



Europees "Train the Trainer"-programma voor hulpverleners

Les 10

Omgaan met explosies van waterstof

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

In deze les worden de belangrijkste aspecten besproken van "chemische" explosies, d.w.z. deflagraties en detonaties, en "fysische explosies", d.w.z. tankbreuk.

Trefwoorden

Deflagraties, detonatie

Inhoudstafel

Overzicht	3
Trefwoorden	3
1. Doelgroep	5
1.1 Taakomschrijving: brandweerman	5
1.2 Competentieniveau: brandweerman	5
1.3 Voorkennis: brandweerman	5
2. Inleiding en doelstellingen	6
3. Nuttige terminologie	7
4. Effecten van drukgolven op mensen en gebouwen	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. Inleiding en doelstellingen

De waterstofeconomie is een onderdeel geworden van ons dagelijks leven. Op onze wegen rijden er al voertuigen op waterstof. Mogelijke explosies van waterstof kunnen hoge niveaus van overdruk veroorzaken en daardoor een bedreiging vormen voor het leven en eigendommen. De veiligheid van waterstoftoepassingen in de automobielsector en de hiermee verbonden infrastructuur, waaronder garages, onderhoudswerkplaatsen, parkings en tunnels, is een aandachtspunt.

In vorige lessen hebben we reeds de specifieke eigenschappen en de gevaren verbonden aan de verschillende soorten toepassingen op basis van brandstofcellen en waterstof besproken. In deze les zullen we het hebben over explosies door een chemische reactie (d.w.z. door verbranding) en "fysische explosies" (d.w.z. zonder verbranding).

Er bestaan twee soorten "verbrandingsexplosies": deflagraties en detonaties. Er zijn ook andere soorten "explosies", bv. "fysische explosies" van vaten door overdruk boven de vastgestelde grens door overvulling (breuk van het vat), als resultaat van een onbeheerste reactie enz.

De term "explosie" behoort eerder tot het jargon; wij zullen het gebruik ervan in deze les waar/wanneer mogelijk proberen te vermijden. Soms kan het gebruik van de term "explosie" tot misverstanden leiden. Sommige normen hebben het bijvoorbeeld op een incorrecte manier over een zogenaamde "explosiegrens" [1]. Dit wordt gedaan ondanks het feit dat er een aanzienlijk verschil kan zijn tussen de "ontvlambaarheidsgrens", die relevant is voor deflagraties, en de "detonatiegrens" [1]. In deze les krijgen hulpverleners een inleiding tot de fenomenen verbonden aan deflagraties en detonaties, de voornaamste kenmerken en gevolgen ervan en mogelijke preventieve en beperkende maatregelen [1]. De meest kosteneffectieve en vaakst gebruikte beperkingstechnieken, zoals een afgeblazen deflagratie, zullen in detail besproken worden.

3. Nuttige terminologie

De *celgrootte* is de parameter die de detonatiegevoeligheid van een waterstof-luchtmengsel aanduidt [2].

Deflagratie is het fenomeen van de verspreiding van de verbrandingszone aan een snelheid lager dan de snelheid van het geluid (subsonisch) naar een vers, onverbrand mengsel [1].

Detonatie is het fenomeen van de verspreiding van de verbrandingszone aan een snelheid hoger dan de snelheid van het geluid (supersonisch) in het niet-gereageerde mengsel [1].

De *vlamsnelheid* is de snelheid van de vlam met betrekking tot een vaste waarnemer [2].

Overdruk is de druk in de drukgolf, of de druk binnenin een omhulling, die hoger is dan de atmosferische druk [3].

4. Effecten van drukgolven op mensen en gebouwen

Drukgolven zijn schadelijk op een aantal manieren. Deze kunnen onderverdeeld worden in primaire, secundaire en tertiaire effecten [4].

- Primaire effecten:
 - Gehoorschade
 - Schade aan de longen en andere interne organen
- Secundaire effecten:
 - Verwonding door rondvliegende fragmenten (bv. glasscherven)
 - Instorten van constructies op mensen, met ernstige verwondingen of de dood tot gevolg
- Tertiaire effecten:
 - Verplaatsing van iemands volledige lichaam

Het is niet enkel de overdruk die schade kan veroorzaken, maar ook de op een persoon of voorwerp uitgeoefende impuls, afhankelijk van waar deze persoon zich bevindt en welke persoonlijke uitrusting hij/zij draagt.

Tabel 1. Drempelwaarden van overdruk voor schade aan mensen (buiten).

Effect	Overdruk, kPa
Tijdelijke drempelverschuiving [5]: drempel voor "geen schade" voor gevarenafstand (evacuatiezone)	1,35
1% kans op scheuren van trommelvlies (gekozen als drempel voor "verwonding") [6]	16,5
1% kans op dodelijke longbloeding (gekozen als drempel voor "dodelijkheid") [6]	100

Tabel 2. Drempelwaarden van overdruk voor schade aan gebouwen [6].

Schade	Overdruk, kPa
Geringe schade aan het huis	4,8
Gedeeltelijke vernieling van het huis; blijft bewoonbaar	6,9
Nagenoeg volledige vernieling van het huis	34,5-48,3

Dankwoord

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

Referenties

1. Molkov, V (2012). Fundamentals of hydrogen safety engineering, Part I and Part II. Available from: www.bookboon.com, free download e-book.
2. Dorofeev, SB (2007). Evaluation of safety distances related to unconfined hydrogen explosions. International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 32, pp. 2118-2124.
3. NFPA, National Fire Protection Association (2009). Compressed Natural Gas (CNG) Vehicular Fuel Systems Code, 52.
4. HyFacts Project. Chapter DM. Hydrogen deflagrations and detonations. Available from: <http://hyfacts.eu/category/education-training/> [accessed on 04.01.16].
5. Baker, WE, Cox, PA, Westine, PS, Kulesz, JJ and Strehlow, RA (1983). Explosion hazards and evaluation. Elsevier Scientific Publishing Company.
6. Mannan, S (2005). Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 3rd ed., vol. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann.