



Evropský program školení školitelů pro zásahové jednotky

Přednáška 10

Zvládání explozí vodíku

ÚROVEŇ I

Hasič

Informace uvedené v této přednášce jsou určeny pro úroveň **Hasič** a vyšší.

Toto téma je k dispozici také na úrovních III a IV

Tato přednáška je součástí balíčku školicích materiálů s materiály na úrovních I–IV: Hasič, velitel posádky, velitel zásahu a důstojník specialista. Viz úvod k přednášce týkající se kompetencí a očekávaných výsledků studia

Poznámka: tyto materiály jsou majetkem konsorcia HyResponder a měly by být podle toho uváděny, výstupy HyResponse byly použity coby základ



Upozornění

Navzdory pečlivosti, která byla věnována přípravě tohoto dokumentu, platí následující odmítnutí odpovědnosti: informace v tomto dokumentu jsou poskytovány, jak stojí a leží, a jejich autoři neposkytují jakoukoli záruku, že tyto informace jsou vhodné pro jakýkoli konkrétní účel. Uživatel využívá tyto informace na vlastní nebezpečí a odpovědnost.

Dokument vyjadřuje pouze názory autorů. Společný podnik pro palivové články a vodík a Evropská unie nenesou žádnou odpovědnost za případné použití informací uvedených v tomto dokumentu.

Poděkování

Projekt byl financován Společným podnikem pro palivové články a vodík 2 na základě grantové dohody č. 875089. Společný podnik získává podporu z programu Evropské unie pro výzkum a inovace Horizont 2020 a z Velké Británie, Francie, Rakouska, Belgie, Španělska, Německa, Itálie, Česka, Švýcarska a Norska.

Souhrn

Tato přednáška se zabývá hlavními rysy „chemických“ explozí, tj. deflagrací a detonací, a „fyzikálních výbuchů“, tj. protržení nádrží.

Klíčová slova

Deflagrace, detonace

Obsah

Souhrn.....	3
Klíčová slova	3
1. Cílové publikum	5
1.1 Popis úlohy: Hasič.....	5
1.2 Úroveň odborné způsobilosti: Hasič	5
1.3 Předchozí učení: Hasič	5
2. Úvod a cíle.....	5
3. Užitečná terminologie	6
4. Účinky tlakových vln na člověka a budovy	6
Poděkování	7
Literatura a odkazy	7

1. Cílové publikum

Informace uvedené v této přednášce jsou určeny pro ÚROVEŇ 1: Hasič. K dispozici jsou také přednášky na úrovních III a IV: velitel posádky, velitel zásahu a důstojník specialista.

Níže je uveden popis úlohy, úrovně odborné způsobilosti a očekávané znalosti na úrovni velitele posádky.

1.1 Popis úlohy: Hasič

Hasič je zodpovědný a očekává se, že bude schopen bezpečně provádět zásahy v osobních ochranných prostředcích, včetně dýchacích přístrojů, za použití poskytnutého vybavení, jako jsou vozidla, žebříky, hadice, hasicí přístroje, komunikační a záchranné prostředky, a to za každých klimatických podmínek, v oblastech a v nouzových situacích, u nichž lze důvodně předpokládat, že vyžadují zásah.

1.2 Úroveň odborné způsobilosti: Hasič

Školení v bezpečném a správném používání OOP, BA a dalšího vybavení, které se očekává, musí být podpořeno odpovídajícími znalostmi a praxí. Chování, které zajistí bezpečnost hasiče a bezpečnost ostatních kolegů, by mělo být popsáno ve standardních operačních postupech (SOP). Je vyžadována praktická schopnost dynamicky vyhodnocovat rizika pro vlastní bezpečnost a bezpečnost ostatních.

1.3 Předchozí učení: Hasič

EQF 2 Základní faktické znalosti v oboru práce nebo studia. Základní kognitivní a praktické dovednosti potřebné k využívání relevantních informací při plnění úkolů a řešení běžných problémů s využitím jednoduchých pravidel a nástrojů. Práce nebo studium pod dohledem s určitou mírou samostatnosti.

2. Úvod a cíle

Vodíkové hospodářství se stalo součástí našeho každodenního života. Vozidla na vodík již jezdí po našich silnicích. Případný výbuch vodíku může vyvolat vysoký přetlak, a tím ohrozit životy a majetek. Jednou z oblastí zájmu je bezpečnost vodíkových aplikací v automobilovém průmyslu a související infrastruktury, včetně garáží, autoservisů, parkovišť a tunelů.

V předchozích přednáškách jsme se již zabývali specifickými vlastnostmi a nebezpečími, která souvisejí s různými způsoby použití technologie FCH. Tato přednáška se bude zabývat výbuchy způsobenými chemickou reakcí (tj. hořením) a „fyzikálními výbuchy“ (tj. bez hoření). Existují dva typy „spalovacích výbuchů“, tj. deflagrace a detonace. Existují i jiné typy „výbuchů“, např. „fyzikální výbuchy“ nádob při přetlaku nad stanovenou mez v důsledku přeplnění (přetlak nádoby), v důsledku neřízené reakce apod. Slovo „výbuch“ je spíše méně přesné a v této přednášce se mu budeme vyhýbat, kde a pokud to bude možné. Někdy může použití pojmu „výbuch“ vést k nedorozumění. Některé normy například nesprávně zavádějí tzv. „mez výbušnosti“ [1]. To se děje navzdory skutečnosti, že mezi „mezi hořlavostí“, která

Přednáška 10: Zvládání explozí vodíku

je relevantní pro deflagrace, a „mezi detonovatelnosti“ může být značný rozdíl [1]. Tato přednáška obeznámí členy zásahových jednotek s jevy souvisejícími s deflagrací a detonací, s jejich hlavními rysy a následky a s možnými způsoby prevence a zmírnění následků [1]. Podrobněji se bude věnovat nákladově nejefektivnější a nejpoužívanější technice zmírňování dopadů, jako je deflagrace s ventilací.

3. Užitečná terminologie

Velikost článku je parametr, který charakterizuje detonační citlivost směsi vodíku se vzduchem [2].

Deflagrace je jev, kde se v nezreagované směsi šíří zóna hoření rychlostí nižší než rychlost zvuku (podzvukově) do čerstvé, nespálené směsi [1].

Detonace je jev, kdy se v nezreagované směsi šíří zóna hoření nadzvukovou rychlostí [1].

Rychlost plamene je rychlost plamene vzhledem ke stanovišti stacionárního pozorovatele [2].

Přetlak je tlak v tlakové vlně, který je vyšší než atmosférický tlak nebo tlak uvnitř ochranné konstrukce, je vyšší než atmosférický tlak [3].

4. Účinky tlakových vln na člověka a budovy

Tlakové vlny jsou škodlivé v mnoha ohledech. Jejich účinky lze rozdělit na primární, sekundární a terciární [4].

- Primární účinky:
 - poškození sluchu,
 - poškození plic a dalších vnitřních orgánů,
- Sekundární účinky:
 - zranění způsobená odlétávajícími úlomky (např. skleněnými střepy),
 - zřícení konstrukcí na lidi s následkem těžkých zranění nebo smrti,
- Terciární účinky:
 - přemístění celého těla jedince.

Škodu nezpůsobuje pouze přetlak, ale také impulz, který působí na osobu nebo předmět, místo, kde se osoba nachází, a osobní vybavení, které má daný člověk při sobě.

Přednáška 10: Zvládání explozí vodíku

Tabulka 1. Prahové hodnoty přetlaku pro poškození lidského zdraví (ve venkovním prostředí).

Účinek	Přetlak, kPa
Přechodný posun prahu [5]: Mezní hodnota úrovně „bez poškození“ pro nebezpečnou vzdálenost (evakuační perimetr)	1,35
1% pravděpodobnost protržení ušního bubínku (zvolena jako prahová hodnota úrovně „poranění“) [6]	16,5
1% pravděpodobnost úmrtí – krvácení do plic (zvolena jako prahová hodnota úrovně „smrt“) [6]	100

Tabulka 2. Prahové hodnoty přetlaku pro poškození budov [6].

Poškození	Přetlak, kPa
Mírné poškození budovy	4,8
Částečná demolice budovy – budova zůstává obyvatelná	6,9
Takřka úplné zničení budovy	34,5–48,3

Poděkování

Projekt HyResponse je všeobecně uznáván, protože zde prezentované materiály staví na původní sérii přednášek HyResponse.

Literatura a odkazy

1. Molkov, V (2012). Fundamentals of hydrogen safety engineering (Základy bezpečnostního vodíkového inženýrství), části I a II. K dispozici na adrese: www.bookboon.com, e-kniha k bezplatnému stažení.
2. Dorofeev, SB (2007). Evaluation of safety distances related to unconfined hydrogen explosions (Hodnocení bezpečnostních vzdáleností v souvislosti s vodíkovými explozemi na volném prostranství). Mezinárodní časopis o vodíkové energii International Journal of Hydrogen Energy. Svazek 32, s. 2118–2124.
3. NFPA, Národní asociace požární ochrany (2009). Předpis pro palivové systémy vozidel na stlačený zemní plyn (CNG), 52.
4. Projekt HyFacts. Kapitola DM. Deflagrace a detonace vodíku. K dispozici na adrese: <http://hyfacts.eu/category/education-training/> [přístup k datu 04.01.2016].
5. Baker, WE, Cox, PA, Westine, PS, Kulesz, JJ a Strehlow, RA (1983). Explosion hazards and evaluation (Nebezpečí výbuchu a jeho hodnocení). Elsevier Scientific Publishing Company.
6. Mannan, S (2005). Časopis Loss Prevention in the Process Industries (Prevence ztrát ve zpracovatelském průmyslu), 3. vydání, sv. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann.