



Europees "Train the Trainer"-programma voor hulpverleners

Les 7

Niet-ontstoken vrijgekomen waterstof buiten

NIVEAU I

Brandweerman

De informatie in deze les is gericht op het niveau van **brandweerman**.

Dit onderwerp is ook beschikbaar op niveau IV (specialist).

Deze les maakt deel uit van een pakket met opleidingsmateriaal voor de niveaus I tot IV: brandweerman, onderofficier, officier en specialist. Gelieve de les af te stemmen op de competenties en de leerverwachtingen van de doelgroep.

Opmerking: dit materiaal is eigendom van het HyResponder Consortium en moet als dusdanig erkend worden; de resultaten van HyResponse zijn als basis gebruikt.



Disclaimer

Ondanks de zorg waarmee dit document werd opgesteld, is de volgende disclaimer van toepassing: de informatie in dit document wordt verschaft zoals ze is; er wordt geen enkele garantie gegeven dat de informatie geschikt is voor een bepaald doel. De gebruiker ervan gebruikt de informatie op eigen risico en verantwoordelijkheid.

Het document bevat enkel de meningen van de auteurs. De FCH JU en de Europese Unie zijn niet aansprakelijk voor enig gebruik dat gemaakt zou worden van de hierin verschaft informatie.

Dankwoord

Het project heeft subsidies ontvangen van de Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (JU) onder subsidieovereenkomst nr. 875089. De JU ontvangt steun van het onderzoeks- en innovatieprogramma Horizon 2020 van de Europese Unie en van het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Oostenrijk, België, Spanje, Duitsland, Italië, Tsjechië, Zwitserland en Noorwegen.

Overzicht

Wanneer waterstof onbedoeld vrijkomt, waarna het ontsnapte gas zich vermengt met lucht, worden de ideale voorwaarden voor brand en ontploffing gecreëerd. Er is sprake van niet-ontstoken vrijgekomen waterstof bij het ontsnappen van samengeperste gasvormige waterstof onder hoge druk in systemen en infrastructuur op basis van brandstofcellen en waterstof.

Trefwoorden

Niet-ontstoken vrijgekomen waterstof, detectie

Inhoudstafel

Overzicht	3
Trefwoorden	3
1. Doelgroep	5
1.1 Taakomschrijving: brandweerman	5
1.2 Competentieniveau: brandweerman	5
1.3 Voorkennis: brandweerman	5
2. Lekken van samengeperste waterstof	6
3. Afblazen van een opslagtank voor samengeperste waterstof	7
4. Detectie van waterstoflekken	8
Dankwoord	9
Referenties	9

1. Doelgroep

De informatie in deze les is gericht op NIVEAU 1: brandweerman. Er zijn ook lessen beschikbaar op niveau II, III en IV: onderofficier, officier en specialist.

De taakomschrijving, het competentieniveau en de leerverwachtingen waarvan wordt uitgegaan op het niveau van brandweerman worden hieronder beschreven.

1.1 Taakomschrijving: brandweerman

Een brandweerman is verantwoordelijk en wordt verwacht in staat te zijn om op een veilige manier interventies uit te voeren met persoonlijke beschermingsmiddelen, inclusief ademhalingsbescherming, waarbij hij de ter beschikking gestelde uitrusting gebruikt, zoals voertuigen, ladders, slang, blusapparaten, communicatie- en uitrusting, in eender welke klimatologische omstandigheden, op eender welke plaats en in alle noodsituaties waarin redelijkerwijs kan worden verwacht dat er een antwoord geboden moet worden.

1.2 Competentieniveau: brandweerman

Een brandweerman dient opgeleid te zijn in het veilig en correct gebruik van PBM, ademhalingsbescherming en andere uitrusting die hulpverleners verwacht worden te gebruiken, waarbij ondersteuning door passende kennis en oefening noodzakelijk is. Gedrag dat hun eigen veiligheid en die van andere collega's beschermt, moet beschreven worden in standaard operationele procedures. Vaardigheid en oefening in het dynamisch beoordelen van risico's voor de eigen veiligheid en die van anderen zijn noodzakelijk.

1.3 Voorkennis: brandweerman

Een brandweerman dient te beschikken over basiskennis en praktische basisvaardigheden die vereist zijn om relevante informatie te gebruiken om taken uit te voeren en standaard problemen met behulp van eenvoudige regels en hulpmiddelen op te lossen. Werken of studeren onder toezicht met enige zelfstandigheid.

2. Lekken van samengeperste waterstof

Zoals men reeds weet uit vorige lessen zijn brandstofcelvoertuigen uitgerust met opslagtanks voor waterstof onder een druk tot 70 MPa en werkt de infrastructuur van een tankstation met een druk tot 100 MPa [1]. Door de kleine omvang van zijn molecule is waterstof vatbaar voor lekken. De oorsprong van het vrijkomen en lekken van waterstof situeert zich meestal bij kleppen en verbindingen [2], zowel binnen als buiten. De vrijgekomen waterstof kan niet-ontstoken (d.w.z. niet-reagerend) of ontstoken (d.w.z. reagerend) zijn. Hoewel een breuk met volledige doorlaat van een leiding of vat zeldzaam is, moet ze beschouwd worden als een aannemelijk worstcasescenario. Er dienen specifieke inspanningen te worden gedaan om het accidenteel vrijkomen van waterstof te vermijden. Het vrijkomen van waterstof ofwel via een overdrukrichting ofwel door een leidingbreuk zal aanleiding geven tot een hogedrukstraal.

Tabel 1 geeft een overzicht van de soorten lekken en de uitrusting of onderdelen die aanleiding geven tot waterstoflekken [3].

Tabel 1. Bronnen en scenario's van lekken ontwikkeld door de EIGA (2007) [3]

Uitrusting/onderdeel	Soort lek
Leidingen	Gaatjes, scheur in de leiding
Flenzen	Defecte pakking, thermische beweging, materiaalkruip
Lasverbinding	Lasscheur
Soldeerverbinding	Scheuren of smelten van soldeer
Koppeling	Thermische beweging, lek
Schroefkoppeling	Lek, defect afdichtingsmateriaal, kruip, scheur in het materiaal
Slangkoppeling	Lek in de afdichting, scheur in het materiaal, menselijke fout
Kleppen	Lek aan steel, lek aan afdichting, barst deksel/huis door impact
Slangen	Scheur door perforatie
Instrumenten	Breuk van onderdeel
Regelaars	Breuk van diafragma, lek van afdichting, breuk stroomafwaarts (overdruk)
Solenoïdekleppen	Lek van afdichting
Pompen	Perforatie, lek van afdichting
Cilinder	Perforatie, breuk, permeatielek

3. Afblazen van een opslagtank voor samengeperste waterstof

Een CFD-studie uitgevoerd door Li et al. [4] heeft aangetoond dat:

- voor niet-ontstoken vrijgekomen waterstof uit opslagtanks die onder een druk tot 35 MPa en 70 MPa zijn gebracht, komen de langste gevarenafstanden voor binnen 10 s na het openen van de thermisch geactiveerde overdrukinrichting en is de duur van de risico's verbonden aan het vrijkomen van waterstof minder dan 2 min.;
- de deterministische gevarenafstanden voor niet-ontstoken vrijgekomen waterstof uit een thermisch geactiveerde overdrukinrichting die verticaal onder een brandstofauto is geplaatst zijn aanzienlijk korter dan die van vrije stralen;
- zowel voor het brede publiek als voor hulpverleners die niet zijn uitgerust met thermisch beschermende kledij ligt de maximale gevarenafstand voor niet-ontstoken vrijgekomen waterstof tussen 8 en 12 m, afhankelijk van de opslagdruk;
- om ervoor te zorgen dat de waterstofconcentratie altijd lager is dan de onderste explosiegrens (4% vol) op de plaats van de luchtinlaat van gebouwen, moet de gevarenafstand minstens 11 m bedragen voor vrijkomen bij 35 MPa en 13 m voor vrijkomen bij 70 MPa.

