkomt wanneer dezelfde werkzaamheden worden uitgevoerd aan waterstofgasstations.

Aan de hand van de berekeningen en eerder onderzoek is het volgende geconcludeerd;  
Voor het veilig in- en uitbedrijf nemen van waterstofgasstations (inclusief de drukvereffening na beveiligingsingreep) zijn volgende beheersmaatregelen noodzakelijk;

Hanteer de beheersmaatregelen die beschreven zijn in de VWI’s G-51, G-52, G-53 en G-54. Gebruik hierbij geschikte apparatuur voor de detectie van waterstofgas en geschikte anti-statische kleding.

Implementeer aanvullend op de eisen voor afblaas/ affakkell installaties, zoals beschreven in de NEN 7244-7 de volgende maatregelen:

- Bij zowel affakkelen als bij afblazen een waterstofvlamdover toepassen.
- Zorg er voor dat er zich geen obstakels in de directe nabijheid van het uitstroompunt van de fakkell of afblaas bevinden.
- Hanteer een afstand tussen uitstroompunt en mogelijke ontstekbronnen van 2 tot 3 groter dan bij aardgas. (indicatief 7 meter, praktijkonderzoek is nodig te verificatie).

Vermijd gasuitstromingen direct op de installatie, gebruik bij het volledig drukloos maken van de gasregelinstallatie een afblaas/ affakkell installatie.

## Inhoud

Document samenvatting .....	2
Executive summary .....	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding .....	6
2. Aanpak.....	7
3. Inventarisatie van activiteiten .....	8
4. Bepalen van de scenario's van gasuitstroom .....	9
Bepalen van de omvang van de gasuitstroom .....	10
Bevindingen uit rapport Antea Group.....	10
5. Beheersmaatregelen .....	12
6. Beoordeling van de beheersmaatregelen uit de VWI's.....	13
7. Beheersmaatregelen bij afblazen en affakkelen .....	14
8. Conclusie .....	16
Bijlage 1 – samenvatting gespreken met netbeheerders.....	17
Bijlage 2 – overzicht samenstelling begeleidings- en sparringsgroep.....	21
Referenties .....	22

## 1. Inleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het nationale onderzoeksprogramma HyDelta. Dit programma is gericht op het veilig inpassen van waterstof in de bestaande infrastructuur voor gastransport en gasdistributie en heeft als doel om barrières voor innovatieve waterstofprojecten weg te nemen. Het volledige onderzoeksprogramma is ingedeeld in werkpakketten. Een van deze werkpakketten is het werkpakket Gasstations (voor een toelichting op de verschillende werkpakketten zie [www.hydelta.nl](http://www.hydelta.nl)). Binnen dit werkpakket wordt onderzocht op welke manier de huidige gasstations veilig gebruikt kunnen worden gebruikt voor het reduceren van waterstof in het distributienet. Een van de aspecten hierbij is verrichten van werkzaamheden aan deze stations.

Gedurende de levensduur van een aardgasstation worden er werkzaamheden verricht waaronder het in- en uit bedrijf nemen van stations en het druk vereffenen indien een van de veiligheden is aangesproken/ om veiligheden te resetten. Bij deze werkzaamheden is er sprake van gecontroleerde gasuitstroom. Wanneer er in de toekomst waterstof in plaats van aardgas gedistribueerd zal worden en bij een ongewijzigde werkwijze waterstof zal vrijkomen in plaats van aardgas is de vraag of er meer of andere maatregelen noodzakelijk zijn om dit veilig uit te voeren. Hiervoor zijn de volgende twee vragen geformuleerd;

208 – Welke beheersmaatregelen (VWI's) zijn noodzakelijk om een station in- en uit bedrijf te nemen?

209 – Kan op een veilige manier de druk vereffend worden indien een veiligheidsrisico is ontstaan?

Bij dit onderzoek is uitgegaan van de beheersmaatregelen zoals deze zijn beschreven voor aardgas. Vervolgens is vastgesteld of deze beheersmaatregelen in het geval van waterstof toepasbaar zijn en hetzelfde effect hebben.

Uitgangspunt is dat bij gelijkblijvende opbouw van de installatie er bij enkele specifieke werkzaamheden aan het gasstation, net als bij aardgas, waterstof zal vrijkomen. Hierdoor ontstaan er geen andere gevaren ten opzichten van aardgas. (het gevaar blijft; ontsteking van het vrijgekomen waterstofgas).

In dit onderzoek wordt onder gasstations de hogedrukafleverstations (HAS) en districtstations (DS) verstaan, zie bijlage 1 voor toelichting. Afleverstations, gasontvangstations en overslagstations vallen buiten de scope van dit onderzoek.

## 2. Aanpak

Om de vragen 208 en 209 te kunnen beantwoorden is het van belang om inzicht te hebben in de hoeveelheid en het gedrag van het waterstof dat vrijkomt bij de genoemde werkzaamheden. Om dit inzicht te verkrijgen zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

1. Door middel van interviews met de regionale gasnetbeheerders is geïnventariseerd bij welke werkzaamheden er sprake is van gasuitstroom bij aardgas hogedrukafleverstations (HAS) en districtstations (DS).
2. Op basis van de resultaten uit stap 1 vaststellen wat de hoeveelheid waterstofgas is die vrij kan komen tijdens deze werkzaamheden.
3. Bepalen of de resultaten uit stap 2 aanleiding geven tot meer of andere beheersmaatregelen.

### 3. Inventarisatie van activiteiten

Op basis van interviews met de netbeheerders zijn er de onderstaande activiteiten vastgesteld waarbij er tijdens het in- en uit bedrijf nemen van aardgasstations (feitelijk het in- en uit bedrijf nemen van de gasregelstraat) sprake is van gasuitstroom. Een samenvatting van de interviews is opgenomen in bijlage 1.

- Bij de inbedrijfname moet het station (DS en HAS) worden gespoeld, zodat het op dat moment aanwezige medium uit het station wordt verdreven. Bij nieuwe aanleg is het stations gevuld met lucht, bij ombouw van aardgas naar waterstof is het station gevuld met aardgas. Dat moet eerst volledig worden verwijderd en worden afgeblazen of afgefakkeld. Daarnaast moeten de instelwaarden van de regelaar en de veiligheden opnieuw worden gecontroleerd en ingesteld. Het gas wordt afgeblazen door middel van de inregelkraan en afhankelijk van de hoeveelheid (eventueel naar buiten) afgeblazen via een afblaasleiding.
- Tijdens de B-inspecties (alleen DS, een B-inspectie aan een HAS is niet gebruikelijk) wordt de regeldruk, uitlaatdruk en sluitdruk van de actieve regelaar en de monitor (indien van toepassing) gecontroleerd. Tijdens een aantal van deze handelingen is het noodzakelijk om gasstroming te creëren, ook daar wordt de inregelkraan voor gebruikt. Daarnaast worden de aanspreekdrukken van de veiligheden gecontroleerd door middel van het verhogen van de druk. Bij het vervolgens weer verlagen van de druk komt er een geringe hoeveelheid gas vrij via de meetkoffer.
- Tijdens het vervangen van onderdelen en/of reparatie van een defect onderdeel (bijvoorbeeld het vervangen van een filter of een regelaar) of tijdens C-inspecties. Een C-Inspectie is een inwendige inspectie van de componenten bijvoorbeeld; regelaar, veiligheden, filter ed. Hierbij zal de installatie volledig drukloos gemaakt moeten worden met het risico dat de inhoud van de regelstraat of componenten vrijkomt (het restgas in de installatie). Bij HAS wordt er veelal voor gekozen om de gehele HAS te vervangen.
- Drukvereffening van de cilinder van de eventueel aanwezige veiligheidsafsluiter (VA) na ingreep of tijdens de uitvoering van een B-inspectie.



## 4. Bepalen van de scenario's van gasuitstroom

Om de omvang van de gaswolk die ontstaat tijdens de in hoofdstuk 3 beschreven activiteiten te kunnen berekenen is het noodzakelijk om de hoeveelheid gas dat vrijkomt te bepalen. Hiervoor zijn de activiteiten uit hoofdstuk 3 beschreven in een 5-tal scenario's. Op basis van de informatie die verkregen is tijdens de gesprekken met de netbeheerders is voor deze 5 scenario's een keuze gemaakt in bijvoorbeeld de diameters van de inregelkraan, leidingdiameters en hoogte van de afblaas. Voor de scenario's 1-1 en 1-2 is aangenomen dat er een 25 meter lange toevoerleiding wordt gebruikt.

- HAS Scenario 1: Inbedrijfname. Afblazen van de toevoerleiding in combinatie met de inhoud van het station via de inregelkraan met DN 15 (½") afblaas op 2,5 meter hoogte bij een voordruk van maximaal 8 bar, gedurende enkele minuten.
- HAS Scenario 2: B-inspectie "zoals-het-niet-hoort". 10 liter gas (inhoud van de installatie) met overdruk 160 mbar afblazen tot 100mbar direct op de DN 15 (½") inregelkraan op 1 meter hoogte. (normaliter dient deze afgeblazen te worden met een slang naar een boom of statief).
- DS Scenario 1-1: inbedrijfname. Afblazen of affakkelen van de 25 meter lange toevoerleiding DN80 (3") met DN 25 (1") verticale afblaas op 2,5 meter hoogte bij een voordruk van maximaal 8 bar, gedurende enkele minuten.
- DS Scenario 1-2: inbedrijfname. Afblazen of affakkelen van de 25 meter lange toevoerleiding DN 150 (6") met DN 25 (1") verticale afblaas op 2,5 meter hoogte bij een voordruk van maximaal 1 bar, gedurende enkele minuten.
- DS Scenario 2: B-inspectie. Afblazen inhoud installatie 10 liter (inhoud van de installatie) op de DN 25 (1") inregelkraan op 1 meter hoogte bij een voordruk van maximaal 160 mbar.

Volgende activiteiten zijn niet nader geanalyseerd;

- Het vervangen van onderdelen of inwendige inspectie, zoals tijdens C-inspecties. Deze activiteit wordt drukloos (niet gasloos) uitgevoerd. De hoeveelheid gas die hierbij vrijkomt is gering en kortstondig. Een bepaling van een uitstroom die leidt tot een gevaren zone is bij deze handeling niet zinvol.
- Drukvereffening bij het resetten van een veiligheid. Deze activiteit wordt ook uitgevoerd bij een B-inspectie (zie scenario 2) en is daarom niet apart geanalyseerd.

## Bepalen van de omvang van de gasuitstroom

Om inzicht te krijgen in de omvang en verspreiding van het gas dat vrijkomt in de beschreven scenario's is de Antea Group<sup>1)</sup> gevraagd simulaties uit te voeren. Met behulp van software (PHAST 8.4) is de verspreiding van het vrijgekomen waterstof bepaald. De bevindingen uit het rapport[1] zijn hieronder samengevat.

*Bij het uitvoeren van de simulaties heeft de Antea Group vastgesteld dat de uitstroomvolumes bij een aantal scenario's onder de minimale hoeveelheid liggen die met de simulatie software uitgevoerd kunnen worden. Dit betekent dat de in het Antea rapport opgenomen figuren en afstanden niet representatief zijn voor de werkelijke situatie die zich voordoet bij de beschreven werkzaamheden aan gasstations. De uitgevoerde simulaties laten wel het verschil in gedrag zien van de uitstroom tussen aardgas en waterstof. Daarom is besloten om de bevindingen wel over te nemen en de figuren niet over te nemen om geen verkeerd beeld te geven van het vrijkomen van een waterstofgas.*

## Bevindingen uit rapport Antea Group

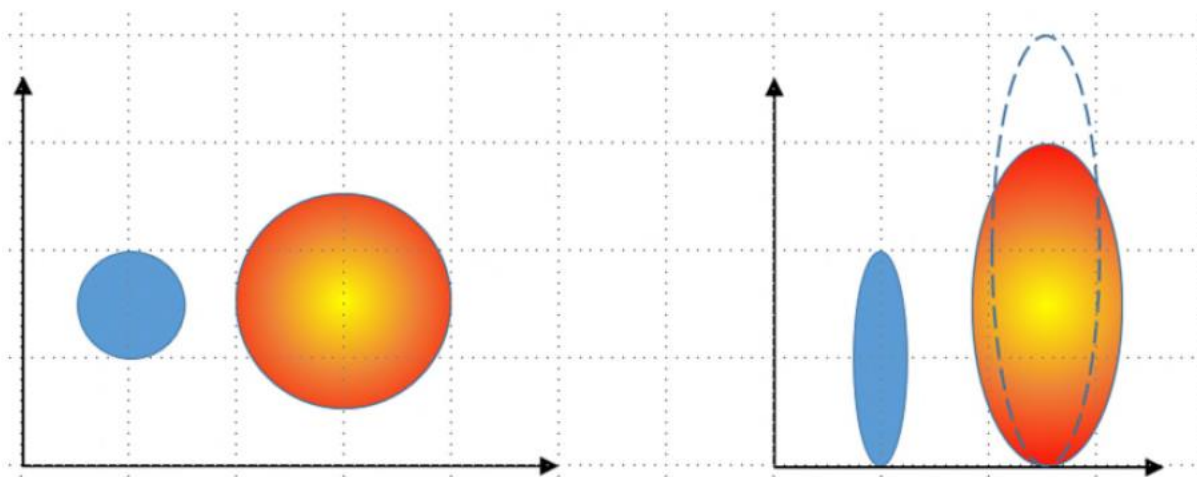
**In de vergelijking tussen afblaasscenario's met dezelfde uitstroomcondities voor waterstof als aardgas, is te zien dat waterstof beduidend grotere en verder reikende ontsteekbare wolken vormt (afstand 2 tot 3 keer zo ver).**

**Het affakkelen van dezelfde uitstromingen aan waterstof levert dan weer beduidend kleinere hittestralingscontouren dan voor aardgas (afstanden 20 tot 30% kleiner).**

De uitstroomsnelheid van het waterstofgas is met enkele tientallen meters per seconde relatief laag (non-choked flow) waarmee er een beperkte turbulentie-intensiteit in de uitstoot heerst. Dit is voor uitstoten met waterstof een belangrijk gegeven, vanwege de aanzienlijk hogere brandsnelheid ten opzichte van aardgas en de aanzienlijk grotere potentie voor vlamversnelling. [opmerking Kiwa; de lage uitstroomsnelheid en daarmee de beperkte turbulentie is een gunstige effect omdat dit de kans op vlamversnelling beperkt]

Voor waterstofuitstoten in de vrije lucht is de drukopbouw van een (incidentele) vertraagde ontsteking resulterend in een jet explosie gering vanwege de lage turbulentie-intensiteit. Er moet rekening gehouden worden met een potentiële explosieoverdruk in de wolk van maximaal 3 kPa. Deze overdruk vormt geen bedreiging voor personeel of nabijgelegen ruiten. **Het wordt echter aanbevolen om de afblaasleiding niet uit te laten komen in de kruin van een boom, omdat deze obstakelconfiguratie wel kan leiden tot een hoge turbulentie met grotere vlamversnelling en bijkomende drukopbouw.**

Voor de zeer kortstondige uitstroom uit de HAS kasten is de potentiële hittestraling uit de vlam zeer kortstondig, waarmee de hittestralingsdosis nihil zal zijn. Het gevaar ligt hem in het vlamcontact. Als de brandbare wolk verbrandt zullen de expanderende verbrandingsproducten de wolk doen uitdijen. Het volume neemt met maximaal een factor 8 toe (een gemiddelde verdubbeling van de afmetingen van de wolk). Schematisch weergegeven in onderstaande figuur 1.



Figuur 1. Uitdijing van een expanderende brandbare bolvormige wolk (links) en ellipsoïde-vormige wol (rechts)

Voor een ellipsoïde met een lengte-breedte verhouding  $> 4:1$  zal de voornaamste expansie zijwaartsgericht zijn (de ellipsoïde wordt iets langer en aanzienlijk dikker). Voor een smalle ellipsoïde van maximaal 1 meter lengte zal de wolkuitdijing de vlam niet verder dan 50% verlengen. In de breedte zal de expansie niet verder reiken dan 300% (de expansiefactor 8 “worst case” verdeeld over twee vrijheidsgraden  $\rightarrow \sqrt{8} = 2,8$ ).

Het blijkt dat onderhoudshandelingen met waterstof in het aardgasleidingnet grotere brandbare wolken kan opleveren met grotere incidentele (vertraagde) ontstekingskansen. Het effect van ontbrandingen in de vrije lucht leveren echter geen bijkomende gevaren op van drukopbouw. De hittestraling rondom affakkelleidingen is beduidend lager voor waterstofuitstoten. **Wanneer er geen affakkelinstallatie gebruikt wordt, dient rekening gehouden te worden met ruimere veiligheidsafstanden voor hittestralingseffecten horende bij incidentele vertraagde ontstekingen.**

**Op basis van deze resultaten wordt het aangeraden om gasuitstromingen direct op de installatie zonder afblaasslang te vermijden.**

<sup>1)</sup> Antea Group is een Nederlands advies- en ingenieursbureau dat internationaal opereert in waterbouw, infrastructuur, kustbouw, vastgoed, stedelijke inrichtingen, milieu, veiligheid en projectmanagement.

## 5. Beheersmaatregelen

Tijdens de werkzaamheden aan aardgasreducerende stations wordt er aardgas afgefakkeld of afgeblazen. Bij het afblazen van aardgas kan er zich een ontsteekbaar gas/lucht mengsel vormen dat schade en/of letsel kan veroorzaken. De maatregelen die beschreven zijn in de VWI's en VIAG zijn er op gericht om te voorkomen dat het vrijkomen van aardgas uiteindelijk leidt tot schade en/of letsel.

Voor het verrichten van werkzaamheden aan gasstations (aardgas) zijn de veiligheidswerkinstructies (VWI's) G-51, G-52, G-53 en G-54 (zie referenties) van toepassing.

De VWI's geven de volgende voorschriften ten aanzien van het gevaar van vrijkomen van aardgas;

- Ventileren van de werkplek.
- Werkplek verlaten bij > 10% LEL.

Daarnaast beschrijven de VWI's de persoonlijke beschermingsmiddelen en veiligheidsmiddelen.

Beschermingsmiddelen:

- Anti-statische en vlamvertragende werkkleding.
- Gehoorbescherming.
- Bij werkzaamheden langs de weg: reflecterende kleding.

Veiligheidsmiddelen:

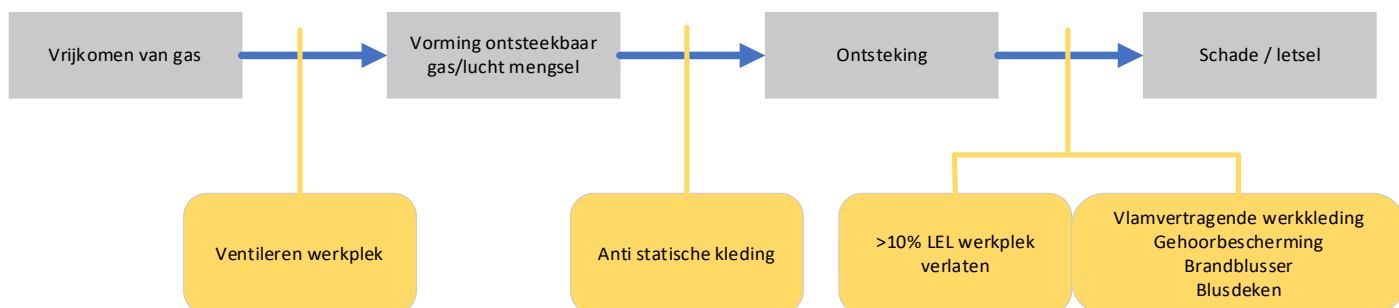
- Gassignaleringsapparatuur met akoestisch en optisch signaal.
- Gasconcentratiemeter 100% aardgas.
- Brandblusser.
- Blusdeken.

De VWI's verwijzen voor de algemene risico's en maatregelen naar hoofdstuk 4.4. van de VIAG.

Voor het afblazen of affakkelen van het aardgas dat vrijkomt bij de werkzaamheden zijn er geen specifieke beheersmaatregelen beschreven in de VWI's of VIAG.

De in de VWI's beschreven maatregelen vormen verschillende barrières die moeten voorkomen dat er schade en/of letsel ontstaat of de schade en/of letsel beperken.

Onderstaande figuur 2 geeft een overzicht van het verloop van vrijkomen van aardgas tot schade en/of letsel en de verschillende beheersmaatregelen (barrières) die dit moeten voorkomen.



Figuur 2. Schematisch overzicht van beheersmaatregelen

## 6. Beoordeling van de beheersmaatregelen uit de VWI's

In dit hoofdstuk is per beheersmaatregel (zoals beschreven in hoofdstuk 5) gekeken (expert opinion) naar de geschiktheid en effectiviteit bij de werkzaamheden aan waterstof gasstations.

### **Maatregel 'ventileren van de werkplek'**

Het ventileren van de werkplek is ook bij waterstof een geschikte basismaatregelen met als doel vrijgekomen waterstofgas te verdunnen en weg te ventileren. Het effect van de ventilatie zal (net als bij aardgas) afhangen van de heersende windrichting, windsnelheden en de mogelijkheden tot luchtverversing in het gasstation (bv. een in pandig gasstation).

### **Maatregel 'anti-statische kleding'**

Onderzoek naar de geschiktheid (en daarmee de effectiviteit als maatregel) van anti-statische kleding in het geval van waterstof wordt uitgevoerd binnen het Kenniscentrum gasnetbeheer. Op het moment van schrijven van dit rapport is dit onderzoek nog niet afgerond.

### **Maatregel 'werkplek verlaten bij >10% LEL'**

Ook in het geval van waterstof is het gebied waar de gasconcentratie in lucht kleiner is dan 10% van de LEL waarde (10% LEL = 0,4% waterstof in lucht) een veilig gebied. Voor waterstof blijft dit een geschikte en effectieve maatregel omdat er geen kans is op ontsteking van het waterstofgas/ lucht mengsel.

Voor het signaleren van 10% LEL is geschikte detectieapparatuur noodzakelijk. De geschiktheid van detectie apparatuur is onderzocht in Kiwa rapport GT-200046 'Geschiktheid gasmeetapparatuur voor waterstof' mei 2021.

### **Maatregel 'vlamvertragende werkkleding/ gehoorbescherming/ brandblusser/ blusdeken'**

Ten aanzien van deze maatregelen is er geen aanleiding om andere middelen te gebruiken in het geval van waterstof omdat de gevolgen hetzelfde zijn als bij aardgas. Ter beperking van de schade en/ of letsel blijven dit effectieve maatregelen.

## 7. Beheersmaatregelen bij afblazen en affakkelen

Uit het Antea rapport en het Kiwa rapport GT-200096 'affakkelen en afblazen van waterstof' [2] zijn de bevindingen verzameld die relevant zijn ten aanzien van beheersmaatregelen in het geval van afblazen van het gas en het affakkelen van het waterstofgas.

*Rapport GT-200096 beschrijft het onderzoek naar het veilig en doelmatig ontlichten en ontgassen van waterstofleidingen.*

### Maatregelen in het geval van afblazen van het waterstofgas

- Wanneer er niet wordt afgefakkeld maar wordt afgeblazen via de afblaasinstallatie, dan dient rekening gehouden te worden met ruimere veiligheidsafstanden voor hittestralingseffecten horende bij incidentele vertraagde ontstekingen.
- De afstand tussen uitstroompunt en potentiële ontstekingsbronnen die gehanteerd worden bij aardgas moeten voor waterstof met een factor 2 tot 3 worden vergroot.
- Het wordt aanbevolen om de afblaasleiding niet uit te laten komen in de kruin van een boom, omdat deze obstakelconfiguratie wel kan leiden tot een hoge turbulentie met grotere vlamversnelling en bijkomende drukopbouw.
- Gebruik een afblaaspijp uit roestvaststaal (RVS) of een niet vonken veroorzakend metaal. (deze maatregel komt uit het rapport 'Affakkelen en afblazen van waterstof' en is overgenomen uit EIGA document 121/14 [11]. Als aandachtspunt bij het afblazen van waterstof wordt in het EIGA document volgende genoemd; 'to minimize the possibility of auto ignition when hydrogen leaves the stack, it is recommended that the piping immediately upstream of the exit be made of stainless steel or a non-sparking metallic material')
- De uitmonding van de afblaas moet zich minimaal 2,5 meter boven het maaiveld bevinden.
- Er moet worden gezorgd voor potentiaalvereffening (aarden van de afblaasinstallatie).

### Maatregelen in het geval van affakkelen van het waterstofgas

- Bij het affakkelen moet een waterstofvlamdover worden toegepast.
- Bij het affakkelen van waterstof kan met een kleinere veiligheidsafstand ten aanzien van warmtebelasting worden volstaan (20- 30 % lager ten opzichte van aardgas).
- De uitmonding van de fakkel moet zich minimaal 2,5 meter boven het maaiveld bevinden.

### Vergelijk met de NEN 7244-7 [10]

In hoofdstuk 5.1 van de NEN 7244-7; 2019 staat ten behoeve van het ontgassen en/of ontlichten van leidingen beschreven waaraan een affakkel- en/of afblaasinstallatie moet voldoen. Dit betreft de volgende punten:

- Vervaardigd uit metaal.
- Van voldoende capaciteit.
- Voorzien van afsluiter met volle doorlaat en een punt van monsternamen.
- Voorzien van een automatische ontstekingsmechanisme in geval van een affakkelininstallatie.
- Voorkomen van ongecontroleerde ontlading van statische elektriciteit.
- Stabiele opstelling.
- Verticaal opgesteld in de openlucht, uitmonding minimaal 2,5 meter boven maaiveld.
- Opstelling op veilige afstand van mogelijke ontstekingsbronnen en gebouwen.

Als het afblaaspunt zich in een gebouw bevindt is het toegestaan af te blazen met behulp van een flexibele slang, waarvan het uiteinde buiten het gebouw moet zijn gebracht. Daarbij moeten de volgende aanvullende veiligheidsmaatregelen zijn getroffen:

- Vlamdover op het uiteinde of een metalen uiteinde.
- Statische elektriciteit moet worden voorkomen (bv door een antistatische slang).
- Het uiteinde van de slang moet voorzien zijn van een afsluiter.
- Slang vastzetten om ongecontroleerde bewegingen te voorkomen.
- Plaats van het uiteinde zo kiezen dat het af te blazen gas niet in het gebouw kan komen o.a. door met de windrichting rekening te houden.

Wanneer de huidige eisen voor affakkelen/ afblazen van aardgas (NEN 7244-7) vergeleken worden met de resultaten van dit onderzoek, stellen we vast dat voor het affakkelen/ afblazen van waterstofgas, ten opzichte van de NEN 7244-7, de volgende maatregelen aanvullend dienen te worden genomen:

- Bij zowel affakkelen als bij afblazen een vlamdover toepassen.
- Zorg er voor dat er zich geen obstakels in de directe nabijheid van het uitstroompunt bevinden.
- Hanteer een afstand tussen uitstroompunt en mogelijke ontstekingsbronnen van 2 tot 3 groter dan bij aardgas.

Noot. NEN 7244-7 hoofdstuk 5.1 beschrijft: “Opstelling op veilige afstand van mogelijke ontstekingsbronnen en gebouwen” een afstand wordt hierbij niet gespecificeerd. Op basis van de berekeningen uit het Antea rapport is een indicatieve afstand bij het afblazen van waterstof 7 meter rondom het uitstroompunt. Het advies is om deze afstand te verifiëren door middel van praktijkonderzoek en op te nemen in de instructies/ werkvoorschriften.

## 8. Conclusie

Voor het veilig in- en uitbedrijf nemen van gasstations (inclusief de drukvereffening na beveiligingsingreep) zijn volgende beheersmaatregelen noodzakelijk;

Hanteer de beheersmaatregelen die beschreven zijn in de VWI's G-51, G-52, G-53 en G-54. Gebruik hierbij geschikte apparatuur voor de detectie van waterstofgas en geschikte anti-statische kleding.

Implementeer aanvullend op de eisen voor afblaas/ affakel installaties, zoals beschreven in de NEN 7244-7 de volgende maatregelen:

- Bij zowel affakkelen als bij afblazen een waterstofvlamdover toepassen.
- Zorg er voor dat er zich geen obstakels in de directe nabijheid van het uitstroompunt van de fakkel of afblaas bevinden.
- Hanteer een afstand tussen uitstroompunt en mogelijke ontstekbronnen van 2 tot 3 groter dan bij aardgas. (indicatief 7 meter, praktijkonderzoek is nodig ter verificatie).

Vermijd gasuitstromingen direct op de installatie. Gebruik bij het volledig drukloos maken van de gasregelinstallatie een afblaas/ affakel installatie.

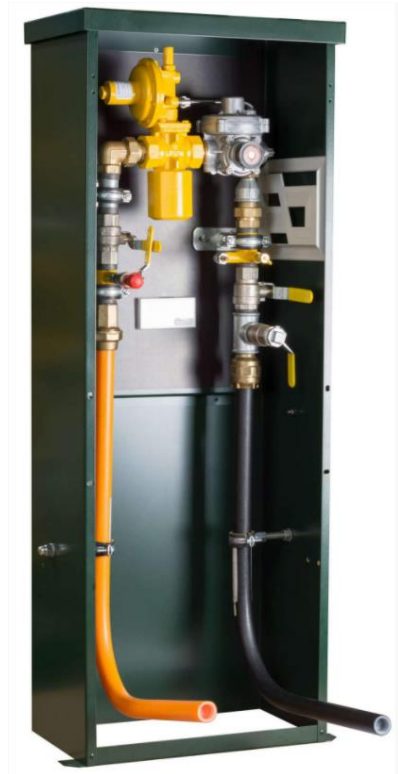


## Bijlage 1 – samenvatting gespreken met netbeheerders

### HAS kasten

HAS kasten zijn Hogedrukafleverstations. In een HAS wordt de druk verlaagd van hoge druk (1, 4 of 8 bar) naar lage druk (100 mbar). De capaciteit is typisch tot 40 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h.

Een HAS beschikt doorgaans over twee plaatsen waarop een afblaas kan worden aangesloten. Aan de ingaande leiding zit een T-stuk met een DN 8 ( ¼") kraan. Ook aan de uitlaatzijde (na de drukregelaar) zit een T-stuk met een DN 8 ( ¼") kraan en of DN 15 ( ½") kraan.



Figuur 1. Voorbeeld van een HHAS

### In bedrijfname

Bij de in bedrijfname van het HAS moet zowel de leiding naar de HAS als de leiding in de HAS kast worden ontvlucht.

Het is afhankelijk van de situatie welk punt er wordt gebruikt om de afblaas op aan te sluiten. Er kan voor worden gekozen om gebruik te maken van de DN 8 ( ¼") aansluiting na de drukregelaar om zowel het leidinggedeelte als de HAS te ontvluchten, dat is de inregelkraan. Op deze aansluiting wordt dan een anti-statische slang gemonteerd. Vaak wordt deze slang gemonteerd op een boom of een hek. Een alternatief hiervoor is het gebruik van een afblaaspijp met een hoogte van 2,5 meter. De keuze verschilt per netbeheerder.

Een andere methode is om gesectioneerd af te blazen. Dan wordt eerst de hogedrukleiding ontvlucht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de DN 8 ( ¼") aansluiting bij de intrede van de HAS. Deze wordt aangesloten op de eerder genoemde afblaas van 2,5 meter hoogte. Vervolgens wordt via de inregelkraan de HAS zelf ontvlucht. Dat is een kleine hoeveelheid. Het wisselt per situatie en per netbeheerder of hiervoor de "afblaas" wordt gebruikt, of dat de slang wordt gebruikt.

### B-inspecties aan HAS

Bij een B-inspectie wordt gecontroleerd of de drukbeveiliging ingrijpt bij de juiste druk. Het is bij de meeste netbeheerders niet gebruikelijk om B-inspecties aan HAS uit te voeren. Wanneer dit wel gebeurt, dan geldt de volgende werkwijze:

- De kast wordt opgezet, terrein wordt afgezet met een bord “open vuur verboden”.
- Uitlaatafsluiter wordt dichtgezet
- De druk wordt opgevoerd door de regelaar open te draaien
- Wanneer de druk toeneemt, sluit de VAK.
- De overdruk in het systeem wordt afgeblazen door de dop van de VAK los te draaien. Hierbij komt een minimale hoeveelheid gas vrij.
- De regelaar wordt weer op de initiële waarde gedraaid,
- De uitlaatafsluiter wordt weer open gezet.

Dit is een situatie waarbij een geringe hoeveelheid gas vrijkomt op de hoogte van de VAK, dus niet op 2,5 meter hoogte, maar op de hoogte van de VAK (circa 1 m boven maaiveld).

### C-inspecties en grootschalig onderhoud

De netbeheerders gaan op verschillende wijze om met vervangen van en bij HAS kasten. Het meest gebruikelijk is dat bij een probleem aan de HAS kast, deze in zijn geheel wordt vervangen. Hierbij wordt een reserve-HAS aangesloten waarbij de volgende handelingen plaatsvinden:

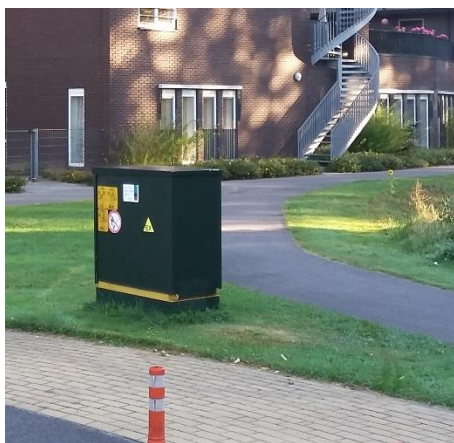
- Aan de inlaatzijde van de HAS wordt de inlaatafsluiter dicht gezet.
- De reserve set wordt ontluicht. Dat gebeurt op de grond waar de set tijdelijk wordt neergelegd.
- De bestaande set wordt drukloos gemaakt.
- De bestaande set wordt losgekoppeld.
- De reserve-HAS wordt aangesloten. Daarbij wordt de set ontluicht conform de handelingen beschreven in 2.1.

## Districtstations

Districtstations verlagen de druk van het voorliggend hogedruknetwerk (8 bar, 4 bar of 1 bar) naar het lagedruknetwerk (100mbar of 30 mbar). De capaciteit is groter dan 40 m<sup>3</sup>/h.

In de praktijk komen vooral vrijstaande stations (inhoud  $\geq 15$  m<sup>3</sup>), kaststations (inhoud tussen 0,5 m<sup>3</sup> en 15 m<sup>3</sup>) en kasten (inhoud  $\leq 0,5$ m<sup>3</sup>) voor.

Een DS beschikt doorgaans over twee plaatsen waarop een afblaas kan worden aangesloten. Aan de ingaande leiding zit een T-stuk met een DN 20 (¾") kraan (dit is vaak de afblaaskraan op het filter). Ook aan de uitlaatzijde (na de drukregelaar) zit een T-stuk met een DN 20 (¾") kraan en of DN 25 (1") kraan, dat is de inregelkraan.



Figuur 2 Een voorbeeld van een 1/2 m<sup>3</sup> klapkast



## In bedrijfname

Ook bij een districtstation moet voor in-bedrijf-name de leiding naar het station en de inhoud van het station worden ontluicht. Dat kan op twee manieren plaatsvinden:

- Met behulp van de inregelkraan, deze bevindt zich in het lagedrukgedeelte van het station. Op deze kraan (DN 20 of DN 25) wordt een slang aangesloten naar een afblaas op 2,5 meter hoogte
- Affakkelen op de leiding zelf. De inhoud van het station moet dan apart worden afgeblazen of afgefakkeld.