4. Detectie van waterstoflekken

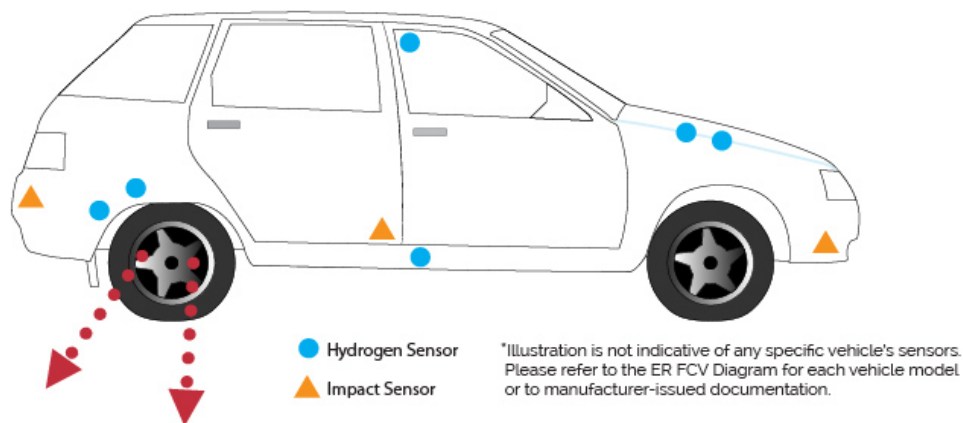
Het is ook belangrijk om weten dat in technologieën gericht op de veiligheid van waterstof sensoren geen volledige detectiestrategie bieden door het drijfvermogen en de diffusie van waterstof. Een waterstofsensoren zal bijvoorbeeld weinig nut hebben in een grote besloten ruimte of buiten. Het plaatsen van sensoren moet zorgvuldig worden overwogen en hulpmiddelen zoals CFD kunnen gebruikt worden om lekscenario's te simuleren om inzicht te bieden met het oog op de plaatsing van sensoren. Zowel vaste als mobiele (persoonlijke) bewakingspunten zijn nodig voor de bescherming van personeel en installaties.

De voorgestelde plaatsing van waterstofsensoren wordt hieronder gedetailleerd beschreven:

- plaatsen waar lekken of het morsen van waterstof mogelijk zijn;
- bij aansluitingen voor waterstof die regelmatig losgemaakt worden (bv. verdeelzuilen in tankstations);
- plaatsen waar waterstof zich zou kunnen opstapelen;
- in luchtinlaten van gebouwen als waterstof het gebouw zou kunnen binnenkomen;
- in uitlaten van gebouwen als waterstof in het gebouw zou kunnen vrijkomen.

Er zijn ook vereisten voor de installatie van waterstofsensoren op brandstofcelvoertuigen om te waarschuwen voor mogelijke lekken. Plaatsen voor waterstofdetectoren bij elektrische voertuigen met brandstofcellen zijn aangeduid met blauwe punten op figuur 1 en omvatten [5]:

- uitlaatpijp (procesbeheersing);
- passagierscabine (veiligheid);
- motor (veiligheid);
- brandstofcelstack (veiligheid).



● Hydrogen sensors detect hydrogen leaks in the passenger cabin and through the vehicle. It's very unlikely that the fuel system will leak, however if the sensors detect a leak a solenoid will close and seal hydrogen in the tank. In addition, electrical relays open to shut down the vehicle and isolate the high voltage.

▲ Impact sensors detect collision, just as air bag sensors do. This also seals fuel in the tank and isolates high voltage. (Buses do not have this sensor)

Figuur 11 Mogelijke plaats van waterstofsensoren in een elektrisch brandstofcelvoertuig [5].

Dankwoord

Het HyResponse-project wordt hier vermeld omdat het hier voorgestelde materiaal gebaseerd is op de originele lessen van HyResponse.

Referenties

5.