## B-inspecties

Bij een B-inspectie wordt gecontroleerd of de veiligheidstoestellen van het station bij de juiste aanspreekdruk in werking treden. Om dit te controleren, wordt de uitlaatafsluiter van het station gesloten en wordt de druk tussen de drukregelaar en uitlaatsafsluiter verhoogd. Na controle moet de overtallige druk die bewust is gecreëerd worden afgevoerd.

Een groot deel van de netbeheerders gebruikt voor de B-inspectie de Plexor meetkoffer. Bij deze meetkoffer wordt de druk verhoogd door middel van de meetkoffer, deze heeft een aansluiting op de inlaat- en de uitlaatzijde van het station en tevens door middel van een beveiligd schakelventiel op de beïnvloedingsleiding van de veiligheden. Bij deze meetkoffer vindt alle gasuitstroming plaats via de meetkoffer en de uitgaande slang. Deze uitgaande slang wordt aan een boom of aan iets anders op hoogte gehangen. De hoeveelheid gas die hierbij vrijkomt is beperkt (circa 20 liter).

Enkele netbeheerders gebruiken niet de meetkoffer. In dat geval worden de veiligheden gecontroleerd door de (nadat de uitlaatafsluiter is gesloten), de druk te verhogen door de regelaar in te draaien. Wanneer de veiligheid is aangesproken, wordt de drukregelaar teruggedraaid in zijn eerste positie. De overtallige druk wordt afgevoerd via de inregelkraan. Men behoort hierbij de inregelkraan aan te sluiten met een slang naar een hoogte van 2,5 meter. Echter, gezien de zeer geringe hoeveelheid gas, wordt in de praktijk ook wel eens (in de regel niet) rechtstreeks afgeblazen op de inregelkraan.

#### C-inspecties en grootschalig onderhoud

Wanneer er groter onderhoud aan een station nodig is (bijvoorbeeld wanneer het filterhuis “getrokken” moet worden, of wanneer de weke delen van een regelaar vervangen moeten worden), dan vindt de volgende werkwijze plaats:

- Men controleert of er voldoende capaciteit in het netwerk is voor leveringszekerheid zonder dit station.
- De in- en uitlaatafsluiters van de regelstraat worden gesloten.
- Op de inregelkraan wordt een flexibele slang aangesloten naar een afblaas van 2,5 meter. De inregelkraan wordt geopend. Het districtstation wordt drukloos gemaakt. Op dat moment is het station is nog steeds gevuld met aardgas, op atmosferische druk.
- Wanneer het station drukloos is, worden de benodigde handelingen uitgevoerd, bijvoorbeeld het verwijderen van componenten. Bij het lostrekken van een filter komt er gas vrij.

## Bijlage 2 – overzicht samenstelling begeleidings- en sparringsgroep

Tabel 1 – Samenstelling begeleidingsgroep en sparringsgroep

Naam	Werkgever	Begeleidingsgroep	Sparringsgroep
R. van Hooijdonk	Enexis	V	V
J. Jonkman	Rendo	V	V
R. Scholten	Rendo	V	V
P. Verstegen	Alliander	V	V
R. Verhoeve	Stedin		V
J. Voogt	Enexis		V
S.J.Elgersma	Gasunie		V
M. van der Laan	Kiwa Technology	V	V
S. van Woudenberg	Kiwa Technology	V	V

*De begeleidingsgroep is een actievere rol toebedacht bij de uitvoering van het deelonderzoek in vergelijking met de sparringsgroep. De sparringsgroep is betrokken bij de opzet van het testprogramma en bij het beoordelen van de concept-rapportages.*

## Referenties

- [1] IEEE, „IEEE Citation Guidelines,” [Online]. Available: <https://iee-dataport.org/sites/default/files/analysis/27/IEEE%20Citation%20Guidelines.pdf>. [Geopend 19 03 2021].
- [2] Zenodo, „Terms of Use v1.2,” Zenodo, [Online]. Available: <https://about.zenodo.org/terms/>. [Geopend 19 03 2021].
- [3] European Commission, „Guidelines on Data Management in Horizon 2020,” 11 12 2013. [Online]. Available: [http://www.gsrt.gr/EOX/files/h2020-hi-oa-data-mgt\\_en.pdf](http://www.gsrt.gr/EOX/files/h2020-hi-oa-data-mgt_en.pdf). [Geopend 19 03 2021].
- [4] Rijksuniversiteit Groningen, „Unishare,” [Online]. Available: <https://www.rug.nl/society-business/centre-for-information-technology/research/services/data/opslagfaciliteiten/unishare?lang=en>. [Geopend 19 03 2021].
- [5] Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft, „GO FAIR,” [Online]. Available: <https://www.go-fair.org/>. [Geopend 29 03 2021].
- [6] Wikipedia, „List of open formats,” [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_open\\_formats](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_open_formats). [Geopend 29 03 2021].
- [7] Creative Commons, „About The Licenses,” [Online]. Available: <https://creativecommons.org/licenses/>. [Geopend 29 03 2021].